WebSphere® eXtreme Scale バージョン 7.1
プログラミング・ガイド

WebSphere eXtreme Scale プログラミング・ガイド

IBM

本書は、WebSphere eXtreme Scale のバージョン 7、リリース 1、および新しい版で明記されていない限り、以降のすべてのリリースおよびモディフィケーションに適用されます。

お客様の環境によっては、資料中の円記号がバックスラッシュと表示されたり、バックスラッシュが円記号と表示されたりする場合があります。

原典： WebSphere® eXtreme Scale Version7.1
Programming Guide
WebSphere eXtreme Scale
Programming Guide

発行： 日本アイ・ビー・エム株式会社

担当： トランスレーション・サービス・センター

第1刷 2010.7

目次

図

表

プログラミング・ガイド 情報

WebSphere® eXtreme Scale の資料セットには、WebSphere eXtreme Scale 製品の使用、プログラミング、および管理に必要な情報を提供する 3 つのボリュームがあります。

WebSphere eXtreme Scale ライブラリー

WebSphere eXtreme Scale ライブラリーには、以下の資料が含まれます。

- *管理ガイド* には、アプリケーション・デプロイメント計画の作成方法、容量計画の作成方法、製品のインストールと構成方法、サーバーの始動と停止方法、環境のモニター方法、環境の保護方法など、システム管理者に必要な情報が含まれます。
- *プログラミング・ガイド* には、掲載されている API 情報を使用して WebSphere eXtreme Scale 用のアプリケーションを開発する方法に関する、アプリケーション開発者のための情報が含まれます。
- *製品概要* には、ユース・ケース・シナリオ、およびチュートリアルなど、WebSphere eXtreme Scale 概念の高水準の観点が含まれます。

これらの資料をダウンロードするには、WebSphere eXtreme Scale ライブラリー・ページにアクセスしてください。

このライブラリーと同じ情報は、WebSphere eXtreme Scale インフォメーション・センターからも入手することができます。

本書の対象者

本書は、主にアプリケーション開発者の方々を対象としています。

本書の構成

本書には、以下の主要なトピックに関する情報が入っています。

- **第 1 章**には、WebSphere eXtreme Scale 入門に関する情報が含まれています。
- **第 2 章**には、WebSphere eXtreme Scale のプログラム化の方法に関する情報が含まれています。
- **第 3 章**には、データへのアクセスに関する情報が含まれています。
- **第 4 章**には、システム API とプラグインに関する情報が含まれています。
- **第 5 章**には、Spring フレームワークとの統合に関する情報が含まれています。
- **第 6 章**には、セキュリティー API に関する情報が含まれています。
- **第 7 章**には、管理 API に関する情報が含まれています。
- **第 8 章**には、パフォーマンスの考慮に関する情報が含まれています。
- **第 9 章**には、トラブルシューティングに関する情報が含まれています。
- **第 10 章**には、製品の用語集が含まれています。

本書の更新の取得

本書の更新は、WebSphere eXtreme Scale ライブラリー・ページから最新のバージョンをダウンロードすることで取得できます。

第 1 章 WebSphere eXtreme Scale 入門

WebSphere eXtreme Scale をスタンドアロン環境にインストールすると、以下の手順でメモリー内のデータ・グリッドとしてのその機能を簡単に導入できます。

スタンドアロンでインストールした WebSphere eXtreme Scale に組み込まれているサンプルを使用すると、インストールした製品を検証し、単純な eXtreme Scale グリッドおよびクライアントの使用方法を実際に確かめることができます。この入門サンプルは *installRoot*/ObjectGrid/gettingstarted ディレクトリーにあります。

この入門サンプルは、eXtreme Scale の機能および基本的な操作を紹介するものです。このサンプルは、シェル・スクリプトおよびバッチ・スクリプトからなります。これらは、ほんの少しカスタマイズするだけで単純なグリッドを開始できるよう設計されています。 さらに、この基本的なグリッドに対して単純な作成、読み取り、更新、および削除 (CRUD) 機能を実行するためのクライアント・プログラムが、ソースを含めて提供されています。

スクリプトとその機能

このサンプルには、以下の 4 つのスクリプトがあります。

env.sh|bat: このスクリプトは、他のスクリプトから呼び出されて、必要な環境変数を設定します。通常は、このスクリプトを変更する必要はありません。

- UNIX Linux `./env.sh`
- Windows `env.bat`

runcat.sh|bat: このスクリプトは、ローカル・システム上で eXtreme Scale カタログ・サービス・プロセスを開始します。

- UNIX Linux `./runcat.sh`
- Windows `runcat.bat`

runcontainer.sh|bat: このスクリプトは、コンテナー・サーバー・プロセスを開始します。指定した固有のサーバー名を使用してこのスクリプトを複数回実行すれば、いくつでもコンテナーを開始できます。それらのインスタンスが一緒に、グリッド内の区画化された冗長な情報をホストすることができます。

- UNIX Linux `./runcontainer.sh` *`unique_server_name`*
- Windows `runcontainer.bat` *`unique_server_name`*

runclient.sh|bat: このスクリプトは、単純な CRUD クライアントを実行し、指定された操作を開始します。

- UNIX Linux `./runclient.sh` *`command value1 value2`*
- Windows `runclient.sh` *`command value1 value2`*

command には、以下のいずれかのオプションを使用します。

- *value2* を、キー *value1* を持つグリッドに挿入するには、`i` と指定します。
- *value1* のキーのオブジェクトを *value2* に更新するには、`u` と指定します。
- *value1* のキーのオブジェクトを削除するには、`d` と指定します。
- *value1* のキーのオブジェクトを検索して表示するには、`g` を指定します。

注: *installRoot*`/ObjectGrid/ gettingstarted/src/Client.java` ファイルは、カタログ・サーバーへの接続、ObjectGrid インスタンスの取得、および ObjectMap API の使用をどのように行うのかを示すクライアント・プログラムです。

基本的な手順

次の手順で最初のグリッドを開始し、グリッドと対話するクライアントを実行します。

1. 端末セッションまたはコマンド行ウィンドウを開きます。
2. 次のコマンドを使用して、`gettingstarted` ディレクトリーに移動します。

   ```
   cd installRoot/ObjectGrid/gettingstarted
   ```

   installRoot の部分は、eXtreme Scale インストール・ルート・ディレクトリーへのパス、または、抽出した eXtreme Scale trial *installRoot* のルート・ファイル・パスに置き換えてください。
3. 次のスクリプトを実行して、ローカル・ホストでカタログ・サービス・プロセスを開始します。

   - UNIX Linux `./runcat.sh`
   - Windows `runcat.bat`

   カタログ・サービス・プロセスは、現行の端末ウィンドウで実行されます。
4. 別の端末セッションまたはコマンド行ウィンドウを開き、次のコマンドを実行して、コンテナー・サーバー・インスタンスを開始します。

   - UNIX Linux `./runcontainer.sh server0`
   - Windows `runcontainer.bat server0`

   コンテナー・サーバーは、現行の端末ウィンドウで実行されます。複製をサポートするためにさらに多くのコンテナー・サーバー・インスタンスを開始したい場合は、ステップ 5 と 6 を繰り返すことができます。
5. クライアント・コマンドを実行するため、別の端末セッションまたはコマンド行ウィンドウを開きます。
   - グリッドへのデータの追加:
     - UNIX Linux `./runclient.sh i key1 helloWorld`
     - Windows `runclient.bat i key1 helloWorld`
   - 値を検索して表示:
     - UNIX Linux `./runclient.sh g key1`

- Windows runclient.bat g key1

- 値の更新:
  - UNIX Linux ./runclient.sh u key1 goodbyeWorld
  - Windows runclient.bat u key1 goodbyeWorld
- 値の削除:
  - UNIX Linux ./runclient.sh d key1
  - Windows runclient.bat d key1

6. <ctrl+c> を使用して、カタログ・サービス・プロセスおよびコンテナー・サーバーをそれぞれのウィンドウで停止します。

ObjectGrid の定義

サンプルでは、コンテナー・サーバーを開始するため、 *installRoot*/ObjectGrid/gettingstarted/xml ディレクトリーにある objectgrid.xml ファイルと deployment.xml ファイルが使用されます。objectgrid.xml ファイルは ObjectGrid 記述子 XML ファイルであり、deployment.xml ファイルは ObjectGrid デプロイメント・ポリシー記述子 XML ファイルです。両方のファイルが一緒になって、分散 ObjectGrid トポロジーが定義されます。

ObjectGrid 記述子 XML ファイル

ObjectGrid 記述子 XML ファイルは、アプリケーションによって使用される ObjectGrid の構造を定義するのに使用されます。このファイルには、BackingMap 構成のリストが含まれます。 これらの BackingMap はキャッシュ・データ用の実際のデータ・ストレージです。以下の例は、objectgrid.xml ファイルのサンプルです。ファイルの最初の数行には、各 ObjectGrid XML ファイルの必須ヘッダーが含まれています。このサンプル・ファイルは、Map1 と Map2 という BackingMap がある、Grid ObjectGrid を定義しています。

```
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">

    <objectGrids>
        <objectGrid name="Grid">
            <backingMap name="Map1" />
            <backingMap name="Map2" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>

</objectGridConfig>
```

デプロイメント・ポリシー記述子 XML ファイル

デプロイメント・ポリシー記述子 XML ファイルは、始動時に ObjectGrid コンテナー・サーバーに渡されます。デプロイメント・ポリシーは ObjectGrid XML ファイルと一緒に使用する必要があり、一緒に使用される ObjectGrid XML と互換でなければなりません。デプロイメント・ポリシー内の各 objectgridDeployment 要素ごとに、対応する 1 つの ObjectGrid 要素が ObjectGrid XML 内に必要です。objectgridDeployment 要素内に定義された backingMap 要素は、ObjectGrid XML 内

にある backingMap と整合していなければなりません。すべての backingMap は、1 つの mapSet 内のみで参照する必要があります。

デプロイメント・ポリシー記述子 XML ファイルは、対応する ObjectGrid XML である objectgrid.xml ファイルと対で使用されることを想定しています。以下の例では、deployment.xml ファイルの最初の数行には、各デプロイメント・ポリシー XML ファイルの必須ヘッダーが含まれています。このファイルは、objectgrid.xml ファイル内に定義された Grid ObjectGrid の objectgridDeployment 要素を定義しています。 Grid ObjectGrid 内に定義された Map1 と Map2 の両 BackingMap は、mapSet mapSet に含まれていて、そこでは numberOfPartitions、 minSyncReplicas、および maxSyncReplicas 属性が構成されています。

```
<deploymentPolicy xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy
 ../deploymentPolicy.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy">

    <objectgridDeployment objectgridName="Grid">
        <mapSet name="mapSet" numberOfPartitions="13" minSyncReplicas="0"
     maxSyncReplicas="1" >
            <map ref="Map1"/>
            <map ref="Map2"/>
        </mapSet>
    </objectgridDeployment>

</deploymentPolicy>
```

mapSet エレメントの numberOfPartitions 属性は、mapSet の区画の数を指定します。これはオプションの属性であり、デフォルトは 1 です。この数は、グリッドに予想される容量に適した値である必要があります。

mapSet の minSyncReplicas 属性は、mapSet 内の各区画の同期複製の最小数を指定します。これはオプションの属性であり、デフォルトは 0 です。この同期複製の最小数をドメインがサポートできるまでは、プライマリーおよび複製は配置されません。minSyncReplicas 値をサポートするには、minSyncReplicas の値よりも 1 つだけ多いコンテナーが必要です。同期複製の数が minSyncReplicas の値よりも小さくなると、その区画に対しては書き込みトランザクションを行えなくなります。

mapSet の maxSyncReplicas 属性は、mapSet 内の各区画の同期複製の最大数を指定します。これはオプションの属性であり、デフォルトは 0 です。ある特定の区画でこの同期複製数にドメインが達すると、それ以降は、他の同期複製がその区画に対して配置されることはありません。まだ maxSyncReplicas 値を満たしていない場合には、この ObjectGrid をサポートできるコンテナーを追加すると、同期複製の数を増やすことができます。上のサンプルでは maxSyncReplicas は 1 に設定されていますが、これは、ドメインが最大 1 つの同期複製を置くことを意味しています。複数のコンテナー・サーバー・インスタンスを開始する場合、それらのコンテナー・サーバー・インスタンスの 1 つに、同期複製が 1 つだけ置かれます。

ObjectGrid の使用

installRoot/ObjectGrid/gettingstarted/src/ ディレクトリーにある Client.java ファイルは、カタログ・サーバーへの接続、ObjectGrid インスタンスの取得、および ObjectMap API の使用をどのように行うのかを示すクライアント・プログラムです。

クライアント・アプリケーションの観点から、WebSphere eXtreme Scale の使用は以下のステップに分解できます。

1. ClientClusterContext インスタンスを取得することによって、カタログ・サービスに接続する。
2. クライアント ObjectGrid インスタンスを取得する。
3. Session インスタンスを取得する。
4. ObjectMap インスタンスを取得する。
5. ObjectMap メソッドを使用する。

1. **ClientClusterContext インスタンスを取得することによって、カタログ・サービスに接続する**

   カタログ・サーバーに接続するには、ObjectGridManager API の connect メソッドを使用します。使用されている connect メソッドが必要とするのは、`hostname:port` という形式のカタログ・サーバー・エンドポイントのみです (例えば `localhost:2809`)。カタログ・サーバーへの接続が成功すれば、connect メソッドは ClientClusterContext インスタンスを戻します。この ClientClusterContext インスタンスは、ObjectGridManager API から ObjectGrid を取得するのに必要です。以下のコード・スニペットは、カタログ・サーバーへの接続方法と ClientClusterContext インスタンスの取得方法を示します。

   ```
   ClientClusterContext ccc = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().connect("localhost:2809", null, null);
   ```

2. **ObjectGrid インスタンスを取得する**

   ObjectGrid インスタンスを取得するには、ObjectGridManager API の getObjectGrid メソッドを使用します。 getObjectGrid メソッドは、ClientClusterContext インスタンスと、 ObjectGrid インスタンスの名前との両方を必要とします。ClientClusterContext インスタンスは、カタログ・サーバーへの接続中に取得されます。ObjectGrid 名の名前は、`objectgrid.xml` ファイルに指定されている `Grid` です。以下のコード・スニペットは、ObjectGridManager API の getObjectGrid メソッドを呼び出すことによって ObjectGrid を取得する方法を示します。

   ```
   ObjectGrid grid = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().getObjectGrid(ccc, "Grid");
   ```

3. **Session インスタンスを取得する**

   取得した ObjectGrid インスタンスから、Session を取得することができます。Session インスタンスは、ObjectMap インスタンスの取得とトランザクション区分の実行のために必要です。以下のコード・スニペットは、ObjectGrid API の getSession メソッドを呼び出すことによって Session インスタンスを取得する方法を示します。

   ```
   Session sess = grid.getSession();
   ```

4. **ObjectMap インスタンスを取得する**

   Session を取得した後、Session API の getMap メソッドを呼び出すことによって、Session インスタンスから ObjectMap インスタンスを取得することができます。ObjectMap インスタンスを取得するため、マップ名を getMap メソッドにパラメーターとして渡す必要があります。以下のコード・スニペットは、Session API の getMap メソッドを呼び出すことによって ObjectMap を取得する方法を示します。

```
ObjectMap map1 = sess.getMap("Map1");
```

5. **ObjectMap メソッドを使用する**

   ObjectMap を取得した後、ObjectMap API を使用できます。ObjectMap インターフェースはトランザクション・マップであり、Session API の begin メソッドおよび commit メソッドを使用することによるトランザクション区分を必要とすることに注意してください。アプリケーション内で明示的なトランザクション区分がない場合、ObjectMap 操作は自動コミット・トランザクションで実行します。

   以下のコード・スニペットは、自動コミット・トランザクションでの ObjectMap API の使用方法を示しています。

   ```
   map1.insert(key1, value1);
   ```

   以下のコード・スニペットは、明示的なトランザクション区分がある場合の ObjectMap API の使用方法を示しています。

   ```
   sess.begin();
   map1.insert(key1, value1);
   sess.commit();
   ```

追加情報

このサンプルは、カタログ・サーバーおよびコンテナー・サーバーを開始する方法と、スタンドアロン環境での ObjectMap API の使用を示しています。EntityManager API を使用することもできます。

WebSphere eXtreme Scale がインストールされているか使用可能にされている WebSphere Application Server 環境では、最も一般的なシナリオは、ネットワーク接続されたトポロジーです。 ネットワーク接続トポロジーでは、カタログ・サーバーは WebSphere Application Server デプロイメント・マネージャー・プロセス内でホストされ、各 WebSphere Application Server インスタンスが 1 つの eXtreme Scale サーバーを自動的にホストします。Java™ Platform, Enterprise Edition アプリケーションは、ObjectGrid 記述子 XML ファイルと ObjectGrid デプロイメント・ポリシー記述子 XML ファイルの両方を、任意のモジュールの `META-INF` ディレクトリーに含めることのみを必要とし、ObjectGrid は自動的に使用可能になります。 その後、アプリケーションはローカルで使用可能なカタログ・サーバーに接続し、使用する ObjectGrid インスタンスを取得できます。

第 2 章 アプリケーション開発の準備

開発環境をセットアップして、使用可能なプログラミング・インターフェースに関する詳細が説明されている場所について説明します。

WebSphere eXtreme Scale プログラミング・インターフェース

WebSphere eXtreme Scale が提供するいくつかの機能には、Java プログラミング言語を使用し、いくつかのアプリケーション・プログラミング・インターフェース (API) およびシステム・プログラミング・インターフェースを通して、プログラマチックにアクセスできます。

WebSphere eXtreme Scale API

eXtreme Scale API を使用する場合は、トランザクション操作と非トランザクション操作とを区別する必要があります。トランザクション操作は、トランザクション内で実行される操作です。ObjectMap、EntityManager、Query、および DataGrid API は、1 つのトランザクション・コンテナーであるセッション内に包含されているトランザクション API です。非トランザクション操作は、構成操作などのトランザクションとは無関係です。

ObjectGrid、BackingMap、およびプラグイン API は、非トランザクションです。ObjectGrid、BackingMap、およびその他の構成 API は、ObjectGrid コア API としてカテゴリー化されます。プラグインは、キャッシュをカスタマイズして必要な機能を実現するためのものであり、システム・プログラミング API に分類されます。eXtreme Scale のプラグインは、ObjectGrid および BackingMap を含むプラグ可能な eXtreme Scale コンポーネントに特定の機能を提供するコンポーネントです。フィーチャーは、ObjectGrid、Session、BackingMap、ObjectMap など、eXtreme Scale コンポーネントの特定の機能または特性を表します。通常、フィーチャーは構成 API を使用して構成可能です。プラグインは、組み込むことができますが、状況によっては、独自のプラグインの開発が必要となる場合があります。

通常は、ObjectGrid および BackingMap を構成して、ユーザー・アプリケーションの要件を満たすことができます。アプリケーションに特殊な要件が存在する場合は、専用プラグインの使用を検討してください。WebSphere eXtreme Scale が要件を満たす組み込みプラグインを備えている場合があります。例えば、2 つのローカル ObjectGrid インスタンス間または 2 つの分散 eXtreme Scale グリッド間にピアツーピア複製モデルが必要な場合は、組み込み JMSObjectGridEventListener を使用することができます。 組み込みプラグインがどれもビジネス上の問題を解決できない場合は、『システム・プログラミング API』を参照して独自のプラグインを用意してください。

ObjectMap は、単純なマップ・ベースの API です。キャッシュされたオブジェクトが単純で相互関係がない場合、アプリケーションには ObjectMap API が理想的です。オブジェクト関係がある場合は、グラフのような関係をサポートする EntityManager API を使用してください。

Query は、ObjectGrid 内のデータを検索する強力なメカニズムです。Session と EntityManager は両方とも、従来の照会機能を提供します。

DataGrid API は、多くのマシン、レプリカ、および区画を含む分散 eXtreme Scale 環境における強力なコンピューティング機能です。アプリケーションは、分散 eXtreme Scale 環境内のすべてのノードでビジネス・ロジックを並行して実行できます。アプリケーションは、ObjectMap API を介して DataGrid API を取得できます。

7.0.0.0 FIX 2+ WebSphere eXtreme Scale REST データ・サービスは、Microsoft® WCF Data Services (正式には ADO.NET Data Services) と互換性があり、Open Data Protocol (OData) を実装する Java HTTP サービスです。 REST データ・サービスは、HTTP クライアントを eXtreme Scale グリッドにアクセスできるようにします。 Microsoft .NET Framework 3.5 SP1 で提供される WCF Data Services サポートと互換性があります。 Microsoft Visual Studio 2008 SP1 で提供されるリッチ・ツールを使用して RESTful アプリケーションを開発することができます。 詳しくは、「eXtreme Scale REST データ・サービス・ユーザー・ガイド」を参照してください。

クラス・ローダーおよびクラスパスの考慮事項

eXtreme Scale は Java オブジェクトをデフォルトではキャッシュに保管するので、データがアクセスされる場所では、クラスパスにクラスを定義する必要があります。

具体的には、eXtreme Scale クライアントおよびコンテナー・プロセスは、プロセス開始時に、クラスパスにクラスまたは jar を組み込む必要があります。 eXtreme Scale と共に使用するアプリケーションを設計する際、ビジネス・ロジックと永続データ・オブジェクトは分けて考えてください。

詳しくは、WebSphere Application Server Network Deployment インフォメーション・センターでクラス・ロードを参照してください。

Spring Framework 設定内での考慮事項については、*プログラミング・ガイド*の Spring Framework との統合に関するトピックのパッケージ化セクションを参照してください。

WebSphere eXtreme Scale インスツルメンテーション・エージェントの使用に関連した設定については、*プログラミング・ガイド*のインスツルメンテーション・エージェントのトピックを参照してください。

開発環境の設定

eXtreme Scale で Java SE アプリケーションを構築し実行するための、Eclipse ベースの統合開発環境を構成します。

手順

- eXtreme Scale で Java SE アプリケーションを構築し実行するための Eclipse を構成します。

1. ユーザー・ライブラリーを定義し、ご使用のアプリケーションが eXtreme Scale アプリケーション・プログラミング・インターフェースを参照できるようにします。
   a. ご使用の Eclipse または IBM® Rational® Application Developer 環境で、「**ウィンドウ**」>「**プリファレンス**」をクリックします。
   b. 「**Java**」>「**ビルド・パス**」 ブランチを展開し、「**ユーザー・ライブラリー**」を選択してください。「**新規**」をクリックします。
   c. eXtreme Scale ユーザー・ライブラリーを選択します。「**JAR を追加**」をクリックします。
      1) `wxs_root/lib` ディレクトリーから `objectgrid.jar` ファイルおよび `cglib.jar` ファイルを参照し、選択します。「**OK**」をクリックします。
      2) ObjectGrid API の Javadoc を組み込むには、前の手順で追加した `objectgrid.jar` ファイルの Javadoc ロケーションを選択してください。「**編集**」をクリックします。Javadoc ロケーションのパス・ボックスに、次の Web アドレスを入力します。

         ```
         http://www.ibm.com/developerworks/wikis/extremescale/docs/api/
         ```
   d. 「**OK**」をクリックして設定を適用し、「プリファレンス」ウィンドウを閉じます。

   これで、eXtreme Scale ライブラリーがプロジェクトのビルド・パスに組み込まれました。
2. ユーザー・ライブラリーを Java プロジェクトに追加します。
   a. パッケージ・エクスプローラーで、プロジェクトを右クリックし、「**プロパティー**」を選択します。
   b. 「**ライブラリー**」タブを選択します。
   c. 「**ライブラリーの追加**」をクリックします。
   d. 「**ユーザー・ライブラリー**」を選択してください。「**次へ**」をクリックします。
   e. 先ほど構成した eXtreme Scale ユーザー・ライブラリーを選択してください。
   f. 「**OK**」をクリックして変更を適用し、「プロパティー」ウィンドウを閉じます。

- Eclipse を使用した eXtreme Scale で、Java SE アプリケーションを実行します。アプリケーションを実行するための実行構成を作成します。
  1. eXtreme Scale で Java SE アプリケーションを構築し実行するための Eclipse を構成します。 「**実行**」メニューから「**実行構成**」を選択します。
  2. Java Application カテゴリーを右クリックし、「**新規**」を選択します。
  3. 「*New_Configuration*」という名前の新規実行構成を選択します。
  4. プロファイルを構成します。
     – **プロジェクト** (メインのタブ付きページ): *your_project_name*
     – **メイン・クラス** (メインのタブ付きページ): *your_main_class*
     – **VM 引数** (引数タブ付きページ): -Djava.endorsed.dirs=`wxs_root`/lib/endorsed

java.endorsed.dirs へのパスは絶対パスでなければならず、変数やショートカットが含まれてはならないため、**VM 引数**に関する問題は頻繁に発生します。

その他の一般的なセットアップの問題には、オブジェクト・リクエスト・ブローカー (ORB) が関係しています。次のエラーが発生する可能性があります。詳しくは、カスタム・オブジェクト・リクエスト・ブローカーの構成を参照してください。

```
Caused by: java.lang.RuntimeException: The ORB that comes
with the Sun Java implementation does not work with
ObjectGrid at this time.
```

アプリケーションにアクセス可能な objectGrid.xml または deployment.xml を持っていない場合、次のエラーが発生する可能性があります。

```
Exception in thread "P=211046:O=0:CT" com.ibm.websphere.objectgrid.
    ObjectGridRuntimeException: Cannot start OG container at
    Client.startTestServer(Client.java:161) at Client.
    main(Client.java:82) Caused by: java.lang.IllegalArgumentException:
    The objectGridXML must not be null at com.ibm.websphere.objectgrid.
    deployment.DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy
     (DeploymentPolicyFactory.java:55) at Client.startTestServer(Client.
    java:154) .. 1 more
```

5. 「**適用**」をクリックし、ウィンドウを閉じるか、もしくは「**実行**」をクリックします。

Rational Application Developer の Apache Tomcat で WebSphere eXtreme Scale のクライアント・アプリケーションまたはサーバー・アプリケーションを実行する

クライアント・アプリケーションとサーバー・アプリケーションのいずれを持っている場合も、Rational Application Developer の Apache Tomcat でアプリケーションを実行するには同じ基本手順を踏みます。クライアント・アプリケーションの場合、Web アプリケーションを構成し、実行して、Rational Application Developer で WebSphere eXtreme Scale クライアントを使用します。WebSphere eXtreme Scale カタログ・サービスおよびコンテナーを実行するための Web プロジェクトを作成するには、以下の説明に従ってください。サーバー・アプリケーションの場合、WebSphere eXtreme Scale のスタンドアロン・インストール済み環境を使用した Rational Application Developer インターフェースで Java EE アプリケーションを使用可能に設定します。WebSphere eXtreme Scale クライアント・ライブラリーを使用するための Java EE アプリケーション・プロジェクトを構成するには、以下の説明に従ってください。

始める前に

以下のように、WebSphere eXtreme Scale の試用版または完全な製品をインストールします。

- WebSphere eXtreme Scale バージョン 7.1 製品のスタンドアロン・バージョンをインストールします。
- WebSphere eXtreme Scale 試用版をダウンロードし、解凍します。
- Apache Tomcat 6.0 以降をインストールします。

- Rational Application Developer をインストールし、Java EE Web アプリケーションを作成します。

手順

1. WebSphere eXtreme Scale ランタイム・ライブラリーを Java EE ビルド・パスに追加します。

   クライアント・アプリケーション このシナリオでは、Rational Application Developer で WebSphere eXtreme Scale クライアントを使用するための Web アプリケーションを構成し、実行します。

   a. 「**ウィンドウ**」 → 「**プリファレンス**」 → 「**Java**」 → 「**ビルド・パス**」 → 「**ユーザー・ライブラリー**」。「**新規**」をクリックします。
   b. `eXtremeScaleClient` の「**ユーザー・ライブラリー名**」を入力し、「**OK**」をクリックします。
   c. 「**Jar を追加...**」をクリックし、`wxs_home/lib/ogclient.jar` ファイルにナビゲートして選択します。「**オープン**」をクリックします。
   d. オプション: (オプション) Javadoc を追加するには、Javadoc のロケーションを選択し、「**編集....**」をクリックしてください。 Javadoc ロケーション・パスでは、API 資料の URL を入力してもよいし、API 資料をダウンロードすることもできます。
      - オンライン版の API 資料を使用するには、`http://www.ibm.com/developerworks/wikis/extremescale/docs/api/` を Javadoc ロケーション・パスに入力します。
      - API 資料をダウンロードするには、WebSphere eXtreme Scale API 資料ダウンロード・ページ へ移動します。Javadoc ロケーション・パスには、ローカルのダウンロード・ロケーションを入力します。
   e. 「**OK**」をクリックします。
   f. 「**OK**」をクリックし、「ユーザー・ライブラリー」ダイアログを閉じます。
   g. 「**プロジェクト**」 → 「**プロパティー**」をクリックします。
   h. 「**Java ビルド・パス**」をクリックします。
   i. 「**ライブラリーの追加**」をクリックします。
   j. 「**ユーザー・ライブラリー**」を選択してください。「**次へ**」をクリックします。
   k. 「**eXtremeScaleClient**」ライブラリーを確認し、「**終了**をクリックします。
   l. 「**OK**」をクリックし、「**プロジェクト・プロパティー**」ダイアログを閉じます。

   サーバー・アプリケーション このシナリオでは、Rational Application Developer で組み込み WebSphere eXtreme Scale サーバーを実行するための Web アプリケーションを構成し、実行します。

   a. 「**ウィンドウ**」 → 「**プリファレンス**」 → 「**Java**」 → 「**ビルド・パス**」 → 「**ユーザー・ライブラリー**」をクリックします。「**新規**」をクリックします。
   b. `eXtremeScale` の「**ユーザー・ライブラリー名**」を入力し、「**OK**」をクリックします。

c. 「**Jar を追加...**」をクリックし、wxs_home/lib/objectgrid.jar にナビゲートして選択します。「オープン」をクリックします。

d. (オプション) Javadoc を追加するには、Javadoc のロケーションを選択し、「**編集....**」をクリックしてください。`http://www.ibm.com/developerworks/wikis/extremescale/docs/api/` を Javadoc ロケーション・パスに入力します。

e. 「**OK**」をクリックします。

f. 「**OK**」をクリックし、「ユーザー・ライブラリー」ダイアログを閉じます。

g. 「**プロジェクト**」 → 「**プロパティー**」をクリックします。

h. 「**Java ビルド・パス**」をクリックします。

i. 「**ライブラリーの追加**」をクリックします。

j. 「**ユーザー・ライブラリー**」を選択してください。「**次へ**」をクリックします。

k. 「**eXtremeScaleClient**」ライブラリーを確認し、「**終了**をクリックします。

l. 「**OK**」をクリックし、「**プロジェクト・プロパティー**」ダイアログを閉じます。

2. プロジェクト用の Tomcat サーバーを定義します。

a. J2EE パースペクティブ内にいることを確認し、下のペインの「**サーバー**」タブをクリックします。「**ウィンドウ**」 → 「**ビューを表示**」 → 「**サーバー**」をクリックしてもよいです。

b. 「サーバー」ペイン内で右クリックし、「**新規**」 → 「**サーバー**」を選択します。

c. 「**Apache, Tomcat v6.0 Server**」を選択します。「**次へ**」をクリックします。

d. 「**参照..**」をクリックし、tomcat_root にナビゲートして選択します。「**OK**」をクリックします。

e. 「**次へ**」をクリックします。

f. 左側の「使用可能」ペインで Java EE アプリケーションを選択し、**追加 >** をクリックして、サーバーの右側の「構成済み」ペインに選択したアイテムを移動し、「**終了**」をクリックします。

3. プロジェクトの残りのエラーを解決します。 プロジェクトのエラーはすべて、「問題」ペインに移動していなければなりません。移動されていない場合は、以下の手順を実行してください。

a. 「**プロジェクト**」 → 「**クリーン**」 → 「*project_name*」 をクリックします。「**OK**」をクリックします。プロジェクトをビルドします。

b. 必要な Java EE プロジェクトを右クリックし、「**ビルド・パス**」 → 「**ビルド・パスの構成**」を選択します。

c. 「**ライブラリー**」タブをクリックします。 パスが適切に構成されていることを確認してください。

- **クライアント・アプリケーションの場合:** Apache Tomcat、eXtremeScaleClient、および Java 1.5 JRE がパス上にあることを確認してください。
- **サーバー・アプリケーションの場合:** Apache Tomcat、eXtremeScale、および Java 1.5 JRE がパス上にあることを確認してください。

4. アプリケーションを実行するための実行構成を作成します。
   a. 「**実行**」メニューから「**実行構成**」を選択します。
   b. Java Application カテゴリーを右クリックし、「**新規**」を選択します。
   c. 「*New_Configuration*」という名前の新規実行構成を選択します。
   d. プロファイルを構成します。
      - **プロジェクト** (メインのタブ付きページ): *your_project_name*
      - **メイン・クラス** (メインのタブ付きページ): *your_main_class*
      - **VM 引数** (引数タブ付きページ): `-Djava.endorsed.dirs=wxs_root/lib/endorsed`

      `java.endorsed.dirs` へのパスは絶対パスでなければならず、変数やショートカットが含まれてはならないため、**VM 引数** に関する問題は頻繁に発生します。

      その他の一般的なセットアップの問題には、オブジェクト・リクエスト・ブローカー (ORB) が関係しています。次のエラーが発生する可能性があります。詳しくは、カスタム・オブジェクト・リクエスト・ブローカーの構成を参照してください。

      ```
      Caused by: java.lang.RuntimeException: The ORB that comes with the Sun
      Java implementation does not work with ObjectGrid at this time.
      ```

      アプリケーションにアクセス可能な `objectGrid.xml` ファイルまたは `deployment.xml` ファイルを持っていない場合、次のエラーが発生する可能性があります。

      ```
      Exception in thread "P=211046:O=0:CT" com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridRuntimeExcepti
      Cannot start OG container
       at Client.startTestServer(Client.java:161)
       at Client.main(Client.java:82)
      Caused by: java.lang.IllegalArgumentException: The objectGridXML must
      not be null
       at com.ibm.websphere.objectgrid.deployment.DeploymentPolicyFactory.
      createDeploymentPolicy
        (DeploymentPolicyFactory.java:55)
       at Client.startTestServer(Client.java:154)
       ... 1 more
      ```
5. 「**適用**」をクリックし、ウィンドウを閉じるか、もしくは「**実行**」をクリックします。

次のタスク

WebSphere eXtreme Scale クライアントを Rational Application Developer で使用するための Web アプリケーションを構成し、実行したら、次に WebSphere eXtreme Scale API を使用してリモート WebSphere eXtreme Scale グリッドのデータを格納および取得するサーブレットを作成します。

WebSphere eXtreme Scale のスタンドアロン・インストール済み環境を使用した Rational Application Developer インターフェースで Java EE アプリケーションを使用可能に設定したら、次に WebSphere eXtreme Scale システム API を使用してカタログ・サービスの開始と停止を行うサーブレットを作成します。

Rational Application Developer の WebSphere Application Server を使用して、組み込まれたクライアント・アプリケーションまたはサーバー・アプリケーションを実行する

Rational Application Developer に組み込まれた WebSphere Application Server ランタイムを持つ WebSphere eXtreme Scale クライアントまたはサーバーを使用して、Java EE アプリケーションを構成し、実行します。サーバーを構成する場合、WebSphere Application Server を始動すると、自動的に WebSphere eXtreme Scale が開始されます。

始める前に

以下の手順は、Rational Application Developer バージョン 7.5 を使用した WebSphere Application Server バージョン 7.0 を対象としています。これらの製品の違うバージョンをご使用の場合は、手順が異なる場合があります。

WebSphere Application Server テスト環境拡張機能を使用して、 Rational Application Developer をインストールします。

rad_home\runtimes\base_v7 ディレクトリー内の WebSphere Application Server バージョン 7.0 テスト環境に、WebSphere eXtreme Scale クライアントまたはサーバーをインストールします。

手順

1. WebSphere Application Server に組み込まれた eXtreme Scale サーバーを、プロジェクト用に定義します。
   a. J2EE パースペクティブで、「**ウィンドウ**」>「**ビューを表示**」>「**サーバー**」をクリックします。
   b. 「**サーバー**」ペイン内を右クリックします。「**新規**」>「**サーバー**」を選択します。
   c. **IBM WebSphere Application Server v7.0** を選択します。「次へ」をクリックします。
   d. 使用するプロファイルを選択してください。デフォルトは「was70profile1」です。
   e. サーバー名を入力します。デフォルトは「server1」です。
   f. 「**次へ**」をクリックします。
   g. 「**使用可能**」ペイン内で Java EE アプリケーションを選択します。「**追加 >**」をクリックし、サーバーの「**構成済み**」ペインに選択したアイテムを移動します。「**終了**」をクリックします。
2. Java EE アプリケーションを実行するには、アプリケーション・サーバーを始動します。 **WebSphere Application Server v7.0** を右クリックし、「**開始**」を選択します。

第 3 章 クライアント・アプリケーションでのデータへのアクセス

開発環境の構成後に、データ・グリッド内のデータを作成したり、それらのデータにアクセスしたり、それらのデータを管理したりするアプリケーションの開発を開始できます。

このタスクについて

クライアント・アプリケーションの観点からは、WebSphere eXtreme Scale を使用する際には以下のメイン・ステップを実行します。

- ClientClusterContext インスタンスを取得することによって、カタログ・サービスに接続する。
- クライアント ObjectGrid インスタンスを取得する。
- Session インスタンスを取得する。
- ObjectMap インスタンスを取得する。
- ObjectMap メソッドを使用する。

ObjectGrid インターフェース

以下のメソッドを使用して ObjectGrid インスタンスと対話することができます。

作成と初期化

ObjectGrid インスタンスの作成に必要なステップについては、ObjectGridManager インターフェースのトピックを参照してください。ObjectGrid インスタンスを作成する方法には、プログラマチックな方法と XML 構成ファイルを使用した 2 つの別の方法があります。詳しくは、API 資料を参照してください。

get メソッドまたは set メソッドとファクトリー・メソッド

どの set メソッドも、ObjectGrid インスタンスを初期化する前に呼び出す必要があります。初期設定メソッドを呼び出した後に set メソッドを呼び出すと、java.lang.IllegalStateException 例外が発生します。ObjectGrid インターフェースの各 getSession メソッドでも初期設定メソッドが暗黙的に呼び出されます。このため、いずれの getSession メソッドを呼び出す前にも、set メソッドを呼び出す必要があります。ただし、ObjectGridEventListener オブジェクトの設定、追加、および除去の場合のみは、このルールの例外となります。これらのオブジェクトは、初期化処理が完了した後に処理することができます。

ObjectGrid インターフェースには以下の主要メソッドが含まれています。

表 1. ObjectGrid インターフェース： ObjectGrid の主要なメソッドです。

メソッド	説明
BackingMap defineMap(String name);	defineMap: 一意的に名付けた BackingMap を定義するファクトリー・メソッドです。バッキング・マップの詳細情報については、『BackingMap インターフェース』を参照してください。

表 1. ObjectGrid インターフェース (続き)： ObjectGrid の主要なメソッドです。

メソッド	説明
BackingMap getMap(String name);	getMap: defineMap を呼び出して、以前に定義された BackingMap を戻します。このメソッドを使用すると、XML 構成でまだ構成されていない場合に BackingMap を構成することができます。
BackingMap createMap(String name);	createMap: BackingMap を作成しますが、この ObjectGrid での使用のために BackingMap をキャッシュすることはありません。このメソッドは、この ObjectGrid での使用のために BackingMap をキャッシュに入れる、 ObjectGrid インターフェースの setMaps(List) メソッドと共に使用してください。これらのメソッドは、Spring Framework を使用して ObjectGrid を構成する場合に使用します。
void setMaps(List mapList);	setMaps: 以前この ObjectGrid で定義されたすべての BackingMap をクリアし、提供されている BackingMap のリストに置き換えます。
public Session getSession() throws ObjectGridException, TransactionCallbackException;	getSession: セッションを戻します。このセッションは、作業単位の開始、コミット、ロールバックの機能を提供します。Session オブジェクトに関する詳細情報については、『Session インターフェース』を参照してください。
Session getSession(CredentialGenerator cg);	getSession(CredentialGenerator cg): CredentialGenerator オブジェクトを使用してセッションを取得します。このメソッドは、クライアント/サーバー環境の ObjectGrid クライアントによってのみ呼び出すことができます。
Session getSession(Subject subject);	getSession(Subject subject): Session を取得するために、ObjectGrid で構成されている Subject オブジェクトではなく、特定の Subject オブジェクトの使用を許可します。
void initialize() throws ObjectGridException;	initialize: ObjectGrid は初期化され、汎用可能です。このメソッドは、ObjectGrid が初期化済み状態にない場合、getSession メソッドが呼び出されると暗黙的に呼び出されます。
void destroy();	destroy: このメソッドが呼び出された後は、フレームワークは分解されて使用できません。
void setTxTimeout(int timeout);	setTxTimeout: この ObjectGrid インスタンスが作成した Session によって開始されたトランザクションに許可されている完了までの時間 (秒単位) を設定する場合にこのメソッドを使用します。指定された時間内にトランザクションが完了しなかった場合は、トランザクションを開始した Session が「タイムアウト」としてマーキングされます。 Session がタイムアウトとしてマークされると、タイムアウトになった Session によって起動される次の ObjectMap メソッドで、 例外が発生します。 Session が「ロールバックのみ」としてマークされると、TransactionTimeoutException 例外がアプリケーションによってキャッチされた後に、アプリケーションがロールバック・メソッドではなくコミット・メソッドを呼び出した場合でも、トランザクションはロールバックされます。タイムアウト値 0 は、トランザクションの完了までに許可される時間が無制限であることを示します。タイムアウト値 0 が使用されると、トランザクションはタイムアウトになりません。このメソッドが呼び出されない場合、このインターフェースの getSession メソッドによって返されるすべての Session のトランザクション・タイムアウト値は、デフォルトで 0 に設定されます。アプリケーションは、com.ibm.websphere.objectgrid.Session インターフェースの setTransactionTimeout メソッドを使用して、Session ごとにトランザクション・タイムアウト設定をオーバーライドできます。 分散の場合は、`objectGrid.xml` ファイルでトランザクション・タイムアウトを構成することもできます。
int getTxTimeout();	getTxTimeout: トランザクション・タイムアウト値 (秒単位) を返します。このメソッドは、setTxTimeout メソッドのタイムアウト・パラメーターとして渡されるものと同じ値を返します。 setTxTimeout メソッドが呼び出されなかった場合、このメソッドは 0 を返し、トランザクションの完了までに許可されている時間が無制限であることを示します。
public int getObjectGridType();	ObjectGrid のタイプを返します。戻り値は、このインターフェースで宣言された定数 LOCAL、SERVER、または CLIENT のうちの 1 つに相当します。
public void registerEntities(Class[] entities);	クラス・メタデータに基づいた 1 つ以上のエンティティーを登録します。エンティティー登録は、BackingMap および他の定義された索引とエンティティーを結合するため、ObjectGrid の初期化の前に必要になります。このメソッドは、複数回呼び出すことができます。
public void registerEntities(URL entityXML);	エンティティー XML ファイルで 1 つ以上のエンティティーを登録します。エンティティー登録は、BackingMap および他の定義された索引とエンティティーを結合するため、ObjectGrid の初期化の前に必要になります。このメソッドは、複数回呼び出すことができます。

表 1. *ObjectGrid* インターフェース *(続き)*： ObjectGrid の主要なメソッドです。

メソッド	説明
void setQueryConfig(QueryConfig queryConfig);	この ObjectGrid の QueryConfig オブジェクトを設定します。QueryConfig オブジェクトにより、この ObjectGrid のマップ間でオブジェクト照会を実行している照会構成が提供されます。
//Keywords	
void associateKeyword(Serializable parent, Serializable child);	非推奨: 索引または照会関数を使用して、特定の属性を持つオブジェクトを取得してください。associateKeyword メソッドは、キーワードに基づいた柔軟な無効化の手段を提供します。このメソッドは、方向関係で 2 つのキーワードを結び付けます。親が無効な場合は、その子も無効になります。子を無効にしても親には影響しません。
//Security	
void setSecurityEnabled()	setSecurityEnabled: セキュリティーを使用可能にします。セキュリティーは、デフォルトでは使用不可です。
void setPermissionCheckPeriod(long period);	setPermissionCheckPeriod: このメソッドは、アクセス権を検査する頻度を示す単一パラメーターを持ちます。アクセス権は、クライアント・アクセスの許可に使用されます。パラメーターが 0 である場合、すべてのメソッドは、許可機構 (JAAS 許可、カスタム許可のどちらか) に問い合わせて、現行サブジェクトがアクセス権を持っているかどうかを確認します。この方法は、許可の実装に依存するので、パフォーマンスに問題を生じる可能性があります。しかし、このタイプの許可は、必要に応じて有効です。あるいは、パラメーターが 0 未満である場合は、許可機構に戻して更新を行うまでに、アクセス権のセットをキャッシュに入れておくミリ秒数を示しています。このパラメーターはパフォーマンスをかなり向上させますが、その間にバックエンド・アクセス権が変更されると、バックエンドのセキュリティー・プロバイダーが変更されていても、 ObjectGrid はアクセスを許可されたり、防止されたりします。
void setAuthorizationMechanism(int authMechanism);	setAuthorizationMechanism: 許可機構を設定します。デフォルトは SecurityConstants.JAAS_AUTHORIZATION です。
setMapAuthorization(MapAuthorization ma);	非推奨: カスタム許可をプラグインする代わりに setObjectGridAuthorization (ObjectGridAuthorization) メソッドを使用してください。 setMapAuthorization: この ObjectGrid インスタンスに対する MapAuthorization プラグインを設定します。このプラグインを使用すると、Subject オブジェクトに含まれているプリンシパルに対する ObjectMap または JavaMap アクセスを許可することができます。このプラグインの通常の実装は、Subject オブジェクトからプリンシパルを検索し、指定されたアクセス権がプリンシパルに付与されているかどうかを確認することです。
setSubjectSource(SubjectSource ss);	setSubjectSource: SubjectSource プラグインを設定します。このプラグインを使用すると、ObjectGrid クライアントを表す Subject オブジェクトを取得できます。このサブジェクトは、ObjectGrid 許可に使用されます。ObjectGrid.getSession メソッドを使用してセッションを取得するとき、セキュリティーが有効になっている場合は、ObjectGrid ランタイムによって SubjectSource.getSubject メソッドが呼び出されます。このプラグインは、既に認証済みのクライアントの場合に役立ちます。つまり、このプラグインは、認証済み Subject オブジェクトを検索して、ObjectGrid インスタンスに渡すことができます。他の認証は必要ありません。
setSubjectValidation(SubjectValidation sv);	setSubjectValidation: この ObjectGrid インスタンスに対する SubjectValidation プラグインを設定します。このプラグインを使用すると、ObjectGrid に渡される javax.security.auth.Subject サブジェクトが、改ざんされていない有効なサブジェクトであるかどうかを検証できます。 Subject オブジェクトが改ざんされたかどうかは作成者のみが知っているため、このプラグインの実装には、Subject オブジェクト作成者からのサポートが必要です。ただし、サブジェクト作成者が、Subject が改ざんされたかどうかを関知していない場合もあります。この場合、このプラグインは使用しないようにしてください。
void setObjectGridAuthorization(ObjectGridAuthorization ogAuthorization);	この ObjectGrid インスタンスに対する ObjectGridAuthorization を設定します。このメソッドに NULL を引き渡して、このメソッドの初期の呼び出しから以前の set ObjectGridAuthorization オブジェクトを除去し、この <code>ObjectGrid</code> が ObjectGridAuthorization オブジェクトに関連付けられていないことを示します。このメソッドは、ObjectGrid セキュリティーが有効な場合にのみ使用できます。ObjectGrid セキュリティーが無効な場合は、提供された ObjectGridAuthorization は使用できません。ObjectGridAuthorization プラグインは、ObjectGrid およびマップへのアクセスを許可するのに使用されます。XD 6.1 では、setMapAuthorization は非推奨で setObjectGridAuthorization の使用を推奨しています。ただし、MapAuthorization プラグインおよび ObjectGridAuthorization プラグインの両方が使用される場合は、非推奨であるとしても、ObjectGrid は提供された MapAuthorization を使用して、マップへのアクセスを許可します。

ObjectGrid インターフェース: プラグイン

ObjectGrid インターフェースには、対話をさらに拡張可能にするための、オプションのプラグイン・ポイントがいくつかあります。

```
void addEventListener(ObjectGridEventListener cb);
void setEventListeners(List cbList);
void removeEventListener(ObjectGridEventListener cb);
void setTransactionCallback(TransactionCallback callback);
int reserveSlot(String);
// Security related plug-ins
void setSubjectValidation(SubjectValidation subjectValidation);
void setSubjectSource(SubjectSource source);
void setMapAuthorization(MapAuthorization mapAuthorization);
```

- ObjectGridEventListener: ObjectGridEventListener インターフェースは、ObjectGrid で重大なイベントが発生したときに通知を受け取るために使用します。これらのイベントには、ObjectGrid の初期化、トランザクションの開始、トランザクションの終了、および ObjectGrid の破棄などがあります。これらのイベントを listen するには、 ObjectGridEventListener インターフェースを実装するクラスを作成して、ObjectGrid に追加します。これらのリスナーは、各 Session に関連付けられています。詳細情報については、『リスナーおよび Session インターフェース』を参照してください。
- TransactionCallback: TransactionCallback リスナー・インターフェースを使用すると、開始、コミット、およびロールバック・シグナルなどのトランザクション・イベントは、このインターフェースを送信することができます。一般に、TransactionCallback リスナー・インターフェースは、ローダーと併用されます。詳細情報については、『TransactionCallback プラグインおよびローダー』を参照してください。これらのイベントは、外部リソースと一緒に、または複数のローダー内で、トランザクションを調整する目的で使用できます。
- reserveSlot: この ObjectGrid のプラグインが、TxID のようなスロットを持つオブジェクト・インスタンスでの使用のためにスロットを予約できるようにします。
- SubjectValidation: セキュリティーが有効である場合、このプラグインは、ObjectGrid に渡される javax.security.auth.Subject クラスの妥当性検査に使用できます。
- MapAuthorization: セキュリティーが有効である場合、このプラグインは、サブジェクト・オブジェクトによって表されるプリンシパルへの ObjectMap アクセスを許可する目的で使用できます。
- SubjectSource: セキュリティーが有効である場合、このプラグインは、ObjectGrid クライアントを表すサブジェクト・オブジェクトを取得する目的で使用できます。そうすると、このサブジェクトは ObjectGrid 許可に使用されます。

プラグインについて詳しくは、「*プログラミング・ガイド*」内のプラグインの概要説明を参照してください。

BackingMap インターフェース

各 ObjectGrid インスタンスは、BackingMap オブジェクトのコレクションを含みます。各 BackingMap を指定したり ObjectGrid インスタンスに追加したりするには、ObjectGrid インターフェースの defineMap メソッドまたは createMap メソッドをそれぞれ使用します。これらのメソッドは BackingMap インスタンスを戻し、このイ

ンスタンスは個々の Map の振る舞いを定義するために使用されます。 BackingMap は、個々のマップのためにコミットされたデータのメモリー内キャッシュとみなすことができます。

Session インターフェース

Session インターフェースを使用してトランザクションを開始し、アプリケーションと BackingMap オブジェクト間のトランザクション対話を実行するのに必要な ObjectMap または JavaMap を取得します。ただし、トランザクションの変更は、トランザクションがコミットされるまで、BackingMap オブジェクトに適用されません。 BackingMap は、個々のマップのためにコミットされたデータのメモリー内キャッシュとみなすことができます。詳しくは、*プログラミング・ガイド* でセッションを使用したデータへのアクセスについての情報を参照してください。

BackingMap i インターフェースは、BackingMap 属性を設定するためのメソッドを提供します。 一部の set メソッドを使用して、いくつかのカスタム設計されたプラグインを介して BackingMap を拡張できます。以下は、属性を設定する set メソッド、およびカスタム設計されたプラグインをサポートする set メソッドのリストです。

```
// For setting BackingMap attributes.
public void setReadOnly(boolean readOnlyEnabled);
public void setNullValuesSupported(boolean nullValuesSupported);
public void setLockStrategy( LockStrategy lockStrategy );
public void setCopyMode(CopyMode mode, Class valueInterface);
public void setCopyKey(boolean b);
public void setNumberOfBuckets(int numBuckets);
public void setNumberOfLockBuckets(int numBuckets);
public void setLockTimeout(int seconds);
public void setTimeToLive(int seconds);
public void setTtlEvictorType(TTLType type);
public void setEvictionTriggers(String evictionTriggers);

// For setting an optional custom plug-in provided by application.
public abstract void setObjectTransformer(ObjectTransformer t);
public abstract void setOptimisticCallback(OptimisticCallback checker);
public abstract void setLoader(Loader loader);
public abstract void setPreloadMode(boolean async);
public abstract void setEvictor(Evictor e);
public void setMapEventListeners( List /*MapEventListener*/ eventListenerList );
public void addMapEventListener(MapEventListener eventListener );
public void removeMapEventListener(MapEventListener eventListener );
public void addMapIndexPlugin(MapIndexPlugin index);
public void setMapIndexPlugins(List /¥* MapIndexPlugin ¥*/ indexList );
public void createDynamicIndex(String name, boolean isRangeIndex,
String attributeName, DynamicIndexCallback cb);
public void createDynamicIndex(MapIndexPlugin index, DynamicIndexCallback cb);
public void removeDynamicIndex(String name);
```

リストされている各 set メソッドには、対応する get メソッドが存在します。

BackingMap 属性

各 BackingMap には、BackingMap の振る舞いを変更または制御するために設定可能な以下の属性があります。

- ReadOnly: この属性は、Map を読み取り専用か、読み取り/書き込み可能のいずれにするかを示します。この属性が Map に設定されていない場合は、Map は読み

取り/書き込み Map にデフォルトで設定されています。 BackingMap が読み取り専用で設定されている場合、ObjectGrid は可能な場合のみ読み取りのパフォーマンスを最適化します。

- NullValuesSupported: この属性は、Map でヌル値を使用できるようにするかどうかを示します。この属性が設定されていない場合は、Map はヌル値をサポートしません。 Map がヌル値をサポートする場合は、ヌルを戻す get 操作は、値がヌルであること、またはマップが get 操作によって指定されたキーを含まないことを意味します。
- LockStrategy: この属性は、この BackingMap でロック・マネージャーを使用するかどうかを示します。ロック・マネージャーを使用している場合は、LockStrategy 属性を使用して、マップ・エントリーのロッキングにオプティミスティック・ロッキングまたはペシミスティック・ロッキングのいずれの方法が使用されているか示します。この属性が設定されていない場合は、オプティミスティック LockStrategy が使用されます。サポートされているロック・ストラテジーについて詳しくは、ロックのトピックを参照してください。
- CopyMode: この属性は、マップから値が読み取られた場合、またはトランザクションのコミット・サイクル中に BackingMap に値が入れられた場合に、値オブジェクトのコピーが BackingMap によって作成されるかどうかを決定します。さまざまなコピー・モードがサポートされて、アプリケーションがパフォーマンスとデータ保全性の間でトレードオフを行うことを可能にします。この属性が設定されていない場合は、COPY_ON_READ_AND_COMMIT コピー・モードが使用されます。このコピー・モードでは、最良のパフォーマンスが上げられませんが、データ保全性の問題に対しては、最大限の保護が得られます。 BackingMap が EntityManager API エンティティーに関連付けられている場合、CopyMode の設定は、値が COPY_TO_BYTES に設定されている場合を除いて、効力はありません。他の CopyMode が設定されている場合は、常に NO_COPY に設定されます。エンティティー・マップの CopyMode をオーバーライドするには、ObjectMap.setCopyMode メソッドを使用します。コピー・モードについて詳しくは、*プログラミング・ガイド* で、CopyMode メソッドのベスト・プラクティスについての情報を参照してください。
- CopyKey: この属性は、先にマップ内にエントリーが作成されたときに、BackingMap でキー・オブジェクトのコピーを作成するかどうかを決定します。キーは通常変更不可能なオブジェクトであるため、デフォルトのアクションでは、キー・オブジェクトのコピーは作成されません。
- NumberOfBuckets: この属性は、BackingMap で使用するハッシュ・バケット数を示します。BackingMap 実装は、その実装のためにハッシュ・マップを使用します。 BackingMap に多くのエントリーがある場合、バケットが多いほどパフォーマンスが良好であることを意味します。同じバケットを持つキーの数は、バケット数が増えるにつれて少なくなります。また、バケットを増やすことによって、並行性も増大します。この属性は、パフォーマンスを微調整する際に便利です。アプリケーションで NumberOfBuckets 属性が設定されない場合は、未定義のデフォルト値が使用されます。
- NumberOfLockBuckets: この属性は、この BackingMap のロック・マネージャーが使用するロック・バケット数を示します。LockStrategy が OPTIMISTIC または PESSIMISTIC に設定されると、BackingMap にロック・マネージャーが作成されます。ロック・マネージャーは、ハッシュ・マップを使用して、1 つ以上のトランザクションによってロックされるエントリーを追跡します。ハッシュ・マップ

に多くのエントリーがある場合は、同じバケットについて衝突するキーの数がバケット数が増えるほど減少するため、ロック・バケットの数が多いほどパフォーマンスが良好になります。また、ロック・バケットが多いと並行性も高くなります。 LockStrategy 属性が NONE に設定されると、この BackingMap はロック・マネージャーを使用しません。この場合、numberOfLockBuckets を設定しても効果はありません。この属性を設定しない場合は、未定義の値が使用されます。

- LockTimeout: この属性は、BackingMap がロック・マネージャーを使用しているときに使用されます。LockStrategy 属性が OPTIMISTIC または PESSIMISTIC のいずれかに設定されている場合、BackingMap はロック・マネージャーを使用します。属性値は、ロック・マネージャーがロックが与えられるまで待機する時間を秒単位で決定します。この属性が設定されない場合は、LockTimeout 値として 15 秒が使用されます。発生するロック待機タイムアウト例外について詳しくは、『ペシミスティック・ロック』を参照してください。
- TtlEvictorType: 各 BackingMap には、時間ベースのアルゴリズムを使用して除去対象となるマップ・エントリーを判別する、組み込み型存続時間 Evictor があります。デフォルトでは、組み込み型存続時間 Evictor はアクティブではありません。以下の値 (CREATION_TIME、LAST_ACCESS_TIME、LAST_UPDATE_TIME、または NONE) のうちの 1 つを使用して、setTtlEvictorType メソッドを呼び出すと、存続時間 Evictor をアクティブにできます。CREATION_TIME の値は、Evictor が、TimeToLive 属性を、マップ・エントリーが BackingMap で作成された時間に追加して、 Evictor が BackingMap からマップ・エントリーを除去する時点を判別することを意味します。 LAST_ACCESS_TIME (または LAST_UPDATE_TIME) の値は、アプリケーションが稼働している何らかのトランザクションによってマップ・エントリーが最後にアクセスを受けた (またはアクセスを受け、かつ 更新された) 時間に、Evictor が TimeToLive 属性を追加して、マップ・エントリーを除去する時点を判別することを示します。TimeToLive 属性によって指定される期間に、マップ・エントリーがトランザクションのアクセスを受けない場合にのみ、マップ・エントリーは除去されます。値 NONE は、Evictor が非アクティブなままで、マップ・エントリーを除去しないことを示します。この属性が設定されないと、NONE はデフォルトとして使用され、存続時間 Evictor はアクティブになりません。組み込み型存続時間 Evictor について詳しくは、『Evictor』を参照してください。
- TimeToLive: TtlEvictorType 属性で説明したように、組み込み型存続時間 Evictor によって各エントリーの作成時または最後のアクセス時に追加する必要がある秒数をこの属性を使用して指定します。この属性が設定されていない場合は、特殊値ゼロを使用して、存続時間が無限大であることを示します。この属性が無限大に設定されると、マップ・エントリーは Evictor によって除去されません。

以下の例は、someGrid ObjectGrid インスタンスでの someMap BackingMap の定義方法および BackingMap インターフェースの set メソッドを使用した BackingMap のさまざまな属性の設定方法を示しています。

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.LockStrategy;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;

...

ObjectGrid og =
```

```
ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().createObjectGrid("someGrid");
BackingMap bm = objectGrid.getMap("someMap");
bm.setReadOnly( true ); // override default of read/write
bm.setNullValuesSupported(false); // override default of allowing Null values
bm.setLockStrategy( LockStrategy.PESSIMISTIC ); // override default of OPTIMISTIC
bm.setLockTimeout( 60 ); // override default of 15 seconds.
bm.setNumberOfBuckets(251); // override default (prime numbers work best)
bm.setNumberOfLockBuckets(251); // override default (prime numbers work best)
```

BackingMap プラグイン

BackingMap インターフェースには、ObjectGrid とより拡張性のある対話を行うためのオプションのプラグ・ポイントが複数あります。

- **ObjectTransformer プラグイン**: 一部のマップ操作の場合、BackingMap は、BackingMap 内のエントリーのキーまたは値をシリアライズ、デシリアライズ、またはコピーする必要があります。 BackingMap は、ObjectTransformer インターフェースのデフォルトの実装を提供することによって、これらのアクションを実行することができます。アプリケーションは、BackingMap が、BackingMap 内のキーまたは値をシリアライズ、デシリアライズ、またはコピーするために使用する、カスタム設計された ObjectTransformer プラグインを提供することで、パフォーマンスを改善できます。詳しくは、「*プログラミング・ガイド*」で ObjectTransformer プラグインに関する説明を参照してください。
- **Evictor プラグイン** : 組み込み型存続時間 Evictor は、時間ベースのアルゴリズムを使用して、BackingMap 内のエントリーを除去する時点を判別します。一部のアプリケーションは、BackingMap 内のエントリーを除去する時点を判別するために、別のアルゴリズムを使用する場合があります。 Evictor プラグインは、カスタム設計された Evictor を有効にして、BackingMap が使用できるようにします。Evictor プラグインは、組み込み型存続時間 Evictor に追加されます。このプラグインは、存続時間 Evictor を置き換えません。 ObjectGrid は、「Least Recently Used (LRU)」や「Least Frequently Used (LFU)」のような、既知のアルゴリズムを実装するカスタム Evictor プラグインを提供します。アプリケーションは、提供される Evictor プラグインのいずれか 1 つをプラグインすることも、独自の Evictor プラグインを提供することもできます。「*プログラミング・ガイド*」内の除去に関する説明を参照してください。
- **MapEventListener プラグイン**: アプリケーションは、マップ・エントリーの除去や BackingMap 完了のプリロードなどの BackingMap イベントを認識する必要がある場合があります。 BackingMap は、MapEventListener プラグインでメソッドを呼び出し、アプリケーションに BackingMap イベントを通知します。アプリケーションは、setMapEventListener メソッドを使用して、さまざまな BackingMap イベントの通知を受け取り、 BackingMap に 1 つ以上のカスタム設計された MapEventListener プラグインを提供することができます。アプリケーションは、addMapEventListener メソッドまたは removeMapEventListener メソッドを使用して、リストされた MapEventListener オブジェクトを変更することができます。詳しくは、「*プログラミング・ガイド*」で MapEventListener プラグインに関する説明を参照してください。
- **Loader プラグイン** : BackingMap は Map のメモリー内キャッシュです。ローダー・プラグインは、BackingMap がメモリーと永続ストアの間でデータを移動させるために使用するオプションです。例えば、Java Database Connectivity (JDBC) Loader を使用して、 BackingMap とリレーショナル・データベースの 1 つ以上のリレーショナル・テーブルとの間でデータを入れたり取り出したりすることが

できます。リレーショナル・データベースは、BackingMap の永続ストアとして使用する必要はありません。この Loader はまた、BackingMap と 1 つのファイル間、BackingMap と Hibernate マップ間、 BackingMap と Java 2 Platform, Enterprise Edition (JEE) Entity Bean 間、および BackingMap と他のアプリケーション・サーバー間などで、データを移動させるために使用できます。アプリケーションは、使用されるすべての技術に関して、 BackingMap と永続ストアの間でデータを移動させるために、カスタム設計されたローダー・プラグインを提供する必要があります。 Loader が提供されない場合は、BackingMap は単純なメモリー内キャッシュになります。詳しくは、「*プログラミング・ガイド*」でローダーの使用に関する説明を参照してください。

- **OptimisticCallback プラグイン**: BackingMap の LockStrategy 属性は、OPTIMISTIC に設定され、BackingMap または Loader プラグインはマップの値に関する比較操作を実行する必要があります。 BackingMap および Loader は OptimisticCallback プラグインを使用して、オプティミスティック・バージョン管理の比較演算を実行します。詳しくは、「*プログラミング・ガイド*」で OptimisticCallback プラグインに関する説明を参照してください。
- **MapIndexPlugin プラグイン**: MapIndexPlugin プラグイン (短縮名は Index) は、BackingMap が、格納されているオブジェクトの指定された属性に基づいて索引をビルドする場合に使用するオプションです。索引によって、アプリケーションは、特定の値または値の範囲を使用してオブジェクトを検索することができます。索引には、静的と動的の 2 つのタイプがあります。詳しくは、『索引付け』を参照してください。

プラグインについて詳しくは、「*プログラミング・ガイド*」でプラグインの概要を参照してください。

分散 ObjectGrid との接続

カタログ・サービスの接続エンドポイントを使用して分散 ObjectGrid に接続することができます。接続するカタログ・サーバーのホスト名とエンドポイント・ポートが必要です。

分散グリッドに接続するためには、カタログ・サービスとコンテナー・サーバーを使用してサーバー・サイド環境を構成しておく必要があります。

getObjectGrid(ClientClusterContext ccc, String objectGridName) メソッドは、指定のカタログ・サービスに接続し、サーバー・サイドの ObjectGrid インスタンスに対応するクライアント ObjectGrid インスタンスを返します。

以下のコード・スニペットは、分散グリッドへの接続方法の例です。

```
// Create an ObjectGridManager instance.

ObjectGridManager ogm = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();

// Obtain a ClientClusterContext by connecting to a catalog
// server based distributed ObjectGrid.  You have to provide
// a connection end point for your catalog server in the format
// of hostName:endPointPort.  The hostName is the machine
// where the catalog server resides, and the endPointPort is
// the catalog server's listening port, whose default is 2809.

ClientClusterContext ccc = ogm.connect("localhost:2809", null, null);
```

```
// Obtain a distributed ObjectGrid using ObjectGridManager and providing
// the ClientClusterContext.

ObjectGrid og = ogm.getObjectGrid(ccc, "objectgridName");
```

ObjectGridManager を使用した ObjectGrid との対話

ObjectGridManagerFactory クラスと ObjectGridManager インターフェースは、ObjectGrid インスタンスの作成、アクセス、およびキャッシュを行うメカニズムを提供します。 ObjectGridManagerFactory クラスは、ObjectGridManager インターフェースにアクセスする静的ヘルパー・クラスであり、singleton クラスです。

ObjectGridManager インターフェースには、 ObjectGrid オブジェクトのインスタンスを作成するいくつかの便利なメソッドがあります。また、ObjectGridManager は、複数のユーザーがアクセス可能な ObjectGrid インスタンスの作成とキャッシングも容易にします。

プログラミング・モデル

eXtreme Scale の機能をメモリー内データ・グリッドとして使用する前に、次のようなメソッドを使用して ObjectGrid インスタンスを作成し、これと対話する必要があります。

- createObjectGrid メソッド
- getObjectGrid メソッド
- removeObjectGrid メソッド
- ObjectGrid のライフサイクルの制御

createObjectGrid メソッド

このトピックでは、ObjectGridManager インターフェースの 7 つの createObjectGrid メソッドについて説明します。これらのメソッドはそれぞれ、ObjectGrid のローカル・インスタンスを 1 つ作成します。

ローカルのメモリー内インスタンス

以下のコード・スニペットは、eXtreme Scale でローカル ObjectGrid インスタンスを取得および構成する方法を示しています。

```
// Obtain a local ObjectGrid reference
        // you can create a new ObjectGrid, or get configured ObjectGrid
        // defined in ObjectGrid xml file
        ObjectGridManager objectGridManager =
     ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
        ObjectGrid ivObjectGrid =
     objectGridManager.createObjectGrid("objectgridName");

        // Add a TransactionCallback into ObjectGrid
        HeapTransactionCallback tcb = new HeapTransactionCallback();
        ivObjectGrid.setTransactionCallback(tcb);

        // Define a BackingMap
        // if the BackingMap is configured in ObjectGrid xml
        // file, you can just get it.
        BackingMap ivBackingMap = ivObjectGrid.defineMap("myMap");

        // Add a Loader into BackingMap
```

```
Loader ivLoader = new HeapCacheLoader();
ivBackingMap.setLoader(ivLoader);

// initialize ObjectGrid
ivObjectGrid.initialize();

// Obtain a session to be used by the current thread.
// Session can not be shared by multiple threads
Session ivSession = ivObjectGrid.getSession();

// Obtaining ObjectMap from ObjectGrid Session
ObjectMap objectMap = ivSession.getMap("myMap");
```

デフォルトの共用構成

以下のコードは、ObjectGrid を作成して多くのユーザー間で共用する単純なケースです。

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
final ObjectGridManager oGridManager=
  ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid employees =
 oGridManager.createObjectGrid("Employees",true);
employees.initialize();
employees.
/*sample continues..*/
```

前の Java コード・スニペットは、Employees ObjectGrid を作成し、キャッシュに入れます。Employees ObjectGrid は、デフォルト構成によって初期化され、すぐに使用できる状態になっています。createObjectGrid メソッド内の 2 番目のパラメーターは、true に設定されます。これにより、ObjectGridManager は、作成した ObjectGrid インスタンスをキャッシュに入れるよう指示されます。このパラメーターが false に設定されている場合、インスタンスはキャッシュに入れられません。各 ObjectGrid インスタンスには name があり、その名前に基づき、多くのクライアントまたはユーザー間でそのインスタンスを共用できます。

objectGrid インスタンスがピアツーピア共用で使用されている場合は、キャッシングを true に設定する必要があります。ピアツーピア共用について詳しくは、『ピア Java 仮想マシン間の変更の配布』を参照してください。

XML 構成

WebSphere eXtreme Scale は高度な構成が可能です。前の例では、構成を伴わない単純な ObjectGrid を作成する方法を示しました。この例では、XML 構成ファイルに基づいて事前構成された ObjectGrid インスタンスを作成する方法が示されています。ObjectGrid インスタンスは、プログラマチックに構成するか、または XML ベースの構成ファイルを使用して構成することができます。これら 2 つの方法を組み合わせて ObjectGrid を構成することもできます。 ObjectGridManager インターフェースを使用すると、 XML 構成に基づいて ObjectGrid インスタンスを作成できます。 ObjectGridManager インターフェースには、URL を引数として取るいくつかのメソッドがあります。 ObjectGridManager 内に渡される各 XML ファイルについて、スキーマに対する妥当性検査を行う必要があります。 XML の妥当性検査は、以前にファイルの妥当性検査が行われ、最後の妥当検査以降、そのファイルに対しては変更が行われていない場合に限り、使用不可にすることができます。妥当性検

査を使用不可にすると、少量のオーバーヘッドが節約されますが、無効な XML ファイルが使用される可能性が生じます。 IBM Java Developer Kit (JDK) 1.4.2 は、XML 妥当性検査をサポートします。これをサポートしない JDK を使用すると、Apache Xerces で XML を妥当性検査しなければならない場合があります。

以下の Java コード・スニペットは、ObjectGrid を作成するために XML 構成ファイルを渡す方法を示しています。

```
import java.net.MalformedURLException;
import java.net.URL;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
boolean validateXML = true; // turn XML validation on
boolean cacheInstance = true; // Cache the instance
String objectGridName="Employees"; // Name of Object Grid URL
allObjectGrids = new URL("file:test/myObjectGrid.xml");
final ObjectGridManager oGridManager=
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
 ObjectGrid employees =
 oGridManager.createObjectGrid(objectGridName, allObjectGrids,
  bvalidateXML, cacheInstance);
```

この XML ファイルには、いくつかの ObjectGrids の構成情報が含まれています。前のコード・スニペットは、具体的に ObjectGrid Employees を返します。この場合、Employees の構成は、この XML ファイルに定義されていることを想定しています。 XML 構文については、ObjectGrid 構成を参照してください。
createObjectGrid のメソッドは 7 つ存在しますが、それらは以下のコード・ブロック内に文書化されています。

```
/**
 * A simple factory method to return an instance of an
 * Object Grid. A unique name is assigned.
 * The instance of ObjectGrid is not cached.
 * Users can then use {@link ObjectGrid#setName(String)} to change the
 * ObjectGrid name.
 *
 * @return ObjectGrid an instance of ObjectGrid with a unique name assigned
 * @throws ObjectGridException any error encountered during the
 * ObjectGrid creation
 */
public ObjectGrid createObjectGrid() throws ObjectGridException;

/**
 * A simple factory method to return an instance of an ObjectGrid with the
 * specified name. The instances of ObjectGrid can be cached. If an ObjectGrid
 * with the this name has already been cached, an ObjectGridException
 * will be thrown.
 *
 * @param objectGridName the name of the ObjectGrid to be created.
 * @param cacheInstance true, if the ObjectGrid instance should be cached
 * @return an ObjectGrid instance
 * @this name has already been cached or
 * any error during the ObjectGrid creation.
 */
public ObjectGrid createObjectGrid(String objectGridName, boolean cacheInstance)
  throws ObjectGridException;

/**
 * Create an ObjectGrid instance with the specified ObjectGrid name. The
 * ObjectGrid instance created will be cached.
 * @param objectGridName the Name of the ObjectGrid instance to be created.
```

```
 * @return an ObjectGrid instance
 * @throws ObjectGridException if an ObjectGrid with this name has already
 * been cached, or any error encountered during the ObjectGrid creation
 */
public ObjectGrid createObjectGrid(String objectGridName)
  throws ObjectGridException;

/**
 * Create an ObjectGrid instance based on the specified ObjectGrid name and the
 * XML file. The ObjectGrid instance defined in the XML file with the specified
 * ObjectGrid name will be created and returned. If such an ObjectGrid
 * cannot be found in the xml file, an exception will be thrown.
 *
 * This ObjecGrid instance can be cached.
 *
 * If the URL is null, it will be simply ignored. In this case, this method behaves
 * the same as {@link #createObjectGrid(String, boolean)}.
 *
 * @param objectGridName the Name of the ObjectGrid instance to be returned. It
 * must not be null.
 * @param xmlFile a URL to a wellformed xml file based on the ObjectGrid schema.
 * @param enableXmlValidation if true the XML is validated
 * @param cacheInstance a boolean value indicating whether the ObjectGrid
 * instance(s)
 * defined in the XML will be cached or not. If true, the instance(s) will
 * be cached.
 *
 * @throws ObjectGridException if an ObjectGrid with the same name
 * has been previously cached, no ObjectGrid name can be found in the xml file,
 * or any other error during the ObjectGrid creation.
 * @return an ObjectGrid instance
 * @see ObjectGrid
 */
public ObjectGrid createObjectGrid(String objectGridName, final URL xmlFile,
final boolean enableXmlValidation, boolean cacheInstance)
 throws ObjectGridException;

/**
 * Process an XML file and create a List of ObjectGrid objects based
 * upon the file.
 * These ObjecGrid instances can be cached.
 * An ObjectGridException will be thrown when attempting to cache a
 * newly created ObjectGrid
 * that has the same name as an ObjectGrid that has already been cached.
 *
 * @param xmlFile the file that defines an ObjectGrid or multiple
 * ObjectGrids
 * @param enableXmlValidation setting to true will validate the XML
 * file against the schema
 * @param cacheInstances set to true to cache all ObjectGrid instances
 * created based on the file
 * @return an ObjectGrid instance
 * @throws ObjectGridException if attempting to create and cache an
 * ObjectGrid with the same name as
 * an ObjectGrid that has already been cached, or any other error
 * occurred during the
 * ObjectGrid creation
 */
public List createObjectGrids(final URL xmlFile, final boolean enableXmlValidation,
boolean cacheInstances) throws ObjectGridException;

/** Create all ObjectGrids that are found in the XML file. The XML file will be
 * validated against the schema. Each ObjectGrid instance that is created will
 * be cached. An ObjectGridException will be thrown when attempting to cache a
 * newly created ObjectGrid that has the same name as an ObjectGrid that has
 * already been cached.
 * @param xmlFile The XML file to process. ObjectGrids will be created based
```

```
 * on what is in the file.
 * @return A List of ObjectGrid instances that have been created.
 * @throws ObjectGridException if an ObjectGrid with the same name as any of
 * those found in the XML has already been cached, or
 * any other error encounterred during ObjectGrid creation.
 */
public List createObjectGrids(final URL xmlFile) throws ObjectGridException;

/**
 * Process the XML file and create a single ObjectGrid instance with the
 * objectGridName specified only if an ObjectGrid with that name is found in
 * the file. If there is no ObjectGrid with this name defined in the XML file,
 * an ObjectGridException
 * will be thrown. The ObjectGrid instance created will be cached.
 * @param objectGridName name of the ObjectGrid to create. This ObjectGrid
 * should be defined in the XML file.
 * @param xmlFile the XML file to process
 * @return A newly created ObjectGrid
 * @throws ObjectGridException if an ObjectGrid with the same name has been
 * previously cached, no ObjectGrid name can be found in the xml file,
 * or any other error during the ObjectGrid creation.
 */
public ObjectGrid createObjectGrid(String objectGridName, URL xmlFile)
  throws ObjectGridException;
```

getObjectGrid メソッドの呼び出し中にクライアントがハングする

ObjectGridManager の getObjectGrid メソッドの呼び出し中にクライアントがハングしているように見えたり、例外 com.ibm.websphere.projector.MetadataException がスローされたりすることがあります。EntityMetadata リポジトリーは使用できず、タイムアウトしきい値に達します。その理由は、クライアントが、ObjectGrid サーバーでエンティティー・メタデータが使用可能になるのを待っているためです。このエラーは、コンテナーは開始したけれども、まだコンテナーの初期の数または同期複製の最小数に達していない場合に発生することがあります。ObjectGrid のデプロイメント・ポリシーを参照し、アクティブ・コンテナーの数が、デプロイメント・ポリシー記述子ファイルの numInitialContainers 属性および minSyncReplicas 属性の両方の値以上であることを確認してください。

getObjectGrid メソッド

キャッシュに入れられたインスタンスを取り出すには、ObjectGridManager.getObjectGrid メソッドを使用します。

キャッシュに入れられたインスタンスの取得

Employees ObjectGrid インスタンスは、ObjectGridManager インターフェースによってキャッシュに入れられているため、別のユーザーが以下のコード・スニペットを使用してアクセスすることができます。

```
ObjectGrid myEmployees = oGridManager.getObjectGrid("Employees");
```

キャッシュに入れられた ObjectGrid インスタンスを戻す 2 つの getObjectGrid メソッドを以下に示します。

- **キャッシュに入れられたすべてのインスタンスを取得する**

以前にキャッシュに入れられたすべての ObjectGrid インスタンスを取得するには、getObjectGrids メソッドを使用します。これは各インスタンスのリストを戻します。キャッシュに入れられたインスタンスが存在しない場合、このメソッドは null を戻します。

- **キャッシュに入れられたインスタンスを名前で取得する**

  キャッシュに入れられた ObjectGrid の 1 つのインスタンスを取得するには、getObjectGrid(String objectGridName) を使用し、キャッシュに入れられたインスタンスの名前をメソッドに渡します。このメソッドは、指定された名前の ObjectGrid インスタンスを戻すか、または、その名前の ObjectGrid インスタンスがない場合は null を戻します。

注: getObjectGrid メソッドを使用して分散グリッドに接続することもできます。詳しくは、 23 ページの『分散 ObjectGrid との接続』を参照してください。

removeObjectGrid メソッド

ObjectGrid インスタンスをキャッシュから除去するには、2 つの異なる removeObjectGrid メソッドを使用できます。

ObjectGrid インスタンスの除去

キャッシュから ObjectGrid インスタンスを除去するには、 removeObjectGrid メソッドの 1 つを使用します。ObjectGridManager は、除去されたインスタンスの参照は保持しません。 2 つの 除去メソッドが存在します。 1 つのメソッドはブール値パラメーターを取ります。ブール値パラメーターが true に設定されている場合、destroy メソッドが ObjectGrid に対して呼び出されます。 ObjectGrid に対して呼び出された destroy メソッドは、ObjectGrid をシャットダウンし、ObjectGrid が使用しているリソースをすべて解放します。2 つの removeObjectGrid メソッドの使用方法の説明は以下のとおりです。

```
/**
 * Remove an ObjectGrid from the cache of ObjectGrid instances
 *
 * @param objectGridName the name of the ObjectGrid instance to remove
 * from the cache
 *
 * @throws ObjectGridException if an ObjectGrid with the objectGridName
 * was not found in the cache
 */
public void removeObjectGrid(String objectGridName) throws ObjectGridException;

/**
 * Remove an ObjectGrid from the cache of ObjectGrid instances and
 * destroy its associated resources
 *
 * @param objectGridName the name of the ObjectGrid instance to remove
 * from the cache
 *
 * @param destroy destroy the objectgrid instance and its associated
 * resources
 *
 * @throws ObjectGridException if an ObjectGrid with the objectGridName
 * was not found in the cache
 */
public void removeObjectGrid(String objectGridName, boolean destroy)
 throws ObjectGridException;
```

ObjectGrid のライフサイクルの制御

ObjectGridManager インターフェースで、スタートアップ Bean またはサーブレットのいずれかを使用すると ObjectGrid インスタンスのライフサイクルを制御できます。

スタートアップ Bean でのライフサイクルの管理

スタートアップ Bean は、ObjectGrid インスタンスのライフサイクルの制御に使用できます。スタートアップ Bean はアプリケーションの開始時にロードします。スタートアップ Bean では、アプリケーションが予想通りに開始または停止するときにはいつでもコードを実行できます。スタートアップ Bean を作成するために、ホームの com.ibm.websphere.startupservice.AppStartUpHome インターフェースを使用し、また、リモート側の com.ibm.websphere.startupservice.AppStartUp インターフェースを使用します。 Bean で start メソッドおよび stop メソッドを実行します。 start メソッドは、アプリケーションの始動時に必ず起動されます。 stop メソッドは、アプリケーションのシャットダウン時に必ず起動されます。 start メソッドは、ObjectGrid インスタンスの作成に使用されます。 stop メソッドは、ObjectGrid インスタンスの除去に使用されます。以下は、スタートアップ Bean でのこの ObjectGrid のライフサイクル管理を示すコード・スニペットです。

```
public class MyStartupBean implements javax.ejb.SessionBean {
    private ObjectGridManager objectGridManager;

    /* The methods on the SessionBean interface have been
     * left out of this example for the sake of brevity */

    public boolean start(){
        // Starting the startup bean
        // This method is called when the application starts
        objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
        try {
            // create 2 ObjectGrids and cache these instances
            ObjectGrid bookstoreGrid =
      objectGridManager.createObjectGrid("bookstore", true);
            bookstoreGrid.defineMap("book");
            ObjectGrid videostoreGrid =
      objectGridManager.createObjectGrid("videostore", true);
            // within the JVM,
            // these ObjectGrids can now be retrieved from the
            //ObjectGridManager using the getObjectGrid(String) method
        } catch (ObjectGridException e) {
            e.printStackTrace();
            return false;
        }

        return true;
    }

    public void stop(){
        // Stopping the startup bean
        // This method is called when the application is stopped
        try {
            // remove the cached ObjectGrids and destroy them
            objectGridManager.removeObjectGrid("bookstore", true);
            objectGridManager.removeObjectGrid("videostore", true);
        } catch (ObjectGridException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

start メソッドが呼び出された後、新規に作成された ObjectGrid インスタンスが ObjectGridManager インターフェースから取得されます。例えば、サーブレットがアプリケーションに含まれる場合、サーブレットは以下のコード・スニペットを使用して eXtreme Scale にアクセスします。

```
ObjectGridManager objectGridManager =
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid bookstoreGrid = objectGridManager.getObjectGrid("bookstore");
ObjectGrid videostoreGrid = objectGridManager.getObjectGrid("videostore");
```

サーブレットでのライフサイクルの管理

サーブレットで ObjectGrid のライフサイクルを管理するためには、 init メソッドを使用して ObjectGrid インスタンスを作成したり、destroy メソッドを使用して ObjectGrid インスタンスを除去することができます。 ObjectGrid インスタンスがキャッシュされた場合、サーブレット・コードで検索および操作を行います。以下は、サーブレット内での ObjectGrid の作成、操作、および破棄を示すサンプル・コードです。

```
public class MyObjectGridServlet extends HttpServlet implements Servlet {
    private ObjectGridManager objectGridManager;

    public MyObjectGridServlet() {
        super();
    }

    public void init(ServletConfig arg0) throws ServletException {
        super.init();
        objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
        try {
            // create and cache an ObjectGrid named bookstore
            ObjectGrid bookstoreGrid =
      objectGridManager.createObjectGrid("bookstore", true);
            bookstoreGrid.defineMap("book");
        } catch (ObjectGridException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }

    protected void doGet(HttpServletRequest req, HttpServletResponse res)
        throws ServletException, IOException {
        ObjectGrid bookstoreGrid = objectGridManager.getObjectGrid("bookstore");
        Session session = bookstoreGrid.getSession();
        ObjectMap bookMap = session.getMap("book");
        // perform operations on the cached ObjectGrid
        // ...
    }

    public void destroy() {
        super.destroy();
        try {
            // remove and destroy the cached bookstore ObjectGrid
            objectGridManager.removeObjectGrid("bookstore", true);
        } catch (ObjectGridException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

ObjectGrid 断片へのアクセス

WebSphere eXtreme Scale は、データが存在する場所にロジックを移動し、結果のみをクライアントに戻すことによって、高い処理速度を実現します。

クライアント Java 仮想マシン (JVM)のアプリケーション論理では、データを保持しているサーバー JVM からデータをプルして、トランザクションがコミットされた時点でそのデータをプッシュ・バックすることが必要になります。このプロセスにより、データが処理されるレートが低下します。アプリケーション・ロジックが、データを保持している断片と同じ JVM 上にあれば、ネットワーク待ち時間およびマーシャル・コストはなくなり、パフォーマンスは大幅に向上します。

断片データへのローカル参照

ObjectGrid API には、サーバー・サイド・メソッドに対するセッションが用意されています。このセッションは、その断片のデータに対する直接のリファレンスになります。そのパスでは、ルーティング論理は存在しません。アプリケーション論理は、直接その断片のデータとともに作業できます。ルーティング論理が存在しないため、別の区画のデータにアクセスするのにセッションは使用できません。

ローダー・プラグインには、断片が 1 次区画になる場合にイベントを受信する方法が用意されています。アプリケーションは、ローダーおよび ReplicaPreloadController インターフェースを実装できます。検査プリロード状態メソッドは、断片が 1 次区画になる場合にのみ呼び出されます。そのメソッドに提供されているセッションは、断片データに対するローカル・リファレンスです。これは、区画が主に一部のスレッドを開始したり、区画に関連するトラフィックのメッセージ・ファブリックに加入したりすることを必要としている場合に、通常使用される手法です。getNextKey API を使用して、ローカル・マップ内でメッセージを listen するスレッドを開始します。

連結されたクライアント/サーバーの最適化

アプリケーションがクライアント API を使用し、そのクライアントが含まれる JVM と連結されることになる区画にアクセスする場合は、ネットワークは回避されますが、現行の実装問題のためマーシャルが発生する場合があります。区画に分割されたグリッドが使用されている場合は、(N-1)/N 個の呼び出しが異なる JVM に送付されるため、アプリケーションのパフォーマンスに影響は与えません。常に断片を伴うローカル・アクセスが必要な場合は、ローダーまたは ObjectGrid API を使用してそのロジックを呼び出します。

WebSphere eXtreme Scale 内のデータへのアクセス

アプリケーションが ObjectGrid インスタンスへの参照またはリモート・グリッドへのクライアント接続を取得すると、WebSphere eXtreme Scale 構成のデータにアクセスおよび対話することができます。 ObjectGridManager API とともに、ローカル・インスタンスを作成するために createObjectGrid メソッドの 1 つを使用するか、分散グリッドでクライアント・インスタンスに対して getObjectGrid メソッドを使用します。

アプリケーション内のスレッドには、独自のセッションが必要です。アプリケーションがスレッド上の ObjectGrid を使用するときには、単一の getSession メソッドのみを呼び出して、取得するようにします。この操作は低コストです。ほとんどの場合これらの操作をプールする必要はありません。アプリケーションが、Spring のような依存性注入フレームワークを使用する場合、必要なときにセッションをアプリケーション Bean に注入することができます。

セッションを取得した後、アプリケーションは ObjectGrid 内のマップに保管されたデータにアクセスできます。ObjectGrid がエンティティーを使用する場合、Session.getEntityManager メソッドで取得できる EntityManager API を使用できます。 EntityManager インターフェースは、Java 仕様に近いため、マップ・ベースの API よりもシンプルです。しかし、 EntityManager API はオブジェクト内の変更を追跡するため、パフォーマンスのオーバーヘッドが生じます。マップ・ベースの API は Session.getMap メソッドを使用して取得されます。

WebSphere eXtreme Scale はトランザクションを使用します。アプリケーションがセッションとの対話を行う場合、そのセッションはトランザクションのコンテキストの中にある必要があります。トランザクションはセッション・オブジェクトの Session.begin、Session.commit、および Session.rollback メソッドを使用して、開始されたり、コミットまたはロールバックされます。アプリケーションは、自動コミット・モードで作業を行うこともできます。このモードの場合、アプリケーションがマップとの対話を行うたび、セッションが自動的に開始し、トランザクションをコミットします。ただし、自動コミット・モードは低速です。

トランザクション使用のロジック

トランザクションは遅く見えるかもしれませんが、eXtreme Scale は次の 3 つの理由でトランザクションを使用します。

1. 例外が発生した場合や、状態変更を元に戻すことをビジネス・ロジックが必要とする場合に、変更のロールバックが可能であること。
2. 1 つのトランザクションの存続時間中にデータに対するロックの保持と解除を行うことで、一連の変更がアトミックに行われる、つまり、データに対してすべての変更を行うか、何も変更しないかにできること。
3. 複製のアトミックな単位を生成できること。

WebSphere eXtreme Scale は、セッションを使用して、本当に必要なトランザクションの量をカスタマイズします。アプリケーションでロールバック・サポートおよびロックをオフにすることもできますが、アプリケーション側の負担もあります。そのアプリケーションが、これらの失われた機能の処理を行う必要があります。

例えば、アプリケーションで BackingMap ロック・ストラテジーを NONE に構成することで、ロックをオフにすることができます。このストラテジーは高速ですが、並行トランザクションが互いに保護されずに、同じデータを変更できるようになります。NONE を使用する場合は、そのアプリケーションが、すべてのロックおよびデータの整合性に対する責任を持つことになります。

アプリケーションは、トランザクションによってアクセスされたときのオブジェクトのコピー方法を変更することもできます。アプリケーションは、ObjectMap.setCopyMode メソッドを使用して、オブジェクトがどのようにコピーされるのかを指定できます。このメソッドを使用して、CopyMode をオフにすることができます。通常、CopyMode をオフにする操作は、1 つのトランザクション内で同じオブジェクトに対して複数の異なる値が戻されることもある場合に、読み取り専用トランザクションに対して使用されます。1 つのトランザクション内で同じオブジェクトに対して複数の異なる値が戻されることがあり得ます。

例えば、トランザクションが T1 でオブジェクトに対して ObjectMap.get メソッドを呼び出した場合、その時点での値を取得します。その後の T2 で、そのトランザクションの中で get メソッドが再度呼び出された場合、値は別のスレッドによって変更されている可能性があります。値は別のスレッドによって変更されたため、アプリケーションは異なる値を取得することになります。 NONE CopyMode 値を使用して取得されたオブジェクトがアプリケーションによって変更されると、そのオブジェクトのコミット済みのコピーが直接変更されます。このモードでは、トランザクションのロールバックは意味がありません。ObjectGrids での唯一のコピーが変更されます。NONE CopyMode を使用すると処理は速くなりますが、その影響に注意する必要があります。NONE CopyMode を使用するアプリケーションは、トランザクションを決してロールバックしてはなりません。もしアプリケーションがトランザクションをロールバックした場合、索引に変更を反映する更新は行われず、かつ、複製がオンにされていても変更は複製されません。デフォルト値を使用するほうが簡単で、誤りの可能性も低くなります。データ信頼性を犠牲にしてもパフォーマンスを上げたい場合は、意図しない問題を回避するために、アプリケーションは実行内容をよく認識する必要があります。

注意:
ロック値または CopyMode 値のどちらかを変更するときは、慎重に行ってください。これらの値を変更すると、予測不能なアプリケーション動作が発生します。

保管データとの対話

セッションが取得された後、以下のコード断片を使用して、データを挿入するための Map API を使用できます。

```
Session session = ...;
ObjectMap personMap = session.getMap("PERSON");
session.begin();
Person p = new Person();
p.name = "John Doe";
personMap.insert(p.name, p);
session.commit();
```

以下は、EntityManager API を使用した場合の同じ例です。このコード例は、Person オブジェクトがエンティティーにマップされていると想定しています。

```
Session session = ...;
EntityManager em = session.getEntityManager();
session.begin();
Person p = new Person();
p.name = "John Doe";
em.persist(p);
session.commit();
```

このパターンは、スレッドが使用するマップの ObjectMap への参照を取得し、トランザクションを開始し、データを操作し、トランザクションをコミットするように設計されています。

ObjectMap インターフェースには、put、get、および remove などの一般的なマップ操作が含まれています。しかし、 get、getForUpdate、insert、update、および remove といった、より具体的な操作名を使用してください。これらのメソッドは、従来のマップ API より意図を正確に伝えます。

また、フレキシブルな索引付けサポートを使用することもできます。

以下に、Object の更新の例を示します。

```
session.begin();
Person p = (Person)personMap.getForUpdate("John Doe");
p.name = "John Doe";
p.age = 30;
personMap.update(p.name, p);
session.commit();
```

アプリケーションでは、通常は、単純な get ではなく、getForUpdate メソッドを使用してレコードをロックします。 update メソッドは、更新済みの値を実際にマップに提供するために呼び出す必要があります。 update を呼び出さないと、そのマップは変更されません。以下は、EntityManager API を使用した場合の同じコード断片です。

```
session.begin();
Person p = (Person)em.findForUpdate(Person.class, "John Doe");
p.age = 30;
session.commit();
```

EntityManager API はマップを使用した方法よりも単純です。このケースでは、eXtreme Scale がエンティティーを検索し、管理対象オブジェクトをアプリケーションに返します。アプリケーションがオブジェクトを変更し、トランザクションをコミットすると、eXtreme Scale は、管理対象オブジェクトに加えられた変更をコミット時に自動的に追跡し、必要な更新を行います。

トランザクションと区画

WebSphere eXtreme Scale トランザクションは、単一の区画のみ、更新することができます。クライアントからのトランザクションは複数の区画から読み取ることができますが、更新できるのは 1 つの区画のみです。アプリケーションが 2 つの区画の更新を試行すると、トランザクションは失敗し、ロールバックが行われます。組み込まれている ObjectGrid (グリッド・ロジック) を使用するトランザクションには、ルーティング機能はなく、ローカル区画内のデータしか認識できません。このビジネス・ロジックは、常に 2 番目のセッションを取得することができます。この 2 番目のセッションは、他の区画にアクセスするための、本当のクライアント・セッションです。ただし、このトランザクションは独立したトランザクションです。

照会と区画

トランザクションが既にエンティティーを検索済みの場合、そのトランザクションは、そのエンティティーの区画に関連付けられます。エンティティーと関連付けられたトランザクションで実行する照会は、関連付けられた区画に送付されます。

以前に関連付けられた区画で照会が実行される場合は、照会に使用される区画 ID を設定する必要があります。区画 ID は整数値です。これで、その照会はその区画に送付されます。

照会は単一の区画内のみを検索します。ただし、それと同時に同じ照会を、DataGrid API を使用してすべての区画または区画のサブセットに対して実行します。どの区画にあるかわからないエントリーを検索するには、DataGrid API を使用します。

7.0.0.0 FIX 2+ REST データ・サービスは、HTTP クライアントを WebSphere eXtreme Scale グリッドにアクセスできるようにし、Microsoft .NET Framework 3.5

SP1 の WCF Data Services と互換性があります。 詳しくは、eXtreme Scale REST データ・サービスのユーザー・ガイドを参照してください。

.

CopyMode のベスト・プラクティス

WebSphere eXtreme Scale は、6 つの使用可能な CopyMode 設定に基づいて値をコピーします。デプロイメント要件に対して最も適切に機能する設定を判別してください。

BackingMap API setCopyMode(CopyMode, valueInterfaceClass) メソッドを使用して、com.ibm.websphere.objectgrid.CopyMode クラスで定義される、次の最終の静的フィールドの 1 つに、コピー・モードを設定することができます。

アプリケーションが WebSphere eXtreme Scale インターフェースを使用してマップ・エントリーに対する参照を取得する場合、その参照は、それを取得した ObjectGrid トランザクション内でのみ使用してください。別のトランザクションでその参照を使用するとエラーになることがあります。例えば BackingMap に対してペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用する場合は、get メソッド呼び出しまたは getForUpdate メソッド呼び出しにより、トランザクションに応じて S (shared) ロックまたは U (update) ロックを取得します。トランザクションの終了時に get メソッドは値に参照を戻し、取得されているロックは解放されます。トランザクションは get メソッドまたは getForUpdate メソッドを呼び出して、別のトランザクションでマップ・エントリーをロックする必要があります。各トランザクションは、複数のトランザクションで同じ値参照を再利用する代わりに get メソッドまたは getForUpdate メソッドを呼び出すことにより、値への独自の参照を取得する必要があります。

エンティティー・マップに対する CopyMode

EntityManager API エンティティーと関連付けられたマップを使用する場合、そのマップは常にエンティティー Tuple オブジェクトを直接戻し、 COPY_TO_BYTES コピー・モードが使用されていない限り、コピーは作成しません。変更を行う場合、CopyMode が更新される、または、Tuple が適切にコピーされることが重要です。

COPY_ON_READ_AND_COMMIT

COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードはデフォルトのモードです。このモードが使用される場合、valueInterfaceClass 引数は無視されます。このモードは、BackingMap に含まれている値オブジェクトへの参照がアプリケーションに含まれていないことを保証します。その代わりに、アプリケーションは常に BackingMap 内の値のコピーを操作します。COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードでは、BackingMap にキャッシュされているデータをアプリケーションが誤って壊してしまうことはありません。アプリケーションのトランザクションが指定されたキーの ObjectMap.get メソッドを呼び出し、それがそのキーにとって、ObjectMap エントリーへの初めてのアクセスの場合は、値のコピーが戻されます。トランザクションがコミットされると、アプリケーションによってコミットされたすべての変更は BackingMap にコピーされ、BackingMap にコミットされた値への参照をアプリケーションが持つことはありません。

COPY_ON_READ

COPY_ON_READ モードは、トランザクションがコミットされたときに発生するコピーを除去することによって、COPY_ON_READ_AND_COMMIT モード全体にわたるパフォーマンスを改善します。このモードが使用される場合、valueInterfaceClass 引数は無視されます。 BackingMap データの整合性を保持するために、アプリケーションは、エントリーに対する各参照がトランザクションのコミット後に破棄されることを保証します。このモードでは、ObjectMap.get メソッドは、値への参照の代わりに値のコピーを返し、アプリケーションがその値に対して行った変更が、トランザクションがコミットされるまで BackingMap 値に影響しないことを保証します。ただし、トランザクションがコミットすると変更のコピーは行われません。代わりに、ObjectMap.get メソッドによって戻された、コピーへの参照が BackingMap に保管されます。トランザクションがコミットされた後、アプリケーションはすべてのマップ・エントリー参照を破棄します。アプリケーションがマップ・エントリー参照を破棄しなかった場合、そのアプリケーションは、BackingMap 内にキャッシュされているデータを破壊してしまうことがあります。アプリケーションがこのモードを使用し、問題がある場合は、COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードに切り替えてその問題がまだ続いているかどうかを調べます。問題が解消されている場合は、トランザクションがコミットされた後でアプリケーションはその参照のすべてを破棄するのに失敗したことになります。

COPY_ON_WRITE

COPY_ON_WRITE モードは、指定したキーのトランザクションによって ObjectMap.get メソッドが初めて呼び出されるときに起こるコピーを排除することにより、COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードを超えるパフォーマンスを実現します。 ObjectMap.get メソッドは、値オブジェクトへの直接参照の代わりに値のプロキシーを戻します。プロキシーは、アプリケーションが valueInterfaceClass 引数によって指定した値インターフェース上で set メソッドを呼び出さない限り、値のコピーが行われないことを保証します。プロキシーは、copy on write インプリメンテーションを提供します。トランザクションがコミットすると、BackingMap はプロキシーを検査して、呼び出される set メソッドの結果としてコピーが行われたかどうかを判別します。コピーが行われた場合は、そのコピーへの参照が BackingMap に保管されます。このモードの大きな利点は、トランザクションが値を変更するために set メソッドを呼び出さない場合には、読み取りまたはコミットの時点で値がコピーされないことです。

COPY_ON_READ_AND_COMMIT および COPY_ON_READ モードはどちらも、値が ObjectMap から検索される場合にディープ・コピーを行います。アプリケーションがトランザクションで検索されたいくつかの値を更新するだけの場合は、このモードは最適ではありません。 COPY_ON_WRITE モードはこの振る舞いを効率的な方法でサポートしますが、アプリケーションがシンプルなパターンを使用する必要があります。インターフェースをサポートするには、値オブジェクトが必要です。アプリケーションは、eXtreme Scale セッション内で値と対話するときに、このインターフェースのメソッドを使用する必要があります。その場合、eXtreme Scale はアプリケーションに戻される値のプロキシーを作成します。プロキシーは実際の値になる参照を持ちます。アプリケーションが読み取り操作のみを実行した場合、その読み取り操作は常に実際のコピーに対して実行されます。アプリケーションがオブジェクト上の属性を変更する場合、プロキシーは実際のオブジェクトをコピーし

て、それからそのコピーに対して変更を行います。プロキシーは次に、そのポイントからコピーを使用します。このコピーを使用することにより、アプリケーションによって読み取られるだけのオブジェクトに対するコピー操作は完全に避けることができます。すべての変更操作は設定されたプレフィックスで開始する必要があります。 Enterprise JavaBeans™ は通常、オブジェクト属性を変更するメソッドに対してこのスタイルのメソッドの名前付けを使用するためにコード化されます。この規則に従わなければいけません。変更されたすべてのオブジェクトは、アプリケーションによって変更されるときにコピーされます。この読み取りと書き込みのシナリオは、eXtreme Scale がサポートしている、最も効率的なシナリオです。
COPY_ON_WRITE モードを使用するようマップを構成するには、以下の例を使用してください。この例では、アプリケーションは、Map 内の名前を使用してキーが付けられている Person オブジェクトを保管します。Person オブジェクトは以下のコード・スニペットで表されます。

```
class Person {
    String name;
    int age;
    public Person() {
    }
    public void setName(String n)  {
        name = n;
    }
    public String getName() {
        return name;
    }
    public void setAge(int a) {
        age = a;
    }
    public int getAge() {
        return age;
    }
}
```

アプリケーションは、ObjectMap から取り出された値と対話する場合にのみ IPerson インターフェースを使用します。次の例のようにオブジェクトを変更してインターフェースを使用します。

```
interface IPerson
{
    void setName(String n);
    String getName();
    void setAge(int a);
    int getAge();
}
// Modify Person to implement IPerson interface
class Person implements IPerson {
    ...
}
```

それからアプリケーションは、次の例のように、COPY_ON_WRITE モードを使用するために BackingMap を構成する必要があります。

```
ObjectGrid dg = ...;
BackingMap bm = dg.defineMap("PERSON");
// use COPY_ON_WRITE for this Map with
// IPerson as the valueProxyInfo Class
bm.setCopyMode(CopyMode.COPY_ON_WRITE,IPerson.class);
// The application should then use the following
// pattern when using the PERSON Map.
Session sess = ...;
ObjectMap person = sess.getMap("PERSON");
```

```
...
sess.begin();
// the application casts the returned value to IPerson and not Person
IPerson p = (IPerson)person.get("Billy");
p.setAge(p.getAge()+1);
...
// make a new Person and add to Map
Person p1 = new Person();
p1.setName("Bobby");
p1.setAge(12);
person.insert(p1.getName(), p1);
sess.commit();
// the following snippet WON'T WORK. Will result in ClassCastException
sess.begin();
// the mistake here is that Person is used rather than
// IPerson
Person a = (Person)person.get("Bobby");
sess.commit();
```

最初のセクションはマップ内で Billy と名前を付けられた値を検索するアプリケーションを示しています。このアプリケーションは、戻り値を Person オブジェクトではなく、IPerson オブジェクトにキャストします。その理由は、返されたプロキシーは以下の 2 つのインターフェースを実装しているからです。

- BackingMap.setCopyMode メソッド呼び出しで指定されたインターフェース
- com.ibm.websphere.objectgrid.ValueProxyInfo インターフェース

プロキシーを 2 つのタイプにキャストすることができます。先ほどのコード・スニペットの最後の部分は、COPY_ON_WRITE モードでは許可されないことを示しています。このアプリケーションは Bobby レコードを取り出して、そのレコードを Person オブジェクトにキャストしようとします。このアクションはクラス・キャスト例外により失敗します。戻されるプロキシーが Person オブジェクトではないからです。戻されたプロキシーは IPerson オブジェクトと ValueProxyInfo を実装します。

ValueProxyInfo インターフェースおよび部分更新サポート: このインターフェースはアプリケーションに対して、プロキシーによって参照される、コミットされた読み取り専用の値か、またはこのトランザクション中に変更された属性セットのどちらかの検索を許可します。

```
public interface ValueProxyInfo {
    List /**/ ibmGetDirtyAttributes();
    Object ibmGetRealValue();
}
```

ibmGetRealValue メソッドは、オブジェクトの読み取り専用のコピーを戻します。アプリケーションはこの値を変更してはいけません。ibmGetDirtyAttributes メソッドは、このトランザクション中にアプリケーションによって変更された属性を示すストリングのリストを戻します。 ibmGetDirtyAttributes は主に、Java database connectivity (JDBC) または CMP ベースのローダーで使用されます。リストに指定された属性だけを、SQL ステートメントまたはテーブルにマップされたオブジェクト上で更新する必要があります。これにより、Loader により生成される、さらに効率的な SQL が可能です。 copy on write トランザクションがコミットされ、ローダーが接続されると、ローダーは変更されたオブジェクトの値を ValueProxyInfo インターフェースにキャストしてこの情報を取得することができます。

COPY_ON_WRITE またはプロキシーを使用する場合の equals メソッドの処理: 例えば、次のコードは Person オブジェクトを構成してから、それを ObjectMap に挿入します。次に、ObjectMap.get メソッドを使用して同じオブジェクトを取り出します。値はインターフェースにキャストされます。値が Person インターフェースにキャストされる場合は、ClassCastException 例外が起こります。戻り値が、Person オブジェクトではなく、IPerson インターフェースをインプリメントするプロキシーだからです。== 操作を使用する場合は、等価チェックが失敗します。これらは同じオブジェクトではないからです。

```
session.begin();
// new the Person object
Person p = new Person(...);
personMap.insert(p.getName, p);
// retrieve it again, remember to use the interface for the cast
IPerson p2 = personMap.get(p.getName());
if(p2 == p) {
    // they are the same
} else {
    // they are not
}
```

equals メソッドをオーバーライドする必要がある場合は、ほかにも考慮しなければならないことがあります。次のコード・スニペットに示すように、equals メソッドは、引数が IPerson インターフェースをインプリメントし、その引数をキャストして IPerson にするオブジェクトであることを検証する必要があります。引数が、IPerson インターフェースをインプリメントするプロキシーかもしれないので、インスタンス変数が等しいかどうかを比較するときに getAge メソッドと getName メソッドを使用する必要があります。

```
{
    if ( obj == null ) return false;
    if ( obj instanceof IPerson ) {
        IPerson x = (IPerson) obj;
        return ( age.equals( x.getAge() ) && name.equals( x.getName() ) )
    }
    return false;
}
```

ObjectQuery および HashIndex 構成の要件: COPY_ON_WRITE を ObjectQuery または HashIndex プラグインと共に使用する場合、プロパティー・メソッドを使用してオブジェクトにアクセスするように ObjectQuery スキーマおよび HashIndex プラグインを構成する (これがデフォルトです) ことが重要です。フィールド・アクセスを使用するように構成されると、照会エンジンおよび索引は、プロキシー・オブジェクト内のフィールドにアクセスしようとし、その場合、オブジェクト・インスタンスがプロキシーになるため、常にヌルまたは 0 が返されます。

NO_COPY

NO_COPY によって、アプリケーションは、ObjectMap.get メソッドを使用して取得した値オブジェクトを、パフォーマンス向上と交換に変更しないことを保証できます。このモードが使用される場合、valueInterfaceClass 引数は無視されます。このモードを使用する場合は、値がコピーされることはありません。アプリケーションが値を変更すると、BackingMap 内のデータが壊れます。 NO_COPY モードは基本的に、アプリケーションによってデータが変更されることのない、読み取り専用マップで有用です。アプリケーションがこのモードを使用し、問題がある場合は、COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードに切り替えてその問題がまだ存在するかど

うかを調べます。問題が解消されている場合は、トランザクション中またはトランザクションがコミットされた後でアプリケーションは ObjectMap.get メソッドによって戻された値を変更しています。 EntityManager API エンティティーに関連付けられたすべてのマップは、eXtreme Scale 構成の指定にかかわらず、自動的にこのモードを使用します。

EntityManager API エンティティーに関連付けられたすべてのマップは、eXtreme Scale 構成の指定にかかわらず、自動的にこのモードを使用します。

COPY_TO_BYTES

POJO 形式の代わりに、シリアライズ形式でオブジェクトを保管できます。COPY_TO_BYTES 設定を使用すると、大きなオブジェクト・グラフが消費するメモリー占有スペースを削減できます。追加情報については、『バイト配列マップ』を参照してください。

CopyMode の不正な使用

上記で説明したように、アプリケーションが COPY_ON_READ、COPY_ON_WRITE、または NO_COPY コピー・モードを使用してパフォーマンスを改善しようとすると、エラーが発生します。コピー・モードを COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードに変更する際には偶発的なエラーは発生しません。

問題

この問題は、使用したコピー・モードのプログラミング契約にアプリケーションが違反し、その結果発生した ObjectGrid マップ内のデータ破壊に起因する場合があります。データ破壊は、予測不能なエラーが、偶発的または解明不能または予期しない形で発生する原因になることがあります。

解決策

アプリケーションは、使用中のコピー・モード用プログラミング契約に従う必要があります。 COPY_ON_READ および COPY_ON_WRITE コピー・モードの場合、アプリケーションは、値参照を取得したトランザクションの有効範囲外の値オブジェクトへの参照を使用します。これらのモードを使用するためには、アプリケーションはトランザクションの完了後に値オブジェクトへの参照を削除し、値オブジェクトにアクセスするそれぞれのトランザクションの値オブジェクトへの新規参照を取得する必要があります。NO_COPY コピー・モードの場合、アプリケーションが値オブジェクトを一切変更しないようにする必要があります。この場合、値オブジェクトを変更しないようにアプリケーションを作成するか、別のコピー・モードを使用するようにアプリケーションを設定します。

バイト配列マップ

キーと値のペアを、POJO 形式の代わりにバイト配列でマップに保管することができます。そうすると、大きなオブジェクト・グラフが消費する可能性のあるメモリー占有スペースが減ります。

利点

オブジェクト・グラフ中のオブジェクト数が増えるのにしたがって、メモリー消費量は増加します。複雑なオブジェクト・グラフを縮小して 1 つのバイト配列にすることによって、いくつかのオブジェクトの代わりに、1 つだけのオブジェクトがヒープ内に保持されるようになります。このようにヒープ内のオブジェクト数が減ることで、Java ランタイムがガーベッジ・コレクション中に検索するオブジェクトが少なくなります。

WebSphere eXtreme Scale が使用するデフォルトのコピー・メカニズムは、シリアライゼーションであり、これは高コストの処理です。例えば、デフォルトのコピー・モード COPY_ON_READ_AND_COMMIT を使用している場合、読み取り時と取得時の両方でコピーが作成されます。バイト配列を使用すると、読み取り時にコピーを作成する代わりに、値はバイトから送り込まれ、コミット時にコピーを作成する代わりに、値はシリアライズされてバイトに入れられます。バイト配列を使用した結果、データ整合性に関してはデフォルト設定と同等であり、使用メモリーは削減されます。

バイト配列を使用する際は、メモリー消費量の削減を実現するには、最適化されたシリアライゼーション・メカニズムが重要であることに注意してください。詳しくは、245 ページの『シリアライゼーション・パフォーマンス』を参照してください。

バイト配列マップの構成

バイト配列マップを使用可能にするには、以下の例に示すように、ObjectGrid XML ファイルで、マップが使用する CopyMode 属性の設定を COPY_TO_BYTES に変更します。

```
<backingMap name="byteMap" copyMode="COPY_TO_BYTES" />
```

詳しくは、「*管理ガイド*」で ObjectGrid 記述子 XML ファイルに関するトピックを参照してください。

考慮事項

特定のシナリオでバイト配列マップを使用するかどうかは、よく検討する必要があります。バイト配列を使用すると、メモリー使用量は減らせますが、プロセッサー使用量は増える場合があります。

以下に、バイト配列マップ機能の使用を選択する前に検討する必要があるいくつかの要因の概略を示します。

オブジェクト・タイプ

オブジェクト・タイプによっては、バイト配列マップを使用してもメモリー削減を期待できないものがあります。 つまり、バイト配列マップを使用するべきでない、いくつかのタイプのオブジェクトがあるということです。Java プリミティブ・ラッパーのいずれかを値として使用している場合、または、他のオブジェクトへの参照を含んでいない (プリミティブ・フィールドのみを保管する) POJO を 1 つ使用している場合、Java オブジェクトの数は既に最小限になっていて、1 つしかありません。オブジェクトが使用するメモリー量は既に最適化されているので、バイト配列

マップをこれらのタイプのオブジェクトに使用することはお勧めしません。バイト配列マップが適しているのは、POJO オブジェクト総数が 1 より大きい、他のオブジェクトまたはオブジェクトのコレクションを含んでいるオブジェクト・タイプです。

例えば、顧客オブジェクトが職場住所と自宅住所を 1 つずつ含んでいて、さらに、注文のコレクションも含んでいる場合、バイト配列マップの使用によって、ヒープ内のオブジェクト数と、これらのオブジェクトが使用するバイト数を減らすことができます。

ローカル・アクセス

その他のコピー・モードを使用する際、コピーが作成されているとき (オブジェクトがデフォルトの ObjectTransformer により Cloneable である場合)、または最適化された copyValue メソッドがカスタム ObjectTransformer に提供されているときに、アプリケーションを最適化できます。他のコピー・モードと比べて、オブジェクトにローカルでアクセスする場合、読み取り、書き込み、またはコミット操作時のコピー作成で追加コストがかかります。例えば、分散トポロジーでニア・キャッシュがある場合、またはローカルまたはサーバーの ObjectGrid インスタンスに直接アクセスしている場合は、アクセスおよびコミットの時間は、バイト配列マップを使用すると、直列化のコストがかかるため増加します。同様のコストは、ObjectGridEventGroup.ShardEvents プラグイン使用時に、データ・グリッド・エージェントを使用したり、サーバー・プライマリーにアクセスすると、分散トポロジーでも発生します。

プラグイン対話

バイト配列マップを使用すると、クライアントからサーバーに通信しているときには、サーバーが POJO フォームを必要としない限りオブジェクトはインフレートされません。マップ値と対話するプラグインでは、値をインフレートする要求が原因のパフォーマンス低下が起こります。

この追加コストは、LogElement.getCacheEntry または LogElement.getCurrentValue を使用するすべてのプラグインで発生します。キーを取得したい場合は、LogElement.getKey を使用すると、LogElement.getCacheEntry().getKey メソッドに関連した追加オーバーヘッドを回避できます。以下のセクションでは、プラグインについて、バイト配列の使用を考慮に入れて説明します。

索引および照会

オブジェクトが POJO 形式で保管されている場合、オブジェクトをインフレートする必要がないので、索引付けおよび照会を実行するコストは最小限ですみます。バイト配列マップを使用している場合、オブジェクトをインフレートするための追加コストがかかります。一般的に、アプリケーションが索引または照会を使用する場合は、キー属性に対してのみ照会を実行するのでない場合は、バイト配列マップの使用は推奨されません。

オプティミスティック・ロック

オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用している場合、更新操作および無効化操作中に追加コストがかかります。これは、サーバー上の値をインフレー

トして、オプティミスティック衝突のチェックを行うためのバージョン値を取得する必要があるためです。フェッチ操作を保証するためだけにオプティミスティック・ロックを使用していて、オプティミスティック衝突のチェックは必要ない場合、com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.NoVersioningOptimisticCallback を使用して、バージョン検査を使用不可にできます。

ローダー

ローダーを使用している場合、値をインフレートしてから再シリアライズする操作をローダーが値を使用するときに行うため、eXtreme Scale ランタイムでもコストがかかります。それでも、ローダーと共にバイト配列マップを使用することができますが、そのようなシナリオでは値に変更を加えるためのコストを考慮に入れる必要があります。例えば、ほとんどが読み取りのキャッシュという状況でバイト配列機能を使用できます。この場合、ヒープ内のオブジェクト数が少なく、使用されるメモリーも少ないという利点のほうが、挿入および更新操作時にバイト配列の使用でコストが生じるというマイナス点を上回ります。

ObjectGridEventListener

ObjectGridEventListener プラグイン内で transactionEnd メソッドを使用している場合、LogElement の CacheEntry または現行値にアクセスするときのリモート要求に対する追加コストがサーバー・サイドで生じます。このメソッドの実装がこれらのフィールドにアクセスしないようになっている場合は、このような追加コストはありません。

セッションを使用したグリッド内データへのアクセス

アプリケーションは、Session インターフェースを介してトランザクションを開始および終了できます。Session インターフェースは、アプリケーションを基にした ObjectMap および JavaMap インターフェースへのアクセスも提供します。

各 ObjectMap または JavaMap インスタンスは、特定のセッション・オブジェクトに直接結合しています。eXtreme Scale にアクセスしたい各スレッドは、まず最初に ObjectGrid オブジェクトからセッションを取得しなければなりません。セッション・インスタンスは、スレッド間で同時に共有することはできません。 WebSphere eXtreme Scale は、スレッドのローカル・ストレージをまったく使用しませんが、プラットフォームの制約事項により、あるスレッドから別のスレッドへのセッションの受け渡しの機会が制限されることがあります。

メソッド

以下のメソッドが Session インターフェースで使用できます。以下のメソッドについての詳細は、API 資料を参照してください。

```
public interface Session {
    ObjectMap getMap(String cacheName) throws UndefinedMapException;

    void begin() throws TransactionAlreadyActiveException, TransactionException;

    void beginNoWriteThrough() throws TransactionAlreadyActiveException,
   TransactionException;

    public void commit() throws NoActiveTransactionException, TransactionException;

    public void rollback() throws NoActiveTransactionException, TransactionException;

    public void flush() throws TransactionException;
```

```
    TxID getTxID() throws NoActiveTransactionException;

    boolean isWriteThroughEnabled();

    void setTransactionType(String tranType);

    public void processLogSequence(LogSequence logSequence) throws
   NoActiveTransactionException, UndefinedMapException, ObjectGridException;

    ObjectGrid getObjectGrid();

    public void setTransactionTimeout(int timeout);
    public int getTransactionTimeout();
    public boolean transactionTimedOut();

    public boolean isCommitting();
    public boolean isFlushing();

    public void markRollbackOnly(Throwable t) throws NoActiveTransactionException;
    public boolean isMarkedRollbackOnly();
}
```

get メソッド

アプリケーションは ObjectGrid.getSession メソッドを使用して、セッション・インスタンスを ObjectGrid オブジェクトから取得します。次の例は、Session インターフェースを取得する方法を示しています。

```
ObjectGrid objectGrid = ...; Session sess = objectGrid.getSession();
```

セッションを取得した後、スレッドはそのセッションへの参照を専用に保持します。 getSession メソッドを複数回呼び出すと、その度に新規セッション・オブジェクトが戻されます。

トランザクション・メソッドとセッション・メソッド

セッションは、トランザクションの開始、コミット、またはロールバックに使用できます。 ObjectMap と JavaMap を使用した BackingMap に対する操作は、セッション・トランザクション内では非常に効率よく実行されます。トランザクションが開始された後は、そのトランザクションの有効範囲にある 1 つ以上の BackingMap に対するすべての変更は、そのトランザクションがコミットされるまで、特別のトランザクション・キャッシュに保管されます。トランザクションがコミットされると、保留になっている変更内容は BackingMap とローダーに適用され、その ObjectGrid のその他のクライアントから見えるようになります。

WebSphere eXtreme Scale は、トランザクションを自動的にコミットする機能 (自動コミットともいう) もサポートします。すべての ObjectMap オペレーションがアクティブ・トランザクションのコンテキストの外部で実行される場合は、暗黙のトランザクションはそのオペレーションの前に開始され、そのトランザクションはアプリケーションに制御が戻される前に自動的にコミットされます。

```
Session session = objectGrid.getSession();
ObjectMap objectMap = session.getMap("someMap");
session.begin();
objectMap.insert("key1", "value1");
objectMap.insert("key2", "value2");
session.commit();
objectMap.insert("key3", "value3"); // auto-commit
```

Session.flush メソッド

Session.flush メソッドは、ローダーが BackingMap に関連付けられているときにのみ意味があります。 flush メソッドは、トランザクション・キャッシュ内の変更内容の現行セットを使用してローダーを呼び出します。ローダーは、変更内容をバックエンドに適用します。これらの変更内容は、flush が呼び出されるときはコミットされません。 flush 呼び出しの後、セッション・トランザクションがコミットされると、 flush 呼び出しの後で発生する更新のみがローダーに適用されます。 flush 呼び出しの後、セッション・トランザクションがロールバックされると、フラッシュされた変更内容はトランザクション内のその他すべての保留している変更内容と一緒に廃棄されます。 flush メソッドは、ローダーに対するバッチ操作の機会を制限するので、慎重に使用してください。以下は、Session.flush メソッドの使用例です。

```
Session session = objectGrid.getSession();
session.begin();
// make some changes
...
session.flush(); // push these changes to the Loader, but don't commit yet
// make some more changes
...
session.commit();
```

NoWriteThrough メソッド

いくつかの eXtreme Scale マップはローダーによってバックアップされます。ローダーはマップ内のデータ用に永続ストレージを提供します。eXtreme Scale マップのみにデータをコミットし、ローダーにデータをプッシュアウトしないことが有益な場合があります。 Session インターフェースは、この目的のために beginNoWriteThrough メソッドを提供します。 beginNoWriteThrough メソッドは、begin メソッドのようなトランザクションを開始します。beginNoWriteThrough メソッドでは、トランザクションがコミットされると、データは eXtreme Scale のメモリー内のマップにのみコミットされ、ローダーが提供する永続ストレージにはコミットされません。このメソッドが非常に役立つのは、データがマップにプリロードされるときです。

分散 ObjectGrid インスタンスを使用する場合、サーバーで遠くのキャッシュは変更せずに近くのキャッシュのみを変更するには、beginNoWriteThrough メソッドが役立ちます。近くのキャッシュでデータが不整合であると認識されている場合は、beginNoWriteThrough メソッドを使用すると、エントリーをサーバーでは無効にせずに、近くのキャッシュで無効にすることができます。

Session インターフェースは、現在活動中のトランザクション・タイプを判別する isWriteThroughEnabled メソッドも提供します。

```
Session session = objectGrid.getSession();
session.beginNoWriteThrough();
// make some changes ...
session.commit(); // these changes will not get pushed to the Loader
```

TxID オブジェクト・メソッドの取得

TxID オブジェクトは、内部が見えないオブジェクトで、活動中のトランザクションを識別します。以下の目的には、TxID オブジェクトを使用します。

- ある特定のトランザクションを検索している場合の比較用
- TransactionCallback とローダーのオブジェクト間で共用データを保管するため

オブジェクト・スロット・フィーチャーについての追加情報は、
『TransactionCallback プラグイン』と『ローダー』を参照してください。

パフォーマンス・モニター・メソッド

eXtreme Scale を WebSphere Application Server 内で使用する場合、パフォーマンス・モニタリング用にトランザクション・タイプをリセットすることが必要になることがあります。トランザクション・タイプの設定には、setTransactionType メソッドを使用できます。 setTransactionType メソッドについて詳しくは、『WebSphere Application Server Performance Monitoring Infrastructure (PMI) を使用した ObjectGrid パフォーマンスのモニター』を参照してください。

完全な LogSequence メソッドの処理

WebSphere eXtreme Scale は、ある Java 仮想マシンから別のマシンへマップを配布する手段として、マップ変更セットを ObjectGrid リスナーに伝搬できます。リスナーが受信済み LogSequences を処理するのを容易にするために、 Session インターフェースは processLogSequence メソッドを提供します。このメソッドは LogSequence 内で 各 LogElement を検査し、 LogSequence MapName によって識別される BackingMap に対して適切なオペレーション (例えば、挿入、更新、無効化など) を実行します。 ObjectGrid セッションは、processLogSequence メソッドが呼び出される前に使用可能になっていなければなりません。アプリケーションは、セッションを完了するために適切な commit または rollback 呼び出しを実行する役割があります。自動コミット処理は、このメソッド呼び出しには使用できません。リモート JVM での受信側 ObjectGridEventListener による通常の処理では、この processLogSequence メソッドの呼び出しが続く beginNoWriteThrough メソッド (変更内容のエンドレスな伝搬を防止するもの) を使用し、次にトランザクションをコミットまたはロールバックすることで、セッションを開始することになります。

```
// Use the Session object that was passed in during
//ObjectGridEventListener.initialization...
session.beginNoWriteThrough();
// process the received LogSequence
try {
 session.processLogSequence(receivedLogSequence);
} catch (Exception e) {
 session.rollback(); throw e;
}
// commit the changes
session.commit();
```

markRollbackOnly メソッド

このメソッドを使用して、現行トランザクションに「rollback only」とマークを付けます。トランザクションに「rollback only」とマークを付けると、アプリケーションで commit メソッドが呼び出された場合でも、トランザクションはロールバックされます。このメソッドは、通常、トランザクションのコミットが許可されている場合にデータ破壊が発生する可能性があると認識されているとき、ObjectGrid 自体またはアプリケーションで使用されます。このメソッドが呼び出されると、このメソッドに渡される Throwable オブジェクトが com.ibm.websphere.objectgrid.TransactionException 例外にチェーニングされます。この例外は、以前に「rollback only」とマーク付けされたセッションで commit メソッドが呼び出された場合の結果です。既に「rollback only」とマーク付けされているト

ランザクションのこのメソッドに対する以降の呼び出しは、無視されます。つまり、ヌル以外の Throwable 参照を渡す最初の呼び出しのみが使用されます。マークされたトランザクションが完了すると、「rollback only」マークは除去されるため、セッションで開始される次のトランザクションはコミットされます。

isMarkedRollbackOnly メソッド

セッションが現在「rollback only」とマークされている場合に戻されます。markRollbackOnly メソッドが以前このセッションで呼び出されており、セッションで開始されたトランザクションがアクティブな場合、かつこの場合に限り、このメソッドによってブール値 true が戻されます。

setTransactionTimeout メソッド

このセッションで開始される次のトランザクションのトランザクション・タイムアウトを特定の秒数に設定します。このメソッドは、このセッションで以前に開始されたトランザクションのトランザクション・タイムアウトには影響を与えません。このメソッドが呼び出された後に開始されたトランザクションにのみ影響を与えます。このメソッドが呼び出されない場合は、com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid メソッドの setTxTimeout メソッドに渡されたタイムアウト値が使用されます。

getTransactionTimeout メソッド

このメソッドは、トランザクション・タイムアウト値 (秒単位) を戻します。タイムアウト値として setTransactionTimeout メソッドに渡された最後の値は、このメソッドによって戻されます。 setTransactionTimeout メソッドが呼び出されない場合は、com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid メソッドの setTxTimeout メソッドに渡されたタイムアウト値が使用されます。

transactionTimedOut

このメソッドは、このセッションで開始された現行トランザクションがタイムアウトになると、ブール値 true を戻します。

isFlushing メソッド

このメソッドは、呼び出されたセッション・インターフェースの flush メソッドの結果として、すべてのトランザクション変更がローダー・プラグインにフラッシュされる場合、かつこの場合に限り、ブール値 true を戻します。ローダー・プラグインでは、batchUpdate メソッドが呼び出された理由を確認する必要がある場合にこのメソッドが役立ちます。

isCommitting メソッド

このメソッドは、呼び出されたセッション・インターフェースの commit メソッドの結果として、すべてのトランザクション変更がコミットされる場合、かつこの場合に限り、ブール値 true を戻します。ローダー・プラグインでは、batchUpdate メソッドが呼び出された理由を確認する必要がある場合にこのメソッドが役立ちます。

setRequestRetryTimeout メソッド

このメソッドは、セッションの要求再試行タイムアウト値 (ミリ秒) を設定します。クライアントが要求再試行タイムアウトを設定してある場合、セッション設定値がクライアント値をオーバーライドします。

getRequestRetryTimeout メソッド

このメソッドは、セッションの現行の要求再試行タイムアウト設定を取得します。値 `-1` は、タイムアウトが設定されていないことを表します。値 `0` は、フェイル・ファースト・モードであることを表します。`0` より大きい値は、ミリ秒単位のタイムアウト設定値です。

ルーティング用の SessionHandle

コンテナーごとの区画配置のポリシーを使用している場合、SessionHandle を使用することができます。SessionHandle インスタンスは現行セッションの区画情報を含んでいて、新規セッションに再使用することができます。

SessionHandle は、現行セッションが結合されている区画の情報を保有しています。SessionHandle は、コンテナーごとの区画配置のポリシーを使用している場合に特に有用であり、標準 Java シリアライゼーションでシリアライズできます。

SessionHandle インスタンスがあれば、setSessionHandle(SessionHandle target) メソッドを使用し、そのハンドルをターゲットとして渡すことで、そのハンドルをセッションに適用できます。 SessionHandle は、Session.getSessionHandle メソッドを使用して取得できます。

これはコンテナーごとの配置のシナリオにのみ有効なので、指定された ObjectGrid がコンテナー当たり複数のマップ・セットを保有していたり、まったく保有していない場合は、SessionHandle を取得しようとすると IllegalStateException がスローされます。 setSessionHandle メソッドを前もって呼び出さずに、getSessionHandle メソッドを呼び出した場合、 ClientProperties 構成に基づいて、適切な SessionHandle が選択されます。

helper クラス SessionHandleTransformer を使用して、ハンドルをさまざまなフォーマットに変換することもできます。このクラスのメソッドは、ハンドルの表現を、バイト配列からインスタンスに、ストリングからインスタンスに変換でき、これらの逆方向にも変換できます。さらに、ハンドルの内容を出力ストリームに書き込むこともできます。

SessionHandle の使用例については、「*製品概要*」に記載されている優先ゾーン・ルーティングに関するトピックを参照してください。

SessionHandle 統合

SessionHandle オブジェクトにはバインドされているセッションの区画情報が含まれ、ルーティングの要求が容易になります。 SessionHandle オブジェクトは、コンテナーごとの区画配置のシナリオにのみ適用されます。

ルーティング要求のための SessionHandle オブジェクト

次の方法で、SessionHandle オブジェクトをセッションにバインドすることができます。

ヒント: 以下の各メソッド呼び出しで、SessionHandle がセッションにバインドされると、Session.setSessionHandle メソッドと一緒に使用される Session.getSessionHandle メソッドから SessionHandle を取得できます。

- Session.getSessionHandle メソッドの呼び出し: このメソッドが呼び出されたときに SessionHandle がセッションにバインドされていない場合は、SessionHandle はランダムに選択されてセッションにバインドされます。
- トランザクションの作成、読み取り、更新、削除 (CRUD) 操作の呼び出し: これらのメソッドが呼び出された時またはコミット時に SessionHandle がセッションにバインドされていない場合は、SessionHandle はランダムに選択されてセッションにバインドされます。
- ObjectMap.getNextKey メソッドの呼び出し: このメソッドが呼び出されたときに SessionHandle がセッションにバインドされていない場合、操作要求は、キーが取得されるまで個々の区画にランダムに送付されます。 キーが区画から戻されると、その区画に対応する SessionHandle がセッションにバインドされます。 キーが見つからなかった場合は、SessionHandle はセッションにバインドされません。
- QueryQueue.getNextEntity メソッドまたは QueryQueue.getNextEntities メソッドの呼び出し: このメソッドが呼び出されたときに SessionHandle がセッションにバインドされていない場合、操作要求は、オブジェクトが取得されるまで個々の区画にランダムに送付されます。 オブジェクトが区画から戻されると、その区画に対応する SessionHandle がセッションにバインドされます。 オブジェクトが見つからなかった場合は、SessionHandle はセッションにバインドされません。
- Session.setSessionHandle(SessionHandle sh) メソッドを使用した SessionHandle の設定: SessionHandle を Session.getSessionHandle メソッドから取得すると、SessionHandle をセッションにバインドできます。 SessionHandle の設定は、バインドされているセッションの有効範囲内でのルーティングの要求に影響します。

Session.getSessionHandle メソッドは、SessionHandle がセッションにバインドされていないと、常に SessionHandle を戻し、自動的にセッション上の SessionHandle をバインドします。 セッションに SessionHandle があるかどうかを確認するだけであれば、Session.isSessionHandleSet メソッドを呼び出してください。 このメソッドが値 false を戻す場合は、SessionHandle は現在セッションにバインドされていません。

new method added to Session API

```
/**
  * Determines if a SessionHandle is currently set on this Session.
  *
  * @return true if a SessionHandle is currently set on this session.
  *
  * @since 7.1
  */

 public boolean isSessionHandleSet();
```

コンテナーごとの配置のシナリオにおける主要な操作タイプ

SessionHandle オブジェクトに関して、以下にコンテナーごとの区画配置のシナリオにおける主要な操作タイプのルーティングの振る舞いについてまとめました。

- **バインドされた SessionHandle オブジェクトを使用したセッション・オブジェクト**
  - 索引 - MapIndex API および MapRangeIndex API: SessionHandle

- Query および ObjectQuery: SessionHandle
- エージェント - MapGridAgent API および ReduceGridAgent API: SessionHandle
- ObjectMap.Clear: SessionHandle
- ObjectMap.getNextKey: SessionHandle
- QueryQueue.getNextEntity、QueryQueue.getNextEntities: SessionHandle
- トランザクションの CRUD 操作 (ObjectMap API および EntityManager API): SessionHandle

- **バインドされた SessionHandle オブジェクトを使用しないセッション・オブジェクト**
  - 索引 - MapIndex API および MapRangeIndex API: すべての現行アクティブ区画
  - Query および ObjectQuery: Query および ObjectQuery の setPartition メソッドにより指定された区画
  - エージェント - MapGridAgent および ReduceGridAgent
    - サポートなし: ReduceGridAgent.reduce(Session s, ObjectMap map, Collection keys) メソッドおよび MapGridAgent.process(Session s, ObjectMap map, Object key) メソッド。
    - すべての現行アクティブ区画: ReduceGridAgent.reduce(Session s, ObjectMap map) メソッドおよび MapGridAgent.processAllEntries(Session s, ObjectMap map) メソッド。
  - ObjectMap.clear: すべての現行アクティブ区画。
  - ObjectMap.getNextKey: ランダムに選択された区画の 1 つからキーが戻される場合は SessionHandle をセッションにバインドします。 キーが戻されない場合は、セッションは SessionHandle にバインドされません。
  - QueryQueue: QueryQueue.setPartition メソッドを使用して区画を指定します。区画が設定されていない場合、メソッドは戻す区画をランダムに選択します。オブジェクトが戻されると、現行セッションは、オブジェクトを戻した区画にバインドされている SessionHandle にバインドされます。 オブジェクトが戻されない場合、セッションは SessionHandle にバインドされません。
  - トランザクションの CRUD 操作 (ObjectMap API および EntityManager API): 区画をランダムに選択します。

  ほとんどの場合、SessionHandle を使用して特定の区画へのルーティングを制御してください。 データを挿入するセッションから SessionHandle を取得してキャッシュに入れることができます。 SessionHandle をキャッシュに入れた後、それを別のセッション上で設定することができるので、キャッシュに入れられた SessionHandle が指定する区画に要求を送付できます。 SessionHandle を使用しないで ObjectMap.clear などの操作を実行するには、Session.setSessionHandle(null) を呼び出して一時的に SessionHandle をヌルに設定します。SessionHandle を指定しないと、操作はすべての現行アクティブ区画で実行されます。

- **QueryQueue ルーティングの振る舞い**

  コンテナーごとの区画配置のシナリオでは、SessionHandle を使用して QueryQueue API の getNextEntity メソッドおよび getNextEntities メソッドのルー

ティングを制御することができます。 セッションが SessionHandle にバインドされている場合、要求は SessionHandle がバインドされている区画に送付されます。 セッションが SessionHandle にバインドされていない場合は、区画がこのような方法で設定されていなければ、QueryQueue.setPartition メソッドで設定された区画に要求が送付されます。 セッションにバインドされた SessionHandle または区画がない場合、ランダムに選択された区画が戻されます。 このような区画が見つからない場合は、プロセスは停止し、SessionHandle は現行セッションにバインドされません。

以下のコード・スニペットは、SessionHandle の使用方法を示しています。

Programming example for the SessionHandle object

```
Session ogSession = objectGrid.getSession();

// binding the SessionHandle
SessionHandle sessionHandle = ogSession.getSessionHandle();

ogSession.begin();
ObjectMap map = ogSession.getMap("planet");
map.insert("planet1", "mercury");

// transaction is routed to partition specified by SessionHandle
ogSession.commit();

// cache the SessionHandle that inserts data
SessionHandle cachedSessionHandle = ogSession.getSessionHandle();

// verify if SessionHandle is set on the Session
boolean isSessionHandleSet = ogSession.isSessionHandleSet();

// temporarily unbind the SessionHandle from the Session
if(isSessionHandleSet) {
    ogSession.setSessionHandle(null);
}

// if the Session has no SessionHandle bound,
// the clear operation will run on all current active partitions
// and thus remove all data from the map in the entire grid
map.clear();

// after clear is done, reset the SessionHandle back,
// if the Session needs to use previous SessionHandle.
// Optionally, calling getSessionHandle can get a new SessionHandle
ogSession.setSessionHandle(cachedSessionHandle);
```

アプリケーション設計に関する考慮事項

コンテナーごとの配置ストラテジーのシナリオでは、ほとんどの操作に対して SessionHandle を使用してください。 SessionHandle は、区画へのルーティングを制御します。データを取得するために、セッションにバインドする SessionHandle は、どの挿入データ・トランザクションからも同じ SessionHandle でなければなりません。

セッション上に設定された SessionHandle を使用せずに操作を実行するには、Session.setSessionHandle(null) メソッド呼び出しを行って、SessionHandle をセッションからアンバインドします。

セッション が SessionHandle にバインドされているときは、SessionHandle で指定された区画にすべての操作要求が送付されます。SessionHandle を設定しないと、す

べての区画またはランダムに選択された区画のどちらかに操作は送付されます。

リレーションシップを含まないオブジェクトのキャッシング (ObjectMap API)

ObjectMap は Java Map に似ていて、キーと値のペアでデータを保管できるようにします。ObjectMap は、アプリケーションがデータを保管するための簡素で直観的なアプローチを提供します。ObjectMap は、相互関係のないオブジェクトをキャッシュするのに理想的です。オブジェクト関係がある場合は、EntityManager API を使用するようにしてください。

EntityManager API について詳しくは、 64 ページの『オブジェクトおよびそのリレーションシップのキャッシング (EntityManager API)』を参照してください。

アプリケーションは通常、WebSphere eXtreme Scale 参照を取得し、その参照からスレッドごとにセッション・オブジェクトを取得します。セッションはスレッド間で共有することはできません。セッションの getMap メソッドは、このスレッドに対して使用する ObjectMap への参照を返します。

ObjectMap の概要

ObjectMap インターフェースは、アプリケーションと BackingMap との間のトランザクション対話のために使用されます。

目的

ObjectMap インスタンスが、現行スレッドと対応するセッション・オブジェクトから獲得されます。 ObjectMap インターフェースは、BackingMap 内のエントリーを変更するためにアプリケーションが使用するメイン媒体です。

ObjectMap インスタンスの取得

アプリケーションは、Session.getMap(String) メソッドを使用して、セッション・オブジェクトから ObjectMap インスタンスを取得します。以下のコード・スニペットは、ObjectMap インスタンスの獲得方法を示すものです。

```
ObjectGrid objectGrid = ...;
BackingMap backingMap = objectGrid.defineMap("mapA");
Session sess = objectGrid.getSession();
ObjectMap objectMap = sess.getMap("mapA");
```

各 ObjectMap インスタンスは、特定のセッション・オブジェクトと対応しています。特定のセッション・オブジェクトで同じ BackingMap 名を使用して getMap メソッドを複数回呼び出すと、常に同じ ObjectMap インスタンスが戻されます。

トランザクションの自動コミット

ObjectMap と JavaMap を使用する BackingMap に対する操作は、セッション・トランザクション内では非常に効率よく実行されます。ObjectMap インターフェースおよび JavaMap インターフェース上のメソッドがセッション・トランザクションの外部で呼び出される場合、WebSphere eXtreme Scale は、自動コミット・サポートを提供します。メソッドは、暗黙のトランザクションを開始し、要求された操作を実行し、その暗黙のトランザクションをコミットします。

メソッドのセマンティクス

以下で、ObjectMap インターフェースおよび JavaMap インターフェース上の各メソッドの背後にあるセマンティクスについて説明します。 setDefaultKeyword メソッド、invalidateUsingKeyword メソッド、およびシリアライズ可能な引数を持つメソッドについては、キーワードのトピックで解説しています。 setTimeToLive メソッドについては、Evictor のトピックで解説しています。これらのメソッドの詳細については、API 資料を参照してください。

containsKey メソッド

containsKey メソッドは、キーが BackingMap または Loader に値を持っているかどうかを判別します。アプリケーションが NULL 値をサポートしている場合は、このメソッドは get 操作から戻された NULL 参照が NULL 値を参照しているのか、 BackingMap および Loader がキーを含んでいないことを示すのかを判別するために使用できます。

flush メソッド

flush メソッドのセマンティクスは、Session インターフェース上の flush メソッドと似ています。注意すべき相違点は、セッション・フラッシュが、現行セッション内で変更されたすべてのマップの現行の保留変更点を適用するということです。このメソッドを使用すると、この ObjectMap インスタンスでの変更のみがローダーにフラッシュされます。

get メソッド

get メソッドは、BackingMap インスタンスからエントリーをフェッチします。BackingMap インスタンス内でエントリーが検出されず、Loader が BackingMap インスタンスと関連付けられている場合、BackingMap インスタンスは、Loader からエントリーをフェッチしようとします。getAll メソッドは、バッチ・フェッチ処理を可能にするために提供されています。

getForUpdate メソッド

getForUpdate メソッドは get メソッドと同じですが、getForUpdate メソッドを使用すると、BackingMap および Loader に対してエントリーを更新することが目的であることが指示されます。Loader はこのヒントを使用して、データベース・バックエンドに「SELECT for UPDATE」照会を発行できます。 BackingMap にペシミスティック・ロック・ストラテジーが定義されている場合、ロック・マネージャーがエントリーをロックします。getAllForUpdate メソッドは、バッチ・フェッチ処理を可能にするために提供されています。

insert メソッド

insert メソッドは、BackingMap および Loader にエントリーを挿入します。このメソッドを使用すると、これまで存在していないエントリーを挿入するということが BackingMap および Loader に通知されます。既存のエントリー上でこのメソッドを起動すると、メソッドが起動されるとき、あるいは現行のトランザクションがコミットされるときに例外が発生します。

invalidate メソッド

invalidate メソッドのセマンティクスは、このメソッドに渡される **isGlobal** パラメーターの値によって決まります。invalidateAll メソッドは、バッチ無効化処理を可能にするために提供されています。

invalidate メソッドの **isGlobal** パラメーターとして値 false が渡される場合は、ローカル無効化を指定します。ローカル無効化は、トランザクション・キャッシュ内のエントリーへのいかなる変更も破棄します。アプリケーションが get メソッドを発行した場合、エントリーは BackingMap 内でコミットされた最後の値からフェッチします。 BackingMap 内にエントリーがない場合は、ローダー内で最後にフラッシュされたかまたはコミットされた値から、エントリーが取り出されます。トランザクションがコミットされるとき、ローカルに無効化されているとマークされたエントリーはいずれも BackingMap に影響を与えません。ローダーにフラッシュされたすべての変更は、エントリーが無効化された場合であってもコミットされます。

invalidate メソッドの **isGlobal** パラメーターとして true が渡される場合、グローバル無効化が指定されます。グローバル無効化は、トランザクション・キャッシュ内のエントリーに対するすべての保留中の変更を破棄し、エントリー上で実行された以降の操作で BackingMap 値をバイパスします。トランザクションがコミットされているとき、グローバルに無効化されているとマークされたエントリーはいずれも BackingMap から除去されます。 以下の無効化のユース・ケースを例として考えます。 BackingMap が自動増分列を持つデータベース表から戻されます。増分列はレコードに固有の番号を割り当てるために有効です。アプリケーションはエントリーを挿入します。挿入の後で、アプリケーションは挿入された行のシーケンス番号を認識しておく必要があります。オブジェクトのコピーが古いことが分かると、グローバル無効化を使用して Loader から値を入手します。以下のコードはこのユース・ケースを説明しています。

```
Session sess = objectGrid.getSession();
ObjectMap map = sess.getMap("mymap");
sess.begin();
map.insert("Billy", new Person("Joe", "Bloggs", "Manhattan"));
sess.flush();
map.invalidate("Billy", true);
Person p = map.get("Billy");
System.out.println("Version column is: " + p.getVersion());
map.commit();
```

このサンプル・コードは、Billy にエントリーを追加します。 Person のバージョン属性が、データベースの自動増分列を使用して設定されます。アプリケーションは、最初に挿入コマンドを実行します。次にフラッシュを発行して、挿入を Loader およびデータベースに送信します。データベースはこのバージョン列をシーケンスの次の番号に設定します。これによりトランザクション内の Person オブジェクトが期限切れになります。このオブジェクトを更新するために、アプリケーションがグローバルに無効化されます。発行される次の get メソッドは、Loader からエントリーを取得し、トランザクションの値を無視します。エントリーは、更新されたバージョン値を持つデータベースから取り出されます。

put メソッド

put メソッドのセマンティクスは、前の get メソッドがキーに対するトランザクション内で呼び出されたかどうかに依存します。アプリケーションが BackingMap または Loader 内に存在するエントリーを戻す get 操作を発行する場合、put メソッドの呼び出しは更新として解釈され、トランザクション内の前の値を戻します。前に get メソッドが呼び出されることなく put メソッド呼び出しが実行された場合、または前の get メソッド呼び出しで

エントリーが見つからなかった場合、操作は挿入と解釈されます。put 操作がコミットされると、insert メソッドおよび update メソッドのセマンティクスが適用されます。putAll メソッドは、バッチの挿入および更新処理を可能にするために提供されています。

remove メソッド

remove メソッドは、BackingMap および Loader (Loader が接続されている場合) からエントリーを除去します。除去されたオブジェクトの値は、このメソッドによって戻されます。そのオブジェクトが存在していない場合、このメソッドはヌル値を戻します。removeAll メソッドは、戻り値なしでバッチ削除処理を可能にするために提供されています。

setCopyMode メソッド

setCopyMode メソッドは、この ObjectMap の CopyMode 値を指定します。このメソッドを使用すると、アプリケーションは、BackingMap 上で指定された CopyMode 値をオーバーライドできます。指定された CopyMode 値は、clearCopyMode メソッドが呼び出されるまで有効になっています。いずれのメソッドも、トランザクションの境界の外側で起動されます。CopyMode 値は、トランザクションの途中で変更することはできません。

touch メソッド

touch メソッドは、エントリーの最終アクセス時間を更新します。このメソッドは、BackingMap からの値を検索しません。このメソッドは、自身のトランザクション内で使用します。無効化または除去のために、提供されたキーが BackingMap 内に存在しない場合は、コミット処理中に例外が発生します。

update メソッド

update メソッドは、BackingMap および Loader 内のエントリーを明示的に更新します。このメソッドを使用して、BackingMap および Loader に、既存のエントリーを更新することを示します。存在していないエントリー上でこのメソッドを起動すると、メソッドが起動されるとき、あるいはコミット処理中に例外が発生します。

getIndex メソッド

getIndex メソッドは、BackingMap に作成されている名前付き索引を取得しようとします。この索引は、スレッド間で共用することができず、セッションと同じ規則に基づいて機能します。戻された索引オブジェクトは、MapIndex インターフェース、MapRangeIndex インターフェース、カスタム索引インターフェースなど、正しいアプリケーション索引インターフェースにキャストする必要があります。

clear メソッド

clear メソッドは、すべての区画のマップからすべてのキャッシュ・エントリーを除去します。この操作は、自動コミット機能であるので、clear の呼び出し時には、アクティブ・トランザクションが存在しないようにします。

注: clear メソッドは、その呼び出しが行われたマップのみをクリアし、関連したエンティティー・マップはそのままにしておきます。このメソッドは、ローダー・プラグインを呼び出しません。

動的マップ

動的マップの機能を使用すると、グリッドが既に初期化された後にマップを作成できます。

前のバージョンの eXtreme Scale では、ObjectGrid を初期化する前にマップを定義する必要がありました。その結果として、使用されるすべてのマップを、いずれかのマップに対してトランザクションを実行する前に、作成しておく必要がありました。

動的マップの利点

動的マップの導入によって、初期化の前にすべてのマップを定義しなければならないという制約が軽減されました。テンプレート・マップの使用を通して、ObjectGrid が初期化された後にマップを作成できるようになりました。

テンプレート・マップは、ObjectGrid XML ファイル内に定義されます。前もって定義されていないマップをセッションが要求すると、テンプレート比較が実行されます。新規マップ名と、いずれかのテンプレート・マップの正規表現が一致する場合、動的にマップが作成され、要求されたマップの名前が割り当てられます。この新しく作成されたマップは、ObjectGrid XML ファイルで定義されたテンプレート・マップの設定のすべてを継承します。

動的マップの作成

動的マップ作成は、Session.getMap(String) メソッドと結びついています。このメソッドを呼び出すと、ObjectGrid XML ファイルによって構成された BackingMap に基づいて ObjectMap が戻されます。

いずれかのテンプレート・マップの正規表現に一致するストリングを渡すと、ObjectMap および関連する BackingMap が作成されるという結果になります。

Session.getMap(String cacheName) メソッドについて詳しくは、API 資料を参照してください。

XML 内でのテンプレート・マップの定義は、backingMap 要素に template ブール値属性を設定するだけの単純さです。template が true に設定されている backingMap の名前は、正規表現であると解釈されます。

WebSphere eXtreme Scale は Java 正規表現パターン・マッチングを使用します。Java での正規表現エンジンについて詳しくは、java.util.regex パッケージおよびクラス関する API 資料を参照してください。

テンプレート・マップが 1 つ定義されたサンプル ObjectGrid XML ファイルを以下に示します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
 <objectGrids>
  <objectGrid name="accounting">
   <backingMap name="payroll" readOnly="false" />
   <backingMap name="templateMap.*" template="true"
    pluginCollectionRef="templatePlugins" lockStrategy="PESSIMISTIC" />
```

```
  </objectGrid>
 </objectGrids>

 <backingMapPluginCollections>
  <backingMapPluginCollection id="templatePlugins">
   <bean id="Evictor"
    className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LFUEvictor" />
  </backingMapPluginCollection>
 </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

上記の XML ファイルは、1 つのテンプレート・マップと 1 つの非テンプレート・マップを定義しています。テンプレート・マップの名前は正規表現 templateMap.* です。この正規表現と一致するマップ名を指定して Session.getMap(String) メソッドが呼び出された場合、アプリケーションは新規マップを作成します。

注: 複数のテンプレート・マップを定義した場合は、Session.getMap(String) メソッドのどの引数の名前も、複数のテンプレート・マップに一致しないようにしてください。

例

動的マップを作成するために、テンプレート・マップの構成が必要です。ObjectGrid XML ファイル内で backingMap に template ブール値を追加します。

```
<backingMap name="templateMap.*" template="true" />
```

このテンプレート・マップの名前は、正規表現として扱われます。

この正規表現に一致する cacheName を指定して Session.getMap(String cacheName) メソッドを呼び出すと、動的マップが作成されるという結果になります。このメソッド呼び出しで 1 つの ObjectMap オブジェクトが戻され、関連する BackingMap オブジェクトが作成されます。

```
Session session = og.getSession();
    ObjectMap map = session.getMap("templateMap1");
```

新しく作成されたマップは、テンプレート・マップ定義に定義されたすべての属性およびプラグインを使用して構成されます。前の ObjectGrid XML ファイルについてもう一度考えてみてください。

この XML ファイル中のテンプレート・マップをベースにして作成される動的マップにはエビクターが構成され、ロック・ストラテジーはペシミスティックになります。

注: テンプレートは実際の BackingMap ではありません。つまり、「accounting」ObjectGrid には、実際の「templateMap.*」マップが含まれているのではありません。テンプレートは動的マップ作成の基礎として使用されるだけです。ただし、ObjectGrid XML における名前とまったく同じ名前を持つデプロイメント・ポリシー XML ファイルの mapRef エレメントに、動的マップを組み込む必要があります。 これにより、どの mapSet に動的マップが入っているかを識別します。

テンプレート・マップを使用する際には、Session.getMap(String cacheName) メソッドの動作における変更点を考慮してください。WebSphere eXtreme Scale バージョン 7.0 より以前のバージョンでは、Session.getMap(String cacheName) メソッドの呼び

出しはすべて、要求されたマップが存在していなければ UndefinedMapException 例外という結果になりました。動的マップでは、テンプレート・マップの正規表現に一致する名前であれば、マップが作成される結果になります。特に正規表現が総称である場合は、アプリケーションが作成するマップの数に注意するようにしてください。

また、eXtreme Scale セキュリティーが有効にされている場合は、動的マップ作成には ObjectGridPermission.DYNAMIC_MAP が必要です。この許可は Session.getMap(String) メソッドが呼び出されたときにチェックされます。詳しくは、「*製品概要*」でアプリケーション・クライアント許可に関する説明を参照してください。

追加の例

objectGrid.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
  <objectGrids>

   <objectGrid name="session.partition.info">
    <backingMap name="partition.info" readOnly="false" lockStrategy="PESSIMISTIC"
       ttlEvictorType="NONE" copyMode="NO_COPY" numberOfBuckets="107"/>
    <backingMap name="clone.info" readOnly="false" lockStrategy="PESSIMISTIC"
      ttlEvictorType="NONE" copyMode="NO_COPY" numberOfBuckets="107"
      lockTimeout="300"/>
   </objectGrid>

   <objectGrid name="session">
    <bean id="ObjectGridEventListener"
     className="com.ibm.ws.xs.sessionmanager.SessionHandleManager"/>
    <backingMap name="objectgrid.session.metadata"
     pluginCollectionRef="objectgrid.session.metadata.dynamicmap.*
     template= true " readOnly="false" lockStrategy="PESSIMISTIC"
     ttlEvictorType="LAST_ACCESS_TIME" copyMode="NO_COPY"/>
    <backingMap name="objectgrid.session.attribute"
     pluginCollectionRef="objectgrid.session.attribute.dynamicmap.*"
     template=true readOnly="false" lockStrategy="OPTIMISTIC"
     ttlEvictorType="NONE" copyMode="NO_COPY"/>
    <backingMap name="datagrid.session.global.ids" readOnly="false"
     lockStrategy="PESSIMISTIC" ttlEvictorType="NONE" copyMode="NO_COPY"/>
   </objectGrid>

  </objectGrids>
</objectGridConfig>
```

objectGridDeployment.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<deploymentPolicy xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
   xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy
   ../deploymentPolicy.xsd"
  xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy">

  <objectgridDeployment objectgridName="session.partition.info">
    <mapSet name="endPointMapSet" numberOfPartitions="5"
      minSyncReplicas="0" maxSyncReplicas="1" maxAsyncReplicas="0"
      developmentMode="false" placementStrategy="FIXED_PARTITIONS">
     <map ref="partition.info"/>
     <map ref="clone.info"/>
    </mapSet>
```

```
  </objectgridDeployment>

  <objectgridDeployment objectgridName="session">
    <mapSet name="mapSet2" numberOfPartitions="5" minSyncReplicas="0"
      maxSyncReplicas="0" maxAsyncReplicas="1" developmentMode="false"
      placementStrategy="PER_CONTAINER">
     <map ref="logical.name"/>
     <map ref="objectgrid.session.metadata.dynamicmap.*"/>
     <map ref="objectgrid.session.attribute.dynamicmap.*"/>
     <map ref="datagrid.session.global.ids"/>
    </mapSet>
  </objectgridDeployment>

</deploymentPolicy>
```

制約および考慮事項:

制約:

- 動的マップを照会と共に使用することはできません。
- QuerySchema は mapName 用のテンプレートをサポートしません。
- 動的マップと共にエンティティーを使用することはできません。
- エンティティー BackingMap は暗黙的に定義され、クラス名を通してエンティティーにマップされます。

考慮事項:

- 多くのプラグインには、各プラグインが関連付けられたマップを判定する方法がありません。
- 他のプラグインは、差別化するためにマップ名または BackingMap 名を引数として使用します。

ObjectMap および JavaMap

JavaMap インスタンスは、ObjectMap オブジェクトから獲得されます。JavaMap インターフェースは、ObjectMap と同じメソッド・シグニチャーを持ちますが、例外処理の方法は異なります。JavaMap は、java.util.Map インターフェースを拡張します。このため、すべての例外は java.lang.RuntimeException クラスのインスタンスになります。JavaMap は java.util.Map インターフェースを拡張するので、オブジェクト・キャッシュ用に java.util.Map インターフェースを使用する既存のアプリケーションで簡単に WebSphere eXtreme Scale を使用できます。

JavaMap インスタンスの獲得

アプリケーションは、ObjectMap.getJavaMap メソッドを使用して ObjectMap オブジェクトから JavaMap インスタンスを取得します。以下のコード・スニペットは、JavaMap インスタンスの獲得方法を示すものです。

```
ObjectGrid objectGrid = ...;
BackingMap backingMap = objectGrid.defineMap("mapA");
Session sess = objectGrid.getSession();
ObjectMap objectMap = sess.getMap("mapA");
java.util.Map map = objectMap.getJavaMap();
JavaMap javaMap = (JavaMap) javaMap;
```

JavaMap は、JavaMap の獲得元である ObjectMap によって戻されます。特定の ObjectMap を使用して getJavaMap メソッドを複数回呼び出すと、常に同じ JavaMap インスタンスが戻されます。

メソッド

JavaMap インターフェースは java.util.Map インターフェース上のメソッドのサブセットのみをサポートします。 java.util.Map インターフェースは、以下のメソッドをサポートします。

containsKey(java.lang.Object) メソッド

get(java.lang.Object) メソッド

put(java.lang.Object, java.lang.Object) メソッド

putAll(java.util.Map) メソッド

remove(java.lang.Object) メソッド

clear()

java.util.Map インターフェースから継承されたその他のすべてのメソッドは、java.lang.UnsupportedOperationException 例外を生じます。

FIFO キューとしてのマップ

WebSphere eXtreme Scale を使用すると、すべてのマップに first-in first-out (FIFO) キューと類似する機能を持たせることができます。WebSphere eXtreme Scale は、すべてのマップの挿入順序を追跡します。クライアントはマップに対して、マップ内への挿入順序で次のアンロック済みエントリーを要求し、そのエントリーをロックすることができます。このプロセスにより、複数のクライアントが、そのマップのエントリーを効率的に消費できるようになります。

FIFO の例

以下のコード・スニペットは、マップが使い切られるまで、マップからエントリーを処理するループに入るクライアントを示しています。このループはトランザクションを開始してから、ObjectMap.getNextKey(5000) メソッドを呼び出します。このメソッドは、次に使用可能なアンロック済みエントリーのキーを戻して、これをロックします。トランザクションが 5000 ミリ秒を超えてブロックされていると、メソッドはヌルを戻します。

```
Session session = ...;
ObjectMap map = session.getMap("xxx");
// this needs to be set somewhere to stop this loop
boolean timeToStop = false;

while(!timeToStop)
{
  session.begin();
  Object msgKey = map.getNextKey(5000);
  if(msgKey == null)
  {
    // current partition is exhausted, call it again in
    // a new transaction to move to next partition
    session.rollback();
    continue;
  }
```

```
  Message m = (Message)map.get(msgKey);
  // now consume the message
  ...
  // need to remove it
  map.remove(msgKey);
  session.commit();
}
```

ローカル・モードとクライアント・モードの比較

アプリケーションがクライアントではなくローカル・コアを使用している場合は、上述したメカニズムで処理が行われます。

クライアント・モードでは、Java 仮想マシン (JVM) がクライアントである場合、そのクライアントは、まずランダムのプライマリー区画に接続します。その区画に作業が存在しなければ、クライアントはその作業を求めて次の区画に移動します。クライアントは、エントリーの存在する区画を検出するか、最初のランダム区画の周辺でループするかのいずれかとなります。最初の区画の周辺でループすることになった場合のクライアントは、アプリケーションにヌル値を戻します。エントリーのあるマップを持つ区画を検出した場合のクライアントは、そのタイムアウト期間に使用可能なエントリーがなくなるまで、そのマップのエントリーを消費します。タイムアウトになると、ヌルが戻されます。このアクションでは、区画に分割されたマップが使用されている場合にヌルが戻されると、新規トランザクションを開始して listen を再開することになります。前述のコード例の断片は、このように振る舞います。

例

クライアントとしての実行中に、キーが戻されると、その時点では、該当のトランザクションは、そのキーのエントリーを持つ区画にバインドされています。そのトランザクション中に他のマップの更新を行わなければ、問題はありません。更新を行う場合は、キーを取得したマップと同じ区画にあるマップのみ更新可能です。getNextKey メソッドから戻されたエントリーは、その区画内にある関連データを検出する方法をアプリケーションに示す必要があります。例えば、イベントとそのイベントの影響を受けるジョブの 2 つのマップがあるとします。以下のエンティティーでこの 2 つのマップを定義します。

Job.java
```
package tutorial.fifo;

import com.ibm.websphere.projector.annotations.Entity;
import com.ibm.websphere.projector.annotations.Id;

@Entity
public class Job
{
 @Id String jobId;

 int jobState;
}
```

JobEvent.java
```
package tutorial.fifo;

import com.ibm.websphere.projector.annotations.Entity;
import com.ibm.websphere.projector.annotations.Id;
import com.ibm.websphere.projector.annotations.OneToOne;
```

```
@Entity
public class JobEvent
{
 @Id String eventId;
 @OneToOne Job job;
}
```

ジョブには ID と状態 (整数) があります。イベントが着信したら状態を増分するとします。イベントは JobEvent マップに保管されています。エントリーには、そのイベントが関与するジョブへの参照があります。リスナーがこれを実行するためのコードは、以下の例のようになります。

JobEventListener.java

```
package tutorial.fifo;

import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.Session;
import com.ibm.websphere.objectgrid.em.EntityManager;

public class JobEventListener
{
 boolean stopListening;

 public synchronized void stopListening()
 {
  stopListening = true;
 }

 synchronized boolean isStopped()
 {
  return stopListening;
 }

 public void processJobEvents(Session session)
  throws ObjectGridException
 {
  EntityManager em = session.getEntityManager();
  ObjectMap jobEvents = session.getMap("JobEvent");
  while(!isStopped())
  {
   em.getTransaction().begin();

   Object jobEventKey = jobEvents.getNextKey(5000);
   if(jobEventKey == null)
   {
    em.getTransaction().rollback();
    continue;
   }
   JobEvent event = (JobEvent)em.find(JobEvent.class, jobEventKey);
   // process the event, here we just increment the
   // job state
   event.job.jobState++;
   em.getTransaction().commit();
  }
 }
}
```

リスナーは、スレッド上でアプリケーションによって開始されています。リスナーは、stopListening メソッドが呼び出されるまで実行されます。つまり、stopListening メソッドが呼び出されるまで、processJobEvents メソッドがスレッド上で実行されるということです。ループ・ブロックは JobEvent マップからの eventKey を待機してから、EntityManager を使用してイベント・オブジェクトにアクセスし、ジョブを逆参照し、状態を増分します。

EntityManager API には getNextKey メソッドがありませんが、ObjectMap にはあります。そのためこのコードでは、JobEvent にキーを取得させるために ObjectMap を使用します。エンティティーを持つマップを使用すると、そのマップはそれ以上オブジェクトを保管しません。その代わりに、Tuple を保管します。この Tuple とは、キーの Tuple オブジェクト、および値の Tuple オブジェクトです。EntityManager.find メソッドは、キーのタプルを受け入れます。

イベントを作成するためのコードは、以下の例のようになります。

```
em.getTransaction().begin();
Job job = em.find(Job.class, "Job Key");
JobEvent event = new JobEvent();
event.id = Random.toString();
event.job = job;
em.persist(event); // insert it
em.getTransaction().commit();
```

イベントのジョブを検索し、イベントを構成し、そのイベントにジョブを指示し、JobEvent マップに挿入し、トランザクションをコミットします。

ローダーおよび FIFO マップ

ローダーで FIFO キューとして使用されたマップを戻す場合は、追加作業がいくつか必要になることがあります。マップ内のエントリーの順序が問題ではない場合は、追加作業はありません。順序が問題となる場合は、挿入されたすべてのレコードをバックエンドに存続させる際に、それらのレコードにシーケンス番号を追加する必要があります。プリロードのメカニズムも、始動時にこの順序でレコードを挿入するように記述する必要があります。

オブジェクトおよびそのリレーションシップのキャッシング (EntityManager API)

ほとんどのキャッシュ製品では、マップ・ベースの API を使用して、データをキーと値のペアとして保管していました。特に ObjectMap API および WebSphere Application Server の動的キャッシュでは、この方法を使用しています。 ただし、マップ・ベースの API には、制限があります。 EntityManager API は、関連したオブジェクトからなる複雑なグラフを宣言したり、そのようなグラフと対話するための簡単な方法を提供することにより、eXtreme Scale キャッシュとの対話を単純化します。

マップ・ベースの API の制限

WebSphere Application Server の動的キャッシュや ObjectMap API などのマップ・ベースの API を使用している場合、以下のような制限を考慮する必要があります。

- キャッシュは、キャッシュ内のオブジェクトからデータを抽出するためにリフレクションを使用する必要があります。これはパフォーマンスに影響します。
- 2 つのアプリケーションが同一データの異なるオブジェクトを使用する場合、キャッシュを共用することはできません。
- キャッシュされた Java オブジェクトに簡単に属性を追加することはできないため、データ展開を使用できません。

- オブジェクトのグラフを扱うのは困難です。 アプリケーションは、オブジェクト間の人工的な参照を保管し、手動で結合させる必要があります。

EntityManager の使用

EntityManager API は、既存の Map ベースのインフラストラクチャーを使用しますが、Map への保管または Map からの読み取りの前に、エンティティー・オブジェクトとタプル間の変換を行います。エンティティー・オブジェクトはキー・タプルおよび値タプルに変換され、キーと値のペアとして保管されます。タプルとは、画素属性の配列です。

この API の集合は、ほとんどのフレームワークで採用されている Plain Old Java Object (POJO) スタイルのプログラミングに従うことにより、eXtreme Scale の使用を大幅に簡素化します。

エンティティー・スキーマの定義

ObjectGrid は、任意の数の論理エンティティー・スキーマを持つことができます。エンティティーは、アノテーション付き Java クラス、XML、または XML と Java クラスの組み合わせを使用して定義されます。定義されたエンティティーは、eXtreme Scale サーバーに登録され、BackingMap、索引、およびその他のプラグインにバインドされます。

エンティティー・スキーマを設計する場合は、以下のタスクを完了する必要があります。

1. エンティティーおよびそのリレーションシップを定義します。
2. eXtreme Scale を構成します。
3. エンティティーを登録します。
4. eXtreme Scale EntityManager API と対話するエンティティー・ベース・アプリケーションを作成します。

エンティティー・スキーマ構成

エンティティー・スキーマとは、1 組のエンティティーとそれらエンティティーの間のリレーションシップのことです。複数の区画を持つ eXtreme Scale アプリケーションでは、エンティティー・スキーマには以下の制約事項およびオプションが適用されます。

- 各エンティティー・スキーマには、単一のルートが定義されている必要があります。これは、スキーマ・ルートと呼ばれます。
- 一定スキーマのすべてのエンティティーは、同じマップ・セットに入っている必要があります。つまり、キーまたは非キーのリレーションシップによってスキーマ・ルートから到達できるすべてのエンティティーは、スキーマ・ルートと同じマップ・セットに定義する必要があります。
- 各エンティティーは、1 つのエンティティー・スキーマのみに属することができます。
- 各 eXtreme Scale アプリケーションは、複数のスキーマを持つことができます。

エンティティーは、その初期化の前に ObjectGrid インスタンスに登録されます。定義された各エンティティーは、固有の名前を持つ必要があり、同じ名前の ObjectGrid BackingMap に自動的にバインドされます。初期化メソッドは、使用中の構成によって変わります。

ローカル eXtreme Scale 構成

ローカル ObjectGrid 構成を使用している場合は、エンティティー・スキーマをプログラマチックに構成できます。このモードでは、ObjectGrid.registerEntities メソッドを使用して、アノテーション付きエンティティー・クラスまたはエンティティー・メタデータ記述子ファイルを登録することができます。

分散 eXtreme Scale 構成

分散 eXtreme Scale 構成を使用している場合は、エンティティー・スキーマを含むエンティティー・メタデータ記述子ファイルを指定する必要があります。

詳しくは、 76 ページの『分散環境での EntityManager』を参照してください。

エンティティー要件

エンティティー・メタデータは、Java クラス・ファイル、エンティティー記述子 XML ファイル、またはその両方を使用して構成します。エンティティーに関連付ける eXtreme Scale BackingMap を識別するには、少なくとも、エンティティー記述子 XML が必要です。アノテーション付き Java クラス (エンティティー・メタデータ・クラス) またはエンティティー記述子 XML ファイルで、エンティティーの永続属性および他のエンティティーとの関係を記述します。エンティティー・メタデータ・クラスを指定すると、そのクラスは、EntityManager API がグリッド内のデータと対話するためにも使用されます。

7.0.0.0 FIX 2+ eXtreme Scale グリッドは、エンティティー・クラスを指定せずに定義できます。サーバーとクライアントが、基盤マップに保管されたタプル・データと直接対話する場合に、これは役立つことがあります。このようなエンティティーは、エンティティー記述子 XML ファイルで完全に定義され、クラスレス・エンティティーと呼ばれます。

クラスレス・エンティティー

クラスレス・エンティティーは、サーバーまたはクライアントのクラスパスにアプリケーション・クラスを含めることができない場合に、役立ちます。このようなエンティティーは、エンティティー・メタデータ記述子 XML ファイルに定義されます。このファイルで、クラスレス・エンティティー ID を使用して (形式は、「@<エンティティー ID>」)、エンティティーのクラス名を指定します。 @ 記号は、エンティティーをクラスレスとして識別し、エンティティー間の関連をマップするために使用されます。 2 つのクラスレス・エンティティーが定義されたエンティティー・メタデータ記述子 XML ファイルの例として、「クラスレス・エンティティー・メタデータ」の図を参照してください。

eXtreme Scale サーバーまたはクライアントがクラスに対するアクセス権限を備えていない場合でも、クラスレス・エンティティーを使用して、EntityManager API を使用できます。一般的なユース・ケースには、以下のものがあります。

- eXtreme Scale コンテナーが、クラスパス内のアプリケーション・クラスを許可しないサーバーにホストされている。この場合でも、クライアントは、クラスが許可されているクライアントから EntityManager API を使用して、グリッドにアクセスできます。
- eXtreme Scale クライアントが非 Java クライアント (eXtreme Scale REST データ・サービス) を使用しているか、ObjectMap API を使用してグリッド内のタプル・データにアクセスしているため、クライアントには、エンティティー・クラスに対するアクセス権限が必要ない。

クライアントとサーバー間でエンティティー・メタデータに互換性がある場合には、エンティティー・メタデータ・クラス、XML ファイル、またはその両方を使用して、エンティティー・メタデータを作成できます。

例えば、下図の「プログラマチック・エンティティー・クラス」は、次のセクションのクラスレス・メタデータ・コードと互換性があります。

プログラマチック・エンティティー・クラス

```
@Entity
public class Employee {
    @Id long serialNumber;
    @Basic byte[] picture;
    @Version int ver;
    @ManyToOne(fetch=FetchType.EAGER, cascade=CascadeType.PERSIST)
    Department department;
}

@Entity
public static class Department {
    @Id int number;
    @Basic String name;
    @OneToMany(fetch=FetchType.LAZY, cascade=CascadeType.ALL, mappedBy="department")
    Collection<Employee> employees;
}
```

クラスレス・フィールド、キー、およびバージョン

前述のとおり、クラスレス・エンティティーは、エンティティー XML 記述子ファイルで完全に構成されます。クラス・ベースのエンティティーは、Java フィールド、プロパティー、およびアノテーションを使用して属性を定義します。そのため、クラスレス・エンティティーは、<basic> タグおよび <id> タグを使用して、エンティティー XML 記述子でキーおよび属性構造を定義する必要があります。

クラスレス・エンティティー・メタデータ

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">

<entity class-name="@Employee" name="Employee">
    <attributes>
        <id name="serialNumber" type="long"/>
        <basic name="firstName" type="java.lang.String"/>
        <basic name="picture" type="[B"/>
        <version name="ver" type="int"/>
        <many-to-one
            name="department"
            target-entity="@Department"
            fetch="EAGER"">
                <cascade><cascade-persist/></cascade>
        </many-to-one>
```

```
    </attributes>
</entity>

<entity class-name="@Department" name="Department" >
    <attributes>
        <id name="number" type="int"/>
        <basic name="name" type="java.lang.String"/>
        <version name="ver" type="int"/>
        <one-to-many
            name="employees"
            target-entity="@Employee"
            fetch="LAZY"
            mapped-by="department">
            <cascade><cascade-all/></cascade>
        </one-to-many>
    </attributes>
</entity>
```

上記の各エンティティーに <id> エレメントが含まれていることに注意してください。クラスレス・エンティティーには、1 つ以上の <id> エレメントを定義するか、エンティティーのキーを表す単一値のアソシエーションを指定する必要があります。エンティティーのフィールドは、<basic> エレメントによって表されます。クラスレス・エンティティーでは、<id>、<version>、および <basic> の各エレメントには名前および型が必要です。サポートされる型の詳細については、以下のサポートされる属性型のセクションを参照してください。

エンティティー・クラスの要件

クラス・ベースのエンティティーは、さまざまなメタデータを Java クラスに関連付けることによって識別されます。メタデータは、Java Platform, Standard Edition 5 のアノテーション、エンティティー・メタデータ記述子ファイル、またはアノテーションと記述子ファイルの組み合わせを使用して指定できます。エンティティー・クラスは、以下の基準を満たしている必要があります。

- `@Entity` アノテーションが、エンティティー XML 記述子ファイルで指定されている必要があります。
- クラスに、public または protected の引数なしのコンストラクターが含まれている必要があります。
- 最上位クラスである必要があります。インターフェースおよび列挙型は、有効なエンティティー・クラスではありません。
- final キーワードは使用できません。
- 継承を使用することはできません。
- ObjectGrid インスタンスごとに名前と型が固有である必要があります。

すべてのエンティティーは固有の名前と型を持っています。アノテーションを使用している場合、名前はデフォルトではクラスの単純名 (短い名前) ですが、`@Entity` アノテーションの name 属性を使用してオーバーライドできます。

パーシスタント属性

エンティティーのパーシスタント状態は、フィールド (インスタンス変数) を使用するか、Enterprise JavaBeans スタイルのプロパティー・アクセサーを使用して、クライアントおよびエンティティー・マネージャーによってアクセスされます。各エンティティーは、フィールドまたはプロパティー・ベースのいずれかのアクセスを定

義する必要があります。アノテーション付きエンティティーは、クラス・フィールドがアノテーション付きの場合はフィールド・アクセスとなり、プロパティーの getter メソッドがアノテーション付きである場合はプロパティー・アクセスとなります。フィールド・アクセスとプロパティー・アクセスを混在させることはできません。タイプを自動的に判別できない場合は、`@Entity` アノテーションまたは同等の XML で **accessType** 属性を使用してアクセス・タイプを識別できます。

パーシスタント・フィールド

フィールド・アクセス・エンティティー・インスタンス変数は、エンティティー・マネージャーおよびクライアントから直接アクセスされます。transient 修飾子または transient アノテーションでマークされているフィールドは無視されます。パーシスタント・フィールドの修飾子を final または static にすることはできません。

パーシスタント・プロパティー

プロパティー・アクセス・エンティティーは、読み取りおよび書き込みプロパティーに関しては、JavaBeans シグニチャー規則に従う必要があります。JavaBeans 規則に従わないメソッド、または getter メソッドに Transient アノテーションを持つメソッドは無視されます。型 `T` のプロパティーの場合、型 T の値を返す getProperty という getter メソッドと、 setProperty(T) という void setter メソッドが必要です。ブール型の場合、getter メソッドは、true または false を返す isProperty と表すことができます。パーシスタント・プロパティーは、static 修飾子を持つことができません。

サポートされる属性タイプ

以下のパーシスタント・フィールドおよびプロパティー・タイプがサポートされます。

- ラッパーを含む Java プリミティブ型
- java.lang.String
- java.math.BigInteger
- java.math.BigDecimal
- java.util.Date
- java.util.Calendar
- java.sql.Date
- java.sql.Time
- java.sql.Timestamp
- byte[]
- java.lang.Byte[]
- char[]
- java.lang.Character[]
- enum

ユーザー・シリアライズ可能属性の型はサポートされてはいますが、パフォーマンス、照会、および変更検出に制約があります。配列やユーザー・シリアライズ可能オブジェクトなど、プロキシー処理できないパーシスタント・データは、変更された場合にはエンティティーに再割り当てする必要があります。

シリアライズ可能な属性は、エンティティー記述子 XML ファイルで、オブジェクトのクラス名を使用して表されます。オブジェクトが配列である場合には、データ型は Java 内部形式を使用して表されます。例えば、属性データ型が java.lang.Byte[][] である場合には、ストリング表現は [[Ljava.lang.Byte; になります。

ユーザー・シリアライズ可能型は、以下のベスト・プラクティスに従っている必要があります。

- ハイパフォーマンス・シリアライゼーション・メソッドを実装します。java.lang.Cloneable インターフェースおよび public clone メソッドを実装します。
- java.io.Externalizable インターフェースを実装します。
- equals および hashCode を実装します。

エンティティー・アソシエーション

双方向および単一方向のエンティティー・アソシエーションまたはエンティティー間リレーションシップは、1 対 1、多対 1、1 対多、および多対多として定義できます。エンティティー・マネージャーは、エンティティーを保管するときに、自動的にエンティティー・リレーションシップを適切なキー参照に解決します。

eXtreme Scale グリッドはデータ・キャッシュであり、データベースとは異なり、参照保全性を実施しません。リレーションシップでは子エンティティーに対して永続化操作および除去操作をカスケードすることができますが、オブジェクトとのリンク切れを検出または引き起こすことはありません。子オブジェクトを除去する場合は、そのオブジェクトへの参照を親から除去する必要があります。

2 つのエンティティー間の双方向アソシエーションを定義する場合、リレーションシップの所有者を識別する必要があります。対多アソシエーションでは、リレーションシップの多側は常に所有側になります。所有権を自動的に判別できない場合、アノテーションの **mappedBy** 属性、または XML におけるそれと同等な属性を指定する必要があります。**mappedBy** 属性は、リレーションシップの所有者であるターゲット・エンティティー内のフィールドを識別します。この属性は、型と基数が同じである複数の属性が存在する場合に、関連するフィールドを識別するのにも役立ちます。

単一値アソシエーション

1 対 1 および多対 1 のアソシエーションは、@OneToOne および @ManyToOne アノテーションまたはそれと等価な XML 属性を使用して示されます。ターゲット・エンティティーの型は、属性の型によって決定されます。以下の例では、Person と Address の間に単一方向アソシエーションを定義しています。 Customer エンティティーは、1 つの Address エンティティーへの参照を持っています。この場合、逆のリレーションシップがないため、アソシエーションを多対 1 にすることもできます。

```
@Entity
public class Customer {
  @Id id;
  @OneToOne Address homeAddress;
}

@Entity
```

```
public class Address{
  @Id id
  @Basic String city;
}
```

Customer クラスと Address クラスの間の双方向リレーションシップを指定するには、 Address クラスから Customer クラスへの参照を追加し、適切なアノテーションを追加して、リレーションシップの反対側にマークを付けます。このアソシエーションは 1 対 1 であるため、@OneToOne アノテーションで mappedBy 属性を使用してリレーションシップの所有者を指定する必要があります。

```
@Entity
public class Address{
  @Id id
  @Basic String city;
  @OneToOne(mappedBy="homeAddress") Customer customer;
}
```

コレクション値アソシエーション

1 対多および多対多のアソシエーションは、@OneToMany および @ManyToMany アノテーションまたはそれと等価な XML 属性を使用して示されます。多くのリレーションシップはすべて、java.util.Collection、java.util.List、または java.util.Set という型を使用して表されます。ターゲット・エンティティーの型は、Collection、List、または Set という汎用型によって決定されるか、@OneToMany または @ManyToMany アノテーションの **targetEntity** 属性 (またはそれと等価な XML での属性) を使用して明示的に決定されます。

前出の例では、顧客ごとに 1 つの住所オブジェクトを持たせることは現実的ではありません。それは、多くの顧客が 1 つの住所を共用したり、複数の住所を持っていることがあるからです。これを解決する 1 つの良い方法は、「多」のアソシエーションを使用することです。

```
@Entity
public class Customer {
  @Id id;
  @ManyToOne Address homeAddress;
  @ManyToOne Address workAddress;
}

@Entity
public class Address{
  @Id id
  @Basic String city;
  @OneToMany(mappedBy="homeAddress") Collection<Customer> homeCustomers;


  @OneToMany(mappedBy="workAddress", targetEntity=Customer.class)
  Collection workCustomers;
}
```

この例では、同じエンティティー間に「自宅アドレス」リレーションシップと「勤務先アドレス」リレーションシップという 2 つの異なるリレーションシップが存在します。**workCustomers** 属性に非汎用型の Collection が使用されているのは、汎用型を使用できない場合に **targetEntity** 属性を使用する方法を示すためです。

クラスレス・アソシエーション

クラスレス・エンティティー・アソシエーションは、クラス・ベース・アソシエーションの定義方法と同じようなエンティティー・メタデータ記述子 XML ファイルで定義されます。唯一の違いは、ターゲット・エンティティーが実際のクラスを指すのではなく、エンティティーのクラス名で使用されるクラスレス・エンティティー ID を指すという点です。

以下に例を示します。

```
<many-to-one name="department" target-entity="@Department" fetch="EAGER">
      <cascade><cascade-all/></cascade>
</many-to-one>
<one-to-many name="employees" target-entity="@Employee" fetch="LAZY">
      <cascade><cascade-all/></cascade>
</one-to-many>
```

1 次キー

すべてのエンティティーは 1 次キーを持つ必要があり、このキーは単純キー (単一属性) または複合キー (複数属性) として指定できます。キー属性は Id アノテーションを使用して示すか、またはエンティティー XML 記述子ファイルで定義します。キー属性には以下の要件があります。

- 1 次キーの値は変更できません。
- 1 次キー属性の型は、Java プリミティブ型およびラッパー、java.lang.String、java.util.Date、または java.sql.Date のいずれかにする必要があります。
- 1 次キーには、任意の数の単一値アソシエーションを含めることができます。 1 次キー・アソシエーションのターゲット・エンティティーは、ソース・エンティティーとの直接的または間接的な逆アソシエーションを持つことができません。

複合 1 次キーは、必要に応じて 1 次キー・クラスを定義できます。エンティティーは、`@IdClass` アノテーションまたはエンティティー XML 記述子ファイルを使用して、1 次キー・クラスに関連付けられます。 `@IdClass` アノテーションは、EntityManager.find メソッドと一緒に使用する場合に役立ちます。

1 次キー・クラスには以下の要件があります。

- 引数なしのコンストラクターを使用した public である必要があります。
- 1 次キー・クラスのアクセス・タイプは、1 次キー・クラスを宣言しているエンティティーによって決定されます。
- プロパティー・アクセスの場合、1 次キー・クラスのプロパティーは、public または protected にする必要があります。
- 1 次キーのフィールドまたはプロパティーは、参照側のエンティティーで定義されているキー属性の名前と型に一致している必要があります。
- 1 次キー・クラスは、equals メソッドおよび hashCode メソッド を実装している必要があります。

以下に例を示します。

```
@Entity
@IdClass(CustomerKey.class)
public class Customer {
    @Id @ManyToOne Zone zone;
    @Id int custId;
    String name;
```

```
    ...
}

@Entity
public class Zone{
    @Id String zoneCode;
    String name;
}

public class CustomerKey {
    Zone zone;
    int custId;

    public int hashCode() {...}
    public boolean equals(Object o) {...}
}
```

クラスレス 1 次キー

クラスレス・エンティティーは、XML ファイルで属性 id=true を指定した、少なくとも 1 つの <id> エレメントまたはアソシエーションを持つ必要があります。両方の例は、以下のようになります。

```
<id name="serialNumber" type="int"/>
<many-to-one name="department" target-entity="@Department" id="true">
<cascade><cascade-all/></cascade>
</many-to-one>
```

要確認:
クラスレス・エンティティーでは、<id-class> XML タグはサポートされません。

エンティティー・プロキシーおよびフィールド・インターセプト

エンティティー・クラスおよび可変のサポートされる属性型は、プロパティー・アクセス・エンティティーではプロキシー・クラスによって拡張され、 Java Development Kit (JDK) 5 のフィールド・アクセス・エンティティーではバイト・コード拡張されています。内部ビジネス・メソッドおよび equals メソッドを使用する場合であっても、エンティティーにアクセスする場合は常に、適切なフィールド・アクセス・メソッドまたはプロパティー・アクセス・メソッドを使用する必要があります。

プロキシーおよびフィールド・インターセプターを使用すると、エンティティー・マネージャーがエンティティーの状態を追跡して、エンティティーが変更されたかどうかを判別し、パフォーマンスを改善できるようになります。フィールド・インターセプターは、エンティティー・インスツルメンテーション・エージェントの構成時に、Java SE 5 プラットフォームでのみ使用できます。

重要: プロパティー・アクセス・エンティティーを使用している場合、equals メソッドによる現行のインスタンスと入力オブジェクトの比較には instanceof 演算子を使用する必要があります。ターゲット・オブジェクトのすべてのイントロスペクションは、フィールド自体ではなくオブジェクトのプロパティーを介して行う必要があります。これは、オブジェクト・インスタンスがプロキシーになるからです。

emd.xsd ファイル

エンティティー・メタデータ XML スキーマ定義を使用して記述子 XML ファイルを作成し、 WebSphere eXtreme Scale のエンティティー・スキーマを定義します。

emd.xsd ファイルの各エレメントおよび属性の説明は、「*管理ガイド*」でエンティティー・メタデータ記述子ファイルに関する情報を参照してください。

emd.xsd ファイル

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema xmlns:emd="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
    xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
    elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified"
    version="1.0">

    <!-- ************************************************* -->
    <xsd:element name="entity-mappings">
        <xsd:complexType>
            <xsd:sequence>
                <xsd:element name="description" type="xsd:string" minOccurs="0" />
                <xsd:element name="entity" type="emd:entity" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded" />
            </xsd:sequence>
        </xsd:complexType>
        <xsd:unique name="uniqueEntityClassName">
            <xsd:selector xpath="emd:entity" />
            <xsd:field xpath="@class-name" />
        </xsd:unique>
    </xsd:element>

    <!-- ************************************************* -->
    <xsd:complexType name="entity">
        <xsd:sequence>
            <xsd:element name="description" type="xsd:string" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="id-class" type="emd:id-class" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="attributes" type="emd:attributes" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="entity-listeners" type="emd:entity-listeners" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="pre-persist" type="emd:pre-persist" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="post-persist" type="emd:post-persist" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="pre-remove" type="emd:pre-remove" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="post-remove" type="emd:post-remove" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="pre-invalidate" type="emd:pre-invalidate" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="post-invalidate" type="emd:post-invalidate" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="pre-update" type="emd:pre-update" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="post-update" type="emd:post-update" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="post-load" type="emd:post-load" minOccurs="0" />
        </xsd:sequence>
        <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
        <xsd:attribute name="class-name" type="xsd:string" use="required" />
        <xsd:attribute name="access" type="emd:access-type" />
        <xsd:attribute name="schemaRoot" type="xsd:boolean" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************* -->
    <xsd:complexType name="attributes">
        <xsd:sequence>
            <xsd:choice>
                <xsd:element name="id" type="emd:id" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
            </xsd:choice>
            <xsd:element name="basic" type="emd:basic" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
            <xsd:element name="version" type="emd:version" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
            <xsd:element name="many-to-one" type="emd:many-to-one" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
            <xsd:element name="one-to-many" type="emd:one-to-many" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
            <xsd:element name="one-to-one" type="emd:one-to-one" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
            <xsd:element name="many-to-many" type="emd:many-to-many" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
            <xsd:element name="transient" type="emd:transient" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
        </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************* -->
    <xsd:simpleType name="access-type">
        <xsd:restriction base="xsd:token">
            <xsd:enumeration value="PROPERTY" />
            <xsd:enumeration value="FIELD" />
        </xsd:restriction>
    </xsd:simpleType>

    <!-- ************************************************* -->
    <xsd:complexType name="id-class">
        <xsd:attribute name="class-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************* -->
    <xsd:complexType name="id">
        <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
        <xsd:attribute name="type" type="xsd:string" />
        <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string" use="optional" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************* -->
    <xsd:complexType name="transient">
        <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>
```

```
<!-- ************************************************** -->
<xsd:complexType name="basic">
    <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
    <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="type" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="fetch" type="emd:fetch-type" />
</xsd:complexType>

<!-- ************************************************** -->
<xsd:simpleType name="fetch-type">
    <xsd:restriction base="xsd:token">
        <xsd:enumeration value="LAZY" />
        <xsd:enumeration value="EAGER" />
    </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>

<!-- ************************************************** -->
<xsd:complexType name="many-to-one">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="cascade" type="emd:cascade-type" minOccurs="0" />
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
    <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="target-entity" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="fetch" type="emd:fetch-type" />
    <xsd:attribute name="id" type="xsd:boolean" />
</xsd:complexType>
<!-- ************************************************** -->
<xsd:complexType name="one-to-one">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="cascade" type="emd:cascade-type" minOccurs="0" />
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
    <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="target-entity" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="fetch" type="emd:fetch-type" />
    <xsd:attribute name="mapped-by" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="id" type="xsd:boolean" />
</xsd:complexType>
<!-- ************************************************** -->
<xsd:complexType name="one-to-many">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="order-by" type="emd:order-by" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="cascade" type="emd:cascade-type" minOccurs="0" />
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
    <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="target-entity" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="fetch" type="emd:fetch-type" />
    <xsd:attribute name="mapped-by" type="xsd:string" />
</xsd:complexType>

<!-- ************************************************** -->
<xsd:complexType name="many-to-many">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="order-by" type="emd:order-by" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="cascade" type="emd:cascade-type" minOccurs="0" />
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required" />
    <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="target-entity" type="xsd:string" />
    <xsd:attribute name="fetch" type="emd:fetch-type" />
    <xsd:attribute name="mapped-by" type="xsd:string" />
</xsd:complexType>

<!-- ************************************************** -->
<xsd:simpleType name="order-by">
    <xsd:restriction base="xsd:string" />
</xsd:simpleType>

<!-- ************************************************** -->
<xsd:complexType name="cascade-type">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="cascade-all" type="emd:emptyType" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="cascade-persist" type="emd:emptyType" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="cascade-remove" type="emd:emptyType" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="cascade-invalidate" type="emd:emptyType" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="cascade-merge" type="emd:emptyType" minOccurs="0" />
        <xsd:element name="cascade-refresh" type="emd:emptyType" minOccurs="0" />
    </xsd:sequence>
</xsd:complexType>

<!-- ************************************************** -->
<xsd:complexType name="emptyType" />

<!-- ************************************************** -->
<xsd:complexType name="version">
      <xsd:attribute name="name" type="xsd:string" use="required"/>
      <xsd:attribute name="alias" type="xsd:string" />
      <xsd:attribute name="type" type="xsd:string" />
```

```
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->

    <xsd:complexType name="entity-listeners">
        <xsd:sequence>
            <xsd:element name="entity-listener" type="emd:entity-listener" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
        </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="entity-listener">
        <xsd:sequence>
            <xsd:element name="pre-persist" type="emd:pre-persist" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="post-persist" type="emd:post-persist" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="pre-remove" type="emd:pre-remove" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="post-remove" type="emd:post-remove" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="pre-invalidate" type="emd:pre-invalidate" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="post-invalidate" type="emd:post-invalidate" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="pre-update" type="emd:pre-update" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="post-update" type="emd:post-update" minOccurs="0" />
            <xsd:element name="post-load" type="emd:post-load" minOccurs="0" />
        </xsd:sequence>
        <xsd:attribute name="class-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="pre-persist">
        <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="post-persist">
        <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="pre-remove">
        <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="post-remove">
        <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="pre-invalidate">
        <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="post-invalidate">
        <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="pre-update">
        <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="post-update">
        <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

    <!-- ************************************************** -->
    <xsd:complexType name="post-load">
        <xsd:attribute name="method-name" type="xsd:string" use="required" />
    </xsd:complexType>

</xsd:schema>
```

分散環境での EntityManager

ローカル ObjectGrid とともに、あるいは分散 eXtreme Scale 環境で EntityManager を使用することができます。主な違いは、このリモート環境への接続方法です。 接続を確立した後は、Session オブジェクトを使用した場合と EntityManager API を使用した場合に違いはありません。

必須構成ファイル

以下に示した XML 構成ファイルが必要です。

- ObjectGrid 記述子 XML ファイル
- エンティティー記述子 XML ファイル
- デプロイメントまたはグリッド記述子 XML ファイル

これらのファイルには、サーバーがホストするエンティティーおよび BackingMap を指定します。

エンティティー・メタデータ記述子ファイルには、使用されるエンティティーの記述が含まれています。少なくとも、エンティティー・クラスおよび名前を指定する必要があります。Java Platform, Standard Edition 5 環境で稼働している場合、eXtreme Scale は、エンティティー・クラスとそのアノテーションを自動的に読み取ります。エンティティー・クラスにアノテーションがない場合、またはクラス属性のオーバーライドが必要な場合には、追加の XML 属性を定義できます。 エンティティーをクラスレスで登録している場合は、すべてのエンティティー情報を XML ファイルのみに指定してください。

以下の XML 構成スニペットを使用して、データ・グリッドをエンティティーとともに定義できます。このスニペットでは、bookstore という名前の ObjectGrid と、関連付ける order という名前のバックアップ・マップがサーバーによって作成されます。 objectgrid.xml ファイルのスニペットは entity.xml ファイルを参照することに注意してください。この例では、entity.xml ファイルに含まれているエンティティーは Order エンティティーの 1 つのみです。

objectgrid.xml

```
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">

 <objectGrids>
    <objectGrid name="bookstore" entityMetadataXMLFile="entity.xml">
     <backingMap name="Order"/>
    </objectGrid>
</objectGrids>

</objectGridConfig>
```

この objectgrid.xml ファイルは、**entityMetadataXMLFile** 属性を使用して entity.xml を参照しています。このファイルのロケーションは、objectgrid.xml ファイルのロケーションに対して相対的です。entity.xml ファイルの例を以下に示します。

entity.xml

```
<entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">
 <entity class-name="com.ibm.websphere.tutorials.objectgrid.em.
    distributed.step1.Order" name="Order"/>
</entity-mappings>
```

この例では、orderNumber フィールドと desc フィールドが同じようにアノテーションを付けられて Order クラスにあると想定しています。

同等のクラスレス entity.xml は以下のようになります。

```
classless entity.xml
<entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">
 <entity class-name="@Order " name="Order">
     <description>"Entity named: Order"</description>
        <attributes>
            <id name="orderNumber" type="int"/>
            <basic name="desc" type="java.lang.String"/>
        </attributes>
 </entity>
</entity-mappings>
```

eXtreme Scale サーバーの開始方法については、*管理ガイドの WebSphere eXtreme Scale サーバー処理の開始* を参照してください。そこでは、`deployment.xml` と `objectgrid.xml` の両方のファイルを使用して、カタログ・サーバーを開始しています。

分散 eXtreme Scale サーバーへの接続

以下のコードは、同じコンピューター上にあるクライアントとサーバー用の接続メカニズムを有効にします。

```
String catalogEndpoints="localhost:2809";
URL clientOverrideURL= new URL("file:etc/emtutorial/distributed/step1/objectgrid.xml");
ClientClusterContext clusterCtx = ogMgr.connect(catalogEndpoints, null, clientOverrideURL);
ObjectGrid objectGrid=ogMgr.getObjectGrid(clusterCtx, "bookstore");
```

上のコード・スニペットで、リモート eXtreme Scale サーバーへの参照に注意してください。接続を確立した後、EntityManager API メソッド (persist、update、remove、および find など) を起動できます。

重要: エンティティーを使用している場合、クライアントのオーバーライド ObjectGrid 記述子 XML ファイルを connect メソッドに渡してください。ヌル値が clientOverrideURL プロパティーに渡され、クライアントのディレクトリー構造がサーバーと異なると、クライアントは、ObjectGrid またはエンティティー記述子 XML ファイルを見つけることができない場合があります。最低限できることは、サーバーの ObjectGrid およびエンティティー XML ファイルをクライアントにコピーすることです。

以前は、ObjectGrid クライアントでエンティティーを使用するには、以下の 2 つの方法のうちの 1 つで、ObjectGrid XML およびエンティティー XML をクライアントで使用できるようにする必要がありました。

1. オーバーライドする ObjectGrid XML を ObjectGridManager.connect(String catalogServerAddresses, ClientSecurityConfiguration securityProps, URL overRideObjectGridXml) メソッドに渡します。

   ```
   String catalogEndpoints="myHost:2809";
   URL clientOverrideURL= new URL("file:etc/emtutorial/distributed/step1/objectgrid.xml");
   ClientClusterContext clusterCtx = ogMgr.connect(catalogEndpoints, null, clientOverrideURL);
   ObjectGrid objectGrid=ogMgr.getObjectGrid(clusterCtx, "bookstore");
   ```

2. 指定変更ファイルにヌルを渡し、ObjectGrid XML および参照先エンティティー XML がサーバー上と同じパスにあるクライアントで使用可能になるようにします。

   ```
   String catalogEndpoints="myHost:2809";
   ClientClusterContext clusterCtx = ogMgr.connect(catalogEndpoints, null, null);
   ObjectGrid objectGrid=ogMgr.getObjectGrid(clusterCtx, "bookstore");
   ```

7.0.0.0 FIX 2+ クライアント・サイドでサブセット・エンティティーを使用するか使用しないかに関わらず、XML ファイルは必要でした。 サーバーで定義されたエ

ンティティーを使用するために、これらのファイルは既に必要ありません。 その代わり、前のセクションのオプション 2 のように overRideObjectGridXml パラメーターとしてヌルを渡します。 XML ファイルがサーバーに設定された同じパス上で検出されない場合、クライアントはサーバーのエンティティー構成を使用します。

ただし、クライアントのサブセット・エンティティーを使用する場合は、オプション 1 のようにオーバーライドする ObjectGrid XML を指定してください。

クライアントおよびサーバー・サイドのスキーマ

サーバー・サイド・スキーマは、サーバー上のマップに保管されるデータのタイプを定義します。クライアント・サイド・スキーマは、サーバー上のスキーマからアプリケーション・オブジェクトへのマッピングです。例えば、以下のようなサーバー・サイド・スキーマもあります。

```
@Entity
class ServerPerson
{
  @Id String ssn;
  String firstName;
  String surname;
  int age;
  int salary;
}
```

クライアントには、以下の例に示しているようなアノテーション付きのオブジェクトもあります。

```
@Entity(name="ServerPerson")
class ClientPerson
{
  @Id @Basic(alias="ssn") String socialSecurityNumber;
  String surname;
}
```

このクライアントは、サーバー・サイド・エンティティーを受け取り、そのエンティティーのサブセットをクライアント・オブジェクトに射影します。 この射影により、クライアント側の処理能力とメモリーを節約できます。その理由は、クライアントは、サーバー・サイド・エンティティーに入っているすべての情報ではなく、クライアントが必要とする情報だけを保有するからです。異なるアプリケーションは、すべてのアプリケーションにデータ・アクセスのためのクラス・セットを強制的に共用させる代わりに、それぞれ独自のオブジェクトを使用することができます。

クライアント・サイド・エンティティー記述子 XML ファイルは、以下の場合に必要です。クライアント・サイドがクラスレスで実行されていて、サーバーがクラス・ベースのエンティティーとともに実行されている場合、あるいは、サーバーはクラスレスで、クライアントがクラス・ベースのエンティティーを使用している場合です。クラスレスのクライアント・モードでは、クライアントは物理クラスへのアクセス権を持たずに引き続きエンティティー照会を実行することができます。 サーバーが上記の ServerPerson エンティティーを登録したとすると、クライアントは以下のように `entity.xml` でグリッドをオーバーライドします。

```
<entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">
 <entity class-name="@ServerPerson" name="Order">
     <description>"Entity named: Order"</description>
        <attributes>
            <id name="socialSecurityNumber" type="java.lang.String"/>
            <basic name="surname" type="java.lang.String"/>
        </attributes>
 </entity>
</entity-mappings>
```

このファイルは、実際のアノテーション付きクラスの指定をクライアントに要求することなく、クライアントで同等のサブセット・エンティティーを取得します。サーバーがクラスレスで、クライアントがクラスレスでない場合、クライアントはオーバーライドするエンティティー記述子 XML ファイルを提供します。 このエンティティー記述子 XML ファイルには、クラス・ファイル参照へのオーバーライドが含まれます。

スキーマの参照

アプリケーションが Java SE 5 で実行している場合、アノテーションを使用してアプリケーションをオブジェクトに追加することができます。EntityManager は、それらのオブジェクトのアノテーションからスキーマを読み取ることができます。 アプリケーションは、`entity.xml` ファイルを使用して、これらのオブジェクトの参照とともに eXtreme Scale ランタイムを提供します。このファイルは、`objectgrid.xml` ファイルから参照されます。 `entity.xml` ファイルには、すべてのエンティティーがリストされ、各エンティティーはクラスまたはスキーマに関連付けられています。 適切なクラス名が指定されている場合には、アプリケーションはそれらのクラスから Java SE 5 のアノテーションを読み取って、スキーマを判別しようとします。クラス・ファイルにアノテーションを付けない場合、あるいはクラス名としてクラスレス ID を指定している場合は、スキーマは XML ファイルから取得されます。 この XML ファイルは、すべての属性、キー、およびリレーションシップをエンティティーごとに指定する場合に使用されます。

ローカル・グリッドの場合、XML ファイルは不要です。 プログラムは ObjectGrid 参照を取得し、ObjectGrid.registerEntities メソッドを呼び出して、Java SE 5 のアノテーションを付けられたクラスのリストまたは XML ファイルを指定します。

ランタイムは、この XML ファイルまたはアノテーション付きクラスのリストを使用して、エンティティー名、属性名とタイプ、キー・フィールドとタイプ、およびエンティティー間のリレーションシップを見つけます。 eXtreme Scale がサーバーで実行している場合、またはスタンドアロン・モードで実行している場合は、各エンティティーから付けられた名前を持つマップが自動的に作成されます。アプリケーション、または Spring などの注入フレームワークのいずれかによって設定された、`objectgrid.xml` ファイルまたは API を使用して、これらのマップをさらにカスタマイズすることができます。

エンティティー・メタデータ記述子ファイル

メタデータ記述子ファイルについて詳しくは、 73 ページの『`emd.xsd` ファイル』を参照してください。

EntityManager との対話

アプリケーションは通常、最初に ObjectGrid 参照を取得し、次にその参照からそれぞれのスレッドのセッションを取得します。 セッションはスレッド間で共有することはできません。セッションの追加メソッドである getEntityManager メソッドが使用可能です。 このメソッドは、このスレッド用に使用するエンティティー・マネージャーへの参照を戻します。EntityManager インターフェースは、すべてのアプリケーションの Session インターフェースと ObjectMap インターフェースを置換するこ

とができます。クライアントが定義済みのエンティティー・クラスに対するアクセス権を持つ場合、これらの EntityManager API を使用することができます。

セッションからの EntityManager インスタンスの取得

getEntityManager メソッドは Session オブジェクトで使用可能です。以下のコードの例は、ローカル ObjectGrid インスタンスの作成方法および EntityManager へのアクセスの方法を示しています。サポートされているすべてのメソッドの詳細については、API 資料で EntityManager インターフェースを参照してください。

```
ObjectGrid og =
ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().createObjectGrid("intro-grid");
Session s = og.getSession();
EntityManager em = s.getEntityManager();
```

Session オブジェクトと EntityManager オブジェクトの間には、1 対 1 のリレーションシップが存在します。EntityManager オブジェクトは複数回使用することができます。

エンティティーの永続化

エンティティーの永続化とは、新規エンティティーの状態を ObjectGrid キャッシュに保存することを意味します。 persist メソッドが呼び出されると、エンティティーは管理対象状態になります。永続化はトランザクションの操作であり、新規エンティティーはトランザクションのコミット後に ObjectGrid キャッシュに保管されます。

すべてのエンティティーに、タプルが保管されている、対応する BackingMap があります。 BackingMap はエンティティーと同じ名前で、クラスの登録時に作成されます。以下のコード例は、persist 操作を使用して Order オブジェクトを作成する方法を示します。

```
Order order = new Order(123);
em.persist(order);
order.setX();
...
```

Order オブジェクトはキー 123 を使用して作成され、 persist メソッドに渡されます。それに続けて、トランザクションをコミットする前にオブジェクトの状態を変更することができます。

重要: 前記の例には、begin や commit などの必要なトランザクション境界が含まれていません。詳しくは、 「*製品概要*」でエンティティー・マネージャーに関するチュートリアルを参照してください。

エンティティーの検索

ObjectGrid キャッシュ内のエンティティーは、キャッシュに保管された後に、キーを指定することにより find メソッドで見つけることができます。 このメソッドは、トランザクション境界を必要としないため、読み取り専用セマンティクスに有用です。以下の例では、1 行のコードのみでエンティティーを見つけることができることを示しています。

```
Order foundOrder = (Order)em.find(Order.class, new Integer(123));
```

エンティティーの除去

remove メソッドは、persist メソッドと同様、トランザクション操作です。 以下の例は、begin メソッドと commit メソッドを呼び出すことによってトランザクション境界を示しています。

```
em.getTransaction().begin();
Order foundOrder = (Order)em.find(Order.class, new Integer(123));
em.remove(foundOrder );
em.getTransaction().commit();
```

エンティティーは、トランザクション境界の内側で find メソッドを呼び出すことによって管理された後でないと、除去できません。 その後で、EntityManager インターフェースで remove メソッドを呼び出します。

エンティティーの無効化

invalidate メソッドの動作は、remove メソッドとよく似ていますが、ローダー・プラグインを呼び出すことはありません。 ObjectGrid からエンティティーを除去するが、バックエンド・データ・ストアではそのまま保持するには、このメソッドを使用します。

```
em.getTransaction().begin();
Order foundOrder = (Order)em.find(Order.class, new Integer(123));
em.invalidate(foundOrder );
em.getTransaction().commit();
```

エンティティーは、トランザクション境界の内側で find メソッドを呼び出すことによって管理された後でないと、無効化できません。 find メソッドを呼び出した後、EntityManager インターフェースで invalidate メソッドを呼び出すことができます。

エンティティーの更新

update メソッドもトランザクション操作です。 更新を適用する前に、エンティティーを管理する必要があります。

```
em.getTransaction().begin();
Order foundOrder = (Order)em.find(Order.class, new Integer(123));
foundOrder.date = new Date(); // update the date of the order
em.getTransaction().commit();
```

上の例では、エンティティーが更新された後で persist メソッドは呼び出されていません。 エンティティーは、トランザクションのコミット時に ObjectGrid キャッシュで更新されます。

照会と照会キュー

柔軟な照会エンジンにより、EntityManager API を使用してエンティティーを取得することができます。ObjectGrid 照会言語を使用することにより、エンティティーまたはオブジェクト・ベースのスキーマで SELECT タイプ照会を作成します。Query インターフェースでは、EntityManager API を使用して照会を実行する方法を詳細に説明しています。照会の使用について詳しくは、Query API を参照してください。

エンティティー QueryQueue は、キューに似たデータ構造体であり、エンティティー照会に関連付けられます。これは、照会フィルターの WHERE 条件に一致するすべてのエンティティーを選択し、結果のエンティティーをキューに入れます。その

後、クライアントは、このキューからエンティティーを繰り返し取り出すことができます。詳しくは、 96 ページの『エンティティー照会キュー』を参照してください。

エンティティー・リスナーおよびコールバック・メソッド

アプリケーションは、エンティティーの状態が遷移した場合に通知を受けることができます。状態変更イベントに対しては、2 つのコールバック・メカニズムが存在します。1 つはエンティティー・クラスに定義されているライフサイクル・コールバック・メソッドで、エンティティーの状態が変更されると必ず呼び出されます。もう 1 つはエンティティー・リスナーで、いくつかのエンティティーに登録できるのでより一般的になっています。

エンティティー・インスタンスのライフサイクル

エンティティー・インスタンスには、以下の状態があります。

- **新規**: eXtreme Scale キャッシュに存在せず、新規に作成されたエンティティー・インスタンス。
- **管理対象**: eXtreme Scale キャッシュに存在し、エンティティー・マネージャーを使用して取得または永続化されるエンティティー・インスタンス。エンティティーを管理対象状態にするには、アクティブなトランザクションに関連付ける必要があります。
- **切り離し済み**: eXtreme Scale キャッシュに存在しているが、アクティブなトランザクションには関連付けられていないエンティティー・インスタンス。
- **除去済み**: eXtreme Scale キャッシュから除去されたか、トランザクションがフラッシュまたはコミットされるときにキャッシュから除去されたか、除去される予定のエンティティー・インスタンス。
- **無効化**: eXtreme Scale キャッシュで無効にされたか、トランザクションがフラッシュまたはコミットされるときにキャッシュで無効にされたか、無効にされる予定のエンティティー・インスタンス。

エンティティーの状態が変化するときは、ライフサイクル・コールバック・メソッドを起動できます。

以下のセクションでは、新規、管理対象、切り離し済み、除去済み、および無効化の状態がエンティティーに適用されるときの各状態の意味について詳細に説明します。

エンティティー・ライフサイクル・コールバック・メソッド

エンティティー・ライフサイクル・コールバック・メソッドは、エンティティー・クラスに定義でき、エンティティーの状態が変わると呼び出されます。こうしたメソッドは、エンティティー・フィールドの妥当性検査や、通常ではエンティティーで持続することのない過渡状態の更新で役立ちます。エンティティー・ライフサイクル・コールバック・メソッドは、エンティティーを使用していないクラスでも定義することができます。こうしたクラスは、複数のエンティティー・タイプに関連付けることができるエンティティー・リスナー・クラスです。ライフサイクル・コールバック・メソッドは、以下のようにメタデータ・アノテーションを使用しても、エンティティー・メタデータ XML 記述子ファイルを使用しても定義できます。

- **アノテーション**: ライフサイクル・コールバック・メソッドは、エンティティー・クラス内で PrePersist、PostPersist、PreRemove、PostRemove、PreUpdate、PostUpdate、および PostLoad アノテーションを使用して示すことができます。
- **エンティティー XML 記述子**: ライフサイクル・コールバック・メソッドは、アノテーションが使用可能でない場合は XML を使用して記述できます。

エンティティー・リスナー

エンティティー・リスナー・クラスは、エンティティーを使用しないクラスであり、1 つ以上のエンティティー・ライフサイクル・コールバック・メソッドを定義します。エンティティー・リスナーは、汎用の監査アプリケーションまたはロギング・アプリケーションで有用です。エンティティー・リスナーは、以下のようにメタデータ・アノテーションを使用しても、エンティティー・メタデータ XML 記述子ファイルを使用しても定義できます。

- **アノテーション**: EntityListeners アノテーションは、エンティティー・クラス上の 1 つ以上のエンティティー・リスナー・クラスを示す場合に使用できます。複数のエンティティー・リスナーが定義されている場合、それらが呼び出される順序は、EntityListeners アノテーションに指定されている順序によって決定されます。
- **エンティティー XML 記述子**: XML 記述子は、エンティティー・リスナーの呼び出し順序を指定するか、メタデータ・アノテーションに指定されている順序をオーバーライドするための代替方法として使用できます。

コールバック・メソッドの要件

アノテーションのどのようなサブセットまたは組み合わせでも、エンティティー・クラスまたはリスナー・クラスに指定できます。1 つのクラスは、同じライフサイクル・イベントに対する複数のライフサイクル・コールバック・メソッドを持つことができません。ただし、同じメソッドを複数のコールバック・イベントに使用することができます。エンティティー・リスナー・クラスには、引数を取らない public コンストラクターが必要です。エンティティー・リスナーはステートレスです。エンティティー・リスナーのライフサイクルは、指定されません。 eXtreme Scale はエンティティー継承をサポートしないため、コールバック・メソッドは、エンティティー・クラスでしか定義できず、スーパークラスでは定義できません。

コールバック・メソッド・シグニチャー

エンティティー・ライフサイクル・コールバック・メソッドは、エンティティー・リスナー・クラスで定義するか、エンティティー・クラスで直接定義するか、あるいはその両方で定義できます。エンティティー・ライフサイクル・コールバック・メソッドは、メタデータ・アノテーションを使用しても、エンティティー XML 記述子を使用しても定義できます。エンティティー・クラスとエンティティー・リスナー・クラスでコールバック・メソッドに使用されるアノテーションは、同じです。コールバック・メソッドのシグニチャーは、エンティティー・クラスで定義する場合と、エンティティー・リスナー・クラスで定義する場合とでは異なります。エンティティー・クラスまたはマップされたスーパークラスで定義されるコールバック・メソッドは、以下のシグニチャーを持ちます。

```
void <METHOD>()
```

エンティティー・リスナー・クラスで定義されるコールバック・メソッドは、以下のシグニチャーを持ちます。

```
void <METHOD>(Object)
```

Object 引数は、コールバック・メソッドの呼び出し対象のエンティティー・インスタンスです。 Object 引数は、java.lang.Object オブジェクトまたは実際のエンティティー・タイプとして宣言できます。

コールバック・メソッドには public、private、protected、または package レベルのアクセスが可能ですが、static または final は使用できません。

対応するタイプのライフサイクル・イベント・コールバック・メソッドを指定するために、以下のアノテーションが定義されます。

- com.ibm.websphere.projector.annotations.PrePersist
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PostPersist
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PreRemove
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PostRemove
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PreUpdate
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PostUpdate
- com.ibm.websphere.projector.annotations.PostLoad

詳しくは、API 資料を参照してください。各アノテーションには、エンティティー・メタデータ XML 記述子ファイルで定義された同等の XML 属性があります。

ライフサイクル・コールバック・メソッドのセマンティクス

以下のように、異なるライフサイクル・コールバック・メソッドは、それぞれ異なる目的を持ち、エンティティー・ライフサイクルの異なるフェーズで呼び出されます。

PrePersist
エンティティーに対して、そのエンティティーがストアに対して永続化される前に呼び出されます。こうしたエンティティーには、カスケード操作のために永続化されているエンティティーが含まれます。このメソッドは、EntityManager.persist 操作のスレッドで呼び出されます。

PostPersist
エンティティーに対して、そのエンティティーがストアに対して永続化された後に呼び出されます。こうしたエンティティーには、カスケード操作のために永続化されているエンティティーが含まれます。このメソッドは、EntityManager.persist 操作のスレッドで呼び出されます。これは、EntityManager.flush または EntityManager.commit が呼び出された後で呼び出されます。

PreRemove
エンティティーに対して、そのエンティティーが除去される前に呼び出されます。こうしたエンティティーには、カスケード操作のために除去されたエンティティーが含まれます。このメソッドは、EntityManager.remove 操作のスレッドで呼び出されます。

PostRemove
エンティティーに対して、そのエンティティーが除去された後に呼び出されます。こうしたエンティティーには、カスケード操作のために除去されたエンティティーが含まれます。このメソッドは、EntityManager.remove 操作のスレッドで呼び出されます。これは、EntityManager.flush または EntityManager.commit が呼び出された後で呼び出されます。

PreUpdate
エンティティーに対して、そのエンティティーがストアに対して更新される前に呼び出されます。このメソッドは、トランザクション・フラッシュ操作またはコミット操作のスレッドで呼び出されます。

PostUpdate
エンティティーに対して、そのエンティティーがストアに対して更新された後に呼び出されます。このメソッドは、トランザクション・フラッシュ操作またはコミット操作のスレッドで呼び出されます。

PostLoad
エンティティーに対して、そのエンティティーがストアからロードされた後に呼び出されます。こうしたエンティティーには、アソシエーションによってロードされたエンティティーが含まれます。このメソッドは、EntityManager.find や照会などのロード操作のスレッドで呼び出されます。

ライフサイクル・コールバック・メソッドの重複

エンティティー・ライフサイクル・イベントに対して複数のコールバック・メソッドが定義されている場合、これらのメソッドの呼び出し順序は以下のとおりです。

1. **エンティティー・リスナーで定義されたライフサイクル・コールバック・メソッド**: エンティティー・クラスのエンティティー・リスナー・クラスで定義されたライフサイクル・コールバック・メソッドは、EntityListeners アノテーションまたは XML 記述子でエンティティー・リスナー・クラスが指定されているのと同じ順序で呼び出されます。
2. **リスナー・スーパー・クラス**: エンティティー・リスナーのスーパー・クラスで定義されたコールバック・メソッドは、子の前に呼び出されます。
3. **エンティティー・ライフサイクル・メソッド**: WebSphere eXtreme Scale はエンティティー継承をサポートしないため、エンティティー・ライフサイクル・メソッドはエンティティー・クラス内でしか定義できません。

例外

ライフサイクル・コールバック・メソッドで実行時例外が発生する場合があります。ライフサイクル・コールバック・メソッドの結果としてトランザクション内で実行時例外が発生した場合、そのトランザクションがロールバックされます。実行時例外となった後は、それ以上ライフサイクル・コールバック・メソッドが呼び出されません。

エンティティー・リスナーの例

要件に基づいて、EntityListener を作成できます。以下にスクリプト例をいくつか示します。

アノテーションを使用するエンティティー・リスナーの例

以下の例では、ライフサイクル・コールバック・メソッド呼び出しとその呼び出し順序を示しています。エンティティー・クラス Employee および EmployeeListener と EmployeeListener2 という 2 つのエンティティー・リスナーが存在しているものとします。

```
@Entity
@EntityListeners(EmployeeListener.class, EmployeeListener2.class)
public class Employee {
    @PrePersist
    public void checkEmployeeID() {
        ....
    }
}

public class EmployeeListener {
    @PrePersist
    public void onEmployeePrePersist(Employee e) {
        ....
    }
}

public class PersonListener {
    @PrePersist
    public void onPersonPrePersist(Object person) {
        ....
    }
}

public class EmployeeListener2 {
    @PrePersist
    public void onEmployeePrePersist2(Object employee) {
        ....
    }
}
```

Employee インスタンスで PrePersist イベントが発生した場合、以下のメソッドがこの順序で呼び出されます。

1. onEmployeePrePersist メソッド
2. onPersonPrePersist メソッド
3. onEmployeePrePersist2 メソッド
4. checkEmployeeID メソッド

XML を使用するエンティティー・リスナーの例

以下の例は、エンティティー記述子 XML ファイルを使用して、エンティティーでエンティティー・リスナーを設定する方法を示したものです。

```
<entity
    class-name="com.ibm.websphere.objectgrid.sample.Employee"
    name="Employee" access="FIELD">
    <attributes>
        <id name="id" />
        <basic name="value" />
    </attributes>
    <entity-listeners>
        <entity-listener
            class-name="com.ibm.websphere.objectgrid.sample.EmployeeListener">
            <pre-persist method-name="onListenerPrePersist" />
            <post-persist method-name="onListenerPostPersist" />
```

```
        </entity-listener>
    </entity-listeners>
    <pre-persist method-name="checkEmployeeID" />
</entity>
```

エンティティー Employee は、com.ibm.websphere.objectgrid.sample.EmployeeListener エンティティー・リスナー・クラスによって構成されています。このクラスには、2 つのライフサイクル・コールバック・メソッドが定義されています。 onListenerPrePersist メソッドは PrePersist イベントに対応するもので、 onListenerPostPersist メソッドは PostPersist イベントに対応するものです。また PrePersist イベントを listen するために、checkEmployeeID メソッドが Employee クラスで構成されています。

EntityManager フェッチ・プランのサポート

FetchPlan は、アプリケーションがリレーションシップにアクセスする必要がある場合、関連付けられたオブジェクトを取得するためにエンティティー・マネージャーが使用するストラテジーです。

例

例えば、ご使用のアプリケーションに Department と Employee の 2 つのエンティティーがあるとします。Department エンティティーと Employee エンティティーの間のリレーションシップは、双方向の 1 対多のリレーションシップです。1 つの部門には多くの従業員がいますが、1 人の従業員は 1 つの部門にのみ属します。 Department エンティティーがフェッチされると、ほとんどの場合その部門の従業員もフェッチされるため、この 1 対多のリレーションシップのフェッチ・タイプは EAGER に設定されます。

以下に Department クラスのスニペットを示します。

```
 @Entity
public class Department {

    @Id
    private String deptId;

    @Basic
    String deptName;

  @OneToMany(fetch = FetchType.EAGER, mappedBy="department", cascade = {CascadeType.PERSIST})
  public Collection<Employee> employees;

}
```

分散環境では、アプリケーションが `em.find(Department.class, "dept1")` を呼び出して Department エンティティーをキー「dept1」で検索すると、この検索操作によって Department エンティティーとその Department の EAGER フェッチの関係すべてが取得されます。 上記のスニペットの場合、これは部門「dept1」のすべての従業員です。

WebSphere eXtreme Scale 6.1.0.5 より前では、クライアントは 1 回のクライアント/サーバー・トリップで 1 個のエンティティーを取得したので、1 個の Department エンティティーと N 個の Employee エンティティーを取得するために、N + 1 回のクライアント/ サーバー・トリップが行われました。この N + 1 個のエンティティーを 1 回のトリップで取得すれば、パフォーマンスを改善できます。

フェッチ・プラン

フェッチ・プランを使用すると、リレーションシップの最大項目数をカスタマイズすることによって、EAGER リレーションシップをフェッチする方法をカスタマイズすることができます。 フェッチの項目数は、LAZY 関係に指定された項目数よりも多い EAGER 関係をオーバーライドします。 デフォルトでは、EAGER 関係のフェッチの項目数がフェッチの最大項目数です。 つまり、ルート・エンティティーからナビゲート可能な EAGER である、すべてのレベルの EAGER リレーションシップがフェッチされます。 EAGER リレーションシップは、そのルート・エンティティーから始まるすべての関係が EAGER フェッチとして構成される場合、かつこの場合に限り、ルート・エンティティーからナビゲート可能な EAGER です。

前記の例では、Department と Employee のリレーションシップは EAGER フェッチとして構成されるため、Employee エンティティーは Department エンティティーからナビゲート可能な EAGER です。

Employee エンティティーに別の、例えば Address エンティティーへの EAGER リレーションシップがある場合は、Address エンティティーも Department エンティティーからナビゲート可能な EAGER です。 ただし、Department と Employee のリレーションシップが LAZY フェッチとして構成されていた場合は、Address エンティティーは Department エンティティーからナビゲート可能な EAGER ではありません。Department と Employee のリレーションシップが EAGER フェッチ・チェーンを断ち切るからです。

FetchPlan オブジェクトは EntityManager インスタンスから取得できます。 アプリケーションは setMaxFetchDepth メソッドを使用して、フェッチの最大項目数を変更します。

フェッチ・プランは EntityManager インスタンスに関連付けられています。 フェッチ・プランはどのフェッチ操作にも適用されますが、より厳密には次のとおりです。

- EntityManager `find(Class class, Object key)` 操作および `findForUpdate(Class class, Object key)` 操作
- Query 操作
- QueryQueue 操作

FetchPlan オブジェクトは可変です。 一度変更すると、後で実行されるフェッチ操作には変更された値が適用されます。

フェッチ・プランによって、EAGER フェッチのリレーションシップのエンティティーをルート・エンティティーを使用して取得するのに 1 回のクライアント/サーバー・トリップで行うのか、または複数回で行うのかが決まるため、フェッチ・プランは分散デプロイメントにとって重要です。

引き続き前述の例において、フェッチ・プランは最大項目数が無限大に設定されている、とさらに考えてみてください。 この場合、アプリケーションが `em.find(Department.class, "dept1")` を呼び出して Department を検索すると、この検索操作によって 1 個の Department エンティティーと N 個の従業員エンティティーが 1 回のクライアント/サーバー・トリップで取得されます。 ただし、フェッチの最大項目数がゼロに設定されているフェッチ・プランの場合は、Department

オブジェクトのみがサーバーから取得されますが、Department オブジェクトの従業員集合がアクセスされるときのみ Employee エンティティーはサーバーから取得されます。

異なるフェッチ・プラン

要件に基づいていくつかの異なるフェッチ・プランがあります。以下のセクションで説明します。

分散グリッドへの影響

- *項目数無限のフェッチ・プラン:* 項目数無限のフェッチ・プランでは、フェッチの最大項目数は `FetchPlan.DEPTH_INFINITE` で設定されています。

  クライアント/サーバー環境で項目数無限のフェッチ・プランを使用すると、ルート・エンティティーからナビゲート可能な EAGER であるすべての関係は、1 回のクライアント/サーバー・トリップで取得されます。

  例: アプリケーションが、特定の Department の全従業員のすべての Address エンティティーに関係している場合、項目数無限のフェッチ・プランを使用して、すべての関連付けられた Address エンティティーを取得します。 以下のコードでは、1 回のクライアント/サーバー・トリップのみが行われます。

  ```
  em.getFetchPlan().setMaxFetchDepth(FetchPlan.DEPTH_INFINITE);

  tran.begin();
  Department dept = (Department) em.find(Department.class, "dept1");
  // do something with Address object.
  for (Employee e: dept.employees) {
      for (Address addr: e.addresses) {
      // do something with addresses.
      }
  }
  tran.commit();
  ```

- *項目数ゼロのフェッチ・プラン:* 項目数ゼロのフェッチ・プランでは、フェッチの最大項目数はゼロに設定されています。

  クライアント/サーバー環境でゼロのフェッチ・プランを使用すると、ルート・エンティティーのみが最初のクライアント/サーバー・トリップで取得されます。すべての EAGER リレーションシップは LAZY であるかのように扱われます。

  例: この例では、アプリケーションは Department エンティティー属性にのみ関係します。その部門の従業員にアクセスする必要はないため、アプリケーションはフェッチ・プランの項目数をゼロに設定します。

  ```
  Session session = objectGrid.getSession();
  EntityManager em = session.getEntityManager();
  EntityTransaction tran = em.getTransaction();
  em.getFetchPlan().setMaxFetchDepth(0);

  tran.begin();
  Department dept = (Department) em.find(Department.class, "dept1");
  // do something with dept object.
  tran.commit();
  ```

- *項目数 k のフェッチ・プラン:*

  項目数 *k* のフェッチ・プランでは、フェッチの最大項目数は *k* に設定されています。

クライアント/サーバー eXtreme Scale 環境で項目数 *k* のフェッチ・プランを使用すると、*k* ステップ以内でルート・エンティティーからナビゲート可能な EAGER リレーションシップすべてが最初のクライアント/サーバー・トリップで取得されます。

項目数無限のフェッチ・プラン (*k* = 無限大) および項目数ゼロのフェッチ・プラン (*k* = 0) は、項目数 *k* のフェッチ・プランの 2 つの例にすぎません。

前述の例でさらに詳しい説明を続けるため、エンティティー Employee からエンティティー Address へ別の EAGER リレーションシップがあるとします。フェッチ・プランで、フェッチの最大項目数が 1 に設定されていると、`em.find(Department.class, "dept1")` 操作によって、1 回のクライアント/サーバー・トリップで Department エンティティーおよびその Department のすべての Employee エンティティーが取得されます。 ただし、Address エンティティーは Department エンティティーへは 1 ステップ以内ではなく 2 ステップ以内でナビゲート可能な EAGER のため、取得されません。

項目数が 2 に設定されたフェッチ・プランを使用すると、`em.find (Department.class, "dept1")` 操作によって、1 回のクライアント/サーバー・トリップで Department エンティティー、その Department のすべての Employee エンティティー、および Employee に関連付けられたすべての Address エンティティーが取得されます。

ヒント: デフォルトのフェッチ・プランではフェッチの最大項目数は無限大に設定されているため、フェッチ操作のデフォルトの振る舞いは変更できます。 ルート・エンティティーからナビゲート可能な EAGER リレーションシップすべてが取得されます。 複数のトリップではなく、ここではフェッチ操作はデフォルトのフェッチ・プランを使用して 1 回のクライアント/サーバー・トリップのみが行われます。 前のバージョンからの製品の設定を保持するには、フェッチの項目数を 0 に設定してください。

- *照会で使用されるフェッチ・プラン:*

  エンティティー照会を実行する場合も、フェッチ・プランを使用してリレーションシップの取得をカスタマイズすることができます。

  例えば、照会 `SELECT d FROM Department d WHERE "d.deptName='Department'"` の結果には、Department エンティティーへのリレーションシップがあります。フェッチ・プランの項目数が照会結果のアソシエーションから始まることに注意してください。この場合は、照会結果そのものではなく、Department エンティティーです。つまり、Department エンティティーのフェッチの項目数はレベル 0 です。このため、フェッチの最大項目数が 1 のフェッチ・プランは、1 回のクライアント/サーバー・トリップで Department エンティティーおよびその Department の Employee エンティティーを取得します。

  例: この例では、フェッチ・プランの項目数は 1 に設定されているため、Department エンティティーおよびその Department の Employee エンティティーは 1 回のクライアント/サーバー・トリップで取得されますが、Address エンティティーは同じトリップでは取得されません。

重要: OrderBy アノテーションまたは構成を使用してリレーションシップを順序付けている場合は、LAZY フェッチとして構成されていても EAGER リレーションシップであると見なされます。

分散環境でのパフォーマンスの考慮事項

デフォルトでは、ルート・エンティティーからナビゲート可能な EAGER であるすべてのリレーションシップが 1 回のクライアント/サーバー・トリップで取得されます。 これにより、すべてのリレーションシップを使用する予定がある場合は、パフォーマンスを改善することができます。 ただし、ある種の使用に関するシナリオにおいては、ルート・エンティティーからナビゲート可能な EAGER リレーションシップがすべて使用されるとは限らないため、その未使用エンティティーを取得することによってランタイム・オーバーヘッドと処理能力オーバーヘッドがかかります。

そのような場合に、アプリケーションはフェッチの最大項目数を小さな数に設定し、その特定の項目数の LAZY の後ですべての EAGER 関係を作成することで取得するエンティティーの項目数を減らすことができます。 この設定により、パフォーマンスを改善することができます。

前出の Department と Employee と Address の例をさらに続けると、デフォルトで、Department 「dept1」の従業員に関連付けられたすべての Address エンティティーは、`em.find(Department.class, "dept1")` が呼び出される場合に取得されます。アプリケーションが Address エンティティーを使用しない場合は、フェッチの最大項目数を 1 に設定することも考えられるため、Address エンティティーは Department エンティティーと一緒には取得されません。

EntityManager インターフェースのパフォーマンスへの影響

すべてのアプリケーションで特定のデータ・ストアの同じデータ・アクセス・オブジェクトを使用する必要がある環境は、かなり実用的ではありません。対照的に、WebSphere eXtreme Scale で提供される EntityManager インターフェースは、サーバー・グリッド・データ・ストアに保持された状態からアプリケーションを切り離します。

EntityManager インターフェースを使用するためのコストは高いものではなく、実行する作業の種類により異なります。アプリケーションが完成した後、必ず EntityManager インターフェースを使用して重要なビジネス・ロジックを最適化してください。EntityManager インターフェースを使用するコードを、マップとタプルを使用するように修正できます。通常、このコードの修正は、コードの 10 % について必要になる可能性があります。

オブジェクト間のリレーションシップを利用すると、パフォーマンスへの影響が小さくなります。これは、マップを使用しているアプリケーションが、このようなリレーションシップを EntityManager インターフェースと同様に管理する必要があるからです。

ObjectTransformer は自動的に最適化されるため、EntityManager インターフェースを使用するアプリケーションは、ObjectTransformer を提供する必要がありません。

マップ用の EntityManager コードの修正

以下にサンプル・エンティティーを示します。

```
@Entity
public class Person
{
 @Id
 String ssn;
 String firstName;
 @Index
 String middleName;
 String surname;
}
```

エンティティーを検索し、エンティティーを更新するコードを以下に示します。

```
Person p = null;
s.begin();
p = (Person)em.find(Person.class, "1234567890");
p.middleName = String.valueOf(inner);
s.commit();
```

マップおよびタプルを使用する場合のコードは以下のとおりです。

```
Tuple key = null;
key = map.getEntityMetadata().getKeyMetadata().createTuple();
key.setAttribute(0, "1234567890");

// The Copy Mode is always NO_COPY for entity maps if not using COPY_TO_BYTES.
// Either we need to copy the tuple or we can ask the ObjectGrid to do it for us:
map.setCopyMode(CopyMode.COPY_ON_READ);
s.begin();
Tuple value = (Tuple)map.get(key);
value.setAttribute(1, String.valueOf(inner));
map.update(key, value);
value = null;
s.commit();
```

これらのコード・スニペットは両方とも同じ結果になります。アプリケーションは、いずれか一方、または両方のスニペットを使用できます。

2 番目のコード・スニペットは、マップを直接使用する方法およびタプル (キーと値の組) を操作する方法を示しています。値タプルには、それぞれ 0、1 および 2 に索引が設定された firstName、middleName、および surname という 3 つの属性があります。キー・タプルには 0 に索引が設定された、ID 番号という単一の属性があります。 EntityMetadata#getKeyMetaData メソッドまたは EntityMetadata#getValueMetaData メソッドを使用して、タプルを作成する方法を確認できます。エンティティーのタプルを作成するには、これらのメソッドを使用する必要があります。タプル・インターフェースを実装して、そのタプル実装のインスタンスを渡すような操作は、実行できません。

インスツルメンテーション・エージェント

Java Development Kit (JDK) バージョン 1.5 以降を使用している場合、 WebSphere eXtreme Scale インスツルメンテーション・エージェントを使用可能にすることで、フィールド・アクセス・エンティティーのパフォーマンスを向上させることができます。

JDK バージョン 1.5 以降での eXtreme Scale エージェントの使用可能化

以下の構文で Java コマンド行オプションを使用して ObjectGrid エージェントを使用可能化することができます。

```
-javaagent:jarpath[=options]
```

jarpath 値は、eXtreme Scale エージェント・クラスおよびサポート・クラスが入っている eXtreme Scale ランタイムの Java アーカイブ (JAR) ファイル (objectgrid.jar、wsobjectgrid.jar、ogclient.jar、wsogclient.jar、および ogagent.jar ファイルなど) へのパスです。通常、スタンドアロン Java プログラム、または WebSphere Application Server を稼働していない Java Platform, Enterprise Edition 環境では、objectgrid.jar ファイルまたは ogclient.jar ファイルを使用します。 WebSphere Application Server または複数クラス・ローダー環境では、Java コマンド行エージェント・オプションで ogagent.jar ファイルを使用する必要があります。追加情報を指定するには、クラスパスに ogagent.config ファイルを指定するか、エージェント・オプションを使用します。

eXtreme Scale エージェント・オプション

config 構成ファイル名をオーバーライドします。

include
構成ファイルの最初の部分である変換ドメイン定義を指定またはオーバーライドします。

exclude
@Exclude 定義を指定またはオーバーライドします。

fieldAccessEntity
@FieldAccessEntity 定義を指定またはオーバーライドします。

trace トレース・レベルを指定します。レベルには ALL、CONFIG、FINE、FINER、FINEST、SEVERE、WARNING、INFO、および OFF があります。

trace.file
トレース・ファイルのロケーションを指定します。

各オプションを区切るために、区切り文字としてセミコロン (;) を使用します。コンマ (,) は、オプション内の各エレメントの区切り文字として使用します。以下の例は、Java プログラムの eXtreme Scale エージェント・オプションを示します。

```
-javaagent:objectgridRoot/lib/objectgrid.jar=config=myConfigFile;
include=includedPackage;exclude=excludedPackage;
fieldAccessEntity=package1,package2
```

ogagent.config ファイル

ogagent.config ファイルは、指定された eXtreme Scale エージェント構成ファイル名です。ファイル名がクラスパス内にある場合、eXtreme Scale エージェントはそのファイルを検索し、解析します。eXtreme Scale エージェントの構成オプションを使用して、指定されたファイル名をオーバーライドすることができます。以下の例は、構成ファイルの指定方法を示しています。

```
-javaagent:objectgridRoot/lib/objectgrid.jar=config=myOverrideConfigFile
```

eXtreme Scale エージェント構成ファイルには、以下の部分があります。

- **変換ドメイン:** 変換ドメイン部分は、構成ファイルの最初にあります。変換ドメインは、クラス変換プロセスに組み込まれているパッケージおよびクラスのリストです。この変換ドメインには、フィールド・アクセス・エンティティー・クラスであるすべてのクラス、およびそれらのフィールド・アクセス・エンティティー・クラスを参照するその他のクラスが組み込まれる必要があります。フィールド・アクセス・エンティティー・クラス、およびそれらのフィールド・アクセス・エンティティー・クラスを参照するその他のクラスによって、変換ドメインは構成されます。フィールド・アクセス・エンティティー・クラスを @FieldAccessEntity 部分に指定する場合は、この部分にフィールド・アクセス・エンティティー・クラスを組み込む必要はありません。変換ドメインは、完全なものである必要があります。そうでないと、FieldAccessEntityNotInstrumentedException 例外が発生する場合があります。
- **@Exclude:** @Exclude トークンは、このトークンの後にリストされるパッケージおよびクラスが、変換ドメインから除外されることを示します。
- **@FieldAccessEntity:** @FieldAccessEntity トークンは、このトークンの後にリストされるパッケージおよびクラスが、フィールド・アクセス・エンティティー・パッケージおよびクラスであることを示します。@FieldAccessEntity トークンの後に行がない場合は、「@FieldAccessEntity が指定されていない」ことと同じになります。eXtreme Scale エージェントは、定義済みのフィールド・アクセス・エンティティー・パッケージおよびクラスはないものと判断します。
  @FieldAccessEntity トークンの後に行が存在する場合、それらの行は、ユーザー指定のフィールド・アクセス・エンティティー・パッケージおよびクラスを表します。例えば、「フィールド・アクセス・エンティティー・ドメイン」などです。フィールド・アクセス・エンティティー・ドメインは、変換ドメインのサブドメインです。フィールド・アクセス・エンティティー・ドメインにリストされているパッケージおよびクラスは、それらが変換ドメインにリストされていない場合でも変換ドメインの一部です。変換から除外されているパッケージおよびクラスをリストする @Exclude トークンは、フィールド・アクセス・エンティティー・ドメインにはまったく影響しません。 @FieldAccessEntity トークンが指定されている場合、すべてのフィールド・アクセス・エンティティーが、このフィールド・アクセス・エンティティー・ドメインに入っている必要があります。そうでないと、FieldAccessEntityNotInstrumentedException 例外が発生する場合があります。

エージェント構成ファイル (ogagent.config) の例

```
##############################
# The # indicates comment line
##############################
# This is an ObjectGrid agent config file (the designated file name is ogagent.config) that can be found and parsed by the ObjectGrid agent
# if it is in classpath.
# If the file name is "ogagent.config" and in classpath, Java program runs with -javaagent:objectgridRoot/ogagent.jar will have
# ObjectGrid agent enabled.
# If the file name is not "ogagent.config" but in classpath, you can specify the file name in config option of ObjectGrid agent
#     -javaagent:objectgridRoot/lib/objectgrid.jar=config=myOverrideConfigFile
# See comments below for more info regarding instrumentation setting override.

# The first part of the configuration is the list of packages and classes that should be included in transformation domain.
# The includes (packages/classes, construct the instrumentation doamin) should be in the beginning of the file.
com.testpackage
com.testClass

# Transformation domain: The above lines are packages/classes that construct the transformation domain.
# The system will process classes with name starting with above packages/classes for transformation.
#
# @Exclude token : Exclude from transformation domain.
# The @Exclude token indicates packages/classes after that line should be excluded from transformation domain.
# It is used when user want to exclude some packages/classes from above specified included packages
#
# @FieldAccessEntity token: Field-access Entity domain.
# The @FieldAccessEntity token indicates packages/classes after that line are field-access Entity packages/classes.
# If there is no lilne after the @FieldAccessEntity token, it is equivalent to "No @FieldAccessEntity specified".
# The runtime will consider the user does not specify any field-access Entity packages/classes.
# The "field-acces Entity domain" is a sub-domain of transformation domain.
#
# Packages/classes listed in the "field-access Entity domain" will always be part of transformation domain,
# even they are not listed in transformation domain.
# The @Exclude, which lists packages/classes excluded from transformation, has no impact on the "field-acces Entity domain".
# Note: When @FieldAccessEntity is specified, all field-access entities must be in this field-acces Entity domain,
#       otherwise, FieldAccessEntityNotInstrumentedException may occur.
```

```
#
# The default ObjectGrid agent config file name is ogagent.config
# The runtime will look for this file as a resource in classpath and process it.
# Users can override this designated ObjectGrid agent config file name via config option of agent.
#
# e.g.
# javaagent:objectgridRoot/lib/objectgrid.jar=config=myOverrideConfigFile
#
# The instrumentation definition, including transformation domain, @Exclude, and  @FieldAccessEntity can be overriden individually
# by corresponding designated agent options.
# Designated agent options include:
#    include              -> used to override instrumentation domain definition that is the first part of the config file
#    exclude              -> used to override @Exclude definition
#    fieldAccessEntity    -> used to override @FieldAccessEntity definition
#
# Each agent option should be separated by ";"
# Within the agent option, the package or class should be seperated by ","
#
# The following is an example that does not override the config file name:
#    -javaagent:objectgridRoot/lib/objectgrid.jar=include=includedPackage;exclude=excludedPackage;fieldAccessEntity=package1,package2
#
##############################

@Exclude
com.excludedPackage
com.excludedClass

@FieldAccessEntity
```

パフォーマンスの考慮

パフォーマンスを向上させるために、変換ドメインおよびフィールド・アクセス・エンティティー・ドメインを指定します。

エンティティー照会キュー

照会キューを使用して、アプリケーションはエンティティーに対し、照会によって限定されるキューをサーバー・サイドまたはローカルの eXtreme Scale に作成できます。照会結果のエンティティーは、このキューに保管されます。現在、照会キューは、ペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用しているマップでのみサポートされます。

照会キューは複数のトランザクションおよびクライアントによって共用されます。照会キューが空になると、このキューに関連付けられたエンティティー照会が再実行され、新しい結果がキューに追加されます。照会キューは、エンティティー照会ストリングとパラメーターによって一意的に識別されます。 1 つの ObjectGrid インスタンス内に存在する各固有の照会キューのインスタンスは 1 つのみです。追加情報については、EntityManager API 資料を参照してください。

照会キューの例

次の例は、照会キューの使用法を示します。

```
/**
 * Get a unassigned question type task
 */
private void getUnassignedQuestionTask() throws Exception {
    EntityManager em = og.getSession().getEntityManager();
    EntityTransaction tran = em.getTransaction();

    QueryQueue queue = em.createQueryQueue("SELECT t FROM Task t
    WHERE t.type=?1 AND t.status=?2", Task.class);
    queue.setParameter(1, new Integer(Task.TYPE_QUESTION));
    queue.setParameter(2, new Integer(Task.STATUS_UNASSIGNED));

    tran.begin();
    Task nextTask = (Task) queue.getNextEntity(10000);
    System.out.println("next task is " + nextTask);
    if (nextTask != null) {
        assignTask(em, nextTask);
    }
    tran.commit();
}
```

上記の例は、最初にエンティティー照会ストリング "SELECT t FROM Task t WHERE t.type=?1 AND t.status=?2" を使用して QueryQueue を作成しています。その次に、QueryQueue オブジェクトのパラメーターを設定しています。この照会キューは、タイプが "question" のすべての "unassigned" (未割り当て) タスクを示します。 QueryQueue オブジェクトは、エンティティー Query オブジェクトに非常によく似ています。

QueryQueue が作成されると、エンティティー・トランザクションが開始され、getNextEntity メソッドが呼び出されます。このメソッドは、タイムアウト値が 10 秒に設定され、次に使用可能なエンティティーを取得します。エンティティーが取得されると、それは assignTask メソッドで処理されます。assignTask は Task エンティティー・インスタンスを変更し、状況を "assigned" (割り当て済み) に変更します。これにより、このエンティティーはもはや QueryQueue のフィルターに一致しなくなるため、事実上キューから削除されます。割り当てが終わると、トランザクションがコミットされます。

この簡単な例からわかるように、照会キューはエンティティー照会に似ています。しかし、両者には次のような違いがあります。

1. 照会キュー内のエンティティーは、反復方式で取得できます。取得するエンティティーの数は、ユーザー・アプリケーションが決定します。例えば、QueryQueue.getNextEntity(timeout) が使用された場合、取得されるエンティティーは 1 つのみです。QueryQueue.getNextEntities(5, timeout) が使用された場合は、5 つのエンティティーが取得されます。分散環境では、エンティティーの数によって、サーバーからクライアントへ転送されるバイト数が直接決まります。
2. エンティティーが照会キューから取得される際、そのエンティティーには U ロックがかけられるため、他のトランザクションはアクセスできません。

ループでのエンティティーの取得

エンティティーをループで取得できます。以下に、未割り当て (UNASSIGNED) の質問 (QUESTION) タイプのすべてのタスクを完了させる方法の例を示します。

```
/**
 * Get all unassigned question type tasks
 */
private void getAllUnassignedQuestionTask() throws Exception {
    EntityManager em = og.getSession().getEntityManager();
    EntityTransaction tran = em.getTransaction();

    QueryQueue queue = em.createQueryQueue("SELECT t FROM Task t WHERE
   t.type=?1 AND t.status=?2", Task.class);
    queue.setParameter(1, new Integer(Task.TYPE_QUESTION));
    queue.setParameter(2, new Integer(Task.STATUS_UNASSIGNED));

    Task nextTask = null;

    do {
        tran.begin();
        nextTask = (Task) queue.getNextEntity(10000);
        if (nextTask != null) {
            System.out.println("next task is " + nextTask);
        }
        tran.commit();
    } while (nextTask != null);
}
```

エンティティー・マップ内に未割り当ての質問タイプのタスクが 10 個あった場合、ユーザーは、10 個のエンティティーがコンソールにプリントされると予想したでしょう。しかし、このサンプルを実行すると、予想に反して、プログラムは永久に終了しません。

照会キューが作成され、getNextEntity が呼び出されると、キューに関連付けられたエンティティー照会が実行され、キューには 10 件の結果が追加されます。getNextEntity が呼び出されると、1 つのエンティティーがキューから取り出されます。getNextEntity 呼び出しが 10 回実行されると、キューは空になります。エンティティー照会が自動的に再実行されます。これら 10 個のエンティティーはまだ存在し、照会キューのフィルター条件に一致するため、それらは再度キューに追加されます。

次の行を println() ステートメントの後に追加すれば、10 個のエンティティーのみがプリントされるようになります。

```
em.remove(nextTask);
```

コンテナーごとの配置デプロイメントでの SessionHandle と QueryQueue の使用について詳しくは、SessionHandle 統合を参照してください。

すべての区画にデプロイされる照会キュー

分散 eXtreme Scale では、照会キューを 1 つの区画またはすべての区画に作成できます。照会キューをすべての区画に作成する場合、各区画に 1 つの照会キュー・インスタンスが存在します。

クライアントは、QueryQueue.getNextEntity または QueryQueue.getNextEntities メソッドを使用して次のエンティティーを取得しようとするとき、要求を区画の 1 つに送信します。クライアントは、照合要求とピン要求をサーバーに送信します。

- 照合要求では、クライアントが要求をある区画に送信すると、すぐにサーバーから応答が返されます。エンティティーがキュー内にある場合、サーバーはエンティティーを付けて応答を返します。エンティティーがない場合、サーバーはエンティティーなしで応答を返します。いずれの場合も、サーバーは即時に応答を返します。
- ピン要求では、クライアントが要求をある区画に送信すると、サーバーは、エンティティーが使用可能になるまで待機します。エンティティーがキュー内にある場合、サーバーはエンティティーを付けて即時に応答を返します。エンティティーがない場合、サーバーは、エンティティーが使用可能になるか、または要求がタイムアウトになるまでキューで待機します。

すべての区画 (n 個) にデプロイされる照会キューのエンティティーを取得する方法の例を以下に示します。

1. QueryQueue.getNextEntity または QueryQueue.getNextEntities メソッドが呼び出されると、クライアントは 0 から n-1 の中からランダムに区画番号を選出します。
2. クライアントは照合要求を、そのランダムに選出した区画に送信します。

- エンティティーが使用可能な場合は、エンティティーを返すことで、QueryQueue.getNextEntity または QueryQueue.getNextEntities メソッドは終了します。
- エンティティーが使用不可で、かつそれがアクセスされていない最後の区画ではない場合、クライアントは照合要求を次の区画に送信します。
- エンティティーが使用不可で、かつそれがアクセスされていない最後の区画だった場合、クライアントは代わりにピン要求を送信します。
- 最後の区画に送信されたピン要求がタイムアウトになり、まだ使用可能なデータが存在しない場合、クライアントは、最後の試みとして、照合要求をもう 1 回すべての区画に順番に送信します。結果、以前の区画に使用可能なエンティティーがあれば、クライアントはそれを取得できます。

サブセット・エンティティーおよび非エンティティーのサポート

エンティティー・マネージャーに QueryQueue オブジェクトを作成するメソッドは、次のとおりです。

```
public QueryQueue createQueryQueue(String qlString, Class entityClass);
```

照会キュー内の結果は、メソッドの 2 番目のパラメーターで定義されたオブジェクトである Class entityClass に射影されます。

このパラメーターが指定された場合、クラスには、照会ストリングで指定されたものと同じエンティティー名が必要です。これは、エンティティーをサブセット・エンティティーに射影する場合に便利です。エンティティー・クラスにヌル値が使用された場合は、結果には何も射影されません。マップに保管される値は、エンティティー・タプル・フォーマットになります。

クライアント・サイドのキー競合

分散 eXtreme Scale 環境の場合、ペシミスティック・ロック・モードを使用する eXtreme Scale マップでのみ照会キューがサポートされます。したがって、クライアント・サイドにニア・キャッシュは存在しません。しかし、クライアントはトランザクション・マップ内にデータ (キーと値) を保持している可能性があります。このため、サーバーから取得されたエンティティーが、既にトランザクション・マップ内にあるエントリーと同じキーを共有していた場合、キー競合につながる可能性があります。

キー競合が発生すると、eXtreme Scale クライアント・ランタイムは、次の規則に従って、例外をスローするか、またはサイレントにデータをオーバーライドします。

1. 競合したキーが、照会キューに関連付けられたエンティティー照会で指定されたエンティティーのキーだった場合は、例外がスローされます。この場合、トランザクションはロールバックされ、このエンティティー・キーに対する U ロックはサーバー・サイドで解除されます。
2. そうでない場合、競合したキーがエンティティー・アソシエーションのキーであれば、トランザクション・マップ内のデータは警告なしでオーバーライドされます。

キー競合は、トランザクション・マップ内にデータが存在する場合のみ発生します。すなわち、それが発生するのは、既にダーティーな (新規データが挿入された

か、データが更新された) トランザクション内で getNextEntity または getNextEntities 呼び出しが呼び出されたときに限られます。アプリケーションでキー競合を発生させないようにするには、常にダーティーでないトランザクション内で getNextEntity または getNextEntities を呼び出す必要があります。

クライアント障害

クライアントは、getNextEntity または getNextEntities 要求をサーバーに送信した後、以下のような理由で失敗することがあります。

1. クライアントが要求をサーバーに送信してからダウンする。
2. クライアントが 1 つ以上のエンティティーをサーバーから取得した後でダウンする。

最初のケースでは、サーバーは応答をクライアントに送信しようとするときに、クライアントのダウンをディスカバーします。 2 番目のケースでは、クライアントが 1 つ以上のエンティティーをサーバーから取得すると、それらのエンティティーに X ロックがかけられます。クライアントがダウンすると、トランザクションは最終的にタイムアウトになり、X ロックは解放されます。

ORDER BY 文節を使用する照会

通常、照会キューでは ORDER BY 文節が守られません。照会キューから getNextEntity または getNextEntities を呼び出すと、エンティティーが順序どおりに返される保証はありません。その理由は、区画間でエンティティーを正しい順序にすることができないためです。照会キューがすべての区画にデプロイされるケースでは、getNextEntity または getNextEntities 呼び出しが実行されると、要求を処理する区画がランダムに選出されます。このため、順序は保証されません。

照会キューが単一区画にデプロイされる場合は、ORDER BY が守られます。

詳しくは、 112 ページの『EntityManager 照会 API』を参照してください。

トランザクションごとの 1 回の呼び出し

各 QueryQueue.getNextEntity 呼び出しまたは QueryQueue.getNextEntities 呼び出しは、1 つのランダム区画から一致したエンティティーを取得します。 アプリケーションは 1 つのトランザクションで QueryQueue.getNextEntity または QueryQueue.getNextEntities を 1 回だけ呼び出さなければなりません。 そうでなければ、eXtreme Scale は複数の区画からエンティティーをタッチすることになり、コミット時に例外がスローされます。

EntityTransaction インターフェース

EntityTransaction インターフェースを使用すると、トランザクションを区別できます。

目的

トランザクションを区別するには、エンティティー・マネージャー・インスタンスに関連付けられた EntityTransaction インターフェースを使用できます。エンティティー・マネージャーの EntityTransaction インスタンスを取得するには、

EntityManager.getTransaction メソッドを使用します。各 EntityManager インスタンスおよび EntityTransaction インスタンスは、Session に関連付けられます。トランザクションは、EntityTransaction か Session のいずれかを使用して区別できます。EntityTransaction インターフェースのメソッドには、チェック例外はありません。タイプ PersistenceException またはそのサブクラスの実行時例外のみが発生します。

EntityTransaction インターフェースに関して詳しくは、API 資料API 資料の EntityTransaction インターフェースを参照してください。

エンティティー・マネージャーのチュートリアル: 概要

エンティティー・マネージャーのチュートリアルでは、WebSphere eXtreme Scale を使用して Web サイトのオーダー情報を格納する方法を示します。メモリー内のローカル eXtreme Scale を使用する、簡単な Java Platform, Standard Edition 5 アプリケーションを作成できます。エンティティーは Java SE 5 のアノテーションおよび汎用を使用します。

始める前に

チュートリアルを始める前に、以下の要件を満たしていることを確認してください。

- Java SE 5 が必要です。
- クラスパスに `objectgrid.jar` ファイルがなければなりません。

エンティティーおよびオブジェクトの取得 (Query API)

WebSphere eXtreme Scale は、EntityManager API を使用したエンティティーの検索、および ObjectQuery API を使用した Java オブジェクトの検索用の柔軟な照会エンジンを提供します。

WebSphere eXtreme Scale の照会機能

eXtreme Scale 照会エンジンを使用すると、eXtreme Scale 照会言語を使用して、エンティティーまたはオブジェクト・ベースのスキーマで SELECT タイプの照会ができます。

この照会言語では、以下の機能が提供されます。

- 単一および多値結果
- 集約関数
- ソートおよびグループ化
- 結合
- 副照会を使用した条件式
- 名前付きおよび定位置パラメーター
- eXtreme Scale 索引の使用
- オブジェクト・ナビゲーションのパス式構文
- ページ編集

Query インターフェース

エンティティー照会の実行を制御する場合に、照会インターフェースを使用します。

EntityManager.createQuery(String) メソッドを使用して、Query を作成します。各照会インスタンスを、それが取り出された EntityManager インスタンスと共に複数回使用できます。

各照会の結果、1 つのエンティティーが生成されます。この場合、エンティティー・キーは、行 ID (型 long の) であり、エンティティー値には、SELECT 文節のフィールド結果が含まれています。各照会結果を、それ以降の照会で使用できます。

以下のメソッドは、com.ibm.websphere.objectgrid.em.Query インターフェースで使用できます。

public ObjectMap getResultMap()

getResultMap メソッドは SELECT 照会を実行し、結果を照会で指定した順序で ObjectMap オブジェクトに戻します。結果の ObjectMap は、現行のトランザクションに対してのみ有効です。

マップ・キーは、結果の数値であり、型 long で 1 から始まります。マップ値は、タイプ com.ibm.websphere.projector.Tuple であり、この場合、各属性および関連は、照会の select 文節内の順序位置に基づいて指定されます。このメソッドを使用して、マップ内に保管されている Tuple オブジェクトに対する EntityMetadata を取り出してください。

getResultMap メソッドは、複数の結果が存在する可能性がある場合に、照会結果のデータを取り出す、最も高速なメソッドです。結果のエンティティーの名前は、ObjectMap.getEntityMetadata() および EntityMetadata.getName() メソッドを使用して取り出すことができます。

例: 以下の照会では、2 つの行を返します。

```
String ql = SELECT e.name, e.id, d from Employee e join e.dept d WHERE d.number=5
 Query q = em.createQuery(ql);
 ObjectMap resultMap = q.getResultMap();
 long rowID = 1; // starts with index 1
 Tuple tResult = (Tuple) resultMap.get(new Long(rowID));
 while(tResult != null) {
     // The first attribute is name and has an attribute name of 1
     // But has an ordinal position of 0.
     String name = (String)tResult.getAttribute(0);
     Integer id = (String)tResult.getAttribute(1);

     // Dept is an association with a name of 3, but
     // an ordinal position of 0 since it's the first association.
     // The association is always a OneToOne relationship,
     // so there is only one key.
     Tuple deptKey = tResult.getAssociation(0,0);
     ...
     ++rowID;
     tResult = (Tuple) resultMap.get(new Long(rowID));

 }
```

public Iterator getResultIterator

getResultIterator メソッドは SELECT 照会を実行し、照会の結果を Iterator を使用して戻します。この場合、各結果は、Object (単一値照会の場合) または Object[]

(複数値照会の場合) のいずれかです。Object[] 結果内の値は、照会順序で保管されます。結果の Iterator は、現行のトランザクションに対してのみ有効です。

このメソッドは、EntityManager コンテキスト内の照会結果を取り出す場合に推奨されます。オプションの setResultEntityName(String) メソッドを使用して、結果のエンティティーを指定し、以降の照会で使用できるようにすることができます。

例: 以下の照会では、2 つの行を返します。

```
String ql = SELECT e.name, e.id, e.dept from Employee e WHERE e.dept.number=5
 Query q = em.createQuery(ql);
 Iterator results = q.getResultIterator();
 while(results.hasNext()) {
     Object[] curEmp = (Object[]) results.next();
     String name = (String) curEmp[0];
     Integer id = (Integer) curEmp[1];
     Dept d = (Dept) curEmp[2];
     ...
 }
```

public Iterator getResultIterator(Class resultType)

getResultIterator(Class resultType) メソッドは、SELECT 照会を実行し、エンティティー Iterator を使用して照会結果を戻します。エンティティーの型は、resultType パラメーターによって決定されます。結果の Iterator は、現行のトランザクションに対してのみ有効です。

EntityManager API を使用して結果のエンティティーにアクセスする場合は、このメソッドを使用してください。

例: 以下の照会では、1 つの事業部について、全従業員と、従業員が所属する部門を給与順に返します。給与の高い順に 5 人の従業員を印刷してから、同じ作業セット内の 1 つの部門のみから、従業員の作業を選択する場合は、以下のコードを使用します。

```
String string_ql = "SELECT e.name, e.id, e.dept from Employee e WHERE
  e.dept.division='Manufacturing' ORDER BY e.salary DESC";
Query query1 = em.createQuery(string_ql);
query1.setResultEntityName("AllEmployees");
Iterator results1 = query1.getResultIterator(EmployeeResult.class);
int curEmployee = 0;
System.out.println("Highest paid employees");
while (results1.hasNext() && curEmployee++ < 5) {
 EmployeeResult curEmp = (EmployeeResult) results1.next();
 System.out.println(curEmp);
 // Remove the employee from the resultset.
 em.remove(curEmp);
}

// Flush the changes to the result map.
em.flush();

// Run a query against the local working set without the employees we
// removed
String string_q2 = "SELECT e.name, e.id, e.dept from AllEmployees e
  WHERE e.dept.name='Hardware'";
Query query2 = em.createQuery(string_q2);
Iterator results2 = query2.getResultIterator(EmployeeResult.class);
System.out.println("Subset list of Employees");
while (results2.hasNext()) {
 EmployeeResult curEmp = (EmployeeResult) results2.next();
 System.out.println(curEmp);
}
```

public Object getSingleResult

getSingleResult メソッドは単一の結果を戻す SELECT 照会を実行します。

SELECT 文節に複数のフィールドが定義されている場合には、結果はオブジェクト配列となります。この場合、配列内の各エレメントは、照会の SELECT 文節内の順序位置に基づきます。

```
String ql = SELECT e from Employee e WHERE e.id=100"
 Employee e = em.createQuery(ql).getSingleResult();

 String ql = SELECT e.name, e.dept from Employee e WHERE e.id=100"
 Object[] empData = em.createQuery(ql).getSingleResult();
 String empName= (String) empData[0];
 Department empDept = (Department) empData[1];
```

public Query setResultEntityName(String entityName)

setResultEntityName(String entityName) メソッドは照会結果エンティティーの名前を指定します。

getResultIterator または getResultMap メソッドが呼び出されるたびに、ObjectMap を備えたエンティティーが動的に作成されて照会の結果を保持します。エンティティーが指定されていないか、またはヌルである場合、エンティティーおよび ObjectMap 名は自動的に生成されます。

すべての照会結果が、トランザクションの存続期間中に使用可能であるため、照会名は、単一トランザクション内で再使用することはできません。

public Query setPartition(int partitionId)

照会の経路指定先に区画を設定します。

このメソッドは、照会内のマップが区画化されており、エンティティー・マネージャーに、単一スキーマのルート・エンティティー区画に対するアフィニティーがない場合に、必要になります。

PartitionManager インターフェースを使用して、指定されたエンティティーのバックアップ・マップに対する区画の数を決定してください。

以下の表に、照会インターフェースを通して使用可能なその他のメソッドの概要を示します。

表 2. その他のメソッド

メソッド	結果
public Query setMaxResults(int maxResult)	取り出す結果の最大数を設定します。
public Query setFirstResult(int startPosition)	取り出す最初の結果の位置を設定します。
public Query setParameter(String name, Object value)	引数を、名前付きパラメーターにバインドします。
public Query setParameter(int position, Object value)	引数を、定位置パラメーターにバインドします。

表 2. その他のメソッド (続き)

メソッド	結果
public Query setFlushMode(FlushModeType flushMode)	照会が実行されるときに使用されるフラッシュ・モード・タイプを設定し、EntityManager に対して設定されたフラッシュ・モード・タイプをオーバーライドします。

eXtreme Scale 照会の要素

eXtreme Scale 照会エンジンを使用すると、eXtreme Scale キャッシュの検索について単一の照会言語を使用することができます。この照会言語は、ObjectMap オブジェクトや Entity オブジェクトに保管されている Java オブジェクトの照会が可能です。以下の構文を使用して照会ストリングを作成します。

eXtreme Scale 照会は、以下の要素を含むストリングです。

- 返すオブジェクトまたは値を指定する SELECT 文節。
- オブジェクト集合に名前を付ける FROM 文節。
- 集合に対する検索述部を含むオプションの WHERE 文節。
- オプションの GROUP BY および HAVING 文節 (eXtreme Scale 照会の集約関数を参照)。
- 結果の集合の順序付けを指定するオプションの ORDER BY 文節。

Java オブジェクト集合は、照会の FROM 文節で名前が使用されることで識別されます。

照会言語の各要素については、以下の関連トピックでより詳しく説明します。

- 125 ページの『ObjectGrid 照会の Backus-Naur Form』 構文
- 117 ページの『eXtreme Scale 照会のための参照』

以下のトピックでは、Query API の使用方法について説明しています。

- 112 ページの『EntityManager 照会 API』
- 107 ページの『ObjectQuery API の使用』

複数時間帯でのデータ照会

分散シナリオでは、実際に照会がサーバー上で実行されます。カレンダー、java.util.Date、およびタイム・スタンプの述部タイプを使用してデータを照会しているとき、照会で指定される日時値は、サーバーのローカル時間帯に基づいています。

すべてのクライアントおよびサーバーが同じ時間帯で実行されている単一時間帯のシステムでは、カレンダー、java.util.Date、およびタイム・スタンプの述部タイプに関する問題を考慮する必要はありません。しかし、クライアントとサーバーが異なる時間帯にある場合、照会で指定される日時値はサーバーの時間帯に基づき、要求しないデータがクライアントに戻される場合があります。 サーバーの時間帯を知らなければ、指定される日時値は無意味なものになってしまいます。そのため、指定される日時値は、ターゲットの時間帯とサーバーの時間帯の時間帯オフセットの差を考慮しなければなりません。

時間帯オフセット

例えば、クライアントが [GMT-0] の時間帯にあり、サーバーが [GMT-6] の時間帯にあるとします。 サーバーの時間帯は、クライアントよりも 6 時間遅れています。 クライアントは、以下の照会を実行しようとします。

```
SELECT e FROM Employee e WHERE e.birthDate='1999-12-31 06:00:00'
```

エンティティー Employee にタイプ java.util.Date の birthDate 属性があると想定した場合、クライアントは [GMT-0] 時間帯にあり、自分の時間帯に基づいて「1999-12-31 06:00:00 [GMT-0]」の birthDate 値を持つ Employee を取得しようとします。

照会はサーバーで実行され、その照会エンジンで使用される birthDate 値は「1999-12-31 06:00:00 [GMT-6]」で、「1999-12-31 12:00:00 [GMT-0]」に相当します。 「1999-12-31 12:00:00 [GMT-0]」と等しい birthDate 値を持つ Employee がクライアントに戻されます。 したがって、クライアントは要求した birthDate 値「1999-12-31 06:00:00 [GMT-0]」を持つ Employee を取得しません。

今説明した問題は、クライアントとサーバー間の時間帯の差のために発生します。この問題を解決する 1 つの方法は、クライアントとサーバー間の時間帯オフセットを計算し、照会のターゲット日時値にその時間帯オフセットを適用することです。前述の照会の例で、時間帯オフセットは -6 時間なので、クライアントが birthDate 値「12-31 06:00:00 [GMT-0]」を持つ Employee の取得しようとする場合、調整された birthDate の述部は「birthDate='1999-12-31 00:00:00'」にしなければなりません。調整された birthDate 値を使用すると、サーバーは、ターゲット値「12-31 06:00:00 [GMT-0]」に相当する「1999-12-31 00:00:00 [GMT-6]」を使用し、要求された Employee がクライアントに戻されます。

複数時間帯での分散デプロイメント

分散 eXtreme Scale グリッドがさまざまな時間帯にある複数の ObjectGrid サーバーにデプロイされている場合、時間帯オフセットを調整する方法は機能しません。クライアントは、どのサーバーがその照会を実行するのかを知らないため、使用する時間帯オフセットを決められないからです。 唯一の解決策は、GMT 時間帯に基づく日時値の使用を表す、JDBC 日時エスケープ形式のサフィックス「Z」(大/小文字の区別なし) を使用することです。 サフィックス「Z」(大/小文字の区別なし) は、GMT 時間帯に基づく日時値を使用することを指し示します。 サフィックス「Z」を使用しないと、ローカル時間帯に基づく日時値が、照会を実行するプロセスで使用されます。

以下の照会は前述の例と同じですが、代わりにサフィックス「Z」を使用しています。

```
SELECT e FROM Employee e WHERE e.birthDate='1999-12-31 06:00:00Z'
```

照会は、birthDate 値「1999-12-31 06:00:00」を持つ Employee を検索するはずです。サフィックス「Z」は、指定された birthDate 値が GMT 時間帯に基づくということを示すため、照会エンジンは、基準値の突き合わせに GMT 時間帯に基づいた birthDate 値「1999-12-31 06:00:00 [GMT-0]」を使用します。 この GMT に基づいた birthDate 値「1999-12-31 06:00:00 [GMT-0]」に等しい birthDate 属性値を持つ Employee が、照会結果に含まれます。 どのような照会でも、JDBC 日時エスケー

プ形式のサフィックス「Z」を使用することは、アプリケーションの時間帯の問題をなくすために重要です。 この方法を使用しなければ、日時値はサーバーの時間帯に基づき、クライアントとサーバーが異なる時間帯にある場合は、クライアントの観点からは無意味なものになります。

詳しくは、「*製品概要*」の異なる時間帯のデータの挿入に関するトピックを参照してください。

異なる時間帯のデータの挿入

カレンダー属性、java.util.Date 属性、およびタイム・スタンプ属性でデータを ObjectGrid に挿入する場合、特にさまざまな時間帯の複数のサーバーにデプロイするときには、これらの日時属性が同じ時間帯を基に作成されるようにする必要があります。 同じ時間帯を基にした日時オブジェクトを使用すれば、アプリケーションの時間帯の問題はなくなり、データはカレンダー述部、java.util.Date 述部、タイム・スタンプ述部によって照会が可能です。

日時オブジェクトの作成時に明示的に時間帯を指定しないと、Java はローカル時間帯を使用し、クライアントとサーバーで日時値が不整合になる場合があります。

分散デプロイメントの例を考えてみます。client1 は時間帯 [GMT-0] にあり、client2 は [GMT-6] にあります。どちらも java.util.Date オブジェクトを値「1999-12-31 06:00:00」で作ろうとしています。次に、client1 は java.util.Date オブジェクトを値「1999-12-31 06:00:00 [GMT-0]」で作成し、client2 は java.util.Date オブジェクトを値「1999-12-31 06:00:00 [GMT-6]」で作成します。 時間帯が異なるため、両方の java.util.Date オブジェクトは等しくありません。 異なる時間帯のサーバーに存在する区画にデータをプリロードする際に、ローカル時間帯を使用して日時オブジェクトを作成していると同じような問題が起こります。

前述の問題を避けるため、カレンダー・オブジェクト、java.util.Date オブジェクト、およびタイム・スタンプ・オブジェクトを作成するための基本の時間帯として [GMT-0] などの時間帯をアプリケーションは選択することができます。

詳しくは、「*プログラミング・ガイド*」の複数の時間帯でのデータ照会に関するトピックを参照してください。

ObjectQuery API の使用

ObjectQuery API は、ObjectMap API を使用して保管された ObjectGrid 内のデータを照会するためのメソッドを提供します。スキーマが ObjectGrid インスタンスで定義される場合、ObjectQuery API を使用して、オブジェクト・マップに保管されている異種のオブジェクトに対して照会を作成し、実行することができます。

照会とオブジェクト・マップ

ObjectMap API を使用して保管されたオブジェクトに対して、拡張された照会機能を使用できます。 これらの照会によって、非キー属性を使用してオブジェクトを取り出すことや、照会条件と一致するすべてのデータに、sum、avg、min、max などの単純な集計を実行することができます。アプリケーションは、Session.createObjectQuery メソッドを使用して照会を構成できます。このメソッドは、ObjectQuery オブジェクトを戻します。このオブジェクトはその後、照会結果を

取得するための問い合わせを受けることができます。また、照会オブジェクトを使用すれば、照会を実行する前にカスタマイズすることも可能です。照会結果を戻す任意のメソッドが呼び出されると、照会は自動的に実行されます。

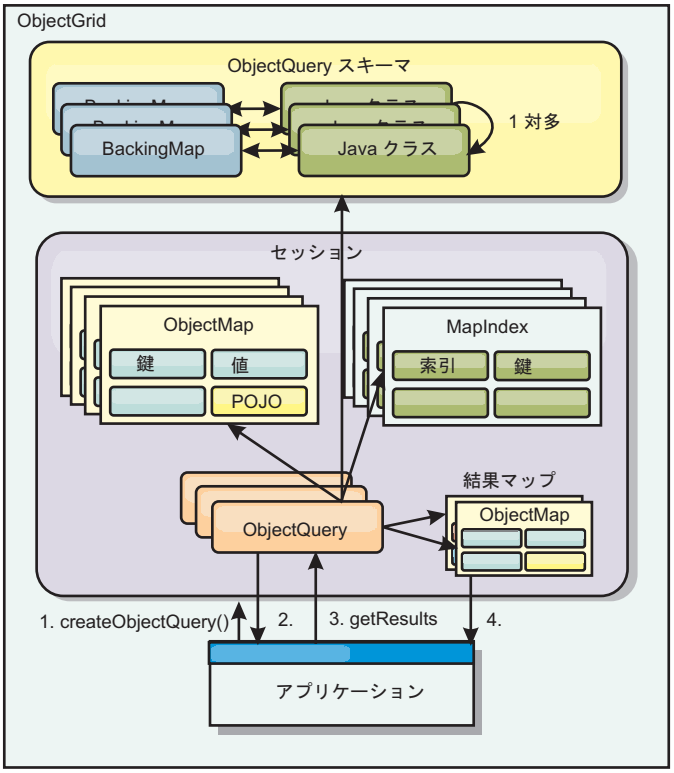


図 1. ObjectGrid オブジェクト・マップと照会との対話、および、スキーマがどのようにクラスに対して定義され、ObjectGrid マップと関連付けられるか

ObjectMap スキーマの定義

オブジェクト・マップは、さまざまな形式でオブジェクトを保管するために使用されるため、多くの場合、形式を認識しません。スキーマは、データのフォーマットを定義する ObjectGrid で定義される必要があります。スキーマは、以下のもので構成されます。

- ObjectMap に保管されているオブジェクトのタイプ
- ObjectMap 間のリレーションシップ
- それぞれの照会がオブジェクト (フィールドまたはプロパティー・メソッド) 内のデータ属性へのアクセスに使用するメソッド
- オブジェクト内の 1 次キー属性名。

詳細については、『ObjectQuery スキーマの構成』を参照してください。

スキーマをプログラマチックに作成する例、または ObjectGrid 記述子 XML ファイルを使用する例については、「*製品概要*」の ObjectQuery に関するチュートリアルを参照してください。

ObjectQuery API を使用したオブジェクトの照会

ObjectQuery インターフェースを使用して、非エンティティー・オブジェクト (ObjectGrid ObjectMap に直接保管された異種のオブジェクト) の照会を行うことができます。ObjectQuery API には、キーワード・メカニズムおよび索引メカニズムを直接使用することなく、ObjectMap オブジェクトを簡単に検索する方法があります。

ObjectQuery から結果を取得するには、getResultIterator と getResultMap の 2 つのメソッドがあります。

getResultIterator を使用した照会結果の取得

照会結果とは、基本的に属性のリストのことです。照会で、y=z の場合に X から a,b,c を選択するとします。この照会では、a、b、および c を含む行のリストが戻されます。このリストは実際に、トランザクション有効範囲マップに保管されます。つまり、人工キーを各行と関連付け、各行で増加される整数を使用する必要があります。このマップは、ObjectQuery.getResultMap() メソッドを使用して取得します。以下のようなコードを使用して、各行のエレメントにアクセスすることができます。

```
ObjectQuery q = session.createQuery(
    "select c.id, c.firstName, c.surname from Customer c where c.surname=?1");

  q.setParameter(1, "Claus");

  Iterator iter = q.getResultIterator();
  while(iter.hasNext())
  {
    Object[] row = (Object[])iter.next();
    System.out.println("Found a Claus with id "
      + row[objectgrid: 0 ] + ", firstName: "
      + row[objectgrid: 1 ] + ", surname: "
      + row[objectgrid: 2 ]);
  }
```

getResultMap を使用した照会結果の取得

また、照会結果は、結果マップを直接使用して取得することもできます。以下の例は、一致するカスタマーの特定部分を取得する照会、および、結果行へのアクセス方法を示しています。 ObjectQuery オブジェクトを使用してデータにアクセスする場合は、生成される long 行 ID は非表示になりますので注意してください。その long 行は、ObjectMap を使用して結果にアクセスした場合にのみ表示されます。

トランザクションが完了すると、このマップは消去されます。また、マップは使用されたセッション、つまり通常はそのマップを作成したスレッドに対してのみ可視となります。マップは、行 ID を表す Long タイプのキーを使用します。マップに保管される値は、Object タイプか Object[] タイプのいずれかです。 Object[] タイプの場合、各エレメントは、選択された照会の文節にあるエレメントのタイプと同じになります。

```
ObjectQuery q = em.createQuery(
      "select c.id, c.firstName, c.surname from Customer c where c.surname=?1");
  q.setParameter(1, "Claus");
  ObjectMap qmap = q.getResultMap();
  for(long rowId = 0; true; ++rowId)
  {
```

```
    Object[] row = (Object[]) qmap.get(new Long(rowId));
    if(row == null) break;
    System.out.println(" I Found a Claus with id " + row[0]
      + ", firstName: " + row[1]
      + ", surname: " + row[2]);
  }
```

ObjectQuery の使用例については、「*製品概要*」内の ObjectQuery API に関するチュートリアルを参照してください。

ObjectQuery スキーマの構成

ObjectQuery は、スキーマまたは形状情報によってセマンティック検査を実行し、パス式を評価します。このセクションでは、スキーマを XML で、またはプログラマチックに定義する方法について説明します。

スキーマの定義

ObjectMap スキーマの定義は、ObjectGrid デプロイメント記述子 XML で、または標準の eXtreme Scale 構成手法を用いてプログラマチックに行います。スキーマの作成方法の例については、『ObjectQuery スキーマの構成』を参照してください。

スキーマ情報は Plain Old Java Object (POJO) を記述します。つまり、POJO を構成している属性、存在する属性のタイプ、属性が 1 次キー・フィールドなのか、単一値のリレーションシップまたは多値のリレーションシップなのか、それとも双方向リレーションシップなのかを記述します。ObjectQuery は、スキーマ情報に基づいてフィールド・アクセスまたはプロパティー・アクセスを使用します。

照会可能属性

スキーマが ObjectGrid で定義されていると、そのスキーマ内のオブジェクトはリフレクションを使用してイントロスペクトされ、照会に使用できる属性が決定されます。以下の属性タイプを照会できます。

- ラッパーを含む Java プリミティブ型
- java.lang.String
- java.math.BigInteger
- java.math.BigDecimal
- java.util.Date
- java.sql.Date
- java.sql.Time
- java.sql.Timestamp
- java.util.Calendar
- byte[]
- java.lang.Byte[]
- char[]
- java.lang.Character[]
- J2SE 列挙型

上記以外の組み込みのシリアライズ可能な型も、照会結果に組み込むことができますが、照会の WHERE 文節または FROM 文節に組み込むことはできません。シリアライズ可能属性はナビゲート可能ではありません。

型がシリアライズ可能ではない場合、フィールドまたはプロパティーが静的な場合、またはフィールドが一時的なものである場合は、属性型をスキーマから除外できます。すべてのマップ・オブジェクトはシリアライズ可能でなければならないため、ObjectGrid は、オブジェクトからの永続可能な属性のみを含みます。それ以外のオブジェクトは無視されます。

フィールド属性

フィールドを使用してオブジェクトにアクセスするようスキーマが構成されている場合、すべてのシリアライズ可能な非一時的フィールドは自動的にスキーマに組み込まれます。照会内のフィールド属性を選択するには、クラス定義に記述されているとおりのフィールド ID 名を使用します。

スキーマには、すべの public、private、protected、および package protected フィールドが組み込まれます。

プロパティー属性

プロパティーを使用してオブジェクトにアクセスするようスキーマが構成されている場合、JavaBeans プロパティー命名規則に従うすべてのシリアライズ可能メソッドが自動的にスキーマに組み込まれます。照会用にプロパティー属性を選択するには、JavaBeans スタイルのプロパティー命名規則を使用します。

スキーマには、すべの public、private、protected および package protected プロパティーが組み込まれます。

以下のクラスでは、名前、誕生日、および有効性を示す属性がスキーマに追加されます。

```
public class Person {
  public String getName(){}
  private java.util.Date getBirthday(){}
  boolean isValid(){}
  public NonSerializableObject getData(){}
}
```

COPY_ON_WRITE の CopyMode を使用する場合、照会スキーマは、常にプロパティー・ベースのアクセスを使用しなければなりません。COPY_ON_WRITE では、マップからオブジェクトが取得される場合は常にプロキシー・オブジェクトを作成し、それらのオブジェクトにアクセスできるのはプロパティー・メソッドを使用する場合に限られます。そうしない場合、各照会結果がヌルに設定されます。

リレーションシップ

各リレーションシップは、スキーマ構成に明示的に定義する必要があります。リレーションシップの基数は、属性の型によって自動的に決定されます。属性が java.util.Collection インターフェースを実装している場合、リレーションシップは 1 対多または多対多のいずれかのリレーションシップです。

エンティティー照会とは異なり、キャッシュされている他のオブジェクトを参照している属性は、そのオブジェクトへの直接参照を保管することはできません。他のオブジェクトへの参照は、そのオブジェクトを包含するオブジェクトのデータの一部としてシリアライズされます。代わりに、関連するオブジェクトへのキーを保管してください。

例えば、Customer と Order の間に、以下のような多対 1 のリレーションシップがあるとします。

誤。オブジェクト参照を保管しています。

```
public class Customer {
  String customerId;
  Collection<Order> orders;
}

public class Order {
  String orderId;
  Customer customer;
}
```

正。関連オブジェクトへのキー。

```
public class Customer {
  String customerId;
  Collection<String> orders;
}

public class Order {
  String orderId;
  String customer;
}
```

2 つのマップ・オブジェクトを 1 つに結合する照会を実行すると、キーは自動的に大きくなります。例えば、以下の照会は Customer オブジェクトを返します。

```
SELECT c FROM Order o JOIN Customer c WHERE orderId=5
```

索引の使用

ObjectGrid は、索引プラグインを使用して、マップに索引を追加します。照会エンジンは、com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex 型のスキーマ・マップ・エレメントで定義されている索引を自動的に組み込み、rangeIndex プロパティーは true に設定されます。索引の型が HashIndex ではなく、rangeIndex プロパティーが true に設定されていない場合、照会はその索引を無視します。スキーマに索引を追加する方法を示す例については、「*製品概要*」内の Object Query チュートリアルを参照してください。

EntityManager 照会 API

EntityManager API は、EntityManager API を使用して保管された ObjectGrid 内のデータを照会するためのメソッドを提供します。EntityManager 照会 API は、eXtreme Scale に定義された 1 つ以上のエンティティーに関する照会の作成と実行に使用されます。

エンティティーの照会と ObjectMap

eXtreme Scale に保管されたエンティティーの拡張照会機能が WebSphere Extended Deployment v6.1 で導入されました。これらの照会によって、非キー属性を使用してオブジェクトを取り出すことや、照会条件と一致するすべてのデータに、合計、平均、最小、最大などの単純な集計を実行することができます。アプリケーションは、EntityManager.createQuery API を使用して照会を構成します。これにより、Query オブジェクトを戻した後、照会結果を取得するための問い合わせを受けることができます。また、照会オブジェクトを使用すれば、照会を実行する前にカスタマイズすることも可能です。照会結果を戻す任意のメソッドが呼び出されると、照会は自動的に実行されます。

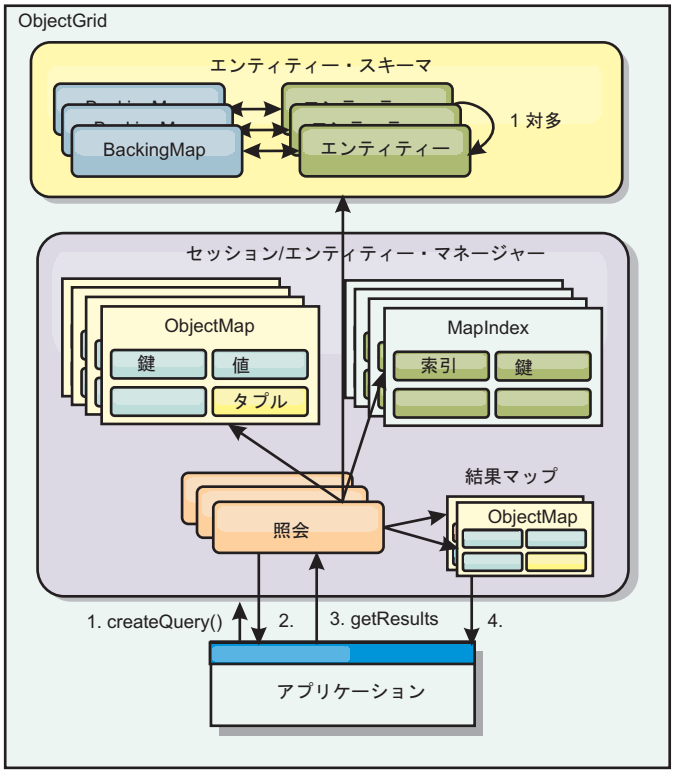


図 2. ObjectGrid オブジェクト・マップと照会との対話、および、エンティティー・スキーマがどのように定義され、ObjectGrid マップと関連付けられるか。

getResultIterator メソッドを使用した照会結果の取得

照会結果は、属性のリストです。照会で、y=z の場合に X から a,b,c を選択すると、a、b、および c を含む行のリストが戻されます。このリストは、トランザクション有効範囲マップに保管されます。これはつまり、人工キーが各行と関連付けられており、各行で増加される整数を使用する必要があることを意味します。このマップは、Query.getResultMap メソッドを使用して取得されます。 マップには、関連付けられているマップ内の各行について説明する、EntityMetaData があります。以下のようなコードを使用して、各行のエレメントにアクセスすることができます。

```
Query q = em.createQuery("select c.id, c.firstName, c.surname from Customer c where c.surname=?1");

  q.setParameter(1, "Claus");

  Iterator iter = q.getResultIterator();
  while(iter.hasNext())
```

```
  {
    Object[] row = (Object[])iter.next();
    System.out.println("Found a Claus with id "  + row[objectgrid: 0 ]
      + ", firstName: " + row[objectgrid: 1 ]
      + ", surname: " + row[objectgrid: 2 ]);
  }
```

getResultMap を使用した照会結果の取得

以下のコードは、一致するカスタマーの特定部分の取得、および、結果行へのアクセス方法を示しています。 Query オブジェクトを使用してデータにアクセスする場合は、生成される long 行 ID は非表示になります。その long は、ObjectMap を使用して結果にアクセスした場合にのみ表示されます。トランザクションが完了すると、このマップは消えます。 マップは、使用されたセッション、つまり通常はそのマップを作成したスレッドに対してのみ可視となります。マップは単一の属性、long 行 ID を持つキーのタプルを使用します。その値は、結果セット内の各列の属性を持つ別のタプルです。

以下は、これを示したサンプル・コードです。

```
Query q = em.createQuery("select c.id, c.firstName, c.surname from
Customer c where c.surname=?1");
q.setParameter(1, "Claus");
ObjectMap qmap = q.getResultMap();
Tuple keyTuple = qmap.getEntityMetadata().getKeyMetadata().createTuple();
for(long i = 0; true; ++i)
{
  keyTuple.setAttribute(0, new Long(i));
  Tuple row = (Tuple)qmap.get(keyTuple);
  if(row == null) break;
  System.out.println(" I Found a Claus with id "  + row.getAttribute(0)
    + ", firstName: " + row.getAttribute(1)
    + ", surname: " + row.getAttribute(2));
}
```

エンティティー結果イテレーターを使用した照会結果の取得

以下のコードは、通常のマップ API を使用して各結果行を取得する、照会とループを示しています。マップのキーは Tuple です。そのため、createTuple メソッドを使用して適切なタイプの 1 つを構成した結果は、keyTuple になります。rowIds を持つすべての行を、0 以上の値から取得しようとします。キーが見つからなかったことを示すヌルが戻された場合、ループは終了します。keyTuple の最初の属性が、検索する long になるように設定します。 get によって戻される値も、照会結果内の各列の属性を持つタプルです。その後、getAttribute を使用して、値タプルから各属性をプルします。

以下は、次のコードの断片です。

```
Query q2 = em.createQuery("select c.id, c.firstName, c.surname from Customer c where c.surname=?1");
q2.setResultEntityName("CustomerQueryResult");
q2.setParameter(1, "Claus");

Iterator iter2 = q2.getResultIterator(CustomerQueryResult.class);
while(iter2.hasNext())
{
  CustomerQueryResult row = (CustomerQueryResult)iter2.next();
  // firstName is the id not the firstName.
  System.out.println("Found a Claus with id " + row.id
    + ", firstName: " + row.firstName
    + ", surname: " + row.surname);
}

em.getTransaction().commit();
```

照会に ResultEntityName 値が指定されています。この値は、各行を特定の 1 つのオブジェクト、この例では CustomerQueryResult に射影することを、照会エンジンに指示します。クラスは次のとおりです。

```
@Entity
public class CustomerQueryResult {
 @Id long rowId;
 String id;
 String firstName;
 String surname;
};
```

最初のスニペットで、各照会行が Object[] ではなく CustomerQueryResult オブジェクトとして戻される点に注意してください。照会の結果列は、CustomerQueryResult オブジェクトに射影されます。結果を射影することは、実行時には少し遅くなりますが、読みやすさは優れています。照会結果エンティティーは、開始時に eXtreme Scale に登録されていてはなりません。エンティティーが登録されている場合、同じ名前のグローバル・マップが作成され、マップ名が重複していることを示すエラーによって照会は失敗します。

EntityManager を使用した単純照会

WebSphere eXtreme Scale には EntityManager 照会 API が入っています。

EntityManager 照会 API は、オブジェクトを照会する、SQL の他の照会エンジンにとても似ています。照会が定義されてから、各種の getResult メソッドを使用して、照会から結果が取り出されます。

以下の例は、「製品概要」にある EntityManager チュートリアルで使用されているエンティティーを参照しています。

単純照会の実行

次の例では、Claus という名字の顧客が照会されます。

```
em.getTransaction().begin();

  Query q = em.createQuery("select c from Customer c where c.surname='Claus'");

  Iterator iter = q.getResultIterator();
  while(iter.hasNext())
  {
    Customer c = (Customer)iter.next();
    System.out.println("Found a claus with id " + c.id);
  }

  em.getTransaction().commit();
```

パラメーターの使用

Claus という名字のすべての顧客の検索で、この照会を複数回使用する場合もあるので、名字を指定するパラメーターが使用されます。

定位置パラメーターの例

```
Query q = em.createQuery("select c from Customer c where c.surname=?1");
  q.setParameter(1, "Claus");
```

照会が複数回使用される場合、パラメーターの使用は非常に重要です。EntityManager は、照会ストリングを構文解析して、照会の計画をビルドする必要があり、これにはコストがかかります。パラメーターを使用することで、EntityManager は照会の計画をキャッシュに入れるので、照会の実行にかかる時間が削減されます。

定位置パラメーターと、名前が指定されたパラメーターの両方が使用されます。

名前が指定されたパラメーターの例

```
Query q = em.createQuery("select c from Customer c where c.surname=:name");
  q.setParameter("name", "Claus");
```

パフォーマンスを改善するための索引の使用

顧客が何百万人もいる場合には、前述の照会では、顧客マップ内のすべての行をスキャンする必要があります。これは、あまり効率的ではありません。しかし、eXtreme Scale は、エンティティーの個々の属性に対する索引を定義するためのメカニズムを提供しています。照会では適宜、この索引が自動的に使用されるため、照会の速度が大幅に上がります。

エンティティー属性で @Index 注釈を使用すれば、索引付けする属性を非常に簡単に指定できます。

```
@Entity
public class Customer
{
  @Id String id;
  String firstName;
  @Index String surname;
  String address;
  String phoneNumber;
}
```

EntityManager は、名字属性に対する適切な ObjectGrid 索引を Customer エンティティー内に作成し、照会エンジンはこの索引を自動的に使用します。これにより、照会時間は大幅に短縮されます。

パフォーマンスを改善するためのページ編集の使用

Claus という名前の顧客が 100 万人いる場合には、100 万人の顧客を表示したページを表示するのは現実的ではありません。一度に 10 または 25 人の顧客を表示することになると考えられます。

Query setFirstResult メソッドおよび setMaxResults メソッドは、結果のサブセットのみを戻すため、役に立ちます。

ページ編集の例

```
Query q = em.createQuery("select c from Customer c where c.surname=:name");
  q.setParameter("name", "Claus");
  // Display the first page
  q.setFirstResult=1;
  q.setMaxResults=25;
  displayPage(q.getResultIterator());

  // Display the second page
  q.setFirstResult=26;
  displayPage(q.getResultIterator());
```

eXtreme Scale 照会のための参照

WebSphere eXtreme Scale は独自の言語を持ち、それによってユーザーはデータを照会することができます。

ObjectGrid 照会の FROM 文節

FROM 文節は、照会を適用するオブジェクトの集合を指定します。各集合は、抽象スキーマ名と識別変数 (範囲変数)、または単一値または多値リレーションシップと識別変数を識別する集合メンバー宣言のいずれかによって識別されます。

概念的には、照会のセマンティクスは、まずタプルの一時的な集合を形成することであり、R と呼ばれます。タプルは、FROM 文節で識別される集合からの要素で構成されています。各タプルには、FROM 文節内の各集合からの要素が 1 つ含まれています。集合のメンバー宣言で指定された制約に従って、すべての可能な組み合わせが形成されます。パーシスタント・ストア内にレコードがないコレクションを識別するスキーマ名がある場合は、一時集合 R は空です。

FROM の使用例

DeptBean オブジェクトには、レコード 10、20、30 があります。EmpBean オブジェクトには、部門 10 に関連付けられたレコード 1、2、および 3 と、部門 20 に関連付けられたレコード 4 および 5 があります。部門 30 に関連付けられた従業員はいません。

```
FROM DeptBean d, EmpBean e
```

この文節によって、15 のタプルを持つ一時集合 R が形成されます。

```
FROM  DeptBean d,  DeptBean d1
```

この文節によって、9 のタプルを持つ一時集合 R が形成されます。

```
FROM  DeptBean d,  IN (d.emps) AS e
```

この文節によって、5 のタプルを持つ一時集合 R が形成されます。部門 30 には従業員がいないため、R 一時集合内にはありません。部門 10 は 3 回、部門 20 は 2 回、R 一時集合に含まれます。

IN(d.emps) as e を使用する代わりに、JOIN 述部を使用すると次のようになります。

```
FROM DeptBean d JOIN d.emps as e
```

一時集合が形成されると、WHERE 文節の検索条件が R 一時集合に適用され、新しい一時集合 R1 が形成されます。ORDER BY 文節と SELECT 文節が R1 に適用されて、最終的な結果セットが形成されます。

識別変数は、FROM 文節で IN 演算子またはオプションの AS 演算子を使用して宣言される変数です。

```
FROM DeptBean AS d,  IN (d.emps) AS e
```

これは、下記と同じです。

```
FROM DeptBean d, IN (d.emps) e
```

抽象スキーマ名として宣言される識別変数は、範囲変数と呼びます。前の照会では、「d」が範囲変数です。多値パス式として宣言される識別変数は、コレクション・メンバー宣言と呼びます。前の例では、「d」および「e」の値がコレクション・メンバー宣言です。

FROM 文節内での単一値パス式の使用例を示します。

```
FROM EmpBean e, IN(e.dept.mgr) as m
```

ObjectGrid 照会の SELECT 文節

SELECT 文節の構文を、以下の例に示します。

```
SELECT { ALL | DISTINCT }  [ selection , ]*  selection

selection  ::= {single_valued_path_expression |
                identification_variable |
                OBJECT ( identification_variable) |
        aggregate_functions } [[ AS ] id ]
```

SELECT 文節は、以下の要素の 1 つ以上で構成されます。FROM 文節で定義される単一の識別変数、オブジェクト参照やオブジェクト値を評価する単一値パス式、および集約関数。DISTINCT キーワードを使用し、重複参照を取り除くことができます。

スカラー副選択は、単一値を返す副選択です。

SELECT の使用例

従業員 John の収入を超える従業員をすべて検索します。

```
SELECT OBJECT(e) FROM EmpBean ej, EmpBean eWHERE  ej.name = 'John'  and
e.salary > ej.salary
```

収入が 20000 に満たない従業員が 1 人以上いる部門をすべて検索します。

```
SELECT DISTINCT e.dept  FROM EmpBean e where e.salary < 20000
```

照会には、任意の値を評価するパス式を含めることができます。

```
SELECT e.dept.name  FROM EmpBean e where e.salary < 20000
```

前の照会では、収入が 20000 に満たない従業員がいる部門の名前値の集合が返されます。

照会は、集約値を返すこともできます。

```
SELECT  avg(e.salary)  FROM EmpBean e
```

収入の低い従業員について、名前とオブジェクト参照を取得する照会は、次のようになります。

```
SELECT e.name as name, object(e) as emp from EmpBean e where e.salary <
50000
```

ObjectGrid 照会の WHERE 文節

WHERE 文節には、以下の要素で構成される検索条件が含まれています。検索条件が TRUE と評価されると、結果セットにタプルが追加されます。

ObjectGrid 照会のリテラル

ストリング・リテラルは、単一引用符で囲みます。ストリング・リテラル内にある単一引用符は、2 つの単一引用符で表します。例: 'Tom"s。

数値リテラルは、以下の任意の値が使用可能です。

- 57、-957、+66 などの厳密値
- Java long 型でサポートされる任意の値
- 57.5、-47.02 などの小数リテラル
- 7E3、-57.4E-2 などの概算数値
- 「F」修飾子を含めた浮動小数点型 (例えば、「1.0F」)
- 「L」修飾子を含めた long 型 (例えば、「123L」)

ブール・リテラルは TRUE および FALSE です。

一時リテラルは、属性のタイプに基づいて JDBC エスケープ構文の後に続きます。

- java.util.Date: yyyy-mm-ss
- java.sql.Date: yyyy-mm-ss
- java.sql.Time: hh-mm-ss
- java.sql.Timestamp: yyyy-mm-dd hh:mm:ss.f...
- java.util.Calendar: yyyy-mm-dd hh:mm:ss.f...

列挙型リテラルは、完全修飾列挙型クラス名を使用する Java 列挙型リテラル構文によって表されます。

ObjectGrid 照会の入力パラメーター

順序位置または変数名を使用して、入力パラメーターを指定することができます。入力パラメーターを使用して照会を記述することを強く推奨します。入力パラメーターを使用すると、ObjectGrid が実行アクションの間に照会計画をキャッチできるようになり、パフォーマンスが向上するためです。

入力パラメーターは、以下の型のいずれかが可能です。
Byte、Short、Integer、Long、Float、Double、BigDecimal、BigInteger、String、Boolean、Char、java.util.Date、java.sql.Date、java.sql.Time、java.sql.Timestamp、java.util.Calendar、Java SE 5 enum、Entity または POJO Object、または Java byte[] 形式のバイナリー・データ・ストリング。

入力パラメーターにヌル値を含めないでください。ヌル値の存在を検索するには、NULL 述部を使用してください。

定位置パラメーター

定位置入力パラメーターは、次のように疑問符 (?) の後ろに正数を付けたものを使用して定義します。

?[正整数]

定位置入力パラメーターは 1 から始まる番号が付けられており、照会の引数に対応しています。したがって、入力引数の数を超える入力パラメーターを照会に含めることはできません。

例: `SELECT e FROM Employee e WHERE e.city = ?1 and e.salary >= ?2`

名前付きパラメーター

名前付き入力パラメーターは、次の形式で変数名を使用して定義します。:[パラメーター名]

例: `SELECT e FROM Employee e WHERE e.city = :city and e.salary >= :salary`

ObjectGrid 照会の BETWEEN 述部

BETWEEN 述部は、ある値が他の 2 つの値の間にあるかどうかを調べます。

式 [NOT] BETWEEN 式 2 AND 式 3

例 1

```
e.salary BETWEEN 50000 AND 60000
```

これは、下記と同じです。

```
e.salary >= 50000  AND e.salary <= 60000
```

例 2

```
e.name NOT BETWEEN 'A' AND 'B'
```

これは、下記と同じです。

```
e.name < 'A'  OR e.name > 'B'
```

ObjectGrid 照会の IN 述部

IN 述部は、1 つの値を、値のセットと比較します。以下の 2 つの形式のいずれかを使用して IN 述部を使用できます。

```
expression [NOT] IN ( subselect )expression [NOT] IN  ( value1, value2,
.... )
```

ValueN の値は、リテラル値でも入力パラメーターでも構いません。式は、参照型に対する評価は行うことができません。

例 1

```
e.salary IN ( 10000, 15000 )
```

は、次の式と等価です。

```
( e.salary = 10000  OR  e.salary = 15000 )
```

例 2

```
e.salary IN ( select  e1.salary from EmpBean e1 where e1.dept.deptno = 10)
```

は、次の式と等価です。

```
e.salary = ANY   ( select  e1.salary from EmpBean e1 where e1.dept.deptno =
10)
```

例 3

```
e.salary NOT IN ( select  e1.salary from EmpBean e1 where e1.dept.deptno =
10)
```

は、次の式と等価です。

```
e.salary <> ALL    ( select  e1.salary from EmpBean e1 where e1.dept.deptno
= 10)
```

ObjectGrid 照会の LIKE 述部

LIKE 述部は、ある特定のパターンのストリング値を検索します。

```
string-expression   [NOT]  LIKE  pattern    [ ESCAPE escape-character ]
```

パターン値は、ストリング型のストリング・リテラルまたはパラメーター・マーカーで、アンダースコアー (_) は任意の 1 文字を表し、パーセント (%) は空シーケンスを含む任意の文字シーケンスを表します。その他の文字はその文字自身を表します。エスケープ文字は、文字 _ および % の検索に使用できます。エスケープ文字は、ストリング・リテラルとしても、入力パラメーターとしても指定できます。

ストリング式がヌルの場合、結果は不明となります。

ストリング式とパターンの両方が空の場合は、結果は true となります。

例

```
'' LIKE '' is true
'' LIKE '%' is true
e.name LIKE '12%3' is true for '123' '12993' and false for '1234'
e.name LIKE 's_me' is true for 'some' and 'same', false for 'soome'
e.name LIKE '/_foo' escape '/' is true for '_foo', false for 'afoo'
e.name LIKE '//_foo' escape '/' is true for '/afoo' and for '/bfoo'
e.name LIKE '///_foo' escape '/' is true for '/_foo' but false for '/afoo'
```

ObjectGrid 照会の NULL 述部

NULL 述部は、ヌル値であるかの検査を行います。

```
{single-valued-path-expression | input_parameter} IS [NOT] NULL
```

例

```
e.name IS NULL
e.dept.name IS NOT NULL
e.dept IS NOT NULL
```

ObjectGrid 照会の EMPTY コレクション述部

EMPTY コレクション述部を使用して、コレクションが空であるかどうかを検査します。

多値リレーションシップが空であるかどうかを検査するには、次の構文を使用します。

```
collection-valued-path-expression  IS [NOT]  EMPTY
```

例

Empty コレクション述部。従業員のいない部門を検索する照会は次のようになります。

```
SELECT OBJECT(d) FROM DeptBean d  WHERE  d.emps IS EMPTY
```

ObjectGrid 照会の MEMBER OF 述部

以下の式は、単一値パス式または入力パラメーターで指定されたオブジェクト参照が、指定した集合のメンバーであるかどうかを検査します。集合価パス式が空の集合を指定している場合、MEMBER OF 式の値は FALSE になります。

```
{ single-valued-path-expression | input_parameter } [ NOT ] MEMBER [ OF ]
collection-valued-path-expression
```

例

指定する部門番号のメンバーではない従業員を検索する照会は、次のようになります。

```
SELECT OBJECT(e) FROM EmpBean e , DeptBean d
WHERE e NOT MEMBER OF d.emps AND d.deptno = ?1
```

指定する部門番号のメンバーである管理者を持つ従業員を検索する照会は、次のようになります。

```
SELECT OBJECT(e) FROM EmpBean e, DeptBean d
WHERE e.dept.mgr MEMBER  OF d.emps  and d.deptno=?1
```

ObjectGrid 照会の EXISTS 述部

EXISTS 述部は、副選択によって指定された条件の有無を検査します。

```
EXISTS (副選択)
```

副選択から最低 1 つの値が返されると EXISTS の結果は true になり、値が返されない場合は結果は false になります。

EXISTS 述部を否定するには、述部の前に NOT 論理演算子を指定します。

例

1000000 を超える収入がある従業員が最低 1 人いる部門を返す照会は、次のようになります。

```
SELECT  OBJECT(d) FROM  DeptBean d
WHERE EXISTS ( SELECT  e  FROM IN (d.emps) e WHERE  e.salary > 1000000 )
```

従業員がいない部門を返す照会は次のようになります。

```
SELECT OBJECT(d) FROM DeptBean d
WHERE NOT EXISTS  ( SELECT e FROM IN (d.emps) e)
```

次の例に示すように、前の照会を書き換えることもできます。

```
SELECT OBJECT(d) FROM DeptBean d WHERE SIZE(d.emps)=0
```

ObjectGrid 照会の ORDER BY 文節

ORDER BY 文節は、結果集合内のオブジェクトの順序を指定します。以下に例を示します。

ORDER BY [order_element ,]* order_element order_element ::={ path-expression }[ASC | DESC]

パス式では、byte、short、int、long、float、double、char などのプリミティブ型、または Byte、Short、Integer、Long、Float、Double、BigDecimal、String、Character、java.util.Date、java.sql.Date、java.sql.Time、 java.sql.Timestamp、java.util.Calendar などのラッパー型の単一値フィールドを指定する必要があります。ASC 順序要素は、結果を昇順に表示するよう指定します (デフォルト)。DESC 順序要素は、結果を降順に表示するよう指定します。

例

部門オブジェクトを返します。部門番号を降順で表示します。

```
SELECT OBJECT(d) FROM DeptBean d ORDER BY d.deptno DESC
```

従業員オブジェクトを返し、部門番号と部門名でソートします。

```
SELECT OBJECT(e) FROM EmpBean e ORDER BY e.dept.deptno ASC, e.name DESC
```

ObjectGrid 照会集約関数

集約関数は、1 セットの値を操作して単一のスカラー値を返します。これらの関数は、select メソッドおよび subselect メソッドで使用できます。以下に、集約の例を示します。

```
SELECT SUM (e.salary) FROM EmpBean e WHERE e.dept.deptno =20
```

この集約では、部門 20 の給料の合計を計算します。

集約関数は、AVG、COUNT、MAX、MIN、および SUM です。集約関数の構文を、以下の例で示します。

```
aggregation-function ( [ ALL | DISTINCT ] expression )
```

または、

```
COUNT( [ ALL | DISTINCT ] identification-variable )
```

DISTINCT オプションを使用すると、関数を適用する前に重複値が除去されます。ALL オプションは、デフォルトのオプションで、重複値は除去されません。NULL 値は集約関数の計算においては無視されますが、COUNT(identification-variable) 関数を使用する場合は無視されず、セット内のすべてのエレメントの数が返されます。

戻りの型の定義

MAX および MIN 関数は、すべての数値、ストリング、または日時のデータ型に適用でき、対応するデータ型を返します。SUM および AVG 関数は、入力として数値型を必要とします。AVG 関数は double 型を返します。SUM 関数は、入力型が integer 型の場合は long 型を返しますが、入力が Java BigInteger 型の場合は、Java BigInteger 型を返します。SUM 関数は、入力型が integer 型でない場合は double 型を返しますが、入力が Java BigDecimal 型の場合は、Java BigDecimal 型を返します。COUNT 関数は、コレクション以外のすべてのデータ型を入力でき、long 型を返します。

空集合に適用される場合は、SUM、AVG、MAX、および MIN 関数は NULL 値を返すことができます。COUNT 関数は、空集合に適用されるとゼロ (0) を戻します。

GROUP BY および HAVING 文節の使用

集約関数で使用される値のセットは、照会の FROM および WHERE 文節に起因するコレクションによって決定されます。セットをグループに分割して、各グループに集約関数を適用することができます。このアクションを実行するには、照会で GROUP BY 文節を使用します。GROUP BY 文節によりグループ化メンバーが定義され、パス式のリストが構成されます。各パス式には、プリミティブ型の byte、short、int、long、float、double、boolean、char か、またはラッパー型の Byte、Short、Integer、Long、Float、Double、BigDecimal、String、Boolean、Character、java.util.Date、java.sql.Date、java.sql.Time、java.sql.Timestamp、java.util.Calendar、Java SE 5 enum の各フィールドを指定します。

以下の例では、照会で GROUP BY 文節を使用して各部門の平均給与を計算する場合を示します。

```
SELECT e.dept.deptno, AVG ( e.salary) FROM EmpBean e GROUP BY e.dept.deptno
```

セットをグループに分割する場合は、NULL 値は別の NULL 値と等しいとみなされます。

グループ化は HAVING 文節を使用してフィルター操作でき、集約関数またはグループ化メンバーを組み込む前にグループ・プロパティーをテストします。このフィ

ルター操作は、WHERE 文節が FROM 文節からタプル (すなわち、戻りコレクション値のレコード) をフィルター操作する方法に類似しています。HAVING 文節の例を以下に示します。

```
SELECT e.dept.deptno, AVG ( e.salary) FROM EmpBean e
GROUP BY e.dept.deptno
HAVING COUNT(e) > 3 AND e.dept.deptno > 5
```

この照会は、従業員が 3 人より多く、部門番号が 5 より大きい部門の平均給与を返します。

GROUP BY 文節がなくても、HAVING 文節を使用することができます。この場合は、完全なセットは単一グループとして扱われ、HAVING 文節が適用されます。

ObjectGrid 照会の Backus-Naur Form

ObjectGrid 照会の BNF (Backus-Naur Form) 記法のまとめを以下に示します。

表 3. BNF 要約への鍵

表記	説明
{...}	グループ化
[...]	オプションの構文
太字	キーワード
*	ゼロ以上
|	代替

```
ObjectGrid QL ::=select_clause from_clause [where_clause] [group_by_clause]
  [having_clause] [order_by_clause]

from_clause ::=FROM identification_variable_declaration
  [,identification_variable_declaration]*

identification_variable_declaration ::=collection_member_declaration |
  range_variable_declaration

collection_member_declaration ::=IN ( collection_valued_path_expression |
  single_valued_navigation) [AS] identifier | [LEFT [OUTER]
  | INNER] JOIN collection_valued_path_expression |
  single_valued_navigation [AS] identifier

range_variable_declaration ::=abstract_schema_name [AS] identifier

single_valued_path_expression ::={single_valued_navigation | identification_variable}.
  { state_field | state_field.value_object_attribute } | single_valued_navigation

single_valued_navigation ::=identification_variable.[ single_valued_association_field. ]*
  single_valued_association_field

collection_valued_path_expression ::=identification_variable.[
  single_valued_association_field. ]* collection_valued_association_field

select_clause ::= SELECT [DISTINCT] [ selection , ]* selection

selection ::= {single_valued_path_expression |identification_variable | OBJECT
  ( identification_variable) |aggregate_functions } [[ AS ] id ]

order_by_clause ::= ORDER BY [ {identification_variable.[ single_valued_association_field.
  ]*state_field} [ASC|DESC],]* {identification_variable.[
  single_valued_association_field. ]*state_field}[ASC|DESC]

where_clause ::= WHERE conditional_expression

conditional_expression ::= conditional_term | conditional_expression OR conditional_term

conditional_term ::= conditional_factor | conditional_term AND conditional_factor

conditional_factor ::= [NOT] conditional_primary

conditional_primary ::= simple_cond_expression | (conditional_expression)
```

```
simple_cond_expression ::= comparison_expression | between_expression | like_expression |
  in_expression | null_comparison_expression | empty_collection_comparison_expression |
  exists_expression | collection_member_expression

between_expression ::= numeric_expression [NOT] BETWEEN numeric_expression
  AND numeric_expression | string_expression [NOT] BETWEEN
  string_expression AND string_expression | datetime_expression [NOT]
  BETWEEN datetime_expression AND datetime_expression

in_expression ::= identification_variable.[ single_valued_association_field. ]state_field
  [*NOT] IN { (subselect) | ( atom ,]* atom) }

atom ::= { string_literal | numeric_literal | input_parameter }

like_expression ::=string_expression [NOT] LIKE {string_literal | input_parameter}
  [ESCAPE {string_literal | input_parameter}]

null_comparison_expression ::= {single_valued_path_expression | input_parameter} IS
  [ NOT ] NULL

empty_collection_comparison_expression ::= collection_valued_path_expression IS
  [NOT] EMPTY

collection_member_expression ::={ ssingle_valued_path_expression | input_parameter }[
  NOT ] MEMBER [ OF ]collection_valued_path_expression

exists_expression ::= EXISTS {(subselect)}

subselect ::= SELECT [{ ALL | DISTINCT }] subselection from_clause
  [where_clause] [group_by_clause] [having_clause]

subselection ::= {single_valued_path_expression |identification_variable |
  aggregate_functions }

group_by_clause ::= GROUP BY[single_valued_path_expression,]*
  single_valued_path_expression

having_clause ::= HAVING conditional_expression

comparison_expression ::= numeric_ expression comparison_operator { numeric_expression
  | {SOME | ANY | ALL} (subselect) } | string_expression
  comparison_operator {

string_expression | {SOME | ANY | ALL}(subselect) } |

datetime_expression comparison_operator {

datetime_expression {SOME | ANY | ALL}(subselect) } |

boolean_expression {=|<>} {

boolean_expression {SOME | ANY | ALL}(subselect) } |

entity_expression {=|<>} {

entity_expression {SOME| ANY | ALL}(subselect) }

comparison_operator ::= = | > | >= | < | <= | <>

string_expression ::= string_primary | (subselect)

string_primary ::=state_field_path_expression |string_literal | input_parameter |
  functions_returning_strings

datetime_expression ::= datetime_primary |(subselect)

datetime_primary ::=state_field_path_expression | string_literal | long_literal
  | input_parameter | functions_returning_datetime

boolean_expression ::= boolean_primary |(subselect)

boolean_primary ::=state_field_path_expression | boolean_literal | input_parameter

entity_expression ::=single_valued_association_path_expression |
  identification_variable | input_parameter

numeric_expression ::= simple_numeric_expression |(subselect)

simple_numeric_expression ::= numeric_term | numeric_expression {+|-} numeric_term

numeric_term ::= numeric_factor | numeric_term {*|/} numeric_factor

numeric_factor ::= {+|-} numeric_primary

numeric_primary ::= single_valued_path_expression | numeric_literal |
  ( numeric_expression ) | input_parameter | functions

aggregate_functions :=
```

```
AVG([ALL|DISTINCT] identification_variable.
  [ single_valued_association_field. ]*state_field) |

COUNT([ALL|DISTINCT] {single_valued_path_expression |
  identification_variable}) |

MAX([ALL|DISTINCT] identification_variable.[
  single_valued_association_field. ]*state_field) |

MIN([ALL|DISTINCT] identification_variable.[
  single_valued_association_field. ]*state_field) |

SUM([ALL|DISTINCT] identification_variable.[
  single_valued_association_field. ]*state_field)

functions ::=

ABS (simple_numeric_expression) |

CONCAT (string_primary , string_primary) |

LOWER (string_primary) |

LENGTH(string_primary) |

LOCATE(string_primary, string_primary [, simple_numeric_expression]) |

MOD (simple_numeric_expression, simple_numeric_expression) |

SIZE (collection_valued_path_expression) |

SQRT (simple_numeric_expression) |

SUBSTRING (string_primary, simple_numeric_expression[, simple_numeric_expression]) |

UPPER (string_primary) |

TRIM ([[LEADING | TRAILING | BOTH] [trim_character]
  FROM] string_primary)
```

照会パフォーマンス調整

照会のパフォーマンスを調整する場合は、以下の手法とヒントを使用してください。

パラメーターの使用

照会を実行する場合、照会ストリングを構文解析し、照会を実行する計画を開発する必要がありますが、両方ともコストがかかる可能性があります。WebSphere eXtreme Scale は、照会ストリングによって照会計画をキャッシュに入れます。キャッシュは有限サイズであるため、照会ストリングを可能な限り再利用することが重要です。名前付きパラメーターまたは定位置パラメーターを使用しても、照会計画の再利用が促進され、パフォーマンスが向上します。

```
Positional Parameter Example  Query q = em.createQuery("select c from
Customer c where c.surname=?1");   q.setParameter(1, "Claus");
```

索引の使用

マップに対する適切な索引付けは、マップ・パフォーマンス全体にいくらかのオーバーヘッドをもたらしますが、照会パフォーマンスに著しい効果をもたらす場合があります。照会に関係するオブジェクト属性に索引付けを行わない場合、照会エンジンは、属性ごとにテーブル・スキャンを実行します。テーブル・スキャンは、照会実行時に最もコストのかかる操作です。照会に関係するオブジェクト属性に対する索引付けにより、照会エンジンは、不必要なテーブル・スキャンを回避でき、照会パフォーマンス全体を改善することができます。アプリケーションが最も読み取られるマップに対して照会を集中的に使用するように設計されている場合は、照会に関係するオブジェクト属性に対して索引を構成してください。マップがほとんど

更新される場合は、照会パフォーマンスの改善と、マップに対する索引付けオーバーヘッドとのバランスを取る必要があります。詳しくは、索引付けを参照してください。

Plain Old Java Object (POJO) がマップ内に保管されている場合、適切に索引付けすることによって、Java リフレクションを回避できます。次の例では、予算フィールドに索引が作成済みである場合、照会は WHERE 文節を範囲見出し検索と置換します。それ以外の場合、照会では、マップ全体をスキャンし、Java リフレクションを使用して最初に予算を取得してから、予算を値 50000 と比較することによって、WHERE 文節を評価します。

```
SELECT d FROM DeptBean d WHERE d.budget=50000
```

個別照会を最適に調整する方法、および各種の構文、オブジェクト・モデル、および索引が照会のパフォーマンスにどのように影響するかについて詳しくは、『照会計画』を参照してください。

ページ編集の使用

クライアント/サーバー環境では、照会エンジンは、結果マップ全体をクライアントにトランスポートします。戻されるデータは、妥当なチャンクに分割される必要があります。EntityManager Query および ObjectMap ObjectQuery の両インターフェースは、結果のサブセットを戻すことを照会に許可する setFirstResult および setMaxResults メソッドをサポートします。

エンティティーの代わりにプリミティブ値を戻す

EntityManager Query API を使用すると、エンティティーは照会パラメーターとして戻されます。照会エンジンは、現在のところ、これらのエンティティーに対するキーをクライアントに戻します。クライアントが getResultIterator メソッドからの Iterator を使用して、これらのエンティティーを繰り返すとき、各エンティティーは、EntityManager インターフェース上の find メソッドで作成されたかのように、自動的に拡張され、管理されます。エンティティー・グラフ全体は、クライアント上のエンティティー ObjectMap からビルドされます。エンティティー値属性およびその他の関連エンティティーは、可能な限り解決されます。

コストのかかるグラフのビルドを回避するには、パス・ナビゲーションを使用して個々の属性を戻すように照会を変更してください。

例:

```
// Returns an entity
SELECT p FROM Person p
// Returns attributes SELECT p.name, p.address.street, p.address.city, p.gender FROM Person p
```

照会計画

すべての eXtreme Scale 照会には照会計画があります。この計画は、照会エンジンが ObjectMap および索引とどのように対話するかを説明するものです。照会計画を表示すると、照会ストリングまたは索引が適切に使用されているかどうかを判断できます。また照会計画を使用すると、照会ストリング中のわずかな変更が eXtreme Scale による照会の実行方法に及ぼす変化を検討することもできます。

照会計画は、以下のいずれかの手段で表示できます。

- EntityManager Query または ObjectQuery の getPlan API メソッド
- ObjectGrid 診断トレース

getPlan メソッド

ObjectQuery および Query インターフェースの getPlan メソッドは、照会計画を説明するストリングを戻します。このストリングは、標準出力で表示することも、照会計画を表示するためのログで表示することもできます。注: 分散環境では、getPlan メソッドは、サーバーに対して実行されず、定義された索引を示しません。計画を表示するには、エージェントを使用して、サーバー上でその計画を表示します。

照会計画トレース

照会計画は、ObjectGrid トレースを使用して表示できます。照会計画トレースを有効とするには、以下のトレース仕様を使用します。

QueryEnginePlan=debug=enabled

トレース・ログ・ファイルを有効にする方法およびその検出方法について詳しくは、407 ページの『ログおよびトレース』を参照してください。

照会計画の例

この照会計画では、for という単語を使用して、この照会が ObjectMap コレクションで繰り返されるか、または派生するコレクション (q2.getEmps()、q2.dept、または内部ループによって返される一時的コレクションなど) で繰り返されることを示します。コレクションが ObjectMap のコレクションである場合、照会計画は、順次スキャン (INDEX SCAN で指示) や固有または非固有の索引が使用されているかどうかを示します。また、照会計画ではフィルター・ストリングを使用して、コレクションに適用される条件式をリストします。

通常、デカルト積は対象照会では使用されません。以下の照会では、外部ループ内の EmpBean マップ全体をスキャンし、内部ループ内の DeptBean マップ全体をスキャンします。

```
SELECT e, d FROM EmpBean e, DeptBean d

Plan trace:

for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
     for q3 in DeptBean ObjectMap using INDEX SCAN
   returning new Tuple( q2,  q3  )
```

以下の照会では、EmpBean マップを順次スキャンして特定部門の全従業員名を検索し、従業員オブジェクトを取得します。この照会では、従業員オブジェクトからその部門オブジェクトにナビゲートして、d.no=1 フィルターを適用します。この例の場合、各従業員はただ 1 つの部門オブジェクト参照を持つため、内部ループが 1 回実行されます。

```
SELECT e.name FROM EmpBean e JOIN e.dept d WHERE d.no=1

Plan trace:
```

```
for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
     for q3 in  q2.dept
      filter ( q3.getNo() = 1 )
   returning new Tuple( q2.name  )
```

以下の照会は、前記の照会と同等です。ただし、以下の照会では、まず DeptBean 1 次キー・フィールド番号に対して定義された固有索引を使用することで、結果が 1 つの部門オブジェクトに絞り込まれるため、実行効率が高まります。照会により、この部門オブジェクトから従業員オブジェクトにナビゲートされ、以下のように従業員名が取得されます。

```
SELECT e.name FROM DeptBean d JOIN d.emps e WHERE d.no=1

Plan trace:

for q2 in DeptBean ObjectMap using UNIQUE INDEX key=(1)
     for q3 in  q2.getEmps()
   returning new Tuple( q3.name  )
```

以下の照会を使用して、開発または販売に従事するすべての従業員を検索します。この照会では、EmpBean マップ全体をスキャンするとともに、式 d.name = 'Sales' or d.name='Dev' を評価することで追加のフィルタリングを実行します。

```
SELECT e FROM EmpBean e, in (e.dept) d WHERE d.name = 'Sales'
 or d.name='Dev'

Plan trace:

for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
     for q3 in  q2.dept
      filter (( q3.getName() = Sales ) OR ( q3.getName() = Dev ) )
   returning new Tuple( q2  )
```

以下の照会は前記の照会と同等ですが、この照会では異なる照会計画を実行し、フィールド名について作成された範囲索引を使用します。一般的に、部門オブジェクトの範囲の絞り込みに名前フィールドの索引が使用されることにより、開発または販売部門がごく少数である場合は照会が高速実行されるため、この照会の方が性能が高くなります。

```
SELECT e FROM DeptBean d, in(d.emps) e WHERE d.name='Dev' or d.name='Sales'

Plan trace:

IteratorUnionIndex of

     for q2 in DeptBean ObjectMap using INDEX on name = (Dev)
       for q3 in  q2.getEmps()


     for q2 in DeptBean ObjectMap using INDEX on name = (Sales)
       for q3 in  q2.getEmps()
```

以下の照会を使用して、従業員のいない部門を検索します。

```
SELECT d FROM DeptBean d WHERE NOT EXISTS(select e from d.emps e)

Plan trace:

for q2 in DeptBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter ( NOT  EXISTS (    correlated collection defined as
```

```
       for q3 in  q2.getEmps()
       returning new Tuple( q3      )

   returning new Tuple( q2  )
```

以下の照会は前述の照会と同等ですが、この照会では SIZE スカラー関数が使用されます。この照会でパフォーマンスは同じですが、作成が容易になっています。

```
SELECT d FROM DeptBean d WHERE SIZE(d.emps)=0
for q2 in DeptBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter (SIZE( q2.getEmps()) = 0 )
   returning new Tuple( q2  )
```

以下の例は、同様の性能を持つ前述の照会と同じ照会を書き込む別の方法を示していますが、この照会も容易に書き込むことができます。

```
SELECT d FROM DeptBean d WHERE d.emps is EMPTY

Plan trace:

for q2 in DeptBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter ( q2.getEmps() IS EMPTY  )
   returning new Tuple( q2  )
```

以下の照会では、パラメーターの値と等しい名前を持つ従業員の住所のうち少なくとも 1 つと一致する住所を持つすべての従業員を検索します。内部ループは外部ループに依存関係を持ちません。この照会では、内部ループは 1 回のみ実行されます。

```
SELECT e FROM EmpBean e WHERE e.home =  any (SELECT e1.home FROM EmpBean e1
 WHERE e1.name=?1)
for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter ( q2.home =ANY     temp collection defined as

       for q3 in EmpBean ObjectMap using INDEX on name = ( ?1)
       returning new Tuple( q3.home      )
 )
   returning new Tuple( q2  )
```

以下の照会は前述の照会と同等ですが、この照会には相関副照会があり、さらに内部ループが繰り返し実行されます。

```
SELECT e FROM EmpBean e WHERE EXISTS(SELECT e1 FROM EmpBean e1 WHERE
 e.home=e1.home and e1.name=?1)

Plan trace:

for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter ( EXISTS (    correlated collection defined as

       for q3 in EmpBean ObjectMap using INDEX on name = (?1)
        filter ( q2.home =  q3.home )
       returning new Tuple( q3      )

   returning new Tuple( q2  )
```

索引を使用した照会の最適化

索引を適切に定義および使用すると、照会のパフォーマンスをかなり改善できます。

WebSphere eXtreme Scale 照会では、組み込み HashIndex プラグインを使用すると、照会のパフォーマンスを改善できます。索引は、エンティティーまたはオブジ

ェクト属性に対して定義できます。照会エンジンは、その WHERE 文節で以下のいずれかのストリングが使用されると、定義された索引を自動的に使用します。

- 以下の演算子を使用する比較式: =、<、>、<=、または >= (等しくない <> を除くすべての比較式)
- BETWEEN 式
- 式のオペランドが定数またはシンプル・ターム

要件

照会で使用される場合、索引には以下の要件があります。

- すべての索引は組み込み HashIndex プラグインを使用する必要があります。
- すべての索引は静的に定義されていなければなりません。動的索引はサポートされません。
- 自動的に静的 HashIndex プラグインを作成するために @Index アノテーションを使用できます。
- すべての単一属性索引の RangeIndex プロパティーは true に設定されていなければなりません。
- すべての複合索引の RangeIndex プロパティーは false に設定されていなければなりません。
- すべてのアソシエーション (リレーションシップ) 索引の RangeIndex プロパティーは false に設定されていなければなりません。

HashIndex の構成について詳しくは、HashIndex の構成を参照してください。

索引付けについては、索引付けを参照してください。

キャッシュされたオブジェクトを検索するためのより効果的な方法については、260 ページの『複合 HashIndex』を参照してください。

索引選択に関するヒントの使用

索引は、HINT_USEINDEX 定数付きの setHint メソッドを Query および ObjectQuery インターフェースで使用すると、手動で選択することができます。これは、最も効率的な索引を使用するよう照会を最適化する際に役立ちます。

属性索引を使用する照会例

以下の例では、シンプル・ターム e.empid、e.name、e.salary、d.name、d.budget、および e.isManager が使用されています。これらの例では、索引がエンティティーまたは値オブジェクトの名前、給与、および予算フィールドに対して定義済みであることを前提としています。empid フィールドは 1 次キーであり、isManager には索引が定義されていません。

以下の照会では、名前と給与の両フィールドに対して索引を使用します。この場合、名前が最初のパラメーターの値に一致するか、給与が 2 番目のパラメーターの値に一致するすべての従業員が戻されます。

```
SELECT e FROM EmpBean e where e.name=?1 or e.salary=?2
```

以下の照会では、名前と予算の両フィールドに対して索引を使用します。この照会は、2000 より大きい予算を持つ 'DEV' という名前の付いたすべての部門を戻します。

```
SELECT d FROM DeptBean dwhere d.name='DEV' and d.budget>2000
```

以下の照会では、給与が 3000 より高く、かつパラメーターの値と等しい isManager フラグ値を持つ従業員をすべて戻します。この照会では、給与フィールドに対して定義された索引を使用するとともに、比較式 e.isManager=?1. を評価することで追加のフィルタリングを実行します。

```
SELECT e FROM EmpBean e where e.salary>3000 and e.isManager=?1
```

次の照会では、1 番目のパラメーターより大きい給与を得ているか、または管理者である従業員をすべて検索します。給与フィールドには索引が定義済みですが、照会では、EmpBean フィールドの 1 次キーに対して作成された組み込み索引をスキャンし、式 e.salary>?1 または e.isManager=TRUE を評価します。

```
SELECT e FROM EmpBean e WHERE e.salary>?1 or e.isManager=TRUE
```

以下の照会では、文字 a が含まれている名前の従業員を戻します。名前フィールドには索引が定義済みですが、名前フィールドが LIKE 式で使用されているため、照会ではこの索引を使用しません。

```
SELECT e FROM EmpBean e WHERE e.name LIKE '%a%'
```

以下の照会では、名前が「Smith」ではない従業員をすべて検索します。名前フィールドには索引が定義済みですが、照会では等しくない (<>) 比較演算子を使用するため、この索引を使用しません。

```
SELECT e FROM EmpBean e where e.name<>'Smith'
```

以下の照会では、予算がパラメーターの値より小さく、かつ従業員給与が 3000 より大きい部門をすべて検索します。この照会では、給与の索引を使用しますが、dept.budget がシンプル・タームではないため、予算の索引を使用しません。dept オブジェクトは、コレクション e から導き出されます。dept オブジェクトを検索するのに、予算の索引を使用する必要はありません。

```
SELECT dept from EmpBean e, in (e.dept) dept where e.salary>3000 and
dept.budget<?
```

以下の照会では、1、2、および 3 の empid を持つ従業員の給与より大きい給与の従業員をすべて検索します。比較には副照会が含まれているため、索引 salary は使用されません。empid は、1 次キーですが、すべての 1 次キーには組み込み索引が定義済みであるため、固有索引の検索に使用されます。

```
SELECT e FROM EmpBean e WHERE e.salary > ALL (SELECT e1.salary    FROM
EmpBean e1 WHERE e1.empid=1 or e1.empid =2 or e1.empid=99)
```

索引が照会で使用されているかどうかを確認する場合は、 128 ページの『照会計画』を表示できます。以下に、前述の照会の照会計画例を示します。

```
for q2 in EmpBean ObjectMap using INDEX SCAN
    filter ( q2.salary >ALL     temp collection defined as
       IteratorUnionIndex of

         for q3 in EmpBean ObjectMap using UNIQUE INDEX key=(1)
        )

         for q3 in EmpBean ObjectMap using UNIQUE INDEX key=(2)
        )

         for q3 in EmpBean ObjectMap using UNIQUE INDEX key=(99)
        )
       returning new Tuple( q3.salary )
   returning new Tuple( q2  )

for q2 in EmpBean ObjectMap using RANGE INDEX on salary with range(3000,)
     for q3 in  q2.dept
      filter ( q3.budget <  ?1 )
   returning new Tuple( q3  )
```

属性の索引付け

前に定義された制約付きで、任意の単一属性タイプに対して索引を定義できます。

@Index を使用したエンティティー索引の定義

エンティティーに索引を定義するには、単にアノテーションを定義します。

Entities using annotations

```
  @Entity
  public class Employee {
  @Id int empid;
  @Index String name
  @Index double salary
  @ManyToOne Department dept;
}
@Entity
  public class Department {
  @Id int deptid;
  @Index String name;
  @Index double budget;
  boolean isManager;
  @OneToMany Collection<Employee> employees;
  }
```

XML の使用

XML を使用して索引を定義することもできます。

Entities without annotations

```
  public class Employee {
  int empid;
  String name
  double salary
  Department dept;
  }

  public class Department {
  int deptid;
  String name;
  double budget;
  boolean isManager;
  Collection employees;
  }
```

ObjectGrid XML with attribute indexes

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
  xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
  <objectGrids>
  <objectGrid name="DepartmentGrid" entityMetadataXMLFile="entity.xml">
  <backingMap name="Employee" pluginCollectionRef="Emp"/>
  <backingMap name="Department" pluginCollectionRef="Dept"/>
  </objectGrid>
  </objectGrids>
  <backingMapPluginCollections>
  <backingMapPluginCollection id="Emp">
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="Employee.name"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="name"/>
  <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
  description="Ranges are must be set to true for attributes." />
  </bean>
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="Employee.salary"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="salary"/>
  <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
  description="Ranges are must be set to true for attributes." />
  </bean>
  </backingMapPluginCollection>
  <backingMapPluginCollection id="Dept">
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="Department.name"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="name"/>
  <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
  description="Ranges are must be set to true for attributes." />
  </bean>
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="Department.budget"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="budget"/>
  <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
  description="Ranges are must be set to true for attributes." />
  </bean>
  </backingMapPluginCollection>
  </backingMapPluginCollections>
  </objectGridConfig>
```

Entity XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">

  <description>Department entities</description>
  <entity class-name="acme.Employee" name="Employee" access="FIELD">
  <attributes>
  <id name="empid" />
  <basic name="name" />
  <basic name="salary" />
  <many-to-one name="department"
  target-entity="acme.Department"
  fetch="EAGER">
  <cascade><cascade-persist/></cascade>
  </many-to-one>
  </attributes>
  </entity>
  <entity class-name="acme.Department" name="Department" access="FIELD">
  <attributes>
  <id name="deptid" />
  <basic name="name" />
  <basic name="budget" />
  <basic name="isManager" />
  <one-to-many name="employees"
  target-entity="acme.Employee"
  fetch="LAZY" mapped-by="parentNode">
  <cascade><cascade-persist/></cascade>
  </one-to-many>
  </attributes>
  </entity>
  </entity-mappings>
```

XML を使用した非エンティティーの索引の定義

非エンティティー・タイプに対する索引は XML 内で定義されます。MapIndexPlugin を作成するときに、エンティティー・マップに対しての場合と非エンティティー・マップに対しての場合で相違はありません。

Java bean

```
public class Employee {
  int empid;
  String name
  double salary
  Department dept;

 public class Department {
  int deptid;
  String name;
  double budget;
  boolean isManager;
  Collection employees;
  }
```

ObjectGrid XML with attribute indexes

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
  xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
  <objectGrids>
  <objectGrid name="DepartmentGrid">
  <backingMap name="Employee" pluginCollectionRef="Emp"/>
  <backingMap name="Department" pluginCollectionRef="Dept"/>
  <querySchema>
  <mapSchemas>
  <mapSchema mapName="Employee" valueClass="acme.Employee"
  primaryKeyField="empid" />
  <mapSchema mapName="Department" valueClass="acme.Department"
  primaryKeyField="deptid" />
  </mapSchemas>
  <relationships>
  <relationship source="acme.Employee"
  target="acme.Department"
  relationField="dept" invRelationField="employees" />
  </relationships>
  </querySchema>
  </objectGrid>
  </objectGrids>
  <backingMapPluginCollections>
  <backingMapPluginCollection id="Emp">
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="Employee.name"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="name"/>
  <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
  description="Ranges are must be set to true for attributes." />
  </bean>
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="Employee.salary"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="salary"/>
  <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
  description="Ranges are must be set to true for attributes." />
  </bean>
  </backingMapPluginCollection>
  <backingMapPluginCollection id="Dept">
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="Department.name"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="name"/>
  <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
  description="Ranges are must be set to true for attributes." />
  </bean>
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="Department.budget"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="budget"/>
  <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
  description="Ranges are must be set to true for attributes." />
  </bean>
  </backingMapPluginCollection>
  </backingMapPluginCollections>
  </objectGridConfig>
```

索引付けのリレーションシップ

WebSphere eXtreme Scale は、関連エンティティーの外部キーを親オブジェクト内に保管します。エンティティーの場合、キーは基本となるタプルに保管されます。非エンティティー・オブジェクトの場合、キーは親オブジェクトに明示的に保管されます。

リレーションシップ属性に索引を追加すると、循環参照を使用するか、IS NULL、IS EMPTY、SIZE、および MEMBER OF 照会フィルターを使用する照会をスピードアップすることができます。単一値関連と多値関連がともに、ObjectGrid 記述子 XML ファイル内に @Index アノテーションまたは HashIndex プラグイン構成を持つ場合があります。

@Index を使用したエンティティー・リレーションシップ索引の定義

以下の例では、@Index アノテーションのあるエンティティーを定義します。

Entity with annotation

```
@Entity
public class Node {
    @ManyToOne @Index
    Node parentNode;

    @OneToMany @Index
    List<Node> childrenNodes = new ArrayList();

    @OneToMany @Index
    List<BusinessUnitType> businessUnitTypes = new ArrayList();
}
```

XML を使用したエンティティー・リレーションシップ索引の定義

以下の例は、XML と HashIndex プラグインを使用して、同じエンティティーおよび索引を定義しています。

Entity without annotations

```
public class Node {
int nodeId;
Node parentNode;
List<Node> childrenNodes = new ArrayList();
List<BusinessUnitType> businessUnitTypes = new ArrayList();
}
```

ObjectGrid XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
  xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
  <objectGrids>
  <objectGrid name="ObjectGrid_Entity" entityMetadataXMLFile="entity.xml>
  <backingMap name="Node" pluginCollectionRef="Node"/>
  <backingMap name="BusinessUnitType" pluginCollectionRef="BusinessUnitType"/>
  </objectGrid>
  </objectGrids>
  <backingMapPluginCollections>
  <backingMapPluginCollection id="Node">
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="parentNode"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="parentNode"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
  description="Ranges are not supported for association indexes." />  </bean>
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="businessUnitType"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="businessUnitTypes"/>

<property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
  description="Ranges are not supported for association indexes." />
 </bean>
  <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
  <property name="Name" type="java.lang.String" value="childrenNodes"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="childrenNodes"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
  description="Ranges are not supported for association indexes." />
  </bean>
  </backingMapPluginCollection>
  </backingMapPluginCollections>
  </objectGridConfig>
```

Entity XML

```
  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <entity-mappings xmlns="http://ibm.com/ws/projector/config/emd"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/projector/config/emd ./emd.xsd">

  <description>My entities</description>
  <entity class-name="acme.Node" name="Account" access="FIELD">
  <attributes>
  <id name="nodeId" />
  <one-to-many name="childrenNodes"
  target-entity="acme.Node"
  fetch="EAGER" mapped-by="parentNode">
  <cascade><cascade-all/></cascade>
  </one-to-many>
  <many-to-one name="parentNodes"
  target-entity="acme.Node"
  fetch="LAZY" mapped-by="childrenNodes">
  <cascade><cascade-none/></cascade>
  </one-to-many>
  <many-to-one name="businessUnitTypes"
  target-entity="acme.BusinessUnitType"
  fetch="EAGER">
  <cascade><cascade-persist/></cascade>
  </many-to-one>
</attributes>
  </entity>
  <entity class-name="acme.BusinessUnitType" name="BusinessUnitType" access="FIELD">
  <attributes>
  <id name="buId" />
  <basic name="TypeDescription" />
  </attributes>
  </entity>
  </entity-mappings>
```

前に定義された索引を使用すると、以下の例のエンティティー照会が最適化されます。

```
SELECT n FROM Node n WHERE n.parentNode is null
SELECT n FROM Node n WHERE n.businessUnitTypes is EMPTY
  SELECT n FROM Node n WHERE size(n.businessUnitTypes)>=10
  SELECT n FROM BusinessUnitType b, Node n WHERE b member of n.businessUnitTypes and b.name='TELECOM'
```

非エンティティー・リレーションシップ索引の定義

以下の例では、ObjectGrid 記述子 XML ファイル内の非エンティティー・マップの HashIndex プラグインを定義します。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
  xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
  <objectGrids>
    <objectGrid name="ObjectGrid_POJO">
      <backingMap name="Node" pluginCollectionRef="Node"/>
      <backingMap name="BusinessUnitType" pluginCollectionRef="BusinessUnitType"/>
      <querySchema>
        <mapSchemas>
          <mapSchema mapName="Node"
     valueClass="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.Node"
            primaryKeyField="id" />
          <mapSchema mapName="BusinessUnitType"
            valueClass="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.BusinessUnitType"
            primaryKeyField="id" />
        </mapSchemas>
        <relationships>
          <relationship source="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.Node"
            target="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.Node"
            relationField="parentNodeId" invRelationField="childrenNodeIds" />
          <relationship source="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.Node"
            target="com.ibm.websphere.objectgrid.samples.entity.BusinessUnitType"
            relationField="businessUnitTypeKeys" invRelationField="" />
        </relationships>
      </querySchema>
    </objectGrid>
  </objectGrids>
  <backingMapPluginCollections>
    <backingMapPluginCollection id="Node">
      <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
        <property name="Name" type="java.lang.String" value="parentNode"/>
<property name="Name" type="java.lang.String" value="parentNodeId"/>
<property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="parentNodeId"/>
<property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
  description="Ranges are not supported for association indexes." />
      </bean>
```

```
      <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
        <property name="Name" type="java.lang.String" value="businessUnitType"/>
        <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="businessUnitTypeKeys"/>

<property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
  description="Ranges are not supported for association indexes." />
   </bean>
      <bean id="MapIndexPlugin" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
<property name="Name" type="java.lang.String" value="childrenNodeIds"/>
  <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="childrenNodeIds"/>
  <property name="RangeIndex" type="boolean" value="false"
      description="Ranges are not supported for association indexes." />
</bean>
    </backingMapPluginCollection>
  </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

上記の索引構成が指定されると、以下の例のオブジェクト照会が最適化されます。

```
SELECT n FROM Node n WHERE n.parentNodeId is null
SELECT n FROM Node n WHERE n.businessUnitTypeKeys is EMPTY
SELECT n FROM Node n WHERE size(n.businessUnitTypeKeys)>=10
SELECT n FROM BusinessUnitType b, Node n WHERE
 b member of n.businessUnitTypeKeys and b.name='TELECOM'
```

キー以外のオブジェクトを使用した区画の検索 (PartitionableKey インターフェース)

eXtreme Scale 構成が固定区画配置ストラテジーを使用しているとき、この構成は区画のキーのハッシュに応じて値の挿入、取得、更新、または除去を行います。このキーで hashCode メソッドが呼び出され、カスタム・キーが作成される場合は、hashCode メソッドが明確に定義されていなければなりません。ただし、PartitionableKey インターフェースを使用するもう 1 つのオプションがあります。PartitionableKey インターフェースがあれば、キー以外のオブジェクトを使用して区画にハッシュすることができます。

PartitionableKey インターフェースは、複数のマップが存在し、かつコミットしたデータが関連付けられ、したがって同じ区画に配置されなければならないような状況で使用することができます。WebSphere eXtreme Scale は、複数のマップ・トランザクションが複数の区画にまたがる場合は、これらのトランザクションがコミットされないようにするため、2 フェーズ・コミットをサポートしません。 同じマップ・セット内の異なるマップにあるキーについて PartitionableKey が同じ区画にハッシュする場合は、トランザクションをまとめてコミットすることができます。

また、キーのグループを同じ区画に配置する必要があるが、必ずしも単一トランザクションのときでない場合にも PartitionableKey インターフェースを使用することができます。ロケーション、部門、ドメイン・タイプ、またはその他のタイプの ID に基づいてキーをハッシュする必要がある場合は、子キーに親 PartitionableKey を与えることができます。

例えば、従業員はその所属する部門と同じ区画にハッシュする必要があります。各従業員キーは部門マップに属する PartitionableKey オブジェクトを持ちます。そうすると、従業員と部門の両方が同じ区画にハッシュされます。

PartitionableKey インターフェースには ibmGetPartition というメソッドが 1 つあります。このメソッドから戻されたオブジェクトは hashCode メソッドを実装する必要があります。代替 hashCode を使用したために戻された結果は区画のキーを経路指定するために使用されます。

トランザクションのためのプログラミング

トランザクションが必要なアプリケーションでは、ロックの処理、競合の処理、トランザクションの独立性などを考慮する必要があります。

トランザクション処理の概要

セッションとトランザクションの処理

WebSphere eXtreme Scale は、データとの相互作用のメカニズムとしてトランザクションを使用します。

データとの相互作用のために、アプリケーション内のスレッドは、独自の Session を必要とします。アプリケーションがスレッド上で ObjectGrid を使用する必要がある場合、ObjectGrid.getSession メソッドの 1 つを呼び出してスレッドを取得します。このセッションを使用すると、アプリケーションは ObjectGrid マップに保管されているデータの処理を行うことができます。

アプリケーションが Session オブジェクトを使用する場合、そのセッションはトランザクションのコンテキスト内にある必要があります。 Session オブジェクトに対する begin メソッド、commit メソッド、および rollback メソッドにより、トランザクションは、開始してコミット、あるいは開始してロールバックを行います。また、アプリケーションは自動コミット・モードで動作することも可能で、この場合、マップに対する操作が実行されるたびに、Session は自動的にトランザクションを開始してコミットします。自動コミット・モードでは複数の操作を単一トランザクションにグループ化することはできないため、複数操作のバッチを作成して単一トランザクションにする場合は、自動コミット・モードの方が時間がかかるオプションです。ただし、単一の操作しか含まないトランザクションの場合は、自動コミット・モードの方が速いオプションになります。

トランザクション

トランザクションには、データ保管および操作に関して多くの利点があります。トランザクションを使用すれば、同時変更からグリッドを保護したり、複数の変更を 1 つの並行ユニットとして適用したり、データを複製したり、変更に対するロックのライフサイクルを実装したりすることができます。

トランザクションが開始すると、WebSphere eXtreme Scale は別の特別なマップを割り振って、そのトランザクションが使用するキーと値のペアの現在の変更またはコピーを保持します。通常、キーと値のペアにアクセスすると、アプリケーションがその値を受け取る前に、値のコピーが作成されます。その別のマップは、挿入、更新、取得、除去などの操作についてすべての変更を追跡します。キーは不変のものと見なされているため、コピーされません。ObjectTransformer オブジェクトを指定すると、このオブジェクトが値をコピーするために使用されます。 トランザクションがオプティミスティック・ロックを使用している場合は、トランザクションのコミット時に、以前の値のイメージも比較のために追跡されます。

トランザクションがロールバックされる場合、その別のマップの情報は破棄され、エントリーに対するロックは解除されます。トランザクションをコミットすると、変更がマップに適用され、ロックが解除されます。オプティミスティック・ロックが使用されている場合、eXtreme Scale は、以前のイメージ・バージョンの値とマッ

プ内の値を比較します。トランザクションをコミットするには、これらの値が一致している必要があります。こうした比較によって複数バージョンのロック体系が可能になりますが、トランザクションがそのエントリーにアクセスすると、代わりに 2 つのコピーが作成されます。すべての値が再度コピーされ、新しいコピーがマップに保管されます。 WebSphere eXtreme Scale は、コミット後に値へのアプリケーション参照を変更するアプリケーションから自身を保護するために、このコピーを実行します。

情報の複数のコピーを使用しないようにできます。アプリケーションは、並行性を制限する代償としてオプティミスティック・ロックの代わりにペシミスティック・ロックを使用することで、コピーを節約できます。コミット後に値を変更しないことにアプリケーションが同意すれば、コミット時の値のコピーも回避することができます。

トランザクションの利点

トランザクションを使用するのは、以下の理由からです。

トランザクションを使用して、以下の操作を行うことができます。

- 例外が発生した場合や、ビジネス・ロジックにより状態変更を元に戻す必要がある場合に、変更をロールバックします。
- コミット時に複数の変更をアトミック単位で適用する
- データに対するロックの保持および解除を行い、コミット時に複数の変更をアトミック単位で適用します。
- 同時変更からスレッドを保護します。
- 変更に対するロックのライフサイクルを実装します。
- アトミック単位の複製を生成します。

トランザクション・サイズ

トランザクションは、特に複製の場合には、大きいほど効果的です。ただし、大きなトランザクションの場合はエントリーのロックの保持時間が長くなるため、並行性に悪影響を及ぼします。大きなトランザクションを使用すると、複製のパフォーマンスが向上する場合があります。このパフォーマンスの向上は、マップを事前にロードする場合には重要です。さまざまなバッチ・サイズで実験を行い、使用するシナリオに最適なサイズを判別してください。

大きなトランザクションはローダーにとっても好都合です。 SQL バッチを実行できるローダーを使用している場合は、トランザクションによっては著しくパフォーマンスが向上する可能性があり、データベース側ではロードを著しく削減することができます。このパフォーマンス向上は、ローダーの実装方法によって異なります。

自動コミット・モード

アクティブに始動されたトランザクションがない場合は、アプリケーションが ObjectMap オブジェクトとの対話を行うと、アプリケーションの代わりに自動的に開始およびコミット操作が行われます。この自動的な開始およびコミット操作は役に立ちますが、ロールバックおよびロックが有効に機能する妨げとなります。トラ

ンザクションのサイズが小さすぎると、同期複製スピードに影響します。エンティティー・マネージャー・アプリケーションを使用している場合は、自動コミット・モードは使用しないでください。その理由は、EntityManager.find メソッドで検索されたオブジェクトが、そのメソッドが戻されると同時に管理不能となり、使用不可となるためです。

外部トランザクション・コーディネーター

通常、トランザクションは、session.begin メソッドで開始し、session.commit メソッドで終了します。ただし、eXtreme Scale が組み込まれていると、トランザクションは、外部トランザクション・コーディネーターによって開始および終了する場合があります。外部トランザクション・コーディネーターを使用している場合は、session.begin メソッドを呼び出す必要も、session.commit メソッドで終了する必要もありません。 eXtreme Scale および 外部トランザクションの対話について詳しくは、*プログラミング・ガイド*を参照してください。WebSphere Application Server を使用している場合は、WebSphereTranscationCallback プラグインを使用できます。WebSphere eXtreme Scale で使用可能なプラグインについて詳しくは、*プログラミング・ガイド*を参照してください。

CopyMode 属性

BackingMap または ObjectMap オブジェクトの CopyMode 属性を定義することで、コピーの数を調整することができます。

BackingMap または ObjectMap オブジェクトの CopyMode 属性を定義することで、コピーの数を調整することができます。コピー・モードには以下の値があります。

- COPY_ON_READ_AND_COMMIT
- COPY_ON_READ
- NO_COPY
- COPY_ON_WRITE
- COPY_TO_BYTES

COPY_ON_READ_AND_COMMIT がデフォルト値です。 COPY_ON_READ 値は、最初のデータ取得時にはコピーを行いますが、コミット時にはコピーを行いません。アプリケーションが、トランザクションのコミット後の値を変更しなければ、このモードが安全です。NO_COPY 値は、データをコピーしないため、読み取り専用データの場合のみ安全です。データが変更されない限り、分離目的でデータをコピーする必要はありません。

更新される可能性があるマップに NO_COPY 属性値を使用する場合は、注意が必要です。WebSphere eXtreme Scale は最初のタッチ時のコピーを使用して、トランザクションのロールバックを可能にします。アプリケーションはコピーを変更しただけなので、eXtreme Scale はそのコピーを破棄します。 NO_COPY 属性値が使用され、かつアプリケーションがコミットされた値を変更した場合は、ロールバックを完了することが不可能になります。 索引や複製はトランザクションのコミット時に更新されるため、コミット済みの値を変更すると、索引、複製などに問題が生じます。コミット済みのデータを変更してからトランザクションをロールバックした場合は、これによって実際にはまったくロールバックされないため、索引は更新されず、複製は行われません。他のスレッドは、コミットされていない変更を、ロックがあっても即時に参照することができます。読み取り専用マップ、または値を変更

する前に適切なコピーを完了するアプリケーションの場合は、NO_COPY 属性値を使用してください。 NO_COPY 属性値を使用した場合に、データ保全性の問題で IBM サポートに連絡すると、コピー・モードを COPY_ON_READ_AND_COMMIT に設定して問題を再現するように求められます。

COPY_TO_BYTES 値は、マップ内の値をシリアライズ・フォームに保管します。eXtreme Scale は、読み取り時にシリアライズ・フォームからの値を拡張し、コミット時に値をシリアライズ・フォームに保管します。この方法によれば、読み取り時とコミット時の両方でコピーが行われます。

マップのデフォルトのコピー・モードは、BackingMap オブジェクトで構成することができます。さらに、トランザクションを開始する前に、ObjectMap.setCopyMode メソッドを使用してマップのコピー・モードを変更することができます。

objectgrid.xml ファイルにあり、指定のバックアップ・マップのコピー・モードを設定する方法を示すバックアップ・マップ・スニペットの例は以下のとおりです。この例では、objectgrid/config 名前空間として cc を使用しているものとします。

```
<cc:backingMap name="RuntimeLifespan" copyMode="NO_COPY"/>
```

詳しくは、「*プログラミング・ガイド*」に記載されている copyMode のベスト・プラクティスに関する情報を参照してください。

マップ・エントリー・ロック

ObjectGrid BackingMap は、マップに対して複数のロック・ストラテジーをサポートし、キャッシュ・エントリーの整合性を維持します。

各 BackingMap は、以下のロックのストラテジーの 1 つを使用するよう構成できます。

1. オプティミスティック・ロック・モード
2. ペシミスティック・ロック・モード
3. なし

デフォルトのロック・ストラテジーは、OPTIMISTIC です。データの変更が頻繁でない場合は、このオプティミスティック・ロックを使用します。データがキャッシュから読み取られ、トランザクションにコピーされる間、ロックは短期間だけ保持されます。トランザクション・キャッシュがメイン・キャッシュと同期されると、更新されたあらゆるキャッシュ・オブジェクトが元のバージョンに対してチェックされます。チェックが失敗すると、トランザクションはロールバックされ、OptimisticCollisionException 例外となります。

ペシミスティック・ロック・ストラテジーは、キャッシュ・エントリーに対してロックを取得するため、データが頻繁に変更される場合に使用するようにしてください。キャッシュ・エントリーが読み取られる場合は、必ずロックが取得され、トランザクションが完了するまでロックが条件付きで保持されます。ロックによっては、セッションのトランザクション分離レベルを使用して、その期間を調整することができます。

データがまったく更新されないか、静止期間のみに更新されるため、ロックが必要ない場合は、NONE ロック・ストラテジーを使用すれば、ロックを使用不可にする

ことができます。このストラテジーは、ロック・マネージャーを必要としないため、非常に高速です。NONE ロック・ストラテジーは、ルックアップ表または読み取り専用のマップの場合に理想的です。

ロック・ストラテジーについて詳しくは、*製品概要*のロック・ストラテジーに関する説明を参照してください。

ロック・ストラテジーの指定

以下の例は、map1、map2、および map3 の BackingMap 上にロック・ストラテジーを設定する方法を示しており、各マップは異なるロック・ストラテジーを使用しています。最初のスニペットは、ロック・ストラテジー構成に XML を使用する方法を示し、2 番目のスニペットはプログラマチックな方法を示しています。

XML を用いた方法

```
BackingMap configuration - XML example<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">

    <objectGrids>
        <objectGrid name="test">
            <backingMap name="map1"
                lockStrategy="PESSIMISTIC" numberOfLockBuckets="31"/>
            <backingMap name="map2"
                lockStrategy="OPTIMISTIC" numberOfLockBuckets="409"/>
            <backingMap name="map3"
                lockStrategy="NONE"/>
        </objectGrid>
    </objectGrids>
</objectGridConfig>
```

プログラマチックな方法

```
BackingMap configuration - programmatic example
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.LockStrategy;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
...
ObjectGrid og =
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().createObjectGrid("test");
BackingMap bm = og.defineMap("map1");
bm.setLockStrategy( LockStrategy.PESSIMISTIC );
bm.setNumberOfLockBuckets(31);
bm = og.defineMap("map2");
bm.setNumberOfLockBuckets(409);
bm.setLockStrategy( LockStrategy.OPTIMISTIC );
bm = og.defineMap("map3");
bm.setLockStrategy( LockStrategy.NONE );
```

java.lang.IllegalStateException 例外を避けるには、ローカル ObjectGrid インスタンスで initialize メソッドまたは getSession メソッドを使用する前に setLockStrategy メソッドを呼び出す必要があります。

詳しくは、「*製品概要*」のロック・ストラテジーに関するトピックを参照してください。

ロック・マネージャー構成

ロック・ストラテジーに OPTIMISTIC または PESSIMISTIC が使用されている場合は、BackingMap に対してロック・マネージャーが作成されます。ロック・マネージャーは、ハッシュ・マップを使用して、1 つ以上のトランザクションによってロックされるエントリーを追跡します。 ハッシュ・マップに多くのマップ・エントリーが存在する場合、ロック・バケットが多いほど、パフォーマンスが良好になる可能性が高くなります。バケット数が増えるにつれて、Java 同期の衝突のリスクは下がります。またロック・バケットを増やすことが、並行性の増大につながります。前の例では、特定の BackingMap インスタンスに使用するロック・バケットの数をアプリケーションでどのように設定できるかを示しています。

java.lang.IllegalStateException 例外を避けるには、ObjectGrid インスタンスで initialize メソッドまたは getSession メソッドを呼び出す前に setNumberOfLockBuckets メソッドを呼び出す必要があります。setNumberOfLockBuckets メソッド・パラメーターは、使用するロック・バケットの数を指定する Java プリミティブ整数です。素数を使用すると、ロック・バケット上のマップ・エントリーの一様分布が可能になります。最良のパフォーマンスを得るために適した開始点は、BackingMap エントリーの予想される数のおよそ 10 パーセントにロック・バケットの数を設定することです。

LockDeadlockException

以下は、例外の catch を示すコード例で、結果のメッセージが表示されます。

```
try {
...
} catch (ObjectGridException oe) {
System.out.println(oe);
}
```

結果は次のとおりです。

```
com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LockDeadlockException: _Message
```

このメッセージは、例外が作成されてスローされるときに、パラメーターとして渡されるストリングを表します。

例外の原因

最も一般的なタイプのデッドロック例外は、ペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用しているときに起こり、2 つの別々のクライアントは特定のオブジェクトの共有ロックをそれぞれ所有しています。 その後、どちらのクライアントも、そのオブジェクトの排他ロックへプロモートしようとします。 次の図は、スローされる例外の原因となるトランザクション・ブロックを含めて、このような状況を示しています。

以下の Java コード・スニペットは、ObjectGrid を作成するために XML 構成ファイルを渡す方法を示しています。

これは、例外発生時にプログラム内で何が起こっているかを抽象的に表しています。 同じ ObjectMap を更新するスレッドを多く使用するアプリケーションでは、このような状況が起こる可能性があります。 以下は、前の図で示したように、トランザクション・コード・ブロックを実行している 2 つのクライアントの例です。

考えられる解決策

多数のスレッドが特定のマップでトランザクションを開始すると、図 1 に示されるような状況に遭遇する可能性もあります。 この場合、例外がスローされ、プログラムがハングしないようにします。 自分自身にも通知し、原因をさらに詳しく知るためにコードを catch ブロックに追加することができます。 この例外はペシミスティック・ロック・ストラテジーでのみ見られるため、1 つの簡単な解決策として、単にオプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用することが挙げられます。ただし、ペシミスティック・ロック・ストラテジーが必要な場合には、get メソッドの代わりに getForUpdate メソッドを使用することができます。 これにより、前述した状況で例外を受け取ることがなくなります。

ロック・ストラテジー

ロック・ストラテジーには、ペシミスティック、オプティミスティック、およびロックなしがあります。 ロック・ストラテジーを選択する場合、各タイプの操作の比率、ローダーを使用するかどうかなどの問題を考慮する必要があります。

ロックはトランザクションに束縛されます。以下のロック設定を指定することができます。

- **ロックなし**: ロック設定を使用しないと、実行は最速になります。読み取り専用データを使用していれば、ロックは必要ない場合があります。
- **ペシミスティック・ロック**: エントリーに対するロックを取得し、コミット時までそのロックを保持します。このロック戦略は、スループットを低下させる代わりに、優れた一貫性を提供します。
- **オプティミスティック・ロック**: トランザクションがタッチするすべてのレコードの以前のイメージを取得して、トランザクションのコミット時に、そのイメージと現在のエントリーの値を比較します。エントリーの値が変更された場合、そのトランザクションはロールバックします。コミット時までロックは保持されません。このロック戦略は、ペシミスティック戦略よりも並行性において優れていますが、トランザクション・ロールバックのリスクがあり、エントリーのコピーを作成するためにメモリーを消費します。

BackingMap でロック戦略を設定します。各トランザクションのロック戦略を変更することはできません。XML ファイルを使用してマップに対してロック・モードを設定する方法を示す XML スニペットの例は以下のとおりです。この場合、cc は、objectgrid/config 名前空間用の名前空間であるとします。

```
<cc:backingMap name="RuntimeLifespan" lockStrategy="PESSIMISTIC" />
```

ペシミスティック・ロック

ほかのロック・ストラテジーが可能でない場合は、マップの読み書きにペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用します。ObjectGrid マップがペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用するように構成されている場合、トランザクションが最初に BackingMap からのエントリーを取得すると、マップ・エントリーのペシミスティック・トランザクション・ロックが取得されます。ペシミスティック・ロックは、アプリケーションがトランザクションを完了するまでは保留されます。通常の場合、ペシミスティック・ロック・ストラテジーは、以下の状態で使用されます。

- BackingMap がローダー付き、またはローダーなしで構成され、バージョン管理情報が使用可能でない場合。
- BackingMap が、並行処理制御について eXtreme Scale からの支援を必要とするアプリケーションによって直接使用されている場合。
- バージョン管理情報は使用できるが、更新トランザクションがバッキング・エントリー上で頻繁に衝突し、その結果、オプティミスティック更新が失敗する場合。

ペシミスティック・ロック・ストラテジーは、パフォーマンスとスケーラビリティーに最大のインパクトを与えるので、このストラテジーはほかのロック・ストラテジーが実行可能でないときのマップの読み取りと書き込みにのみ使用してください。例えば、こうした状態には、オプティミスティック更新の失敗が頻繁に発生する場合や、オプティミスティック障害からのリカバリーをアプリケーションが処理するには難しい場合が含まれます。

オプティミスティック・ロック

オプティミスティック・ロック・ストラテジーでは、並行して実行中に、2 つのトランザクションが同じマップ・エントリーを更新することはないと想定します。このことから、トランザクションのライフサイクル中、ロック・モードを保留する必要はありません。これは、複数のトランザクションがマップ・エントリーを並行して更新するとは考えられないためです。オプティミスティック・ロック・ストラテジーは通常、以下の場合に使用されます。

- BackingMap がローダー付き、またはローダーなしで構成され、バージョン管理情報が使用可能である場合。
- BackingMap のほとんどのトランザクションが読み取り操作を実行するトランザクションである場合。 BackingMap に対するエントリーの挿入、更新、または除去操作は、あまり行われません。
- BackingMap は、読み取りと比べてより頻繁に挿入、更新、または除去されるが、トランザクションは同じマップ・エントリー上でほとんど衝突しない場合。

ペシミスティック・ロック・ストラテジーと同様に、 ObjectMap インターフェース上のメソッドは、eXtreme Scale が、アクセス中のマップ・エントリーのロック・モードを自動的に取得する方法を決定します。ただし、ペシミスティック・ストラテジーとオプティミスティック・ストラテジーの間には、以下のような違いがあります。

- ペシミスティック・ロック・ストラテジーと同様に、メソッドの呼び出しの際、get メソッドおよび getAll メソッドによって S ロック・モードが取得されます。しかし、オプティミスティック・ロックを使用すると、 S ロック・モードはトランザクションが完了するまで保留されません。代わりに、S ロック・モードはメソッドがアプリケーションに戻す前に保留解除されます。ロック・モードの獲得の目的は、eXtreme Scale が、その他のトランザクションからのコミット済みデータのみが現行トランザクションに可視となるように保証できるようにすることです。 eXtreme Scale がそのデータがコミット済みであることを確認した後で、S ロック・モードは保留解除されます。コミット時に、オプティミスティック・バージョン管理チェックが実行され、現行トランザクションがその S ロック・モードを保留解除した後で、マップ・エントリーを変更したトランザクションが他にないことが確認されます。更新、無効化、または削除される前にマップ

からエントリーがフェッチされない場合、eXtreme Scale ランタイムによって、暗黙的にマップからエントリーがフェッチされます。この暗黙的な get 操作は、エントリーの変更が要求された時点における現行値を取得するために実行されます。

- ペシミスティック・ロック・ストラテジーとは異なり、 getForUpdate メソッドと getAllForUpdate メソッドは、オプティミスティック・ロック・ストラテジーが使用された場合には、 get メソッドと getAll メソッドと同様に処理されます。つまり、S ロック・モードはメソッドの開始時に取得され、S ロック・モードはアプリケーションに戻る前に保留解除されます。

その他の ObjectMap メソッドは、すべてペシミスティック・ロック・ストラテジーの場合と同様に処理されます。つまり、commit メソッドが呼び出されると、挿入、更新、除去、タッチ、または無効化されたマップ・エントリー用に X ロック・モードが獲得され、トランザクションがコミット処理を完了するまで X ロック・モードが保留されます。

オプティミスティック・ロック・ストラテジーでは、並行して実行中のトランザクションが同じマップ・エントリーを更新することはないと想定します。この想定から、トランザクションの存続期間中、ロック・モードを保留する必要はありません。これは、複数のトランザクションがマップ・エントリーを並行して更新するとは考えられないためです。しかし、ロック・モードが保留されなかったため、現行トランザクションがその S ロック・モードを保留解除した後で、別の並行トランザクションがマップ・エントリーを更新する可能性があります。

この可能性に対処するため、eXtreme Scale はコミット時に X ロックを取得し、オプティミスティック・バージョン管理チェックを行って、現行トランザクションが BackingMap からマップ・エントリーを読み取って以降、他にマップ・エントリーを変更したトランザクションがないことを確認します。別のトランザクションがマップ・エントリーを変更した場合、バージョン・チェックは失敗し、OptimisticCollisionException 例外が発生します。この例外により、現行トランザクションが強制的にロールバックされ、トランザクション全体がアプリケーションによって再試行されることになります。オプティミスティック・ロック・ストラテジーは、マップがほとんど既読で、同じマップ・エントリーに対する更新が起こる可能性が低い場合に非常に便利です。

ロックなし

BackingMap がロックなしストラテジーを使用するよう構成されている場合、マップ・エントリーのトランザクション・ロックは獲得されません。

ロックなしストラテジーは、アプリケーションが Enterprise JavaBeans (EJB) コンテナーなどのパーシスタンス・マネージャーである場合や、アプリケーションが Hibernate を使用して永続データを取得している場合に有効です。このシナリオでは、BackingMap はローダーを使用せずに構成され、パーシスタンス・マネージャーによってデータ・キャッシュとして使用されます。またこのシナリオでは、パーシスタンス・マネージャーにより、同じマップ・エントリーにアクセスするトランザクション間の並行性制御が提供されます。

WebSphere eXtreme Scale は、並行性制御のためにトランザクション・ロックを入手する必要はありません。これは、パーシスタンス・マネージャーが、コミットされ

た変更で ObjectGrid マップを更新する前にそのトランザクション・ロックをリリースしないことを前提としています。パーシスタンス・マネージャーがロックを解放する場合は、ペシミスティックまたはオプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用しなければなりません。例えば、EJB コンテナーのパーシスタンス・マネージャーが、EJB コンテナー管理のトランザクション内でコミットされたデータで ObjectGrid Map を更新していると仮定します。ObjectGrid マップの更新が、パーシスタンス・マネージャーのトランザクション・ロックが解放される前に発生する場合、ロックなしストラテジーを使用することができます。パーシスタンス・マネージャーのトランザクション・ロックが解放された後で ObjectGrid マップ更新が発生する場合は、オプティミスティックまたはペシミスティックのいずれかのロック・ストラテジーを使用してください。

ロックなしストラテジーの使用が可能なもう 1 つのシナリオは、アプリケーションが BackingMap を直接使用し、ローダーがマップに対して構成されているときです。このシナリオでは、ローダーは、Java Database Connectivity (JDBC) または Hibernate のいずれかを使用してリレーショナル・データベース内のデータにアクセスすることによって、リレーショナル・データベース管理システム (RDBMS) によって提供される並行性制御サポートを使用します。ローダーの実装は、オプティミスティックまたはペシミスティックのいずれかの方法を使用できます。オプティミスティック・ロックまたはバージョン管理方法を使用するローダーは、大量の並行性およびパフォーマンスの達成を支援します。オプティミスティック・ロック手法の実装について詳しくは、「*管理ガイド*」内のローダー考慮事項に関する説明の OptimisticCallback セクションを参照してください。基礎となるバックエンドのペシミスティック・ロック・サポートを使用するローダーを使用する場合は、ローダー・インターフェースの get メソッドに渡される forUpdate パラメーターを使用することがあります。アプリケーションがデータを取得するために ObjectMap インターフェースの getForUpdate メソッドを使用した場合は、このパラメーターを true に設定します。ローダーはこのパラメーターを使用して、読み取り中の行のアップグレード可能なロックを要求するかどうかを判別できます。例えば、DB2® は、SQL の SELECT ステートメントに `FOR UPDATE` 節が含まれている場合、アップグレード可能なロックを獲得します。このアプローチは、146 ページの『ペシミスティック・ロック』で説明されているのと同じデッドロック防止を提供します。

トランザクション変更の配布用 JMS

異なる層間、または混合プラットフォーム上の環境間で、トランザクションの変更を配布するために Java Message Service (JMS) を使用します。

JMS は、異なる層または混合しているプラットフォームの環境で配布された変更に理想的なプロトコルです。例えば、eXtreme Scale を使用するいくつかのアプリケーションが、IBM WebSphere Application Server Community Edition、Apache Geronimo、または Apache Tomcat にデプロイされていて、別のアプリケーションが WebSphere Application Server バージョン 6.x で実行しているとします。このような多様な環境における eXtreme Scale ピア間で配布される変更には、JMS が理想的です。HA マネージャーのメッセージ・トランスポートは非常に高速ですが、単一コア・グループに属する Java 仮想マシン にのみ変更を配布できます。 JMS はそれに比較すれば低速ですが、より広範囲で、多様なアプリケーション・クライアントのセットに ObjectGrid を共用させることができます。 JMS は、ファット Swing クライアントと、 WebSphere Extended Deployment にデプロイされているアプリケーションとの間で、ObjectGrid 内のデータを共用する場合に理想的です。

JMS を使用したトランザクションの変更の配布の例としては、組み込みの クライアント無効化メカニズムやピアツーピア複製メカニズムなどがあります。詳しくは、*管理ガイド*の JMS を使用したピアツーピア複製の構成に関する説明を参照してください。

JMS の実装

JMS は、ObjectGridEventListener として動作する Java オブジェクトを使用してトランザクションの変更を配布するために実装されます。このオブジェクトは、以下の 4 つの方法で状態を伝搬することができます。

1. 無効化: 除去、更新、または削除されるエントリーは、メッセージを受け取ると、すべてのピア Java 仮想マシンで除去されます。
2. 無効化の条件: ローカル・バージョンがパブリッシャーのバージョンと同じか、またはそれより古い場合のみ、エントリーが除去されます。
3. プッシュ: 除去、更新、削除または挿入されたエントリーは、JMS メッセージを受信する場合、すべてのピア Java 仮想マシンに追加または上書きされます。
4. プッシュ条件: ローカル・エントリーがパブリッシュされているバージョンより新しくない場合に、エントリーは受信サイドで更新または追加のみ行われます。

パブリッシュする変更の listen

プラグインは、ObjectGridEventListener インターフェースを実装し、transactionEnd イベントをインターセプトします。 eXtreme Scale がこのメソッドを呼び出す場合、プラグインはトランザクションによってタッチされる各マップの LogSequence リストを JMS メッセージに変換し、それをパブリッシュしようとします。プラグインは、すべてのマップまたはマップのサブセットの変更をパブリッシュするよう構成することができます。 LogSequence オブジェクトは、パブリッシュが使用可能なマップのために処理されます。 LogSequenceTransformer ObjectGrid クラスは、ストリームに対して各マップのフィルタリングされた LogSequence をシリアライズします。すべての LogSequences がストリームにシリアライズされたら、JMS ObjectMessage が作成され、既知のトピックにパブリッシュされます。

JMS メッセージの listen およびローカル ObjectGrid への適用

同じプラグインはまた、既知のトピックにパブリッシュされるすべてのメッセージを受け取りながら、ループでスピンするスレッドを開始します。メッセージを受け取ると、LogSequenceTransformer クラスにメッセージ・コンテンツを渡します。このクラスでメッセージ・コンテンツは LogSequence オブジェクトのセットに変換されます。その後、ノー・ライトスルー・トランザクションが開始されます。各 LogSequence オブジェクトは Session.processLogSequence メソッドに提供され、その変更でローカル Map を更新します。 processLogSequence メソッドは、配布モードを理解しています。トランザクションはコミットされ、ローカル・キャッシュが変更を反映します。 JMS を使用してトランザクションの変更を配布する方法について詳しくは、「*管理ガイド*」の Java 仮想マシンのピア間での変更の配布に関する説明を参照してください。

単一区画トランザクションおよびクロスグリッド区画トランザクション

WebSphere eXtreme Scale とリレーショナル・データベースやメモリー内データベースなどの従来のデータ・ストレージ・ソリューションとの間の主な相違は、キャッシュの直線的な増加を可能にする区画化を使用することにあります。考慮すべき重要なトランザクションのタイプに、単一区間トランザクションと各区画 (クロスグリッド) トランザクションがあります。

一般的に、以下で説明するようにキャッシュとの対話は、単一区間トランザクションまたはクロスグリッド・トランザクションとして分類できます。

単一区間トランザクション

単一区間トランザクションは、WebSphere eXtreme Scale によってホストされるキャッシュと対話する場合に適した方法です。単一区画に制限されている場合のトランザクションは、デフォルトで単一の Java 仮想マシン、すなわち単一のサーバー・コンピューターに制限されます。サーバーは、こうしたトランザクションを毎秒 *M* 個実行することができるので、*N* 台のコンピューターがある場合は、毎秒 `M*N` 個のトランザクションを実行できます。ビジネスが拡大し、毎秒こうしたトランザクションを 2 倍の数実行する必要性が出てきた場合、さらにコンピューターを購入して *N* を 2 倍にすることができます。これにより、アプリケーションを変更したり、ハードウェアをアップグレードしたり、さらにはアプリケーションをオフラインにしたりすることさえなく、容量ニーズを満たすことができます。

単一区間トランザクションは、キャッシュの拡大をかなり大幅に行えるようになっているほか、キャッシュの可用性を最大限に引き出します。各トランザクションは、1 台のコンピューターのみに依存します。他の `(N-1)` 台のコンピューターのいずれかに障害が起こっても、このトランザクションの成否および応答時間には影響しません。したがって、100 台のコンピューター (サーバー) を稼働していて、そのうち 1 台に障害が生じても、そのサーバーに障害が生じた時点で進行中であった 1 パーセントのトランザクションしかロールバックされません。サーバーの障害後、WebSphere eXtreme Scale は、障害を起こしたサーバーによってホストされる区画を他の 99 台のコンピューターに再配置します。これは短時間の処理であり、この操作の完了前であれば、この時間内に他の 99 台のコンピューターはトランザクションを完了できます。再配置される区画に関係するトランザクションしか、ブロックされません。フェイルオーバー・プロセスが完了すると、キャッシュは、元のスループット量の 99 パーセントで完全に操作可能状態で引き続き稼働できるようになります。障害のあるサーバーが交換されて、グリッドに戻されると、キャッシュは 100 パーセントのスループット量に戻ります。

クロスグリッド・トランザクション

パフォーマンス、可用性、およびスケーラビリティーの面では、クロスグリッド・トランザクションは、単一区間トランザクションの対極にあります。クロスグリッド・トランザクションは、すべての区画、つまり構成内のすべてのコンピューターにアクセスします。グリッド内の各コンピューターは、ある種のデータを検索して、その結果を戻すように求められます。トランザクションは、すべてのコンピューターが応答するまで完了できません。したがってグリッド全体のスループット

は、最低速のコンピューターによって制限されます。コンピューターを追加しても、最低速のコンピューターの処理速度が増すわけではなく、キャッシュのスループットは改善しません。

クロスグリッド・トランザクションは、可用性についても同じ影響を及ぼします。先の例を拡大すると、100 台のサーバーが稼働していて、そのうち 1 台に障害が生じたとすると、そのサーバーに障害が生じた時点で進行中であったトランザクションの 100 パーセントがロールバックされます。サーバーの障害後、WebSphere eXtreme Scale は、このサーバーによってホストされる区画を他の 99 台のコンピューターに再配置する処理を開始します。この時間の間、フェイルオーバー・プロセスが完了するまでは、グリッドは、該当するトランザクションをどれも処理できなくなります。フェイルオーバー・プロセスが完了すると、キャッシュは、続行できるようになりますが、容量は減少します。グリッド内の各コンピューターが 10 個の区画をサービスしていた場合、残りの 99 台のコンピューターのうち 10 台は、フェイルオーバー・プロセスの一部として少なくとも 1 つの余分の区画を受け取ることになります。余分の区画を 1 つ追加すると、該当コンピューターのワークロードは 10 パーセント以上増えます。グリッドのスループットは、クロスグリッド・トランザクション内の最低速のコンピューターのスループットに制限されるので、平均して、スループットは 10 パーセント減少します。

WebSphere eXtreme Scale のような高可用性の分散オブジェクト・キャッシュでのスケールアウトの場合は、単一区間トランザクションのほうがクロスグリッド・トランザクションよりも適しています。こうした種類のシステムのパフォーマンスを最大限にするには、従来のリレーショナルの方法論とは異なる手法を使用する必要がありますが、クロスグリッド・トランザクションをスケーラブルな単一区間トランザクションに変えることができます。

スケーラブル・データ・モデルのビルドのベスト・プラクティス

WebSphere eXtreme Scale のような製品でのスケーラブル・アプリケーションをビルドする際のベスト・プラクティスには、基本原則と実装ヒントという 2 つのカテゴリーがあります。基本原則は、データ自体の設計に取り込む必要がある中心的なアイデアです。こうした原則を守らないアプリケーションは、たとえそのメインライン・トランザクションに対しても、適切に拡大できる可能性が低くなります。実装ヒントは、スケーラブル・データ・モデルの本来は一般的な原則に従って適切に設計されたアプリケーション内の問題のあるトランザクションに適用されます。

基本原則

スケーラビリティーを最適化する重要な手段の一部として、基本的な概念または原則を考慮する必要があります。

正規化に代わる重複

WebSphere eXtreme Scale のような製品の場合、その製品が多数のコンピューター間でデータを展開できるように設計されているということを念頭に入れておくことが重要です。ほとんどまたはすべてのトランザクションを単一区画で完全なものとすることが目標である場合は、データ・モデル設計で、トランザクションが必要とする可能性のあるすべてのデータがその区画に存在するようにする必要があります。ほとんどの場合、データを複製することによってのみ、この目標を実現できます。

例えば、メッセージ・ボードのようなアプリケーションを考えてみます。メッセージ・ボードの 2 つの極めて重要なトランザクションとして、一定のユーザーからのすべてのポスト・メッセージを表示するものと、特定のトピックに関するすべてのポスト・メッセージを表示するものがあります。まずこうしたトランザクションがユーザー・レコード、トピック・レコード、さらに実際のテキストが含まれるポスト・レコードを含む正規化されたデータ・モデルをどのように扱うかを考えてみます。ポスト・メッセージがユーザー・レコードによって区画に分割されている場合、トピックを表示することは、クロスグリッド・トランザクションとなります。またその逆もいえます。トピックおよびユーザーは、多対多の関係を持っているので一緒に区画に分割することはできません。

このメッセージ・ボードの拡大を行う最善の策は、ポスト・メッセージを複製して、トピック・レコードを持つコピーを 1 つ、ユーザー・レコードを持つコピーを 1 つ保存することです。この結果、ユーザーからのポスト・メッセージを表示することは単一区間トランザクションとなり、トピックに関するポスト・メッセージを表示することは単一区間トランザクションとなり、ポスト・メッセージを更新または削除することは、2 区画トランザクションとなります。グリッド内のコンピューターの数が増えるにつれ、これら 3 つのトランザクションがすべて直線的に拡大します。

リソースに代わるスケーラビリティー

非正規化されたデータ・モデルを考慮する場合に克服すべき最大の障害は、こうしたモデルがリソースに与える影響です。ある種のデータのコピーを 2 つ、3 つ、またはそれ以上保持すると、利用される資源が多すぎるように見える場合があります。こうしたシナリオに直面したら、ハードウェア・リソースが年々低価格になっているという事実を思い出してください。第 2 に (さらに重要)、WebSphere eXtreme Scaleは、追加資源のデプロイに関連した隠れコストを削減します。

メガバイトやプロセッサーといったコンピューター関連ではなく、コスト関連でリソースを測定してください。正規化された関係データを扱うデータ・ストアは、一般的に同じコンピューターに存在する必要があります。こうしたコロケーションの必要性から、いくつか小型コンピューターを購入するのではなく、1 台の大型の企業向けコンピューターを購入したほうがよいという結果が導かれます。ただし企業向けハードウェアの場合、通常では、毎秒 100 万のトランザクションの実行が可能な 1 台のコンピューターを使用するほうが、それぞれ毎秒 10 万のトランザクションの実行が可能な 10 台のコンピューターを結合した場合よりコストがかなりかかることは珍しいことではありません。

リソースを追加する際のビジネス・コストも存在します。ビジネスが成長していくと、結果的に容量不足となります。容量不足となると、より大型の高速コンピューターに移行する際にシャットダウンが必要になるか、切り替え可能な第 2 の実稼働環境の作成が必要になります。いずれにせよ、ビジネス損失が発生するか、遷移期間にほぼ 2 倍の容量の維持が必要になるという形で追加コストが発生します。

WebSphere eXtreme Scale を使用すると、容量追加のためにアプリケーションをシャットダウンする必要がなくなります。ビジネスで翌年に 10 パーセントの追加容量が必要になることが見込まれた場合、グリッド内のコンピュ

ーターの数を 10 パーセント増加します。このパーセンテージ分の増加の際に、アプリケーション・ダウン時間もなく、超過容量の購入の必要もありません。

データ形式変更の防止

WebSphere eXtreme Scale を使用している場合、データは、ビジネス・ロジックで直接消費可能な形式で保管されます。データをよりプリミティブな形式に分解することには、コストがかかります。データの書き込みおよび読み取り時に、変換を実行する必要があります。リレーショナル・データベースを使用する場合、データが最終的にディスクにパーシストされることがごく頻繁に行われるため、この変換は必要に応じて実行されますが、WebSphere eXtreme Scale を使用すると、こうした変換を実行する必要がなくなります。データは大部分メモリーに保管されるため、アプリケーションが必要とするそのままの形式で保管することができます。

この単純な規則に従うと、最初の原則に従ってデータを非正規化するのに役立ちます。ビジネス・データ用の最も一般的なタイプの変換は、正規化されたデータをアプリケーションのニーズに合う結果セットに変えるために必要な JOIN 演算です。データを正しい形式で保管すると、暗黙的にこうした JOIN 演算の実行が避けられ、非正規化されたデータ・モデルが作成されます。

未結合照会の除去

いくらデータを適切に構成しても、未結合照会は正しく拡張されません。例えば、値でソートされたすべての項目のリストを要求するようなトランザクションは使用しないでください。こうしたトランザクションは、はじめのうち合計項目数が 1000 であると、機能するかもしれませんが、合計項目数が 1000 万に達すると、トランザクションは 1000 万すべての項目を戻します。このトランザクションを実行した場合、最も考えられる 2 つの結果は、トランザクションのタイムアウトになるか、クライアントにメモリー不足エラーが発生するかのいずれかです。

最善のオプションは、上位 10 または 20 の項目だけが戻されるように、ビジネス・ロジックを変更することです。このロジック変更によって、キャッシュ内の項目数に関係なく、トランザクションのサイズが管理可能な程度に保たれます。

スキーマの定義

データの正規化の主な利点は、データベース・システムが状況の背後にあるデータの整合性を考慮できることです。データがスケーラビリティーのために非正規化されると、この自動データ整合性管理は存在しなくなります。データの整合性を保証するために、アプリケーション層で機能できるか、分散グリッドに対するプラグインとして機能できるデータ・モデルを実装する必要があります。

メッセージ・ボードの例を考えてみます。トランザクションがトピックからポスト・メッセージを除去した場合、ユーザー・レコード上の重複するポスト・メッセージを除去する必要があります。データ・モデルがなくても、開発者は、トピックからポスト・メッセージを除去し、さらに確実にユーザー・レコードからそのポスト・メッセージを除去するアプリケーション・コードを作成することができます。ただし、仮に開発者がキャッシュと直接に

対話する代わりにデータ・モデルを使用していたとしても、データ・モデル上の removePost メソッドによって、ポスト・メッセージからユーザー ID を抜き出して、ユーザー・レコードを検索し、この状況の背後にある重複ポスト・メッセージを除去することができます。

あるいは、実際の区画で実行し、トピックの変更を検出して、ユーザー・レコードを自動的に調整するリスナーを実装することができます。リスナーは、役に立ちます。区画がユーザー・レコードを持つようになった場合に、ユーザー・レコードの調整がローカルで可能になるか、ユーザー・レコードが異なる区画にあっても、トランザクションがクライアントとサーバーの間ではなく、サーバー間で実行されるためです。サーバー間のネットワーク接続のほうが、クライアントとサーバーの間のネットワーク接続よりも高速である可能性があります。

競合の防止

グローバル・カウンターを持つようなシナリオは避けてください。1 つのレコードが残りのレコードと比べて極端に多く使用されている場合は、グリッドは拡張されません。グリッドのパフォーマンスは、この特定のレコードを保持するコンピューターのパフォーマンスによって制限されています。

このような状態では、そのレコードを区画単位で管理できるように分割してみてください。例えば、分散キャッシュ内の合計エントリー数を戻すトランザクションを考えます。すべての挿入および除去操作で増大する単一のレコードにアクセスする代わりに、各区画のリスナーに挿入および除去操作を追跡させます。このリスナーによるトラッキングを使用すると、挿入および除去を単一区間操作とすることができます。

カウンターの読み取りはクロスグリッド操作となりますが、ほとんどの場合、それは元々クロスグリッド操作と同じく非効率的です。そのパフォーマンスがレコードをホストするコンピューターのパフォーマンスと関係しているためです。

実装ヒント

最善のスケーラビリティーを達成するには、以下のヒントも考慮してください。

逆引き索引の使用

顧客レコードが顧客 ID 番号に基づいて区画化されるような適切に非正規化されたデータ・モデルを考えます。この区画化方法は論理的な選択といえます。顧客レコードによって実行されるほぼすべてのビジネス・オペレーションは、顧客 ID 番号を使用するからです。ただし、顧客 ID 番号を使用しない重要なトランザクションに、ログイン・トランザクションがあります。ログインには顧客 ID 番号よりもユーザー名や電子メール・アドレスが使用されるほうが一般的です。

ログイン・シナリオの簡単な方法は、顧客レコードを見つけるためにクロスグリッド・トランザクションを使用することです。先に説明したように、この方法は拡張されません。

次のオプションとして、ユーザー名または電子メールに基づいて区画化することがあります。このオプションは、顧客 ID に基づくすべての操作がクロスグリッド・トランザクションとなるので、実用的でありません。またサイ

トのユーザーがユーザー名や電子メール・アドレスを変更したい場合もあります。WebSphere eXtreme Scale のような製品は、データをその不変性の維持のために区画化するのに使用される値を必要とします。

適切な解決方法として、逆引き索引を使用することができます。WebSphere eXtreme Scale を使用すると、すべてのユーザー・レコードを保持するキャッシュと同じ分散グリッドにキャッシュを作成できます。このキャッシュは、高可用性で、区画化され、しかもスケーラブルです。このキャッシュは、ユーザー名または電子メール・アドレスを顧客 ID にマップするために使用できます。このキャッシュでは、ログインは、クロスグリッド操作ではなく 2 区画操作となります。このシナリオは単一区間トランザクションほどよくはありませんが、コンピューターの数が増えるにつれ、スループットが直線的に増加します。

書き込み時の計算

平均や合計などの一般的な計算値は、作成にコストがかかることがあります。こうした操作には、通常膨大な数のエントリーを読み取る必要があるためです。ほとんどのアプリケーションでは、読み取りのほうが書き込みよりも一般的であるため、こうした値を書き込み時に計算し、結果をキャッシュに保管するほうが効率的です。これにより、読み取り操作は高速になり、よりスケーラブルになります。

オプション・フィールド

業務内容、自宅住所、および電話番号を保持するユーザー・レコードを考えます。これらすべてが定義されているユーザーもいれば、まったく定義されていないユーザーもいれば、一部が定義されているユーザーもいます。データが正規化されていると、ユーザー・テーブルおよび電話番号テーブルが存在することになります。一定ユーザーの電話番号は、この 2 つのテーブル間の JOIN 操作を使用して検出できます。

このレコードを非正規化する場合、データの重複は必要ありません。ほとんどのユーザーが電話番号を共有しないためです。代わりに、ユーザー・レコードで空スロットを使用できるようになっている必要があります。電話番号テーブルを使用する代わりに、各ユーザー・レコードに電話番号タイプごとに 1 つずつ 3 つの属性を追加します。この属性の追加により、JOIN 操作がなくなり、ユーザーの電話番号検索が単一区間操作となります。

多対多関係の配置

製品とその販売店を追跡するアプリケーションを考えてみます。1 つの製品が多くの店舗で販売され、1 つの店舗で多くの製品が販売されます。このアプリケーションが 50 の大規模小売業者を追跡するものとします。各製品が最大 50 の店舗で販売され、それぞれの店舗で何千もの製品が販売されます。

各店舗エンティティー内に製品リストを保持する (配置 B) 代わりに、製品エンティティーの内部に店舗リストを保持します (配置 A)。このアプリケーションが実行する必要があるトランザクションの一部を見ると、配置 A がよりスケーラブルである理由が明らかになります。

まず更新に注目します。配置 A では、店舗の在庫から製品を除去する場合、製品エンティティーがロックされます。グリッドに 10000 の製品が保

持されている場合、グリッドの 1/10000 しか更新の実行をロックする必要がありません。配置 B では、グリッドには 50 の店舗しか含まれていないので、更新を完了するには、グリッドの 1/50 をロックする必要があります。これらは両方とも単一区間操作と考えることができますが、配置 A のほうがより効率よくスケールアウトされます。

現在、配置 A による読み取りを考えていますから、トランザクションで少量のデータのみが転送されるため、製品の販売店舗の検索は拡張され、高速な単一区間トランザクションとなります。配置 B では、製品が店舗で販売されているかどうかを確認するために、各店舗エンティティーにアクセスする必要があるため、このトランザクションはクロスグリッド・トランザクションになります。これは、配置 A では多大なパフォーマンス上の利点となって現れます。

正規化されたデータによる拡張

クロスグリッド・トランザクションの正当な使用法の 1 つにデータ処理の拡張があります。グリッドに 5 台のコンピューターがあり、各コンピューターについて約 100,000 のレコード全部をソートするクロスグリッド・トランザクションがディスパッチされると、そのトランザクションは全体で 500,000 個のレコードをソートします。グリッド内の最低速のコンピューターが毎秒これらのトランザクションのうちの 10 個を実行できる場合、グリッドは全体で毎秒 5,000,000 レコードをソートできます。グリッド内のデータが 2 倍になると、各コンピューターは全体で 200,000 個のレコードをソートする必要があり、各トランザクションは全体で 1,000,000 個のレコードをソートします。このデータの増加は、最低速のコンピューターのスループットを毎秒 5 トランザクションに減少させるので、グリッドのスループットは毎秒 5 トランザクションに減少します。それでもグリッドは全体で毎秒 5,000,000 レコードをソートします。

このシナリオでは、コンピューターの数を 2 倍にすると、各コンピューターは元の 100,000 レコードのソートという負荷状態に戻るので、最低速のコンピューターは、これらのトランザクションを毎秒 10 個で処理できるようになります。グリッドのスループットは、毎秒 10 要求という同じ状態ですが、現在では各トランザクションは 1,000,000 レコードを処理するので、処理するレコードに関してはグリッドの容量は毎秒 10,000,000 レコードと 2 倍になります。

ユーザー数の増加に合わせてインターネットとスループットの規模を拡大するため、データ処理に関して両方を拡張する必要のある検索エンジンなどのアプリケーションでは、グリッド間の要求のラウンドロビンを備えた複数のグリッドを作成する必要があります。スループットを拡大する必要がある場合、要求をサービスするために、コンピューターを追加し、別のグリッドを追加します。データ処理を拡大する必要がある場合、コンピューターを追加して、グリッド数を一定に保ちます。

ロックの処理

ロックにはライフサイクルがあり、さまざまな種類のロックはさまざまな方法で他のロックと互換性を持ちます。ロックはデッドロック・シナリオにならないように、正しい順序で処理する必要があります。

ロックのタイムアウト

各 BackingMap には、デフォルトのロック待ちタイムアウト値があります。 タイムアウト値は、アプリケーション・エラーによりデッドロック条件が発生したために、アプリケーションがロック・モードを認可されるのをいつまでも待つことがないように使用します。アプリケーションは、BackingMap インターフェースを使用して、デフォルトのロック待ちタイムアウト値をオーバーライドすることができます。以下の例は、map1 バックアップ・マップのロック待ちタイムアウト値を 60 秒に設定する方法を示しています。

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.LockStrategy;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
...
ObjectGrid og =
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager().createObjectGrid("test");
BackingMap bm = og.defineMap("map1");
bm.setLockStrategy( LockStrategy.PESSIMISTIC );
bm.setLockTimeout( 60 );
```

java.lang.IllegalStateException 例外を回避するには、ObjectGrid インスタンスの initialize または getSession メソッドのいずれかを呼び出す前に、setLockStrategy メソッドと setLockTimeout メソッドの両方を呼び出します。setLockTimeout メソッドのパラメーターは、Java プリミティブの整数で、eXtreme Scale がロック・モードを認可されるのを待たなければならない秒数を指定します。 BackingMap に構成されているロック待ちタイムアウト値よりも長くトランザクションが待つ場合は、com.ibm.websphere.objectgrid.LockTimeoutException 例外が発生します。

LockTimeoutException が発生したら、アプリケーションは、アプリケーションの実行が予想よりも遅くなっているためにタイムアウトが発生しているのか、それともデッドロック条件のためにタイムアウトが発生したのかを判別しなければなりません。実際にデッドロック条件が発生した場合は、ロック待ちタイムアウト値を増やしても例外は除去されません。タイムアウト値を増やすと、例外の発生期間が長くなります。しかし、ロック待ちタイムアウト値を増やして例外を除去している場合は、アプリケーションが予想よりも低速で実行されるために問題が発生しました。このケースのアプリケーションでは、パフォーマンスの低下原因を判別しなければなりません。

ObjectMaps のロック待ちタイムアウト

ロック待ちタイムアウトは、ObjectMap.setLockTimeout メソッドを使用すれば、単一の ObjectMap インスタンスに対してオーバーライドできます。ロック・タイムアウト値は、新規のタイムアウト値の設定後に開始されたすべてのトランザクションに影響します。このメソッドは、ロック競合が選択トランザクションで起こりうる、あるいは予想される場合に便利です。

共用ロック、アップグレード可能ロック、および排他的ロック

アプリケーションが ObjectMap インターフェースのいずれかのメソッドを呼び出すか、索引に対して検索メソッドを使用するか、照会を行うと、eXtreme Scale は、アクセスするマップ・エントリーに対して自動的にロックを取得しようとします。

WebSphere eXtreme Scale は、アプリケーションが ObjectMap インターフェース内で呼び出すメソッドを基にした以下のロック・モードを使用します。

- ObjectMap インターフェース上の get と getAll メソッド、索引メソッド、および照会は、マップ・エントリーのキーに対する *S ロック*、つまり共用ロック・モードを取得します。S ロックが保持されている期間は、使用されるトランザクション分離レベルによります。S ロック・モードでは、同一キーに対して S ロック・モードまたはアップグレード可能ロック (U ロック) モードを取得しようとするトランザクション間での並行処理が許されますが、同一キーに対して排他的ロック (X ロック) モードを取得しようとする他のトランザクションはブロックされます。
- getForUpdate および getAllForUpdate メソッドは、マップ・エントリーのキーに対する *U ロック*、つまりアップグレード可能ロック・モードを取得します。 U ロックは、トランザクションが完了するまで保留になります。U ロック・モードでは、同一キーに対して S ロック・モードを取得するトランザクション間での並行処理が許されますが、同一キーに対して U ロック・モードまたは X ロック・モードを取得しようとする他のトランザクションはブロックされます。
- put、putAll、remove、removeAll、insert、update、および touch は、マップ・エントリーのキーに対する *X ロック*、つまり排他的ロック・モードを取得します。 X ロックは、トランザクションが完了するまで保留になります。 X ロック・モードでは、1 つのトランザクションのみが所定のキー値のマップ・エントリーを挿入、更新、または除去することになります。 X ロックは、同一キーに対する S、U、または X ロック・モードを取得しようとする他のすべてのトランザクションをブロックします。
- global invalidate および global invalidateAll メソッドは、無効化されている各マップ・エントリーに対する X ロックを取得します。 X ロックは、トランザクションが完了するまで保留になります。local invalidate および local invalidateAll メソッドはロックを取得しません。local invalidate メソッドの呼び出しによって無効化される BackingMap エントリーがないためです。

前の定義から、S ロック・モードが U ロック・モードよりも弱体であることは明白です。それは、同一マップ・エントリーにアクセスするときに、より多くのトランザクションが並行して実行されることを許すためです。 U ロック・モードは、S ロック・モードよりも少し強力です。それは、U ロック・モードまたは X ロック・モードのどちらかを要求している他のトランザクションをブロックするためです。S ロック・モードは、X ロック・モードを要求しているその他のトランザクションのみをブロックします。この小さな差が、一部のデッドロックの発生を防止するには重要です。 X ロック・モードは、最強のロック・モードです。これは、同一のマップ・エントリーに対して S、U、または X ロックのモードを取得しようとしているその他すべてのトランザクションをブロックするためにです。 X ロック・モードの最終的な効果は、1 つのトランザクションのみがマップ・エントリーを挿入、更新、または除去できるようにすることと、複数のトランザクションが同一のマップ・エントリーを更新しようとしているときに、更新が失われないようにすることです。

次表は、ロック・モードの互換性マトリックスです。前述のロック・モードをまとめたもので、互いに互換性のあるロック・モードはいずれかを調べる場合に使用してください。このマトリックスを読み取る場合、マトリックスの行は既に認可されているロック・モードを表します。列は、別のトランザクションによって要求され

たロック・モードを表します。列に「あり」と表示されている場合は、別のトランザクションによって要求されたロック・モードは認可されています。これは、既に認可されているロック・モードと互換性があるためです。「なし」は、ロック・モードの互換性がないことを表します。その他のトランザクションは、最初のトランザクションが保持しているロックを解放するのを待たなければなりません。

表 4. ロック・モードの互換性マトリックス

ロック	ロック・タイプ S (共用)	ロック・タイプ U (アップグレード可能)	ロック・タイプ X (排他的)	強さ
S (共用)	あり	あり	なし	最弱
U (アップグレード可能)	あり	なし	なし	通常
X (排他的)	なし	なし	なし	最強

ロックのデッドロック

ロック・モード要求の以下のシーケンスについて検討します。

1. X ロックは、トランザクション 1 の key1 に対して認可されています。
2. X ロックは、トランザクション 2 の key2 に対して認可されています。
3. トランザクション 1 によって要求された、key2 に対する X ロック (トランザクション 1 は、トランザクション 2 によって所有されたロックを待機するのをブロックします。)
4. トランザクション 2 によって要求された、key1 に対する X ロック (トランザクション 2 は、トランザクション 1 によって所有されたロックを待機するのをブロックします。)

上記のシーケンスは、2 つのトランザクションからなる古典的なデッドロックの例です。 2 つのトランザクションが複数のロックを取得しようとし、各トランザクションは異なる順序でロック取得します。このデッドロックを防止するには、各トランザクションが複数ロックを同じ順序で獲得しなければなりません。オプティミスティック・ロック・ストラテジーが使用され、 ObjectMap インターフェースの flush メソッドがアプリケーションによって絶対に使用されない場合は、ロック・モードがトランザクションによって要求されるのはコミット・サイクル中のみです。コミット・サイクル中、eXtreme Scale は、ロックする必要があるマップ・エントリーのキーを決定し、キー・シーケンスのロック・モードを要求します (決定論的振る舞い)。この方法で、eXtreme Scale は古典的デッドロックの大多数を防止します。しかし、eXtreme Scale がすべてのデッドロック・シナリオを防止するわけでも、防止できるわけでもありません。アプリケーションが考慮する必要があるシナリオがいくつか存在します。以下は、アプリケーションが注意し、予防アクションを取らなければならないシナリオです。

1 つのシナリオは、ロック待ちタイムアウトが発生するのを待たなくとも eXtreme Scale がデッドロックを検出できる場合です。このシナリオが起こる場合、com.ibm.websphere.objectgrid.LockDeadlockException 例外が発生します。以下のコード・スニペットについて検討します。

```
Session sess = ...;
ObjectMap person = sess.getMap("PERSON");
sess.begin();
Person p = (IPerson)person.get("Lynn");
```

```
// Lynn had a birthday, so we make her 1 year older.
p.setAge( p.getAge() + 1 );
person.put( "Lynn", p );
sess.commit();
```

この状況では、Lynn の知人は Lynn の年齢を加算しようとするので、Lynn とその知人が同時にこのトランザクションを実行します。この状態では、person.get("Lynn") メソッド呼び出しの結果として両方のトランザクションが PERSON マップの Lynn エントリーに対して S ロック・モードを保持します。person.put ("Lynn", p) メソッド呼び出しの結果として、両方のトランザクションは S ロック・モードを X ロック・モードに格上げしようとします。両方のトランザクションは、他方のトランザクションが所有している S ロック・モードを解放するのを待つことをブロックします。結果として、デッドロックが発生します。 2 つのトランザクション間に循環待ち条件が存在するためです。循環待ち条件は、複数のトランザクションが同一のマップ・エントリーに対して弱いモードから強いモードへロックを格上げするときに発生します。このシナリオでは、LockTimeoutException 例外ではなく、LockDeadlockException 例外になります。

アプリケーションは、ペシミスティック・ロック・ストラテジーではなく、オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用すれば、前例の LockDeadlockException 例外を防止できます。オプティミスティック・ロック・ストラテジーの使用は、マップが主として読み取りで、マップの更新がまれにしか行われない場合、推奨される解決策です。ペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用する必要がある場合は、上記の例の get メソッドの代わりに、 getForUpdate メソッドを使用するか、TRANSACTION_READ_COMMITTED のトランザクション分離レベルを使用する方法があります。

詳しくは、*製品概説* のロック・ストラテジーに関するトピックを参照してください。

TRANSACTION_READ_COMMITTED トランザクション分離レベルを使用すると、通常、get メソッドによって取得される S ロックは、トランザクション完了まで保持されることがなくなります。キーがトランザクション・キャッシュで無効化されない場合、反復可能読み取りは引き続き保証されます。

詳しくは、*管理ガイド* のマップ・エントリーのロックに関するトピックを参照してください。

トランザクション分離レベルを変更する方法の代替方法が、getForUpdate メソッドの使用です。getForUpdate メソッドを呼び出す最初のトランザクションは、S ロックではなく U ロック・モードを取得します。このロック・モードにより、2 番目のトランザクションは、getForUpdate メソッドを呼び出したときにブロックされます。U ロック・モードで認可されるトランザクションは 1 つのみだからです。2 番目のトランザクションはブロックされるので、Lynn マップ・エントリーに対するロック・モードを何も所有しません。最初のトランザクションは、最初のトランザクションからの put メソッド呼び出しの結果として、 U ロック・モードから X ロック・モードへの格上げをしようとしたときに、ブロックしません。この働きは、U ロック・モードが*アップグレード可能* ロック・モードと呼ばれる理由を説明しています。最初のトランザクションが完了すると、2 番目のトランザクションがブロックを解除し、U ロック・モードを認可されます。アプリケーションは、ペシミステ

ィック・ロック・ストラテジーが使用されている場合、 get メソッドの代わりに getForUpdate メソッドを使用することにより、ロック格上げによるデッドロック・シナリオを回避できます。

重要: この解決策は、読み取り専用トランザクションがマップ・エントリーを読み取るのを妨げません。読み取り専用トランザクションは、get メソッドを呼び出しますが、put、insert、update、または remove メソッドを呼び出すことはありません。並行性は、通常の get メソッドが使用されているときと同様に高く維持されます。唯一、並行性が低減するのは、複数のトランザクションによって同一のマップ・エントリーに対して getForUpdate メソッドが呼び出されるときです。

あるトランザクションが複数のマップ・エントリーに対して getForUpdate メソッドを呼び出す場合、各トランザクションによって確実に U ロックが同じ順序で取得されるように注意しなければなりません。例えば、最初のトランザクションがキー 1 に対する getForUpdate メソッドと、キー 2 に対する getForUpdate メソッドを呼び出すとします。別の並行トランザクションが 2 つの同一キーに対する getForUpdate メソッドを呼び出しますが、逆順で呼び出します。このシーケンスにより、古典的なデッドロックが発生します。複数ロックが異なるトランザクションによって異なる順序で獲得されるためです。アプリケーションでは引き続き、複数のマップ・エントリーにアクセスするどのトランザクションもキー・シーケンスに従い、デッドロックを発生しないようにする必要があります。 U ロックはコミット時ではなく、getForUpdate メソッドが呼び出される時に獲得されるので、eXtreme Scale は、コミット・サイクル中に行われるようにロック要求を順序付けることはできません。アプリケーションは、このケースではロックの順序付けを制御する必要があります。

コミットの前に ObjectMap インターフェースの flush メソッドを使用すれば、ロックの順序付けの考慮を加えることができます。 flush メソッドは、通常、ローダー・プラグインにより、マップに行われた変更をバックエンドに強制する目的に使用されます。この状態では、バックエンドは独自のロック・マネージャーを使用して並行処理を制御するので、ロック待ち条件とデッドロックは、 eXtreme Scale ロック・マネージャー内よりもむしろバックエンド内で発生します。次のトランザクションについて検討します。

```
Session sess = ...;
ObjectMap person = sess.getMap("PERSON");
boolean activeTran = false;
try
{
    sess.begin();
    activeTran = true;
    Person p = (IPerson)person.get("Lynn");
    p.setAge( p.getAge() + 1 );
    person.put( "Lynn", p );
    person.flush();
    ...
    p = (IPerson)person.get("Tom");
    p.setAge( p.getAge() + 1 );
    sess.commit();
    activeTran = false;
}
finally
{
    if ( activeTran ) sess.rollback();
}
```

何かほかのトランザクションが Tom も更新し、flush メソッドを呼び出し、次に Lynn を更新したとします。この状態が発生した場合、2 つのトランザクションの以下のインターリービングの結果、データベースはデッドロック状態になります。

```
flush の実行時に "Lynn" のトランザクション 1 に対して X ロックが認可されます。
flush の実行時に "Tom" のトランザクション 2 に対して X ロックが認可されます。
コミット処理中に "Tom" のトランザクション 1 によって、X ロックが要求されます。
(トランザクション 1 は、
トランザクション 2 によって所有されたロックを待機するのをブロックします。)
コミット処理中に "Lynn" のトランザクション 2 によって、X ロックが要求されます。
(トランザクション 2 は、
トランザクション 1 によって所有されたロックを待機するのをブロックします。)
```

この例は、flush メソッドの使用により、eXtreme Scale 内ではなくデータベース内でデッドロックが発生することを示しています。このデッドロック例は、どのロック・ストラテジーを使用しても発生する可能性があります。アプリケーションは、flush メソッドを使用しているときと、 Loader が BackingMap にプラグインされているときは、この種のデッドロックの発生を防止することに留意する必要があります。上記の例は、eXtreme Scale がロック待ちタイムアウト機構を備えているもう 1 つの理由を示しています。データベース・ロックを待機するトランザクションは、eXtreme Scale マップ・エントリーのロックを所有している間、待機し続ける可能性があります。その結果、データベース・レベルの問題により、eXtreme Scale ロック・モードの待機時間が過大になり、LockTimeoutException 例外が発生する可能性があります。

一般的なデッドロック・シナリオ

以下のセクションでは、いくつかの最も一般的なデッドロック・シナリオを説明し、その回避方法を提示します。

シナリオ: 単一キーのデッドロック

以下のシナリオでは、S ロックを使用して単一キーにアクセスし、その後、更新する場合にデッドロックがどのように発生するかを示しています。これが 2 つのトランザクションから同時に発生すると、デッドロックになります。

表 5. 単一キーのデッドロックのシナリオ

	スレッド 1	スレッド 2	
1	session.begin()	session.begin()	各スレッドが独立したトランザクションを確立します。
2	map.get(key1)	map.get(key1)	key1 に対して S ロックが両方のトランザクションに認可されます。
3	map.update(Key1,v)		U ロックはありません。更新はトランザクション・キャッシュで実行されます。
4		map.update(key1,v)	U ロックはありません。更新はトランザクション・キャッシュで実行されます。
5	session.commit()		ブロックされます。スレッド 2 が S ロックを保有しているため、key1 に対する S ロックは X ロックにアップグレードできません。

表 5. 単一キーのデッドロックのシナリオ (続き)

	スレッド 1	スレッド 2	
6		session.commit()	デッドロック: T1 が S ロックを保有しているため、key1 に対する S ロックは X ロックにアップグレードできません。

表 6. 単一キーのデッドロック (続き)

	スレッド 1	スレッド 2	
1	session.begin()	session.begin()	各スレッドが独立したトランザクションを確立します。
2	map.get(key1)		key1 に対して S ロックが認可されます。
3	map.getForUpdate(key1,v)		key1 に対して S ロックが U ロックにアップグレードされます。
4		map.get(key1)	key1 に対して S ロックが認可されます。
5		map.getForUpdate(key1,v)	ブロックされます。T1 が既に U ロックを保有しています。
6	session.commit()		デッドロック: key1 に対する U ロックはアップグレードできません。
7		session.commit()	デッドロック: key1 に対する S ロックはアップグレードできません。

表 7. 単一キーのデッドロック (続き)

	スレッド 1	スレッド 2	
1	session.begin()	session.begin()	各スレッドが独立したトランザクションを確立します。
2	map.get(key1)		key1 に対して S ロックが認可されます。
3	map.getForUpdate(key1,v)		key1 に対して S ロックが U ロックにアップグレードされます。
4		map.get(key1)	key1 に対して S ロックが認可されます。
5		map.getForUpdate(key1,v)	ブロックされます。スレッド 1 が既に U ロックを保有しています。
6	session.commit()		デッドロック: スレッド 2 が S ロックを保有しているため、key1 に対する U ロックは X ロックにアップグレードできません。

ObjectMap.getForUpdate を使用して S ロックを回避すれば、デッドロックは回避されます。

表 8. 単一キーのデッドロック (続き)

	スレッド 1	スレッド 2	
1	session.begin()	session.begin()	各スレッドが独立したトランザクションを確立します。
2	map.getForUpdate(key1)		key1 のスレッド 1 に対して U ロックが認可されます。
3		map.getForUpdate(key1)	U ロック要求がブロックされます。
4	map.update(key1,v)	<blocked>	
5	session.commit()	<blocked>	key1 に対する U ロックは正常に X ロックにアップグレードできます。
6		<released>	スレッド 2 に対して U ロックが最終的に key1 に認可されます。
7		map.update(key2,v)	key2 に対して U ロックがスレッド 2 に認可されます。
8		session.commit()	key1 に対する U ロックは正常に X ロックにアップグレードできます。

解決策

1. get ではなく getForUpdate メソッドを使用し、S ロックではなく U ロックを取得します。
2. 読み取りコミット済みのトランザクション分離レベルを使用し、S ロックの保有を回避します。トランザクション分離レベルを下げると、非反復可能読み取りの可能性が増します。しかし、非反復可能読み取りが起こりうるのは、トランザクション・キャッシュが明示的に無効化された場合に限られます。
3. オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用します。オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用するには、オプティミスティック競合例外を処理する必要があります。

シナリオ: 順序付けされた複数のキーのデッドロック

このシナリオでは、2 つのトランザクションが同一のエントリーを直接更新しようとし、他のエントリーに対して S ロックを保有するとどうなるかを説明します。

表 9. 順序付けされた複数のキーのデッドロックのシナリオ

	スレッド 1	スレッド 2	
1	session.begin()	session.begin()	各スレッドが独立したトランザクションを確立します。
2	map.get(key1)	map.get(key1)	key1 に対して S ロックが両方のトランザクションに認可されます。
3	map.get(key2)	map.get(key2)	key2 に対して S ロックが両方のトランザクションに認可されます。
4	map.update(key1,v)		U ロックはありません。更新はトランザクション・キャッシュで実行されます。

表 9. 順序付けされた複数のキーのデッドロックのシナリオ (続き)

	スレッド 1	スレッド 2	
5		map.update(key2,v)	U ロックはありません。更新はトランザクション・キャッシュで実行されます。
6.	session.commit()		ブロックされます。スレッド 2 が S ロックを保有しているため、key1 に対する S ロックは X ロックにアップグレードできません。
7		session.commit()	デッドロック: スレッド 1 が S ロックを保有しているため、key2 に対する S ロックはアップグレードできません。

ObjectMap.getForUpdate メソッドを使用して、S ロックを回避すれば、デッドロックを回避できます。

表 10. 順序付けされた複数のキーのデッドロックのシナリオ (続き)

	スレッド 1	スレッド 2	
1	session.begin()	session.begin()	各スレッドが独立したトランザクションを確立します。
2	map.getForUpdate(key1)		key1 に対して U ロックがトランザクション T1 に認可されます。
3		map.getForUpdate(key1)	U ロック要求がブロックされます。
4	map.get(key2)	<blocked>	key2 に対して S ロックが T1 に認可されます。
5	map.update(key1,v)	<blocked>	
6	session.commit()	<blocked>	key1 に対する U ロックは正常に X ロックにアップグレードできます。
7		<released>	T2 に対して U ロックが最終的に key1 に認可されます。
8		map.get(key2)	key2 に対して S ロックが T2 に認可されます。
9		map.update(key2,v)	key2 に対して U ロックが T2 に認可されます。
10		session.commit()	key1 に対する U ロックは正常に X ロックにアップグレードできます。

解決策

1. get メソッドではなく getForUpdate を使用して、最初のキーに対して直接 U ロックを取得します。このストラテジーが機能するのは、メソッド順序が決定論的な場合に限られます。
2. 読み取りコミット済みのトランザクション分離レベルを使用し、S ロックの保有を回避します。この解決策は、メソッド順序が決定論的でない場合に、最も簡単に実装できます。トランザクション分離レベルを下げると、非反復可能読み取りの可能性が増します。しかし、非反復可能読み取りが起こりうるのは、トランザクション・キャッシュが明示的に無効化された場合に限られます。

3. オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用します。オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用するには、オプティミスティック競合例外を処理する必要があります。

シナリオ: U ロックで順序付けがない

キーが要求される順序が保証できない場合でも、デッドロックは起きる可能性があります。

表 11. U ロックで順序付けがないシナリオ

	スレッド 1	スレッド 2	
1	session.begin()	session.begin()	各スレッドが独立したトランザクションを確立します。
2	map.getforUpdate(key1)	map.getForUpdate(key2)	key1 と key2 に対して U ロックが正常に認可されます。
3	map.get(key2)	map.get(key1)	key1 と key2 に対して S ロックが認可されます。
4	map.update(key1,v)	map.update(key2,v)	
5	session.commit()		T2 が S ロックを保有しているため、U ロックは X ロックにアップグレードできません。
6		session.commit()	T1 が S ロックを保有しているため、U ロックは X ロックにアップグレードできません。

解決策

1. すべての作業を単一のグローバル U ロックでラップします (mutex)。この方法は、並行性を低下させますが、アクセスおよび順序が決定論的でない場合に、すべてのシナリオを処理できます。
2. 読み取りコミット済みのトランザクション分離レベルを使用し、S ロックの保有を回避します。この解決策は、メソッド順序が決定論的でない場合に、最も簡単に実装でき、最大の並行性を提供します。トランザクション分離レベルを下げると、非反復可能読み取りの可能性が増します。しかし、非反復可能読み取りが起こりうるのは、トランザクション・キャッシュが明示的に無効化された場合に限られます。
3. オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用します。オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用するには、オプティミスティック競合例外を処理する必要があります。

ロック・シナリオにおける例外処理

前記の例には、例外処理が含まれていません。LockTimeoutException 例外または LockDeadlockException 例外が発生したときに、ロックが過度に長い時間保留されないようにするために、アプリケーションは、予期しない例外をキャッチし、予期しないことが発生したときに rollback メソッドを呼び出す必要があります。以下の例に示すように、前述のコード・スニペットを変更してください。

```
Session sess = ...;
ObjectMap person = sess.getMap("PERSON");
boolean activeTran = false;
try
{
    sess.begin();
```

```
    activeTran = true;
    Person p = (IPerson)person.get("Lynn");
    // Lynn had a birthday, so we make her 1 year older.
    p.setAge( p.getAge() + 1 );
    person.put( "Lynn", p );
    sess.commit();
    activeTran = false;
}
finally
{
    if ( activeTran ) sess.rollback();
}
```

コード・スニペットの finally ブロックは、予期しない例外が発生したときにトランザクションがロールバックされるようにしています。LockDeadlockException 例外のみでなく、発生する可能性のあるその他の予期しない例外もすべて処理します。finally ブロックは、commit メソッドの呼び出し時に例外が発生するケースも処理します。この例は、予期しない例外を処理する唯一の方法ではありません。アプリケーションが、発生する予期しない例外のいくつかをキャッチし、そのアプリケーション例外の 1 つを表示するケースも存在するかもしれません。適宜 catch ブロックを追加できますが、アプリケーションは、コード・スニペットがトランザクションを完了せずに終了しないようにする必要があります。

ロック・ストラテジー

ロック・ストラテジーには、ペシミスティック、オプティミスティック、およびロックなしがあります。 ロック・ストラテジーを選択する場合、各タイプの操作の比率、ローダーを使用するかどうかなどの問題を考慮する必要があります。

ロックはトランザクションに束縛されます。以下のロック設定を指定することができます。

- **ロックなし**: ロック設定を使用しないと、実行は最速になります。読み取り専用データを使用していれば、ロックは必要ない場合があります。
- **ペシミスティック・ロック**: エントリーに対するロックを取得し、コミット時までそのロックを保持します。このロック戦略は、スループットを低下させる代わりに、優れた一貫性を提供します。
- **オプティミスティック・ロック**: トランザクションがタッチするすべてのレコードの以前のイメージを取得して、トランザクションのコミット時に、そのイメージと現在のエントリーの値を比較します。エントリーの値が変更された場合、そのトランザクションはロールバックします。コミット時までロックは保持されません。このロック戦略は、ペシミスティック戦略よりも並行性において優れていますが、トランザクション・ロールバックのリスクがあり、エントリーのコピーを作成するためにメモリーを消費します。

BackingMap でロック戦略を設定します。各トランザクションのロック戦略を変更することはできません。XML ファイルを使用してマップに対してロック・モードを設定する方法を示す XML スニペットの例は以下のとおりです。この場合、cc は、objectgrid/config 名前空間用の名前空間であるとします。

```
<cc:backingMap name="RuntimeLifespan" lockStrategy="PESSIMISTIC" />
```

ペシミスティック・ロック

ほかのロック・ストラテジーが可能でない場合は、マップの読み書きにペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用します。ObjectGrid マップがペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用するように構成されている場合、トランザクションが最初に BackingMap からのエントリーを取得すると、マップ・エントリーのペシミスティック・トランザクション・ロックが取得されます。ペシミスティック・ロックは、アプリケーションがトランザクションを完了するまでは保留されます。通常の場合、ペシミスティック・ロック・ストラテジーは、以下の状態で使用されます。

- BackingMap がローダー付き、またはローダーなしで構成され、バージョン管理情報が使用可能でない場合。
- BackingMap が、並行処理制御について eXtreme Scale からの支援を必要とするアプリケーションによって直接使用されている場合。
- バージョン管理情報は使用できるが、更新トランザクションがバッキング・エントリー上で頻繁に衝突し、その結果、オプティミスティック更新が失敗する場合。

ペシミスティック・ロック・ストラテジーは、パフォーマンスとスケーラビリティーに最大のインパクトを与えるので、このストラテジーはほかのロック・ストラテジーが実行可能でないときのマップの読み取りと書き込みにのみ使用してください。例えば、こうした状態には、オプティミスティック更新の失敗が頻繁に発生する場合や、オプティミスティック障害からのリカバリーをアプリケーションが処理するには難しい場合が含まれます。

オプティミスティック・ロック

オプティミスティック・ロック・ストラテジーでは、並行して実行中に、2 つのトランザクションが同じマップ・エントリーを更新することはないと想定します。このことから、トランザクションのライフサイクル中、ロック・モードを保留する必要はありません。これは、複数のトランザクションがマップ・エントリーを並行して更新するとは考えられないためです。オプティミスティック・ロック・ストラテジーは通常、以下の場合に使用されます。

- BackingMap がローダー付き、またはローダーなしで構成され、バージョン管理情報が使用可能である場合。
- BackingMap のほとんどのトランザクションが読み取り操作を実行するトランザクションである場合。 BackingMap に対するエントリーの挿入、更新、または除去操作は、あまり行われません。
- BackingMap は、読み取りと比べてより頻繁に挿入、更新、または除去されるが、トランザクションは同じマップ・エントリー上でほとんど衝突しない場合。

ペシミスティック・ロック・ストラテジーと同様に、 ObjectMap インターフェース上のメソッドは、eXtreme Scale が、アクセス中のマップ・エントリーのロック・モードを自動的に取得する方法を決定します。ただし、ペシミスティック・ストラテジーとオプティミスティック・ストラテジーの間には、以下のような違いがあります。

- ペシミスティック・ロック・ストラテジーと同様に、メソッドの呼び出しの際、get メソッドおよび getAll メソッドによって S ロック・モードが取得されま

す。しかし、オプティミスティック・ロックを使用すると、 S ロック・モードはトランザクションが完了するまで保留されません。代わりに、S ロック・モードはメソッドがアプリケーションに戻す前に保留解除されます。ロック・モードの獲得の目的は、eXtreme Scale が、その他のトランザクションからのコミット済みデータのみが現行トランザクションに可視となるように保証できるようにすることです。 eXtreme Scale がそのデータがコミット済みであることを確認した後で、S ロック・モードは保留解除されます。コミット時に、オプティミスティック・バージョン管理チェックが実行され、現行トランザクションがその S ロック・モードを保留解除した後で、マップ・エントリーを変更したトランザクションが他にないことが確認されます。更新、無効化、または削除される前にマップからエントリーがフェッチされない場合、eXtreme Scale ランタイムによって、暗黙的にマップからエントリーがフェッチされます。この暗黙的な get 操作は、エントリーの変更が要求された時点における現行値を取得するために実行されます。

- ペシミスティック・ロック・ストラテジーとは異なり、 getForUpdate メソッドと getAllForUpdate メソッドは、オプティミスティック・ロック・ストラテジーが使用された場合には、 get メソッドと getAll メソッドと同様に処理されます。つまり、S ロック・モードはメソッドの開始時に取得され、S ロック・モードはアプリケーションに戻る前に保留解除されます。

その他の ObjectMap メソッドは、すべてペシミスティック・ロック・ストラテジーの場合と同様に処理されます。つまり、commit メソッドが呼び出されると、挿入、更新、除去、タッチ、または無効化されたマップ・エントリー用に X ロック・モードが獲得され、トランザクションがコミット処理を完了するまで X ロック・モードが保留されます。

オプティミスティック・ロック・ストラテジーでは、並行して実行中のトランザクションが同じマップ・エントリーを更新することはないと想定します。この想定から、トランザクションの存続期間中、ロック・モードを保留する必要はありません。これは、複数のトランザクションがマップ・エントリーを並行して更新するとは考えられないためです。しかし、ロック・モードが保留されなかったため、現行トランザクションがその S ロック・モードを保留解除した後で、別の並行トランザクションがマップ・エントリーを更新する可能性があります。

この可能性に対処するため、eXtreme Scale はコミット時に X ロックを取得し、オプティミスティック・バージョン管理チェックを行って、現行トランザクションが BackingMap からマップ・エントリーを読み取って以降、他にマップ・エントリーを変更したトランザクションがないことを確認します。別のトランザクションがマップ・エントリーを変更した場合、バージョン・チェックは失敗し、OptimisticCollisionException 例外が発生します。この例外により、現行トランザクションが強制的にロールバックされ、トランザクション全体がアプリケーションによって再試行されることになります。オプティミスティック・ロック・ストラテジーは、マップがほとんど既読で、同じマップ・エントリーに対する更新が起こる可能性が低い場合に非常に便利です。

ロックなし

BackingMap がロックなしストラテジーを使用するよう構成されている場合、マップ・エントリーのトランザクション・ロックは獲得されません。

ロックなしストラテジーは、アプリケーションが Enterprise JavaBeans (EJB) コンテナーなどのパーシスタンス・マネージャーである場合や、アプリケーションが Hibernate を使用して永続データを取得している場合に有効です。このシナリオでは、BackingMap はローダーを使用せずに構成され、パーシスタンス・マネージャーによってデータ・キャッシュとして使用されます。またこのシナリオでは、パーシスタンス・マネージャーにより、同じマップ・エントリーにアクセスするトランザクション間の並行性制御が提供されます。

WebSphere eXtreme Scale は、並行性制御のためにトランザクション・ロックを入手する必要はありません。これは、パーシスタンス・マネージャーが、コミットされた変更で ObjectGrid マップを更新する前にそのトランザクション・ロックをリリースしないことを前提としています。パーシスタンス・マネージャーがロックを解放する場合は、ペシミスティックまたはオプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用しなければなりません。例えば、EJB コンテナーのパーシスタンス・マネージャーが、EJB コンテナー管理のトランザクション内でコミットされたデータで ObjectGrid Map を更新していると仮定します。ObjectGrid マップの更新が、パーシスタンス・マネージャーのトランザクション・ロックが解放される前に発生する場合、ロックなしストラテジーを使用することができます。パーシスタンス・マネージャーのトランザクション・ロックが解放された後で ObjectGrid マップ更新が発生する場合は、オプティミスティックまたはペシミスティックのいずれかのロック・ストラテジーを使用してください。

ロックなしストラテジーの使用が可能なもう 1 つのシナリオは、アプリケーションが BackingMap を直接使用し、ローダーがマップに対して構成されているときです。このシナリオでは、ローダーは、Java Database Connectivity (JDBC) または Hibernate のいずれかを使用してリレーショナル・データベース内のデータにアクセスすることによって、リレーショナル・データベース管理システム (RDBMS) によって提供される並行性制御サポートを使用します。ローダーの実装は、オプティミスティックまたはペシミスティックのいずれかの方法を使用できます。オプティミスティック・ロックまたはバージョン管理方法を使用するローダーは、大量の並行性およびパフォーマンスの達成を支援します。オプティミスティック・ロック手法の実装について詳しくは、「*管理ガイド*」内のローダー考慮事項に関する説明の OptimisticCallback セクションを参照してください。基礎となるバックエンドのペシミスティック・ロック・サポートを使用するローダーを使用する場合は、ローダー・インターフェースの get メソッドに渡される forUpdate パラメーターを使用することがあります。アプリケーションがデータを取得するために ObjectMap インターフェースの getForUpdate メソッドを使用した場合は、このパラメーターを true に設定します。ローダーはこのパラメーターを使用して、読み取り中の行のアップグレード可能なロックを要求するかどうかを判別できます。例えば、DB2 は、SQL の SELECT ステートメントに `FOR UPDATE` 節が含まれている場合、アップグレード可能なロックを獲得します。このアプローチは、146 ページの『ペシミスティック・ロック』で説明されているのと同じデッドロック防止を提供します。

ロック・パフォーマンスのベスト・プラクティス

ロック・ストラテジーおよびトランザクション分離設定は、アプリケーションのパフォーマンスに影響します。

キャッシュ付きインスタンスの検索

詳しくは、*管理ガイド*のマップ・エントリーのロックに関する説明を参照してください。

ペシミスティック・ロック・ストラテジー

キーがしばしば衝突する場合のマップの読み取りおよび書き込み操作には、ペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用します。ペシミスティック・ロック・ストラテジーは、パフォーマンスに最大の影響があります。

読み取りコミット済みおよび読み取りアンコミットのトランザクション分離

ペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用する場合、Session.setTransactionIsolation メソッドを使用してトランザクション分離レベルを設定します。読み取りコミット済み分離または読み取りアンコミット分離の場合、分離に応じて Session.TRANSACTION_READ_COMMITTED 引数または Session.TRANSACTION_READ_UNCOMMITTED 引数を使用します。トランザクション分離レベルをデフォルトのペシミスティック・ロックの振る舞いにリセットするには、Session.REPEATABLE_READ 引数を持つ Session.setTransactionIsolation メソッドを使用します。

読み取りコミット済み分離では、共用ロックの期間が短縮され、並行性が向上して、デッドロックの可能性が低くなります。この分離レベルは、トランザクションが、トランザクションの期間中、読み取り値が変更されないままである保証が不要な場合に使用してください。

アンコミット読み取りは、トランザクションがコミット済みデータを参照する必要がない場合に使用します。

オプティミスティック・ロック・ストラテジー

オプティミスティック・ロックはデフォルト構成です。このストラテジーはペシミスティック・ストラテジーと比較して、パフォーマンスおよびスケーラビリティーの両方において優れています。アプリケーションが若干のオプティミスティック更新の失敗を許容でき、ペシミスティック・ストラテジーよりもパフォーマンスに優れている場合は、このストラテジーを使用します。このストラテジーは、読み取り操作や、更新頻度の低いアプリケーションに最適です。

OptimisticCallback プラグイン

オプティミスティック・ロック・ストラテジーでは、キャッシュ・エントリーのコピーを作成し、必要に応じてそれらを比較します。エントリーのコピーには、クローン作成やシリアライゼーションが関係する可能性があるため、この操作はコストが高くつきます。パフォーマンスをできる限り高速にするには、非エンティティー・マップ用にカスタム・プラグインを実装してください。

詳しくは、*製品概要*の OptimisticCallback プラグインに関する説明を参照してください。

エンティティーに対するバージョン・フィールドの使用

エンティティーに対してオプティミスティック・ロックを使用している場合、@Version アノテーション、または、エンティティー・メタデータ記述子ファイルの同等の属性を使用します。バージョン・アノテーションを使用すれば、ObjectGrid で非常に効率的にオブジェクトのバージョンを追跡することができます。エンティティーにバージョン・フィールドがなく、エンティティーに対してオプティミスティック・ロックが使用されている場合、エンティティー全体がコピーされ、比較されます。

ロックなしストラテジー

読み取り専用アプリケーションでは、ロックなしストラテジーを使用します。ロックなしストラテジーではいかなるロックも取得せず、ロック・マネージャーも使用しません。このため、このストラテジーは最も並行性、パフォーマンス、スケーラビリティーに優れています。

マップ・エントリー・ロックと照会および索引

このトピックでは、eXtreme Scale Query API および MapRangeIndex 索引付けプラグインがロックとどのように相互作用するのかを説明し、マップに対してペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用する際に並行性を増し、デッドロックを減らす、ベスト・プラクティスをいくつか示します。

概説

ObjectGrid Query API では、ObjectMap キャッシュ・オブジェクトおよびエンティティーに対して SELECT 照会を行うことができます。照会エンジンが実行されると、可能であれば MapRangeIndex を使用して、照会の WHERE 文節にある値に一致する一致キーを検索し、または、リレーションシップをブリッジします。索引が使用可能でない場合、照会エンジンは、1 つ以上のマップの各エントリーをスキャンして、適切なエントリーを検索します。照会エンジンおよび索引プラグインは、どちらもロックを取得して、ロック・ストラテジー、トランザクション分離レベル、およびトランザクション状態に応じて、整合データを検査します。

HashIndex プラグインによるロック

eXtreme Scale HashIndex プラグインを使用すると、キャッシュ・エントリー値に保管された単一の属性に基づいてキーを検出できます。索引は、キャッシュ・マップとは別のデータ構造に索引付けされた値を保管します。索引は、ユーザーに返す前にマップ・エントリーに対してキーを検証し、正確な結果セットになるようにします。ペシミスティック・ロック・ストラテジーが使用され、ローカル ObjectMap インスタンス (クライアント/サーバー ObjectMap に対するものとして) に対して索引が使用される場合、索引は各一致エントリーに対してロックを取得します。オプティミスティック・ロックまたはリモート ObjectMap を使用する場合、ロックは直ちに解放されます。

取得されるロックのタイプは、ObjectMap.getIndex メソッドに渡される forUpdate 引数によって異なります。forUpdate 引数は、索引が取得すべきロックのタイプを指定します。false の場合、共用可能 (S) ロックが取得され、true の場合は、アップグレード可能 (U) ロックが取得されます。

ロック・タイプが共用可能の場合、セッションのトランザクション分離設定が適用され、ロックの期間に影響します。トランザクション分離を使用してアプリケーションに並行性を追加する方法についての詳細は、トランザクション分離のトピックを参照してください。

共用ロックと照会

eXtreme Scale 照会エンジンは、キャッシュ・エントリーが照会のフィルター基準を満たしているかどうかを検査するためにキャッシュ・エントリーをイントロスペクトするのに必要な場合は、S ロックを取得します。ペシミスティック・ロックで反復可能読み取りトランザクション分離を使用する場合、照会結果に含まれるエレメントに対してのみ S ロックが保持され、結果に含まれていないエントリーについては解放されます。低いトランザクション分離レベルまたはオプティミスティック・ロックを使用している場合、S ロックは保持されません。

共用ロックと、クライアントからサーバーに対する照会

eXtreme Scale 照会をクライアントから使用する場合、照会内で参照されているすべてのマップまたはエンティティーがクライアントに対してローカル (例: クライアント複製マップまたは照会結果エンティティー) でない限り、通常、照会はサーバーで実行されます。読み取り/書き込みトランザクションで実行されるすべての照会は、前のセクションで説明したように S ロックを保持します。トランザクションが読み取り/書き込みトランザクションでない場合は、セッションはサーバーで保持されず、S ロックは解放されます。

読み取り/書き込みトランザクションは、プライマリー区画に対してのみ送付され、セッションは、クライアント・セッションについてはサーバーで維持されます。トランザクションは、以下の条件で読み取り/書き込みにプロモートできます。

1. ペシミスティック・ロックを使用するように構成されたマップが、ObjectMap get および getAll API メソッド、または、EntityManager.find メソッドを使用してアクセスされる場合。
2. トランザクションがフラッシュされ、それによって更新がサーバーに送られる場合。
3. オプティミスティック・ロックを使用するように構成されたマップが、ObjectMap.getForUpdate メソッド、または、EntityManager.findForUpdate メソッドを使用してアクセスされる場合。

アップグレード可能ロックと照会

共用可能ロックは、並行性および整合性が重要な場合に有効です。共用可能ロックでは、トランザクションの存続期間中、エントリーの値が変わらないことが保証されます。他の S ロックが保持されている間、他のトランザクションが値を変更することはできず、エントリーを更新するインテントを設定できるのは他の 1 つのトランザクションのみです。S、U、および X ロック・モードに関する詳細は、ペシミスティック・ロック・モードのトピックを参照してください。

アップグレード可能ロックは、ペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用する場合にキャッシュ・エントリーの更新インテントを特定するために使用されます。アップグレード可能ロックでは、キャッシュ・エントリーを変更しようとするトランザクション間の同期を行うことができます。トランザクションは、S ロック

を使用して引き続きエントリーを参照することができますが、他のトランザクションは U ロックまたは X ロックを取得できなくなります。多くのシナリオでは、デッドロックを回避するため、先に S ロックを取得せずに U ロックを取得することが必要になります。一般的なデッドロックの例については、ペシミスティック・ロック・モードのトピックを参照してください。

ObjectQuery および EntityManager Query インターフェースでは、照会結果の用途の特定に setForUpdate メソッドを提供しています。特に、照会エンジンは、照会結果に含まれる各マップ・エントリーに対して S ロックではなく U ロックを取得します。

```
ObjectMap orderMap = session.getMap("Order");
ObjectQuery q = session.createQuery("SELECT o FROM Order o WHERE o.orderDate=?1");
q.setParameter(1, "20080101");
q.setForUpdate(true);
session.begin();
// Run the query.  Each order has  U lock
Iterator result = q.getResultIterator();
// For each order, update the status.
while(result.hasNext()) {
    Order o = (Order) result.next();
    o.status = "shipped";
    orderMap.update(o.getId(), o);
}
// When committed, the
session.commit();
```

```
Query q = em.createQuery("SELECT o FROM Order o WHERE o.orderDate=?1");
q.setParameter(1, "20080101");
q.setForUpdate(true);
emTran.begin();
// Run the query.  Each order has  U lock
Iterator result = q.getResultIterator();
// For each order, update the status.
while(result.hasNext()) {
    Order o = (Order) result.next();
    o.status = "shipped";
}
tmTran.commit();
```

setForUpdate 属性が使用可能になっている場合、トランザクションは、自動的に読み取り/書き込みトランザクションに変換され、予期されたようにサーバーに対してロックが保持されます。照会が索引を使用できない場合、マップをスキャンして、照会結果を満足しないマップ・エントリーに対して一時的に U ロックをかけ、結果に含まれるエントリーに対しては U ロックを保持するようにする必要があります。

トランザクション分離

トランザクションに関して、各バックアップ・マップ構成を、pessimistic、optimistic、または none の 3 種類のロック・ストラテジーのうちの 1 つで構成できます。 pessimistic ロックおよび optimistic ロックを使用する場合、eXtreme Scale は共用 (S) ロック、アップグレード可能 (U) ロック、および排他的 (X) ロックを使用して、整合性を維持します。 optimistic ロックは保持されないため、このロック動作が最も目立つのは pessimistic ロックを使用しているときです。3 つのトランザクション分離レベル (反復可能読み取り、読み取りコミット済み、および読み取りアンコミット) のうちの 1 つを使用して、各キャッシュ・マップ内で eXtreme Scale が整合性を保持するために使用するロック・セマンティクスを調整することができます。

トランザクション分離の概説

トランザクション分離は、1 つの操作で行われた変更がどのように他の並行操作に可視になるのかを定義します。

WebSphere eXtreme Scale でサポートされている 3 つのトランザクション分離レベル (反復可能読み取り、読み取りコミット済み、および読み取りアンコミット) を利用して、eXtreme Scale が各キャッシュ・マップ内での整合性を保持するために使用するロック・セマンティクスをさらに調整できます。トランザクション分離レベルは、setTransactionIsolation メソッドを使用して Session インターフェースに設定されます。トランザクション分離は、現在進行中のトランザクションがなければ、セッションの存続期間中いつでも変更できます。

この製品では、共用 (S) ロックが要求および保持される方法を調整することによって、さまざまなトランザクション分離セマンティクスが施行されます。トランザクション分離は、オプティミスティック・ロックまたはロックなしストラテジーを使用するように構成されたマップに対して、あるいはアップグレード可能 (U) ロックが取得される場合は何の影響もありません。

ペシミスティック・ロックでの反復可能読み取り

反復可能読み取りは、デフォルトのトランザクション分離レベルです。この分離レベルは、ダーティー読み取りおよび反復不能読み取りを防止しますが、ファントム読み取りは防止しません。ダーティー読み取りとは、あるトランザクションによって変更されたが、コミットされていないという状態のデータに対して発生する読み取り操作のことです。反復不能読み取りは、読み取り操作実行時に読み取りロックが取得されていない場合に発生する可能性があります。ファントム読み取りは、2 つの同一の読み取り操作が実行されたが、操作と操作との間にデータに対する更新があったために 2 つの異なる結果セットが戻される場合に、発生する可能性があります。この製品は、すべての S ロックを、ロックを所有するトランザクションが完了するまで保持し続けることによって、反復可能読み取りを実現します。 X ロックは、すべての S ロックが解放されるまで認可されないため、S ロックを保持するすべてのトランザクションは、再読み取り時に同じ値を参照することが保証されます。

```
map = session.getMap("Order");
session.setTransactionIsolation(Session.TRANSACTION_REPEATABLE_READ);
session.begin();

// An S lock is requested and held and the value is copied into
// the transactional cache.
Order order = (Order) map.get("100");
// The entry is evicted from the transactional cache.
map.invalidate("100", false);

// The same value is requested again.  It already holds the
// lock, so the same value is retrieved and copied into the
// transactional cache.
Order order2 (Order) = map.get("100");

// All locks are released after the transaction is synchronized
// with cache map.
session.commit();
```

ファントム読み取りが可能なのは、照会または索引を使用しているときです。なぜなら、ロックはデータ範囲に対して取得されるのではなく、索引または照会基準に一致するキャッシュ・エントリーに対してのみ取得されるからです。以下に例を示します。

```
session1.setTransactionIsolation(Session.TRANSACTION_REPEATABLE_READ);
session1.begin();

// A query is run which selects a range of values.
ObjectQuery query = session1.createObjectQuery
    ("SELECT o FROM Order o WHERE o.itemName='Widget'");

// In this case, only one order matches the query filter.
// The order has a key of "100".
// The query engine automatically acquires an S lock for Order "100".
Iterator result = query.getResultIterator();

// A second transaction inserts an order that also matches the query.
Map orderMap = session2.getMap("Order");
orderMap.insert("101", new Order("101", "Widget"));

// When the query runs again in the current transaction, the
// new order is visible and will return both Orders "100" and "101".
result = query.getResultIterator();

// All locks are released after the transaction is synchronized
// with cache map.
session.commit();
```

ペシミスティック・ロックでの読み取りコミット済み

読み取りコミット済みのトランザクション分離レベルを eXtreme Scale で使用できます。この分離レベルは、ダーティー読み取りを防止しますが、反復不能読み取りまたはファントム読み取りを防止しないため、eXtreme Scale は S ロックを引き続き使用してキャッシュ・マップからデータを読み取りますが、すぐにロックを解放します。

```
map1 = session1.getMap("Order");
session1.setTransactionIsolation(Session.TRANSACTION_READ_COMMITTED);
session1.begin();

// An S lock is requested but immediately released and
//the value is copied into the transactional cache.

Order order = (Order) map1.get("100");

// The entry is evicted from the transactional cache.
map1.invalidate("100", false);

// A second transaction updates the same order.
// It acquires a U lock, updates the value, and commits.
// The ObjectGrid successfully acquires the X lock during
// commit since the first transaction is using read
// committed isolation.

Map orderMap2 = session2.getMap("Order");
session2.begin();
order2 = (Order) orderMap2.getForUpdate("100");
order2.quantity=2;
orderMap2.update("100", order2);
session2.commit();

// The same value is requested again.  This time, they
```

```
// want to update the value, but it now reflects
// the new value
Order order1Copy (Order) = map1.getForUpdate("100");
```

ペシミスティック・ロックでの読み取りアンコミット

読み取りアンコミットのトランザクション分離レベルを eXtreme Scale で使用できます。この分離レベルは、ダーティー読み取り、反復不能読み取り、およびファントム読み取りを許容します。

オプティミスティック衝突例外

OptimisticCollisionException は、直接受け取るか、ObjectGridException と一緒に受け取ることができます。

以下のコードは、例外を catch し、そのメッセージを表示する方法の例です。

```
try {
...
} catch (ObjectGridException oe) {
    System.out.println(oe);
}
```

例外の原因

OptimisticCollisionException は、ほとんど同じ時間に 2 つの異なるクライアントが同じマップ・エントリーを更新しようとしたとき作成されます。例えば、あるクライアントがセッションをコミットしてマップ・エントリーを更新しようとした場合に、そのコミットの直前に別のクライアントがデータを読み取っていたとすると、そのデータは正しくありません。このクライアントが正しくないデータをコミットしようとすると、例外が作成されます。

例外をトリガーしたキーの検索

そのような例外のトラブルシューティングのとき、例外をトリガーしたエントリーに対応するキーを検索すると便利です。OptimisticCollisionException の利点は、キーを表すオブジェクトを戻す getKey メソッドが含まれていることです。次の例は、OptimisticCollisionException をキャッチするときの、キーを検索し印刷する方法を示しています。

```
try {
...
} catch (OptimisticCollisionException oce) {
    System.out.println(oce.getKey());
}
```

OptimisticCollisionException の原因となる ObjectGridException

OptimisticCollisionException は、ObjectGridException が表示される原因となる場合があります。この場合、以下のコードを使用して例外タイプを判別し、キーを印刷できます。以下のコードは、以下のセクションで説明するように、findRootCause ユーティリティー・メソッドを使用しています。

```
try {
...
}
catch (ObjectGridException oe) {
    Throwable Root = findRootCause( oe );
```

```
    if (Root instanceof OptimisticCollisionException) {
        OptimisticCollisionException oce = (OptimisticCollisionException)Root;
        System.out.println(oce.getKey());
    }
}
```

一般的な例外処理技法

Throwable オブジェクトの根本原因がわかると、エラーの発生源を分離する場合に役立ちます。次の例では、例外ハンドラーでユーティリティー・メソッドを使用して Throwable オブジェクトの根本原因を検出する方法について説明します。

例:

```
static public Throwable findRootCause( Throwable t )
{
     // Start with Throwable that occurred as the root.
     Throwable root = t;

     // Follow cause chain until last Throwable in chain is found.
     Throwable cause = root.getCause();
     while ( cause != null )
     {
        root = cause;
        cause = root.getCause();
     }

     // Return last Throwable in the chain as the root cause.
     return root;
}
```

WebSphere eXtreme Scale のクライアントの構成

設定値をオーバーライドしなければならないなどの、ユーザーの要件に基づいて eXtreme Scale クライアントを構成することができます。

XML を使用したクライアントの構成

ObjectGrid XML ファイルを使用して、クライアント・サイドで設定を変更できます。eXtreme Scale クライアントの設定を変更するには、eXtreme Scale サーバーに使用されたファイルに構造が類似している ObjectGrid XML ファイルを作成する必要があります。

以下の XML ファイルがデプロイメント・ポリシー XML ファイルと対になっており、これらのファイルを使用して eXtreme Scale サーバーが始動されたものと想定します。

companyGridServerSide.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">

    <objectGrids>
        <objectGrid name="CompanyGrid">
            <bean id="TransactionCallback"
                className="com.company.MyTxCallback" />
            <bean id="ObjectGridEventListener"
                className="com.company.MyOgEventListener" />
            <backingMap name="Customer"
                pluginCollectionRef="customerPlugins" />
            <backingMap name="Item" />
```

```
            <backingMap name="OrderLine" numberOfBuckets="1049"
                timeToLive="1600" ttlEvictorType="LAST_ACCESS_TIME" />
            <backingMap name="Order" lockStrategy="PESSIMISTIC"
                pluginCollectionRef="orderPlugins" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>

    <backingMapPluginCollections>
        <backingMapPluginCollection id="customerPlugins">
            <bean id="Evictor"
                className="com.ibm.websphere.objectGrid.plugins.builtins.LRUEvictor" />
            <bean id="MapEventListener"
                className="com.company.MyMapEventListener" />
        </backingMapPluginCollection>
        <backingMapPluginCollection id="orderPlugins">
            <bean id="MapIndexPlugin"
                className="com.company.MyMapIndexPlugin" />
        </backingMapPluginCollection>
    </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

eXtreme Scale サーバーでは、CompanyGrid という名前の ObjectGrid インスタンスは companyGridServerSide.xml ファイルによる定義に従って動作します。デフォルトでは CompanyGrid クライアントの設定は、サーバーで実行している CompanyGrid インスタンスの設定と同じです。ただし、設定のいくつかはクライアント上で次のとおりオーバーライドできます。

1. クライアント固有の ObjectGrid インスタンスを作成します。
2. サーバーの開始に使用された ObjectGrid XML ファイルをコピーします。
3. その新規ファイルを編集してクライアント・サイドでカスタマイズします。
   - クライアントの属性を設定または更新するには、新しい値を指定するか、あるいは既存の値を変更します。
   - クライアントからプラグインを除去するには、className 属性の値として空ストリングを使用します。
   - 既存のプラグインを変更するには、className 属性に新しい値を指定します。
   - クライアント・オーバーライドでサポートされるプラグイン (TRANSACTION_CALLBACK、 OBJECTGRID_EVENT_LISTENER、EVICTOR、MAP_EVENT_LISTENER) を追加することもできます。
4. 新規に作成されたクライアント・オーバーライド XML ファイルを使用して、クライアントを作成します。

以下の ObjectGrid XML ファイルを使用すると、CompanyGrid クライアントの属性およびプラグインのいくつかを指定できます。

companyGridClientSide.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">

    <objectGrids>
        <objectGrid name="CompanyGrid">
            <bean id="TransactionCallback"
                className="com.company.MyClientTxCallback" />
            <bean id="ObjectGridEventListener" className="" />
            <backingMap name="Customer" numberOfBuckets="1429"
                pluginCollectionRef="customerPlugins" />
            <backingMap name="Item" />
            <backingMap name="OrderLine" numberOfBuckets="701"
                timeToLive="800" ttlEvictorType="LAST_ACCESS_TIME" />
            <backingMap name="Order" lockStrategy="PESSIMISTIC"
                pluginCollectionRef="orderPlugins" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>
```

```
    <backingMapPluginCollections>
        <backingMapPluginCollection id="customerPlugins">
            <bean id="Evictor"
                className="com.ibm.websphere.objectGrid.plugins.builtins.LRUEvictor" />
            <bean id="MapEventListener" className="" />
        </backingMapPluginCollection>
        <backingMapPluginCollection id="orderPlugins">
            <bean id="MapIndexPlugin"
                className="com.company.MyMapIndexPlugin" />
        </backingMapPluginCollection>
    </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

- クライアントの TransactionCallback は、サーバー・サイドで設定されている com.company.MyTxCallback ではなく、com.company.MyClientTxCallback になります。
- className 値が空ストリングであるため、クライアントには ObjectGridEventListener プラグインがありません。
- クライアントは Customer backingMap に対して numberOfBuckets を 1429 に設定し、その Evictor プラグインを保持して、MapEventListener プラグインを除去します。
- OrderLine backingMap の numberOfBuckets 属性および timeToLive 属性は変更されます。
- 異なる lockStrategy 属性が指定されていても、lockStrategy 属性はクライアント・オーバーライドでサポートされていないため、影響はありません。

companyGridClientSide.xml ファイルを使用して CompanyGrid クライアントを作成するには、ObjectGrid XML ファイルを URL として、ObjectGridManager の接続メソッドの 1 つに渡します。

```
Creating the client for XML
ObjectGridManager ogManager =
 ObjectGridManagerFactory.ObjectGridManager();
ClientClusterContext clientClusterContext =
 ogManager.connect("MyServer1.company.com:2809", null, new URL(
                "file:xml/companyGridClientSide.xml"));
```

クライアントのプログラマチック構成

クライアント・サイドの ObjectGrid 設定をプログラマチックにオーバーライドすることもできます。サーバー・サイド ObjectGrid インスタンスと同様の構造を持つ ObjectGridConfiguration オブジェクトを作成します。以下のコードで、XML ファイルを使用する上記セクションのクライアント・オーバーライドと機能的に同等な、クライアント・サイド ObjectGrid インスタンスが作成されます。

```
client-side override programmatically
ObjectGridConfiguration companyGridConfig = ObjectGridConfigFactory
    .createObjectGridConfiguration("CompanyGrid");
Plugin txCallbackPlugin = ObjectGridConfigFactory.createPlugin(
    PluginType.TRANSACTION_CALLBACK, "com.company.MyClientTxCallback");
companyGridConfig.addPlugin(txCallbackPlugin);

Plugin ogEventListenerPlugin = ObjectGridConfigFactory.createPlugin(
    PluginType.OBJECTGRID_EVENT_LISTENER, "");
companyGridConfig.addPlugin(ogEventListenerPlugin);

BackingMapConfiguration customerMapConfig = ObjectGridConfigFactory
    .createBackingMapConfiguration("Customer");
customerMapConfig.setNumberOfBuckets(1429);
Plugin evictorPlugin = ObjectGridConfigFactory.createPlugin(PluginType.EVICTOR,
    "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LRUEvictor");
customerMapConfig.addPlugin(evictorPlugin);
```

```
companyGridConfig.addBackingMapConfiguration(customerMapConfig);

BackingMapConfiguration orderLineMapConfig = ObjectGridConfigFactory
    .createBackingMapConfiguration("OrderLine");
orderLineMapConfig.setNumberOfBuckets(701);
orderLineMapConfig.setTimeToLive(800);
orderLineMapConfig.setTtlEvictorType(TTLType.LAST_ACCESS_TIME);

companyGridConfig.addBackingMapConfiguration(orderLineMapConfig);

List ogConfigs = new ArrayList();
ogConfigs.add(companyGridConfig);

Map overrideMap = new HashMap();
overrideMap.put(CatalogServerProperties.DEFAULT_DOMAIN, ogConfigs);

ogManager.setOverrideObjectGridConfigurations(overrideMap);
ClientClusterContext client = ogManager.connect(catalogServerAddresses, null, null);
ObjectGrid companyGrid = ogManager.getObjectGrid(client, objectGridName);
```

ObjectGridManager の ogManager インスタンスは、overrideMap マップに組み込まれている ObjectGridConfiguration オブジェクトおよび BackingMapConfiguration オブジェクトのオーバーライドのみをチェックします。例えば、上記のコードは、OrderLine マップ上のバケットの数をオーバーライドします。ただし、そのマップに対する構成が組み込まれていないため、クライアント・サイドの Order マップは変更されないままです。

Spring Framework でのクライアントの構成

クライアント・サイドの ObjectGrid 設定は、Spring Framework を使用してオーバーライドすることもできます。以下の例の XML ファイルは、ObjectGridConfiguration エレメントをビルドし、それをクライアント・サイド設定をオーバーライドするために使用する方法を示しています。 この例では、プログラマチック構成で示したのと同じ API が呼び出されます。またこの例は、ObjectGrid XML 構成の例と機能的に同等です。

```
client configuration with Spring
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE beans PUBLIC "-//SPRING//DTD BEAN//EN"
  "http://www.springframework.org/dtd/spring-beans.dtd">
<beans>
  <bean id="companyGrid" factory-bean="manager" factory-method="getObjectGrid"
    singleton="true">
    <constructor-arg type="com.ibm.websphere.objectgrid.ClientClusterContext">
      <ref bean="client" />
    </constructor-arg>
    <constructor-arg type="java.lang.String" value="CompanyGrid" />
</bean>

  <bean id="manager" class="com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory"
    factory-method="getObjectGridManager" singleton="true">
    <property name="overrideObjectGridConfigurations">
      <map>
        <entry key="DefaultDomain">
          <list>
            <ref bean="ogConfig" />
          </list>
        </entry>
      </map>
    </property>
  </bean>

  <bean id="ogConfig"
    class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
    factory-method="createObjectGridConfiguration">
    <constructor-arg type="java.lang.String">
      <value>CompanyGrid</value>
    </constructor-arg>
    <property name="plugins">
      <list>
   <bean class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
```

```
        factory-method="createPlugin">
        <constructor-arg type="com.ibm.websphere.objectgrid.config.PluginType"
          value="TRANSACTION_CALLBACK" />
        <constructor-arg type="java.lang.String"
          value="com.company.MyClientTxCallback" />
      </bean>
      <bean class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
        factory-method="createPlugin">
        <constructor-arg type="com.ibm.websphere.objectgrid.config.PluginType"
          value="OBJECTGRID_EVENT_LISTENER" />
        <constructor-arg type="java.lang.String" value="" />
      </bean>
    </list>
</property>
    <property name="backingMapConfigurations">
      <list>
   <bean class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
          factory-method="createBackingMapConfiguration">
          <constructor-arg type="java.lang.String" value="Customer" />
            <property name="plugins">
    <bean class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
                factory-method="createPlugin">
                <constructor-arg type="com.ibm.websphere.objectgrid.config.PluginType"
    value="EVICTOR" />
  <constructor-arg type="java.lang.String"
                  value="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LRUEvictor" />
              </bean>
            </property>
            <property name="numberOfBuckets" value="1429" />
          </bean>
          <bean class="com.ibm.websphere.objectgrid.config.ObjectGridConfigFactory"
            factory-method="createBackingMapConfiguration">
              <constructor-arg type="java.lang.String" value="OrderLine" />
                <property name="numberOfBuckets" value="701" />
  <property name="timeToLive" value="800" />
  <property name="ttlEvictorType">
                  <value type="com.ibm.websphere.objectgrid.
         TTLType">LAST_ACCESS_TIME</value>
  </property>
          </bean>
        </list>
      </property>
    </bean>

    <bean id="client" factory-bean="manager" factory-method="connect"
      singleton="true">
      <constructor-arg type="java.lang.String">
   <value>localhost:2809</value>
      </constructor-arg>
  <constructor-arg
        type="com.ibm.websphere.objectgrid.security.
     config.ClientSecurityConfiguration">
        <null />
      </constructor-arg>
  <constructor-arg type="java.net.URL">
    <null />
      </constructor-arg>
    </bean>
</beans>
```

XML ファイルの作成後、そのファイルをロードし、以下のコード・スニペットで ObjectGrid をビルドします。

```
BeanFactory beanFactory = new XmlBeanFactory(new

UrlResource("file:test/companyGridSpring.xml"));

ObjectGrid companyGrid = (ObjectGrid) beanFactory.getBean("companyGrid");
```

XML 記述子ファイルの作成について詳しくは、Spring Framework の統合の概要を参照してください。

クライアントのニア・キャッシュの使用不可化

ニア・キャッシュは、ロックがオプティミスティックまたはロックなしで構成されている場合、デフォルトで使用可能になっています。 クライアントは、ロック設定がペシミスティックで構成されている場合はニア・キャッシュを保持しません。ニア・キャッシュを使用不可にするには、クライアント・オーバーライド ObjectGrid 記述子ファイルで numberOfBuckets 属性を 0 に設定します。

アプリケーションによるマップ更新の追跡

アプリケーションがトランザクション中にマップに変更を加えた場合、LogSequence オブジェクトはこれらの変更を追跡します。アプリケーションがマップ内のエントリーを変更する場合には、対応する LogElement オブジェクトがその変更の詳細を提供します。

アプリケーションがフラッシュを必要とするか、トランザクションにコミットすると必ず、特定のマップのための LogSequence オブジェクトにローダーが提供されます。ローダーは LogSequence オブジェクト内の LogElement オブジェクトで繰り返されて、各 LogElement オブジェクトをバックエンドに適用します。

ObjectGrid に登録されている ObjectGridEventListener リスナーも LogSequence オブジェクトを使用します。これらのリスナーには、コミット済みトランザクションの各マップに LogSequence オブジェクトが提供されます。アプリケーションはこれらのリスナーを使用して、従来のデータベースでのトリガーのような、変更に対する特定のエントリーを待機できます。

以下のログ関連インターフェースまたはクラスは、eXtreme Scale フレームワークによって提供されます。

- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogElement
- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequence
- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequenceFilter
- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequenceTransformer

LogElement インターフェース

LogElement は、トランザクション中のエントリーに関する操作を示します。LogElement オブジェクトには、その各種の属性を取得するためのいくつかのメソッドがあります。最も一般的に使用される属性は、getType() でフェッチされる type 属性と getCurrentValue() でフェッチされる current value 属性です。

type は、LogElement インターフェース内で定義される定数 INSERT、UPDATE、DELETE、EVICT、FETCH、または TOUCH のうちの 1 つで表わされます。

current value は、INSERT、UPDATE、または FETCH 操作の場合にその新規の値を表します。操作が TOUCH、DELETE、または EVICT の場合は、current value は NULL になります。ValueInterface が使用中である場合、この値を ValueProxyInfo へキャストできます。

LogElement インターフェースについて詳しくは、API 資料を参照してください。

LogSequence インターフェース

ほとんどのトランザクションで、マップ内の複数エントリーに対する操作が行われるため、複数の LogElement オブジェクトが作成されます。複数の LogElement オブジェクトのコンポジットとして動作するオブジェクトを作成する必要があります。LogSequence インターフェースは、LogElement オブジェクトのリストを含むことによってこの目的に対応します。

LogSequence インターフェースについて詳しくは、API 資料を参照してください。

LogElement および LogSequence の使用

LogElement と LogSequence は、eXtreme Scale や、操作が 1 つのコンポーネントまたはサーバーから別のコンポーネントまたはサーバーに伝搬されるときにユーザーによって作成された ObjectGrid プラグインによって、幅広く使用されています。例えば、LogSequence オブジェクトは、分散 ObjectGrid トランザクション伝搬機能によって変更を他のサーバーに伝えるために使用できます。あるいは、ローダーによってパーシスタンス・ストアに適用することもできます。 LogSequence は主に以下のインターフェースによって使用されます。

- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.ObjectGridEventListener
- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Loader
- com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Evictor
- com.ibm.websphere.objectgrid.Session

ローダーの例

このセクションでは、LogSequence および LogElement オブジェクトがローダーで使用される方法について説明します。ローダーは、永続ストアからデータをロードし、永続ストアにデータを保管するために使用されます。ローダー・インターフェースの batchUpdate メソッドは、以下のように LogSequence オブジェクトを使用します。

```
void batchUpdate(TxID txid, LogSequence sequence) throws
   LoaderException, OptimisticCollisionException;
```

ObjectGrid が現在のすべての変更をローダーに適用する必要がある場合に、batchUpdate メソッドが呼び出されます。ローダーには、マップのための LogElement オブジェクトのリストが、カプセル化されて LogSequence オブジェクトに与えられています。batchUpdate メソッドの実装は変更を繰り返し、それらの変更をバックエンドに適用する必要があります。以下のコード・スニペットは、ローダーが LogSequence オブジェクトを使用する方法を示しています。このスニペットは、一連の変更を繰り返し、INSERT、UPDATE、および DELETE という 3 つのバッチ Java Database Connectivity (JDBC) ステートメントをビルドします。

```
public void batchUpdate(TxID tx, LogSequence sequence) throws LoaderException
{
    // Get a SQL connection to use.
    Connection conn = getConnection(tx);
    try
    {
    // Process the list of changes and build a set of prepared
    // statements for executing a batch update, insert, or delete
    // SQL operations. The statements are cached in stmtCache.
    Iterator iter = sequence.getPendingChanges();
```

```
    while ( iter.hasNext() )
    {
        LogElement logElement = (LogElement)iter.next();
        Object key = logElement.getCacheEntry().getKey();
        Object value = logElement.getCurrentValue();
        switch ( logElement.getType().getCode() )
        {
            case LogElement.CODE_INSERT:
                buildBatchSQLInsert( key, value, conn );
                break;
            case LogElement.CODE_UPDATE:
                buildBatchSQLUpdate( key, value, conn );
                break;
            case LogElement.CODE_DELETE:
                buildBatchSQLDelete( key, conn );
                break;
        }
    }
    // Run the batch statements that were built by above loop.
    Collection statements = getPreparedStatementCollection( tx, conn );
    iter = statements.iterator();
    while ( iter.hasNext() )
    {
        PreparedStatement pstmt = (PreparedStatement) iter.next();
        pstmt.executeBatch();
    }
} catch (SQLException e)
{
    LoaderException ex = new LoaderException(e);
    throw ex;
}
}
```

前のサンプルは、LogSequence 引数処理の高水準ロジックを示していますが、SQL の INSERT、UPDATE、または DELETE ステートメントのビルド方法の詳細は示していません。getPendingChanges メソッドが LogSequence 引数で呼び出され、ローダーが処理する必要のある LogElement オブジェクトのイテレーターを取得します。また、LogElement.getType().getCode() メソッドを使用して、LogElement が SQL の挿入、更新、または削除操作に使用されるかどうかを判別します。

Evictor の例

Evictor で LogSequence および LogElement オブジェクトを使用することもできます。Evictor は、特定の基準に基づいてバッキング・マップからマップ・エントリーを除去するために使用します。 Evictor インターフェースの apply メソッドは、LogSequence を使用します。

```
/**
* This is called during cache commit to allow the evictor to track object usage
* in a backing map. This will also report any entries that have been successfully
* evicted.
*
* @param sequence LogSequence of changes to the map
*/
void apply(LogSequence sequence);
```

LogSequenceFilter および LogSequenceTransformer インターフェース

場合によっては、特定の基準の LogElement オブジェクトのみを受け入れ、その他のオブジェクトを拒否するように、 LogElement オブジェクトをフィルターに掛ける必要があります。例えば、何らかの基準に基づいて、特定の LogElement を直列化する場合があります。

LogSequenceFilter は、以下のメソッドでこの問題を解決します。

```
public boolean accept (LogElement logElement);
```

このメソッドは、操作で特定の LogElement を使用する必要がある場合は true を、その必要がない場合は false を返します。

LogSequenceTransformer は、LogSequenceFilter 関数を使用するクラスです。LogSequenceFilter を使用して一部の LogElement オブジェクトにフィルターを掛け、次に、その受け入れた LogElement オブジェクトを直列化します。このクラスには、2 つのメソッドがあります。最初のメソッドは以下のとおりです。

```
public static void serialize(Collection logSequences, ObjectOutputStream stream,
   LogSequenceFilter filter, DistributionMode mode) throws IOException
```

このメソッドにより、呼び出し元は、直列化プロセスに組み込む LogElements を判定するためのフィルターを提供できます。呼び出し元は、DistributionMode パラメーターを使用して直列化プロセスを制御します。例えば、分散モードが無効化のみである場合、値を直列化する必要はありません。このクラスの 2 番目のメソッドは、以下のような inflate メソッドです。

```
public static Collection inflate(ObjectInputStream stream, ObjectGrid
   objectGrid) throws IOException, ClassNotFoundException
```

inflate メソッドは、serialize メソッドによって作成されたログ・シーケンスの直列化済みフォームを、提供されたオブジェクト入力ストリームから読み取ります。

クライアント・サイドのマップ複製の使用可能化

より速くデータを使用できるようにするため、クライアント・サイド上のマップの複製を使用可能にすることもできます。

eXtreme Scale により、非同期複製を使用して、サーバー・マップを 1 つ以上のクライアントに複製することができます。クライアントは ClientReplicableMap.enableClientReplication メソッドを使用して、サーバー・サイド・マップのローカルの読み取り専用コピーを要求できます。

```
void enableClientReplication(Mode mode, int[] partitions,
 ReplicationMapListener listener) throws ObjectGridException;
```

最初のパラメーターは複製モードです。このモードには、連続複製またはスナップショット複製を指定できます。2 番目のパラメーターは、データの複製元の区画を表す区画 ID の配列です。この値がヌルの場合、または空の配列の場合、データはすべての区画から複製されます。最後のパラメーターは、クライアント複製イベントを受信するためのリスナーです。詳しくは、API 資料の ClientReplicableMap および ReplicationMapListener を参照してください。

複製が有効になると、サーバーはクライアントへのマップの複製を開始します。結局のところ、クライアントは、どの時点においてもわずか数トランザクションでサーバーに到達します。

DataGrid API の例

DataGrid API では、グリッド・プログラミングの 2 つの一般的なパターンである、並列マップと並列削減がサポートされます。

並列マップ

並列マップでは、一連のキーのエントリーを処理することができ、処理されたそれぞれのエントリーに対する結果が返されます。アプリケーションでは、キーのリストが作成され、Map オペレーションの呼び出し後、キー/結果ペアの Map を受け取ります。結果は、各キーのエントリーに対して関数が適用されたものです。関数はアプリケーションによって提供されます。

MapGridAgent 呼び出しのフロー

キーのコレクションを使用して AgentManager.callMapAgent メソッドが呼び出されると、MapGridAgent インスタンスがシリアライズされ、各キーで解決されたそれぞれのプライマリー区画に送信されます。すなわち、エージェントに保管されているインスタンス・データは、すべてサーバーに送信できます。したがって、各プライマリー区画は、エージェントのインスタンスを 1 つ保持します。各キーのインスタンスごとに 1 回 process メソッドが呼び出され、その結果、区画が解決されます。各 process メソッドの結果はその後、シリアライズされてクライアントへ返され、マップ・インスタンス内で呼び出し元に返されます。そこでは、結果はマップの中の値として提示されます。

キーのコレクションが指定されずに AgentManager.callMapAgent メソッドが呼び出されると、MapGridAgent インスタンスがシリアライズされ、すべてのプライマリー区画に送信されます。すなわち、エージェントに保管されているインスタンス・データは、すべてサーバーに送信できます。したがって、各プライマリー区画は、エージェントのインスタンス (区画) を 1 つ保持します。processAllEntries メソッドは、区画ごとに呼び出されます。各 processAllEntries メソッドの結果はその後、シリアライズされてクライアントへ返され、マップ・インスタンス内で呼び出し元に返されます。以下の例は、次のような形状の Person エンティティーが存在することを前提とします。

```
import com.ibm.websphere.projector.annotations.Entity;
import com.ibm.websphere.projector.annotations.Id;
@Entity
public class Person
{
  @Id String ssn;
  String firstName;
  String surname;
  int age;
}
```

アプリケーション提供の関数は、MapAgentGrid インターフェースを実装するクラスとして作成されています。Person の年齢を 2 倍にした値を返す関数のエージェントの例を以下に示します。

```
public class DoublePersonAgeAgent implements MapGridAgent, EntityAgentMixin
{
  private static final long serialVersionUID = -2006093916067992974L;

  int lowAge;
  int highAge;

  public Object process(Session s, ObjectMap map, Object key)
  {
    Person p = (Person)key;
    return new Integer(p.age * 2);
  }

  public Map processAllEntries(Session s, ObjectMap map)
  {
    EntityManager em = s.getEntityManager();
    Query q = em.createQuery("select p from Person p where p.age > ?1 and p.age < ?2");
    q.setParameter(1, lowAge);
    q.setParameter(2, highAge);
    Iterator iter = q.getResultIterator();
    Map<Person, Interger> rc = new HashMap<Person, Integer>();
   while(iter.hasNext())
    {
   Person p = (Person)iter.next();
   rc.put(p, (Integer)process(s, map, p));
  }
  return rc;
 }
 public Class getClassForEntity()
 {
  return Person.class;
 }
}
```

この例は、Person を 2 倍にする Map エージェントを示しています。最初に、process メソッドについて説明します。最初の process メソッドでは、処理する Person が提供されます。単純に、エントリーの年齢を 2 倍にした値が返されます。2 番目の process メソッドは、各区画で呼び出され、年齢が lowAge と highAge 間にあるすべての Person オブジェクトを検出し、その年齢を 2 倍にした値を返します。

```
Session s = grid.getSession();
ObjectMap map = s.getMap("Person");
AgentManager amgr = map.getAgentManager();

DoublePersonAgeAgent agent = new DoublePersonAgeAgent();

// make a list of keys
ArrayList<Person> keyList = new ArrayList<Person>();
Person p = new Person();
p.ssn = "1";
keyList.add(p);
p = new Person ();
p.ssn = "2";
keyList.add(p);

// get the results for those entries
Map<Tuple, Object> = amgr.callMapAgent(agent, keyList);
```

この例は、Person Map への Session および参照を取得するクライアントを示しています。エージェント・オペレーションは、特定の Map に対して実行されます。AgentManager インターフェースはその Map から取得されます。呼び出されるエージェントのインスタンスが作成され、属性を設定することにより、必要な状態がオブジェクトに追加されます。ただし、この例では追加はありません。次に、キーのリストが構成されます。person 1 については 2 倍にした値と、person 2 については同じ値を保持する Map が戻されます。

エージェントがキー・セットに対して呼び出されます。指定したキーを使用して、グリッド内の各区画で、並行してエージェントの process メソッドが呼び出されま

す。Map は、指定のキーに対する結果をマージして戻されます。この例では、person 1 の年齢を 2 倍にした値および person 2 の同様の値を保持する Map が返されます。

キーが存在しない場合でも、エージェントは呼び出されます。この場合、エージェントでマップ・エントリーを作成する機会が与えられます。 EntityAgentMixin を使用する場合、処理するキーはエンティティーではなく、エンティティーに対する実際の Tuple キー値になります。キーが不明の場合、特定の形状の Person オブジェクトを検出するためにすべての区画に問い合わせて、年齢の 2 倍の戻り値を得ることができます。以下に例を示します。

```
Session s = grid.getSession();
  ObjectMap map = s.getMap("Person");
  AgentManager amgr = map.getAgentManager();

  DoublePersonAgeAgent agent = new DoublePersonAgeAgent();
  agent.lowAge = 20;
  agent.highAge = 9999;

  Map m = amgr.callMapAgent(agent);
```

上の例では、 AgentManager が Person Map のために取得され、エージェントは、該当の Person の最小年齢と最大年齢で構成され、初期化されています。次に、callMapAgent メソッドを使用してエージェントが呼び出されます。キーが提供されていないことに注意してください。したがって、ObjectGrid により、グリッド内のすべての区画で並行してエージェントが呼び出され、マージされた結果がクライアントに返されます。最低と最高の間にある年齢のすべての Person オブジェクトがグリッド内で検出され、それらの Person オブジェクトの年齢の 2 倍が計算されます。つまり、特定の照会に適合するエンティティーを検出するためのグリッド API の使用方法を示しています。エージェントは、ObjectGrid により、単にシリアライズされて、必要なエントリーとともに区画へトランスポートされます。結果も同様に、クライアントへのトランスポートのためにシリアライズされます。Map API には注意が必要です。ObjectGrid でテラバイトのオブジェクトをホスティングする場合や、ObjectGrid が多数のサーバーで実行される場合、クライアントを実行する大容量のマシン以外では処理できない可能性があります。小規模のサブセットの処理にのみ使用する必要があります。大規模なサブセットを処理する必要がある場合、削減エージェントを使用して、1 つのクライアントではなく、グリッド内で処理することをお勧めします。

並列削減または集約エージェント

このスタイルのプログラミングでは、エントリーのサブセットが処理され、エントリーのグループに対して単一の結果が計算されます。このような結果の例は、次のとおりです。

- 最小値
- 最大値
- その他のビジネス固有関数

削減エージェントのコーディングおよび呼び出しは、Map エージェントと非常によく似ています。

ReduceGridAgent 呼び出しのフロー

キーのコレクションを使用して AgentManager.callReduceAgent メソッドが呼び出されると、ReduceGridAgent インスタンスがシリアライズされ、各キーで解決されたそれぞれのプライマリー区画に送信されます。すなわち、エージェントに保管されているインスタンス・データは、すべてサーバーに送信できます。したがって、各プライマリー区画は、エージェントのインスタンスを 1 つ保持します。reduce(Sessions, ObjectMap map, Collection keys) メソッドは、インスタンス (区画) ごとに 1 回、区画に解決されるキーのサブセットを指定して呼び出されます。各 reduce メソッドの結果はその後、シリアライズされてクライアントへ返されます。reduceResults メソッドは、各リモートでの reduce 呼び出しから返されたそれぞれの結果のコレクションを使用して、クライアント ReduceGridAgent インスタンスに対して呼び出されます。reduceResults メソッドの結果は、callReduceAgent メソッドの呼び出し元に返されます。

キーのコレクションが指定されずに AgentManager.callReduceAgent メソッドが呼び出されると、ReduceGridAgent インスタンスがシリアライズされ、各プライマリー区画に送信されます。すなわち、エージェントに保管されているインスタンス・データは、すべてサーバーに送信できます。したがって、各プライマリー区画は、エージェントのインスタンスを 1 つ保持します。reduce(Session s, ObjectMap map) メソッドは、インスタンス (区画) ごとに 1 回呼び出されます。各 reduce メソッドの結果はその後、シリアライズされてクライアントへ返されます。reduceResults メソッドは、各リモートでの reduce 呼び出しから返されたそれぞれの結果のコレクションを使用して、クライアント ReduceGridAgent インスタンスに対して呼び出されます。reduceResults メソッドの結果は、callReduceAgent メソッドの呼び出し元に返されます。適合するエントリーの年齢を単純に加算する削減エージェントの例を以下に示します。

```
public class SumAgeReduceAgent implements ReduceGridAgent, EntityAgentMixin
{
  private static final long serialVersionUID = 2521080771723284899L;

  int lowAge;
  int highAge;

  public Object reduce(Session s, ObjectMap map, Collection keyList)
  {
    Iterator<Person> iter = keyList.iterator();
  int sum = 0;
  while (iter.hasNext())
  {
   Person p = iter.next();
   sume += p.age;
  }
  return new Integer(sum);
 }

 public Object reduce(Session s, ObjectMap map)
 {
  EntityManager em = s.getEntityManager ();
  Query q = em.createQuery("select p from Person p where p.age > ?1 and p.age < ?2");
  q.setParameter(1, lowAge);
  q.setParameter(2, highAge);
  Iterator<Person> iter = q.getResultIterator();
  int sum = 0;
  while(iter.hasNext())
  {
   sum += iter.next().age;
  }
  return new Integer(sum);
 }

 public Class getClassForEntity()
 {
  return Person.class;
 }
}
```

上の例はエージェントを示しています。このエージェントには、3 つの重要部分があります。1 番目の部分では、特定のエントリー・セットが照会なしで処理されま

す。単に、エントリーの年齢が繰り返し加算されます。メソッドから合計が返されます。 2 番目の部分では、照会が使用され、集約されるエントリーが選択されます。該当するすべての Person の年齢が合計されます。 3 番目のメソッドは、各区画からの結果を単一の結果に集約するために使用されます。ObjectGrid では、グリッド中のエントリー集約が並行して実行されます。各区画で中間結果が作成されるので、それを他の区画の中間結果と合わせて集約する必要があります。 3 番目のメソッドでこのタスクが実行されます。次の例の場合、エージェントが呼び出され、年齢が 10 歳から 20 歳までの Person のみの年齢が集約されます。

```
Session s = grid.getSession();
  ObjectMap map = s.getMap("Person");
  AgentManager amgr = map.getAgentManager();

  SumAgeReduceAgent agent = new SumAgeReduceAgent();

  Person p = new Person();
  p.ssn = "1";
  ArrayList<Person> list = new ArrayList<Person>();
 list.add(p);
 p = new Person ();
 p.ssn = "2";
 list.add(p);
 Integer v = (Integer)amgr.callReduceAgent(agent, list);
```

エージェントの機能

エージェントは、それが稼働しているローカル断片の内部で、自由に ObjectMap または EntityManager 操作を実行できます。エージェントは Session を受け取り、その Session が表す区画のデータの追加、更新、照会、読み取り、または削除を行うことができます。グリッドからデータを照会するだけのアプリケーションもあるでしょうが、特定の照会に一致するすべての Person の年齢を 1 だけ増やすようなエージェントを作成することもできます。エージェントが呼び出されるときには Session にトランザクションがあり、例外がスローされない限り、エージェントが戻るときにそのトランザクションはコミットされます。

エラー処理

マップ・エージェントが不明なキーで呼び出された場合、返される値は、EntryErrorValue インターフェースを実装するエラー・オブジェクトです。

トランザクション

マップ・エージェントはクライアントから分離したトランザクションで実行されます。エージェントの呼び出しは単一トランザクションにグループ化される場合があります。エージェントが失敗した (例外がスローされた) 場合、トランザクションはロールバックされます。トランザクション内で正常に実行したエージェントがある場合、失敗したエージェントと一緒にそれらのエージェントもロールバックされます。AgentManager は、正常に実行した、ロールバックされたエージェントを、新しいトランザクションで再実行します。

詳しくは、DataGrid API 資料を参照してください。

第 4 章 REST データ・サービスでのデータへのアクセス

REST データ・サービス・プロトコルを使用して操作を実行するアプリケーションを開発します。

REST データ・サービスの操作

eXtreme Scale REST データ・サービスを開始すると、HTTP クライアントを使用して対話ができます。Web ブラウザー、PHP クライアント、Java クライアント、または WCF Data Services クライアントを使用して、サポートされる要求の操作を任意に実行することができます。

REST サービスは、OData プロトコル (OData protocol) の一部である MicrosoftAtom Publishing Protocol: データ・サービス URI およびペイロード拡張 (Microsoft Atom Publishing Protocol: Data Services URI and Payload Extensions) の仕様バージョン 1.0 のサブセットを実装します。 この章では、仕様のどのフィーチャーがサポートされ、どのように eXtreme Scale にマップされるのかについて説明します。

サービス・ルート URI

Microsoft WCF Data Services は通常、データ・ソースごとまたはエンティティー・モデルごとにサービスを定義します。 eXtreme Scale REST データ・サービスは、定義された ObjectGrid ごとにサービスを定義します。eXtreme Scale ObjectGrid クライアント・オーバーライド XML ファイルで定義された各 ObjectGrid は、個別の REST サービス・ルートとして自動的に公開されます。

ルート・サービスの URI は以下のとおりです。

`http://host:port/contextroot/restservice/gridname`

各部の意味は、次のとおりです。

- *contextroot* は、REST データ・サービス・アプリケーションをデプロイする際に定義され、アプリケーション・サーバーに依存する。
- *gridname* は、ObjectGrid の名前である。

要求の種類

以下のリストで、eXtreme Scale REST データ・サービスがサポートする Microsoft WCF Data Services の要求の種類を説明します。WCF Data Services がサポートする各要求の種類について詳しくは、MSDN: Request Types を参照してください。

挿入要求の種類

クライアントは、POST HTTP verb を使用してリソースを挿入できますが、以下の制限があります。

- InsertEntity 要求: サポートされます。
- InsertLink 要求: サポートされます。

- InsertMediaResource 要求: メディア・リソースのサポート制限のためにサポートされません。

追加情報については、MSDN: Insert Request Types を参照してください。

更新要求の種類

クライアントは、PUT verb および MERGE HTTP verb を使用してリソースを更新できますが、以下の制限があります。

- UpdateEntity 要求: サポートされます。
- UpdateComplexType 要求: 複合型制限のためにサポートされません。
- UpdatePrimitiveProperty 要求: サポートされます。
- UpdateValue 要求: サポートされます。
- UpdateLink 要求: サポートされます。
- UpdateMediaResource 要求: メディア・リソースのサポート制限のためにサポートされません。

追加情報については、MSDN: Insert Request Types を参照してください。

削除要求の種類

クライアントは、DELETE HTTP verb を使用してリソースを削除できますが、以下の制限があります。

- DeleteEntity 要求: サポートされます。
- DeleteLink 要求: サポートされます。
- DeleteValue 要求: サポートされます。

追加情報については、MSDN: Delete Request Types を参照してください。

取得要求の種類

クライアントは、GET HTTP verb を使用してリソースを取得できますが、以下の制限があります。

- RetrieveEntitySet 要求: サポートされます。
- RetrieveEntity 要求: サポートされます。
- RetrieveComplexType 要求: 複合型制限のためにサポートされません。
- RetrievePrimitiveProperty 要求: サポートされます。
- RetrieveValue 要求: サポートされます。
- RetrieveServiceMetadata 要求: サポートされます。
- RetrieveServiceDocument 要求: サポートされます。
- RetrieveLink 要求: サポートされます。
- カスタマイズ可能なフィード・マッピングを含む取得要求: サポートされません。
- RetrieveMediaResource: メディア・リソースのサポート制限のためにサポートされません。

追加情報については、MSDN: Retrieve Request Types を参照してください。

システム照会オプション

クライアントがエンティティーの集合、または単一エンティティーを識別できるような照会がサポートされます。 システム照会オプションは、データ・サービス URI で指定され、以下の制限の下でサポートされます。

- $expand: サポートされます。
- $filter: サポートされます。
- $orderby: サポートされます。
- $format: サポートされません。 許容可能な形式は、HTTP Accept 要求ヘッダーで認識されます。
- $skip: サポートされます。
- $top: サポートされます。

追加情報については、MSDN: System Query Options を参照してください。

区画ルーティング

区画ルーティングはルート・エンティティーを基にします。要求 URI のリソース・パスがルート・エンティティーから始まる場合、あるいはルート・エンティティーに直接的または間接的なアソシエーションを持つエンティティーから始まる場合、要求 URI はルート・エンティティーを示します。区画に分割された環境では、ルート・エンティティーを示すことのできない要求はすべて拒否されます。 ルート・エンティティーを示す要求はいずれも正しい区画に経路指定されます。

アソシエーションおよびルート・エンティティーを使ったスキーマの定義に関する追加情報は、eXtreme Scale のスケーラブル・データ・モデル および区画化 を参照してください。

呼び出し要求

呼び出し要求はサポートされません。追加情報については、MSDN: Invoke Request を参照してください。

バッチ要求

クライアントは、単一の要求内で複数の変更設定または照会操作をバッチ処理することができます。これによって、サーバーへの往復回数は減り、単一トランザクションに関与する複数の要求が可能になります。追加情報については、MSDN: Batch Request を参照してください。

トンネル要求

トンネル要求はサポートされません。追加情報については、MSDN: Tunneled Requests を参照してください。

REST データ・サービスの要求プロトコル

一般的に、REST サービスと対話するためのプロトコルは、WCF Data Services AtomPub プロトコルで説明したプロトコルと同じです。ただし、eXtreme Scale は、eXtreme Scale エンティティー・モデルの観点から、さらに詳細な情報を提供します。このセクションを読むには、ユーザーは、WCF Data Services プロトコルを

熟知している必要があります。または、WCF Data Services プロトコルのセクションを参照しながらこのセクションを読むこともできます。

要求および応答について説明するために例を示しています。これらの例は、eXtreme Scale REST データ・サービスと WCF Data Services の両方に適用されます。Web ブラウザーではデータを取得することしかできないため、CUD (作成、更新、および削除) 操作は、Java、JavaScript™、RUBY、PHP などの別のクライアントで実行する必要があります。

REST データ・サービスでの取得要求

RetrieveEntity 要求を使用して、クライアントで eXtreme Scale エンティティーを取得できます。応答ペイロードには、AtomPub または JSON フォーマットのエンティティー・データが含まれます。また、システム・オペレーター $expand を使用して、関係を拡張できます。関係は、Atom Feed Document (対多関係) または Atom Entry Document (対 1 関係) として、データ・サービスの応答内に線で表されます。

ヒント: WCF Data Services で定義されている RetrieveEntity プロトコルの詳細については、MSDN: RetrieveEntity Request を参照してください。

エンティティーの取得

以下の RetrieveEntity の例では、キーで Customer エンティティーを取得します。

AtomPub

- メソッド

  GET
- 要求 URI:

  http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('ACME')
- 要求ヘッダー:

  Accept: application/atom+xml
- 要求ペイロード:

  なし
- 応答ヘッダー:

  Content-Type: application/atom+xml
- 応答ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<entry xml:base = "http://localhost:8080/wxsrestservice/
restservice" xmlns:d= "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/
08/dataservices" xmlns:m = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/
08/dataservices/metadata" xmlns = "http://www.w3.org/2005/Atom">

<category term = "NorthwindGridModel.Customer" scheme = "http://
schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme"/>
<id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer('ACME')</id>
    <title type = "text"/>
```

```
    <updated>2009-12-16T19:52:10.593Z</updated>
    <author>
        <name/>
    </author>
    <link rel = "edit" title = "Customer" href = "Customer(
     'ACME')"/>
    <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
     dataservices/related/
orders" type = "application/atom+xml;type=feed" title =
  "orders" href ="Customer('ACME')/orders"/>
    <content type = "application/xml">
        <m:properties>
            <d:customerId>ACME</d:customerId>
            <d:city m:null = "true"/>
            <d:companyName>RoaderRunner</d:companyName>
            <d:contactName>ACME</d:contactName>
            <d:country m:null = "true"/>
            <d:version m:type = "Edm.Int32">3</d:version>
        </m:properties>
    </content>
</entry>
```

- 応答コード:

  200 OK

JSON

- メソッド

  GET

- 要求 URI:

  http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('ACME')

- 要求ヘッダー:

  Accept: application/json

- 要求ペイロード:

  なし

- 応答ヘッダー:

  Content-Type: application/json

- 応答ペイロード:

```
{"d":{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
   restservice/NorthwindGrid/Customer('ACME')",
   "type":"NorthwindGridModel.Customer"},
   "customerId":"ACME",
   "city":null,
   "companyName":"RoaderRunner",
   "contactName":"ACME",
   "country":null,
   "version":3,
   "orders":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
      wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer('ACME')/orders"}}}}
```

- 応答コード:

  200 OK

照会

RetrieveEntitySet 要求または RetrieveEntity 要求で照会を使用することもできます。照会は、$filter システム・オペレーターで指定します。

$filter オペレーターの詳細については、MSDN: Filter System Query Option ($filter) を参照してください。

OData プロトコルは、いくつかの一般的な式をサポートします。 eXtreme Scale REST データ・サービスは、仕様で定義されている式の以下のサブセットをサポートします。

- ブール式:
  - eq、ne、lt、le、gt、ge
  - 否定
  - not
  - 括弧
  - and、or
- 演算式:
  - add
  - sub
  - mul
  - div
- プリミティブ・リテラル
  - String
  - date-time
  - decimal
  - single
  - double
  - int16
  - int32
  - int64
  - binary
  - null
  - byte

以下の式は、使用できません。

- ブール式:
  - isof
  - cast
- メソッド呼び出し式
- 演算式:
  - mod
- プリミティブ・リテラル:

– Guid
- メンバー式

Microsoft WCF Data Services で使用可能な式の完全なリストおよび説明については、セクション 2.2.3.6.1.1 (Common Expression Syntax) を参照してください。

以下の例では、照会を使用した RetrieveEntity 要求を示します。この例では、契約名が「RoadRunner」であるすべての Customer が取得されます。応答ペイロードに示すように、このフィルターに一致する唯一の Customer は Customer('ACME') です。

制約事項: この照会は、非区画化エンティティーでのみ機能します。 Customer が区画化されている場合は、Customer に属するキーが取得されます。

AtomPub

- メソッド: GET
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer?$filter=contactName eq 'RoadRunner'
- 要求ヘッダー: Accept: application/atom+xml
- 入力ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: application/atom+xml
- 応答ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<feed
 xml:base="http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice"
 xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
   dataservices"
 xmlns:m="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
   dataservices/metadata"
 xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
 <title type="text">Customer</title>
 <id>  http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer </id>
 <updated>2009-09-16T04:59:28.656Z</updated>
 <link rel="self" title="Customer" href="Customer" />
 <entry>
  <category term="NorthwindGridModel.Customer"
   scheme="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
   dataservices/scheme" />
  <id>
http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
  Customer('ACME')</id>
  <title type="text" />
  <updated>2009-09-16T04:59:28.656Z</updated>
  <author>
   <name />
  </author>
  <link rel="edit" title="Customer" href="Customer('ACME')" />
  <link
   rel="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/
      related/orders"
   type="application/atom+xml;type=feed" title="orders"
   href="Customer('ACME')/orders" />
  <content type="application/xml">
     <m:properties>
            <d:customerId>ACME</d:customerId>
            <d:city m:null = "true"/>
            <d:companyName>RoaderRunner</d:companyName>
```

```
            <d:contactName>ACME</d:contactName>
            <d:country m:null = "true"/>
            <d:version m:type = "Edm.Int32">3</d:version>
          </m:properties>
    </content>
   </entry>
  </feed>
```

- 応答コード: 200 OK

JSON

- メソッド: GET
- 要求 URI:

  http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer?$filter=contactName eq 'RoadRunner'
- 要求ヘッダー: Accept: application/json
- 要求ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: application/json
- 応答ペイロード:

```
{"d":[{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
   restservice/NorthwindGrid/Customer('ACME')",
   "type":"NorthwindGridModel.Customer"},
   "customerId":"ACME",
   "city":null,
   "companyName":"RoaderRunner",
   "contactName":"ACME",
   "country":null,
   "version":3,
   "orders":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
     wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
     Customer('ACME')/orders"}}}]}
```

- 応答コード: 200 OK

$expand システム・オペレーター

$expand システム・オペレーターを使用して、アソシエーションを拡張できます。データ・サービス応答内で、アソシエーションは線で表されます。多値 (対多) アソシエーションは、Atom Feed Document または JSON 配列として表されます。単一値 (対 1) アソシエーションは、Atom Entry Document または JSON オブジェクトとして表されます。

$expand システム・オペレーターの詳細については、Expand System Query Option ($expand) を参照してください。

ここでは、$expand システム・オペレーターの使用例を示します。この例では、5000、5001、およびその他の Order が関連付けられているエンティティー Customer('IBM') を取得します。 $expand 節は「orders」に設定され、応答ペイロード内で、オーダー・コレクションはインラインで拡張されます。この例では、5000 および 5001 の Order のみが表示されます。

AtomPub

- メソッド: GET

- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer ('IBM')?$expand=orders
- 要求ヘッダー: Accept: application/atom+xml
- 要求ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: application/atom+xml
- 応答ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<entry xml:base = "http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice"
   xmlns:d ="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices"
   xmlns:m = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/
   metadata" xmlns = "http://www.w3.org/2005/Atom">
<category term = "NorthwindGridModel.Customer" scheme = "http://schemas.

microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme"/>
    <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
    Customer('IBM')</id>
    <title type = "text"/>
    <updated>2009-12-16T22:50:18.156Z</updated>
    <author>
        <name/>
    </author><link rel = "edit" title = "Customer" href =
    "Customer('IBM')"/>
    <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/
    related/orders" type = "application/atom+xml;type=feed" title =
    "orders" href = "Customer('IBM')/orders">
        <m:inline>
            <feed>
                <title type = "text">orders</title>
                <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
             NorthwindGrid/Customer('IBM')/orders</id>
                <updated>2009-12-16T22:50:18.156Z</updated>
                <link rel = "self" title = "orders" href = "Customer
             ('IBM')/orders"/>
                <entry>
                    <category term = "NorthwindGridModel.Order" scheme =
              "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
              dataservices/scheme"/>
                    <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
             NorthwindGrid/Order(orderId=5000,customer_customerId=
               'IBM')</id>
                    <title type = "text"/>
                    <updated>2009-12-16T22:50:18.156Z</updated>
                    <author>
                        <name/>
                    </author>
                    <link rel = "edit" title = "Order" href =
             "Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')"/>
                    <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
             dataservices/related/customer" type = "application/
             atom+xml;type=entry" title ="customer" href =
             "Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/customer"/>
                    <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
             dataservices/related/orderDetails" type = "application/
              atom+xml;type=feed" title ="orderDetails" href =
              "Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/orderDetails"/>
                    <content type = "application/xml">
                        <m:properties>
                            <d:orderId m:type = "Edm.Int32">5000</d:orderId>
                            <d:customer_customerId>IBM</d:customer_customerId>
                            <d:orderDate m:type = "Edm.DateTime">
                  2009-12-16T19:46:29.562</d:orderDate>
                            <d:shipCity>Rochester</d:shipCity>
                            <d:shipCountry m:null = "true"/>
```

```
                            <d:version m:type = "Edm.Int32">0</d:version>
                        </m:properties>
                    </content>
                </entry>
                <entry>
                    <category term = "NorthwindGridModel.Order" scheme =
             "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
             dataservices/scheme"/>
                    <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
            NorthwindGrid/Order(orderId=5001,customer_customerId=
            'IBM')</id>
                    <title type = "text"/>
                    <updated>2009-12-16T22:50:18.156Z</updated>
                    <author>
                        <name/></author>
                    <link rel = "edit" title = "Order" href = "Order(
orderId=5001,customer_customerId='IBM')"/>
                    <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/
             08/dataservices/related/customer" type =
             "application/atom+xml;type=entry" title =
             "customer" href = "Order(orderId=5001,customer_customerId=
             'IBM')/customer"/>
                    <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
              dataservices/related/orderDetails" type =
              "application/atom+xml;type=feed" title =
              "orderDetails" href = "Order(orderId=5001,
              customer_customerId='IBM')/orderDetails"/>
                    <content type = "application/xml">
                        <m:properties>
                            <d:orderId m:type = "Edm.Int32">5001</d:orderId>
                            <d:customer_customerId>IBM</d:customer_customerId>
                            <d:orderDate m:type = "Edm.DateTime">2009-12-16T19:
                50:11.125</d:orderDate>
                            <d:shipCity>Rochester</d:shipCity>
                            <d:shipCountry m:null = "true"/>
                            <d:version m:type = "Edm.Int32">0</d:version>
                        </m:properties>
                    </content>
                </entry>
            </feed>
        </m:inline>
    </link>
    <content type = "application/xml">
        <m:properties>
            <d:customerId>IBM</d:customerId>
            <d:city m:null = "true"/>
            <d:companyName>IBM Corporation</d:companyName>
            <d:contactName>John Doe</d:contactName>
            <d:country m:null = "true"/>
            <d:version m:type = "Edm.Int32">4</d:version>
        </m:properties>
    </content>
</entry>
```

- 応答コード: 200 OK

JSON

- メソッド: GET
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer ('IBM')?$expand=orders
- 要求ヘッダー: Accept: application/json
- 要求ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: application/json

- 応答ペイロード:

```
{"d":{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
   restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')",
 "type":"NorthwindGridModel.Customer"},
"customerId":"IBM",
"city":null,
"companyName":"IBM Corporation",
"contactName":"John Doe",
"country":null,
"version":4,
"orders":[{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/
    wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(
    orderId=5000,customer_customerId='IBM')",
"type":"NorthwindGridModel.Order"},
"orderId":5000,
"customer_customerId":"IBM",
"orderDate":"¥/Date(1260992789562)¥/",
"shipCity":"Rochester",
"shipCountry":null,
"version":0,
"customer":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(
   orderId=5000,customer_customerId='IBM')/customer"}},
"orderDetails":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:
     8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
     Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/
     orderDetails"}}},
{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
     restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=5001,
     customer_customerId='IBM')","type":
     "NorthwindGridModel.Order"},
"orderId":5001,
"customer_customerId":"IBM",
"orderDate":"¥/Date(1260993011125)¥/",
"shipCity":"Rochester",
"shipCountry":null,
"version":0,
"customer":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:
   8080/wxsrestservice/restservice/
NorthwindGrid/Order(orderId=5001,customer_customerId
   ='IBM')/customer"}},
"orderDetails":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(
   orderId=5001, customer_customerId='IBM')/
   orderDetails"}}}]}}
```

- 応答コード: 200 OK

REST データ・サービスでの非エンティティーの取得

REST データ・サービスでは、エンティティー・コレクションやプロパティーなど、エンティティー以外のものも取得できます。

エンティティー・コレクションの取得

RetrieveEntitySet 要求を使用して、クライアントで eXtreme Scale エンティティーのセットを取得できます。エンティティーは、応答ペイロードで、Atom Feed Document または JSON 配列として表されます。 WCF Data Services で定義されている RetrieveEntitySet プロトコルの詳細については、MSDN: RetrieveEntitySet Request を参照してください。

以下の RetrieveEntitySet 要求の例では、Customer('IBM') エンティティーに関連付けられたすべての Order エンティティーを取得します。この例では、5000 および 5001 の Order のみが表示されます。

AtomPub

- メソッド: GET
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/orders
- 要求ヘッダー: Accept: application/atom+xml
- 要求ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: application/atom+xml
- 応答ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<feed xml:base = "http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice"
   xmlns:d = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices"
   xmlns:m = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/
   metadata" xmlns = "http://www.w3.org/2005/Atom">
    <title type = "text">Order</title>
    <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
     Order</id>
    <updated>2009-12-16T22:53:09.062Z</updated>
    <link rel = "self" title = "Order" href = "Order"/>
    <entry>
        <category term = "NorthwindGridModel.Order" scheme = "http://
      schemas.microsoft.com/
      ado/2007/08/dataservices/scheme"/>
        <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
      NorthwindGrid/Order(orderId=5000,customer_customerId=
      'IBM')</id>
        <title type = "text"/>
        <updated>2009-12-16T22:53:09.062Z</updated>
        <author>
            <name/>
        </author>
        <link rel = "edit" title = "Order" href = "Order(orderId=5000,
      customer_customerId='IBM')"/>
        <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
      dataservices/related/customer"
      type = "application/atom+xml;type=entry"
      title = "customer" href = "Order(orderId=5000,
      customer_customerId='IBM')/customer"/>
        <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
      dataservices/related/orderDetails"
      type = "application/atom+xml;type=feed"
      title = "orderDetails" href = "Order(orderId=5000,
         customer_customerId='IBM')/
        orderDetails"/>
        <content type = "application/xml">
            <m:properties>
                <d:orderId m:type = "Edm.Int32">5000</d:orderId>
                <d:customer_customerId>IBM</d:customer_customerId>
                <d:orderDate m:type = "Edm.DateTime">2009-12-16T19:
          46:29.562</d:orderDate>
                <d:shipCity>Rochester</d:shipCity>
                <d:shipCountry m:null = "true"/>
                <d:version m:type = "Edm.Int32">0</d:version>
            </m:properties>
        </content>
    </entry>
    <entry>
        <category term = "NorthwindGridModel.Order" scheme = "http://
```

```
      schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme"/>
        <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
      NorthwindGrid/Order(orderId=5001, customer_customerId='IBM')
    </id>
        <title type = "text"/>
        <updated>2009-12-16T22:53:09.062Z</updated>
        <author>
            <name/>
        </author>
        <link rel = "edit" title = "Order" href = "Order(orderId=5001,
       customer_customerId='IBM')"/>
        <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
       dataservices/related/customer"
       type = "application/atom+xml;type=entry"
       title = "customer" href = "Order(orderId=5001,
         customer_customerId='IBM')/customer"/>
        <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/
         dataservices/related/orderDetails"
       type = "application/atom+xml;type=feed"
       title = "orderDetails" href = "Order(orderId=5001,
         customer_customerId='IBM')/orderDetails"/>
        <content type = "application/xml">
            <m:properties>
                <d:orderId m:type = "Edm.Int32">5001</d:orderId>
                <d:customer_customerId>IBM</d:customer_customerId>
                <d:orderDate m:type = "Edm.DateTime">2009-12-16T19:50:
          11.125</d:orderDate>
                <d:shipCity>Rochester</d:shipCity>
                <d:shipCountry m:null = "true"/>
                <d:version m:type = "Edm.Int32">0</d:version>
            </m:properties>
        </content>
    </entry>
</feed>
```

- 応答コード: 200 OK

JSON

- メソッド: GET
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/orders
- 要求ヘッダー: Accept: application/json
- 要求ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: application/json
- 応答ペイロード:

```
{"d":[{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
   restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=5000,
   customer_customerId='IBM')",
"type":"NorthwindGridModel.Order"},
"orderId":5000,
"customer_customerId":"IBM",
"orderDate":"¥/Date(1260992789562)¥/",
"shipCity":"Rochester",
"shipCountry":null,
"version":0,
"customer":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=
   5000,customer_customerId='IBM')/customer"}},
"orderDetails":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=
   5000,customer_customerId='IBM')/orderDetails"}}},
{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/
```

```
      restservice/NorthwindGrid/
    Order(orderId=5001,
    customer_customerId='IBM')",
"type":"NorthwindGridModel.Order"},
"orderId":5001,
"customer_customerId":"IBM",
"orderDate":"¥/Date(1260993011125)¥/",
"shipCity":"Rochester",
"shipCountry":null,
"version":0,
"customer":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=
   5001,customer_customerId='IBM')/customer"}},
"orderDetails":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/
   wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=
   5001,customer_customerId='IBM')/orderDetails"}}}]}
```

- 応答コード: 200 OK

プロパティーの取得

RetrievePrimitiveProperty 要求を使用して、eXtreme Scale エンティティー・インスタンスのプロパティーの値を取得できます。応答ペイロードで、プロパティーの値は、AtomPub 要求の場合は XML フォーマットとして、JSON 要求の場合は JSON オブジェクトとして表されます。 RetrievePrimitiveProperty 要求の詳細については、MSDN: RetrievePrimitiveProperty Request を参照してください。

以下の RetrievePrimitiveProperty 要求の例では、Customer('IBM') エンティティーの contactName プロパティーを取得します。

AtomPub

- メソッド: GET
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/contactName
- 要求ヘッダー: Accept: application/xml
- 要求ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: application/atom+xml
- 応答ペイロード:

```
<contactName xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices">
    John Doe
</contactName>
```

- 応答コード: 200 OK

JSON

- メソッド: GET
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/contactName
- 要求ヘッダー: Accept: application/json
- 要求ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: application/json
- 応答ペイロード: `{"d":{"contactName":"John Doe"}}`
- 応答コード: 200 OK

プロパティーの値の取得

RetrieveValue 要求を使用して、eXtreme Scale エンティティー・インスタンスのプロパティーの未加工値を取得できます。応答ペイロードで、プロパティーの値は、未加工値として表されます。エンティティー型が以下のいずれかの場合、応答のメディア・タイプは「text/plain」です。それ以外の場合は、応答のメディア・タイプは「application/octet-stream」です。以下に型をリストします。

- Java プリミティブ型およびそれぞれのラッパー
- java.lang.String
- byte[]
- Byte[]
- char[]
- Character[]
- enums
- java.math.BigInteger
- java.math.BigDecimal
- java.util.Date
- java.util.Calendar
- java.sql.Date
- java.sql.Time
- java.sql.Timestamp

RetrieveValue 要求の詳細については、MSDN: RetrieveValue Request を参照してください。

以下の RetrieveValue 要求の例では、Customer('IBM') エンティティーの contactName プロパティーの未加工値を取得します。

- 要求メソッド: GET
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/contactName/$value
- 要求ヘッダー: Accept: text/plain
- 要求ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: text/plain
- 応答ペイロード: John Doe
- 応答コード: 200 OK

リンクの取得

RetrieveLink 要求を使用して、対 1 アソシエーションまたは対多アソシエーションを表すリンクを取得できます。対 1 アソシエーションの場合、リンクはある eXtreme Scale エンティティー・インスタンスから別のエンティティー・インスタンスに張られ、そのリンクは応答ペイロードで表されます。対多アソシエーションの場合、リンクはある eXtreme Scale エンティティー・インスタンスから、指定した eXtreme Scale エンティティー・コレクション内の他のすべてのエンティティー・イ

ンスタンスに張られ、応答は応答ペイロードでリンクのセットとして表されます。RetrieveLink 要求の詳細については、MSDN: RetrieveLink Request を参照してください。

以下に、RetrieveLink 要求の例を示します。この例では、エンティティー Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM') とその Customer 間のアソシエーションを取得します。応答では、Customer エンティティー URI が示されます。

AtomPub

- メソッド: GET
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/$links/customer
- 要求ヘッダー: Accept: application/xml
- 要求ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: application/xml
- 応答ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<uri>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer('IBM')</uri>
```

- 応答コード: 200 OK

JSON

- メソッド: GET
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/$links/customer
- 要求ヘッダー: Accept: application/json
- 要求ペイロード: なし
- 応答ヘッダー: Content-Type: application/json
- 応答ペイロード: {"d":{"uri":"http:¥/¥/localhost:8080¥/wxsrestservice¥/restservice¥/NorthwindGrid¥/Customer('IBM')"}}

サービス・メタデータの取得

RetrieveServiceMetadata 要求を使用して、概念スキーマ定義言語 (CSDL) 文書を取得できます。この文書には、eXtreme Scale REST データ・サービスに関連したデータ・モデルが記述されています。RetrieveServiceMetadata 要求の詳細については、MSDN: RetrieveServiceMetadata Request を参照してください。

サービス文書の取得

RetrieveServiceDocument 要求を使用して、eXtreme Scale REST データ・サービスによって公開されたリソースのコレクションが記述されたサービス文書を取得できます。RetrieveServiceDocument 要求の詳細については、MSDN: RetrieveServiceDocument Request を参照してください。

REST データ・サービスでの挿入要求

InsertEntity 要求を使用して、新しい関連エンティティーが含まれている可能性がある新しい eXtreme Scale エンティティー・インスタンスを eXtreme Scale REST データ・サービスに挿入できます。

エンティティー挿入要求

InsertEntity 要求を使用して、新しい関連エンティティーが含まれている可能性がある新しい eXtreme Scale エンティティー・インスタンスを eXtreme Scale REST データ・サービスに挿入できます。エンティティーの挿入時に、クライアントは、リソースまたはエンティティーをデータ・サービス内の既存の他のエンティティーに自動的にリンクする必要があるかどうかを指定できます。

クライアントは、関連した関係の表現で、必要なバインディング情報を要求ペイロードに含める必要があります。

新しい EntityType インスタンス (E1) の挿入のサポートに加えて、 InsertEntity 要求によって、(エンティティー関係で記述された) E1 に関連した新しいエンティティーを単一の要求で挿入することもできます。例えば、Customer('IBM') を挿入する際に、Customer('IBM') に関するすべての Order を挿入できます。この形式の InsertEntity 要求は、*ディープ挿入* とも呼ばれます。ディープ挿入の場合、関連したエンティティーは、(挿入する) 関連したエンティティーへのリンクを識別する、E1 に関連した関係のインライン表現を使用して表す必要があります。

挿入するエンティティーのプロパティーは、要求ペイロードで指定されます。プロパティーは、REST データ・サービスで構文解析されてから、エンティティー・インスタンスの対応するプロパティーに設定されます。 AtomPub フォーマットの場合、プロパティーは <d:PROPERTY_NAME> XML エレメントとして指定されます。 JSON の場合、プロパティーは JSON オブジェクトのプロパティーとして指定されます。

要求ペイロード内にプロパティーが存在しない場合には、 REST データ・サービスは、エンティティー・プロパティー値を Java のデフォルト値に設定します。ただし、データベース・バックエンドは、例えばデータベース内で列がヌル可能ではない場合などに、そのようなデフォルト値を拒否する可能性があります。その場合、500 応答コードが返されて、Internal Server Error が示されます。

ペイロード内に重複プロパティーが指定されている場合には、最後のプロパティーが使用されます。同じプロパティー名のそれより前のすべての値は、REST データ・サービスによって無視されます。

存在しないプロパティーがペイロードに含まれている場合には、 REST データ・サービスは 400 (Bad Request) 応答コードを返し、クライアントによって送信された要求の構文が正しくないことが示されます。

キー・プロパティーが存在しない場合には、 REST データ・サービスは 400 (Bad Request) 応答コードを返し、存在しないキー・プロパティーが示されます。

存在しないキーが含まれた関連エンティティーへのリンクがペイロードに含まれている場合には、 REST データ・サービスは 404 (Not Found) 応答コードを返し、リンクされたエンティティーが見つからないことが示されます。

アソシエーション名が正しくない関連エンティティーへのリンクがペイロードに含まれている場合には、 REST データ・サービスは 400 (Bad Request) 応答コードを返して、リンクが見つからないことが示されます。

対 1 関係への複数のリンクがペイロードに含まれている場合には、最後のリンクが使用されます。同じアソシエーションのそれより前のすべてのリンクは無視されます。

InsertEntity 要求の詳細については、MSDN Library: InsertEntity Request を参照してください。

InsertEntity 要求は、キー「IBM」の Customer エンティティーを挿入します。

AtomPub

- メソッド: POST
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer ('IBM')
- 要求ヘッダー: Accept: application/atom+xml Content-Type: application/atom+xml
- 要求ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<entry xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices"
 xmlns:m="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/metadata"
 xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
 <category term="NorthwindGridModel.Customer"
  scheme="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme" />
<content type="application/xml">
  <m:properties>
   <d:customerId>Rational</d:customerId>
   <d:city>Rochester</d:city>
   <d:companyName>Rational</d:companyName>
   <d:contactName>John Doe</d:contactName>
   <d:country>USA</d:country>
  </m:properties>
 </content>
</entry>
```

- 応答ヘッダー: Content-Type: application/atom+xml
- 応答ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<entry xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices"
 xmlns:m="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/metadata"
 xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
 <category term="NorthwindGridModel.Customer"
  scheme="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme" />
<content type="application/xml">
  <m:properties>
   <d:customerId>Rational</d:customerId>
   <d:city>Rochester</d:city>
   <d:companyName>Rational</d:companyName>
   <d:contactName>John Doe</d:contactName>
   <d:country>USA</d:country>
  </m:properties>
 </content>
```

```
</entry>
応答ヘッダー:
Content-Type: application/atom+xml
応答ペイロード:
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<entry xml:base = "http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice" xmlns:d =
   "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices" xmlns:m =
     "http://schemas.microsoft.com/
   ado/2007/08/dataservices/metadata" xmlns = "http://www.w3.org/2005/Atom">
    <category term = "NorthwindGridModel.Customer" scheme = "http://schemas.
     microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme"/>
    <id>http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/
     Customer('Rational')</id>
    <title type = "text"/>
    <updated>2009-12-16T23:25:50.875Z</updated>
    <author>
        <name/>
    </author>
    <link rel = "edit" title = "Customer" href = "Customer('Rational')"/>
    <link rel = "http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/related/
    orders" type = "application/atom+xml;type=feed"
    title = "orders" href = "Customer('Rational')/orders"/>
    <content type = "application/xml">
        <m:properties>
            <d:customerId>Rational</d:customerId>
            <d:city>Rochester</d:city>
            <d:companyName>Rational</d:companyName>
            <d:contactName>John Doe</d:contactName>
            <d:country>USA</d:country>
            <d:version m:type = "Edm.Int32">0</d:version>
        </m:properties>
    </content>
</entry>
```

- 応答コード: 201 Created

JSON

- メソッド: POST
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer
- 要求ヘッダー: Accept: application/json Content-Type: application/json
- 要求ペイロード:

```
{"customerId":"Rational",
"city":null,
"companyName":"Rational",
"contactName":"John Doe",
"country": "USA",}
```

- 応答ヘッダー: Content-Type: application/json
- 応答ペイロード:

```
{"d":{"__metadata":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer('Rational')",
"type":"NorthwindGridModel.Customer"},
"customerId":"Rational",
"city":null,
"companyName":"Rational",
"contactName":"John Doe",
"country":"USA",
"version":0,
"orders":{"__deferred":{"uri":"http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/
   NorthwindGrid/Customer('Rational')/orders"}}}}
```

- 応答コード: 201 Created

リンク挿入要求

InsertLink 要求を使用して、2 つの eXtreme Scale エンティティー・インスタンス間に新しいリンクを作成できます。要求の URI は、eXtreme Scale の対多アソシエーションに解決される必要があります。要求のペイロードには、対多アソシエーション・ターゲット・エンティティーを指す単一のリンクが含まれます。

InsertLink 要求の URI が対 1 アソシエーションを表す場合には、 REST データ・サービスは 400 (Bad request) 応答を返します。

InsertLink 要求の URI が、存在しないアソシエーションを指す場合には、 REST データ・サービスは 404 (Not Found) 応答を返し、リンクが見つからないことが示されます。

存在しないキーが存在するリンクがペイロードに含まれている場合には、 REST データ・サービスは 404 (Not Found) 応答を返し、リンクされたエンティティーが見つからないことが示されます。

ペイロードに複数のリンクが含まれている場合には、eXtreme Scale REST データ・サービスは最初のリンクを構文解析します。残りのリンクは無視されます。

InsertLink 要求の詳細については、MSDN Library: InsertLink Request を参照してください。

以下の InsertLink 要求の例では、Customer('IBM') から Order (orderId=5000,customer_customerId='IBM') へのリンクを作成します。

AtomPub

- メソッド: POST
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/$link/orders
- 要求ヘッダー: Content-Type: application/xml
- 要求ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<uri>http://host:1000/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=
   5000,customer_customerId='IBM')</uri>
```

- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

JSON

- メソッド: POST
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/$links/orders
- 要求ヘッダー: Content-Type: application/json
- 要求ペイロード:

```
{"uri": "http://host:1000/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId
    =5000,customer_customerId='IBM')"}
```

- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

REST データ・サービスでの更新要求

WebSphere eXtreme Scale REST データ・サービスは、エンティティー、エンティティー・プリミティブ・プロパティーなどの更新要求をサポートします。

エンティティーの更新

UpdateEntity 要求を使用して、既存の eXtreme Scale エンティティーを更新できます。クライアントは、HTTP PUT メソッドを使用して既存の eXtreme Scale エンティティーを置き換えたり、HTTP MERGE メソッドを使用して変更を既存の eXtreme Scale エンティティーにマージしたりすることができます。

エンティティーの更新時に、クライアントは、(更新に加えて) エンティティーを、単一値 (対 1) アソシエーションで関係したデータ・サービス内の他の既存エンティティーに自動的にリンクするかどうかを指定できます。

更新するエンティティーのプロパティーは、要求ペイロード内に含まれます。プロパティーは、REST データ・サービスで構文解析されてから、エンティティーの対応するプロパティーに設定されます。 AtomPub フォーマットの場合、プロパティーは <d:PROPERTY_NAME> XML エレメントとして指定されます。 JSON の場合、プロパティーは JSON オブジェクトのプロパティーとして指定されます。

要求ペイロード内にプロパティーが存在しない場合には、 REST データ・サービスは、エンティティー・プロパティー値を、HTTP PUT メソッドの Java デフォルト値に設定します。ただし、データベース・バックエンドは、例えばデータベース内で列がヌル可能ではない場合などに、そのようなデフォルト値を拒否する可能性があります。その場合、500 (Internal Server Error) 応答コードが返されて、Internal Server Error が示されます。 HTTP MERGE 要求ペイロード内にプロパティーが存在しない場合は、REST データ・サービスは既存のプロパティー値を変更しません。

ペイロード内に重複プロパティーが指定されている場合には、最後のプロパティーが使用されます。同じプロパティー名のそれより前のすべての値は、REST データ・サービスによって無視されます。

存在しないプロパティーがペイロードに含まれている場合には、 REST データ・サービスは 400 (Bad Request) 応答コードを返し、クライアントによって送信された要求の構文が正しくないことが示されます。

リソースのシリアライゼーションの一部として、更新要求のペイロードにエンティティーのキー・プロパティーが含まれている場合には、エンティティー・キーは不変であるため、REST データ・サービスはそのキー値を無視します。

UpdateEntity 要求の詳細については、MSDN Library: UpdateEntity Request を参照してください。

以下の例の UpdateEntity 要求は、Customer('IBM') の都市名を「Raleigh」に更新します。

AtomPub

- メソッド: PUT

- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer ('IBM')
- 要求ヘッダー: Content-Type: application/atom+xml
- 要求ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<entry xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices"
 xmlns:m="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/metadata"
 xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
 <category term="NorthwindGridModel.Customer"
  scheme="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices/scheme" />
 <title />
 <updated>2009-07-28T21:17:50.609Z</updated>
 <author>
  <name />
 </author>
 <id />
 <content type="application/xml">
  <m:properties>
   <d:customerId>IBM</d:customerId>
   <d:city>Raleigh</d:city>
   <d:companyName>IBM Corporation</d:companyName>
   <d:contactName>Big Blue</d:contactName>
   <d:country>USA</d:country>
  </m:properties>
 </content>
</entry>
```

- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

JSON

- メソッド: PUT
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer ('IBM')
- 要求ヘッダー: Content-Type: application/json
- 要求ペイロード:

```
{"customerId":"IBM",
"city":"Raleigh",
"companyName":"IBM Corporation",
"contactName":"Big Blue",
"country":"USA",}
```

- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

エンティティー・プリミティブ・プロパティーの更新

UpdatePrimitiveProperty 要求で、eXtreme Scale エンティティーのプロパティー値を更新できます。更新するプロパティーおよび値は、要求ペイロードに入れます。eXtreme Scale ではクライアントはエンティティー・キーを変更できないため、プロパティーをキー・プロパティーにすることはできません。

UpdatePrimitiveProperty 要求の詳細については、MSDN Library: UpdatePrimitiveProperty Request を参照してください。

以下に、UpdatePrimitiveProperty 要求の例を示します。この例では、Customer('IBM') の都市名を「Raleigh」に更新します。

AtomPub

- メソッド: PUT
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer ('IBM')/city
- 要求ヘッダー: Content-Type: application/xml
- 要求ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<city xmlns:d="http://schemas.microsoft.com/ado/2007/08/dataservices">
 Raleigh
</city>
```

- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

JSON

- メソッド: PUT
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer ('IBM')/city
- 要求ヘッダー: Content-Type: application/json
- 要求ペイロード: {"city":"Raleigh"}
- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

エンティティー・プリミティブ・プロパティー値の更新

UpdateValue 要求で、eXtreme Scale エンティティーの未加工プロパティー値を更新できます。更新する値は、要求ペイロードで未加工値として表します。 eXtreme Scale ではクライアントはエンティティー・キーを変更できないため、プロパティーをキー・プロパティーにすることはできません。

要求のコンテンツ・タイプは、プロパティー・タイプに応じて、「text/plain」または「application/octet-stream」にすることができます。詳細については、セクション 6.3.1.4 を参照してください。

UpdateValue 要求の詳細については、MSDN Library: UpdateValue Request を参照してください。

以下に、UpdateValue 要求の例を示します。この例では、Customer('IBM') の都市名を「Raleigh」に更新します。

- メソッド: PUT
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer ('IBM')/city/$value
- 要求ヘッダー: Content-Type: text/plain
- 要求ペイロード: Raleigh
- 応答ペイロード: なし

- 応答コード: 204 No Content

リンクの更新

UpdateLink 要求を使用して、2 つの eXtreme Scale エンティティー・インスタンス間にアソシエーションを設定できます。アソシエーションは、単一値 (対 1) 関係または多値 (対多) 関係にすることができます。

2 つの eXtreme Scale エンティティー・インスタンス間のリンクを更新することで、アソシエーションを設定できるだけではなく、アソシエーションを削除することもできます。例えば、クライアントが Order (orderId=5000,customer_customerId='IBM') エンティティーと Customer('ALFKI') インスタンスとの間に対 1 アソシエーションを設定する場合、 Order (orderId=5000,customer_customerId='IBM') エンティティーと現在関連付けられている Customer インスタンスとの間のアソシエーションを削除する必要があります。

UpdateLink 要求で指定されたエンティティー・インスタンスがいずれも見つからない場合は、 REST データ・サービスは 404 (Not Found) 応答を返します。

存在しないアソシエーションが UpdateLink 要求の URI で指定された場合は、REST データ・サービスは 404 (Not Found) 応答を返し、リンクが見つからないことが示されます。

UpdateLink 要求ペイロードで指定された URI が、URI で指定されたものと同じエンティティーまたはキーに解決されない場合、eXtreme Scale REST データ・サービスは 400 (Bad Request) 応答を返します。

UpdateLink 要求ペイロードに複数のリンクが含まれている場合は、 REST データ・サービスは最初のリンクのみを構文解析します。残りのリンクは無視されます。

UpdateLink 要求の詳細については、MSDN Library: UpdateLink Request を参照してください。

以下に、UpdateLink 要求の例を示します。この例では、Order (orderId=5000,customer_customerId='IBM') エンティティーの顧客関係を Customer('IBM') に更新します。

要確認: 前の例は、説明のみを目的としています。すべてのアソシエーションは通常、区画化されたグリッドのキー・アソシエーションであるため、リンクは変更できません。

AtomPub

- メソッド: PUT
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(101)/$links/customer
- 要求ヘッダー: Content-Type: application/xml
- 要求ペイロード:

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<uri>
 http://host:1000/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')
</uri>
```

- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

JSON

- メソッド: PUT
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(orderId=5000,customer_customerId='IBM')/$links/customer
- 要求ヘッダー: Content-Type: application/xml
- 要求ペイロード: {"uri": "http://host:1000/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')"}
- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

REST データ・サービスでの削除要求

WebSphere eXtreme Scale REST データ・サービスでは、エンティティー、プロパティー値、およびリンクを削除できます。

エンティティーの削除

DeleteEntity 要求は、eXtreme Scale エンティティーを REST データ・サービスから削除できます。

cascade-delete が設定された削除対象エンティティーに対する関係がある場合は、eXtreme Scale REST データ・サービスでは、関連するエンティティーが削除されます。DeleteEntity 要求の詳細については、MSDN Library: DeleteEntity Request を参照してください。

以下の DeleteEntity 要求は、キーが「IBM」の Customer を削除します。

- メソッド: DELETE
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')
- 要求ペイロード: なし
- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

プロパティー値の削除

DeleteValue 要求は、eXtreme Scale エンティティー・プロパティーをヌルに設定します。

DeleteValue 要求を使用すると、eXtreme Scale エンティティーのすべてのプロパティーがヌルに設定されます。プロパティーをヌルに設定するには、以下のすべてを確認します。

- プリミティブ数値型およびそのラッパー (BigInteger、BigDecimal) の場合、プロパティー値が 0 に設定されている。
- Boolean (boolean) 型の場合、プロパティー値が false に設定されている。

- char (Character) 型の場合、プロパティー値が文字 #X1 (NIL) に設定されている。
- enum 型の場合、プロパティー値が、序数 が 0 の enum 値に設定されている。
- それ以外の型の場合、プロパティー値がヌルに設定されている。

ただし、例えばデータベース内でプロパティーがヌル可能ではない場合などに、このような削除要求はデータベース・バックエンドによって拒否される可能性があります。その場合、REST データ・サービスは 500 (Internal Server Error) 応答を返します。 DeleteValue 要求の詳細については、MSDN Library: DeleteValue Request を参照してください。

以下に、DeleteValue 要求の例を示します。この例では、Customer('IBM') の連絡先名をヌルに設定します。

- メソッド: DELETE
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Customer('IBM')/contactName
- 要求ペイロード: なし
- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

リンクの削除

DeleteLink 要求は、2 つの eXtreme Scale エンティティー・インスタンス間のアソシエーションを削除できます。アソシエーションは、対 1 関係または対多関係にすることができます。ただし、例えば外部キー制約が設定されている場合などに、このような削除要求はデータベース・バックエンドによって拒否される可能性があります。その場合、REST データ・サービスは 500 (Internal Server Error) 応答を返します。 DeleteLink 要求の詳細については、MSDN Library: DeleteLink Request を参照してください。

以下の DeleteLink 要求は、Order(101) と関連付けられた Customer との間のアソシエーションを削除します。

- メソッド: DELETE
- 要求 URI: http://localhost:8080/wxsrestservice/restservice/NorthwindGrid/Order(101)/$links/customer
- 要求ペイロード: なし
- 応答ペイロード: なし
- 応答コード: 204 No Content

オプティミスティック並行性

eXtreme Scale REST データ・サービスは、ネイティブ HTTP ヘッダーの If-Match、If-None-Match、および ETag を使用して、オプティミスティック・ロック・モデルを使用します。これらのヘッダーは、要求および応答メッセージで送信され、サーバーとクライアント間でエンティティーのバージョン情報を中継します。

オプティミスティック並行性の詳細については、MSDN Library: Optimistic Concurrency (ADO.NET) を参照してください。

eXtreme Scale REST データ・サービスでは、バージョン属性がエンティティーのエンティティー・スキーマで定義されている場合は、そのエンティティーでオプティミスティック並行性を使用できます。Java クラスの @Version アノテーション、またはエンティティー記述子 XML ファイルを使用して定義されたエンティティーの <version/> 属性によって、エンティティー・スキーマでバージョン・プロパティーを定義できます。 eXtreme Scale REST データ・サービスは、複数のエンティティー XML 応答のペイロード内で m:etag 属性を使用して、そして複数のエンティティー JSON 応答のペイロード内で etag 属性を使用して、単一エンティティー応答の ETag ヘッダーに入れ、バージョン・プロパティーの値をクライアントに自動的に伝搬します。

eXtreme Scale エンティティー・スキーマの定義の詳細については、 65 ページの『エンティティー・スキーマの定義』を参照してください。

第 5 章 システム API とプラグインを使用したプログラミング

プラグインとは、プラグ可能なコンポーネントに特定の機能を提供するコンポーネントです。ObjectGrid や BackingMap があります。eXtreme Scale をメモリー内データ・グリッドまたはデータベース処理スペースとして最も効果的に使用するために、使用可能なプラグインのパフォーマンスを最大限に活用できる最善の方法を慎重に決定してください。

プラグインの概要

WebSphere eXtreme Scale プラグインは、プラグ可能なコンポーネント (ObjectGrid および BackingMap も含む) に、ある特定のタイプの機能を提供するコンポーネントです。 WebSphere eXtreme Scale には、いくつかのプラグ・ポイントが用意されていて、アプリケーションおよびキャッシュのプロバイダーは、それらを使用して、さまざまなデータ・ストアや代替クライアント API と統合することができ、キャッシュの全体的なパフォーマンスを向上させることができます。この製品には事前にビルド済みのデフォルトのプラグインがいくつか付属していますが、ユーザーはアプリケーションを使用してカスタム・プラグインをビルドすることもできます。

すべてのプラグインは、1 つ以上の eXtreme Scale プラグイン・インターフェースを実装する具象クラスです。これらのクラスは、適切なタイミングで ObjectGrid によってインスタンス化され、呼び出されます。ObjectGrid および BackingMap では、それぞれカスタム・プラグインの登録が可能です。

ObjectGrid プラグイン

ObjectGrid インスタンスでは以下のプラグインが使用可能です。

- **TransactionCallback**: TransactionCallback プラグインは、トランザクション・ライフサイクル・イベントを提供します。
- **ObjectGridEventListener**: ObjectGridEventListener プラグインは、ObjectGrid、断片、およびトランザクションに対して ObjectGrid ライフサイクル・イベントを提供します。
- **SubjectSource、ObjectGridAuthorization、SubjectValidation**: eXtreme Scaleは、カスタム認証メカニズムを eXtreme Scale と統合することを可能にするいくつかのセキュリティー・エンドポイントを提供します。(サーバー・サイドのみ)
- **MapAuthorization** (サーバー・サイドのみ)
- **JPATxCallback** (サーバー・サイドのみ)
- **JPATxCallback のサブクラス**

共通 ObjectGrid プラグイン要件

ObjectGrid は、JavaBeans 規則を使用し、プラグイン・インスタンスをインスタンス化して初期化します。前述のすべてのプラグインの実装には以下の要件があります。

- プラグイン・クラスは最上位レベルのパブリック・クラスでなければなりません。
- プラグイン・クラスは、引数を取らない public コンストラクターを提供する必要があります。
- プラグイン・クラスは、サーバーおよびクライアント (必要に応じて) の両方のクラスパスで使用可能でなければなりません。
- 属性は、JavaBeans スタイル・プロパティー・メソッドを使用して設定する必要があります。
- プラグインは、特に記述のない限り ObjectGrid の初期化より前に登録され、ObjectGrid が初期化された後は変更できません。

BackingMap プラグイン

BackingMap では、以下のプラグインが使用可能です。

- **Evictor**: デフォルトのキャッシュ・エントリー除去メカニズムと、カスタム・エビクターを作成するためのプラグインが提供されています。
- **ObjectTransformer**: ObjectTransformer プラグインを使用すると、キャッシュ内のオブジェクトをシリアライズ、デシリアライズ、およびコピーすることができます。
- **OptimisticCallback**: OptimisticCallback プラグインは、オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用している場合に、キャッシュ・オブジェクトのバージョン管理および比較操作のカスタマイズを可能にします。
- **MapEventListener**: MapEventListener プラグインは、BackingMap について発生するコールバック通知および重要なキャッシュ状態変更を提供します。
- **Indexing**: MapIndexplug-in プラグインで表される索引付け機能を使用して、1 つ以上の索引を BackingMap マップにビルドし、非キー・データ・アクセスをサポートできます。
- **Loader**: ObjectGrid マップ上のローダー・プラグインは、通常は同じシステムまたは他のシステム上のパーシスタント・ストアに保管されるデータ用のメモリー・キャッシュのような働きをします。(サーバー・サイドのみ)

プラグイン・ライフサイクル

ほとんどのプラグインには、本来機能するように設計されたメソッドに加えて、initialize メソッドと destroy メソッド (または同等のメソッド) があります。各プラグインのこうした特殊化されたメソッドは、指定された機能ポイントで呼び出すことができます。initialize メソッドと destroy メソッドの両方でプラグインのライフサイクルが定義されます。これらのメソッドは、その「所有者」オブジェクトによって制御されます。所有者オブジェクトは、実際に指定のプラグインを使用するオブジェクトです。所有者はグリッド・クライアント、サーバー、またはバックアップ・マップである場合があります。

所有者オブジェクトは、初期化中、その所有するプラグインの initialize メソッドを呼び出します。所有者オブジェクトの破棄サイクル中は、最終的にプラグインの destroy メソッドも呼び出されます。各プラグインで使用できる他のメソッドと同様に、initialize メソッドと destroy メソッドの特性ついて詳しくは、各プラグインの関連トピックを参照してください。

例えば、分散環境を考えてみます。クライアント・サイド ObjectGrid およびサーバー・サイド ObjectGrid は両方とも、独自のプラグインを持っています。クライアント・サイド ObjectGrid のライフサイクルおよび当然そのプラグイン・インスタンスは、すべてのサーバー・サイド ObjectGrid とプラグイン・インスタンスから独立しています。

こうした分散トポロジーで、objectGrid.xml ファイル内に定義された「myGrid」という名前の ObjectGrid があり、「myObjectGridEventListener」という名前のカスタマイズされた ObjectGridEventListener によって構成されているとします。objectGridDeployment.xml ファイルは、myGrid ObjectGrid のデプロイメント・ポリシーを定義します。コンテナー・サーバーを始動するために、objectGrid.xml と objectGridDeployment.xml の両方が使用されます。コンテナー・サーバーの始動過程で、サーバー・サイド myGrid ObjectGrid インスタンスが初期化され、myObjectGrid インスタンスによって所有される myObjectGridEventListener インスタンスの initialize メソッドが呼び出されます。コンテナー・サーバーの始動後、アプリケーションはサーバー・サイド myGrid ObjectGrid インスタンスに接続して、クライアント・サイド・インスタンスを取得できます。

クライアント・サイド myGrid ObjectGrid インスタンスが取得されると、クライアント・サイド myGrid インスタンスが自身の初期化サイクルを経て、自身のクライアント・サイド myObjectGridEventListener インスタンスの initialize メソッドを呼び出します。このクライアント・サイド myObjectGridEventListener インスタンスは、サーバー・サイド myObjectGridEventListener インスタンスとは独立しています。そのライフサイクルは、その所有者、つまりクライアント・サイド myGrid ObjectGrid インスタンスによって制御されます。

アプリケーションがクライアント・サイド myGrid ObjectGrid インスタンスを切断または破棄する場合、所有されるクライアント・サイド myObjectGridEventListener インスタンスの destroy メソッドが自動的に呼び出されます。ただし、これはサーバー・サイド myObjectGridEventListener インスタンスには何の影響もありません。サーバー・サイド myObjectGridEventListener インスタンスの destroy メソッドが呼び出されるのは、コンテナー・サーバーを停止する際のサーバー・サイド myGrid ObjectGrid インスタンスの破棄サイクル時のみです。つまり、コンテナー・サーバーを停止する際には、含まれる ObjectGrid インスタンスが破棄され、その所有されるすべてのプラグインの destroy メソッドが呼び出されます。

前の例はクライアントとサーバーの ObjectGrid インスタンスの場合に特に適用されますが、プラグインの所有者は BackingMap でもあるので、こうしたライフサイクル考慮事項に基づいて作成するプラグイン構成を決定する際には注意が必要です。

キャッシュ・オブジェクトの除去のためのプラグイン

WebSphere eXtreme Scale には、キャッシュ・エントリーを除去するためのデフォルトのメカニズムと、カスタム Evictor を作成するためのプラグインが用意されています。Evictor は、各 BackingMap のエントリーのメンバーシップを制御します。デフォルトの Evictor は、各 BackingMap に対して存続時間 (TTL) 除去ポリシーを使用します。プラグ可能 Evictor 機構を提供すると、この機構では通常、時間ではなく、エントリーの数に基づいた除去ポリシーが使用されます。

TimeToLive プロパティー

すべてのバックアップ・マップでデフォルトの TTL Evictor が作成されます。 デフォルトの Evictor は、存続時間 の概念に基づいてエントリーを除去します。この振る舞いは、次のタイプを持つ ttlType 属性で定義されます。

なし

エントリーの期限切れがないように、それによってマップからエントリーが除去されることがないように指定します。

作成時間

作成された時に応じてエントリーが除去されるように指定します。

CREATION_TIME ttlType を使用している場合、Evictor は、作成からの時間がその TimeToLive 属性値と等しいときにエントリーを除去します。TimeToLive 属性値は、アプリケーション構成でミリ秒単位で設定されます。 TimeToLive 属性値を 10 秒に設定すると、エントリーは挿入の 10 秒後に自動的に除去されます。

この値を CREATION_TIME ttlType に設定する場合は注意が必要です。この Evictor は、一定時間にのみ使用される、キャッシュへの妥当な追加量がある場合に、最も有効に使用されます。このストラテジーによって、作成されたものはすべて、一定時間後に除去されます。

CREATION_TIME ttlType は、20 分以下の間隔で株価情報を最新表示するようなシナリオで役立ちます。例えば、ある Web アプリケーションは株価情報の取得をしますが、最新情報を取得することは重要でないとします。この場合、株価情報は 20 分間 ObjectGrid にキャッシュされます。 20 分後、ObjectGrid マップの有効期限が切れ、除去されます。ほぼ 20 分ごとに、ObjectGrid マップはローダー・プラグインを使用してマップ・データをデータベースの新しいデータで更新します。データベースは 20 分ごとに最新の株価情報によって更新されます。

最終アクセス時間

(読み取りか更新かに関わらず) 最後にアクセスされた時に応じてエントリーが除去されるように指定します。

最終更新時間

最後に更新された時に応じてエントリーが除去されるように指定します。

LAST_ACCESS_TIME または LAST_UPDATE_TIME ttlType 属性を使用している場合は、CREATION_TIME ttlType を使用している場合よりも TimeToLive をより低い数に設定します。エントリーの TimeToLive 属性は、アクセスされるたびにリセットされるからです。言い換えれば、TimeToLive 属性が 15 で、エントリーが 14 秒間存在し、それからアクセスされた場合、このエントリーはあと 15 秒間有効期限が切れることはありません。TimeToLive を比較的高い数値に設定した場合は、多くのエントリーがまったく除去されなくなる可能性があります。ただし、この値を 15 秒程度に設定すると、エントリーは頻繁にアクセスされない場合に除去されることになります。

The LAST_ACCESS_TIME または LAST_UPDATE_TIME ttlType は、ObjectGrid マップを使用してクライアントからのセッション・データを保持

するようなシナリオで役立ちます。セッション・データは、クライアントがそのセッション・データを一定時間使用しない場合は破棄する必要があります。例えば、セッション・データは、クライアントによるアクティビティーが 30 分間なかった後にタイムアウトになるとします。この場合、LAST_ACCESS_TIME または LAST_UPDATE_TIME の TTL タイプを使用し、TimeToLive 属性を 30 分に設定するのが、このアプリケーションにおいて適切です。

以下の例ではバックアップ・マップを設定し、そのデフォルト Evictor の ttlType 属性を設定し、TimeToLive プロパティーを設定しています。

```
ObjectGrid objGrid = new ObjectGrid;
BackingMap bMap = objGrid.defineMap("SomeMap");
bMap.setTtlEvictorType(TTLType.LAST_ACCESS_TIME);
bMap.setTimeToLive(1800);
```

Evictor のほとんどの設定は、ObjectGrid を初期化する前に設定しておく必要があります。

独自のエビクターを作成することもできます。詳しくは、 *プログラミング・ガイド* のカスタム・エビクターの作成に関する説明を参照してください。

オプション Evictor

デフォルトの TTL Evictor は、時刻ベースの除去ポリシーを使用し、 BackingMap 内のエントリーの数は、エントリーの有効期限の時間には影響を及ぼしません。オプションのプラグ可能 Evictor を使用して、時刻ではなく、存在するエントリー数に基づいてエントリーを除去することができます。

以下のオプションのプラグ可能 Evictor は、BackingMap が一定のサイズの限界を超えたときに除去するエントリーを決定するために、一般に使用されるアルゴリズムをいくつか提供します。

- LRUEvictor Evictor は、BackingMap が最大エントリー数を超えたときに除去するエントリーを決定する際、最長未使用時間 (LRU) アルゴリズムを使用します。
- LFUEvictor Evictor は、BackingMap が最大エントリー数を超えたときに除去するエントリーを決定する際、最少使用頻度 (LFU) アルゴリズムを使用します。

BackingMap は、トランザクション内でエントリーが作成、変更、または除去されると Evictor に通知します。 BackingMap は、これらのエントリーを継続的に追跡し、 BackingMap から 1 つ以上のエントリーをいつ除去するかを選択します。

BackingMap には、最大サイズについての構成情報はありません。代わりに、Evictor の振る舞いを制御する Evictor プロパティーが設定されます。 LRUEvictor と LFUEvictor の両方の最大サイズ・プロパティーを使用して、最大サイズを超えた後、Evictor がエントリーを除去開始するようにします。 TTL Evictor と同様に、LRU Evictor と LFU Evictor では、最大エントリー数に達した場合、パフォーマンスへの影響を最小化するためにエントリーを直ちに除去することはありません。

特定のアプリケーションに LRU または LFU 除去アルゴリズムが適していない場合、独自の Evictor を作成して、除去ストラテジーを作成できます。

メモリー・ベースの除去

重要: メモリー・ベースの除去は、Java Platform, Enterprise Edition バージョン 5 以降でのみサポートされます。

組み込み Evictor はすべて、メモリー・ベースの除去をサポートし、これは、BackingMap の evictionTriggers 属性を「MEMORY_USAGE_THRESHOLD」に設定することにより使用可能にできます。 BackingMap での evictionTriggers 属性の設定方法について詳しくは、*プログラミング・ガイド*にある BackingMap インターフェースおよび ObjectGrid 記述子 XML ファイルに関する情報を参照してください。

メモリー・ベースの除去は、ヒープ使用量のしきい値に基づいています。BackingMap でメモリー・ベースの除去が使用可能になっていて、BackingMap に組み込み Evictor がある場合、使用量のしきい値は、まだ設定されていなければ、合計メモリーのデフォルトのパーセンテージに設定されます。

メモリー・ベースの除去を使用している場合、ガーベッジ・コレクションしきい値を、ターゲット・ヒープ使用率と同じ値に構成する必要があります。例えば、メモリー・ベースの除去のしきい値が 50 パーセントに設定されていて、ガーベッジ・コレクションのしきい値がデフォルトの 70 パーセント・レベルであると、ヒープ使用率は 70 パーセントまで上がる可能性があります。このヒープ使用率の増加が起きるのは、メモリー・ベースの除去が 1 ガーベッジ・コレクション・サイクルの後にのみトリガーされるためです。

WebSphere eXtreme Scale が使用するメモリー・ベースの除去アルゴリズムは、使用中のガーベッジ・コレクションのアルゴリズムの動作に影響を受けやすいのです。メモリー・ベースの除去の最善のアルゴリズムは、IBM デフォルト・スループット・コレクターです。世代ガーベッジ・コレクション・アルゴリズムは、好ましくない動作を引き起こす可能性があるため、メモリー・ベースの除去と一緒に、このアルゴリズムを使用すべきではありません。

使用量しきい値のパーセンテージを変更するには、eXtreme Scale サーバー・プロセスのコンテナーおよびサーバーのプロパティー・ファイルで memoryThresholdPercentage プロパティーを設定します。

実行時に、メモリー使用量がターゲットの使用量しきい値を超えると、メモリー・ベースの Evictor はエントリーの除去を開始して、メモリー使用量がターゲットの使用量しきい値を下回るようにします。ただし、継続してシステム・ランタイムによるメモリー消費が迅速に進むと、除去速度が十分速くても、メモリー不足エラーが起こる可能性がなくなるという保証はありません。

TimeToLive (TTL) Evictor

WebSphere eXtreme Scale には、キャッシュ・エントリーを除去するためのデフォルトのメカニズムと、カスタム Evictor を作成するためのプラグインが用意されています。Evictor は、各 BackingMap インスタンスのエントリーのメンバーシップを制御します。

プログラマチックな TTL Evictor の使用可能化

TTL Evictor は、BackingMap インスタンスと関連しています。デフォルトの Evictor は、各 BackingMap インスタンスに対して存続時間 (TTL) 除去ポリシーを使用します。プラグ可能 Evictor 機構を提供すると、この機構では通常、時間ではなく、エントリーの数に基づいた除去ポリシーが使用されます。

以下のコード・スニペットでは、BackingMap インターフェースを使用して、各エントリーの有効期限の時間をエントリー作成の 10 分後に設定しています。

```
programmatic time-to-live evictorimport com.ibm.websphere.objectgrid.
ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.TTLType;
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid" );
BackingMap bm = og.defineMap( "myMap" );
bm.setTtlEvictorType( TTLType.CREATION_TIME );
bm.setTimeToLive( 600 );
```

setTimeToLive メソッドの引数は、存続時間の値が秒単位であることを指示するため、600 になっています。前掲のコードは、ObjectGrid インスタンスで initialize メソッドを呼び出す前に実行する必要があります。これらの BackingMap 属性は、ObjectGrid の初期化後に変更することはできません。コードが実行された後、myMap BackingMap 内に挿入されたエントリーには有効期限の時間が設定されます。有効期限の時間に達すると、TTL Evictor はそのエントリーを除去します。

有効期限の時間を最終アクセス時刻プラス 10 分に設定するには、setTtlEvictorType メソッドに渡される引数を TTLType.CREATION_TIME から TTLType.LAST_ACCESS_TIME に変更します。 この値を使用すると、有効期限の時間は最終アクセス時刻プラス 10 分として計算されます。最初にエントリーが作成されたときの最終アクセス時刻は、作成時刻です。 (更新を伴ったかどうかに関わらず) 単純に最終 *アクセス* をベースにするのではなく、最終 *更新* をベースにして有効期限を設定するには、TTLType.LAST_ACCESS_TIME 設定を TTLType.LAST_UPDATE_TIME 設定に置き換えてください。

TTLType.LAST_ACCESS_TIME または TTLType.LAST_UPDATE_TIME 設定を使用する場合、ObjectMap インターフェースおよび JavaMap インターフェースを使用して、BackingMap の存続時間の値をオーバーライドすることができます。この機構により、アプリケーションが、作成される各エントリーに対して異なる存続時間の値を使用できるようになります。前述のコード・スニペットが ttlType 属性を LAST_ACCESS_TIME に設定し、存続時間の値を 10 分に設定したと想定します。アプリケーションは、エントリーを作成または変更する前に次のコードを実行して、各エントリーの存続時間をオーバーライドします。

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.Session;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectMap;
Session session = og.getSession();
ObjectMap om = session.getMap( "myMap" );
int oldTimeToLive1 = om.setTimeToLive( 1800 );
om.insert("key1", "value1" );
int oldTimeToLive2 = om.setTimeToLive( 1200 );
om.insert("key2", "value2" );
```

前掲のコード・スニペットでは、key1 キーを持つエントリーの有効期限の時間は、ObjectMap インスタンスの setTimeToLive(1800) メソッドを呼び出した結果、挿入時刻プラス 30 分になります。 oldTimeToLive1 変数は 600 に設定されます。それは、以前に ObjectMap インスタンスの setTimeToLive メソッドが呼び出されていなかった場合は、デフォルト値として BackingMap の存続時間の値が使用されるからです。

key2 キーを持つエントリーの有効期限の時間は、ObjectMap インスタンスの setTimeToLive(1200) メソッドを呼び出した結果、挿入時刻プラス 20 分になります。 oldTimeToLive2 変数は 1800 に設定されます。それは、前の ObjectMap.setTimeToLive メソッド呼び出しで存続時間の値が 1800 に設定されたからです。

前の例では、キーが key1 と key2 の 2 つのマップ・エントリーが、myMap マップに挿入されています。 アプリケーションは、挿入時にマップ・エントリーごとに使用された存続時間の値を保持しながら、もっと後の時点でもこれらのマップ・エントリーを更新することができます。 以下の例では、ObjectMap インターフェースで定義されている定数を使用して、存続時間値を保持する方法を示しています。

```
Session session = og.getSession();
ObjectMap om = session.getMap( "myMap" );
om.setTimeToLive( ObjectMap.USE_DEFAULT );
session.begin();
om.update("key1", "updated value1" );
om.update("key2", "updated value2" );
om.insert("key3", "value3" );
session.commit();
```

ObjectMap.USE_DEFAULT 特殊値は setTimeToLive メソッド呼び出しで使用されるので、key1 キーには 1800 秒、key2 キーには 1200 秒の存続時間値が保管されます。これらの値が、前のトランザクションでこれらのマップ・エントリーが挿入されたときに使用されたためです。

前の例では、key3 キーの新規マップ・エントリーの挿入も示されています。この場合、USE_DEFAULT 特殊値は、このマップの存続時間値にデフォルト設定を使用することを示しています。 デフォルト値は、BackingMap の存続時間属性により定義されます。BackingMap インスタンスに存続時間属性を定義する方法について詳しくは、BackingMap インターフェース属性を参照してください。

ObjectMap インターフェースおよび JavaMap インターフェースの setTimeToLive メソッドについては、API の資料を参照してください。この資料では、BackingMap.getTtlEvictorType メソッドから TTLType.LAST_ACCESS_TIME または TTLType.LAST_UPDATE_TIME 以外の値が戻された場合は、IllegalStateException 例外が生じることを説明しています。ObjectMap インターフェースおよび JavaMap インターフェースは、TTL Evictor タイプに LAST_ACCESS_TIME または TTLType.LAST_UPDATE_TIME 設定を使用している場合のみ、存続時間の値をオーバーライドすることができます。setTimeToLive メソッドは、Evictor タイプ設定に CREATION_TIME または NONE を使用しているときに、存続時間の値をオーバーライドする場合には使用できません。

XML 構成を使用した TTL Evictor の使用可能化

BackingMap インターフェースを使用して、TTL Evictor が使用する BackingMap 属性をプログラマチックに設定する代わりに、 XML ファイルを使用して各 BackingMap インスタンスを構成することができます。以下のコードは、3 つの異なる BackingMap マップに対してこれらの属性を設定する方法を示しています。

enabling time-to-live evictor using XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
<objectGrids>
    <objectGrid name="grid1">
        <backingMap name="map1" ttlEvictorType="NONE" />
        <backingMap name="map2" ttlEvictorType="LAST_ACCESS_TIME|LAST_UPDATE_TIME"
     timeToLive="1800" />
        <backingMap name="map3" ttlEvictorType="CREATION_TIME"
     timeToLive="1200" />
    </objectgrid>
</objectGrids>
```

前掲の例は、map1 BackingMap インスタンスが NONE TTL Evictor タイプを使用することを示しています。 map2 BackingMap インスタンスでは、LAST_ACCESS_TIME または LAST_UPDATE_TIME の TTL Evictor タイプ (これらの設定うちのいずれかを指定してください) が使用され、存続時間の値は 1800 秒、すなわち 30 分になります。map3 BackingMap インスタンスは、CREATION_TIME TTL Evictor タイプを使用するように定義されており、その存続時間の値は 1200 秒、すなわち 20 分です。

プラグ可能エビクターのプラグイン

Evictor は BackingMap に関連付けられているため、BackingMap インターフェースを使用してプラグ可能 Evictor を指定します。

オプションのプラグ可能 Evictor

デフォルトの TTL Evictor は、時刻ベースの除去ポリシーを使用し、 BackingMap 内のエントリーの数は、エントリーの有効期限の時間には影響を及ぼしません。オプションのプラグ可能 Evictor を使用して、時刻ではなく、存在するエントリー数に基づいてエントリーを除去することができます。

以下のオプションのプラグ可能 Evictor は、 BackingMap が一定のサイズの限界を超えたときに除去するエントリーを決定するために、一般に使用されるアルゴリズムをいくつか提供します。

- LRUEvictor Evictor は、BackingMap が最大エントリー数を超えたときに除去するエントリーを決定する際、最長未使用時間 (LRU) アルゴリズムを使用します。
- LFUEvictor Evictor は、BackingMap が最大エントリー数を超えたときに除去するエントリーを決定する際、最少使用頻度 (LFU) アルゴリズムを使用します。

BackingMap は、トランザクション内でエントリーが作成、変更、または除去されると Evictor に通知します。 BackingMap は、これらのエントリーをトラッキングし、BackingMap インスタンスから 1 つ以上のエントリーをいつ除去するかを選択します。

BackingMap インスタンスには、最大サイズについての構成情報はありません。代わりに、Evictor の振る舞いを制御する Evictor プロパティーが設定されます。LRUEvictor と LFUEvictor の両方の最大サイズ・プロパティーを使用して、最大サイズを超えた後、Evictor がエントリーを除去開始するようにします。 TTL Evictor と同様に、LRU Evictor と LFU Evictor では、最大エントリー数に達した場合、パフォーマンスへの影響を最小化するためにエントリーを直ちに除去することはありません。

特定のアプリケーションに LRU または LFU 除去アルゴリズムが適していない場合、独自の Evictor を作成して、除去ストラテジーを作成できます。

オプションのプラグ可能 Evictor の使用

オプションのプラグ可能 Evictor を BackingMap 構成に追加する場合、プログラマチック構成または XML 構成を使用できます。

プラグ可能 Evictor のプログラマチックなプラグイン

Evictor は BackingMap に関連付けられているため、BackingMap インターフェースを使用してプラグ可能 Evictor を指定します。次のコード・スニペットは、map1 BackingMap インスタンス用に LRUEvictor Evictor、および map2 BackingMap インスタンス用に LFUEvictor Evictor を指定する例です。

```
plugging in an evictor programmatically
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LRUEvictor;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LFUEvictor;
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid" );
BackingMap bm = og.defineMap( "map1" );
LRUEvictor evictor = new LRUEvictor();
evictor.setMaxSize(1000);
evictor.setSleepTime( 15 );
evictor.setNumberOfLRUQueues( 53 );
bm.setEvictor(evictor);
bm = og.defineMap( "map2" );
LFUEvictor evictor2 = new LFUEvictor();
evictor2.setMaxSize(2000);
evictor2.setSleepTime( 15 );
evictor2.setNumberOfHeaps( 211 );
bm.setEvictor(evictor2);
```

上記のスニペットは、概算最大エントリー数が 53,000 (53 x 1000) である map1 BackingMap に使用される LRUEvictor Evictor を示しています。 LFUEvictor Evictor は、概算最大エントリー数が 422,000 (211 x 2000) である map2 BackingMap に使用されます。LRU Evictor と LFU Evictor はいずれもスリープ時間プロパティーを持ちます。このプロパティーは、ウェイクアップしてエントリーを除去する必要があるかどうかを検査するまで Evictor がスリープする時間を示します。スリープ時間は、秒単位で指定されます。値 15 秒は、パフォーマンスの影

響と BackingMap が大きくなりすぎないようにするための妥当な値です。目標は、BackingMap のサイズが超過することなく、できる限り長いスリープ時間を使用することです。

setNumberOfLRUQueues メソッドは、LRUEvictor プロパティーを設定します。このプロパティーは、LRU 情報を管理するために Evictor が使用する LRU キューの数を示します。各エントリーが同じキュー内の LRU 情報を保持しないように、キューのコレクションを使用します。この方法により、同じキュー・オブジェクトで同期化する必要があるマップ・エントリーの数が最小化され、パフォーマンスが向上します。キューの数を増やすのは、LRU Evictor がパフォーマンスに与えるインパクトを最小化するための良い方法です。開始点としては、キューの数として最大エントリー数の 10 % を使用することが適切です。一般に、基本数以外を使用するよりも、基本数を使用するほうが適しています。 setMaxSize メソッドは、各キューで許容されるエントリーの数を示します。キューがその最大エントリー数に達すると、キュー内の最も使用頻度の少ない 1 つまたは複数のエントリーが、次回に Evictor がエントリーを除去する必要があるかどうかをチェックした時点で除去されます。

setNumberOfHeaps メソッドは、LFUEvictor プロパティーを設定します。このプロパティーは、LFU 情報を管理するために LFUEvictor が使用するバイナリー・ヒープ・オブジェクトの数を設定します。この場合も、コレクションを使用するとパフォーマンスが向上します。開始点としては、最大エントリー数の 10% を使用することが適切であり、一般に、基本数以外を使用するよりも、基本を使用するほうが適しています。 setMaxSize メソッドは、各ヒープで許容されるエントリーの数を示します。ヒープがその最大エントリー数に達すると、ヒープ内の最も使用頻度の低い 1 つまたは複数のエントリーが、次回に Evictor がエントリーを除去する必要があるかどうかをチェックした時点で除去されます。

プラグ可能 Evictor のプラグインの XML 構成アプローチ

さまざまな API を使用して、Evictor をプログラマチックにプラグインし、そのプロパティーを設定する代わりに、次の例に示すように、XML ファイルを使用して各 BackingMap を構成することができます。

```
plugging in an evictor using XML
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
<objectGrids>
    <objectGrid name="grid">
        <backingMap name="map1" ttlEvictorType="NONE" pluginCollectionRef="LRU" />
        <backingMap name="map2" ttlEvictorType="NONE" pluginCollectionRef="LFU" />
    </objectGrid>
</objectGrids>
<backingMapPluginCollections>
    <backingMapPlugincollection id="LRU">
        <bean id="Evictor" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LRUEvictor">
            <property name="maxSize" type="int" value="1000" description="set max size
       for each LRU queue" />
            <property name="sleepTime" type="int" value="15" description="evictor
       thread sleep time" />
            <property name="numberOfLRUQueues" type="int" value="53" description="set number
       of LRU queues" />
        </bean>
    </backingMapPluginCollection>
    <backingMapPluginCollection id="LFU">
        <bean id="Evictor" className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.LFUEvictor">
            <property name="maxSize" type="int" value="2000" description="set max size for each LFU heap" />
            <property name="sleepTime" type="int" value="15" description="evictor thread sleep time" />
            <property name="numberOfHeaps" type="int" value="211" description="set number of LFU heaps" />
```

```
        </bean>
    </backingMapPluginCollection>
</backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

メモリー・ベースの除去

組み込み Evictor はすべて、BackingMap の evictionTriggers 属性を「MEMORY_USAGE_THRESHOLD」に設定して、BackingMap インターフェースで使用可能にできるメモリー・ベースの除去をサポートします。BackingMap での evictionTriggers 属性の設定方法について詳しくは、BackingMap インターフェースおよび eXtreme Scale 構成の解説書を参照してください。

メモリー・ベースの除去は、ヒープ使用量のしきい値に基づいています。BackingMap でメモリー・ベースの除去が使用可能になっていて、BackingMap に組み込み Evictor がある場合、使用量のしきい値は、まだ設定されていなければ、合計メモリーのデフォルトのパーセンテージに設定されます。

デフォルトの使用量しきい値のパーセンテージを変更するには、eXtreme Scale サーバー・プロセスのコンテナーおよびサーバーのプロパティー・ファイルで memoryThresholdPercentage プロパティーを設定します。 eXtreme Scale クライアント・プロセスでターゲットの使用量しきい値を設定する場合は、MemoryPoolMXBean を使用できます。containerServer.props ファイルおよび eXtreme Scale サーバー・プロセスの開始も参照してください。

実行時に、メモリー使用量がターゲットの使用量しきい値を超えると、メモリー・ベースの Evictor はエントリーの除去を開始して、メモリー使用量がターゲットの使用量しきい値を下回るようにします。ただし、そのままシステム・ランタイムによるメモリー消費が速い状態が続くと、除去速度が十分であっても、メモリー不足エラーの可能性がなくなるという保証はありません。

カスタム Evictor の作成

WebSphere eXtreme Scale を使用して、カスタム除去の実装を作成できます。

Evictor インターフェースを実装して eXtreme Scale の共通プラグイン規則に従うような、カスタム Evictor を作成する必要があります。 インターフェースは、次のとおりです。

```
public interface Evictor
{
    void initialize(BackingMap map, EvictionEventCallback callback);
    void activate();
    void apply(LogSequence sequence);
    void deactivate();
    void destroy();
}
```

- initialize メソッドは、BackingMap オブジェクトの初期化中に呼び出されます。このメソッドは、BackingMap への参照、および com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictionEventCallback インターフェースを実装するオブジェクトへの参照を用いて、Evictor プラグインを初期化します。
- activate メソッドは、Evictor を活動化する場合に呼び出されます。このメソッドが呼び出されると、Evictor は EvictionEventCallback インターフェースを使用して、マップ・エントリーを除去します。activate メソッドが呼び出される前に、

Evictor が EvictionEventCallback インターフェースを使用してマップ・エントリーを除去しようとすると、IllegalStateException 例外が発生します。

- apply メソッドは、BackingMap の 1 つ以上のエントリーにアクセスするトランザクションがコミットされたときに呼び出されます。 apply メソッドは、com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequence インターフェースを実装するオブジェクトへの参照に渡されます。 LogSequence インターフェースを使用すると、Evictor プラグインは、トランザクションによって作成、変更、または除去された BackingMap エントリーを判別することができます。 Evictor は、この情報を使用して、いつ、どのエントリーを除去するかを決定します。
- deactivate メソッドは、Evictor を非活動化する場合に呼び出されます。このメソッドが呼び出されると、Evictor は、EvictionEventCallback インターフェースを使用してマップ・エントリーの除去を停止する必要があります。このメソッドが呼び出された後、Evictor が EvictionEventcallback インターフェースを使用すると、IllegalStateException 例外が発生します。
- destroy メソッドは、BackingMap を破棄するときに呼び出されます。このメソッドを使用すると、Evictor は作成した任意のスレッドを終了できます。

EvictionEventCallback インターフェースには、以下のメソッドがあります。

```
public interface EvictionEventCallback
{
    void evictMapEntries(List evictorDataList) throws ObjectGridException;
    void evictEntries(List keysToEvictList) throws ObjectGridException;
    void setEvictorData(Object key, Object data);
    Object getEvictorData(Object key);
}
```

EvictionEventCallback メソッドは、次のように Evictor プラグインによって、eXtreme Scale フレームワークをコールバックするために使用されます。

- setEvictorData メソッドは Evictor によって使用され、使用されている ObjectGrid フレームワークに、その Evictor が作成した Evictor オブジェクトを保管し、引数 key で示されるエントリーにその Evictor オブジェクトを関連付けるよう要求します。このデータは、Evictor 固有であり、使用するアルゴリズムを実装するために Evictor が必要とする情報によって判別されます。例えば、最少使用頻度アルゴリズムでは、Evictor は、指定されたキーのエントリーを参照する LogElement で apply メソッドが呼び出された回数を追跡するために、そのカウント数を Evictor データ・オブジェクトに保持します。
- getEvictorData メソッドは Evictor によって使用され、前の apply メソッドの呼び出し中に setEvictorData メソッドに渡されたデータを取り出します。指定された引数 key に対応する Evictor データが見つからない場合は、 EvictorCallback インターフェースで定義されている特別な KEY_NOT_FOUND オブジェクトが戻されます。
- evictMapEntries メソッドは Evictor によって使用され、1 つ以上のマップ・エントリーの除去を要求します。evictorDataList パラメーター内の各オブジェクトは、com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictorData インターフェースを実装する必要があります。また、setEvictorData メソッドに渡されるのと同じ EvictorData インスタンスが、このメソッドの Evictor データ・リスト・パラメーターに存在している必要があります。除去するマップ・エントリーを決定する場合は、EvictorData インターフェースの getKey メソッドが使用されます。キャッシュ・

エントリーの Evictor データ・リストにあるのとまったく同一の EvictorData インスタンスが現在このキャッシュ・エントリーに含まれている場合、このマップ・エントリーは除去されます。

- evictEntries メソッドは Evictor によって使用され、1 つ以上のマップ・エントリーの除去を要求します。このメソッドが使用されるのは、setEvictorData メソッドに渡されるオブジェクトが、 com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictorData インターフェースを実装していない場合のみです。

トランザクションが完了すると、eXtreme Scale は Evictor インターフェースの apply メソッドを呼び出します。 完了しているトランザクションによって取得されたすべてのトランザクション・ロックは、保持されなくなります。そのため、複数のスレッドが同時に apply メソッドを呼び出し、各スレッドが別々のトランザクションを完了することも起こり得ます。トランザクション・ロックは、完了しているトランザクションによって既に解放されているので、apply メソッドはそれ自体で同期化を行って、それがスレッド・セーフであることを保証する必要があります。

EvictorData インターフェースを実装して、evictEntries メソッドの代わりに evictMapEntries メソッドを使用する理由は、そのような時間帯をなくすことにあります。次のイベント・シーケンスを考えてみましょう。

1. トランザクション 1 が完了し、LogSequence で apply メソッドを呼び出して、キー 1 のマップ・エントリーを削除する。
2. トランザクション 2 が完了し、LogSequence で apply メソッドを呼び出して、キー 1 の新規マップ・エントリーを挿入する。つまり、トランザクション 2 は、トランザクション 1 が削除したマップ・エントリーを再作成します。

Evictor は、トランザクションを実行するスレッドとは非同期で実行するので、その Evictor でキー 1 を除去する場合、Evictor は、トランザクション 1 が完了する前に存在していたマップ・エントリーを除去するか、トランザクション 2 が再作成したマップ・エントリーを除去する可能性があります。時間帯をなくすため、どのバージョンのキー 1 のマップ・エントリーを除去するのかを明確にするために、setEvictorData メソッドに渡されるオブジェクトによって EvictorData インターフェースを実装します。マップ・エントリーの存続期間中は、同じ EvictorData インスタンスを使用します。そのマップ・エントリーが削除され、次に別のトランザクションによって再作成されるときは、Evictor は、EvictorData 実装の新規インスタンスを使用する必要があります。Evictor は、EvictorData 実装および evictMapEntries メソッドを使用することにより、マップ・エントリーに関連付けられているキャッシュ・エントリーに正しい EvictorData インスタンスが含まれている場合に限り、そのマップ・エントリーが除去されることを保証できます。

Evictor インターフェースと EvictonEventCallback インターフェースにより、アプリケーションは、ユーザー定義の除去アルゴリズムを実装する Evictor を接続することができます。次のコードの断片は、Evictor インターフェースの initialize メソッドを実装する方法を示しています。

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictionEventCallback;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Evictor;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogElement;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequence;
import java.util.LinkedList;
// Instance variables
private BackingMap bm;
private EvictionEventCallback evictorCallback;
private LinkedList queue;
```

```
private Thread evictorThread;
public void initialize(BackingMap map, EvictionEventCallback callback)
{
    bm = map;
    evictorCallback = callback;
    queue = new LinkedList();
    // spawn evictor thread
    evictorThread = new Thread( this );
    String threadName = "MyEvictorForMap-" + bm.getName();
    evictorThread.setName( threadName );
    evictorThread.start();
}
```

前掲のコードでは、マップ・オブジェクトとコールバック・オブジェクトへの参照をインスタンス変数内に保存します。これにより、これらのオブジェクトを apply メソッドと destroy メソッドで使用することができます。この例では、最長未使用時間 (LRU) アルゴリズムを実装するための先入れ、先出しキューとして使用されるリンク・リストが作成されます。スレッドが作成され、そのスレッドへの参照は、インスタンス変数として保持されます。この参照を保持することにより、destroy メソッドは作成されたスレッドに割り込んで終了させることができます。

次のコード・スニペットは、コードをスレッド・セーフにするための同期要件を無視して、Evictor インターフェースの apply メソッドを実装する方法を示しています。

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictionEventCallback;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Evictor;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.EvictorData;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogElement;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequence;

public void apply(LogSequence sequence)
{
    Iterator iter = sequence.getAllChanges();
    while ( iter.hasNext() )
    {
        LogElement elem = (LogElement)iter.next();
        Object key = elem.getKey();
        LogElement.Type type = elem.getType();
        if ( type == LogElement.INSERT )
        {
            // do insert processing here by adding to front of LRU queue.
            EvictorData data = new EvictorData(key);
            evictorCallback.setEvictorData(key, data);
            queue.addFirst( data );
        }
        else if ( type == LogElement.UPDATE || type == LogElement.FETCH || type == LogElement.TOUCH )
        {
            // do update processing here by moving EvictorData object to
            // front of queue.
            EvictorData data = evictorCallback.getEvictorData(key);
            queue.remove(data);
            queue.addFirst(data);
        }
        else if ( type == LogElement.DELETE || type == LogElement.EVICT )
        {
            // do remove processing here by removing EvictorData object
            // from queue.
            EvictorData data = evictorCallback.getEvictorData(key);
            if ( data == EvictionEventCallback.KEY_NOT_FOUND )
            {
                // Assumption here is your asynchronous evictor thread
                // evicted the map entry before this thread had a chance
                // to process the LogElement request. So you probably
                // need to do nothing when this occurs.
            }
            else
            {
                // Key was found. So process the evictor data.
                if ( data != null )
                {
                    // Ignore null returned by remove method since spawned
                    // evictor thread may have already removed it from queue.
                    // But we need this code in case it was not the evictor
                    // thread that caused this LogElement to occur.
                    queue.remove( data );
                }
                else
                {
                    // Depending on how you write you Evictor, this possibility
                    // may not exist or it may indicate a defect in your evictor
```

```
                // due to improper thread synchronization logic.
            }
        }
    }
}
```

apply メソッド内への挿入処理では、通常、EvictionEventCallback インターフェースの setEvictorData メソッドに渡される Evictor データ・オブジェクトが作成されます。この Evictor は、LRU 実装を示すためのものなので、initialize メソッドで作成されたキューの前に EvictorData も追加されます。 apply メソッド内の更新処理は通常、apply メソッドの前の呼び出し (例えば、apply メソッドの挿入処理による) によって作成された Evictor データ・オブジェクトを更新します。この Evictor は LRU 実装であるため、 EvictorData オブジェクトをその現在のキュー位置からキューの前方に移動させる必要があります。作成された Evictor スレッドは、最後のキュー・エレメントが LRU エントリーを表しているため、キュー内の最後の EvictorData オブジェクトを除去します。その前提として、EvictorData オブジェクトは getKey メソッドを持っています。これによって、Evictor スレッドは、除去する必要があるエントリーのキーを認識します。この例では、コードをスレッド・セーフにするための同期要件を無視していることに留意してください。実際のカスタム Evictor は、同期と同期点の結果として発生するパフォーマンスの障害を取り扱っているため、より複雑です。

以下のコード・スニペットは、initialize メソッドが作成した実行可能スレッドの destroy メソッドと run メソッドを示しています。

```
// Destroy method simply interrupts the thread spawned by the initialize method.
public void destroy()
{
    evictorThread.interrupt();
}

// Here is the run method of the thread that was spawned by the initialize method.
public void run()
{
    // Loop until destroy method interrupts this thread.
    boolean continueToRun = true;
    while ( continueToRun )
    {
        try
        {
            // Sleep for a while before sweeping over queue.
            // The sleepTime is a good candidate for a evictor
            // property to be set.
            Thread.sleep( sleepTime );
            int queueSize = queue.size();
            // Evict entries if queue size has grown beyond the
            // maximum size. Obviously, maximum size would
            // be another evictor property.
            int numToEvict = queueSize - maxSize;
            if ( numToEvict > 0 )
            {
                // Remove from tail of queue since the tail is the
                // least recently used entry.
                List evictList = new ArrayList( numToEvict );
                while( queueSize > ivMaxSize )
                {
                    EvictorData data = null;
                    try
                    {
                        EvictorData data = (EvictorData) queue.removeLast();
                        evictList.add( data );
                        queueSize = queue.size();
                    }
                    catch ( NoSuchElementException nse )
                    {
                        // The queue is empty.
                        queueSize = 0;
                    }
                }
                // Request eviction if key list is not empty.
                if ( ! evictList.isEmpty() )
                {
                    evictorCallback.evictMapEntries( evictList );
                }
```

```
            }
        }
        catch ( InterruptedException e )
        {
            continueToRun = false;
        }
    } // end while loop
} // end run method.
```

オプションの RollBackEvictor インターフェース

com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.RollbackEvictor インターフェースは、オプションで、Evictor プラグインによって実装することができます。このインターフェースを実装することにより、トランザクションがコミットされたときだけでなく、トランザクションがロールバックされたときにも、Evictor を呼び出すことができます。

```
public interface RollbackEvictor
{
    void rollingBack( LogSequence ls );
}
```

apply メソッドは、トランザクションがコミットされたときにのみ呼び出されます。トランザクションがロールバックされたとき、Evictor が RollbackEvictor インターフェースを実装している場合は、rollingBack メソッドが呼び出されます。RollbackEvictor インターフェースが実装されていない場合は、トランザクションがロールバックされても、apply メソッドおよび rollingBack メソッドは呼び出されません。

プラグイン Evictor パフォーマンスのベスト・プラクティス

プラグイン Evictor を使用する場合、Evictor を作成してバックアップ・マップと関連付けるまで、これらはアクティブになりません。 以下のベスト・プラクティスにより、最少使用頻度 (LFU) Evictor および最長未使用時間 (LRU) Evictor に対するパフォーマンスが向上します。

LFU Evictor

LFU Evictor の概念は、頻繁に使用されないマップからエントリーを除去することです。マップのエントリーは、一定量のバイナリー・ヒープを超えて広がります。特定のキャッシュ・エントリーの使用量が増えると、それはヒープの高位に配列されます。Evictor が一連の除去を試行する場合、バイナリー・ヒープの特定のポイントよりも低い位置にあるキャッシュ・エントリーだけを除去します。この結果として、頻繁に使用されないエントリーが除去されます。

LRU Evictor

LRU Evictor は LFU Evictor と同じ概念に従いますが、2、3 の点が異なります。主な違いは、LRU ではバイナリー・ヒープのセットの代わりに先入れ先出し (FIFO) キューを使用することです。キャッシュ・エントリーにアクセスされるたびに、そのエントリーはキューの先頭に移動します。この結果、キューの先頭には最後に使用されたマップ・エントリーが含まれ、キューの最後は最長未使用時間のマップ・エントリーになります。例えば、A キャッシュ・エントリーが 50 回使用され、B キャッシュ・エントリーが A キャッシュ・エントリーの直後に 1 回だけ使用されるとします。この場合、最後に使用された B キャッシュ・エントリーがキューの先頭になり、A キャッシュ・エントリーはキューの最後になります。 LRU Evictor

は、キューの末尾にあるキャッシュ・エントリー、すなわち最も古いマップ・エントリーを除去します。

LFU および LRU プロパティーおよびパフォーマンスを向上させるためのベスト・プラクティス

ヒープ数

LFU Evictor を使用する場合は、特定のマップのすべてのキャッシュ・エントリーが指定するヒープ数を超えて配列されます。これによってパフォーマンスが劇的に上がり、また、そのマップのすべての配列を含む、1 つのバイナリー・ヒープ上ですべての除去が同期するのを防ぎます。ヒープが多い場合も、各ヒープのエントリーが少ないので再配列に必要な時間を短縮できます。ご使用の BaseMap でエントリー数の 10% のヒープ数を設定してください。

キューの数

LRU Evictor を使用する場合は、特定のマップのすべてのキャッシュ・エントリーは指定する LRU キューの数を超えて配列されます。これによってパフォーマンスが劇的に上がり、また、そのマップのすべての配列を含む、1 つのキュー上ですべての除去が同期するのを防ぎます。ご使用の BaseMap でエントリー数の 10% のキューの数を設定してください。

MaxSize プロパティー

LFU または LRU Evictor がエントリーの除去を開始すると、MaxSize Evictor プロパティーを使用して、いくつのバイナリー・ヒープまたは LRU キュー・エレメントを除去するかを判別します。例えば、各マップ・キューにおよそ 10 のマップ・エントリーを持つようにヒープまたはキューの数を設定するとします。 MaxSize プロパティーが 7 に設定されている場合は、Evictor は各ヒープまたはキュー・オブジェクトの 3 つのエントリーを除去して、各ヒープまたはキューのサイズを 7 にします。Evictor は、ヒープまたはキューに、エレメントの MaxSize プロパティーの値を超えるエレメントがある場合にのみ、マップ・エントリーをヒープまたはキューから除去します。MaxSize をヒープまたはキュー・サイズの 70% に設定してください。この例の場合、値は 7 に設定されます。ユーザーは、BaseMap エントリーの数を、使用するヒープまたはキューの数で割ることによって、各ヒープまたはキューのおおよそのサイズを得ることができます。

SleepTime プロパティー

Evictor はマップから常にエントリーを除去するわけではありません。その代わり、一定時間アイドル状態となり、マップの検査のみが n 秒間に 1 回行われます。ここで、n は SleepTime プロパティーを示します。このプロパティーも確実にパフォーマンスに影響します。あまり頻繁に除去スイープを実行すると、それを処理するためにリソースが必要となり、パフォーマンスが低下します。ただし、エビクターを頻繁に使用しないと、不要なエントリーがマップ内に存在するという結果となります。不要なエントリーでいっぱいのマップは、メモリー所要量にもマップに必要な処理用リソースにも悪影響を与えます。除去スイープ間隔を 15 秒に設定すると、ほとんどのマップで良好な事例が得られます。マップが頻繁に書き込まれ、高速のトランザクションで使用される場合は、この値をより低く設定することを検討

してください。頻繁にマップにアクセスしない場合は、この時間をより高い値に設定することができます。

例

以下の例ではマップを定義し、新しい LFU Evictor を作成し、Evictor のプロパティーを設定し、Evictor を使用するようにマップを設定します。

```
//Use ObjectGridManager to create/get the ObjectGrid. Refer to
// the ObjectGridManger section
ObjectGrid objGrid = ObjectGridManager.create.....
BackingMap bMap = objGrid.defineMap("SomeMap");

//Set properties assuming 50,000 map entries
LFUEvictor someEvictor = new LFUEvictor();
someEvictor.setNumberOfHeaps(5000);
someEvictor.setMaxSize(7);
someEvictor.setSleepTime(15);
bMap.setEvictor(someEvictor);
```

LRU Evictor を使用するのは LFU Evictor を使用するのとよく似ています。以下に例を示します。

```
ObjectGrid objGrid = new ObjectGrid;
BackingMap bMap = objGrid.defineMap("SomeMap");

//Set properties assuming 50,000 map entries
LRUEvictor someEvictor = new LRUEvictor();
someEvictor.setNumberOfLRUQueues(5000);
someEvictor.setMaxSize(7);
someEvictor.setSleepTime(15);
bMap.setEvictor(someEvictor);
```

LFU Evictor の例とは 2 行だけ異なっていることに注意してください。

キャッシュ・オブジェクトの変換のためのプラグイン

キャッシュの効率を上げるには、キャッシュ・オブジェクトの変換を検討してみてください。ご使用のプロセッサーの使用量が大きいときは、ObjectTransformer プラグインを使用できます。合計プロセッサー時間の 60 から 70 パーセントまではエントリーのシリアライズとコピーに費やされます。ObjectTransformer プラグインを実装すると、自分の実装環境でオブジェクトのシリアライズおよびデシリアライズを行うことができます。ドメイン内で変更の競合をどのように処理するかを定義するには、CollisionArbiter プラグインを使用できます。

マルチ・マスター複製のためのカスタム・アービターの作成

同じレコードが 2 個所で同時に変更される可能性がある場合には、変更の競合が生じることがあります。マルチ・マスター複製トポロジーでは、ドメインは競合を自動的に検出します。ドメインは競合を検出すると、アービターを呼び出します。通常、競合は、デフォルト競合アービターを使用して解決されます。ただし、アプリケーションでカスタム競合アービターを提供できます。

このタスクについて

ドメインがローカル・レコードと競合する複製項目を受け取った場合には、デフォルト・アービターは、字句的に最も小さい名前のドメインからの変更を使用しま

す。例えば、ドメイン A と B によってレコードの競合が生じる場合には、ドメイン B の変更は無視されます。ドメイン A はそのバージョンを保持し、ドメイン B のレコードは、ドメイン A のレコードに一致するように変更されます。比較では、ドメイン・ネームは大文字に変換されます。

代わりのオプションとしては、マルチ・マスター複製トポロジーで、カスタム競合プラグインによって結果を決定します。ここでは、カスタム競合アービターを開発して、そのアービターを使用するようにマルチ・マスター複製トポロジーを構成する方法の概要を説明します。

手順

1. カスタム競合アービターを開発して、そのアービターをアプリケーションに統合します。

   クラスで以下のインターフェースを実装する必要があります。

   ```
   com.ibm.websphere.objectgrid.revision.CollisionArbiter
   ```

   競合プラグインには、競合の結果を決定するための 3 つの選択肢があります。ローカル・コピーを選択するか、リモート・コピーを選択するか、項目の改訂バージョンを提供できます。ドメインは、以下の情報をカスタム競合アービターに提供します。

   - レコードの外部バージョン
   - レコードのローカル・バージョン
   - 競合項目の改訂バージョンを作成するために使用する必要があるセッション・オブジェクト

   プラグイン・メソッドは、決定を示すオブジェクトを返します。プラグインを呼び出すためにドメインによって呼び出されたメソッドは、true または false を返す必要があります。 false は競合を無視することを意味します。つまり、ローカル・バージョンは変更されず、 eXtreme Scale は外部バージョンがなかったかのように動作します。メソッドが提供されたセッションを使用し、レコードのマージされた新バージョンを作成して変更を調整した場合には、メソッドは値 true を返します。

2. `objectgrid.xml` ファイル内で、カスタム・アービター・プラグインを使用するように指定します。

   id を「CollisionArbiter」にする必要があります。

   ```
   <dgc:objectGrid name="revisionGrid" txTimeout="10">
        <dgc:bean className="com.you.your_application.
         CustomArbiter" id="CollisionArbiter">
         <dgc:property name="property" type="java.lang.String"
         value="propertyValue"/>
        </dgc:bean>
   </dgc:objectGrid>
   ```

ObjectTransformer プラグイン

ObjectTransformer プラグインを使用すると、パフォーマンス向上のために、キャッシュ内のオブジェクトをシリアライズ、デシリアライズ、およびコピーすることができます。

プロセッサーの使用に関するパフォーマンス上の問題がある場合は、各マップに ObjectTransformer プラグインを追加します。 ObjectTransformer プラグインを使用しない場合、合計プロセッサー時間の 60 から 70 パーセントまではエントリーのシリアライズとコピーに費やされます。

目的

ObjectTransformer プラグインがあれば、アプリケーションで以下の操作に対するカスタム・メソッドを提供できます。

- エントリーに対するキーのシリアライズまたはデシリアライズ
- エントリーに対する値のシリアライズまたはデシリアライズ
- エントリーに対するキーまたは値のコピー

ObjectTransformer プラグインが提供されない場合、 ObjectGrid はシリアライズおよびデシリアライズのシーケンスを使用してオブジェクトをコピーするので、ユーザーがキーと値のシリアライズを行う必要があります。この方法には費用がかかるので、パフォーマンスが重大である場合には ObjectTransformer プラグインを使用してください。アプリケーションが、トランザクションのオブジェクトを最初に検索する際に、コピーが行われます。このコピーは、マップのコピー・モードを NO_COPY に設定すると行われません。あるいは、コピー・モードを COPY_ON_READ に設定すると、コピー数を軽減できます。アプリケーションの必要に応じて、このプラグインにカスタム・コピー・メソッドを提供することによって、コピー操作を最適化します。このようなプラグインにより、コピー・オーバーヘッドを合計プロセッサー時間の 65-70 パラメーターから 2/3 パーセントに軽減できます。

デフォルトの copyKey および copyValue メソッド実装では、最初に clone メソッド (このメソッドが提供されている場合) を使用しようとします。 clone メソッド実装が提供されていない場合は、実装のデフォルトはシリアライゼーションになります。

eXtreme Scale が分散モードで実行されているときは、オブジェクト・シリアライゼーションも直接使用されます。 LogSequence は、変更内容を ObjectGrid のピアに送信する前に、ObjectTransformer プラグインを使用して、キーおよび値のシリアライズを支援します。組み込み Java Developer Kit シリアライゼーションを使用するのではなく、シリアライゼーションのカスタム・メソッドを提供するときは、注意が必要です。オブジェクトのバージョン管理は複雑な問題であり、カスタム・メソッドがバージョン管理用に設計されていることが確認できない場合、バージョンの互換性に問題が発生することがあります。

以下のリストでは、eXtreme Scale がキーと値の両方のシリアライズを試みる方法を説明しています。

- カスタム ObjectTransformer プラグインが作成され、プラグインされている場合、eXtreme Scale は ObjectTransformer インターフェース内のメソッドを呼び出して、キーと値をシリアライズし、オブジェクトのキーおよび値のコピーを取得します。

- カスタム ObjectTransformer プラグインが使用されていない場合、eXtreme Scale はデフォルトに従って値のシリアライズとデシリアライズを行います。デフォルト・プラグインが使用されている場合、各オブジェクトは、外部化可能またはシリアライズ可能として実装されます。
  - オブジェクトが Externalizable インターフェースをサポートする場合、writeExternal メソッドが呼び出されます。外部化可能として実装されたオブジェクトは、パフォーマンスを向上させます。
  - Externalizablee インターフェースをサポートせず、Serializable インターフェースを実装しないオブジェクトは、ObjectOutputStream メソッドを使用して保管されます。

ObjectTransformer インターフェースの使用

ObjectTransformer は、ObjectTransformer インターフェースを実装し、共通 ObjectGrid プラグイン規則に準拠している必要があります。

ObjectTransformer オブジェクトを BackingMap 構成に追加する場合、以下のように、プログラマチック構成と XML 構成の 2 つの方法が使用されます。

ObjectTransformer をプラグインするための XML 構成方法

ObjectTransformer 実装のクラス名が、com.company.org.MyObjectTransformer クラスであると仮定します。このクラスは、ObjectTransformer インターフェースを実装します。ObjectTransformer 実装は、以下の XML を使用して構成することができます。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
    <objectGrids>
        <objectGrid name="myGrid">
     <backingMap name="myMap" pluginCollectionRef="myMap" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>

    <backingMapPluginCollections>
 <backingMapPluginCollection id="myMap">
      <bean id="ObjectTransformer" className="com.company.org.MyObjectTransformer" />
 </backingMapPluginCollection>
    </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

ObjectTransformer オブジェクトのプログラマチックなプラグイン

以下のコード・スニペットは、カスタム ObjectTransformer オブジェクトを作成し、それを BackingMap に追加します。

```
ObjectGridManager objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid = objectGridManager.createObjectGrid("myGrid", false);
BackingMap backingMap = myGrid.getMap("myMap");
MyObjectTransformer myObjectTransformer = new MyObjectTransformer();
backingMap.setObjectTransformer(myObjectTransformer);
```

ObjectTransformer の使用に関するシナリオ

ObjectTransformer プラグインは、以下の状態で使用できます。

- シリアライズ不能オブジェクト

- シリアライズ可能オブジェクトであるが、シリアライゼーション・パフォーマンスを改善する
- キーまたは値のコピー

以下の例で、ObjectGrid は Stock クラスのストアに使用されます。

```
/**
* Stock object for ObjectGrid demo
*
*
*/
public class Stock implements Cloneable {
    String ticket;
    double price;
    String company;
    String description;
    int serialNumber;
    long lastTransactionTime;
    /**
    * @return Returns the description.
    */
    public String getDescription() {
        return description;
    }
    /**
    * @param description The description to set.
    */
    public void setDescription(String description) {
        this.description = description;
    }
    /**
    * @return Returns the lastTransactionTime.
    */
    public long getLastTransactionTime() {
        return lastTransactionTime;
    }
    /**
    * @param lastTransactionTime The lastTransactionTime to set.
    */
    public void setLastTransactionTime(long lastTransactionTime) {
        this.lastTransactionTime = lastTransactionTime;
    }
    /**
    * @return Returns the price.
    */
    public double getPrice() {
        return price;
    }
    /**
    * @param price The price to set.
    */
    public void setPrice(double price) {
        this.price = price;
    }
    /**
    * @return Returns the serialNumber.
    */
    public int getSerialNumber() {
        return serialNumber;
    }
    /**
    * @param serialNumber The serialNumber to set.
    */
    public void setSerialNumber(int serialNumber) {
        this.serialNumber = serialNumber;
    }
    /**
    * @return Returns the ticket.
    */
    public String getTicket() {
        return ticket;
    }
    /**
    * @param ticket The ticket to set.
    */
    public void setTicket(String ticket) {
        this.ticket = ticket;
    }
```

```
    /**
    * @return Returns the company.
    */
    public String getCompany() {
        return company;
    }
    /**
    * @param company The company to set.
    */
    public void setCompany(String company) {
        this.company = company;
    }
    //clone
    public Object clone() throws CloneNotSupportedException
    {
        return super.clone();
    }
}
```

Stock クラス用に、カスタム・オブジェクト変換プログラム・クラスを作成できます。

```
/**
* Custom implementation of ObjectGrid ObjectTransformer for stock object
*
*/
public class MyStockObjectTransformer implements ObjectTransformer {
/* (non-Javadoc)
* @see
* com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.ObjectTransformer#serializeKey
* (java.lang.Object,
* java.io.ObjectOutputStream)
*/
public void serializeKey(Object key, ObjectOutputStream stream) throws IOException {
    String ticket= (String) key;
    stream.writeUTF(ticket);
}

/* (non-Javadoc)
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.
ObjectTransformer#serializeValue(java.lang.Object,
java.io.ObjectOutputStream)
*/
public void serializeValue(Object value, ObjectOutputStream stream) throws IOException {
    Stock stock= (Stock) value;
    stream.writeUTF(stock.getTicket());
    stream.writeUTF(stock.getCompany());
    stream.writeUTF(stock.getDescription());
    stream.writeDouble(stock.getPrice());
    stream.writeLong(stock.getLastTransactionTime());
    stream.writeInt(stock.getSerialNumber());
}

/* (non-Javadoc)
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.
ObjectTransformer#inflateKey(java.io.ObjectInputStream)
*/
public Object inflateKey(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException {
    String ticket=stream.readUTF();
    return ticket;
}

/* (non-Javadoc)
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.
ObjectTransformer#inflateValue(java.io.ObjectInputStream)
*/

public Object inflateValue(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException {
    Stock stock=new Stock();
    stock.setTicket(stream.readUTF());
    stock.setCompany(stream.readUTF());
    stock.setDescription(stream.readUTF());
    stock.setPrice(stream.readDouble());
    stock.setLastTransactionTime(stream.readLong());
    stock.setSerialNumber(stream.readInt());
    return stock;
}

/* (non-Javadoc)
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.
ObjectTransformer#copyValue(java.lang.Object)
*/
public Object copyValue(Object value) {
    Stock stock = (Stock) value;
    try {
        return stock.clone();
    }
```

```
    catch (CloneNotSupportedException e)
    {
        // display exception message    }
}

/* (non-Javadoc)
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.
ObjectTransformer#copyKey(java.lang.Object)
*/
public Object copyKey(Object key) {
    String ticket=(String) key;
    String ticketCopy= new String (ticket);
    return ticketCopy;
}
}
```

次に、このカスタム MyStockObjectTransformer クラスを BackingMap にプラグインします。

```
ObjectGridManager ogf=ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogf.getObjectGrid("NYSE");
BackingMap bm = og.defineMap("NYSEStocks");
MyStockObjectTransformer ot = new MyStockObjectTransformer();
bm.setObjectTransformer(ot);
```

シリアライゼーション・パフォーマンス

WebSphere eXtreme Scale は、複数の Java プロセスを使用してデータを保持します。これらのプロセスはデータをシリアライズします。つまり、クライアント・プロセスとサーバー・プロセスの間でデータを移動させるために、(Java オブジェクト・インスタンス形式の) データをバイトに変換し、必要に応じて再びオブジェクトに戻します。 データのマーシャルは最もコストのかかる操作であり、アプリケーション開発者は、スキーマを設計し、グリッドを構成し、データ・アクセス API と対話する際に、それに対処する必要があります。

デフォルトの Java シリアライゼーション・ルーチンおよびコピー・ルーチンは、比較的遅く、標準的なセットアップではプロセッサーの 60 から 70 パーセントを消費する場合があります。以降のセクションに、シリアライゼーションのパフォーマンスを改善するための選択肢を示します。

各 BackingMap 用 ObjectTransformer の作成

ObjectTransformer は、BackingMap に関連付けることができます。ObjectTransformer インターフェースを実装し、かつ以下の操作のための実装を提供するクラスを、アプリケーションに含めることができます。

- 値のコピー
- ストリーム間での、キーのシリアライズとインフレーション
- ストリーム間での、値のシリアライズとインフレーション

キーは不変であると見なされるため、アプリケーションはキーをコピーする必要はありません。

詳しくは、キャッシュ・オブジェクトのシリアライズおよびコピーのためのプラグインおよびObjectTransformer インターフェースのベスト・プラクティスを参照してください。

注: ObjectTransformer は、変換中のデータを ObjectGrid が理解している場合にのみ起動されます。例えば、DataGrid API エージェントが使用される場合は、エージェントそのものに加えて、エージェント・インスタンス・データまたはエージェント

から返されるデータも、カスタムのシリアライゼーション技法を使用して最適化されなければなりません。ObjectTransformer は、DataGrid API エージェントに対しては起動されません。

エンティティーの使用

エンティティーで EntityManager API が使用されている場合、ObjectGrid は、エンティティー・オブジェクトを BackingMap に直接的には保管しません。EntityManager API はエンティティー・オブジェクトを Tuple オブジェクトに変換します。詳しくは、詳しくは、*プログラミング・ガイド*のエンティティー・マップおよびタプルでのローダーの使用に関するトピックを参照してください。 エンティティー・マップは、高度に最適化された ObjectTransformer と自動的に関連付けられます。ObjectMap API または EntityManager API を使用してエンティティー・マップと対話する際、必ずエンティティー ObjectTransformer が起動されます。

カスタムのシリアライゼーション

一部のケースでは、オブジェクトを変更して、カスタム・シリアライゼーションを使用するようにする必要があります (例えば、java.io.Externalizable インターフェースを実装する、または java.io.Serializable インターフェースを実装しているクラスの writeObject および readObject メソッドを実装するなど)。 ObjectGrid API または EntityManager API のメソッド以外のメカニズムを使用してオブジェクトをシリアライゼーションするときは、カスタムのシリアライズした技法を採用する必要があります。

例えば、オブジェクトまたはエンティティーがインスタンス・データとして DataGrid API エージェント内に保管されるとき、またはエージェントがオブジェクトやエンティティーを返すとき、それらのオブジェクトは ObjectTransformer を使用して変換されません。ただし、`EntityMixin` インターフェースが使用されている場合、エージェントは、自動的に ObjectTransformer を使用します。詳しくは、『DataGrid エージェントとエンティティー・ベースのマップ』を参照してください。

バイト配列

ObjectMap または DataGrid API を使用している場合、クライアントがグリッドと対話するとき、および、オブジェクトが複製されるときには、キーと値のオブジェクトがシリアライズされます。シリアライゼーションのオーバーヘッドを避けるには、Java オブジェクトの代わりにバイト配列を使用します。バイト配列を使用すればメモリーへの保管にかかるコストはずっと少なくてすみます。これは、JDK がガーベッジ・コレクション中に検索するオブジェクトが少なく、必要なときだけインフレートできるためです。バイト配列は、照会または索引を使用してオブジェクトにアクセスする必要がない場合にのみ使用するべきです。データはバイトとして保管されるので、データにはキーを介してのみアクセスできます。

WebSphere eXtreme Scale は、 CopyMode.COPY_TO_BYTES マップ構成オプションを使用して、自動的にデータをバイト配列として保管できますが、クライアントによる手動での処理も可能です。このオプションは、データをメモリーに効率的に保管し、照会および索引によるオンデマンドでの使用のために、バイト配列内のオブジェクトを自動的にインフレートすることもできます。

ObjectTransformer インターフェースのベスト・プラクティス

ObjectTransformer インターフェースは、アプリケーションへのコールバックを使用して、通常の操作と、オブジェクト・シリアライゼーションやオブジェクトのディープ・コピーなどのコストのかかる操作のカスタム実装を提供します。

概説

ObjectTransformer インターフェースについて詳しくは、 240 ページの『ObjectTransformer プラグイン』を参照してください。 パフォーマンスの観点、および CopyMode メソッドのベスト・プラクティスのトピックに含まれる情報から見ると、NO_COPY モードが使用されている場合を除き、すべての場合に eXtreme Scale が値をコピーするのは明白です。 eXtreme Scale 内で採用されているデフォルトのコピー・メカニズムはシリアライゼーションであり、これはコストのかかる操作として知られています。 ObjectTransformer インターフェースはこのような状況で使用します。ObjectTransformer インターフェースは、アプリケーションへのコールバックを使用して、通常の操作と、オブジェクト・シリアライズやオブジェクトに対するディープ・コピーなどのコストのかかる操作のカスタム実装を提供します。

アプリケーションで、マップに対する ObjectTransformer インターフェースの実装が提供できると、eXtreme Scale は、このオブジェクトに対するメソッドに権限を委任し、インターフェースにおける各メソッドの最適化バージョンの提供はアプリケーションに頼ります。 ObjectTransformer インターフェースは以下のようになります。

```
public interface ObjectTransformer {
    void serializeKey(Object key, ObjectOutputStream stream) throws IOException;
    void serializeValue(Object value, ObjectOutputStream stream) throws IOException;
    Object inflateKey(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException;
    Object inflateValue(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException;
    Object copyValue(Object value);
    Object copyKey(Object key);
}
```

次のコード例を使用して、ObjectTransformer インターフェースを BackingMap に関連付けることができます。

```
ObjectGrid g = ...;
BackingMap bm = g.defineMap("PERSON");
MyObjectTransformer ot = new MyObjectTransformer();
bm.setObjectTransformer(ot);
```

オブジェクト・シリアライゼーションおよびオブジェクト・インフレーションの調整

オブジェクト・シリアライゼーションは、eXtreme Scale を使用した場合に通常、最も重要なパフォーマンスの考慮事項です。この eXtreme Scale は、アプリケーションで ObjectTransformer プラグインが提供されない場合に、デフォルトのシリアライズ化メカニズムを使用します。アプリケーションは Serializable readObject と writeObject の実装を供給するか、または、Externalizable インターフェースを実装するオブジェクトを持つことができますが、後者の方が 10 倍高速です。マップ内のオブジェクトを変更できない場合、アプリケーションは ObjectTransformer インターフェースを ObjectMap に関連付けることができます。serialize メソッドおよび inflate メソッドが提供されることにより、アプリケーションは、システムのパフォーマンスに大きく影響するこれらの操作を最適化するためのカスタム・コードを提供できます。serialize メソッドは、与えられたストリームにオブジェクトをシリアライズします。 inflate メソッドは入力ストリームを提供します。そしてアプリケーションがオブジェクトを作成し、ストリーム内のデータを使用してオブジェクトを

インフレートし、最後にオブジェクトを戻すものと想定します。 serialize メソッドと inflate メソッドの実装は、相互にミラーリングする必要があります。

ディープ・コピー操作を調整する

アプリケーションが ObjectMap からオブジェクトを受け取った後で、eXtreme Scale は、オブジェクト値に対してディープ・コピーを実行し、BaseMap マップ内のコピーがデータ保全性を維持するようにします。その後アプリケーションはこのオブジェクト値を安全に変更できます。トランザクションがコミットすると、BaseMap マップ内のオブジェクト値のコピーは新しく変更される値に更新され、アプリケーションはその時点からその値の使用を停止します。コミット・フェーズで再度オブジェクトをコピーして、プライベート・コピーを作成した可能性があります。ただし、この場合は、このアクションのパフォーマンス・コストは、トランザクションのコミットの後で値を使用しないようアプリケーション・プログラマーに要求することに対してトレードオフされました。デフォルトの ObjectTransformer は、clone または serialize と inflate のペアを使用して、コピーを生成しようとします。直列化とインフレーションのペアは、最悪なパフォーマンス・シナリオです。プロファイル作成によって、serialize と inflate がご使用のアプリケーションにとって問題であることが判明したら、ディープ・コピーを作成する適切な clone メソッドを書きます。クラスを変更できない場合は、カスタム ObjectTransformer プラグインを作成し、より効率的な copyValue および copyKey メソッドを実装します。

キャッシュ・オブジェクトのバージョン管理と比較のためのプラグイン

オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用しているときは、OptimisticCallback プラグインによってキャッシュ・オブジェクトのバージョン管理および比較操作をカスタマイズすることができます。

com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.OptimisticCallback インターフェースを実装するプラグ可能オプティミスティック・コールバック・オブジェクトを用意できます。エンティティー・マップの場合、ハイパフォーマンス OptimisticCallback プラグインが自動的に構成されます。

目的

OptimisticCallback インターフェースを使用して、マップの値としてオプティミスティック比較演算を提供します。オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用するときは、OptimisticCallback プラグインが必要です。この製品はデフォルトの OptimisticCallback 実装を提供しています。ただし、通常、アプリケーションは独自の OptimisticCallback インターフェースの実装をプラグインする必要があります。

デフォルト実装

eXtreme Scale フレームワークは、 OptimisticCallback インターフェースのデフォルト実装を提供します。この実装は、アプリケーション提供の OptimisticCallback オブジェクトをアプリケーションがプラグインしない場合に使用します。デフォルト実装は、値のバージョン・オブジェクトとして、常に特殊値 NULL_OPTIMISTIC_VERSION を戻し、バージョン・オブジェクトの更新は行いません。このアクションにより、オプティミスティック比較は「ノーオペレーション」関数になります。オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用してい

るとき、たいていの場合、「ノーオペレーション」関数が発生することは望まないと思われます。ご使用のアプリケーションが OptimisticCallback インターフェースを実装し、独自の OptimisticCallback 実装をプラグインする必要がある場合、デフォルト実装は使用しません。ただし、デフォルト提供の OptimisticCallback 実装が有用なシナリオが、少なくとも 1 つ存在します。次のような状態について考えてみます。

- ローダーがバックアップ・マップ用にプラグインされている。
- ローダーが、OptimisticCallback プラグインからの支援なしに、オプティミスティック比較を実行する方法を認識している。

ローダーが、OptimisticCallback オブジェクトからの支援なしで、オプティミスティック・バージョン管理を実行できる方法について考えてみます。 ローダーは、値クラス・オブジェクトを認知し、オプティミスティック・バージョン管理の値としてどの値オブジェクトのフィールドを使用するかを認識しています。例えば、従業員マップの値オブジェクトに対して次のインターフェースを使用するとします。

```
public interface Employee
{
    // Sequential sequence number used for optimistic versioning.
    public long getSequenceNumber();
    public void setSequenceNumber(long newSequenceNumber);
    // Other get/set methods for other fields of Employee object.
}
```

この例では、ローダーは、getSequenceNumber メソッドを使用して、Employee 値オブジェクトの現行バージョン情報を取得できることを認識しています。ローダーは、戻り値を増分して、新規 Employee 値で永続ストレージを更新する前に、新規バージョン番号を生成します。 Java Database Connectivity (JDBC) ローダーの場合、過剰 SQL UPDATE ステートメントの WHERE 文節内の現行シーケンス番号が使用され、新規生成シーケンス番号を使用して、シーケンス番号列が新規シーケンス番号の値に設定されます。このほかにも、オプティミスティック・バージョン管理に使用できる非表示の列を自動的に更新するなんらかのバックエンド提供の関数をローダーが利用する可能性があります。

状況によっては、ストアード・プロシージャーまたはトリガーを使用して、バージョン情報が入っている列を保守できるようにすることもあります。ローダーが、オプティミスティック・バージョン情報を保守するためにこれらの技法のいずれかを使用している場合は、アプリケーションが OptimisticCallback 実装を提供する必要はありません。デフォルトの OptimisticCallback 実装は、ローダーが OptimisticCallback オブジェクトからの支援なしにオプティミスティック・バージョン管理を処理できるため、このシナリオでは便利です。

エンティティーのデフォルト実装

エンティティーは、タプル・オブジェクトを使用して、ObjectGrid に保管されます。デフォルトの OptimisticCallback 実装の振る舞いは、非エンティティー・マップに対する振る舞いと似ています。ただし、エンティティー内のバージョン・フィールドは、エンティティー記述子 XML ファイルの @Version アノテーションまたはバージョン属性を使用して識別されます。

バージョン属性の型は、int、Integer、short、Short、long、Long、java.sql.Timestamp のいずれかになります。エンティティーにはバージョン属性を 1 つだけ定義するこ

とができます。バージョン属性は構成時にのみ設定するようにしてください。エンティティーが永続化されると、バージョン属性の値は変更してはなりません。

バージョン属性が構成されず、オプティミスティック・ロック・ストラテジーが使用される場合、タプルの全体の状態を使用して、タプル全体が暗黙的にバージョン設定されますが、これははるかに高コストになります。

以下の例では、Employee エンティティーに SequenceNumber という long バージョン属性が設定されています。

```
@Entity
public class Employee
{
private long sequence;
    // Sequential sequence number used for optimistic versioning.
    @Version
    public long getSequenceNumber() {
        return sequence;
    }
    public void setSequenceNumber(long newSequenceNumber) {
        this.sequence = newSequenceNumber;
    }
    // Other get/set methods for other fields of Employee object.
}
```

OptimisticCallback プラグインの記述

OptimisticCallback プラグインは、OptimisticCallback インターフェースを実装し、共通 ObjectGrid プラグイン規則に準拠する必要があります。詳しくは、API 資料中の OptimisticCallback インターフェースを参照してください。

次のリストには、OptimisticCallback インターフェース内の各メソッドについての説明または考慮事項があります。

NULL_OPTIMISTIC_VERSION

この特殊値は、OptimisticCallback 実装がバージョン検査を必要としない場合に、getVersionedObjectForValue メソッドによって戻されます。com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.NoVersioningOptimisticCallback クラスの組み込みプラグイン実装では、このプラグイン実装を指定するとバージョン管理が使用不可になるため、この値が使用されます。

getVersionedObjectForValue メソッド

getVersionedObjectForValue メソッドは、バージョン管理のために使用できる値のコピーまたは値の属性を戻すことがあります。このメソッドは、オブジェクトがトランザクションに関連付けられるたびに呼び出されます。ローダーがバックアップ・マップ内にプラグインしていない場合、バックアップ・マップは、コミット時刻にこの値を使用してオプティミスティック・バージョン管理比較を行います。オプティミスティック・バージョン管理比較は、このトランザクションがこのトランザクションによって変更されたマップ・エントリーに最初にアクセスした後でバージョンが変更されていないことを確認するために、バックアップ・マップによって使用されます。別のトランザクションが既にこのマップ・エントリーのバージョンを変更している場合、バージョン比較は失敗し、バックアップ・マップは OptimisticCollisionException 例外を表示して、トランザクションを強制的にロールバ

ックします。ローダーがプラグインされている場合、バックアップ・マップはオプティミスティック・バージョン管理情報を使用しません。代わりに、ローダーは、オプティミスティック・バージョン管理比較を行い、必要に応じてバージョン管理情報を更新する責任があります。ローダーは通常、ローダーの batchUpdate メソッドに渡される LogElement から、初期バージョン管理オブジェクトを取得します。このオブジェクトは、フラッシュ操作が発生するか、トランザクションがコミットされたときに呼び出されます。

次のコードは、EmployeeOptimisticCallbackImpl オブジェクトによって使用される実装を示しています。

```
public Object getVersionedObjectForValue(Object value)
{
    if (value == null)
    {
        return null;
    }
    else
    {
        Employee emp = (Employee) value;
        return new Long( emp.getSequenceNumber() );
    }
}
```

前の例に示すように、sequenceNumber 属性は、ローダーが予期するように、java.lang.Long オブジェクト内に戻されます。これは、ローダーの作成者と同一人物が EmployeeOptimisticCallbackImpl を作成したか、 EmployeeOptimisticCallbackImpl を実装した人物と協力して作業を行ったか (例えば、getVersionedObjectForValue メソッドによって戻された値に合意した) のいずれかであることを示しています。デフォルトの OptimisticCallback プラグインは、特殊値 NULL_OPTIMISTIC_VERSION をバージョン・オブジェクトとして戻します。

updateVersionedObjectForValue メソッド

このメソッドは、トランザクションが値を更新し、新バージョンのオブジェクトが必要になるたびに呼び出されます。 getVersionedObjectForValue メソッドがこの値の属性を戻した場合、このメソッドは通常、属性値を新バージョンのオブジェクトに更新します。 getVersionedObjectForValue メソッドがこの値のコピーを戻した場合、このメソッドは通常、いかなるアクションも完了しません。デフォルトの OptimisticCallback プラグインは、getVersionedObjectForValue のデフォルト実装がバージョン・オブジェクトとして常に特殊値 NULL_OPTIMISTIC_VERSION を戻すため、このメソッドではいかなるアクションも完了しません。次の例は、OptimisticCallback セクションで使用される EmployeeOptimisticCallbackImpl オブジェクトによって使用される実装を示しています。

```
public void updateVersionedObjectForValue(Object value)
{
    if ( value != null )
    {
        Employee emp = (Employee) value;
        long next = emp.getSequenceNumber() + 1;
        emp.updateSequenceNumber( next );
    }
}
```

前の例で示すように、sequenceNumber 属性は、次に getVersionedObjectForValue メソッドが呼び出されたときに、戻される java.lang.Long 値が長整数値を持つよう

に、1 ずつ増分されます。この長整数値は、元のシーケンス番号の値に 1 を加えたもの (例えば、この従業員インスタンスの次のバージョン値) です。この例は、ローダーを作成者が EmployeeOptimisticCallbackImpl の作成者と同一人物であるか、EmployeeOptimisticCallbackImpl を実装した人物と協力して作業を行ったかのいずれかであることを示しています。

serializeVersionedValue メソッド

このメソッドは、指定されたストリームにバージョン値を書き込みます。実装によっては、バージョン値を使用して、オプティミスティック更新の衝突を識別することができます。一部の実装では、バージョン値は元の値のコピーです。それ以外の実装では、値のバージョンを示すシーケンス番号またはその他のいくつかのオブジェクトがあります。実際の実装が不明であるため、このメソッドは適切なシリアライゼーションを実行するために提供されます。デフォルト実装は writeObject メソッドを呼び出します。

inflateVersionedValue メソッド

このメソッドは、バージョン値のシリアライズ・バージョンを取り、実際のバージョン値オブジェクトを戻します。実装によっては、バージョン値を使用して、オプティミスティック更新の衝突を識別することができます。一部の実装では、バージョン値は元の値のコピーです。それ以外の実装では、値のバージョンを示すシーケンス番号またはその他のいくつかのオブジェクトがあります。実際の実装が不明であるため、このメソッドは適切なデシリアライゼーションを行うために提供されます。デフォルト実装は readObject メソッドを呼び出します。

アプリケーション提供の OptimisticCallback オブジェクトの使用

アプリケーション提供の OptimisticCallback オブジェクトを BackingMap 構成に追加する場合、XML 構成とプログラマチック構成の 2 つの方法があります。

OptimisticCallback オブジェクトをプラグインするための XML 構成方法

次の例に示すように、アプリケーションは、XML ファイルを使用して、その OptimisticCallback オブジェクトをプラグインすることができます。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
<objectGrids>
    <objectGrid name="grid1">
        <backingMap name="employees" pluginCollectionRef="employees" lockStrategy="OPTIMISTIC" />
    </objectGrid>
</objectGrids>

<backingMapPluginCollections>
    <backingMapPluginCollection id="employees">
        <bean id="OptimisticCallback" className="com.xyz.EmployeeOptimisticCallbackImpl" />
    </backingMapPluginCollection>
</backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

OptimisticCallback オブジェクトのプログラマチックなプラグイン

次の例は、ローカル grid1 ObjectGrid インスタンス内の従業員のバックアップ・マップ用に、アプリケーションで OptimisticCallback オブジェクトをプログラマチックにプラグインする方法を示しています。

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid1" );
BackingMap bm = dg.defineMap("employees");
EmployeeOptimisticCallbackImpl cb = new EmployeeOptimisticCallbackImpl();
bm.setOptimisticCallback( cb );
```

イベント・リスナーの指定のためのプラグイン

ObjectGridEventListener および MapEventListener プラグインを使用すると、eXtreme Scale キャッシュ内のさまざまなイベントの通知を構成できます。リスナー・プラグインは、他の eXtreme Scale プラグインと同様に、ObjectGrid または BackingMap インスタンスに登録されて、アプリケーションおよびキャッシュ・プロバイダーの統合およびカスタマイズの場所になります。

ObjectGridEventListener プラグイン

ObjectGridEventListener プラグインは、ObjectGrid インスタンス、断片、およびトランザクション用の eXtreme Scale ライフサイクル・イベントを提供します。ObjectGridEventListener プラグインを使用して、ObjectGrid で重大なイベントが発生したときに通知を受け取ります。これらのイベントには、ObjectGrid の初期化、トランザクションの開始、トランザクションの終了、および ObjectGrid の破棄などがあります。これらのイベントを listen するには、ObjectGridEventListener インターフェースを実装するクラスを作成して、eXtreme Scale に追加します。

ObjectGridEventListener プラグインの作成について詳しくは、255 ページの『ObjectGridEventListener プラグイン』を参照してください。また、 API 資料でも詳細を参照できます。

ObjectGridEventListener インスタンスの追加および除去

ObjectGrid は、複数の ObjectGridEventListener リスナーを持つことが可能です。リスナーの追加および除去は、ObjectGrid インターフェースで addEventListener、setEventListeners、および removeEventListener メソッドを使用して行います。また、 ObjectGridEventListener プラグインを ObjectGrid 記述子ファイルに明示的に登録することもできます。例については、255 ページの『ObjectGridEventListener プラグイン』を参照してください。

MapEventListener プラグイン

MapEventListener プラグインは、BackingMap インスタンスに対して発生するコールバック通知および重要なキャッシュ状態変更を提供します。MapEventListener プラグインの作成について詳しくは、254 ページの『MapEventListener プラグイン』を参照してください。また、 API 資料でも詳細を参照できます。

MapEventListener インスタンスの追加および除去

eXtreme Scale は、複数の MapEventListener リスナーを持つことが可能です。リスナーの追加および除去は、BackingMap インターフェースで addMapEventListener、setMapEventListeners、および removeMapEventListener メソッ

ドを使用して行います。また、 MapEventListener リスナーを ObjectGrid 記述子ファイルに明示的に登録することもできます。例については、『MapEventListener プラグイン』を参照してください。

MapEventListener プラグイン

MapEventListener プラグインは、マップがプリロードを終了したり、エントリーがマップから除去されたりしたときに、BackingMap オブジェクトに対して発生するコールバック通知および重要なキャッシュ状態変更を提供します。特定の MapEventListener プラグインは、MapEventListener インターフェースを実装して作成するカスタム・クラスです。

MapEventListener プラグイン規則

MapEventListener プラグインを開発する際には、共通のプラグイン規則に従う必要があります。プラグイン規則について詳しくは、 221 ページの『プラグインの概要』を参照してください。その他のタイプのリスナー・プラグインについては、253 ページの『イベント・リスナーの指定のためのプラグイン』を参照してください。

MapEventListener 実装を作成すると、プログラムで、あるいは、XML 構成を使用してそれを BackingMap 構成にプラグインできます。

MapEventListener 実装の作成

MapEventListener プラグインの実装は、アプリケーションに組み込むことができます。このプラグインで、MapEventListener インターフェースを実装し、マップに関する重要なイベントを受信する必要があります。エントリーがマップから除去されたとき、およびマップのプリロードが完了したときに、イベントが MapEventListener プラグインに送られます。

XML を使用した MapEventListener 実装のプラグイン

MapEventListner 実装は、XML を使用して構成できます。以下の XML は、myGrid.xml ファイルに存在しなければなりません。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<objectGridconfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
    <objectGrids>
        <objectGrid name="myGrid">
            <backingMap name="myMap" pluginCollectionRef="myPlugins" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>
    <backingMapPluginCollections>
        <backingMapPluginCollection id="myPlugins">
            <bean id="MapEventListener" className=
       "com.company.org.MyMapEventListener" />
        </backingMapPluginCollection>
    </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

このファイルを ObjectGridManager インスタンスに提供すると、この構成の作成が容易になります。以下のコード・スニペットは、この XML ファイルを使用して

ObjectGrid インスタンスを作成する方法を示しています。新規に作成された ObjectGrid インスタンスにおいて、myMap BackingMap で MapEventListener が設定されます。

```
ObjectGridManager objectGridManager =
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid =
 objectGridManager.createObjectGrid("myGrid", new URL("file:etc/test/myGrid.xml"),
  true, false);
```

MapEventListener 実装のプログラムによるプラグイン

カスタム MapEventListener のクラス名は、com.company.org.MyMapEventListener クラスです。このクラスは MapEventListener インターフェースを実装します。以下のコード・スニペットは、カスタム MapEventListener オブジェクトを作成し、それを BackingMap オブジェクトに追加します。

```
ObjectGridManager objectGridManager =
 ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid = objectGridManager.createObjectGrid("myGrid", false);
BackingMap myMap = myGrid.defineMap("myMap");
MyMapEventListener myListener = new MyMapEventListener();
myMap.addMapEventListener(myListener);
```

ObjectGridEventListener プラグイン

ObjectGridEventListener プラグインは、ObjectGrid、断片、およびトランザクション用の WebSphere eXtreme Scale ライフサイクル・イベントを提供します。ObjectGridEventListener プラグインは、ObjectGrid が初期化または破棄されたとき、およびトランザクションが開始または終了したときに通知を行います。ObjectGridEventListener プラグインは、 ObjectGridEventListener インターフェースを実装して作成するカスタム・クラスです。必要な場合、この実装は、ObjectGridEventGroup サブインターフェースを含み、共通の eXtreme Scale プラグイン規則に従います。

概説

ObjectGridEventListener プラグインはローダー・プラグインが使用可能である場合に便利で、トランザクションの開始時と終了時に Java Database Connectivity (JDBC) 接続またはバックエンドへの接続を初期化する必要があります。通常、ObjectGridEventListener プラグインとローダー・プラグインは一緒に作成します。

ObjectGridEventListener プラグインの作成

ObjectGridEventListener プラグインは、重要な eXtreme Scale イベントに関する通知を受け取るために ObjectGridEventListener インターフェースを実装する必要があります。以下のインターフェースを実装して、追加のイベント通知を受け取ることができます。以下のサブインターフェースが ObjectGridEventGroup インターフェースに組み込まれています。

- ShardEvents インターフェース
- ShardLifecycle インターフェース
- TransactionEvents インターフェース

これらのインターフェースについて詳しくは、 API 資料を参照してください。

断片イベント

カタログ・サービスがプライマリー区画やレプリカの断片を Java 仮想マシン (JVM) に配置すると、その JVM 内に新しい ObjectGrid インスタンスが作成されて、その断片をホスティングします。JVM ホスト上でスレッドを開始する必要があるアプリケーションでは、プライマリーがこれらのイベントの通知を必要とします。ObjectGridEventGroup.ShardEvents インターフェースは、shardActivate メソッドおよび shardDeactivate メソッドを宣言します。これらのメソッドは、断片がプライマリーとして活動化される場合と、断片がプライマリーから非活動化される場合にのみ呼び出されます。アプリケーションでは、これら 2 つのイベントを使用することで、断片がプライマリーのときに追加スレッドを開始したり、断片がレプリカに戻ったときやサービスから除外されたときにスレッドを停止したりできます。

アプリケーションは、 shardActivate メソッドに提供されている ObjectGrid 参照で ObjectGrid#getMap メソッドを使用して特定の BackingMap を検索することで、どの区画が活動状態になっているかを特定できます。それからアプリケーションは、BackingMap#getPartitionId() メソッドを使用して区画番号を確認できます。各区画の番号は 0 から始まるため、最後の区画番号はデプロイメント記述子内の区画数 - 1 になります。

断片のライフサイクル・イベント

ObjectGridEventListener.initialize メソッドおよび ObjectGridEventListener.destroy メソッドのイベントは、ObjectGridEventGroup.ShardLifecycle インターフェースを使用して配信されます。

トランザクション・イベント

ObjectGridEventListener.transactionBegin メソッドおよび ObjectGridEventListener.transactionEnd メソッドは、ObjectGridEventGroup.TransactionEvents インターフェースを通じて導き出されます。

この方法の利点

ObjectGridEventListener プラグインが ObjectGridEventListener インターフェースおよび ShardLifecycle インターフェースを実装すると、リスナーに配信されるイベントは断片ライフサイクル・イベントだけになります。どの新規 ObjectGridEventGroup 内部インターフェースを実装しても、eXtreme Scale は、新規インターフェースを使用してそうした特定のイベントのみを配信するようになります。この実装では、コードの下位互換性が維持されます。新しい内部インターフェースを使用する場合は、必要な特定のイベントのみを受け取るようにすることができます。

ObjectGridEventListener プラグインの使用

カスタム ObjectGridEventListener プラグインを使用するには、ObjectGridEventListener インターフェースおよびオプションの ObjectGridEventGroup サブインターフェースを実装するクラスをまず作成します。重大なイベントの通知を受け取れるように、カスタム・リスナーを ObjectGrid に追加します。ObjectGridEventListener プラグインを eXtreme Scale 構成に追加するには、プログラマチック構成と XML 構成の 2 つの方法があります。

ObjectGridEventListener プラグインのプログラマチックな構成

eXtreme Scale イベント・リスナーのクラス名が com.company.org.MyObjectGridEventListener クラスであると想定します。このクラスは、ObjectGridEventListener インターフェースを実装します。以下のコード・スニペットは、カスタム ObjectGridEventListener を作成し、ObjectGrid に追加します。

```
ObjectGridManager objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid = objectGridManager.createObjectGrid("myGrid", false);
MyObjectGridEventListener myListener = new MyObjectGridEventListener();
myGrid.addEventListener(myListener);
```

XML を使用した ObjectGridEventListener プラグインの構成

ObjectGridEventListener プラグインは、XML を使用して構成することもできます。以下の XML は、前述のプログラムで作成した ObjectGrid イベント・リスナーと同等の構成を作成します。以下のテキストは、myGrid.xml ファイルに存在しなければなりません。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
    <objectGrids>
        <objectGrid name="myGrid">
            <bean id="ObjectGridEventListener"
       className="com.company.org.MyObjectGridEventListener" />
            <backingMap name="Book"/>
        </objectGrid>
    </objectGrids>
</objectGridConfig>
```

Bean 宣言が backingMap 宣言の前にあることに注意してください。このファイルを ObjectGridManager プラグインに提供することで、この構成の作成が容易になります。以下のコード・スニペットは、この XML ファイルを使用して ObjectGrid インスタンスを作成する方法を示しています。作成した ObjectGrid インスタンスの myGrid ObjectGrid には、ObjectGridEventListener リスナーが設定されています。

```
ObjectGridManager objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid = objectGridManager.createObjectGrid("myGrid",
 new URL("file:etc/test/myGrid.xml"), true, false);
```

キャッシュ・オブジェクトのカスタム索引作成のためのプラグイン

MapIndexPlugin プラグイン (つまり索引) を使用すると、eXtreme Scale が提供する組み込み索引以上の、カスタムの索引付けストラテジーを書き込めます。

索引付けに関する一般情報は、索引付けを参照してください。

索引付けの使用方法について詳しくは、 262 ページの『非キー・データ・アクセスの索引付けの使用』を参照してください。

MapIndexPlugin 実装は、MapIndexPlugin インターフェースを使用し、 eXtreme Scale プラグインの共通規則に従う必要があります。

以下のセクションに、この索引インターフェースの重要なメソッドをいくつか示します。

setProperties メソッド

setProperties メソッドを使用して、索引プラグインをプログラマチックに初期化することができます。このメソッドに渡される Properties オブジェクト・パラメーターには、索引プラグインの適切な初期化に必要な構成情報を含める必要があります。分散環境では、索引プラグインの構成がクライアントとサーバーのプロセス間で移動するため、getProperties メソッドの実装と一緒に setProperties メソッドの実装が必要です。以下に、このメソッドの実装例を示します。

```
setProperties(Properties properties)

// setProperties method sample code
    public void setProperties(Properties properties) {
        ivIndexProperties = properties;

        String ivRangeIndexString = properties.getProperty("rangeIndex");
        if (ivRangeIndexString != null && ivRangeIndexString.equals("true")) {
            setRangeIndex(true);
        }
        setName(properties.getProperty("indexName"));
        setAttributeName(properties.getProperty("attributeName"));

        String ivFieldAccessAttributeString = properties.getProperty("fieldAccessAttribute");
        if (ivFieldAccessAttributeString != null && ivFieldAccessAttributeString.equals("true")) {
            setFieldAccessAttribute(true);
        }

        String ivPOJOKeyIndexString = properties.getProperty("POJOKeyIndex");
        if (ivPOJOKeyIndexString != null && ivPOJOKeyIndexString.equals("true")) {
            setPOJOKeyIndex(true);
        }
    }
```

getProperties メソッド

getProperties メソッドは、MapIndexPlugin インスタンスから索引プラグインの構成を抽出します。抽出したプロパティーを使用して、別の MapIndexPlugin インスタンスを初期化し内部状態が同一になるようにすることができます。分散環境では、getProperties メソッドと setProperties メソッドの実装が必要です。以下に、getProperties メソッドの実装例を示します。

```
getProperties()

// getProperties method sample code
    public Properties getProperties() {
        Properties p = new Properties();
        p.put("indexName", indexName);
        p.put("attributeName", attributeName);
        p.put("rangeIndex", ivRangeIndex ? "true" : "false");
        p.put("fieldAccessAttribute", ivFieldAccessAttribute ? "true" : "false");
        p.put("POJOKeyIndex", ivPOJOKeyIndex ? "true" : "false");
        return p;
    }
```

setEntityMetadata メソッド

setEntityMetadata メソッドは、初期化時に WebSphere eXtreme Scale ランタイムにより呼び出され、関連する BackingMap の EntityMetadata を MapIndexPlugin インスタンスに設定します。 EntityMetadata は、タプル・オブジェクトの索引のサポートに必要です。タプルとは、エンティティー・オブジェクトまたはそのキーを表すデータ・セットです。 BackingMap がエンティティー用である場合は、このメソッドを実装する必要があります。

以下のコード例は、setEntityMetadata メソッドを実装します。

```
setEntityMetadata(EntityMetadata entityMetadata)

// setEntityMetadata method sample code
    public void setEntityMetadata(EntityMetadata entityMetadata) {
        ivEntityMetadata = entityMetadata;
        if (ivEntityMetadata != null) {
            // this is a tuple map
            TupleMetadata valueMetadata = ivEntityMetadata.getValueMetadata();
            int numAttributes = valueMetadata.getNumAttributes();
            for (int i = 0; i < numAttributes; i++) {
                String tupleAttributeName = valueMetadata.getAttribute(i).getName();
                if (attributeName.equals(tupleAttributeName)) {
                    ivTupleValueIndex = i;
                    break;
                }
            }

            if (ivTupleValueIndex == -1) {
                // did not find the attribute in value tuple, try to find it on key tuple.
                // if found on key tuple, implies key indexing on one of tuple key attributes.
                TupleMetadata keyMetadata = ivEntityMetadata.getKeyMetadata();
                numAttributes = keyMetadata.getNumAttributes();
                for (int i = 0; i < numAttributes; i++) {
                    String tupleAttributeName = keyMetadata.getAttribute(i).getName();
                    if (attributeName.equals(tupleAttributeName)) {
                        ivTupleValueIndex = i;
                        ivKeyTupleAttributeIndex = true;
                        break;
                    }
                }
            }

            if (ivTupleValueIndex == -1) {
                // if entityMetadata is not null and we could not find the
       // attributeName in entityMetadata, this is an
                // error
                throw new ObjectGridRuntimeException("Invalid attributeName.  Entity: " +
         ivEntityMetadata.getName());
            }
        }
    }
```

属性名メソッド

setAttributeName メソッドは、索引付けされる属性の名前を設定します。キャッシュ・オブジェクト・クラスは、索引付き属性に対し get メソッドを提供する必要があります。例えば、オブジェクトに属性 employeeName または EmployeeName がある場合、索引ではそのオブジェクトで getEmployeeName メソッドを呼び出し、属性値を抽出します。属性名はその get メソッド内の名前と同一にし、その属性では Comparable インターフェースを実装している必要があります。属性がブール・タイプである場合は、isAttributeName メソッドのパターンを使用することもできます。

getAttributeName メソッドは、索引付き属性の名前を戻します。

getAttribute メソッド

getAttribute メソッドは、指定したオブジェクトからの索引付き属性値を戻します。例えば、Employee オブジェクトに索引が付けられた employeeName という属性がある場合は、getAttribute メソッドを使用して、指定された Employee オブジェクトから employeeName の属性値を抽出できます。このメソッドは、分散 WebSphere eXtreme Scale 環境の場合には必須です。

```
getAttribute(Object value)

// getAttribute method sample code
    public Object getAttribute(Object value) throws ObjectGridRuntimeException {
        if (ivPOJOKeyIndex) {
            // In the POJO key indexing case, no need to get attribute from value object.
            // The key itself is the attribute value used to build the index.
            return null;
        }

        try {
            Object attribute = null;
            if (value != null) {
                // handle Tuple value if ivTupleValueIndex != -1
```

```
            if (ivTupleValueIndex == -1) {
                // regular value
                if (ivFieldAccessAttribute) {
                    attribute = this.getAttributeField(value).get(value);
                } else {
                    attribute = getAttributeMethod(value).invoke(value, emptyArray);
                }
            } else {
                // Tuple value
                attribute = extractValueFromTuple(value);
            }
        }
        return attribute;
    } catch (InvocationTargetException e) {
        throw new ObjectGridRuntimeException(
                "Caught unexpected Throwable during index update processing,
       index name = " + indexName + ": " + t,
                t);
    } catch (Throwable t) {
        throw new ObjectGridRuntimeException(
                "Caught unexpected Throwable during index update processing,
      index name = " + indexName + ": " + t,
                t);
    }
}
```

複合 HashIndex

複合 HashIndex により、照会のパフォーマンスが向上し、高いコストがかかるマップのスキャンを避けることができます。また、この機能は、検索条件に多くの属性が関係する際、キャッシュ・オブジェクトを検索するための便利な方法を HashIndex API に提供します。

パフォーマンスの改善

複合 HashIndex を使用すると、一致検索条件に入れた複数の属性によって、キャッシュされたオブジェクトを高速かつ簡単に見つけることができます。複合索引は、完全属性一致検索をサポートしますが、範囲検索はサポートしません。

注: 複合索引は ObjectGrid 照会言語での BETWEEN 演算子の使用をサポートしません。BETWEEN は範囲サポートを必要とすることがあるためです。より大 (>)、より小 (<) 条件も、範囲索引を必要とするため機能しません。

適切な複合索引が WHERE 条件で使用可能な場合、複合索引によって照会のパフォーマンスを改善できます。適切な複合索引とは、全属性一致の WHERE 条件に含まれているのとまったく同じ属性をその複合索引が持っているという意味です。

照会では、次の例のように 1 つの条件に多数の属性が関係することがあります。

```
SELECT a FROM Address a WHERE a.city='Rochester' AND a.state='MN' AND
a.zipcode='55901'
```

複合索引では、マップのスキャンを回避したり、複数の単一属性索引の結果を結合したりすることで、照会のパフォーマンスを改善できます。例では、属性 (city、state、zipcode) を持つ複合索引が定義されている場合は、照会エンジンは、複合索引を使用して、`city='Rochester'`、`state='MN'`、および `zipcode='55901'` のエントリーを検索できます。 複合索引も、city、state、および zipcode 属性に対する属性索引もなければ、照会エンジンは、マップをスキャンするか、複数の単一属性検索を結合する必要があり、それには通常コストの高いオーバーヘッドが生じます。また、複合索引の照会がサポートするのは、完全一致パターンのみです。

複合索引の構成

複合索引を構成する方法は 3 とおりあります。XML を使用するか、プログラマチックに行うか、または (エンティティー・マップの場合のみ) エンティティー・アノテーションを付ける方法です。

XML の使用

XML で複合索引を構成するには、下のようなコードを構成ファイルの backingMapPluginCollections エレメント内に組み込みます。

```
Composite index - XML configuration approach
<bean id="MapIndexPlugin"  className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
<property name="Name" type="java.lang.String" value="Address.CityStateZip"/>
<property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="city,state,zipcode"/>
</bean>
```

プログラマチック構成

プログラマチックに行う場合、以下のサンプル・コードによって、上記 XML と同じ複合索引が作成されます。

```
HashIndex mapIndex = new HashIndex();
 mapIndex.setName("Address.CityStateZip");
 mapIndex.setAttributeName(("city,state,zipcode"));
 mapIndex.setRangeIndex(true);

 BackingMap bm = objectGrid.defineMap("mymap");
 bm.addMapIndexPlugin(mapIndex);
```

複合索引の構成は、XML を使用した通常の索引の構成と同じですが、attributeName プロパティー値は例外なので注意してください。複合索引の場合、attributeName の値は、コンマ区切りの属性のリストです。例えば、値クラス Address は、city、state、および zipcode の 3 つの属性を持つとします。この場合、`"city,state,zipcode"` という attributeName プロパティー値を使用して複合索引を定義し、複合索引に city、state、および zipcode が含まれていることを示すことができます。

また、複合 HashIndexes は、範囲検索をサポートしないため、RangeIndex プロパティーを true に設定しないよう注意してください。

エンティティー・アノテーション

エンティティー・マップの場合、アノテーションによる方法を使用して複合索引を定義できます。エンティティー・クラスのレベルで、CompositeIndexes アノテーション内に CompositeIndex のリストを定義できます。CompositeIndex には name と attributeNames プロパティーがあります。各 CompositeIndex は、エンティティーの関連の BackingMap に適用される HashIndex インスタンスに関連付けられます。HashIndex は、非範囲索引として構成されます。

```
@Entity
@CompositeIndexes({
    @CompositeIndex(name="CityStateZip", attributeNames="city,state,zipcode"),
    @CompositeIndex(name="lastnameBirthday", attributeNames="lastname,birthday")
 })
public class Address {
    @Id int id;
    String street;
    String city;
    String state;
    String zipcode;
    String lastname;
    Date birthday;
}
```

各複合索引の name プロパティーは、エンティティーおよび BackingMap 内で固有でなければなりません。名前が指定されない場合は、生成された名前が使用されます。attributeNames プロパティーを使用して、HashIndex attributeName のデータ (コンマ区切りの属性のリスト) が設定されます。属性名は、エンティティーがフィールド・アクセスを使用するように構成されているときは、パーシスタント・フィールド名と一致します。そのように構成されていない場合は、プロパティー・アクセス・エンティティーに対する JavaBeans 命名規則の定義に従いプロパティー名と一致します。例えば、属性名が「street」だった場合、プロパティー getter メソッドの名前は getStreet です。

複合索引の検索の実行

複合索引が構成されたら、アプリケーションは、MapIndex インターフェースの findAll(Object) メソッドを使用して、意下のように検索を実行できます。

```
Session sess = objectgrid.getSession();
ObjectMap map = sess.getMap("MAP_NAME");
MapIndex codeIndex = (MapIndex) map.getIndex("INDEX_NAME");
Object[] compositeValue = new Object[]{ MapIndex.EMPTY_VALUE,
   "MN", "55901"};
Iterator iter = mapIndex.findAll(compositeValue);
```

MapIndex.EMPTY_VALUE は compositeValue[0] に割り当てられ、評価から city 属性が除外されることを示します。結果には、state 属性が"MN" に等しく、zipcode 属性が"55901" に等しいオブジェクトのみが含まれます。

次の照会では、上記の複合索引の構成が有効です。

```
SELECT a FROM Address a WHERE a.city='Rochester' AND a.state='MN' AND
a.zipcode='55901'

SELECT a FROM Address a WHERE a.state='MN' AND a.zipcode='55901'
```

照会エンジンは適切な複合索引を見つけ、それを使用して全属性一致のケースで照会のパフォーマンスを高めます。

シナリオによっては、全属性一致のすべての照会に対応するために、一部の属性がオーバーラップする複数の複合索引をアプリケーションで定義する必要がある場合があります。索引の数が増えることの欠点は、マップ操作でパフォーマンス・オーバーヘッドが生じる可能性があることです。

マイグレーションおよびインターオペラビリティー

複合索引の使用に関する唯一の制約は、異種のコンテナーがある分散環境では、アプリケーションが複合索引を構成できないことです。古いコンテナーは、複合索引構成を認識しないため、古いコンテナーと新しいコンテナーは混用できません。複合索引は、既存の通常の属性索引とよく似ていますが、複合索引では、複数の属性にまたがる索引付けが許可される点が異なります。通常の属性索引のみを使用する場合、コンテナー混在環境はそのまま存続できます。

非キー・データ・アクセスの索引付けの使用

データのキー・アクセスの代わりに索引付けを使用するほうが、より効率的な場合があります。

必要なステップ

1. BackingMap に、静的または動的索引プラグインを追加します。
2. ObjectMap の getIndex メソッドを発行して、アプリケーション索引プロキシー・オブジェクトを取得します。
3. MapIndex、MapRangeIndex またはカスタマイズされた索引インターフェースなどの適切なアプリケーション索引インターフェースに、索引プロキシー・オブジェクトをキャストします。
4. アプリケーション索引インターフェースに定義されたメソッドを使用して、キャッシュされたオブジェクトを検出します。

HashIndex クラスは、組み込みアプリケーション索引インターフェースである MapIndex と MapRangeIndex の両方をサポートすることのできる組み込み索引プラグイン実装です。 ユーザー独自の索引を作成することもできます。 HashIndex を静的索引または動的索引として BackingMap に追加して、MapIndex または MapRangeIndex の索引プロキシー・オブジェクトを取得し、その索引プロキシー・オブジェクトを使用してキャッシュ・オブジェクトを検索することができます。

注: 分散環境では、索引オブジェクトは、クライアント ObjectGrid から取得された場合は、タイプがクライアント索引オブジェクトになり、すべての索引操作はリモート・サーバー ObjectGrid において実行されます。 マップが区画化されている場合、索引操作は各区画でリモートに実行され、各区画からの結果はマージされてから、アプリケーションに戻されます。パフォーマンスは、区画数と、各区画が戻す結果のサイズによって決まります。これらの要因が両方とも大きいと、パフォーマンスが低下することがあります。

HashIndex の構成について詳しくは、HashIndex の構成を参照してください。

ユーザー独自の索引プラグインを作成したい場合、257 ページの『キャッシュ・オブジェクトのカスタム索引作成のためのプラグイン』を参照してください。

索引付けについては、索引付けおよび260 ページの『複合 HashIndex』を参照してください。

静的索引プラグインの追加

静的索引プラグインを BackingMap 構成に追加するには、XML 構成およびプログラマチック構成という 2 つのアプローチを使用することができます。以下の例は、XML 構成アプローチを示します。

静的索引プラグインの追加: XML 構成アプローチ

```
<backingMapPluginCollection id="person">
     <bean id="MapIndexplugin"
   className="com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.index.HashIndex">
         <property name="Name" type="java.lang.String" value="CODE"
      description="index name" />
         <property name="RangeIndex" type="boolean" value="true"
      description="true for MapRangeIndex" />
         <property name="AttributeName" type="java.lang.String" value="employeeCode"
      description="attribute name" />
     </bean>
</backingMapPluginCollection>
```

この XML 構成例では、組み込み HashIndex クラスが索引プラグインとして使用されています。HashIndex は、ユーザーが構成できるプロパティーをサポートしています。上の例にある Name、RangeIndex、 AttributeName などです。

- Name プロパティーは、この索引プラグインを識別するストリングである「CODE」と構成されています。Name プロパティー値は、BackingMap の有効範囲内で固有でなければならず、BackingMap の ObjectMap インスタンスから名前で索引オブジェクトを取り出すのに使用できます。
- RangeIndex プロパティーは「true」と構成されています。これが意味するのは、取り出された索引オブジェクトをアプリケーションが MapRangeIndex インターフェースにキャストできるということです。RangeIndex プロパティーが「false」と構成されている場合は、アプリケーションは取り出された索引オブジェクトを MapIndex インターフェースにしかキャストできません。MapRangeIndex は、範囲関数 greater than や less than、あるいは両方を使用するデータ検出をサポートしますが、MapIndex は equals 関数のみをサポートします。索引が照会によって使用される場合、RangeIndex プロパティーは、単一属性索引に対して「true」と構成されていなければなりません。リレーションシップ索引および複合索引に対しては、RangeIndex プロパティーは「false」と構成される必要があります。
- AttributeName プロパティーは「employeeCode」と構成されています。これは、キャッシュに入れられたオブジェクトの employeeCode 属性を使用して、単一属性索引が構築されることを意味しています。複数の属性を持つ、キャッシュに入れられたオブジェクトをアプリケーションが検索する必要がある場合、AttributeName プロパティーには、属性をコンマで区切ったリストを設定でき、そうすると複合索引が生成されます。

詳しくは、*管理ガイド*の HashIndex の構成に関する説明を参照してください。

BackingMap インターフェースには、静的索引プラグインを追加するために使用できるメソッドとして、addMapIndexplugin と setMapIndexplugins の 2 つがあります。詳しくは、API の資料を参照してください。

以下に、プログラマチック構成アプローチのコード例を示します。

静的索引プラグインの追加：プログラマチック構成アプローチ

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;

    ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
    ObjectGrid ivObjectGrid = ogManager.createObjectGrid( "grid" );
    BackingMap personBackingMap = ivObjectGrid.getMap("person");

    // use the builtin HashIndex class as the index plugin class.
    HashIndex mapIndexplugin = new HashIndex();
    mapIndexplugin.setName("CODE");
    mapIndexplugin.setAttributeName("EmployeeCode");
    mapIndexplugin.setRangeIndex(true);
    personBackingMap.addMapIndexplugin(mapIndexplugin);
```

静的索引の使用

静的索引プラグインが BackingMap 構成に追加され、含んでいる ObjectGrid インスタンスが初期化された後であれば、アプリケーションは BackingMap の ObjectMap インスタンスから名前によって索引オブジェクトを取得できます。 索引オブジェク

トは、アプリケーション索引インターフェースにキャストします。これで、アプリケーション索引インターフェースがサポートしている操作を実行できるようになります。

以下のコード例は、静的索引をどのように取得し、使用するのかを示しています。

静的索引の使用例

```
Session session = ivObjectGrid.getSession();
    ObjectMap map = session.getMap("person ");
    MapRangeIndex codeIndex = (MapRangeIndex) m.getIndex("CODE");
    Iterator iter = codeIndex.findLessEqual(new Integer(15));
    while (iter.hasNext()) {
        Object key = iter.next();
        Object value = map.get(key);
    }
```

動的索引の追加、除去、および使用

BackingMap インスタンスから動的索引を、いつでもプログラマチックに作成および除去することができます。動的索引と静的索引の違いは、動的索引は、索引を含む ObjectGrid インスタンスが初期化されたあとでも作成できる、という点です。動的索引付けは、静的索引付けとは違って非同期プロセスであり、使用される前に作動可能状態になっている必要があります。このメソッドは、動的索引の取得および使用に、静的索引と同じアプローチを使用します。動的索引は、不要になると除去できます。BackingMap インターフェースには、動的索引を作成および除去するためのメソッドがあります。

createDynamicIndex メソッドおよび removeDynamicIndex メソッドについて詳しくは、BackingMap API を参照してください。

動的索引の使用例

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;

        ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
        ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid("grid");
        BackingMap bm = og.getMap("person");
        og.initialize();

        // create index after ObjectGrid initialization without DynamicIndexCallback.
        bm.createDynamicIndex("CODE", true, "employeeCode", null);

        try {
            // If not using DynamicIndexCallback, need to wait for the Index to be ready.
            // The waiting time depends on the current size of the map
            Thread.sleep(3000);
        } catch (Throwable t) {
            // ...
        }

        // When the index is ready, applications can try to get application index
        // interface instance.
        // Applications have to find a way to ensure that the index is ready to use,
        // if not using DynamicIndexCallback interface.
        // The following example demonstrates the way to wait for the index to be ready
        // Consider the size of the map in the total waiting time.

        Session session = og.getSession();
        ObjectMap m = session.getMap("person");
        MapRangeIndex codeIndex = null;

        int counter = 0;
        int maxCounter = 10;
        boolean ready = false;
        while (!ready && counter < maxCounter) {
            try {
                counter++;
                codeIndex = (MapRangeIndex) m.getIndex("CODE");
                ready = true;
            } catch (IndexNotReadyException e) {
                // implies index is not ready, ...
                System.out.println("Index is not ready. continue to wait.");
                try {
                    Thread.sleep(3000);
```

```
            } catch (Throwable tt) {
                // ...
            }
        } catch (Throwable t) {
            // unexpected exception
            t.printStackTrace();
        }
    }

    if (!ready) {
        System.out.println("Index is not ready.  Need to handle this situation.");
    }

    // Use the index to peform queries
    // Refer to the MapIndex or MapRangeIndex interface for supported operations.
    // The object attribute on which the index is created is the EmployeeCode.
    // Assume that the EmployeeCode attribute is Integer type: the
    // parameter that is passed into index operations has this data type.

    Iterator iter = codeIndex.findLessEqual(new Integer(15));

    // remove the dynamic index when no longer needed

    bm.removeDynamicIndex("CODE");
```

DynamicIndexCallback インターフェース

DynamicIndexCallback インターフェースは、作動可能、エラー、または破棄という索引付けイベントの発生時に、そのことを通知してもらう必要のあるアプリケーションのために設計されています。 DynamicIndexCallback は、BackingMap の createDynamicIndex メソッドのオプション・パラメーターです。アプリケーションは、索引付けイベントの通知を受け取ると、登録済みの DynamicIndexCallback インスタンスを使用して、ビジネス・ロジックを実行することができます。例えば、作動可能イベントは、索引を使用する準備が整ったことを意味します。アプリケーションは、このイベントの通知を受け取ると、アプリケーション索引インターフェースのインスタンスの取得および使用を試行することができます。詳しくは、API 資料で DynamicIndexCallback API を参照してください。

以下のコード例は、DynamicIndexCallback インターフェースの使い方を示したものです。

DynamicIndexCallback インターフェースの使用

```
BackingMap personBackingMap = ivObjectGrid.getMap("person");
    DynamicIndexCallback callback = new DynamicIndexCallbackImpl();
    personBackingMap.createDynamicIndex("CODE", true, "employeeCode", callback);


    class DynamicIndexCallbackImpl implements DynamicIndexCallback {
        public DynamicIndexCallbackImpl() {
        }

        public void ready(String indexName) {
            System.out.println("DynamicIndexCallbackImpl.ready() -> indexName = " + indexName);

            // Simulate what an application would do when notified that the index is ready.
            // Normally, the application would wait until the ready state is reached and then proceed
            // with any index usage logic.
            if("CODE".equals(indexName)) {
                ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
                ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid" );
                Session session = og.getSession();
                ObjectMap map = session.getMap("person");
                MapIndex codeIndex = (MapIndex) map.getIndex("CODE");
                Iterator iter = codeIndex.findAll(codeValue);
            }
        }

        public void error(String indexName, Throwable t) {
            System.out.println("DynamicIndexCallbackImpl.error() -> indexName = " + indexName);
            t.printStackTrace();
        }

        public void destroy(String indexName) {
            System.out.println("DynamicIndexCallbackImpl.destroy() -> indexName = " + indexName);
        }
    }
```

永続ストアとの通信のためのプラグイン

eXtreme Scale ローダー・プラグインを使用すると、通常は、同一システムあるいは別システムの永続ストアに保持されるデータのメモリー・キャッシュとして ObjectGrid マップを動作させることができます。通常、データベースまたはファイル・システムは永続ストアとして使用されます。リモート Java 仮想マシン (JVM) は、データ・ソースとして使用することもでき、ObjectGrid を使用したハブ・ベースのキャッシュを作成できます。ローダーには、永続ストアとの間でデータの読み取りおよび書き込みを行うロジックが備わっています。

ローダーは、変更がバックアップ・マップに対して行われた場合、または、バックアップ・マップがデータ要求を満足できない (キャッシュ・ミス) 場合に呼び出されるバックアップ・マップ・プラグインです。

詳しくは、*製品概要* のキャッシングの概念に関する情報を参照してください。

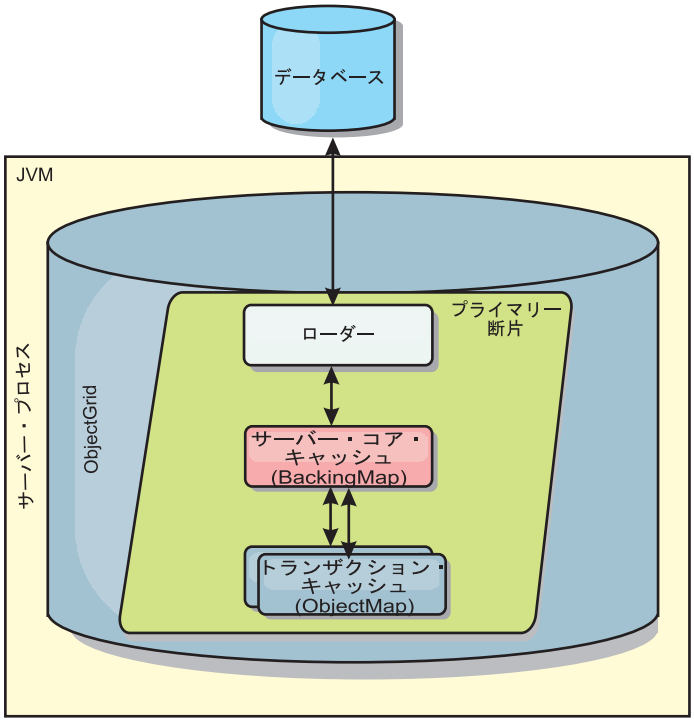


図 3. ローダー

WebSphere eXtreme Scale には、リレーショナル・データベース・バックエンドと統合する 2 つの組み込みローダーがあります。 Java Persistence API (JPA) ローダーは、JPA 仕様の OpenJPA 実装と Hibernate 実装の両方のオブジェクト・リレーショナル・マッピング (ORM) 機能を使用します。

ローダーの使用

ローダーを BackingMap 構成に追加するには、プログラマチック構成または XML 構成を使用します。ローダーには、バックアップ・マップとの間で以下のような関係があります。

- バックアップ・マップは 1 つしかローダーを持つことができません。

- クライアント・バックアップ・マップ (ニア・キャッシュ) はローダーを持つことができません。
- ローダー定義は複数のバックアップ・マップに適用できますが、各バックアップ・マップには独自のローダー・インスタンスがあります。

ローダーのプログラマチックなプラグイン

以下のコード・スニペットは、ObjectGrid API を使用してアプリケーションが提供するローダーを map1 のバックアップ・マップに接続する方法を示しています。

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid" );
BackingMap bm = og.defineMap( "map1" );
MyLoader loader = new MyLoader();
loader.setDataBaseName("testdb");
loader.setIsolationLevel("read committed");
bm.setLoader( loader );
```

このスニペットでは、 MyLoader クラスは、com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Loader インターフェースを実装するアプリケーション提供のクラスであることが前提になります。 ObjectGrid の初期化後は、ローダーとバックアップ・マップとの関連付けを変更できないので、呼び出されている ObjectGrid インターフェースの initialize メソッドを起動する前にコードを実行する必要があります。初期化が起こった後に setLoader メソッドが呼び出された場合、IllegalStateException 例外が発生します。

アプリケーションが提供する Loader には、set プロパティーがあります。例では、MyLoader ローダーを使用して、リレーショナル・データベースの表からデータを読み書きします。ローダーにより、データベースの名前と SQL 分離レベルが指定されることが必要です。 MyLoader ローダーには、setDataBaseName メソッドと setIsolationLevel メソッドがあり、アプリケーションはこれらのメソッドを使用してこれら 2 つの Loader プロパティーを設定できます。

ローダーのプラグインの XML 構成アプローチ

アプリケーションが提供するローダーは、XML ファイルを使用して接続することも可能です。以下の例は、MyLoader ローダーが、同じデータベース名および分離レベル・ローダー・プロパティーで map1 バックアップ・マップに接続される方法を示しています。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
<objectGrids>
    <objectGrid name="grid">
        <backingMap name="map1" pluginCollectionRef="map1" lockStrategy="OPTIMISTIC" />
    </objectGrid>
</objectGrids>
<backingMapPluginCollections>
    <backingMapPluginCollection id="map1">
        <bean id="Loader" className="com.myapplication.MyLoader">
            <property name="dataBaseName"
                      type="java.lang.String"
                      value="testdb"
                      description="database name" />
            <property name="isolationLevel"
```

```
                    type="java.lang.String"
                    value="read committed"
                    description="iso level" />
        </bean>
    </backingMapPluginCollection>
</backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

ローダーの作成

アプリケーション内でユーザー独自のローダー・プラグイン実装を作成することができますが、WebSphere eXtreme Scale の共通プラグイン規則に従う必要があります。

ローダー・プラグインの組み込み

この Loader インターフェースには、以下の定義があります。

```
public interface Loader
{
    static final SpecialValue KEY_NOT_FOUND;
    List get(TxID txid, List keyList, boolean forUpdate) throws LoaderException;
    void batchUpdate(TxID txid, LogSequence sequence) throws
    LoaderException, OptimisticCollisionException;
    void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap) throws LoaderException;
}
```

詳しくは、「*製品概要*」でローダーに関する説明を参照してください。

get メソッド

バッキング・マップは Loader の get メソッドを呼び出し、keyList 引数として渡されるキー・リストに関連付けられた値を取得します。 get メソッドは、キー・リストにある各キーのうちの 1 つの値の java.lang.util.List リストを戻す必要があります。値リストに戻される最初の値はキー・リストの最初のキーに対応し、値リストに戻される 2 番目の値はキー・リストの 2 番目のキーに対応し、以降同様になります。キー・リスト内でキーの値を検出できなかったローダーは、 Loader インターフェースで定義された特別な KEY_NOT_FOUND 値オブジェクトを戻す必要があります。バッキング・マップは、`null` を有効な値として許可するよう構成できるので、キーを検出できない Loader が特別な KEY_NOT_FOUND オブジェクトを戻すことが極めて重要になります。この特殊値により、バッキング・マップは null 値とキーが検出できなかったため存在しない値とを区別できます。バックアップ・マップが null 値をサポートしない場合、存在しないキーについて KEY_NOT_FOUND オブジェクトではなく null 値を戻す Loader は、例外を発生します。

forUpdate 引数は、アプリケーションがマップ上で get メソッドまたは getForUpdate メソッドのいずれを呼び出したかを Loader に通知します。詳しくは、API 資料の ObjectMap インターフェースを参照してください。ローダーは、永続ストアへの並行アクセスを制御する、並行性制御ポリシーの実装を担当します。例えば、多くのリレーショナル・データベース管理システムは、リレーショナル・テーブルからデータを読み取るために使用される SQL SELECT ステートメントの FOR UPDATE 構文をサポートします。ローダーは、ブール値 `true` が、このメソッドの forUpdate パラメーターに引数値として渡されるかどうかに基づいて、SQL SELECT ステートメントの FOR UPDATE 構文を使用することを選択できます。通常、ローダーはペシミスティック並行性の制御ポリシーが使用される場合にのみ FOR UPDATE 構文を使用します。オプティミスティック並行性制御の場合、ローダーは SQL SELECT

ステートメントで FOR UPDATE 構文を使用することはありません。ローダーは、そのローダーが使用している並行性制御ポリシーに基づいて forUpdate 引数の使用を判別します。

txid パラメーターの説明については、 288 ページの『トランザクションのライフサイクル・イベントの管理のためのプラグイン』を参照してください。

batchUpdate メソッド

batchUpdate メソッドは、Loader インターフェースにおいて重要です。eXtreme Scale によって現在のすべての変更が Loader に適用される必要がある場合、必ずこのメソッドが呼び出されます。ローダーには、選択されたマップの変更のリストが与えられます。変更は繰り返され、バックエンドに適用されます。このメソッドは現行の TxID 値および適用する変更を受け取ります。以下のサンプルは、一連の変更に対して繰り返し適応され、3 つの Java Database Connectivity (JDBC) ステートメント (INSERT、UPDATE、および DELETE) をバッチ処理します。

```
import java.util.Collection;
import java.util.Map;
import java.sql.PreparedStatement;
import java.sql.SQLException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.TxID;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Loader;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LoaderException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogElement;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LogSequence;

    public void batchUpdate(TxID tx, LogSequence sequence) throws LoaderException {
        // Get a SQL connection to use.
        Connection conn = getConnection(tx);
        try {
            // Process the list of changes and build a set of prepared
            // statements for executing a batch update, insert, or delete
            // SQL operation.
            Iterator iter = sequence.getPendingChanges();
            while (iter.hasNext()) {
                LogElement logElement = (LogElement) iter.next();
                Object key = logElement.getKey();
                Object value = logElement.getCurrentValue();
                switch (logElement.getType().getCode()) {
                case LogElement.CODE_INSERT:
                    buildBatchSQLInsert(tx, key, value, conn);
                    break;
                case LogElement.CODE_UPDATE:
                    buildBatchSQLUpdate(tx, key, value, conn);
                    break;
                case LogElement.CODE_DELETE:
                    buildBatchSQLDelete(tx, key, conn);
                    break;
                }
            }
            // Execute the batch statements that were built by above loop.
            Collection statements = getPreparedStatementCollection(tx, conn);
            iter = statements.iterator();
            while (iter.hasNext()) {
                PreparedStatement pstmt = (PreparedStatement) iter.next();
                pstmt.executeBatch();
            }
        } catch (SQLException e) {
            LoaderException ex = new LoaderException(e);
            throw ex;
        }
    }
```

前のサンプルは、LogSequence 引数の処理の高水準ロジックを示していますが、SQL の INSERT、UPDATE、または DELETE ステートメントがビルドされる方法の詳細については示されていません。示されているキーポイントには、以下のようなものがあります。

- getPendingChanges メソッドは、LogSequence 引数で呼び出され、ローダーが処理を必要とする LogElements のリストのイテレーターを取得します。

- LogElement.getType().getCode() メソッドを使用して、LogElement が SQL の INSERT、UPDATE、または DELETE 操作用であるかどうかを判断します。
- SQLException 例外はキャッチされ、バッチ更新中に発生した例外を報告するために発行される LoaderException 例外にチェーンされます。
- JDBC バッチ更新サポートは、作成する必要のあるバックエンドへの照会の数を最小化するために使用されます。

preloadMap メソッド

eXtreme Scale の初期化中に、定義された各バックアップ・マップが初期化されます。Loader がバッキング・マップにプラグインされると、バッキング・マップは Loader インターフェースで preloadMap メソッドを呼び出し、ローダーがバックエンドからデータをプリフェッチし、マップにデータをロードできるようにします。以下のサンプルでは、Employee テーブルの最初の 100 行がデータベースから読み取られて、マップにロードされると仮定します。 EmployeeRecord クラスはアプリケーションが提供するクラスであり、従業員テーブルから読み取った従業員データを保持します。

注: このサンプルは、すべてのデータをデータベースからフェッチし、それを 1 つの区画のベース・マップへ挿入します。 実際の分散 eXtreme Scale デプロイメントのシナリオでは、データはすべての区画に配布されなければなりません。 詳しくは、327 ページの『クライアント・ベースの JPA プリロード・ユーティリティー・プログラミング』を参照してください。

```
import java.sql.PreparedStatement;
import java.sql.SQLException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.Session;
import com.ibm.websphere.objectgrid.TxID;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Loader;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.LoaderException

    public void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap) throws LoaderException {
        boolean tranActive = false;
        ResultSet results = null;
        Statement stmt = null;
        Connection conn = null;
        try {
            session.beginNoWriteThrough();
            tranActive = true;
            ObjectMap map = session.getMap(backingMap.getName());
            TxID tx = session.getTxID();
            // Get a auto-commit connection to use that is set to
            // a read committed isolation level.
            conn = getAutoCommitConnection(tx);
            // Preload the Employee Map with EmployeeRecord
            // objects. Read all Employees from table, but
            // limit preload to first 100 rows.
            stmt = conn.createStatement();
            results = stmt.executeQuery(SELECT_ALL);
            int rows = 0;
            while (results.next() && rows < 100) {
                int key = results.getInt(EMPNO_INDEX);
                EmployeeRecord emp = new EmployeeRecord(key);
                emp.setLastName(results.getString(LASTNAME_INDEX));
                emp.setFirstName(results.getString(FIRSTNAME_INDEX));
                emp.setDepartmentName(results.getString(DEPTNAME_INDEX));
                emp.updateSequenceNumber(results.getLong(SEQNO_INDEX));
                emp.setManagerNumber(results.getInt(MGRNO_INDEX));
                map.put(new Integer(key), emp);
                ++rows;
            }
            // Commit the transaction.
            session.commit();
            tranActive = false;
        } catch (Throwable t) {
            throw new LoaderException("preload failure: " + t, t);
        } finally {
            if (tranActive) {
                try {
                    session.rollback();
                } catch (Throwable t2) {
                    // Tolerate any rollback failures and
```

```
                    // allow original Throwable to be thrown.
                }
            }
            // Be sure to clean up other databases resources here
            // as well such a closing statements, result sets, etc.
        }
    }
```

このサンプルは以下のキーポイントを示します。

- preloadMap のバックアップ・マップはセッション引数として渡されるセッション・オブジェクトを使用します。
- Session.beginNoWriteThrough メソッドを使用して、begin メソッドの代わりにトランザクションを開始します。
- マップのロードに関してこのメソッドで発生する各 put 操作にローダーを呼び出すことはできません。
- ローダーは、従業員テーブルの列を EmployeeRecord Java オブジェクトのフィールドにマップすることができます。 ローダーは、発生したすべてのスロー可能な例外をキャッチし、 LoaderException 例外を、その例外にチェーンされているキャッチしたスロー可能な例外と一緒にスローします。
- finally ブロックにより、beginNoWriteThrough メソッドが呼び出される時点から commit メソッドが呼び出される時点までの間に発生するすべてのスロー可能な例外は、確実に finally ブロックにアクティブなトランザクションをロールバックします。このアクションは、preloadMap メソッドによって開始されたすべてのトランザクションが、呼び出し側に戻される前に確実に完了させるために、重要です。 finally ブロックは、Java Database Connectivity (JDBC) 接続やその他の JDBC オブジェクトのクローズのような、必要とされる可能性のあるそれ以外のクリーンアップ・アクションを行う場所としても適切です。

preloadMap サンプルは、テーブルの行をすべて選択する SQL SELECT ステートメントを使用しています。アプリケーションが提供する Loader では、マップにプリロードするテーブルの数を制御するために、 1 つ以上の Loader プロパティーを設定します。

preloadMap メソッドは BackingMap の初期化中に 1 回しか呼び出されないので、1 回だけのローダー初期化コードの実行場所としても適切です。ローダーがバックエンドからデータをプリフェッチせず、データをマップにロードしないことを選択した場合であっても、それ以外に何らかの 1 回だけの初期化を実行し、さらに効率的なローダーの別のメソッドを作成する必要があると考えられます。以下は、TransactionCallback オブジェクトおよび OptimisticCallback オブジェクトを Loader のインスタンス変数としてキャッシングして、Loader の別のメソッドがこれらのオブジェクトにアクセスするためにメソッド呼び出しを行わなくても済むようにする例です。 BackingMap の初期化後に、TransactionCallback オブジェクトおよび OptimisticCallback オブジェクトを変更または置換できなくなるため、この ObjectGrid プラグインの値のキャッシングを行うことが可能です。これらのオブジェクト参照をローダーのインスタンス変数としてキャッシュに入れることは許容されます。

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.Session;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.OptimisticCallback;
import com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.TransactionCallback;

    // Loader instance variables.
    MyTransactionCallback ivTcb; // MyTransactionCallback

    // extends TransactionCallback
```

```
MyOptimisticCallback ivOcb; // MyOptimisticCallback

// implements OptimisticCallback
// ...
public void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap) throws LoaderException
[Replication programming]
    // Cache TransactionCallback and OptimisticCallback objects
    // in instance variables of this Loader.
    ivTcb = (MyTransactionCallback) session.getObjectGrid().getTransactionCallback();
    ivOcb = (MyOptimisticCallback) backingMap.getOptimisticCallback();
    // The remainder of preloadMap code (such as shown in prior example).
}
```

複製フェイルオーバーに関係するプリロードおよび回復可能なプリロードについ詳しくは、*製品概要*で複製に関する説明を参照してください。

エンティティー・マップが設定されたローダー

ローダーがエンティティー・マップにプラグインされている場合は、ローダーでタプル・オブジェクトを処理する必要があります。タプル・オブジェクトは特別なエンティティー・データ・フォーマットです。ローダーでは、タプルとその他のデータ・フォーマット間でデータ変換を実行する必要があります。例えば、get メソッドにより、このメソッドに渡されるキーのセットに対応する値のリストが返されます。渡されたキーは Tuple のタイプに置かれ、キー・タプルと呼ばれます。ローダーが JDBC を使用しているデータベースでマップをパーシストすると想定した場合、get メソッドは、各キー・タプルをエンティティー・マップにマップされているテーブルの 1 次キーの列に対応する属性値リストに変換し、データベースからデータをフェッチする基準として変換された属性値を使用する WHERE 文節が含まれている SELECT ステートメントを実行した後、返されたデータを値タプルに変換する必要があります。get メソッドは、データベースからデータを取得し、渡されたキー・タプルに対する値タプルにそのデータを変換した後、呼び出し元に渡されたタプル・キーのセットに対応する値タプルのリストを返します。get メソッドは 1 つの SELECT ステートメントを実行して一度にすべてのデータをフェッチするか、または各キー・タプルに対して SELECT ステートメントを実行します。データがエンティティー・マネージャーを使用して保管されるときにローダーをどのように使用するのかを示すプログラミングの詳細は、278 ページの『エンティティー・マップおよびタプルとのローダーの使用』を参照してください。

JPA ローダーのプログラミング考慮事項

Java Persistence API (JPA) ローダーは、JPA を使用してデータベースと対話するローダー・プラグイン実装です。JPA ローダーを使用するアプリケーションの開発時には、以下の考慮事項に注意してください。

eXtreme Scale エンティティーと JPA エンティティー

eXtreme Scale エンティティー・アノテーション、XML 構成、あるいはその両方を使用して、POJO クラスを eXtreme Scale エンティティーに指定することができます。また、JPA エンティティー・アノテーション、XML 構成、あるいはその両方を使用して、同じ POJO クラスを JPA エンティティーに指定することもできます。

eXtreme Scale エンティティー: eXtreme Scale エンティティーは、ObjectGrid マップに保管された永続データを表します。エンティティー・オブジェクトはキー・タプルおよび値タプルに変換され、キーと値のペアとしてマップに保管されます。タプルとは、画素属性の配列です。

JPA エンティティー: JPA エンティティーは、コンテナー管理パーシスタンスを使用して自動的にリレーショナル・データベースに保管された永続データを表します。データは、例えば、データベース内のデータベース・タプルのように、何らかのデータ・ストレージ・システム形式内の適切な形式で永続化されます。

eXtreme Scale エンティティーが永続化される場合、その関係は別のエンティティー・マップに保管されます。例えば、ShippingAddress エンティティーと 1 対多の関係にある Consumer エンティティーを永続化する場合、cascade-persist が有効になっている場合、ShippingAddress エンティティーは、タプル形式で shippingAddress マップに保管されます。JPA エンティティーを永続化する場合、JPA エンティティーも、cascade-persist が有効になっている場合、データベース表に対して永続化されます。 POJO クラスが、eXtreme Scale エンティティーと JPA エンティティーの両方として指定される場合、データは ObjectGrid エンティティー・マップとデータベースの両方に対して永続化できます。一般的な使用は以下のようになります。

- **プリロード・シナリオ**: JPA プロバイダーを使用してエンティティーがデータベースからロードされ、これを ObjectGrid エンティティー・マップに永続化します。
- **ローダー・シナリオ**: ローダー実装が、ObjectGrid エンティティー・マップに対してプラグインされ、ObjectGrid エンティティー・マップに保管されたエンティティーが JPA プロバイダーを使用してデータベースに対して永続化され、またはこれをデータベースからロードできるようにします。

また、POJO クラスが JPA エンティティーのみとして指定されることも一般的です。その場合、ObjectGrid マップに保管されるのは POJO インスタンスで、これに対してエンティティー・タプルは ObjectGrid エンティティー・ケースに保管されます。

エンティティー・マップに関するアプリケーション設計の考慮事項

JPALoader インターフェースをプラグインする場合、オブジェクト・インスタンスは直接 ObjectGrid マップに保管されます。

しかし、JPAEntityLoader をプラグインする場合、エンティティー・クラスは、eXtreme Scale エンティティーと JPA エンティティーの両方として指定されます。その場合、このエンティティーには、ObjectGrid エンティティー・マップと JPA パーシスタンス・ストアの 2 つの永続ストアがあるものとしてこれを取り扱います。アーキテクチャーは、JPALoader の場合よりも複雑になります。

JPAEntityLoader プラグインおよびアプリケーション設計の考慮事項に関して詳しくは、「*管理ガイド*」で JPAEntityLoader プラグインに関する情報を参照してください。エンティティー・マップに独自のローダーを実装する予定の場合にも、この情報が参考になります。

パフォーマンスの考慮事項

関係に対して適切な EAGER または LAZY のフェッチ・タイプを必ず設定してください。例えば、パフォーマンスの違いを説明するため、OpenJPA による 1 対多の双方向関係 Consumer と ShippingAddress を参考にします。この例では、JPA 照会では `select o from Consumer o where . . .` を実行して、バルク・ロードを行

い、さらに関連するすべての ShippingAddress オブジェクトをロードしようとします。Consumer クラスに定義される 1 対多の関係は以下のようになります。

```
@Entity
public class Consumer implements Serializable {

    @OneToMany(mappedBy="consumer",cascade=CascadeType.ALL, fetch =FetchType.EAGER)
    ArrayList <ShippingAddress> addresses;
```

ShippingAddress クラスに定義された多対 1 の関係 consumer を以下に示します。

```
@Entity
public class ShippingAddress implements Serializable{

    @ManyToOne(fetch=FetchType.EAGER)
    Consumer consumer;
}
```

どちらの関係のフェッチ・タイプも EAGER で構成されている場合、OpenJPA では、N+1+1 の照会を使用してすべての Consumer オブジェクトおよび ShippingAddress オブジェクトを取得します。ここで、N は ShippingAddress オブジェクトの数です。しかし、次のように ShippingAddress が LAZY のフェッチ・タイプを使用するように変更されると、2 つだけの照会を使用してすべてのデータを取得します。

```
@Entity
public class ShippingAddress implements Serializable{

    @ManyToOne(fetch=FetchType.LAZY)
    Consumer consumer;
}
```

照会は同じ結果を返しますが、照会の数が少なくなると、データベースとの相互作用が著しく減り、その結果、アプリケーション・パフォーマンスが向上する可能性があります。

JPAEntityLoader プラグイン

JPAEntityLoader プラグインは、EntityManager API を使用する場合に Java Persistence API (JPA) を使用してデータベースと通信する組み込みローダー実装です。 ObjectMap API を使用する場合は、JPALoader ローダーを使用します。

ローダーの詳細

ObjectMap API を使用してデータを保管する場合、JPALoader プラグインを使用します。 EntityManager API を使用してデータを保管する場合、JPAEntityLoader プラグインを使用します。

ローダーでは、2 つの主要な関数を提供しています。

1. **get**: get メソッドでは、JPAEntityLoader プラグインは、まず、javax.persistence.EntityManager.find(Class entityClass, Object key) メソッドを呼び出し、JPA エンティティーを検索します。次にこの JPA エンティティーをエンティティー・タプルに射影します。射影時には、タプル属性とアソシエーション・キーの両方が値タプルに保管されます。各キーの処理後、get メソッドは、エンティティー値タプルのリストを返します。
2. **batchUpdate**: batchUpdate メソッドでは、LogElement オブジェクトのリストを含む LogSequence オブジェクトを使用します。各 LogElement オブジェクトに

は、キー・タプルと値タプルが含まれています。JPA プロバイダーと対話するため、まず、キー・タプルに基づいて eXtreme Scale エンティティーを検出する必要があります。LogElement タイプに基づいて、以下の JPA 呼び出しを実行します。

- **insert**: javax.persistence.EntityManager.persist(Object o)
- **update**: javax.persistence.EntityManager.merge(Object o)
- **remove**: javax.persistence.EntityManager.remove(Object o)

タイプが **update** の LogElement は、JPAEntityLoader に javax.persistence.EntityManager.merge(Object o) メソッドを呼び出させ、エンティティーをマージします。しかし、**update** タイプの LogElement は、com.ibm.websphere.objectgrid.em.EntityManager.merge(object o) 呼び出しか、eXtreme Scale EntityManager 管理インスタンスの属性変更のいずれかの結果である可能性があります。以下の例を参照してください。

```
com.ibm.websphere.objectgrid.em.EntityManager em = og.getSession().getEntityManager();
em.getTransaction().begin();
Consumer c1 = (Consumer) em.find(Consumer.class, c.getConsumerId());
c1.setName("New Name");
em.getTransaction().commit();
```

この例では、update タイプの LogElement が、マップ・コンシューマーの JPAEntityLoader に送られます。 JPA 管理エンティティーに対しては属性更新が呼び出されますが、JPA エンティティー・マネージャーに対しては javax.persistence.EntityManager.merge(Object o) メソッドが呼び出されます。この変更された振る舞いのため、このプログラミング・モデルの使用にはいくつかの制限があります。

アプリケーション設計の規則

エンティティーには、他のエンティティーとのリレーションシップがあります。リレーションシップが含まれ、JPAEntityLoader がプラグインされているアプリケーションを設計する場合、さらなる考慮が必要です。アプリケーションは、以下のセクションに記載しているように、次の 4 つの規則に従う必要があります。

リレーションシップの深さのサポートの制限

JPAEntityLoader がサポートされるのは、リレーションシップのないエンティティー、または 1 レベルのリレーションシップのエンティティーを使用する場合に限られます。`Company > Department > Employee` など、複数レベルのリレーションシップはサポートされません。

マップごとに 1 つのローダー

Consumer-ShippingAddress エンティティーのリレーションシップを例に使用して、EAGER フェッチを使用可能にして、1 件の consumer をロードする場合、すべての関連 ShippingAddress オブジェクトをロードできます。Consumer オブジェクトを永続化またはマージする場合、cascade-persist または cascade-merge が有効化されている場合は、関連する ShippingAddress オブジェクトを永続化またはマージできます。

Consumer エンティティー・タプルを保管するルート・エンティティーのローダーをプラグインすることはできません。各エンティティー・マップごとに 1 つのローダーを構成する必要があります。

JPA と eXtreme Scale に同じカスケード・タイプを設定

改めてエンティティー Consumer が ShippingAddress と 1 対多のリレーションシップがあるシナリオを考えます。このリレーションシップに cascade-persist が有効化されたシナリオを見てみます。Consumer オブジェクトが eXtreme Scale にパーシストされる場合、関連する N 個の ShippingAddress オブジェクトも eXtreme Scale にパーシストされます。

ShippingAddress に対して cascade-persist リレーションシップがある Consumer オブジェクトの persist 呼び出しは、JPAEntityLoader 層により 1 つの javax.persistence.EntityManager.persist(consumer) メソッド呼び出しと *N* 個の javax.persistence.EntityManager.persist(shippingAddress) メソッド呼び出しに変換されます。しかし、ShippingAddress オブジェクトに対するこれら N 個の余分の persist 呼び出しは、JPA プロバイダーの観点からは、cascade-persist 設定のため不必要です。この問題を解決するため、eXtreme Scale では、新たなメソッド isCascaded を LogElement インターフェースに提供しています。isCascaded メソッドは、LogElement が eXtreme Scale EntityManager のカスケード操作の結果であるかどうかを示します。この例では、ShippingAddress マップの JPAEntityLoader は、cascade persist 呼び出しにより *N* 個の LogElement オブジェクトを受け取ります。JPAEntityLoader は、isCascaded メソッドが true を返すことを検出し、JPA 呼び出しを行わずにこれらを無視します。したがって、JPA の観点からは、1 つの javax.persistence.EntityManager.persist(consumer) メソッド呼び出しのみを受け取ります。

カスケードを有効にしてエンティティーをマージしたり、エンティティーを除去する場合、同じ振る舞いが示されます。カスケードされた操作は、JPAEntityLoader プラグインによって無視されます。

カスケード・サポートの設計では、JPA プロバイダーに対して eXtreme Scale EntityManager 操作をやり直すことになります。これらの操作には、パーシスト、マージ、および 除去操作があります。カスケード・サポートを使用可能にするには、JPA のカスケード設定と eXtreme Scale EntityManager が同じであることを確認してください。

エンティティー更新の使用は注意すること

前述のようにカスケード・サポートの設計では、JPA プロバイダーに対して eXtreme Scale EntityManager 操作をやり直すことになります。アプリケーションが eXtreme Scale EntityManager に対して ogEM.persist(consumer) メソッドを呼び出す場合、cascade-persist 設定のために関連の ShippingAddress オブジェクトがパーシストされていても、JPAEntityLoader は JPA プロバイダーに対して jpAEM.persist(consumer) メソッドのみを呼び出します。

ただし、アプリケーションが管理エンティティーを更新する場合、この更新は JPAEntityLoader プラグインによる JPA merge 呼び出しに変換されます。このシナリオでは、複数レベルのリレーションシップおよびキー・アソシエーションのサポ

ートは保証されません。この場合、ベスト・プラクティスは、管理エンティティーを更新する代わりに javax.persistence.EntityManager.merge(o) メソッドを使用することです。

エンティティー・マップおよびタプルとのローダーの使用

エンティティー・マネージャーは、すべてのエンティティー・オブジェクトをタプル・オブジェクトに変換してから、WebSphere eXtreme Scale マップに保管します。どのエンティティーにもキー・タプルと値タプルがあります。 このキーと値のペアは、エンティティーの関連 eXtreme Scale マップに保管されます。eXtreme Scale マップをローダーと共に使用する場合、ローダーは、タプル・オブジェクトと対話する必要があります。

概説

eXtreme Scale には、リレーショナル・データベースとの統合を簡素化するローダー・プラグインが含まれています。Java Persistence API (JPA) ローダーは、Java Persistence API を使用して、データベースと対話し、エンティティー・オブジェクトを作成します。この JPA ローダーは、eXtreme Scale エンティティーと互換性があります。

タプル

タプルには、エンティティーの属性およびアソシエーションに関する情報が入っています。プリミティブ値は、プリミティブ・ラッパーを使用して保管されます。他のサポートされるオブジェクト・タイプは、そのネイティブ・フォーマットで保管されます。他のエンティティーに対するアソシエーションは、ターゲット・エンティティーのキーを表すキー・タプル・オブジェクトのコレクションとして保管されます。

各属性またはアソシエーションは、ゼロ・ベース索引を使用して保管されます。各属性の索引を getAttributePosition メソッド、または getAssociationPosition メソッドを使用して取得できます。位置が取得されると、その位置は eXtreme Scale ライフサイクルの実行期間中は変更されません。位置が変更される可能性があるのは、eXtreme Scale が再始動されるときです。タプルのエレメントの更新には、setAttribute メソッド、setAssociation メソッド、および setAssociations メソッドが使用されます。

重要: タプル・オブジェクトを作成または更新する場合、各プリミティブ・フィールドを非ヌル値で更新します。`int` などのプリミティブ値は、ヌルであってはなりません。値をデフォルトに変更しないと、パフォーマンスが低下するという問題が起こる可能性があり、エンティティー記述子 XML ファイル内の @Version アノテーションでマークされたフィールドやバージョン属性にも影響します。

以下の例では、タプルの処理方法について詳しく説明します。 この例の場合のエンティティーの定義について詳しくは、*製品概要*のエンティティー・マネージャーのチュートリアルにある Order エンティティー・スキーマに関する説明を参照してください。WebSphere eXtreme Scale は各エンティティーでローダーを使用するよう構成されています。また、取得されるのは Order エンティティーのみで、この特定の

エンティティーは Customer エンティティーと多対 1 のリレーションシップを保有しています。属性名は customer で、これは OrderLine エンティティーと 1 対多のリレーションシップを保有しています。

プロジェクターを使用して、エンティティーから自動的にタプル・オブジェクトを作成します。プロジェクターを使用すると、Hibernate や JPA などのオブジェクト関係マッピング・ユーティリティーを使用する場合にローダーを簡素化することができます。

order.java

```
@Entity
public class Order
{
    @Id  String orderNumber;
    java.util.Date date;
    @OneToOne(cascade=CascadeType.PERSIST) Customer customer;
    @OneToMany(cascade=CascadeType.ALL, mappedBy="order") @OrderBy("lineNumber") List<OrderLine> lines;
}
```

customer.java

```
@Entity
public class Customer {
    @Id String id;
    String firstName;
    String surname;
    String address;
    String phoneNumber;
}
```

orderLine.java

```
@Entity
public class OrderLine
{
    @Id @ManyToOne(cascade=CascadeType.PERSIST) Order order;
    @Id int lineNumber;
    @OneToOne(cascade=CascadeType.PERSIST) Item item;
    int quantity;
    double price;
}
```

Loader インターフェースを実装する OrderLoader クラスを以下のコードに示します。以下の例では、関連の TransactionCallback プラグインが定義されているものとします。

orderLoader.java

```
public class OrderLoader implements com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.Loader {

 private EntityMetadata entityMetaData;
 public void batchUpdate(TxID txid, LogSequence sequence)
            throws LoaderException, OptimisticCollisionException {
        ...
        }
        public List get(TxID txid, List keyList, boolean forUpdate)
            throws LoaderException {
        ...
        }
        public void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap)
            throws LoaderException {
  this.entityMetaData=backingMap.getEntityMetadata();
 }

}
```

eXtreme Scale からの preLoadMap メソッド呼び出し中に、インスタンス変数 entityMetaData が初期化されます。エンティティーを使用するようにマップが構成さ

れている場合、*entityMetaData* 変数はヌルにはなりません。それ以外の場合、値は NULL です。

batchUpdate メソッド

batchUpdate メソッドを使用することで、アプリケーションがどのアクションを実行しようとしているかを知ることができます。挿入、更新、または削除操作に基づいて、データベースへの接続がオープンされ、作業が実行されます。キーと値のタイプは Tuple のため、これらを SQL ステートメントで意味を成す値に変換する必要があります。

以下のコードに示されているように、ORDER テーブルは、以下のデータ定義言語 (DDL) 定義を使用して作成されました。

```
CREATE TABLE ORDER (ORDERNUMBER VARCHAR(250) NOT NULL, DATE TIMESTAMP, CUSTOMER_ID VARCHAR(250))
ALTER TABLE ORDER ADD CONSTRAINT PK_ORDER PRIMARY KEY (ORDERNUMBER)
```

以下のコードは、Tuple を Object に変換する方法を示しています。

```
public void batchUpdate(TxID txid, LogSequence sequence)
            throws LoaderException, OptimisticCollisionException {
        Iterator iter = sequence.getPendingChanges();
        while (iter.hasNext()) {
            LogElement logElement = (LogElement) iter.next();
            Object key = logElement.getKey();
            Object value = logElement.getCurrentValue();

            switch (logElement.getType().getCode()) {
            case LogElement.CODE_INSERT:

1)              if (entityMetaData!=null) {

// The order has just one key orderNumber
2)                  String ORDERNUMBER=(String) getKeyAttribute("orderNumber", (Tuple) key);
// Get the value of date
3)                  java.util.Date unFormattedDate = (java.util.Date) getValueAttribute("date",(Tuple)value);
// The values are 2 associations. Lets process customer because
// the our table contains customer.id as primary key
4)                  Object[] keys= getForeignKeyForValueAssociation("customer","id",(Tuple) value);
                    //Order to Customer is M to 1. There can only be 1 key
5)                  String CUSTOMER_ID=(String)keys[0];
// parse variable unFormattedDate and format it for the database as formattedDate
6)                   String formattedDate = "2007-05-08-14.01.59.780272"; // formatted for DB2
// Finally, the following SQL statement to insert the record
7) //INSERT INTO ORDER (ORDERNUMBER, DATE, CUSTOMER_ID) VALUES(ORDERNUMBER,formattedDate, CUSTOMER_ID)
                }
                break;
            case LogElement.CODE_UPDATE:
                break;
            case LogElement.CODE_DELETE:
                break;
            }
        }

    }
// returns the value to attribute as stored in the key Tuple
 private Object getKeyAttribute(String attr, Tuple key) {
        //get key metadata
        TupleMetadata keyMD = entityMetaData.getKeyMetadata();
        //get position of the attribute
        int keyAt = keyMD.getAttributePosition(attr);
        if (keyAt > -1) {
            return key.getAttribute(keyAt);
        } else { // attribute undefined
            throw new IllegalArgumentException("Invalid position index for  "+attr);
        }

    }
// returns the value to attribute as stored in the value Tuple
    private Object getValueAttribute(String attr, Tuple value) {
        //similar to above, except we work with value metadata instead
        TupleMetadata valueMD = entityMetaData.getValueMetadata();

        int keyAt = valueMD.getAttributePosition(attr);
        if (keyAt > -1) {
            return value.getAttribute(keyAt);
        } else {
            throw new IllegalArgumentException("Invalid position index for  "+attr);
        }
    }
// returns an array of keys that refer to association.
```

```
    private Object[] getForeignKeyForValueAssociation(String attr, String fk_attr, Tuple value) {
        TupleMetadata valueMD = entityMetaData.getValueMetadata();
        Object[] ro;

        int customerAssociation = valueMD.getAssociationPosition(attr);
        TupleAssociation tupleAssociation = valueMD.getAssociation(customerAssociation);

        EntityMetadata targetEntityMetaData = tupleAssociation.getTargetEntityMetadata();

        Tuple[] customerKeyTuple = ((Tuple) value).getAssociations(customerAssociation);

        int numberOfKeys = customerKeyTuple.length;
        ro = new Object[numberOfKeys];

        TupleMetadata keyMD = targetEntityMetaData.getKeyMetadata();
        int keyAt = keyMD.getAttributePosition(fk_attr);
        if (keyAt < 0) {
            throw new IllegalArgumentException("Invalid position index for  " + attr);
        }
        for (int i = 0; i < numberOfKeys; ++i) {
            ro[i] = customerKeyTuple[i].getAttribute(keyAt);
        }

        return ro;

    }
```

1. entityMetaData が非ヌルであることを確認します。これは、そのキーと値のキャッシュ・エントリーのタイプが Tuple であることを意味します。 entityMetaData から Key TupleMetaData が取り出されます。これは、Order メタデータのキー部分のみを実際に反映したものです。
2. KeyTuple を処理して Key Attribute orderNumber の値を取得します。
3. ValueTuple を処理して属性の日付の値を取得します。
4. ValueTuple を処理して、関連するカスタマーから Keys の値を取得します。
5. CUSTOMER_ID を抽出します。リレーションシップをベースにして、Order には単一のカスタマーのみが存在し、ユーザーは単一のキーのみを保有することができます。そのため、キーのサイズは 1 です。簡単にするために、フォーマットを訂正する日付の構文解析はスキップします。
6. これは挿入操作のため、SQL ステートメントがデータ・ソース接続に渡されて、挿入操作が完了されます。

トランザクション区分およびデータベースへのアクセスは、269 ページの『ローダーの作成』で取り上げています。

get メソッド

キャッシュ内でキーが検出されなかった場合は、ローダー・プラグインの get メソッドを呼び出し、キーを検出します。

キーは Tuple です。最初のステップは Tuple から、SELECT SQL ステートメントに渡すことができるプリミティブ値への変換を行います。データベースからすべての属性を取得したら、Tuple に変換する必要があります。以下のコードは Order クラスを示しています。

```
public List get(TxID txid, List keyList, boolean forUpdate) throws LoaderException {
  System.out.println("OrderLoader: Get called");
  ArrayList returnList = new ArrayList();

1)  if (entityMetaData != null) {
   int index=0;
   for (Iterator iter = keyList.iterator(); iter.hasNext();;) {
2)    Tuple orderKeyTuple=(Tuple) iter.next();

    // The order has just one key orderNumber
3)    String ORDERNUMBERKEY = (String) getKeyAttribute("orderNumber",orderKeyTuple);
    //We need to run a query to get values of
4)    // SELECT CUSTOMER_ID, date FROM ORDER WHERE ORDERNUMBER='ORDERNUMBERKEY'

5)    //1) Foreign key: CUSTOMER_ID
```

```
6)    //2) date
    // Assuming those two are returned as
7)                              String  CUSTOMER_ID = "C001"; // Assuming Retrieved and initialized
8)    java.util.Date retrievedDate = new java.util.Date();
                                // Assuming this date reflects the one in database

    // We now need to convert this data into a tuple before returning

    //create a value tuple
9)    TupleMetadata valueMD = entityMetaData.getValueMetadata();
    Tuple valueTuple=valueMD.createTuple();


    //add retrievedDate object to Tuple
    int datePosition = valueMD.getAttributePosition("date");
10)    valueTuple.setAttribute(datePosition, retrievedDate);

    //Next need to add the Association
11)    int customerPosition=valueMD.getAssociationPosition("customer");
    TupleAssociation customerTupleAssociation =
                                  valueMD.getAssociation(customerPosition);
    EntityMetadata customerEMD = customerTupleAssociation.getTargetEntityMetadata();
    TupleMetadata customerTupleMDForKEY=customerEMD.getKeyMetadata();
12)    int customerKeyAt=customerTupleMDForKEY.getAttributePosition("id");


    Tuple customerKeyTuple=customerTupleMDForKEY.createTuple();
    customerKeyTuple.setAttribute(customerKeyAt, CUSTOMER_ID);
13)    valueTuple.addAssociationKeys(customerPosition, new Tuple[] {customerKeyTuple});


14)    int linesPosition = valueMD.getAssociationPosition("lines");
    TupleAssociation linesTupleAssociation = valueMD.getAssociation(linesPosition);
    EntityMetadata orderLineEMD = linesTupleAssociation.getTargetEntityMetadata();
    TupleMetadata orderLineTupleMDForKEY = orderLineEMD.getKeyMetadata();
    int lineNumberAt = orderLineTupleMDForKEY.getAttributePosition("lineNumber");
    int orderAt = orderLineTupleMDForKEY.getAssociationPosition("order");

    if (lineNumberAt < 0 || orderAt < 0) {
     throw new IllegalArgumentException(
                                      "Invalid position index for lineNumber or order "+
                                      lineNumberAt + " " + orderAt);
    }
15) // SELECT LINENUMBER FROM ORDERLINE WHERE ORDERNUMBER='ORDERNUMBERKEY'
    // Assuming two rows of line number are returned with values 1 and 2

    Tuple orderLineKeyTuple1 = orderLineTupleMDForKEY.createTuple();
    orderLineKeyTuple1.setAttribute(lineNumberAt, new Integer(1));// set Key
    orderLineKeyTuple1.addAssociationKey(orderAt, orderKeyTuple);

    Tuple orderLineKeyTuple2 = orderLineTupleMDForKEY.createTuple();
    orderLineKeyTuple2.setAttribute(lineNumberAt, new Integer(2));// Init Key
    orderLineKeyTuple2.addAssociationKey(orderAt, orderKeyTuple);

16)    valueTuple.addAssociationKeys(linesPosition, new Tuple[]
                                  {orderLineKeyTuple1, orderLineKeyTuple2 });

    returnList.add(index, valueTuple);

    index++;

   }
  }else {
   // does not support tuples
  }
  return returnList;
 }
```

1. get メソッドは、ローダーが取り出すキーと要求を ObjectGrid キャッシュによって検出できなかった場合に呼び出されます。entityMetaData 値を検査し、非ヌルであれば処理を続行します。
2. keyList に Tuple が含まれます。
3. 属性 orderNumber の値を取得します。
4. 日付 (値) およびカスタマー ID (外部キー) を取得するには、照会を実行します。
5. CUSTOMER_ID は、アソシエーション・タプルで設定する必要がある外部キーです。
6. 日付は値で、事前に設定されている必要があります。

7. この例は JDBC 呼び出しを実行しないため、CUSTOMER_ID が想定されます。
8. この例は JDBC 呼び出しを実行しないため、日付が想定されます。
9. 値 Tuple を作成します。
10. その位置をベースにして、Tuple に日付の値を設定します。
11. Order には 2 つのアソシエーションがあります。まず、Customer エンティティーを参照する属性 customer から開始します。Tuple に設定する ID の値が必要です。
12. カスタマー・エンティティー上で ID の位置を検索します。
13. アソシエーション・キーの値のみを設定します。
14. また、行はカスタマー・アソシエーションの場合と同様にアソシエーション・キーのグループとしてセットアップする必要があるアソシエーションです。
15. このオーダーと関連する lineNumber のキーをセットアップする必要があるため、SQL を実行して lineNumber の値を取得します。
16. valueTuple でアソシエーション・キーをセットアップします。これで BackingMap に戻される Tuple の作成が完了します。

このトピックには、タプルの作成手順、および Order エンティティーの説明のみが含まれています。他のエンティティーや TransactionCallback プラグインと結び付けられているプロセス全体に対しても同様の手順を実行してください。詳しくは、288 ページの『トランザクションのライフサイクル・イベントの管理のためのプラグイン』を参照してください。

レプリカ・プリロード・コントローラーを使用したローダーの作成

レプリカ・プリロード・コントローラーを使用した Loader は、Loader インターフェースに加えて ReplicaPreloadController インターフェースを実装することができます。

概説

ReplicaPreloadController インターフェースは、プライマリー断片になるレプリカが、以前のプライマリー断片がプリロード・プロセスを完了したかどうかを認識する方法を提供するように設計されています。プリロードが部分的に完了している場合は、以前のプライマリーが完了していない部分をピックアップする情報が提供されます。ReplicaPreloadController インターフェースを実装すると、プライマリーとなるレプリカは、以前のプライマリーが完了していないプリロード・プロセスを続行し、プリロード全体が完了するまで続行します。

分散 WebSphere eXtreme Scale 環境では、マップは、レプリカを含み、初期化中に大容量のデータをプリロードすることも可能です。プリロードは Loader アクティビティーであり、初期化中のプライマリー・マップでのみ行われます。大容量のデータがプリロードされる場合は、プリロードの完了に長時間かかる場合があります。プライマリー・マップでプリロード・データのほとんどが処理されたものの、初期化中に不明な理由でプリロードが停止した場合、レプリカはプライマリーとなります。この場合には、通常、新しいプライマリーが無条件にプリロードを実行するため、以前のプライマリーによってプリロードされたデータは失われます。無条件プリロードにより、新しいプライマリーはプリロード・プロセスを初期状態から

開始し、以前にプリロードされたデータは無視されます。以前のプライマリーがプリロード・プロセス中に完了しなかった部分を、新しいプライマリーにピックアップさせるには、ReplicaPreloadController インターフェースを実装した Loader を指定します。詳しくは、API 資料を参照してください。

ローダーについて詳しくは、*製品概要*のローダーに関する説明を参照してください。通常のローダー・プラグインの作成については、269 ページの『ローダーの作成』を参照してください。

ReplicaPreloadController インターフェースの定義は、以下のとおりです。

```
public interface ReplicaPreloadController
{
    public static final class Status
    {
        static public final Status PRELOADED_ALREADY =
       new Status(K_PRELOADED_ALREADY);
        static public final Status FULL_PRELOAD_NEEDED =
       new Status(K_FULL_PRELOAD_NEEDED);
        static public final Status PARTIAL_PRELOAD_NEEDED =
       new Status(K_PARTIAL_PRELOAD_NEEDED);
    }

    Status checkPreloadStatus(Session session,
    BackingMap bmap);
}
```

以下のセクションでは、Loader および ReplicaPreloadController インターフェースのいくつかのメソッドについて説明します。

checkPreloadStatus メソッド

Loader で ReplicaPreloadController インターフェースが実装されると、マップ初期化中に preloadMap メソッドが呼び出される前に、checkPreloadStatus メソッドが呼び出されます。このメソッドの戻り状況により、preloadMap メソッドが呼び出されるかどうかが決まります。このメソッドによって Status#PRELOADED_ALREADY が返された場合、preload メソッドは呼び出されません。返されない場合は、preload メソッドが実行されます。この動作によって、このメソッドは Loader 初期化メソッドとして機能します。このメソッドで Loader プロパティーを初期化する必要があります。このメソッドにより正しい状況が返される必要があり、返されない場合は、プリロードは予定通りに動作しません。

```
public Status checkPreloadStatus(Session session,
       BackingMap backingMap) {
        // When a loader implements ReplicaPreloadController interface,
    // this method will be called before preloadMap method during
    // map initialization. Whether the preloadMap method will be
    // called depends on teh returned status of this method. So, this
    // method also serve as Loader's initialization method. This method
    // has to return the right staus, otherwise the preload may not
    // work as expected.

        // Note: must initialize this loader instance here.
        ivOptimisticCallback = backingMap.getOptimisticCallback();
        ivBackingMapName = backingMap.getName();
        ivPartitionId = backingMap.getPartitionId();
        ivPartitionManager = backingMap.getPartitionManager();
        ivTransformer = backingMap.getObjectTransformer();
        preloadStatusKey = ivBackingMapName + "_" + ivPartitionId;

        try {
            // get the preloadStatusMap to retrieve preload status that
      // could be set by other JVMs.
            ObjectMap preloadStatusMap = session.getMap(ivPreloadStatusMapName);

            // retrieve last recorded preload data chunk index.
            Integer lastPreloadedDataChunk = (Integer) preloadStatusMap
```

```
        .get(preloadStatusKey);

           if (lastPreloadedDataChunk == null) {
               preloadStatus = Status.FULL_PRELOAD_NEEDED;
           } else {
               preloadedLastDataChunkIndex = lastPreloadedDataChunk.intValue();
               if (preloadedLastDataChunkIndex == preloadCompleteMark) {
                   preloadStatus = Status.PRELOADED_ALREADY;
               } else {
                   preloadStatus = Status.PARTIAL_PRELOAD_NEEDED;
               }
           }

           System.out.println("TupleHeapCacheWithReplicaPreloadControllerLoader.
       checkPreloadStatus()
    -> map = " + ivBackingMapName + ", preloadStatusKey = " + preloadStatusKey
                   + ", retrieved lastPreloadedDataChunk =" + lastPreloadedDataChunk + ",
        determined preloadStatus = "
                   + getStatusString(preloadStatus));

       } catch (Throwable t) {
           t.printStackTrace();
       }

       return preloadStatus;
   }
```

preloadMap メソッド

preloadMap メソッドの実行は、checkPreloadStatus メソッドから返された結果によって異なります。preloadMap メソッドが呼び出されると、このメソッドは、通常、指定されたプリロード状況マップからプリロード状況の情報を取得し、どのようにプリロードを進行するかを決定する必要があります。理想的には、プリロードが部分的に完了されており、どこから開始すればよいかが preloadMap メソッドで正確に認識されている必要があります。データ・プリロード中に、preloadMap メソッドは、指定されたプリロード状況マップでプリロード状況を更新する必要があります。プリロード状況マップに保管されているプリロード状況は、プリロード状況を確認する必要がある場合に、checkPreloadStatus メソッドによって取得されます。

```
public void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap)
     throws LoaderException {
        EntityMetadata emd = backingMap.getEntityMetadata();
        if (emd != null && tupleHeapPreloadData != null) {
            // The getPreLoadData method is similar to fetching data
      // from database. These data will be push into cache as
      // preload process.
            ivPreloadData = tupleHeapPreloadData.getPreLoadData(emd);

            ivOptimisticCallback = backingMap.getOptimisticCallback();
            ivBackingMapName = backingMap.getName();
            ivPartitionId = backingMap.getPartitionId();
            ivPartitionManager = backingMap.getPartitionManager();
            ivTransformer = backingMap.getObjectTransformer();
            Map preloadMap;

            if (ivPreloadData != null) {
                try {
                    ObjectMap map = session.getMap(ivBackingMapName);

                    // get the preloadStatusMap to record preload status.
                    ObjectMap preloadStatusMap = session.
          getMap(ivPreloadStatusMapName);

                    // Note: when this preloadMap method is invoked, the
         // checkPreloadStatus has been called, Both preloadStatus
         // and preloadedLastDataChunkIndex have been set. And the
         // preloadStatus must be either PARTIAL_PRELOAD_NEEDED
         // or FULL_PRELOAD_NEEDED that will require a preload again.

                    // If large amount of data will be preloaded, the data usually
         // is divided into few chunks and the preload process will
         // process each chunk within its own tran. This sample only
         // preload few entries and assuming each entry represent a chunk.
```

```
          // so that the preload process an entry in a tran to simulate
// chunk preloading.

          Set entrySet = ivPreloadData.entrySet();
          preloadMap = new HashMap();
          ivMap = preloadMap;

          // The dataChunkIndex represent the data chunk that is in
// processing
          int dataChunkIndex = -1;
          boolean shouldRecordPreloadStatus = false;
          int numberOfDataChunk = entrySet.size();
          System.out.println("    numberOfDataChunk to be preloaded = "
  + numberOfDataChunk);

          Iterator it = entrySet.iterator();
          int whileCounter = 0;
          while (it.hasNext()) {
              whileCounter++;
              System.out.println("preloadStatusKey = " + preloadStatusKey
     + " ,
   whileCounter = " + whileCounter);

              dataChunkIndex++;

              // if the current dataChunkIndex <= preloadedLastDataChunkIndex
              // no need to process, becasue it has been preloaded by
  // other JVM before. only need to process dataChunkIndex
  // > preloadedLastDataChunkIndex
              if (dataChunkIndex <= preloadedLastDataChunkIndex) {
                  System.out.println("ignore current dataChunkIndex =
      " + dataChunkIndex + " that has been previously
      preloaded.");
                  continue;
              }

              // Note: This sample simulate data chunk as an entry.
              // each key represent a data chunk for simplicity.
              // If the primary server or shard stopped for unknown
   // reason, the preload status that indicates the progress
   // of preload should be available in preloadStatusMap. A
  // replica that become a primary can get the preload status
  // and determine how to preload again.
              // Note: recording preload status should be in the same
   // tran as putting data into cache; so that if tran
  // rollback or error, the recorded preload status is the
  // actual status.

              Map.Entry entry = (Entry) it.next();
              Object key = entry.getKey();
              Object value = entry.getValue();
              boolean tranActive = false;

              System.out.println("processing data chunk. map = " +
    this.ivBackingMapName + ", current dataChunkIndex = " +
    dataChunkIndex + ", key = " + key);

              try {
                  shouldRecordPreloadStatus = false; // re-set to false
                  session.beginNoWriteThrough();
                  tranActive = true;

                  if (ivPartitionManager.getNumOfPartitions() == 1) {
                      // if just only 1 partition, no need to deal with
      // partition.
                      // just push data into cache
                      map.put(key, value);
                      preloadMap.put(key, value);
                      shouldRecordPreloadStatus = true;
                  } else if (ivPartitionManager.getPartition(key) ==
      ivPartitionId) {
                      // if map is partitioned, need to consider the
      // partition key only preload data that belongs
      // to this partition.
                      map.put(key, value);
                      preloadMap.put(key, value);
                      shouldRecordPreloadStatus = true;
                  } else {
                      // ignore this entry, because it does not belong to
      // this partition.
```

```
                }

                if (shouldRecordPreloadStatus) {
                    System.out.println("record preload status. map = " +
          this.ivBackingMapName + ", preloadStatusKey = " +
          preloadStatusKey + ", current dataChunkIndex ="
          + dataChunkIndex);
                    if (dataChunkIndex == numberOfDataChunk) {
                        System.out.println("record preload status. map = " +
             this.ivBackingMapName + ", preloadStatusKey = " +
            preloadStatusKey + ", mark complete =" +
            preloadCompleteMark);
                        // means we are at the lastest data chunk, if commit
       // successfully, record preload complete.
       // at this point, the preload is considered to be done
                        // use -99 as special mark for preload complete status.

                        preloadStatusMap.get(preloadStatusKey);

                        // a put follow a get will become update if the get
        // return an object, otherwise, it will be insert.
                        preloadStatusMap.put(preloadStatusKey, new
          Integer(preloadCompleteMark));

                    } else {
                        // record preloaded current dataChunkIndex into
        // preloadStatusMap a put follow a get will become
        // update if teh get return an object, otherwise, it
        // will be insert.
                        preloadStatusMap.get(preloadStatusKey);
                        preloadStatusMap.put(preloadStatusKey, new
         Integer(dataChunkIndex));
                    }
                }

                session.commit();
                tranActive = false;

                // to simulate preloading large amount of data
                // put this thread into sleep for 30 secs.
                // The real app should NOT put this thread to sleep
                Thread.sleep(10000);

            } catch (Throwable e) {
                e.printStackTrace();
                throw new LoaderException("preload failed with
    exception: " + e, e);
            } finally {
                if (tranActive && session != null) {
                    try {
                        session.rollback();
                    } catch (Throwable e1) {
                        // preload ignoring exception from rollback
                    }
                }
            }
        }

        // at this point, the preload is considered to be done for sure
        // use -99 as special mark for preload complete status.
        // this is a insurance to make sure the complete mark is set.
        // besides, when partitioning, each partition does not know when
// is its last data chunk. so the following block serves as the
// overall preload status complete reporting.
        System.out.println("Overall preload status complete -> record
    preload status. map = " + this.ivBackingMapName + ",
    preloadStatusKey = " + preloadStatusKey + ", mark complete =" +
   preloadCompleteMark);
        session.begin();
        preloadStatusMap.get(preloadStatusKey);
        // a put follow a get will become update if teh get return an object,
        // otherwise, it will be insert.
        preloadStatusMap.put(preloadStatusKey, new Integer(preloadCompleteMark));
        session.commit();

        ivMap = preloadMap;
      } catch (Throwable e) {
        e.printStackTrace();
        throw new LoaderException("preload failed with exception: " + e, e);
```

```
            }
        }
    }
}
```

プリロード状況マップ

ReplicaPreloadController インターフェースの実装をサポートするには、プリロード状況マップを使用する必要があります。preloadMap メソッドは、常にプリロード状況マップに保管されているプリロード状況を最初に確認し、データがキャッシュにプッシュされた場合には、プリロード状況マップのプリロード状況を更新する必要があります。checkPreloadStatus メソッドはプリロード状況マップからプリロード状況を取得することができ、プリロード状況を判別して、その状況を呼び出し元に返します。プリロード状況マップは、レプリカ・プリロード・コントローラー Loader を持つ他のマップと同じ mapSet に置かれている必要があります。

トランザクションのライフサイクル・イベントの管理のためのプラグイン

オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用しているときは、TransactionCallback プラグインによってキャッシュ・オブジェクトのバージョン管理および比較操作をカスタマイズすることができます。

com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.OptimisticCallback インターフェースを実装するプラグ可能オプティミスティック・コールバック・オブジェクトを用意できます。エンティティー・マップの場合、ハイパフォーマンス OptimisticCallback プラグインが自動的に構成されます。

目的

OptimisticCallback インターフェースを使用して、マップの値としてオプティミスティック比較演算を提供します。オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用するときは、OptimisticCallback の実装が必要です。 WebSphere eXtreme Scale はデフォルトの OptimisticCallback 実装を提供します。ただし、通常、アプリケーションは独自の OptimisticCallback インターフェースの実装をプラグインする必要があります。詳しくは、「*製品概要*」でロック・ストラテジーに関する説明を参照してください。

デフォルト実装

eXtreme Scale フレームワークは、 OptimisticCallback インターフェースのデフォルト実装を提供します。この実装は、前のセクションで説明したように、アプリケーション提供の OptimisticCallback オブジェクトをアプリケーションがプラグインしない場合に使用します。デフォルト実装は、値のバージョン・オブジェクトとして、常に特殊値 NULL_OPTIMISTIC_VERSION を戻し、バージョン・オブジェクトの更新は行いません。このアクションにより、オプティミスティック比較はノーオペレーション関数になります。オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用しているとき、たいていの場合、ノーオペレーション関数が発生することは望まないと思われます。ご使用のアプリケーションが OptimisticCallback インターフェースを実装し、独自の OptimisticCallback 実装をプラグインする必要がある場合、デフォルト実装は使用しません。ただし、デフォルト提供の OptimisticCallback 実装が有用なシナリオが、少なくとも 1 つ存在します。次のような状態について考えてみます。

- ローダーがバックアップ・マップ用にプラグインされている。
- ローダーが、OptimisticCallback プラグインからの支援なしに、オプティミスティック比較を実行する方法を認識している。

ローダーが、OptimisticCallback オブジェクトからの支援なしで、オプティミスティック・バージョン管理を認識できる方法について考えてみます。 ローダーは、値クラス・オブジェクトを認知し、オプティミスティック・バージョン管理の値としてどの値オブジェクトのフィールドを使用するかを認識しています。例えば、従業員マップの値オブジェクトに対して次のインターフェースを使用するとします。

```
public interface Employee
{
    // Sequential sequence number used for optimistic versioning.
    public long getSequenceNumber();
    public void setSequenceNumber(long newSequenceNumber);
    // Other get/set methods for other fields of Employee object.
}
```

この場合、ローダーは、getSequenceNumber メソッドを使用して、Employee 値オブジェクトの現行バージョン情報を取得できることを認識しています。ローダーは、戻り値を増分して、新規 Employee 値で永続ストレージを更新する前に、新規バージョン番号を生成します。 Java Database Connectivity (JDBC) ローダーの場合、過剰 SQL 更新ステートメントの WHERE 文節内の現行シーケンス番号が使用され、新規生成シーケンス番号を使用して、シーケンス番号列が新規シーケンス番号の値に設定されます。

このほかにも、オプティミスティック・バージョン管理に使用できる非表示の列を自動的に更新するなんらかのバックエンド提供の関数をローダーが利用する可能性があります。場合によっては、ストアード・プロシージャーまたはトリガーを使用して、バージョン情報が入っている列を保守できるようにすることもあります。ローダーが、オプティミスティック・バージョン情報を保守するためにこれらの技法のいずれかを使用している場合は、アプリケーションが OptimisticCallback 実装を提供する必要はありません。ローダーは OptimisticCallback オブジェクトからの支援なしにオプティミスティック・バージョン管理を処理できるため、デフォルトの OptimisticCallback 実装を使用することができます。

エンティティーのデフォルト実装

エンティティーは、タプル・オブジェクトを使用して、ObjectGrid に保管されます。デフォルトの OptimisticCallback 実装は、非エンティティー・マップに対する振る舞いと同様の振る舞いをします。ただし、エンティティー内のバージョン・フィールドは、エンティティー記述子 XML ファイルの @Version アノテーションまたはバージョン属性を使用して識別されます。

バージョン属性の型は、int、Integer、short、Short、long、Long、java.sql.Timestamp のいずれかになります。エンティティーには、1 つだけのバージョン属性が定義される必要があります。バージョン属性は、構成時にのみ設定される必要があります。エンティティーが永続化されると、バージョン属性の値は変更してはなりません。

バージョン属性が構成されず、オプティミスティック・ロック・ストラテジーが使用される場合、タプルの全体の状態を使用して、タプル全体が暗黙的にバージョン設定されます。

以下の例では、Employee エンティティーに SequenceNumber という long バージョン属性が設定されています。

```
@Entity
public class Employee
{
private long sequence;
    // Sequential sequence number used for optimistic versioning.
    @Version
    public long getSequenceNumber() {
        return sequence;
    }
    public void setSequenceNumber(long newSequenceNumber) {
        this.sequence = newSequenceNumber;
    }
    // Other get/set methods for other fields of Employee object.
}
```

OptimisticCallback 実装の記述

OptimisticCallback 実装は、OptimisticCallback インターフェースを実装し、共通 ObjectGrid プラグイン規則に準拠する必要があります。

次のリストには、OptimisticCallback インターフェース内の各メソッドについての説明または考慮事項があります。

NULL_OPTIMISTIC_VERSION

この特殊値は、アプリケーション提供の OptimisticCallback 実装の代わりにデフォルトの OptimisticCallback 実装が使用される場合に、getVersionedObjectForValue メソッドによって戻されます。

getVersionedObjectForValue メソッド

getVersionedObjectForValue メソッドは、値のコピーを戻します。あるいはバージョン管理のために使用できる値の属性を戻すことがあります。このメソッドは、オブジェクトがトランザクションに関連付けられるたびに呼び出されます。ローダーがバックアップ・マップ内に設定されていない場合、バックアップ・マップは、コミット時刻にこの値を使用してオプティミスティック・バージョン管理比較を行います。オプティミスティック・バージョン管理比較は、このトランザクションが、このトランザクションによって変更されたマップ・エントリーに最初にアクセスしてから、バージョンが変更されていないことを確認するために、バックアップ・マップによって使用されます。別のトランザクションが既にこのマップ・エントリーのバージョンを変更している場合、バージョン比較は失敗し、バックアップ・マップは OptimisticCollisionException 例外を表示して、トランザクションを強制的にロールバックします。ローダーがプラグインされている場合、バックアップ・マップはオプティミスティック・バージョン管理情報を使用しません。代わりに、ローダーは、オプティミスティック・バージョン管理比較を行い、必要に応じてバージョン管理情報を更新する責任があります。ローダーは通常、ローダーの batchUpdate メソッドに渡される LogElement から、初期バージョン管理オブジェクトを取得します。このオブジェクトは、フラッシュ操作が発生するか、トランザクションがコミットされたときに呼び出されます。

次のコードは、EmployeeOptimisticCallbackImpl オブジェクトによって使用される実装を示しています。

```
public Object getVersionedObjectForValue(Object value)
{
    if (value == null)
    {
        return null;
    }
    else
    {
        Employee emp = (Employee) value;
        return new Long( emp.getSequenceNumber() );
    }
}
```

前の例に示すように、sequenceNumber 属性は、ローダーが予期するように、java.lang.Long オブジェクト内に戻されます。これは、ローダーの作成者と同一人物が EmployeeOptimisticCallbackImpl を作成したか、 EmployeeOptimisticCallbackImpl を実装した人物と協力して作業を行ったかのいずれかであることを示しています。例えば、これらの人物は getVersionedObjectForValue メソッドによって戻された値に合意しました。前に示したように、デフォルトの OptimisticCallback 実装は、バージョン・オブジェクトとして特殊値 NULL_OPTIMISTIC_VERSION を戻します。

updateVersionedObjectForValue メソッド

updateVersionedObjectForValue メソッドは、トランザクションが値を更新し、新バージョンのオブジェクトが必要になったときに呼び出されます。
getVersionedObjectForValue メソッドがこの値の属性を戻した場合、このメソッドは通常、属性値を新バージョンのオブジェクトに更新します。
getVersionedObjectForValue メソッドがこの値のコピーを戻した場合、このメソッドは通常、更新しません。デフォルトの OptimisticCallback は、
getVersionedObjectForValue メソッドのデフォルト実装がバージョン・オブジェクトとして常に特殊値 NULL_OPTIMISTIC_VERSION を戻すため、更新は行いません。
次の例は、OptimisticCallback セクションで使用される EmployeeOptimisticCallbackImpl オブジェクトによって使用される実装を示しています。

```
public void updateVersionedObjectForValue(Object value)
{
    if ( value != null )
    {
        Employee emp = (Employee) value;
        long next = emp.getSequenceNumber() + 1;
        emp.updateSequenceNumber( next );
    }
}
```

前の例で示すように、sequenceNumber 属性は、次に getVersionedObjectForValue メソッドが呼び出されたときに、戻される java.lang.Long 値が元のシーケンス番号である長整数値を持つように、1 ずつ増分されます。例えば、1 を加えたものは、この従業員インスタンスの次のバージョン値です。この場合も、この例は、ローダーを作成者が EmployeeOptimisticCallbackImpl 実装の作成者と同一人物であるか、EmployeeOptimisticCallbackImpl 実装を実装した人物と協力して作業を行ったかのいずれかであることを示しています。

serializeVersionedValue メソッド

このメソッドは、指定されたストリームにバージョン値を書き込みます。実装によっては、バージョン値を使用して、オプティミスティック更新の衝突を識別することができます。一部の実装では、バージョン値は元の値のコピーです。それ以外の実装では、値のバージョンを示すシーケンス番号またはその他のいくつかのオブジェクトがあります。実際の実装が不明であるため、このメソッドは適切なシリアライゼーションを実行するために提供されます。デフォルト実装は writeObject メソッドを呼び出します。

inflateVersionedValue メソッド

このメソッドは、バージョン値のシリアライズ・バージョンを取り、実際のバージョン値オブジェクトを戻します。実装によっては、バージョン値を使用して、オプティミスティック更新の衝突を識別することができます。一部の実装では、バージョン値は元の値のコピーです。それ以外の実装では、値のバージョンを示すシーケンス番号またはその他のいくつかのオブジェクトがあります。実際の実装が不明であるため、このメソッドは適切なデシリアライゼーションを行うために提供されます。デフォルト実装は readObject メソッドを呼び出します。

アプリケーション提供の OptimisticCallback 実装の使用

アプリケーション提供の OptimisticCallback を BackingMap 構成に追加する場合、プログラマチック構成と XML 構成の 2 つの方法があります。

OptimisticCallback のプログラマチックなプラグイン

次の例は、grid1 ObjectGrid インターフェース内の従業員のバックアップ・マップ用に、アプリケーションで OptimisticCallback オブジェクトをプログラマチックにプラグインする方法を示しています。

```
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManager;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGrid;
import com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap;
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid og = ogManager.createObjectGrid( "grid1" );
BackingMap bm = dg.defineMap("employees");
EmployeeOptimisticCallbackImpl cb = new EmployeeOptimisticCallbackImpl();
bm.setOptimisticCallback( cb );
```

OptimisticCallback 実装をプラグインするための XML 構成方法

前の例の EmployeeOptimisticCallbackImpl オブジェクトは、OptimisticCallback インターフェースを実装する必要があります。次の例に示すように、アプリケーションは、XML ファイルを使用して、その OptimisticCallback オブジェクトをプラグインすることもできます。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
<objectGrids>
    <objectGrid name="grid1">
        <backingMap name="employees" pluginCollectionRef="employees" lockStrategy="OPTIMISTIC" />
    </objectGrid>
</objectGrids>

<backingMapPluginCollections>
    <backingMapPluginCollection id="employees">
```

```
        <bean id="OptimisticCallback" className="com.xyz.EmployeeOptimisticCallbackImpl" />
    </backingMapPluginCollection>
</backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

トランザクション処理の概要

プラグイン・スロットの概要

プラグイン・スロットは、トランザクション・コンテキストを共用するプラグイン用に予約された、トランザクション・ストレージ・スペースです。これらのスロットは、eXtreme Scale プラグインが互いに通信し、トランザクション・コンテキストを共有し、トランザクション内でトランザクション・リソースが整合性を保って正しく使用されるようにする手段を提供します。

プラグインは、トランザクション・コンテキスト (データベース接続、Java Message Service (JMS) 接続など) をプラグイン・スロットに保管できます。保管されたトランザクション・コンテキストは、プラグイン・スロット番号 (トランザクション・コンテキストを検索するキーとして機能する) を認識しているいずれのプラグインからも検索することができます。

プラグイン・スロットの使用

プラグイン・スロットは TxID インターフェースの一部です。このインターフェースについて詳しくは、API 資料を参照してください。スロットは、ArrayList 配列のエントリーです。プラグインは、ObjectGrid.reserveSlot メソッドを呼び出し、すべての TxID オブジェクトでスロットが必要であることを示すことによって、ArrayList 配列のエントリーを予約できます。スロットが予約されると、プラグインはそれぞれの TxID オブジェクトのスロットにトランザクション・コンテキストを保管し、後でそれを取得することができます。 put および get 操作は、ObjectGrid.reserveSlot メソッドから返されるスロット番号によって調整されます。

プラグインには通常、ライフサイクルがあります。プラグイン・スロットの使用はプラグインのライフサイクルに適合する必要があります。通常、プラグインは初期化ステージの間にプラグイン・スロットを予約し、それぞれのスロットのスロット番号を取得する必要があります。標準的なランタイムでは、プラグインは適切なポイントで TxID オブジェクトの予約済みスロットにトランザクション・コンテキストを保管します。このポイントは、通常はトランザクションの開始時点です。当該のプラグインまたは他のプラグインが、スロット番号によってトランザクション内の TxID から保管されたトランザクション・コンテキストを取得することができます。

通常、プラグインは、トランザクション・コンテキストおよびスロットを削除することによってクリーンアップを実行します。以下のコード・スニペットは、TransactionCallback プラグインでプラグイン・スロットを使用する方法を示しています。

```
public class DatabaseTransactionCallback implements TransactionCallback {
    int connectionSlot;
    int autoCommitConnectionSlot;
    int psCacheSlot;
    Properties ivProperties = new Properties();

    public void initialize(ObjectGrid objectGrid) throws TransactionCallbackException {
        // In initialization stage, reserve desired plug-in slots by calling the
        //reserveSlot method of ObjectGrid and
        // passing in the designated slot name, TxID.SLOT_NAME.
```

```
    // Note: you have to pass in this TxID.SLOT_NAME that is designated
    // for application.
    try {
        // cache the returned slot numbers
        connectionSlot = objectGrid.reserveSlot(TxID.SLOT_NAME);
        psCacheSlot = objectGrid.reserveSlot(TxID.SLOT_NAME);
        autoCommitConnectionSlot = objectGrid.reserveSlot(TxID.SLOT_NAME);
    } catch (Exception e) {
    }
}

public void begin(TxID tx) throws TransactionCallbackException {
    // put transactional contexts into the reserved slots at the
    // beginning of the transaction.
    try {
        Connection conn = null;
        conn = DriverManager.getConnection(ivDriverUrl, ivProperties);
        tx.putSlot(connectionSlot, conn);
        conn = DriverManager.getConnection(ivDriverUrl, ivProperties);
        conn.setAutoCommit(true);
        tx.putSlot(autoCommitConnectionSlot, conn);
        tx.putSlot(psCacheSlot, new HashMap());
    } catch (SQLException e) {
        SQLException ex = getLastSQLException(e);
        throw new TransactionCallbackException("unable to get connection", ex);
    }
}

public void commit(TxID id) throws TransactionCallbackException {
    // get the stored transactional contexts and use them
    // then, clean up all transactional resources.
    try {
        Connection conn = (Connection) id.getSlot(connectionSlot);
        conn.commit();
        cleanUpSlots(id);
    } catch (SQLException e) {
        SQLException ex = getLastSQLException(e);
        throw new TransactionCallbackException("commit failure", ex);
    }
}

void cleanUpSlots(TxID tx) throws TransactionCallbackException {
    closePreparedStatements((Map) tx.getSlot(psCacheSlot));
    closeConnection((Connection) tx.getSlot(connectionSlot));
    closeConnection((Connection) tx.getSlot(autoCommitConnectionSlot));
}

/**
 * @param map
 */
private void closePreparedStatements(Map psCache) {
    try {
        Collection statements = psCache.values();
        Iterator iter = statements.iterator();
        while (iter.hasNext()) {
            PreparedStatement stmt = (PreparedStatement) iter.next();
            stmt.close();
        }
    } catch (Throwable e) {
    }

}

/**
 * Close connection and swallow any Throwable that occurs.
 *
 * @param connection
 */
private void closeConnection(Connection connection) {
    try {
        connection.close();
    } catch (Throwable e1) {
    }
}

public void rollback(TxID id) throws TransactionCallbackException
    // get the stored transactional contexts and use them
    // then, clean up all transactional resources.
    try {
        Connection conn = (Connection) id.getSlot(connectionSlot);
        conn.rollback();
        cleanUpSlots(id);
    } catch (SQLException e) {
    }
}

public boolean isExternalTransactionActive(Session session) {
    return false;
}

// Getter methods for the slot numbers, other plug-in can obtain the slot numbers
```

```
    // from these getter methods.

    public int getConnectionSlot() {
        return connectionSlot;
    }
    public int getAutoCommitConnectionSlot() {
        return autoCommitConnectionSlot;
    }
    public int getPreparedStatementSlot() {
        return psCacheSlot;
    }
```

以下のコード・スニペットは、直前の TransactionCallback プラグインの例で保管されたトランザクション・コンテキストを、Loader が取得する方法の例を示しています。

```
public class DatabaseLoader implements Loader
{
    DatabaseTransactionCallback tcb;
    public void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap) throws LoaderException
    {
        // The preload method is the initialization method of the Loader.
        // Obtain interested plug-in from Session or ObjectGrid instance.
        tcb =
   (DatabaseTransactionCallback)session.getObjectGrid().getTransactionCallback();
    }
    public List get(TxID txid, List keyList, boolean forUpdate) throws LoaderException
    {
        // get the stored transactional contexts that is put by tcb's begin method.
        Connection conn = (Connection)txid.getSlot(tcb.getConnectionSlot());
        // implement get here
        return null;
    }
    public void batchUpdate(TxID txid, LogSequence sequence) throws LoaderException,
   OptimisticCollisionException
    {
        // get the stored transactional contexts that is put by tcb's begin method.
        Connection conn = (Connection)txid.getSlot(tcb.getConnectionSlot());
        // implement batch update here ...
    }
}
```

外部トランザクション・マネージャー

通常、eXtreme Scale トランザクションは、Session.begin メソッドで開始し、Session.commit メソッドで終了します。 しかし、ObjectGrid が組み込まれている場合、外部トランザクション・コーディネーターがトランザクションの開始と終了を行うことができます。 この場合、begin メソッドまたは commit メソッドを呼び出す必要はありません。

外部トランザクションの調整

TransactionCallback プラグインは、eXtreme Scale セッションと外部トランザクションを関連づける isExternalTransactionActive(Session session) メソッドにより拡張されます。このメソッドのヘッダーは次のとおりです。

```
public synchronized boolean isExternalTransactionActive(Session session)
```

例えば、eXtreme Scale をセットアップして WebSphere Application Server および WebSphere Extended Deployment と統合することができます。

また、eXtreme Scale には、WebSphere という名前の組み込みプラグインもあります (288 ページの『トランザクションのライフサイクル・イベントの管理のためのプラグイン』)。これは、WebSphere Application Server 環境向けにプラグインをビルドする方法を記述しますが、他のフレームワーク用にプラグインを適応させることもできます。

このシームレスな統合の鍵となるのが、WebSphere Application Server バージョン 5.x およびバージョン 6.x の ExtendedJTATransaction API の利用です。ただし、

WebSphere Application Server バージョン 6.0.2 をご使用の場合は、このメソッドをサポートするために APAR PK07848 を適用する必要があります。次のサンプル・コードを使用して、ObjectGrid セッションを WebSphere Application Server トランザクション ID と関連付けます。

```
/**
* This method is required to associate an objectGrid session with a WebSphere
* Application Server transaction ID.
*/
Map/**/ localIdToSession;
public synchronized boolean isExternalTransactionActive(Session session)
{
    // remember that this localid means this session is saved for later.
    localIdToSession.put(new Integer(jta.getLocalId()), session);
    return true;
}
```

外部トランザクションの検索

TransactionCallback プラグインを使用するために、外部トランザクション・サービス・オブジェクトを検索しなければならない場合があります。WebSphere Application Server サーバーでは、次の例に示すように、名前空間から ExtendedJTATransaction オブジェクトを検索します。

```
public J2EETransactionCallback() {
    super();
    localIdToSession = new HashMap();
    String lookupName="java:comp/websphere/ExtendedJTATransaction";
    try
    {
        InitialContext ic = new InitialContext();
        jta = (ExtendedJTATransaction)ic.lookup(lookupName);
        jta.registerSynchronizationCallback(this);
    }
    catch(NotSupportedException e)
    {
        throw new RuntimeException("Cannot register jta callback", e);
    }
    catch(NamingException e){
        throw new RuntimeException("Cannot get transaction object");
    }
}
```

他の製品の場合は、トランザクション・サービス・オブジェクトを検索するために同じような方法を使用することができます。

外部コールバックによりコミットを制御する

TransactionCallback プラグインは、eXtreme Scale セッションをコミットまたはロールバックするために、外部信号を受信する必要があります。この外部信号を受信するには、外部トランザクション・サービスからのコールバックを使用します。外部コールバック・インターフェースを実装し、それを外部トランザクション・サービスで登録する必要があります。例えば、WebSphere Application Server の場合、次の例に示すように、SynchronizationCallback インターフェースを実装します。

```
public class J2EETransactionCallback implements
 com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.TransactionCallback, SynchronizationCallback {
   public J2EETransactionCallback() {
      super();
      String lookupName="java:comp/websphere/ExtendedJTATransaction";
      localIdToSession = new HashMap();
      try {
         InitialContext ic = new InitialContext();
         jta = (ExtendedJTATransaction)ic.lookup(lookupName);
```

```
            jta.registerSynchronizationCallback(this);
         } catch(NotSupportedException e) {
            throw new RuntimeException("Cannot register jta callback", e);
         }
         catch(NamingException e) {
            throw new RuntimeException("Cannot get transaction object");
         }
      }

      public synchronized void afterCompletion(int localId, byte[] arg1,boolean didCommit) {
         Integer lid = new Integer(localId);
         // find the Session for the localId
         Session session = (Session)localIdToSession.get(lid);
         if(session != null) {
             try {
               // if WebSphere Application Server is committed when
               // hardening the transaction to backingMap.
               // We already did a flush in beforeCompletion
               if(didCommit) {
                  session.commit();
               } else {
                  // otherwise rollback
                  session.rollback();
               }
            } catch(NoActiveTransactionException e) {
               // impossible in theory
            } catch(TransactionException e) {
               // given that we already did a flush, this should not fail
            } finally {
               // always clear the session from the mapping map.
               localIdToSession.remove(lid);
            }
         }
      }

      public synchronized void beforeCompletion(int localId, byte[] arg1) {
         Session session = (Session)localIdToSession.get(new Integer(localId));
         if(session != null) {
            try {
               session.flush();
            } catch(TransactionException e) {
               // WebSphere Application Server  does not formally define
               // a way to signal the
               // transaction has failed so do this
               throw new RuntimeException("Cache flush failed", e);
            }
         }
      }
   }
```

TransactionCallback プラグインでの eXtreme Scale API の使用

TransactionCallback プラグインは、eXtreme Scale 内での自動コミットを使用不可にします。eXtreme Scale の通常の使用パターンは以下のとおりです。

```
Session ogSession = ...;
ObjectMap myMap = ogSession.getMap("MyMap");
ogSession.begin();
MyObject v = myMap.get("key");
v.setAttribute("newValue");
myMap.update("key", v);
ogSession.commit();
```

この TransactionCallback プラグインが使用されている場合、 eXtreme Scale は、コンテナー管理対象トランザクションが存在するときにアプリケーションが eXtreme Scale を使用すると想定します。前出のコードの断片は、この環境で次のコードに変わります。

```
public void myMethod() {
   UserTransaction tx = ...;
   tx.begin();
   Session ogSession = ...;
   ObjectMap myMap = ogSession.getMap("MyMap");
   yObject v = myMap.get("key");
   v.setAttribute("newValue");
   myMap.update("key", v);
   tx.commit();
}
```

myMethod メソッドは、Web アプリケーションのシナリオに類似しています。アプリケーションは通常の UserTransaction インターフェースを使用してトランザクションを開始、コミット、およびロールバックします。 eXtreme Scale はコンテナー・トランザクションなどを自動的に開始およびコミットします。メソッドが TX_REQUIRES 属性を使用する Enterprise JavaBeans (EJB) メソッドの場合は、UserTransaction 参照および UserTransaction 呼び出しを除去してトランザクションを開始、コミットすると、メソッドが同じように動作します。この場合、コンテナーがトランザクションの開始と終了を行います。

WebSphereTransactionCallback プラグイン

WebSphereTransactionCallback プラグインを使用すると、WebSphere Application Server 環境で実行しているエンタープライズ・アプリケーションは ObjectGrid トランザクションを管理できます。

コンテナー管理トランザクションを使用するよう構成されているメソッド内で ObjectGrid セッションを使用している場合、エンタープライズ・コンテナーが ObjectGrid トランザクションを自動的に、開始、コミットまたはロールバックします。 Java Transaction API (JTA) UserTransaction オブジェクトを使用していると、ObjectGrid トランザクションは UserTransaction オブジェクトによって自動的に管理されます。

このプラグインの実装について詳しくは、 295 ページの『外部トランザクション・マネージャー』を参照してください。

注: ObjectGrid では、2 フェーズの XA トランザクションはサポートしていません。このプラグインは、ObjectGrid トランザクションをトランザクション・マネージャーに登録しません。したがって、ObjectGrid がコミットに失敗した場合、XA トランザクションによって管理される他のリソースはロールバックしません。

WebSphereTransactionCallback プラグインの使用可能化

プログラマチック構成または XML 構成によって ObjectGrid 構成への WebSphereTransactionCallback を使用可能にすることができます。

WebSphereTransactionCallback オブジェクトをプラグインするための XML 構成方法

以下の XML 構成は、WebSphereTransactionCallback オブジェクトを作成して、ObjectGrid に追加するものです。以下のテキストは、`myGrid.xml` ファイルに存在しなければなりません。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
    xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
    <objectGrids>
        <objectGrid name="myGrid">
            <bean id="TransactionCallback" className=
 "com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.WebSphereTransactionCallback" />

        </objectGrid>
    </objectGrids>
</objectGridConfig>
```

WebSphereTransactionCallback オブジェクトのプログラマチックなプラグイン

以下のコード・スニペットは、WebSphereTransactionCallback オブジェクトを作成し、それを ObjectGrid に追加します。

```
ObjectGridManager objectGridManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
ObjectGrid myGrid = objectGridManager.createObjectGrid("myGrid", false);
WebSphereTransactionCallback wsTxCallback= new WebSphereTransactionCallback ();
myGrid.setTransactionCallback(wsTxCallback);
```

第 6 章 管理用タスクのためのプログラミング

システムのアプリケーション・プログラミング・インターフェース (API) の他に、WebSphere eXtreme Scale には、アプリケーションによるサーバーとクライアントのモニターおよび管理を可能にする管理 API も含まれます。

組み込みサーバー API

WebSphere eXtreme Scale には、既存の Java アプリケーション内に eXtreme Scale サーバーおよびクライアントを組み込む、アプリケーション・プログラミング・インターフェース (API) およびシステム・プログラミング・インターフェースが含まれています。 以下のトピックで、使用可能な組み込みサーバー API について説明します。

eXtreme Scale サーバーのインスタンス化

eXtreme Scale サーバー・インスタンスの構成には、いくつかのプロパティーを使用できますが、これは、ServerFactory.getServerProperties メソッドから取得できます。ServerProperties オブジェクトは singleton のため、getServerProperties メソッドの各呼び出しでは同じインスタンスが取得されます。

次のコードを使用して、新規サーバーを作成することができます。

```
Server server = ServerFactory.getInstance();
```

getInstance の最初の呼び出しの前に設定されたすべてのプロパティーは、サーバーの初期化に使用されます。

サーバー・プロパティーの設定

サーバー・プロパティーは、ServerFactory.getInstance が最初に呼び出されるまで設定できます。 getInstance メソッドの最初の呼び出しで、eXtreme Scale サーバーがインスタンス化され、構成されたすべてのプロパティーが読み取られます。作成後にプロパティーを設定しても効果はありません。以下の例は、Server インスタンスをインスタンス化する前のプロパティーの設定方法を示しています。

```
// Get the server properties associated with this process.
ServerProperties serverProperties = ServerFactory.getServerProperties();

// Set the server name for this process.
serverProperties.setServerName("EmbeddedServerA");

// Set the name of the zone this process is contained in.
serverProperties.setZoneName("EmbeddedZone1");

// Set the end point information required to bootstrap to the catalog service.
serverProperties.setCatalogServiceBootstrap("localhost:2809");

// Set the ORB listener host name to use to bind to.
serverProperties.setListenerHost("host.local.domain");

// Set the ORB listener port to use to bind to.
serverProperties.setListenerPort(9010);
```

```
// Turn off all MBeans for this process.
serverProperties.setMBeansEnabled(false);

Server server = ServerFactory.getInstance();
```

カタログ・サービスの組み込み

CatalogServerProperties.setCatalogServer メソッドによりフラグが立てれた JVM 設定は、eXtreme Scale のカタログ・サービスをホストできます。このメソッドは、eXtreme Scale サーバー・ランタイムに対して、サーバーの始動時にカタログ・サービスをインスタンス化することを指示します。以下のコードは、eXtreme Scale カタログ・サーバーをインスタンス化する方法を示しています。

```
CatalogServerProperties catalogServerProperties =
 ServerFactory.getCatalogProperties();
catalogServerProperties.setCatalogServer(true);

Server server = ServerFactory.getInstance();
```

eXtreme Scale コンテナーの組み込み

JVM が複数の eXtreme Scale コンテナーをホストするようにするには、Server.createContainer メソッドを発行します。以下のコードは、eXtreme Scale コンテナーをインスタンス化する方法を示しています。

```
Server server = ServerFactory.getInstance();
DeploymentPolicy policy = DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy(
    new File("META-INF/embeddedDeploymentPolicy.xml").toURI().toURL(),
    new File("META-INF/embeddedObjectGrid.xml").toURI().toURL());
Container container = server.createContainer(policy);
```

自己完結型のサーバー・プロセス

すべてのサービスは、まとめて開始することができ、これは開発に便利で、実動中にも実用的です。サービスをまとめて開始することにより、1 つのプロセスで、カタログ・サービスの開始、コンテナー・セットの開始、クライアント接続ロジックの実行をすべて行うことができます。このような方法でサービスを開始すると、分散環境にデプロイする前にプログラム上の問題を整理することができます。以下のコードは、自己完結型の eXtreme Scale サーバーをインスタンス化する方法を示しています。

```
CatalogServerProperties catalogServerProperties =
 ServerFactory.getCatalogProperties();
catalogServerProperties.setCatalogServer(true);

Server server = ServerFactory.getInstance();
DeploymentPolicy policy = DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy(
    new File("META-INF/embeddedDeploymentPolicy.xml").toURI().toURL(),
    new File("META-INF/embeddedObjectGrid.xml").toURI().toURL());
Container container = server.createContainer(policy);
```

WebSphere Application Server における eXtreme Scale の組み込み

eXtreme Scale の構成は、WebSphere Extended Deployment DataGrid を WebSphere Application Server 環境にインストールすると、自動的にセットアップされます。サーバーにアクセスしてコンテナーを作成する前にプロパティーを設定する必要はあ

りません。以下のコードは、eXtreme Scale サーバーを WebSphere Application Server でインスタンス化する方法を示しています。

```
Server server = ServerFactory.getInstance();
DeploymentPolicy policy = DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy(
    new File("META-INF/embeddedDeploymentPolicy.xml").toURI().toURL(),
    new File("META-INF/embeddedObjectGrid.xml").toURI().toURL);
Container container = server.createContainer(policy);
```

組み込みカタログ・サービスおよびコンテナーをプログラマチックに開始する方法に関する段階的な例は、『組み込みサーバー API の使用』を参照してください。

組み込みサーバー API の使用

WebSphere eXtreme Scale では、組み込みサーバーおよびコンテナーのライフサイクルの管理にプログラマチック API を使用できます。コマンド行オプションやファイル・ベースのサーバー・プロパティーでも構成可能な任意のオプションを使用して、プログラムでサーバーを構成できます。コンテナー・サーバー、カタログ・サービス、またはその両方として、組み込みサーバーの構成が可能です。

始める前に

既存の Java 仮想マシン内からコードを実行するためのメソッドが必要です。eXtreme Scale クラスが、クラス・ローダー・ツリーから利用可能でなければなりません。

このタスクについて

管理 API を使用して多くの管理タスクを実行できます。API の一般的な使用法の 1 つとして、Web アプリケーションの状態を保管する内部サーバーとしての使用があります。 Web サーバーは、組み込み WebSphere eXtreme Scale サーバーを始動し、コンテナー・サーバーをカタログ・サービスに報告することができ、サーバーは、より幅広い分散グリッドのメンバーとして追加されます。この使用法では、本来は揮発性のデータ・ストアにスケーラビリティーと高可用性が提供されます。

組み込み eXtreme Scale サーバーの全ライフサイクルをプログラムで制御できます。例は、できる限り汎用的にして、概要を説明したステップの直接的なコードの例のみを示しています。

手順

1. ServerFactory クラスから ServerProperties オブジェクトを取得し、必要なオプションを構成します。

   すべての eXtreme Scale サーバーに、一連の構成可能なプロパティーがあります。コマンド行からサーバーが始動されると、それらのプロパティーはデフォルトに設定されますが、外部ソースまたはファイルを指定することによって、複数のプロパティーをオーバーライドすることができます。組み込み有効範囲では、ServerProperties オブジェクトでプロパティーを直接設定できます。これらのプロパティーは、ServerFactory クラスからサーバー・インスタンスを取得する前に設定する必要があります。以下の例のスニペットでは、ServerProperties オブジェク

トを取得して CatalogServiceBootStrap フィールドを設定し、複数のオプション・サーバー設定を初期化します。構成可能な設定のリストについては、API 資料を参照してください。

```
ServerProperties props = ServerFactory.getServerProperties();
props.setCatalogServiceBootstrap("host:port"); // required to connect to specific catalog service
props.setServerName("ServerOne"); // name server
props.setTraceSpecification("com.ibm.ws.objectgrid=all=enabled"); // Sets trace spec
```

2. サーバーをカタログ・サービスにする場合には、CatalogServerProperties オブジェクトを取得します。

   すべての組み込みサーバーが、カタログ・サービスまたはコンテナー・サーバー、あるいはその両方になることができます。以下の例では、CatalogServerProperties オブジェクトを取得し、カタログ・サービス・オプションを使用可能にし、さまざまなカタログ・サービス設定を構成します。

   ```
   CatalogServerProperties catalogProps = ServerFactory.getCatalogProperties();
   catalogProps.setCatalogServer(true); // false by default, it is required to set as a catalog service
   catalogProps.setQuorum(true); // enables / disables quorum
   ```

3. ServerFactory クラスから Server インスタンスを取得します。 Server インスタンスは、グリッド内のメンバーシップの管理に関与するプロセス・スコープの singleton です。このインスタンスが初期化された後、このプロセスが接続され、グリッド内の他のサーバーで高度に利用可能になります。 以下の例は、Server インスタンスの作成方法を示しています。

   ```
   Server server = ServerFactory.getInstance();
   ```

   上記の例において、ServerFactory クラスは、 Server インスタンスを返す静的メソッドを提供します。 ServerFactory クラスは、Server インスタンスを取得するための唯一のインターフェースとして意図されています。そのため、このクラスは必ず、インスタンスが singleton であるか、または各 JVM または独立したクラス・ローダーの 1 つインスタンスであるようにします。 getInstance メソッドで Server インスタンスを初期化します。インスタンスを初期化する前にすべてのサーバー・プロパティーの構成が必要です。 Server クラスは、新規の Container インスタンスの作成に関与します。 ServerFactory クラスと Server クラスの両方を使用して、組み込み Server インスタンスのライフサイクルを管理できます。

4. Server インスタンスを使用して Container インスタンスを開始します。

   断片を組み込みサーバーに配置するには、その前に、サーバーにコンテナーを作成する必要があります。 Server インターフェースの createContainer メソッドは、DeploymentPolicy 引数を使用します。以下の例では、取得したサーバー・インスタンスを使用して、作成した DeploymentPolicy ファイルでコンテナーを作成します。 Container は、シリアライゼーションのためにアプリケーション・バイナリーが使用可能になっているクラス・ローダーを必要とします。これらのバイナリーは、使用するクラス・ローダーを Thread コンテキスト・クラス・ローダーに設定して createContainer メソッドを呼び出すことによって、使用可能にできます。

   ```
   DeploymentPolicy policy = DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy(new
      URL("file://urltodeployment.xml"),
    new URL("file://urltoobjectgrid.xml"));
   Container container = server.createContainer(policy);
   ```

5. コンテナーを除去してクリーンアップします。

コンテナー・サーバーを除去してクリーンアップするには、取得した Container インスタンスで teardown メソッドを実行します。コンテナーで teardown メソッドを実行すると、コンテナーを適切にクリーンアップし、組み込みサーバーからコンテナーを除去します。

コンテナーのクリーンアップ処理には、そのコンテナー内のすべての断片の移動と終了処理が含まれます。各サーバーには、多くのコンテナーと断片が含まれます。コンテナーをクリーンアップしても、親の Server インスタンスのライフサイクルには影響しません。以下の例は、サーバーで teardown メソッドを実行する方法を示しています。teardown メソッドは、ContainerMBean インターフェースを通して使用可能になります。ContainerMBean インターフェースを使用することによって、このコンテナーに対するプログラムによるアクセスがもうなくても、その MBean でコンテナーを除去してクリーンアップすることができます。また、terminate メソッドが Container インターフェースに存在しますが、どうしても必要でない限り、このメソッドは使用しないでください。このメソッドは強制力が強く、断片の適切な移動とクリーンアップの調整は行いません。

```
container.teardown();
```

6. 組み込みサーバーを停止します。

組み込みサーバーを停止するときには、そのサーバーで実行されているコンテナーと断片も停止します。組み込みサーバーの停止時には、開いているすべての接続をクリーンアップして、すべての断片を移動または終了処理する必要があります。以下の例では、サーバーの停止方法と、Server インターフェースで waitFor メソッドを使用して Server インスタンスが確実に完全にシャットダウンするようにする方法を示しています。コンテナーの例と同様に、stopServer メソッドは、ServerMBean インターフェースを通して使用可能になります。このインターフェースでは、該当の Managed Bean (MBean) によりサーバーを停止できます。

```
ServerFactory.stopServer();  // Uses the factory to kill the Server singleton
 // or
server.stopServer(); // Uses the Server instance directly
server.waitFor(); // Returns when the server has properly completed its shutdown procedures
```

全コードの例:

```
 import java.net.MalformedURLException;
import java.net.URL;

import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.deployment.DeploymentPolicy;
import com.ibm.websphere.objectgrid.deployment.DeploymentPolicyFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.server.Container;
import com.ibm.websphere.objectgrid.server.Server;
import com.ibm.websphere.objectgrid.server.ServerFactory;
import com.ibm.websphere.objectgrid.server.ServerProperties;

public class ServerFactoryTest {

    public static void main(String[] args) {

        try {

            ServerProperties props = ServerFactory.getServerProperties();
            props.setCatalogServiceBootstrap("catalogservice-hostname:catalogservice-port");
            props.setServerName("ServerOne"); // name server
            props.setTraceSpecification("com.ibm.ws.objectgrid=all=enabled"); // TraceSpec

            /*
             * In most cases, the server will serve as a container server only
             * and will connect to an external catalog service. This is a more
             * highly available way of doing things. The commented code excerpt
             * below will enable this Server to be a catalog service.
```

```
                *
                *
                * CatalogServerProperties catalogProps =
                * ServerFactory.getCatalogProperties();
                * catalogProps.setCatalogServer(true); // enable catalog service
                * catalogProps.setQuorum(true); // enable quorum
                */

               Server server = ServerFactory.getInstance();

               DeploymentPolicy policy = DeploymentPolicyFactory.createDeploymentPolicy
        (new URL("url to deployment xml"),  new URL("url to objectgrid xml file"));
               Container container = server.createContainer(policy);

               /*
                * Shard will now be placed on this container if the deployment requirements are met.
                * This encompasses embedded server and container creation.
                *
                * The lines below will simply demonstrate calling the cleanup methods
                */

               container.teardown();
               server.stopServer();
               int success = server.waitFor();

            } catch (ObjectGridException e) {
                // Container failed to initialize
            } catch (MalformedURLException e2) {
                // invalid url to xml file(s)
            }

        }

    }
```

統計 API によるモニター

統計 API は、内部統計ツリーに直接接続するインターフェースです。統計はデフォルトでは使用不可になっていますが、StatsSpec インターフェースを設定することで使用可能にすることができます。 StatsSpec インターフェースは、WebSphere eXtreme Scale がどのように統計をモニターするかを定義します。

このタスクについて

ローカルの StatsAccessor API を使用して、実行中のコードと同じ Java 仮想マシン (JVM) にある ObjectGrid インスタンス上のデータおよびアクセス統計を照会することができます。個々のインターフェースについて詳しくは、API 資料を参照してください。次の手順で、内部統計ツリーのモニターを使用可能にします。

手順

1. StatsAccessor オブジェクトを検索します。 StatsAccessor インターフェースは singleton パターンに従います。したがって、クラス・ローダーに関連する問題を別にすれば、JVM ごとに 1 つの StatsAccessor インスタンスが存在するはずです。このクラスはすべてのローカル統計操作のメイン・インターフェースとして機能します。以下のコードは、accessor クラスの検索方法の例です。この操作は、他のすべての ObjectGrid 呼び出しより前に呼び出します。

   ```
   public class LocalClient
   {

      public static void main(String[] args) {

         // retrieve a handle to the StatsAccessor
         StatsAccessor accessor = StatsAccessorFactory.getStatsAccessor();
   ```

```
    }

}
```

2. グリッド StatsSpec インターフェースを設定します。 すべての統計を ObjectGrid レベルでのみ収集するように、この JVM を設定します。トランザクションを開始する前に、必要と思われるすべての統計をアプリケーションが使用可能にするようにする必要があります。次の例は、static 定数フィールドと spec ストリングの両方を使用して StatsSpec インターフェースを設定するものです。static 定数フィールドは既に仕様が定義されているため、このフィールドを使用する方が簡単です。ただし、spec ストリングを使用すれば、必要な統計のどんな組み合わせでも使用可能にすることができます。

```
public static void main(String[] args) {

      // retrieve a handle to the StatsAccessor
      StatsAccessor accessor = StatsAccessorFactory.getStatsAccessor();

      // Set the spec via the static field
      StatsSpec spec = new StatsSpec(StatsSpec.OG_ALL);
      accessor.setStatsSpec(spec);

      // Set the spec via the spec String
      StatsSpec spec = new StatsSpec("og.all=enabled");
      accessor.setStatsSpec(spec);

}
```

3. トランザクションをグリッドに送信して、モニター用のデータが収集されるようにします。 統計用に有効なデータを収集するには、トランザクションをグリッドに送る必要があります。次のコード抜粋は、ObjectGridA 内の MapA にレコードを挿入するものです。統計は、ObjectGrid レベルであるため、ObjectGrid 内のマップはいずれも同じ結果を示します。

```
public static void main(String[] args) {

      // retrieve a handle to the StatsAccessor
      StatsAccessor accessor = StatsAccessorFactory.getStatsAccessor();

      // Set the spec via the static field
      StatsSpec spec = new StatsSpec(StatsSpec.OG_ALL);
      accessor.setStatsSpec(spec);

      ObjectGridManager manager =
    ObjectGridmanagerFactory.getObjectGridManager();
      ObjectGrid grid = manager.getObjectGrid("ObjectGridA");
      Session session = grid.getSession();
      Map map = session.getMap("MapA");

      // Drive insert
      session.begin();
      map.insert("SomeKey", "SomeValue");
      session.commit();
}
```

4. StatsAccessor API を使用して StatsFact を照会します。 すべての統計パスは StatsFact インターフェースに関連付けられます。 StatsFact インターフェースは、StatsModule オブジェクトを編成して組み込むために使用される汎用プレースホルダーです。実際の統計モジュールにアクセスするためには、前もって StatsFact オブジェクトを検索する必要があります。

```
public static void main(String[] args)
{

      // retrieve a handle to the StatsAccessor
      StatsAccessor accessor = StatsAccessorFactory.getStatsAccessor();

      // Set the spec via the static field
      StatsSpec spec = new StatsSpec(StatsSpec.OG_ALL);
      accessor.setStatsSpec(spec);

      ObjectGridManager manager =
    ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
      ObjectGrid grid = manager.getObjectGrid("ObjectGridA");
      Session session = grid.getSession();
      Map map = session.getMap("MapA");

      // Drive insert
      session.begin();
      map.insert("SomeKey", "SomeValue");
      session.commit();

      // Retrieve StatsFact

      StatsFact fact = accessor.getStatsFact(new String[] {"EmployeeGrid"},
    StatsModule.MODULE_TYPE_OBJECT_GRID);

}
```

5. StatsModule オブジェクトと対話します。 StatsModule オブジェクトは StatsFact インターフェース内に含まれています。 StatsFact インターフェースを使用してモジュールへの参照を取得できます。 StatsFact インターフェースは汎用インターフェースであるため、戻されたモジュールを予期された StatsModule タイプにキャストする必要があります。このタスクは eXtreme Scale の統計を収集するため、戻された StatsModule オブジェクトは OGStatsModule タイプにキャストされます。モジュールがキャストされたならば、使用可能なすべての統計にアクセスすることができます。

```
public static void main(String[] args) {

      // retrieve a handle to the StatsAccessor
      StatsAccessor accessor = StatsAccessorFactory.getStatsAccessor();

      // Set the spec via the static field
      StatsSpec spec = new StatsSpec(StatsSpec.OG_ALL);
      accessor.setStatsSpec(spec);

      ObjectGridManager manager =
    ObjectGridmanagerFactory.getObjectGridManager();
      ObjectGrid grid = manager.getObjectGrid("ObjectGridA");
      Session session = grid.getSession();
      Map map = session.getMap("MapA");

      // Drive insert
      session.begin();
      map.insert("SomeKey", "SomeValue");
      session.commit();

      // Retrieve StatsFact
      StatsFact fact = accessor.getStatsFact(new String[] {"EmployeeGrid"},
    StatsModule.MODULE_TYPE_OBJECT_GRID);

      // Retrieve module and time
      OGStatsModule module = (OGStatsModule)fact.getStatsModule();
      ActiveTimeStatistic timeStat =
```

```
        module.getTransactionTime("Default", true);
          double time = timeStat.getMeanTime();

    }
```

WebSphere Application Server PMI によるモニター

WebSphere eXtreme Scale は、WebSphere Application Server または WebSphere Extended Deployment アプリケーション・サーバーで実行されているとき、Performance Monitoring Infrastructure (PMI) をサポートします。 PMI は、ランタイム・アプリケーションでパフォーマンス・データを収集し、パフォーマンス・データをモニターするための外部アプリケーションをサポートするインターフェースを提供します。管理コンソールまたは wsadmin ツールを使用して、モニター・データにアクセスすることができます。

始める前に

WebSphere eXtreme Scale を WebSphere Application Server と組み合わせて使用しているとき、PMI を使用してご使用の環境をモニターすることができます。

このタスクについて

WebSphere eXtreme Scale は、WebSphere Application Server のカスタム PMI 機能を使用して、独自の PMI 装備を追加します。この方法で、管理コンソールまたは wsadmin ツールの Java Management Extensions (JMX) インターフェースを使用して、WebSphere eXtreme Scale PMI を使用可能および使用不可にすることができます。さらに、標準 PMI、および Tivoli® Performance Viewer を含むモニター・ツールによって使用される JMX インターフェースを使用して WebSphere eXtreme Scale 統計にアクセスすることができます。

手順

1. eXtreme Scale PMI を使用可能にします。 PMI 統計を表示するには、PMI を使用可能にする必要があります。詳しくは、『PMI の使用可能化』を参照してください。
2. eXtreme Scale PMI 統計を取得します。 Tivoli Performance Viewer を使用して、eXtreme Scale アプリケーションのパフォーマンスを表示します。詳しくは、 312 ページの『PMI 統計の取得』を参照してください。

次のタスク

wsadmin ツールについて詳しくは、 321 ページの『wsadmin ツールを使用した MBean へのアクセス』を参照してください。

PMI の使用可能化

WebSphere Application Server Performance Monitoring Infrastructure (PMI) を使用して、任意のレベルで統計を使用可能または使用不可にすることができます。例えば、特定のマップのマップ・ヒット率統計を使用可能にするが、エントリー数統計またはローダー・バッチ更新時間統計は使用可能にしないことを選択できます。管理コンソール内またはスクリプトを使用して PMI を使用可能にすることができます。

始める前に

アプリケーション・サーバーを始動し、eXtreme Scale 対応アプリケーションがインストールされている必要があります。また、スクリプトを使用して PMI を使用可能にするには、wsadmin ツールにログインして使用できなければなりません。wsadmin ツールについて詳しくは、WebSphere Application Server インフォメーション・センターの wsadmin ツールのトピックを参照してください。

このタスクについて

WebSphere Application Server PMI を使用して、任意のレベルで統計を使用可能または使用不可にできる細かいメカニズムを提供します。例えば、特定のマップのマップ・ヒット率統計を使用可能にするが、エントリー数統計またはローダー・バッチ更新時間統計は使用可能にしないことを選択できます。このセクションでは、管理コンソールおよび wsadmin スクリプトを使用して ObjectGrid PMI を使用可能にする方法を示します。

手順

- **管理コンソールで PMI を使用可能にします。**
  1. 管理コンソールで、「**モニターおよびチューニング**」 → 「**Performance Monitoring Infrastructure**」 → 「***server_name***」をクリックします。
  2. 「Performance Monitoring Infrastructure (PMI) を使用可能にする」が選択されていることを確認します。この設定は、デフォルトで使用可能になっています。この設定が使用可能になっていない場合は、チェック・ボックスを選択して、サーバーを再始動します。
  3. 「**カスタム**」をクリックします。構成ツリーで、ObjectGrid および ObjectGrid マップ・モジュールを選択します。各モジュールの統計を使用可能にします。

  ObjectGrid 統計のトランザクション・タイプ・カテゴリーが実行時に作成されます。「**Runtime**」タブには、ObjectGrid と Map 統計のサブカテゴリーのみを表示できます。
- **スクリプトを使用して PMI を使用可能にします。**
  1. コマンド行プロンプトを開きます。install_root/bin ディレクトリーへナビゲートします。wsadmin と入力して、wsadmin コマンド行ツールを開始します。
  2. eXtreme Scale PMI ランタイム構成を変更します。 以下のコマンドを使用して、サーバーに対して PMI が使用可能になっていることを確認します。

     ```
     wsadmin>set s1 [$AdminConfig getid /Cell:CELL_NAME/Node:NODE_NAME/
         Server:APPLICATION_SERVER_NAME/]
     wsadmin>set pmi [$AdminConfig list PMIService $s1]
     wsadmin>$AdminConfig show $pmi.
     ```

     PMI が使用可能になっていない場合は、以下のコマンドを実行して、PMI を使用可能にします。

     ```
     wsadmin>$AdminConfig modify $pmi {{enable true}}
     wsadmin>$AdminConfig save
     ```

     PMI を使用可能にする必要がある場合は、サーバーを再始動します。
  3. 以下のコマンドを使用して、統計セットをカスタム・セットに変更するための変数を設定します。

```
wsadmin>set perfName [$AdminControl completeObjectName type=Perf,
process=APPLICATION_SERVER_NAME,*]
wsadmin>set perfOName [$AdminControl makeObjectName $perfName]
wsadmin>set params [java::new {java.lang.Object[]} 1]
wsadmin>$params set 0 [java::new java.lang.String custom]
wsadmin>set sigs [java::new {java.lang.String[]} 1]
wsadmin>$sigs set 0 java.lang.String
```

4. 以下のコマンドを使用して、統計セットをカスタムに設定します。

```
wsadmin>$AdminControl invoke_jmx $perfOName setStatisticSet $params $sigs
```

5. 以下のコマンドを使用して、objectGridModule PMI 統計を使用可能にするための変数を設定します。

```
wsadmin>set params [java::new {java.lang.Object[]} 2]
wsadmin>$params set 0 [java::new java.lang.String objectGridModule=1]
wsadmin>$params set 1 [java::new java.lang.Boolean false]
wsadmin>set sigs [java::new {java.lang.String[]} 2]
wsadmin>$sigs set 0 java.lang.String
wsadmin>$sigs set 1 java.lang.Boolean
```

6. 以下のコマンドを使用して、統計ストリングを設定します。

```
wsadmin>set params2 [java::new {java.lang.Object[]} 2]
wsadmin>$params2 set 0 [java::new java.lang.String mapModule=*]
wsadmin>$params2 set 1 [java::new java.lang.Boolean false]
wsadmin>set sigs2 [java::new {java.lang.String[]} 2]
wsadmin>$sigs2 set 0 java.lang.String
wsadmin>$sigs2 set 1 java.lang.Boolean
```

7. 以下のコマンドを使用して、統計ストリングを設定します。

```
wsadmin>$AdminControl invoke_jmx $perfOName setCustomSetString $params2 $sigs2
```

これらのステップにより、eXtreme Scale ランタイム PMI は使用可能になりますが、PMI 構成は変更されません。アプリケーション・サーバーを再始動すると、メイン PMI の使用可能化を除いて、PMI 設定は失われます。

例

以下のステップを実行して、サンプル・アプリケーションの PMI 統計を使用可能にすることができます。

1. `http://host:port/ObjectGridSample` Web アドレスを使用してアプリケーションを立ち上げます。ここで、host および port は、サンプルをインストールするサーバーのホスト名および HTTP ポート番号です。
2. サンプル・アプリケーションで ObjectGridCreationServlet をクリックし、次にアクション・ボタン 1、2、3、4、および 5 をクリックして、ObjectGrid およびマップに対するアクションを生成します。この時点では、このサーブレット・ページを閉じないでください。
3. 管理コンソールで、「**モニターおよびチューニング**」 → 「**Performance Monitoring Infrastructure**」 → ***server_name*** をクリックします。「**ランタイム**」タブをクリックします。
4. 「**カスタム**」ラジオ・ボタンをクリックします。
5. ランタイム・ツリーで「ObjectGrid Maps」モジュールを展開し、「clusterObjectGrid」リンクをクリックします。「ObjectGrid マップ」グループの下に、clusterObjectGrid という名前の 1 つの ObjectGrid インスタンスが存在し、この clusterObjectGrid グループの下に、counters、employees、offices、および sites という 4 つのマップが存在します。ObjectGrids インスタンスには

clusterObjectGrid インスタンスが存在し、そのインスタンスの下には、DEFAULT という名前のトランザクション・タイプがあります。

6. 興味のある統計を使用可能にすることができます。例えば、従業員マップのマップ・エントリー数、および DEFAULT トランザクション・タイプのトランザクション応答時間を使用可能にできます。

次のタスク

PMI が使用可能になった後、管理コンソールまたはスクリプトを介して PMI 統計を表示することができます。

PMI 統計の取得

PMI 統計を取得することによって、eXtreme Scale アプリケーションのパフォーマンスを確認できます。

始める前に

- ご使用の環境の PMI 統計追跡を使用可能にします。詳しくは、 309 ページの『PMI の使用可能化』を参照してください。
- このタスクにあるパスはサンプル・アプリケーションの統計を取得することを前提としたものですが、これらの統計は類似のステップを含む他のアプリケーションに対しても使用できます。
- 管理コンソールを使用して統計を取得する場合は、管理コンソールにログインできなければなりません。スクリプトを使用する場合は、wsadmin にログインできなければなりません。

このタスクについて

管理コンソールまたはスクリプトでステップを完了すれば、PMI 統計を取得して Tivoli Performance Viewer で表示することができます。

- 管理コンソールのステップ
- スクリプトのステップ

取得できる統計についての詳細は、 313 ページの『PMI モジュール』を参照してください。

手順

- 管理コンソールで PMI 統計を取得します。
  1. 管理コンソールで、「**モニターおよびチューニング**」 → 「**パフォーマンス・ビューアー**」 → 「**現行アクティビティー**」をクリックします。
  2. Tivoli Performance Viewer を使用してモニターするサーバーを選択してから、モニターを使用可能にします。
  3. サーバーをクリックして、「Performance viewer」ページを表示します。
  4. 構成ツリーを展開します。「**ObjectGrid マップ**」 → 「**clusterObjectGrid**」をクリックし、「**従業員**」を選択します。「**ObjectGrids**」 → 「**clusterObjectGrid**」を展開し、「**DEFAULT**」を選択します。

5. ObjectGrid サンプル・アプリケーションで、ObjectGridCreationServlet サーブレットに移動し、ボタン 1 をクリックしてから、マップを取り込みます。ビューアーに統計が表示されます。

- スクリプトを使用して PMI 統計を取得します。
  1. コマンド行プロンプトで、install_root/bin ディレクトリーに移動します。wsadmin と入力して wsadmin ツールを開始します。
  2. 以下のコマンドを使用して、環境の変数を設定します。

```
wsadmin>set perfName [$AdminControl completeObjectName type=Perf,*]
wsadmin>set perfOName [$AdminControl makeObjectName $perfName]
wsadmin>set mySrvName [$AdminControl completeObjectName type=Server,
 name=APPLICATION_SERVER_NAME,*]
```

  3. 以下のコマンドを使用して、mapModule 統計を取得するための変数を設定します。

```
wsadmin>set params [java::new {java.lang.Object[]} 3]
wsadmin>$params set 0 [$AdminControl makeObjectName $mySrvName]
wsadmin>$params set 1 [java::new java.lang.String mapModule]
wsadmin>$params set 2 [java::new java.lang.Boolean true]
wsadmin>set sigs [java::new {java.lang.String[]} 3]
wsadmin>$sigs set 0 javax.management.ObjectName
wsadmin>$sigs set 1 java.lang.String
wsadmin>$sigs set 2 java.lang.Boolean
```

  4. 以下のコマンドを使用して、mapModule 統計を取得します。

```
wsadmin>$AdminControl invoke_jmx $perfOName getStatsString $params $sigs
```

  5. 以下のコマンドを使用して、objectGridModule 統計を取得するための変数を設定します。

```
wsadmin>set params2 [java::new {java.lang.Object[]} 3]
wsadmin>$params2 set 0 [$AdminControl makeObjectName $mySrvName]
wsadmin>$params2 set 1 [java::new java.lang.String objectGridModule]
wsadmin>$params2 set 2 [java::new java.lang.Boolean true]
wsadmin>set sigs2 [java::new {java.lang.String[]} 3]
wsadmin>$sigs2 set 0 javax.management.ObjectName
wsadmin>$sigs2 set 1 java.lang.String
wsadmin>$sigs2 set 2 java.lang.Boolean
```

  6. 以下のコマンドを使用して、objectGridModule 統計を取得します。

```
wsadmin>$AdminControl invoke_jmx $perfOName getStatsString $params2 $sigs2
```

タスクの結果

Tivoli Performance Viewer で統計を表示することができます。

PMI モジュール

Performance Monitoring Infrastructure (PMI) モジュールを使用してアプリケーションのパフォーマンスをモニターすることができます。

objectGridModule

objectGridModule は時間統計 (トランザクション応答時間) を含みます。トランザクションは、Session.begin メソッド呼び出しと Session.commit メソッド呼び出しの間の所要時間として定義されます。この所要時間は、トランザクション応答時間として追跡されます。objectGridModule のルート・エレメント (root) は、WebSphere eXtreme Scale 統計への入り口点として機能します。このルート・エレメントは

ObjectGrid を子エレメントとして持ち、さらにこの子エレメントはトランザクション・タイプを子エレメントとして持ちます。応答時間統計はそれぞれのトランザクション・タイプと関連しています。

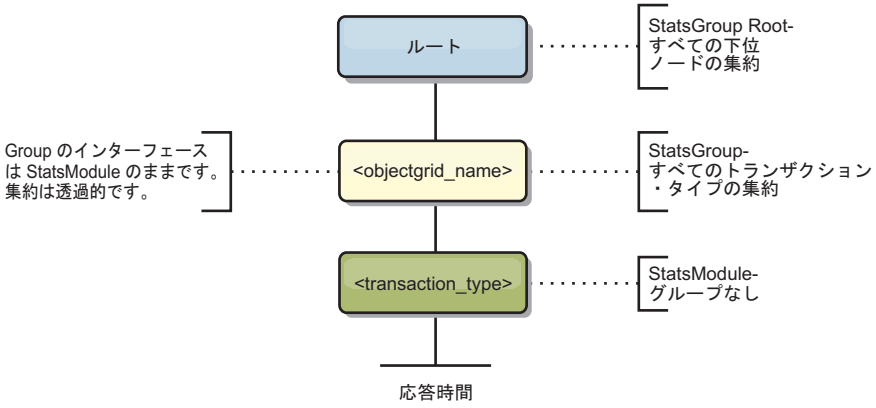


図 4. ObjectGridModule モジュールの構造

次の図は ObjectGridModule 構造の例です。この例では、2 つの ObjectGrid インスタンス (ObjectGrid A と ObjectGrid B) がシステムに存在します。ObjectGrid A インスタンスには 2 つのトランザクション・タイプ (A とデフォルト) があります。ObjectGrid B インスタンスにはデフォルトのトランザクション・タイプのみがあります。

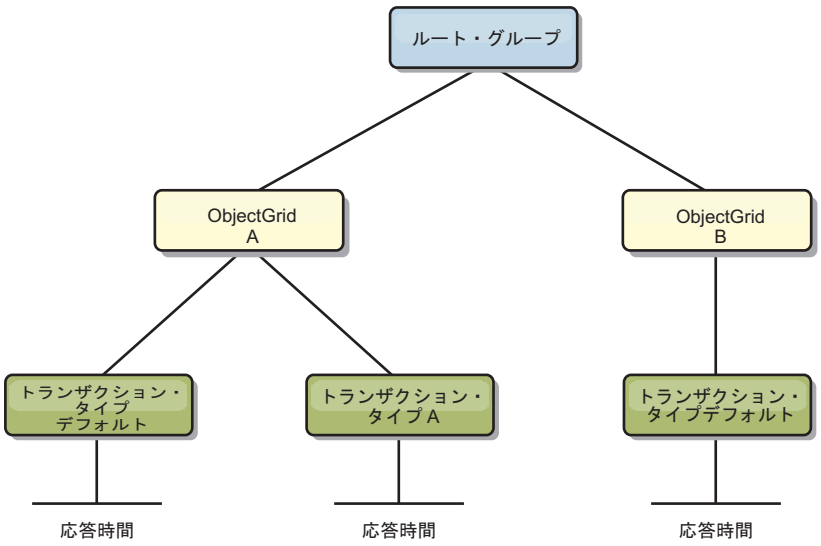


図 5. ObjectGridModule モジュール構造の例

アプリケーション開発者は、アプリケーションがどのタイプのトランザクションを使用するのかを知っているため、トランザクション・タイプはアプリケーション開発者によって定義されます。トランザクション・タイプの設定は、次の Session.setTransactionType(String) メソッドを使用して行われます。

```
/**
* Sets the transaction type for future transactions.
*
* After this method is called, all of the future transactions have the
* same type until another transaction type is set. If  no transaction
```

```
* type is set, the default  TRANSACTION_TYPE_DEFAULT transaction type
* is used.
*
* Transaction types are used mainly for statistical data tracking purpose.
* Users can predefine types of transactions that run in an
* application. The idea is to categorize transactions with the same characteristics
* to one category (type), so one transaction response time statistic can be
* used to track each transaction type.
*
* This tracking is useful when your application has different types of
* transactions.
* Among them, some types of transactions, such as update transactions, process
* longer than other transactions, such as read-only transactions. By using the
* transaction type, different transactions are tracked by different statistics,
* so the statistics can be more useful.
*
* @param tranType the transaction type for future transactions.
*/
void setTransactionType(String tranType);
```

次の例は、 updatePrice へのトランザクション・タイプを設定します。

```
// Set the transaction type to updatePrice
// The time between session.begin() and session.commit() will be
// tracked in the time statistic for "updatePrice".
session.setTransactionType("updatePrice");
session.begin();
map.update(stockId, new Integer(100));
session.commit();
```

最初の行は、後続のトランザクション・タイプが updatePrice であることを示します。updatePrice 統計は、例にあるセッションに対応する ObjectGrid インスタンスに置かれています。Java Management Extensions (JMX) インターフェースを使用して、updatePrice トランザクション用のトランザクション応答時間を取得できます。指定した ObjectGrid インスタンスで、トランザクションのすべてのタイプの集約統計も取得できます。

mapModule

mapModule は、eXtreme Scale マップに関連した 3 つの統計を含んでいます。

- **マップ・ヒット率** - *BoundedRangeStatistic*: マップのヒット率を追跡します。ヒット率は 0 以上 100 以下の浮動値で、マップ取得操作に関係するマップ・ヒットの比率です。
- **エントリー数** -*CountStatistic*: マップのエントリー数を追跡します。
- **ローダー・バッチ更新応答時間** -*TimeStatistic*: ローダー・バッチ更新操作に使用される応答時間を追跡します。

mapModule のルート・エレメント (root) は、ObjectGrid マップ統計への入り口点として機能します。このルート・エレメントは ObjectGrid を子エレメントとして持ち、さらにこの子エレメントはマップを子エレメントとして持ちます。すべてのマップ・インスタンスは、3 つのリスト統計を持っています。次の図は mapModule 構造です。

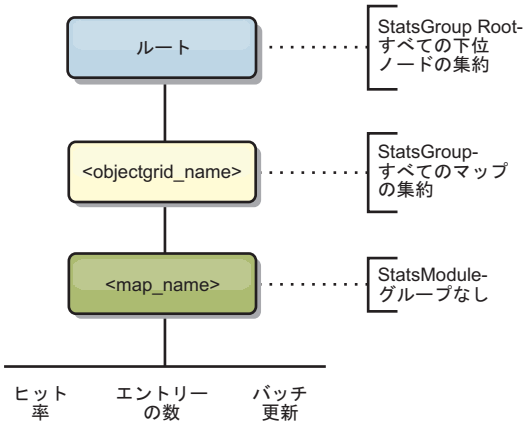
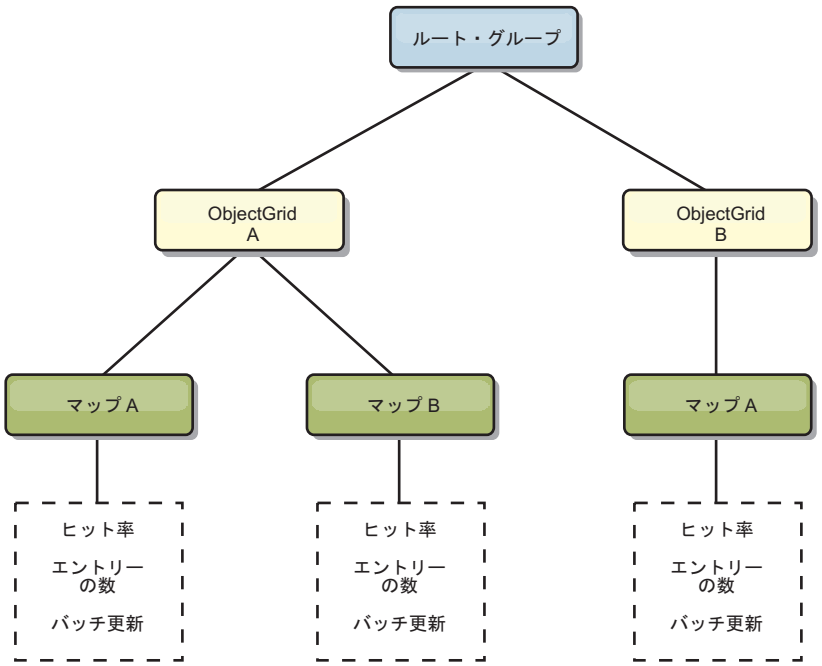


図 6. mapModule 構造

次の図は mapModule 構造の例です。

図 7. mapModule モジュール構造の例



hashIndexModule

hashIndexModule は、マップ・レベルの索引に関連する次の統計を含みます。

- **検索カウント** *-CountStatistic*: 索引検索操作の呼び出し回数。
- **衝突カウント** *-CountStatistic*: 検索操作の衝突回数。
- **障害カウント** *-CountStatistic*: 検索操作の障害件数。
- **結果カウント** *-CountStatistic*: 検索操作から戻されたキーの数。

- **バッチ更新カウント** *-CountStatistic*: この索引に対するバッチ更新の回数。対応するマップが何らかの方法で変更されると、索引で、その doBatchUpdate() メソッドが呼び出されます。この統計からは、索引の変更または更新頻度が分かります。
- **検索操作所要時間** *-TimeStatistic*: 検索操作が完了するまでに要する時間。

hashIndexModule のルート・エレメント (root) は、HashIndex 統計への入り口点として機能します。このルート・エレメントは ObjectGrid を子エレメントとして持ちます。ObjectGrid はマップを子エレメントとして持ち、最終的にこの子エレメントは HashIndexe を子エレメントおよびツリーのリーフ・ノードとして持ちます。すべての HashIndex インスタンスは 3 つのリスト統計を持っています。次の図は hashIndexModule の構造です。

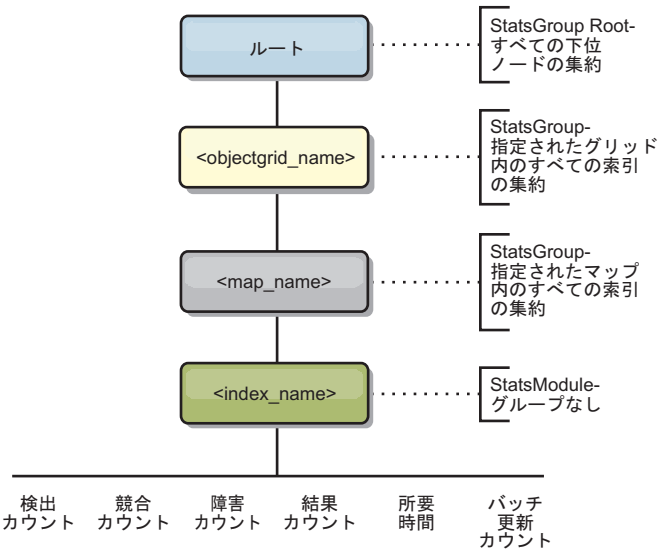


図 8. hashIndexModule モジュール構造

次の図は hashIndexModule 構造の例です。

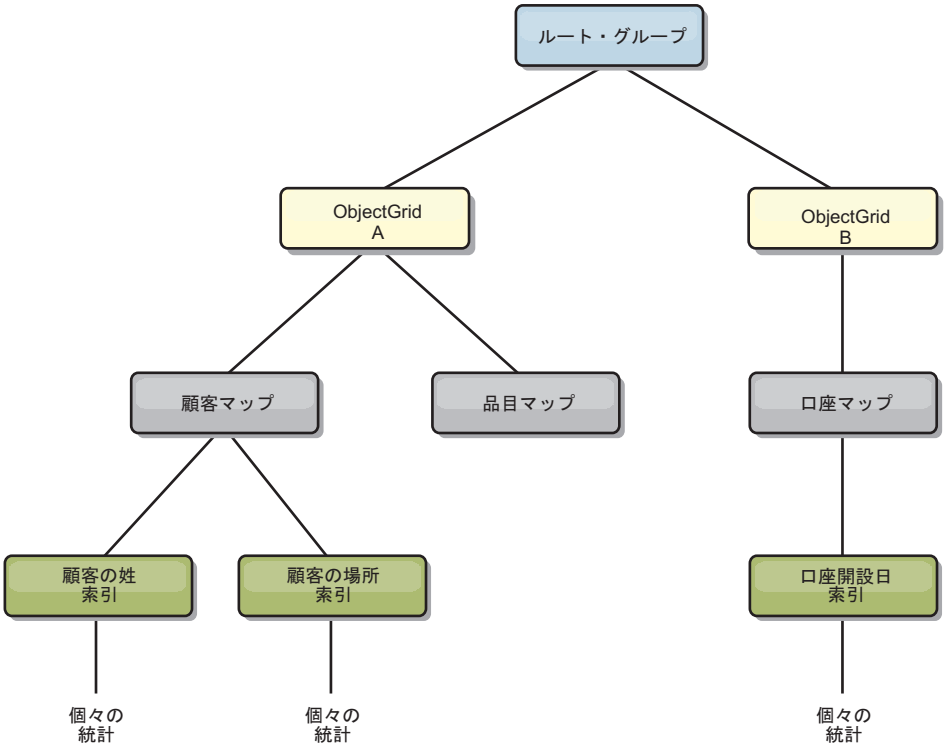


図 9. hashIndexModule モジュール構造の例

agentManagerModule

agentManagerModule は、マップ・レベルのエージェントに関連した統計を含みます。

- **削減時間**: *TimeStatistic* - エージェントが削減操作を完了するまでの時間。
- **合計所要時間**: *TimeStatistic* - エージェントがすべての操作を完了するまでの合計時間。
- **エージェント・シリアライゼーション時間**: *TimeStatistic* - エージェントをシリアライズするための時間。
- **エージェント・インフレーション時間**: *TimeStatistic* - サーバー上でエージェントをインフレーションするのに要する時間。
- **結果シリアライゼーション時間**: *TimeStatistic* - エージェントからの結果をシリアライズするための時間。
- **結果インフレーション時間**: *TimeStatistic* - エージェントからの結果をインフレーションするための時間。
- **障害カウント**: *CountStatistic* - エージェントが障害を起こした回数。
- **呼び出しカウント**: *CountStatistic* - AgentManager が呼び出された回数。
- **区画カウント**: *CountStatistic* - エージェントが送られる相手区画の数。

agentManagerModule のルート・エレメント (root) は、AgentManager 統計への入り口点として機能します。このルート・エレメントは ObjectGrid を子エレメントとして持ちます。ObjectGrid はマップを子エレメントとして持ち、最終的にこの子エレメントは AgentManager インスタンスを子エレメントおよびツリーのリーフ・ノードとして持ちます。すべての AgentManager インスタンスは 3 つのリスト統計を持

っています。

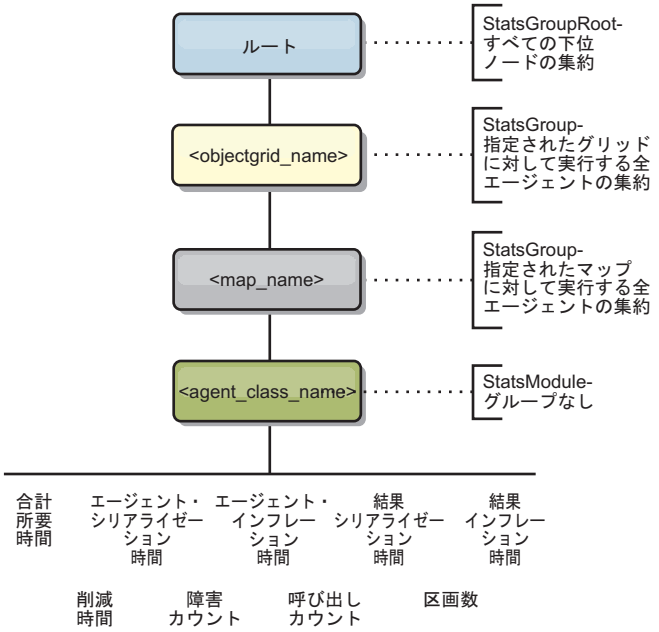


図 10. agentManagerModule 構造

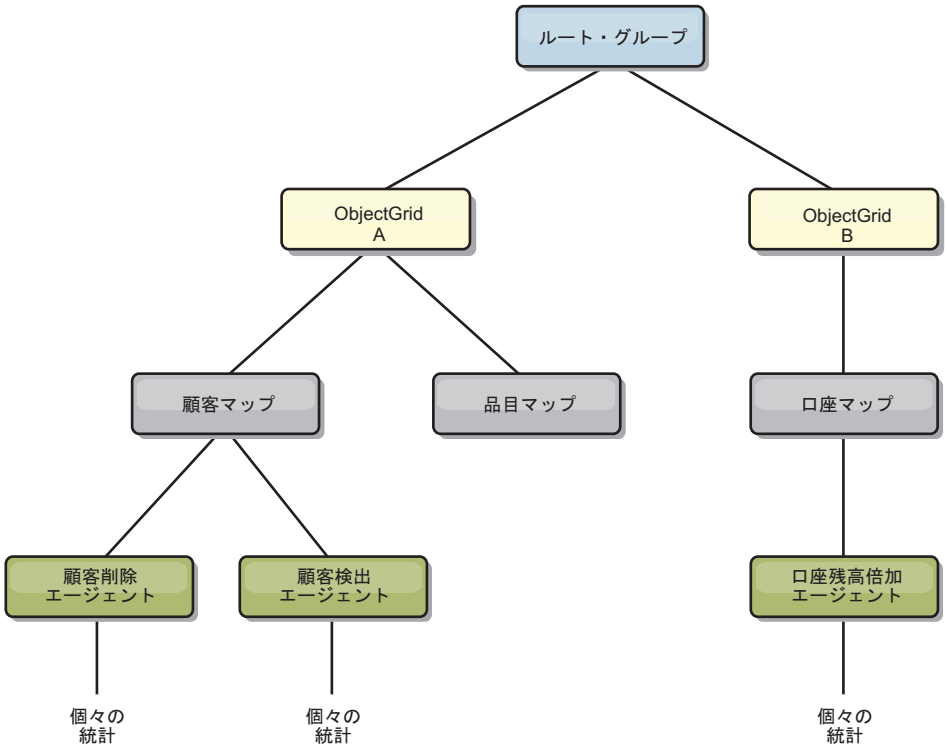


図 11. agentManagerModule 構造の例

queryModule

queryModule は、eXtreme Scale 照会に関連した統計を含みます。

- **計画作成時間**: *TimeStatistic* - 照会計画を作成するための時間。
- **実行時間**: *TimeStatistic* - 照会を実行するための時間。
- **実行カウント**: *CountStatistic* - 照会が実行された回数。
- **結果カウント**: *CountStatistic* - 実行された各照会の結果セットごとのカウント。
- **障害カウント**: *CountStatistic* - 照会が失敗した回数。

queryModule のルート・エレメント (root) は、Query 統計への入り口点として機能します。このルート・エレメントは ObjectGrid を子エレメントとして持ち、さらにこの子エレメントは照会オブジェクトを子エレメントおよびツリーのリーフ・ノードとして持ちます。すべての Query インスタンスは 3 つのリスト統計を持っています。

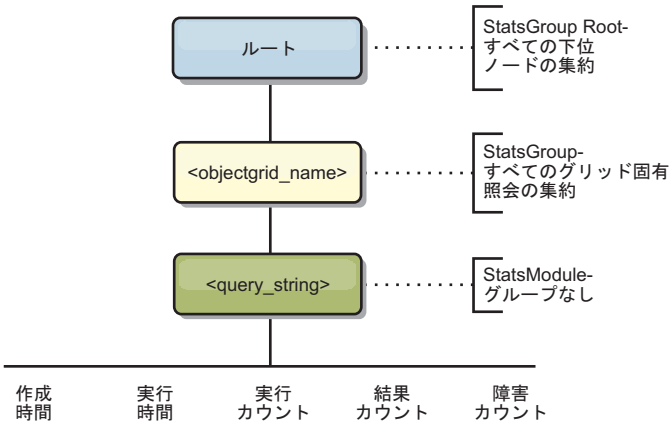


図 12. queryModule の構造

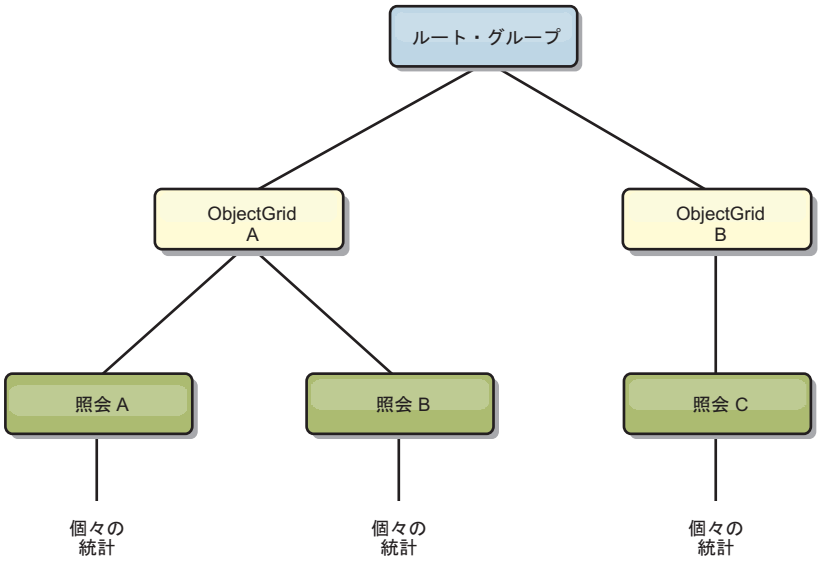


図 13. QueryStats.jpg queryModule 構造の例

wsadmin ツールを使用した MBean へのアクセス

WebSphere Application Server で提供される wsadmin ユーティリティーを使用して、MBean 情報にアクセスすることができます。

WebSphere Application Server インストール内の bin ディレクトリーから wsadmin ツールを実行します。次の例は、動的 eXtreme Scale における現在の断片配置のビューを取得するものです。 wsadmin は、eXtreme Scale が稼働している任意のインストール済み環境から実行できます。 wsadmin をカタログ・サービスで実行する必要はありません。

```
$ wsadmin.sh -lang jython
wsadmin>placementService = AdminControl.queryNames
 ("com.ibm.websphere.objectgrid:*,type=PlacementService")
wsadmin>print AdminControl.invoke(placementService,
 "listObjectGridPlacement","library ms1")

<objectGrid name="library" mapSetName="ms1">
  <container name="container-0" zoneName="DefaultDomain"
  hostName="host1.company.org" serverName="server1">
     <shard type="Primary" partitionName="0"/>
     <shard type="SynchronousReplica" partitionName="1"/>
  </container>
  <container name="container-1" zoneName="DefaultDomain"
  hostName="host2.company.org" serverName="server2">
     <shard type="SynchronousReplica" partitionName="0"/>
     <shard type="Primary" partitionName="1"/>
  </container>
  <container name="UNASSIGNED" zoneName="_ibm_SYSTEM"
  hostName="UNASSIGNED" serverName="UNNAMED">
    <shard type="SynchronousReplica" partitionName="0"/>
    <shard type="AsynchronousReplica" partitionName="0"/>
  </container>
</objectGrid>
```

第 7 章 JPA 統合のためのプログラミング

Java Persistence API (JPA) は、 Java オブジェクトをリレーショナル・データベースにマップするための仕様です。JPA には、Java 言語メタデータ・アノテーション、XML 記述子、またはその両方を使用して、Java オブジェクトとリレーショナル・データベースとの間のマッピングを定義するための、完全なオブジェクト・リレーショナル・マッピング (ORM) 仕様が含まれています。オープン・ソースおよび商用の実装がいくつか使用できます。

JPA を使用するには、サポートされる JPA プロバイダー (OpenJPA や Hibernate など)、JAR ファイル、および `META-INF/persistence.xml` ファイルがクラスパスになければなりません。

JPA ローダー

Java Persistence API (JPA) は、 Java オブジェクトをリレーショナル・データベースにマップするための仕様です。JPA には、Java 言語メタデータ・アノテーション、XML 記述子、またはその両方を使用して、Java オブジェクトとリレーショナル・データベースとの間のマッピングを定義するための、完全なオブジェクト・リレーショナル・マッピング (ORM) 仕様が含まれています。オープン・ソースおよび商用の実装がいくつか使用できます。

eXtreme Scale と一緒に Java Persistence API (JPA) ローダー・プラグイン実装を使用すると、選択されたローダーがサポートする任意のデータベースと対話することができます。JPA を使用するには、サポートされる JPA プロバイダー (OpenJPA や Hibernate など)、JAR ファイル、および `META-INF/persistence.xml` ファイルがクラスパスになければなりません。

JPALoader の com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPALoader および JPAEntityLoader com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPAEntityLoader プラグインは、ObjectGrid マップとデータベースを同期するために使用される 2 つの組み込み JPA ローダー・プラグインです。この機能を使用するには、Hibernate または OpenJPA などの JPA 実装がなくてはなりません。データベースは、選択された JPA プロバイダーがサポートする任意のバックエンドを使用できます。

ObjectMap API を使用してデータを保管する場合、JPALoader プラグインを使用することができます。EntityManager API を使用してデータを保管する場合、JPAEntityLoader プラグインを使用します。

JPA ローダー・アーキテクチャー

JPA ローダー は、Plain Old Java Object (POJO) を保管する eXtreme Scale マップに使用されます。

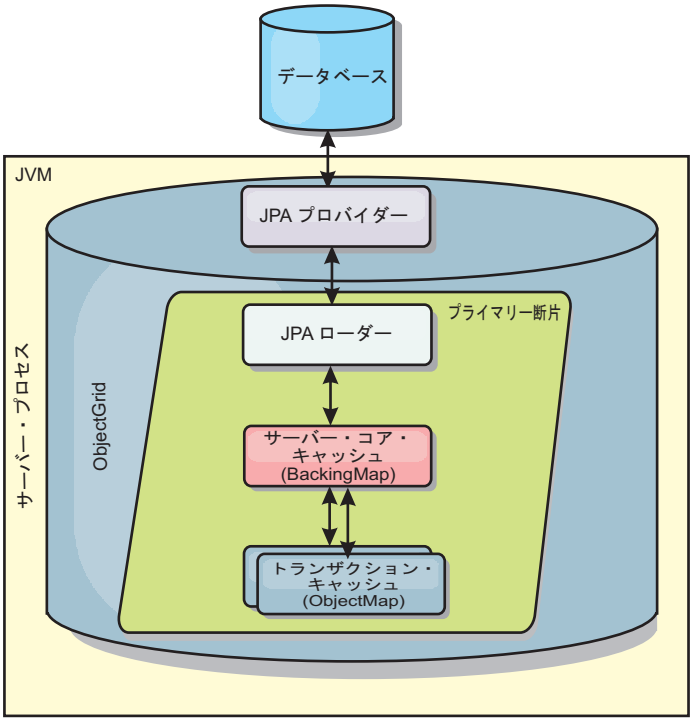


図 14. JPA ローダー・アーキテクチャー

ObjectMap.get(Object key) メソッドが呼び出されると、eXtreme Scale ランタイムが、まず ObjectMap 層にエントリーがあるかどうかをチェックします。ない場合、ランタイムは、要求を JPA Loader に委任します。キーのロード要求時に、JPALoader は JPA EntityManager.find(Object key) メソッドを呼び出して、JPA 層からのデータを検索します。データが JPA エンティティー・マネージャーに含まれている場合、そのデータが返されます。含まれていない場合は、JPA プロバイダーがデータベースと対話して値を取得します。

例えば、ObjectMap.update(Object key, Object value) メソッドを使用して ObjectMap に対する更新が行われると、eXtreme Scale ランタイムは、この更新に対する LogElement を作成し、これを JPALoader に送ります。JPALoader は、JPA EntityManager.merge(Object value) メソッドを呼び出して、データベースに対する値を更新します。

JPAEntityLoader の場合も、同じ 4 つの層が含まれます。ただし、JPAEntityLoader プラグインは、eXtreme Scale エンティティーを保管するマップに使用されるため、エンティティー間の関係が使用シナリオを複雑にする可能性があります。eXtreme Scale エンティティーは、JPA エンティティーとは区別されます。詳しくは、275 ページの『JPAEntityLoader プラグイン』を参照してください。

メソッド

ローダーでは、3 つの主要なメソッドを提供しています。

1. get: JPA を使用してデータを取得することにより、渡されたキーのリストに対応する値のリストを返します。このメソッドは、JPA を使用して、データベース内のエンティティーを検出します。JPALoader プラグインの場合、返されるリストには、find 操作から直接得られた JPA エンティティーのリストが含まれます。

JPAEntityLoader プラグインの場合、返されるリストには、JPA エンティティーから変換された eXtreme Scale エンティティー値タプルが含まれます。

2. batchUpdate: ObjectGrid マップのデータをデータベースに書き込みます。異なる操作タイプ (挿入、更新、削除) に応じて、ローダーは、JPA パーシスト、マージ、および除去操作を使用してデータベースに対するデータを更新します。JPALoader の場合、マップ内のオブジェクトが JPA エンティティーとして直接使用されます。JPAEntityLoader の場合、マップ内のエンティティー・タプルが、JPA エンティティーとして使用されるオブジェクトに変換されます。
3. preloadMap: ClientLoader.load クライアント・ローダー・メソッドを使用してマップをプリロードします。区画化マップの場合、preloadMap メソッドは 1 つの区画でのみ呼び出されます。区画は、JPALoader または JPAEntityLoader クラスの preloadPartition プロパティーに指定します。 preloadPartition 値がゼロより小さく設定されているか、*total_number_of_partitions* - 1) より大きく設定されている場合、プリロードは使用不可になります。

JPALoader と JPAEntityLoader のいずれのプラグインも、JPATxCallback クラスで動作し、eXtreme Scale トランザクションと JPA トランザクションを調整します。これら 2 つのローダーを使用するには、JPATxCallback を ObjectGrid インスタンス内に構成する必要があります。

クライアント・ベース JPA プリロード・ユーティリティーの概要

クライアント・ベース Java Persistence API (JPA) プリロード・ユーティリティーは、ObjectGrid に対するクライアント接続を使用して、データを eXtreme Scale バックアップ・マップにロードします。

この機能は、データベース照会の区画化が行えない場合に eXtreme Scale マップにデータをロードする作業を簡素化します。JPA ローダーなどのローダーを使用することもでき、これはデータを並行してロードできる場合は理想的です。

クライアント・ベース JPA プリロード・ユーティリティーは、OpenJPA または Hibernate JPA 実装のいずれかを使用して、データベースから ObjectGrid にデータをロードすることができます。WebSphere eXtreme Scale はデータベースまたは Java Database Connectivity (JDBC) と直接対話するわけではないため、OpenJPA または Hibernate がサポートする任意のデータベースを使用して ObjectGrid にデータをロードできます。

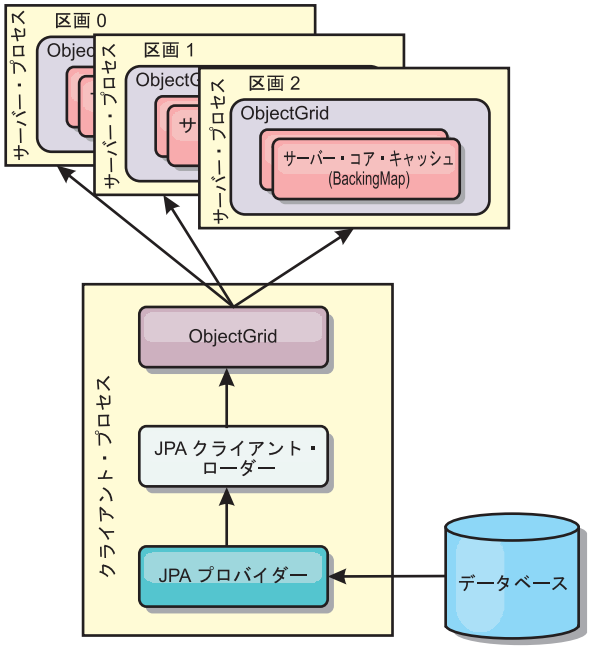


図 15. ObjectGrid へのロードに JPA 実装を使用するクライアント・ローダー

通常、ユーザー・アプリケーションが、パーシスタンス・ユニット名、エンティティー・クラス名、およびクライアント・ローダーに対する JPA 照会を提供します。クライアント・ローダーは、パーシスタンス・ユニット名に基づいて JPA エンティティー・マネージャーを取得し、このエンティティー・マネージャーを使用して、提供されたエンティティー・クラスと JPA 照会によりデータベースからデータを照会し、最終的にデータを分散 ObjectGrid マップにロードします。この照会にマルチレベルの関係が関与する場合、パフォーマンスを最適化するためにカスタム照会ストリングを使用できます。オプションで、パーシスタンス・プロパティー・マップを提供し、構成されたパーシスタンス・プロパティーをオーバーライドすることができます。

クライアント・ローダーは、以下の表に示すように 2 つの異なるモードでデータをロードできます。

表 12. クライアント・ローダーのモード

モード	説明
プリロード	すべてのエントリーをクリアし、バックアップ・マップにロードします。マップがエンティティー・マップの場合、ObjectGrid CascadeType.REMOVE オプションが有効になっている場合、関連するエンティティー・マップもすべてクリアされます。
再ロード	JPA 照会が ObjectGrid に対して実行され、照会に一致するマップ内のエンティティーをすべて無効化します。マップがエンティティー・マップの場合、ObjectGrid CascadeType.INVALIDATE オプションが有効になっている場合、関連するエンティティー・マップもすべてクリアされます。

いずれの場合も、JPA 照会を使用して、必要なエンティティーをデータベースから選択およびロードして、それらを ObjectGrid マップに保管します。ObjectGrid マップがエンティティー・マップでない場合は、JPA エンティティーは切り離され、直接保管されます。ObjectGrid マップがエンティティー・マップである場合は、JPA エンティティーは、ObjectGrid エンティティー・タプルとして保管されます。JPA 照会を指定するか、デフォルトの照会 `select o from EntityName o` を使用することができます。

クライアント・ベース JPA プリロード・ユーティリティーの構成について詳しくは、*プログラミング・ガイド*の説明を参照してください。

クライアント・ベースの JPA プリロード・ユーティリティー・プログラミング

クライアント・ベース Java Persistence API (JPA) プリロード・ユーティリティーは、ObjectGrid に対するクライアント接続を使用して、データを eXtreme Scale バックアップ・マップにロードします。データのプリロードおよび再ロードをアプリケーションに実装できます。

StateManager インターフェースの使用

StateManager インターフェースの setObjectGridState メソッドを使用して、ObjectGrid 状態の値を OFFLINE、ONLINE、QUIESCE または PRELOAD のいずれかに設定します。StateManager インターフェースは、ObjectGrid がまだオンラインでない場合に、他のクライアントがこれにアクセスしないようにします。

例えば、データのあるマップをロードする前に ObjectGrid 状態を PRELOAD に設定します。データ・ロードが完了したら、ObjectGrid 状態を ONLINE に戻します。詳しくは、「*管理ガイド*」で ObjectGrid の可用性の設定に関する情報を参照してください。

異なるマップを 1 つの ObjectGrid にプリロードする場合、ObjectGrid 状態を 1 度 `PRELOAD` に設定し、すべてのマップがデータ・ロードを終了した後に値を `ONLINE` に戻します。この調整は、ClientLoadCallback インターフェースで行うことができます。 ObjectGrid インスタンスからの最初の preStart 通知後に ObjectGrid 状態を `PRELOAD` に設定し、最後の postFinish 通知後にこれを `ONLINE` に戻します。

異なる Java 仮想マシンからマップをプリロードする必要がある場合、複数の Java 仮想マシンの間で調整しなければなりません。Java 仮想マシンのいずれかに最初のマップがプリロードされる前に、ObjectGrid 状態を 1 度 `PRELOAD` に設定し、すべての Java 仮想マシンにおいてすべてのマップがデータ・ロードを終了した後に値を `ONLINE` に戻します。

Client ベースのプリロードの例

データ・プリロードのフローは、次のとおりです。

1. プリロードされるマップをクリアします。エンティティー・マップの場合、cascade-remove に構成されている関係がある場合、関連マップもクリアされます。
2. JPA に対する照会をバッチ内のエンティティーについて実行します。バッチ・サイズは、1000 です。
3. 各バッチについて、各区画のキー・リストおよび値リストを作成します。
4. 各区画に対して、データ・グリッド・エージェントを呼び出し、それが eXtreme Scale クライアントの場合、サーバー・サイドのデータを直接挿入または更新します。グリッドがローカル・インスタンスの場合は、ObjectGrid マップのデータを直接挿入または更新します。

次のサンプル・コード・スニペットは、単純なクライアントのロードを示しています。

```
// Get the StateManager
StateManager stateMgr = StateManagerFactory.getStateManager();

// Set ObjectGrid state to PRELOAD before calling ClientLoader.loader
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.PRELOAD, objectGrid);

ClientLoader c = ClientLoaderFactory.getClientLoader();

// Load the data
c.load(objectGrid, "CUSTOMER", "custPU", null,
    null, null, null, true, null);

// Set ObjectGrid state back to ONLINE
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.ONLINE, objectGrid);
```

この例では、CUSTOMER マップがエンティティー・マップとして構成されています。ObjectGrid エンティティー・メタデータ記述子 XML ファイルに構成されている Customer エンティティー・クラスには、Order エンティティーと 1 対多の関係があります。Customer エンティティーは、Order エンティティーとの関係で、CascadeType.ALL オプションが有効になっています。

ClientLoader.load が呼び出される前に、ObjectGrid 状態が PRELOAD に設定されます。

ClientLoader.load メソッドで使用されているパラメーターは、次のとおりです。

1. **objectGrid** : ObjectGrid インスタンス。これは、クライアント・サイドの ObjectGrid インスタンスです。
2. **"CUSTOMER"** : ロードされるマップ。Customer は、Order エンティティーと cascade-all の関係になっていますので、Order エンティティーもロードされます。
3. **"custPU"** : Customer および Order エンティティーの JPA パーシスタンス・ユニット名。
4. **null** : persistenceProps マップがヌルです。これは、persistence.xml に構成されたデフォルトのパーシスタンス・プロパティーが使用されることを示しています。
5. **null** : entityClass がヌルに構成されています。これは、マップ "CUSTOMER" に対する ObjectGrid エンティティー・メタデータ記述子 XML に構成されたエンティティー・クラス、この場合は Customer.class に設定されます。

6. **null** : loadSql がヌルです。これは、JPA エンティティーの照会にデフォルトの "select o from CUSTOMER o" が使用されることを示しています。
7. **null** : 照会パラメーター・マップがヌルです。
8. **true** : これはデータ・ロード・モードがプリロードであることを示しています。したがって、cascade-remove 関係が CUSTOMER および ORDER マップ間にあるため、クリア操作が両者に対して呼び出され、ロード前にすべてのデータがクリアされます。
9. **null** : ClientLoaderCallback がヌルです。

必要なパラメーターについて詳しくは、API 資料の ClientLoader API を参照してください。

再ロードの例

マップの再ロードは、isPreload 引数が ClientLoader.load メソッドで false に設定されることを除き、マップのプリロードと同じです。

再ロード・モードの場合、データ・ロードのフローは、次のようになります。

1. 提供された照会を ObjectGrid マップ上で実行し、すべての結果を無効化します。エンティティー・マップの場合、CascadeType.INVALIDATE オプションで構成された関係がある場合、関連エンティティーもマップから無効化されます。
2. 提供された照会を JPA に対して実行し、バッチ内の JPA エンティティーを照会します。バッチ・サイズは、1000 です。
3. 各バッチについて、各区画のキー・リストおよび値リストを作成します。
4. 各区画に対して、データ・グリッド・エージェントを呼び出し、それが eXtreme Scale クライアントの場合、サーバー・サイドのデータを直接挿入または更新します。グリッドがローカル eXtreme Scale 構成の場合は、ObjectGrid マップのデータを直接挿入または更新します。

再ロードの例は次のようになります。

```
// Get the StateManager
StateManager stateMgr = StateManagerFactory.getStateManager();

// Set ObjectGrid state to PRELOAD before calling ClientLoader.loader
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.PRELOAD, objectGrid);

ClientLoader c = ClientLoaderFactory.getClientLoader();

// Load the data
String loadSql = "select c from CUSTOMER c
    where c.custId >= :startCustId and c.custId < :endCustId ";
Map<String, Long> params = new HashMap<String, Long>();
params.put("startCustId", 1000L);
params.put("endCustId", 2000L);

c.load(objectGrid, "CUSTOMER", "customerPU", null, null,
    loadSql, params, false, null);

// Set ObjectGrid state back to ONLINE
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.ONLINE, objectGrid);
```

プリロード・サンプルと比較した場合の主な違いは、loadSql とパラメーターを指定している点です。このサンプルでは、ID が 1000 と 2000 の間の Customer データのみを再ロードします。

この照会ストリングは、JPA 照会構文と eXtreme Scale エンティティー照会構文の両方に準拠している点に注意してください。照会ストリングは、2 度の実行、すなわち、1 度は ObjectGrid に対して実行して一致する ObjectGrid エンティティーを無効化し、2 度目は JPA に対して実行して一致する JPA エンティティーをロードするために使用されるので、これは重要なことです。

ローダー実装におけるクライアント・ローダーの呼び出し

ローダー・インターフェースには、preload メソッドがあります。

```
void preloadMap(Session session, BackingMap backingMap) throws
LoaderException;
```

このメソッドは、ローダーにデータをマップにプリロードするように通知します。ローダー実装では、クライアント・ローダーを使用して、データをそのすべての区画にプリロードすることができます。例えば、JPA ローダーでは、クライアント・ローダーを使用して、データをマップにプリロードします。

詳しくは、「*製品概要*」で JPA ローダーの概要のトピックを参照してください。

preloadMappreloadMap メソッドでクライアント・ローダーを使用してマップをプリロードする方法の例は以下のとおりです。この例では、まず、現在の区画番号がプリロード区画と同じかどうかをチェックします。区画番号がプリロード区画と同じでない場合は、何もアクションはありません。区画番号が一致する場合、クライアント・ローダーが呼び出されてデータがマップにロードされます。クライアント・ローダーの呼び出しが、1 つのみの区画で行われることが重要です。

```
ObjectGrid og = session.getObjectGrid();
int partitionId = backingMap.getPartitionId();
int numPartitions = backingMap.getPartitionManager().getNumOfPartitions();

// Only call client loader data in one partition
if (partitionId == preloadPartition) {

    ClientLoader loader = ClientLoaderFactory.getClientLoader();

    // Call the client loader to load the data
    try {

        loader.load(og, backingMap.getName(), txCallback.getPersistenceUnitName(),
     null, entityClass, null, null, true, null);
    } catch (ObjectGridException e) {
        LoaderException le = new LoaderException("Exception caught in ObjectMap " +
     ogName + "." + mapName);
        le.initCause(e);
        throw le;
    }
}
```

注: プリロード・メソッドが非同期的に実行されるよう、backingMap 属性「preloadMode」を TRUE にして構成します。そのように構成しないと、プリロード・メソッドが ObjectGrid インスタンスをブロックし、アクティブ化を妨げます。

手動のクライアント・ロード

ClientLoader.load メソッドは、ほとんどのシナリオを満足するクライアント・ロード機能を提供しています。ただし、ClientLoader.load メソッドを使用しないでデータをロードする必要がある場合は、独自のプリロードを実装できます。

手動クライアント・ロードのテンプレートは次のようになります。

```
// Get the StateManager
StateManager stateMgr = StateManagerFactory.getStateManager();

// Set ObjectGrid state to PRELOAD before calling ClientLoader.loader
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.PRELOAD, objectGrid);


// Load the data
...

// Set ObjectGrid state back to ONLINE
stateMgr.setObjectGridState(AvailabilityState.ONLINE, objectGrid);
```

データをクライアント・サイドからロードする場合、DataGrid エージェントを使用してデータをロードすると、パフォーマンスが向上する可能性があります。DataGrid エージェントを使用すれば、すべてのデータ読み取りおよび書き込みが、サーバー・プロセスで行われます。また、必ず複数の区画に対して DataGrid エージェントが並列して実行されるようにアプリケーションを設計し、さらにパフォーマンスを改善するようにすることもできます。詳しくは、

DataGrid エージェントでデータ・プリロードを実装する場合、次の例を参照してください。

データ・プリロード実装を作成したら、以下のタスクを実行する一般のローダーを作成できます。

1. データベースからのデータをバッチで照会する。
2. 各区画のキー・リストおよび値リストを作成する。
3. 各区画について、agentMgr.callReduceAgent(agent, aKey) を呼び出して、スレッド内でそのサーバーのエージェントを実行します。スレッド内で実行すると、複数の区画で同時にエージェントを実行できます。

例: DataGrid エージェントを使用したデータ・プリロード

データをクライアント・サイドからロードする場合、DataGrid エージェントを使用してデータをロードすると、パフォーマンスが向上する可能性があります。DataGrid エージェントを使用すれば、すべてのデータ読み取りおよび書き込みが、サーバー・プロセスで行われます。また、必ず複数の区画に対して DataGrid エージェントが並列して実行されるようにアプリケーションを設計し、さらにパフォーマンスを改善するようにすることもできます。

DataGrid エージェントを使用してデータをロードする方法の例を次に示します。

```
import java.io.Externalizable;
import java.io.IOException;
import java.io.ObjectInput;
import java.io.ObjectOutput;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Collection;
```

```
import java.util.Iterator;
import java.util.List;

import com.ibm.websphere.objectgrid.NoActiveTransactionException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridRuntimeException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectMap;
import com.ibm.websphere.objectgrid.Session;
import com.ibm.websphere.objectgrid.TransactionException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.ReduceGridAgent;
import com.ibm.websphere.objectgrid.em.EntityManager;

public class InsertAgent implements ReduceGridAgent, Externalizable {

    private static final long serialVersionUID = 6568906743945108310L;

    private List keys = null;

    private List vals = null;

    protected boolean isEntityMap;

    public InsertAgent() {
    }

    public InsertAgent(boolean entityMap) {
        isEntityMap = entityMap;
    }

    public Object reduce(Session sess, ObjectMap map) {
        throw new UnsupportedOperationException(
            "ReduceGridAgent.reduce(Session, ObjectMap)");
    }

    public Object reduce(Session sess, ObjectMap map, Collection arg2) {
        Session s = null;
        try {
            s = sess.getObjectGrid().getSession();
            ObjectMap m = s.getMap(map.getName());
            s.beginNoWriteThrough();
            Object ret = process(s, m);
            s.commit();
            return ret;
        } catch (ObjectGridRuntimeException e) {
            if (s.isTransactionActive()) {
                try {
                    s.rollback();
                } catch (TransactionException e1) {
                } catch (NoActiveTransactionException e1) {
                }
            }
            throw e;
        } catch (Throwable t) {
            if (s.isTransactionActive()) {
                try {
                    s.rollback();
                } catch (TransactionException e1) {
                } catch (NoActiveTransactionException e1) {
                }
            }
            throw new ObjectGridRuntimeException(t);
        }

    }

    public Object process(Session s, ObjectMap m) {
        try {
```

```
        if (!isEntityMap) {
            // In the POJO case, it is very straightforward,
            // we can just put everything in the
            // map using insert
            insert(m);
        } else {
            // 2. Entity case.
            // In the Entity case, we can persist the entities
            EntityManager em = s.getEntityManager();
            persistEntities(em);

        }
        return Boolean.TRUE;
    } catch (ObjectGridRuntimeException e) {
        throw e;
    } catch (ObjectGridException e) {
        throw new ObjectGridRuntimeException(e);
    } catch (Throwable t) {
        throw new ObjectGridRuntimeException(t);
    }

}

/**
 * Basically this is fresh load.
 * @param s
 * @param m
 * @throws ObjectGridException
 */
protected void insert(ObjectMap m) throws ObjectGridException {

    int size = keys.size();

    for (int i = 0; i < size; i++) {
        m.insert(keys.get(i), vals.get(i));
    }

}


protected void persistEntities(EntityManager em) {
    Iterator<Object> iter = vals.iterator();

    while (iter.hasNext()) {
        Object value = iter.next();
        em.persist(value);
    }
}

public Object reduceResults(Collection arg0) {
    return arg0;
}

public void readExternal(ObjectInput in)
  throws IOException, ClassNotFoundException {
    int v = in.readByte();
    isEntityMap = in.readBoolean();
    vals = readList(in);
    if (!isEntityMap) {
        keys = readList(in);
    }
}

public void writeExternal(ObjectOutput out) throws IOException {
    out.write(1);
    out.writeBoolean(isEntityMap);
```

```
        writeList(out, vals);
        if (!isEntityMap) {
            writeList(out, keys);
        }

    }

    public void setData(List ks, List vs) {
        vals = vs;
        if (!isEntityMap) {
            keys = ks;
        }
    }

    /**
     * @return Returns the isEntityMap.
     */
    public boolean isEntityMap() {
        return isEntityMap;
    }

    static public void writeList(ObjectOutput oo, Collection l)
      throws IOException {
        int size = l == null ? -1 : l.size();
        oo.writeInt(size);
        if (size > 0) {
            Iterator iter = l.iterator();
            while (iter.hasNext()) {
                Object o = iter.next();
                oo.writeObject(o);
            }
        }
    }

    public static List readList(ObjectInput oi)
      throws IOException, ClassNotFoundException {
        int size = oi.readInt();
        if (size == -1) {
            return null;
        }


        ArrayList list = new ArrayList(size);
        for (int i = 0; i < size; ++i) {
            Object o = oi.readObject();
            list.add(o);
        }
        return list;
    }
}
```

JPA 時間ベース・データ・アップデーター

Java Persistence API (JPA) 時間ベース・データベース・アップデーターは、データベース内の最新の変更で ObjectGrid マップを更新します。

WebSphere eXtreme Scale グリッドの背後にあるデータベースに変更が直接行われた場合、それらの変更は同時には eXtreme Scale グリッドに反映されません。eXtreme Scale をメモリー内のデータベース処理スペースとして正しく実装するには、グリッドがデータベースと同期しなくなる可能性があることを考慮する必要があります。時間ベース・データベース・アップデーターは、Oracle 10g のシステム変更番号 (SCN) 機能および DB2 9.5 の行変更タイム・スタンプを使用して、無効化または更

新のためにデータベース内の変更をモニターします。また、アップデーターを使用すると、複数のアプリケーションが同じ目的でユーザー定義フィールドを設定することもできます。

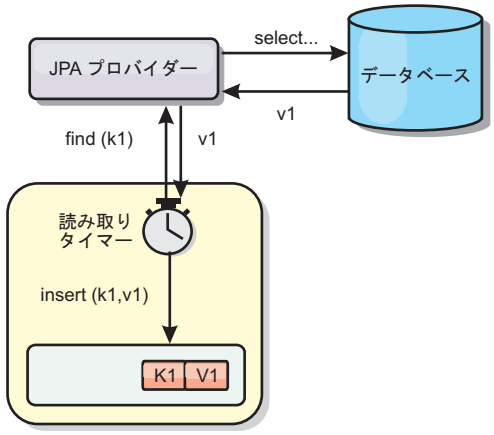


図 16. 定期的リフレッシュ

時間ベース・データベース・アップデーターでは、JPA インターフェースを使用して、定期的にデータベースを照会し、データベース内で新たに挿入され、更新されたレコードを示す JPA エンティティーを取得します。レコードを定期的に更新するために、データベース内のすべてのレコードには、レコードが最後に更新または挿入された時点の時刻または順序を識別するためのタイム・スタンプが必要です。タイム・スタンプはタイム・スタンプ形式になっている必要はありません。タイム・スタンプ値は、固有の漸増値を生成する場合は、整数または長形式とすることができます。

この機能は、いくつかの市販のデータベースで提供されています。

例えば、DB2 9.5 では、 ROW CHANGE TIMESTAMP 形式を使用する列を以下のように定義できます。

```
ROWCHGTS TIMESTAMP NOT NULL
      GENERATED ALWAYS
      FOR EACH ROW ON UPDATE AS
      ROW CHANGE TIMESTAMP
```

Oracle では、レコードのシステム変更番号を示す **ora_rowscn** という疑似列を使用することができます。

時間ベース・データベース・アップデーターは、ObjectGrid マップを次の 3 つの異なる方法で更新します。

1. INVALIDATE_ONLY: データベース内の対応するレコードが変更された場合に、ObjectGrid マップのエントリーを無効化します。
2. UPDATE_ONLY: データベース内の対応するレコードが変更された場合に、ObjectGrid マップのエントリーを更新します。ただし、データベースに新たに挿入されたレコードは、すべて無視されます。
3. INSERT_UPDATE: ObjectGrid マップの既存のエントリーをデータベースの最新の値で更新します。また、データベースに新たに挿入されたレコードが、すべて ObjectGrid マップに挿入されます。

JPA 時間ベース・データ・アップデーターについて詳しくは、「*管理ガイド*」に記載されている説明を参照してください。

JPA 時間ベース・アップデーターの開始

Java Persistence API (JPA) 時間ベース・アップデーターの開始時に、ObjectGrid マップがデータベース内の最新の変更で更新されます。

始める前に

時間ベース・アップデーターを構成します。「*管理ガイド*」で JPA 時間ベース・データ・アップデーターの構成に関する情報を参照してください。

このタスクについて

Java Persistence API (JPA) 時間ベース・データ・アップデーターがどのように機能するかについて詳しくは、 334 ページの『JPA 時間ベース・データ・アップデーター』を参照してください。

手順

- 時間ベース・データベース・アップデーターを開始します。
  - **分散 eXtreme Scale に対する自動開始:**

    バックアップ・マップに対して timeBasedDBUpdate 構成を作成する場合、時間ベース・データベース・アップデーターは、分散 ObjectGrid プライマリー断片がアクティブ化された時点で自動的に開始されます。複数区画がある ObjectGrid の場合、時間ベース・データベース・アップデーターは、区画 0 でのみ開始されます。
  - **ローカル eXtreme Scale に対する自動開始:**

    バックアップ・マップに対して timeBasedDBUpdate 構成を作成する場合、時間ベース・データベース・アップデーターは、ローカル・マップがアクティブ化された時点で自動的に開始されます。
  - **手動開始:**

    また、時間ベース・データベース・アップデーターは、TimeBasedDBUpdater API を使用して、手動で開始または停止することもできます。

    ```
    public synchronized void startDBUpdate(ObjectGrid objectGrid, String mapName,
     String punitName, Class entityClass, String timestampField, DBUpdateMode mode) {
    ```

    1. **ObjectGrid**: ObjectGrid インスタンス (ローカルまたはクライアント)。
    2. **mapName**: 時間ベース・データベース・アップデーターが開始されるバックアップ・マップの名前。
    3. **punitName**: JPA エンティティー・マネージャー・ファクトリーを作成するための JPA パーシスタンス・ユニット名。デフォルト値は、`persistence.xml` ファイル内で定義された最初のパーシスタンス・ユニット名です。
    4. **entityClass**: Java Persistence API (JPA) プロバイダーと対話するために使用されるエンティティー・クラス名。このエンティティー・クラス名は、エンティティー照会を使用した JPA エンティティーの取得に使用されます。

5. **timestampField**: データベース・バックエンド・レコードが最終更新または挿入された時間ないし順序を識別するための、エンティティー・クラスのタイム・スタンプ・フィールド。
6. **mode**: 時間ベース・データベース更新モード。INVALIDATE_ONLY タイプでは、データベース内の対応するレコードが変更された場合、ObjectGrid マップのエントリーが無効化されます。UPDATE_ONLY タイプは、ObjectGrid マップの既存のエントリーがデータベースの最新の値で更新されることを示しますが、データベースに新たに挿入されたレコードはすべて無視されます。INSERT_UPDATE タイプは、ObjectGrid マップの既存のエントリーがデータベースの最新の値で更新され、新たにデータベースに挿入されたレコードもすべて ObjectGrid マップに挿入されます。

時間ベース・データベース・アップデーターを停止したい場合は、以下のメソッドを呼び出せば、アップデーターを停止することができます。

```
public synchronized void stopDBUpdate(ObjectGrid objectGrid, String mapName)
```

ObjectGrid および mapName パラメーターは、startDBUpdate メソッドに渡されたものと同じにする必要があります。

- ご使用のデータベースにタイム・スタンプ・フィールドを作成します。
  - **DB2**

    オプティミスティック・ロック機能の一部として、DB2 9.5 では、行変更タイム・スタンプ機能を提供しています。ROW CHANGE TIMESTAMP 形式を使用して列 ROWCHGTS を次のように定義できます。

    ```
    ROWCHGTS TIMESTAMP NOT NULL
         GENERATED ALWAYS
         FOR EACH ROW ON UPDATE AS
         ROW CHANGE TIMESTAMP
    ```

    次に、アノテーションまたは構成によって、この列に対応するエンティティー・フィールドをタイム・スタンプ・フィールドとして指示することができます。以下に例を示します。

    ```
    @Entity(name = "USER_DB2")
    @Table(name = "USER1")
    public class User_DB2 implements Serializable {

        private static final long serialVersionUID = 1L;

        public User_DB2() {
        }

        public User_DB2(int id, String firstName, String lastName) {
            this.id = id;
            this.firstName = firstName;
            this.lastName = lastName;
        }

        @Id
        @Column(name = "ID")
        public int id;

        @Column(name = "FIRSTNAME")
        public String firstName;

        @Column(name = "LASTNAME")
        public String lastName;
    ```

```
    @com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.dbupdate.annotation.Timestamp
    @Column(name = "ROWCHGTS", updatable = false, insertable = false)
    public Timestamp rowChgTs;
}
```

– **Oracle**

Oracle の場合、レコードのシステム変更番号用に疑似列 ora_rowscn があります。この列を同じ目的に使用することができます。時間ベース・データベース更新のタイム・スタンプ・フィールドとしてこの ora_rowscn フィールドを使用するエンティティーの例を以下に示します。

```
@Entity(name = "USER_ORA")
@Table(name = "USER1")
public class User_ORA implements Serializable  {

    private static final long serialVersionUID = 1L;

    public User_ORA() {
    }

    public User_ORA(int id, String firstName, String lastName) {
        this.id = id;
        this.firstName = firstName;
        this.lastName = lastName;
    }

    @Id
    @Column(name = "ID")
    public int id;

    @Column(name = "FIRSTNAME")
    public String firstName;

    @Column(name = "LASTNAME")
    public String lastName;

    @com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.dbupdate.annotation.Timestamp
    @Column(name = "ora_rowscn", updatable = false, insertable = false)
    public long rowChgTs;
}
```

– **その他のデータベース**

その他のタイプのデータベースの場合、変更を追跡する表列を作成できます。列の値は、表を更新するアプリケーションによって手動で管理する必要があります。

Apache Derby データベースを例として取り上げます。変更番号をトラッキングするために列 "ROWCHGTS" を作成します。また、この表に対する最新変更番号もトラッキングされます。レコードが挿入または更新されるたびに、表の最新変更番号が増分され、レコードの ROWCHGTS 列の値がその増分された番号で更新されます。

```
@Entity(name = "USER_DER")
@Table(name = "USER1")
public class User_DER implements Serializable {

    private static final long serialVersionUID = 1L;

    public User_DER() {
    }
```

```
    public User_DER(int id, String firstName, String lastName) {
        this.id = id;
        this.firstName = firstName;
        this.lastName = lastName;
    }

    @Id
    @Column(name = "ID")
    public int id;

    @Column(name = "FIRSTNAME")
    public String firstName;

    @Column(name = "LASTNAME")
    public String lastName;

    @com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.dbupdate.annotation.Timestamp
    @Column(name = "ROWCHGTS", updatable = true, insertable = true)
    public long rowChgTs;
}
```

第 8 章 Spring 統合のためのプログラミング

よく使用される Spring フレームワークに eXtreme Scale アプリケーションを統合する方法について説明します。

Spring Framework の統合の概要

Spring は、Java アプリケーションの開発によく使用されるフレームワークです。WebSphere eXtreme Scale では、 Spring を使用して eXtreme Scale トランザクションを管理し、デプロイされたメモリー内データ・グリッドに含まれるクライアントおよびサーバーの構成を行うことがサポートされています。

Spring 管理ネイティブ・トランザクション

Spring は、 Java Platform, Enterprise Edition アプリケーション・サーバーに似たコンテナー管理トランザクションを提供します。しかし、Spring メカニズムはさまざまな実装環境でプラグ可能です。WebSphere eXtreme Scale が提供するトランザクション・マネージャー統合は、Spring が ObjectGrid トランザクションのライフサイクルを管理することを可能にします。詳しくは、「*プログラミング・ガイド*」のネイティブ・トランザクションに関する説明を参照してください。

Spring 管理拡張 Bean および名前空間のサポート

また、eXtreme Scale が Spring と統合されることによって、拡張ポイントまたはプラグイン用に Spring スタイルの Bean を定義することが可能になります。この機能によって、拡張ポイントの構成の柔軟性が高まり、洗練された構成ができるようになります。

Spring 管理の拡張 Bean に加えて、 eXtreme Scale は、「objectgrid」という名前の Spring 名前空間を提供します。Bean および組み込みの実装がこの名前空間に事前定義されていて、ユーザーが eXtreme Scale をより簡単に構成できるようになっています。これらのトピックに関する詳しい説明と、Spring 構成を使用して eXtreme Scale コンテナー・サーバーを開始する方法の例については、Spring 拡張 Bean および名前空間のサポートを参照してください。

断片有効範囲サポート

従来のスタイルの Spring 構成では、 ObjectGrid Bean は singleton タイプかプロトタイプ・タイプのどちらかです。ObjectGrid は、「断片」有効範囲と呼ばれる新しい有効範囲もサポートします。Bean が断片有効範囲と定義されている場合、断片当たり 1 つの Bean のみが作成されます。同じ断片内でその Bean 定義に一致する ID を持つ Bean に対する要求はすべて、その 1 つの特定の Bean インスタンスが Spring コンテナーによって戻される結果になります。

以下の例に示す com.ibm.ws.objectgrid.jpa.plugins.JPAPropFactoryImpl Bean の定義では、有効範囲が断片であると設定されています。したがって、断片当たり、JPAPropFactoryImpl クラスの 1 つのインスタンスのみが作成されます。

```
<bean id="jpaPropFactory" class="com.ibm.ws.objectgrid.jpa.plugins.JPAPropFactoryImpl" scope="shard" />
```

Spring Web Flow

Spring Web Flow は、デフォルトではセッション状態を HTTP セッションに保管します。Web アプリケーションがセッション管理に eXtreme Scale を使用するよう構成されている場合、この状態を保管するために Spring によってそれが自動的に使用され、セッションと同じ方法でフォールト・トレラントにされます。

パッケージ化

eXtreme Scale Spring 拡張は `ogspring.jar` ファイルに入っています。Spring サポートが正しく機能するためには、この Java アーカイブ (JAR) ファイルがクラスパスになければなりません。 WebSphere Extended Deployment で実行している JEE アプリケーションが WebSphere Application Server Network Deployment を拡張した場合、そのアプリケーションは `spring.jar` ファイルおよびその関連ファイルをエンタープライズ・アーカイブ (EAR) モジュールに入れる必要があります。同じ場所に `ogspring.jar` ファイルも入れる必要があります。

関連タスク

HTTP セッション・マネージャーの構成

Spring 管理トランザクション

Spring は、Java アプリケーションの開発によく使用されるフレームワークです。WebSphere eXtreme Scale では、Spring を使用して eXtreme Scale トランザクションを管理したり、eXtreme Scale クライアントおよびサーバーの構成を行うことがサポートされています。

WebSphere eXtreme Scale を使用したネイティブ・トランザクション

Spring は、 Java Platform, Enterprise Edition アプリケーション・サーバーのスタイルに沿ったコンテナー管理トランザクションを提供しますが、Spring のメカニズムによりさまざまな実装を組み込むことができるという利点があります。このトピックでは、Spring とともに使用できる eXtreme Scale プラットフォーム・トランザクション・マネージャーについて説明します。これを使用すると、プログラマーは、POJO (Plain Old Java Object) にアノテーションを付けてから、 Spring に eXtreme Scale からの Session を自動取得させて、 eXtreme Scale トランザクションを開始、コミット、ロールバック、中断、および再開させることができます。Spring トランザクションの詳細については、 公式の Spring 参照資料の第 10 章を参照してください。次に、eXtreme Scale トランザクション・マネージャーを作成して、それをアノテーション付きの POJO で使用する方法を説明します。また、この方法をクライアントまたはローカル eXtreme Scale および連結された Data Grid スタイル・アプリケーションとともに使用する方法についても説明します。

トランザクション・マネージャーの作成

eXtreme Scale は Spring PlatformTransactionManager の実装を提供します。このマネージャーは、管理対象の eXtreme Scale セッションを Spring が管理する POJO に提供することができます。 Spring は、アノテーションの使用により、トランザクシ

ョン・ライフサイクルの単位で POJO のセッションを管理します。次の XML スニペットは、トランザクション・マネージャーの作成方法を示しています。

```
<aop:aspectj-autoproxy/>
 <tx:annotation-driven transaction-manager="transactionManager"/>

 <bean id="ObjectGridManager"
    class="com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridManagerFactory"
    factory-method="getObjectGridManager"/>

 <bean id="ObjectGrid"
    factory-bean="ObjectGridManager"
    factory-method="createObjectGrid"/>

 <bean id="transactionManager"
    class="com.ibm.websphere.objectgrid.spring.ObjectGridSpringFactory"
    factory-method="getLocalPlatformTransactionManager"/>
 </bean>

 <bean id="Service" class="com.ibm.websphere.objectgrid.spring.test.TestService">
  <property name="txManager" ref+"transactionManager"/>
 </bean>
```

これは、transactionManager Bean が宣言され、Spring トランザクションを使用する Service Bean に接続されるところを示しています。これはアノテーションを使用して示されますが、これが先頭に tx:annotation 文節のある理由です。

現行 Spring トランザクションのための ObjectGrid セッションの取得

Spring が管理するメソッドを持つ POJO は現在、次のメソッドを使用して現行トランザクションのための ObjectGrid セッションを取得することができます。

```
Session s = txManager.getSession();
```

これは、POJO が使用するセッションを返します。同じトランザクションに関係する Bean は、このメソッドを呼び出したとき、同じセッションを受け取ります。Spring はセッションに対して begin を自動的に処理し、また必要なときに commit または rollback を自動的に呼び出します。また、セッション・オブジェクトから getEntityManager を呼び出すだけでも ObjectGrid EntityManager を取得することができます。

アノテーションを使用するサンプル POJO

これは、アノテーションを使用して、Spring に対してトランザクションの意図を宣言する POJO です。すべてのメソッドはデフォルトで REQUIRED トランザクション・セマンティクスを使用することを指示するクラス・レベル・アノテーションがクラスにあることが分かります。クラスは、クラス上のすべてのメソッドに対して、メソッドとのインターフェースを実装します。これは、バイトコードを作成できない場合の Spring AOP が機能するために必要です。クラスには、Spring xml ファイルを使用して ObjectGrid トランザクション・マネージャーに接続するインスタンス変数 txManager があります。各メソッドは、txManager.getSession メソッドを呼び出すだけで、そのメソッドのために使用するセッションを取得します。queryNewTx メソッドには REQUIRES_NEW セマンティックを示すアノテーションが付けられています。このため、既存のトランザクションは中断され、そのメソッドに対して新しい独立トランザクションが作成されます。

```
@Transactional(propagation=Propagation.REQUIRED)
public class TestService implements ITestService
{
    SpringLocalTxManager txManager;

    public TestService()
    {
```

```
    }

    public void initialize()
        throws ObjectGridException
    {
        Session s = txManager.getSession();
        ObjectMap m = s.getMap("TEST");
        m.insert("Hello", "Billy");
    }

    public void update(String updatedValue)
        throws ObjectGridException
    {
        Session s = txManager.getSession();
        System.out.println("Update using " + s);
        ObjectMap m = s.getMap("TEST");
        String v = (String)m.get("Hello");
        m.update("Hello", updatedValue);
    }

    public String query()
        throws ObjectGridException
    {
        Session s = txManager.getSession();
        System.out.println("Query using " + s);
        ObjectMap m = s.getMap("TEST");
        return (String)m.get("Hello");
    }

    @Transactional(propagation=Propagation.REQUIRES_NEW)
    public String queryNewTx()
        throws ObjectGridException
    {
        Session s = txManager.getSession();
        System.out.println("QueryTX using " + s);
        ObjectMap m = s.getMap("TEST");
        return (String)m.get("Hello");
    }

    public void testRequiresNew(ITestService bean)
        throws ObjectGridException
    {
        update("1");
        String txValue = bean.query();
        if(!txValue.equals("1"))
        {
            System.out.println("Requires didnt work");
            throw new IllegalStateException("requires didn't work");
        }
        String committedValue = bean.queryNewTx();
        if(committedValue.equals("1"))
        {
            System.out.println("Requires new didnt work");
            throw new IllegalStateException("requires new didn't work");
        }
    }

    public SpringLocalTxManager getTxManager() {
        return txManager;
    }

    public void setTxManager(SpringLocalTxManager txManager) {
        this.txManager = txManager;
    }
}
```

スレッドの ObjectGrid インスタンスの設定

単一の Java 仮想マシン (JVM) で多数の ObjectGrid インスタンスをホストすることができます。JVM に置かれた各プライマリー断片には独自の ObjectGrid インスタンスがあります。リモート ObjectGrid に対してクライアントとして機能する JVM は、connect メソッドの ClientClusterContext から戻される ObjectGrid インスタンスを使用して、その Grid と対話します。 ObjectGrid の Spring トランザクションを使用して POJO でメソッドを呼び出す前に、使用する ObjectGrid インスタンスでスレッドを事前準備する必要があります。 TransactionManager インスタンスには、特定の ObjectGrid インスタンスの指定を可能にするメソッドがあります。これが指定されると、後続の txManager.getSession 呼び出しはその ObjectGrid インスタンスのセッションを返します。

テストのための簡単なブートストラップ

次の例は、この機能を実行するためのサンプル・メインを示しています。

```
ClassPathXmlApplicationContext ctx = new ClassPathXmlApplicationContext(new String[]
          {"applicationContext.xml"});
    SpringLocalTxManager txManager = (SpringLocalTxManager)ctx.getBean("transactionManager");
    txManager.setObjectGridForThread(og);

    ITestService s = (ITestService)ctx.getBean("Service");
    s.initialize();
    assertEquals(s.query(), "Billy");
    s.update("Bobby");
    assertEquals(s.query(), "Bobby");
    System.out.println("Requires new test");
    s.testRequiresNew(s);
    assertEquals(s.query(), "1");
```

ここでは Spring ApplicationContext を使用します。 ApplicationContext は、txManager への参照を取得して、このスレッドで使用する ObjectGrid を指定するために使用されます。次にコードは、サービスへの参照を取得して、そのサービス上でメソッドを呼び出します。このレベルの各メソッドにより、Spring はセッションを作成し、メソッド呼び出しの周辺で begin/commit 呼び出しを行います。例外が発生するとロールバックが行われます。

SpringLocalTxManager インターフェース

SpringLocalTxManager インターフェースは ObjectGrid プラットフォーム・トランザクション・マネージャーによって実装されるもので、パブリック・インターフェースをすべて持っています。このインターフェース上のメソッドは、スレッドで使用する ObjectGrid インスタンスを選択し、そのスレッドのセッションを取得するためのものです。 ObjectGrid ローカル・トランザクションを使用する POJO には、このマネージャー・インスタンスへの参照を入れる必要があります。また、単一インスタンスのみを作成する必要があります (つまり、そのスコープは singleton でなければなりません)。このインスタンスは、ObjectGridSpringFactory 上の静的メソッドを使用して作成されます。 getLocalPlatformTransactionManager()。

JTA およびグローバル・トランザクションのための eXtreme Scale

eXtreme Scale は、主としてスケーラビリティーと関係があるさまざまな理由から、JTA および 2 フェーズ・コミットをサポートしません。したがって、最後の単一フェーズ参加者の場合を除き、ObjectGrid は XA または JTA タイプのグローバル・トランザクションでは対話しません。このプラットフォーム・マネージャーは、ローカル ObjectGrid トランザクションの使用を Spring 開発者のためにできるだけ容易にするように意図されています。

Spring が管理する拡張 Bean

objectgrid.xml ファイル内で拡張ポイントとして使用する POJO を宣言することができます。 Bean の名前を指定し、クラス名を指定すると、eXtreme Scale は通常、指定されたクラスのインスタンスを作成し、そのインスタンスをプラグインとして使用します。eXtreme Scale は現在、このプラグイン・オブジェクトのインスタンスを取得するための Bean ファクトリーとして機能するように Spring に委任することができます。

アプリケーションが Spring を使用する場合は、通常、このような POJO をアプリケーションの残り部分に接続する必要があります。

アプリケーションは、特定の指定された ObjectGrid のために使用するよう Spring Bean ファクトリー・インスタンスを登録できます。アプリケーションは、BeanFactory のインスタンスまたは Spring アプリケーション・コンテキストを作成してから、次の静的メソッドを使用してそれを ObjectGrid に登録する必要があります。

```
void registerSpringBeanFactoryAdapter(String objectGridName, Object springBeanFactory)
```

このメソッドは、className が接頭部 {spring} で始まる拡張 Bean (ObjectTransformer、Loader、TransactionCallback など) を ObjectGrid が検出した場合に、名前の残り部分を Spring Bean 名として使用し、Spring Bean ファクトリーを使用して Bean インスタンスを取得することを指定します。 ObjectGrid は、デフォルトの Spring XML 構成ファイルから Spring Bean ファクトリーを作成することもできます。与えられた ObjectGrid の Bean ファクトリーが登録されていなかった場合は、ObjectGrid が 'ObjectGridName'_spring.xml という xml ファイルの検出を試みます。例えば、グリッドの名前が GRID の場合は、xml ファイルの名前は '/GRID_spring.xml' で、このファイルはルート・パッケージのクラスパスにあるはずです。このファイルが検出されると、ObjectGrid はそのファイルを使用して ApplicationContext を作成し、その Bean ファクトリーから Bean を作成します。例えば、クラス名は次のようになります。

```
"{spring}MyLoaderBean"
```

これにより、ObjectGrid は Spring に "MyLoaderBean" という名前の Bean を要求します。この方法を使用すれば、Bean ファクトリーが事前に登録されている限り、ObjectGrid 内の拡張ポイントに Spring 管理 POJO を指定することができます。ObjectGrid Spring 拡張は ogspring.jar ファイルに入っています。 Spring サポートが正しく機能するためには、この JAR ファイルがクラスパスになければなりません。XD で実行中の JavaEE アプリケーションが ND を拡張した場合、そのアプリケーションは spring.jar ファイルとその関連ファイルを EAR モジュールに入れる必要があります。 ogspring.jar も同じロケーションに置く必要があります。

Spring 拡張 Bean および名前空間のサポート

WebSphere eXtreme Scaleには、objectgrid.xml ファイル内で拡張ポイントとして使用するために Plain Old Java Object (POJO) を宣言する機能があり、Bean を指定してからクラス名を指定する方法が提供されています。 通常、指定されたクラスのインスタンスが作成され、それらのオブジェクトはプラグインとして使用されます。eXtreme Scale は、これらのプラグイン・オブジェクトのインスタンスの取得を Spring に委任できます。アプリケーションが Spring を使用する場合は、通常、このような POJO をアプリケーションの残り部分に接続する必要があります。

場合によっては、特定のプラグイン・オブジェクトを構成するのに Spring を使用する必要があります。例として以下の構成を参考にしてください。

```
<objectGrid name="Grid">
    <bean id="TransactionCallback" className="com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPATxCallback">
        <property name="persistenceUnitName" type="java.lang.String"  value="employeePU" />
    </bean>
    ...
</objectGrid>
```

組み込み TransactionCallback 実装である com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPATxCallback クラスは、TransactionCallback クラスとして構成されます。このクラスは上の例のように、persistenceUnitName プロパテ

ィーを使用して構成されます。JPATxCallback クラスには JPAPropertyFactory 属性もあり、これのタイプは java.lang.Object です。ObjectGrid XML 構成は、このタイプの構成をサポートできません。

eXtreme Scale Spring 統合は Bean 作成を Spring フレームワークに委任することでこの問題を解決します。修正後の構成は、次のようになります。

```
<objectGrid name="Grid">
    <bean id="TransactionCallback" className="{spring}jpaTxCallback"/>
    ...
</objectGrid>
```

"Grid" オブジェクト用の Spring ファイルには以下の情報が入っています。

```
<bean id="jpaTxCallback" class="com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPATxCallback" scope="shard">
    <property name="persistenceUnitName" value="employeeEMPU"/>
    <property name="JPAPropertyFactory" ref ="jpaPropFactory"/>
</bean>

<bean id="jpaPropFactory" class="com.ibm.ws.objectgrid.jpa.plugins.
JPAPropFactoryImpl" scope="shard">
</bean>
```

ここでは、上の例に示されているように、{spring}jpaTxCallback として TransactionCallback が指定され、 Spring ファイル内に jpaTxCallback および jpaPropFactory Bean が構成されています。このような Spring 構成によって、JPAPropertyFactory Bean を JPATxCallback オブジェクトのパラメーターとして構成することが可能になります。

デフォルトの Spring Bean ファクトリー

eXtreme Scale が、接頭部 {spring} で始まる classname 値を持つプラグインまたは拡張 Bean (ObjectTransformer、Loader、TransactionCallback など) を検出した場合、eXtreme Scale は名前の残りの部分を Spring Bean 名として使用し、Spring Bean ファクトリーを使用して Bean インスタンスを取得します。

デフォルトでは、与えられた ObjectGrid 用に登録された Bean ファクトリーがない場合、ObjectGridName_spring.xml ファイルを見つけようとします。例えば、グリッドの名前が "Grid" の場合は、XML ファイルの名前は /Grid_spring.xml です。このファイルはクラスパスにあるか、クラスパス内の META-INF ディレクトリーにあるはずです。このファイルが見つかったら、eXtreme Scale は、そのファイルを使用して ApplicationContext を作成し、その Bean ファクトリーから Bean を作成します。

カスタム Spring Bean ファクトリー

WebSphere eXtreme Scale には ObjectGridSpringFactory API もあり、これを使用して、特定の指定された ObjectGrid のために使用するよう Spring Bean ファクトリー・インスタンスを登録できます。この API は、以下の静的メソッドを使用して、BeanFactory のインスタンスを eXtreme Scale に登録します。

```
void registerSpringBeanFactoryAdapter(String objectGridName, Object
springBeanFactory)
```

名前空間サポート

バージョン 2.0 以降の Spring には、Bean の定義と構成のため、基本的な Spring XML フォーマットをスキーマ・ベースで拡張するメカニズムが備わっています。ObjectGrid はこの新しい機能を使用して、ObjectGrid Bean の定義と構成を行います。Spring XML スキーマ拡張では、eXtreme Scale プラグインのいくつかの組み込み実装、およびいくつかの ObjectGrid Bean が "objectgrid" 名前空間に事前定義されます。 Spring 構成ファイルを作成するとき、これらの組み込み実装の完全クラス名を指定する必要はありません。代わりに、事前定義された Bean を参照するようにできます。

また、XML スキーマ内に Bean の属性が定義されていることによって、間違った属性名を指定する可能性が減少します。XML スキーマに基づいた XML 妥当性検査は、この種のエラーを開発サイクルの初期にキャッチできます。

XML スキーマ拡張に定義されている Bean は、以下のとおりです。

- transactionManager
- register
- server
- カタログ (catalog)
- catalogServerProperties
- コンテナー
- JPALoader
- JPATxCallback
- JPAEntityLoader
- LRUEvictor
- LFUEvictor
- HashIndex

これらの Bean は objectgrid.xsd XML スキーマ内に定義されています。この XSD ファイルは、`ogspring.jar` ファイル中の `com/ibm/ws/objectgrid/spring/namespace/objectgrid.xsd` ファイルとして出荷されます。XSD ファイルおよび XSD ファイルで定義された Bean について詳しくは、「*管理ガイド*」に記載されている Spring 記述子ファイルに関する説明を参照してください。

前のセクションにある JPATxCallback 例をまた使用します。前のセクションでは、JPATxCallback Bean は次のように構成されていました。

```
<bean id="jpaTxCallback" class="com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPATxCallback" scope="shard">
    <property name="persistenceUnitName" value="employeeEMPU"/>
    <property name="JPAPropertyFactory" ref ="jpaPropFactory"/>
</bean>

<bean id="jpaPropFactory" class="com.ibm.ws.objectgrid.jpa.plugins.JPAPropFactoryImpl" scope="shard">
</bean>
```

この名前空間フィーチャーを使用して、Spring XML 構成を次のようにコーディングできます。

```
<objectgrid:JPATxCallback id="jpaTxCallback" persistenceUnitName="employeeEMPU"
 jpaPropertyFactory="jpaPropFactory" />

<bean id="jpaPropFactory" class="com.ibm.ws.objectgrid.jpa.plugins.JPAPropFactoryImpl"
 scope="shard">
</bean>
```

ここでは、前の例でのように "com.ibm.websphere.objectgrid.jpa.JPATxCallback" クラスを指定する代わりに、事前定義された "objectgrid:JPATxCallback" Bean を直接使用することに注意してください。見て分かるように、この構成のほうが冗長でなく、誤りがないかチェックするのも簡単です。

Spring 拡張 Bean を使用したコンテナー・サーバーの開始

この例では、ObjectGrid Spring 管理拡張 Bean および名前空間のサポートを使用して、ObjectGrid サーバーを開始する方法を示します。

ObjectGrid XML ファイル

まず最初に、1 つの ObjectGrid "Grid" と 1 つのマップ "Test" が含まれているだけの、単純な ObjectGrid XML ファイルを定義します。この ObjectGrid には "partitionListener" という名前の ObjectGridEventListener プラグインがあり、マップ "Test" には "testLRUEvictor" という名前の Evictor プラグインがあります。ObjectGridEventListener プラグインと Evictor プラグインの両方とも、名前に "{spring}" が含まれるため、Spring を使用して構成されることに注意してください。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<objectGridConfig xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/config ../objectGrid.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/config">
    <objectGrids>
        <objectGrid name="Grid">
     <bean id="ObjectGridEventListener" className="{spring}partitionListener" />
            <backingMap name="Test" pluginCollectionRef="test" />
        </objectGrid>
    </objectGrids>

    <backingMapPluginCollections>
        <backingMapPluginCollection id="test">
            <bean id="Evictor" className="{spring}testLRUEvictor"/>
        </backingMapPluginCollection>
    </backingMapPluginCollections>
</objectGridConfig>
```

ObjectGrid デプロイメント XML ファイル

次に、以下に示すように単純な ObjectGrid デプロイメント XML ファイルを作成します。これは ObjectGrid を 5 個の区画に分けます。複製は必要ありません。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<deploymentPolicy xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy ../deploymentPolicy.xsd"
 xmlns="http://ibm.com/ws/objectgrid/deploymentPolicy">
    <objectgridDeployment objectgridName="Grid">
        <mapSet name="mapSet" numInitialContainers="1" numberOfPartitions="5" minSyncReplicas="0"
            maxSyncReplicas="1" maxAsyncReplicas="0">
            <map ref="Test"/>
        </mapSet>
    </objectgridDeployment>
</deploymentPolicy>
```

ObjectGrid Spring XML ファイル

次に、 ObjectGrid Spring 管理拡張 Bean および名前空間のサポート機能を両方とも使用して、ObjectGrid Bean を構成します。spring xml ファイルの名前は "Grid_spring.xml" です。この XML ファイルには 2 つのスキーマが含まれていることに注意してください。spring-beans-2.0.xsd は Spring 管理 Bean を使用するためのもので、objectgrid.xsd は objectgrid 名前空間内に事前定義された Bean を使用するためのものです。

```
<beans xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
       xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
       xmlns:aop="http://www.springframework.org/schema/aop"
       xmlns:tx="http://www.springframework.org/schema/tx"
       xmlns:objectgrid="http://www.ibm.com/schema/objectgrid"
       xsi:schemaLocation="
       http://www.ibm.com/schema/objectgrid
   http://www.ibm.com/schema/objectgrid/objectgrid.xsd
       http://www.springframework.org/schema/beans
   http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans-2.0.xsd">

    <objectgrid:register id="ogregister" gridname="Grid"/>

    <objectgrid:server id="server" isCatalog="true" name="server">
        <objectgrid:catalog host="localhost" port="2809"/>
    </objectgrid:server>

    <objectgrid:container id="container"
   objectgridxml="com/ibm/ws/objectgrid/test/springshard/objectgrid.xml"
       deploymentxml="com/ibm/ws/objectgrid/test/springshard/deployment.xml"
   server="server"/>

    <objectgrid:LRUEvictor id="testLRUEvictor" numberOfLRUQueues="31"/>

    <bean id="partitionListener"
   class="com.ibm.websphere.objectgrid.springshard.ShardListener" scope="shard"/>
</beans>
```

この spring XML ファイルには、次の 6 個の Bean が定義されました。

1. *objectgrid:register*: これは、ObjectGrid "Grid" に対してデフォルトの Bean ファクトリーを登録します。
2. *objectgrid:server*: これは、"server" という名前で ObjectGrid サーバーを定義します。objectgrid:catalog Bean がネストされているので、このサーバーはカタログ・サービスも提供します。
3. *objectgrid:catalog*: これは、"localhost:2809" に設定された ObjectGrid カタログ・サービス・エンドポイントを定義します。
4. *objectgrid:container*: これは、前述したように、指定された objectgrid XML ファイルおよびデプロイメント XML ファイルと共に ObjectGrid コンテナーを定義します。server プロパティーは、このコンテナーがどのサーバーでホストされているのかを指定します。
5. *objectgrid:LRUEvictor*: これは、使用する LRU キューの数を 31 に設定して LRUEvictor を定義します。
6. *bean partitionListener*: これは ShardListener プラグインを定義します。このプラグインの実装を指定する必要があるため、事前定義された Bean を使用することはできません。また、この Bean の有効範囲は "shard" (断片) に設定されています。これは、この ShardListener のインスタンスが ObjectGrid 断片当たり 1 つのみであることを意味します。

サーバーの始動

以下のスニペットは、コンテナー・サービスとカタログ・サービスの両方をホストする ObjectGrid サーバーを開始します。これを見て分かるように、サーバーを開始するために呼び出す必要のあるメソッドは、Bean ファクトリーからの Bean "container" の get だけです。これは、ロジックの大部分を Spring 構成に移すことになり、プログラミングの複雑さが軽減されます。

```
public class ShardServer extends TestCase
{
    Container container;
    org.springframework.beans.factory.BeanFactory bf;

    public void startServer(String cep)
    {
        try
        {
            bf = new org.springframework.context.support.ClassPathXmlApplicationContext(
                "/com/ibm/ws/objectgrid/test/springshard/Grid_spring.xml", ShardServer.class);
            container = (Container)bf.getBean("container");
        }
        catch(Exception e)
        {
            throw new ObjectGridRuntimeException("Cannot start OG container", e);
        }
    }

    public void stopServer()
    {
        if(container != null)
            container.teardown();
    }
}
```

第 9 章 セキュリティーのためのプログラミング

プログラミング・インターフェースを使用して、eXtremeScale 環境におけるさまざまなセキュリティーの側面を処理します。

セキュリティー API

WebSphere eXtreme Scale は、オープン・セキュリティー・アーキテクチャーを採用しています。認証、許可、およびトランスポート・セキュリティーの基本的なセキュリティー・フレームワークを提供し、さらにセキュリティー・インフラストラクチャーを完全なものにするためにユーザーにプラグインの実装を求めています。

次の図は、eXtreme Scale サーバーにおけるクライアントの認証および許可の基本的フローを示しています。

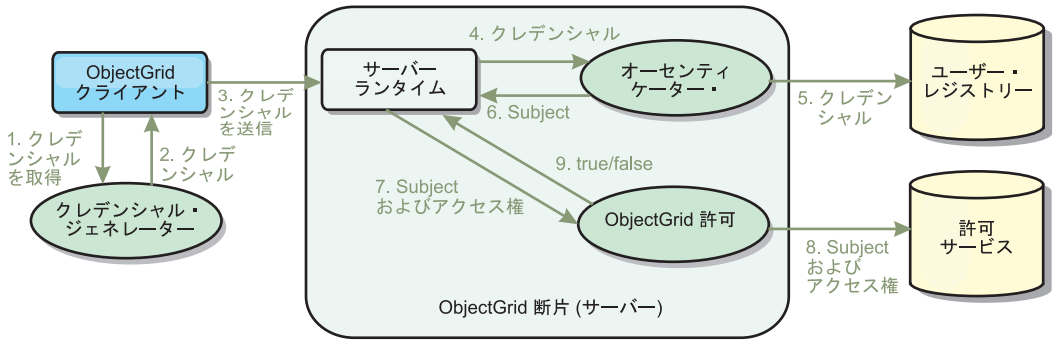


図 17. クライアントの認証および許可のフロー

認証フローと許可フローは、以下のようになります。

認証フロー

1. 認証フローは、eXtreme Scale クライアントのクレデンシャル取得で始まります。これは、com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.CredentialGenerator プラグインにより実行されます。
2. CredentialGenerator オブジェクトは、有効なクライアント・クレデンシャル (例えば、ユーザー ID とパスワードのペア、Kerberos チケットなど) の生成方法を認識しています。生成されたこのクレデンシャルは、クライアントに送り戻されます。
3. クライアントが CredentialGenerator オブジェクトを使用して Credential オブジェクトを取得すると、この Credential オブジェクトは、eXtreme Scale サーバーに eXtreme Scale 要求と共に送信されます。
4. eXtreme Scale サーバーは、eXtreme Scale 要求を処理する前に、 Credential オブジェクトの認証を行います。その後、サーバーは Authenticator プラグインを使用して Credential オブジェクトを認証します。
5. Authenticator プラグインは、ユーザー・レジストリーへのインターフェース (例えば、Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) サーバーまたはオペレーテ

ィング・システムのユーザー・レジストリーなど) になります。Authenticator は、ユーザー・レジストリーを参考にして、認証の決定をします。

6. 正常に認証されると、このクライアントを表す Subject オブジェクトが戻されます。

許可フロー

WebSphere eXtreme Scale は、アクセス権ベースの許可メカニズムを採用し、各種の許可クラスによって表されるさまざまな許可カテゴリーがあります。例えば、com.ibm.websphere.objectgrid.security.MapPermission オブジェクトは、ObjectMap のデータ・エントリーの読み取り、書き込み、挿入、無効化、および除去の許可を表します。 WebSphere eXtreme Scale は、Java 認証および承認サービス (JAAS) 許可をそのままサポートするため、許可ポリシーを指定すれば JAAS を使用して許可を処理できます。

また、eXtreme Scale は、カスタム許可もサポートします。カスタム許可は、プラグイン com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.ObjectGridAuthorization によって組み込まれます。カスタム許可のフローは以下のとおりです。

7. サーバー・ランタイムが Subject オブジェクトと必要なアクセス権を許可プラグインに送信します。
8. 許可プラグインは、許可サービスを参照して、許可決定を下します。この Subject オブジェクトに対してアクセス権が許可される場合、値 `true` が戻されて、そうでない場合は `false` が戻されます。
9. この true または false の許可決定がサーバー・ランタイムに戻されます。

セキュリティーの実装

このセクションのトピックでは、セキュアな WebSphere eXtreme Scale デプロイメントのプログラム化とプラグイン実装のプログラム化方法について説明します。このセクションは、さまざまなセキュリティー機能を基にして編成されています。各サブトピックで、関係するプラグインとそのプラグインの実装方法を説明します。認証のセクションでは、WebSphere eXtreme Scale のセキュアなデプロイメント環境への接続方法を示します。

クライアント認証: クライアント認証のトピックでは、WebSphere eXtreme Scale クライアントがどのようにクレデンシャルを取得し、サーバーがどのようにクライアントを認証するかについて説明します。また、WebSphere eXtreme Scale クライアントが WebSphere eXtreme Scale のセキュアなサーバーに接続する方法についても説明します。

許可: 許可のトピックでは、JAAS 許可の他にカスタム許可を行うためにどのように ObjectGridAuthorization を使用するかを説明します。

グリッド認証: グリッド認証のトピックでは、サーバー秘密のセキュア・トランスポートのためにどのように SecureTokenManager を使用できるかについて解説します。

Java Management Extensions (JMX) プログラミング: WebSphere eXtreme Scale サーバーを保護する際、JMX クライアントが、サーバーに JMX クレデンシャルを送信する必要がある場合があります。

クライアント認証プログラミング

認証のために WebSphere eXtreme Scale は、クライアントからサーバー・サイドにクレデンシャルを送信するランタイムを提供し、次にオーセンティケーター・プラグインを呼び出してユーザーを認証します。

WebSphere eXtreme Scale のユーザーは、認証を実行するために以下のプラグインを実装する必要があります。

- Credential: Credential は、クライアント・クレデンシャル (ユーザー ID とパスワードのペアなど) を表します。
- CredentialGenerator: CredentialGenerator は、クレデンシャルを生成するためのクレデンシャル・ファクトリーを表します。
- Authenticator: Authenticator は、クライアント・クレデンシャルを認証し、クライアント情報を取得します。

Credential および CredentialGenerator プラグイン

eXtreme Scale クライアントは、認証を必要とするサーバーに接続するときにはクライアント・クレデンシャルを提示する必要があります。クライアントのクレデンシャルは、com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.Credential インターフェースによって表されます。クライアント・クレデンシャルには、ユーザー名とパスワードのペア、Kerberos チケット、クライアント証明書、またはクライアントとサーバーが同意する任意の形式でのデータがあります。詳しくは、API 資料中のクレデンシャル API に関する情報を参照してください。このインターフェースでは、equals(Object) メソッドおよび hashCode メソッドを定義します。 Credential オブジェクトをサーバー・サイドの鍵として使用することによって認証済み Subject オブジェクトがキャッシュされるため、この 2 つのメソッドは重要です。さらに、WebSphere eXtreme Scale はクレデンシャルを生成するプラグインを提供します。このプラグインは、com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.CredentialGenerator インターフェースによって示され、クレデンシャルに期限がある場合に役立ちます。この場合は、getCredential メソッドが呼び出されてクレデンシャルが更新されます。

Credential インターフェースでは、equals(Object) メソッドおよび hashCode メソッドを明示的に定義します。 Credential オブジェクトをサーバー・サイドの鍵として使用することによって認証済み Subject オブジェクトがキャッシュされるため、この 2 つのメソッドは重要です。

また、クレデンシャルを生成するために提供されたプラグインも使用することができます。このプラグインは、com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.CredentialGenerator インターフェースによって示され、クレデンシャルに期限がある場合に役立ちます。この場合は、getCredential メソッドが呼び出されてクレデンシャルが更新されます。詳しくは、API 資料を参照してください。

クレデンシャル・インターフェース用として次の 3 つのデフォルトの実装が提供されています。

- com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.UserPasswordCredential 実装は、ユーザー ID とパスワードのペアを含みます。

- com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.WSTokenCredential 実装は、WebSphere Application Server 固有の認証および許可トークンを含みます。これらのトークンを使用すると、同じセキュリティー・ドメイン内のアプリケーション・サーバーにセキュリティー属性を伝搬することができます。

さらに、WebSphere eXtreme Scale はクレデンシャルを生成するプラグインを提供します。このプラグインは、com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.CredentialGenerator インターフェースによって表されます。WebSphere eXtreme Scale は、次に示す 2 つのデフォルト組み込み実装を提供します。

- com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins. UserPasswordCredentialGenerator コンストラクターは、ユーザー ID およびパスワードを取ります。getCredential メソッドは、呼び出されると、ユーザー ID およびパスワードが含まれている UserPasswordCredential オブジェクトを返します。
- com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins. WSTokenCredentialGenerator は、WebSphere Application Server で実行中のクレデンシャル (セキュリティー・トークン) 生成プログラムを表します。getCredential メソッドを呼び出すと、現在のスレッドに関連した Subject が取得されます。その後、この Subject オブジェクトのセキュリティー情報が WSTokenCredential オブジェクトに変換されます。定数 WSTokenCredentialGenerator.RUN_AS_SUBJECT または WSTokenCredentialGenerator.CALLER_SUBJECT を使用して、スレッドから runAs サブジェクトか呼び出し元サブジェクトのいずれを検索するかを指定できます。

UserPasswordCredential および UserPasswordCredentialGenerator

テストの目的で、WebSphere eXtreme Scale は以下のプラグイン実装を提供します。

1. `com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.UserPasswordCredential`
2. `com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.UserPasswordCredentialGenerator`

ユーザー・パスワードのクレデンシャルでは、ユーザー ID とパスワードを保管します。次にユーザー・パスワードのクレデンシャル・ジェネレーターは、このユーザー ID とパスワードを収容します。

これら 2 つのプラグインを実装する方法を、以下のコード例で示します。

UserPasswordCredential.java

```
// This sample program is provided AS IS and may be used, executed, copied and modified
// without royalty payment by customer
// (a) for its own instruction and study,
// (b) in order to develop applications designed to run with an IBM WebSphere product,
// either for customer's own internal use or for redistribution by customer, as part of such an
// application, in customer's own products.
// Licensed Materials - Property of IBM
// 5724-J34 © COPYRIGHT International Business Machines Corp. 2007
package com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins;

import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.Credential;

/**
 * This class represents a credential containing a user ID and password.
 *
 * @ibm-api
 * @since WAS XD 6.0.1
 *
 * @see Credential
 * @see UserPasswordCredentialGenerator#getCredential()
 */
public class UserPasswordCredential implements Credential {

    private static final long serialVersionUID = 1409044825541007228L;
```

```
private String ivUserName;

private String ivPassword;

/**
 * Creates a UserPasswordCredential with the specified user name and
 * password.
 *
 * @param userName the user name for this credential
 * @param password the password for this credential
 *
 * @throws IllegalArgumentException if userName or password is <code>null</code>
 */
public UserPasswordCredential(String userName, String password) {
    super();
    if (userName == null || password == null) {
        throw new IllegalArgumentException("User name and password cannot be null.");
    }
    this.ivUserName = userName;
    this.ivPassword = password;
}

/**
 * Gets the user name for this credential.
 *
 * @return   the user name argument that was passed to the constructor
 *           or the <code>setUserName(String)</code>
 *           method of this class
 *
 * @see #setUserName(String)
 */
public String getUserName() {
    return ivUserName;
}

/**
 * Sets the user name for this credential.
 *
 * @param userName the user name to set.
 *
 * @throws IllegalArgumentException if userName is <code>null</code>
 */
public void setUserName(String userName) {
    if (userName == null) {
        throw new IllegalArgumentException("User name cannot be null.");
    }
    this.ivUserName = userName;
}

/**
 * Gets the password for this credential.
 *
 * @return   the password argument that was passed to the constructor
 *           or the <code>setPassword(String)</code>
 *           method of this class
 *
 * @see #setPassword(String)
 */
public String getPassword() {
    return ivPassword;
}

/**
 * Sets the password for this credential.
 *
 * @param password the password to set.
 *
 * @throws IllegalArgumentException if password is <code>null</code>
 */
public void setPassword(String password) {
    if (password == null) {
        throw new IllegalArgumentException("Password cannot be null.");
    }
    this.ivPassword = password;
}

/**
 * Checks two UserPasswordCredential objects for equality.
 * <p>
 * Two UserPasswordCredential objects are equal if and only if their user names
 * and passwords are equal.
 *
 * @param o the object we are testing for equality with this object.
 *
 * @return <code>true</code> if both UserPasswordCredential objects are equivalent.
 *
 * @see Credential#equals(Object)
 */
public boolean equals(Object o) {
    if (this == o) {
```

```
            return true;
        }
        if (o instanceof UserPasswordCredential) {
            UserPasswordCredential other = (UserPasswordCredential) o;
            return other.ivPassword.equals(ivPassword) && other.ivUserName.equals(ivUserName);
        }

        return false;
    }

    /**
     * Returns the hashcode of the UserPasswordCredential object.
     *
     * @return the hash code of this object
     *
     * @see Credential#hashCode()
     */
    public int hashCode() {
        return ivUserName.hashCode() + ivPassword.hashCode();
    }
}
```

UserPasswordCredentialGenerator.java

```
// This sample program is provided AS IS and may be used, executed, copied and modified
// without royalty payment by customer
// (a) for its own instruction and study,
// (b) in order to develop applications designed to run with an IBM WebSphere product,
// either for customer's own internal use or for redistribution by customer, as part of such an
// application, in customer's own products.
// Licensed Materials - Property of IBM
// 5724-J34 © COPYRIGHT International Business Machines Corp. 2007
package com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins;

import java.util.StringTokenizer;

import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.Credential;
import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.CredentialGenerator;

/**
 * This credential generator creates <code>UserPasswordCredential</code> objects.
 * <p>
 * UserPasswordCredentialGenerator has a one to one relationship with
 * UserPasswordCredential because it can only create a UserPasswordCredential
 * representing one identity.
 *
 * @since WAS XD 6.0.1
 * @ibm-api
 *
 * @see CredentialGenerator
 * @see UserPasswordCredential
 */
public class UserPasswordCredentialGenerator implements CredentialGenerator {

    private String ivUser;

    private String ivPwd;

    /**
     * Creates a UserPasswordCredentialGenerator with no user name or password.
     *
     * @see #setProperties(String)
     */
    public UserPasswordCredentialGenerator() {
        super();
    }

    /**
     * Creates a UserPasswordCredentialGenerator with a specified user name and
     * password
     *
     * @param user the user name
     * @param pwd the password
     */
    public UserPasswordCredentialGenerator(String user, String pwd) {
        ivUser = user;
        ivPwd = pwd;
    }

    /**
     * Creates a new <code>UserPasswordCredential</code> object using this
     * object's user name and password.
     *
     * @return a new <code>UserPasswordCredential</code> instance
     *
     * @see CredentialGenerator#getCredential()
     * @see UserPasswordCredential
     */
    public Credential getCredential() {
        return new UserPasswordCredential(ivUser, ivPwd);
    }
```

```
    /**
     * Gets the password for this credential generator.
     *
     * @return   the password argument that was passed to the constructor
     */
    public String getPassword() {
        return ivPwd;
    }

    /**
     * Gets the user name for this credential.
     *
     * @return   the user argument that was passed to the constructor
     *           of this class
     */
    public String getUserName() {
        return ivUser;
    }
    /**
     * Sets additional properties namely a user name and password.
     *
     * @param properties a properties string  with a user name and
     *                   a password separated by a blank.
     *
     * @throws IllegalArgumentException if the format is not valid
     */
    public void setProperties(String properties) {
        StringTokenizer token = new StringTokenizer(properties, " ");
        if (token.countTokens() != 2) {
            throw new IllegalArgumentException(
                "The properties should have a user name and password and separated by a blank.");
        }

        ivUser = token.nextToken();
        ivPwd = token.nextToken();
    }
    /**
     * Checks two UserPasswordCredentialGenerator objects for equality.
     * <p>
     * Two UserPasswordCredentialGenerator objects are equal if and only if
     * their user names and passwords are equal.
     *
     * @param obj the object we are testing for equality with this object.
     *
     * @return <code>true</code> if both UserPasswordCredentialGenerator objects
     *         are equivalent.
     */
    public boolean equals(Object obj) {
        if (obj == this) {
            return true;
        }

        if (obj != null && obj instanceof UserPasswordCredentialGenerator) {
            UserPasswordCredentialGenerator other = (UserPasswordCredentialGenerator) obj;

            boolean bothUserNull = false;
            boolean bothPwdNull = false;

            if (ivUser == null) {
                if (other.ivUser == null) {
                    bothUserNull = true;
                } else {
                    return false;
                }
            }

            if (ivPwd == null) {
                if (other.ivPwd == null) {
                    bothPwdNull = true;
                } else {
                    return false;
                }
            }

            return (bothUserNull || ivUser.equals(other.ivUser)) && (bothPwdNull || ivPwd.equals(other.ivPwd));
        }

        return false;
    }

    /**
     * Returns the hashcode of the UserPasswordCredentialGenerator object.
     *
     * @return the hash code of this object
     */
    public int hashCode() {

        return ivUser.hashCode() + ivPwd.hashCode();
    }

}
```

UserPasswordCredential クラスには、2 つの属性、ユーザー名およびパスワードが含まれています。 UserPasswordCredentialGenerator は、UserPasswordCredential オブジェクトが含まれるファクトリーとしてサービス提供します。

WSTokenCredential および WSTokenCredentialGenerator

WebSphere eXtreme Scale クライアントおよびサーバーがすべて WebSphere Application Server にデプロイされている場合、クライアント・アプリケーションは、以下の条件が満たされている場合は、これら 2 つの組み込み実装を使用することができます。

1. WebSphere Application Server グローバル・セキュリティーがオンになっている。
2. すべての WebSphere eXtreme Scale クライアントおよびサーバーが WebSphere Application Server Java 仮想マシンで実行されている。
3. アプリケーション・サーバーが、同じセキュリティー・ドメインにある。
4. クライアントが WebSphere Application Server で既に認証されている。

この場合、クライアントはcom.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.WSTokenCredentialGenerator クラスを使用して、クレデンシャルを生成できます。サーバーでは、WSAuthenticator 実装・クラスを使用して、クレデンシャルを認証します。

このシナリオは、eXtreme Scale クライアントが既に認証済みであるという事実を利用します。サーバーがあるアプリケーション・サーバーが、クライアントを格納するアプリケーション・サーバーと同じセキュリティー・ドメインにあるため、クライアントから サーバーにセキュリティー・トークンを伝搬することができます。これにより、同じユーザー・レジストリーを再認証する必要がなくなります。

注: CredentialGenerator が常に同じクレデンシャルを生成するわけではありません。有効期限があるリフレッシュ可能なクレデンシャルの場合、CredentialGenerator は、認証が確実に成功するようにするため、最新の有効なクレデンシャルを生成できなければなりません。Credential オブジェクトとして Kerberos チケットを使用することが、1 つの例です。Kerberos チケットがリフレッシュされると、CredentialGenerator は、 CredentialGenerator.getCredential が呼び出されたときに、リフレッシュ後のチケットを取得しなければなりません。

Authenticator プラグイン

eXtreme Scale クライアントが CredentialGenerator オブジェクトを使用して Credential オブジェクトを取得すると、このクライアント Credential オブジェクトがクライアント要求とともに eXtreme Scale サーバーに送信されます。サーバーは、要求の処理前に Credential オブジェクトの認証を行います。 Credential オブジェクトが正常に認証されると、このクライアントを表す Subject オブジェクトが戻されます。

そうすると、この Subject オブジェクトはキャッシュされますが、存続時間がセッション・タイムアウト値に達すると有効期限が切れます。ログイン・セッション・タイムアウト値は、クラスター XML ファイル内にある loginSessionExpirationTime

プロパティーを使用して設定できます。例えば、
`loginSessionExpirationTime="300"` と設定すると、Subject オブジェクトの有効期限は 300 秒で切れます。

この Subject オブジェクトは、後で示すように、要求の認可に使用されます。
eXtreme Scale サーバーは、Authenticator プラグインを使用して、Credential オブジェクトの認証を行います。詳しくは、API 資料中のオーセンティケーターに関する情報を参照してください。

Authenticator プラグインは、eXtreme Scale ランタイムがクライアント・ユーザー・レジストリー (例えば、Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) サーバー) からの Credential オブジェクトを認証する所です。

WebSphere eXtreme Scale は即時に使用可能なユーザー・レジストリー構成を提供するわけではありません。ユーザー・レジストリーの構成と管理は、単純化と柔軟性のため、WebSphere eXtreme Scale の外部に残されています。このプラグインはユーザー・レジストリーへの接続と認証時に実装されます。例えば、Authenticator の実装では、クレデンシャルからユーザー ID とパスワードを抽出し、その情報を使用して LDAP サーバーに接続し、検証します。この認証の結果として、Subject オブジェクトが作成されます。この実装で、JAAS ログイン・モジュールを使用する可能性があります。認証の結果として、Subject オブジェクトが戻されます。

このメソッドでは、2 つの例外 InvalidCredentialException および
ExpiredCredentialException が作成されることに注意してください。
InvalidCredentialException 例外は、クレデンシャルが無効であることを示します。
ExpiredCredentialException 例外は、クレデンシャルの期限が切れていることを示します。認証メソッドの結果としてこの 2 つの例外のいずれかが発生した場合、例外はクライアントに送り返されます。ただし、クライアント・ランタイムによって、この 2 つの例外は別々に処理されます。

- エラーが InvalidCredentialException 例外である場合は、クライアント・ランタイムにこの例外が表示されます。ご使用のアプリケーションで例外を処理する必要があります。CredentialGenerator を修正するなどして、操作を再試行します。
- エラーが ExpiredCredentialException 例外であり、再試行数 0 以外の場合は、クライアント・ランタイムによって、CredentialGenerator.getCredential メソッドが再度呼び出され、新しい Credential オブジェクトがサーバーに送信されます。新しいクレデンシャル認証が成功すると、サーバーは要求を処理します。新しいクレデンシャル認証が失敗すると、クライアントに例外が送り返されます。認証の再試行回数が許可値に達しても、クライアントがまだ ExpiredCredentialException 例外を受け取る場合は、ExpiredCredentialException 例外となります。ご使用のアプリケーションでエラーを処理する必要があります。

Authenticator インターフェースは、柔軟性に優れています。Authenticator インターフェースは、独自の方法で実装することができます。例えば、2 種類のユーザー・レジストリーをサポートするように、このインターフェースを実装することもできます。

WebSphere eXtreme Scale には、サンプルのオーセンティケーター・プラグイン実装があります。WebSphere Application Server オーセンティケーター・プラグインの場合を除いて、他の実装はテスト目的のサンプルに過ぎません。

KeyStoreLoginAuthenticator

この例では、テストとサンプルを目的とする eXtreme Scale 組み込み実装である KeyStoreLoginAuthenticator を使用しています (鍵ストアは単純なユーザー・レジストリーであり、実動環境には使用しないようにしてください)。このクラスは、オーセンティケーターの実装方法の説明が目的で表示されていることに注意してください。

KeyStoreLoginAuthenticator.java

```
// This sample program is provided AS IS and may be used, executed, copied and modified
// without royalty payment by customer
// (a) for its own instruction and study,
// (b) in order to develop applications designed to run with an IBM WebSphere product,
// either for customer's own internal use or for redistribution by customer, as part of such an
// application, in customer's own products.
// Licensed Materials - Property of IBM
// 5724-J34 © COPYRIGHT International Business Machines Corp. 2007

package com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins;

import javax.security.auth.Subject;
import javax.security.auth.login.LoginContext;
import javax.security.auth.login.LoginException;

import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.Authenticator;
import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.Credential;
import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.ExpiredCredentialException;
import com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.InvalidCredentialException;
import com.ibm.ws.objectgrid.Constants;
import com.ibm.ws.objectgrid.ObjectGridManagerImpl;
import com.ibm.ws.objectgrid.security.auth.callback.UserPasswordCallbackHandlerImpl;

/**
 * This class is an implementation of the <code>Authenticator</code> interface
 * when a user name and password are used as a credential.
 * <p>
 * When user ID and password authentication is used, the credential passed to the
 * <code>authenticate(Credential)</code> method is a UserPasswordCredential object.
 * <p>
 * This implementation will use a <code>KeyStoreLoginModule</code> to authenticate
 * the user into the key store using the JAAS login module "KeyStoreLogin". The key
 * store can be configured as an option to the <code>KeyStoreLoginModule</code>
 * class. Please see the <code>KeyStoreLoginModule</code> class for more details
 * about how to set up the JAAS login configuration file.
 * <p>
 * This class is only for sample and quick testing purpose. Users should
 * write your own Authenticator implementation which can fit better into
 * the environment.
 *
 * @ibm-api
 * @since WAS XD 6.0.1
 *
 * @see Authenticator
 * @see KeyStoreLoginModule
 * @see UserPasswordCredential
 */
public class KeyStoreLoginAuthenticator implements Authenticator {

    /**
     * Creates a new KeyStoreLoginAuthenticator.
     */
    public KeyStoreLoginAuthenticator() {
        super();
    }

    /**
     * Authenticates a <code>UserPasswordCredential</code>.
     * <p>
     * Uses the user name and password from the specified UserPasswordCredential
     * to login to the KeyStoreLoginModule named "KeyStoreLogin".
     *
     * @throws InvalidCredentialException if credential isn't a
     *         UserPasswordCredential or some error occurs during processing
     *         of the supplied UserPasswordCredential
     *
     * @throws ExpiredCredentialException if credential is expired.  This exception
     *         is not used by this implementation
     *
     * @see Authenticator#authenticate(Credential)
     * @see KeyStoreLoginModule
     */
    public Subject authenticate(Credential credential) throws InvalidCredentialException,
   ExpiredCredentialException {

        if (credential == null) {
            throw new InvalidCredentialException("Supplied credential is null");
```

```
        }

        if (! (credential instanceof UserPasswordCredential) ) {
            throw new InvalidCredentialException("Supplied credential is not a UserPasswordCredential");
        }

        UserPasswordCredential cred = (UserPasswordCredential) credential;
        LoginContext lc = null;
        try {
            lc = new LoginContext("KeyStoreLogin",
                    new UserPasswordCallbackHandlerImpl(cred.getUserName(), cred.getPassword().toCharArray()));

            lc.login();

            Subject subject = lc.getSubject();

            return subject;
        }
        catch (LoginException le) {
            throw new InvalidCredentialException(le);
        }
        catch (IllegalArgumentException ile) {
            throw new InvalidCredentialException(ile);
        }
    }
}
```

KeyStoreLoginModule.java

```
// This sample program is provided AS IS and may be used, executed, copied and modified
// without royalty payment by customer
// (a) for its own instruction and study,
// (b) in order to develop applications designed to run with an IBM WebSphere product,
// either for customer's own internal use or for redistribution by customer, as part of such an
// application, in customer's own products.
// Licensed Materials - Property of IBM
// 5724-J34 © COPYRIGHT International Business Machines Corp. 2007
package com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins;

import java.io.File;
import java.io.FileInputStream;
import java.security.KeyStore;
import java.security.KeyStoreException;
import java.security.NoSuchAlgorithmException;
import java.security.PrivateKey;
import java.security.UnrecoverableKeyException;
import java.security.cert.Certificate;
import java.security.cert.CertificateException;
import java.security.cert.CertificateFactory;
import java.security.cert.X509Certificate;
import java.util.Arrays;
import java.util.HashSet;
import java.util.Map;
import java.util.Set;

import javax.security.auth.Subject;
import javax.security.auth.callback.Callback;
import javax.security.auth.callback.CallbackHandler;
import javax.security.auth.callback.NameCallback;
import javax.security.auth.callback.PasswordCallback;
import javax.security.auth.login.LoginException;
import javax.security.auth.spi.LoginModule;
import javax.security.auth.x500.X500Principal;
import javax.security.auth.x500.X500PrivateCredential;

import com.ibm.websphere.objectgrid.ObjectGridRuntimeException;
import com.ibm.ws.objectgrid.Constants;
import com.ibm.ws.objectgrid.ObjectGridManagerImpl;
import com.ibm.ws.objectgrid.util.ObjectGridUtil;

/**
 * A KeyStoreLoginModule is keystore authentication login module based on
 * JAAS authentication.
 * <p>
 * A login configuration should provide an option "<code>keyStoreFile</code>" to
 * indicate where the keystore file is located. If the <code>keyStoreFile</code>
 * value contains a system property in the form, <code>${system.property}</code>,
 * it will be expanded to the value of the system property.
 * <p>
 * If an option "<code>keyStoreFile</code>" is not provided, the default keystore
 * file name is <code>"${java.home}${/}.keystore"</code>.
 * <p>
 * Here is a Login module configuration example:
 * <pre><code>
 *    KeyStoreLogin {
 *        com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.KeystoreLoginModule required
 *            keyStoreFile="${user.dir}${/}security${/}.keystore";
 *    };
 * </code></pre>
 *
 * @ibm-api
 * @since WAS XD 6.0.1
```

```
 *
 * @see LoginModule
 */
public class KeyStoreLoginModule implements LoginModule {

    private static final String CLASS_NAME = KeyStoreLoginModule.class.getName();

    /**
     * Key store file property name
     */
    public static final String KEY_STORE_FILE_PROPERTY_NAME = "keyStoreFile";

    /**
     * Key store type. Only JKS is supported
     */
    public static final String KEYSTORE_TYPE = "JKS";

    /**
     * The default key store file name
     */
    public static final String DEFAULT_KEY_STORE_FILE = "${java.home}${/}.keystore";

    private CallbackHandler handler;

    private Subject subject;

    private boolean debug = false;

    private Set principals = new HashSet();

    private Set publicCreds = new HashSet();

    private Set privateCreds = new HashSet();

    protected KeyStore keyStore;

    /**
     * Creates a new KeyStoreLoginModule.
     */
    public KeyStoreLoginModule() {
    }

    /**
     * Initializes the login module.
     *
     * @see LoginModule#initialize(Subject, CallbackHandler, Map, Map)
     */
    public void initialize(Subject sub, CallbackHandler callbackHandler,
            Map mapSharedState, Map mapOptions) {

        // initialize any configured options
        debug = "true".equalsIgnoreCase((String) mapOptions.get("debug"));

        if (sub == null)
            throw new IllegalArgumentException("Subject is not specified");

        if (callbackHandler == null)
            throw new IllegalArgumentException(
            "CallbackHander is not specified");

        // Get the key store path
        String sKeyStorePath = (String) mapOptions
            .get(KEY_STORE_FILE_PROPERTY_NAME);

        // If there is no key store path, the default one is the .keystore
        // file in the java home directory
        if (sKeyStorePath == null) {
            sKeyStorePath = DEFAULT_KEY_STORE_FILE;
        }

        // Replace the system enviroment variable
        sKeyStorePath = ObjectGridUtil.replaceVar(sKeyStorePath);

        File fileKeyStore = new File(sKeyStorePath);

        try {
            KeyStore store = KeyStore.getInstance("JKS");
            store.load(new FileInputStream(fileKeyStore), null);

            // Save the key store
            keyStore = store;

            if (debug) {
                System.out.println("[KeyStoreLoginModule] initialize: Successfully loaded key store");
            }
        }
        catch (Exception e) {
            ObjectGridRuntimeException re = new ObjectGridRuntimeException(
                    "Failed to load keystore: " + fileKeyStore.getAbsolutePath());
            re.initCause(e);
            if (debug) {
```

```
            System.out.println("[KeyStoreLoginModule] initialize: Key store loading failed with exception "
                    + e.getMessage());
        }
    }

    this.subject = sub;
    this.handler = callbackHandler;
}

/**
 * Authenticates a user based on the keystore file.
 *
 * @see LoginModule#login()
 */
public boolean login() throws LoginException {

    if (debug) {
        System.out.println("[KeyStoreLoginModule] login: entry");
    }

    String name = null;
    char pwd[] = null;

    if (keyStore == null || subject == null || handler == null) {
        throw new LoginException("Module initialization failed");
    }

    NameCallback nameCallback = new NameCallback("Username:");
    PasswordCallback pwdCallback = new PasswordCallback("Password:", false);

    try {
        handler.handle(new Callback[] { nameCallback, pwdCallback });
    }
    catch (Exception e) {
        throw new LoginException("Callback failed: " + e);
    }

    name = nameCallback.getName();
    char[] tempPwd = pwdCallback.getPassword();

    if (tempPwd == null) {
        // treat a NULL password as an empty password
        tempPwd = new char[0];
    }
    pwd = new char[tempPwd.length];
    System.arraycopy(tempPwd, 0, pwd, 0, tempPwd.length);

    pwdCallback.clearPassword();

    if (debug) {
        System.out.println("[KeyStoreLoginModule] login: "
                + "user entered user name: " + name);
    }

    // Validate the user name and password
    try {
        validate(name, pwd);
    }
    catch (SecurityException se) {
        principals.clear();
        publicCreds.clear();
        privateCreds.clear();
        LoginException le = new LoginException(
        "Exception encountered during login");
        le.initCause(se);

        throw le;
    }

    if (debug) {
        System.out.println("[KeyStoreLoginModule] login: exit");
    }
    return true;
}

/**
 * Indicates the user is accepted.
 * <p>
 * This method is called only if the user is authenticated by all modules in
 * the login configuration file. The principal objects will be added to the
 * stored subject.
 *
 * @return false if for some reason the principals cannot be added; true
 *         otherwise
 *
 * @exception LoginException
 *                LoginException is thrown if the subject is readonly or if
 *                any unrecoverable exceptions is encountered.
 *
 * @see LoginModule#commit()
 */
```

```
public boolean commit() throws LoginException {
    if (debug) {
        System.out.println("[KeyStoreLoginModule] commit: entry");
    }

    if (principals.isEmpty()) {
        throw new IllegalStateException("Commit is called out of sequence");
    }

    if (subject.isReadOnly()) {
        throw new LoginException("Subject is Readonly");
    }

    subject.getPrincipals().addAll(principals);
    subject.getPublicCredentials().addAll(publicCreds);
    subject.getPrivateCredentials().addAll(privateCreds);

    principals.clear();
    publicCreds.clear();
    privateCreds.clear();

    if (debug) {
        System.out.println("[KeyStoreLoginModule] commit: exit");
    }
    return true;
}

/**
 * Indicates the user is not accepted
 *
 * @see LoginModule#abort()
 */
public boolean abort() throws LoginException {
    boolean b = logout();
    return b;
}

/**
 * Logs the user out. Clear all the maps.
 *
 * @see LoginModule#logout()
 */
public boolean logout() throws LoginException {


    // Clear the instance variables
    principals.clear();
    publicCreds.clear();
    privateCreds.clear();

    // clear maps in the subject
    if (!subject.isReadOnly()) {
        if (subject.getPrincipals() != null) {
            subject.getPrincipals().clear();
        }

        if (subject.getPublicCredentials() != null) {
            subject.getPublicCredentials().clear();
        }

        if (subject.getPrivateCredentials() != null) {
            subject.getPrivateCredentials().clear();
        }
    }
    return true;
}

/**
 * Validates the user name and password based on the keystore.
 *
 * @param userName user name
 * @param password password
 * @throws SecurityException if any exceptions encountered
 */
private void validate(String userName, char password[])
    throws SecurityException {

    PrivateKey privateKey = null;

    // Get the private key from the keystore
    try {
        privateKey = (PrivateKey) keyStore.getKey(userName, password);
    }
    catch (NoSuchAlgorithmException nsae) {
        SecurityException se = new SecurityException();
        se.initCause(nsae);
        throw se;
    }
    catch (KeyStoreException kse) {
        SecurityException se = new SecurityException();
        se.initCause(kse);
```

```
            throw se;
        }
        catch (UnrecoverableKeyException uke) {
            SecurityException se = new SecurityException();
            se.initCause(uke);
            throw se;
        }

        if (privateKey == null) {
            throw new SecurityException("Invalid name: " + userName);
        }

        // Check the certificats
        Certificate certs[] = null;
        try {
            certs = keyStore.getCertificateChain(userName);
        }
        catch (KeyStoreException kse) {
            SecurityException se = new SecurityException();
            se.initCause(kse);
            throw se;
        }

        if (debug) {
            System.out.println("  Print out the certificates:");
            for (int i = 0; i < certs.length; i++) {
                System.out.println("  certificate " + i);
                System.out.println("    " + certs[i]);
            }
        }

        if (certs != null && certs.length > 0) {

            // If the first certificate is an X509Certificate
            if (certs[0] instanceof X509Certificate) {
                try {
                    // Get the first certificate which represents the user
                    X509Certificate certX509 = (X509Certificate) certs[0];

                    // Create a principal
                    X500Principal principal = new X500Principal(certX509
                            .getIssuerDN()
                            .getName());
                    principals.add(principal);

                    if (debug) {
                        System.out.println("  Principal added: " + principal);
                    }
                    // Create the certification path object and add it to the
                    // public credential set
                    CertificateFactory factory = CertificateFactory
                        .getInstance("X.509");
                    java.security.cert.CertPath certPath = factory
                        .generateCertPath(Arrays.asList(certs));
                    publicCreds.add(certPath);

                    // Add the private credential to the private credential set
                    privateCreds.add(new X500PrivateCredential(certX509,
                            privateKey, userName));

                }
                catch (CertificateException ce) {
                    SecurityException se = new SecurityException();
                    se.initCause(ce);
                    throw se;
                }
            }
            else {
                // The first certificate is not an X509Certificate
                // We just add the certificate to the public credential set
                // and the private key to the private credential set.
                publicCreds.add(certs[0]);
                privateCreds.add(privateKey);
            }
        }
    }
}
```

LDAP オーセンティケーター・プラグインの使用

LDAP サーバーに対するユーザー名およびパスワード認証を処理するために、com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.LDAPAuthenticator のデフォルトの実装が用意されています。この実装では、LDAPLogin ログイン・モジュールを使

用して、ユーザーを Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) サーバーにログインさせます。以下のスニペットでは、認証メソッドの実装方法を説明しています。

```
/**
* @see com.ibm.ws.objectgrid.security.plugins.Authenticator#
* authenticate(LDAPLogin)
*/
public Subject authenticate(Credential credential) throws
InvalidCredentialException, ExpiredCredentialException {

    UserPasswordCredential cred = (UserPasswordCredential) credential;
    LoginContext lc = null;
    try {
        lc = new LoginContext("LDAPLogin",
            new UserPasswordCallbackHandlerImpl(cred.getUserName(),
            cred.getPassword().toCharArray()));

        lc.login();

        Subject subject = lc.getSubject();

        return subject;
    }
    catch (LoginException le) {
        throw new InvalidCredentialException(le);
    }
    catch (IllegalArgumentException ile) {
        throw new InvalidCredentialException(ile);
    }
}
```

また、この目的のため、eXtreme Scale には、ログイン・モジュール com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.LDAPLoginModule が同梱されています。JAAS ログイン構成ファイルに以下の 2 つのオプションを指定する必要があります。

- providerURL: LDAP サーバー・プロバイダー URL
- factoryClass: LDAP コンテキスト・ファクトリー実装クラス

LDAPLoginModule モジュールは、com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.LDAPAuthenticationHelper.authenticate メソッドを呼び出します。以下のコード・スニペットは、LDAPAuthenticationHelper の認証メソッドを実装する方法を示しています。

```
/**
* Authenticate the user to the LDAP directory.
* @param user the user ID, e.g., uid=xxxxxx,c=us,ou=bluepages,o=ibm.com
* @param pwd the password
*
* @throws NamingException
*/
public String[] authenticate(String user, String pwd)
throws NamingException {
    Hashtable env = new Hashtable();
    env.put(Context.INITIAL_CONTEXT_FACTORY, factoryClass);
    env.put(Context.PROVIDER_URL, providerURL);
    env.put(Context.SECURITY_PRINCIPAL, user);
    env.put(Context.SECURITY_CREDENTIALS, pwd);
    env.put(Context.SECURITY_AUTHENTICATION, "simple");

    InitialContext initialContext = new InitialContext(env);

    // Look up for the user
    DirContext dirCtx = (DirContext) initialContext.lookup(user);

    String uid = null;
    int iComma = user.indexOf(",");
    int iEqual = user.indexOf("=");
```

```
    if (iComma > 0 && iComma > 0) {
        uid = user.substring(iEqual + 1, iComma);
    }
    else {
        uid = user;
    }

    Attributes attributes = dirCtx.getAttributes("");

    // Check the UID
    String thisUID = (String) (attributes.get(UID).get());

    String thisDept = (String) (attributes.get(HR_DEPT).get());

    if (thisUID.equals(uid)) {
        return new String[] { thisUID, thisDept };
    }
    else {
        return null;
    }
}
```

認証が成功した場合、ID とパスワードは有効であるとみなされます。次に、ログイン・モジュールは、この認証メソッドから ID 情報および部門情報を取得します。ログイン・モジュールでは、2 つのプリンシパル SimpleUserPrincipal および SimpleDeptPrincipal が作成されます。認証済みサブジェクトを使用して、グループ許可 (ここでは、部門がグループです) および個々の許可を行うことができます。

以下に、LDAP サーバーへのログインに使用されるログイン・モジュールの構成例を示します。

```
LDAPLogin { com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.LDAPLoginModule required
    providerURL="ldap://directory.acme.com:389/"
    factoryClass="com.sun.jndi.ldap.LdapCtxFactory";
};
```

前の構成では、LDAP サーバーは `ldap://directory.acme.com:389/server` を指しています。この設定をご使用の LDAP サーバーに変更します。このログイン・モジュールでは、指定された ID およびパスワードを使用して、LDAP サーバーに接続します。この実装は、テスト目的のみです。

WebSphere Application Server オーセンティケーター・プラグインの使用

さらに、eXtreme Scale には、WebSphere Application Server セキュリティー・インフラストラクチャーを使用するための com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.WSTokenAuthenticator 組み込み実装も用意されています。この組み込み実装は、以下の条件が満たされている場合に使用できます。

1. WebSphere Application Server グローバル・セキュリティーがオンになっている。
2. すべての eXtreme Scale クライアントおよびサーバーが WebSphere Application Server JVM で起動している。
3. これらのアプリケーション・サーバーが、同じセキュリティー・ドメインにある。
4. eXtreme Scale クライアントが、WebSphere Application Server で認証済みである。

クライアントはcom.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.
WSTokenCredentialGenerator クラスを使用して、クレデンシャルを生成できます。サーバーでは、Authenticator 実装クラスを使用して、クレデンシャルを認証します。トークンが正常に認証されると、Subject オブジェクトが戻されます。

このシナリオの利点は、クライアントが既に認証済みであることです。サーバーがあるアプリケーション・サーバーが、クライアントを格納するアプリケーション・サーバーと同じセキュリティー・ドメインにあるため、クライアントから サーバーにセキュリティー・トークンを伝搬することができます。これにより、同じユーザー・レジストリーを再認証する必要がなくなります。

Tivoli Access Manager オーセンティケーター・プラグインの使用

Tivoli Access Manager は、セキュリティー・サーバーとして幅広く使用されています。Tivoli Access Manager が提供するログイン・モジュールを使用して、オーセンティケーターを実装することもできます。

Tivoli Access Manager でユーザーを認証するには、com.tivoli.mts.PDLoginModule ログイン・モジュールを適用します。このモジュールの場合、呼び出し側アプリケーションが以下の情報を提供する必要があります。

1. 短縮名または X.500 名 (DN) として指定されたプリンシパル名
2. パスワード

ログイン・モジュールはプリンシパルを認証し、Tivoli Access Manager クレデンシャルを返します。ログイン・モジュールは、呼び出し側アプリケーションによって以下の情報が提供されると想定しています。

1. javax.security.auth.callback.NameCallback オブジェクトを通してのユーザー名
2. javax.security.auth.callback.PasswordCallback オブジェクトを通してのパスワード

Tivoli Access Manager クレデンシャルが正常に取得されると、JAAS LoginModule によって Subject および PDPrincipal が作成されます。Tivoli Access Manager 認証用の組み込みは、PDLoginModule モジュールで使用されるだけなので、用意されていません。詳しくは、「IBM Tivoli Access Manager Authorization Java Classes デベロッパーズ・リファレンス」を参照してください。

WebSphere eXtreme Scale へのセキュアな接続

eXtreme Scale クライアントをサーバーにセキュアに接続するには、ObjectGridManager インターフェースで、ClientSecurityConfiguration オブジェクトを使用する connect メソッドを使用します。以下に簡単な例を示します。

```
public ClientClusterContext connect(String catalogServerAddresses,
   ClientSecurityConfiguration securityProps,
     URL overRideObjectGridXml) throws ConnectException;
```

このメソッドは、クライアント・セキュリティー構成を表すインターフェースである ClientSecurityConfiguration タイプのパラメーターを使用します。
com.ibm.websphere.objectgrid.security.config.ClientSecurityConfigurationFactory public API を使用して、このインターフェースのインスタンスをデフォルト値で作成するか、または WebSphere eXtreme Scale クライアント・プロパティー・ファイルを渡

してインスタンスを作成します。このファイルには、認証に関連した以下のプロパティーが含まれています。正符号 (+) でマークされた値はデフォルトです。

- securityEnabled (true, false+): このプロパティーは、セキュリティーが有効かどうかを示します。クライアントがサーバーに接続されている場合、クライアント・サイドとサーバー・サイドの securityEnabled 値は、両方とも true または false である必要があります。例えば、接続されるサーバーのセキュリティーが有効な場合、クライアントはこのプロパティーを true に設定してサーバーに接続する必要があります。
- authenticationRetryCount (an integer value, 0+): このプロパティーでは、クレデンシャルの期限が切れている場合のログインの再試行回数を決定します。値が 0 の場合、再試行は行われません。認証再試行は、クレデンシャルの期限が切れている場合にのみ適用されます。クレデンシャルが無効な場合、再試行は行われません。操作の再試行は、ご使用のアプリケーションで対応する必要があります。

com.ibm.websphere.objectgrid.security.config.ClientSecurityConfiguration オブジェクトを作成した後、以下のメソッドを使用して、クライアントに credentialGenerator オブジェクトを設定します。

```
/**
* Set the {@link CredentialGenerator} object for this client.
* @param generator the CredentialGenerator object associated with this client
*/
void setCredentialGenerator(CredentialGenerator generator);
```

以下のように、WebSphere eXtreme Scale クライアント・プロパティー・ファイルにも CredentialGenerator オブジェクトを設定できます。

- credentialGeneratorClass: CredentialGenerator オブジェクトのクラス実装名。デフォルトのコンストラクターを指定する必要があります。
- credentialGeneratorProps: CredentialGenerator クラスのプロパティー。この値がヌル以外の場合、このプロパティーは、setProperties(String) メソッドを使用して、構成済みの CredentialGenerator オブジェクトに設定されます。

以下に、ClientSecurityConfiguration のインスタンスを生成し、このインスタンスを使用してサーバーに接続する例を示します。

```
/**
* Get a secure ClientClusterContext
* @return a secure ClientClusterContext object
*/
protected ClientClusterContext connect() throws ConnectException {
ClientSecurityConfiguration csConfig = ClientSecurityConfigurationFactory
.getClientSecurityConfiguration("/properties/security.ogclient.props");

UserPasswordCredentialGenerator gen= new
UserPasswordCredentialGenerator("manager", "manager1");

csConfig.setCredentialGenerator(gen);

return objectGridManager.connect(csConfig, null);
}
```

接続が呼び出されると、WebSphere eXtreme Scale クライアントは、CredentialGenerator.getCredential メソッドを呼び出してクライアント・クレデンシャルを取得します。このクレデンシャルは、接続要求とともにサーバーに送信されて、認証されます。

セッションごとに異なる CredentialGenerator インスタンスの使用

WebSphere eXtreme Scale クライアントは 1 つのクライアント ID を表す場合もあれば、複数の ID を表す場合もあります。以下に、複数の ID を表す場合の例を示します。この例では、WebSphere eXtreme Scale クライアントは、Web サーバーで作成され、共用されます。この Web サーバーのすべてのサーブレットで、この 1 つの WebSphere eXtreme Scale クライアントが使用されます。各サーブレットが異なる Web クライアントを表すため、WebSphere eXtreme Scale サーバーへ要求を送信するときは、異なるクレデンシャルを使用します。

WebSphere eXtreme Scale は、セッション・レベルでのクレデンシャルの変更に対応しています。各セッションでは、個別の CredentialGenerator オブジェクトを使用できます。したがって、前のシナリオは、サーブレットで個別の CredentialGenerator オブジェクトを使用してセッションを取得することにより実装されます。以下の例は、ObjectGridManager インターフェースの ObjectGrid.getSession (CredentialGenerator) メソッドを示しています。

```
/**
     * Get a session using a <code>CredentialGenerator</code>.
     * <p>
     * This method can only be called by the ObjectGrid client in an ObjectGrid
     * client server environment. If ObjectGrid is used in a local model, that is,
     * within the same JVM with no client or server existing, <code>getSession(Subject)</code>
     * or the <code>SubjectSource</code> plugin should be used to secure the ObjectGrid.
     *
     * <p>If the <code>initialize()</code> method has not been invoked prior to
     * the first <code>getSession</code> invocation, an implicit initialization
     * will occur.  This ensures that all of the configuration is complete
     * before any runtime usage is required.</p>
     *
     * @param credGen A <code>CredentialGenerator</code> for generating a credential
     *                for the session returned.
     *
     * @return An instance of <code>Session</code>
     *
     * @throws ObjectGridException if an error occurs during processing
     * @throws TransactionCallbackException if the <code>TransactionCallback</code>
     *         throws an exception
     * @throws IllegalStateException if this method is called after the
     *         <code>destroy()</code> method is called.
     *
     * @see #destroy()
     * @see #initialize()
     * @see CredentialGenerator
     * @see Session
     * @since WAS XD 6.0.1
 */
Session getSession(CredentialGenerator credGen) throws
ObjectGridException, TransactionCallbackException;
```

以下に例を示します。

```
ObjectGridManager ogManager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();

CredentialGenerator credGenManager = new UserPasswordCredentialGenerator("manager", "xxxxxx");
CredentialGenerator credGenEmployee = new UserPasswordCredentialGenerator("employee", "xxxxxx");

ObjectGrid og = ogManager.getObjectGrid(ctx, "accounting");

// Get a session with CredentialGenerator;
Session session = og.getSession(credGenManager );

// Get the employee map
ObjectMap om = session.getMap("employee");

// start a transaction.
session.begin();

Object rec1 = map.get("xxxxxx");

session.commit();

// Get another session with a different CredentialGenerator;
session = og.getSession(credGenEmployee );

// Get the employee map
om = session.getMap("employee");
```

```
// start a transaction.
session.begin();

Object rec2 = map.get("xxxxx");

session.commit();
```

ObjectGird.getSession メソッドを使用して Session オブジェクトを取得する場合、このセッションでは、ClientConfigurationSecurity オブジェクトに設定されている CredentialGenerator オブジェクトを使用します。ObjectGrid.getSession (CredentialGenerator) メソッドは、ClientSecurityConfiguration オブジェクトに設定されている CredentialGenerator をオーバーライドします。

Session オブジェクトを再使用できる場合は、パフォーマンスが向上します。ただし、ObjectGrid.getSession(CredentialGenerator) メソッドの呼び出しにかかるコストは、さほど高くありません。主なオーバーヘッドは、増加したオブジェクト・ガーベッジ・コレクション時間となります。Session オブジェクトの完了後には、必ず参照を解放してください。一般的に、Session オブジェクトで ID を共用できる場合は、Session オブジェクトを再使用してください。そうでない場合は、ObjectGrid.getSession(CredentialGenerator) メソッドを使用してください。

クライアント許可プログラミング

WebSphere eXtreme Scale は、Java 認証・承認サービス (JAAS) 許可をすぐに使用できるようサポートし、ObjectGridAuthorization インターフェースを使用するカスタム許可もサポートします。

ObjectGridAuthorization プラグインは、Subject オブジェクトで表されるプリンシパルに対して ObjectGrid、ObjectMap、および JavaMap の各アクセスを独自の方法で許可する場合に使用します。このプラグインの通常の実装の目的は、Subject オブジェクトからプリンシパルを取得し、このプリンシパルに指定の許可が付与されているかどうかを確認することです。

checkPermission(Subject, Permission) メソッドに渡される許可は、以下の許可のいずれかです。

- MapPermission
- ObjectGridPermission
- ServerMapPermission
- AgentPermission

詳しくは、ObjectGridAuthorization API 資料を参照してください。

MapPermission

com.ibm.websphere.objectgrid.security.MapPermission パブリック・クラスは ObjectGrid リソース、特に ObjectMap または JavaMap インターフェースのメソッドへの許可を表します。 WebSphere eXtreme Scale は、ObjectMap および JavaMap のメソッドにアクセスするための以下の許可ストリングを定義します。

- **read**: マップからデータを読み取る許可。整数定数は `MapPermission.READ` として定義されます。

- **write**: マップのデータを更新する許可。整数定数は `MapPermission.WRITE` として定義されます。
- **insert**: マップにデータを挿入する許可。整数定数は `MapPermission.INSERT` として定義されます。
- **remove**: マップからデータを読み取る許可。整数定数は `MapPermission.REMOVE` として定義されます。
- **invalidate**: マップのデータを無効にする許可。整数定数は `MapPermission.INVALIDATE` として定義されます。
- **all**: 上記すべての許可(read、write、insert、remote、invalidate)。整数定数は `MapPermission.ALL` として定義されます。

詳しくは、MapPermission API 資料を参照してください。

([ObjectGrid_name].[ObjectMap_name]) というフォーマットの完全修飾 ObjectGrid マップ名、および許可ストリングまたは整数値を渡すことによって、MapPermission オブジェクトを構成できます。許可ストリングは、上記の許可ストリングで構成されるコンマ区切りストリングにしたり (read, insert など)、または all にしたりできます。許可整数値は、上記のすべての許可整数定数いずれにも、または MapPermission.READ|MapPermission.WRITE など、いくつかの整数許可定数の数値にすることができます。

ObjectMap または JavaMap メソッドが呼び出されると、許可が実行されます。eXtreme Scale ランタイムが、さまざまなメソッドの異なる許可を確認します。必要な許可がクライアントに与えられていない場合は、AccessControlException が発生します。

表 13. メソッドと必要な MapPermission のリスト

許可	ObjectMap/JavaMap
read	boolean containsKey(Object)
	boolean equals(Object)
	Object get(Object)
	Object get(Object, Serializable)
	List getAll(List)
	List getAll(List keyList, Serializable)
	List getAllForUpdate(List)
	List getAllForUpdate(List, Serializable)
	Object getForUpdate(Object)
	Object getForUpdate(Object, Serializable)
	public Object getNextKey(long)
write	Object put(Object key, Object value)
	void put(Object, Object, Serializable)
	void putAll(Map)
	void putAll(Map, Serializable)
	void update(Object, Object)
	void update(Object, Object, Serializable)

表 13. メソッドと必要な MapPermission のリスト (続き)

許可	ObjectMap/JavaMap
insert	public void insert (Object, Object)
	void insert(Object, Object, Serializable)
remove	Object remove (Object)
	void removeAll(Collection)
	void clear()
invalidate	public void invalidate (Object, boolean)
	void invalidateAll(Collection, boolean)
	void invalidateUsingKeyword(Serializable)
	int setTimeToLive(int)

許可の基になるのは、使用するメソッドのみであり、メソッドが実際に行う機能ではありません。例えば、put メソッドでは、レコードの有無に基づいて、レコードを挿入または更新できます。ただし、挿入と更新の事例の区別はされません。

ある種類の操作を組み合わせて、別の種類の操作を実現することもできます。例えば、更新は、除去と挿入によって達成することができます。許可ポリシーを設計する場合は、これらの組み合わせを考慮に入れてください。

ObjectGridPermission

com.ibm.websphere.objectgrid.security.ObjectGridPermission は、ObjectGrid への許可を表します。

- Query: オブジェクト照会またはエンティティー照会を作成する許可。整数定数は ObjectGridPermission.QUERY として定義されます。
- Dynamic map: マップ・テンプレートに基づいて動的マップを作成する許可。整数定数は ObjectGridPermission.DYNAMIC_MAP として定義されます。

詳しくは、ObjectGridPermission API 資料を参照してください。

以下の表は、メソッドと必要な ObjectGridPermission のリストです。

表 14. メソッドと必要な ObjectGridPermission のリスト

許可アクション	メソッド
query	com.ibm.websphere.objectgrid.Session.createObjectQuery(String)
query	com.ibm.websphere.objectgrid.em.EntityManager.createQuery(String)
dynamicmap	com.ibm.websphere.objectgrid.Session.getMap(String)

ServerMapPermission

ServerMapPermission は、サーバーでホストされる ObjectMap への許可を表します。許可の名前は ObjectGrid マップ名のフルネームです。以下の 2 つのアクションを備えています。

- replicate: ニア・キャッシュにサーバー・マップを複製するための許可
- dynamicIndex: クライアントがサーバーの動的索引を作成または削除するための許可

詳しくは、ServerMapPermission API 資料を参照してください。以下の表に、さまざまな ServerMapPermission を必要とするメソッドを示します。

表 15. サーバーでホストされる ObjectMap への許可

許可アクション	メソッド
replicate	com.ibm.websphere.objectgrid.ClientReplicableMap.enableClientReplication(Mode, int[], ReplicationMapListener)
dynamicIndex	com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap.createDynamicIndex(String, boolean, String, DynamicIndexCallback)
dynamicIndex	com.ibm.websphere.objectgrid.BackingMap.removeDynamicIndex(String)

AgentPermission

AgentPermission は、datagrid エージェントに対する許可を表します。許可の名前は、ObjectGrid マップのフルネームで、アクションの名前は、エージェント実装クラス名またはパッケージ名をコンマで区切ったストリングです。

詳しくは、AgentPermission API 資料を参照してください。

クラス com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.AgentManager の以下のメソッドには、AgentPermission が必要です。

```
com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.AgentManager#callMapAgent(MapGridAgent, Collection)
com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.AgentManager#callMapAgent(MapGridAgent)
com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.AgentManager#callReduceAgent(ReduceGridAgent, Collection)
com.ibm.websphere.objectgrid.datagrid.AgentManager#callReduceAgent(ReduceGridAgent, Collection)
```

許可メカニズム

WebSphere eXtreme Scale は、2 種類の許可メカニズム、Java 認証・承認サービス (JAAS) 許可とカスタム許可をサポートしています。これらのメカニズムは、すべての許可に適用されます。JAAS 許可は、ユーザー中心のアクセス制御により Java セキュリティー・ポリシーを拡張します。許可の付与は、実行されているコードだけではなく、コードの実行者に基づいて行うこともできます。JAAS 許可は、SDK バージョン 1.4 以降に付属しています。

さらに、WebSphere eXtreme Scale では、以下のプラグインによってカスタム許可もサポートしています。

- ObjectGridAuthorization: すべての成果物へのアクセスの許可方法をカスタマイズします。

JAAS 許可を使用したくない場合は、独自の許可メカニズムを実装できます。カスタム許可メカニズムでは、ポリシー・データベース、ポリシー・サーバー、または Tivoli Access Manager を使用して、許可を管理できます。

許可メカニズムを構成するには、以下の 2 とおりの方法があります。

- XML 構成

  ObjectGrid XML ファイルを使用して ObjectGrid を定義し、許可メカニズムを AUTHORIZATION_MECHANISM_JAAS または AUTHORIZATION_MECHANISM_CUSTOM のいずれかに設定します。以下は、エンタープライズ・アプリケーション ObjectGridSample で使用している secure-objectgrid-definition.xml ファイルです。

```
<objectGrids>
 <objectGrid name="secureClusterObjectGrid" securityEnabled="true"
  authorizationMechanism="AUTHORIZATION_MECHANISM_JAAS">
  <bean id="TransactionCallback"
classname="com.ibm.websphere.samples.objectgrid.HeapTransactionCallback" />
...
</objectGrids>
```

- プログラマチック構成

  メソッド ObjectGrid.setAuthorizationMechanism(int) を使用して ObjectGrid を作成する場合、以下のメソッドを呼び出して許可メカニズムを設定できます。このメソッドの呼び出しは、直接 ObjectGrid インスタンスを生成する場合のローカル WebSphere eXtreme Scale プログラミング・モデルにのみ適用されます。

```
/**
 * Set the authorization Mechanism. The default is
 * com.ibm.websphere.objectgrid.security.SecurityConstants.
 * AUTHORIZATION_MECHANISM_JAAS.
 * @param authMechanism the map authorization mechanism
*/
void setAuthorizationMechanism(int authMechanism);
```

JAAS 許可

javax.security.auth.Subject オブジェクトは、認証済みユーザーを表します。 Subject は、プリンシパルのセットから構成され、各プリンシパルはそのユーザーの ID を表します。例えば、Subject には、名前のプリンシパル (Joe Smith など) とグループのプリンシパル (manager など) を持たせることができます。

JAAS 許可ポリシーを使用すると、許可を特定のプリンシパルに付与することができます。WebSphere eXtreme Scale は、Subject と現行のアクセス制御コンテキストを関連付けます。 ObjectMap または JavaMap メソッドに対する各呼び出しごとに、Java ランタイムによって自動的に、ポリシーが特定のプリンシパルのみに必要な許可を付与しているかどうかが判断されます。付与している場合、アクセス制御コンテキストに関連付けられた Subject に、指定されたプリンシパルが含まれているときにのみ操作が許可されます。

ポリシー・ファイルのポリシー構文について理解している必要があります。JAAS 許可について詳しくは、「JAAS Reference Guide」を参照してください。

WebSphere eXtreme Scale には、ObjectMap および JavaMap メソッドの呼び出しに対する JAAS 許可の検査に使用される特別なコードベースがあります。この特別なコードベースは、`http://www.ibm.com/com/ibm/ws/objectgrid/security/PrivilegedAction` です。プリンシパルに ObjectMap または JavaMap 許可を与える場合は、このコード・ベースを使用します。この特別なコードは、eXtreme Scale の Java アーカイブ (JAR) ファイルにすべての許可が与えられるため、作成されました。

MapPermission 許可を付与するためのポリシーのテンプレートは、以下のとおりです。

```
grant codeBase "http://www.ibm.com/com/ibm/ws/objectgrid/security/PrivilegedAction"
   <Principal field(s)>{
    permission com.ibm.websphere.objectgrid.security.MapPermission
               "[ObjectGrid_name].[ObjectMap_name]", "action";
```

```
    ....
    permission com.ibm.websphere.objectgrid.security.MapPermission
               "[ObjectGrid_name].[ObjectMap_name]", "action";
  };
```

Principal フィールドの例は、以下のとおりです。

```
principal Principal_class "principal_name"
```

このポリシーでは、insert および read 許可のみが特定のプリンシパルに対する 4 つのマップに与えられます。他のポリシー・ファイル fullAccessAuth.policy では、プリンシパルに対するこれらのマップに all 許可が与えられます。アプリケーションを実行する前に、principal_name とプリンシパル・クラスを適切な値に変更してください。 principal_name の値は、ユーザー・レジストリーに応じて異なります。例えば、ローカル OS をユーザー・レジストリーとして使用する場合は、マシン名は MACH1、ユーザー ID は user1、principal_name は MACH1/user1 になります。

JAAS 許可ポリシーは、Java ポリシー・ファイルに直接入れることができます。または、別の JAAS 許可ファイルに入れてから、以下の 2 つのうちいずれかの方法で設定することができます。

- 次の JVM 引数を使用する。

  ```
  -Djava.security.auth.policy=file:[JAAS_AUTH_POLICY_FILE]
  ```

- java.security ファイル内の以下のプロパティーを使用する。

  ```
  -Dauth.policy.url.x=file:[JAAS_AUTH_POLICY_FILE]
  ```

カスタム ObjectGrid 許可

ObjectGridAuthorization プラグインは、Subject オブジェクトで表されるプリンシパルに対して ObjectGrid、ObjectMap、および JavaMap の各アクセスを独自の方法で許可する場合に使用します。このプラグインの通常の実装の目的は、Subject オブジェクトからプリンシパルを取得し、このプリンシパルに指定の許可が付与されているかどうかを確認することです。

checkPermission(Subject, Permission) メソッドに渡される許可は、以下のいずれかです。

- MapPermission
- ObjectGridPermission
- AgentPermission
- ServerMapPermission

詳しくは、ObjectGridAuthorization API 資料を参照してください。

ObjectGridAuthorization プラグインは、以下の方法で構成することができます。

- XML 構成

  ObjectGrid XML ファイルを使用して、ObjectAuthorization プラグインを定義できます。以下に例を示します。

  ```
  <objectGrids>
   <objectGrid name="secureClusterObjectGrid" securityEnabled="true"
    authorizationMechanism="AUTHORIZATION_MECHANISM_CUSTOM">
  ```

```
...
  <bean id="ObjectGridAuthorization"
className="com.acme.ObjectGridAuthorizationImpl" />
</objectGrids>
```

- プログラマチック構成

  API メソッド ObjectGrid.setObjectGridAuthorization(ObjectGridAuthorization) を使用して ObjectGrid を作成する場合、以下のメソッドを呼び出して許可プラグインを設定できます。このメソッドは、直接 ObjectGrid インスタンスを生成するときに、ローカル eXtreme Scale プログラミング・モデルにのみ適用されます。

```
/**
     * Sets the <code>ObjectGridAuthorization</code> for this ObjectGrid instance.
     * <p>
     * Passing <code>null</code> to this method removes a previously set
     * <code>ObjectGridAuthorization</code> object from an earlier invocation of this method
     * and indicates that this <code>ObjectGrid</code> is not associated with a
     * <code>ObjectGridAuthorization</code> object.
     * <p>
     * This method should only be used when ObjectGrid security is enabled. If
     * the ObjectGrid security is disabled, the provided <code>ObjectGridAuthorization</code> object
     * will not be used.
     * <p>
     * A <code>ObjectGridAuthorization</code> plugin can be used to authorize
     * access to the ObjectGrid and maps. Please refer to <code>ObjectGridAuthorization</code> for more details.
     *
     * <p>
     * As of XD 6.1, the <code>setMapAuthorization</code> is deprecated and
     * <code>setObjectGridAuthorization</code> is recommended for use. However,
     * if both <code>MapAuthorization</code> plugin and <code>ObjectGridAuthorization</code> plugin
     * are used, ObjectGrid will use the provided <code>MapAuthorization</code> to authorize map accesses,
     * even though it is deprecated.
     * <p>
     * Note, to avoid an <code>IllegalStateException</code>, this method must be
     * called prior to the <code>initialize()</code> method.  Also, keep in mind
     * that the <code>getSession</code> methods implicitly call the
     * <code>initialize()</code> method if it has yet to be called by the
     * application.
     *
     * @param ogAuthorization the <code>ObjectGridAuthorization</code> plugin
     *
     * @throws IllegalStateException if this method is called after the
     *         <code>initialize()</code> method is called.
     *
     * @see #initialize()
     * @see ObjectGridAuthorization
     * @since WAS XD 6.1
     */
    void setObjectGridAuthorization(ObjectGridAuthorization ogAuthorization);
```

ObjectGridAuthorization の実装

ObjectGridAuthorization インターフェースの boolean checkPermission(Subject subject, Permission permission) メソッドが WebSphere eXtreme Scale ランタイムによって呼び出されて、渡された Subject オブジェクトに、渡された許可があるかどうかが検査されます。オブジェクトに許可がある場合は、ObjectGridAuthorization インターフェースの実装によって true が返され、許可がない場合は false が返されます。

このプラグインの通常の実装は、Subject オブジェクトからプリンシパルを検索し、指定された許可が特定のポリシーを参照してプリンシパルに与えられているかどうかを確認することです。これらのポリシーは、ユーザーが定義します。例えば、ポリシーはデータベース、プレーン・ファイル、または Tivoli Access Manager で定義できます。

例えば、Tivoli Access Manager ポリシー・サーバーを使用して許可ポリシーを管理し、その API を使用してアクセスを許可できます。 Tivoli Access Manager Authorization API の使用方法について詳しくは、「IBM Tivoli Access Manager Authorization Java Classes デベロッパーズ・リファレンス」を参照してください。

このサンプル実装では、以下を想定します。

- MapPermission の許可だけをチェックします。他の許可については常に true を戻します。
- Subject オブジェクトには、com.tivoli.mts.PDPrincipal プリンシパルが含まれます。
- Tivoli Access Manager ポリシー・サーバーには、ObjectMap または JavaMap 名オブジェクトの以下の許可を定義しました。このポリシー・サーバーに定義されるオブジェクトの名前は、[ObjectGrid_name].[ObjectMap_name] 形式で、ObjectMap または JavaMap 名と同じにする必要があります。許可は、MapPermission 許可で定義される許可ストリングの先頭文字です。例えば、ポリシー・サーバーで定義される許可「r」は、ObjectMap マップに対する read 許可を表します。

以下は、checkPermission メソッドを実装する方法を示したコード断片です。

```
/**
* @see com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.
*   MapAuthorization#checkPermission
* (javax.security.auth.Subject, com.ibm.websphere.objectgrid.security.
*   MapPermission)
*/
public boolean checkPermission(final Subject subject,
 Permission p) {

  // For non-MapPermission, we always authorize.
  if (!(p instanceof MapPermission)){
    return true;
  }

  MapPermission permission = (MapPermission) p;

  String[] str = permission.getParsedNames();

  StringBuffer pdPermissionStr = new StringBuffer(5);
  for (int i=0; i<str.length; i++) {
    pdPermissionStr.append(str[i].substring(0,1));
  }

  PDPermission pdPerm = new PDPermission(permission.getName(),
  pdPermissionStr.toString());

  Set principals = subject.getPrincipals();

  Iterator iter= principals.iterator();
  while(iter.hasNext()) {
    try {
      PDPrincipal principal = (PDPrincipal) iter.next();
      if (principal.implies(pdPerm)) {
        return true;
      }
    }
    catch (ClassCastException cce) {
      // Handle exception
    }
  }
  return false;
}
```

グリッド認証

セキュア・トークン・マネージャー・プラグインを使用すると、サーバー間の認証が可能になります。そのためには、SecureTokenManager インターフェースを実装する必要があります。

generateToken(Object) メソッドは保護されるオブジェクトを取得し、外部に識別されないトークンを生成します。verifyTokens(byte[]) メソッドは逆に、トークンを元のオブジェクトに変換して戻します。

単純な SecureTokenManager 実装は XOR アルゴリズムなど単純なエンコード・アルゴリズムを使用して、オブジェクトをシリアライズ済みフォームでエンコードし、対応するデコード・アルゴリズムを使用してトークンをデコードします。この実装は保護されていないため、簡単に中断されます。

WebSphere eXtreme Scale デフォルト実装

WebSphere eXtreme Scale には、このインターフェース用のすぐに使用可能な実装が用意されています。このデフォルト実装は、鍵ペアを使用して署名し、署名を検査します。また、秘密鍵を使用してコンテンツを暗号化します。すべてのサーバーには JCKES タイプの鍵ストアが備えられており、鍵ペア、秘密鍵と公開鍵、および秘密鍵が保管されています。鍵ストアは、秘密鍵を保管する JCKES タイプである必要があります。これらの鍵は、送信側で秘密ストリングを暗号化し、署名または検証する場合に使用されます。また、トークンは有効期限の時間に関連付けられています。受信側で、データの検証、暗号化解除、および受信側の秘密ストリングとの比較が行われます。サーバーのペアの間での認証には、Secure Sockets Layer (SSL) 通信プロトコルは必要ありません。これは、秘密鍵と公開鍵の目的が同じであるためです。ただし、サーバー通信が暗号化されていない場合は、通信時に侵入者にデータを盗まれる可能性があります。トークンの有効期限が近いため、リプレイ・アタックの危険性は少なくなっています。この可能性は、すべてのサーバーをファイアウォールの後ろにデプロイすると、非常に小さくなります。

この方法の欠点は、WebSphere eXtreme Scale 管理者が鍵を生成し、生成した鍵をすべてのサーバーにトランスポートする必要があるため、トランスポート中にセキュリティー・ブリーチ (抜け穴) が発生する可能性があることです。

ローカル・セキュリティー

WebSphere eXtreme Scale によりいくつかのセキュリティー・エンドポイントが提供され、カスタム・メカニズムを統合できるようになります。 ローカル・プログラミング・モデルにおける主なセキュリティー機能は許可で、認証サポートはありません。WebSphere Application Server の外側で認証を行う必要があります。ただし、Subject オブジェクトを取得および検証するプラグインは備えられています。

セキュリティーの使用可能化

以下に示すのは、ローカル・セキュリティーを使用可能にする 2 つの方法です。

- **XML 構成** ObjectGrid XML ファイルを使用して ObjectGrid を定義し、その ObjectGrid に対するセキュリティーを使用可能にできます。以下のファイルは secure-objectgrid-definition.xml ファイルで、ObjectGridSample エンタープライズ・

アプリケーション・サンプルで使用されます。この XML ファイルでは、セキュリティーは securityEnabled 属性を true に設定することによって使用可能になります。

```
<objectGrids>
    <objectGrid name="secureClusterObjectGrid" securityEnabled="true"
        authorizationMechanism="AUTHORIZATION_MECHANISM_JASS">
    ...
</objectGrids>
```

- **プログラミング** API メソッド ObjectGrid.setSecurityEnabled() を使用して ObjectGrid を作成する場合は、ObjectGrid インターフェース上で以下のメソッドを呼び出して、セキュリティーを使用可能にします。

```
/**
 * Enable the ObjectGrid security
 */
void setSecurityEnabled();
```

認証

ローカル・プログラミング・モデルでは、eXtreme Scale は認証メカニズムを提供しておらず、認証に関して、アプリケーション・サーバーまたはアプリケーションのいずれかの環境に依存しています。 eXtreme Scale が WebSphere Application Server または WebSphere Extended Deployment で使用される場合、アプリケーションは WebSphere Application Server セキュリティー認証メカニズムを使用できます。eXtreme Scale が Java 2 Platform, Standard Edition (J2SE) 環境で稼働している場合、アプリケーションが Java 認証および承認サービス (JAAS) 認証またはその他の認証メカニズムを使用して認証を管理する必要があります。 JAAS 認証の使用方法については、「JAAS リファレンス・ガイド」を参照してください。アプリケーションと ObjectGrid インスタンスの契約には、javax.security.auth.Subject オブジェクトを使用します。クライアントがアプリケーション・サーバーまたはアプリケーションによって認証されると、アプリケーションは認証された javax.security.auth.Subject オブジェクトを検索し、この Subject オブジェクトを使用して ObjectGrid.getSession(Subject) メソッドを呼び出すことによって、ObjectGrid インスタンスからセッションを取得できます。この Subject オブジェクトを使用して、マップ・データへのアクセスを許可します。この契約は、サブジェクト引き渡し機構と呼ばれます。以下の例に、ObjectGrid.getSession(Subject) API を示します。

```
/**
 * This API allows the cache to use a specific subject rather than the one
 * configured on the ObjectGrid to get a session.
 * @param subject
 * @return An instance of Session
 * @throws ObjectGridException
 * @throws TransactionCallbackException
 * @throws InvalidSubjectException the subject passed in is not valid based
 * on the SubjectValidation mechanism.
 */
public Session getSession(Subject subject)
throws ObjectGridException, TransactionCallbackException, InvalidSubjectException;
```

ObjectGrid インターフェースの ObjectGrid.getSession() メソッドは、Session オブジェクトを取得するのに使用することもできます。

```
/**
 * This method returns a Session object that can be used by a single thread at a time.
 * You cannot share this Session object between threads without placing a
 * critical section around it. While the core framework allows the object to move
 * between threads, the TransactionCallback and Loader might prevent this usage,
```

```
 * especially in J2EE environments. When security is enabled, this method uses the
 * SubjectSource to get a Subject object.
 *
 * If the initialize method has not been invoked prior to the first
 * getSession invocation, then an implicit initialization occurs.  This
 * initialization ensures that all of the configuration is complete before
 * any runtime usage is required.
 *
 * @see #initialize()
 * @return An instance of Session
 * @throws ObjectGridException
 * @throws TransactionCallbackException
 * @throws IllegalStateException if this method is called after the
 *         destroy() method is called.
 */
public Session getSession()
throws ObjectGridException, TransactionCallbackException;
```

API 資料で指定されているように、セキュリティーが有効になると、このメソッドは SubjectSource プラグインを使用して Subject オブジェクトを取得します。SubjectSource プラグインは、Subject オブジェクトの伝搬をサポートするために eXtreme Scale で定義されるセキュリティー・プラグインの 1 つです。詳細情報については、『セキュリティー関連プラグイン』を参照してください。getSession(Subject) メソッドは、ローカル ObjectGrid インスタンスでのみ呼び出すことができます。分散 eXtreme Scale 構成のクライアント・サイドで getSession(Subject) メソッドを呼び出すと、IllegalStateException が発生します。

セキュリティー・プラグイン

WebSphere eXtreme Scale は、サブジェクト引き渡し機構に関連する 2 つのセキュリティー・プラグイン、SubjectSource プラグインと SubjectValidation プラグインを提供します。

SubjectSource プラグイン

SubjectSource プラグインは、com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.SubjectSource インターフェースによって表され、 eXtreme Scale を実行している環境から Subject オブジェクトを取得するために使用されます。この環境は、ObjectGrid を使用するアプリケーションや、アプリケーションをホストするアプリケーション・サーバーなどです。サブジェクト引き渡し機構の代わりとなる SubjectSource プラグインについて考えます。サブジェクト引き渡し機構を使用すると、アプリケーションは Subject オブジェクトを検索し、それを使用して ObjectGrid セッション・オブジェクトを取得します。SubjectSource プラグインを使用すると、eXtreme Scale ランタイムは Subject オブジェクトを検索し、それを使用してセッション・オブジェクトを取得します。サブジェクト引き渡し機構は、アプリケーションに Subject オブジェクトの制御を与え、 SubjectSource プラグイン機構は Subject オブジェクトの検索からアプリケーションを解放します。 SubjectSource プラグインを使用すると、許可に使用できる eXtreme Scale クライアントを表す Subject オブジェクトを取得できます。ObjectGrid.getSession メソッドが呼び出されると、Subject getSubject は、セキュリティーが有効な場合に、ObjectGridSecurityException をスローします。 WebSphere eXtreme Scale により、このプラグインのデフォルトの実装である com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.WSSubjectSourceImpl が提供されます。 この実装を使用すると、アプリケーションが WebSphere Application Server で稼働している場合に、スレッドから呼び出し元サブジェクトまたは RunAs サブジェクトを検索することができます。 WebSphere Application Server で eXtreme Scale

を使用している場合は、このクラスを ObjectGrid 記述子 XML ファイル内で SubjectSource 実装クラスとして構成することができます。以下に、WSSubjectSourceImpl.getSubject メソッドの主なフローを示すコード・スニペットを示します。

```
Subject s = null;
try {
  if (finalType == RUN_AS_SUBJECT) {
    // get the RunAs subject
    s = com.ibm.websphere.security.auth.WSSubject.getRunAsSubject();
  }
  else if (finalType == CALLER_SUBJECT) {
    // get the callersubject
    s = com.ibm.websphere.security.auth.WSSubject.getCallerSubject();
  }
}
catch (WSSecurityException wse) {
  throw new ObjectGridSecurityException(wse);
}

return s;
```

その他の詳細については、SubjectSource プラグインおよび WSSubjectSourceImpl 実装に関する API 資料を参照してください。

SubjectValidation プラグイン

com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.SubjectValidation インターフェースで表される SubjectValidation プラグインは、別のセキュリティー・プラグインです。SubjectValidation プラグインを使用すると、ObjectGrid に渡されるか、または SubjectSource プラグインによって検索される javax.security.auth.Subject が、改ざんされていない有効な Subject であることを検証できます。

SubjectValidation インターフェースの SubjectValidation.validateSubject(Subject) メソッドにより、Subject オブジェクトが取得されて返されます。Subject オブジェクトが有効とみなされるかどうか、および戻される Subject オブジェクトは、すべて実装によって決定されます。 Subject オブジェクトが無効の場合は、InvalidSubjectException になります。

このプラグインは、このメソッドに渡される Subject オブジェクトを信頼できない場合に使用できます。 Subject オブジェクトを検索するコードを作成するアプリケーション開発者は信頼できると考えられるためこれは稀なケースです。

Subject オブジェクトが改ざんされたかどうかは作成者のみが知っているため、このプラグインの実装は、Subject オブジェクト作成者からのサポートが必要です。ただし、サブジェクトの作成者が、Subject が改ざんされたかどうかを関知していない場合もあります。その場合、このプラグインの使用はお勧めできません。

WebSphere eXtreme Scale は、SubjectValidation のデフォルトの実装、com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.WSSubjectValidationImpl を提供します。この実装を使用して、WebSphere Application Server で認証済みのサブジェクトの妥当性検査を行うことができます。WebSphere Application Server で eXtreme Scale を使用している場合は、このクラスを SubjectValidation 実装クラスとして構成することができます。 WSSubjectValidationImpl 実装は、この Subject オブジェクトに関連付けられているクレデンシャル・トークンが改ざんされていない場合にの

み、この Subject オブジェクトを有効であるとみなします。 Subject オブジェクトの他のパーツを変更できます。 WSSubjectValidationImpl 実装は、WebSphere Application Server にクレデンシャル・トークンに一致するオリジナルの Subject を依頼し、そのオリジナルの Subject オブジェクトを検証済みの Subject オブジェクトとして戻します。このため、クレデンシャル・トークン以外の Subject コンテンツに加えられた変更は、無効になります。以下のコード・スニペットは、WSSubjectValidationImpl.validateSubject(Subject) の基本フローを示します。

```
// Create a LoginContext with scheme WSLogin and
// pass a Callback handler.
LoginContext lc = new LoginContext("WSLogin",
new WSCredTokenCallbackHandlerImpl(subject));

// When this method is called, the callback handler methods
// will be called to log the user in.
lc.login();

// Get the subject from the LoginContext
return lc.getSubject();
```

このコード・スニペットでは、クレデンシャル・トークンのコールバック・ハンドラー・オブジェクトである WSCredTokenCallbackHandlerImpl は、検証対象である Subject オブジェクトとともに作成されます。次に、LoginContext オブジェクトがログイン・スキーム WSLogin とともに作成されます。 lc.login メソッドが呼び出されると、WebSphere Application Server セキュリティーは Subject オブジェクトからクレデンシャル・トークンを検索し、その後、検証済みの Subject オブジェクトとして対応する Subject を戻します。

その他の詳細については、SubjectValidation および WSSubjectValidationImpl 実装の Java API を参照してください。

プラグイン構成

SubjectValidation プラグインおよび SubjectSource プラグインは、以下の 2 つの方法で構成できます。

- **XML 構成** ObjectGrid XML ファイルを使用して ObjectGrid を定義し、これら 2 つのプラグインを設定します。以下に例を示します。この例では、WSSubjectSourceImpl クラスが SubjectSource プラグインとして構成され、WSSubjectValidation クラスが SubjectValidation プラグインとして構成されます。

```
<objectGrids>
 <objectGrid name="secureClusterObjectGrid" securityEnabled="true"
  authorizationMechanism="AUTHORIZATION_MECHANISM_JAAS">
        <bean id="SubjectSource"
className="com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.
 WSSubjectSourceImpl" />
    <bean id="SubjectValidation"
 className="com.ibm.websphere.objectgrid.security.plugins.builtins.
 WSSubjectValidationImpl" />
    <bean id="TransactionCallback"
className="com.ibm.websphere.samples.objectgrid.
 HeapTransactionCallback" />
...
</objectGrids>
```

- **プログラミング** API を通して ObjectGrid を作成する場合は、以下のメソッドを呼び出して、SubjectSource または SubjectValidation プラグインを設定できます。

```
**
* Set the SubjectValidation plug-in for this ObjectGrid instance. A
* SubjectValidation plug-in can be used to validate the Subject object
* passed in as a valid Subject. Refer to {@link SubjectValidation}
* for more details.
* @param subjectValidation the SubjectValidation plug-in
*/
void setSubjectValidation(SubjectValidation subjectValidation);


/**
* Set the SubjectSource plug-in. A SubjectSource plug-in can be used
* to get a Subject object from the environment to represent the
* ObjectGrid client.
*
* @param source the SubjectSource plug-in
*/
void setSubjectSource(SubjectSource source);
```

独自の JAAS 認証コードを作成

独自の Java 認証および承認サービス (JAAS) 認証コードを作成して、認証を処理できます。独自のログイン・モジュールを作成し、認証モジュール用のログイン・モジュールを構成する必要があります。

ログイン・モジュールは、ユーザーに関する情報を受け取り、ユーザーを認証します。この情報は、ユーザーの識別に使用可能な何らかのものです。例えば、情報はユーザー ID およびパスワード、クライアント証明書などです。情報を受け取ると、ログイン・モジュールにより情報が有効なサブジェクトを表示していることが検証され、次に Subject オブジェクトが作成されます。現在、ログイン・モジュールのいくつかの使用可能な実装が公開されています。

ログイン・モジュールの作成後、このログイン・モジュールをランタイムが使用できるように構成します。JAAS ログイン・モジュールを構成する必要があります。このログイン・モジュールには、ログイン・モジュールおよびその認証スキームが含まれています。以下に例を示します。

```
FileLogin
{
    com.acme.auth.FileLoginModule required
};
```

認証スキームは FileLogin であり、ログイン・モジュールは com.acme.auth.FileLoginModule です。必須のトークンは、FileLoginModule モジュールがこのログインを検証する必要があることを示すか、またはスキーム全体が失敗したことを示します。

JAAS ログイン・モジュール構成ファイルの設定は、以下のいずれか 1 つの方法で実行できます。

- JAAS ログイン・モジュール構成ファイルを、以下の例のように、java.security ファイルの login.config.url プロパティーに設定します。

  ```
  login.config.url.1=file:${java.home}/lib/security/file.login
  ```

- **-Djava.security.auth.login.config** Java 仮想マシン (JVM) 引数を使用して、以下のように、コマンド行から JAAS ログイン・モジュール構成ファイルを設定します。 `-Djava.security.auth.login.config ==$JAVA_HOME/lib/security/file.login`

コードが WebSphere Application Server 上で実行されている場合、管理コンソールで JAAS ログインを構成し、このログイン構成をアプリケーション・サーバー構成に格納する必要があります。詳細については、『Java 認証および承認サービスのログイン構成』を参照してください。

第 10 章 アプリケーション開発者のためのパフォーマンスの考慮事項

メモリー内データ・グリッドまたはデータベース処理スペースのパフォーマンスを向上させるため、いくつかの考慮事項を調べることができます。考慮事項には、Java 仮想マシン設定を調整することや、ロック、シリアライゼーション、照会の実行などの製品フィーチャーに関するベスト・プラクティスを使用することなどがあります。

JVM の調整

WebSphere eXtreme Scale の最善のパフォーマンスを得るために、Java 仮想マシン (JVM) 調整の特定の局面をいくつか考慮してください。 .

4 コア当たり 1 JVM で 1 から 2Gb のヒープをお勧めします。ヒープ・サイズは、この資料の後で説明する、サーバーに保管されるオブジェクトの特性に依存します。

ヒープ・サイズおよびガーベッジ・コレクションの推奨事項

最適なヒープ・サイズ値は、次の 3 つの要因に基づきます。

1. ヒープ内のライブ・オブジェクトの数。
2. ヒープ内のライブ・オブジェクトの複雑さ。
3. JVM 用に使用可能なコアの数。

例えば、10K バイトの配列を保管するアプリケーションは、POJO の複雑なグラフを使用するアプリケーションよりもずっと大きなヒープを実行できます。

最近の JVM はすべてパラレル・ガーベッジ・コレクションのアルゴリズムを使用していますが、これは、より多くのコアを使用するとガーベッジ・コレクション中の停止を削減できることを意味します。したがって、8 コアのコンピューターのほうが、4 コアのものよりも速く収集されます。

実メモリー使用量とヒープ仕様

1Gb ヒープ JVM は、約 1.3Gb の実メモリーを使用します。テストでは、16Gb の RAM のコンピューターでは、10 個の 1Gb JVM を実行できませんでした。 JVM ヒープが 800 MB を超えると、ページングが始まります。

ガーベッジ・コレクション

IBM JVM の場合、更新率が高いシナリオ (トランザクションの 100% がエントリーを変更する) には avgoptpause コレクターを使用してください。データがほとんど更新されない (10% 以下の頻度) ようなシナリオでは、avgoptpause コレクターより gencon コレクターの方がより適切に機能します。両方のコレクターを使用して実験を行い、シナリオで最も適切に機能するコレクターを確認します。パフォーマンス上の問題を確認できる場合は、詳細ガーベッジ・コレクションをオンにして実

行し、ガーベッジの収集に費やされている時間の割合を確認します。調整で問題が修正されるまでガーベッジ・コレクションで時間の 80% が費やされたシナリオが発生しました。

JVM パフォーマンス

WebSphere eXtreme Scale は、異なるバージョンの Java 2 Platform, Standard Edition (J2SE) 上で実行できます。ObjectGrid バージョン 6.1 は J2SE バージョン 1.4.2 以降をサポートしています。開発者の生産性およびパフォーマンスを向上させるためには、J2SE 5 またはそれ以降を使用して、アノテーションおよび改良されたガーベッジ・コレクションを活用してください。ObjectGrid は、32 ビットまたは 64 ビット JVM 上で動作します。

ObjectGrid バージョン 6.0.2 クライアントは、ObjectGrid バージョン 6.1 グリッドに接続できます。J2SE バージョン 1.4.2 または良好なクライアントに対しては、ObjectGrid バージョン 6.1 クライアントを使用します。ObjectGrid バージョン 6.0.2 クライアントを使用する唯一の理由は、J2SE バージョン 1.3 サポート用であるためです。

WebSphere eXtreme Scale がテストされたのは、使用可能な仮想マシンの一部ですが、サポートのリストは排他的なものではありません。バージョン 1.4.2 以上の任意のバージョンで WebSphere eXtreme Scale を実行できますが、JVM に関する問題が特定されている場合は、JVM ベンダーにサポートを依頼する必要があります。可能であれば、 WebSphere Application Server がサポートするどのプラットフォーム上でも、WebSphere ランタイムの JVM を使用してください。

最良の JVM は Java Platform, Standard Edition 6 です。Java 2 Platform, Standard Edition v 1.4 は、gencon コレクターが大きく影響するようなシナリオの場合は特に、パフォーマンスが悪くなります。Java Platform Standard Edition 5 は良好に動作しますが、Java Platform, Standard Edition 6 のほうが優れています。

orb.properties の調整

実動には以下の orb.properties ファイルを使用することをお勧めします。このファイルは、1500 JVM までのグリッドでの使用についてテスト済みです。orb.properties ファイルは、使用される JRE の lib フォルダー内にあります。

```
# IBM JDK properties for ORB
org.omg.CORBA.ORBClass=com.ibm.CORBA.iiop.ORB
org.omg.CORBA.ORBSingletonClass=com.ibm.rmi.corba.ORBSingleton

# WS Interceptors
org.omg.PortableInterceptor.ORBInitializerClass.com.ibm.ws.objectgrid.corba.ObjectGridInitializer

# WS ORB & Plugins properties
com.ibm.CORBA.ForceTunnel=never
com.ibm.CORBA.RequestTimeout=10
com.ibm.CORBA.ConnectTimeout=10

# Needed when lots of JVMs connect to the catalog at the same time
com.ibm.CORBA.ServerSocketQueueDepth=2048

# Clients and the catalog server can have sockets open to all JVMs
com.ibm.CORBA.MaxOpenConnections=1016

# Thread Pool for handling incoming requests, 200 threads here
com.ibm.CORBA.ThreadPool.IsGrowable=false
com.ibm.CORBA.ThreadPool.MaximumSize=200
com.ibm.CORBA.ThreadPool.MinimumSize=200
com.ibm.CORBA.ThreadPool.InactivityTimeout=180000

# No splitting up large requests/responses in to smaller chunks
com.ibm.CORBA.FragmentSize=0
```

スレッド数

スレッド数はいくつかの要因に依存します。単一の断片が管理できるスレッド数には制限があります。JVM ごとの断片数が多いほど、より多くのスレッドおよび並行性が存在できます。追加の各断片により、データへの並行性パスが提供されます。各断片はできるだけ並行ですが、それでも制限はあります。

CopyMode のベスト・プラクティス

WebSphere eXtreme Scale は、6 つの使用可能な CopyMode 設定に基づいて値をコピーします。デプロイメント要件に対して最も適切に機能する設定を判別してください。

BackingMap API setCopyMode(CopyMode, valueInterfaceClass) メソッドを使用して、com.ibm.websphere.objectgrid.CopyMode クラスで定義される、次の最終の静的フィールドの 1 つに、コピー・モードを設定することができます。

アプリケーションが WebSphere eXtreme Scale インターフェースを使用してマップ・エントリーに対する参照を取得する場合、その参照は、それを取得した ObjectGrid トランザクション内でのみ使用してください。別のトランザクションでその参照を使用するとエラーになることがあります。例えば BackingMap に対してペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用する場合は、get メソッド呼び出しまたは getForUpdate メソッド呼び出しにより、トランザクションに応じて S (shared) ロックまたは U (update) ロックを取得します。トランザクションの終了時に get メソッドは値に参照を戻し、取得されているロックは解放されます。トランザクションは get メソッドまたは getForUpdate メソッドを呼び出して、別のトランザクションでマップ・エントリーをロックする必要があります。各トランザクションは、複数のトランザクションで同じ値参照を再利用する代わりに get メソッドまたは getForUpdate メソッドを呼び出すことにより、値への独自の参照を取得する必要があります。

エンティティー・マップに対する CopyMode

EntityManager API エンティティーと関連付けられたマップを使用する場合、そのマップは常にエンティティー Tuple オブジェクトを直接戻し、 COPY_TO_BYTES コピー・モードが使用されていない限り、コピーは作成しません。変更を行う場合、CopyMode が更新される、または、Tuple が適切にコピーされることが重要です。

COPY_ON_READ_AND_COMMIT

COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードはデフォルトのモードです。このモードが使用される場合、valueInterfaceClass 引数は無視されます。このモードは、BackingMap に含まれている値オブジェクトへの参照がアプリケーションに含まれていないことを保証します。その代わりに、アプリケーションは常に BackingMap 内の値のコピーを操作します。COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードでは、BackingMap にキャッシュされているデータをアプリケーションが誤って壊してしまうことはありません。アプリケーションのトランザクションが指定されたキーの ObjectMap.get メソッドを呼び出し、それがそのキーにとって、ObjectMap エントリーへの初めてのアクセスの場合は、値のコピーが戻されます。トランザクションがコミットされると、アプリケーションによってコミットされたすべての変更は

BackingMap にコピーされ、BackingMap にコミットされた値への参照をアプリケーションが持つことはありません。

COPY_ON_READ

COPY_ON_READ モードは、トランザクションがコミットされたときに発生するコピーを除去することによって、COPY_ON_READ_AND_COMMIT モード全体にわたるパフォーマンスを改善します。このモードが使用される場合、valueInterfaceClass 引数は無視されます。 BackingMap データの整合性を保持するために、アプリケーションは、エントリーに対する各参照がトランザクションのコミット後に破棄されることを保証します。このモードでは、ObjectMap.get メソッドは、値への参照の代わりに値のコピーを返し、アプリケーションがその値に対して行った変更が、トランザクションがコミットされるまで BackingMap 値に影響しないことを保証します。ただし、トランザクションがコミットすると変更のコピーは行われません。代わりに、ObjectMap.get メソッドによって戻された、コピーへの参照が BackingMap に保管されます。トランザクションがコミットされた後、アプリケーションはすべてのマップ・エントリー参照を破棄します。アプリケーションがマップ・エントリー参照を破棄しなかった場合、そのアプリケーションは、BackingMap 内にキャッシュされているデータを破壊してしまうことがあります。アプリケーションがこのモードを使用し、問題がある場合は、COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードに切り替えてその問題がまだ続いているかどうかを調べます。問題が解消されている場合は、トランザクションがコミットされた後でアプリケーションはその参照のすべてを破棄するのに失敗したことになります。

COPY_ON_WRITE

COPY_ON_WRITE モードは、指定したキーのトランザクションによって ObjectMap.get メソッドが初めて呼び出されるときに起こるコピーを排除することにより、COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードを超えるパフォーマンスを実現します。 ObjectMap.get メソッドは、値オブジェクトへの直接参照の代わりに値のプロキシーを戻します。プロキシーは、アプリケーションが valueInterfaceClass 引数によって指定した値インターフェース上で set メソッドを呼び出さない限り、値のコピーが行われないことを保証します。プロキシーは、copy on write インプリメンテーションを提供します。トランザクションがコミットすると、BackingMap はプロキシーを検査して、呼び出される set メソッドの結果としてコピーが行われたかどうかを判別します。コピーが行われた場合は、そのコピーへの参照が BackingMap に保管されます。このモードの大きな利点は、トランザクションが値を変更するために set メソッドを呼び出さない場合には、読み取りまたはコミットの時点で値がコピーされないことです。

COPY_ON_READ_AND_COMMIT および COPY_ON_READ モードはどちらも、値が ObjectMap から検索される場合にディープ・コピーを行います。アプリケーションがトランザクションで検索されたいくつかの値を更新するだけの場合は、このモードは最適ではありません。 COPY_ON_WRITE モードはこの振る舞いを効率的な方法でサポートしますが、アプリケーションがシンプルなパターンを使用する必要があります。インターフェースをサポートするには、値オブジェクトが必要です。アプリケーションは、eXtreme Scale セッション内で値と対話するときに、このインターフェースのメソッドを使用する必要があります。その場合、eXtreme Scale はアプリケーションに戻される値のプロキシーを作成します。プロキシーは実際の値に

なる参照を持ちます。アプリケーションが読み取り操作のみを実行した場合、その読み取り操作は常に実際のコピーに対して実行されます。アプリケーションがオブジェクト上の属性を変更する場合、プロキシーは実際のオブジェクトをコピーして、それからそのコピーに対して変更を行います。プロキシーは次に、そのポイントからコピーを使用します。このコピーを使用することにより、アプリケーションによって読み取られるだけのオブジェクトに対するコピー操作は完全に避けることができます。すべての変更操作は設定されたプレフィックスで開始する必要があります。 Enterprise JavaBeans は通常、オブジェクト属性を変更するメソッドに対してこのスタイルのメソッドの名前付けを使用するためにコード化されます。この規則に従わなければいけません。変更されたすべてのオブジェクトは、アプリケーションによって変更されるときにコピーされます。この読み取りと書き込みのシナリオは、eXtreme Scale がサポートしている、最も効率的なシナリオです。
COPY_ON_WRITE モードを使用するようマップを構成するには、以下の例を使用してください。この例では、アプリケーションは、Map 内の名前を使用してキーが付けられている Person オブジェクトを保管します。Person オブジェクトは以下のコード・スニペットで表されます。

```
class Person {
    String name;
    int age;
    public Person() {
    }
    public void setName(String n)  {
        name = n;
    }
    public String getName() {
        return name;
    }
    public void setAge(int a) {
        age = a;
    }
    public int getAge() {
        return age;
    }
}
```

アプリケーションは、ObjectMap から取り出された値と対話する場合にのみ IPerson インターフェースを使用します。次の例のようにオブジェクトを変更してインターフェースを使用します。

```
interface IPerson
{
    void setName(String n);
    String getName();
    void setAge(int a);
    int getAge();
}
// Modify Person to implement IPerson interface
class Person implements IPerson {
    ...
}
```

それからアプリケーションは、次の例のように、COPY_ON_WRITE モードを使用するために BackingMap を構成する必要があります。

```
ObjectGrid dg = ...;
BackingMap bm = dg.defineMap("PERSON");
// use COPY_ON_WRITE for this Map with
// IPerson as the valueProxyInfo Class
bm.setCopyMode(CopyMode.COPY_ON_WRITE,IPerson.class);
```

```
// The application should then use the following
// pattern when using the PERSON Map.
Session sess = ...;
ObjectMap person = sess.getMap("PERSON");
...
sess.begin();
// the application casts the returned value to IPerson and not Person
IPerson p = (IPerson)person.get("Billy");
p.setAge(p.getAge()+1);
...
// make a new Person and add to Map
Person p1 = new Person();
p1.setName("Bobby");
p1.setAge(12);
person.insert(p1.getName(), p1);
sess.commit();
// the following snippet WON'T WORK. Will result in ClassCastException
sess.begin();
// the mistake here is that Person is used rather than
// IPerson
Person a = (Person)person.get("Bobby");
sess.commit();
```

最初のセクションはマップ内で Billy と名前を付けられた値を検索するアプリケーションを示しています。このアプリケーションは、戻り値を Person オブジェクトではなく、IPerson オブジェクトにキャストします。その理由は、返されたプロキシーは以下の 2 つのインターフェースを実装しているからです。

- BackingMap.setCopyMode メソッド呼び出しで指定されたインターフェース
- com.ibm.websphere.objectgrid.ValueProxyInfo インターフェース

プロキシーを 2 つのタイプにキャストすることができます。先ほどのコード・スニペットの最後の部分は、COPY_ON_WRITE モードでは許可されないことを示しています。このアプリケーションは Bobby レコードを取り出して、そのレコードを Person オブジェクトにキャストしようとします。このアクションはクラス・キャスト例外により失敗します。戻されるプロキシーが Person オブジェクトではないからです。戻されたプロキシーは IPerson オブジェクトと ValueProxyInfo を実装します。

ValueProxyInfo インターフェースおよび部分更新サポート: このインターフェースはアプリケーションに対して、プロキシーによって参照される、コミットされた読み取り専用の値か、またはこのトランザクション中に変更された属性セットのどちらかの検索を許可します。

```
public interface ValueProxyInfo {
    List /**/ ibmGetDirtyAttributes();
    Object ibmGetRealValue();
}
```

ibmGetRealValue メソッドは、オブジェクトの読み取り専用のコピーを戻します。アプリケーションはこの値を変更してはいけません。ibmGetDirtyAttributes メソッドは、このトランザクション中にアプリケーションによって変更された属性を示すストリングのリストを戻します。 ibmGetDirtyAttributes は主に、Java database connectivity (JDBC) または CMP ベースのローダーで使用されます。リストに指定された属性だけを、SQL ステートメントまたはテーブルにマップされたオブジェクト上で更新する必要があります。これにより、Loader により生成される、さらに効率的な SQL が可能です。 copy on write トランザクションがコミットされ、ロー

ダーが接続されると、ローダーは変更されたオブジェクトの値を ValueProxyInfo インターフェースにキャストしてこの情報を取得することができます。

COPY_ON_WRITE またはプロキシーを使用する場合の equals メソッドの処理: 例えば、次のコードは Person オブジェクトを構成してから、それを ObjectMap に挿入します。次に、ObjectMap.get メソッドを使用して同じオブジェクトを取り出します。値はインターフェースにキャストされます。値が Person インターフェースにキャストされる場合は、ClassCastException 例外が起こります。戻り値が、Person オブジェクトではなく、IPerson インターフェースをインプリメントするプロキシーだからです。== 操作を使用する場合は、等価チェックが失敗します。これらは同じオブジェクトではないからです。

```
session.begin();
// new the Person object
Person p = new Person(...);
personMap.insert(p.getName, p);
// retrieve it again, remember to use the interface for the cast
IPerson p2 = personMap.get(p.getName());
if(p2 == p) {
    // they are the same
} else {
    // they are not
}
```

equals メソッドをオーバーライドする必要がある場合は、ほかにも考慮しなければならないことがあります。次のコード・スニペットに示すように、equals メソッドは、引数が IPerson インターフェースをインプリメントし、その引数をキャストして IPerson にするオブジェクトであることを検証する必要があります。引数が、IPerson インターフェースをインプリメントするプロキシーかもしれないので、インスタンス変数が等しいかどうかを比較するときに getAge メソッドと getName メソッドを使用する必要があります。

```
{
    if ( obj == null ) return false;
    if ( obj instanceof IPerson ) {
        IPerson x = (IPerson) obj;
        return ( age.equals( x.getAge() ) && name.equals( x.getName() ) )
    }
    return false;
}
```

ObjectQuery および HashIndex 構成の要件: COPY_ON_WRITE を ObjectQuery または HashIndex プラグインと共に使用する場合、プロパティー・メソッドを使用してオブジェクトにアクセスするように ObjectQuery スキーマおよび HashIndex プラグインを構成する (これがデフォルトです) ことが重要です。フィールド・アクセスを使用するように構成されると、照会エンジンおよび索引は、プロキシー・オブジェクト内のフィールドにアクセスしようとし、その場合、オブジェクト・インスタンスがプロキシーになるため、常にヌルまたは 0 が返されます。

NO_COPY

NO_COPY によって、アプリケーションは、ObjectMap.get メソッドを使用して取得した値オブジェクトを、パフォーマンス向上と交換に変更しないことを保証できます。このモードが使用される場合、valueInterfaceClass 引数は無視されます。このモードを使用する場合は、値がコピーされることはありません。アプリケーションが値を変更すると、BackingMap 内のデータが壊れます。 NO_COPY モードは基本的

に、アプリケーションによってデータが変更されることのない、読み取り専用マップで有用です。アプリケーションがこのモードを使用し、問題がある場合は、COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードに切り替えてその問題がまだ存在するかどうかを調べます。問題が解消されている場合は、トランザクション中またはトランザクションがコミットされた後でアプリケーションは ObjectMap.get メソッドによって戻された値を変更しています。 EntityManager API エンティティーに関連付けられたすべてのマップは、eXtreme Scale 構成の指定にかかわらず、自動的にこのモードを使用します。

EntityManager API エンティティーに関連付けられたすべてのマップは、eXtreme Scale 構成の指定にかかわらず、自動的にこのモードを使用します。

COPY_TO_BYTES

POJO 形式の代わりに、シリアライズ形式でオブジェクトを保管できます。COPY_TO_BYTES 設定を使用すると、大きなオブジェクト・グラフが消費するメモリー占有スペースを削減できます。追加情報については、 41 ページの『バイト配列マップ』を参照してください。

CopyMode の不正な使用

上記で説明したように、アプリケーションが COPY_ON_READ、COPY_ON_WRITE、または NO_COPY コピー・モードを使用してパフォーマンスを改善しようとすると、エラーが発生します。コピー・モードを COPY_ON_READ_AND_COMMIT モードに変更する際には偶発的なエラーは発生しません。

問題

この問題は、使用したコピー・モードのプログラミング契約にアプリケーションが違反し、その結果発生した ObjectGrid マップ内のデータ破壊に起因する場合があります。データ破壊は、予測不能なエラーが、偶発的または解明不能または予期しない形で発生する原因になることがあります。

解決策

アプリケーションは、使用中のコピー・モード用プログラミング契約に従う必要があります。 COPY_ON_READ および COPY_ON_WRITE コピー・モードの場合、アプリケーションは、値参照を取得したトランザクションの有効範囲外の値オブジェクトへの参照を使用します。これらのモードを使用するためには、アプリケーションはトランザクションの完了後に値オブジェクトへの参照を削除し、値オブジェクトにアクセスするそれぞれのトランザクションの値オブジェクトへの新規参照を取得する必要があります。NO_COPY コピー・モードの場合、アプリケーションが値オブジェクトを一切変更しないようにする必要があります。この場合、値オブジェクトを変更しないようにアプリケーションを作成するか、別のコピー・モードを使用するようにアプリケーションを設定します。

バイト配列マップ

キーと値のペアを、POJO 形式の代わりにバイト配列でマップに保管することができます。そうすると、大きなオブジェクト・グラフが消費する可能性のあるメモリー占有スペースが減ります。

利点

オブジェクト・グラフ中のオブジェクト数が増えるのにしたがって、メモリー消費量は増加します。複雑なオブジェクト・グラフを縮小して 1 つのバイト配列にすることによって、いくつかのオブジェクトの代わりに、1 つだけのオブジェクトがヒープ内に保持されるようになります。このようにヒープ内のオブジェクト数が減ることで、Java ランタイムがガーベッジ・コレクション中に検索するオブジェクトが少なくなります。

WebSphere eXtreme Scale が使用するデフォルトのコピー・メカニズムは、シリアライゼーションであり、これは高コストの処理です。例えば、デフォルトのコピー・モード COPY_ON_READ_AND_COMMIT を使用している場合、読み取り時と取得時の両方でコピーが作成されます。バイト配列を使用すると、読み取り時にコピーを作成する代わりに、値はバイトから送り込まれ、コミット時にコピーを作成する代わりに、値はシリアライズされてバイトに入れられます。バイト配列を使用した結果、データ整合性に関してはデフォルト設定と同等であり、使用メモリーは削減されます。

バイト配列を使用する際は、メモリー消費量の削減を実現するには、最適化されたシリアライゼーション・メカニズムが重要であることに注意してください。詳しくは、245 ページの『シリアライゼーション・パフォーマンス』を参照してください。

バイト配列マップの構成

バイト配列マップを使用可能にするには、以下の例に示すように、ObjectGrid XML ファイルで、マップが使用する CopyMode 属性の設定を COPY_TO_BYTES に変更します。

```
<backingMap name="byteMap" copyMode="COPY_TO_BYTES" />
```

詳しくは、「*管理ガイド*」で ObjectGrid 記述子 XML ファイルに関するトピックを参照してください。

考慮事項

特定のシナリオでバイト配列マップを使用するかどうかは、よく検討する必要があります。バイト配列を使用すると、メモリー使用量は減らせますが、プロセッサー使用量は増える場合があります。

以下に、バイト配列マップ機能の使用を選択する前に検討する必要があるいくつかの要因の概略を示します。

オブジェクト・タイプ

オブジェクト・タイプによっては、バイト配列マップを使用してもメモリー削減を期待できないものがあります。 つまり、バイト配列マップを使用するべきでない、

いくつかのタイプのオブジェクトがあるということです。Java プリミティブ・ラッパーのいずれかを値として使用している場合、または、他のオブジェクトへの参照を含んでいない (プリミティブ・フィールドのみを保管する) POJO を 1 つ使用している場合、Java オブジェクトの数は既に最小限になっていて、1 つしかありません。オブジェクトが使用するメモリー量は既に最適化されているので、バイト配列マップをこれらのタイプのオブジェクトに使用することはお勧めしません。バイト配列マップが適しているのは、POJO オブジェクト総数が 1 より大きい、他のオブジェクトまたはオブジェクトのコレクションを含んでいるオブジェクト・タイプです。

例えば、顧客オブジェクトが職場住所と自宅住所を 1 つずつ含んでいて、さらに、注文のコレクションも含んでいる場合、バイト配列マップの使用によって、ヒープ内のオブジェクト数と、これらのオブジェクトが使用するバイト数を減らすことができます。

ローカル・アクセス

その他のコピー・モードを使用する際、コピーが作成されているとき (オブジェクトがデフォルトの ObjectTransformer により Cloneable である場合)、または最適化された copyValue メソッドがカスタム ObjectTransformer に提供されているときに、アプリケーションを最適化できます。他のコピー・モードと比べて、オブジェクトにローカルでアクセスする場合、読み取り、書き込み、またはコミット操作時のコピー作成で追加コストがかかります。例えば、分散トポロジーでニア・キャッシュがある場合、またはローカルまたはサーバーの ObjectGrid インスタンスに直接アクセスしている場合は、アクセスおよびコミットの時間は、バイト配列マップを使用すると、直列化のコストがかかるため増加します。同様のコストは、ObjectGridEventGroup.ShardEvents プラグイン使用時に、データ・グリッド・エージェントを使用したり、サーバー・プライマリーにアクセスすると、分散トポロジーでも発生します。

プラグイン対話

バイト配列マップを使用すると、クライアントからサーバーに通信しているときには、サーバーが POJO フォームを必要としない限りオブジェクトはインフレートされません。マップ値と対話するプラグインでは、値をインフレートする要求が原因のパフォーマンス低下が起こります。

この追加コストは、LogElement.getCacheEntry または LogElement.getCurrentValue を使用するすべてのプラグインで発生します。キーを取得したい場合は、LogElement.getKey を使用すると、LogElement.getCacheEntry().getKey メソッドに関連した追加オーバーヘッドを回避できます。以下のセクションでは、プラグインについて、バイト配列の使用を考慮に入れて説明します。

索引および照会

オブジェクトが POJO 形式で保管されている場合、オブジェクトをインフレートする必要がないので、索引付けおよび照会を実行するコストは最小限ですみます。バイト配列マップを使用している場合、オブジェクトをインフレートするための追加

コストがかかります。一般的に、アプリケーションが索引または照会を使用する場合は、キー属性に対してのみ照会を実行するのでない場合は、バイト配列マップの使用は推奨されません。

オプティミスティック・ロック

オプティミスティック・ロック・ストラテジーを使用している場合、更新操作および無効化操作中に追加コストがかかります。これは、サーバー上の値をインフレートして、オプティミスティック衝突のチェックを行うためのバージョン値を取得する必要があるためです。フェッチ操作を保証するためだけにオプティミスティック・ロックを使用していて、オプティミスティック衝突のチェックは必要ない場合、com.ibm.websphere.objectgrid.plugins.builtins.NoVersioningOptimisticCallback を使用して、バージョン検査を使用不可にできます。

ローダー

ローダーを使用している場合、値をインフレートしてから再シリアライズする操作をローダーが値を使用するときに行うため、eXtreme Scale ランタイムでもコストがかかります。それでも、ローダーと共にバイト配列マップを使用することができますが、そのようなシナリオでは値に変更を加えるためのコストを考慮に入れる必要があります。例えば、ほとんどが読み取りのキャッシュという状況でバイト配列機能を使用できます。この場合、ヒープ内のオブジェクト数が少なく、使用されるメモリーも少ないという利点のほうが、挿入および更新操作時にバイト配列の使用でコストが生じるというマイナス点を上回ります。

ObjectGridEventListener

ObjectGridEventListener プラグイン内で transactionEnd メソッドを使用している場合、LogElement の CacheEntry または現行値にアクセスするときのリモート要求に対する追加コストがサーバー・サイドで生じます。このメソッドの実装がこれらのフィールドにアクセスしないようになっている場合は、このような追加コストはありません。

プラグイン Evictor パフォーマンスのベスト・プラクティス

プラグイン Evictor を使用する場合、Evictor を作成してバックアップ・マップと関連付けるまで、これらはアクティブになりません。 以下のベスト・プラクティスにより、最少使用頻度 (LFU) Evictor および最長未使用時間 (LRU) Evictor に対するパフォーマンスが向上します。

LFU Evictor

LFU Evictor の概念は、頻繁に使用されないマップからエントリーを除去することです。マップのエントリーは、一定量のバイナリー・ヒープを超えて広がります。特定のキャッシュ・エントリーの使用量が増えると、それはヒープの高位に配列されます。Evictor が一連の除去を試行する場合、バイナリー・ヒープの特定のポイントよりも低い位置にあるキャッシュ・エントリーだけを除去します。この結果として、頻繁に使用されないエントリーが除去されます。

LRU Evictor

LRU Evictor は LFU Evictor と同じ概念に従いますが、2、3 の点が異なります。主な違いは、LRU ではバイナリー・ヒープのセットの代わりに先入れ先出し (FIFO) キューを使用することです。キャッシュ・エントリーにアクセスされるたびに、そのエントリーはキューの先頭に移動します。この結果、キューの先頭には最後に使用されたマップ・エントリーが含まれ、キューの最後は最長未使用時間のマップ・エントリーになります。例えば、A キャッシュ・エントリーが 50 回使用され、B キャッシュ・エントリーが A キャッシュ・エントリーの直後に 1 回だけ使用されるとします。この場合、最後に使用された B キャッシュ・エントリーがキューの先頭になり、A キャッシュ・エントリーはキューの最後になります。 LRU Evictor は、キューの末尾にあるキャッシュ・エントリー、すなわち最も古いマップ・エントリーを除去します。

LFU および LRU プロパティーおよびパフォーマンスを向上させるためのベスト・プラクティス

ヒープ数

LFU Evictor を使用する場合は、特定のマップのすべてのキャッシュ・エントリーが指定するヒープ数を超えて配列されます。これによってパフォーマンスが劇的に上がり、また、そのマップのすべての配列を含む、1 つのバイナリー・ヒープ上ですべての除去が同期するのを防ぎます。ヒープが多い場合も、各ヒープのエントリーが少ないので再配列に必要な時間を短縮できます。ご使用の BaseMap でエントリー数の 10% のヒープ数を設定してください。

キューの数

LRU Evictor を使用する場合は、特定のマップのすべてのキャッシュ・エントリーは指定する LRU キューの数を超えて配列されます。これによってパフォーマンスが劇的に上がり、また、そのマップのすべての配列を含む、1 つのキュー上ですべての除去が同期するのを防ぎます。ご使用の BaseMap でエントリー数の 10% のキューの数を設定してください。

MaxSize プロパティー

LFU または LRU Evictor がエントリーの除去を開始すると、MaxSize Evictor プロパティーを使用して、いくつのバイナリー・ヒープまたは LRU キュー・エレメントを除去するかを判別します。例えば、各マップ・キューにおよそ 10 のマップ・エントリーを持つようにヒープまたはキューの数を設定するとします。 MaxSize プロパティーが 7 に設定されている場合は、Evictor は各ヒープまたはキュー・オブジェクトの 3 つのエントリーを除去して、各ヒープまたはキューのサイズを 7 にします。Evictor は、ヒープまたはキューに、エレメントの MaxSize プロパティーの値を超えるエレメントがある場合にのみ、マップ・エントリーをヒープまたはキューから除去します。MaxSize をヒープまたはキュー・サイズの 70% に設定してください。この例の場合、値は 7 に設定されます。ユーザーは、BaseMap エントリーの数を、使用するヒープまたはキューの数で割ることによって、各ヒープまたはキューのおおよそのサイズを得ることができます。

SleepTime プロパティー

Evictor はマップから常にエントリーを除去するわけではありません。その代わり、一定時間アイドル状態となり、マップの検査のみが n 秒間に 1 回行われます。ここで、n は SleepTime プロパティーを示します。このプロパティーも確実にパフォーマンスに影響します。あまり頻繁に除去スイープを実行すると、それを処理するためにリソースが必要となり、パフォーマンスが低下します。ただし、エビクターを頻繁に使用しないと、不要なエントリーがマップ内に存在するという結果となります。不要なエントリーでいっぱいのマップは、メモリー所要量にもマップに必要な処理用リソースにも悪影響を与えます。除去スイープ間隔を 15 秒に設定すると、ほとんどのマップで良好な事例が得られます。マップが頻繁に書き込まれ、高速のトランザクションで使用される場合は、この値をより低く設定することを検討してください。頻繁にマップにアクセスしない場合は、この時間をより高い値に設定することができます。

例

以下の例ではマップを定義し、新しい LFU Evictor を作成し、Evictor のプロパティーを設定し、Evictor を使用するようにマップを設定します。

```
//Use ObjectGridManager to create/get the ObjectGrid. Refer to
// the ObjectGridManger section
ObjectGrid objGrid = ObjectGridManager.create.....
BackingMap bMap = objGrid.defineMap("SomeMap");

//Set properties assuming 50,000 map entries
LFUEvictor someEvictor = new LFUEvictor();
someEvictor.setNumberOfHeaps(5000);
someEvictor.setMaxSize(7);
someEvictor.setSleepTime(15);
bMap.setEvictor(someEvictor);
```

LRU Evictor を使用するのは LFU Evictor を使用するのとよく似ています。以下に例を示します。

```
ObjectGrid objGrid = new ObjectGrid;
BackingMap bMap = objGrid.defineMap("SomeMap");

//Set properties assuming 50,000 map entries
LRUEvictor someEvictor = new LRUEvictor();
someEvictor.setNumberOfLRUQueues(5000);
someEvictor.setMaxSize(7);
someEvictor.setSleepTime(15);
bMap.setEvictor(someEvictor);
```

LFU Evictor の例とは 2 行だけ異なっていることに注意してください。

ロック・パフォーマンスのベスト・プラクティス

ロック・ストラテジーおよびトランザクション分離設定は、アプリケーションのパフォーマンスに影響します。

キャッシュ付きインスタンスの検索

詳しくは、*管理ガイド*のマップ・エントリーのロックに関する説明を参照してください。

ペシミスティック・ロック・ストラテジー

キーがしばしば衝突する場合のマップの読み取りおよび書き込み操作には、ペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用します。ペシミスティック・ロック・ストラテジーは、パフォーマンスに最大の影響があります。

読み取りコミット済みおよび読み取りアンコミットのトランザクション分離

ペシミスティック・ロック・ストラテジーを使用する場合、Session.setTransactionIsolation メソッドを使用してトランザクション分離レベルを設定します。読み取りコミット済み分離または読み取りアンコミット分離の場合、分離に応じて Session.TRANSACTION_READ_COMMITTED 引数または Session.TRANSACTION_READ_UNCOMMITTED 引数を使用します。トランザクション分離レベルをデフォルトのペシミスティック・ロックの振る舞いにリセットするには、Session.REPEATABLE_READ 引数を持つ Session.setTransactionIsolation メソッドを使用します。

読み取りコミット済み分離では、共用ロックの期間が短縮され、並行性が向上して、デッドロックの可能性が低くなります。この分離レベルは、トランザクションが、トランザクションの期間中、読み取り値が変更されないままである保証が不要な場合に使用してください。

アンコミット読み取りは、トランザクションがコミット済みデータを参照する必要がない場合に使用します。

オプティミスティック・ロック・ストラテジー

オプティミスティック・ロックはデフォルト構成です。このストラテジーはペシミスティック・ストラテジーと比較して、パフォーマンスおよびスケーラビリティーの両方において優れています。アプリケーションが若干のオプティミスティック更新の失敗を許容でき、ペシミスティック・ストラテジーよりもパフォーマンスに優れている場合は、このストラテジーを使用します。このストラテジーは、読み取り操作や、更新頻度の低いアプリケーションに最適です。

OptimisticCallback プラグイン

オプティミスティック・ロック・ストラテジーでは、キャッシュ・エントリーのコピーを作成し、必要に応じてそれらを比較します。エントリーのコピーには、クローン作成やシリアライゼーションが関係する可能性があるため、この操作はコストが高くつきます。パフォーマンスをできる限り高速にするには、非エンティティー・マップ用にカスタム・プラグインを実装してください。

詳しくは、*製品概要*の OptimisticCallback プラグインに関する説明を参照してください。

エンティティーに対するバージョン・フィールドの使用

エンティティーに対してオプティミスティック・ロックを使用している場合、@Version アノテーション、または、エンティティー・メタデータ記述子ファイルの同等の属性を使用します。バージョン・アノテーションを使用すれば、ObjectGrid で非常に効率的にオブジェクトのバージョンを追跡することができます。エンティ

ティーにバージョン・フィールドがなく、エンティティーに対してオプティミスティック・ロックが使用されている場合、エンティティー全体がコピーされ、比較されます。

ロックなしストラテジー

読み取り専用アプリケーションでは、ロックなしストラテジーを使用します。ロックなしストラテジーではいかなるロックも取得せず、ロック・マネージャーも使用しません。このため、このストラテジーは最も並行性、パフォーマンス、スケーラビリティーに優れています。

シリアライゼーション・パフォーマンス

WebSphere eXtreme Scale は、複数の Java プロセスを使用してデータを保持します。これらのプロセスはデータをシリアライズします。つまり、クライアント・プロセスとサーバー・プロセスの間でデータを移動させるために、(Java オブジェクト・インスタンス形式の) データをバイトに変換し、必要に応じて再びオブジェクトに戻します。 データのマーシャルは最もコストのかかる操作であり、アプリケーション開発者は、スキーマを設計し、グリッドを構成し、データ・アクセス API と対話する際に、それに対処する必要があります。

デフォルトの Java シリアライゼーション・ルーチンおよびコピー・ルーチンは、比較的遅く、標準的なセットアップではプロセッサーの 60 から 70 パーセントを消費する場合があります。以降のセクションに、シリアライゼーションのパフォーマンスを改善するための選択肢を示します。

各 BackingMap 用 ObjectTransformer の作成

ObjectTransformer は、BackingMap に関連付けることができます。ObjectTransformer インターフェースを実装し、かつ以下の操作のための実装を提供するクラスを、アプリケーションに含めることができます。

- 値のコピー
- ストリーム間での、キーのシリアライズとインフレーション
- ストリーム間での、値のシリアライズとインフレーション

キーは不変であると見なされるため、アプリケーションはキーをコピーする必要はありません。

詳しくは、キャッシュ・オブジェクトのシリアライズおよびコピーのためのプラグインおよびObjectTransformer インターフェースのベスト・プラクティスを参照してください。

注: ObjectTransformer は、変換中のデータを ObjectGrid が理解している場合にのみ起動されます。例えば、DataGrid API エージェントが使用される場合は、エージェントそのものに加えて、エージェント・インスタンス・データまたはエージェントから返されるデータも、カスタムのシリアライゼーション技法を使用して最適化されなければなりません。ObjectTransformer は、DataGrid API エージェントに対しては起動されません。

エンティティーの使用

エンティティーで EntityManager API が使用されている場合、ObjectGrid は、エンティティー・オブジェクトを BackingMap に直接的には保管しません。EntityManager API はエンティティー・オブジェクトを Tuple オブジェクトに変換します。詳しくは、詳しくは、*プログラミング・ガイド*のエンティティー・マップおよびタプルでのローダーの使用に関するトピックを参照してください。 エンティティー・マップは、高度に最適化された ObjectTransformer と自動的に関連付けられます。ObjectMap API または EntityManager API を使用してエンティティー・マップと対話する際、必ずエンティティー ObjectTransformer が起動されます。

カスタムのシリアライゼーション

一部のケースでは、オブジェクトを変更して、カスタム・シリアライゼーションを使用するようにする必要があります (例えば、java.io.Externalizable インターフェースを実装する、または java.io.Serializable インターフェースを実装しているクラスの writeObject および readObject メソッドを実装するなど)。 ObjectGrid API または EntityManager API のメソッド以外のメカニズムを使用してオブジェクトをシリアライゼーションするときは、カスタムのシリアライズした技法を採用する必要があります。

例えば、オブジェクトまたはエンティティーがインスタンス・データとして DataGrid API エージェント内に保管されるとき、またはエージェントがオブジェクトやエンティティーを返すとき、それらのオブジェクトは ObjectTransformer を使用して変換されません。ただし、`EntityMixin` インターフェースが使用されている場合、エージェントは、自動的に ObjectTransformer を使用します。詳しくは、『DataGrid エージェントとエンティティー・ベースのマップ』を参照してください。

バイト配列

ObjectMap または DataGrid API を使用している場合、クライアントがグリッドと対話するとき、および、オブジェクトが複製されるときには、キーと値のオブジェクトがシリアライズされます。シリアライゼーションのオーバーヘッドを避けるには、Java オブジェクトの代わりにバイト配列を使用します。バイト配列を使用すればメモリーへの保管にかかるコストはずっと少なくてすみます。これは、JDK がガーベッジ・コレクション中に検索するオブジェクトが少なく、必要なときだけインフレートできるためです。バイト配列は、照会または索引を使用してオブジェクトにアクセスする必要がない場合にのみ使用するべきです。データはバイトとして保管されるので、データにはキーを介してのみアクセスできます。

WebSphere eXtreme Scale は、 CopyMode.COPY_TO_BYTES マップ構成オプションを使用して、自動的にデータをバイト配列として保管できますが、クライアントによる手動での処理も可能です。このオプションは、データをメモリーに効率的に保管し、照会および索引によるオンデマンドでの使用のために、バイト配列内のオブジェクトを自動的にインフレートすることもできます。

ObjectTransformer インターフェースのベスト・プラクティス

ObjectTransformer インターフェースは、アプリケーションへのコールバックを使用して、通常の操作と、オブジェクト・シリアライゼーションやオブジェクトのディープ・コピーなどのコストのかかる操作のカスタム実装を提供します。

概説

ObjectTransformer インターフェースについて詳しくは、 240 ページの『ObjectTransformer プラグイン』を参照してください。 パフォーマンスの観点、および CopyMode メソッドのベスト・プラクティスのトピックに含まれる情報から見ると、NO_COPY モードが使用されている場合を除き、すべての場合に eXtreme Scale が値をコピーするのは明白です。 eXtreme Scale 内で採用されているデフォルトのコピー・メカニズムはシリアライゼーションであり、これはコストのかかる操作として知られています。 ObjectTransformer インターフェースはこのような状況で使用します。ObjectTransformer インターフェースは、アプリケーションへのコールバックを使用して、通常の操作と、オブジェクト・シリアライズやオブジェクトに対するディープ・コピーなどのコストのかかる操作のカスタム実装を提供します。

アプリケーションで、マップに対する ObjectTransformer インターフェースの実装が提供できると、eXtreme Scale は、このオブジェクトに対するメソッドに権限を委任し、インターフェースにおける各メソッドの最適化バージョンの提供はアプリケーションに頼ります。 ObjectTransformer インターフェースは以下のようになります。

```
public interface ObjectTransformer {
    void serializeKey(Object key, ObjectOutputStream stream) throws IOException;
    void serializeValue(Object value, ObjectOutputStream stream) throws IOException;
    Object inflateKey(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException;
    Object inflateValue(ObjectInputStream stream) throws IOException, ClassNotFoundException;
    Object copyValue(Object value);
    Object copyKey(Object key);
}
```

次のコード例を使用して、ObjectTransformer インターフェースを BackingMap に関連付けることができます。

```
ObjectGrid g = ...;
BackingMap bm = g.defineMap("PERSON");
MyObjectTransformer ot = new MyObjectTransformer();
bm.setObjectTransformer(ot);
```

オブジェクト・シリアライゼーションおよびオブジェクト・インフレーションの調整

オブジェクト・シリアライゼーションは、eXtreme Scale を使用した場合に通常、最も重要なパフォーマンスの考慮事項です。この eXtreme Scale は、アプリケーションで ObjectTransformer プラグインが提供されない場合に、デフォルトのシリアライズ化メカニズムを使用します。アプリケーションは Serializable readObject と writeObject の実装を供給するか、または、Externalizable インターフェースを実装するオブジェクトを持つことができますが、後者の方が 10 倍高速です。マップ内のオブジェクトを変更できない場合、アプリケーションは ObjectTransformer インターフェースを ObjectMap に関連付けることができます。serialize メソッドおよび inflate メソッドが提供されることにより、アプリケーションは、システムのパフォーマンスに大きく影響するこれらの操作を最適化するためのカスタム・コードを提供できます。serialize メソッドは、与えられたストリームにオブジェクトをシリアライズします。 inflate メソッドは入力ストリームを提供します。そしてアプリケー

ションがオブジェクトを作成し、ストリーム内のデータを使用してオブジェクトをインフレートし、最後にオブジェクトを戻すものと想定します。 serialize メソッドと inflate メソッドの実装は、相互にミラーリングする必要があります。

ディープ・コピー操作を調整する

アプリケーションが ObjectMap からオブジェクトを受け取った後で、eXtreme Scale は、オブジェクト値に対してディープ・コピーを実行し、BaseMap マップ内のコピーがデータ保全性を維持するようにします。その後アプリケーションはこのオブジェクト値を安全に変更できます。トランザクションがコミットすると、BaseMap マップ内のオブジェクト値のコピーは新しく変更される値に更新され、アプリケーションはその時点からその値の使用を停止します。コミット・フェーズで再度オブジェクトをコピーして、プライベート・コピーを作成した可能性があります。ただし、この場合は、このアクションのパフォーマンス・コストは、トランザクションのコミットの後で値を使用しないようアプリケーション・プログラマーに要求することに対してトレードオフされました。デフォルトの ObjectTransformer は、clone または serialize と inflate のペアを使用して、コピーを生成しようとします。直列化とインフレーションのペアは、最悪なパフォーマンス・シナリオです。プロファイル作成によって、serialize と inflate がご使用のアプリケーションにとって問題であることが判明したら、ディープ・コピーを作成する適切な clone メソッドを書きます。クラスを変更できない場合は、カスタム ObjectTransformer プラグインを作成し、より効率的な copyValue および copyKey メソッドを実装します。

第 11 章 トラブルシューティング

このセクションで説明するログとトレース、メッセージ、およびリリース情報の他に、モニター・ツールを使用して環境内のデータのロケーション、グリッド内のサーバーのアベイラビリティーなどの問題を把握することができます。WebSphere Application Server 環境で実行している場合、 Performance Monitoring Infrastructure (PMI) を使用できます。スタンドアロン環境で実行している場合は、ベンダーのモニター・ツール (CA Wily Introscope あるいは Hyperic HQ など) を使用できます。また、xsAdmin サンプル・ユーティリティーを使用し、これをカスタマイズすれば、ご使用の環境に関するテキスト情報を表示させることができます。

ログおよびトレース

ログおよびトレースを使用して、環境のモニターおよびトラブルシューティングを実行できます。ログは、構成によってさまざまなロケーションにあります。IBM サポートに協力を依頼する場合、サーバーに関するトレースを提供する必要がある場合があります。

WebSphere Application Server によるロギング

詳しくは、WebSphere Application Server インフォメーション・センターを参照してください。

スタンドアロン環境での WebSphere eXtreme Scale によるロギング

スタンドアロン・カタログおよびコンテナー・サービスを使用して、ログのロケーションおよびトレース仕様を設定します。カタログ・サーバー・ログは、サーバー始動コマンドを実行したロケーションにあります。

コンテナー・サーバーのログ・ロケーションの設定

デフォルトでは、コンテナーのログは、サーバー・コマンドが実行されたディレクトリーにあります。*<eXtremeScale_home>*/bin ディレクトリーでサーバーを始動する場合、ログおよびトレース・ファイルは bin ディレクトリーの logs/*<server_name>* ディレクトリー内にあります。コンテナー・サーバー・ログの代替ロケーションを指定するには、以下のコンテンツを使用して server.properties ファイルなどのプロパティー・ファイルを作成します。

```
workingDirectory=<directory>
traceSpec=
systemStreamToFileEnabled=true
```

workingDirectory プロパティーは、ログおよびオプションのトレース・ファイルのルート・ディレクトリーです。WebSphere eXtreme Scale は、traceSpec オプションでトレースが使用可能になっていると、SystemOut.log ファイル、SystemErr.log ファイル、およびトレース・ファイルを使用して、コンテナー・サーバーの名前を持

つディレクトリーを作成します。コンテナー開始中にプロパティー・ファイルを使用するには、**-serverProps** オプションを使用して、サーバー・プロパティー・ファイルのロケーションを指定します。

SystemOut.log ファイル内で参照する共通の情報メッセージは、開始確認メッセージです。特定のメッセージについて詳しくは、412 ページの『メッセージ』を参照してください。

WebSphere Application Server によるトレース

詳しくは、WebSphere Application Server インフォメーション・センターを参照してください。

カタログ・サービスでのトレース

カタログ・サービスの始動中に、 **-traceSpec** および **-traceFile** パラメーターを使用して、カタログ・サービスでトレースを設定できます。以下に例を示します。

```
startOgServer.sh catalogServer -traceSpec
ObjectGridPlacement=all=enabled -traceFile
/home/user1/logs/trace.log
```

<eXtremeScale_home>/bin ディレクトリーでカタログ・サービスを始動する場合、ログおよびトレース・ファイルは bin ディレクトリーの logs/*<catalog_service_name>* ディレクトリー内にあります。 *管理ガイド*にあるスタンドアロン環境でのカタログ・サービス・プロセスの開始に関する情報を参照してください。

スタンドアロン・コンテナー・サーバーでのトレース

コンテナー・サーバーでトレースを使用可能にするには 2 つの方法があります。ログ・セクションでの説明どおりに、サーバー・プロパティー・ファイルを作成するか、始動時にコマンド行を使用してトレースを使用可能にすることができます。サーバー・プロパティー・ファイルを使用してコンテナー・トレースを使用可能にするには、必要なトレース仕様で **traceSpec** プロパティーを更新します。始動パラメーターを使用して、コンテナー・トレースを使用可能にするには、**-traceSpec** および **-traceFile** パラメーターを使用します。以下に例を示します。

```
startOgServer.sh c0 -objectGridFile ../xml/myObjectGrid.xml
-deploymentPolicyFile ../xml/myDepPolicy.xml -catalogServiceEndpoints
server1.rchland.ibm.com:2809 -traceSpec
ObjectGridPlacement=all=enabled -traceFile /home/user1/logs/trace.log
```

<eXtremeScale_home>/bin ディレクトリーでサーバーを始動する場合、ログおよびトレース・ファイルは bin ディレクトリーの logs/*<server_name>* ディレクトリー内にあります。

詳しくは、

ObjectGridManager インターフェースによるトレース

別の方法として、ObjectGridManager インターフェースで実行時にトレースを設定する方法があります。 ObjectGridManager インターフェースでのトレース設定を使用すると、eXtreme Scale に接続してトランザクションをコミットしている間に

eXtreme Scale クライアント上でトレースを取得することができます。ObjectGridManager インターフェースでトレースを設定するには、トレース仕様およびトレース・ログを指定します。

```
ObjectGridManager manager = ObjectGridManagerFactory.getObjectGridManager();
...
manager.setTraceEnabled(true);
manager.setTraceFileName("logs/myClient.log");
manager.setTraceSpecification("ObjectGridReplication=all=enabled");
```

xsadmin ユーティリティーでトレースを使用可能にする

xsadmin ユーティリティーを使用してトレースを使用可能にする場合、**setTraceSpec** オプションを使用します。 xsadmin ユーティリティーを使用して、開始時ではなく実行時にスタンドアロン環境でトレースを使用可能にすることができます。すべてのサーバーおよびカタログ・サービスに対してトレースを使用可能にすることができます。あるいは、ObjectGrid 名などでサーバーをフィルタリングすることもできます。例えば、カタログ・サービス・サーバーへのアクセスを使用して ObjectGridReplication トレースを使用可能にするには、以下を実行します。

```
<eXtremeScale_home>/bin>xsadmin.bat -setTraceSpec "ObjectGridReplication=all=enabled"
```

トレース仕様を `*=all=disabled` に設定することでトレースを使用不可にすることもできます。

詳しくは *管理ガイド*にある xsAdmin ユーティリティーに関する情報を参照してください。

ffdc ディレクトリーおよびファイル

FFDC ファイルは、IBM サポートがデバッグの補助とするファイルです。これらのファイルは、問題が生じた場合に IBM サポートによって要求される場合があります。

これらのファイルは、`ffdc` という名前のディレクトリーに存在し、以下のファイルに類似したファイルが含まれています。

```
server2_exception.log
server2_20802080_07.03.05_10.52.18_0.txt
```

トレース・オプション

トレースを使用可能にすることで、ご使用の環境に関する情報を IBM サポートに提供することができます。

トレースについて

WebSphere eXtreme Scale のトレースは、いくつかの異なるコンポーネントに分けられます。 WebSphere Application Server のトレースと同様、使用するトレース・レベルを指定することができます。一般的なトレースのレベルには、all、debug、entryExit、および event があります。

トレース・ストリングの例は、以下のとおりです。

```
ObjectGridComponent=level=enabled
```

トレース・ストリングは連結することができます。`*` (アスタリスク) 記号を使用してワイルドカード値を指定します (例: `ObjectGrid*=all=enabled`)。トレースを

IBM サポートに提供する必要がある場合は、特定のトレース・ストリングが要求されます。 例えば、複製に関する問題が発生した場合には、`ObjectGridReplication=debug=enabled` トレース・ストリングが要求される可能性があります。

トレース仕様

ObjectGrid
汎用・コア・キャッシュ・エンジン。

ObjectGridCatalogServer
汎用カタログ・サービス。

ObjectGridChannel
静的デプロイメント・トポロジー通信。

7.1+ **ObjectGridClientInfo**
DB2 クライアント情報。

7.1+ **ObjectGridClientInfoUser**
DB2 ユーザー情報。

ObjectgridCORBA
動的デプロイメント・トポロジー通信。

ObjectGridDataGrid
AgentManager API。

ObjectGridDynaCache
WebSphere eXtreme Scale 動的キャッシュ・プロバイダー

ObjectGridEntityManager
EntityManager API。Projector オプションとともに使用。

ObjectGridEvictors
ObjectGrid 組み込み Evictor。

ObjectGridJPA
Java Persistence API (JPA) ローダー

ObjectGridJPACache
JPA キャッシュ・プラグイン

ObjectGridLocking
ObjectGrid キャッシュ・エントリー・ロック・マネージャー。

ObjectGridMBean
管理 Bean

7.1+ **ObjectGridMonitor**
ヒストリカル・モニター・インフラストラクチャー。

ObjectGridPlacement
カタログ・サーバー断片配置サービス。

ObjectGridQuery
ObjectGrid 照会。

ObjectGridReplication
レプリケーション・サービス。

ObjectGridRouting
クライアント/サーバー・ルーティングの詳細。

ObjectGridSecurity
セキュリティー・トレース。

ObjectGridStats
ObjectGrid 統計。

ObjectGridStreamQuery
ストリーム照会 API。

ObjectGridWriteBehind
ObjectGrid 後書き。

Projector
EntityManager API 内のエンジン。

QueryEngine
オブジェクト照会 API および EntityManager 照会 API のための照会エンジン。

QueryEnginePlan
照会計画診断。

IBM Support Assistant for WebSphere eXtreme Scale

データの収集、症状の分析、製品情報の入手に IBM Support Assistant を使用することができます。

IBM Support Assistant Lite

IBM Support Assistant Lite for WebSphere eXtreme Scale は、問題判別シナリオのための自動データ収集および症状分析支援を提供します。

IBM Support Assistant Lite を使用することで、適切な信頼性、可用性、保守性のトレース・レベルを設定して (トレース・レベルはツールにより自動的に設定されます) 問題を再現するのにかかる時間を短縮し、問題判別を合理化できます。さらに支援が必要であれば、IBM Support Assistant Lite は適切なログ情報を IBM サポートに送信するために必要な労力も削減します。

IBM Support Assistant Lite は、WebSphere eXtreme Scale バージョン 7.1.0 の各インストール済み環境に組み込まれています。

IBM Support Assistant

IBM® Support Assistant (ISA) を使用すると、製品、教育、およびサポートのリソースに素早くアクセスすることができます。これにより、IBM ソフトウェア製品に関し、IBM サポートに問い合わせをする必要なく、自力で質問に回答し、問題を解決することが容易になります。さまざまな製品固有のプラグインにより、インストール済みの特定の製品に合わせて IBM Support Assistant をカスタマイズすることがで

きます。また、IBM Support Assistant は、IBM サポートが特定の問題の原因を判別するのに役立つシステム・データ、ログ・ファイルなどの情報を収集することもできます。

IBM Support Assistant はご使用のワークステーションにインストールするユーティリティーで、WebSphere eXtreme Scale サーバー・システム自体に直接インストールするものではありません。Support Assistant のメモリーおよびリソース要件は、WebSphere eXtreme Scale サーバー・システムのパフォーマンスに悪影響を与える可能性があります。組み込まれたポータブル診断コンポーネントは、サーバーの通常の運用に対する影響を最小限に抑えるように設計されています。

IBM Support Assistant を使用すると、次のような点で役立ちます。

- 複数の IBM 製品にわたり、IBM およびそれ以外の知識と情報源の中で検索を行うことで、質問に回答し、問題を解決する。
- 製品固有の Web リソース (製品とサポートのホーム・ページ、カスタマー・ニュースグループおよびフォーラム、スキルとトレーニングのリソース、トラブルシューティングに関する情報、よくあるご質問など) から追加情報を見つける。
- Support Assistant で使用可能なターゲット診断ツールを使用して、製品固有の問題を診断するお客様の能力を高める。
- (汎用の、もしくは製品や症状に固有のデータを収集して) 診断データの収集を単純化し、お客様と IBMが問題を解決する助けとなる。
- カスタマイズされたオンライン・インターフェースを介して、IBM サポートに対する問題発生事象の報告を支援する。(前述の診断データやその他の情報を新規または既存の発生事象に添付する機能を含む。)

そして最後に、組み込まれたアップデーター機能を使用して、追加のソフトウェア製品や機能が使用可能になったときにそれらに対するサポートを取得することができます。IBM Support Assistant を WebSphere eXtreme Scale と併用するようにセットアップするには、まず IBM Support Assistant をインストールします。このときインストールには、IBM サポートの「概要」Web ページ (http://www-947.ibm.com/support/entry/portal/Overview/Software/Other_Software/IBM_Support_Assistant)からダウンロードしたイメージで提供されるファイルを使用します。次に、IBM Support Assistant を使用して、製品のアップデートを探し、あればインストールします。また、ご使用の環境にある他の IBM ソフトウェア用のプラグインが使用可能であれば、インストールすることもできます。IBM Support Assistant のさらに詳しい情報と最新バージョンが、IBM Support Assistant の Web ページで入手できます。(http://www.ibm.com/software/support/isa/)

メッセージ

製品インターフェースのログまたはその他の部分にメッセージが表示された場合は、そのコンポーネントの接頭部でメッセージを検索して、詳細情報を確認してください。

メッセージの検索

ログにメッセージが表示された場合、そのメッセージ番号を (接頭部の文字と番号と共に) コピーして、インフォメーション・センターで検索します (例えば、

CWOBJ1526I)。メッセージを検索すると、そのメッセージの詳細説明や、問題解決のために実行できる可能性のあるアクションを確認できます。

製品メッセージの索引については、インフォメーション・センターを参照してください。

リリース情報

製品のサポート Web サイト、製品資料、および製品の最新の更新、制限、および既知の問題へのリンクが提供されています。

- 『最新の更新、制限、および既知の問題へのアクセス』
- 『システムのアクセスおよびソフトウェア要件』
- 『製品資料へのアクセス』
- 『製品のサポート Web サイトへのアクセス』
- 『IBM ソフトウェア・サポートへの連絡』

最新の更新、制限、および既知の問題へのアクセス

リリース情報は、製品のサポート・サイトの技術情報から入手できます。WebSphere eXtreme Scale のすべての技術情報のリストを参照するには、サポート Web ページにアクセスしてください。ここで提供されているリンクをクリックすると、サポート Web ページで関連リリース・ノートが検索されます。関連リリース・ノートはリストとして返されます。

- 7.1+ バージョン 7.1 のリリース情報のリストを参照するには、サポート Web ページにアクセスしてください。
- バージョン 7.0 のリリース情報のリストを参照するには、サポート Web ページにアクセスしてください。
- バージョン 6.1 のリリース情報のリストを参照するには、リリース情報ウィキ・ページにアクセスしてください。

システムのアクセスおよびソフトウェア要件

ハードウェアおよびソフトウェア要件は以下のページに記載されています。

- システム要件の詳細

製品資料へのアクセス

情報セット全体に関しては、ライブラリー・ページにアクセスしてください。

製品のサポート Web サイトへのアクセス

最新の技術情報、ダウンロード、フィックス、およびその他のサポート関連情報を検索するには、 サポート・ページにアクセスしてください。

IBM ソフトウェア・サポートへの連絡

この製品で問題が発生した場合には、最初に以下のアクションを試行してください。

- 製品資料に記載されているステップを実行します。
- 関連資料をオンライン・ヘルプで検索します。
- エラー・メッセージをメッセージ解説書で検索します。

上記の方法で問題を解決できない場合、IBM テクニカル・サポートに連絡してください。

特記事項

本書に記載の製品、プログラム、またはサービスが日本においては提供されていない場合があります。日本で利用可能な製品、プログラム、またはサービスについては、日本 IBM の営業担当員にお尋ねください。本書で IBM 製品、プログラム、またはサービスに言及していても、その IBM 製品、プログラム、またはサービスのみが使用可能であることを意味するものではありません。IBM 製品、プログラムまたはサービスに代えて、IBM の知的所有権を侵害することのない機能的に同等のプログラムまたは製品を使用することができます。ただし、IBM によって明示的に指定されたものを除き、他社の製品と組み合わせた場合の動作の評価と検証はお客様の責任で行っていただきます。

IBM は、本書に記載されている内容に関して特許権 (特許出願中のものを含む) を保有している場合があります。本書の提供は、お客様にこれらの特許権について実施権を許諾することを意味するものではありません。実施権についてのお問い合わせは、書面にて下記宛先にお送りください。

〒242-8502
神奈川県大和市下鶴間1623番14号
日本アイ・ビー・エム株式会社
法務・知的財産
知的財産権ライセンス渉外

本プログラムのライセンス保持者で、(i) 独自に作成したプログラムとその他のプログラム (本プログラムを含む) との間での情報交換、および (ii) 交換された情報の相互利用を可能にすることを目的として、本プログラムに関する情報を必要とする方は、下記に連絡してください。

IBM Corporation
Mail Station P300
522 South Road
Poughkeepsie, NY 12601-5400
USA
Attention: Information Requests

本プログラムに関する上記の情報は、適切な使用条件の下で使用することができますが、有償の場合もあります。

商標

IBM、IBM ロゴおよび ibm.com は、世界の多くの国で登録された International Business Machines Corp. の商標です。他の製品名およびサービス名等は、それぞれ IBM または各社の商標である場合があります。現時点での IBM の商標リストについては、http://www.ibm.com/legal/copytrade.shtml をご覧ください。

- AIX®
- CICS®
- cloudscape
- DB2
- Domino®
- IBM
- Lotus®
- RACF®
- Redbooks®
- Tivoli
- WebSphere
- z/OS®

Java およびすべての Java 関連の商標およびロゴは、Sun Microsystems, Inc. の米国およびその他の国における商標または登録商標です。

LINUX は、Linus Torvalds の米国およびその他の国における商標です。

Microsoft、Windows®、Windows NT® および Windows ロゴは、Microsoft Corporation の米国およびその他の国における商標です。

UNIX® は、The Open Group の米国およびその他の国における登録商標です。

他の会社名、製品名およびサービス名等はそれぞれ各社の商標です。

索引

日本語, 数字, 英字, 特殊文字の順に配列されています。なお, 濁音と半濁音は清音と同等に扱われています。

[ア行]

[カ行]

[サ行]

[タ行]

[ナ行]

[ハ行]

[マ行]

[ヤ行]

[ラ行]

A

B

C

E

F

G

I

J

L

O

P

Q

R

S

T

W

Printed in Japan

日本アイ・ビー・エム株式会社
〒103-8510 東京都中央区日本橋箱崎町19-21