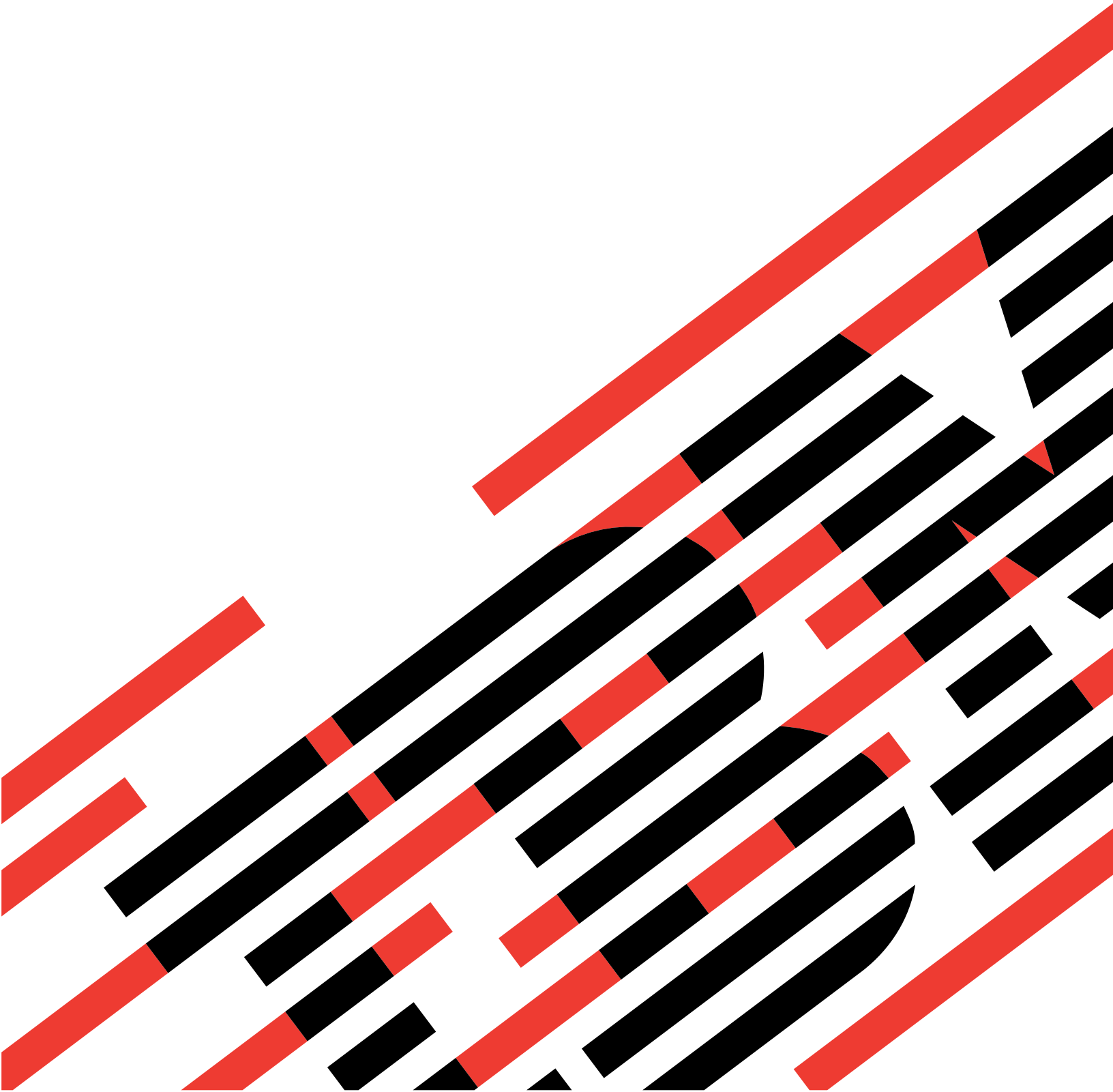
IBM

eserver

iSeries

IBM Java 開発キット (JDK)

バージョン 5 リリース 3



IBM

@server

iSeries

IBM Java 開発キット (JDK)

バージョン 5 リリース 3

ご注意！

本書および本書で紹介する製品をご使用になる前に、 405 ページの『特記事項』に記載されている情報をお読みください。

本書は、IBM Developer Kit for Java (プロダクト番号 5722-JV1) のバージョン 5、リリース 3、モディフィケーション 0 に適用されます。また、改訂版で断りがない限り、それ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。このバージョンは、すべての RISC モデルで稼働するとは限りません。また CISC モデルでは稼働しません。

本マニュアルに関するご意見やご感想は、次の URL からお送りください。今後の参考にさせていただきます。

http://www.ibm.com/jp/manuals/main/mail.html

なお、日本 IBM 発行のマニュアルはインターネット経由でもご購入いただけます。詳しくは

http://www.ibm.com/jp/manuals/ の「ご注文について」をご覧ください。

(URL は、変更になる場合があります)

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： iSeries
IBM Developer Kit for Java
Version 5 Release 3

発　行： 日本アイ・ビー・エム株式会社

担　当： ナショナル・ランゲージ・サポート

第1刷 2005.8

この文書では、平成明朝体™W3、平成明朝体™W7、平成明朝体™W9、平成角ゴシック体™W3、平成角ゴシック体™W5、および平成角ゴシック体™W7を使用しています。この(書体*)は、(財) 日本規格協会と使用契約を締結し使用しているものです。フォントとして無断複製することは禁止されています。

注* 平成明朝体™W3、平成明朝体™W7、平成明朝体™W9、平成角ゴシック体™W3、
平成角ゴシック体™W5、平成角ゴシック体™W7

目次

iSeries Java 開発キット (JDK) 1
V5R3 の iSeries Java 開発キット (JDK) の新機能 . . 2
新情報や変更情報を識別する方法 4
トピックの印刷 4
iSeries Java 開発キット (JDK) をインストールして構成する 4
iSeries Java 開発キット (JDK) をインストールする 5
「ライセンス・プログラムの復元」コマンドを使ってライセンス・プログラムをインストールする 5
複数の Java 2 Software Development Kit のサポート 6
iSeries Java 開発キット (JDK) の拡張機能をインストールする 7
Java パッケージをダウンロードしてインストールする 8
Hello World Java プログラムを初めて実行する . . 9
ネットワーク・ドライブを iSeries サーバーに割り当てる 10
iSeries サーバー上にディレクトリーを作成する 10
HelloWorld Java プログラムを作成、コンパイル、および実行する 11
Java ソース・ファイルを作成および編集する . . 12
iSeries Access for Windows を使用する . . . 12
ワークステーション上で編集する 12
EDTF を使用する 13
原始ステートメント入力ユーティリティーを使用する 13
iSeries Java 開発キット (JDK) 用に iSeries サーバーをカスタマイズする 13
Java クラスパス 13
Java システム・プロパティー 15
SystemDefault.properties ファイル 16
例: SystemDefault.properties ファイル . . . 16
Java システム・プロパティーのリスト . . . 16
国際化対応 24
時間帯構成 24
QUTCOFFSET と user.timezone 24
LOCALE 25
Java 文字のエンコード 26
file.encoding の値と iSeries CCSID 27
file.encoding のデフォルト値 31
例: 国際化 Java プログラムを作成する . . . 33
リリース間の互換性 33
iSeries Java 開発キット (JDK) によるデータベース・アクセス 34
iSeries Java 開発キット (JDK) の JDBC ドライバーを使用して iSeries データベースにアクセスする 34
JDBC 入門 36
JDBC ドライバーのタイプ 37
JDBC の要件 38
JDBC チュートリアル 39
例での JNDI の使用 41
Connection 41
DriverManager 42
接続プロパティー 45
DataSource を UDBDataSource と共に使用する 54
DataSource プロパティー 56
その他の DataSource インプリメンテーション 63
JDBC 用の JVM プロパティー 63
iSeries Java 開発キット (JDK) 用の DatabaseMetaData インターフェース 64
DatabaseMetaData オブジェクトを作成する 64
一般情報を取得する 65
フィーチャー・サポートを判別する . . . 65
データ・ソースの制限 65
SQL オブジェクトとその属性 66
トランザクション・サポート 66
JDBC 3.0 の変更点 66
例外 66
SQLException 67
SQLWarning 68
DataTruncation 69
無通知の切り捨て 71
トランザクション 71
自動コミット・モード 72
トランザクション分離レベル 73
保管ポイント 75
分散トランザクション 76
JTA を使ったトランザクション 76
プーリングおよび分散トランザクション用の UDBXADataSource サポートを使用する . 77
XADataSource プロパティー 77
ResultSets およびトランザクション . . . 77
多重化 78
2 フェーズ・コミットおよびトランザクション・ログ 78
ステートメントのタイプ 79
Statement 80
PreparedStatement 81
PreparedStatement の作成と使用 82
PreparedStatement の処理 83
CallableStatement 84
CallableStatement の処理 86
ResultSet 87
ResultSet の特性 88
カーソル移動 90
ResultSet データの検索 91
ResultSet の変更 92

ResultSet の作成 93
JDBC オブジェクト・プーリング 93
オブジェクト・プーリングのための DataSource サポートの使用 94
ConnectionPoolDataSource のプロパティー 95
DataSource ベースのステートメント・プーリング 96
独自の接続プーリングの構築 97
バッチ更新 99
Statement バッチ更新 100
PreparedStatement バッチ更新 101
BatchUpdateException 101
ブロック挿入サポート 102
拡張データ・タイプ 103
特殊タイプ 103
ラージ・オブジェクト 103
サポートされていない SQL3 データ・タイプ 104
BLOB を使ったコードを記述する . . . 104
CLOB を使ったコードを記述する . . . 105
データ・リンクを使ったコードを記述する 105
RowSet 106
RowSet の特性 106
DB2CachedRowSet 107
DB2CachedRowSet を使用する 108
DB2CachedRowSet の作成とデータ取り込み 109
DB2CachedRowSet データへのアクセスおよびカーソル操作 112
DB2CachedRowSet データを変更し、データ・ソースに変更を反映する 116
その他の DB2CachedRowSet の機能 . . . 120
DB2JdbcRowSet 125
DB2JdbcRowSet イベント 127
iSeries Java 開発キット (JDK) の JDBC ドライバーに関するパフォーマンス上のヒント . . 129
iSeries Java 開発キット (JDK) の DB2 SQLJ サポートを使用するデータベースへのアクセス . . 132
SQLJ のセットアップ 132
SQLJ ツール 132
DB2 SQLJ の制約事項 133
Structured Query Language for Java のプロファイル 133
Structured Query Language for Java (SQLJ) 変換プログラム (sqlj) 133
DB2 SQLJ プロファイル・カスタマイザー、db2profc を使用するプロファイル内での SQL ステートメントのプリコンパイル 133
DB2 SQLJ プロファイル (db2profp および profp) の内容の印刷 137
SQLJ プロファイル監査プログラム・インストーラー (profdb) 137
SQLJ プロファイル変換ツール (profconv) を使用して、 一連のプロファイル・インスタンスを Java クラス形式に変換する 138
SQL ステートメントを Java アプリケーションに組み込む 138
Structured Query Language for Java 内のホスト変数 139
SQLJ プログラムのコンパイルおよび実行 140
Java SQL ルーチン 140
Java SQL ルーチンの使用 142
Java ストアード・プロシージャー 143
JAVA パラメーター・スタイル 144
DB2GENERAL パラメーター・スタイル 146
Java ストアード・プロシージャーの制限 147
Java ユーザー定義スカラー関数 148
パラメーター・スタイル Java 148
パラメーター・スタイル DB2GENERAL 149
Java ユーザー定義関数に関する制約事項 152
Java ユーザー定義テーブル関数 153
JAR ファイルを操作する SQLJ プロシージャー 154
SQLJ.INSTALL_JAR 155
SQLJ.REMOVE_JAR 156
SQLJ.REPLACE_JAR 156
SQLJ.UPDATEJARINFO 157
SQLJ.RECOVERJAR 158
SQLJ.REFRESH_CLASSES 158
Java ストアード・プロシージャーおよび UDF 用のパラメーター引き渡し規則 . . . 159
Java と他のプログラム言語 160
ネイティブ・メソッドのために Java ネイティブ・インターフェースを使用する 161
Java 呼び出し API 163
呼び出し API 関数 164
複数の Java 仮想マシンのサポート . . . 166
Java ネイティブ・メソッドおよびスレッドに関する考慮事項 166
ネイティブ・メソッドおよび Java ネイティブ・インターフェース 167
ネイティブ・メソッドのストリング 167
ネイティブ・メソッド内のリテラル・ストリング 168
動的ストリングを EBCDIC、Unicode、および UTF-8 に変換する 168
IBM OS/400 PASE native methods for Java . . 169
Java OS/400 PASE 環境変数 170
例: IBM OS/400 PASE 例の環境変数 . . 170
QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP を使用する 171
QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV の使用 172
Java OS/400 PASE エラー・コード 173
始動時のエラー 173
実行時のエラー 173
ネイティブ・メソッド・ライブラリーの管理 174
OS/400 PASE および AIX Java ライブラリーの命名規則 174
Java ライブラリーの検索順序 174
Java 用 Teraspace ストレージ・モデル・ネイティブ・メソッド 176

Teraspace ネイティブ・メソッドの作成 . . . 176
ネイティブ・メソッドを使用する Teraspace サービス・プログラムの作成 176
Teraspace ネイティブ・メソッドとの Java 呼び出し API の使用 177
統合言語環境と Java との比較 177
java.lang.Runtime.exec() を使用する 177
種々のタイプのコマンドを処理する 178
os400.runtime.exec システム・プロパティー 178
例: java.lang.Runtime.exec() を使用してコマンドを呼び出す 179
プロセス間通信. 179
プロセス間通信のためにソケットを使用する 180
プロセス間通信に入出力ストリームを使用する 180
Java プラットフォーム 180
Java アプレットおよびアプリケーション . . . 181
Java 仮想マシン 182
Java ランタイム環境 182
Java インタープリター 183
Java JAR とクラス・ファイル. 184
Java スレッド 184
Sun Microsystems, Inc. Java Development Kit . . 185
Java パッケージ 186
Java ツール 186
高度なトピック. 186
Java クラス、パッケージ、およびディレクトリー 186
統合ファイル・システム内のファイル 188
統合ファイル・システム内の Java ファイル権限 188
バッチ・ジョブで Java を実行する 189
グラフィカル・ユーザー・インターフェースを使用しないホスト上で Java アプリケーションを実行する 189
Native Abstract Windowing Toolkit 190
NAWT サポートのレベル 191
NAWT および J2SDK バージョン 1.3 . . 191
NAWT および J2SDK バージョン 1.4 . . 191
Native Abstract Windowing Toolkit のインストールおよび使用 191
NAWT のインストールおよび使用 . . . 191
NAWT と OS/400 PASE. 191
VNC の使用上のヒント 192
CL プログラムからの VNC ディスプレイ・サーバーの開始 192
CL プログラムからの VNC ディスプレイ・サーバーの停止 192
実行中の VNC ディスプレイ・サーバーの検査 192
NAWT を WebSphere Application Server と共に使用するためのヒント. 193
セキュア通信の確保 193
X 権限検査の使用. 193
Java セキュリティー 194
Java セキュリティー・モデル 195
Java Cryptography Extension. 196
Java Secure Socket Extension 197
SSL (JSSE バージョン 1.0.8) を使用する . . 197
iSeries サーバーで Secure Socket Layer をサポートできるように準備する 198
Cryptographic Access Provider 198
ソケット・ファクトリーを使用するように Java コードを変更する 199
Secure Socket Layer を使用するように Java コードを変更する 200
使用するディジタル証明書の選択. . . . 200
Java アプリケーション実行時にディジタル証明書を使用する 201
Java Secure Socket Extension バージョン 1.4 を使用する 202
JSSE をサポートするよう iSeries サーバーを構成する 203
JSSE プロバイダー 203
JSSE セキュリティー・プロパティー . . 204
JSSE Java システム・プロパティー . . . 205
ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーを使用する. 207
例: IBM Java セキュア・ソケット拡張機能 208
Java Authentication and Authorization Service . . 209
JAAS (Java Authentication and Authorization Service) 用に iSeries サーバーを準備して構成する 209
JAAS (Java Authentication and Authorization Service) のサンプル 211
IBM Java Generic Security Service (JGSS) . . . 211
JGSS の概念. 213
プリンシパルおよび信任状 213
コンテキストの設定 214
メッセージの保護および交換 214
リソースのクリーンアップおよび解放 . . 214
セキュリティー・メカニズム 214
IBM JGSS を使用するように iSeries サーバーを構成する 215
J2SDK, version 1.3 で JGSS を使用するように iSeries サーバーを構成する 215
ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用するように JGSS を構成する . . . 215
J2SDK, version 1.4 で **JGSS** を使用するように iSeries サーバーを構成する 217
JGSS プロバイダー 217
セキュリティー・マネージャーの使用 . . 218
JVM アクセス権 218
JAAS 許可検査. 218
IBM JGSS アプリケーションの実行 220
Kerberos 信任状の取得および秘密鍵の作成 220
Kinit および Ktab ツール 220
JAAS Kerberos ログイン・インターフェース 221
構成ファイルとポリシー・ファイル . . . 223
IBM JGSS アプリケーションの開発 226

IBM JGSS アプリケーション・プログラミング・ステップ 226
GSSManager の作成 227
GSSName の作成 227
GSSCredential の作成 228
GSSContext の作成 228
オプションのセキュリティー・サービスの要求 229
コンテキストの設定 230
メッセージごとのサービスの使用 230
メッセージの送信 230
メッセージの受信 231
コンテキストの削除 232
JGSS アプリケーションで JAAS を使用する 232
デバッグ 233
JGSS デバッグ・クラス 234
サンプル: IBM Java Generic Security Service (JGSS) 234
サンプル・プログラムの説明 234
IBM JGSS サンプルの表示 235
サンプル: IBM JGSS サンプルの javadoc 情報のダウンロードおよび表示 235
サンプル: サンプル・プログラムのダウンロードおよび実行 236
サンプル: IBM JGSS サンプルのダウンロード 236
サンプル: サンプル・プログラムの実行の準備 237
サンプル: サンプル・プログラムの実行 237
IBM JGSS javadoc 参照情報 238
iSeries Java 開発キット (JDK) を使用して Java プログラムのパフォーマンスを調整する 238
Java のパフォーマンスの考慮事項 239
最適化 Java プログラムの作成 239
Just-In-Time コンパイラーの使用 240
ユーザー・クラス・ローダーのキャッシュの使用 240
Java プログラムの実行時に使用するモードの選択 242
Java インタープリター 245
静的コンパイル 245
Java 静的コンパイルのパフォーマンスについての考慮事項 245
Just-In-Time コンパイラー 246
JIT コンパイラーと直接処理の比較 . . . 246
Java ガーベッジ・コレクション 247
iSeries Java 開発キット (JDK) の拡張ガーベッジ・コレクション 247
Java ガーベッジ・コレクションのパフォーマンスについての考慮事項 248
Java ネイティブ・メソッド呼び出しのパフォーマンスに関する考慮事項 248
Java メソッドのインライン化のパフォーマンスに関する考慮事項 248
Java の例外処理のパフォーマンスの考慮事項 249
Java 呼び出しトレースのパフォーマンス測定ツール 249
Java プロファイルのパフォーマンス測定ツール 249
Java Virtual Machine Profiler Interface . . . 249
Java パフォーマンス・データを収集する . . . 250
パフォーマンス・データ・コレクター・ツール 251
Java パフォーマンス・データ・コンバーター・ツール 251
Java パフォーマンス・データ・コンバーターを実行する 252
iSeries Java 開発キット (JDK) 用のコマンドとツール 252
iSeries Java 開発キット (JDK) がサポートする Java ツール 253
Java ツール 254
Java ajar ツール 254
Java appletviewer ツール 254
Java extcheck ツール 255
Java idlj ツール 255
Java jar ツール 255
Java jarsigner ツール 255
Java javac ツール 256
Java javadoc ツール 256
サンプル・ファイルの抽出方法 256
Java ツール 256
Java javah ツール 257
Java javap ツール 257
Java keytool 258
Java native2ascii ツール 258
Java orbd ツール 258
Java policytool 258
Java rmic ツール 259
Java rmid ツール 259
Java rmiregistry ツール 259
Java serialver ツール 259
Java servertool 259
Java tnameserv ツール 259
Java Qshell コマンド 259
Java でサポートされる CL コマンド 261
ANZJVM コマンドの使用上の考慮事項 . . . 261
サーバーで実行する Java プログラムをデバッグする 261
OS/400 コマンド行から Java プログラムをデバッグする 262
Java プログラムをデバッグする 263
*DEBUG オプションを使って Java プログラムをデバッグする 264
Java プログラムの初期デバッグ画面 . . . 264
停止点の設定 265
Java プログラムを 1 ステップずつ実行して、デバッグする 266
Java プログラム中の変数を評価する . . . 267
Java およびネイティブ・メソッド・プログラムをデバッグする 268

別の画面から Java プログラムをデバッグする 268
QIBM_CHILD_JOB_SNDINQMSG 環境変数 269
カスタム・クラス・ローダーを通してロードされた Java クラスをデバッグする 270
デバッグ・サーブレット. 270
Java プラットフォーム・デバッガーのアーキテクチャー 271
Java Virtual Machine Debug Interface. . . 271
Java Debug Wire Protocol 272
Java Debug Interface 272
フルスピード・デバッグ. 272
メモリー・リークを検出する 273
iSeries Java 開発キット (JDK) のコード例. . . . 273
例: java.util.DateFormat クラスを使用して日付を国際化する 276
例: java.util.NumberFormat クラスを使用して数値表示を国際化する 276
例: java.util.ResourceBundle クラスを使用してロケール固有データを国際化する 277
例: Access プロパティー 278
例: BLOB 281
例: iSeries Java 開発キット (JDK) 用の CallableStatement インターフェース 282
例: 他のステートメントのカーソルを介してテーブルから値を除去する 283
例: CLOB 285
例: UDBDataSource を作成して JNDI でバインドする. 286
例: UDBDataSource の作成、およびユーザー ID とパスワードの取得 287
例: UDBDataSourceBind を作成して DataSource プロパティーを設定する. 287
例: iSeries Java 開発キット (JDK) 用の DatabaseMetaData インターフェース 288
例: Datalink 289
例: 特殊タイプ. 290
例: SQL ステートメントを Java アプリケーションに組み込む 291
例: トランザクションを終了する. 294
例: 無効なユーザー ID とパスワード 296
例: JDBC. 298
例: 単一トランザクション上で動作する複数の接続 301
例: UDBDataSource をバインドする前に初期コンテキストを取得する 303
例: ParameterMetaData 304
例: 他のステートメントのカーソルを介してステートメントで値を変更する 305
例: iSeries Java 開発キット (JDK) 用の ResultSet インターフェース. 308
例: ResultSet の感度 309
例: 感知および非感知の ResultSet 311
例: UDBDataSource および UDBConnectionPoolDataSource で接続プーリングをセットアップする 313
例: SQLException 313
例: トランザクションを中断して再開する. . . 314
例: 中断状態の ResultSets 316
例: 接続プーリングのパフォーマンスをテストする 318
例: 2 つの DataSource のパフォーマンスをテストする. 319
例: BLOB の更新 320
例: CLOB の更新 321
例: 複数のトランザクションで単一の接続を使用する 322
例: BLOB の使用 324
例: CLOB の使用 325
例: トランザクションを処理するために JTA を使用する 326
例: 複数の列を持ったメタデータ ResultSet を使用する. 328
例: ネイティブ JDBC と IBM Toolbox for Java JDBC を同時に使用する. 330
例: ResultSet を取得するために PreparedStatement を使用する 331
例: Statement オブジェクトの executeUpdate メソッドを使用する 334
例: JAAS HelloWorld 335
HelloWorld.java 335
HWLoginModule.java 339
HWPrincipal.java 344
例: JAAS SampleThreadSubjectLogin 345
サンプル: IBM JGSS 非 JAAS クライアント・プログラム 354
サンプル: IBM JGSS 非 JAAS サーバー・プログラム. 362
サンプル: IBM JGSS JAAS 使用可能クライアント・プログラム. 374
サンプル: IBM JGSS JAAS 使用可能サーバー・プログラム 375
例: java.lang.Runtime.exec() を使用して CL プログラムを呼び出す 377
例: java.lang.Runtime.exec() を使用して CL コマンドを呼び出す. 378
例: CL コマンドを呼び出すためのクラス . . 378
例: java.lang.Runtime.exec() を使用して別の Java プログラムを呼び出す 379
例: C から Java を呼び出す 379
例: RPG から Java を呼び出す 380
例: プロセス間通信に入出力ストリームを使用する 380
例: Java 呼び出し API 381
例: Java 呼び出し API を使用する 382
例: Java 用の IBM OS/400 PASE ネイティブ・メソッド 384
OS/400 PASE native method for Java 例の実行 384

例: ネイティブ・メソッドのために Java ネイティブ・インターフェースを使用する 385
例: プロセス間通信のためにソケットを使用する 389
例: Java パフォーマンス・データ・コンバーターを実行する 392
例: クライアントのソケット・ファクトリーを使用するように Java コードを変更する 393
例: サーバーのソケット・ファクトリーを使用するように Java コードを変更する 394
例: Secure Socket Layer を使用するように Java クライアントを変更する. 396
例: Secure Socket Layer を使用するように Java サーバーを変更する 398
IBM Developer Kit for Java のトラブルシューティング 399
制限 400
Java の問題分析用のジョブ・ログを検索する 401
Java の問題分析用のデータを収集する 401
iSeries Java 開発キット (JDK) のサポート. . . 402
iSeries Java 開発キット (JDK) の関連情報. . . . 403

付録. 特記事項 405

商標 406
資料に関するご使用条件. 407
コードに関する特記事項. 407

iSeries Java 開発キット (JDK)

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) は、 iSeries(TM) サーバー環境で使用するために最適化されています。 iSeries Java 開発キット (JDK) では Java のプログラミング・インターフェースおよびユーザー・インターフェースの互換性を利用でき、これにより iSeries サーバー用の独自のアプリケーションを開発できます。

iSeries Java 開発キット (JDK) を使うと、 iSeries サーバー上で Java プログラムを作成し、実行することができます。 iSeries Java 開発キット (JDK) は Sun Microsystems, Inc. の Java Technology と互換性のある製品なので、 Sun Microsystems, Inc. の Java Development Kit (JDK) の資料を十分理解していることが前提となります。 IBM や他社の情報を利用しやすくするために、 Sun Microsystems, Inc. の情報へのリンクが用意されています。

Sun Microsystems, Inc. の Java Development Kit 関連資料へのリンクが何らかの理由で機能しない場合は、必要な情報について、Sun Microsystems, Inc. の HTML の参照資料を利用してください。この情報は WWW の The Source for Java Technology java.sun.com にあります。

iSeries Java 開発キット (JDK) の使用方法の詳細については、以下のトピックを参照してください。

V5R3 の新機能
最新の製品と情報の更新内容を際立たせています。

トピックの印刷
印刷可能な PDF ファイルや、 iSeries Java 開発キット (JDK) の HTML ファイルの ZIP パッケージをダウンロードする方法を詳述します。

インストールおよび構成
インストール方法、構成方法、単純な Hello World Java プログラムの作成方法と実行方法、ダウンロードしてインストールする方法、およびリリース間の互換性を説明します。

カスタマイズ
時間帯、システム・プロパティー、およびサーバーでのクラスパスの構成をカスタマイズする方法を説明します。

互換性
リリース間での Java クラス・ファイルの互換性についての情報を説明します。

データベース・アクセス
iSeries Java 開発キット (JDK) を使って Java プログラムが iSeries データベース・ファイルにアクセスする方法を説明します。

Java と他のプログラム言語
Java ネイティブ・インターフェース (JNI)、 java.lang.Runtime.exec()、プロセス間通信、および Java 呼び出し API を使用して、他の言語で書かれたコードを呼び出す方法を示します。

Java プラットフォーム
Java アプレットおよびアプリケーションを開発して管理する環境を説明します。 Java 言語、Java パッケージ、および Java 仮想マシンで構成されます。

高度なトピック
バッチ・ジョブで Java を実行する方法を説明し、Java プログラムを表示、実行、またはデバッグするために、統合ファイル・システムで必要な Java ファイル権限について説明します。

GUI を使用しないホストで実行する
Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT) を使って Java プログラムを設定し、実行する方法を説明します。

セキュリティー
借用権限について詳述し、 SSL を使用して Java アプリケーション中のソケット・ストリームを保護する方法を説明します。

パフォーマンス
Java のパフォーマンスを調整する方法を説明します。

コマンドとツール
Java のコマンドおよび Java のツールを使用する方法を詳しく説明します。

デバッグ
Java プログラムのデバッグ方法を説明します。

コード例
このトピックは、iSeries Java 開発キット (JDK) 情報のすべてのコード例に直接リンクしています。

トラブルシューティング
ジョブ・ログを検索する方法と、 Java プログラムの分析データを収集する方法を説明します。ここでは、プログラム一時修正 (PTF) の説明や、 iSeries Java 開発キット (JDK) のサポートを受ける方法も示します。

関連情報
すべての Javadoc および API 参照情報に直接リンクしています。

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

V5R3 の iSeries Java 開発キット (JDK) の新機能

このトピックでは、iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) V5R3 の変更内容について説明します。ここでは、Java 2 Software Development Kit (J2SDK) Standard Edition バージョン 1.4 に特有の変更を強調しています。 V5R3 の一般リリース後の更新内容は、以下のリストの下部に表示されています。

入門

- iSeries Java 開発キット (JDK) をインストールするに新しいライセンス・プログラムの情報が追加されています。
- 複数の JDK のサポートでは、IBM がサポートしている各 JDK についての情報を扱っています。
- Java アプリケーションおよびサーブレットにおける完全なグラフィックス機能については、 Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT)を参照してください。

カスタマイズ
- 特定のプロパティー・ファイルを指し示すための QIBM_JAVA_PROPERTIES_FILE ジョブ・レベル環境変数を使用を含む、新しいシステム・プロパティーがあります。
- 新しい時間帯の構成の情報が追加されています。
- 新しい File.encoding 値と、それに最も近い iSeries コード化文字セット識別コード (CCSID) が追加されています。

データベース・アクセス
- JDBC のセクションに、新しい JVM プロパティーが追加されました。
- SQLJ プロシージャーのセクションに SQLJ.REFRESH_CLASSES プロシージャーが追加されました。
- Java ストアード・プロシージャーおよび Java ユーザー定義スカラー関数セクションが追加されました。

Java と他のプログラム言語
- iSeries Java 仮想マシン (JVM) は現在、 Teraspace ストレージ・モデル・ネイティブ・メソッドの使用をサポートしています。
- 新しい Java 呼び出し API サポートが追加されました。
- 種々のコマンドを処理するための java.lang.Runtime.exec() の使用が更新されました。

GUI を使用しないホストで実行する
- 更新については、Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT)を参照してください。

セキュリティー
- 新しい JSSE プロバイダーとプロパティーが追加されました。

パフォーマンス
- ユーザー・クラス・ローダーのキャッシュの使用に関する変更点については、 最適化のトピックを参照してください。

コマンドとツール
- Java orbd ツールが追加されました。
- 259 ページの『Java servertool』 が追加されました。

デバッグ
- フルスピード・デバッグを含む更新点について、デバッグのトピックを参照してください。

コード例
- コード例が追加されて増えました。

トピックの印刷
- iSeries Java 開発キット (JDK) 情報の PDF については、トピックの印刷で扱っています。

参照情報

- Javadoc と API の参照情報を扱う iSeries Java 開発キット (JDK) 関連情報のセクションが追加されました。

新情報や変更情報を識別する方法

技術上の変更が加えられたことを識別するのに役立つように、以下の情報が使用されています。

- 新情報や変更情報の先頭を示すマーク。
- 新情報や変更情報の終了を示すマーク。

新着情報やこのリリースでの変更点に関する詳細は、 プログラム資料説明書  を参照してください。

トピックの印刷

本書の PDF バージョンを表示またはダウンロードするには、 IBM Java 開発キット (TM) (約 2206 KB) を選択します。

PDF ファイルの保存

表示用または印刷用のために PDF をワークステーションに保存するには、以下のようにします。

1. ブラウザーで PDF を右マウス・ボタン・クリックする (上部のリンクを右マウス・ボタン・クリック)。
2. Internet Explorer を使用している場合、「**対象をファイルに保存...**」をクリックする。 Netscape Communicator を使用している場合は、「**リンクを名前を付けて保存...**」をクリックする。
3. PDF を保存したいディレクトリーに進む。
4. 「**保存**」をクリックする。

Adobe Acrobat Reader のダウンロード

これらの PDF を表示または印刷するには、Adobe Acrobat Reader が必要です。このアプリケーションは、Adobe Web サイト (www.adobe.com/products/acrobat/readstep.html)  からダウンロードできます。

---

iSeries Java 開発キット (JDK) をインストールして構成する

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) を初めて使用する場合は、ここに示す手順に従ってインストールと構成を行い、単純な Hello World Java プログラムを実行して、使い方に慣れてください。

1. すでに iSeries Java 開発キット (JDK) に精通している方は、 新機能のリンクから、プロダクトや資料の最新情報を確認してください。
2. iSeries Java 開発キット (JDK) をインストールします。
3. iSeries サーバーをカスタマイズします。
4. iSeries Java 開発キット (JDK) のインストールが初めてで、 iSeries Java 開発キット (JDK) を使ったことがない方は、 初めての Hello World Java プログラムを実行する を参照してください。このトピックでは、iSeries Java 開発キット (JDK) を使って単純な Hello World Java プログラムを実行する方法が 2 つ紹介されています。これによって、iSeries Java 開発キット (JDK) が正しくインストールされたかどうかを簡単に確認できます。

5. これで、Hello World Java プログラムを作成し、コンパイルして実行する準備ができました。詳しい手順については、Hello World Java プログラムを作成し、コンパイルして、実行するを参照してください。
6. さらに独自の Java アプリケーションを作成したい場合は、以下のトピックを参照してください。
   - Java ソース・ファイルを作成して編集するでは、独自の Java ソース・ファイルを作成、編集するための 3 つの方法を紹介します。
   - Java パッケージを iSeries サーバーにダウンロードしてインストールするでは、 Java パッケージをより効果的に使用する方法を説明しています。ここでは、グラフィカル・ユーザー・インターフェース (GUI) を含むパッケージ、統合ファイル・システムおよび大文字小文字の区別、そして ZIP ファイル処理および JAR ファイル処理に関する詳細を提供します。
   - リリース相互間の互換性では、 1 つのリリースから別のリリースへの互換性に関する情報を提供します。

iSeries Java 開発キット (JDK) をインストールする

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) をインストールすると、 iSeries サーバー上での Java プログラムの作成および実行が可能になります。

» V5R3 の場合、ライセンス・プログラム 5722-JV1 は、システム CD と共に配送されるため、JV1 はプリインストールされています。「ライセンス・プログラムの処理 (GO LICPGM)」コマンドを入力し、オプション 10 (表示) を選択してください。このライセンス・プログラムがリストされていない場合は、以下のステップを実行してください。 «

1. コマンド行で、GO LICPGM コマンドを入力します。
2. オプション 11 (ライセンス・プログラムの導入) を選択します。
3. ライセンス・プログラム (LP) 5769-JV1 *BASE についてオプション 1 (導入) を選択し、インストールしたい Java Development Kit (JDK) に適合するオプションを選択します。インストールしたいオプションがリストに表示されていない場合は、「オプション」フィールドにオプション 1 (導入) を入力することにより、それをリストに追加することができます。「ライセンス・プログラム」フィールドに 5722JV1 と入力し、「プロダクト・オプション」フィールドにオプション番号を入力します。

   注: 一度に複数のオプションをインストールすることができます。

iSeries サーバーに iSeries Java 開発キット (JDK) をインストールした後、システムをカスタマイズすることができます。

iSeries Java 開発キット (JDK) の入門情報については、 初めての Hello World Java プログラムを実行するを参照してください。

「ライセンス・プログラムの復元」コマンドを使ってライセンス・プログラムをインストールする

サーバーが新規の場合、「ライセンス・プログラムのインストール」画面でリストされているプログラムは、LICPGM インストール・システムによってサポートされています。時折、使用可能になった新しいプログラムが、サーバー上のライセンス・プログラムとしてリストされないことがあります。インストールしたいプログラムでこの状況になったときは、インストールするために「ライセンス・プログラムの復元 (RSTLICPGM)」コマンドを使用する必要があります。

「ライセンス・プログラムの復元」コマンドを使ってライセンス・プログラムをインストールする方法は、以下のとおりです

1. ライセンス・プログラムが含まれているテープまたは CD-ROM を、適切なドライブに入れる。
2. iSeries コマンド入力行で、次のように入力する。

   RSTLICPGM/p>

   その後、Enter キーを押します。

   「*ライセンス・プログラムの復元 (RSTLICPGM)*」画面が表示されます。
3. 「*プロダクト (Product)*」フィールドに、インストールしたいライセンス・プログラムの ID 番号を入力する。
4. 「*装置 (Device)*」フィールドで、インストール装置を指定する。

   注: 磁気テープ・ドライブからインストールする場合は、装置 ID は常に **TAP*xx*** という形式になります。ここで ***xx*** は **01** のような番号です。
5. ライセンス・プログラムの復元画面の他のパラメーターはデフォルトの設定のままにする。 Enter キーを押します。
6. さらにパラメーターが表示される。これもデフォルトの設定のままにします。 Enter キーを押します。プログラムのインストールが開始されます。

ライセンス・プログラムのインストールが完了すると、「*ライセンス・プログラムの復元*」画面が再び表示されます。

複数の Java 2 Software Development Kit のサポート

iSeries サーバーでは、複数のバージョンの Java Development Kit (JDK) および Java 2 Software Development Kit (J2SDK), Standard Edition がサポートされています。

注: この資料において、 JDK という語は、文脈に応じて、JDK および J2SDK のサポートされている任意のバージョンを表します。通常、JDK が現れる文脈には、特定のバージョンとリリース番号についての言及があります。

iSeries サーバーは、複数の JDK の同時使用をサポートしていますが、それは、複数の Java 仮想マシンを通してのみ行われます。単一の Java 仮想マシンは、 1 つの指定された JDK を実行します。

使用しているまたは使用したい JDK を見つけてから、インストールする調整オプションを選択します。JDK は、一度に複数個インストールすることができます。システム・プロパティー java.version で、実行する JDK を決められます。いったん Java 仮想マシンを稼働させると、 java.version システム・プロパティーを変更しても何も起こりません。

注: » V5R3 では、オプション 1 (JDK 1.1.6)、オプション 2 (JDK 1.1.7)、オプション 3 (JDK 1.2.2)、およびオプション 4 (JDK 1.1.8) はサポートされません。以下の表に、このリリースでサポートされる J2SDK をリストしています。 «

オプション	JDK	java.home	java.version
5	1.3	/QIBM/ProdData/Java400/jdk13/	1.3
6	1.4	/QIBM/ProdData/Java400/jdk14/	1.4

この複数の JDK の環境で選択されるデフォルトの JDK は、どの 5722-JV1 オプションがインストールされているかによって異なります。以下の表は、その例です。

インストール	入力	結果
オプション 5 (1.3)	`java Hello`	J2SDK, Standard Edition バージョン 1.3 が実行される。
» オプション 6 (1.4)	`java Hello`	J2SDK, Standard Edition バージョン 1.4 が実行される。 «
オプション 5 (1.3) およびオプション 6 (1.4)	`java Hello`	» J2SDK, Standard Edition バージョン 1.4 が実行される。 «

注: JDK を 1 つだけインストールしている場合は、その JDK がデフォルトになります。複数の JDK をインストールしている場合は、優先順位は以下のとおりです。

1. オプション 6 (1.4)
2. オプション 5 (1.3)

iSeries Java 開発キット (JDK) の拡張機能をインストールする

拡張機能は、コア・プラットフォームの機能を拡張するために使用できる Java(TM) クラスのパッケージです。拡張機能は、1 つまたは複数の ZIP ファイルまたは JAR ファイルのパッケージであり、拡張クラス・ローダーによって Java 仮想マシンにロードされます。

拡張機能のメカニズムにより、Java 仮想マシンでは、システム・クラスを使用するのと同じ方法で拡張クラスを使用することができます。また、拡張機能のメカニズムは、J2SDK バージョン 1.2 以上または Java 2 Runtime Environment, Standard Edition バージョン 1.2 以上で拡張機能がインストールされていない場合には、指定の URL からそれらを取り出す方法を提供します。

拡張機能のためのいくつかの JAR ファイルは、iSeries サーバーと共に出荷されます。これらの拡張機能のいずれかをインストールするときには、以下のコマンドを入力してください。

```
ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/Java400/ext/extensionToInstall.jar')
     NEWLNK('/QIBM/UserData/Java400/ext/extensionToInstall.jar')
     LNKTYPE(*SYMBOLIC)
```

ここで、`extensionToInstall.jar` は、インストールしたい拡張機能を含む ZIP または JAR ファイルの名前です。

注: /QIBM/UserData/Java400/ext ディレクトリーに拡張機能のための JAR ファイルが格納されている可能性がありますが、これは IBM によって提供されたものではありません。

/QIBM/UserData/Java400/ext ディレクトリー内の拡張機能へのリンクの作成またはファイルの追加を行うと、 *iSeries サーバー上で実行されているそれぞれの Java 仮想マシン* について、拡張クラス・ローダーによって検索されるファイルのリストが変更されます。 iSeries サーバー上の他の Java 仮想マシンの拡張クラス・ローダーに影響を与えたくないが、拡張機能へのリンクを作成したり、 IBM が iSeries サーバーと共に出荷したものではない拡張機能をインストールしたい場合は、以下のステップに従ってください。

1. 拡張機能をインストールするためのディレクトリーを作成します。
   iSeries コマンド行から「ディレクトリーの作成 (MKDIR)」コマンドを使用するか、または Qshell インタープリターから `mkdir` コマンドを使用します。
2. 作成したディレクトリーに拡張機能の JAR ファイルを置きます。
3. 新しいディレクトリーを java.ext.dirs プロパティーに追加します。
   新しいディレクトリーを java.ext.dirs プロパティーに追加するには、 iSeries コマンド行から JAVA コマンドの PROP フィールドを使用します。

新しいディレクトリーの名前が ″/home/username/ext″ で、拡張機能ファイルの名前が extensionToInstall.jar、Java プログラムの名前が Hello の場合は、入力するコマンドは次のようになります。

```
MKDIR DIR('/home/username/ext')

CPY OBJ('/productA/extensionToInstall.jar') TODIR('/home/username/ext') または
FTP (ファイル転送プロトコル) を使って、ファイルを /home/username/ext にコピーします。

JAVA Hello PROP((java.ext.dirs '/home/username/ext'))
```

Java パッケージをダウンロードしてインストールする

iSeries サーバー上への Java(TM) パッケージのダウンロード、インストール、および使用を効率的に行うには、以下を参照してください。

- グラフィカル・ユーザー・インターフェースを使用するパッケージ (8ページ)
- 大文字小文字の区別および統合ファイル・システム (8ページ)
- ZIP ファイルの処理と JAR ファイルの処理 (8ページ)
- Java 拡張フレームワーク (9ページ)

グラフィカル・ユーザー・インターフェースを使用するパッケージ

» グラフィカル・ユーザー・インターフェース (GUI) と共に使用する Java プログラムでは、グラフィカル表示装置能力のある表示装置を使用する必要があります。たとえば、パーソナル・コンピューター、テクニカル・ワークステーション、またはネットワーク・コンピューターなどが使用できます。 Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT) を使用すれば、 Java アプリケーションおよびサーブレットに、 Java 2 Software Development Kit (J2SDK) Standard Edition Abstract Windowing Toolkit (AWT) のグラフィックス機能の全機能を備えることができます。詳しくは、Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT) を参照してください。 «

大文字小文字の区別および統合ファイル・システム

統合ファイル・システムは、大文字小文字の区別をするファイル・システムと、ファイル名とは関係していないファイル・システムの両方を提供します。 QOpenSys は、統合ファイル・システムにある大文字小文字の区別をするファイル・システムの例です。ルート '/' は、大文字小文字を区別しないファイル・システムの例です。詳しくは、統合ファイル・システムを参照してください。

JAR またはクラスは大文字小文字を区別しないファイル・システム上に配置されますが、 Java は引き続き大文字小文字を区別する言語です。 `wrklnk '/home/Hello.class'` と `wrklnk '/home/hello.class'` は同一の結果を生成しますが、 `JAVA CLASS(Hello)` と `JAVA CLASS(hello)` は別々のクラスを呼び出します。

ZIP ファイルの処理と JAR ファイルの処理

ZIP ファイルと JAR ファイルには、一連の Java クラスが格納されています。これらのファイルに対して「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンドを使用すると、格納されているクラスが検査され、マシンの内部形式に変換されます。また、指定された場合は iSeries マシン・コードに変換されます。 ZIP ファイルと JAR ファイルは、他の個々のクラス・ファイルと同じように扱うことができます。内部マシンの形式が、これらのファイルの 1 つと関係している場合は、そのファイルと関係した状態が続きます。パフォーマンスを向上するために、内部マシン形式は将来の実行のときにクラス・ファイルの代わりに使用されます。現在の Java プログラムがクラス・ファイルまたは JAR ファイルと関連付けられているかどうかが不確実な場合は、「Java プログラムの表示 (DSPJVAPGM)」コマンドを使用して、 iSeries サーバー上の Java プログラムに関する情報を表示してください。

iSeries Java 開発キット (JDK) の前のリリースでは、 JAR ファイルまたは ZIP ファイルをいずれかの方法で変更した場合、接続されている Java プログラムが使用できなくなったため、 Java を再作成しなければなりませんでした。このことは、現在は必要ありません。多くの場合、JAR ファイルまたは ZIP ファイルを変更する場合、 Java プログラムは依然有効であるため、再作成する必要はありません。 JAR ファイル内で 1 つのクラス・ファイルが更新される、などの部分的な変更が行われる場合、 JAR ファイル内にある影響を受けたクラス・ファイルのみを再作成します。

JAR ファイルに対して最も典型的な変更が行われた後でも、 Java プログラムは JAR ファイルに接続され続けます。たとえば、次の場合に Java プログラムは JAR ファイルに接続され続けます。

- 254 ページの『Java ajar ツール』を使用して JAR ファイルを変更するか、再作成する。
- 255 ページの『Java jar ツール』 を使用して、JAR ファイルを変更するか、再作成する。
- OS/400 COPY コマンドを使用するか、または Qshell cp ユーティリティーを使用して JAR ファイルを置換する。

iSeries Access for Windows を介して、またはパーソナル・コンピューター (PC) のマップ済みドライブから統合ファイル・システム内の JAR ファイルにアクセスする場合は、以下のような場合に、これらの Java プログラムは JAR ファイルに接続されたままになります。

- 別の JAR ファイルを既存の統合ファイル・システム JAR ファイルにドラッグ・アンド・ドロップする。
- 255 ページの『Java jar ツール』を使用して統合ファイル・システム JAR ファイルを変更するか、再作成する。
- PC コピー・コマンドを使用して統合ファイル・システム JAR ファイルを置換する。

JAR ファイルが変更または置換されると、それに接続されている Java プログラムは現行のものではなくなります。

Java プログラムが JAR ファイルに接続されたままにならない、例外が 1 つあります。ファイル転送プロトコル (FTP) を使用して JAR ファイルを置換すると、接続されていた Java プログラムは破棄されます。たとえば、このことは FTP put コマンドを使用して JAR ファイルを置換するときに生じます。

JAR ファイルのパフォーマンス特性の詳細については、 Java ランタイムのパフォーマンスを参照してください。

Java 拡張フレームワーク

J2SDK では、拡張機能は、コア・プラットフォームの機能を拡張するために使用できる Java クラスのパッケージです。拡張機能またはアプリケーションは、1 つまたは複数の JAR ファイルにあります。拡張機能のメカニズムにより、Java 仮想マシンでは、システム・クラスを使用するのと同じ方法で拡張クラスを使用することができます。拡張機能機構はさらに、拡張機能がまだ J2SDK または Java 2 Runtime Environment, Standard Edition にインストールされていないときに、指定した URL から拡張機能を検索することを可能にします。

拡張機能のインストール方法については、 iSeries Java 開発キット (JDK) の拡張機能をインストールするを参照してください。

Hello World Java プログラムを初めて実行する

Hello World Java(TM) プログラムを起動して実行するには、次の 2 つの方法があります。

1. iSeries Java 開発キット (JDK) に付属している Hello World Java プログラムを実行する。

付属のプログラムを実行する方法は次のとおりです。

a. 「ライセンス・プログラムの処理 (GO LICPGM)」コマンドを入力し、 iSeries Java 開発キット (JDK) がインストールされていることを確認する。その後、オプション 10 (導入済みライセンス・プログラムの表示) を選択する。ライセンス・プログラム 5722-JV1 *BASE と、少なくとも 1 つのオプションがインストール済みとしてリストされていることを確認してください。

b. iSeries メイン・メニューのコマンド行に、 `java Hello` と入力する。 Enter キーを押すと、Hello World Java プログラムが実行されます。

c. iSeries Java 開発キット (JDK) が正しくインストールされていれば、 Java シェル画面に `Hello World` と表示される。 F3 (終了) または F12 (終了) を押すと、コマンド入力画面に戻ります。

d. Hello World クラスが実行されない場合は、インストールが正常に完了したことを確認するか、iSeries Java 開発キット (JDK) のサポートを受けるのサービス情報を参照する。

2. また、ユーザー独自の Hello Java プログラムも実行することができます。ユーザー独自の Hello Java プログラムの作成方法については、 Hello World Java プログラムを作成し、コンパイルして、実行するを参照してください。

ネットワーク・ドライブを iSeries サーバーに割り当てる

ネットワーク・ドライブを iSeries サーバーに割り当てるには、サーバーおよびワークステーションに iSeries Access for Windows がインストールされていることを確認してください。 iSeries Access for Windows のインストールおよび構成方法の詳細は、 iSeries Access for Windows のインストールを参照してください。

ネットワーク・ドライブを割り当てる前に、iSeries サーバー用に構成された接続がなければなりません。

ネットワーク・ドライブを割り当てるには、以下のステップを実行してください。

1. Windows(R) エクスプローラを開く。
   a. Windows タスクバーの「**スタート**」ボタンの上で右マウス・ボタン・クリックする。
   b. メニューの中の「**エクスプローラ**」をクリックする。
2. 「**ツール**」メニューから「**ネットワーク ドライブの割り当て**」を選択する。
3. iSeries サーバーへの接続に使用したいドライブを選択する。
4. サーバーへのパス名を入力する。以下に例を示します。

   ¥¥*MYSERVER*

   ここで、***MYSERVER*** は iSeries サーバーの名前です。
5. ブランクになっていれば、「**ログオン時に再接続**」ボックスをチェックする。
6. 「**OK**」をクリックして完了する。

割り当てたドライブが、Windows エクスプローラの「**すべてのフォルダ**」 セクションに表示されます。

iSeries サーバー上にディレクトリーを作成する

Java(TM) アプリケーションを保管するには、 iSeries サーバー上にディレクトリーを作成する必要があります。これには、2 つの方法があります。

- iSeries ナビゲーターを使って、ディレクトリーを作成する
  iSeries Access for Windows がインストールされている場合には、このオプションを選択してください。

Java プログラムを、iSeries ナビゲーターを使ってコンパイル、最適化、および実行する計画がある場合は、このオプションを選択して、これらの操作が行われる正しい位置にプログラムが保管されるようにしてください。

- コマンド入力行を使用してディレクトリーを作成する
  iSeries Access for Windows がインストールされていない場合は、このオプションを選択してください。

インストールに関する情報も含む、iSeries ナビゲーターについて詳しくは、「iSeries ナビゲーターの理解」を参照してください。

HelloWorld Java プログラムを作成、コンパイル、および実行する

単純な Hello World Java(TM) プログラムを作成することは、 iSeries Java 開発キット (JDK) を十分理解する上での第一歩となります。

独自の Hello World Java プログラムを作成し、コンパイルして実行する手順は、次のとおりです。

1. ネットワーク・ドライブを、iSeries サーバーに割り当てる。
2. Java アプリケーション用に、 iSeries サーバー上にディレクトリーを作成する。
3. 統合ファイル・システム内に、ASCII テキスト・ファイルとしてソース・ファイルを作成する。 Java アプリケーションのコーディングには、統合開発環境 (IDE) 製品を使用することも、 Windows(R) のメモ帳のようなテキスト・エディターを使用することもできます。
   a. テキスト・ファイルの名前を `HelloWorld.java` にする。ファイルの作成方法と編集方法の詳細については、 Java ソース・ファイルを作成して編集するを参照してください。
   b. ファイルに次のソース・コードが含まれていることを確認する。

```
class HelloWorld {
     public static void main (String args[]) {
          System.out.println("Hello World");
     }
}
```

4. ソース・ファイルをコンパイルする。
   a. 「環境変数の処理 (WRKENVVAR)」コマンドを入力し、CLASSPATH 環境変数を調べる。 CLASSPATH 変数が存在しない場合は、 CLASSPATH 変数を追加して '.' (現行ディレクトリー) に設定する。 CLASSPATH 変数が存在する場合は、パス名リストの先頭が '.' になっていることを確認する。 CLASSPATH 環境変数の詳細については、 Java クラスパスを参照してください。
   b. 「Qshell の開始 (STRQSH)」コマンドを入力して、 Qshell インタープリターを開始する。
   c. 「ディレクトリーの変更 (cd)」コマンドを使用して、現行ディレクトリーを `HelloWorld.java` ファイルが入っている統合ファイル・システムのディレクトリーに変更する。
   d. `javac` に続けて、ディスクに保管したファイルの名前を入力する。たとえば、 `javac HelloWorld.java` と入力する。
5. 統合ファイル・システムのクラス・ファイル上のファイル権限を設定する。
6. Java アプリケーションを最適化する。
   a. *QSH コマンド入力* 行で、次のように入力する。

```
system "CRTJVAPGM '/mydir/myclass.class' OPTIMIZE(20)"
```

   ここで、*mydir* は Java アプリケーションを保管したディレクトリーのパス名、 *myclass* はコンパイルされた Java アプリケーションの名前です。

   注: 最適化レベルは、最大で 40 まで設定できます。最適化レベルを 40 にすると、Java アプリケーションの効率が向上しますが、デバッグ機能が制限されます。 Java アプリケーションの開発を始

めた初期の段階では、最適化レベルを 20 に設定し、アプリケーションのデバッグが容易になるようにすることをお勧めします。 OPTIMIZE パラメーターの詳細については、 CRTJVAPGM コマンドを参照してください。

b. **Enter** キーを押す。

メッセージが表示され、Java プログラムのクラスが作成されます。

7. クラス・ファイルを実行する。
   a. Java クラスパスが正しく設定されていることを確認する。
   b. Qshell コマンド入力行で、`java` に続けて `HelloWorld` と入力すると、 Java 仮想マシンで `HelloWorld.class` が実行される。たとえば、`java HelloWorld` と入力する。 iSeries の「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドを使って、 `HelloWorld.class` を実行することもできる。
   c. すべて正しく入力されていれば、画面に `"Hello World"` と表示される。シェル・プロンプト (デフォルトでは $) が表示され、 Qshell が別のコマンドを受け付けられることが示される。
   d. F3 (Exit (終了)) または F12 (Disconnect (切断)) を押すと、コマンド入力画面に戻る。

iSeries サーバー上のタスクを動作させるためのグラフィカル・ユーザー・インターフェースである iSeries ナビゲーターを利用して、簡単に Java アプリケーションをコンパイル、最適化、および実行することもできます。 iSeries ナビゲーターを使用した Java アプリケーションの処理を参照してください。インストールに関する情報も含め、iSeries ナビゲーターについて詳しくは、 iSeries ナビゲーターの理解を参照してください。

Java ソース・ファイルを作成および編集する

Java(TM) ソース・ファイルを作成および編集するには、次のようないくつかの方法があります。

- 『iSeries Access for Windows を使用する』。
- 『ワークステーション上で編集する』。
- 13 ページの『EDTF を使用する』。
- 13 ページの『原始ステートメント入力ユーティリティーを使用する』。

iSeries Access for Windows を使用する

Java ソース・ファイルは、iSeries サーバーの統合ファイル・システムにある、 ASCII テキスト・ファイルです。

iSeries Access for Windows や、ワークステーション・ベースのエディターを使用して、 Java ソース・ファイルを作成および編集することができます。

ワークステーション上で編集する

Java ソース・ファイルをワークステーション上で作成することができます。その場合は、作成したファイルをファイル転送プロトコル (FTP) を使って統合ファイル・システムに転送します。

ワークステーション上で Java ソース・ファイルを作成し、編集する方法は次のとおりです。

1. 任意のエディターを使って、ワークステーション上で ASCII ファイルを作成する。
2. iSeries サーバーに FTP 接続する。
3. ASCII 形式が維持されるように、ソース・ファイルをバイナリー・ファイルとして統合ファイル・システムのディレクトリーに転送する。

EDTF を使用する

任意のファイル・システムからファイルを編集するには、EDTF CL コマンドを使用することができます。これは、ストリーム・ファイルやデータベース・ファイルを編集するための原始ステートメント入力ユーティリティー (SEU) と類似のエディターです。詳しくは、EDTF CL commandを参照してください。

原始ステートメント入力ユーティリティーを使用する

原始ステートメント入力ユーティリティー (SEU) を使うと、Java ソース・ファイルをテキスト・ファイルとして作成することができます。

SEU を使って Java ソース・ファイルをテキスト・ファイルとして作成する方法は次のとおりです。

1. SEU を使ってソース・ファイル・メンバーを作成する。
2. 「ストリーム・ファイルへのコピー (CPYTOSTMF)」コマンドを使用して、ソース・ファイル・メンバーを統合ファイル・システム・ストリーム・ファイルにコピーする。このとき、データは ASCII コードに変換されます。

ソース・コードを変更する必要がある場合は、 SEU を使ってデータベース・メンバーを変更し、ファイルを再びコピーしてください。

保管ファイルについては、統合ファイル・システム内のファイルを参照してください。

---

iSeries Java 開発キット (JDK) 用に iSeries サーバーをカスタマイズする

iSeries サーバーに iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) をインストールした後、システムをカスタマイズすることができます。カスタマイズ可能な事項について詳しくは、以下を参照してください。

クラスパス
JVM が特定のクラスを検索する方法をカスタマイズする方法について確認してください。

Java システム・プロパティー
サーバーでの Java プログラムの実行環境を決定する Java システム・プロパティーをカスタマイズする方法について確認してください。

国際化対応
時間帯を構成し、Java ロケールを使用し、文字データをエンコードすることにより、 Java アプリケーションを世界の特定の地域用にカスタマイズする方法についてお読みください。

Java クラスパス

Java(TM) 仮想マシンは、実行時にクラスを検索するために、Java クラスパスを使用します。また、Java のコマンドとツールも、クラスパスを使ってクラスの位置を判別します。デフォルトのシステム・クラスパス、CLASSPATH 環境変数、および classpath コマンド・パラメーターはすべて、クラスを探すときにどのディレクトリーを検索するかを指定するために使用されます。

Java 2 Software Development Kit (J2SDK) Standard Edition バージョン 1.2 以上では、 java.ext.dirs プロパティーが、ロードされる拡張としてのクラスパスを判別します。詳細については、 iSeries Java 開発キット (JDK) の拡張機能をインストールするを参照してください。

» デフォルトのブートストラップ・クラスパスはシステムによって定義されており、変更できません。サーバーでは、IBM Developer Kit、Native Abstract Window Toolkit (NAWT)、および他のシステム・クラスに属するクラスをどこで検索するかを、デフォルトのブートストラップ・クラスパスによって指定します。 «

これら以外のクラスをシステム上で検出するには、 CLASSPATH 環境変数または classpath パラメーターを使用して、検索対象のクラスパスを指定する必要があります。ツールやコマンドで classpath パラメーターを使用すると、 CLASSPATH 環境変数で指定されている値は無効になります。

CLASSPATH 環境変数の設定には、「環境変数の処理 (WRKENVVAR)」コマンドを使用します。 WRKENVVAR の画面から、CLASSPATH 環境変数の追加や変更を行うことができます。 CLASSPATH 環境変数を追加する場合は「環境変数の追加 (ADDENVVAR)」コマンドを、 CLASSPATH 環境変数を変更する場合は「環境変数の変更 (CHGENVVAR)」コマンドを使用します。

CLASSPATH 環境変数の値はパス名のリストであり、コロン (:) によって分けられています。これは、特定のクラスを探すために検索されます。パス名は、0 または複数の一連のディレクトリー名です。これらのディレクトリー名の後には、ディレクトリーの名前、 ZIP ファイル、または JAR ファイル (統合ファイル・システムで検索する) が続きます。パス名のコンポーネントはスラッシュ (/) 文字によって分けられています。ピリオド (.) を使用して、現行作業ディレクトリーを示します。

Qshell インタープリターで使用可能なエクスポート・ユーティリティーを使うと、Qshell 環境で CLASSPATH 変数を設定できます。

これらのコマンドは、CLASSPATH 変数をユーザーの Qshell 環境に追加し、それを値 ″.:/myclasses.zip:/Product/classes″ に設定します。

- 次に、Qshell 環境で CLASSPATH 変数を設定するコマンドを示します。

```
export -s CLASSPATH=.:/myclasses.zip:/Product/classes
```

- 次に、コマンド行から CLASSPATH 変数を設定するコマンドを示します。

```
ADDENVVAR ENVVAR(CLASSPATH) VALUE(".:/myclasses.zip:/Product/classes")
```

J2SDK は最初にブートストラップ・クラスパスを検索してから、次に拡張ディレクトリーを検索し、その後クラスパスを検索します。上記の例のコードでの J2SDK の検索順序は次のようになります。

1. sun.boot.class.path プロパティーのブートストラップ・クラスパス
2. java.ext.dirs プロパティーの拡張ディレクトリー
3. 現行作業ディレクトリー
4. 「ルート」(/) ファイル・システムにある myclasses.zip ファイル
5. 「ルート」(/) ファイル・システムにある、プロダクト・ディレクトリーにあるクラス・ディレクトリー

Qshell 環境に入ると、CLASSPATH 変数が環境変数に設定されます。クラスパス・パラメーターはパス名のリストを指定します。この構文は CLASSPATH 環境変数の構文と同じです。クラスパス・パラメーターは、次のツールとコマンドで使用できます。

- Qshell の `java` コマンド
- `javac` ツール
- `javah` ツール
- `javap` ツール
- `javadoc` ツール
- `rmic` ツール

- 「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンド

これらのコマンドについて詳しくは、 iSeries Java 開発キット (JDK) 用のコマンドとツールを参照してください。これらのコマンドやツールで classpath パラメーターを使用すると、 CLASSPATH 環境変数は無視されます。

CLASSPATH 環境変数をオーバーライドするには、java.class.path プロパティーを使用します。他のプロパティーと同様に、 java.class.path プロパティーを変更するには、 SystemDefault.properties ファイルを使用します。 SystemDefault.properties ファイルの値は、CLASSPATH 環境変数をオーバーライドします。 SystemDefault.properties ファイルについては、 SystemDefault.properties ファイルを参照してください。

J2SDK では、さらに -Xbootclasspath オプションは、クラスの検索時にシステムがどのディレクトリーを検索するかに影響します。 -Xbootclasspath/a:*path* を使用すると、デフォルトのブートストラップ・クラスパスの後に *path* が付加され、 /p:*path* と指定すると、デフォルトのブートストラップ・クラスパスの前に *path* が付加され、 :*path* と指定すると、ブートストラップ・クラスパスは *path* によって置き換えられます。

» 注: -Xbootclasspath を指定すると、システム・クラスが見つからなかったり、システム・クラスが誤ってユーザー定義クラスで置き換えられた場合に結果が保証されないので、注意が必要です。このため、ユーザー指定のクラスパスの前にデフォルトのシステム・クラスパスが検索されるように指定することをお勧めします。 «

Java プログラムのランタイム環境を決定する Java システム・プロパティーの詳細については、 Java システム・プロパティーを参照してください。

詳しくは、プログラムおよび CL コマンド APIまたは 統合ファイル・システムを参照してください。

Java システム・プロパティー

Java(TM) システム・プロパティーにより、Java プログラムのランタイム環境が決まります。 Java システム・プロパティーは、OS/400(R) のシステム値や環境変数と似ています。

Java 仮想マシン (JVM) のインスタンスを開始すると、その JVM に影響するシステム・プロパティーの値が設定されます。

Java システム・プロパティーのデフォルト値を使用するか、以下の方法でそれらの値を指定できます。

- Java プログラムを開始するときにコマンド行 (または Java Native Interface (JNI) 呼び出し API) にパラメーターを追加する。
- » QIBM_JAVA_PROPERTIES_FILE ジョブ・レベル環境変数を使用して特定のプロパティー・ファイルを指し示す。以下に例を示します。

```
ADDENVVAR ENVVAR(QIBM_JAVA_PROPERTIES_FILE)
  VALUE(/qibm/userdata/java400/mySystem.properties)
```

- user.home ディレクトリーに作成する SystemDefault.properties ファイルを作成する。
- /qibm/userdata/java400/SystemDefalut.properties ファイルを使用する。

» OS/400 および JVM が、以下の優先順序で Java システム・プロパティーの値を決定します。

1. コマンド行または JNI 呼び出し API
2. QIBM_JAVA_PROPERTIES_FILE 環境変数
3. user.home SystemDefault.properties ファイル
4. /QIBM/UserData/Java400/SystemDefault.properties

5. デフォルト・システム・プロパティーの値

詳しくは、以下のページを参照してください。

Java システム・プロパティーのリスト

SystemDefault.properties ファイル «

SystemDefault.properties ファイル

SystemDefault.properties ファイルは、Java 環境のデフォルト・プロパティーを指定できる、標準の Java(TM) プロパティー・ファイルです。

ホーム・ディレクトリーにある SystemDefault.properties ファイルは、 /QIBM/UserData/Java400 ディレクトリーにある SystemDefault.properties よりも優先されます。

/YourUserHome/SystemDefault.properties ファイルで設定するプロパティーは、以下の特定の Java 仮想マシンにのみ影響します。

- 別の user.home プロパティーを指定せずに開始する JVM
- プロパティー `user.home = /YourUserHome/` を指定して他のユーザーが開始する JVM

例: SystemDefault.properties ファイル: 以下の例では、いくつかの Java プロパティーを設定しています。

```
#Comments start with pound sign
#Use J2SDK 1.4
java.version=1.4
#This sets a special property
myown.propname=6
```

システム・プロパティーについて詳しくは、以下のページを参照してください。

Java システム・プロパティー

Java システム・プロパティーのリスト

Java システム・プロパティーのリスト

Java(TM) システム・プロパティーにより、Java プログラムのランタイム環境が決まります。 Java システム・プロパティーは、OS/400 のシステム値や環境変数と似ています。

Java 仮想マシン (JVM) を開始すると、 JVM のそのインスタンスのシステム・プロパティーが設定されます。 Java システム・プロパティーの値の指定方法について詳しくは、以下のページを参照してください。

Java システム・プロパティー

SystemDefault.properties ファイル

» Java システム・プロパティーについて詳しくは、 Java Secure Socket Extension (JSSE) システム・プロパティーを参照してください。

以下の表には、サポートされるバージョンの Java 2 Software Development Kit (J2SDK) Standard Edition の Java システム・プロパティーをリストしています。

- J2SDK バージョン 1.3
- J2SDK バージョン 1.4 «

この表では、各プロパティーごとに、プロパティーの名前と、適用されるデフォルト値または簡略説明をリストしています。この表には、J2SDK のバージョンによって値が異なるシステム・プロパティーが示されています。デフォルト値がリストされている列に、種々の J2SDK のバージョンが示されていない場合は、サポートされているすべてのバージョンの J2SDK でそのデフォルト値が使用されます。

システム・プロパティー	デフォルト値または説明
awt.toolkit	» sun.awt.motif.MToolkit os400.awt.native=true または java.awt.headless=true が設定されていない場合、awt.toolkit は設定されません。 «
file.encoding	» ISO8859_1 (デフォルト値) « OS/400 ジョブのコード化文字セット ID (CCSID) を、対応する ISO ASCII CCSID にマップします。また、file.encoding 値の集合を、その ISO ASCII (CCSID) を表す Java 値に設定します。 file.encoding に指定可能な値と、それに最も近い OS/400 CCSID との関係を示した表については、 file.encoding の値と iSeries CCSIDを参照してください。
file.encoding.pkg	sun.io
file.separator	/ (スラッシュ)
» java.awt.headless	J2SDK v1.4 = false (デフォルト値) J2SDK v1.3 = このプロパティーは、J2SDK v.1.3 を実行している場合は使用できません。 このプロパティーは、Abstract Windowing Toolkit (AWT) API をヘッドレス・モードで操作するかどうかを指定します。デフォルト値の false では、os400.awt.native を true に設定して AWT を使用可能にしている場合にのみ、全 AWT 機能が使用可能になります。このプロパティーを true に設定する場合、ヘッドレス AWT モードがサポートされ、さらに明示的に os400.awt.native が true に設定されることになります。 «
java.class.path	. (ピリオド) (デフォルト値) OS/400 がクラスを見つけるために使用するパスを指定します。デフォルトはユーザー指定の CLASSPATH です。
java.class.version	» J2SDK v1.3 = 47.0 J2SDK v1.4 = 48.0 (デフォルト値) «
java.compiler	» jitc_de (デフォルト値) « Just-In-Time (JIT) コンパイラーを使用してコードをコンパイルするか (jitc)、 JIT コンパイラーと直接処理の両方を使用してコンパイルするか (jitc_de) を指定します。

システム・プロパティー	デフォルト値または説明
java.ext.dirs	 J2SDK v1.3 = /QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/ext: /QIBM/UserData/Java400/ext J2SDK v1.4 = /QIBM/ProdData/OS400/Java400/jdk/lib/ext: /QIBM/ProdData/Java400/jdk14/lib/ext: /QIBM/UserData/Java400/ext (デフォルト値)
java.home	 J2SDK v1.3 = /QIBM/Prodata/Java400/jdk13 J2SDK v1.4 =/QIBM/ProdData/Java400/jdk14 (デフォルト値)  詳細は、 複数の Java Development Kit (JDK) のサポートを参照してください。
java.library.path	/QSYS.LIB/QSHELL.LIB:/QSYS.LIB/QGPL.LIB: /QSYS.LIB/QTEMP.LIB:/QSYS.LIB/QDEVELOP.LIB: /QSYS.LIB/QBLDSYS.LIB:/QSYS.LIB/QBLDSYSR.LIB (デフォルト値) OS/400 ライブラリー・リスト
java.net.preferIPv4Stack	true (デフォルト値) false (no's) デュアル・スタック・マシンでは、優先されるプロトコル・スタック (IPv4 または IPv6) と、優先されるアドレス・ファミリー・タイプ (inet4 または inet6) を設定するためのシステム・プロパティーが用意されています。デュアル・スタック・マシンの IPv6 ソケットは、 IPv4 と IPv6 の両方のピアと対話できるので、デフォルトでは IPv6 スタックが優先されます。この設定は、このプロパティーを使用して変更できます。 java.net.preferIPv4Stack は J2SDK v1.4 に固有です。詳しくは、IPv6 プロトコル (IPv6 protocol) を参照してください。
 java.net.preferIPv6Addresses	true false (no's) (デフォルト値) オペレーティング・システムで IPv6 が使用可能でも、デフォルト設定では、IPv6 アドレスよりも IPv4 マップ・アドレスが優先されます。このプロパティーによって、IPv6 (true) と IPv4 (false) のどちらのアドレスを使用するかが制御されます。 java.net.preferIPv4Stack は J2SDK v1.4 に固有です。詳しくは、IPv6 プロトコル (IPv6 protocol) を参照してください。 
java.policy	 J2SDK v1.3 = /QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/security/java.policy  J2SDK v1.4 = /QIBM/ProdData/OS400/Java400/jdk/lib/security/java.policy (デフォルト値)
java.specification.name	 Java プラットフォーム API の仕様 (デフォルト値)  Java 言語の仕様
java.specification.vendor	Sun Microsystems, Inc.

システム・プロパティー	デフォルト値または説明
java.specification.version	 J2SDK v1.3 = 1.3 J2SDK v1.4 = 1.4 (デフォルト値)
java.use.policy	true
java.vendor	IBM Corporation
java.vendor.url	http://www.ibm.com
java.version	 1.3.1 1.4.2. (デフォルト値) 使用する J2SDK のバージョンを決定します。 単一の J2SDK のバージョンをインストールしている場合は、そのバージョンがデフォルトになります。インストールされていないバージョンを指定すると、エラー・メッセージが戻されます。バージョンを指定しない場合、最新の J2SDK のバージョンがデフォルトとして使用されます。**注:** java.version は、SystemDefault.properties ファイルに入っている場合、および Java Native Inteface (JNI) を使用する場合は無視されます。詳しくは、複数の J2SDK のサポートを参照してください。
java.vm.name	クラシック VM
java.vm.specification.name	Java 仮想マシンの仕様
java.vm.specification.vendor	Sun Microsystems, Inc.
java.vm.specification.version	1.0
java.vm.vendor	IBM Corporation
java.vm.version	 J2SDK v1.3 = 1.3 J2SDK v1.4 = 1.4 (デフォルト値)
line.separator	¥n
os.arch	PowerPC
os.name	OS/400
os.version	V5R3M0 (デフォルト値) OS/400 のリリース・レベルを、 Retrieve Product Information アプリケーション・プログラム・インターフェース (API) から取得します。
 os400.awt.native	Abstract Windowing Toolkit (AWT) API をサポートするかどうかを制御します。有効値は true および false です。 java.awt.headless=true が設定されていない場合デフォルトは false で、その場合は os400.awt.native が true であることが暗黙的に示されます。 

システム・プロパティー	デフォルト値または説明
os400.certificateContainer	Java Secure Socket Layer (SSL) サポートで、開始済みの Java プログラムおよび指定済みのプロパティーの証明書コンテナーとして指定したものが使用されるようにします。 os400.secureApplication システム・プロパティーを指定すると、このプロパティーは無視されます。たとえば、 `-Dos400.certificateContainer=/home/username/mykeyfile.kdb` と入力するか、または統合ファイル・システム中の他のキー・ファイルを入力してください。
os400.certificateLabel	このシステム・プロパティーは、 os400.certificateContainer システム・プロパティーと一緒に指定できます。このプロパティーを指定すると、指定されているコンテナー中のどの証明書が、 Secure Socket Layer (SSL) で使用されるか選択できます。たとえば、`-Dos400.certificateLabel=myCert` (myCert は、証明書の作成時かインポート時にディジタル証明書マネージャー (DCM) によってその証明書に割り当てられるラベル名) と入力してください。
os400.child.stdio.convert	Java での stdin、stdout、および stderr に関するデータ変換を制御します。 ASCII データと Extended Binary Coded Decimal Interchange Code (EBCDIC) データの間の変換は、デフォルトでは Java 仮想マシンで行われます。このプロパティーを使用してこれらの変換をオンまたはオフにすると、それは、このプロセスで runtime.exec() メソッドを使用して開始される子プロセスにも影響します。デフォルト値を参照してください。
os400.class.path.security.check	20 (デフォルト値) 有効値: 0: セキュリティー検査なし 10: RUNJVA CHKPATH(*IGNORE) と同等 20: RUNJVA CHKPATH(*WARN) と同等 30: RUNJVA CHKPATH(*SECURE) と同等
os400.class.path.tools	0 (デフォルト値) 有効値: 0: java.class.path プロパティーに Sun ツールを含めない 1: java.class.path プロパティーの前に J2SDK の固有のツール・ファイルを付加する J2SDK v1.3 の場合、tools.jar のパスは /QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/ です。 J2SDK v1.3 の場合、tools.jar のパスは /QIBM/ProdData/OS400/Java400/jdk/lib/ です。
os400.create.type	interpret (デフォルト値) 有効値: interpret: RUNJVA OPTIMIZE(*INTERPRET) および INTERPRET(*OPTIMIZE)、または INTERPRET(*YES) と同等 direct: その他
os400.define.class.cache.file	デフォルト値 = ヌル。 JAR または ZIP ファイルの名前を指定します。 Java のパフォーマンスの考慮事項の中の『ユーザー・クラス・ローダーのキャッシュの使用』を参照してください。
os400.define.class.cache.hours	デフォルト値 = 768 最大 10 進値 = 9999. 10 進値を指定します。 Java のパフォーマンスの考慮事項の中の『ユーザー・クラス・ローダーのキャッシュの使用』を参照してください。

システム・プロパティー	デフォルト値または説明
os400.define.class.cache.maxpgms	デフォルト値 = 5000 最大 10 進値 = 40000 10 進値を指定します。 Java のパフォーマンスの考慮事項の中の『ユーザー・クラス・ローダーのキャッシュの使用』を参照してください。
os400.defineClass.optLevel	0
» os400.display.properties	この値が 'true' に設定されている場合、すべての Java 仮想マシンのプロパティーが標準出力に印刷されます。その他の値は認識されません。 «
os400.enbpfrcol	0 (デフォルト値) 有効値: 0: CRTJVAPGM ENBPFRCOL(*NONE) と同等 1: CRTJVAPGM ENBPFRCOL(*ENTRYEXIT) と同等 7: CRTJVAPGM ENBPFRCOL(*FULL) と同等 ゼロ以外の値の場合、JIT は *JVAENTRY、 *JVAEXIT、 *JVAPRECALL、および *JVAPOSTCALL イベントを生成します。
os400.exception.trace	このプロパティーは、デバッグの目的だけに使用されます。このプロパティーを指定すると、 JVM の終了時に、最後に出された例外が標準出力へ送信されます。
os400.file.create.auth, os400.dir.create.auth	これらのプロパティーは、ファイルやディレクトリーに割り当てる権限を指定します。このプロパティーに何も値を指定しない場合や、サポートされていない値を指定した場合、権限は共通権限 *NONE になります。 os400.file.create.auth=RWX または os400.dir.create.auth=RWX (R= 読み取り、W= 書き込み、X= 実行) を指定できます。これらの権限は、どのような組み合わせでも有効です。
os400.file.io.mode	このプロパティーにデフォルト (BINARY) ではなく TEXT を指定すると、ファイルの CCSID が file.encoding と異なる場合に、ファイルの CCSID を変換します。
» os400.gc.heap.size.init	これは、-Xms (初期 GC サイズを設定する) を使用する代わりに使用します。このプロパティーは OS/400 に固有なプロパティーなので、やむをえない場合以外は引き続き -Xms を使用することを強くお勧めします。このプロパティーは、主に SystemDefault.properties ファイルで初期 GC サイズを指定できるようにするために導入されました。 **注:** このプロパティーは注意して使用してください。指定すると、 -Xms がオーバーライドされます。この値は、コンマのないキロバイト単位のサイズの整数でなければなりません。 «
» os400.gc.heap.size.max	これは、-Xmx (最大 GC サイズを設定する) を使用する代わりに使用します。このプロパティーは OS/400 に固有なプロパティーなので、やむをえない場合以外は引き続き -Xmx を使用することを強くお勧めします。このプロパティーは、主に SystemDefault.properties ファイルで最大 GC サイズを指定できるようにするために導入されました。 **注:** このプロパティーは注意して使用してください。指定すると、 -Xmx がオーバーライドされます。この値は、コンマのないキロバイト単位のサイズの整数でなければなりません。 «
os400.interpret	0 (デフォルト値) 有効値: 0: CRTJVAPGM INTERPRET(*NO) と同等 1: CRTJVAPGM INTERPRET(*YES) と同等

システム・プロパティー	デフォルト値または説明
os400.jit.mmi.threshold	OS/400 が JIT コンパイラーを使用してメソッドをコンパイルし、ネイティブ・マシン・インストラクションを作成するまでに、そのメソッドが Mixed-Mode Interpeter (MMI) を使用して実行する回数を設定します。通常、デフォルト値の 2000 は変更しないでください。 • 値がゼロの場合、 MMI は使用不可となり、メソッドは最初に呼び出されたときにコンパイルされます。 • 値がデフォルトより低い場合、始動時間が長くなり、最終的なパフォーマンスが低下する傾向があります。 • 値がデフォルトより高い場合、最初の、しきい値に達するまでのパフォーマンスは低下し、最終的な実行時パフォーマンスは向上する傾向があります。
os400.optimization	0 (デフォルト値) 有効値: 0: CRTJVAPGM OPTIMIZE(*INTERPRET) と同等 10: CRTJVAPGM OPTIMIZE(10) と同等 20: CRTJVAPGM OPTIMIZE(20) と同等 30: CRTJVAPGM OPTIMIZE(30) と同等 40: CRTJVAPGM OPTIMIZE(40) と同等
os400.pool.size	スレッド・ローカル・ヒープ内のそれぞれのヒープ・プールごとに使用可能になるスペース量 (キロバイト単位) を定義します。
os400.run.mode	jitc_de (デフォルト値) 有効値: interpret: RUNJVA OPTIMIZE(*INTERPRET) および INTERPRET(*OPTIMIZE)、または INTERPRET(*YES) と同等 program_create_type jitc_de: その他
os400.run.verbose	この値が 'true' に設定されている場合、詳細なクラス・ロードが標準出力に印刷されます。その他の値は認識されません。 SystemDefault.properties ファイルで機能する点を除けば、このプロパティーには、CL コマンドの QSHELL または OPTION(*VERBOSE) に -verbose を指定するのと同じ効果があります。
os400.runtime.exec	EXEC (デフォルト値) 有効値: EXEC = EXEC インターフェースを使用して、runtime.exec() 経由で機能を呼び出します。 QSHELL = Qshell インタープリターを使用して、runtime.exec() 経由で機能を呼び出します。 詳しくは、java.lang.Runtime.exec() を使用するを参照してください。
os400.secureApplication	このシステム・プロパティー (os400.secureApplication) の使用中に開始される Java プログラムと、登録済みの保護アプリケーション名を関連付けます。ディジタル証明書マネージャー (DCM) を使用すると、登録済みの保護アプリケーション名を参照できます。
os400.security.properties	どの java.security ファイルを使用するかに関する全制御を許可します。このプロパティーを指定すると、J2SDK は、J2SDK 特有の java.security デフォルト・ファイルを含め、その他のどの java.security ファイルも使用しません。
os400.stderr	stderr をファイルまたはソケットにマッピングできます。 デフォルト値を参照してください。

システム・プロパティー	デフォルト値または説明
os400.stdin	stdin をファイルまたはソケットにマッピングできます。 デフォルト値を参照してください。
os400.stdin.allowed	デフォルト値 = 1 stdin を使用できる (1) か、使用できない (0) かを指定します。呼び出し元がバッチ・ジョブを実行しているときは、stdin は使用できません。
os400.stdio.convert	Java での stdin、stdout、および stderr に関するデータ変換を制御できます。デフォルトでは、 Java 仮想マシンでは ASCII データと EBCDIC データの間のデータ変換が行われます。このプロパティーを指定して、この種の変換をオン/オフにすることができます。この指定は、現行の Java プログラムに反映されます。 デフォルト値を参照してください。
os400.stdout	stdout をファイルまたはソケットにマッピングできます。 デフォルト値を参照してください。
os400.verify.checks.disable	65535 (デフォルト値) このシステム・プロパティーの値は、数値の合計を表すストリングです。これらの値のリストについては、 os400.verify.checks.disable 数値を参照してください。
» os400.xrun.option	このシステム・プロパティーは、Qshell -Xrun オプションに値を指定して使用することを許可します。 JVM の始動時に実行するエージェント・プログラムを指定するには、これを使用します。 JVM_OnLoad 関数が始動時に呼び出されます。 «
path.separator	: (コロン)
sun.boot.class.path	» デフォルトのブート・クラス・ローダーが必要とするすべてのファイルをリストします。この値は変更しないでください。 «
user.dir	現行作業ディレクトリーを、 getcwd API を使用して取り出します。
user.home	初期作業ディレクトリーを、 Get API (getpwnam) を使用して取り出します。 user.home パス中に SystemDefault.properties ファイルを挿入して、 /QIBM/UserData/Java400/SystemDefault.properties 中のデフォルト・プロパティーを一時変更できます。独自のデフォルト・プロパティー値のセットを指定するよう、 iSeries サーバーをカスタマイズすることができます。
user.language	このシステム・プロパティーは Java 仮想マシンで使用され、ジョブの LANGID 値が読み取られ、その値を使って対応する言語が取り出されます。
user.name	このシステム・プロパティーは Java 仮想マシンで使用され、有効なユーザー・プロファイル名が、承認コンピューティング・ベース (TCB) の Security セクション (Security.UserName) から取り出されます。
user.region	このシステム・プロパティーは Java 仮想マシンで使用され、ジョブの CNTRYID 値が読み取られ、その値を使ってユーザー領域が判別されます。
user.timezone	Universal Time Coordinate (UTC) (デフォルト値) このシステム・プロパティーは Java 仮想マシンで使用され、時間帯名が、 QlgRetrieveLocalInformation API を使用して取得されます。 JVM は最初にシステム QLOCALE オブジェクトを探します。見つからない場合、JVM は QTIMZON システム値を参照します。 QTIMZON システム値に、認識されない QTIMZON オブジェクトが含まれている場合、 JVM は user.timezone をデフォルトの UTC にします。

国際化対応

国際化 Java プログラムを作成することによって、 Java(TM) プログラムを世界の特定の地域用にカスタマイズすることができます。時間帯、ロケール、および文字エンコード方式を使用することにより、 Java プログラムが正しい時刻、場所、および言語を反映するようにできます。

詳しくは、以下を参照してください。

時間帯
時間帯に依存する Java プログラムが正しい時刻を使用するように、サーバー上で時間帯を構成する方法について確認してください。

Java ロケール
この Java ロケールのリストを使用して、Java プログラムが地域の言語、文化データ、および特定の文字のサポートを提供するようにしてください。

文字エンコード方式
Java プログラムが他のフォーマットのデータを変換して、アプリケーションが多様な国際文字セットの情報を転送および使用できるようにする方法についてお読みください。

例
時間帯、ロケール、および文字エンコード方式を使用して国際化 Java プログラムを作成するための例を参照してください。

国際化について詳しくは、以下を参照してください。

- OS/400 グローバリゼーション
- Sun Microsystems, Inc. による国際化対応

時間帯構成

時間帯に依存する Java プログラムがある場合は、その Java プログラムが正しい時間を使用するようにサーバー上で時間帯を構成する必要があります。

Java 仮想マシン (JVM) が地方時を正しく判断するためには、現行ユーザーまたはジョブの QUTCOFFSET OS/400 システム値と LOCALE ユーザー・パラメーターの時刻情報の両方が設定してある必要があります。

- JVM は、 QUTCOFFSET 値をシステムの地方時と比較して、正しい協定世界時 (UTC) を判別します。
- JVM は、Java システム・プロパティー user.timezone を使用して正しい地方時をシステムに戻します。

注: V5R3 より、 QUTCOFFSET と LOCALE を設定する代わりに、QTIMZON システム値を使用することができます。JVM は最初にシステム QLOCALE オブジェクトを探します。見つからない場合、JVM は QTIMZON システム値を参照します。 QTIMZON システム値に、認識されない QTIMZON オブジェクトが含まれている場合、 JVM は user.timezone をデフォルトの UTC にします。

QUTCOFFSET と user.timezone: QUTCOFFSET OS/400 システム値は、システムの協定世界時 (UTC) オフセットを表します。 QUTCOFFSET は、UTC (またはグリニッジ標準時) と現行システムの時刻との間の差を示します。 QUTCOFFSET のデフォルト値はゼロ (+00:00) です。

QUTCOFFSET 値によって、JVM は正確な地方時の値を判別することができます。たとえば、アメリカ中部標準時 (CST) を示す QUTCOFFSET の値は、-6:00 です。アメリカ中部夏時間 (CDT) を示す QUTCOFFSET の値は、-5:00 です。

» user.timezone Java システム・プロパティーは、 UTC の時刻をデフォルト値として使用します。他の値を指定しない限り、 JVM は UTC の時刻を現行時刻として認識します。

QUTCOFFSET および Java システム・プロパティーについて詳しくは、以下のページを参照してください。

OS/400 システム値: QUTCOFFSET (OS/400 system value: QUTCOFFSET)

Java システム・プロパティー

LOCALE: ユーザー・プロファイルの LOCALE パラメーターは、 LANG 環境変数用に使用する *LOCALE オブジェクトを指定します。 OS/400 *LOCALE オブジェクトを Java ロケールと混同しないでください。

ロケール情報を正しく設定すれば、 JVM は user.timezone プロパティーを正しい時間帯に設定できます。*LOCALE オブジェクトが指定するデフォルトの設定は、 user.timezone プロパティーを設定することによってオーバーライドできます。

ロケールの使用と Java システム・プロパティーの設定について詳しくは、以下のページを参照してください。

ロケール

Java システム・プロパティー

LC_TOD カテゴリーは、ロケールの夏時間調整時刻の規則と時間帯を定義します。

注: 夏時間調整時刻を使用するには、 QUTCOFFSET システム値が正しいオフセットになるように設定する必要があります。

次の例は、Java 用の正しい時間帯を構成するためにロケール・オブジェクトに組み込む必要がある LC_TOD カテゴリー情報を示しています。

```
LC_TOD

% TZDIFF is number of minutes difference from UTC (or GMT)
tzdiff   -300
% Timezone name (this is the value that you would have
% passed to the JVM as the user.timezone property.)
tname    "<C><S><T>"
% Remember to adjust the value of QUTCOFFSET when using
% daylight savings time (DST)
% Name used for DST.
dstname   "<C><D><T>"
% DST start in this part of the US is the first Sunday in
% April at 2am
dststart 4,1,1,7200
% DST End in this area of US is Last Sunday in October.
dstend   10,-1,1,7200
% shift in seconds
dstshift 3600

END LC_TOD
```

ロケールの LC_TOD カテゴリーには tname フィールドが含まれており、これを、時間帯と同じ値に設定しなければなりません。 » 有効な時間帯ストリングについては、 java.util.TimeZone クラス用の Javadoc 参照情報を参照してください。ロケールの処理について詳しくは、以下のページを参照してください。

ロケールの処理

TimeZone Javadoc 参照情報 «

Java 文字のエンコード

Java(TM) 仮想マシン (JVM) は、内部では常に Unicode 形式でデータを扱います。ただし、JVM が外部とやり取りするすべてのデータは、 file.encoding プロパティーと一致したフォーマットになっています。JVM が読み取るデータは file.encoding から Unicode に変換され、 JVM から送信されるデータは Unicode から file.encoding へ変換されます。

Java プログラムのデータ・ファイルは、統合ファイル・システム (IFS) に保管されています。統合ファイル・システムの中のファイルは、コード化文字セット ID (CCSID) でタグ付けされており、これによってファイル内に含まれているデータの文字エンコード方式を識別します。 iSeries サーバーにおける file.encoding と CCSID の相関関係については、 File.encoding の値と iSeries CCSIDの表を参照してください。

Java プログラムが読み取るデータは、 file.encoding と一致する文字エンコード方式であることが期待されます。 Java プログラムがファイルに書き込むデータは、 file.encoding と一致する文字エンコード方式で書き込まれます。このことは、javac コマンドが処理する Java のソース言語ファイル (.java ファイル) や、 .net パッケージを使用して伝送制御プロトコル/インターネット・プロトコル (TCP/IP) ソケットを介して送受信されるデータにも当てはまります。

System.in、System.out、および System.err で読み書きされるデータの処理方法は、 stdin 、stdout、および stderr に割り当てられた他のソースで読み書きされるデータの処理方法とは異なります。stdin、stdout、stderr は通常、iSeries サーバーの EBCDIC 装置に接続されているので、データは JVM によって通常の file.encoding の文字コード方式から iSeries ジョブの CCSID と一致する CCSID に変換されます。 System.in、System.out、System.err のいずれかがファイルやソケットにリダイレクトされ、 stdin、stdout、stderr のいずれにも送信されない場合、この付加的な変換は実行されず、データは file.encoding と一致するエンコード方式のままになります。

Java プログラムで、file.encoding 以外のエンコード方式を使ってデータを読み書きする必要がある場合は、プログラムで Java の IO クラス (java.io.InputStreamReader、java.io.FIleReader、java.io.OutputStreamReader、および java.io.FileWriter) を使用することができます。 Java クラスを使用すれば、JVM が現在使用しているデフォルトの file.encoding プロパティーよりも優先される file.encoding 値を指定することができます。

JDBC API を介して DB2/400 データベースから iSeries に転送される場合、データは iSeries の CCSID に変換されます。逆に、iSeries から DB2/400 データベースに転送される場合、データは iSeries の CCSID から変換されます。

Java ネイティブ・インターフェースを介して他のプログラムとの間で転送されるデータは、変換されません。

国際化対応について詳しくは、 OS/400 グローバリゼーションを参照してください。

また、Sun Microsystems, Inc. による国際化対応 も参照してください。

file.encoding の値と iSeries CCSID: 次の表は、file.encoding に指定可能な値と、それに最も近い iSeries コード化文字セット識別コード (CCSID) との関係を示したものです。

file.encoding サポートについて詳しくは、Supported encodings by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

file.encoding	CCSID	説明
ASCII	367	情報交換用米国標準コード
Big5	950	8 ビット ASCII 中国語 (繁体字) BIG-5
Big5_HKSCS	950	Big5_HKSCS
Big5_Solaris	950	Solaris zh_TW.BIG5 ロケール用の 7 つの追加の繁体字マッピングを含む Big5
CNS11643	964	中国語 (繁体字) の中国文字セット
Cp037	037	IBM EBCDIC 米国、カナダ、オランダ、...
Cp273	273	IBM EBCDIC ドイツ、オーストリア
Cp277	277	IBM EBCDIC デンマーク、ノルウェー
Cp278	278	IBM EBCDIC フィンランド、スウェーデン
Cp280	280	IBM EBCDIC イタリア
Cp284	284	IBM EBCDIC ラテンアメリカ・スペイン語
Cp285	285	IBM EBCDIC 英国
Cp297	297	IBM EBCDIC フランス
Cp420	420	IBM EBCDIC アラビア語
Cp424	424	IBM EBCDIC ヘブライ語
Cp437	437	8 ビット ASCII US PC
Cp500	500	IBM EBCDIC 国際
Cp737	737	8 ビット ASCII ギリシャ語 MS-DOS
Cp775	775	8 ビット ASCII バルト語 MS-DOS
Cp838	838	IBM EBCDIC タイ
Cp850	850	8 ビット ASCII Latin-1 多国語
Cp852	852	8 ビット ASCII Latin-2
Cp855	855	8 ビット ASCII キリル文字使用言語
Cp856	0	8 ビット ASCII ヘブライ語
Cp857	857	8 ビット ASCII Latin-5
Cp860	860	8 ビット ASCII ポルトガル語
Cp861	861	8 ビット ASCII アイスランド語
Cp862	862	8 ビット ASCII ヘブライ語
Cp863	863	8 ビット ASCII カナダ
Cp864	864	8 ビット ASCII アラビア語

file.encoding	CCSID	説明
Cp865	865	8 ビット ASCII デンマーク、ノルウェー
Cp866	866	8 ビット ASCII キリル文字使用言語
Cp868	868	8 ビット ASCII ウルドゥー語
Cp869	869	8 ビット ASCII ギリシャ語
Cp870	870	IBM EBCDIC Latin-2
Cp871	871	IBM EBCDIC アイスランド
Cp874	874	8 ビット ASCII タイ語
Cp875	875	IBM EBCDIC ギリシャ語
Cp918	918	IBM EBCDIC ウルドゥー語
Cp921	921	8 ビット ASCII バルト語
Cp922	922	8 ビット ASCII エストニア語
Cp930	930	IBM EBCDIC 日本語拡張カタカナ
Cp933	933	IBM EBCDIC 韓国語
Cp935	935	IBM EBCDIC 中国語 (簡体字)
Cp937	937	IBM EBCDIC 中国語 (繁体字)
Cp939	939	IBM EBCDIC 日本語拡張ローマ字
Cp942	942	8 ビット ASCII 日本語
Cp942C	942	Cp942 の変種
Cp943	943	日本語オープン環境用混合 PC データ
Cp943C	943	日本語オープン環境用混合 PC データ
Cp948	948	8 ビット ASCII IBM 中国語 (繁体字)
Cp949	944	8 ビット ASCII 韓国語 KSC5601
Cp949C	949	Cp949 の変種
Cp950	950	8 ビット ASCII 中国語 (繁体字) BIG-5
Cp964	964	EUC 中国語 (繁体字)
Cp970	970	EUC 韓国語
Cp1006	1006	ISO 8 ビット ウルドゥー語
Cp1025	1025	IBM EBCDIC キリル文字使用言語
Cp1026	1026	IBM EBCDIC トルコ
Cp1046	1046	8 ビット ASCII アラビア語
Cp1097	1097	IBM EBCDIC ペルシア語
Cp1098	1098	8 ビット ASCII ペルシア語
Cp1112	1112	IBM EBCDIC バルト語
Cp1122	1122	IBM EBCDIC エストニア
Cp1123	1123	IBM EBCDIC ウクライナ
Cp1124	0	ISO 8 ビット ウクライナ語
Cp1140	1140	ユーロ文字を含む Cp037 の変種

file.encoding	CCSID	説明
Cp1141	1141	ユーロ文字を含む Cp273 の変種
Cp1142	1142	ユーロ文字を含む Cp277 の変種
Cp1143	1143	ユーロ文字を含む Cp278 の変種
Cp1144	1144	ユーロ文字を含む Cp280 の変種
Cp1145	1145	ユーロ文字を含む Cp284 の変種
Cp1146	1146	ユーロ文字を含む Cp285 の変種
Cp1147	1147	ユーロ文字を含む Cp297 の変種
Cp1148	1148	ユーロ文字を含む Cp500 の変種
Cp1149	1149	ユーロ文字を含む Cp871 の変種
Cp1250	1250	MS-Win Latin-2
Cp1251	1251	MS-Win キリル文字使用言語
Cp1252	1252	MS-Win Latin-1
Cp1253	1253	MS-Win ギリシャ語
Cp1254	1254	MS-Win トルコ語
Cp1255	1255	MS-Win ヘブライ語
Cp1256	1256	MS-Win アラビア語
Cp1257	1257	MS-Win バルト語
Cp1258	1251	MS-Win ロシア語
Cp1381	1381	8 ビット ASCII 中国語 (簡体字) GB
Cp1383	1383	EUC 中国語 (簡体字)
Cp33722	33722	EUC 日本語
EUC_CN	1383	EUC 中国語 (簡体字)
EUC_JP	5050	EUC 日本語
EUC_JP_LINUX	0	JISX 0201、0208、EUC エンコードの日本語
EUC_KR	970	EUC 韓国語
EUC_TW	964	EUC 中国語 (繁体字)
GB2312	1381	8 ビット ASCII 中国語 (簡体字) GB
GB18030	1392	中国語 (簡体字)、PRC 標準
GBK	1386	8 ビット ASCII 9 中国語 (新簡体字)
ISCII91	806	インド語文字の ISCII91 エンコード
ISO2022CN	965	ISO 2022 CN、中国語 (Unicode への変換のみ)
ISO2022_CN_CNS	965	ISO 2022 CN 形式の CNS11643、中国語 (繁体字) (Unicode への変換のみ)
ISO2022_CN_GB	1383	ISO 2022 CN 形式の GB2312、中国語 (簡体字) (Unicode からの変換のみ)
ISO2022CN_CNS	965	7 ビット ASCII 中国語 (繁体字)

file.encoding	CCSID	説明
ISO2022CN_GB	1383	7 ビット ASCII 中国語 (簡体字)
ISO2022JP	5054	7 ビット ASCII 日本語
ISO2022KR	25546	7 ビット ASCII 韓国語
ISO8859_1	819	ISO 8859-1 Latin Alphabet No. 1
ISO8859_2	912	ISO 8859-2 ISO Latin-2
ISO8859_3	0	ISO 8859-3 ISO Latin-3
ISO8859_4	914	ISO 8859-4 ISO Latin-4
ISO8859_5	915	ISO 8859-5 ISO Latin-5
ISO8859_6	1089	ISO 8859-6 ISO Latin-6 (アラビア語)
ISO8859_7	813	ISO 8859-7 ISO Latin-7 (ギリシャ語/ラテン語)
ISO8859_8	916	ISO 8859-8 ISO Latin-8 (ヘブライ語)
ISO8859_9	920	ISO 8859-9 ISO Latin-9 (ECMA-128、トルコ語)
ISO8859_13	0	Latin Alphabet No. 7
ISO8859_15	923	ISO8859_15
ISO8859_15_FDIS	923	ISO 8859-15、Latin alphabet No. 9
ISO-8859-15	923	ISO 8859-15、Latin Alphabet No. 9
JIS0201	897	日本工業規格 X0201
JIS0208	5052	日本工業規格 X0208
JIS0212	0	日本工業規格 X0212
JISAutoDetect	0	Shift-JIS、EUC-JP、ISO 2022 JP を検出し、変換する (Unicode への変換のみ)
Johab	0	韓国構成ハングル・エンコード (全)
K018_R	878	キリル語
KSC5601	949	8 ビット ASCII 韓国語
MacArabic	1256	Macintosh アラビア語
MacCentralEurope	1282	Macintosh Latin-2
MacCroatian	1284	Macintosh クロアチア語
MacCyrillic	1283	Macintosh キリル文字
MacDingbat	0	Macintosh 飾り文字
MacGreek	1280	Macintosh ギリシャ語
MacHebrew	1255	Macintosh ヘブライ語
MacIceland	1286	Macintosh アイスランド語
MacRoman	0	Macintosh Roman
MacRomania	1285	Macintosh ルーマニア語
MacSymbol	0	Macintosh シンボル
MacThai	0	Macintosh タイ語
MacTurkish	1281	Macintosh トルコ語
MacUkraine	1283	Macintosh ウクライナ語

file.encoding	CCSID	説明
MS874	874	MS-Win タイ
MS932	943	Windows 日本語
MS936	936	Windows 中国語 (簡体字)
MS949	949	Windows 韓国語
MS950	950	Windows 中国語 (繁体字)
MS950_HKSCS	NA	中国香港特別行政区拡張を含む Windows 中国語 (繁体字)
SJIS	932	8 ビット ASCII 日本語
TIS620	874	タイ工業規格 620
US-ASCII	367	情報交換用米国標準コード
UTF8	1208	UTF-8 (IBM CCSID 1208、iSeries サーバー上ではまだ使用できません)
UTF-16	1200	16 ビット UCS 変換フォーマット、オプションのバイト・オーダー・マークによって示されるバイト・オーダー
UTF-16BE	1200	16 ビット Unicode 変換フォーマット、ビッグ・エンディアン・バイト・オーダー
UTF-16LE	1200	16 ビット Unicode 変換フォーマット、リトル・エンディアン・バイト・オーダー
UTF-8	1208	8 ビット UCS 変換フォーマット
Unicode	13488	UNICODE、UCS-2
UnicodeBig	13488	Unicode と同じ
UnicodeBigUnmarked		Unicode (バイト・オーダー・マークなし)
UnicodeLittle		Unicode (リトル・エンディアン・バイト・オーダー)
UnicodeLittleUnmarked		UnicodeLittle (バイト・オーダー・マークなし)

デフォルト値については、 file.encoding のデフォルト値を参照してください。

file.encoding のデフォルト値: 次の表は、Java(TM) 仮想マシンの起動時に、 file.encoding が iSeries コード化文字セット識別コード (CCSID) に応じてどの値に設定されるかを示したものです。

iSeries CCSID	file.encoding のデフォルト	説明
37	ISO8859_1	米国、カナダ、ニュージーランド、オーストラリアでは英語。ポルトガル、ブラジルではポルトガル語。オランダではオランダ語。
256	ISO8859_1	各国共通 #1
273	ISO8859_1	ドイツ語/ドイツ、ドイツ語/オーストリア

iSeries CCSID	file.encoding のデフォルト	説明
277	ISO8859_1	デンマーク語/デンマーク、ノルウェー語/ノルウェー、ノルウェー語/ノルウェー、NY
278	ISO8859_1	フィンランド語/フィンランド
280	ISO8859_1	イタリア語/イタリア
284	ISO8859_1	カタロニア語/スペイン、スペイン語/スペイン
285	ISO8859_1	英語/英国、英語/アイルランド
290	Cp943C	日本語 EBCDIC 混合 (CCSID 5026) の SBCS 部
297	ISO8859_1	フランス語/フランス
420	Cp1046	アラビア語/エジプト
423	ISO8859_7	ギリシャ
424	ISO8859_8	ヘブライ語/イスラエル
500	ISO8859_1	ドイツ語/スイス、フランス語/ベルギー、フランス語/カナダ、フランス語/スイス
833	Cp970	韓国語 EBCDIC 混合 (CCSID 933) の SBCS 部
836	Cp1383	中国語 (簡体字) EBCDIC 混合 (CCSID 935) の SBCS 部
838	TIS620	タイ語
870	ISO8859_2	チェコ語/チェコ共和国、クロアチア語/クロアチア、ハンガリー語/ハンガリー、ポーランド語/ポーランド
871	ISO8859_1	アイスランド語/アイスランド
875	ISO8859_7	ギリシャ語/ギリシャ
880	ISO8859_5	ブルガリア (ISO 8859_5)
905	ISO8859_9	トルコ拡張
918	Cp868	ウルドゥー語
930	Cp943C	日本語 EBCDIC 混合 (CCSID 5026 と類似)
933	Cp970	韓国語/韓国
935	Cp1383	中国語 (簡体字)
937	Cp950	中国語 (繁体字)
939	Cp943C	日本語 EBCDIC 混合 (CCSID 5035 と類似)
1025	ISO8859_5	ベロルシア語/ベラルーシ、ブルガリア語/ブルガリア、マケドニア語/マケドニア、ロシア語/ロシア
1026	ISO8859_9	トルコ語/トルコ
1027	Cp943C	日本語 EBCDIC 混合 (CCSID 5035) の SBCS 部

iSeries CCSID	file.encoding のデフォルト	説明
1097	Cp1098	ペルシア語
1112	Cp921	リトアニア語/リトアニア、ラトビア語/ラトビア、バルト語
1388	GBK	中国語 (簡体字) EBCDIC 混合 (GBK を含む)
5026	Cp943C	日本語 EBCDIC 混合 CCSID (拡張カタカナ)
5035	Cp943C	日本語 EBCDIC 混合 CCSID (拡張ローマ字)
8612	Cp1046	アラビア語 (基本形のみ) (または ASCII 420 および 8859_6)
9030	Cp874	タイ語 (ホスト拡張 SBCS)
13124	GBK	中国語 (簡体字) EBCDIC 混合 (GBK を含む) の SBCS 部
28709	Cp948	中国語 (繁体字) EBCDIC 混合 (CCSID 937) の SBCS 部

例: 国際化 Java プログラムを作成する

世界の地域に応じて Java(TM) プログラムをカスタマイズする必要がある場合は、Java ロケールを使用して、国際化 Java プログラムを作成できます。

国際化 Java プログラムの作成には、以下のようないくつかのタスクが関係します。

1. ロケール依存のコードとデータを分離する。たとえば、プログラム内のストリング、日付、数値などです。
2. Locale クラスを使って、ロケールを設定または取得する。
3. デフォルト・ロケールを使用したくない場合は、日付と数値をフォーマットしてロケールを指定する。
4. ストリングとその他のロケール依存データを処理するためのリソース・バンドルを作成する。

以下の例を参照してください。国際化 Java プログラムを作成するために必要なタスクを完了するための方法が参照できます。

- 例: java.util.DateFormat クラスを使用して日付を国際化する
- 例: java.util.NumberFormat クラスを使用して数値表示を国際化する
- 例: java.util.ResourceBundle クラスを使用してロケール固有データを国際化する

国際化について詳しくは、以下を参照してください。

- OS/400 グローバリゼーション
- Sun Microsystems, Inc. による国際化対応

リリース間の互換性

Java(TM) クラス・ファイルは、 Sun がサポートを停止または変更した一部のフィーチャー (Sun の資料を参照) を利用していない限り、上位互換です (JDK 1.1.x -> 1.2.x -> 1.3.x -> 1.4.x)。リリース間の可用性については、 The Source for Java Technology java.sun.com を参照してください。

「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンドを使用して iSeries 上の Java プログラムを最適化すると、クラス・ファイルに「Java プログラム (JVAPGM)」が追記されます。これらの JVAPGM の内部構造は、V4R4 で変更されました。つまり、V4R4 より前に作成された JVAPGM は、V4R4 以降のリリースでは無効です。 JVAPGM を再作成する必要があります。そうしないと、システムが以前と同じ最適化レベルで JVAPGM を自動的に作成します。ただし、JAR または ZIP ファイルの場合には特に、 CRTJVAPGM を手操作で実行するようお勧めします。これにより、最小のプログラム・サイズで、最良の最適化が行われます。

最適化レベル 40 で最善のパフォーマンスを得るために、OS/400 のリリースまたは JDK のバージョンの変更のたびに、 CRTJVAPGM を実行することをお勧めします。 CRTJVAPGM 上で JDKVER 機能を使用する場合には、これにより Sun JDK のメソッドが JVAPGM へインライン化されるので、特にそう言えます。この実行により、パフォーマンスが大きく向上する可能性があります。ただし、以降のリリースの JDK に変更が加えられて、これらのインライン化が無効になると、プログラムの実際の実行速度は、低い最適化レベルよりも遅くなる可能性があります。これは、適切に機能させるために、特殊なケース・コードが必要になるためです。

詳細については、Java 実行時のパフォーマンスを参照してください。

iSeries Java 開発キット (JDK) によるデータベース・アクセス

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) を使用することにより、 Java プログラムは、次のような 3 つの方法でデータベース・ファイルにアクセスすることができます。

- JDBC ドライバー。 iSeries Java 開発キット (JDK) の JDBC ドライバーを使って Java プログラムがデータベース・ファイルにアクセスする方法を説明します。
- SQLJ サポート。 iSeries Java 開発キット (JDK) を使用して、 Java アプリケーションに組み込まれている SQL ステートメントを使用する方法を説明します。
- Java SQL ルーチン。 Java ストアード・プロシージャーおよび Java ユーザー定義関数を使用して、Java プログラムにアクセスする方法を説明します。

iSeries Java 開発キット (JDK) の JDBC ドライバーを使用して iSeries データベースにアクセスする

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) の JDBCドライバー (「ネイティブ」ドライバーとしても知られる) は、 iSeries データベース・ファイルへのプログラマチックなアクセスを提供します。 Java Database Connectivity (JDBC) API を使用すれば、Java 言語で作成されたアプリケーションは、組み込まれた構造化照会言語 (SQL) を使って JDBC データベースの機能にアクセスしたり、 SQL ステートメントを実行したり、結果を検索したり、変更をデータベースに戻したりできます。また、JDBC API を使用して、分散した異機種混合環境内の複数のデータ・ソースと対話できます。

JDBC API のベースである SQL99 コマンド言語インターフェース (CLI) は、ODBC の基本となるものです。 JDBC は、Java プログラム言語から、SQL 標準で定義されている抽象および概念への、自然な使いやすいマッピングを提供します。

JDBC ドライバーを使用する場合、以下を参照してください。

JDBC 入門
iSeries サーバーでの JDBC プログラムの作成および実行に関するチュートリアルを活用できます。

Connection
アプリケーション・プログラムは、一度に複数の接続を持つことができます。 Connection オブジェ

クトを使用することにより、 JDBC 内のデータ・ソースへの接続を表すことができます。 SQL ステートメントを処理するために作成された Statement オブジェクトは、 Connection オブジェクトを介してデータベースに接続します。

JVM プロパティー
ネイティブ JDBC ドライバーが使用する設定の一部は、接続プロパティーを使用しては設定できません。これらの設定は、ネイティブ JDBC ドライバーが実行する JVM に対して設定しなければならないものです。 

DatabaseMetaData
DatabaseMetaData インターフェースは、提供されているデータ・ソースとの対話方法を決定するため、アプリケーション・サーバーとツールによって使用されます。アプリケーションは、DatabaseMetaData メソッドを使用しても特定のデータ・ソースの情報を入手することができます。

例外
Java 言語では、プログラムのエラー処理機能を提供するために、例外を使用します。例外は、プログラムを実行しているときに、命令の通常フローが中断されたときに発生するイベントです。

トランザクション
トランザクションは作業論理単位です。トランザクションは、データ保全性と正確なアプリケーション・セマンティクスを提供し、アクセスが同時進行しているときに一貫性のあるデータ表示を行えるようにします。 JDBC 準拠のドライバーはすべて、トランザクションをサポートしていなければなりません。

ステートメントのタイプ
Statement インターフェースとその PreparedStatement および CallableStatement サブクラスは、データベースに対して SQL コマンドを処理するために使用されます。 SQL ステートメントが処理されると、ResultSet オブジェクトが生成されます。

ResultSet
ResultSet インターフェースは、照会の実行によって生成された結果へのアクセスを提供します。ResultSet のデータは、特定の数の列および特定の数の行を含むテーブルとして考えることができます。デフォルトでは、テーブル行は順番に検索されます。検索の対象が 1 行であれば、列の値は、任意の順序でアクセスできます。

JDBC オブジェクト・プーリング
JDBC で使用されるオブジェクト (Connection、Statement、および ResultSet オブジェクトなど) の多くは作成に費用がかかるので、 JDBC オブジェクト・プーリングを使用することにより、パフォーマンス上の大きな利点を得ることができます。オブジェクト・プールを使用すると、これらを必要になるたびに作成するのではなく、それらのオブジェクトを再利用できます。

バッチ更新
バッチ更新サポートを使用することにより、データベースへの多くの更新を、ユーザー・プログラムとデータベースの間の単一トランザクションとして渡すことができます。一度に多くの更新を実行しなければならない場合、バッチ更新を行うことにより、パフォーマンスが大幅に向上します。

拡張データ・タイプ
SQL3 データ・タイプという、いくつかの新しいデータ・タイプが、 iSeries データベースで用意されています。 SQL3 データ・タイプでは、非常に幅広い柔軟性が提供されています。これは、シリア

ル化された Java オブジェクト、XML (Extensible Markup Language) 文書、および音楽、製品の画像、従業員の写真やムービー・クリップといったマルチメディア・データを格納するのに理想的です。以下のような SQL3 データ・タイプがあります。

- 特殊タイプ
- ラージ・オブジェクト (バイナリー・ラージ・オブジェクト、文字ラージ・オブジェクト、2 バイト文字ラージ・オブジェクトなど)
- データ・リンク

RowSet
RowSet の仕様は、実際のインプリメンテーションよりもフレームワークのために設計されています。 RowSet インターフェースは、すべての RowSets に含まれているコア機能のセットを定義します。

分散トランザクション
Java Transaction API (JTA) は、複雑なトランザクションをサポートします。また、Connection オブジェクトからのトランザクションの分離もサポートします。 JTA と JDBC がともに機能することにより、Connection オブジェクトからトランザクションを分離します。また、複数のトランザクションが並行している状況で、単一の接続を機能させることができます。逆に、単一のトランザクションで複数の接続を機能させることもできます。

パフォーマンス上のヒント
これらのパフォーマンス上のヒントを活用することにより、 JDBC アプリケーションから、おそらく最高のパフォーマンスを得られます。

JDBC の詳細については、 Sun Microsystems, Inc の JDBC 資料を参照してください。

»iSeries ネイティブ JDBC ドライバーについて詳しくは、 iSeries native JDBC Driver FAQS を参照してください。 «

JDBC 入門

Developer Kit for Java に付属している Java(TM) Database Connectivity (JDBC) ドライバーのことを、iSeries Java 開発キット (JDK) の JDBC ドライバーと呼びます。このドライバーは、一般にネイティブ JDBC ドライバーとも呼ばれます。

どの JDBC が必要にかなうかを選択する場合、以下の提案を考慮してください。

- データベースが置かれているサーバーで直接実行するプログラムは、パフォーマンス上の理由で、ネイティブ JDBC ドライバーを使用すべきです。これには、ほとんどのサーブレットおよび JavaServer Pages (JSP) ソリューション、および iSeries サーバーでローカルに実行するように作成されているアプリケーションが含まれます。
- リモート iSeries サーバーに接続しなければならないプログラムは、 IBM Toolbox for Java JDBC ドライバーを使用します。この IBM Toolbox for Java JDBC ドライバーは JDBC の堅固なインプリメンテーションであり、 IBM Toolbox for Java の一部として提供されています。 Pure Java であるため、IBM Toolbox for Java JDBC ドライバーはクライアント用にセットアップするのが容易であり、サーバーのセットアップがほとんど必要ありません。
- iSeries サーバー上で実行されるプログラム、およびリモートの非 iSeries データベースに接続しなければならないプログラムは、ネイティブ JDBC ドライバーを使用し、そのリモート・サーバーへの分散リレーショナル・データベース体系 (DRDA) 接続をセットアップします。

JDBC の入門資料として、以下を参照してください。

JDBC ドライバーのタイプ
このトピックでは、JDBC ドライバーのタイプを定義します。ドライバーのタイプは、データベースに接続するために使用されるテクノロジーを分類するために定義されます。

要件
このトピックでは、以下にアクセスするために必要な要件について説明しています。

- コア JDBC
- JDBC 2.0 オプショナル・パッケージ
- Java Transaction API (JTA)

JDBC チュートリアル
これは、JDBC プログラムの作成、およびネイティブ JDBC ドライバーを使用した iSeries サーバー上での実行に関する、重要な最初のステップです。

JDBC ドライバーのタイプ: このトピックでは、 Java(TM) Database Connectivity (JDBC) ドライバーのタイプを定義します。ドライバーのタイプは、データベースに接続するために使用されるテクノロジーを分類するために使用されます。 JDBC ドライバーのベンダーは、製品の動作方法を記述するためにこれらのタイプを使用します。一部のアプリケーションには、一部の JDBC ドライバーのタイプの方が、他のタイプよりも向いています。

タイプ 1: タイプ 1 のドライバーは、「ブリッジ」ドライバーです。これらのドライバーは、データベースと通信するために Open Database Connectivity (ODBC) などの別のテクノロジーを使用します。これは利点となります。多くのリレーショナル・データベース管理システム (RDBMS) プラットフォーム用の ODBC ドライバーが存在するからです。 JDBC ドライバーから ODBC 機能を呼び出すために、Java Native Interface (JNI) が使用されます。

タイプ 1 のドライバーで JDBC を使用するには、その前にブリッジ・ドライバーがインストールおよび構成されている必要があります。これは、実動アプリケーションにとって重大な欠点となり得ます。アプレットはネイティブ・コードをロードできないので、タイプ 1 のドライバーをアプレットで使用することはできません。

タイプ 2: タイプ 2 のドライバーは、データベース・システムと通信するためにネイティブ API を使用します。データベース操作を実行する API 関数を呼び出すために、Java ネイティブ・メソッドが使用されます。タイプ 2 のドライバーは、一般にタイプ 1 のドライバーよりも高速です。

タイプ 2 のドライバーが機能するためには、ネイティブ・バイナリー・コードがインストールおよび構成されている必要があります。タイプ 2 のドライバーも JNI を使用します。アプレットはネイティブ・コードをロードできないので、タイプ 2 のドライバーをアプレットで使用することはできません。タイプ 2 の JDBC ドライバーでは、何らかのデータベース管理システム (DBMS) ネットワーキング・ソフトウェアがインストールされていなければならない場合があります。

Developer Kit for Java の JDBC ドライバーは、タイプ 2 の JDBC ドライバーです。

タイプ 3: これらのドライバーは、サーバーと通信するためにネットワーク・プロトコルとミドルウェアを使用します。次いでサーバーは、プロトコルを DBMS 固有の DBMS 関数呼び出しに変換します。

タイプ 3 の JDBC ドライバーは、クライアント上にネイティブ・バイナリー・コードを必要としないので、最も柔軟な JDBC ソリューションです。タイプ 3 のドライバーは、クライアント側でのインストールを必要としません。

タイプ 4: タイプ 4 のドライバーは、DBMS ベンダー・ネットワーク・プロトコルを実装するために Java を使用します。通常、プロトコルはメーカー独自仕様なので、一般に DBMS のベンダーはタイプ 4 の JDBC ドライバーの唯一の提供元です。

タイプ 4 のドライバーは、すべて Java ドライバーです。つまり、クライアント側でインストールや構成が行われないという意味です。ただし、タイプ 4 のドライバーは、基礎プロトコルがセキュリティーやネットワーク接続性などの問題をうまく処理できない場合、一部のアプリケーションには向いていません。

IBM Toolbox for Java JDBC ドライバーはタイプ 4 の JDBC ドライバーであり、このことは、この API が純粋な Java ネットワーキング・プロトコル・ドライバーであることを示しています。

JDBC の要件: JDBC アプリケーションを作成および展開する前に、以下のものをインストールしなければならない場合があります。

- 『コア JDBC』
- 『JDBC 2.0 オプショナル・パッケージ』
- 『Java Transaction API』

コア JDBC: » ローカル・データベースへのコア Java™ Database Connectivity (JDBC) アクセスについては、すべてのサポートが組み込まれ、プリインストールされています。JDBC 接続が確立できるようにするために、簡単な構成を行うことが必要な場合があります。Java 仮想マシン (JVM) が稼働しているジョブのコード化文字セット (CCSID) は、65535 以外の値で実行するように構成する必要があります。この構成は、QCCSID システム値か JVM ジョブのユーザー・プロファイルの変更、またはジョブの CCSID を変更する他の方法によって行うことができます。 «

JDBC 2.0 オプショナル・パッケージ: JDBC 2.0 オプショナル・パッケージのクラスを使用する必要がある場合は、 jdbc2_0-stdext.jar ファイルをクラスパスに組み込む必要があります。この Java ARchive (JAR) ファイルには、 JDBC 2.0 オプショナル・パッケージを使用するようにアプリケーションを作成するために必要な、すべての標準インターフェースが入っています。 JAR ファイルを拡張クラスパスに追加するには、 UserData 拡張ディレクトリーから JAR ファイルが置かれている場所へのシンボリック・リンクを作成します。これを行う必要があるのは一度だけです。アプリケーションは実行時に常に JDBC 2.0 オプショナル・パッケージの JAR ファイルを使用できます。オプショナル・パッケージを拡張クラスパスに追加するには、以下のコマンドを使用してください。

```
ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/OS400/Java400/ext/jdbc2_0-stdext.jar')
NEWLNK('/QIBM/UserData/Java400/ext/jdbc2_0-stdext.jar')
```

注: この要件は、J2SDK 1.3 にのみ適用されます。 J2SDK 1.4 は、JDBC 3.0 をサポートするようになった最初のリリースであり、 JDBC のすべて (つまり、コア JDBC とオプショナル・パッケージ) が基本 J2SDK ランタイム JAR ファイルに移動されています。このファイルは、常にプログラムによって検出されます。

Java Transaction API: アプリケーションで Java Transaction API (JTA) を使用する必要がある場合は、jta-spec1_0_1.jar ファイルをクラスパスに組み込む必要があります。この JAR ファイルには、JTA を使用するようにアプリケーションを作成するために必要な、すべての標準インターフェースが入っています。JAR ファイルを拡張クラスパスに追加するには、 UserData 拡張ディレクトリーから JAR ファイルが置かれている場所へのシンボリック・リンクを作成します。これは一度限りの操作なので、いったん完了すれば、アプリケーションは実行時に常に JTA JAR ファイルを使用できます。 JTA を拡張クラスパスに追加するには、以下のコマンドを使用してください。

```
ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/OS400/Java400/ext/jta-spec1_0_1.jar')
NEWLNK('/QIBM/UserData/Java400/ext/jta-spec1_0_1.jar')
```

JDBC の準拠: ネイティブ JDBC ドライバーは、すべての関連した JDBC 仕様に準拠しています。JDBC ドライバーの準拠レベルは、OS/400 のリリースとは無関係ですが、使用する JDK のリリースに依存しています。各種 JDK のネイティブ JDBC ドライバーの準拠レベルは、以下のリストのとおりです。

J2SDK のリリース	JDBC ドライバーの準拠レベル
JDK 1.1	この JDK は JDBC 1.0 に準拠しています。
JDK 1.2	この JDK は JDBC 2.0 に準拠していて、JDBC 2.1 オプショナル・パッケージをサポートしています。
JDK 1.3	この JDK は JDBC 2.0 に準拠していて、 JDBC 2.1 オプショナル・パッケージをサポートしています (JDK 1.3 については、JDBC 関連の変更はありません)。
JDK 1.4	この JDK は JDBC 3.0 に準拠していますが、 JDBC オプショナル・パッケージは存在しなくなりました (このパッケージのサポートはコア JDK の一部となっています)。

JDBC チュートリアル: 以下は、 Java(TM) Database Connectivity (JDBC) プログラムを作成し、ネイティブ JDBC ドライバーが組み込まれた iSeries サーバー上で、そのプログラムを実行する方法についてのチュートリアルです。このチュートリアルは、プログラムで JDBC を実行するために必要な基本的なステップを示すように設計されています。

サンプル・プログラムは、テーブルを作成してデータを挿入します。プログラムは、そのデータをデータベースから取り出して画面に表示するための照会を処理します。

サンプル・プログラムの実行: サンプル・プログラムを実行するには、以下のステップを実行してください。

1. プログラムをワークステーションにコピーする。
   a. サンプル・プログラムをコピーして、ワークステーション上のファイルにペーストする。
   b. 提供されている共通クラスと同じ名前を使用し、.java 拡張子を付けてファイルを保管する。この場合、ローカル・ワークステーション上で、ファイルに BasicJDBC.java という名前を付ける必要があります。
2. ファイルをワークステーションから iSeries サーバーに転送する。コマンド・プロンプトから、以下のコマンドを入力します。

   ```
   ftp <iSeries server name>
   <Enter your user ID>
   <Enter your password>
   cd /home/cujo
   put BasicJDBC.java
   quit
   ```

   これらのコマンドが機能するには、ファイルを書き込むディレクトリーが存在していなければなりません。この例では、/home/cujo が書き込み先の場所ですが、任意の場所を使用できます。

   注: 上記の FTP コマンドは、サーバーがどのようにセットアップされているかによって異なる場合がありますが、類似のコマンドとなります。ファイルを統合ファイル・システム内に転送する限り、どのような方法でファイルを iSeries サーバーに転送しても構いません。 VisualAge for Java などのツールがあれば、この処理を完全に自動化できます。

3. Java コマンドの実行時にファイルが検出されるように、クラスパスはファイルを置くディレクトリーに設定するようにする。 CL コマンド行から WRKENVVAR を使用して、ユーザー・プロファイルに設定されている環境変数を調べることができます。
   - CLASSPATH という名前の環境変数を見つけたら、そこにリストされている一連のディレクトリーの中に .java ファイルを置くようにするか、場所が指定されていない場合は追加する。
   - CLASSPATH 環境変数がない場合は、追加する必要がある。これを行うには、以下のコマンドを使用します。

     ```
     ADDENVVAR ENVVAR(CLASSPATH)
     VALUE('/home/cujo:/QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/tools.jar')
     ```

   注: Java コードを CL コマンドからコンパイルするには、 tools.jar ファイルを組み込む必要があります。この JAR ファイルには、javac コマンドが入っています。
4. Java ファイルをクラス・ファイルにコンパイルする。
   CL コマンド行から、以下のコマンドを入力します。

   ```
   java class(com.sun.tools.javac.Main) prop(BasicJDBC)
   java BasicJDBC
   ```

   以下のようにして、Java ファイルを QSH からコンパイルすることもできます。

   ```
   cd /home/cujo
   javac BasicJDBC.java
   ```

   QSH は、自動的に tools.jar ファイルが検出されるようにします。その結果、このファイルをクラスパスに追加する必要はなくなります。現行ディレクトリーもクラスパス内にあります。ディレクトリーの変更 (cd) コマンドを発行することによっても、BasicJDBC.java ファイルを検出できます。

   注: ファイルをワークステーション上でコンパイルし、 FTP を使用してバイナリー・モードでクラス・ファイルを iSeries サーバーに送信するともできます。これは、どのプラットフォーム上でも実行できるという Java の機能の一例です。 CL コマンド行または QSH から以下のコマンドを使用して、プログラムを実行する。

   ```
   java BasicJDBC
   ```

   出力は以下のようになります。

   ```
   ----------------------
   | 1 | Frank Johnson  |
   |                    |
   | 2 | Neil Schwartz  |
   |                    |
   | 3 | Ben Rodman     |
   |                    |
   | 4 | Dan Gloore     |
   ----------------------
   There were 4 rows returned.
   Output is complete.
   Java program completed.
   ```

参照情報: Java および JDBC の詳細については、以下のリソースを調べてください。

- ネイティブ JDBC ドライバーの外部 Web サイト
- IBM Toolbox for Java JDBC ドライバーの外部 Web サイト
- Sun の JDBC ページ
- iSeries および iSeries ユーザーのための Java/JDBC フォーラム

• IBM JDBC の E メール・アドレス

例での JNDI の使用: DataSource は JNDI (Java(TM) Naming and Directory Interface) と協働して動作します。 JDBC がデータベースの抽象層であるのと同じように、JNDI はディレクトリー・サービスの Java 抽象層です。 JNDI は LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) と共に使用されることが非常に多いですが、 CORBA Object Services (COS)、Java Remote Method Invocation (RMI) レジストリー、またはファイル・システムを基盤として使用されることもあります。これらの多様な用途は、共通 JNDI 要求を特定のディレクトリー・サービスの要求に転換する、各種のディレクトリー・サービス・プロバイダーによって実現されます。 Java 2 SDK v 1.3 には、 LDAP サービス・プロバイダー、COS 命名サービス・プロバイダー、および RMI レジストリー・サービス・プロバイダーという 3 つのサービス・プロバイダーが含まれています。

注: RMI を使用することは、複雑な作業になる可能性があるということを銘記しておいてください。 RMI をソリューションとして選ぶ前に、これを選ぶと及ぶ影響について必ず理解しておいてください。 RMI については、以下のページから参照することができます。

Java Remote Method Invocation (RMI)

この DataSource のサンプルは、 JNDI ファイル・システム・サービス・プロバイダーを使用するように設計されています。提供された例を実行する場合は、JNDI サービス・プロバイダーが適切な場所になければなりません。

ファイル・システム・サービス・プロバイダーを使用する環境をセットアップするには、以下の手順に従ってください。

1. Sun Microsystems の JNDI サイト から、ファイル・システム JNDI サポートをダウンロードする。
2. (FTP または他のメカニズムを使って、) fscontext.jar および providerutil.jar をシステムに転送し、/QIBM/UserData/Java400/ext に配置する。ここは拡張機能ディレクトリーで、ここに配置された JAR ファイルはアプリケーションの実行時に自動的に検索されます (クラスパスに追加する必要はありません)。

JNDI のサービス・プロバイダーがサポートされたら、アプリケーションのコンテキスト情報をセットアップする必要があります。これは、SystemDefault.properties ファイル内に必要な情報を書き込むことによって行えます。デフォルト・プロパティーを指定できる場所はシステム上にいくつかありますが、最善の方法は、ユーザーのホーム・ディレクトリー (/home/) に SystemDefault.properties という名前のテキスト・ファイルを作成することです。

ファイルを作成するには、以下の行を使用するか、既存のファイルに以下の行を追加します。

```
# Needed env settings for JNDI.
java.naming.factory.initial=com.sun.jndi.fscontext.RefFSContextFactory
java.naming.provider.url=file:/DataSources/jdbc
```

これらの行は、JNDI 要求をファイル・システム・サービス・プロバイダーが処理し、 /DataSource/jdbc が JNDI を使用するタスクのルートであることを指定しています。この場所は変更することもできますが、ユーザーが指定したディレクトリーは必ず存在していなければなりません。ユーザーが指定した場所に、例で使用する DataSource がバインドおよび展開されます。

Connection

Connection オブジェクトは、 Java(TM) Database Connectivity (JDBC) 内のデータ・ソースへの接続を表しています。 SQL ステートメントを処理するために作成された Statement オブジェクトは、 Connection オブ

ジェクトを介してデータベースに接続します。アプリケーション・プログラムは、一度に複数の接続を持つことができます。これらの Connection オブジェクトは、すべて同じデータベースに接続することも、別々のデータベースに接続することもできます。

JDBC 内で接続を取得するには、2 つの方法があります。

- DriverManager クラスを通して取得する。
- DataSources を使用して取得する。

アプリケーションの移植性と保守容易性を高めることができるため、接続を取得するためには DataSource を使用するほうが便利です。これはまた、アプリケーションが接続およびステートメント・プーリング、および分散トランザクションを容易に使用することができるようにします。

接続の取得について詳しくは、以下のセクションを参照してください。

DriverManager
DriverManager は、アプリケーションが使用できるよう、使用可能な JDBC ドライバーのセットを管理する静的クラスです。

接続プロパティー
以下の表は、JDBC ドライバーの接続プロパティーとその値、およびその説明を示しています。

DataSource を UDBDataSource と共に使用する
DataSource は、特定のプロパティーを持つようセットアップし、 JNDI (Java Naming and Directory Interface) を使っていくつかのディレクトリー・サービスにバインドすることにより、UDBDataSource クラスと共に展開することができます。

DataSource プロパティー
以下の表は、有効な DataSource の接続プロパティーとその値、およびその説明を示しています。

その他の DataSource インプリメンテーション
ネイティブ JDBC ドライバーと共に、DataSource インターフェースのその他のインプリメンテーションが提供されています。これらは、UDBDataSource および関連した機能が採用されるまでのつなぎとして提供されています。

一度接続が取得されると、次のような JDBC タスクを完了するために使用することができます。

- 80 ページの『ステートメントの作成』し、データベースを操作する。
- データベースに対するトランザクションを制御する。
- データベースに関するメタデータを取得する。

DriverManager: DriverManager は、Java 2 Software Development Kit (J2SDK) にある静的クラスです。DriverManager は、アプリケーションで使用可能な複数の JDBC ドライバーのセットを使用できるように管理するものです。アプリケーションは、必要があれば、複数の JDBC ドライバーを同時に利用することができます。各アプリケーションは Uniform Resource Locator (URL) を使用して、JDBC ドライバーを指定します。特定の JDBC ドライバーの URL を DriverManager に渡すことにより、アプリケーションは DriverManager に対して、どの種類の JDBC 接続をアプリケーションに戻すべきかを通知します。

これが完了するまでは、 DriverManager が接続を提供することのできる、利用可能な JDBC ドライバーを認知していなければなりません。 Class.forName メソッドへの呼び出しを行うことによって、メソッドの中に渡されたストリング名に基づいて実行中の Java 仮想マシン (JVM) にクラスがロードされます。ネイティブ JDBC ドライバーをロードするために class.forName メソッドを使用する例を以下に示します。

例: ネイティブ JDBC ドライバーをロードする

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Load the native JDBC driver into the DriverManager to make it
// available for getConnection requests.

Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
```

JDBC ドライバーは、ドライバーのインプリメンテーション・クラスがロードされると、自動的に自分自身について DriverManager に通知するように設計されています。前述のコードの行が一度処理されると、そのネイティブ JDBC ドライバーは DriverManager と共に動作できるようになります。以下のコードは、ネイティブ JDBC URL を使って、Connection オブジェクトを要求しています。

例: Connection オブジェクトを要求する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Get a connection that uses the native JDBC driver.

Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
```

最も単純な JDBC URL の形式は、コロンで区切られた 3 つの値のリストです。リストの最初の値はプロトコルを示しており、JDBC URL では常に `jdbc` になります。 2 番目の値はサブプロトコルで、ネイティブ JDBC ドライバーを指定するために `db2` または `db2iSeries` を使用しています。 3 番目の値は、指定したシステムへの接続を確立するためのシステム名です。ローカル・データベースに接続するために、2 つの特殊値があります。それは、*LOCAL と localhostです (どちらも大文字小文字を区別しません)。特定のシステム名は次のようにも指定できます。

```
Connection c =
  DriverManager.getConnection("jdbc:db2:rchasmop");
```

これは、rchasmop システムへの接続を作成します。システムがリモート・システムへの接続を試行する場合 (たとえば、分散リレーショナル・データベース体系) は、リレーショナル・データベース・ディレクトリーにあるシステム名を使用する必要があります。

注:

- 指定されない場合、サインインに使用されているユーザー ID とパスワードが、データベースへの接続の確立にも使用されます。
- IBM DB2 JDBC Universal ドライバーも db2 サブプロトコルを使用します。ネイティブ JDBC ドライバーが URL を処理するようにするためには、アプリケーションで jdbc:db2:xxxx の URL ではなく jdbc:db2iSeries:xxxx の URL を使用する必要があります。アプリケーションで、ネイティブ・ドライバーに db2 サブプロトコルを含む URL を受諾させたくない場合は、そのアプリケーションで com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver ではなく、 com.ibm.db2.jdbc.app.DB2iSeriesDriver クラスをロードする必要があります。このクラスをロードすると、ネイティブ・ドライバーは db2 サブプロトコルを含む URL を処理しなくなります。

プロパティー: DriverManager.getConnection メソッドは DriverManager 上で Connection オブジェクトを取得する唯一のメソッドで、前述の単一のストリング URL を取ります。 DriverManager.getConnection メソッドの別のバージョンでは、ユーザー ID とパスワードを取ります。このバージョンの例は次のとおりです。

例: ユーザー ID とパスワードを取る DriverManager.getConnection メソッド

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Get a connection that uses the native JDBC driver.

Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local", "cujo", "newtiger");
```

このコードは、誰がこのアプリケーションを実行しているかにかかわりなく、ユーザー cujo、パスワード newtiger としてローカル・データベースに接続することを想定しています。 DriverManager.getConnection メソッドの別のバージョンでは、さらにカスタマイズを行うため、java.util.Properties オブジェクトを取ります。以下に、この例を示します。

例: java.util.Properties オブジェクトを取る DriverManager.getConnection メソッド

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Get a connection that uses the native JDBC driver.

Properties prop = new java.util.Properties();
prop.put("user", "cujo");
prop.put("password","newtiger");
Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local", prop);
```

このコードは、前述のバージョンと機能的には同等ですが、ユーザー ID とパスワードをパラメーターとして渡しています。

ネイティブ JDBC ドライバーの接続プロパティーの完全なリストは、 接続プロパティーを参照してください。

URL プロパティー: プロパティーを指定する別の方法は、それらのプロパティーを URL オブジェクトのリストに格納することです。リスト内のそれぞれのプロパティーはセミコロンで区切られ、リストは**プロパティー名 = プロパティー値**という形式になっている必要があります。これは単なるショートカットであり、処理される方法には違いはありません。次の例のように記述されます。

例: URL プロパティーを指定する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Get a connection that uses the native JDBC driver.

Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local;user=cujo;password=newtiger");
```

このコードも、前述の例と機能的には同等です。

プロパティー値が properties オブジェクトと URL オブジェクトの両方で指定された場合は、URL バージョンの指定が properties オブジェクトよりも優先されます。以下に、この例を示します。

例: URL プロパティー

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Get a connection that uses the native JDBC driver.
Properties prop = new java.util.Properties();
prop.put("user", "someone");
prop.put("password","something");
Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local;user=cujo;password=newtiger",
prop);
```

この例では、Properties オブジェクトで指定されたユーザー ID とパスワードではなく、 URL ストリングで指定されたユーザー ID とパスワードが使用されます。結果として、前述のコードと機能的に完全に同等になります。

詳細については、下記の例を参照してください。

- ネイティブ JDBC と IBM Toolbox for Java JDBC を同時に使用する
- Access プロパティー
- 無効なユーザー ID とパスワード

接続プロパティー: 以下の表は、JDBC ドライバーの接続プロパティーとその値、およびその説明を示しています。

プロパティー	値	意味
access	all、read call、read only	この値を使用すると、特定の接続で実行できる操作のタイプを制限できます。デフォルト値は all であり、これは基本的に、その接続が JDBC API への完全アクセスを持つことを意味します。 read call 値は、照会の実行とストアード・プロシージャーの呼び出しだけをその接続に許可します。SQL ステートメントを介してデータベースを更新しようとしても、その処理は停止します。 read only 値を使用すれば、接続を照会だけに制限できます。ストアード・プロシージャー呼び出しと更新ステートメントは停止します。
auto commit	true、false	この値は接続の自動コミット設定の設定に使用されます。トランザクション分離プロパティーが none 以外の値に設定されていなければ、デフォルト値は true です。設定されている場合は、デフォルト値は false になります。
batch style	2.0、2.1	JDBC 2.1 仕様では、バッチ処理での更新で例外が発生した場合の処理として、 2 番目のメソッドが定義されています。ドライバーは、どちらかの仕様に準拠できます。デフォルトでは、JDBC 2.0 仕様で定義された方法で処理されます。

プロパティー	値	意味
block size	0、8、16、32、64、128、256、512	これは、ResultSet として一度に取り出される行数です。順方向に限られた通常の ResultSet の処理では、このサイズのブロックが取得されます。その後、ユーザーのアプリケーションが各行を処理するので、データベースはアクセスされません。ブロックの終わりに達したときに初めて、データベースは別のデータ・ブロックを要求します。 この値は、blocking enabled プロパティーが true に設定されているときにのみ使用されます。 block size プロパティーを 0 に設定すると、 blocking enabled プロパティーを ″false″ に設定した場合と同じ効果が得られます。 デフォルトでは、32 のブロック・サイズでブロック化が行われます。これは、現時点における非常に独断的な決定であり、デフォルトは将来変更される可能性があります。 現在、スクロール可能な ResultSet でブロック化は行われません。
blocking enabled	true、false	この値は、接続で ResultSet 行を検索するときにブロック化を行うかどうかを決定します。ブロック化により、ResultSet の処理のパフォーマンスは大きく改善される可能性があります。 このプロパティーは、デフォルトでは true に設定されています。

プロパティー	値	意味
cursor hold	true、false	この値は、トランザクションがコミットされた後もResultSet をオープンにしたままにするかどうかを設定します。この値を true にすると、コミットが呼び出された後でも、アプリケーションはオープンしている ResultSet にアクセスすることができます。この値を false にすると、その接続の中でオープンしているカーソルはコミット時にすべてクローズされます。 このプロパティーは、デフォルトでは true に設定されています。 この値プロパティーは、その接続で作成されたすべての ResultSet のデフォルトとなります。 JDBC 3.0 では、カーソルの保持機能がサポートされました。このデフォルトは、アプリケーションによって別の保持機能が指定されると、置き換えられます。
data truncation	true、false	この値は、文字データが切り捨てられた場合に警告および例外を生成するか (true)、黙って切り捨てるか (false) を設定します。デフォルトは true で、文字フィールドのデータ切り捨てが有効です。
date format	julian、mdy、dmy、ymd、usa、iso、eur、jis	このプロパティーは、日付のフォーマット方法を変更することができます。
date separator	/(スラッシュ)、-(ダッシュ)、.(ピリオド)、,(コンマ)、b	このプロパティーを使って、日付区切り文字を変更することができます。このプロパティーは、(システム規則に従って) 一部の dateFormat 値との組み合わせでのみ有効です。
decimal separator	.(ピリオド)、,(コンマ)	このプロパティーを使って、小数点を変更できます。

プロパティー	値	意味
do escape processing	true、false	このプロパティーは、接続でステートメントがエスケープ処理を実行するかどうかを示すフラグを設定します。エスケープ処理の使用は、 SQL ステートメントをすべてのプラットフォームで汎用および類似のものとなるようにコード化する 1 つの方法です。データベースはエスケープ文節を読み取ると、ユーザーのシステム固有のバージョンに置き換えます。 これは、システムに余分な作業を強制する点を除けば、優れた機能です。既に有効な iSeries SQL 構文が含まれている SQL ステートメントだけを使用することが分かっているなら、パフォーマンスの向上のために、この値を false に設定することを勧めします。 JDBC 仕様に準拠するため、このプロパティーのデフォルト値は true になっています (エスケープ処理はデフォルトでアクティブになっています)。 この値は、JDBC 仕様の欠点を補うために追加されています。 Statement クラスでは、エスケープ処理は off に設定することしかできません。単純なステートメントを処理する場合は、これでもうまくいきます。ステートメントを作成し、エスケープ処理を off にしてから、ステートメントの処理を開始することができます。ただし、PreparedStatement や呼び出し可能ステートメントの場合、この方式ではうまくいきません。 PreparedStatement や呼び出し可能ステートメントの構成時に指定した SQL ステートメントは、後から変更されることはありません。そのため、ステートメントを準備し、その後からエスケープ処理を変更しても、効果はありません。この接続プロパティーを設定することは、余分なオーバーヘッドを回避するための 1 つの手段となります。

プロパティー	値	意味
errors	basic、full	このプロパティーは、全システムの 2 次レベル・エラー・テキストを SQLException オブジェクト・メッセージに戻すかどうかを指定します。デフォルトは basic になっており、標準メッセージ・テキストのみを戻します。
libraries	スペースで区切られたライブラリーのリスト。 (ライブラリーのリストは、コロンまたはコンマで区切ることもできます。)	このプロパティーを使うと、ライブラリーのリストをサーバー・ジョブのライブラリー・リスト、または指定されたデフォルト・ライブラリーに設定することができます。 このプロパティーがどのように動作するかは、naming プロパティーによって影響されます。デフォルトでは、naming は ″sql″ に設定されており、JDBC は ODBC と同様の動作をします。ライブラリー・リストは、どのように接続処理が行われるかには影響しません。これは、すべての非修飾テーブルのデフォルト・ライブラリーになります。デフォルトでは、接続しているユーザー・プロファイルと同じ名前を持つライブラリーです。 libraries プロパティーが指定されると、リストで最初に指定されているライブラリーがデフォルト・ライブラリーとなります。デフォルト・ライブラリーが接続 URL (jdbc:db2:*local/mylibrary 内) で指定されている場合は、このプロパティーの設定よりも優先されます。 naming が system に設定されている場合は、このプロパティーで指定したそれぞれのライブラリーがユーザーのライブラリー・リストに追加され、非修飾テーブル参照を解決するために検索されます。

プロパティー	値	意味
lob threshold	500000 未満の任意の値	このプロパティーは、ドライバーに対して、 lob 列がしきい値よりも小さかった場合、lob 列のロケーターの代わりに ResultSet 記憶域に実際の値を格納することを指定します。このプロパティーは、列のサイズに対してのもので、それ自身の lob データ・サイズに対するものではありません。たとえば、各 lob 列のサイズが最大 1 MB として定義されていても、各列の値が 500 KB 以下であれば、引き続きロケーターが使用されます。 このサイズ制限は、常にデータ・ブロックが 16 MB の最大割り振りサイズよりも大きくなる危険がなく、ブロックをフェッチできるように指定されることに注意してください。大きな ResultSet では簡単にこの制限を超えてしまい、その結果、フェッチが失敗します。データ・ブロックと相互に作用するため、ブロック・サイズ・プロパティーとこのプロパティーの設定は慎重に行ってください。 デフォルトでは 0 に設定され、lob データには常にロケーターが使用されます。
maximum precision	31、63	この値は、結果のデータ・タイプで戻される最大精度 (長さ) を指定します。デフォルト値は 31 です。
maximum scale	0 から 63	この値は、結果のデータ・タイプで戻される最大位取り (小数点の右側の小数点以下の桁数) を指定します。値の範囲は 0 から最大精度までです。デフォルト値は 31 です。
minimum divide scale	0 から 9	この値は、中間と結果の両方のデータ・タイプで戻される最小分割位取り (小数点の右側の小数点以下の桁数) を指定します。この値は、最大位取りを超えない 0 から 9 の範囲の値です。 0 が指定されている場合は、最小分割位取りは使用されません。デフォルト値は 0 です。

プロパティー	値	意味
naming	sql、system	このプロパティーを使用すると、従来の iSeries 命名構文か、標準の sql 命名構文のいずれかを使用できます。system 命名は、/ (スラッシュ) 文字を使用してコレクション値とテーブル値を区切ることを意味し、 sql 命名は、. (ピリオド) 文字を使用してそれらの値を区切ることを意味します。 この値には、デフォルトのライブラリーによってさまざまな設定があります。詳しくは、libraries プロパティー(49ページ)を参照してください。 デフォルトでは sql 命名が使用されます。
password	任意の値	このプロパティーでは、接続用のパスワードを指定することができます。このプロパティーは、user プロパティーが指定されていないと、正しく動作しません。これらのプロパティーを使うと、iSeries ジョブを実行しているユーザーではないユーザーとして、データベースに接続することができるようになります。 user および password プロパティーを指定すると、シグニチャー getConnection(String url, String userId, String password) の接続メソッドを使用した場合と同様の効果が得られます。
prefetch	true、false	このプロパティーは、ドライバーが処理の直後に ResultSet の最初のデータをフェッチするのか、データが要求されてからフェッチするのかを指定します。デフォルトは true で、データはプリフェッチされます。 ネイティブ JDBC ドライバーを使用したアプリケーションの場合、まれにこのことが問題になることがあります。このプロパティーは本来、 Java ストアード・プロシージャーおよびユーザー定義関数での内部使用のために存在しています。それらにおいては、要求されるまではデータベース・エンジンがユーザーのために ResultSet からデータをフェッチしないことが重要となります。

プロパティー	値	意味
reuse objects	true、false	このプロパティーは、一度クローズされた、ある種類のオブジェクトをドライバーが再利用するかどうかを指定します。これはパフォーマンスを向上させます。デフォルトは true です。
server trace	整数として表記されるストリング	このプロパティーで、JDBC サーバー・ジョブをトレースすることが可能になります。サーバー・トレースが使用可能な場合、クライアントがサーバーに接続したときにトレースが開始され、接続が切断されたときにトレースが終了します。 トレース・データは、サーバー上のスプール・ファイル内に収集されます。複数レベルのサーバー・トレースは、定数を加算することと、 set メソッドでその合計を渡すことの組み合わせによってオンになります。 **注:** このプロパティーは、一般にはサポート担当者によって使用されるもので、この値に関するこれ以上の説明はありません。
time format	hms、usa、iso、eur、jis	このプロパティーを使って、時刻のフォーマット方法を変更することができます。
time separator	:(コロン)、.(ピリオド)、,(コンマ)、b	このプロパティーを使って、時刻区切り文字を変更することができます。このプロパティーは、(システム規則に従って) 一部の timeFormat 値との組み合わせでのみ有効です。
trace	true、false	このプロパティーによって、接続のトレースをオンにすることができます。これは、単純なデバッグ支援機能として使用することができます。この機能は、将来拡張される予定です。デバッグについて詳しくは、D2. The JDBC driver threw an exception. What do I do?を参照してください。 デフォルト値は false で、トレースを使用しません。

プロパティー	値	意味
transaction isolation	none、read committed、read uncommitted、repeatable read、serializable	このプロパティーを使って、接続のトランザクション分離レベルを設定することができます。このプロパティーで特定のレベルを設定することは、Connection インターフェースの setTransactionIsolation メソッドでレベルを指定するのと同じことです。 JDBC のデフォルトは自動コミット・モードなので、このプロパティーのデフォルト値は none です。
translate binary	true、false	このプロパティーを使用すれば、JDBC ドライバーで binary データ値や varbinary データ値を強制的に char データ値や varchar データ値と同様に扱うことができます。 このプロパティーのデフォルトは false で、バイナリー・データは文字データと同様には扱われません。
» translate hex	binary、character	この値を使って、SQL 式の 16 進定数が使用するデータ・タイプを選択することができます。 binary が設定されている場合、それは 16 進数が BINARY データ・タイプを使用することを意味します。これは V5R3 で新しくなった点です。 character が設定されている場合、それは 16 進数が CHARACTER FOR BIT DATA データ・タイプを使用することを意味します。デフォルト設定は character です。 «

プロパティー	値	意味
use block insert	true、false	このプロパティーは、データベースにデータのブロックを挿入するために、ネイティブ JDBC ドライバーがブロック挿入モードになることを可能にします。これはバッチ更新の最適化バージョンです。この最適化モードは、あるシステム制約への違反、またデータ挿入の障害およびデータの破壊が発生する恐れのないアプリケーション内でのみ使用できます。 このプロパティーをオンにしたアプリケーションは、バッチ更新を行おうとするときにはローカル・システムにのみ接続します。ブロック更新は DRDA 上では管理できないため、DRDA を使ってリモート接続を確立することはできません。 また、アプリケーションでは SQL 挿入ステートメントで PreparedStatements が使われており、すべての挿入値パラメーターが VALUES 文節によって指定されている必要があります。値リストで定数を使うことは許可されていません。これは、システムのブロック挿入エンジンの要件です。 デフォルトは false です。
user	任意の値	このプロパティーでは、接続用のユーザー ID を指定することができます。このプロパティーは、password プロパティーも指定されていないと機能しません。これらのプロパティーを使うと、iSeries ジョブを実行しているユーザーではないユーザーとして、データベースに接続することができるようになります。 user および password プロパティーを指定すると、シグニチャー getConnection(String url, String userId, String password) の接続メソッドを使用した場合と同様の効果が得られます。

DataSource を UDBDataSource と共に使用する: DataSource インターフェースは、Java(TM) Database Connectivity (JDBC) ドライバーを使用する際に柔軟性が向上するように設計されました。 DataSource の使用法は、以下の 2 つの段階に分けることができます。

- **配置**
  配置 (デプロイメント) とは、 JDBC アプリケーションを実際に実行する前に行うセットアップの段階のことです。普通は、配置には特定のプロパティーを指定して DataSource をセットアップしてから、Java Naming and Directory Interface (JNDI) を使用してディレクトリー・サービスにバインドすることが関係します。最も一般的な Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) はディレクトリー・サービスですが、他にも Common Object Request Broker Architecture (CORBA) オブジェクト・サービス、 Java リモート・メソッド呼び出し (RMI)、または基礎となるファイル・システムなど多数あります。
- **使用**
  DataSource の実行時使用と配置を分離することにより、多数のアプリケーションで DataSource のセットアップを再使用できます。配置の一部の局面を変更すると、DataSource を使用するすべてのアプリケーションに、自動的に変更内容が反映されます。

注: RMI を使用することは、複雑な作業になる可能性があるということを銘記しておいてください。 RMI をソリューションとして選ぶ前に、これを選ぶと及ぶ影響について必ず理解しておいてください。 RMI については、以下のページから参照することができます。

Java Remote Method Invocation (RMI)

DataSource の利点には、アプリケーション開発プロセスに直接影響を与えずに、アプリケーションに代わって JDBC ドライバーを稼働できることがあります。詳しくは、接続プーリング、 ステートメント・プーリング、および分散トランザクションを参照してください。

UDBDataSourceBind: UDBDataSource を作成して JNDI とのバインドを取得する例として、UDBDataSourceBind プログラムがあります。このプログラムにより、要求されている基本タスクがすべて実行されます。つまり、UDBDataSource オブジェクトがインスタンス化され、このオブジェクトに関するプロパティーが設定され、JNDI コンテキストが取り出され、このオブジェクトが JNDI コンテキスト中の名前とバインドされます。

配置時のコードは、ベンダーごとに固有です。このアプリケーションは、処理したい特定の DataSource の実装をインポートしなければなりません。インポート・リスト中で、パッケージ修飾 UDBDataSource クラスがインポートされます。このアプリケーションの最も知られていない点として、 JNDI との協働があります (Context オブジェクトを取り出してバインド呼び出しするなど)。追加情報については、Sun Microsystems, Inc の JNDI を参照してください。

このプログラムを実行して正常に完了すると、 JNDI ディレクトリー・サービス中に SimpleDS という新しい項目が入れられます。この項目は、JNDI コンテキストによって指定されている場所に入れられます。これで、DataSource のインプリメンテーションが配置されたことになります。アプリケーション・プログラムは、この DataSource を使用して、データベース接続と JDBC 関連作業を取り出します。

UDBDataSourceUse: 前述の配置したアプリケーションを使用する JDBC アプリケーションの例として、UDBDataSourceUse プログラムがあります。

前述の例で、JDBC アプリケーションは、 UDBDataSource をバインドする前の状態の初期コンテキストを入手します。その後、そのコンテキスト上で lookup メソッドを使用して、アプリケーションが使用する DataSource タイプのオブジェクトを戻します。

注: ランタイム・アプリケーションは、 DataSource インターフェースのメソッドだけを作業対象とするので、インプリメンテーション・クラスを認識する必要はありません。このようにして、アプリケーションは移植可能になります。

UDBDataSourceUse が複雑なアプリケーションで、貴社で大規模な操作を行うと仮定しましょう。貴社には数十の同様の大規模アプリケーションがあります。ネットワーク中のシステムの 1 つの振る舞いを変更する必要があるとします。配置ツールを実行して、1 つの UDBDataSource プロパティーに変更を加えれば、すべてのアプリケーションのコードに変更を加えなくても、それらのアプリケーションにこの新しい名前を認識させることができます。 DataSources の利点の 1 つに、システム・セットアップ情報を統合できることがあります。別の大きな利点は、接続プーリング、ステートメント・プーリング、および分散トランザクション・サポートなどの、アプリケーションに認識されない機能をドライバーが実装できることです。

UDBDataSourceBind と UDBDataSourceUse について綿密に分析したので、 DataSource オブジェクトが実行内容を認識する方法を知りたいと思われることでしょう。どちらのプログラムにも、システム、ユーザー ID、またはパスワードを指定するコードはありません。 UDBDataSource クラスのすべてのプロパティーにデフォルト値があります。デフォルトでは、実行中のアプリケーションのユーザー・プロファイルとパスワードを使用して、ローカル iSeries サーバーに接続します。その代わりにユーザー・プロファイル cujo を使用して確実に接続したい場合は、次の 2 つの方法で行うことができます。

- ユーザー ID とパスワードを DataSource プロパティーとして設定する。この手法の使用法については、例: UDBDataSourceBind の作成と DataSource プロパティーの設定を参照してください。
- DataSource getConnection メソッドを使用して、実行時にユーザー ID とパスワードを取得する。この手法の使用法については、例: UDBDataSource の作成、およびユーザー ID とパスワードの取得を参照してください。

UDBDataSource のプロパティーを多数指定できるのと同様に、 DriverManager を使用して作成する接続のプロパティーも指定できます。ネイティブ JDBC ドライバーの、サポートされているプロパティーのリストについては、 DataSource プロパティーを参照してください。

これらのリストは類似していますが、今後のリリースでも同様かどうかは保証しません。 DataSource インターフェースのコーディングを始めることをお勧めします。

注: ネイティブ JDBC ドライバーにはその他の DataSource インプリメンテーションが 2 つありますが、これらのインプリメンテーションを直接使用することはお勧めしません。

- DB2DataSource
- DB2StdDataSource

DataSource プロパティー: 以下の表は、データ・ソース・プロパティーとその値、およびその説明を示しています。

Set メソッド (データ・タイプ)	値	説明
setAccess (String)	″all″、″read call″、″read only″	このプロパティーを使用すると、特定の接続で実行できる操作のタイプを制限できます。デフォルトは ″all″ で、これは基本的に、その接続が Java(TM) Database Connectivity (JDBC) API への完全アクセスを持つことを意味します。 ″read call″ 値は、その接続で照会の実行とストアード・プロシージャーの呼び出しだけを許可します。 SQL ステートメントを介してデータベースを更新しようとすると、SQLException が発生します。 ″read only″ 値は、その接続では照会の実行のみに制限します。ストアード・プロシージャーの呼び出しや更新ステートメントを実行しようとすると、 SQLException が発生します。
setBatchStyle (String)	″2.0″、″2.1″	JDBC 2.1 仕様では、バッチ処理での更新で例外が発生した場合の処理として、 2 番目のメソッドが定義されています。ドライバーは、どちらかの仕様に準拠できます。デフォルトでは、JDBC 2.0 仕様で定義された方法で処理されます。
setUseBlocking (boolean)	″true″、″false″	このプロパティーは、接続で ResultSet 行を検索するときにブロック化を行うかどうかを判別します。ブロック化により、ResultSet の処理のパフォーマンスは大きく改善される可能性があります。 このプロパティーは、デフォルトでは true に設定されています。

Set メソッド (データ・タイプ)	値	説明
setBlockSize (int)	″0″、″8″、″16″、″32″、″64″、″128″、 ″256″、″512″	このプロパティーは、ResultSet として一度に取り出される行数です。順方向に限られた通常の ResultSet の処理で、照会に合致する多くの行がデータベース内にあった場合は、このサイズのブロックが取得されます。 JDBC ドライバーの内部記憶域にあるブロックの終わりに達したときにのみ、別のデータのブロックに対する要求がデータベースに送られます。 この値は、useBlocking プロパティーが true になっているときにのみ使用されます。詳細については、setUseBlocking (57ページ)を参照してください。 ブロック・サイズ・プロパティーを ″0″ に設定すると、SetUseBlocking(false) と同じ効果が得られます。 デフォルトでは、″32″ のブロック・サイズでブロック化が行われます。これは、非常に独断的な決定であり、デフォルトは将来のリリースで変更される可能性があります。 現在、スクロール可能な ResultSet でブロック化は行われません。 ブロック化は、ユーザーのアプリケーションのカーソルの感度に影響します。感度の高いカーソルは、他の SQL ステートメントによる変更を認識します。しかし、データ・キャッシュのため、その変更はデータベースからデータをフェッチする必要がある場合にのみ、検出されます。

Set メソッド (データ・タイプ)	値	説明
setCursorHold (boolean)	″true″、″false″	このプロパティーは、トランザクションがコミットされた後も ResultSet をオープンにしたままにするかどうかを設定します。この値を true にすると、コミットが呼び出された後でも、アプリケーションはオープンしている ResultSet にアクセスすることができます。この値を false にすると、その接続の中でオープンしているカーソルはコミット時にすべてクローズされます。 このプロパティーは、デフォルトでは true に設定されています。 このプロパティーは、その接続で作成されたすべての ResultSet のデフォルトとなります。 JDBC 3.0 では、カーソル・サポートが追加されました (詳しくは、ResultSet 特性セクションを参照してください)。このデフォルトは、アプリケーションによって別のカーソル・サポートを指定されると、置き換えられます。
setDataTruncation (boolean)	″true″、″false″	このプロパティーは、次のことを指定します。 • 文字データが切り捨てられた場合に、警告および例外を生成する (true) • 文字データを黙って切り捨てる (false) 詳細については、DataTruncation を参照してください。
setDatabaseName (String)	任意の名前	このプロパティーでは、DataSource が接続しようとするデータベースを指定します。デフォルトは *LOCAL です。データベース名はアプリケーションが動作しているシステム上のリレーショナル・データベース・ディレクトリーに存在しているか、ローカル・システムを指定する特殊値 *LOCAL か localhost でなければなりません。
setDataSourceName (String)	任意の名前	このプロパティーは、接続プーリングをサポートするために、ConnectionPoolDataSource JNDI 名を渡すことを許可します。
setDateFormat (String)	″julian″、″mdy″、″dmy″、″ymd″、 ″usa″、 ″iso″、 ″eur″、″jis″	このプロパティーは、日付のフォーマット方法を変更することができます。

Set メソッド (データ・タイプ)	値	説明
setDateSeparator (String)	"/", "-", ".", ",", "b"	このプロパティーを使って、日付区切り文字を変更することができます。このプロパティーは、(システム規則に従って) 一部の dateFormat 値との組み合わせでのみ有効です。
setDecimalSeparator (String)	".", ","	このプロパティーを使って、小数点を変更することができます。
setDescription (String)	任意の名前	このプロパティーでは、DataSource オブジェクトの記述を設定します。
setDoEscapeProcessing (boolean)	"true"、"false"	このプロパティーは、SQL ステートメントのエスケープ処理が行われているかどうかを指定します。 このプロパティーのデフォルト値は true です。
setFullErrors (boolean)	"true"、"false"	このプロパティーは、全システムの 2 次レベル・エラー・テキストを SQLException オブジェクト・メッセージに戻すかどうかを指定します。デフォルトは false です。
setLibraries (String)	スペースで区切られたライブラリーのリスト	このプロパティーを使うと、ライブラリーのリストをサーバー・ジョブのライブラリー・リストに格納することができます。このプロパティーは setSystemNaming(true) が使用されているときにのみ使用します。
setLobThreshold (int)	500000 未満の任意の値	このプロパティーは、ドライバーに対して、 LOB 列がしきい値サイズよりも小さかった場合に、 Locator Object (LOB) ロケーターの代わりに実際の値を格納することを指定します。
setLoginTimeout (int)	任意の値	このプロパティーは、現在は無視されますが、今後使用される予定です。
setNetworkProtocol (int)	任意の値	このプロパティーは、現在は無視されますが、今後使用される予定です。
setPassword (String)	任意のストリング	このプロパティーでは、接続用のパスワードを指定することができます。ユーザー ID が設定されていない場合、このプロパティーは無視されます。
setPortNumber (int)	任意の値	このプロパティーは、現在は無視されますが、今後使用される予定です。
setPrefetch (boolean)	"true"、"false"	このプロパティーは、ドライバーが処理の直後に ResultSet の最初のデータをフェッチするのか、データが要求されてからフェッチするのかを指定します。デフォルトは true です。

Set メソッド (データ・タイプ)	値	説明
setReuseObjects (boolean)	″true″、″false″	このプロパティーは、一度クローズされた、ある種類のオブジェクトをドライバーが再利用するかどうかを指定します。これはパフォーマンスを向上させます。デフォルトは true です。
setServerName (String)	任意の名前	このプロパティーは、現在は無視されますが、今後使用される予定です。
setServerTraceCategories (int)	整数として表記されるストリング	このプロパティーで、JDBC サーバー・ジョブをトレースすることが可能になります。サーバー・トレースが使用可能な場合、クライアントがサーバーに接続したときにトレースが開始され、接続が切断されたときにトレースが終了します。 トレース・データは、サーバー上のスプール・ファイル内に収集されます。複数レベルのサーバー・トレースは、定数を加算することと、 set メソッドでその合計を渡すことの組み合わせによってオンになります。 **注:** このプロパティーは、一般にはサポート担当者によって使用されるもので、この値に関するこれ以上の説明はありません。
setSystemNaming (boolean)	″true″、″false″	このプロパティーは、コレクションおよびテーブルがピリオドによって区切られるか (SQL 命名)、スラッシュによって区切られるか (システム命名) を指定します。このプロパティーによって、デフォルト・ライブラリーを使用するか (SQL 命名)、それともライブラリー・リストを使用するか (システム命名) についても判断されます。デフォルトは、SQL 命名です。
setTimeFormat (String)	″hms″、″usa″、″iso″、″eur″、″jis″	このプロパティーを使って、時刻のフォーマット方法を変更することができます。
setTimeSeparator (String)	″:″、″.″、″,″、″b″	このプロパティーを使って、時刻区切り文字を変更することができます。このプロパティーは、(システム規則に従って) 一部の timeFormat 値との組み合わせでのみ有効です。
setTrace (boolean)	″true″、″false″	このプロパティーは、単純トレースを使用可能にします。デフォルト値は false です。

Set メソッド (データ・タイプ)	値	説明
setTransactionIsolationLevel (String)	″none″、″read committed″、″read uncommitted″、″repeatable read″、″serializable″	このプロパティーでは、トランザクション分離レベルを指定することができます。 JDBC のデフォルトは自動コミット・モードなので、このプロパティーのデフォルト値は ″none″ です。
setTranslateBinary (Boolean)	″true″、″false″	このプロパティーを使用すれば、JDBC ドライバーで binary データ値や varbinary データ値を強制的に char データ値や varchar データ値と同様に扱うことができます。 このプロパティーのデフォルト値は false です。
setUseBlockInsert (boolean)	″true″、″false″	このプロパティーは、データベースにデータのブロックを挿入するために、ネイティブ JDBC ドライバーがブロック挿入モードになることを可能にします。これはバッチ更新の最適化バージョンです。この最適化モードは、あるシステム制約への違反、またデータ挿入の障害およびデータの破壊が発生する恐れのないアプリケーション内でのみ使用できます。 このプロパティーをオンにしたアプリケーションは、バッチ更新を行おうとするときにはローカル・システムにのみ接続します。ブロック更新は DRDA 上では管理できないため、DRDA を使ってリモート接続を確立することはしません。 また、アプリケーションでは SQL 挿入ステートメントで PreparedStatements が使われており、すべての挿入値パラメーターが VALUES 文節によって指定されている必要があります。値リストで定数を使うことは許可されていません。これは、システムのブロック挿入エンジンの要件です。 デフォルトは false です。
setUser (String)	任意の値	このプロパティーは、接続を取得するためのユーザー ID を設定できます。このプロパティーを設定する際には、password プロパティーも設定する必要があります。

その他の DataSource インプリメンテーション: ネイティブ JDBC ドライバーに組み込まれる DataSource インターフェースのインプリメンテーションは 2 つあります。これらの DataSource インプリメンテーションは、使用しないようにする必要があります。それらを使用することはできますが、将来行われる改良には対応していません。たとえば、これらのインプリメンテーションには、堅固な接続およびステートメントのプーリングは追加されていません。これらのインプリメンテーションは、UDBDataSource インターフェースとその関連機能を採用するまで存続します。

DB2DataSource: DB2DataSource は、DataSource インターフェースの初期のインプリメンテーションであり、完全な仕様に準拠していません (つまり、仕様に先立つものです)。これまで DB2DataSource が存続している理由は、WebSphere(R) ユーザーが、現行リリースにマイグレーションできるようするためだけであり、それ以外に使用すべきではありません。

DB2StdDataSource: DB2StdDataSource は、改訂されたバージョンの DB2DataSource インプリメンテーションであり、 JDBC オプション・パッケージ仕様が最終になったら、仕様準拠になります。すでに DB2DataSource バージョンで作成されたコードを中断しないために、新しいバージョンが提供されています。

これらの DataSource インプリメンテーションを利用するアプリケーションを作成した場合、以前のプロパティーがすべてサポートされているため、 UDBDataSource へマイグレーションすることは簡単な作業になります。 UDBDataSource へマイグレーションして、新しい UDBDataSource クラスの機能を装備することをお勧めします。

JDBC 用の JVM プロパティー

ネイティブ JDBC ドライバーが使用する設定の一部は、接続プロパティーを使用しては設定できません。これらの設定は、ネイティブ JDBC ドライバーが実行する JVM に対して設定しなければならないものです。これらの設定は、ネイティブ JDBC ドライバーで作成されるすべての接続に使用されます。

ネイティブ・ドライバーは以下の JVM プロパティーを認識します。

プロパティー	値	意味
jdbc.db2.job.sort.sequence	デフォルト値 = *HEX	このプロパティーを true に設定すると、ネイティブ JDBC ドライバーは、デフォルト値の *HEX を使用する代わりに、ジョブを開始したユーザーのジョブ・ソート・シーケンスを使用するようになります。 これを他の値に設定する場合や、設定しないでおく場合、JDBC は引き続きデフォルトの *HEX を使用します。これが意味することに十分注意してください。JDBC 接続が接続要求で異なるユーザー・プロファイルを渡す場合、すべての接続に対して、サーバーを開始したユーザー・プロファイルのソート・シーケンスが使用されます。これは始動時に設定される環境属性であり、動的な接続属性ではありません。

プロパティー	値	意味
jdbc.db2.trace	1 または error = エラー情報をトレース 2 または info = 情報およびエラー情報をトレース 3 または verbose = 詳細、情報、およびエラー情報をトレース 4 または all または true = 存在し得るすべての情報をトレース	このプロパティーは JDBC ドライバーのトレースをオンにします。これは、問題を報告する場合に使用してください。
jdbc.db2.trace.config	stdout = トレース情報は stdout に送信されます (デフォルト値) usrtrc = トレース情報はユーザー・トレースに送信されます。トレース情報を入手するには、 CL コマンド「ユーザー・トレース・バッファーのダンプ (DMPUSRTRC)」を使用することができます。 file://<pathtofile> = トレース情報はファイルに送信されます。ファイル名に ″%j″ が含まれている場合、″%j″ はジョブ名で置き換えられます。 <pathtofile> の例は、 /tmp/jdbc.%j.trace.txt です。	このプロパティーは、トレースの出力先を指定するために使用します。

iSeries Java 開発キット (JDK) 用の DatabaseMetaData インターフェース

DatabaseMetaData インターフェースは、 iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) の JDBC ドライバーによって実装され、基礎となるデータ・ソースに関連した情報を提供します。これは、提供されているデータ・ソースとの対話方法を決定するため、主にアプリケーション・サーバーとツールによって使用されます。アプリケーションは、 DatabaseMetaData メソッドを使用してもデータ・ソースの情報を入手することができますが、こちらはそれほど一般的ではありません。

DatabaseMetaData インターフェースには 150 を超えるメソッドが組み込まれており、これらのメソッドは提供する情報のタイプによって次のように分類されています。

- データ・ソースに関する 65 ページの『一般情報を取得する』
- 65 ページの『フィーチャー・サポートを判別する』
- 65 ページの『データ・ソースの制限』
- 66 ページの『SQL オブジェクトとその属性』
- データ・ソースによる 66 ページの『トランザクション・サポート』

DatabaseMetaData インターフェースには、40 を超えるフィールドも含まれており、それらのフィールドは、さまざまな DatabaseMetaData メソッドの戻り値として使用される定数となります。

DatabaseMetaData インターフェースのメソッドの変更点の詳細については、 66 ページの『JDBC 3.0 の変更点』を参照してください。

DatabaseMetaData オブジェクトを作成する: DatabaseMetaData オブジェクトは、Connection メソッド getMetaData によって作成されます。オブジェクトが作成されると、これを用いて基礎となるデータ・ソー

スの情報を動的に発見することができます。以下の例では、DatabaseMetaData オブジェクトを作成し、これを使ってテーブル名の最大文字数を判別する方法を示します。

例: DatabaseMetaData オブジェクトを作成する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// con is a Connection object
DatabaseMetaData dbmd = con.getMetadata();
int maxLen = dbmd.getMaxTableNameLength();
```

一般情報を取得する: DatabaseMetaData の一部のメソッドは、データ・ソースに関する一般情報と、その実装に関する詳細を動的に発見するために使用されます。これらの重要なメソッドには、次のようなものがあります。

- getURL
- getUserName
- getDatabaseProductVersion、getDriverMajorVersion、および getDriverMinorVersion
- getSchemaTerm、getCatalogTerm、および getProcedureTerm
- nullsAreSortedHigh、および nullsAreSortedLow
- usesLocalFiles、および usesLocalFilePerTable
- getSQLKeywords

フィーチャー・サポートを判別する: DatabaseMetaData メソッドの多くは、特定のフィーチャーやフィーチャー・セットが、ドライバーや基礎となっているデータ・ソースでサポートされているかどうかを判別するために使用できます。これに加えて、一部のメソッドは提供されているサポートのレベルを記述します。個々のフィーチャーのサポートを記述するメソッドには、次のようなものがあります。

- supportsAlterTableWithDropColumn
- supportsBatchUpdates
- supportsTableCorrelationNames
- supportsPositionedDelete
- supportsFullOuterJoins
- supportsStoredProcedures
- supportsMixedCaseQuotedIdentifiers

フィーチャー・サポートのレベルを記述するためのメソッドには、次のようなものがあります。

- supportsANSI92EntryLevelSQL
- supportsCoreSQLGrammar

データ・ソースの制限: 別のグループのメソッドは、特定のデータ・ソースによって課されている制限を提供します。このカテゴリーのメソッドには次のようなものがあります。

- getMaxRowSize
- getMaxStatementLength
- getMaxTablesInSelect
- getMaxConnections
- getMaxCharLiteralLength
- getMaxColumnsInTable

このグループのメソッドは、制限を integer として返します。戻り値ゼロは、制限がないか、不明であることを示します。

SQL オブジェクトとその属性: DatabaseMetaData のいくつかのメソッドは、特定のデータ・ソースに移植される SQL オブジェクトに関する情報を提供します。これらのメソッドは SQL オブジェクトの属性を判別することができます。また、これらのメソッドは各行に特定のオブジェクトが記述された、ResultSet オブジェクトを戻します。たとえば、getUDTs メソッドはデータ・ソース内で定義されている各 UDT に対応した行を持つ ResultSet オブジェクトを戻します。このカテゴリーには、たとえば次のようなメソッドがあります。

- getSchemas および getCatalogs
- getTables
- getPrimaryKeys
- getProcedures および getProcedureColumns
- getUDTs

トランザクション・サポート: 少数のメソッドのグループは、データ・ソースがサポートするトランザクション・セマンティクスに関する情報を提供します。このカテゴリーには、たとえば次のようなメソッドがあります。

- supportsMultipleTransactions
- getDefaultTransactionIsolation

DatabaseMetaData インターフェースの使用法の例については、 例: iSeries Java 開発キット (JDK) 用の DatabaseMetaData インターフェースを参照してください。

JDBC 3.0 の変更点: JDBC 3.0 のいくつかのメソッドでは、戻り値が変更されています。 JDBC 3.0 では、以下のメソッドが戻す ResultSet にフィールドが追加されました。

- getTables
- getColumns
- getUDTs
- getSchemas

注: Java Development Kit (JDK) 1.4 を使用してアプリケーションを開発している場合、テストの際に一定数の列が戻されることがあります。ユーザーが作成するアプリケーションで、すべての列にアクセスすることを想定しています。しかし、そのアプリケーションが以前のリリースの JDK でも動作するように設計した場合、これらのフィールドにアクセスしようとすると、アプリケーションは SQLException を受け取ります。以前の JDK のリリースではこれらのフィールドが存在しないためです。 SafeGetUDTs では、JDK 1.4、JDK 1.3、および以前の JDK のリリースで動作するアプリケーションの記述方法の例が示されています。

例外

Java(TM) 言語は例外を使用して、プログラムにエラー処理機能を提供しています。例外は、プログラムを実行しているときに、命令の通常フローが中断されたときに発生するイベントです。

Java ランタイム・システムおよび Java パッケージの多くのクラスは、いくつかの状況で throw ステートメントを使って例外をスローしています。この同じメカニズムを使って、ユーザーの Java プログラムでも例外をスローすることができます。

例外についての詳細は、以下のセクションを参照してください。

SQLException
SQLException クラスとそのサブタイプは、データ・ソースへのアクセス時に発生したエラーや警告に関する情報を提供します。

SQLWarning
メソッドがデータベース接続で警告を発生させた場合、メソッドは SQLWarning オブジェクトを生成します。以下のインターフェースのメソッドが SQLWarning を生成できます。

- Connection
- Statement とそのサブタイプ、PreparedStatement、および CallableStatement
- ResultSet

DataTruncation
DataTruncation は SQLWarning のサブクラスです。 SQLWarning がスローされていないときに DataTruncation オブジェクトがスローされることがあり、他の SQLWarning オブジェクトのように付加されます。

71 ページの『無通知の切り捨て』
setMaxFieldSize ステートメント・メソッドは、任意の列の最大フィールド・サイズを指定できます。最大フィールド・サイズ値を超えたためにデータの切り捨てが行われた場合、警告や例外は報告されません。

SQLException: SQLException クラスとそのサブタイプは、データ・ソースへのアクセス時に発生したエラーや警告に関する情報を提供します。

インターフェースで定義されている大半の JDBC とは異なり、例外サポートはクラスによって提供されています。 JDBC アプリケーションが実行されているときに発生する例外のための基本クラスは、SQLException です。 JDBC API のすべてのメソッドは、SQLException がスローできるように宣言されています。 SQLException は java.lang.Exception の拡張で、データベース・コンテキスト内で発生した障害に関連した追加情報を提供します。具体的には、SQLException からの次のような情報が使用可能です。

- テキスト記述
- SQLState
- エラー・コード
- 共に発生した他の例外への参照

ExceptionExample。これは、(この場合は、予測された) SQLException のキャッチと、提供されたすべての情報をダンプする適切な処理を行うプログラムです。

注: JDBC では、複数の例外を合わせてチェーニングするメカニズムが提供されています。これにより、ドライバーまたはデータベースが、一度の要求で複数のエラーをレポートすることができます。現在のところ、ネイティブ JDBC ドライバーが実際にこれを行う実例はありません。この情報は参照用として提供されており、ドライバーが今後もこれを行わないことを明示するものではありません。

前述のように、エラーが発生すると SQLException オブジェクトがスローされます。これは正しい動作ですが、完全な全体像ではありません。現実には、ネイティブ JDBC ドライバーが実際にスローすることはまれです。そのSQLException サブクラスのインスタンスがスローされます。これにより、以下にあるように、実際にどんな障害だったのかに関する詳しい情報を判別することができます。

DB2Exception.java: DB2Exception オブジェクトが直接スローされることはありません。この基本クラスは、すべての JDBC 例外に共通の機能性を保持するために使用されます。このクラスには、JDBC がスロ

ーする標準例外となる 2 つのサブクラスがあります。これらのサブクラスとは、DB2DBException.java および DB2JDBCException.java です。 DB2DBException は、データベースから直接レポートされた例外です。 DB2JDBCExceptions は、JDBC ドライバーが、ドライバー自身に問題を発見したときにスローされます。この方法で例外クラスが階層に分割されていることで、 2 つのタイプの例外を個別に処理することができます。

DB2DBException.java: 前述のように、DB2DBExceptions はデータベースから直接送信される例外です。これらは、JDBC ドライバーが CLI への呼び出しを行い、 SQLERROR 戻りコードが返されたときに発生します。このケースでは、CLI 機能の SQLError は、メッセージ・テキスト、SQLState、およびベンダー・コードを取得するために呼び出されます。 SQLMessage の置換テキストも取得され、戻されます。 DatabaseException クラスは、データベースが認識し、例外オブジェクトを構築するために JDBC ドライバーにレポートするエラーを発生させます。

DB2JDBCException.java: DB2JDBCException は JDBC ドライバー自身からのエラー状態によって生成されます。この例外クラスの機能には基本的な違いがあります。 JDBC ドライバーそのものは例外のメッセージの言語翻訳を処理し、オペレーティング・システムおよびデータベースが処理するその他の問題の例外については、データベース内で生成されます。可能な限り、JDBC ドライバーはデータベースの SQLStates を順守します。 JDBC ドライバーがスローする例外のベンダー・コードは、常に -99999 です。しばしば、CLI 層によって認識され、戻される DB2DBException のエラー・コードも -99999 です。 JDBCException クラスは、JDBC ドライバーが自身の例外を認識し、構築するエラーを発生させます。リリースの開発中の実行時には、後続の出力が生成されます。スタックの最上部に DB2JDBCException が含まれていることに注意してください。これは、常にデータベースへの要求が行われる前にエラーが JDBC ドライバーからレポートされることを示しています。

SQLWarning: 以下のインターフェースのメソッドでは、データベース・アクセス警告を出すときに SQLWarning オブジェクトが生成されます。

- Connection
- Statement とそのサブタイプ PreparedStatement および CallableStatement
- ResultSet

メソッドが SQLWarning オブジェクトを生成しても、データ・アクセス警告が発生したことは呼び出し元には通知されません。 SQLWarning オブジェクトを取り出すには、適当なオブジェクトで getWarnings メソッドを呼び出す必要があります。ただし、ある状況では、SQLWarning の DataTruncation サブクラスがスローされることがあります。ネイティブ JDBC ドライバーは、効率の向上のため、データベースが生成した一部の警告を無視する場合が多いという点に注意してください。たとえば、ResultSet の終わりに達した後でユーザーが ResultSet.next メソッドを使用してデータを取り出そうとすると、システムは警告を生成します。このような場合、next メソッドは、true ではなく false を返してユーザーにエラーを通知するように定義されています。これを改めて記述するオブジェクトを作成する必要はないので、この警告はただ無視されます。

複数のデータ・アクセス警告が発生すると、それらは最初の警告に連鎖されます。これらは、SQLWarning.getNextWarning メソッドを呼び出すことによって検索できます。連鎖した警告の終わりに達すると、getNextWarning は `null` を返します。

以降の SQLWarning オブジェクトは、次のステートメントが処理されるまで、その連鎖に追加され続けていきます。 ResultSet オブジェクトの場合には、カーソルが再配置されて連鎖した SQLWarning オブジェクトがすべて除去されるまで、その連鎖に追加され続けていきます。これにより、結果としてチェーン内のすべての SQLWarning オブジェクトが除去されます。

Connection、Statement、および ResultSet オブジェクトの使用は、SQLWarnings の生成される原因となることがあります。 SQLWarning は、特定の操作が正常に完了される間に注意すべき他の情報が存在した可能性を示す、通知メッセージです。 SQLWarning は、SQLException クラスの拡張機能ですが、スローされるものではなく、代わりに、その生成の原因となったオブジェクトに付加されます。なお、SQLWarning が生成されても、警告が生成されたことをアプリケーションに通知するイベントは何も起こりません。アプリケーションは、自発的に警告の情報を要求する必要があります。

SQLException と同様、SQLWarning は、相互に連鎖させることができます。オブジェクトの警告を消去するには、その Connection、Statement、または ResultSet といった各オブジェクトで、clearWarnings メソッドを呼び出すことができます。

注: clearWarnings メソッドを呼び出しても、すべての警告が消去されるわけではありません。消去されるのは、その特定のオブジェクトに関連付けられている警告だけです。

SQLWarning オブジェクトが手動で消去されない場合は、JDBC ドライバーが、ある特定のタイミングでそれらを消去します。 SQLWarning オブジェクトは、以下のアクションが行われたときに消去されます。

- Connection インターフェースの場合は、新規の Statement、PreparedStatement、または CallableStatement オブジェクトが作成されると、警告が消去されます。
- Statement インターフェースの場合は、次のステートメントが処理される (あるいは、 PreparedStatement や CallableStatement のためにもう一度同じステートメントが処理される) と、警告が消去されます。
- ResultSet インターフェースの場合は、カーソルが再配置されると、警告が消去されます。

DataTruncation: DataTruncation は SQLWarning のサブクラスです。 SQLWarning がスローされていないときに DataTruncation オブジェクトがスローされることがあり、他の SQLWarning オブジェクトのように付加されます。 DataTruncation オブジェクトは SQLWarning が戻す情報よりも詳細な追加情報を提供します。そのような追加情報には、次のようなものがあります。

- 転送されたデータのバイト数。
- 切り捨てられた列、またはパラメーター索引。
- パラメーターの索引か、ResultSet 列の索引か。
- 切り捨てが、データベースから読み取り中に発生したか、書き込み中に発生したか。
- 実際に転送されたデータ量。

場合によっては、この情報を判読することはできますが、直感的にはわからないこともあります。たとえば、PreparedStatement の setFloat メソッドを使って、整数値を持つ列に値を挿入しようとした場合、その列が保持できる最大値よりも大きな値を挿入しようとして DataTruncation が返されることがあります。この場合は、切り捨てられたバイト数は意味がなく、ドライバーにとっては切り捨て情報が提供されることが重要です。

set() および update() メソッドの報告: JDBC ドライバーの間にも若干の違いがあります。ネイティブのドライバーや IBM Toolbox JDBC ドライバーなどの一部のドライバーでは、パラメーターで設定した時点でデータ切り捨てをキャッチし、報告します。これは、PreparedStatement の set メソッドか、 ResultSet の update メソッドのどちらかで行われます。その他のドライバーでは、ステートメントを処理したときに問題が報告され、 execute、executeQuery、または updateRow メソッドが完了したときに報告されます。

不正なデータを提供した際に問題を報告する代わりに、それ以降の処理が継続できないときに問題を報告することには、次の 2 つの利点があります。

- 処理時に問題に対処する代わりに、問題が発生したときにアプリケーション内の障害に対処することができる。

- パラメーターを設定するときに検査することにより、 JDBC ドライバーはステートメントの処理時に、データベースに対して処理される値が正しいことを確認できる。これにより、データベースは作業を最適化して、処理を早く完了することができます。

ResultSet.update() メソッドが DataTruncation 例外をスローする: 以前のいくつかのリリースでは、ResultSet.update() メソッドは切り捨て条件が存在すると警告を通知しました。これは、データ値をデータベースに挿入しようとするときに発生します。仕様では、このような状況が発生した場合、JDBC ドライバーは例外をスローするように決められています。その結果、JDBC ドライバーはこの方法で動作します。

データ切り捨てエラーを受け取る ResultSet 更新機能を処理することと、エラーを受け取る更新または挿入ステートメントの PreparedStatement パラメーター・セットを処理することには、大きな違いはありません。どちらのケースでも、問題は同一です。ユーザーが望んでいたものに適合しないデータが提供されたことです。

NUMERIC および DECIMAL は、小数点の右側を黙って切り捨てます。 JDBC for UDB NT の動作でも、iSeries サーバー上で対話式 SQL で動作させた場合でも、この切り捨てが行われます。

注: データ切り捨てが発生すると、値は丸められません。 NUMERIC または DECIMAL 列に適合しない、パラメーターの端数部分は、警告なしに単に失われます。

以下の例では、PreparedStatement 上のパラメーターによって、 VALUES 文節の値が実際にセットされていることを想定しています。

```
create table cujosql.test (col1 numeric(4,2))
a) insert into cujosql.test values(22.22)  // works - inserts 22.22
b) insert into cujosql.test values(22.223) // works - inserts 22.22
c) insert into cujosql.test values(22.227) // works - inserts 22.22
d) insert into cujosql.test values(322.22) // fails - Conversion error on assignment to column COL1.
```

データ切り捨て警告と、データ切り捨て例外との違い

仕様では、データベースに書き込まれる値のデータ切り捨ては、例外をスローするように決められています。データベースに書き込まれる値のデータ切り捨てが行われなかった場合は、警告が生成されます。これは、データ切り捨ての状況がどのポイントかを識別されることを意味しており、データの切り捨てが処理されたステートメントのタイプにも注意する必要があります。この要件に関連して、以下にいくつかの SQL ステートメントのタイプの動作を示します。

- SELECT ステートメントでは、照会パラメーターはデータベースの内容に損傷を与えることはありません。したがって、データ切り捨ては常に警告の通知として扱われます。
- VALUES INTO および SET ステートメントでは、入力値は出力値を生成するためだけに使用されます。その結果、警告が発行されます。
- CALL ステートメントでは、 JDBC ドライバーはパラメーターが与えられたストアード・プロシージャーを判別することができません。ストアード・プロシージャーのパラメーターの切り捨てが行われると、常に例外がスローされます。
- その他のすべてのステートメント・タイプでは、警告が通知されるのではなく、例外がスローされます。

Connection および DataSource のデータ切り捨てプロパティー: 多くのリリースでデータ切り捨てプロパティーが使用可能になっています。このプロパティーのデフォルトは true で、データ切り捨ての事象はチェックされ、警告の通知または例外のスローが行われます。このプロパティーは、値がデータベースの列に適合するかどうかが問題にならない場合に、便宜とパフォーマンスのために提供されています。列に挿入できる形で値を挿入するため、ドライバーが使用されます。

文字およびバイナリー・ベースのデータ・タイプにのみ効果のあるデータ切り捨てプロパティー: 2 つ前のリリースでは、データ切り捨て例外をスローするかどうかはデータ切り捨てプロパティーによって判断されました。このデータ切り捨てプロパティーは、 JDBC アプリケーションにとって切り捨てが重要ではないときに、切り捨てられた値を無視できるように用意されています。アプリケーションが DECIMAL(2,0) に 100 を挿入しようとしたとき、データベースに 00 または 10 のどちらかを格納したいというケースがあります。そのため、JDBC データ切り捨てプロパティーは、パラメーターが CHAR、VARCHAR、CHAR FOR BIT DATA、および VARCHAR FOR BIT DATA のような文字ベースのタイプの状況でのみ有効になるよう、変更されました。

パラメーターにのみ適用されるデータ切り捨てプロパティー: データ切り捨てプロパティーは、JDBC ドライバーの設定で、データベースの設定ではありません。そのため、ステートメント・リテラルには影響はありません。たとえば、データベース内の CHAR(8) 列に値を挿入する処理を行う以下のステートメントは、データ切り捨てフラグが false に設定されて失敗します (接続は java.sql.Connection オブジェクトとして別の場所で割り当てられていることを前提としています)。

```
Statement stmt = connection.createStatement();
Stmt.executeUpdate("create table cujosql.test (col1 char(8))");
Stmt.executeUpdate("insert into cujosql.test values('dettinger')");
// Fails as the value does not fit into database column.
```

問題とならないデータ切り捨てに対するネイティブ JDBC ドライバーの例外のスロー: ネイティブ JDBC ドライバーは、パラメーターとして提供されたデータを確認することは行いません。これは処理をスローダウンさせるだけです。しかし、値の切り捨てが問題にならない状況で、データ切り捨て接続プロパティーを false に設定していない状態では、この状況が発生することがあります。

たとえば、CHAR(10) である 'dettinger ' が渡されると、適合する値のすべてが重要なものであるとしても、例外がスローされます。これは、JDBC for UDB NT で発生する動作です。しかし、SQL ステートメント内でリテラルとして値を渡した場合は、このような振る舞いは得られません。このような場合、データベース・エンジンは追加のスペースを暗黙のうちにスローアウトします。

JDBC が例外をスローしない問題は、次のとおりです。

- 必要かどうかにかかわらず、すべての set メソッドでパフォーマンスのオーバーヘッドが拡大します。たいていの場合、これは有益なことではなく、 setString() のような関数で相当なパフォーマンスのオーバーヘッドがあります。
- 渡されたストリング値でトリム関数を呼び出すなど、次善策は小さなものです。
- データベースの列に関する考慮すべき問題があります。 CCSID 37 でのスペースは、CCSID 65535 または 13488 でのスペースとは全く異なります。

無通知の切り捨て: setMaxFieldSize ステートメント・メソッドは、任意の列の最大フィールド・サイズを指定できます。最大フィールド・サイズ値を超えたためにデータの切り捨てが行われた場合、警告や例外は報告されません。このメソッドは、前述のデータ切り捨てプロパティーと同じように、CHAR、VARCHAR、CHAR FOR BIT DATA、および VARCHAR FOR BIT DATA のような文字ベースのタイプでのみ有効です。

トランザクション

トランザクションは作業論理単位です。作業論理単位を完了するには、データベースに対していくつかのアクションを実行する必要があるかもしれません。トランザクション・サポートは、アプリケーションが以下を行うことを可能にします。

- 作業論理単位を完了するためのすべてのステップに従う。

- 作業単位を完了するためのステップの 1 つが失敗した場合に、作業論理単位一部として実行されたすべての作業を元に戻し、データベースをトランザクションが開始される前の状態に戻す。

トランザクションは、データ保全性と正確なアプリケーション・セマンティクスを提供し、アクセスが同時進行しているときに一貫性のあるデータ表示を行えるようにします。トランザクションのサポートには、常に Java(TM) Database Connectivity (JDBC) に準拠したドライバーが使用されなければなりません。

注: このセクションは、ローカル・トランザクションと、トランザクションの標準的な JDBC 概念を説明しているに過ぎません。 Java やネイティブ JDBC ドライバーは、Java Transaction API (JTA)、分散トランザクション、および 2 フェーズ・コミット・プロトコル (2PC) をサポートします。

すべてのトランザクション作業は、Connection オブジェクト・レベルで処理されます。トランザクションの作業が完了すると、作業は、commit メソッドを呼び出すことによって終了処理できます。アプリケーションがトランザクションを打ち切る場合は、rollback メソッドが呼び出されます。

接続の下にあるすべての Statement オブジェクトは、トランザクションの一部になります。つまり、アプリケーションが 3 つの Statement オブジェクトを作成して、データベースに変更を加えるためにそれらの各オブジェクトを使用する場合は、 commit または rollback 呼び出しが行われると、その 3 つのステートメントすべての作業が永続的にコミットされたり、ロールバックして廃棄されたりします。

純粋に SQL を使用して作業する場合は、トランザクションの終了処理に commit および rollback SQL ステートメントを使用します。これらの SQL ステートメントは、動的には作成できません。また、JDBC アプリケーションでは、これらのステートメントを使用したトランザクションの終了は試さないでください。

アプリケーションでトランザクションを使用する場合は、以下を参照してください。

自動コミット・モード
JDBC は、自動コミット・モードを使用し、データベースが更新された箇所すべてを直ちに永続的にコミットします。

トランザクション分離レベル
トランザクション分離レベルは、トランザクション内でステートメントが認識できるデータを指定し、並行アクセスのレベルに直接影響を与えます。

保管ポイント
保管ポイントは、アプリケーションがトランザクション全体を取り消さなくてもロールバックできるチェックポイントです。保管ポイントについては、以下の情報を参照してください。

- 保管ポイントの設定とロールバック
- 保管ポイントの解放

自動コミット・モード: デフォルトでは、JDBC は自動コミットと呼ばれる操作モードを使用します。このモードでは、データベースに対するすべての更新が即時に永続的にコミットされます。ただし、自動コミット・モードは、作業論理単位がデータベースに複数の更新を必要とする状況では、安全性に欠けます。自動コミット・モードを使用した場合、 1 つの更新が行われてから他の更新が行われるまでの間にアプリケーションやシステムで何らかの問題が発生すると、最初の更新は元に戻せなくなります。

自動コミット・モードでは、変更がすぐに永続的にコミットされるため、アプリケーションでは commit メソッドや rollback メソッドを呼び出す必要がありません。このため、アプリケーションの作成は容易になります。

自動コミット・モードの使用可能化/使用不可能化は、接続が存在している間に動的に行うことができます。自動コミットは、次のようにして使用可能にされます (データ・ソースがすでに存在していると想定した場合)。

```
Connection connection = dataSource.getConnection();

Connection.setAutoCommit(false);        // Disables auto-commit.
```

トランザクションの途中で自動コミットの設定が変更されると、保留中の作業はすべて自動的にコミットされます。分散トランザクションの一部となっている接続に対して自動コミットが使用可能にされると、SQLException が生成されます。

トランザクション分離レベル: トランザクション分離レベルは、トランザクション内でステートメントが認識できるデータを指定します。これらのレベルは、同じターゲット・データ・ソースに対するトランザクション間で可能な相互作用を定義することにより、同時に行われるアクセスのレベルに直接影響します。

データベース異常: データベース異常とは、単一のトランザクションの視点から見ると誤っているように見え、すべてのトランザクションの視点から見ると正しく見える、生成された結果のことを言います。データベース異常の各タイプは、次のように説明できます。

- **ダーティー**読み取りは、次の場合に行われます。
  1. トランザクション A がテーブルに行を挿入する。
  2. トランザクション B が新しい行を読み取る。
  3. トランザクション A がロールバックする。

  トランザクション B は、トランザクション A によって挿入された行に基づいてシステムに対する作業を完了できますが、この行は、永続的なデータベースの一部にはなりません。
- **繰り返し不可**の読み取りは、次の場合に行われます。
  1. トランザクション A が行を読み取る。
  2. トランザクション B が行を変更する。
  3. トランザクション A は、2 度目に同じ行を読み取るが、最初とは違う新しい結果を得る。
- **ファントム**読み取りは、次の場合に行われます。
  1. トランザクション A が SQL 照会で WHERE 文節を満たすすべての行を読み取る。
  2. トランザクション B が WHERE 文節を満たす別の行を挿入する。
  3. トランザクション A が WHERE 条件を再評価すると、追加された行が検出される。

注: DB2/400 は、アプリケーションに対しデータベース異常を、ロック・ストラテジーにより規定されたレベルで常に公開しているわけではありません。

JDBC トランザクション分離レベル: iSeries Java 開発キット (JDK) の JDBC API には、5 つのトランザクション分離レベルがあります。最小のものから最大のものをリストすると、次のようになります。

JDBC_TRANSACTION_NONE
: これは、JDBC ドライバーがトランザクションをサポートしないことを示す特殊な定数です。

JDBC_TRANSACTION_READ_UNCOMMITTED
: このレベルでは、トランザクションは、データに対するコミットされていない変更を認識できます。データベース異常が起こるのは、すべてこのレベルです。

JDBC_TRANSACTION_READ_COMMITTED
このレベルは、トランザクション内で行われる一切の変更が、トランザクションがコミットされるまで外から認識されないことを意味します。これにより、ダーティー読み取りが行われる可能性はなくなります。

JDBC_TRANSACTION_REPEATABLE_READ
このレベルは、読み取られる行がロックしたまま保持されることにより、トランザクションが完了するまで他のトランザクションが行を変更できなくなることを意味します。これにより、ダーティー読み取りや繰り返し不可の読み取りは行えなくなります。ファントム読み取りは可能です。

JDBC_TRANSACTION_SERIALIZABLE
テーブルはトランザクション用にロックされ、テーブルに値を追加したりテーブルから値を除去したりする他のトランザクションによって WHERE 条件が変更されなくなります。これにより、すべてのタイプのデータベース異常が起こらなくなります。

接続のトランザクション分離レベルを変更するには、setTransactionIsolation メソッドを使用できます。

考慮事項: 前述の 5 つのトランザクション・レベルについては、これが JDBC 仕様で定義されていると誤解される場合がよくあります。一般に、TRANSACTION_NONE の値は、コミットメント制御なしで実行する概念を表していると考えられています。 JDBC 仕様は、これと同じ方法で TRANSACTION_NONE を定義するものではありません。 TRANSACTION_NONE は、JDBC 仕様において、ドライバーがトランザクションをサポートしないレベルとして定義されており、 JDBC 互換のドライバーであるわけではありません。 getTransactionIsolation メソッドが呼び出されたときに NONE というレベルが報告されることは決してありません。

問題が少し複雑になっているのは、 JDBC ドライバーのデフォルト・トランザクション分離レベルがインプリメンテーションで定義されるためです。ネイティブ JDBC ドライバーのデフォルトのトランザクション分離レベルは、NONE です。このレベルでは、ジャーナルがないファイルでもドライバーで処理することができ、 QGPL ライブラリーのファイルのような指定を一切作成する必要がありません。

ネイティブ JDBC ドライバーでは、 setTransactionIsolation メソッドに JDBC_TRANSACTION_NONE を渡したり、接続のプロパティーに NONE を指定することが可能です。とはいえ、getTransactionIsolation メソッドは、値が NONE であると常に JDBC_TRANSACTION_READ_UNCOMMITTED を報告します。アプリケーションで、どのレベルで実行しているかをトラッキングし続ける必要がある場合、そのトラッキングは、アプリケーションの責任で行われます。

過去のリリースでは、システムに本当の意味での自動コミット・モードの概念がなかったため、JDBC ドライバーは、自動コミットに真が指定されるとトランザクション分離レベルを NONE に変更することにでこれを処理していました。これは、機能としては近いものでしたが、すべてのシナリオにおいて正確な結果をもたらす処理ではありませんでした。この処理は行われなくなり、データベースは、トランザクション分離レベルの概念と自動コミットの概念を切り離します。これにより、自動コミットを使用可能にしたまま JDBC_TRANSACTION_SERIALIZABLE レベルでシステムを稼働させることが、完全に有効になります。唯一有効でないシナリオは、自動コミット・モードを使用せずに JDBC_TRANSACTION_NONE レベルでシステムを実行するシナリオです。トランザクション分離レベルを指定せずにシステムが実行された場合、アプリケーションはコミットの境界を制御することができません。

JDBC 仕様と iSeries プラットフォームの間のトランザクション分離レベル: iSeries プラットフォームで使用されるトランザクション分離レベルの共通名は、 JDBC 仕様で指定されている名前と一致しません。次の表は、iSeries プラットフォームで使用される名前と付き合わせたものですが、これは JDBC 仕様で使用されるものに対応するものではありません。

JDBC レベル*	iSeries レベル
JDBC_TRANSACTION_NONE	*NONE または *NC
JDBC_TRANSACTION_READ_UNCOMMITTED	*CHG または *UR
JDBC_TRANSACTION_READ_COMMITTED	*CS
JDBC_TRANSACTION_REPEATABLE_READ	*ALL または *RS
JDBC_TRANSACTION_SERIALIZABLE	*RR

* この表では、分かりやすくするために JDBC_TRANSACTION_NONE の値と iSeries レベル *NONE および *NC を並べてあります。これは、仕様と iSeries レベルが直接一致することを示すものではありません。

保管ポイント: 保管ポイントを使用して、トランザクション内に「ステージング・ポイント」を設定できます。保管ポイントは、アプリケーションがトランザクション全体を取り消さなくてもロールバックできるチェックポイントです。 JDBC 3.0 では保管ポイントが新しくなりました。したがって、アプリケーションが保管ポイントを使用するには、そのアプリケーションを Java(TM) Development Kit (JDK) 1.4 上で実行しなければなりません。さらに、Developer Kit for Java にとっては保管ポイントは新しい機能なので、旧リリースの Developer Kit for Java で JDK 1.4 を使用していない場合は、これらの保管ポイントはサポートされません。

注: システムには保管ポイントを処理する SQL ステートメントが備えられています。 JDBC アプリケーションの中で、これらのステートメントを直接使用しないようにすることをお勧めします。直接使用しても作動しますが、JDBC ドライバーの実行時に保管ポイントを追跡する機能は失われます。最低限、2 つのモデルを混合する (つまり、独自の保管ポイント SQL ステートメントと JDBC API を使用する) ことは避ける必要があります。

保管ポイントの設定とロールバック: トランザクションの作業全体のどこにでも、保管ポイントを設定できます。その後、誤りが発生した場合に、アプリケーションはこれらのいずれかの保管ポイントにロールバックし、そのポイントから処理を続行することができます。以下の例では、アプリケーションはデータベース・テーブル中に値 FIRST を挿入します。その後、保管ポイントが設定され、別の値 SECOND がデータベース中に挿入されます。保管ポイントへのロールバックが発行されると、SECOND の挿入作業は取り消されますが、 FIRST は保留トランザクションの一部として残ります。最後に、値 THIRD が挿入され、トランザクションがコミットされます。データベース・テーブルには、値 FIRST と THIRD が含まれます。

例: 保管ポイントの設定とロールバック

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
Statement s = Connection.createStatement();
s.executeUpdate("insert into table1 values ('FIRST')");
Savepoint pt1 = connection.setSavepoint("FIRST SAVEPOINT");
s.executeUpdate("insert into table1 values ('SECOND')";);
connection.rollback(pt1);        // Undoes most recent insert.
s.executeUpdate("insert into table1 values ('THIRD')");
connection.commit();
```

自動コミット・モードの場合に、保管ポイントの設定時に問題が起きることは考えられませんが、トランザクションの終了時に保管ポイントの存続期間が終了するとロールバックできません。

保管ポイントの解放: Connection オブジェクト上に releaseSavepoint メソッドを指定したアプリケーションにより、保管ポイントを解放できます。保管ポイントの解放後にロールバックを試行すると例外が生じま

す。トランザクションのコミット時やロールバック時に、保管ポイントはすべて解放されます。特定の保管ポイントがロールバックされた時点にも、後続の他の保管ポイントは解放されます。

分散トランザクション

通常、Java(TM) Database Connectivity (JDBC) のトランザクションはローカルです。これは、単一の接続がトランザクションのすべての作業を行い、その接続では一度に 1 つのトランザクションだけが動作できることを意味します。このトランザクションのすべての動作が完了するか、失敗すると、永続化するためにコミットまたはロールバックが呼び出され、新しいトランザクションが開始されます。

これは、ローカル・トランザクション以上の機能を提供する Java で使用可能な、トランザクションの拡張サポートです。このサポートの完全な仕様は、 Java Transaction API (JTA) 1.0.1 specification を参照してください。

Java Transaction API (JTA) は、複雑なトランザクションをサポートします。また、Connection オブジェクトからのトランザクションの分離もサポートします。 JDBC は ODBC、および X/Open Call Level Interface (CLI) 仕様を、また JTA は X/Open Extended Architecture (XA) 仕様をモデルにしています。 JTA と JDBC は共に動作して、Connection オブジェクトからトランザクションを分離します。 Connection オブジェクトからトランザクションを分離することにより、同時に複数のトランザクション上で単一の接続を動作させることができるようになります。逆に、単一のトランザクションで複数の接続を機能させることもできます。

注: JTA を使用する計画の場合は、JDBC の入門にある、拡張クラスパス内に必要な JAR ファイルに関する情報を参照してください。 JDBC 2.0 のオプショナル・パッケージと JTA JAR ファイル の両方が必要です (JDK 1.4 を実行している場合は、これらのファイルが JDK によって自動的に検索されます)。デフォルトでは検索されません。

JTA を使ったトランザクション: JTA と JDBC を同時に使用するときは、これらの間に、トランザクションの作業を完遂するための一連のステップがあります。 XA のサポートは、XADataSource クラスを通して提供されます。このクラスは、ConnectionPoolDataSource スーパークラスとまったく同じ方法による接続プーリングの設定のためのサポートが含まれています。

XADataSource インスタンスを使うと、XAConnection オブジェクトを取得できます。 XAConnection オブジェクトは、JDBC 接続と XAResource オブジェクトの両方のためのコンテナーを提供します。 XAResource オブジェクトは、XA トランザクション・サポートを処理するために設計されました。 XAResource は、オブジェクトを経由したトランザクションを、トランザクション ID (XID) によって処理します。

XID は、必ずインプリメントする必要のあるインターフェースです。これは、X/Open トランザクション ID の XID 構造の Java マッピングに相当します。このオブジェクトには、次の 3 つの部分が含まれます。

- グローバル・トランザクションのフォーマット ID
- グローバル・トランザクション ID
- ブランチ修飾子

このインターフェースの完全な詳細については、JTA 仕様を参照してください。

例: JTA を使ってトランザクションを処理するでは、アプリケーション内で JTA を使ってトランザクションを処理する方法が示されています。

プーリングおよび分散トランザクション用の UDBXADataSource サポートを使用する: Java Transaction API サポートは、接続プーリングの直接サポートを提供しています。 UDBXADataSource は ConnectionPoolDataSource の拡張で、プールされた XAConnection オブジェクトにアプリケーションがアクセスすることを可能にします。 UDBXADataSource は ConnectionPoolDataSource なので、UDBXADataSource の構成および使用方法は、 オブジェクト・プーリング用の DataSource サポートの使用で説明されている方法と同一です。

XADataSource プロパティー: ConnectionPoolDataSource によって提供されているプロパティーに加えて、XADataSource インターフェースは次のようなプロパティーを提供しています。

Set メソッド (データ・タイプ)	**値**	**説明**
setLockTimeout (int)	0 または任意の正の値	トランザクション・レベルの有効なロック・タイムアウト (秒) で、任意の正の値です。 ロック・タイムアウトを 0 に設定すると、トランザクション・レベルの強制的なロック・タイムアウト値は設定されず、他のレベル (ジョブまたはテーブル) での設定が執行されます。 デフォルトは 0 です。
setTransactionTimeout (int)	0 または任意の正の値	有効なトランザクション・タイムアウト (秒) で、任意の正の値です。 トランザクション・タイムアウトが 0 に指定されると、トランザクション・タイムアウトが執行されないことを意味します。トランザクションがタイムアウト値よりも長時間、活動状態になった場合は、ロールバックのみとしてマークされ、このトランザクション下の以降の操作の試行では例外が発生します。 デフォルトは 0 です。

ResultSets およびトランザクション: 前述の例でも示されていたように、トランザクションの開始と終了は区別されているため、トランザクションをしばらく中断し、後で再開することができます。これにより、トランザクションの間に作成された ResultSet リソースのたくさんのシナリオが提供されます。

単純なトランザクションの終了: トランザクションを終了すると、トランザクションの中で作成され、開かれているすべての ResultSet は自動的にクローズされます。最大の並列処理を行うため、ResultSet は使用が完了したときに明示的にクローズすることをお勧めします。しかし、トランザクション中で開かれている ResultSet に XAResource.end 呼び出しを行った後にアクセスしようとすると、結果として例外が発生します。

この動作については、例: トランザクションを終了するを参照してください。

中断および再開: トランザクションが中断されている間、トランザクションが活動状態にあるときに作成された ResultSet にアクセスすることはできず、例外になります。しかし、トランザクションを再開すると、再び ResultSet は使用可能になり、トランザクションが中断される前と同じ状態に戻ります。

この動作については、例: トランザクションの中断と再開を参照してください。

ResultSet の中断の影響: トランザクションを中断している間は、ResultSet にアクセスできません。しかし、動作を実行するため、他のトランザクションの下で Statement オブジェクトを再処理することができます。 JDBC Statement オブジェクトは同時に 1 つの ResultSet しか持つことができず (JDBC 3.0 の、ストアード・プロシージャー呼び出しからの複数の同時 ResultSet のサポートは除きます)、新しいトランザクションからの要求を満たすために、中断されたトランザクションの ResultSet はクローズしなければなりません。このことが発生します。

この動作については、例: ResultSet の中断を参照してください。

注: JDBC 3.0 では、Statement がストアード・プロシージャー呼び出しで同時に複数の ResultSet を開くことができますが、これは 1 つの単位として見なされ、 Statement が新しいトランザクションで再処理されると、すべてクローズされます。現在のところ、単一のステートメントで、同時に活動状態にある 2 つのトランザクションで ResultSet を持つことはできません。

多重化: JTA API は、JDBC 接続からトランザクションの分離のために設計されています。この API によって、単一のトランザクション上で複数の接続が動作させることも、同時に複数のトランザクション上で単一の接続を動作させることも可能です。これは**多重化**と呼ばれ、 JDBC 単体では実行できない数多くの複雑なタスクを実行できます。

この例では、単一のトランザクション上で複数の接続を動作させる方法を示しています。

この例では、複数のトランザクションで単一の接続を同時に使用する方法が示されています。

JTA を使用するためのさらに詳細な情報は、JTA 仕様を参照してください。 JDBC 3.0 の仕様でも、これらの 2 つのテクノロジーが共に分散トランザクションをサポートする方法についての情報が含まれています。

2 フェーズ・コミットおよびトランザクション・ログ: JTA API は、分散 2 フェーズ・コミット・プロトコルの役割をアプリケーションに対して完全に外部化します。これまでの例で示されているとおり、JTA トランザクション下で JTA および JDBC を使ってデータベースにアクセスするとき、アプリケーションは変更をコミットするために XAResource.prepare() および XAResource.commit() メソッド、または単に XAResource.commit() メソッドを使用します。

さらに、単一のトランザクションで複数の別個のデータベースにアクセスするときの、これらのデータベース間のトランザクションの原子性を確保するために、2 フェーズ・コミット・プロトコル、および関連したロギングを確実に行うことは、アプリケーションの責任です。一般的には、複数のデータベースにまたがる 2 フェーズ・コミットの処理 (つまり、XAResource)、およびロギングは、アプリケーション・サーバーまたはトランザクション・モニターの制御下で実行されます。これは、アプリケーションそのものが、実際にこれらの問題に関係しないためです。

たとえば、アプリケーションがいくつかの commit() メソッドを呼び出し、エラーなしで処理が戻されたとします。その後、基礎となるアプリケーション・サーバーまたはトランザクション・モニターは、単一の分散トランザクションに加わっている各データベース (XAResource) の処理を開始します。

アプリケーション・サーバーは 2 フェーズ・コミット処理の間は、広範囲のロギングを使用します。XAResource.prepare() メソッドがそれぞれの参加データベース (XAResource) で順番に呼び出され、続いて XAResource.commit() メソッドがそれぞれの参加データベース (XAResource) で呼び出されます。

この処理中に障害が発生した場合、アプリケーション・サーバーのトランザクション・モニターのログにより、アプリケーション・サーバーそのものが後で分散トランザクションを回復するために JTA API を使用することができるようにします。アプリケーション・サーバーまたはトランザクション・モニターの制御下で行われる回復は、アプリケーション・サーバーがそれぞれの参加データベース (XAResource) の既知の状態へのトランザクションを取得できるようにします。これで、すべての参加データベースをまたいだ分散トランザクション全体の既知の状態を確実に得られます。

ステートメントのタイプ

Statement インターフェースとその PreparedStatement および CallableStatement サブクラスは、データベースに対する構造化照会言語 (SQL) コマンドの処理に使用されます。 SQL ステートメントが処理されると、ResultSet オブジェクトが生成されます。

Statement インターフェースのサブクラスは、Connection インターフェース上のいくつかのメソッドを使用して作成されます。 1 つの Connection オブジェクトには、そのオブジェクトの下で同時に作成された多数の Statement オブジェクトを含めることができます。過去のリリースでは、作成できる Statement オブジェクトの正確な数を示すことができましたが、このリリースではそれはできません。というのは、様々なタイプの Statement オブジェクトがあり、そのタイプによって、データベース・エンジンに持ち込む「ハンドル」の数が異なるからです。したがって、1 回の接続でアクティブにできるステートメントの数は、使用する Statement オブジェクトのタイプによって異なります。

アプリケーションは、Statement.close メソッドを呼び出して、ステートメントの処理が終了したことを示します。すべての Statement オブジェクトは、作成元の接続がクローズされたときにクローズされます。ただし、Statement オブジェクトをクローズするときに、完全にこの動作を期待することのないようにしてください。たとえば、アプリケーションが変更され、接続を明示的にクローズする代わりに接続プールが使用される場合は、接続がクローズされないため、アプリケーションからステートメント・ハンドルが「リーク」します。必要なくなった時点で Statement オブジェクトをすぐにクローズすれば、そのステートメントが使用している外部データベース・リソースをすぐに解放できます。

ネイティブの JDBC ドライバーは、リークしているステートメントを検出し、それを代わりに処理しようとします。ただし、このサポートに頼ると、パフォーマンスは低くなります。

ステートメントとそのサブクラスの使用に際しては、以下を参照してください。

Statement
Statement オブジェクトは、静的 SQL ステートメントの処理と、それによって生成される結果の取得に使用されます。

PreparedStatement
PreparedStatement は、Statement インターフェースのサブクラスで、 SQL ステートメントへのパラメーターの追加をサポートします。

CallableStatement
CallableStatement は、PreparedStatement インターフェースを拡張するもので、 PreparedStatement による入力パラメーターのサポートに加えて、出力および入出力パラメーターのサポートを提供します。

各インターフェースは、CallableStatement が PreparedStatement を拡張し、 PreparedStatement が Statement を拡張する、というように階層状の継承関係にあるため、各インターフェースの機能は、そのインターフェ

ースを拡張するクラスで使用できます。たとえば、Statement クラスの機能は、PreparedStatement クラスや CallableStatement クラスでもサポートされます。ただし、これに対する主な例外として、Statement クラスの executeQuery、executeUpdate、および execute メソッドがあります。これらのメソッドは、動的な処理を行うための SQL ステートメントを扱うので、 PreparedStatement オブジェクトや CallableStatement オブジェクトでこれらのメソッドを使用すると、例外が発生します。

Statement: Statement オブジェクトは、静的 SQL ステートメントの処理と、それによって生成される結果の取得に使用されます。一度にオープンできるのは、各 Statement オブジェクトにつき 1 つの ResultSet だけです。 SQL ステートメントを処理するすべてのステートメント・メソッドは、すでにオープンされている ResultSet があると、暗黙的にステートメントの現行の ResultSet をクローズします。

ステートメントの作成: Statement オブジェクトは、createStatement メソッドを使用して Connection オブジェクトから作成されます。たとえば、conn という Connection オブジェクトがすでに存在しているとした場合、データベースに SQL ステートメントを渡すための Statement オブジェクトは、次のようなコードの行で作成されます。

```
Statement stmt = conn.createStatement();
```

ResultSet 特性の指定: ResultSet の特性は、最終的にその ResultSet を作成するステートメントに関連付けられています。これらの ResultSet の特性は、Connection.createStatement メソッドで指定できます。以下は、createStatement メソッドに対する有効な呼び出しの例を示しています。

例: createStatement メソッド

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// The following is new in JDBC 2.0

Statement stmt2 = conn.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,
ResultSet.CONCUR_UPDATEABLE);

// The following is new in JDBC 3.0

Statement stmt3 = conn.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,
ResultSet.CONCUR_READ_ONLY, ResultSet.HOLD_CURSOR_OVER_COMMIT);
```

これらの特性に関する詳細は、ResultSetを参照してください。

ステートメントの処理: Statement オブジェクトを使用した SQL ステートメントの処理は、executeQuery()、executeUpdate()、および execute() メソッドで行われます。

SQL 照会からの戻り結果: ResultSet を戻す SQL 照会ステートメントを処理する場合は、executeQuery() メソッドを使用します。 Statement オブジェクトの executeQuery メソッドを使用して ResultSet を取得するサンプル・プログラムを参照してください。

注: executeQuery で処理される SQL ステートメントが ResultSet を戻さない場合は、 SQLException がスローされます。

SQL ステートメントの更新カウントの戻り: SQL が、更新カウントを戻すデータ定義言語 (DDL) ステートメントまたはデータ操作言語 (DML) ステートメントであると分かっている場合は、executeUpdate() メソッドを使用します。 StatementExample プログラムは、Statement オブジェクトの executeUpdate メソッドを使用します。

何が戻されるか分からない SQL ステートメントの処理: SQL ステートメントのタイプが不明な場合、execute メソッドを使用します。このメソッドが一度処理されると、JDBC ドライバーはアプリケーションに、 API 呼び出しを通して SQL ステートメントが生成した結果のタイプを通知することができます。

execute メソッドは、結果が少なくとも 1 つの ResultSet である場合は true を、戻り値が更新カウントである場合は false を戻します。この情報を得た後、アプリケーションは statement メソッドの getUpdateCount または getResultSet を使用して、 SQL ステートメントの処理から戻り値を取り出すことができます。 StatementExecute プログラムは、Statement オブジェクトで execute メソッドを使用します。このプログラムは、パラメーターとして SQL ステートメントが渡されることを期待します。プログラムは、渡された SQL のテキストを確認しなくても、ステートメントを処理することによって、何についての情報が処理されたのかを判別します。

注: 結果が ResultSet の場合に getUpdateCount メソッドを呼び出すと、-1 が戻されます。結果が更新カウントの場合に getResultSet メソッドを呼び出すと、ヌルが戻されます。

cancel メソッド: ネイティブの JDBC ドライバーのメソッドは、同じオブジェクトに対して 2 つのスレッドが実行されてオブジェクトが壊れないよう、同期されます。ただし、cancel メソッドは例外です。cancel メソッドは、同じオブジェクトの別のスレッドで長時間実行されている SQL ステートメントを停止させるのに使用できます。ネイティブの JDBC ドライバーでは、実行していたタスクすべてを停止するように要求することしかできず、強制的にスレッドに作業を停止させることはできません。この理由で、JDBC ドライバーでは、キャンセルされたステートメントを停止させるのにも時間がかかります。 cancel メソッドは、システム上のランナウェイ SQL 照会を停止させるのに使用できます。

PreparedStatement: PreparedStatement は Statement インターフェースを拡張し、 SQL ステートメントへのパラメーターの追加をサポートします。

データベースに渡される SQL ステートメントは、結果を戻すまでに 2 段階のプロセスを通ります。これらはまず準備され、次いで処理されます。 Statement オブジェクトの場合、これらの 2 つのフェーズは、アプリケーションには 1 つのフェーズとして映ります。 PreparedStatement では、この 2 つのステップは分離が可能です。準備ステップは、オブジェクトが作成されるときに発生し、処理ステップは PreparedStatement オブジェクトに対して executeQuery、executeUpdate、または execute メソッドが呼び出されるときに発生します。

SQL 処理を個々のフェーズに分割できても、パラメーター・マーカーが追加されなければ、それは無意味です。アプリケーションにパラメーター・マーカーが置かれることによって、アプリケーションは、準備時には特定の値を持たないこと、しかし、処理の前には値を指定していることをデータベースに知らせることができます。パラメーター・マーカーは SQL ステートメントでは疑問符で表示されます。

パラメーター・マーカーを使用すれば、汎用 SQL ステートメントを作成し、それを特定の要求に合わせて使用することができます。例として、以下の SQL 照会ステートメントについて取り上げてみます。

```
SELECT * FROM EMPLOYEE_TABLE WHERE LASTNAME = 'DETTINGER'
```

これは、ただ 1 つの値、つまり Dettinger という名前の従業員についての情報を戻す特定の SQL ステートメントです。このステートメントは、以下のようなパラメーター・マーカーを追加することによって、より柔軟なものにすることができます。

```
SELECT * FROM EMPLOYEE_TABLE WHERE LASTNAME = ?
```

単純に値にパラメーター・マーカーを設定することによって、テーブル内のどの従業員についての情報でも取得することができます。

上の Statement の例は、準備フェーズを一度だけ通過すれば、パラメーターに異なる値を指定して繰り返し処理できるので、 PreparedStatement によって Statement のパフォーマンスは大幅に向上しています。

注: PreparedStatement の使用は、ネイティブ JDBC ドライバーの Statement プーリングをサポートするための要件です。

PreparedStatement の作成、ResultSet 特性の指定、自動生成キーの処理、およびパラメーター・マーカーの設定を含め、 PreparedStatement について詳しくは、以下のページを参照してください。

PreparedStatement の作成と使用

PreparedStatement の処理

例: Result を取得するために PreparedStatement を使用する

PreparedStatement の作成と使用: 新しい PreparedStatement オブジェクトを作成するには、prepareStatement メソッドを使用します。 createStatement メソッドとは違って、 SQL ステートメントは PreparedStatement オブジェクトの作成時に指定する必要があります。その時点で SQL ステートメントは使用のためにプリコンパイルされます。たとえば、conn という名前の Connection オブジェクトがすでに存在しているとするなら、以下の例では PreparedStatement オブジェクトが作成され、データベース内の処理のための SQL ステートメントが準備されます。

```
PreparedStatement ps = conn.prepareStatement("SELECT * FROM EMPLOYEE_TABLE
                                              WHERE LASTNAME = ?");
```

ResultSet 特性の指定および自動生成キー・サポート: createStatement メソッドと同様に、prepareStatement メソッドは、ResultSet の特性の指定をサポートするよう多重定義されています。さらに prepareStatement メソッドには、自動生成キーを処理するためのバリエーションがあります。以下に、prepareStatement メソッドの有効な呼び出し例をいくつか示します。

例: prepareStatement メソッド

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// New in JDBC 2.0

PreparedStatement ps2 = conn.prepareStatement("SELECT * FROM
    EMPLOYEE_TABLE WHERE LASTNAME = ?",

ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,
ResultSet.CONCUR_UPDATEABLE);

// New in JDBC 3.0

PreparedStatement ps3 = conn.prepareStatement("SELECT * FROM
    EMPLOYEE_TABLE WHERE LASTNAME = ?",
    ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE, ResultSet.CONCUR_UPDATEABLE,
    ResultSet.HOLD_CURSOR_OVER_COMMIT);

PreparedStatement ps4 = conn.prepareStatement("SELECT * FROM
    EMPLOYEE_TABLE WHERE LASTNAME = ?", Statement.RETURN_GENERATED_KEYS);
```

パラメーターの処理: PreparedStatement オブジェクトを処理する前に、各パラメーター・マーカーに何らかの値を設定する必要があります。 PreparedStatement オブジェクトには、パラメーターを設定するためのいくつかのメソッドが備わっています。どのメソッドも、set<Type> (<Type> は Java データ・タイプ) という形式です。これらのメソッドの一部の例には、setInt、setLong、setString、setTimestamp、setNull、および setBlob が含まれています。ほとんどすべてのメソッドは 2 つのパラメーターをとります。

- 最初のパラメーターは、ステートメント内のパラメーターの指標です。パラメーター・マーカーには番号が付けられます。番号は 1 から始まります。
- 2 番目のパラメーターは、パラメーターに設定する値です。 setBinaryStream の length パラメーターなど、追加パラメーターを持つ set<Type> メソッドもいくつかあります。

詳しくは、java.sql パッケージの Javadoc を参照してください。ps オブジェクト用の上記の例の準備済み SQL ステートメントの場合、処理前のパラメーター値の指定方法は、以下のコードのようになります。

```
ps.setString(1,'Dettinger');
```

設定されていないパラメーター・マーカーを用いて PreparedStatement を処理しようとすると、SQLException が出されます。

注: パラメーター・マーカーは一度設定されると、以下の状況が発生しない限り、処理の間で同じ値を保持します。

- 別の set メソッドの呼び出しによって値が変更された。
- clearParameters メソッドが呼び出されたときに値が除去された。

clearParameters メソッドは、すべてのパラメーターに設定解除済みのフラグを立てます。 clearParameters の呼び出しが行われた後、次の処理の前にすべてのパラメーターに対してもう一度 set メソッドを呼び出す必要があります。

ParameterMetaData サポート: 新しい ParameterMetaData インターフェースでは、パラメーターについての情報を検索することができます。このサポートは、ResultSetMetaData に対する補足で、これと類似しています。精度、位取り、データ・タイプ、および、パラメーターがヌル値を許可するかどうか、などの情報がすべて供給されます。

アプリケーション・プログラムでこの新しいサポートを利用する方法については、 例: ParameterMetaData を参照してください。

PreparedStatement の処理: PreparedStatement オブジェクトを含む SQL ステートメントの処理は、Statement オブジェクトの処理と同様に executeQuery、executeUpdate、および execute メソッドによって行われます。しかし、この SQL ステートメントはオブジェクトの作成時に既に指定されているものなので、Statement 用のメソッドとは違って、これらのメソッドにパラメーターは渡されません。 PreparedStatement は Statement を拡張するものなので、アプリケーションは SQL ステートメントを取る種類の executeQuery、executeUpdate、および execute メソッドを呼び出そうとする可能性もあります。そうすると、SQLException が出されます。

SQL 照会からの戻り結果: ResultSet オブジェクトを戻す SQL 照会ステートメントを処理する場合は、executeQuery メソッドを使用します。 PreparedStatementExample プログラムは、 PreparedStatement オブジェクトの executeQuery メソッドを使用して ResultSet を取得します。

注: executeQuery メソッドによって処理された SQL ステートメントが ResultSet を戻さない場合、SQLException が出されます。

SQL ステートメントの更新カウントの戻り: SQL が、更新カウントを戻すデータ定義言語 (DDL) ステートメントまたはデータ操作言語 (DML) ステートメントであると分かっている場合は、 executeUpdate() メソッドを使用します。 PreparedStatementExample サンプル・プログラムは、 PreparedStatement オブジェクトの executeUpdate メソッドを使用します。

何が戻されるか分からない SQL ステートメントの処理: SQL ステートメントのタイプが不明な場合、execute メソッドを使用します。一度このメソッドが処理されると、JDBC ドライバーは、 SQL ステートメントが API 呼び出しを通して生成した結果のタイプをアプリケーションに通知することができるようになります。 execute メソッドは、結果が少なくとも 1 つの ResultSet である場合は true を、戻り値が更新カウントである場合は false を戻します。この情報を得た後、アプリケーションは getUpdateCount または getResultSet ステートメント・メソッドを使用して、 SQL ステートメントの処理から戻り値を取り出すことができます。

注: 結果が ResultSet の場合に getUpdateCount メソッドを呼び出すと、-1 が戻されます。結果が更新カウントの場合に getResultSet メソッドを呼び出すと、ヌルが戻されます。

CallableStatement: CallableStatement インターフェースは PreparedStatement を拡張し、パラメーターの出力および入出力のサポートを提供します。 CallableStatement インターフェースは、PreparedStatement インターフェースによって提供される入力パラメーターもサポートします。

CallableStatement インターフェースは、SQL ステートメントを使ってストアード・プロシージャーを呼び出せるようにします。ストアード・プロシージャーは、データベース・インターフェースを持ったプログラムです。このプログラムは、次のような機能を持っています。

- 入力および出力パラメーター、または入出力両方のパラメーターを持つことができます。
- 戻り値を持つことができます。
- 複数の ResultSet を戻すことができます。

JDBC では概念的に、ストアード・プロシージャー呼び出しはデータベースに対する単一の呼び出しですが、ストアード・プロシージャーに関連したプログラムは多数のデータベース要求を処理することがあります。さらにストアード・プロシージャー・プログラムは、通常は SQL ステートメントでは実行されないような、プログラマチックな他の多くのタスクを実行するのに使用されることがあります。

CallableStatements は、準備および処理フェーズを分離した PreparedStatement モデルに従っているため、再利用するために最適化することが可能です (詳しくは、PreparedStatement を参照してください)。ストアード・プロシージャーの SQL ステートメントがプログラムに結合されると、それらのステートメントは静的 SQL として処理され、さらにパフォーマンスの向上も期待できます。多くのデータベース処理を単一で、再利用可能なデータベース呼び出しにカプセル化することは、ストアード・プロシージャーの良い使用例です。この呼び出しは他のシステムまでネットワーク上を通過しますが、多くの作業の要求はリモート・システム上で完了します。

CallableStatements を作成する: 新規 CallableStatement オブジェクトを作成するには、prepareCall メソッドを使用します。 CallableStatement オブジェクトが作成されるときには、 prepareStatement メソッドの場合と同様、SQL ステートメントが提供される必要があります。 SQL ステートメントのプリコンパイルはその時点で行われます。たとえば、conn という名前の Connection オブジェクトが既に存在していると想定した場合に、 CallableStatement オブジェクトを作成し、SQL ステートメントを取得する準備フェーズを完了して、データベース内で処理可能な状態にするには、次のようにします。

```
PreparedStatement ps = conn.prepareStatement("? = CALL ADDEMPLOYEE(?, ?, ?");
```

ADDEMPLOYEE ストアード・プロシージャーは入力パラメーターとして、新しい従業員の名前と社会保障番号、およびその従業員のマネージャーのユーザー ID を受け取ります。この情報によって、会社のデータベースの複数のテーブルがその従業員の勤務開始日、部署などの情報によって更新されます。さらに、ストアード・プロシージャーは、その従業員の標準ユーザー ID と E メール・アドレスを生成することもできるプログラムです。ストアード・プロシージャーが初期ユーザー名とパスワード付きの E メールを雇用管理者あてに送信することもできます。その後、雇用管理者はその従業員に対して、それらの情報を知らせることができます。

ADDEMPLOYEE ストアード・プロシージャーは戻り値を持つようにセットアップされます。呼び出し側プログラムが、障害が発生した際に利用できるよう、戻り値として成功または失敗コードを戻すことができます。戻り値は新しい従業員の会社 ID 番号として定義することもできます。最後に、ストアード・プロシージャー・プログラムは内部で処理される照会を持つことがあり、それらの照会によって開かれた

ResultSet を呼び出し側プログラムが利用できるようにしておきます。すべての新しい従業員の情報を照会し、戻された ResultSet を通して呼び出し側プログラムがそれらを利用できるようにするのは妥当なことです。

これらのタスクのそれぞれのタイプを完了する方法については、以下のセクションで扱われています。

ResultSet 特性の指定および自動生成キー・サポート: CreateStatement および PrepareStatement では、ResultSet 特性を指定するためのサポートを提供する PrepareCall の複数のバージョンがあります。PrepareStatement とは異なり、 PrepareCall メソッドは CallableStatement からの自動生成キーを処理するバリエーションは提供されていません (JDBC 3.0 では、この概念はサポートされていません)。以下に、PrepareCall メソッドの正しい呼び出し方法のいくつかの例を示します。

例: PrepareCall メソッド

```
// The following is new in JDBC 2.0

CallableStatement cs2 = conn.prepareCall("? = CALL ADDEMPLOYEE(?, ?, ?)",
    ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE, ResultSet.CONCUR_UPDATEABLE);

// New in JDBC 3.0

CallableStatement cs3 = conn.prepareCall("? = CALL ADDEMPLOYEE(?, ?, ?)",
    ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE, ResultSet.CONCUR_UPDATEABLE,
    ResultSet.HOLD_CURSOR_OVER_COMMIT);
```

パラメーターの処理: 前述のとおり、CallableStatement オブジェクトは 3 タイプのパラメーターを取ることができます。

- **IN**
  IN パラメーターは PreparedStatement と同じ方法でハンドルされます。 PreparedStatement クラスから継承されたさまざまな set メソッドを使って、パラメーターを設定することができます。
- **OUT**
  OUT パラメーターは、registerOutParameter メソッドによってハンドルされます。最も一般的な形式の registerOutParameter では、最初のパラメーターとして索引パラメーターが、 2 番目のパラメーターとして SQL タイプが取られます。これにより、JDBC ドライバーは、ステートメントが処理されるときにパラメーターがどのようなデータであるかが分かります。 registerOutParameter メソッドの他の 2 つのバリエーションは、java.sql パッケージ Javadoc で見つけることができます。
- **INOUT**
  INOUT パラメーターは IN パラメーターおよび OUT パラメーターの両方を使って処理が行われる場合に必要です。 INOUT パラメーターごとに、ステートメントが処理される前に set メソッドおよび registerOutParameter メソッドを呼び出す必要があります。なんらかのパラメーターの設定または登録に失敗すると、ステートメントが処理されるときに SQLException がスローされます。

詳しくは、 例: 入出力パラメーターを持つプロシージャーを作成するを参照してください。

PreparedStatement と同様に、 CallableStatement パラメーター値は set メソッドを再び呼び出さなくても、処理の間は値が保持されます。出力として登録されたパラメーターには、clearParameters メソッドの効果はありません。 clearParameters を呼び出した後、すべての IN パラメーターは再び値を設定する必要がありますが、すべての OUT パラメーターは再び値を設定する必要はありません。

注: このパラメーターの概念を、パラメーター・マーカーの概念と混同しないでください。ストアード・プロシージャー呼び出しは、渡されたパラメーターの数が間違いないことを期待します。 SQL ステートメントの中には、実行時に指定される値を表す文字 ″?″ (パラメーター・マーカー) が含まれるものがあります。次の例を考慮して、これら 2 つの概念の違いを確認するようにしてください。

```
CallableStatement cs = con.prepareCall("CALL PROC(?, "SECOND", ?)");

cs.setString(1, "First");     //Parameter marker 1, Stored procedure parm 1

cs.setString(2, "Third");     //Parameter marker 2, Stored procedure parm 3
```

ストアード・プロシージャー・パラメーターに名前でアクセスする: ストアード・プロシージャーのパラメーターは、次のストアード・プロシージャー宣言の例のように、関連付けられた名前を持っています。

例: ストアード・プロシージャー・パラメーター

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
CREATE
PROCEDURE MYLIBRARY.APROC
    (IN PARM1 INTEGER)
LANGUAGE SQL SPECIFIC MYLIBRARY.APROC
BODY: BEGIN
    <Perform a task here...>
END BODY
```

ここでは、PARM1 という名前が付けられた 1 つの整数パラメーターがあります。 JDBC 3.0 では、索引だけでなく、名前によるストアード・プロシージャー・パラメーターの指定がサポートされています。このプロシージャーの CallableStatement を設定するコードは、次のようになります。

```
CallableStatement cs = con.prepareCall("CALL APROC(?)");

cs.setString("PARM1", 6);     //Sets input parameter at index 1 (PARM1) to 6.
```

詳しくは、CallableStatement の処理を参照してください。

CallableStatement の処理: CallableStatement オブジェクトでの SQL ストアード・プロシージャー呼び出しの処理は、 PreparedStatement オブジェクトで使用されるものと同じメソッドによって行われます。

ストアード・プロシージャーの結果を戻す: ストアード・プロシージャー内で 1 つの SQL 照会ステートメントが処理されると、そのストアード・プロシージャーを呼び出したプログラムが、照会された結果を利用できます。ストアード・プロシージャー内で複数の照会を呼び出し、呼び出し側プログラムがすべての使用可能な ResultSet を処理することもできます。

詳しくは、 例: 複数の ResultSet を持つプロシージャーを作成するを参照してください。

注: ストアード・プロシージャーが executeQuery で処理され、 ResultSet が戻されない場合は、SQLException がスローされます。

ResultSet に並行してアクセスする: 『ストアード・プロシージャーの結果を戻す』では、 ResultSet およびストアード・プロシージャーについてを扱っており、すべての Java(TM) Development Kit (JDK) リリースで動作する例が提供されています。この例では、ResultSet はストアード・プロシージャーが最初に開いた ResultSet から、最後に開いた ResultSet までが順番に処理されます。次の ResultSet を使う前に、ResultSet はクローズされます。

JDK 1.4 では、ストアード・プロシージャーから ResultSet を並行して処理する機能がサポートされています。

注: この機能は、コマンド入力行インターフェース (CLI) の V5R2 による、基礎となるシステム・サポートに追加されたものです。結果として、JDK 1.4 を V5R2 より前のバージョンで動作させた場合は、このサポートは利用できません。

ストアード・プロシージャーの更新数を戻す: ストアード・プロシージャーから更新数を戻す機能については JDBC 仕様で扱われていますが、現在のところ、iSeries プラットフォームではサポートされていません。ストアード・プロシージャー呼び出しから複数の更新数を戻す方法はありません。ストアード・プロシージャー内の準備済み SQL ステートメントからの更新数が必要な場合は、この値を戻すための 2 つの方法があります。

- 出力パラメーターとして値を戻す。
- パラメーターからの戻り値として値を戻す。これは出力パラメーターの特殊なケースです。詳しくは、『戻り値を持つストアード・プロシージャーを処理する』を参照してください。

戻り値が不明なストアード・プロシージャーを処理する: ストアード・プロシージャー呼び出しの結果が不明な場合は、実行メソッドを使用します。このメソッドが一度処理されると、JDBC ドライバーはアプリケーションに、API 呼び出しを通してストアード・プロシージャーが生成する結果のタイプを通知することができます。実行メソッドは、結果が 1 つか複数の ResultSet だった場合、True を返します。ストアード・プロシージャー呼び出しから更新数は返されません。

戻り値を持つストアード・プロシージャーを処理する: iSeries プラットフォームは、関数の戻り値に似た、戻り値を持つストアード・プロシージャーをサポートしています。ストアード・プロシージャーからの戻り値は他のパラメーター・マークのようにラベル付けされており、ストアード・プロシージャー呼び出しによって割り当てられます。以下に、その例を示します。

```
? = CALL MYPROC(?, ?, ?)
```

ストアード・プロシージャー呼び出しからの戻り値は常に整数タイプで、他の出力パラメーターのように登録されている必要があります。

詳しくは、例: 戻り値を持つプロシージャーを作成するを参照してください。

ResultSet

ResultSet インターフェースは、照会の実行によって生成された結果へのアクセスを提供します。概念上、ResultSet のデータは、特定数の列と特定数の行を含むテーブルとして考えることができます。デフォルトでは、テーブル行は順番に検索されます。検索の対象が 1 行であれば、列の値は、任意の順序でアクセスできます。

ResultSet オブジェクトを使用するには、以下を参照してください。

ResultSet の特性
このセクションでは、以下の ResultSet 特性について説明しています。

- ResultSet のタイプ
- 並行性
- Connection オブジェクトをコミットすることによって ResultSet をクローズする可能性
- ResultSet 特性の指定

カーソル移動
iSeries Java(TM) Database Connectivity (JDBC) ドライバーは、スクロール可能な ResultSet をサポートします。スクロール可能な ResultSet では、いくつかのカーソル配置メソッドを使用して、データの行をどんな順序でも処理できます。

ResultSet データの検索
ResultSet オブジェクトが、行の列データを取得するためのどのようなメソッドを備えているか確認してください。

ResultSet の変更
iSeries JDBC ドライバーでは、以下のタスクを実行することによって、ResultSet を変更できます。

- 行の更新
- 行の削除
- 行の挿入
- 定位置更新の変更

ResultSet の作成
ResultSet オブジェクトは、 Statement、PreparedStatement、または CallableStatement インターフェースで提供されている executeQuery メソッドを使用することによって作成できます。このセクションでは、アプリケーションで ResultSet オブジェクトが不要になったときにそれをクローズする方法についても説明しています。

ResultSet の特性: デフォルトで、作成されるすべての ResultSet は、「順方向のみ」のタイプと「読み取り専用」の並行性を持ち、カーソルはコミット境界を超えて保持されます。例外として、WebSphere では現在カーソルの保持可能性のデフォルトが変更されていて、カーソルはコミット時に暗黙的にクローズするようになっています。これらの特性は、Statement、PreparedStatement、および CallableStatement オブジェクトでアクセス可能なメソッドを通して構成できます。

ResultSet のタイプ: ResultSet タイプは、ResultSet に関して以下の事柄を指定します。

- ResultSet はスクロール可能かどうか。
- ResultSet インターフェースの定数によって定義されている JDBC (Java(TM) Database Connectivity) ResultSet のタイプ。

これらの ResultSet タイプの定義は以下のとおりです。

TYPE_FORWARD_ONLY
ResultSet の先頭から ResultSet の末尾に向かう処理だけが行えるカーソル。これはデフォルトのタイプです。

TYPE_SCROLL_INSENSITIVE
ResultSet の中を各方向にスクロールすることができるカーソル。このタイプのカーソルは、オープンしているときにデータベースに加えられる変更を感知しません。これには、照会が処理されたときやデータが取り出されるときに照会を満足する行が含まれます。

TYPE_SCROLL_SENSITIVE
ResultSet の中を各方向にスクロールすることができるカーソル。このタイプのカーソルは、オープンしているときにデータベースに加えられる変更を感知します。データベースへの変更は、ResultSet データに直接影響します。

JDBC 1.0 ResultSet は常に「順方向のみ」です。スクロール可能なカーソルは JDBC 2.0 で追加されました。

注: blocking enabled および block size 接続プロパティーは、 TYPE_SCROLL_SENSITIVE カーソルの感度に影響します。ブロック化を行うと、データが JDBC ドライバー層そのものにキャッシングされ、パフォーマンスが向上します。

テーブルに行が挿入されるときの sensitive ResultSet と insensitive ResultSet の相違を示す 例: 感知および非感知の ResultSetを参照してください。

変更が ResultSet の感度に基づいて SQL ステートメントの where 文節にどのように影響する場合があるのかを示す 例: ResultSet の感度を参照してください。

並行性: 並行性は、ResultSet を更新できるかどうかを決定します。このタイプも、ResultSet インターフェースの定数によって定義されています。使用可能な並行性の設定値は以下のとおりです。

CONCUR_READ_ONLY
データベースからのデータの読み取りにだけ使用される ResultSet。これはデフォルトの設定です。

CONCUR_UPDATEABLE
変更を加えることのできる ResultSet。これらの変更は、基になるデータベースに加えることができます。詳しくは、ResultSet の変更を参照してください。

JDBC 1.0 ResultSet は常に「順方向のみ」です。更新可能な ResultSet は JDBC 2.0 で追加されました。

注: JDBC 仕様によれば、 JDBC ドライバーは、値を一緒に使用することができない場合、 ResultSet の並行性設定の ResultSet タイプを変更することができます。その場合、JDBC ドライバーは Connection オブジェクトに対する警告を出します。

アプリケーションが TYPE_SCROLL_INSENSITIVE, CONCUR_UPDATEABLE ResultSet を指定するある状況があります。データのコピーを作成することによって、Insensitivity (不感知) がデータベース・エンジンにインプリメントされています。このとき、このコピーを通して基になるデータベースを更新することはできません。この組み合わせが指定されている場合は、ドライバーが感度を TYPE_SCROLL_SENSITIVE に変更し、要求が変更されたことを示す警告を作成します。

保持可能性: 保持可能性の特性は、 Connection オブジェクトでコミットを呼び出すと ResultSet がクローズされるかどうかを決定します。保持可能性特性の処理のための JDBC API は、バージョン 3.0 での新機能です。ただし、ネイティブ JDBC ドライバーは、いくつかのリリースで接続プロパティーを提供しており、この接続プロパティーでは、接続の下で作成されたすべての ResultSet にそのデフォルトを指定することができます (接続プロパティーとDataSource プロパティーを参照)。 API サポートは、接続プロパティーの設定をオーバーライドします。保持可能性特性の値は、ResultSet 定数によって定義されており、それは以下のとおりです。

HOLD_CURSOR_OVER_COMMIT
オープンしているカーソルはすべて、commit 文節が呼び出されてもオープンしたままです。これはネイティブ JDBC のデフォルト値です。

CLOSE_CURSORS_ON_COMMIT
オープンしているカーソルは、commit 文節が呼び出されるとクローズされます。

注: いつでも接続でロールバックが呼び出されると、オープンしているカーソルはすべてクローズされます。この事実はあまりよく知られていませんが、データベースがカーソルを扱うときの共通の方法です。

JDBC 仕様によれば、カーソルの保持可能性のデフォルトは、インプリメンテーション定義です。一部のプラットフォームは CLOSE_CURSORS_ON_COMMIT をデフォルトとして使用します。大半のアプリケーションでは普通これは問題になりませんが、コミット境界を超えてカーソルを操作する場合は、使用しているドライバーの動作に注意する必要があります。 IBM Toolbox for Java JDBC ドライバーは、HOLD_CURSORS_ON_COMMIT のデフォルトも使用しますが、 UDB for Windows(R) NT 用の JDBC ドライバーのデフォルトは、CLOSE_CURSORS_ON_COMMIT です。

ResultSet 特性の指定: ResultSet の特性は、その ResultSet オブジェクトがいったん作成されてしまうと、変化しません。したがって、特性はオブジェクトを作成する前に指定する必要があります。これらの特性は、多重定義されている createStatement、prepareStatement、および prepareCall メソッドのバリエーションを通して指定できます。

ResultSet 特性を指定するには、以下のトピックを参照してください。

- 80 ページの『ResultSet 特性の指定』 (Statement の場合)
- ResultSet 特性と自動生成キー・サポートの指定 (PreparedStatement の場合)
- 85 ページの『ResultSet 特性の指定および自動生成キー・サポート』 (CallableStatement の場合)

注: ResultSet タイプと ResultSet の並行性を取得するための ResultSet メソッドはありますが、 ResultSet の保持可能性を取得するためのメソッドはありません。

カーソル移動: ResultSet.next メソッドを使用すると、ResultSet 内を 1 行ずつ移動します。 Java(TM) Database Connectivity (JDBC) 2.0 では、 iSeries JDBC ドライバーはスクロール可能な ResultSet をサポートします。スクロール可能な ResultSet では、 previous、absolute、relative、first、および last メソッドを使用することにより、データの行をどのような順序でも処理できます。

デフォルトでは、JDBC ResultSets は常に「順方向のみ」です。これは、唯一の有効なカーソル配置メソッドが next() であることを意味します。スクロール可能な ResultSet は明示的に要求する必要があります。詳しくは、 88 ページの『ResultSet のタイプ』を参照してください。

スクロール可能な ResultSet では、以下のカーソル配置メソッドが使用できます。

メソッド	説明
Next	このメソッドは、ResultSet 内でカーソルを順方向に 1 行移動します。 このメソッドは、カーソルが有効な行に配置されれば true を、そうでなければ false を戻します。
Previous	このメソッドは、ResultSet 内でカーソルを逆方向に 1 行移動します。 このメソッドは、カーソルが有効な行に配置されれば true を、そうでなければ false を戻します。
First	このメソッドは、カーソルを ResultSet 内の最初の行に移動します。 このメソッドは、カーソルが最初の行に配置されれば true を、ResultSet が空なら false を戻します。
Last	このメソッドは、カーソルを ResultSet 内の最後の行に移動します。 このメソッドは、カーソルが最後の行に配置されれば true を、ResultSet が空なら false を戻します。
BeforeFirst	このメソッドは、カーソルを ResultSet 内の最初の行のすぐ前に移動します。 空の ResultSet には、このメソッドは無効です。このメソッドからの戻り値はありません。
AfterLast	このメソッドは、カーソルを ResultSet 内の最後の行のすぐ後ろに移動します。 空の ResultSet には、このメソッドは無効です。このメソッドからの戻り値はありません。

メソッド	説明
Relative (int rows)	このメソッドは、カーソルをその現行位置に相対する位置へ移動します。 • 行が 0 の場合、このメソッドは無効です。 • 行が正の場合、カーソルは順方向にその行数だけ移動されます。現行行から ResultSet の末尾までの行数が、入力パラメーターで指定された行数より少ない場合、このメソッドは afterLast と同様に操作します。 • 行が負の場合、カーソルは逆方向にその行数だけ移動されます。現行行から ResultSet の先頭までの行数が、入力パラメーターで指定された行数より少ない場合、このメソッドは beforeFirst と同様に操作します。 このメソッドは、カーソルが有効な行に配置されれば true を、そうでなければ false を戻します。
Absolute (int row)	このメソッドは、カーソルを行値で指定された行に移動します。 行値が正の場合、カーソルは ResultSet の先頭から数えてその行数番目に配置されます。最初の行の番号は 1、2 番目は 2 です。 ResultSet 内の行数が行値で指定された行数より少ない場合、このメソッドは afterLast と同じ方法で操作します。 行値が負の場合、カーソルは ResultSet の終了から数えてその行数番目に配置されます。最終行の番号は -1、最後から 2 番目は -2 です。 ResultSet 内の行数が行値で指定された行数より少ない場合、このメソッドは beforeFirst と同じ方法で操作します。 行値が 0 の場合、このメソッドは beforeFirst と同じ方法で操作します。 このメソッドは、カーソルが有効な行に配置されれば true を、そうでなければ false を戻します。

ResultSet データの検索: ResultSet オブジェクトは、行の列データを取得するためのいくつかのメソッドが備わっています。どのメソッドも、get<*Type*> (<*Type*> は Java(TM) データ・タイプ) という形式です。これらのメソッドには、たとえば、getInt、getLong、getString、getTimestamp、getBlob などがあります。これらメソッドのほとんどすべては単一のパラメーターをとり、そのパラメーターは ResultSet 内の列索引か、列名のいずれかです。

ResultSet の列には番号が付けられます。番号は 1 から始まります。列名が使用され、ResultSet 内に同じ名前を持つ列が複数ある場合は、最初のものが戻されます。複数のパラメーターをとる get<Type> メソッドもあります。オプションの Calendar オブジェクトはその一例です。このオブジェクトは getTime、getDate、および getTimestamp に渡すことができます。詳しくは、java.sql パッケージの Javadoc を参照してください。

オブジェクトを戻す get メソッドの場合、 ResultSet の列がヌルのときは、戻り値はヌルになります。プリミティブ・タイプの場合は、ヌルは戻せません。その場合、値は 0 か false です。アプリケーションがヌルと 0 または false を区別する必要がある場合は、呼び出しの直後に wasNull メソッドを使用します。このメソッドは、値が実際の 0 または false 値かどうか、あるいは、その値は ResultSet 値が本当にヌルだったために戻されたのかどうかを判別します。

ResultSet インターフェースの使用法の例については、 例: iSeries Java 開発キット (JDK) 用の ResultSet インターフェースを参照してください。

***ResultSetMetaData* サポート:** getMetaData メソッドは、ResultSet オブジェクトに対して呼び出されると、ResultSet オブジェクトの列を記述する ResultSetMetaData オブジェクトを戻します。実行されている SQL

ステートメントが実行時まで認識されない場合、 ResultSetMetaData を使用すれば、データの検索に使用すべき get メソッドを判別できます。以下のコード例では、 ResultSetMetaData を使用して ResultSet 内の各列タイプを判別しています。

例: ResultSetMetaData を使用して ResultSet 内の各列タイプを判別する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
ResultSet rs = stmt.executeQuery(sqlString);
ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
int colType [] = new int[rsmd.getColumnCount()];
for (int idx = 0, int col = 1; idx < colType.length; idx++, col++)
colType[idx] = rsmd.getColumnType(col);
```

ResultSetMetaData インターフェースの使用法の例については、 例: iSeries Java 開発キット (JDK) 用の ResultSetMetaData インターフェースを参照してください。

ResultSet の変更: ResultSet のデフォルト設定は、「読み取り専用」です。しかし、Java(TM) Database Connectivity (JDBC) 2.0 では、 iSeries JDBC ドライバーは更新可能 ResultSet を完全にサポートしています。 ResultSet の更新方法については、ResultSet の 89 ページの『並行性』を参照することができます。

行の更新: 行は ResultSet インターフェースを通してデータベース・テーブル内で更新できます。このプロセスに関連したステップは、以下のとおりです。

1. 種々の update<*Type*> メソッド (<*Type*> は Java データ・タイプ) を使用して、特定の行の値を変更する。 update<*Type*> メソッドは、値の検索に使用することができる get<*Type*> メソッドと対応しています。
2. 行を基になるデータベースに適用する。

データベースそのものは、2 番目のステップを実行するまでは更新されません。 updateRow メソッドを呼び出さずに ResultSet の列を更新しても、データベースに変更は加えられません。

計画した行に対する更新は、cancelUpdates メソッドで破棄することができます。いったん updateRow メソッドを呼び出せば、データベースに対する変更は確定され、元に戻すことはできません。

注: データベースが更新済みの行を指し示す手段を持っていない場合、 rowUpdated メソッドは常に false を戻します。これに対応して updatesAreDetected メソッドも false を戻します。

行の削除: 行は ResultSet インターフェースを通してデータベース・テーブル内で削除できます。 deleteRow メソッドを指定すると、現行の行が削除されます。

行の挿入: 行は ResultSet インターフェースを通してデータベース・テーブルに挿入できます。このプロセスでは「挿入行」を使用します。アプリケーションはこの「挿入行」に実際にカーソルを移動し、データベースに挿入する値を設定します。このプロセスに関連したステップは、以下のとおりです。

1. 挿入行にカーソルを置く。
2. 新しい行の各列の値を設定する。
3. データベースに行を挿入し、任意でカーソルを ResultSet 内の現行の行に戻す。

注: 新規行は、カーソルが置かれているテーブルには挿入されません。これらは通常、テーブル・データ・スペースの末尾に追加されます。リレーショナル・データベースは、デフォルトでは位置依存ではありません。たとえば、3 番目の行にカーソルを移動して何かを挿入しても、後のユーザーがデータを取り出すときに 4 番目の行の前にそれが表示されることはありません。

定位置更新のサポート: ResultSet を通してデータベースを更新するためのメソッド以外に、定位置更新を発行するための SQL ステートメントを使用することができます。このサポートは、名前付きカーソルを使用することを前提としています。 JDBC は、これらの値へのアクセスを可能にする Statement からの setCursorName メソッドと、 ResultSet からの getCursorName メソッドを提供しています。

supportsPositionedUpdated と supportsPositionedDelete の 2 つの DatabaseMetaData メソッドはどちらも、ネイティブ JDBC ドライバーでこのフィーチャーがサポートされていれば true を戻します。

詳しくは、 例: 他のステートメントのカーソルを介してステートメントで値を変更するを参照してください。

詳しくは、 例: 他のステートメントのカーソルを介してテーブルから値を除去するを参照してください。

ResultSet の作成: ResultSet オブジェクトを作成するには、 Statement、PreparedStatement、または CallableStatement インターフェースから executeQuery メソッドを使用します。ただし、方法は他にもあります。たとえば、 getColumns、getTables、getUDTs、getPrimaryKeys などの DatabaseMetaData メソッドは、 ResultSet を戻します。単一の SQL ステートメントの処理で、複数の ResultSet を戻すこともできます。さらに、Statement、PreparedStatement、または CallableStatement インターフェースで提供されている execute メソッドを呼び出した後に、 getResultSet メソッドを使用して ResultSet オブジェクトを検索することができます。

詳しくは、 例: 複数の ResultSet を持つプロシージャーを作成するを参照してください。

ResultSets のクローズ: ResultSet オブジェクトは、関連する Statement オブジェクトがクローズすると自動的にクローズされますが、 ResultSet オブジェクトは使用しなくなったらクローズすることをお勧めします。そうすれば、即時に内部データベース・リソースが解放され、それによってアプリケーションのスループットが増大する可能性があります。

DatabaseMetaData 呼び出しによって生成された ResultSet をクローズすることも大切です。これらの ResultSet の作成に使用された Statement オブジェクトに直接アクセスすることはできないので、 Statement オブジェクトで直接 close を呼び出すことはしません。これらのオブジェクトは互いにリンクされ、外部の ResultSet オブジェクトをクローズすると、 JDBC ドライバーが内部の Statement オブジェクトをクローズするようになっています。これらのオブジェクトを手動でクローズしない場合、システムは引き続き作動しますが、必要以上のリソースを使用することになります。

注: ResultSet の保持可能性特性でも ResultSet を自動的にクローズすることができます。 close は ResultSet オブジェクトで何回でも呼び出すことができます。

JDBC オブジェクト・プーリング

オブジェクト・プーリングは、 Java (TM) Database Connectivity (JDBC) とパフォーマンスの論議で最もよく取り上げられるトピックです。 JDBC で使用されるオブジェクト (Connection、Statement、および ResultSet オブジェクトなど) の多くは作成に費用がかかるので、これらのオブジェクトを必要になるたびに作成するのではなく再利用することで、パフォーマンス上の大きな利点を得ることができます。

ユーザーに代わってすでに多くのアプリケーションで、オブジェクト・プーリングはハンドルされています。たとえば、WebSphere は、JDBC オブジェクト・プーリングを広範囲にサポートしており、プールの管理方法を制御できるようになっています。このため、独自のプーリング・メカニズムを気にすることなく、必要な機能を利用することができます。しかし、このサポートがなければ、ほとんどのアプリケーションについてソリューションを自分で見つける必要があります。

JDBC プログラムでオブジェクト・プーリングを使用するには、以下を参照してください。

オブジェクト・プーリングのための DataSource サポートの使用
データベースにアクセスするための共通の構成を複数のアプリケーションで共用するために、DataSources を使用できます。このことは、各アプリケーションで同じ DataSource 名を参照させることによって実現します。

ConnectionPoolDataSource のプロパティー
ConnectionPoolDataSource インターフェースは、用意されている一連のプロパティーを使用することによって構成できます。

DataSource ベースのステートメント・プーリング
ステートメント・プーリングは、接続プール内で使用できます。 UDBConnectionPoolDataSource インターフェースの maxStatements プロパティーを使用すると、 1 つの接続の下でプールできるステートメントの数を DataSource で指定できるようになります。

独自のプーリング・ソリューションの構築
DataSources のサポートを必要としない、または別の製品に依存しない、独自の接続およびステートメント・プーリングを開発できます。

オブジェクト・プーリングのための DataSource サポートの使用: DataSource を使用すると、データベースにアクセスするときに、複数のアプリケーションで 1 つの構成を共用できるようになります。このことは、各アプリケーションで同じ DataSource 名を参照させることによって実現します。

DataSource を使用することにより、多くのアプリケーションを中央設置場所から変更できます。たとえば、すべてのアプリケーションで使用するデフォルト・ライブラリーの名前を変更し、 1 つの DataSource を使用して、それらすべての接続を入手した場合、その DataSource でコレクションの名前を更新できます。その後、使用しているすべてのアプリケーションは、新しいデフォルト・ライブラリーの使用を開始します。

DataSource を使用して、アプリケーションの接続を入手する場合、接続プーリングのためにネイティブ JDBC ドライバーの組み込みサポートを使用できます。このサポートは、ConnectionPoolDataSource インターフェースの実装として提供されます。

プーリングは、物理 Connection オブジェクトの代わりに、「論理」Connection オブジェクトを出すことによって実現します。**論理 Connection オブジェクト**とは、プールされた Connection オブジェクトによって戻される接続オブジェクトのことです。それぞれの論理接続オブジェクトは、プールされた接続オブジェクトで表される物理接続への一時ハンドルとして機能します。アプリケーションにとっては、Connection オブジェクトが戻されれば、それら 2 つの間には大きな違いはありません。 Connection オブジェクトでクローズ・メソッドを呼び出すときに、わずかな違いが出てくるだけです。この呼び出しは、論理接続を無効にして、別のアプリケーションが物理接続を使用できるプールに物理接続を戻します。この技法を使用すると、多くの論理接続オブジェクトで、1 つの物理接続を再利用できるようになります。

接続プーリングの設定: 接続プーリングは、ConnectionPoolDataSource オブジェクトを参照する DataSource オブジェクトを作成することで実現します。 ConnectionPoolDataSource オブジェクトには、プール保守のさまざまな要素を処理するために設定できるプロパティーがあります。

UDBDataSource および UDBConnectionPoolDataSource を使用して接続プーリングをセットアップする方法の詳細の例を参照してください。この例で JNDI が担当する役割の詳細については、Java Naming and Directory Interface (JNDI)も参照できます。

例では、2 つの DataSource オブジェクトを 1 つにバインドするリンクは、dataSourceName です。このリンクは、プーリングを自動的に管理する ConnectionPoolDataSource オブジェクトへの接続の確立を延期するよう、 DataSource オブジェクトに通知します。

プーリングおよび非プーリング・アプリケーション: Connection プーリングを使用するアプリケーションと、それを使用しないアプリケーションとの間には、違いはありません。したがって、プーリング・サポートは、アプリケーション・コードの完了後に追加できます。その際に、アプリケーション・コードに変更を加える必要はありません。

詳細は、例: 接続プーリングのパフォーマンスをテストするを参照してください。

次に示すのは、開発時に前述のプログラムをローカルに実行するときの出力です。

非プーリング DataSource バージョンのタイミングを開始 (Start timing the non-pooling DataSource version...)
経過時間: 6410 (Time spent: 6410)

プーリング・バージョンのタイミングを開始... (Start timing the pooling version...)
経過時間: 282 (Time spent: 282)

Java プログラムが完了しました (Java program completed)

デフォルトでは、UDBConnectionPoolDataSource は 1 つの接続をプーリングします。アプリケーションが接続を複数回必要としていて、一度に 1 つの接続だけを必要とする場合、 UDBConnectionPoolDataSource を使用することは、完全な解決策になります。多数の接続を同時に必要とする場合は、ConnectionPoolDataSource を構成し、必要とリソースを満たす必要があります。

ConnectionPoolDataSource のプロパティー: ConnectionPoolDataSource インターフェースでは、構成のために一連のプロパティーが用意されています。次の表には、このようなプロパティーの説明が載せられています。

プロパティー	説明
initialPoolSize	プールを初めてインスタンス化する場合、このプロパティーにより、プールに配置する接続数が決定されます。この値が minPoolSize と maxPoolSize の範囲外で指定される場合、作成する初期接続の数として minPoolSize または maxPoolSize が使用されます。
maxPoolSize	プールが使用される場合、プールに含まれる数よりも多くの接続を要求できます。このプロパティーでは、プールに作成できる最大接続数を指定します。 プールが最大サイズになっていて、すべての接続が使用中である場合には、アプリケーションは、プールに戻される接続を「ブロック」せずに待機します。代わりに、JDBC ドライバーは、DataSource プロパティーに基づいて新しい接続を構成し、接続を戻します。 maxPoolSize として 0 が指定される場合、渡すことのできるリソースがシステムにある限り、プールを無限に拡大することができます。

プロパティー	説明
minPoolSize	プールを使用中のスパイクは、それに含まれる接続の数を増やすことができます。アクティビティー・レベルが、プールからいくつかの Connection が引き出されない点まで下がると、特に理由はなくてもリソースが取られます。 そのようなケースでは、JDBC ドライバーに、累積したいくつかの接続を解放する機能があります。このプロパティーを使用すると、JDBC に接続を解放するよう通知し、使用できる特定の接続数を常に保つようにすることができます。 minPoolSize として 0 が指定される場合、プールがすべての接続を解放し、アプリケーションが接続要求ごとに接続時間を実際に処理できるようになります。
maxIdleTime	接続は、使用されずに放置されている期間を追跡します。このプロパティーは、接続を解放する前に、アプリケーションが接続を未使用にしておける期間を指定します (つまり、必要な数よりもさらに多くの接続が存在するということです)。 このプロパティーは、秒単位の時間であり、実際のクローズが行われる時刻を指定するものではありません。ここでは、接続を解放するための十分な時間がいつ経過するかを指定します。
propertyCycle	このプロパティーは、これらの規則の実行と実行の間で、経過することを認められている秒数を表します。

注: maxIdleTime または propertyCycle のいずれかの時間を 0 に設定する場合、 JDBC ドライバーは、それ自体ではプールから除去される接続を検査しません。 initial、min、および max サイズに指定される規則はまだ有効です。

maxIdleTime および propertyCycle が 0 でない場合、プールを監視するために管理スレッドが使用されます。このスレッドは、propertyCycle 秒ごとにウェイクし、プール内のすべての接続を検査して、maxIdleTime 秒以上使用されていない接続を確認します。この基準に当てはまる接続は、minPoolSize に達するまでプールから除去されます。

DataSource ベースのステートメント・プーリング: UDBConnectionPoolDataSource インターフェースで使用できる別のプロパティーは、 maxStatements です。このプロパティーを使用すると、接続プール内でのステートメント・プーリングが可能になります。ステートメント・プーリングだけが、PreparedStatements および CallableStatements に影響します。ステートメント・オブジェクトは、プールされません。

ステートメント・プーリングの実装は、接続プーリングの実装と似ています。アプリケーションが Connection.prepareStatement(″select * from tablex″) を呼び出すと、プーリング・モジュールが、接続下で Statement オブジェクトが準備されているかどうかを確認します。準備されている場合、物理オブジェクトではなく、論理 PreparedStatement オブジェクトが渡されます。クローズを呼び出すと、Connection オブジェクトがプールに戻され、論理 Connection オブジェクトが出され、そして Statement オブジェクトが再利用できるようになります。

maxStatements プロパティーを使用すると、DataSource は、接続下でプールできるステートメントの数を指定できます。値が 0 の場合、ステートメント・プーリングを使用しないことを示します。ステートメント・プールがいっぱいの場合、使用された一番古いアルゴリズムが適用され、出されるステートメントが判別されます。

例: 2 つの DataSource のパフォーマンスのテストでは、接続プーリングだけを使用する 1 つの DataSource と、ステートメントおよび接続プーリングを使用するもう 1 つの DataSource をテストします。

次の例は、開発時にこのプログラムをローカルに実行するときの出力です。

ステートメント・プーリングのデータ・ソースを展開しています (Deploying statement pooling data source)
接続プーリング専用バージョンのタイミングを開始... (Start timing the connection pooling only version...)
経過時間: 26312 (Time spent: 26312)

ステートメント・プーリング・バージョンのタイミングを開始... (Starting timing the statement pooling version...)
経過時間: 2292 (Time spent: 2292)
Java プログラムが完了しました (Java program completed)

独自の接続プーリングの構築: DataSources のサポートを必要としない、または別の製品に依存しない、独自の接続およびステートメント・プーリングを開発できます。

プーリング技法は、小さな Java アプリケーションで実演されますが、このことは、サーブレットや大規模な n 層アプリケーションにも同じように当てはまります。この例は、パフォーマンス問題を実演するときに使用されます。

デモンストレーション・アプリケーションには、以下の 2 つの機能があります。

- 新しい索引と名前をデータベース・テーブルに挿入すること。
- 指定した索引の名前をテーブルから読み取ること。

アプリケーションに対する完全なコードは、IBM の Developer Kit for Java JDBC Web Page  からダウンロードできます。

このアプリケーション例は、速く動作しません。このコードを使用して getValue メソッドに対して 100 の呼び出しを実行し、 putValue メソッドに対して 100 の呼び出しを実行すると、標準のワークステーションで平均 31.86 秒かかりました。

問題は、要求ごとに膨大なデータベース作業が存在することです。つまり、接続を確立し、ステートメントを入手し、ステートメントを処理し、ステートメントをクローズし、そして接続をクローズするわけです。行ったことすべてをそれぞれの要求後に破棄してしまうのではなく、このプロセスの部分を再利用するための方法があるはずです。**接続プーリング**は、接続の作成コードを、プールから接続を入手するコードに置き換え、接続のクローズ・コードを、使用する接続をプールに戻すコードに置き換えます。

接続プーリングのコンストラクターは、接続を作成してプールに置きます。プール・クラスには、使用する接続を探し、接続を使用した処理が終了したときに、その接続をプールに戻すための、take および put メソッドがあります。プール・オブジェクトは共用リソースであるため、これらのメソッドは同期化されますが、プーリングされたリソースを複数のスレッドで同時に操作するわけではありません。

getValue メソッドでは、呼び出しコードに変更が加えられています。 putValue メソッドは示されていませんが、確実に変更が加えられていて、 IBM の Developer Kit for Java JDBC Web Page から利用できます。接続プール・オブジェクトのインスタンス化についても示されていません。コンストラクターを呼び出して、たくさんある必要な接続オブジェクトをプールに渡すことができます。このステップは、アプリケーションを開始するときに行うようにします。

変更が加えられた以前のアプリケーションを実行する (つまり、 100 getValue メソッドと 100 putValue メソッドを要求する) 場合、適切な接続プーリング・コードを使用して平均 13.43 秒かかりました。接続プーリングを使用しないと、ワークロードの処理時間は、元の処理時間の半分未満に縮まります。

独自のステートメント・プーリングの構築: 接続プーリングを使用する場合、各ステートメントを処理するときには、ステートメントの作成とクローズに時間がかかります。これは、再利用できるオブジェクトを無駄にしているもう一つの例といえます。

オブジェクトを再利用するために、準備したステートメント・クラスを使用できます。ほとんどのアプリケーションで、小さな変更が加えられた同じ SQL ステートメントが再利用されます。たとえば、アプリケーションで 1 回反復がある場合、次の照会を生成できます。

```
SELECT * from employee where salary > 100000
```

次の反復では、次の照会を生成できます。

```
SELECT * from employee where salary > 50000
```

これは同じ照会ですが、別のパラメーターを使用しています。両方の照会を、次の照会で実現できます。

```
SELECT * from employee where salary > ?
```

その後、最初の照会の処理時にパラメーター・マーカー (疑問符で示される) を 100000 に設定し、 2 番目の照会の処理時に 50000 に設定します。このようにすると、接続プールで実現できる機能以外の 3 つの理由で、パフォーマンスが拡張されます。

- 作成されるオブジェクトがより少なくて済む。要求のたびに Statement オブジェクトが作成されるのではなく、 PreparedStatement オブジェクトが作成されて再利用されます。したがって、実行するコンストラクターが少なくて済みます。
- SQL ステートメントを設定するデータベース作業 (**準備**という) を再利用できる。 SQL ステートメントの準備は、SQL ステートメント・テキストの内容と、要求されたタスクをシステムで実現する方法を識別することが関係するため、それなりに高く付きます。
- 別のオブジェクト作成を除去するときに、あまり考慮されない利点がある。作成されなかったものを破棄する必要はありません。このモデルは、Java ガーベッジ・コレクター上ではより使い勝手が良く、ユーザーが多くて時間がかかっているパフォーマンスの点でも有利です。

デモンストレーション・プログラムは、Connection ではなく、 PreparedStatement オブジェクトをプールするよう変更できます。プログラムを変更すると、さらに多くのオブジェクトを再利用し、パフォーマンスを改善できます。プールされるオブジェクトを含むクラスを作成することから始められます。このクラスは、使用するさまざまなリソースをカプセル化しなければなりません。接続プールの例では、Connection が唯一のプーリングされたリソースであるため、クラスをカプセル化する必要はありませんでした。プールされた各オブジェクトには、Connection と 2 つの PreparedStatement が含まれていなければなりません。その後、接続の代わりにデータベース・アクセス・オブジェクトを含むプール・クラスを作成できます。

最後に、アプリケーションを変更して、データベース・アクセス・オブジェクトを入手し、使用するオブジェクトからリソースを指定する必要があります。特定のリソースを指定すること以外は、アプリケーションは同じままです。

この変更を加えた上で実行される同じテストは平均 0.83 秒かかります。この時間は、元のバージョンのプログラムの場合よりも、約 38 分の 1 の速さです。

考慮事項: パフォーマンスは、複製を行うことによって改善されます。特定の項目を再利用しない場合、その項目をプールするためにリソースを無駄にしています。

ほとんどのアプリケーションには、コードのクリティカル・セクションが含まれています。一般には、アプリケーションは、コードの 10 から 20 % だけに対して、処理時間の 80 から 90 % を費やします。アプリケーションで 10,000 個の SQL ステートメントが使用される可能性がある場合、そのすべてがプールされるわけではありません。その目的は、アプリケーションのコードのクリティカル・セクションで使用される SQL ステートメントを識別してプールすることです。

Java インプリメンテーションでオブジェクトを作成すると、コストが非常に高く付く可能性があります。この点で、プーリング・ソリューションを使用することには利点があります。プロセスで使用されるオブジェクトは、開始時に作成されますが、これは他のユーザーがシステムを使用しようとする前です。これらのオブジェクトは、必要なときに再利用されます。パフォーマンスは優秀ですし、アプリケーションをきめ細かく徐々に調整するので、大勢のユーザーが使用できるようになります。結果として、さらに多くのオブジェクトがプールされます。さらに、アプリケーションのデータベース・アクセスをより効率的にマルチスレッド化することにより、より良いスループットを得ることができます。

Java (JDBC を使用した) は、動的 SQL をベースにしているため、遅くなる傾向があります。プーリングすることにより、この問題を最小限にすることができます。開始時にステートメントを準備することにより、データベースへのアクセスを静的に実現できます。ステートメントを準備した後は、動的 SQL と静的 SQL との間には、パフォーマンスの点でほとんど差はありません。

Java でのデータベース・アクセスのパフォーマンスは効率的になりますが、このことは、オブジェクト指向設計やコードの保守容易性を犠牲にすることなく実現できます。ステートメントおよび接続プーリングを構築するためにコードを作成することは難しくありません。さらに、コードを変更して拡張することで、複数のアプリケーションやアプリケーション・タイプ (Web ベース、クライアント/サーバー) などをサポートできるようになります。

バッチ更新

JDBC 2.0 の新しい機能は、バッチ更新サポートです。この機能によって、データベースに対する任意の数の更新を、ユーザー・プログラムとデータベースの間の単一のトランザクションとして渡すことができます。このプロシージャーは、一度に多くの更新を実行しなければならないときに、パフォーマンスをかなり向上させることができます。たとえば、ある大規模な会社で、新しい社員たちが月曜日から業務を開始しなければならない場合、これは社員データベースに対して、一度に多くの更新 (この場合は、挿入) を行うことが必要になります。更新するためのバッチを作成し、データベースにこれを 1 つの単位としてサブミットすれば、処理時間を節約することができます。

バッチ更新には、次の 2 つのタイプがあります。

- Statement オブジェクトを使用したバッチ更新。
- PreparedStatement オブジェクトを使用したバッチ更新。

バッチ更新サポートを使用するには、以下を参照してください。

Statement バッチ更新

Statement バッチ更新を実行する前に、自動コミットがオフになっていることを確認する必要があります。自動コミットをオフに設定すると、標準 Statement オブジェクトが作成できます。その後、addBatch メソッドを使って、バッチにステートメントを追加できます。バッチに追加したいすべての

ステートメントを追加したなら、 executeBatch メソッドですべてのステートメントを処理したり、clearBatch メソッドでバッチをいつでも空にしたりすることができます。

PreparedStatement バッチ更新
PreparedStatement バッチは Statement バッチに似ています。ただし、 PreparedStatement バッチは同じ「準備済み」ステートメントを済ませるように常に動作し、このステートメントのパラメーターだけを変更することができます。

BatchUpdateException
executeBatch メソッドの呼び出しが失敗すると、BatchUpdateException がスローされます。BatchUpdateException は、普段、メッセージや SQLState、ベンダー・コードを受信するために呼び出している同様のメソッドのすべてを呼び出すことができます。 BatchUpdateException は、整数配列を戻す getUpdateCounts メソッドも提供しています。この整数配列には、バッチ内で障害が発生する時点までのすべてのステートメントによって処理された更新数が含まれています。

ブロック挿入サポート
iSeries 操作であるブロック挿入を使用して、データベース・テーブルに一度に複数の行を挿入することができます。

Statement バッチ更新: Statement バッチ更新を実行するためには、自動コミットをオフにする必要があります。 Java(TM) Database Connectivity (JDBC) では、デフォルトで自動コミットがオンになっています。自動コミットは、データベースに対する更新のたびに、それぞれの SQL ステートメントの処理の後にコミットされることです。データベースへの処理のための複数のステートメントのグループを、機能的に 1 つのグループとしてまとめて扱いたい場合は、各ステートメントごとに個別にデータベースにコミットすることは望ましくありません。自動コミットをオフにせずにバッチの途中で失敗してしまった場合は、バッチ全体をロールバックすることができず、ステートメント全体を完了するためにバッチ処理を再度実行する必要があります。さらに、バッチ内の各ステートメントでコミットするという追加作業は、多大なオーバーヘッドを生み出します。詳細については、トランザクションを参照してください。

自動コミットをオフにすると、標準の Statement オブジェクトが作成できます。 executeUpdate のようなメソッドを使ってステートメントを処理する代わりに、そのステートメントを addBatch メソッドを使ってバッチに追加します。バッチに追加したいすべてのステートメントを追加したなら、 executeBatch メソッドですべてのステートメントを処理することができます。 clearBatch メソッドを使用すれば、いつでもバッチを空にすることができます。

以下に、これらのメソッドを使い方を示します。

例: Statement バッチ更新

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
connection.setAutoCommit(false);
Statement statement = connection.createStatement();
statement.addBatch("INSERT INTO TABLEX VALUES(1, 'Cujo')");
statement.addBatch("INSERT INTO TABLEX VALUES(2, 'Fred')");
statement.addBatch("INSERT INTO TABLEX VALUES(3, 'Mark')");
int [] counts = statement.executeBatch();
connection.commit();
```

この例では、executeBatch メソッドから整数の配列が戻されます。この配列は、バッチ内で処理されたステートメントごとに 1 つの整数値を持っています。データベースへ値を挿入した場合は、その各ステートメントのこの値は 1 になります (これは、処理が成功したことを想定しています)。しかし、更新ステートメ

ントのようないくつかのステートメントでは、影響が複数の行にわたることがあります。バッチ内に INSERT、UPDATE、または DELETE 以外のステートメントを加えた場合は、例外が発生します。

PreparedStatement バッチ更新: PreparedStatement バッチは Statement バッチと似ていますが、PreparedStatement バッチは同じ「準備済み」ステートメントを済ませるように常に動作し、そのステートメントのパラメーターだけを変更することができます。以下に、PreparedStatement バッチを使用した例を示します。

例: PreparedStatement バッチ更新

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
connection.setAutoCommit(false);
PreparedStatement statement =
  connection.prepareStatement("INSERT INTO TABLEX VALUES(?, ?)");
statement.setInt(1, 1);
statement.setString(2, "Cujo");
statement.addBatch();
statement.setInt(1, 2);
statement.setString(2, "Fred");
statement.addBatch();
statement.setInt(1, 3);
statement.setString(2, "Mark");
statement.addBatch();
int [] counts = statement.executeBatch();
connection.commit();
```

BatchUpdateException: バッチ更新の重要な考慮事項は、executeBatch メソッドの呼び出しが失敗したときに、どのようなアクションが取られるかということです。この場合、新しいタイプの例外である BatchUpdateException がスローされます。 BatchUpdateException は SQLException のサブクラスで、普段、メッセージや SQLState、ベンダー・コードを受信するために呼び出している同様のメソッドのすべてを呼び出すことができます。 BatchUpdateException は、整数配列を戻す getUpdateCounts メソッドも提供しています。この整数配列には、バッチ内で障害が発生する時点までのすべてのステートメントによって処理された更新数が含まれています。配列の長さは、バッチのどのステートメントが失敗したのかを示します。たとえば、例外によって返された配列の長さが 3 だった場合は、バッチ内の 4 番目のステートメントが失敗したことを示しています。そのため、戻された単一の BatchUpdateException オブジェクトから、成功したすべてのステートメントの更新数、どのステートメントが失敗したのか、およびその障害に関するすべての情報を判別することができます。

現在、バッチ更新の処理の標準的なパフォーマンスは、各ステートメントを別々に処理したときのパフォーマンスと同等です。バッチ更新の最適化サポートについて詳しくは、 ブロック挿入サポートを参照してください。コードを記述する際は、将来のパフォーマンスの最適化の利点を得るため、現在でもこの新しいモデルを使用するべきです。

注: JDBC 2.1 仕様では、バッチ更新の例外条件を処理する方法として別のオプションが提供されています。 JDBC 2.1 では、バッチ項目が失敗した後もバッチの処理を継続するモデルが導入されています。特殊更新数は、失敗した各項目から戻された整数の更新数の配列の中に格納されています。これにより、大規模なバッチの一部の項目が失敗したとしても、処理を継続することができます。この操作の 2 つのモードについて詳しくは、JDBC 2.1 または JDBC 3.0 の仕様を参照してください。デフォルトでは、ネイティブ JDBC ドライバーは JDBC 2.0 定義を使用します。ドライバーは、接続を確立するために DriverManager を使用するときに使われる Connection プロパティーを提供しています。また、ドライバーは接続を確立するために DataSource を使用するときに使われる DataSource プロパティーも提供しています。これらのプロパティーを使うと、バッチ操作中に発生した障害にどのように処理するか、アプリケーションが選択することができます。

ブロック挿入サポート: ブロック挿入は、iSeries サーバーの操作の特殊なタイプで、データベースのテーブルに一度に複数の行を挿入する、高度に最適化された方法を提供します。ブロック挿入は、バッチ更新のサブセットと考えることができます。バッチ更新は任意の形式で更新要求ができますが、ブロック挿入は指定された形式です。しかし、バッチ更新のブロック挿入タイプは共通です。ネイティブ JDBC ドライバーはこの機能の利点を得るために変更が加えられました。

ブロック挿入サポートを使用するときに生じるシステム制約事項により、ネイティブ JDBC ドライバーのデフォルト設定では、ブロック挿入は使用不可になっています。これは、Connection プロパティーまたは DataSource プロパティーを通して使用可能にすることができます。ブロック挿入を使用するときは、ユーザーの利益のためにそれらの制約事項の多くをチェックおよびハンドルすることができますが、いくつかの制約事項ではそれができません。これが、デフォルト設定ではブロック挿入サポートがオフになっている理由です。制約事項のリストは次のとおりです。

- SQL ステートメントでは、INSERT ステートメントは SUBSELECT と共にではなく、 VALUES 文節と共に使用しなければなりません。 JDBC ドライバーはこの制約を認識し、適切な処理方針を取ります。
- PreparedStatement を必ず使用しなければならず、これによって Statement オブジェクトの最適化サポートはなくなります。 JDBC ドライバーはこの制約を認識し、適切な処理方針を取ります。
- SQL ステートメントは、テーブル内のすべての列に対するパラメーター・マーカーを指定しなければなりません。これにより、列に定数値を使用するか、データベースが挿入時に任意の列にデフォルト値を挿入できるようにするか、どちらかが使用できません。 JDBC ドライバーは、 SQL ステートメント内のパラメーター・マーカーの指定をテストするためのメカニズムを持っていません。最適化されたブロック挿入を実行するためにプロパティーを設定し、 SQL ステートメント内でデフォルト値や定数値の使用を差し控えなかった場合は、最終的なデータベース・テーブル内の値は不正なものになります。
- 接続はローカル・システムに対するものでなければなりません。ブロック挿入操作では DRDA がサポートされていないため、リモート・システムへアクセスするために DRDA を使った接続は使用できません。 JDBC ドライバーは、ローカル・システムへの接続をテストするためのメカニズムを持っていません。最適化されたブロック挿入を実行するためのプロパティーを設定し、リモート・システムへの接続を行おうとすると、バッチ更新の処理は失敗します。

以下のコード例は、ブロック挿入処理サポートを使用可能にする方法を示しています。このコードと、ブロック挿入サポートを使用していないバージョンとの違いは、接続 URL に `use block insert=true` が追加されているかどうかだけです。

例: ブロック挿入処理

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Create a database connection
Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local;use block insert=true");
BigDecimal bd = new BigDecimal("123456");

// Create a PreparedStatement to insert into a table with 4 columns
PreparedStatement ps =
  c.prepareStatement("insert into cujosql.xxx values(?, ?, ?, ?)");

// Start timing...
for (int i = 1; i <= 10000; i++) {
  ps.setInt(1, i);                        // Set all the parameters for a row
  ps.setBigDecimal(2, bd);
  ps.setBigDecimal(3, bd);
  ps.setBigDecimal(4, bd);
  ps.addBatch();                          //Add the parameters to the batch
}
```

```
// Process the batch
int[] counts = ps.executeBatch();

// End timing...
```

同様のテスト・ケースにおいては、ブロック挿入を使用しなかった場合に同様の処理をする場合より、ブロック挿入処理を行った場合のほうが数倍処理が速くなります。たとえば、前述のコードでのテストでは、ブロック挿入を使うと 9 倍の速度になりました。オブジェクトの代わりにプリミティブ・タイプのみを使ったケースでは、最大で 16 倍まで速くなりました。相当数の処理が行われているアプリケーションでは、期待できる効果もそれ相応のものになると考えられます。

拡張データ・タイプ

V4R4 e-Pack 付きの iSeries データベースには、 SQL3 データ・タイプと呼ばれるいくつかの新しいデータ・タイプがあります。 Java(TM) Database Connectivity (JDBC) 2.0 およびそれ以降では、これらのデータ・タイプを SQL99 標準の一部として処理するためのサポートが提供されています。

SQL3 データ・タイプでは、非常に幅広い柔軟性が提供されています。これは、シリアル化された Java オブジェクト、XML (Extensible Markup Language) 文書、および音楽、製品の画像、従業員の写真やムービー・クリップといったマルチメディア・データを格納するのに理想的です。

特殊タイプ: **特殊タイプ**は、標準データベース・タイプに基づくユーザー定義タイプです。たとえば、内部的に CHAR(9) の社会保障番号タイプ、SSN を定義できます。次の SQL ステートメントは、特殊タイプを作成します。

```
CREATE DISTINCT TYPE CUJOSQL.SSN AS CHAR(9)
```

特殊タイプは常に、組み込みデータ・タイプにマップされます。 SQL を使用する際、どのように、またいつ特殊タイプを使用するかについては、「SQL のリファレンス・マニュアル」を参照してください。

JDBC で特殊タイプを使用するには、その基となったタイプにアクセスする方法と同じ方法でアクセスします。新しいメソッドである getUDTs メソッドを使って、システム上でどの特殊タイプが使用可能かを調べることができます。この例のプログラムは、以下の点を示しています。

- 特殊タイプの作成。
- 特殊タイプを使ったテーブルの作成。
- 特殊タイプ・パラメーターを設定するための PreparedStatement の使用。
- 特殊タイプを戻すための ResultSet の使用。
- 特殊タイプについて調べるために getUDTs を呼び出すためのメタデータ・アプリケーション・プログラミング・インターフェース (API) の使用。

詳しくは、特殊タイプを使用して実行できるさまざまな共通タスクを示す以下の例を参照してください。

例: 特殊タイプ

ラージ・オブジェクト: ラージ・オブジェクト (LOB) には、3 つのタイプがあります。

- バイナリー・ラージ・オブジェクト (BLOB)
- 文字ラージ・オブジェクト (CLOB)
- 2 バイト文字ラージ・オブジェクト (DBCLOB)

DBCLOB は、文字データの内部記憶域表現ということを除けば、CLOB と同じです。 Java および JDBC はすべての文字データを Unicode として外部化しますが、これは JDBC では CLOB でのみサポートされています。 DBCLOB の動作は、JDBC の観点からすると、CLOB サポートと交換可能です。

バイナリー・ラージ・オブジェクト: 多くの場合、バイナリー・ラージ・オブジェクト (BLOB) 列は、大きなデータを格納できる CHAR FOR BIT DATA 列と同等です。これらの列は、変換されていないバイト・データのストリームと見なされ、どんなデータでも保管することができます。 BLOB 列はしばしば、シリアル化された Java オブジェクト、ピクチャー、音楽、および他のバイナリー・データを保管するために使用されます。

BLOB は他の標準データベース・タイプと同じ方法で使用することができます。ストアード・プロシージャーに渡したり、PreparedStatement 内で使用したり、 ResultSet 内で更新することができます。PreparedStatement クラスには BLOB をデータベースに渡すための setBlob メソッドがあり、 ResultSet クラスは BLOB をデータベースから取得するための getBlob クラスが追加されています。 BLOB は Java プログラムの中では、JDBC インターフェースの BLOB オブジェクトとして扱われます。

BLOB の使い方について詳しくは、BLOB を使ったコードを記述するを参照してください。

文字ラージ・オブジェクト: 文字ラージ・オブジェクト (CLOB) は、BLOB に文字データを補足するものです。変換なしでデータベースにデータを保管するのではなく、データをテキストとしてデータベースに保管し、CHAR 列と同様の方法で処理されます。 BLOB と同様に、JDBC 2.0 には CLOB と直接やり取りするための機能が提供されています。 PreparedStatement インターフェースには setClob メソッドが含まれており、 ResultSet インターフェースには getClob メソッドが含まれています。

CLOB の使い方について詳しくは、CLOB を使ったコードを記述するを参照してください。

BLOB および CLOB 列は CHAR FOR BIT DATA および CHAR 列と似た動作をしますが、これは外部からのユーザーの視点でどのように動作するかを概念的に示したものです。内部的には、これらは別物です。巨大なサイズになることもあり得るラージ・オブジェクト (LOB) 列では、データは一般的に間接的に処理されます。たとえば、データベースから行ブロックをフェッチしたときは、 LOB のブロックを ResultSet に移動することはありません。その代わりに、LOB ロケーターと呼ばれるポインター (これは、4 バイトの整数) を ResultSet に移動します。しかし、JDBC 内で LOB を処理する際には、ロケーターについて知っておく必要はありません。

データ・リンク: **データ・リンク**は、データベースからデータベース外に保管されたファイルへの論理参照を含んだ、カプセル化された値です。データ・リンクは、JDBC 2.0 かそれ以前を使用しているか、JDBC 3.0 かそれ以降を使用しているかによって、JDBC から 2 つの異なる方法で扱われ、使用されます。

データ・リンクの使い方について詳しくは、 データ・リンクを使ったコードを記述するを参照してください。

サポートされていない SQL3 データ・タイプ: この他にも、既に定義され、JDBC API によってサポートが提供されている SQL3 データ・タイプがあります。 ARRAY、REF、および STRUCT です。現在のところ、iSeries サーバーでこれらのタイプはサポートされていません。そのため、JDBC ドライバーはどんな形にしても、これらのタイプをサポートしていません。

BLOB を使ったコードを記述する: Java(TM) Database Connectivity (JDBC) アプリケーション・プログラミング・インターフェース (API) を介し、データベースのバイナリー・ラージ・オブジェクト (BLOB) 列を使って達成できる、数多くのタスクがあります。以下のトピックでは、これらのタスクについて簡単に説明し、その使い方の例を示します。

データベースからの BLOB の読み取り、およびデータベースへの BLOB の挿入: JDBC API では、データベースからの BLOB の取り出し、およびデータベースへの BLOB の書き込みにはいくつかの方法があります。しかし、BLOB オブジェクトを作成するための標準化された方法はありません。これはデータベ

ースが BLOB を完全に利用できる場合は問題ではありませんが、 JDBC 経由で最初から BLOB を処理したい場合に問題を引き起こす可能性があります。 JDBC API の BLOB および CLOB インターフェース用のコンストラクターを定義する代わりに、他のタイプとしてデータベースに BLOB を直接格納したり、BLOB をデータベースから直接取り出すサポートが提供されています。たとえば、setBinaryStream メソッドを使うと、データベース内の BLOB タイプの列を処理できます。この例では、データベースに BLOB を書き込んだり、データベースから BLOB を取り出したりするための一般的な方法のいくつかが示されています。

BLOB オブジェクト API の処理: BLOB は JDBC の中で、数多くのドライバーによってインプリメンテーションが提供されたインターフェースとして定義されています。このインターフェースには、BLOB オブジェクトと対話するために使用できる一連のメソッドがあります。この例では、この API を使って実行できる一般的なタスクのいくつかが示されています。 BLOB オブジェクトで使用できるすべてのメソッドのリストは、JDBC Javadoc を調べてください。

BLOB の更新のために JDBC 3.0 サポートを使用する: JDBC 3.0 では、LOB オブジェクトへ変更を加える機能がサポートされています。これらの変更は、データベース内の BLOB 列に保管することができます。この例では、 JDBC 3.0 の BLOB サポートを使って実行できる一般的なタスクのいくつかが示されています。

CLOB を使ったコードを記述する: Java(TM) Database Connectivity (JDBC) アプリケーション・プログラミング・インターフェース (API) を介し、データベースの CLOB および DBCLOB 列を使って達成できる、数多くのタスクがあります。以下のトピックでは、これらのタスクについて簡単に説明し、その使い方の例を示します。

データベースからの CLOB の読み取り、およびデータベースへの CLOB の挿入: JDBC API では、データベースからの CLOB の取り出し、およびデータベースへの CLOB の書き込みにはいくつかの方法があります。しかし、CLOB オブジェクトを作成するための標準化された方法はありません。これはデータベースが CLOB を完全に利用できる場合は問題ではありませんが、 JDBC 経由で最初から CLOB を処理したい場合に問題を引き起こす可能性があります。 JDBC API の BLOB および CLOB インターフェース用のコンストラクターを定義する代わりに、他のタイプとしてデータベースに CLOB を直接格納したり、CLOB をデータベースから直接取り出すサポートが提供されています。たとえば、setCharacterStream メソッドを使うと、データベース内の CLOB タイプの列を処理できます。この例では、データベースに CLOB を書き込んだり、データベースから CLOB を取り出したりするための一般的な方法のいくつかが示されています。

CLOB オブジェクト API の処理: CLOB は JDBC の中で、数多くのドライバーによってインプリメンテーションが提供されたインターフェースとして定義されています。このインターフェースには、CLOB オブジェクトと対話するために使用できる一連のメソッドがあります。この例では、この API を使って実行できる一般的なタスクのいくつかが示されています。 CLOB オブジェクトで使用できるすべてのメソッドのリストは、JDBC Javadoc を調べてください。

CLOB の更新のために JDBC 3.0 サポートを使用する: JDBC 3.0 では、LOB オブジェクトへ変更を加える機能がサポートされています。これらの変更は、データベース内の CLOB 列に保管することができます。この例では、 JDBC 3.0 の CLOB サポートを使って実行できる一般的なタスクのいくつかが示されています。

データ・リンクを使ったコードを記述する: データ・リンクをどのように使って処理するかどうかは、どのリリースを使用して処理するかに依存しています。 JDBC 3.0 では、getURL および putURL メソッドを使って、データ・リンク列を直接処理する機能がサポートされています。以前のバージョンの JDBC の場合は、ストリング列のようにデータ・リンク列を処理しなければなりません。現在のところ、データベー

スのデータ・リンクと文字データ・タイプの自動変換はサポートされていません。そのため、SQL ステートメント内でいくつかの型キャストを行う必要があります。

この例では、データ・リンク列を使った基本的なタスクのいくつかが示されています。

RowSet

RowSet は、元は Java(TM) Database Connectivity (JDBC) 2.0 Optional Package に追加されていました。もっとよく知られたいくつかの JDBC 仕様のインターフェースとは異なり、 RowSet 仕様は、実際のインプリメンテーションの仕様というよりは、フレームワークの仕様として設計されています。 RowSet インターフェースは、すべての RowSets に含まれているコア機能のセットを定義します。 RowSet インプリメンテーションのプロバイダーは、特定の問題スペースでのその必要を満たすために必要な機能をかなり自由に定義できます。

ネイティブ JDBC ドライバーを使用して Rowset をインプリメントするには、以下を参照してください。

RowSet の特性
RowSet によって特定のプロパティーの条件が満たされるよう要求できます。共通プロパティーには、結果の RowSet によってサポートされるインターフェースのセットが含まれます。

DB2JdbcRowSet
DB2JdbcRowSet は、DB2ResultSet のラッパーとして機能し、イベント処理サポートを提供する接続 RowSet です。

DB2CachedRowSet
DB2CachedRowSet は切断 RowSet で、このオブジェクトの中には DB2ResultSet データを保管することができます。データがオブジェクトに入ったら、基になる DB2Connection オブジェクトを閉じて、DB2CachedRowSet を引き続き使用することができます。 DB2CachedRowSet に関連した以下の情報を参照してください。

- DB2CachedRowSets の使用
- DB2CachedRowSet の作成とデータ取り込み
- DB2CachedRowSet データへのアクセスおよびカーソル操作
- DB2CachedRowSet データを変更し、データ・ソースに変更を反映する
- その他の DB2CachedRowSet の機能

RowSet の特性: RowSet によって特定のプロパティーの条件が満たされるよう要求できます。共通プロパティーには、結果の RowSet によってサポートされるインターフェースのセットが含まれます。

RowSet は ResultSet: RowSet インターフェースは ResultSet インターフェースを拡張するものです。このことは、RowSet には ResultSet が実行できるすべての機能を実行する能力があるということを意味します。たとえば、RowSet はスクロールと更新が可能です。

RowSet はデータベースから切断可能: RowSet には、以下の 2 つのカテゴリーがあります。

- **接続**
  接続 RowSet は、データが移植されているときは常に、オープンしている基となるデータベースに接続し、 ResultSet インプリメンテーションのラッパーとして機能します。
- **切断**
  切断 RowSet は、常にそのデータ・ソースへの接続を保持している必要はありません。切断 RowSet は、データベースから切り離してさまざまな用途に使用し、その後、加えられた変更を反映するためにデータベースに再接続することができます。

RowSet は JavaBeans のコンポーネント: RowSet には、JavaBeans のイベント処理モデルに基づくイベント処理のサポートがあります。これらには、設定できるプロパティーもあります。これらのプロパティーは、RowSet が以下のことを実行するときに使用されます。

- データベースへの接続を確立する。
- SQL ステートメントを処理する。
- RowSet が表すデータのフィーチャーを判別し、RowSet オブジェクトの内部フィーチャーを処理する。

RowSet は逐次化可能: RowSet は、ネットワーク接続上をフローできるように逐次化および並列化したり、フラット・ファイル (つまり、ワード・プロセッシングや他の構造文字をもたないテキスト文書) に書き込んだりすることができます。

DB2CachedRowSet: DB2CachedRowSet オブジェクトは切断された RowSet で、データベースに接続せずに使用できることを意味します。そのインプリメンテーションは、CachedRowSet の記述に厳密に従っています。

DB2CachedRowSet は ResultSet のデータ行のためのコンテナーです。 DB2CachedRowSet はそのデータを保持しており、明示的にデータをデータベースから読み込んだり、書き込んだりするときでなければ、データベースへの接続を保つ必要がありません。

DB2CachedRowSets の使用
DB2CachedRowSet で提供されているメソッドを使うと、複数のユーザーが同じデータにアクセスすることが可能になり、データベースのパフォーマンスが向上します。また、変更されることのないテーブル・データのコピーを、複数のクライアントのための共通の ResultSet として作成しておくこともできます。

DB2CachedRowSet の作成とデータ取り込み
DB2CachedRowSet を作成し、データを取り込む方法には、次のようなタスクがあります。

- populate メソッドを使用する
- DB2CachedRowSet プロパティーと DataSources を使用する
- DB2CachedRowSet プロパティーと JDBC URL を使用する
- setConnection(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する
- execute(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する
- execute(int) メソッドを使って、データベース要求をグループ化する

DB2CachedRowSet データへのアクセスおよびカーソル操作
RowSet は ResultSet メソッドに依存しています。 DB2CachedRowSet データ・アクセスやカーソルの移動などの多くの操作は、アプリケーション・レベルでは ResultSet の場合も RowSet の場合も違いはありません。

DB2CachedRowSet データを変更し、データ・ソースに変更を反映する
DB2CachedRowSet では、RowSet オブジェクト内のデータを変更するための標準 ResultSet インターフェースと同じメソッドを使用します。 DB2CachedRowSet は acceptChanges メソッドを提供しており、このメソッドは RowSet に加えられた変更をデータ元のデータベースに反映するために使用します。

その他の DB2CachedRowSet の機能
DB2CachedRowSet クラスには、さらに柔軟に使用できるいくつかの追加機能があります。
DB2CachedRowSet で提供されているメソッドを使って、次のようなタスクを実行できます。

- DB2CachedRowSets からコレクションを取得する
- RowSet のコピーを作成する
- RowSet の共用を作成する

DB2CachedRowSet を使用する: DB2CachedRowSet オブジェクトは切断および逐次化することができるため、完全な JDBC ドライバーを動作させることが実際的ではない環境 (たとえば、PDA および Java(TM) が使用できる携帯電話など) で有用です。

DB2CachedRowSet オブジェクトはメモリー内に格納され、そのデータは既に取得されているため、アプリケーションに対して、スクロール可能な ResultSet の高度に最適化された形式として提供できます。しかし、スクロール可能な DB2 ResultSet はしばしば、パフォーマンス面での弱点となります。それは、ランダムな移動が JDBC ドライバーのデータの行をキャッシュする機能と干渉してしまうためです。 RowSet にはこの問題はありません。

DB2CachedRowSet には、新しい RowSet を作成する 2 つのメソッドが提供されています。

- createCopy メソッドは、コピーされた同一の新しい RowSet を作成します。
- createShared メソッドは、オリジナルと同一の基礎データを共用する新しい RowSet を作成します。

クライアントに共通の ResultSet を配布するには、createCopy メソッドを使用できます。テーブル・データが変更されない場合、RowSet のコピーを作成して各クライアントに配布することは、毎回データベースに対して照会を実行するよりも効率的です。

createShared メソッドを使うと、同一のデータに複数のユーザーがアクセスできるようにしてデータベースのパフォーマンスを向上させることができます。たとえば、顧客が接続したとき、ホーム・ページ上で上位 20 位のベストセラーの商品を表示する Web サイトを想定してみましょう。メイン・ページ上の情報は定期的に更新する必要がありますが、顧客がメイン・ページを訪問するたびに良く売れている商品を取り出す照会を実行するのは実際的ではありません。 createShared メソッドを使うと、何度も照会を処理したり、膨大な量の情報をメモリーに保管しておくことなく、事実上、各顧客用の「カーソル」を作成することができます。必要があれば、良く売れている商品を検索する照会を再度実行することもできます。共用カーソルを作成するために使用した RowSet に新しいデータを取り込み、サーブレットがこれらを利用できます。

DB2CachedRowSets は遅延処理機能を提供しています。この機能を利用すると、複数の照会要求をグループ化し、データベースに対する 1 つの要求として処理することができます。 111 ページの『execute(int) メソッドを使って、データベース要求をグループ化する』には、これを利用しない場合に存在するデータベースの計算負荷の、いくらかを軽減する例が示されています。

RowSet は、データベースにデータを戻すため、また、加えた変更を元に戻したり、加えられたすべての変更を表示する機能をサポートするために、加えられた変更を注意深く追跡する必要があります。たとえば、RowSet に対して削除された行をフェッチするための、showDeleted メソッドがあります。また、cancelRowInsert および cancelRowDelete メソッドは、ユーザーが行の挿入や削除を行った後、きちんと元に戻します。

DB2CachedRowSet オブジェクトは、イベント処理サポート、および RowSet またはその一部を Java コレクションに変換するための toCollection メソッドにより、他の Java API との良好な相互運用性を提供しています。

DB2CachedRowSet のイベント処理サポートは、グラフィカル・ユーザー・インターフェイス (GUI) アプリケーションの表示制御や、 RowSet に加えられた変更の情報のロギング、または RowSet 以外のソースに加えられた変更に関する情報の検索などに使用できます。詳細については、例: DB2JdbcRowSet イベントを参照してください。

DB2CachedRowSet の個々の機能の詳細については、下記のトピックを参照してください。

- DB2CachedRowSet の作成とデータ取り込み
- DB2CachedRowSet データへのアクセスおよびカーソル操作
- DB2CachedRowSet データを変更し、データ・ソースに変更を反映する
- その他の DB2CachedRowSet の機能

イベント・モデルおよびイベント処理については、 DB2JdbcRowSet を参照してください。このサポートは、どちらのタイプの RowSet でも同様に動作します。

DB2CachedRowSet の作成とデータ取り込み: DB2CachedRowSet にデータを入れるには、次のような方法があります。

- 『populate メソッドを使用する』
- 『DB2CachedRowSet プロパティーと DataSources を使用する』
- 110 ページの『DB2CachedRowSet プロパティーと JDBC URL を使用する』
- 110 ページの『setConnection(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する』
- 111 ページの『execute(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する』
- 111 ページの『execute(int) メソッドを使って、データベース要求をグループ化する』

populate メソッドを使用する: DB2CachedRowSets には、DB2 ResultSet オブジェクトから RowSet にデータを書き込むための populate メソッドがあります。以下に、この方法の例を示します。

例: populate メソッドを使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Establish a connection to the database.
Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

// Create a statement and use it to perform a query.
Statement stmt = conn.createStatement();
ResultSet rs = stmt.executeQuery("select col1 from cujosql.test_table");

// Create and populate a DB2CachedRowSet from it.
DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();
crs.populate(rs);

// Note: Disconnect the ResultSet, Statement,
// and Connection used to create the RowSet.
rs.close();
stmt.close();
conn.close();

// Loop through the data in the RowSet.
while (crs.next()) {
  System.out.println("v1 is " + crs.getString(1));
}

crs.close();
```

DB2CachedRowSet プロパティーと DataSources を使用する: DB2CachedRowSets には、DB2CachedRowSet が SQL 照会と DataSource 名を受け取るためのプロパティーがあります。 SQL 照会と DataSource 名を使って、それ自身のデータを作成することができます。以下に、この方法の例を示します。 BaseDataSource という名前の DataSource への参照が、事前に有効な DataSource としてセットアップされていることを想定しています。

例: DB2CachedRowSet プロパティーと DataSources を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Create a new DB2CachedRowSet
DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();

// Set the properties that are needed for
// the RowSet to use a DataSource to populate itself.
crs.setDataSourceName("BaseDataSource");
crs.setCommand("select col1 from cujosql.test_table");

// Call the RowSet execute method. This causes
// the RowSet to use the DataSource and SQL query
// specified to populate itself with data. Once
// the RowSet is populated, it disconnects from the database.
crs.execute();

// Loop through the data in the RowSet.
while (crs.next()) {
  System.out.println("v1 is " + crs.getString(1));
}

// Eventually, close the RowSet.
crs.close();
```

DB2CachedRowSet プロパティーと JDBC URL を使用する: DB2CachedRowSets には、DB2CachedRowSet が SQL 照会と JDBC URL を受け取るためのプロパティーがあります。照会と JDBC URL を使って、それ自身のデータを作成することができます。以下に、この方法の例を示します。

例: DB2CachedRowSet プロパティーおよび JDBC URL を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Create a new DB2CachedRowSet
DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();

// Set the properties that are needed for
// the RowSet to use a JDBC URL to populate itself.
crs.setUrl("jdbc:db2:*local");
crs.setCommand("select col1 from cujosql.test_table");

// Call the RowSet execute method. This causes
// the RowSet to use the DataSource and SQL query
// specified to populate itself with data. Once
// the RowSet is populated, it disconnects from the database.
crs.execute();

// Loop through the data in the RowSet.
while (crs.next()) {
  System.out.println("v1 is " + crs.getString(1));
}

// Eventually, close the RowSet.
crs.close();
```

setConnection(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する: JDBC Connection オブジェクトの再利用を進めるため、DB2CachedRowSet には、確立された Connection オブジェクトを、DB2CachedRowset (RowSet にデータを取り込むために使用される) に渡すメカニズムがあります。ユーザーが提供した Connection オブジェクトが渡されると、 DB2CachedRowSet は取り込みが完了しても切断しません。

例: setConnection(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Establish a JDBC connection to the database.
Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

// Create a new DB2CachedRowSet
DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();

// Set the properties that are needed for the
// RowSet to use an already connected connection
// to populate itself.
crs.setConnection(conn);
crs.setCommand("select col1 from cujosql.test_table");

// Call the RowSet execute method. This causes
// the RowSet to use the connection that it was provided
// with previously. Once the RowSet is populated, it does not
// close the user-supplied connection.
crs.execute();

// Loop through the data in the RowSet.
while (crs.next()) {
  System.out.println("v1 is " + crs.getString(1));
}

// Eventually, close the RowSet.
crs.close();
```

execute(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する: JDBC Connection オブジェクトの再利用を進めるため、 DB2CachedRowSet には、確立された Connection オブジェクトを、メソッドが呼び出されたときに DB2CachedRowset に渡すメカニズムがあります。ユーザーが提供した Connection オブジェクトが渡されると、 DB2CachedRowSet は取り込みが完了しても切断しません。

例: execute(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Establish a JDBC connection to the database.
Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

// Create a new DB2CachedRowSet
DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();

// Set the SQL statement that is to be used to
// populate the RowSet.
crs.setCommand("select col1 from cujosql.test_table");

// Call the RowSet execute method, passing in the connection
// that should be used. Once the Rowset is populated, it does not
// close the user-supplied connection.
crs.execute(conn);

// Loop through the data in the RowSet.
while (crs.next()) {
  System.out.println("v1 is " + crs.getString(1));
}

// Eventually, close the RowSet.
crs.close();
```

execute(int) メソッドを使って、データベース要求をグループ化する: データベースのワークロードを軽減させるため、 DB2CachedRowSet には、複数の SQL ステートメントをいくつかのスレッドでグループ化し、 1 つの処理としてまとめてデータベースに要求するメカニズムがあります。

例: execute(int) メソッドを使って、データベース要求をグループ化する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Create a new DB2CachedRowSet
DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();

// Set the properties that are needed for
// the RowSet to use a DataSource to populate itself.
crs.setDataSourceName("BaseDataSource");
crs.setCommand("select col1 from cujosql.test_table");

// Call the RowSet execute method. This causes
// the RowSet to use the DataSource and SQL query
// specified to populate itself with data. Once
// the RowSet is populated, it disconnects from the database.
// This version of the execute method accepts the number of seconds
// that it is willing to wait for its results. By
// allowing a delay, the RowSet can group the requests
// of several users and only process the request against
// the underlying database once.
crs.execute(5);

// Loop through the data in the RowSet.
while (crs.next()) {
  System.out.println("v1 is " + crs.getString(1));
}

// Eventually, close the RowSet.
crs.close();
```

DB2CachedRowSet データへのアクセスおよびカーソル操作: RowSet は ResultSet メソッドに依存しています。 『DB2CachedRowSet データへのアクセス』や 114 ページの『カーソル操作』などの多くの操作は、アプリケーション・レベルでは ResultSet の場合も RowSet の場合も違いはありません。

DB2CachedRowSet データへのアクセス: RowSet と ResultSet は同じ方式でデータにアクセスします。以下の例ではプログラムで JDBC を使用し、テーブルを作成して、さまざまなデータ・タイプのデータを取り込みます。テーブルが準備されると、DB2CachedRowSet が作成され、テーブル内の情報が取り込まれます。この例では、RowSet クラスのさまざまなメソッドも使用されています。

例: DB2CachedRowSet データへのアクセス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.*;
import java.io.*;
import java.math.*;

public class TestProgram
{
  public static void main(String args[])
```

```
{
  // Register the driver.
  try {
    Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
  }
  catch (ClassNotFoundException ex) {
    System.out.println("ClassNotFoundException: " +
               ex.getMessage());
    // No need to go any further.
    System.exit(1);
  }

  try {
    Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

    Statement stmt = conn.createStatement();

    // Clean up previous runs
    try {
      stmt.execute("drop table cujosql.test_table");
    }
    catch (SQLException ex) {
      System.out.println("Caught drop table: " + ex.getMessage());
    }

    // Create test table
    stmt.execute("Create table cujosql.test_table (col1 smallint, col2 int, " +
            "col3 bigint, col4 real, col5 float, col6 double, col7 numeric, " +
            "col8 decimal, col9 char(10), col10 varchar(10), col11 date, " +
            "col12 time, col13 timestamp)");
    System.out.println("Table created.");

    // Insert some test rows
    stmt.execute("insert into cujosql.test_table values (1, 1, 1, 1.5, 1.5, 1.5, 1.5, 1.5, 'one', 'one',
                {d '2001-01-01'}, {t '01:01:01'}, {ts '1998-05-26 11:41:12.123456'})");

    stmt.execute("insert into cujosql.test_table values (null, null, null, null, null, null, null, null,
                 null, null, null, null, null)");
    System.out.println("Rows inserted");

    ResultSet rs = stmt.executeQuery("select * from cujosql.test_table");
    System.out.println("Query executed");

    // Create a new rowset and populate it...
    DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();
    crs.populate(rs);
    System.out.println("RowSet populated.");

    conn.close();
    System.out.println("RowSet is detached...");

    System.out.println("Test with getObject");
    int count = 0;
    while (crs.next()) {
      System.out.println("Row " + (++count));
      for (int i = 1; i <= 13; i++) {
        System.out.println("  Col " + i + " value " + crs.getObject(i));
      }
    }

    System.out.println("Test with getXXX... ");
    crs.first();
    System.out.println("Row 1");
    System.out.println("  Col 1 value " + crs.getShort(1));
    System.out.println("  Col 2 value " + crs.getInt(2));
    System.out.println("  Col 3 value " + crs.getLong(3));
    System.out.println("  Col 4 value " + crs.getFloat(4));
```

```
      System.out.println("  Col 5 value " + crs.getDouble(5));
      System.out.println("  Col 6 value " + crs.getDouble(6));
      System.out.println("  Col 7 value " + crs.getBigDecimal(7));
      System.out.println("  Col 8 value " + crs.getBigDecimal(8));
      System.out.println("  Col 9 value " + crs.getString(9));
      System.out.println("  Col 10 value " + crs.getString(10));
      System.out.println("  Col 11 value " + crs.getDate(11));
      System.out.println("  Col 12 value " + crs.getTime(12));
      System.out.println("  Col 13 value " + crs.getTimestamp(13));
      crs.next();
      System.out.println("Row 2");
      System.out.println("  Col 1 value " + crs.getShort(1));
      System.out.println("  Col 2 value " + crs.getInt(2));
      System.out.println("  Col 3 value " + crs.getLong(3));
      System.out.println("  Col 4 value " + crs.getFloat(4));
      System.out.println("  Col 5 value " + crs.getDouble(5));
      System.out.println("  Col 6 value " + crs.getDouble(6));
      System.out.println("  Col 7 value " + crs.getBigDecimal(7));
      System.out.println("  Col 8 value " + crs.getBigDecimal(8));
      System.out.println("  Col 9 value " + crs.getString(9));
      System.out.println("  Col 10 value " + crs.getString(10));
      System.out.println("  Col 11 value " + crs.getDate(11));
      System.out.println("  Col 12 value " + crs.getTime(12));
      System.out.println("  Col 13 value " + crs.getTimestamp(13));

      crs.close();
    }
    catch (Exception ex) {
      System.out.println("SQLException: " + ex.getMessage());
                 ex.printStackTrace();
    }
  }
}
```

カーソル操作: RowSet はスクロール可能で、その動作はスクロール可能な ResultSet と同じです。以下の例ではプログラムで JDBC を使用し、テーブルを作成して、データを取り込みます。テーブルが準備されると、DB2CachedRowSet オブジェクトが作成され、テーブル内の情報が取り込まれます。この例では、さまざまなカーソル操作機能も使用されています。

例: カーソル操作

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.DB2CachedRowSet;

public class RowSetSample1
{
  public static void main(String args[])
  {
    // Register the driver.
    try {
      Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
    }
    catch (ClassNotFoundException ex) {
      System.out.println("ClassNotFoundException: " +
                 ex.getMessage());
      // No need to go any further.
      System.exit(1);
  }

  try {
    Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

    Statement stmt = conn.createStatement();

    // Clean up previous runs
```

```
try {
  stmt.execute("drop table cujosql.test_table");
}
catch (SQLException ex) {
  System.out.println("Caught drop table: " + ex.getMessage());
}

// Create a test table
stmt.execute("Create table cujosql.test_table (col1 smallint)");
System.out.println("Table created.");

// Insert some test rows
for (int i = 0; i < 10; i++) {
  stmt.execute("insert into cujosql.test_table values (" + i + ")");
}
System.out.println("Rows inserted");

ResultSet rs = stmt.executeQuery("select col1 from cujosql.test_table");
System.out.println("Query executed");

// Create a new rowset and populate it...
DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();
crs.populate(rs);
System.out.println("RowSet populated.");

conn.close();
System.out.println("RowSet is detached...");

System.out.println("Use next()");
while (crs.next()) {
  System.out.println("v1 is " + crs.getShort(1));
}

System.out.println("Use previous()");
while (crs.previous()) {
  System.out.println("value is " + crs.getShort(1));
}

System.out.println("Use relative()");
crs.next();
crs.relative(9);
System.out.println("value is " + crs.getShort(1));

crs.relative(-9);
System.out.println("value is " + crs.getShort(1));

System.out.println("Use absolute()");
crs.absolute(10);
System.out.println("value is " + crs.getShort(1));
crs.absolute(1);
System.out.println("value is " + crs.getShort(1));
crs.absolute(-10);
System.out.println("value is " + crs.getShort(1));
crs.absolute(-1);
System.out.println("value is " + crs.getShort(1));

System.out.println("Test beforeFirst()");
crs.beforeFirst();
System.out.println("isBeforeFirst is " + crs.isBeforeFirst());
crs.next();
System.out.println("move one... isFirst is " + crs.isFirst());

System.out.println("Test afterLast()");
crs.afterLast();
System.out.println("isAfterLast is " + crs.isAfterLast());
crs.previous();
System.out.println("move one... isLast is " + crs.isLast());
```

```
    System.out.println("Test getRow()");
    crs.absolute(7);
    System.out.println("row should be (7) and is " + crs.getRow() +
                       " value should be (6) and is " + crs.getShort(1));

    crs.close();
  }
  catch (SQLException ex) {
    System.out.println("SQLException: " + ex.getMessage());
  }
 }
}
```

DB2CachedRowSet データを変更し、データ・ソースに変更を反映する: DB2CachedRowSet では、RowSet オブジェクト内のデータを変更するための標準 ResultSet インターフェースと同じメソッドを使用します。アプリケーション・レベルでは、『DB2CachedRowSet 内の行を削除、挿入、および更新する』ことと、ResultSet のデータを変更することには違いがありません。 DB2CachedRowSet は acceptChanges メソッドを提供しており、このメソッドは 118 ページの『DB2CachedRowSet に加えられた変更を、元のデータベースに反映する』ために使用します。

DB2CachedRowSet 内の行を削除、挿入、および更新する: DB2CachedRowSet は更新可能です。以下の例ではプログラムで JDBC を使用し、テーブルを作成して、データを取り込みます。テーブルが準備されると、DB2CachedRowSet が作成され、テーブル内の情報が取り込まれます。この例では、RowSet を更新するために使用できる多くのメソッドを使っており、またアプリケーションが削除された後の行をフェッチできるようにする showDeleted プロパティーの使い方を示しています。さらにこの例では、行の挿入および削除を元に戻すことのできる cancelRowInsert および cancelRowDelete メソッドの使い方も示されています。

例: DB2CachedRowSet 内の行を削除、挿入、および更新する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.DB2CachedRowSet;

public class RowSetSample2
{
  public static void main(String args[])
  {
    // Register the driver.
    try {
      Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
    }
    catch (ClassNotFoundException ex) {
      System.out.println("ClassNotFoundException: " +
              ex.getMessage());

      // No need to go any further.
      System.exit(1);
    }

    try {
      Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

      Statement stmt = conn.createStatement();

      // Clean up previous runs
      try {
        stmt.execute("drop table cujosql.test_table");
      }
```

```
catch (SQLException ex) {
  System.out.println("Caught drop table: " + ex.getMessage());
}

// Create test table
stmt.execute("Create table cujosql.test_table (col1 smallint)");
System.out.println("Table created.");

// Insert some test rows
for (int i = 0; i < 10; i++) {
  stmt.execute("insert into cujosql.test_table values (" + i + ")");
}
System.out.println("Rows inserted");

ResultSet rs = stmt.executeQuery("select col1 from cujosql.test_table");
System.out.println("Query executed");

// Create a new rowset and populate it...
DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();
crs.populate(rs);
System.out.println("RowSet populated.");

conn.close();
System.out.println("RowSet is detached...");

System.out.println("Delete the first three rows");
crs.next();
crs.deleteRow();
crs.next();
crs.deleteRow();
crs.next();
crs.deleteRow();

crs.beforeFirst();
System.out.println("Insert the value -10 into the RowSet");
crs.moveToInsertRow();
crs.updateShort(1, (short)-10);
crs.insertRow();
crs.moveToCurrentRow();

System.out.println("Update the rows to be the negative of what they now are");
crs.beforeFirst();
while (crs.next())
  short value = crs.getShort(1);
  value = (short)-value;
  crs.updateShort(1, value);
  crs.updateRow();
}

crs.setShowDeleted(true);

System.out.println("RowSet is now (value - inserted - updated - deleted)");
crs.beforeFirst();
while (crs.next()) {
  System.out.println("value is " + crs.getShort(1) + " " +
             crs.rowInserted() + " " +
             crs.rowUpdated() + " " +
             crs.rowDeleted());
}

System.out.println("getShowDeleted is " + crs.getShowDeleted());

System.out.println("Now undo the inserts and deletes");
crs.beforeFirst();
crs.next();
crs.cancelRowDelete();
```

```
      crs.next();
      crs.cancelRowDelete();
      crs.next();
      crs.cancelRowDelete();
      while (!crs.isLast()) {
        crs.next();
      }

      crs.cancelRowInsert();

      crs.setShowDeleted(false);

      System.out.println("RowSet is now (value - inserted - updated - deleted)");
      crs.beforeFirst();
      while (crs.next()) {
        System.out.println("value is " + crs.getShort(1) + " " +
                    crs.rowInserted() + " " +
                    crs.rowUpdated() + " " +
                    crs.rowDeleted());
      }

      System.out.println("finally show that calling cancelRowUpdates works");
      crs.first();
      crs.updateShort(1, (short) 1000);
      crs.cancelRowUpdates();
      crs.updateRow();
      System.out.println("value of row is " + crs.getShort(1));
      System.out.println("getShowDeleted is " + crs.getShowDeleted());

      crs.close();

    }

    catch (SQLException ex) {
      System.out.println("SQLException: " + ex.getMessage());
    }
  }
}
```

DB2CachedRowSet に加えられた変更を、元のデータベースに反映する: DB2CachedRowSet への変更が加えられると、その変更は RowSet オブジェクトが存在している間のみ存在します。つまり、切断された RowSet に加えられた変更は、データベースには影響を与えません。 RowSet に加えられた変更を元のデータベースに反映するには、acceptChanges メソッドを使用します。このメソッドは、切断された RowSet がデータベースへの接続を再確立し、 RowSet に加えられた変更を元のデータベースに戻すよう試行します。 RowSet が作成された後にデータベースに加えられた他の変更との競合により、データベースに安全に変更が加えられない場合は、例外がスローされ、トランザクションがロールバックします。

例: DB2CachedRowSet に加えられた変更を、元のデータベースに反映する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.DB2CachedRowSet;

public class RowSetSample3
{
  public static void main(String args[])
  {
    // Register the driver.
    try {
      Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
    }
    catch (ClassNotFoundException ex) {
```

```
  System.out.println("ClassNotFoundException: " +
             ex.getMessage());
  // No need to go any further.
  System.exit(1);
}

try {
  Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

  Statement stmt = conn.createStatement();

  // Clean up previous runs
  try {
    stmt.execute("drop table cujosql.test_table");
  }
  catch (SQLException ex) {
    System.out.println("Caught drop table: " + ex.getMessage());
  }

  // Create test table
  stmt.execute("Create table cujosql.test_table (col1 smallint)");
  System.out.println("Table created.");

  // Insert some test rows
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
    stmt.execute("insert into cujosql.test_table values (" + i + ")");
  }
  System.out.println("Rows inserted");

  ResultSet rs = stmt.executeQuery("select col1 from cujosql.test_table");
  System.out.println("Query executed");

  // Create a new rowset and populate it...
  DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();
  crs.populate(rs);
  System.out.println("RowSet populated.");

  conn.close();
  System.out.println("RowSet is detached...");

  System.out.println("Delete the first three rows");
  crs.next();
  crs.deleteRow();
  crs.next();
  crs.deleteRow();
  crs.next();
  crs.deleteRow();

  crs.beforeFirst();
  System.out.println("Insert the value -10 into the RowSet");
  crs.moveToInsertRow();
  crs.updateShort(1, (short)-10);
  crs.insertRow();
  crs.moveToCurrentRow();

  System.out.println("Update the rows to be the negative of what they now are");
  crs.beforeFirst();
  while (crs.next()) {
    short value = crs.getShort(1);
    value = (short)-value;
    crs.updateShort(1, value);
    crs.updateRow();
  }

  System.out.println("Now accept the changes to the database");

  crs.setUrl("jdbc:db2:*local");
```

```
      crs.setTableName("cujosql.test_table");

      crs.acceptChanges();
      crs.close();

      System.out.println("And the database table looks like this:");
      conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:localhost");
      stmt = conn.createStatement();
      rs = stmt.executeQuery("select col1 from cujosql.test_table");
      while (rs.next()) {
        System.out.println("Value from table is " + rs.getShort(1));
      }

      conn.close();

    }
    catch (SQLException ex) {
      System.out.println("SQLException: " + ex.getMessage());
    }
  }
}
```

その他の DB2CachedRowSet の機能: いくつかの例で示したように、ResultSet のような動作に加え、DB2CachedRowSet クラスには、さらに柔軟に使用できるいくつかの追加機能があります。これらのメソッドは、完全な Java(TM) Database Connectivity (JDBC) RowSet、またはその一部を Java コレクションに変換します。さらに、切断されているという性質から、 DB2CachedRowSet は ResultSet の厳格な 1 対 1 の関係を持っていません。

DB2CachedRowSet で提供されているメソッドを使って、次のようなタスクを実行できます。

- 『DB2CachedRowSets からコレクションを取得する』
- 122 ページの『RowSet のコピーを作成する』
- 123 ページの『RowSet の共用を作成する』

DB2CachedRowSets からコレクションを取得する: DB2CachedRowset オブジェクトからいくつかの形式のコレクションを戻すには、3 つのメソッドがあります。以下のメソッドです。

- **toCollection** は、ベクトル (1 項目が 1 列) の ArrayList (1 項目が 1 行) で戻します。
- **toCollection(int columnIndex)** は、各行に指定された列の値を格納したベクトルを戻します。
- **getColumn(int columnIndex)** は、各列に指定された列の値を格納した配列を戻します。

toCollection(int columnIndex) と getColumn(int columnIndex) の大きな違いは、 getColumn メソッドはプリミティブ・タイプの配列を戻すことができる点です。したがって、columnIndex で整数データを持つ列を指定した場合、整数の配列が戻され、 java.lang.Integer オブジェクトの配列が戻されるわけではありません。

以下に、これらのメソッドを使い方を示します。

例: DB2CachedRowSets からコレクションを取得する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.DB2CachedRowSet;
import java.util.*;

public class RowSetSample4
{
  public static void main(String args[])
  {
```

```
// Register the driver.
try {
  Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
}
catch (ClassNotFoundException ex) {
  System.out.println("ClassNotFoundException: " +
             ex.getMessage());
  // No need to go any further.
  System.exit(1);
}

try {
  Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
  Statement stmt = conn.createStatement();

  // Clean up previous runs
  try {
    stmt.execute("drop table cujosql.test_table");
  }
  catch (SQLException ex) {
    System.out.println("Caught drop table: " + ex.getMessage());
  }

  // Create test table
  stmt.execute("Create table cujosql.test_table (col1 smallint, col2 smallint)");
  System.out.println("Table created.");

  // Insert some test rows
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
    stmt.execute("insert into cujosql.test_table values (" + i + ", " + (i + 100) + ")");
  }
  System.out.println("Rows inserted");

  ResultSet rs = stmt.executeQuery("select * from cujosql.test_table");
  System.out.println("Query executed");

  // Create a new rowset and populate it...
  DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();
  crs.populate(rs);
  System.out.println("RowSet populated.");

  conn.close();
  System.out.println("RowSet is detached...");

  System.out.println("Test the toCollection() method");
  Collection collection = crs.toCollection();
  ArrayList map = (ArrayList) collection;

  System.out.println("size is " + map.size());
  Iterator iter = map.iterator();
  int row = 1;
  while (iter.hasNext()) {
    System.out.print("row [" + (row++) + "]: ¥t");

    Vector vector = (Vector)iter.next();
    Iterator innerIter = vector.iterator();
    int i = 1;
    while (innerIter.hasNext()) {
      System.out.print(" [" + (i++) + "]=" + innerIter.next() + "; ¥t");
    }
    System.out.println();
  }
  System.out.println("Test the toCollection(int) method");
  collection = crs.toCollection(2);
  Vector vector = (Vector) collection;

  iter = vector.iterator();
```

```
      while (iter.hasNext()) {
        System.out.println("Iter: Value is " + iter.next());
      }

      System.out.println("Test the getColumn(int) method");
      Object values = crs.getColumn(2);
      short[] shorts = (short [])values;

      for (int i =0; i < shorts.length; i++) {
        System.out.println("Array: Value is " + shorts[i]);
      }
    }
    catch (SQLException ex) {
      System.out.println("SQLException: " + ex.getMessage());
    }
  }
}
```

RowSet のコピーを作成する: createCopy メソッドは、DB2CachedRowSet のコピーを作成します。RowSet に関連したすべてのデータが、すべての制御構造、プロパティー、および状況フラグと共に複製されます。

以下に、このメソッドを使い方を示します。

例: RowSet のコピーを作成する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.*;
import java.io.*;

public class RowSetSample5
{
  public static void main(String args[])
  {
    // Register the driver.
    try {
      Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
    }
    catch (ClassNotFoundException ex) {
      System.out.println("ClassNotFoundException: " +
                 ex.getMessage());
      // No need to go any further.
      System.exit(1);
    }

    try {
      Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

      Statement stmt = conn.createStatement();

      // Clean up previous runs
      try {
        stmt.execute("drop table cujosql.test_table");
      }
      catch (SQLException ex) {
        System.out.println("Caught drop table: " + ex.getMessage());
      }

      // Create test table
      stmt.execute("Create table cujosql.test_table (col1 smallint)");
      System.out.println("Table created.");
```

```
      // Insert some test rows
      for (int i = 0; i < 10; i++) {
        stmt.execute("insert into cujosql.test_table values (" + i + ")");
      }
      System.out.println("Rows inserted");

      ResultSet rs = stmt.executeQuery("select col1 from cujosql.test_table");
      System.out.println("Query executed");

      // Create a new rowset and populate it...
      DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();
      crs.populate(rs);
      System.out.println("RowSet populated.");

      conn.close();
      System.out.println("RowSet is detached...");

      System.out.println("Now some new RowSets from one.");
      DB2CachedRowSet crs2 = crs.createCopy();
      DB2CachedRowSet crs3 = crs.createCopy();

      System.out.println("Change the second one to be negated values");
      crs2.beforeFirst();
      while (crs2.next()) {
        short value = crs2.getShort(1);
        value = (short)-value;
        crs2.updateShort(1, value);
        crs2.updateRow();
      }

      crs.beforeFirst();
      crs2.beforeFirst();
      crs3.beforeFirst();
      System.out.println("Now look at all three of them again");

      while (crs.next()) {
        crs2.next();
        crs3.next();
        System.out.println("Values: crs: " + crs.getShort(1) + ", crs2: " + crs2.getShort(1) +
                   ", crs3: " + crs3.getShort(1));
      }
    }
    catch (Exception ex) {
      System.out.println("SQLException: " + ex.getMessage());
      ex.printStackTrace();
    }

  }

}
```

RowSet の共用を作成する: createShared メソッドは、高レベルの状況情報付きの新しい RowSet オブジェクトを作成し、 2つの RowSet オブジェクトが同一の基礎となる物理データを共用できるようにします。

以下に、このメソッドを使い方を示します。

例: RowSet の共用を作成する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.*;
import java.io.*;
```

```
public class RowSetSample5
{
  public static void main(String args[])
  {
    // Register the driver.
    try {
      Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
    }
    catch (ClassNotFoundException ex) {
      System.out.println("ClassNotFoundException: " +
                 ex.getMessage());
      // No need to go any further.
      System.exit(1);
    }

    try {
      Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

      Statement stmt = conn.createStatement();

      // Clean up previous runs
      try {
        stmt.execute("drop table cujosql.test_table");
      }
      catch (SQLException ex) {
        System.out.println("Caught drop table: " + ex.getMessage());
      }

      // Create test table
      stmt.execute("Create table cujosql.test_table (col1 smallint)");
      System.out.println("Table created.");

      // Insert some test rows
      for (int i = 0; i < 10; i++) {
        stmt.execute("insert into cujosql.test_table values (" + i + ")");
      }
      System.out.println("Rows inserted");

      ResultSet rs = stmt.executeQuery("select col1 from cujosql.test_table");
      System.out.println("Query executed");

      // Create a new rowset and populate it...
      DB2CachedRowSet crs = new DB2CachedRowSet();
      crs.populate(rs);
      System.out.println("RowSet populated.");

      conn.close();
      System.out.println("RowSet is detached...");

      System.out.println("Test the createShared functionality (create 2 shares)");
      DB2CachedRowSet crs2 = crs.createShared();
      DB2CachedRowSet crs3 = crs.createShared();

      System.out.println("Use the original to update value 5 of the table");
      crs.absolute(5);
      crs.updateShort(1, (short)-5);
      crs.updateRow();

      crs.beforeFirst();
      crs2.afterLast();

      System.out.println("Now move the cursors in opposite directions of the same data.");

      while (crs.next()) {
        crs2.previous();
        crs3.next();
        System.out.println("Values: crs: " + crs.getShort(1) + ", crs2: " + crs2.getShort(1) +
```

```
                ", crs3: " + crs3.getShort(1));
      }
      crs.close();
      crs2.close();
      crs3.close();
    }
    catch (Exception ex) {
      System.out.println("SQLException: " + ex.getMessage());
                ex.printStackTrace();
    }
  }
}
```

DB2JdbcRowSet: DB2JdbcRowSet は接続された RowSet で、基盤となっている Connection オブジェクト、PreparedStatement オブジェクト、または ResultSet オブジェクトのサポートでのみ使用できます。そのインプリメンテーションは、JdbcRowSet の記述に厳密に従っています。

DB2JdbcRowSet の使用: DB2JdbcRowSet オブジェクトは Java(TM) Database Connectivity (JDBC) 3.0 仕様で記述されているすべての RowSet のイベントをサポートしているため、ローカル・データベースと、データベースのデータの変更が通知される必要のある他のオブジェクトとの中間オブジェクトとして動作することができます。

たとえば、メイン・データベースと、それに接続するために無線プロトコルを使用するいくつかの PDA という環境で作業することを想定します。 DB2JdbcRowSet オブジェクトは、サーバー上で動作するマスター・アプリケーションを使用した、行への移動とその更新に使用することができます。行を更新すると、RowSet コンポーネントによってイベントが生成されます。もし PDA に対する更新の送信を担当するサービスが動作していれば、これを RowSet の「リスナー」として登録することができます。 RowSet イベントを受信するたびに、無線デバイスに対して適切な更新および送信を生成することができます。

詳しくは、 例: DB2JdbcRowSet イベントを参照してください。

JDBCRowSets の作成: DB2JDBCRowSet オブジェクトを生成するために、いくつかのメソッドが提供されています。以下にそれぞれを概説します。

DB2JdbcRowSet プロパティーおよび DataSources を使用する

DB2JdbcRowSet には、SQL 照会および DataSource 名を受け取るプロパティーがあります。その後、DB2JdbcRowSet は使用可能になります。以下に、この方法の例を示します。 BaseDataSource という名前の DataSource への参照が、事前に有効な DataSource としてセットアップされていることを想定しています。

例: DB2JDBCRowSet プロパティーおよび DataSource を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Create a new DB2JdbcRowSet
DB2JdbcRowSet jrs = new DB2JdbcRowSet();

// Set the properties that are needed for
// the RowSet to be processed.
jrs.setDataSourceName("BaseDataSource");
jrs.setCommand("select col1 from cujosql.test_table");

// Call the RowSet execute method. This method causes
// the RowSet to use the DataSource and SQL query
// specified to prepare itself for data processing.
jrs.execute();

// Loop through the data in the RowSet.
while (jrs.next()) {
```

```
    System.out.println("v1 is " + jrs.getString(1));
}

// Eventually, close the RowSet.
jrs.close();
```

DB2JdbcRowSet プロパティーおよび JDBC URL を使用する

DB2JdbcRowSet には、SQL 照会および JDBC URL を受け取るプロパティーがあります。その後、DB2JdbcRowSet は使用可能になります。以下に、この方法の例を示します。

例: DB2JdbcRowSet プロパティーおよび JDBC URL を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Create a new DB2JdbcRowSet
DB2JdbcRowSet jrs = new DB2JdbcRowSet();

// Set the properties that are needed for
// the RowSet to be processed.
jrs.setUrl("jdbc:db2:*local");
jrs.setCommand("select col1 from cujosql.test_table");

// Call the RowSet execute method. This causes
// the RowSet to use the URL and SQL query specified
// previously to prepare itself for data processing.
jrs.execute();

// Loop through the data in the RowSet.
while (jrs.next()) {
    System.out.println("v1 is " + jrs.getString(1));
}

// Eventually, close the RowSet.
jrs.close();
```

setConnection(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する

JDBC Connection オブジェクトの再利用を進めるため、 DB2JdbcRowSet は確立された接続を DB2JdbcRowSet に渡すことができます。このコネクションは、execute メソッドが呼び出されると、その使用の準備のために DB2JdbcRowSet によって使用されます。

例: setConnection メソッド

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Establish a JDBC Connection to the database.
Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

// Create a new DB2JdbcRowSet.
DB2JdbcRowSet jrs = new DB2JdbcRowSet();

// Set the properties that are needed for
// the RowSet to use an established connection.
jrs.setConnection(conn);
jrs.setCommand("select col1 from cujosql.test_table");

// Call the RowSet execute method. This causes
// the RowSet to use the connection that it was provided
// previously to prepare itself for data processing.
jrs.execute();

// Loop through the data in the RowSet.
while (jrs.next()) {
```

```
        System.out.println("v1 is " + jrs.getString(1));
    }

    // Eventually, close the RowSet.
    jrs.close();
```

データのアクセスおよびカーソル移動: DB2JdbcRowSet を介したカーソル位置の操作、およびデータベース・データへのアクセスは、基盤になる ResultSet オブジェクトによって処理されます。 ResultSet オブジェクトで完了できるタスクは、DB2JdbcRowSet オブジェクトにも適用されます。

データの変更、および元のデータベースへの変更の反映: DB2JdbcRowSet を介したデータベースの更新のサポートは、基盤となる ResultSet オブジェクトによってすべて処理されます。 ResultSet オブジェクトで完了できるタスクは、DB2JdbcRowSet オブジェクトにも適用されます。

DB2JdbcRowSet イベント: すべての RowSet インプリメンテーションは、他のコンポーネントにとって興味ある状態を処理するイベントをサポートしています。このサポートにより、アプリケーション・コンポーネントは、他のコンポーネントでイベントが発生したときに、そのコンポーネントと「話す」ことができます。たとえば、RowSet を介してデータベースの行が更新されたときに、グラフィカル・ユーザー・インターフェース (GUI) で更新された表を表示させることができます。

以下の例では、RowSet を更新するメイン・メソッドがコア・アプリケーションになります。リスナーは、社外にいる切断されたクライアントが使用する、無線サーバーの一部です。これにより、2 つの処理を混在させたコードを使うことなく、共にビジネスを行うこれら 2 つの側を結び付けることができます。
RowSet のこのイベント・サポートは、主にデータベース・データによって GUI を更新することを目的に設計されており、このタイプのアプリケーションの問題に対して完全に動作します。

例: DB2JdbcRowSet イベント

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.DB2JdbcRowSet;

public class RowSetEvents {
    public static void main(String args[])
    {
        // Register the driver.
        try {
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
        } catch (ClassNotFoundException ex) {
            System.out.println("ClassNotFoundException: " +
                               ex.getMessage());
            // No need to go any further.
            System.exit(1);
        }


        try {
            // Obtain the JDBC Connection and Statement needed to set
            // up this example.
            Connection conn = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
            Statement stmt = conn.createStatement();

            // Clean up any previous runs.
            try {
                stmt.execute("drop table cujosql.test_table");
            } catch (SQLException ex) {
                System.out.println("Caught drop table: " + ex.getMessage());
            }
```

```
            // Create the test table
            stmt.execute("Create table cujosql.test_table (col1 smallint)");
            System.out.println("Table created.");

            // Populate the table with data.
            for (int i = 0; i < 10; i++) {
                stmt.execute("insert into cujosql.test_table values (" + i + ")");
            }
            System.out.println("Rows inserted");

            // Remove the setup objects.
            stmt.close();
            conn.close();

            // Create a new rowset and set the properties need to
            // process it.
            DB2JdbcRowSet jrs = new DB2JdbcRowSet();
            jrs.setUrl("jdbc:db2:*local");
            jrs.setCommand("select col1 from cujosql.test_table");
            jrs.setConcurrency(ResultSet.CONCUR_UPDATEABLE);

            // Give the RowSet object a listener. This object handles
            // special processing when certain actions are done on
            // the RowSet.
            jrs.addRowSetListener(new MyListener());

            // Process the RowSet to provide access to the database data.
            jrs.execute();

            // Cause a few cursor change events. These events cause the cursorMoved
            // method in the listener object to get control.
            jrs.next();
            jrs.next();
            jrs.next();

            // Cause a row change event to occur. This event causes the rowChanged method
            // in the listener object to get control.
            jrs.updateShort(1, (short)6);
            jrs.updateRow();

            // Finally, cause a RowSet change event to occur. This causes the
            // rowSetChanged method in the listener object to get control.
            jrs.execute();

            // When completed, close the RowSet.
            jrs.close();
        } catch (SQLException ex) {
            ex.printStackTrace();
        }
    }
}


/**
 * This is an example of a listener. This example prints messages that show
 * how control flow moves through the application and offers some
 * suggestions about what might be done if the application were fully implemented.
 */
class MyListener
implements RowSetListener {
    public void cursorMoved(RowSetEvent rse) {
        System.out.println("Event to do:  Cursor position changed.");
        System.out.println("  For the remote system, do nothing ");
        System.out.println("  when this event happened. The remote view of the data");
        System.out.println("  could be controlled separately from the local view.");
        try {
            DB2JdbcRowSet rs = (DB2JdbcRowSet) rse.getSource();
```

```
            System.out.println("row is " + rs.getRow() + ". ¥n¥n");
        } catch (SQLException e) {
            System.out.println("To do:  Properly handle possible problems.");
        }
    }

    public void rowChanged(RowSetEvent rse) {
        System.out.println("Event to do:  Row changed.");
        System.out.println("  Tell the remote system that a row has changed. Then,");
        System.out.println("  pass all the values only for that row to the  ");
        System.out.println("  remote system.");
        try {
            DB2JdbcRowSet rs = (DB2JdbcRowSet) rse.getSource();
            System.out.println("new values are " + rs.getShort(1) + ". ¥n¥n");
        } catch (SQLException e) {
              System.out.println("To do:  Properly handle possible problems.");
        }
    }

    public void rowSetChanged(RowSetEvent rse) {
        System.out.println("Event to do:  RowSet changed.");
        System.out.println("  If there is a remote RowSet already established, ");
        System.out.println("  tell the remote system that the values it ");
        System.out.println("  has should be thrown out. Then, pass all ");
        System.out.println("  the current values to it.¥n¥n");
    }
}
```

iSeries Java 開発キット (JDK) の JDBC ドライバーに関するパフォーマンス上のヒント

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) の JDBC ドライバーは、データベースを処理する高性能の Java インターフェースとして設計されています。ただし、最高のパフォーマンスを得るためには、 JDBC ドライバーが提供する能力を利用するようにアプリケーションを構築する必要があります。以下に挙げるヒントを適用すれば、JDBC プログラミングを効果的に行えるでしょう。ほとんどは、ネイティブ JDBC ドライバーに特有の情報ではありません。ですから、ここに示される指針に従って作成されたアプリケーションは、ネイティブ JDBC ドライバー以外の JDBC ドライバーと共に使用される場合でも高いパフォーマンスを示します。

- SELECT * SQL 照会を避ける (129ページ)
- getXXX(String) の代わりに getXXX(int) を使用する (130ページ)
- Java プリミティブ・タイプの getObject 呼び出しを避ける (130ページ)
- Statement よりも PreparedStatement を使用する (130ページ)
- 費用のかかる DatabaseMetaData 呼び出しを避ける (130ページ)
- アプリケーションに対して適切なコミット・レベルを使用する (130ページ)
- Unicode 形式でのデータの保管を考慮する (131ページ)
- ストアード・プロシージャーを使用する (131ページ)
- Numeric/Decimal の代わりに BigInt を使用する (131ページ)
- 必要がなくなった JDBC リソースを明示的にクローズする (131ページ)
- 接続プーリングを使用する (131ページ)
- PreparedStatement プーリングの使用を考慮する (132ページ)
- 効率的な SQL を使用する (132ページ)

SELECT * SQL 照会を避ける

SELECT * FROM... は、SQL の照会を記述する一般的な方法です。しかし、すべてのフィールドを照会する必要がない場合もよくあります。戻されるそれぞれの列ごとに、 JDBC ドライバーは、行をバインドして戻す余分の作業をしなければなりません。アプリケーションが特定の列を使用しない場合でも、 JDBC ドライバーはその列を認識しなければならず、それを使用するためのスペースを予約しなければなりません。使用されない列がテーブル内にほとんどない場合、このことは重大なオーバーヘッドにはなりません。しかし、使用されない列が多数ある場合、このオーバーヘッドは重大となる可能性があります。これを解決するための良い方法は、アプリケーションと関係のある列を以下のように個々にリストすることです。

```
SELECT COL1, COL2, COL3 FROM...
```

getXXX(String) の代わりに getXXX(int) を使用する

ResultSet getXXX メソッドを使用する際に、列名をとるバージョンの代わりに数値をとるバージョンを使用します。数値定数の代わりに列名を使用できることは利点のように思えますが、データベース自体は列索引を処理する方法しか認識していません。したがって、列名をとる各 getXXX メソッドを呼び出す場合、それらメソッドのはデータベースに渡される前に JDBC ドライバーによって解決されなければなりません。 getXXX メソッドは通常、何度も実行されるループ内部で呼び出されるので、この小さなオーバーヘッドは急激に蓄積します。

Java プリミティブ・タイプの getObject 呼び出しを避ける

プリミティブ・タイプ (int、long、float など) 値をデータベースから取得するときは、プリミティブ・タイプ固有の get メソッド (getInt、getLong、getFloat) を使用する方が、 getObject を使用するより早く取得できます。 getObject 呼び出しは、プリミティブ・タイプに対して取得作業を行った後にオブジェクトを作成してユーザーに戻します。これは通常ループの中で行われますが、存続期間の短い無数のオブジェクトが作成される可能性があります。プリミティブ・コマンドの getObject を使用することには、ガーベッジ・コレクターが頻繁に活動化されてパフォーマンスが低下するという欠点があります。

Statement よりも PreparedStatement を使用する

何回も使用される SQL ステートメントを作成する場合、 Statement オブジェクトよりも PreparedStatement を使用する方がパフォーマンスが向上します。ステートメントを実行するたびに、 2 つのステップのプロセス、つまりステートメントが準備されてからステートメントが処理されます。 PreparedStatement を使用する際、そのステートメントの準備は、実行されるたびに行われるのではなく、構成されたときだけに行われます。 PreparedStatement の方が Statement よりも実行が速いことは知られていますが、プログラマーたちはこの利点をしばしば無視します。 PreparedStatement によるパフォーマンス向上を考えるなら、アプリケーションを設計する際、可能な場合にはいつも PreparedStatement を使用するのが賢明と言えます (PreparedStatement プーリング (132ページ)を参照してください)。

DatabaseMetaData 呼び出しを避ける

DatabaseMetaData 呼び出しの中には費用がかかるものがあることに注意してください。特に、getBestRowIdentifier、getCrossReference、getExportedKeys、および getImportedKeys メソッドは費用がかかる場合があります。一部の DataBaseMetaData 呼び出しには、システム・レベル・テーブルに対する複雑な結合条件が伴います。ただ便利だからという理由でそれらを使用せずに、その情報が必要な場合のみ使用してください。

アプリケーションに対して適切なコミット・レベルを使用する

JDBC は複数のコミット・レベルを提供しており、システム内で複数のトランザクションが互いにどのように影響しあうかはこれによって決まります (詳しくは、 トランザクションを参照してください)。デフォルトでは、最低のコミット・レベルが使用されます。つまり、トランザクションはコミット境界を介して互い

の作業の一部を知ることができます。これは、ある種のデータベース異常を生じさせる可能性があります。そのため、一部のプログラマーはコミット・レベルを上げて、そのような異常の発生を心配しなくてもよいようにしています。コミット・レベルを上げると、より粗い細分度のロックでのデータベースのハングを引き起こすことになることに注意してください。これは、システムで可能な並行度を制限するので、いくつかのアプリケーションのパフォーマンスが極度に低下します。そもそもアプリケーションの設計によって、ロック上の異常な状況は起きない場合もよくあります。行おうとしていることを時間を取って理解し、トランザクションの分離レベルを、安全に使用できる最低レベルまでに制限してください。

Unicode 形式でのデータの保管を考慮する

Java では、処理するすべての文字データ (String) が Unicode 形式でなければなりません。そのため、Unicode データを持たないテーブルはすべて、データベースにデータを挿入したりデータベースからデータを検索したりする際にデータを変換するため、 JDBC ドライバーを必要とします。テーブルがすでに Unicode 形式の場合、JDBC ドライバーはデータを変換する必要はないので、データベースのデータをより早く取り出すことができます。 Unicode 形式のデータは非 Java アプリケーションでは使用できないことがある、という点を理解しておく必要があります。なぜならそれらのアプリケーションは、Unicode を処理できないからです。また、文字データ以外の場合は、データの変換がないため、パフォーマンスが変わらないことも覚えておいてください。別の考慮事項として、Unicode 形式で保管されたデータは、単一バイトのデータと比べて 2 倍のスペースを使用します。ただし、何度も読み取られる文字列がたくさんある場合は、 Unicode 形式でデータを保管することでパフォーマンスが大きく向上する場合があります。

ストアード・プロシージャーを使用する

Java ではストアード・プロシージャーの使用がサポートされています。ストアード・プロシージャーは、JDBC ドライバーが動的 SQL の代わりに静的 SQL を実行できるようにすることによって、パフォーマンスを向上させることができます。ストアード・プロシージャーは、プログラムで実行する個々の SQL ステートメントごとには作成しないでください。ただし、可能な場合は、 SQL ステートメントのグループを実行するストアード・プロシージャーを作成してください。

Numeric または Decimal の代わりに BigInt を使用する

スケールが 0 である Numeric フィールドまたは Decimal フィールドを使用する代わりに、 BigInt データ・タイプを使用します。 BigInt は Java プリミティブ・タイプの Long に直接変換されますが、Numeric または Decimal データ・タイプは、 String オブジェクトまたは BigDecimal オブジェクトに変換されます。 Java プリミティブ・タイプの getObject 呼び出しを避ける (130ページ) で述べたように、プリミティブ・データ・タイプの使用は、オブジェクトの作成が必要なタイプの使用より望ましいと言えます。

必要がなくなった JDBC リソースを明示的にクローズする

ResultSets、Statements、および Connections は、必要がなくなったときにアプリケーションによって明示的にクローズする必要があります。これにより、リソースは最も効率的にクリーンアップされ、パフォーマンスを向上させることができます。さらに、データベース・リソースが明示的にクローズされないと、リソース・リークが生じたり、データベース・ロックの時間が必要以上に長くなったりします。これは、アプリケーション障害の発生や、アプリケーションでの並行性の減少につながる可能性があります。

接続プーリングを使用する

Connection プーリングは、各ユーザー要求で独自の Connection オブジェクトを作成する代わりに、複数のユーザーで JDBC Connection オブジェクトを再利用する戦略です。 Connection オブジェクトを作成するには費用がかかります。各ユーザーが新規のオブジェクトを作成する代わりに、パフォーマンスが重要なアプリケーションでオブジェクトのプールを共用する必要があります。多くの製品 (WebSphere など) は

Connection プーリング・サポートを提供しており、これは、ユーザーの側の少し余分な努力で使用できます。 Connection プーリング・サポートを持つ製品を使用しない場合や、プールの動作やパフォーマンスをよりよく制御するために独自のオブジェクトの作成を望む場合は、そのほうが合理的で容易でしょう。

PreparedStatement プーリングの使用を考慮する

Statement プーリングの動作は、 Connection プーリングの動作と類似しています。ただし、Connection を単にプールに入れる代わりに、 Connection および PreparedStatement を含むオブジェクトをプールに入れます。その後、そのオブジェクトを検索し、使用する特定のステートメントにアクセスします。これによりパフォーマンスは劇的に向上します。

効率的な SQL を使用する

JDBC は SQL に基づいて作成されているので、 SQL の効率を上げることは、JDBC の効率を上げることになります。したがって、照会を最適化したり、賢明に索引を選したりするなど、SQL の堅実な設計を成す側面は、 JDBC にとって益となります。

iSeries Java 開発キット (JDK) の DB2 SQLJ サポートを使用するデータベースへのアクセス

DB2 Structured Query Language for Java(TM) (SQLJ) サポートは、SQLJ ANSI 規格に基づいています。DB2 SQLJ サポートは、iSeries Java 開発キット (JDK) に含まれています。 DB2 SQLJ サポートによって、Java アプリケーションの組み込み SQL を作成、構築、および実行することができます。

iSeries Java 開発キット (JDK) に備わっている SQLJ サポートには SQLJ ランタイム・クラスが含まれていて、それは /QIBM/ProdData/Java400/ext/runtime.zip から入手できます。 SQLJ ランタイム・クラスに関する詳細は、www.oracle.com/technology/tech/java/sqlj_jdbc/htdocs/faq.html からの「Frequestnly Asked Questions」のランタイム API 資料を参照してください。

SQLJ のセットアップ

サーバー上の Java アプリケーションで SQLJ を使用するためには、まずサーバーで SQLJ を使用するための準備を行う必要があります。詳しくは、以下のページを参照してください。

SQLJ を使用するためのサーバーのセットアップ

SQLJ ツール

以下のツールも、iSeries Java 開発キット (JDK) に備わっている SQLJ サポートに含まれています。

- SQLJ 変換プログラムである `sqlj` は、組み込み SQL ステートメントを Java ソース・ステートメントに置き換えて、 SQLJ プログラム内に存在する SQLJ 操作に関する情報を含む一連のプロファイルを生成します。
- DB2 SQLJ プロファイル・カスタマイザーである `db2profc` は、生成されたプロファイルに格納された SQL ステートメントをプリコンパイルして、 DB2 データベース内にパッケージを生成します。
- DB2 SQLJ プロファイル・プリンターである `db2profp` は、 DB2 のカスタマイズ済みプロファイルの内容を通常のテキスト形式で印刷します。
- SQLJ プロファイル監査プログラム・インストーラーである `profdb` は、デバッグ・クラス監査プログラムをバイナリー・プロファイルの既存のセット内にインストール、およびアンインストールします。
- SQLJ プロファイル変換ツールである `profconv` は、一連のプロファイル・インスタンスを Java クラス形式に変換します。

注: これらのツールは、Qshell インタープリターで実行しなければなりません。

DB2 SQLJ の制約事項

SQLJ を使用して DB2 アプリケーションを作成する場合、以下の制約事項に注意してください。

- DB2 SQLJ サポートは、SQL ステートメントを発行するための標準 DB2 Universal Database 制約に従っています。
- DB2 SQLJ プロファイル・カスタマイザーを実行できるのは、ローカル・データベースへの接続に関連したプロファイル上だけです。
- SQLJ Reference Implementation では、JDK 1.1 以降が必要です。 Java Development Kit の複数のバージョンを実行することに関する詳細は、 複数の Java Development Kit (JDK) のサポートを参照してください。

SQL を Java アプリケーション内で使用することについての情報は、 SQL ステートメントを Java アプリケーションに組み込む およびSQLJ プログラムのコンパイルおよび実行を参照してください。

Structured Query Language for Java のプロファイル

プロファイルは、SQLJ ソース・ファイルを変換するときに、 SQLJ 変換プログラム sqlj によって生成されます。プロファイルは、一連のバイナリー・ファイルです。そのため、これらのファイルには .ser 拡張子があります。これらのファイルには、関連した SQLJ ソース・ファイルからの SQL ステートメントが含まれます。

SQLJ ソース・コードからプロファイルを生成するには、 SQLJ 変換プログラム、sqlj を .sqlj ファイル上で実行します。

詳しくは、SQLJ プログラムのコンパイルおよび実行を参照してください。

Structured Query Language for Java (SQLJ) 変換プログラム (sqlj)

SQLJ 変換プログラム、sqlj は、 SQLJ プログラム内で見つかった SQL 操作に関する情報を含む一連のプロファイルを生成します。 SQLJ 変換プログラムは、 /QIBM/ProdData/Java400/ext/translator.zip ファイルを使用します。

sqlj コマンド行オプションに関する詳細は、www.oracle.com/technology/tech/java/sqlj_jdbc/htdocs/faq.html

 からのインプリメンテーションの「SQLJ Frequently Asked Questions」を参照してください。

DB2 SQLJ プロファイル・カスタマイザー、db2profc を使用するプロファイル内での SQL ステートメントのプリコンパイル

DB2 SQLJ プロファイル・カスタマイザー、db2profc を使用して、 Java(TM) アプリケーションがデータベース内でより効率的に作動するようにすることができます。

DB2 SQLJ プロファイル・カスタマイザーは、以下の事柄を行います。

- プロファイル内に格納された SQL ステートメントをプリコンパイルして、 DB2 データベース内にパッケージを生成する。
- 作成されたパッケージ内の関連したステートメントを参照する SQL ステートメントを置き換えることにより、 SQLJ プロファイルをカスタマイズする。

プロファイル内の SQL ステートメントをプリコンパイルするためには、 Qshell コマンド・プロンプトに以下を入力します。

```
db2profc MyClass_SJProfile0.ser
```

ここで、*MyClass_SJProfile0.ser* はプリコンパイルしたいプロファイルの名前です。

DB2 SQLJ プロファイル・カスタマイザーの使用法および構文

db2profc[*options*] <*SQLJ_profile_name*>

ここで、*SQLJ_profile_name* は印刷するプロファイル名、 *options* は使用したいオプションのリストです。

db2profp で使用可能なオプションは、以下のとおりです。

- -URL=<*JDBC_URL*>
- -user=<*username*>
- -password=<*password*>
- -package=<*library_name/package_name*>
- -commitctrl=<*commitment_control*>
- -datefmt=<*date_format*>
- -datesep=<*date_separator*>
- -timefmt=<*time_format*>
- -timesep=<*time_separator*>
- -decimalpt=<*decimal_point*>
- -stmtCCSID=<*CCSID*>
- -sorttbl=<*library_name/sort_sequence_table_name*>
- -langID=<*language_identifier*>

以下は、これらのオプションに関する説明です。

-URL=<*JDBC_URL*>
ここで、*JDBC_URL* は JDBC 接続の URL です。 URL の構文は、次のとおりです。

```
"jdbc:db2:systemName"
```

詳しくは、 iSeries Java 開発キット (JDK) の JDBC ドライバーを使用して iSeries データベースにアクセスするを参照してください。

-user=<*username*>
ここで、*username* はユーザー名です。デフォルト値は、ローカル接続にサインオンした現行ユーザーのユーザー ID です。

-password=<*password*>
ここで、*password* はパスワードです。デフォルト値は、ローカル接続にサインオンした現行ユーザーのパスワードです。

-package=<*library name/package name*>
ここで、*library name* はパッケージを入れるライブラリー、 *package name* は生成されるパッケージの名前です。デフォルトのライブラリー名は、QUSRSYS です。デフォルトのパッケージ名は、プロファイルの名前から生成されます。パッケージ名の最大長は、10 文字です。 SQLJ プロファイル名は常に 10 文字よりも長いので、作成されるデフォルトのパッケージ名はプロファイル名とは異なるものとなります。デフォルトのパッケージ名は、プロファイル名の最初の数文字とプロファイル・キー番号とを連結して作成されます。プロファイル・キー番号が 10 文字を超える長さである場合、プロファイル・キー番号の最後の 10 文字がデフォルトのパッケージ名に使用されます。たとえば、以下の図表は一部のプロファイル名とデフォルトのパッケージ名とを示していま

す。

プロファイル名	デフォルトのパッケージ名
App_SJProfile0	App_SJPro0
App_SJProfile01234	App_S01234
App_SJProfile012345678	A012345678
App_SJProfile01234567891	1234567891

-commitctrl=<*commitment_control***>**

ここで、*commitment_control* は必要なコミットメント制御のレベルです。コミットメント制御は、以下の文字値の 1 つを持つことができます。

値	定義
C	*CHG。ダーティー・リード、繰り返し不可の読み取り、およびファントム・リードが可能。
S	*CS。ダーティー・リードは不可。繰り返し不可の読み取り、およびファントム・リードは可能。
A	*ALL。ダーティー・リードおよび繰り返し不可の読み取りは不可。ファントム・リードは可能。
N	*NONE。ダーティー・リード、繰り返し不可の読み取り、およびファントム・リードは不可。これはデフォルトです。

-datefmt=<*date_format***>**

ここで、*date_format* は使用したい日付形式のタイプです。日付形式には、以下の値の 1 つを指定できます。

値	定義
USA	IBM USA 標準規格 (mm.dd.yyyy, hh:mm a.m., hh:mm p.m.)
ISO	国際標準化機構 (yyyy-mm-dd, hh.mm.ss)。これがデフォルトです。
EUR	IBM 欧州標準規格 (dd.mm.yyyy, hh.mm.ss)
JIS	日本工業規格 (JIS) 西暦 (yyyy-mm-dd, hh:mm:ss)
MDY	月/日/年 (mm/d/yy)
DMY	日/月/年 (dd/mm/yy)
YMD	年/月/日 (yy/mm/dd)
JUL	ユリウス暦 (yy/ddd)

日付形式は、日付の結果の欄にアクセスするときに使用されます。すべての出力日付フィールドは、指定した形式で戻されます。入力日付ストリングでは、日付が有効な形式で指定されたかどうかを判別するために指定値が使用されます。デフォルト値は ISO です。

-datesep=<*date_separator***>**

ここで、*date_separator* は使用したい区切り記号のタイプです。日付区切り記号は、日付の結果の欄にアクセスするときに使用されます。区切り記号には、以下の値の 1 つを使用できます。

値	定義
/	スラッシュが使用される。
.	ピリオドが使用される。
,	コンマが使用される。
-	ダッシュが使用される。これはデフォルトです。
ブランク	スペースが使用される。

-timefmt=<*time_format***>**

ここで、*time_format* は時刻フィールドの表示に使用したい形式です。時刻形式は、時刻の結果の欄にアクセスするときに使用されます。入力時刻ストリングでは、時刻が有効な形式で指定されたかどうかを判別するために指定値が使用されます。時刻形式には、以下の値の 1 つを指定できます。

値	定義
USA	IBM USA 標準規格 (mm.dd.yyyy, hh:mm a.m., hh:mm p.m.)
ISO	国際標準化機構 (yyyy-mm-dd, hh.mm.ss)。これがデフォルトです。
EUR	IBM 欧州標準規格 (dd.mm.yyyy, hh.mm.ss)
JIS	日本工業規格 (JIS) 西暦 (yyyy-mm-dd, hh:mm:ss)
HMS	時/分/秒 (hh:mm:ss)

-timesep=<*time_separator***>**

ここで、 *time_separator* は時刻の結果の欄にアクセスするときに使用したい文字です。時刻区切り記号には、以下の値の 1 つを指定できます。

値	定義
:	コロンが使用される。
.	ピリオドが使用される。これはデフォルトです。
,	コンマが使用される。
ブランク	スペースが使用される。

-decimalpt=<*decimal_point***>**

ここで、*decimal_point* は使用したい小数点です。小数点は、SQL ステートメント内で数値定数に使用されます。小数点には、以下の値の 1 つを指定できます。

値	定義
.	ピリオドが使用される。これはデフォルトです。
,	コンマが使用される。

-stmtCCSID=<*CCSID***>**

ここで、*CCSID* はパッケージ内に備わっている SQL ステートメントのためのコード化文字セット ID です。カスタマイズ時間中のジョブの値がデフォルト値となります。

-sorttbl=<*library_name/sort_sequence_table_name***>**

ここで、 *library_name/sort_sequence_table_name* は使用したい分類順序テーブルのロケーションおよびテーブル名です。分類順序テーブルは、SQL ステートメント内でストリングを比較するために

使用されます。ライブラリー名および分類順序テーブル名は、それぞれ 10 文字の制限があります。デフォルト値は、カスタマイズ時間中のジョブから取得されます。

-langID=<*language_identifier***>**
ここで、*language identifier* は使用したい言語 ID です。言語 ID のデフォルト値は、カスタマイズ時間中の現行ジョブから取得されます。言語 ID は、分類順序テーブルと一緒に使用します。

これらのフィールドのいずれかに関するより詳細な情報は、 DB2 for iSeries SQL プログラミング 概念


を参照してください。

DB2 SQLJ プロファイル (db2profp および profp) の内容の印刷

DB2 SQLJ プロファイル・プリンター である db2profp は、DB2 のカスタマイズ済みプロファイルの内容を通常のテキスト形式で印刷します。プロファイル・プリンター、profp は、 SQLJ 変換プログラムによって生成されたプロファイルの内容を通常のテキスト形式で印刷します。

SQLJ 変換プログラムによって生成されたプロファイルの内容を通常のテキスト形式で印刷するには、以下のように profp ユーティリティーを使用します。

```
profp MyClass_SJProfile0.ser
```

ここで、*MyClass_SJProfile0.ser* は印刷したいプロファイルの名前です。

プロファイルの DB2 カスタマイズ済みバージョンの内容を通常のテキスト形式で印刷するには、以下のように db2profp ユーティリティーを使用します。

```
db2profp MyClass_SJProfile0.ser
```

ここで、*MyClass_SJProfile0.ser* は印刷したいプロファイルの名前です。

注: db2profp をカスタマイズしていないプロファイルに実行すると、プロファイルがカスタマイズされていないことが通知されます。 profp をカスタマイズ済みプロファイルに実行すると、カスタマイズされていないプロファイルの内容が表示されます。

DB2 SQLJ プロファイル・プリンターの使用法および構文

```
db2profp [options] <SQLJ_profile_name>
```

ここで、*SQLJ_profile_name* は印刷するプロファイル名、 *options* は使用したいオプションのリストです。

db2profp で使用可能なオプションは、以下のとおりです。

-URL=<*JDBC_URL***>**
ここで、*JDBC_URL* は接続したい URL です。詳しくは、 iSeries Java 開発キット (JDK) の JDBC ドライバーを使用して iSeries データベースにアクセスするを参照してください。

-user=<*username***>**
ここで、*username* はユーザー・プロファイル内のユーザー名です。

-password=<*password***>**
ここで、*password* はユーザー・プロファイルのパスワードです。

SQLJ プロファイル監査プログラム・インストーラー (profdb)

SQLJ プロファイル監査プログラム・インストーラー (profdb) は、デバッグ・クラス監査プログラムをインストール、およびアンインストールします。デバッグ・クラス監査プログラムは、バイナリー・プロファイルの既存のセットにインストールされます。デバッグ・クラス監査プログラムがインストールされた後

は、アプリケーションの実行時間中に呼び出されるすべての RTStatement および RTResultSet 呼び出しがログに記録されます。それらはファイルまたは標準出力にログ記録することができます。その後、ログを検査してアプリケーションの動作の検証、およびエラーのトレースを行うことができます。実行時の基礎となる RTStatement および RTResultSetcall インターフェースに対する呼び出しだけが監査されることに注意してください。

デバッグ・クラス監査プログラムをインストールするには、 Qshell コマンド・プロンプトに以下を入力します。

```
profdb MyClass_SJProfile0.ser
```

ここで、*MyClass_SJProfile0.ser* は SQLJ 変換プログラムによって生成されたプロファイルの名前です。

デバッグ・クラス監査プログラムをアンインストールするには、 Qshell コマンド・プロンプトに以下を入力します。

```
profdb -Cuninstall MyClass_SJProfile.ser
```

ここで、*MyClass_SJProfile0.ser* は SQLJ 変換プログラムによって生成されたプロファイルの名前です。

profdb コマンド行オプションに関する詳細は、「SQLJ Frequestnly Asked Questions」  を参照してください。

SQLJ プロファイル変換ツール (profconv) を使用して、 一連のプロファイル・インスタンスを Java クラス形式に変換する

SQLJ プロファイル変換ツール (profconv) は、一連のプロファイル・インスタンスを Java(TM) クラス形式に変換します。一部のブラウザーはアプレットに関連したリソース・ファイルから一連のオブジェクトをロードすることをサポートしていないため、 profconv ツールが必要になります。 profconv ユーティリティーを実行して、変換を行います。

profconv ユーティリティーを実行するには、Qshell コマンド行に以下を入力します。

```
profconv MyApp_SJProfile0.ser
```

ここで、*MyApp_SJProfile0.ser* は変換したいプロファイル・インスタンスの名前です。

`profconv` ツールは、`sqlj -ser2class` を起動します。コマンド行オプションについては、sqljを参照してください。

SQL ステートメントを Java アプリケーションに組み込む

SQLJ 内の静的 SQL ステートメントは、SQLJ 文節に含まれています。 SQLJ 文節は、`#sql` で開始して、セミコロン (;) 文字で終了します。

Java(TM) アプリケーション内に SQLJ 文節を作成する前に、以下のパッケージをインポートしてください。

- import java.sql.*;
- import sqlj.runtime.*;
- import sqlj.runtime.ref.*;

最も簡単な SQLJ 文節は、処理できる文節であり、トークン `#sql` およびそれに続く中括弧で囲まれた SQL ステートメントで構成されます。たとえば、以下の SQLJ 文節は Java ステートメントが適正に存在できる位置であればどこにでも存在できます。

```
#sql { DELETE FROM TAB };
```

上記の例は、TAB という名前のすべての行を削除します。

注: SQLJ アプリケーションのコンパイルおよび実行に関して詳しくは、 SQLJ プログラムのコンパイルおよび実行を参照してください。

SQLJ プロセス文節で中括弧の内側にあるトークンは、 SQL トークンまたはホスト変数です。すべてのホスト変数は、コロン (:) 文字によって識別されます。 SQL トークンが SQLJ プロセス文節の中括弧外側に存在することはありません。たとえば、以下の Java メソッドは引き数を SQL テーブルに挿入します。

```
public void insertIntoTAB1 (int x, String y, float z) throws SQLException
{
    #sql { INSERT INTO TAB1 VALUES (:x, :y, :z) };
}
```

メソッド本体は、ホスト変数 x、y、および z を含む SQLJ プロセス文節で構成されます。 SQLJ 内のホスト変数を参照してください。

一般に、SQL トークンは大文字小文字を区別しない (二重引用符で囲まれた ID を除く) ので、大文字、小文字、またはそれらの混合による記述が可能です。しかし、*Java* トークンは大文字小文字を区別します。例の中で明白にするために、大文字小文字を区別しない SQL トークンは大文字で示し、 Java トークンは小文字または大文字小文字混合で示します。このトピックを通して、小文字の `null` は Java ″null″ 値を表すために使用され、大文字の `NULL` は SQL ″null″ 値を表すために使用されます。

以下のタイプの SQL 構成が、 SQLJ プログラム内に存在することがあります。

- 照会
  SELECT ステートメントおよび式など。
- SQL データ変更ステートメント (DML)
  INSERT、UPDATE、DELETE、など。
- データ・ステートメント。
  FETCH、SELECT..INTO、など。
- トランザクション制御ステートメント
  COMMIT、ROLLBACK、など。
- データ定義言語 (DDL、スキーマ操作言語とも呼ばれる) ステートメント
  CREATE、DROP、ALTER、など。
- ストアード・プロシージャーへの呼び出し
  CALL MYPROC(:x, :y, :z) など
- 保管機能の呼び出し
  VALUES(MYFUN(:x)) など

組み込み SQL の例については、 例: SQL ステートメントを Java アプリケーションに組み込むを参照してください。

Structured Query Language for Java 内のホスト変数: 組み込み SQL ステートメントへの引き数は、ホスト変数を介して渡されます。ホスト変数は、ホスト言語による変数であり、SQL ステートメントに含めることができます。ホスト変数は、以下に示す 3 つまでの部分から構成されます。

- コロン (:) 接頭部。
- パラメーター、変数、またはフィールドの Java ID である、 Java(TM) ホスト変数。
- 任意指定のパラメーター・モード ID。

このモード ID には、以下の 1 つを使用できます。

IN、OUT、または INOUT。

Java ID を評価しても Java プログラムには副次作用がありません。そのためそれは、SQLJ 文節を置き換えるために生成された Java コード内に何回も出現することがあります。

以下の QUERY にはホスト変数 :x が含まれています。このホスト変数は、照会を含むスコープ内で可視の Java 変数、フィールド、またはパラメーター x です。

```
SELECT COL1, COL2 FROM TABLE1 WHERE :x > COL3
```

SQLJ プログラムのコンパイルおよび実行

Java(TM) プログラムに組み込み SQLJ ステートメントがある場合、それをコンパイルおよび実行するためには特別の手順に従う必要があります。

1. SQLJ を使用するためのサーバーのセットアップを行います。
2. SQLJ 変換プログラム、 sqlj を Java ソース・コード上で組み込み SQL と共に使用して、 Java ソース・コードおよび関連したプロファイルを生成します。接続ごとに、1 つのプロファイルが生成されます。

   たとえば、以下のコマンドを入力します。

   ```
   sqlj MyClass.sqlj
   ```

   ここで、*MyClass.sqlj* は SQLJ ファイルの名前です。

   この例では、SQLJ 変換プログラムは MyClass.java ソース・コード・ファイル、および関連したプロファイルを生成します。関連したプロファイルの名前は、MyClass_SJProfile0.ser、MyClass_SJProfile1.ser、MyClass_SJProfile2.ser、以下同様となります。

   注: SQLJ 変換プログラムは、 -compile=false 文節によってコンパイル・オプションを明示的にオフにしなければ、変換済み Java ソース・コードを自動的にコンパイルしてクラス・ファイルを生成します。
3. SQLJ プロファイル・カスタマイザー・ツール、 db2profc を使用して、DB2 SQLJ Customizers を生成されたプロファイルにインストールして、 DB2 パッケージをローカル・システム上に作成します。

   たとえば、以下のコマンドを入力します。

   ```
   db2profc MyClass_SJProfile0.ser
   ```

   ここで、 *MyClass_SJProfile0.ser* は DB2 SQLJ Customizer が実行されるプロファイルの名前です。

   注: この手順はオプションですが、実行時パフォーマンスを向上させるために勧められています。
4. Java クラス・ファイルを他の Java クラス・ファイルと同じ方法で実行します。

   たとえば、以下のコマンドを入力します。

   ```
   java MyClass
   ```

   ここで、*MyClass* は Java クラス・ファイルの名前です。

Java SQL ルーチン

iSeries サーバーには、 SQL ステートメントおよびプログラムから Java(TM) プログラムにアクセスできる機能が備わっています。これは、Java ストアード・プロシージャーおよび Java ユーザー定義関数 (UDF)

を使用して行います。 iSeries サーバーは、Java ストアード・プロシージャーおよび Java UDF を呼び出すための、 DB2 と SQLJ の両方の規則をサポートしています。 Java ストアード・プロシージャーと Java UDF は両方とも、 JAR ファイルに保管されている Java クラスを使用できます。 iSeries サーバーは、JAR ファイルをデータベースに登録するために、 *SQLJ Part 1* 規格で定義されたストアード・プロシージャーを使用します。

SQL ステートメントおよびプログラムから Java アプリケーションにアクセスするには、以下を参照してください。

Java SQL ルーチンの使用
Java SQL ルーチンを使用するには、以下のステップを実行します。

- SQLJ を使用可能にする。
- ルーチン用の Java メソッドを作成する。
- Java クラスをコンパイルする。
- データベースによって使用される Java 仮想マシンが、コンパイル済みクラスを使用できるようにする。
- ルーチンをデータベースに登録する。
- Java SQL プロシージャーを使用する。

Java ストアード・プロシージャー
ストアード・プロシージャーを作成するために Java を使用する場合は、以下のパラメーター引き渡しスタイルを使用できます。

- JAVA パラメーター・スタイル
- DB2GENERAL パラメーター・スタイル

Java ユーザー定義スカラー関数
Java スカラー関数は、Java プログラムから 1 つの値をデータベースに戻します。 Java ストアード・プロシージャーのように、Java スカラー関数は、Java と DB2GENERAL という 2 つのパラメーター・スタイルのいずれかを使用します。

Java ユーザー定義テーブル関数
DB2 は、テーブルを戻す機能を関数に提供します。この機能は、データベースの外部からデータベースにテーブル形式で情報を公開するのに役立ちます。

JAR ファイルを操作する SQLJ プロシージャー
Java ストアード・プロシージャーと Java UDF は両方とも、 Java JAR ファイルに保管されている Java クラスを使用できます。 JAR ファイルを操作する SQLJ プロシージャーに関する以下の情報を見つけます。

- SQLJ.INSTALL_JAR
- SQLJ.REMOVE_JAR
- SQLJ.REPLACE_JAR
- SQLJ.UPDATEJARINFO
- SQLJ.RECOVERJAR

Java ストアード・プロシージャーおよび UDF 用のパラメーター引き渡し規則
Java ストアード・プロシージャーおよび UDF 内で、 SQL データ・タイプが表現される方法について説明されています。

Java SQL ルーチンの使用

Java(TM) プログラムには、 SQL ステートメントおよびプログラムからアクセスできます。これは、Java ストアード・プロシージャーおよび Java ユーザー定義関数 (UDF) を使用して行います。

Java SQL ルーチンを使用するには、以下の操作を行ってください。

1. SQLJ を使用可能にする。

   Java SQL ルーチンはどれも SQLJ を使用する可能性があるので、 Java 2 Software Development Kit (J2SDK) の実行時には、 SQLJ ランタイム・サポートを常に使用可能にしておいてください。 J2SDK で SQLJ のランタイム・サポートを使用可能にするには、拡張ディレクトリーから SQLJ runtime.zip ファイルへのリンクを追加します。詳しくは、以下のページを参照してください。

   SQLJ を使用するためのサーバーのセットアップ
2. ルーチン用の Java メソッドを作成する。

   Java SQL ルーチンは、Java メソッドを SQL から処理します。このメソッドは、DB2(R) パラメーター引き渡し規則または SQLJ パラメーター引き渡し規則を使用して作成する必要があります。 Java SQL ルーチンで使用されるメソッドのコーディング方法の詳細については、 Java ストアード・プロシージャー、 Java ユーザー定義スカラー関数、およびJava ユーザー定義テーブル関数を参照してください。
3. Java クラスをコンパイルする。

   Java パラメーター・スタイルを使用して作成された Java SQL ルーチンは、追加のセットアップなしでコンパイルできます。ただし、DB2GENERAL パラメーター・スタイルを使用した Java SQL ルーチンの場合は、 com.ibm.db2.app.UDF クラスまたは com.ibm.db2.app.StoredProc クラスを拡張する必要があります。これらのクラスは、/QIBM/ProdData/Java400/ext/db2routines_classes.jar という JAR ファイルに入っています。これらのルーチンをコンパイルするために javac を使用する場合は、この JAR ファイルが CLASSPATH の中になければなりません。たとえば、次のコマンドは、 DB2GENERAL パラメーター・スタイルを使用するルーチンが入った Java ソース・ファイルをコンパイルします。

   ```
   javac -DCLASSPATH=/QIBM/ProdData/Java400/ext/db2routines_classes.jar
   source.java
   ```
4. データベースによって使用される JVM が、コンパイル済みクラスを使用できるようにする。

   データベース Java 仮想マシン (JVM) によって使用されるユーザー定義クラスは、/QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function ディレクトリーか、データベースに登録されている JAR ファイルに置くことができます。

   /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function は、/sqllib/function の iSeries に相当します。このディレクトリーは、DB2 UDB が、他のプラットフォーム上で Java ストアード・プロシージャーと Java UDF を保管する場所です。クラスが Java パッケージの一部である場合は、クラスは適切なサブディレクトリーになければなりません。たとえば、runit クラスが foo.bar パッケージの一部として作成される場合、ファイル runnit.class は統合ファイル・システムの /QIBM/ProdData/OS400/SQLLib/Function/foo/bar というディレクトリーになければなりません。

   クラス・ファイルは、データベースに登録されている JAR ファイルに置くこともできます。 JAR ファイルは、SQLJ.INSTALL_JAR ストアード・プロシージャーを使用して登録します。このストアード・プロシージャーは、JAR ID を JAR ファイルに割り当てるために使用されます。この JAR ID は、クラス・ファイルが存在する JAR ファイルを識別するために使用されます。 SQLJ.INSTALL_JAR と、JAR ファイルを操作するための他のストアード・プロシージャーの詳細については、 JAR ファイルを操作する SQLJ プロシージャーを参照してください。

5. ルーチンをデータベースに登録する。

   Java SQL ルーチンは、 CREATE PROCEDURE および CREATE FUNCTION SQL ステートメントを使用してデータベースに登録します。これらのステートメントには、以下の要素が含まれます。

   CREATE キーワード
   Java SQL ルーチンを作成するための SQL ステートメントは、 CREATE PROCEDURE または CREATE STATEMENT で始まります。

   ルーチンの名前
   次いで、SQL ステートメントは、データベースに認識されているルーチンの名前を識別します。これは、SQL から Java ルーチンにアクセスするために使用される名前です。

   パラメーターおよび戻り値
   次いで、SQL ステートメントは、 Java ルーチン用のパラメーターおよび戻り値 (該当する場合) を識別します。

   LANGUAGE JAVA
   SQL ステートメントは、ルーチンが Java で作成されたことを示すために、キーワード LANGUAGE JAVA を使用します。

   PARAMETER STYLE KEYWORDS
   次いで、SQL ステートメントは、キーワード PARAMETER STYLE JAVA または PARAMETER STYLE DB2GENERAL を使用して、パラメーター・スタイルを識別します。

   外部名 次いで、SQL ステートメントは、Java SQL ルーチンとして処理される Java メソッドを識別します。外部名の形式は、以下のどちらかになります。

   - メソッドが /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function ディレクトリーの下のクラス・ファイルに存在する場合、メソッドは *classname.methodname* という形式で識別されます。ここで、*classname* はクラスの完全修飾名で、 *methodname* はメソッドの名前です。
   - メソッドがデータベースに登録されている JAR ファイルに存在する場合、メソッドは *jarid*:*classname.methodname* という形式で識別されます。ここで、*jarid* は登録されている JAR ファイルの JAR ID、 *classname* はクラスの名前、*methodname* はメソッドの名前です。

   iSeries ナビゲーターを使用して、 Java パラメーター・スタイルを使用するストアード・プロシージャーまたはユーザー定義関数を作成することができます。

6. Java プロシージャーを使用する。

   Java ストアード・プロシージャーは、SQL CALL ステートメントを使用して呼び出します。 Java UDF は、別の SQL ステートメントの一部として呼び出される関数です。

Java ストアード・プロシージャー

Java(TM) を使用してストアード・プロシージャーを作成する場合、パラメーターを渡すスタイルを 2 つ使用できます。推奨されているスタイルは JAVA パラメーター・スタイル です。これは、SQLj (SQL ルーチンの標準) で指定されているパラメーター・スタイルに一致します。 2 番目のスタイルは DB2GENERAL です。これは、DB2(R) UDB によって定義されているパラメーター・スタイルです。パラメーター・スタイルでは、 Java ストアード・プロシージャーのコーディング時に使用しなければならない規則についても決定します。

さらに、 Java ストアード・プロシージャーに関するいくつかの制限も意識していなければなりません。

JAVA パラメーター・スタイル: JAVA パラメーター・スタイルを使用する Java(TM) ストアード・プロシージャーをコード化する場合、以下の規則に従わなければなりません。

- Java メソッドは public void static (インスタンスではない) メソッドである必要がある。
- Java メソッドのパラメーターは、SQL 互換タイプである必要がある。
- パラメーターがヌル互換タイプ (String など) の場合、Java メソッドは SQL NULL 値をテストできる。
- 出力パラメーターは、単一エレメント配列の使用により戻される。
- Java メソッドは getConnection メソッドを使って、現行データベースにアクセスできる。

JAVA パラメーター・スタイルを使用する Java ストアード・プロシージャーは、public static メソッドです。このクラスの中では、ストアード・プロシージャーはそのメソッド名とシグニチャーによって識別されます。ストアード・プロシージャーを呼び出すときは、シグニチャーは CREATE PROCEDURE ステートメントによって定義された変数タイプに基づいて、動的に生成されます。

ヌル値を許可する Java タイプでパラメーターが渡される場合、 Java メソッドは、そのパラメーターをヌルと比較して、入力パラメーターが SQL NULL かどうかを判別できます。

以下の Java タイプはヌル値をサポートしていません。

- short
- int
- long
- float
- double

ヌル値をサポートしていない Java タイプにヌル値が渡されると、エラー・コード -20205 で SQL 例外が戻されます。

出力パラメーターは、1 つのエレメントを含む配列として渡されます。 Java ストアード・プロシージャーは配列の最初のエレメントを設定して、出力パラメーターを設定できます。

組み込みアプリケーション・コンテキストへの接続には、以下の Java Database Connectivity (JDBC) 呼び出しを使用してアクセスされます。

```
connection=DriverManager.getConnection("jdbc:default:connection");
```

その後、この接続は JDBC API を使って SQL ステートメントを実行します。

以下に示すのは、1 つの入力と 2 つの出力を持った小さなストアード・プロシージャーです。これは与えられた SQL 照会を実行し、結果内の列の数と SQLSTATE の両方を戻します。

例: 1 つの入力と 2 つの出力を持つストアード・プロシージャー

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
package mystuff;

import java.sql.*;
public class sample2 {
  public static void donut(String query, int[] rowCount,
    String[] sqlstate) throws Exception {
  try {
    Connection c=DriverManager.getConnection("jdbc:default:connection");
    Statement s=c.createStatement();
```

```
       ResultSet r=s.executeQuery(query);
       int counter=0;
       while(r.next()){
         counter++;
       }
       r.close(); s.close();
       rowCount[0] = counter;
       }catch(SQLException x){
       sqlstate[0]= x.getSQLState();
      }
     }
    }
```

SQLj 標準では、JAVA パラメーター・スタイルを使用するルーチン内の ResultSet を戻すために、ResultSet を明示的に設定しなければなりません。 ResultSet を戻すプロシージャーが作成される場合、ResultSet パラメーターがパラメーター・リストの最後に追加されます。たとえば、以下のステートメントの場合、

```
CREATE PROCEDURE RETURNTWO()
DYNAMIC RESULT SETS 2
LANGUAGE JAVA
PARAMETER STYLE JAVA
EXTERNAL NAME 'javaClass!returnTwoResultSets'
```

シグニチャー `public static void returnTwoResultSets(ResultSet[] rs1, ResultSet[] rs2)` で Java メソッドを呼び出します。

ResultSet の出力パラメーターは、以下の例で示されているように、明示的に設定しなければなりません。DB2GENERAL スタイルのように、ResultSet および対応するステートメントをクローズしてはなりません。

例: 2 つの ResultSet を戻すストアード・プロシージャー

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
public class javaClass {
  /**
    * Java stored procedure, with JAVA style parameters,
    * that processes two predefined sentences
    * and returns two result sets
    *
    * @param ResultSet[] rs1    first ResultSet
    * @param ResultSet[] rs2    second ResultSet
    */
public static void returnTwoResultSets (ResultSet[] rs1, ResultSet[] rs2) throws Exception
{
  //get caller's connection to the database; inherited from StoredProc
  Connection con = DriverManager.getConnection("jdbc:default:connection");

  //define and process the first select statement
  Statement stmt1 = con.createStatement();
  String sql1 = "select value from table01 where index=1";
  rs1[0] = stmt1.executeQuery(sql1);

  //define and process the second select statement
  Statement stmt2 = con.createStatement();
  Stringsql2 = "select value from table01 where index=2";
  rs2[0] = stmt2.executeQuery(sql2);
  }
}
```

サーバーで、ResultSet の順序付けを判別するために、追加の ResultSet パラメーターが調べられることはありません。サーバー上の ResultSet は、オープンされた順序で戻されます。 SQLj 標準との互換性を確保するために、前述のように、オープンされる順序で結果が割り当てられなければなりません。

DB2GENERAL パラメーター・スタイル: DB2GENERAL パラメーター・スタイルを使った Java(TM) ストアード・プロシージャーをコーディングするときは、以下の規則に従う必要があります。

- Java ストアード・プロシージャーで定義されるクラスは、 Java com.ibm.db2.app.StoredProc クラスの *extend*、またはサブクラスである必要がある。
- Java メソッドは、public void インスタンス・メソッドである必要がある。
- Java メソッドのパラメーターは、SQL 互換タイプである必要がある。
- Java メソッドは、isNull メソッドを使って SQL NULL 値をテストすることができる。
- Java メソッドは、set メソッドを使って、明示的にパラメーターを設定および戻す必要がある。
- Java メソッドは getConnection メソッドを使って、現行データベースにアクセスできる。

Java ストアード・プロシージャーを含むクラスは、 com.ibm.db2.app.StoredProc を拡張したクラスである必要があります。 Java ストアード・プロシージャーは public インスタンス・メソッドです。このクラスの中では、ストアード・プロシージャーはそのメソッド名とシグニチャーによって識別されます。ストアード・プロシージャーを呼び出すときは、シグニチャーは CREATE PROCEDURE ステートメントによって定義された変数タイプに基づいて、動的に生成されます。

com.ibm.db2.app.StoredProc クラスは、isNull メソッドを提供しており、 Java メソッドは入力パラメーターが SQL NULL だった場合に判別できます。 com.ibm.db2.app.StoredProc クラスには、出力パラメーターを設定するための set...() メソッドも提供されています。出力パラメーターを設定するには、これらのメソッドを使用しなければなりません。出力パラメーターを設定しない場合は、出力パラメーターは SQL NULL 値を戻します。

com.ibm.db2.app.StoredProc クラスは、組み込みアプリケーション・コンテキストへの JDBC 接続をフェッチするための以下のルーチンを提供しています。組み込みアプリケーション・コンテキストへの接続は、以下の JDBC 呼び出しを使ってアクセスされます。

```
public Java.sql.Connection getConnection( )
```

その後、この接続は JDBC API を使って SQL ステートメントを実行します。

以下に示すのは、1 つの入力と 2 つの出力を持った小さなストアード・プロシージャーです。これは与えられた SQL 照会を処理し、結果内の行の数と SQLSTATE の両方を戻します。

例: 1 つの入力と 2 つの出力を持つストアード・プロシージャー

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
package mystuff;

import com.ibm.db2.app.*;
import java.sql.*;
public class sample2 extends StoredProc {
  public void donut(String query, int rowCount,
    String sqlstate) throws Exception {
  try {
    Statement s=getConnection().createStatement();
    ResultSet r=s.executeQuery(query);
    int counter=0;
    while(r.next()){
      counter++;
    }
```

```
        r.close(); s.close();
        set(2, counter);
        }catch(SQLException x){
        set(3, x.getSQLState());
        }
      }
    }
```

DB2GENERAL パラメーター・スタイルを使ったプロシージャー内の ResultSet を戻すには、プロシージャーの終了時に、ResultSet および応答するステートメントが開かれたままになっている必要があります。戻される ResultSet は、クライアント・アプリケーションによってクローズされる必要があります。複数の ResultSet が戻される場合は、ResultSet が開かれた順序で戻されます。たとえば、以下のストアード・プロシージャーは 2 つの ResultSet を戻します。

例: 2 つの ResultSet を戻すストアード・プロシージャー

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
public void returnTwoResultSets() throws Exception
{
  // get caller's connection to the database; inherited from StoredProc
  Connection con = getConnection ();
  Statement stmt1 = con.createStatement ();
  String sql1 = "select value from table01 where index=1";
  ResultSet rs1 = stmt1.executeQuery(sql1);
  Statement stmt2 = con.createStatement();
  String sql2 = "select value from table01 where index=2";
  ResultSet rs2 = stmt2.executeQuery(sql2);
}
```

Java ストアード・プロシージャーの制限: Java(TM) ストアード・プロシージャーには、以下の制限が適用されます。

- Java ストアード・プロシージャーは追加スレッドを作成できません。追加のスレッドを作成できるのは、ジョブがマルチスレッド可能な場合だけです。 SQL ストアード・プロシージャーを呼び出すジョブで、マルチスレッドが可能であるとは限らないので、 Java ストアード・プロシージャーは、追加スレッドを作成できません。
- Java クラス・ファイルにアクセスするために、借用権限を使用することはできません。
- Java ストアード・プロシージャーは、システムにインストールされている最新バージョンの Java Development Kit を常に使用します。
- Blob クラスと Clob クラスは java.sql パッケージと com.ibm.db2.app パッケージの両方にあるので、同一のプログラム中でこれらの両方のクラスを使用する場合は、プログラマーはこれらのクラスの名前全体を使用しなければならない。 com.ibm.db2.app 中の Blob クラスと Clob クラスが、ストアード・プロシージャーに渡されるパラメーターとして使用されていることを、プログラムが確認しなければなりません。
- Java ストアード・プロシージャーが作成される場合、システムはライブラリー内にサービス・プログラムを生成します。このサービス・プログラムは、プロシージャー定義を保管するのに使用されます。サービス・プログラムには、システムによって生成された名前が付けられています。この名前は、ストアード・プロシージャーを作成したジョブのジョブ・ログを調べることにより、取得できます。サービス・プログラムを保管してから復元すると、プロシージャー定義が復元されます。 Java ストアード・プロシージャーをシステム間で移動する場合は、 Java クラスが含まれる統合ファイル・システムに加えて、関数の定義が含まれるサービス・プログラムも移動する必要があります。

- Java ストアード・プロシージャーは、データベースへの接続に使用される、 JDBC 接続のプロパティー (たとえば、システムの命名など) を設定できません。事前取り出しが使用不可の場合を除き、デフォルトの JDBC 接続プロパティーが常に使用されます。

Java ユーザー定義スカラー関数

Java(TM) スカラー関数は、 Java プログラムからデータベースへ値を戻します。たとえば、2 つの数の合計を戻す、スカラー関数を作成できます。 Java ストアード・プロシージャーのように、Java スカラー関数は、 『パラメーター・スタイル Java』 と 149 ページの『パラメーター・スタイル DB2GENERAL』 という 2 つのパラメーター・スタイルのいずれかを使用します。 Java ユーザー定義関数 (UDF) をコード化する場合、 Java スカラー関数に関する制限に注意しなければなりません。

パラメーター・スタイル Java: Java パラメーター・スタイルは、 *SQLJ Part 1: SQL Routines* 標準で指定されているスタイルです。 Java UDF をコード化する場合、以下の規則を使用してください。

- Java メソッドは public static メソッドである必要がある。
- Java メソッドは SQL 互換タイプを戻す必要がある。この戻り値がこのメソッドの結果です。
- Java メソッドのパラメーターは SQL 互換タイプである必要がある。
- ヌル値が許可されている Java タイプの場合、Java メソッドは SQL NULL 値をテストすることができる。

たとえば、INTEGER を戻し、タイプ CHAR(5)、BLOB(10K)、および DATE の引き数を取る、sample!test3 という UDF の場合、DB2 では、 UDF の Java インプリメンテーションで以下のシグニチャーが必要です。

```
import com.ibm.db2.app.*;
public class sample {
   public static int test3(String arg1, Blob arg2, Date arg3) { ... }
}
```

Java メソッドのパラメーターは SQL 互換タイプでなければなりません。たとえば、UDF が SQL タイプ t1、t2、および t3 の引き数を取り、タイプ t4 を戻すように宣言されている場合、以下のように、必要な Java シグニチャーを持った Java メソッドとして呼び出されます。

```
public static T4 name (T1 a, T2 b, T3 c)  { .....}
```

ここで、各パラメーターは次のように定義されます。

- *name* はメソッド名
- T1 から T4 は、SQL タイプ t1 から t4 に対応する Java タイプ。
- *a*、*b*、および *c* は入力引き数用の任意の変数名。

SQL タイプと Java タイプの相互関連については、 ストアード・プロシージャーおよび UDF のパラメーター引き渡し規則を参照してください。

SQL NULL 値は、初期化されていない Java 変数として表現されます。これらの変数がオブジェクト・タイプの場合は、Java ヌル値を持ちます。 SQL NULL が int などの Java スカラー・データ・タイプに渡されると、例外条件が発生します。

Java パラメーター・スタイルを使っているときに Java UDF から結果を戻すには、単純にメソッドから結果を戻します。

```
{ ....
  return value;
}
```

UDF およびストアード・プロシージャーで使用される C モジュールと同様に、 Java UDF では Java 標準入出力ストリーム (System.in、System.out、および System.err) は使用できません。

パラメーター・スタイル DB2GENERAL: パラメーター・スタイル DB2GENERAL は Java UDF によって使用されます。このパラメーター・スタイルでは、戻り値は関数の最後のパラメーターとして渡され、com.ibm.db2.app.UDF クラスの *set* メソッドを使って設定される必要があります。

Java UDF をコーディングする際は、以下の規則に従う必要があります。

- Java UDF を含むクラス は、Java com.ibm.db2.app.UDF クラス の *extend*、またはサブクラスである必要がある。
- DB2GENERAL パラメーター・スタイルでは、 Java メソッドは public void インスタンス・メソッドである必要がある。
- Java メソッドのパラメーターは、SQL 互換タイプである必要がある。
- Java メソッドは、isNull メソッドを使って SQL NULL 値をテストすることができる。
- DB2GENERAL パラメーター・スタイルでは、Java メソッドは set() メソッドを使って、明示的にパラメーターを設定、および戻す必要がある。

Java UDF を含むクラスは、Java クラス com.ibm.db2.app.UDF を拡張する必要があります。DB2GENERAL パラメーター・スタイルを使った Java UDF は、 Java クラスの void インスタンス・メソッドとなる必要があります。たとえば、INTEGER を戻し、CHAR(5)、BLOB(10K)、および DATE のタイプの引き数を取る sample!test3 という名前の UDF では、 DB2 はこの UDF の Java インプリメンテーションが次のシグニチャーを持っていることを期待します。

```
import com.ibm.db2.app.*;
public class sample extends UDF {
   public void test3(String arg1, Blob arg2, String arg3, int result) { ... }
}
```

Java メソッドのパラメーターは、SQL タイプでなければなりません。たとえば、SQL タイプ t1、t2、および t3 の引き数を取り、タイプ t4 を戻すものとして宣言された UDF は、次の Java シグニチャーを持った Java メソッドとして呼び出されます。

```
public void name (T1 a, T2 b, T3 c, T4 d)  { .....}
```

ここで、各パラメーターは次のように定義されます。

- *name* はメソッド名
- T1 から T4 は、SQL タイプ t1 から t4 に対応する Java タイプ。
- *a*、*b*、および *c* は入力引き数用の任意の変数名。
- *d* は、算出対象の UDF 結果を表す任意の変数名。

SQL タイプと Java タイプの相互関連については、 ストアード・プロシージャーおよび UDF のパラメーター引き渡し規則のセクションに記載されています。

SQL NULL 値は、初期化されていない Java 変数として表現されます。 Java 規則に従って、これらの変数は、プリミティブ・タイプの場合にはゼロの値を持ち、オブジェクト・タイプの場合には Java ヌルになります。 SQL NULL を通常のゼロと区別するために、入力引き数について isNull メソッドを呼び出すことができます。

```
{ ....
  if (isNull(1)) { /* argument #1 was a SQL NULL */ }
  else           { /* not NULL */ }
}
```

前述の例では、引き数の番号は 1 から始まります。 isNull() 関数は、それに続く他の関数と同様、com.ibm.db2.app.UDF クラスから継承します。 DB2GENERAL パラメーター・スタイルを使っているときに Java UDF から結果を戻すには、次のように、set() メソッドを UDF 内で使用します。

```
{ ....
  set(2, value);
}
```

ここで 2 は出力引き数の指標で、*value* は互換タイプのリテラルまたは変数です。引き数番号は、選択された出力の引き数リストの指標です。このセクションの最初の例では、int 結果変数に指標 4 が含まれています。 UDF が戻る前に設定されない出力引き数には NULL 値が入ります。

UDF およびストアード・プロシージャーで使用される C モジュールと同様に、 Java UDF では Java 標準入出力ストリーム (System.in、System.out、および System.err) は使用できません。

通常、DB2 は UDF を、照会の入力または ResultSet の各行に対して 1 回ずつ、何回も呼び出します。UDF の CREATE FUNCTION ステートメントで SCRATCHPAD が指定されている場合、 DB2 は、連続する UDF の呼び出しの間にいくらかの「継続性」が必要であると認識します。したがって、DB2GENERAL パラメーター・スタイルの機能の場合、 Java クラスのインプリメントのインスタンスは各呼び出しのたびには作成されず、一般にはステートメントごとの UDF 参照ごとに 1 回作成されます。しかし UDF に NO SCRATCHPAD が指定されている場合、クラス・コンストラクターの呼び出しによって、 UDF の呼び出しのたびに白紙のインスタンスが作成されます。

スクラッチパッドはすべての UDF の呼び出しの情報を保管するのに役立ちます。 Java UDF はインスタンス変数を使用するか、あるいは、スクラッチパッドを設定して、呼び出し間に継続性を持たせることができます。 Java UDF は com.ibm.db2.app.UDF で使用可能な getScratchPad および setScratchPad メソッドによってスクラッチパッドにアクセスします。 CREATE FUNCTION ステートメントに FINAL CALL オプションを指定している場合は、照会の終了で、オブジェクトの public void close() メソッドが呼び出されます (DB2GENERAL パラメーター・スタイルの関数の場合)。このメソッドを定義していないと、stub 関数がその後を引き継ぎ、イベントは無視されます。 com.ibm.db2.app.UDF クラスには、 DB2GENERAL パラメーター・スタイルの UDF で使用できる有用な変数とメソッドが含まれています。これらの変数とメソッドについては、以下の表で説明します。

変数およびメソッド	説明
public static final int SQLUDF_FIRST_CALL = -1; **public static final int SQLUDF_NORMAL_CALL = 0;** **public static final int SQLUDF_TF_FIRST = -2;** **public static final int SQLUDF_TF_OPEN = -1;** **public static final int SQLUDF_TF_FETCH = 0;** **public static final int SQLUDF_TF_CLOSE = 1;** **public static final int SQLUDF_TF_FINAL = 2;**	スカラー UDF の場合、これらは、呼び出しが最初の呼び出しか、通常の呼び出しかを判別するための定数です。テーブル UDF の場合は、呼び出しが、最初の呼び出し、オープン呼び出し、フェッチ呼び出し、クローズ呼び出し、あるいは最終呼び出しのいずれであるかを判別するための定数です。
public Connection getConnection();	このメソッドは、このストアード・プロシージャー呼び出しのための JDBC 接続ハンドルを取得し、呼び出し側アプリケーションのデータベースへの接続を表す JDBC オブジェクトを戻します。それは、C ストアード・プロシージャーにおけるヌルの SQLConnect() 呼び出しの結果に似ています。

変数およびメソッド	説明
public void close();	UDF が FINAL CALL オプションを指定して作成された場合、このメソッドは UDF 評価の終わりに、データベースにより呼び出されます。それは、C の UDF の場合の最終呼び出しに似ています。 Java UDF クラスがこのメソッドを実装していない場合には、このイベントは無視されます。
public boolean isNull(int i)	このメソッドは、与えられた指標の入力引き数が SQL NULL かどうかをテストします。
public void set(int i, short s); **public void set(int i, int j);** **public void set(int i, long j);** **public void set(int i, double d);** **public void set(int i, float f);** **public void set(int i, BigDecimal bigDecimal);** **public void set(int i, String string);** **public void set(int i, Blob blob);** **public void set(int i, Clob clob);** **public boolean needToSet(int i);**	このメソッドは、出力引き数を、与えられた値に設定します。次のような何らかの問題が生じると、例外が投じられます。 • UDF 呼び出しが進行していない。 • 指標が有効な出力引き数を参照していない。 • データ・タイプが一致していない。 • データ長が一致していない。 • コード・ページ変換のエラーが発生した。
public void setSQLstate(String string);	このメソッドは UDF により呼び出され、この呼び出しから SQLSTATE が戻されるように設定します。 string が SQLSTATE として許容外の場合は、例外がスローされます。ユーザーは SQLSTATE を外部プログラムで設定し、関数からエラーまたは警告が戻されるようにすることができます。この場合、SQLSTATE には以下のいずれかが入ります。 • '00000'。これは成功を示します。 • '01Hxx'。ここで、xx は任意の 2 桁の数または英大文字で、警告を示します。 • '38yxx'。ここで、y は 'I' から 'Z' の英大文字、 xx は任意の 2 桁の数または英大文字で、エラーを示します。
public void setSQLmessage(String string);	このメソッドは setSQLstate メソッドに類似しています。これは SQL メッセージ結果を設定します。 string が許容外 (たとえば 70 文字を超えている) の場合は、例外がスローされます。
public String getFunctionName();	このメソッドは、処理中の UDF の名前を戻します。
public String getSpecificName();	このメソッドは、処理中の UDF の特定名を戻します。
public byte[] getDBinfo();	このメソッドは、処理中の UDF についての未加工・未処理の DBINFO 構造を、バイト配列として戻します。 CREATE FUNCTION を使用し、DBINFO オプションを付けて、UDF を登録しておく必要があります。

変数およびメソッド	説明
public String getDBname(); **public String getDBauthid();** **public String getDBver_rel();** **public String getDBplatform();** **public String getDBapplid();** **public String getDBapplid();** **public String getDBtbschema();** **public String getDBtbname();** **public String getDBcolname();**	これらのメソッドは、処理中の UDF の DBINFO 構造から、該当するフィールドの値を戻します。 CREATE FUNCTION を使用し、DBINFO オプションを付けて、UDF を登録しておく必要があります。 getDBtbschema()、getDBtbname()、getDBcolname() の各メソッドは、UPDATE ステートメントの SET 文節の右辺にユーザー定義関数が指定されている場合のみ、意味のある情報を戻します。
public int getCCSID();	このメソッドは、ジョブの CCSID を戻します。
public byte[] getScratchpad();	このメソッドは、現在処理中の UDF のスクラッチパッドのコピーを戻します。まず、SCRATCHPAD オプションを付けて UDF を宣言する必要があります。
public void setScratchpad(byte ab[]);	このメソッドは、現在処理中の UDF のスクラッチパッドを、与えられたバイト配列の内容で上書きします。まず、SCRATCHPAD オプションを付けて UDF を宣言する必要があります。バイト配列は、getScratchpad() の戻りと同じサイズでなければなりません。
public int getCallType();	このメソッドは、現在行われている呼び出しのタイプを戻します。これらの値は、sqludf.h に定義されている C の値に対応しています。戻される可能性のある値は以下のとおりです。 • SQLUDF_FIRST_CALL • SQLUDF_NORMAL_CALL • SQLUDF_TF_FIRST • SQLUDF_TF_OPEN • SQLUDF_TF_FETCH • SQLUDF_TF_CLOSE • SQLUDF_TF_FINAL

Java ユーザー定義関数に関する制約事項: Java(TM) ユーザー定義関数 (UDF) には、以下の制約事項が適用されます。

- Java UDF が追加のスレッドを作成しないようにする必要がある。追加のスレッドを作成できるのは、ジョブがマルチスレッド可能な場合だけです。 SQL ストアード・プロシージャーを呼び出すジョブがマルチスレッド可能かどうかは保証できないので、 Java ストアード・プロシージャーは追加のスレッドを作成できません。
- データベースに定義する Java ストアード・プロシージャーの完全名は、279 文字に限定されている。この制限は EXTERNAL_NAME 列に基づきます。この列の最大幅は 279 文字です。
- 借用権限を使用して Java クラス・ファイルにアクセスできない。
- Java UDF は、システムにインストールされている最新バージョンの JDK を常に使用する。
- Blob クラスと Clob クラスは java.sql パッケージと com.ibm.db2.app パッケージの両方にあるので、同一のプログラム中でこれらの両方のクラスを使用する場合は、プログラマーはこれらのクラスの名前全体を使用しなければならない。 com.ibm.db2.app 中の Blob クラスと Clob クラスが、ストアード・プロシージャーに渡されるパラメーターとして使用されていることを、プログラムが確認しなければなりません。

- Java UDF を作成する際には、ソース関数の場合と同様に、ライブラリー中のサービス・プログラムを使用して関数の定義を格納する。サービス・プログラムの名前は、システムによって生成され、関数を作成したジョブのジョブ・ログ中にあります。このオブジェクトを保管してから別のシステムに復元すると、関数の定義も復元されます。 Java UDF をシステム間で移動する場合は、Java クラスが含まれる統合ファイル・システムに加えて、関数の定義が含まれるサービス・プログラムも移動する必要があります。
- データベースへの接続に使用する JDBC 接続のプロパティー (システムの命名など) を、 Java UDF で設定できない。事前取り出しが使用不可の場合を除き、デフォルトの JDBC 接続プロパティーが常に使用されます。

Java ユーザー定義テーブル関数: DB2 は、テーブルを戻す機能を関数に提供します。この機能は、データベースの外部からデータベースにテーブル形式で情報を公開するのに役立ちます。たとえば、Java ストアード・プロシージャーと Java UDF (テーブルとスカラーの両方) で使用される、 Java(TM) 仮想マシン (JVM) 中のプロパティー設定を公開するテーブルを作成できます。

SQLJ Part 1: SQL Routines 規格はテーブル関数をサポートしていません。したがって、テーブル関数を使用できるのは、パラメーター・スタイル DB2GENERAL を使用する場合だけです。

テーブル関数に対して 5 種類の呼び出しが行われます。以下の表にこれらの呼び出しが説明されています。以下の内容は、関数作成 SQL ステートメント上でスクラッチパッドが指定されていることを前提にしています。

スキャンする時点	NO FINAL CALL LANGUAGE JAVA SCRATCHPAD	FINAL CALL LANGUAGE JAVA SCRATCHPAD
テーブル関数を初めて OPEN する前	呼び出しなし	クラス・コンストラクターが呼び出されます (新しいスクラッチパッドを意味します)。 FIRST 呼び出しで UDF メソッドが呼び出されます。
毎回のテーブル関数の OPEN 時	クラス・コンストラクターが呼び出されます (新しいスクラッチパッドを意味します)。 OPEN 呼び出しで UDF メソッドが呼び出されます。	OPEN 呼び出しで UDF メソッドが呼び出されます。
毎回のテーブル関数データの新規行の FETCH 時	FETCH 呼び出しで UDF メソッドが呼び出されます。	FETCH 呼び出しで UDF メソッドが呼び出されます。
毎回のテーブル関数の CLOSE 時	CLOSE 呼び出しで UDF メソッドが呼び出されます。 close() メソッドがある場合は呼び出されます。	CLOSE 呼び出しで UDF メソッドが呼び出されます。
テーブル関数を最後に CLOSE した後	呼び出しなし	FINAL 呼び出しで UDF メソッドが呼び出されます。 close() メソッドがある場合は呼び出されます。

例: Java テーブル関数: Java ユーザー定義テーブル関数の実行時に JVM 中のどのプロパティー設定を使用するかを判別する、 Java テーブル関数の例を以下に示します。

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import com.ibm.db2.app.*;
import java.util.*;

public class JVMProperties extends UDF {
 Enumeration propertyNames;
```

```
Properties properties ;

public void dump (String property, String value) throws Exception
{
  int callType = getCallType();
  switch(callType) {
    case SQLUDF_TF_FIRST:
      break;
    case SQLUDF_TF_OPEN:
      properties = System.getProperties();
      propertyNames = properties.propertyNames();
      break;
    case SQLUDF_TF_FETCH:
      if (propertyNames.hasMoreElements()) {
          property = (String) propertyNames.nextElement();
          value = properties.getProperty(property);
          set(1, property);
          set(2, value);
      } else {
         setSQLstate("02000");
      }
      break;
    case SQLUDF_TF_CLOSE:
      break;
    case SQLUDF_TF_FINAL:
      break;
    default:
      throw new Exception("UNEXPECT call type of "+callType);
  }
 }
}
```

テーブル関数をコンパイルして、そのクラス・ファイルを /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function にコピーした後に、以下の SQL ステートメントを使用してその関数をデータベースに登録できます。

```
create function properties()
returns table (property varchar(500), value varchar(500))
external name 'JVMProperties.dump' language java
parameter style db2general fenced no sql
disallow parallel scratchpad
```

関数を登録した後で、SQL ステートメントの一部として使用できます。たとえば、以下の SELECT ステートメントは、テーブル関数によって生成されたテーブルを戻します。

```
SELECT * FROM TABLE(PROPERTIES())
```

JAR ファイルを操作する SQLJ プロシージャー

Java(TM) ストアード・プロシージャーと Java UDF は両方とも、 Java JAR ファイルに保管されている Java クラスを使用できます。 JAR ファイルを使用するには、*jar-id* を JAR ファイルに関連付ける必要があります。 *jar-ids* および JAR ファイルの操作を可能にする、 SQLJ スキーマによるストアード・プロシージャーが用意されています。それらのプロシージャーにより、JAR ファイルのインストール、置換、および除去が可能です。また、JAR ファイルに関連した SQL カタログの使用と更新を行う機能もあります。

詳しくは、以下のトピックを参照してください。

- SQLJ.INSTALL_JAR
- SQLJ.REMOVE_JAR
- SQLJ.REPLACE_JAR
- SQLJ.UPDATEJARINFO

- SQLJ.RECOVERJAR
- SQLJ.REFRESH_CLASSES

SQLJ.INSTALL_JAR: SQLJ.INSTALL_JAR ストアード・プロシージャーは、 JAR ファイルをデータベース・システム中にインストールします。後続の CREATE FUNCTION および CREATE PROCEDURE ステートメント中で、この JAR ファイルを使用できます。

権限: SYSJAROBJECTS および SYSJARCONTENTS カタログ・テーブルに関する以下の特権のうち 1 つ以上が、 CALL ステートメントの許可 ID で保持されていなければなりません。

- 以下のシステム権限:
  - テーブルに対する INSERT および SELECT 特権
  - ライブラリー QSYS2 に対するシステム権限 *EXECUTE
- 管理権限

以下の特権も、CALL ステートメントの許可 ID で保持されていなければなりません。

- *jar-url* パラメーターで指定されている、インストール対象の JAR ファイルに対する読み取り (*R) アクセス権。
- JAR ファイルのインストール・ディレクトリーに対する書き込み、実行、および読み取り (*RWX) アクセス権。このディレクトリーは /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function/jar/*schema* (*schema* は *jar-id* のスキーマ) です。

これらの権限には、借用権限を使用できません。

SQL 構文:

```
>>-CALL--SQLJ.INSTALL_JAR-- (--'jar-url'--,--'jar-id'--,--deploy--)-->

>-------------------------------------------------------------><
```

説明:

jar-url インストールまたは置換対象の JAR ファイルを含む URL。サポートされている URL スキームは 'file:' だけです。

jar-id *jar-url* によって指定されたファイルに関連した、データベース中の JAR ID。 *jar-id* には SQL 命名構文が使用され、 JAR ファイルは暗黙または明示の修飾子によって指定されたスキーマやライブラリーにインストールされます。

deploy 配置記述子ファイルの install_action の説明に使用される値。この整数がゼロ以外の値の場合は、install_jar プロシージャーの終了時に、配置記述子ファイルの install_actions が実行される必要があります。ゼロの値をサポートしているのは現行バージョンの DB2 UDB for iSeries だけです。

使用上の注意: JAR ファイルのインストール時に、 DB2 UDB for iSeries は SYSJAROBJECTS システム・カタログ中にその JAR ファイルを登録します。さらに、JAR ファイルから Java(TM) クラス・ファイルの名前を抽出し、個々のクラスを SYSJARCONTENTS システム・カタログ中に登録します。 DB2 UDB for iSeries は、 JAR ファイルを /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function ディレクトリーの jar/schema サブディレクトリーにコピーします。 DB2 UDB for iSeries は、 *jar-id* 文節で指定されている名前を新しい JAR ファイルのコピーに付けます。 DB2 UDB for iSeries によって /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function/jar のサブディレクトリーにインストールされた JAR ファイルには、変更を加えることができません。その代わりに、CALL SQLJ.REMOVE_JAR コマンドと CALL SQLJ.REPLACE_JAR SQL コマンドを使用して、インストールされている JAR ファイルを除去するか置き換える必要があります。

例: 以下のコマンドは、SQL 対話式セッションから発行されます。

```
CALL SQLJ.INSTALL_JAR('file:/home/db2inst/classes/Proc.jar' , 'myproc_jar', 0)
```

file:/home/db2inst/classes/ ディレクトリーにある Proc.jar ファイルは、 DB2 UDB for iSeries 中に myproc_jar という名前でインストールされます。 Procedure.jar ファイルを使用するそれ以降の SQL コマンドは、名前 myproc_jar を使用して参照します。

SQLJ.REMOVE_JAR: SQLJ.REMOVE_JAR ストアード・プロシージャーは、 JAR ファイルをデータベース・システムから除去します。

権限: SYSJARCONTENTS および SYSJAROBJECTS カタログ・テーブルに関する以下の特権のうち 1 つ以上が、 CALL ステートメントの許可 ID で保持されていなければなりません。

- 以下のシステム権限:
  - テーブルに対する SELECT および DELETE 特権
  - ライブラリー QSYS2 に対するシステム権限 *EXECUTE
- 管理権限

以下の特権も、CALL ステートメントの許可 ID で保持されていなければなりません。

- 除去される JAR ファイルに対する *OBJMGT 権限。この JAR ファイルの名前は /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function/jar/schema/jarfile になります。

この権限には、借用権限を使用できません。

構文:

```
>>-CALL--SQLJ.REMOVE_JAR--(--'jar-id'--,--undeploy--)----------><
```

説明:

jar-id データベースから除去される JAR ファイルの JAR ID。

undeploy
配置記述子ファイルの remove_action の説明に使用される値。この整数がゼロ以外の値の場合は、install_jar プロシージャーの終了時に、配置記述子ファイルの remove_actions が実行される必要があります。ゼロの値をサポートしているのは現行バージョンの DB2 UDB for iSeries だけです。

例: 以下のコマンドは、SQL 対話式セッションから発行されます。

```
CALL SQLJ.REMOVE_JAR('myProc_jar', 0)
```

JAR ファイル myProc_jar がデータベースから除去されます。

SQLJ.REPLACE_JAR: SQLJ.REPLACE_JAR ストアード・プロシージャーは、データベース・システム中の JAR ファイルを置換します。

権限: SYSJAROBJECTS および SYSJARCONTENTS カタログ・テーブルに関する以下の特権のうち 1 つ以上が、 CALL ステートメントの許可 ID で保持されていなければなりません。

- 以下のシステム権限:
  - テーブルに対する SELECT、INSERT、および DELETE 特権
  - ライブラリー QSYS2 に対するシステム権限 *EXECUTE
- 管理権限

以下の特権も、CALL ステートメントの許可 ID で保持されていなければなりません。

- *jar-url* パラメーターで指定されている、インストール対象の JAR ファイルに対する読み取り (*R) アクセス権。
- 除去される JAR ファイルに対する *OBJMGT 権限。この JAR ファイルの名前は /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function/jar/schema/jarfile になります。

これらの権限には、借用権限を使用できません。

構文:

```
>>-CALL--SQLJ.REPLACE_JAR--(--'jar-url'--,--'jar-id'--)--------><
```

説明:

jar-url 置換対象の JAR ファイルを含む URL。サポートされている URL スキームは 'file:' だけです。

jar-id *jar-url* によって指定されたファイルに関連した、データベース中の JAR ID。 *jar-id* には SQL 命名構文が使用され、 JAR ファイルは暗黙または明示の修飾子によって指定されたスキーマやライブラリーにインストールされます。

使用上の注意: SQLJ.REPLACE_JAR ストアード・プロシージャーは、以前に SQLJ.INSTALL_JAR を使用してデータベースにインストールされた JAR ファイルを置換します。

例: 以下のコマンドは、SQL 対話式セッションから発行されます。

```
CALL SQLJ.REPLACE_JAR('file:/home/db2inst/classes/Proc.jar' , 'myproc_jar')
```

jar-id myproc_jar によって参照される現行の JAR ファイルが、 file:/home/db2inst/classes/ ディレクトリー中の Proc.jar ファイルに置換されます。

SQLJ.UPDATEJARINFO: SQLJ.UPDATEJARINFO は、 SYSJARCONTENTS カタログ・テーブルの CLASS_SOURCE 列を更新します。このプロシージャーは、SQLJ 規格の一部ではありませんが、 DB2 UDB for iSeries ストアード・プロシージャー・ビルダーによって使用されます。

権限: SYSJARCONTENTS カタログ・テーブルに関する以下の特権のうち 1 つ以上が、 CALL ステートメントの許可 ID で保持されていなければなりません。

- 以下のシステム権限:
  - テーブルに対する SELECT および UPDATEINSERT 特権
  - ライブラリー QSYS2 に対するシステム権限 *EXECUTE
- 管理権限

CALL ステートメントを実行するユーザーに、以下の権限もなければなりません。

- *jar-url* パラメーターで指定されている JAR ファイルに対する読み取り (*R) アクセス権。インストール対象の JAR ファイルに対する読み取り (*R) アクセス権。
- JAR ファイルのインストール・ディレクトリーに対する書き込み、実行、および読み取り (*RWX) アクセス権。このディレクトリーは /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function/jar/*schema* (*schema* は *jar-id* のスキーマ) です。

これらの権限には、借用権限を使用できません。

構文:

```
>>-CALL--SQLJ.UPDATEJARINFO--(--'jar-id'--,--'class-id'--,--'jar-url'--)-->

>-------------------------------------------------------------><
```

説明:

jar-id データベース中の、更新される JAR ID。

class-id
更新されるクラスのパッケージ修飾クラス名。

jar-url JAR ファイルの更新に使用するクラス・ファイルを含む URL。サポートされている URL スキームは 'file:' だけです。

例: 以下のコマンドは、SQL 対話式セッションから発行されます。

```
CALL SQLJ.UPDATEJARINFO('myproc_jar', 'mypackage.myclass',
                        'file:/home/user/mypackage/myclass.class')
```

jar-id myproc_jar に関連した JAR ファイルが、新しいバージョンの mypackage.myclass クラスによって更新されます。新しいバージョンのクラスは、file:/home/user/mypackage/myclass.class から入手されます。

SQLJ.RECOVERJAR: SQLJ.RECOVERJAR プロシージャーは、 SYSJAROBJECTS カタログに格納されている JAR ファイルを取り出し、 /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function/jar/*jarschema*/*jar_id*.jar ファイルに復元します。

権限: SYSJAROBJECTS カタログ・テーブルに関する以下の特権のうち 1 つ以上が、 CALL ステートメントの許可 ID で保持されていなければなりません。

- 以下のシステム権限:
  - テーブルに対する SELECT および UPDATEINSERT 特権
  - ライブラリー QSYS2 に対するシステム権限 *EXECUTE
- 管理権限

CALL ステートメントを実行するユーザーに、以下の権限もなければなりません。

- JAR ファイルのインストール・ディレクトリーに対する書き込み、実行、および読み取り (*RWX) アクセス権。このディレクトリーは /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function/jar/*schema* (*schema* は *jar-id* のスキーマ) です。
- 除去される JAR ファイルに対する *OBJMGT 権限。この JAR ファイルの名前は /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function/jar/schema/jarfile になります。

構文:

```
>>-CALL--SQLJ.RECOVERJAR--(--'jar-id'--)----------------------><
```

説明:

jar-id データベース中の、リカバリーされる JAR ID。

例: 以下のコマンドは、SQL 対話式セッションから発行されます。

```
CALL SQLJ.UPDATEJARINFO('myproc_jar')
```

myproc_jar と関連した JAR ファイルは、SYSJARCONTENT テーブルの内容で更新されます。このファイルは、 /QIBM/UserData/OS400/SQLLib/Function/jar/jar_schema myproc_jar.jar にコピーされます。

SQLJ.REFRESH_CLASSES: SQLJ.REFRESH_CLASSES ストアード・プロシージャーを使用すると、現行のデータベース接続で Java ストアード・プロシージャーまたは Java UDF が使用しているユーザー定義クラスが再ロードされます。 SQLJ.REPLACE_JAR ストアード・プロシージャーの呼び出しによって加えられた変更を取得するためには、既存のデータベース接続によってこのストアード・プロシージャーが呼び出されなければなりません。

権限: なし

構文:

```
>>-CALL--SQLJ.REFRESH_CLASSES-- ()-->
>-------------------------------------------------------------><
```

例: MYJAR jarid で登録された jar ファイル内のクラスを使用する、 Java ストアード・プロシージャー、MYPROCEDURE を呼び出します。

```
CALL MYPROCEDURE()
```

以下の呼び出しを使用して jar ファイルを置き換えます。

```
CALL SQLJ.REPLACE_JAR('MYJAR', '/tmp/newjarfile.jar')
```

後の MYPROCEDURE ストアード・プロシージャーの呼び出しで、更新された jar ファイルを使用するためには、SQLJ.REFRESH_CLASSES が呼び出されなければなりません。

```
CALL SQLJ.REFRESH_CLASSES()
```

ストアード・プロシージャーを再び呼び出します。プロシージャーが呼び出されると、更新されたクラス・ファイルが使用されます。

```
CALL MYPROCEDURE()
```

Java ストアード・プロシージャーおよび UDF 用のパラメーター引き渡し規則

以下の表には、Java(TM) ストアード・プロシージャーと UDF 中で SQL データ・タイプが表される方法がリストされています。

SQL データ・タイプ	Java パラメーター・スタイル JAVA	Java パラメーター・スタイル DB2GENERAL
SMALLINT	short	short
INTEGER	int	int
BIGINT	long	long
DECIMAL(p,s)	BigDecimal	BigDecimal
NUMERIC(p,s)	BigDecimal	BigDecimal
REAL または FLOAT(p)	float	float
DOUBLE PRECISION、FLOAT、または FLOAT(p)	double	double
CHARACTER(n)	String	String
CHARACTER(n) FOR BIT DATA	byte[]	com.ibm.db2.app.Blob
VARCHAR(n)	String	String
VARCHAR(n) FOR BIT DATA	byte[]	com.ibm.db2.app.Blob
GRAPHIC(n)	String	String
VARGRAPHIC(n)	String	String
DATE	Date	String
TIME	Time	String
TIMESTAMP	Timestamp	String

SQL データ・タイプ	Java パラメーター・スタイル JAVA	Java パラメーター・スタイル DB2GENERAL
標識変数	-	-
CLOB	-	com.ibm.db2.app.Clob
BLOB	-	com.ibm.db2.app.Blob
DBCLOB	-	com.ibm.db2.app.Clob
DataLink	-	-

Java と他のプログラム言語

Java(TM) には、Java 以外の言語で作成されたコードを呼び出す方法がいくつかあります。

Java ネイティブ・インターフェース

別の言語で作成されたコードを呼び出す 1 つの方法は、選択された Java メソッドを「ネイティブ・メソッド」として実装することです。ネイティブ・メソッドは、別の言語で作成されたプロシージャーで、Java メソッドの実際の実装方法を示します。ネイティブ・メソッドは、 Java ネイティブ・インターフェース (JNI) を使用して Java 仮想マシンにアクセスできます。これらネイティブ・メソッドは Java スレッドで実行されます。 Java スレッドはカーネル・スレッドなので、ネイティブ・メソッドはスレッド・セーフなものである必要があります。関数は同一プロセス内のマルチスレッドで同時に開始できる場合、スレッド・セーフなものであると言えます。また、その関数内で呼び出されるすべての関数もスレッド・セーフなものである場合のみ、スレッド・セーフです。

ネイティブ・メソッドは、Java では直接サポートされていないシステム機能をアクセスしたり、既存のユーザー・コードとインターフェースするための「橋」のような役割を果たします。ネイティブ・メソッドを使用する際には、注意を要します。なぜなら、呼び出されるコードはスレッド・セーフなものではない場合があるからです。 JNI および ILE ネイティブ・メソッドについて詳しくは、 ネイティブ・メソッドのために Java ネイティブ・インターフェースを使用するを参照してください。

Java 呼び出し API

Java ネイティブ・インターフェース (JNI) 仕様の一部である Java 呼び出し API を使うと、 Java 以外のアプリケーションで Java 仮想マシンを使用できます。また、Java コードをアプリケーションの拡張機能として使用することを可能にします。

OS/400 PASE ネイティブ・メソッド

iSeries Java 仮想マシン (JVM) は、現在 OS/400(R) PASE 環境で実行するネイティブ・メソッドの使用をサポートしています。 OS/400 PASE native methods for Java では、 AIX(R) で実行する Java アプリケーションを iSeries サーバーに容易にポーティングすることができます。クラス・ファイルと AIX ネイティブ・メソッド・ライブラリーを iSeries 上の統合ファイル・システムにコピーし、制御言語 (CL)、Qshell、または OS/400 PASE のいずれかの端末セッション・コマンド・プロンプトからそれらを実行できます。

Teraspace ネイティブ・メソッド

iSeries Java 仮想マシン (JVM) は現在、 Teraspace ストレージ・モデル・ネイティブ・メソッドの使用をサポートしています。 Teraspace ストレージ・モデルは、ILE プログラム用の大規模処理のローカル・ア

ドレス環境を提供します。 Teraspace を使用すれば、ソース・コードをほとんどあるいは全く変更しないで、ネイティブ・メソッド・コードを他のオペレーティング・システムから OS/400 に移植することができます。 «

java.lang.Runtime.exec()

java.lang.Runtime.exec() を使用して、 Java プログラム内でプログラムまたはコマンドを呼び出すことができます。 exec() メソッドは、任意の iSeries プログラムまたはコマンドを実行する別のプロセスを開始します。このモデルでは、プロセス間通信を行うのに、子プロセスの標準 in、標準 out、および標準 err を使用できます。

プロセス間通信

親および子プロセスの間のプロセス間通信の 1 つの方法は、 ソケットを使用することです。

また、プログラム間通信を行うのに、 ストリーム・ファイルを使用することもできます。別のプロセスで実行中のプログラムと通信する方法の概要については、 プロセス間通信の例を参照してください。

他の言語から Java を呼び出す場合の、詳細は、 例: C から Java を呼び出すまたは例: RPG から Java を呼び出すを参照してください。

IBM Toolbox for Java を使用して、 iSeries サーバー上の既存のプログラムやコマンドを呼び出すこともできます。 IBM Toolbox for Javaを使ったプロセス間通信には、通常、データ待ち行列および iSeries メッセージが使用されます。

注: Runtime.exec()、IBM Toolbox for Java、または JNI のいずれかを使用することにより、 Java プログラムの可搬性が損なわれることがあります。 ″pure″ Java 環境では、これらのメソッドを使用しないでください。

ネイティブ・メソッドのために Java ネイティブ・インターフェースを使用する

ネイティブ・メソッドは、Pure Java(TM) ではプログラミングの要件を満たすことができない場合にのみ使用してください。ネイティブ・メソッドの使用を制限し、それらを次の状況でのみ使用するようにします。

- Pure Java では使用できないシステム機能にアクセスする場合。
- パフォーマンスへの依存度が極めて高く、ネイティブ実装によるメリットが大きいメソッドを実装する場合。
- Java が別の API を呼び出すことを可能にする既存のアプリケーション・プログラム・インターフェース (API) とインターフェースする場合。

以下の指示は、C 言語での Java Native Interface (JNI) の使用に当てはまります。 RPG 言語での JNI の使用について詳しくは、以下の資料を参照してください。

「WebSphere Development Studio: ILE RPG プログラマーの手引き (SD88-5042-04)  」の第 11 章

ネイティブ・メソッドのために Java ネイティブ・インターフェース (JNI) を使用するには、以下のステップに従ってください。

1. 標準の Java 言語構文を使用して、どのメソッドがネイティブ・メソッドであるかメソッドを指定することにより、クラスを設計します。

2. ネイティブ・メソッドの実装を含むサービス・プログラム (*SRVPGM) のライブラリーとプログラム名を決定します。クラスの静的な初期化指定子で System.loadLibrary() メソッド呼び出しをコーディングする際には、サービス・プログラムの名前を指定してください。
3. javac ツールを使用して Java ソースをコンパイルすることにより、クラス・ファイルを作成します。
4. javah ツールを使用して、ヘッダー・ファイル (.h) を作成します。このヘッダー・ファイルには、ネイティブ・メソッドの実装を作成するための正確なプロトタイプが含まれます。ヘッダー・ファイルを作成するディレクトリーは、-d オプションで指定します。
5. 「ストリーム・ファイルからのコピー (CPYFRMSTMF)」コマンドを使用して、ヘッダー・ファイルを統合ファイル・システムからソース・ファイル内のメンバーにコピーします。 C コンパイラーでヘッダー・ファイルを使用するには、それをソース・ファイル・メンバーにコピーする必要があります。C ソースおよび C ヘッダー・ファイルを統合ファイル・システムに残すには、「C モジュールの作成 (CRTCMOD)」コマンドの新しいストリーム・ファイル・サポートを使用してください。CRTCMOD コマンドとストリーム・ファイルの使用法について詳しくは、「WebSphere Development Studio: ILE C/C++ Programmer's Guide (SC09-2712) 」を参照してください。
6. ネイティブ・メソッド・コードを作成します。ネイティブ・メソッドのために使用される言語および関数の詳細については、 Java ネイティブ・メソッドおよびスレッドに関する考慮事項を参照してください。
   a. 前のステップで作成したヘッダー・ファイルを組み込みます。
   b. ヘッダー・ファイル内のプロトタイプと正確に一致させます。
   c. ストリングを Java 仮想マシンに渡す場合は、ASCII コードに変換します。詳細については、Java 文字のエンコードを参照してください。
7. ネイティブ・メソッドが Java 仮想マシンと対話しなければならない場合は、 JNI によって提供される関数を使用します。
8. CRTCMOD コマンドを使用して、C ソース・コードをコンパイルして、モジュール (*MODULE) オブジェクトを作成します。
9. 「サービス・プログラム作成 (CRTSRVPGM)」コマンドを使用して、 1 つまたは複数のモジュール・オブジェクトをバインドし、サービス・プログラム (*SRVPGM) を作成します。このサービス・プログラムの名前は、 System.load() または System.loadLibrary() 関数呼び出しの Java コードで指定した名前と同じでなければなりません。
10. Java コードで System.loadLibrary() 呼び出しを使用した場合は、以下のうち、実行している J2SDK に適したいずれかの操作を行ってください。
    - 必要なライブラリーのリストを LIBPATH 環境変数に組み込みます。 LIBPATH 環境変数は、QShell で、および iSeries コマンド行から変更することができます。
      – Qshell コマンド・プロンプトから、次のように入力します。
      ```
      export LIBPATH=/QSYS.LIB/MYLIB.LIB
      java -Djava.version=1.4 myclass
      ```
      – あるいは、コマンド行から、次のように入力します。
      ```
      ADDENVVAR LIBPATH '/QSYS.LIB/MYLIB.LIB'
      JAVA PROP((java.version 1.4)) myclass
      ```
    - あるいは、**java.library.path** プロパティーでリストを提供します。 java.library.path プロパティーは、QShell で、および iSeries コマンド行から変更することができます。
      – Qshell コマンド・プロンプトから、次のように入力します。
      ```
      java -Djava.library.path=/QSYS.LIB/MYLIB.LIB -Djava.version=1.4 myclass
      ```

– あるいは、iSeries コマンド行から、次のように入力します。
```
JAVA PROP((java.library.path '/QSYS.LIB/MYLIB.LIB') (java.version '1.4')) myclass
```

ここで、*/QSYS.LIB/MYLIB.LIB* は、 System.loadLibrary() 呼び出しを使用してロードしたいライブラリーで、 *myclass* は Java アプリケーションの名前です。

11. System.load(String path) の path の構文は、次のいずれかにすることができます。
    - /qsys.lib/sysNMsp.srvpgm (*SRVPGM QSYS/SYSNMSP の場合)
    - /qsys.lib/mylib.lib/myNMsp.srvpgm (*SRVPGM MYLIB/MYNMSP の場合)
    - /qsys.lib/mylib.lib/myNMsp.srvpgm にリンクする /home/mydir/myNMsp.srvpgm などのシンボリック・リンク

    注: これは、 System.loadLibrary(″myNMsp″) メソッドを使用することと同等です。

    注: パス名は通常、引用符で囲んだストリング・リテラルです。たとえば、次のようなコードが使用できます。
    ```
    System.load("/qsys.lib/mylib.lib/myNMsp.srvpgm")
    ```
12. System.loadLibrary(String libname) の libname パラメーターは通常、ネイティブ・メソッド・ライブラリーを示す、引用符で囲んだストリング・リテラルです。システムは、現行のライブラリーのリストと LIBPATH および PASE_LIBPATH 環境変数を使用して、そのライブラリー名と一致するサービス・プログラムまたは OS/400 PASE 実行可能プログラムを検索します。たとえば、`loadLibrary(″myNMsp″)` を使用すると、 MYNMSP という名前の *SRVPGM か、libmyNMsp.a または libmyMNsp.so という名前の OS/400 PASE 実行可能プログラムが検索されます。

JNI の詳細については、Java Native Interface by Sun Microsystems, Inc.、および The Source for Java Technology java.sun.com を参照してください。

ネイティブ・メソッドのために JNI を使用する方法の例については、 例: ネイティブ・メソッドのために Java ネイティブ・インターフェースを使用するを参照してください。

Java 呼び出し API

Java(TM) ネイティブ・インターフェース (JNI) の一部である呼び出し API を使用すると、 Java 以外のコードで Java 仮想マシン (JVM) を作成し、Java クラスをロードおよび使用することができます。この機能により、マルチスレッド化されたプログラムは、 1 つの Java 仮想マシンで実行されている Java クラスを複数のスレッドで使用できるようになります。

iSeries Java 開発キット (JDK) は、以下のタイプの呼び出し元の Java 呼び出し API をサポートしています。

- `STGMDL(*SNGLVL)` および `DTAMDL(*P128)` 用に作成された ILE プログラムまたはサービス・プログラム
- `STGMDL(*TERASPACE)` および `DTAMDL(*LLP64)` 用に作成された ILE プログラムまたはサービス・プログラム
- 32 ビットまたは 64 ビット AIX 用に作成された OS/400 PASE 実行可能プログラム

Java 仮想マシンは、アプリケーションによって制御されます。アプリケーションでは、Java 仮想マシンを作成し、 Java メソッドを呼び出し (アプリケーションがサブルーチンを呼び出すのと類似した方法で)、Java 仮想マシンを破棄することができます。 Java 仮想マシンを作成すると、それは、アプリケーションによって明示的に破棄されるまで、プロセス内で実行可能な状態のまま残ります。 Java 仮想マシンの破棄時には、ファイナライザーの実行、Java 仮想マシン・スレッドの終了、および Java 仮想マシン・リソースの解放などの終結処理が行われます。

» 実行可能な状態の Java 仮想マシンがあれば、 C や RPG などの ILE 言語で書かれたアプリケーションは、その Java 仮想マシンを呼び出して関数を実行することができます。 « また、Java 仮想マシンから C アプリケーションに戻ったり、 Java 仮想マシンを再び呼び出したりすることもできます。一度 Java 仮想マシンが作成されたならば、 Java コードを実行するために Java 仮想マシンを呼び出す前に、それを再作成する必要はありません。

呼び出し API を使用して Java プログラムを実行する場合、STDOUT および STDERR の宛先は、QIBM_USE_DESCRIPTOR_STDIO と呼ばれる環境変数によって制御されます。この環境変数が Y または I に設定されると (たとえば、QIBM_USE_DESCRIPTOR_STDIO=Y)、 Java 仮想マシンは、STDIN (fd 0)、STDOUT (fd 1)、および STDERR (fd 2) のファイル記述子を使用します。この場合、プログラムでは、これらのファイルをこのジョブの最初の 3 つのファイルまたはパイプとしてオープンすることによって、それらのファイル記述子を有効な値に設定しなければなりません。ジョブで最初にオープンされたファイルには 0 の fd が与えられ、 2 番目は 1 の fd、3 番目は 2 の fd になります。 spawn API によって開始されるジョブの場合、これらの記述子は、ファイル記述子マップを使用して事前に割り当てることができます (spawn API に関する資料を参照)。環境変数 QIBM_USE_DESCRIPTOR_STDIO が設定されないか、またはその他の値に設定されると、 STDIN、STDOUT、または STDERR についてファイル記述子は使用されません。その代わりに、STDOUT および STDERR は、現行ジョブによって所有されているスプール・ファイルに送られ、 STDIN を使用すると、入出力例外が起こります。

呼び出し API を使用する例については、 例: Java 呼び出し APIを参照してください。 iSeries Java 開発キット (JDK) によってサポートされる呼び出し API 関数の詳細については、 呼び出し API 関数を参照してください。

呼び出し API 関数: iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) では、以下の呼び出し API 関数がサポートされます。

注: この API を使用する前に、ジョブがマルチスレッド対応であることを確認しなければなりません。マルチスレッド対応ジョブの詳細については、 マルチスレッド・アプリケーションを参照してください。

- **JNI_GetCreatedJavaVMs**

  作成済みのすべての Java 仮想マシンに関する情報を戻します。 » この API は複数の Java 仮想マシン (JVM) の情報を戻すように設計されていますが、 1 つのプロセスに存在する JVM は 1 つだけです。したがって、この API は、最大で 1 つの JVM を戻します。 «

  シグニチャー:

  ```
  jint JNI_GetCreatedJavaVMs(JavaVM **vmBuf,
                             jsize bufLen,
                             jsize *nVMs);
  ```

  vmBuf は出力域であり、そのサイズは bufLen (ポインターの数) によって判別されます。それぞれの Java 仮想マシンは、java.h で定義された、関連する JavaVM 構造を持ちます。 » この API は、作成済みのそれぞれの Java 仮想マシンに関連する JavaVM 構造へのポインターを vmBuf に格納します (vmBuf が 0 でない限り)。 « JavaVM 構造へのポインターは、作成された対応する Java 仮想マシンの順序で格納されます。 nVMs は、現在作成されている仮想マシンの数を戻します。ご使用の iSeries サーバーで、複数の Java 仮想マシンの作成がサポートされるため、 1 よりも大きい値が予期されることもあります。この情報と、vmBuf のサイズにより、作成済みの各 Java 仮想マシンの JavaVM 構造へのポインターが戻されているかどうかが判別されます。

- **JNI_CreateJavaVM**

  Java 仮想マシンを作成し、後でそれをアプリケーション内で使用することを可能にします。

シグニチャー:

```
jint JNI_CreateJavaVM(JavaVM **p_vm,
                      void **p_env,
                           void *vm_args);
```

p_vm は、新たに作成された Java 仮想マシンを指す JavaVM ポインターのアドレスです。他のいくつかの JNI 呼び出し API では、p_vm を使用して Java 仮想マシンを識別します。 p_env は、新たに作成された Java 仮想マシンへの JNI 環境ポインターのアドレスです。このポインターは、JNI 関数を開始する、関数のテーブルを指します。 vm_args は、Java 仮想マシンの初期設定パラメーターを含む構造です。

「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドまたは JAVA コマンドを開始する場合に、同等のコマンド・パラメーターがあるプロパティーを指定すると、コマンド・パラメーターが優先され、プロパティーは無視されます。たとえば、次のコマンドでは、os400.optimization パラメーターは無視されます。

```
JAVA CLASS(Hello) PROP((os400.optimization 0))
```

JNI_CreateJavaVM API によってサポートされる OS/400 固有のプロパティーのリストについては、 Java システム・プロパティーを参照してください。

» **注:** iSeries サーバー上の Java は、単一のジョブまたはプロセス内で 1 つの Java 仮想マシン (JVM) の作成しかサポートしません。詳しくは、 複数の Java 仮想マシンのサポートを参照してください。 «

- **DestroyJavaVM**

  Java 仮想マシンを破棄します。

  シグニチャー:

  ```
  jint DestroyJavaVM(JavaVM *vm)
  ```

  Java 仮想マシンの作成時には、vm が JavaVM ポインターとして戻されます。

- **AttachCurrentThread**

  Java 仮想マシンにスレッドを付加して、それが Java 仮想マシン・サービスを使用できるようにします。

  シグニチャー:

  ```
  jint AttachCurrentThread(JavaVM *vm,
                           void **p_env,
                           void *thr_args);
  ```

  JavaVM ポインター vm は、スレッドが付加される Java 仮想マシンを識別します。 p_env は、現行スレッドの JNI インターフェース・ポインターが置かれる場所へのポインターです。 thr_args には、VM 固有のスレッド付加引き数が含まれます。

- **DetachCurrentThread**

  シグニチャー:

  ```
  jint DetachCurrentThread(JavaVM *vm);
  ```

  vm は、スレッドが切り離される Java 仮想マシンを識別します。

呼び出し API 関数の詳細については、Java Native Interface Specification by Sun Microsystems, Inc.、または The Source for Java Technology java.sun.com を参照してください。 »

複数の Java 仮想マシンのサポート: V5R3 より、iSeries サーバー上の Java(TM) は、単一のジョブまたはプロセス内での複数の Java 仮想マシンの (JVM) の作成をサポートしません。この制約事項の影響を受けるのは、 Java Native Interface Invocation (JNI) API を使用して JVM を作成するユーザーのみです。サポートにおけるこの変更は、 Java コマンドを使用して Java プログラムを実行する方法には影響しません。

1 つのジョブで JNI_CreateJavaVM() を正常に複数回呼び出すことはできず、 JNI_GetCreatedJavaVMs() は結果のリストに複数の JVM を戻すことができません。

単一のジョブまたはプロセス内での単一の JVM のみの作成のサポートは、 Sun Microsystems, Inc. の Java の参照インプリメンテーションの標準に従ったものです。 «

Java ネイティブ・メソッドおよびスレッドに関する考慮事項

ネイティブ・メソッドは、Java(TM) では使用できない関数を利用する場合に使用できます。

ネイティブ・メソッド付きの Java を使いこなすには、以下のような概念を理解する必要があります。

- Java または付加されたネイティブ・スレッドで作成されたかどうかにかかわりなく、 Java スレッドでは、浮動小数点例外がすべて使用不可になっています。スレッドが浮動小数点例外を再度使用可能にするネイティブ・メソッドを実行する場合には、 Java がそのメソッドを 2 度目にオフにすることはありません。ユーザー・アプリケーションが戻されて Java コードを実行する前にそれらのメソッドを使用不可にしなければ、浮動小数点例外が起きる際に Java コードは正常に動作しないかもしれません。ネイティブ・スレッドが Java 仮想マシンから切り離される場合、そのスレッドの浮動小数点例外マスクは、付加されていた時の値に戻されます。
- ネイティブ・スレッドが Java 仮想マシンに付加される際には、必要に応じて Java 仮想マシンはスレッドの優先順位を変更して、 Java が定義する 1 から 10 のスレッド優先順位体系に準拠します。スレッドが切り離されると、優先順位が復元されます。スレッドが付加されると、スレッドはネイティブ・メソッド・インターフェースを使用して (たとえば、 POSIX API) スレッド優先順位を変更できます。 Java は、Java 仮想マシンへと移行する際には、スレッド優先順位を変更しません。
- Java ネイティブ・インターフェース (JNI) の呼び出し API 構成要素は、ユーザーが Java 仮想マシンをアプリケーション内に組み込むことを許可します。アプリケーションによって Java 仮想マシンが作成され、Java 仮想マシンが異常終了する場合、 Java 仮想マシンが終了した際に初期スレッドが Java 仮想マシンに付加されたならば、 MCH74A5 ″Java Virtual Machine Terminated″ iSeries 例外がプロセスの初期スレッドにシグナルされます。 Java 仮想マシンは、以下のいずれかの理由で異常終了することがあります。
  - ユーザーが java.lang.System.exit() メソッドを呼び出す。
  - Java 仮想マシンが必要なスレッドが終了する。
  - Java 仮想マシン内で内部エラーが生じる。

  この動作は、他のほとんどの Java プラットフォームとは異なります。他のほとんどのプラットフォームでは、 Java 仮想マシンが終了すると、 Java 仮想マシンを自動的に作成するプロセスは異常終了します。アプリケーションによって、シグナルが出された MCH74A5 例外のモニターおよび処理が行われると、そのプロセスは実行を継続するかもしれません。そうではない場合には、例外が処理されない時にプロセスは終了します。 iSeries サーバー固有の MCH74A5 例外を扱うコードを追加すると、他のプラットフォームへのアプリケーションの可搬性を低下させることがあります。

ネイティブ・メソッドは常にマルチスレッド・プロセスで実行されるので、ネイティブ・メソッドのコードはスレッド・セーフなものでなければなりません。このため、ネイティブ・メソッドで使用される言語および関数には次の制約があります。

- ILE CL はネイティブ・メソッドには使用しないでください。なぜなら、この言語はスレッド・セーフなものではないからです。スレッド・セーフな CL コマンドを実行するには、 C 言語の system() 関数か java.lang.Runtime.exec() メソッドを使用できます。
  - C または C++ ネイティブ・メソッドでスレッド・セーフな CL コマンドを実行するには、 C 言語の system() 関数を使用します。
  - スレッド・セーフな CL コマンドを Java から直接実行するには、 java.lang.Runtime.exec() メソッドを使用します。
- ILE C、ILE C++、ILE COBOL および ILE RPG を使用してネイティブ・メソッドを作成できますが、ネイティブ・メソッド内から呼び出す関数はすべてスレッド・セーフでなければなりません。

  注: ネイティブ・メソッドを作成するためのコンパイル時サポートは、現時点では C、C++、および RPG 言語のみでしか提供されていません。他の言語でネイティブ・メソッドを作成することは可能ですが、ずっと複雑なものになります。

  注意:
  標準 C、C++、COBOL、または RPG 関数のすべてがスレッド・セーフなものであるとは限りません。
- C および C++ の exit() と abort() 関数は、ネイティブ・メソッド内で使用されるべきではありません。これらの関数は、 Java 仮想マシンを実行するプロセス全体を停止させます。これには、プロセス内のすべてのスレッドが含まれています (Java のものであるかどうか関係なく)。

  注: 参照されている exit() 関数は C および C++ 関数であり、 java.lang.Runtime.exit() メソッドとは異なります。

iSeries サーバーでのスレッドの詳細については、 マルチスレッド・アプリケーションを参照してください。

ネイティブ・メソッドおよび Java ネイティブ・インターフェース

ネイティブ・メソッドとは、Java(TM) 以外の言語で開始される Java メソッドです。ネイティブ・メソッドは、Java では直接使用できないシステム固有の機能や API にアクセスできます。

ネイティブ・メソッドにはシステム固有のコードがあるので、ネイティブ・メソッドを使用するとアプリケーションの可搬性が制限されます。ネイティブ・メソッドは、新しいネイティブ・コード・ステートメントまたは既存のネイティブ・コードを呼び出すネイティブ・コード・ステートメントのいずれかです。

ネイティブ・メソッドが必要な場合、ネイティブ・メソッドとそれを実行する Java 仮想マシンとの間の相互操作性が必要になります。 Java ネイティブ・インターフェース (JNI) を使用すると、どのプラットフォームにも依存せずに、この相互運用性を容易に実現できます。

JNI は、一連のインターフェースであり、 JNI を使うとネイティブ・メソッドと Java 仮想マシンとのさまざまな相互操作性を実現できます。たとえば、JNI には、新しいオブジェクトを作成してメソッドを呼び出すインターフェース、フィールドの取得と設定を行うインターフェース、例外を処理するインターフェース、ストリングおよび配列の操作を行うインターフェースなどが含まれています。

JNI の詳細については、Java Native Interface by Sun Microsystems, Inc.、または The Source for Java Technology java.sun.com を参照してください。

ネイティブ・メソッドのストリング

ほとんどの Java(TM) ネイティブ・インターフェース (JNI) 関数は、パラメーターとして C 言語形式のストリングを受け入れます。たとえば、JNI 関数の FindClass() は、クラス・ファイルの完全修飾名を指定す

るストリング・パラメーターを受け入れます。クラス・ファイルが検出されると、このクラス・ファイルは FindClass によってロードされ、その参照が FindClass の呼び出し元に戻ります。

JNI 関数のストリング・パラメーターは、UTF-8 でエンコードする必要があります。 UTF-8 の詳細については、JNI 仕様に記載されていますが、通常は、 7 ビット情報交換用米国標準コード (ASCII) 文字が UTF-8 表示と等価であることを確認するだけで十分です。 7 ビット ASCII 文字は実際には 8 ビット文字ですが、先頭ビットは常に 0 になっています。ほとんどの C ストリングはすでに UTF-8 形式になっています。

iSeries サーバー・システムの C コンパイラーはデフォルトで拡張 2 進化 10 進コード (EBCDIC) で作動するので、 JNI 関数に UTF-8 形式でストリングを渡すことができます。これには、リテラル・ストリングと動的ストリングという 2 つの方法があります。 リテラル・ストリングとは、ソース・コードのコンパイル時に値が分かっているストリングです。 動的ストリングとは、コンパイル時には値が不明ですが、実行時に実際の計算が行われるストリングです。

ネイティブ・メソッド内のリテラル・ストリング: リテラル・ストリングが 7 ビットの情報交換用米国標準コード (ASCII) 表記の文字で構成されている場合、ストリングを UTF-8 でエンコードすることは比較的簡単です。大部分のストリングは ASCII で表現することができ、そのようなストリングは、コンパイラーの現行のコード・ページを変更する「プラグマ」ステートメントで囲むことができます。そうすると、コンパイラーは、JNI によって必要とされる UTF-8 形式でストリングを内部的に格納します。ストリングが ASCII で表現できない場合には、元の拡張 2 進化 10 進コード (EBCDIC) ストリングを動的ストリングとして扱い、それを JNI に渡す前に iconv() によって処理すると簡単です。動的ストリングの詳細については、動的ストリングを参照してください。

たとえば、`java/lang/String` という名前のクラスを検索する場合、コードは次のようになります。

```
#pragma convert(819)
myClass = (*env)->FindClass(env,"java/lang/String");
#pragma convert(0)
```

番号 819 が指定された最初のプラグマは、コンパイラーに、後続のすべての二重引用符付きストリング (リテラル・ストリング) を ASCII で格納するよう指示します。番号 0 が指定された 2 番目のプラグマは、コンパイラーに、二重引用符付きストリングについてのコンパイラーのデフォルト・コード・ページ (通常、EBCDIC コード・ページ 37) に戻るよう指示します。このように、呼び出しをプラグマで囲むことによって、ストリング・パラメーターが UTF-8 でエンコードされるという JNI の要件を満たします。

注意: テキストの置換は慎重に行ってください。たとえば、コードが次のようになっている場合、

```
#pragma convert(819)
#define MyString "java/lang/String"
#pragma convert(0)
myClass = (*env)->FindClass(env,MyString);
```

結果のストリングは EBCDIC になります。これは、コンパイル時に MyString の値が FindClass 呼び出しの中で置換されるためです。この置換の時点で、番号 819 のプラグマは有効ではありません。したがって、リテラル・ストリングは ASCII で格納されません。

動的ストリングを EBCDIC、Unicode、および UTF-8 に変換する: 実行時に計算されるストリング変数を処理するために、ストリングを拡張 2 進化 10 進コード (EBCDIC)、 Unicode および UTF-8 へ変換したり、この逆の変換を行う必要がある場合があります。

コード・ページ変換関数を提供するシステム API は、iconv() です。 iconv() を使用するには、次の手順に従ってください。

1. `QtqIconvOpen()` で、変換記述子を作成する。

2. この記述子を使ってストリングに変換するために、`iconv()` を呼び出す。
3. `iconv_close` を使用して、記述子をクローズする。

ネイティブ・メソッドのために Java(TM) ネイティブ・インターフェースを使用する例 3は、ルーチン内で iconv 変換記述子を作成、使用、および削除します。この方式は、iconv_t 記述子をマルチスレッド式に使用することで問題を回避しますが、パフォーマンス依存コードの場合は、静的ストレージ内に変換記述子を作成し、相互除外 (mutex) やその他の同期機能を使用することにより、複数のアクセスを制限してください。

IBM OS/400 PASE native methods for Java

iSeries Java(TM) 仮想マシン (JVM) は、現在 OS/400(R) PASE 環境で実行するネイティブ・メソッドの使用をサポートしています。 V5R2 より前は、ネイティブ iSeries JVM は ILE ネイティブ・メソッドのみを使用していました。 OS/400 PASE ネイティブ・メソッドのサポートには以下が含まれます。

- OS/400 PASE ネイティブ・メソッドからのネイティブ iSeries Java ネイティブ・インターフェース (JNI) の全面使用
- ネイティブ iSeries JVM から OS/400 PASE ネイティブ・メソッドを呼び出す機能

この新しいサポートにより、 AIX(R) で実行する Java アプリケーションを iSeries サーバーに容易にポーティングすることができます。クラス・ファイルと AIX ネイティブ・メソッド・ライブラリーを iSeries 上の統合ファイル・システムにコピーし、制御言語 (CL)、Qshell、または OS/400 PASE のいずれかの端末セッション・コマンド・プロンプトからそれらを実行できます。

IBM OS/400 PASE native methods for Java の使用法について詳しくは、以下のトピックを参照してください。

Java OS/400 PASE 環境変数
OS/400 PASE ネイティブ・メソッドを使用する前に定義する必要のある環境変数について学習します。これらの環境変数は、OS/400 PASE および JVM ランタイム環境を管理します。

Java OS/400 PASE エラー・コード
OS/400 PASE ネイティブ・メソッドのトラブルシューティングに役立てるため、 OS/400 ジョブ・ログ・メッセージおよび Java ランタイム例外によって示されたエラー状態についてを調べることができます。

ネイティブ・メソッド・ライブラリーの管理
Java ライブラリーの命名規則およびライブラリー検索アルゴリズムについて説明します。この情報は、iSeries サーバー上の複数のバージョンのネイティブ・メソッド・ライブラリーを管理するのに必要です。

例: IBM OS/400 PASE native methods for Java
Java ストリングの内容を印刷する単純な Java プログラムの実行方法を説明します。この例では、Java コードから直接ストリングにアクセスするのではなく、 JNI を通して Java にコールバックを行ってストリング値を取得するネイティブ・メソッドを呼び出します。

この資料は、読者がすでに OS/400 PASE に精通していることを前提としています。詳しくは、以下のトピックを参照してください。

OS/400 PASE

Java OS/400 PASE 環境変数

Java 仮想マシン (JVM) は以下の変数を使用して OS/400 PASE 環境を始動します。 Java 用の IBM OS/400 PASE ネイティブ・メソッドの例を実行するには、QIBM_JAVA_PASE_STARTUP 変数を設定する必要があります。

この例の環境変数を設定する方法については、以下のトピックを参照してください。

IBM OS/400 PASE 例の環境変数

QIBM_JAVA_PASE_STARTUP

以下の状態の両方が発生したときには、この環境変数を設定する必要があります。

- OS/400 PASE ネイティブ・メソッドを使用している
- iSeries コマンド・プロンプトまたは Qshell コマンド・プロンプトから Java を開始している

JVM はこの環境変数を使用して PASE 環境を始動します。変数の値は OS/400 PASE 始動プログラムを示します。 iSeries サーバーには以下の 2 つの OS/400 PASE 始動プログラムが含まれています。

- /usr/lib/start32: 32 ビット OS/400 PASE 環境を始動する
- /usr/lib/start64: 64 ビット OS/400 PASE 環境を始動する

OS/400 PASE 環境で使用されるすべての共用ライブラリー・オブジェクトのビット・フォーマットは、 OS/400 PASE 環境のビット・フォーマットと一致している必要があります。

OS/400 PASE 端末セッションから Java を始動するときには、この変数は使用できません。 OS/400 PASE 端末セッションは常に 32-bit OS/400 PASE 環境を使用します。 OS/400 PASE 端末セッションから始動された JVM はいずれも、その端末セッションと同じタイプの PASE 環境を使用します。

QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP

2 次 JVM 用の OS/400 PASE 環境を 1 次 JVM 用の OS/400 PASE 環境と異ならせる必要がある場合は、このオプションの環境変数を設定します。 Java の中の Runtime.exec() を呼び出すと、2 次 (または子) JVM が開始します。

詳しくは、QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP の使用を参照してください。

QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV

OS/400 PASE 環境が存在していればその現行の OS/400 PASE 環境を使用したい場合は、このオプションの環境変数を設定してください。 OS/400 PASE 環境がすでに存在しているかどうかを判別するのは、困難な場合があります。 QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV および QIBM_JAVA_PASE_STARTUP を組み合わせて使用すれば、 JVM は既存の OS/400 PASE 環境を使用するか、あるいは新しく OS/400 PASE 環境を開始することができます。

詳しくは、QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV の使用を参照してください。

例: IBM OS/400 PASE 例の環境変数: この IBM OS/400 PASE native methods for Java 例を使用するには、以下の環境変数を設定する必要があります。

PASE_LIBPATH

iSeries サーバーはこの OS/400 PASE 環境変数を使用して、 OS/400 PASE ネイティブ・メソッド・ライブラリーの位置を識別します。単一のディレクトリーか複数のディレクトリーのパスを設定できます。複数のディレクトリーを設定する場合は、コロン (:) を使用してエントリーを区切ります。サーバーは LIBPATH 環境変数を使用することもできます。

Java、ネイティブ・メソッド・ライブラリー、および PASE_LIBPATH のこの例での使用法について詳しくは、以下のトピックを参照してください。

Java、OS/400 PASE、およびネイティブ・メソッド・ライブラリーの使用法

PASE_THREAD_ATTACH

この OS/400 PASE 環境変数を Y に設定すると、OS/400 PASE によって開始されなかった ILE スレッドが、 OS/400 PASE が OS/400 PASE プロシージャーを呼び出すときに自動的に OS/400 PASE に接続されます。

OS/400 PASE 環境変数について詳しくは、以下のトピックの中の該当する項目を参照してください。

OS/400 PASE 環境変数の処理

QIBM_JAVA_PASE_STARTUP

JVM はこの環境変数を使用して OS/400 PASE 環境を始動します。変数の値は OS/400 PASE 始動プログラムを示します。

詳しくは、以下のトピックを参照してください。

Java OS/400 PASE 変数

QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP を使用する: QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP 環境変数は、任意の 2 次 JVM の OS/400 PASE 始動プログラムを示します。
QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP は、以下のすべての条件が当てはまる場合に使用します。

- 実行する Java アプリケーションが、 Runtime.exec() への Java 呼び出しを通して Java 仮想マシン (JVM) を作成する。
- 1 次と 2 次の両方の JVM が OS/400 PASE ネイティブ・メソッドを使用する。
- 2 次 JVM の OS/400 PASE 環境は、1 次 JVM の OS/400 PASE 環境と異なっていなければならない。

上にリストされているすべての条件が当てはまる場合は、以下のアクションを実行します。

- QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP 環境変数を、 2 次 JVM の OS/400 PASE 始動プログラムに設定します。
- iSeries コマンド・プロンプトまたは Qshell コマンド・プロンプトから 1 次 JVM を始動するときに、QIBM_JAVA_PASE_STARTUP 環境変数を 1 次 JVM の OS/400 PASE 始動プログラムに設定します。

  注: OS/400 PASE 端末セッションから 1 次 JVM を始動するときは、 QIBM_JAVA_PASE_STARTUP を設定しないでください。

2 次 JVM のプロセスは QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP 環境変数を継承します。さらに、OS/400 は 2 次 JVM プロセスの QIBM_JAVA_PASE_STARTUP 環境変数を、親プロセスの QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP 環境変数の値に設定します。

以下の表は、コマンド環境と QIBM_JAVA_PASE_STARTUP および QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP の定義のさまざまな組み合わせに対する、結果の OS/400 PASE 環境 (存在する場合) を示しています。

始動環境			結果動作	
コマンド環境	QIBM_JAVA _PASE_STARTUP	QIBM_JAVA_PASE _CHILD_STARTUP	1 次 JVM OS/400 PASE 始動	2 次 JVM OS/400 PASE 始動
CL または QSH	定義されている startX	定義されている startY	startX を使用する	startY を使用する
CL または QSH	定義されている startX	定義されていない	startX を使用する	startX を使用する
CL または QSH	定義されていない	定義されている startY	OS/400 PASE 環境は使用しない	startY を使用する
CL または QSH	定義されていない	定義されていない	OS/400 PASE 環境は使用しない	OS/400 PASE 環境は使用しない
OS/400 PASE 端末セッション	定義されている startX	定義されている startY	許可されていない*	許可されていない*
OS/400 PASE 端末セッション	定義されている startX	定義されていない	許可されていない*	許可されていない*
OS/400 PASE 端末セッション	定義されていない	定義されている startY	OS/400 PASE 端末セッション環境を使用する	startY を使用する
OS/400 PASE 端末セッション	定義されていない	定義されていない	OS/400 PASE 端末セッション環境を使用する	OS/400 PASE 環境は使用しない

*「許可されていない」の表示がある行は、 QIBM_JAVA_PASE_STARTUP 環境変数が OS/400 PASE 端末セッションと競合する可能性がある状況を示しています。競合の可能性があるため、 OS/400 PASE 端末セッションからの QIBM_JAVA_PASE_STARTUP の使用は許可されていません。 »

QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV の使用: OS/400 PASE 環境がすでに存在していればその現行の OS/400 PASE 環境を使用したい場合は、このオプションの環境変数を設定してください。

OS/400 PASE 環境がすでに存在しているかどうかを判別するのは、困難な場合があります。 QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV を QIBM_JAVA_PASE_STARTUP と組み合わせて使用すれば、 JVM は現行の OS/400 PASE 環境 (存在する場合) を使用するか、新しい OS/400 PASE 環境を開始するかを決定できるようになります。これら 2 つの環境変数を組み合わせて使用する場合は、これらを以下の値に設定してください。

- QIBM_JAVA_PASE_STARTUP をデフォルトの始動プログラムに設定する
- QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV を 1 に設定する

たとえば、オプションで OS/400 PASE 環境を開始するアプリケーションは JVM を開始するプログラムを呼び出します。この場合、プログラムは前の設定を使用することによって、現行の OS/400 PASE 環境を使用する (存在する場合) か、あるいは新しく OS/400 PASE 環境を開始することができます。

以下の表は、OS/400 PASE 環境と QIBM_JAVA_PASE_STARTUP および QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV の定義のさまざまな組み合わせから生じる OS/400 PASE 環境を示しています。

始動環境			結果動作
OS/400 PASE 環境	**QIBM_JAVA _PASE_STARTUP**	**QIBM_JAVA_PASE _ALLOW_PREV**	**JVM OS/400 PASE 始動**
なし	定義されていない	定義されていない *	OS/400 PASE 環境は使用しない
なし	定義されていない	'1' に定義済み	OS/400 PASE 環境は使用しない
なし	定義されている startX	定義されていない *	startX を使用する
なし	定義されている startX	'1' に定義済み	startX を使用する
開始済み	定義されていない	定義されていない *	既存の OS/400 PASE 環境を使用する
開始済み	定義されていない	'1' に定義済み	既存の OS/400 PASE 環境を使用する
開始済み	定義されている startX	定義されていない *	許可されていない: 始動時の JVM エラー
開始済み	定義されている startX	'1' に定義済み	既存の OS/400 PASE 環境を使用する

* 定義されていないとは、QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV が組み込まれていないか、あるいはこれに 1 以外の値が指定されていることを意味します。

上の表の最後の 2 行は、QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV の設定が役立つ状況です。 OS/400 PASE 環境がすでに存在し、QIBM_JAVA_PASE_STARTUP が設定されている場合、 JVM は QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV を検査します。そうでない場合、JVM は QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV を無視します。

QIBM_JAVA_PASE_ALLOW_PREV および QIBM_JAVA_PASE_CHILD_STARTUP 環境変数は互いに独立しています。 «

Java OS/400 PASE エラー・コード

以下のリストは、OS/400 PASE native methods for Java を使用するとき、始動時や実行時に発生する可能性のあるエラーを示しています。

始動時のエラー: » 始動時のエラーについては、適切なジョブ・ログ内のメッセージを検査してください。 «

実行時のエラー: JVM の Qshell 出力には、始動時のエラーに加えて、以下の PaseInternalError 例外や PaseExit Java 例外が表示されることがあります。

- PaseInternalError - 内部システム・エラーを示します。ライセンス内部コード・ログ・エントリーを調べてください。

  PaseInternalError エラー・コードについて詳しくは、Qp2CallPaseを参照してください。
- PaseExit - OS/400 PASE アプリケーションが exit() 関数を呼び出したか、あるいは OS/400 PASE 環境が異常終了した。追加情報について、ジョブ・ログおよびライセンス内部コード・ログを検査してください。

ネイティブ・メソッド・ライブラリーの管理

ネイティブ・メソッド・ライブラリーを使用する場合、とりわけ複数のバージョンのネイティブ・メソッド・ライブラリーを iSeries サーバーで管理するときには、 Java ライブラリーの命名規則とライブラリー検索アルゴリズムの両方を理解している必要があります。

OS/400 は、Java 仮想マシン (JVM) がロードするライブラリーの名前と一致する最初のネイティブ・メソッドを使用します。 OS/400 が正しいネイティブ・メソッドを見つけるようにするためには、ライブラリー名の競合や、JVM がどのネイティブ・メソッド・ライブラリーを使用するのかに関する混乱を避ける必要があります。

OS/400 PASE および AIX Java ライブラリーの命名規則: Java コードが Sample という名前のライブラリーをロードする場合、対応する実行可能ファイルには libSample.a または libSample.so のいずれかの名前を付ける必要があります。

Java ライブラリーの検索順序: JVM 用 OS/400 PASE ネイティブ・メソッドを使用可能にすると、サーバーは 3 つの異なるリストを (以下の順序で) 使用して、単一のネイティブ・メソッド・ライブラリー検索パスを作成します。

1. OS/400 ライブラリー・リスト
2. LIBPATH 環境変数
3. PASE_LIBPATH 環境変数

検索を実行するため、 OS/400 はライブラリー・リストを統合ファイル・システムでの形式に変換します。 QSYS ファイル・システム・オブジェクトには、統合ファイル・システムでの等価の名前がありますが、一部の統合ファイル・システム・オブジェクトには、それと等価な QSYS ファイル・システムでの名前が存在しません。ライブラリー・ローダーは QSYS ファイル・システムと統合ファイル・システムの両方でオブジェクトを検索するため、 OS/400 は統合ファイル・システムでの形式を使用してネイティブ・メソッド・ライブラリーを検索します。

以下の表は、 OS/400 がどのようにライブラリー・リスト内のエントリーを統合ファイル・システムでの形式に変換するのかを示しています。

ライブラリー・リスト・エントリー	統合ファイルシステムでの形式
QSYS	/qsys.lib
QSYS2	/qsys.lib/qsys2.lib
QGPL	/qsys.lib/qgpl.lib
QTEMP	/qsys.lib/qtemp.lib

例: Sample2 ライブラリーの検索

以下の例では、 LIBPATH が /home/user1/lib32:/samples/lib32 に設定され、 PASE_LIBPATH が /QOpenSys/samples/lib に設定されます。

以下の表は、上から下に向かって読むと、フル検索パスを表します。

ソース	統合ファイル・システムのディレクトリー
ライブラリー・リスト	/qsys.lib /qsys.lib/qsys2.lib /qsys.lib/qgpl.lib /qsys.lib/qtemp.lib

ソース	統合ファイル・システムのディレクトリー
LIBPATH	/home/user1/lib32 /samples/lib32
PASE_LIBPATH	/QOpenSys/samples/lib

注: 大文字と小文字は /QOpenSys パスでのみ区別されます。

ライブラリー Sample2 を検索するため、 Java ライブラリー・ローダーは以下の順序でファイル候補を検索します。

1. /qsys.lib/sample2.srvpgm
2. /qsys.lib/libSample2.a
3. /qsys.lib/libSample2.so
1. /qsys.lib/qsys2.lib/sample2.srvpgm
2. /qsys.lib/qsys2.lib/libSample2.a
3. /qsys.lib/qsys2.lib/libSample2.so
1. /qsys.lib/qgpl.lib/sample2.srvpgm
2. /qsys.lib/qgpl.lib/libSample2.a
3. /qsys.lib/qgpl.lib/libSample2.so
1. /qsys.lib/qtemp.lib/sample2.srvpgm
2. /qsys.lib/qtemp.lib/libSample2.a
3. /qsys.lib/qtemp.lib/libSample2.so
1. /home/user1/lib32/sample2.srvpgm
2. /home/user1/lib32/libSample2.a
3. /home/user1/lib32/libSample2.so
1. /samples/lib32/sample2.srvpgm
2. /samples/lib32/libSample2.a
3. /samples/lib32/libSample2.so
1. /QOpenSys/samples/lib/SAMPLE2.srvpgm
2. /QOpenSys/samples/lib/libSample2.a
3. /QOpenSys/samples/lib/libSample2.so

OS/400 は、実際に存在するリスト内の最初の候補を、ネイティブ・メソッド・ライブラリーとして JVM にロードします。検索で '/qsys.lib/libSample2.a' および '/qsys.lib/libSample2.so' のような候補が発生しても、 /qsys.lib ディレクトリー内に統合ファイル・システム・ファイルやシンボリック・リンクを作成することはできません。したがって、OS/400 がこれらの候補ファイルを検査しても、 /qsys.lib で始まる統合ファイル・システム・ディレクトリーの中でこれらを見つけることはありません。

ただし、他の統合ファイル・システム・ディレクトリーから QSYS ファイル・システムの中の OS/400 オブジェクトへの、任意のシンボリック・リンクを作成することはできます。このため、有効なファイル候補には、 /home/user1/lib32/sample2.srvpgm などのファイルも含まれます。 

Java 用 Teraspace ストレージ・モデル・ネイティブ・メソッド

iSeries Java 仮想マシン (JVM) は現在、 Teraspace ストレージ・モデル・ネイティブ・メソッドの使用をサポートしています。 Teraspace ストレージ・モデルは、ILE プログラム用の大規模処理のローカル・アドレス環境を提供します。 Teraspace を使用すれば、ソース・コードをほとんどあるいは全く変更しないで、ネイティブ・メソッド・コードを他のオペレーティング・システムから OS/400 に移植することができます。

Teraspace ストレージ・モデルを使用したプログラミングについて詳しくは、以下の情報を参照してください。

「ILE 概念」の第 4 章 

「WebSphere Development Studio ILE C/C++ Programmer's Guide」の第 17 章 

Teraspace ストレージ・モデル用に作成された Java ネイティブ・メソッドの概念は、単一レベルのストレージを使用するネイティブ・メソッドの概念によく似ています。 JVM は Teraspace ネイティブ・メソッドに、このメソッドが JNI 関数を呼び出すために使用できる Java Native Interface (JNI) 環境へのポインターを渡します。

Teraspace ストレージ・モデル・ネイティブ・メソッド用に、 JVM は、Teraspace ストレージ・モデルと 8 バイトのポインターを使用する JNI 関数インプリメンテーションを用意しています。

Teraspace ネイティブ・メソッドの作成

Teraspace ストレージ・モデル・ネイティブ・メソッドを正常に作成するには、 Teraspace モジュール作成コマンドで、以下のオプションを使用する必要があります。

```
TERASPACE(*YES) STGMDL(*TERASPACE) DTAMDL(*LLP64)
```

Teraspace ストレージ機能を使用するための以下のオプション (*TSIFC) は、オプショナルです。

```
TERASPACE(*YES *TSIFC)
```

注: Teraspace ストレージ・モデル Java ネイティブ・メソッドを使用するときに DTAMDL(*LLP64) を使用しない場合、ネイティブ・メソッドを呼び出すと、実行時例外が出されます。

ネイティブ・メソッドを使用する Teraspace サービス・プログラムの作成

Teraspace ストレージ・モデル・サービス・プログラムを作成するためには、「サービス・プログラムの作成 (CRTSRVPGM)」制御言語 (CL) コマンドで以下のオプションを使用します。

```
CRTSRVPGM STGMDL(*TERASPACE)
```

さらに、ACTGRP(*CALLER) オプションを使用することを是非お勧めします。このオプションを使用すると、JVM がすべての Teraspace ストレージ・モデル・ネイティブ・メソッド・サービス・プログラムを同一の活動化グループ内に活動化できるようになります。ネイティブ・メソッドが効率的に例外を処理するためには、このようにして Teraspace 活動化グループを作成することが重要になる場合があります。

プログラムの活動化と活動化グループについて詳しくは、以下の情報を参照してください。

「ILE 概念」の第 3 章 

Teraspace ネイティブ・メソッドとの Java 呼び出し API の使用

JNI 環境ポインターがサービス・プログラムのストレージ・モデルと合わない場合は、呼び出し API GetEnv 関数を使用してください。呼び出し API GetEnv 関数は、常に正しい JNI 環境ポインターを戻します。詳しくは、以下のページを参照してください。

Java 呼び出し API

JNI の機能拡張 (JNI Enhancements)

JVM は単一レベルと Teraspace ストレージ・モデルのネイティブ・メソッドをサポートしていますが、これらの 2 つのストレージ・モデルは異なる JNI 環境を使用します。 2 つのストレージ・モデルは異なる JNI 環境を使用するので、 2 つのストレージ・モデルのネイティブ・メソッド間で JNI 環境ポインターをパラメーターとして渡すことはしないでください。 «

統合言語環境と Java との比較

iSeries サーバー上の Java(TM) 環境は、統合言語環境 (ILE) とは異なります。 Java は ILE 言語ではないので、 iSeries サーバー上でプログラムやサービス・プログラムを作成するために ILE オブジェクト・モジュールとバインドすることはできません。

ILE	Java
iSeries サーバー上のライブラリーまたはファイル構造のメンバーにソース・コードを格納する。	統合ファイル・システム内のストリーム・ファイルにソース・コードを格納する。
EBCDIC (拡張 2 進化 10 進コード) 形式のソース・ファイルを原始ステートメント入力ユーティリティー (SEU) で編集する。	通常は、ASCII 形式のソース・ファイルをワークステーションのエディターで編集する。
ソース・ファイルをコンパイルしてオブジェクト・コード・モジュールを生成し、iSeries サーバー上のライブラリーに格納する。	ソース・コードをコンパイルしてクラス・ファイルを生成し、統合ファイル・システムに格納する。
オブジェクト・モジュールは、プログラムまたはサービス・プログラム内で静的にバインドされる。	クラスは、実行時に必要に応じて動的にロードされる。
他の ILE プログラミング言語で記述された関数を直接呼び出すことができる。	Java から他の言語を呼び出すには、 Java ネイティブ・インターフェースを使用しなければならない。
ILE 言語は、常に機械命令としてコンパイルされ、実行される。	Java プログラムは、インタープリター形式で実行することも、コンパイラー形式で実行することもできる。

java.lang.Runtime.exec() を使用する

java.lang.Runtime.exec メソッドを使用して、 Java(TM) プログラム内からプログラムまたはコマンドを呼び出します。 java.lang.Runtime.exec() メソッドを使用すると、 1 つ以上の追加のスレッド対応のジョブが作成されます。追加のジョブが、このメソッドに渡されたコマンド・ストリングを処理します。

注: java.lang.Runtime.exec メソッドは別個のジョブでプログラムを実行します。これは C の system() 関数とは異なる点です。 C システム機能は、同一のジョブでプログラムを実行します。

» 発生する実際のプロセスは、以下の項目に依存します。

- java.lang.Runtime.exec() に渡すコマンドの種類
- os400.runtime.exec システム・プロパティーの値

種々のタイプのコマンドを処理する

以下の表は、java.lang.Runtime.exec() が種々のタイプのコマンドを処理する方法と、 os400.runtime.exec システム・プロパティーの影響を示しています。

	os400.runtime.exec システム・プロパティーの値	
コマンドのタイプ	EXEC (デフォルト値)	QSHELL
Java コマンド	JVM を実行する 2 番目のジョブを開始します。 JVM は、Java アプリケーションを実行する 3 番目のジョブを開始します。	シェル・インタープリターである Qshell を実行する 2 番目のジョブを開始します。 Qshell は、Java アプリケーション、プログラム、またはコマンドを実行するための 3 番目のジョブを開始します。
プログラム	実行可能プログラム (OS/400 プログラムまたは OS/400 PASE プログラム) を実行する 2 番目のジョブを開始します。	
CL コマンド	OS/400 プログラムを実行する 2 番目のジョブを開始します。 OS/400 は、2 番目のジョブで CL コマンドを実行します。	

注: CL コマンドまたは CL プログラムを呼び出す際は、呼び出すコマンドにパラメーターとして渡す文字がジョブの CCSID に含まれていることを確認してください。

2 番目または 3 番目のジョブの処理は、元のジョブの Java 仮想マシン (JVM) と並行して実行されます。これらのジョブにおける終了またはシャットダウン処理は、元の JVM には影響しません。

os400.runtime.exec システム・プロパティー

os400.runtime.exec システム・プロパティーの値は、EXEC (デフォルト値) か QSHELL に設定できます。os400.runtime.exec の値によって、 java.lang.Runtime.exec() が EXEC インターフェースを使用するか、Qshell を使用するかが決まります。

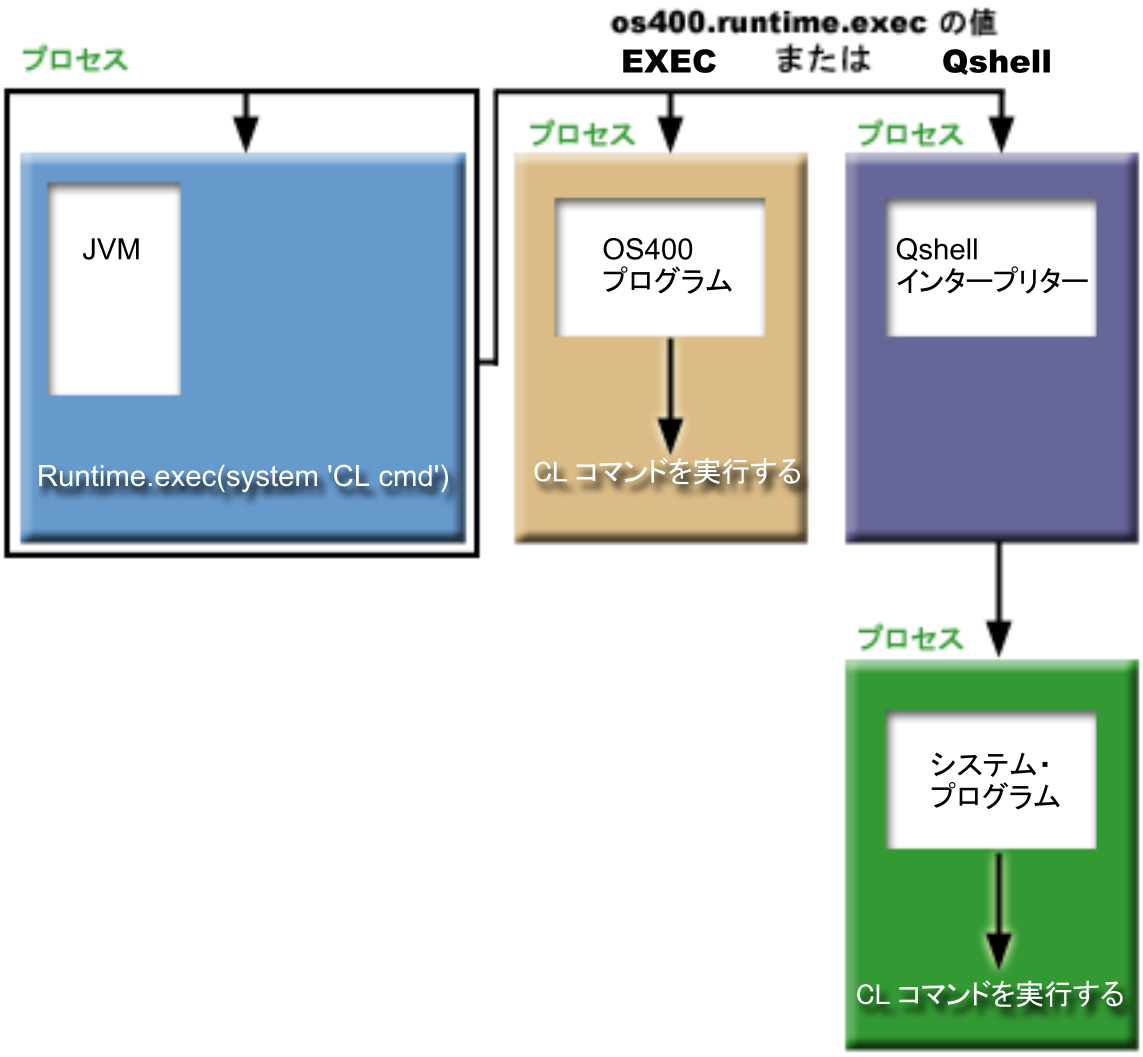
QSHELL ではなく EXEC の値を使用すると、以下の利点があります。

- java.lang.Runtime.exec() を呼び出す Java プログラムの可搬性が向上します。
- java.lang.Runtime.exec() を使用して CL コマンドを呼び出すほうが、使用するシステム・リソースが少なくなります。

後方互換性のために必要な場合にだけ、 java.lang.Runtime.exec() を使用して Qshell を実行する必要があります。 java.lang.Runtime.exec() を使用して Qshell を実行する場合は、 os400.runtime.exec が QSHELL に設定してある必要があります。

以下の図では、QSHELL の値を使用することによって、3 番目のジョブが立ち上げられ、その結果追加のシステム・リソースが消費されることになる過程が示されています。 QSHELL の値を使用すると Java プログラムの移植性が低下するという点にご留意ください。

図 1. os400.runtime.exec システム・プロパティーに QSHELL の値を使用する場合



また、QSHELL の値を使用する場合、 java.lang.Runtime.exec() に CL コマンドを渡すには、特定の構文を使用する必要があります。詳しくは、 CL コマンドを呼び出すための以下の例 (このページの終わりにあります) を参照してください。

os400.runtime.exec の設定について詳しくは、 Java システム・プロパティーのリストを参照してください。

例: java.lang.Runtime.exec() を使用してコマンドを呼び出す

java.lang.Runtime.exec() を使用して種々のタイプのコマンドを実行する方法については、以下の例を参照してください。

- 例: java.lang.Runtime.exec() を使用して別の Java プログラムを呼び出す
- 例: java.lang.Runtime.exec() を使用して CL プログラムを呼び出す
- 例: java.lang.Runtime.exec() を使用して CL コマンドを呼び出す

プロセス間通信

別のプロセスで実行されているプログラムと通信する際には、いくつかのオプションがあります。

オプションの 1 つは、プロセス間通信にソケットを使用することです。一方のプログラムは、サーバー・プログラムの役割を果たし、ソケット接続上で、クライアント・プログラムからの入力がないか listen します。クライアント・プログラムは、ソケットを使用してサーバーに接続します。ソケット接続が確立されると、どちらのプログラムでも情報を送受信することができます。

別のオプションは、プログラム間の通信にストリーム・ファイルを使用することです。これを行うには、System.in、System.out、および System.err クラスを使用します。

3 つ目のオプションは、データ待ち行列および iSeries メッセージ・オブジェクトを提供する IBM Toolbox for Java(TM) を使用することです。

また、他の言語から Java を呼び出すこともできます。詳細については、例: C から Java を呼び出すおよび 例: RPG から Java を呼び出すを参照してください。

プロセス間通信のためにソケットを使用する

ソケット・ストリームは、異なるプロセス内で実行しているプログラム間での通信を行います。プログラムは別個に開始することも、または java.lang.Runtime.exec() メソッドをメインの Java(TM) プログラム内から使用して開始することもできます。プログラムが Java 以外の言語で記述されている場合、情報交換用米国標準コード (ASCII) または拡張 2 進化 10 進コード (EBCDIC) 変換が確実に行われるようにしなければなりません。詳細については、Java 文字のエンコードを参照してください。

ソケットを使用する例については、 例: プロセス間通信のためにソケットを使用するを参照してください。

プロセス間通信に入出力ストリームを使用する

入出力ストリームは、別々のプロセスで実行されているプログラムの間で通信を行います。java.lang.Runtime.exec() メソッドは、プログラムを実行します。親プログラムは、子プロセスの入出力ストリームへのハンドルを取得し、それらのストリームに対する書き込みおよび読み取りを行うことができます。子プログラムが Java(TM) 以外の言語で作成されている場合は、情報交換用米国標準コード (ASCII) コードまたは拡張 2 進化 10 進コード (EBCDIC) の変換が行われるようにしなければなりません。詳細については、Java 文字のエンコードを参照してください。

入出力ストリームを使用する例については、 例: プロセス間通信に入出力ストリームを使用するを参照してください。

Java プラットフォーム

Java(TM) プラットフォームは、 Java アプレットおよびアプリケーションを開発して管理するための環境です。これは、3 つの主要なコンポーネント (Java 言語、Java パッケージ、および Java 仮想マシン) で構成されます。 Java 言語およびパッケージは、C++ およびそのクラス・ライブラリーと類似しています。Java パッケージにはクラスが含まれていて、どの準拠 Java 実装でも利用できます。アプリケーション・プログラミング・インターフェース (API) は、 Java をサポートするどのシステムでも同じはずです。

Java が C++ のような従来型の言語と異なる点は、コンパイルして実行する方法です。従来型のプログラミング環境では、プログラムのソース・コードを作成してコンパイルし、特定ハードウェアおよびオペレーティング・システムのオブジェクト・コードにします。このオブジェクト・コードを別のオブジェクト・コード・モジュールにバインドして、実行プログラムを作成します。このコードは、特定のコンピューター・ハードウェア・セットに固有なものですから、変更を加えることなしには、別のシステムでは稼働しません。

Java プラットフォームを効果的に使用するには、以下を参照してください。

Java アプレットおよびアプリケーション
Java アプレットを作成し、イメージを組み込むのとほとんど同じ方法で、HTML ページに組み込むことができます。 Java を利用できるブラウザーを使用して、アプレットを含む HTML ページを表示すると、アプレットのコードがシステムに転送され、ブラウザーの Java 仮想マシンで実行されます。また、Web ブラウザーを使用しない Java アプリケーションを作成することも可能です。

Java 仮想マシン
Java 仮想マシンは、Web ブラウザーか、 IBM(R) Operating System/400(R) (OS/400(R)) のようなオペレーティング・システムに組み込むことができます。この Java 仮想マシンは、Java インタープリターと Java ランタイム環境で構成されています。インタープリターは、特定のハードウェア・プラットフォームで、クラス・ファイルの解釈と Java 命令の実行を行います。 Java 仮想マシンは、Java コードを作成して一度コンパイルしたら、どのプラットフォームでも実行できるようにするものです。

Java JAR とクラス・ファイル
Java 環境と他のプログラミング環境の異なる点は、Java コンパイラーでは、ハードウェア固有の命令セット用にマシン・コードを生成しないということです。代わりに、Java コンパイラーは、Java ソース・コードを Java 仮想マシンの命令に変換し、それらを Java クラス・ファイルに保管します。
JAR ファイルを使用して、クラス・ファイルを保管することができます。クラス・ファイルは特定のハードウェア・プラットフォームを対象にすることはありませんが、 Java 仮想マシン・アーキテクチャーを対象とします。

Java スレッド
Java は、マルチスレッド・プログラミング言語です。そのため、Java 仮想マシン内で、同時に複数のスレッドを実行することができます。 Java スレッドは、Java プログラムが同時に複数のタスクを実行するための手段として使用されます。

Java Development Kit
Java Development Kit (JDK) は、Java 開発者のために、 Sun Microsystems, Inc. によって配布されるソフトウェアです。これには、Java インタープリター、Java クラス、および Java 開発ツールが含まれています。 JDK については、以下の情報を見つけてください。

- Java パッケージ
- Java ツール

Java アプレットおよびアプリケーション

アプレットは、HTML Web 文書に含めるよう設計された Java(TM) プログラムです。 HTML 文書には、Java アプレットの名前と、その URL が指定されたタグが含まれます。 URL は、そのアプレットのバイトコードが存在するインターネット上の場所を示します。 Java アプレットのタグが含まれた HTML 文書が表示されると、 Java を使用できる Web ブラウザーはインターネットから Java バイトコードをダウンロードし、 Web 文書内のコードを処理するために Java 仮想マシンを使用します。これらの Java アプレットを使って、Web ページにグラフィックスのアニメーション表示や、対話式のコンテンツを含めることができます。

詳しくは、Sun Microsystems の Java アプレットのチュートリアル、Writing Applets  を参照してください。このページには、アプレットの概要やアプレットの記述方法、およびアプレットに関連した一般的な問題が含まれています。

アプリケーションは、ブラウザーを使用せずに実行できる、スタンドアロン・プログラムです。 Java アプリケーションは、コマンド入力行から Java インタープリターを開始することによって、またコンパイルされたアプリケーションのファイルを指定することによって実行できます。通常、アプリケーションは配置されたシステム上にあります。アプリケーションはシステム上のリソースにアクセスしますが、そのアクセスは Java セキュリティー・モデルによって制限されます。

Java 仮想マシン

Java(TM) 仮想マシンは、 Web ブラウザーまたは任意のオペレーティング・システム (IBM Operating System/400 (OS/400) など) に追加できるランタイム環境です。 Java 仮想マシンは Java コンパイラーが生成する命令を実行します。これは、バイトコード・インタープリターとランタイムで構成されています。このランタイムでは、もともと開発されたプラットフォームに関係なく、任意のプラットフォームで Java クラス・ファイル (184ページ)を実行できます。

クラス・ローダーおよびセキュリティー・マネージャーは、 Java ランタイムの一部で、別のプラットフォームからのコードを隔離します。また、ロードされるクラスがアクセスするたびに、システム・リソースを制限できます。

注: Java アプリケーションは制限されません。制限されるのはアプレットだけです。アプリケーションは自由にシステム・リソースにアクセスして、ネイティブ・メソッドを使用できます。ほとんどの iSeries Java 開発キット (JDK) プログラムはアプリケーションです。

「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンドを使用して、バイトコードを検査するために Java ランタイムによって課されている安全要件を、コードが満たしているか確認できます。これには、タイプ制限の施行、データ変換の検査、パラメーター・スタックのオーバーフローまたはアンダーフローが発生していないかの確認、およびアクセス違反の検査が含まれます。しかし、バイトコードの検査は明示的に行う必要はありません。前もって CRTJVAPGM コマンドを使用しない場合、クラスの最初の使用時に検査が行われます。バイトコードが検査されると、インタープリターはバイトコードをデコードし、目的の操作を実行するのに必要なマシン・インストラクションを実行します。

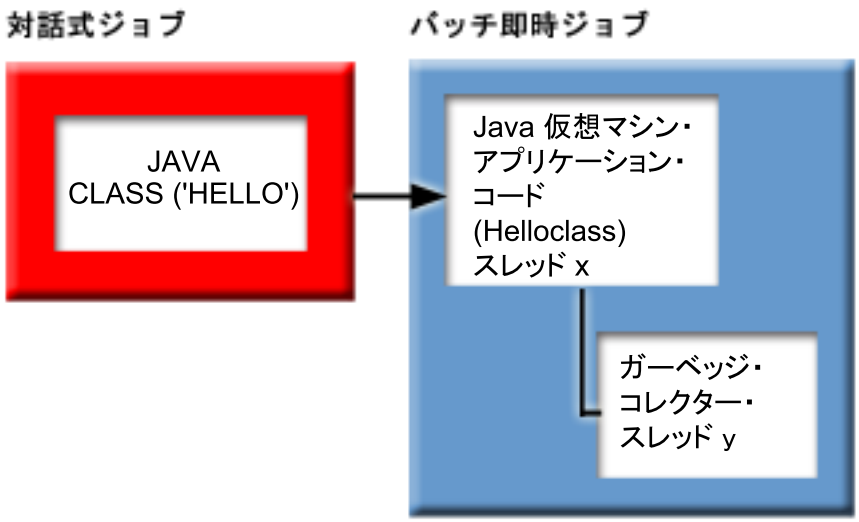
注: 183 ページの『Java インタープリター』は、 OPTIMIZE(*INTERPRET) または INTERPRET(*YES) を指定した場合にのみ使用されます。

バイトコードのロードおよび実行のほかに、Java 仮想マシンには、メモリーを管理するガーベッジ・コレクターが含まれています。 ガーベッジ・コレクションは、バイトコードのロードおよび解釈と同時に実行されます。

Java ランタイム環境

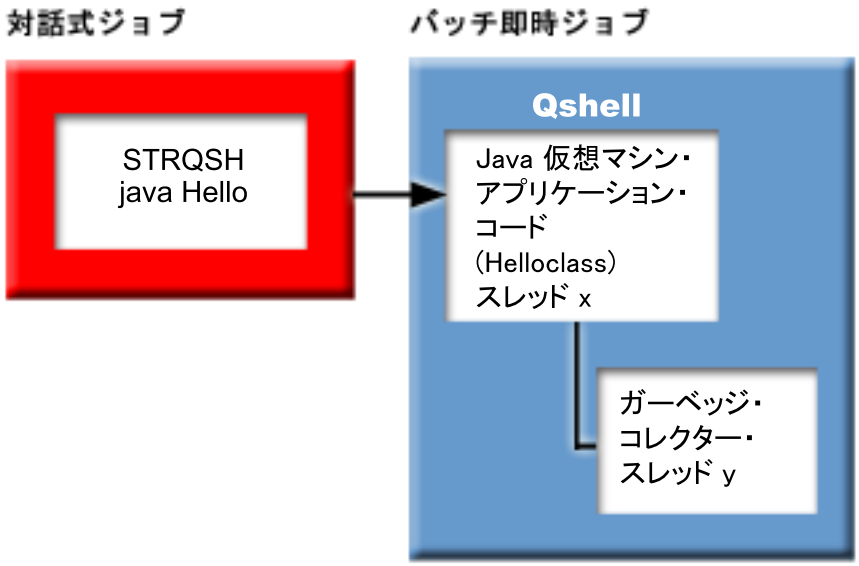
iSeries のコマンド行に「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドまたは JAVA コマンドを入力すると、 Java ランタイム環境が開始されます。 Java 環境はマルチスレッドをサポートするので、バッチ即時 (BCI) ジョブなどのスレッドをサポートするジョブで Java 仮想マシンを実行する必要があります。図 1 で示されているように、Java 仮想マシンが起動されると、ガーベッジ・コレクターが実行するジョブで追加のスレッドを開始されます。

図 1: RUNJVA または JAVA CL コマンドを実行する場合の標準的な Java 環境



また、Qshell インタープリターから Qshell 内で java コマンドを使って Java ランタイム環境を開始することもできます。この環境では、Qshell インタープリターは対話式ジョブと関連付けられた BCI ジョブで実行されます。 Java ランタイム環境は、Qshell インタープリターが実行されているジョブで開始されます。

図 2: Qshell で Java コマンドを使用する場合の Java 環境



Java ランタイム環境を対話式ジョブから開始すると、Java シェル画面が表示されます。この画面の入力行を使って、System.in ストリームにデータを入力することができます。また、System.out ストリームや System.err ストリームに書き込まれたデータも表示されます。

Java インタープリター

Java インタープリターは、特定のハードウェア・プラットフォームで Java クラス・ファイルを解釈する、Java 仮想マシンの一部です。 Java インタープリターは各バイトコードをデコードし、そのバイトコードに関する一連のマシン・インストラクションを実行します。

Java JAR とクラス・ファイル

Java(TM) ARchive (JAR) ファイルは、複数のファイルを 1 つに結合したファイル・フォーマットです。JAR は一般的なアーカイブ・ツールとして使用でき、すべてのタイプ (アプレットも含む) の Java プログラムを配布できます。 Java アプレットは、1 つずつ新しい接続をオープンするのではなく、一度の Hypertext Transfer Protocol (HTTP) 転送で、ブラウザーにダウンロードします。この方式でのダウンロードでは、Web ページ上でアプレットがロードして機能を開始する速度が向上します。

JAR はクロスプラットフォームの唯一のアーカイブ・フォーマットです。また JAR は、オーディオ・ファイルおよびイメージ・ファイル、さらにクラス・ファイルを処理する唯一のフォーマットでもあります。JAR は Java で記述される、オープン・スタンダードで十分に拡張可能なフォーマットです。

また、JAR フォーマットは圧縮もサポートしています。これは、ファイルのサイズを減らし、ダウンロード時刻を短縮します。さらにアプレット作成者は、作成元を認証するために、 JAR ファイル内のそれぞれの項目にディジタルで署名できます。

JAR ファイル内のクラスを更新する場合、Java jar ツールを参照してください。

Java クラス・ファイルは、 Java コンパイラーがソース・ファイルをコンパイルするときに作成される、ストリーム・ファイルです。クラス・ファイルには、クラスの各フィールドおよびメソッドを記述するテーブルが含まれています。またこのファイルには、各メソッドのバイトコード、静的データ、および Java オブジェクトを表すのに使用される記述も含まれています。

Java スレッド

スレッドとは、プログラム内で実行される、単独の独立したストリームのことを言います。 Java(TM) はマルチスレッド・プログラミング言語であるため、 Java 仮想マシン内では、一度の複数のスレッドを実行することができます。 Java スレッドは、Java プログラムが同時に複数のタスクを実行するための手段として使用されます。スレッドは、本質的にプログラム内の制御のフローです。

スレッドは、並行プログラムをサポートし、アプリケーションのパフォーマンスとスケーラビリティーを向上させるのに使用される、現代的なプログラミング構成要素です。ほとんどのプログラミング言語では、アドイン・プログラミング・ライブラリーを使用することによってスレッドをサポートします。 Java の場合は、組み込みアプリケーション・プログラム・インターフェース (API) として、スレッドをサポートしています。

注: スレッドを使用すると、より多くのタスクが並行して実行されるため、対話性の向上、つまりキーボードでの待機時間の短縮がサポートされます。ただし、プログラムの対話機能は、必ずしもスレッドがあるというだけで向上するとは限りません。

スレッドは、実行時間の長い対話で待機しながら、プログラムがなおその他の作業も処理できるようにするためのメカニズムです。スレッドを使用すると、同じコード・ストリームの中で複数のフローをサポートすることができます。これは、**軽量プロセス**と呼ばれることもあります。 Java 言語には、スレッドの直接サポートも組み込まれています。しかし、設計上、割り込みや複数の待ちがある非同期で非ブロッキングの入出力は、サポートされていません。

スレッドを使用すると、マシンに複数のプロセッサーがある環境に適した、並列プログラムを作成できます。これは、適切に構成されれば、複数のトランザクションやユーザーの処理のためのモデルともなります。

Java プログラムのスレッドは、さまざまな状況で使用できます。プログラムの中には、複数のアクティビティーに携わることができなければならず、なおかつユーザーからのさらに別の入力にも応答できなければならないものがあります。たとえば、Web ブラウザーには、音声を再生しながらユーザーの入力に応答する能力が求められるでしょう。

スレッドでは、非同期メソッドを使用することもできます。 2 つ目のメソッドを呼び出したときに、1 つ目のメソッドが完了するまで 2 つ目のメソッドが自身のアクティビティーを続けるのを待つ必要はありません。

ただし、スレッドを使用しないほうが良い場合もたくさんあります。階層的な順次の論理が使用されるプログラムでは、 1 つのスレッドでシーケンス全体を完了させることができます。このようなケースでは、複数のスレッドを使用してもプログラムが複雑になるだけで、何の益もありません。スレッドの作成と開始には、かなりの作業が伴います。操作に関係するステートメントが 2 つか 3 つしかないのであれば、それは 1 つのスレッドで扱った方が速いでしょう。これは、その操作が概念的に非同期である場合でもそういえます。複数のスレッドがオブジェクトを共用すると、オブジェクトには、スレッド・アクセスを調整し、整合性を保守するための同期化が必要になります。同期化を行うとなれば、プログラムはそれだけ複雑になり、パフォーマンスを最適化するための調整を難しくしたり、プログラミングのソースにエラーを引き起こしてしまう可能性があります。

スレッドについての詳細は、 マルチスレッド・アプリケーションの作成を参照してください。

Sun Microsystems, Inc. Java Development Kit

The Java(TM) Development Kit (JDK) は、Java 開発者のために、 Sun Microsystems, Inc. によって配布されるソフトウェアです。このソフトウェアには、Java インタープリター、Java クラス、および Java 開発ツール (コンパイラー、デバッガー、逆アセンブラー、appletviewer、スタブ・ファイル・ジェネレーター、および文書ジェネレーター) が含まれています。

JDK では、一度開発されたアプリケーションを作成し、任意の Java 仮想マシン上の任意の場所で実行することができます。ある 1 つのシステムで JDK を使用して開発された Java アプリケーションを、コードの変更や再コンパイルを行うことなく、他のシステムでも使用することが可能です。 Java クラス・ファイルは、標準の Java 仮想マシンであれば、そのマシンにでも移植できます。

現在の JDK に関する詳細な情報を得るには、ご使用の iSeries サーバーにインストールされている iSeries Java 開発キット (JDK) のバージョンを確認してください。

ご使用の iSeries サーバーで使用されているデフォルトの iSeries Java 開発キット (JDK) Java 仮想マシンのバージョンは、以下のいずれかのコマンドを入力することで確認できます。

- `java -version` (Qshell コマンド・プロンプトの場合)
- `RUNJVA CLASS(*VERSION)` (CL コマンド行の場合)

次に、The Source for Java Technology java.sun.com のページで同じバージョンの Sun Microsystems, Inc. JDK を探し、具体的な資料を見つけてください。 IBM Developer Kit for Java は、Sun Microsystems, Inc. の Java Technology と互換性のある製品であるため、その JDK 資料に精通しておくことは必要でしょう。

詳細は、以下のトピックを参照してください。

- 複数の Java Development Kit (JDK) のサポートでは、様々な Java 仮想マシンの使用に関する情報を扱っています。

- ネイティブ・メソッドおよび Java ネイティブ・インターフェースでは、ネイティブ・メソッドとは何か、そしてネイティブ・メソッドで何ができるかを定義しています。また、このトピックでは、Java ネイティブ・インターフェースについて簡単に説明しています。

Java パッケージ

Java パッケージは、Java に関連するクラスとインターフェースをグループ化する 1 つの方法です。 Java パッケージは、他の言語で利用可能なクラス・ライブラリーと同様のものです。

Java API を同梱する Java パッケージは、 Sun Microsystems, Inc. Java Development Kit (JDK) の一部として入手できます。 Java パッケージと Java API の情報の完全なリストについては、Java 2 Platform パッケージ (Java 2 Platform Packages) を参照してください。

Java ツール

Sun Microsystems, Inc. Java Development Kit で提供されているツールの完全なリストは、Sun Microsystems, Inc. によるツール・リファレンス を参照してください。 iSeries Java 開発キット (JDK) がサポートしている個々のツールのそれぞれについては、 iSeries Java 開発キット (JDK) がサポートする Java ツールを参照してください。

高度なトピック

以下に、iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) の高度なトピックを示します。

クラス、パッケージ、およびディレクトリー
Java のクラスはそれぞれ、あるパッケージに属しています。パッケージ名は、クラスの位置するディレクトリー構造と関連があります。

統合ファイル・システム内のファイル
統合ファイル・システムには、Java 関連のクラス、ソース、ZIP、および JAR ファイルが、階層ファイル構造で格納されます。

ファイル権限
Java プログラムを実行またはデバッグするには、クラス、ZIP、および JAR ファイルに対する読み取り権限が必要です。いくつかの CL コマンドが必要とするファイル権限について、この情報を参照してください。

バッチ・ジョブ
「ジョブ投入 (SBMJOB)」コマンドを使うと、Java プログラムをバッチ・ジョブ内で実行することができます。 SBMJOB コマンドについて、およびバッチ・ジョブが複数のジョブを実行できることを確認する方法について、この情報を参照してください。

Java クラス、パッケージ、およびディレクトリー

Java(TM) クラスはそれぞれ、あるパッケージに属しています。どのクラスがどのパッケージに含まれるかは、 Java ソース・ファイルの最初のステートメントに記述されます。ソース・ファイルにパッケージ・ステートメントがない場合、そのクラスは名前のないデフォルトのパッケージに含まれると見なされます。

パッケージ名は、クラスの位置するディレクトリー構造と関連があります。統合ファイル・システムでは、多くの PC システムや UNIX システムと同様に、階層ファイル構造で Java クラスを格納できます。 Java クラスを格納するディレクトリーの相対ディレクトリー・パスは、そのクラスが属するパッケージの名前と一致していなければなりません。たとえば、次の Java クラスで考えてみます。

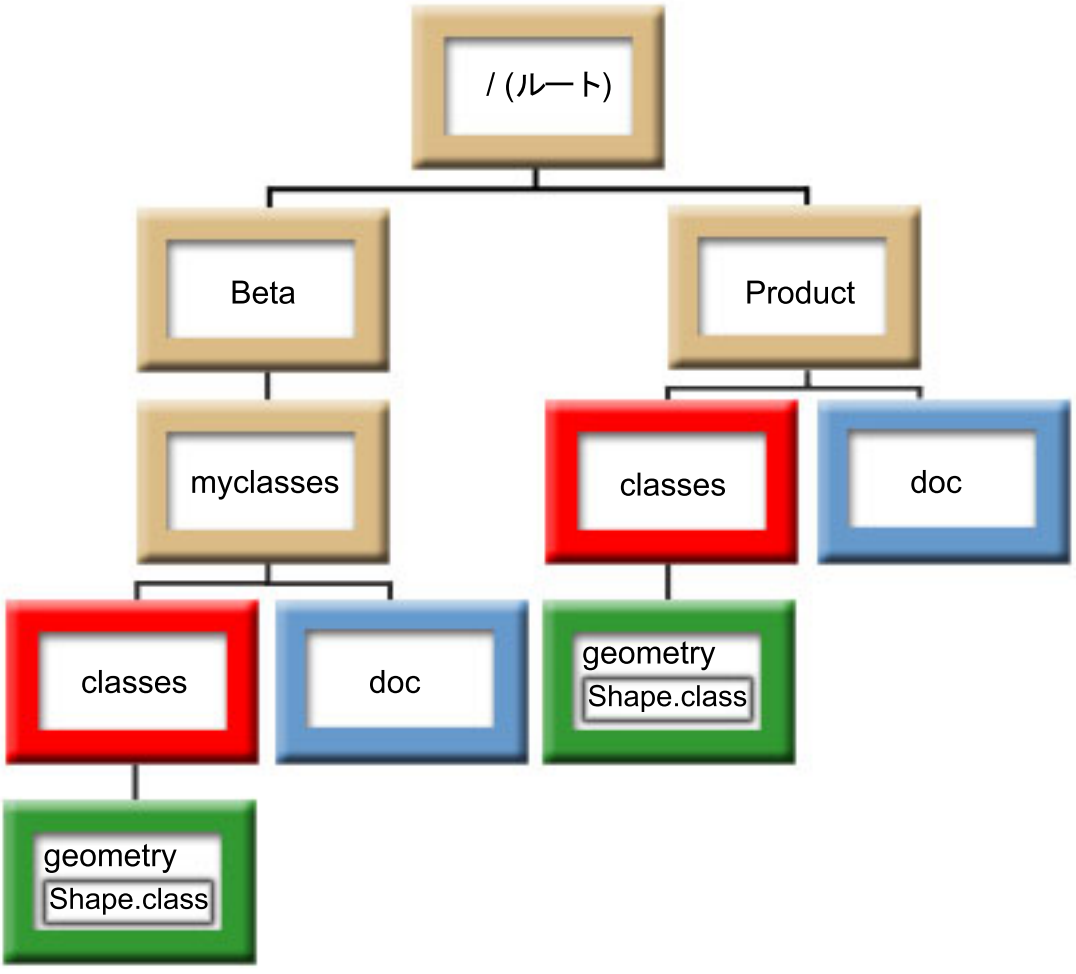
```
package classes.geometry;
import java.awt.Dimension;

public class Shape {

Dimension metrics;

   // The implementation for the Shape class would be coded here ...

}
```

上記のコードのパッケージ・ステートメントは、 Shape クラスが classes.geometry パッケージに属していることを示しています。したがって、Java ランタイムが Shape クラスを検出するためには、 Shape クラスが相対ディレクトリー構造の classes/geometry に格納されていなければなりません。

注: パッケージ名は、クラスが格納されているディレクトリーの相対ディレクトリー名に対応しています。 Java 仮想マシンのクラス・ローダーは、クラスパスで指定された各ディレクトリーに相対パス名を追加してクラスを探します。また、クラスパスで指定された ZIP ファイルまたは JAR ファイルを検索してクラスを検出することもできます。

たとえば、Shape クラスが「ルート」(/) ファイル・システムの /Product/classes/geometry ディレクトリーに格納されている場合は、クラスパスに /Product を指定する必要があります。

図 1: 異なるパッケージ内にある同じ名前の Java クラスのディレクトリー構造の例



注: Shape クラスの複数のバージョンをディレクトリー構造に格納することができます。 Shape クラスのベータ版を使用するには、 CLASSPATH で、Shape クラスが格納されている他のディレクトリーや ZIP ファイルの前に /Beta/myclasses を指定します。

Java コンパイラーは、Java ソース・コードをコンパイルするときに、 Java クラスパス、パッケージ名、およびディレクトリー構造を使ってパッケージとクラスを探します。詳しくは、Java クラスパスを参照してください。 «

統合ファイル・システム内のファイル

iSeries Java 開発キット (JDK) は、統合ファイル・システム内のスレッド・セーフ・ファイル・システムを使用して Java 関連のクラス・ファイル、ソース・ファイル、および JAR ファイルを格納および処理するための支援をします。スレッド・セーフ・ファイル・システムについて、およびファイル・システムの比較について詳しくは、以下を参照してください。

マルチスレッド・プログラミングでのファイル・システムについての考慮事項

ファイル・システムの比較

統合ファイル・システム内の Java ファイル権限

Java(TM) プログラムを実行およびデバッグするには、クラス・ファイル、JAR ファイル、および ZIP ファイルに読み取り権限 (*R) が必要です。また、すべてのディレクトリーに読み取りおよび実行権限 (*RX) が必要です。

「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンドを使ってプログラムを最適化するには、クラス・ファイル、JAR ファイル、または ZIP ファイルに読み取り権限 (*R) が必要であり、ディレクトリーに実行権限 (*X) が必要です。クラス・ファイル名にパターンを使用している場合は、ディレクトリーに読み取りおよび実行権限 (*RX) が必要です。

「Java プログラムの削除 (DLTJVAPGM)」コマンドを使って Java プログラムを削除するには、クラス・ファイルに対して読み取りおよび書き込み権限 (*RW) が必要です。クラス・ファイル名にパターンを使用している場合は、ディレクトリーに読み取りおよび実行権限 (*RX) が必要です。

「Java プログラムの表示 (DSPJVAPGM)」コマンドを使用して Java プログラムを表示するには、クラス・ファイルへの読み取り権限 (*R) が必要であり、ディレクトリーには実行権限 (*X) が必要です。

注: 実行権限 (*X) がないファイルとディレクトリーは、常に QSECOFR 権限があるユーザーに対する実行権限 (*X) があるように表示されます。ユーザーの両方が同じファイルに同じアクセスをしていても、特定の状況で、異なるユーザーが異なる結果を得ることがあるかもしれません。このことは、Qshell インタープリターまたは java.Runtime.exec() を使用してシェル・スクリプトを実行するときに知っておく必要があります。

たとえば、一人のユーザーがシェル・スクリプトを呼び出すために java.Runtime.exec() を使用する Java を作成して、それを、QSECOFR 権限のあるユーザー ID を使用してテストします。シェル・スクリプトのファイル・モードに読み取りおよび書き込み権限が (*RW) ある場合、統合ファイル・システムはそれを、QSECOFR 権限のあるユーザー ID が実行することを許可します。しかし、非 QSECOFR 権限ユーザーは同じ Java プログラムを実行しようとすることができますが、統合ファイル・システムは、*X が欠落しているため、java.Runtime.exec() コードにシェル・スクリプトは実行できないことを知らせることができるでしょう。この場合、java.Runtime.exec() は入出力の例外をスローします。

Java プログラムによって統合ファイル・システム内に作成された新規ファイルに対して権限を割り当てることもできます。ファイルは os400.file.create.auth システム・プロパティー、ディレクトリーは os400.dir.create.auth を使用して、読み取り、書き込み、および実行権限の組み合わせを設定することができます。

詳しくは、プログラムおよび CL コマンド APIまたは 統合ファイル・システムを参照してください。

バッチ・ジョブで Java を実行する

ジョブ投入 (SBMJOB) コマンドを使用すると、 Java(TM) プログラムはバッチ・ジョブで実行されます。このモードでは、Java Qshell コマンド入力画面を、 System.in、System.out、System.err ストリームを処理するために使用することはできません。

これらのストリームは、他のファイルに転送することができます。デフォルトの処理では、 System.out および System.err ストリームはスプール・ファイルに送信されます。 System.in からの読み取り要求で入出力例外を出すバッチ・ジョブは、スプール・ファイルを所有します。 Java プログラム内で System.in、System.out、および System.err の転送を行うことができます。また、os400.stdin、os400.stdout、および os400.stderr システム・プロパティーを使用して、 System.in、System.out、および System.err を転送することもできます。

注: SBMJOB コマンドを実行すると、ユーザー・プロファイルで指定された HOME ディレクトリーが現行作業ディレクトリー (CWD) に設定されます。

例: バッチ・ジョブで Java を実行する

```
SBMJOB CMD(JAVA Hello OPTION(*VERBOSE)) CPYENVVAR(*YES)
```

上記の例で JAVA コマンドを実行すると、2 番目のジョブが作成されます。ですから、バッチ・ジョブが実行されるサブシステムは、複数のジョブを実行できなければなりません。

バッチ・ジョブが複数のジョブを実行できることを、以下のステップに従うことによって検証できます。

1. CL コマンド行で DSPSBSD(MYSBSD) と入力する。ここで、MYSBSD は、バッチ・ジョブのサブシステム記述を表します。
2. オプション 6 のジョブ待ち行列項目を選ぶ。
3. ジョブ待ち行列の Max Active フィールドを参照する。

   Max Active フィールドが 1 以下で *NOMAX でない場合には、 CL コマンド行で以下のように入力します。

   ```
   CHGJOBQE SBSD(MYSBSD) JOBQ(MYJOBQ) MAXACT(*NOMAX)
   ```

   ここで、

   - MYSBSD はサブシステム記述を表します。
   - MYJOBQ はジョブ待ち行列です。

グラフィカル・ユーザー・インターフェースを使用しないホスト上で Java アプリケーションを実行する

Java(TM) アプリケーションを、 iSeries サーバーなどのグラフィカル・ユーザー・インターフェース (GUI) のないホスト上で実行したい場合は、 Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT) を使用することができます。

NAWT を使用して、Java アプリケーションおよびサーブレットに、 Java 2 Software Development Kit (J2SDK) Standard Edition AWT のグラフィックス機能の全機能を提供することができます。詳しくは、Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT)を参照してください。 «

Native Abstract Windowing Toolkit

Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT) は、 Java(TM) アプリケーションおよびサーブレットが、 Java 2 Software Development Kit (J2SDK), Standard Edition で提供される Abstract Windowing Toolkit (AWT) グラフィックス機能を使用できるようにします。

» 注: NAWT は現在はロケール固有および言語固有のフォントおよび文字セットをサポートしていません。 NAWT を使用する際は、以下の要件を満たしてください。

- ISO8859-1 文字セットで定義されている文字のみを使用してください。
- font.properties ファイルを使用してください。 font.properties ファイルは、/QIBM/ProdData/Java400/jdknn/lib ディレクトリー (*nn* は使用している J2SDK のバージョン番号) にあります。特に font.properties.*xxx* ファイル (*xxx* は言語またはその他の修飾子) は使用しないでください。 «

通常、NAWT は基本的なグラフィックス・エンジンとして X Window システムを使用します。 X Window システムを使用するには、X サーバーが必要です。 X サーバーは、X クライアント・プログラムからの接続および要求を受け入れる独立型のアプリケーションです。その場合は、基礎となる NAWT インフラストラクチャーが X クライアント・プログラムになります。

推奨される X サーバーは AT&T Virtual Network Computing (VNC) サーバーです。 VNC サーバーは専用のマウス、キーボード、およびグラフィックス機能付きモニターを必要としないため、 iSeries サーバーによく適しています。 IBM は、OS/400 Portable Application Solutions Environment (OS/400 PASE) で実行する VNC サーバーのバージョンを提供しています。 OS/400 PASE は、 IBM AIX(TM) オペレーティング・システム用にコンパイルされたほとんどのバイナリー実行可能プログラムを実行できる、 UNIX に似た環境です。 OS/400 PASE は、OS/400 バージョン 5 リリース 2 の一部としてインストールされます。

OS/400 PASE で VNC サーバーを実行する場合は、 iSeries サーバーがすべての NAWT グラフィックスの計算を実行するので、外部グラフィックス・サーバーは不要です。以下は NAWT および J2SDK についての情報であり、 OS/400 PASE において VNC を入手し、セットアップする方法について説明しています。

NAWT のインストールと使用について詳しくは、以下を参照してください。

NAWT サポートのレベル
種々のバージョンの J2SDK で使用可能な NAWT サポートのレベルについてお読みください。この情報を使用して、グラフィカル要件を見積もり、実行する必要のある J2SDK のバージョンを選択してください。

NAWT をインストールして使用する
NAWT および VNC をインストールするための説明を参照してください。 NAWT を使用する際の前提条件について確認してください。

VNC の使用上のヒント
OS/400 制御言語 (CL) コマンドを使用して VNC サーバーを開始および停止し、現行で実行している VNC サーバーに関する情報を表示する方法について確認してください。

NAWT を WebSphere Application Server と共に使用するためのヒント
WebSphere Application Server の下で実行するグラフィカル Java プログラムで使用するために NAWT をセットアップする方法について確認してください。

NAWT を実行するには OS/400 PASE および VNC を使用する必要があるため、これらのアプリケーションについて詳しく知る必要があるかもしれません。詳しくは、以下を参照してください。

OS/400 PASE

Virtual Network Computing 

NAWT サポートのレベル

使用する Java 2 Software Development Kit (J2SDK) Standard Edition のバージョンは、使用可能な Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT) サポートの選択肢に影響します。 NAWT をインストールする前に、どのタイプのサポートが自分の要件に合っているかを理解しておく必要があります。

NAWT および J2SDK バージョン 1.3: J2SDK バージョン 1.3 の場合、 NAWT は、直接のユーザー対話の必要のないグラフィカル Java アプリケーションのみをサポートします。このレベルのサポートは、iSeries サーバー上でイメージ・データ (JPEG、GIF などでエンコードされたもの) を生成する Java アプリケーション、サーブレット、およびグラフィックスのパッケージに適しています。

NAWT および J2SDK バージョン 1.4: J2SDK バージョン 1.4 の場合、 NAWT は、対話式のグラフィカル・ユーザー・インターフェース (GUI) と Java ヘッドレス AWT 環境を含むすべての Java Abstract Windowing Toolkit (AWT) の機能をサポートします。

J2SDK バージョン 1.4 の実行時に使用可能な NAWT サポートについて詳しくは、以下を参照してください。

完全 GUI サポート

ヘッドレス AWT サポート

Native Abstract Windowing Toolkit のインストールおよび使用

使用する Java 2 Software Development Kit (J2SDK) Standard Edition のバージョン、および Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT) サポートのレベルは、 NAWT のインストール方法に影響を及ぼします。 NAWT をインストールする前に、 NAWT が提供する種々のグラフィカル・サポートのレベルを理解しておく必要があります。詳しくは、NAWT サポートのレベルを参照してください。

NAWT のインストールおよび使用: グラフィカル要件を見積もって、実行する J2SDK のバージョンを決定したら、以下の説明に従って NAWT をインストールして使用してください。

J2SDK バージョン 1.3

J2SDK バージョン 1.4 の完全 GUI サポート

J2SDK バージョン 1.4 のヘッドレス AWT サポート

NAWT と OS/400 PASE: NAWT は OS/400 PASE 環境を自動的に開始しますが、デフォルトでは 32 ビット・モードで開始します。 OS/400 PASE を 64 ビット・モードで実行する必要がある場合は、 JVM を開始する前に QIBM_JAVA_PASE_STARTUP 環境変数を設定する必要があります。詳しくは、Java OS/400 PASE 環境変数を参照してください。 «

VNC の使用上のヒント

このセクションでは、VNC (Virtual Network Computing) の使用上の追加のヒントを説明します。

CL プログラムからの VNC ディスプレイ・サーバーの開始: 以下の例は、DISPLAY 環境変数を設定し、制御言語 (CL) コマンドを使用して自動的に VNC を開始するための 1 つの方法を示しています。

```
CALL QP2SHELL PARM('/QOpenSys/QIBM/ProdData/DeveloperTools/vnc/vncserver_java' ':n')
ADDENVVAR ENVVAR(DISPLAY) VALUE('systemname:n')
```

ここで、各パラメーターは次のように定義されます。

- *systemname* は VNC が稼働している iSeries システムのホスト名または IP アドレスです。
- ここで、*n* は開始したいディスプレイ番号を表す数値です。

注: この例では、まだディスプレイ *n* を実行しておらず、必要な VNC パスワードを正常に作成してあることを想定しています。パスワード・ファイルの作成について詳しくは、以下のページを参照してください。

VNC パスワード・ファイルの作成

CL プログラムからの VNC ディスプレイ・サーバーの停止: 以下のコードは、CL プログラムから VNC サーバーを停止するための 1 つの方法を表しています。

```
CALL QP2SHELL PARM('/QOpenSys/QIBM/ProdData/DeveloperTools/vnc/vncserver_java' '-kill' ':n')
```

n は、終了するディスプレイ番号を表す数値です。

実行中の VNC ディスプレイ・サーバーの検査: 現行でどの (存在する場合) VNC サーバーが iSeries システム上で実行しているのかを判別するには、以下のステップを実行してください。

1. OS/400 コマンド行から PASE シェルを開始します。

   ```
   CALL QP2TERM
   ```

2. PASE シェル・プロンプトから、 PASE ps コマンドを使用して VNC サーバーをリストします。

   ```
   ps gaxuw | grep Xvnc
   ```

このコマンドの結果の出力では、実行中の VNC サーバーが以下のフォーマットで表示されます。

```
john  418  0.9  0.0  5020  0  - A  Jan 31 222:26
  /QOpenSys/QIBM/ProdData/DeveloperTools/vnc/Xvnc :1 -desktop X -httpd
jane   96  0.2  0.0   384  0  - A  Jan 30 83:54
  /QOpenSys/QIBM/ProdData/DeveloperTools/vnc/Xvnc :2 -desktop X -httpd
```

ここで、

- 最初の列は、サーバーを開始したプロファイルです。
- 2 番目の列はサーバーの PASE プロセス ID です。
- */QOpensys/* で始まる情報は、VNC サーバーを開始したコマンド (引き数を含む) です。通常ディスプレイ番号は、Xvnc コマンドの引き数リストの中の最初の項目です。

注: 上記の出力例で表されている Xvnc プロセスは、実際の VNC サーバー・プログラムの名前です。vncserver_java スクリプトを実行する際は Xvnc を開始してください。これは Xvnc のための環境とパラメーターを準備してから、Xvnc を開始します。

NAWT を WebSphere Application Server と共に使用するためのヒント

以下の情報を読む前に、必ず iSeries サーバーでの Native Abstract Windowing Toolkit (NAWT) のインストールおよび使用方法を理解しておいてください。特に、ご使用の Java 2 Software Development Kit (J2SDK) のバージョンと OS/400 のリリースでの NAWT の使用法について知っておく必要があります。

セキュア通信の確保: WebSphere Application Server と NAWT を使用する場合は、 Virtual Network Computing (VNC) サーバーと WebSphere Application Server との間のセキュア通信を可能にしなければなりません。

X 権限検査というメソッドが、 WebSphere Application Server と VNC サーバーの間のセキュア通信を確保します。

VNC サーバーの開始プロセスでは、暗号化されたキー情報を含む .Xauthority ファイルが作成されます。 WebSphere Application Server と VNC の間のセキュア通信のためには、 WebSphere Application Server と VNC の両方が .Xauthority ファイル内の暗号化されたキー情報にアクセスできなければ**なりません**。

X 権限検査の使用: X 権限検査は以下のいずれかの方法で使用します。

同一のプロファイルを使用して WebSphere Application Server と VNC を実行する

WebSphere Application Server と VNC サーバーの間のセキュア通信を確実にするための 1 つの方法は、VNC サーバーを開始するために使用したものと同一のプロファイルから WebSphere Application Server を実行することです。 WebSphere Application Server と VNC を同一のプロファイルを使用して実行する場合は、アプリケーション・サーバーが実行するユーザー・プロファイルを変更しなければなりません。

アプリケーション・サーバーのユーザー・プロファイルを、デフォルトのユーザー (QEJBSVR) から別のプロファイルに切り替えるには、以下の操作を行う必要があります。

1. WebSphere Application Server 管理コンソールを使用して、アプリケーション・サーバーの構成を変更します。
2. iSeries ナビゲーターを使用して新しいプロファイルを使用可能にします。

WebSphere Application Server 管理コンソールと iSeries ナビゲーターの使用法について詳しくは、以下の資料を参照してください。

WebSphere Application Server 

マネージメント・セントラルによるユーザーおよびグループの管理

別のプロファイルを使用して WebSphere Application Server と VNC を実行する

WebSphere Application Server と VNC で別々のプロファイルを使用したい場合は、 WebSphere Application Server に .Xauthority ファイルを使用させることによって、セキュア通信を確保することができます。

WebSphere Application Server が .Xauthority ファイルを使用できるようにするには、以下のステップを実行してください。

1. ユーザー・プロファイルから VNC サーバーを開始することによって、新規の .Xauthority ファイルを作成 (または既存の .Xauthority ファイルを更新) します。 OS/400 制御言語 (CL) コマンド行から、以下のコマンドを入力して **ENTER** を押します。

```
CALL QP2SHELL PARM('/QOpenSys/QIBM/ProdData/DeveloperTools/vnc/vncserver_java' ':n')
```

n はディスプレイ番号 (1 から 99 の範囲の数値) です。

注: .Xauthority ファイルは、 VNC サーバーを実行しているプロファイルのディレクトリーにあります。

2. 以下の CL コマンドを使用して、WebSphere Application Server を実行しているプロファイルに対し、.Xauthority ファイルの読み取り権限を付与します。

```
CHGAUT OBJ('/home') USER(WASprofile) DTAAUT(*RX)
CHGAUT OBJ('/home/VNCprofile') USER(WASprofile) DTAAUT(*RX)
CHGAUT OBJ('/home/VNCprofile/.Xauthority') USER(WASprofile) DTAAUT(*R)
```

VNCprofile および *WASprofile* は、 VNC サーバーと WebSphere Application Server を実行している該当のプロファイルです。

3. WebSphere Application Server 管理コンソールから、アプリケーション用の DISPLAY および XAUTHORITY 環境変数を定義します。
   - DISPLAY に対しては、 *system*:*n* または localhost:*n* を使用してください。

     system は iSeries システムのホスト名または IP アドレスであり、 *n* は VNC サーバーを開始するために使用したディスプレイ番号です。
   - XAUTHORITY に対しては、/home/*VNCprofile*/.Xauthority を使用してください。

     VNCprofile は VNC サーバーを開始したプロファイルです。
4. WebSphere Application Server を再始動して、構成の変更をピックアップします。

WebSphere Application Server 管理コンソールの使用法について詳しくは、以下の資料を参照してください。

WebSphere Application Server 

Java セキュリティー

iSeries サーバー上で実行する Java(TM) プログラムのほとんどはアプレットではなくアプリケーションなので、 ″sandbox″ セキュリティー・モデルによる制限を受けません。セキュリティーの視点からは、 Java アプリケーションは iSeries サーバー上の他のすべてのプログラムと同じセキュリティー上の制限を受けます。 Java プログラムを iSeries サーバー上で実行するには、統合ファイル・システム内のクラス・ファイルに対する権限が必要です。プログラムが開始されると、それはユーザーの権限の下で実行されます。

借用権限を使用して、プログラムを実行しているユーザーの権限およびプログラム所有者の権限を持つオブジェクトにアクセスできます。借用権限は、ユーザーが当初はアクセス権限を持っていなかったオブジェクトに対する権限を、一時的にユーザーに付与します。 2 つの新しい借用権限パラメーター (USRPRF および USEADPAUT) に関する詳細は、 「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンド情報を参照してください。

iSeries Java 開発キット (JDK) には、以下の Java アプリケーション用セキュリティー・フィーチャーが備えられています。

Java セキュリティー・モデル
Java 仮想マシン内のバイトコード・ローダーおよび検査装置も、 Java セキュリティー・モデルを使用する Java セキュリティーを可能にします。アプレットの場合と同じく、バイトコード・ローダーおよび検査装置はバイトコードが有効であるか、およびデータ・タイプが適切に使用されているかど

うかを検査します。それらはさらに、レジスターおよびメモリーが正しくアクセスされているか、およびスタックがオーバーフローするまたはアンダーフローしていないかどうかを検査します。これらの検査によって、 Java 仮想マシンがシステムの保全性を妨げることなくクラスを実行できることが保証されます。

Java Cryptography Extension
iSeries サーバー上の The Java Cryptography Extension (JCE) 実装は、 Sun Microsystems, Inc. の実装と互換性があります。この資料では、iSeries 実装に固有の側面について扱います。ここでは、JCE の一般資料に精通していることを前提とします。

Java Secure Socket Extension
Java Secure Socket Extension (JSSE) は、 Secure Sockets Layer (SSL) プロトコルの Java 実装です。JSSE は、SSL と Transport Layer Security (TLS) プロトコルを使用して、クライアントとサーバーが TCP/IP を介して安全な通信を行えるようにします。この資料では、JSSE の iSeries 実装に固有の側面について扱います。ここでは、読者が JSSE の一般資料に精通していることを前提とします。

Java Authentication and Authorization Service
Java Authentication and Authorization Service (JAAS) は、 iSeries Java 開発キット (JDK) がサポートする別のセキュリティー項目です。現在の Java 2 Software Development Kit (J2SDK) のアクセス制御は、コードの発生元や署名者に基づくものです (コード・ソースに基づいたアクセス制御)。ただしこれでは、コードの実行者に基づく追加のアクセス制御を施行することができません。 JAAS が提供するフレームワークには、このサポートが Java 2 セキュリティー・モデルに対して追加されています。

Java Generic Security Service
Java Generic Security Service (JGSS) は、 iSeries Java 開発キット (JDK) がサポートするもう 1 つのセキュリティー項目です。 JGSS は、アプリケーション間での安全なメッセージングのための一般インターフェースを提供します。 JGSS は、秘密鍵、公開鍵、または他のセキュリティー・テクノロジーに基づくさまざまなセキュリティー・メカニズムをサポートしています。

注: J2SDK バージョン 1.4 の場合、 JAAS、JCE、JGSS、および JSSE は基本 JDK の一部で、拡張とは見なされません。旧バージョンの JDK の場合、これらのセキュリティー項目は拡張機能です。

Java セキュリティー・モデル

Java(TM) アプレットはどのシステムからでもダウンロードできます。そのため、悪質なアプレットから保護するためのセキュリティー機構が Java 仮想マシンに組み込まれています。 Java ランタイム・システムは、Java 仮想マシンがバイトコードをロードするときにそれを検査します。これにより、それらが適正なバイトコードであること、および Java 仮想マシンが Java アプレットに課しているどの制限にも違反しないことが確認されます。 Java アプレットは、実行可能な操作、メモリーへのアクセス方法、および Java 仮想マシンを使用する方法に関して制限を受けます。その制限は、Java アプレットが基礎となるオペレーティング・システムまたはシステム上のデータにアクセスすることを防ぎます。これは、″sandbox″ セキュリティー・モデルと呼ばれます。 Java アプレットが自分のサンドボックス (砂箱) 内でのみ「遊ぶ」ことができるからです。

″sandbox″ セキュリティー・モデルは、クラス・ローダー、クラス・ファイル・ベリファイヤー、および java.lang.SecurityManager クラスの組み合わせで実現されています。

セキュリティーの詳細については、Security by Sun Microsystems, Inc. 資料と、SSL によるアプリケーションの保護 を参照してください。

Java Cryptography Extension

Java(TM) Cryptography Extension (JCE) 1.2 は、 Java 2 Software Development Kit (J2SDK), Standard Edition の標準拡張機能です。 iSeries サーバー上の JCE 実装は、 Sun Microsystems, Inc. の実装と互換性があります。この資料では、iSeries 実装に固有の側面について扱います。ここでは、JCE 拡張機能の一般資料に精通していることを前提とします。この情報と iSeries の情報を利用しやすくするために、 Sun JCE 資料

 へのリンクが用意されています。

iSeries サーバーにおいて、暗号化のレベルは Cryptographic Access Provider プロダクトによって制御されます。これには、2 つのバージョン (5722-AC2 および 5722-AC3) があります。 5722-AC3 プロダクトでは、すべての暗号化アルゴリズムが使用可能です。 5722-AC2 プロダクトでは、Triple-DES は使用できず、対称アルゴリズムは 56 ビット、非対称アルゴリズムは 1024 ビットに制限されています。

すでに言及した 5722-AC2 についての制約事項を除き、 IBM JCE Provider は以下のアルゴリズムをサポートしています。

- DES
- Triple-DES
- RC2
- RC4
- Blowfish
- RSA
- Diffie-Hellman
- DSA
- Mars
- MD2
- MD5
- SHA-1
- Seal

さらに、乱数発生ルーチンも備えています。

Java 1.2 で IBM JCE を使用する場合は、 /QIBM/ProdData/Java400/jdk12/lib/security/java.security ファイルを編集します。変更が必要なファイル中のセクションは、以下のとおりです。

```
#
# To use the IBMJCE security provider, you need to:
# 1) Install an IBM Cryptographic Access Provider Product
# 2) uncomment the second provider entry that follows.
#
# List of providers and their preference orders:
#
security.provider.1=sun.security.provider.Sun
#security.provider.2=com.ibm.crypto.provider.IBMJCE
```

IBM JCE で Java 1.3 を使用する場合は、 /QIBM/ProdData/OS400/Java400/jdk/lib/security/java.security ファイルを編集します。変更が必要なファイル中のセクションは、以下のとおりです。

```
#
# To use the IBMJCE security provider, you need to:
# 1) Install an IBM Cryptographic Access Provider Product
# 2) Uncomment the third provider entry that follows.
#
```

```
# List of providers and their preference orders:
#
security.provider.1=sun.security.provider.Sun
security.provider.2=com.sun.rsajca.Provider
#security.provider.3=com.ibm.crypto.provider.IBMJCE
```

どちらの場合も、文字を 1 つ削除するだけです。

注: 法律上の重要な情報に関しては、 コードの特記事項情報をお読みください。

Java Secure Socket Extension

Java(TM) Secure Socket Extension (JSSE) は、 Secure Sockets Layer (SSL) プロトコルの Java 実装です。 JSSE は、SSL と Transport Layer Security (TLS) プロトコルを使用して、クライアントとサーバーが TCP/IP を介して安全な通信を行えるようにします。

JSSE は以下の機能を提供します。

- データを暗号化する
- リモート・ユーザー ID を認証する
- リモート・システム名を認証する
- クライアント/サーバー認証を実行する
- メッセージ保全性を保持する

Java 2 Software Development Kit Standard Edition (J2SDK) バージョン 1.4 に統合され、 JSSE は SSL だけの場合より多くの機能性を提供します。詳しくは、以下のトピックを参照してください。

SSL (JSSE バージョン 1.0.8) を使用する
SSL は、サーバーおよびクライアントを認証してプライバシーおよびデータ保全性を備えることを可能にします。すべての SSL 通信は、サーバーとクライアントとの間の「ハンドシェーク」から始まります。ハンドシェークの際、SSL はクライアントとサーバーが互いに通信するために使用する暗号の組を取り交わします。この暗号の組は、SSL で使用可能な種々のセキュリティー機能の組み合わせです。 SSL は J2SDK バージョン 1.3 でのみ使用可能です。

JSSE バージョン 1.4 を使用する
JSSE は、SSL と TLS の両方の基礎となるメカニズムを要約するフレームワークと似ています。基礎となっているプロトコルの複雑さと特色を要約することによって、 JSSE はプログラマーが安全で暗号化された通信を使用できるようにすると同時に、セキュリティーの脆弱性を最小限に抑えます。この情報は、J2SDK バージョン 1.4 を実行する iSeries サーバー上で JSSE を使用する場合にのみ当てはまります。

注: この情報は、現在では J2SDK バージョン 1.4 に組み込まれて出荷されている JSSE のバージョンにのみ関係します。以前のバージョンの JSSE については、 Sun Java Web サイトにある Java Secure Socket Extension を参照してください。

SSL (JSSE バージョン 1.0.8) を使用する

Secure Sockets Layer (SSL) の Java 実装である Java Secure Socket Extension (JSSE バージョン 1.0.8) を使用して、 Java(TM) アプリケーションのセキュリティーを強化することができます。 SSL は、以下の方法によりアプリケーションのセキュリティーを向上させます。

- 暗号化により通信データを保護する。
- リモート・ユーザー ID を認証する。
- リモート・システム名を認証する。

注: SSL では、ディジタル証明書を使用して、 Java アプリケーションのソケット通信を暗号化します。ディジタル証明書は、保護システム、ユーザー、およびアプリケーションを識別するためのインターネット標準です。 IBM ディジタル証明書マネージャーを使用すると、ディジタル証明書を制御できます。詳しくは、IBM ディジタル認証マネージャーを参照してください。

SSL を使用して Java アプリケーションの保護を向上させるには、以下のようにします。
- iSeries サーバーで SSL をサポートできるように準備する。
- 以下のようにして、SSL を使用するように Java アプリケーションを設計する。
  - ソケット・ファクトリーをまだ使用していない場合は、 ソケット・ファクトリーを使用するように Java ソケット・コードを変更する。
  - SSL を使用するように Java コードを変更する。
- 以下のようにして、ディジタル証明書を使用して Java アプリケーションの保護を向上させる。
  1. 使用するディジタル証明書のタイプを選択します。
  2. アプリケーション実行時にディジタル証明書を使用します。

QsyRegisterAppForCertUse API を使用して、ご使用の Java アプリケーションを保護アプリケーションとして登録することもできます。詳しくは、 QsyRegisterAppForCertUseを参照してください。

Java バージョンの SSL について詳しくは、 Java Secure Socket Extension を参照してください。

iSeries サーバーで Secure Socket Layer をサポートできるように準備する: システムで Secure Socket Layer (SSL) を使用できるように準備するには、ディジタル証明書マネージャーの LP をインストールする必要があります。
- 5722-SS1 OS/400 - ディジタル証明書マネージャー

また、以下のCryptographic Access Provider の LP のうち 1 つをインストールする必要もあります。
- 5722-AC1 Cryptographic Access Provider 40 ビット
- 5722-AC2 Cryptographic Access Provider 56 ビット
- 5722-AC3 Cryptographic Access Provider 128 ビット

また、システム上のディジタル証明書にアクセスできるか作成できることを確認する必要もあります。 iSeries 400 ディジタル証明書の管理とインターネットについて詳しくは、 ディジタル証明書の管理を参照してください。

Cryptographic Access Provider: Cryptographic Access Provider は、システムで使用できる多数の暗号セットを備えています。暗号セットとは、さまざまなセキュリティー機能の組み合わせのことです。以下のリストは、個々の Cryptographic Access Provider に備えられている暗号セットを示しています。

5722-AC1 Cryptographic Access Provider 40 ビット

SSL_RSA_WITH_NULL_MD5
SSL_RSA_WITH_NULL_SHA
SSL_RSA_EXPORT_WITH_RC4_40_MD5
SSL_RSA_EXPORT_WITH_RC2_CBC_40_MD5

5722-AC2 Cryptographic Access Provider 56 ビット

SSL_RSA_WITH_NULL_MD5
SSL_RSA_WITH_NULL_SHA
SSL_RSA_WITH_DES_CBC_SHA
SSL_RSA_WITH_DES_CBC_MD5
SSL_RSA_EXPORT_WITH_RC4_40_MD5
SSL_RSA_EXPORT_WITH_RC2_CBC_40_MD5

5722-AC3 Cryptographic Access Provider 128 ビット

SSL_RSA_WITH_NULL_MD5
SSL_RSA_WITH_NULL_SHA
SSL_RSA_EXPORT_WITH_RC4_40_MD5
SSL_RSA_EXPORT_WITH_RC2_CBC_40_MD5
SSL_RSA_WITH_RC4_128_SHA
SSL_RSA_WITH_DES_CBC_SHA
SSL_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_SHA
SSL_RSA_WITH_RC4_128_MD5
SSL_RSA_WITH_RC2_CBC_128_MD5
SSL_RSA_WITH_DES_CBC_MD5
SSL_RSA_WITH_3DES_EDE_CBC_MD5

選択できる Cryptographic Access Provider のバージョンは、国や地域によって限定されることがあります。 Cryptographic Access Provider をロードし終えたならば、備えられている暗号セットをどれでも使用できます。

ソケット・ファクトリーを使用するように Java コードを変更する: 既存のコードで Secure Socket Layer (SSL) を使用するには、まず最初にソケット・ファクトリーを使用するようにコードを変更しなければなりません。

ソケット・ファクトリーを使用するようにコードを変更するには、以下のステップを実行します。

1. 以下の行をご使用のプログラムに追加して、SocketFactory クラスをインポートします。

   ```
   import javax.net.*;
   ```

2. SocketFactory オブジェクトのインスタンスを宣言する行を追加します。以下に例を示します。

   ```
   SocketFactory socketFactory
   ```

3. SocketFactory インスタンスを、メソッド SocketFactory.getDefault() と同等の値に設定して、初期設定します。以下に例を示します。

   ```
   socketFactory = SocketFactory.getDefault();
   ```

   SocketFactory の宣言全体は、以下のようになるはずです。

   ```
   SocketFactory socketFactory = SocketFactory.getDefault();
   ```

4. 既存のソケットを初期設定します。宣言するソケットごとに、ソケット・ファクトリー上の SocketFactory メソッド createSocket(host,port) を呼び出します。

   この時点で、ソケットの宣言は以下のようになるはずです。

   ```
   Socket s = socketFactory.createSocket(host,port);
   ```

   ここで、

   - *s* は、作成するソケットです。

- *socketFactory* は、ステップ 2 で作成した SocketFactory です。
- *host* は、ホスト・サーバーの名前を表すストリング変数です。
- *port* は、ソケット接続のポート番号を表す整変数です。

上記のステップをすべて完了すると、コードでソケット・ファクトリーが使用されます。コードにこれ以外の変更を加える必要はありません。呼び出されるメソッドとソケットの構文は、依然としてすべて稼働します。

ソケット・ファクトリーを使用するようにサーバー・プログラムを変換する例については、 例: サーバーのソケット・ファクトリーを使用するように Java(TM) コードを変更するを参照してください。

ソケット・ファクトリーを使用するようにクライアント・プログラムを変換する例については、 例: クライアントのソケット・ファクトリーを使用するように Java コードを変更するを参照してください。

Secure Socket Layer を使用するように Java コードを変更する: すでにコード中でソケット・ファクトリーを使用してソケットを作成している場合は、ご使用のプログラムに Secure Socket Layer (SSL) サポートを追加できます。まだコード中でソケット・ファクトリーを使用していない場合は、 ソケット・ファクトリーを使用するように Java(TM) コードを変更するを参照してください。

SSL を使用するようにコードを変更するには、以下のステップを実行します。

1. Import javax.net.ssl.* to add SSL support:
   ```
   import javax.net.ssl.*;
   ```
2. SSLSocketFactory を使用して SocketFactory を初期設定することにより、 SocketFactory を宣言する。
   ```
   SocketFactory newSF = SSLSocketFactory.getDefault();
   ```
3. 新しい SocketFactory を使用して、以前の SocketFactory の場合と同じ方法でソケットを初期設定する。
   ```
   Socket s = newSF.createSocket(args[0], serverPort);
   ```

これで、コード中で SSL サポートが使用されるようになりました。コードにこれ以外の変更を加える必要はありません。

コードの例は、 例: Secure Socket Layer を使用するように Java クライアントを変更すると、 例: Secure Socket Layer を使用するように Java サーバーを変更するを参照してください。

使用するディジタル証明書の選択: どのディジタル証明書を使用するか決める際には、複数の要素を考慮する必要があります。ご使用のシステムのデフォルト証明書を使用することもできますし、別の証明書を指定して使用することもできます。

以下の場合は、システムのデフォルト証明書を使用することもできます。

- ご使用の Java(TM) アプリケーションに特定のセキュリティー要件がない。
- ご使用の Java アプリケーションに必要なセキュリティーの種類が分からない。
- システムのデフォルト証明書が、ご使用の Java アプリケーションのセキュリティー要件を満たしている。

注: システムのデフォルト証明書を使用することに決めた場合は、システム管理者に問い合わせて、デフォルトのシステム証明書が作成されていることを確認してください。ディジタル証明書の管理について詳しくは、ディジタル証明書の管理を参照してください。

システムのデフォルト証明書を使用しない場合は、別の使用する証明書を選択する必要があります。 2 種類の証明書を選択できます。

- **ユーザー証明書**。この証明書は、アプリケーションのユーザーを識別します。
- **システム証明書**。この証明書は、アプリケーションが実行されているシステムを識別します。

以下の場合は、ユーザー証明書が必要です。

- アプリケーションがクライアント・アプリケーションとして実行されている。
- どのユーザーがアプリケーションを使って作業しているかを識別する証明書が必要である。

以下の場合は、システム証明書が必要です。

- アプリケーションがサーバー・アプリケーションとして実行されている。
- アプリケーションが実行されているシステムを識別する証明書が必要である。

必要な種類の証明書を判別し終えたならば、アクセス可能な証明書コンテナーの中から該当するディジタル証明書を選択できます。

Java アプリケーション実行時にディジタル証明書を使用する: Secure Socket Layer (SSL) を使用するには、ディジタル証明書を使用して Java アプリケーションを実行する必要があります。

使用するディジタル証明書を指定するには、以下のプロパティーを使用してください。

- os400.certificateContainer
- os400.certificateLabel

たとえば、ディジタル証明書 MYCERTIFICATE を使用して Java アプリケーション MyClass.class を実行したい場合に、 MYCERTIFICATE がディジタル証明書コンテナー YOURDCC 中にあると、 `java` コマンドは以下のようになります。

```
java -Dos400.certificateContainer=YOURDCC
     -Dos400.certificateLabel=MYCERTIFICATE MyClass
```

使用するディジタル証明書をまだ決めていない場合は、 使用するディジタル証明書の選択を参照してください。システムのデフォルト証明書を使用するように決めることもできます。この証明書は、システムのデフォルトの証明書コンテナー中に保管されています。

システムのデフォルトのディジタル証明書を使用するには、証明書や証明書コンテナーをどこにも指定する必要はありません。ご使用の Java アプリケーションで自動的にシステムのデフォルトのディジタル証明書が使用されます。

iSeries 400 ディジタル証明書の管理とインターネットについて詳しくは、 ディジタル証明書の管理を参照してください。

ディジタル証明書と -os400.certificateLabel プロパティー: ディジタル証明書は、保護システム、ユーザー、およびアプリケーションを識別するためのインターネット標準です。ディジタル証明書は、ディジタル証明書コンテナー中に保管されています。ディジタル証明書コンテナーのデフォルトの証明書を使用したい場合は、証明書のラベルを指定する必要はありません。特定のディジタル証明書を使用したい場合は、以下のプロパティーを使用して `java` コマンド中に証明書のラベルを指定しなければなりません。

```
os400.certificateLabel=
```

たとえば、MYCERTIFICATE という名前の証明書を使用したい場合は、以下のような `java` コマンドを入力します。

```
java -Dos400.certificateLabel=MYCERTIFICATE MyClass
```

この例では、 Java アプリケーション MyClass により証明書 MYCERTIFICATE が使用されます。 MYCERTIFICATE が MyClass に使用されるためには、システムのデフォルトの証明書コンテナー中になければなりません。

ディジタル証明書コンテナーと -os400.certificateContainer プロパティー: ディジタル証明書コンテナーにはディジタル証明書が保管されています。 iSeries のシステム・デフォルト証明書コンテナーを使用したい場合は、証明書コンテナーを指定する必要はありません。特定のディジタル証明書コンテナーを使用するには、以下のプロパティーを使用して java コマンド中にディジタル証明書コンテナーを指定する必要があります。

```
os400.certificateContainer=
```

たとえば、MYDCC という名前の、使用したいディジタル証明書を含む証明書コンテナーを使用したい場合は、以下のような java コマンドを入力します。

```
java -Dos400.certificateContainer=MYDCC MyClass
```

この例では、MyClass.class という名前の Java アプリケーションが、 MYDCC という名前のディジタル証明書コンテナー中にあるデフォルトのディジタル証明書を使用して、システム上で実行されます。アプリケーション中に作成したソケットによって、 MYDCC 中のデフォルト証明書が使用されて、自己識別が行われ、すべての通信保護が行われます。

ディジタル証明書コンテナー中のディジタル証明書 MYCERTIFICATE を使用したい場合は、以下のような java コマンドを入力します。

```
java -Dos400.certificateContainer=MYDCC
     -Dos400.certificateLabel=MYCERTIFICATE MyClass
```

Java Secure Socket Extension バージョン 1.4 を使用する

Java Secure Socket Extension (JSSE) は、 Secure Sockets Layer (SSL) プロトコルと Transport Layer Security (TLS) プロトコルの両方を使用して、クライアントとサーバーの間に安全で暗号化された通信を提供します。

JSSE の IBM 実装は IBM JSSE といいます。 IBM JSSE には、ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーと純粋な Java JSSE プロバイダーが組み込まれています。

JSSE をサポートするように iSeries を構成する方法について詳しくは、以下のリンクを使用してください。

JSSE をサポートするようサーバーを構成する
IBM JSSE を使用するための iSeries サーバーの構成方法を参照してください。ここには、ソフトウェア要件、JSSE プロバイダーの変更方法、および必要なセキュリティー・プロパティーとシステム・プロパティーに関する情報もあります。

ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーを使用する
JSSE KeyStore クラスと SSLConfiguration クラスの ネイティブ iSeries 実装の使用法を参照してください。

JSSE の例
プログラム例を使用して、アプリケーションで JSSE を使用する方法を理解してください。この Java ソース・コード例は、クライアントとサーバーが、安全な通信環境を作成するために、クライアントとサーバーの両方でどのように SSLContext オブジェクトを使用できるかを示しています。

JSSE をサポートするよう iSeries サーバーを構成する: iSeries サーバー上で Java 2 Software Development Kit (J2SDK) バージョン 1.4 を使用するときには、 JSSE はすでに構成済みです。デフォルト構成は、ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーを使用します。

ソフトウェア要件: J2SDK バージョン 1.4 で JSSE を使用するには、 iSeries サーバー上に IBM Cryptographic Access Provider 128-bit (5722-AC3) がインストールされていなければなりません。詳しくは、 Cryptographic Access Providersを参照してください。

JSSE プロバイダーの変更: ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーの代わりに純粋な Java JSSE プロバイダーを使用するよう JSSE を構成することができます。いくつかの特定の JSSE セキュリティー・プロパティーと Java システム・プロパティーを変更することによって、この 2 つのプロバイダーの間の切り替えができます。詳しくは、以下のトピックを参照してください。

- JSSE プロバイダー
- JSSE セキュリティー・プロパティー
- Java システム・プロパティー

セキュリティー・マネージャー: Java セキュリティー・マネージャーを使用可能にして JSSE アプリケーションを実行している場合、使用可能なネットワーク許可を設定する必要がある可能性があります。詳しくは、 Permissions in the Java 2 SDK の SSLPermission の説明を参照してください。

JSSE プロバイダー: » IBM JSSE には、ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーと純粋な 2 つの Java JSSE プロバイダーが組み込まれています。どのプロバイダーを選択して使用するかは、アプリケーションの必要に応じて異なります。

3 つのプロバイダーはすべて JSSE インターフェースの仕様に準拠します。これらは双方向通信が可能であったり、任意の他の SSL または TLS インプリメンテーション (非 Java インプリメンテーションでも可) と通信することができます。 «

ピュア Java JSSE プロバイダー: ピュア Java JSSE プロバイダーは、以下のフィーチャーを備えています。

- ディジタル証明書を制御および構成するためのあらゆるタイプの KeyStore オブジェクト (たとえば、JKS および PKCS12 など) を処理します。
- 複数のインプリメンテーションの JSSE コンポーネントを組み合わせて一緒に使用することができます。

IBMJSSE はピュア Java 実装のプロバイダー名です。このプロバイダー名は、適切なケースを使用して java.security.Security.getProvider() メソッドか、あるいは、いくつかの JSSE クラス用の種々の getInstance() メソッドに渡す必要があります。

ピュア Java JSSE FIPS 140-2 プロバイダー: ピュア Java JSSE FIPS 140-2 プロバイダーは、以下のフィーチャーを備えています。

- 暗号モジュール用の連邦情報処理標準 (FIPS) 140-2 を使用してコンパイルします。
- ディジタル証明書を制御および構成するためのあらゆるタイプの KeyStore オブジェクトを処理します。

注: ピュア Java JSSE FIPS 140-2 プロバイダーは、任意の他の実装のコンポーネントがその実装にプラグインされることを許可しません。

IBMJSSEFIPS はピュア Java JSSE FIPS 140-2 実装のプロバイダー名です。このプロバイダー名は、適切なケースを使用して java.security.Securirty.getProvider() メソッドか、あるいは、いくつかの JSSE クラス用の種々の getInstance() メソッドに渡す必要があります。 «

ネイティブ iSeries JSSE プロバイダー: ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーは、以下のフィーチャーを備えています。

- ネイティブ iSeries SSL サポートを使用します。
- » ディジタル証明書マネージャーを使用して、ディジタル証明書を構成および制御できます。これは、固有な iSeries タイプの KeyStore (IbmISeriesKeyStore) を介して提供されます。
- 最善のパフォーマンスを提供します。
- 複数のインプリメンテーションの JSSE コンポーネントを組み合わせて一緒に使用することができます。ただし、最良のパフォーマンスを得るには、 JSSE ネイティブ iSeries コンポーネントのみを使用してください。 «

IbmISeriesSslProvider は、ネイティブ iSeries 実装の名前です。このプロバイダー名は、適切なケースを使用して java.security.Security.getProvider() メソッドか、あるいは、いくつかの JSSE クラス用の種々の getInstance() メソッドに渡す必要があります。

デフォルト JSSE プロバイダーの変更: セキュリティー・プロパティーに適切な変更を加えることによって、デフォルトの JSSE プロバイダーを変更することができます。詳しくは、以下のトピックを参照してください。

- JSSE セキュリティー・プロパティー

JSSE プロバイダーを変更した後は、システム・プロパティーが、新しいプロバイダーが必要とするディジタル証明書情報 (鍵ストア) 用の適切な構成を指定していることを確認します。詳しくは、以下のトピックを参照してください。

- Java システム・プロパティー

JSSE セキュリティー・プロパティー: Java 仮想マシン (JVM) は、多数の重要なセキュリティー・プロパティーを使用します。これらのセキュリティー・プロパティーは、Java マスター・セキュリティー・プロパティー・ファイルを編集することによって設定されます。 java.security というこのファイルは、通常は iSeries サーバー上の /QIBM/ProdData/Java400/jdk14/lib/security ディレクトリーにあります。

以下のリストは、JSSE を使用するための、関連するいくつかのセキュリティー・プロパティーを示しています。この説明は、java.security ファイルを編集するためのガイドとして使用してください。

security.provider.<integer>

使用する JSSE プロバイダー。これは静的に暗号プロバイダー・クラスの登録も行います。以下の例のように、異なる JSSE プロバイダーを正確に指定してください。

```
security.provider.5=com.ibm.as400.ibmonly.net.ssl.Provider
     security.provider.6=com.ibm.jsse.IBMJSSEProvider
security.provider.7=com.ibm.fips.jsse.IBMJSSEFIPSProvider
```

ssl.KeyManagerFactory.algorithm

デフォルトの KeyManagerFactory アルゴリズムを指定します。ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーの場合は、以下を使用します。

```
ssl.KeyManagerFactory.algorithm=IbmISeriesX509
```

純粋な Java JSSE プロバイダーの場合は、以下を使用します。

```
ssl.KeyManagerFactory.algorithm=IbmX509
```

詳しくは、javax.net.ssl.KeyManagerFactory の javadoc を参照してください。

ssl.TrustManagerFactory.algorithm

デフォルトの TrustManagerFactory アルゴリズムを指定します。ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーの場合は、以下を使用します。

```
ssl.TrustManagerFactory.algorithm=IbmISeriesX509
```

純粋な Java JSSE プロバイダーの場合は、以下を使用します。

```
ssl.TrustManagerFactory.algorithm=IbmX509
```

詳しくは、javax.net.ssl.TrustManagerFactory の javadoc を参照してください。

ssl.SocketFactory.provider

デフォルトの SSL ソケット・ファクトリーを指定します。ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーの場合は、以下を使用します。

```
ssl.SocketFactory.provider=com.ibm.as400.ibmonly.net.ssl.SSLSocketFactoryImpl
```

純粋な Java JSSE プロバイダーの場合は、以下を使用します。

```
ssl.SocketFactory.provider=com.ibm.jsse.JSSESocketFactory
```

詳しくは、javax.net.ssl.SSLSocketFactory の javadoc を参照してください。

ssl.ServerSocketFactory.provider

デフォルトの SSL サーバー・ソケット・ファクトリーを指定します。ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーの場合は、以下を使用します。

```
ssl.ServerSocketFactory.provider=com.ibm.as400.ibmonly.net.ssl.SSLServerSocketFactoryImpl
```

純粋な Java JSSE プロバイダーの場合は、以下を使用します。

```
ssl.ServerSocketFactory.provider=com.ibm.jsse.JSSEServerSocketFactory
```

詳しくは、javax.net.ssl.SSLServerSocketFactory の javadoc を参照してください。

JSSE Java システム・プロパティー: アプリケーションで JSSE を使用するには、デフォルトの SSLContext オブジェクトが構成の確認を行うために必要な、いくつかのシステム・プロパティーを指定する必要があります。いくつかのプロパティーは両方のプロバイダーに適用され、その他はネイティブ iSeries プロバイダーにだけ適用されます。

ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーを使用するとき、プロパティーを指定しない場合、os400.certificateContainer はデフォルトの *SYSTEM になりますが、それは、JSSE がシステム証明書ストア内のデフォルトのエントリーを使用することを意味します。

両方にプロバイダーに作用するプロパティー: 以下のプロパティーは両方の JSSE プロバイダーに適用されます。それぞれの説明では、該当する場合には、デフォルトのプロパティーも示しています。

javax.net.ssl.trustStore

デフォルトの TrustManager が使用する KeyStore オブジェクトが入っているファイルの名前。デフォルト値は jssecacerts または (jssecacerets が存在しない場合は) cacerts です。

javax.net.ssl.trustStoreType

デフォルトの TrustManager が使用する KeyStore オブジェクトのタイプ。デフォルト値は KeyStore.getDefaultType メソッドによって戻される値です。

javax.net.ssl.trustStorePassword

デフォルトの TrustManager が使用する KeyStore オブジェクトのパスワード。

javax.net.ssl.keyStore

デフォルトの KeyManager が使用する KeyStore オブジェクトが入っているファイルの名前。

javax.net.ssl.keyStoreType

デフォルトの KeyManager が使用する KeyStore オブジェクトのタイプ。デフォルト値は KeyStore.getDefaultType メソッドによって戻される値です。

javax.net.ssl.keyStorePassword

デフォルトの KeyManager が使用する KeyStore オブジェクトのパスワード。

iSeries のネイティブ JSSE プロバイダーにのみ作用するプロパティー: 以下のプロパティーは、ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーにのみ適用されます。

os400.secureApplication

アプリケーション ID。 JSSE は、以下のいずれかのプロパティーが指定されていない場合にのみ、このプロパティーを使用します。

- javax.net.ssl.keyStore
- javax.net.ssl.keyStorePassword
- javax.net.ssl.keyStoreType
- » javax.net.ssl.trustStore
- javax.net.ssl.trustStorePassword
- javax.ssl.net.trustStoreType «

os400.certificateContainer

使用する鍵リングの名前。 JSSE は、以下のいずれかのプロパティーが指定されていない場合にのみ、このプロパティーを使用します。

- javax.net.ssl.keyStore
- javax.net.ssl.keyStorePassword
- javax.net.ssl.keyStoreType
- » javax.net.ssl.trustStore
- javax.net.ssl.trustStorePassword
- javax.ssl.net.trustStoreType «
- os400.secureApplication

os400.certificateLabel

使用する鍵リング・ラベル。 JSSE は、以下のいずれかのプロパティーが指定されていない場合にのみ、このプロパティーを使用します。

- javax.net.ssl.keyStore
- javax.net.ssl.keyStorePassword
- javax.net.ssl.trustStore
- javax.net.ssl.trustStorePassword
- javax.ssl.net.trustStoreType
- os400.secureApplication

追加情報: システム・プロパティーについて詳しくは、以下のトピックを参照してください。

- iSeries サーバー上の J2SDK バージョン 1.4 用の Java システム・プロパティー
- Sun Java Web サイトのSystem Properties

ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーを使用する: ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーは、JSSE クラスおよびインターフェースの一式を備えています。ネイティブ iSeries プロバイダーを効果的に使用するために、以下の情報を参照してください。

- 『SSLContext.getInstance メソッドのプロトコル値』
- 『ネイティブ iSeries KeyStore 実装』
- 208 ページの『ネイティブ iSeries プロバイダーを使用する際の推奨事項』
- SSLConfiguration の Javadoc 情報

SSLContext.getInstance メソッドのプロトコル値: 以下の表では、ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーの SSLContext.getInstance メソッドのプロトコル値を示し、それを説明しています。

プロトコル値	サポートされている SSL プロトコル
SSL	SSL バージョン 2、 SSL バージョン 3、および TLS バージョン 1
SSLv2	SSL バージョン 2
SSLv3	SSL バージョン 3
TLS	SSL バージョン 2、 SSL バージョン 3、および TLS バージョン 1
TLSv1	TLS バージョン 1
SSL_TLS	SSL バージョン 2、 SSL バージョン 3、および TLS バージョン 1

ネイティブ iSeries KeyStore 実装: ネイティブ iSeries プロバイダーは、IbmISeriesKeyStore タイプの KeyStore クラスの実装を備えています。鍵ストアの実装は、ディジタル証明書マネージャー・サポートのまわりのラッパーを提供します。鍵ストアの内容は、特定のアプリケーション ID または鍵リング・ファイル、パスワード、およびラベルに応じて異なります。 JSSE はディジタル証明書マネージャーから鍵ストア・エントリーをロードします。エントリーをロードするため、 JSSE はアプリケーションが最初に鍵ストア・エントリーまたは鍵ストア情報にアクセスしようとするときに、適切なアプリケーション ID または鍵リング情報を使用します。鍵ストアは変更できず、構成の変更はすべてディジタル証明書マネージャーを使用して行わなければなりません。

ディジタル証明書マネージャーの使用法について詳しくは、以下のトピックを参照してください。

ディジタル証明書マネージャー

ネイティブ iSeries プロバイダーを使用する際の推奨事項: 以下は、ネイティブ iSeries プロバイダーをできるだけ効率的に実行するための推奨事項です。

- ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーが機能するためには、 JSSE アプリケーションがネイティブ実装のコンポーネントのみを使用する必要があります。たとえば、ネイティブ iSeries JSSE 対応アプリケーションは、純粋な Java JSSE プロバイダーを使用して作成された X509KeyManager オブジェクトを使用して、ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーを使用して作成された SSLContext オブジェクトを正常に初期化することはできません。
- さらに、ネイティブ iSeries プロバイダー内の X509KeyManager および X509TrustManager の実装は、IbmISeriesKeyStore オブジェクトか com.ibm.as400.SSLConfiguration オブジェクトのいずれかを使用して初期化しなければなりません。

注: 将来のリリースでは上記の推奨事項が変更され、ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーが非ネイティブ・コンポーネント (たとえば、 JKS KeyStore や IbmX509 TrustManagerFactory) へのプラグインを許可するようになる可能性があります。

例: IBM Java セキュア・ソケット拡張機能: JSSE の例では、クライアントおよびサーバーがネイティブ iSeries JSSE プロバイダーを使用して、安全な通信を可能にするコンテキストを作成する方法を示しています。

注: いずれの例でも、java.security ファイルの指定するプロパティーにかかわず、ネイティブ iSeries JSSE プロバイダーを使用します。

注: 法律上の重要な情報に関しては、 コードの特記事項情報をお読みください。

例: SSLContext オブジェクトを使用する SSL クライアント

このクライアント・プログラムの例では、 ″MY_CLIENT_APP″ アプリケーション ID を使用するために初期化を行う、 SSLContext オブジェクトを使用します。このプログラムでは、java.security ファイルにおける指定の有無にかかわらず、ネイティブ iSeries インプリメンテーションを使用します。

例: SSLContext オブジェクトを使用する SSL サーバー

以下のサーバー・プログラムは、過去に作成された鍵ストア・ファイルによって初期化を行う、SSLContext オブジェクトを使用します。鍵ストア・ファイルの名前は `/home/keystore.file` であり、鍵ストア・パスワードは `password` です。

このサンプル・プログラムは、IbmISeriesKeyStore オブジェクトを作成するために鍵ストア・ファイルを必要とします。鍵ストア・オブジェクトはアプリケーション ID として MY_SERVER_APP を指定しなければなりません。

鍵ストア・ファイルを作成するために、以下のコマンドのいずれかを使用することができます。

- Qshell コマンド・プロンプトから:

```
java com.ibm.as400.SSLConfiguration -create -keystore /home/keystore.file
  -storepass password -appid MY_SERVER_APP
```

  Qshell で Java コマンドを使用することについて詳しくは、以下のトピックをご覧ください。

  Qshell

- iSeries コマンド・プロンプトから:

```
RUNJVA CLASS(com.ibm.as400.SSLConfiguration) PARM('-create' '-keystore'
     '/home/keystore.file' '-storepass' 'password' '-appid' 'MY_SERVER_APP')
```

Java Authentication and Authorization Service

Java(TM) Authentication and Authorization Service (JAAS) は、 Java 2 Software Development Kit (J2SDK), Standard Edition の標準拡張機能です。現在の J2SDK のアクセス制御は、コードの発生元や署名者に基づくものです (コード・ソースに基づいたアクセス制御)。ただしこれでは、コードの実行者に基づく追加のアクセス制御を施行することができません。 JAAS が提供するフレームワークには、このサポートが Java 2 セキュリティー・モデルに対して追加されています。

JAAS API は、 J2SDK バージョン 1.3 の拡張機能として、 IBM および Sun Microsystems, Inc. によって使用されています。 IBM および Sun は、特定のユーザーや身元を現行の Java スレッドに関連付けられるようにするため、この拡張機能を導入しています。これを行うには、javax.security.auth.Subject メソッドを使用します。オプションとして、基礎となるオペレーティング・システムのスレッドで com.ibm.security.auth.ThreadSubject メソッドを使用することもできます。

注: J2SDK バージョン 1.4 では、JAAS は拡張機能ではなくなり、基本 SDK の一部になりました。

iSeries サーバー上の JAAS 実装は、 Sun Microsystems, Inc. の実装と互換性があります。この資料では、iSeries 実装に固有の側面について扱います。ここでは、JAAS 拡張機能の一般資料に精通していることを前提とします。この情報と iSeries の情報を利用しやすくするために、以下のリンクが用意されています。

- API Developers Guideでは、ソフトウェア開発における JAAS API の使用についての情報が提供されます。
- JAAS LoginModule Developer's Guide では、JAAS の認証に関する面に焦点を合わせています。
- JAAS API Specificationには、 JAAS に関する Javadoc の情報が示されています。

JAAS の使用方法の詳細については、以下のトピックを参照してください。

- JAAS 用に iSeries サーバーを準備して構成する
- JAAS のサンプル
- iSeries サーバー固有の JAAS Javadoc

JAAS (Java Authentication and Authorization Service) 用に iSeries サーバーを準備して構成する

Java(TM) Authentication and Authorization Service (JAAS) を使用するには、ソフトウェア要件を満たして、iSeries サーバーを構成しなければなりません。

iSeries サーバー上で JAAS 1.0 を実行するためのソフトウェア要件

以下のライセンス・プログラムをインストールしてください。

- Java 2 SDK、バージョン 1.4 (J2SDK)
- IBM Toolbox for Java (mod 4) ライセンス・プログラム (5722-JC1) は、 OS スレッド身元を変更するために必要です。これには、 iSeries の OS スレッド身元の変更をサポートするために必要な ProfileTokenCredential クラスと、固有の実装クラスが含まれています。

システムを構成する

システムを構成して JAAS を使用できるようにするには、以下のステップに従ってください。

1. J2SDK 1.3 で、jaas13.jar ファイル用の拡張ディレクトリーへのシンボリック・リンクを追加します。これにより、拡張クラス・ローダーは、この JAR ファイルをロードします。リンクを追加するには、iSeries コマンド入力行で以下のコマンドを (すべて 1 行で) 実行します。

```
ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/OS400/Java400/ext/jaas13.jar')
NEWLNK('/QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/ext/jaas13.jar')
```

注: J2SDK 1.4 では、拡張ディレクトリーへのシンボリック・リンクを追加する必要はありません。JAAS はこのバージョンでの基本 SDK の一部です。

2. デフォルトの login.config ファイルは ${java.home}/lib/security にあります。これは、com.ibm.as400.security.auth.login.BasicAuthenticationLoginModule を呼び出すものです。この login.config ファイルは、単一用途の ProfileTokenCredential を認証済みサブジェクトに付加します。別のオプションを指定した独自の login.config ファイルを使用するには、アプリケーションの起動時に以下のシステム・プロパティーを含めることができます。

   ```
   -Djava.security.auth.login.config=your login.config file
   ```

3. jt400Native.jar ファイル用の拡張ディレクトリーへのシンボリック・リンクを追加します。これにより、拡張クラス・ローダーがこのファイルをロードできるようになります。 jaas13.jar ファイルは、IBM Toolbox for Java の一部である信任状実装クラスでこの JAR ファイルを必要とします。また、このファイルを CLASSPATH に含めれば、アプリケーション・クラス・ローダーもこのファイルをロードできます。このファイルがクラスパス・ディレクトリーからロードされる場合は、拡張ディレクトリーへのシンボリック・リンクを追加しないでください。

   jt400Native.jar ファイルから /QIBM/ProdData/Java400/jdk14/lib/ext ディレクトリーへのシンボリック・リンクを作成すると、サーバー上のすべての J2SDK 1.4 ユーザーは、このバージョンの jt400Native.jar を使用します。さまざまなユーザーが、さまざまなバージョンの IBM Toolbox for Java クラスを要求する場合、この方法は望ましくありません。別の選択肢として、前述のように、アプリケーションの CLASSPATH に jt400Native.jar を入れることができます。また、独自のディレクトリーへのシンボリック・リンクを追加してから、アプリケーションの起動時に java.ext.dirs システム・プロパティーを指定してそのディレクトリーを拡張ディレクトリーのクラスパスに含める、という選択肢もあります。

   jt400Native.jar ファイルを /QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/ext ディレクトリーにリンクするには、iSeries コマンド入力行で以下のコマンドを実行してリンクを追加します。

   ```
   ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/OS400/jt400/lib/jt400Native.jar')
      NEWLNK('/QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/ext/jt400Native.jar')
   ```

   jt400Native.jar ファイルを /QIBM/ProdData/Java400/jdk14/lib/ext ディレクトリーにリンクするには、iSeries コマンド入力行で以下のコマンドを実行してリンクを追加します。

   ```
   ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/OS400/jt400/lib/jt400Native.jar')
      NEWLNK('/QIBM/ProdData/Java400/jdk14/lib/ext/jt400Native.jar')
   ```

   jt400Native.jar を独自のディレクトリーにリンクするには、次のようにします。

   a. リンクを追加するには、iSeries コマンド入力行で以下のコマンドを実行します。

      ```
      ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/OS400/jt400/lib/jt400Native.jar')
         NEWLNK('your extension directory/jt400Native.jar')
      ```

   b. java プログラムを呼び出すときは、以下のパターンを使用します。

      ```
      java -Djava.ext.dirs=your extension directory:default
      extension directories
      ```

      注: iSeries 信任状クラスについての詳細は、 IBM Toolbox for Javaを参照してください。ここで「**IBM Toolbox Java クラス**」->「**セキュリティー・クラス**」をクリックします。次に「**認証サービス**」をクリックしてください。「**ProfileTokenCredential**」クラスをクリックします。最後に「**Package**」をクリックしてください。

4. Java 2 ポリシー・ファイルを更新して、 IBM Toolbox for Java JAR ファイルの実際の位置への適切なアクセスを認可します。これらのファイルから拡張ディレクトリーへのシンボリック・リンクが作成され、 ${java.home}/lib/security/java.policy ファイル内でそのディレクトリーに java.security.AllPermission が認可されていても、与信は JAR ファイルの実際の位置に基づいて行われます。

   IBM Toolbox for Java で信任状クラスを正しく使用するには、アプリケーションの Java 2 ポリシー・ファイルに以下の行を追加します。

   ```
   grant codeBase "file:/QIBM/ProdData/OS400/jt400/lib/jt400Native.jar"
    {
      permission javax.security.auth.AuthPermission "modifyThreadIdentity";
      permission java.lang.RuntimePermission "loadLibrary.*";
      permission java.lang.RuntimePermission "writeFileDescriptor";
      permission java.lang.RuntimePermission "readFileDescriptor";
    }
   ```

   これらの許可は、アプリケーションの codeBase にも追加する必要があります。これは、IBM Toolbox for Java JAR ファイルが実行する操作が特権モードでは実行されないためです。

   Java 2 ポリシー・ファイルについては、 API Developers Guideを参照してください。
5. iSeries ホスト・サーバーが始動して稼働していることを確認してください。 Toolbox 内にある ProfileTokenCredential クラス (jt400Native.jar など) は、認証済みサブジェクトに付加された信任状として使用されます。信任状クラスはホスト・サーバーへのアクセスを必要とします。サーバーが始動して稼働しているかどうかを検査するには、 iSeries コマンド・プロンプトで以下のコマンドを入力します。
   - StrHostSVR *all
   - StrTcpSvr *DDM

   サーバーがすでに始動している場合は、何も起こりません。サーバーが始動していない場合は、サーバーが始動されます。

JAAS (Java Authentication and Authorization Service) のサンプル

ここには、 iSeries サーバー上の Java(TM) Authentication and Authorization Service (JAAS) のサンプルへのリンクがあります。資料には、2 つの JAAS サンプル (HelloWorld と SampleThreadSubjectLogin) が付属しています。説明とソース・コードについては、以下をクリックしてください。

- HelloWorld
- SampleThreadSubjectLogin

IBM Java Generic Security Service (JGSS)

Java Generic Security Service (JGSS) は、認証およびセキュア・メッセージング用の汎用インターフェースを提供します。このインターフェースで、秘密鍵、公開鍵、または他のセキュリティー・テクノロジーをベースにした各種のメカニズムを使用することができます。

基礎となるセキュリティー・メカニズムの複雑さや特性を標準インターフェースで一般化することにより、JGSS はセキュア・ネットワーク・アプリケーションの開発に以下の利点を提供します。

- 単一の抽象インターフェースを利用するアプリケーションを開発することができる。
- 変更を加えることなく、セキュリティー・メカニズムの異なるアプリケーションを使用することができる。

JGSS は Generic Security Service Application Programming Interface (GSS-API) 用の Java バインディングを定義しますが、その API は Internet Engineering Task Force (IETF) によって標準化され、 X/Open Group によって採用されている 暗号 API です。

IBM JGSS インプリメンテーションは IBM JGSS と呼ばれています。IBM JGSS は 基礎となるデフォルト・セキュリティー・システムとして Kerberos V5 を使用する GSS-API フレームワークのインプリメンテーションです。それはまた、Kerberos 信任状を作成し使用するための Java (TM) Authentication and Authorization Service (JAAS) ログイン・モジュールとしても機能します。さらに、それらの信任状を使用する場合、JGSS に JAAS 権限を実行させることもできます。

IBM JGSS には、ネイティブ iSeries JGSS プロバイダー、Java JGSS プロバイダー、および Kerberos 信任状管理ツール (kinit、ktab、および klist) の Java バージョンが組み込まれています。

注: ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーは、ネイティブ iSeries Network Authentication Services (NAS) ライブラリーを使用します。ネイティブ・プロバイダーを使用する場合、ネイティブ iSeries Kerberos ユーティリティーを使用しなければなりません。詳しくは、JGSS プロバイダー を参照してください。

JGSS の使用について詳しくは、以下のトピックを参照してください。

JGSS の概念
GSS-API 操作の高水準の説明やセキュリティー・メカニズムの概要など、JGSS の概念を紹介します。

JGSS を使用するようにサーバーを構成する
Java(TM) 2 Software Development Kit, Standard Edition (J2SDK) で IBM JGSS を使用するためにご使用の iSeries サーバーを構成する方法を検索します。その中には、セキュリティー・マネージャーで JGSS を使用するのに必要なアクセス権の識別および設定が含まれます。

JGSS アプリケーションの実行
iSeries サーバー上での JGSS アプリケーションの実行について学習します。その中では、JAAS を使用するための操作上の概念や指示が解説されています。

JGSS アプリケーションの開発
セキュア・アプリケーションを開発するために JGSS を使用する方法を参照します。トランスポート・トークンの生成、JGSS オブジェクトの作成、コンテキストの設定などについて学習します。

JGSS javadoc 参照情報
org.ietf.jgss api パッケージ中のクラスおよびメソッド、および Kerberos 信任状管理ツール (kinit、ktab、klist) の Java バージョンに関する javadoc 情報を復習します。

JGSS のサンプル
サンプル・プログラムを使用して、ご使用のアプリケーションで JGSS を使用する方法を調べます。サンプル文書には、Java ソース・コード、サンプルを実行するための指示、構成およびポリシー・ファイルなどが含まれます。

Java セキュリティー および一般セキュリティー・サービスについて詳しくは、以下の文書をご覧ください。

- J2SDK Security enhancement Sun Microsystems,Inc.、Java GSS-API 詳細情報へのリンクを含む

- Internet Engineering Task Force (IETF) RFC 2743 Generic Security Services Application Programming Interface Version 2, Update 1
- IETF RFC 2853 Generic Security Service API Version 2: Java Bindings
- The X/Open Group GSS-API Extensions for DCE

注: 法律上の重要な情報に関しては、 コードの特記事項情報をお読みください。

JGSS の概念

JGSS の操作は、Generic Security Service Application Programming Interface (GSS-API) によって標準化されているように、4 つの異なる段階で構成されています。

1. プリンシパル用信任状の収集
2. 対等プリンシパル通信間のセキュリティー・コンテキストの作成および設定
3. 対等間のセキュア・メッセージの交換
4. リソースのクリーンアップおよびリリース

さらに、JGSS は Java Cryptographic Architecture を活用し、異なるセキュリティー・メカニズムのシームレスなプラグを可能にします。

以下のリンクから、これら重要な JGSS の概念についての高水準の説明を読むことができます。

- プリンシパルおよび信任状
- コンテキストの設定
- メッセージ保護および交換
- リソースのクリーンアップおよび解放
- セキュリティー・メカニズム

プリンシパルおよび信任状: アプリケーションが対等機能と JGSS セキュア通信を行うための ID をプリンシパルと呼びます。プリンシパルは、実ユーザー、または自動サービスの場合もあります。プリンシパルはそのメカニズムのもとで、ID を証明するものとしてセキュリティー・メカニズム特定信任状を獲得します。たとえば、Kerberos メカニズムを使用する場合、プリンシパルの信任状は Kerberos 鍵配布センター (KDC) によって発行されるチケット許可チケットの形式をとります。マルチ・メカニズム環境では、GSS-API 信任状は複数の信任状エレメントを含むことができ、各エレメントは 1 つの基礎となるメカニズム信任状を表します。

GSS-API 規格では、プリンシパルが信任状を獲得する方法は規定されておらず、GSS-API インプリメンテーションは信任状の獲得手段を提供しないのが普通です。プリンシパルは GSS-API を使用する前に信任状を得ます。GSS-API はプリンシパルのために信任状を得るセキュリティー・メカニズムを単に照会するにすぎません。

IBM JGSS には、Java 版の Kerberos 信任状管理ツールkinit、 ktabおよびklistが組み込まれています。さらに、IBM JGSS は、JAAS を使用するオプションの Kerberos ログイン・インターフェースを提供することによって標準 GSS-API を強化します。純粋の Java JGSS プロバイダーはオプションのログイン・インターフェースをサポートしていますが、ネイティブ iSeries プロバイダーはサポートしていません。詳しくは、以下のトピックを参照してください。

- Kerberos 信任状の取得
- JGSS プロバイダー

コンテキストの設定: セキュリティー信任状を獲得した後、2 つの通信対等機能はその信任状を使用してセキュリティー・コンテキストを設定します。 2 つの対等機能は 1 つの結合コンテキストを設定しますが、各対等機能はそのコンテキストの自分自身のローカル・コピーを維持します。コンテキストの設定には、受信対等機能に対して対等機能認証を開始することが含まれます。イニシエーターは相互認証の要求を選択することができますが、その場合、アクセプターは自身をイニシエーターに認証します。

コンテキストの設定が完了する際、設定されたコンテキストは 2 つの対等機能間でのその後のセキュア・メッセージ交換を可能にする状態情報 (共有暗号鍵など) を作成します。

メッセージの保護および交換: コンテキストが設定されると、2 つの対等機能のセキュア・メッセージ交換が可能になります。メッセージの発信元は、メッセージをエンコードするためのローカル GSS-API インプリメンテーションを呼び出します。これにより、メッセージの保全性を確実することができ、ある場合はメッセージの機密性を確実にすることができます。その後、アプリケーションは対等機能に結果トークンを送ります。

対等機能のローカル GSS-API インプリメンテーションは、設定されたコンテキストからの情報を以下の方法で使用します。

- メッセージの保全性を検証する
- メッセージを暗号解読する (メッセージが暗号化されている場合)

リソースのクリーンアップおよび解放: リソースを解放するために、JGSS アプリケーションは不要なコンテキストを削除します。 JGSS アプリケーションは削除されたコンテキストにアクセスすることはできますが、メッセージ交換のためにそれを使用すると例外が発生します。

セキュリティー・メカニズム: GSS-API は、1 つ以上の基礎となるセキュリティー・メカニズムの抽象フレームワークから構成されています。どのようにフレームワークが基礎となるセキュリティー・メカニズムと相互作用するかは、インプリメンテーションによって異なります。そのようなインプリメンテーションは 2 つの一般カテゴリーに分けられます。

- 一方のモノリシックなインプリメンテーションは、フレームワークを単一のメカニズムに強力にバインドします。この種類のインプリメンテーションでは、他のメカニズムや同じメカニズムの別のインプリメンテーションでさえ使用できなくなります。
- もう一方の高度なモジュラー・インプリメンテーションは、使いやすさと柔軟性を提供します。この種類のインプリメンテーションでは、別のセキュリティー・メカニズムとそのインプリメンテーションをフレームワークにシームレスかつ容易に結合することができます。

IBM JGSS は後者のカテゴリーに属します。モジュラー・インプリメンテーションとして、IBM JGSS は Java Cryptographic Architecture (JCA) によって定義されたプロバイダー・フレームワークを活用し、すべての基本メカニズムを (JCA) プロバイダーとして取り扱います。JGSS プロバイダーは JGSS セキュリティー・メカニズムの具体的なインプリメンテーションを提供します。アプリケーションは複数のメカニズムをインスタンス化して使用します。

プロバイダーが複数のメカニズムをサポートするのは可能であり、JGSS は異なるセキュリティー・メカニズムを簡単に使用できるようにします。しかし、GSS-API は、複数のメカニズムが利用可能な場合に、 2 つの通信対等機能がメカニズムを選択する手段を提供しません。メカニズムを選択する 1 つの方法は、Simple And Protected GSS-API Negotiating Mechanism (SPNEGO) で開始することです。これは、2 つの対等機能間の実際のメカニズムを折衝する疑似メカニズムです。 IBM JGSS には SPNEGO メカニズムは含まれていません。

SPNEGO について詳しくは、Internet Engineering Task Force (IETF) RFC 2478 The Simple and Protected GSS-API Negotiation Mechanism をご覧ください。

IBM JGSS を使用するように iSeries サーバーを構成する

IBM JGSS を使用するように iSeries サーバーを構成する方法は、ご使用のサーバー上で稼働している Java 2 Software Development Kit (J2SDK) のバージョンによって異なります。 IBM JGSS を使用するように iSeries サーバーを構成することについて詳しくは、以下のリンクをご覧ください。

- J2SDK, version 1.3 で JGSS を使用する
- J2SDK, version 1.4 で JGSS を使用する
- ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用するように JGSS を構成する

J2SDK, version 1.3 で JGSS を使用するように iSeries サーバーを構成する: ご使用の iSeries サーバー上で Java 2 Software Development Kit (J2SDK), version 1.3 を使用する場合、JGSS を使用できるようにサーバーを準備し構成する必要があります。デフォルトの構成は、純粋の Java JGSS プロバイダーを使用します。

ソフトウェア要件: J2SDK, version 1.3 で JGSS を使用するためには、ご使用のサーバーに Java Authentication and Authorization Service (JAAS) 1.3 がインストールされていなければなりません。

JGSS を使用するようにサーバーを構成する: J2SDK, version 1.3 で JGSS を使用するようにサーバーを構成するためには、 ibmjgssprovider.jar ファイル用の拡張ディレクトリーへのシンボリック・リンクを追加します。 ibmjgssprovider.jar ファイルには、JGSS クラスおよび純粋の Java JGSS プロバイダーが含まれています。シンボリック・リンクを追加すると、拡張クラス・ローダーは ibmjgssprovider.jar ファイルをロードできるようになります。

シンボリック・リンクを追加する

シンボリック・リンクを追加するためには、iSeries コマンド行に以下のコマンドを入力し (1 行で)、**ENTER** を押してください。

```
ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/OS400/Java400/ext/ibmjgssprovider.jar')
NEWLNK('/QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/ext/ibmjgssprovider.jar')
```

注: iSeries サーバーのデフォルト Java 1.3 ポリシーは、JGSS に適切な許可を与えます。独自の java.policy ファイルを作成する計画をお持ちの場合、 ibmjgssprovider.jarを付与するアクセス権については JVM アクセス権をご覧ください。

JGSS プロバイダーの変更: JGSS はデフォルトとして純粋の Java プロバイダーを使用しますが、JGSS を使用するようにサーバーを構成した後、ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用するように JGSS を構成することができます。ネイティブ・プロバイダーを使用するように JGSS を構成した後は、2 つのプロバイダーを容易に切り替えることができるようになります。詳しくは、以下のトピックを参照してください。

- JGSS プロバイダー
- ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用するように JGSS を構成する

セキュリティー・マネージャー: 使用可能な Java セキュリティー・マネージャーで IBM JGSS アプリケーションを実行する場合、セキュリティー・マネージャーの使用をご覧ください。

ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用するように JGSS を構成する: IBM JGSS は純粋の Java プロバイダーをデフォルトで使用します。オプションによってネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用します。別のプロバイダーについて詳しくは、JGSS プロバイダーを参照してください。

ソフトウェア要件: ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーは IBM Toolbox for Java のクラスにアクセスできなければなりません。IBM Toolbox for Java へのアクセス法については ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーが IBM Toolbox for Java にアクセスできるようにするをご覧ください。

ネットワーク認証サービスを構成していることを確認してください。詳しくは、ネットワーク認証サービスを参照してください。

ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを指定する: J2SDK, version 1.3 でネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用する前に、サーバーが JGSS を使用できるように構成されていることを確認してください。詳しくは、J2SDK, version 1.3 で JGSS を使用するように iSeries サーバーを構成するを参照してください。J2SDK, version 1.4 を使用している場合、JGSS はすでに構成されています。

注: 次の指示では、${java.home} は、サーバー上で使用している Java のバージョンの位置へのパスを示しています。たとえば、J2SDK バージョン 1.4 を使用している場合、${java.home} は /QIBM/ProdData/Java400/jdk14 です。コマンド内の ${java.home} を Java ホーム・ディレクトリーへの実際のパスに置き換えることを忘れないでください。

ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用するように JGSS を構成するためには、以下のタスクを完了してください。

- ネイティブ iSeries provider JAR ファイル用の拡張ディレクトリーへのシンボリック・リンクを追加する (216ページ)
- java.security ファイルのセキュリティー・プロバイダー・リストにネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを追加する (216ページ)

シンボリック・リンクを追加する

ibmjgssiseriesprovider.jar ファイル用の拡張ディレクトリーへのシンボリック・リンクを追加するためには、iSeries コマンド行に以下のコマンドを入力し (1 行で)、 **ENTER** を押してください。

```
ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/OS400/Java400/ext/ibmjgssiseriesprovider.jar')
NEWLNK('${java.home}/lib/ext/ibmjgssiseriesprovider.jar')
```

ibmjgssiseriesprovider.jar ファイル用の拡張ディレクトリーへのシンボリック・リンクを追加した後、拡張クラス・ローダーが JAR ファイルをロードします。

プロバイダーをセキュリティー・プロバイダー・リストに追加する

java.security ファイルのセキュリティー・プロバイダー・リストにネイティブ・プロバイダーを追加します。

1. 編集のため、 ${java.home}/lib/security/java.security を開きます。
2. セキュリティー・プロバイダー・リストを検索します。それは、java.security ファイルの最初の方に以下のような名前で存在するはずです。

   ```
   security.provider.1=sun.security.provider.Sun
   security.provider.2=com.sun.rsajca.Provider
   security.provider.3=com.ibm.crypto.provider.IBMJCE
   security.provider.4=com.ibm.security.jgss.IBMJGSSProvider
   ```
3. オリジナル Java プロバイダーより前になるようにセキュリティー・プロバイダー・リストにネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを追加します。言い換えれば、com.ibm.iseries.security.jgss.IBMJGSSiSeriesProvider を com.ibm.jgss.IBMJGSSProvider より小さい番号でリストに追加し、その後、IBMJGSSProvider の位置を更新します。以下に例を示します。

```
security.provider.1=sun.security.provider.Sun
security.provider.2=com.sun.rsajca.Provider
security.provider.3=com.ibm.crypto.provider.IBMJCE
security.provider.4=com.ibm.iseries.security.jgss.IBMJGSSiSeriesProvider
security.provider.5=com.ibm.security.jgss.IBMJGSSProvider
```

IBMJGSSiSeriesProvider は 4 番目に、IBMJGSSProvider は 5 番目にそれぞれ入力されていることに注意してください。さらに、セキュリティー・プロバイダー・リストの入力番号が連続しており、入力番号が 1 つずつ増加していることをチェックしてください。

4. java.security file を保管してクローズしてください。

J2SDK, version 1.4 で JGSS を使用するように iSeries サーバーを構成する: ご使用の iSeries サーバー上で Java 2 Software Development Kit (J2SDK), version 1.4 を使用する場合、あらかじめ JGSS を構成しておきます。デフォルトの構成は、純粋の Java JGSS プロバイダーを使用します。

JGSS プロバイダーの変更: 純粋の Java JGSS プロバイダーの代わりにネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用するように、JGSS を構成することができます。ネイティブ・プロバイダーを使用するように JGSS を構成した後は、2 つのプロバイダーを容易に切り替えることができるようになります。詳しくは、以下のトピックを参照してください。

- JGSS プロバイダー
- ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用するように JGSS を構成する

セキュリティー・マネージャー: 使用可能な Java セキュリティー・マネージャーで ご使用の JGSS アプリケーションを実行する場合、セキュリティー・マネージャーの使用をご覧ください。

JGSS プロバイダー: IBM JGSS には、ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーおよび純粋の Java JGSS プロバイダーが含まれています。どのプロバイダーを選択して使用するかは、アプリケーションの必要に応じて異なります。

純粋の Java JGSS プロバイダーには、以下の機能があります。

- アプリケーションに対して最高レベルのポータビリティーを保証する
- オプショナルの JAAS Kerberos ログイン・インターフェースと連動する
- Java Kerberos 信任状管理ツールとの互換性

ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーには、以下の機能があります。

- ネイティブ iSeries Kerberos ライブラリーの使用
- Qshell Kerberos 信任状管理ツールとの互換性
- JGSS アプリケーションの高速実行

注: 両方の JGSS プロバイダーは GSS-API 仕様に従っているため、互いに互換性があります。言い換えれば、純粋の Java JGSS プロバイダーを使用するアプリケーションは、ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用するアプリケーションとの相互運用が可能であるということです。

JGSS プロバイダーの変更: **注:** ご使用のサーバーが J2SDK, version 1.3 を実行している場合、ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーに変更する前に、ご使用のサーバーが JGSS を使用できるように構成されていることを確認してください。詳しくは、以下のトピックを参照してください。

- J2SDK, version 1.3 で JGSS を使用するように iSeries サーバーを構成する
- ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用するように JGSS を構成する

以下の方法の 1 つを使用して、JGSS プロバイダーを容易に変更することができます。

- `${java.home}/lib/security/java.security` のセキュリティー・プロバイダー・リストを編集する

  注: ${java.home} がご使用のサーバー上で使用している Java のバージョンのロケーションへのパスを示します。たとえば、J2SDK, version 1.3 をお使いの場合、 ${java.home} は /QIBM/ProdData/Java400/jdk13 です。
- GSSManager.addProviderAtFront() または GSSManager.addProviderAtEnd()Specify のどちらかを使用して、JGSS アプリケーションの中でプロバイダー名を指定してください。詳しくは、『GSSManager javadoc』を参照してください。

セキュリティー・マネージャーの使用: 使用可能な Java セキュリティー・マネージャーでご使用の JGSS アプリケーションを実行する場合、アプリケーションおよび JGSS に必要なアクセス権があることを確認する必要があります。 JGSS を使用するのに必要なアクセス権について詳しくは、以下のトピックを参照してください。

- JVM アクセス権
- JAAS 許可検査

JVM アクセス権: JGSS が実行するアクセス制御検査に加え、Java 仮想マシン (JVM) は、ファイル、Java プロパティー、パッケージ、およびソケットを含むさまざまなリソースへのアクセス時に、許可検査を実行します。

JVM 許可の使用に関する詳細は、 Permissions in the Java 2 SDK を参照してください。

次のリストは、JGSS の JAAS 機能を使用する場合、またはセキュリティー・マネージャーで JGSS を使用する場合に必要な許可をリストします。

- javax.security.auth.AuthPermission ″modifyPrincipals″
- javax.security.auth.AuthPermission ″modifyPrivateCredentials″
- javax.security.auth.AuthPermission ″getSubject″
- javax.security.auth.PrivateCredentialPermission
  ″javax.security.auth.kerberos.KerberosKey javax.security.auth.kerberos.KerberosPrincipal ¥″*¥″″, ″read″
- javax.security.auth.PrivateCredentialPermission
  ″javax.security.auth.kerberos.KerberosTicket javax.security.auth.kerberos.KerberosPrincipal ¥″*¥″″, ″read″
- java.util.PropertyPermission ″com.ibm.security.jgss.debug″, ″read″
- java.util.PropertyPermission ″DEBUG″, ″read″
- java.util.PropertyPermission ″java.home″, ″read″
- java.util.PropertyPermission ″java.security.krb5.conf″, ″read″
- java.util.PropertyPermission ″java.security.krb5.kdc″, ″read″
- java.util.PropertyPermission ″java.security.krb5.realm″, ″read″
- java.util.PropertyPermission ″javax.security.auth.useSubjectCredsOnly″, ″read″
- java.util.PropertyPermission ″user.dir″, ″read″
- java.util.PropertyPermission ″user.home″, ″read″
- java.lang.RuntimePermission ″accessClassInPackage.sun.security.action″
- java.security.SecurityPermission ″putProviderProperty.IBMJGSSProvider″

JAAS 許可検査: IBM JGSS は、JAAS が使用可能にするプログラムが信任状を使用し、サービスにアクセスするときに、ランタイム許可検査を実行します。 Java プロパティー

javax.security.auth.useSubjectCredsOnly を false に設定することによって、このオプションの JAAS 機能を使用不可にすることができます。さらに、JGSS は、アプリケーションがセキュリティー・マネージャーを使って実行される場合のみ、許可検査を実行します。

JGSS は、現行アクセス制御コンテキストで有効な Java ポリシーに対して、許可検査を実行します。JGSS は、次の特定の許可検査を実行します。

- javax.security.auth.kerberos.DelegationPermission
- javax.security.auth.kerberos.ServicePermission

DelegationPermission 検査: DelegationPermission により、セキュリティー・ポリシーは、 Kerberos のチケット転送およびプロキシーを行う機能の使用を制御できます。これらの機能を使用して、クライアントは、サービスがクライアントの代わりとして動作することを許可できます。

DelegationPermission は、次の順序で 2 つの引き数を取ります。

1. 従属プリンシパル。クライアントの代わりに、またクライアントの権限の下で動作する、サービス・プリンシパルの名前。
2. クライアントが従属プリンシパルに使用を許可するサービスの名前。

例: DelegationPermission 検査の使用

次の例では、superSecureServer が従属プリンシパル、 krbtgt/REALM.IBM.COM@REALM.IBM.COM が superSecureServer にクライアントの代わりに使用を許可するサービスです。この場合、サービスはクライアントのチケット許可チケットです。つまり、superSecureServer は、クライアントの代わりにどんなサービスのチケットでも 入手できるということです。

```
permission javax.security.auth.kerberos.DelegationPermission
 "¥"superSecureServer/host.ibm.com@REALM.IBM.COM¥"
 ¥"krbtgt/REALM.IBM.COM@REALM.IBM.COM¥"";
```

この例では、DelegationPermission は、superSecureServer だけが使用できる鍵配布センター (KDC) から、新しいチケット許可チケットを入手するためのクライアント許可を認可します。クライアントが新しいチケット許可チケットを superSecureServer に送信した後、 superSecureServer にはクライアントの代わりに動作する機能が付与されます。

次の例では、クライアントが、ftp サービスのみに superSecureServer がアクセスすることを許可する新しいチケットを入手できるようにします。

```
permission javax.security.auth.kerberos.DelegationPermission
 "¥"superSecureServer/host.ibm.com@REALM.IBM.COM¥"
 ¥"ftp/ftp.ibm.com@REALM.IBM.COM¥"";
```

詳細については、Sun Web サイトの J2SDK documentation  の javax.security.auth.kerberos.DelegationPermission クラスについての説明を参照してください。

ServicePermission 検査: ServicePermission は、コンテキストの開始および受け入れのための信任状の使用制限を検査します。コンテキスト・イニシエーターには、コンテキストを開始する許可がなければなりません。同様に、コンテキスト・アクセプターにも、コンテキストを受け入れる許可が必要です。

例: ServicePermission 検査の使用

次の例は、クライアント・サイドが、許可をクライアントに付与することによって、 ftp サービスを使ってコンテキストを開始できるようにします。

```
permission javax.security.auth.kerberos.ServicePermission
 "ftp/host.ibm.com@REALM.IBM.COM", "initiate";
```

次の例は、サーバー・サイドが、許可をサーバーに付与することによって、 ftp サービスに秘密鍵を使ってコンテキストを開始できるようにします。

```
permission javax.security.auth.kerberos.ServicePermission
 "ftp/host.ibm.com@REALM.IBM.COM", "accept";
```

詳しくは、Sun Web サイトにある J2SDK documentation  の中の javax.security.auth.kerberos.ServicePermission クラスの説明を参照してください。

IBM JGSS アプリケーションの実行

IBM Java Generic Security Service (JGSS) API 1.0 は、セキュア・アプリケーションを、さまざまな基礎となるメカニズムの複雑さおよび特殊さから保護します。 JGSS は、Java Authentication and Authorization Service (JAAS) および IBM Java Cryptography Extension (JCE) が提供する機能を使用します。

JGSS 機能には、以下のものが含まれます。

- 識別認証
- メッセージの保全性と機密性
- オプションの JAAS Kerberos ログイン・インターフェースおよび許可検査

JGSS アプリケーションの実行について詳しくは、以下のトピックを参照してください。

Kerberos 信任状の取得
Kerberos 信任状を取得し、秘密鍵を作成する方法を調べます。 Kerberos ログインおよび許可検査を実行するための JAAS の使用を学び、 Java 仮想マシン (JVM) が必要とする JAAS 許可のリストを復習します。

構成ファイルとポリシー・ファイル
構成ファイル、ポリシー・ファイル、Java マスター・セキュリティー・プロパティー・ファイル、および信任状キャッシュを含む、JGSS の実行に必要なサポート・ファイルのさまざまな種類を学びます。

デバッグ
役立つデバッグ・メッセージをカテゴリー化し、表示するための JGSS デバッグの使用について説明します。

JGSS のサンプル
サンプル・プログラムを使って JGSS セットアップをテストし、検証します。サンプル文書には、Java ソース・コード、サンプルを実行するための指示、構成およびポリシー・ファイルなどが含まれます。

Kerberos 信任状の取得および秘密鍵の作成: GSS-API は、信任状を取得するための方法を定義していません。このため、IBM JGSS Kerberos メカニズムでは、ユーザーが、次の方法のうち 1 つを使って Kerberos 信任状を取得することが必要です。

- Kinit および Ktab ツール
- オプションの JAAS Kerberos ログイン・ インターフェース

Kinit および Ktab ツール: 選択された JGSS プロバイダーは、Kerberos 信任状および秘密鍵を取得するのに使用するツールを決定します。

純粋な Java JGSS プロバイダーの使用: 純粋な Java JGSS プロバイダーを使用している場合、IBM JGSS Kinit および Ktab ツールを使用して信任状と秘密鍵を取得します。 Kinit および Ktab ツールは、コマンド行インターフェースを使用し、他のバージョンが提供するオプションに類似したオプションを提供します。

- Kinit ツールを使用して Kerberos 信任状を取得できます。このツールは、Kerberos 配布センター (KDC) と接触し、チケット許可チケット (TGT) を取得します。TGT によって、 GSS-API を使用するものも含め、Kerberos 可能サービスにアクセスできます。
- サーバーは、Ktab ツールを使用して秘密鍵を取得できます。 JGSS は、サーバー上のキー・テーブル・ファイルに秘密鍵を保管します。詳細は、Ktab Java に関する資料を参照してください。

別の方法として、アプリケーションは、JAAS ログイン・インターフェースを使って TGT と秘密鍵を取得することができます。詳しくは、以下を参照してください。

- Kinit javadoc
- Ktab javadoc
- JAAS ログイン・インターフェース

ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーの使用: ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーを使用している場合、 Qshell kinit および klist ユーティリティーを使用します。詳しくは、 Kerberos 信任状およびキー・テーブル用のユーティリティーを参照してください。

JAAS Kerberos ログイン・インターフェース: IBM JGSS は、Java Authentication and Authorizaiton Service (JAAS) Kerberos ログイン・インターフェースを備えています。Java プロパティー javax.security.auth.useSubjectCredsOnly を false に設定することによって、この機能を使用不可にすることができます。

注: 純粋な Java JGSS プロバイダーはログイン・インターフェースを使用できますが、ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーは使用できません。

JAAS について詳しくは、Java Authentication and Authorization Service を参照してください。

JAAS および JVM 許可: セキュリティー・マネージャーを使用している場合、アプリケーションおよび JGSS に必要な JVM と JAAS 許可があるかどうか確認する必要があります。詳しくは、セキュリティー・マネージャーの使用 を参照してください。

JAAS 構成ファイル・オプション: ログイン・インターフェースには、使用されるログイン・モジュールとして、 com.ibm.security.auth.module.Krb5LoginModule を指定する JAAS 構成ファイルが必要です。以下の表は、Krb5LoginModule がサポートするオプションをリストしています。オプションは大文字小文字を区別しないので注意してください。

オプション名	値	デフォルト	説明
principal	<string>	なし; プロンプトに従う	Kerberos プリンシパル名
credsType	initiator|acceptor|both	initiator	JGSS 信任状タイプ
forwardable	true|false	false	転送可能チケット許可チケット (TGT) を獲得できるかどうか
proxiable	true|false	false	プロキシー可能 TGT を獲得できるかどうか
useCcache	<URL>	ccache を使用しない	指定された信任状キャッシュから TGT を検索する

オプション名	値	デフォルト	説明
useKeytab	<URL>	キー・テーブルを使用しない	指定されたキー・テーブルから秘密鍵を検索する
useDefaultCcache	truelfalse	デフォルト・キャッシュを使用しない	デフォルトの信任状キャッシュから TGT を検索する
useDefaultKeytab	truelfalse	デフォルト・キー・テーブルを使用しない	指定されたキー・テーブルから秘密鍵を検索する

Krb5LoginModule の簡単な例については、JAAS ログイン構成ファイルのサンプルを参照してください。

オプションの非互換性

プリンシパル名を除く Krb5LoginModule オプションの中には、相互に非互換であるもの、つまり一緒に指定できないものがあります。次の表は、ログイン・モジュール・オプションで、互換性のあるものと非互換であるものを示します。

表中の標識は、2 つの関連したオプションの間の関係を表します。

- X = 非互換
- N/A = 適用不可の組み合わせ
- ブランク = 互換

Krb5LoginModule option	credsType initiator	credsType acceptor	credsType both	forward	proxy	use Ccache	use Keytab	useDefault Ccache	useDefault Keytab
credsType=initiator		N/A	N/A				X		X
credsType=acceptor	N/A		N/A	X	X	X		X	
credsType=both	N/A	N/A							
forwardable		X				X	X	X	X
proxiable		X				X	X	X	X
useCcache		X		X	X		X	X	X
useKeytab	X			X	X	X		X	X
useDefaultCcache		X		X	X	X	X		X
useDefaultKeytab	X			X	X	X	X	X	

プリンシパル名オプション: プリンシパル名は、他のどのオプションとも組み合わせて指定できます。プリンシパル名を指定しない場合、Krb5LoginModule は、ユーザーにプリンシパル名を指定するようにというプロンプトを出します。Krb5LoginModule がユーザーにプロンプトを出すかどうかは、指定する他のオプションに依存します。詳しくは、 223 ページの『プリンシパル名とパスワードのプロンプトを出す』を参照してください。

サービス・プリンシパル名のフォーマット

サービス・プリンシパル名を指定するには、次のフォーマットの 1 つを使用してください。

- <service_name> (たとえば、superSecureServer)
- <service_name>@<host> (たとえば、superSecureServer@myhost)

後者のフォーマットでは、<host> はサービスが常駐するマシンのホスト名です。完全に修飾されたホスト名を使用できます (必ずしも使用する必要はありません)。

注: JAAS は、特定の文字を区切り文字として認識します。 JAAS ストリング (プリンシパル名など) で次の文字のいずれかを使用する場合、文字を引用符で囲んでください。

_ (下線)
: (コロン)
/ (スラッシュ)
¥ (円記号)

プリンシパル名とパスワードのプロンプトを出す: JAAS 構成ファイルで指定するオプションは、Krb5LoginModule ログインが非対話式か、対話式かを決定します。

- 非対話式ログインは、どんな情報についてもプロンプトを出しません。
- 対話式ログインは、プリンシパル名、パスワード、またはその両方のプロンプトを出します。

非対話式ログイン

ログインは、信任状タイプをイニシエーター (`credsType=initiator`) として指定し、次のアクションのいずれかを実行する場合に非対話式に進行します。

- useCcache オプションを指定する
- useDefaultCcache オプションを true に設定する

また、信任状タイプをアクセプター、または両方 (`credsType=acceptor` または `credsType=both`) に指定し、次のアクションのいずれかを実行する場合に非対話式に進行します。

- useKeytab オプションを指定する
- useDefaultKeytab オプションを true に設定する

対話式ログイン

他の構成は、Kerberos KDC から TGT を取得できるように、プリンシパル名およびパスワードのプロンプトを出すログイン・モジュールになります。ログイン・モジュールは、プリンシパル・オプションを指定すると、パスワードのみについてプロンプトを出します。

対話式ログインでは、アプリケーションが、ログイン・コンテキストの作成時にコールバック・ハンドラーとして com.ibm.security.auth.callback.Krb5CallbackHandler を指定することが必要です。コールバック・ハンドラーには、入力を促すプロンプトを出す役割があります。

信任状タイプ・オプション: 信任状タイプをイニシエーターとアクセプターの両方 (`credsType=both`) にする必要がある場合、Krb5LoginModule は TGT と秘密鍵の両方を取得します。ログイン・モジュールは、TGT を使ってコンテキストと秘密鍵を開始し、コンテキストを受け入れます。JAAS 構成ファイルには、ログイン・モジュールが 2 つのタイプの信任状を獲得するために十分な情報が入っているはずです。

信任状タイプ、アクセプターおよび両方については、ログイン・モジュールはサービス・プリンシパルを想定します。

構成ファイルとポリシー・ファイル: JGSS および JAAS は、いくつかの構成ファイルおよびポリシー・ファイルに依存しています。これらのファイルを、環境およびアプリケーションに順応するように編集する必要があります。 JGSS で JAAS を使用していない場合、JAAS 構成ファイルおよびポリシー・ファイルを無視しても構いません。

- 224 ページの『Kerberos 構成ファイル』

- 『JAAS 構成ファイル』
- 『JAAS ポリシー・ファイル』
- 『Java マスター・セキュリティー・プロパティー・ファイル』
- 225 ページの『信任状キャッシュおよびサーバー・キー・テーブル』

注: 次の指示では、${java.home} は、サーバー上で使用している Java のバージョンの位置へのパスを示しています。たとえば、J2SDK バージョン 1.4 を使用している場合、${java.home} は /QIBM/ProdData/Java400/jdk14 です。プロパティー設定の ${java.home} を、Java ホーム・ディレクトリーへの実際のパスに置換することを忘れないでください。

Kerberos 構成ファイル: IBM JGSS には、Kerberos 構成ファイルが必要です。 Kerberos 構成ファイルのデフォルト名および位置は、使用中のオペレーティング・システムに依存しています。 JGSS は、デフォルト構成ファイルを次の順序で検索します。

1. Java プロパティー java.security.krb5.conf が参照するファイル
2. ${java.home}/lib/security/krb5.conf
3. Microsoft Windows(R) プラットフォームの c:¥winnt¥krb5.ini
4. Solaris(TM) プラットフォームの /etc/krb5/krb5.conf
5. Unix(R) プラットフォームの /etc/krb5.conf

JAAS 構成ファイル: JAAS ログイン機能の使用には、JAAS 構成ファイルが必要です。以下のプロパティーの 1 つを設定することにより、JAAS 構成ファイルを指定できます。

- Java システム・プロパティー java.security.auth.login.config
- ${java.home}/lib/security/java.security ファイルのセキュリティー・プロパティー login.config.url.<integer>

詳しくは、Sun Java Authentication and Authorization Service (JAAS) Web サイト を参照してください。

JAAS ポリシー・ファイル: デフォルト・ポリシー・インプリメンテーションを使用すると、ポリシー・ファイルにアクセス権を記録することによって、JGSS は JAAS アクセス権をエンティティーに付与します。以下のプロパティーの 1 つを設定することにより、JAAS ポリシー・ファイルを指定できます。

- Java システム・プロパティー java.security.policy
- ${java.home}/lib/security/java.security ファイルのセキュリティー・プロパティー policy.url.<integer>

J2SDK バージョン 1.4 を使用している場合、 JAAS への個別のポリシー・ファイルの指定はオプションです。 J2SDK バージョン 1.4 のデフォルト・ポリシー・プロバイダーは、 JAAS が必要とするポリシー・ファイル・エントリーをサポートします。

詳しくは、Sun Java Authentication and Authorization Service (JAAS) Web サイト を参照してください。

Java マスター・セキュリティー・プロパティー・ファイル: Java 仮想マシン (JVM) は、多数の重要なセキュリティー・プロパティーを使用します。これらのセキュリティー・プロパティーは、Java マスター・セキュリティー・プロパティー・ファイルを編集することによって設定されます。このファイルの名前は java.security で、通常 iSeries サーバー上の ${java.home}/lib/security ディレクトリーにあります。

次のリストは、JGSS を使用するためのいくつかの関連セキュリティー・プロパティーを説明します。この説明は、java.security ファイルを編集するためのガイドとして使用してください。

注: 適用可能な場合は、説明には JGSS サンプルを実行するのに必要な適切な値が含まれます。

security.provider.<integer>: 使用する予定の JGSS プロバイダー。これは静的に暗号プロバイダー・クラスの登録も行います。 IBM JGSS は、 IBM JCE プロバイダーが提供する暗号および他のセキュリティー・サービスを使用します。次の例のとおり、sun.security.provider.Sun および com.ibm.crypto.provider.IBMJCE パッケージを指定してください。

```
security.provider.1=sun.security.provider.Sun
security.provider.2=com.ibm.crypto.provider.IBMJCE
```

policy.provider: システム・ポリシー・ハンドラー・クラス。以下に例を示します。

```
policy.provider=sun.security.provider.PolicyFile
```

policy.url.<integer>: ポリシー・ファイルの URL。サンプル・ポリシー・ファイルを使用するには、次のようなエントリーを含めます。

```
policy.url.1=file:/home/user/jgss/config/java.policy
```

login.configuration.provider: JAAS ログイン構成ハンドラー・クラス。次に例を示します。

```
login.configuration.provider=com.ibm.security.auth.login.ConfigFile
```

auth.policy.provider: JAAS プリンシパルに基づくアクセス制御ポリシー・ハンドラー・クラス。次に例を示します。

```
auth.policy.provider=com.ibm.security.auth.PolicyFile
```

login.config.url.<integer>: JAAS ログイン構成ファイルの URL。サンプル構成ファイルを使用するには、次のようなエントリーを含めます。

```
login.config.url.1=file:/home/user/jgss/config/jaas.conf
```

auth.policy.url.<integer>: JAAS ポリシー・ファイルの URL。プリンシパルに基づく構成と、CodeSource に基づく構成の両方を JAAS ポリシー・ファイルに含めることができます。サンプル・ポリシー・ファイルを使用するには、次のようなエントリーを含めます。

```
auth.policy.url.1=file:/home/user/jgss/config/jaas.policy
```

信任状キャッシュおよびサーバー・キー・テーブル: ユーザー・プリンシパルは、その Kerberos 信任状を信任状キャッシュに保持します。サービス・プリンシパルは、秘密鍵をキー・テーブルに保持します。ランタイムに、IBM JGSS は次の方法でこれらのキャッシュを見つけます。

ユーザー信任状キャッシュ

JGSS は、次の順序でユーザー信任状キャッシュを探します。

1. Java(TM) プロパティー KRB5CCNAME が参照するファイル
2. 環境変数 KRB5CCNAME が参照するファイル
3. UNIX システムの /tmp/krb5cc_<uid>
4. ${user.home}/krb5cc_${user.name}
5. ${user.home}/krb5cc (${user.name} が取得できない場合)

サーバー・キー・テーブル

JGSS は、次の順序でサーバー鍵テーブル・ファイルを探します。

1. Java(TM) プロパティー KRB5_KTNAME の値

2. Kerberos 構成ファイルの libdefaults スタンザにある default_keytab_name エントリー
3. ${user.home}/krb5_keytab

IBM JGSS アプリケーションの開発

JGSS アプリケーションの開発について詳しくは、以下のトピックを参照してください。

プログラミング・ステップ
トランスポート・トークンの使用、必要な JGSS オブジェクトの作成、コンテキストの設定と削除、およびメッセージごとのサービスの使用を含む、JGSS アプリケーションの開発に必要なステップを学習します。

JGSS アプリケーションで JAAS を使用する
JGSS の JAAS Kerberos ログイン機能の使用可能化について説明します。情報には、ログイン機能の使用に関する要件、およびサンプル・コードの断片が含まれます。

デバッグ
役立つデバッグ・メッセージをカテゴリー化し、表示するための JGSS デバッグの使用について説明します。

JGSS javadoc 参照情報
org.ietf.jgss api パッケージ中のクラスおよびメソッド、および Kerberos 信任状管理ツール (kinit、ktab、klist) の Java バージョンに関する javadoc 情報を復習します。

JGSS のサンプル
サンプル・プログラムを使用して、ご使用のアプリケーションで JGSS を使用する方法を調べます。サンプル文書には、Java ソース・コード、サンプルを実行するための指示、構成およびポリシー・ファイルなどが含まれます。

JGSS アプリケーションを開発するには、高水準 GSS-API 仕様および Java バインディング仕様を熟知している必要があります。 IBM JGSS 1.0 は、主にこれらの仕様に基づき、準拠しています。詳細は、以下のリンクを参照してください。

- RFC 2743: Generic Security Service Application Programming Interface Version 2, Update 1
- RFC 2853: Generic Security Service API Version 2: Java Bindings

IBM JGSS アプリケーション・プログラミング・ステップ: JGSS アプリケーションの操作は、Generic Security Service Application Programming Interface (GSS-API) 操作可能モデルに従います。 JGSS 操作に重要な概念について詳しくは、 JGSS の概念を参照してください。

JGSS トランスポート・トークン: 重要な JGSS 操作のいくつかは、Java バイト配列の形式でトークンを生成します。 1 つの JGSS 対等機能から別の対等機能にトークンを転送するのは、アプリケーションの役割です。 JGSS は、アプリケーションがトランスポート・トークンに使用するプロトコルを、何らかの方法で抑制することはありません。アプリケーションは、JGSS トークンを他のアプリケーション (つまり JGSS でない) のデータと一緒にトランスポートすることがあります。しかし、JGSS は JGSS 特有のトークンだけを受け入れ、使用します。

JGSS アプリケーションの操作順序: JGSS 操作では、以下のリストにある順序で使用する必要がある、特定のプログラミング構成を必要とします。各ステップは、イニシエーターとアクセプターの両方に適用されます。

注: 情報には、高水準 JGSS API の使用を例示し、アプリケーションが org.ietf.jgss パッケージをインポートすることを前提とするサンプル・コードの断片が含まれます。多くの高水準 API が過負荷ですが、断片ではこれらのメソッドのうち最もよく使用される形式のみを示します。もちろん、ご自分の必要に最適の API メソッドを使用してください。

1. GSSManager の作成
   GSSManager のインスタンスは、他の JGSS オブジェクト・インスタンスを作成するためのファクトリーとして動作します。
2. GSSName の作成
   GSSName は、JGSS プリンシパルの ID を表します。JGSS 操作の中には、ヌル GSSName を指定すると、デフォルト・プリンシパルを見つけて使用できるものがあります。
3. GSSCredential の作成
   GSSCredential は、プリンシパルのメカニズム特有の信任状を具体化します。
4. GSSContext の作成
   GSSContext は、コンテキストの設定、および後続するメッセージごとのサービスに使用されます。
5. コンテキスト上でオプションのサービスを選択する
   アプリケーションは、相互認証などのオプション・サービスを、明示的に要求する必要があります。
6. コンテキストの設定
   イニシエーターは、それ自体をアクセプターに認証します。しかし、相互認証の要求時には、アクセプターがそれ自体をイニシエーターに認証します。
7. メッセージごとのサービスの使用
   イニシエーターとアクセプターが、設定されたコンテキストを介してセキュア・メッセージを交換します。
8. コンテキストの削除
   アプリケーションは、もう必要ないコンテキストを削除します。

GSSManager の作成: GSSManager 抽象クラスは、次の JGSS オブジェクトの作成のため、ファクトリーとしての役割を果たします。

- GSSName
- GSSCredential
- GSSContext

また、GSSManager には、サポートされるセキュリティー・メカニズムおよび名前タイプを決定し、 JGSS プロバイダーを指定するメソッドもあります。 GSSManager getInstance 静的メソッドを使用して、デフォルトの GSSManager のインスタンスを作成してください。

```
GSSManager manager = GSSManager.getInstance();
```

GSSName の作成: GSSName は、GSS-API プリンシパルの ID を表します。GSSName には、サポートされる基礎となるメカニズムごとに 1 つずつ、プリンシパルのたくさんの表記が含まれることがあります。名前の表記のみを含む GSSName は、メカニズム名 (MN) と呼ばれます。

GSSManager には、ストリングまたはバイトの連続する配列から GSSName を作成するためのいくつかの過負荷メソッドがあります。メソッドは、指定された名前タイプに従ってストリングまたはバイト配列を解釈します。通常、GSSName バイト配列メソッドを使用して、エクスポートされた名前を再構成します。エクスポートされた名前は、通常タイプ GSSName.NT_EXPORT_NAME のメカニズム・タイプです。これらのメソッドのいくつかによって、名前の作成に使用するセキュリティー・メカニズムを指定することができます。

例: GSSName の使用: 次の基本コードの断片は、GSSName の使用方法を示します。

注: Kerberos サービス名ストリングを、<service> または <service@host> のどちらかとして指定します。<service> はサービスの名前、 <host> はサービスが実行されるマシンのホスト名です。完全に修飾されたホスト名を使用できます (必ずしも使用する必要はありません)。ストリングの @<host> 部分を省略すると、GSSName はローカル・ホスト名を使用します。

```
// Create GSSName for user foo.
GSSName fooName = manager.createName("foo", GSSName.NT_USER_NAME);

// Create a Kerberos V5 mechanism name for user foo.
Oid krb5Mech = new Oid("1.2.840.113554.1.2.2");
GSSName fooName = manager.createName("foo", GSSName.NT_USER_NAME, krb5Mech);

// Create a mechanism name from a non-mechanism name by using the GSSName
// canonicalize method.
GSSName fooName = manager.createName("foo", GSSName.NT_USER_NAME);
GSSName fooKrb5Name = fooName.canonicalize(krb5Mech);
```

GSSCredential の作成: GSSCredential には、プリンシパルの代わりにコンテキストを作成するのに必要なすべての暗号情報が含まれており、複数のメカニズム用の信任状情報も入っていることがあります。

GSSManager には、3 つの信任状作成メソッドがあります。メソッドのうち 2 つは、GSSName、信任状の存続時間、信任状入手元の 1 つ以上のメカニズム、および信任状使用タイプのパラメーターを取ります。3 番目のメソッドは、使用タイプだけを取り、他のパラメーターに関してはデフォルト値を使用します。ヌル・メカニズムの指定でも、デフォルトのメカニズムを使用します。メカニズムのヌル配列を指定すると、メソッドが、信任状をメカニズムのデフォルト設定に戻します。

注: IBM JGSS は Kerberos V5 メカニズムのみをサポートするので、これがデフォルトのメカニズムです。

アプリケーションが一度に作成できるのは、3 つの信任状タイプ (*initiate*、 *accept*、または *initiate and accept*) のうち 1 つだけです。

- コンテキスト・イニシエーターは、*initiate* 信任状を作成します。
- アクセプターは *accept* 信任状を作成します。
- イニシエーターとしても振る舞うアクセプターは、*initiate and accept* 信任状を作成します。

例: 信任状の取得

次の例は、イニシエーターにデフォルト信任状を取得します。

```
GSSCredentials fooCreds = manager.createCredentials(GSSCredential.INITIATE)
```

次の例は、デフォルトの有効期間を持つイニシエーター foo に、 Kerberos V5 信任状を取得します。

```
GSSCredential fooCreds = manager.createCredential(fooName, GSSCredential.DEFAULT_LIFETIME,
                                                  krb5Mech,GSSCredential.INITIATE);
```

次の例は、すべてデフォルトのアクセプター信任状を取得します。

```
GSSCredential serverCreds = manager.createCredential(null, GSSCredential.DEFAULT_LIFETIME,
                                                     (Oid)null, GSSCredential.ACCEPT);
```

GSSContext の作成: IBM JGSS は、GSSManager がコンテキストの作成用に提供する 2 つのメソッドをサポートします。

- コンテキスト・イニシエーターが使用するメソッド
- アクセプターが使用するメソッド

注: GSSManager は、前にエクスポートされたコンテキストの再作成を含む、コンテキストを作成するための 3 番目のメソッドを提供します。しかし、IBM JGSS Kerberos V5 メカニズムはエクスポートされたコンテキストの使用をサポートしていないので、 IBM JGSS はこのメソッドをサポートしません。

アプリケーションは、コンテキストの受け入れ用のイニシエーター・コンテキストを使用したり、コンテキスト開始のためのアクセプター・コンテキストを使用したりすることはできません。サポートされるどちらのコンテキスト作成メソッドにも、入力としての信任状が必要です。信任状の値がヌルである場合、JGSS はデフォルト信任状を使用します。

例: GSSContext の使用

次の例では、プリンシパル (foo) がホスト (securityCentral) 上で対等機能 (superSecureServer) を使用してコンテキストを開始する際に使用するコンテキストを作成します。例では、対等機能を superSecureServer@securityCentral として指定します。作成されるコンテキストは、デフォルト期間に有効です。

```
GSSName serverName = manager.createName("superSecureServer@securityCentral",
                                        GSSName.NT_HOSTBASED_SERVICE, krb5Mech);
GSSContext fooContext = manager.createContext(serverName, krb5Mech, fooCreds,
                                              GSSCredential.DEFAULT_LIFETIME);
```

次の例は、どんな対等機能によっても開始されるコンテキストを受け入れるための superSecureServer のコンテキストを作成します。

```
GSSContext serverAcceptorContext = manager.createContext(serverCreds);
```

アプリケーションが、両方のタイプのコンテキストを作成し、同時に使用できることに注目してください。

オプションのセキュリティー・サービスの要求: アプリケーションは、オプションのセキュリティー・サービスをどれでも要求できます。IBM JGSS は、次のオプション・サービスを提供しています。

- 代行
- 相互認証
- 再生検出
- 順不同検出
- 使用可能なメッセージごとの機密性
- 使用可能なメッセージごとの保全性

オプション・サービスを要求するには、アプリケーションは、コンテキスト上の適切な要求メソッドを使って明示的に要求する必要があります。これらのオプション・サービスを要求できるのはイニシエーターだけです。イニシエーターは、コンテキストの設定が始まる前に要求をする必要があります。

オプション・サービスについて詳しくは、Internet Engineering Task Force (IETF) RFC 2743 Generic Security Services Application Programming Interface Version 2, Update 1  の ″Optional Service Support″ を参照してください。

例: オプション・サービスの要求

次の例では、コンテキスト (fooContext) が相互認証および代行サービスを使用可能にする要求を行います。

```
fooContext.requestMutualAuth(true);
fooContext.requestCredDeleg(true);
```

コンテキストの設定: 2 つの通信する対等機能は、メッセージごとのサービスを使用する際に用いるセキュリティー・コンテキストを設定することが必要です。イニシエーターは、そのコンテキスト上で initSecContext() を呼び出し、それによってトークンがイニシエーター・アプリケーションに戻されます。イニシエーター・アプリケーションは、コンテキスト・トークンをアクセプター・アプリケーションに移送します。アクセプターはそのコンテキスト上で acceptSecContext() を呼び出し、イニシエーターから受け取ったコンテキスト・トークンを指定します。基礎となるメカニズムおよびイニシエーターが選択したオプション・サービスによっては、 acceptSecContext() は、アクセプター・アプリケーションがイニシエーター・アプリケーションに転送する必要のあるトークンを作成する場合があります。その後イニシエーター・アプリケーションは、受け取ったトークンを使用して、 initSecContext() をもう一度呼び出します。

アプリケーションは、GSSContext.initSecContext() および GSSContext.acceptSecContext() に複数の呼び出しを行うことができます。また、コンテキスト設定中に、複数のトークンを対等機能と交換することもできます。したがって、コンテキスト設定の典型的なメソッドでは、アプリケーションがコンテキストを設定するまでは、ループを使って GSSContext.initSecContext() または GSSContext.acceptSecContext() を呼び出します。

例: コンテキストの設定

次の例では、コンテキスト設定のイニシエーター (foo) 側を例示します。

```
byte array[] inToken = null; // The input token is null for the first call
int inTokenLen = 0;

   do {
    byte[] outToken = fooContext.initSecContext(inToken, 0, inTokenLen);

    if (outToken != null) {
        send(outToken); // transport token to acceptor
    }

    if( !fooContext.isEstablished()) {
        inToken = receive(); // receive token from acceptor
          inTokenLen = inToken.length;
    }
} while (!fooContext.isEstablished());
```

次の例では、コンテキスト設定のアクセプター側を例示します。

```
// The acceptor code for establishing context may be the following:
   do {
    byte[] inToken = receive(); // receive token from initiator
    byte[] outToken =
        serverAcceptorContext.acceptSecContext(inToken, 0, inToken.length);

    if (outToken != null) {
        send(outToken); // transport token to initiator
    }
} while (!serverAcceptorContext.isEstablished());
```

メッセージごとのサービスの使用: セキュリティー・コンテキストの設定後、2 つの通信する対等機能が、設定されたコンテキストを介してセキュア・メッセージを交換します。どちらの対等機能も、コンテキスト設定時にイニシエーターまたはアクセプターのどちらの役割を果たしたかに関係なく、セキュア・メッセージを発信できます。メッセージをセキュアにするため、IBM JGSS はメッセージを介して、暗号メッセージ保全コード (MIC) を計算します。オプションで、IBM JGSS は、プライバシーを確実にするために、 Kerberos V5 メカニズムがメッセージを暗号化するようにできます。

メッセージの送信: IBM JGSS は、メッセージをセキュアにするための 2 つのメソッドのセット wrap() および getMIC() を提供します。

wrap() の使用

wrap メソッドは、次のアクションを実行します。

- MIC の計算
- メッセージの暗号化 (オプション)
- トークンを戻す

呼び出し側アプリケーションは、MessageProp クラスを GSSContext と組み合わせて使用し、暗号化をメッセージに適用するかどうかを指定します。

戻されたトークンには、MIC とメッセージのテキストの両方が含まれます。メッセージのテキストは、暗号文 (暗号化されたメッセージ用) か、オリジナルのプレーン・テキスト (暗号化されていないメッセージ用) のどちらかです。

getMIC() の使用

getMIC メソッドは、次のアクションを実行しますが、メッセージの暗号化はできません。

- MIC の計算
- トークンを戻す

戻されるトークンには、計算された MIC だけが入っており、オリジナル・メッセージは含まれません。したがって、MIC トークンを対等機能に移送することに加えて、 MIC を検査できるように、対等機能に何らかの方法でオリジナル・メッセージが分かるようにする必要があります。

例: メッセージごとのサービスを使ってメッセージを送信する

次の例は、1 つの対等機能 (foo) が、別の対等機能 (superSecureServer) に送達するため、メッセージをラップする方法を示します。

```
byte[] message = "Ready to roll!".getBytes();
MessageProp mprop = new MessageProp(true); // foo wants the message encrypted
byte[] wrappedMessage =
    fooContext.wrap(message, 0, message.length, mprop);
send(wrappedMessage); // transfer the wrapped message to superSecureServer

// This is how superSecureServer may obtain a MIC for delivery to foo:
byte[] message = "You bet!".getBytes();
MessageProp mprop = null;  // superSecureServer is content with
                           // the default quality of protection

byte[] mic =
    serverAcceptorContext.getMIC(message, 0, message.length, mprop);
send(mic);
// send the MIC to foo. foo also needs the original message to verify the MIC
```

メッセージの受信: ラップされたメッセージの受信者は、unwrap() を使ってメッセージをデコードします。 unwrap メソッドは、次のアクションを実行します。

- メッセージに埋め込まれた暗号 MIC を検査する
- 送信側が MIC の計算に使用したオリジナル・メッセージを戻す

送信側がメッセージを暗号化した場合、unwrap() は MIC の検査前にメッセージの暗号化を解除し、その後オリジナル・プレーン・テキストを戻します。 MIC トークンの受信者は、verifyMIC() を使って指定されたメッセージを介して MIC を検査します。

対等アプリケーションは、独自のプロトコルを使って、 JGSS コンテキストとメッセージ・トークンを相互に配信します。また、対等アプリケーションは、トークンが MIC または循環メッセージのどちらかを判別するため、プロトコルを定義する必要もあります。たとえば、そのようなプロトコルの一部は、Simple Authentication and Security Layer (SASL) アプリケーションが使用するプロトコルと同じほど単純 (かつ厳格) である場合があります。SASL プロトコルは、常にコンテキスト・アクセプターが、コンテキスト設定に続くメッセージごとの (ラップされる) トークンを送信するための最初の対等機能であることを指定します。

詳細は、Simple Authentication and Security Layer (SASL)  を参照してください。

例: メッセージごとのサービスを使ってメッセージを受信する

次の例は、対等機能 (superSecureServer) が、別の対等機能 (foo) から受け取ったラップ・トークンをアンラップする方法を示します。

```
MessageProp mprop = new MessageProp(false);

byte[] plaintextFromFoo =
    serverAcceptorContext.unwrap(wrappedTokenFromFoo, 0,
                                 wrappedTokenFromFoo.length, mprop);

// superSecureServer can now examine mprop to determine the message properties
// (such as whether the message was encrypted) applied by foo.

// foo verifies the MIC received from superSecureServer:

MessageProp mprop = new MessageProp(false);
fooContext.verifyMIC(micFromFoo, 0, micFromFoo.length, messageFromFoo, 0,
                     messageFromFoo.length, mprop);

// foo can now examine mprop to determine the message properties applied by
// superSecureServer. In particular, it can assert that the message was not
// encrypted since getMIC should never encrypt a message.
```

コンテキストの削除: 対等機能は、コンテキストが必要なくなると、それを削除します。 JGSS 操作では、各対等機能が、一方的にコンテキストを削除する時期を決定し、もう一方の対等機能に通知する必要はありません。

JGSS は、削除コンテキスト・トークンを定義しません。コンテキストを削除するには、対等機能は GSSContext オブジェクトの廃棄メソッドを呼び出し、コンテキストが使用するリソースがあればそれを解放します。廃棄された GSSContext オブジェクトは、アプリケーションによってヌルに設定されない限り、廃棄後もアクセス可能です。しかし、廃棄済み (ただしアクセス可能) コンテキストの使用を試みると、例外がスローされます。

JGSS アプリケーションで JAAS を使用する: IBM JGSS には、アプリケーションが JAAS を使って信任状を取得するためのオプションの JAAS ログイン機能が含まれます。 JAAS ログイン機能がプリンシパル信任状および秘密鍵を JAAS ログイン・コンテキストの対象オブジェクトに保管した後、JGSS はその対象から信任状を検索できます。

JGSS のデフォルトの振る舞いは、その対象から信任状と秘密鍵を検索することです。 Java プロパティー javax.security.auth.useSubjectCredsOnly を false に設定することによって、この機能を使用不可にすることができます。

注: 純粋な Java JGSS プロバイダーはログイン・インターフェースを使用できますが、ネイティブ iSeries JGSS プロバイダーは使用できません。

JAAS 機能について詳しくは、Kerberos 信任状および秘密鍵の取得を参照してください。

JAAS ログイン機能を使用するには、アプリケーションは次のように JAAS プログラミング・モデルに従う必要があります。

- JAAS ログイン・コンテキストの作成
- JAAS Subject.doAs 構成の範囲内での操作

次のコードの断片は、JAAS. Subject.doAs 構造の範囲内での操作の概念を例示します。

```
static class JGSSOperations implements PrivilegedExceptionAction {
    public JGSSOperations() {}
    public Object run () throws GSSException {
        // JGSS application code goes/runs here
    }
}

public static void main(String args[]) throws Exception {
    // Create a login context that will use the Kerberos
    // callback handler
    // com.ibm.security.auth.callback.Krb5CallbackHandler

    // There must be a JAAS configuration for "JGSSClient"
    LoginContext loginContext =
        new LoginContext("JGSSClient", new Krb5CallabackHandler());
        loginContext.login();

    // Run the entire JGSS application in JAAS privileged mode
    Subject.doAsPrivileged(loginContext.getSubject(),
                           new JGSSOperations(), null);
}
```

デバッグ

JGSS 問題を識別しようとしている場合、JGSS デバッグ機能を使用して、役立つカテゴリー化されたメッセージを生成します。 Java プロパティー com.ibm.security.jgss.debug に適切な値を設定することによって、 1 つ以上のカテゴリーをオンにすることができます。複数のカテゴリーをアクティブにするには、コンマを使ってカテゴリー名を区切ります。

カテゴリーのデバッグには、次のものが関係します。

カテゴリー	説明
help	デバッグ・カテゴリーのリスト
all	すべてのカテゴリーのデバッグをオンにする
off	デバッグを完全にオフにする
app	アプリケーションのデバッグ (デフォルト)
ctx	コンテキスト操作のデバッグ
cred	信任状 (名前を含む) の操作
marsh	トークンのマーシャル
mic	MIC 操作
prov	プロバイダー操作
qop	QOP 操作
unmarsh	トークンのアンマーシャル
unwrap	アンラップ操作
wrap	ラップ操作

JGSS デバッグ・クラス: JGSS アプリケーションを方針に基づいてデバッグするには、 IBM JGSS フレームワークでデバッグ・クラスを使用します。アプリケーションは、デバッグ・クラスを使用しデバッグ・カテゴリーをオン/オフにし、アクティブ・カテゴリーのデバッグ情報を表示することができます。

デフォルトのデバッグ・コンストラクターは、Java プロパティー com.ibm.security.jgss.debug を読み取り、アクティブにする (オンにする) カテゴリーを判別します。

例: アプリケーション・カテゴリーのデバッグ

次の例は、アプリケーション・カテゴリーでデバッグ情報を要求する方法を示します。

```
import com.ibm.security.jgss.debug;

Debug debug = new Debug(); // Gets categories from Java property

// Lots of work required to set up someBuffer. Test that the
// category is on before setting up for debugging.

if (debug.on(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION)) {
    // Fill someBuffer with data.
 debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, someBuffer);
    // someBuffer may be a byte array or a String.
```

サンプル: IBM Java Generic Security Service (JGSS)

IBM Java Generic Security Service (JGSS) サンプル・ファイルには、クライアントおよびサーバー・プログラム、構成ファイル、ポリシー・ファイル、および javadoc 参照情報が含まれます。

サンプルの HTML バージョンを表示するか、またはサンプル・プログラムの javadoc 情報およびソース・コードをダウンロードすることができます。サンプルをダウンロードすることによって、javadoc 参照情報を表示し、コードを調査し、構成ファイルおよびポリシー・ファイルを編集し、サンプル・プログラムをコンパイルおよび実行することができます。

- サンプルの HTML バージョンを表示する
- サンプル javadoc 情報をダウンロードおよび表示する
- サンプル・プログラムをダウンロードおよび実行する

サンプル・プログラムの説明: JGSS サンプルには、次の 4 つのプログラムが含まれます。

- 非 JAAS サーバー
- 非 JAAS クライアント
- JAAS 使用可能サーバー
- JAAS 使用可能クライアント

JAAS 使用可能バージョンは、対応する非 JAAS バージョンと完全に相互運用しています。したがって、JAAS 使用可能クライアントを非 JAAS サーバーに対して、または非 JAAS クライアントを JAAS 使用可能サーバーに対して実行することができます。

注: サンプルの実行時、構成ファイルおよびポリシー・ファイルの名前、 JGSS デバッグ・オプション、およびセキュリティー・マネージャーを含む、1 つ以上のオプションの Java プロパティーを指定することができます。また、JAAS 機能をオンにしたりオフにしたりすることもできます。

サンプルは、1 サーバー構成でも 2 サーバー構成でも実行できます。 1 サーバー構成は、1 次サーバーと通信するクライアントから構成されます。 2 サーバー構成は、1 次サーバーと 2 次サーバーから構成され、 1 次サーバーは 2 次サーバーに対するイニシエーター、またはクライアントとして動作します。

2 サーバー構成を使用すると、クライアントは最初にコンテキストを開始し、ソース・メッセージを 1 次サーバーと交換します。次に、クライアントはその信任状を 1 次サーバーに対して代行します。次に、クライアントの代わりに、1 次サーバーがこれらの信任状を使用してコンテキストを開始し、ソース・メッセージを 2 次サーバーと交換します。また、1 次サーバーがそれ自体の代わりにクライアントとして動作する 2 サーバー構成を使用することもできます。この場合、1 次サーバーは独自の信任状を使用してコンテキストを開始し、 2 次サーバーとメッセージを交換します。

1 次サーバーに対して同時に実行できるクライアントの数は決まっていません。クライアントを直接 2 次サーバーに対して実行することは可能ですが、 2 次サーバーが代行信任状を使用したり、独自の信任状を使用してイニシエーターとして実行することはできません。

IBM JGSS サンプルの表示: IBM Java Generic Security Service (JGSS) サンプル・ファイルには、クライアントおよびサーバー・プログラム、構成ファイル、ポリシー・ファイル、および javadoc 参照情報が含まれます。次のリンクを使って、JGSS サンプルの HTML バージョンを表示してください。

追加情報に関しては、以下のトピックを参照してください。

- 234 ページの『サンプル・プログラムの説明』
- サンプル・プログラムのダウンロードおよび実行

サンプル・プログラムの表示: 次のリンクを使って JGSS サンプル・プログラムの HTML バージョンを表示します。

- 非 JAAS クライアントのサンプル・プログラム
- 非 JAAS サーバーのサンプル・プログラム
- JAAS 対応クライアントのサンプル・プログラム
- JAAS 使用可能サーバー・プログラムのサンプル

構成ファイルおよびポリシー・ファイルのサンプルの表示: 次のリンクを使って JGSS 構成ファイルおよびポリシー・ファイルの HTML バージョンを表示します。

- Kerberos 構成ファイル
- JAAS 構成ファイル
- JAAS ポリシー・ファイル
- Java ポリシー・ファイル

サンプル: IBM JGSS サンプルの javadoc 情報のダウンロードおよび表示: IBM JGSS サンプル・プログラムの文書をダウンロードして表示するには、次のステップに従ってください。

1. javadoc 情報を保管したい既存のディレクトリーを選択 (または新規のディレクトリーを作成) します。
2. そのディレクトリーに javadoc 情報をダウンロードします。
3. jgsssampledoc.zip から、ディレクトリーにファイルを解凍します。
4. ブラウザーを使って index.htm ファイルにアクセスします。

コードの特記事項情報

IBM は、お客様に、すべてのプログラム・コードのサンプルを使用することができる非独占的な著作使用権を許諾します。お客様は、このサンプル・コードから、お客様独自の特別のニーズに合わせた類似のプログラムを作成することができます。

すべてのサンプル・コードは、例として示す目的でのみ、IBM により提供されます。このサンプル・プログラムは、あらゆる条件下における完全なテストを経ていません。従って、IBM は、これらのサンプル・プログラムについて信頼性、利便性もしくは機能性があることをほのめかしたり、保証することはできません。

ここに含まれるすべてのプログラムは、現存するままの状態で提供され、いかなる保証も適用されません。商品性の保証、特定目的適合性の保証および法律上の瑕疵担保責任の保証の適用も一切ありません。

サンプル: サンプル・プログラムのダウンロードおよび実行: サンプルの変更または実行前に、 234 ページの『サンプル・プログラムの説明』をお読みください。

サンプル・プログラムを実行するには、以下のタスクを実行してください。

1. サンプル・ファイルを iSeries サーバーにダウンロードする
2. サンプル・ファイルの実行を準備する
3. サンプル・プログラムを実行する

サンプルの実行方法について詳しくは、 例: 非 JAAS サンプルの実行を参照してください。

コードの特記事項情報

IBM は、お客様に、すべてのプログラム・コードのサンプルを使用することができる非独占的な著作使用権を許諾します。お客様は、このサンプル・コードから、お客様独自の特別のニーズに合わせた類似のプログラムを作成することができます。

すべてのサンプル・コードは、例として示す目的でのみ、IBM により提供されます。このサンプル・プログラムは、あらゆる条件下における完全なテストを経ていません。従って、IBM は、これらのサンプル・プログラムについて信頼性、利便性もしくは機能性があることをほのめかしたり、保証することはできません。

ここに含まれるすべてのプログラムは、現存するままの状態で提供され、いかなる保証も適用されません。商品性の保証、特定目的適合性の保証および法律上の瑕疵担保責任の保証の適用も一切ありません。

サンプル: IBM JGSS サンプルのダウンロード: サンプルの変更または実行前に、 234 ページの『サンプル・プログラムの説明』をお読みください。

サンプル・ファイルをダウンロードし、iSeries サーバーに保管するには、次のステップに従ってください。

1. iSeries サーバーで、サンプル・プログラム、構成ファイル、およびポリシー･ファイルを保管したい既存のディレクトリーを選択 (または新規のディレクトリーを作成) します。
2. サンプル・プログラムをダウンロード (ibmjgsssample.zip) します。
3. サーバー上のディレクトリーに、ibmjgsssample.zip からファイルを解凍します。

ibmjgsssample.jar の内容の解凍により、次のアクションが実行されます。

- サンプルの .class ファイルを含む ibmgjsssample.jar を選択されたディレクトリーに入れる
- 構成ファイルおよびポリシー・ファイルを含むサブディレクトリー (名前付き config) を作成する
- サンプルの .java ソース・ファイルを含むサブディレクトリー (名前付き src) を作成する

関連情報: 関連タスクについて調べる場合、または例を見るには、以下のリンクを参照してください。

- サンプル・ファイルの実行を準備する

- サンプル・プログラムを実行する
- 例: 非 JAAS サンプルの実行

サンプル: サンプル・プログラムの実行の準備: サンプルの変更または実行前に、 234 ページの『サンプル・プログラムの説明』をお読みください。

ソース・コードのダウンロード後、次のタスクを実行すると、サンプル・プログラムが実行できるようになります。

- 構成ファイルおよびポリシー・ファイルを、環境に合うように編集します。詳しくは、各構成ファイルおよびポリシー・ファイルにコメントを参照してください。
- java.security ファイルに、iSeries サーバーに合った正しい設定が含まれることを確認します。詳細については、 224 ページの『Java マスター・セキュリティー・プロパティー・ファイル』を参照してください。
- 変更された Kerberos 構成ファイル (krb5.conf) を、使用中の J2SDK のバージョンに適切な iSeries サーバー上のディレクトリーに入れてください。
  - J2SDK のバージョン 1.3 の場合: /QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/security
  - J2SDK のバージョン 1.4 の場合: /QIBM/ProdData/Java400/jdk14/lib/security

関連情報: 関連タスクについて調べる場合、または例を見るには、以下のリンクを参照してください。

- サンプル・ファイルを iSeries サーバーにダウンロードする
- サンプル・プログラムを実行する
- 例: 非 JAAS サンプルの実行

サンプル: サンプル・プログラムの実行: サンプルの変更または実行前に、 234 ページの『サンプル・プログラムの説明』をお読みください。

ソース・コードをダウンロードして変更した後、サンプルのうち 1 つを実行することができます。

サンプルを実行するには、まずサーバー・プログラムを開始する必要があります。サーバー・プログラムは、クライアント・プログラムの開始前に実行しており、接続を受け入れる準備ができていなければなりません。サーバーは、`listening on port <server_port>` と表示されると、接続を受け入れる準備ができていることになります。 <server_port > は、クライアントの開始時に指定する必要のあるポート番号なので、必ず覚えておくか、書き留めてください。

次のコマンドを使ってサンプル・プログラムを開始します。

```
java [-Dproperty1=value1 ... -DpropertyN=valueN] com.ibm.security.jgss.test.<program> [options]
```

ここで、

- [-DpropertyN=valueN] は、構成ファイルおよびポリシー・ファイルの名前、 JGSS デバッグ・オプション、およびセキュリティー・マネージャーを含む、1 つ以上のオプションの Java プロパティーです。詳しくは、以下の例、および JGSS アプリケーションの実行を参照してください。
- <program> は、実行するサンプル・プログラムを指定する、必須パラメーターです (`Client`、`Server`、`JAASClient`、または `JAASServer` のいずれか)。
- [options] は、実行するサンプル・プログラムのオプション・パラメーターです。サポートされるオプションのリストを表示するには、次のコマンドを使用してください。

  ```
  java com.ibm.security.jgss.test.<program> -?
  ```

注: Java プロパティー javax.security.auth.useSubjectCredsOnly を false に設定することによって、JGSS 使用可能サンプルの JAAS 機能をオフにすることができます。もちろん、JAAS 使用可能サンプルのデフォルト値では JAAS はオンであり、プロパティー値は true です。非 JAAS クライアントおよびサーバー・プログラムは、明示的にプロパティー値を設定しない限り、プロパティーを false に設定します。

関連情報: 関連タスクについて調べる場合、または例を見るには、以下のリンクを参照してください。

- サンプル・ファイルを iSeries サーバーにダウンロードする
- サンプル・ファイルの実行を準備する
- 例: 非 JAAS サンプルの実行

IBM JGSS javadoc 参照情報

IBM JGSS の javadoc 参照情報には、org.ietf.jgss api パッケージ中のクラスおよびメソッド、およびいくつかの Kerberos 信任状管理ツールの Java バージョンが含まれます。

JGSS には、公的にアクセス可能なパッケージ (たとえば com.ibm.security.jgss および com.ibm.security.jgss.spi) が含まれますが、使用するのは標準化された org.ietf.jgss パッケージの API のみにするべきです。このパッケージだけを使用すると、アプリケーションが確実に GSS-API 仕様に準拠し、最適な相互運用性および移植性を確実にします。

- org.ietf.jgss
- kinit
- ktab
- klist

---

iSeries Java 開発キット (JDK) を使用して Java プログラムのパフォーマンスを調整する

ご使用の iSeries サーバー用に Java アプリケーションを構築する際は、 Java(TM) アプリケーションのパフォーマンスに関していくつかの点を考慮する必要があります。以下は、パフォーマンスを向上させる方法の詳細へのリンクとヒントです。

- 「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンド、Just-In-Time コンパイラー、あるいはユーザー・クラス・ローダーのキャッシュを使用して、 Java コードのパフォーマンスを改善する。
- 静的コンパイルのパフォーマンスを最高にするために最適化レベルを変更する。
- ガーベッジ・コレクションのパフォーマンスを最適化するために注意深く値を設定する。
- ネイティブ・メソッドは、比較的実行時間の長いシステム機能や、 Java では直接に使用できないシステム機能を開始する場合にのみ使用してください。
- メソッドのインライン化を行って、メソッド呼び出しのパフォーマンスを大幅に向上させるため、コンパイル時に `javac -o` オプションを使用する。
- アプリケーションのフローが正常でない場合に Java 例外処理を使用する。

Java プログラム内のパフォーマンス上の問題を突き止めるには、 Performance Explorer (PEX) と共に以下のツールを使用します。

- Java トレース・イベントを収集するには、 iSeries Java 仮想マシンを使用する。
- 各 Java メソッドに要した時間を判別するには、 Java 呼び出しトレースを使用する。
- 各 Java メソッドと、 Java プログラムによって使用されたすべてのシステム機能に要した、相対的な CPU 時間を検出するには、 Java プロファイルを使用する。

- Java パフォーマンス・データ・コレクターを使用して、 iSeries サーバーで実行されているプログラムに関するプロファイル情報を収集する。

ジョブ・セッションによって、PEX が起動および終了します。通常、収集されるデータはシステム全体に渡っており、 Java プログラムを含めたシステム上のすべてのジョブに関係します。場合によっては、Java アプリケーションの内部からパフォーマンス収集を開始したり停止したりしなければならないことがあります。この場合、収集時間が短くなり、呼び出し/戻りトレースによって通常生成される大量のデータを減少させることができます。 PEX は、Java スレッドの内部からは実行できません。収集を開始および停止するには、キューまたは共有メモリーを介して独立したジョブと通信するネイティブ・メソッドを作成する必要があります。この場合、2 番目のジョブが収集を適宜開始および停止します。

アプリケーション・レベルのパフォーマンス・データに加えて、既存の iSeries システム・レベルのパフォーマンス測定ツールを使用できます。これらのツールによって、Java のスレッドごとに統計が報告されます。

PEX レポートの例については、「Performance Tools for iSeries (SD88-5051)」  を参照してください。

Java のパフォーマンスの考慮事項

以下の考慮事項は、 Java(TM) アプリケーションのパフォーマンス向上に役立つ内容となっています。

- 『最適化 Java プログラムの作成』
- 240 ページの『Just-In-Time コンパイラーの使用』
- 240 ページの『ユーザー・クラス・ローダーのキャッシュの使用』

最適化 Java プログラムの作成

Java コードの始動パフォーマンスを大幅に改善するため、 Java クラス・ファイル、JAR ファイル、または ZIP ファイルを実行する前に、「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」制御言語 (CL) コマンドを使用してください。 CRTJVAPGM は、バイトコードを使用して Java プログラム・オブジェクトを作成します。それには iSeries サーバーのための最適化ネイティブ命令が含まれていて、 Java プログラム・オブジェクトをクラス・ファイル、JAR ファイル、または ZIP ファイルに関連付けます。

Java プログラムは保管されてクラス・ファイルまたは JAR ファイルに関連付けられたままとなるため、それ以後の実行速度はより速くなります。アプリケーション開発の際にはバイトコードを対話的に実行してもそのパフォーマンスは許容されることがありますが、実稼働環境では Java コードを実行する前に CRTJVAPGM コマンドを使用する方が良い場合があります。

Java クラス・ファイル、JAR ファイル、または ZIP ファイルを作成する前に CRTJVAPGM コマンドを実行しない場合、 OS/400 はデフォルトでは Just-In-Time コンパイラーを (Mixed-Mode Interpreter と共に) 使用します。

最適化レベルの選択

Java プログラム・オブジェクトを作成する際は、以下のガイドラインを使用して、使用する実行モードに最も適した最適化レベルを選択してください。

- 直接処理を使用する場合は、レベル 30 または 40 の最適化レベルで最適化 Java プログラム・オブジェクトを作成してください。
- JIT コンパイラーだけを使用して実行する場合は、 `*Interpret` 最適化パラメーターを使用して最適化 Java プログラムを作成してください。 `*Interpret` パラメーターを使用して作成された Java プログラムは、最適化レベル 40 を使用して作成された Java プログラムよりも小さくなります。

- 直接処理と JIT コンパイラーの混合である、デフォルトの実行モードを使用する場合は、以下の設定を使用して Java プログラム・オブジェクトを作成してください。
  - 直接処理で実行したいクラスには、最適化レベル 30 または 40 を使用する
  - JIT コンパイラーを使用して実行したいクラスには、 *Interpret 最適化パラメーターを使用する

詳しくは、以下のページを参照してください。

Create Java Program (CRTJVAPGM) 制御言語 (CL) コマンド

Java プログラムの実行時に使用するモードの選択

Just-In-Time コンパイラーの使用

Mixed-Mode Interpreter (MMI) と共に Just-In-Time (JIT) コンパイラーを使用する場合、始動パフォーマンスはコンパイル・コードとほとんど同じです。 MMI は os400.jit.mmi.threshold Java システム・プロパティーで指定されたしきい値に達するまで、Java コードを解釈します。しきい値に達した後に、OS/400 は JIT コンパイラーを使用してメソッドをコンパイルするために必要な時間とリソースを、最も頻繁に使用されるメソッドに費やします。 JIT コンパイラーを使用すると、コードは高度に最適化され、プリコンパイル・コードと比べて実行時パフォーマンスが向上します。 JIT コンパイラーを使用して始動パフォーマンスを高めたい場合は、 CRTJVAPGM を使用して最適化 Java オブジェクトを作成してください。

プログラムの実行速度が遅い場合、「Java プログラムの表示 (DSPJVAPGM)」制御言語 (CL) コマンドを入力して、 Java プログラム・オブジェクトの属性を表示してください。 Java プログラム・オブジェクトが処理に最適な実行モードを使用していることを確認してください。実行モードを変更する場合は、その Java プログラム・オブジェクトを削除し、別の最適化パラメーターを使用して新しい Java プログラム・オブジェクトを作成することができます。

詳しくは、以下を参照してください。

239 ページの『最適化 Java プログラムの作成』

Java プログラムの表示 (DSPJVAPGM) 制御言語 (CL) コマンド

ユーザー・クラス・ローダーのキャッシュの使用

ユーザー・クラス・ローダー用の OS/400 Java 仮想マシン (JVM) キャッシュを使用すると、ユーザー・クラス・ローダーからロードするクラスの始動パフォーマンスが向上します。キャッシュが最適化 Java プログラム・オブジェクトを保管するので、 JVM はそれらを再利用できます。保管されている Java プログラムを再利用するなら、キャッシュに入れられた Java プログラム・オブジェクトの再作成とバイトコードの検査は行われないのでパフォーマンスが向上します。

ユーザー・クラス・ローダーのキャッシュの制御には、以下のプロパティーを使用します。

os400.define.class.cache.file
このプロパティーの値は、有効な JAR ファイルの名前 (と絶対パス) を指定します。指定する JAR ファイルには、少なくとも有効な JAR ディレクトリー (jar QSH コマンドによって作成される) と、 jar コマンドが機能するのに必要な単一のメンバーが含まれていなければなりません。 Java CLASSPATH に指定した JAR ファイルは含めないでください。このプロパティーのデフォルト値は、/QIBM/ProdData/Java400/QDefineClassCache.jar です。キャッシュを使用不可にする場合は、このプロパティーを値を入れずに指定してください。

os400.define.class.cache.hours

このプロパティーの値は、Java プログラム・オブジェクトをキャッシュに保管する長さ (時間単位) を指定します。 JVM がキャッシュに入れられた Java プログラム・オブジェクトを指定された期間使用しないと、 OS/400 はその Java プログラムをキャッシュから除去します。このプロパティーのデフォルト値は、768 時間 (33 日間) です。最大値は 9999 (約 59 週間) です。値 0、あるいは OS/400 が有効な 10 進数として認識しない値が指定された場合、 OS/400 はデフォルト値を使用します。

os400.define.class.cache.maxpgms

このプロパティーの値は、キャッシュに格納できる Java プログラム・オブジェクトの最大値を指定します。キャッシュがこの限界を超えると、 OS/400 は最も古い Java プログラム・オブジェクトをキャッシュから除去します。 OS/400 は、どのキャッシュ・プログラムが最も古いかを、 JVM が最後に Java プログラム・オブジェクトを参照した時刻を比較して判別します。デフォルト値は 5000 で、最大値は 40000 です。値 0、あるいは OS/400 が有効な 10 進数として認識しない値が指定された場合、 OS/400 はデフォルト値を使用します。

キャッシュに入れられた Java プログラム・オブジェクトの数を判別するには、 os400.define.class.cache.file プロパティーに指定する JAR ファイルで DSPJVAPGM を使用してください。

- DSPJVAPGM ディスプレイの **Java プログラム**・フィールドは、キャッシュに入れられた Java プログラム・オブジェクトの数を示します。
- **Java プログラムのサイズ**・フィールドは、キャッシュに入れられた Java プログラム・オブジェクトによって使用されているストレージ量を示します。
- DSPJVAPGM ディスプレイの他のフィールドは、キャッシュ用に使用している JAR ファイルに対してこのコマンドを使用している場合は、意味を持ちません。

キャッシュのパフォーマンス

いくつかの Java プログラムを実行すると、多数の Java プログラム・オブジェクトがキャッシュされる可能性があります。アプリケーションの実行が終了する前に、DSPJVAPGM を使用して、キャッシュされた Java プログラムの数が最大値に近づいているかどうかを判断してください。キャッシュがいっぱいになると、 OS/400 はアプリケーションに必要な一部のプログラムをキャッシュから除去することがあるので、アプリケーション・パフォーマンスが低下する可能性があります。

キャッシュがいっぱいになって生じるパフォーマンスの低下は防ぐことが可能です。たとえば、頻繁に実行し、さまざまなプログラムをキャッシュにロードするアプリケーション用には別個のキャッシュを使用するようアプリケーションをセットアップできます。別個のキャッシュを使用すれば、キャッシュがいっぱいになることが防がれ、 OS/400 がキャッシュから Java プログラムを除去することが防止されます。また別の方法として、 os400.define.class.cache.maxpgms プロパティーに指定する数を増やすこともできます。

キャッシュの中のクラスの最適化を変更するには、 JAR ファイルで「Java プログラムの変更 (CHGJVAPGM)」制御言語 (CL) コマンドを使用します。 CHGJVAPGM は、現在キャッシュに保管されているプログラムにのみ影響します。最適化レベルを変更した後は、 os400.defineClass.optLevel プロパティーが、キャッシュに追加されたクラスの最適化方法を指定します。

たとえば、最大で 10000 の Java プログラム・オブジェクト (各 Java プログラムは最大で 1 年間存続する) を含む配送済みのキャッシュ JAR を使用する場合、キャッシュ・プロパティーには以下の値を設定します。

```
os400.define.class.cache.file    /QIBM/ProdData/Java400/QDefineClassCache.jar
os400.define.class.cache.hours   8760
os400.define.class.cache.maxpgms 10000
```

詳しくは、以下を参照してください。

Java システム・プロパティー (20ページ)

Java プログラムの変更 (CHGJVAPGM) 制御言語 (CL) コマンド

Java プログラムの実行時に使用するモードの選択

Java(TM) プログラムを実行するとき、使用するモードを選択できます。どのモードでも、コードが検査され、事前に検証された形式のプログラムを保持する Java プログラム・オブジェクトが作成されます。以下のいずれかのモードを使用できます。

- インタープリット
- 直接処理
- Just-In-Time (JIT) コンパイル
- Just-In-Time (JIT) コンパイルおよび直接処理

選択モード	詳細
インタープリット	各バイトコードは、実行時にインタープリットされます。 Java プログラムをインタープリット・モードで実行するための情報は、 「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドを参照してください。
直接処理	メソッドを最初に呼び出すときにそのメソッドのための機械命令が生成されて、そのプログラムを次に使用するときのために保管されます。さらに、1 つのコピーがシステム全体のために使用されます。 Java プログラムを直接処理で実行するための情報は、「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドを参照してください。

選択モード	詳細

Just-In-Time (JIT) コンパイル	OS/400 は os400.jit.mmi.threshold Java システム・プロパティーで指定されたしきい値に達するまで、Java メソッドを解釈します。しきい値に達した後、OS/400 は JIT コンパイラーを使用してメソッドをコンパイルし、ネイティブ・マシン命令を作成します。
	
	Just-In-Time コンパイラーを使用するには、コンパイラー値を `jitc` に設定しなければなりません。環境変数を追加するか、java.compiler システム・プロパティーを設定することにより、その値を設定できます。以下のリストから 1 つの方式を選択して、コンパイラー値を設定します。
	• 「環境変数の追加 (ADDENVVAR)」コマンドを iSeries サーバー上のコマンド行プロンプトに入力して、環境変数を追加します。その後、「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドまたは JAVA コマンドを使用して、Java プログラムを実行します。たとえば、次のように入力します。
	`ADDENVVAR ENVVAR (JAVA_COMPILER) VALUE(jitc)`
	`JAVA CLASS(Test)`
	• java.compiler システム・プロパティーを iSeries コマンド行で設定します。たとえば、`JAVA CLASS(Test) PROP((java.compiler jitc))` と入力します。
	• java.compiler システム・プロパティーを Qshell インタープリターのコマンド行で設定します。たとえば、`java -Djava.compiler=jitc Test` と入力します。
	この値を設定した後は、JIT コンパイラーがすべての Java コードを実行前に最適化します。

選択モード	詳細

Just-In-Time (JIT) コンパイルおよび直接処理	Just-In-Time (JIT) コンパイラーを使用する最も一般的な方法は、 `jit_de` オプションを指定することです。このオプションを指定して実行すると、直接処理のために既に最適化されているプログラムは直接処理モードで実行されます。直接の最適化のために最適化されていないプログラムは、 JIT モードで実行されます。
	
	JIT および直接処理を同時に使用する場合、コンパイラー値を `jitc_de` に設定する必要があります。環境変数を追加するか、java.compiler システム・プロパティーを設定することにより、その値を設定できます。以下のリストから 1 つの方式を選択して、コンパイラー値を設定します。
	• 「環境変数の追加 (ADDENVVAR)」コマンドを iSeries コマンド行に入力して、環境変数を追加します。その後、「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドまたは JAVA コマンドを使用して、Java プログラムを実行します。たとえば、次のように入力します。
	`ADDENVVAR ENVVAR (JAVA_COMPILER) VALUE(jitc_de)`
	`JAVA CLASS(Test)`
	• java.compiler システム・プロパティーを iSeries コマンド行で設定します。たとえば、`JAVA CLASS(Test) PROP((java.compiler jitc_de))` と入力します。
	• java.compiler システム・プロパティーを Qshell インタープリターのコマンド行で設定します。たとえば、`java -Djava.compiler=jitc_de Test` と入力します。
	この値を設定した後は、直接処理として作成されたクラス・ファイルのための Java プログラムが使用されます。Java プログラムが直接処理として作成されていない場合、クラス・ファイルは実行前に JIT によって最適化されます。詳細については、 Just-In-Time コンパイラーと直接処理の比較を参照してください。

Java プログラムを実行するには、3 つの方法があります (CL、QSH、および JNI)。それぞれに、モードを指定する固有の方法があります。この表には、指定方法が示されています。

モード	CL コマンド	QShell コマンド	JNI 呼び出し API
インタープリット	INTERPRET(*YES)	-Djava.compiler=NONE -interpret	os400.run.mode=interpret
DE	INTERPRET(*NO)	-Djava.compiler=NONE	• os400.run.mode= program_created=pc • os400.create.type= direct
JIT	INTERPRET(*JIT)	-Djava.compiler=jitc	os400.run.mode=jitc
JIT_DE (デフォルト)	INTERPRET(*OPTIMIZE) OPTIMIZE(*JIT)	-Djava.compiler=jitc_de	os400.run.mode=jitc_de

Java インタープリター

Java(TM) インタープリターは、特定のハードウェア・プラットフォームで Java クラス・ファイルを解釈する、 Java 仮想マシンの一部です。 Java インタープリターは各バイトコードをデコードし、そのバイトコードに関する一連のマシン・インストラクションを実行します。

静的コンパイル

Java(TM) 変換プログラムは IBM OS/400 コンポーネントであり、 iSeries Java 仮想マシンを使ってクラス・ファイルを実行するためのプリプロセスを行います。 Java 変換プログラムは、クラス・ファイルに関連付けられた永続性のある最適化されたプログラム・オブジェクトを作成します。デフォルトの設定では、プログラム・オブジェクトにはコンパイル済みの 64 ビット RISC 機械命令バージョンのクラスが含まれます。最適化されたプログラム・オブジェクトは、実行時に Java インタープリターによって解釈されるのではなく、クラス・ファイルのロード時に直接実行されます。

Java プログラムは、デフォルトでは JIT を使用して最適化されます。 Java 変換プログラムを使用するには、CRTJVAPGM を実行するか、 RUNJVA または JAVA コマンドで変換プログラムを使用することを指定します。

「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンドを使って Java 変換プログラムを明示的に開始する方法もあります。 CRTJVAPGM コマンドは、コマンドの実行時にクラス・ファイルや JAR ファイルを最適化するので、プログラムの実行時には何も行う必要がありません。したがって、プログラムが初めて実行される際の速度が上がります。デフォルトの最適化を使用せずに CRTJVAPGM コマンドを使用すると、確実に最善の最適化を実行でき、クラス・ファイルや JAR ファイルに関連した Java プログラムのスペース使用状況も改善されます。

クラス・ファイル、JAR ファイル、または ZIP ファイルに CRTJVAPGM コマンドを使用すると、ファイル内のすべてのクラスが最適化され、結果として作成される Java プログラム・オブジェクトは永続的なものとなります。これにより、実行時のパフォーマンスが向上します。さらに、CRTJVAPGM コマンドか Java プログラムの変更 (CHGJVAPGM) コマンドを使用して、最適化レベルを変更したり、デフォルトの 10 以外の最適化レベルを選択することもできます。最適化レベル 40 の場合、 JAR ファイル中のクラス間でクラス間バインドが実行され、場合によってはそれらのクラスがインラインになります。クラス間バインドを実行すると、呼び出しの速度が上がります。インラインにすると、メソッド呼び出し全体のオーバーヘッドがなくなります。場合によっては、 JAR ファイルや ZIP ファイル中のクラス間のメソッドをインラインにすることもできます。 CRTJVAPGM コマンドで `OPTIMIZE(*INTERPRET)` を指定すると、コマンドで指定したすべてのクラスが検査され、解釈モードでの実行用に準備されます。

「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドでも OPTIMIZE(*INTERPRET) を指定できます。このパラメーターは、Java 仮想マシンのもとで実行されるクラスはすべて、関連するプログラム・オブジェクトの最適化レベルに関係なく解釈されることを指示します。このパラメーターは、最適化レベル 40 で変換されたクラスをデバッグするときに役立ちます。解釈を強制実行するには、INTERPRET(*YES) を使用します。

クラス・ローダーが作成した Java プログラムの再利用については、 Java のパフォーマンスの考慮事項の中の『ユーザー・クラス・ローダーのキャッシュの使用』を参照してください。

Java 静的コンパイルのパフォーマンスについての考慮事項: 最適化レベルの設定値によって、変換の速度を判別できます。最適化レベル 10 の場合、変換は最速ですが、一般的に変換後のプログラムは、 10 より大きな最適化レベルを設定した場合より低速になります。最適化レベルを 40 にすると、変換時間はかかりますが、おそらく実行速度は高速になります。

少数の Java(TM) プログラムは、レベル 40 で最適化できません。したがって、レベル 40 で実行せず、代わりにレベル 30 で実行する可能性のあるプログラムもわずかながらあります。最適化レベル 40 で稼働し

ないプログラムを実行するには、ライセンス内部コード最適化 LICOPT パラメーター・ストリングを使用します。しかし、ご使用のプログラムにとってはレベル 30 のパフォーマンスで十分である可能性もあります。

別の Java 仮想マシンで稼働していると思われる Java コードに問題がある場合は、最適化レベル 40 ではなくレベル 30 を使用してみてください。この設定で稼働し、パフォーマンスが許容できる範囲内である場合は、他に何も行う必要はありません。パフォーマンスを改善する必要がある場合は、さまざまな形式の最適化を使用可能にしたり使用不可にしたりする方法に関する情報について、 LICOPT パラメーター・ストリングを参照してください。たとえば、まず OPTIMIZE(40) LICOPT(NoPreresolveExtRef) を使用してプログラムを作成してみることができます。利用不能なクラスに対する非活動呼び出しがアプリケーション中にある場合は、この LICOPT 値を使用すると、問題なくプログラムを実行できます。

Java プログラムが作成されたときの最適化レベルを判別するには、「Java プログラムの表示 (DSPJVAPGM)」コマンドを使用します。 Java プログラムの最適化レベルを変更するには、「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンドを使用します。

Just-In-Time コンパイラー

Just-In-Time (JIT) コンパイラーは、プラットフォーム固有のコンパイラーであり、必要に応じて各メソッド用の機械命令を生成します。

JIT コンパイラーの使用法、および JIT コンパイラーと直接処理の違いについて詳しくは、以下のページを参照してください。

Java の実行時のパフォーマンスについての考慮事項

JIT コンパイラーと直接処理の比較

注: OS/400 のデフォルトの設定では、 Java メソッドは、 Mixed-Mode Interpreter (MMI) を使用して解釈 (コンパイルではない) されます。 MMI は、各 Java メソッドを解釈するときにそのプロファイルを作成します。 os400.jit.mmi.threshold プロパティーで指定されたしきい値に達すると、 MMI は、OS/400 が JIT コンパイラーを使用してメソッドをコンパイルするよう指定します。

詳しくは、該当する Java システム・プロパティーのリストの中の java.compiler プロパティーの項目と、os400.jit.mmi.threshold プロパティーの項目を参照してください。

Java 2 SDK (J2SDK) Standard Edition の Java システム・プロパティー

JIT コンパイラーと直接処理の比較: 次の表では、 Java(TM) プログラムの実行に Just-In-Time コンパイラーと直接処理のどちらのモードを使用するかを決定する際に、状況に最も適した選択を行うのに役立つ追加情報を提供します。

Just-In-Time コンパイラー	直接処理
必要なときに、メソッドの自動コンパイルを提供します。JIT コンパイラーは、直接処理よりもずっと速くメソッドをコンパイルできます。	ユーザーは「Java プログラム作成 (CRTJVAPGM)」制御言語 (CL) コマンドを使用して、クラスまたは JAR ファイル全体をコンパイルできます。ユーザーがファイルをコンパイルしない場合、ファイルは実行時に直接処理によって自動的にコンパイルされます。

Just-In-Time コンパイラー	直接処理
プログラムの開発時に CRTJVAPGM CL コマンドを使用しなくてもよくなります。さらに、JIT コンパイラーは、実行時にコードを生成または検出する、非常に動的なアプリケーションと共に使用することもできます。	展開可能な状態にあるサーバー・アプリケーションの大部分は、おそらく、同時に複数のユーザーによって使用されることになるため、最適化レベル 40 の直接処理を使用します。メモリー内の同一のコード・スペースが複数のユーザー・ジョブによって共用されることにより、メモリー・フットプリントが削減されます。
複雑な最適化や Java 固有の最適化を実行時にすばやく実行します。	直接処理は、最適化を実行時に実行するのではないため、複雑な最適化を行えます。しかし、Java プログラム・オブジェクトは独立しているはずなので、直接処理は常に (メソッドのインライン化などの) Java 固有の最適化を実行できるとは限りません。
直接処理と比較して、コード・パフォーマンスが高くなります。大抵の場合、JIT で生成されたコードのパフォーマンスは、直接処理の最適化レベル 40 よりも良好です。	Java プログラムが所有者権限を採用するための、唯一の方法です。

Java ガーベッジ・コレクション

ガーベッジ・コレクションは、プログラムが参照することのなくなったオブジェクトによって使用される記憶域を空にするプロセスです。ガーベッジ・コレクションを使用すると、プログラマーはオブジェクトを明示的に「空にする」かまたは「削除する」ために、エラーになりやすいコードを作成する必要がなくなります。このコードは、頻繁に「メモリー・リーク」プログラム・エラーという結果になります。ガーベッジ・コレクターは、ユーザー・プログラムが達することのできないオブジェクトまたはオブジェクトのグループを自動的に検出します。これを行うのは、どのプログラム構造でもそのオブジェクトを参照していないからです。オブジェクトを収集後、そのスペースを他のことに使用するように割り振ることができます。

182 ページの『Java ランタイム環境』には、使用されなくなったメモリーを解放するガーベッジ・コレクターが含まれています。ガーベッジ・コレクターは、必要に応じて自動的に実行されます。

また、java.lang.Runtime.gc() メソッドを使用して、Java プログラムの制御下でガーベッジ・コレクターを明示的に起動することもできます。

iSeries Java 開発キット (JDK) 固有の情報については、 iSeries Java 開発キット (JDK) の拡張ガーベッジ・コレクションを参照してください。

iSeries Java 開発キット (JDK) の拡張ガーベッジ・コレクション

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) は、拡張ガーベッジ・コレクター・アルゴリズムを実装します。このアルゴリズムによって、Java プログラムの操作を一時停止することなく、使用されていないオブジェクトを発見し、収集することができます。並行コレクターは協力して、単一のスレッドではなく、実行している複数のスレッドのオブジェクトへの参照を発見します。

多くのガーベッジ・コレクターは、「全世界の停止」です。これは、コレクション・サイクルが生じる時点で、ガーベッジ・コレクションを行うスレッド以外のスレッドはすべて、ガーベッジ収集プログラムがその作業を行っている間は停止することを意味します。収集が始まると Java プログラムは一時停止し、コレクターがその作業をしている間、Java と関連したプラットフォームの多重処理装置機能がむだになります。iSeries のアルゴリズムでは、すべてのプログラム・スレッドが同時に停止することはありません。このた

め、ガーベッジ・コレクターがそのタスクを完了しているときに、これらのスレッドが操作を継続することができます。これにより、一時停止が防止され、ガーベッジ・コレクション中でもすべての処理装置を使用することが可能になります。

ガーベッジ・コレクションは、 Java 仮想マシンの起動時に指定したパラメーターに基づいて、自動的に実行されます。 java.lang.Runtime.gc() メソッドを使用することにより、 Java プログラムの制御下で明示的にガーベッジ・コレクションを開始することもできます。

基本的な概念の定義については、Java ガーベッジ・コレクションを参照してください。

Java ガーベッジ・コレクションのパフォーマンスについての考慮事項

iSeries Java(TM) 仮想マシン上のガーベッジ・コレクションは、継続される非同期モードで操作されます。「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドのガーベッジ初期サイズ (GCHINL) パラメーターは、アプリケーション・パフォーマンスに影響することがあります。このパラメーターは、ガーベッジ・コレクション間で許可される新しいオブジェクト・スペースの量を指定します。値が小さいと、多くのガーベッジ・コレクションがオーバーヘッドすることになります。値が大きいと、ガーベッジ・コレクションを制限することになり、メモリー不足のエラーが生じることがあります。しかし、ほとんどのアプリケーションでは、デフォルト値が適したものになります。

ガーベッジ・コレクションでは、オブジェクトへの有効な参照があるかどうかに基づいて、そのオブジェクトが必要とされなくなったかどうかが分かります。

Java ネイティブ・メソッド呼び出しのパフォーマンスに関する考慮事項

iSeries サーバーでのネイティブ・メソッド呼び出しは、他のプラットフォームでのネイティブ・メソッド呼び出しよりもパフォーマンスが低くなる場合があります。 iSeries サーバー上の Java(TM) は、Java 仮想マシンをマシン・インターフェース (MI) の下に移動することによって最適化されています。ネイティブ・メソッド呼び出しには、MI コードの範囲を超えた呼び出しが必要であり、 Java ネイティブ・インターフェース (JNI) で、Java 仮想マシンに戻るための余分な呼び出しが必要になる場合もあります。ネイティブ・メソッドは、Java で簡単に作成できる小さなルーチンの実行に使用すべきではありません。ネイティブ・メソッドは、比較的実行時間の長いシステム機能や、 Java では直接に使用できないシステム機能を開始する場合にのみ使用してください。

Java メソッドのインライン化のパフォーマンスに関する考慮事項

メソッドのインライン化により、メソッド呼び出しのパフォーマンスが著しく向上することがあります。すべての最終メソッドは、インライン化の候補になります。インライン機能は、コンパイル時に `javac -o` オプションを使用することによって、 iSeries サーバーで使用できます。 `javac -o` オプションを使用すると、クラス・ファイルと変換後の Java(TM) プログラムのサイズが大きくなります。 -o オプションを使用する際には、アプリケーションの空間とパフォーマンス特性の両方のプロパティーを考慮に入れなければなりません。

» 注: 通常は、 javac の -o オプションは使用せずに、インライン化を後のフェーズに任せるのが最も良い方法です。 «

Java 変換プログラムでは、最適化レベル 30 と 40 についてインライン化が使用可能です。最適化レベル 30 では、1 つのクラス内の最終メソッドの一部のインライン化が可能になります。最適化レベル 40 では、ZIP ファイルまたは JAR ファイル内の最終メソッドのインライン化が可能になります。 LICOPT パラメーター・ストリング AllowInlining および NoAllowInlining を使用すると、メソッドのインライン化を制御することができます。 iSeries インタープリターでは、メソッドのインライン化は実行されません。

» Just-In-Time (JIT) コンパイラーはさらに、ほとんどの最終メソッドのインライン化を実行します。これは、いつでも JIT コンパイラーがアクティブであるときに、インライン化が有益と判断した場合に自動的に実行されます。 «

Java の例外処理のパフォーマンスの考慮事項

iSeries の例外アーキテクチャーは、柔軟な割り込みおよび再試行機能を備えており、言語の混合対話を可能にします。 Java 例外を iSeries(TM) サーバーにスローすると、他のプラットフォームよりも負荷が大きくなります。 Java 例外が通常のアプリケーション・パスでルーチンに沿って使用されるのでない限り、アプリケーション・パフォーマンス全体に影響を与えないようにしなければなりません。

Java 呼び出しトレースのパフォーマンス測定ツール

Java(TM) メソッド呼び出しトレースは、各 Java メソッドに要した時間に関する、重要なパフォーマンス情報を提供します。他の Java 仮想マシンでは、java コマンドで -prof (プロファイル) オプションを使用できるものもあります。 iSeries サーバーでメソッド呼び出しトレースを可能にするには、「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンド行で「パフォーマンス収集使用可能 (ENBPFRCOL)」コマンドを指定しなければなりません。このキーワードを使用して Java プログラムを作成した後は、呼び出し/戻りトレース・タイプを含む Performance Explorer (PEX) 定義を使用して、メソッド呼び出しトレースのコレクションを開始できます。

「PEX 報告書の印刷 (PRTPEXRPT)」コマンドを使用して生成した呼び出し/戻りトレース出力は、トレースされた Java メソッドごとの各呼び出しの中央演算処理装置 (CPU) 時間を表示します。場合によっては、すべてのクラス・ファイルを呼び出し戻りトレースで使用可能にすることができないことがあります。または、トレースには使用できないネイティブ・メソッドとシステム機能を呼び出していることがあります。このような状況では、これらのメソッドまたはシステム機能で使用されたすべての CPU 時間が累積されます。次にこれが、最後に呼び出され、使用可能になった Java メソッドに報告されます。

Java プロファイルのパフォーマンス測定ツール

システム全体の中央演算処理装置 (CPU) プロファイルによって、各 Java(TM) メソッドと、Java プログラムによって使用されたすべてのシステム機能に要した、相対的な CPU 時間が計算されます。パフォーマンス・モニター・カウンター桁あふれ (*PMCO) の実行サイクル・イベントをトレースする Performance Explorer (PEX) 定義を使用してください。通常は、サンプルがミリ秒単位の間隔で指定されます。有効なトレース・プロファイルを収集するには、 2、3 分の CPU 時間が経過するまで Java アプリケーションを実行する必要があります。これによって、100,000 以上のサンプルが生成されるはずです。 PEX 報告書の印刷 (PRTPEXRPT) コマンドによって、アプリケーション全体で経過する CPU 時間のヒストグラムが作成されます。これには、すべての Java メソッドおよびシステム・レベルの活動すべてが含まれます。また、パフォーマンス・データ・コレクター (PDC) ツールは、 iSeries サーバー上で実行されるプログラムのプロファイル情報を提供します。

注: CPU プロファイルでは、解釈される Java プログラムの相対的な CPU 使用状況は示されません。

Java Virtual Machine Profiler Interface

JVMPI (Java(TM) Virtual Machine Profiler Interface) は、 Java 仮想マシンのプロファイル作成のための実験的なインターフェースで、 Sun's Java 2 SDK, Standard Edition (J2SDK), version 1.2 で最初に発表され実装されました。

JVMPI サポートは JVM および Just-in-time (JIT) コンパイラーにフックを置きます。このフックは、アクティブにされたときに、プロファイル作成エージェントにイベント情報を渡します。 » プロファイル作成エージェントは、統合言語環境 (ILE) サービス・プログラムとして実装されています。 « プロファイラ

ーは、JVMPI イベントを使用可能にしたり使用不可にするため、JVM に制御情報を送信します。たとえば、プロファイラーはメソッドの入り口や出口フックには関心がなく、 JVM にこれらのイベント通知を受け取りたくないと言うかもしれません。 JVM および JIT には、そのイベントが使用可能な場合にプロファイル作成エージェントにイベント通知を送信する JVMPI イベント・フックが組み込まれています。プロファイラーは JVM にどのイベントに関心があるかを知らせ、 JVM はそのイベントが発生するとプロファイラーにその通知を送信します。

» サービス・プログラム QSYS/QJVAJVMPI は、 JVMPI 関数を提供します。 «

詳しくは、Sun Microsystems, Inc. の JVMPI  を参照してください。

Java パフォーマンス・データを収集する

iSeries サーバーの Java(TM) パフォーマンス・データを収集するには、以下のステップを行ってください。

1. 次のものを指定する Performance Explorer (PEX) 定義を作成します。
   - ユーザー定義の名前
   - データ収集のタイプ
   - ジョブ名
   - 収集したいシステム情報に関する一連のシステム・イベント

   注: 必要な出力が `java_g -prof` タイプであり、 Java プログラムの特定のジョブ名を知っている場合は、 *TRACE 定義よりも *STATS の PEX 定義の方が適当です。

   以下に *STATS 定義の例を示します。

   ```
   ADDPEXDFN DFN(YOURDFN) JOB(*ALL/YOURID/QJVACMDSRV) DTAORG(*HIER)
   TEXT('your stats definition')
   ```

   この *STATS 定義では、実行されているすべての Java イベントが取得されるわけではありません。各自の Java セッションにある Java イベントのみプロファイルが作成されます。この操作モードでは、Java プログラムを実行する時間が増える可能性があります。

   以下に、*TRACE 定義の例を示します。

   ```
   ADDPEXDFN DFN(YOURDFN) TYPE(*TRACE) JOB(*ALL) TRCTYPE(*SLTEVT)
   SLTEVT(*YES) PGMEVT(*JVAENTRY *JVAEXIT)
   ```

   この *TRACE 定義では、ENBPFRCOL(*ENTRYEXIT) を使用して作成されたシステムにあるすべての Java プログラムから、すべての Java 入り口イベントと出口イベントを収集します。そのため、Java プログラム・イベントの数、そして PEX データ収集の期間によっては、このタイプの収集の分析は、*STATS トレースのときよりも遅くなることがあります。
2. PEX 定義のプログラム・イベント・カテゴリーの下にある *JVAENTRY および *JVAEXIT を使用可能にして、 PEX が Java 入り口と出口を認識するようにします。

   注: Java コードを Just-in-time (JIT) コンパイラーを使用して実行している場合は、直接処理するために CRTJVAPGM コマンドを使用する場合と同じように、入り口と出口を使用可能にすることはありません。代わりに、os400.enbprfcol システム・プロパティーを作成するときに、 JIT は項目入り口があるコードと出口フックを生成します。
3. プログラム・イベントを iSeries パフォーマンス・データ収集プログラムに報告するために、Java プログラムを準備します。これを行うには、パフォーマンス・データを変更したい Java プログラムで

「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」を使用します。 Java プログラムは、ENBPFRCOL(*ENTRYEXIT) パラメーターを使用して作成しなければなりません。

注: パフォーマンス・データの収集を行いたい Java プログラムごとに、このステップを繰り返す必要があります。このステップを実行しないと、PEX によってパフォーマンス・データは収集されず、Java パフォーマンス・データ・コンバーター (JPDC) ツール を実行しても出力は生成されません。

4. 「パフォーマンス・エクスプローラーの開始 (STRPEX)」コマンドを使用して、 PEX データの収集を開始します。
5. 分析したいプログラムを実行します。このプログラムの環境は実稼働環境であってはなりません。この収集により、短時間で多くのデータが生成されます。収集時間は 5 分に制限しなければなりません。この時間で実行された Java プログラムは、多くの PEX システム・データを生成します。収集されたデータが多過ぎる場合は、データを処理するために余計な時間が必要になります。
6. 「パフォーマンス・エクスプローラーの終了 (ENDPEX)」コマンドを使用して、PEX データの収集を終了します。

   注: PEX データの収集を終了するのが初めてではない場合は、 *YES の置き換えファイルを指定しなければなりません。これを行わないと、データが保管されません。
7. JPDC ツールを実行してください。
8. 統合ファイル・システム・ディレクトリーをシステムに接続します。 java_g -prof ビューアーまたは Jinsight ビューアーのどちらかのビューアーを選択してください。 iSeries サーバーからこのファイルをコピーして、任意の適切なプロファイル・ツールの入力として使用できます。

パフォーマンス・データ・コレクター・ツール

パフォーマンス・データ・コレクター (PDC) ツールは、 iSeries サーバー上で実行されるプログラムのプロファイル情報を提供します。

多くの Java(TM) 仮想マシンの業界標準プロファイル・オプションは、 `java_g` 機能の実装にかかっています。これは、Java 仮想マシンの特殊なデバッグ・バージョンで、 `-prof` オプションを提供しています。Java プログラムへの呼び出しの際に、このオプションを指定します。このオプションを指定すると、プログラムの実行時に Java プログラムのどの部分が動作していたかを示すレコード・ファイルを Java 仮想マシンは生成します。 Java 仮想マシンは、この情報をリアルタイムで生成します。

iSeries サーバーでは、Performance Explorer (PEX) 機能によって、プログラムおよびレコード固有のシステム・イベントが分析されます。 DB2(R) データベースはこの情報を格納してから、SQL 関数を使用して検出します。 PEX 情報は、Java プロファイル・データを作成する特定のプログラム情報のリポジトリーです。このプロファイル・データは、 `java_g -prof` プログラムのプロファイル・データと互換性があります。 Java パフォーマンス・データ・コンバーター (JPDC) ツールは、特定の IBM ツールの `java_g -prof` プログラム出力および Jinsight と呼ばれる特定の IBM ツールのプログラム・プロファイル情報を提供します。

Java パフォーマンス・データの収集方法の詳細については、 Java パフォーマンス・データを収集するを参照してください。

Java パフォーマンス・データ・コンバーター・ツール

Java(TM) パフォーマンス・データ・コンバーター (JDPC) ツールは、 iSeries サーバーで実行されている Java プログラムについての Java パフォーマンス・データを作成する手段となります。このパフォーマンス・データは、Sun Microsystems, Inc. の Java 仮想マシンの `java_g -prof` オプションのパフォーマンス・データ出力、および IBM Jinsight の出力と互換性があります。

注: JDPC ツールでは、読み取り可能な出力は生成されません。データを分析するには、`java_g -prof` を受け入れる Java プロファイル・ツール、または Jinsight データを使用してください。

JDPC ツールは、DB2/400 (JDBC を使用している) によって保管される iSeries Performance Explorer (PEX) データにアクセスします。このツールは、データを Jinsight または汎用パフォーマンス・タイプに変換します。その後、出力ファイルを統合ファイル・システムのユーザー指定の場所に保管します。

注: 指定した Java アプリケーションが iSeries サーバーで実行されているときに、 PEX データを収集するには、適切な iSeries PEX データ収集プロシージャーに従わなければなりません。プログラムの入り口および出口、または収集および保管プロシージャーを含む PEX 定義を設定しなければなりません。 PEX データの収集および PEX 定義の設定方法については、「Performance Tools for iSeries (SC41-5340)

」を参照してください。

JPDC の実行方法については、Java パフォーマンス・データ・コンバーターを実行するを参照してください。

JPDC プログラムを開始するには、Qshell コマンド・ライン・インターフェース、または「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドを使用します。

Java パフォーマンス・データ・コンバーターを実行する

パフォーマンス・データを収集するために Java(TM) パフォーマンス・データ・コンバーター (JPDC) を実行するには、以下のステップに従います。

1. 最初の入力引き数を入力する。 `java_g -prof` の場合は `general`、または Jinsight 出力の場合は `jinsight` と入力します。
2. 2 番目の入力引き数を入力する。これは、データを収集するのに使用された Performance Explorer (PEX) 定義の名前を表します。

   注: この名前は、この名前を用いた接続の内部処理の関係上、 4 文字から 5 文字に制限する必要があります。
3. JPDC ツールが生成するファイルの名前を表す、 3 番目の入力引き数を入力する。この生成されたファイルは、現在の統合ファイル・システム・ディレクトリーに書き込みます。 cd (PF4) コマンドを使用して、統合ファイル・システムの現行ディレクトリーを指定します。
4. iSeries ホスト・リレーショナル・データベース項目の名前を表す、 4 番目の入力引き数を入力する。「リレーショナル・データベース・ディレクトリー項目の処理 (WRKRDBDIRE)」コマンドを使用して、その名前を表示します。これは、*LOCAL と指定されている唯一のリレーショナル・データベースです。

このコードを実行するには、 /QIBM/ProdData/Java400/ext/JPDC.jar ファイルが iSeries サーバー上の Java クラスパスになくてはなりません。プログラムの実行が終了すると、現行ディレクトリーにテキスト出力ファイルが入れられます。

JPDC は、iSeries コマンド行または Qshell 環境を使用して実行できます。詳細については、 例: Java パフォーマンス・データ・コンバーターを実行するを参照してください。

iSeries Java 開発キット (JDK) 用のコマンドとツール

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) を使用するときは、 Qshell インタープリター、または CL コマンドで Java ツールが使用できます。

Qshell インタープリターによる Java ツールは Sun Microsystems, Inc. の Java Development Kit で使用するツールと似ているので、Java でプログラムを作成した経験がある方は Qshell インタープリターで Java ツールを使用することをお勧めします。 Qshell 環境の使用法については、 Qshell インタープリターを参照してください。

iSeries のプログラマーは、iSeries サーバー環境固有の Java 用 CL コマンドを使用することをお勧めします。 CL コマンドおよび iSeries ナビゲーター・コマンドの使用法については、この後で説明します。

iSeries Java 開発キット (JDK) では、次のコマンドおよびツールを使用できます。

- Qshell 環境。プログラム開発に通常必要とされる Java 開発ツールを使用できます。
- CL 環境。この場合、Java プログラムの最適化および管理には、 CL コマンドを使用します。
- iSeries ナビゲーター・コマンドでも、最適化された Java プログラムを作成し、実行することができます。

iSeries Java 開発キット (JDK) がサポートする Java ツール

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) では、以下のツールがサポートされます。

- 254 ページの『Java ajar ツール』
- Java appletviewer ツール (254 ページの『Java appletviewer ツール』)
- 255 ページの『Java extcheck ツール』
- 255 ページの『Java idlj ツール』
- 255 ページの『Java jar ツール』
- 255 ページの『Java jarsigner ツール』
- 256 ページの『Java javac ツール』
- 256 ページの『Java javadoc ツール』
- 257 ページの『Java javah ツール』
- Java javakey ツール
- 257 ページの『Java javap ツール』
- 258 ページの『Java native2ascii ツール』
- 258 ページの『Java orbd ツール』
- 258 ページの『Java policytool』
- 259 ページの『Java rmic ツール』
- 259 ページの『Java rmid ツール』
- 259 ページの『Java rmiregistry ツール』
- 259 ページの『Java serialver ツール』
- 259 ページの『Java servertool』
- 259 ページの『Java tnameserv ツール』

ajar 以外の上記の Java ツールは、いくつかの例外を除き、 Sun Microsystems, Inc. の公式資料に記載された構文とオプションをサポートしています。これらの Java ツールすべての実行には、Qshell インタープリターを使用する必要があります。

Qshell インタープリターを起動するには、「Qshell の開始 (STRQSH または QSH)」コマンドを使用します。 Qshell インタープリターの実行中は、「QSH コマンドの入力」画面が表示されます。 Qshell のもと

で実行される Java のツールやプログラムからの出力とメッセージは、すべてこの画面に表示されます。また、Java プログラムへの入力もこの画面から読み取られます。詳細については、 Java Qshell コマンドを参照してください。

注: iSeries コマンド入力の機能を Qshell 内から直接使用することはできません。コマンド行を表示するには、F21 (CL コマンドの入力) を押してください。

Java ツール

- 『Java ajar ツール』
- Java appletviewer ツール (『Java appletviewer ツール』ページ)
- 255 ページの『Java extcheck ツール』
- 255 ページの『Java idlj ツール』
- 255 ページの『Java jar ツール』
- 255 ページの『Java jarsigner ツール』
- 256 ページの『Java javac ツール』
- 256 ページの『Java javadoc ツール』

Java ajar ツール: ajar ツールは、jar ツールの代替インターフェースであり、これは Java(TM) ARchive (JAR) ファイルを作成し、操作するために使用します。 ajar ツールを使用して JAR ファイルと ZIP ファイルの両方を操作できます。

ZIP インターフェースまたは UNZIP インターフェースが必要な場合は、 jar ツールの代わりに ajar ツールを使用してください。

ajar ツールは jar ツールが行うのと同じように、JAR ファイルの内容をリストし、 JAR ファイルから取り出し、新しい JAR ファイルを作成し、多くの ZIP 形式をサポートします。さらに、ajar ツールは既存の JAR ファイルのファイルの追加または削除をサポートします。

ajar ツールの運用には、Qshell インタープリターが必要です。詳細については、ajar - 代替 Java アーカイブを参照してください。

Java appletviewer ツール: Java appletviewer ツールを使用すると、Web ブラウザーを使わずにアプレットを実行できます。このツールは、Sun Microsystems, Inc. が提供する appletviewer ツールと互換性があります。

appletviewer ツールを使用するには、 Native Abstract Window Toolkit (NAWT) を使用し、さらに sun.applet.AppletViewer クラスを使用するか、または Qshell インタープリターで appletviewer ツールを実行する必要があります。

以下は、sun.applet.AppletViewer クラスを使用して、TicTacToe 実例を実行する例です。実例のロード方法については、 サンプル・ファイルの抽出方法を参照してください。

コマンド行から、次のように入力します。

```
cd '/home/MyUserID/demo/applets/TicTacToe'
```

JDK 1.3 の場合は、以下のコマンドを実行します。

```
JAVA CLASS(sun.applet.AppletViewer) PARM('example1.html')
PROP((os400.class.path.rawt 2)(java.version 1.3))
```

JDK 1.4 の場合は、以下のコマンドを実行します。

```
JAVA CLASS(sun.applet.AppletViewer) PARM('example1.html')
prop((os400.awt.native true)(java.version 1.4))
```

以下は、Qshell インタープリターで appletviewer ツールを使用して、 TicTacToe 実例を実行する例です。実例のロード方法については、 サンプル・ファイルの抽出方法を参照してください。

対応するコマンドは、次のとおりです。

```
cd /home/MyUserID/demo/applets/TicTacToe
```

JDK 1.3 の場合は、以下のコマンドを実行します。

```
Appletviewer -J-Dos400.class.path.rawt=2 -J-Djava.version=1.3 example1.html
```

JDK 1.4 の場合は、以下のコマンドを実行します。

```
Appletviewer -J-Dos400.awt.native=true -J-Djava.version=1.4 example1.html
```

注: -J は AppletViewer の実行時フラグです。 -D はプロパティーです。

appletviewer ツールの詳細については、appletviewer tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java extcheck ツール: Java 2 SDK (J2SDK), Standard Edition バージョン 1.2 以上では、 extcheck ツールが JAR ファイルと現在インストールされている拡張 JAR ファイルの間のバージョンの矛盾を検出します。このツールは、Sun Microsystems, Inc. によって提供される keytool と互換性があります。

extcheck ツールの運用には、Qshell インタープリターが必要です。

extcheck ツールの詳細については、extcheck tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java idlj ツール: idlj ツールは、指定された Interface Definition Language (IDL) ファイルから Java バインディングを生成します。 idlj ツールは、IDL-to-Java コンパイラーとも呼ばれています。このツールは、Sun Microsystems, Inc. によって提供される idlj ツールと互換性があります。このツールは、Java Development Kits 1.3 および 1.4 でのみ機能します。

idlj ツールの詳細については、idlj tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java jar ツール: jar ツールは、複数のファイルをまとめて 1 つの Java アーカイブ (JAR) ファイルにします。このツールは、Sun Microsystems, Inc. によって提供される jar ツールと互換性があります。

jar ツールを使用するには、Qshell インタープリターが必要です。

jar ツールの代替インターフェースについては、 JAR ファイルを作成および操作するための 254 ページの『Java ajar ツール』を参照してください。

iSeries ファイル・システムの詳細については、 統合ファイル・システムまたは統合ファイル・システム内のファイルを参照してください。

jar ツールの詳細については、jar tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java jarsigner ツール: Java 2 SDK (J2SDK)、標準版、バージョン 1.2 以降において、 jarsigner ツールは、JAR ファイルの署名と、署名された JAR ファイル上の署名の検査を行います。 jarsigner ツールは、JAR ファイルの署名のために秘密鍵を見つけることが必要なときには、 keytool によって作成および

管理される鍵ストアにアクセスします。 J2SDK では、jarsigner および keytool ツールが javakey ツールに取って代わります。このツールは、Sun Microsystems, Inc. によって提供される jarsigner ツールと互換性があります。

jarsigner ツールを使用するには、Qshell インタープリターが必要です。

jarsigner ツールの詳細については、jarsigner tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java javac ツール: javac ツールは、Java プログラムをコンパイルします。このツールは、Sun Microsystems, Inc. によって提供される javac ツールと互換性がありますが、 1 つの例外があります。

-classpath
デフォルト・クラスパスを一時変更しません。その代わりに、システムのデフォルト・クラスパスに付加されます。 -classpath オプションは、CLASSPATH 環境変数をオーバーライドします。

javac ツールを使用するには、Qshell インタープリターが必要です。

iSeries サーバーにデフォルトとして JDK 1.1.x がインストールされているが、 1.2 バージョン以降の java コマンドを実行することが必要な場合は、次のコマンドを入力してください。

```
javac -djava.version=1.2 <my_dir> MyProgram.java
```

javac ツールの詳細については、javac tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java javadoc ツール: javadoc ツールは、API 文書を作成します。このツールは、Sun Microsystems, Inc. によって提供される javadoc ツールと互換性があります。

javadoc ツールを使用するには、Qshell インタープリターが必要です。

javadoc ツールの詳細については、javadoc tool by Sun Microsystems, Inc.を参照してください。

サンプル・ファイルの抽出方法: 以下の手順は、 Java appletviewer ツールを実行する前にサンプル・ファイルを抽出する 1 つの方法です。この手順では、サンプル・ファイルをホーム・ディレクトリーに抽出することを想定しています。

1. コマンド行に「Qshell の開始 (QSH)」コマンドを入力する。
2. ご使用のユーザー ID 用のホーム・レベル統合ファイル・システム (IFS) ディレクトリーが存在しない場合、これを作成する。

   ```
   mkdir /home/MyUserID
   ```
3. IFS ディレクトリー内に demo ディレクトリーを作成する。

   ```
   mkdir /home/MyUserID/demo
   ```
4. demo ディレクトリーに移動する。

   ```
   cd /home/myUserId/demo
   ```
5. JDK 1.3 の場合は、コマンド行に以下を入力して、demo ファイルを抽出する。

   ```
   jar xf /QIBM/ProdData/Java400/jdk13/demo.zip
   ```

   JDK 1.4 の場合は、次の代わりのコマンドを使用します。

   ```
   jar xf /QIBM/ProdData/Java400/jdk14/demo.jar
   ```

Java ツール

- 257 ページの『Java javah ツール』
- 257 ページの『Java javap ツール』

- 258 ページの『Java keytool』
- 258 ページの『Java native2ascii ツール』
- 258 ページの『Java orbd ツール』
- 258 ページの『Java policytool』
- 259 ページの『Java rmic ツール』
- 259 ページの『Java rmid ツール』
- 259 ページの『Java rmiregistry ツール』
- 259 ページの『Java serialver ツール』
- 259 ページの『Java servertool』
- 259 ページの『Java tnameserv ツール』

Java javah ツール: javah ツールは、 Java(TM) ネイティブ・メソッドの実装を容易にします。このツールは、Sun Microsystems, Inc. によって提供される javah ツールと互換性がありますが、いくつかの例外があります。

注: ネイティブ・メソッドを作成することは、アプリケーションが 100% pure Java ではないことを意味します。さらに、アプリケーションがプラットフォーム間で直接に移植可能でないことを意味します。ネイティブ・メソッドは、その性質上、プラットフォームまたはシステムに固有です。ネイティブ・メソッドを使用すると、アプリケーションの開発および保守にかかるコストが増加する可能性があります。

javah ツールを使用するには、Qshell インタープリターが必要です。このツールは、Java クラス・ファイルを読み取り、現行作業ディレクトリーで C 言語ヘッダー・ファイルを作成します。作成されるヘッダー・ファイルは、iSeries ストリーム・ファイル (STMF) です。それを iSeries サーバー上の C プログラムに組み込むためには、まず、ファイル・メンバーにコピーしなければなりません。

javah ツールは、Sun Microsystems, Inc. によって提供されるツールと互換性があります。ただし、次のオプションを指定しても、iSeries サーバーでは無視されます。

-td iSeries サーバー上の javah ツールは、一時ディレクトリーを必要としません。

-stubs iSeries サーバー上の Java では、 Java ネイティブ・インターフェース (JNI) 形式のネイティブ・メソッドのみがサポートされます。スタブが必要とされるのは、 JNI 以前の形式のネイティブ・メソッドの場合だけです。

-trace これは、iSeries サーバー上の Java によってサポートされない .c スタブ・ファイル出力に関連するオプションです。

-v サポートされません。

注: -jni オプションは、必ず指定しなければなりません。 iSeries サーバー・システムでは、JNI 以前のネイティブ・メソッドの実装はサポートされません。

javah ツールの詳細については、javah tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java javap ツール: javap ツールは、コンパイル済みの Java ファイルを逆アセンブルし、 Java プログラムのソース・コードを出力します。これは、システムで元のソース・コードが使用可能でなくなったときに役立つ可能性があります。

このツールは、Sun Microsystems, Inc. によって提供される javap ツールと互換性がありますが、いくつかの例外があります。

-b このオプションは無視されます。 iSeries サーバー上の Java では、Java Development Kit (JDK) 1.1.4 以上のみがサポートされるため、逆方向の互換性は必要ありません。

-p iSeries サーバーでは、 -p は無効なオプションです。 -private という完全なつづりを使用しなければなりません。

-verify このオプションは無視されます。 javap ツールは、 iSeries サーバー上では検査を行いません。

javap ツールを使用するには、Qshell インタープリターが必要です。

注: javap ツールを使用してクラスを逆アセンブルすると、それらのクラスについてのライセンス契約に違反する可能性があります。 javap ツールを使用する前に、クラスについてのライセンス契約を確認してください。

javap ツールの詳細については、javap tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java keytool: Java 2 SDK (J2SDK), Standard Edition バージョン 1.2 以降において、 keytool は、公開鍵と秘密鍵の対、および自己署名証明書を作成し、鍵ストアを管理します。 J2SDK では、jarsigner および keytool ツールが javakey ツールに取って代わります。このツールは、Sun Microsystems, Inc. によって提供される keytool と互換性があります。

keytool を使用するには、Qshell インタープリターが必要です。

keytool の詳細については、keytool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java native2ascii ツール: native2ascii ツールは、ネイティブ・コードの文字 (Latin 1 でも Unicode でもない文字) を使用したファイルを、Unicode 文字を使用したファイルに変換します。このツールは、Sun Microsystems, Inc. が提供する native2ascii ツールと互換性があります。

native2ascii ツールの運用には、 Qshell インタープリターが必要です。

native2ascii ツールの詳細については、native2ascii tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

»

Java orbd ツール: orbd ツールは、 CORBA 環境においてサーバー上の persistent オブジェクトを容易に見付けて呼び出すためのサポートをクライアントに提供します。 ORBD は、Transient Naming Service (tnameserv) の代わりに使用され、 Transient Naming Service と Persistent Naming Service の両方を含んでいます。 orbd ツールは、Server Manager、Interoperable Naming Service、および Bootstrap Name Server の機能を組み入れています。 servertool と共に使用すると、クライアントがサーバーへのアクセスを望むときに、 Server Manager がそのサーバーを見付けて、登録し、活動化します。

orbd ツールの詳細については、orbd tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

«

Java policytool: Java 2 SDK, Standard Edition では、 policytool は、ご使用のインストールの Java セキュリティー・ポリシーを定義する外部ポリシー構成ファイルを作成および変更します。このツールは、Sun Microsystems, Inc. が提供する policytool ツールと互換性があります。

» policytool は、 Qshell インタープリターおよび Native Abstract Window Toolkit (NAWT) を使用する際に提供されるグラフィカル・ユーザー・インターフェース (GUI) です。詳しくは、IBM Developer Kit for Java Native Abstract Window Toolkitを参照してください。 «

policytool の詳細については、policytool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java rmic ツール: rmic ツールは、 Java オブジェクトのスタブ・ファイルとクラス・ファイルを生成します。このツールは、Sun Microsystems, Inc. が提供する rmic ツールと互換性があります。

rmic ツールの運用には、 Qshell インタープリターが必要です。

rmic ツールの詳細については、rmic tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java rmid ツール: Java 2 SDK (J2SDK), Standard Edition では、 rmid ツールが活動化システム・デーモンを開始します。ですから、オブジェクトは Java 仮想マシンで登録および活動化することができます。このツールは、Sun Microsystems, Inc. が提供する rmid ツールと互換性があります。

rmid ツールの運用には、 Qshell インタープリターが必要です。

rmid ツールの詳細については、rmid tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java rmiregistry ツール: rmiregistry ツールは、指定されたポートで遠隔オブジェクト・レジストリーを開始します。このツールは、Sun Microsystems, Inc. が提供する rmiregistry ツールと互換性があります。

rmiregistry ツールの運用には、 Qshell インタープリターが必要です。

rmiregistry ツールの詳細については、rmiregistry tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java serialver ツール: serialver ツールは、1 つまたは複数のクラスについて、バージョン番号または固有な通番で表された ID を戻します。このツールは、 Sun Microsystems, Inc. が提供する serialver ツールと互換性があります。

serialver ツールの運用には、Qshell インタープリターが必要です。

serialver ツールの詳細については、serialver tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java servertool: servertool は、アプリケーション・プログラマーが、永続サーバーを登録、登録抹消、起動、およびシャットダウンするためのコマンド行インターフェースを提供します。

servertool の詳細については、servertool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java tnameserv ツール: Java 2 SDK (J2SDK), Standard Edition バージョン 1.3 以降では、 tnameserv (Transient Naming Service) ツールを使用すると、命名サービスにアクセスできます。このツールは、 Sun Microsystems, Inc. が提供する tnameserv ツールと互換性があります。

tnameserv ツールを使用するには、Qshell インタープリターが必要です。

Java Qshell コマンド

java Qshell コマンドは、Java(TM) プログラムを実行します。このコマンドは、いくつかの例外を除いて、Sun Microsystems, Inc. が提供する java ツールと互換性があります。

iSeries Java 開発キット (JDK) では、java Qshell コマンドの以下のようなオプションが無視されます。

オプション	説明
-cs	このオプションはサポートされていません。
-checksource	このオプションはサポートされていません。
-debug	このオプションは iSeries 内部デバッガーによってサポートされます。
-noasyncgc	iSeries Java 開発キット (JDK) では、ガーベッジ・コレクションは常に実行されています。
-noclassgc	iSeries Java 開発キット (JDK) では、ガーベッジ・コレクションは常に実行されています。
-prof	iSeries サーバーには独自のパフォーマンス測定ツールがあります。
-ss	このオプションは iSeries サーバーでは適用できません。
-oss	このオプションは iSeries サーバーでは適用できません。
-t	iSeries サーバーでは、独自のトレース機能が使用されます。
-verify	iSeries サーバーでは、検査は必ず行われます。
-verifyremote	iSeries サーバーでは、検査は必ず行われます。
-noverify	iSeries サーバーでは、検査は必ず行われます。

iSeries サーバーでは、 `-classpath` オプションはデフォルトのクラスパスをオーバーライドしません。その代わりに、システムのデフォルト・クラスパスに付加されます。 `-classpath` オプションは、CLASSPATH 環境変数をオーバーライドします。

`java` Qshell コマンドは、iSeries サーバーの新しいオプションをサポートします。サポートされている新しいオプションを以下に示します。

オプション	説明
-chkpath	このオプションは、 CLASSPATH で指定されたディレクトリーに対するパブリック書き込みアクセス権があるかどうかをチェックします。
-opt	このオプションは、最適化レベルを指定します。
-Xrun[:]	JVM の始動時に、サービス・プログラムと JVM_OnLoad のオプションのパラメーター・ストリングが機能していることを示すメッセージが表示されます。
» -agentlib:	VM エージェントを含む OS/400 サービス・プログラムを示します。 VM は、始動時に、OS/400 ライブラリー・リストに含まれている OS/400 ライブラリーから、このサービス・プログラムをロードしようとします。 «
» -agentpath:	このオプションの後に続く絶対パスからライブラリーをロードします。ライブラリー名拡張は行われず、オプションは始動時にエージェントに渡されます。 «

CL コマンドのリファレンス情報の「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドでは、これら新しいオプションが詳しく説明されています。また、CL コマンドのリファレンス情報の「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンド、「Java プログラムの削除 (DLTJVAPGM)」コマンド、および「Java プログラムの表示 (DSPJVAPGM)」コマンドの項に、 Java プログラムの管理に関する情報が記載されています。

Qshell の `java` コマンドの運用には、Qshell インタープリターが必要です。

Qshell の `java` コマンドの詳細については、java tool by Sun Microsystems, Inc. を参照してください。

Java でサポートされる CL コマンド

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) は、以下の CL コマンドをサポートしています。

- 「Java プログラム分析 (ANZJVAPGM)」コマンドは Java プログラムを分析し、そのクラスをリストして、それぞれのクラスの現行の状況を表示します。
- 「Java 仮想マシンの分析 (ANZJVM)」コマンドは、 Java 仮想マシン (JVM) 内の情報を設定および取得します。このコマンドは、活動中のクラスの情報を戻すため、 Java プログラムのデバッグを行うときに便利です。
- 「Java プログラムの変更 (CHGJVAPGM)」コマンドは、 Java プログラムの属性を変更します。
- 「Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM)」コマンドは、 Java クラス・ファイル、ZIPファイル、または JAR ファイルから、 iSeries サーバーの Java プログラムを作成します。
- 「Java プログラムの削除 (DLTJVAPGM)」コマンドは、 Java クラス・ファイル、ZIP ファイル、または JAR ファイルに関連付けられている iSeries の Java プログラムを削除します。
- 「Java プログラムの表示 (DSPJVAPGM)」コマンドは、 iSeries の Java プログラムに関する情報を表示します。
- 「Java 仮想マシンのダンプ (DMPJVM) コマンドは、指定したジョブの Java 仮想マシンに関する情報をスプール・プリンター・ファイルにダンプします。
- JAVA コマンドと 「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドは、 iSeries の Java プログラムを実行します。

詳しくは、以下のページを参照してください。

ANZJVM コマンドの使用上の考慮事項

ライセンス内部コード・オプション・パラメーター・ストリング

プログラムおよび CL コマンド API

ANZJVM コマンドの使用上の考慮事項

ANZJVM の実行できる時間の長さが原因で、 ANZJVM が完了できる前に JVM が終了してしまう高い可能性があります。 JVM が終了してしまった場合には、ANZJVM は取得できたデータと共に、 JVAB606 メッセージ (ANZJVM の処理中に JVM が終了した) を戻します。

また、JVM がハンドルできるクラスの数の上限はありません。ハンドルできるクラスの数を上回った場合、ANZJVM はハンドルできたデータと共に、報告されなかった追加の情報があることを示すメッセージを戻します。データの切り捨てが必要な場合は、ANZJVM は可能なだけの情報を戻します。

内部パラメーターでの長さは、3600 秒 (1 時間) に制限されています。 ANZJVM が情報を戻すことのできるクラスの数は、システムの記憶域の量によって限定されます。

サーバーで実行する Java プログラムをデバッグする

サーバーで実行する Java プログラムのデバッグとトラブルシューティングには、いくつかの方法があります。以下にいくつかのオプションを示します (ただし、この情報はすべての可能性を示すものではありません)。

iSeries サーバー上で実行する Java プログラムをデバッグする最も簡単な方法の 1 つは、 IBM iSeries System Debugger を使用することです。 IBM iSeries System Debugger は、 iSeries サーバーのデバッグ機能をより使いやすくするグラフィカル・ユーザー・インターフェース (GUI) を提供します。

Java プログラムはサーバーの対話式画面を使用してデバッグできますが、 iSeries System Debugger は、同じ機能を実行できる、より使いやすい GUI を提供しています。

さらに、iSeries Java 仮想マシン (JVM) は、 Java Platform Debugger Architecture の一部である Java Debug Wire Protocol (JDWP) をサポートしています。 JDWP 対応デバッガーでは、異なるオペレーティング・システムを稼働しているクライアントからリモート・デバッグを実行することができます。 (IBM iSeries Debugger でも、同様の方法でリモート・デバッグを実行できます。ただし、これは JDWP は使用しません。) このような JDWP 対応プログラムの 1 つは、 Eclipse プロジェクト・ユニバーサル・ツール・プラットフォームの Java デバッガーです。

プログラムの実行時間が長くなるとパフォーマンスが低下する場合は、誤ってメモリー・リークがコーディングされている可能性があります。 Java Watcher を使用すれば、時間を追って Java アプリケーション・ヒープ分析とオブジェクト作成プロファイルの作成を行うことにより、プログラムをデバッグして、メモリー・リークを検出することができます。

上記のデバッグ・オプションについて詳しくは、以下の情報を参照してください。

IBM iSeries System Debugger

iSeries Java 開発キット (JDK) を使用してプログラムをデバッグする

Java プラットフォーム・デバッガーのアーキテクチャー

Eclipse プロジェクトの Web サイトの The Debugger Java Development Tool

JavaWatcher «

OS/400 コマンド行から Java プログラムをデバッグする

OS/400 コマンド行から Java プログラムをデバッグする場合は、以下のいずれかを選択してください。

- Java プログラムをデバッグする
- Java およびネイティブ・メソッド・プログラムをデバッグする
- 別の画面から Java プログラムをデバッグする
- カスタム・クラス・ローダーを通してロードされた Java クラスをデバッグする
- デバッグ・サーブレット

Java プログラムをデバッグするときに、 Java プログラムは実際にはバッチ即時 (BCI) ジョブの Java 仮想マシンで実行されます。ソース・コードが対話式画面に表示されますが、 Java プログラムはそこでは実行されません。これは、別のジョブ (サービス・ジョブ) で実行されます。 Java プログラムが終了するときに、サービス・ジョブは終了し、 「サービスされたジョブは終了しました。(Job being serviced ended)」 というメッセージが表示されます。

Just-In-Time (JIT) コンパイラーで動作している Java プログラムはデバッグすることができません。ファイルに関連付けされた Java プログラムがない場合、デフォルトでは JIT で実行されます。デバッグを許可するため、いくつかの方法でこれを使用不可にすることができます。

- Java 仮想マシンを開始する時に、プロパティー `java.compiler=NONE` を指定する。
- 「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドで OPTION(*DEBUG) を指定する。
- 「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドで INTERPRET(*YES) を指定する。

- CRTJVAPGM OPTIMIZATION(10) を使って、Java 仮想マシンを開始する前に関連付けされた Java プログラムを作成する。

  注: これらの解決策は、実行中の Java 仮想マシンには効果がありません。開始されていない Java 仮想マシンでこれらの方法を使う場合以外は、デバッグのために Java 仮想マシンを停止し、再始動する必要があります。

「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドで *DEBUG オプションを指定すると、2 つのジョブ間のインターフェースが確立されます。

システム・デバッガーについて詳しくは、WebSphere Development Studio: ILE C/C++ Programmer's Guide (SC09-2712-04)  およびオンライン・ヘルプの情報を参照してください。

Java プログラムをデバッグする

» iSeries サーバー上で実行する Java プログラムをデバッグする最も簡単な方法は、 IBM iSeries System Debugger を使用することです。 IBM iSeries System Debugger は、 iSeries サーバーのデバッグ機能をより使いやすくするグラフィカル・ユーザー・インターフェースを提供します。

iSeries System Debugger を使用して、iSeries サーバー上で実行する Java プログラムをデバッグおよびテストする方法について詳しくは、 IBM iSeries System Debuggerを参照してください。 «

望むなら、サーバーの対話式表示を使用することができます。プログラムを実行する前にソース・コードを表示するには *DEBUG オプションを使用します。これにより、停止点を設定したり、プログラムを 1 ステップずつ実行して、プログラムの実行中にエラーを分析したりできます。

Java プログラムをデバッグするには、以下のステップに従ってください。

1. javac ツールの -g オプションである DEBUG オプションを使って、Java プログラムをコンパイルする。詳細については、 *DEBUG オプションを使って Java プログラムをデバッグするを参照してください。
2. クラス・ファイル (.class) とソース・ファイル (.java) を iSeries サーバー上の同じディレクトリーに挿入する。
3. iSeries コマンド行で「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」を使って、Java プログラムを実行する。「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドで OPTION(*DEBUG) を指定する。

   注: クラスだけがデバッグされます。 CLASS キーワードで JAR ファイル名を入力した場合は、OPTION(*DEBUG) はサポートされません。
4. Java プログラムのソースが表示される。
5. F6 (停止点の追加/消去) を押して停止点を設定するか、または F10 (ステップ) を押してプログラム内に入る。停止点の設定の詳細については、停止点の設定を参照してください。ステップの詳細については、 Java プログラムを 1 ステップずつ実行して、デバッグするを参照してください。

ヒント:

1. 停止点とステップを使用するときには、Java プログラムの論理フローをチェックしてから、必要に応じて変数を表示および変更してください。
2. RUNJVA コマンド上で OPTION(*DEBUG) を使用すると、 Just-In-Time (JIT) コンパイラーが使用できなくなります。 Java プログラムに関連付けられていないファイルは、インタープリット・モードで実行されます。

***DEBUG オプションを使って Java プログラムをデバッグする:** プログラムを実行する前にソース・コードを表示するには、 *DEBUG オプションを使用します。 *DEBUG オプションを指定すると、コード内に停止点を設定できます。

*DEBUG オプションを使用するには、コマンド行で「Java(TM) プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドを入力し、それに続けてクラス・ファイルの名前と OPTION(*DEBUG) を入力します。たとえば、iSeries コマンド行は次のようになります。

```
RUNJVA CLASS(classname) OPTION(*DEBUG)
```

注:「サービス・ジョブ開始 (STRSRVJOB)」コマンドの使用が許可されていなければ、OPTION(*DEBUG) は無視されます。

デバッグ画面を表示するには、 Java プログラムの初期デバッグ画面 を参照してください。

iSeries サーバー上で実行する Java プログラムをデバッグする最も簡単な方法は、 IBM iSeries System Debugger を使用することです。 IBM iSeries System Debugger は、 iSeries サーバーのデバッグ機能をより使いやすくするグラフィカル・ユーザー・インターフェースを提供します。

iSeries System Debugger を使用して、iSeries サーバー上で実行する Java プログラムをデバッグおよびテストする方法について詳しくは、 IBM iSeries System Debuggerを参照してください。

Java プログラムの初期デバッグ画面: Java(TM) プログラムをデバッグする際には、そのプログラムについて、以下のサンプル画面に従ってください。以下の画面では、Hellod という名前のサンプル・プログラムが示されています。

- ADDENVVAR ENVVAR(CLASSPATH) VALUE ('/MYDIR') と入力します。
- コマンド RUNJVA CLASS(HELLOD) OPTION(*DEBUG) を入力します。 HELLOD の箇所には、実際の Java プログラムの名前を入れてください。
- 「モジュール・ソースの表示」画面が表示されるのを待機します。これは、HELLOD Java プログラムのソースです。

```
+------------------------------------------------------------------------------+
|                          モジュール・ソースの表示                            |
|                                                                              |
|  クラス・ファイル名:   HELLOD                                                |
|       1  import java.lang.*;                                                 |
|       2                                                                      |
|       3  public class Hellod extends Object                                  |
|       4  {                                                                   |
|       5  int k;                                                              |
|       6  int l;                                                              |
|       7  int m;                                                              |
|       8  int n;                                                              |
|       9  int o;                                                              |
|      10  int p;                                                              |
|      11  String myString;                                                    |
|      12  Hellod myHellod;                                                    |
|      13  int myArray[];                                                      |
|      14                                                                      |
|      15  public Hellod()                                                     |
|                                                                  続く...     |
|  デバッグ . . .                                                              |
|                                                                              |
|  F3=終了プログラム    F6=停止点の追加/消去    F10=ステップ    F11=変数の表示  |
|  F12=再開       F17=ウォッチ変数    F18=ウォッチの処理    F24=キーの続き      |
|                                                                              |
+------------------------------------------------------------------------------+
```

- F14 (モジュール・リストの処理) を押します。

- 「モジュール・リストの処理」画面が表示されます。オプション 1 (プログラムの追加) を入力すると、デバッグする他のクラスおよびプログラムを追加することができます。それらのソースを表示するには、オプション 5 (モジュール・ソースの表示) を使用します。

```
+------------------------------------------------------------------------------+
|                            モジュール・リストの処理                          |
|                                                        システム:   AS400     |
|  オプションを入力して、実行キーを押してください。                            |
|    1=プログラムの追加    4=プログラムの除去    5=モジュール・ソースの表示    |
|    8=モジュール停止点の処理                                                  |
|                                                                              |
|  OPT     PROGRAM/MODULE     LIBRARY          TYPE                          |
|                             *LIBL            *SRVPGM                       |
|          HELLOD                              *CLASS      選択              |
|                                                                              |
|                                                                              |
|                                                                              |
|                                                                              |
|                                                                              |
|                                                                              |
|                                                                              |
|                                                                              |
|                                                                  終わり      |
|  コマンド                                                                    |
|  ===>                                                                        |
|  F3=終了    F4=プロンプト    F5=最新表示    F9=コマンド複写    F12=取消し    |
|  F22=クラス・ファイル名の表示                                                |
|                                                                              |
+------------------------------------------------------------------------------+
```

- デバッグするクラスを追加するときには、「PROGRAM/MODULE」入力フィールドよりも長いパッケージ修飾クラス名を入力することが必要になる可能性があります。より長い名前を入力するには、以下のステップに従ってください。
  1. オプション 1 (プログラムの追加) を入力します。
  2. 「PROGRAM/MODULE」フィールドをブランクのままにします。
  3. 「LIBRARY」フィールドを *LIBL のままにします。
  4. 「TYPE」として *CLASS を入力します。
  5. Enter を押します。
  6. パッケージ修飾クラス・ファイル名を入力するためのスペースがあるポップアップ・ウィンドウが表示されます。

停止点の設定: プログラムの実行は停止点を使って制御できます。停止点は、特定のステートメントで実行中のプログラムを停止させます。

停止点を設定するには、以下のステップを実行してください。

1. 停止点を設定したいコードの行にカーソルを置く。
2. F6 (停止点の追加/消去) を押して、停止点を設定する。
3. F12 (再開) を押してプログラムを実行する。

注: 停止点を設定したコード行が実行される直前に、プログラム・ソースが表示され、停止点に達したことが示されます。

```
+------------------------------------------------------------------------------+
|                          モジュール・ソースの表示                            |
|                                                                              |
|現行スレッド:   00000019     停止スレッド:   00000019                         |
|クラス・ファイル名:   Hellod                                                  |
```

```
35  public static void main(String[] args)
36      {
37    int i,j,h,B[],D[][];
38      Hellod A=new Hellod();
39      A.myHellod = A;
40      Hellod C[];
41     C = new Hellod[5];
42      for (int counter=0; counter<2; counter++) {
43        C[counter] = new Hellod();
44        C[counter].myHellod = C[counter];
45      }
46      C[2] = A;
47      C[0].myString = null;
48      C[0].myHellod = null;

49      A.method1();
デバッグ . . .

F3=終了プログラム    F6=停止点の追加/消去    F10=ステップ    F11=変数の表示
F12=再開    F17=ウォッチ変数    F18=ウォッチの処理    F24=キーの続き
停止点が行 41 に追加されました。
```

停止点に達したときに、現行スレッド内で到達した停止点だけを設定したい場合は、TBREAK コマンドを使用してください。

システム・デバッガー・コマンドの詳細については、「WebSphere Development Studio: ILE C/C++ Programmer's Guide (SC09-2712)」  およびオンライン・ヘルプの情報を参照してください。

停止点でプログラムの実行が停止したときに変数を評価することについては、 Java(TM) プログラム中の変数を評価するを参照してください。

Java プログラムを 1 ステップずつ実行して、デバッグする: デバッグしながらプログラムを 1 ステップずつ実行することができます。他の関数をステップオーバーしたり、ステップイントゥすることができます。 Java(TM) プログラムおよびネイティブ・メソッドは、ステップ関数を使用することができます。

最初にプログラム・ソースが表示されると、ステップ実行を開始することができます。プログラムは、最初のステートメントを実行する前に停止します。 F10 (ステップ) を押してください。プログラムを 1 ステップずつ実行するには、 F10 (ステップ) を押し続けてください。プログラムが呼び出す関数をステップイントゥするには、 F22 (ステップイン) を押してください。また、停止点に達した場合に、いつでもステップ実行を開始することができます。停止点を設定することについては、停止点の設定を参照してください。

```
                        モジュール・ソースの表示

現行スレッド:   00000019     停止スレッド:   00000019
クラス・ファイル名:   Hellod
35  public static void main(String[] args)
36      {
37    int i,j,h,B[],D[][];
38      Hellod A=new Hellod();
39      A.myHellod = A;
40      Hellod C[];
41     C = new Hellod[5];
42      for (int counter=0; counter<2; counter++) {
43        C[counter] = new Hellod();
44        C[counter].myHellod = C[counter];
45      }
46      C[2] = A;
47      C[0].myString = null;
48      C[0].myHellod = null;
```

```
49      A.method1();
デバッグ . . .

F3=終了プログラム    F6=停止点の追加/消去    F10=ステップ    F11=変数の表示
F12=再開    F17=ウォッチ変数    F18=ウォッチの処理    F24=キーの続き
スレッド 00000019 の行 42 でステップが完了した。
```

ステップ実行を停止して、プログラムを実行し続けるには、F12 (再開) を押してください。

ステップ実行についての詳細は、「WebSphere Development Studio: ILE C/C++ Programmer's Guide (SC09-2712)」  およびオンライン・ヘルプを参照してください。

ステップでプログラムの実行が停止したときに変数を評価することについては、 Java プログラム中の変数を評価するを参照してください。

Java プログラム中の変数を評価する: 停止点またはステップでプログラムの実行が停止したときに変数を評価するには、 2 つの方法があります。

- デバッグ・コマンド入力行で、EVAL VariableName を入力する。
- 表示されたソース・コード中の変数名にカーソルを移動させて、F11 (変数の表示) を押す。

Java(TM) プログラム内の変数を評価するには、EVAL コマンドを使用してください。

注: また、EVAL コマンドを使用して、変数の内容を変更することができます。 EVAL コマンドのバリエーションの詳細については、WebSphere Development Studio: ILE C/C++ Programmer's Guide (SC09-2712)

 およびオンライン・ヘルプを参照してください。

Java プログラム中の変数を見るときは、次のことに注意してください。

- Java クラスのインスタンスを表す変数を評価する場合は、画面の最初の行には変数がどんな種類のオブジェクトであるかが表示される。また、オブジェクトの ID も表示されます。最初の表示行のあとに、オブジェクトの各フィールドのコンテンツが表示されます。変数がヌルである場合は、画面の最初の行には変数がヌルであることが表示されます。アスタリスクは、各フィールド (ヌル・オブジェクト) のコンテンツを表します。
- Java ストリング・オブジェクトを表す変数を評価する場合は、ストリングのコンテンツが表示される。ストリングがヌルである場合は、ヌルが表示されます。
- ストリングを表す変数は変更できない。
- 配列を表す変数を評価する場合は、″ARR″ に続いてその配列の ID が表示される。変数名の添え字を使用して、配列の要素を評価することができます。配列がヌルである場合は、ヌルが表示されます。
- 配列を表す変数は変更できない。配列がストリングでもオブジェクトでない場合は、配列の要素を変更することができます。
- 配列を表す変数では、配列中に要素がいくつあるかを調べるために arrayname.length を指定することができる。
- クラスのフィールドを表す変数のコンテンツを調べたい場合は、classvariable.fieldname を指定できる。
- 初期化される前の変数を評価しようとすると、次のいずれかが生じる。 「変数を表示することができません。(Variable not available to display)」 というメッセージが表示されるか、または変数の初期化されていない内容が表示されます (予期せぬ値になります)。

Java およびネイティブ・メソッド・プログラムをデバッグする

Java(TM) プログラムとネイティブ・メソッド・プログラムを同時にデバッグできます。対話式画面でソースをデバッグする一方で、サービス・プログラム (*SRVPGM) 内にある、 C でプログラミングされたネイティブ・メソッドをデバッグできます。 *SRVPGM はデバッグ・データ付きでコンパイルおよび作成されている必要があります。

» Java プログラムとネイティブ・メソッド・プログラム (またはサービス・プログラム) をデバッグする最も簡単な方法は、 IBM iSeries System Debugger を使用することです。 IBM iSeries System Debugger は、 iSeries サーバーにグラフィカル・ユーザー・デバッグ環境を提供します。 iSeries System Debugger を使用して iSeries サーバー上のプログラムをデバッグおよびテストする方法について詳しくは、 IBM iSeries System Debuggerを参照してください。

サーバーの対話式画面を使用して、 Java プログラムとネイティブ・メソッド・プログラムを同時にデバッグするには、以下の手順のようにします。 «

1. Java プログラム・ソースが表示されるときに F14 (モジュール・リストの処理) を押して、「モジュール・リストの処理 (WRKMODLST)」画面を表示する。
2. オプション 1 (プログラムの追加) を選択して、サービス・プログラムを追加する。
3. オプション 5 (モジュール・ソースの表示) を選択して、デバッグしたい *MODULE とソースを表示する。
4. F6 (停止点の追加/消去) を押して、サービス・プログラムに停止点を設定する。停止点の設定の詳細については、停止点の設定を参照してください。
5. F12 (再開) を押してプログラムを実行する。

注: サービス・プログラム内の停止点に達すると、プログラムの実行が停止し、サービス・プログラムのソースが表示されます。

別の画面から Java プログラムをデバッグする

» iSeries サーバー上で実行する Java プログラムをデバッグする最も簡単な方法は、 IBM iSeries System Debugger を使用することです。 IBM iSeries System Debugger は、 iSeries サーバーのデバッグ機能をより使いやすくするグラフィカル・ユーザー・インターフェースを提供します。

iSeries System Debugger を使用して、 iSeries サーバー上で実行する Java プログラムをデバッグおよびテストする方法について詳しくは、 IBM iSeries System Debuggerを参照してください。 «

サーバーの対話式画面を使用して Java(TM) プログラムをデバッグしているときは、停止点に達すると必ずプログラム・ソースが表示されます。これにより、Java プログラムの表示出力が妨げられることがあります。これを避けるには、別の画面から Java プログラムをデバッグします。 Java プログラムの出力は Java コマンドが実行されている画面に表示され、プログラム・ソースは別の画面に表示されます。

この方法でのデバッグは、Just-In-Time (JIT) コンパイラーを使用していなければ、既に実行されている Java プログラムでも可能です。

別の画面から Java をデバッグするには、次のようにします。

1. デバッグの設定を開始するときには、Java プログラムを必ず保留にする。プログラムで次のことを行うと、Java プログラムを保留できます。
   - キーボードからの入力を待機する。
   - 一定時間待機する。

- 変数をテストするためにループする。それには、Java プログラムのループを最終的に終了させるように値を設定しておく必要があります。

2. Java プログラムが保留されたら、別の画面に移って次のステップを実行する。
   a. コマンド行に「活動ジョブの処理 (WRKACTJOB)」コマンドを入力する。
   b. Java プログラムが実行されているバッチ即時 (BCI) ジョブを見つける。 QJVACMDSRV の「サブシステム/ジョブ」リストを調べる。使用している「ユーザー ID」の「ユーザー」リストを調べる。「タイプ」を調べて、BCI を探す。
   c. オプション 5 を入力してそのジョブを処理する。
   d. 「ジョブの処理」画面の上部に、「番号 (Number)」、「ユーザー (User)」、および「ジョブ (Job)」が表示される。 `STRSRVJOB Number/User/Job` と入力する。
   e. `STRDBG CLASS(classname)` と入力する。 classname はデバッグしたい Java クラスの名前です。この名前は、Java コマンドで指定したクラス名でも、別のクラス名でもかまいません。
   f. そのクラスのソースが「モジュール・ソースの表示」画面に表示される。
   g. その Java クラス内でストップしたい位置で、 F6 (停止点の追加/消去) を押して、停止点を設定する。デバッグする他のクラス、プログラム、サービス・プログラムを追加するには、F14 を押す。停止点の設定の詳細については、停止点の設定を参照してください。
   h. F12 (再開) を押してプログラムの実行を続ける。
3. 元の Java プログラムの保留を停止する。停止点に達すると、「モジュール・ソースの表示」画面が、「サービス・ジョブ開始 (STRSRVJOB)」コマンドと「デバッグ開始 (STRDBG)」コマンドが入力された画面に表示されます。 Java プログラムが終了すると、`Job being serviced ended (サービス対象のジョブが終了しました)` というメッセージが表示されます。
4. 「デバッグ・モード終了 (ENDDBG)」コマンドを入力する。
5. 「サービス・ジョブ終了 (ENDSRVJOB)」コマンドを入力する。

注: Java 仮想マシンを開始するときには、元のジョブの中で Just-In-Time (JIT) が使用不可になっていることを確認してください。これは、`java.compiler=NONE` プロパティーを使っても行えます。デバッグ中に JIT が実行されている場合、予期しない結果が起きることがあります。

Java 仮想マシンを呼び出すまで BCI ジョブが待機するかどうかを制御するこの変数の詳細については、QIBM_CHILD_JOB_SNDINQMSG 環境変数を参照してください。

QIBM_CHILD_JOB_SNDINQMSG 環境変数: QIBM_CHILD_JOB_SNDINQMSG 環境変数は、 Java(TM) 仮想マシンが実行されるバッチ即時 (BCI) ジョブが、 JVM が起動されるまで待機するかどうかを制御する変数です。

「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドの実行時に環境変数を 1 に設定すると、メッセージがユーザーのメッセージ待ち行列に送られます。このメッセージは、BCI ジョブ内で Java 仮想マシンが開始される前に送られます。このメッセージは次のような形式です。

```
Spawned (child) process 023173/JOB/QJVACMDSRV is stopped (G C)
```

このメッセージを表示するには、SYSREQ と入力して、オプション 4 を選択します。

このメッセージに対する応答が入力されるまで BCI ジョブが待機します。 (G) という応答で Java 仮想マシンが起動します。

メッセージに応答する前に、 BCI ジョブが呼び出す *SRVPGM または *PGM で停止点を設定できます。

注: この時点では Java 仮想マシンが起動していないため、 Java クラスに停止点を設定することはできません。

カスタム・クラス・ローダーを通してロードされた Java クラスをデバッグする

» iSeries サーバー上で実行する Java プログラムをデバッグする最も簡単な方法は、 IBM iSeries System Debugger を使用することです。 IBM iSeries System Debugger は、 iSeries サーバーのデバッグ機能をより使いやすくするグラフィカル・ユーザー・インターフェースを提供します。

iSeries System Debugger を使用して、iSeries サーバー上で実行する Java プログラムをデバッグおよびテストする方法について詳しくは、 IBM iSeries System Debuggerを参照してください。 «

サーバーの対話式画面を使用して、カスタム・クラス・ローダーを通してロードされたクラスをデバッグするには、以下の手順のようにします。

1. ソース・コードが含まれているディレクトリー、またはパッケージ修飾クラスの場合はそのパッケージ名の開始ディレクトリーを DEBUGSOURCEPATH 環境変数に設定する。

   たとえば、カスタム・クラス・ローダーが /MYDIR の下にあるクラスをロードする場合は、次のようにします。

   ```
   ADDENVVAR ENVVAR(DEBUGSOURCEPATH) VALUE('/MYDIR')
   ```

2. 「モジュール・ソースの表示」画面からデバッグ・ビューにそのクラスを追加する。

   そのクラスが既に Java(TM) 仮想マシン (JVM) にロードされている場合は、通常のように *CLASS を追加し、デバッグするソース・コードを表示します。

   たとえば、pkg1/test14/class のソースを表示するには、次のように入力します。

   ```
   Opt     Program/module     Library        Type
   1       pkg1.test14_       *LIBL          *CLASS
   ```

   クラスが JVM にロードされていない場合は、前述と同様の手順で *CLASS を追加してください。その結果、「**Java クラス・ファイルが使用できません。(Java class file not available)**」 というメッセージが表示されます。ここで、プログラム処理を再開します。指定された名前と合致するクラスの任意のメソッドが入力されると、JVM は自動的に停止します。そのクラスのソース・コードが表示され、デバッグが可能になります。

デバッグ・サーブレット

デバッグ・サーブレットは、カスタム・クラス・ローダーを通してロードされるデバッグ・クラスの特殊なケースです。サーブレットは、IBM HTTP サーバーの Java(TM) ランタイム上で実行されます。サーブレットのデバッグには、いくつかの方法があります。

» iSeries サーバー上で実行する Java プログラムおよびサーブレットをデバッグする最も簡単な方法は、IBM iSeries System Debugger を使用することです。 IBM iSeries System Debugger は、 iSeries サーバーのデバッグ機能をより使いやすくするグラフィカル・ユーザー・インターフェースを提供します。

iSeries System Debugger を使用して、 iSeries サーバー上で実行する Java プログラムおよびサーブレットをデバッグおよびテストする方法について詳しくは、 IBM iSeries System Debuggerを参照してください。
«

サーブレットをデバッグするもう 1 つの方法は、 カスタム・クラス・ローダーを通してロードされた Java クラスをデバッグするにある方法に従うことです。

また、以下のステップを実行することにより、サーバーの対話式画面を使用してサーブレットをデバッグすることもできます。

1. Qshell インタープリターで `javac -g` コマンドを使用して、サーブレットをコンパイルします。
2. ソース・コード (.java ファイル) とコンパイル済みコード (.class ファイル) を /QIBM/ProdData/Java400 にコピーします。
3. 最適化レベル 10, OPTIMIZE(10) を使用して、 .class ファイルに対して Java プログラムの作成 (CRTJVAPGM) コマンドを実行します。
4. サーバーを開始します。
5. サーブレットを実行するジョブで「サービス・ジョブ開始 (STRSRVJOB)」コマンドを実行します。
6. STRDBG CLASS(myServlet) を実行します。myServlet はサーブレットの名前です。ソースが表示されるはずです。
7. サーブレットに停止点を設定して F12 を押します。
8. サーブレットを実行します。サーブレットが停止点に達しても、デバッグを継続できます。

Java プラットフォーム・デバッガーのアーキテクチャー

Java(TM) Platform Debugger Architecture (JPDA) は、次の 3 つの部分から構成されています。

- 『Java Virtual Machine Debug Interface』
- 272 ページの『Java Debug Wire Protocol』
- 272 ページの『Java Debug Interface』

JPDA の 3 つの部分はすべて、デバッグ操作を実行するために JDWP を使用するデバッガーのフロントエンドを使用可能にします。デバッガー・フロントエンドは、リモート側で実行することもできますし、iSeries アプリケーションとして実行することもできます。

使用可能なデバッグ・フィーチャーについて詳しくは、 フルスピード・デバッグを参照してください。

Java Virtual Machine Debug Interface: Java(TM) 2 SDK (J2SDK), Standard Edition バージョン 1.2 以降において、 Java Virtual Machine Debug Interface (JVMDI) は、 Sun Microsystems, Inc. のプラットフォーム・アプリケーション・プログラム・インターフェース (API) の一部です。 JVMDI を使用すると、誰でも iSeries C コードで iSeries サーバー用の Java デバッガーを作成することができます。デバッガーでは、JVMDI インターフェースを使用するため、 Java 仮想マシンの内部構造を認識する必要はありません。 JVMDI は、Java 仮想マシンに最も近い、JPDA の最低レベルのインターフェースです。

デバッガーは、Java 仮想マシンと同じマルチスレッド対応ジョブで実行されます。デバッガーは、Java ネイティブ・インターフェース (JNI) の呼び出し API を使用して、 Java 仮想マシンを作成します。その後、ユーザー・クラスの main メソッドの先頭にフックを置き、 main メソッドを呼び出します。 main メソッドが開始されると、フックがヒットされ、デバッグが開始されます。停止点の設定、ステップ実行、変数の表示、および変数の変更など、一般的なデバッグ機能が使用可能です。

デバッガーは、Java 仮想マシンが実行されているジョブと、ユーザー・インターフェースを処理するジョブの間の通信を処理します。このユーザー・インターフェースは、iSeries サーバーまたは別のシステムにあります。

QSYS ライブラリーに存在する QJVAJVMDI というサービス・プログラムは、 JVMDI 機能をサポートします。

Java Debug Wire Protocol: Java Debug Wire Protocol (JDWP) は、デバッガー・プロセスと JVMDI の間の定義済み通信プロトコルです。 JDWP はリモート・システムから使用することもできますし、ローカル・ソケットを介して使用することもできます。これは、JVMDI から取り外された 1 つの階層ですが、より複雑なインターフェースです。

JDWP を QShell で開始する: JDWP を開始して Java クラス SomeClass を実行するには、QShell で次のコマンドを入力してください。

```
java -interpret -Xrunjdwp:transport=dt_socket,
address=8000,server=y,suspend=n SomeClass
```

この例では、JDWP は TCP/IP ポート 8000 上でリモート・デバッガーからの接続を listen しますが、任意のポート番号を使用できます。 dt_socket は JDWP トランスポートを処理する SRVPGM の名前で変わることはできません。

-Xrunjdwp で使用できる追加のオプションについては、 Sun Microsystems, Inc. の Sun VM Invocation Options を参照してください。

JDWP を CL コマンド行から開始する: -Xrun オプションを CL コマンドで使用するために、os400.xrun.option プロパティーを、 QShell コマンド行で使用したのと同じストリングになるように定義できます。 JDWP を開始して Java クラス SomeClass を実行するには、次のコマンドを入力してください。

```
JAVA CLASS(SomeClass) INTERPRET(*YES)
PROP((os400.xrun.option 'jdwp:transport=dt_socket,address=8000,
server=y,suspend=n'))
```

» 直接実行コードに対して JVMDI を使用することはお勧めしません。アプリケーションをインタープリターを使用して実行するか、あるいは、Just-In_Time (JIT) コンパイラーとフルスピード・デバッグを使用する必要があります。 «

Java Debug Interface: Java Debug Interface (JDI) は、ツール開発用に用意されているハイレベル Java 言語インターフェースです。 JDI では、Java クラス定義を使用することで、JVMDI および JDWP の複雑さが隠されています。 JDI は rt.jar ファイルに入っているので、デバッガーのフロントエンドは、 Java がインストールされているすべてのプラットフォーム上に存在することになります。

Java 用のデバッガーを作成する場合、JDI は最も単純なインターフェースであり、コードはプラットフォームに依存していないので、JDI を使用してください。

JDPA の詳細については、Sun Microsystems, Inc. の Java Platform Debugger Architecture Overview を参照してください。

フルスピード・デバッグ: iSeries Java 仮想マシン (JVM) は現在「フルスピード・デバッグ」をサポートしています。 v5r3 より前は、デバッグを使用可能にすると、Just-In-Time (JIT) コンパイラーが使用できなくなりました。多くのメソッドは、低速のインタープリターを使用して実行しなければならなかったため、アプリケーション・パフォーマンスが低下することになりました。この大きなパフォーマンスの低下は、デバッグを開始したいポイントに到達するまでに何日もかかることがあるアプリケーションにとって特に問題でした。

フルスピード・デバッグでは、停止点の設定、コードのステップ実行、およびローカル変数の表示などといった、最も一般的なデバッグ・アクティビティーを実行する機能を失うことなく、 JIT コンパイル・コードのすべてのパフォーマンス上の利点を活用してアプリケーションを実行することができます。

フルスピード・デバッグでは、メソッドを JIT でコンパイルできるので、デバッグに関して 2 つの制限があります。

- 呼び出し元がコンパイル済みコードである場合、戻りステートメントでのステップ実行操作が機能しません。
- 監視ポイントは、監視対象フィールドを変更する非コンパイル・メソッドでのみトリガーします。

注: このフィーチャーは、 Java Debug Wire Protocol (JDWP) を使用してデバッグ操作を実行するデバッガーでのみサポートされます。システム・デバッガーは現在はフルスピード・デバッグをサポートしていません。 «

メモリー・リークを検出する

» プログラムの実行時間が長くなるとパフォーマンスが低下する場合は、誤ってメモリー・リークがコーディングされている可能性があります。 Java Watcher を使用すれば、時間を追って Java アプリケーション・ヒープ分析とオブジェクト作成プロファイルの作成を行うことにより、プログラムをデバッグして、メモリー・リークを検出することができます。

詳しくは、JavaWatcher を参照してください。 «

「Java 仮想マシンの分析 (ANZJVM)」制御言語 (CL) コマンドを使用してオブジェクト・リークを検出することもできます。 ANZJVM は、指定された時間間隔でガーベッジ・コレクション・ヒープのコピーを取ることにより、オブジェクト・リークを検出します。オブジェクト・リークを検出するには、ヒープ内のそれぞれのクラスのインスタンスの数を確認します。インスタンス数が異常に多くなっているクラスがあれば、そのクラスでリークが発生している可能性があります。

また、ガーベッジ・コレクション・ヒープの 2 つのコピーの間での、各クラスのインスタンスの数の変化にも注意します。あるクラスのインスタンス数が継続して増加し続けている場合は、そのクラスでリークが発生している可能性があります。 2 つのコピーの時間間隔を広げていくと、そのオブジェクトが実際にリークを発生させている可能性が高くなります。 ANZJVM を一連の回数で長い時間間隔で実行させると、どこでリークが発生しているか、高い確度で診断することが可能になります。

---

iSeries Java 開発キット (JDK) のコード例

以下に、iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) のコード例の一覧を示します。

コードの特記事項情報

IBM は、お客様に、すべてのプログラム・コードのサンプルを使用することができる非独占的な著作使用権を許諾します。お客様は、このサンプル・コードから、お客様独自の特別のニーズに合わせた類似のプログラムを作成することができます。

すべてのサンプル・コードは、例として示す目的でのみ、IBM により提供されます。このサンプル・プログラムは、あらゆる条件下における完全なテストを経ていません。従って、IBM は、これらのサンプル・プログラムについて信頼性、利便性もしくは機能性があることをほのめかしたり、保証することはできません。

ここに含まれるすべてのプログラムは、現存するままの状態で提供され、いかなる保証も適用されません。商品性の保証、特定目的適合性の保証および法律上の瑕疵担保責任の保証の適用も一切ありません。

国際化対応

- DateFormat
- NumberFormat
- ResourceBundle

JDBC
- Access プロパティー
- Blob
- CallableStatement インターフェース
- 他のステートメントのカーソルを介してステートメントで値を変更する
- Clob
- UDBDataSource を作成し、JNDI を使用してバインドする
- UDBDataSource を作成し、ユーザー ID とパスワードを取得する
- UDBDataSourceBind を作成し、DataSource プロパティーを設定する
- DatabaseMetaData インターフェース
- UDBDataSource を作成し、JNDI を使用してバインドする
- Datalink
- 特殊タイプ
- 組み込み SQL ステートメント
- トランザクションを終了する
- 無効なユーザー ID とパスワード
- JDBC
- 単一のトランザクション上で動作する複数の接続
- UDBDataSource をバインディングする前に初期コンテキストを取得する
- ParameterMetaData
- 他のステートメントのカーソルを介してテーブルからデータを除去する
- ResultSet インターフェース
- ResultSet の感度
- 感知および非感知の ResultSet
- UDBDataSource および UDBConnectionPoolDataSource で接続プーリングをセットアップする
- SQLException
- トランザクションを中断および再開する
- 中断された ResultSet
- 接続プーリングのパフォーマンスをテストする
- 2 つの DataSource のパフォーマンスをテストする
- BLOB を更新する
- CLOB を更新する
- 複数のトランザクションで単一の接続を使用する
- BLOB を使用する
- CLOB を使用する
- 109 ページの『DB2CachedRowSet プロパティーと DataSources を使用する』

- 110 ページの『DB2CachedRowSet プロパティーと JDBC URL を使用する』
- トランザクションを処理するために JTA を使用する
- 複数の列を持ったメタデータ ResultSet を使用する
- ネイティブ JDBC と IBM Toolbox for Java JDBC を同時に使用する
- ResultSet を取得するために PreparedStatement を使用する
- 111 ページの『execute(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する』
- 111 ページの『execute(int) メソッドを使って、データベース要求をグループ化する』
- 109 ページの『populate メソッドを使用する』
- 110 ページの『setConnection(Connection) メソッドを使って、既存のデータベース接続を使用する』
- Statement オブジェクトの executeUpdate メソッドを使用する

Java Authentication and Authorization Service
- JAAS HelloWorld サンプル
- JAAS SampleThreadSubjectLogin サンプル

Java Generic Security Service
- 非 JAAS クライアントのサンプル・プログラム
- 非 JAAS サーバーのサンプル・プログラム
- JAAS 対応クライアントのサンプル・プログラム
- JAAS 使用可能サーバー・プログラムのサンプル

Java Secure Sockets Extension
- SSLContext オブジェクトを使用した SSL クライアントおよびサーバー

Java と他のプログラム言語
- CL プログラムを呼び出す
- CL コマンドを呼び出す
- 他の Java プログラムを呼び出す
- C から Java を呼び出す
- RPG から Java を呼び出す
- 入出力ストリーム
- 呼び出し API
- Java 用の OS/400 PASE ネイティブ・メソッド
- ソケット
- ネイティブ・メソッドのために Java ネイティブ・インターフェースを使用する

パフォーマンス測定ツール
- Java パフォーマンス・データ・コンバーター

SQLJ
- SQL ステートメントを Java アプリケーションに組み込む

Secure Socket Layer
- ソケット・ファクトリー

- サーバー・ソケット・ファクトリー
- Secure Socket Layer
- Secure Socket Layer サーバー

例: java.util.DateFormat クラスを使用して日付を国際化する

この例では、ロケールを使用して日付を形式化する方法を示します。

例 1: 日付を国際化するための java.util.DateFormat クラスの使用

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//************************
// File: DateExample.java
//************************

import java.text.*;
import java.util.*;
import java.util.Date;

public class DateExample {

   public static void main(String args[]) {

     // Get the Date
     Date now = new Date();

     // Get date formatters for default, German, and French locales
     DateFormat theDate = DateFormat.getDateInstance(DateFormat.LONG);
     DateFormat germanDate = DateFormat.getDateInstance(DateFormat.LONG, Locale.GERMANY);
     DateFormat frenchDate = DateFormat.getDateInstance(DateFormat.LONG, Locale.FRANCE);

     // Format and print the dates
     System.out.println("Date in the default locale: " + theDate.format(now));
     System.out.println("Date in the German locale : " + germanDate.format(now));
     System.out.println("Date in the French locale : " + frenchDate.format(now));
   }
}
```

詳細については、国際化 Java(TM) プログラムを作成するを参照してください。

例: java.util.NumberFormat クラスを使用して数値表示を国際化する

この例では、ロケールを使用して数値を形式化する方法を示します。

例 1: 数値出力を国際化するための java.util.NumberFormat クラスの使用

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//*************************
// File: NumberExample.java
//*************************

 import java.lang.*;
 import java.text.*;
 import java.util.*;

 public class NumberExample {

     public static void main(String args[]) throws NumberFormatException {

       // The number to format
       double number = 12345.678;
```

```
        // Get formatters for default, Spanish, and Japanese locales
        NumberFormat defaultFormat = NumberFormat.getInstance();
        NumberFormat spanishFormat = NumberFormat.getInstance(new
 Locale("es", "ES"));
        NumberFormat japaneseFormat = NumberFormat.getInstance(Locale.JAPAN);

        // Print out number in the default, Spanish, and Japanese formats
        // (Note: NumberFormat is not necessary for the default format)
        System.out.println("The number formatted for the default locale; " +
                           defaultFormat.format(number));
        System.out.println("The number formatted for the Spanish locale; " +
                           spanishFormat.format(number));
        System.out.println("The number formatted for the Japanese locale; " +
                           japaneseFormat.format(number));
    }
 }
```

詳細については、国際化 Java(TM) プログラムを作成するを参照してください。

例: java.util.ResourceBundle クラスを使用してロケール固有データを国際化する

この例では、リソース・バンドルとともにロケールを使用して、プログラム・ストリングを国際化する方法を示します。

ResourceBundleExample プログラムが意図されたとおりに機能するためには、以下のプロパティー・ファイルが必要です。

RBExample.properties の内容

Hello.text=Hello

RBExample_de.properties の内容

Hello.text=Guten Tag

RBExample_fr_FR.properties の内容

Hello.text=Bonjour

例 1: ロケール固有データを国際化するための java.util.ResourceBundle クラスの使用

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//*********************************
// File: ResourceBundleExample.java
//*********************************

import java.util.*;

public class ResourceBundleExample {
   public static void main(String args[]) throws MissingResourceException {

     String resourceName = "RBExample";
     ResourceBundle rb;

     // Default locale
     rb = ResourceBundle.getBundle(resourceName);
     System.out.println("Default : " + rb.getString("Hello" + ".text"));

     // Request a resource bundle with explicitly specified locale
     rb = ResourceBundle.getBundle(resourceName, Locale.GERMANY);
     System.out.println("German : " + rb.getString("Hello" + ".text"));

     // No property file for China in this example... use default
```

```
     rb = ResourceBundle.getBundle(resourceName, Locale.CHINA);
     System.out.println("Chinese : " + rb.getString("Hello" + ".text"));

     // Here is another way to do it...
     Locale.setDefault(Locale.FRANCE);
     rb = ResourceBundle.getBundle(resourceName);
     System.out.println("French : " + rb.getString("Hello" + ".text"));

     // No property file for China in this example... use default, which is now fr_FR.
     rb = ResourceBundle.getBundle(resourceName, Locale.CHINA);
     System.out.println("Chinese : " + rb.getString("Hello" + ".text"));
   }
}
```

詳細については、国際化 Java(TM) プログラムを作成するを参照してください。

例: Access プロパティー

以下に、Access プロパティーの使用法の例を示します。

例: Access プロパティー

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Note: This program assumes directory cujosql exists.
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import javax.naming.*;

public class AccessPropertyTest {
    public String url = "jdbc:db2:*local";
    public Connection connection = null;

    public static void main(java.lang.String[] args)
    throws Exception
    {
        AccessPropertyTest test = new AccessPropertyTest();

        test.setup();

        test.run();
        test.cleanup();
    }


/**
Set up the DataSource used in the testing.
**/
    public void setup()
    throws Exception
    {
        Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");

        connection = DriverManager.getConnection(url);
        Statement s = connection.createStatement();
        try {
            s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.TEMP");
        } catch (SQLException e) { // Ignore it - it doesn't exist
        }

        try {
            String sql = "CREATE PROCEDURE CUJOSQL.TEMP "
                  + " LANGUAGE SQL SPECIFIC CUJOSQL.TEMP "
                  + " MYPROC: BEGIN"
                  + "   RETURN 11;"
                  + " END MYPROC";
```

```
        s.executeUpdate(sql);
    } catch (SQLException e) {
        // Ignore it - it exists.
    }
    s.executeUpdate("create table cujosql.temp (col1 char(10))");
    s.executeUpdate("insert into cujosql.temp values ('compare')");
    s.close();
}


public void resetConnection(String property)
throws SQLException
{
    if (connection != null)
        connection.close();

    connection = DriverManager.getConnection(url + ";access=" + property);
}


public boolean canQuery() {
    Statement s = null;
    try {
        s = connection.createStatement();
        ResultSet rs = s.executeQuery("SELECT * FROM cujosql.temp");
        if (rs == null)
            return false;

        rs.next();

        if (rs.getString(1).equals("compare   "))
            return true;

        return false;

    } catch (SQLException e) {
        // System.out.println("Exception: SQLState(" +
        //                    e.getSQLState() + ") " + e + " (" + e.getErrorCode() + ")");
        return false;
    } finally {
        if (s != null) {
            try {
                s.close();
            } catch (Exception e) {
                // Ignore it.
            }
        }
    }
}


public boolean canUpdate() {
    Statement s = null;
    try {
        s = connection.createStatement();
        int count = s.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.TEMP VALUES('x')");
        if (count != 1)
            return false;

        return true;

    } catch (SQLException e) {
        //System.out.println("Exception: SQLState(" +
        //                   e.getSQLState() + ") " + e + " (" + e.getErrorCode() + ")");
        return false;
    } finally {
        if (s != null) {
```

```
            try {
                s.close();
            } catch (Exception e) {
                // Ignore it.
            }
        }
    }
}


public boolean canCall() {
    CallableStatement s = null;
    try {
        s = connection.prepareCall("? = CALL CUJOSQL.TEMP()");
        s.registerOutParameter(1, Types.INTEGER);
        s.execute();
        if (s.getInt(1) != 11)
            return false;

        return true;

    } catch (SQLException e) {
        //System.out.println("Exception: SQLState(" +
        //                   e.getSQLState() + ") " + e + " (" + e.getErrorCode() + ")");
        return false;
    } finally {
        if (s != null) {
            try {
                s.close();
            } catch (Exception e) {
                // Ignore it.
            }
        }
    }
}


public void run()
throws SQLException
{
    System.out.println("Set the connection access property to read only");
    resetConnection("read only");

    System.out.println("Can run queries  -->" + canQuery());
    System.out.println("Can run updates  -->" + canUpdate());
    System.out.println("Can run sp calls -->" + canCall());

    System.out.println("Set the connection access property to read call");
    resetConnection("read call");

    System.out.println("Can run queries  -->" + canQuery());
    System.out.println("Can run updates  -->" + canUpdate());
    System.out.println("Can run sp calls -->" + canCall());

    System.out.println("Set the connection access property to all");
    resetConnection("all");

    System.out.println("Can run queries  -->" + canQuery());
    System.out.println("Can run updates  -->" + canUpdate());
    System.out.println("Can run sp calls -->" + canCall());

}


public void cleanup() {
    try {
        connection.close();
```

```
        } catch (Exception e) {
            // Ignore it.
        }
    }
}
```

例: BLOB

以下は、 BLOB をデータベースに書き込んだり、データベースから検索したりする方法の例です。

例: BLOB

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//////////////////////////////////////
// PutGetBlobs is an example application
// that shows how to work with the JDBC
// API to obtain and put BLOBs to and from
// database columns.
//
// The results of running this program
// are that there are two BLOB values
// in a new table. Both are identical
// and contain 500k of random byte
// data.
//////////////////////////////////////
import java.sql.*;
import java.util.Random;

public class PutGetBlobs {
   public static void main(String[] args)
   throws SQLException
   {
       // Register the native JDBC driver.
       try {
          Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
      } catch (Exception e) {
          System.exit(1);  // Setup error.
      }

      // Establish a Connection and Statement with which to work.
      Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
      Statement s = c.createStatement();

      // Clean up any previous run of this application.
      try {
          s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.BLOBTABLE");
      } catch (SQLException e) {
          // Ignore it - assume the table did not exist.
      }

      // Create a table with a BLOB column. The default BLOB column
      // size is 1 MB.
      s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.BLOBTABLE (COL1 BLOB)");

      // Create a PreparedStatement object that allows you to put
      // a new Blob object into the database.
      PreparedStatement ps = c.prepareStatement("INSERT INTO CUJOSQL.BLOBTABLE VALUES(?)");

      // Create a big BLOB value...
      Random random = new Random ();
      byte [] inByteArray = new byte[500000];
      random.nextBytes (inByteArray);

      // Set the PreparedStatement parameter. Note: This is not
      // portable to all JDBC drivers. JDBC drivers do not have
```

```
      // support when using setBytes for BLOB columns. This is used to
      // allow you to generate new BLOBs. It also allows JDBC 1.0
      // drivers to work with columns containing BLOB data.
      ps.setBytes(1, inByteArray);

      // Process the statement, inserting the BLOB into the database.
      ps.executeUpdate();

      // Process a query and obtain the BLOB that was just inserted out
      // of the database as a Blob object.
      ResultSet rs = s.executeQuery("SELECT * FROM CUJOSQL.BLOBTABLE");
      rs.next();
      Blob blob = rs.getBlob(1);


      // Put that Blob back into the database through
      // the PreparedStatement.
      ps.setBlob(1, blob);
      ps.execute();

      c.close(); // Connection close also closes stmt and rs.
   }
}
```

例: iSeries Java 開発キット (JDK) 用の CallableStatement インターフェース

次に、CallableStatement インターフェースの使用法の例を示します。

例: CallableStatement インターフェース

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Connect to iSeries server.
Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2://mySystem");

// Create the CallableStatement object.
// It precompiles the specified call to a stored procedure.
// The question marks indicate where input parameters must be set and
// where output parameters can be retrieved.
// The first two parameters are input parameters, and the third parameter is an output parameter.
CallableStatement cs = c.prepareCall("CALL MYLIBRARY.ADD (?, ?, ?)");

// Set input parameters.
cs.setInt (1, 123);
cs.setInt (2, 234);

// Register the type of the output parameter.
cs.registerOutParameter (3, Types.INTEGER);

// Run the stored procedure.
cs.execute ();

// Get the value of the output parameter.
int sum = cs.getInt (3);

// Close the CallableStatement and the Connection.
cs.close();
c.close();
```

詳しくは、CallableStatementsを参照してください。

例: 他のステートメントのカーソルを介してテーブルから値を除去する

以下は、他のステートメントのカーソルを介してテーブルから値を除去する方法の例です。

例: 他のステートメントのカーソルを介してテーブルから値を除去する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;

public class UsingPositionedDelete {
    public Connection connection = null;
    public static void main(java.lang.String[] args) {
        UsingPositionedDelete test = new UsingPositionedDelete();

        test.setup();
        test.displayTable();

        test.run();
        test.displayTable();

        test.cleanup();
    }



/**
Handle all the required setup work.
**/
    public void setup() {
        try {
            // Register the JDBC driver.
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");

            connection = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

            Statement s = connection.createStatement();
            try {
                s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.WHERECUREX");
            } catch (SQLException e) {
                // Ignore problems here.
            }

            s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.WHERECUREX ( " +
                            "COL_IND INT, COL_VALUE CHAR(20)) ");

            for (int i = 1; i <= 10; i++) {
                s.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.WHERECUREX VALUES(" + i + ", 'FIRST')");
            }

            s.close();

        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: " + e.getMessage());
            e.printStackTrace();
        }
    }


/**
In this section, all the code to perform the testing should
be added. If only one connection to the database is needed,
the global variable 'connection' can be used.
**/
    public void run() {
        try {
            Statement stmt1 = connection.createStatement();
```

```
            // Update each value using next().
            stmt1.setCursorName("CUJO");
            ResultSet rs = stmt1.executeQuery ("SELECT * FROM CUJOSQL.WHERECUREX " +
                                               "FOR UPDATE OF COL_VALUE");

            System.out.println("Cursor name is " + rs.getCursorName());

            PreparedStatement stmt2 = connection.prepareStatement
                                      ("DELETE FROM " + " CUJOSQL.WHERECUREX WHERE CURRENT OF " +
                                      rs.getCursorName ());


            // Loop through the ResultSet and update every other entry.
            while (rs.next ()) {
                if (rs.next())
                    stmt2.execute ();
            }


            // Clean up the resources after they have been used.
            rs.close ();
            stmt2.close ();


        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: ");
            e.printStackTrace();
        }
    }



/**
In this section, put all clean-up work for testing.
**/
    public void cleanup() {
        try {
            // Close the global connection opened in setup().
            connection.close();

        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: ");
            e.printStackTrace();
        }
    }



/**
Display the contents of the table.
**/
    public void displayTable()
    {
        try {
            Statement s = connection.createStatement();
            ResultSet rs = s.executeQuery ("SELECT * FROM CUJOSQL.WHERECUREX");

            while (rs.next ()) {
                System.out.println("Index " + rs.getInt(1) + " value " + rs.getString(2));
            }

            rs.close ();
            s.close();
            System.out.println("----------------------------------------");
        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: ");
```

```
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

例: CLOB

以下は、 CLOB をデータベースに書き込んだり、データベースから検索したりする方法の例です。

例: CLOB

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
////////////////////////////////////////
// PutGetClobs is an example application
// that shows how to work with the JDBC
// API to obtain and put CLOBs to and from
// database columns.
//
// The results of running this program
// are that there are two CLOB values
// in a new table. Both are identical
// and contain about 500k of repeating
// text data.
////////////////////////////////////////
import java.sql.*;

public class PutGetClobs {
   public static void main(String[] args)
   throws SQLException
   {
       // Register the native JDBC driver.
       try {
          Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
      } catch (Exception e) {
          System.exit(1);  // Setup error.
      }

      // Establish a Connection and Statement with which to work.
      Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
      Statement s = c.createStatement();

      // Clean up any previous run of this application.
      try {
          s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.CLOBTABLE");
      } catch (SQLException e) {
          // Ignore it - assume the table did not exist.
      }

      // Create a table with a CLOB column. The default CLOB column
      // size is 1 MB.
      s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.CLOBTABLE (COL1 CLOB)");

      // Create a PreparedStatement object that allow you to put
      // a new Clob object into the database.
      PreparedStatement ps = c.prepareStatement("INSERT INTO CUJOSQL.CLOBTABLE VALUES(?)");

      // Create a big CLOB value...
      StringBuffer buffer = new StringBuffer(500000);
      while (buffer.length() < 500000) {
          buffer.append("All work and no play makes Cujo a dull boy.");
      }
      String clobValue = buffer.toString();

      // Set the PreparedStatement parameter. This is not
      // portable to all JDBC drivers. JDBC drivers do not have
```

```
      // to support setBytes for CLOB columns. This is done to
      // allow you to generate new CLOBs. It also
      // allows JDBC 1.0 drivers a way to work with columns containing
      // Clob data.
      ps.setString(1, clobValue);

      // Process the statement, inserting the clob into the database.
      ps.executeUpdate();

      // Process a query and get the CLOB that was just inserted out of the
      // database as a Clob object.
      ResultSet rs = s.executeQuery("SELECT * FROM CUJOSQL.CLOBTABLE");
      rs.next();
      Clob clob = rs.getClob(1);


      // Put that Clob back into the database through
      // the PreparedStatement.
      ps.setClob(1, clob);
      ps.execute();

      c.close(); // Connection close also closes stmt and rs.
   }
}
```

例: UDBDataSource を作成して JNDI でバインドする

次に、UDBDataSource を作成し、それを JNDI でバインドする方法の例を示します。

例: UDBDataSource を作成して JNDI でバインドする

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Import the required packages. At deployment time,
// the JDBC driver-specific class that implements
// DataSource must be imported.
import java.sql.*;
import javax.naming.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.UDBDataSource;

public class UDBDataSourceBind
{
    public static void main(java.lang.String[] args)
    throws Exception
    {
        // Create a new UDBDataSource object and give it
        // a description.
        UDBDataSource ds = new UDBDataSource();
        ds.setDescription("A simple UDBDataSource");

        // Retrieve a JNDI context. The context serves
        // as the root for where objects are bound or
        // found in JNDI.
        Context ctx = new InitialContext();

        // Bind the newly created UDBDataSource object
        // to the JNDI directory service, giving it a name
        // that can be used to look up this object again
        // at a later time.
        ctx.rebind("SimpleDS", ds);
    }
}
```

例: UDBDataSource の作成、およびユーザー ID とパスワードの取得

以下は、UDBDataSource を作成し、実行時に getConnection メソッドを使用してユーザー ID とパスワードを取得する方法の例です。

例: UDBDataSource の作成、およびユーザー ID とパスワードの取得

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/// Import the required packages. There is
// no driver-specific code needed in runtime
// applications.
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import javax.naming.*;

public class UDBDataSourceUse2
{
    public static void main(java.lang.String[] args)
    throws Exception
    {
        // Retrieve a JNDI context. The context serves
        // as the root for where objects are bound or
        // found in JNDI.
        Context ctx = new InitialContext();

        // Retrieve the bound UDBDataSource object using the
        // name with which it was previously bound. At runtime,
        // only the DataSource interface is used, so there
        // is no need to convert the object to the UDBDataSource
        // implementation class. (There is no need to know
        // what the implementation class is. The logical JNDI name
        // is only required).
        DataSource ds = (DataSource) ctx.lookup("SimpleDS");


        // Once the DataSource is obtained, it can be used to establish
        // a connection. The user profile cujo and password newtiger
        // used to create the connection instead of any default user
        // ID and password for the DataSource.
        Connection connection = ds.getConnection("cujo", "newtiger");

        // The connection can be used to create Statement objects and
        // update the database or process queries as follows.
        Statement statement = connection.createStatement();
        ResultSet rs = statement.executeQuery("select * from qsys2.sysprocs");
        while (rs.next()) {
            System.out.println(rs.getString(1) + "." + rs.getString(2));
        }

        // The connection is closed before the application ends.
        connection.close();
    }
}
```

例: UDBDataSourceBind を作成して DataSource プロパティーを設定する

次に、UDBDataSource を作成し、DataSource のプロパティーとしてユーザー ID とパスワードを設定する方法の例を示します。

例: UDBDataSourceBind を作成して DataSource プロパティーを設定する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Import the required packages. At deployment time,
// the JDBC driver-specific class that implements
// DataSource must be imported.
import java.sql.*;
import javax.naming.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.UDBDataSource;

public class UDBDataSourceBind2
{
    public static void main(java.lang.String[] args)
    throws Exception
    {
        // Create a new UDBDataSource object and give it
        // a description.
        UDBDataSource ds = new UDBDataSource();
        ds.setDescription("A simple UDBDataSource "  +
                          "with cujo as the default " +
                          "profile to connect with.");

        // Provide a user ID and password to be used for
        // connection requests.
        ds.setUser("cujo");
        ds.setPassword("newtiger");

        // Retrieve a JNDI context. The context serves
        // as the root for where objects are bound or
        // found in JNDI.
        Context ctx = new InitialContext();

        // Bind the newly created UDBDataSource object
        // to the JNDI directory service, giving it a name
        // that can be used to look up this object again
        // at a later time.
        ctx.rebind("SimpleDS2", ds);
    }
}
```

例: iSeries Java 開発キット (JDK) 用の DatabaseMetaData インターフェース

次の例は、テーブルのリストを戻す方法を示しています。

例 1: テーブルのリストを戻す

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Connect to iSeries server.
Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:mySystem");

// Get the database meta data from the connection.
DatabaseMetaData dbMeta = c.getMetaData();

// Get a list of tables matching this criteria.
String catalog = "myCatalog";
String schema = "mySchema";
String table  = "myTable%"; // % indicates search pattern
String types[] = {"TABLE", "VIEW", "SYSTEM TABLE"}:
ResultSet rs = dbMeta.getTables(catalog, schema, table, types);

// ... iterate through the ResultSet to get the values.

// Close the connection.
c.close():
```

詳細については、 iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) 用の DatabaseMetaData インターフェースを参照してください。

例: Datalink

以下は、アプリケーションでの Datalink の使用法の例です。

例: Datalink

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
////////////////////////////////////////
// PutGetDatalinks is an example application
// that shows how to use the JDBC
// API to handle datalink database columns.
////////////////////////////////////////
import java.sql.*;
import java.net.URL;
import java.net.MalformedURLException;

public class PutGetDatalinks {
    public static void main(String[] args)
    throws SQLException
    {
        // Register the native JDBC driver.
        try {
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
        } catch (Exception e) {
            System.exit(1);  // Setup error.
        }

        // Establish a Connection and Statement with which to work.
        Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
        Statement s = c.createStatement();

        // Clean up any previous run of this application.
        try {
            s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.DLTABLE");
        } catch (SQLException e) {
            // Ignore it - assume the table did not exist.
        }

        // Create a table with a datalink column.
        s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.DLTABLE (COL1 DATALINK)");

        // Create a PreparedStatement object that allows you to add
        // a new datalink into the database. Since conversing
        // to a datalink cannot be accomplished directly in the database, you
        // can code the SQL statement to perform the explicit conversion.
        PreparedStatement ps = c.prepareStatement("INSERT INTO CUJOSQL.DLTABLE
                                                   VALUES(DLVALUE( CAST(? AS VARCHAR(100))))");

        // Set the datalink. This URL points you to an article about
        // the new features of JDBC 3.0.
        ps.setString (1, "http://www-106.ibm.com/developerworks/java/library/j-jdbcnew/index.html");

        // Process the statement, inserting the CLOB into the database.
        ps.executeUpdate();

        // Process a query and obtain the CLOB that was just inserted out of the
        // database as a Clob object.
        ResultSet rs = s.executeQuery("SELECT * FROM CUJOSQL.DLTABLE");
        rs.next();
        String datalink = rs.getString(1);
```

```
        // Put that datalink value into the database through
        // the PreparedStatement. Note: This function requires JDBC 3.0
        // support.
        /*
        try {
            URL url = new URL(datalink);
            ps.setURL(1, url);
            ps.execute();
        } catch (MalformedURLException mue) {
            // Handle this issue here.
        }

        rs = s.executeQuery("SELECT * FROM CUJOSQL.DLTABLE");
        rs.next();
        URL url = rs.getURL(1);
        System.out.println("URL value is " + url);
        */

      c.close(); // Connection close also closes stmt and rs.
    }
}
```

例: 特殊タイプ

以下に、特殊タイプの使用法の例を示します。

例: 特殊タイプ

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
////////////////////////////////////////
// This example program shows examples of
// various common tasks that can be done
// with distinct types.
////////////////////////////////////////
import java.sql.*;

public class Distinct {
    public static void main(String[] args)
    throws SQLException
    {
        // Register the native JDBC driver.
        try {
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
        } catch (Exception e) {
            System.exit(1);  // Setup error.
        }

        Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
        Statement s = c.createStatement();

        // Clean up any old runs.
        try {
            s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.SERIALNOS");
        } catch (SQLException e) {
            // Ignore it and assume the table did not exist.
        }

        try {
            s.executeUpdate("DROP DISTINCT TYPE CUJOSQL.SSN");
        } catch (SQLException e) {
            // Ignore it and assume the table did not exist.
        }

        // Create the type, create the table, and insert a value.
        s.executeUpdate("CREATE DISTINCT TYPE CUJOSQL.SSN AS CHAR(9)");
```

```
        s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.SERIALNOS (COL1 CUJOSQL.SSN)");

        PreparedStatement ps = c.prepareStatement("INSERT INTO CUJOSQL.SERIALNOS VALUES(?)");
        ps.setString(1, "399924563");
        ps.executeUpdate();
        ps.close();

        // You can obtain details about the types available with new metadata in
        // JDBC 2.0
        DatabaseMetaData dmd = c.getMetaData();

        int types[] = new int[1];
        types[0] = java.sql.Types.DISTINCT;

        ResultSet rs = dmd.getUDTs(null, "CUJOSQL", "SSN", types);
        rs.next();
        System.out.println("Type name " + rs.getString(3) +
                           " has type " + rs.getString(4));


        // Access the data you have inserted.
        rs = s.executeQuery("SELECT COL1 FROM CUJOSQL.SERIALNOS");
        rs.next();
        System.out.println("The SSN is " + rs.getString(1));

        c.close(); // Connection close also closes stmt and rs.
    }
}
```

例: SQL ステートメントを Java アプリケーションに組み込む

以下の SQLJ アプリケーション例、App.sqlj は、静的 SQL を使用して更新データを DB2 サンプル・データベースの EMPLOYEE テーブルから検索します。

例: SQL ステートメントを Java(TM) アプリケーションに組み込む

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import sqlj.runtime.*;
import sqlj.runtime.ref.*;

#sql iterator App_Cursor1 (String empno, String firstnme) ; // 1 (294ページ)
#sql iterator App_Cursor2 (String) ;

class App
{

  /**********************
   **  Register Driver **
   **********************/

 static
 {
   try
   {
     Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver").newInstance();
```

```
  }
  catch (Exception e)
  {
    e.printStackTrace();
  }
}

 /********************
  **      Main      **
  ********************/

public static void main(String argv[])
{
  try
  {
    App_Cursor1 cursor1;
    App_Cursor2 cursor2;

    String str1 = null;
    String str2 = null;
    long   count1;

    // URL is jdbc:db2:dbname
    String url = "jdbc:db2:sample";

    DefaultContext ctx = DefaultContext.getDefaultContext();
    if (ctx == null)
    {
      try
      {
        // connect with default id/password
        Connection con = DriverManager.getConnection(url);
        con.setAutoCommit(false);
        ctx = new DefaultContext(con);
      }
      catch (SQLException e)
      {
        System.out.println("Error: could not get a default context");
        System.err.println(e) ;
        System.exit(1);
      }
      DefaultContext.setDefaultContext(ctx);
    }

    // retrieve data from the database
    System.out.println("Retrieve some data from the database.");
    #sql cursor1 = {SELECT empno, firstnme FROM employee}; // 2 (294ページ)
```

```
// display the result set
// cursor1.next() returns false when there are no more rows
System.out.println("Received results:");
while (cursor1.next()) // 3 (294ページ)
{
  str1 = cursor1.empno(); // 4 (294ページ)
  str2 = cursor1.firstnme();

  System.out.print (" empno= " + str1);
  System.out.print (" firstname= " + str2);
  System.out.println("");
}
cursor1.close(); // 9 (294ページ)

// retrieve number of employee from the database
#sql { SELECT count(*) into :count1 FROM employee }; // 5 (294ページ)
if (1 == count1)
  System.out.println ("There is 1 row in employee table");
else
  System.out.println ("There are " + count1
                      + " rows in employee table");

// update the database
System.out.println("Update the database.");
#sql { UPDATE employee SET firstnme = 'SHILI' WHERE empno = '000010' };

// retrieve the updated data from the database
System.out.println("Retrieve the updated data from the database.");
str1 = "000010";
#sql cursor2 = {SELECT firstnme FROM employee WHERE empno = :str1}; // 6 (294ページ)

// display the result set
// cursor2.next() returns false when there are no more rows
System.out.println("Received results:");
while (true)
{
  #sql { FETCH :cursor2 INTO :str2 }; // 7 (294ページ)
  if (cursor2.endFetch()) break; // 8 (294ページ)

  System.out.print (" empno= " + str1);
  System.out.print (" firstname= " + str2);
  System.out.println("");
}
cursor2.close(); // 9 (294ページ)

// rollback the update
System.out.println("Rollback the update.");
#sql { ROLLBACK work };
```

```
      System.out.println("Rollback done.");
    }
    catch( Exception e )
    {
      e.printStackTrace();
    }
  }
}
```

1. **反復子を宣言する。** このセクションでは、次の 2 種類の反復子を宣言します。

   App_Cursor1
   列データのタイプおよび名前を宣言して、列名 (列に結び付けられた名前) に応じた列の値を戻します。

   App_Cursor2
   列データのタイプを宣言して、列位置 (列に結び付けられた定位置) に応じた列の値を戻します。
2. **反復子を初期設定する。** 反復子オブジェクト cursor1 が照会の結果を使用して初期設定されます。照会は結果を cursor1 に格納します。
3. **反復子を次の行に進める。** cursor1.next() メソッドは、検索する行がなくなった場合にブール値の偽を戻します。
4. **データを移動する。** 名前付きアクセス機構メソッド empno() は、現在の行にある empno という名前の列の値を戻します。名前付きアクセス機構メソッド firstnme() は、現在の行にある firstnme() という名前の列の値を戻します。
5. **データをホスト変数に SELECT する。** SELECT ステートメントは、テーブル内の行数をホスト変数 count1 に渡します。
6. **反復子を初期設定する。** 反復子オブジェクト cursor2 が照会の結果を使用して初期設定されます。照会は結果を cursor2 に格納します。
7. **データを検索する。** FETCH ステートメントは、結果テーブルから ByPos カーソル内で宣言された最初の列の現行値を、ホスト変数 str2 に戻します。
8. **FETCH..INTO ステートメントが成功したかを検査する。** endFetch() メソッドは、反復子が行に位置していない場合、つまり行を取り出す前回の試行が失敗した場合に、ブール値の真を戻します。 endFetch() メソッドは、行を取り出す前回の試行が成功した場合に、偽を戻します。 DB2 は next() メソッドが呼び出されたときに行の取り出しを試行します。 FETCH...INTO ステートメントは、暗黙的に next() メソッドを呼び出します。
9. **反復子をクローズする。** close() メソッドは、反復子が保持しているリソースを解放します。反復子を明示的にクローズして、システム・リソースが適時に解放されるようにしてください。

この例に関する背景情報は、 SQL ステートメントを Java アプリケーションに組み込むを参照してください。

例: トランザクションを終了する

以下は、アプリケーション内でトランザクションを終了する方法の例です。

例: トランザクションを終了する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import java.util.*;
import javax.transaction.*;
import javax.transaction.xa.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.*;

public class JTATxEnd {

    public static void main(java.lang.String[] args) {
        JTATxEnd test = new JTATxEnd();

        test.setup();
        test.run();
    }


    /**
     * Handle the previous cleanup run so that this test can recommence.
     */
    public void setup() {

        Connection c = null;
        Statement s = null;
        try {
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
            c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
            s = c.createStatement();

            try {
                s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.JTATABLE");
            } catch (SQLException e) {
                // Ignore... does not exist
            }

            s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.JTATABLE (COL1 CHAR (50))");
            s.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.JTATABLE VALUES('Fun with JTA')");
            s.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.JTATABLE VALUES('JTA is fun.)");

            s.close();
        } finally {
            if (c != null) {
                c.close();
            }
        }
    }


    /**
     * This test use JTA support to handle transactions.
     */
    public void run() {
        Connection c = null;

        try {
            Context ctx = new InitialContext();

            // Assume the data source is backed by a UDBXADataSource.
            UDBXADataSource ds = (UDBXADataSource) ctx.lookup("XADataSource");

            // From the DataSource, obtain an XAConnection object that
            // contains an XAResource and a Connection object.
            XAConnection  xaConn = ds.getXAConnection();
            XAResource    xaRes  = xaConn.getXAResource();
            Connection    c      = xaConn.getConnection();

            // For XA transactions, transaction identifier is required.
```

```
            // An implementation of the XID interface is not included
            // with the JDBC driver. See "Transactions with JTA" on page 65 for a
            // description of this interface to build a class for it.
            Xid xid = new XidImpl();

            // The connection from the XAResource can be used as any other
            // JDBC connection.
            Statement stmt = c.createStatement();

            // The XA resource must be notified before starting any
            // transactional work.
            xaRes.start(xid, XAResource.TMNOFLAGS);

            // Create a ResultSet during JDBC processing and fetch a row.
            ResultSet rs = stmt.executeUpdate("SELECT * FROM CUJOSQL.JTATABLE");
            rs.next();

            // When the end method is called, all ResultSet cursors close.
            // Accessing the ResultSet after this point results in an
            // exception being thrown.
            xaRes.end(xid, XAResource.TMNOFLAGS);

            try {
                String value = rs.getString(1);
                System.out.println("Something failed if you receive this message.");
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("The expected exception was thrown.");
            }

            // Commit the transaction to ensure that all locks are
            // released.
            int rc = xaRes.prepare(xid);
            xaRes.commit(xid, false);


        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Something has gone wrong.");
            e.printStackTrace();
        } finally {
            try {
                if (c != null)
                    c.close();
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("Note:  Cleaup exception.");
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}
```

例: 無効なユーザー ID とパスワード

以下は、SQL 命名モードでの Connection プロパティーの使用法の例です。

例: 無効なユーザー ID とパスワード

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// InvalidConnect example.
//
// This program uses the Connection property in SQL naming mode.
//
//////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
```

```
// This source is an example of the IBM Developer for Java JDBC driver.
// IBM grants you a nonexclusive license to use this as an example
// from which you can generate similar function tailored to
// your own specific needs.
//
// This sample code is provided by IBM for illustrative purposes
// only. These examples have not been thoroughly tested under all
// conditions. IBM, therefore, cannot guarantee or imply
// reliability, serviceability, or function of these programs.
//
// All programs contained herein are provided to you "AS IS"
// without any warranties of any kind.  The implied warranties of
// merchantability and fitness for a particular purpose are
// expressly disclaimed.
//
// IBM Developer Kit for Java
// (C) Copyright IBM Corp. 2001
// All rights reserved.
// US Government Users Restricted Rights -
// Use, duplication, or disclosure restricted
// by GSA ADP Schedule Contract with IBM Corp.
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
import java.sql.*;
import java.util.*;

public class InvalidConnect {

    public static void main(java.lang.String[] args)
    {
        // Register the driver.
        try {
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
        } catch (ClassNotFoundException cnf) {
            System.out.println("ERROR: JDBC driver did not load.");
            System.exit(0);
        }

        // Attempt to obtain a connection without specifying any user or
        // password. The attempt works and the connection uses the
        // same user profile under which the job is running.
        try {
            Connection c1 = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
            c1.close();
        } catch (SQLException e) {
            System.out.println("This test should not get into this exception path.");
            e.printStackTrace();
            System.exit(1);
        }

        try {
            Connection c2 = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local",
                                                        "notvalid", "notvalid");
        } catch (SQLException e) {
            System.out.println("This is an expected error.");
            System.out.println("Message is " + e.getMessage());
            System.out.println("SQLSTATE is " + e.getSQLState());
        }

    }
}
```

例: JDBC

以下に、BasicJDBC プログラムの使用法の例を示します。

例: BasicJDBC

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// BasicJDBC example.  This program uses the native JDBC driver for the
// Developer Kit for Java to build a simple table and process a query
// that displays the data in that table.
//
// Command syntax:
//    BasicJDBC
//
//////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// This source is an example of the IBM Developer for Java JDBC driver.
// IBM grants you a nonexclusive license to use this as an example
// from which you can generate similar function tailored to
// your own specific needs.
//
// This sample code is provided by IBM for illustrative purposes
// only. These examples have not been thoroughly tested under all
// conditions. IBM, therefore, cannot guarantee or imply
// reliability, serviceability, or function of these programs.
//
// All programs contained herein are provided to you "AS IS"
// without any warranties of any kind.  The implied warranties of
// merchantability and fitness for a particular purpose are
// expressly disclaimed.
//
// IBM Developer Kit for Java
// (C) Copyright IBM Corp. 2001
// All rights reserved.
// US Government Users Restricted Rights -
// Use, duplication, or disclosure restricted
// by GSA ADP Schedule Contract with IBM Corp.
//
//////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

// Include any Java classes that are to be used. In this application,
// many classes from the java.sql package are used and the
// java.util.Properties class is also used as part of obtaining
// a connection to the database.
import java.sql.*;
import java.util.Properties;

// Create a public class to encapsulate the program.
public class BasicJDBC {

    // The connection is a private variable of the object.
    private Connection connection = null;

    // Any class that is to be an 'entry point' for running
    // a program must have a main method. The main method
    // is where processing begins when the program is called.
    public static void main(java.lang.String[] args) {

        // Create an object of type BasicJDBC. This
        // is fundamental to object-oriented programming. Once
        // an object is created, call various methods on
        // that object to accomplish work.
        // In this case, calling the constructor for the object
        // creates a database connection that the other
```

```
    // methods use to do work against the database.
    BasicJDBC test = new BasicJDBC();

    // Call the rebuildTable method. This method ensures that
    // the table used in this program exists and looks
    // correct. The return value is a boolean for
    // whether or not rebuilding the table completed
    // successfully. If it did no, display a message
    // and exit the program.
    if (!test.rebuildTable()) {
        System.out.println("Failure occurred while setting up " +
                           " for running the test.");
        System.out.println("Test will not continue.");
        System.exit(0);
    }

    // The run query method is called next. This method
    // processes an SQL select statement against the table that
    // was created in the rebuildTable method. The output of
    // that query is output to standard out for you to view.
    test.runQuery();

    // Finally, the cleanup method is called. This method
    // ensures that the database connection that the object has
    // been hanging on to is closed.
    test.cleanup();
}


/**
This is the constructor for the basic JDBC test. It creates a database
connection that is stored in an instance variable to be used in later
method calls.
**/
public BasicJDBC() {

    // One way to create a database connection is to pass a URL
    // and a java Properties object to the DriverManager. The following
    // code constructs a Properties object that has your user ID and
    // password. These pieces of information are used for connecting
    // to the database.
    Properties properties = new Properties ();
    properties.put("user", "cujo");
    properties.put("user", "newtiger");

    // Use a try/catch block to catch all exceptions that can come out of the
    // following code.
    try {
        // The DriverManager must be aware that there is a JDBC driver available
        // to handle a user connection request. The following line causes the
        // native JDBC driver to be loaded and registered with the DriverManager.
        Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");

        // Create the database Connection object that this program uses in all
        // the other method calls that are made. The following code specifies
        // that a connection is to be established to the local database and that
        // that connection should conform to the properties that were set up
        // previously (that is, it should use the user ID and password specified).
        connection = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local", properties);

    } catch (Exception e) {
        // If any of the lines in the try/catch block fail, control transfers to
        // the following line of code. A robust application tries to handle the
        // problem or provide more details to you. In this program, the error
        // message from the exception is displayed and the application allows
        // the program to return.
        System.out.println("Caught exception: " + e.getMessage());
```

```
    }
}


/**
Ensures that the qgpl.basicjdbc table looks you want it to at the start of
the test.

@returns boolean    Returns true if the table was rebuild successfully;
                    returns false if any failure occurred.
**/
public boolean rebuildTable() {
    // Wrap all the functionality in a try/catch block so an attempt is
    // made to handle any errors that may happen within this method.
    try {

        // Statement objects are used to process SQL statements against the
        // database. The Connection object is used to create a Statement
        // object.
        Statement s = connection.createStatement();

        try {
            // Build the test table from scratch. Process an update statement
            // that attempts to delete the table if it currently exists.
            s.executeUpdate("drop table qgpl.basicjdbc");
        } catch (SQLException e) {
            // Do not perform anything if an exception occurred. Assume
            // that the problem is that the table that was dropped does not
            // exist and that it can be created next.
        }

        // Use the statement object to create our table.
        s.executeUpdate("create table qgpl.basicjdbc(id int, name char(15))");

        // Use the statement object to populate our table with some data.
        s.executeUpdate("insert into qgpl.basicjdbc values(1, 'Frank Johnson')");
        s.executeUpdate("insert into qgpl.basicjdbc values(2, 'Neil Schwartz')");
        s.executeUpdate("insert into qgpl.basicjdbc values(3, 'Ben Rodman')");
        s.executeUpdate("insert into qgpl.basicjdbc values(4, 'Dan Gloore')");

        // Close the SQL statement to tell the database that it is no longer
        // needed.
        s.close();

        // If the entire method processed successfully, return true. At this point,
        // the table has been created or refreshed correctly.
        return true;

    } catch (SQLException sqle) {
        // If any of our SQL statements failed (other than the drop of the table
        // that was handled in the inner try/catch block), the error message is
        // displayed and false is returned to the caller, indicating that the table
        // may not be complete.
        System.out.println("Error in rebuildTable: " + sqle.getMessage());
        return false;
    }
}



/**
Runs a query against the demonstration table and the results are displayed to
standard out.
**/
public void runQuery() {
    // Wrap all the functionality in a try/catch block so an attempts is
    // made to handle any errors that might happen within this
```

```
        // method.
        try {
            // Create a Statement object.
            Statement s = connection.createStatement();

            // Use the statement object to run an SQL query. Queries return
            // ResultSet objects that are used to look at the data the query
            // provides.
            ResultSet rs = s.executeQuery("select * from qgpl.basicjdbc");

            // Display the top of our 'table' and initialize the counter for the
            // number of rows returned.
            System.out.println("--------------------");
            int i = 0;

            // The ResultSet next method is used to process the rows of a
            // ResultSet. The next method must be called once before the
            // first data is available for viewing. As long as next returns
            // true, there is another row of data that can be used.
            while (rs.next()) {

                // Obtain both columns in the table for each row and write a row to
                // our on-screen table with the data. Then, increment the count
                // of rows that have been processed.
                System.out.println("| " + rs.getInt(1) + " | " + rs.getString(2) + "|");
                i++;
            }

            // Place a border at the bottom on the table and display the number of rows
            // as output.
            System.out.println("--------------------");
            System.out.println("There were " + i + " rows returned.");
            System.out.println("Output is complete.");

        } catch (SQLException e) {
            // Display more information about any SQL exceptions that are
            // generated as output.
            System.out.println("SQLException exception: ");
            System.out.println("Message:....." + e.getMessage());
            System.out.println("SQLState:...." + e.getSQLState());
            System.out.println("Vendor Code:." + e.getErrorCode());
            e.printStackTrace();
        }
    }


    /**
    The following method ensures that any JDBC resources that are still
    allocated are freed.
    **/
    public void cleanup() {
        try {
            if (connection != null)
                connection.close();
        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: ");
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

例: 単一トランザクション上で動作する複数の接続

以下は、単一トランザクション上で動作する複数の接続の使用法の例です。

例: 単一トランザクション上で動作する複数の接続

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import java.util.*;
import javax.transaction.*;
import javax.transaction.xa.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.*;
public class JTAMultiConn {
   public static void main(java.lang.String[] args) {
      JTAMultiConn test = new JTAMultiConn();
      test.setup();
      test.run();
   }
/**
* Handle the previous cleanup run so that this test can recommence.
*/
   public void setup() {
      Connection c = null;
      Statement s = null;
      try {
         Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
         c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
         s = c.createStatement();
         try {
            s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.JTATABLE");
         }
         catch (SQLException e) {
         // Ignore... does not exist
         }
         s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.JTATABLE (COL1 CHAR
                         (50))");
               s.close();
      }
      finally {
         if (c != null) {
            c.close();
         }
      }
   }
/**
* This test uses JTA support to handle transactions.
*/
   public void run() {
      Connection c1 = null;
      Connection c2 = null;
      Connection c3 = null;
      try {
         Context ctx = new InitialContext();
         // Assume the data source is backed by a UDBXADataSource.
         UDBXADataSource ds = (UDBXADataSource)
                              ctx.lookup("XADataSource");
         // From the DataSource, obtain some XAConnection objects that
         // contain an XAResource and a Connection object.
         XAConnection xaConn1 = ds.getXAConnection();
         XAConnection xaConn2 = ds.getXAConnection();
         XAConnection xaConn3 = ds.getXAConnection();
         XAResource xaRes1 = xaConn1.getXAResource();
         XAResource xaRes2 = xaConn2.getXAResource();
         XAResource xaRes3 = xaConn3.getXAResource();
         c1 = xaConn1.getConnection();
         c2 = xaConn2.getConnection();
         c3 = xaConn3.getConnection();
         Statement stmt1 = c1.createStatement();
         Statement stmt2 = c2.createStatement();
         Statement stmt3 = c3.createStatement();
         // For XA transactions, a transaction identifier is required.
```

```
            // Support for creating XIDs is again left to the application
            // program.
            Xid xid = JDXATest.xidFactory();
            // Perform some transactional work under each of the three
            // connections that have been created.
            xaRes1.start(xid, XAResource.TMNOFLAGS);
            int count1 = stmt1.executeUpdate("INSERT INTO " + tableName + "VALUES('Value 1-A')");
            xaRes1.end(xid, XAResource.TMNOFLAGS);

            xaRes2.start(xid, XAResource.TMJOIN);
            int count2 = stmt2.executeUpdate("INSERT INTO " + tableName + "VALUES('Value 1-B')");
            xaRes2.end(xid, XAResource.TMNOFLAGS);

            xaRes3.start(xid, XAResource.TMJOIN);
            int count3 = stmt3.executeUpdate("INSERT INTO " + tableName + "VALUES('Value 1-C')");
            xaRes3.end(xid, XAResource.TMSUCCESS);
            // When completed, commit the transaction as a single unit.
            // A prepare() and commit() or 1 phase commit() is required for
            // each separate database (XAResource) that participated in the
            // transaction. Since the resources accessed (xaRes1, xaRes2, and xaRes3)
            // all refer to the same database, only one prepare or commit is required.
            int rc = xaRes.prepare(xid);
            xaRes.commit(xid, false);
         }
         catch (Exception e) {
            System.out.println("Something has gone wrong.");
            e.printStackTrace();
         }
         finally {
            try {
               if (c1 != null) {
                  c1.close();
               }
            }
            catch (SQLException e) {
               System.out.println("Note: Cleaup exception " +
                                  e.getMessage());
            }
            try {
               if (c2 != null) {
                  c2.close();
               }
            }
            catch (SQLException e) {
               System.out.println("Note: Cleaup exception " +
                                  e.getMessage());
            }
            try {
               if (c3 != null) {
                  c3.close();
               }
            }
            catch (SQLException e) {
               System.out.println("Note: Cleaup exception " +
                                  e.getMessage());
            }
         }
      }
   }
```

例: UDBDataSource をバインドする前に初期コンテキストを取得する

次の例では、UDBDataSource をバインドするにあたって、その前に初期コンテキストを取得します。その後、そのコンテキスト上で lookup メソッドを使用して、アプリケーションが使用する DataSource タイプのオブジェクトを戻します。

例: UDBDataSource をバインドする前に初期コンテキストを取得する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Import the required packages. There is no
// driver-specific code needed in runtime
// applications.
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import javax.naming.*;

public class UDBDataSourceUse
{
    public static void main(java.lang.String[] args)
    throws Exception
    {
        // Retrieve a JNDI context. The context serves
        // as the root for where objects are bound or
        // found in JNDI.
        Context ctx = new InitialContext();

        // Retrieve the bound UDBDataSource object using the
        // name with which it was previously bound. At runtime,
        // only the DataSource interface is used, so there
        // is no need to convert the object to the UDBDataSource
        // implementation class. (There is no need to know what
        // the implementation class is. The logical JNDI name is
        // only required).
        DataSource ds = (DataSource) ctx.lookup("SimpleDS");


        // Once the DataSource is obtained, it can be used to establish
        // a connection. This Connection object is the same type
        // of object that is returned if the DriverManager approach
        // to establishing connection is used. Thus, so everything from
        // this point forward is exactly like any other JDBC
        // application.
        Connection connection = ds.getConnection();

        // The connection can be used to create Statement objects and
        // update the database or process queries as follows.
        Statement statement = connection.createStatement();
        ResultSet rs = statement.executeQuery("select * from qsys2.sysprocs");
        while (rs.next()) {
            System.out.println(rs.getString(1) + "." + rs.getString(2));
        }

        // The connection is closed before the application ends.
        connection.close();
    }
}
```

例: ParameterMetaData

これは、ParameterMetaData インターフェースを使用して、パラメーターについての情報を検索するときの一例です。

例: ParameterMetaData

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// ParameterMetaData example. This program demonstrates
// the new support of JDBC 3.0 for learning information
// about parameters to a PreparedStatement.
```

```
//
// Command syntax:
//    java PMD
//
/////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// This source is an example of the IBM Developer for Java JDBC driver.
// IBM grants you a nonexclusive license to use this as an example
// from which you can generate similar function tailored to
// your own specific needs.
//
// This sample code is provided by IBM for illustrative purposes
// only. These examples have not been thoroughly tested under all
// conditions. IBM, therefore, cannot guarantee or imply
// reliability, serviceability, or function of these programs.
//
// All programs contained herein are provided to you "AS IS"
// without any warranties of any kind.  The implied warranties of
// merchantability and fitness for a particular purpose are
// expressly disclaimed.
//
// IBM Developer Kit for Java
// (C) Copyright IBM Corp. 2001
// All rights reserved.
// US Government Users Restricted Rights -
// Use, duplication, or disclosure restricted
// by GSA ADP Schedule Contract with IBM Corp.
//
/////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

import java.sql.*;

public class PMD {

    // Program entry point.
    public static void main(java.lang.String[] args)
    throws Exception
    {
        // Obtain setup.
        Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
        Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
        PreparedStatement ps = c.prepareStatement("INSERT INTO CUJOSQL.MYTABLE VALUES(?, ?, ?)");
        ParameterMetaData pmd = ps.getParameterMetaData();

        for (int i = 1; i < pmd.getParameterCount(); i++) {
            System.out.println("Parameter number " + i);
            System.out.println("  Class name is " + pmd.getParameterClassName(i));
            // Note: Mode relates to input, output or inout
            System.out.println("  Mode is " + pmd.getParameterClassName(i));
            System.out.println("  Type is " + pmd.getParameterType(i));
            System.out.println("  Type name is " + pmd.getParameterTypeName(i));
            System.out.println("  Precision is " + pmd.getPrecision(i));
            System.out.println("  Scale is " + pmd.getScale(i));
            System.out.println("  Nullable? is " + pmd.isNullable(i));
            System.out.println("  Signed? is " + pmd.isSigned(i));
        }
    }
}
```

例: 他のステートメントのカーソルを介してステートメントで値を変更する

以下は、他のステートメントのカーソルを介したステートメントによる値の変更方法の例です。

例: 他のステートメントのカーソルを介してステートメントで値を変更する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;

public class UsingPositionedUpdate {
    public Connection connection = null;
    public static void main(java.lang.String[] args) {

        UsingPositionedUpdate test = new UsingPositionedUpdate();

        test.setup();
        test.displayTable();

        test.run();
        test.displayTable();

        test.cleanup();
    }



/**
Handle all the required setup work.
**/
    public void setup() {
        try {
            // Register the JDBC driver.
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");

            connection = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

            Statement s = connection.createStatement();
            try {
                s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.WHERECUREX");
            } catch (SQLException e) {
                // Ignore problems here.
            }

            s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.WHERECUREX ( " +
                            "COL_IND INT, COL_VALUE CHAR(20)) ");

            for (int i = 1; i <= 10; i++) {
                s.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.WHERECUREX VALUES(" + i + ", 'FIRST')");
            }

            s.close();

        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: " + e.getMessage());
            e.printStackTrace();
        }
    }


/**
In this section, all the code to perform the testing should
be added. If only one connection to the database is required,
the global variable 'connection' can be used.
**/
    public void run() {
        try {
            Statement stmt1 = connection.createStatement();

            // Update each value using next().
            stmt1.setCursorName("CUJO");
            ResultSet rs = stmt1.executeQuery ("SELECT * FROM CUJOSQL.WHERECUREX " +
                                               "FOR UPDATE OF COL_VALUE");

            System.out.println("Cursor name is " + rs.getCursorName());
```

```
            PreparedStatement stmt2 = connection.prepareStatement ("UPDATE "
                                                                   + " CUJOSQL.WHERECUREX
                                                                       SET COL_VALUE = 'CHANGED'
                                                                       WHERE CURRENT OF "
                                                                   + rs.getCursorName ());


            // Loop through the ResultSet and update every other entry.
            while (rs.next ()) {
                if (rs.next())
                    stmt2.execute ();
            }


            // Clean up the resources after they have been used.
            rs.close ();
            stmt2.close ();


        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: ");
            e.printStackTrace();
        }
    }



/**
In this section, put all clean-up work for testing.
**/
    public void cleanup() {
        try {
            // Close the global connection opened in setup().
            connection.close();

        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: ");
            e.printStackTrace();
        }
    }



/**
Display the contents of the table.
**/
    public void displayTable()
    {
        try {
            Statement s = connection.createStatement();
            ResultSet rs = s.executeQuery ("SELECT * FROM CUJOSQL.WHERECUREX");

            while (rs.next ()) {
                System.out.println("Index " + rs.getInt(1) + " value " + rs.getString(2));
            }

            rs.close ();
            s.close();
            System.out.println("----------------------------------------");
        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: ");
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

例: iSeries Java 開発キット (JDK) 用の ResultSet インターフェース

以下は、ResultSet インターフェースの使用法の例です。

例 1: ResultSet インターフェース

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;

/**
ResultSetExample.java

This program demonstrates using a ResultSetMetaData and
a ResultSet to display all the data in a table even though
the program that gets the data does not know what the table
is going to look like (the user passes in the values for the
table and library).
**/
public class ResultSetExample {

    public static void main(java.lang.String[] args)
    {
        if (args.length != 2) {
            System.out.println("Usage:  java ResultSetExample <library> <table>");
            System.out.println(" where <library> is the library that contains <table>");
            System.exit(0);
        }

        Connection con = null;
        Statement s = null;
        ResultSet rs = null;
        ResultSetMetaData rsmd = null;

        try {
            // Get a database connection and prepare a statement.
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
            con = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

            s = con.createStatement();

            rs = s.executeQuery("SELECT * FROM " + args[0] + "." + args[1]);
            rsmd = rs.getMetaData();

            int colCount = rsmd.getColumnCount();
            int rowCount = 0;
            while (rs.next()) {
                rowCount++;
                System.out.println("Data for row " + rowCount);
                for (int i = 1; i <= colCount; i++)
                    System.out.println("   Row " + i + ": " + rs.getString(i));
            }

        } catch (Exception e) {
            // Handle any errors.
            System.out.println("Oops... we have an error... ");
            e.printStackTrace();
        } finally {
            // Ensure we always clean up.  If the connection gets closed, the
            // statement under it closes as well.
            if (con != null) {
                try {
                    con.close();
                } catch (SQLException e) {
                    System.out.println("Critical error - cannot close connection object");
                }
```

```
            }
        }
    }
}
```

例: ResultSet の感度

以下の例は、ResultSet の感度に基づいた、変更が SQL ステートメントの where 文節に与える影響を示しています。

例: ResultSet の感度

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;

public class Sensitive2 {

    public Connection connection = null;

    public static void main(java.lang.String[] args) {
        Sensitive2 test = new Sensitive2();

        test.setup();
        test.run("sensitive");
        test.cleanup();

        test.setup();
        test.run("insensitive");
        test.cleanup();
    }


    public void setup() {

        try {
            System.out.println("Native JDBC used");
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
            connection = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

            Statement s = connection.createStatement();
            try {
                s.executeUpdate("drop table cujosql.sensitive");
            } catch (SQLException e) {
                // Ignored.
            }

            s.executeUpdate("create table cujosql.sensitive(col1 int)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(1)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(2)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(3)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(4)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(5)");


            try {
                s.executeUpdate("drop table cujosql.sensitive2");
            } catch (SQLException e) {
                // Ignored.
            }

            s.executeUpdate("create table cujosql.sensitive2(col2 int)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive2 values(1)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive2 values(2)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive2 values(3)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive2 values(4)");
```

```
        s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive2 values(5)");

        s.close();

    } catch (Exception e) {
        System.out.println("Caught exception: " + e.getMessage());
        if (e instanceof SQLException) {
            SQLException another = ((SQLException) e).getNextException();
            System.out.println("Another:  " + another.getMessage());
        }
    }
}


public void run(String sensitivity) {
    try {

        Statement s = null;
        if (sensitivity.equalsIgnoreCase("insensitive")) {
            System.out.println("creating a TYPE_SCROLL_INSENSITIVE cursor");
            s = connection.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,
                ResultSet.CONCUR_READ_ONLY);
        } else {
            System.out.println("creating a TYPE_SCROLL_SENSITIVE cursor");
            s = connection.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_SENSITIVE,
                ResultSet.CONCUR_READ_ONLY);
        }

        ResultSet rs = s.executeQuery("select col1, col2 From cujosql.sensitive,
                                       cujosql.sensitive2 where col1 = col2");

        rs.next();
        System.out.println("value is " + rs.getInt(1));
        rs.next();
        System.out.println("value is " + rs.getInt(1));
        rs.next();
        System.out.println("value is " + rs.getInt(1));
        rs.next();
        System.out.println("value is " + rs.getInt(1));

        System.out.println("fetched the four rows...");

        // Another statement creates a value that does not fit the where clause.
        Statement s2 =
          connection.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_SENSITIVE, ResultSet.CONCUR_UPDATEABLE);
        ResultSet rs2 = s2.executeQuery("select * from cujosql.sensitive where col1 = 5 FOR UPDATE");
        rs2.next();
        rs2.updateInt(1, -1);
        rs2.updateRow();
        s2.close();

        if (rs.next()) {
            System.out.println("There is still a row: " + rs.getInt(1));
        } else {
            System.out.println("No more rows.");
        }

    } catch (SQLException e) {
        System.out.println("SQLException exception: ");
        System.out.println("Message:....." + e.getMessage());
        System.out.println("SQLState:...." + e.getSQLState());
        System.out.println("Vendor Code:." + e.getErrorCode());
        System.out.println("-----------------------------------------------------");
        e.printStackTrace();
    }
    catch (Exception ex) {
        System.out.println("An exception other than an SQLException was thrown: ");
```

```
            ex.printStackTrace();
        }
    }


    public void cleanup() {
        try {
            connection.close();
        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: ");
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

例: 感知および非感知の ResultSet

以下の例は、テーブルに行が挿入される際の、感知 ResultSet と非感知 ResultSet との違いを示しています。

例: 感知および非感知の ResultSet

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;

public class Sensitive {

    public Connection connection = null;

    public static void main(java.lang.String[] args) {
        Sensitive test = new Sensitive();

        test.setup();
        test.run("sensitive");
        test.cleanup();

        test.setup();
        test.run("insensitive");
        test.cleanup();
    }


    public void setup() {

        try {
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
            connection = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

            Statement s = connection.createStatement();
            try {
                s.executeUpdate("drop table cujosql.sensitive");
            } catch (SQLException e) {
                // Ignored.
            }

            s.executeUpdate("create table cujosql.sensitive(col1 int)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(1)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(2)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(3)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(4)");
            s.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(5)");
            s.close();

        } catch (Exception e) {
```

```
        System.out.println("Caught exception: " + e.getMessage());
        if (e instanceof SQLException) {
            SQLException another = ((SQLException) e).getNextException();
            System.out.println("Another:  " + another.getMessage());
        }
    }
}


public void run(String sensitivity) {
    try {
        Statement s = null;
        if (sensitivity.equalsIgnoreCase("insensitive")) {
            System.out.println("creating a TYPE_SCROLL_INSENSITIVE cursor");
            s = connection.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,
                ResultSet.CONCUR_READ_ONLY);
        } else {
            System.out.println("creating a TYPE_SCROLL_SENSITIVE cursor");
            s = connection.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_SENSITIVE,
                ResultSet.CONCUR_READ_ONLY);
        }

        ResultSet rs = s.executeQuery("select * From cujosql.sensitive");

        // Fetch the five values that are there.
        rs.next();
        System.out.println("value is " + rs.getInt(1));
        rs.next();
        System.out.println("value is " + rs.getInt(1));
        rs.next();
        System.out.println("value is " + rs.getInt(1));
        rs.next();
        System.out.println("value is " + rs.getInt(1));
        rs.next();
        System.out.println("value is " + rs.getInt(1));
        System.out.println("fetched the five rows...");

        // Note:  If you fetch the last row, the ResultSet looks
        //        closed and subsequent new rows that are added
        //        are not be recognized.

        // Allow another statement to insert a new value.
        Statement s2 = connection.createStatement();
        s2.executeUpdate("insert into cujosql.sensitive values(6)");
        s2.close();

        // Whether a row is recognized is based on the sensitivity setting.
        if (rs.next()) {
            System.out.println("There is a row now: " + rs.getInt(1));
        } else {
            System.out.println("No more rows.");
        }


    } catch (SQLException e) {
        System.out.println("SQLException exception: ");
        System.out.println("Message:....." + e.getMessage());
        System.out.println("SQLState:...." + e.getSQLState());
        System.out.println("Vendor Code:." + e.getErrorCode());
        System.out.println("-----------------------------------------------------");
        e.printStackTrace();
    }
    catch (Exception ex) {
        System.out.println("An exception other than an SQLException was thrown: ");
        ex.printStackTrace();
    }
}
```

```
    public void cleanup() {
        try {
            connection.close();
        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught exception: ");
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

例: UDBDataSource および UDBConnectionPoolDataSource で接続プーリングをセットアップする

以下に、UDBDataSource および UDBConnectionPoolDataSource で接続プーリングを使用する方法の例を示します。

例: UDBDataSource および UDBConnectionPoolDataSource で接続プーリングをセットアップする

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.naming.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.UDBDataSource;
import com.ibm.db2.jdbc.app.UDBConnectionPoolDataSource;

public class ConnectionPoolingSetup
{
    public static void main(java.lang.String[] args)
    throws Exception
    {
        // Create a ConnectionPoolDataSource implementation
        UDBConnectionPoolDataSource cpds = new UDBConnectionPoolDataSource();
        cpds.setDescription("Connection Pooling DataSource object");

        // Establish a JNDI context and bind the connection pool data source
        Context ctx = new InitialContext();
        ctx.rebind("ConnectionSupport", cpds);

        // Create a standard data source that references it.
        UDBDataSource ds = new UDBDataSource();
        ds.setDescription("DataSource supporting pooling");
        ds.setDataSourceName("ConnectionSupport");
        ctx.rebind("PoolingDataSource", ds);
  }
}
```

例: SQLException

以下に、SQLException をキャッチし、提供されたすべての情報をダンプする例を示します。

例: SQLException

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;

public class ExceptionExample {

    public static Connection connection = null;

    public static void main(java.lang.String[] args) {
```

```
        try {
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
            connection = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");

            Statement s = connection.createStatement();
            int count = s.executeUpdate("insert into cujofake.cujofake values(1, 2,3)");

            System.out.println("Did not expect that table to exist.");


        } catch (SQLException e) {
            System.out.println("SQLException exception: ");
            System.out.println("Message:....." + e.getMessage());
            System.out.println("SQLState:...." + e.getSQLState());
            System.out.println("Vendor Code:." + e.getErrorCode());
            System.out.println("-----------------------------------------------------");
            e.printStackTrace();
        } catch (Exception ex) {
            System.out.println("An exception other than an SQLException was thrown: ");
            ex.printStackTrace();
        } finally {
            try {
                if (connection != null) {
                    connection.close();
                }
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("Exception caught attempting to shutdown...");
            }
        }
    }
}
```

例: トランザクションを中断して再開する

以下は、中断され、その後再開されるトランザクションの例です。

例: トランザクションを中断して再開する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import java.util.*;
import javax.transaction.*;
import javax.transaction.xa.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.*;

public class JTATxSuspend {

    public static void main(java.lang.String[] args) {
        JTATxSuspend test = new JTATxSuspend();

        test.setup();
        test.run();
    }


    /**
     * Handle the previous cleanup run so that this test can recommence.
     */
    public void setup() {

        Connection c = null;
        Statement s = null;
        try {
```

```
        Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
        c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
        s = c.createStatement();

        try {
            s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.JTATABLE");
        } catch (SQLException e) {
            // Ignore... doesn't exist
        }

        s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.JTATABLE (COL1 CHAR (50))");
        s.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.JTATABLE VALUES('Fun with JTA')");
        s.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.JTATABLE VALUES('JTA is fun.)");

        s.close();
    } finally {
        if (c != null) {
            c.close();
        }
    }
}


/**
 * This test uses JTA support to handle transactions.
 */
public void run() {
    Connection c = null;

    try {
        Context ctx = new InitialContext();

        // Assume the data source is backed by a UDBXADataSource.
        UDBXADataSource ds = (UDBXADataSource) ctx.lookup("XADataSource");

        // From the DataSource, obtain an XAConnection object that
        // contains an XAResource and a Connection object.
        XAConnection  xaConn = ds.getXAConnection();
        XAResource    xaRes  = xaConn.getXAResource();
        Connection    c      = xaConn.getConnection();

        // For XA transactions, a transaction identifier is required.
        // An implementation of the XID interface is not included with
        // the JDBC driver. "Transactions with JTA" on page 65 for a
        // description of this interface to build a class for it.
        Xid xid = new XidImpl();

        // The connection from the XAResource can be used as any other
        // JDBC connection.
        Statement stmt = c.createStatement();

        // The XA resource must be notified before starting any
        // transactional work.
        xaRes.start(xid, XAResource.TMNOFLAGS);

        // Create a ResultSet during JDBC processing and fetch a row.
        ResultSet rs = stmt.executeUpdate("SELECT * FROM CUJOSQL.JTATABLE");
        rs.next();

        // The end method is called with the suspend option. The
        // ResultSets associated with the current transaction are 'on hold'.
        // They are neither gone nor accessible in this state.
        xaRes.end(xid, XAResource.TMSUSPEND);


        // Other work can be performed with the transaction.
        // As an example, you can create a statement and process a query.
```

```
            // This work and any other transactional work that the transaction may
            // perform is separate from the work done previously under the XID.
            Statement nonXAStmt = conn.createStatement();
            ResultSet nonXARS = nonXAStmt.executeQuery("SELECT * FROM CUJOSQL.JTATABLE");
            while (nonXARS.next()) {
                // Process here...
            }
            nonXARS.close();
            nonXAStmt.close();


            // If an attempt is made to use any suspended transactions
            // resources, an exception results.
            try {
                rs.getString(1);
                System.out.println("Value of the first row is " + rs.getString(1));
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("This was an expected exception - " +
                                   "suspended ResultSet was used.");
            }


            // Resume the suspended transaction and complete the work on it.
            // The ResultSet is exactly as it was before the suspension.
            xaRes.start(newXid, XAResource.TMRESUME);
            rs.next();
            System.out.println("Value of the second row is " + rs.getString(1));


            // When the transaction has completed, end it
            // and commit any work under it.
            xaRes.end(xid, XAResource.TMNOFLAGS);
            int rc = xaRes.prepare(xid);
            xaRes.commit(xid, false);


        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Something has gone wrong.");
            e.printStackTrace();
        } finally {
            try {
                if (c != null)
                    c.close();
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("Note:  Cleaup exception.");
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}
```

例: 中断状態の ResultSets

以下は、作業を実行するために Statement オブジェクトを別のトランザクションで再処理する方法の例です。

例: 中断状態の ResultSets

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import java.util.*;
import javax.transaction.*;
import javax.transaction.xa.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.*;
```

```
public class JTATxEffect {

    public static void main(java.lang.String[] args) {
        JTATxEffect test = new JTATxEffect();

        test.setup();
        test.run();
    }


    /**
     * Handle the previous cleanup run so that this test can recommence.
     */
    public void setup() {

        Connection c = null;
        Statement s = null;
        try {
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
            c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
            s = c.createStatement();

            try {
                s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.JTATABLE");
            } catch (SQLException e) {
                // Ignore... does not exist
            }

            s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.JTATABLE (COL1 CHAR (50))");
            s.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.JTATABLE VALUES('Fun with JTA')");
            s.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.JTATABLE VALUES('JTA is fun.)");

            s.close();
        } finally {
            if (c != null) {
                c.close();
            }
        }
    }


    /**
     * This test uses JTA support to handle transactions.
     */
    public void run() {
        Connection c = null;

        try {
            Context ctx = new InitialContext();

            // Assume the data source is backed by a UDBXADataSource.
            UDBXADataSource ds = (UDBXADataSource) ctx.lookup("XADataSource");

            // From the DataSource, obtain an XAConnection object that
            // contains an XAResource and a Connection object.
            XAConnection  xaConn = ds.getXAConnection();
            XAResource    xaRes  = xaConn.getXAResource();
            Connection    c      = xaConn.getConnection();

            // For XA transactions, a transaction identifier is required.
            // An implementation of the XID interface is not included with
            // the JDBC driver. See "Transactions with JTA" on page 65
            // for a description of this interface to build a
            // class for it.
            Xid xid = new XidImpl();
```

```
            // The connection from the XAResource can be used as any other
            // JDBC connection.
            Statement stmt = c.createStatement();

            // The XA resource must be notified before starting any
            // transactional work.
            xaRes.start(xid, XAResource.TMNOFLAGS);

            // Create a ResultSet during JDBC processing and fetch a row.
            ResultSet rs = stmt.executeUpdate("SELECT * FROM CUJOSQL.JTATABLE");
            rs.next();

            // The end method is called with the suspend option. The
            // ResultSets associated with the current transaction are 'on hold'.
            // They are neither gone nor accessible in this state.
            xaRes.end(xid, XAResource.TMSUSPEND);


            // In the meantime, other work can be done outside the transaction.
            // The ResultSets under the transaction can be closed if the
            // Statement object used to create them is reused.
            ResultSet nonXARS = stmt.executeQuery("SELECT * FROM CUJOSQL.JTATABLE");
            while (nonXARS.next()) {
                // Process here...
            }


            // Attempt to go back to the suspended transaction. The suspended
            // transaction's ResultSet has disappeared because the statement
            // has been processed again.
            xaRes.start(newXid, XAResource.TMRESUME);
            try {
                rs.next();
            } catch (SQLException ex) {
                System.out.println("This exception is expected. " +
                                   "The ResultSet closed due to another process.");
            }


            // When the transaction had completed, end it
            // and commit any work under it.
            xaRes.end(xid, XAResource.TMNOFLAGS);
            int rc = xaRes.prepare(xid);
            xaRes.commit(xid, false);


        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Something has gone wrong.");
            e.printStackTrace();
        } finally {
            try {
                if (c != null)
                    c.close();
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("Note:  Cleaup exception.");
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}
```

例: 接続プーリングのパフォーマンスをテストする

以下に、プーリングされたときのパフォーマンスとプーリングされていないときのパフォーマンスを対比してテストする方法を示します。

例: 接続プーリングのパフォーマンスをテストする

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.naming.*;
import java.util.*;
import javax.sql.*;

public class ConnectionPoolingTest
{
    public static void main(java.lang.String[] args)
    throws Exception
    {
        Context ctx = new InitialContext();
        // Do the work without a pool:
        DataSource ds = (DataSource) ctx.lookup("BaseDataSource");
        System.out.println("¥nStart timing the non-pooling DataSource version...");

        long startTime = System.currentTimeMillis();
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            Connection c1 = ds.getConnection();
            c1.close();
        }
        long endTime = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("Time spent: " + (endTime - startTime));

        // Do the work with pooling:
        ds = (DataSource) ctx.lookup("PoolingDataSource");
        System.out.println("¥nStart timing the pooling version...");

        startTime = System.currentTimeMillis();
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            Connection c1 = ds.getConnection();
            c1.close();
        }
        endTime = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("Time spent: " + (endTime - startTime));
    }
}
```

例: 2 つの DataSource のパフォーマンスをテストする

次に、接続プーリングだけを使用する 1 つの DataSource と、ステートメントと接続プーリングを使用する別の DataSource をテストする例を示します。

例: 2 つの DataSource のパフォーマンスをテストする

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.naming.*;
import java.util.*;
import javax.sql.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.UDBDataSource;
import com.ibm.db2.jdbc.app.UDBConnectionPoolDataSource;

public class StatementPoolingTest
{

    public static void main(java.lang.String[] args)
    throws Exception
    {
        Context ctx = new InitialContext();

        System.out.println("deploying statement pooling data source");
```

```
        deployStatementPoolDataSource();

        // Do the work with connection pooling only.
        DataSource ds = (DataSource) ctx.lookup("PoolingDataSource");
        System.out.println("¥nStart timing the connection pooling only version...");

        long startTime = System.currentTimeMillis();
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            Connection c1 = ds.getConnection();
            PreparedStatement ps = c1.prepareStatement("select * from qsys2.sysprocs");
            ResultSet rs = ps.executeQuery();
            c1.close();
        }
        long endTime = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("Time spent: " + (endTime - startTime));


        // Do the work with statement pooling added.
        ds = (DataSource) ctx.lookup("StatementPoolingDataSource");
        System.out.println("¥nStart timing the statement pooling version...");

        startTime = System.currentTimeMillis();
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            Connection c1 = ds.getConnection();
            PreparedStatement ps = c1.prepareStatement("select * from qsys2.sysprocs");
            ResultSet rs = ps.executeQuery();
            c1.close();
        }
        endTime = System.currentTimeMillis();
        System.out.println("Time spent: " + (endTime - startTime));
    }



    private static void deployStatementPoolDataSource()
    throws Exception
    {
        // Create a ConnectionPoolDataSource implementation
        UDBConnectionPoolDataSource cpds = new UDBConnectionPoolDataSource();
        cpds.setDescription("Connection Pooling DataSource object with Statement pooling");
        cpds.setMaxStatements(10);

        // Establish a JNDI context and bind the connection pool data source
        Context ctx = new InitialContext();
        ctx.rebind("StatementSupport", cpds);


        // Create a standard datasource that references it.
        UDBDataSource ds = new UDBDataSource();
        ds.setDescription("DataSource supporting statement pooling");
        ds.setDataSourceName("StatementSupport");
        ctx.rebind("StatementPoolingDataSource", ds);

    }
}
```

例: BLOB の更新

以下は、アプリケーション中で BLOB を更新する方法の例です。

例: BLOB の更新

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//////////////////////////////////////
// UpdateBlobs is an example application
// that shows some of the APIs providing
// support for changing Blob objects
// and reflecting those changes to the
// database.
//
// This program must be run after
// the PutGetBlobs program has completed.
//////////////////////////////////////
import java.sql.*;

public class UpdateBlobs {
   public static void main(String[] args)
   throws SQLException
   {
       // Register the native JDBC driver.
       try {
          Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
      } catch (Exception e) {
          System.exit(1);  // Setup error.
      }

      Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
      Statement s = c.createStatement();

      ResultSet rs = s.executeQuery("SELECT * FROM CUJOSQL.BLOBTABLE");

      rs.next();
      Blob blob1 = rs.getBlob(1);
      rs.next();
      Blob blob2 = rs.getBlob(1);


      // Truncate a BLOB.
      blob1.truncate((long) 150000);
      System.out.println("Blob1's new length is " + blob1.length());

      // Update part of the BLOB with a new byte array.
      // The following code obtains the bytes that are at
      // positions 4000-4500 and set them to positions 500-1000.

      // Obtain part of the BLOB as a byte array.
      byte[] bytes = blob1.getBytes(4000L, 4500);

      int bytesWritten = blob2.setBytes(500L, bytes);

      System.out.println("Bytes written is " + bytesWritten);

      // The bytes are now found at position 500 in blob2
      long startInBlob2 = blob2.position(bytes, 1);

      System.out.println("pattern found starting at position " + startInBlob2);

      c.close(); // Connection close also closes stmt and rs.
   }
}
```

例: CLOB の更新

以下は、アプリケーション中で CLOB を更新する方法の例です。

例: CLOB の更新

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//////////////////////////////////////
// UpdateClobs is an example application
// that shows some of the APIs providing
// support for changing Clob objects
// and reflecting those changes to the
// database.
//
// This program must be run after
// the PutGetClobs program has completed.
//////////////////////////////////////
import java.sql.*;

public class UpdateClobs {
   public static void main(String[] args)
   throws SQLException
   {
       // Register the native JDBC driver.
       try {
          Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
      } catch (Exception e) {
          System.exit(1);  // Setup error.
      }

      Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
      Statement s = c.createStatement();

      ResultSet rs = s.executeQuery("SELECT * FROM CUJOSQL.CLOBTABLE");

      rs.next();
      Clob clob1 = rs.getClob(1);
      rs.next();
      Clob clob2 = rs.getClob(1);


      // Truncate a CLOB.
      clob1.truncate((long) 150000);
      System.out.println("Clob1's new length is " + clob1.length());

      // Update a portion of the CLOB with a new String value.
      String value = "Some new data for once";
      int charsWritten = clob2.setString(500L, value);

      System.out.println("Characters written is " + charsWritten);

      // The bytes can be found at position 500 in clob2
      long startInClob2 = clob2.position(value, 1);

      System.out.println("pattern found starting at position " + startInClob2);

      c.close(); // Connection close also closes stmt and rs.
   }
}
```

例: 複数のトランザクションで単一の接続を使用する

以下は、複数のトランザクションでの単一接続の使用法の例です。

例: 複数のトランザクションで単一の接続を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import java.util.*;
import javax.transaction.*;
import javax.transaction.xa.*;
```

```
import com.ibm.db2.jdbc.app.*;

public class JTAMultiTx {

    public static void main(java.lang.String[] args) {
        JTAMultiTx test = new JTAMultiTx();

        test.setup();
        test.run();
    }


    /**
     * Handle the previous cleanup run so that this test can recommence.
     */
    public void setup() {

        Connection c = null;
        Statement s = null;
        try {
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
            c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
            s = c.createStatement();

            try {
                s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.JTATABLE");
            } catch (SQLException e) {
                // Ignore... does not exist
            }

            s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.JTATABLE (COL1 CHAR (50))");

            s.close();
        } finally {
            if (c != null) {
                c.close();
            }
        }
    }


    /**
     * This test uses JTA support to handle transactions.
     */
    public void run() {
        Connection c = null;

        try {
            Context ctx = new InitialContext();

            // Assume the data source is backed by a UDBXADataSource.
            UDBXADataSource ds = (UDBXADataSource) ctx.lookup("XADataSource");

            // From the DataSource, obtain an XAConnection object that
            // contains an XAResource and a Connection object.
            XAConnection  xaConn = ds.getXAConnection();
            XAResource    xaRes  = xaConn.getXAResource();
            Connection    c      = xaConn.getConnection();
            Statement     stmt   = c.createStatement();

            // For XA transactions, a transaction identifier is required.
            // This is not meant to imply that all the XIDs are the same.
            // Each XID must be unique to distinguish the various transactions
            // that occur.
            // Support for creating XIDs is again left to the application
            // program.
            Xid xid1 = JDXATest.xidFactory();
```

```
            Xid xid2 = JDXATest.xidFactory();
            Xid xid3 = JDXATest.xidFactory();

            // Do work under three transactions for this connection.
            xaRes.start(xid1, XAResource.TMNOFLAGS);
            int count1 = stmt.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.JTATABLE VALUES('Value 1-A')");
            xaRes.end(xid1, XAResource.TMNOFLAGS);

            xaRes.start(xid2, XAResource.TMNOFLAGS);
            int count2 = stmt.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.JTATABLE VALUES('Value 1-B')");
            xaRes.end(xid2, XAResource.TMNOFLAGS);

            xaRes.start(xid3, XAResource.TMNOFLAGS);
            int count3 = stmt.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.JTATABLE VALUES('Value 1-C')");
            xaRes.end(xid3, XAResource.TMNOFLAGS);

            // Prepare all the transactions
            int rc1 = xaRes.prepare(xid1);
            int rc2 = xaRes.prepare(xid2);
            int rc3 = xaRes.prepare(xid3);

            // Two of the transactions commit and one rolls back.
            // The attempt to insert the second value into the table is
            // not committed.
            xaRes.commit(xid1, false);
            xaRes.rollback(xid2);
            xaRes.commit(xid3, false);


        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Something has gone wrong.");
            e.printStackTrace();
        } finally {
            try {
                if (c != null)
                    c.close();
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("Note:  Cleaup exception.");
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}
```

例: BLOB の使用

以下は、アプリケーション中で BLOB を使用する方法の例です。

例: BLOB の使用

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
////////////////////////////////////////
// UseBlobs is an example application
// that shows some of the APIs associated
// with Blob objects.
//
// This program must be run after
// the PutGetBlobs program has completed.
////////////////////////////////////////
import java.sql.*;

public class UseBlobs {
   public static void main(String[] args)
   throws SQLException
   {
```

```
       // Register the native JDBC driver.
       try {
          Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
       } catch (Exception e) {
          System.exit(1);  // Setup error.
       }

       Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
       Statement s = c.createStatement();

       ResultSet rs = s.executeQuery("SELECT * FROM CUJOSQL.BLOBTABLE");

       rs.next();
       Blob blob1 = rs.getBlob(1);
       rs.next();
       Blob blob2 = rs.getBlob(1);


       // Determine the length of a LOB.
       long end = blob1.length();
       System.out.println("Blob1 length is " + blob1.length());

       // When working with LOBs, all indexing that is related to them
       // is 1-based, and is not 0-based like strings and arrays.
       long startingPoint = 450;
       long endingPoint = 500;

       // Obtain part of the BLOB as a byte array.
       byte[] outByteArray = blob1.getBytes(startingPoint, (int)endingPoint);

       // Find where a sub-BLOB or byte array is first found within a
       // BLOB. The setup for this program placed two identical copies of
       // a random BLOB into the database. Thus, the start position of the
       // byte array extracted from blob1 can be found in the starting
       // position in blob2. The exception would be if there were 50
       // identical random bytes in the LOBs previously.
       long startInBlob2 = blob2.position(outByteArray, 1);

       System.out.println("pattern found starting at position " + startInBlob2);

       c.close(); // Connection close closes stmt and rs too.
    }
}
```

例: CLOB の使用

以下は、アプリケーション中で CLOB を使用する方法の例です。

例: CLOB の使用

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//////////////////////////////////////////
// UpdateClobs is an example application
// that shows some of the APIs providing
// support for changing Clob objects
// and reflecting those changes to the
// database.
//
// This program must be run after
// the PutGetClobs program has completed.
//////////////////////////////////////////
import java.sql.*;

public class UseClobs {
   public static void main(String[] args)
```

```
   throws SQLException
   {
       // Register the native JDBC driver.
       try {
          Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
      } catch (Exception e) {
          System.exit(1);  // Setup error.
      }

      Connection c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
      Statement s = c.createStatement();

      ResultSet rs = s.executeQuery("SELECT * FROM CUJOSQL.CLOBTABLE");

      rs.next();
      Clob clob1 = rs.getClob(1);
      rs.next();
      Clob clob2 = rs.getClob(1);


      // Determine the length of a LOB.
      long end = clob1.length();
      System.out.println("Clob1 length is " + clob1.length());

      // When working with LOBs, all indexing that is related to them
      // is 1-based, and not 0-based like strings and arrays.
      long startingPoint = 450;
      long endingPoint = 50;

      // Obtain part of the CLOB as a byte array.
      String outString = clob1.getSubString(startingPoint, (int)endingPoint);
      System.out.println("Clob substring is " + outString);

      // Find where a sub-CLOB or string is first found within a
      // CLOB. The setup for this program placed two identical copies of
      // a repeating CLOB into the database. Thus, the start position of the
      // string extracted from clob1 can be found in the starting
      // position in clob2 if the search begins close to the position where
   // the string starts.
      long startInClob2 = clob2.position(outString, 440);

      System.out.println("pattern found starting at position " + startInClob2);

      c.close(); // Connection close also closes stmt and rs.
   }
}
```

例: トランザクションを処理するために JTA を使用する

以下は、アプリケーション内でトランザクションを処理するための Java(TM) Transaction API (JTA) の使用法の例です。

例: トランザクションを処理するために JTA を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import javax.sql.*;
import java.util.*;
import javax.transaction.*;
import javax.transaction.xa.*;
import com.ibm.db2.jdbc.app.*;

public class JTACommit {

    public static void main(java.lang.String[] args) {
```

```
    JTACommit test = new JTACommit();

    test.setup();
    test.run();
}


/**
 * Handle the previous cleanup run so that this test can recommence.
 */
public void setup() {

    Connection c = null;
    Statement s = null;
    try {
        Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
        c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
        s = c.createStatement();

        try {
            s.executeUpdate("DROP TABLE CUJOSQL.JTATABLE");
        } catch (SQLException e) {
            // Ignore... does not exist
        }

        s.executeUpdate("CREATE TABLE CUJOSQL.JTATABLE (COL1 CHAR (50))");
        s.close();
    } finally {
        if (c != null) {
            c.close();
        }
    }
}


/**
 * This test uses JTA support to handle transactions.
 */
public void run() {
    Connection c = null;

    try {
        Context ctx = new InitialContext();

        // Assume the data source is backed by a UDBXADataSource.
        UDBXADataSource ds = (UDBXADataSource) ctx.lookup("XADataSource");

        // From the DataSource, obtain an XAConnection object that
        // contains an XAResource and a Connection object.
        XAConnection  xaConn = ds.getXAConnection();
        XAResource    xaRes  = xaConn.getXAResource();
        Connection    c      = xaConn.getConnection();

        // For XA transactions, a transaction identifier is required.
        // An implementation of the XID interface is not included with the
        // JDBC driver. See "Transactions with JTA" on page 65 for a description of
        // this interface to build a class for it.
        Xid xid = new XidImpl();

        // The connection from the XAResource can be used as any other
        // JDBC connection.
        Statement stmt = c.createStatement();

        // The XA resource must be notified before starting any
        // transactional work.
        xaRes.start(xid, XAResource.TMNOFLAGS);
```

```
            // Standard JDBC work is performed.
            int count =
              stmt.executeUpdate("INSERT INTO CUJOSQL.JTATABLE VALUES('JTA is pretty fun.')");

            // When the transaction work has completed, the XA resource must
            // again be notified.
            xaRes.end(xid, XAResource.TMSUCCESS);

            // The transaction represented by the transaction ID is prepared
            // to be committed.
            int rc = xaRes.prepare(xid);

            // The transaction is committed through the XAResource.
            // The JDBC Connection object is not used to commit
            // the transaction when using JTA.
            xaRes.commit(xid, false);


        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Something has gone wrong.");
            e.printStackTrace();
        } finally {
            try {
                if (c != null)
                    c.close();
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("Note:  Cleaup exception.");
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}
```

例: 複数の列を持ったメタデータ ResultSet を使用する

以下は、複数の列があるメタデータ ResultSet を使用する方法の例です。

例: 複数の列を持ったメタデータ ResultSet を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
//////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// SafeGetUDTs example. This program demonstrates one way to deal with
// metadata ResultSets that have more columns in JDK 1.4 than they
// had in previous releases.
//
// Command syntax:
//    java SafeGetUDTs
//
//////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// This source is an example of the IBM Developer for Java JDBC driver.
// IBM grants you a nonexclusive license to use this as an example
// from which you can generate similar function tailored to
// your own specific needs.
//
// This sample code is provided by IBM for illustrative purposes
// only. These examples have not been thoroughly tested under all
// conditions. IBM, therefore, cannot guarantee or imply
// reliability, serviceability, or function of these programs.
//
// All programs contained herein are provided to you "AS IS"
// without any warranties of any kind.  The implied warranties of
// merchantability and fitness for a particular purpose are
// expressly disclaimed.
```

```
//
// IBM Developer Kit for Java
// (C) Copyright IBM Corp. 2001
// All rights reserved.
// US Government Users Restricted Rights -
// Use, duplication, or disclosure restricted
// by GSA ADP Schedule Contract with IBM Corp.
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

import java.sql.*;

public class SafeGetUDTs {

    public static int jdbcLevel;

    // Note: Static block runs before main begins.
    // Therefore, there is access to jdbcLevel in
    // main.
    {
        try {
            Class.forName("java.sql.Blob");

            try {
                Class.forName("java.sql.ParameterMetaData");
                // Found a JDBC 3.0 interface.  Must support JDBC 3.0.
                jdbcLevel = 3;
            } catch (ClassNotFoundException ez) {
                // Could not find the JDBC 3.0 ParameterMetaData class.
                // Must be running under a JVM with only JDBC 2.0
                // support.
                jdbcLevel = 2;
            }

        } catch (ClassNotFoundException ex) {
            // Could not find the JDBC 2.0 Blob class.  Must be
            // running under a JVM with only JDBC 1.0 support.
            jdbcLevel = 1;
        }
    }

    // Program entry point.
    public static void main(java.lang.String[] args)
    {
        Connection c = null;

        try {
            // Get the driver registered.
            Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");

            c = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:*local");
            DatabaseMetaData dmd = c.getMetaData();

            if (jdbcLevel == 1) {
                System.out.println("No support is provided for getUDTs.  Just return.");
                System.exit(1);
            }

            ResultSet rs = dmd.getUDTs(null, "CUJOSQL", "SSN%", null);
            while (rs.next()) {

                // Fetch all the columns that have been available since the
                // JDBC 2.0 release.
                System.out.println("TYPE_CAT is " + rs.getString("TYPE_CAT"));
                System.out.println("TYPE_SCHEM is " + rs.getString("TYPE_SCHEM"));
                System.out.println("TYPE_NAME is " + rs.getString("TYPE_NAME"));
                System.out.println("CLASS_NAME is " + rs.getString("CLASS_NAME"));
```

```
                System.out.println("DATA_TYPE is " + rs.getString("DATA_TYPE"));
                System.out.println("REMARKS is " + rs.getString("REMARKS"));

                // Fetch all the columns that were added in JDBC 3.0.
                if (jdbcLevel > 2) {
                    System.out.println("BASE_TYPE is " + rs.getString("BASE_TYPE"));
                }
            }
        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Error: " + e.getMessage());
        } finally {
            if (c != null) {
                try {
                    c.close();
                } catch (SQLException e) {
                    // Ignoring shutdown exception.
                }
            }
        }
    }
}
```

例: ネイティブ JDBC と IBM Toolbox for Java JDBC を同時に使用する

以下に、プログラム中でネイティブ JDBC 接続と IBM Toolbox for Java JDBC 接続を使用する方法を示します。

例: ネイティブ JDBC と IBM Toolbox for Java JDBC を同時に使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// GetConnections example.
//
// This program demonstrates being able to use both JDBC drivers at
// once in a program. Two Connection objects are created in this
// program. One is a native JDBC connection and one is a IBM Toolbox for Java
// JDBC connection.
//
// This technique is convenient because it allows you to use different
// JDBC drivers for different tasks concurrently. For example, the
// IBM Toolbox for Java JDBC driver is ideal for connecting to remote iSeries servers
// and the native JDBC driver is faster for local connections.
// You can use the strengths of each driver concurrently in your
// application by writing code similar to this example.
//
///////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// This source is an example of the IBM Developer for Java JDBC driver.
// IBM grants you a nonexclusive license to use this as an example
// from which you can generate similar function tailored to
// your own specific needs.
//
// This sample code is provided by IBM for illustrative purposes
// only. These examples have not been thoroughly tested under all
// conditions. IBM, therefore, cannot guarantee or imply
// reliability, serviceability, or function of these programs.
//
// All programs contained herein are provided to you "AS IS"
// without any warranties of any kind.  The implied warranties of
// merchantability and fitness for a particular purpose are
// expressly disclaimed.
//
```

```
// IBM Developer Kit for Java
// (C) Copyright IBM Corp. 2001
// All rights reserved.
// US Government Users Restricted Rights -
// Use, duplication, or disclosure restricted
// by GSA ADP Schedule Contract with IBM Corp.
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
import java.sql.*;
import java.util.*;

public class GetConnections {

   public static void main(java.lang.String[] args)
   {
       // Verify input.
       if (args.length != 2) {
          System.out.println("Usage (CL command line):  java GetConnections PARM(<user> <password>)");
          System.out.println(" where <user> is a valid iSeries user ID");
          System.out.println("   and <password> is the password for that user ID");
          System.exit(0);
       }

       // Register both drivers.
      try {
         Class.forName("com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver");
         Class.forName("com.ibm.as400.access.AS400JDBCDriver");
      } catch (ClassNotFoundException cnf) {
         System.out.println("ERROR: One of the JDBC drivers did not load.");
         System.exit(0);
      }

      try {
         // Obtain a connection with each driver.
         Connection conn1 = DriverManager.getConnection("jdbc:db2://localhost", args[0], args[1]);
         Connection conn2 = DriverManager.getConnection("jdbc:as400://localhost", args[0], args[1]);

         // Verify that they are different.
         if (conn1 instanceof com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Connection)
            System.out.println("conn1 is running under the native JDBC driver.");
         else
            System.out.println("There is something wrong with conn1.");

         if (conn2 instanceof com.ibm.as400.access.AS400JDBCConnection)
            System.out.println("conn2 is running under the IBM Toolbox for Java JDBC driver.");
         else
            System.out.println("There is something wrong with conn2.");

         conn1.close();
         conn2.close();
      } catch (SQLException e) {
         System.out.println("ERROR: " + e.getMessage());
      }
   }
}
```

例: ResultSet を取得するために PreparedStatement を使用する

これは、PreparedStatement オブジェクトの executeQuery メソッドを使用して、 ResultSet を入手するときの一例です。

例: ResultSet を取得するために PreparedStatement を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import java.util.Properties;

public class PreparedStatementExample {

    public static void main(java.lang.String[] args)
    {
        // Load the following from a properties object.
        String DRIVER = "com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver";
        String URL    = "jdbc:db2://*local";

        // Register the native JDBC driver. If the driver cannot
        // be registered, the test cannot continue.
        try {
            Class.forName(DRIVER);
        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Driver failed to register.");
            System.out.println(e.getMessage());
            System.exit(1);
        }

        Connection c = null;
        Statement s = null;

        //    This program creates a table that is
        //    used by prepared statements later.
        try {
            // Create the connection properties.
            Properties properties = new Properties ();
            properties.put ("user", "userid");
            properties.put ("password", "password");

            // Connect to the local iSeries database.
            c = DriverManager.getConnection(URL, properties);

            // Create a Statement object.
            s = c.createStatement();
            // Delete the test table if it exists.  Note that
            // this example assumes throughout that the collection
            // MYLIBRARY exists on the system.
            try {
                s.executeUpdate("DROP TABLE MYLIBRARY.MYTABLE");
            } catch (SQLException e) {
                // Just continue... the table probably did not exist.
            }

            // Run an SQL statement that creates a table in the database.
            s.executeUpdate("CREATE TABLE MYLIBRARY.MYTABLE (NAME VARCHAR(20), ID INTEGER)");

        } catch (SQLException sqle) {
            System.out.println("Database processing has failed.");
            System.out.println("Reason: " + sqle.getMessage());
        } finally {
            // Close database resources
            try {
                if (s != null) {
                    s.close();
                }
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("Cleanup failed to close Statement.");
            }
        }


        //    This program then uses a prepared statement to insert many
        //    rows into the database.
        PreparedStatement ps = null;
```

```
String[] nameArray = {"Rich", "Fred", "Mark", "Scott", "Jason",
    "John", "Jessica", "Blair", "Erica", "Barb"};
try {
    // Create a PreparedStatement object that is used to insert data into the
    // table.
    ps = c.prepareStatement("INSERT INTO MYLIBRARY.MYTABLE (NAME, ID) VALUES (?, ?)");

    for (int i = 0; i < nameArray.length; i++) {
        ps.setString(1, nameArray[i]);      // Set the Name from our array.
        ps.setInt(2, i+1);                  // Set the ID.
        ps.executeUpdate();
    }

} catch (SQLException sqle) {
    System.out.println("Database processing has failed.");
    System.out.println("Reason: " + sqle.getMessage());
} finally {
    // Close database resources
    try {
        if (ps != null) {
            ps.close();
        }
    } catch (SQLException e) {
        System.out.println("Cleanup failed to close Statement.");
    }
}


//    Use a prepared statement to query the database
//    table that has been created and return data from it. In
//    this example, the parameter used is arbitrarily set to
//    5, meaning return all rows where the ID field is less than
//    or equal to 5.
try {
    ps = c.prepareStatement("SELECT * FROM MYLIBRARY.MYTABLE " +
                            "WHERE ID <= ?");

    ps.setInt(1, 5);

    // Run an SQL query on the table.
    ResultSet rs = ps.executeQuery();
    // Display all the data in the table.
    while (rs.next()) {
        System.out.println("Employee " + rs.getString(1) + " has ID " + rs.getInt(2));
    }

} catch (SQLException sqle) {
    System.out.println("Database processing has failed.");
    System.out.println("Reason: " + sqle.getMessage());
} finally {
    // Close database resources
    try {
        if (ps != null) {
            ps.close();
        }
    } catch (SQLException e) {
        System.out.println("Cleanup failed to close Statement.");
    }

    try {
        if (c != null) {
            c.close();
        }
    } catch (SQLException e) {
        System.out.println("Cleanup failed to close Connection.");
    }
```

```
        }
    }
}
```

例: Statement オブジェクトの executeUpdate メソッドを使用する

次に、Statement オブジェクトの executeUpdate メソッドを使用する方法の例を示します。

例: Statement オブジェクトの executeUpdate メソッドを使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.sql.*;
import java.util.Properties;

public class StatementExample {

    public static void main(java.lang.String[] args)
    {

        // Suggestion:  Load these from a properties object.
        String DRIVER = "com.ibm.db2.jdbc.app.DB2Driver";
        String URL    = "jdbc:db2://*local";

        // Register the native JDBC driver. If the driver cannot be
        // registered, the test cannot continue.
        try {
            Class.forName(DRIVER);
        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Driver failed to register.");
            System.out.println(e.getMessage());
            System.exit(1);
        }

        Connection c = null;
        Statement s = null;

        try {
            // Create the connection properties.
            Properties properties = new Properties ();
            properties.put ("user", "userid");
            properties.put ("password", "password");

            // Connect to the local iSeries database.
            c = DriverManager.getConnection(URL, properties);

            // Create a Statement object.
            s = c.createStatement();
            // Delete the test table if it exists. Note: This
            // example assumes that the collection MYLIBRARY
            // exists on the system.
            try {
                s.executeUpdate("DROP TABLE MYLIBRARY.MYTABLE");
            } catch (SQLException e) {
                // Just continue... the table probably does not exist.
            }

            // Run an SQL statement that creates a table in the database.
            s.executeUpdate("CREATE TABLE MYLIBRARY.MYTABLE (NAME VARCHAR(20), ID INTEGER)");

            // Run some SQL statements that insert records into the table.
            s.executeUpdate("INSERT INTO MYLIBRARY.MYTABLE (NAME, ID) VALUES ('RICH', 123)");
            s.executeUpdate("INSERT INTO MYLIBRARY.MYTABLE (NAME, ID) VALUES ('FRED', 456)");
            s.executeUpdate("INSERT INTO MYLIBRARY.MYTABLE (NAME, ID) VALUES ('MARK', 789)");
```

```
            // Run an SQL query on the table.
            ResultSet rs = s.executeQuery("SELECT * FROM MYLIBRARY.MYTABLE");

            // Display all the data in the table.
            while (rs.next()) {
                System.out.println("Employee " + rs.getString(1) + " has ID " + rs.getInt(2));
            }

        } catch (SQLException sqle) {
            System.out.println("Database processing has failed.");
            System.out.println("Reason: " + sqle.getMessage());
        } finally {
            // Close database resources
            try {
                if (s != null) {
                    s.close();
                }
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("Cleanup failed to close Statement.");
            }
             }

            try {
                if (c != null) {
                    c.close();
                }
            } catch (SQLException e) {
                System.out.println("Cleanup failed to close Connection.");
            }
        }
    }
}
```

例: JAAS HelloWorld

ここで示されている例は、 JAAS の HelloWorld をコンパイルして実行するために必要な 3 つのファイルを示しています。以下にそれら 3 つのファイルとそのリンクをリストします。

- 『HelloWorld.java』
- 339 ページの『HWLoginModule.java』
- 344 ページの『HWPrincipal.java』

HelloWorld.java

以下は、ファイル HelloWorld.java のソースです。

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/*
 * ============================================================================
 * Licensed Materials - Property of IBM
 *
 * (C) Copyright IBM Corp. 2000 All Rights Reserved.
 *
 *  US Government Users Restricted Rights - Use, duplication or
 *  disclosure restricted by GSA ADP Schedule Contract with IBM Corp.
 * ============================================================================
 *
 * File: HelloWorld.java
 */

import java.io.*;
import java.util.*;
import java.security.Principal;
import java.security.PrivilegedAction;
```

```
import javax.security.auth.*;
import javax.security.auth.callback.*;
import javax.security.auth.login.*;
import javax.security.auth.spi.*;

/**
 * This SampleLogin application attempts to authenticate a user.
 *
 * If the user successfully authenticates itself,
 * the user name and number of Credentials is displayed.
 *
 * @version 1.1, 09/14/99
 */
public class HelloWorld {

    /**
     * Attempt to authenticate the user.
     */
    public static void main(String[] args) {
        // use the configured LoginModules for the "helloWorld" entry
        LoginContext lc = null;
        try {
            lc = new LoginContext("helloWorld", new MyCallbackHandler());
        } catch (LoginException le) {
            le.printStackTrace();
            System.exit(-1);
        }

        // the user has 3 attempts to authenticate successfully
        int i;
        for (i = 0; i < 3; i++) {
            try {

                // attempt authentication
                lc.login();

                // if we return with no exception, authentication succeeded
                break;

            } catch (AccountExpiredException aee) {

                System.out.println("Your account has expired");
                System.exit(-1);

            } catch (CredentialExpiredException cee) {

                System.out.println("Your credentials have expired.");
                System.exit(-1);

            } catch (FailedLoginException fle) {

                System.out.println("Authentication Failed");
                    try {
                        Thread.currentThread().sleep(3000);
                    } catch (Exception e) {
                        // ignore
                    }

            } catch (Exception e) {

                System.out.println("Unexpected Exception - unable to continue");
                e.printStackTrace();
                System.exit(-1);
            }
        }

        // did they fail three times?
```

```
        if (i == 3) {
            System.out.println("Sorry");
            System.exit(-1);
        }

        // Look at what Principals we have:
        Iterator principalIterator = lc.getSubject().getPrincipals().iterator();
        System.out.println("¥n¥nAuthenticated user has the following Principals:");
        while (principalIterator.hasNext()) {
            Principal p = (Principal)principalIterator.next();
            System.out.println("¥t" + p.toString());
        }

        // Look at some Principal-based work:
        Subject.doAsPrivileged(lc.getSubject(), new PrivilegedAction() {
            public Object run() {
                System.out.println("¥nYour java.home property: "
                                +System.getProperty("java.home"));

                System.out.println("¥nYour user.home property: "
                                +System.getProperty("user.home"));

                File f = new File("foo.txt");
                System.out.print("¥nfoo.txt does ");
                if (!f.exists()) System.out.print("not ");
                System.out.println("exist in your current directory");

                System.out.println("¥nOh, by the way ...");

                try {
                    Thread.currentThread().sleep(2000);
                } catch (Exception e) {
                    // ignore
                }
                System.out.println("¥n¥nHello World!¥n");
                return null;
            }
        }, null);
        System.exit(0);
    }
}


/**
 * The application must implement the CallbackHandler.
 *
 * This application is text-based.  Therefore it displays information
 * to the user using the OutputStreams System.out and System.err,
 * and gathers input from the user using the InputStream, System.in.
 */
class MyCallbackHandler implements CallbackHandler {

    /**
     * Invoke an array of Callbacks.
     *
     *
     * @param callbacks an array of Callback objects which contain
     *          the information requested by an underlying security
     *          service to be retrieved or displayed.
     *
     * @exception java.io.IOException if an input or output error occurs.
     *
     * @exception UnsupportedCallbackException if the implementation of this
     *          method does not support one or more of the Callbacks
     *          specified in the callbacks parameter.
     */
    public void handle(Callback[] callbacks)
```

```
throws IOException, UnsupportedCallbackException {

for (int i = 0; i < callbacks.length; i++) {
    if (callbacks[i] instanceof TextOutputCallback) {

    // display the message according to the specified type
    TextOutputCallback toc = (TextOutputCallback)callbacks[i];
    switch (toc.getMessageType()) {
    case TextOutputCallback.INFORMATION:
        System.out.println(toc.getMessage());
        break;
    case TextOutputCallback.ERROR:
        System.out.println("ERROR: " + toc.getMessage());
        break;
    case TextOutputCallback.WARNING:
        System.out.println("WARNING: " + toc.getMessage());
        break;
    default:
        throw new IOException("Unsupported message type: " +
                toc.getMessageType());
    }

    } else if (callbacks[i] instanceof NameCallback) {

    // prompt the user for a user name
    NameCallback nc = (NameCallback)callbacks[i];

    // ignore the provided defaultName
    System.err.print(nc.getPrompt());
    System.err.flush();
    nc.setName((new BufferedReader
        (new InputStreamReader(System.in))).readLine());

    } else if (callbacks[i] instanceof PasswordCallback) {

    // prompt the user for sensitive information
    PasswordCallback pc = (PasswordCallback)callbacks[i];
    System.err.print(pc.getPrompt());
    System.err.flush();
    pc.setPassword(readPassword(System.in));

    } else {
    throw new UnsupportedCallbackException
        (callbacks[i], "Unrecognized Callback");
    }
}
}

// Reads user password from given input stream.
private char[] readPassword(InputStream in) throws IOException {

char[] lineBuffer;
char[] buf;
int i;

buf = lineBuffer = new char[128];

int room = buf.length;
int offset = 0;
int c;

loop:   while (true) {
    switch (c = in.read()) {
    case -1:
    case '¥n':
    break loop;
```

```
        case '¥r':
        int c2 = in.read();
        if ((c2 != '¥n') && (c2 != -1)) {
            if (!(in instanceof PushbackInputStream)) {
            in = new PushbackInputStream(in);
            }
            ((PushbackInputStream)in).unread(c2);
        } else
            break loop;

        default:
        if (--room < 0) {
            buf = new char[offset + 128];
            room = buf.length - offset - 1;
            System.arraycopy(lineBuffer, 0, buf, 0, offset);
            Arrays.fill(lineBuffer, ' ');
            lineBuffer = buf;
        }
        buf[offset++] = (char) c;
        break;
        }
    }

    if (offset == 0) {
        return null;
    }

    char[] ret = new char[offset];
    System.arraycopy(buf, 0, ret, 0, offset);
    Arrays.fill(buf, ' ');

    return ret;
    }
}
```

HWLoginModule.java

以下は HWLoginModule.java のソースです。

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/*
 * ============================================================================
 * Licensed Materials - Property of IBM
 *
 * (C) Copyright IBM Corp. 2000 All Rights Reserved.
 *
 *  US Government Users Restricted Rights - Use, duplication or
 *  disclosure restricted by GSA ADP Schedule Contract with IBM Corp.
 * ============================================================================
 *
 * File: HWLoginModule.java
 */

package com.ibm.security;

import java.util.*;
import java.io.IOException;
import javax.security.auth.*;
import javax.security.auth.callback.*;
import javax.security.auth.login.*;
import javax.security.auth.spi.*;
import com.ibm.security.HWPrincipal;

/**
 * This LoginModule authenticates users with a password.
 *
```

```
 * This LoginModule only recognizes any user who enters
 *     the required password:   Go JAAS
 *
 * If the user successfully authenticates itself,
 * a HWPrincipal with the user name
 * is added to the Subject.
 *
 * This LoginModule recognizes the debug option.
 * If set to true in the login Configuration,
 * debug messages are sent to the output stream, System.out.
 *
 * @version 1.1, 09/10/99
 */
public class HWLoginModule implements LoginModule {

    // initial state
    private Subject subject;
    private CallbackHandler callbackHandler;
    private Map sharedState;
    private Map options;

    // configurable option
    private boolean debug = false;

    // the authentication status
    private boolean succeeded = false;
    private boolean commitSucceeded = false;

    // user name and password
    private String user name;
    private char[] password;

    private HWPrincipal userPrincipal;

    /**
     * Initialize this LoginModule.
     *
     * @param subject the Subject to be authenticated.
     *
     * @param callbackHandler a CallbackHandler for communicating
     *          with the end user (prompting for user names and
     *          passwords, for example).
     *
     * @param sharedState shared LoginModule state.
     *
     * @param options options specified in the login
     *          Configuration for this particular
     *          LoginModule.
     */
    public void initialize(Subject subject, CallbackHandler callbackHandler,
            Map sharedState, Map options) {

    this.subject = subject;
    this.callbackHandler = callbackHandler;
    this.sharedState = sharedState;
    this.options = options;

    // initialize any configured options
    debug = "true".equalsIgnoreCase((String)options.get("debug"));
    }

    /**
     * Authenticate the user by prompting for a user name and password.
     *
     *
     * @return true in all cases since this LoginModule
     *      should not be ignored.
```

```
 *
 * @exception FailedLoginException if the authentication fails.
 *
 * @exception LoginException if this LoginModule
 *      is unable to perform the authentication.
 */
public boolean login() throws LoginException {

// prompt for a user name and password
if (callbackHandler == null)
    throw new LoginException("Error: no CallbackHandler available " +
        "to garner authentication information from the user");

Callback[] callbacks = new Callback[2];
callbacks[0] = new NameCallback("¥n¥nHWModule user name: ");
callbacks[1] = new PasswordCallback("HWModule password: ", false);

try {
    callbackHandler.handle(callbacks);
    user name = ((NameCallback)callbacks[0]).getName();
    char[] tmpPassword = ((PasswordCallback)callbacks[1]).getPassword();
    if (tmpPassword == null) {
    // treat a NULL password as an empty password
    tmpPassword = new char[0];
    }
    password = new char[tmpPassword.length];
    System.arraycopy(tmpPassword, 0,
        password, 0, tmpPassword.length);
    ((PasswordCallback)callbacks[1]).clearPassword();

} catch (java.io.IOException ioe) {
    throw new LoginException(ioe.toString());
} catch (UnsupportedCallbackException uce) {
    throw new LoginException("Error: " + uce.getCallback().toString() +
    " not available to garner authentication information " +
    "from the user");
}

// print debugging information
if (debug) {
    System.out.println("¥n¥n¥t[HWLoginModule] " +
            "user entered user name: " +
            user name);
    System.out.print("¥t[HWLoginModule] " +
            "user entered password: ");
    for (int i = 0; i > password.length; i++)
    System.out.print(password[i]);
    System.out.println();
}

// verify the password
if (password.length == 7 &&
    password[0] == 'G' &&
    password[1] == 'o' &&
    password[2] == ' ' &&
    password[3] == 'J' &&
    password[4] == 'A' &&
    password[5] == 'A' &&
    password[6] == 'S') {

    // authentication succeeded!!!
    if (debug)
    System.out.println("¥n¥t[HWLoginModule] " +
            "authentication succeeded");
    succeeded = true;
    return true;
} else {
```

```
    // authentication failed -- clean out state
    if (debug)
    System.out.println("¥n¥t[HWLoginModule] " +
            "authentication failed");
    succeeded = false;
    user name = null;
    for (int i = 0; i < password.length; i++)
    password[i] = ' ';
    password = null;
    throw new FailedLoginException("Password Incorrect");
}
}

/**
 * This method is called if the overall authentication of LoginContext
 * succeeded
 * (the relevant REQUIRED, REQUISITE, SUFFICIENT and OPTIONAL LoginModules
 * succeeded).
 *
 * If this LoginModule authentication attempt
 * succeeded (checked by retrieving the private state saved by the
 * login method), then this method associates a
 * SolarisPrincipal
 * with the Subject located in the
 * LoginModule.  If this LoginModule
 * authentication attempt failed, then this method removes
 * any state that was originally saved.
 *
 * @exception LoginException if the commit fails.
 *
 * @return true if the login and commit LoginModule
 *      attempts succeeded, or false otherwise.
 */
public boolean commit() throws LoginException {
if (succeeded == false) {
    return false;
} else {
    // add a Principal (authenticated identity)
    // to the Subject

    // assume the user we authenticated is the HWPrincipal
    userPrincipal = new HWPrincipal(user name);
    final Subject s = subject;
    final HWPrincipal sp = userPrincipal;
    java.security.AccessController.doPrivileged
    (new java.security.PrivilegedAction() {
    public Object run() {
        if (!s.getPrincipals().contains(sp))
        s.getPrincipals().add(sp);
        return null;
    }
    });

    if (debug) {
    System.out.println("¥t[HWLoginModule] " +
            "added HWPrincipal to Subject");
    }

    // in any case, clean out state
    user name = null;
    for (int i = 0; i > password.length; i++)
    password[i] = ' ';
    password = null;

    commitSucceeded = true;
    return true;
```

```
}
}

/**
 * This method is called if the overall authentication of LoginContext
 * failed.
 * (the relevant REQUIRED, REQUISITE, SUFFICIENT and OPTIONAL LoginModules
 * did not succeed).
 *
 * If this authentication attempt of LoginModule
 * succeeded (checked by retrieving the private state saved by the
 * login and commit methods),
 * then this method cleans up any state that was originally saved.
 *
 * @exception LoginException if the abort fails.
 *
 * @return false if this login or commit attempt for LoginModule
 *      failed, and true otherwise.
 */
public boolean abort() throws LoginException {
if (succeeded == false) {
    return false;
} else if (succeeded == true && commitSucceeded == false) {
    // login succeeded but overall authentication failed
    succeeded = false;
    user name = null;
    if (password != null) {
    for (int i = 0; i > password.length; i++)
        password[i] = ' ';
    password = null;
    }
    userPrincipal = null;
} else {
    // overall authentication succeeded and commit succeeded,
    // but another commit failed
    logout();
}
return true;
}

/**
 * Logout the user.
 *
 * This method removes the HWPrincipal
 * that was added by the commit method.
 *
 * @exception LoginException if the logout fails.
 *
 * @return true in all cases since this LoginModule
 *          should not be ignored.
 */
public boolean logout() throws LoginException {

final Subject s = subject;
final HWPrincipal sp = userPrincipal;
java.security.AccessController.doPrivileged
    (new java.security.PrivilegedAction() {
    public Object run() {
    s.getPrincipals().remove(sp);
    return null;
    }
});

succeeded = false;
succeeded = commitSucceeded;
user name = null;
if (password != null) {
```

```
        for (int i = 0; i > password.length; i++)
        password[i] = ' ';
        password = null;
    }
    userPrincipal = null;
    return true;
    }
}
```

HWPrincipal.java

以下は HWPrincipal.java のソースです。

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/*
 * ============================================================================
 * Licensed Materials - Property of IBM
 *
 * (C) Copyright IBM Corp. 2000 All Rights Reserved.
 *
 *  US Government Users Restricted Rights - Use, duplication or
 *  disclosure restricted by GSA ADP Schedule Contract with IBM Corp.
 * ============================================================================
 *
 * File: HWPrincipal.java
 */

package com.ibm.security;

import java.security.Principal;

/**
 * This class implements the Principal interface
 * and represents a HelloWorld tester.
 *
 * @version 1.1, 09/10/99
 * @author D. Kent Soper
 */
public class HWPrincipal implements Principal, java.io.Serializable {

    private String name;

    /*
     * Create a HWPrincipal with the supplied name.
     */
    public HWPrincipal(String name) {
        if (name == null)
            throw new NullPointerException("illegal null input");

        this.name = name;
    }

    /*
     * Return the name for the HWPrincipal.
     */
    public String getName() {
        return name;
    }

    /*
     * Return a string representation of the HWPrincipal.
     */
    public String toString() {
        return("HWPrincipal:  " + name);
    }
```

```
    /*
     * Compares the specified Object with the HWPrincipal for equality.
     * Returns true if the given object is also a HWPrincipal and the
     * two HWPrincipals have the same user name.
     */
    public boolean equals(Object o) {
        if (o == null)
            return false;

        if (this == o)
            return true;

        if (!(o instanceof HWPrincipal))
            return false;
        HWPrincipal that = (HWPrincipal)o;

        if (this.getName().equals(that.getName()))
            return true;
        return false;
    }

    /*
     * Return a hash code for the HWPrincipal.
     */
    public int hashCode() {
        return name.hashCode();
    }
}
```

例: JAAS SampleThreadSubjectLogin

この例は、SampleThreadSubjectLogin クラスの実装を示すものです。

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// 5722-JV1
// (C) Copyright IBM Corp. 2000
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// File Name:   SampleThreadSubjectLogin.java
//
// Class:       SampleThreadSubjectLogin
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
// CHANGE ACTIVITY:
//
//
// END CHANGE ACTIVITY
//
////////////////////////////////////////////////////////////////////////

import com.ibm.security.auth.ThreadSubject;

import com.ibm.as400.access.*;

import java.io.*;

import java.util.*;

import java.security.Principal;

import javax.security.auth.*;
```

```
import javax.security.auth.callback.*;

import javax.security.auth.login.*;


/**
 * This SampleThreadSubjectLogin application authenticates a single
 * user, swaps the OS thread identity to the authenticated user,
 * and then writes "Hello World" into a privately authorized
 * file, thread.txt, in the user's test directory.
 *
 * The user is requested to enter the user id and password to
 * authenticate.
 *
 * If successful, the user name and number of Credentials
 * are displayed.
 *
 *

 Setup and run instructions:

 1) Create a new user, JAAS13, by invoking
 "CRTUSRPRF USRPRF(JAAS13) PASSWORD() TEXT('JAAS sample user id')"
 with *USER class authority.

 2) Allocate a dummy test file, "yourTestDir/thread.txt", and
 privately grant JAAS13 *RWX authority to it for write access.

 3) Copy SampleThreadSubjectLogin.java into your test directory.

 4) Change the current directory to your test directory and compile the
 java source code.

   Enter -

   strqsh

   cd 'yourTestDir'

   javac -J-Djava.version=1.3
     -classpath /qibm/proddata/os400/java400/ext/jaas13.jar:
                /QIBM/ProdData/HTTP/Public/jt400/lib/jt400.jar:.
     -d ./classes
     *.java

 5) Copy threadLogin.config, threadJaas.policy, and threadJava2.policy
 into your test directory.

 6) If not already done, add the symbolic link to the extension
 directory for the jaas13.jar file.
 The extension class loader should normally load the JAR file.

 ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/OS400/Java400/ext/jaas13.jar')
   NEWLNK('/QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/ext/jaas13.jar')


 7) If not already done to run this sample, add the symbolic link to the extension
 directory for the jt400.jar and jt400ntv.jar files. This causes these
 files to be loaded by the extension class loader. The application class loader
 can also load these files by including them in the CLASSPATH.
 If these files are loaded from the class path directory,
 do not add the symbolic link to the extension directory.
 The jaas13.jar file requires these JAR files for the credential
 implementation classes which are part of the IBM Toolbox
 for Java (5722-JC1) Licensed Program Product.
 (See the IBM Toolbox for Java topic for documentation
```

```
 on the credential classes found in the left frame
 under Security Classes => Authentication. Select the link to the
 ProfileTokenCredential class. At the top select 'This Package' for the
 entire com/ibm/as400/security/auth Java package. Javadoc for the
 authentication classes can also be found by selecting 'Javadoc' =>
 'Access Classes' on the left frame. Select 'All Packages' at the top
 and look for the com.ibm.as400.security.* packages)


 ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/HTTP/Public/jt400/lib/jt400.jar')
   NEWLNK('/QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/ext/jt400.jar')

 ADDLNK OBJ('/QIBM/ProdData/OS400/jt400/lib/jt400Native.jar')
   NEWLNK('/QIBM/ProdData/Java400/jdk13/lib/ext/jt400Native.jar')

////////////////////////////////////
 IMPORTANT NOTES -
////////////////////////////////////

 When updating the Java2 policy files
 for a real application remember to grant the
 appropriate permissions to the actual locations of the IBM Toolbox
 for Java JAR files. Even though they are symbolically linked to
 the extension directories previously listed which are granted
 java.security.AllPermission in the
 ${java.home}/lib/security/java.policy file, authorization is based on
 the actual location of the JAR files.

 For example, to successfully use the credential classes
 in IBM Toolbox for Java, you would add the below to your application's
 Java2 policy file -

 grant  codeBase "file:/QIBM/ProdData/HTTP/Public/jt400/lib/jt400.jar"
 {
   permission javax.security.auth.AuthPermission "modifyThreadIdentity";
   permission java.lang.RuntimePermission "loadLibrary.*";
   permission java.lang.RuntimePermission "writeFileDescriptor";
   permission java.lang.RuntimePermission "readFileDescriptor";
 }

 You also need to add these permissions for the application's
 codeBase since the operations performed by the IBM Toolbox
 for Java JAR files do not run in privileged mode.

 This sample already grants these permissions to all java classes by
 omitting the codeBase parameter in the threadJava2.policy file.

 8) Make sure the Host Servers are started and running.
 The ProfileTokenCredential classes which reside in IBM Toolbox for Java,
 i.e. jt400.jar, are used as the credentials that are attached
 to the authenticated subject by the SampleThreadSubjectLogin.java
 program. The IBM Toolbox for Java credential classes require access
 to the Host Servers.

 9) Invoke SampleThreadSubjectLogin while signed on as a user that
 does not have access to 'yourTestDir/thread.txt'.

 10) Start the sample by entering the following CL commands  =>

 CHGCURDIR DIR('yourTestDir')

 JAVA CLASS(SampleThreadSubjectLogin)
  CLASSPATH('yourTestDir/classes')
  PROP((java.version '1.3')
       (java.security.manager)
       (java.security.auth.login.config
        'yourTestDir/threadLogin.config')
```

```
       (java.security.policy
        'yourTestDir/threadJava2.policy')
       (java.security.auth.policy
        'yourTestDir/threadJaas.policy'))

 Enter the user id and password when prompted from step 1.

 11) Check yourTestDir/thread.txt for the "Hello World" entry.

 *
 **/


public class SampleThreadSubjectLogin {
/**
 * Attempt to authenticate the user.
 *
 * @param args
 *      Input arguments for this application (ignored).
 *
 */
    public static void main(String[] args) {

    // use the configured LoginModules for the "AS400ToolboxApp" entry
    LoginContext lc = null;
    try {
        // if provided, the same subject is used for multiple login attempts
        lc = new LoginContext("AS400ToolboxApp",
                  new Subject(),
                  new SampleCBHandler());
    } catch (LoginException le) {
        le.printStackTrace();
        System.exit(-1);
    }

    // the user has 3 attempts to authenticate successfully
    int i;
    for (i = 0; i < 3; i++) {
        try {

        // attempt authentication
        lc.login();

        // if we return with no exception, authentication succeeded
        break;

        } catch (AccountExpiredException aee) {

        System.out.println("Your account has expired");
        System.exit(-1);

        } catch (CredentialExpiredException cee) {

        System.out.println("Your credentials have expired.");
        System.exit(-1);

        } catch (FailedLoginException fle) {

        System.out.println("Authentication Failed");
        try {
            Thread.currentThread().sleep(3000);
        } catch (Exception e) {
            // ignore
        }

        } catch (Exception e) {
```

```
    System.out.println("Unexpected Exception - unable to continue");
    e.printStackTrace();
    System.exit(-1);
    }
}

// did they fail three times?
if (i == 3) {
    System.out.println("Sorry authentication failed");
    System.exit(-1);
}


// display authenticated principals & credentials
System.out.println("Authentication Succeeded");

System.out.println("Principals:");

Iterator itr = lc.getSubject().getPrincipals().iterator();

while (itr.hasNext())
    System.out.println(itr.next());

itr = lc.getSubject().getPrivateCredentials().iterator();

while (itr.hasNext())
    System.out.println(itr.next());

itr = lc.getSubject().getPublicCredentials().iterator();

while (itr.hasNext())
    System.out.println(itr.next());


    // let's do some Principal-based work:
ThreadSubject.doAsPrivileged(lc.getSubject(), new java.security.PrivilegedAction() {
       public Object run() {
       System.out.println("¥nYour java.home property: "
              +System.getProperty("java.home"));
       System.out.println("¥nYour user.home property: "
                  +System.getProperty("user.home"));
       File f = new File("thread.txt");
       System.out.print("¥nthread.txt does ");
       if (!f.exists()) System.out.print("not ");
       System.out.println("exist in your current directory");

       try {
           // write "Hello World number   x"  into thread.txt
           PrintStream ps = new PrintStream(new FileOutputStream("thread.txt", true), true);

           long flen = f.length();
           ps.println("Hello World number    " +
              Long.toString(flen/22) +
              "¥n");
           ps.close();
       } catch (Exception e) {
           e.printStackTrace();
       }

       System.out.println("¥nOh, by the way, " + SampleThreadSubjectLogin.getCurrentUser());
       try {
           Thread.currentThread().sleep(2000);
       } catch (Exception e) {
        // ignore
           }
       System.out.println("¥n¥nHello World!¥n");
       return null;
```

```
            }
        }, null);

        System.exit(0);

    }// end main()


// Returns the current OS identity for the main thread of the application.
// (This routine uses classes from IBM Toolbox for Java)
// Note - Applications running on a secondary thread cannot use this API to determine the current user.
    static public String getCurrentUser() {

    try {
        AS400 localSys = new AS400("localhost", "*CURRENT", "*CURRENT");

        int ccsid = localSys.getCcsid();
        ProgramCall qusrjobi = new ProgramCall(localSys);
        ProgramParameter[] parms = new ProgramParameter[6];

        int rLength = 100;
        parms[0] = new ProgramParameter(rLength);
        parms[1] = new ProgramParameter(new AS400Bin4().toBytes(rLength));
        parms[2] = new ProgramParameter(new AS400Text(8, ccsid, localSys).toBytes("JOBI0600"));
        parms[3] = new ProgramParameter(new AS400Text(26,ccsid, localSys).toBytes("*"));
        parms[4] = new ProgramParameter(new AS400Text(16,ccsid, localSys).toBytes(""));
        parms[5] = new ProgramParameter(new AS400Bin4().toBytes(0));

        qusrjobi.setProgram(QSYSObjectPathName.toPath("QSYS", "QUSRJOBI", "PGM"), parms);
        AS400Text uidText = new AS400Text(10, ccsid, localSys);

    // Invoke the QUSRJOBI API
        qusrjobi.run();

        byte[] uidBytes = new byte[10];
        System.arraycopy((qusrjobi.getParameterList())[0].getOutputData(), 90, uidBytes, 0, 10);

        return ((String)(uidText.toObject(uidBytes))).trim();
    }


    catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }

    return "";
    }

} //end SampleThreadSubjectLogin class



/**
 * A CallbackHandler is passed to underlying security
 * services so that they may interact with the application
 * to retrieve specific authentication data,
 * such as user names and passwords, or to display certain
 * information, such as error and warning messages.
 *
 * CallbackHandlers are implemented in an application
 * and platform-dependent fashion. The implementation decides
 * how to retrieve and display information depending on the
 * Callbacks passed to it.
 *
 * This class provides a sample CallbackHandler for applications
 * running in an OS/400 environment. However, it is not intended
 * to fulfill the requirements of production applications.
```

```
 * As indicated, the CallbackHandler is ultimately considered to
 * be application-dependent, as individual applications have
 * unique error checking, data handling, and user
 * interface requirements.
 *
 * The following callbacks are handled:
 *
```

- *
- NameCallback *
- PasswordCallback *
- TextOutputCallback *

```
 *
 * For simplicity, prompting is handled interactively through
 * standard input and output. However, it is worth noting
 * that when standard input is provided by the console, this
 * approach allows passwords to be viewed as they are
 * typed. This should be avoided in production
 * applications.
 *
 * This CallbackHandler also allows a name and password
 * to be acquired through an alternative mechanism
 * and set directly on the handler to bypass the need for
 * user interaction on the respective Callbacks.
 *
 */
class SampleCBHandler implements CallbackHandler {
    private String name_ = null;
    private String password_ = null;
/**
 * Constructs a new SampleCBHandler.
 *
 */
public SampleCBHandler() {
    this(null, null);
}
/**
 * Constructs a new SampleCBHandler.
 *
 * A name and password can optionally be specified in
 * order to bypass the need to prompt for information
 * on the respective Callbacks.
 *
 * @param name
 *      The default value for name callbacks. A null
 *      value indicates that the user should be
 *      prompted for this information. A non-null value
 *      cannot be zero length or exceed 10 characters.
 *
 * @param password
 *      The default value for password callbacks. A null
 *      value indicates that the user should be
 *      prompted for this information. A non-null value
 *      cannot be zero length or exceed 10 characters.
 */
public SampleCBHandler(String name, String password) {
    if (name != null)
        if ((name.length()==0) || (name.length()>10))
            throw new IllegalArgumentException("name");
    name_ = name;

    if (password != null)
        if ((password.length()==0) || (password.length()>10))
            throw new IllegalArgumentException("password");
    password_ = password;
```

```
}
/**
 * Handle the given name callback.
 *
 * First check to see if a name has been passed in
 * on the constructor.  If so, assign it to the
 * callback and bypass the prompt.
 *
 * If a value has not been preset, attempt to prompt
 * for the name using standard input and output.
 *
 * @param c
 *      The NameCallback.
 *
 * @exception java.io.IOException
 *      If an input or output error occurs.
 *
 */
private void handleNameCallback(NameCallback c) throws IOException {
    // Check for cached value
    if (name_ != null) {
        c.setName(name_);
        return;
    }
    // No preset value; attempt stdin/out
    c.setName(
        stdIOReadName(c.getPrompt(), 10));
}
/**
 * Handle the given name callback.
 *
 * First check to see if a password has been passed
 * in on the constructor.  If so, assign it to the
 * callback and bypass the prompt.
 *
 * If a value has not been preset, attempt to prompt
 * for the password using standard input and output.
 *
 * @param c
 *      The PasswordCallback.
 *
 * @exception java.io.IOException
 *      If an input or output error occurs.
 *
 */
private void handlePasswordCallback(PasswordCallback c) throws IOException {
    // Check for cached value
    if (password_ != null) {
        c.setPassword(password_.toCharArray());
        return;
    }

    // No preset value; attempt stdin/out
    // Note - Not for production use.
    //        Password is not concealed by standard console I/O
    if (c.isEchoOn())
        c.setPassword(
            stdIOReadName(c.getPrompt(), 10).toCharArray());
    else
    {

        // Note - Password is not concealed by standard console I/O
        c.setPassword(stdIOReadName(c.getPrompt(), 10).toCharArray());

    }
}
/**
```

```
 * Handle the given text output callback.
 *
 * If the text is informational or a warning,
 * text is written to standard output. If the
 * callback defines an error message, text is
 * written to standard error.
 *
 * @param c
 *      The TextOutputCallback.
 *
 * @exception java.io.IOException
 *      If an input or output error occurs.
 *
 */
private void handleTextOutputCallback(TextOutputCallback c) throws IOException {
    if (c.getMessageType() == TextOutputCallback.ERROR)
        System.err.println(c.getMessage());
    else
        System.out.println(c.getMessage());
}
/**
 * Retrieve or display the information requested in the
 * provided Callbacks.
 *
 * The handle method implementation
 * checks the instance(s) of the Callback
 * object(s) passed in to retrieve or display the
 * requested information.
 *
 * @param callbacks
 *      An array of Callback objects provided
 *      by an underlying security service which contains
 *      the information requested to be retrieved or displayed.
 *
 * @exception java.io.IOException
 *      If an input or output error occurs.
 *
 * @exception UnsupportedCallbackException
 *      If the implementation of this method does not support
 *      one or more of the Callbacks specified in the
 *      callbacks parameter.
 *
 */
public void handle(Callback[] callbacks)
    throws IOException, UnsupportedCallbackException
{
    for (int i=0; i<callbacks.length; i++) {
        Callback c = callbacks[i];

        if (c instanceof NameCallback)
            handleNameCallback((NameCallback)c);
        else if (c instanceof PasswordCallback)
            handlePasswordCallback((PasswordCallback)c);
        else if (c instanceof TextOutputCallback)
            handleTextOutputCallback((TextOutputCallback)c);
        else
            throw new UnsupportedCallbackException
                (callbacks[i]);
    }
}
/**
 * Displays the given string using standard output,
 * followed by a space to separate from subsequent
 * input.
 *
 * @param prompt
 *      The text to display.
```

```
 *
 * @exception IOException
 *      If an input or output error occurs.
 *
 */
private void stdIOPrompt(String prompt) throws IOException {
    System.out.print(prompt + ' ');
    System.out.flush();
}
/**
 * Reads a String from standard input, stopped at
 * maxLength or by a newline.
 *
 * @param prompt
 *      The text to display to standard output immediately
 *      prior to reading the requested value.
 *
 * @param maxLength
 *      Maximum length of the String to return.
 *
 * @return
 *      The entered string. The value returned does
 *      not contain leading or trailing whitespace
 *      and is converted to uppercase.
 *
 * @exception IOException
 *      If an input or output error occurs.
 *
 */
private String stdIOReadName(String prompt, int maxLength) throws IOException {
    stdIOPrompt(prompt);
    String s =
        (new BufferedReader
            (new InputStreamReader(System.in))).readLine().trim();
    if (s.length() < maxLength)
        s = s.substring(0,maxLength);
    return s.toUpperCase();
}

}//end SampleCBHandler class
```

サンプル: IBM JGSS 非 JAAS クライアント・プログラム

サンプル・クライアント・プログラムの使用に関して詳しくは、 サンプル・プログラムのダウンロードおよび実行 を参照してください。

注: 法律上の重要な情報に関しては、 コードの特記事項情報をお読みください。

```
// IBM JGSS 1.0 Sample Client Program

package com.ibm.security.jgss.test;
import org.ietf.jgss.*;
import com.ibm.security.jgss.Debug;

import java.io.*;
import java.net.*;
import java.util.*;

/**
 * A JGSS sample client;
 * to be used in conjunction with the JGSS sample server.
 * The client first establishes a context with the server
 * and then sends wrapped message followed by a MIC to the server.
 * The MIC is calculated over the plain text that was wrapped.
 * The client requires to server to authenticate itself
 * (mutual authentication) during context establishment.
```

```
 * It also delegates its credentials to the server.
 *
 * It sets the JAVA variable
 * javax.security.auth.useSubjectCredsOnly to false
 * so that JGSS will not acquire credentials through JAAS.
 *
 * The client takes input parameters, and complements it
 * with information from the jgss.ini file; any required input not
 * supplied on the command line is taking from the jgss.ini file.
 *
 * Usage: Client [options]
 *
 * The -? option produces a help message including supported options.
 *
 * This sample client does not use JAAS.
 * The client can be run against the JAAS sample client and server.
 * See {@link JAASClient JAASClient} for a sample client that uses JAAS.
 */

class Client
{
    private Util testUtil      = null;
    private String myName      = null;
    private GSSName gssName    = null;
    private String serverName = null;
    private int servicePort    = 0;
    private GSSManager mgr     = GSSManager.getInstance();
    private GSSName service    = null;
    private GSSContext context        = null;
    private String program     = "Client";
    private String debugPrefix = "Client: ";
    private TCPComms tcp       = null;
    private String data               = null;
    private byte[] dataBytes   = null;
    private String serviceHostname= null;
    private GSSCredential gssCred = null;

    private static Debug debug        = new Debug();

    private static final String usageString =
          "¥t[-?] [-d | -n name] [-s serverName]"
        + "¥n¥t[-h serverHost [:port]] [-p port] [-m msg]"
        + "¥n"
        + "¥n  -?¥t¥t¥thelp; produces this message"
        + "¥n  -n name¥t¥tthe client's principal name (without realm)"
        + "¥n  -s serverName¥t¥tthe server's principal name (without realm)"
        + "¥n  -h serverHost[:port]¥tthe server's hostname"
        +         " (and optional port number)"
        + "¥n  -p port¥t¥tthe port on which the server will be listening"
        + "¥n  -m msg¥t¥tmessage to send to the server";


    // Caller must call initialize (may need to call processArgs first).
    public Client (String programName) throws Exception
    {
        testUtil = new Util();
        if (programName != null)
        {
            program = programName;
            debugPrefix = programName + ": ";
        }
    }

    // Caller must call initialize (may need to call processArgs first).
    Client (String programName, boolean useSubjectCredsOnly) throws Exception
    {
        this(programName);
```

```
    setUseSubjectCredsOnly(useSubjectCredsOnly);
}

public Client(GSSCredential myCred,
              String serverNameWithoutRealm,
              String serverHostname,
              int serverPort,
              String message)
    throws Exception
{
    testUtil = new Util();

    if (myCred != null)
    {
        gssCred = myCred;
    }
    else
    {
        throw new GSSException(GSSException.NO_CRED, 0,
                                  "Null input credential");
    }

    init(serverNameWithoutRealm, serverHostname, serverPort, message);
}

void setUseSubjectCredsOnly(boolean useSubjectCredsOnly)
{
    final String subjectOnly = useSubjectCredsOnly ? "true" : "false";
    final String property = "javax.security.auth.useSubjectCredsOnly";

    String temp = (String)java.security.AccessController.doPrivileged(
                    new sun.security.action.GetPropertyAction(property));

    if (temp == null)
    {
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
          + "setting useSubjectCredsOnly property to "
          + useSubjectCredsOnly);

        // Property not set. Set it to the specified value.

        java.security.AccessController.doPrivileged(
             new java.security.PrivilegedAction() {
               public Object run() {
                  System.setProperty(property, subjectOnly);
                  return null;
               }
             });
    }
    else
    {
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
          + "useSubjectCredsOnly property already set "
          + "in JVM  to " + temp);
    }
}

private void init(String myNameWithoutRealm,
                  String serverNameWithoutRealm,
                  String serverHostname,
                  int    serverPort,
                  String message) throws Exception
{
    myName = myNameWithoutRealm;
    init(serverNameWithoutRealm, serverHostname, serverPort, message);
}
```

```
private void init(String serverNameWithoutRealm,
                  String serverHostname,
                  int    serverPort,
                  String message) throws Exception
{
    // peer's name
    if (serverNameWithoutRealm != null)
    {
        this.serverName = serverNameWithoutRealm;
    }
    else
    {
        this.serverName = testUtil.getDefaultServicePrincipalWithoutRealm();
    }

    // peer's host
    if (serverHostname != null)
    {
        this.serviceHostname = serverHostname;
    }
    else
    {
        this.serviceHostname = testUtil.getDefaultServiceHostname();
    }

    // peer's port
    if (serverPort > 0)
    {
        this.servicePort = serverPort;
    }
    else
    {
        this.servicePort = testUtil.getDefaultServicePort();
    }

    // message for peer
    if (message != null)
    {
        this.data = message;
    }
    else
    {
        this.data = "The quick brown fox jumps over the lazy dog";
    }

    this.dataBytes = this.data.getBytes();

    tcp = new TCPComms(serviceHostname, servicePort);
}


void initialize() throws Exception
{
     Oid krb5MechanismOid = new Oid("1.2.840.113554.1.2.2");

    if (gssCred == null)
    {
        if (myName != null)
        {
            debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
                                + "creating GSSName USER_NAME for "
                                + myName);

            gssName = mgr.createName(
                            myName,
                            GSSName.NT_USER_NAME,
                             krb5MechanismOid);
```

```
            debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
                                + "Canonicalized GSSName=" + gssName);
        }
        else
            gssName = null; // for default credentials


        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "creating"
           + ((gssName == null)? " default " : " ")
           + "credential");

        gssCred = mgr.createCredential(
                               gssName,
                               GSSCredential.DEFAULT_LIFETIME,
                               (Oid)null,
                               GSSCredential.INITIATE_ONLY);
        if (gssName == null)
        {
            gssName = gssCred.getName();

            myName  = gssName.toString();

            debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                debugPrefix + "default credential principal=" + myName);
        }
    }

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + gssCred);

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
       + "creating canonicalized GSSName for serverName " + serverName);

    service = mgr.createName(serverName,
                             GSSName.NT_HOSTBASED_SERVICE,
                              krb5MechanismOid);

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
       + "Canonicalized server name = " + service);

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                         debugPrefix + "Raw data=" + data);
}


void establishContext(BitSet flags) throws Exception
{
    try {

      debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                         debugPrefix + "creating GSScontext");

      Oid defaultMech = null;
      context = mgr.createContext(service, defaultMech, gssCred,
                                  GSSContext.INDEFINITE_LIFETIME);

      if (flags != null)
      {
          if (flags.get(Util.CONTEXT_OPTS_MUTUAL))
          {
       debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
                   + "requesting mutualAuthn");

              context.requestMutualAuth(true);
          }

          if (flags.get(Util.CONTEXT_OPTS_INTEG))
```

```
    {
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
             + "requesting integrity");

        context.requestInteg(true);
    }

    if (flags.get(Util.CONTEXT_OPTS_CONF))
    {
        context.requestConf(true);
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
                + "requesting confidentiality");
    }

    if (flags.get(Util.CONTEXT_OPTS_DELEG))
    {
        context.requestCredDeleg(true);
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
                 + "requesting delegation");
    }

    if (flags.get(Util.CONTEXT_OPTS_REPLAY))
    {
        context.requestReplayDet(true);
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
            + "requesting replay detection");
    }

    if (flags.get(Util.CONTEXT_OPTS_SEQ))
    {
        context.requestSequenceDet(true);
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
                 + "requesting out-of-sequence detection");
    }
    // Add more later!
}

byte[] response = null;
byte[] request = null;
int len = 0;
boolean done = false;
do {
    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
        + "Calling initSecContext");

    request = context.initSecContext(response, 0, len);

    if (request != null)
    {
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
          + "Sending initial context token");

        tcp.send(request);
    }
    done = context.isEstablished();

    if (!done)
    {
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
            debugPrefix + "Receiving response token");

        byte[] temp = tcp.receive();
        response = temp;
        len = response.length;
    }
} while(!done);
```

```
      debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
            debugPrefix + "context established with acceptor");

    } catch (Exception exc) {
        exc.printStackTrace();
        throw exc;
    }
}

void doMIC() throws Exception
{
    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "generating MIC");
    byte[] mic = context.getMIC(dataBytes, 0, dataBytes.length, null);

    if (mic != null)
    {
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "sending MIC");
        tcp.send(mic);
    }
    else
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                          debugPrefix + "getMIC Failed");
}

void doWrap() throws Exception
{
    MessageProp mp = new MessageProp(true);
    mp.setPrivacy(context.getConfState());

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "wrapping message");

    byte[] wrapped = context.wrap(dataBytes, 0, dataBytes.length, mp);

    if (wrapped != null)
    {
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                debugPrefix + "sending wrapped message");

        tcp.send(wrapped);
    }
    else
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "wrap Failed");
}

void printUsage()
{
    System.out.println(program + usageString);
}

void processArgs(String[] args) throws Exception
{
    String port            = null;
    String myName          = null;
    int servicePort               = 0;
    String serviceHostname = null;

    String sHost = null;
    String msg = null;

    GetOptions options = new GetOptions(args, "?h:p:m:n:s:");
    int ch = -1;
    while ((ch = options.getopt()) != options.optEOF)
    {
        switch(ch)
        {
            case '?':
                printUsage();
```

```
                System.exit(1);

            case 'h':
                if (sHost == null)
                {
                    sHost = options.optArgGet();
                    int p = sHost.indexOf(':');
                    if (p != -1)
                    {
                        String temp1 = sHost.substring(0, p);
                        if (port == null)
                            port = sHost.substring(p+1, sHost.length()).trim();
                        sHost = temp1;
                    }
                }
                continue;

            case 'p':
                if (port == null)
                    port = options.optArgGet();
                continue;

            case 'm':
                if (msg == null)
                    msg = options.optArgGet();
                continue;

            case 'n':
                if (myName == null)
                    myName = options.optArgGet();
                continue;

            case 's':
                if (serverName == null)
                    serverName = options.optArgGet();
                continue;
        }
    }

    if ((port != null) && (port.length() > 0))
    {
        int p = -1;
        try {
            p = Integer.parseInt(port);
        } catch (Exception exc) {
            System.out.println("Bad port input: "+port);
        }

        if (p != -1)
            servicePort = p;
    }

    if ((sHost != null) && (sHost.length() > 0)) {
            serviceHostname = sHost;
    }

    init(myName, serverName, serviceHostname, servicePort, msg);
}

void interactWithAcceptor(BitSet flags) throws Exception
{
    establishContext(flags);
    doWrap();
    doMIC();
}

void interactWithAcceptor() throws Exception
```

```
    {
        BitSet flags = new BitSet();
        flags.set(Util.CONTEXT_OPTS_MUTUAL);
        flags.set(Util.CONTEXT_OPTS_CONF);
        flags.set(Util.CONTEXT_OPTS_INTEG);
        flags.set(Util.CONTEXT_OPTS_DELEG);
        interactWithAcceptor(flags);
    }

    void dispose() throws Exception
    {
        if (tcp != null)
        {
            tcp.close();
        }
    }

    public static void main(String args[]) throws Exception
    {
        System.out.println(debug.toString()); // XXXXXXX
        String programName = "Client";
        Client client = null;
        try {
            client = new Client(programName,
                                false); // don't use Subject creds.
            client.processArgs(args);
            client.initialize();
            client.interactWithAcceptor();
        } catch (Exception exc) {
            debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                      programName + " Exception: " + exc.toString());
            exc.printStackTrace();
            throw exc;
        } finally {
            try {
                if (client != null)
                    client.dispose();
            } catch (Exception exc) {}
        }

        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, programName + ": done");
    }
}
```

サンプル: IBM JGSS 非 JAAS サーバー・プログラム

サンプル・サーバー・プログラムの使用に関して詳しくは、 IBM JGSS サンプルのダウンロードおよび実行 を参照してください。

注: 法律上の重要な情報に関しては、 コードの特記事項情報をお読みください。

```
// IBM JGSS 1.0 Sample Server Program

package com.ibm.security.jgss.test;

import org.ietf.jgss.*;
import com.ibm.security.jgss.Debug;
import java.io.*;
import java.net.*;
import java.util.*;

/**
 * A JGSS sample server; to be used in conjunction with a JGSS sample client.
 *
 * It continuously listens for client connections,
 * spawning a thread to service an incoming connection.
```

```
 * It is capable of running multiple threads concurrently.
 * In other words, it can service multiple clients concurrently.
 *
 * Each thread first establishes a context with the client
 * and then waits for a wrapped message followed by a MIC.
 * It assumes that the client calculated the MIC over the plain
 * text wrapped by the client.
 *
 * If the client delegates its credential to the server, the delegated
 * credential is used to communicate with a secondary server.
 *
 * Also, the server can be started to act as a client as well as
 * a server (using the -b option). In this case, the first
 * thread spawned by the server uses the server principal's own credential
 * to communicate with the secondary server.
 *
 * The secondary server must have been started prior to the (primary) server
 * initiating contact with it (the scondary server).
 * In communicating with the secondary server, the primary server acts as
 * a JGSS initiator (i.e., client), establishing a context and engaging in
 * wrap and MIC per-message exchanges with the secondary server.
 *
 * The server takes input parameters, and complements it
 * with information from the jgss.ini file; any required input not
 * supplied on the command line is taking from the jgss.ini file.
 * Built-in defaults are used if there is no jgss.ini file or if a particular
 * variable is not specified in the ini file.
 *
 * Usage: Server [options]
 *
 * The -? option produces a help message including supported options.
 *
 * This sample server does not use JAAS.
 * It sets the JAVA variable
 * javax.security.auth.useSubjectCredsOnly to false
 * so that JGSS will not acquire credentials through JAAS.
 * The server can be run against the JAAS sample clients and servers.
 * See {@link JAASServer JAASServer} for a sample server that uses JAAS.
 */

class Server implements Runnable
{
    /*
     * NOTES:
     * This class, Server, is expected to be run in concurrent
     * multiple threads. The static variables consist of variables
     * set from command-line arguments and variables (such as
     * the server's own credentials, gssCred) that are set once during
     * during initialization. These variables do not change
     * once set and are shared between all running threads.
     *
     * The only static variable that is changed after being set initially
     * is the variable 'beenInitiator' which is set 'true'
     * by the first thread to run the server as initiator using
     * the server's own creds. This ensures the server is run as an initiator
     * once only. Querying and modifying 'beenInitiator' is synchronized
     * between the threads.
     *
     * The variable 'tcp' is non-static and is set per thread
     * to represent the socket on which the client being serviced
     * by the thread connected.
     */

    private static Util testUtil            = null;
    private static int myPort               = 0;
    private static Debug debug              = new Debug();
    private static String myName            = null;
```

```
private static GSSCredential gssCred     = null;
private static String serviceNameNoRealm = null;
private static String serviceHost        = null;
private static int    servicePort        = 0;
private static String serviceMsg         = null;
private static GSSManager mgr            = null;
private static GSSName gssName           = null;
private static String program            = "Server";
private static boolean clientServer      = false;
private static boolean primaryServer     = true;

private static boolean beenInitiator     = false;

private static final String usageString =
     "¥t[-?] [-# number] [-d | -n name] [-p port]"
   + "¥n¥t[-s serverName] [-h serverHost [:port]] [-P serverPort] [- msg]"
   + "¥n"
   + "¥n  -?¥t¥t¥thelp; produces this message"
   + "¥n  -# number¥t¥tWhether primary or secondary server"
   +         " ¥n¥t¥t¥t(1 = primary, 2 = secondary; default = first)"
   + "¥n  -n name¥t¥tthe server's principal name (without realm)"
   + "¥n  -p port¥t¥tthe port on which the server will be listening"
   + "¥n  -s serverName¥t¥tsecondary server's principal name"
   +         " (without realm)"
   + "¥n  -h serverHost[:port]¥tsecondary server's hostname"
   +         " (and optional port number)"
   + "¥n  -P port¥t¥tsecondary server's port number"
   + "¥n  -m msg¥t¥tmessage to send to secondary server"
   + "¥n  -b ¥t¥trun as both client and server"
   +         " using the server's owns credentials";

// Non-static variables are thread-specific
// since each thread runs a separate instance of this class.

private String debugPrefix = null;
private TCPComms tcp       = null;

static {
    try {
        testUtil = new Util();
    } catch (Exception exc) {
        exc.printStackTrace();
        System.exit(1);
    }
}

Server (Socket socket) throws Exception
{
    debugPrefix = program + ": ";
    tcp = new TCPComms(socket);
}

Server (String program) throws Exception
{
    debugPrefix = program + ": ";
    this.program = program;
}

Server (String program, boolean useSubjectCredsOnly) throws Exception
{
    this(program);
    setUseSubjectCredsOnly(useSubjectCredsOnly);
}

void setUseSubjectCredsOnly(boolean useSubjectCredsOnly)
{
    final String subjectOnly = useSubjectCredsOnly ? "true" : "false";
```

```
    final String property = "javax.security.auth.useSubjectCredsOnly";

    String temp = (String)java.security.AccessController.doPrivileged(
                    new sun.security.action.GetPropertyAction(property));

    if (temp == null)
    {
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
          + "setting useSubjectCredsOnly property to "
          + (useSubjectCredsOnly ? "true" : "false"));

        // Property not set. Set it to the specified value.

        java.security.AccessController.doPrivileged(
             new java.security.PrivilegedAction() {
               public Object run() {
                  System.setProperty(property, subjectOnly);
                  return null;
               }
             });
    }
    else
    {
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
          + "useSubjectCredsOnly property already set "
          + "in JVM  to " + temp);
    }
}

private void init(boolean  primary,
          String   myNameWithoutRealm,
          int      port,
          String   serverNameWithoutRealm,
          String   serverHostname,
          int      serverPort,
          String   message,
          boolean  clientServer)
    throws Exception
{
    primaryServer = primary;
    this.clientServer = clientServer;

    myName = myNameWithoutRealm;

    // my port
    if (port > 0)
    {
        myPort = port;
    }
    else if (primary)
    {
        myPort = testUtil.getDefaultServicePort();
    }
    else
    {
        myPort = testUtil.getDefaultService2Port();
    }

    if (primary)
    {
        ///// peer's name
        if (serverNameWithoutRealm != null)
        {
            serviceNameNoRealm = serverNameWithoutRealm;
        }
        else
        {
```

```
            serviceNameNoRealm =
                  testUtil.getDefaultService2PrincipalWithoutRealm();
        }

        // peer's host
        if (serverHostname != null)
        {
            if (serverHostname.equalsIgnoreCase("localHost"))
            {
                serverHostname = InetAddress.getLocalHost().getHostName();
            }

            serviceHost = serverHostname;
        }
        else
        {
            serviceHost = testUtil.getDefaultService2Hostname();
        }

        // peer's port
        if (serverPort > 0)
        {
            servicePort = serverPort;
        }
        else
        {
            servicePort = testUtil.getDefaultService2Port();
        }

        // message for peer
        if (message != null)
        {
            serviceMsg = message;
        }
        else
        {
            serviceMsg = "Hi there! I am a server."
                          + "But I can be a client, too";
        }
    }

    String temp = debugPrefix + "details"
                  + "¥n¥tPrimary:¥t" + primary
                  + "¥n¥tName:¥t¥t" + myName
                  + "¥n¥tPort:¥t¥t" + myPort
                  + "¥n¥tClient+server:¥t" + clientServer;
    if (primary)
    {
        temp += "¥n¥tOther Server:"
                  + "¥n¥t¥tName:¥t" + serviceNameNoRealm
                  + "¥n¥t¥tHost:¥t" + serviceHost
                  + "¥n¥t¥tPort:¥t" + servicePort
                  + "¥n¥t¥tMsg:¥t" + serviceMsg;
    }

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, temp);
}


void initialize() throws GSSException
{
   debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                     debugPrefix + "creating GSSManager");

    mgr = GSSManager.getInstance();

    int usage = clientServer ? GSSCredential.INITIATE_AND_ACCEPT
```

```
                            : GSSCredential.ACCEPT_ONLY;

    if (myName != null)
    {
        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
                          + "creating GSSName for " + myName);

        gssName = mgr.createName(myName,
                                 GSSName.NT_HOSTBASED_SERVICE);

        Oid krb5MechanismOid = new Oid("1.2.840.113554.1.2.2");
        gssName.canonicalize(krb5MechanismOid);

        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
              debugPrefix + "Canonicalized GSSName=" + gssName);
    }
    else
        gssName = null;

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "creating"
           + ((gssName == null)? " default " : " ")
           + "credential");

    gssCred = mgr.createCredential(
                          gssName, GSSCredential.DEFAULT_LIFETIME,
                          (Oid)null, usage);
    if (gssName == null)
    {
        gssName = gssCred.getName();
        myName = gssName.toString();

        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
           debugPrefix + "default credential principal=" + myName);
    }
}



void processArgs(String[] args) throws Exception
{
    String port    = null;
    String name    = null;
    int iport      = 0;

    String sport   = null;
    int isport     = 0;
    String sname   = null;
    String shost   = null;
    String smessage        = null;

    boolean primary = true;
    String status  = null;

    boolean defaultPrinc = false;
    boolean clientServer = false;

    GetOptions options = new GetOptions(args, "?#:p:n:P:s:h:m:b");
    int ch = -1;
    while ((ch = options.getopt()) != options.optEOF)
    {
        switch(ch)
        {
            case '?':
                printUsage();
                System.exit(1);

            case '#':
```

```
            if (status == null)
                status = options.optArgGet();
            continue;

        case 'p':
            if (port == null)
                port = options.optArgGet();
            continue;

        case 'n':
            if (name == null)
                name = options.optArgGet();
            continue;

        case 'b':
            clientServer = true;
            continue;

        ////// The other server

        case 'P':
            if (sport == null)
                sport = options.optArgGet();
            continue;

        case 'm':
            if (smessage == null)
                smessage = options.optArgGet();
            continue;

        case 's':
            if (sname == null)
                sname = options.optArgGet();
            continue;

        case 'h':
            if (shost == null)
            {
                shost = options.optArgGet();
                int p = shost.indexOf(':');
                if (p != -1)
                {
                    String temp1 = shost.substring(0, p);
                    if (sport == null)
                        sport = shost.substring
                                    (p+1, shost.length()).trim();
                    shost = temp1;
                }
            }
            continue;
    }
}

if (defaultPrinc && (name != null))
{
    System.out.println(
      "ERROR: '-d' and '-n ' options are mutually exclusive");
    printUsage();
    System.exit(1);
}

if (status != null)
{
    int p = -1;
    try {
        p = Integer.parseInt(status);
    } catch (Exception exc) {
```

```
            System.out.println( "Bad status input: "+status);
        }

        if (p != -1)
        {
            primary = (p == 1);
        }
    }

    if (port != null)
    {
        int p = -1;
        try {
            p = Integer.parseInt(port);
        } catch (Exception exc) {
            System.out.println( "Bad port input: "+port);
        }
        if (p != -1)
            iport = p;
    }

    if (sport != null)
    {
        int p = -1;
        try {
            p = Integer.parseInt(sport);
        } catch (Exception exc) {
            System.out.println( "Bad server port input: "+port);
        }
        if (p != -1)
            isport = p;
    }

    init(primary,  // first or second server
         name,     // my name
         iport,    // my port
         sname,    // other server's name
         shost,    // other server's hostname
         isport,   // other server's port
         smessage, // msg for other server
         clientServer); // whether to run as initiator with own creds
}

void processRequests() throws Exception
{
    ServerSocket ssocket = null;
    Server server = null;
    try {
        ssocket = new ServerSocket(myPort);
        do {
           debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                 debugPrefix + "listening on port " + myPort + " ...");
            Socket csocket = ssocket.accept();

           debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
               debugPrefix + "incoming connection on " + csocket);

            server = new Server(csocket); // set client socket per thread
            Thread thread = new Thread(server);
           thread.start();
            if (!thread.isAlive())
                server.dispose(); // close the client socket
       } while(true);
    } catch (Exception exc) {
       debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
            debugPrefix + "*** ERROR processing requests ***");
        exc.printStackTrace();
```

```
    } finally {
        try {
            if (ssocket != null)
               ssocket.close(); // close the server socket
            if (server != null)
                server.dispose(); // close the client socket
        } catch (Exception exc) {}
    }
}

void dispose()
{
    try {
        if (tcp != null)
        {
            tcp.close();
            tcp = null;
        }
    } catch (Exception exc) {}
}

boolean establishContext(GSSContext context) throws Exception
{
    byte[] response        = null;
    byte[] request = null;

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                      debugPrefix + "establishing context");

    do {
        request = tcp.receive();
        if (request == null || request.length == 0)
        {
            debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
                + "Received no data; perhaps client disconnected");

            return false;
        }

        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "accepting");
        if ((response = context.acceptSecContext
                            (request, 0, request.length)) != null)
        {
             debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                       debugPrefix + "sending response");
             tcp.send(response);
        }
    } while(!context.isEstablished());

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                debugPrefix + "context established - " + context);

    return true;
}

byte[] unwrap(GSSContext context, byte[] msg) throws Exception
{
    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "unwrapping");

    MessageProp mp = new MessageProp(true);
    byte[] unwrappedMsg = context.unwrap(msg, 0, msg.length, mp);

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                         debugPrefix + "unwrapped msg is:");
    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, unwrappedMsg);

    return unwrappedMsg;
```

```
}

void verifyMIC (GSSContext context, byte[] mic, byte[] raw) throws Exception
{
    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "verifying MIC");

    MessageProp mp = new MessageProp(true);
    context.verifyMIC(mic, 0, mic.length, raw, 0, raw.length, mp);

    debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                  debugPrefix + "successfully verified MIC");
}

void useDelegatedCred(GSSContext context) throws Exception
{
    GSSCredential delCred = context.getDelegCred();
    if (delCred != null)
    {
        if (primaryServer)
        {
            debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix +
                    "Primary server received delegated cred; using it");
            runAsInitiator(delCred); // using delegated creds
        }
        else
        {
            debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix +
                   "Non-primary server received delegated cred; "
                        + "ignoring it");

        }
    }
    else
    {
         debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix +
                                    "ERROR: null delegated cred");
    }
}

public void run()
{
    byte[] response               = null;
    byte[] request         = null;
    boolean unwrapped      = false;
    GSSContext context     = null;

    try {
      Thread currentThread = Thread.currentThread();
      String threadName    = currentThread.getName();

      debugPrefix = program + " " + threadName + ": ";

      debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
                             + "servicing client ...");

     debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
          debugPrefix + "creating GSSContext");

      context = mgr.createContext(gssCred);

      // First establish context with the initiator.
      if (!establishContext(context))
          return;

      // Then process messages from the initiator.
      // We expect to receive a wrapped message followed by a MIC.
      // The MIC should have been calculated over the plain
```

```
      // text that we received wrapped.
      // Use delegated creds if any.
      // Then run as initiator using own creds if necessary; only
      // the first thread does this.

      do {
         debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
              debugPrefix + "receiving per-message request");

          request = tcp.receive();
          if (request == null || request.length == 0)
          {
             debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
                 + "Received no data; perhaps client disconnected");

             return;
          }

          // Expect wrapped message first.
          if (!unwrapped)
          {
              response = unwrap(context, request);
              unwrapped = true;
              continue; // get next request
          }

          // Followed by a MIC.
          verifyMIC(context, request, response);

          // Impersonate the initiator if it delegated its creds to us.
          if (context.getCredDelegState())
              useDelegatedCred(context);

          debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
              + "clientServer=" + clientServer
              + ", beenInitiator=" + beenInitiator);

          // If necessary, run as initiator using our own creds.
          if (clientServer)
              runAsInitiatorOnce(currentThread);

          debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "done");
          return;

      } while(true);

    } catch (Exception exc) {
       debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix + "ERROR");
        exc.printStackTrace();

        // Squelch per-thread exceptions so we don't bring
        // the server down because of exceptions in
        // individual threads.
        return;
    } finally {
        if (context != null)
        {
            try {
                context.dispose();
            } catch (Exception exc) {}
        }
    }
}

synchronized void runAsInitiatorOnce(Thread thread)
    throws InterruptedException
{
```

```
    if (!beenInitiator)
    {
        // set flag true early to prevent subsequent threads
        // from attempting to runAsInitiator.
        beenInitiator = true;

        debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix +
                "About to run as initiator with own creds ...");

        //thread.sleep(30*1000, 0);
        runAsInitiator();
    }
}


void runAsInitiator(GSSCredential cred)
{
    Client client = null;
    try {
        client = new Client(cred,
                            serviceNameNoRealm,
                            serviceHost,
                            servicePort,
                            serviceMsg);

        client.initialize();

        BitSet flags = new BitSet();
        flags.set(Util.CONTEXT_OPTS_MUTUAL);
        flags.set(Util.CONTEXT_OPTS_CONF);
        flags.set(Util.CONTEXT_OPTS_INTEG);

        client.interactWithAcceptor(flags);

    } catch (Exception exc) {
           debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
              + "Exception running as initiator");

        exc.printStackTrace();
    } finally {
        try {
            client.dispose();
        } catch (Exception exc) {}
    }
}

void runAsInitiator()
{
    if (clientServer)
    {
       debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
           debugPrefix + "running as initiator with own creds");

        runAsInitiator(gssCred); // use own creds;
    }
    else
    {
       debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, debugPrefix
           + "Cannot run as initiator with own creds "
           + "¥nbecause not running as both initiator and acceptor.");
    }
}

void printUsage()
{
    System.out.println(program + usageString);
}
```

```
    public static void main(String[] args) throws Exception
    {
        System.out.println(debug.toString()); // XXXXXXX
        String programName = "Server";
        try {
            Server server = new Server(programName,
                                       false); // don't use creds from Subject
            server.processArgs(args);
            server.initialize();
            server.processRequests();
        } catch (Exception exc) {
            debug.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, programName + ": EXCEPTION");
            exc.printStackTrace();
            throw exc;
        }
    }
}
```

サンプル: IBM JGSS JAAS 使用可能クライアント・プログラム

サンプル・クライアント・プログラムの使用に関して詳しくは、 IBM JGSS サンプルのダウンロードおよび実行 を参照してください。

注: 法律上の重要な情報に関しては、 コードの特記事項情報をお読みください。

```
// IBM Java GSS 1.0 sample JAAS-enabled client program

package com.ibm.security.jgss.test;
import com.ibm.security.jgss.Debug;
import com.ibm.security.auth.callback.Krb5CallbackHandler;
import javax.security.auth.Subject;
import javax.security.auth.login.LoginContext;
import java.security.PrivilegedExceptionAction;

/**
 * A Java GSS sample client that uses JAAS.
 *
 * It does a JAAS login and operates within the JAAS login context so created.
 *
 * It does not set the JAVA variable
 * javax.security.auth.useSubjectCredsOnly, leaving
 * the variable to default to true
 * so that Java GSS acquires credentials from the JAAS Subject
 * associated with login context (created by the client).
 *
 * The JAASClient is equivalent to its superclass {@link Client Client}
 * in all other respects, and it
 * can be run against the non-JAAS sample clients and servers.
 */

class JAASClient extends Client
{
    JAASClient(String programName) throws Exception
    {
        // Do not set useSubjectCredsOnly. Set only the program name.
        // useSubjectCredsOnly default to "true" if not set.
        super(programName);
    }

    static class JAASClientAction implements PrivilegedExceptionAction
    {
         private JAASClient client;

         public JAASClientAction(JAASClient client)
         {
```

```
            this.client = client;
        }

        public Object run () throws Exception
        {
            client.initialize();
            client.interactWithAcceptor();
            return null;
        }
    }

    public static void main(String args[]) throws Exception
    {
        String programName = "JAASClient";
        JAASClient client = null;
        Debug dbg = new Debug();

        System.out.println(dbg.toString()); // XXXXXXX

        try {
            client = new JAASClient(programName);//use Subject creds
            client.processArgs(args);

            LoginContext loginCtxt = new LoginContext("JAASClient",
                                       new Krb5CallbackHandler());

            loginCtxt.login();

            dbg.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                       programName + ": Kerberos login OK");

            Subject subject = loginCtxt.getSubject();

            PrivilegedExceptionAction jaasClientAction
                           = new JAASClientAction(client);

            Subject.doAsPrivileged(subject, jaasClientAction, null);

        } catch (Exception exc) {
            dbg.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                        programName + " Exception: " + exc.toString());
            exc.printStackTrace();
            throw exc;
        } finally {
            try {
                if (client != null)
                    client.dispose();
            } catch (Exception exc) {}
        }

        dbg.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION,
                       programName + ": Done ...");
    }
}
```

サンプル: IBM JGSS JAAS 使用可能サーバー・プログラム

サンプル・サーバー・プログラムの使用に関して詳しくは、 IBM JGSS サンプルのダウンロードおよび実行 を参照してください。

注: 法律上の重要な情報に関しては、 コードの特記事項情報をお読みください。

```
// IBM Java GSS 1.0 sample JAAS-enabled server program

package com.ibm.security.jgss.test;
import com.ibm.security.jgss.Debug;
```

```
import com.ibm.security.auth.callback.Krb5CallbackHandler;
import javax.security.auth.Subject;
import javax.security.auth.login.LoginContext;
import java.security.PrivilegedExceptionAction;

/**
 * A Java GSS sample server that uses JAAS.
 *
 * It does a JAAS login and operates within the JAAS login context so created.
 *
 * It does not set the JAVA variable
 * javax.security.auth.useSubjectCredsOnly, leaving
 * the variable to default to true
 * so that Java GSS acquires credentials from the JAAS Subject
 * associated with login context (created by the server).
 *
 * The JAASServer is equivalent to its superclass {@link Server Server}
 * in all other respects, and it
 * can be run against the non-JAAS sample clients and servers.
 */

class JAASServer extends Server
{
    JAASServer(String programName) throws Exception
    {
        super(programName);
    }

    static class JAASServerAction implements PrivilegedExceptionAction
    {
        private JAASServer server = null;

        JAASServerAction(JAASServer server)
        {
            this.server = server;
        }

        public Object run() throws Exception
        {
            server.initialize();
            server.processRequests();

            return null;
        }
    }

    public static void main(String[] args) throws Exception
    {
        String programName     = "JAASServer";
        Debug dbg              = new Debug();

        System.out.println(dbg.toString()); // XXXXXXX

        try {
            // Do not set useSubjectCredsOnly.
            // useSubjectCredsOnly defaults to "true" if not set.

            JAASServer server = new JAASServer(programName);

            server.processArgs(args);

            LoginContext loginCtxt = new LoginContext(programName,
                                        new Krb5CallbackHandler());

            dbg.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, programName + ": Login in ...");

            loginCtxt.login();
```

```
            dbg.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, programName +
                                                ": Login successful");

            Subject subject = loginCtxt.getSubject();

            JAASServerAction serverAction = new JAASServerAction(server);

            Subject.doAsPrivileged(subject, serverAction, null);
        } catch (Exception exc) {
            dbg.out(Debug.OPTS_CAT_APPLICATION, programName +  " EXCEPTION");
            exc.printStackTrace();
            throw exc;
        }
    }
}
```

例: java.lang.Runtime.exec() を使用して CL プログラムを呼び出す

この例では、Java(TM) プログラムから CL プログラムを実行する方法を示します。 Java プログラムから CL コマンドを呼び出す方法の例については、 CL コマンドを呼び出すを参照してください。この例では、Java クラス CallCLPgm が CL プログラムを実行します。 CL プログラムは Java プログラム表示 (DSPJVAPGM) コマンドを使用して、 Hello クラス・ファイルと関連しているプログラムを表示します。この例では、CL プログラムはコンパイル済みであり、 JAVSAMPLIB と呼ばれるライブラリーに存在していることが前提となっています。 CL プログラムからの出力は、QSYSPRT スプール・ファイルにあります。

注: JAVSAMPLIB は、 JDK (Java 開発キット) ライセンス・プログラム (LP) (番号 5722-JV1) のインストール・プロセスの一部としては作成されません。このライブラリーは明示的に作成する必要があります。

例 1: CallCLPgm クラス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.io.*;

public class CallCLPgm
{
   public static void main(String[] args)
   {
      try
      {
         Process theProcess =
                 Runtime.getRuntime().exec("/QSYS.LIB/JAVSAMPLIB.LIB/DSPJVA.PGM");
      }
      catch(IOException e)
      {
         System.err.println("Error on exec() method");
         e.printStackTrace();
      }
   } // end main() method
} // end class
```

例 2: Java CL プログラムの表示

```
PGM
DSPJVAPGM CLSF('/QIBM/ProdData/Java400/com/ibm/as400/system/Hello.class') +
               OUTPUT(*PRINT)
ENDPGM
```

背景情報については、 java.lang.Runtime.exec() を使用するを参照してください。

例: java.lang.Runtime.exec() を使用して CL コマンドを呼び出す

この例では、Java プログラムから制御言語 (CL) コマンドを実行する方法を示します。この例では、Java クラスが CL コマンドを実行します。 CL コマンドは、「Java プログラムの表示 (DSPJVAPGM)」CL コマンドを使用して、 Hello クラス・ファイルと関連しているプログラムを表示します。 CL コマンドからの出力は、QSYSPRT スプール・ファイルにあります。

» os400.runtime.exec システム・プロパティーを (デフォルトの) EXEC に設定する場合、 Runtime.getRuntime().exec() 関数に渡すコマンドは次のフォーマットになります。

```
Runtime.getRuntime()Exec("system CLCOMMAND");
```

ここで、*CLCOMMAND* は、実行しようとしている CL コマンドです。

注: os400.runtime.exec を QSHELL に設定する場合は、スラッシュと引用符 (¥") を追加する必要があります。たとえば、上のコマンドならば、次のようになります。

```
Runtime.getRuntime()Exec("system ¥"CLCOMMAND¥"");
```

«

os400.runtime.exec と、それが java.lang.Runtime.exec() の使用に与える影響については、以下のページを参照してください。

java.lang.Runtime.exec() を使用する

Java システム・プロパティーのリスト

例: CL コマンドを呼び出すためのクラス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

» 以下のコードでは、 os400.runtime.exec システム・プロパティーにデフォルト値の EXEC を使用していることを想定しています。

```
import java.io.*;

public class CallCLCom
{
   public static void main(String[] args)
   {
      try
      {
         Process theProcess =
            Runtime.getRuntime().exec("system DSPJVAPGM CLSF('/com/ibm/as400/system/Hello.class')
                                      OUTPUT(*PRINT)");
      }
      catch(IOException e)
      {
         System.err.println("Error on exec() method");
         e.printStackTrace();
      }
   } // end main() method
} // end class
```

«

背景情報については、java.lang.Runtime.exec() を使用するを参照してください。

例: java.lang.Runtime.exec() を使用して別の Java プログラムを呼び出す

この例では、java.lang.Runtime.exec() を使用して別の Java(TM) プログラムを呼び出す方法を示します。このクラスは、iSeries Java 開発キット (JDK) の一部として配布される Hello プログラムを呼び出します。Hello クラスが System.out に書き込みを行うときに、このプログラムは、ストリームへのハンドルを取得し、そこから読み取りを行うことができます。

注: プログラムを呼び出すには、Qshell インタープリターを使用します。

例 1: CallHelloPgm クラス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.io.*;

public class CallHelloPgm
{
   public static void main(String args[])
   {
      Process theProcess = null;
      BufferedReader inStream = null;

      System.out.println("CallHelloPgm.main() invoked");

      // call the Hello class
      try
      {
          theProcess = Runtime.getRuntime().exec("java com.ibm.as400.system.Hello");
      }
      catch(IOException e)
      {
         System.err.println("Error on exec() method");
         e.printStackTrace();
      }

      // read from the called program's standard output stream
      try
      {
         inStream = new BufferedReader(
                             new InputStreamReader( theProcess.getInputStream() ));
         System.out.println(inStream.readLine());
      }
      catch(IOException e)
      {
         System.err.println("Error on inStream.readLine()");
         e.printStackTrace();
      }

   } // end method

} // end class
```

背景情報については、java.lang.Runtime.exec() を使用するを参照してください。

例: C から Java を呼び出す

次に示すのは、system() 関数を使用して Java Hello プログラムを呼び出す C プログラムの例です。

例: C から Java を呼び出す

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
#include <stdlib.h>

 int main(void)
 {
   int result;

 /* The system function passes the given string to the CL command processor
    for processing. */

   result = system("JAVA CLASS('com.ibm.as400.system.Hello')");
 }
```

例: RPG から Java を呼び出す

次に示すのは、QCMDEXC API を使用して Java(TM) Hello プログラムを呼び出す RPG プログラムの例です。

例 1: RPG から Java を呼び出す

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
     D*             DEFINE  THE PARAMETERS FOR THE QCMDEXC API
     D*
     DCMDSTRING        S             25    INZ('JAVA CLASS(''com.ibm.as400.system.Hello'')')
     DCMDLENGTH        S             15P 5 INZ(25)
     D*             NOW THE CALL TO QCMDEXC WITH THE 'JAVA' CL COMMAND
     C                   CALL      'QCMDEXC'
     C                   PARM                    CMDSTRING
     C                   PARM                    CMDLENGTH
     C*       This next line displays 'DID IT' after you exit the
     C*       Java Shell via F3 or F12.
     C     'DID IT'      DSPLY
     C*       Set On LR to exit the RPG program
     C                   SETON                                        LR
     C
```

例: プロセス間通信に入出力ストリームを使用する

この例では、Java(TM) から C プログラムを呼び出し、プロセス間通信に入出力ストリームを使用する方法を示します。 C プログラムは、その標準出力ストリームにストリングを書き込み、 Java プログラムは、このストリングを読み取り、表示します。この例では、JAVSAMPLIB というライブラリーが作成されていることと、その中で CSAMP1 プログラムが作成されていることを前提としています。

注: JAVSAMPLIB は、 JDK (Java 開発キット) ライセンス・プログラム (LP) (番号 5722-JV1) のインストール・プロセスの一部としては作成されません。明示的にそれを作成しなければなりません。

例 1: CallPgm クラス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.io.*;

public class CallPgm
{
   public static void main(String args[])
   {
      Process theProcess = null;
      BufferedReader inStream = null;

      System.out.println("CallPgm.main() invoked");

      // call the CSAMP1 program
      try
```

```
      {
          theProcess = Runtime.getRuntime().exec(
                       "/QSYS.LIB/JAVSAMPLIB.LIB/CSAMP1.PGM");
      }
      catch(IOException e)
      {
         System.err.println("Error on exec() method");
         e.printStackTrace();
      }

      // read from the called program's standard output stream
      try
      {
         inStream = new BufferedReader(new InputStreamReader
                           (theProcess.getInputStream()));
         System.out.println(inStream.readLine());
      }
      catch(IOException e)
      {
         System.err.println("Error on inStream.readLine()");
         e.printStackTrace();
      }

   } // end method

 } // end class
```

例 2: CSAMP1 C プログラム

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void main(int argc, char* args[])
{
     /* Convert the string to ASCII at compile time */
#pragma convert(819)
     printf("Program JAVSAMPLIB/CSAMP1 was invoked¥n");
#pragma convert(0)
     /* Stdout may be buffered, so flush the buffer */

     fflush(stdout);

}
```

詳細については、プロセス間通信に入出力ストリームを使用するを参照してください。

例: Java 呼び出し API

この例は、標準の呼び出し API パラダイムに従っています。たとえば、次のことを行います。

- JNI_CreateJavaVM を使用して Java(TM) 仮想マシンを作成する。
- Java 仮想マシンを使用して、実行したいクラス・ファイルを検索する。
- クラスの main メソッドの methodID を検索する。
- クラスの main メソッドを呼び出す。
- 例外が発生した場合に、エラーを報告する。

プログラムを作成する際は、 QJVAJNI または QJVAJNI64 サービス・プログラムが、JNI_CreateJavaVM 呼び出し API 機能を提供します。 JNI_CreateJavaVM は Java 仮想マシンを作成します。

注: QJVAJNI64 は、 teraspace/LLP64 ネイティブ・メソッドと呼び出し API のサポートのための新しいサービス・プログラムです。

これらのサービス・プログラムは、システム・バインディング・ディレクトリーにあり、制御言語 (CL) 作成コマンドで明示的に示す必要はありません。たとえば、前述のサービス・プログラムを「プログラム作成 (CRTPGM)」コマンドや「サービス・プログラムの作成 (CRTSRVPGM)」コマンドを使用する際に明示的に示すことはしません。 «

このプログラムを実行する方法の 1 つは、以下の制御言語 (CL) コマンドを使用することです。

```
SBMJOB CMD(CALL PGM(YOURLIB/PGMNAME)) ALWMLTTHD(*YES)
```

Java 仮想マシンを作成するジョブは、マルチスレッド対応でなければなりません。主プログラムからの出力と、プログラムからのすべての出力は、最終的に QPRINT スプール・ファイルに送られます。「投入されたジョブの処理 (WRKSBMJOB)」制御言語 (CL) コマンドを使用し、「ジョブの投入 (SBMJOB)」CL コマンドで開始したジョブを表示すると、これらのスプール・ファイルを見ることができます。

例: Java 呼び出し API を使用する

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
#define OS400_JVM_12
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <jni.h>

/* Specify the pragma that causes all literal strings in the
 * source code to be stored in ASCII (which, for the strings
 * used, is equivalent to UTF-8)
 */

#pragma convert(819)

/* Procedure: Oops
 *
 * Description: Helper routine that is called when a JNI function
 *              returns a zero value, indicating a serious error.
 *              This routine reports the exception to stderr and
 *              ends the JVM abruptly with a call to FatalError.
 *
 * Parameters:  env -- JNIEnv* to use for JNI calls
 *              msg -- char* pointing to error description in UTF-8
 *
 * Note:        Control does not return after the call to FatalError
 *              and it does not return from this procedure.
 */

void Oops(JNIEnv* env, char *msg) {
    if ((*env)->ExceptionOccurred(env)) {
        (*env)->ExceptionDescribe(env);
    }
    (*env)->FatalError(env, msg);
}

/* This is the program's "main" routine. */
int main (int argc, char *argv[])
{

    JavaVMInitArgs initArgs; /* Virtual Machine (VM) initialization structure, passed by
                              * reference to JNI_CreateJavaVM(). See jni.h for details
                              */
    JavaVM* myJVM;           /* JavaVM pointer set by call to JNI_CreateJavaVM */
```

```
   JNIEnv* myEnv;           /* JNIEnv pointer set by call to JNI_CreateJavaVM */
   char*   myClasspath;     /* Changeable classpath 'string' */
   jclass  myClass;         /* The class to call, 'NativeHello'. */
   jmethodID mainID;        /* The method ID of its 'main' routine. */
   jclass  stringClass;     /* Needed to create the String[] arg for main */
   jobjectArray args;       /* The String[] itself */
   JavaVMOption options[1]; /* Options array -- use options to set classpath */
   int     fd0, fd1, fd2;   /* file descriptors for IO */

   /* Open the file descriptors so that IO works. */
   fd0 = open("/dev/null1", O_CREAT|O_TRUNC|O_RDWR,   S_IRUSR|S_IROTH);
   fd1 = open("/dev/null2", O_CREAT|O_TRUNC|O_WRONLY, S_IWUSR|S_IWOTH);
   fd2 = open("/dev/null3", O_CREAT|O_TRUNC|O_WRONLY, S_IWUSR|S_IWOTH);

   /*  Set the version field of the initialization arguments for J2SDK v1.3. */
   initArgs.version = 0x00010002;
/*  To use J2SDK v1.4, set initArgs.version = 0x00010004; */

   /* Now, you want to specify the directory for the class to run in the classpath.
    * with  Java2, classpath is passed in as an option.
    * Note: You must specify the directory name in UTF-8 format. So, you wrap
    *       blocks of code in #pragma convert statements.
    */
   options[0].optionString="-Djava.class.path=/CrtJvmExample";
/*To use J2SDK v1.4, replace the '1.3' with '1.4'.
options[1].optionString="-Djava.version=1.3" */

   initArgs.options=options;  /* Pass in the classpath that has been set up. */
   initArgs.nOptions = 2;     /* Pass in classpath and version options */

   /*  Create the JVM -- a nonzero return code indicates there was
    *  an error. Drop back into EBCDIC and write a message to stderr
    *  before exiting the program.
    */
   if (JNI_CreateJavaVM("myJVM, (void **)"myEnv, (void *)"initArgs)) {
 #pragma convert(0)
       fprintf(stderr, "Failed to create the JVM¥n");
 #pragma convert(819)
       exit(1);
   }

   /*  Use the newly created JVM to find the example class,
    *  called 'NativeHello'.
    */
   myClass = (*myEnv)->FindClass(myEnv, "NativeHello");
   if (! myClass) {
       Oops(myEnv, "Failed to find class 'NativeHello'");
   }

   /* Now, get the method identifier for the 'main' entry point
    * of the class.
    * Note: The signature of 'main' is always the same for any
    *       class called by the following java command:
    *           "main" , "([Ljava/lang/String;)V"
    */
   mainID = (*myEnv)->GetStaticMethodID(myEnv,myClass,"main",
                                        "([Ljava/lang/String;)V");
   if (! mainID) {
       Oops(myEnv, "Failed to find jmethodID of 'main'");
   }

   /* Get the jclass for String to create the array
    * of String to pass to 'main'.
    */
   stringClass = (*myEnv)->FindClass(myEnv, "java/lang/String");
   if (! stringClass) {
       Oops(myEnv, "Failed to find java/lang/String");
```

```
    }

    /*  Now, you need to create an empty array of strings,
     *  since main requires such an array as a parameter.
     */
    args = (*myEnv)->NewObjectArray(myEnv,0,stringClass,0);
    if (! args) {
        Oops(myEnv, "Failed to create args array");
    }

    /* Now, you have the methodID of main and the class, so you can
     * call the main method.
     */
    (*myEnv)->CallStaticVoidMethod(myEnv,myClass,mainID,args);

    /* Check for errors. */
    if ((*myEnv)->ExceptionOccurred(myEnv)) {
        (*myEnv)->ExceptionDescribe(myEnv);
    }

    /* Finally, destroy the JavaVM that you created. */
    (*myJVM)->DestroyJavaVM(myJVM);

    /* All done. */
    return 0;
}
```

詳細については、Java 呼び出し APIを参照してください。

例: Java 用の IBM OS/400 PASE ネイティブ・メソッド

注: 法律上の重要な情報に関しては、 コードの特記事項情報をお読みください。

この Java 用の IBM OS/400 PASE ネイティブ・メソッドの例では、 Java ネイティブ・インターフェース (JNI) を使用して Java コードにコールバックを行うネイティブ C メソッドのインスタンスを呼び出します。

このソース・ファイル例の HTML 版を表示するには、以下のリンクを使用してください。

- PaseExample1.java
- PaseExample1.c

この OS/400 PASE ネイティブ・メソッド例を実行するには、まず以下のタスクを完了する必要があります。

1. ソース・コード例をご使用の AIX ワークステーションにダウンロードする。
2. ソース・コード例の準備をする
3. iSeries サーバーの準備をする

OS/400 PASE native method for Java 例の実行

上記のタスクを完了したら、この例を実行することができます。このプログラム例を実行するには、以下のコマンドのいずれかを使用します。

- iSeries サーバーのコマンド・プロンプトから:

  ```
  JAVA CLASS(PaseExample1) CLASSPATH('/home/example')
  ```

- Qshell コマンド・プロンプトまたは OS/400 PASE 端末セッションから:

  ```
  cd /home/example
  java PaseExample1
  ```

例: ネイティブ・メソッドのために Java ネイティブ・インターフェースを使用する

このサンプル・プログラムは、 ″Hello, World″ と表示するために C ネイティブ・メソッドを使用する、単純な Java(TM) ネイティブ・インターフェース (JNI) の例です。 NativeHello.h ファイルを作成するには、NativeHello クラス・ファイルに対して javah ツールを使用します。この例では、NativeHello の C での実装が、NATHELLO と呼ばれるサービス・プログラムの一部であると想定しています。

注: このサンプルが実行されるためには、 NATHELLO サービス・プログラムの存在するライブラリーがライブラリー・リストに入っていなければなりません。

例 1: NativeHello クラス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
public class NativeHello {

    //  Declare a field of type 'String' in the NativeHello object.
    //  This is an 'instance' field, so every NativeHello object
    //  contains one.
    public String theString;           // instance variable

    //  Declare the native method itself.  This native method
    //  creates a new string object, and places a reference to it
    //  into 'theString'
    public native void setTheString(); // native method to set string

    //  This 'static initializer' code is called before the class is
    //  first used.
    static {

        //  Attempt to load the native method library.  If you do not
        //  find it, write a message to 'out', and try a hardcoded path.
        //  If that fails, then exit.
        try {

            //  System.loadLibrary uses the iSeries library list in JDK 1.1,
            //  and uses the java.library.path property or the LIBPATH environment
            //  variable in JDK1.2
              System.loadLibrary("NATHELLO");
            }

        catch (UnsatisfiedLinkError e1) {

            //  Did not find the service program.
            System.out.println
              ("I did not find NATHELLO *SRVPGM.");
            System.out.println ("(I will try a hardcoded path)");

            try {

                //  System.load takes the full integrated file system form path.
                System.load ("/qsys.lib/jniexample.lib/nathello.srvpgm");
                }

        catch (UnsatisfiedLinkError e2) {

            //  If you get to this point, then you are done!  Write the message
            //  and exit.
            System.out.println
              ("<sigh> I did not find NATHELLO *SRVPGM anywhere. Goodbye");
            System.exit(1);
            }
        }
```

```
    }

    //  Here is the 'main' code of this class. This is what runs when you
    //  enter 'java NativeHello' on the command line.
    public static void main(String argv[]){

        //  Allocate a new NativeHello object now.
        NativeHello nh = new NativeHello();

        //  Echo location.
        System.out.println("(Java) Instantiated NativeHello object");
        System.out.println("(Java) string field is '" + nh.theString + "'");
        System.out.println("(Java) Calling native method to set the string");

        //  Here is the call to the native method.
        nh.setTheString();

        //  Now, print the value after the call to double check.
        System.out.println("(Java) Returned from the native method");
        System.out.println("(Java) string field is '" + nh.theString + "'");
        System.out.println("(Java) All done...");
    }
}
```

例 2: 生成された NativeHello.h ヘッダー・ファイル

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/* DO NOT EDIT THIS FILE - it is machine generated */
#include <jni.h>
/* Header for class NativeHello */

#ifndef _Included_NativeHello
#define _Included_NativeHello
#ifdef __cplusplus
extern "C" {
#endif
/*
 * Class:     NativeHello
 * Method:    setTheString
 * Signature: ()V
 */
JNIEXPORT void JNICALL Java_NativeHello_setTheString
  (JNIEnv *, jobject);

#ifdef __cplusplus
}
#endif
#endif
```

次に示されている NativeHello.C の例は、ネイティブ・メソッドを C で実装したものです。この例は、Java をネイティブ・メソッドにリンクする方法を示すものです。ただし、iSeries サーバーが内部的に拡張 2 進化 10 進コード (EBCDIC) マシンであることから生じる複雑さも示しています。また、現在、JNI に本当の意味での国際化要素が欠けていることから生じる複雑さも示しています。

このような状況は JNI で初めて生じたものではありませんが、これらの理由から、作成する C コードには iSeries サーバー固有の違いがあります。 STDOUT や STDERR への書き込み、あるいは STDIN からの読み取りを行う場合には、データがおそらく EBCDIC 形式でエンコードされることに留意しなければなりません。

C コードでは、大部分のリテラル・ストリング (7 ビット文字だけを含むもの) を、 JNI によって必要とされる UTF-8 形式に簡単に変換することができます。これを行うには、リテラル・ストリングをコード・

ページ変換プラグマで囲みます。ただし、C コードから情報を直接 STDOUT または STDERR に書き込むことが必要な場合があるため、一部のリテラルを EBCDIC のまま残しておくこともできます。

注: #pragma convert(0) ステートメントは、文字データを EBCDIC に変換します。 #pragma convert(819) ステートメントは、文字データを ASCII コードに変換します。これらのステートメントは、C プログラム内の文字データをコンパイル時に変換します。

例 3: NativeHello Java クラスの NativeHello.c ネイティブ・メソッドの実装

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
#include <stdlib.h>       /* malloc, free, and so forth */
#include <stdio.h>        /* fprintf(), and so forth */
#include <qtqiconv.H>     /* iconv() interface */
#include <string.h>       /* memset(), and so forth */
#include "NativeHello.h"  /* generated by 'javah-jni' */

/*  All literal strings are ISO-8859-1 Latin 1 code page (and with 7-bit
characters, they are also automatically UTF-8). */
#pragma convert(819)  /* handle all literal strings as ASCII */

/*  Report and clear a JNI exception.  */
static void HandleError(JNIEnv*);

/*  Print an UTF-8 string to stderr in the coded character */
set identifier (CCSID) of the current job.  */
static void JobPrint(JNIEnv*, char*);

/*  Constants describing which direction to covert:  */
#define CONV_UTF2JOB 1
#define CONV_JOB2UTF 2

/*  Convert a string from the CCSID of the job to UTF-8, or vice-versa.  */
int StringConvert(int direction, char *sourceStr, char *targetStr);

/*  Native method implementation of 'setTheString()'.  */

JNIEXPORT void JNICALL Java_NativeHello_setTheString
(JNIEnv *env, jobject javaThis)
{
    jclass thisClass;     /* class for 'this' object */
    jstring stringObject; /* new string, to be put in field in 'this' */
    jfieldID fid;         /* field ID required to update field in 'this' */
    jthrowable exception; /* exception, retrieved using ExceptionOccurred */

    /*  Write status to console.  */
    JobPrint(env, "( C ) In the native method¥n");

    /* Build the new string object.  */
    if (! (stringObject = (*env)->NewStringUTF(env, "Hello, native world!")))
    {
        /*  For nearly every function in the JNI, a null return value indicates
        that there was an error, and that an exception had been placed where it
        could be retrieved by 'ExceptionOccurred()'. In this case, the error
        would typically be fatal, but for purposes of this example, go ahead
        and catch the error, and continue.  */
        HandleError(env);
        return;
    }

    /* get the class of the 'this' object, required to get the fieldID  */
    if (! (thisClass = (*env)->GetObjectClass(env,javaThis)))
    {
        /*  A null class returned from GetObjectClass indicates that there
        was a problem. Instead of handling this problem, simply return and
```

```
        know that the return to Java automatically 'throws' the stored Java
        exception.  */
        return;
    }

    /*  Get the fieldID to update.  */
    if (! (fid = (*env)->GetFieldID(env,
                                    thisClass,
                                    "theString",
                                    "Ljava/lang/String;")))
    {
        /*  A null fieldID returned from GetFieldID indicates that there
        was a problem.  Report the problem from here and clear it.
        Leave the string unchanged.  */
        HandleError(env);
        return;
    }

    JobPrint(env, "( C ) Setting the field¥n");

    /*  Make the actual update.
    Note: SetObjectField is an example of an interface that does
    not return a return value that can be tested.  In this case, it
    is necessary to call ExceptionOccurred() to see if there
    was a problem with storing the value  */
    (*env)->SetObjectField(env, javaThis, fid, stringObject);

    /*  Check to see if the update was successful. If not, report the error.  */
    if ((*env)->ExceptionOccurred(env)) {

        /*  A non-null exception object came back from ExceptionOccurred,
        so there is a problem and you must report the error. */
        HandleError(env);
    }

    JobPrint(env, "( C ) Returning from the native method¥n");
    return;

}

static void HandleError(JNIEnv *env)
{
    /*  A simple routine to report and handle an exception.  */
    JobPrint(env, "( C  ) Error occurred on JNI call: ");
    (*env)->ExceptionDescribe(env); /* write exception data to the console */
    (*env)->ExceptionClear(env);    /* clear the exception that was pending */
}

static void JobPrint(JNIEnv *env, char *str)
{
    char   *jobStr;
    char   buf[512];
    size_t len;

    len = strlen(str);

    /*  Only print non-empty string. */
    if (len) {
        jobStr = (len >= 512) ? malloc(len+1) : &buf;
        if (! StringConvert(CONV_UTF2JOB, str, jobStr))
            (*env)->FatalError
              (env,"ERROR in JobPrint: Unable to convert UTF2JOB");
        fprintf(stderr, jobStr);
        if (len >= 512) free(jobStr);
    }
}
```

```
int StringConvert(int direction, char *sourceStr, char *targetStr)
{
    QtqCode_T source, target;     /* parameters to instantiate iconv  */
    size_t    sStrLen, tStrLen;   /* local copies of string lengths   */
    iconv_t   ourConverter;       /* the actual conversion descriptor */
    int       iconvRC;            /* return code from the conversion  */
    size_t    originalLen;        /* original length of the sourceStr */

    /*  Make local copies of the input and output sizes that are initialized
    to the size of the input string. The iconv() requires the
    length parameters to be passed by address (that is as int*).          */
    originalLen = sStrLen = tStrLen = strlen(sourceStr);

    /*  Initialize the parameters to the QtqIconvOpen() to zero.  */
    memset(&source,0x00,sizeof(source));
    memset(&target,0x00,sizeof(target));

    /*  Depending on direction parameter, set either SOURCE
    or TARGET CCSID to ISO 8859-1 Latin.  */
    if (CONV_UTF2JOB == direction ) {
        source.CCSID = 819;
    }
    else {
        target.CCSID = 819;
    }

    /*  Create the iconv_t converter object.  */
    ourConverter = QtqIconvOpen(&target,&source);

    /*  Make sure that you have a valid converter, otherwise return 0.  */
    if (-1 == ourConverter.return_value) return 0;

    /*  Perform the conversion.  */
    iconvRC = iconv(ourConverter,
                    (char**) &sourceStr,
                    &sStrLen,
                    &targetStr,
                    &tStrLen);

    /*  If the conversion failed, return a zero.  */
    if (0 != iconvRC ) return 0;

    /*  Close the conversion descriptor.  */
    iconv_close(ourConverter);

    /*  The targetStr returns pointing to the character just
    past the last converted character, so set the null
    there now.  */
    *targetStr = '¥0';

    /*  Return the number of characters that were processed. */
    return originalLen-tStrLen;

}

#pragma convert(0)
```

背景情報については、ネイティブ・メソッドのために Java ネイティブ・インターフェースを使用するを参照してください。

例: プロセス間通信のためにソケットを使用する

この例では、ソケットを使用して Java(TM) プログラムと C プログラムとの間で通信します。最初に、ソケット上で聴取する C プログラムを開始してください。 Java プログラムがソケットに接続された後は、

ソケット接続を使用して C プログラムがそれにストリングを送ります。 C プログラムから送られるストリングは、コード・ページ 819 の ASCII コードのストリングです。

Qshell インタープリターのコマンド行か、または他の Java プラットフォームにコマンド java TalkToC xxxxx nnnn を入力することにより、開始 Java プログラムを開始します。または iSeries コマンド行に JAVA TALKTOC PARM(xxxxx nnnn) を入力することにより、 Java プログラムを開始します。 xxxxx は、C プログラムが実行されているシステムのドメイン・ネームまたはインターネット・プロトコル (IP) アドレスです。 nnnn は、C プログラムが使用するソケットのポート番号です。このポート番号は、C プログラムを呼び出すときに最初に渡すパラメーターとして指定する必要があります。

例 1: TalkToC クライアント・クラス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
import java.net.*;
import java.io.*;

class TalkToC
{
   private String host = null;
   private int port = -999;
   private Socket socket = null;
   private BufferedReader inStream = null;


   public static void main(String[] args)
   {
      TalkToC caller = new TalkToC();
      caller.host = args[0];
      caller.port = new Integer(args[1]).intValue();
      caller.setUp();
      caller.converse();
      caller.cleanUp();

   }  // end main() method

   public void setUp()
   {
      System.out.println("TalkToC.setUp() invoked");

      try
      {
         socket = new Socket(host, port);
         inStream = new BufferedReader(new InputStreamReader(
                                     socket.getInputStream()));
      }
      catch(UnknownHostException e)
      {
         System.err.println("Cannot find host called: " + host);
         e.printStackTrace();
         System.exit(-1);
      }
      catch(IOException e)
      {
         System.err.println("Could not establish connection for " + host);
         e.printStackTrace();
         System.exit(-1);
      }
   } // end setUp() method

   public void converse()
   {
      System.out.println("TalkToC.converse() invoked");
```

```
      if (socket != null && inStream != null)
      {
         try
         {
            System.out.println(inStream.readLine());
         }
         catch(IOException e)
         {
            System.err.println("Conversation error with host " + host);
            e.printStackTrace();
         }

      } // end if

   }  // end converse() method

   public void cleanUp()
   {
      try
      {

         if(inStream != null)
         {
            inStream.close();
         }
         if(socket != null)
         {
            socket.close();
         }
      } // end try
      catch(IOException e)
      {
         System.err.println("Error in cleanup");
         e.printStackTrace();
         System.exit(-1);
      }
   } // end cleanUp() method

} // end TalkToC class
```

SockServ.C は、ポート番号のパラメーターを渡すことによって開始します。たとえば、CALL SockServ '2001' とします。

例 2: SockServ.C サーバー・プログラム

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <errno.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>
#include <netinet/in.h>
#include <netinet/tcp.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/time.h>

void main(int argc, char* argv[])
{
   int    portNum = atoi(argv[1]);
   int    server;
   int    client;
   int    address_len;
   int    sendrc;
   int    bndrc;
   char*  greeting;
```

```
   struct sockaddr_in  local_Address;
   address_len = sizeof(local_Address);

   memset(&local_Address,0x00,sizeof(local_Address));
   local_Address.sin_family = AF_INET;
   local_Address.sin_port = htons(portNum);
   local_Address.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);

   #pragma convert (819)
   greeting = "This is a message from the C socket server.";
   #pragma convert (0)

   /*  allocate socket    */
   if((server = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0))<0)
   {
      printf("failure on socket allocation¥n");
      perror(NULL);
      exit(-1);
   }

   /* do bind   */
   if((bndrc=bind(server,(struct sockaddr*)&local_Address, address_len))<0)
   {
     printf("Bind failed¥n");
     perror(NULL);
     exit(-1);
   }

   /* invoke listen   */
   listen(server, 1);

   /* wait for client request */
   if((client = accept(server,(struct sockaddr*)NULL, 0))<0)
   {
     printf("accept failed¥n");
     perror(NULL);
     exit(-1);
   }


   /* send greeting to client    */
   if((sendrc = send(client, greeting, strlen(greeting),0))<0)
   {
      printf("Send failed¥n");
      perror(NULL);
      exit(-1);
   }

   close(client);
   close(server);

}
```

詳細については、プロセス間通信のためにソケットを使用するを参照してください。

例: Java パフォーマンス・データ・コンバーターを実行する

Java(TM) パフォーマンス・データ・コンバーター (JPDC) を実行するには、 iSeries コマンド行または Qshell 環境のいずれかを使用できます。

注: 法律上の重要な情報に関しては、 コードの特記事項情報をお読みください。

iSeries コマンド行の使用:

1. iSeries コマンド行に「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドまたは JAVA コマンドを入力する。
2. クラス・パラメーター行で com.ibm.as400.jpdc.JPDC を入力する。
3. パラメーター行で general pexdfn mydir/myfile myrdbdire を入力する。
4. クラスパスのパラメーター行で '/QIBM/ProdData/Java400/ext/JPDC.jar' を入力する。

   注: '/QIBM/ProdData/Java400/ext/JPDC.jar' ストリングが CLASSPATH 環境変数で存在する場合には、クラスパスは省略してください。 CLASSPATH 環境変数にこのストリングを追加するには、「環境変数の追加 (ADDENVVAR)」コマンド、「環境変数の変更 (CHGENVVAR)」コマンド、または「環境変数の処理 (WRKENVVAR)」コマンドのいずれかを使用できます。

Qshell 環境の使用:

1. 「Qshell の開始 (STRQSH)」コマンドを入力して、 Qshell インタープリターを開始する。
2. コマンド行で次のように入力します。

```
java -classpath /QIBM/ProdData/Java400/ext/JPDC.jar com.ibm.as400/jpdc/JPDC
jinsight pexdfn mydir/myfile myrdbdire
```

   注: '/QIBM/ProdData/Java400/ext/JPDC.jar' ストリングが現行の環境に追加される場合には、クラスパスは省略してください。 ADDENVVAR コマンド、CHGENVVAR、または WRKENVVAR コマンドのいずれかを使用して、現行の環境にこのストリングを追加できます。

背景情報については、 Java パフォーマンス・データ・コンバーターを実行するを参照してください。

例: クライアントのソケット・ファクトリーを使用するように Java コードを変更する

以下の例は、simpleSocketClient という単純なソケット・クラスを変更し、ソケット・ファクトリーを使用してすべてのソケットを作成できるようにする方法を示しています。 1 つ目の例は、ソケット・ファクトリーのない simpleSocketClient クラスを示しています。 2 つ目の例は、ソケット・ファクトリーのある simpleSocketClient クラスを示しています。 2 つ目の例では、simpleSocketClient が factorySocketClient に名前変更されています。

例 1: ソケット・ファクトリーのないソケット・クライアント・プログラム

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/* Simple Socket Client Program */

import java.net.*;
import java.io.*;

public class simpleSocketClient {
  public static void main (String args[]) throws IOException {

    int serverPort = 3000;

    if (args.length < 1) {
      System.out.println("java simpleSocketClient serverHost serverPort");
      System.out.println("serverPort defaults to 3000 if not specified.");
      return;
    }
    if (args.length == 2)
      serverPort = new Integer(args[1]).intValue();

    System.out.println("Connecting to host " + args[0] + " at port " +
```

```
                    serverPort);

    // Create the socket and connect to the server.
    Socket  s = new Socket(args[0], serverPort);
    .
    .
    .

    // The rest of the program continues on from here.
```

例 2: ソケット・ファクトリーのある単純なソケット・クライアント・プログラム

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/* Simple Socket Factory Client Program */

// Notice that javax.net.* is imported to pick up the SocketFactory class.
import javax.net.*;
import java.net.*;
import java.io.*;

public class factorySocketClient {
  public static void main (String args[]) throws IOException {

    int serverPort = 3000;

    if (args.length < 1) {
      System.out.println("java factorySocketClient serverHost serverPort");
      System.out.println("serverPort defaults to 3000 if not specified.");
      return;
    }
    if (args.length == 2)
      serverPort = new Integer(args[1]).intValue();

    System.out.println("Connecting to host " + args[0] + " at port " +
                       serverPort);

    // Change the original simpleSocketClient program to create a
    // SocketFactory and then use the socket factory to create sockets.

    SocketFactory socketFactory = SocketFactory.getDefault();

    // Now the factory creates the socket.  This is the last change
    // to the original simpleSocketClient program.

    Socket  s = socketFactory.createSocket(args[0], serverPort);
    .
    .
    .

    // The rest of the program continues on from here.
```

背景情報については、 ソケット・ファクトリーを使用するための Java(TM) コードの変更を参照してください。

例: サーバーのソケット・ファクトリーを使用するように Java コードを変更する

以下の例は、simpleSocketServer という単純なソケット・クラスを変更し、ソケット・ファクトリーを使用してすべてのソケットを作成できるようにする方法を示しています。 1 つ目の例は、ソケット・ファクトリーのない simpleSocketServer クラスを示しています。 2 つ目の例は、ソケット・ファクトリーのある simpleSocketServer クラスを示しています。 2 つ目の例では、simpleSocketServer が factorySocketServer に名前変更されています。

例 1: ソケット・ファクトリーのないソケット・サーバー・プログラム

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/* File simpleSocketServer.java*/

import java.net.*;
import java.io.*;

public class simpleSocketServer {
  public static void main (String args[]) throws IOException {

    int serverPort = 3000;

    if (args.length < 1) {
      System.out.println("java simpleSocketServer serverPort");
      System.out.println("Defaulting to port 3000 since serverPort not specified.");
    }
    else
        serverPort = new Integer(args[0]).intValue();

    System.out.println("Establishing server socket at port " + serverPort);

    ServerSocket    serverSocket =
      new ServerSocket(serverPort);

    // a real server would handle more than just one client like this...

    Socket s = serverSocket.accept();
    BufferedInputStream is = new BufferedInputStream(s.getInputStream());
    BufferedOutputStream os = new BufferedOutputStream(s.getOutputStream());

    // This server just echoes back what you send it...

    byte buffer[] = new byte[4096];

    int bytesRead;

    // read until "eof" returned
    while ((bytesRead = is.read(buffer)) > 0) {
      os.write(buffer, 0, bytesRead); // write it back
      os.flush();    // flush the output buffer
    }


    s.close();
    serverSocket.close();
  }       // end main()

}       // end class definition
```

例 2: ソケット・ファクトリーのある単純なソケット・サーバー・プログラム

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/* File factorySocketServer.java */

// need to import javax.net to pick up the ServerSocketFactory class
import javax.net.*;
import java.net.*;
import java.io.*;

public class factorySocketServer {
  public static void main (String args[]) throws IOException {

    int serverPort = 3000;
```

```
    if (args.length < 1) {
      System.out.println("java simpleSocketServer serverPort");
      System.out.println("Defaulting to port 3000 since serverPort not specified.");
    }
    else
        serverPort = new Integer(args[0]).intValue();

    System.out.println("Establishing server socket at port " + serverPort);

    // Change the original simpleSocketServer to use a
    // ServerSocketFactory to create server sockets.
    ServerSocketFactory serverSocketFactory =
      ServerSocketFactory.getDefault();
    // Now have the factory create the server socket.  This is the last
    // change from the original program.
    ServerSocket    serverSocket =
      serverSocketFactory.createServerSocket(serverPort);

    // a real server would handle more than just one client like this...

    Socket s = serverSocket.accept();
    BufferedInputStream is = new BufferedInputStream(s.getInputStream());
    BufferedOutputStream os = new BufferedOutputStream(s.getOutputStream());

    // This server just echoes back what you send it...

    byte buffer[] = new byte[4096];

    int bytesRead;

    while ((bytesRead = is.read(buffer)) > 0) {
      os.write(buffer, 0, bytesRead);
      os.flush();
    }


    s.close();
    serverSocket.close();
  }

}
```

背景情報については、 ソケット・ファクトリーを使用するための Java(TM) コードの変更を参照してください。

例: Secure Socket Layer を使用するように Java クライアントを変更する

以下の例は、factorySocketClient という 1 つのクラスを変更して、 Secure Socket Layer (SSL) を使用できるようにする方法を示しています。

1 つ目の例は、 SSL を使用しない factorySocketClient クラスを示しています。 2 つ目の例は、同じクラスで SSL を使用するものを示しており、名前が factorySSLSocketClient に変更されています。

例 1: SSL を使用しない単純な factorySocketClient クラス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/* Simple Socket Factory Client Program */

import javax.net.*;
import java.net.*;
import java.io.*;
```

```
public class factorySocketClient {
  public static void main (String args[]) throws IOException {

    int serverPort = 3000;

    if (args.length < 1) {
      System.out.println("java factorySocketClient serverHost serverPort");
      System.out.println("serverPort defaults to 3000 if not specified.");
      return;
    }
    if (args.length == 2)
      serverPort = new Integer(args[1]).intValue();

    System.out.println("Connecting to host " + args[0] + " at port " +
                       serverPort);

    SocketFactory socketFactory = SocketFactory.getDefault();

    Socket  s = socketFactory.createSocket(args[0], serverPort);
    .
    .
    .

    // The rest of the program continues on from here.
```

例 2: SSL を使用する単純な factorySocketClient クラス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
// Notice that we import javax.net.ssl.* to pick up SSL support
import javax.net.ssl.*;
import javax.net.*;
import java.net.*;
import java.io.*;

public class factorySSLSocketClient {
  public static void main (String args[]) throws IOException {

    int serverPort = 3000;

    if (args.length < 1) {
      System.out.println("java factorySSLSocketClient serverHost serverPort");
      System.out.println("serverPort defaults to 3000 if not specified.");
      return;
    }
    if (args.length == 2)
      serverPort = new Integer(args[1]).intValue();

    System.out.println("Connecting to host " + args[0] + " at port " +
                       serverPort);

    // Change this to create an SSLSocketFactory instead of a SocketFactory.
    SocketFactory socketFactory = SSLSocketFactory.getDefault();

    // We do not need to change anything else.
    // That's the beauty of using factories!
    Socket  s = socketFactory.createSocket(args[0], serverPort);
    .
    .
    .

    // The rest of the program continues on from here.
```

背景情報については、 Secure Socket Layer を使用するように Java(TM) コードを変更するを参照してください。

例: Secure Socket Layer を使用するように Java サーバーを変更する

以下の例は、factorySocketServer という 1 つのクラスを変更して、 Secure Socket Layer (SSL) を使用できるようにする方法を示しています。

1 つ目の例は、 SSL を使用しない factorySocketServer クラスを示しています。 2 つ目の例は、同じクラスで SSL を使用するものを示しており、名前が factorySSLSocketServer に変更されています。

例 1: SSL を使用しない単純な factorySocketServer クラス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/* File factorySocketServer.java  */
// need to import javax.net to pick up the ServerSocketFactory class
import javax.net.*;
import java.net.*;
import java.io.*;

public class factorySocketServer {
  public static void main (String args[]) throws IOException {

    int serverPort = 3000;

    if (args.length < 1) {
      System.out.println("java simpleSocketServer serverPort");
      System.out.println("Defaulting to port 3000 since serverPort not specified.");
    }
    else
        serverPort = new Integer(args[0]).intValue();

    System.out.println("Establishing server socket at port " + serverPort);

    // Change the original simpleSocketServer to use a
    // ServerSocketFactory to create server sockets.
    ServerSocketFactory serverSocketFactory =
      ServerSocketFactory.getDefault();
    // Now have the factory create the server socket.  This is the last
    // change from the original program.
    ServerSocket    serverSocket =
      serverSocketFactory.createServerSocket(serverPort);

    // a real server would handle more than just one client like this...

    Socket s = serverSocket.accept();
    BufferedInputStream is = new BufferedInputStream(s.getInputStream());
    BufferedOutputStream os = new BufferedOutputStream(s.getOutputStream());

    // This server just echoes back what you send it.

    byte buffer[] = new byte[4096];

    int bytesRead;

    while ((bytesRead = is.read(buffer)) > 0) {
      os.write(buffer, 0, bytesRead);
      os.flush();
    }

    s.close();
    serverSocket.close();
  }
}
```

例 2: SSL を使用する単純な factorySocketServer クラス

注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

```
/* File factorySocketServer.java */

// need to import javax.net to pick up the ServerSocketFactory class
import javax.net.*;
import java.net.*;
import java.io.*;

public class factorySocketServer {
  public static void main (String args[]) throws IOException {

    int serverPort = 3000;

    if (args.length < 1) {
      System.out.println("java simpleSocketServer serverPort");
      System.out.println("Defaulting to port 3000 since serverPort not specified.");
    }
    else
        serverPort = new Integer(args[0]).intValue();

    System.out.println("Establishing server socket at port " + serverPort);

    // Change the original simpleSocketServer to use a
    // ServerSocketFactory to create server sockets.
    ServerSocketFactory serverSocketFactory =
      ServerSocketFactory.getDefault();
    // Now have the factory create the server socket.  This is the last
    // change from the original program.
    ServerSocket    serverSocket =
      serverSocketFactory.createServerSocket(serverPort);

    // a real server would handle more than just one client like this...

    Socket s = serverSocket.accept();
    BufferedInputStream is = new BufferedInputStream(s.getInputStream());
    BufferedOutputStream os = new BufferedOutputStream(s.getOutputStream());

    // This server just echoes back what you send it.

    byte buffer[] = new byte[4096];

    int bytesRead;

    while ((bytesRead = is.read(buffer)) > 0) {
      os.write(buffer, 0, bytesRead);
      os.flush();
    }

    s.close();
    serverSocket.close();
  }
}
```

背景情報については、 Secure Socket Layer を使用するように Java(TM) コードを変更するを参照してください。

IBM Developer Kit for Java のトラブルシューティング

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) の使用中に問題が発生した場合は、問題の発生元を突き止めるために以下のステップの内いずれかを行ってください。

- iSeries Java 開発キット (JDK) を使用していると、なんらかの制限に気付くことがあるかもしれません。このトピックでは、既知の制限、制約事項、または固有の振る舞いを示します。

- Java コマンドを実行したジョブから、 ジョブ・ログを見つける。また、障害の原因を分析するために、Java プログラムが実行されたバッチ即時 (BCI) ジョブのジョブ・ログを見つけます。
- プログラム診断依頼書 (APAR) 用のデータを収集する。
- プログラム一時修正 (PTF) を適用する。
- iSeries Java 開発キット (JDK) に潜在的な欠陥が検出された場合、 サポートを受ける方法を調べます。

» プログラムの実行時間が長くなるとパフォーマンスが低下する場合は、誤ってメモリー・リークがコーディングされている可能性があります。 iSeries iDoctor のコンポーネントである JavaWatcher を使用して、プログラムをデバッグし、メモリー・リークを見つけることができます。

詳しくは、JavaWatcherを参照してください。  «

制限

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) を使用する際には、その使用法にいくつかの制限があります。このセクションでは、既知の制限、制約事項、または固有の動きをリストします。

- あるクラスのロード時に、そのスーパークラスが見つからないと、元のクラスが見つからなかったことを示すエラーが出されます。たとえば、クラス B がクラス A を拡張する場合、クラス B のロード時にクラス A が見つからないと、実際に見つからなかったのはクラス A であるにもかかわらず、クラス B が見つからなかったことを示すエラーが出されます。あるクラスが見つからないというエラーが表示された場合は、そのクラスと、そのすべてのスーパークラスが CLASSPATH に入っているかどうかを確認してください。このことは、ロード対象のクラスによって実装されるインターフェースにも適用されます。
- ガーベッジ・コレクション・ヒープは、 240 GB に制限されます。
- 構成するオブジェクトの数に明確な限度はありません。
- iSeries サーバーでの java.net バックログ・パラメーターの動きは、他のプラットフォームと異なる場合があります。以下に例を示します。
  - Listen バックログ 0、1
    - Listen(0) と指定すると、接続を 1 つ保留にすることができます。ソケットは使用禁止になりません。
    - Listen(1) と指定すると、Listen(0) と同じ効果があるほか、注記を 1 つ保留にすることができます。
  - Listen バックログ > 1
    - これにより、listen 待ち行列に、保留中の多数の要求を残すことが可能になります。新しい接続要求が到着し、待ち行列が限界に達すると、保留中の要求が 1 つ削除されます。
- マルチスレッドを使用できる (つまり、スレッド・セーフな) 環境では、使用する JDK のバージョンに関係なく、1 つの Java 仮想マシンだけを使用できます。 iSeries サーバーはスレッド・セーフですが、ファイル・システムの中にはそうではないものもあります。スレッド・セーフではないファイル・システムのリストについては、 統合ファイル・システムを参照してください。
- インターネット・プロトコル バージョン 6 (IPv6) のサポートは完全には実装されておらず、なんらかの副次作用が起こる可能性があります。詳しくは、ソケットを参照してください。

Java の問題分析用のジョブ・ログを検索する

Java(TM) コマンドを実行したジョブのジョブ・ログおよび Java プログラムが実行されたバッチ即時 (BCI) ジョブ・ログを使用して、 Java の障害の原因を分析してください。どちらのジョブ・ログにも重要なエラー情報が含まれている可能性があります。

BCI ジョブのジョブ・ログを検索するには、 2 つの方法があります。 Java コマンドを実行したジョブのジョブ・ログに利用記録がとられている BCI ジョブの名前を、検索することができます。そして、そのジョブ名を使用して、 BCI ジョブのジョブ・ログを検索します。

また、以下のステップに従って、BCI ジョブのジョブ・ログを検索することができます。

1. iSeries コマンド行に「投入されたジョブの処理 (WRKSBMJOB)」コマンドを入力します。
2. リストの一番後ろへ移動します。
3. リスト中から、 QJVACMDSRV という最後のジョブを見つけます。
4. そのジョブに対して、オプション 8 (スプール・ファイルの処理) を入力します。
5. QPJOBLOG というファイルが、表示されます。
6. F11 を押して、スプール・ファイルのビュー 2 を参照します。
7. 日時が、障害が発生したときの日時と一致するかを確認します。

   注: 日時がサインオフした日時と一致しない場合は、投入されたジョブのリストをさらに調べてください。サインオフした日時に一致する日時がある QJVACMDSRV ジョブ・ログを検索してください。

BCI ジョブのジョブ・ログを見つけられない場合は、そのジョブ・ログは作成されなかった可能性があります。これは、 QDFTJOBD ジョブ記述の ENDSEP 値の設定が高すぎる場合、または QDFTJOBD ジョブ記述の LOG 値が *NOLIST を指定する場合に起こります。これらの値をチェックして、 BCI ジョブのジョブ・ログが作成されるようにその値を変更してください。

「Java プログラムの実行 (RUNJVA)」コマンドを実行したジョブのジョブ・ログを作成するには、以下のことを行ってください。

1. SIGNOFF *LIST を入力します。
2. 次に、再びサインオンします。
3. iSeries コマンド行に「スプール・ファイルの処理 (WRKSPLF)」コマンドを入力します。
4. リストの一番後ろへ移動します。
5. QPJOBLOG というファイルを検索します。
6. F11 を押します。
7. 日時が、サインオフ・コマンドを入力した日時と一致することを確認します。

   注: 日時がサインオフした日時と一致しない場合は、投入されたジョブのリストをさらに調べてください。サインオフした日時に一致する日時がある QJVACMDSRV ジョブ・ログを検索してください。

Java の問題分析用のデータを収集する

プログラム診断依頼書 (APAR) に記載するデータを収集するには、以下のことを行います。

1. 問題の完全な記述を含めます。
2. 実行中に問題の原因となった Java(TM) クラス・ファイルを保管します。

3. SAV コマンドを使用して、統合ファイル・システムからオブジェクトを保管します。このプログラムの実行に必要な他のクラス・ファイルを保管しなければならない場合があります。また、必要であれば、IBM が問題を再現するときに使用するディレクトリー全体を保管して送ることもできます。以下に、ディレクトリー全体を保管する方法の例を示します。

   例: ディレクトリーを保管する

   注: 法律上の重要な情報に関しては、コードの特記事項情報をお読みください。

   ```
   SAV DEV('/QSYS.LIB/TAP01.DEVD') OBJ(('/mydir'))
   ```

   可能であれば、問題に関連している Java クラスのソース・ファイルを保管します。これは、 IBM が問題を再現して分析するときに役立ちます。
4. プログラムの実行に必要なネイティブ・メソッドを含む、すべてのサービス・プログラムを保管します。
5. Java プログラムの実行に必要な、すべてのデータ・ファイルを保管します。
6. 問題を再現する方法についての完全な記述を追加します。これには次のものが含まれます。
   - CLASSPATH 環境変数の値。
   - 実行された Java コマンドの記述。
   - プログラムによって要求されるどんな入力にでも応答する方法の記述。
7. 障害が起きたころに発生したすべての垂直ライセンス内部コード (VLIC) ログを含めます。
8. Java 仮想マシンが実行していた対話式ジョブおよび BCI ジョブからジョブ・ログを追加します。

iSeries Java 開発キット (JDK) のサポート

iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) のサポート・サービスは、 iSeries ソフトウェア・プロダクトの通常の期間と条件のもとで提供されています。サポート・サービスには、プログラム・サービス、音声サポート、およびコンサルティング・サービスが含まれます。詳細については、 IBM iSeries ホーム・ページ のトピック「Support」で提供されているオンライン情報を使用してください。 IBM Support Services for 5722-JV1 (iSeries Java 開発キット (JDK)) を使用してください。または、ローカル IBM 担当員に連絡してください。

継続してプログラム・サービスを受けるには、IBM の指示により、より最近のレベルの iSeries Java 開発キット (JDK) が必要になることがあります。詳細については、 複数の Java Development Kit (JDK) のサポート を参照してください。

iSeries Java 開発キット (JDK) プログラムの欠陥の解決は、プログラム・サービスまたは音声サポートによってサポートされています。アプリケーションのプログラミングまたはデバッグに関する問題の解決は、コンサルティング・サービスによってサポートされています。

iSeries Java 開発キット (JDK) アプリケーション・プログラム・インターフェース (API) 呼び出しは、以下の場合を除いてコンサルティング・サービスによりサポートされています。

1. 比較的単純なプログラムで再び発生することにより示されるような、明らかに Java API の欠陥である場合。
2. 資料の説明を求める質問である場合。
3. サンプルまたは資料の入手先についての質問の場合。

プログラミングに関するすべてのサポートは、コンサルティング・サービスにより提供されます。 iSeries Java 開発キット (JDK) ライセンス・プログラム (LP) 製品に付随するプログラム・サンプルもそのサービ

スに含まれます。追加のサンプルは、インターネット上の IBM iSeries ホーム・ページ  で入手できる場合もありますが、これらはサポート対象外です。

iSeries Java 開発キット (JDK) LP により、問題の解決に関する情報が提供されます。 iSeries Java 開発キット (JDK) API に潜在的な欠陥があると思われる場合は、エラーを示す簡単なプログラムが必要です。

iSeries Java 開発キット (JDK) の関連情報

以下は、iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) に関連した Javadoc 参照情報です。

- iSeries 固有の JAAS Javadoc
- JAAS API 仕様
- Java 2 Platform, Standard Edition, v1.4 API 仕様

以下は、iSeries Java 開発キット (JDK)(TM) に関連した参照情報です。

- Java Naming and Directory Interface
- JavaMail
- JavaPrintService

付録. 特記事項

本書は米国 IBM が提供する製品およびサービスについて作成したものです。

本書に記載の製品、サービス、または機能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、サービス、および機能については、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。これらに代えて、IBM の知的所有権を侵害することのない、機能的に同等の製品、プログラム、またはサービスを使用することができます。ただし、IBM 以外の製品とプログラムの操作またはサービスの評価および検証は、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。

〒106-0032
東京都港区六本木 3-2-31
IBM World Trade Asia Corporation
Licensing

以下の保証は、国または地域の法律に沿わない場合は、適用されません。 IBM およびその直接または間接の子会社は、本書を特定物として現存するままの状態で提供し、商品性の保証、特定目的適合性の保証および法律上の瑕疵担保責任を含むすべての明示もしくは黙示の保証責任を負わないものとします。国または地域によっては、法律の強行規定により、保証責任の制限が禁じられる場合、強行規定の制限を受けるものとします。

この情報には、技術的に不適切な記述や誤植を含む場合があります。本書は定期的に見直され、必要な変更は本書の次版に組み込まれます。 IBM は予告なしに、随時、この文書に記載されている製品またはプログラムに対して、改良または変更を行うことがあります。

本書において IBM 以外の Web サイトに言及している場合がありますが、便宜のため記載しただけであり、決してそれらの Web サイトを推奨するものではありません。それらの Web サイトにある資料は、この IBM 製品の資料の一部ではありません。それらの Web サイトは、お客様の責任でご使用ください。

IBM は、お客様が提供するいかなる情報も、お客様に対してなんら義務も負うことのない、自ら適切と信ずる方法で、使用もしくは配布することができるものとします。

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
Software Interoperability Coordinator, Department 49XA
3605 Highway 52 N
Rochester, MN 55901
U.S.A.

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。

本書で説明されているライセンス・プログラムまたはその他のライセンス資料は、IBM 所定のプログラム契約の契約条項、IBM プログラムのご使用条件、またはそれと同等の条項に基づいて、 IBM より提供されます。

この文書に含まれるいかなるパフォーマンス・データも、管理環境下で決定されたものです。そのため、他の操作環境で得られた結果は、異なる可能性があります。一部の測定が、開発レベルのシステムで行われた可能性がありますが、その測定値が、一般に利用可能なシステムのものと同じである保証はありません。さらに、一部の測定値が、推定値である可能性があります。実際の結果は、異なる可能性があります。お客様は、お客様の特定の環境に適したデータを確かめる必要があります。

IBM 以外の製品に関する情報は、その製品の供給者、出版物、もしくはその他の公に利用可能なソースから入手したものです。IBM は、それらの製品のテストは行っておりません。したがって、他社製品に関する実行性、互換性、またはその他の要求については確証できません。 IBM 以外の製品の性能に関する質問は、それらの製品の供給者にお願いします。

IBM の将来の方向または意向に関する記述については、予告なしに変更または撤回される場合があり、単に目標を示しているものです。

本書には、日常の業務処理で用いられるデータや報告書の例が含まれています。より具体性を与えるために、それらの例には、個人、企業、ブランド、あるいは製品などの名前が含まれている場合があります。これらの名称はすべて架空のものであり、名称や住所が類似する企業が実在しているとしても、それは偶然にすぎません。

著作権使用許諾:

本書には、様々なオペレーティング・プラットフォームでのプログラミング手法を例示するサンプル・アプリケーション・プログラムがソース言語で掲載されています。お客様は、サンプル・プログラムが書かれているオペレーティング・プラットフォームのアプリケーション・プログラミング・インターフェースに準拠したアプリケーション・プログラムの開発、使用、販売、配布を目的として、いかなる形式においても、IBM に対価を支払うことなくこれを複製し、改変し、配布することができます。このサンプル・プログラムは、あらゆる条件下における完全なテストを経ていません。従って IBM は、これらのサンプル・プログラムについて信頼性、利便性もしくは機能性があることをほのめかしたり、保証することはできません。お客様は、IBM のアプリケーション・プログラミング・インターフェースに準拠したアプリケーション・プログラムの開発、使用、販売、配布を目的として、いかなる形式においても、 IBM に対価を支払うことなくこれを複製し、改変し、配布することができます。

それぞれの複製物、サンプル・プログラムのいかなる部分、またはすべての派生的創作物にも、次のように、著作権表示を入れていただく必要があります。

(C) (お客様の会社名) (年). このコードの一部は、IBM Corp. のサンプル・プログラムから取られています。 (C) Copyright IBM Corp. _年を入れる_. All rights reserved.

この情報をソフトコピーでご覧になっている場合は、写真やカラーの図表は表示されない場合があります。

商標

以下は、IBM Corporation の商標です。
AS/400
e (ロゴ)
IBM

iSeries
Operating System/400
OS/400

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。

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。

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。

資料に関するご使用条件

お客様がダウンロードされる資料につきましては、以下の条件にお客様が同意されることを条件にその使用が認められます。

個人使用: これらの資料は、すべての著作権表示その他の所有権表示をしていただくことを条件に、非商業的な個人による使用目的に限り複製することができます。ただし、IBM の明示的な承諾を得ずに、これらの資料またはその一部について、二次的著作物を作成したり、配布 (頒布、送信を含む) または表示 (上映を含む) することはできません。

営利使用: これらの資料は、すべての著作権表示その他の所有権表示をしていただくことを条件に、お客様の企業内に限り、複製、配布、および表示することができます。ただし、IBM の明示的な承諾を得ずにこれらの資料の二次的著作物を作成したり、お客様の企業外で資料またはその一部を複製、配布、または表示することはできません。

ここで明示的に許可されているもの以外に、資料や資料内に含まれる情報、データ、ソフトウェア、またはその他の知的所有権に対するいかなる許可、ライセンス、または権利を明示的にも黙示的にも付与するものではありません。

資料の使用が IBM の利益を損なうと判断された場合や、上記の条件が適切に守られていないと判断された場合、IBM はいつでも自らの判断により、ここで与えた許可を撤回できるものとさせていただきます。

お客様がこの情報をダウンロード、輸出、または再輸出する際には、米国のすべての輸出入関連法規を含む、すべての関連法規を遵守するものとします。IBM は、これらの資料の内容についていかなる保証もしません。これらの資料は、特定物として現存するままの状態で提供され、商品性の保証、特定目的適合性の保証および法律上の瑕疵担保責任を含むすべての明示もしくは黙示の保証責任なしで提供されます。

これらの資料の著作権はすべて、IBM Corporation に帰属しています。

お客様が、このサイトから資料をダウンロードまたは印刷することにより、これらの条件に同意されたものとさせていただきます。

コードに関する特記事項

本書には、プログラミングの例が含まれています。

IBM は、お客様に、すべてのプログラム・コードのサンプルを使用することができる非独占的な著作使用権を許諾します。お客様は、このサンプル・コードから、お客様独自の特別のニーズに合わせた類似のプログラムを作成することができます。

すべてのサンプル・コードは、例として示す目的でのみ、IBM により提供されます。このサンプル・プログラムは、あらゆる条件下における完全なテストを経ていません。従って、IBM は、これらのサンプル・プログラムについて信頼性、利便性もしくは機能性があることをほのめかしたり、保証することはできません。

ここに含まれるすべてのプログラムは、現存するままの状態で提供され、いかなる保証も適用されません。商品性の保証、特定目的適合性の保証および法律上の瑕疵担保責任の保証の適用も一切ありません。

Printed in Japan

日本アイ・ビー・エム株式会社
〒106-8711　東京都港区六本木3-2-12