SYBASE®

暗号化カラム・ユーザーズ・ガイド

Adaptive Server® Enterprise

15.5

ドキュメント ID：DC00544-01-1550-01
改訂：2009 年 10 月

マニュアルの注文

マニュアルの注文マニュアルの注文を承ります。ご希望の方は、サイベース株式会社営業部または代理店までご連絡ください。マニュアルの変更は、弊社の定期的なソフトウェア・リリース時にのみ提供されます。

Sybase, Inc., One Sybase Drive, Dublin, CA 94568.

目次

はじめに ..... **v**

第 1 章　暗号化の概要 **1**

第 2 章　暗号化キーの作成と管理 **5**
- 暗号化キーの作成 5
- キーの保護 10
  - キーへのアクセス権付与 11
  - システム暗号化パスワードを使用したキーの保護 12
  - キーの変更 13
  - キーとデータとの分離 14
- 暗号化キーの削除 14

第 3 章　データの暗号化 **17**
- 新しいテーブルに対する暗号化の指定 18
  - select into での暗号化の指定 19
- 既存テーブルのデータの暗号化 20
- 暗号化カラムのインデックスおよび制約の作成 21
- 暗号化カラムのドメイン・ルールとアクセス・ルールの作成 22
- decrypt パーミッション 22
  - 復号化のパーミッションの取り消し 24
- decrypt パーミッションの制限 24
  - 制限のある decrypt パーミッションの権限の割り当て 25
- 復号化されたデータの代わりに返されるデフォルト値 25
  - 復号化デフォルト値の定義 25
  - パーミッションおよび復号化デフォルト値 27
  - 復号化デフォルト値を含むカラム 28
  - 復号化デフォルト・カラムおよびクエリ条件 28
  - decrypt default および暗黙的な付与 29
  - decrypt default と insert、update、および delete 文 30
  - 復号化デフォルト値の削除 31
- 暗号化カラムの長さ 32

第 4 章 暗号化データへのアクセス 35
暗号化カラムの処理 35
復号化のためのパーミッション 37
暗号化の削除 37

第 5 章 管理者からのデータのプライバシーの保護 39
キー管理者の役割 39
ユーザ、役割、およびデータ・アクセス 41
ユーザ指定のパスワードを使用したキーの保護 42
キーのパスワードの変更 43
キー・コピーの作成 45
キー・コピーのパスワードの変更 46
ユーザ・パスワードを使用した暗号化データへのアクセス 47
キー・コピーにログイン・パスワードを使用したアプリケーションの透過性 50
ログイン・パスワードの変更およびキー・コピー 53
キー・コピーの破棄 53

第 6 章 失われたパスワードからのキーのリカバリ 55
キー・コピーのパスワードが失われた場合 55
ログイン・パスワードが失われた場合 56
ベース・キーのパスワードが失われた場合 56
キー・リカバリ・コマンド 57
暗号化キーの所有権の変更 59

第 7 章 暗号化カラムの監査 61
監査オプション 61
監査値 61
イベントの名前と番号 61
コマンド・テキストの監査におけるパスワードのマスキング 62
キー管理者のアクションの監視 62

第 8 章 パフォーマンスの考慮事項 63
暗号化カラムのインデックス 63
ソート順と暗号化カラム 64
暗号化カラムのジョイン 65
探索引数と暗号化カラム 66
暗号テキストとしての暗号化データの移動 66

索引 67

はじめに

対象読者

このマニュアルは、暗号化カラム用に Adaptive Server®Enterprise を設定するシステム管理者を対象としています。

このマニュアルの内容

- 「第 1 章 暗号化の概要」では、Adaptive Server の暗号化カラム機能について説明します。
- 「第 2 章 暗号化キーの作成と管理」では、暗号化キーを作成、変更、削除するコマンドについて説明します。
- 「第 3 章 データの暗号化」では、暗号化できるデータ形式および暗号化を実行する手順について説明します。
- 「第 4 章 暗号化データへのアクセス」では、暗号化データへのアクセス方法について説明します。
- 「第 5 章 管理者からのデータのプライバシーの保護」では、システム管理者から暗号化されたデータを保護する方法を説明します。
- 「第 6 章 失われたパスワードからのキーのリカバリ」では、ユーザが暗号化キーまたはパスワードを失った場合の対処方法について説明します。
- 「第 7 章 暗号化カラムの監査」では、暗号化データの監査方法について説明します。
- 「第 8 章 パフォーマンスの考慮事項」では、暗号化カラムのパフォーマンスへの影響と解決方法について説明します。

関連マニュアル

Adaptive Server® Enterprise には次のマニュアルが用意されています。必要に応じて参照してください。

- 使用しているプラットフォームの『リリース・ノート』－ マニュアルには記載できなかった最新の情報が記載されています。

  このリリース・ノートの最新バージョン (英語版) を入手できます。製品の CD がリリースされた後で、製品またはマニュアルに関する重要な情報が追加されているかを確認するには、Sybase® Product Manuals Web サイトを使用してください。
- 使用しているプラットフォームの『インストール・ガイド』－ すべての Adaptive Server および関連する Sybase 製品のインストール、アップグレード、設定の手順について説明しています。

- 『新機能ガイド』－ Adaptive Server の新しい機能について説明しています。また、新しい機能をサポートするためのシステム変更や、既存のアプリケーションに影響を与える可能性がある変更についても説明しています。
- 『Active Messaging ユーザーズ・ガイド』－ Active Messaging を使用して、Adaptive Server Enterprise データベースでトランザクション (データ変更) を取得し、外部アプリケーションにイベントとしてリアルタイムで渡す方法について説明しています。
- 『コンポーネント統合サービス・ユーザーズ・ガイド』－ コンポーネント統合サービスを使用して、リモートの Sybase データベースおよび Sybase 以外のデータベースに接続する方法について説明しています。
- 使用しているプラットフォームの『設定ガイド』－ 特定の設定作業の手順について説明しています。
- 『用語解説』－ Adaptive Server マニュアルで使用されている技術用語について説明しています。
- 『Historical Server ユーザーズ・ガイド』－ Historical Server を使用して、Adaptive Server のパフォーマンス情報を入手する方法について説明しています。
- 『Adaptive Server Enterprise における Java』－ Adaptive Server データベースで Java クラスをデータ型、関数、ストアド・プロシージャとしてインストールして使用する方法について説明しています。
- 『Job Scheduler ユーザーズ・ガイド』－ コマンド・ラインまたはグラフィカル・ユーザ・インタフェース (GUI) を使用して、ローカルまたはリモートの Adaptive Server でジョブのインストール、設定、作成、スケジュールを行う方法について説明しています。
- 『マイグレーション技術ガイド』－ 別のバージョンの Adaptive Server にマイグレートするための方法とツールについて説明しています。
- 『Monitor Client Library プログラマーズ・ガイド』－ Adaptive Server のパフォーマンス・データにアクセスする Monitor Client Library アプリケーションの記述方法について説明しています。
- 『Monitor Server ユーザーズ・ガイド』－ Monitor Server を使用して、Adaptive Server のパフォーマンス統計を取得する方法について説明しています。
- 『モニタリング・テーブル・ダイヤグラム』－ モニタリング・テーブルと、そのエンティティの関係をポスター形式で図解しています。フル・サイズのダイアグラムは印刷版だけで参照できます。コンパクト版は PDF 形式で参照できます。

- 『パフォーマンス&チューニング・シリーズ』– Adaptive Server で最高のパフォーマンスを実現するためのチューニング方法について説明しています。このマニュアルは以下の 4 冊に分かれています。
  - 『基本』– Adaptive Server のパフォーマンスに関する問題の理解と調査の基本について説明しています。
  - 『統計的分析によるパフォーマンスの向上』– Adaptive Server で統計情報がどのように保存され、表示されるかについて説明しています。また、set statistics コマンドを使用して、サーバの統計情報を分析する方法について説明しています。
  - 『ロックと同時実行制御』– ロック・スキームを使用してパフォーマンスを向上させる方法と、同時実行性を最小限に抑えるようにインデックスを選択する方法について説明しています。
  - 『sp_sysmon による Adaptive Server の監視』– sp_sysmon を使用してパフォーマンスをモニタリングする方法について説明しています。
  - 『モニタリング・テーブル』– Adaptive Server のモニタリング・テーブルに統計情報や診断情報を問い合わせる方法について説明しています。
  - 『物理データベースのチューニング』– データの物理的配置、データに割り付けられた領域、テンポラリ・データベースの管理方法について説明しています。
  - 『クエリ処理と抽象プラン』– オプティマイザがクエリを処理する方法と、抽象プランを使用してオプティマイザのプランの一部を変更する方法について説明しています。
- 『クイック・リファレンス・ガイド』– コマンド、関数、システム・プロシージャ、拡張システム・プロシージャ、データ型、ユーティリティの名前と構文の包括的な一覧表を記載したポケット版 (PDF 版は通常サイズ) のマニュアルです。
- 『ASE リファレンス・マニュアル』– 詳細な Transact-SQL® 情報を記載しています。このマニュアルは以下の 4 冊に分かれています。
  - 『ビルディング・ブロック』– データ型、関数、グローバル変数、式、識別子とワイルドカード、予約語について説明しています。
  - 『コマンド』– コマンドについて説明しています。
  - 『プロシージャ』– システム・プロシージャ、カタログ・ストアド・プロシージャ、システム拡張ストアド・プロシージャ、dbcc ストアド・プロシージャについて説明しています。
  - 『テーブル』– システム・テーブル、モニタリング・テーブル、dbcc テーブルについて説明しています。

- システム管理ガイド』でさらに詳しく説明しています。
  - 『第 1 巻』－ 設定パラメータ、リソースの問題、文字セット、ソート順、システムの問題の診断方法に関する説明を含め、システム管理の基本の概要について説明しています。『第 1 巻』の後半は、セキュリティ管理に関する詳細な説明です。
  - 『第 2 巻』－ 物理的なリソースの管理、デバイスのミラーリング、メモリとデータ・キャッシュの設定、マルチプロセッサ・サーバとユーザ・データベースの管理、データベースのマウントとマウント解除、セグメントの作成と使用、reorg コマンドの使用、データベース一貫性の検査方法についての手順とガイドラインを説明しています。『第 2 巻』の後半では、システムとユーザ・データベースをバックアップおよびリストアする方法について説明しています。
- 『システム・テーブル・ダイアグラム』－ システム・テーブルと、そのエンティティとの関係をポスター形式で図解しています。フル・サイズのダイアグラムは印刷版だけで参照できます。コンパクト版は PDF 形式で参照できます。
- 『Transact-SQL ユーザーズ・ガイド』－ リレーショナル・データベース言語の拡張版である Sybase の Transact-SQL について説明しています。まだ経験の浅いデータベース管理システムのユーザは、このマニュアルをガイドブックとして使用してください。pubs2 および pubs3 サンプル・データベースの詳細も説明しています。
- トラブルシューティング『エラー・メッセージと詳細な解決方法』－ 発生する可能性のある問題について、トラブルシューティング手順を説明しています。このマニュアルで取り上げられている問題は、Sybase 製品の保守契約を結んでいるサポート・センタに最も頻繁に寄せられるものです。
- 『暗号化カラム・ユーザーズ・ガイド』－ Adaptive Server を使用して暗号化カラムを設定し、使用する方法について説明しています。
- 『インメモリ・データベース・ユーザーズ・ガイド』－ メモリ内データベースの設定および使用方法について説明しています。
- 『Adaptive Server 分散トランザクション管理機能の使用』－ 分散トランザクション処理環境での Adaptive Server DTM 機能の設定、使用、トラブルシューティングについて説明しています。
- 『IBM® Tivoli® Storage Manager と Backup Server の使用』－ IBM Tivoli Storage Manager を設定および使用して Adaptive Server のバックアップを作成する方法について説明しています。
- 『高可用性システムにおける Sybase フェールオーバの使用』－ Sybase のフェールオーバ機能を使用して、Adaptive Server を高可用性システムのコンパニオン・サーバとして設定する方法について説明しています。

- 『Unified Agent および Agent Management Console』 – Unified Agent について説明しています。Unified Agent は、分散 Sybase リソースを管理、モニタ、制御するためのランタイム・サービスを提供します。
- 『ユーティリティ・ガイド』 – オペレーティング・システム・レベルで実行される isql および bcp などの、Adaptive Server のユーティリティ・プログラムについて説明しています。
- 『Web Services ユーザーズ・ガイド』 – Adaptive Server 用の Web サービスの設定、使用、トラブルシューティング方法について説明しています。
- 『XA インタフェース統合ガイド for CICS、Encina、TUXEDO』 – X/Open XA トランザクション・マネージャを備えた Sybase DTM XA インタフェースを使用する方法について説明しています。
- 『Adaptive Server Enterprise における XML サービス』では、データベースに XML 機能を導入する、Sybase ネイティブの XML プロセッサと Sybase Java ベースの XML のサポートについて、また XML サービスに準拠したクエリとマッピング用の関数について説明しています。

その他の情報

Sybase Getting Started CD、SyBooks™ CD、Sybase Product Manuals Web サイトを利用すると、製品について詳しく知ることができます。

- Getting Started CD には、PDF 形式のリリース・ノートとインストール・ガイド、SyBooks CD に含まれていないその他のマニュアルや更新情報が収録されています。この CD は製品のソフトウェアに同梱されています。Getting Started CD に収録されているマニュアルを参照または印刷するには、Adobe Acrobat Reader が必要です (CD 内のリンクを使用して Adobe の Web サイトから無料でダウンロードできます)。
- SyBooks CD には製品マニュアルが収録されています。この CD は製品のソフトウェアに同梱されています。Eclipse ベースの SyBooks ブラウザを使用すれば、使いやすい HTML 形式のマニュアルにアクセスできます。

  一部のマニュアルは PDF 形式で提供されています。これらのマニュアルは SyBooks CD の PDF ディレクトリに収録されています。PDF ファイルを開いたり印刷したりするには、Adobe Acrobat Reader が必要です。

  SyBooks をインストールして起動するまでの手順については、Getting Started CD の『SyBooks インストール・ガイド』、または SyBooks CD の *README.txt* ファイルを参照してください。
- Sybase Product Manuals Web サイトは、SyBooks CD のオンライン版であり、標準の Web ブラウザを使用してアクセスできます。また、製品マニュアルのほか、EBFs/Updates、Technical Documents、Case Management、Solved Cases、ニュース・グループ、Sybase Developer Network へのリンクもあります。

  Technical Library Product Manuals Web サイトにアクセスするには、Product Manuals (http://www.sybase.com/support/manuals/) にアクセスしてください。

Web 上の Sybase 製品の動作確認情報

Sybase Web サイトの技術的な資料は頻繁に更新されます。

- ❖ 製品認定の最新情報にアクセスする
  1. Web ブラウザで Technical Documents を指定します。(http://www.sybase.com/support/techdocs/)
  2. [Certification Report] をクリックします。
  3. [Certification Report] フィルタで製品、プラットフォーム、時間枠を指定して [Go] をクリックします。
  4. [Certification Report] のタイトルをクリックして、レポートを表示します。
- ❖ コンポーネント認定の最新情報にアクセスする
  1. Web ブラウザで Availability and Certification Reports を指定します。(http://certification.sybase.com/)
  2. [Search By Base Product] で製品ファミリとベース製品を選択するか、[Search by Platform] でプラットフォームとベース製品を選択します。
  3. [Search] をクリックして、入手状況と認定レポートを表示します。
- ❖ Sybase Web サイト (サポート・ページを含む) の自分専用のビューを作成する

  MySybase プロファイルを設定します。MySybase は無料サービスです。このサービスを使用すると、Sybase Web ページの表示方法を自分専用にカスタマイズできます。
  1. Web ブラウザで Technical Documents を指定します。(http://www.sybase.com/support/techdocs/)
  2. [MySybase] をクリックし、MySybase プロファイルを作成します。

Sybase EBF とソフトウェア・メンテナンス

- ❖ EBF とソフトウェア・メンテナンスの最新情報にアクセスする
  1. Web ブラウザで Sybase Support Page を指定します。(http://www.sybase.com/support)
  2. [EBFs/Maintenance] を選択します。MySybase のユーザ名とパスワードを入力します。
  3. 製品を選択します。
  4. 時間枠を指定して [Go] をクリックします。EBF/Maintenance リリースの一覧が表示されます。

鍵のアイコンは、「Technical Support Contact」として登録されていないため、一部の EBF/Maintenance リリースをダウンロードする権限がないことを示しています。未登録でも、Sybase 担当者またはサポート・コンタクトから有効な情報を得ている場合は、[Edit Roles] をクリックして、「Technical Support Contact」の役割を MySybase プロファイルに追加します。

5 EBF/Maintenance レポートを表示するには [Info] アイコンをクリックします。ソフトウェアをダウンロードするには製品の説明をクリックします。

表記規則

次の項では、このマニュアルで使用されている表記について説明します。

SQL は自由な形式の言語で、1 行内のワード数や、改行の仕方に規則はありません。このマニュアルでは、読みやすくするため、例や構文を文の句ごとに改行しています。複数の部分からなり、2 行以上にわたる場合は、字下げしています。複雑なコマンドの書式には、修正された BNF (Backus Naur Form) 記法が使用されています。

表 2 に構文の規則を示します。

表 *1:* このマニュアルでのフォントと構文規則

要素	例
コマンド名、プロシージャ名、ユーティリティ名、その他のキーワードは sans serif フォントで表記する。	select sp_configure
データベース名とデータ型は sans serif フォントで表記する。	master データベース
ファイル名、変数、パス名は斜体で表記する。	システム管理ガイド *sql.ini* ファイル *column_name* *$SYBASE/ASE* ディレクトリ

変数 (ユーザが入力する値を表す語) がクエリまたは文の一部である場合は Courier フォントの斜体で表記する。	`select column_name`
	`from table_name`
	`where search_conditions`

カッコはコマンドの一部として入力する。	`compute row_aggregate (column_name)`
2 つのコロンと等号は、構文が BNF 表記で記述されていることを示す。この記号は入力しない。「～と定義されている」ことを意味する。	`::=`
中カッコは、その中のオプションを 1 つ以上選択しなければならないことを意味する。コマンドには中カッコは入力しない。	`{cash, check, credit}`
角カッコは、オプションを選択しても省略してもよいことを意味する。コマンドには角カッコは入力しない。	`[cash | check | credit]`
中カッコまたは角カッコの中のカンマで区切られたオプションをいくつでも選択できることを意味する。複数のオプションを選択する場合には、オプションをカンマで区切る。	`cash, check, credit`
パイプまたは縦線は複数のオプションのうち 1 つだけを選択できることを意味する。	`cash | check | credit`

要素	例
省略記号 (...) は、直前の要素を必要な回数だけ繰り返し指定できることを意味する。	`buy thing = price [cash	check	credit] [, thing = price [cash	check	credit]]...` この例では、製品 (thing) を少なくとも 1 つ購入 (buy) し、価格 (price) を指定する必要があります。支払方法を選択できる。角カッコで囲まれた項目の 1 つを選択する。追加品目を、必要な数だけ購入することもできる。各 buy に対して、購入した製品 (thing)、価格 (price)、オプションで支払方法 (cash、check、credit のいずれか) を指定します。

- 次は、オプション句のあるコマンドの構文の例です。

  sp_dropdevice [*device_name*]

  複数のオプションを持つコマンドの例を示します。

  select *column_name*
  from *table_name*
  where *search_conditions*

  構文では、キーワード (コマンド) は通常のフォントで表記し、識別子は小文字で表記します。ユーザが提供するワードは斜体で表記します。

- Transact-SQL コマンドの使用例は次のように表記します。

  ```
  select * from publishers
  ```

- 次は、コンピュータからの出力例です。

```
pub_id    pub_name                city          state
------    --------------------    -----------   -----
0736      New Age Books           Boston        MA
0877      Binnet & Hardley        Washington    DC
1389      Algodata Infosystems    Berkeley      CA

(3 rows affected)
```

このマニュアルでは、例に使用する文字はほとんどが小文字ですが、Transact-SQL のキーワードを入力するときは、大文字と小文字は区別されません。たとえば、SELECT、Select、select はすべて同じです。

テーブル名などのデータベース・オブジェクトの大文字と小文字を Adaptive Server が区別するかどうかは、Adaptive Server にインストールされたソート順によって決まります。シングルバイト文字セットを使用している場合は、Adaptive Server のソート順を再設定することによって、大文字と小文字の区別の取り扱い方を変更できます。詳細については、『システム管理ガイド』を参照してください。

表記規則

次の項では、このマニュアルで使用されている表記について説明します。

SQL は自由な形式の言語で、1 行内のワード数や、改行の仕方に規則はありません。このマニュアルでは、読みやすくするため、例や構文を文の句ごとに改行しています。複数の部分からなり、2 行以上にわたる場合は、字下げしています。複雑なコマンドの書式には、修正された BNF (Backus Naur Form) 記法が使用されています。

表 2 に構文の規則を示します。

表 2: このマニュアルでのフォントと構文規則

要素	例
コマンド名、プロシージャ名、ユーティリティ名、その他のキーワードは sans serif フォントで表記する。	select sp_configure
データベース名とデータ型は sans serif フォントで表記する。	master データベース
ファイル名、変数、パス名は斜体で表記する。	システム管理ガイド *sql.ini* ファイル *column_name* *$SYBASE/ASE* ディレクトリ

変数 (ユーザが入力する値を表す語) がクエリまたは文の一部である場合は Courier フォントの斜体で表記する。	`select column_name`
	`from table_name`
	`where search_conditions`

カッコはコマンドの一部として入力する。	compute *row_aggregate* (*column_name*)
2 つのコロンと等号は、構文が BNF 表記で記述されていることを示す。この記号は入力しない。「～と定義されている」ことを意味する。	`::=`
中カッコで囲まれたオプションの中から必ず 1 つ以上を選択する。コマンドには中カッコは入力しない。	`{cash, check, credit}`
角カッコは、オプションを選択しても省略してもよいことを意味する。コマンドには角カッコは入力しない。	`[cash | check | credit]`
中カッコまたは角カッコの中のカンマで区切られたオプションをいくつでも選択できることを意味する。複数のオプションを選択する場合には、オプションをカンマで区切る。	`cash, check, credit`
パイプまたは縦線は複数のオプションのうち 1 つだけを選択できることを意味する。	`cash | check | credit`
省略記号 (...) は、直前の要素を必要な回数だけ繰り返し指定できることを意味する。	`buy thing = price [cash | check | credit] [, thing = price [cash | check | credit]]...` この例では、製品 (thing) を少なくとも 1 つ購入 (buy) し、価格 (price) を指定する必要があります。支払方法を選択できる。角カッコで囲まれた項目の 1 つを選択する。追加品目を、必要な数だけ購入することもできる。各 buy に対して、購入した製品 (thing)、価格 (price)、オプションで支払方法 (cash、check、credit のいずれか) を指定します。

- 次は、オプション句のあるコマンドの構文の例です。

  sp_dropdevice [*device_name*]

  複数のオプションを持つコマンドの例を示します。

  select *column_name*
  from *table_name*
  where *search_conditions*

  構文では、キーワード (コマンド) は通常のフォントで表記し、識別子は小文字で表記します。ユーザが提供するワードは斜体で表記します。

- Transact-SQL コマンドの使用例は次のように表記します。

  ```
  select * from publishers
  ```

- 次は、コンピュータからの出力例です。

```
pub_id    pub_name                city          state
-------   ---------------------   -----------   -----
0736      New Age Books           Boston        MA
0877      Binnet & Hardley        Washington    DC
1389      Algodata Infosystems    Berkeley      CA

(3 rows affected)
```

このマニュアルでは、例に使用する文字はほとんどが小文字ですが、Transact-SQL のキーワードを入力するときは、大文字と小文字は区別されません。たとえば、SELECT、Select、select はすべて同じです。

テーブル名などのデータベース・オブジェクトの大文字と小文字を Adaptive Server が区別するかどうかは、Adaptive Server にインストールされたソート順によって決まります。シングルバイト文字セットを使用している場合は、Adaptive Server のソート順を再設定することによって、大文字と小文字の区別の取り扱い方を変更できます。詳細については、『システム管理ガイド』を参照してください。

アクセシビリティ機能

このマニュアルには、アクセシビリティを重視した HTML 版もあります。この HTML 版マニュアルは、スクリーン・リーダーで読み上げる、または画面を拡大表示するなどの方法により、その内容を理解できるよう配慮されています。

Adaptive Server HTML マニュアルは、連邦リハビリテーション法第 508 条のアクセシビリティ規定に準拠していることがテストにより確認されています。第 508 条に準拠しているマニュアルは通常、World Wide Web Consortium (W3C) の Web サイト用ガイドラインなど、米国以外のアクセシビリティ・ガイドラインにも準拠しています。

注意 アクセシビリティ・ツールを効率的に使用するには、設定が必要な場合もあります。一部のスクリーン・リーダーは、テキストの大文字と小文字を区別して発音します。たとえば、すべて大文字のテキスト (ALL UPPERCASE TEXT など) はイニシャルで発音し、大文字と小文字の混在したテキスト (Mixed Case Text など) は単語として発音します。構文規則を発音するようにツールを設定すると便利かもしれません。詳細については、ツールのマニュアルを参照してください。

Sybase のアクセシビリティに対する取り組みについては、Sybase Accessibility (http://www.sybase.com/accessibility) を参照してください。Sybase Accessibility サイトには、第 508 条と W3C 標準に関する情報へのリンクもあります。

不明な点があるときは

Sybase ソフトウェアがインストールされているサイトには、Sybase 製品の保守契約を結んでいるサポート・センタとの連絡担当の方 (コンタクト・パーソン) を決めてあります。マニュアルだけでは解決できない問題があった場合には、担当の方を通して Sybase のサポート・センタまでご連絡ください。

第 1 章

暗号化の概要

この章では、Adaptive Server の 暗号化カラム機能について説明します。

Adaptive Server の認証とアクセス制御のメカニズムでは、正しく識別され、正しい権限を持つユーザのみがデータにアクセスできます。データを暗号化すると、機密データの盗難やセキュリティ侵害からの保護を強化できます。

Adaptive Server の暗号化カラムを使用すると、アプリケーションを変更しなくても、静止しているカラムレベルのデータを暗号化できます。次の機能がネイティブでサポートされています。

- カラムレベルの細分化
- NIST (National Institute of Standards and Techology) が承認した対称 AES (Advanced Encryption Standard) アルゴリズムの使用
- パフォーマンスの最適化
- 作業の分割方式の実行
- 完全統合および自動化キー管理
- アプリケーションの透過性 (アプリケーションの変更は不要)
- システム管理者の権限からのデータのプライバシー保護

テーブルに対する insert または update パーミッションを持っていれば、挿入または修正したすべてのデータは格納される前に自動的に暗号化されます。日常の作業が中断されることはありません。

暗号化カラムから復号化されたデータを選択するには、select パーミッションに加え、decrypt パーミッションも必要です。decrypt パーミッションは、特定のデータベース・ユーザ、グループ、または役割に対して付与できます。Sybase には、機密データに対する細分化されたアクセス制御機能があり、より詳細な制御を実行できます。また、decrypt パーミッションを持つユーザに対して選択されたデータが自動的に復号化されます。

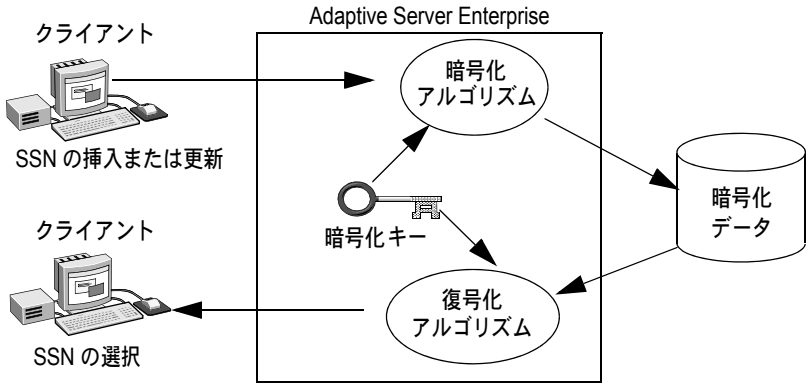
暗号化キーは、暗号化された形式でデータベースに格納されます。暗号化キーは、システムレベルのパスワードまたはユーザが指定したパスワード (ユーザのログイン・パスワードとして使用できます) を使用して暗号化できます。選択したパスワードによって、システム管理者からもデータのプライバシーを保護できます。

Adaptive Server におけるカラムの暗号化は、中間層やクライアント・アプリケーションにおける暗号化よりも簡素化されます。SQL 文を使用して暗号化キーの作成と暗号化カラムの指定を行うことができ、既存のアプリケーションを変更せずに継続して実行できます。

暗号化されたデータは、「暗号テキスト」と呼ばれるコード化された形式で格納されます。暗号テキストでは、暗号化カラムの長さに数バイトから最大 32 バイトまでの長さが追加されます。「暗号化カラムの長さ」(32 ページ) を参照してください。暗号化されていないデータは、プレーン・テキストとして格納されます。

図 1-1 は、Adaptive Server の暗号化処理と復号化処理について説明しています。この例では、クライアントが社会保障番号 (SSN) の更新と暗号化を行っています。

図 *1-1: Adaptive Server* での暗号化と復号化



カラムの暗号化では、対称暗号化アルゴリズムが使用されます。これは、暗号化と復号化に同じキーが使用されることを意味します。特定のカラムの暗号化に使用されるキーは、Adaptive Server によって追跡されます。

暗号化カラムに対してデータの insert または update を行うとき、Adaptive Server はローを書き込む直前にデータを透過的に暗号化します。暗号化カラムに対して select を実行すると、ローから該当データが読み込まれ、復号化されます。整数データと浮動小数点データは、すべてのプラットフォームで次の形式で暗号化されます。

- 整数データの場合は最上位ビット形式
- 浮動小数点データの場合は、MSB 形式に対応する IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 浮動小数点標準

あるプラットフォームでデータを暗号化し、別のプラットフォームで復号化できます。ただし、両方のプラットフォームで同じ文字セットを使用している必要があります。

一般的に、暗号化カラムを使用するには、次の管理手順を実行する必要があります。

1　ライセンス・オプション ASE_ENCRYPTION をインストールします。Adaptive Server Enterprise の『インストール・ガイド』を参照してください。

2　システム・セキュリティ担当者 (SSO) は、次のコマンドを使用して、Adaptive Server での暗号化を有効にすることができます。

```
sp_configure 'enable encrypted columns', 1
```

3　sp_encryption を使用して、データベースのシステム暗号化パスワードを設定します。

4　1 つ以上の名前付き暗号化キーを作成します。「第 2 章 暗号化キーの作成と管理」を参照してください。パスワードを使用してデータベース管理者からもデータを保護することを検討します。第 5 章 管理者からのデータのプライバシーの保護を参照してください。

5　暗号化するカラムを指定します。「新しいテーブルに対する暗号化の指定」(18 ページ) と「既存テーブルのデータの暗号化」(20 ページ) を参照してください。

6　データを確認する必要があるユーザに decrypt パーミッションを付与します。「復号化デフォルト値」と呼ばれるデフォルトのプレーン・テキスト値を指定できます。Adaptive Server は、decrypt パーミッションを持たないユーザに対して保護されたデータではなくこのデフォルト値を返します。「復号化のためのパーミッション」(37 ページ) を参照してください。

これらの手順を実行すると、既存のテーブルやカラムに対して既存のアプリケーションを実行できますが、データベース内のデータは盗難や不正使用に対して確実に保護されます。Sybase Central のユーティリティやその他の Sybase 製品ではデータを暗号化された形式で処理し、企業全体でデータを保護できます。たとえば次のことを実現できます。

- Sybase Central Adaptive Server プラグインを使用して、グラフィカル・インタフェースで暗号化カラムを管理できます。Sybase Central のオンライン・ヘルプを参照してください。
- バルク・コピー・ユーティリティ (bcp) を使用して、サーバとの間で暗号化データを安全にコピー・インおよびコピー・アウトできます。『ユーティリティ・ガイド』を参照してください。
- Adaptive Server のマイグレーション・ツール sybmigrate を使用して、サーバ間でデータを安全にマイグレートできます。詳細については、Adaptive Server Enterprise の『システム管理ガイド』を参照してください。
- Sybase Replication Server を使用して、暗号化キーおよびデータをサーバとプラットフォームに安全に配布できます。複写時の暗号化の詳細については、『Replication Server 管理ガイド』を参照してください。

第 2 章

暗号化キーの作成と管理

トピック名	ページ
暗号化キーの作成	5
キーの保護	10
暗号化キーの削除	14

Adaptive Server には、暗号化キーの作成、暗号化キーのプロパティの変更、および使用されていない暗号化キーの削除を実行するためのコマンドが用意されています。キー所有者は、特定のキーまたは複数のキーを使用してカラム・レベルで暗号化を設定するためのパーミッションをテーブル所有者に付与する必要があります。

暗号化キーの作成

テーブル所有者がカラムを新しいテーブルまたは既存のテーブルの暗号化用として指定するには、暗号化キーが必要です。暗号化キーを初めて設定する場合は、次の点について考慮してください。

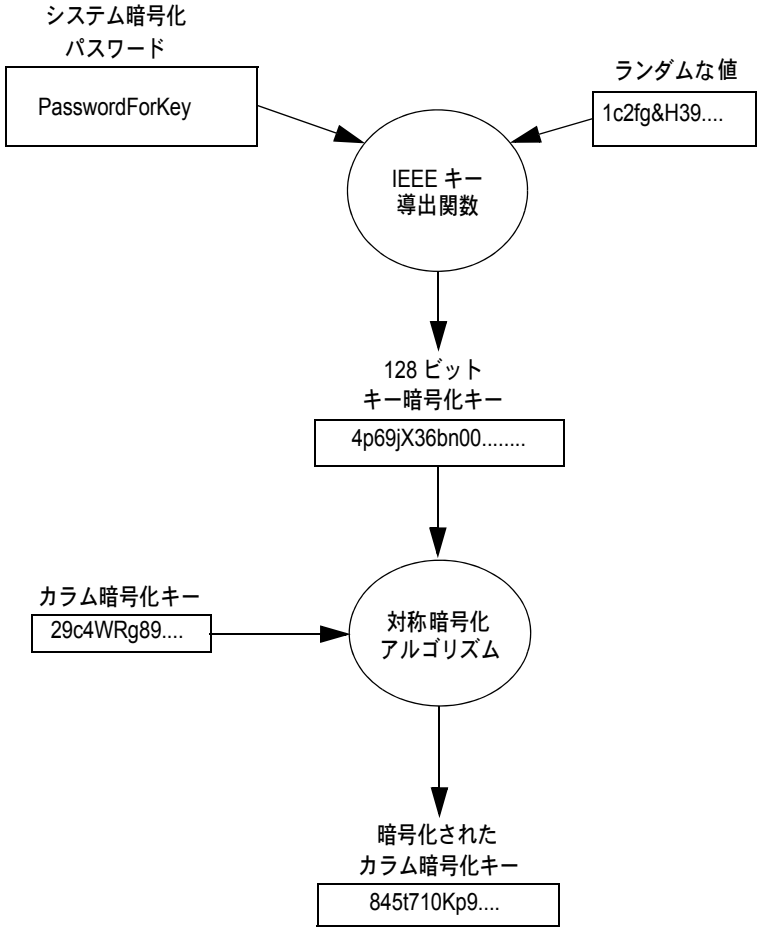
- キー所有者またはキー管理者の割り当て － システム・セキュリティ担当者は、キーを作成するための create encryption key パーミッションを付与する必要があります。sso_role と keycustodian_role は、自動的に create encryption key パーミッションを持ちます。「キー管理者の役割」(39 ページ) を参照してください。
- キーを別のキー・データベースで作成する必要があるかどうか － 特に、システム暗号化パスワードでキーを暗号化する場合は、キー用に別のデータベースを使用することをおすすめします。
- 必要なキーの数 － 暗号化カラムごとに個別のキーを作成することも、同じキーを使って複数のテーブルのカラムを暗号化もできます。パフォーマンスの観点では、別のテーブルの同じカラムとジョインしている暗号化カラムは同じキーを共有する必要があります。セキュリティ目的では、関連付けられていないカラムは異なるキーを使用する必要があります。

Adaptive Server のカラム暗号化では、AES (Advanced Encryption Standard) 対称キー暗号化アルゴリズムが使用されます。使用可能なキー・サイズは、128、192、256 ビットです。ランダムキーの生成と暗号化の機能は、FIPS 140-2 準拠のモジュールによって提供されます。

注意 このパラメータを有効にするには、Security and Directory Services ライセンスが必要です。このパラメータが有効でない場合、OpenSSL セキュリティ・プロバイダによってログイン・パスワードの暗号化が実行されます。

キー値を保護するために、Adaptive Server は 128 ビットのキー暗号化キーを使用します。このキーは、システム暗号化パスワードまたはユーザ指定のパスワードから取得されます。Adaptive Server は新しいキー (カラム暗号化キー) を暗号化し、その結果を sysencryptkeys に保存します。

図 *2-1:* ユーザのキーの暗号化



create encryption key の構文

create encryption key の構文を次に示します。

```
create encryption key [[database.][owner].]keyname
  [as default] [for algorithm]
  [with
    {[key_length num_bits]
    [password 'password_phrase']
    [init_vector {null | random}]
    [pad {null | random}]
  }]
```

各パラメータの意味は、次のとおりです。

- *keyname* – 現在のデータベース内のユーザのテーブル、ビュー、プロシージャ・ネーム・スペース内でユニークな名前を使用してください。キーが別のデータベース内にある場合はデータベース名を指定し、データベース内にその名前のキーが複数ある場合は所有者名を指定します。owner のデフォルト値は現在のユーザで、database のデフォルト値は現在のデータベースです。他のユーザのキーを作成できるのは、システム・セキュリティ担当者だけです。

  注意 名前の最初の文字が '#' のテンポラリ・キーは作成できません。

- as default – システム・セキュリティ担当者またはキー管理者は、暗号化のためのデータベースのデフォルト・キーを作成できます。これにより、テーブルの作成者が、create table、alter table、select into で keyname を使用せずに暗号化を指定できます。Adaptive Server は同じデータベースのデフォルト・キーを使用します。デフォルト・キーは変更できます。
- *for algorithm* – AES (Advanced Encryption Standard) のみがサポートされます。AES では、128、192、256 ビットのキー・サイズ、および 16 バイトのブロック・サイズがサポートされています。ブロック・サイズは、暗号化ユニットのバイト数です。大きいデータは、分割して暗号化されます。
- keylength *num_bits* – 作成するキーのサイズ (ビット単位)。AES の有効なキー長は 128、192、256 ビットです。デフォルトの keylength は 128 ビットです。
- *password_phrase* – 引用符で囲まれた最長 255 バイトの英数字文字列で、キーを保護するために使用されます。デフォルトでは、Adaptive Server はシステム暗号化パスワードを使用して暗号化キーを保護します。「ユーザ指定のパスワードを使用したキーの保護」(42 ページ) を参照してください。
- init_vector
  - random – 暗号化中に初期化ベクトルを使用するように指定します。暗号化アルゴリズムで初期化ベクトルが使用される場合、2 つの同一のプレーン・テキストの暗号化テキストが異なるものになります。これによって、データ・パターンの検出を防止できます。初期化ベクトルを使用すると、データのセキュリティが強化されます。

    初期化ベクトルを使用すると、CBC (Cipher Block Chaining) モードが暗号化に使用されます (このモードでは、データの各ブロックを前のブロックと結合してから暗号化します。先頭のブロックは初期化ベクトルと結合されます)。

    ただし、初期化ベクトルを使用すると、パフォーマンスに影響が生じる場合があります。インデックス作成によるカラムのジョインと検索の最適化は、暗号化キーで初期化ベクトルが指定されていないカラムに対してのみ行えます。「第 8 章 パフォーマンスの考慮事項」を参照してください。

- null − 暗号化中に初期化ベクトルを使用しません。この指定により、カラムがインデックスに対応できるようになります。

  デフォルトは、初期化ベクトルの使用、つまり init_vector random です。

  init_vector null を設定すると、ECB (Electronic Code Book) モードが使用されます。このモードでは、データの各ブロックが個別に暗号化されます。

  あるカラムは初期化ベクトルを使用して暗号化し、別のカラムは初期化ベクトルを使用しないで暗号化するには、初期化ベクトルを指定するキーと、初期化ベクトルを指定しないキーの 2 つのキーを作成します。

- pad

  - null – デフォルト値で、データのランダム埋め込みを行いません。

    カラムでインデックスをサポートする必要がある場合は、埋め込みを使用できません。

  - random − ランダムなバイトをデータに自動的に埋め込んでから暗号化します。暗号テキストのランダム化のために初期化ベクトルではなく埋め込みを使用できます。埋め込みは、プレーン・テキストの長さがブロック長の半分より短いカラムにのみ適切です。AES アルゴリズムの場合、ブロック長は 16 バイトです。

create encryption key の例

次の例では、“safe_key” という 256 ビットのキーをデータベースのデフォルト・キーとして指定します。

```
create encryption key safe_key as default for AES with
        keylength 256
```

システム・セキュリティ担当者または keycustodian_role を持つユーザは、デフォルト・キーを作成できます。

次の例では、ランダム埋め込みを使用してカラムを暗号化する、“salary_key” という 128 ビットのキーが作成されます。

```
create encryption key salary_key for AES with
         init_vector null pad random
```

次の例では、初期化ベクトルを使用してカラムを暗号化する、“mykey” という 192 ビットのキーが作成されます。

```
create encryption key mykey for AES with keylength 192
         init_vector random
```

この例では、ユーザ指定のパスワードによって保護されるキーを作成します。

```
create encryption key key1
     with passwd 'Worlds1Biggest6Secret'
```

キーがユーザ指定のパスワードで保護されている場合、キーで暗号化されたカラムにアクセスする前に、そのパスワードを入力する必要があります。明示的なパスワードが設定されたキーを使用する方法の詳細については、「第 5 章 管理者からのデータのプライバシーの保護」を参照してください。

create encryption key パーミッション

sso_role と keycustodian_role は暗号化キーを作成するためのパーミッションを暗黙で持っています。システム・セキュリティ担当者は次の構文を使用して、create encryption key パーミッションを他のユーザに付与します。

```
grant create encryption key
    to user_name | role_name | group_name
```

次に例を示します。

```
grant create encryption key to key_admin_role
```

キーを作成するためのパーミッションを取り消すには、次の構文を使用します。

```
revoke create encryption key
    {to | from} user_name | role_name | group_name
```

注意 grant all コマンドでは、create encryption key パーミッションはユーザに付与されません。このパーミッションは、システム・セキュリティ担当者が明示的に付与する必要があります。

キーの保護

Adaptive Server では、使用されていない暗号化されたキーが保持されます。ユーザとデータの間には、実際には 2 つのキーが存在します。1 つはカラム暗号化キー (CEK) で、もう 1 つはキー暗号化キー (KEK) です。CEK はデータを暗号化します。ユーザは、暗号化データにアクセスする際に CEK にアクセスする必要があります。しかし、暗号化されていない形式で CEK をディスクに格納できません。そのため、ユーザが暗号化キーを作成または変更したとき、CEK は KEK で暗号化されます。KEK は、ユーザが暗号化データにアクセスするときに CEK を復号化するためにも使用されます。KEK は、ユーザが create および alter encryption key 文でキーの暗号化を指定した方法に応じて、システム暗号化パスワード、ユーザ指定のパスワード、またはログイン・パスワードから内部的に導出されます。CEK は、暗号化された形式で sysencryptkeys に格納されます。

キー管理では、暗号化キーの作成、削除、および変更、パスワードの配布、キー・コピーの作成、そしてパスワードを忘れた場合のキー・リカバリの提供を行う必要があります。

図 2-2 では、create encryption key 文のカラム暗号化キーの作成および格納について説明します。KEK がパスワードから導出され、ロー CEK が暗号化関数に渡されて、暗号化 CEK が生成されます。

図 2-2: 暗号化キーの作成手順

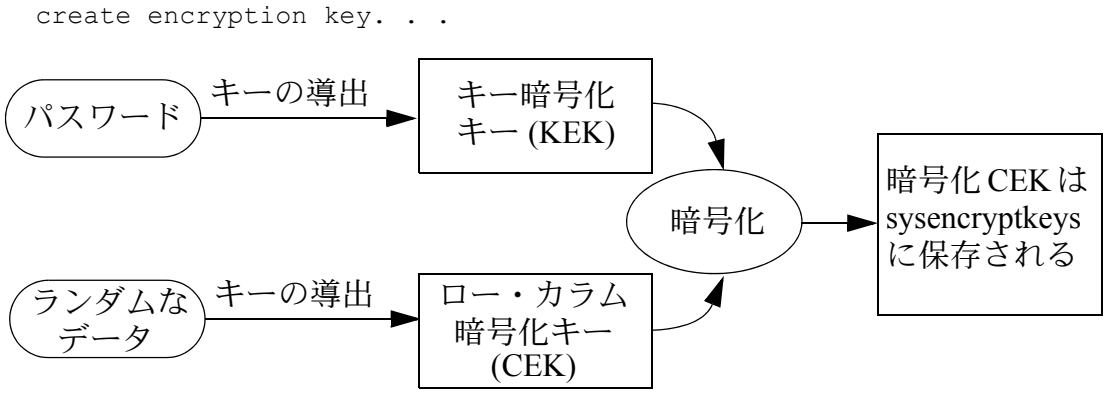
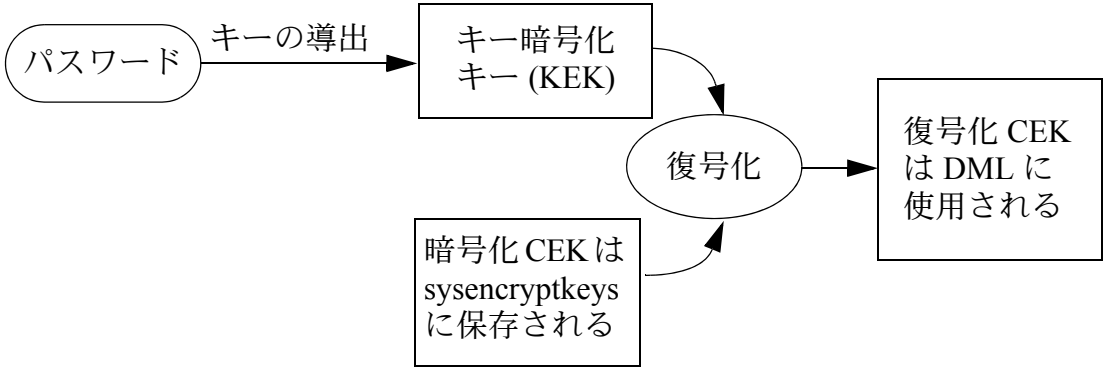


図 2-3 は、CEK を復号化する DML オペレーションでの KEK の使用方法を示します。ロー CEK は、データを暗号化または復号化するために使用されます。

図 2-3: *DML* 文で暗号化または復号化するための *CEK* へのアクセス



キーへのアクセス権付与

キー所有者がキーの select パーミッションを付与しないと、他のユーザは create table 文、alter table 文、select into 文でキーを指定できません。キー所有者は、システム・セキュリティ担当者、キー管理者、またはデフォルト以外のキーの場合は、create encryption key パーミッションを持つ任意のユーザになります。キー所有者は、必要に応じてキーの select パーミッションを付与してください。

次の例では、db_admin_role を持つユーザが create table、alter table、および select into 文で暗号化を指定するときに、“safe_key” という名前の暗号化キーを使用できるようにします。

```
grant select on safe_key to db_admin_role
```

注意 insert、update、delete、および select で暗号化カラムを処理するユーザには、暗号化キーの select パーミッションは必要ありません。

システム暗号化パスワードを使用したキーの保護

システム暗号化パスワードは、データベース固有のパスワードです。デフォルトでは、Adaptive Server はこのパスワードを使用して、特定のデータベースで作成されたキーを暗号化します。システム・セキュリティ担当者またはキー管理者がシステム暗号化パスワードを設定した後は、暗号化カラムを処理するときにこのパスワードを指定する必要がなくなります。Adaptive Server は、カラム暗号化キーを暗号化または復号化する必要があるときに、システム暗号化パスワードに内部でアクセスします。

システム・セキュリティ担当者またはキー管理者は、sp_encryption を使用してシステム暗号化パスワードを設定します。システム・パスワードは sp_encryption を使用するデータベースに固有であり、暗号化された値はそのデータベースの sysattributes システム・テーブルに格納されます。

```
sp_encryption system_encr_passwd, password
```

password には、最大 255 バイトのパスワードを指定できます。これは、選択したデータベースのすべてのキーの暗号化に使用されるデフォルトの方法です。

システム暗号化パスワードを使用すると、暗号化データの管理が簡略化されます。その理由を以下に示します。

- キーのパスワードの管理がシステム暗号化パスワードの設定と変更に制限されます。
- create と alter encryption key 文でパスワードを指定する必要がありません。
- パスワード配布およびパスワード紛失の際のリカバリが不要です。
- カラムの decript パーミッションにより暗号化されたデータのアクセス・コントロールが適用されます。「decrypt パーミッションの制限」(24 ページ)を参照してください。
- アプリケーションを変更する必要はありません。

システム暗号化パスワードは、暗号化キーを作成したすべてのデータベースにだけ設定してください。キーを個々のユーザのパスワードで保護する場合は、システム暗号化パスワードを設定する必要はありません。暗号化カラムは、キーが存在する同じデータベースにも、別のデータベースにも作成できます。「ユーザ指定のパスワードを使用したキーの保護」(42 ページ) を参照してください。

システム暗号化パスワードによって、暗号化キーが保護されます。長くて複雑なシステム暗号化パスワードを選択してください。パスワードが長くなれば、当て推量によって推測または解読されにくくなります。システム暗号化パスワードには、大文字と小文字、数字、および特殊文字を含めます。システム暗号化パスワードの長さは 16 バイト以上にすることをおすすめします。また、パスワードを作成するときは、次の点に注意してください。

- 誕生日や住所など、個人の生活に関係する言葉や数字を使用しない。
- ペットや家族などの名前を使用しない。
- 辞書にある言葉や、単語のスペルを逆にしたものを使用しない。

Adaptive Server では、minimum password length および check password for digit 設定パラメータを使用してシステム暗号化パスワードが順守されます。

システム・セキュリティ担当者またはキー管理者は、sp_encryption に古いパスワードを指定して、システム・パスワードを変更できます。

```
sp_encryption system_encr_passwd, password [ , old_password]
```

特にシステム暗号化パスワードを把握している管理者が退社する場合は、システム暗号化パスワードは定期的に変更してください。システム・パスワードが変更されると、Adaptive Server は自動的にデータベース内のすべてのキーを新しいパスワードで再暗号化します。暗号化されたデータは、システム・パスワードが変更されても影響を受けません。つまり、データは復号化されたり、再暗号化されることはありません。

システム暗号化パスワードの設定を解除するには、*password* の引数に “null” を指定し、*old_password* の値を指定します。システム・パスワードは、システム暗号化パスワードで暗号化されたそのデータベース内のすべての暗号化キーを削除している場合にのみ設定解除します。

キーの変更

カラムの暗号化に使用されるキーは定期的に変更します。新しいキーは create encryption key を使用して作成し、alter table...modify を使用して新しいキーでカラムを暗号化します。

次の例では、“creditcard” カラムがすでに暗号化されています。alter table コマンドによって、customer テーブルで cc_key_new が使用されているすべてのローのクレジット・カード値が復号化され、再暗号化されます。

```
create encryption key cc_key_new for AES

alter table customer modify creditcard encrypt with
      cc_key_new
```

キーとデータとの分離

暗号化するカラムを指定するときに、同じデータベースまたは別のデータベースの名前付きキーを指定して使用できます。指定のキーを使用しない場合、そのカラムは自動的に同じデータベースのデフォルト・キーで暗号化されます。

別のデータベースのキーを使用して暗号化すると、セキュリティが強化されます。データベース・ダンプが盗まれた場合でも、キーと暗号化されたデータ両方へのアクセスを防止できるためです。管理者は、データベース・ダンプごとに異なるパスワードを設定して保護できます。これにより、不正アクセスがより困難になります。

別のデータベースのキーを使用して暗号化する場合、分散システムにおいてデータとキーの整合性の問題が起こらないように注意する必要があります。データベースのダンプとロードを注意して調整してください。別のデータベースの名前付きキーを使用する場合、次のようにすることをおすすめします。

- 暗号化カラムを含むデータベースをダンプするときは、対応するキーが作成されたデータベースもダンプします。最後のダンプ以降に新しいキーを追加した場合は、これを行う必要があります。
- 暗号化キーを含むデータベースをダンプするときは、そのキーで暗号化されたカラムを含むすべてのデータベースをダンプします。これによって、暗号化データと使用可能なキーの同期が保たれます。

システム・セキュリティ担当者またはキー管理者は、sp_encryption を使用して、特定のキーで暗号化されたすべてのカラムを識別できます。

暗号化キーの削除

暗号化キーを削除するには、次の文を使用します。

drop encryption key [[*database*.][*owner*.]*keyname*

次の例では、cc_key という名前の暗号化キーが削除されます。

```
drop encryption key cust.dbo.cc_key
```

キー所有者は自分が所有しているキーを削除できます。システム・セキュリティ担当者はどのキーでも削除できます。該当するキーが使用されているすべてのデータベースに暗号化カラムが存在しない場合のみ、そのキーを削除できます。

drop encryption key を実行するときに、Adptive Server では、疑わしいデータベース、アーカイブされたデータベース、リカバリされていないデータベース、または現在ロードされているデータベース内の暗号化カラムはチェックされません。これらのいずれの場合でも、このコマンドによって、使用不可のデータベースの名前を示した警告メッセージが発行されますが、コマンド自体は正常に実行されます。該当するデータベースがオンラインになると、削除されたキーによって暗号化されていたカラムを持つすべてのテーブルが使用不可になります。キーをリストアするには、システム管理者が、削除したキーのデータベースのダンプ (キーを削除する前のもの) をロードする必要があります。

システム・セキュリティ担当者は、sp_encryption を使用して、特定のキーで暗号化されたすべてのカラムを識別できます。

第 3 章

データの暗号化

トピック名	ページ
新しいテーブルに対する暗号化の指定	18
既存テーブルのデータの暗号化	20
暗号化カラムのインデックスおよび制約の作成	21
decrypt パーミッション	22
decrypt パーミッションの制限	24
復号化されたデータの代わりに返されるデフォルト値	25
暗号化カラムの長さ	32

次のデータ型を暗号化できます。

- int、smallint、tinyint
- unsigned int、unsigned smallint、unsigned tinyint
- bigint、unsigned bigint
- decimal、numeric
- float4、float8
- money、smallmoney
- date、time、smalldatetime、datetime
- char、varchar
- unichar、univarchar
- binary、varbinary
- bit

ディスクで暗号化されたデータは、varbinary データ型で保存されます。varbinary データのサイズの詳細については、「暗号化カラムの長さ」(32 ページ) を参照してください。

NULL 値は暗号化されません。

新しいテーブルに対する暗号化の指定

新しいテーブルのカラムを暗号化するには、create table 文で encrypt column 修飾子を使用します。

次に示す create table の部分構文には、暗号化に固有の句のみ含まれます。create table の完全な構文については、『リファレンス・マニュアル』を参照してください。

```
create table table_name
(column_name
. . .

[constraint_specification]
[encrypt [with [database.[owner].]keyname]]
[, next_column_specification .. .]
)
```

keyname － create encryption key を使用して作成するキーを指定します。テーブルの作成者は、*keyname* の select パーミッションが必要です。*keyname* を指定しない場合、create encryption key に as default 句を指定して作成したデフォルト・キーが検索されます。

注意 計算カラムは暗号化できません。また、計算カラムを定義している式に暗号化カラムを含めることはできません。テーブルの *partition_clause* には、暗号化カラムを指定できません。

次の例では、2 つのキーが作成されます。1 つはデータベース・デフォルト・キーで、もう 1 つは、create table コマンドで名前を指定する必要のあるキー (cc_key) です。どちらのキーでも、長さおよび初期化ベクトルにデフォルト値を使用します。employee テーブルの ssn カラムはデフォルト・キーを使用して暗号化され、customer テーブルの creditcard カラムは cc_key を使用して暗号化されます。

```
create encryption key new_key as default for AES
create encryption key cc_key

create table employee_table (ssn char(15) encrypt,
   ename char(50), ...))

create table customer (creditcard char(20)
   encrypt with cc_key, cc_name char(50), ...)
```

次の例では、初期化ベクトルとランダム埋め込みにデフォルト以外の値を使用する、名前が k1 のキーが作成されます。employee esalary カラムにランダムなデータを埋め込んでから暗号化します。

```
create encryption key k1 init_vector null pad random
create table employee (eid int, esalary money encrypt with k1, ...)
```

select into での暗号化の指定

デフォルトでは、ソース・テーブルに 1 つ以上の暗号化カラムがある場合でも、暗号化されていないターゲット・テーブルが select into によって作成されます。ターゲット・テーブルで任意のカラムを暗号化するには、次のようにターゲット・テーブルを encrypt 句で修飾する必要があります。

```
select [all|distinct] column_list
        into table_name
        [(colname encrypt [with [[database.][owner].]keyname]
                [, colname encrypt
                [with[[database.][owner].]keyname]])]
  from table_name | view_name
```

ソース・テーブルでデータが暗号化されていなくても、ターゲット・テーブルの特定のカラムを暗号化できます。ソース・テーブルのカラムが、ターゲット・カラムに指定するものと同じキーによって暗号化されている場合、Adaptive Server によってソース・テーブルの復号化手順とターゲット・テーブルの暗号化手順が省略され、処理が最適化されます。

ターゲット・テーブルの暗号化を指定するためのルールは、次の点に関して、create table で指定された暗号化に対するルールと同じです。

- 暗号化するカラムに使用できるデータ型
- *keyname* が省略された場合のデータベース・デフォルト・キーの使用
- ターゲット・カラムの暗号化に使用されるキーの select パーミッションの必要性

次の例では、daily_xacts テーブルから暗号化カラム creditcard を選択し、#bigspenders テンポラリ・テーブル内の暗号化されたフォームにそのカラムを保存します。

```
select creditcard, custid, sum(amount) into
     #bigspenders
     (creditcard encrypt with cust.dbo.new_cc_key)
     from daily_xacts group by creditcard
     having sum(amount) > $5000
```

注意　select into を実行するには、decrypt を含む、ソース・テーブルに対するカラム・レベルのパーミッションが必要です。

既存テーブルのデータの暗号化

既存のテーブルのカラムを暗号化するには、alter table 文の encrypt 句で modify column オプションを使用します。

```
alter table table_name modify column_name
    [encrypt [with [[database.][owner].]keyname]]
```

ここで、*keyname* は create encryption key を使用して作成するキーを指定します。テーブルの作成者は、*keyname* の select パーミッションが必要です。*keyname* を指定しないと、Adaptive Server は、create encryption key の as default 句を使用して作成されたデフォルト・キーを探します。

『リファレンス・マニュアル：コマンド』を参照してください。

暗号化カラムを変更する場合、次のような制限があります。

- トリガが作成されているカラムは、暗号化または復号化の対象として変更できません。次のことを行ってください。
  a トリガを削除します。
  b カラムを暗号化または復号化します。
  c トリガを再作成します。
- 既存の暗号化カラムを変更したり、テーブルの暗号化または復号化の対象としてカラムを変更したり、暗号化カラムがクラスタード・インデックスまたは配置インデックス内のキーである場合にそのカラムのデータ型を変更できません。次のことを行ってください。
  a インデックスを削除します。
  b テーブルを変更するか、カラムのデータ型を変更します。
  c インデックスを再作成します。

他の属性を変更するのと同時にカラムの暗号化プロパティを変更できます。また、alter table を使用して、暗号化カラムの追加もできます。

次に例を示します。

```
alter table customer modify custid null encrypt
     with cc_key
alter table customer add address varchar(50) encrypt
     with cc_key
```

暗号化カラムのインデックスおよび制約の作成

暗号化キーで初期化ベクトルまたはランダム埋め込みが指定されていない場合、暗号化カラムにインデックスを作成できます。初期化ベクトルまたはランダム埋め込みが使用されている暗号化カラムに対して create index を実行すると、エラーが発生します。一般的に、暗号化カラムのインデックスは等号および不等号を使用する一致には役立ちますが、大文字小文字を区別しないデータの一致やデータの範囲検索には役立ちません。

注意 関数インデックスの式には、暗号化カラムを使用できません。

次の例では、cc_key で初期化ベクトルまたは埋め込みを使用しない暗号化を指定します。これにより、cc_key を使用して暗号化されたすべてのカラムにインデックスを作成できます。

```
create encryption key cc_key
            with init_vector null

create table customer(custid int,
            creditcard varchar(16) encrypt with cc_key)

create index cust_idx on customer(creditcard)
```

プライマリ・キーまたはユニーク・キーとして宣言されたカラムを暗号化できます。

次の場合、暗号化カラムに参照整合性制約を定義できます。

- 参照先カラムと参照元カラムの両方が同じキーで暗号化されている。
- カラムの暗号化に使用するキーで init_vector null を指定し、pad random を指定していない。

参照整合性チェックは暗号化テキスト値に実行されるため、効率的です。

次の例では、ssn_key によって、プライマリ・テーブルと外部テーブル両方の ssn カラムが暗号化されます。

```
create encryption key ssn_key for AES
               with init_vector null
create table user_info (ssn char(9) primary key encrypt
               with ssn_key, uname char(50), uaddr char(100))
create table tax_detail (ssn char(9) references user_info encrypt
               with ssn_key, return_info text)
```

暗号化カラムのドメイン・ルールとアクセス・ルールの作成

暗号化カラムでドメイン・ルール、検査制約、またはアクセス・ルールを作成できます。ただし、暗号化カラムをターゲット・リスト、where 句などで使用する場合は、暗号化カラムに対する decrypt パーミッションが必要です。次の例では、ドメイン・ルールが定義されている creditcard カラムに rule_creditcard ルールを作成します。

```
create encryption key cc_key
            with init_vector null

create table customer(custid int,
            creditcard varchar(16) encrypt with cc_key)

create rule rule_creditcard
as @value like '%[0-9]'
sp_bindrule rule_creditcard, creditcard
```

Adaptive Server では bcp in -C で高速 bcp を使用するため、bcp in -C では暗号化カラムに対するドメイン・ルールまたは検査制約はバイパスされます。暗号化カラムにアクセス・ルールが存在する場合、bcp out -C でエラー番号 2929 が生成されます。Adaptive Server では、ドメイン・ルールまたは検索制約を含む暗号化カラムを複製する場合、insert 文と update 文のルールまたは制約はバイパスされます。また、update、delete、select 文では、アクセス・ルールを含む暗号化カラムを複製すると、エラー番号 2929 が生成されます。

decrypt パーミッション

暗号化カラムからプレーン・テキスト・データを選択したり、暗号化カラムを検索またはジョインしたりするためには、decrypt パーミッションが必要です。

テーブル所有者は、grant decrypt を使用して、テーブル内の 1 つ以上のカラムを復号化する明示的なパーミッションを他のユーザ、グループ、ロールに付与します。プロシージャまたはビューの所有者が次のパーミッションを付与するときに、decrypt パーミッションが暗黙に付与される場合もあります。

- 暗号化カラムを選択するストアド・プロシージャまたはユーザ定義関数の exec パーミッション (プロシージャまたは関数の所有者が暗号化カラムを含むテーブルも所有している場合)
- 暗号化カラムを選択するビュー・カラムの decrypt パーミッション (ビューの所有者がテーブルも所有している場合)

どちらの場合も、ベース・テーブルの暗号化カラムに decrypt パーミッションを付与する必要はありません。

構文は次のとおりです。

```
grant decrypt on [owner.]table
[( column[{,column}])]
to user| group | role
[with grant option]
```

テーブル・レベルまたはビュー・レベルで decrypt パーミッションを付与すると、テーブルのすべての暗号化カラムの decrypt パーミッションが付与されます。

customer テーブルのすべての暗号化カラムに対する decrypt パーミッションを付与するには、次のコマンドを入力します。

```
grant decrypt on customer to accounts_role
```

次の例では、ベース・テーブル“employee”の ssn カラムの user2 の暗黙的な decrypt パーミッションを表示します。user1 は employee テーブルと employee_view を次のように設定します。

```
create table employee (ssn varchar(12)encrypt,
    dept_id int, start_date date, salary money)

create view emp_salary as select
    ssn, salary from employee

grant select, decrypt on emp_salary to user2
```

user2 は、次のように emp_salary ビューを選択して、復号化された社会保障番号にアクセスできます。

```
select * from emp_salary
```

注意　テーブルまたはビューに対して grant all を実行しても、decrypt パーミッションは付与されません。decrypt パーミッションは別途付与する必要があります。

---

restricted decrypt permission で Adaptive Server を設定し、暗黙的な decrypt パーミッションがユーザに付与されないようにします。詳細については、「decrypt パーミッションの制限」(24 ページ) を参照してください。

暗号化カラムの select パーミッションだけしか持たないユーザであっても、bulk copy コマンドで暗号化カラムを暗号テキストとして処理できます。また、暗号化カラムで復号化デフォルト値を指定している場合、データを復号化するパーミッションを持っていないユーザは select ターゲット・リストや where 句内でカラムの名前を指定できます。「復号化されたデータの代わりに返されるデフォルト値」(25 ページ) を参照してください。

復号化のパーミッションの取り消し

次の文を使用してユーザの復号化のパーミッションを取り消すことができます。

```
revoke decrypt on [ owner.] table[( column[ {,column}])] from user
| group | role
```

次に例を示します。

```
revoke decrypt on customer from public
```

decrypt パーミッションの制限

Adaptive Server では、キーを保護するためにシステム暗号化パスワードを使用する場合でも、管理者の権限からデータ・プライバシーを保護します。パスワード管理を行わず、システム暗号化パスワードを使用して暗号化キーを保護する場合は、restricted decrypt permission 設定パラメータを設定することで、データベース所有者からのプライベート・データへのアクセスを制限できます。システム・セキュリティ担当者 (SSO) はこのパラメータを使用して、decrypt パーミッションを持つユーザを制御できます。restricted decrypt permission を有効にすると、SSO だけが、暗黙的な decrypt パーミッションを取得し、このパーミッションを他のユーザに付与する暗黙的な権限を持ちます。SSO は、with grant オプション付きの decrypt パーミッションを付与することで、decrypt パーミッションを取得するユーザを決定したり、このジョブを他のユーザに委任したりします。テーブルの所有者は、所有しているテーブルの decrypt パーミッションを自動的には取得しません。

ストアド・プロシージャまたはユーザ定義関数に対する execute パーミッションを持つユーザは、プロシージャまたは関数によって選択されたデータを復号化するための暗黙的なパーミッションを取得しません。ビュー・カラムに対する decrypt パーミッションを持つユーザは、ビューによって選択されたデータを復号化するための暗黙的なパーミッションを取得しません。

注意 エイリアスを持つユーザは、それらのユーザにエイリアスを指定したユーザのすべての decrypt パーミッションを引き続き継承します。set proxy/set user 文を使用すると、管理者またはデータベース所有者に対して、このコマンドで推測される ID を持つユーザの decrypt パーミッションが引き続き許可されます。

制限のある decrypt パーミッションの権限の割り当て

制限のある decrypt パーミッションを使用している場合、タスクのスキーマを作成し、キーを管理する権限を次のように割り当てることができます。

- システム・セキュリティ担当者 − 制限のある decrypt パーミッションを設定し、暗号化キーを作成し、キーに対する select パーミッションを DBO に付与し、decrypt パーミッションをエンド・ユーザに付与する。
- DBO − スキーマを作成し、データをロードする。

復号化されたデータの代わりに返されるデフォルト値

この項では、暗号化カラムで復号化デフォルト値を使用する方法を示します。機密データの参照を許可されていないユーザが暗号化カラムに対してクエリを実行すると、復号化されたデータではなく、復号化デフォルト値が表示されます。復号化デフォルト値を使用すると、機密データの参照を許可されていないユーザであってもレガシー・アプリケーションとレポートをエラーなく実行できます。

復号化デフォルト値の定義

create table および alter table の decrypt_default パラメータを使用すると、decrypt パーミッションのないユーザが暗号化カラムの情報を選択しようとしたときに暗号化カラムでユーザ定義の値を返すことができます。この場合、エラー メッセージ 10330 は表示されません。

```
Decrypt permission denied on object <table_name>,
     database <database name>, owner <owner name>
```

暗号化カラムで復号化デフォルト値を使用すると、既存のレポートをエラーなしで実行できるので、ユーザは、暗号化されていない情報を表示できます。たとえば、customer テーブルに暗号化カラム creditcard が含まれている場合、次のような処理を行うテーブル・スキーマを設計できます。

```
select * from customer
```

decrypt パーミッションのないユーザには、クレジット・カード・データではなく、値 "**********" が返されます。

復号化デフォルト値の追加または削除

新しいカラムの復号化デフォルト値を create table で指定します。以下は、create table 構文の一部です。

```
create table table_name (column_name datatype
        [[encrypt [with keyname]] [decrypt_default value]], ....)
```

- decrypt_default − このカラムでは decrypt パーミッションのないユーザに select 文のデフォルト値を返すことを指定します。
- *value* − select 文を実行したときに、復号化された値の代わりに Adaptive Server から返される固定値です。定数式はデータベース・カラムを参照できませんが、それ自体がテーブルやカラムを参照するユーザ定義の関数を含めることができます。NULL が許可されているカラムについては、NULL を指定することができます。

たとえば、テーブル t2 の ssnum カラムに対して decrypt パーミッションのないユーザがクエリを実行した場合、"??????????" が返されます。

```
create table t2 (ssnum char(11)
     encrypt decrypt_default '???????????', ...)
```

以前に暗号化されていなかった既存のカラムに暗号化および復号化デフォルト値を追加するには、次の構文を使用します。

alter table *table_name* modify *column_name* [type]
[[encrypt [with *keyname*]] [decrypt_default *value*]], …

次の例では、emp テーブルを変更して、ssn カラムを暗号化し、復号化デフォルト値を指定します。

```
alter table emp modify ssn encrypt
     with key1 decrypt_default '000-00-0000'
```

既存の暗号化カラムに復号化デフォルト値を追加する場合、またはすでに復号化デフォルト値があるカラムの復号化デフォルト値を変更する場合は、次の構文を使用します。

alter table *table_name* replace *column_name* decrypt_default *value*

次の例では、すでに暗号化されている salary カラムに復号化デフォルト値を追加します。

```
alter table employee replace salary
     decrypt_default $0.00
```

次の例では、前の decrypt_default 値を新しい値に置き換え、ユーザ定義関数 (UDF) を使用してデフォルト値を生成します。

```
alter table employee replace salary
     decrypt_default dbo.mask_salary()
```

暗号化プロパティを削除せずに暗号化カラムから復号化デフォルト値を削除する場合は、次の構文を使用します。

alter table *table_name* replace *column_name* drop decrypt_default

次の例では、暗号化プロパティを削除せずに salary の復号化デフォルト値を削除します。

```
alter table employee replace salary
     drop decrypt_default
```

パーミッションおよび復号化デフォルト値

暗号化カラムでユーザまたは役割が暗号化データを選択または検索できるようにするには、その暗号化カラムの decrypt パーミッションを付与する必要があります。暗号化カラムに復号化のデフォルト属性がある場合、decrypt パーミッションのないユーザは、そのカラムを選択または検索するクエリを実行できますが、プレーン・テキスト・データは表示されず、検索に使用されません。

次の例では、テーブル emp の所有者が、hr_role を持つユーザに emp.ssn の表示を許可します。ssn カラムには復号化デフォルト値があるので、emp の select パーミッションだけを持っていて hr_role を持たないユーザには実際の復号化データは表示されず、*decrypt_default* の値が表示されます。

```
create table emp (name char(50), ssn (char(11) encrypt
     decrypt_default '000-00-000', ...)
grant select permission on table emp to public
grant decrypt on emp(ssn) to hr_role
```

hr_role パーミッションがあり、このテーブルに対して select 文を実行した場合は、ssn の値が表示されます。

```
select name, ssn from emp
name                            ssn
------------------------------  ------------
Joe Cool                        123-45-6789
Tinna Salt                      321-54-9879
```

hr_role もテーブルの select パーミッションがなく、このテーブルに対して select 文を実行した場合は、復号化デフォルト値が表示されます。

```
select name, ssn from emp
name                               ssn
------------------------------  -----------
Joe Cool                        000-00-0000
Tinna Salt                      000-00-0000
```

このテーブルの hr_role がない場合、order by 句は結果セットに影響しません。

復号化デフォルト値を含むカラム

クエリで復号化デフォルト属性を含むカラムの使用方法に制限はなく、ターゲット・リストの式、where 句、order by、group by、またはサブクエリで使用できます。復号化デフォルト固定値の式には特定の使用方法はありませんが、カラムに復号化デフォルト値を配置しても、Transact-SQL™ 文でのカラムの使用は構文で制限されません。

次の例では、ターゲット・リスト内の復号化デフォルト値を含むカラムで select 文を使用します。

```
create table emp_benefits (col1 name char(30),
     salary float encrypt decrypt_default -99.99)

select salary/12 as monthly_salary from emp_benefits
     where name = 'Bill Smith'
```

このテーブルに対して select 文を実行すると、decrypt パーミッションがないユーザには次の結果が表示されます。

```
monthly_salary
----------------------
8.332500
```

select into コマンドでカラムの復号化デフォルト値が返されるとき、この復号化デフォルト値がターゲット・テーブルに挿入されます。しかし、ターゲット・カラムは、復号化デフォルト・プロパティを継承しません。alter table を使用して、ターゲット・テーブルの復号化デフォルトを指定する必要があります。

復号化デフォルト・カラムおよびクエリ条件

decrypt パーミッションのないユーザが復号化デフォルト・プロパティを含むカラムを where 句で使用すると、条件は false に評価されます。以下の例では、上記の emp テーブルを使用します。hr_role を持つユーザだけが ssn の decrypt パーミッションを持っています。

1 hr_role を持っているユーザが次のクエリを発行すると、1 つのローが返されます。

```
select name from emp where ssn = '123-456-7890'

name
------------------------------
Joe Cool
```

2 hr_role がない場合は、ローは返されません。

```
select name from emp where ssn = '123-456-7890'

name
------------------------------
(0 rows affected)
```

3　hr_role を持っているユーザが非暗号化カラムで or 文を含めると、適切なローが返されます。

```
select name from emp where ssn = '123-456-7890' or
name like 'Tinna%'

name
------------------------------
Joe Cool
Tinna Salt
```

4　hr_role がない場合に同じコマンドを発行すると、1 つのローだけが返されます。

```
select name from emp where ssn = '123-456-7890' or name
like 'Tinna%'

name
------------------------------
Tinna Salt
```

この場合、復号化デフォルト・プロパティを含む暗号化カラムに対する条件は false に評価されますが、非暗号化カラムに対する条件は成功します。

暗号化カラムの decrypt パーミッションがないユーザが、復号化デフォルト値を含むこのカラムに group by 文を発行すると、復号デフォルト固定値によるグループ化が行われます。

decrypt default および暗黙的な付与

テーブルの明示的または暗黙的なパーミッションがない場合、decrypt default 値が返されます。

次の例 (上記の emp テーブルを使用します) では、DBO が p_emp プロシージャを作成します。このプロシージャは、DBO が所有する emp テーブルから選択します。

```
create procedure p_emp as
     select name, ssn from emp
grant exec on p_emp to corp_role
```

corp_role を持つユーザには、emp に対する暗黙的な select および decrypt パーミッションがあります。

```
exec p_emp

name                           ssn
------------------------------ ------------
Tinna Salt                     123-45-6789
Joe Cool                       321-54-9879
```

emp テーブルおよび p_emp ストアド・プロシージャがそれぞれ別のユーザによって作成された場合、emp の select パーミッションがないとパーミッション・エラーが発生します。select パーミッションを持っていても decrypt パーミッションがない場合、emp.ssn の decrypt default 値が返されます。

次の例では、非 DBO ユーザである “joe” が v_emp ビューを作成します。このビューは、DBO が所有する emp テーブルから選択します。この場合、ビューに付与されているパーミッションは、ベース・テーブルに暗黙的に適用されません。

```
create view v_emp as
     select name, ssn from emp
grant select on v_emp to emp_role
grant select on emp to emp_role
grant decrypt on v_emp to emp_role
```

emp_role を持つユーザが次のコマンドを発行します。

```
select * from joe.v_emp
```

emp_role には dbo.emp.ssn の decrypt パーミッションが付与されておらず、dbo.emp.ssn における emp_role への暗黙的な grant もないので、以下の結果が返されます。

```
name                        ssn
--------------------------  ---------------
Tinna Salt                  000-00-0000
Joe Cool                    000-00-0000
```

decrypt default と insert、update、および delete 文

decrypt default パラメータは、insert および update 文のターゲット・リストに影響しません。

復号化デフォルト値を含むカラムを update または delete 文の where 句で使用した場合、ローが更新または削除されないことがあります。たとえば、emp テーブルおよび前の例のパーミッションで、hr_role のないユーザが次のクエリを発行しても、ユーザの名前は削除されません。

```
delete emp where ssn = '123-45-6789'
(0 rows affected)
```

復号化デフォルト属性は、グラフィカル・ユーザ・インタフェース (GUI) を備えたアプリケーションで以下のような処理を行った場合にデータの挿入および更新に間接的に影響することがあります。

1 データの選択

2 ユーザによるデータの更新の許可

3 同一または別のテーブルへの変更されたローの適用

ユーザが暗号化カラムの decrypt パーミッションを持たない場合、アプリケーションが復号化デフォルト値を取得し、変更されていない復号化デフォルト値をテーブルに自動的に書き込むことがあります。有効な値が復号化デフォルト値で上書きされることを防止するには、検査制約を使用して、これらの値が自動的に適用されないようにします。次に例を示します。

```
create table customer (name char(30)),
cc_num int check (cc_num != -1)
encrypt decrypt_default -1
```

cc_num に対する decrypt パーミッションを持たないユーザが、customer テーブルからデータを選択すると、次のデータが表示されます。

```
name                               cc_num
---------------------              -------------
Paul Jones                         -1
Mick Watts                         -1
```

しかし、ユーザが名前を変更してデータベースを更新すると、アプリケーションは表示されている値のすべてのフィールドを cc_num 句のデフォルト値で更新しようとするので、エラー 548 が発行されます。

```
"Check constraint violation occurred, dbname =
<dbname>, table name = <table_name>, constraint name =
<internal_constraint _name>"
```

検査制約を設定すると、データの整合性が保証されます。アプリケーションのロジックを記述する際に、これらの更新をフィルタして整合性の再確認もできます。

復号化デフォルト値の削除

以下のコマンドを使用して、復号化デフォルト値を削除できます。

- drop table
- alter table .. modify .. drop col
- alter table .. modify .. decrypt
- alter table .. replace .. drop decrypt_default

たとえば、ssn カラムから復号化デフォルト属性を削除するには、次のコマンドを入力します。

```
alter table emp replace ssn drop decrypt_default
```

テーブルの所有者が復号化デフォルト値を削除した後に hr_role を持たないユーザが emp テーブルから選択すると、エラー・メッセージ 10330 が返されます。

暗号化カラムの長さ

create table、alter table、select into オペレーションの間に、Adaptive Server によって暗号化カラム内の最大長が計算されます。スキーマ配置やページ・サイズを決定するために、データベース所有者は暗号化カラムの最大長を把握する必要があります。

AES はブロック暗号化アルゴリズムです。ブロック暗号化アルゴリズムの暗号化データの長さは、暗号化アルゴリズムのブロック・サイズの倍数です。AES のブロック・サイズは 128 ビットすなわち 16 バイトです。このため、暗号化カラムは、少なくとも 16 バイトに次の領域を加えたサイズになります。

- 初期化ベクトル。初期化ベクトルを使用する場合、各暗号化カラムに 16 バイトが追加されます。デフォルトでは、暗号化プロセスで初期化ベクトルが使用されます。init_vector null を create encryption key に指定すると、初期化ベクトルが省略されます。
- プレーン・テキスト・データの長さ。カラムの型が char、varchar、binary、または varbinary である場合、暗号化前に、データの先頭に 2 バイトが追加されます。この 2 バイトは、プレーン・テキスト・データの長さを表します。プレフィクスの 2 バイトが追加されることで暗号テキストがさらに 1 ブロックを必要としないかぎり、暗号化カラムによってこれ以上の領域が使用されることはありません。
- 識別バイト。後続のゼロがデータベース・システムによってトリムされることを防ぐために、暗号テキストに追加されるバイトです。

表 3-1 の「暗号化データの最大長」の長さは、指定された型と長さのカラムの sycolumns.encrlen の値を表しています。

表 *3-1:* 暗号テキストの長さ

ユーザが指定するカラムのデータ型	入力データ長	暗号化カラムのタイプ	暗号化データの最大長 (init_vector なし)	暗号化データの実際の長さ (init_vector なし)	暗号化データの最大長 (init_vector 使用)	暗号化データの実際の長さ (init_vector 使用)
bigint	8	varbinary	17	17	33	33
unsigned bigint	8	varbinary	17	17	33	33
tinyint、smallint、int (符号付きまたは符号なし)	1、2、または 4	varbinary	17	17	33	33
tinyint、smallint、int (符号付きまたは符号なし)	0 (null)	varbinary	17	0	33	0
float、float(4)、real	4	varbinary	17	17	33	33
float、float(4)、real	0 (null)	varbinary	17	0	33	0
float(8)、double	8	varbinary	17	17	33	33
float(8)、double	0 (null)	varbinary	17	0	33	0
numeric(10,2)	3	varbinary	17	17	33	33

ユーザが指定するカラムのデータ型	入力データ長	暗号化カラムのタイプ	暗号化データの最大長 (init_vector なし)	暗号化データの実際の長さ (init_vector なし)	暗号化データの最大長 (init_vector 使用)	暗号化データの実際の長さ (init_vector 使用)
numeric (38,2)	18	varbinary	33	33	49	49
numeric (38,2)	0 (null)	varbinary	33	0	49	0
char、varchar (100)	1	varbinary	113	17	129	33
char、varchar (100)	14	varbinary	113	17	129	33
char、varchar (100)	15	varbinary	113	33	129	49
char、varchar (100)	31	varbinary	113	49	129	65
char、varchar (100)	0 (null)	varbinary	113	0	129	0
binary、varbinary(100)	1	varbinary	113	17	129	33
binary、varbinary(100)	14	varbinary	113	17	129	33
binary、varbinary(100)	15	varbinary	113	33	129	49
binary、varbinary(100)	31	varbinary	113	49	129	65
binary、varbinary(100)	0 (null)	varbinary	113	0	65	0
unichar(10)	2 (1 unichar 文字)	varbinary	33	17	49	33
unichar(10)	20 (10 unichar 文字)	varbinary	33	33	49	49
univarchar(20)	20 (10 unichar 文字)	varbinary	49	33	65	49

注意 text、image、timestamp、unitext データ型は、Adaptive Server でサポートされません。

表 *3-2:* 暗号化カラムのデータ型長

データ型	入力データ長	暗号化カラムのタイプ	暗号化データの最大長 (init_vector なし)	暗号化データの実際の長さ (init_vector なし)	暗号化データの最大長 (init_vector 使用)	暗号化データの実際の長さ (init_vector 使用)
date	4	varbinary	17	17	33	33
time	4	varbinary	17	17	33	33
time	NULL	varbinary	17	0	33	0
smalldatetime	4	varbinary	17	17	33	33
datetime	8	varbinary	17	17	33	33
smallmoney	4	varbinary	17	17	33	33
money	8	varbinary	17	17	33	33
money	NULL	varbinary	17	0	33	0
bit	1	varbinary	17	17	33	33

char と binary は可変長データ型として扱われ、暗号化の前にブランクとゼロの埋め込みが削除されます。データが復号化されるときはブランクと 0 の埋め込みが適用されます。

注意 ディスク上のカラム長は、カラムの暗号化に合わせて増加しますが、この増加分はツールやコマンドでは認識されません。たとえば、sp_help にも元のサイズのみが表示されます。

第 4 章

暗号化データへのアクセス

トピック名	ページ
暗号化カラムの処理	35
復号化のためのパーミッション	37
暗号化の削除	37

暗号化カラムのデータを処理すると、Adaptive Server で暗号化と復号化が自動的に行われます。Adaptive Server では、暗号化カラムにデータの更新または挿入を行うとデータが暗号化され、そのデータを選択するか where 句で使用すると、データが復号化されます。

暗号化カラムの処理

暗号化カラムに対して select、insert、update、または delete コマンドを発行すると、Adaptive Server では、暗号化カラムに関連付けられている暗号化キーを使ってデータが自動的に暗号化または復号化されます。

- 暗号化カラムで insert または update を発行する場合は、次のようになります。
  - 暗号化カラムに対する insert または update パーミッションがない場合、コマンドは失敗します。
  - ユーザ指定のパスワードを使用してキーでカラムを暗号化している場合、Adaptive Server はパスワードを使用可能とみなします。ユーザ指定のパスワードが設定されていない場合、コマンドは失敗します。「ユーザ・パスワードを使用した暗号化データへのアクセス」(47 ページ) を参照してください。
  - Adaptive Server は暗号化キーを復号化します。
  - Adaptive Server はカラムの暗号化キーを使用してデータを暗号化します。
  - Adaptive Server は varbinary 暗号テキスト・データをテーブルに挿入します。
  - 挿入または更新のあと、Adaptive Server はプレーン・テキストを保持しているメモリをクリアします。文の終わりに、生の暗号化キーを保持するメモリがクリアされます。

- 暗号化カラムからのデータに対して select コマンドを発行する場合は、次のようになります。
  - 暗号化カラムに対する update パーミッションがない場合、コマンドは失敗します。
  - 暗号化キーがユーザ指定のパスワードを使って暗号化されたカラムと関連付けられている場合、Adaptive Server はパスワードを使用可能とみなします。ユーザ指定のパスワードが設定されていない場合、select 文は失敗します。「ユーザ・パスワードを使用した暗号化データへのアクセス」(47 ページ) を参照してください。それ以外の場合、Adaptive Server は暗号化キーを復号化します。
  - カラムに対する decrypt パーミッションがある場合、選択したデータの復号化は成功し、Adaptive Server はプレーン・テキスト・データをユーザに返します。
  - 暗号化カラムで復号化のデフォルトが宣言されている場合、およびカラムに対する decrypt パーミッションがない場合、Adaptive Server は復号化のデフォルト値を返します。
- 暗号化カラムを where 句に含める場合は、次のようになります。
  - カラムに対する decrypt パーミッションがなく、カラムに復号化のデフォルトが含まれている場合、where 句の述部は false に評価されます。「復号化デフォルト・カラムおよびクエリ条件」(28 ページ) を参照してください。
  - 次に該当する場合、可能であれば Adaptive Server はデータを復号化せずに比較を行います。
    - where 句で、初期化ベクトルまたはランダム埋め込みを使用せずに暗号化カラムと別の暗号化カラムが同じキーでジョインされている場合
    - カラム データが等号または不等号条件で定数値と照合されている場合

    「パフォーマンスの考慮事項」(63 ページ) を参照してください。

復号化のためのパーミッション

暗号化データを表示または処理するために、ユーザには以下が必要です。

- ターゲット・リスト内および where、having、order by、group by、およびその他の句内で使用されているカラムに対する select パーミッションと decrypt パーミッション。
- passwd *password_phrase* 句で create または alter encryption key コマンドを使用する場合に、キーの暗号化に使用するパスワード。「第 5 章 管理者からのデータのプライバシーの保護」を参照してください。

制限されている decrypt permission に対して Adaptive Server を設定すると、暗黙的な復号化パーミッションが制限されます。テーブルの所有者に decrypt パーミッションを明示的に付与して、所有者が所有しているテーブルの暗号化カラムから選択できるようにする必要があります。ストアド・プロシージャに対する execute パーミッションまたはビューに対する select パーミッションは、基になるテーブルに対する decrypt パーミッションをユーザに明示的に付与するものではありません。ユーザには、基本テーブルに対する明示的な decrypt パーミッションも必要です。

暗号化の削除

テーブルを所有している場合は、alter table で decrypt オプションを指定して、カラムの暗号化を削除できます。

たとえば、customer テーブルの creditcard カラムの暗号化を削除するには、次のコマンドを入力します。

```
alter table customer modify creditcard decrypt
```

creditcard カラムが明示的なユーザ・パスワードを使用してキーで暗号化されている場合は、最初にそのパスワードを設定する必要があります。

第 5 章

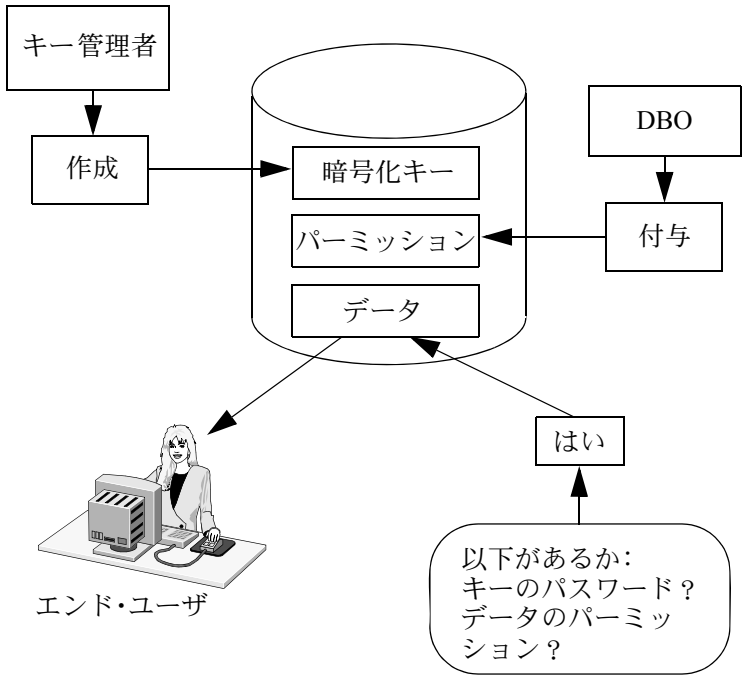
管理者からのデータのプライバシーの保護

トピック名	ページ
キー管理者の役割	39
ユーザ指定のパスワードを使用したキーの保護	42

キー管理者の役割

keycustodian_role が割り当てられる必要のあるキー管理者は、暗号化キーを管理します。keycustodian_role の役割を使用すると、管理者がデータに暗黙的にアクセスしないようにすることで、機密データを管理する作業を分離できます。図 5-1 は、スキーマ所有者であるデータベース所有者はデータにアクセスするためのパーミッションを制御していても、キーのパスワードがわからない場合はそのデータにアクセスできないことを示しています。一方、キー管理者は暗号化キーとパスワードを管理しますが、データに対するパーミッションは持っていません。データにアクセスできるのは、データに対するパーミッションを持ち、暗号化キーのパスワードを知っている適格なエンド・ユーザだけです。

図 *5-1:* データのパーミッションを制御するデータベース所有者



システム管理者およびデータベース所有者には、暗黙的なキー管理責任はありません。Adaptive Server ではシステム役割 keycustodian_role が提供されているため、SSO はすべての暗号化の責任を負う必要はありません。キー管理者は暗号化キーを所有しますが、データに対する明示的または暗黙的なパーミッションを持つべきではありません。DBO は、カラム・パーミッションを介してユーザにデータへのアクセスを許可しますが、キー管理者は、ユーザにキーのパスワードへのアクセスを提供します。keycustodian_role は sso_role に自動的に付与されますが、sso_role を持つユーザは付与もできます。

キー管理者は、以下のことを行うことができます。

- 暗号化キーの作成および変更
- 所有するキーのデータベース・デフォルト・キーとしての割り当て (現在のデフォルト・キーがある場合はそれを所有している必要があります)
- 特定のユーザのキー・コピーの設定 (各ユーザは、指定したパスワードまたはログイン・パスワードを使用してキーにアクセスできます)
- エンド・ユーザとのキー暗号化パスワードの共有
- キー管理者が所有しているキーの暗号化キーに対する select アクセスのスキーマ所有者への付与

- システム暗号化パスワードの設定
- 暗号化キーのリカバリ
- 所有する暗号化キーの削除
- 所有するキーの所有権の変更

複数のキー管理者を設定できます。それぞれのキー管理者は、独自のキー・セットを所有します。キー管理者は、スキーマ所有者に create table、alter table、および select into でキーを使用するパーミッションを付与します。また、権限を持つユーザにキー・パスワードを開示することや、ユーザによるキー・コピーへの個人パスワードまたはログイン・パスワードの割り当てを許可できます。キー管理者は、パスワードが失われたときや災害が発生したときに「キー・リカバリ・ユーザ」とともにキーをリカバリできます。キー管理者が退職した場合は、SSO が alter encryption key コマンドを使用してキーの所有権を新しいキー管理者に変更できます。

ユーザ、役割、およびデータ・アクセス

暗号化キーにユーザ指定のパスワードを設定することにより、データ・プライバシーがシステム管理者から保護されます。表 5-1 に次の方法を示します。

- キー管理者がキーを所有する方法 (ただし、データを表示することはできません)
- DBO がスキーマを所有する方法 (ただし、データを表示することはできません)
- 以下を使用してユーザがデータを表示および処理する方法
  - キー管理者から付与されたキー・アクセス
  - テーブル所有者から付与されたデータ・アクセス

表 *5-1:* 暗号化カラムに関するユーザおよび役割のパーミッション

役割	キーの作成	スキーマ定義でのキーの使用	暗号化データの復号化
sso_role	可	不可。create table パーミッションが必要です。	不可。役割を持つユーザはパスワードを知っている可能性がありますが、テーブルの select パーミッションが必要です (SSO は暗黙的な decrypt パーミッションを持っています)。
sa_role	不可。create encryption key パーミッションが必要です。	可。しかし、キーの select パーミッションが付与されている必要があります。	不可。パスワードを知っている必要があります。
keycustodian_role	可	不可。create table パーミッションが必要です。	不可。役割を持つユーザはパスワードを知っている可能性がありますが、テーブルまたはカラムの decrypt および select パーミッションが必要です。

役割	キーの作成	スキーマ定義でのキーの使用	暗号化データの復号化
DBO またはスキーマ所有者	不可。create encryption key パーミッションが必要です。	可。しかし、キーの select パーミッションが付与されている必要があります。	不可。パスワードを知っている必要があります。
ユーザ	不可。	不可。	可。しかし、decrypt または select パーミッションが付与されていて、キーのパスワードを知っている必要があります。

ユーザ指定のパスワードを使用したキーの保護

create encryption key または alter encryption key を使用してキーにパスワードを指定すると、プライベート・データにアクセスするシステム管理者または DBO の権限を制限できます。キーに明示的なパスワードが設定されている場合、データを復号化するには以下が必要です。

- カラムの decrypt パーミッション
- 暗号化キーのパスワード

ユーザは、データを暗号化する DML コマンドを実行するためのパスワードも知っている必要があります。

create encryption key コマンドを使用して、パスワードをキーに関連付けます。

```
create encryption key [[db.][owner].]keyname  [as default]
    [ for algorithm_name ]
    [with {[keylength num_bits]
    [passwd 'password_phrase']
    [init_vector {NULL | random}]
    [pad {NULL | random}]}]
```

password_phrase は、引用符で囲まれた最長 255 バイトの英数字文字列で、キー暗号化キー (KEK) を生成するために使用されます。

ユーザ指定のパスワードは Adaptive Server には保存されません。保存されるのは、sysencryptkeys.eksalt 内の「ソルト」として知られる検証バイトの文字列です。この文字列により、後で暗号化または復号化を行う際に使用されるパスワードがキーの正しいパスワードであるかどうかが Adaptive Server で認識されます。keyname によって暗号化されたカラムにアクセスするには、パスワードを入力する必要があります。

暗号化キーを作成すると、sysencryptkeys テーブル内のそのエントリはベース・キーとして認識されます。一部のユーザとアプリケーションについては、システム暗号化パスワードまたは明示的なパスワードで暗号化された「ベース・キー」で十分です。明示的なパスワードは、キーへのアクセスを必要とするユーザ間で共有されます。また、さまざまなユーザとアプリケーションに対する「キー・コピー」を作成できます。各キー・コピーは個々のパスワードで暗号化され、sysencryptkeys 内の別のローとして格納されます。暗号化キーは常に 1 つのベース・キーおよび 0 以上のキー・コピーで表されます。

次の例では、キーに対してパスワードを使用する方法、および暗号化の設定におけるキー管理者の役割を示します。キーのパスワードは、暗号化データを処理する業務ニーズのあるすべてのユーザで共有されます。

1　キー管理者 “razi” が暗号化キーを作成します。

```
create encryption key key1
     with passwd 'Worlds1Biggest6Secret'
```

2　“razi” は、暗号化データにアクセスする必要のあるすべてのユーザにパスワードを配布します。

3　各ユーザは、暗号化カラムを含むテーブルを処理する際にパスワードを入力します。

```
set encryption passwd 'Worlds1Biggest6Secret'
     for key razi.key1
```

4　不正なユーザがパスワードを取得してキーの機密性が損なわれた場合、“razi” は、キーを変更してパスワードを変更します。

キーのパスワードの変更

次の alter encryption key コマンドを使用して、暗号化キーの現在のパスワードを変更できます。

```
alter encryption key [[database.database][owner].]keyname
     [with passwd 'old_password' | system_encr_passwd | login_passwd]
     modify encryption
     [with passwd 'new_password' | system_encr_passwd |
          login_passwd]
```

それぞれの意味は、次のとおりです。

- *keyname* − カラム暗号化キーを識別します。
- with passwd '*old_password*' − ベース・キーまたはキー・コピーを暗号化するために create encryption key または alter encryption key 文で以前に指定されていたユーザ定義のパスワードを指定します。パスワードの最大長は 255 バイトです。ベース・キーに with passwd を指定しない場合、デフォルト値はシステム暗号化パスワードになります。

- with passwd '*new_password*' – カラム暗号化キーまたはキー・コピーを暗号化するために Adaptive Server が使用する新しいパスワードを指定します。パスワードの最大長は 255 バイトです。ベース・キーに with passwd を指定せず、ベース・キーを暗号化している場合、デフォルト値は、system_encr_passwd になります。
- system_encr_passwd – デフォルトの暗号化パスワードです。1 つまたは複数のキー・コピーがすでに存在する場合は、システム暗号化パスワードで暗号化されるベース・キーは変更できません。この制限により、キー管理者が各ユーザによる制限使用のためにキーを設定した後に、キー管理者が暗号化キーを誤って管理者に公開することが防止できます。システム暗号化パスワードを使用して暗号化するキー・コピーは変更できません。
- *login_passwd* – 現在のセッションのログイン・パスワードです。暗号化に *login_password* を使用するベース・キーを変更することはできません。ユーザは、自分のログイン・パスワードで暗号化する自分のキー・コピーを変更できます。

  alter encryption key コマンドを実行するためにユーザのログイン・パスワードが割り当てられたキー・コピーを必要とせずにユーザのログイン・パスワードでキー・コピーを暗号化する別の方法については、「キー・コピーにログイン・パスワードを使用したアプリケーションの透過性」(50 ページ) を参照してください。

次の例では、パスワードの機密性が失われた場合、またはパスワードを知っているユーザが退職した場合にキー管理者がベース・キーを変更します。

1 キー管理者 Razi が暗号化キーを作成します。

```
create encryption key key1
     with passwd 'MotherOfSecrets'
```

2 Razi は、暗号化データを処理する必要がある Joe および Bill とベース・キーのパスワードを共有します (ここでは、キー・コピーは考慮の対象に含まれません)。

3 Joe が退職します。

4 Razi は暗号化キーのパスワードを変更して、Bill および Joe の後任ユーザである Pete とパスワードを共有します。変更されたのはキーを保護する方法だけで、基盤となるキーは変更されていないので、データを再暗号化する必要はありません。以下の文は、古いパスワードを使用して key1 を復号化し、新しいパスワードで再暗号化します。

```
alter encryption key key1
    with passwd 'MotherOfSecrets'
    modify encryption
    with passwd 'FatherOfSecrets'
```

キー・コピーの作成

キー管理者は、暗号化カラムにデータをロードする必要のある管理者またはオペレータが一時的にキー・コピーを利用できるようにする必要があります。このオペレータは暗号化データにアクセスするパーミッションを持っていないため、キーに永続的にはアクセスできません。

次に示すように、キー・コピーを各ユーザが使用できるようにすることができます。

- キー管理者が create encryption key を使用して、ユーザ定義のパスワードでキーを作成します。このキーは「ベース」キーと呼ばれます。
- キー管理者が alter encryption key を使用して、ベース・キーのコピーを各ユーザのパスワードで各ユーザに割り当てます。

次の構文は、目的のユーザに明示的なパスワードを使用して暗号化されたキーを追加する方法を示します。

```
alter encryption key [database.[ owner ].]key
        with passwd 'base_key_password'
        add encryption with passwd 'key_copy_password'
        for user_name "
```

それぞれの意味は、次のとおりです。

- *base_key_password* − ベース・キーを暗号化するために使用するパスワードです。このパスワードを知っているのはキー管理者だけです。パスワードの最大長は 255 バイトです。Adaptive Server では、最初のパスワードを使用してベース・カラム暗号化キーが復号化されます。
- *key_copy_password* − キー・コピーを暗号化するために使用するパスワードです。パスワードの最大長は 255 バイトです。Adaptive Server では、復号化ベース・キーのコピーが作成され、*key_copy_password* から導出されたキー暗号化キーで暗号化されます。次に、暗号化ベース・キーのコピーが新しいローとして sysencryptkeys に保存されます。
- *user_name* − キー・コピーを割り当てるユーザを識別します。sysencryptkeys には、キーのコピーを持つ各ユーザのローが含まれます。このローは、ユーザ ID (uid) によって識別されます。
- キー管理者は、プライベート・パスワードを使用したアクセスを必要とするユーザの数だけキー・コピーを追加します。
- ユーザは、暗号化キーのコピーを変更して、別のパスワードで暗号化できます。

次の例は、キー・コピーを作成して暗号化カラムで使用する方法を示します。

1　キー管理者の Razi が、ユーザ指定のパスワードでベース暗号化キーを作成します。

```
create encryption key key1 with passwd 'WorldsBiggestSecret'
```

2 Razi は、スキーマ作成用に key1 の select パーミッションを DBO に付与します。

```
grant select on key key1 to dbo
```

3 DBO がスキーマを作成して、テーブルおよびカラム・レベルのアクセスを Bill に付与します。

```
create table employee (empname char(50), emp_salary money encrypt with
     razi.key1, emp_address varchar(200))
     grant select on employee to bill
     grant decrypt on employee(emp_salary) to bill
```

4 キー管理者が Bill のキー・コピーを作成して、そのキー・コピーのパスワードを Bill に渡します。このパスワードを知っているのは、キー管理者と Bill だけです。

```
alter encryption key key1 with passwd 'WorldsBiggestSecret'
     add encryption with passwd 'justforBill'
     for user 'bill'
```

5 Bill が employee.emp_salary にアクセスするとき、最初に自分のパスワードを入力します。

```
set encryption passwd 'justforBill' for key razi.key1
     select empname, emp_salary from dbo.employee
```

Adaptive Server がユーザのキーにアクセスするとき、そのユーザのキー・コピーが検索されます。ユーザのキー・コピーが存在しない場合、ユーザはベース・キーにアクセスしようとしているものと見なされます。

キー・コピーのパスワードの変更

キー・コピーがユーザに割り当てられた後、ユーザは、alter encryption key を使用してキー・コピーのパスワードを変更できます。

次の例は、キー・コピーが割り当てられたユーザが、自分の個人パスワードでデータにアクセスするためにキー・コピーを変更する方法を示します。

- キー管理者の Razi (UID “razi”) が Bill のために既存のキーのキー・コピーを設定して、テンポラリ・パスワードで暗号化します。

```
alter encryption key key1 with passwd 'MotherOfSecrets'
     add encryption with passwd 'just4bill' for user bill
```

- Razi は、key1 でデータにアクセスするためのパスワードを Bill に送信します。
- Bill は、自分のキー・コピーにプライベート・パスワードを割り当てます。

```
alter encryption key razi.key1 with passwd 'just4bill'
     modify encryption with passwd 'billswifesname'
```

Bill のキー・コピーのパスワードを変更できるのは、Bill 自身だけです。Bill が上記のコマンドを入力すると、Bill のキー・コピーが存在することが確認されます。Bill のキー・コピーが存在しない場合は、ユーザがベース・キーのパスワード変更しようとしたと見なされ、エラー・メッセージが発行されます。

```
Only the owner of object '<keyname>' or a user with
     sso_role can run this command.
```

ユーザ“guest”のログイン関連付けのためのキー・コピーは作成できません。キー・コピーをログイン・パスワードで暗号化するには、2 つの手順を実行する必要があります。

ユーザ・パスワードを使用した暗号化データへのアクセス

insert、update、delete、select、alter table、または select into 文でデータを暗号化または復号化するには、暗号化キーのパスワードを入力する必要があります。システム暗号化パスワードによって暗号化キーが保護されている場合は、Adaptive Server がシステム暗号化パスワードにアクセスできるので、ユーザはシステム暗号化パスワードを入力する必要はありません。同様に、キー・コピーがユーザのログイン・パスワードで暗号化されている場合、ユーザがサーバにログインしている間、Adaptive Server は、このパスワードにアクセスできます (「キー・コピーにログイン・パスワードを使用したアプリケーションの透過性」(50 ページ) を参照してください)。キーが明示的なパスワードで暗号化されている場合は、暗号化カラムを暗号化または復号化するコマンドを実行する前に、次の構文を使用してパスワードを設定する必要があります。

```
set encryption passwd 'password_phrase'
    for {key | column} {keyname | column_name}
```

それぞれの意味は、次のとおりです。

- *password_phrase* − キーを保護するために create encryption key または alter encryption key コマンドで指定された明示的なパスワードです。
- key − 名前付きキーによって暗号化されたカラムにアクセスするときに Adaptive Server がこのパスワードを使用してキーを復号化することを示します。
- *keyname* − 完全修飾名として入力できます。次に例を示します。

  [[*database*.][*owner*.]*keyname*
- column − 名前付きカラムを暗号化または復号化するコンテキスト内でのみ Adaptive Server がこのパスワードを使用することを示します。エンド・ユーザは、カラムを暗号化するキーの名前を必ずしも知っておく必要はありません。
- *column_name* − 暗号化パスワードを設定するカラムの名前です。*column_name* は次のように入力します。

  [[*database*.][*owner*].]*table_name.column_name*

明示的なパスワードによって暗号化されたキーにアクセスする必要のあるユーザは、パスワードを入力する必要があります。パスワードは、暗号化された形式でユーザ・セッションの内部コンテキストに保存されます。セッションが終了すると、Adaptive Server のメモリが 0 で上書きされてキーがメモリから削除されます。

次の例は、データを暗号化または復号化する必要があるときに Adaptive Server でパスワードが判断される方法を示します。次のスキーマ作成文に示されるように、employee および payroll テーブルの ssn カラムが key1 で暗号化されていると仮定します。

```
create encryption key key1 with passwd "Ynot387"
create table employee (ssn char (11) encrypt with key1, ename char(50))
create table payroll (ssn char(11) encrypt with key1, base_salary float)
```

1 キー管理者は、employee.ssn へのアクセスに必要なパスワードを Susan (ユーザ ID “susan”) と共有します。その際、キー管理者はキーの名前を開示する必要はありません。

2 Susan が employee に対する select および decrypt パーミッションを持っている場合、Susan は、employee.ssn のパスワードを使用して従業員 (employee) データを選択できます。

```
set encryption passwd "Ynot387" for column employee.ssn
     select ename from employee where ssn = '111-22-3456'

ename
-----------------------
Priscilla Kramnik
```

3 Susan が payroll.ssn のパスワードを指定せずに payroll のデータを選択しようとすると、次の select は失敗します (Susan が payroll の select および decrypt パーミッションを持っていたとしても同じです)。

```
select base_salary from payroll where ssn = '111-22-3456'

You cannot execute 'SELECT' command because the user encryption password
has not been set.
```

このエラーを回避するには、Susan は最初に次のコマンドを入力する必要があります。

```
set encryption passwd "Ynot387" for column payroll.ssn
```

キー管理者は、ユーザがアプリケーション・コードにキー名をハード・コードすることを防止するために、キー名ではなくカラム名に基づいてパスワードを共有できます。キー名がアプリケーション・コードにハード・コードされている場合、データの暗号化に使用されるキーを DBO が変更することが困難になることがあります。しかし、1 つのキーで複数のカラムが暗号化されている場合は、パスワードの入力を 1 回だけにする方が便利なことがあります。次に例を示します。

```
set encryption passwd "Ynot387" for key key1
select base_salary from payroll p, employee e
     where p.ssn = e.ssn
        and e.ename = "Priscilla Kramnik"
```

1 つのキーで複数のカラムが暗号化されていて、ユーザがカラムにパスワードを設定する場合、ユーザは、処理するすべてのカラムにパスワードを設定する必要があります。次に例を示します。

```
set encryption passwd 'Ynot387' for column payroll.ssn
set encryption passwd 'Ynot387' for column employee.ssn
select base_salary from payroll  p, employee e
     where p.ssn = e.ssn
     and e.ename = 'Priscilla Kramnik'
```

パスワードが 1 つのカラムに設定されていて、カラムを暗号化するキーに対してキー・レベルでパスワードが設定されている場合、Adaptive Server では、カラムに関連付けられたパスワードが破棄され、キー・レベルのパスワードが維持されます。同じキーまたはカラムに対して 2 つの入力が連続して行われた場合、最後に入力された内容だけが保持されます。次に例を示します。

1　ユーザが、カラム employee.ssn の正しいパスワード “Ynot387” を誤って “Unot387” と入力したとします。

```
set encryption passwd "Unot387"
     for column employee.snn
```

2　その後、ユーザが正しいパスワードを再入力したすると、Adaptive Server では 2 回目の入力だけが保持されます。

```
set encryption passwd "Ynot387"
     for column employee.ssn
```

3　さらに、ユーザが同じパスワードをキー・レベルで入力したすると、Adaptive Server では、この入力だけが保持されます。

```
set encryption passwd "Ynot387" for key key1
```

4　次に、ユーザが同じパスワードをカラム・レベルで入力すると、Adaptive Server では、そのパスワードがすでにキー・レベルで保持されているので、この入力は破棄されます。

```
set encryption passwd "Ynot387"
     for column payroll.ssn
```

ストアド・プロシージャまたはトリガがユーザ指定のパスワードによって暗号化されているカラムを参照する場合、プロシージャ、またはトリガを呼び出す文を実行する前に暗号化パスワードを設定する必要があります。

注意 sp_helptext を介してパスワードが意図せずに開示される可能性があるので、トリガやプロシージャの内部に set encryption passwd 文を配置することは推奨されません。さらに、ハードコードされたパスワードの場合、パスワードが変更されたときにプロシージャまたはトリガを変更する必要があります。

キー・コピーにログイン・パスワードを使用したアプリケーションの透過性

キー管理者は、暗号化用のキー・コピーにユーザのログイン・パスワードを設定できます。キー・コピーにログイン・パスワードを設定した場合、以下の利点があります。

- 利便性 − ログイン・パスワードがキーに割り当てられているユーザは、パスワードを入力せずに暗号化データにアクセスできます。
- セキュリティの向上 − ユーザが管理する必要のあるパスワードの数が減るので、ユーザがパスワードを紙にメモする可能性が減少します。
- キー管理者の管理オーバーヘッドの軽減 − キー管理者は、プライベート・パスワードによるキー・アクセスを必要とする個々のユーザにテンポラリ・パスワードを手動で配布する必要がありません。
- アプリケーションの透過性 − 暗号化データを処理するためのパスワードがアプリケーションから要求されません。既存のアプリケーションで管理者の権限からデータのプライバシーを保護できます。

ユーザのログイン・パスワードでキー・コピーを暗号化するには、次の構文を使用します。

```
alter encryption key [[database.][owner].]keyname
with passwd 'base_key_password'
add encryption for user 'user_name' for login_association
```

ここで、login_association は、指定されたユーザのキー・コピーを作成するよう Adaptive Server に指示します。このユーザは、自分のキー・コピーを後で自分のログイン・パスワードで暗号化します。キー・コピーをログイン・パスワードで暗号化するには、2 つの手順を実行する必要があります。

1 キー管理者は、alter encryption key を使用して、ログイン・パスワードでのキー・アクセスを必要とする各ユーザのキー・コピーを作成します。キー・コピーには、キー・コピーを特定のユーザに確実に関連付けるための情報が添付されています。識別情報およびキーは、システム暗号化パスワードから導出されたキーを使用して一時的に暗号化されます。キー・コピーが sysencryptkeys に保存されます。

2　キーの検索を必要とするカラムをユーザが処理すると、そのユーザに対して識別されている暗号化キーのコピーにログイン・パスワードを関連付けできることが確認されます。Adaptive Server では、キー・コピーに含まれる情報がシステム暗号化パスワードで復号化され、キー・コピーに関連付けられたユーザ情報がユーザのログイン・クレデンシャルと比較されます。次に、現在のログイン・セッションで入力されたユーザのログイン・パスワードから導出された KEK でキー・コピーが暗号化されます。

login_association に alter encryption key を使用してキー・コピーを追加する場合は、キー・コピーの暗号化にシステム暗号化パスワードを使用できるようにする必要があります。システム暗号化パスワードは、ユーザがログインするときにキー・コピーを復号化するためにも Adaptive Server で使用可能である必要があります。キー・コピーがユーザのログイン・パスワードによって再暗号化された後は、システム暗号化パスワードは必要なくなります。

次の例では、ユーザの暗号化キー・コピー key1 をユーザのログイン・パスワードで暗号化する方法を示します。

1　キー管理者 Razi (ユーザ ID “razi”) が暗号化キーを作成します。

```
create encryption key key1 for AES
     with passwd 'MotherofSecrets'
```

2　既存のシステム暗号化パスワードがない場合、Razi がシステム暗号化パスワードを設定します。

```
sp_encryption system_encr_passwd, 'keepitsecret'
```

3　Razi は、Bill (ユーザ ID “bill”) のために key1 のコピーを作成し、システム暗号化パスワードで一時的に暗号化します (このコピーは、後で Bill のログイン・パスワードで暗号化されます)。

```
alter encryption key key1 with
     passwd 'MotherofSecrets'
     add encryption
     for user 'bill'
     for login_association
```

4　キーと Bill のキー・コピーを識別する情報の組み合わせがシステム暗号化パスワードで暗号化され、その結果が sysencryptkeys に格納されます。

5　Bill が Adaptive Server にログインして、key1 を使用する必要があるデータ処理を行います。たとえば、emp.ssn が key1 によって暗号化されている場合、次のように入力します。

```
select * from emp
```

Adaptive Server では、Bill の key1 のコピーを Bill のログイン・パスワードで暗号化する必要があることが認識されます。手順 4 で保存されたキー値データがシステム暗号化パスワードで復号化されます。この情報は、Adaptive Server によって現在のログイン・クレデンシャルと比較され、key1 のキー値が Bill のログイン・パスワードから導出された KEK で暗号化されます。

6 次回以降のログインでは、Bill が key1 によって暗号化されたカラムを処理するとき、Adaptive Server では、Bill の内部セッション・コンテキストを介して Adaptive Server で使用できる Bill のログイン・パスワードで key1 を復号化して key1 に直接アクセスします。

Bill のエイリアスが設定されているユーザのログイン・パスワードでは key1 を復号化できないので、これらのユーザは key1 によって暗号化されているデータにはアクセスできません。

7 機密データを処理する権限を Bill が失った場合、キー管理者は、キーに対する Bill のアクセスを破棄します。

```
alter encryption key key1
     drop encryption
     for user 'bill'
```

ユーザは、alter encryption key で with passwd login_passwd 句を使用して、ログイン・パスワードでキー・コピーを直接暗号化できます。しかし、この方法には、ログインにおける次のような欠点があります。

- キー管理者は、ユーザに割り当てたパスワードが設定されたキー・コピーを配布する必要があります。
- ユーザは、alter encryption key を発行して、ログイン・パスワードでキー・コピーを再暗号化する必要があります。

次に例を示します。

- Razi が、明示的なパスワードで暗号化されたキー・コピーをユーザ Bill 用に追加します。

```
alter encryption key key1
     with passwd 'MotherofSecrets'
add encryption with passwd 'just4bill'
     for user bill
```

- Razi は、キー・コピーのパスワードを Bill と共有します。
- Bill は、自分のキー・コピーを自分のログイン・パスワードで暗号化して利便性を図ります。

```
alter encryption key key1 with passwd "just4bill" modify
encryption with passwd login_passwd
```

- Bill が暗号化カラムを処理するとき、Adaptive Server は、Bill のログイン・パスワードを介して、そのキー・コピーにアクセスします。

ログイン・パスワードの変更およびキー・コピー

1 つまたは複数のキーにおいてログイン・パスワードで暗号化されたキー・コピーを持っているユーザがログイン・パスワードを変更した後は、キー・コピーを変更する必要はありません。ログイン・パスワードの変更の一環として、キー・コピーは sp_password によって古いログイン・パスワードで復号化された後に新しいログイン・パスワードで再暗号化されます。

SSO が sp_password を使用して、ユーザの古いパスワードを提供せずにユーザのパスワードを変更した場合、ユーザのキー・コピーは sp_password によって破棄されます。この処理により、管理者が既知のパスワードを使用してキーにアクセスすることが防止されます。この種の必須のパスワード変更の後、キー管理者は、alter encryption key を使用して、パスワードが変更されたユーザの login_association にキー・コピーを追加する必要があります。sp_password ではオフライン・データベースが無視されるので、キー管理者は、オフライン・データベースに格納されているキーに対して、データベースがオンラインに戻ったときにキー・コピーの失われたパスワードのリカバリ手順を実行する必要があります。「ログイン・パスワードが失われた場合」(56 ページ) を参照してください。

ユーザのパスワードが変更されたとき、キー管理者は、-p フラグを使用してサーバを起動した後にこれらの手順を実行する必要がある場合もあります。-p フラグを使用する SSO も自分のログイン・パスワードで暗号化されたキー・コピーを使用してキーにアクセスできる場合は、キー管理者は SSO のキー・コピーを破棄して再作成する必要があります。

キー・コピーの破棄

ユーザが異動した場合や退職した場合、キー管理者は、次のコマンドを使用して、このユーザのキー・コピーを破棄します。

alter encryption key *keyname*
drop encryption for user *user_name*

たとえば、ユーザ “bill” が退職した場合、キー所有者は、Bill のキー・コピーを破棄して、Bill が key1 にアクセスすることを禁止できます。

```
alter encryption key key1
    drop encryption for user bill
```

キーの復号化は必要ないので、このコマンドではパスワードは不要です。

drop encryption key により、ベース・キーおよびそのすべてのコピーが削除されます。

第 6 章

失われたパスワードからのキーのリカバリ

トピック名	ページ
キー・コピーのパスワードが失われた場合	55
ログイン・パスワードが失われた場合	56
ベース・キーのパスワードが失われた場合	56
キー・リカバリ・コマンド	57
暗号化キーの所有権の変更	59

キー・コピーのパスワードが失われた場合

ユーザが暗号化キーのパスワードを失った場合、キー管理者は、そのユーザの暗号化キー・コピーを削除して、新しいパスワードが設定された別の暗号化キー・コピーをそのユーザに発行します。

次の例では、キー管理者が key1 のコピーを Bill (ユーザ ID “bill”) に割り当て、Bill が key1 のパスワードを自分だけが知っているパスワードに変更していますそのパスワードを失った Bill は、キー管理者に新しいキー・コピーを要求します。

1 キー管理者は、Bill のキー・コピーを削除します。

```
alter encryption key key1
     drop encryption for user bill
```

2 キー管理者は、ユーザ Bill に key1 の新しいコピーを作成して、Bill にパスワードを与えます。

```
alter encryption key key1
     with passwd 'MotherofSecrets'
     add encryption with passwd 'over2bill'
     for user bill
```

3 Bill には、key1 の自分のコピーを変更するパーミッションが自動的に付与されます。

```
alter encryption key key1
     with passwd 'over2bill'
     modify encryption
     with passwd 'billsnupasswd'
```

ログイン・パスワードが失われた場合

自分のログイン・パスワードで暗号化されたキー・コピーを持つユーザ Bill がログイン・パスワードを失った場合、次の手順を実行して、暗号化キーに対する Bill のアクセスをリカバリできます。

1 SSO が sp_password を使用して、Bill に新しいログイン・パスワードを発行します。Adaptive Server では、Bill のログイン・パスワードに割り当てられたキー・コピー、または Bill のログイン・パスワードで暗号化されたキー・コピーが削除されます。

2 キー管理者は、ログイン関連付けによるキー暗号化の設定の通常の手順を実行します。キー管理者は、システム暗号化パスワードが設定されたことを確認し、Bill のキー・コピーを次のように作成します。

```
alter encryption key k1
     with passwd 'masterofsecrets'
     add encryption for bill
     for login_association
```

ここでは、キー管理者がベース・キーのパスワードを知っていると仮定します。キーの暗号化パスワードが不明な場合、キー管理者は最初にキーのリカバリ手順を実行する必要があります。詳細については、「ベース・キーのパスワードが失われた場合」(56 ページ) を参照してください。

3 次回 Bill が k1 によって暗号化されたデータにアクセスすると、Bill の新しいログイン・パスワードを使用して、Bill のキー・コピーが再暗号化されます。たとえば、emp_salary がキー k1 によって暗号化されている場合、次の文を使用すると、Bill のキー・コピーが自動的に Bill のログイン・パスワードで再暗号化されます。

```
select emp_salary from emp
     where name like 'Prisicilla%'
```

ベース・キーのパスワードが失われた場合

ベース・キーのパスワードが失われた場合、キー管理者は、キー・リカバリを使用できます。パスワードがないとキー管理者はキーのパスワードの変更やキー・コピーの追加を行うことができないので、キー・リカバリは重要です。

すべてのユーザがベース・キーによるデータへのアクセスを共有し、1 人のユーザがパスワードを忘れた場合、このユーザは、別のユ―ザまたはキー管理者からパスワードを取得できます。パスワードを覚えているユーザがいない場合は、データへのアクセスが失われます。このため、リカバリ用に使用できるベース・キーのコピーを作成し、キーをバックアップしておくことを推奨します。このコピーを、キー・リカバリ・コピーと呼びます。

キー管理者には、以下のことが推奨されます。

1　1 人のユーザをキー・リカバリ・ユーザに指定します。キー・リカバリ・ユーザの責任は、キー・リカバリ・コピーのパスワードを覚えておくことです。

2　キー・リカバリ・ユーザ用にベース・キーのコピーを作成します。災害時にリカバリが必要な各キーには、キー・リカバリ・コピーが必要です。

キー・リカバリ・コマンド

Adaptive Server では、リカバリ・キー・コピーでデータにアクセスすることはできません。キー・リカバリ・コピーは、ベース・キーにアクセスするためのバックアップを提供するためにのみ存在します。

リカバリ・キー・コピーを設定するには、次の構文を使用します。

```
alter encryption key keyname with passwd base_key_passwd
add encryption with passwd recovery_passwd
for user key_recovery_user for recovery
```

それぞれの意味は、次のとおりです。

- *base_key_passwd* − キー管理者がベース・キーに割り当てたパスワードです。
- *recovery_passwd* − キー・リカバリ・コピーを保護するために使用するパスワードです。
- *key_recovery_user* − キー・リカバリのパスワードを記憶する責任が割り当てられているユーザです。

キー・リカバリ・コピーを設定した後、キー管理者は、キー・リカバリ・ユーザとパスワードを共有します。キー・リカバリ・ユーザは、次のコマンドを使用してパスワードを自分だけが知っているパスワードに変更できます。

```
alter encryption key keyname with passwd old_recovery_passwd
    modify encryption with passwd new_recovery_passwd for recovery
```

キー・リカバリの際、キー・リカバリ・ユーザは、キー管理者にキー・リカバリ・コピーのパスワードを伝えます。キー管理者は、次の構文を使用してベース・キーへのアクセスを復元します。

```
alter encryption key keyname with passwd recovery_key_passwd
    recover encryption with passwd new_base_key_passwd
```

それぞれの意味は、次のとおりです。

- *recovery_key_passwd* − キー・リカバリ・コピーに割り当てられ、キー・リカバリ・ユーザがキー管理者と共有するパスワードです。Adaptive Server は、*recovery_key_passwd* を使用して、ロー・キーにアクセスするためのキー・リカバリ・コピーを復号化します。

- *new_base_key_passwd* – ロー・キーの暗号化に使用するパスワードです。sysencryptkeys のベース・キー・ローが結果で更新されます。

また、キーの所有権を別のキー管理者に変更する必要がある場合があります。「暗号化キーの所有権の変更」(59 ページ) を参照してください。

次の例では、リカバリ・キー・コピーを設定して、パスワードが失われたときにキー・リカバリに使用する方法を示します。

1 キー管理者が、パスワードで保護された新しい暗号化キーを作成します。

```
create encryption key key1 for AES
     passwd 'loseitl8ter'
```

2 キー管理者は、Charlie 用に key1 の暗号化キー・リカバリ・コピーを追加します。

```
alter encryption key key1 with passwd 'loseitl8ter'
     add encryption
     with passwd 'temppasswd'
     for user charlie
     for recovery
```

3 Charlie は、リカバリ・コピーに別のパスワードを割り当て、このパスワードを安全な場所に保管します。

```
alter encryption key key1
     with passwd 'temppasswd'
     modify encryption
     with passwd 'finditl8ter'
     for recovery
```

4 キー管理者がベース・キーのパスワードを失った場合、Charlie からパスワードを取得し、次のコマンドを使用してリカバリ・コピーからベース・キーをリカバリできます。

```
alter encryption key key1
     with passwd 'finditl8ter'
     recover encryption
     with passwd 'newpasswd'
```

人事異動が発生した場合、キー管理者は、ベース・キーのパスワードを共有するか、キー・コピーの削除と追加を行うことによって、key1 へのアクセスをその他のユーザと共有します。

暗号化キーの所有権の変更

所有権の変更は、通常の業務で発生する場合や、キー・リカバリの一部として発生する場合があります。このコマンドが SSO によって実行された場合、指定されたユーザにキーの所有権が変更されます。

```
alter encryption key  [[database.][owner].]keyname
    modify owner user_name
```

ここで、*user_name* は、新しいキーの所有者となるユーザの名前です。このユーザはすでに、キーが作成されたデータベース内のユーザである必要があります。

たとえば、キー encr_key を所有しているキー管理者 Razi の後任として Tina (ユーザ ID “tinnap”) という新しいキー管理者が異動した場合、次のコマンドを使用してキーの所有権を変更します。

```
alter encryption key encr_key modify owner tinnap
```

このコマンドを実行できるのは、SSO またはキー所有者だけです。

新しい所有者がすでにキー・コピーを持っている場合は、次のようなメッセージが表示されます。

```
A copy of key encr_key already exists for user tinnap
```

キーの通常のキー・コピーまたはリカバリ・キー・コピーをすでに持っているユーザは、キーの新しい所有者になることができません。Adaptive Server では、キーの所有者に対してキー・コピーを作成できません。

前のキーの所有者にキーのパーミッションが付与されていた場合は、sysprotects のシステム・テーブルの付与者 uid が、キーの新しい所有者の uid に変更されます。所有者の変更はすぐに有効になります。新しい所有者は、変更を有効にするためにもう一度ログインする必要はありません。

第 7 章

暗号化カラムの監査

トピック名	ページ
監査オプション	61
監査値	61
イベントの名前と番号	61
コマンド・テキストの監査におけるパスワードのマスキング	62
キー管理者のアクションの監視	62

監査オプション

暗号化カラムの監査については、『システム管理ガイド 第 1 巻』の「第 18 章 監査」(特に、event カラムと extrainfo カラムの値がリストされている表 18-5) を参照してください。

監査値

sysaudits の event カラムに表示される値については、『システム管理ガイド 第 1 巻』の「第 18 章 監査」(特に、監査オプション、要件、および例がリストされている表 18-2) を参照してください。

イベントの名前と番号

特定の監査イベントの監査証跡を問い合わせることができます。audit_event_name を使用し、*event id* をパラメータとして指定します。

audit_event_name(*event_id*)

sysaudits の event カラムに表示される値については、『システム管理ガイド 第 1 巻』の「第 18 章 監査」(特に、監査イベント値がリストされている表 18-6) を参照してください。

コマンド・テキストの監査におけるパスワードのマスキング

監査レコードではパスワードがマスキングされます。たとえば、SSO がデータベース db1 のユーザ Alan (ユーザ ID “alan”) に対してコマンド・テキストの監査 (特定のユーザのすべてのアクションの監査) を有効にしている場合は、次のようになります。

```
sp_audit "cmdtext", "alan", "db1", "on"
```

次に、Alan が次のコマンドを発行します。

```
create encryption key key1 with passwd "bigsecret"
```

Adaptive Server は、次のような SQL テキストを audit テーブルの extrainfo カラムに書き込みます。

```
"create encryption key key1 with passwd "xxxxxx"
```

キー管理者のアクションの監視

keycustodian_role がアクティブなすべてのアクションを監視するには、次の構文を使用します。

```
sp_audit "all", "keycustodian_role", "all", "on"
```

第 8 章

パフォーマンスの考慮事項

トピック名	ページ
暗号化カラムのインデックス	63
ソート順と暗号化カラム	64
暗号化カラムのジョイン	65
探索引数と暗号化カラム	66
暗号テキストとしての暗号化データの移動	66

暗号化は CPU 集約操作であるため、CPU 使用率や暗号化カラムを使用するコマンドの実行時間の面で、アプリケーションにパフォーマンス・オーバヘッドをもたらす場合があります。オーバヘッドの量は、CPU と Adaptive Server エンジンの数、システムへの負荷、暗号化データに同時にアクセスするセッションの数、クエリで参照されている暗号化カラムの数によって異なります。暗号化キーのサイズと暗号化データ長も要因になります。一般的に、キー・サイズが大きくデータが長いほど、暗号化オペレーションにおける CPU 使用率が高くなります。

経過時間は、Adaptive Server オプティマイザが暗号化カラムを使用できるかどうかで異なります。

暗号化カラムのインデックス

カラムの暗号化キーで初期化ベクトルまたはランダム埋め込みが指定されていない場合、暗号化カラムにインデックスを作成できます。初期化ベクトルまたはランダム埋め込みを使用すると、同一のデータが異なるパターンの暗号テキストに暗号化され、インデックスでユニーク性を強制することも、暗号テキストのデータに等号を使用する一致を実行することもできなくなります。

暗号化データのインデックスは、等号および不等号を使用したデータの一致には役立ちますが、データの順序付け、範囲検索、または最小値と最大値の検索には役立ちません。Adaptive Server が暗号化カラムで順序に依存する検索を実行している場合、暗号化データに対してインデックス・ルックアップを実行できません。代わりに、各ローの暗号化カラムは復号化されてから検索されます。このため、データ処理が低速になります。

ソート順と暗号化カラム

大文字と小文字を区別しないソート順を使用する場合、Adaptive Server では、別のカラムとのジョインまたは定数値に基づく検索を実行するときに、暗号化された char または varchar カラムでインデックスを使用できません。これは、アクセント記号を区別しないソート順でも同様です。

たとえば、大文字と小文字を区別しない検索では、文字列 abc は次の範囲のすべての文字列に一致します。abc、Abc、ABc、ABC、AbC、aBC、aBc、abC。Adaptive Server は、abc をこの範囲の値と比較する必要があります。一方、文字列 abc とカラム・データとの大文字と小文字を区別した比較は、同一のカラム値 (abc を含むカラム) のみと一致します。大文字と小文字を区別しない検索と大文字と小文字を区別する検索の大きな違いは、大文字と小文字を区別しない一致の場合は Adaptive Server が範囲検索を実行する必要があり、大文字と小文字を区別する一致では等価探索を実行する必要があります。

非暗号化文字カラムのインデックスでは定義されたソート順に従ってデータの順序が決まります。暗号化カラムの場合、インデックスでは暗号テキスト値に従ってデータの順序が決まります。暗号テキスト値の順序は、プレーン・テキスト値の順序とは関係ありません。したがって、暗号化カラムのインデックスは、等しいか等しくないかを照合するときにのみ役立ち、値の範囲検索には役立ちません。abc および Abc は、異なる暗号テキスト値に暗号化され、インデックス内では隣接する位置に格納されません。

Adaptive Server が暗号化カラムでインデックスを使用している場合、カラム・データは暗号テキスト・フォームで比較されます。大文字と小文字を区別するデータの場合、abc を Abc と一致させないようにし、等号を使用する一致に基づく暗号テキストのジョインまたは検索も実行されないようにする必要があります。Adaptive Server は暗号テキスト値に基づいてカラムをジョインし、where 句の値を効率的に一致させることができます。次の例では、maidenname カラムが暗号化されています。

```
select account_id from customer
     where cname = 'Peter Jones'
     and maidenname = 'McCarthy'
```

maidenname が初期化ベクトルやランダム埋め込みを使用せずに暗号化されているため、Adaptive Server は McCarthy を暗号化して、maidenname の暗号テキスト検索を実行します。maidenname にインデックスがある場合、検索ではそのインデックスを利用します。

暗号化カラムのジョイン

Adaptive Server は、次の場合に、暗号テキストを比較して 2 つの暗号化カラムのジョインを最適化します。

- ジョインするカラムのデータ型が同じ場合。暗号テキストの比較の場合、char および varchar は binary および varbinary と同じデータ型とみなされます。
- int 型と float 型でカラムの長さが同じ場合。numeric 型と decimal 型でカラムの精度と位取りが同じであることが必要です。
- ジョインするカラムが同じキーで暗号化されている場合。
- ジョインするカラムが式に使用されていない場合。たとえば、t.encr_col1 = s.encr_col1 +1 というジョインでは、暗号テキストのジョインを実行できません。
- 暗号化キーが、init_vector と pad を NULL に設定して作成されている場合。
- ジョイン演算子が '=' または '<>' である場合。
- データがデフォルトのソート順を使用している場合。

次の例では、暗号テキストに対してジョインを行うスキーマが設定されます。

```
create encryption key new_cc_key for AES
        with init_vector NULL
create table customer
        (custid int,
        creditcard char(16) encrypt with new_cc_key)
create table daily_xacts
       (cust_id int, creditcard char(16) encrypt with
        new_cc_key, amount money........)
```

次のように、ジョインするカラムにインデックスも設定できます。

```
create index cust_cc on customer(creditcard)

create index daily_cc on daily_xacts(creditcard)
```

Adaptive Server は、次の select 文を実行して、特定のクレジット・カードで顧客の毎日の請求額を集計します。このとき、customer テーブルまたは daily_xacts テーブルの creditcard カラムは復号化されません。

```
select sum(d.amount) from daily_xacts d, customer c
     where d.creditcard = c.creditcard and
     c.custid = 17936
```

探索引数と暗号化カラム

暗号化カラムと定数値が等しいか等しくないかを比較する場合、Adaptive Server はカラムのスキャンを最適化するために、テーブルの各ローの暗号化カラムを復号化するのではなく、定数値を 1 回暗号化します。「暗号化カラムのジョイン」(65 ページ) と同じ制約が適用されます。

次に例を示します。

```
select sum(d.amount) from daily_xacts d
     where creditcard = '123-456-7890'
```

Adaptive Server は、暗号化カラムの範囲検索を実行するときにはインデックスを使用できません。各ローを復号化してからデータ比較を実行する必要があります。クエリに他の述語が含まれている場合、Adaptive Server によって最も適切なジョイン順が選択されます。多くの場合、暗号化カラムに対する検索は、最後に、最も小さいデータ・セットに対して行われます。

クエリに複数の範囲検索があり、有効なインデックスがない場合は、暗号化カラムに対する範囲検索が最後になるようにクエリを作成します。ロード・アイランドの納税者で所得が $100, 000 を超える人の社会保障番号を検索する次の例では、zipcode カラムを、暗号化された調整総所得のカラムに対する範囲検索よりも前に指定します。

```
select ss_num from taxpayers
       where zipcode like '02%' and
       agi_enc > 100000
```

参照整合性検索

参照整合性では、次の両方に該当する場合、暗号テキスト・レベルで一致を検査します。

- プライマリ・キーと外部キーのデータ型が上記で説明したルールに従って一致している。
- プライマリ・キーと外部キーの暗号化が、ジョインするカラムのキー要件を満たしている。

暗号テキストとしての暗号化データの移動

Adaptive Server が暗号化データをコピーするときは、データを復号化してから再暗号化するのではなく、できるかぎり暗号テキストをコピーすることで処理を最適化します。これは、select into コマンド、バルク・コピー、複写に適用されます。

索引

記号

() (カッコ)
    SQL 文内　xi, xiii
, (カンマ)
    SQL 文内　xi, xiii
::= (BNF 表記)
    SQL 文内　xi, xiii
[ ] (角カッコ)
    SQL 文内　xi, xiii
{} (中カッコ)
    SQL 文内　xi, xiii

A

alter encryption key　10
alter encryption key コマンド　42
alter table、暗号化の作成　13
as default　8

B

Backus Naur Form (BNF) 表記　xi, xiii
BNF 表記、SQL 文内　xi, xiii

C

cc_key
    インデックスの作成に使用　21
cc_key_new
    暗号化キーの作成に使用　13
CEK、カラム暗号化キー　10
create encryption key
    パーミッション　10
    例　9
create encryption key　10, 13
create encryption key 構文　42
create encryption key コマンド　42
create encryption key<default para font、構文 ;　7
create index　21

D

decrypt パーミッション
    grant decrypt　22
decrypt パーミッション　1
decrypt パーミッションの制限　24
decrypt_default パラメータ　25

E

exec コマンド　22

F

for algorithm　8

G

grant all コマンド、decrypt パーミッションを付与しない。
        コマンド
    grant all　23
grant decrypt on、構文　23

I

image　33
insert　2
int_vector　8

K

KEK、キー暗号化キー　10
keycustodian_role　39
keylength　8

P

pad 8
partial clause、変数 18
password、可変、長さ 12

S

select into 19
  decrypt が必要 19
  暗号化 19
select コマンド 36
set encryption passwd
  トリガまたはプロシージャの内部に配置しない 50
sp_encryption 12
sp_encryption、構文 12
sp_help 34
sysencryptkeys 43
  カラム暗号化キー (CEK) の記憶領域 10

U

unitext 33
update、透過的な暗号化 2

W

where 句、暗号化カラムのデータに対するコマンドの発行 36

あ

値
  監査 61
  デフォルト 28
アプリケーションの透過性 50
暗号化
  select into 19
  新しいテーブル 18
  カラム 32
  キーの削除 15
  キーのパーミッションの付与 11
  キーの変更 13
  既存のテーブル 20
  削除 14, 37
  システム暗号化パスワードの作成 12
  デフォルト・キー 14
暗号化可能なデータ型 17
暗号化カラム
  where 句への挿入 36
  インデックス 63
  インデックスの作成 21
  監査 61
  ジョイン 65
  使用手順 3
  処理 35
  ソート順 64
  探索引数 66
  内部の最大長 32
  長さの増加 2
  変更の制限 20
暗号化カラムでの文の発行、条件 35, 36
暗号化カラムのインデックス 63
暗号化カラムのインデックス作成 21
暗号化カラムの機能のサポート 1
暗号化カラムのソート順 64
暗号化カラムの内部の長さ、最大 32
暗号化カラムの変更の制限 20
暗号化キー
  暗号化 1
  格納された暗号化 1
  異なるデータベース 14
  作成 5
  作成と管理、章 5
  作成、作成前の考慮事項 5
  所有権の変更 59
  所有権の変更構文 59
  パスワード 1
暗号化キーの所有権、変更構文 59
暗号化されない timestamp コマンド 33
暗号化データ
  アクセス 35
  暗号テキストとしての移動 66
  ユーザ・パスワードを使用したアクセス 47
暗号化データへのアクセス 35
  構文 47
暗号化用の create table 部分構文 18
暗号化、暗号化カラム 1
暗号テキスト
  暗号化カラムの長さの増加 2
  暗号化データの移動 66
  追加される識別バイト 32
  データのコード化された形式 2
暗黙的な付与および decrypt default 29, 30

い

イベント番号　61
イベント名　61
　構文　61

う

失われた
　暗号化キーのパスワード　55
　パスワード、キーのリカバリ　55
　ログイン・パスワード　56

お

大きいデータ、暗号化の形式　2
大文字と小文字の区別
　SQL　xii, xiv
オプション
　監査　61

か

角カッコ [ ]
　SQL 文内　xi, xiii
角カッコ「角カッコ []」参照
カッコ ()
　SQL 文内　xi, xiii
カラム
　暗号化　32
　暗号化の処理　35
　暗号化、構文　20
　クエリ条件　28
　復号化デフォルト値　28
監査
　値　61
　暗号化カラム　61
　オプション　61
　キー管理者のアクション　62
　コマンド・テキストでのパスワードの
　　マスキング　62
カンマ (,)
　SQL 文　xi, xiii

き

キー
　暗号化の削除　15
　暗号化の作成　5
　失われたパスワードからのリカバリ　55
　コピーの作成　45
　データとの分離　14
　パーミッションの付与　11
　パスワードの使用　43
　変更　13
キー暗号化キー (KEK)　10
キー管理者　43
　アクションの監視　62
　管理者、キー、アクティビティ　40
　役割　39
キーでのパスワードの使用　43
キーのパスワードの変更　43
キーの保護　10
キー保護のためのシステム暗号化パスワード　12
キー・コピー　43
　破棄　53
　パスワードの変更　46
　ログインの変更　53
キー・リカバリ・コマンド　57
記号
　SQL 文内　xi, xiii
規則
　Transact-SQL の構文　xi, xiii
　リファレンス・マニュアル　xi, xiii
　「構文」参照
既存のテーブル
　データの暗号化　20

け

計算カラム
　暗号化カラムは定義に含めることができない　18
　暗号化できない　18
権限、割り当て　25
検索
　参照整合性　66

こ

構文
alter encryption key 42
grant decrypt on 23
set encryption password 47
暗号化キーの削除 14
暗号化キー、所有権の変更 59
イベントの名前と番号 61
カラムの暗号化 20
キー・コピー・リカバリ 57
キー・リカバリ・ユーザとパスワードを共有するための
コマンド 57
部分、暗号化 18
構文規則、Transact-SQL xi, xiii
コピー
キーの作成 45
キーのパスワードの変更 46
キー、ログイン・パスワードの変更 53
コマンド
21
alter encryption key 42
create encryption key 42
exec 22
select 36
select into、カラムレベルのパーミッションが必要 19
text 33
timestamp 33
キー・リカバリ 57
キー・リカバリの構文 57
パスワードを共有するための構文 57
復号化デフォルト値の削除 31
コマンド・テキストの監査、パスワードのマスキング 62

さ

削除
暗号化 14, 37
作成
暗号化カラムのインデックス 21
暗号化キー 5
キー・コピー 45
パスワード、注意事項 13
サポートされないデータ型
test 33
参照整合性検索 66

し

識別バイト、暗号テキストに追加 32
システム暗号化パスワード 12
作成の注意事項 13
ジョイン、暗号化カラム 65
条件
insert の発行 35
select の発行 36
update の発行 35
発行 36
初期化ベクトル 32

せ

制限のある decrypt パーミッション
権限の割り当て 25

そ

ソース・テーブル、カラムレベルのパーミッションが
必要 19

た

対称暗号化アルゴリズム 2
探索引数、暗号化カラム 66

ち

中カッコ {}、SQL 文内 xi, xiii

て

データ型、暗号化可能 17
データの暗号化
構文 20
データベース
キーの暗号化 14
異なる、キーの暗号化 14
データ、暗号化、暗号テキストとして移動 66
データ・アクセス
ユーザと役割 41

テーブル
　新しいテーブルに対する暗号化　18
手順、管理、暗号化カラムの使用　3
デフォルト値、返す　25
デフォルトの暗号化キー
　作成　14

と

透過性
　アプリケーション　50
透過的な暗号化　2

な

長さ
　最大、暗号化カラム　32
　プレーン・テキスト・データ　32
名前、イベント　61

は

パーミッション
　decrypt の制限　24
　decrypt の取り消し　24
　制限のある decrypt の権限の割り当て　25
　復号化　37
　復号化デフォルト値　27
破棄
　キー・コピー　53
パスワード
　alter encryption key、変更、構文
　　alter encryption key　43
　暗号化キーの失われた　55
　失われた　56
　失われたパスワードからのキーのリカバリ　55
　キーでの使用　43
　キー・コピーの変更　46
　コマンド・テキストの監査におけるマスキング　62
　システム暗号化、キー保護　12
　ベース・キーで失われた場合　56
　ユーザ指定　42
　ユーザ・パスワードを使用したデータへの
　　アクセス　47
　ログインの変更　53
パフォーマンスの考慮　63
パラメータ
　keyname　8
　NULL　8
　password_phrase　8
　復号化デフォルト値　25
番号、イベント　61

ふ

復号化
　パーミッション　37
復号化されたデータの代わりに返されるデフォ
　　ルト値　25
復号化されたデータ、代わりに返されるデフォ
　　ルト値　25
復号化デフォルト値
　insert と delete　30
　暗黙的な付与　29
　削除　31
　追加および削除　25
　定義　25
　パーミッション　27
復号化デフォルト値の削除　25, 31
　コマンド　31
復号化デフォルト値の追加　25
復号化デフォルト値、カラム　28
復号化デフォルト・カラム
　クエリ条件　28
復号化のパーミッションの取り消し　24
浮動小数点データ、暗号化の形式　2
付与、暗黙　29
プラットフォーム
　すべてのプラットフォームの暗号化の形式　2
プレーン・テキスト
　暗号化されていないデータ　2
　データ、長さ　32

へ

ベース・キー　43
　パスワードが失われた場合　56
ベクトル、初期化　32
変数
　partial clause　18

や

役割
　データ・アクセス　41

ゆ

ユーザ
　データ・アクセス　41
ユーザ指定のパスワード　42
ユーザ・パスワード
　暗号化データへのアクセス　47

り

リカバリ、キー・コマンド　57

ろ

ログイン・パスワード
　失われた　56
ログイン・パスワードの変更　53