LPI-JAPAN
Linux Professional Institute Japan

OSS-DB Exam Silver 技術解説セミナー

2012/04/08

特定非営利活動法人エルピーアイジャパン
テクノロジー・マネージャー
松田　神一

Agenda

OSS-DB

- OSS-DB技術者認定試験の概要
- OSS-DBと商用DBの違い
- PostgreSQLのインストール
- ポイント解説：運用管理
- ポイント解説：SQL
- OSS-DB Exam Silverの例題

LPI-Japanについて

OSS-DB

- Linux Professional Institute Japan（本部はカナダ）
- Linux/OSS技術者の技術力の認定制度の運用を通じて、日本のLinux/OSS技術者の育成、Linux/OSSビジネスの促進に寄与する活動を展開するNPO法人

- 2000年から、Linux技術者認定試験LPICを実施
- 2011年7月から、オープンソースデータベース技術者認定試験OSS-DBを実施

自己紹介

OSS-DB

- 松田　神一（まつだ　しんいち）
  LPI-JAPAN テクノロジー・マネージャー

- NEC、オラクル、トレンドマイクロなどで約20年間、ソフトウェア開発に従事（専門はアプリケーション開発）
  うち10年間はデータベース、およびデータベースアプリケーションの開発（Oracle、C言語、SQL言語）

- 2010年7月から現職

今日のゴール

OSS-DB

- OSS-DB (PostgreSQL) の特徴の理解
  - 主な機能
  - 他のRDBMSとの違い
- OSS-DB技術者認定試験についてのポイントの理解
  - PostgreSQLの設定、運用管理
  - SQLによるデータ操作
- 受験準備のために何をすべきかの理解
  - 実機で試せる環境の準備
  - 出題範囲、試験の目的、合格基準

OSS-DB技術者認定試験の概要

OSS-DB技術者認定が必要な理由

OSS-DB

- 使う前に設定が必要（インストールしただけでは利用できない）
  - ユーザ
  - アクセス権
  - テーブルの作成
  - プログラムの開発
- 重要な用途
  - 基幹業務での利用
  - バックアップ
  - セキュリティ
- 複雑な用途
  - 分散DB
  - パフォーマンスチューニング
  - トラブルシューティング
- 製品による違い
  - 一般論だけ学んでも、現場で活躍できない

OSS-DB技術者認定試験の概要

OSS-DB

認定の種類

- Silver (ベーシックレベル)
  - OSS-DB Exam Silverに合格すれば認定される
- Gold (アドバンストレベル)
  - OSS-DB Silverの認定を取得し、OSS-DB Exam Goldに合格すれば認定される

Silver認定の基準

- データベースの導入、DBアプリケーションの開発、DBの運用管理ができること
- OSS-DBの各種機能やコマンドの目的、使い方を正しく理解していること

Gold認定の基準

- トラブルシューティング、パフォーマンスチューニングなどOSS-DBに関する高度な技術を有すること
- コマンドの出力結果などから、必要な情報を読み取る知識やスキルがあること

OSS-DB Exam Silverの出題範囲

OSS-DB

- 一般知識 (20%)
  - OSS-DBの一般的特徴
  - ライセンス
  - コミュニティと情報収集
  - RDBMSに関する一般的知識
- 運用管理 (50%)
  - インストール方法
  - 標準付属ツールの使い方
  - 設定ファイル
  - バックアップ方法
  - 基本的な運用管理作業
- 開発/SQL (30%)
  - SQLコマンド
  - 組み込み関数
  - トランザクションの概念

出題範囲に関する注意事項

OSS-DB

- 最新の出題範囲は
  http://www.oss-db.jp/outline/examarea.shtml
  で確認できる

- 前提とするRDBMSはPostgreSQL 9.0

- SilverではOSに依存する問題は出題しないが、記号や用語がOSによって異なるものについては、Linuxのものを採用している
  - OSのコマンドプロンプトには $ を使う
  - 「フォルダ」ではなく「ディレクトリ」と呼ぶ
  - ディレクトリの区切り文字には / を使う

- 出題範囲に関するFAQ
  http://www.oss-db.jp/faq/#n02

傾向と対策

OSS-DB

- Silverの合格基準は、各機能やコマンドについて
  - その目的を正しく理解していること
    - XXXコマンドを使うと何が起きるか
    - YYYをするためにはどのコマンドを使えば良いか
  - 利用法を正しく理解していること
    - コマンドのオプションやパラメータ
    - 設定ファイルの記述方法
- 出題範囲にあるすべての項目について、試験問題が用意されている
- 出題範囲詳細に載っている項目すべてについて、マニュアルなどで調査した上で、実際に試して理解する
  - 実機で試すことは極めて重要

OSS-DBと商用DBの違い

RDBMSの種類による共通点と違い

OSS-DB

- 主な商用RDBMS: Oracle, DB2 (IBM) , SQL Server (MS)
- 主なOSS RDBMS: PostgreSQL, MySQL, Firebird
- 共通点
  - RDBMSとしての各種機能
    - データ管理／入出力
    - ユーザ管理、アクセス権限管理、セキュリティ
    - バックアップ、リカバリ
    - レプリケーション
  - SQL言語 (ANSI/ISOで標準化)
- 違い
  - 各種機能の使い方
    - コマンドとオプション
    - 設定ファイルとパラメータ
  - SQLの方言
  - 独自拡張機能

PostgreSQLの主な特徴

OSS-DB

- 前身はIngres
- 1995年にバージョン1.0をリリース、最新版はバージョン9.1
- 比較的初期からストアドプロシージャ（1998年）、トランザクション（1999年）をサポート
- 全文検索機能
- BSDに基づくライセンス
- バージョン9.0（2010年）から、レプリケーションを標準機能としてサポート

MySQLの主な特徴

OSS-DB

- MySQL AB社が開発したものがオープンソース化、現在はOracle社が著作権を保有
- 1995年にバージョン1.0リリース、最新版はバージョン5.5
- SQLパーサとストレージエンジンの分離独立、テーブルの用途に合わせてストレージエンジンを適宜選択可能
  - MyISAM (v5.1まで標準) は高速で全文検索が可能だが、トランザクション機能をサポートしない
  - InnoDB (v5.5から標準) はトランザクションをサポート
- 比較的初期 (2003年) からレプリケーションをサポート
- GPLと商用のデュアルライセンス

Oracleの主な特徴

OSS-DB

- Oracle社が開発した商用RDBMS
- 1977年に Oracle V2 をリリース、最新バージョンは 11.2 (Oracle 11g Release 2)
- 1992年リリースの Oracle7 で、ストアドプロシージャ、レプリケーション、パラレルサーバなどの機能をサポートし、RDBMS としてはほぼ完成
- Oracle RAC (Real Application Cluster) は高可用性と負荷分散を同時に実現

RDBMSの機能比較

OSS-DB

	PostgreSQL	Oracle	MySQL
標準SQLデータ型	○	△(一部非サポート)	○
JOIN方式	○	○	△(Nested Loopのみ)
行ロック	○	○	○
トランザクション	○	○	○
読み取り一貫性	○	○	○
ストアドプロシージャ	○	○	○
トリガー	○	○	△
全文検索	○	○	○
オンラインバックアップ	○	○	○
PITR	○	○	○
パーティショニング	○	○(オプション)	○
テーブルスペース	○	○	○
レプリケーション	○	○	○
クラスタリング	○(別製品と組み合わせ)	○(オプション)	○(別製品と組み合わせ)

出典：http://lets.postgresql.jp/documents/tutorial/rdbms-hikaku/1/

RDBMSの種類による主な違い

OSS-DB

	PostgreSQL	Oracle	MySQL
SQLインタプリタ	psql	sqlplus	mysql
DB作成	createdbコマンド	sqlplus内のコマンド	mysql内のコマンド
DB起動	pg_ctlコマンド	sqlplus内のコマンド	mysqld
ユーザ作成	createuserコマンド	CREATE USER文	GRANT文
バックアップ	pg_dumpコマンドなど	expコマンドなど	mysqldumpコマンドなど
リストア	pg_restoreコマンドなど	impコマンドなど	mysqlコマンド
クラッシュリカバリ	PITR	RMAN	ストレージエンジンに依存

RDBMSの機能比較まとめ

OSS-DB

- OSS-DB vs 商用DB
  - 製品化はOracleが1977年、DB2が1982年、PostgreSQL/MySQLはいずれも1995年
  - OSS-DBの継続的機能強化により、機能・性能とも、商用DBに比べて遜色ないレベル
- PostgreSQL vs MySQL
  - 機能的な差は小さい
  - PostgreSQLはレプリケーションのサポートが遅かった(2010年、MySQLは2003年、Oracleは1992年)
  - MySQLはストアドプロシージャのサポートが遅かった(2005年、PostgreSQLは1998年、Oracleは1988年)
  - PostgreSQLはBSDに基づくライセンス、MySQLはGPLと商用のデュアルライセンス

データベース学習のヒント

OSS-DB

- どの製品にも共通の機能もあれば、同じ機能でも製品によって実行方法の異なるもの、特定の製品にしかない機能もある

- まずはDBの種類による差分はあまり気にせずに、特定のDBについて学習し、マスターする

  次のステップは…

- 横展開
  他のDBについて、最初に学習したDBとの差分に注意しながら学習する

- 深掘り
  その製品のエキスパートとなるべく、更に深く学ぶ

PostgreSQLのインストール

必要な環境

OSS-DB

インストールに必要な環境

- インターネットにつながっているマシン (Windows/Mac/Linux)
- インストーラの入ったメディアがあれば、オフラインのPCでもインストール可能

おススメの環境

- ある程度、Linuxの知識がある方にはLinuxを使うことを勧める。
- VirtualBox あるいは VMware Player (いずれも無料) を使えば、Windows PC上に仮想Linux環境を構築し、そこにPostgreSQLをインストールして学習することができる。
- 仮想環境の良い点は、それを破壊しても、簡単に最初からやり直せるところ
- もちろん、WindowsやMacの環境に直接、PostgreSQLをインストールするのでもOK。

参考書などを読むだけでは、十分な学習をすることはできません。自分専用の環境を作り、そこでいろいろ試すことで学習してください。

PostgreSQLのインストールと初期設定

OSS-DB

- インストール方法
  - ソースコードから自分でビルドしてインストール
  - ビルド済みのパッケージをインストール（様々なビルド済みパッケージがある）
- ダウンロードサイト（ソースコードや各種パッケージへのリンクがある）
  - http://www.postgresql.org/download/
- インストール後の初期設定
  - データベースのスーパーユーザ（postgresユーザ）の作成
  - 環境変数（PATH, PGDATAなど）の設定
  - データベースの初期化（データベースクラスタの作成）
  - データベース（サーバープロセス）の起動
  - データベース（サーバープロセス）起動の自動化
- インストール方法によっては、初期設定の一部が自動的に実行される
- インストール方法によって、プログラムがインストールされる場所、データベースファイルが作られる場所が大きく異なるので注意

ワンクリックインストール

OSS-DB

- Windows/Mac/Linuxいずれでも利用可能
  - EnterpriseDB社のサイトから、ビルド済みのパッケージをダウンロードしてインストールする
    http://www.enterprisedb.com/products-services-training/pgdownload
  - GUIの管理ツール（pgAdmin III）も同時にインストールされる
  - ApacheやPHPなど、PostgreSQLと一緒に使われるソフトウェアも、同時にインストール可能
  - Windowsではワンクリックインストールの利用を推奨
- インストールガイド（英語）は
  http://www.enterprisedb.com/resources-community/pginst-guide
- 多くの項目はデフォルト値のままで良い
  - スーパーユーザ（postgres）のパスワードの設定を求められるので、適切に設定し、それを忘れないようにすること
  - ロケール（Locale）の設定を求められるが、"Default locale"となっているのを"C"に変更することを推奨する
  - インストール終了時にスタックビルダ（Stack Builder）を起動するかどうか尋ねられるが、ここはチェックボックスを外して終了してよい。必要なら後でスタックビルダを起動することができる

ワンクリックインストール後の初期設定

OSS-DB

- postgres ユーザは自動的に作成される。
- データベースの初期化、起動はインストール時に実行されるので、インストール後、すぐにデータベースに接続できる。
- データベースの自動起動の設定がされるので、マシンを再起動したときもデータベースが自動的に起動する。
- Windowsでは C:\Program Files\PostgreSQL\9.0 の下にインストールされる。
  データベースは C:\Program Files\PostgreSQL\9.0\data の下に作られる。環境変数PATHに C:\Program Files\PostgreSQL\9.0\bin を追加するか、あるいは C:\Program Files\PostgreSQL\9.0 の下の pg_env.bat を実行する。
- Linuxでは /opt/PostgreSQL/9.0 の下にインストールされる。データベースは /opt/PostgreSQL/9.0/data の下に作られる。環境変数 PATH に /opt/PostgreSQL/9.0/bin を追加するか、あるいは /opt/PostgreSQL/9.0 の下の pg_env.sh を読み込む。
  (". pg_env.sh" を実行する)

Linux (RedHat系) へのインストール

OSS-DB

- CentOSやFedoraでは、yum コマンドでインストールするのが基本だが、
  `# yum install postgresql-server`
  とすると、PostgreSQL 8.4がインストールされるので注意。
- PostgreSQL 9.0を yum コマンドでインストールする場合について
  http://yum.pgrpms.org/howtoyum.php
  にパッケージとインストールガイド (英語) がある。
- リポジトリを rpm でインストール、リポジトリの例外設定を追加、パッケージを yum でインストール、という手順でインストールする。
- 上記ページの“Please click here and download…”の“here”をクリック。
  http://yum.postgresql.org/repopackages.php
  に表示されているリストから、インストールするPostgreSQLのバージョン、Linux ディストリビューションのバージョンに合ったリンクをクリック。
  PostgreSQL 9.0をCentOS 5.x (32bit版) にインストールする場合は
  http://yum.postgresql.org/9.0/redhat/rhel-5-i386/pgdg-centos90-9.0-5.noarch.rpm をダウンロード。
  `# rpm -ivh pgdg-centos-9.0-5.noarch.rpm`
  としてリポジトリをインストールする。

Linux (RedHat系) へのインストール

OSS-DB

- http://yum.pgrpms.org/howtoyum.php
  の中ほどにあるImportant noteの指示に従い、/etc/yum.repos.d の下の *.repo ファイルを編集する。CentOSの場合は CentOS-Base.repo の[base]と[updates]セクションの最後に
  exclude=postgresql*
  を追加する。
- 最後に
  # yum install postgresql90-server
  とすればパッケージがインストールされる。

- ディストリビューションの種類とバージョン、マシンアーキテクチャ(32bit/64bit)、PostgreSQLのバージョン(9.0/9.1)によって、ダウンロードするrpmファイルや編集するrepoファイルが異なるが、手順は基本的に同じ。
- yum コマンドを使わず、パッケージだけダウンロードして、rpm コマンドでインストールしても良い。必要なパッケージは、postgresql90(クライアント)、postgresql90-libs(ライブラリ)、postgresql90-server(サーバ)の3つ。ライブラリ、クライアント、サーバの順で、rpmコマンドでインストールする。
  パッケージは次のサイトからダウンロードできる。
  http://yum.postgresql.org/packages.php

Linux (RedHat系) へのインストール後の初期設定

OSS-DB

- postgres ユーザは自動的に作成される。
- プログラムは /usr/pgsql-9.0 の下にインストールされる。データベースは /var/lib/pgsql/9.0/data の下に作成される。
- 主なコマンドは /usr/bin の下にシンボリックリンクが作られるが、pg_ctl や initdb など一部のコマンドについてはリンクが作成されないので、PATH を設定するか、絶対パスで起動する必要がある。
- インストールしただけでは、データベースの初期化、起動、自動起動の設定などはされない。rootユーザで以下を実行する。
  - # service postgresql-9.0 initdb （データベース初期化）
  - # service postgresql-9.0 start （データベース起動）
  - # chkconfig postgresql-9.0 on （データベース自動起動の設定）

- 参考：RPMで複数バージョンのPostgreSQLをインストール
  - http://lets.postgresql.jp/documents/tutorial/new_rpm

ソースコードからのインストール

OSS-DB

- Linuxでは、コンパイラなどの開発環境が標準で用意されており（インストールされていなくても簡単にセットアップ可能）、ソースコードから自分でビルドしてインストールするのも難しくない。
- ソースコードはPostgreSQLの公式サイトからダウンロード
  http://www.postgresql.org/ftp/source/
- ビルド、およびインストールの手順は、オンラインマニュアル
  http://www.postgresql.jp/document/9.0/html/
  の15章（Linux）、16章（Windows）に解説されている。
- 基本的には、

```
$ ./configure
$ make
# make install
```

  を実行するだけ。
- 多くの環境では configure の実行でいくつかエラーが出るが、これを自力で解決できる人には、ソースからのインストールを勧める。
- 市販書籍では、ソースからビルドを前提に解説された記述が多い

ソースコードからインストールした後の初期設定

OSS-DB

- make install は、プログラムを /usr/local/pgsql の下にコピーするだけなので、その後の初期設定をすべて実行する必要がある。
- 初期設定の手順はオンラインマニュアルの17章に解説がある

- postgres ユーザの作成

```
# useradd postgres
```

- 環境変数の設定（~postgres/.bash_profile、およびPostgreSQLを利用するユーザの ~/.bash_profile に追記）

```
export PATH=$PATH:/usr/local/pgsql/bin
export PGDATA=/usr/local/pgsql/data
export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:/usr/local/pgsql/lib
export MANPATH=$MANPATH:/usr/local/pgsql/share/man
```

- データベース用ディレクトリの作成（データベース初期化の準備）

```
# mkdir /usr/local/pgsql/data
# chown postgres /usr/local/pgsql/data
# chmod 700 /usr/local/pgsql/data
```

ソースコードからインストールした後の初期設定

OSS-DB

- データベースの初期化と起動（postgres ユーザで実行）

```
$ initdb -E UTF8 --no-locale
$ pg_ctl start
```

- 自動起動の設定（RedHat系）

contrib/start-scripts/linux を
/etc/rc.d/init.d/postgresql-9.0 にコピー

```
# chmod +x /etc/rc.d/init.d/postgresql-9.0
# chkconfig --add postgresql-9.0
# chkconfig postgresql-9.0 on
```

- 自動起動の設定（Debian系）

contrib/start-scripts/linux を
/etc/init.d/postgresql-9.0 にコピー

```
$ sudo chmod +x /etc/init.d/postgresql-9.0
$ sudo update-rc.d postgresql-9.0 defaults 98 02
```

インストールに関する注意事項

OSS-DB

- インストール方法によっては、initdb, pg_ctl など（試験範囲に含まれる）一部のコマンドへの PATH が通っていないので、PATH 変数を変更する、あるいは /usr/local/bin にリンクを張る、などの必要がある
  - 実運用の環境では回避策がある（これらのコマンドを使わなくても良い）が、試験対策としてはこれらのコマンドの使用法を理解する必要がある
- PostgreSQLの実行ファイル、ライブラリなどが置かれる場所、データベースファイルが作成される場所がどこか、インストール後に確認しておくこと（インストール方法によって大きく異なるので注意）
- yum, rpm, apt-get, dpkg等、OSやパッケージに依存したインストールコマンドや手順は出題しない
- ネットワーク経由でPostgreSQLを使うとき、PostgreSQL本体の設定だけでなく、OSのファイアウォールなどの設定も変更が必要なことが多いことに注意。
  例えばCentOS 6.xでは、PostgreSQLが使うポート5432はファイアウォールでブロックされ、またSELinuxがEnforcingになっている

ポイント解説：運用管理

データベース運用管理の目的

OSS-DB

- 必要な人に、適切なDBサービスを提供すること（セキュリティ管理）
  - 必要ない人にはサービスを提供しない
  - 不正なアクセスを拒絶する
  - 設定と監視
- サービスレベルの維持
  - 定められた水準のサービスを提供し続けること
    - サービスを提供する時間
    - パフォーマンスの維持
- トラブルシューティング（予防と対処）
  - DBに接続できない
  - DBが遅い
  - DBが起動しない
  - ディスク、ファイル、データの破損
  - バックアップ、リストア、リカバリ

他のRDBMSとの違い

OSS-DB

- 運用管理に必要とされる機能、実現されている機能はほぼ同じだが、使用するコマンド、パラメータ、設定ファイルなどは全く異なる
- それぞれのRDBMSについて基本からマスターする
- データベース構造の違いに注意する
- 同じ用語を使っていても、その意味がRDBMSの種類によって異なることや、同じ機能をRDBMSの種類によって別の名称で呼んでいることもあるので注意が必要

データベース構造

OSS-DB

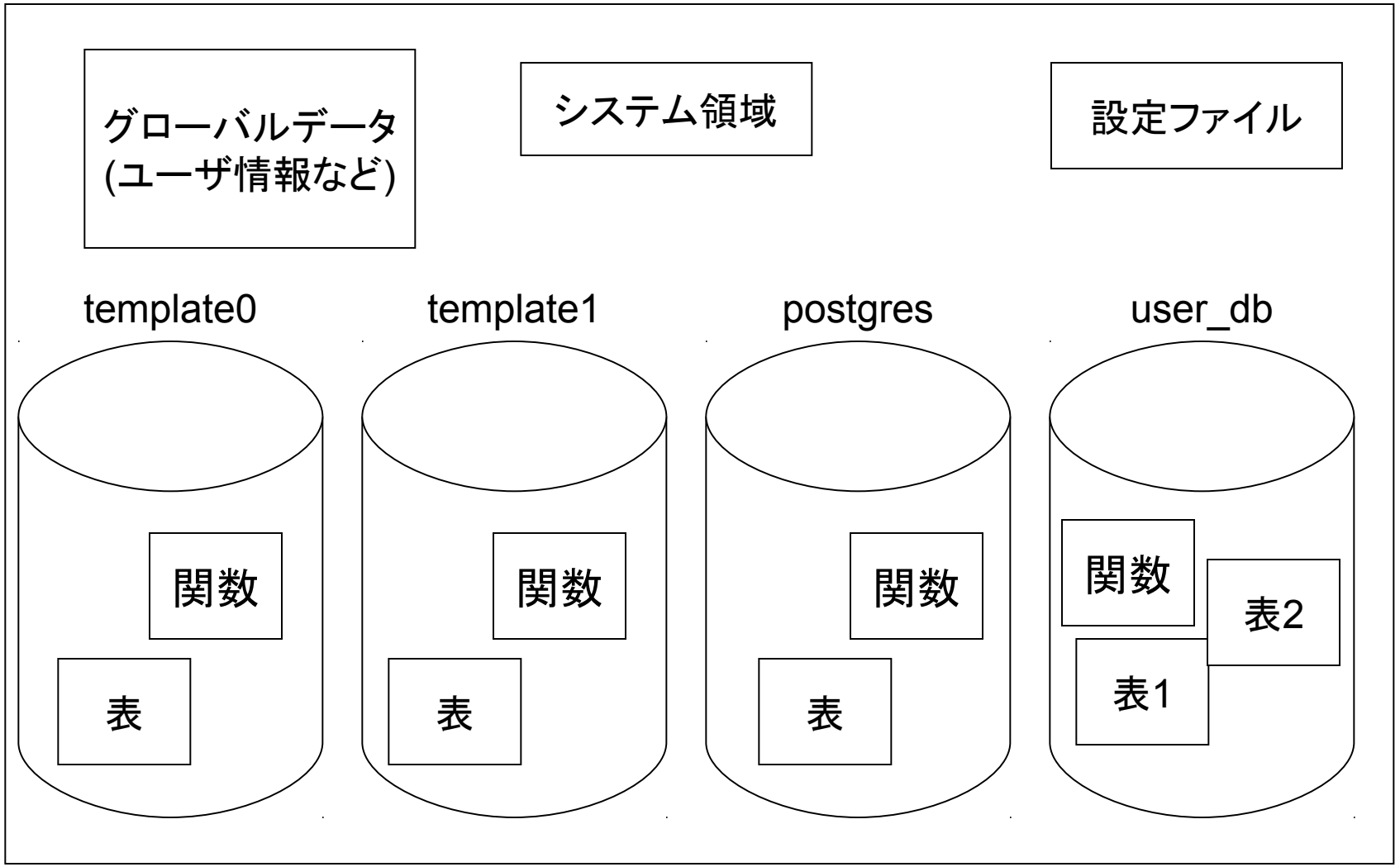
データベースインスタンス

- データベースを構成するプロセス、共有メモリ、ファイルを合わせたものをインスタンスと呼ぶ
- PostgreSQLのサーバプロセスはマルチプロセス構成で、データアクセス、ログ出力などのために、それぞれ別のプロセスが起動している
- データベースファイルについては、その置き場所となるディレクトリを指定すると、PostgreSQLサーバがその下にファイルを作成する

データベースクラスタ

- 初期化された直後のPostgreSQLのインスタンスには、`template0`, `template1` という2つのテンプレートデータベースと、`postgres` というデータベースが含まれる。これら複数のデータベースの集合体をデータベースクラスタと呼んでいる（PostgreSQL独自の用語）
- PostgreSQLのサーバプロセスは、1つのデータベースクラスタを管理できる、つまりクラスタ内の複数のデータベースを管理できる

データベースクラスタのイメージ



データベースの初期化、起動と終了

OSS-DB

データベースクラスタの新規作成

- initdb コマンド
- 主なオプション
  - -D：データベースクラスタを作成するディレクトリ
  - -E：デフォルトのエンコーディング（UTF8 など）
  - --locale：ロケール（ja_JP など）
  - --no-locale：ロケールを使用しない（C にする）

データベースの起動

- pg_ctl start
- 主なオプション
  - -D：データベースクラスタのあるディレクトリ

データベースの終了

- pg_ctl stop
- 主なオプション
  - -D：データベースクラスタのあるディレクトリ
  - -m：停止モード（smart/fast/immediate）

-D オプションを省略すると、環境変数 PGDATA が使われる

設定ファイル (postgresql.conf)

- DBサーバーのリソースなど、各種パラメータの設定をするファイル
  - データベースクラスタのある (環境変数 PGDATA で指定される) ディレクトリにある
  - '#'で始まる行はコメント
  - "パラメータ名 = 値" という形式でパラメータを設定
  - 主なパラメータと設定の例
    - `listen_address = '*'` (TCP接続を許可する)
    - `shared_buffers = 256MB` (共有バッファのサイズを256MBにする)
    - `log_line_prefix = '%t %p'` (ログ出力時に、時刻とプロセスIDを付加
  - この他、パフォーマンスチューニングなどのための多数のパラメータが設定できるが、OSS-DB Silverの試験で問われるのは、以下の4つ (数字はマニュアルの節番号)
    - 記述方法 (18.1)
    - 接続と認証 (18.3)
    - クライアント接続デフォルト (18.10)
    - エラー報告とログ取得 (18.7)

postgresql.conf の主なパラメータ（ログ関連）

OSS-DB

- log_destination
  - ログの出力先
  - stderr（デフォルト）, csvlog, syslog, eventlog（Windowsのみ）から、カンマ区切りで複数指定可能
- logging_collector
  - on に設定すると stderr/csvlog で出力されたログをリダイレクトできる
- log_filename
  - logging_collectorにより出力されるファイル名を指定
  - デフォルトは postgresql-%Y-%m-%d_%H%M%S.log で、csvlog の場合は拡張子が .csv になる
- log_line_prefix
  - 各ログ行の先頭に出力する文字列を printf 形式で指定
  - デフォルトは空文字列
  - リダイレクトを使う場合、%t（時刻）、%p（プロセスID）などを入れることは必須

postgresql.confの主なパラメータ（参考：性能関連）

OSS-DB

- shared_buffers
  - 共有メモリバッファのサイズ、デフォルトは32MB
  - RAMが1GB以上あるシステムでの推奨サイズはシステムメモリの25%
- checkpoint_segments
  - このパラメータで指定した個数のWALファイル（トランザクションログ、16MB）が書き出されると、自動的にチェックポイントが発生する
  - デフォルトは3
  - 10以上が推奨、更新が多いシステムでは大きめ（32以上）にする。
- wal_buffers
  - WAL出力に使われるバッファのメモリサイズ
  - デフォルトは64kB（PostgreSQL 9.0まで）
  - PostgreSQL 9.1ではデフォルトが変更、shared_buffersの1/32とWALファイルのサイズ（16MB）の小さい方

postgresql.confの主なパラメータ（参考：PITR関連）

OSS-DB

- wal_level
  - WALに書き出す情報の種類を指定
  - 値は、minimal（default）, archive, hot_standby
  - ログアーカイブ（PITR）を使うには archive または hot_standby に設定
- archive_mode
  - ログアーカイブを使うには on に設定
- archive_command
  - WALファイルの退避に使うシェルコマンド
  - 例：archive_command = 'cp %p /mnt/pg-arch/%f'
- archive_timeout
  - WALファイルが一杯にならなくても（16MBに達しなくても）強制的にアーカイブさせる（次のWALファイルに切り替える）までの時間を秒数で指定
  - デフォルトは0（強制切り替えしない）
  - 数分程度（例えば300）に設定するのが合理的
    - 強制アーカイブした場合でもファイルサイズは16MB
    - 5分だと、1日あたり、16MB*12*24～5GB のアーカイブが作成されることにも注意
    - レプリケーションの運用も検討する

設定ファイル (pg_hba.conf)

OSS-DB

- HBA=Host Based Authentication
- DBへの接続を許可 (あるいは拒否) する接続元、データベース、ユーザの組み合わせを設定
  - 先頭行から順に調べて、マッチする組み合わせが見つかったところで終了
  - マッチする組み合わせが見つからなければ、接続拒否
- 記述形式
  - local database名 ユーザ名 認証方法
  - host database名 ユーザ名 接続元IPアドレス 認証方法
- 記述例
  - `local all postgres md5` (postgres ユーザでの接続はパスワードを要求)
  - `local all all ident` (OSのユーザ名とDBのユーザ名が一致すれば接続可)
  - `host all all 127.0.0.1/32 trust` (ローカルホストからは接続可)
  - `host db1 all 192.168.0.0/24 reject` (192.168.0.1-255からdb1には接続不可)
  - `host all all 192.168.0.0/24 trust` (192.168.0.1-255から接続可)

psqlツールの利用

OSS-DB

- データベースに接続してSQLを実行するには psql コマンドを使う

  psql [*option*…] [*dbname* [*username*]]

- 主なオプション
  - -d, --dbname：接続先データベース名
  - -U, --username：接続時のユーザ名
  - -h, --host：接続先サーバのホスト名
  - -p, --port：接続先ホストのポート番号
  - -f, --file：使用するファイル名（psql では入力スクリプト）
    - 以上は他のツールでも共通に使われるオプション
  - -l, --list：利用可能なデータベースの一覧表示して終了
- '\'（環境によっては'¥'）で始まるのは psql の独自コマンド（メタコマンド）。改行によって終了し、psql ツールによって処理される。
- それ以外のものはSQL文と判断され、データベースのサーバープロセスに送信される。SQL文は";"（セミコロン）で終了する。改行では終了せず、次行以降に継続される（改行はスペースと同じ）。

psqlのメタコマンド

OSS-DB

- 主な psql のメタコマンド（'=>' は psql のプロンプト）
  - => \d （テーブル一覧の表示）
  - => \d 表名 （指定した表の列名、データ型の表示）
  - => \du （ユーザー一覧の表示）
  - => \set （内部変数の表示・設定）
  - => \c *db_name* （他のデータベースに接続）
  - => \? （psql で使える各種コマンドに関するヘルプの表示）
  - => \h （SQL に関するヘルプの表示）
    - => \h SELECT （SELECT の使い方に関するヘルプの表示）
  - => \! *command* （OSコマンドの実行）
    - => \! ls （カレントディレクトリのファイル一覧の表示）
  - => \q （終了）

設定の確認と変更

OSS-DB

- 実行時パラメータの設定値は、データベースに接続して SHOW コマンドを実行することで確認できる
  - => SHOW log_destination;
  - => SHOW ALL;
- 実行時パラメータの多くは、データベースに接続して SET コマンドを実行することで変更できる。ただし、その変更は現行セッション（あるいはトランザクション）内でのみ有効。
  - => SET client_encoding TO 'UTF8';
  - （注意）psql の \set メタコマンド（内部変数の表示と変更）と混同しないこと
- postgresql.conf や pg_hba.conf の設定変更は、ファイルを変更しただけでは有効にならない。多くのパラメータは postgres ユーザで

```
$ pg_ctl reload
```

を実行することで反映される。一部のパラメータはデータベースの再起動

```
$ pg_ctl restart
```

をしないと変更が反映されない。

- Linuxの場合、pg_ctl を使う代わりに、root ユーザで

```
# service postgresql-9.0 reload あるいは
# /etc/rc.d/init.d/postgresql-9.0 reload
```

としても良い（試験対策としては pg_ctl を覚えること）

ユーザ管理

OSS-DB

一般ユーザと管理者ユーザ（スーパーユーザ）

- OSに一般ユーザと管理者ユーザがあるのと同じように、データベースにも一般ユーザと管理者ユーザがある。
- 一般ユーザには限られた権限しかないが、管理者ユーザにはすべての権限がある。
- OSの管理者ユーザと、データベースの管理者ユーザは異なる。
  例えば、`root` で `pg_ctl` コマンドを実行することはできない。

権限とは？

- 多くの種類の権限があるが、例えば
  - 新規にテーブルを作成する権限、あるいは削除する権限
  - テーブルからデータを検索（SELECT）する権限
  - テーブルのデータを更新（UPDATE）する権限
- デフォルトでは、テーブルの所有者（作成者）だけが、そのテーブルに対する SELECT/UPDATE などの権限を持つ（管理者ユーザは別）。
  つまり、権限を与えられなければ、他人のDBやテーブルを参照/更新できない。

ユーザ作成と削除

OSS-DB

ユーザ作成

- postgres ユーザで createuser コマンドを使う。
  - $ createuser [*option*] [*username*]
- オプションで指定しなかった場合、以下を対話的に入力する。
  - 新規ユーザ名
  - 新規ユーザを管理者ユーザとするかどうか
  - 新規ユーザにデータベース作成の権限を与えるかどうか
  - 新規ユーザにユーザ作成の権限を与えるかどうか
- あるいは、CREATEROLE 権限のあるユーザで psql を使って接続し、CREATE USER 文を使う。
  - =# CREATE USER *name* [*option*];
- createuser コマンドよりも細かい設定がオプションで指定できるが、対話的な指定はできない。

ユーザ削除

- dropuser コマンド、または DROP USER 文を使う
- 当該ユーザがテーブルなど何らかのオブジェクトを所有している場合、それらをすべて削除しなければユーザを削除することはできない

権限管理

OSS-DB

システム権限の管理

- CREATEDB, CREATEROLE などデータベースシステムに関する権限は、ユーザ作成時に付与するか、あるいは ALTER USER 文で付与・剥奪する
  - =# ALTER USER *username* CREATEDB NOCREATEROLE;

オブジェクト権限の管理

- テーブルなどのオブジェクトに対する権限の付与・剥奪には、GRANT 文とREVOKE 文を使う。
- 個々のユーザに対して、GRANT/REVOKEすることもできるが、ユーザ名として public を指定すれば、全ユーザに対するGRANT/REVOKEも可能。
  - => GRANT SELECT ON table1 TO public;
  - => GRANT SELECT, UPDATE ON table2 TO user3;
  - => REVOKE DELETE ON table4 FROM public;
- GRANT/REVOKEの対象となるオブジェクトはテーブルだけではない
  - =# GRANT CREATE ON DATABASE db5 TO user6;
    (データベース db5 上にスキーマを作成する権限を user6 に付与)
  - =# GRANT CREATE ON SCHEMA sc7 TO user8;
    (スキーマ sc7 上にオブジェクト(テーブルなど)を作成する権限を user8 に付与)

ユーザ (USER) とロール (ROLE)

OSS-DB

- PostgreSQLにおいて、ユーザとロールはまったく同じもの
  - USER はデフォルトで LOGIN、ROLE はデフォルトで NOLOGIN
  - CREATE USER は内部的に CREATE ROLE を呼び出す
  - ALTER USER も内部的に ALTER ROLE を呼び出す
  - CREATE USER と CREATE ROLE は、LOGIN 属性のデフォルト値以外はまったく同じ処理を行う
- ロールの権限の管理
  - ユーザと同じように、ALTER USER、ALTER ROLE、GRANT／ REVOKEにより権限の付与、剥奪を行う
  - ユーザに対してロール自体をGRANTすることができる。ロールに付与されたすべての権限が、一括してユーザに付与される。
    - =# CREATE ROLE role1;
    - =# GRANT SELECT ON table2 TO role1;
    - =# GRANT role1 TO user3;

データベースの作成・削除

OSS-DB

- データベースクラスタ内に新規にデータベースを作成するには、createdb コマンドを使う、あるいはデータベースに接続して、CREATE DATABASE 文を使う
  - $ createdb [*option*…] *dbname* [*comment*]
  - => CREATE DATABASE *dbname* [*option*];
  - いずれの場合も CREATEDB 権限が必要
- 新規に作成されるデータベースは、(オプションで指定しなければ) テンプレートデータベース template1 のコピーとなる
  - すべてのデータベースで共通に利用したいオブジェクトや関数定義などは、事前に template1 に作成しておく
  - 文字セットが異なる場合はコピーできない、例えば template1 が UTF8 のとき、EUC のデータベースを template1 のコピーとして作成することはできないので、template0 のコピーとして作成する
    - $ createdb -E EUC_JP -T template0 *dbname*
    - => CREATE DATABASE *dbname* TEMPLATE template0 'EUC_JP';
- データベースを削除するには、dropdb コマンド、または DROP DATABASE 文を使う
  - 元に戻せないので要注意
  - データベースの所有者、または管理者ユーザだけが実行できる

データベースのバックアップ

OSS-DB

- データベースでは重要なデータを管理している。ディスクの故障などによるデータの損失に備え、バックアップを取得することが重要

- データベースではメモリ上のデータ（キャッシュ）が最新。キャッシュとディスク上のデータファイルの内容が一致するとは限らない、つまり、OSコマンドを使ってファイルをコピーしてもバックアップにはならない
  - データベースのバックアップには特殊な方法が必要

- データベースがクラッシュしたとき、一週間前のバックアップからデータベースが復元（リストア）できても、ありがたくないかもしれない
  - クラッシュ直前の状態にデータを復旧（リカバリ）するためのバックアップ手段がある

- バックアップの方法とリストア・リカバリの方法をセットで覚えること
  - バックアップを作っても、いざというときに使えなければ役に立たない

バックアップの手段

OSS-DB

- pg_dump コマンド
  - データベース単位でバックアップを作成
  - psql または pg_restore コマンドを使ってリストア
- pg_dumpall コマンド
  - データベースクラスタ全体のバックアップを作成
  - psql コマンドを使ってリストア
- コールドバックアップ (ディレクトリコピー)
  - OS付属のコピー、アーカイブ用コマンドを使ってバックアップを作成
  - 簡単で確実な方法だが、データベースを停止する必要がある
- ポイント・イン・タイム・リカバリ (PITR)
  - 使い方がやや複雑
  - WAL (Write Ahead Logging) 機能と組み合わせて、任意の時点にリカバリ可能
- COPY 文、\copy メタコマンド
  - テーブル単位でCSV形式ファイルの入出力

pg_dumpによるバックアップとリストア

OSS-DB

- データベースを停止せずに、データベース単位のバックアップを取得
  - `$ pg_dump [options] -f dumpfilename dbname` あるいは
  - `$ pg_dump [options] dbname > dumpfilename`
  - `-F` オプションで、出力形式を指定できる。`p` (`plain`) はテキスト形式 (デフォルト)、`c` (`custom`) はカスタム (バイナリ) 形式、`t` (`tar`) はTAR形式
  - データベースクラスタ内のすべてのデータベースのバックアップを取得するには、`pg_dumpall` コマンドを使う。(出力形式はテキストのみ)

- テキスト形式 (p) のバックアップは `psql` コマンドで、バイナリ形式 (c/t) のバックアップは `pg_restore` コマンドでリストアする。
  - `$ psql -f dumpfilename dbname` あるいは
  - `$ psql dbname < dumpfilename`
  - `$ pg_restore -d dbname dumpfilename`

- `pg_dump` が作成するテキスト形式のバックアップはSQLのスクリプト (`CREATE TABLE`, `COPY` など) となっており、エディタで修正可能

pg_dumpall によるバックアップとリストア

OSS-DB

- データベースを停止せずに、データベースクラスタ全体のバックアップを取得
  - `$ pg_dumpall [options] -f dumpfilename` あるいは
  - `$ pg_dumpall [options] > dumpfilename`
- ユーザ情報などのグローバルオブジェクトもバックアップ可能 (pg_dump では取得できない)
  - `-g` オプションを指定すると、グローバルオブジェクトのみバックアップする
- 出力フォーマットはテキスト形式のみなので `psql` コマンドでリストアする。データベース名は任意。空のクラスタにロードするときは `postgres` を指定すればよい
  - `$ psql -f dumpfilename postgres` あるいは
  - `$ psql postgres < dumpfilename`

コールドバックアップ

OSS-DB

- ディレクトリコピーによるバックアップ
  - データベースを停止すれば、物理的なデータファイルをディレクトリごとコピーすることでバックアップを作成できる。(コールドバックアップ)
  - コピーの方法は自由に選んで良い。(cp, tar, cpio, zip…)
    - `$ cp -r data backupdir`
    - `$ tar czf backup.tgz data`
  - 簡単で確実な方法だが、頻繁には実行できない
- バックアップを、同じ構成の別のマシンにコピーして動かすこともできる
  - バックアップ作成と逆のことをすればリストアできる
    - `$ cp -r backupdir data`
    - `$ tar xzf backup.tgz`
- 参考:コールドバックアップに対し、データベースの稼働中に取得するバックアップをホットバックアップと呼ぶ

ポイント・イン・タイム・リカバリ (PITR)

OSS-DB

■PITR (Point In Time Recovery)

- 障害の直前の状態までデータを復旧 (リカバリ) できる。
- 間違ってデータを削除した場合でも、任意の時点まで戻すことができる。

■PITRの仕組み

- WAL (Write Ahead Logging) により、データファイルへの書き込み前に、変更操作についてログ出力される。(トランザクションログ)
- WALファイルをアーカイブして保存しておく
- 最後のバックアップ (ベースバックアップ) に対して、障害発生直前までのWALを適用することで、データを復旧できる。

■PITRによるベースバックアップの取得手順

- スーパーユーザで接続し、バックアップ開始をサーバに通知
  - `=# SELECT pg_start_backup('label');`
- `tar`, `cpio` などのOSコマンドでバックアップを取得 (サーバーは止めない)
- 再度、スーパーユーザで接続し、バックアップ終了をサーバに通知
  - `=# SELECT pg_stop_backup();`
- (参考) PostgreSQL 9.1では `pg_basebackup` コマンドにより、上記の手順をまとめて実行できる
- (参考) レプリケーションはPITRと同じ原理で動作している。同じ手順でベースバックアップを取得し、WALデータを転送して適用することでデータベースを複製している

ポイント・イン・タイム・リカバリ（PITR）（参考）

OSS-DB

■必要な設定（postgresql.conf）
- wal_level を archive または hot_standby にする
- archive_mode を on にする
- archive_command を適切に設定し、WAL ファイルが安全な場所にコピーされるようにする

■リカバリの方法
- ベースバックアップからリストア
- pg_xlog ディレクトリ内の古いファイルはすべて削除
- アーカイブされていない新しいWALファイルがあれば、pg_xlog ディレクトリにコピー
- recovery.conf ファイルを作成し、restore_command を適切に設定
- サーバを起動すれば、自動的にリカバリされる
- recovery.conf ファイルの名前を変更する（または移動する）

■より安全な運用のために
- pg_xlog ディレクトリは、データベースクラスタと物理的に異なるディスクにする
- archive_command によるコピー先も、物理的に異なるディスクにする
- archive_timeout を適切な値にする（パフォーマンス上、問題がない範囲で短く）
- 定期的にベースバックアップを取得する（リカバリに要する時間を短くするため、また保存すべきアーカイブログの量を削減するため）
- レプリケーションなど他の手段も組み合わせて運用する
- pg_xlog ディレクトリが失われると未アーカイブのトランザクションはリカバリできない（不完全リカバリとなる）ことに注意

CSVファイルの入出力

OSS-DB

- psql の \copy メタコマンド、あるいは SQL の COPY 文を使うと、データベースのテーブルと、OSファイルシステム上のファイル (CSVなど) の間で入出力ができる。
- \copy メタコマンドの基本的な使い方
  - => \copy *table_name* to *file_name* [*options*]
  - => \copy *table_name* from *file_name* [*options*]
  - デフォルトではタブ区切りのテキストファイルを入出力、オプションに"csv"と指定すれば、カンマ区切りのCSVファイルになる。
- SQLの COPY 文はPostgreSQLの独自拡張機能。使い方の違いに注意。
  - =# COPY *table_name* TO '*file_name*' [*options*];
  - =# COPY *table_name* FROM '*file_name*' [*options*];
  - \copy メタコマンドは psql によって処理されるのでクライアント上のファイルの入出力、COPY 文は SQL として実行されるのでサーバ上のファイルの入出力。
  - SQL文として扱われるので、ファイル名 (文字列) は引用符で括る必要がある。
  - COPY 文によるファイル入出力は、サーバー上のファイルを読み書きすることになるため、データベース管理者ユーザでしか実行できない、という制限がある。
  - COPY 文でファイル名を STDOUT あるいは STDIN (引用符なし) とすると、標準入出力とのデータのやり取りになる。この場合は一般ユーザでも実行できる。

VACUUM

OSS-DB

- PostgreSQLのデータファイルは追記型の構造。データが更新されると、旧データには削除マークが付けられ、新データはファイルの末尾に追加される。削除マークの付いた領域は、そのままでは再利用されない。
- データの更新が繰り返されると、ファイルサイズが増大し、ディスク容量不足やパフォーマンス問題を引き起こす。
- VACUUM は削除マークがついたデータ領域を回収し、再利用可能にする
- コマンドラインから vacuumdb コマンド、あるいはデータベースに接続して VACUUM 文を実行する。
- VACUUM, vacuumdb の主なオプション
  - ANALYZE, -z, --analyze：統計情報の取得も同時に実施
  - FULL, -f, --full：データを移動し、ファイルサイズを小さくする
    - 時間がかかる上、テーブルロックが発生するので注意
  - VERBOSE, -v, --verbose：処理内容の詳細を画面に出力する
  - -a, --all：クラスタ内の全データベースに対して VACUUM を実施

自動バキューム (autovacuum)

OSS-DB

- VACUUM を自動的に実行する機能
- デフォルトの設定では、自動的に実行されるようになっており、これが推奨の設定でもある
- VACUUM と ANALYZE が自動的に実行される
- データの変更量が設定値を超えると実行される

- PostgreSQLの古いバージョンでは、手動で、あるいは cron で定期的に VACUUM を実行する必要があった
- autovacuum により、管理者が VACUUM を意識する必要性が低くなっているが、機能については理解しておくこと

ポイント解説：SQL

SQLの基本

OSS-DB

SQLとは

- Structured Query Language
- RDBMSにアクセス(データの検索と更新)するときに使われる言語

RDBMSで重要な概念

- 表(table)
- 列(column、field)
- 行(row、record)

SQLの区分

- DDL(Data Definition Language)、DML(Data Manipulation Language)、DCL(Data Control Language)に大別される
- DDL(`CREATE TABLE`, `ALTER TABLE`)で表と列を定義し、DML(`SELECT`, `INSERT`, `UPDATE`, `DELETE`)でデータの検索と更新を行う

言語としての特徴

- ANSI/ISOで標準化されている(どのRDBMSでも利用できる)
- 大文字/小文字を区別しない(文字列を除く)
- IF/THEN/ELSEやGOTOなど、あるいは変数や配列を使った、いわゆるプログラミングはSQLだけではできない(他の言語のプログラム中にSQLを埋め込むことで実現する)

他のRDBMSとの違い

OSS-DB

- SQLはANSIで標準化されており、RDBMSの種類による違いは小さい
- SQL文（DML/DDL/DCL）については差分が小さいが、データ型（種類と実装）、関数（特に文字列関数や時間関数）はRDBMSの種類による違いが大きい
- 標準準拠の程度はRDBMSの種類によるが、PostgreSQLは準拠度が比較的高い
- PostgreSQLのマニュアルでは、各所にその機能がANSI標準なのか、PostgreSQLの独自拡張なのかの別が記述されている
- OracleなどANSI標準の策定前から存在していたRDBMSには、標準にない仕様が数多く残っているが、現在のバージョンでは標準の仕様の多くが取り入れられている

(参考) SQLを基礎から学ぶためには

OSS-DB

オープンソースデータベース標準教科書

- http://www.oss-db.jp/ossdbtext/text.shtml
- SQLについて何も知らない人を対象に基礎から解説
- PDF版とEPUB版 (スマートフォンなどで利用可能) を無料でダウンロード可能

表(テーブル)の作成 - 基礎編

- 表は CREATE TABLE 文で作成する。
- CREATE TABLE *table_name* (
  column_name1 data_type1,
  column_name2 data_type2...
  );
- 例:
  - CREATE TABLE candidate(
    cid INTEGER,
    name VARCHAR (20)
    );

表名→ CANDIDATE(受験者表)

列名→	CID(受験者番号)	NAME(氏名)
	1	小沢次郎
	2	石原伸子
行→	3	戌井玄太郎
	4	山本花子

↑
列

- CREATE TABLE 文はデータの入れ物を作るだけなので、実行した直後はデータは入っていない
- SQLでは(文字列を除き)大文字と小文字は区別されない。コマンドだけでなく、表名や列名でも大文字と小文字は区別されない。本資料内では予約語を大文字、他を小文字で記述しているが、すべて小文字(あるいは大文字)で書いて構わない
- 表や列の名前に日本語(漢字)を使用しても問題なく動作することが多いが、一般的には望ましくないので、表名、列名には英数字のみを使うことを推奨する

SELECT 文（データ検索） - 基礎編

OSS-DB

- データを検索して表示するには SELECT 文を使う
- SELECT *column_list* FROM *table_name* WHERE *condition*;
  - 表示したい列をカンマで区切って複数並べる
  - すべての列を表示するには column_list を * とする
  - WHERE 句を省略すると、すべての行が表示される
  - WHERE 句の条件に合致した行がないときは、1行も表示されないが、これ自体はエラーとは扱われない
  - 列や条件には関数を利用しても良い
- 例：candidate表からの検索
  - すべてのデータを表示

    ```
    SELECT * FROM candidate;
    ```
  - cidが2の行のname列とnameの長さを表示

    ```
    SELECT name, length(name) FROM candidate WHERE cid = 2;
    ```
  - nameが'山本'で始まる行のcidとnameを表示

    ```
    SELECT cid, name FROM candidate WHERE name LIKE '山本%';
    ```
  - nameの長さが5である行を表示

    ```
    SELECT * FROM candidate WHERE length(name) = 5;
    ```

SELECT 文（データ検索） - 基礎編

OSS-DB

- 単なる計算や関数の実行にも SELECT 文を使うことができる
  - 単なる計算：1日は何秒？
    ```
    SELECT 60 * 60 * 24;
    ```
  - まとめて実行：1週間は何時間？ 1年は何時間？
    ```
    SELECT 24 * 7, 24 * 365;
    ```
  - 関数の呼び出し：文字列の長さ?
    ```
    SELECT length('How long is this?');
    ```
  - 実験：同じことを通常のテーブルを利用して実行すると何が起きるか？
    ```
    SELECT 60 * 60 * 24 FROM candidate;
    ```
- （参考）OracleやDB2では FROM 句が必須なので、ダミー表から SELECT する
  - `SELECT 60 * 60 * 24 FROM dual;` (Oracle)

INSERT 文（データ追加） - 基礎編

OSS-DB

- 表にデータを追加（挿入）するには INSERT 文を使う
  - RDBMSの表はデータの「集合」であって、データ間に順序はない
  - INSERTは「挿入」という意味だが、実態としてはデータの「追加」
- `INSERT INTO table_name (column_list) VALUES (value_list);`
  - column_list に指定しなかった列には、列のデフォルト値（設定がなければ NULL）が入る
  - 全列にデータを入れるときは column_list を省略しても良い
  - PostgreSQL, MySQLなど一部のRDBMSでは、(value_list) をカンマで区切り複数行を1回の INSERT で追加できる（Oracleなどでは不可）
- 例：candidate表に行を追加
  - 対象列を指定して1行追加

```
INSERT INTO candidate(cid, name) VALUES
(5, '山田太郎');
```

  - 対象列を省略して2行追加（RDBMSの種類によってはエラーになる）

```
INSERT INTO candidate VALUES
(6, '鈴木イチロー'), (7, '松田秀樹');
```

  - 一部の列だけを指定して1行追加

```
INSERT INTO candidate (cid) VALUES (8);
```

UPDATE 文（データ更新） - 基礎編

OSS-DB

- 表のデータを変更するには UPDATE 文を使う
- `UPDATE table_name SET col_name = new_val WHERE condition;`
  - “col_name=new_val” の部分をカンマで区切って複数並べれば、複数の列の値を同時に更新できる
  - WHERE 句を省略すると、すべての行が更新される（要注意）
  - WHERE 句の条件に合致したデータがなければ1行も更新されないが、これ自体はエラーとはならない
  - トランザクションの機能を使っていなければ、データは即座に更新され、取り消しできない（OracleやDB2に慣れた人は要注意）
- 例：candidate表で、cidが5の行について、cidとnameの値を変更
  - ```
    UPDATE candidate SET cid = 9, name = '山田三郎'
    WHERE cid = 5;
    ```
  - （参考）上と同じ更新を実行するのに
    ```
    UPDATE candidate SET (cid, name) = (9, '山田三郎')
    WHERE cid = 5;
    ```
    と書くこともできるが、RDBMSの種類によってはエラーになるので注意
    ```

DELETE 文（データ削除） - 基礎編

OSS-DB

- 表のデータを削除するには DELETE 文を使う
- `DELETE FROM table_name WHERE condition;`
  - WHERE 句を省略すると、すべての行が削除される（要注意）
  - WHERE 句の条件に合致した行がなければ1行も削除されないが、これ自体はエラーとはならない
  - トランザクションの機能を使っていなければ、データは即座に削除され、取り消しできない（OracleやDB2に慣れた人は要注意）
- 例：candidate表から行を削除
  - cidの値が7の行を削除

```
DELETE FROM candidate WHERE cid = 7;
```

  - nameの値がNULLである行をすべて削除

```
DELETE FROM candidate WHERE name IS NULL;
```

主なデータ型（表の列に使用）

OSS-DB

数値型

- SMALLINT（2バイト）、INTEGER（4バイト）、BIGINT（8バイト）
- NUMERIC（最大1000桁）、DECIMAL（NUMERIC と同じ）
- REAL（4バイト）、DOUBLE PRECISION（8バイト）
- SERIAL（自動増分4バイト）、BIGSERIAL（自動増分8バイト）

文字列型

- CHARACTER VARYING（可変長、最大4096文字）、VARCHAR（CHARACTER VARYING と同じ）
- CHARACTER（固定長）、CHAR（CHARACTER と同じ）
- TEXT（可変長、無制限）

日付型

- DATE（日付のみ）
- TIME（時刻のみ）
- TIMESTAMP（日付+時刻）

論理値型

- BOOLEAN（TRUE/FALSE）

データ型（他のRDBMSとの比較）

OSS-DB

- 共通のものが多いが、微妙に仕様が異なることがある
  - INTEGER 型：PostgreSQLでは4バイトの整数、Oracleでは38桁の10進数
  - VARCHAR 型：PostgreSQLでは文字数を指定、最大4096文字、Oracleではバイト数を指定、最大4000バイト
  - DATE 型：PostgreSQLでは日付のみ、Oracleでは日付＋時刻
- 多くのRDBMSでほぼ同じように使えるもの
  - INTEGER, NUMERIC
  - CHAR, VARCHAR
  - TIMESTAMP
- PostgreSQL独自のデータ型
  - SERIAL/BIGSERIAL：自動的にシーケンスが作成され、列値を連番にできる
  - TEXT：可変長文字列だが、最大長を指定しなくて良いので便利
  - BOOLEAN：論理値型
    - TRUE/'t'/'true'/'y'/'yes'/'on'/'1'
    - FALSE/'f'/'false'/'n'/'no'/'off'/'0'
    - 大文字・小文字は区別しない、TRUE/FALSE はキーワード、他は文字列
- （参考）Oracleのデータ型との比較
  - NUMBER, BINARY_FLOAT, BINARY_DOUBLE
  - VARCHAR2, NCHAR, NVARCHAR2, CLOB
  - DATE（DATE 型は日付＋時刻、TIME 型がない）

表（テーブル）の作成 – 応用編

OSS-DB

- 表の列に、一意、非NULL、外部キーなどの制約をつけたり、デフォルト値を設定したりできる。制約は、CREATE TABLE による作成時に指定することも、作成後に ALTER TABLE 文で追加することもできる
- 主な制約
  - NOT NULL：値が NULL でない
  - UNIQUE：値が一意（列値が同じである行が他に存在しない）
  - PRIMARY KEY：主キー（UNIQUE かつ NOT NULL）
  - FOREIGN KEY（REFERENCES）：外部キー（別テーブルに列値が同じ行が存在する）
  - CHECK：列の有効値を数式などで定義
- 例：
  - candidate表に主キー制約を追加

```
ALTER TABLE candidate ADD CONSTRAINT cid_p PRIMARY KEY (cid);
```

  - exam表の作成時に各種制約を指定

```
CREATE TABLE exam (
  eid INTEGER PRIMARY KEY,
  cid INTEGER REFERENCES candidate(cid),
  exam_name VARCHAR(10) NOT NULL,
  exam_date DATE,
  score INTEGER DEFAULT 0,
  grade VARCHAR(10));
```

- 制約に違反するデータ挿入、データ更新はエラーになる

索引（インデックス）の作成

OSS-DB

- 索引は、CREATE INDEX 文で作成する
  - CREATE [UNIQUE] INDEX ON *table_name* (*column_list*)
- テーブルに、UNIQUE, PRIMARY KEY, FOREIGN KEY などの制約をつけると、それにより自動的に索引が作成される

- 索引のないテーブルからの検索は全件検索
- 多くの場合、索引検索は全件検索よりも高速
- 索引を作ることで SELECT 文のパフォーマンスが向上することがある
  - 索引があっても、利用されなければ、検索のパフォーマンスは向上しない
  - テーブルの内容や検索条件によっては、索引を利用することで、かえってパフォーマンスが悪化することもある
  - 索引が利用されるかどうかは、WHERE 句の条件などに依存する
- INSERT/UPDATE/DELETE などの実行時に索引も更新しなければならないので、索引を作ると更新系の処理のパフォーマンスは悪化する（ことがある）
  - 不要な索引は作らないこと

SELECT 文の応用 – 表の結合

OSS-DB

- 複数の表を結合するには、
  - FROM 句に複数の表をカンマで区切って並べ、結合条件を WHERE 句に記述する、あるいは
  - JOIN 句に結合対象の表と結合条件を記述する
- 例：cid列を使って、candidate表とexam表を結合
  - `SELECT * FROM candidate c, exam e WHERE c.cid = e.cid;`
  - `SELECT * FROM candidate c JOIN exam e ON c.cid = e.cid;`
  - candidate表にデータがあっても、対応するデータがexam表になければ、データが表示されないことに注意
- 外部結合を使うと、結合対象の行にデータがなくても、結合元のデータが表示される
  - `SELECT * FROM candidate c LEFT JOIN exam e ON c.cid = e.cid;`
  - この他に、RIGHT JOIN, FULL JOIN, CROSS JOINがある。
  - JOIN は INNER JOIN, LEFT JOIN は LEFT OUTER JOIN と書いても同じ意味になる。

SELECT 文の応用 - 行の並べ替え

OSS-DB

- ORDER BY 句を使うことで、表示順をソートできる。
  降順にソートする場合は DESC と追記する。
  デフォルトは昇順だが、明示的に ASC と追記しても良い。
  - cidについて昇順、cidが同じときはexam_dateについて降順にソート
    ```
    SELECT * FROM exam ORDER BY cid, exam_date DESC;
    ```
  - exam_dateについて昇順にソート
    ```
    SELECT * FROM exam ORDER BY exam_date ASC;
    ```
- 表示する行数を制限するには、LIMIT 句を使う(PostgreSQL, MySQLなど、一部のRDBMSでのみ利用可能)、OFFSET 句を組み合わせて、表示しない行数を指定できる
  - exam_dateでソートし、先頭の3行だけ表示
    ```
    SELECT * FROM exam ORDER BY exam_date LIMIT 3;
    ```
  - cidでソートし、3行をスキップして次の2行、つまり4行目と5行目を表示
    ```
    SELECT * FROM exam ORDER BY cid LIMIT 2 OFFSET 3;
    ```
- ORDER BY 句がないときの SELECT 文の出力順はまったく保証されないことに注意

- (参考) Oracleでは ROWID という擬似列を使うことで表示する行数を制限できるが、ORDER BY 句と組み合わせて使うことができない(ROWID の値がソートの前に付与されるため)

SELECT 文の応用 – データの集約

OSS-DB

- SELECT 文で、データを集約（合計、平均、最大、最小など）できる
- GROUP BY 句を指定すると、特定の列の値が同じグループ同士でデータを集約できる
- 例：
  - 最高得点、最低得点、平均点の計算

    ```
    SELECT max(score), min(score), avg(score) FROM exam;
    ```
  - cidごとにグループ分けしてデータ数と平均点を表示、つまり受験者ごとの受験回数と平均点

    ```
    SELECT cid, count(*), avg(score) FROM exam GROUP BY cid;
    ```
- GROUP BY, WHERE, HAVING の関係（処理順）に注意
  - WHERE の条件に合致した行をすべて抽出 → GROUP BY の条件に従ってグループ分けして集約 → HAVING の条件に合致した集約行を抽出
  - WHERE には集約前に判定できる条件をすべて、HAVING には集約後にしか判定できない条件を記述する
  - エラーとなる SELECT の例：WHERE/HAVING に不適切な条件
    -
      ```
      SELECT cid, count(*), avg(score) FROM exam WHERE avg(score) > 75
      GROUP BY cid;
      ```
    -
      ```
      SELECT cid, count(*), avg(score) FROM exam GROUP BY cid
      HAVING grade = 'Pass';
      ```
  - 動作するが、適切でない SELECT の例：HAVING でなく WHERE に記述するべき
    -
      ```
      SELECT cid, count(*), avg(score) FROM exam GROUP BY cid HAVING cid < 3;
      ```
  - 正しい SELECT の例：gradeがPassの結果についての平均点が75を超えている受験者のデータ
    -
      ```
      SELECT cid, count(*), avg(score) FROM exam WHERE grade = 'Pass'
      GROUP BY cid HAVING avg(score) > 75;
      ```

ビュー (VIEW)

OSS-DB

- SELECT 文をビューとして定義することで、SELECT 文の結果をテーブルであるかのごとく扱うことができる
  - CREATE VIEW *view_name* AS SELECT …;
  - 表の結合をビューで表現:

```
CREATE VIEW exam_view AS
SELECT e.eid, c.cid, c.name, e.exam_name, e.exam_date, e.score,
e.grade
FROM exam e  JOIN candidate c ON e.cid = c.cid;
```

  - データの集約をビューで表現:

```
CREATE VIEW exam_summary AS
SELECT cid, count(*), avg(score), max(exam_date)
FROM exam  GROUP BY cid;
```

- ビューからの SELECT はテーブルからと同じように実行できる
  - SELECT * FROM exam_summary;
  - SELECT name, exam_name, exam_date FROM exam_view WHERE cid = 1;
- ビューは更新 (INSERT/UPDATE/DELETE) できない
  - ルール (RULE) を定義すれば更新可能
  - 他のRDBMSでは、ビューが更新可能なものもある (ただし、更新可能かどうかはビューの定義にも依存する)

INSERT 文 - 応用編

OSS-DB

- VALUES 句の代わりに SELECT 文を書くこともできる
  - (準備) 新しいテーブルを作成:

```
CREATE TABLE new_exam (eid INTEGER, cid INTEGER,
name VARCHAR(20), exam_date DATE, score INTEGER, grade
VARCHAR(10));
```

  - INSERT ～ SELECT によるデータの追加:

```
INSERT INTO new_exam (eid, cid, name, exam_date)
SELECT e.eid, c.cid, c.name, e.exam_date FROM exam e
JOIN candidate c ON e.cid = c.cid;
```

- 参考:CREATE TABLE AS あるいは SELECT INTO を使うと、新規テーブルを作成すると同時に SELECT の結果をテーブルに入れることができる。ただし、いずれも一部のRDBMSでしか利用できない
  -

```
CREATE TABLE new_exam1 AS
SELECT e.eid, c.cid, c.name, e.exam_date FROM exam e
JOIN candidate c ON e.cid = c.cid;
```

  -

```
SELECT e.eid, c.cid, c.name, e.exam_date INTO new_exam2
FROM exam e JOIN candidate c ON e.cid = c.cid;
```

UPDATE 文 - 応用編

OSS-DB

■他の表を参照してデータを更新するために、UPDATE 文の SET 句に SELECT 文を書くことができる。RDBMS独自の拡張もある。

- 例:new_exam 表の score および grade 列に、exam 表から該当するデータをコピーする
- ```
  UPDATE new_exam n
  SET score = (SELECT score FROM exam e WHERE n.eid = e.eid),
  grade = (SELECT grade FROM exam e WHERE n.eid = e.eid);
  ```

■注意事項

- SET 句に記述した SELECT 文が複数の行を返した場合は、UPDATE 文自体がエラーとなり、データは更新されない
- ```
  UPDATE new_exam n
  SET score = (SELECT score FROM exam e WHERE n.cid = e.cid);
  ```
- SET 句に記述した SELECT 文が行を返さなかった場合、列の値は NULL に更新される。NULL になると困る場合は、WHERE 句に適切な条件を記述する必要がある
- ```
  UPDATE new_exam n
  SET score = (SELECT score FROM exam e WHERE e.eid = n.eid)
  WHERE EXISTS (SELECT * FROM exam e WHERE e.eid = n.eid);
  ```
  ```

他の表を参照した UPDATE 文の記述法(RDBMS依存)

- PostgreSQLの場合 ～ 結合対象のテーブルを FROM 句に指定

```
UPDATE new_exam n
SET (score, grade) = (e.score, e.grade)
FROM exam e WHERE n.eid = e.eid;
```

- Oracleの場合 ～ SET 句で SELECT リストを指定可能

```
UPDATE new_exam n SET (score, grade) =
(SELECT score, grade FROM exam e WHERE e.eid =
n.eid);
```

- MySQLの場合 ～ 更新対象テーブルを複数指定して結合できる

```
UPDATE new_exam n, exam e
SET n.score = e.score, n.grade = e.grade
WHERE n.eid = e.eid;
```

他のテーブルを参照した DELETE の例

- 試験データのない受験者を削除するには
  - DELETE FROM candidate c
    WHERE NOT EXISTS
    (SELECT * FROM exam e WHERE e.cid = c.cid);
  - DELETE FROM candidate
    WHERE cid NOT IN (SELECT cid FROM exam);
- new_exam 表にコピー済みのデータを exam 表から削除
  - DELETE FROM exam e
    WHERE EXISTS
    (SELECT * FROM new_exam n WHERE n.eid = e.eid);
  - DELETE FROM exam
    WHERE eid IN
    (SELECT eid FROM new_exam);
- PostgreSQL では USING 句を使ってテーブル結合できる(独自拡張)ので、コピー済みのデータの削除は以下でも実行できる
  - DELETE FROM exam e
    USING new_exam n
    WHERE n.eid = e.eid;

トランザクション

OSS-DB

- PostgreSQLでは、BEGIN または START TRANSACTION 文でトランザクションが開始され、COMMIT または ROLLBACK 文で終了する
  - トランザクション内の一連のSQLがひとつの処理としてまとめられ、COMMIT によって初めてデータベースに書き込まれる
  - ROLLBACK すると、トランザクション内のデータ更新がすべてキャンセルされる
- SAVEPOINT, ROLLBACK TO *savepoint* などの基本を理解する
  - SAVEPOINT *sp_name*; トランザクションの一時保存
  - ROLLBACK TO *sp_name*; 一時保存した状態まで戻る
  - ROLLBACK; 一時保存を含め、すべての更新をキャンセル
- トランザクションの外部で実行されるSQL文(INSERT/UPDATE/DELETE)は自動的に COMMIT される（OracleやDB2に慣れた人は要注意）

- (参考) PostgreSQLでは CREATE TABLE, DROP TABLE などのDDLもトランザクションの一部になるので、DDLによる自動 COMMIT は発生せず、ROLLBACK すれば DROP TABLE されたテーブルも元に戻る
  - Oracleなどでは、DDLを実行すると、トランザクションが自動的に COMMIT される

トランザクション

OSS-DB

- PostgreSQLでは、トランザクションの途中でエラーが発生すると、以後のSQLはすべてエラーとなり、ROLLBACK するしかなくなるので注意が必要
  - SQLの文法エラー、DBの制約違反(一意性、外部参照など)によるエラー、いずれの場合もROLLBACK が必要
  - この状態で COMMIT を発行すると、ROLLBACK が実行される
  - 回避策は、エラーになる可能性のあるSQLを実行する前に SAVEPOINT を実行し、エラーが発生したらその SAVEPOINT まで ROLLBACK すること
  - Oracleなどでは、エラーが発生しても、処理の継続が可能
- 例
  - ```
    CREATE TABLE tableu (id INTEGER UNIQUE, val VARCHAR(10));
    BEGIN;
    INSERT INTO tableu VALUES (1, 'aaa'), (2, 'bbb');
    SAVEPOINT sp1;
    INSERT INTO tableu VALUES (2, 'ccc'); ←エラー!! (UNIQUE 制約に違反)
    SELECT * FROM tableu; ←すべてのSQLがエラーになってしまう
    ROLLBACK TO sp1; ←これがないと、次の COMMIT で ROLLBACK される!
    COMMIT;
    ```
    ```

シーケンス

- CREATE SEQUENCE 文で明示的に作成することができる他、SERIAL 型（4バイト）または BIGSERIAL 型（8バイト）の列を作ることで自動的に作成される
  - CREATE SEQUENCE *seq_name* [*options*];
  - デフォルトでは8バイト
- シーケンス名と同じ名前の特別なテーブルが自動的に作成される
  - SELECT * FROM *seq_name*;
- シーケンスの現在値は currval()、次の値は nextval() 関数で取得。現在値の変更には setval() 関数を使う
  - SELECT currval('*seq_name*');
  - SELECT nextval('*seq_name*');
  - SELECT setval('*seq_name*', 100);
  - シーケンスを利用するための関数名は他の RDBMS と同じだが、呼び出し方が違うので注意
- SERIAL/BIGSERIAL 型の列については、INSERT 時に列を指定しない、あるいは列の値として DEFAULT を指定すると、シーケンスの次の値が使われる
  - CREATE TABLE seq_test (id BIGSERIAL, val VARCHAR(50));
    INSERT INTO seq_test (val) VALUES ('abc');
    INSERT INTO seq_test (id, val) VALUES (DEFAULT, 'xyz');

集約関数

- count, sum, avg, max, min
- NULL 値の扱いに注意
  - count(*)はすべての列が NULL であっても1件のデータとしてカウントする
  - count(*col*)は、*col* の値が NULL のものを除いたデータ数を返す
  - avg(*col*)は NULL を除いたデータの平均値、つまり sum(*col*)/count(*col*)を返す

算術演算子、算術関数

- ＋、ー、＊、／ の算術演算子は標準通り
- 剰余計算に MOD 関数の他、％ 演算子が使える(Oracle, DB2などは MOD のみ)
- べき乗計算に POWER 関数の他、^ 演算子が使える(他の主なRDBMSは POWER のみ)
- 乱数発生に RANDOM 関数が用意されており、0と1の間の小数値を返す(PostgreSQL独自)

文字列リテラル

OSS-DB

■文字列リテラル（文字列定数）

- SQLの文字列リテラルはシングルクォートで囲まれ、大文字と小文字は区別される
  - `'STRINGstring'`
  - ダブルクォートで囲った文字列をリテラルとして使えるRDBMSもあるが、一般には列別名などシングルクォートとは異なる特定の用途でしか使えない
    - `SELECT col1 "col #1" FROM table1 WHERE...;`
- 空文字列（`''`）と NULL は別のもの
  - `''` IS NULL は FALSE、`''` = `''` は TRUE である

    ```
    SELECT 1 WHERE '' = '';
    SELECT 1 WHERE '' IS NULL;
    ```

    を試してみると良い
  - （参考）Oracleでは `''` と NULL は同じものとして扱われるので、`''` IS NULL は TRUE、`''` = `''` は FALSE となる（上の SELECT 文の結果が逆になる）
- 文字列中にシングルクォートを入れるにはシングルクォートを2つ並べる
  - `'I can''t do it.'`
  - `''''` とあったら、これは「'」という文字列を表す
- （参考）tag で文字列リテラルを記述することも可能（PostgreSQL独自）
  - `$xyz$I can't do it.$xyz$`：`'I can''t do it.'`と同じ
  - tagはなくても良く、`$$I can't do it.$$` という記述でもOK
  - Oracleでは、`Q'XstringX'`（Xは任意の文字、Qは小文字でも可）という記述がある
    例えば、`q'xI can't do it.x'`

文字列演算子

OSS-DB

■文字列演算子

- LIKE で、_ % を使ったマッチングは非常に重要
  - SELECT * FROM table1 WHERE col1 LIKE 'a_c%';
  - = を使った比較では、_ % がワイルドカードにならないことにも注意
  - 大文字と小文字は区別されるが、MySQLのように(デフォルトでは)区別しないRDBMSもある
- 文字列結合で 'aaa' || NULL は NULL になる
  - Oracleでは'aaa'になるので注意
  - (参考)Oracleでは空文字列('')は NULL として扱われる
  - || はANSI標準の文字列結合演算子だが、利用できないRDBMSや + を文字列結合に使うRDBMSもあるので注意
  - concat 関数で文字列結合するRDBMSもあるが、PostgreSQLには concat 関数はない

■正規表現

- ～ 演算子で、指定の正規表現を含む文字列とマッチさせられる
  - SELECT * FROM table1 WHERE col1 ~ '^[a-c]';
- SIMILAR TO は LIKE とほぼ同じ使い方だが、正規表現の一部をサポートする
  - SELECT * FROM table1 WHERE col1 SIMILAR TO '[a-c]%';
  - 上記の例はいずれも、col1の先頭文字がa, b, cのいずれかである行の検索
- 正規表現は多くのRDBMSが何らかの方法でサポートしているが、実装方法はRDBMSの種類によって大きく異なる

文字列関数

- 文字列関数
  - RDBMSの種類によって実装されている関数に違いがある
  - 以下のものはANSI標準で定義されており、大多数のRDBMSで利用可能
  - 文字列の変換:UPPER, LOWER
  - 文字列の置換:REPLACE, TRANSLATE
  - 文字の削除:TRIM, RTRIM, LTRIM
  - 文字列の長さ:LENGTH, CHARACTER_LENGTH, OCTET_LENGTH
  - 部分文字列:SUBSTRING, POSITION
  - ASCII変換:ASCII, CHR
- 現在では、どのRDBMSでもマルチバイト文字は当然のようにサポートされており、(CHARACTER_)LENGTH 関数はバイト数ではなく文字数を返す。バイト数を調べたいときは OCTET_LENGTH 関数を使う(OracleではLENGTHB 関数)。
- (参考) Oracleには SUBSTRING 関数はなく、代わりに SUBSTR 関数を使う

時間関数、期間リテラル

OSS-DB

時間関数

- RDBMSの種類によって実装されている関数に大きな違いがある
- 現在日時の取得：`CURRENT_DATE`, `CURRENT_TIME`, `CURRENT_TIMESTAMP`
  - これらは関数名の後に括弧を付けずに使うことに注意
- 日時から要素の取得：`EXTRACT`, `TO_CHAR`

期間リテラル

- 記述方法はRDBMSの種類によって大きく異なる
  - `INTERVAL '10' YEAR` (Oracle)
  - `10 YEARS` (DB2)
  - `INTERVAL '10 YEAR'` (PostgreSQL)
  - `INTERVAL 10 YEAR` (MySQL)
- 例えば、1ヶ月後の日付をPostgreSQLで表示するには
  - `SELECT current_date + INTERVAL '1 MONTH';` あるいは
  - `SELECT current_date + '1 MONTH'::INTERVAL;`

変換関数

- TO_CHAR, TO_NUMER, TO_DATE などは、OracleでもPostgreSQLでも使えるが、他のRDBMSには使えないものが多い
- NVL, DECODE はOracle独自 (PostgreSQL／MySQLでは DECODE は復号化)
- 型変換：CAST (ANSI標準)
  - TO_*xxx* の代わりに CAST 関数を使う
  - `SELECT cast('2011-10-01' AS DATE) + 10;`
- PostgreSQL独自の型変換方式として :: 演算子を使う方法がある
  - `SELECT '2011-10-01'::DATE + 10;`
- NULL の代替値：COALESCE
  - `SELECT coalesce(val1, val2…);`
    val1, val2…のうち、最初の NULL でないものが返る
  - Oracleの NVL の拡張
- 場合分け：CASE/WHEN/THEN/ELSE/END
  - `SELECT CASE col1 WHEN val1 THEN 'xxx' WHEN val2 THEN 'yyy' ELSE 'zzz' END FROM table1;`
  - Oracleの DECODE と同じ機能

スキーマの利用

OSS-DB

スキーマとは

- データベース内の名前空間
  - データベース内に1つ以上のスキーマが存在する
  - どのテーブルもいずれかのスキーマに属する
- 階層化できないディレクトリ、と考えると良い
  - スキーマの下にさらにスキーマを作ることはできない
  - 異なるスキーマの下に同じ名前のテーブルが存在してもよく、これらはまったく独立した別のテーブルである
- SQLでテーブル名を指定するときは、*schema_name.table_name* の形式で指定する。ただし、スキーマ名は省略可能で、テーブル名だけ指定しても良い
- さらにデータベース名をつけて、*db_name.schema_name.table_name* の形式で指定しても良いが、(現行バージョンの) PostgreSQLでは、接続中のDB以外にはアクセスできないので、*db_name* は接続中のDB名と同じでなければならない

PostgreSQLにおけるスキーマの利用

- `CREATE SCHEMA` 文で作成
- `DROP SCHEMA` 文で削除
- `ALTER SCHEMA` 文で名前や所有者を変更できる
- `public` というスキーマがデフォルトで存在する

スキーマの利用

OSS-DB

スキーマ検索パス

- => SHOW search_path; で確認できる
- デフォルトでは、"$user", public となっている
- この設定を変えると、スキーマ名省略時の動作が変わる。例えば、自分のユーザ名と異なるスキーマのテーブルに対して、スキーマ名を明示しなくてもアクセスできる。

スキーマ名を省略した時の動作（デフォルト設定の場合）

- ユーザ foo が SELECT * FROM table1; を実行
  - テーブル foo.table1 があれば、そこから SELECT する
  - なければ、public.table1 から SELECT する
  - いずれのテーブルもなければエラーとなる
- ユーザ foo が CREATE TABLE table2 …; を実行
  - スキーマ foo があれば foo.table2 を作成する
  - なければ public.table2 を作成する
- デフォルトの状態では public スキーマのみが存在しているので、新規テーブルはすべて public スキーマに作成され、テーブルの検索や更新もすべて public スキーマのテーブルに対して実行される
- public スキーマを削除（DROP SCHEMA）してもよい

参考:スキーマ(他のRDBMSとの比較)

OSS-DB

- PostgreSQL独自の概念
  - public スキーマ
  - スキーマ検索パス
- Oracleの場合
  - ユーザ名とスキーマ名はほぼ同義で、ユーザが作られると、同じ名前のスキーマが自動的に作成される
  - `CREATE/DROP/ALTER SCHEMA` はない
  - シノニム(SYNONYM)を使えば、他人のスキーマ内のオブジェクトに、スキーマ名を指定せずにアクセスできる
- MySQLの場合
  - スキーマという概念が存在しない
  - 同じインスタンスの他のデータベース内のテーブルにアクセスできるので、これを利用すると、構文的にはスキーマがあるのと同じになる(これをスキーマと呼ぶ人も多い)
    - `SELECT * FROM db_name.table_name;`
    - `SELECT * FROM information_schema.tables;`

関数定義

- PL/pgSQLという、OracleのPL/SQLに似た言語でストアドプログラムを作成できる
  - マニュアルに、Oracle PL/SQLからの移植についての節(39.12)もある
- 事前に、`createlang plplsql` を実行して、手続き言語の使用についてDBに登録しておく必要があるが、PostgreSQL 9.0ではデフォルトで登録済み(`createlang -l` で確認できる)
  - (参考)PostgreSQL 9.1 のマニュアルによると、`createlang` コマンドは将来のバージョンで廃止される可能性があり、代わりに、データベースに接続して `CREATE EXTENSION` 文を使うべき、とのこと
- PL/pgSQLでなく、SQLで関数定義をすることもできる。この他、標準で、PL/Tcl, PL/Perl, PL/Pythonを提供
  - 標準以外でも、PL/Java, PL/PHP, PL/Rubyなど多数の言語が利用可能

関数定義（例）

OSS-DB

PL/pgSQLによる関数の例

- ```
  CREATE FUNTION test2(INTEGER) RETURNS INTEGER AS $$
  DECLARE
    di ALIAS FOR $1;
    d INTEGER;
  BEGIN
    d := di * 2;
    RETURN d;
  END;
  $$ LANGUAGE plpgsql;
  ```
- ```
  SELECT test2(3);
  ```

SQLによる関数の例

- ```
  CREATE FUNCTION cname(INTEGER) RETURNS TEXT AS $$
  SELECT name FROM candidate WHERE cid = $1;
  $$ LANGUAGE SQL;
  ```
- ```
  SELECT cname(2);
  ```

トリガー

OSS-DB

トリガーとは？

- データベースが更新されるたびに呼び出される手続き
- テーブルの更新(INSERT/UPDATE/DELETE)が実行される直前、あるいは直後に呼び出すことができる
- 1つのSQL文の実行について1度だけ実行することも、更新される各行について別々に呼び出すこともできる
- データベースの整合性を保持する、変更履歴を記録する、などの目的で利用できる
  - 不正な更新をエラーにする、省略された値を設定する、更新日時フィールドに値を設定する、といった処理が可能

トリガーの作成方法

- PL/pgSQLなどによるFUNCTIONを作成する
  - 引数を取らない
  - 戻り値は trigger 型として宣言
- 作成済みの関数をCREATE TRIGGER文により割り当てる

トリガー（例）

OSS-DB

PL/pgSQLによる関数の作成

```
CREATE FUNCTION exam_grade() RETURNS TRIGGER AS $$
BEGIN
IF NEW.grade IS NULL THEN
  IF NEW.score >= 70 THEN
    NEW.grade := 'Pass';
  ELSE
    NEW.grade := 'Fail';
  END IF;
END IF;
RETURN NEW;
END;
$$ LANGUAGE plpgsql;
```

CREATE TRIGGERによる割り当て

```
CREATE TRIGGER exam_grade
BEFORE INSERT ON exam FOR EACH ROW
EXECUTE PROCEDURE exam_grade();
```

実行例

```
INSERT INTO exam (eid, cid, exam_name, exam_date, score)
VALUES (10, 4, 'Gold', current_date, 60);
```

```
SELECT * FROM exam WHERE eid = 10;
```

ルール

ビュー (VIEW) の更新

- ビューの更新 (INSERT/UPDATE/DELETE) の可否はRDBMSに依存する
  - PostgreSQLではビューを更新できない
- ビューの更新の可否はビューの定義にも依存する
  - ビューの更新をサポートするRDBMSでも、ビューの定義によってはビューを更新できない
  - 複数のテーブルを結合しているとき、どのテーブルを更新する？　→わからない
  - 集約関数を使っているとき、どの行を更新する？　→そもそも更新対象となるデータがない

ルール (RULE) とは？

- ビューの更新を実現するためのPostgreSQL独自の方式
- ビューに対して更新のSQLが実行された時、代わりにルールとして定義された手続きを呼び出す
  - (やろうと思えば) どんなビューでも更新できる、直感と異なる更新もできる
- テーブルに対するルールを作ることもでき、トリガーの代わりに使うことも可能

ルール（例）

OSS-DB

ルールの作成

- CREATE [OR REPLACE] RULE *rule_name* AS
  ON *event* TO *view_name* [WHERE *condition*]
  DO INSTEAD *command;*

例：ビューexam_viewへのINSERTを表examへのINSERTとする

- CREATE RULE exam_view_insert AS
  ON INSERT TO exam_view
  DO INSTEAD
  INSERT INTO exam VALUES(NEW.eid, NEW.cid,
  NEW.exam_name, NEW.exam_date, NEW.score, NEW.grade);

実行例

- INSERT INTO exam_view (eid, cid, name, exam_name,
  exam_date, score)
  VALUES (11, 1, 'Foo Bar', 'Gold', current_date, 90);
- SELECT * FROM exam_view WHERE eid = 11;

例題解説

一般知識 - ライセンス

PostgreSQLの利用条件、ライセンスについて、
正しいものを2つ選びなさい。

A. 研究目的、商用を問わず、無料で利用できる。
B. ソースコードを改変したものを配布する場合には、
変更部分についてソースコードを公開する必要がある。
C. ソースコードを改変したものを配布する場合には、
無保証であることをドキュメントなどに明記する必要がある。
D. 致命的な障害については、開発者は修正の義務を負う。
E. 日本では、日本PostgreSQLユーザ会がサポートの義務を負う。

運用管理 - 標準付属ツールの使い方

以下の記述から、誤っているものを2つ選びなさい。

A. `createdb` コマンドでデータベースを作成するには `CREATEDB` 権限が必要である

B. `dropdb` コマンドでデータベースを削除するには `CREATEDB` 権限が必要である

C. `dropdb` コマンドでデータベースを削除する前に、そのデータベース内のテーブルなどすべてのオブジェクトを削除しておく必要がある

D. `dropuser` コマンドでユーザを削除するには、`CREATEROLE` 権限が必要である

E. `dropuser` コマンドでユーザを削除する前に、そのユーザが所有するすべてのテーブルを削除しておく必要がある

運用管理 - バックアップ方法

PostgreSQLのバックアップに関する以下の記述から、
誤っているものを1つ選びなさい。

A. `pg_dump` コマンドを使ってバックアップを作成し、
`psql` コマンドを使ってそれをリストアした

B. `pg_dumpall` コマンドを使ってバックアップ作成し、
`pg_restore` コマンドを使ってそれをリストアした

C. ハードディスクが破損してデータベースが起動しなくなってしまったが、
ポイントインタイムリカバリ(PITR)機能を使っていたので、
クラッシュ直前の状態にまで復旧させることができた

D. テーブルを CSV 形式でバックアップするために、
`psql` でデータベースに接続し、`COPY` 文を実行した

E. CSV 形式のファイルをデータベースにアップロードするために、
`psql` でデータベースに接続し、`\copy` メタコマンドを実行した

運用管理 - 基本的な運用管理作業

VACUUM は PostgreSQL の運用管理でどのような役割を持っているか。
誤っているものを2つ選びなさい。

A. 不正なIPアドレスからのデータベースアクセスがないか監視する
B. データベースファイルの巨大化を防ぐ
C. データベースのパフォーマンスの悪化を防ぐ
D. 最適な検索を実施するための統計情報を取得する
E. 長期間、利用されていないデータをアーカイブする

SQL - 集約関数

以下のSQL文を順次実行した。最後の SELECT 文が返す値の組み合わせとして適切なものはどれか。

```
CREATE TABLE test1 (id INTEGER, val INTEGER);
INSERT INTO test1 VALUES (1, 10), (2, 20);
INSERT INTO test1 VALUES (3, NULL), (4, 30);
INSERT INTO test1 VALUES (NULL, NULL);
SELECT count(*), count(val), avg(val) FROM test1;
```

A. 5, 5, 12
B. 5, 5, 20
C. 5, 3, 20
D. 4, 4, 15
E. 4, 3, 20

SQL - トランザクション

以下のSQL文を順次実行した。実行後のテーブル t1 の行数は何行か。

```
CREATE TABLE t1 (id INTEGER, val VARCHAR(10));
BEGIN;
INSERT INTO t1 VALUES (1, 'aaa'), (2, 'bbb');
SAVEPOINT sp1;
DELETE FROM t1 WHERE id = 1;
SAVEPOINT sp2;
INSERT INTO t1 VALUES (3, 'ccc');
ROLLBACK to sp1;
INSERT INTO t1 VALUES (4, 'ddd'), (5, 'eee');
COMMIT;
```

参考資料

- OSS教科書OSS-DB Silver
  - 認定教材
- オープンソースデータベース標準教科書
  - 初心者向けにSQLの初歩からWebアプリケーション開発まで
- PostgreSQL徹底入門
  - PostgreSQL 9.0対応
  - 9.0.1のインストーラ、ソースコード
- SQLポケットリファレンス
  - 他のDBやANSI標準との比較
- 日本PostgreSQLユーザ会
  http://www.postgresql.jp/
- Let's Postgres
  http://lets.postgresql.jp/
- オンラインマニュアル
  http://www.postgresql.jp/document/9.0/html/

ご清聴ありがとうございました。

■お問い合わせ■
LPI-Japan
テクノロジー・マネージャー
松田　神一
matsuda@lpi.or.jp

参考資料：説明で使用しているテーブルの作成

OSS-DB

使用するサンプルデータの作成

- CREATE TABLE candidate (cid INTEGER PRIMARY KEY, name VARCHAR(20));
- CREATE TABLE exam (eid INTEGER PRIMARY KEY, cid INTEGER REFERENCES candidate(cid), exam_name VARCHAR(10), exam_date DATE, score INTEGER, grade VARCHAR(10));
- INSERT INTO candidate(cid, name) VALUES (1, '小沢次郎'), (2, '石原伸子'), (3, '戌井玄太郎'), (4, '山本花子');
- INSERT INTO exam(eid, cid, exam_name, exam_date, score, grade) VALUES
  (1, 1, 'Silver', '2011-07-01', 80, 'Pass'),
  (2, 2, 'Silver', '2011-07-01', 75, 'Pass'),
  (3, 3, 'Silver', '2011-07-02', 50, 'Fail'),
  (4, 1, 'Gold', '2011-07-04', 40, 'Fail'),
  (5, 2, 'Gold', '2011-07-12', 85, 'Pass'),
  (6, 1, 'Gold', '2011-07-14', 70, 'Pass');

参考資料：SQLの説明で使用しているテーブル

OSS-DB

CANDIDATE(受験者表)

CID(受験者番号)	NAME(氏名)
1	小沢次郎
2	石原伸子
3	戒井玄太郎
4	山本花子

EXAM(試験結果表)

EID (試験ID)	CID (受験者ID)	EXAM_NAME (試験名)	EXAM_DATE (試験日)	SCORE (得点)	GRADE (合否)
1	1	Silver	2011/7/1	80	Pass
2	2	Silver	2011/7/1	75	Pass
3	3	Silver	2011/7/2	50	Fail
4	1	Gold	2011/7/4	40	Fail
5	2	Gold	2011/7/12	85	Pass
6	1	Gold	2011/7/14	70	Pass