

ORACLE®

ORACLE®

Oracle Database 12c Release 1

Performance(optimizer)

日本オラクル株式会社
大池伸幸

ORACLE®
DATABASE 12^c



Plug into the **Cloud**.

以下の事項は、弊社の一般的な製品の方向性に関する概要を説明するものです。また、情報提供を唯一の目的とするものであり、いかなる契約にも組み込むことはできません。以下の事項は、マテリアルやコード、機能を提供することをコミットメント(確約)するものではないため、購買決定を行う際の判断材料になさらないで下さい。オラクル製品に関して記載されている機能の開発、リリースおよび時期については、弊社の裁量により決定されます。

OracleとJavaは、Oracle Corporation 及びその子会社、関連会社の米国及びその他の国における登録商標です。文中の社名、商品名等は各社の商標または登録商標である場合があります。

Agenda

- 実行計画最適化の強化
- 統計情報に関する新機能
- SQL計画管理(SPM)の新機能
- パラレル実行に関する新機能

実行計画最適化の強化



Plug into the **Cloud.**

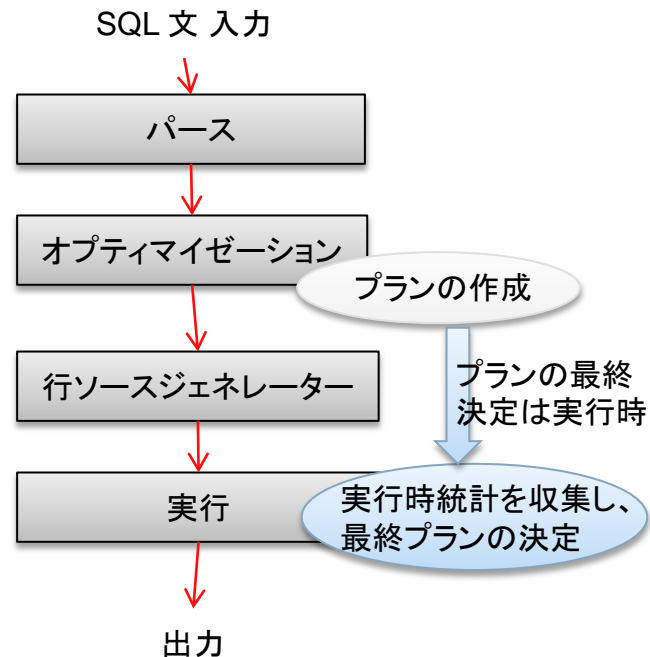
ORACLE

実行計画最適化の強化

- SQL 実行時に統計を収集し、より適切なプラン(実行計画)を選択する
- 最適なプランを生成するために既存の統計では十分でない場合に有用
- 以下の二つの仕組みでプランを適応
 - 適応計画(Adaptive Plans): SQL 実行時にプランの適応を行う
 - 自動再最適化(Automatic Reoptimization): SQL 実行時に得た統計を次回の実行時にフィードバックし、プランの適応を行う

適応計画

- 問い合わせ実行時に収集した統計を基に最終的なプランを決定
 - 既存の統計を基にプランを作成 (デフォルトプラン)
 - 実行時に収集した統計を基に、プランの一部を実行時の条件に適したサブプランに切り替える
- 設定
 - 初期化パラメータで有効/無効の設定
 - デフォルト有効
- レポート表示
 - 適応計画によるプランの変化を確認可能



適応計画の仕組み

実際の条件に応じてサブプランを切り替える

- サブプラン
 - 切り替え可能なプランの一部
 - サブプランの種類
 - 結合方法
 - パラレル分散方法
- 切り替えの閾値はオプティマイザが決定
 - 例: order_items表から取り出す行数が10以上なら Hash 結合を選択

```
SELECT product_name FROM order_items o,  
product_information p WHERE o.unit_price = 15  
AND p.product_id = o.product_id
```

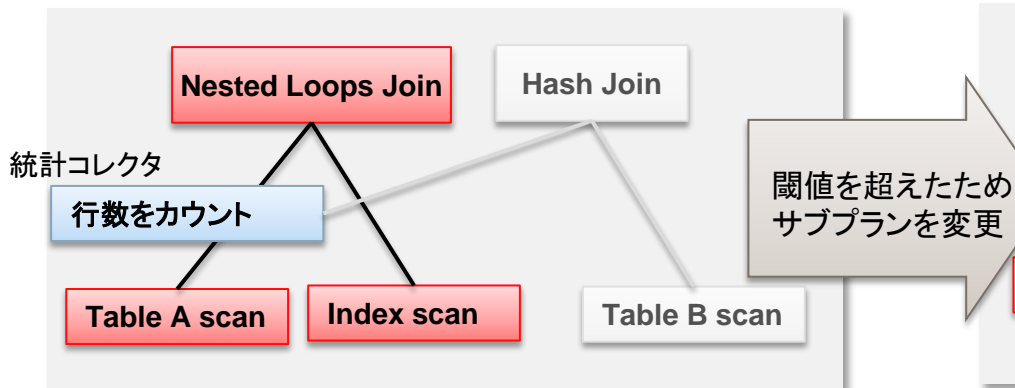


適応計画の仕組み

動作イメージ

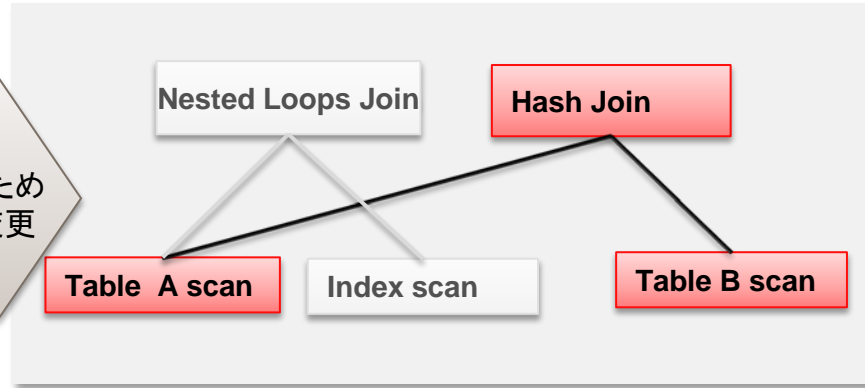
1. 既存の統計情報を基にデフォルトプランを作成
2. 統計コレクタが実際の統計(行数など)を取得
3. 取得した統計を基に使用するサブプランを選択し、最終プランを決定

デフォルトプラン



デフォルトプランはネステッドループ結合を選択

最終プラン



最終的にハッシュ結合を選択

適応計画の制御

- 初期化パラメータ OPTIMIZER_ADAPTIVE_REPORTING_ONLY で有効/無効を設定
 - デフォルトは有効 (設定値: FALSE)
 - ALTER SYSTEM、ALTER SESSION による設定が可能
- TRUE に設定した場合
 - レポートのためのモードとなり、プランの変更は行わない
 - 適応計画に必要な統計の収集は実施

適応計画 実行例

デフォルトプランの確認

- SQL文

```
SELECT /*+DEMO */ product_name FROM order_items o,  
product_information p WHERE o.unit_price = 15 AND p.product_id =  
o.product_id;
```

- デフォルトプランの
確認

```
EXPLAIN PLAN FOR <SQL文>;  
SELECT * FROM TABLE(DBMS_XPLAN.DISPLAY(FORMAT=>'BASIC +NOTE'));
```

Plan hash value: 1255158658

Id	Operation	Name
0	SELECT STATEMENT	
1	NESTED LOOPS	
2	NESTED LOOPS	
3	TABLE ACCESS FULL	ORDER_ITEMS
4	INDEX UNIQUE SCAN	PRODUCT_INFORMATION_PK
5	TABLE ACCESS BY INDEX ROWID	PRODUCT_INFORMATION

Note

- this is an adaptive plan

デフォルトプランはネステッド・ループ結合を選択

Note部分にadaptive planの出力

適応計画 実行例

SQL 実行と最終プランの表示

- SQL 文の実行後、最終プランを確認

```
SELECT * FROM TABLE(DBMS_XPLAN.DISPLAY_CURSOR(FORMAT
```

```
Plan hash value: 1553478007
```

Id	Operation	Name	Starts	E-Rows	A-Rows
0	SELECT STATEMENT		1		13
* 1	HASH JOIN		1	4	13
* 2	TABLE ACCESS FULL	ORDER_ITEMS	1	4	13
3	TABLE ACCESS FULL	PRODUCT_INFORMATION	1	1	288

最終的にHash 結合を選択

Note

- this is an adaptive plan

適応計画のレポート出力

- プランの適応内容を表示
 - デフォルトプランと適応後のプランを表示
- 実行時のプランを変更せずに、適応によるプランの変化を確認可能
- 表示方法
 1. レポート・モードに設定
 - 初期化パラメータ OPTIMIZER_ADAPTIVE_REPORTING_ONLYをTRUEにセット
 2. SQL文 を実行
 3. DBMS_XPLAN.DISPLAY_CURSOR ファンクションの FORMAT パラメータに 'REPORT' をセットしてプランを表示

```
select * from table(dbms_xplan.display_cursor(format=>'report'));
```

適応計画のレポート出力

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT					
1	NESTED LOOPS					
2	NESTED LOOPS		4	948		
* 3	TABLE ACCESS FULL	ORDER_ITEMS	4	72		
* 4	INDEX UNIQUE SCAN	PRODUCT_INFORMATION_PK	1			
5	TABLE ACCESS BY INDEX ROWID	PRODUCT_INFORMATION	1	219	1 (0)	00:00:01

デフォルトプランと適応した場合のプランを表示

...(略)...

Adaptive plan:

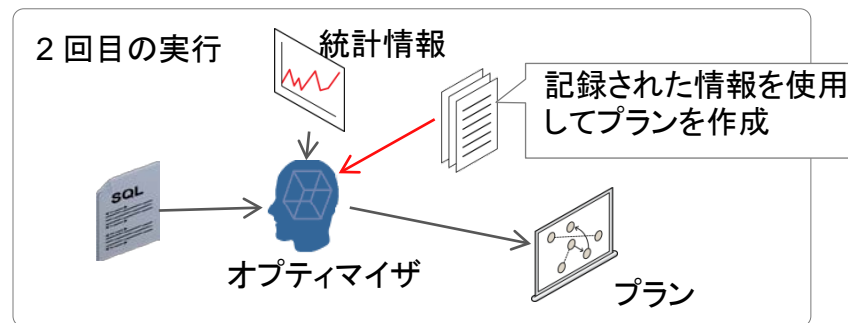
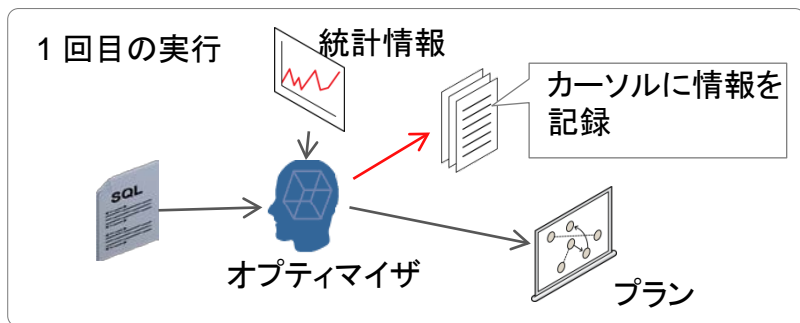
This cursor has an adaptive plan, but adaptive plans are enabled for reporting mode only. The plan that would be executed if adaptive plans were enabled is displayed below.

Plan hash value: 1255158658

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT				7 (100)	
* 1	HASH JOIN		4	128	7 (0)	00:00:01
* 2	TABLE ACCESS FULL	ORDER_ITEMS	4	48	3 (0)	00:00:01
3	TABLE ACCESS FULL	PRODUCT_INFORMATION	1	20	1 (0)	00:00:01

自動再最適化

- オプティマイザは次回以降の問合せ実行時にプランを適応
 - 実行時に収集した統計が見積もりと大きく異なる場合、その情報を記録
 - 次回の問合せ実行時に記録した統計を使用してプランを作成
- 適応計画では解決できない最適化も可能
 - 結合の順番など



自動再最適化

- 再最適化機能の種類
 - 統計フィードバック
 - 問い合わせ実行時に収集した統計を使用してプランを作成
 - 11g Release2 では カーディナリティ・フィードバックの名称
 - パフォーマンス・フィードバック
 - 収集した統計(例えば CPU time)を使用してパラレル度を改善
- 設定
 - 初期化パラメーターで有効/無効の設定
 - デフォルト有効
- レポートの表示
 - 自動再最適化によるプランの変化を確認可能

自動再最適化の制御

- 初期化パラメータ OPTIMIZER_ADAPTIVE_REPORTING_ONLY で有効/無効を設定
 - デフォルトは有効 (設定値: FALSE)
 - ALTER SYSTEM、ALTER SESSION による設定が可能
 - 適応計画と同じ初期化パラメーター
- TRUE に設定した場合
 - レポートのためのモードとなり、プランの変更は行わない
 - 自動再最適化に必要な統計の収集は実施

自動再最適化の実行例

1 回目の問合せ実行時に統計の乖離を認識

- SQL文の実行

```
SELECT /*TEST*/ o.order_id, v.product_name FROM orders o,  
  ( SELECT order_id, product_name FROM order_items o, product_information p  
    WHERE p.product_id = o.product_id AND list_price < 50 AND min_price  
    < 40 ) v  
WHERE o.order_id = v.order_id;
```

見積もりと実際の統計が離れている

- プランを確認

Id	Operation	Name	Starts	E-Rows	A-Rows
0	SELECT STATEMENT				269
1	NESTED LOOPS		1	1	269
2	MERGE JOIN CARTESIAN		1	4	9135
* 3	TABLE ACCESS FULL	PRODUCT_INFORMATION	1	1	87
4	BUFFER SORT		87	105	9135
5	INDEX FULL SCAN	ORDER_PK	1	105	105
* 6	INDEX UNIQUE SCAN	ORDER_ITEMS_UK	9135	1	269

自動再最適化の実行例

2回目の問合せ実行時にプランを再最適化

2回目のSQL実行時のプラン

実際の条件に
適応した見積
もりになった

Id	Operation	Name	Starts	E-Rows	A-Rows
0	SELECT STATEMENT		1		269
1	NESTED LOOPS		1	269	269
* 2	HASH JOIN		1	313	269
* 3	TABLE ACCESS FULL	PRODUCT_INFORMATION	1	87	87
4	INDEX FAST FULL SCAN	ORDER_ITEMS_UK	1	665	665
* 5	INDEX UNIQUE SCAN	ORDER_P	269	1	269

プランが変更された

Note部分にstatistics
feedback の出力

- statistics feedback used for this statement

統計情報に関する新機能



Plug into the **Cloud.**

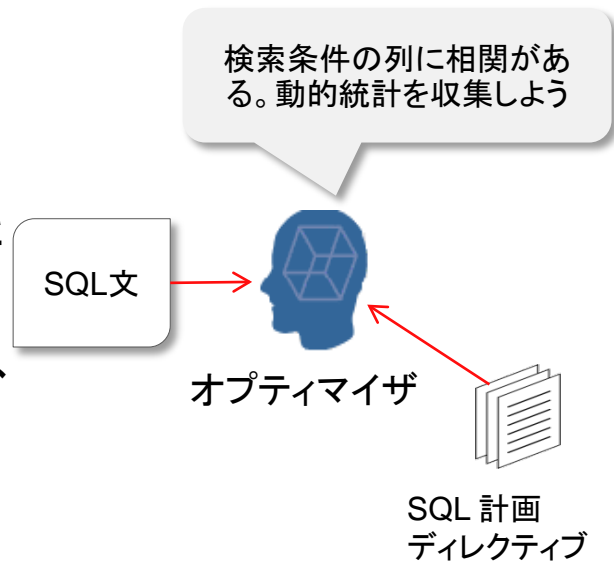
ORACLE

統計情報に関する新機能

- SQL 計画ディレクティブ
- 動的統計
- バルク・ロードのオンライン統計収集
- 同時統計収集
- グローバル一時表のセッション固有統計
- ヒストグラムの強化

SQL 計画ディレクティブ

- オプティマイザがより適したプランを作成するための追加情報や指示
 - 動的統計の収集、列グループ統計の作成など
- SQL 実行時にカーディナリティが誤って見積もられた場合、ディレクティブを作成
- 作成したディレクティブは SYSAUX 表領域に格納し、永続化
- DBMS_SPD パッケージで管理
 - ディレクティブ保持期間の変更など
 - 使用されないディレクティブは53週後に自動パージされる(デフォルト)



SQL 計画ディレクティブ

- 似たパターンのSQL文に対してディレクティブを使用
 - 特定のSQL文やSQL_IDに紐づきではない
 - 問合せ式で定義

ディレクティブを作成したSQL文

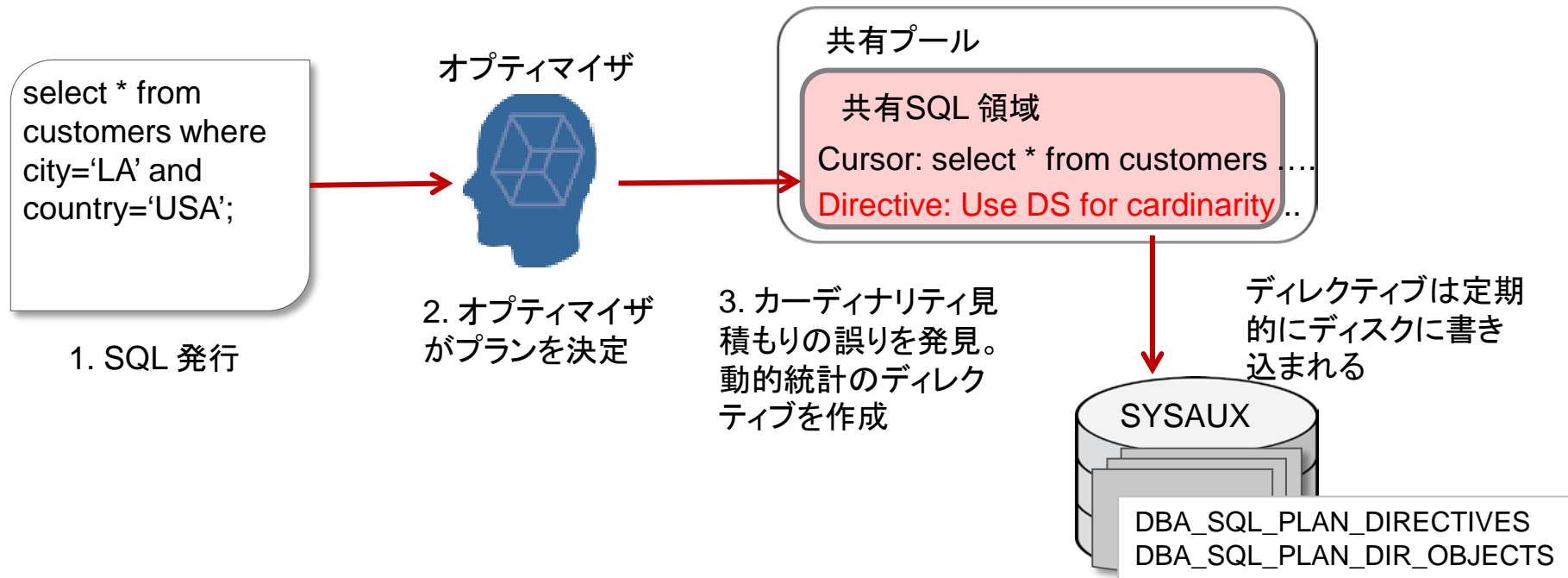
```
SELECT * FROM customers WHERE cust_state_province='CA' AND country_id=52790;
```

次のSQL文は作成済みのディレクティブを使用する

```
SELECT * FROM customers WHERE cust_state_province='MA' AND country_id=52790;  
SELECT cust_city FROM customers WHERE cust_state_province='MA' AND country_id=52790;
```

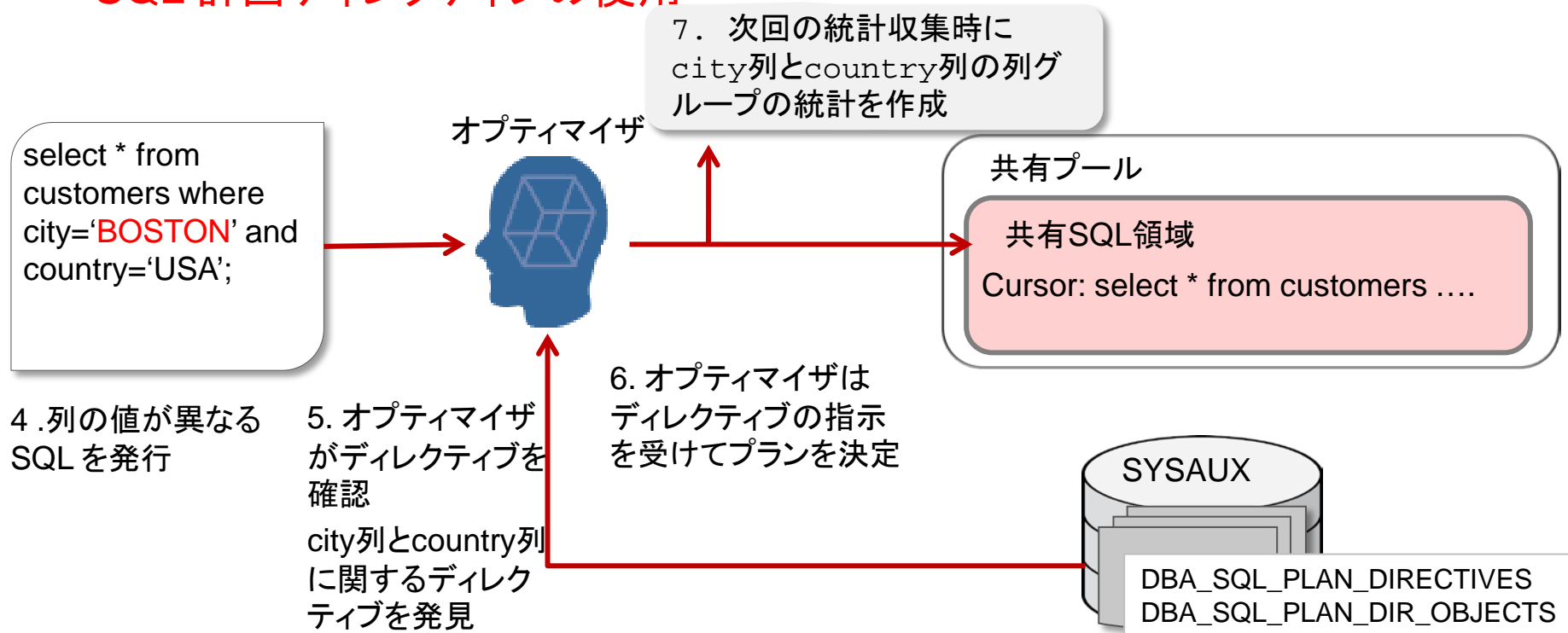
SQL 計画ディレクティブ 動作イメージ

SQL 計画ディレクティブの作成



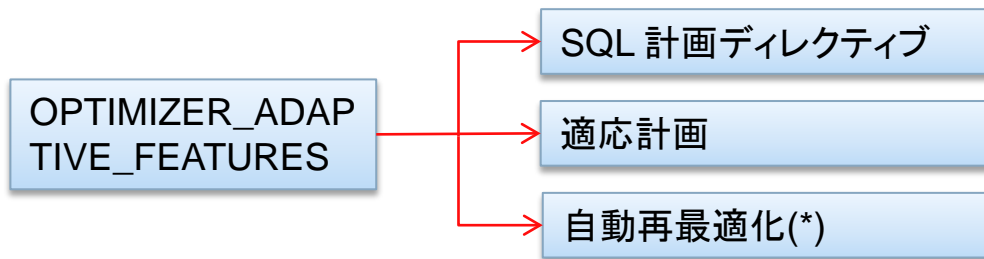
SQL 計画ディレクティブ 動作イメージ

SQL 計画ディレクティブの使用



SQL 計画ディレクティブの制御

- 初期化パラメータ OPTIMIZER_ADAPTIVE_FEATURES で有効/無効を設定
 - デフォルトは有効 (設定値: TRUE)
 - ALTER SYSTEM、ALTER SESSION による設定が可能
- 無効に設定した場合、他の適応機能も無効化される
 - 適応計画
 - 自動再最適化 (*)

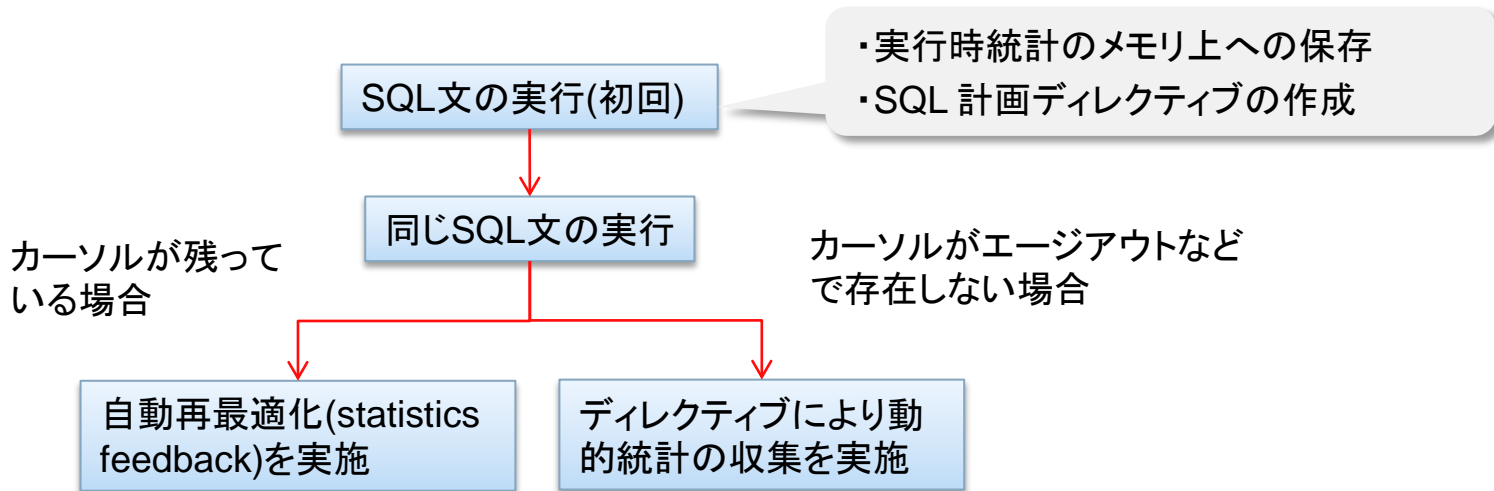


(*) 現在のリリースでは自動再最適化は無効になりません

SQL 計画ディレクティブによる永続化

SQL 計画ディレクティブと自動再最適化

- SQL文実行時に認識した統計が不十分であるという情報はディレクティブを使用して永続化される
- 自動再最適化の統計情報を持ったカーソルがエージアウトなどで存在しない場合、ディレクティブを使用して統計を補完



SQL 計画ディレクティブ実行例

SQL文の実行とプランの確認

- SQLの実行

```
SELECT /*+gather_plan_statistics*/ * FROM customers WHERE cust_state_province='CA' AND country_id=52790;
```

- プランの確認

見積もりと実際の統計が大きく離れている
→ SQL 計画ディレクティブを作成

Id	Operation	Name	Starts	E-Rows	A-Rows	A-Time	Buffers
0	SELECT STATEMENT		1		3341	00:00:00.02	1734
* 1	TABLE ACCESS FULL	CUSTOMERS	1	20	3341	00:00:00.02	1734

Predicate Information (identified by operation id):

```
1 - filter(("CUST_STATE_PROVINCE"='CA' AND "COUNTRY_ID"=52790))
```

SQL 計画ディレクティブ実行例

変数の値が異なるSQL文を実行

- 変数の値が異なるSQL文を実行

```
SELECT /*+gather_plan_statistics*/ * FROM customers WHERE cust_state_province='MA' AND  
country_id=52790;
```

値をCAからMAに変更

Id	Operation	Name	Starts	E-Rows	A-Rows	A-Time	Buffers
0	SELECT STATEMENT		1		181	00:00:00.03	1535
* 1	TABLE ACCESS FULL	CUSTOMERS	1	181	181	00:00:00.03	1535

... (略) ...

Note

```
-----  
- dynamic statistics used: dynamic sampling (level=3)  
- 1 Sql Plan Directive used for this statement
```

動的統計を実施してプランを作成

動的統計

- 動的サンプリングは12cから動的統計(Dynamic Statistics)という名称に変更
- 設定パラメータとヒントの名前は変更なし
 - 初期化パラメータ: OPTIMIZER_DYNAMIC_SAMPLING
 - ヒント: DYNAMIC_SAMPLING

動的統計の強化

- 以前のリリースの動的サンプリングでは、統計情報が欠落しているか、不十分な場合に統計情報を補完
- 12c では全てのSQLに対して動的統計が有用かどうか、どのレベルで使用するかを自動的に決定することが可能
- 収集した統計は永続的であり、他のクエリからも使用可能
- 設定
 - サンプリングレベルに11を導入
初期化パラメーター `OPTIMIZER_DYNAMIC_SAMPLING` を 11 に設定
- 実行計画のNote部分に`level=AUTO`を表示

```
Note
```

```
-----
```

```
- dynamic sampling used for this statement (level=AUTO)
```

バルク・ロードのオンライン統計収集

- 12cからバルク・ロード操作の中で統計の収集を自動的に実施
 - ユーザーによる統計収集を必要としない
 - 表統計収集のための追加の表スキャンをしない
- 以前のリリースではバルク・ロード後に手動で統計収集
- 以下のSQL文により実行
 - CREATE TABLE AS SELECT
 - INSERT INTO ... SELECT (空テーブルへのダイレクト・パス・インサート)
- 表統計、列統計を収集
 - インデックス統計、ヒストグラムは収集しない

バルク・ロードのオンライン統計収集の設定

■ 設定

- デフォルト設定で有効
- 無効にする場合は NO_GATHER_OPTIMIZER_STATISTICS ヒントを設定

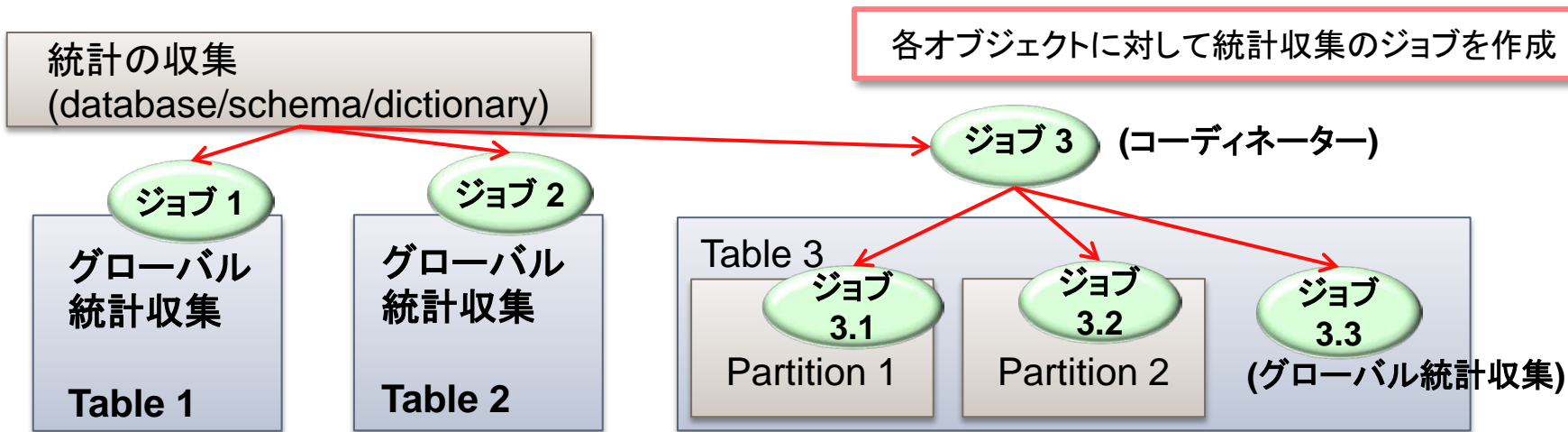
```
CREATE TABLE T1 AS SELECT /*+NO_GATHER_OPTIMIZER_STATISTICS */ * FROM SH.CUSTOMERS;
```

■ 注意

- 索引構成表や外部表などではオンライン統計収集が行われない
- 詳細はマニュアルを参照

オプティマイザ統計の同時収集

- 複数のオブジェクトに対し統計情報を並行収集
 - 表、パーティション、サブパーティション
- マルチCPU環境では総収集時間の短縮が可能



オプティマイザ統計の同時収集

- 以前のリリース (11.2.0.2) から統計情報の同時収集を導入
- 12cでは以下の場合も並行収集が可能
 - 複数のパーティション表
 - 自動統計収集ジョブ
- データベースのジョブ機能を使用して統計を収集
 - Oracle Scheduler および Advanced Queuing を使用してジョブの作成、管理を実施
 - サイズが非常に小さい、あるいは空のパーティションは別の小さいオブジェクトと一つのジョブにまとめられる
- ジョブの数の制御にはパラメータ `JOB_QUEUE_PROCESSES`を使用可能

オプティマイザ統計の同時収集の設定

■ 設定

- DBMS_STATS.SET_GLOBAL_PREFファンクションを用いて、CONCURRENTプリファレンスを設定 (デフォルト 無効: OFF)

```
DBMS_STATS.SET_GLOBAL_PREFS('CONCURRENT', 'ALL');
```

- MANUAL: 手動統計収集時に同時収集
- AUTOMATIC: 自動統計収集時に同時収集
- ALL: 手動、自動統計収集時に同時収集
- OFF: 同時収集しない (デフォルト)

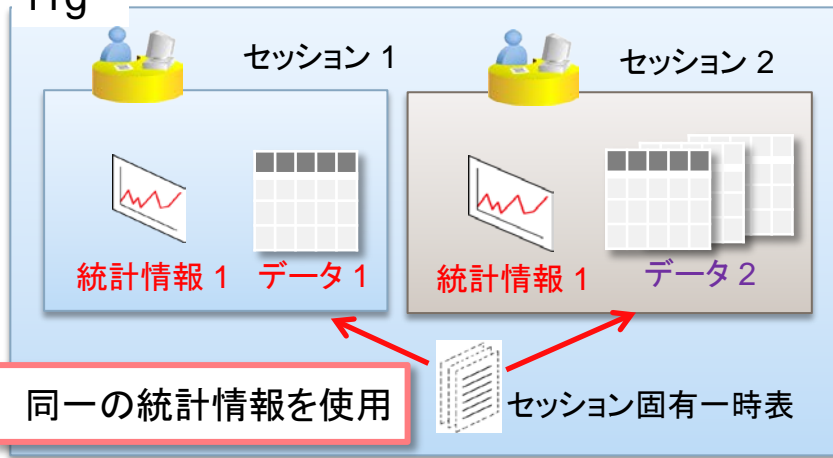
■ 注意

- 同時統計収集の実行によるシステム・リソースの消費に注意
 - リソース・マネージャを使用したリソース管理

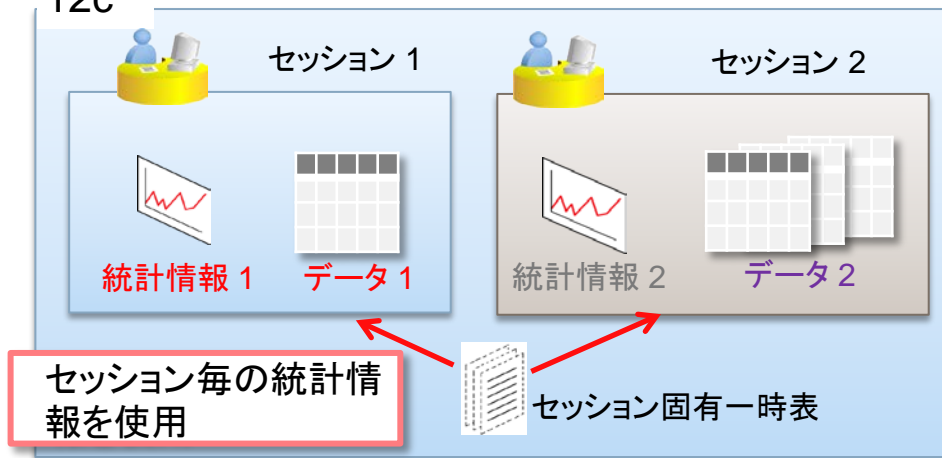
セッション固有一時表の統計収集

- 以前のリリースでは全てのセッションで一つの統計情報を共有して使用
- 12cではそれぞれのセッションで異なる統計情報を保持(デフォルト)
 - そのセッションで使用するデータに合わせた統計を収集可能

11g



12c



セッション固有一時表の統計収集

- 収集した統計は DBA_TAB_STATISTICSなどのディクショナリ・ビューから確認可能
- セッション固有の統計は他のセッションと共有されない
- 以前のリリース同様に一つの統計情報を全てのセッションで使用する設定も可能
 - GLOBAL_TEMP_TABLE_STATS プリファレンスで設定

```
DBMS_STATS.SET_GLOBAL_PREFS('GLOBAL_TEMP_TABLE_STATS', 'SHARED');
```

設定値

GLOBAL_TEMP_TABLE_STATSの値	有効化の設定
SESSION	セッション毎の統計情報を保持(デフォルト)
SHARED	セッション間で統計情報を共有

ヒストグラム

- ヒストグラムは列データの分布状況を表し、データの偏りをオプティマイザに伝える
 - オプティマイザはヒストグラムを使用して最適なプランを選択
 - ヒストグラムが無い場合、オプティマイザはデータが均等に分布すると考えるため、適切な実行計画を選択できないことがある

C1列のデータ分布

C1	件数
A	1000件
B	1000件
C	1件

SQL文

```
SELECT .. FROM T  
WHERE C1='C'
```

ヒストグラムが無い場合

個別値はA、B、Cの3つ
データCは全体の1/3を占めていると推測
→ 表スキャンを選択

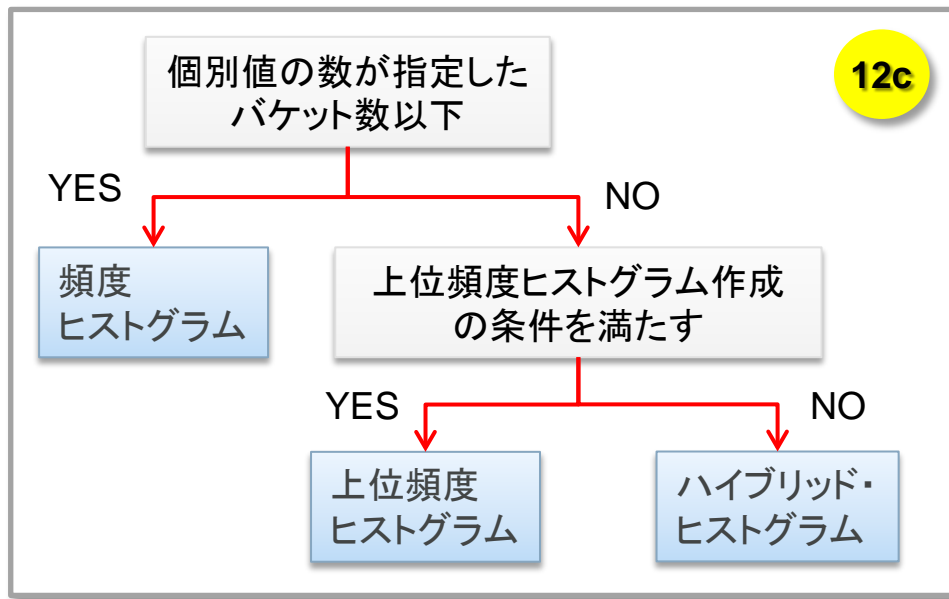
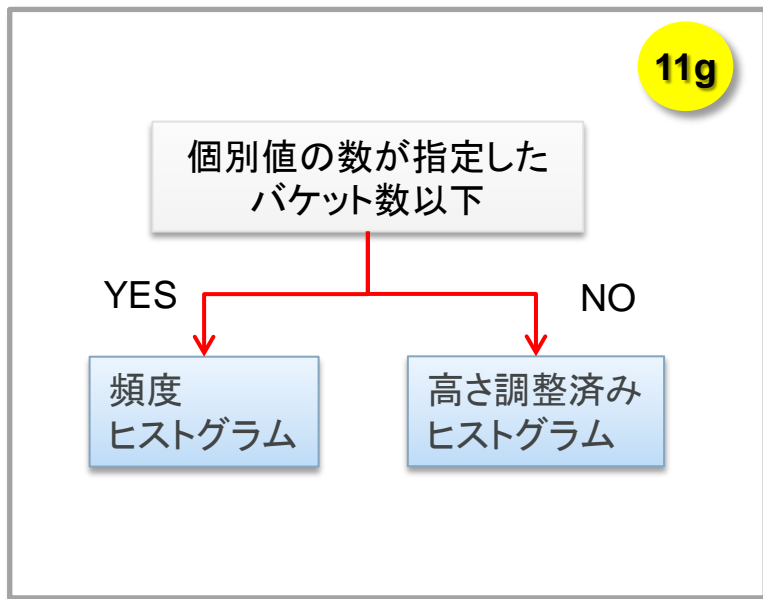


オプティマイザ

12cのヒストグラム

- より正確な見積もりを得るために新しいヒストグラムを導入
- 二つのヒストグラム
 - 上位頻度ヒストグラム
 - ハイブリッド・ヒストグラム
- バケットの数の最大値を2048に拡張
 - 以前のリリースでは254が最大値

作成されるヒストグラム



- 12c でも統計収集時のサンプリング率 (estimate_percent) をデフォルト値以外に設定した場合は高さ調整済みヒストグラムを作成する

上位頻度ヒストグラム

- 以前のリリースでは個別値の数がバケットの数以下の場合に頻度ヒストグラムを作成
- 12c では個別値の数がバケットの数より多くても、少数の個別値がデータの大部分を占める場合には上位頻度ヒストグラムを作成 (例: 全体の99%を超えるような場合)
- 上位頻度ヒストグラムでは上位n個の個別値に対してその個数を把握可能 (n=バケット数)
- データの大部分を占める上位n個の個別値に対してよりよい見積もりが可能になる

データをバケットに配分するイメージ



バケット4



バケット6



バケット11



バケット15

- 上位n個の個別値を各バケットに分配
- 個別値の数はエンドポイント番号列から把握が可能
- 統計的に重要でない非ポピュラー値は無視される

上位頻度ヒストグラム

- 作成条件

- 統計収集のサンプリング率がデフォルト設定(AUTO_SAMPLE_SIZE)
- 指定したバケット数より多い個別値を持つ
- 上位 n 個のデータが占める割合(%)が閾値 p 以上になる(n=バケット数)
 - 閾値(p)はバケットの数をnとした場合、 $p=(1-(1/n))*100$

例. バケットの数が 254 (デフォルト) の場合

$$p = (1-(1/254))*100 \rightarrow 99.6 \%$$

上位 254 個の個別値の占める割合が上記 p の値以上の場合は、上位頻度ヒストグラムを作成

ハイブリッド・ヒストグラム

- 上位頻度ヒストグラムの条件から外れる場合に作成
- 高さ調整済ヒストグラムと頻度ヒストグラムの両方の特徴を組み合わせる
 - 高さ調整済みヒストグラム同様に各バケットに値を割り振る
 - その後、同じ値が複数のバケットに入らないように値を移動
 - 各バケットのエンドポイント値の個数をエンドポイント繰返しカウント列 (ENDOPOINT_REPEAT_COUNT) に記録
- オプティマイザはエンドポイント繰返しカウントを使用してエンドポイント値の個数を把握

データをバケットに分配したイメージ



バケット10

エンドポイント値: 9
エンドポイント繰返し
カウント: 3



バケット18

エンドポイント値: 11
エンドポイント繰返し
カウント: 7



バケット20

エンドポイント値: 13
エンドポイント繰返し
カウント: 1

ハイブリッド・ヒストグラム

高さ調整済ヒストグラムとの比較

- 高さ調整済ヒストグラムは、歪みがあってもポピュラー値と認識されない場合がある
 - (例) 二つのバケットの大部分を一つのデータが占めるが、エンドポイント値は一つ
- ハイブリッド・ヒストグラムではこのような値に対してよりよい見積もりが可能

高さ調整済ヒストグラム



値11は複数のバケットのエンドポイント値ではないため、非ポピュラー値とみなされる

ハイブリッド・ヒストグラム



エンドポイント値 11
の個数がわかる

SQL 計画管理 (SPM) の 新機能

ORACLE[®] 12^c
DATABASE



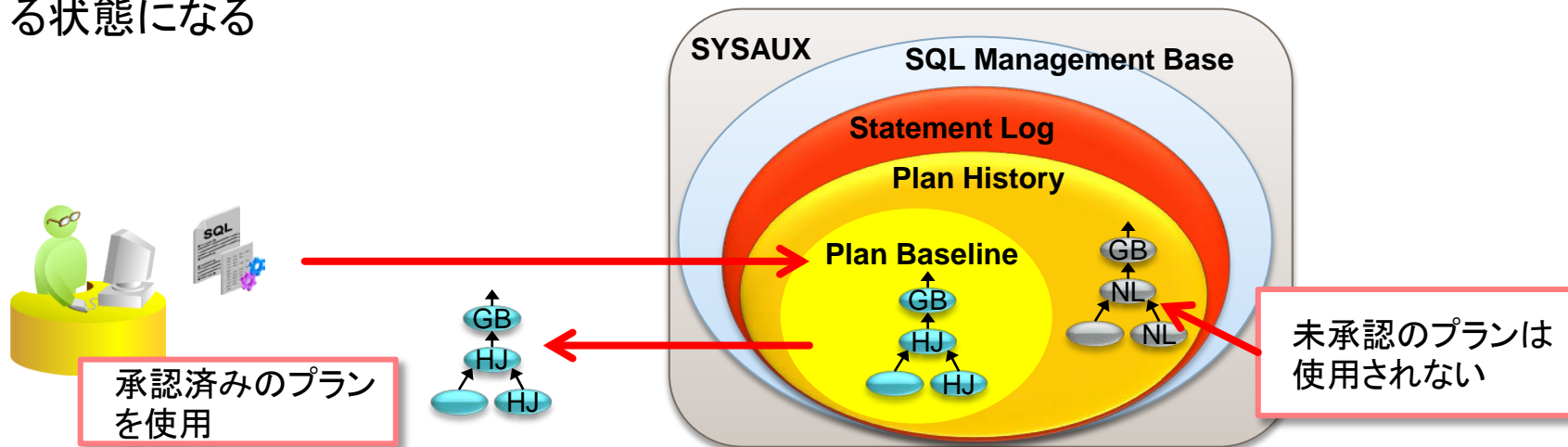
Plug into the **Cloud.**

ORACLE[®]

SQL 計画管理

SQL Plan Management (SPM) 概要

- プランの変更による実行性能の低下を防止する
 - 使用するプランは計画ベースラインに登録
 - 新規のプランは計画履歴に追加
- 検証を受け、承認されたプランは計画ベースラインに登録され使用できる状態になる



SQL 計画管理

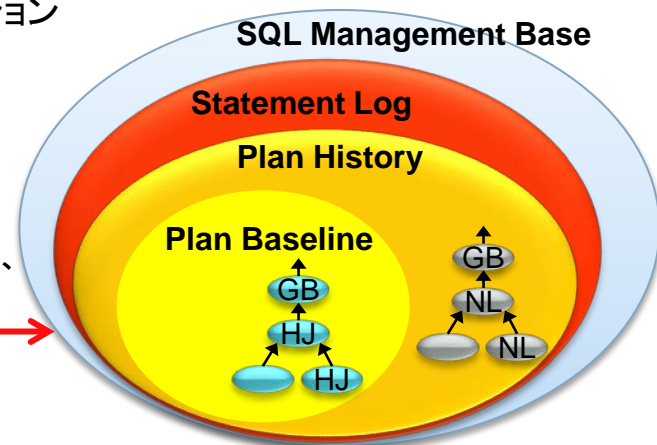
11gのSQL計画ベースラインの改良(evolve)

- 新しいプランが検出された場合、承認済みプランとなる前に検証が必要
 - 新しく追加されたプランのパフォーマンスを評価
 - 検証されたプランを承認するかを管理者が決定
- 検証の実行
 - DBMS_SPM.EVOLVE_SQL_PLAN_BASELINEファンクション
 - SQL Tuning Advisor



パフォーマンスの比較検証

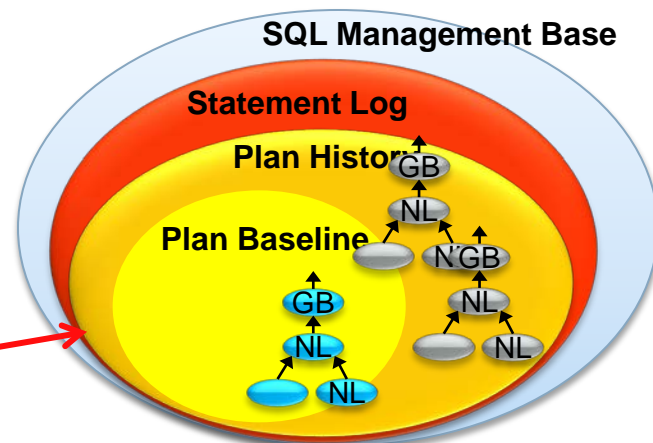
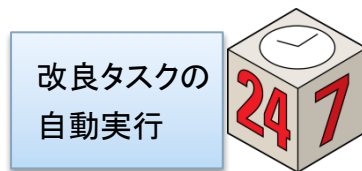
未承認のプランの方がよいパフォーマンスの場合、承認され、計画ベースラインに登録



適応 SQL 計画管理

SPM Evolve Advisor タスクの導入

- 12c ではプラン改良に関する新しいアドバイザータスクを導入 (SYS_AUTO_SPM_EVOLVE_TASK)
 - 自動メンテナンス・ウィンドウで検証を実施
 - 未承認のプランに対して検証プロセスを実行
 - 既存のプランより性能がよければ承認
 - 承認を行わない設定も可能
 - 評価レポートを確認するファンクションも提供



ORACLE

手動によるプラン改良

プラン改良タスクのファンクションを提供

- DBMS_SPMパッケージに手動実行可能なファンクションを提供
- 改良タスクの手動実行や自動実行のスケジュールを作成することが可能
 - e.g. 週次で改良タスクを実行し、レポートを確認してからプランを承認する

改良タスクのファンクション抜粋

ファンクション名	内容
CREATE_EVOLVE_TASK	改良タスクの作成、SQLハンドルやプラン名を指定可能
EXECUTE_EVOLVE_TASK	改良タスクの実行
REPORT_EVOLVE_TASK	改良タスクのレポートを表示
IMPLEMENT_EVOLVE_TASK	レポートの推奨するプランを承認

パラレル実行に関する 新機能

ORACLE[®] 12^c
DATABASE



Plug into the **Cloud.**

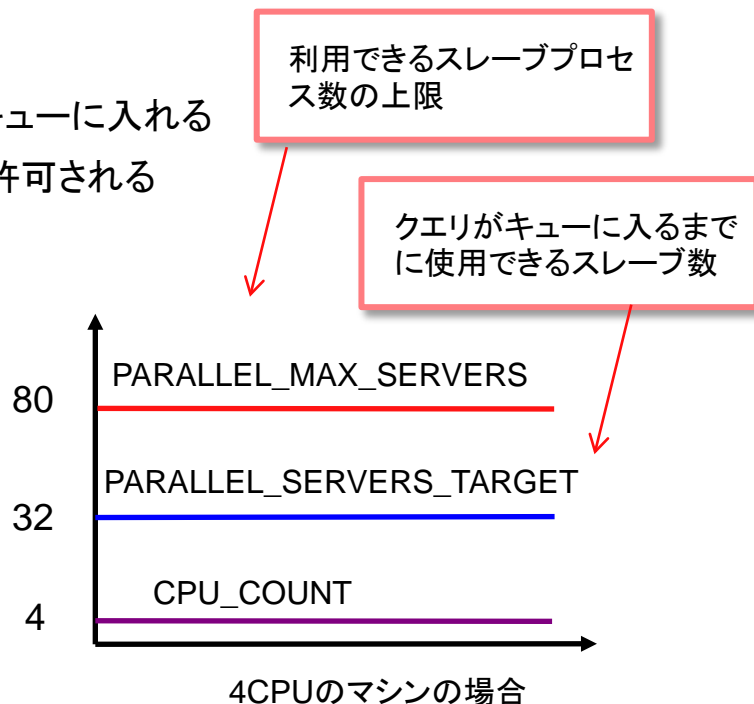
ORACLE[®]

パラレル文のキューイングの強化

クリティカルなパラレル文を優先的に実行

- 11g Release2 からパラレル文のキューイングを導入
 - 必要なスレーブ・プロセスを確保できない場合、SQL文をキューに入れる
 - 必要なリソースが使用可能になるとデキューされ、実行が許可される
- 12cではクリティカルなパラレル文の優先実行が可能
 - キューをバイパスして即時実行
 - PARALLEL_SERVERS_TARGETを超えて実行可能
- 設定
 - 特定のコンシューマー・グループをクリティカルとマーク
 - プラン・ディレクティブで設定

```
parallel_stmt_critical=>'BYPASS_QUEUE'
```



パラレル分散方法の適応

実行時に収集した統計をベースに分散方法を決定

- パラレル実行ではソート、集計、結合などの操作のためにパラレル実行サーバー間でデータを再分配する
- Oracleデータベースには複数のパラレル分散方法が存在
 - e.g. ハッシュ方法、ブロードキャスト方法など
- 12c ではハイブリッド・ハッシュ分散方法を導入
 - 実行時に収集した統計から最終的な分散方法を決定
 - 実際の行数が閾値以上の場合はハッシュを使用
 - 閾値より少ない場合はブロードキャストに切り替わる
 - 閾値は並列度の2倍で定義

パラレル度の再最適化

パフォーマンス統計をフィードバックしてパラレル度を改善

- SQL実行時に収集した統計を使用して、次回実行時の自動パラレル度 (AutoDOP) をより適切に決定
- 動作
 - 初回実行時にオプティマイザが並列度を決定
 - 実行の最後に以下を比較
 - オプティマイザが選択したパラレル度
 - 実行時に収集したパフォーマンス統計(例えばCPU Time)に基づいて計算したパラレル度両者が大きく異なる場合はその文を再解析の対象とし、統計を記録
 - 次回のSQL実行時に、記録した統計を使用してより適切なパラレル度を決定
- 設定
 - 初期化パラメーター PARALLEL_DEGREE_POLICY を ADAPTIVE に設定

Hardware and Software

ORACLE®

Engineered to Work Together

ORACLE®