

ORACLE®

免責事項

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は、米国オラクル・コーポレーション及びその子会社、関連会社の米国及びその他の国における登録商標または商標です。他社名又は製品名は、それぞれ各社の商標である場合があります。

Oracle Database 12c Release 1 (12.1.0.2)

CoreTech Seminar

Data Warehouse(DWH)関連機能

日本オラクル株式会社
データベース事業統括 製品戦略統括本部
データベースエンジニアリング本部 Database & Exadata技術部
橋本 琢爾
2014/08/20

Agenda

- 1 Attribute Clustering
- 2 Zone Maps (Exadata or SuperCluster)
- 3 Automatic Big Table Caching / Full Database Caching
- 4 その他



Attribute Clustering

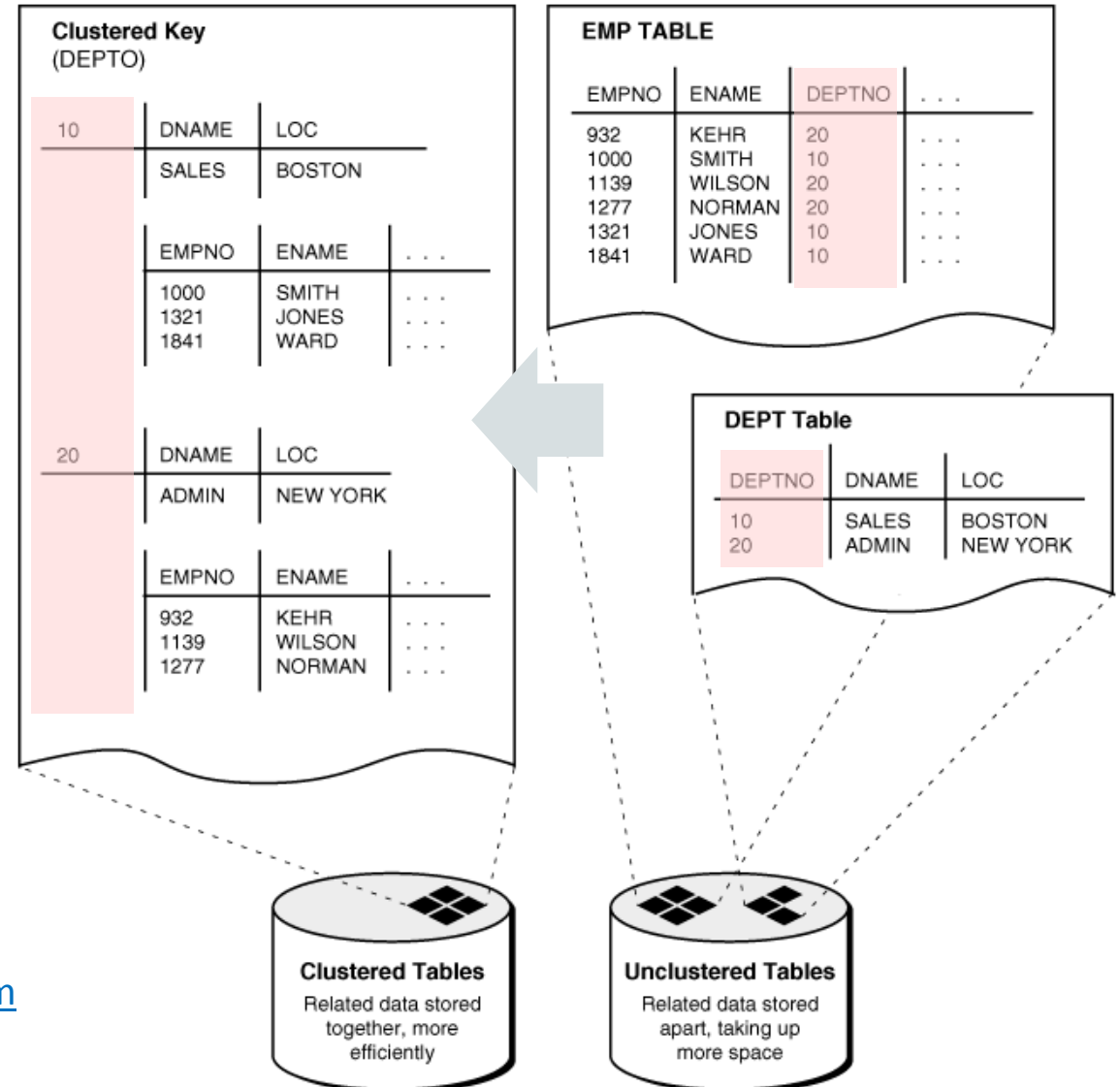
ユーザーの指定に基づきデータ属性より隣接した領域に格納する構成表

クラスタ化表について

- 概要
 - 関連性の強い表を同一ブロックに格納
 - 結合処理のコストとI/O処理範囲を限定
- タイプ
 - クラスタ化表
 - クラスタ化索引

予めクラスタオブジェクトを作成し、
表をクラスタ内に含める形で作成する

http://docs.oracle.com/cd/E49329_01/server.121/b71301/clustrs.htm





Attribute Clustering

Concept and Benefits

- 指定したカラムデータの特徴により隣接した領域に格納される
- 単一表、結合表からのクラスタリングが可能
 - 例: DWHスキーマ (ファクト&ディメンジョン表)
- Zone Maps との連携でI/O削減に効果的
 - 索引検索時のブロックI/O削減にも効果
- パーティション・メンテナンス時のデータ最適化が可能
- クラスタリングされたデータによる検索時のソート処理や集計に対する効果
- 圧縮比に対する改善

Attribute Clustering

データ格納方式の改善による読み込みコストの削減

- 概要

- データを整えつつ物理的に格納
- 物理的に近接したエリアに格納される
- ユーザー定義による構成

- クラスタ・タイプ

- Clustering by **Linear order**
 - 単一表での使用を推奨
- Clustering by **Interleaved order**
 - 結合表での使用を推奨

Linear order

Linear-Ordered Table

Category	Country
BOYS	AR
BOYS	JP
BOYS	SA
BOYS	US
GIRLS	AR
GIRLS	JP
GIRLS	SA
GIRLS	US
MEN	AR
MEN	JP
MEN	SA
MEN	US
WOMEN	AR
WOMEN	JP
WOMEN	SA
WOMEN	US

Interleaved order

Interleaved-Ordered Table

Category	Country
0	AR
1	JP
2	SA
3	US
4	AR
5	JP
6	SA
7	US
8	AR
9	JP
10	SA
11	US
12	AR
13	JP
14	SA
15	US

Attribute Clustering

Example

- CLUSTERING BY LINEAR ORDER (category, country)

Category	Country
BOYS	AR
BOYS	JP
BOYS	SA
BOYS	US
GIRLS	AR
GIRLS	JP
GIRLS	SA
GIRLS	US
MEN	AR
MEN	JP
MEN	SA
MEN	US
WOMEN	AR
WOMEN	JP
WOMEN	SA
WOMEN	US

LINEAR ORDER

Pruning with:

```
SELECT ..  
FROM table  
WHERE category = 'BOYS' ;
```

```
SELECT ..  
FROM table  
WHERE category = 'BOYS' ;  
AND country = 'US'
```

Attribute Clustering

Example

- CLUSTERING BY INTERLEAVED ORDER (category, country)

		Country						
Category	10	AR WOMEN	11	JP WOMEN	14	SA WOMEN	15	US WOMEN
	8	AR MEN	9	JP MEN	12	SA MEN	13	US MEN
	2	AR GIRLS	3	JP GIRLS	6	SA GIRLS	7	US GIRLS
	0	AR BOYS	1	JP BOYS	4	SA BOYS	5	US BOYS

INTERLEAVED ORDER

Pruning with:

```
SELECT ..  
FROM table  
WHERE category = 'BOYS' ;
```

```
SELECT ..  
FROM table  
WHERE country = 'US'
```

```
SELECT ..  
FROM table  
WHERE category = 'BOYS' ;  
AND country = 'US'
```

Attribute Clustering

データを整えた状態で格納すること

CSEQ	C25	C100	C1K	C10K
524	3	49	145	7964
525	11	43	375	8597
526	3	30	334	1954
527	16	19	512	1641
528	8	18	399	1720
529	12	15	106	271
530	14	43	991	8529
531	10	88	511	2758
532	19	55	496	7856
533	17	23	864	7424
534	19	68	395	3222
535	22	3	686	4187
536	20	96	425	6527
537	10	31	780	7422
538	3	56	946	4081
539	20	34	45	4343



Attribute Clustering対象カラム(C25,C100)

CSEQ	C25	C100	C1K	C10K
8868	1	1	845	8183
6574	1	1	826	6312
7244	1	1	70	6631
6295	1	1	973	1451
2446	1	1	979	618
2719	1	1	175	3150
2819	1	1	54	6484
7720	1	2	754	1486
7773	1	2	1000	3907
2935	1	2	859	7023
2620	1	2	369	7428
3575	1	2	371	5169
6843	1	3	174	5763
6475	1	3	884	8840
2050	1	3	757	6988
7721	1	4	505	7544

Attribute Clustering

データを整えた状態で格納すること

CSEQ	C25	C100	C1K	C10K
8868	1	1	845	8183
6574	1	1	826	6312
7244	1	1	70	6631
6295	1	1	973	1451
2446	1	1	979	618
2719	1	1	175	3150
2819	1	1	54	6484
7720	1	2	754	1486
7773	1	2	1000	3907
2935	1	2	859	7023
2620	1	2	369	7428
3575	1	2	371	5169
6843	1	3	174	5763
6475	1	3	884	8840
2050	1	3	757	6988
7721	1	4	505	7544

データを整えるメリット

- ExadataのStorage Index
- Database In-Memoryインメモリストレージ索引
- Zone Maps (Exadata or SuperCluster)

上記機能への効果

Attribute Clustering / Syntax

–Linear

```
CREATE TABLE sales (  
    category VARCHAR2(20),  
    country VARCHAR2(2),  
    amount_sold NUMBER(10,2)  
)
```

```
CLUSTERING BY LINEARORDER (  
    category,  
    country  
)  
YES ON LOAD  
YES ON DATA  
MOVEMENT;
```

–Interleaved

```
CREATE TABLE sales (  
    prod_id NOT NULL NUMBER,  
    cust_id NOT NULL NUMBER,  
    amount_sold NUMBER(10,2) ...)
```

CLUSTERING SALES

```
JOIN products ON  
(sales.prod_id = products.prod_id)  
JOIN customers ON  
(sales.cust_id = customers.cust_id)
```

BY INTERLEAVED ORDER

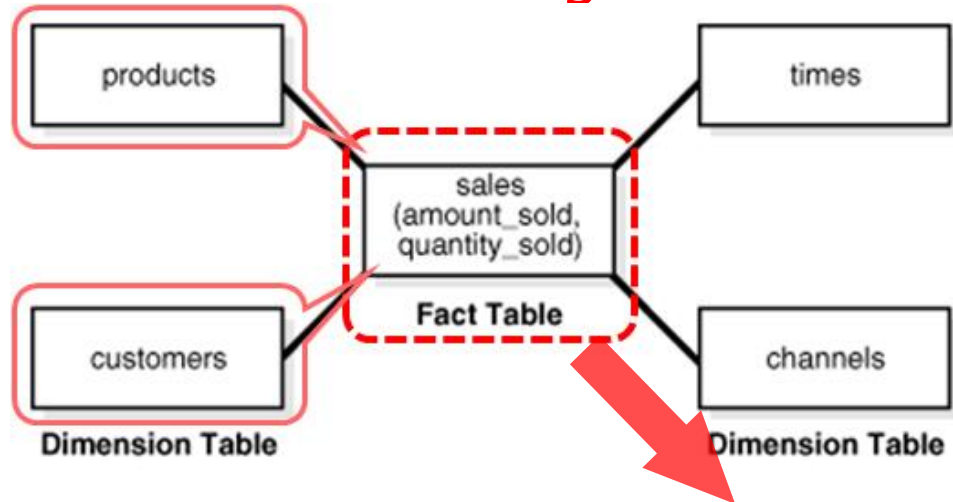
```
(products.prod_category,  
products.prod_subcategory),  
(customers.country_id,  
customers.cust_state_province,  
customers.cust_city)
```

Attribute Clustering

Guidelines for Using Attribute Clustering

スター・スキーマなどの環境においては、頻繁に使用される2から3のディメンジョン表から検討する

Attribute Clustering



Interleaved-Ordered Table

		Country					
10	AR WOMEN	11	JP WOMEN	14	SA WOMEN	15	US WOMEN
8	AR MEN	9	JP MEN	12	SA MEN	13	US MEN
2	AR GIRLS	3	JP GIRLS	6	SA GIRLS	7	US GIRLS
0	AR BOYS	1	JP BOYS	4	SA BOYS	5	US BOYS

Sales					
products		customers			amount_sold
category	subcategory	country_id	cust_state_province	cust_city	

Attribute Clustering

Guidelines for Using Attribute Clustering

- データ属性の組み合わせによる I/O コスト削減を目的とする
- 表サイズが大きい場合、カーディナリティの低いものを優先に構成する
- 頻繁に検索されるファクト表を中心に選択し構成する
- Linear Order では 接頭語・接尾語のあるリストカラムが優位
- 結合表などを検討し、カーディナリティの低いものを優先に構成する
- 4つ以上のディメンジョン表が存在する場合、頻繁に照会される2から3の表を選択し、クラスタリングを検討する
- 索引の代わりにカーディナリティの低いカラムを選択し、Attribute Clustering を活用する
- ディメンジョン表の主キーは階層的なもの組み合わせではない外部キーが望ましい
例： 年・四半期・月・日 などの組み合わせなど

Attribute Clustering

データの移行

- Direct-path insert operations

ダイレクトロード時にデータのクラスタリングが行われる

```
SQL> INSERT /*+ APPEND */ INTO sales SELECT * FROM sales_org ;
```

- Data movement operations

以下のような表のmove操作に加え、オンライン表再定義を含むパーティション移動、マージ、分割、および結合によりデータのクラスタリングが行われる

```
SQL> alter table sales move;
```


Attribute Clustering

Database In-Memory / IMCU & Attribute Clustering

	CSEQ	C25	C100	C1K	C10K	
IMCU1	9897	1	7	999	6715	C25 Min : 1 / Max : 1 C100 Min : 7 / Max : 8
	8895	1	7	501	9786	
	3419	1	7	73	3309	C1K Min : 13 / Max : 999
	466	1	7	935	7627	
	7905	1	8	91	506	C25 Min : 1 / Max : 1 C100 Min : 9 / Max : 10
	1724	1	8	527	7966	
	2389	1	8	13	9095	
	2848	1	8	363	620	
IMCU2	8793	1	9	797	7120	C25 Min : 1 / Max : 1 C100 Min : 9 / Max : 10
	6173	1	9	129	7411	
	7496	1	9	328	7657	C1K Min : 129 / Max : 797
	8299	1	9	603	8827	
	6049	1	9	720	4738	C25 Min : 1 / Max : 1 C100 Min : 9 / Max : 10
	3018	1	9	465	4999	
	3389	1	9	766	4201	
	9717	1	10	364	6601	

Attribute Clustering

検証結果 – IMCU情報

94106 SALES_IM_CLUSTERING

クラスタあり

OBJD	HEAD_PIECE_ADDRESS	MINIMUM_VALUE	MAXIMUM_VALUE
94106	0000000610FFFB8	C102	C102
94106	00000006C000000	C103	C21F64
94106	00000006C000000	C103	C105
94106	00000006C400000	C103	C105
94106	00000006C700000	C103	C105
94106	00000006CA00000	C103	C10A
94106	000000061BFFFB8	C103	C10A
94106	0000000618FFFB8	C103	C105
94106	0000000615FFFB8	C103	C105
94106	0000000612FFFB8	C103	C105
94106	0000000610FFFB8	C103	C10A
94106	000000061BFFFB8	C10729	C20E535D
94106	0000000618FFFB8	C10729	C2110861
94106	0000000615FFFB8	C10729	C20E535D
94106	0000000612FFFB8	C10729	C20E240E
94106	0000000610FFFB8	C10729	C20E535D
94106	00000006C000000	C1072B	C2125349
94106	00000006CA00000	C10916	C2125349
94106	00000006C400000	C10916	C2125349
94106	00000006C700000	C10916	C2125349
94106	00000006CA00000	C10E	C131

10 IMCUs

94107 SALES_IM_NOCLUSTERING

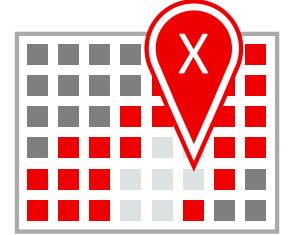
クラスタなし

OBJD	HEAD_PIECE_ADDRESS	MINIMUM_VALUE	MAXIMUM_VALUE
94107	000000064BFFFD0	C102	C102
94107	0000000648FFFD0	C103	C10A
94107	0000000645FFFD0	C103	C10A
94107	0000000642FFFD0	C103	C10A
94107	000000063FFFD0	C103	C10A
94107	00000006CD00000	C103	C30B0A5D
94107	00000006CD00000	C103	C10A
94107	00000006D000000	C103	C30B0A60
94107	00000006D000000	C103	C10A
94107	00000006D300000	C103	C30B0B
94107	00000006D300000	C103	C10A
94107	00000006D600000	C103	C10A
94107	000000064BFFFD0	C103	C30B0A5E
94107	0000000648FFFD0	C103	C10A
94107	0000000648FFFD0	C103	C30B0A5F
94107	0000000645FFFD0	C10729	C20D1757
94107	0000000642FFFD0	C10729	C20C4130
94107	000000063FFFD0	C10729	C20C4130
94107	0000000648FFFD0	C10729	C20C4130
94107	000000064BFFFD0	C10737	C2110861
94107	00000006CD00000	C1075B	C2081030

14 IMCUs

Agenda

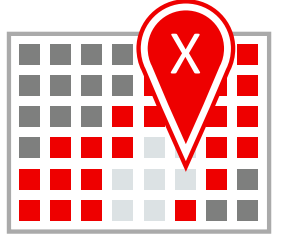
- 1 Attribute Clustering
- 2 Zone Maps (Exadata or SuperCluster)**
- 3 Automatic Big Table Caching / Full Database Caching
- 4 その他



Zone Maps

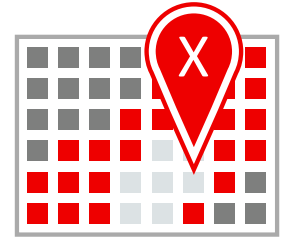
Engineered System (Exadata / SuperCluster)に特化したアーキテクチャ
Exadata Storage Indexに類似し、データ格納情報をユーザー・オブジェクトとして保持

Zone Maps



- 指定されたカラムデータの最小値・最大値の保持
- 索引の用途に類似
 - 索引よりコンパクト
 - Zone mapsは 対象外データの除外、索引は対象データの検出用途
- アプリケーションに透過的で、性能向上を実現
 - 単一表だけでなく、結合により階層化されたデータについてもI/O削減を実現
 - Engineered SystemのStorage Indexとも透過的に処理される
- 整えられたデータにより、性能向上が見込める
 - Attribute Clusteringとの組み合わせによる効率化

Zone Maps



```
CREATE TABLE lineitem
(
  orderkey NUMBER ,
  shipdate DATE ,
  receiptdate DATE ,
  destination VARCHAR2 (50) ,
  quantity NUMBER
);
```

Block	orderkey	shipdate	receiptdate	destination	quantity
1	1	1-1-2011	1-10-2011	San_Fran	100
1	2	1-2-2011	1-10-2011	San_Fran	200
2	3	1-3-2011	1-5-2011	San_Fran	100
2	4	1-5-2011	1-10-2011	San_Diego	100
3	5	1-10-2011	1-15-2011	San_Fran	100
3	6	1-12-2011	1-16-2011	San_Fran	200
4	7	1-13-2011	1-20-2011	San_Fran	100
4	8	1-15-2011	1-30-2011	San_Jose	100

```
CREATE MATERIALIZED ZONEMAP
lineitem_zmap ON lineitem
(
  orderkey,
  shipdate,
  receiptdate
);
```

Block Range	min orderkey	max orderkey	min shipdate	max shipdate	min receiptdate	max receiptdate
1-2	1	4	1-1-2011	1-5-2011	1-9-2011	1-10-2011
3-4	5	8	1-10-2011	1-15-2011	1-15-2011	1-30-2011

Zone Maps and Attribute Clustering

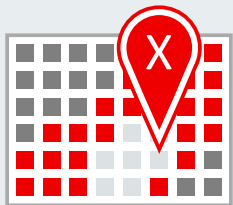


Attribute Clustering

Orders data so that columns values are stored together on disk

連携の効果

- クエリー性能と同時実行性の向上
 - 物理データアクセスの削減
 - 高度な選択的なデータ配置による I/O 削減効果
- 最適化された領域管理
 - 低減する索引の必要性
 - データ・クラスタによる圧縮比の改善
- アプリケーションに対する透過性
 - 全てのアプリケーションでの効果

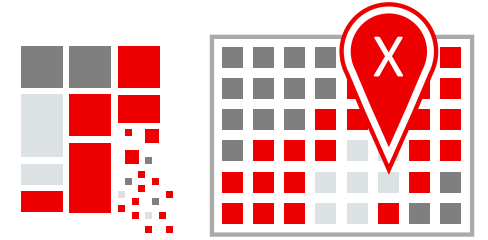


Zone maps

Stores min/max of specified columns per zone

Used to filter un-needed data during query execution

Zone Maps and Attribute Clustering



```
CREATE TABLE lineitem
(
  orderkey NUMBER ,
  shipdate DATE ,
  receiptdate DATE ,
  destination VARCHAR2(50) ,
  quantity NUMBER
)
CLUSTERING
  BY LINEAR ORDER (orderkey,shipdate,receiptdate)
  YES ON LOAD YES ON DATA MOVEMENT
  WITH MATERIALIZED ZONEMAP;
```

```
SELECT owner, table_name, clustering_type, on_load, on_datamovement, with_zonemap
FROM DBA_CLUSTERING_TABLES WHERE table_name='lineitem';
```

OWNER	TABLE_NAME	CLUSTERING_TYPE	ON_LOAD	ON_DATAMOVEMENT	WITH_ZONEMAP
-----	-----	-----	-----	-----	-----
SH	lineitem	LINEAR	YES	YES	YES

Agenda

- 1 Attribute Clustering
- 2 Zone Maps (Exadata or SuperCluster)
- 3 Automatic Big Table Caching / Full Database Caching**
- 4 その他

Automatic Big Table Caching / Full Database Caching

検索・集計処理を高速化する様々なキャッシング

Automatic Big Table Caching

インメモリ・パラレル処理の性能向上

- 概要

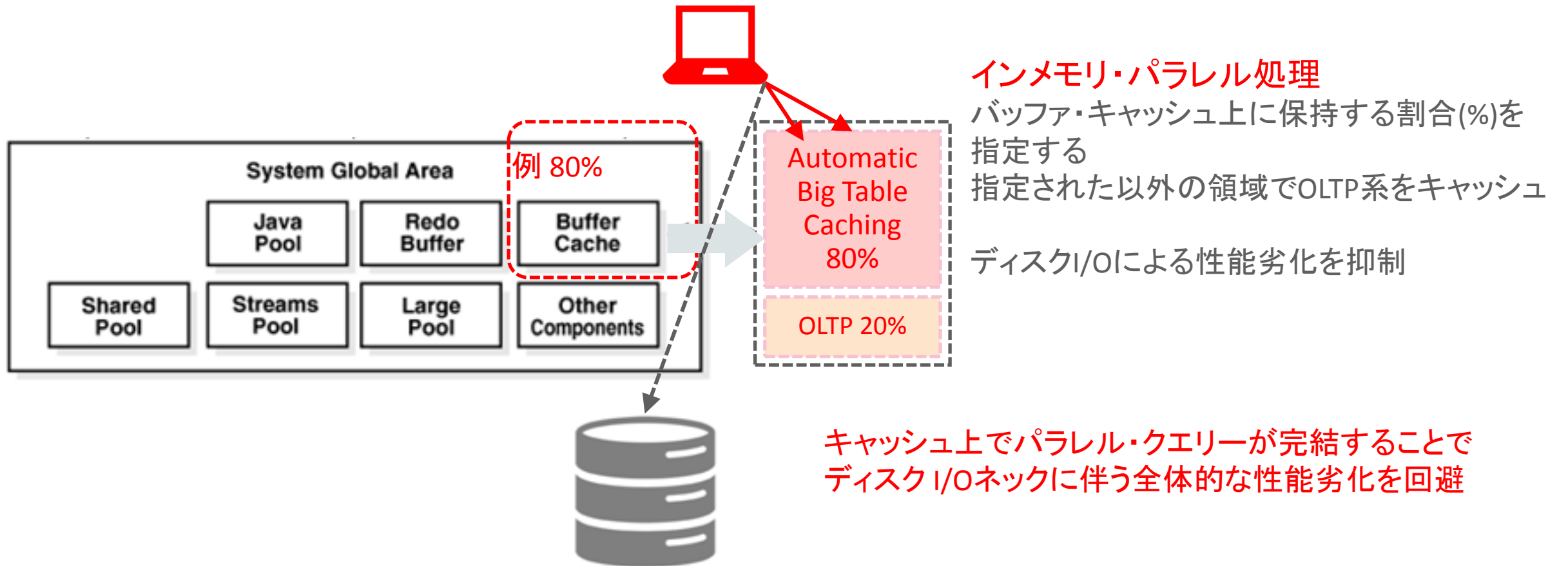
- 表のサイズが大きくバッファ・キャッシュへのりきらない場合、ディスクI/Oが発生し全体が遅延
- 表サイズと処理並列度から判断しキャッシュ・アウトさせない設定で性能を維持・改善する

- Syntax

- 初期化パラメータ **DB_BIG_TABLE_CACHE_PERCENT_TARGET**でバッファ・キャッシュ上の比率(%)を指定
- インメモリ・パラレル処理想定時は **PARALLEL_DEGREE_POLICY**をAUTOまたはADAPTIVEに設定する(※)
※ RAC環境において Automatic Big Table Caching使用時は PARALLEL_DEGREE_POLICY設定は必須

Automatic Big Table Caching

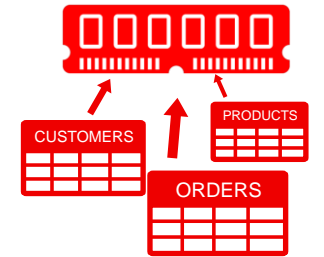
インメモリ・パラレル処理の性能向上



Full Database Caching

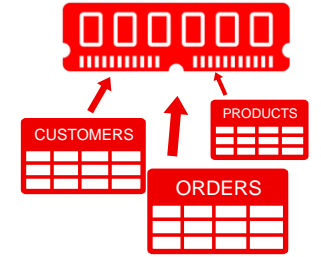
全体的な性能向上

- 十分なメモリーを搭載したマシンで設定
- データベースの全オブジェクトをバッファ・キャッシュに保持する



Force Full Database Caching

全体的な性能向上



- Before Enabling Force Full Database Caching Mode
 - ※ SGA_TARGET or MEMORY_TARGET設定時はBuffer Cacheの状態を確認する必要がある
SQL> SELECT NAME, BYTES FROM V\$SGAINFO WHERE NAME='Buffer Cache Size';
- Enabling Force Full Database Caching Mode (mount状態で)
SQL> ALTER DATABASE **FORCE FULL DATABASE CACHING**;
SQL> ALTER DATABASE OPEN;
- Disabling Force Full Database Caching Mode
SQL> ALTER DATABASE **NO FORCE FULL DATABASE CACHING**;
SQL> ALTER DATABASE OPEN;

Agenda

- 1 Attribute Clustering
- 2 Zone Maps (Exadata or SuperCluster)
- 3 Automatic Big Table Caching / Full Database Caching
- 4 その他

その他

**Approximate Count Distinct
Advanced Index Compression**

Approximate Count Distinct

1,2,3...

- 集計数を求めるクエリーに完全性を求めないケースで有効
 - 例：先週の1週間で我が社のWebサイトを訪れた個人の実質の数
- COUNT DISTINCTを求めるための新しい機能
 - APPROX_COUNT_DISTINCT()
- ほぼ正確な結果を得るためのリソースを節約できる
 - **5倍から50倍** 高速化
 - 97%を越える確度

Approximate Count Distinct

1,2,3...

```
SQL> select count(distinct(c500k)) from base;  
COUNT(DISTINCT(C500K))
```

```
-----  
432419
```

経過: 00:00:00.57

実行計画

```
-----  
Plan hash value: 2597723340
```

```
-----  
| Id  | Operation          | Name      | Rows  | Bytes |TempSpc| Cost (%CPU)| Time      |  
-----  
|  0  | SELECT STATEMENT   |           |     1 |    13 |        |    4096  (1)| 00:00:01 |  
|  1  |   SORT AGGREGATE   |           |     1 |    13 |        |           |          |  
|  2  |    VIEW            | VW_DAG_0  | 439K | 5575K |        |    4096  (1)| 00:00:01 |  
|  3  |   HASH GROUP BY    |           | 439K | 2144K |    11M |    4096  (1)| 00:00:01 |  
|  4  |  TABLE ACCESS FULL| BASE      | 1000K | 4882K |        |    2154  (1)| 00:00:01 |  
-----
```

Approximate Count Distinct

1,2,3...?

```
SQL> select approx_count_distinct(c500k) from base;  
APPROX_COUNT_DISTINCT(C500K)
```

433547

432419 / 433547 = 0.997398205961522

経過: 00:00:00.20

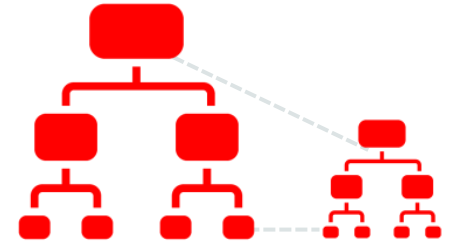
実行計画

Plan hash value: 3201703352

Id	Operation	Name	Rows	Bytes	Cost (%CPU)	Time
0	SELECT STATEMENT		1	5	2154 (1)	00:00:01
1	SORT AGGREGATE APPROX		1	5		
2	TABLE ACCESS FULL	BASE	1000K	4882K	2154 (1)	00:00:01

Advanced Index Compression

- 索引圧縮によるストレージ要件への寄与
 - 容量の節約
 - データベース・バッファ・キャッシュへの効果
- 平均的な圧縮率は2倍から3倍程度
- オーバーヘッドの考慮は不要
- コンプレッション・アドバイザーによる適切な圧縮レベルの提示



```
SQL> CREATE INDEX hr.emp_mndp_ix ON  
      hr.employees (manager_id,department_id) COMPRESS ADVANCED LOW;
```

```
SQL> ALTER INDEX hr.emp_manager_ix REBUILD COMPRESS ADVANCED LOW;
```

まとめ

- Attribute Clustering
 - 単一表・結合表を指定コラムでSortし、物理的に格納する
 - Database In-Memory, Storage Index, Zone Mapsに効果
- Zone Maps (Exadata or SuperCluster)
 - ユーザー定義可能なインスタンス上で保持される Storage Index
 - Attribute Clusteringとの連携でさらにI/Oコスト削減
- Automatic Big Table Caching / Full Database Caching
 - 集計・分析を高速化するキャッシング技術
- その他 (Approximate Count Distinct / Advanced Index Compression)
 - トランザクションの負荷を軽減する実装

リファレンス

マニュアル・ドキュメント

- **Oracle® Database Data Warehousing Guide 12c Release 1 (12.1)**

- Attribute Clustering

- http://docs.oracle.com/cd/E57425_01/121/DWHSYG/attcluster.htm#CCHEEJFD

- Zone Maps (Exadata or SuperCluster)

- http://docs.oracle.com/cd/E57425_01/121/DWHSYG/zone_maps.htm#CIHHJGJE

- Automatic Big Table Caching

- http://docs.oracle.com/cd/E57425_01/121/DWHSYG/ch2logdes.htm#CIHCCAJA

リファレンス

マニュアル・ドキュメント

- **Oracle® Database Administrator's Guide 12c Release 1 (12.1)**

- Force Full Database Caching

- http://docs.oracle.com/cd/E57425_01/121/ADMIN/memory.htm#BABDFHEG

- Approximate Count Distinct

- http://docs.oracle.com/cd/E57425_01/121/SQLRF/functions013.htm#sthref1208

- Advanced Index Compression

- http://docs.oracle.com/cd/E57425_01/121/ADMIN/indexes.htm#CHDEHBHE

Hardware and Software Engineered to Work Together

ORACLE®