



ORACLE®

実践！！ パフォーマンス・チューニング ～DISK/I/Oボトルネック解決編～

日本オラクル株式会社

Oracle Direct

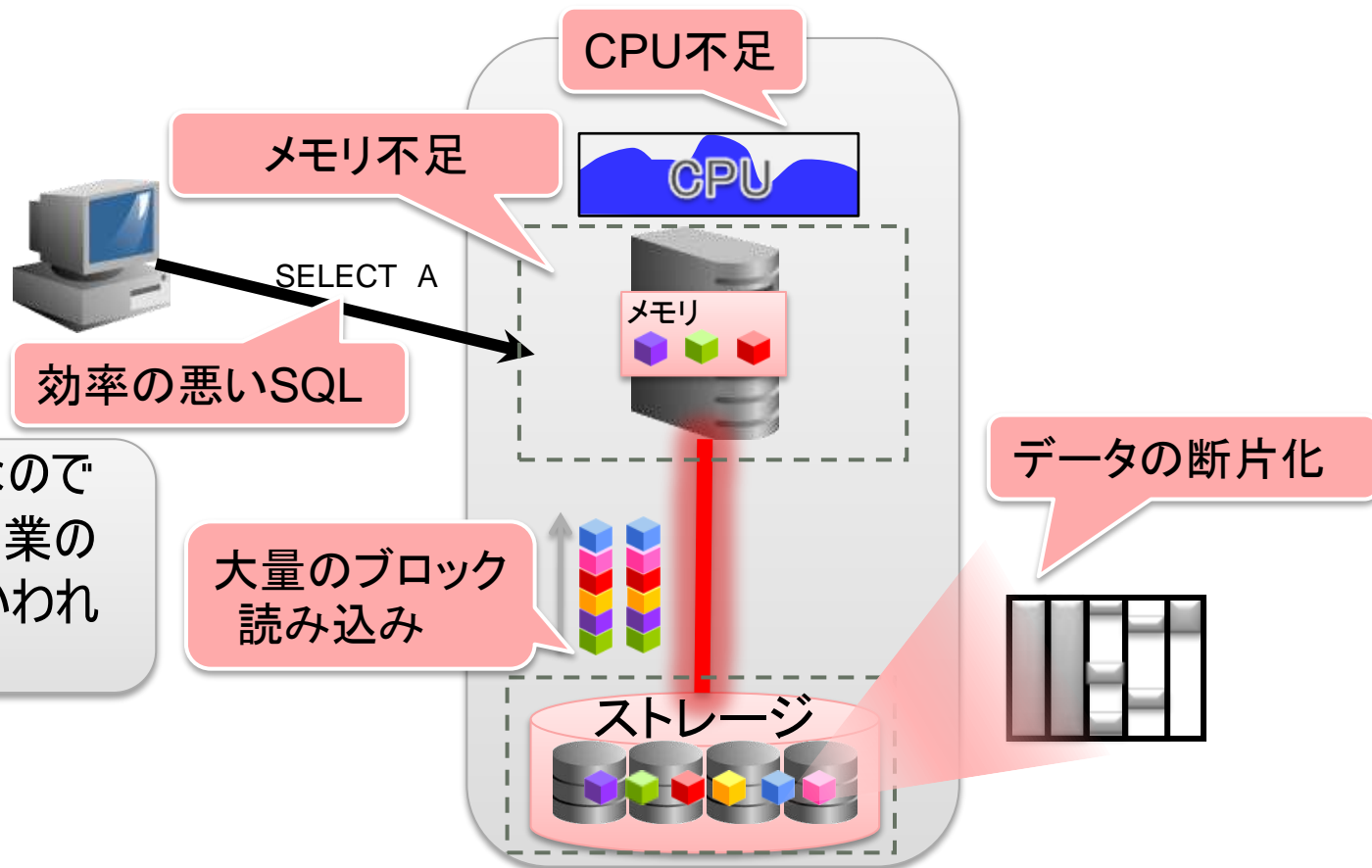


Agenda

1. DBのパフォーマンス劣化の要因
2. ボトルネック箇所の特定方法
3. Disk I/Oボトルネックの解決策
 - 3.1 データ読み込みの効率化
 - 3.2 最適なメモリの割り当て
 - 3.3 ディスクアクセスの効率化
 - 3.4 H/W性能の強化
4. 参考

DBボトルネックの要因

- DBのパフォーマンス劣化の要因は様々
- データベース内のボトルネックを特定し、そのボトルネック箇所を改善することが必要



幅広い知識が必要なのでチューニングは管理作業の中でも一番難しいといわれることも。



DBボトルネックの傾向

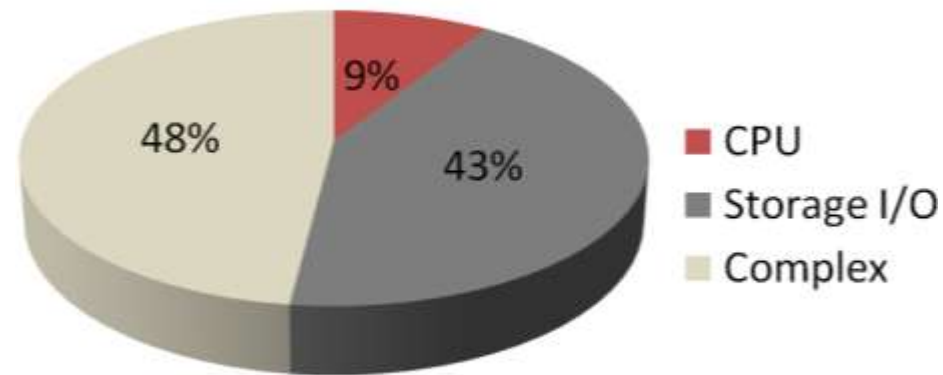
Oracle Directのパフォーマンスクリニクの現状

Statspackレポートからの調査結果

Disk I/Oがボトルネックだったケースが約4割以上

性能ボトルネックの原因の傾向

- CPU: 9%
- **Disk I/O: 43%**
- 非効率なSQL文、索引の設計等 : 48%



*データ: Oracle Directが直近で実施したパフォーマンスクリニク

<http://www.oracle.com/lang/jp/direct/service/pc.html>

なぜDisk I/Oがボトルネックになるのか

ディスクの性能

- CPU性能と比べ、約100倍ディスクの性能は劣る
- ディスクからの読み込みは3段階で実行
 - ヘッドの位置決め、ディスク回転待ちに時間がかかる

CPUとディスクパフォーマンス差

195,000RPM-4000IOPS

CPU



約100倍の
性能差

HDD

15,000RPM-320IOPS

2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

3.データの読み出し

2.ディスク回転待ち

1.ヘッドの位置決め

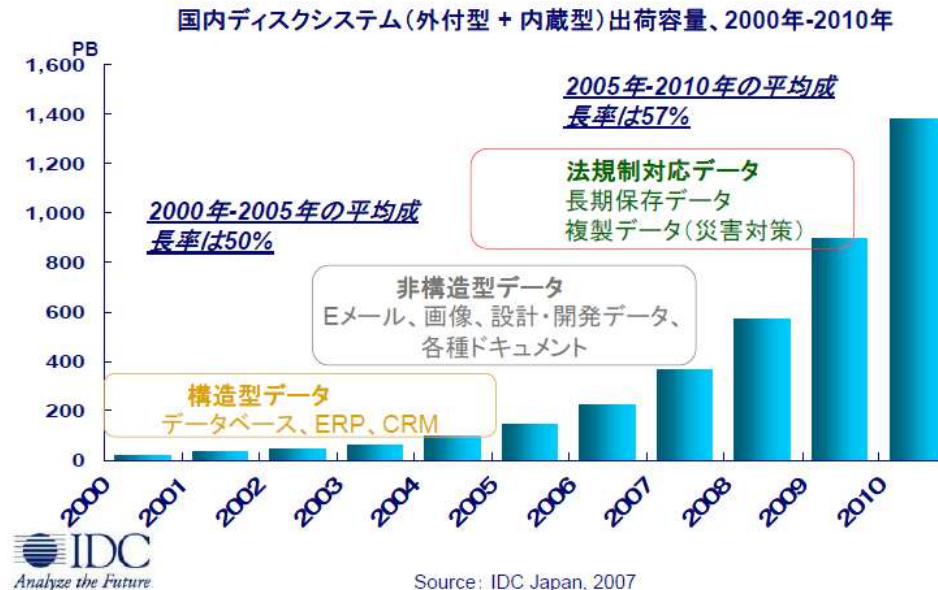


ORACLE

なぜDisk I/Oがボトルネックになるのか

データベースサイズの増加

- データベースサイズは、**3.5倍**
 - 2003年～2005年の2年間の統計
- 保存すべきデータ量が増加
 - 業務上の理由/法規制・指針の変更
- データ量が増えたことによる処理するデータ量の増加



[Source]COMPUTERWORLD <http://www.computerworld.jp/mkt/hw/57210.html>

米国IOUG(International Oracle User Group) 会員の調査 米国ユニスフィア・リサーチが2006年に調査(回答数366)

ORACLE

Agenda

1. DBのパフォーマンス劣化の要因
2. ボトルネック箇所の特定方法
3. Disk I/Oボトルネックの解決策
 - 3.1 データ読み込みの効率化
 - 3.2 最適なメモリの割り当て
 - 3.3 ディスクアクセスの効率化
 - 3.4 H/W性能の強化
4. 参考

ボトルネック箇所の特特定方法

データベース内の統計情報を確認

- データベース内の統計情報を収集
 - メモリ上の情報をSELECT文で検索
 - Statspackによる必要な情報の一括収集
 - Oracle Enterprise Managerの自動診断機能の活用



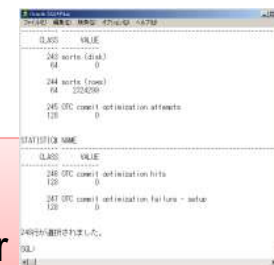
OSの情報
CPU使用率、メモリ使用率

実行計画の確認
SQLトレース EXPLAIN PLAN



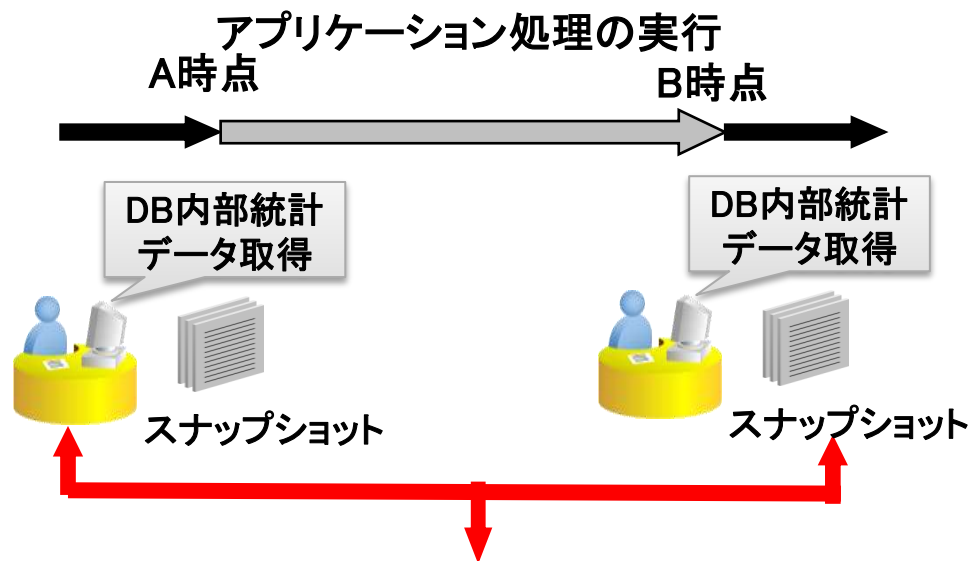
Top 5 Timed Events			
Event	Waits	Time (s)	% Total
db file sequential read	51,925	8,172	91.49
log file sync	29,367	386	4.32
db file parallel write	614	172	1.93
CPU time		141	1.58
log file parallel write	20,158	53	.59

メモリ上の処理傾向
V\$表の検索、Statspack、Enterprise Manager



ボトルネック箇所の特定方法

Statspackの利用



B-Aの値をもとに、
この間のDB内部の挙動をレポート

ある2時点で取得した
内部統計データの差分を元に、
その間のパフォーマンス統計データを
結果レポートに出力

report1.lst - ワードパッド

Instance Efficiency Indicators

Buffer Nowait %:	100.00	Redo NoWait %:	100.00
Buffer Hit %:	98.54	Optimal W/A Exec %:	100.00
Library Hit %:	94.84	Soft Parse %:	94.92
Execute To Parse %:	89.05	Latch Hit %:	100.00
Parse CPU to Parse Elapsed %:	90.81	% Non-Parse CPU:	92.02

Shared Pool Statistics

Memory Usage %:	92.85	92.69
% SQL with executions>1:	63.94	85.65
% Memory for SQL w/exec>1:	89.71	88.90

Top 5 Timed Events

Event	Waits	Time (s)	Avg wait (ms)	%Total Call Time
db file sequential read	59,310	1,109	19	29.8
control file sequential read	8,087	637	79	17.0
buffer busy waits	4,499	524	117	14.0
CPU time		343		9.1
control file parallel write	2,497	340	136	9.1

Host CPU (CPUs: 2 Cores: 2 Sockets: 1)

Load Average	Begin	End	User	System	Idle	%IO	%CPU
			41.93	27.66	30.41		

Instance CPU

% of total CPU for Instance:	3.07
% of busy CPU for Instance:	4.41
%DB time waiting for CPU - Resource Mgr:	

Memory Statistics

Host Mem (MB):	2,038.4	2,038.4
SGA use (MB):	231.5	231.5
PGA use (MB):	89.9	89.4

•Statspackの利用方法についてはこちらをご参照ください。

「Statspack取得方法」

http://www.oracle.com/lang/jp/direct/service/doc/how_to_get_statspack.pdf

•Statspackの解析方法についての詳細は以下のセミナー資料をご参照ください。

「実践!パフォーマンス・チューニング-Statspack解析-」

<http://www.oracle.com/technetwork/jp/content/20100728statspack-tips-251843-ja.pdf>

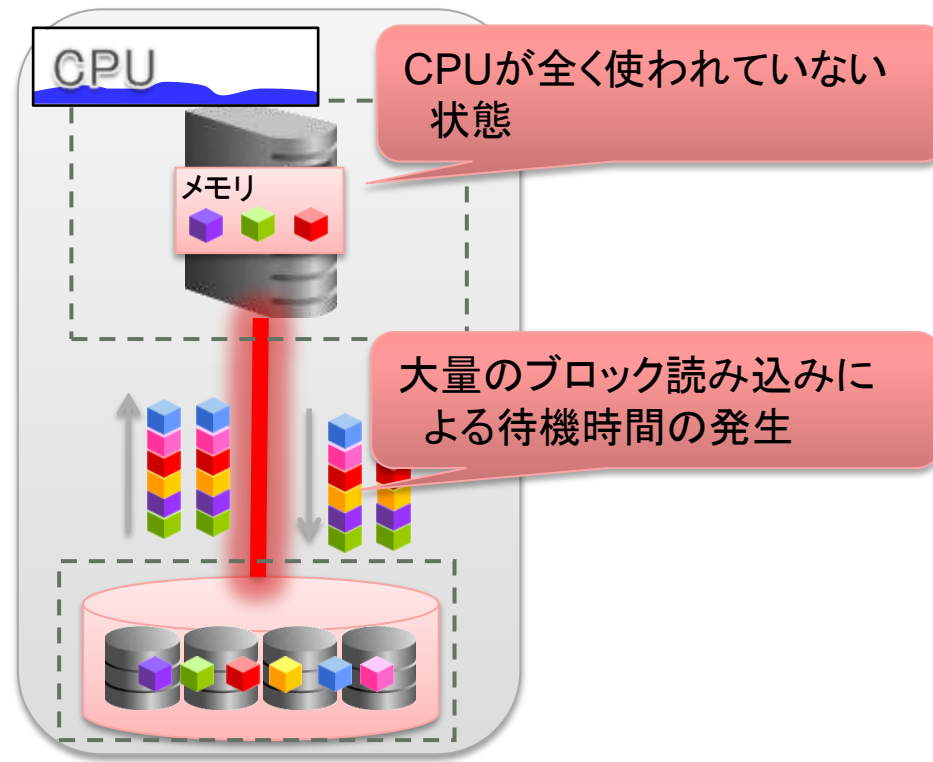
Agenda

1. DBのパフォーマンス劣化の要因
2. ボトルネック箇所の特特定方法
3. Disk I/Oボトルネックの解決策
 - 3.1 データ読み込みの効率化
 - 3.2 最適なメモリの割り当て
 - 3.3 ディスクアクセスの効率化
 - 3.4 H/W性能の強化
4. 参考

Disk I/Oボトルネックの要因

大量のデータ読み込み

- ディスクからの大量のデータ読み込み
 - 可能な限り必要なデータのみをメモリに読み込み、Disk I/Oを最小限にする仕組みが必要



Statspackによる解析

トップ5待機イベントの確認

- 待機イベント: プロセスがCPUを使用していない時間
- 上位にきているイベント = チューニングをして効果が大きいイベント
- Disk I/O関連の待機イベント: db file scattered read, db file sequential read
 - これらの待機イベントが上位に來ていると、大量のDisk IOが発生している可能性がある

```
Top 5 Timed Events
~~~~~
Event                               Waits      Time (s)    Avg  %Total
                                      wait      (s)         wait %Total
                                      (ms)     Call
-----
db file sequential read              6,503,622   43,981     6,988  62.12
db file scattered read                5,791,756    7,256     1,131  19.51
CPU time                             80,242       1,105       14     3.53
SQL*Net message from dblink           89,050        777         9     2.18
Buffer busy waits                    162,720       266         2     1.32
-----
```

Event	待機イベント名
Waits	イベントのために待機した合計回数
Time(s)	イベントの合計待機時間および合計CPU時間(秒)
Avg wait(ms)	イベントの平均待機時間
% Total Call Time	全待機時間内の割合

待機イベント

db file scattered read

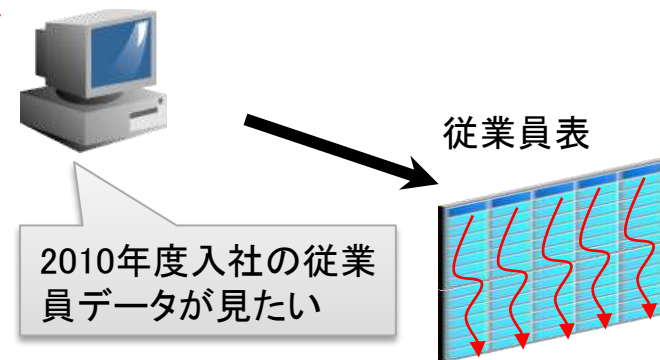
- マルチブロック読み込み(全表検索)を使ったデータ読み込みの待機イベント

db file scattered read が上位に来る原因

- 検索対象外のデータまで読み込まれ、必要以上のディスク読み込みが発生

db file scattered readを減らす方法

- 索引の利用→必要なデータのみを読み込み
- Multi-block Read Count→I/O回数を削減
- 表の分割→必要なデータのみを読み込み
- 圧縮の利用→読み込むデータ量を削減



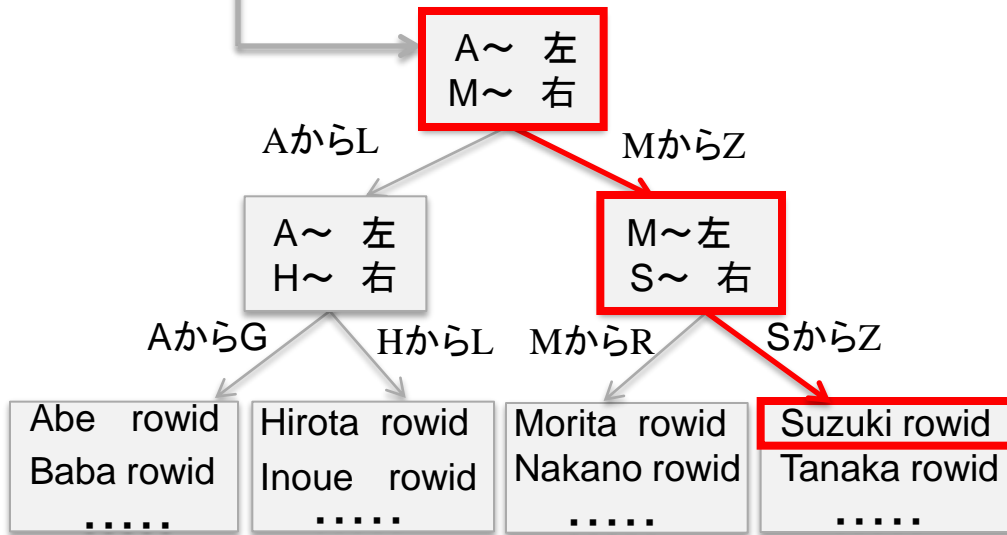
索引の利用

単一ブロック読み込みによるディスクI/Oの削減

- 索引を利用したシングルブロックアクセス
 - ルートから、ブランチ、リーフをたどって該当データのROWIDを取得
 - ROWIDをもとに表データにアクセス
 - 検索対象のみにアクセスをし、全表走査に比べ大幅にDiskI/Oを削減

Suzukiさんのデータを検索したい

```
SELECT * FROM 社員表
WHERE 社員名='Suzuki';
```



どのデータにも3ブロックの索引
アクセス+対象データのブロック
(計4ブロック)でアクセス可能

	社員番号	名前	勤務地	性別
ROWID1	1	Tanaka	関東	女
ROWID2	2	Suzuki	関東	男
ROWID3	3	Yoshida	東北	男
ROWID4	4	Abe	関西	女
ROWID5	5	Inoue	関東	男

索引の利用

索引の利用例

•索引についての詳細は以下のセミナー資料をご参照ください
「実践！パフォーマンスチューニング 索引前編」
<http://www.oracle.com/technetwork/jp/content/index-tuning1-250935-ja.pdf>
「実践！パフォーマンスチューニング 索引後編」
<http://www.oracle.com/technetwork/jp/content/performance-tuning-251737-ja.pdf>

```
コマンドプロンプト - sqlplus system/oracle@direct30.jp.oracle.com:1521/HR
SQL> select * from sh.sales_normal where prod_id=1;

レコードが選択されませんでした。

実行計画
-----
Plan hash value: 3846408979

-----
| Id | Operation          | Name          | Rows  | Bytes | Cost (%CPU)| Time     |
-----
| 0  | SELECT STATEMENT   |               | 648K  | 25M   | 91142 (1)   | 00:18:14 |
| * 1 | TABLE ACCESS FULL| SALES_NORMAL | 648K  | 25M   | 91142 (1)   | 00:18:14 |
-----
```



索引を作成

```
CREATE INDEX prod_id_idx ON
Sh.SALES_NORMAL (prod_id);
```



```
コマンドプロンプト - sqlplus system/oracle@direct30.jp.oracle.com:1521/HR
SQL> select * from sh.sales_normal where prod_id=1;

レコードが選択されませんでした。

実行計画
-----
Plan hash value: 520635728

-----
| Id | Operation          | Name          | Rows  | Bytes | Cost (%CPU)| Time     |
-----
| 0  | SELECT STATEMENT   |               | 648K  | 25M   | 27280 (1)   | 00:05:28 |
| 1  | TABLE ACCESS BY INDEX ROWID | SALES_NORMAL | 648K  | 25M   | 27280 (1)   | 00:05:28 |
| 2  | INDEX RANGE SCAN   | PROCD_ID_IDX | 648K  |       | 1317 (1)    | 00:00:16 |
-----
```

全ての表ブロックにアクセス

索引を利用した単一ブロックアクセス

全表走査に比べ、COST時間を大幅に削減

参考: Disk I/Oが多いSQL文の特定

StatsPackを利用した確認方法

DiskI/Oが多いSQLの確認方法

- Statspack内の「SQL ordered by Reads」の項目を確認

SQL ordered by Reads

Physical Reads	Executions	CPU Reads	Elapsd Exec	Old %Total	Time (s)	Hash Value
115,960	1	115,960.0	2.6	15.91	327.41	1712001384

 115,960 1 115,960.0 2.6 15.91 327.41 1712001384

Module: SAMPLE.exe

SELECT PC_VW_SHUKKA_MEISAI_LOT.出荷倉庫コード ,PC_VW_SHUKKA_MEISAI_LOT.出荷倉庫名 ,PC_VW_SHUKKA_MEISAI_LOT.得意先コード

Hash Valueを利用して実行計画を確認

物理読み込みが多いSQL文を確認

Statspackから実行計画の確認方法

※SQL文がキャッシュに残っている間だけ出力が可能

- "sprepsql.sql"を実行して対象のSnapshot IDとSQLのHash Valueを入力

SQL> @\$ORACLE_HOME/rdbms/admin/sprepsql.sql

~中略~

Specify the Begin and End Snapshot Ids

~~~~~  
 begin\_snapに値を入力してください: 126

Begin Snapshot Id specified: 126

end\_snapに値を入力してください: 127

End Snapshot Id specified: 127

Specify the Hash Value

~~~~~  
 hash_valueに値を入力してください: 3328979786

Hash Value specified is: 3328979786

マルチブロックReadの値の調整

マルチブロックReadとは

- シングルブロックREAD

- 1度の読み込みで単一のブロックを読む方法
- 主に索引走査で読み込む方法

- マルチブロックREAD

- 1度の読み込みで隣接する複数のブロックを読む方法
- 主に全表走査で読み込む方法

初期化パラメータ

```
db_file_multiblock_read_count = 8
```

- 1回のI/Oで読み込むブロック数を指定
- 1回のI/Oレスポンス時間は増えるが、I/O発行回数が減る
- 10gR2からは自動設定

8ブロック単位で
データを読み込む

Tanaka	Abe	Yoshida	Okubo
Saito	Hayashi	Inoue	Suzuki
Yamada	Ota	Kubota	Fujita
Baba	Morita	Fujita	Hirota
Kawada	Nakata	Kubota	Ueda
Inoue	Hirota	Morita	Endo
...

マルチブロックReadの値の調整

マルチブロックREADの効果例

- マルチブロックREADの設定を変えてSQL文を実行し、経過時間を比較

```
SQL> alter session set db_file_multiblock_read_count=1;  
SQL> SELECT * FROM employees;  
経過: 00:00:04.35
```

```
SQL> alter session set db_file_multiblock_read_count=10;  
SQL> SELECT * FROM employees;  
経過: 00:00:01.37
```

マルチブロックREADを大きくすることにより、
処理時間が減少

※他の処理に影響が出る可能性があるので、設定を変更する場合は注意が必要

【補足】db_file_multiblock_read_countの最大値

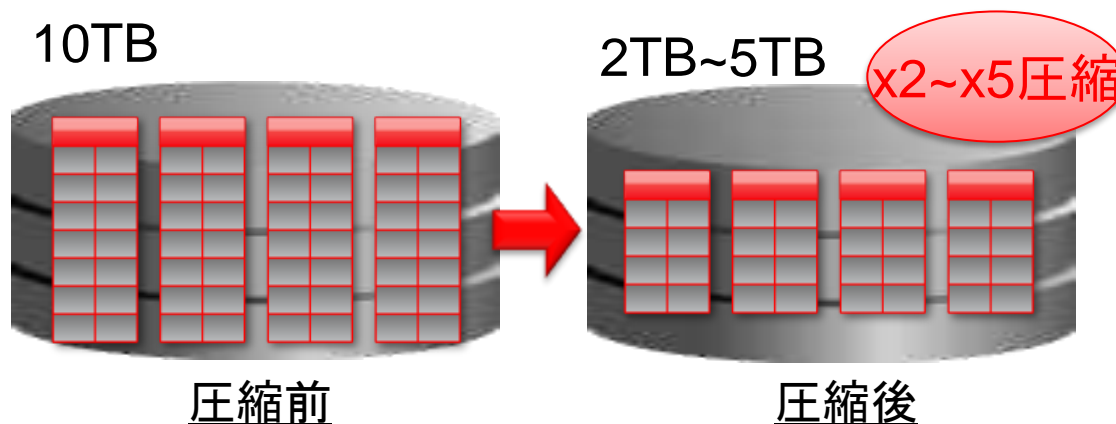
$db_file_multiblock_read_count \leq \text{最大I/Oサイズ} / db_block_size$

※最大I/Oサイズは、オペレーティング・システムの制限を受けます

表圧縮によるデータ量の削減

表圧縮とは

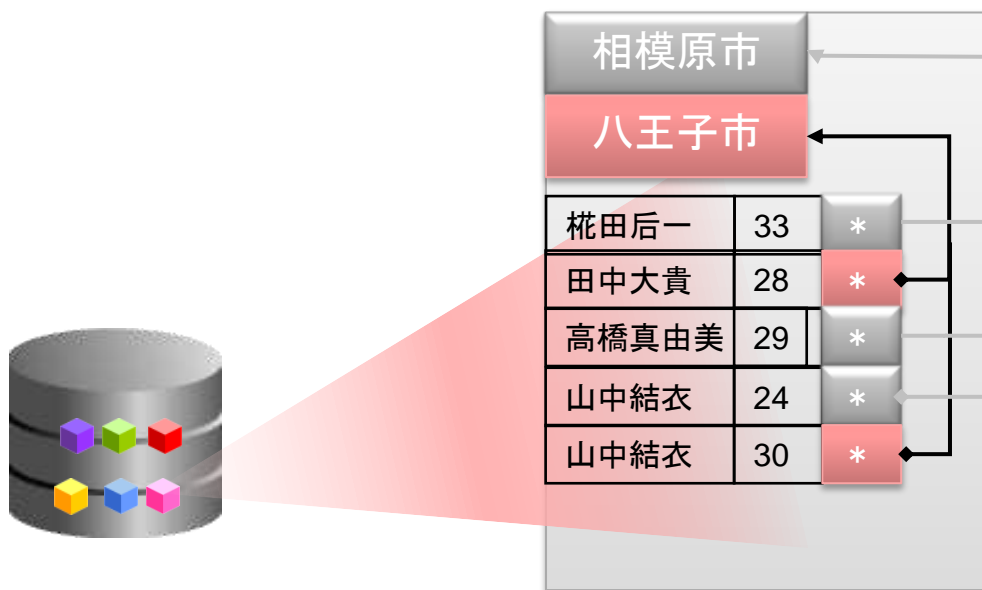
- データを圧縮し、データ量を削減
 - 読み込みに必要なデータ量を削減し、DiskI/Oパフォーマンスを向上
- データ・セグメント圧縮(9iR2~)
 - DWH表圧縮
- Advanced Compression Option(11g~)
 - OLTP表圧縮



表圧縮によるデータ量の削減

圧縮の仕組み

- ブロック内でデータの重複を効率的に管理、格納
 - ブロック内にある重複値をブロックの先頭に格納し、各レコードはその実値を参照



Employee_Name	Age	Location
梶田后一	33	相模原市
田中大貴	28	八王子市
高橋真由美	29	相模原市
山中結衣	24	相模原市
齊藤英輔	30	八王子市

• 圧縮についての詳細は以下のセミナー資料をご参照ください
 「徹底解説! データベース圧縮のすべて ~ 検証結果・事例に基づくベストプラクティス ~」
<http://www.oracle.com/technetwork/jp/content/11gadvancedcompression-handsout-251456-ja.pdf>

表圧縮によるデータ量の削減

DWH表圧縮とOLTP表圧縮の違い

Enterprise Edition

Advanced
Compression
Option

9iR2~

	データ・セグメント圧縮	OLTP表圧縮
ライセンス	EE	EE + AdvancedCompression
対象バージョン	9i~	11g~
アプリケーション	DWH	OLTP + DWH
オーバーヘッド	圧縮時に若干のオーバーヘッド	圧縮時に若干のオーバーヘッド
圧縮対象データ	ダイレクト・ロード(又はダイレクトINSERT)を使用したバルク・ロードで格納されたデータのみが圧縮の対象	通常のDMLで格納されたデータ(ININSERT)に対しても圧縮を行うことが可能
圧縮方法	COMPRESS [BASIC]	COMPRESS FOR ALL OPERATIONS(11gR1)/COMPRESS FOR OLTP(11gR2)
圧縮レベル	表・表領域・パーティションレベル	表・表領域・パーティションレベル

ORACLE

表圧縮によるデータ量の削減

表データ圧縮の効果

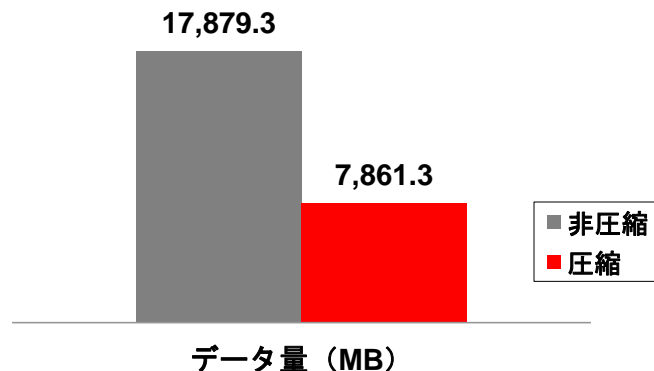
表データ圧縮による効果

➤ ディスク容量の削減

- システム全体で約3/7
- トランザクション表では約1/3

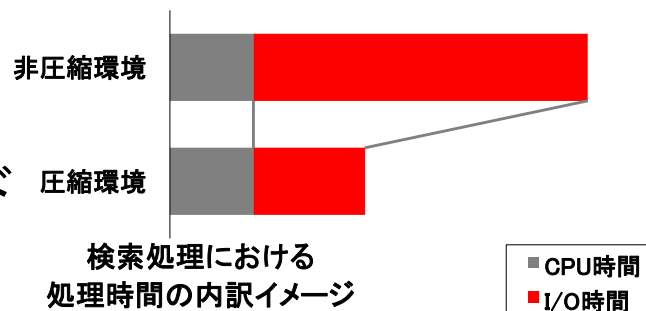
➤ 性能向上

- メモリ使用量の減少によるヒット率の向上
- 読み込む必要のあるブロック数が減少



表データ圧縮のオーバーヘッド

- データの圧縮に、若干のCPUオーバーヘッド
- ディスクI/Oの減少により、パフォーマンスの低下はほとんどない



待機イベント

db file sequential read

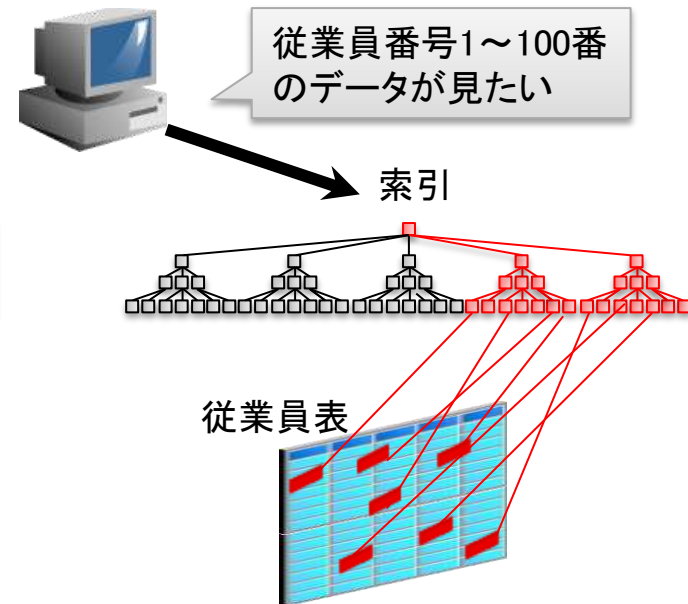
- 単一ブロック読み込み(索引)を使ったデータ読み込みの待機イベント

db file sequential read が上位に来る原因

- 検索対象が多いにもかかわらず、索引を利用している
- 索引の断片化が発生している

db file sequential readを減らす方法

- 全表走査の利用 → 最適なI/Oアクセス回数
- 表の分割 → 必要なデータのみを読み込み
- 断片化の解消 → 効率的なブロック管理



ORACLE

索引走査と全表走査の選択

例：以下のようなEMP表でのI/O回数はどちらが多いか？

- データ件数：社員番号1～4000番の4000件
- サイズ：3200KB
(ブロックサイズ：8K、400ブロック、1ブロックあたり10件格納)
- 社員番号(EMPNO)：1～1000番の社員リストが欲しい

```
SELECT * FROM EMP  
WHERE EMPNO BETWEEN 1 AND 1000;
```

1/4の絞込み

索引走査 (EMPNOに索引ありの場合)

• I/O: 100ブロック+索引ブロック = $100+\alpha$ 回



全表走査 (DB_FILE_MULTIBLOCK_READ_COUNT=8の場合)

• I/O: $400\text{ブロック} \div 8 = 50$ 回



選択行数によっては全表走査の方が速いので、
厳密にチューニングするのであれば、全表走査時と索引走査時の
タイムを測って、パフォーマンスの良い方を選択する

- 物理的に表を分割してデータを管理
 - 注意: アプリケーションの変更が発生

通常の間

Oracle Database

売上表

2011年の売上データ

2011年のデータが見たい



表を分割して管理

Oracle Database

2009年売上表

2009年の売上データ

2010年売上表

2010年の売上データ

2011年売上表

2011年の売上データ

2011年のデータが見たい

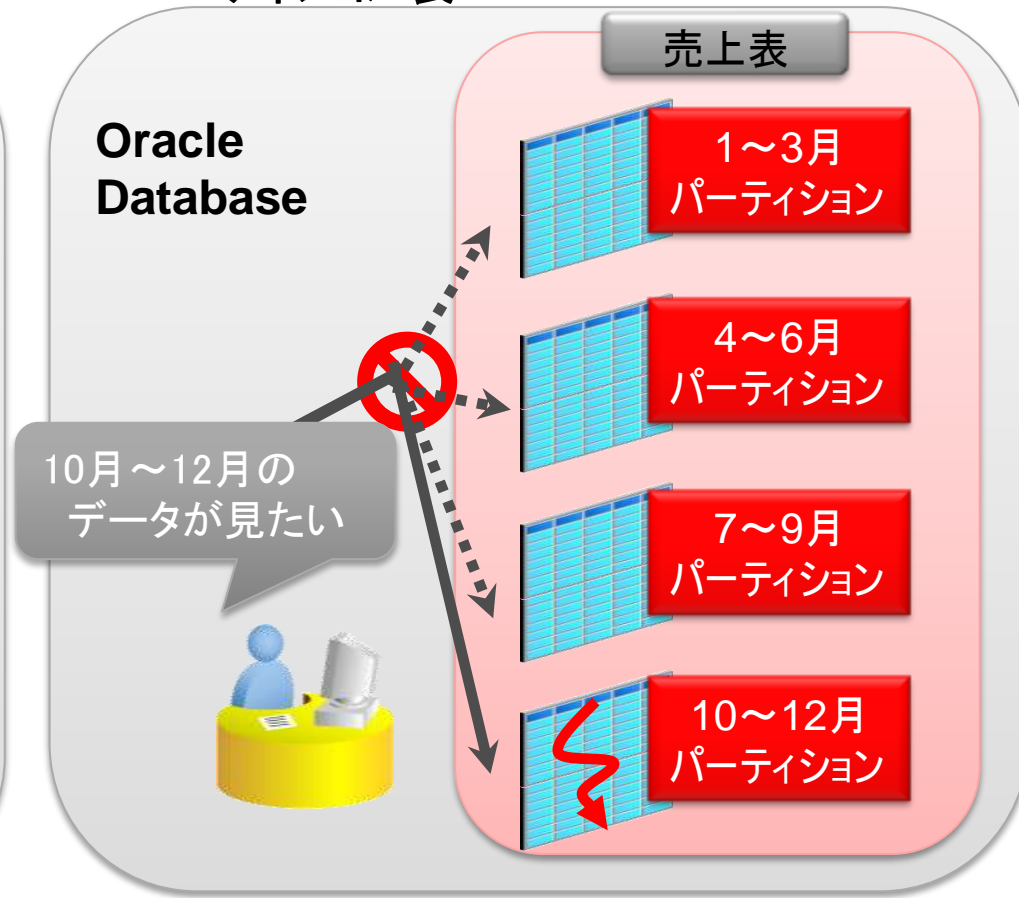
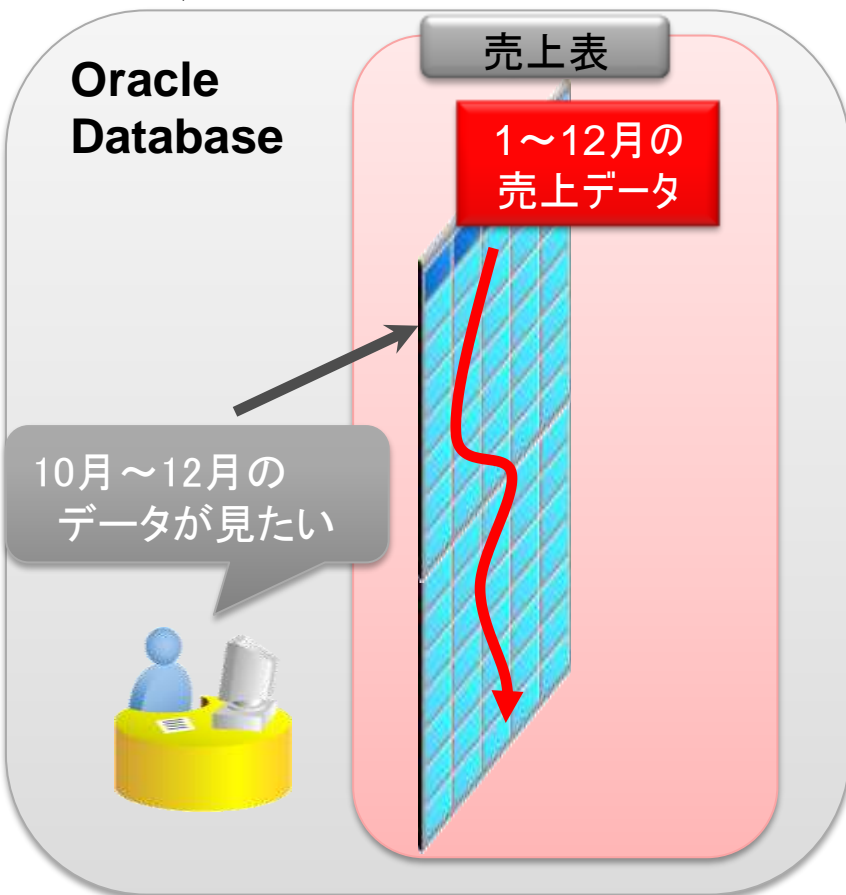


パーティションを利用した表の分割

パーティションとは

- 大きな表や索引をデータベース内部で**複数の領域に分割**して管理
 - 必要なパーティション表のみにアクセスをし、DiskI/Oを削減

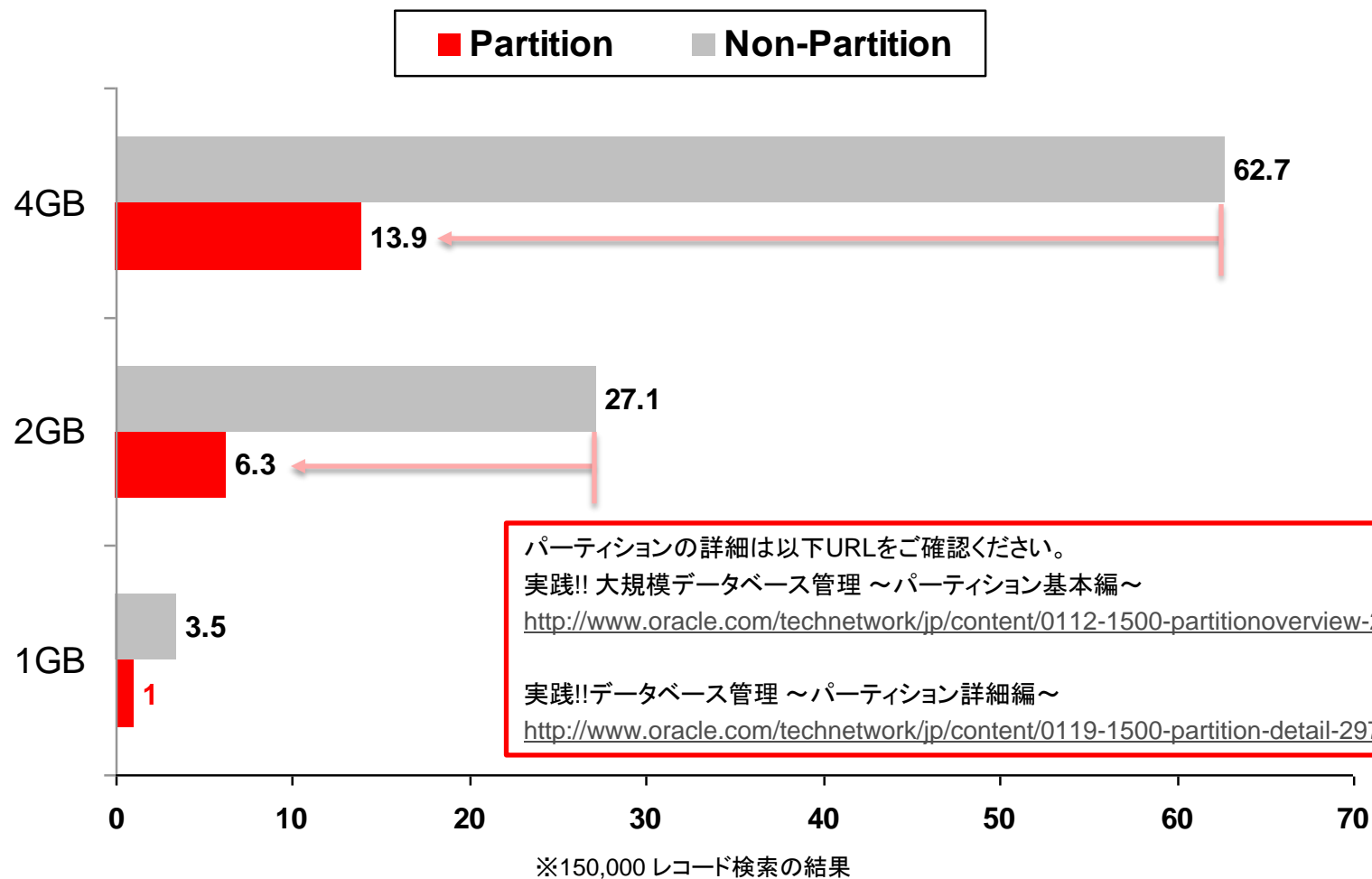
通常の間



パーティションを利用した表の分割

パーティション検証結果

※1GBのパーティション・テーブルの検索処理時間を1とした場合の
相対処理時間（実際の処理時間に任意の数を掛けています）



パーティションの詳細は以下URLをご確認ください。
 実践!! 大規模データベース管理 ~パーティション基本編~
<http://www.oracle.com/technetwork/jp/content/0112-1500-partitionoverview-297504-ja.pdf>
 実践!! データベース管理 ~パーティション詳細編~
<http://www.oracle.com/technetwork/jp/content/0119-1500-partition-detail-297510-ja.pdf>

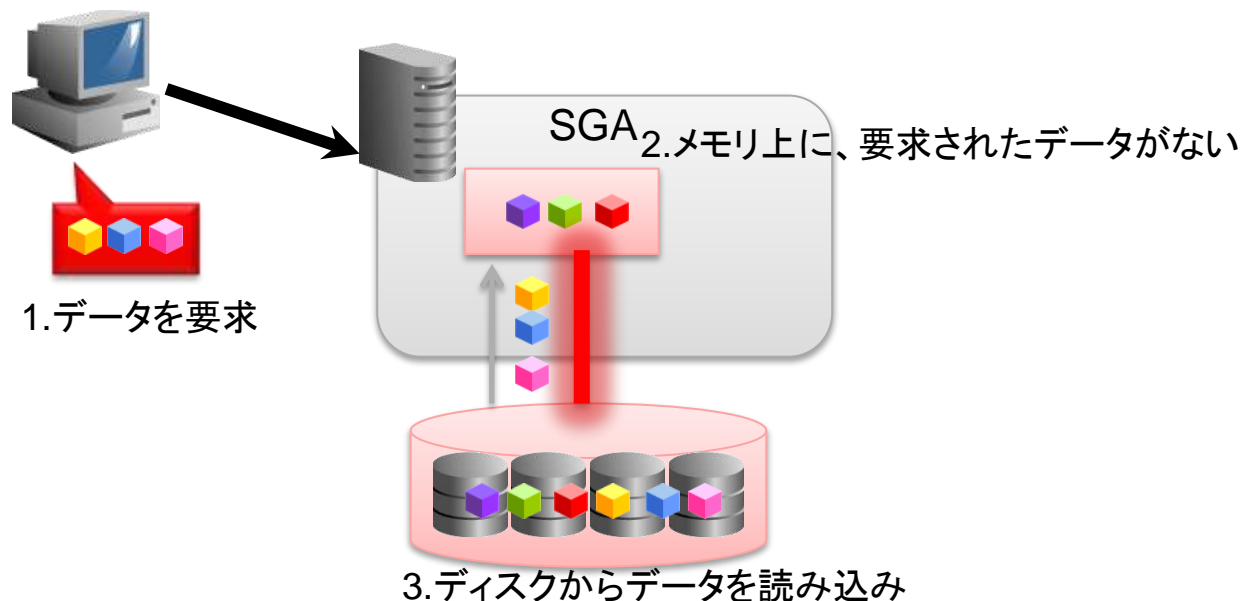
Agenda

1. DBのパフォーマンス劣化の要因
2. ボトルネック箇所の特定方法
3. DiskI/Oボトルネックの解決策
 - 3.1 データ読み込みの効率化
 - 3.2 最適なメモリの割り当て
 - 3.3 ディスクアクセスの効率化
 - 3.4 H/W性能の強化
4. 参考

Disk I/Oボトルネックの要因

メモリの不足

- メモリのサイズが不足していて、データがキャッシュアウトされ、必要以上のDisk I/Oが発生している



Statspackを利用した分析

インスタンス効率を確認

- インスタンス効率の指標を各項目のヒット率で表示
- 全ての値を100%に近づけることが目標

Instance Efficiency Percentages (Target 100%)

~~~~~

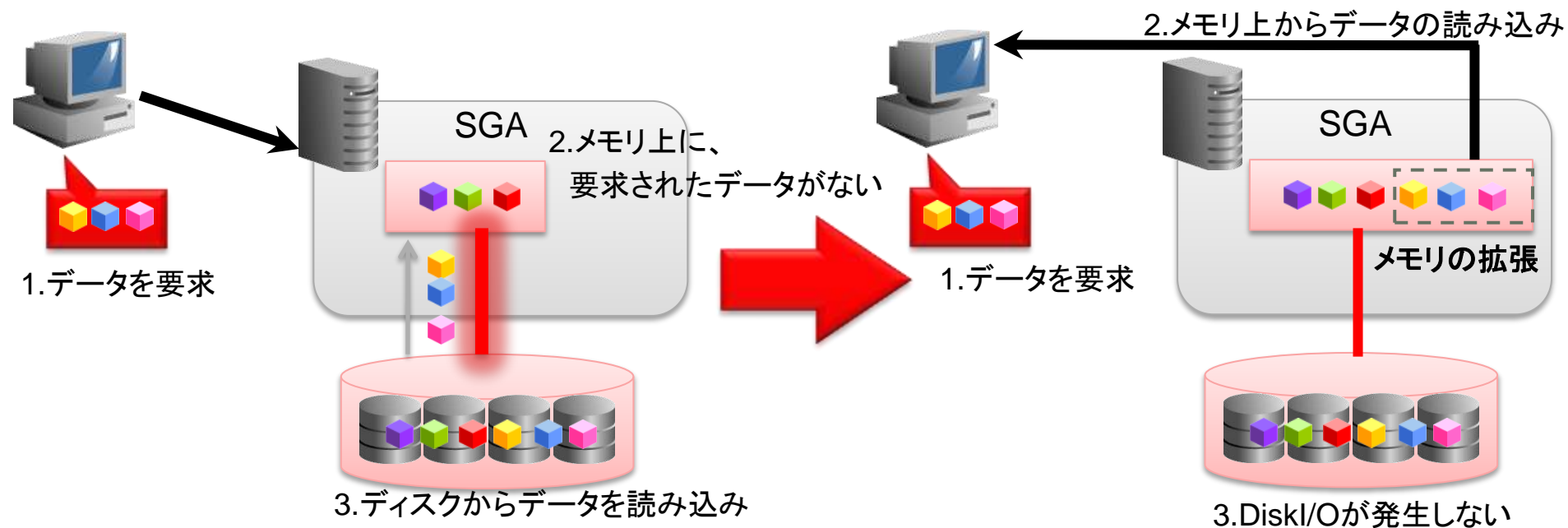
```
Buffer Nowait %: 100.00          Redo NoWait %: 100.00
Buffer Hit %: 99.61             In-memory Sort %: 100.00
Library Hit %: 99.87           Soft Parse %: 100.00
Execute to Parse %: 39.76      Latch Hit %: 99.62
Parse CPU to Parse Elapsed %: 80.98  % Non-Parse CPU: 95.09
```

|                            |                                 |                |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|----------------|---------------------------------|
| Buffer Nowait              | バッファに要求を出したときに、即座に使用可能だった割合     | Redo Nowait    | redo logに要求を出したときに、即座に使用可能だった割合 |
| Buffer Hit                 | 必要なデータがバッファ上にあった割合              | In-Memory Sort | ソートがメモリ内で行われた割合                 |
| Library Hit                | 必要なSQL、PL/SQLがライブラリ・キャッシュにあった割合 | Soft Parse     | 全ての解析のうち再利用可能なものの割合             |
| Execute to Parse           | SQL実行に対し解析が行われなかった割合            | Latch Hit      | 全てのラッチのヒット率                     |
| Parse CPU to Parse Elapsed | 解析CPU時間/ 解析の合計時間                | non-parse CPU  | 解析以外で使用されたCPU時間の割合              |

# Statspackを利用した分析

## Buffer Hit率が低いことによる影響

- アクセス頻度が少ないブロックはキャッシュアウトが頻繁に発生
  - 必要なデータがメモリ上に無くDisk I/Oが頻繁に発生している可能性がある



# 最適なメモリの割り当て

## Statspack内のAdvisory項目を確認

- 「Buffer Pool Advisory」より適切なバッファキャッシュのサイズを確認
- バージョンによっては「SGA memory Advisory」の項目を確認

Buffer Pool Advisory for DB: ORCL Instance: orcl End Snap: 8

| P | Size for Estimate | Size Factr | Buffers for Estimate | Est Physical Read Factor | Estimated Physical Reads |
|---|-------------------|------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| D | 83                | .2         | 103,220              | 10.93                    | 1,678,914,174            |
| D | 164               | .4         | 206,440              | 4.54                     | 696,500,831              |
| D | 249               | .6         | 309,660              | 2.26                     | 347,533,606              |
| D | 332               | .8         | 412,880              | 1.48                     | 226,876,005              |
| D | 409               | 1.0        | 508,160              | 1.00                     | 153,570,970              |
| D | 499               | 1.2        | 619,320              | 0.65                     | 99,639,563               |
| D | 540               | 1.3        | 670,930              | 0.59                     | 91,243,246               |
| D | 582               | 1.4        | 722,540              | 0.59                     | 90,786,332               |
| D | 665               | 1.6        | 825,760              | 0.58                     | 89,804,237               |
| D | 748               | 1.8        | 928,980              | 0.56                     | 86,178,269               |
| D | 832               | 2.0        | 1,032,200            | 0.56                     | 86,077,065               |

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| Size for Estimate        | 見積もりキャッシュサイズ (MB)          |
| Size Factor              | 現キャッシュサイズに対するサイズ比率         |
| Buffers for Estimate     | 見積もりキャッシュサイズ (1000 ブロック単位) |
| Est Physical Read Factor | 現キャッシュサイズに対する物理読み込み比率      |
| Estimated Physical Reads | 物理読み込み見積もり値 (1000 ブロック単位)  |

現在のサイズ

サイズを748MBにすることで  
ディスクI/Oを56%まで少なく  
ことができると見積もれます



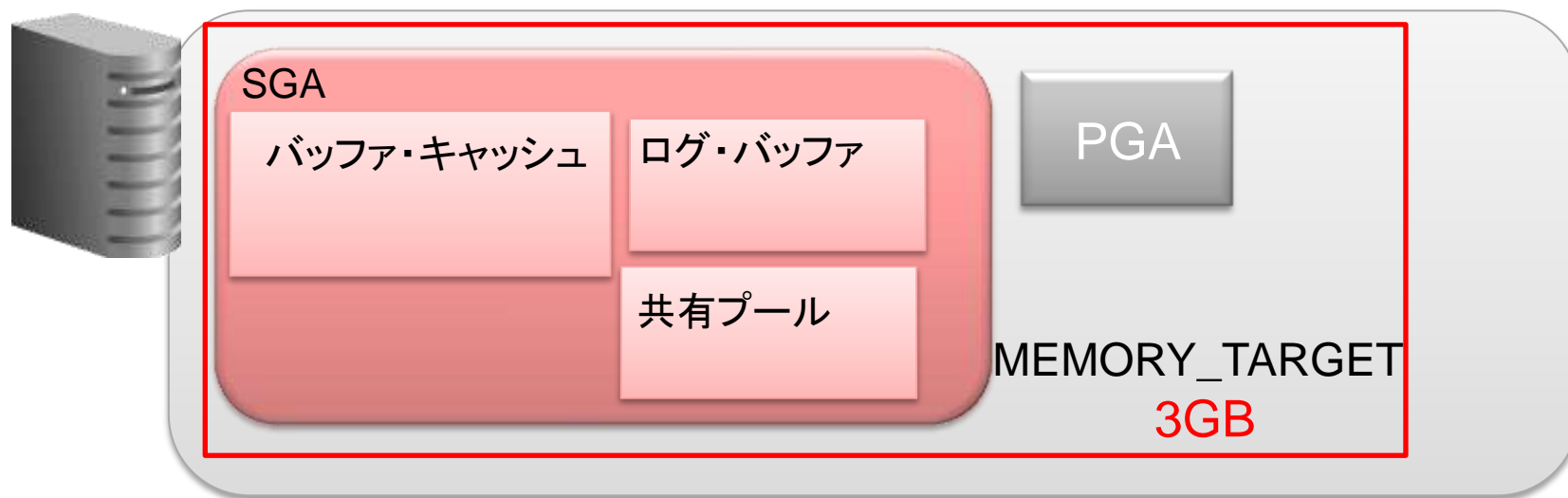
# 最適なメモリの割り当て

## 自動メモリ管理機能

Standard Edition

Enterprise Edition

9iR1~



## Oracle11g以降 メモリの自動管理

- Oracleが使用するメモリの総サイズを「MEMORY\_TARGET」で指定
  - 割り当てられたサイズの中で、必要に応じてPGAや各コンポーネントのメモリを自動的に割り振り
  - 負荷に応じて、運用中も自動的にサイズが調整され、最適化される
- ※9iでPGA自動管理機能、10gでSGA自動管理機能がそれぞれ追加

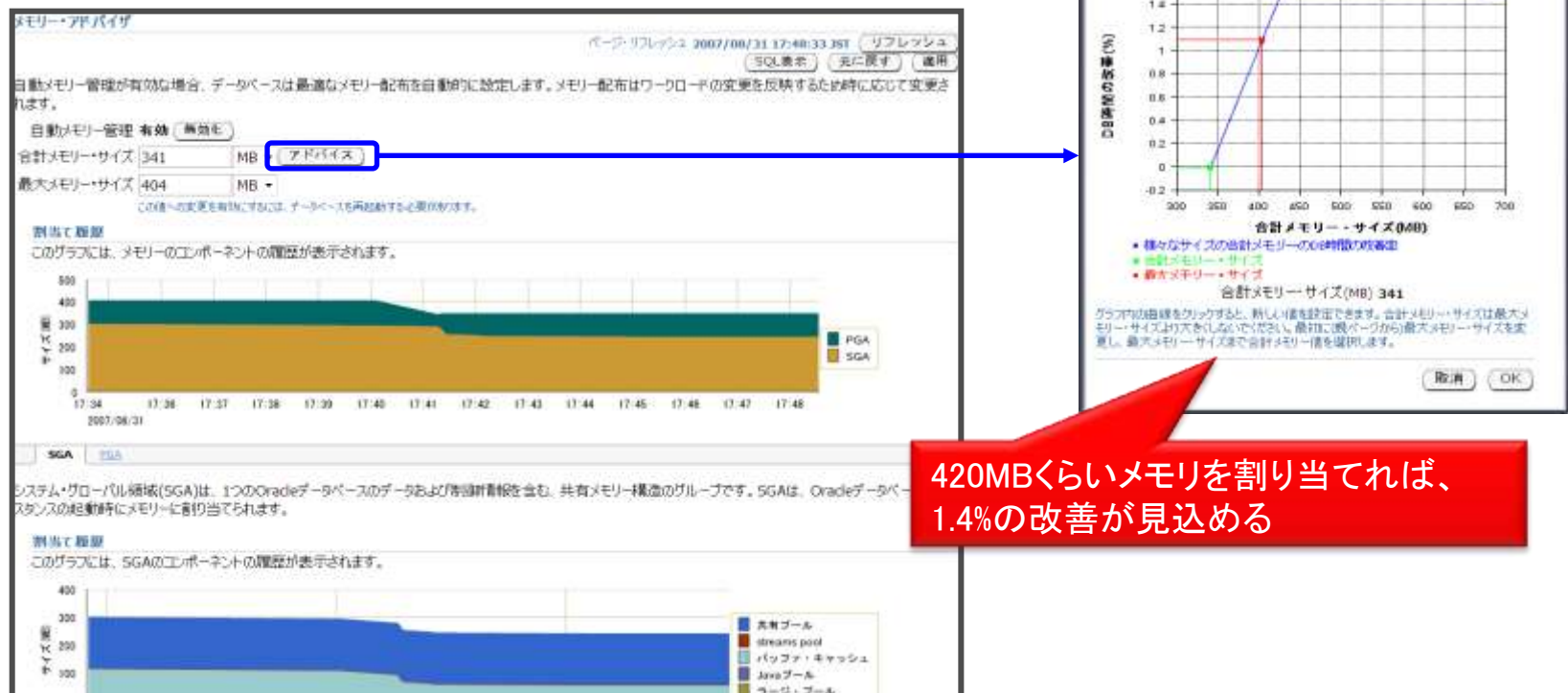
ORACLE

# 最適なメモリの割り当て

## Enterprise Managerを利用したメモリの割り当て

### • メモリ・アドバイザー

- Oracle Enterprise Managerの画面から、メモリの割り当て状況や最適値を確認することが可能



# 参考：最適なメモリの割り当て

## マルチバッファプールの利用



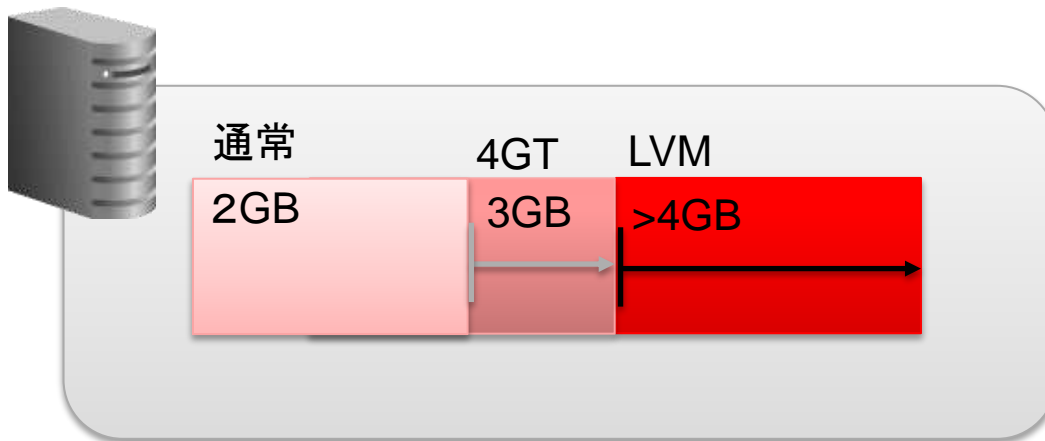
- オブジェクトのアクセスパターンによって「KEEPバッファプール」と「RECYCLEバッファプール」の2つの異なるバッファに格納が可能
- 頻繁にアクセスされるブロックをKEEPバッファプールに格納することで、キャッシュ・アウトを防ぐ
- **アクセスパターンの変更等が考えられるので、設計が困難**

詳細は以下のマニュアルをご参照ください。

[http://download.oracle.com/docs/cd/E16338\\_01/server.112/b56312/memory.htm](http://download.oracle.com/docs/cd/E16338_01/server.112/b56312/memory.htm)

# 参考：メモリを割り当てる上での注意点

- Windows 32bit環境では  
使用可能メモリサイズは**2GB**の制限があります。
  - 2GB以上のメモリを割り当てるには、以下の2つの方法を利用
    - **4GT**  
ユーザー・プログラムに割り当てるアドレス空間を  
2GBから3GBに増やすOSの機能
    - **拡張バッファキャッシュ (VLM)**  
4GBを越えたメモリ空間を設定可能



詳細は、以下のマニュアルを参照ください。  
[http://download.oracle.com/docs/cd/E16338\\_01/win.112/b58885/architec.htm#i1005805](http://download.oracle.com/docs/cd/E16338_01/win.112/b58885/architec.htm#i1005805)

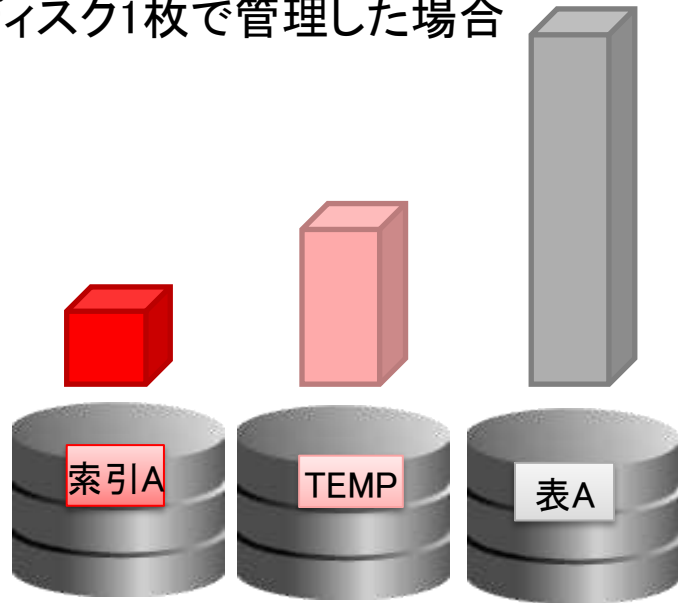
# Agenda

1. DBのパフォーマンス劣化の要因
2. ボトルネック箇所の特定方法
3. DiskI/Oボトルネックの解決策
  - 3.1 データ読み込みの効率化
  - 3.2 最適なメモリの割り当て
  - 3.3 ディスクアクセスの効率化
  - 3.4 H/W性能の強化
4. 参考

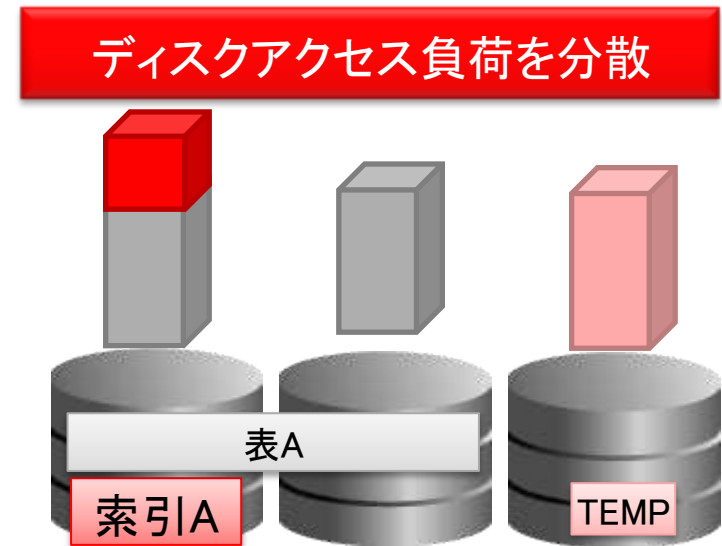
# 特定のファイルへのアクセスの偏り

- 特定のファイルにアクセスが集中し、ディスクアクセスが高負荷状態に

ディスク1枚で管理した場合



複数のディスクで管理した場合



- 複数ディスクにアクセス負荷を分散
  - 表やインデックスへのアクセスパターンを分析し、最適なディスク配置を検討することは困難

# Statspackを利用した分析

## 「File IO Stats」を確認

- 頻繁にI/Oが発生しているファイルを特定

```
File IO Stats  DB/Inst: ORCL01/ORCL01  Snaps: 766-768
Tablespace      Filename
-----
                Av    Mx
                Av    Rd    Rd    Av
                Reads Reads/s (ms) Bkt Blks/Rd      Writes Writes/s      Buffer BuftWt
                Reads Reads/s (ms) Bkt Blks/Rd      Writes Writes/s      Waits  (ms)
-----
USERS           E:¥ORACLE¥ORADATA¥ORCL01¥USERS01.DBF
29,886          4    1.6 ###    5.5          398      0      314    2.4
                E:¥ORACLE¥ORADATA¥ORCL01¥USERS02.DBF
1,999           1    1.5 ###    2.5          156      0      384    2.3
```

ReadもしくはWriteが集中している場合は、そのファイルにI/Oが集中しすぎている

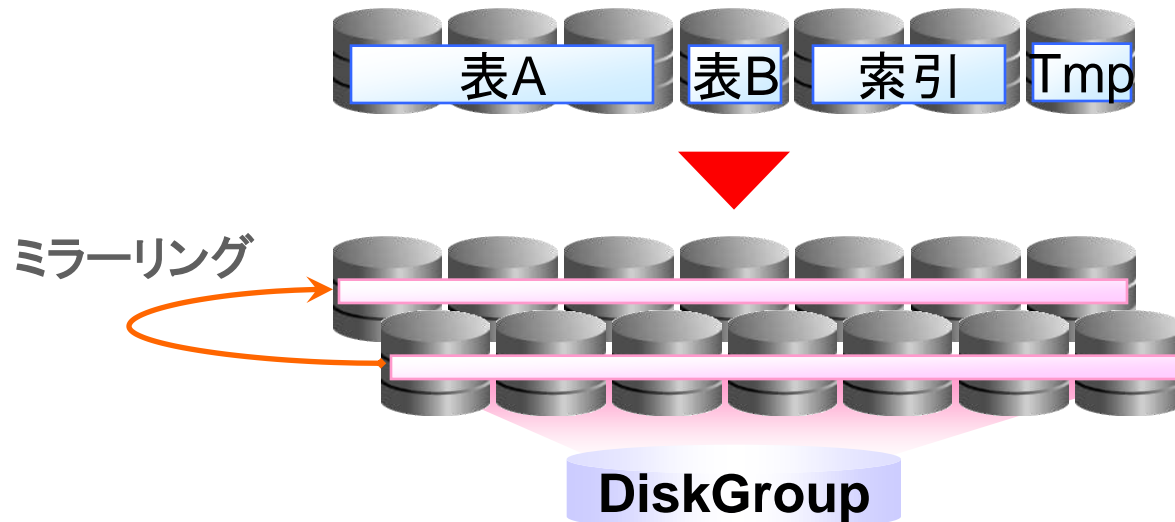
|            |                |
|------------|----------------|
| Tablespace | 表領域名           |
| Filename   | ファイル名          |
| Reads      | 読み込み要求回数       |
| AV Reads/s | 1秒当たりの平均読み込み回数 |
| AV Rd (ms) | 平均ブロック読み込み時間   |

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| Mx Rd Bkt    | 最大バケット時間          |
| AV Blks/Rd   | 1回当たりの平均読み込みブロック数 |
| Writes/s     | 書き込み要求回数          |
| AV Writes    | 1秒当たりの平均書き込み回数    |
| Buffer Waits | バッファ待機回数          |
| AV BufWt(ms) | バッファ平均待機回数        |

# Stripe And Mirror Everything (S.A.M.E)

## ディスクのミラーリングとストライピング

- ディスクグループを構成するすべてのディスク間でストライピングとミラーリングを行う手法
- RAID: 用途別にディスクを区別する設計
- ASM: データをグループ内の全ディスクにストライプ
  - 従来必要だったデータ毎のディスクの見積もりや、ディスクごとの使用量の偏りの問題を解決





# ASM

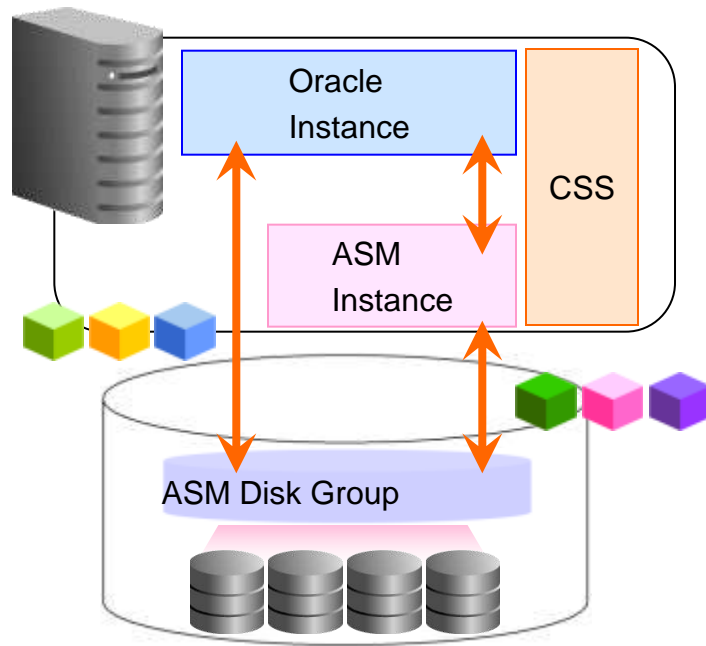
## Oracle Automatic storage Management

- Oracle Automatic Storage Management(以下、ASM)

- Oracle 10g~実装されている標準機能

- エディション(EE,SE)に関係なく、シングル環境、クラスタ環境共に使用可
    - 11g R2よりASMクラスタファイルシステム(ACFS)が実装

- Oracleデータベースに対してボリューム・マネージャ兼ファイルシステムとして機能し、ディスク構成を仮想化



- Oracle Databaseにフラットなディスク・プールを提供 + ディスク管理工数を大幅削減
- 複数のディスク・アレイにまたがってディスクを仮想化し、ディスク追加 / 削除でもデータを透過的に再配分

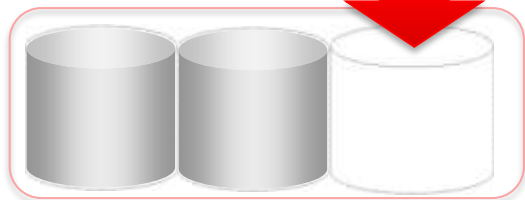
## 自動的なデータの再配置機能

ASMを利用することで、ディスク間でのデータの配置を最適化

ASM以外の場合

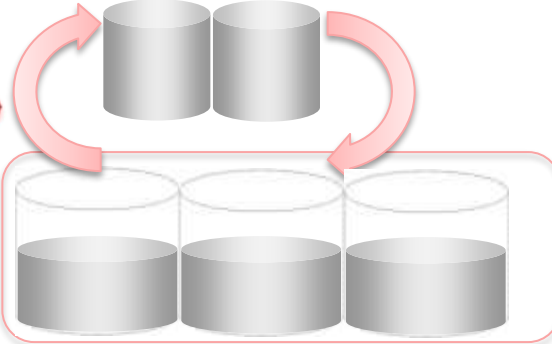
ディスクを追加しRAIDグループを再構成

ディスク追加

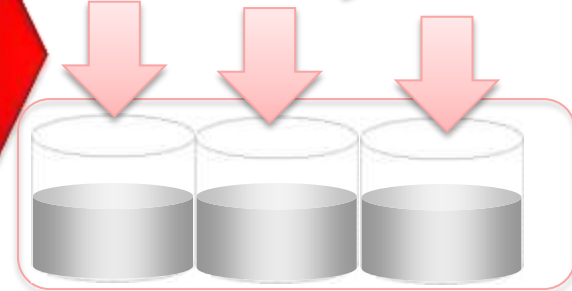


通常、再配置中はアクセス不可

データが2本のディスクに偏っているため再配置



3本のディスクからI/Oが得られる



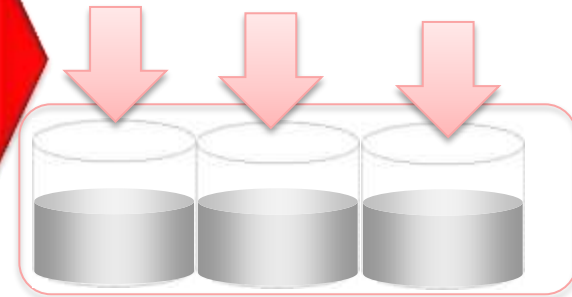
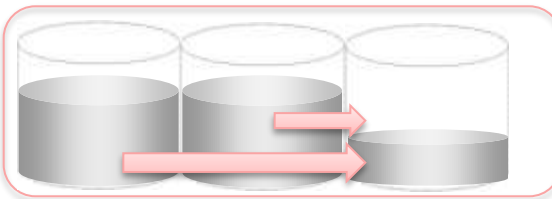
ASMの場合

ディスク追加



再配置中もアクセス可能

ディスク追加と同時にリバランスが始まる



# Agenda

1. DBのパフォーマンス劣化の要因
2. ボトルネック箇所の特定方法
3. DiskI/Oボトルネックの解決策
  - 3.1 データ読み込みの効率化
  - 3.2 最適なメモリの割り当て
  - 3.3 ディスクアクセスの効率化
  - 3.4 H/W性能の強化
4. 参考

# Hardware性能の強化

- 今日のサーバーは、CPU処理能力とディスクのI/O性能が非常にアンバランス

## CPUとディスクパフォーマンス差

195,000RPM-4000IOPS

CPU



約100倍の  
性能差

HDD



15,000RPM-320IOPS

2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

- ムーアの法則  
(CPUパフォーマンスは2倍/年)に  
ディスクドライブの回転速度は  
追いつけない
- 結果、ストレージシステムは  
コントローラ能力とストレージ・プールの  
パフォーマンスが完全に不均衡

# Hardware性能の強化

## Solid State Drive/Device (SSD)とは

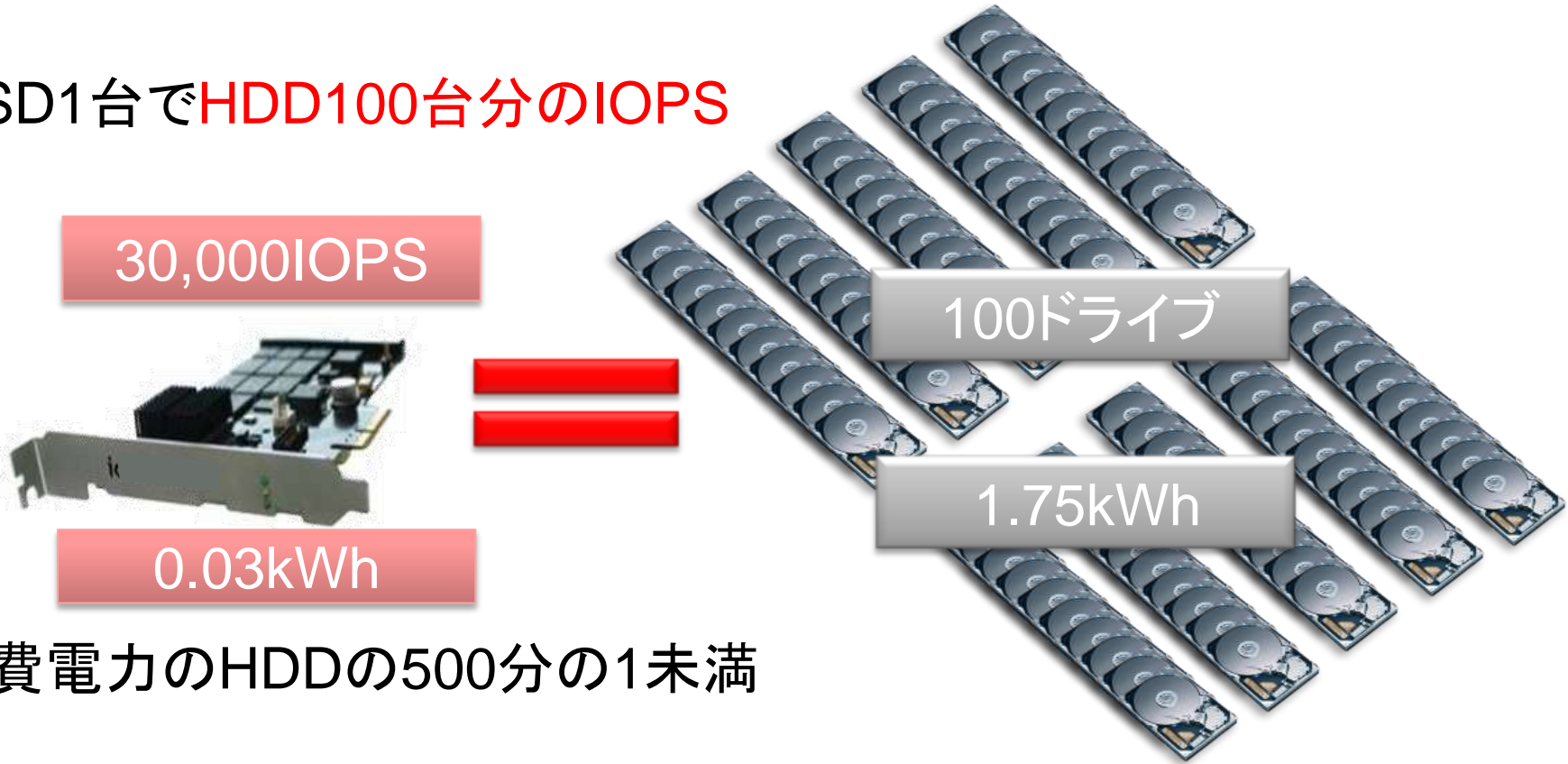


- HDDの高速な代替デバイス
  - HDDよりは高価であるが、はるかに高速
  - HDDが苦手とする「Small Random Read」が得意(10~30倍)
  - DatabaseをSSD上に構成すると、HDDよりもはるかに高速なI/O性能が期待
    - 特に、数件の検索処理が大量に発生するOLTPシステムで効果大
- ただし、SSDを搭載するエンタープライズ向けのストレージレイは未だ容量が小さく、高価

# Solid State Drive/Device (SSD)

## SSDの性能

- SSD1台でHDD100台分のIOPS



- 消費電力のHDDの500分の1未満
- 使用回数制限はあるが、カタログ値では6年 (Read 50% Write 50%) 使用可能

# 参考：ストレージ製品ラインアップ



## Open Solaris ベースの ZFS Storage アプライアンス

機能性抜群な Open Storage アプライアンスおよび  
Flashストレージの適応高品質な統合システムを提供  
に最適



**S7120**

最大 120TB  
搭載可能



**S7320**

最大 192TB  
搭載可能



**S7420**

最大 1.15PB  
搭載可能



**S7720**

最大 720TB  
搭載可能



## 劇的なパフォーマンスアップの実現

ディスクモデル、HBAモデル、ストレージモデルと  
用途に応じて柔軟に適応



**Flash &**

32GB/1 Disk  
搭載可能



**F20**

96GB/1枚  
搭載可能



**F5100**

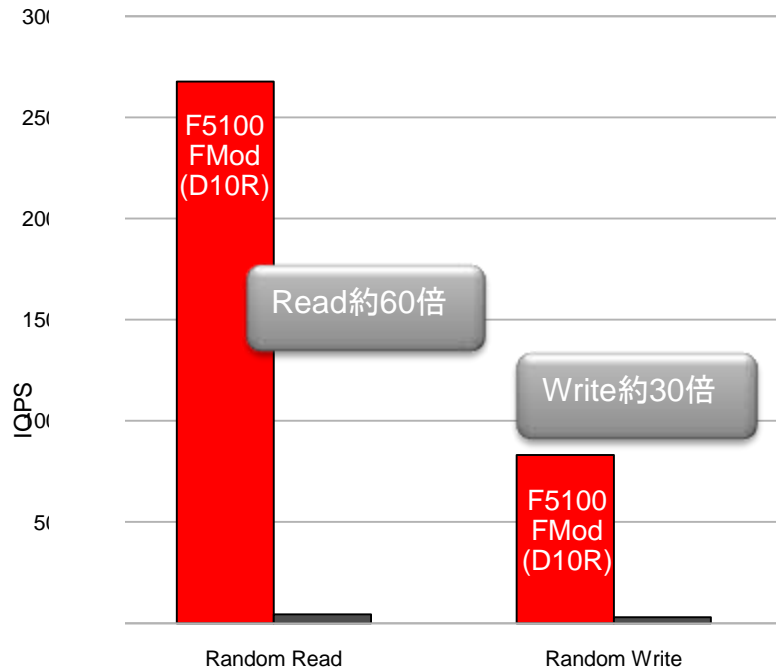
最大 1.92TB  
搭載可能

# Solid State Drive/Device (SSD)

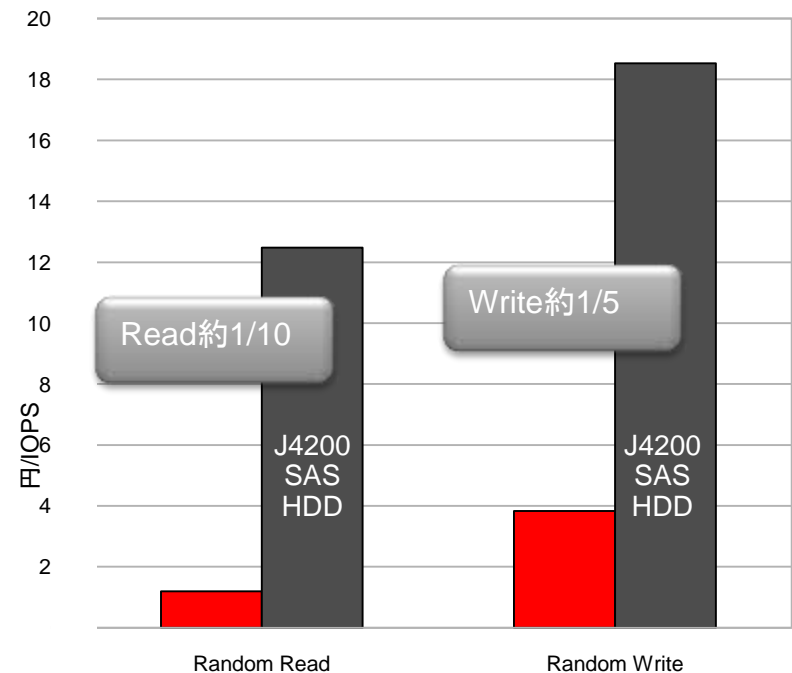
## 圧倒的な I/O 性能と費用対効果

F5100: 24GB SATA FMods (x1) vs. J4200:146GB@15,000rpm SAS HDD (x1)

### IOPS の比較



### IOPS当たりの価格



上記の値は、システム事業統括ソリューション統括本部プロダクト&パートナーソリューション本部にて行われた実測値から得られた値であり、保証値ではありません。本実測値は、2010年4月時点のデータです。

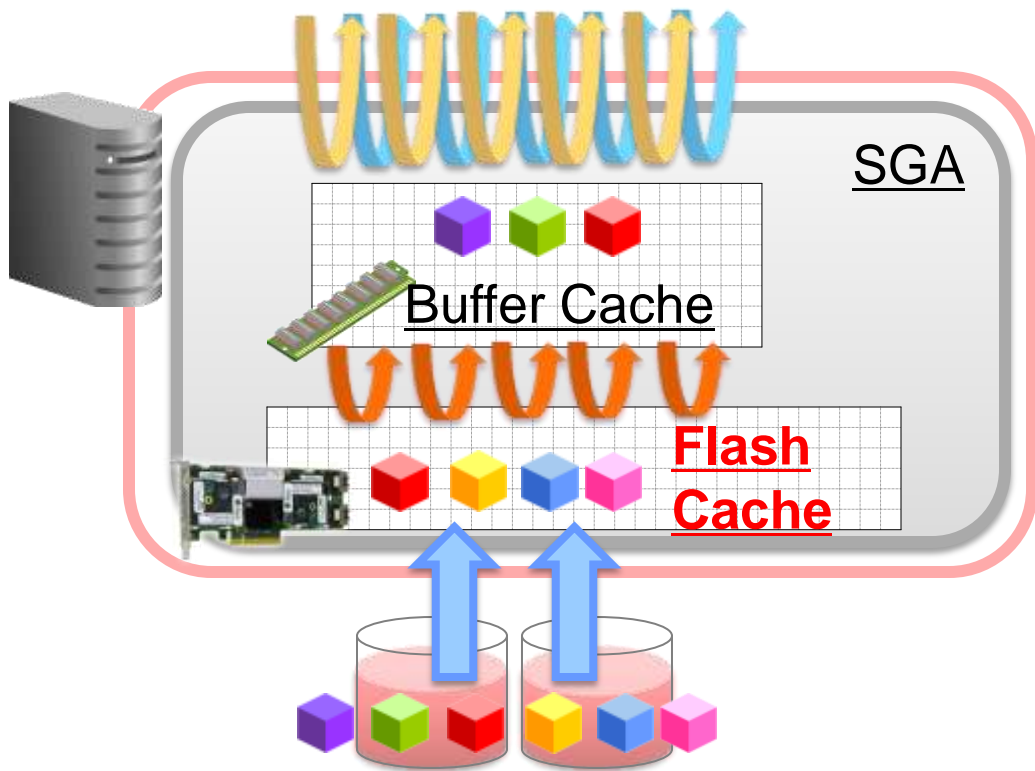


# Database Smart Flash Cache

## Database Smart Flash Cacheとは

- SSDをDatabase Buffer Cacheの拡張領域として活用する機能

より高いパフォーマンスをより低コストに実現



Database Smart Flash Cache

Buffer Cacheからキャッシュアウトされたデータをキャッシュ

SSD

高速なIOPs (HDDの10~30倍の性能)

コスト削減 / 格納効率向上

HDDへのI/Oの大幅削減が可能となり、HDDの本数を大幅に削減可能

# Database Smart Flash Cache

## Database Smart Flash Cacheを利用しない場合

- どのオブジェクトをSSDに乗せるかを管理者が管理



全データ量: 500GB

ASMディスク・グループ

表 1

索引 1

表 2

索引 2

表 3

索引 3

DBAによる分析、運用

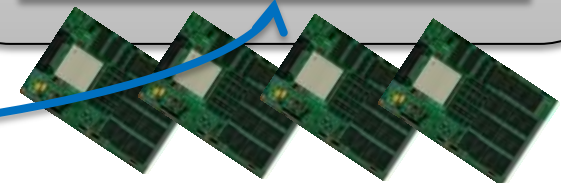
SSD総容量: 180GB

ASMディスク・グループ

索引 1

表 1

表 3



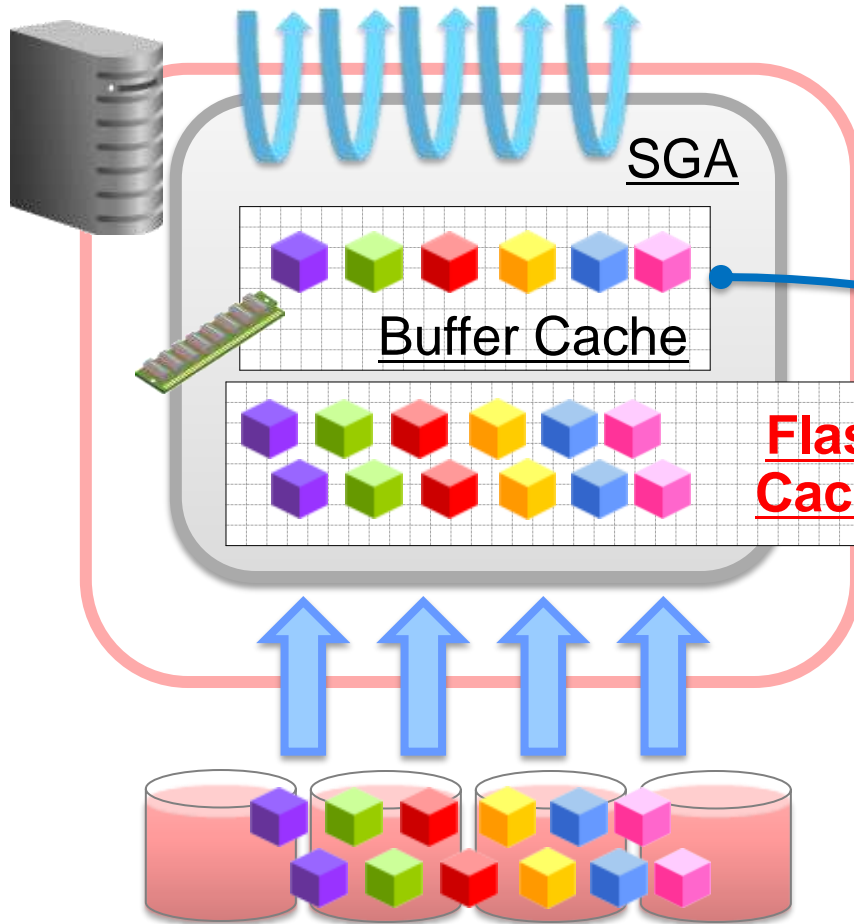
ORACLE

# Database Smart Flash Cache

Database Smart Flash Cacheを利用した場合



DBA



自動的に  
データブロックを移動

初期化パラメータを設定するだけ

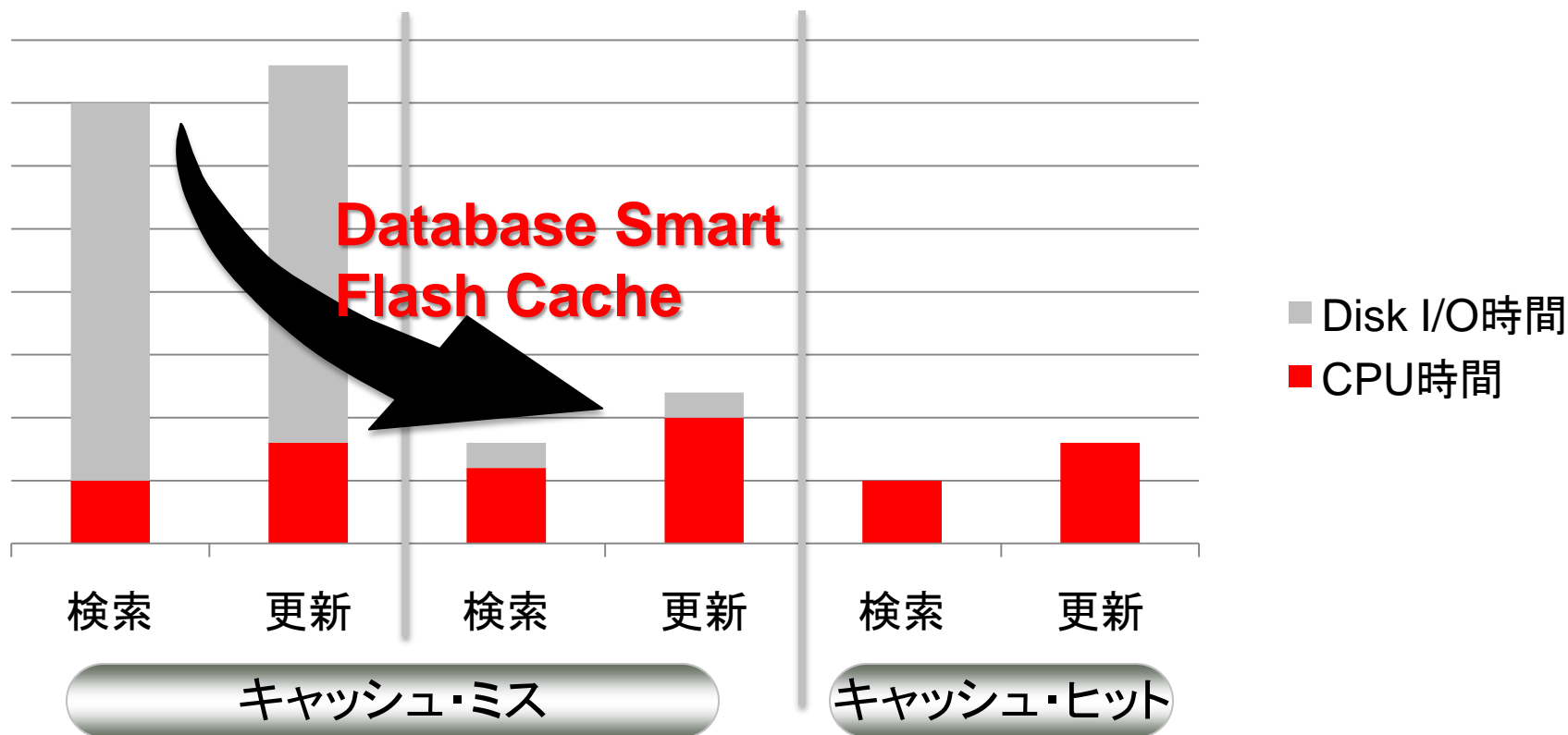
- ✓ SSDのパスを設定  
`db_flash_cache_file = '<filename>'`
- ✓ Database Smart Flash Cacheの領域に割り当てるサイズを設定  
`db_flash_cache_size = <size>`

ORACLE

# Database Smart Flash Cache

## Database Smart Flash Cacheの効果

- Buffer Cacheでキャッシュ・ミスした場合でも、I/O待ち時間を大幅に削減
  - キャッシュ・ヒットした場合と同等のレスポンスタイムを実現

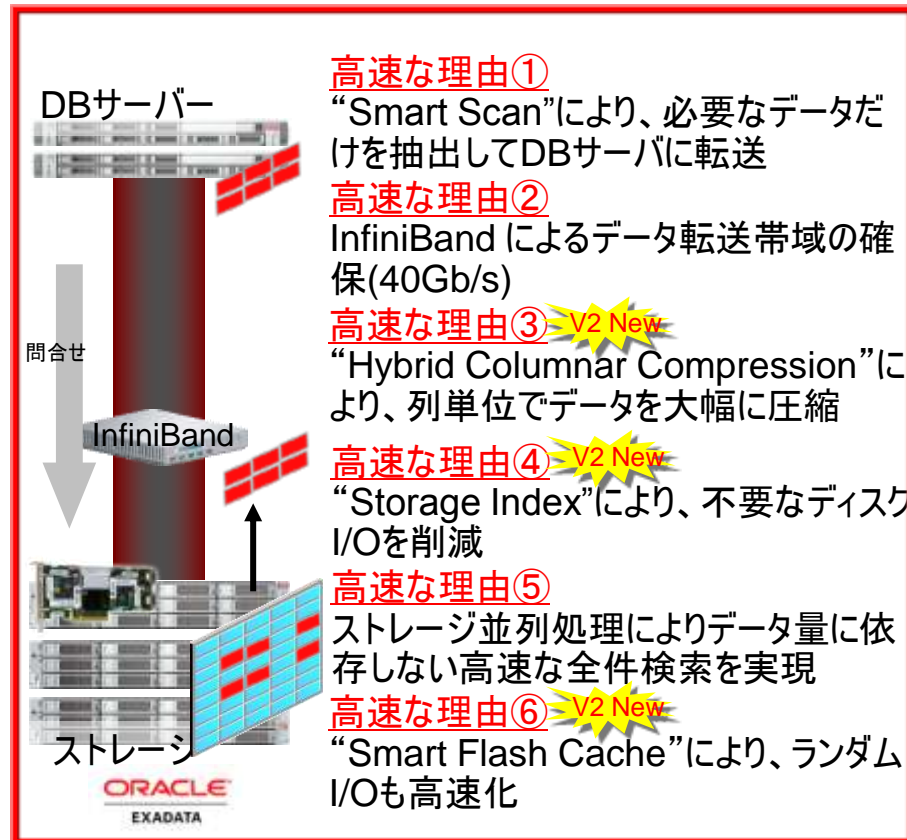


# Oracle Exadata

## Oracle Exadataとは

- Disk I/Oの大幅削減を可能にする

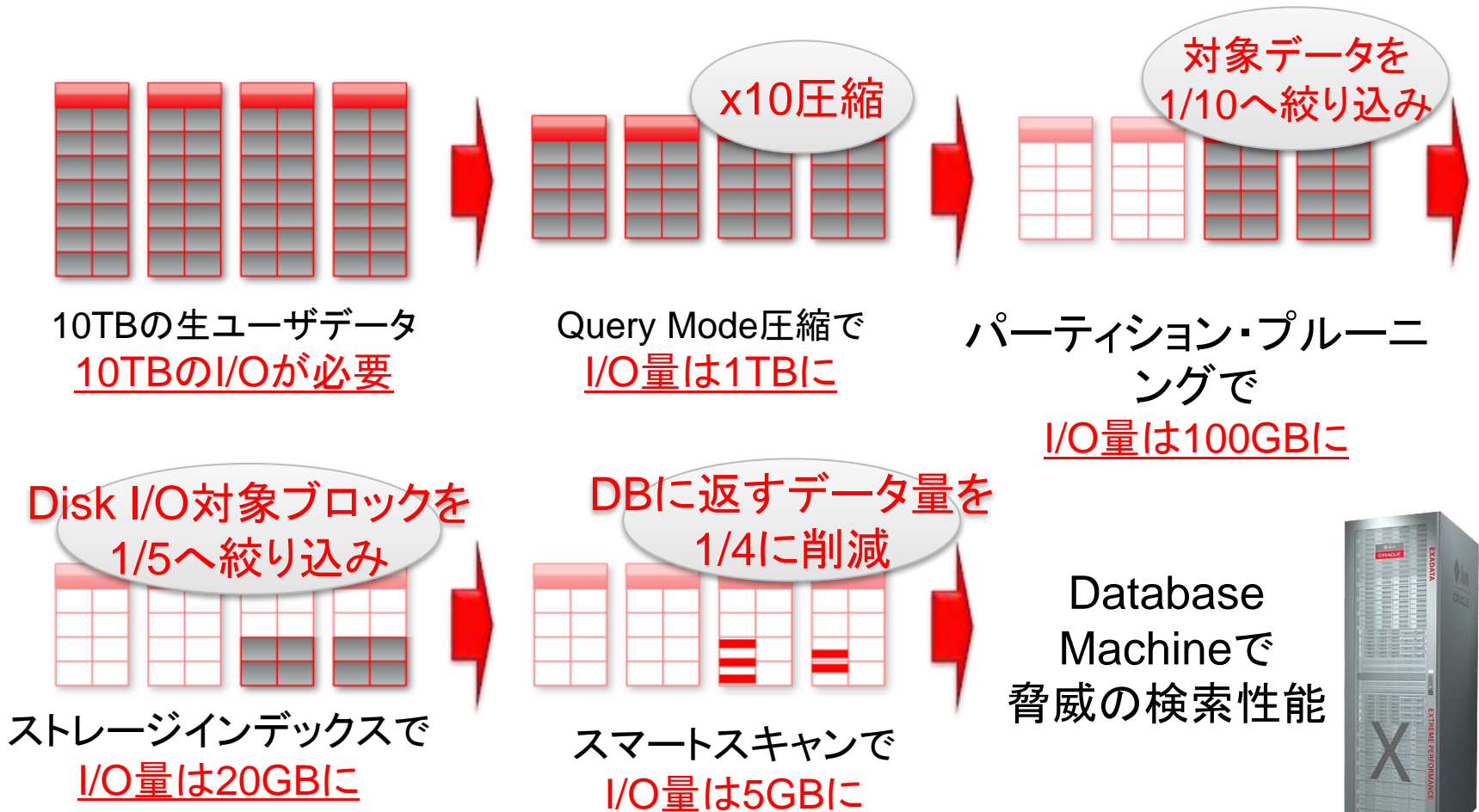
## Oracle Databaseに最適化されたアプライアンス製品



ORACLE

# Oracle Exadata

## Exadataの持つI/O削減メカニズム



データは10倍小さく、検索は2000倍速く！

# Agenda

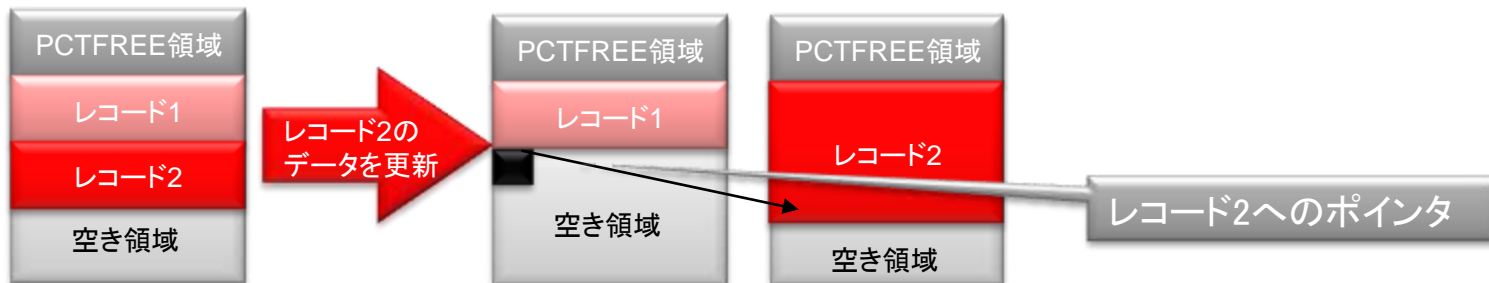
1. DBのパフォーマンス劣化の要因
2. ボトルネック箇所の特定方法
3. DiskI/Oボトルネックの解決策
  - 3.1 データ読み込みの効率化
  - 3.2 最適なメモリの割り当て
  - 3.3 ディスクアクセスの効率化
  - 3.4 H/W性能の強化
4. 参考

# 余分な領域の読み込み

## 行移行、断片化

### • 行移行

- 更新時に行データのサイズが増え、他のブロックにデータが移ること
- 検索時に移行前のブロックも読むので効率が悪い



### • 断片化

- 行データの削除により、ブロック内に空きができる
- ブロックごと読み込むので、効率が悪い



複数のブロックを読み込むので、余分なDiskI/Oが発生





# 索引断片化の分析

## Analyzeを利用した分析方法

- 索引構造の分析
  - 索引に含まれるブロック数や高さ
  - 索引に含まれている削除済みエントリ数

```
ANALYZE INDEX 索引名 VALIDATE STRUCTURE ;
```

INDEX\_STATS データディクショナリに分析結果を格納

```
SQL> SELECT blocks, pct_used, lf_rows, del_lf_rows  
2 FROM index_stats;
```

```
BLOCKS PCT_USED LF_ROWS DEL_LF_ROWS HEIGHT  
-----  
56      54      4373      949      2
```

一般的にLF\_ROWSに対して  
DEL\_LF\_ROWSの割合が20%を占めると  
再構築が必要

|      |             |               |
|------|-------------|---------------|
| 主な項目 | BLOCKS      | 使用ブロック数       |
|      | PCT_USED    | 領域の使用比率(%)    |
|      | LF_ROWS     | 全リーフ行数(削除済み含) |
|      | DEL_LF_ROWS | 削除されたリーフの行数   |
|      | HEIGHT      | Bツリーの高さ       |

# 使用領域の最適化

## 索引の再構築

- 索引の再構築方法
  - 索引の再作成(削除して再作成)
  - 索引のREBUILD

### 索引のREBUILD

```
ALTER INDEX 索引名 REBUILD;
```

- 既存の索引をもとに索引を作成し、新しい索引の作成後、古い索引を削除
- 索引のREBUILDのメリット
  - 既存の索引(ソート済みのデータ)をもとに、新しく索引を作成するため、一から索引を作成するよりも高速
  - 索引の再構築中も、古い索引を使用してアクセス(SELECT)可能
  - オンライン再構築(索引の再構築中にDML操作可能)が可能  
(注意:オンライン再構築はEnterprise Editionの機能です)
- 索引のREBUILDのデメリット
  - 新しい索引を索引してから古い索引を削除するので、一時的に2倍の領域が必要

# 使用領域の最適化

## セグメント・アドバイザーによる断片化の解消

### Enterprise Managerによる断片化の診断と解消

- セグメント・アドバイザー機能により、断片化している領域を特定
- セグメントを縮小する
- 索引の再構築(再作成)

#### 領域サマリー

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| データベース・サイズ(GB)        | 3,547    |
| 問題のある表領域              | 0        |
| <b>セグメント・アドバイザー推奨</b> | <b>2</b> |
| ポリシー違反                | 0        |
| ダンプ領域使用率(%)           | 40       |

#### セグメント・アドバイザー推奨

Oracleは、メンテナンス・ウィンドウに、自動セグメント・アドバイザー・ジョブを使用して定期的にセグメントの問題を検出します。次の表には、表領域内の評価済セグメントに対する再利用可能領域のサマリーが含まれています。推奨事項は、最近実行された自動およびユーザーがスケジュールしたセグメント・アドバイザー・ジョブによるもので、セグメントの成長傾向に基づいています。これらのセグメントを縮小または再編成して、未使用の領域を解放することをお勧めします。推奨事項を表示および実施するには、「推奨事項の詳細」ボタンを選択します。

表示:

| 選択                               | 表領域   | 推奨 | 表領域サイズ(MB) | 評価済領域(%) | 再利用可能領域(MB)  | エクステント管理 | セグメント領域の管理 |
|----------------------------------|-------|----|------------|----------|--------------|----------|------------|
| <input checked="" type="radio"/> | USERS | 1  | 1,024.00   | 45.85    | 337.36 LOCAL |          | AUTO       |

[関連リンク](#)

[自動化メンテナンス・タスク](#)  
[行チェーン分析](#)

#### 表領域の推奨事項の詳細: USERS

表示:

Oracleは、メンテナンス・ウィンドウに、自動セグメント・アドバイザー・ジョブを使用して定期的にセグメントの問題を検出します。次の表には、選択した表領域内の評価済セグメントに対する再利用可能領域の情報が含まれています。推奨事項は、最近実行された自動およびユーザーがスケジュールしたセグメント・アドバイザー・ジョブによるもので、セグメントの成長傾向に基づいています。これらのセグメントを縮小または再編成して、未使用の領域を解放することをお勧めします。推奨事項を実装するには、セグメントを選択してください。

スキーマ:  セグメント:

すべて選択 | 選択解除

| 選択                       | スキーマ | セグメント      | 推奨                                | 再利用可能 |
|--------------------------|------|------------|-----------------------------------|-------|
| <input type="checkbox"/> | HR   | EMPLOYEES1 | <input type="button" value="縮小"/> |       |

[関連リンク](#)  
[アドバイザー・セントラル](#)  
[手動でのセグメント・アドバイザーの実行](#)  
[ジョブ・スケジュール](#)

#### セグメントの縮小: オプション

縮小操作では、フラグメンテーション領域が圧縮され、オプションで領域が解放されます。縮小操作には時間がかかり、ジョブとしてスケジュールされます。

- ◎ セグメントの圧縮と領域の解放
 

これによって最初にセグメントが圧縮されたから、リカバリーされた領域が表領域に解放されます。領域解放の短期フェーズの間、このセグメントを参照するカーリルはすべて無効になり、セグメントへの問合せに影響を与える場合があります。
- セグメントの圧縮
 

圧縮は、リカバリーされた領域を解放せずにセグメント・データを圧縮します。データの圧縮後、リカバリーされた領域は、「セグメントの圧縮と領域の解放」を実行することによってすぐに解放できます。

# まとめ

- DBのパフォーマンス劣化の要因
  - DBのボトルネックのほとんどがDisk I/Oボトルネック
- Disk I/Oボトルネックの解決策
  - Disk I/Oボトルネックがなぜ発生しているかをStatspack等を用いて分析し、対応する
    - データ読み込みの効率化
    - 最適なメモリの割り当て
    - ディスクアクセスの効率化
    - H/W性能の強化

# OTN×ダイセミ でスキルアップ!!



- ・一般的な技術問題解決方法などを知りたい!
- ・ 세미나資料など技術コンテンツがほしい!

Oracle Technology Network(OTN)を御活用下さい。

<http://forums.oracle.com/forums/main.jspa?categoryID=484>

一般的技術問題解決にはOTN揭示版の  
「データベース一般」をご活用ください

※OTN揭示版は、基本的にOracleユーザー有志からの回答となるため100%回答があるとは限りません。  
ただ、過去の履歴を見ると、質問の大多数に関してなんらかの回答が書き込まれております。

<http://www.oracle.com/technetwork/jp/content/index-086873-ja.html>

過去のセミナー資料、動画コンテンツはOTNの  
「OTNセミナー オンデマンドコンテンツ」へ

※ダイセミ事務局にダイセミ資料を請求頂いても、お受けできない可能性がございますので予めご了承ください。  
ダイセミ資料はOTNコンテンツ オン デマンドか、セミナー実施時間内にダウンロード頂くようお願い致します。

ORACLE

# OTNセミナー オンデマンド コンテンツ

ダイセミで実施された技術コンテンツを動画で配信中!!

ダイセミのライブ感はそのままに、好きな時間で受講頂けます。

最新のコンテンツ

|                                                                                                                              |                                                                                                                                      |                                                                                                                                 |                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>エンジニアのための<br/>ITIL実践術<br/>再生時間: 60分</p> |  <p>ここからはじめよう<br/>Oracle PL/SQL入門<br/>再生時間: 60分</p> |  <p>実践!!高可用システム構築<br/>-RAC基本<br/>再生時間: 60分</p> |  <p>お悩み解決! Oracle<br/>のサイジング<br/>再生時間: 60分</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Database

|                                                                                                                             |                                                                                                                                       |                                                                                                                        |                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>今さら聞けない!?バックアップ・リカバリ<br/>再生時間: 60分</p> |  <p>意外と簡単!? Oracle Database 11g -セ<br/>再生時間: 60分</p> |  <p>実践!!バックアップ・リカバリ<br/>再生時間: 60分</p> |  <p>意外と簡単!? Oracle Database 11g -デ<br/>再生時間: 60分</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

>> もっと見る

twitter

最新情報つぶやき中

oracletechnetjp

- ・人気コンテンツは?
- ・お勧め情報
- ・公開予告 など

OTN トップページ <http://www.oracle.com/technetwork/jp/index.html>  
ページ左「基本リンク」>「OTN セミナー オンデマンド」

※掲載のコンテンツ内容は予告なく変更になる可能性があります。

期間限定での配信コンテンツも含まれております。お早めにダウンロード頂くことをお勧めいたします。

ORACLE

# Oracle エンジニアのための技術情報サイト オラクルエンジニア通信

<http://blogs.oracle.com/oracle4engineer/>

twitter

最新情報つぶやき中  
oracletechnetjp

## 技術資料

- ダイセミの過去資料や製品ホワイトペーパー、スキルアップ資料などを多様な方法で検索できます
- キーワード検索、レベル別、カテゴリ別、製品・機能別

## コラム

- オラクル製品に関する技術コラムを毎週お届けします
- 決してニッチではなく、誰もが明日から使える技術の「あ、そうだったんだ！」をお届けします



こんな資料が人気です

- ✓ 6か月ぶりに資料ダウンロードランキングの首位が交代！  
新王者はOracle Database構築資料でした。
- ✓ データベースの性能管理手法について、Statspack派もEnterprise Manager派も目からウロコの技術特集公開中

オラクルエンジニア通信



ORACLE

# Oracle Databaseの価格ご存知ですか？

問題：

Oracle Databaseの最小構成はいくらでしょうか？

ヒント：

Oracle Standard Edition Oneを  
5Named User Plus(指名ユーザ) というのが最小構成です。

問題：

Real Applications Clusters(RAC) Optionはいくらでしょうか？

ヒント：

RACはOracle Database Enterprise EditionのOptionです。

答えはこちら↓ ログイン不要の簡単見積もり

[ライセンス見積もりヘルプ](#)

検索

見積もり  
Start!

ORACLE



# ITプロジェクト全般に渡る無償支援サービス

## Oracle Direct Conciergeサービス

### ■ パフォーマンス診断サービス

- Webシステム ボトルネック診断サービス **NEW**
- データベースパフォーマンス 診断サービス

### ■ 移行支援サービス

- SQL Serverからの移行支援サービス
- DB2からの移行支援サービス
- Sybaseからの移行支援サービス
- MySQLからの移行支援サービス
- Postgre SQLからの移行支援サービス
- Accessからの移行支援サービス
- Oracle Application ServerからWeblogicへ移行支援サービス **NEW**

### ■ システム構成診断サービス

- Oracle Database構成相談サービス
- サーバー統合支援サービス
- 仮想化アセスメントサービス
- メインフレーム資産活用相談サービス
- BI EEアセスメントサービス
- 簡易業務診断サービス

### ■ バージョンアップ支援サービス

- Oracle Databaseバージョンアップ支援サービス
- Weblogic Serverバージョンアップ支援サービス **NEW**
- Oracle Developer/2000(Froms/Reports) Webアップグレード相談サービス

オラクル社のエンジニアが 直接ご支援します  
お気軽にご活用ください!

オラクル 無償支援

検索

ORACLE



**1日5組限定！**

## 製品無償評価サービス

提供シナリオ一例

- ・データベースチューニング
- ・無停止アップグレード
- ・アプリケーション性能・負荷検証
- ・Webシステム障害解析

## インストールすることなく、すぐに体験いただけます

- サービスご提供までの流れ

1. お問い合わせフォームより「製品評価サービス希望」と必要事項を明記し送信下さい
2. 弊社より接続方法手順書およびハンズオン手順書を送付致します
3. 当日は、弊社サーバー環境でインターネット越しに製品を体感頂けます

※サービスご提供には事前予約が必要です

## Web問い合わせフォーム

「ダイデモ」をキーワードに検索することで申し込みホームページにアクセスできます

<http://www.oracle.com/jp/direct/services/didemo-195748-ja.html>

ORACLE

あなたにいちばん近いオラクル



# Oracle Direct

まずはお問合せください

システムの検討・構築から運用まで、ITプロジェクト全般の相談窓口としてご支援いたします。

システム構成やライセンス/購入方法などお気軽にお問い合わせ下さい。

## Web問い合わせフォーム

専用お問い合わせフォームにてご相談内容を承ります。

<http://www.oracle.com/jp/direct/inquiry-form-182185-ja.html>

※こちらから詳細確認のお電話を差し上げる場合がありますので、ご登録されている連絡先が最新のものになっているか、ご確認下さい。

## フリーダイヤル

**0120-155-096**

※月曜～金曜 9:00～12:00、13:00～18:00

(祝日および年末年始除く)

ORACLE