



Oracleホワイト・ペーパー  
2012年11月

## ExadataのHybrid Columnar Compression (HCC)

はじめに .....	3
Hybrid Columnar Compression : テクノロジー概要.....	4
ウェアハウス圧縮.....	5
アーカイブ圧縮.....	7
移行とベスト・プラクティス.....	9
結論.....	12

## はじめに

ExadataのHybrid Columnar Compression (HCC) は、最高水準のデータ圧縮を可能にすることで、I/Oを削減し、飛躍的なコスト削減とパフォーマンス向上を実現します。HCCはExadataのデータベース機能とストレージ機能の両方を使用するように最適化されており、飛躍的なコスト削減と革新的なパフォーマンス向上が可能になります。ストレージ削減は、導入されるHybrid Columnar Compressionのレベルによって異なりますが、平均で10~15倍に及び、顧客の実環境のベンチマークでは最大で204倍が達成されています。

HCCによる平均の削減値を10倍とした場合、新たにストレージを購入する必要性が大幅に低下し、多くの場合、今後数年間の追加購入は必要なくなります。たとえば、100TBのデータベースで10倍のストレージ削減が達成された場合、物理的に使用されるストレージはわずか10TBとなります。これにより、90TBのストレージが新たに利用可能になるため、長期に渡ってストレージ購入を先延ばしできます。また、100TBのデータを圧縮すると実際に使用するディスク領域は10TBになるため、この90TBのストレージに、100TBのデータベースを最大9個まで格納することも可能になります。

Hybrid Columnar Compressionは、ウェアハウス圧縮とアーカイブ圧縮の両方を実現するテクノロジーです。これら2つの機能についてはこのホワイト・ペーパーの後半で詳しく説明しますが、はじめに、次世代圧縮テクノロジーであるExadataのHybrid Columnar Compressionの導入方法と利点について確認していきましょう。

## Hybrid Columnar Compression : テクノロジー概要

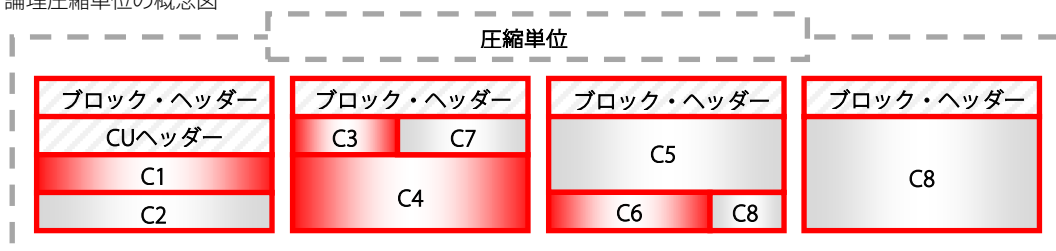
従来のデータは、'行'という形式でデータベース・ブロック内に編成されていました。この場合、特定の行に対するすべての列データは、1つのデータベース・ブロック内に連続して格納されます。異なるデータ型を持つ列データが接近して格納されるため、圧縮テクノロジーを使用しても限られたストレージ削減しか実現できません。また、別の方法として、データを'列'形式で格納するアプローチがあります。この場合、データは列単位で編成および格納されます。

同じデータ型および類似した特性を持つ列データをまとめて格納すると、圧縮により達成されるストレージ削減が飛躍的に増加します。ただし、この方法でデータを格納すると、データベース・パフォーマンスに悪影響が及ぶ場合があります。アプリケーションの問合せが複数の列にアクセスする場合や、ごく少量の更新を行う場合、またはトランザクションごとにわずかに数行を挿入する場合にもこれは該当します。

オラクルのHybrid Columnar Compressionテクノロジーは、データベース・ブロック内にデータを編成するための新しい手法です。名前から想像できるとおり、このテクノロジーでは、行を使用した手法と列を使用した手法を組み合わせることでデータを格納します。この混成アプローチは、列形式の格納方法による圧縮メリットを実現しながら、同時に、純粋な列形式によるパフォーマンス低下を回避します。

Hybrid Columnar Compressionでは、圧縮単位と呼ばれる論理的な構成体を使用して一連の行が格納されます。データがロードされると、行セットの列値がグループ化されてから圧縮されます。行セットの列データが圧縮された後、圧縮単位に格納されます。

論理圧縮単位の概念図



Hybrid Columnar Compressionによるストレージ削減を最大化するには、データウェアハウスのバルク・ロード手法を使用してデータをロードする必要があります。データウェアハウス環境で一般的に使用されるバルク・ロード操作には、次のようなものがあります。

- APPENDヒントを使用したINSERT文
- パラレルDML

- SQL\*LDRを使用したダイレクト・パス・ロード
- CREATE TABLE AS SELECT (CTAS)

Hybrid Columnar Compressionを使用して圧縮されたデータに対する問合せは通常、Smart ScansによってExadataストレージ・セル内で実行されます。Smart Scansは、特別な列形式の処理技術を利用する高パフォーマンスの問合せエンジンです。データベース・サーバーに送り返されたデータは通常圧縮されており（そのためディスクから読み取る場合よりもデータ量は大幅に少なくなり）、この圧縮されたデータがその後データベース・サーバーによって処理されます。データはディスク上だけではなく、Exadata Smart Flash Cache、Infiniband、データベース・サーバーのバッファ・キャッシュ内、さらにはバックアップの実行時やData Guardへのログ送信時にも圧縮されたまま維持されます。

Hybrid Columnar Compressionアプローチのおもな利点の1つは、Oracle Databaseが提供する強力な機能を犠牲にすることなく、列形式ストレージによる圧縮メリットとパフォーマンス・メリットの両方を実現している点にあります。例を挙げると、スキャンレベルのアクセスに対して最適化されている一方で、行データは圧縮単位内で自己完結しているため、効率的な行レベルのアクセスが維持されており、通常1回のI/Oで行全体を取得できます。

対照的に、純粋な列形式に対して行レベルでアクセスする場合、列ごとに少なくとも1回のI/Oが必要になります。データウェアハウス表には一般に数百もの列が含まれるため、ExadataのHybrid Columnar Compressionによるパフォーマンス・メリットは非常に明白です。その上、ExadataのHybrid Columnar Compressionを使用した表は、高可用性、パフォーマンス、セキュリティに関してOracle Databaseが提供するすべての機能の恩恵を受けることができます。

Hybrid Columnar Compressionを使用して圧縮された表は従来のデータ操作言語（DML）による操作（INSERT、UPDATE、DELETE）により変更できますが、これらの操作を実行するとHCC圧縮率が減少することがあります。HCCは、DML操作がまったく実行されないか、それほど頻繁には実行されない表やパーティションに対して有効化することが推奨されます。表またはパーティションに対してDML操作が頻繁に実行される予定のデータには、Oracle Advanced Compressionオプションの方が適しています。

## ウェアハウス圧縮

データウェアハウスは、企業の日常業務においていっそう重要性を増しています。データウェアハウスは、大量のデータを格納し、それらを戦略的情報に変換して、企業運営に必要なインテリジェンスを経営陣に提供する役割を果たしています。データウェアハウスの重要性が高まるにつれて、データウェアハウスが管理するデータ量も増加の一途をたどっています。

ほぼ2年ごとにデータ量が倍増する中で、ITマネージャーは、ストレージ・コストとアプリケーションの問合せパフォーマンスの両方に関して大きな課題を抱えています。ウェアハウス圧縮は、この両課題の解決を目的とした次世代の圧縮機能です。

ウェアハウス圧縮は、Hybrid Columnar Compressionテクノロジーを通じて大幅なストレージ削減を実現します。ウェアハウス圧縮は一般に10対1（10倍）の圧縮率を誇り、これにより業界平均の約5倍のストレージ削減を実現します。100TBのデータウェアハウスに対してウェアハウス圧縮を有効化すると、必要なストレージがわずか10TBに削減されます。企業は、残りの90TBのストレージを別の用途に使用できます。つまり、データベースのサイズが2年ごとに倍増とした場合、今後4年間は追加のストレージを購入しなくても、この残りのストレージを利用することで、データウェアハウスの増大をサポートできます。この規模でストレージを削減すると、ストレージ購入を何年も先延ばしできるため、明らかに大幅なコスト削減につながります。

多くのデータウェアハウス・アプリケーションは、データ量の増加によるパフォーマンスのボトルネックに直面しています。分析的な問合せでは数百GBからテラバイト単位のデータがスキャンされるため、ストレージ・システムがパフォーマンスやスケーラビリティを制限する要因になっています。Oracle Exadata Storage Serverを利用すれば、スキャン・パフォーマンスやI/Oスループットを向上させるために追加のディスクを購入するなどといった、コストのかかる伝統的な改善措置はもはや必要ありません。Exadataの超並列ストレージ・グリッド、Smart Scan機能、そしてウェアハウス圧縮を利用することで、IT管理者は、パフォーマンスを向上させるためだけにストレージ・アレイにディスク・ドライブを追加する必要から解放されます。

ウェアハウス圧縮はストレージを削減する機能ですが、通常のデータウェアハウス問合せにおいてもI/Oスキャン・パフォーマンスが向上するよう、ExadataのHybrid Columnar Compressionが最適化された状態で実装されています。ウェアハウス圧縮を使用して圧縮された表のスキャンに必要なI/Oは、実現される圧縮率に準じて減少します。したがって、スキャン中心の問合せにおいて、10対1の圧縮率を持つ表へアクセスする場合、I/Oが最大で10分の1に削減されると考えられます。全体の問合せパフォーマンスもおそらく向上しますが、これは使用可能なCPUリソースによって異なります。

さらにパフォーマンスを向上させるのがExadataのSmart Scanテクノロジーです。Smart Scanは、スキャン・アクティビティの大半をExadataストレージにオフロードすることで、ストレージからデータベース・サーバーに送信されるデータ量を大幅に削減するテクノロジーです。Exadata Smart Scanは、ExadataのHybrid Columnar Compressionを使用して圧縮されたデータに対して直接実行できます。このレベルでI/Oスキャン・パフォーマンスが向上すると、必要なストレージ量が削減できるだけでなく、パフォーマンス目標を達成する目的でディスク・ドライブや関連するハードウェアを増やす必要がなくなるため、両方の側面でのコスト削減を実現できます。

ウェアハウス圧縮には、LOWおよびHIGHの2つの圧縮レベルがあります。HIGHレベルのウェアハウス圧縮では通常10倍のストレージ削減が実現され、LOWレベルでは6倍の削減が実現されます。いずれのレベルも、ディスク上のブロック数が少ないことを利用して、スキャンによる問合せパフォーマンスが向上するようExadata上で最適化されています。

ウェアハウス圧縮がストレージ削減と問合せパフォーマンスにもたらすメリットを最大化するため、デフォルト・レベルはHIGHに設定されています。ただし、ストレージの圧縮率が高いことで、データ・ロードにかかる時間がわずかに増加する場合があります。このため、問合せパフォーマンスよりもロード時間のサービス・レベルが重要である場合は、ウェアハウス圧縮にLOWレベルを選択します。

## アーカイブ圧縮

IT管理者が現在直面する最大の課題の1つは、履歴データを管理する際のコストと複雑さです。ITマネージャーはコスト削減を迫られているにもかかわらず、相反するビジネス要件によって、極めて長期間、多くの場合は無期限に、データを利用可能な状態に維持するよう求められています。

組織では、履歴データの保管コストを軽減するため、情報ライフ・サイクル管理 (ILM) 戦略が策定されています。一般的なILM戦略では、データが古くなると、廉価なディスク・ドライブなどの低コスト・ストレージにデータを移動したり、テープへアーカイブしたりします。その結果、高価でパフォーマンスの高いディスク・ドライブは、最新のデータ、つまり頻繁にアクセスされるデータに対してのみ使用されています。Hybrid Columnar Compressionのアーカイブ圧縮は、履歴データの格納に必要なストレージとコストを削減するための新しいアプローチです。

アーカイブ圧縮は、Hybrid Columnar Compressionテクノロジーを通じて大幅なストレージ削減を実現します。アーカイブ圧縮はストレージ削減を最大化するように最適化されており、通常15対1 (15倍) の圧縮率を実現します。つまり、圧縮されていない表やパーティションでは、アーカイブ圧縮を使用した表やパーティションの15倍のストレージが必要になります。

ウェアハウス圧縮とは対照的に、アーカイブ圧縮は純粋なストレージ削減テクノロジーです。アーカイブ圧縮を使用した表やパーティションでは、通常パフォーマンスが低下します。これは、圧縮アルゴリズムがストレージ削減の最大化を目的として最適化されているためです。このため、アーカイブ圧縮は、まれにしかアクセスされないデータを格納する表やパーティションを対象としています。

OLTPやデータウェアハウスなどのあらゆるアプリケーション・ワークロードをサポートするデータベースで、履歴データのストレージ要件を削減するためにアーカイブ圧縮を使用できます。オラクルは、パーティションまたはサブパーティションのレベルで、任意の表圧縮タイプをサポートしています。OLTPアプリケーションでは、オラクルのOLTP表圧縮を使用したパーティションにアクティブ・データを残したまま、アーカイブ圧縮を使用したパーティションに履歴データを格納できます。Advanced Compressionオプションの機能であるOLTP表圧縮は、アクティブなトランザクション・データベース向けに最適化された圧縮テクノロジーです。OLTP表圧縮は通常2~4倍のストレージ削減を実現しており、OLTPデータベースのストレージを大幅に削減します。データウェアハウスでは、通常、（パフォーマンス向上のために）ウェアハウス圧縮を使用したパーティションに頻繁にアクセスされるデータを格納し、（ストレージ削減のために）アーカイブ圧縮を使用したパーティションに履歴データを格納します。

多くのアプリケーションで、割り当てられたストレージの最大80%が履歴データにより消費されています。履歴データの大半をテープにアーカイブするILM戦略が導入されるのも無理はありません。しかしながら、このILMアプローチにはいくつかの欠点が含まれます。データが一度テープにアーカイブされると、アプリケーションからこのデータに直接アクセスすることはできません。アーカイブ・データにアクセスするには、テープからデータをリストアし、データベースに再ロードする必要があります。これには途方もない時間がかかるため、ペースの速い現在のビジネス要件には対応できません。

さらに複雑なことに、テープにアーカイブされたデータには、列や制約の追加などのデータベース・スキーマへの構造変更が同期されません。したがって、データベースにこのデータをリストアするには、極めて長い時間がかかるだけでなく、データを正しくリストアし、アプリケーションからアクセス可能にするために多くのリソースが必要になります。言うまでもなく、このデータへの要求は通常非常に差し迫ったものであり、わずかな遅れも経営陣の重大な意思決定に影響を及ぼします。つまり、このアプローチを使用して履歴データを保管すると、企業は大きな犠牲を払うことになる可能性があります。

アーカイブ圧縮では、すぐにアクセスおよび変更できるように履歴データをオンラインに保持したまま、テープへのアーカイブと同じストレージ削減メリットが実現されます。さらに、アプリケーションの発展に応じて、新しい列や制約などのデータベース・スキーマへの変更がすべての履歴データにも反映されます。このため、アプリケーション・ユーザーが履歴データにアクセスする必要がある場合、IT管理者やアプリケーション開発者を巻き込まなくても、アプリケーションからシームレスに問合せ処理を実行できます。



アーカイブ圧縮を使用した表やパーティションに対して問合せを実行すると、ウェアハウス圧縮またはOLTP表圧縮を使用した場合よりもパフォーマンスが低下しますが、テープにアーカイブされたデータに対する問合せよりも桁違いに高速に実行できます。

## 移行とベスト・プラクティス

新しい表やパーティションに対してHybrid Columnar Compressionを有効化する方法は簡単であり、表またはパーティションをCREATE文で作成し、"COMPRESS FOR QUERY HIGH"などの圧縮レベルを指定するだけです。たとえば、次のような文を使用します。

```
CREATE TABLE emp (emp_id NUMBER, first_name VARCHAR2(128), last_name VARCHAR2(128))  
COMPRESS FOR QUERY HIGH;
```

このホワイト・ペーパーの例では**COMPRESS FOR QUERY HIGH**圧縮レベルを使用します。Hybrid Columnar Compressionで使用できるその他の圧縮レベルは次のとおりです。

**COMPRESS FOR QUERY LOW**

**COMPRESS FOR ARCHIVE LOW**

**COMPRESS FOR ARCHIVE HIGH**

既存の表やパーティションに対してHybrid Columnar Compressionを有効化するための推奨される方法は次の2つです。

### 1. オンライン再定義 (DBMS\_REDEFINITION)

- 今後のバルク・ロードについてHybrid Columnar Compressionを有効化し、さらに既存のデータも圧縮します。DBMS\_REDEFINITIONを使用すると、移行中に読取り/書込みの両方のアクティビティに対して表がオンライン状態で維持されます。最適なパフォーマンスを得るには、DBMS\_REDEFINITIONをパラレルで実行します。

- オンライン再定義では、操作の実行中に索引が仮表にクローンされます。クローンされたすべての索引の増分が同期（リフレッシュ）操作中に維持されるため、オンライン再定義の実行中も実行後も、索引の利用が中断されることはありません。ただし、オンライン再定義をパーティションの再定義に使用する場合に限り、索引の利用は中断されます。この場合、グローバル索引が無効化され、オンライン再定義の実行後にそのグローバル索引を再作成する必要があります。

## 2. ALTER TABLE ... MOVE COMPRESS FOR QUERY HIGH

- 今後のバルク・ロードについてHybrid Columnar Compressionを有効化し、さらに既存のデータも圧縮します。表の移行中、読取りアクティビティに対しては表がオンライン状態で維持されますが、排他 (X) ロックがかかるため、移行コマンドが完了するまですべてのDMLがブロックされます。最適なパフォーマンスを得るには、ALTER TABLE...MOVEをパラレルで実行します。
- ALTER TABLE...MOVE文を使用すると、パーティション化されていない表のデータやパーティション化された表のパーティションのデータを新しいセグメントに再配置したり、オプションとして異なる表領域に再配置したりできます。ALTER TABLE...MOVE COMPRESSにより、圧縮データ用の新しいエクステントが移行先の表領域内に作成され、データが圧縮されます。ここで、新しいセグメントは、データファイルの末尾や先頭に配置されるとは限らず、あらゆる場所に配置される可能性がある点に注意が必要です。そのため、元のセグメントが解放されるとき、エクステントの位置によっては、データファイルが縮小されない場合もあります。
- ALTER TABLE... MOVEにより、パーティションまたは表にある索引がすべて無効化されます。ALTER TABLE... MOVEの実行後、これらの索引を再作成する必要があります。パーティションの移行の場合、ALTER TABLE... MOVE PARTITIONをUPDATE INDEXES句とともに使用すると、索引が維持されます（排他 (X) ロックがかかるため、移行コマンドが完了するまですべてのDMLがブロックされます）。パーティション化されていない表に対しては、この句は使用できません。

Hybrid Columnar Compressionを使用する際のベスト・プラクティスと考慮事項は次のとおりです。

- Hybrid Columnar Compressionの最適なテスト環境は、本番環境にもっとも近い環境です。この環境で、もっとも現実的な（圧縮前および圧縮後の）パフォーマンス比較を行うことができます。

- Oracle Advanced Compression Advisor (DBMS\_COMPRESSION) はOracle Database 11g Release 2に付属するPL/SQLパッケージであり、データ・サンプルの分析に基づいてHybrid Columnar Compressionによるストレージ削減効果を見積もるために使用します。このパッケージにより、Hybrid Columnar Compressionの導入後に得られる実際の効果を適切に見積もることができます。また、OLTP表圧縮および基本表圧縮を使用した表圧縮の圧縮率を見積もることもできます。Compression AdvisorでHybrid Columnar Compressionの圧縮率を見積もるためには、表/パーティション内に100万件以上のレコードがある必要があります。
- PillarおよびZFSSAでHybrid Columnar Compressionがサポートされるため、Oracle DatabaseユーザーはオラクルのHybrid Columnar CompressionをPillar AxiomおよびSun ZFS Storage Appliance (ZFSSA) ストレージ・ハードウェアで利用できます。そのため、以前まではExadataプラットフォームに限定されていたオラクルのHybrid Columnar Compressionのストレージ削減効果を、Pillar AxiomまたはSun ZFSSAストレージ (あるいはその両方) を利用するOracle Databaseユーザーも得ることができます。圧縮率は、データの内容やユーザーが選択した圧縮レベルによって異なりますが、6~15倍に及びます。
- Hybrid Columnar CompressionはLONGデータ型を使用する場合はサポートされません。また、均一エクステントをHybrid Columnar Compressionとともに使用することは推奨されません。
- Hybrid Columnar Compressionには、HCCで必要となる最小データ量に関する制約はありません。セグメント/パーティションあたり数MBのデータしかなくても、HCCの大きな効果を期待できます。ただし、データ量が少なく (セグメントあたりMB単位)、かつパラレル・ロードを使用する場合は、パラレル・ロードで一時的なセグメント・マージが使用される場合がある点に注意が必要です。一時的なセグメント・マージでは、各ローダー・プロセスがそれぞれ個別のセグメントを作成します。このシナリオにおいては、セグメント/パーティションあたり数百MBのデータ量があることが推奨されます。
- Hybrid Columnar Compressionは、BLOB (またはCLOB) 内の非構造化データではなく、リレーショナル・データを対象としています。LOBのOracle Databaseへの格納方法としては、SecureFiles LOBを使用する方法が最適です。また、Oracle Advanced Compressionオプションのライセンスがある場合は、SecureFiles CompressionとSecureFiles Deduplicationを使用して、LOBに必要となるストレージ量を削減できます。

- Hybrid Columnar Compressionはおもに、問合せ集中型のデータとアーカイブ/履歴データに使用することを想定しています。Hybrid Columnar Compressionを使用して圧縮された表やパーティションに対してDML操作（INSERT/UPDATE）を実行すると、圧縮による長期的なストレージ削減量が減少する可能性があります。これは、DML操作により挿入または更新されたデータは、バルク・ロードされたデータと同じ圧縮率では圧縮されないからです。

## 結論

データウェアハウス・アプリケーションとOLTPアプリケーションの両方でデータ量が急増している現在、コストを抑制し、パフォーマンスを維持・改善しながら、ITインフラストラクチャを効率的に管理するツールが必要とされています。

ExadataのHybrid Columnar Compressionは、まさにこの要望に最適なツールとして、一連の強力な圧縮機能を提供します。これらの機能は、アプリケーション・パフォーマンスを向上させると同時に、インフラストラクチャ・コストを大幅に削減します。



ExadataのHybrid Columnar Compression (HCC)  
2012年11月

著者：Gregg Christman

共著者：Kevin Jernigan

Oracle Corporation  
World Headquarters  
500 Oracle Parkway  
Redwood Shores, CA 94065  
U.S.A.

海外からのお問い合わせ窓口：

電話：+1.650.506.7000

ファクシミリ：+1.650.506.7200

www.oracle.com



Oracle is committed to developing practices and products that help protect the environment

Copyright © 2012, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved. 本文書は情報提供のみを目的として提供されており、ここに記載される内容は予告なく変更されることがあります。本文書は、その内容に誤りがないことを保証するものではなく、また、口頭による明示的保証や法律による黙示的保証を含め、商品性ないし特定目的適合性に関する黙示的保証および条件などのいかなる保証および条件も提供するものではありません。オラクルは本文書に関するいかなる法的責任も明確に否認し、本文書によって直接的または間接的に確立される契約義務はないものとします。本文書はオラクル社の書面による許可を前もって得ることなく、いかなる目的のためにも、電子または印刷を含むいかなる形式や手段によっても再作成または送信することはできません。

OracleおよびJavaはOracleおよびその子会社、関連会社の登録商標です。その他の名称はそれぞれの会社の商標です。

AMD、Opteron、AMDロゴおよびAMD Opteronロゴは、Advanced Micro Devicesの商標または登録商標です。IntelおよびIntel XeonはIntel Corporationの商標または登録商標です。すべてのSPARC商標はライセンスに基づいて使用されるSPARC International, Inc.の商標または登録商標です。UNIXはX/Open Company, Ltd.によってライセンス提供された登録商標です。0410

**Hardware and Software, Engineered to Work Together**