

## ORACLE EXADATA DATABASE MACHINE X7-2



Oracle Exadata Database Machine は、Oracle データベースのパフォーマンス、コスト効率、および可用性が大幅に改善するように設計されています。Exadata は、スケールアウトの高パフォーマンス・データベース・サーバー、最先端の PCI フラッシュを搭載したスケールアウト・インテリジェント・ストレージ・サーバー、およびすべてのサーバーとストレージを接続する超高速の InfiniBand 内蔵ファブリックを備えた最新のクラウドベース・アーキテクチャです。Exadata 独自のソフトウェア・アルゴリズムによって、ストレージ、コンピューティング、InfiniBand ネットワーキングにデータベース・インテリジェンスを実装することで、他のプラットフォームよりも低いコストで高いパフォーマンスと容量を実現しています。Exadata では、オンライン・トランザクション処理 (OLTP)、データ・ウェアハウス (DW)、インメモリ分析、複合ワークロードの統合などのあらゆるタイプのデータベース・ワークロードを実行できます。素早く簡単に実装できる Exadata Database Machine は、お客様の大切なデータベースの能力を高め、保護します。Exadata は、プライベート・データベース・クラウドの理想的な基盤として購入してオンプレミスでデプロイするか、またはサブスクリプション・モデルを使用して入手し、Oracle Public Cloud または Oracle Cloud at Customer でデプロイして、オラクルがすべてのインフラストラクチャ管理を行うようにすることができます。



### 迅速かつ信頼できるデプロイメントを実現する エンジニアド・システム

Exadata Database Machine は、容易にデプロイすることができるシステムで、Oracle Database の実行に必要なすべてのハードウェアが組み込まれています。データベース・サーバー、ストレージ・サーバー、ネットワークの構成、チューニング、テストは、オラクルのエキスパートによって事前に実施されており、ミッション・クリティカルな高性能システムのデプロイのために一般に必要とされる数週間から数か月に及ぶ手間をかける必要はありません。徹底的なエンド・ツー・エンドのテストにより、データベース・ソフトウェア、OS、ファームウェア、ドライバなどのすべてのコンポーネントがシームレスに連携動作することが確認されており、システム全体に影響する可能性があるパフォーマンスのボトルネックやシングル・ポイント障害はありません。

Exadata Database Machine の構成はすべて同じであるため、世界中の一流銀行、通信事業者、小売業者など、自社のミッション・クリティカルなアプリケーション用に Exadata Database Machine をデプロイしている何千ものユーザーの経験を活かすことができます。お客様のマシンは、オラクル・サポートが問題の特定

**おもな機能**

- ラックあたり最大 912 基の CPU コアと 28.5TB のメモリ（データ処理用）
- ラックあたり最大 360 基の CPU コア（ストレージ内での SQL 処理専用）
- ラックあたり 2 台～19 台のデータベース・サーバー
- ラックあたり 3 台～18 台のストレージ・サーバー
- ラックあたり最大 920TB の物理フラッシュ容量
- ラックあたり最大 2.1PB の物理ディスク容量
- Hybrid Columnar Compression により通常 10～15 倍の圧縮率を達成
- 40Gb/秒の (QDR) InfiniBand ネットワーク
- 完全冗長設計による高可用性の実現

**おもな利点**

- すべてのデータベース・アプリケーションに対応できるよう最適化された、事前設定および事前テスト済みのシステム
- フル・ラックあたり最大 350GB/秒の非圧縮 I/O 帯域幅（SQL 実行時）
- 最大 480 万件/秒の 8K データベース読取り I/O 操作または 430 万件/秒の 8K データベース書き込み I/O 操作を実行可能
- あらゆるサイズのアプリケーションの要件を満たすため、コンピューティング・サーバーまたはストレージ・サーバーを容易に追加可能
- 複数の Oracle Exadata Database Machine X7-2 ラックまたは Oracle Exadata Storage Expansion Rack を接続することによりスケールアウトが可能。InfiniBand ケーブルと内部スイッチを追加するだけで、最大 18 台のラックを簡単に接続可能。外部 InfiniBand スイッチを使用すれば、さらに大規模な構成を構築可能

「パフォーマンス、信頼性、およびサポートのしやすさの点から、プラットフォームとして Oracle Exadata をお勧めします。これら 3 つの要素は、日常の業務において大変大きな意味があります。」

- Sprint Senior Technical Architect  
Richard Ewald

と解決に使用するマシン、オラクル・エンジニアリングが Oracle Database の開発とテストに使用するマシン、およびオラクルが独自の SaaS と PaaS パブリック・クラウドの実装に使用するマシンと同じです。したがって **Exadata は、Oracle Database を実行するために徹底的にテストおよびチューニングされた、もっともサポートしやすいプラットフォームとなっています。**

Oracle Exadata Database Machine では標準の Oracle Database が実行されます。そのため、**現在 Oracle Database を使用しているすべてのアプリケーションは、アプリケーションに変更を加えることなく、Exadata Database Machine に簡単かつシームレスに移行できます。**データベースは Exadata から容易に移行することもでき、「ログイン」の心配はありません。

現在または将来的にパブリック・クラウドでのデータベースのデプロイを検討しているお客様は、**Exadata Database Machine にはオンプレミスとパブリック・クラウドの間で 100%の互換性があり、パブリック・クラウドと単純なハイブリッド・クラウドのデプロイメントに容易に移行できることを確信していただけます。**

### エラスティック構成による卓越したシステム・スケーラビリティと成長性

Exadata Database Machine では、**データベース・サーバーとストレージ・サーバーの両方でスケールアウト・アーキテクチャが採用されています。** Exadata Database Machine が成長するのに伴い、データベースの CPU、ストレージ、およびネットワークを平衡のとれた方法で追加し、ボトルネックのないスケーラビリティを確保することができます。

スケールアウト・アーキテクチャにより、あらゆるサイズのワークロードを処理し、パフォーマンスのボトルネックとシングル・ポイント障害を回避しながら、小規模からきわめて大規模な構成にシームレスに拡張できます。

高帯域幅で待機時間の短い 40GB/秒の **InfiniBand ネットワーク**により、Oracle Exadata Database Machine 内部のすべてのコンポーネントが接続されます。InfiniBand ネットワーク上では、特殊なデータベース・ネットワーク・プロトコルが適用され、汎用通信プロトコルを使用する場合よりも**大幅に待機時間が短くて帯域幅が広い**通信が可能です。これにより、OLTP 処理における応答時間の短縮と、分析ワークロードの高スループットの両方を実現しています。Exadata Database Machine への外部接続には、標準の 10 ギガビットまたは 25 ギガビットのイーサネットを使用します。

**Exadata Database Machine は、もっとも汎用性の高いデータベース・プラットフォームです。** Oracle Exadata X7-2 Database Machine では、2 基の 24 コア x86 プロセッサと 384GB のメモリ（1.5TB まで拡張可能）を搭載した高性能なデータベース・サーバーを使用します。また Exadata では、High Capacity (HC) または Extreme Flash (EF) の 2 種類の構成が用意されたスケールアウト・インテリジェント・ストレージ・サーバーも使用します。HC ストレージ・サーバーには 4 基の **NVMe PCI フラッシュ・カード**が搭載されており、それぞれのサーバーに 6.4TB の物理 Exadata Smart Flash Cache と 10TB で 7,200 回転のディスク 12 台が搭載されています。EF ストレージ・サーバーは、物理ストレージ容量がそれぞれ 6.4TB の **NVMe PCI フラッシュ・ドライブ** 8 台によるオールフラッシュ構成です。初期構成の Exadata Database Machine は、2 台のデータベース・サーバーと 3

**関連製品**

- Oracle Database Exadata Cloud Service
- Oracle Database Exadata Cloud at Customer
- Oracle Exadata Database Machine X66-8
- Oracle Exadata Storage Expansion Rack X7-2
- Oracle Exadata Storage Server X7-2 と InfiniBand インフラストラクチャ
- Oracle Exadata Database Server X7-2 と InfiniBand インフラストラクチャ
- Oracle SuperCluster
- Oracle Database 11g および 12c
- Oracle Real Application Clusters
- Oracle Partitioning
- Oracle Multitenant
- Oracle Database In-Memory
- Oracle Advanced Compression
- Oracle Advanced Security
- Oracle Active Data Guard
- Oracle GoldenGate
- Oracle Real Application Testing
- Oracle OLAP
- Oracle Advanced Analytics
- Oracle Business Intelligence
- Oracle Enterprise Manager
- Oracle Linux
- Oracle Virtual Machine
- すべてのデータベース・アプリケーションに対応できるよう最適化された、事前設定および事前テスト済みのシステム

**関連サービス**

オラクルで利用できるサービスは次のとおりです。

- Oracle Advanced Customer Services
- Oracle Premier Support for Systems
- Oracle Platinum Services
- Oracle Consulting Services
- Oracle University の各種コース

台のストレージ・サーバーで構成され、要件の増大に合わせてデータベース・サーバーやストレージ・サーバーを追加し、柔軟に拡張することができます。エラスティック構成では、柔軟性に富んだ効率的なメカニズムにより、コンピューティング能力とストレージ容量を拡張して業務上の必要を満たすことができます。

ラック内でのアップグレードに加えて、**統合型 InfiniBand ファブリックを使用し、複数のラックを接続し**、さらに大規模な構成を形成することが可能です。たとえば、4 台のラックで構成されるシステムの能力はラック 1 台のシステムよりも単純に 4 倍になり、4 倍の I/O スループット、4 倍のストレージ容量、および 4 倍の処理能力を発揮します。このシステムは、大規模な単一システムとして構成したり、論理的にパーティション化して複数のデータベースを統合したりすることが可能です。Exadata Database Machine を使用すれば、容易にスケールアウトできます。Oracle Real Application Clusters (Oracle RAC) により処理能力を動的に増強し、自動ストレージ管理 (ASM) によりストレージ容量を動的に追加することができます。

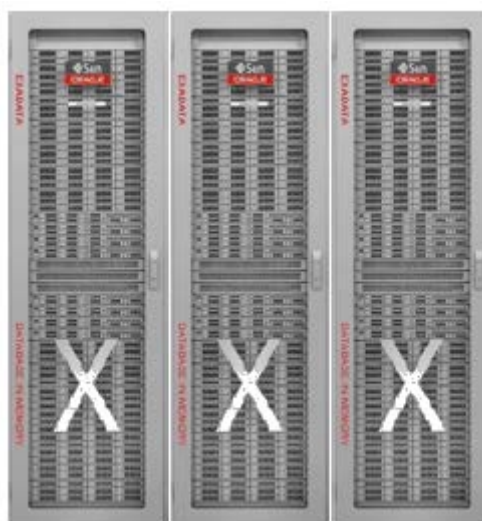


図1：マルチラックExadataへの柔軟なスケールアウト

さらに大きなストレージ容量が必要な場合は、**Oracle Exadata Storage Expansion Rack** を利用できます。Exadata Storage Expansion Rack により、すべての Exadata Database Machine のストレージ容量と帯域幅を拡張することができます。この製品は、履歴データやアーカイブ・データ、バックアップ、ドキュメント、画像、XML、JSON、JOB など、膨大な量のデータを処理する必要があるデータベースをデプロイできるように設計されています。Exadata Storage Expansion Rack は、**統合型 InfiniBand ファブリック** を使用して Exadata Database Machine に接続し、LUN やマウント・ポイントが不要なためにきわめて簡単に構成できます。ストレージは、いくつかの単純なコマンドによってオンラインで構成してデータベースに追加します。初期構成の Oracle Exadata Storage Expansion Rack は 4 台のストレージ・サーバーで構成されており、ストレージ・サーバーを追加することによってさらに拡張可能です。

Exadata Database Machine では、**新しい世代のサーバーとストレージを既存の Oracle Exadata Database Machine にシームレスにデプロイできるようにするこ**

とにより、お客様の投資を保護します。同様に、新しいソフトウェア・リリースでは、旧世代のほとんどの Exadata Database Machine との間で互換性が保たれています。

### Extreme Flash ストレージ・サーバー： 記録を塗り替える I/O パフォーマンス

**Exadata Extreme Flash (EF) ストレージ・サーバー**は、Exadata X5 で初めて導入された製品で、データベースが最適化されたオールフラッシュ構成の Exadata Database Machine の基盤です。各 EF ストレージ・サーバーに 6.4TB の最新 Flash Accelerator F640 NVMe PCI フラッシュ・ドライブが 8 台搭載されており、物理フラッシュ容量は EF ストレージ・サーバーあたり 51.2TB に達します。Exadata X7 には最新のフラッシュ・テクノロジーが採用されており、旧世代のフラッシュと比較して、速度、電力効率、耐久性が向上しています。Exadata X7 で採用されているエンタープライズ・クラスのフラッシュ・モジュールの想定耐用年数は、標準的なデータベースのワークロードの場合で 8 年以上です。この点は、潜在的に使用後 2~3 年で性能が劣化したり、突然使用できなくなったりすることのある市販のフラッシュと大きく異なります。また Exadata では、低速のディスク・コントローラやディレクタの背後ではなく高速 PCI バス上にフラッシュ・デバイスが直接配置されているため、きわめて高いパフォーマンスが発揮されます。さらに Exadata フラッシュでは、最新の **NVMe** (Non-Volatile Memory Express) フラッシュを使用することにより、待機時間と CPU オーバーヘッドがきわめて低いレベルに抑えられています。

フラッシュのパフォーマンスは、多くの場合、ボトルネックとなる従来型のストレージ・アーキテクチャによって制限されます。対照的に Exadata では、スケールアウト・ストレージ、InfiniBand ネットワーク、データベース・オフロード、PCI フラッシュを組み合わせる使用することにより、フラッシュできわめて高速な処理速度を実現しています。データベース・サーバーを 8 台と、Extreme Flash ストレージ・サーバーを 14 台搭載した従来型のフル・ラック Oracle Exadata Database Machine X7-2 では、データベースのワークロードの実行時に、**SQL による分析スキャンで最大 350GB/秒の帯域幅と、350 万回のフラッシュ IOPS で 0.25 ミリ秒のデータベース I/O 待機時間を達成できます**。組合せがやや異なる、データベース・サーバーを 10 台と Extreme Flash ストレージ・サーバーを 12 台搭載したフル・ラック構成の場合には、**毎秒 597 万回のランダム 8K データベース読み取り I/O 操作と毎秒 540 万回のランダム 8K フラッシュ書き込み I/O 操作 (IOPS) を達成することができ**、これはデータベース・ワークロードの場合の業界記録となっています。

このパフォーマンスは、従来のストレージ・アレイ・アーキテクチャとは桁違いの速さであり、最近のオールフラッシュ・ストレージ・アレイよりもはるかに高速です。これらの数値は、単一ラック Exadata システムの内部において、標準サイズの 8K データベース I/O で SQL ワークロードを実行して測定した実際のエンド・ツー・エンドのパフォーマンスを示すということも重要なポイントです。ストレージ・ベンダーのパフォーマンス見積りは通常、小サイズの I/O と低レベルの IO ツールに基づいており、したがって SQL による測定値よりも数倍大きな値となります。

「Oracle Exadata により、クラウド・ベースの統合ビジネス・アプリケーションをシームレスかつ迅速に移行することができ、大きな変更を加える必要もなく、コストを抑えることができました。Oracle 製品により、バッチ処理速度が 241 倍、全体的なシステム・パフォーマンスが 3 倍に劇的に改善され、日常の重要な業務の処理効率を向上させ、顧客サービスを強化することができました。」  
-大和ハウス工業株式会社

取締役常務執行役員 加藤恭慈

「Oracle Exadata Database Machine は 弊社の業務の変革に役立っています。世界でも最大規模の弊社の SAP 環境では、2倍のスループットを処理できるようになり、安定性も向上しました。」

- Enterprise Platform Delivery  
AmerisourceBergen Corporation,  
Director  
Milt Simonds



図2：Flash Accelerator PCIeカード

## High Capacity ストレージ・サーバー：階層型ディスクとフラッシュにより、ディスク並みのコストでフラッシュのパフォーマンスを発揮

Exadata ストレージの2つ目のオプションは、Exadata X7-2 **High Capacity (HC) ストレージ・サーバー**です。このサーバーには12台の10TB SAS ディスク・ドライブが組み込まれており、合計物理ディスク容量は120TBに達します。また、Flash Accelerator F640 NVMe PCIe カードも4基搭載されており、フラッシュ・メモリの合計物理容量は25.6TBに達します。High Capacity ストレージ・サーバーのExadata フラッシュはフラッシュ・ディスクとして直接使用できますが、フラッシュ内に直接格納されるよりもはるかに大きなデータの場合にはキャッシングによってフラッシュ・レベルのパフォーマンスが提供されるため、ほとんどの場合、ディスク・ストレージの前に配置されるフラッシュ・キャッシュ (**Exadata Smart Flash Cache**) として構成されます。

Exadata Smart Flash Cache では、アクセスが少ないデータはディスクに保持したまま、頻繁にアクセスされるデータを自動的にキャッシングします。これにより、ディスク並みの容量と低コストでフラッシュのパフォーマンスを発揮します。Exadata Smart Flash Cache は、**独自の方法**でデータベースのワークロードを把握し、データベースがめったにアクセスしないデータやキャッシュに格納するには大きすぎるデータのキャッシングを回避する状況を判別します。たとえばExadata では、バックアップ、大きな表のスキャン、またはすぐに削除される一時的な結果によって発生するI/Oはキャッシングしません。自動キャッシングに加えて、管理者は、任意でSQL ディレクティブを指定して、特定の表、インデックス、またはパーティションがフラッシュ・キャッシュで優先的に保持されるようにすることもできます。データベース・サーバーを8台とHigh Capacity ストレージ・サーバーを14台搭載した単独のフル・ラック単一のフル・ラック Oracle Exadata Database Machine X7-2 では、データベースのワークロードの実行時に、**SQL による分析スキャンで最大 350GB/秒の帯域幅、SQL による最大 480 万回/秒のランダム 8K 読取り I/O 操作 (IOPS)、および 270 万回のラッシュ IOPS で 0.25 ミリ秒の I/O 待機時間を達成**できます。

Exadata の Smart Flash Cache は、非アクティブ・データをディスクに残しつつアクティブ・データをフラッシュに移動することにより、マシンの物理フラッシュ容量よりも何倍も大きなデータであってもフラッシュ・レベルのI/O速度と応答時間を実現するように設計されています。Exadata Smart Flash Cache でのヒット

「Oracle Exadata を選んだのは、ソリューション一式が提供されるからです...これにより、毎日の財務報告書を4倍の速度で、流動性リスク報告書を7倍の速度で作成することができ、一貫して弊社の品質保証契約を守り、信用リスク管理の質を高め、データセンターのフットプリントを縮小することができました。」

- IT HDFC Bank Ltd., Senior Vice  
President  
Vaibhav Samant

率は、フラッシュ容量がディスク容量の 1/4 未満の場合でも、95%を超えるのが一般的であり、実際のデータベースのワークロードでは 99%を超えることもあります。フラッシュ・キャッシュのヒット率がこのように高い値になるのは、Exadata Smart Flash Cache の**有効フラッシュ容量**が物理フラッシュよりも何倍も大きいからです。たとえば、データベース・サーバーを 8 台と High Capacity ストレージ・サーバーを 14 台搭載したフル・ラック Oracle Exadata Database Machine X7-2 の有効フラッシュ容量は、多くの場合、使用可能な 500 TB のディスク容量と等しくなります。

Exadata Smart Flash では、Exadata ライトバック・フラッシュ キャッシュ技術を使用してデータベースのブロック書き込みもキャッシングします。書き込みキャッシングにより、大規模な OLTP ワークロードとバッチ・ワークロードでのディスクのボトルネックを解消します。データベース・サーバーを 8 台と High Capacity ストレージ・サーバーを 14 台搭載した単独のフル・ラック Oracle Exadata Database Machine X7-2 のフラッシュ書き込み容量は、**毎秒 430 万回の 8K 書き込み I/O 操作**を上回ります。Exadata 書き込みキャッシュは透過的かつ永続的で、十分な冗長性を備えています。Exadata Smart Flash Cache の I/O パフォーマンスは、何千のディスク・ドライブで構成される何十ものエンタープライズ・ディスク・アレイに匹敵します。

「どんな報告書でも、作成に 10 分以上かかることはありません。以前は 3~4 時間かかっていましたが、今では 3 分あれば作成できます。信じられないかも知れませんが本当です。」

-- Finance User Turkcell

Exadata に実装されている RAM、フラッシュ、ディスク間の自動データ階層化機能には、他のフラッシュ・ベースのソリューションに比べて多くの利点があります。多くのストレージ・ベンダーは、従来のストレージ・アレイのアーキテクチャが本質的にフラッシュのパフォーマンスにとってボトルネックとなることを認識しており、そのためフラッシュのみを使用した新型のアレイを開発してきました。これらフラッシュのみのアレイのパフォーマンスは従来のアレイよりも高くなりますが、ディスクとフラッシュの間でのデータのスマート階層化におけるコスト上の利点が犠牲になります。

したがって、フラッシュを利用できるデータの全体的なサイズは、高価なフラッシュのサイズに制限されます。これらのフラッシュ・アレイは、Exadata に固有のストレージ最適化技術のいずれのメリットも享受することはありません。一部のフラッシュ・アレイによって提供されるデータ重複排除機能は、VDI (Virtual Desktop Infrastructure) 環境の場合に非常に効果的ですが、データベースの場合には効果がありません。

Exadata は、汎用オールフラッシュ・アレイよりも格段に容量が大きだけでなく、パフォーマンスも高められています。Exadata の最適化された統合アーキテクチャには、InfiniBand ベースの完全なスケールアウト型高速 PCI フラッシュ、ストレージへのデータ集中型操作のオフロード機能、およびデータベース用に特別に最適化されたアルゴリズムが組み込まれており、フラッシュのみのストレージ・アレイは Exadata のスルーアウトに太刀打ちできません。

### Smart System Software によるデータベース処理速度の加速

データ量が指数関数的に増大するにつれ、従来のストレージ・アレイでは、CPU が常にビジー状態になるような速度でディスクおよびフラッシュからデータベース・サーバーにデータを素早く転送するのに苦労しています。何十基もの CPU コアを搭載した最新のサーバーであれば、毎秒数十から数百ギガバイトの

データを処理することができます。この処理速度は、従来のストレージ・アレイがストレージ・コントローラとストレージ・ネットワークを介してデータを処理する場合よりもはるかに高速です。

従来のストレージ・アレイのボトルネックから解放された Exadata の比類ないパフォーマンスを実現するテクノロジーが、**Exadata System ソフトウェア**です。このソフトウェアは、Exadata ストレージ・サーバーの能力を引き出し、データベース用に最適化された**独自の**効率的なストレージ・インフラストラクチャを提供します。各 Exadata Storage Server には、データベース処理のオフロードに使用される 10 コア x86 プロセッサが 2 基搭載されています。Exadata Database Machine の 1 台のラックには、データベース・サーバーのオフロードのために使用可能なストレージ・サーバーのプロセッサ・コアを合計で最大 360 個収容できます。ストレージ・サーバーの CPU は、データベースの CPU を置き換えるものではありません。代わりに、グラフィックス・カードが画像処理集中ワークロードの処理を加速するのと同様の方法で、データ処理集中ワークロードの処理を加速します。

「現在、弊社のスタックの核心は Oracle Exadata Database Machine です。Oracle Exadata により、所要時間が日単位であった問合せは分単位に、分単位であった問合せは秒単位に短縮することができました。」

-- Chris Wones Enterprise Architect  
Dunnhumby

Exadata System ソフトウェアに**固有**の数多くの機能の 1 つは **Smart Scan** テクノロジーで、これにより、**データ集中処理の SQL 操作をデータベース・サーバーからストレージ・サーバーに直接オフロードします**。データがディスクとフラッシュから読み取られると、SQL 処理をストレージ・サーバーにプッシュすることによって、すべてのストレージ・サーバーでデータのフィルタリングと処理が直ちに並列で実行されます。**問合せに直接関連する行と列のみが、データベース・サーバーに送信されます**。

たとえば、3 月に 1,000 ドル以上の発注を行った顧客を特定するための問合せを実行すると、Exadata システムによって表のスキャンが Exadata ストレージにオフロードされ、1,000 ドル未満のすべての発注と 3 月以外の発注が除外され、関連する顧客名のみが抽出されます。結果として、データベース・サーバーに転送されるデータ量が桁違いに少なくなります。これにより、問合せの実行速度が大幅に加速され、ボトルネックが取り除かれ、データベース・サーバーの CPU 使用率が著しく減少します。

**ストレージ索引**は、Oracle Exadata System ソフトウェアに**固有**のもう一つの強力な機能で、これにより不要な I/O 操作を避け、全体的なパフォーマンスを向上させることができます。メモリ内に保持されるストレージ索引により、そのストレージ・サーバー上のストレージ領域に格納されている表の列のサマリー情報を追跡できます。問合せで WHERE 句が指定されると、Oracle Exadata System ソフトウェアは Bloom フィルタを使用してストレージ索引を調べ、指定された列の値が入力されている行がストレージ・サーバーのディスク領域内に存在するかどうかを判断します。列の値が Bloom フィルタ内に存在しない場合、その問合せでのその領域内のスキャン I/O は実行されません。大量の I/O 操作が数個のメモリ内検索によって自動的に置き換えられるため、ストレージ索引によって多くの SQL 操作の実行速度が劇的に高められます。

Exadata System ソフトウェアに固有機能のほかに、Oracle Database ソフトウェア、Exadata System ソフトウェア、Exadata インフラストラクチャを組み合わせることにより、いくつかの追加の**固有**機能を有効にし、**OLTP** ワークロードで比類のないレベルのパフォーマンスを実現できます。たとえば、**Exafusion**

「[Exadata] により、お客様の問合せに対してリアルタイムの情報を提供しつつ、データ課金のため毎日 650 億件のトランザクションをより迅速に処理し、顧客満足度を高め、コストを削減できます。」

- SK Telecom Dunnhumby  
ICT Team Manager, Networking  
Engineering  
Jin Hyung Lee

**Direct-to-Wire プロトコル**によりデータベースのプロセスでは、**Remote Direct Memory Access (RDMA)** を使用し、OS カーネルをバイパスし、ソフトウェアのオーバーヘッドをネットワーク接続することにより、InfiniBand ネットワーク経由で Oracle Real Applications Cluster (Oracle RAC) メッセージを直接読み取り、送信することができます。これにより、特に競合性の高い更新を含むワークロードの場合に、Oracle Exadata Database Machine 上の Oracle RAC OLTP 構成の応答時間とスケーラビリティが向上します。

一部の OLTP ワークロードでは、リモート読み取りの半数以上が、読み取りの一貫性を確保するために UNDO ブロックについて実行されます。Exadata では、**超高速の RDMA** を利用して他のデータベース・インスタンスから**独自の**方法で UNDO ブロックを読み取り、OLTP のパフォーマンスをさらに向上します。

**Smart Fusion Block Transfer** 機能では、特に送信側と受信側のノードの間でホット・ブロックを転送する必要がある場合に、REDO ログの書き込み待機時間の影響を排除することにより、**独自の**方法で RAC OLTP 構成のパフォーマンスをさらに改善させます。ブロックは、送信側ノードで REDO ログへの I/O が発生すると、完了するのを待たずに直ちに転送されます。社内テストでは、Smart Block Transfer により、通信集中ワークロードでのスループットが向上し（およそ 40% 以上）、応答時間が短縮する（およそ 33%未満）ことが観測されています。

OLTP のワークロードの処理をさらに加速するため、Exadata Smart Flash Cache には、データベース・ログ書き込みの待機時間を確実に短くするための **Exadata Smart Flash Logging** と呼ばれる**独自の**アルゴリズムが実装されています。ユーザー・トランザクションをコミットしたり、重要な更新を実行したりするための時間は、ログ書き込みの待機時間の影響を大きく受けます。Smart Flash Logging では、Exadata ストレージのフラッシュ・メモリを Exadata ディスク・コントローラの高速 RAM メモリと併用することにより、ログ書き込みの平均待機時間を短縮し、他のフラッシュ・ソリューションで発生する待機時間のスパイクを防止しています。Exadata Smart Flash Logging のアルゴリズムは、Exadata に固有のものであります。

## 圧縮によるストレージの使用および I/O の最適化

Oracle Exadata Storage Server には、**Hybrid Columnar Compression (HCC)** と呼ばれる**独自の**圧縮機能があり、**大規模なデータベースのストレージの使用量を劇的に削減できます**。Hybrid Columnar Compression テクノロジーは、データベース表内のデータを編成するための革新的な手法です。名前が示すように、このテクノロジーでは、データを格納するのに行および列形式の手法を組み合わせ利用します。このハイブリッドのアプローチでは、純粋な列形式の場合に見られるパフォーマンスの低下を避けながら、列形式の格納方法による圧縮の利点を活用します。

Exadata では、Hybrid Columnar Compression を使用することによって Oracle データベースで可能な最高レベルのデータ圧縮を実現し、特に分析ワークロードの場合には、I/O の減少によってコストが大幅に削減され、パフォーマンスが向上します。ストレージの節約量はデータに依存し、多くの場合、1/5~1/20 の範囲で節約できます。ストレージの平均節約量は、業界トップとなる 1/10 です。従来のシステムには、データの圧縮率を高めると、解凍時に CPU を消費するためにパフォーマンスが低下するという欠点があります。Exadata Database Machine では、Exadata ストレージの多数のプロセッサに圧縮解除オーバーヘッドをオフロードすることが

「Exadata はブックイング・エンジンの心臓部です。Exadata なしでは、業務を行ったり、チケットを販売したりすることはできません。」

- Westjet Chief Technologist James Callaghan

「弊社のデータ・ウェアハウスの場合、Exadata は 20 倍という驚異的な圧縮能力を発揮します。」

- Head of BI & DW Morrisons, Plc. Jonathan Walsh



でき、加えて高圧縮率の達成によって I/O の必要性も低下するため、ほとんどの分析ワークロードの処理は、Hybrid Columnar Compression を使用する場合のほうが使用しない場合よりも高速化されます。Hybrid Columnar Compression では、列形式ストレージによる圧縮および分析パフォーマンスの利点を活用しつつ、単一行アクセスが関係することの多いドリルダウン操作において列形式のみのデータ・ストアで発生する大幅な速度低下を回避します。

Hybrid Columnar Compression には、2 種類のモードがあります。**ウェアハウス圧縮モード**は、データ・ウェアハウスなどの読取り集中ワークロードの場合に適しており、分析パフォーマンスを強化すると同時に大容量のストレージを節約できます。**アーカイブ圧縮モード**は、最高度の圧縮を実現することができるモードで、めったにアクセスされなくてもオンライン状態を維持する必要があるデータを対象とします。

OLTP システムでは、古くてあまりアクティブではないデータの圧縮には Hybrid Columnar Compression を使用し、新しく、よりアクティブで、更新処理集中のデータの圧縮には Advanced Row Compression を使用します。Oracle Database 12 には、個々の表パーティションで使用される圧縮タイプを（表にグローバル索引がある場合でも）オンラインで変更する機能があり、データが古くなってあまりアクティブではなくなるにつれて、さまざまな圧縮タイプでシームレスな階層化が確実に行われるようにしています。

純粋な列形式でのアクセスを利用するデータ分析においてレポート作成や分析問合せの処理速度を加速するため、**Exadata Smart Flash Cache** には **Exadata Columnar Flash Cache** と呼ばれる独自のアルゴリズムが実装されています。Columnar Flash Caching では、頻繁にスキャンされる Hybrid Columnar Compression によって圧縮されたデータをフラッシュ・キャッシュへのロード時に純粋な列形式に自動的に変換することにより、Exadata フラッシュ内にデュアル・フォーマット・アーキテクチャを実装します。フラッシュ内の純粋な列形式データのスマート・スキャンは、選択した列のみが読み取られるためにより高速で実行され、フラッシュ I/O の数とストレージ・サーバーの CPU 消費量が減少します。これにより、レポート作成および分析問合せの処理が加速すると同時に、OLTP 型の単一行検索で優れたパフォーマンスが維持されます。

### 分析および複合ワークロードのためのフォルト・トレラントの最速 Database In-Memory マシン

Exadata は、Oracle Database In-Memory を実行するのに理想的なプラットフォームです。Exadata で動作する Oracle Database In-Memory の場合は、すべてのデータがメモリ内に存在している必要はありません。データは、ストレージの複数の階層に保存することが可能で、たとえば、最新のデータはメモリに保存してきわめて高い問合せパフォーマンスが発揮されるようにし、アクティブなデータはフラッシュに保存して I/O スループットが大幅に高められるようにし、あまりアクティブではないまたは古いデータは非常に低いコストでディスクに保存することができます。**1 回の問合せで、メモリ、フラッシュ、ディスクの 3 つの階層すべてから、データに完全に透過的にアクセスできます。**これにより Exadata では、競合製品よりも処理を高速に実行し、より大きな容量に対応し、コストを低く抑えることができます。

さらに Exadata では、**独自の方法でフラッシュ・キャッシュにインメモリ列形式フォーマット**が実装されます。この機能は、フラッシュ・キャッシュにロードされる時にデータをインメモリ列形式フォーマットに自動的に変換することにより、Exadata Columnar Flash Cache の機能を拡張したものです。Smart Scan では、超高速の単一命令複数データ (SIMD) ベクトル命令を利用して、1つの命令で複数の列の値を処理します。Smart Scan の結果は Oracle Database In-Memory フォーマットでデータベース・サーバーに戻されるため、データベース・サーバーでの CPU 使用率がさらに低減します。これにより実質的に、In-Memory 列のストア・サイズが、データベース・サーバーの DRAM 容量からストレージ・サーバーのフラッシュ容量にシームレスに拡張されます。Oracle Exadata X7-2 フル・ラック HC のフラッシュ・キャッシュ容量は 360TB で、最大規模のインメモリ・ワークロードのいくつかにサービスを提供することができます。Oracle Database In-Memory を使用しないデータベースであっても、ベクトル処理の最適化なしに Exadata Columnar Flash Cache の恩恵を受けます。

Exadata には、**独自の方法で、Oracle Database In-Memory 用のフォルト・トレラント・メモリ複製機能**が実装されています。メモリのフォルト・トレランスは、Oracle エンジニアド・システムに固有の機能です。汎用クラスタ構成では、サーバー・ノードで障害が発生すると、そのノードのインメモリ・データが消失し、存続ノードのインメモリ・データを再び取り込むのに何分もの時間を要します。この時間中、分析問合せの処理速度は桁違いに遅くなります。これは、汎用プラットフォームでは業務上の SLA を守れないことを意味します。一方 Exadata では、フォルト・トレラント・メモリ複製機能により、クラスタ化されたデータベース・サーバーでインメモリ・データのすべてのサブセットを複製することによって、この速度低下の発生を防止することができます。データベース・サーバーで障害が発生した場合、問合せは稼働し続けているデータベース・サーバー上のデータの複製コピーに透過的にアクセスし、処理が中断することなく続きます。

Exadata は**独自の方法で Oracle Active Data Guard** と統合されるため、お客様はスタンバイ・データベースでインメモリ分析を実行することができ、スタンバイ・システムの投資効果がさらに高められ、可用性と全体的なパフォーマンスが強化されます。

### OLTP および統合でのインメモリ・アクセラレーション

Exadata には、OLTP ワークロード用に、**独自の方法でインメモリ OLTP アクセラレーションが実装されています**。この機能では、データベース・サーバーの拡張メモリ・キャッシュ (バッファ・キャッシュ) として、Oracle Exadata Storage Server に搭載されているメモリを利用します。特殊なアルゴリズムにより、データベース・サーバーのキャッシュとストレージ・サーバーのインメモリ・キャッシュの間でデータを転送します。これにより、インメモリ・キャッシュからのすべての IO の IO 待機時間を 100  $\mu$ s まで短縮します。Exadata では、データベース・サーバーとストレージ・サーバー全体で、**独自の方法**でデータのインメモリ・コピーを1つだけ保持し、同じブロックを複数回キャッシングすることによるメモリの無駄遣いを回避します。これにより、効率と容量の両方が大幅に向上します。これを可能にしているのが、Exadata 固有のエンド・ツー・エンド統合です。

## Oracle Virtual Machine を使用した統合の強化

Exadata 上で展開される統合環境では、Xen ベースの Oracle Virtual Machine を使用して、ワークロード間で高い独立性を保つことができます。これは、クラウド、ホスト、共有、サービス・プロバイダ、テスト/開発の各環境において、非常に望ましい機能です。Oracle Virtual Machine を使用すると、Oracle Exadata Database Machine のデータベース・サーバーの同じセットに複数の RAC クラスタをデプロイすることができ、これにより、特定のバージョンのクラスタウェアを必要とするアプリケーションを統合できます。

**Exadata Database Machine は、世界最速の仮想化データベース・プラットフォームです。** Exadata 仮想マシンでは、Single Root I/O Virtualization (SR-IOV) で高速の InfiniBand ネットワークを使用して、仮想マシン内のパフォーマンスが Exadata の有名な物理ハードウェアのパフォーマンスと同等になるようにしています。Exadata Smart Scan では、仮想マシンへのメッセージ・トラフィックを劇的に削減することにより、他のプラットフォームと比較して仮想化のオーバーヘッドを大幅に低減しています。Exadata の仮想マシンでは、その仮想マシンで実行されているアプリケーションのワークロード要件に基づいて、CPU の使用量を動的に増減させることができます。

Exadata 上の仮想マシンは Trusted Partition とみなされるため、ソフトウェアのライセンスは、物理プロセッサ・レベルではなく仮想マシン・レベルで取得可能です。Trusted Partition なしの場合、データベースのオプションおよび他の Oracle ソフトウェアのライセンスはサーバーまたはクラスタ・レベルで取得する必要があります。これは、そのサーバーまたはクラスタで実行されているすべてのデータベースで特定のオプションを必要としない場合にも適用されます。

## 卓越したパフォーマンスのエンタープライズ・クラスのセキュリティ

Exadata Database Machine は、世界屈指のセキュアなデータベース・マシンです。Exadata は、Oracle Database の高度なセキュリティ機能の上に構築されており、**独自の方法でデータベース・サーバー・ソフトウェアから Exadata Storage Server ハードウェアに復号化処理を移行させます。** Exadata Storage Server では、ハードウェアによる復号化と圧縮を併用して、最高度のパフォーマンスを発揮するセキュアなデータベースを実現します。**暗号化はデータの圧縮後に実行されるため、復号化のコストは圧縮の程度に応じて低減されます。** Exadata では、両方のテクノロジーを利用することにより、毎秒数百ギガバイトのユーザー・データ速度と最小限のオーバーヘッドで、完全に暗号化されて圧縮されたデータベースに問合せを行うことができます。

Exadata システムは、コンポーネントの集合としてではなく、統合システムとして設計されて提供されます。従来のデータベースのデプロイメントでは、個々のソフトウェアおよびハードウェア・コンポーネントのセキュリティを確立する作業や、そのセキュリティが全製品スタックで確実に維持されるようにする作業などのシステムの統合作業を、お客様がすべて行います。**オラクルでは、Exadata Database Machine でフル・スタックのセキュリティ機能を提供します。** Exadata 仮想マシンには、オペレーティング・システム・レベルの独立層が追加されています。また Exadata システムでは、物理および仮想の両方のデプロイメントにおいて、最小限の Linux ディストリビューションを使用して、Oracle Database を

「夜中にシステムがダウンして電話がかかってくることはなくなりました。Exadata はいつものように稼働し続けてくれます。」

- Westjet, Chief Technologist, James Callaghan

実行するために必要な RPM のみがインストールされて有効にされるようにします。このアプローチにより、システムのセキュリティはデフォルトの Linux インストール環境よりも格段に強化され、多くのセキュリティ上の脆弱性をなくすことができます。

Exadata のセキュリティは、世界中の数百を数える一流銀行、通信会社、政府組織によって検証および評価されてきました。これらすべての評価の過程でのセキュリティ上の発見は、Exadata の標準構成に取り入れられています。したがって Exadata は、オラクルのセキュリティ専門家と世界中の数百人を数える業界の専門家の両者による精査の恩恵を受けています。

### ミッション・クリティカルな高可用性

Exadata Database Machine は、最高レベルの可用性を提供するように設計されています。ディスク、サーバー、またはネットワークなどの単純な障害から、複雑なサイト障害や人為的エラーに至るまで、**あらゆる種類の障害から保護します**。それぞれの Exadata Database Machine は、冗長 InfiniBand ネットワーク、冗長配電ユニット (PDU)、冗長電源、冗長データベース・サーバー、冗長ストレージ・サーバーなどの**完全な冗長ハードウェア**で構成されています。Oracle RAC は、データベース・サーバーの障害からシステムを保護します。Oracle ASM は、データをミラー化してディスクまたはストレージ・サーバーの障害から保護します。Oracle RMAN は、きわめて高速かつ効率的に、ディスクまたはテープにバックアップを作成します。オラクルのフラッシュバック・テクノロジーにより、データベース、表、または行レベルにおいてさえ、ユーザーのエラーを取り消すことができます。Oracle Data Guard を使用すれば、Maximum Availability Architecture (MAA) 構成で 2 台目の Exadata Database Machine を構成し、リモート・サイトにあるデータベースのリアルタイム・コピーを透過的に保持し、プライマリ・データベースの障害やサイトでの災害から完全に保護することができます。

MAA 構成の Exadata は、IDC (アナリスト企業) によって **99.999 %以上の可用性を実現する**システムとして認められており、HP Integrity NonStop および IBM z Systems<sup>1</sup>とともに IDC の AL4 フォルト・トレラント市場セグメントに分類されています。

Exadata のハードウェアとソフトウェアの緊密な統合の原則は、多くの面で明らかに見られます。Exadata では、**独自の方法で**、いくつかの異なる障害条件下で高可用性を確保しています。そのような**独自の機能**の1つが、**Instant Detection of Compute and Storage Server Failures**です。Exadata 以外のプラットフォームでは、サーバーの障害が検出された場合に、タイムアウトするまで長時間待つ必要があり、そのためアプリケーションの一時停止時間が長くなります。Exadata では、InfiniBand 統合の利点を活用して、どのネットワーク経路からも疑わしいサーバーに到達できないことをごく短い時間で判別し、障害が発生したサーバーをクラスタから排除する処理を直ちに開始することができます。この処理全体は 2 秒以内に完了できるため、アプリケーションの一時停止状態の発生は実質的に解消されます。

「弊社の重要な電子支払いサービスは、2011 年当初以来、Exadata に 100%依存して提供されてきました。弊社のサービスの信頼性は高く、毎週数十億ユーロに及ぶ送金処理をこなし、オンラインの間合せに対する応答時間は 1 秒未満です。」

Vocalink

Database Technical Architect

Martin McGeough

<sup>1</sup> 『Worldwide Fault-Tolerant Servers Market Shares, 2014: Vendors Are Hearing the Customer — More Bold Moves Needed to Grow the Segment』 IDC、Peter Rutten、Lloyd Cohen、2015 年 10 月

ディスクやフラッシュ・デバイスでは、障害セクタの内部リカバリ、内蔵ファームウェアの再起動、摩耗平準化などのために、待機時間が非常に長い IO 操作が時折発生します。IO 操作に時間がかかると、ミッション・クリティカルな OLTP データベースが動作を停止する可能性があります。Exadata System ソフトウェアでは、Exadata **独自の I/O Latency Capping の制限**を使用し、1 つの読取り I/O の待機時間が予想よりかなり長い場合には、読取り I/O 操作がデータの ASM ミラー・コピーに自動的にリダイレクトされます。同様に、待機時間が長い書込み I/O 操作は正常なフラッシュ・デバイスに自動的にリダイレクトされ、書込みの異常値が取り除かれます。ディスクで障害が発生した場合には、ASM により、そのディスクに存在していたデータのリバランス操作が実行されます。Exadata では、停止時間の発生を回避するため、ディスク、ファン、電源、PCIe フラッシュ・カードのホットスワップを行うことができます。Exadata System ソフトウェアでは、一貫したアプリケーションのパフォーマンスを維持するためにストレージ・サーバー間でデータを移動するときにフラッシュ・キャッシュの内容とストレージ索引を保持することにより、リバランス処理をさらに一歩進めます。まれなケースですが、ネットワークのサブシステム内で異常値が発生した場合、Exadata では、データベース・サーバーによって発行された I/O を別のストレージ・サーバーにリダイレクトします。

Exadata Database Machine は、業界をリードする可用性を実現することができるため、銀行間基金送金、オンライン証券取引、リアルタイム通話追跡、Web ベース小売りなど、最重要なアプリケーションを実現するために大手企業によって導入されてきました。Exadata のミッション・クリティカルな可用性の実現能力は、OLTP ワークロードに限定されることはなく、ウェアハウスや分析用途にも適用できます。

### Database as a Service のための理想的なプラットフォーム

Exadata Database Machine によって多くのデータベースをホストし、巨大データベースの統合を可能にしたり、洗練された Database as a Service プライベート・クラウドを構築したりすることができます。マルチデータベース環境のワークロードには、本質的に、シーケンシャルとランダムアクセス・パターンによる OLTP、分析、バッチ処理が混在し、多様性に富み、複雑で予測不能です。Exadata は、**あらゆる種類の、または混在するデータベース・ワークロードを、業界トップクラスの可用性とパフォーマンスで実行する能力**を備えており、マルチデータベースのワークロードか、Oracle Database 12c の Oracle Multitenant を使用するプラグブル・データベースかどうかに関係なく、理想的な統合プラットフォームとなっています。

マルチデータベース環境には、潜在的に、1 つのデータベースが過剰にリソースを消費して他のデータベースのサービス品質に影響を及ぼすリスクがあります。Exadata Database Machine では、**独自の方法で、アプリケーションからデータベースの CPU、ネットワーク、ストレージに至るまで、エンド・ツー・エンドで優先順位付け**することができます。優先順位とリソースの制限は、物理データベース、プラグブル・データベース、接続、アプリケーション、ユーザー、またはジョブのレベルでも指定することができます。これにより、統合されたデータベースや SQL 操作のそれぞれで必要なリソースを受け取り、目標応答時間を達成できるようにしています。

「350 台のデータベース・サーバーとストレージ・システムを Oracle Exadata 上で統合することにより、パフォーマンス、信頼性、拡張性に優れたモバイル請求プラットフォームを構築し、請求データを 10 倍速く計算し、メンテナンス・コストを半分に抑えることができました。」

- 株式会社 NTT ドコモ 料金システム  
担当部長  
薦村友希

「投資信託窓口販売システム用の 20 台の旧データベース・サーバーを 4 台の Oracle Exadata Database Machine に統合することにより、136 倍の速さでお客様に情報を提供し、社員の競争力を高め、今後 10 年間の取引件数の増大にも低コストで対応できるようになりました。」

- クラウドサービス本部 株式会社野村総合研究所  
本部長 竹本具城

Exadata には、**独自の方法で、データベースと I/O のリソース管理機能**が実装されています。データベース・レベルでの操作に対して指定されるきめ細かな優先順位は、Exadata Storage Server に自動的に伝達されて各 I/O 操作に適用され、データベースの操作の優先順位付けが CPU での処理と I/O 操作に確実に適用されるようにしています。同じリソース管理の原則は、統合プライベート・クラウドにおいて一般的であるように、複数のデータベースが 1 台の Exadata ラックにデプロイされている場合にも適用することが可能です。

Exadata には、**独自の方法で、データベース・ネットワーク・リソース管理機能**も実装されており、これにより、レポート作成、バッチ、バックアップなどのネットワーク集中処理のワークロードによって、応答時間の影響を受けやすい対話型ワークロードの処理が停止しないようにしています。RAC Cache Fusion 通信やログ・ファイル書き込みなどの待機時間の影響を受けやすいネットワーク操作は、サーバーおよびストレージのネットワーク・カード、および InfiniBand ネットワーク・スイッチのメッセージ・キューの先頭に自動的に移動され、待機時間の影響を受けないメッセージより先に処理されます。待機時間が重要なメッセージは、部分的にすでにネットワーク上に送信されている待機時間が重要ではないメッセージより先に移されて、大量のネットワーク DMA (Direct Memory Access) 操作が存在する場合でも確実に応答時間が短くなるようにしています。

Exadata に固有の統合機能と Database as a Service 機能により、Exadata は、単独の Oracle Multitenant Container Database 内で最大 4000 のプラグブル・データベースに対応することができる**唯一のプラットフォーム**となっています。

### Exadata のスナップショットを使用した開発およびテスト用データベースの高速導入

テストおよび開発目的の省スペースのデータベース・スナップショットを Exadata 上に直接素早く作成できます。Exadata のデータベース・スナップショットを Oracle Multitenant に統合することにより、新しいプラグブル・データベース (PDB) のスナップショットを作成するための非常にシンプルなインタフェースが提供されます。

スナップショットは、機密情報が消去されている本番データベース (または PDB) の共有読取り専用コピーから開始します。読取り/書き込みスナップショットの階層は、この共有コピーに基づいて作成できます。変更が加えられると、各スナップショットにより、変更されたブロックがスパーズ・ディスク・グループに書き込まれます。複数のユーザーが同じベース・データベース・コピーから独立したスナップショットを作成できるため、タスクごとに独立したデータベースを保持しながら、複数のテストおよび開発環境でスペースを共有することができます。

Smart Scan、リソース管理、Smart Flash Cache などの Exadata に固有のすべての機能は、Exadata のスナップショットを介して作成されたデータベース・インスタンスでシームレスに動作するため、貴重なストレージ・リソースの一部を使用しながら正確なテストおよび開発環境が提供されます。Exadata でのスナップショットのバックアップは、変更された情報のみがバックアップされるため、効率的に領域を使用できます。

「処理するデータ量が急増したものの、システムのパフォーマンスは4倍になり、ストレージの総所有コストは30%低下しました。」

- IDS GmbH – Analysis and Reporting  
Service Managing Director  
Holger Haun

「弊社では、Oracle Platinum Service によって40%の業務効率の改善を達成し、実質的に、更新の実行、システムの監視、インシデントの解決のための専用リソースを不要にすることができました。」

- Swiss Re, Architect, Roland Schiller

## 包括的なシステム管理

Oracle Enterprise Manager では、総合的なアプローチで Exadata Database Machine を管理し、監視およびレポート作成から能動的なライフ・サイクル管理までの包括的な機能を提供します。以下の管理タスクを行うことができます。

- 統合監視：Oracle Enterprise Manager 13c では、**独自の**方法で一元的な統合ビューがサポートされており、データベース・サーバー、ストレージ・サーバー、InfiniBand スイッチなどのすべてのハードウェアおよびソフトウェア・コンポーネントで実行されている操作とそのリソースの使用率を監視できます。データベース管理者は、データベースの監視画面から Exadata のストレージ・レイヤーをドリルダウンすることにより、パフォーマンスのボトルネックすべての根本原因を素早く見分けることができます。
- Enterprise Manager 内の完全自動監視機能は、メトリックとしきい値を事前定義して Exadata 用に最適化されているため、管理者は、問題発生時に適時通知を受け取り、それらの例外に対処することができます。また、ハードウェアのインシデントが自動的に検出され、サービス・リクエストがログに記録されるため、問題の解決時間が短縮されます。
- Enterprise Manager の強力なコンプライアンス・フレームワークと統合された Exachk ツールには、既知の構成問題とベスト・プラクティスについてのエンジニアド・システムの評価を自動化するためのシステム管理者向けの機能が用意されています。管理者は、一貫性チェック機能を利用して、ラック全体の、または1台のラック内のデータベース・サーバー間の構成における偏差を確認することができます。
- Exadata の組込み管理サーバー (MS) のプロセスでは、ハードウェアとソフトウェアのコンポーネントの健全性を常時監視し、故障したコンポーネントを検出すると管理者と Oracle サポートの両方にアラートを送信します。

## 最高レベルのサービス

オラクルでは、Exadata 製品ファミリー向けに万全のサポート・サービスを提供しており、それには、24時間365日のハードウェア・サービス、システム監視、ソフトウェア・インストール、構成、その他の標準的なサービスやカスタム・サービスが含まれます。

特に貴重なのは **Oracle Platinum Services** で、オラクルのエンジニアド・システム専用提供されます。Platinum Services では、障害監視、応答時間の短縮、開発への迅速なエスカレーション・サービスが提供されます。Platinum Services により、オラクルのサポート・エンジニアは、ソフトウェアのメンテナンスとパッチ適用をリモートで実行します。Platinum Services により、Oracle Database を含むエンジニアド・システム内のすべてのソフトウェアとハードウェアで以前に提供されていたよりも高レベルなサポートが提供されます。Exadata のお客様には、追加費用なしで Platinum Services が提供されます。

## IT の敏捷性

Exadata は、ストレージ、サーバー、内部ネットワークなどのデータベースを実行するための完全なシステムです。従来のデータベース・システムの管理は、デー

データベース・チーム、ストレージ・チーム、システム管理チームなどの各コンポーネントの管理チーム全体で分担して行うのが一般的です。それとは対照的に、**Exadata システムは、統合されたデータベース・マシン管理 (DMA) チームによって管理するのが通常の方法です。**データベース・マシン管理者は、ストレージ・リソースを含む Exadata Database Machine のすべてのリソースを完全に制御します。新しいデータベースのデプロイメントや構成の変更はデータベース・マシン管理者が実施することができ、処理できないほどの仕事を抱えていることが多くて優先順位が異なるさまざまなコンポーネント管理チームとの間で調整を図る必要はありません。データベース・マシン管理者は、コンポーネント・チーム間での調整や、低レベルの構成問題のチューニングおよびトリアージではなく、アプリケーションとビジネスに固有の機能強化に注意を集中できます。

### 劇的なコストの低減

Oracle Exadata Database Machine は、卓越したパフォーマンスを示し、ストレージ容量が大きく、独自の圧縮機能があるため、非常に大規模な従来型のハードウェア・システムを必要とするワークロードであっても、はるかに小規模な Exadata システムで実行することができます。Exadata システムにデプロイされたアプリケーションで必要とされるハードウェアは、多くの場合、従来型のシステムと比較して 1/2 から 1/4 のサイズに削減できます。

Exadata は、大容量のデータセット用に、大容量の RAM、フラッシュ、ディスク・フットプリントを備えています。フル・ラック Exadata の物理ディスク・ストレージの容量は、物理フラッシュ・ストレージの容量が 920TB 以下であるのに対して、2.1 ペタバイトを超えることがあります。また、Hybrid Columnar Compression により、ストレージとメモリの容量が拡張されて 10 倍になることもよくあります。Exadata では、ディスク、フラッシュ、メモリの各層間でアクティブ・データをインテリジェントに移動することにより、最高レベルのパフォーマンスと最低レベルのコストを同時に実現します。

Exadata には、複数のワークロードをサポートしている多くのデータベースを単一のクラウド・プラットフォームに統合する固有の機能があります。ハイエンド OLTP、分析、バッチ、レポート作成、およびバックアップのすべてを、データベース内とデータベース全体において、卓越したパフォーマンスで同時に実行することができます。**Exadata の卓越したパフォーマンスと容量により、膨大な数のデータベースとワークロードを Exadata 上で統合することが可能になります。**Exadata 上でデータベースを統合することにより、システムのハードウェア・コストとソフトウェア・コストが削減され、継続中の運用コストは大幅に削減されます。

Exadata Database Machine の構成が統一されていることも、コストの大幅な削減に貢献します。**Exadata では、テクノロジーだけではなく、統合、テスト、セキュリティ、ハードニング、チューニング、およびサポートの方法も標準化されています。**お客様は、ごく短い時間で、また従来型のシステムより少ない労力で、Exadata システムをデプロイできます。低レベルのチューニング、統合、メンテナンス作業は少なくなるか、または不要になります。すべての Exadata ユーザーが他の何千ものユーザーやオラクルの内部構成と同一の構成を使用するため、問題が発生する可能性はきわめて低く、発生しても素早く簡単に解決することができます。運用コストと停止時間コストの両方が削減されます。

「Exadata により、年間の運用コストを少なくとも 50 万ドル節約できました。」

- Westjet, Chief Technologist, James Callaghan



## キャパシティ・オンデマンド・ソフトウェアのライセンス

X7-2 データベース・サーバーには、実質的に 2 基の x86 プロセッサ（合計 48 コア）によるコンピューティング能力があります。キャパシティ・オンデマンド機能により、ハードウェアの取付け時にデータベース・サーバーあたりいくつかのコアをオフにし、最低 14 コアを有効のままにしておくことができます。ワークロードの増加に伴って、より多くのコアが必要になった場合には、キャパシティ・オンデマンドによってコアを再び使用可能にし、ソフトウェアあたり一度に 2 コアのライセンスを取得できます。このソフトウェアのライセンス料をシステム規模に応じて支払う方法によっても、Exadata でビジネスの成長に応じてコストを調整することができます。

## Oracle Public Cloud における Exadata

Oracle Database Exadata Cloud Service を使用することにより、Exadata 上のクラウドで Oracle Database を実行し、Exadata をオンプレミスでデプロイしている何千もの企業が経験しているのと同様の優れたパフォーマンスと可用性を手に入れることができます。世界トップの Oracle Database と、もっとも強力なデータベース・プラットフォームである Exadata が組み合わされている Exadata Cloud Service は、Oracle Public Cloud の簡素性とコスト効率の良さを兼ね備えています。

このサービスの一部としてクラウドに実装される Oracle Database には、Oracle Multitenant、In-Memory Database、Real Application Clusters (RAC)、Active Data Guard、Partitioning、Advanced Compression、Advanced Security など、**Oracle Database のすべてのオプションと機能が含まれます**。すべての Oracle Enterprise Manager パックも搭載されます。Oracle Exadata Cloud Service にデプロイされる Oracle Database には、オンプレミスにデプロイされているデータベースと **100% 互換性**があるため、クラウドへの移行を円滑に行い、効率よくハイブリッド・クラウド戦略を実施できます。Oracle Exadata Cloud Service では、システム規模に応じて支払う専用の Exadata 構成、およびオラクルのエキスパートによって管理されるインフラストラクチャを採用することにより、**設備投資を必要とせずに**、ビジネスの敏捷性、運用の柔軟性を実現します。

Oracle Exadata Cloud Service の利用を開始するには、**Oracle Cloud Portal** (<https://cloud.oracle.com>) にログインし、割り当てられている専用の Exadata 構成をアクティブ化します。Exadata 構成は、2 台のデータベース・サーバーと 3 台のストレージ・サーバーを収容する 1/4 ラックから始めることができます。データベース・サーバーには、選択した構成で有効にできる最小数と最大数のコンピューティング・コア (OCPU) が搭載されており、お客様はこれらの制限内でコンピューティング・コアの必要数を指定できます。指定の期間で Exadata サービスをサブスクライブし、その期間の有効なコンピューティング・コアの数に基づいて料金が決定されます。ビジネスの拡大に伴い、追加のコンピューティング・コアを有効化したり、Exadata 構成の規模を大きくしたりすることができるため、必要な処理能力分の支払いしか発生しません。コンピューティング・コアはオンラインで拡張および縮小することが可能なため、ピーク時または予期せぬワークロードに直ちに適応することができます。

Exadata サービスがアクティブ化されれば、割り当てられた Exadata システムでデータベースの作成を開始できます。お客様は、Exadata データベース・サーバー

の VM の root 権限と Oracle Database の DBA パスワードを持っているため、システムの構成とデータベースの作成/デプロイを自由に行い、Exadata データベース・サーバーにエージェント・ソフトウェアをさらにロードして、ビジネス基準やセキュリティ監視の要件を満たすことができます。また、JDBC や OCI など標準の Oracle Net Services クライアントを使用して、構成済みのデータベースに接続することもできます。さらに、Oracle Cloud Infrastructure や Oracle Java Cloud Service などのクラウド製品を使用して、Oracle Public Cloud インフラストラクチャ内でアプリケーションをデプロイすることもできます。

お客様は、使い慣れた Oracle Enterprise Manager インタフェースを使用して、所有するデータベースの管理タスクを実行します。データセンター・ネットワーク、プライベート Exadata InfiniBand ネットワーク、物理 Exadata データベース・サーバーとストレージ・サーバー、ファームウェア、Exadata ストレージ・ソフトウェアなど、Exadata Cloud Service のすべての基盤インフラストラクチャは、オラクルによってデプロイ、保守、管理されます。そのため、IT インフラストラクチャの管理を気にせずに、ビジネス・ニーズとアプリケーションの要件に注力できます。

Exadata Cloud Service は次の場合に最適です。

- 資本支出、基盤の IT インフラストラクチャの保守に伴う複雑さを生じさせることなく、ほぼあらゆる規模でビジネスに不可欠な本番 OLTP または分析データベースを実行。
- 複数の Oracle Database または Oracle Multitenant を使用して、さまざまなワークロードをクラウドに統合。
- Oracle Active Data Guard または Oracle GoldenGate を使用することにより、Oracle スタンバイまたはレプリカ・データベースの同期を維持して、クラウドでのディザスタ・リカバリや問合せのオフロードに対応。
- 機能の開発、機能性のテスト、アプリケーション認定、概念実証、購入前の試用、Database 12c のサンドボックス・テストなどのビジネス上の特別な理由のために、高性能な Oracle データベースを素早くプロビジョニング。
- Web ベースのマーケティング・キャンペーンの開始、ロイヤルティ・プログラムの運営、または新しいビジネス・イニシアチブの展開など、時間依存型のビジネス・アプリケーションの実行。

既存の Oracle Database のお客様にとって、これらすべてのユースケースで魅力的なのは、アプリケーションとデータ・モデルを**変更しなくてもよい**ことです。自社データセンターをただ拡大して、Oracle Cloud の弾力性と柔軟性を取り込めばいいのです。また、Exadata では、分析、データ・ウェアハウス、OLTP、統合、インメモリ、複合ワークロードをはじめとするあらゆるワークロードをサポートする統合プラットフォームが提供されるため、複数のワークロードのために複数のクラウド・プラットフォームに投資する**必要はありません**。

高速デプロイ、管理の簡素化、運用費の削減、リスクの軽減とともに、すべてのワークロードにおいて卓越したパフォーマンスを実現するように**独自の方法**で設計されたデータベース・プラットフォームを備えた Oracle Exadata Cloud Service は、今日入手可能な最高レベルのクラウド・データベース・プラットフォームです。

データベースを Oracle Public Cloud に移行することができない場合は、Oracle Database Exadata Cloud at Customer を使用して、所有するデータセンターで Oracle Public Cloud を実装することができます。Oracle Database Exadata Cloud at Customer の特徴は以下のとおりです。

- サブスクリプション・ベースの価格設定に従って支払います。これには、すべての Database および Exadata ソフトウェア、すべての Exadata ハードウェア、オラクルによるリモート操作とインフラストラクチャ管理が含まれます。
- Oracle Public Cloud と同じ Web および REST ベースの DB および OS プロビジョニング、管理、オーケストレーションが含まれます。
- オラクルのクラウド運用チームが Exadata インフラストラクチャを管理します。これには、サーバー、ストレージ、ストレージ・ソフトウェア、ネットワーク、ファームウェア、ハイパーバイザーなどが含まれます。
- Cloud at Customer を使用したミッション・クリティカルなデータベースのデプロイに適しているプラットフォームは、Exadata だけです。

### Exadata のビジネスにおける利点

卓越したパフォーマンス、可用性、セキュリティの運用上の利点、およびオンプレミスとクラウドでのデプロイメントの柔軟性に加えて、Exadata には直接的なビジネス上の利点もあります。

システム構成、チューニング、テストに必要な時間が大幅に短縮されるため、**Exadata により新しいビジネス・アプリケーションの市場投入までの期間を短縮できます**。デプロイメントの時間は数か月から数日に削減され、稼働開始後の予期せぬシステム・レベルの問題が発生するリスクも著しく軽減されます。新しいアプリケーションをデプロイする場合には、予期せぬアプリケーションの使用パターンによってパフォーマンス問題が発生するのが一般的です。そのような場合でも、Exadata の大規模な I/O やネットワーク、コンピューティング・スループットにより、ミッション・クリティカルなワークロードの応答時間を低下させることなく、予期せぬワークロードによって発生する負荷の急上昇を吸収できます。Exadata では、全体として、アプリケーションのデプロイメント速度を高め、リスクを減らし、ビジネスにおける革新を促進します。

Exadata の卓越したパフォーマンス、大容量のメモリとフラッシュにより、ユーザーの応答時間が大幅に改善されて、従業員の生産性と顧客満足度を高めることができます。**ユーザーは、生産的な作業により多くの時間を費やし、システムの応答を待つ時間が短くなります**。

Exadata の卓越したパフォーマンスにより、業務の効率が向上するだけでなく、**ビジネス・ユーザーは、より賢明な判断を下し、成長の機会を見つけ、コストを削減できるようになります**。ユーザーは、リアルタイムでデータを分析し、さまざまな可能性を探り、迅速に反復してより優れたソリューションを見つけることができます。Exadata により、以下のタスクを行うことができます。

- リアルタイムでのビジネス・データ分析
- 決算処理の高速化

- より優れた資金計画と予算編成
- より効果的で迅速な予測

### 結論

Exadata は、最新のハードウェア・テクノロジーと**独自のソフトウェア**を備えた完全な統合型データベース・プラットフォームであり、卓越したパフォーマンス、可用性、およびセキュリティを実現します。これに、コストの節約、管理のしやすさ、サポートの強化が結びつくことにより、ビジネスの敏捷性と効率が向上します。Exadata によって達成される事柄を考えれば、**オンプレミスであれ、Oracle Public Cloud であれ**、Exadata が Oracle データベースを実行するための新しいグローバル・スタンダードであることは明らかです。

EXADATAサーバー・ハードウェア<sup>1</sup>

サーバー・タイプ	CPU	メモリ	ディスク	フラッシュ	ネットワーク
データベース・サーバー	2x 24コアXeon 8160プロセッサ (2.1 GHz)	384 GB (デフォルト) ~1.5 TB (最大)	4x 600 GB 10,000RPMディスク (ホットスワップ対応) -8ドライブに拡張可	なし	2x 10GB copperイーサネット・ポート (client) または2x 10/25GB opticalイーサネット・ポート 1x 1/10 Gb銅イーサネット・ポート (管理) 2x 10/25 Gb光イーサネット・ポート (クライアント) 2x QDR (40 Gb) InfiniBandポート 1x ILOMイーサネット・ポート 4x 10GB copper (client - optical)
ストレージ・サーバーHC	2x 10コアXeon 4114プロセッサ (2.2 GHz)	192 GB	12x 10 TB 7,200 RPMディスク	4x 6.4 TB NVMe PCIe 3.0 フラッシュ・カード	2x QDR (40 Gb) InfiniBandポート 1x ILOMイーサネット・ポート
ストレージ・サーバーEF		192 GB	なし	8x 6.4 TB NVMe PCIe 3.0 フラッシュ・ドライブ	
1/8ラック ストレージ・サーバー HC		192 GB	6x 10 TB 7,200 RPM disks	2x 6.4 TB NVMe PCIe 3.0 フラッシュ・カード	

<sup>1</sup> すべてのサーバーに、冗長化されたホットスワップ対応ファンと電源が組み込まれています

EXADATA標準ラック構成<sup>2</sup>

ラック・サイズ	データベース・サーバーとコア	ストレージ・サーバーとコア	HCモデルストレージ物理容量	EFモデルストレージ物理容量
1/8ラック	2xサーバー、48コア	3xサーバー、SQLオフロード用30コア	180 TBディスク、38.4 TB フラッシュ	76.8 TBフラッシュ
クォーター・ラック	2xサーバー、96コア	3xサーバー、SQLオフロード用60コア	360 TBディスク、76.8 TB フラッシュ	153.6 TBフラッシュ
ハーフ・ラック	4xサーバー、192コア	7xサーバー、SQLオフロード用140コア	840 TBディスク、179.2 TB フラッシュ	358.4 TBフラッシュ
フル・ラック	8xサーバー、384コア	14xサーバー、SQLオフロード用280コア	1,680 TBディスク、358.4 TBフラッシュ	716.8 TBフラッシュ

<sup>2</sup> 各ラックの高さは42 RU (ラック・ユニット) で、2x冗長配電ユニット (PDU)、2x 36ポートQDR (40 Gb/S) InfiniBandスイッチおよび管理用に1x 48ポートCiscoイーサネット・スイッチを収容します。付属スベア・パーツ・キット:

- 1x 6.4 TB NVMe PCIフラッシュ・カードおよび1x 10 TBHCディスク、または
- 1x 6.4 TB NVMe PCIフラッシュ・カード

<sup>3</sup> 1/8ラックはExadataの最小構成です。1/8ラックデータベース・サーバーでは、有効化されたすべてのコアにプロセッサが1つずつ割り当てられています。サポートされる最大メモリはデータベース・サーバーあたり768 GBです。1/8ラックEFのストレージ・サーバーでは、コアとフラッシュ・ドライブの半分が有効です。1/8ラックHCのストレージ・サーバーでは、コアの半分が有効で、ディスクとフラッシュ・カードの半分が取り除かれています。オプションのNICは、1/8ラックでは使用できません。

EXADATAエラスティック構成<sup>4</sup>

ラック・サイズ	データベース・サーバーとコア	ストレージ・サーバーとコア	HCモデルストレージ物理容量	EFモデルストレージ物理容量
ベース・ラック (クォーター・ラック)	2xサーバー、96コア	3xサーバー、SQLオフロード用60コア	360 TBディスク、76.8 TB フラッシュ	153.6 TBフラッシュ
追加データベース・サーバー	ラックあたり最大19xサーバー <sup>5</sup> 、912コア	適用外	適用外	適用外
追加ストレージ・サーバー	適用外	ラックあたり最大18xサーバー-5、360コア	ラックあたり最大2,160 TBディスク、460.8 TBフラッシュ	ラックあたり最大921.6 TBフラッシュ

<sup>4</sup> エラスティック構成では、データベース・サーバーまたはストレージ・サーバーをクォーター・ラックに追加して、アプリケーションで必要とされるストレージに対するコンピューティング能力を正確な比率にすることができます。フル・ラックのエラスティック構成では、22台のサーバーと39RU (ラック・ユニット) より多くすることはできません。データベース・サーバー=1RU、ストレージ・サーバー=2RU

<sup>5</sup> エラスティック構成で許容されるデータベース・サーバーの最大数は19です。エラスティック構成で許容されるストレージ・サーバーの最大数は18です。

## その他エラスティック拡張オプション

マルチラック接続	InfiniBand ファブリックを介して、Exadata Database Machine ラックまたは Exadata Storage Expansion ラックを任意の組合せで最大 18 台まで接続可能。外部 InfiniBand スイッチを使用すれば、さらに大規模な構成を構築可能。接続されるラックは、X2、X3、X4、X5、X6、または X7 ハードウェアの任意の組み合わせが可能。
1/8 ラックからクォーター・ラックへのアップグレード	<p>コンピューティング部分のみ、ストレージ部分のみ、またはその両方を拡張可能。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>データベース・サーバーは24コアのCPUが一つが取り付けられることで拡張されます</li> <li>EFストレージ・サーバーは10個の追加コアが有効化され、4台のPCIフラッシュ・ドライブを取り付けることで拡張されず</li> <li>HCストレージ・サーバーはEighth Rack High Capacity Storage Server を追加することで拡張されます</li> </ul>

## EXADATAの容量とパフォーマンスのメトリック：個々のサーバー

サーバー・タイプ	最大SQL フラッシュ帯域幅 <sup>2</sup>	最大SQL読取りIOPS <sup>3</sup>	最大SQL書き込みIOPS <sup>4</sup>	PCI物理 フラッシュ容量 <sup>5</sup>	ディスク・データ 物理容量
データベース・サーバー	適用外	597,500	544,000	適用外	2.4 TB
ストレージ・サーバーHC <sup>1</sup>	25 GB/秒	475,000	420,000	25.6 TB	120 TB
1/8ラックストレージ・サーバーHC <sup>1</sup>	12.5 GB/秒	237,500	210,000	12.8 TB	60 TB
ストレージ・サーバーEF <sup>1</sup>	25 GB/秒	498,000	450,000	51.2 TB	適用外

## EXADATA標準ラック構成：フラッシュの容量とパフォーマンスのメトリック（HCおよびEF）

フラッシュ・メトリック		最大SQLフラッシュ帯域幅	最大SQL フラッシュ読取りIOPS	最大SQL Lフラッシュ書き込みIOPS	PCI物理フラッシュ容量
フル・ラック	HC	350 GB/秒	4,776,000	4,352,000	358.4 TB
	EF	350 GB/秒	4,776,000	4,352,000	716.8 TB
ハーフ・ラック	HC	175 GB/秒	2,388,000	2,176,000	179.2 TB
	EF	175 GB/秒	2,388,000	2,176,000	358.4 TB
クォーター・ラック	HC	75 GB/秒	1,194,000	1,088,000	76.8 TB
	EF	75 GB/秒	1,194,000	1,088,000	179.2 TB
1/8ラック	HC	38 GB/秒	597,000	544,000	38.4 TB
	EF	38 GB/秒	597,000	544,000	76.8 TB

## EXADATA標準ラック構成：ディスク容量とパフォーマンスのメトリック（HC）

ディスクのメトリック	最大SQLディスク帯域幅	最大SQLディスクIOPS	物理データ容量
フル・ラック	25 GB/秒	36,000	1,680 TB
ハーフ・ラック	12.5 GB/秒	18,000	840 TB
クォーター・ラック	5.4 GB/秒	7,800	360 TB
1/8ラック	2.7 GB/秒	3,900	180 TB

## EXADATA標準ラック構成：合計メトリック（HCおよびEF）

合計メトリック		データ容量（有効容量） - 標準冗長構成 <sup>6</sup>	データ容量（有効容量） - 高冗長構成 <sup>6</sup>	最大データ・ロード速度 <sup>7</sup>
フル・ラック	HC	681 TB	499 TB	35 TB/時
	EF	282 TB	206 TB	35 TB/時
ハーフ・ラック	HC	341 TB	250 TB	17.5 TB/時
	EF	141 TB	103 TB	17.5 TB/時
クォーター・ラック	HC	136 TB	107 TB	7.5 TB/時
	EF	56 TB	44 TB	7.5 TB/時
1/8ラック	HC	68 TB	53 TB	3.75 TB/時
	EF	28 TB	22 TB	3.75 TB/時

<sup>1</sup> HCはHigh Capacityの略語です。EFはExtreme Flashの略語です。実際のシステム・パフォーマンスはアプリケーションによって異なります。

<sup>2</sup> 帯域幅は、データベースの圧縮がないと仮定して、SQLを実行して達成される物理スキャンのピーク帯域幅です。データベース圧縮を使用すると、有効なユーザー・データ帯域幅は大きくなります。

<sup>3</sup> SQL実行時の8K I/Oリクエストに基づいています。I/Oのサイズは、フラッシュIOPSに大きな影響を与えます。その他の製品では、データベースに関連しないより小さなI/Oに基づいて、IOPSを見積もっています。

<sup>4</sup> SQL実行時の8k I/Oリクエストに基づいています。フラッシュ書込みI/Oは、冗長性を維持するために複数のストレージI/Oを発行するASMミラーリング後にストレージ・サーバーで測定しています。

<sup>5</sup> 物理容量は、標準ディスク・ドライブで、1 GB=10億バイトとして算出されています。

<sup>6</sup> 有効容量は、領域という用語に通常使用される2の累乗（1 TB=1024 \* 1024 \* 1024 \* 1024バイト）で測定されています。この容量は、ASMの冗長構成で必要とされる領域を考慮に入れ、ドライブ障害からの回復した後にデータベースを作成するために使用可能な実際の容量です。通常の冗長性の計算には、Grid Infrastructureバージョン12.2.0.1以降を使用する場合の構成が反映されます。

<sup>7</sup> ロード速度は通常、IOではなくデータベース・サーバーのCPUによって制限されます。速度は、ロード方法、索引、データ型、圧縮、パーティションによって変動します。

## Exadata Database Machineコンポーネントの環境仕様

メトリック	X7-2 Database ServerInfiniBandインフラストラクチャ	X7-2 High Capacity ストレージ・サーバー InfiniBandインフラストラクチャ	1/8ラックX7-2 High Capacity ストレージ・サーバー InfiniBandインフラストラクチャ	X7-2 Extreme Flash ストレージ・サーバー InfiniBandインフラストラクチャ
高さ 幅 奥行き	1.7インチ (42.6 mm) 17.2インチ (436.5 mm) 29.0インチ (737.0 mm)		3.4インチ (86.9mm) 17.5インチ (445.0mm) 29.9インチ (759.0mm)	
騒音（動作時）	7.7 B	8.2 B	7.9 B	8.2 B
重量	45.6ポンド (20.7 kg)	75.9ポンド (34.4 kg)	66.3 ポンド (30.1 kgs)	60.6ポンド (27.5 kg)
最大消費電力 標準消費電力 <sup>1</sup>	0.8 kW (0.8 kVA) 0.5 kW (0.6 kVA)	0.6 kW (0.6 kVA) 0.4 kW (0.4 kVA)	0.5 kW (0.5 kVA) 0.3 kW (0.3 kVA)	0.6 kW (0.6 kVA) 0.4 kW (0.5 kVA)
最大使用時の冷却能力	2,631 BTU/時 (2,775 kJ/時)	2,146 BTU/時 (2,264 kJ/時)	1,588 BTU/時 (1,676 kJ/時)	2,167 BTU/時 (2,286 kJ/時)
標準使用時の冷却能力	1,842 BTU/時 (1,943 kJ/時)	1,502 BTU/時 (1,585 kJ/時)	1,112 BTU/時 (1,173 kJ/時)	1,517 BTU/時 (1,600 kJ/時)
最大使用時のエアフロー <sup>2</sup>	122 CFM	99 CFM	74 CFM	100 CFM
標準使用時のエアフロー <sup>2</sup>	85 CFM	70 CFM	51 CFM	70 CFM

動作時温度/湿度：5°C~32°C (41°F~89.6°F)、サーバーのフロント・ベゼルに向けられた産業用温度測定器で測定。10%~90%の相対湿度、結露なし

動作時高度：最大3,048 m（高度900 m以上では300 m上昇するごとに最大周囲温度が<sup>1</sup>1 °C低下）

<sup>1</sup> 標準消費電力は、アプリケーションの負荷によって変わります。

<sup>2</sup> エアフローは前面から背面へと流れる必要があります。

## EXADATA DATABASE MACHINEの環境仕様

メトリック	フル・ラック	ハーフ・ラック	クォーター・ラック	1/8ラック
高さ		• 2000 mm (78.74インチ)		
幅		• 601 mm (23.66インチ)		
奥行き		• 1197 mm (47.13インチ)		
騒音 (動作時)	9.4 B	9.2 B	8.8 B	8.8 B

## High Capacityディスクを使用する環境

	2011.4ポンド (912.4 kg)	1296.7ポンド (588.2 kg)	910.9ポンド (413.2 kg)	882.2ポンド (400.1 kg)
重量				
最大消費電力	15.9 kW (16.2 kVA)	8.4 kW (8.6 kVA)	4.3 kW (4.4 kVA)	3.5 kW (3.6 kVA)
標準消費電力 <sup>1</sup>	11.1 kW (11.3 kVA)	5.9 kW (6.0 kVA)	3.0 kW (3.1 kVA)	2.5 kW (2.5 kVA)
最大使用時の冷却能力	54,216 BTU/時 57,197 kJ/時	28,669 BTU/時 30,246 kJ/時	14,822 BTU/時 15,638 kJ/時	12,096 BTU/時 12,761 kJ/時
標準使用時の冷却能力	37,951 BTU/時 40,038 kJ/時	20,068 BTU/時 21,172 kJ/時	10,376 BTU/時 10,946 kJ/時	8,467 BTU/時 8,993 kJ/時
最大使用時のエアフロー <sup>2</sup>	2510 CFM	1327 CFM	686 CFM	560 CFM
標準使用時のエアフロー <sup>2</sup>	1757 CFM	929 CFM	480 CFM	392 CFM

## Extreme Flashドライブを使用する環境

	1797.2ポンド (815.2 kg)	1189.6ポンド (539.6 kg)	865ポンド (392.4 kg)	732.9ポンド (332.4 kg)
重量				
最大消費電力	16.0 kW (16.3 kVA)	8.4 kW (8.6 kVA)	4.4 kW (4.4 kVA)	3.6 kW (3.6 kVA)
標準消費電力 <sup>1</sup>	11.2 kW (11.4 kVA)	5.9 kW (6.0 kVA)	3.1 kW (3.1 kVA)	2.5 kW (2.6 kVA)
最大使用時の冷却能力	54,502 BTU/時 57,500 kJ/時	28,812 BTU/時 30,397 kJ/時	14,884 BTU/時 15,702 kJ/時	12,206 BTU/時 12,878 kJ/時
標準使用時の冷却能力	38,151 BTU/時 40,250 kJ/時	20,168 BTU/時 21,278 kJ/時	10,419 BTU/時 10,992 kJ/時	8,544 BTU/時 9,014 kJ/時
最大使用時のエアフロー <sup>2</sup>	2523 CFM	1334 CFM	689 CFM	565 CFM
標準使用時のエアフロー <sup>2</sup>	1766 CFM	934 CFM	482 CFM	396 CFM

動作時温度/湿度: 5°C~32°C (41°F~89.6°F)、サーバーのフロント・ベゼルに向けられた産業用温度測定器で測定。10%~90%の相対湿度、結露なし

動作時高度: 最大3,048m (高度900m以上では300m上昇するごとに最大周囲温度が1°C低下)

<sup>1</sup> 標準消費電力は、アプリケーションの負荷によって変わります。

<sup>2</sup> エアフローは前面から背面へと流れる必要があります。

## Exadata Database Machine X7-2準拠規格と認定規格

準拠規格 <sup>1</sup>	安全性:	UL/CSA 60950-1、EN 60950-1、IEC 60950-1 CB Scheme (各国の規定に準拠)
	RFI/EMI:	EN55032、EN61000-3-11、EN61000-3-12
	イミュニティ:	EN 55024
	排出量とイミュニティ:	EN300 386
認定規格 <sup>1</sup>	北米 (NRTL)、欧州連合 (EU)、International CB Scheme、BSMI (台湾)、C-Tick (オーストラリア)、CCC (PRC)、MSIP (韓国)、CU EAC (関税同盟)、VCCI (日本)	
EU指令 <sup>1</sup>	2014/30/EU低電圧指令、2014/30/EU EMC指令、2011/65/EU RoHS指令、2012/19/EU WEEE指令	

<sup>1</sup>参照されている準拠規格と認定規格はすべて、本データ・シートの執筆時点での正式な最新版です。その他の国の準拠規格/認定規格が適用される場合もあります。準拠規格や認定規格の順守はコンポーネント・レベルで行われている場合があります。



**EXADATA DATABASE MACHINEのサポート・サービス**

---

- ハードウェア保証：1年間、通常営業時間内（月～金の午前8時から午後5時まで）に4時間のWeb/電話対応、2営業日のオンサイト対応/パーツ交換
  - Oracle Premier Support for Systems：Oracle Linuxのサポートと、24時間365日のサポート、2時間のオンサイト・ハードウェア・サービス対応（サービス・センターまでの距離による）
  - Oracle Premier Support for Operating Systems
  - Oracle Customer Data and Device Retention
  - システム設置サービス
  - ソフトウェア構成サービス
  - Oracle Platinum Services
  - Business Critical Service for Systems
  - Oracle Exadata Start-Up Pack
  - システム・アップグレード・サポート・サービス（ハードウェアの取り付けとソフトウェアの構成を含む）
  - Oracle Auto Service Request (Oracle ASR)
- 

**お客様が用意したイーサネット・スイッチをExadata Database Machine X7-2にインストールするオプション**

---

- Exadata Database Machine X7-2ラックの上部には2Uサイズの空きがあり、お客様は、独自のクライアント・ネットワークのイーサネット・スイッチを、別個のラックではなくExadataラックにインストールできます。設置スペース、電力、冷却に関する一部の制限が適用されます。
-

## おもな特徴と機能

### ExadataおよびDatabaseソフトウェアの機能 - 分析

- 自動並列処理とストレージへのデータ・スキュアのオフロード
- 「WHERE」句に基づいたストレージの行のフィルタリング
- 選択した列に基づいたストレージの行のフィルタリング
- JSONおよびXML分析問合せのストレージ・オフロード
- Join with other Tableに基づいたストレージの行のフィルタリング
- Hybrid Columnar Compression
- ストレージ索引によるデータ・スキッピング
- ユーザー、クエリー、サービス、DB等によるI/Oリソース管理
- フラッシュ・キャッシュの列形式フォーマットへの自動移動
- テーブル・スキュアのためのスマート・フラッシュ・キャッシング
- インデックス・ファスト・フル・スキュアのストレージ・オフロード
- 暗号化データのスキュアでのストレージ・オフロード (FIPS準拠)
- LOBsとCLOBsでのストレージ・オフロード
- min/max操作でのストレージ・オフロード
- ストレージへのデータ・マイニング・オフロード
- すべてのInfiniBandポートとリンクでのインテリジェント・ルーティングによる混雑の最小化
- ストレージCPUがビジー状態の場合のDBサーバーへのリバース・オフロード
- フラッシュ・キャッシュでの自動データ列形式化
- フラッシュ・キャッシュへのロード時のインメモリ・フォーマットへのデータの自動変換

### ExadataおよびDatabaseソフトウェアの機能 - OLTP

- データベースを意識したPCIフラッシュ
- Exadata Smart Flash Cache
- Exadata Smart Flash Logging
- スマート・ライトバック・フラッシュ・キャッシュ
- QOSを保証するためのDB、ユーザー、またはワークロード別のI/O優先順位付け
- Exafusion Direct-to-Wire プロトコル
- データベース・インテリジェント・ネットワーク・リソース管理
- Exachkフル・スタック検証
- フルスタック・セキュリティ・スキュア
- データベース・スコープ・セキュリティ
- セル間のリバランスによるフラッシュ・キャッシュとストレージ索引の保持
- フルスタック・セキュア消去
- Oracle VM with InfiniBand SRIOV
- ワークロードの独立性のための自動InfiniBandパーティション化
- 即時データ・ファイル作成
- Smart Fusion Block Transfer
- データベースあたりのフラッシュ・キャッシュ・サイズの制御
- インメモリOLTP加速
- UNDOブロックのリモートRDMA読取り
- Multitenantオプションによる252を超えるブラガブル・データベースのサポート

### ExadataおよびDatabaseソフトウェアの機能 - 高可用性

- ノードまたはセルの障害の即時検出
- インメモリ・フォルト・トレランス
- スタック・ディスクまたはフラッシュでのI/Oの1秒未満でのフェイルオーバー
- バックアップのストレージ・サーバーへのオフロード
- Exadataデータ検証 (拡張H.A.R.D.)
- 重要なデータベース・ファイルのリカバリの優先順位付け
- 他のストレージ・サーバーの読込みによる破損したディスク・データの自動修復
- 障害発生が予測されたディスクでの読取りI/Oの回避
- 一時的に性能の低下したドライブの拘束と電源の入れ直し
- ミラー・ストレージ・サーバーが停止した場合のシャットダウン防止
- 信頼性の低いネットワーク・リンクの検出と無効化
- リバランスでのストレージ索引の保持

---

**管理性機能**

- Oracle Integrated Lights Out Manager (ILOM)
  - Oracle Enterprise Manager Exadata プラグイン
  - Active AWR (エンド・ツー・エンド監視のためのストレージ統計を含む)
  - イーサネット接続でのIPv6サポート
  - オンデマンド対応の容量
  - セル・ソフトウェアの透過再起動
  - フラッシュとディスクのライフ・サイクル管理のアラート
  - ディスクの自動的なスクラブと修復
  - Oracle仮想マシンのTrusted Partition
  - 自動化VLAN作成
  - Oracle Exadata Deployment Assistant
  - 別個の管理スイッチと接続性
  - リモート・サーバーからのExaclicコマンドライン管理
  - ストレージ・サーバーのCellcliコマンドライン管理
  - DCLI分散コマンドラインの自動化ツール
- 

**Oracle Databaseソフトウェア (別売り) :**

**データベース・サーバー用** : Oracle Database 11g Release 2 Enterprise EditionとOracle Database 12c Enterprise Edition Release 1および2。Oracle Real Application Cluster、Oracle Partitioning、Oracle Multitenant、Active Data GuardなどのOracle Databaseのオプション。機能のサポートについては、リリース固有のドキュメントを参照してください。

**ストレージ・サーバー用** : Oracle Exadata Systemソフトウェア。ライセンスは、あるシステムから別のシステムに、または新しいシステムに移行できません。

---

**Oracleソフトウェア (同梱) :**

**データベース・サーバー用** : Oracle Linux 6 Update 7 (Unbreakable Enterprise Kernel版)。Reliable Datagram Sockets (RDS) OpenFabrics Enterprise Distribution (OFED) に基づく、Exadata Storage ServersとOracle Database間での通信に使用されるZero-loss Zero-copy Datagram プロトコル (ZDP) InfiniBandプロトコル

---



## お問い合わせ

Oracle Exadata について詳しくは、[oracle.com](http://oracle.com) を参照するか、+1.800.ORACLE1 でオラクルの担当者にお問い合わせください。

### CONNECT WITH US



[blogs.oracle.com/oracle](https://blogs.oracle.com/oracle)



[facebook.com/oracle](https://facebook.com/oracle)



[twitter.com/oracle](https://twitter.com/oracle)



[oracle.com](http://oracle.com)

## Integrated Cloud Applications & Platform Services

Copyright © 2017, 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。

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。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。UNIX は、The Open Group の登録商標です。



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