

# ORACLE EXADATA DATABASE MACHINE X8-2

**ORACLE®**  
Exadata

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対応アーキテクチャです。Exadata 独自のアルゴリズムとプロトコルによって、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に関する知見を実装することで、他のプラットフォームよりも低コストで高パフォーマンスと大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 を購入し、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オンプレミスで展開するか、またはサブスクリプション・モデルで入手し、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統合されています。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・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、オペレーティング・システム、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単一障害点はありません。

すべての Exadata Database Machine が同じ構成であるため、自社のミッション・クリティカルなアプリケーションに Exadata Database Machine を展開している多数のユーザーの経験を取り入れることができます。お客様のマシンは、オラクル・サポートが問題の特定と解決に使用するマシン、Oracle Development が Oracle Database の開発とテストに使用するマシン、およびオラクルが展開する SaaS と PaaS パブリック・クラウド・サービス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。**



**おもな特徴**

- ラックあたり最大 912 基の CPU コアと 28.5 TB のメモリ（データ処理用）
- ラックあたり最大 576 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 920 TB の物理フラッシュ容量
- ラックあたり最大 3.0 PB 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
- 40 Gb/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 350 GB/秒の非圧縮 I/O 帯域幅（SQL 実行時）
- フル・ラックあたり最大 480 万件/秒の 8K データベース読み取り I/O 操作または 430 万件/秒の 8K フラッシュ書き込み 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 Exadata Database Machine X8-2 ラックまたは 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

シニア・テクニカル・アーキテクト

Richard Ewald 氏

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 から容易に移行でき、“ロックイン”の心配はありません。

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 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・クラウドだけでなく、ハイブリッド・クラウドのデプロイメントにもシームレス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。**ワークロードの増加に伴って、データベースの CPU、ストレージ、およびネットワークをバランスよく追加して Exadata Database Machine を拡張し、ボトルネックを発生させることなくスケーリングできます。このアーキテクチャによって、小規模な構成から非常に大規模な構成に至るまで、柔軟かつシームレスな拡張が可能で、ワークロードがどのようなサイズに増加しても対応できます。

高帯域幅で低レイテンシーな 40 Gb/秒の InfiniBand ネットワークにより、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 上では特別なデータベース・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**大幅にレイテンシーが低く、帯域幅が広がります。**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。** Exadata Database Machine X8-2 では、2 基の 24 コア x86 プロセッサと 384 GB のメモリ (1.5 TB 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型でインテリジェントなストレージ・サーバーも使用します。HC ストレージ・サーバーには物理ストレージ容量がそれぞれ 6.4TB の NVMe PCI フラッシュ・カードが 4 基搭載された Exadata Smart Flash Cache ならびに、14 TB で 7200 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 6.4 TB の NVMe PCI フラッシュ・カード 8 台によるオールフラッシュ構成です。最小構成の Exadata Database Machine は、2 台のデータベース・サーバーと 3 台のストレージ・サーバーで構成され、**データベース・サーバーやストレージ・サーバーを同一ラック内に追加し、エラスティック構成により拡張することができます。**エラスティック構成では、柔軟で効率的なメカニズムにより、あらゆる規模の業務上のニーズ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、**結合された InfiniBand ファブリックを使用して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。スケールアウトは簡単で、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。

#### 関連製品

- Oracle Database Exadata Cloud Service
- Oracle Database Exadata Cloud at Customer
- Oracle Exadata Database Machine X8-8
- Oracle Exadata Storage Expansion Rack X8-2
- Oracle Exadata Storage Server X8-2 と InfiniBand インフラストラクチャ
- Oracle Exadata Database Server X8-2 と InfiniBand インフラストラクチャ
- Oracle SuperCluster
- Oracle Database 11g、12c、18c、19c
- 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

#### 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

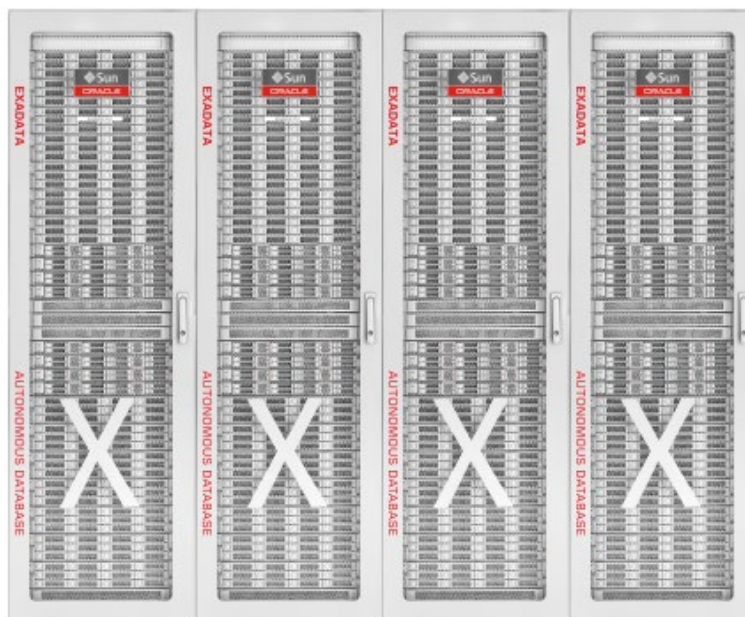


図1：マルチラックExadataへの柔軟なスケールアウト

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、結合された InfiniBand ファブリックを使用して Exadata Database Machine に接続します。また、LUN やマウント・ポイントが不要なために、いくつかの簡単なコマンドだけで、きわめて容易に構成できます。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拡張可能です。

Exadata Database Machine は、**新しい世代のサーバーとストレージを既存の Exadata Database Machine とシームレスに統合できるようにすることで**、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、データベースに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 6.4 TB の最新 Flash Accelerator F640 NVMe PCI フラッシュ・カードが 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 51.2 TB に達します。Exadata X8 には最新のフラッシュ・メモリ・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 X8 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、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一般消費者向け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、従来型のストレージ・アーキテクチャによって制限され、ボトルネックとなっています。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、データベース処理のオフロード、PCI フラッシュを組み合わせることで使用することにより、フラッシュから極めて高いパフォーマンスを引き出しています。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 Exadata Database Machine X8-2 では、データベースのワークロード実行時に、**SQL による分析スキャンで最大 350 GB/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 11 台と Extreme Flash ストレージ・サーバーを 11 台搭載したフル・ラック構成の場合には、**毎秒 657 万回のランダム 8K データベース読取り I/O 操作と毎秒 572 万回のランダム 8K フラッシュ書込み 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、単一ラックの 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します。一方、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 I/O ツールに基づいているため、SQL ワークロードにおいて実現される値よりも数倍大きな値となります。



図2：Flash Accelerator PCIeカード

「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。オラクル製品により、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  
執行役員 加藤恭慈氏

「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。」

- AmerisourceBergen Corporation  
エンタープライズ・  
プラットフォーム・デリバリー担当  
ディレクター  
Milt Simonds 氏

### 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 X8-2 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 14 TB 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 168 TB 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 25.6 TB 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、

ほとんどの場合、最高のパフォーマンスを得るために、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 は、アクセスが少ないデータはディスクに保持したまま、頻りにアクセスされるデータを自動的にキャッシングするため、ディスクの容量は大きく、コストは低いままで、フラッシュの高い I/O と、短い応答時間を得られます。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 台搭載した単一のフル・ラック Exadata Database Machine X8-2 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 350 GB/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 万回のフラッシュ IOPS で 0.25 ミリ秒の I/O 待機時間を達成**できます。

Exadata Smart Flash Cache でのヒット率は、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 Exadata Database Machine X8-2 の有効フラッシュ容量は、多くの場合、使用可能な 700 TB のディスク容量と等しくなります。

「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。」

- HDFC Bank Ltd.  
IT シニア・バイス・プレジデント  
Vaibhav Samant 氏

Exadata Smart Flash Cache では、Exadata Write-Back 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込みもキャッシングします。書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 台搭載した一台のフル・ラック Exadata Database Machine X8-2 のフラッシュ書込み容量は、**毎秒 430 万回の 8K 書込み I/O 操作**を上回ります。Exadata 書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、数千のディスク・ドライブで構成される数十台ものエンタープライズ・ディスク・アレイに匹敵します。

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いるため、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。フラッシュの利点が適用されるのはデータのサイズ全体ですが、これが高価なフラッシュのサイズに制限されるためです。また、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メリットを享受できません。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、Virtual Desktop Infrastructure (VDI) 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。

「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。」

Turkcell 財務ユーザー

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いだけでなく、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処理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全体に組み込まれており、フラッシュのみのストレージ・アレイは Exadata のスループットに太刀打ちできません。

## 容量を拡張したストレージ・サーバー：使用頻度が低いデータ向けの非常に低価格な Exadata ストレージ

Exadata X8 の新機能として、3 番目のストレージ・オプションが導入されました。**Exadata X8-2 Extended (XT) ストレージ・サーバー**です。

Exadata XT ストレージ・サーバーには、それぞれ 12 台の 14 TB SAS ディスク・ドライブが搭載され、物理ディスク容量は合計 168 TB です。コストを下げるため、フラッシュは搭載されず、ストレージ・ソフトウェアはオプションです。

この新しいストレージ・オプションにより、アクセスされる頻度は少ないものの、オンラインにしておかなければならないデータについても、Exadata の運用および管理上のメリットを適用できます。Exadata Storage Server のラインナップに、このような低コストの製品が追加されたことで、以下のような Exadata クラスの利点が適用されます。

- 効率性 - XT サーバーが HC ストレージ・サーバーと同じ大容量となり、Hybrid Columnar Compression も利用できる
- 簡便性 - XT サーバーは、アプリケーションへの透過性、SQL への透過性を維持し、同じ運用モデルのまま、Exadata に容量を追加できる
- 安全性 - XT サーバーにより、オンラインのデータと使用頻度の低いデータが同一の Exadata 内で統合されるため、同じセキュリティ・モデルと暗号化を使用できる
- 速さと拡張性 - アクセス頻度の低い他のデータ・ストレージ・ソリューションとは異なり、XT サーバーは Exadata ファブリックに統合されているため、アクセスが高速でスケールアウトしやすい
- 互換性 - XT サーバーは Exadata Storage Server の一種であるため、XT サーバーをいずれかの Exadata ラックに追加するだけで使用できる

Exadata X8-2 Extended (XT) ストレージ・サーバーを、同じく信頼性が高く、継続的に検証が重ねられている Exadata ソリューションと併せて使用することで、特に金融、保険、通信分野の企業は、長期のデータ保持コンプライアンス要件を遵守でき、2 つ以上のプラットフォームで情報のライフサイクルを管理することに伴う運用上のリスクやコストを回避できます。

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

データ量が劇的な増加を続けるに伴い、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。

「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。」

- Dunnhumby

エンタープライズ・アーキテクト  
Chris Wones 氏

「[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

ネットワークエンジニアリング  
ICT チーム・マネージャー  
Jin Hyung Lee 氏

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のが、**Exadata System Software** です。このソフトウェアは、Exadata Storage Server 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 16 コアの x86 プロセッサが 2 基搭載され、データベース処理のオフロードに使用されます。また、Exadata Database Machine のラック 1 台には、データベース・サーバーのオフロードに対応できるストレージ・サーバーのプロセッサ・コアを合計で最大 576 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型ワークロードの処理を加速すると同様の方法で、データベース処理集中型ワークロードの処理を加速させます。

Exadata System Software に固有の機能は多数ありますが、その 1 つが Smart Scan テクノロジーで、**データ処理集中型の 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 1000 ドル以上発注し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、1000 ドル未満のすべての発注と 3 月以外の発注が除外され、該当する顧客情報のみが抽出されます。そのため、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、Smart Scan で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 Software に**固有の**もう一つの強力な機能で、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。ストレージ・サーバーで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、Exadata System Software 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、その問合せでの領域内のスキャン I/O はスキップされます。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 Software に固有の機能のほかに、Oracle Database ソフトウェア、Exadata System Software、Exadata インフラストラクチャを組み合わせることにより、いくつかのその他の**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 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 カーネルとネットワークソフトウェアのオーバーヘッドをバイパスして、InfiniBand ネットワーク経由で Oracle Real Application Clusters の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ルビリティが向上します。

「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  
チーフ・テクノロジスト  
James Callaghan 氏

一部の OLTP ワークロードでは、リモート読取りの半数以上が、読取り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。オラクルの社内テストでは、Smart Fusion Block Transfer により、通信集中型ワークロードでのスループットが向上し（約 40 % の増加）、応答時間が短縮すること（約 33 % の減少）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させるため、Exadata Smart Flash Cache には、データベース・ログ書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。

さらに、Exadata は機械学習を**独自**に使用して、**Oracle Database 19c で自動索引付け**を実装しています。自動索引付けは、実行中の SQL を分析し続け、新しい索引を作成してパフォーマンスを改善します。自動索引付けは、基盤となるデータ・モデルや使用パターンが変更になるたびに、**データベースを学習し、調整を続けます**。

Exadata は、DML 操作によるデータの挿入、更新、削除時の**リアルタイムの統計値**収集も**独自**に実装しています。リアルタイムの統計値により、データの変更が配信されると、SQL オプティマイザが動的にプランを適応させます。

## 圧縮によるストレージの使用および I/O の最適化

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、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、CPU に解凍の負荷がかか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 を使用する場合の方が使用しない場合よりも高速化されます。

「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。」

- Morrisons, Plc.  
BI & DW 部長  
Jonathan Walsh 氏



Hybrid Columnar Compression には、2 種類のモードがあります。**ウェアハウスの圧縮**モードは、読取り集中型ワークロードの場合に適しており、ストレージを大幅に節約し、分析パフォーマンスを強化します。**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。加えて、このデータを XT ストレージ・サーバーにシームレスに保存できるようになったため、さらにコストを低減できます。

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、更新処理が集中するデータの圧縮には Advanced Row Compression を使用します。Oracle Database 18c 以降では、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。

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させるため、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 Cache 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 Machine

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す。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**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ときにデータをインメモリ列形式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 形式でデータベース・サーバーに戻されるため、データベース・サーバーでの CPU への負荷がさらに低減します。この効果として、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 X8-2 フル・ラック HC のフラッシュ・キャッシュ容量は 360 TB 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。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、存続ノード上にインメモリ・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・サーバー上の複製コピーに透過的にアクセスし、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、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 I/O の待機時間が 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、特にクラウド、ホステッド、共有、サービス・プロバイダ、テスト/開発環境のワークロード間で高い独立性を保つことができます。Oracle Virtual Machine を使用すると、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し、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、仮想マシン内のパフォーマンスが Exadata の優れた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、仮想マシン間のメッセージ・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、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その特定のオプションを必要とするわけでは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（透過的データ暗号化 (TDE) など）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（オリジナルの）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。さらに、TDE には多機能な鍵管理ソリューションがあるため、すべてのデータを暗号化し、安全に保持できます。

Exadata 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させる作業や、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、システムの全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 Oracle Linux ディストリビューションを使用して、Oracle Database を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

「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

チーフ・テクノロジー  
James Callaghan 氏

「弊社の重要な電子支払いサービスは、2011 年当初以来、Exadata により 100 % の稼働率で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、オンラインの問合せに対する応答時間は 1 秒未満です。」

- Vocalink

データベース・テクニカル・  
アーキテクト  
Martin McGeough 氏

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。さらに、Exadata は Oracle Linux の ksplince 機能を使用して、OS がオンライン稼働を維持したままセキュリティ更新を適用します。

Exadata のセキュリティはセキュア・ブートでの起動時に始まります。システムの UEFI ファームウェアは、システムが信頼できると認識した、暗号で署名されたブート・ローダーの実行のみを許可します。サーバーの再起動のたびに、実行されたすべてのコンポーネントが検証されます。そのため、マルウェアがブート・チェーンに埋込みコードを忍び込ませることはできません。

また、Exadata X8 で使用されているディスクとフラッシュのテクノロジーにより、Stored Data Encryption が利用できます。Stored Data Encryption では、ディスクとフラッシュのストレージ・デバイスにユーザー・データが入力されるたびに、すべてのデータが暗号化されます。Exadata の Secure Erase 機能は、Exadata を他の目的に使用したり廃棄したりするときにこの機能を活用して、ユーザー・データの暗号化に使用される暗号化鍵を変更し、ストレージ・デバイスにあるすべてのユーザー・データを一気に消去します。Secure Erase では、以前の暗号化鍵は削除されるため、オーバプロビジョニングまたはセクターのスペアが原因で、ストレージ・デバイスに残ったまま使用されていないデータについて心配する必要はありません。

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セキュリティ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 Recovery Manager 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。Oracle 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 を展開し、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。

「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 DoCoMo  
料金システム担当部長  
嵐村友希

「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、弊社の競争力を高め、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。」

- 株式会社野村総合研究所  
クラウドサービス本部 本部長  
竹本具城氏

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

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、いくつかの異なる障害条件下で Exadata が独自に高可用性を確保している多くの方法で明らかにされています。そのような**独自の機能**の1つが、**コンピューティング・サーバーとストレージ・サーバーの障害の即時検出**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 は InfiniBand 統合の利点を活用して、疑わしいサーバーにはどのネットワーク経路からも到達できないことをごく短い時間で判別するため、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。

ディスクやフラッシュ・デバイスでは、障害セクターの内部リカバリ、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 I/O 操作が時折発生します。I/O 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。Oracle Exadata System Software では、Exadata **独自の I/O 待機時間の制限**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。Exadata System Software は機械学習のテクニックを使用して、コンポーネントの障害の可能性を予測したり、周囲に影響を与えずにそのようなコンポーネントを使用不可にするための予防的措置を講じたりします。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 Software では、アプリケーションの一貫した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 は、CPU、メモリ、入力/出力、ファイル・システム、ネットワークを自動で監視します。この自動化では、機械学習のテクニックと、実際に使用されているミッション・クリティカルな多数のデプロイメントからの深層学習とが組み合わせられています。たとえば、Exadata はシステム・リソースの異常な使用がデータベースのパフォーマンスに影響を与えていることを検出して、問題となっているプロセスを特定し、警告を発することができます。何かを事前にセットアップする必要はありません。

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、銀行間資金送金、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。

「弊社では、Oracle Platinum Services 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

アーキテクト

Roland Schiller 氏

## 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スケラビリティとパフォーマンス**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、18c、19c 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。

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型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。

「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  
- 分析およびレポート・サービス  
担当責任者  
Holger Haun 氏

「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  
チーフ・テクノロジスト  
James Callaghan 氏

## Exadata のスナップショットとコンテナ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、新しいプラガブル・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、効率良く領域を使用できます。

また、Exadata は Docker コンテナをサポートするため、テストや開発のために簡単かつ迅速にデータベースをプロビジョニングして、アジャイル開発を進めることができます。Docker コンテナを使用して、軽量のアプリケーションとエージェントをホストできます。

## 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、管理者とオラクル・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 の俊敏性

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ます。処理できないほどの仕事を抱えていることが多く、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

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3ペタバイトを超えることも可能で、物理フラッシュ・ストレージの容量も920TBまであります。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 Oracle 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。

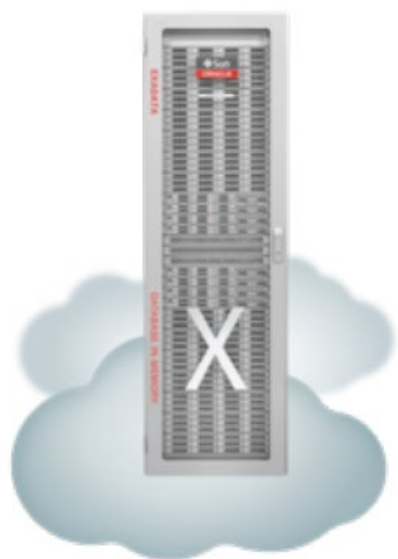
### キャパシティ・オンデマンド・ソフトウェアのライセンス

X8-2 データベース・サーバーには、実質的に2基の24コア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、ハードウェアの導入時にデータベース・サーバーあたりいくつかのコアをオフにし、最低14コアを有効と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 データベースを実行し、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。世界トップのデータベースである Oracle 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 が組み合わせられている 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 データベースには、Oracle Multitenant、In-Memory Database、Real Application Clusters、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。Exadata Cloud Service にデプロイされる Oracle データベースには、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。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**、ビジネスの俊敏性、運用の柔軟性を実現します。

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クォーター・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 Service 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、展開のスピードが重要なビジネス・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拡大して、Oracle Cloud の弾力性と柔軟性を取り込むだけです。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。

Exadata Cloud Service は、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ており、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

Exadata には、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、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、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、ビジネスの俊敏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 Database 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	24コア、インテル Xeon 8260 プロセッサ (2.4 GHz) x2	384 GB (デフォルト) ~ 1.5 TB (最大)	4 x 1.2 TB 10000 RPM ディスク (ホットスワップ対応)	なし	2 x 10 Gb カッパースターネットワーク・ポート (クライアント) または 2 x 10/25 Gb 光イーサネット・ポート 1 x 1/10 Gb カッパースターネットワーク・ポート (管理) 2 x 10/25 Gb 光イーサネット・ポート (クライアント) 2 x QDR (40 Gb) InfiniBand ポート 1 x ILOM イーサネット・ポート 4 x 10 Gb カッパー (クライアント - オプション) または 2 x 10/25 Gb 光イーサネット (クライアント - オプション)
ストレージ・サーバー-HC	16コア、インテル Xeon 5218 プロセッサ (2.3 GHz) x2	192 GB	12 x 14 TB 7200 RPM ディスク	4 x 6.4 TB NVMe PCIe 3.0 フラッシュ・カード	2 x QDR (40 Gb) InfiniBand ポート 1 x ILOM イーサネット・ポート
ストレージ・サーバー-EF	16コア、インテル Xeon 5218 プロセッサ (2.3 GHz) x1	192 GB	なし	8 x 6.4 TB NVMe PCIe 3.0 フラッシュ・カード	
ストレージ・サーバー-XT	16コア、インテル Xeon 5218 プロセッサ (2.3 GHz) x2	96 GB	12 x 14 TB 7200 RPM ディスク	なし	
1/8ラック・ストレージ・サーバー-HC	16コア、インテル Xeon 5218 プロセッサ (2.3 GHz) x2 16コア有効	192 GB	6 x 14 TB 7200 RPM ディスク	2 x 6.4 TB NVMe PCIe 3.0 フラッシュ・カード	2 x QDR (40 Gb) InfiniBand ポート 1 x ILOM イーサネット・ポート

<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物理ストレージ容量		EF物理ストレージ容量
1/8ラック <sup>3</sup>	2 x サーバー、48コア	3 x サーバー、SQLオフロード用48コア	252 TBディスク、 38.4 TBフラッシュ	または	76.8 TBフラッシュ
クォーター・ラック	2 x サーバー、96コア	3 x サーバー、SQLオフロード用96コア	504 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	4 x サーバー、192コア	7 x サーバー、SQLオフロード用224コア	1176 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	8 x サーバー、384コア	14 x サーバー、SQLオフロード用448コア	2352 TBディスク、 358.4 TBフラッシュ		716.8 TBフラッシュ

2 各ラックの高さは42 RU（ラック・ユニット）で、冗長配電ユニット（PDU）2台、36ポートQDR（40 Gb/秒） InfiniBandスイッチ2個および管理用に48ポートCiscoイーサネット・スイッチ1個を収容します。付属スペア・パーツ・キット：

- 1 x 6.4 TB NVMe PCIフラッシュ・カードおよび1 x 14 TB大容量ディスク、または
- 1 x 6.4 TB NVMe PCIフラッシュカード

3 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・ドライブの半分の半分が有効です。1/8ラックHCストレージ・サーバーでは、コアの半分の半分が有効で、ディスクとフラッシュ・カードの半分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。

## 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 Rack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、X7、またはX8ハードウェアの任意の組合せが可能。
1/8ラック拡張オプション	以下のとおり、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。 データベース・サーバーは、サーバーごとに24コアのCPUを追加で取り付けることで拡張可能 EFストレージ・サーバーは、サーバーごとに10コアを有効にし、PCIフラッシュ・カード4枚を取り付けることで拡張可能 HCストレージ・サーバーは、1/8ラックの大容量ストレージ・サーバーを追加することで拡張可能

## 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読取り帯域幅 <sup>2</sup>	最大SQL読取りIOPS <sup>3</sup>	最大SQL書込みIOPS <sup>4</sup>	PCIフラッシュ物理容量 <sup>5</sup>	ディスク・データ物理容量
データベース・サーバー	非該当	597500	544000	非該当	4.8 TB
ストレージ・サーバーHC <sup>1</sup>	25 GB/秒	597000	520000	25.6 TB	168 TB
1/8ラック・ストレージ・サーバーHC <sup>1</sup>	12.5 GB/秒	298500	260000	12.8 TB	84 TB
ストレージ・サーバーEF <sup>1</sup>	40 GB/秒	597000	520000	51.2 TB	非該当
ストレージ・サーバーXT <sup>1</sup>	1.8 GB/秒	2600	2600	非該当	168 TB

## 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 フラッシュ書込みIOPS	PCI物理 フラッシュ容量
フル・ラック	HC	350 GB/秒	4776000	4352000	358.4 TB
	EF	560 GB/秒	4776000	4352000	716.8 TB
ハーフ・ ラック	HC	175 GB/秒	2388000	2176000	179.2 TB
	EF	280 GB/秒	2388000	2176000	358.4 TB
クォーター・ ラック	HC	75 GB/秒	1194000	1088000	76.8 TB
	EF	120 GB/秒	1194000	1088000	153.6 TB
1/8ラック	HC	38 GB/秒	597000	544000	38.4 TB
	EF	60 GB/秒	597000	544000	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	36000	2352 TB
ハーフ・ラック	12.5 GB/秒	18000	1176 TB
クォーター・ラック	5.4 GB/秒	7800	504 TB
1/8ラック	2.7 GB/秒	3900	252 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）		データ容量（有効容量）		最大データ・ロード速度 <sup>7</sup>
		- 標準冗長構成 <sup>6</sup>		- 高冗長構成 <sup>6</sup>	
フル・ラック	HC	953 TB	699 TB	35 TB/時	
	EF	282 TB	206 TB	35 TB/時	
ハーフ・ラック	HC	477 TB	349 TB	17.5 TB/時	
	EF	141 TB	103 TB	17.5 TB/時	
クォーター・ラック	HC	191 TB	150 TB	7.5 TB/時	
	EF	56 TB	44 TB	7.5 TB/時	
1/8ラック	HC	95 TB	75 TB	3.8 TB/時	
	EF	28 TB	22 TB	3.8 TB/時	

<sup>1</sup> HCはHigh Capacityの略語です。EFはExtreme Flashの略語です。XTはExtended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。冗長性を維持するために、通常は複数のストレージI/Oを発行するASMミラー化後の、ストレージ・サーバーで測定されたフラッシュ書き込みI/O。

<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、I/O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、パーティション化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	Database Server X8-2 と InfiniBand インフラストラクチャ	Storage Server X8-2 High Capacityと InfiniBand インフラストラクチャ	1/8ラック Storage Server X8-2 High Capacityと InfiniBand インフラストラクチャ	Storage Server X8-2 Extreme Flashと InfiniBand インフラストラクチャ	Storage Server X8-2 Extendedと InfiniBand インフラストラクチャ
高さ	1.7インチ (42.6 mm)	3.4インチ (86.9 mm)			
幅	17.2インチ (436.5 mm)	17.5インチ (445.0 mm)			
奥行き	29.0インチ (737.0 mm)	29.9インチ (759.0 mm)			
騒音 (動作時)	7.7 B	8.2 B	8.2 B	8.2 B	8.2 B
重量	45.6ポンド (20.7 kg)	76.7ポンド (34.8 kg)	67.5ポンド (30.6 kg)	60.6ポンド (27.5 kg)	66.7ポンド (30.2 kg)
最大消費電力	0.7 kW (0.7 kVA)	0.7 kW (0.7 kVA)	0.5 kW (0.5 kVA)	0.7 kW (0.7 kVA)	0.5 kW (0.5 kVA)
標準消費電力 <sup>1</sup>	0.5 kW (0.5 kVA)	0.5 kW (0.5 kVA)	0.4 kW (0.4 kVA)	0.5 kW (0.5 kVA)	0.3 kW (0.3 kVA)
最大使用時の 冷却能力	2409 BTU/時 (2541 kJ/時)	2317 BTU/時 (2444 kJ/時)	1714 BTU/時 (1809 kJ/時)	2283 BTU/時 (2408 kJ/時)	1570 BTU/時 (1656 kJ/時)
標準使用時の 冷却能力	1686 BTU/時 (1779 kJ/時)	1622 BTU/時 (1711 kJ/時)	1200 BTU/時 (1266 kJ/時)	1598 BTU/時 (1686 kJ/時)	1099 BTU/時 (1159 kJ/時)
最大使用時の エアフロー <sup>2</sup>	112 CFM	107 CFM	79 CFM	106 CFM	73 CFM
標準使用時の エアフロー <sup>2</sup>	78 CFM	75 CFM	56 CFM	74 CFM	51 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3048 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
<b>High Capacity ディスクを使用する環境</b>				
重量	2019.1ポンド (915.8 kg)	1298.8ポンド (589.1 kg)	909.8ポンド (412.7 kg)	882.3ポンド (400.2 kg)
最大消費電力	16.0 kW (16.3 kVA)	8.4 kW (8.6 kVA)	4.3 kW (4.4 kVA)	3.5 kW (3.5 kVA)
標準消費電力 <sup>1</sup>	11.2 kW (11.4 kVA)	5.9 kW (6.0 kVA)	3.0 kW (3.0 kVA)	2.4 kW (2.5 kVA)
最大使用時の冷却能力	54499 BTU/時 57496 kJ/時	28645 BTU/時 30220 kJ/時	14560 BTU/時 15360 kJ/時	11789 BTU/時 12437 kJ/時
標準使用時の冷却能力	38149 BTU/時 40247 kJ/時	20051 BTU/時 21154 kJ/時	10192 BTU/時 10752 kJ/時	8252 BTU/時 8706 kJ/時
最大使用時のエアフロー <sup>2</sup>	2523 CFM	1326 CFM	674 CFM	546 CFM
標準使用時のエアフロー <sup>2</sup>	1766 CFM	928 CFM	472 CFM	382 CFM
<b>Extreme Flash ドライブを使用する環境</b>				
重量	1793.7ポンド (813.6 kg)	1186.1ポンド (538.0 kg)	861.5ポンド (390.8 kg)	856.4ポンド (388.5 kg)
最大消費電力	15.8 kW (16.1 kVA)	8.3 kW (8.5 kVA)	4.2 kW (4.3 kVA)	3.5 kW (3.5 kVA)
標準消費電力 <sup>1</sup>	11.1 kW (11.3 kVA)	5.8 kW (5.9 kVA)	3.0 kW (3.0 kVA)	2.4 kW (2.5 kVA)
最大使用時の冷却能力	54021 BTU/時 56992 kJ/時	28406 BTU/時 29968 kJ/時	14457 BTU/時 15252 kJ/時	11782 BTU/時 12430 kJ/時
標準使用時の冷却能力	37815 BTU/時 39895 kJ/時	19884 BTU/時 20978 kJ/時	10120 BTU/時 10677 kJ/時	8247 BTU/時 8701 kJ/時
最大使用時のエアフロー <sup>2</sup>	2501 CFM	1315 CFM	669 CFM	545 CFM
標準使用時のエアフロー <sup>2</sup>	1751 CFM	921 CFM	469 CFM	382 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3048 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 X8-2準拠規格と認定規格

準拠規格 <sup>1, 2, 3</sup>	安全性 :	UL/CSA 60950-1、EN 60950-1、IEC 60950-1 CB Scheme (各国の規定に準拠)
	EMC	
	排出量 :	FCC CFR 47 Part 15、ICES-003、EN55032、EN61000-3-11、EN61000-3-12
	イミュニティ :	EN55024
認定規格 <sup>2, 3</sup>	北米 (NRTL)、欧州連合 (EU)、International CB Scheme、HSE Exemption (インド)、BSMI (台湾)、CCC (PRC)、EAC (EAEU、ロシアを含む)、RCM (オーストラリア)、VCCI (日本)	
EU指令 <sup>3</sup>	2014/35/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。

詳細については、販売担当者にお問い合わせください。

<sup>2</sup>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。

<sup>3</sup>準拠規格や認定規格の遵守は、シェルフレベルのシステムのみで実現さ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 X8-2に取り付けるオプション

- Exadata Database Machine X8-2 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・スキャンのオフロード
  - '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、問合せ、サービス、DB などによる I/O リソース管理
  - フラッシュ・キャッシュの列形式への自動移動
  - 表スキャンのための Smart Flash Cache
  - 索引高速全スキャンのストレージ・オフロード
  - 暗号化データのスキャンでのストレージ・オフロード (FIPS 準拠)
  - LOB と CLOB 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形式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

- データベース認識 PCI フラッシュ
  - Exadata Smart Flash Cache
  - Exadata Smart Flash Logging
  - Smart Flash Cache Write-Back
  - 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・スキャン
  - 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 SR-IOV
  - 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・サーバーの読み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
- 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的再起動
- 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 Virtual Machine 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 ExaCLI 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、Oracle Database 12c Enterprise Edition Release 1 および 2、Oracle Database 18c Enterprise Edition Release 1、Oracle Database 19c、Oracle Real Application Clusters、Oracle Partitioning、Oracle Multitenant、Oracle 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 Software。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す。

**Oracle ソフトウェア (同梱) :**




**データベース・サーバー用** : Oracle Linux 7 Update 5 (Unbreakable Enterprise Kernel 4)。Reliable Datagram Sockets (RDS) OpenFabrics Enterprise Distribution (OFED) に基づく、Exadata Storage Server 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/exadata](http://oracle.com/exadata) 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](http://blogs.oracle.com/oracle)
-  [facebook.com/oracle](http://facebook.com/oracle)
-  [twitter.com/oracle](http://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、ここに記載されてい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