

Oracle Exadata Database Machine X8M-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工業製品化されています。Exadata は、スケールアウト型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型のインテリジェント・ストレージ・サーバー、パーシステント(永続性)メモリを使用する最先端のストレージ・キャッシュ、およびすべてのサーバーとストレージを接続するクラウド規模の RDMA over Converged Ethernet (RoCE) 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、ネットワークにデータベース構造を理解した機能を実装することで、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、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、IoT、複合ワークロードの効率的な統合など、あらゆるタイプの最新データベース・ワークロードに対応しています。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。



Oracle Exadata Database Machine X8M-2

ENGINEERED FOR FAST AND RELIABLE DEPLOYMENT

Exadata Database Machineは、もっとも費用対効果に優れ最高のパフォーマンスを発揮できるOracle Database実行プラットフォームです。オラクルのエキスパートがデータベース・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、テストを事前に実施しているため、もっともミッション・クリティカルなシステムでもExadataを容易にデプロイできます。徹底的なエンド・ツー・エンドのテストと検証により、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、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、多数の他のユーザーによるExadata Database Machineのデプロイ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、およびオラクルが独自のパブリック・クラウド・サービスの実行に使用するマシンと同じです。

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プラットフォームとなっています。

免責事項：本文書は情報提供のみを目的としています。マテリアルやコード、機能の提供をコミットメント（確約）するものではなく、購買を決定する際の判断材料になさらないでください。本文書に記載されている機能の開発、リリース、時期、および価格については、弊社の裁量により決定されます。

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 にシームレスに移行できます。同様に、どの Oracle Database でも Exadata から容易に移行でき、"ロックイン"の心配はありません。

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 Exadata Database Machine に追加して、ボトルネックを発生させることなく成長させることができます。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まで拡張が可能で、どのようなサイズのワークロードにも対応できます。

新たに導入された高帯域幅かつ低遅延の 100 Gb/秒の RDMA over Converged Ethernet (RoCE) ネットワーク・ファブリックにより、Exadata Database Machine 内部のすべてのコンポーネントが接続されます。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、帯域幅が広がるため、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が実現されます。Exadata Database Machine からの外部接続には、標準の 10 Gb/秒または 25 Gb/秒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 X8M-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・サーバーにはそれぞれ 6.4TB の物理 Exadata Smart Flash Cache となる 4 基の NVMe PCI フラッシュ・カードと 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・ドライブ 8 台によるオールフラッシュ構成です。Exadata X8M HC ストレージおよび EF ストレージでは新たに永続性メモリが搭載され、さらに容量とパフォーマンスが強化されました。HC サーバーおよび EF サーバーには、DRAM とフラッシュの間の新たな層として、12 基の 128 GB Intel® Optane™ DC Persistent Memory(永続性メモリ)モジュールが取り付けられています。Exadata は永続性メモリに、ネットワークおよび I/O スタックをバイパスする画期的な RDMA アルゴリズムを組み合わせることで、高コストの CPU 割込みやコンテキスト・スイッチが発生しないようにして、待機時間を (200 μ秒から 19 μ秒未満へ) 10 分の 1 に減らすことができます。

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。

ラック内での拡張に加えて、統合型 RoCE ネットワーク・ファブリックを使用して複数の Exadata X8M 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

おもな機能

- 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)
- ラックあたり最大 27 TB のパーシステント・メモリ・アクセラレーション
- 100 Gb/秒の RoCE ネットワーク
- 完全冗長設計による高可用性の実現
- 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

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 560 GB/秒の非圧縮 I/O 帯域幅 (SQL 実行時)
- 単一ラックで最大 1,600 万件/秒の 8K データベース読み取り I/O 操作または 510 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要件に合わせて
- 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 X8M-2 ラックまたは Exadata X8M Storage Expansion Rack を接続することによりスケールアウトが可能。RoCE ケーブルと内部スイッチを追加するだけで、最大 18 台のラックを接続可能。外部 RoCE スイッチを使用すれば、さらに大規模な構成を構築可能

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単一のラックよりも単純に 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、単一システムとして構成したり、複数のデータベース向けに論理的にパーティション化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。

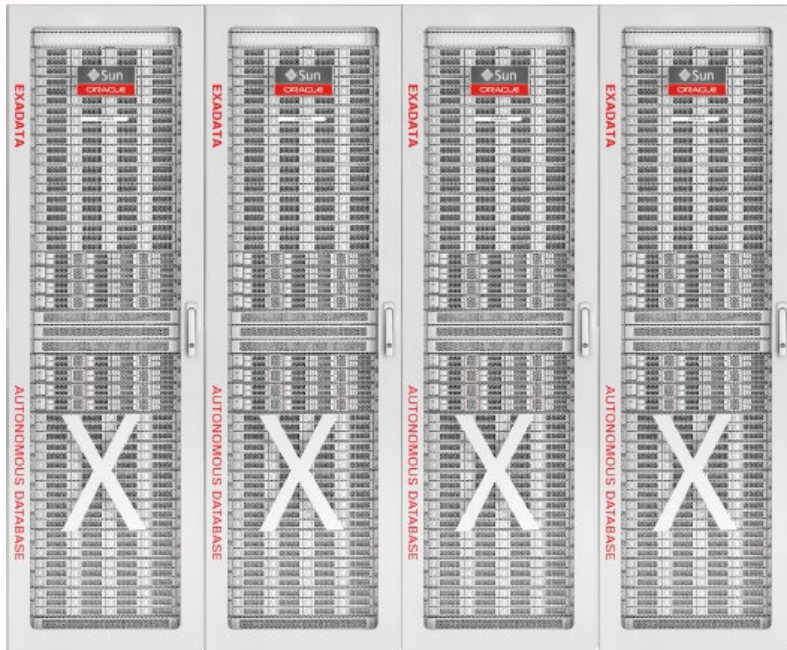


図1：マルチラックExadataへの柔軟なスケールアウト

さらに大きなストレージ容量が必要な場合は、**Oracle Exadata X8M 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、LOB 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、統合型 RoCE ネットワーク・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 X8M の新機能： 画期的な RDMA ベースのネットワーク・ファブリック

Exadata X8M リリースでは、次世代のクラウド規模の超高速ネットワーク・ファブリックである RDMA over Converged Ethernet (RoCE) が採用されています。RDMA (Remote Direct Memory Access) により、あるコンピュータがオペレーティング・システムや CPU を介さずに別のコンピュータのデータに直接アクセスできるため、高帯域幅で待機時間の短いアクセスが可能になります。ネットワーク・カードが余

関連製品

- Oracle Database Exadata Cloud Service
- Oracle Database Exadata Cloud at Customer
- Oracle Exadata Database Machine X8M-8
- Oracle Exadata Storage Expansion Rack X8M-2
- Oracle Exadata Storage Server X8M-2 Plus Network Fabric
- Oracle Exadata Database Server X8M-2 Plus Network Fabric
- Oracle Database 11g、12c、18c、19c
- 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

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

計なコピー動作やバッファリングを行わずに、非常に短い待機時間で直接メモリを読み取り、書き込みます。RDMA は Exadata の高パフォーマンス・アーキテクチャの根幹部分で、過去 10 年にわたって調整、拡張されてきており、Exafusion Direct-to-Wire プロトコルや Smart Fusion Block Transfer など、いくつかの Exadata 固有のテクノロジーを支えています。RoCE の API インフラストラクチャは InfiniBand と同一であるため、**既存の Exadata パフォーマンス機能のすべてが RoCE 上で利用できます。**

Exadata X8M リリースでは、100 Gb/秒の RoCE ネットワーク・ファブリックが導入されており、この世界最速のデータベース・マシンがさらに高速化されています。Exadata X8M を運用する実際のデータベース・ワークロードを、新機能の**共有パーシステント・メモリ・アクセラレータ**と合わせて展開することで、Exadata X8 が記録した以前のベンチマークである毎秒 670 万回の読取り IOPS を大きく上回る、毎秒 1,600 万回超の OLTP 読取り IOPS (8k I/O サイズ) を達成しました。

Exadata X8M の新機能： 共有パーシステント・メモリ・アクセラレーション

Exadata X8M の新機能として、ストレージ・サーバーにパーシステント(永続性)メモリ (PMEM) によるデータおよびコミットのアクセラレータがフラッシュ・キャッシュの前方に搭載され、リモートに保存されているデータへのアクセスにかかる待機時間が桁違いに短縮されました。永続性メモリは新しい半導体技術であり、パフォーマンス、容量、価格の面で明確に異なるストレージ層を DRAM とフラッシュの間に追加するものです。永続性メモリはストレージ・サーバーのメモリ・バス上に物理的に存在し、フラッシュを大幅に上回るメモリ・スピードで読取りを実行します。書き込みは永続的で、DRAM とは異なり電源を切った後も持続します。RDMA を利用して永続性メモリにリモートでアクセスすることで、**Exadata Smart PMEM Cache** はネットワーク、I/O ソフトウェア、割込み、コンテキスト・スイッチをバイパスして、待機時間を前世代までの Exadata の 10 分の 1 以下 (19 マイクロ秒未満) に減らすことができます。また、Smart Exadata System Software によって、データがストレージ・サーバー間でミラーリングされ、フォルト・トレランスがさらに向上します。Oracle Database と Exadata Storage 間における Exadata 独自のエンド・ツー・エンドの統合によって、保存すべき最新のデータ・ブロックが自動的に特定される一方で、データベース、パーシステント・メモリ、フラッシュ・キャッシュには同じブロックが重複して保持されないようにして、ストレージ層全体が効率化されています。永続性メモリがストレージ層に追加されたということは、この新しいキャッシュ層の全体的なパフォーマンスをサーバー上のあらゆるデータベースが動的に使用できるということです。これは、サーバー間での共有を避ける汎用ストレージ・アーキテクチャと比べた場合に大きな強みです。

また、Exadata System Software には、ログ書き込みパフォーマンスの大幅向上という別のスマートな新機能があります。ログ書き込みの待機時間は OLTP のパフォーマンスにとって非常に重要であり、ログ書き込みが高速であるほどコミット時間が短くなります。逆に、ログ書き込みで遅延が発生するとデータベース全体が失速する可能性もあります。Exadata X8M 独自の機能である **Exadata Smart PMEM Log** では、データベースから永続性メモリに対する一方向の RDMA ログ書き込みを発行することができます。RDMA と永続性メモリのテクノロジーによってログ書き込みを完了待ちなくで実行でき、スマート・ソフトウェアによってその書き込みが複数のサーバーに配置

「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 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、パッチ処理速度が 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
加藤恭慈氏

されることで耐久性も確保されます。そのため、ログ書き込みのパフォーマンスは 8 倍になります。

この新しい層のセキュリティと管理についても自動化されます。永続性メモリはインストール時に自動的に構成され、ユーザーによる操作は必要ありません。ハードウェアの監視も標準で構成済みです。永続性メモリはデータベース・アクセス制御を使用するデータベースからのみアクセス可能であるため、エンド・ツー・エンドのデータ・セキュリティが確保されています。Exadata X8M への永続性メモリのデプロイは非常に簡単で、透過的です。

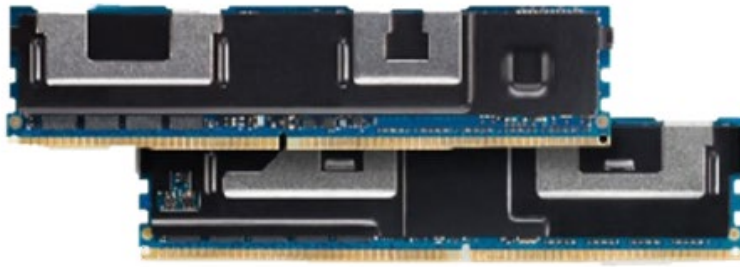


図2：Intel® Optane™ DC Persistent Memoryモジュール

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 Flash Accelerator F640v2 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 51.2 TB に達します。この最先端のフラッシュ・メモリによってスピードと電力効率が向上し、標準的なデータベースのワークロードの場合に 8 年以上の想定耐用年数が実現されます。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。Exadata X8M では共有パースistent・メモリ・アクセラレーション層の追加により、さらにパフォーマンスが強化されました。これは、フラッシュの前方に 12 基の 128 GB の Intel® Optane™ DC Persistent Memory モジュールを配置するものです。

Exadata X8M では、スケールアウト・ストレージ、RDMA over Converged Ethernet ネットワーク、データベース・オフロード、パースistent・メモリ・アクセラレータ、PCI フラッシュを組み合わせることで、メモリとフラッシュできわめて高いパフォーマンスを実現しています。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、新機能のパースistent・メモリ・アクセラレータを使用した Exadata Database Machine X8M-2 の単一ラック構成の場合には、毎秒 1,600 万回のランダム 8K データベース読取り I/O 操作と毎秒 517 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は、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、現実的な SQL ワークロードで達成される値よりも数倍大きな測定値となります。実際のデータベース・ワークロードに対する Exadata 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、フラッシュのスループットにボトルネックを科してしまうようなアーキテクチャである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。



図3：Flash Accelerator PCIeカード

「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・フラッシュと永続性メモリにより、 共有メモリのパフォーマンスをディスクのコストで実現

Exadata ストレージの 2 つ目のオプションは、**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 F640v2 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。Exadata X8M では共有パーシステント・メモリ・アクセラレーション層が追加されました。フラッシュの前方に 12 基の 128 GB の Intel® Optane™ DC Persistent Memory モジュールを配置するもので、さらにパフォーマンスが強化されています。スマート・ソフトウェアである **Exadata Smart PMEM Cache** を使用してデプロイされ、アクセス頻度の高いデータベース・ブロックのみがこの新しい層に自動的にキャッシュされます。データベースから RDMA 経由で直接アクセス可能であるため、きわめて短い待機時間で高い I/O 速度を達成できます。

HC ストレージ・サーバーの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・ストレージの前方、PMEM Cache の背後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 PMEM Cache と同期して使用され、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するため、ディスクの容量は大きく、コストは低いままで、I/O が高速になり、フラッシュの応答時間が短くなります。Exadata は、独自の方法でデータベースのワークロードを把握し、**全体的なパフォーマンスに悪影響を及ぼす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

例えば、バックアップや大きな表のスキャンによる大きなサイズの本書き込みによって優先度の高い OLTP やスキャン操作が妨害されそうな場合、それらの大きなサイズの本 I/O はフラッシュ・キャッシュをバイパスしてディスクに直行します。あるいは、Exadata System Software があいているフラッシュ容量と I/O 帯域幅を利用して、それらの I/O をキャッシングすることでパフォーマンスを最適化します。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。

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。そのため、有効フラッシュ容量は物理フラッシュよりも何倍も大きくなります。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 台搭載した従来型のフル・ラックの有効フラッシュ容量は、多くの場合、使用可能な 700 TB のディスク容量に近くなります。

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 Exadata Database Machine X8M-2 のフラッシュ書き込み容量は、**毎秒 650 万回の 8K フラッシュ書き込み I/O 操作 (IOPS)** を上回ります。Exadata の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おり、その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 の RAM、永続性メモリ、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・ベンダーは従来のアレイよりも高いパフォーマンスを達成するために、フラッシュのみで構成される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高くなりますが、Exadata で実現されるような、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よるコスト上の利点には及びません。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 に固有のデータベース構造を理解した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汎用的なデータ重複排除機能は、Virtual Desktop Infrastructure 環境の場合に効果的ですが、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、100 Gb/秒の RDMA over Converged Ethernet ベースの完全なスケールアウト型ネットワーク、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。

「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

「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
財務サービスのユーザー

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 より Exadata の 3 番目のストレージ・オプションが導入されました。**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、このストレージ・サーバーでは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。X8M 世代の場合、Extended (XT) ストレージ・サーバーに 100 Gb/秒のネットワークが追加されたメリットがあります。

このストレージ・オプションにより、アクセスされる頻度は少ないものの、オンラインしておかなければならないデータに対しても、Exadata の運用および管理上のメリットを広げる事ができます。Exadata の Extended (XT) ストレージ・サーバーの特長は次のとおりです。

- 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で、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に対する Exadata のセキュリティ・モデルと暗号化をアクセス頻度の低いデータに対しても適用できる
- 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 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、長期のデータ保持コンプライアンス要件を遵守でき、複数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。

従来のストレージ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。高い効率性を備え、データベース向けに最適化された独自のストレージ・インフラストラクチャを Exadata Storage Server に実装しています。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

「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

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・カードが画像処理に特化したワークロードの処理を加速すると同様の方法で、データベース処理に特化した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、**データ処理に特化した 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**。SQL 処理をストレージ・サーバーにブッシュすることで、データがディスクとフラッシュから読み取られると、データのフィルタリングと処理がすべてのストレージ・サーバーで即座に並列処理されます。**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。Smart Scan 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 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は、**Remote Direct Memory Access (RDMA)** を使用し、OS カーネルやネットワーク・ソフトウェアのオーバーヘッドをバイパスし、超高速の RoCE ネットワーク経由で Oracle Real Application Clusters 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

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

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 ワークロードをさらに加速させるために、Exadata X8M の High Capacity ストレージ・サーバーおよび Extreme Fast ストレージ・サーバーの新機能として、Persistent Memory Commit Accelerator が追加されました。この機能によって、データベースは複数のストレージ・サーバーの永続性メモリ・バッファに直接、RDMA 経由で並行してログ書き込みを実行できます。Exadata Smart PMEM Log として実装され、オペレーティング・システムとのやりとりや標準 I/O パス経由でのデータ送信におけるオーバーヘッドを回避できます。この一方向のトランザクションによって、ログ書き込みのパフォーマンスが最大 8 倍になります。

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、チューニングを続けます。

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、データの分散が変更されると、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て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、コストが大幅に削減され、特に分析ワークロードの場合には、I/O の減少によって、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処理の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。

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、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

「Exadata はブッキング・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

「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

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 以上では、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・トレラントな最速 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、利用頻度の高いデータはメモリ上で、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上で 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 X8M-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・ワークロードへ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は、ベクトル処理の最適化はなくとも

「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・テクノロジスト
James Callaghan 氏

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・サーバー上の複製コピーに透過的にアクセスし、中断することなく継続します。

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。

「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

Oracle Virtual Machine を使用した統合の強化

Exadata X8M 上で展開される統合環境では、KVM ベースの Oracle Virtual Machine を使用して、特にホステッド、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サーバー上でデータベースや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・レベルの独立性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 Ksplice 機能を使用して、OS がオンラインのときに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 X8M 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、過剰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。

「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
藤村友希氏

「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

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ヘリアルタイム・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 Systems¹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、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 X8M では独自の RDMA ベースの **1 秒未満ノード停止検出**が導入されており、アプリケーションの一時停止状態が事実上排除されます。

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。Exadata System ソフトウェアでは、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

「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

「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

¹ 『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

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されています。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。そのために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。

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なアクセス・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が、Oracle Database 12c、18c、19c の Oracle Multitenant を使用するプラガブル・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、プラガブル・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

X8M 世代の新機能として、Exadata では RDMA over Converged Ethernet プロトコルを利用することで、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、待機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、Converged Ethernet ファブリック内の優先度の高いネットワーク・チャンネルの間を移動します。待機時間の影響を受けにくい機密情報のトラフィックは、独自のネットワーク・スイッチ・バッファを使用して、他のチャンネルで移動します。

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 のプラガブル・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ス・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、ネットワーク・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 の組み込み管理サーバー（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・システム専用に提供されます。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

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一方、物理フラッシュ・ストレージの容量も 920 TB あります。また、Hybrid Columnar Compression により、ストレージとメモリ容量の 10 倍使用でき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小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、継続される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、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

X8M-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、一度に 2 コア単位でソフトウェア

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 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 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、データベースのサンドボックス・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、時間が貴重なビジネス・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に Oracle Cloud の弾力性と柔軟性を取り込み拡大するだけです。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

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 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。

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	2 x 24コア、インテル Xeon 8260 プロセッサ (2.4 GHz)	384 GB (デフォルト) ~1.5 TB (最大)	4 x 1.2 TB 10,000 RPM ディスク (ホットスワップ対応)	なし	2 x 10 Gb 銅イーサネット・ポート または 2 x 10/25 Gb 光イーサネット・ポート (クライアント) 4 x 10 Gb 銅イーサネット・ポートまたは 2 x 10/25 Gb 光イーサネット (オプション) 2 x 100 Gb QSFP28 RoCE ファブリック・ポート 1 x 1/10 Gb 銅イーサネット・ポート (管理) 1 x ILOM イーサネット・ポート
ストレージ・サーバーHC	2 x 16コア、インテル Xeon 5218 プロセッサ (2.3 GHz)	192 GB 1.5 TB パーシステント・メモリ	12 x 14 TB 7200 RPM ディスク	4 x 6.4 TB NVMe PCIe3.0 フラッシュ・カード	2 x 100 Gb QSFP28 RoCE ファブリック・ポート 1 x 1/10 Gb 銅イーサネット・ポート (管理) 1 x ILOM イーサネット・ポート
ストレージ・サーバーEF		192 GB 1.5 TB パーシステント・メモリ	なし	8 x 6.4 TB NVMe PCIe3.0 フラッシュ・カード	
ストレージ・サーバーXT	1 x 16コア、インテル Xeon 5218 プロセッサ (2.3 GHz)	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	2 x 16コア、インテル Xeon 5218 プロセッサ (2.3 GHz) 16コア有効	192 GB 1.5 TB パーシステント・メモリ	6 x 14 TB 7,200 RPM ディスク	2 x 6.4 TB NVMe PCIe3.0 フラッシュ・カード	

¹ 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

² この表には個別に購入可能なサーバーの情報のみが含まれており、1/8 ラック・データベースおよび EF ストレージ・サーバーは以下に示すラック構成でも利用可能です。HC は High Capacity、EF は Extreme Flash、XT は Extended の略語です。

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	High Capacityストレージ・サーバーの物理容量		Extreme Flashストレージ・サーバーの物理容量
1/8ラック ³	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、4.5 TBパーシステ ント・メモリ	または	76.8 TBフラッシュ、4.5 TB パーシステント・メモリ
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、4.5 TBパーシステ ント・メモリ		153.6 TBフラッシュ、4.5 TB パーシステント・メモリ
ハーフ・ラック ⁴	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	1,176 TBディスク、 179.2 TBフラッシュ 10.5 TBパーシステント・ メモリ		358.4 TBフラッシュ、10.5 TBパーシステント・メモリ
フル・ラック ⁴	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	2,352 TBディスク、 358.4 TBフラッシュ、21 TBパーシステント・メモリ		716.8 TBフラッシュ、21 TB パーシステント・メモリ
+データベース・ サーバー	ラックあたり最大 19 x サーバー ⁵ 、 912コア	非該当	非該当		非該当
+ストレージ・ サーバー	非該当	ラックあたり最大18 x サーバー ⁵ 、576コア	3,024 TBディスク、 460.8 TBフラッシュ 27.6 TBパーシステント・ メモリ（ラックあたり最大）		921.6 TBフラッシュ、 27.6 TB パーシステント・メモリ （ラックあたり最大）

¹ 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100 Gb/秒RoCEスイッチ2個および管理用に48ポート管理イーサネット・スイッチ1個を収容します。付属スベア・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

² 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

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。デフォルトのメモリはデータベース・サーバーあたり384 GB、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。

⁴ ハーフ・ラックおよびフル・ラック構成は、以前は静的なサイズとして提供されていたエラスティック構成の例として追加されています。

⁵ 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	RoCEネットワーク・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RoCE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にはExadata RoCEハードウェアが収容される必要あり。
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16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 フラッシュ 帯域幅 ²	最大SQL PMEM読取り IOPS ^{1、3}	最大SQL書き込み IOPS ⁴	パースistent・ メモリ物理容量 ⁵	PCI物理 フラッシュ 容量 ⁵	物理ディスク 容量
ストレージ・サーバーHC ¹	25 GB/秒	1,500,000	470,000	1.5 TB	25.6 TB	168 TB
ストレージ・サーバーEF ¹	40 GB/秒	1,500,000	470,000	1.5 TB	51.2 TB	非該当
ストレージ・サーバーXT ¹	非該当	非該当	非該当	非該当	非該当	168 TB
1/8ラック・ストレージ・サーバーHC1	13 GB/秒	750,000	235,000	1.5 TB	12.8 TB	84 TB

¹ HC は High Capacity、EF は Extreme Flash、XT は Extended の略語です。PMEM はパースistent・メモリの略語です。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。

² 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。

³ SQL 実行時の 8,000 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。

⁴ SQL 実行時の 8,000 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。

⁵ 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。

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 ²	最大SQL PMEM読取り IOPS ^{1、3}	最大SQLフラッシュ 書き込みIOPS ⁴	PCI物理フラッシュ容量 ⁵
フル・ラック	HC ¹	350 GB/秒	12,000,000	6,580,000	358.4 TB
	EF ¹	560 GB/秒	12,000,000	6,580,000	716.8 TB
ハーフ・ラック	HC	175 GB/秒	6,000,000	3,290,000	179.2 TB
	EF	280 GB/秒	6,000,000	3,290,000	358.4 TB
クォーター・ラック	HC	75 GB/秒	3,000,000	1,410,000	76.8 TB
	EF	120 GB/秒	3,000,000	1,410,000	153.6 TB
1/8ラック	HC	37.5 GB/秒	1,500,000	705,000	38.4 TB
	EF	60 GB/秒	1,500,000	705,000	76.8 TB

¹ EF は Extreme Flash、HC は High Capacity、PMEM はパースistent・メモリの略語です

² 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。

³ SQL 実行時の 8,000 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。

⁴ SQL 実行時の 8,000 I/O リクエストに基づいています。フラッシュ書き込み 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。

⁵ 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。有効容量は、領域という用語に通常使用される 2 の累乗で測定されています (1 TB=1,024* 1,024 * 1,024 バイト)。

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 ¹	最大SQLディスクIOPS ²	物理データ容量 ³
フル・ラック	25 GB/秒	36,000	2,352 TB
ハーフ・ラック	12.5 GB/秒	18,000	1,176 TB
クォーター・ラック	5.4 GB/秒	7,800	504 TB
1/8ラック	2.7 GB/秒	3,900	252 TB

¹ 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。

² SQL 実行時の 8,000 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。

³ 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。有効容量は、領域という用語に通常使用される 2 の累乗で測定されています（1 TB=1,024*1,024*1,024 バイト）。

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 ¹	データ容量（有効容量） - 高冗長構成 ¹	最大データ・ロード速度 ²
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

¹ 有効容量は、領域という用語に通常使用される 2 の累乗で測定されています（1 TB=1,024 * 1,024 * 1,024 バイト）。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。

² 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	Exadata Database Server X8M-2 Plus Network Fabric	Exadata Storage Server X8M-2 High Capacity (HC) Plus Network Fabric	Exadata Storage Server X8M-2 Extreme Flash (EF) Plus Network Fabric	Exadata Storage Server X8M-2 Extended (XT) Plus Network Fabric	Exadata Eighth Rack Storage Server X8M-2 High Capacity (HC) Plus Network Fabric
高さ	42.66 mm (1.68インチ)	86.9 mm (3.42インチ)			
幅	436.5 mm (17.19インチ)	445.0 mm (17.52インチ)			
奥行き	737 mm (29.02インチ)	759.0 mm (29.88インチ)			
騒音 (動作時)	7.7 B	8.2 B	8.2 B	8.2 B	8.2 B
重量	20.7 kg (45.6ポンド)	34.8 kg (76.7ポンド)	27.5 kg (60.6ポンド)	30.2 kg (66.7ポンド)	30.6 kg (67.5ポンド)
最大消費電力	0.7 kW (0.7 kVA)	0.8 kW (0.8 kVA)	0.8 kW (0.8 kVA)	0.5 kW (0.5 kVA)	0.6 kW (0.6 kVA)
標準消費電力 ¹	0.5 kW (0.5 kVA)	0.5 kW (0.6 kVA)	0.6 kW (0.6 kVA)	0.3 kW (0.3 kVA)	0.4 kW (0.4 kVA)
最大使用時の冷却能力	2,409 BTU/時	2,631 BTU/時	2,730 BTU/時	1,570 BTU/時	1,947 BTU/時
	2,541 kJ/時	2,775 kJ/時	2,880 kJ/時	1,656 kJ/時	2,054 kJ/時
標準使用時の冷却能力	1,686 BTU/時	1,842 BTU/時	1,911 BTU/時	1,099 BTU/時	1,363 BTU/時
	1,779 kJ/時	1,943 kJ/時	2,016 kJ/時	1,159 kJ/時	1,438 kJ/時
最大使用時のエアフロー ²	112 CFM	122 CFM	126 CFM	73 CFM	90 CFM
標準使用時のエアフロー ²	78 CFM	85 CFM	88 CFM	51 CFM	63 CFM

動作時温度/湿度：5 °C～32 °C (41 °F～89.6 °F)、10 %～90 %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 上昇することに最大周囲温度が 1 °C 低下)

¹ 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。² エアフローは前面から背面へと流れる必要があります。

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	2,000 mm (78.74インチ)			
幅	601 mm (23.66インチ)			
奥行き	1,197 mm (47.13インチ)			
騒音 (動作時)	9.5 B	9.3 B	9.1 B	9.1 B
High Capacityディスクを使用する環境				
重量	914.8 kg (2,016.70ポンド)	588.0 kg (1,296.4ポンド)	411.6 kg (907.4ポンド)	399.1 kg (879.9ポンド)
最大消費電力	17.3 kW (17.6 kVA)	9.1 kW (9.3 kVA)	4.6 kW (4.7 kVA)	3.7 kW (3.8 kVA)
標準消費電力 ¹	12.1 kW (12.3 kVA)	6.4 kW (6.5 kVA)	3.2 kW (3.3 kVA)	2.6 kW (2.6 kVA)
最大使用時の冷却能力	59,010 BTU/時	30,958 BTU/時	15,617 BTU/時	12,602 BTU/時
	62,255 kJ/時	32,661 kJ/時	16,476 kJ/時	13,295 kJ/時
標準使用時の冷却能力	41,307 BTU/時	21,671 BTU/時	10,932 BTU/時	8,821 BTU/時
	43,579 kJ/時	22,863 kJ/時	11,533 kJ/時	9,306 kJ/時
最大使用時のエアフロー ²	2,732 CFM	1,433 CFM	723 CFM	583 CFM
標準使用時のエアフロー ²	1,912 CFM	1,003 CFM	506 CFM	408 CFM
Extreme Flashドライブを使用する環境				
重量	812.5 kg (1,791.3ポンド)	536.9 kg (1,183.7ポンド)	389.7 kg (859.1ポンド)	387.4 kg (854.0ポンド)
最大消費電力	17.7 kW (18.1 kVA)	9.3 kW (9.5 kVA)	4.7 kW (4.8 kVA)	3.8 kW (3.9 kVA)
標準消費電力 ¹	12.4 kW (12.6 kVA)	6.5 kW (6.6 kVA)	3.3 kW (3.3 kVA)	2.6 kW (2.7 kVA)
最大使用時の冷却能力	60,395 BTU/時	31,651 BTU/時	15,914 BTU/時	12,903 BTU/時
	63,717 kJ/時	33,392 kJ/時	16,790 kJ/時	13,613 kJ/時
標準使用時の冷却能力	42,276 BTU/時	22,156 BTU/時	11,140 BTU/時	9,032 BTU/時
	44,602 kJ/時	23,374 kJ/時	11,753 kJ/時	9,529 kJ/時
最大使用時のエアフロー ²	2,796 CFM	1,465 CFM	737 CFM	597 CFM
標準使用時のエアフロー ²	1,957 CFM	1,026 CFM	516 CFM	418 CFM

¹ 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。² 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 X8M-2準拠規格と認定規格

準拠規格 ^{1、2、3}	安全性 :	UL/CSA 60950-1、EN 60950-1、IEC 60950-1 CB
	EMC	
	排出量 :	FCC CFR 47 Part 15、ICES-003、EN55032、
	イミュニティ :	EN55024
認定規格 ^{2、3}	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)、メキシコ、KC (韓国)	
EU指令 ³	2014/35/EU低電圧指令、2014/30/EU EMC指令、2011/65/EU RoHS指令、2012/19/EU	

¹ 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。

² 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。

³ 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 X8M-2に取り付けるオプション

Exadata Database Machine X8M-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。
--

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
- 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
- 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アクセラレーション
- UNDOブロックのリモートRDMA読取り
- Multitenantオプションによる252を超えるプラガブル・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み取り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 7 (Unbreakable Enterprise Kernel 5)。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) RoCEv2プロトコル

CONNECT WITH US

+1.800.ORACLE1 までご連絡いただくか、oracle.com をご覧ください。
北米以外の地域では、oracle.com/contact で最寄りの営業所をご確認いただけます。

Integrated Cloud Applications & Platform Services

Copyright © 2019, 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, Intel Optane、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。0919



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

ORACLE®