

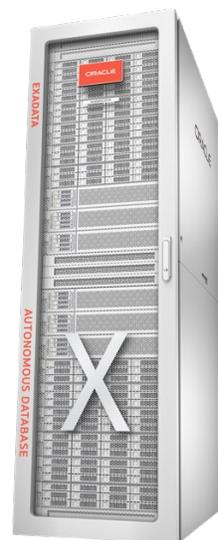
Oracle Exadata Database Machine X11M

Oracle Exadata Database Machine (Exadata) 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、スケールアウト型の高パフォーマンス・データベース・サーバー、最先端のPCIe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、RDMA対応メモリを使用する独自のストレージ・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) 内部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、ネットワーキングにデータベースの稼働で必要とされるインテリジェンスを実装することで、他のデータベース・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は、オンライン・トランザクション処理 (OLTP)、分析およびデータウェアハウス (DWH)、インメモリ分析、人工知能 (AI)、IoT、金融サービス、ゲーミング、コンプライアンス・データ管理、様々なタイプのデータベース・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・ワークロードに最適です。

Exadata Database Machine X11Mは最新世代のExadataハードウェアであり、次世代のインテリジェント・データ・ソフトウェア・アーキテクチャを実装しています。素早く簡単に実装できるExadata X11M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 X11M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 Cloud Infrastructure、ハイブリッド・クラウド・モデルでのCloud@Customer、またはマルチクラウド (Azure、Google Cloud、AWS) 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 Autonomous Databaseは、Oracle Cloud Infrastructure、マルチクラウド、またはCloud@Customerのいずれかにおいて、Exadataのみで利用できます。

迅速かつ信頼できるデプロイメントを実現する設計

Exadata Database Machineは、Oracle Databaseを実行する、もっとも費用対効果が高い、最高のパフォーマンスを発揮する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、ハイパーバイザ、ドライバ、ファームウェア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。



Oracle Exadata Database Machine X11M

おもな機能

- ラックあたり最大2,880基のCPUコア (データベース処理用)
- ラックあたり最大42 TBのメモリ (データベース処理用)
- ラックあたり最大1,088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21.25 TBのExadata RDMA Memory
- 100 Gb/秒のアクティブ/アクティブRoCE ネットワーク×2
- 完全冗長設計による高可用性の実現
- ラックあたり2台～15台のデータベース・サーバー
- ラックあたり3台～17台のストレージ・サーバー
- ラックあたり最大462.4 TBのパフォーマンスが最適化された物理フラッシュ容量
- ラックあたり最大2 PBの容量が最適化された物理フラッシュ容量
- ラックあたり最大4.4 PBの物理ディスク容量

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。お客様のシステムは、Oracle Supportが問題の特定と解決に使用するシステム、オラクルの開発部門がOracle Databaseの開発とテストに使用するシステム、およびオラクルがOracle Fusion ApplicationsやNetSuiteなどのSaaSアプリケーションの実行に使用するシステムとも同じです。**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。**

サポートされているプラットフォーム上のすべてのOracle Databaseは、そのデータベースを使用している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、「ログイン」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、ストレージ、およびネットワーク用のリソースをExadata Database Machineに追加して、ボトルネックを発生させることなくスケールアップできます。**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スケールアップが可能です、どのようなサイズのワークロードにも対応できます。**Exadata X11Mでは、高帯域幅で待機時間の短いアクティブ/アクティブ100 Gb/秒のRDMA over Converged Ethernet (RoCE) ネットワーク・ファブリックにより、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が実現されます。**Exadata Database Machineへの外部データセンター接続には、標準の10 Gb/秒、25 Gb/秒、または100 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、アーキテクチャのすべてのレイヤーに固有の優れたスケーラビリティを備えています。Exadata X11Mは、最新の2基のAMD EPYC 96コアx86プロセッサと512 GBのDDR5メモリ（3 TBまで拡張可能）を搭載した高性能なデータベース・サーバーによって、このイノベーションをさらに拡張します。

Exadata X11Mは、新しいDatabase Server-Zも導入しており、32コアのx86シングル・プロセッサと768 GBのDDR5メモリ（1,152 GBまで拡張可能）を搭載しています。このメモリの拡張性により、お客様はワークロード要件に合うデータベース・サーバーを選択できます。たとえば、必要とするCPUのコア数が少なくてもよいお客様や、複数の仮想マシンやデータベースを統合しているお客様もいます。

おのおののデータベース・サーバー内のCPUのスケーラビリティにより、OLTPトランザクション・スループットが向上し、並列処理される分析ワークロードが大幅に増加して、データベースとVMのさらに優れた統合が可能になります。これによって優れたパフォーマンスと使用効率を実現しながら、共存とデータセンター・リソースの消費削減を達成できます。

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
- ラックあたり最大8.5 TB/秒の非圧縮I/O帯域幅（SQL実行時）
- 単一ラックで最大2,520万件/秒の8Kデータベース読取り/I/O操作または1,300万件/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、データベース・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 X11MラックまたはExadata X11M Storage Expansion Rackを接続することにより優れたスケーラビリティを実現。RoCEケーブルと内部スイッチを追加するだけで、最大14台のラックを簡単に接続可能。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

またExadataでは、Exadata X11MのHigh Capacity (HC)、Extreme Flash (EF)、およびHigh Capacity-Z (HC-Z)の3種類の構成が用意された、スケール・アウト・インテリジェント・ストレージ・サーバーもデータベースI/O処理に使用します。

- HCストレージ・サーバーには、Exadata Smart Flash Cache向けにパフォーマンスが最適化された、6.8 TBのFlash Accelerator F680 v2 NVMe PCIe 5.0フラッシュ・カードが4基搭載されるとともに、22 TBで7,200 RPMのSASディスク12台からなる合計264 TBの物理ストレージが搭載されています。
- EFストレージ・サーバーは、オールフラッシュ構成です。各サーバーには、Exadata Smart Flash Cache向けにパフォーマンスが最適化された6.8 TBのFlash Accelerator F680 v2 NVMe PCIe 5.0フラッシュ・カードが4基搭載されるとともに、容量が最適化された30.72 TBのNVMe PCIeフラッシュ・ドライブ4基からなる合計122.88 TBの物理ストレージが搭載されています。
- HCストレージ・サーバーおよびEFストレージ・サーバーにはExadata RDMA Memory (XRMEM) が搭載されており、最大280万回の8K OLTP読取りIOPSを提供することでパフォーマンスをさらに向上させます。それぞれのサーバーには1.5 TBのDDR5メモリが搭載されており、そのうち1.25 TBはExadata RDMA Memoryとして構成され、データベース・バッファ・キャッシュとFlash Cache間のキャッシュ層として使用され、残りの256 GBはExadata System Softwareに使用されます。フラッシュからのSQLスキャン・スループットは前世代より2.2倍高速で、ストレージ・サーバーあたり100 GB/秒に達します。さらに、Smart ScanはXRMEMの列形式データも読み取り、分析問合せのスループットを最大500 GB/秒まで高速化します。2基の32コアx86プロセッサが、それぞれのHCストレージ・サーバーおよびEFストレージ・サーバーでのExadata System Software操作用に搭載されています。
- HC-Zストレージ・サーバーは、Exadata Smart Flash Cache向けにパフォーマンスが最適化された、6.8 TBのFlash Accelerator F680 v2 NVMe PCIe 5.0フラッシュ・カード2基と、22 TBで7,200 RPMのSASディスク6台が搭載され、中小規模のワークロードの実行に理想的です。それぞれのサーバーには768 GBのDDR5メモリが搭載されており、そのうち576 GBはExadata RDMA Memoryとして構成され、データベース・バッファ・キャッシュとFlash Cache間のキャッシュ層として使用されて、残りの192 GBはExadata System Softwareに使用されます。1基の32コアx86プロセッサが、それぞれのHC-Zストレージ・サーバーでExadata System Softwareの稼働用に搭載されています。

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HC、EF、またはHC-Zストレージ・サーバーで構成されます。この構成は、**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て、エラスティックに拡張できます**。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。お客様は、X11Mデータベース・サーバーと3つすべてのストレージ・サーバー構成を同じラック内で混在させることができ、リソースの制御をさらに高めて、パフォーマンス、高可用性、セキュリティ、統合のさまざまな要件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ラックを相互接続し**、さらに大規模な構成を形成することが可能です。これらのラックでは、ExadataのX8M、X9M、X10M、またはX11M世代を使用できます。Exadata X11Mの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の単純に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やクラスタ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。

関連製品

- Exadata Cloud Infrastructure
- Exadata Cloud@Customer
- Oracle Exadata Storage Expansion Rack X11M
- Oracle Exadata Storage Server X11M
- Oracle Exadata Database Server X11M
- Oracle Database Enterprise Edition 19c、21c、および23ai
- Exadata Exascale
- Exadata Database Service
- Oracle Autonomous Database
- 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 Enterprise Manager
- Oracle Linux
- Oracle Linux Virtualization

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

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、Exadata Exascaleおよび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。

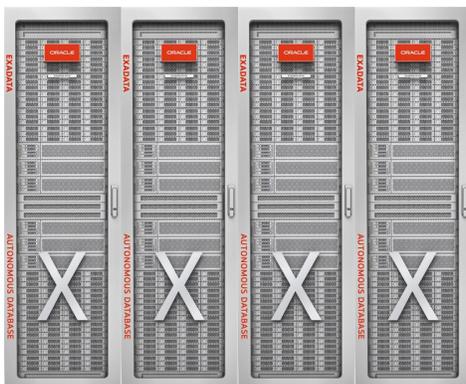


図1:マルチラックExadataへの柔軟なスケールアウト

きわめて大容量のストレージを必要とするデータベースやワークロードを対象に、**Oracle Exadata X11M Storage Expansion Rack**を使用して Exadata Database Machineのストレージ層を拡張できます。Storage Expansion Rackにより、あらゆるExadata Database Machineのストレージ容量、Flash Cache容量、OLTP IOPS、およびスキャン・スループットが拡張されます。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、ベクトル、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HCストレージ・サーバーまたはEF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。

「当社では、製造、金融サービス、建設土木、そして公共部門および民間部門のサービスの顧客におよそ300のExadataシステムを導入しました。」

Samsung SDS
CIO
WP Hong博士

画期的なRDMAベースのネットワーク・ファブリック

Exadata X11Mでは、クラウド規模の超高速RDMA over Converged Ethernet（RoCE）ネットワーク・ファブリックが使用されています。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の読取り/書込みを行います。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、Exadataの世代が新しくなるたびに調整、拡張されてきており、いくつかのExadata固有のテクノロジーを支えています。より高速なインスタンス間OLTP通信用の**Exafusion Direct-to-Wire**プロトコルや、OLTPパフォーマンスを向上させるための他のOracle Real Application Clusters（Oracle RAC）インスタンスからの**UNDOブロックの読取り**などがあります。

Exadata X11Mは、2 x 100 Gb/秒のアクティブ/アクティブRoCEネットワークに対応可能なデュアル・ポートPCIe 5.0ネットワーク・インタフェース・カードを実装しており、合計で200 Gb/秒のスループットを実現しています。RoCEネットワークを利用することにより、**ExadataのOracle Databaseは共有ストレージ・サーバーのメモリから読取り/IOを直接実行できます。**

共有利用されるExadata RDMAメモリ・アクセラレーション

Exadata Storage ServerのExadata RDMA Memory (XRMEM) は、共有で利用される読取りアクセラレータとして使用されます。XRMEM Data AcceleratorはFlash Cacheの前のメモリ・キャッシュ層で、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を桁違いに短縮します。RDMAを使用してメモリにリモートでアクセスすることで、**XRMEM Data AcceleratorはネットワークおよびI/Oスタックをバイパスし、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17分の1未満に減らす**（250マイクロ秒¹から14マイクロ秒へ）**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 Server間におけるExadata独自のエンド・ツー・エンドの統合によって、データベース・サーバーのバッファ・キャッシュとストレージ・サーバーのXRMEMおよびFlash Cache間の最新のデータ・ブロックが自動で効率的にキャッシュされます。XRMEMがすべてのストレージ・ノードにわたる共有ストレージ層であるということは、このキャッシュの全体的なパフォーマンスをデータベース・サーバー上のあらゆるデータベース・インスタンスが動的に使用できるということです。これは、データベース・インスタンス間でのストレージ・リソース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。

Exadata X11M上で稼働する実際のデータベース・ワークロードは、共有で利用されるXRMEM Data Acceleratorを使用して、シングル・ラックで最大**2,520万回のOLTP読取りIOPS (8K I/O)**²を実現できます。これは、Exadata X9M世代のデータベース・サーバー9台およびストレージ・サーバー9台による同一構成での2,070万回と比べて21%向上しており³、Exadata Database Machine X7と比べて430%向上しています⁴。このパフォーマンスは、ラックが追加でデプロイされるにつれて向上します。

XRMEMのセキュリティと管理は完全に自動化されています。XRMEMは自動的に構成され、ユーザーによる操作は不要で、その後は自動的に管理されます。ハードウェアの監視も構成済みです。Exadata RDMA Memoryはデータベース・アクセス制御を使用する場合にのみデータベースから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。XRMEMはあらゆるアプリケーションに対して完全に透過的です。

記録を塗り替える分析I/Oパフォーマンス

X11M High Capacity (HC) およびExtreme Flash (EF) ストレージ・サーバーには、パフォーマンスが最適化された4台の6.8 TBフラッシュ・ドライブが搭載されており、27.2 TBのExadata Smart Flash Cacheが提供されます。Exadataでは、低速のディスク・コントローラの背後ではなく高速PCIeインタフェース上にすべてのフラッシュ・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 HCおよびEFストレージ・サーバーには、Flash Cacheの前に配置されるデータ・アクセラレーション層として1.25 TBのDDR5 Exadata RDMA Memoryが搭載されています。

最高のパフォーマンスを必要とする分析環境で、Exadata X11M HCおよびEFストレージ・サーバーはどちらも、前世代より**2.2倍高速なSmart Scan**により、フラッシュ内のデータを**最大100 GB/秒**でスキャンできます。さらに、Smart Scanは、Exadata RDMA Memoryにキャッシュされた列形式データを読み取ることで、単一ラック構成から**最大8.5 TB/秒のスキャン・スループット**⁵を達成できます。

これは、ラック1台構成の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ています。実際のOracle Database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、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。

¹ ストレージ・サーバーでのExadata X7 8K OLTPのフラッシュからの読取り待機時間

² 9 x Exadata X11M Database Serverおよび9 x Exadata X11M Extreme Flash Storage Server (または9 x Exadata X11M High Capacity Storage Server) によるエラスティック構成

³ 9 x Exadata X9M Database Serverおよび9 x Exadata X9M Extreme Flash Storage Server (または9 x Exadata X9M High Capacity Storage Server) によるエラスティック構成

⁴ 8 x Exadata X7 Database Serverおよび14 x Exadata X7 Extreme Flash Storage Server (または14 x High Capacity Storage Server) によるExadata X7-2フル・ラック

⁵ 2 x Exadata X11M Database Serverおよび17 x Exadata X11M High Capacity Storage Server (または17 x Exadata X11M Extreme Flash Storage Server) によるエラスティック構成

High Capacityストレージ・サーバー：階層型ディスク、フラッシュ、Exadata RDMA Memoryにより、共有メモリのパフォーマンスを備えながらディスク・ストレージのコストを削減

Exadataストレージのもっとも一般的なオプションは、**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22 TB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264 TBに達します。また、パフォーマンスが最適化された4台の6.8 TBフラッシュ・ドライブによってExadata Smart Flash Cacheの合計物理容量は27.2 TBとなり、フラッシュの前に配置された1.25 TBのDDR5 Exadata RDMA Memory (XRMEM) によってパフォーマンスがさらに向上します。

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、ディスク・ストレージの前段、Exadata RDMA Memory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XRMEM Data Acceleratorとともに使用され、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書込みによって優先度の高いOLTPやスキャン操作が中断されそうな場合、それらの大きなサイズの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。優先度の高い処理がない場合は、Exadata System Softwareがまだ余裕のあ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。管理者は、SQLディレクティブを手動で指定して、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。

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。単独のExadata Database Machine X11Mラックのフラッシュ書込み容量は、**毎秒1,300万回の8Kフラッシュ書込みI/O操作 (IOPS)**⁶に達します。Exadata Write-Backフラッシュ・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・ベンダーは従来のディスクベース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。ただし、このようなアレイはストレージ内でデータを処理せず、データベース・サーバーにデータを移動させる必要があるため、単一のフラッシュ・カードがネットワークに過剰な負荷をかける可能性があり、ネットワーク・インフラストラクチャがパフォーマンスの大きなボトルネックになります。したがって、オールフラッシュ・ストレージ・アレイは、Exadata独自のデータベース認識型のストレージ最適化機能を備えていないため、Exadataで実現されるディスクとフラッシュ間で賢くデータを階層化し配置するコスト上の利点には及びません。さらに、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環境などのワークロードの場合に非常に効果的ですが、データベースの場合には効果がありません。Exadataは、最適化された統合ハードウェア・アーキテクチャを利用するだけでなく、データ集約型処理をOracle Database用に特別に最適化された、ストレージの独自のアルゴリズムにオフロードすることによって、優れたパフォーマンスを提供します。

「当社のインフラストラクチャは、急激な成長、品質、可用性に対応する必要がありました。顧客が当社の戦略の中心であり、当社の目標の1つは常に最高のエクスペリエンスを提供することです。Oracle Exadataを使用することで、当社はデジタル・バンキング・アプリケーションのパフォーマンスとスピードを70 %向上させ、顧客サービスを強化することができました。」

Banco Original,
エグゼクティブ・インフラストラクチャ・マネージャー
Everton Sims de Queiroz氏

⁶ 6 x Exadata X11M Database Serverおよび13 x Exadata X11M Extreme Flash Storage Server (または13 x Exadata X11M High Capacity Storage Server) によるエラスティック構成

Extreme Flashストレージ・サーバー：最短の待機時間、オールフラッシュ

Exadata **Extreme Flash (EF) ストレージ・サーバー**は、データベースが最適化されたオールフラッシュ構成のExadata Database Machineの基盤です。それぞれのEFストレージ・サーバーには、容量が最適化された4台の30.72 TBフラッシュ・ドライブが搭載されており、物理ストレージ容量は合計122.88 TBになり、使用可能なストレージ容量は2.4倍⁷に増えました。Exadata EFストレージ・サーバーは、最高度のパフォーマンスが要求されるデータベース・ワークロードに対して、きわめて高いパフォーマンス、フラッシュ容量、短い待機時間を実現します。さらに、X11M EFストレージには、パフォーマンスが最適化された4台の6.8 TBフラッシュ・ドライブが搭載されており、合計物理容量は27.2 TBになります。これにより、**Smart Flash Cacheのサイズは11.5倍⁸**に増加し、これを使用して読取り/書き込みリクエストに対応できます。Flash Cacheの前段に配置された1.25 TBのDDR5 Exadata RDMA Memory (XRMEM) が利用可能であり、パフォーマンスはさらに向上します。

High Capacity-Zストレージ・サーバー：高パフォーマンス・ストレージにより中小規模のデータベース・ワークロードを高速化

Exadataの3番目のストレージ・オプションは、**High Capacity-Z (HC-Z) ストレージ・サーバー**です。HC-Zストレージ・サーバーには、それぞれ6台の22 TBディスク・ドライブが搭載され、物理ディスク容量は合計132 TBです。パフォーマンスをさらに向上させるために、HC-Zストレージ・サーバーには、13.6 TBのExadata Smart Flash Cache用の6.8 TB NVMe PCIeフラッシュ・カードが2基と、フラッシュの前に配置された576 GBのDDR5 XRMEMも搭載されています。

High Capacity-Zストレージ・サーバーは、比較的小規模なワークロードや環境に理想的です。Exadataの優れたパフォーマンス、スケーラビリティ、セキュリティ、管理性を実現しながら、あらゆる規模の組織がExadataを活用できるようにします。

Smart System Softwareによるデータベース処理速度の加速

Oracle Exadataシステムを実装した後、当社のクライアント・サービスでは、データ処理で300 %、データウェアハウスで200 %パフォーマンスが改善すると同時に、停止時間ゼロとデータ損失ゼロを達成しました。

KCB,
バイス・プレジデント兼CIO
Chang Rea Han氏

データ量が増加を続けるのに伴い、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。

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。各ストレージ・サーバーに、データベース処理のオフロードに使用されるCPUが搭載されています。これらのストレージ・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。グラフィックス・カードが重い画像処理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負荷の集中する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、**データ処理負荷の高い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・サーバーへ分散処理することによって、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**。

⁷ X9M Extreme Flash Storage Serverとの比較

⁸ Exadata X7 - X9M Extreme Flash Storage Serverではフラッシュ・キャッシュに2.32 TBを割り当て、サーバーあたりの物理フラッシュ容量は合計51.2 TB。

たとえば、3月に1,000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仮定します。Exadataによって表のスキャンがExadata Storage Serverにオフロードされると、3月に1,000ドル以上を支出したことに該当する顧客情報のみがフィルタリングにより抽出され、このフィルタ済みのデータ量がデータベースに返されます。オフロードにより、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。ストレージ索引はストレージ・サーバーのメモリ内に自動的に保持され、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データの最小/最大列値を追跡できます。問合せでWHERE句が指定されると、Exadata System Softwareは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のどこに存在するかを判断します。問合せに対応するためにあらゆる行を読み取ってWHERE句に一致しない行を破棄するのではなく、WHERE句に一致する行を含むディスクの領域のみを読み取ることで、あらゆる行を読み取り、結果的に破棄されていた行のI/Oが回避されます。数個のメモリ内検索によって大量のI/O操作が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まります。ストレージ索引は自動的にディスクに永続化されるため、それらを再構築する必要性や余分なI/Oの関連消費がなくなり、計画停止後または計画外停止後の安定したパフォーマンスが確保されます。

ユーザー・トランザクションをコミットしたり、重要な更新を実行したりするための時間は、ログ書き込みの待機時間の影響を受けます。OLTPのワークロードの処理を加速するため、Exadata Smart Flash Cacheには、データベース・ログ書き込みの待機時間を確実に一貫して短くするための独自のアルゴリズムが実装されています。**Exadata Smart Flash Log Write-Back**は、ログ書き込みスループットのボトルネックとなる可能性があるためにストレージ・ディスクを排除し、ログ書き込み待機時間の異常値を回避して、Oracle Database REDOログをSmart Flash Cacheに自動で透過的に保存します。Smart Flash Log Write-Backにより、**ログ書き込みスループットが最大2.5倍増加します**。さらに、**パイプライン化されたログ書き込み**は、高パフォーマンスRoCEネットワークを自動的に使用して、待機時間に影響を与えずに並列でREDOログの書き込みを実行することにより、Exadata⁹での**REDO書き込みスループットを最大1.4倍に向上**させ、REDOログ書き込みをキューに入れる必要性を最小限に抑え、OLTPパフォーマンスを向上させます。Exadataは、RoCEネットワークやExadata Storage Server内の他のI/Oリクエストよりも、待機時間の影響を受けやすいログ書き込みなどのI/Oを独自に優先して、ミッション・クリティカルなOLTPワークロードに他のワークロードが影響を与えないようにします。

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**を使用し、OS、カーネル、およびネットワークング・ソフトウェアのオーバーヘッドをバイパスすることにより、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。RDMAを使用することにより、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。

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。

Exadataは機械学習を**独自**に使用して、**Oracle Database 19c**以降のリリースで**自動索引付け**を実装しています。自動索引付けは、SQL実行計画を分析し続け、新しい索引を作成してパフォーマンスを改善します。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計画を適応させます。

AI Smart Scanによる人工知能ワークロードの高速化

Oracle Database 23aiには、AI Vector Searchとして知られる重要な新機能が導入されており、人工知能（AI）ワークロードを有効にして高速化し、アプリケーションがセマンティックな類似性に基づいてデータを問い合わせることを可能にします。AI Vector Searchを使用することで、アプリケーションは、契約書、ナレッジ管理ドキュメント、画像、ビデオ、音声などの非構造化データを検索し、その非構造化データを、リレーショナル・データタイプやその他のデータタイプでOracle Databaseにすでに格納されているデータと組み合わせることができます。オラクルのコンバインド・データベース戦略が継続されているため、特殊なベクトル・データベースの必要性が回避されデータの断片化が発生せず、ベクトル処理はエンタープライズ・グレードのデータ管理ドメインに引き上げられます。

⁹ Exadata X10M以降の世代で使用可能

AI Smart Scanは、大量のベクトル・データ全体に対して待機時間の短いパラレル化スキャンを実現する最適化により、AI Vector Search問合せを最大30倍高速化し、大規模な同時AIユーザー・コミュニティを可能にします。AI Smart Scanは、ストレージ・サーバー内の超高速Exadata RDMA MemoryおよびFlash Cacheからのベクトル・データをメモリ速度で処理し、データの格納場所でベクトル距離の計算とAdaptive Top-K Filteringを実行することで、不必要なネットワーク・データ転送とデータベース作業を回避し、結果として問合せは最大4.6倍高速になり、データ・フィルタリングは最大4.7倍高速になります。さらに、Oracle Database 23aiでBINARYベクトル・ディメンション形式を使用すると、AI問合せが最大32倍高速になります。

クラウド時代のExadata Exascaleインテリジェント・データ・アーキテクチャ

Exadata Exascaleは、世界で唯一のクラウド向けインテリジェント・データ・アーキテクチャです。Exascaleは、Exadataのもっとも優れた部分とクラウドのもっとも優れた部分を組み合わせ、革新的な飛躍となる製品です。この次世代のハイパー・エラスティックなマルチテナント・ソフトウェア・アーキテクチャは、ミッション・クリティカルなOLTP、分析、AI、JSON、およびOracle Database複合ワークロードを処理できるように設計されています。

Exascaleは、ストレージ管理を分離して簡素化することで、Exadataプラットフォーム上でコンピューティング・リソースとストレージ・リソースを管理する方法を再検討し、革新的な新機能への道を拓きます。これにより、組織がExadataに期待し、業界をリードする、データベースのパフォーマンス、可用性、およびセキュリティ標準が保証されます。

Exascaleは、Exadata上のデータベース・スナップショットとクローンに対する再検討されたアプローチを特徴としています。これにより、読取り/書き込みデータベースまたはプラグブル・データベースからのスペース効率の高いシン・クローンが可能になり、開発者の生産性が大幅に向上します。Exascaleは、Exadataのネイティブなパフォーマンスを提供しながら、開発、テスト、デプロイメントのパイプライン要件とシームレスに統合します。

Exascale上のデータベースは、Exadataストレージ・サーバー内の使用可能なすべてのストレージに自動的に分散され、I/O用の待機時間がきわめて短いRDMAと、すべてのワークロードで使用可能な最大数千のコアを搭載したデータベース認識型のインテリジェントSmart Scanを提供します。複数のストレージ・サーバー間での自動データ・レプリケーションにより、フォルト・トレランスと信頼性が保証されます。

エネルギー効率と卓越したパフォーマンスの共存

お客様は、企業の持続可能性ポリシーや責任に合わせて、特定の消費電力削減目標を達成することがますます求められるようになっていきます。Exadata X11Mは、お客様の環境と持続可能性における目標達成を支援しながら、卓越したパフォーマンスも発揮できるように設計されています。Exadata X11Mは、エネルギー消費、スペース要件、冷却の必要性を削減するので、お客様は高パフォーマンスのワークロードを実行しながらも環境への影響を軽減できます。

消費電力を削減するための最初のステップは、データベースのワークロードに最適なデータベース・サーバーを選択することです。Exadata X11Mでは、2ソケットで96コアCPUのDatabase Serverと、1ソケットで32コアCPUのDatabase Server-Zの2つのデータベース・サーバー構成が提供されています。これらの構成により、お客様はワークロードや企業の要件に合わせて、パフォーマンスと消費電力のプロファイルを選択できます。

Exadata X11Mには、データベース・サーバーのCPUの消費電力を特定の電力目標に合わせて制限したり、平日の夜間や週末など、ワークロードの需要が低いときにはデータベース・サーバーが自動的に電力を節約できるようにしたりする新機能を提供しています。Exadata Capacity-on-Demandでは、お客様は初期デプロイメント時にアクティブとするコア数を選択でき、エネルギーを節約しながら、ワークロードに必要なコア数のみライセンスを取得することができます。

AI、OLTP、分析、および複合ワークロードを同じインフラストラクチャ上で実行するように設計されたExadata X11Mは、すべてのワークロードに対して業界トップクラスのスケラビリティとパフォーマンスを提供する、理想的な統合プラットフォームです。多くのデータベースをExadataに統合することで、お客様はデータセンターのフットプリントと消費電力を削減することができます。Exadata Database Machineは、Oracle Databaseにとって理想的なプラットフォームとなるように設計されています。X11M世代は、このミッションを遂行し続けると同時に、お客様が実感できる電力削減とデータセンターの効率向上に効果があり、より持続可能な未来を推進することができる機能を導入します。

圧縮によるストレージの使用と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。この混成アプローチは、列形式の格納方法による圧縮メリットを実現しながら、同時に、純粋な列形式によるパフォーマンス低下を回避します。

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。Exadata Database Machineでは、圧縮解除操作をExadataストレージのプロセッサにオフロードできます。結果として、高圧縮率の達成によりI/Oが削減されます。したがって、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、最高度の圧縮を実現することができるモードで、めったにアクセスされなくてもオンライン状態を維持する必要があるデータを対象とします。

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

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 Flash Cache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、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・トレラントの最速なDatabase In-Memory

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、複数のストレージ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か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。

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、インメモリ列のストア・サイズが、SGAのインメモリ・プールからストレージ・サーバーのフラッシュ・キャッシュ容量にシームレスに拡張されます。

Oracle Exadata X11M Database Machine¹⁰は最大462 TBのフラッシュ・キャッシュを搭載し、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。Exadata X11Mは、新しい独自のアルゴリズムを使用して、**インメモリ列形式**で保存されたデータの圧縮率を**最大で1.25倍¹¹**増加させ、**有効なフラッシュ・キャッシュ容量をさらに増加させます**。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がなくてもExadata Columnar Flash Cacheの恩恵を受けることができます。

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。一般的な非Exadataクラスタ構成では、データベース・ノードで障害が発生すると、そのノードのインメモリ・データは消失します。存続ノードのインメモリ・データを再び取り込むには時間を要します。この時間中は、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を守れない可能性があることを意味します。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。

Oracle Database 19c以降では、データベース・サーバー上のDatabase In-Memory列ストアにメモリを割り当てることなく、ストレージ・サーバーでDatabase In-Memoryキャッシュを使用できます。inmemory_forceパラメータを‘CELLMEMORY_LEVEL’に設定することにより、データベースは継続してDatabase In-Memoryの最適化とベクトル処理の利点を利用し、共有ストレージ層の処理上の利点を享受して、データベース・サーバー・メモリを解放することができます。

Exadataでのデータベース統合

Exadata Database Machine¹によって多くのデータベースをホストし、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、**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、理想的な統合プラットフォームとなっています。

Exadata X11M上で展開される統合環境では、KVMベースのOracle Virtual Machine（ゲスト）と**Secure RDMA Fabric Isolation**を使用して、ワークロード間で強い独立性を保つこともできます。独立性は、ホスト、共有、サービス・プロバイダ、テスト/開発の各環境において重要です。仮想化を使用する場合、Exadataは、同一セットのデータベース・サーバー上で同様または異なるExadataソフトウェア、グリッド・インフラストラクチャ、またはデータベース・バージョンを実行する複数のRACクラスタを安全にデプロイできます。

Exadata Database Machine¹は、オラクルの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・トラフィックを大幅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、RDMA対応のExascaleボリュームを利用して、データベース・サーバーごとに最大50個のVMを使用することで、パフォーマンスと統合密度を向上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。

¹⁰ 2 x Exadata X11M Database Serverおよび17 x Exadata X11M Extreme Flash Storage Server（または17 x Exadata X11M High Capacity Storage Server）によるエラスティック・ラック

¹¹ X9Mとの比較

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**、データベースのCPU、メモリ、ネットワーク、ストレージのアプリケーション・ワークロードの使用を**エンド・ツー・エンドで優先順位付け**することができます。ワークロードの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操作のそれぞれに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および仮想クラスタが1台のExadataラックにデプロイされている場合にも適用されます。

X11Mでは、Exadata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処理集中型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・ファイル書き込みなどの待機時間の影響を受けやすいネットワーク操作は、Converged Ethernetファブリック内の優先度の高いネットワーク・チャネルの間を移動します。待機時間の影響を受けにくいトラフィックは、独自のネットワーク・スイッチ・バッファを使用して、他のチャネルで移動します。

Exadataに固有のデータベース統合機能とDatabase-as-a-Service機能により、Exadataは、単独のOracle Multitenant Container Database内で最大4,096のプラグブル・データベースに対応する**唯一のプラットフォーム**となっています。

「Oracle Exadataへの投資は、期待を超えるものでした。Siebel CRMプラットフォームのパフォーマンスを平均で40 %向上させ、大規模な問合せを4~5倍にするという当社最大の課題に対応できただけでなく、当社のあらゆるデータベースをExadataに統合した成果として、287のデータベースを半数にし、管理業務を削減してアップタイムを向上させ、レガシー・コストを50 %節約することができました。」

Global IT Infrastructure
Equinix
Vice President
Greg Ogle氏

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動**します。Exadataストレージでは、ハードウェアによる復号と圧縮を併用して、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・データという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。Oracle Transparent Data Encryption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スタック全体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。さらに、Exadata上で仮想化を使用する環境では、Exadata **Secure RDMA Fabric Isolation**によって、あるクラスタのVMゲストは同一Exadata上の別のクラスタとは直接通信できなくなる一方で、共有Exadataストレージへのアクセスは提供されます。このような独立性は、たとえば、異なる組織の部門でインフラストラクチャが共有され、データ・セキュリティ要件が異なるような統合環境でメリットがあります。

Exadataシステムは、多層防御アプローチを使用するお客様のために設計、製造、提供され、システムのセキュリティ態勢を改善します。Exadataシステムは、オラクル設計のデータベース・サーバーおよびストレージ・サーバーを使用して構築されています。社内でサーバーの設計と開発を行うことにより、Exadataに固有の機能を実装でき、設計のセキュリティを厳密に制御できます。このようなセキュリティの重視は、オラクルのグローバルなサプライチェーンに及びます。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。セキュア・ブートはベアメタル・マシンと仮想マシンに使用できます。これらの署名はサーバーが再起動するたびに検証され、ブート・チェーンの**埋込みコードに隠されたマルウェアの実行を防ぎます**。Exadataシステムにインストールされるオペレーティング・システムは、Exadataシステムに特有のUnbreakable Enterprise Kernelを含む、標準のOracle Linuxディストリビューションの軽量バージョンです。このナノカーネルには、Oracle Databaseを実行するために必要なパッケージのみが含まれており、不要なパッケージは排除されているため、**攻撃対象領域が最小限に抑えられ**、システムのセキュリティが強化されます。データベース・サーバー上の**Exadataライブ・アップデート**は、Oracle Linuxの使い慣れたLinuxテクノロジー（KspliceおよびRPM）を利用して、**OSをオンラインにしたままシステム・ソフトウェアおよびセキュリティの更新を適用します**。

また、透過的データ暗号化が提供するデータベース暗号化を補完して、Exadata X11M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、Instant Secure Eraseによってプロアクティブなドライブ交換やマシンの再デプロイ時のデータ漏えいリスクを排除できます。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・データの暗号化に使用される暗号鍵を変更し、ストレージ・デバイスにあるすべてのユーザ・データを一気に消去します。Secure Eraseでは以前のデバイス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・コンポーネント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。オラクルのフラッシュバック・テクノロジーにより、データベース、表、または行レベルにおいてさえ、ユーザーのエラーを取り消すことができます。Oracle Data Guardを使用すれば、Maximum Availability Architecture（MAA）構成で2台目のExadata Database Machineを展開し、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**と認められており、IDCのAL4フォルト・トolerant市場セグメントに分類されています¹²。

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、**Instant Failure Detection**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。RoCEベースのExadata Database Machineでは独自のRDMAベースの**1秒未満ノード障害検出**が導入されており、アプリケーションの一時停止状態が実質的に排除されます。

¹² 『Worldwide AL4 Server Market Shares, 2019: Fault-Tolerant Systems Become Digital Transformation Platforms』、IDC、Paul Maguranis Peter Rutten、2020年7月

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、待機時間の長い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操作がデータのミラー・コピーに自動的にリダイレクトされます。同様に、I/O待機時間の制限によって、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、書込み操作中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するデータのリバランス操作が実行され、アプリケーションは中断することなくデータベースへのアクセスを継続します。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/出力サブシステム、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学習とが組み合わされています。たとえば、Exadataは、データベースのパフォーマンスに悪影響を与えているシステム・リソースの異常な使用を検出可能であり、問題となっているプロセスを自動的に特定し、警告を発します。何も手動で操作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した結果として、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なく、データウェアハウスや分析用途にも適用されます。

Exadata Exascaleを使用した開発およびテスト用データベースの超高速導入

Exadata Exascaleは、Exadata上のデータベース・スナップショットとクローンに対する再検討されたアプローチを特徴としています。これにより、読取り/書込みデータベースまたはプラグブル・データベースからのスペース効率の高いシン・クローンが可能になり、開発者の生産性が大幅に向上します。Exascaleは、Exadataのネイティブなパフォーマンスを提供しながら、開発、テスト、デプロイメントのパイプライン要件とシームレスに統合します。

管理者とユーザーは、テスト、開発、その他多くの目的に応じて、Data Guardスタンバイ・データベースを含む任意の23aiソース・データベースから、読取り専用データベース・スナップショットと読取り/書込みシン・プロビジョニング・クローンを素早く作成できます。Exascaleは、スナップショットまたはクローンのソースとターゲットの間で共有データベースを活用し、クローン内の変更されたデータに必要なストレージを最小限に抑える、強力な新しいリダイレクト・オンライト設計です。Exascaleのスペース効率により、それぞれの開発者はストレージへの多額の投資を必要とせず、本番環境と同等の独自のデータベースを利用できるようになり、開発チームを強化することができます。

Exascale上のデータベース・クローンは、ソース・データベースの変更を必要とせずに、Data Guardスタンバイおよび既存のクローンを含む、任意の読取り/書込みデータベース、読取り専用データベース、またはプラグブル・データベース（PDB）から作成できます。各クローンは、ソース・データベースから完全に独立しています。ソース・データベースは、意図どおりの目的で継続的に使用することも、作成されたクローンに影響を与えることなく削除することもできるため、柔軟性と運用効率が向上します。

Exadataのデータベース・スナップショットをOracle Multitenantに統合することにより、新しいプラグブル・データベース（PDB）のスナップショットを作成するためのシンプルなインターフェースが提供されます。Exascaleでは、同じコンテナ・データベース（CDB）内、または同じExadata Exascaleインフラストラクチャ内のCDB間でPDBをクローニングできるため、柔軟なクローニング・ワークフローが可能になります。Oracle DatabaseのPDB Snapshot Carousel機能は、ポイント・イン・タイムのPDBクローン・ソースとして使用するために、定期的な間隔でPDBスナップショットを自動的に作成します。Data Guardスタンバイ・データベースを利用して、ソース・データベースのスナップショットとシン・プロビジョニングされた読取り/書込みコピーを作成できます。Oracle REST Data Services（ORDS）を使用すると、PDBスナップショット、クローン、およびPDB Snapshot CarouselのREST API制御が可能になり、CI/CD開発パイプラインおよびワークフローと簡単に統合できます。

CDBとそれに含まれるすべてのPDBのスペース効率の高いクローンは、gDBCLoneユーティリティを使用して作成できます。gDBCloneは、使いやすいコマンドライン・インターフェースによってCDBのクローニング・プロセスを簡素化します。

Smart Scan、Exadata RDMA Memory Data Accelerator、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RMANバックアップは、変更されたブロックのみが含まれるため、効率良く領域を使用できます。

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 24ai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。DBA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となる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。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見つけることができます。ExachkはOracle Autonomous Health Framework（Oracle AHF）のコンポーネントです。Oracle AHFは、可用性とパフォーマンスの領域でデータベース管理者およびシステム管理者が直面している運用ランタイムの問題を早期に警告するか、自動的に解決します。
- 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・サポートにアラートを送信します。
- Exadata Real-time Insightでは、あらゆるExadataサーバー上の管理サーバー（MS）プロセスから詳細なパフォーマンス・データを直接ストリーミングすることでリアルタイムのパフォーマンス・ダッシュボードを提供し、DBAは秒単位の精度のフリー・レベルでパフォーマンスを監視できます。

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・サポート、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。

Oracle Platinum Servicesは、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は、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に対応し、これまでで最高レベルのサポートがフルスタックのソフトウェア/ハードウェア・プラットフォームに提供されます。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、ネットワーキングを含む、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、システム管理者などの各コンポーネントの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。データベース・マシン管理者は、新しいデータベースのデプロイメントや構成の変更を実施できます。彼らは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、低レイヤー

における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。サイジングを実施する場合、通常、Exadataのシステム・サイズは従来のシステムと比較して1/2～1/4に縮小されます。

Exadataは、大容量のデータセット用に、大容量のメモリ、フラッシュ、ディスク・フットプリントを備えています。Exadataシステムの物理ディスク・ストレージ¹⁵の容量は、物理フラッシュ・ストレージの容量が最大2 PB（ペタバイト）であるのに対して、最大4.4 PBです。さらに、Hybrid Columnar Compressionにより、ストレージおよびメモリの実効容量が平均で10倍に増加することがあります。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では、**独自の方法で、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ことができます。**

ハイエンドOLTP、AI、分析、バッチ、レポート作成、およびバックアップを、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、多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・コストおよびソフトウェア・コストと、継続中の運用コストが削減されます。

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。低レイヤーのチューニング、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なります。問題が発生した場合も、お客様が対応するのはオラクルというサプライヤ1社であるため、解決は簡単です。ハードウェア、ファームウェア、オペレーティング・システム、ハイパーバイザ、データベース・レイヤーといったシステム全体はすべてオラクルが提供し、サポートします。この“握手すべき企業は1社だけ”のサポート・モデルにより、問題を迅速に解決可能であり、停止時間と関連コストが削減され、経済的な利点が増大します。

キャパシティ・オンデマンド・ソフトウェアのライセンス

Exadata X11M Database Serverには、2基の96コア×86プロセッサ（データベース・サーバーあたり192コア）による充実した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、ハードウェアの取り付け時に各データベース・サーバーのコアのサブセット（最低14コア）のみを有効とすることができます。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・オンデマンドを使用して2コア単位でCPUリソースを増やすことができます。ソフトウェア・ライセンスは有効化されているコアにのみ必要であるため、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というこの方法によって、Exadataは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。

Exadata in Oracle Cloud

オンプレミスのExadataを実行している数千社がすでに経験している優れたパフォーマンスと可用性を同じように実現しながら、Oracle Cloud上のExadata（Exadata Cloud）でOracleデータベースを実行できます。世界トップのデータベースであるOracle Databaseと、もっとも強力なデータベース・プラットフォームであるExadataを組み合わせたExadata Cloudは、クラウドの簡素性、自動化、操作、および経済性を備えています。Exadata Cloudは、Oracleのパブリック・クラウド内（Oracle Cloud Infrastructure - OCI）、パートナーのパブリック・クラウド内（Azure、Google Cloud、AWS）、および、お客様のデータセンター内のハイブリッド・クラウド・プラットフォーム（Exadata Cloud@Customer）として使用できます。

¹⁵ 2 x X11M Database Serverおよび17 x X11M High Capacity Storage Server（または17 x X11M Extreme Flash Storage Server）によるExadata X11Mエラスティック構成

Exadata Cloudでは、次のことができます。

- コンピューティング・リソースをオンラインでスケールアップ/ダウンすることで、お客様は使用分の料金のみ支払いが可能となり、OCIで非常に手頃なエンタープライズレベルのサブスクリプションを開始可能
- お客様は、フルマネージドのAutonomous Databaseまたは総合的な制御のためのExadata Database Serviceのいずれか、あるいはその両方のサービスを同じExadataインフラストラクチャ上で実行することを選択
- すべてのExadata Systemソフトウェアおよびハードウェアがインフラストラクチャのサブスクリプションに付属
- お客様は、所有するオンプレミスのOracle Databaseライセンスを使用するか、Oracle Databaseのすべてのオプションと機能をすべて含むライセンスをサブスクライブすることが可能
- Oracle Cloudの操作によってあらゆるインフラストラクチャを管理し、以前はお客様のスタッフが実行していた大量の管理作業を解消
- ブラウザベースのUIとREST APIを通じて公開される強力なクラウド自動化により、共通のライフサイクル管理タスクを簡素化
- セキュリティ、コンプライアンス、データ・レジデンシー、または他のオンプレミス・システムへの依存関係によりデータベースをパブリック・クラウドに移行できないお客様は、自社のデータセンター内でExadata Cloud@Customerを使用してExadata Cloudを実行可能

Exadata Cloud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、シームレスなハイブリッド・クラウド戦略を実施できます。Oracle Databaseの既存のお客様の場合、Exadata Cloudの弾力性と柔軟性を取り込むためにアプリケーションとデータ・モデルを**変更する必要はありません**。また、Exadataでは、AI、OLTP、分析、統合、複合ワークロードなどのあらゆるアプリケーションに統合プラットフォームを提供するため、さまざまなデータ・モデルやワークロードに応じて別個のデータベース・クラウド・サービスに投資する必要もありません。

Exadata Cloudは次の場合に最適です。

- 資本支出や、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、どのような規模にも対応するビジネスに不可欠な本番のOLTPまたは分析のデータベースを実行
- リソース要件が時間の経過とともに変化するさまざまなワークロードを実行する際のコストを削減
- さまざまなシステム、データベース、データベース・サービスを強力なExadataインフラストラクチャに統合し、複数のデータベース・サービスを利用することによるコストと複雑さを回避
- 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・データベースを簡単にプロビジョニングして、ディザスタ・リカバリや問合せのオフロードに対応
- 新機能の開発、機能性のテスト、アプリケーション認定、概念実証などのために、ビジネス上の特別な目的のための高パフォーマンスなOracleデータベースを素早くプロビジョニング

Exadata Cloud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、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。

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、ビジネスの最終収益での直接的な利点もあります。

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、価値のある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

「Oracle Exadataは、Hyundai Home Shoppingのデジタル・イノベーションを進めるにあたっての**良い手本**であり、**もっとも重要な**パートナーであると言っても言い過ぎではありません。**売上、収益、そして営業利益率のすべてが大幅に増加しました。**」

Hyundai IT&E, Hyundai Home Information,
Security and Infrastructure、チーム・リーダー
Bae-hyun Kim氏

まとめ

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付くことにより、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、クラウドであれ、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¹

サーバー・タイプ	CPU	メモリ (DDR5)	ディスク	フラッシュ	標準ネットワーク・アダプタ	オプションのネットワーク・アダプタ
データベース・サーバー ²	2 x 96コア AMD EPYC™ 9J25 プロセッサ、 2.6 GHz (最大4.5 GHz)	選択 : 512 GB ³ 1,536 GB ⁴ 2,304 GB ⁴ 3,072 GB ⁵		2 x 3.84 TB NVMe フラッシュSSD (ホットスワップ対応) (4 x 3.84 TBへ アップグレード可能)	<ul style="list-style-type: none"> クライアント/バックアップ・アダプタ 1:2 x 10/25 Gbイーサネット・ポート (SFP28) クライアント/バックアップ・アダプタ 2:2 x 10/25 Gbイーサネット・ポート (SFP28) 1 x 1 Gbイーサネット・ポート (RJ45、管理) 1 x 1 Gbイーサネット・ポート (RJ45、ILOM) 2 x 100 Gb QSFP28 RoCEファブリック・ポート 	<ul style="list-style-type: none"> クライアント/バックアップ・アダプタ 3、4、または5 : <ul style="list-style-type: none"> 4 x 10 Gbイーサネット・ポート (RJ45)、または 2 x 10/25 Gbイーサネット・ポート (SFP28)、または 2 x 100 Gb光イーサネット・ポート (QSFP28)
Database Server-Z ²	1 x 32コア AMD EPYC™ 9J15プロセッサ 2.95 GHz (最大4.4 GHz)	選択 : 768 GB ³ 1,152 GB ⁵		2 x 3.84 TB NVMe フラッシュSSD (ホットスワップ対応) (4 x 3.84 TBへ アップグレード可能)	<ul style="list-style-type: none"> クライアント/バックアップ・アダプタ 1:2 x 10/25 Gbイーサネット・ポート (SFP28) クライアント/バックアップ・アダプタ 2:2 x 10/25 Gbイーサネット・ポート (SFP28) 1 x 1 Gbイーサネット・ポート (RJ45、管理) 1 x 1 Gbイーサネット・ポート (RJ45、ILOM) 2 x 100 Gb QSFP28 RoCEファブリック・ポート 	<ul style="list-style-type: none"> クライアント/バックアップ・アダプタ 3 : <ul style="list-style-type: none"> 4 x 10 Gbイーサネット・ポート (RJ45)、または 2 x 10/25 Gbイーサネット・ポート (SFP28)、または 2 x 100 Gb光イーサネット・ポート (QSFP28)
ストレージ・サーバー (High Capacity)	2 x 32コア AMD EPYC™ 9J15プロセッサ 2.95 GHz (最大4.4 GHz)	256 GB 1,280 GB Exadata RDMA メモリ	12 x 22 TB 7,200 RPM ディスク	4 x 6.8 TB NVMe PCIe 5.0のパフォーマンスが 最適化されたフラッシュ・カード	<ul style="list-style-type: none"> 2 x 100 Gb QSFP28 RoCEファブリック・ポート 1 x 1 Gbイーサネット・ポート (RJ45、管理) 1 x 1 Gbイーサネット・ポート (RJ45、ILOM) 	
ストレージ・サーバー (Extreme Flash)	2 x 32コア AMD EPYC™ 9J15プロセッサ 2.95 GHz (最大4.4 GHz)	256 GB 1,280 GB Exadata RDMA メモリ		4 x 6.8 TB NVMe PCIe 5.0のパフォーマンスが 最適化されたフラッシュ・カード、 および 4 x 30.72 TB NVMe PCIe 5.0の容量が最適化され たフラッシュ・カード	<ul style="list-style-type: none"> 2 x 100 Gb QSFP28 RoCEファブリック・ポート 1 x 1 Gbイーサネット・ポート (RJ45、管理) 1 x 1 Gbイーサネット・ポート (RJ45、ILOM) 	
ストレージ・サーバー (High Capacity-Z) ²	1 x 32コア AMD EPYC™ 9J15プロセッサ 2.95 GHz (最大4.4 GHz)	192 GB 576 GB Exadata RDMA メモリ	6 x 22 TB 7,200 RPM ディスク	2 x 6.8 TB NVMe PCIe 5.0のパフォーマンスが最適化 されたフラッシュ・カード	<ul style="list-style-type: none"> 2 x 100 Gb QSFP28 RoCEファブリック・ポート 1 x 1 Gbイーサネット・ポート (RJ45、管理) 1 x 1 Gbイーサネット・ポート (RJ45、ILOM) 	

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

²Database Server-ZおよびHigh Capacity-Zストレージ・サーバーは、同じラック内の標準サーバーと組み合わせることができます。標準および高冗長性にはサーバーの最小要件が適用されます

³工場オプションのみ

⁴工場オプションおよびフィールド・アップグレード

⁵最大構成、工場オプション、およびフィールド・アップグレード

Exadataラック構成^{1, 2, 5}

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
1/4ラック	2 x サーバー、384コア	3 x サーバー、SQLオフロード用192コア	<ul style="list-style-type: none"> 792 TBディスク パフォーマンスが最適化された81.6 TBのフラッシュ 3.75 TBのExadata RDMA Memory 	または <ul style="list-style-type: none"> 容量が最適化された368.6 TBのフラッシュ パフォーマンスが最適化された81.6 TBのフラッシュ 3.75 TBのExadata RDMA Memory
1/4ラック (Database Server-Z)	2 x サーバー、64コア	3 x HC-Zサーバー、SQLオフロード用96コア または 3 x HCまたはEFサーバー、SQLオフロード用192コア	High Capacity-Zストレージ・サーバーの使用 <ul style="list-style-type: none"> 396 TBディスク パフォーマンスが最適化された40.8 TBのフラッシュ 1.69 TBのExadata RDMA Memory または High Capacityストレージ・サーバーの使用 <ul style="list-style-type: none"> 792 TBディスク パフォーマンスが最適化された81.6 TBのフラッシュ 3.75 TBのExadata RDMA Memory 	または <ul style="list-style-type: none"> 容量が最適化された368.6 TBのフラッシュ パフォーマンスが最適化された81.6 TBのフラッシュ 3.75 TBのExadata RDMA Memory
エラスティック構成1 (例) ³	9 x サーバー、1,728コア	9 x サーバー、SQLオフロード用576コア	<ul style="list-style-type: none"> 2,376 TBディスク パフォーマンスが最適化された244.8 TBのフラッシュ 11.25 TBのExadata RDMA Memory 	または <ul style="list-style-type: none"> 容量が最適化された1,105.9 TBのフラッシュ パフォーマンスが最適化された244.8 TBのフラッシュ 11.25 TBのExadata RDMA Memory
エラスティック構成2 (例) ³	2 x サーバー、384コア	17 x サーバー、SQLオフロード用1,088コア	<ul style="list-style-type: none"> 4,488 TBディスク パフォーマンスが最適化された462.4 TBのフラッシュ 21.25 TBのExadata RDMA Memory 	または <ul style="list-style-type: none"> 容量が最適化された2,088 TBのフラッシュ パフォーマンスが最適化された462.4 TBのフラッシュ 21.25 TBのExadata RDMA Memory
+データベース・サーバー	ラックあたり最大15 x サーバー ⁴ 、2,880コア			
+ストレージ・サーバー		ラックあたりの最大値： 最大17 x HCまたはEFサーバー ⁴ 、1,088コア	HCストレージを使用するラックあたりの最大値： <ul style="list-style-type: none"> 4,488 TBディスク 	または ラックあたりの最大値： <ul style="list-style-type: none"> 容量が最適化された2,088 TBのフラッシュ

	<p>または</p> <p>最大17 x HC-Zサーバー⁴、544コア</p>	<ul style="list-style-type: none"> 462.4 TBのパフォーマンスが最適化されたフラッシュ 21.25 TBのExadata RDMA Memory 	<ul style="list-style-type: none"> 462.4 TBのパフォーマンスが最適化されたフラッシュ 21.25 TBのExadata RDMA Memory
	<p>または</p> <p>HC-Zストレージを使用するラックあたりの最大値：</p>	<ul style="list-style-type: none"> 2,244 TBディスク パフォーマンスが最適化された231.2 TBのフラッシュ 9.6 TBのExadata RDMA Memory 	

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。

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1/4ラックに追加して、ストレージに対するコンピューティング能力をアプリケーションで必要とされる正確な比率にすることができます。エラスティック構成では、ラックあたり19台のサーバーと38 RU（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 = 2 RU、ストレージ・サーバー = 2 RU

³ エラスティック構成1およびエラスティック構成2の構成は、エラスティック構成の例として追加されています。

⁴ 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15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17です。

⁵ Exadata X11Mは、1ソケット（Database Server-ZとHigh Capacity-Z）および2ソケットのデータベース・サーバーとストレージ・サーバーをほぼあらゆる組合せで混在させることができ、大幅な柔軟性を実現しています。たとえば、データベースのCPU要件やメモリ要件を低く抑えながら、フラッシュにはきわめて短い待機時間を要求するワークロード向けに、2台のDatabase Server-Zと3台のExtreme Flash（EF）ストレージ・サーバーによる構成が可能です。既存のストレージ・サーバーを拡張する場合は、同じタイプのストレージ・サーバーを使用する必要があります。例：ディスク・グループやストレージ・プールを含むExtreme Flashサーバーを拡張するには、Extreme Flashを使用する必要があります。新しいストレージ・サーバー・タイプを追加する場合、標準冗長性の場合には少なくとも2台、高冗長性の場合には少なくとも3台のサーバーが必要です（推奨）。

その他エラスティック拡張オプション

<p>マルチラック接続</p>	<p>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14台まで接続可能。</p> <ul style="list-style-type: none"> 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
------------------------	---

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 Exadata RDMA メモリ帯域幅 ²	最大SQL読取り IOPS ^{1,3}	最大SQL書き込み IOPS ⁴	Exadata RDMAメモリ 物理容量 ⁵	パフォーマンスが最適化 されたPCI物理フラッシュ 容量 ⁵	容量が 最適化された PCI物理 フラッシュ容量 ⁵	ディスク・データ 物理容量 ⁵
データベース・ サーバー			2,800,000	2,500,000				7.68 TB
Database Server-Z			1,400,000	1,250,000				7.68 TB
High Capacity (HC) ストレージ・ サーバー ¹	100 GB/秒	500 GB/秒	2,800,000	1,000,000	1,280 GB	27.2 TB		264 TB
Extreme Flash (EF) ストレージ・ サーバー ¹	100 GB/秒	500 GB/秒	2,800,000	1,000,000	1,280 GB	27.2 TB	122.88 TB	
High Capacity-Z (HC-Z) ストレージ・ サーバー	50 GB/秒	250 GB/秒	1,400,000	500,000	576 GB	13.6 TB		132TB

¹ 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8000 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。

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ラックのエラスティック構成：フラッシュ容量とパフォーマンスのメトリック (HC、EF、およびHC-Z)

フラッシュ・メトリック		SQLフラッシュおよび Exadata RDMA Memoryの 最大帯域幅 ²	最大SQL XRMEM読み取り IOPS ^{1,3}	最大SQLフラッシュ書き込み IOPS ⁴	パフォーマンスが最適化された PCI物理フラッシュ容量 ⁵
エラスティック構成 1 (例) ⁶	HC ¹	4,500 GB/秒	25,200,000	9,000,000	244.8 TB
	EF ¹	4,500 GB/秒	25,200,000	9,000,000	244.8 TB
エラスティック構成 2 (例) ⁶	HC ¹	8,500 GB/秒	5,600,000	5,000,000	462.4 TB
	EF ¹	8,500 GB/秒	5,600,000	5,000,000	462.4 TB
1/4ラック	HC ¹	1,500 GB/秒	5,600,000	3,000,000	81.6 TB
	EF ¹	1,500 GB/秒	5,600,000	3,000,000	81.6 TB
1/4ラック (Database Server-Z)	HC-Z ¹	750 GB/秒	2,800,000	1,500,000	40.8 TB
	HC ¹	1,500 GB/秒	2,800,000	2,500,000	81.6 TB
	EF ¹	1,500 GB/秒	2,800,000	2,500,000	81.6 TB

¹ EF = Extreme Flash, HC = High Capacity, HC-Z = High Capacity-Z

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8000 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8000 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、1GB=10億バイトとして算出されています。

⁶ 1/4ラック構成1および2/4ラック構成2の構成は、1/4ラック構成の例として追加されています。1/4ラック構成1 = 9 x DBサーバーおよび9 x ストレージ・サーバー。1/4ラック構成2 = 2 x DBサーバーおよび17 x HCストレージ・サーバー

Exadataラックのエラスティック構成：ディスク容量とパフォーマンスのメトリック (HCおよびHC-Z)

ディスク・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	データ物理容量 ³
エラスティック構成1 (例) ⁴	16 GB/秒	23,000	2,376 TB
エラスティック構成2 (例) ⁴	30.5 GB/秒	44,000	4,488 TB
1/4ラック	5.4 GB/秒	7,800	792 TB
1/4ラック (Database Server-Z)	2.7 GB/秒	3,900	396 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8000 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、1GB=10億バイトとして算出されています。

⁴ エラスティック構成1およびエラスティック構成2の構成は、エラスティック構成の例として追加されています。エラスティック構成1 = 9 x DBサーバーおよび9 x ストレージ・サーバー。

エラスティック構成2 = 2 x DBサーバーおよび17 x HCストレージ・サーバー

Exadataラックのエラスティック構成 : 合計メトリック (HC、EF、およびHC-Z)

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
エラスティック構成1 (例) ³	HC ¹	983.2 TB	720.3 TB	22.5 TB/時
	EF ¹	457.6 TB	335.2 TB	22.5 TB/時
エラスティック構成2 (例) ³	HC ¹	1857.2 TB	1360.6 TB	8.8 TB/時
	EF ¹	864.2 TB	633.1 TB	8.8 TB/時
1/4ラック	HC-Z ¹	153.1 TB	120TB	3.8 TB/時
	HC ¹	306.1 TB	240.1 TB	7.5 TB/時
	EF ¹	142.5 TB	111.7 TB	7.5 TB/時
1/4ラック (Database Server-Z)	HC-Z ¹	153.1 TB	120TB	3.8 TB/時
	HC ¹	306.1 TB	240.1 TB	7.5 TB/時
	EF ¹	142.5 TB	111.7 TB	7.5 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=1024 * 1024 * 1024 * 1024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、データタイプ、圧縮、パーティションによって変動します。

³ エラスティック構成1およびエラスティック構成2の構成は、エラスティック構成の例として追加されています。エラスティック構成1 = 9 x DBサーバーおよび9 x ストレージ・サーバー。エラスティック構成2 = 2 x DBサーバーおよび17 x HCストレージ・サーバー (または17 x EFストレージ・サーバー)

Exadata Database Machineコンポーネントの環境仕様

メトリック	Exadata Database Server X11M	Exadata Database Server-Z X11M	Exadata Database Server X11M (1.5 TBメモリ)	Exadata Database Server X11M (3 TBメモリ)	Exadata Storage Server X11M High Capacity (HC)	Exadata Storage Server X11M Extreme Flash (EF)	Exadata Storage Server X11M High Capacity-Z (HC-Z)
高さ	86.9 mm (3.42インチ)						
幅	445.0 mm (17.52インチ)						
奥行き	775.0 mm (30.51インチ)						
騒音 (動作時)	8.6 B	8.5 B	8.5 B	9.0 B	8.6 B	8.0 B	8.6 B
重量	24 kg (53ポンド)	24 kg (53ポンド) 0	24 kg (53ポンド)	24 kg (53ポンド)	33.6 kg (74ポンド)	27.2 kg (60ポンド)	28.6 kg (63ポンド)
最大消費電力	1.2 kW (1.2 kVA)	1.1 kW (1.1 kVA)	1.4 kW (1.4 kVA)	1.4 kW (1.4 kVA)	1 kW (1 kVA)	0.9 kW (0.9 kVA)	0.8 kW (0.8 kVA)
標準消費電力 ¹	0.8 kW (0.8 kVA)	.8 kW (0.8 kVA)	1 kW (1 kVA)	1 kW (1 kVA)	0.7 kW (0.7 kVA)	0.6 kW (0.6 kVA)	0.5 kW (0.5 kVA)
冷却 : 最大使用時	4,054 BTU/時	3,785 BTU/時	4,726 BTU/時	4,705 BTU/時	3,474 BTU/時	3,037 BTU/時	2,570 BTU/時
	4,277 kJ/時	3,991 kJ/時	4,986 kJ/時	4,964 kJ/時	3,665 kJ/時	3,204 kJ/時	2,712 kJ/時
冷却 : 標準使用時	2,838 BTU/時	2,648 BTU/時	3,308 BTU/時	3,294 BTU/時	2,431 BTU/時	2,126 BTU/時	1,799 BTU/時
	2,994 kJ/時	2,794 kJ/時	3,490 kJ/時	3,475 kJ/時	2,565 kJ/時	2,243 kJ/時	1,898 kJ/時
最大使用時の エアフロー ²	188 CFM	175 CFM	219 CFM	218 CFM	161 CFM	141 CFM	119 CFM
標準使用時の エアフロー ²	131 CFM	123 CFM	153 CFM	152 CFM	113 CFM	98 CFM	83 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上昇ご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。							

Exadata Database Machineの環境仕様

メトリック	エラスティック構成1 (例) 3,4	エラスティック構成2 (例) 3,4	1/4ラック4	1/4ラック (Database Server-Zおよび High Capacity-Z)
高さ	2,000 mm (78.74インチ)			
幅	600 mm (23.62インチ)			
奥行き	1,197 mm (47.12インチ)			
High Capacityストレージ・サーバー				
騒音 (動作時)	9.7 B	9.9 B	9.4 B	9.4 B
重量	864 kg (1904.7ポンド)	972.9 kg (2145ポンド)	425.4 kg (937.8ポンド)	410.4 kg (904.8ポンド)
最大消費電力	22.5 kW (22.9 kVA)	20.9 kW (21.3 kVA)	6.7 kW (6.8 kVA)	5.3 kW (5.4 kVA)
標準消費電力 ¹	15.7 kW (16.1 kVA)	14.6 kW (14.9 kVA)	4.7 kW (4.8 kVA)	3.7 kW (3.8 kVA)
最大使用時の冷却	76,702 BTU/時	71,409 BTU/時	22,779 BTU/時	18,185 BTU/時
	80,920 kJ/時	75,337 kJ/時	24,032 kJ/時	19,185 kJ/時
標準使用時の冷却	53,691 BTU/時	49,987 BTU/時	15,946 BTU/時	12,730 BTU/時
	56,644 kJ/時	52,736 kJ/時	16,823 kJ/時	13,430 kJ/時
最大使用時のエアフロー ²	3551 CFM	3306 CFM	1055 CFM	842 CFM
標準使用時のエアフロー ²	2486 CFM	2314 CFM	738 CFM	589 CFM
Extreme Flashストレージ・サーバー				
騒音 (動作時)	9.7 B	9.4 B	9.2B	
重量	806.8 kg (1778.7ポンド)	865 kg (1907ポンド)	406.3 kg (895.8ポンド)	
最大消費電力	21.3 kW (21.8 kVA)	18.8 kW (19.1 kVA)	6.3 kW (6.4 kVA)	
標準消費電力 ¹	14.9 kW (15.2 kVA)	13.1 kW (13.4 kVA)	4.4 kW (4.5 kVA)	
最大使用時の冷却	72,771 BTU/時	63,984 BTU/時	21,469 BTU/時	
	76,773 kJ/時	67,504 kJ/時	22,650 kJ/時	
標準使用時の冷却	50,940 BTU/時	44,789 BTU/時	15,028 BTU/時	
	53,741 kJ/時	47,253 kJ/時	15,855 kJ/時	
最大使用時のエアフロー ²	3369 CFM	2962 CFM	994 CFM	
標準使用時のエアフロー ²	2358 CFM	2074 CFM	696 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上昇するご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。

³エラスティック構成1およびエラスティック構成2の構成は、エラスティック構成の例として追加されています。エラスティック構成1 = 9 x DBサーバーおよび9 x ストレージ・サーバー。
エラスティック構成2 = 2 x DBサーバーおよび17 x HCストレージ・サーバー（または17 x EFストレージ・サーバー）

⁴ 1.5 TBのメモリを搭載したExadata X11Mデータベース・サーバーに基づく環境仕様

Exadata Database Machine 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 Scheme (各国の規定に準拠)
		UL/CSA 62368-1, EN 62368-1, IEC 62368-1 CB Scheme (各国の規定に準拠)
	EMC	
	排出量 :	FCC CFR 47 Part 15, ICES-003, EN55032, KS C 9832, EN61000-3-11, EN61000-3-12
	イミュニティ :	EN55024, KS C 9835
認定規格 ^{2,3}	NRTL (北米)、CE (欧州連合)、International CB Scheme、HSE Exemption (インド)、BSMI (台湾)、KC (韓国)、RCM (オーストラリア)、VCCI (日本)、UKCA (イギリス)	
欧州連合指令 ³	2014/35/EU低電圧指令、2014/30/EU EMC指令、2011/65/EU RoHS指令、2012/19/EU WEEE指令	

¹ 言及した準拠規格と認定規格はすべて、最新の正式版です。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、シールド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 X11Mにインストールするオプション

Exadata Database Machine X11M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変換
- 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
- データの自動列化
- 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

- Exadata RDMA Memory Data Accelerator
- Exadata RDMA Memory Commit Accelerator (X8MおよびX9Mのみ)
- 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を保証するためのクラスタ、ワークロード、DB、またはユーザー別の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
- 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オプションによるコンテナ・データベースあたり4,096のプラグブル・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 - 人工知能

- AI Vector Searchの独自の自動並列処理とストレージへのオフロード
- ベクトル距離に基づいた行のフィルタリング
- ストレージからのベクトル距離列を含むAI Vector Search結果の列射影
- ストレージ・サーバー上のベクトル距離計算
- ストレージ・サーバーごとのAdaptive Top-Kの計算

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/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
- ストレージ・サーバーの再起動時の再構築を防ぐストレージ索引の永続性
- ストレージ・サーバーの再起動時の再構築を防ぐデータベース・インメモリ列キャッシュの永続性

管理性機能

- Oracle Embedded Integrated Lights Out Manager (ILOM) と更新の事前ステージングによる最適化
- 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)
- Real-time Insightによるサーバー・メトリックのストリーミング
- イーサネット接続でのIPv6サポート
- キャパシティ・オンデマンド
- 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 Linux仮想化の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
- 自動サービス・リクエストおよびパッチ・マネージャ (patchmgr) により以下をサポート
 - データベース・サーバー
 - ストレージ・サーバー
 - 配電ユニット
 - Cisco RoCEおよび管理スイッチ

Oracle Databaseソフトウェア (別売り) :

- **データベース・サーバー用** : Oracle Database 19c Enterprise Edition、Oracle Database 21c Enterprise Edition、およびOracle Database 23ai Enterprise Edition。Oracle Real Application Cluster、Oracle Partitioning、Oracle Multitenant、Active Data GuardなどのOracle Databaseのオプション。機能のサポートについては、リリース固有のドキュメントを参照してください。Oracle Grid Infrastructure 19c以降が必要です。
- **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 8 (Unbreakable Enterprise Kernel 7) 。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

+81.50.3615.0035までご連絡いただくか、[oracle.com](https://www.oracle.com)をご覧ください。北米以外の地域では、[oracle.com/contact](https://www.oracle.com/contact)で最寄りの営業所をご確認いただけます。

 blogs.oracle.com  facebook.com/oracle  twitter.com/oracle

Copyright © 2025, Oracle and/or its affiliates. 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、Java、およびMySQL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。