

Oracle Exadata Database Machine X10M



Oracle Exadata Database Machine X10M

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、ネットワークにデータベース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)、データウェアハウス (DW)、インメモリ分析、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。

素早く簡単に実装できるExadata Database Machine X10M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@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 Autonomous Databaseは、Oracle Public CloudまたはCloud@Customer上いずれかの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。

おもな機能

- ラックあたり最大2,880基のCPUコア (データ処理用)
- ラックあたり最大33 TBのメモリ (データ処理用)
- 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～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のパフォーマンスに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の容量に最適化された物理フラッシュ容量
- ラックあたり最大4.2 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 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、オラクルの開発部門が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、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リングできます。**このアーキテクチャによって、小規模な構成から非常に大規模な構成までスケーリングが可能で、どのようなサイズのワークロードにも対応できます。**Exadata X10M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、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と外部データセンター間の接続には、業界標準の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 Database Machine X10Mの高性能なデータベース・サーバーは、2基の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）を搭載しています。

おのおののデータベース・サーバー内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の優れた統合が共存でき、データセンター・リソースの消費が減少します。

またExadataでは、High Capacity (HC)、Extreme Flash (EF)、またはExtended Storage (XT) 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 NVMe PCIe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 NVMe PCIeフラッシュ・ドライブが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。

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1 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データベース読み取りI/O操作または1,090万件/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 X10MラックまたはExadata X10M 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

- Exadata X10M 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、最大で秒間280万回の8K OLTP読取りIO数（前世代よりも21 %増加）と、それぞれ45 GB/秒および60 GB/秒のSQL スキャン・スループット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。おのおののサーバーには
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。2基の32コアx86プロセッサが、おのおのの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稼働用に搭載されています。
- XTストレージ・サーバーは、Exadata Hybrid Columnar Compressionを使用した、データベース内のデータ・アーカイブに最適です。おのおののXTストレージ・サーバーには、22 TBのストレージ容量の7,200 RPM SASディスクが12台搭載されており、サーバーあたり合計264 TBの物理ストレージと128 GBのDDR5メモリが搭載されています。1基の32コアx86プロセッサが、おのおののXTストレージ・サーバーでのExadata System Software稼働用に搭載されています。Oracle Exadata System Softwareのライセンス取得は、XTストレージ・サーバー上ではオプションであり、取得された場合、Exadata Smart Scanなどの機能が使用できます。Hybrid Columnar CompressionはXTストレージに含まれます。

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。

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RoCEベースの複数の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、またはX10M世代を使用できます。たとえば、Exadata X10M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。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。

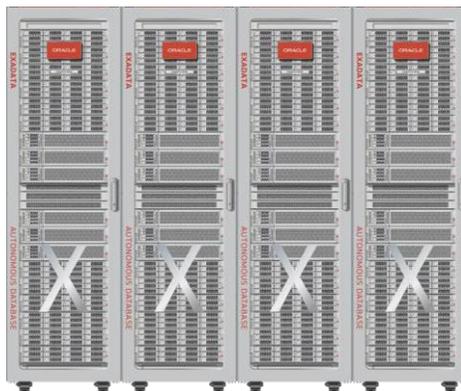


図1:マルチラックExadataへの柔軟なスケールアウト

3 Oracle Exadata Database Machine X10M / バージョン1.0

Copyright © 2023, Oracle and/or its affiliates / 公開

関連製品

- Exadata Cloud Infrastructure
- Exadata Cloud@Customer
- Oracle Exadata Storage Expansion Rack X10M
- Oracle Exadata Storage Server X10M
- Oracle Exadata Database Server X10M
- Oracle Database Enterprise Edition 19cおよび21c
- 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

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 X10M 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、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 X10Mリリースでは、Exadata X8Mで導入されたものと同じであり、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み取り/書き込みを行います。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、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。

Exadata X10Mリリースは、2x 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 Gen 5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み取り/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、共有利用される読み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10分の1以下に減らす** (200 μsから17 μs未満へ) **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 X10M上で稼働する実際のデータベース・ワークロードは、共有利用されるXRMEM Data Acceleratorを使用して、シングル・ラックで最大**2,520万回のOLTP読み取りIOPS (8K IO)**¹を実現できます。これは、前世代のExadata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²と比べて21%向上しています。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

¹ 9x Exadata X10M Database Serverおよび9x Exadata X10M Extreme Flash Storage Server (または9x Exadata X10M High Capacity Storage Server) によるエラスティック構成

² 9x Exadata X9M Database Serverおよび9x Exadata X9M Extreme Flash Storage Server (または9x High Capacity Storage Server) によるエラスティック構成

メモリはデータベース・アクセス制御を使用する場合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。

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、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。おのおののEFストレージ・サーバーには、容量に最適化された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になります。容量に最適化されたフラッシュの導入により、使用可能なストレージ容量³は前世代の2.4倍⁴に増加しました。

さらに、おのおののEFストレージ・サーバーには、パフォーマンスに最適化された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。**Smart Flash Cacheのサイズは11.5倍⁵**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。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 EFストレージ・サーバーには、Flash Cacheの前段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が必要とされるデータウェアハウス環境において、Exadata X10M Extreme Flashストレージ・サーバーは、単一ラック構成から**最大1 TB/秒のスキャン・スループット⁶**を実現できます。

これらは、ラック一台構成のExadataシステム内において、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・メトリックを示しています。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。

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、パフォーマンスに最適化された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、フラッシュの前段に配置された1.25 TBのDDR5 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、頻りにアクセスされるデータを自動的にキャッシングするため、ディスクの容量は大きく、コストは低いままで、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き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、有効なフラッシュ容量は物理フラッシュ容量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。

³ Exadata X10M Extreme Flash Storage ServerにはASMの高冗長性によるミラー化およびリバランス用の領域確保をした構成において。

⁴ Exadata X7-X9M Extreme Flash Storage Serverでデータ・ストレージに割り当てられた物理容量は48.9 TB。

⁵ 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。

⁶ 2x Exadata X10M Database Serverおよび17x Exadata X10M Extreme Flash Storage Serverによるエラスティック構成

単独のExadata Database Machine X10Mラックのフラッシュ書込み容量は、**毎秒1,090万回の8Kフラッシュ書込み/I/O操作 (IOPS) に達します⁷**。

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、Exadataで実現されるような、ディスクとフラッシュの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。従来のフラッシュ・アレイには、Exadataに固有のデータベースの挙動を反映したストレージ最適化が欠けています。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、ストレージ内の独自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

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の3番目のストレージ・オプションは、**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22 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264 TBです。

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、オンラインにしておかなければならないデータについても、Exadataの運用および管理上のメリットを適用できます。HCストレージ・サーバーおよびEFストレージ・サーバーと同様のスケールアウト・アーキテクチャを利用することにより、XTストレージは簡潔かつ透過的に容量を拡張し、Oracle Databaseセキュリティおよびデータ・アクセス制御と統合します。

Exadata Extended (XT) ストレージ・サーバーを、同じ信頼性が高く、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。XTストレージ・サーバーにはHybrid Columnar Compressionが搭載されていますが、オプションでExadata System Softwareのライセンスを取得した場合には、他のスマート機能も使用できます。

Exadata構成の際にExtreme Flash、High Capacity、およびExtendedのストレージを組み合わせることにより、真の情報ライフサイクル管理ポリシーを定義できます。データが古くなるにつれて、3つのストレージ層の間を移動させ、そのデータの使用と保存の要件を満たす正しい媒体上に格納することができます。Oracle Advanced Compressionの一部である自動データ最適化機能と組み合わせることによって、この移動を圧縮レベル間で自動化するようにポリシーを定義できます。

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。

⁷ 6x Exadata X10M Database Serverおよび12x Exadata X10M Extreme Flash Storage Serverによるエラスティック構成

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**。

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句に一致する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**および**Exadata Smart Flash Log**は、ログ書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、**ログ書込みスループットが最大2.5倍増加します**。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。

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

圧縮によるストレージの使用およびI/Oの最適化

Exadata Storage Serverには、**Hybrid Columnar Compression (HCC)** と呼ばれる**独自の圧縮機能**があり、**大規模なデータベースのストレージの使用量を劇的に削減できます**。Hybrid Columnar Compressionテクノロジーは、データベース表内のデータを編成するための革新的な手法で、行を使用した手法と列を使用した手法を組み合わせることでデータを格納します。この混成アプローチは、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。このデータはXTストレージ・サーバーにシームレスに保存できるため、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のにつれて、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・トレラントな最速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の場合には、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際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

ORACLE

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、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 X10M Database Machine⁸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 X10M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倍増加させ、実効フラッシュ・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、ベクトル処理最適化のないExadata Columnar Flash Cacheの恩恵は受けます。

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。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のに何分もの時間を要します。この期間、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。

最後に、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 Machine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 X10M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 Machine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。

⁸ Exadata X10M Database Server 2台およびExadata X10M Extreme Flash Storage Server 17台によるエラスティック・ラック

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。

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ことができ、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。

X10M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アプリ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4,000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は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。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。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**。

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 X10M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。Stored Data Encryptionでは、おのおのの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では以前のドライブ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ベアが原因で、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・トレラント市場セグメントに分類されています⁹。

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。

⁹ 『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。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、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のスナップショットを使用した開発およびテスト用データベースの高速導入

管理者は、テストおよび開発目的の省スペースのデータベース・スナップショットをExadata上に直接素早く作成できます。Exadataのデータベース・スナップショットをOracle Multitenantに統合することにより、新しいプラグブル・データベース（PDB）のスナップショットを作成するための非常に単純なインター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PDBの共有読取り専用の親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、この共有親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ペース・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共有親から独立したスナップショットを作成できるため、ユーザー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。

また、Exadataスナップショットは、読取り専用コンテナ・データベース（CDB）とそのあらゆるPDB、または非CDBアーキテクチャ・データベースを使用して作成することもできます。Oracle Data Guardを使用すると、REDOを使用してプライマリ・データベースからポイント・イン・タイムの読取り専用の親の作成が可能になり、データ転送を最小限に抑えることができます。

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 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。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ト・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。さまざまなコンポーネント管理チーム、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、優先順位も異なる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¹⁰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4.2 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、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 X10Mデータベース・サーバーには、2基の96コアx86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、ハードウェアの導入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 Cloud 上の Exadata

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、もともと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Oracle Cloud上のExadataは、パブリック・クラウド（Oracle Cloud Infrastructure）とハイブリッド・クラウド（Exadata Cloud@Customer）の両方が持つクラウドの簡索性、自動化、操作、および経済性を備えています。

Oracle Cloud上のExadataを使用すると、以下が実現します。

- 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
- 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
- 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ライセンスから選択するか、またはOracle Multitenant、Oracle In-Memory Database、Oracle Real Application Clusters、Oracle Active Data Guard、Oracle Partitioning、Oracle Advanced Compression、Oracle Advanced Securityなど、

10 2x X10M Database Serverおよび16x X10M HC Storage Server（または16x X10M EF Storage Server）からなるExadata X10Mのエラスティック構成

Oracle Databaseのあらゆるオプションおよび機能を対象とした包括的なライセンスをサブスクライブできます。Oracle Cloud上のExadataには、すべてのOracle Enterprise Managerパックも搭載されます。Oracle Cloud上のExadata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 Cloud上のExadataでは、Exadataのエラスティック構成、従量課金制のOracle Databaseライセンス、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は、Exadata Cloud Infrastructureを使用するOracleパブリック・クラウド、またはExadata Cloud@Customerを使用する、お客様のデータセンターでクラウド・インフラストラクチャとして利用できます。単一のExadata Cloud InfrastructureまたはExadata Cloud@Customerで、もっとも高度なデータベース・サービスを使用できるOracle Autonomous DatabaseとOracle Exadata Database Serviceの両方を実行できます。

Oracle Cloud上のExadataは、以下を実行するのに最適です。

- 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
- リソース要件が時間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
- 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
- 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

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ITフットプリントを拡大して、Oracle Cloud上のExadataによる弾力性と柔軟性を取り込むだけです。また、Exadataでは、分析、データウェアハウス、OLTP、統合、インメモリ、混合ワークロードをはじめとするあらゆるワークロードをサポートする統合プラットフォームが提供されるため、複数のワークロードのために複数のデータベース・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。

オラクルのパブリック・クラウド・リージョンのいずれかでデータベースをExadataへ移行できないお客様は、Exadata Cloud@Customerを使用することにより、自社のデータセンターでExadata in Oracle Cloudを実行でき、セキュリティ、コンプライアンス、およびデータレジデンシの要件が満たされます。データは既存のオンプレミス・アプリケーションのすぐそばにあるお客様のデータセンターに保存されるため、お客様は現行のシステムの依存関係を簡単に維持することもできます。

Oracle Cloud上のExadata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、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	ネットワーク
データベース・サーバー	2 x 96コアAMD EPYC™ 9J14 プロセッサ、2.6 GHz (最大3.7 GHz)	512 GB (工場オプション) 1,536 GB (工場オプションおよびフィールド・アップグレード) 2,304 GB (工場オプションおよびフィールド・アップグレード) 3,072 GB (工場オプションおよびフィールド・アップグレード、最大)	なし	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)	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) クライアント/バックアップ・アダプタ 3、4、または5 : 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) 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
High Capacity (HC) ストレージ・サーバー	2 x 32コアAMD EPYC™ 9334 プロセッサ、2.7 GHz (最大3.9 GHz)	256 GB 1.25 TB XRMEM	12 x 22 TB 7,200 RPMディスク	4 x 6.8 TB NVMe PCIe4.0、パフォーマンスに最適化されたフラッシュ・カード	2 x 100 Gb QSFP28 RoCEファブリック・ポート 1 x 1 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)
Extreme Flash (EF) ストレージ・サーバー	2 x 32コアAMD EPYC™ 9334 プロセッサ 2.7 GHz (最大3.9 GHz)	256 GB 1.25 TB XRMEM	なし	4 x 6.8 TB NVMe PCIe4.0、パフォーマンスに最適化されたフラッシュ・カード、および 4 x 30.72 TB NVMe PCIe4.0、容量に最適化されたフラッシュ・カード	2 x 100 Gb QSFP28 RoCEファブリック・ポート 1 x 1 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)
Extended (XT) ストレージ・サーバー	1 x 32コアAMD EPYC™ 9334プロセッサ、2.7 GHz (最大3.9 GHz)	128 GB	12 x 22 TB 7,200 RPMディスク	なし	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

² 表には、個々の購入でのみ使用できるサーバーが掲載されています

Exadataラック構成^{1, 2}

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	Exadata X10M 1/8ラックは後日ご提供予定となります。現行の1/8ラック製品についてはX9Mを参照してください。			
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	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	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 (ハーフ・ラック)³	4 x サーバー、768コア	7 x サーバー、SQLオフロード用448コア	1,848 TBディスク パフォーマンスが最適化された190.4 TBのフラッシュ 8.75 TBのExadata RDMA Memory	容量が最適化された860.2 TBのフラッシュ パフォーマンスが最適化された190.4 TBのフラッシュ 8.75 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	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	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	16 x HCサーバー、SQLオフロード用1,024コア または 17 x EFサーバー、SQLオフロード用1,088コア	4,224 TBディスク パフォーマンスが最適化された435.2 TBのフラッシュ 20 TBのExadata RDMA Memory	容量が最適化された2,089 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	最大15 x サーバー ⁴ 、ラックあたり最大2,880コア	該当なし	該当なし	該当なし
+ストレージ・サーバー	該当なし	ラックあたりの最大値： 最大16x HCサーバー ⁴ 、1,024コア、 または 最大17x EFサーバー ⁴ 、1,088コア	ラックあたりの最大値： 4,224 TBディスク パフォーマンスが最適化された435.2 TBのフラッシュ 20 TBのExadata RDMA Memory	ラックあたりの最大値： 容量が最適化された2,089 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 ラックあたり最大 21.5 TB のExadata RDMA Memory
<p>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。</p> <p>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。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</p>				

³ エラスティック構成（ハーフ・ラック）、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。

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	<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 読取りIOPS ^{1,3}	最大SQL 書込みIOPS ⁴	Exadata RDMA Memoryの 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	該当なし	2,800,000	2,000,000	該当なし	該当なし	該当なし	7.68 TB
High Capacity (HC) ストレージ・ サーバー ¹	45 GB/秒	2,800,000	916,000	1.25 TB	27.2 TB	該当なし	264 TB
Extreme Flash (EF) ストレージ・ サーバー ¹	60 GB/秒	2,800,000	916,000	1.25 TB	27.2 TB	122.88 TB	該当なし
Extended (XT) ストレージ・ サーバー ¹	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	264 TB

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8K I/Oリクエストに基づいています。I/Oのサイズは、フラッシュIOPSに大きな影響を与えます。他製品では、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を見積もられているケースがございます。

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込みI/O。

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。

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 XRMEM 読取り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	405 GB/秒	25,200,000	8,244,000	244.8 TB
	EF ¹	540 GB/秒	25,200,000	8,244,000	244.8 TB
エラスティック構成2 (例) ⁶	HC ¹	720 GB/秒	5,600,000	4,000,000	435.2 TB
	EF ¹	1,020 GB/秒	5,600,000	4,000,000	462.4 TB
エラスティック構成 (ハーフ・ラック) ³	HC ¹	315 GB/秒	11,200,000	6,412,000	190.4 TB
	EF ¹	420 GB/秒	11,200,000	6,412,000	190.4 TB
1/4ラック	HC ¹	135 GB/秒	5,600,000	2,748,000	81.6 TB
	EF ¹	180 GB/秒	5,600,000	2,748,000	81.6 TB

¹ EF = Extreme Flash, HC = High Capacity

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

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

⁶ エラスティック構成 (ハーフ・ラック)、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。ハーフ = 4x DBサーバー、7x ストレージ・サーバー。エラスティック構成1 = 9x DBサーバーおよび9x ストレージ・サーバー。エラスティック構成2 = 2x DBサーバーおよび16x HCストレージ・サーバー (または17x EF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)

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	物理データ容量 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	28.8 GB/秒	41,600	4,224 TB
エラスティック構成 (ハーフ・ラック) ⁴	12.5 GB/秒	18,000	1,848 TB
1/4ラック	5.4 GB/秒	7,800	792 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8K I/Oリクエストに基づいています。I/Oのサイズは、フラッシュIOPSに大きな影響を与えます。他製品では、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を見積もられているケースがございます。

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。

⁴ エラスティック構成 (ハーフ・ラック)、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。ハーフ = 4x DBサーバー、7x ストレージ・サーバー。エラスティック構成1 = 9x DBサーバーおよび9x ストレージ・サーバー。エラスティック構成2 = 2x DBサーバーおよび16x 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
エラスティック構成1 (例) ³	HC ¹	983.3 TB	720.4 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	1,748.1 TB	1,280.6 TB	8.8 TB/時
	EF ¹	864.3 TB	633.2 TB	8.8 TB/時
エラスティック構成 (ハーフ・ラック) ³	HC ¹	764.7 TB	560.2 TB	17.5 TB/時
	EF ¹	355.9 TB	260.7 TB	17.5 TB/時
1/4ラック	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、データ型、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 (ハーフ・ラック)、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。ハーフ = 4x DBサーバー、7x ストレージ・サーバー。エラスティック構成1 = 9x DBサーバーおよび9x ストレージ・サーバー。エラスティック構成2 = 2x DBサーバーおよび16x HCストレージ・サーバー (または17x 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 X10M	Exadata Database Server X10M (3 TB メモリ)	Exadata Storage Server X10M High Capacity (HC)	Exadata Storage Server X10M Extreme Flash (EF)	Exadata Storage Server X10M Extended (XT)
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)	8.4 B	8.6 B	8.4 B	8.2 B	8.1 B
重量	23.6 kg (52ポンド)	24 kg (53ポンド)	33.6 kg (74ポンド)	27.2 kg (60ポンド)	30.8 kg (68ポンド)
最大消費電力	1.3 kW (1.3 kVA)	1.5 kW (1.5 kVA)	1 kW (1.1 kVA)	1 kW (1 kVA)	0.4 kW (0.5 kVA)
標準消費電力 ¹	0.9 kW (0.9 kVA)	1 kW (1.1 kVA)	0.7 kW (0.7 kVA)	0.7 kW (0.7 kVA)	0.3 kW (0.3 kVA)
最大使用時の冷却能力	4,299 BTU/時 4,536 kJ/時	5,050 BTU/時 5,328 kJ/時	3,559 BTU/時 3,755 kJ/時	3,337 BTU/時 3,521 kJ/時	1,512 BTU/時 1,595 kJ/時
標準使用時の冷却能力	3,010 BTU/時 3,175 kJ/時	3,535 BTU/時 3,729 kJ/時	2,491 BTU/時 2,628 kJ/時	2,336 BTU/時 2,464 kJ/時	1,058 BTU/時 1,116 kJ/時
最大使用時のエアフロー ²	199 CFM	234 CFM	165 CFM	154 CFM	70 CFM
標準使用時のエアフロー ²	139 CFM	164 CFM	115 CFM	108 CFM	49 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。					

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	エラスティック構成2 (例) ³	エラスティック構成 (ハーフ・ラック) ³	1/4ラック
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)			
騒音 (動作時)	9.6 B	9.7 B	9.5 B	9.3 B
High Capacityディスクを使用する環境				
重量	864.0 kg (1,904.7ポンド)	933.8 kg (2058.7ポンド)	640.1 kg (1,411.1ポンド)	425.4 kg (937.8ポンド)
最大消費電力	21.6 kW (22 kVA)	20.1 kW (20.5 kVA)	13.2 kW (13.5 kVA)	6.5 kW (6.6 kVA)
標準消費電力 ¹	15.1 kW (15.4 kVA)	14 kW (14.3 kVA)	9.2 kW (9.4 kVA)	4.6 kW (4.6 kVA)
最大使用時の冷却能力	73,631 BTU/時	68,448 BTU/時	45,016 BTU/時	22,182 BTU/時
	77,680 kJ/時	72,212 kJ/時	47,492 kJ/時	23,402 kJ/時
標準使用時の冷却能力	51,541 BTU/時	47,913 BTU/時	31,511 BTU/時	15,528 BTU/時
	54,376 kJ/時	50,549 kJ/時	33,245 kJ/時	16,382 kJ/時
最大使用時のエアフロー ²	3409 CFM	3169 CFM	2084 CFM	1027 CFM
標準使用時のエアフロー ²	2386 CFM	2218 CFM	1459 CFM	719 CFM
Extreme Flashディスクを使用する環境				
重量	806.8 kg (1,778.7ポンド)	865.0 kg (1,907.0ポンド)	595.6 kg (1,313.1ポンド)	406.3 kg (895.8ポンド)
最大消費電力	21kW (21.4 kVA)	20 kW (20.4 kVA)	12.7 kW (13 kVA)	6.3 kW (6.4 kVA)
標準消費電力 ¹	14.7 kW (15 kVA)	14 kW (14.3 kVA)	8.9 kW (9.1 kVA)	4.4 kW (4.5 kVA)
最大使用時の冷却能力	71,635 BTU/時	68,236 BTU/時	43,464 BTU/時	21,517 BTU/時
	75,574 kJ/時	71,989 kJ/時	45,854 kJ/時	22,700 kJ/時
標準使用時の冷却能力	50,144 BTU/時	47,765 BTU/時	30,425 BTU/時	15,062 BTU/時
	52,902 kJ/時	50,392 kJ/時	32,098 kJ/時	15,890 kJ/時
最大使用時のエアフロー ²	3316 CFM	3159 CFM	2012 CFM	996 CFM
標準使用時のエアフロー ²	2321 CFM	2211 CFM	1409 CFM	697 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。				
³ エラスティック構成 (ハーフ・ラック) 、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。ハーフ = 4x DBサーバー、7x ストレージ・サーバー。エラスティック構成1 = 9x DBサーバーおよび9x ストレージ・サーバー。エラスティック構成2 = 2x DBサーバーおよび16x HCストレージ・サーバー (または17x EFストレージ・サーバー)				

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)、韓国 (KC)、RCM (オーストラリア)、VCCI (日本)、UKCA (イギリス)	
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 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 X10Mにインストールするオプション

Exadata Database Machine X10M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がビジョ状態の場合の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
- 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オプションによるコンテナ・データベースあたり4,000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 - 高可用性

- ノードまたはセルの障害の即時検出
- インメモリ・フォルト・トレランス
- スタック・ディスクまたはフラッシュでのI/Oの1秒未満でのフェイルオーバー
- バックアップのストレージ・サーバーへのオフロード
- Exadataデータ検証 (拡張H.A.R.D.)
- 重要なデータベース・ファイルのリカバリの優先順位付け
- 他のストレージ・サーバーの読込みによる破損したディスク・データの自動修復
- 障害発生が予測されたディスクでの読取りI/Oの回避
- 一時的に性能の低下したドライブの拘束と電源の入れ直し
- ミラー・ストレージ・サーバーが停止した場合のシャットダウン防止
- 信頼性の低いネットワーク・リンクの検出と無効化
- リバランスでのストレージ索引の保持
- 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およびOracle Database 21c 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 Update 6（Unbreakable Enterprise Kernel 6）。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

オラクルの情報を発信しています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。

受付時間：月～金 9：00-12：00/13：00-17：00（祝日・年末年始休業日を除く）

お問合せには、サポート契約など事前の契約は不要です。お電話をご利用される場合は、お問合せ時にお客様情報をお伺いいたします。

 blogs.oracle.com

 facebook.com/oracle

 twitter.com/oracle

Copyright © 2023, 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。

27 Oracle Exadata Database Machine X10M / バージョン1.0

Copyright © 2023, Oracle and/or its affiliates / 公開