

Oracle Database 19cに よる最大限の可用性

ホワイト・ペーパー / 2019年12月17日

本書の目的

本書では、Oracle Database 19cリリースの機能の概要と強化された点が説明されています。本書は、Oracle Maximum Availability Architecture (Oracle MAA) を活用するビジネス上の利点の評価し、Oracle Databaseの高可用性 (HA) アーキテクチャを計画できるよう支援することのみを目的としています。

免責事項

下記事項は、弊社の一般的な製品の方向性に関する概要を説明するものです。また、情報提供を唯一の目的とするものであり、いかなる契約にも組み込むことはできません。マテリアルやコード、機能の提供をコミットメント (確約) するものではなく、購買を決定する際の判断材料になさらないで下さい。オラクルの製品に関して記載されている機能の開発、リリース、および時期については、弊社の裁量により決定されます。

目次

本書の目的	1
概要	4
高可用性に関する課題	4
停止時間とリスクの種類	5
データ可用性と破損に対する保護	5
計画停止時間の考慮	5
Oracle Databaseの高可用性	6
オラクルの3つの高可用性設計の原理	6
Oracle Maximum Availability Architecture (Oracle MAA)	7
計画停止時間と計画外停止時間への対処	9
ブロンズ層：シングル・インスタンスHA環境の基本	9
シルバー層：アクティブ/アクティブ・データベース・クラスタリング	14
ゴールド層：物理的レプリケーション、データ損失ゼロ、高速フェイルオーバー	18
プラチナ層：あらゆる停止時の稼働時間が最長、データ損失ゼロ	23
Oracle Database高可用性ソリューションの管理	26
Oracle Enterprise Manager	27
Global Data Services	27
結論	28
付録：Oracle Database 12cの新しい高可用性機能	29

付録：Oracle Database 12c Release 2の新しい高可用性機能.....	30
付録：Oracle Database 18cの新しい高可用性機能.....	30
付録：Oracle Database 19cの新しい高可用性機能	31

はじめに

企業は、競争優位性の確保や運用コストの削減、また、お客様とのコミュニケーションやビジネス管理の強化に情報技術（IT）を活用しています。そのため、企業は、ITインフラストラクチャへの依存度を高めその継続的な可用性の確保を求めるようになっていきます。アプリケーションが停止したりデータが使用できなくなったりすると、生産性や、収益、顧客満足度、企業の評判を即座に落としかねません。

高可用性インフラストラクチャを構築するための基本的なアプローチは、多種多様なベンダーが提供する冗長で、アイドル状態が頻繁に発生するハードウェアおよびソフトウェア・リソースをデプロイすることです。このアプローチは、多くの場合は高コストであるにもかかわらず、コンポーネントの疎結合、技術上の制限、管理の複雑さのために期待されるサービス・レベルを実現できません。これに対して、オラクルは、コストを削減し、すべての高可用性リソースを生産的に利用することで投資収益率を最大化し、さらにユーザーへ提供するサービス品質を向上させるための包括的で統合された高可用性テクノロジーをお客様に提供しています。

このホワイト・ペーパーでは、ITインフラストラクチャに影響を与えるさまざまな停止のタイプを検証し、それらの停止に総合的に対処するためのOracle Databaseテクノロジーについて説明します。Oracle Maximum Availability Architecture（Oracle MAA）に統合されたこれらのテクノロジーは、計画外停止時間を短縮または回避し、障害からの迅速なリカバリを可能にし、さらに計画停止時間を最小限に抑えます。

また、Oracle Real Application Clusters（Oracle RAC）、Oracle Automatic Storage Management、Oracle Sharding、Oracle Recovery Manager、Oracle Data GuardとOracle Active Data Guard、Oracle Secure Backup、エディションベースの再定義（EBR）など、パフォーマンス、機能、使いやすさがさらに改善されたOracle Database 19cの拡張機能と新たな高可用性機能についても説明します。

Oracle Database 19cは、現在オラクルのお客様がもっともよく使用しているデータベース・バージョン（Oracle Database 11g Release 2（11.2.0.4）が一般的に使用されていますが、この問題に関してはOracle Database 12c Release 2も含まれます）と比較して、データベース・テクノロジーの飛躍を象徴しているだけではありません。ネーミングとリリース・スケジュールが変更されて以来初めての長期サポート・リリースでもあります。最後になりましたが、Oracle Database 19cで導入された新機能の数は、インベションと安定化の良いバランスを表しています。つまり、Oracle Database 12c Release 2とOracle Database 18cですです導入されていた機能を強化し、安定させるために、適切な期間と労力が費やされました。

高可用性に関する課題

実際の制約条件の下ですべてのビジネス目標を達成する高可用性（HA）アーキテクチャを設計、実装、および管理することはきわめて困難です。さまざまなサプライヤがデータ損失と停止時間からビジネスを保護するための多くのテクノロジーやサービスを提案していますが、誰を信頼できるでしょうか。

オラクルの見解では、HAには停止時間の防止という主要目的に加え、いくつかの重要な側面が含まれます。包括的なHAアーキテクチャの重要な側面には、次のものが含まれます。

- » **データの可用性**：ビジネスの中断を回避するためにデータへのアクセスを保証します。
- » **データの保護**：ビジネスの実行可能性を損なうデータ損失を防止します。
- » **パフォーマンス**：効率的な業務のための適切な応答時間を提供します。
- » **コスト**：企業リソースを節約するために、デプロイメントや、管理、サポートにかかるコストを削減します。
- » **リスク**：コストのかかる予期しない事態や期待外れの事態を発生させることなく、ビジネスの発展に合わせて必要なサービス・レベルを長期間にわたり安定的に達成します。

HAの実装を成功させるは、これらの各側面に沿って、ビジネスに必要なサービス・レベルを理解することから始まります。そうすることで、テクノロジーに関する重要な決定が導かれるとともに、将来的なHAアーキテクチャへの投資の適切なレベルが決定されます。

停止時間とリスクの種類

さまざまなHAソリューションを検討する場合、アプリケーションに影響を及ぼすさまざまなリスクと停止時間の種類を理解することが不可欠です。これらの停止時間とリスク・イベントは、計画停止時間と計画外停止という2つのカテゴリに常に分類されます。計画停止時間の例には、パッチ適用、アップグレード、アプリケーションのアップデート（アプリケーションの新規バージョンへのアップデートなど）が常に含まれ、新しいプラットフォームやハードウェアへの移行もおそらく含まれます。同様に、計画外停止の例には、サーバー・インスタンスの停止、サイト障害（洪水、長期にわたる停電、火災など）、人為的エラーからのリカバリ、データ破損などが含まれます。

アプリケーションと関連するインフラストラクチャに対する責任を担うほとんどのITチームは、これらのイベントを考慮する際、リカバリ・ポイント目標（RPO）と、準備が整っていなかった場合、その深刻度によっては、対処に数日または数週間かかっていた可能性もあるような種類のイベントの1つに対処するための所要時間に関するリカバリ時間目標（RTO）を低減する選択肢に目を向け始めています。

RPOとRTOはどちらも、ディザスタ・リカバリおよび/またはデータ保護計画を併せた場合のもっとも重要なパラメータの2つであると考えられています。また、RPOとRTOをアプリケーションごとに慎重に考慮して、それぞれの許容可能なしきい値を決定する必要があります。これらのしきい値は適切なHAアーキテクチャを選択する際に重要な役割を果たします。

データ可用性と破損に対する保護

データ可用性とは、ビジネス上重要なデータの損失、損傷、または破損といったデータ障害を回避し軽減することです。データ障害は、ストレージ・サブシステムの障害、サイト障害、人為的エラー、データ破損といった原因やイベントのいずれか、またはそれらの組合せによって発生します。これらの多面的なイベントが、多くの場合、データ障害の識別や診断を困難なものにしています。以降の項では、データ障害の診断、防止、軽減、およびリカバリに役立つ、Oracle Databaseに搭載されているHAテクノロジーについて検証します。

人為的エラーからの保護

人為的エラーは停止時間のおもな原因であり、適切なリスク管理を実現するためには、人為的エラーを防止し修正するための手段が求められます。たとえば、正しくないWHERE句によって、UPDATEの影響が意図したよりはるかに多くの行に及ぶことがあります。Oracle Databaseには、このようなエラーを管理者が防止、診断、およびリカバリするのに役立つ、一連の強力な機能が用意されています。また、エンドユーザーが問題から直接リカバリすることで、損失データや損傷データのリカバ리를高速化するための機能も含まれます。

物理的なデータ破損からの保護

物理的なデータ破損は、I/O（入力/出力）スタックのいずれかのコンポーネントの障害によって発生します。Oracleから書込みが発行されると、このデータベースI/O操作がオペレーティング・システムのコードに渡されます。この書込み要求は、I/Oスタック（ファイル・システムから順にボリューム・マネージャ、デバイス・ドライバ、ホストバス・アダプタ、ストレージ・コントローラ、NVRAMキャッシュまで）を通過した後、最終的にディスク・ドライブに達し、そこでデータが書き込まれます。これらのいずれかのコンポーネントにハードウェア障害やバグがあると、無効なデータや破損したデータがディスクに書き込まれかねません。この破損によって、内部のOracle制御情報あるいはアプリケーション・データやユーザー・データが損傷する可能性があります。そのどちらの場合もデータベースの機能が深刻な打撃を受けるおそれがあります。

計画停止時間の考慮

通常、管理者がシステムやアプリケーションの保守を実行する時間枠として、計画停止時間を予定します。この保守時間枠の間に、管理者はバックアップの作成、ハードウェア・コンポーネントの修復や追加、ソフトウェア・パッケージのアップグレードやパッチ適用、また、データ、コード、データベース構造などのアプリケーション・コンポーネントの変更を行います。オラクルは、こうしたシステム保守作業を実行するための計画停止時間を、最小化またはなくす必要性を認識してきました。Oracle Database 12cを使用すると、本番バージョンのデータベースに対してオンラインのまま、または本番データベースの同期されたコピーを使用してローリング方式で、あるいはあるバージョンから次のバージョンに停止時間ゼロで移行するために本番データベースの2つのコピー間の双方向レプリケーションを行うことで、計画保守を可能にしています。以降の項では、これらの機能について説明します。

Oracle Databaseの高可用性

オラクルは数十年間にわたり、包括的なHA機能を設計し、Oracleデータベースに実装することで、世界中のIT部門が高可用性（HA）の課題を解決できるよう尽力してきました。この革新的な取り組みの結果、企業がサービス・レベル目標をもっとも費用効果に優れた方法で達成できるよう支援することで、企業に真の競合優位性を与えるHAソリューションが生まれました。

Oracle Databaseの高可用性機能は、あらゆる計画停止および計画外停止に対応します。オラクルは、データベースの内部コア機能と緊密に統合されたデータベース認識型のHA機能を構築し、提供します。これにより、ビジネス・リスクを軽減し、他に例を見ないレベルのデータ保護や、可用性、パフォーマンス、そして投資収益率を達成する費用効果に優れたソリューションが実現しています。Oracle Databaseの高可用性機能は、ユーザーが適切なレベルのHAを選択できる柔軟性と、ユーザーの現在や将来におけるビジネス目標を効率的にサポートする適応性を備えています。

オラクルの3つの高可用性設計の原理

1. **最大のデータ保護を実現するためのOracle Databaseの内部機能の活用。** Oracle Databaseの内部アルゴリズムとデータ構造（データベースのブロック構造やREDO形式を含む）を熟知し、うまく制御することで、インテリジェントで独自のデータ保護ソリューションを構築しています。たとえば、データベース内の破損をもっとも早い段階で検出できるため、Oracle Data Guardは物理的破損の伝播、論理的なブロック内破損や書き込みミスによって引き起こされる論理的破損を防止します。Active Data Guardではさらに、プライマリまたはスタンバイ・データベースのどちらでも発生する可能性がある、ユーザーが認識することのないディスク上の物理的破損を自動的に修復します。同様に、Oracle Recovery Manager（Oracle RMAN）は、オラクルが認識する物理ブロックや論理ブロックの検証を実行して有効なバックアップであることを保証します。Oracle RMANでは、1回のバックアップ、すなわち変更されたブロックだけをバックアップする永久増分バックアップ戦略が可能になるため、外部の重複排除アプライアンスよりも効率的に、ソース側での暗黙的重複排除を実現します。Oracle RMANはまた、データファイル全体ではなく、個々のブロックに対するきめ細かく効率的なリカバリも提供します。オラクル固有のデータ保護の別の例として、完全なデータベース・リストアを実行することなく、データベース変更をエラーの範囲（データベース全体、表、または個々のトランザクション）に対応した粒度レベルで取り消すフラッシュバック機能があります。
2. **アプリケーションと統合された高可用性の提供。** コールド・フェイルオーバー・クラスタとストレージ中心のミラーリング・ソリューションを使用して、高可用性やデータ保護を提供するだけでは、包括的な保護と迅速なリカバリには不十分です。Oracle Real Application Clusters（Oracle RAC）を使用すると、1つのOracle Databaseをアクティブ/アクティブ構成内のデータベース・サーバーのクラスタ上で実行できます。パフォーマンスは、追加のサーバーのオンライン・プロビジョニングによって容易にスケールアウトできます。ユーザーはすべてのサーバー上でアクティブであり、すべてのサーバーが同じOracle Databaseへのアクセスを共有します。計画外停止や計画保守の間も、サービスが停止されたサーバー上のユーザーを、引き続き機能しているOracle RACクラスタ内の他のサーバーに移行することで、高可用性が維持されます。停止は最終的にアプリケーションの可用性に影響を与えますが、ストレージによるソリューションとは異なり、オラクルの高可用性技術はビジネス・オブジェクト・レベルで動作するように設計されています（表の修復や、特定のトランザクションのリカバリなど）。そのため、この状況において、オラクルの高可用性ソリューション一式に対して行われたもっとも重要な改善は、Oracle Database 12cで初めて登場した新機能のアプリケーション・コンティニューイティ（AC）です。サーバーやサイトのフェイルオーバーが発生した後に、ACによって、障害が発生した処理中のトランザクションがアプリケーションに対して透過的に再実行されるため、エンドユーザーやアプリケーションに停止を気付かれることはありません。ACは、Oracle RAC（One Node）および（Active）Data Guardとともに機能します。Oracle Database 19cリリースでは、透過的アプリケーション・コンティニューイティにより、この対象範囲に関するお客様の透過性が向上しています。最後になりましたが、オラクルの高可用性ソリューションは計画外停止にとどまりません。あらゆるタイプのデータベースの保守作業をオンラインのまま、あるいはローリング方式で実行できるので、停止時間をゼロまたは最小限に抑えることができます。Active Data Guard（Oracle ADG）のスタンバイ・システムは、システム・テスト用途としても容易に使用することができます。すべての変更を、本番環境に適用される前に、本番データベースの正確なコピー上で完全にテストし確認できるため、リスクが軽減されます。
3. **投資収益率の高い、自動化された統合型オープン・アーキテクチャの提供。** HA機能はOracle Databaseに組み込まれているので、個別にインテグレーションやインストールを必要としません。新しいバージョンへのアップグレードは大幅に簡素化され、複数のベンダーにまたがるHA技術の認定確認という、やっかいで時間のかかる作業も必要ありません。当然、すべての機能をOracle Enterprise Manager Cloud Controlの統合管理インタフェースで管理できます。Oracleでは、すべてのステップの自動化を推し進め、手作業での構成で発生しやすい一般的なミスを防止しています。たとえば、本番データベースがオフラインになった場合はスタンバイ・データベースに自動的にフェイルオーバーさせたり、効率的な領域管理のためにバックアップを自動的に削除やアーカイブさせたり、物理的なブロック破損を自動的に修復させたり、お客様はただ選択すればよいのです。

オラクルの高可用性ソリューションはアクティブであることが特徴であり、障害発生時にしか機能しない停止したままのコンポーネントはありません。Oracle RACはすべてのノードがアクティブであり、Active Data Guardのスタンバイ・システムは読取り専用アプリケーションやデータ抽出、高速増分バックアップをサポートし、さらにOracle GoldenGateのupdate-anywhereアーキテクチャを実装すれば、Oracle Databaseのレプリケートされた分散環境でコピー間の競合解消機能により読み書き両方のワークロードをサポートします。障害の発生後に再起動するかどうか、あるいはサービスを再開するまでにどれくらいの時間がかかるかという疑問は存在しません。高ワークロードにいつでも対応できるように、オラクルのすべての高可用性コンポーネントはすでにアクティブになっており、役立つ処理を実行中であり、継続的なユーザー検証が可能です。

Oracle Maximum Availability Architecture (Oracle MAA)

Oracle Maximum Availability Architecture (Oracle MAA) は、オラクルの高可用性 (HA) テクノロジーを統合して使用するための一連のベスト・プラクティス構想です (図1を参照)。

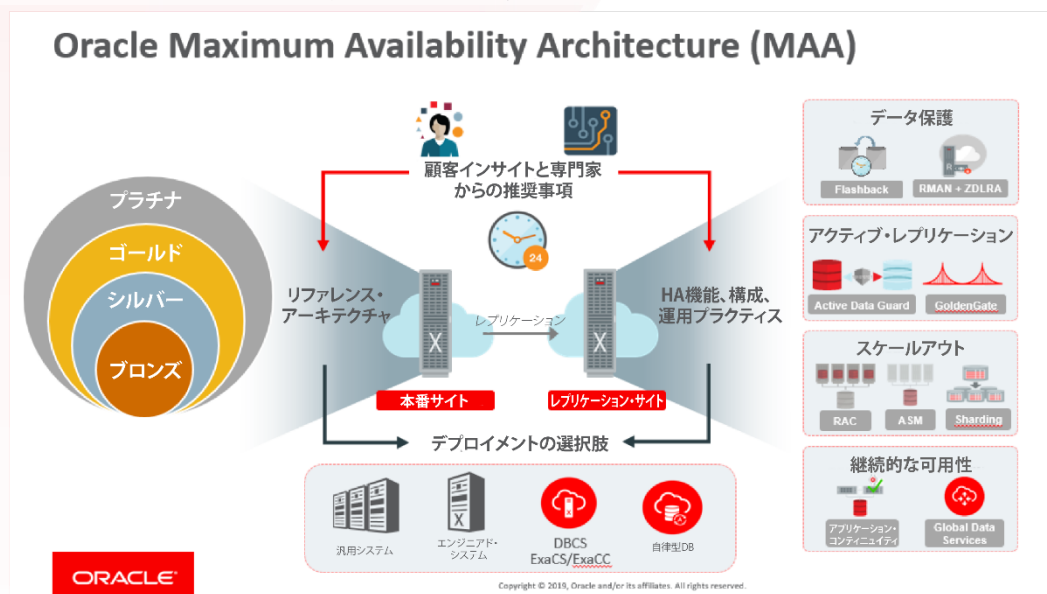


図1: オラクルの高可用性テクノロジーとOracle Maximum Availability Architecture

10年以上にわたり、Oracle MAAのベスト・プラクティスは、Oracle Database高可用性機能の統合された使用を継続的に検証しているオラクルのエンジニア・チームによって作成され、保守されてきました。また、Oracle MAAチームによって実行される検証プロセスには、実際に進行中のカスタマー・エクスペリエンスも常時フィードバックされるため、習得した教訓が他のお客様にも広まるほか、これらのOracle MAA構想が進化してさらなるユースケースがもたらされます。

Oracle MAAでは、サーバー、ストレージ、ネットワークなどの重要なインフラストラクチャ・コンポーネントのためのベスト・プラクティスを取り込むとともに、その上にデプロイされているOracleの高可用性機能のための構成や運用のベスト・プラクティスと組み合わせられています。Oracle MAAについての資料 (oracle.com/goto/maa) は、継続的に更新・追加されています。

すべてのアプリケーションが同レベルの高可用性要件とデータ保護要件を求めるわけではないことを考え、Oracle MAAベスト・プラクティスは、さまざまなサービス・レベルの目標を達成するように設計された標準的なアーキテクチャを表しています。詳細については、『Oracle Maximum Availability Architecture Blueprints for reduced planned and unplanned downtime for the On-Premises, Exadata-based or Cloud-based Oracle Database』1を参照してください。

Oracle MAAは数年をかけてさまざまな方面で発展してきました。たとえば、エンジニアド・システムにおけるOracle MAAでは、MAAのベスト・プラクティスと構想の推奨事項が、いまやOracle Exadata Database Machineなどのエンジニアド・システムの一部として提供されています。Oracle Cloudで提供しているOracle Databaseサービスでは、Oracle MAAはデプロイメントに統合されているだけではありません。Oracle Cloudのサービス、とりわけPlatform as a Serviceとして提供されているサービスは、数十年にわたり多数のオラクルのお客様に最大限の可用性を保証してきた複数の基準に沿って運用されています。

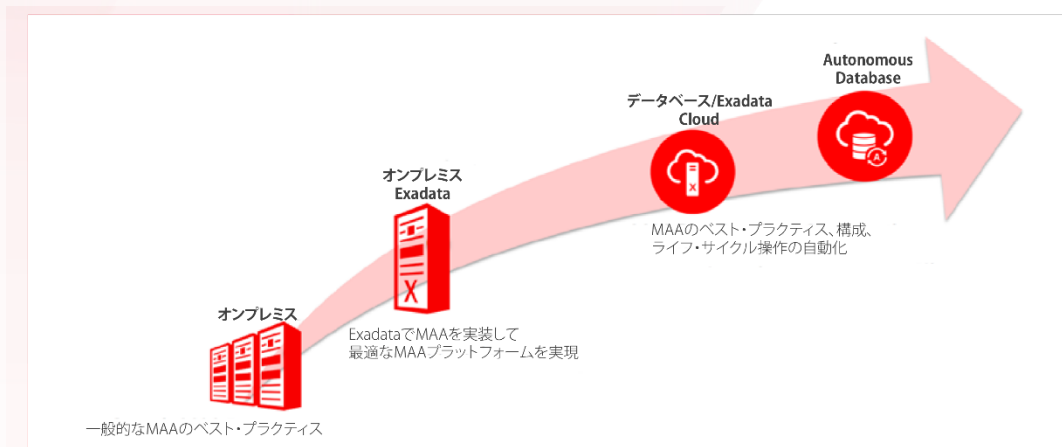


図2：オンプレミスからOracle CloudへのMAAの進化

最後に、重要な点として、Oracle MAAが高可用性の新たなデファクト・スタンダードへと発展していることを指摘しておきます。このテーマを扱った総合的な文献がほかにない中、最高レベルの可用性を実現する必要のあるデータベース・オペレータがOracle MAAを一般的なガイドとして利用しています。というのも、Oracle MAA構想では、どのようなデータベースでも影響を受ける可能性がある多様な障害シナリオを取り上げて説明しているためです。Oracle DatabasesではOracle MAAをさらに進化させ、オラクルの統合型高可用性機能をベースにしたソリューションも提供しています。これについては、本書の残りの部分で詳しく説明します。

したがってOracle MAAは、データベースの可用性を向上させようとしている既存のお客様に役立つだけでなく、Oracleデータベースを利用していないお客様、特に、障害シナリオを再検討したい、どのような種類の障害や計画保守操作に対応する必要があるかを知りたいと考えている未来のオラクルのお客様にとっても有益です（以下の「図3：Oracle MAAはすべてのお客様に有益である」を参照）。その点で言うと、Oracle MAAはアプリケーション開発者にも興味深いトピックです。というのは、アプリケーションをカスタマイズして対処すべき障害、無視しても構わない障害、アプリケーション・コンティニューイティを使用して完全に透過的にしたほうがよい障害がそれぞれどれなのかを判断するガイドになるためです。

1 <https://www.oracle.com/a/tech/docs/maa-overview-onpremise-2019.pdf>

35万ドル
1時間当たりの停止時間の平均コスト

データセンターの計画外停止または障害の平均コスト
1,000万ドル

停止時間によって引き起こされるコストを削減するためにシステムの可用性を向上したい **オラクルのお客様**



どのような障害シナリオに対応する必要があり、オラクルがどのように支援できるかを知りたい **オラクルを利用していないお客様**

```
try
{
    PoolDataSource pds = GetPoolDataSource();
    Connection conn = pds.getConnection();
    PreparedStatement pstmt =
        conn.prepareStatement(
            "SQL, PL/SQL, local calls, RPC");
    conn.commit();
    conn.close();
}
catch (Exception e)
{
    # 何とかして修正します
}
```

アプリケーションがどの障害シナリオに対処する必要があるかを把握したい **アプリケーション開発者**



長年にわたるMAAの体験から得られる利点を直接、即座に享受する **Oracle Autonomous Databaseのお客様**

図3：Oracle MAAはすべてのお客様に有益である

計画停止時間と計画外停止時間への対処

サーバー障害を引き起こすハードウェア障害は基本的に予測不可能であり、ひとたび発生するとアプリケーションの停止につながります。同様に、ストレージ破損、データ破損、サイトの停止、人為的エラーなど、データ可用性を妨げるさまざまな障害もまた、生産性を阻害し、ビジネス全体を混乱に陥れる計画外停止時間の発生を招くことが多々あります。最後になりましたが、パッチ適用とその他の計画保守操作は、停止時間が1日またはそれ以上に及ぶ可能性がある場合、データベースの可用性に深刻な影響を与える可能性があります。

これ以降の項は、MAA層ごとによってまとめられています。上記で述べた混乱を招くユースケースが計画保守のカテゴリに分類されるか、計画外停止のカテゴリに分類されるかにかかわらず、そのいずれのユースケースにもオラクルの高可用性機能がいかに対処できるかについて説明しています。オラクルのMAA構想は、階層的に重なり合って構築されているため、ブロンズ層のすべてがシルバー層に引き継がれ、同様にゴールド層やプラチナ層にも引き継がれます。これについては、各層のHAソリューションの概説にも示されています。各層は、特定のRPOおよびRTO要件一式に対応付けられており、それらの要件は、特定のアプリケーションのニーズと、そのアプリケーションに依存する関連のエンドユーザーと業務のニーズに対応付けられています。

ブロンズ層：シングル・インスタンスHA環境の基本

Oracle Databaseのシングル・インスタンスを実行することもある開発システム、テスト・システム、重要でないシステムなどでは、指定された期間内にリカバリできる限り、計画停止と計画外停止の両方で、ある程度の停止時間が許容される場合があります。たとえば、その期間内にデータを以前の状態に戻すことができる限り、計画外のデータ破損イベントには数時間のリカバリ期間が許容され、基本データを破損する人為的エラーが発生した場合には1時間の停止時間が許容される可能性があります。ブロンズMAA層のこれらのHA要件については、以下の表に概要を記します。

ブロンズ – シングル・インスタンスのOracle Database

	イベント	停止時間 (RTO)	データ損失の可能性 (RPO)
計画外停止	リカバリ可能なデータベース・インスタンス障害	数分	ゼロ
	リカバリ可能なサーバー障害	数分～数時間	ゼロ
	データ破損、リカバリ不可能なインスタンス/サーバー/ データベース/サイト障害	数時間～数日	最後のバックアップ以降、またはRAを使用した場合はほぼゼロ
計画保守	オンラインのファイル移動、再編成/再定義、特定のバッチ適用	ゼロ	ゼロ
	オンラインで行うことのできないハードウェア またはオペレーティング・システムの保守とデータベースのバッチ適用	数分～数時間	ゼロ
	データベース・アップグレード: バッチセット、データベースのフル・リリース	数分～数時間	ゼロ
	プラットフォーム移行	数時間～1日	ゼロ
	バックエンドのデータベース・オブジェクトを変更する アプリケーション・アップグレード	数時間～数日	ゼロ

図4: ブロンズ層におけるRTOおよびRPOの保護レベル

下記のHAテクノロジーおよびソリューションは、オラクルのHAテクノロジーを表しており、各層で示すように設定され、構成された場合、上記のRTOおよびRPOのレベルを維持できます。

バックアップとリカバリ - Oracle Recovery Manager

予防や復旧のさまざまな技術に加えて、複数の障害シナリオに対応する完全なデータ・バックアップ手順の実装がIT組織に求められます。オラクルは、データを効率的にバックアップやリストアしたり、データを障害が発生する直前の時点までリカバリしたりするための、ベスト・オブ・ブリードのオラクル向けツールを提供しています。オラクルは、ディスク、テープに加えクラウド・ストレージへのバックアップをサポートしています。この広範囲のバックアップ・オプションにより、ユーザーは、特定の環境に合わせた最適なソリューションを導入できます。以降の項では、オラクルのディスク、テープ、クラウドのバックアップ・テクノロジーとData Recovery Advisorについて説明します。

Oracle Recovery Manager (RMAN)

RMANは、データベースのバックアップ、リストアと、リカバリ・プロセスを管理します。Oracle RMANは、構成可能なバックアップとリカバリ・ポリシーを保守し、すべてのデータベースのバックアップ・アクティビティとリカバリ・アクティビティの履歴レコードを保持します。大規模なデータベースは数百のファイルを含んでいる場合があるため、Oracleが認識するソリューションがないと、バックアップが非常に困難になります。重要なファイルが1つ欠落するだけで、データベース・バックアップ全体が役に立たなくなる場合があり、さらに不完全なバックアップが、緊急時に必要になるまで検出されない可能性もあります。Oracle RMANは、データベースを正常にリストアしリカバリするために必要なすべてのファイルがデータベース・バックアップに含まれていることを確認します。バックアップやリストア・プロセス中、Oracle RMANは、すべてのデータを検証して破損ブロックが伝播されないようにします。リストア操作中に破損ブロックが見つかった場合は、リカバリを成功させるために、Oracle RMANは自動的に、必要に応じて以前のバックアップのファイルを使用します。

パフォーマンスと使いやすさを向上させるために、18c/19cで導入されたOracle RMANのその他の最新拡張機能には、次のようなものがあります。

- ▶ イメージ・コピーのマルチセクション・バックアップと増分バックアップに対するOracle RMANのサポート。
- ▶ “FROM SERVICE”を使用してスタンバイ・データベースをリカバリする新しいOracle RMAN機能の導入。この機能では、Active Data Guardの同期を実行し、単一のOracle RMANコマンドでスタンバイ・データベースをリフレッシュできます。
- ▶ RECOVER DATABASE FROM SERVICEという単純なOracle RMANコマンドを使用した、スタンバイ・データベースとプライマリ・データベースとの迅速な同期。
- ▶ Oracle RMANコマンドライン (CLI) でのSQL文の直接サポート。SQLキーワードや引用符は必要ありません。
- ▶ Data Guardとの強化された機能統合。これにより、遠隔同期データベースの作成や、NOLOGGINGを使用してプライマリ・データが変更されたために無効になっていたスタンバイ・データベース・ブロックの検証と修復が可能になります。
- ▶ マルチテナント・アーキテクチャに対するOracle RMANのサポート。使い慣れたBACKUP DATABASEコマンドとRESTORE DATABASEコマンドは現在、そのすべてのプラガブル・データベース (PDB) を含むマルチテナント・コンテナ・データベース (CDB) をバックアップおよびリストアします。

Oracle RMANについて詳しくは、oracle.com/goto/rmanを参照してください。

ファスト・リカバリ領域

Oracle Database/バックアップ戦略の1つの重要なコンポーネントとして、ファスト・リカバリ領域（FRA）があります。これは、Oracle Databaseのリカバリに関連したすべてのファイルとアクティビティ向けに、ファイル・システムまたはASMディスク・グループ上にあります。FRAには、メディア障害からデータベースをリカバリするために必要なすべてのファイル（制御ファイル、アーカイブ・ログ、データファイル・コピー、RMANバックアップを含む）を保存できます。FRA内の領域は自動的に管理されます。1つのFRAを1つ以上のデータベースで共有できます。

Oracle Secure Backup

Oracle Secure Backupは、データベースとファイル・システムの両方のデータ向けの、オラクルのエンタープライズ・クラスのメディア管理ソリューションです。Oracle Secure Backupは、次の機能を提供することによって、分散した異機種IT環境のためのスケラブルで一元化されたバックアップ管理を実現します。

- ▶ Recovery ManagerとOracle Databaseとの統合：Oracle Database 10g Release 2からOracle Database 19cまでのバージョンをサポート。同等のメディア管理ユーティリティよりバックアップを25～40%高速化し、CPU利用率を最大10%低下させるようにパフォーマンスを最適化
- ▶ InfiniBand（IB）経由でRDS/RDMA（Reliable Datagram Sockets over Remote Data Memory Access）を利用した、ExadataやOracle Database Appliance（ODA）からメディア・サーバーへの高速なデータ転送
- ▶ ファイル・システム・データ保護：UNIX/Windows/Linuxサーバー
- ▶ Network Data Management Protocol（NDMP）を利用したNASデータ保護
- ▶ テープ・ライブラリに加えて、クラウド・ストレージ・ターゲット・デバイスとディスク・ベースのデバイスのサポート
- ▶ 複製のルールベースの移行のためのステージング・デバイス（ディスクからテープ、またはディスクからクラウド）
- ▶ 高度なソフトウェア圧縮

Oracle Secure Backupのリソースについて詳しくは、<https://www.oracle.com/database/technologies/high-availability/secure-backup.html>を参照してください。

Oracle Database Backup Cloud Service

Oracle Database Backup Cloud Serviceは、バックアップをOracle Cloudに保存するための低コストのオフサイト・ストレージ・バックアップ・ソリューションです。このサービスでは、オンプレミスまたはOracle CloudにデプロイされているOracle Databaseを、RMANを使用してセキュアにクラウドにバックアップします。データは暗号化され、HTTPS/SSL経由でセキュアに送信されます。バックアップ・データは、高可用性を実現するためにその後クラウドに複数のコピーで保存され、リストアや検証のためにいつでもアクセスできます。暗号化鍵は、お客様が保管します。データは、ディザスタ・リカバリ用に別のクラウドのデータセンターに必要に応じてレプリケートできます。バックアップ・データは、テストや開発、またはディザスタ・リカバリのために、UIを使用してクラウドでデータベース・インスタンスを起動するために使用できます。

Oracle Database Backup Service Cloudモジュールは、すべての主要プラットフォームとサポートされるすべてのOracle Databaseに対応しています。管理者は、Oracle Enterprise Manager 13c、Oracle RMAN CLIのほか、CloudBerryなどのサード・パーティ製ソフトウェアを使用して、バックアップとリカバリを管理できます。

Oracle Database Backup Cloud Serviceについて詳しくは、cloud.oracle.com/database_backupを参照してください。

リアルタイムのデータ保護 – Zero Data Loss Recovery Appliance

Zero Data Loss Recovery Appliance（ZDLRA）は、Oracle RMANおよびOracle Databaseと完全に統合された革新的なデータ保護ソリューションです。社内の全本番サーバーでデータ損失の発生を防ぎ、データ保護のオーバーヘッドを大幅に削減します。リカバリ・アプライアンスは、クラウド規模の大規模なアーキテクチャにより、データセンターのすべてのデータベースを容易に保護し、エンド・ツー・エンドのデータ検証を実現します。また、統合型のEnterprise Manager Cloud Controlインターフェースにより、すべてのOracle Databaseにおけるデータ保護のライフ・サイクル全体の管理を完全に自動化します。

リカバリ・アプライアンスは、データセンター全体でOracle Databaseのバックアップおよびリカバリ・プロセスを標準化するという重要な技術革新が組み込まれたハードウェアとソフトウェアを統合したアプライアンスです。このアプライアンスは、次に挙げる優れた利点をもたらします。

- ▶ 立証済みのData Guardテクノロジーを使用して、データベース内のトランザクション変更の基本単位であるREDOレコードを送信することで、データ損失を回避します。保護されたデータベースでは、REDOレコードは生成されるとすぐにリカバリ・アプライアンスに送信されるため、本番データベースでアーカイブ・ログのバックアップを取得する必要がなくなります。この優れた保護レベルの粒度とリアルタイム特性により、データベースは1秒未満の最新データまでも保護されます。
- ▶ 負荷を最小化するバックアップ・バックアップ操作による本番データベースの負担を軽減するため、リカバリ・アプライアンスのデルタ・プッシュ (Delta Push) テクノロジーにより、増分のみをバックアップする真の永久的増分バックアップ計画を実現しています。それぞれの保護されたデータベースでは、完全バックアップを最初に1回実行した後は、RMANが増分バックアップをリカバリ・アプライアンスに送信します。RMANはブロック・チェンジ・トラッキングを使用して差分を送信するため、変更部分のみを送信する効果的な重複排除が実現します。デルタ・プッシュにより、繰り返し完全バックアップを取る必要がなく、帯域幅の使用が削減されます。さらに、RMANによるバックアップの削除/検証/メンテナンス操作とテープ・バックアップ操作による負荷はすべて、リカバリ・アプライアンスに移行されます。
- ▶ デルタ・ストア (Delta Store) テクノロジーを使用したあらゆるポイント・イン・タイム・リストア。リカバリ・アプライアンスでは、受信した差分を検証、圧縮、索引付けをし、保管します。それぞれの差分は、仮想完全データベース・バックアップの構成要素であり、実質的に、領域の効率性に優れたポイントベースの、あるポイント・イン・タイムでの完全なデータベース・イメージを構成します。リストア操作を行う際は、デルタ・ストアが適切な増分バックアップ・ポイントから物理的な全体バックアップを効率的に再作成します。次に、アプライアンスによって保存されたアーカイブ・ログ・バックアップを使用して、求められる正確な時点でロールフォワードします。デルタ・ストアにより、従来リストアと一連の増分バックアップの適用に要する本番サーバー上での典型的な作業が不要になります。また、リストア操作はExadataを基盤にしたハードウェア・アーキテクチャによるスケーラビリティとパフォーマンスを活かし、実行が最適化されています。
- ▶ 差分受け取り時のエンド・ツー・エンドのデータ検証。既存バックアップのディスク上のバックグラウンド検証と組み合わせ、差分データが正常か確認します。オラクルのブロック構造体に関する深い知識に基づく論理的かつ物理的な検証により、他のバックアップ・ソリューションとは比較できないレベルの保護が実現されています。
- ▶ リカバリ・アプライアンス間のセキュアなバックアップ・レプリケーション。リカバリ・アプライアンスの潜在的な停止を防ぎ、サイト停止に対する障害保護を実現します。障害保護のために、差分とREDOを保護されたデータベースからリモートのリカバリ・アプライアンスに直接送信することもできます。
- ▶ 本番データベース・サーバーに影響を与えることのない、低コストで自律型の24時間365日体制のテープ・アーカイブ。リカバリ・アプライアンスには、Oracle Secure Backupメディア管理ソフトウェアが事前にインストールされています。アプライアンス内の各計算サーバーでは、16Gbのファイバ・チャンネル・アダプタがサポートされるため、サード・パーティ製の高額なテープ・バックアップ・エージェントや特殊なメディア・サーバーを介すことなく、直接テープ・ハードウェアに接続できます。
- ▶ Enterprise Manager Cloud Controlを使用した、データ保護ライフ・サイクルのエンド・ツー・エンドの可視性と管理。RMANによってバックアップがデータベースに作成されたときから、ディスクやテープに保存されるまで、また、リモート・データセンターにある別のアプライアンスにレプリケートされるまでの間、すべてのバックアップの保存場所は、リカバリ・アプライアンスのカタログで追跡されます。RMANのリストアおよびリカバリ操作では、もっとも適切なバックアップを、そのバックアップがたとどこに存在しようと取得できます。

リカバリ・アプライアンスは、Oracle Databaseのエンタープライズ・バックアップや、どの時点でのリカバリにも対応する最適なソリューションです。また、バックアップからのリストアによるリカバリ時間の目標を定めるアプリケーションをサポートするのに、Oracle Databaseの最適なディザスタ・リカバリ・ソリューションでもあります。Oracle Data GuardとActive Data Guardは、この後の項で説明しますが、本番データベースの実行中コピーに高速にフェイルオーバーする、より厳しいリカバリ時間目標が求められるアプリケーション向けのソリューションです。

Zero Data Loss Recovery Appliance (ZLDR) について詳しくは、<http://www.oracle.com/recoveryappliance>を参照してください。

論理的破損からのリカバリ：オラクルのフラッシュバック・テクノロジー

人為的エラーは必ず発生します。Oracle Databaseのフラッシュバック・テクノロジーは、他にはない豊富なデータ・リカバリ・ソリューション一式により、ミスの影響を選択的かつ効率的に取り消すことで人為的エラーを元通りにすることができます。フラッシュバック機能が登場する前は、データベースの損傷には数分しかかからなくても、そのリカバリには数時間かかることがありました。フラッシュバック機能を使用した場合、エラーからのリカバリに必要な時間は、そのエラーが発生した後に実行された作業に依存します。リカバリ時間はデータベース・サイズに依存しません。Oracle Database固有の機能であり、データベース・サイズが増大し続けるために必要不可欠になっている機能です。フラッシュバック機能は、行レベル、トランザクション・レベル、表レベル、およびデータベース全体など、全レベルでのリカバリをサポートします。

フラッシュバック機能は簡単に使用でき、複雑な手順を踏まずに、1つの短いコマンドでデータベース全体をリカバリできます。また、きめ細かな分析や、間違った顧客注文が削除された場合などの部分的な損傷に対する修復も提供されます。さらに、前日の顧客注文がすべて削除された場合など、より広範囲に及ぶ損傷であっても、長時間の停止時間なしに修復できます。以下のサブセクションでは、おもなフラッシュバック機能のいくつかを説明します。

フラッシュバック問合せ

Oracleフラッシュバック問合せを使用すれば、管理者は過去のある時点のデータを問い合わせることができます。この強力な機能を使用すると、誤って削除や変更が行われた可能性のある破損したデータを表示したり、論理的に再構築したりできます。たとえば、次のような単純な問合せがあります。

```
SELECT * FROM emp AS OF TIMESTAMP time WHERE...
```

この問合せは、指定時刻（たとえば、TO TIMESTAMP変換を通して取得されるタイムスタンプ）におけるemp表の行を表示します。管理者は、フラッシュバック問合せを使用することにより、論理的なデータ破損を特定して解決できます。また、この機能はアプリケーションに組み込むことができるため、ユーザーはデータベース管理者に連絡することなく、迅速で簡単なメカニズムを使用してデータの誤変更を取り消すことができます。

フラッシュバック・バージョン問合せ

フラッシュバック・バージョン問合せを使用すれば、管理者は一時点ではなく、指定した時間の間の異なるバージョンの行を取得できます。たとえば、次のような問合せがあります。

```
SELECT * FROM emp VERSIONS BETWEEN TIMESTAMP time1 AND time2 WHERE...
```

この問合せは、指定されたタイムスタンプの間の各バージョンの行（その行を操作したトランザクションを含む）を表示します。管理者は、データがいつ、どのようにして変更されたかを正確に特定できるため、データの修復とアプリケーションのデバッグの両方で大きな利点があります。

フラッシュバック・トランザクション問合せ

論理的破損はまた、誤ったトランザクションが複数の行または表のデータを変更した場合にも発生することがあります。フラッシュバック・トランザクション問合せを使用すると、管理者は特定のトランザクションによって行われたすべての変更を参照できます。たとえば、次のような問合せがあります。

```
SELECT * FROM FLASHBACK_TRANSACTION_QUERY WHERE XID = transactionID
```

この問合せは、このトランザクションによって行われた変更を表示します。また、そのトランザクションを取り消す（フラッシュバックする）ために必要なSQL文も生成します（このtransactionIDは、フラッシュバック・バージョン問合せで取得できます）。こうした精密なツールを使用することで、管理者は、トランザクションに関連するデータベースの論理的破損を効率的に特定して解決できます。

フラッシュバック・トランザクション

多くの場合、データ障害を特定するには時間がかかります。以前の'不適切な'トランザクションによって論理的に破損したデータに対して、別の'正常な'トランザクションが実行されている場合もあります。この状況では、管理者は、その'不適切な'トランザクションによって行われた変更だけでなく、その同じデータにその後修正が加えられた他の（従属）トランザクションによって行われた変更も分析して、'不適切な'トランザクションの取消しによってデータの元の正しい状態が保持されることを確認する必要があります。この分析は、特に複雑なアプリケーションでは手間のかかる作業になる場合があります。

フラッシュバック・トランザクションを使用すると、管理者は1つの'不適切な'トランザクションと、オプションでそのすべての従属トランザクションを1つのPL/SQL操作でフラッシュバックできます。あるいは、管理者はOracle Enterprise Manager Cloud Controlを使用して、必要なトランザクションを特定し、フラッシュバックすることもできます。

フラッシュバック表

論理的破損が1つの表または表のセットに制限される場合、管理者はフラッシュバック表を使用して、影響を受けた表を特定の時点で容易にリカバリできます。次のような問合せがあります。

```
FLASHBACK TABLE orders, order_items TIMESTAMP time
```

この問合せは、指定時刻の後に行われたorders表とorder_items表への更新をすべて取り消します。

フラッシュバック・ドロップ

従来、誤って削除された表を元に戻すには、関連するすべての表属性のリストア、リカバリ、エクスポート/インポート、および再作成が必要でした。フラッシュバック・ドロップを使用すると、FLASHBACK TABLE <table> TO BEFORE DROP文を使用して、削除された表を容易にリカバリできます。これにより、削除された表とそのすべての索引、制約、およびトリガーがごみ箱（削除されたオブジェクトのための論理コンテナ）からリストアされます。

フラッシュバック・データベース

データベース全体を以前のある時点にリストアする場合、従来の方法では、RMANバックアップからデータベースをリストアしてから、エラー発生前の時点にリカバリすることになります。これには、データベースの（増え続ける）サイズに比例した時間がかかるため、従来の方法を使用したりリカバリ時間は数時間、場合によっては数日に及ぶ可能性があります。

これに対して、Oracleで最適化されたフラッシュバック・ログを使用するフラッシュバック・データベースでは、データベース全体を特定の時点に迅速にリストアでき、リカバリに長時間かける必要はありません。フラッシュバック・データベースが高速なのは、変更されたブロックのみをリストアするためです。フラッシュバック・データベースでは、次のような簡単なコマンドを使用して、データベース全体をわずか数分でリストアできます。

フラッシュバックについて詳しくは、oracle.com/goto/flashbackを参照してください。

オンライン・データの再編成と再定義

オンラインでのデータやスキーマの再編成では、処理中にユーザーがデータベースに完全にアクセスできるようにすることで、全体的なデータベースの可用性を向上させ、計画停止時間を短縮します。たとえば、デフォルト値を持つ列を追加しても、データベースの可用性やパフォーマンスには影響を与えません。多くのデータ定義言語（DDL）の保守操作では、管理者がロック待機のタイムアウトを指定できるため、保守操作やスキーマ・アップグレードの実行中に高可用性環境を維持できます。また、索引をINVISIBLE属性で作成すれば、DML操作が引き続きなされている場合でも、コストベース・オブティマイザ（CBO）はそれらの索引を無視します。索引が本番環境で使用できる状態になったら、簡単なALTER INDEX文を使用して、索引をCBOから認識できるようにします。

オンライン表再定義

ビジネス要件が進化するのに伴い、ビジネスをサポートするアプリケーションとデータベースも同様の進化プロセスをたどります。DBMS_REDEFINITIONパッケージ（Oracle Enterprise Managerでも使用可能）を戦略的に使用すれば、管理者はオンラインの本番システムのサポートを継続しつつ表構造の変更が可能のため、データベース保守での停止時間を短縮できます。管理者がこのAPIを使用すると、保守プロセスによって表の暫定コピーが変更されている間、エンドユーザーは元の表にアクセスできます（挿入、更新、削除などの操作を含む）。仮表は、元の表と定期的に同期されます。保守手順が完了すると、管理者は最後の同期を実行し、新しく構造化された表をアクティブ化します。Oracle Database 12cのオンライン表再定義の最新拡張機能には、次のようなものがあります。

- ▶保守操作中もデータ可用性が確保される、オンラインでのデータファイル移動およびオンラインでのパーティション移動。
- ▶start_redef_tableの新しいパラメータcopy_vpd_optを使用した、VPDポリシーによる表のオンライン再定義。
- ▶新しいREDEF_TABLE手順による単一コマンドでの再定義。
- ▶sync_interim_tableパフォーマンスの向上、より適切なロック管理によるfinish_redef_tableのレジリエンスの向上、パーティション・レベルのロックのみによるパーティション再定義での可用性の向上、指定されたパーティションのみに対する変更のログ記録によるパフォーマンスの向上。

Oracle Database 12.2リリースでは、オンライン再定義が拡張されています。障害箇所での再開を可能にし、排他DDLロックを取得することなくプロセスが実行されるようにし、変更履歴の記録によるロールバックを高速化することで、使用率の高い最大規模のデータベースでさえもサポートします。また、バイナリXMLストレージの変更、BFILE、非表示列もサポートします。

オンライン・データの再編成と再定義について詳しくは、<https://www.oracle.com/database/technologies/high-availability/online-ops.html>を参照してください。

シルバー層：アクティブ/アクティブ・データベース・クラスタリング

アプリケーションがビジネス全般でいっそう不可欠になる中で、予期せぬ停止からほぼ瞬時にリカバリできる高可用性ソリューションのニーズは高まっています。これは、外部顧客とパートナーに重要な内部機能やインタフェースを提供するほぼすべてのアプリケーションにも言えることです。HAアーキテクチャでは、RPOとRTOの両方を低減しつつ、データベースが、データ損失の可能性をさらに抑えながら、基盤となるインフラストラクチャ障害とデータベース・インスタンスそのものの予期せぬ破損に確実に対処できるようにする必要があります。すべてのインフラストラクチャを確実に活用したいという要望も常にあります。たとえば、冗長インスタンスをアクティブにし、ワークロードの処理に活用することで、パフォーマンスとスケーラビリティの利点をさらに享受したいという要望もあります。

このようなニーズを念頭に、オラクルはシルバーMAA層を提供しています。シルバーMAA層は、アクティブ/アクティブ・クラスタリング、Automatic Storage Management（ASM）、アプリケーション・コンティニューイティを追加することで、ブロンズMAA層の機能を拡張しています。これらのテクノロジーはすべて、今後も進化し続けますが、RPOとRTOのしきい値を、下記の「図5：シルバー層におけるRPOおよびRTOの保護レベル」に示します。

シルバー – 高速フェイルオーバーによる高可用性

	イベント	停止時間	データ損失の可能性
計画外停止	リカバリ可能なデータベース・インスタンス障害	ゼロ	ゼロ
	リカバリ可能なサーバー障害	数秒	ゼロ
	データ破損、再起動不可能なデータベース、サイト障害	数時間～数日	最後のバックアップ以降、またはZDLRA REDO転送を使用した場合はほぼゼロ
計画保守	オンラインのファイル移動、再編成/再定義、特定のバッチ適用	ゼロ	ゼロ
	オンラインで行うことのできないハードウェアまたはオペレーティング・システムの保守とデータベース・ソフトウェアのアップデート	ゼロ	ゼロ
	データベース・アップグレード：パッチセット、データベースのフル・リリース	数分～数時間	ゼロ
	プラットフォーム移行	数時間～1日	ゼロ
	バックエンドのデータベース・オブジェクトを変更するアプリケーション・アップグレード	数時間～数日	ゼロ

図5：シルバー層におけるRPOおよびRTOの保護レベル

サーバー：ORACLE REAL APPLICATION CLUSTERS

サーバーの可用性とは、ハードウェアやソフトウェアの障害によってデータベース・サーバーのホスト・マシンに予期しない障害が発生した場合にも、データベース・サービスへの中断のないアクセスを確保する能力を示すものです。Oracle Real Application Clusters (Oracle RAC) は、このような障害に対してもっとも効果的な保護を実現します。

Oracle Real Application Clustersは、オラクルが誇るシェアード・エプリシング型のデータベース・クラスタリング・テクノロジーです。Oracle RACオプションを指定してOracle Databaseを使用すると、データベースを構成する共有のデータファイル・セットに対して、クラスタ内の異なるサーバー上で複数のデータベース・インスタンスを実行できます。データベースは複数のハードウェア・システムにまたがりませんが、アプリケーションからは、1つの統合データベースとして見えます。

Oracle RACアーキテクチャは、すべてのアプリケーションに特に次のような可用性とスケーラビリティの利点をもたらします。

- ▶ サーバー・プール内のフォルト・トレランス（特に、コンピュータ障害用）。ノードは独立して稼働するため、1つまたは複数のノードの障害が他のノードに影響することはありません。また、このアーキテクチャにより、ノードのグループを透過的にオンラインまたはオフラインに設定して、システムの残りの部分で引き続きデータベース・サービスを提供できます。
- ▶ 優れた柔軟性と費用効率。ビジネス・ニーズの変化に応じて、求められるどのような処理能力にもシステムを拡張できます。Oracle RACによって、ユーザーは性能ニーズの増加に応じてシステムにノードを柔軟に追加すればよく、既存のモノリシック・システムをより大型なシステムに置き換えなおすという、より高価で中断を伴うアップグレードをせずに済むので出費を抑えることができます。

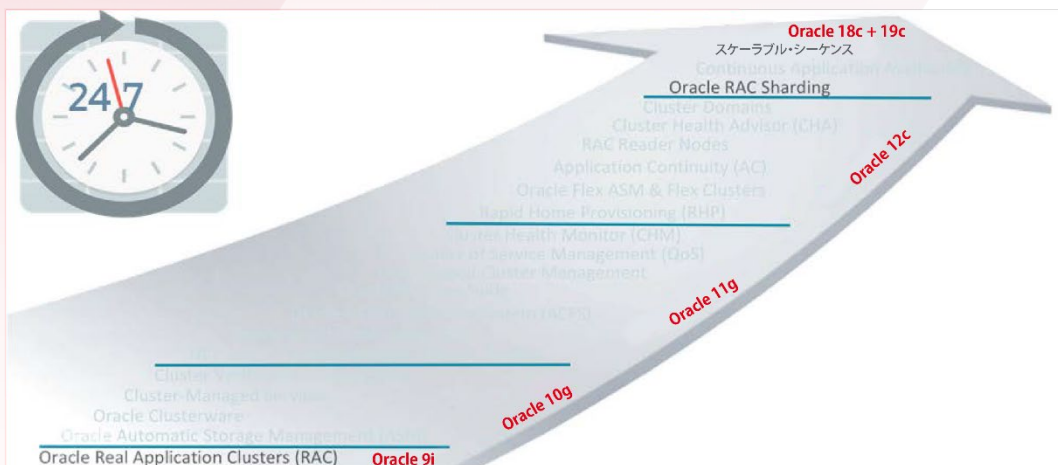


図6：Oracle RACの停止時間短縮とHA機能

Oracle RACは、20年にわたりバージョンを実現しており、ここ3年のリリースでは、計画停止時間と計画外停止時間の回避やスケラビリティの領域が特に強化されました。そのため、Oracle RAC 18cと続いてOracle Database 19cが、障害や保守タスクによって発生する停止時間を考慮したスケラビリティとリカバリ能力において、新たな記録を成し遂げたことは驚くべきことではありません。簡単な例を挙げますが、Oracle 11g Release 2からOracle Database 19cの間に、Oracle RACのパフォーマンスは競合率が高いワークロードで5倍向上し、平均的な一時停止時間は最大で6分の1に短縮されました。

多くの機能が、ここ3年のリリース（Oracle Database 12c Release 2、Oracle Database 18c、Oracle Database 19c）におけるこのような改善に役立っています。Oracle Database 12c Release 2で導入されたNode Weightingは、そのほんの一例です。Node Weighting、すなわち“Smart Fencing”は、フェンシング処理中、クラスタでホストされるワークロードを考慮し、他のすべてが同じ場合は大半のワークロードを存続させます。本番データベース資産を継続的に監視および分析し、各本番クラスタではなく、ドメイン・サービス・クラスタ（DSC）でホストできるOracle Autonomous Health Frameworkの比較的最近の追加機能は、ここでも特筆すべき機能の1つです。

Oracle RACを使用したローリング・パッチ・アップグレード

Oracleは、パッチ適用プロセス全体を通してデータベースを使用可能な状態に維持したまま、Real Application Clustersシステムのノードにローリング方式でパッチを適用する方法をサポートしています。ローリング・アップグレードを実行するには、いずれかのインスタンスが休止しパッチが適用される間、サーバー・プール内のその他のインスタンスは引き続きサービスを提供します。すべてのインスタンスにパッチが適用されるまで、このプロセスが繰り返されます。ローリング・アップグレードの方法は、Patch Set Update（PSU）、Critical Patch Update（CPU）、OPATCHを使用した1回限りのデータベース・パッチや診断パッチ、オペレーティング・システム・アップグレード、およびハードウェア・アップグレードに使用できます。

Oracle Real Application Clusters（Oracle RAC）について詳しくは、<http://oracle.com/goto/rac>を参照してください。

Oracle RACでのFleet Patching and Provisioning（FPP）

Fleet Patching and Provisioning（FPP）は、Oracle Grid Infrastructure（GI）の機能であり、大規模なデプロイメントでOracle RACおよびシングル・インスタンス・データベースのプロビジョニング、パッチ適用、アップグレードを大幅に簡素化します。ゴールド・イメージを活用してデータベース・フリート全体でアウトオブプレース・パッチを適用することで、標準化を実現します。FPPサーバーを形成するコンポーネントは、GIによって自動的に管理されるため、構成が簡素化されます。FPPでは、スペース効率に優れたゴールド・イメージのリポジトリが保持され、これが、任意の数のターゲット・マシンにプロビジョニングできる標準化されたソフトウェア・ホームになります。指定したゴールド・イメージから、任意の数のホームをプロビジョニングできます。また、FPPには系統情報が保持されているため、デプロイしたソフトウェアの来歴を常に確認できます。

ゴールド・イメージはシリーズに整理できるため、リリースの進化を追跡するグループを作成できます。さらに、あるシリーズで新しいイメージが使用可能になると、通知システムから関係者に通知されます。

*Fleet Patching and Provisioning*について詳しくは、<https://www.oracle.com/database/technologies/rac/fpp.html>を参照してください。

透過的なフェイルオーバー：アプリケーション・コンティニューイティ

アプリケーションの開発者にとって、データベース・セッションの停止を気づかれないようにするのは難題です。結果的に、エラーやタイムアウトが頻繁にエンドユーザーに表示されるようになり、フラストレーションの原因になったり、生産性が低下したりしかねません。Oracle Database 12cでは、アプリケーション・コンティニューイティ (AC) が導入されました。ACは、障害の発生したトランザクション (実行中のトランザクションやDMLトランザクションを含む) を捕捉し、アプリケーションをOracle RACクラスタの別のノードに、あるいはOracle Data Guard経由で再接続し、障害が発生したトランザクションを再実行することで、データベースの停止をアプリケーションから見えないようにする機能です。そのため、アプリケーションからはトランザクションが正常に終了したように見えます。アプリケーション・コンティニューイティはこのステップをアプリケーションの下層で実行するため、アプリケーションにとってこの停止は、実行がわずかに遅延しただけのように見えます。

Oracle Database 12.2では、アプリケーション・コンティニューイティは、OCI、ODP.NET管理対象外、JDBC Thin on XA、Tuxedo、およびSQL*Plusクライアントに対応するように強化されました。アプリケーション・コンティニューイティを使用すると、Oracle接続プールが使用されていない場合でも、データベース・サービスの再配置や停止により、既存の接続を別のデータベース・インスタンスに容易に移行できるようになりました。

Oracle Database 18cおよび19cの最近のリリースでは、セッションとトランザクションの状態を完全に透過的に追跡し、記録する *透過的アプリケーション・コンティニューイティ (TAC)* が導入されました。同時に、中核となるアプリケーション・コンティニューイティ・フレームワークが強化され、計画保守操作の副次的影響で発生した停止にさらに対応できるようになりました。したがって現在は、AC (およびTAC) によってセッションが計画保守中にドレインされるため、アプリケーションをホストするサーバーを、もっとも混乱を招かない方法で保守のためにシャットダウンできるようになりました。これにより、アプリケーションのエンドユーザーが計画保守と計画外停止のどちらのイベントからも影響を受けない、理想的な完全統合型ソリューションが実現しました。

ストレージ：Automatic Storage Management

Oracle Automatic Storage Management (Oracle ASM) は、Oracle Database専用のファイル・システム兼ボリューム・マネージャです。Oracleデータベースでは、Oracle ASMによってファイル・システムとボリューム管理の両方が簡素化されます。ストレージ管理が簡素化されるほか、Oracle ASMによってファイル・システムのスケラビリティ、パフォーマンス、およびデータベースの可用性が向上します。これらの利点は、シングル・インスタンスのデータベースとOracle Real Application Clusters (Oracle RAC) データベースの両方で活かされています。

Oracle ASMは、手作業による構成を最低限に抑えて、データベースの可用性を最大化するように設計されています。たとえば、Oracle ASMでは、自動ミラー再構成と再同期化 (自己修復型)、およびローリング・アップグレードを実行できます。またOracle ASMでは、動的なオンライン・ストレージ再構成もサポートされています。

お客様は、ジャストインタイム・プロビジョニングやクラスタ化ストレージ・プールなどの機能により、コストを大幅に節減して総所有コストを削減できます。このように、Oracle ASMはデータベース統合に理想的であり、追加のライセンス費を支払う必要もありません。

"データベース指向のストレージ管理"という概念は、フレックス・ディスク・グループと呼ばれる新しいタイプのディスク・グループで採用されています。フレックス・ディスク・グループでは、個々のデータベースに属するファイル、およびマルチテナントの場合はPDBに属するファイルはすべて、ファイル・グループと呼ばれる新しいASMオブジェクトによってまとめて識別されます。ファイル・グループには、1つのデータベースに関連するファイルが論理的に含まれるため、所定のデータベースのすべてのファイルを一度に扱う操作が簡素化されます。ファイル・グループを参照するコマンド構文が、そのファイル・グループに属するすべてのファイルを参照するためです。

ストレージ管理と統合の観点において重要なもう1つの機能は、割当て制限管理です。割当て制限管理の手段がないと、1つのデータベースによって特定のディスク・グループの領域がすべて消費される可能性があります。そのため、フレックス・ディスク・グループには、割当て制限グループという新機能があります。

割当て制限グループは、1つ以上のファイル・グループが消費できるディスク・グループ領域の容量を指定する論理的なコンテナです。一例として、割当て制限グループAにファイル・グループDB1とDB2が含まれ、割当て制限グループBにはファイル・グループDB3が含まれているとします。この場合、割当て制限グループAに含まれるデータベースは、ディスク・グループの領域をすべて消費しないように、その割当て制限グループで使用可能な領域の仕様によって制限されます。

データベースの可用性をさらに向上するために、Oracle ASMでは拡張ディスク・グループがサポートされています。拡張ディスク・グループは、Oracle Exadata Database Machineでも使用できるようになったOracle Extended Clusterアーキテクチャの基盤を構築しています。これにより、2つの近接するデータセンター間にOracle RACクラスタをデプロイすることで、単一データセンターを超えてOracle RACクラスタの可用性を拡張できます。この設計では、データセンター間でASMミラー化を使用しているため、近接する1つまたは複数のデータセンターが完全に停止しても、可用性が確保されます。

拡張ディスク・グループによって、Oracle Extended RAC Clusterにこれまで付随していた制限が1つ取り除かれました。これまで、拡張RACの実装でディスク・グループに含めることができる障害グループは2つまでで、それぞれ別々のデータセンターに含める必要がありました。ただし、拡張ディスク・グループがフレックス・ディスク・グループの拡張版であると仮定すると、1つのデータセンターまたはサイト内に複数の障害グループを含めることができます。これは、ファイル・エクステントのコピーが1つ以上存在でき、1つのデータセンター内で、およびデータセンター間で、ミラー化が可能であることを意味します。

“データベースを考慮して”最適化されるストレージ管理の方針に従って、Oracle ASM 18cに待望のASMデータベース・クローンが導入されました。ストレージ・アレイベースのレプリケーションと比較した場合のASMデータベース・クローンの利点は、ASMデータベース・クローンでは、物理ストレージの汎用ファイルまたはブロックではなく、データベースがレプリケートされることです。データベース環境のストレージ・アレイまたはファイル・システムベースのレプリケーションでは、レプリケートされるデータベース・オブジェクトをレプリケーションを実行する基盤テクノロジーと同調させる必要があります。ASMデータベース・クローンを使用する場合は、管理者が物理的なストレージ・レイアウトについて心配する必要はありません。

Oracle ASM 19cのパーティティ保護機能の最新リリースによって、このソリューションはさらに強化され、ストレージ管理の総コストを低減するように設計されたもう1つの重要な機能を実現しています。パーティティ保護は、アーカイブ・ログやバックアップ・セットといった、一度書くだけのファイルを許可するもう1つの選択肢です。パーティティ保護がリリースされる前は、ファイルの保護はUNPROTECTED、MIRROR、HIGHのいずれかに設定されていました。パーティティ保護では、フレックス・ディスク・グループ内に通常の（クォーラムでない）障害グループを3つ以上使用する必要があります。パーティティ・ファイルの生成時に障害グループが3つまたは4つある場合、各パーティティ・エクステント・セットには2つのデータ・エクステントが含まれます。このシナリオでは、双方向にミラー化されたファイルと比較して、冗長性のオーバーヘッドが50%削減されます。

ASMについて詳しくは、oracle.com/goto/asmを参照してください。

ゴールド層：物理的レプリケーション、データ損失ゼロ、高速フェイルオーバー

Oracle RACの導入によってRTO要件が常にほぼ最適になる一方で、ビジネス機能の中核を成す多くの重要なアプリケーションで、データ破損からリカバリするニーズは依然として存在します。さらに、リモート・サイトのデータセンターを、洪水、停電、火災、その他の自然災害などの大規模なサイト障害から保護する必要がある場合、リカバ리를数秒で実行できるようにするために、それらのサイトを同期し続けるソリューションが必要です。そうすることで、そのような大規模な停止時にさえも、アプリケーションのエンドユーザーは停止を認識せずに済みます。新しいハードウェアへの移行であれ、Oracle Cloudのような全く新しいデプロイメント・プラットフォームへの移行であれ、新しいプラットフォームへの移行などの計画保守作業でも、ほぼゼロの停止時間を求めるニーズが頻繁にあります。これらの要件はすべて、Oracle MAAゴールド層で対応できます。詳しくは、以下の図7を参照してください。遠隔地に分散されている可能性のある複数のデータセンターにまたがる重要な高可用性アーキテクチャで、どのようにActive Data Guardを活用できるかを詳述しています。

計画外停止と計画保守

ゴールド – 包括的なHAとデータ保護

	イベント	停止時間 (RTO)	データ損失の可能性
計画外停止	データベース・インスタンス障害	ゼロ	ゼロ
	リカバリ可能なサーバー障害	数秒	ゼロ
	データ破損、再起動不可能なデータベース、サイト障害	ゼロ*~数秒	ASYNCの場合はほぼゼロ SYNCの場合はゼロ
計画保守	オンラインのファイル移動、再編成/再定義、パッチ適用	ゼロ	ゼロ
	オンラインで行うことのできないハードウェアまたはオペレーティング・システムの保守とデータベース・ソフトウェアのアップデート	ゼロ	ゼロ
	データベース・アップグレード: パッチセット、データベースのフル・リリース	数秒	ゼロ
	プラットフォーム移行	数秒	ゼロ
	データベース・オブジェクトを変更するアプリケーション・アップグレード	数時間~数日	ゼロ

* Active DGの自動ブロック修復機能によって、物理的なブロック破損の停止時間をゼロにすることが可能

図7: ゴールド層におけるRPOおよびRTOの保護レベル

リアルタイム・データ保護と可用性 – Oracle Active Data Guard

企業は、クラスタまたはデータセンター全体をオフラインにする可能性のあるイベントから、重要なデータとアプリケーションを保護する必要があります。人為的エラー、データ破損、あるいはストレージ障害のために、クラスタが使用できなくなる場合があります。自然災害や、停電、通信障害が、サイト全体の可用性に影響を与える場合があります。

Oracle Databaseは、クラスタやサイトの障害によるコストのかかる停止から企業を守るために、さまざまなデータ保護ソリューションを提供しています。高可用性運用に共通して求められるのは、ローカル・バックアップとリモート・バックアップを短い間隔で更新し、検証することです。ただし、マルチテラバイトのバックアップの完全なリストアは、許容できる時間よりも時間がかかる場合があり、またバックアップに最新バージョンのデータが含まれていない可能性もあります。

これらの理由から、企業は多くの場合、本番データベースの1つ以上の同期レプリカを別のデータセンターに保持しています。オラクルは、この目的に使用できるソリューションをいくつか提供しています。Oracle Data GuardとActive Data Guardは、Oracleデータを保護するように最適化されており、高可用性とディザスタ・リカバリの両方に適用できます。

Data Guardは、ミッション・クリティカルなOracle Databaseのシングル・ポイント障害を解消するための総合的なソリューションです。これは、本番データベース（プライマリ）の同期された物理レプリカ（スタンバイ）を1つ、または複数維持することによって、データ損失と停止時間を簡単かつ経済的に防止します。プライマリ・データベースが使用できない場合、管理者は、スタンバイ・データベースへの手動または自動どちらかのフェイルオーバーを選択できます。クライアント接続をスタンバイに迅速かつ自動的にフェイルオーバーし、サービスを再開できます。

Data Guardは、Oracle Databaseとの緊密な統合、強力な障害分離、Oracle対応の独自のデータ検証を通して、もっとも高いレベルのデータ保護を実現します。プライマリ・データベースに影響を与えるシステムやソフトウェアの欠陥、データ破損、管理者のエラーなどは、スタンバイにはミラー化されません。

最後になりますが、Data Guardでは、非同期（ほぼデータ損失ゼロ）または同期（データ損失ゼロ）のどちらかの保護を選択できます。非同期構成は導入が容易であり、プライマリ・データベースとスタンバイ・データベースの間の距離に関係なく、プライマリのパフォーマンスには影響を与えません。ただし、同期トランスポートはパフォーマンスに影響を与えるため、プライマリ・データベースとスタンバイ・データベースの間の距離が実質的に制限されます。パフォーマンスに影響を与えるのは、現在のトランザクションへの変更が保護されたことをスタンバイが確認するまで、プライマリ・データベースが次のトランザクションに進まないためです。確認応答の待機に費やされる時間はプライマリとスタンバイの間の距離が長いほど増加するため、アプリケーションの応答時間やスループットに直接影響を与えます。これらの影響は、以降の項で説明するオラクルのFast SyncまたはFar Syncを使用して緩和できます。

いかなる距離でもデータ損失ゼロの高可用性：Active Data Guard

Active Data GuardはData Guard機能のスーパーセットであり、データ保護や高可用性のためのさまざまな拡張機能と、ディザスタ・リカバリ・システムの投資収益率（ROI）を向上させる多数の機能を備えています。以下に、Oracle Active Data Guardの主要な機能をいくつか説明します。

Active Data Guardの自動ブロック修復

ブロックレベルのデータ損失は通常、断続的なI/Oエラーのほか、ディスクに書き込まれたメモリ破損によって発生します。Oracle Databaseはブロックを読み取って破損を検出すると、そのブロックを破損としてマークし、アプリケーションにエラーを報告します。Active Data Guardを使用していないと、ブロックが手動でリカバリされるまで、そのブロックのそれ以降の読取りは成功しません。

Active Data Guardでは、ブロック・メディア・リカバリが自動的かつ透過的に実行されます。Active Data Guardは、プライマリ・データベース上の物理的破損を、スタンバイから取得された正常なバージョンのブロックを使用して修復します。逆に、スタンバイ・データベース上で検出された破損ブロックは、プライマリ・データベースの正常なバージョンを使用して自動的に修復されます。

Active Data Guard遠隔同期：いかなる距離でもデータ損失ゼロ

Active Data Guard Far Syncは、プライマリ・ロケーションからどれだけ離れた場所にあるスタンバイ・データベースでも、データベースのパフォーマンスに影響を及ぼすことなく、最小限のコストと複雑さで同期を維持して、データ損失ゼロの保護を本番データベースに提供します。

遠隔同期インスタンス（新しいタイプのData Guardターゲット）は、プライマリ・データベースから変更を同期的に受信し、それをリモート・スタンバイに非同期的に転送するため（以下の「図8：Active Data Guard Far Sync：いかなる距離でもデータ損失ゼロの保護」を参照）、データ損失をゼロに保ちながら、本番環境を必要に応じて迅速にリモート・スタンバイ・データベースに手動または自動でフェイルオーバーできます。

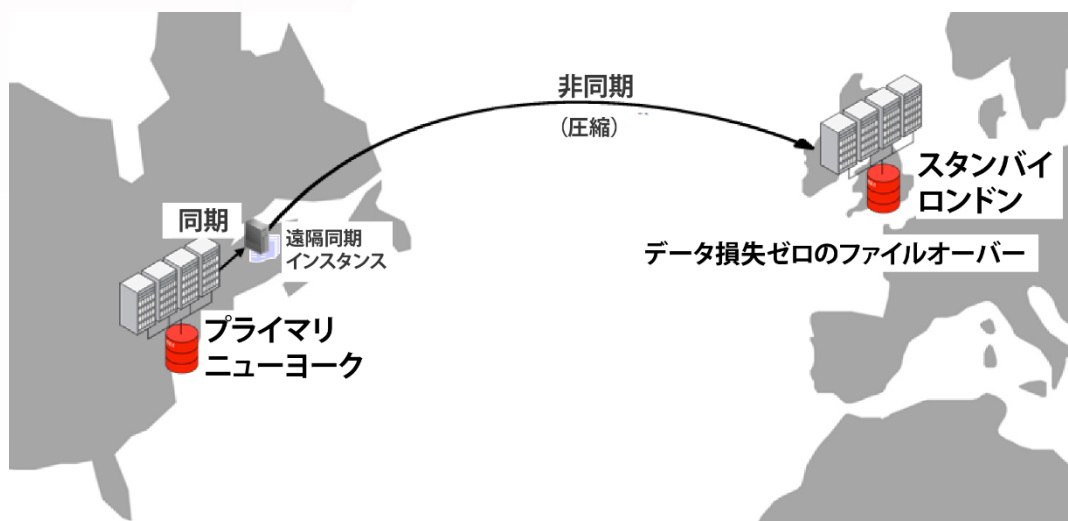


図8：Active Data Guard Far Sync - いかなる距離でもデータ損失ゼロの保護

遠隔同期インスタンスは、制御ファイルとログ・ファイルを管理するだけの小さな存在で、スタンバイ・データベースのCPU、メモリ、I/Oリソースのごく一部として働きます。ユーザーのデータファイルを保管することではなく、リカバリを実行することもあります。その唯一の目的は、プライマリ・データベース上のリモート・ターゲットへのサービス処理を透過的に肩代わりすることです。遠隔同期インスタンスはまた、Oracle Advanced Compressionオプションを使用して転送の圧縮を実行することにより、ネットワーク帯域幅も節約できます。

たとえば、ニューヨークにプライマリがあり、ロンドンにスタンバイがある非同期的Active Data Guard構成について考えてみます。データ損失ゼロへサービス・レベルを上げるには、Active Data Guardを使用して、ニューヨークの同期レプリケーションの距離（240 km未満）以内に遠隔同期インスタンスをデプロイするだけです。

既存の環境が中断されることなく、独自仕様のストレージ、特殊なネットワーク、データベース・ライセンスの追加、複雑な管理なども一切必要ありません。

ワークロードをActive Data Guard 19cスタンバイ・データベースにオフロードすることでROIを向上

Active Data Guardを使用すると、レポート作成アプリケーション、非定型問合せ、データ抽出などの読取り専用および読取り中心の処理を、障害から保護しながら最新の更新済みフィジカル・スタンバイ・データベースへオフロードできるようになります。Active Data Guardは、最高のパフォーマンスを得るために独自の同時実行性の高い適用プロセスを進める一方で、プライマリ・データベースと同様に、スタンバイ側でも読取り中心アクセスに読取り一貫性モデルを適用します。この機能を提供できる物理または論理レプリケーション・ソリューションは他にありません。これは、無駄な冗長性のコストを排除しながら、読取り中心ワークロードをアクティブ・スタンバイにオフロードするうえで魅力的です。

Active Data Guard 19cでは、この点において前例のない新しい機能が導入されました。読取り専用スタンバイのDML操作をプライマリ・データベースにリダイレクトできるようになったことで、より多くのレポート作成アプリケーションが（不定期な書き込みが必要なアプリケーションさえも）、Active Data Guardのスタンバイ・データベースを使用できるようになりました。

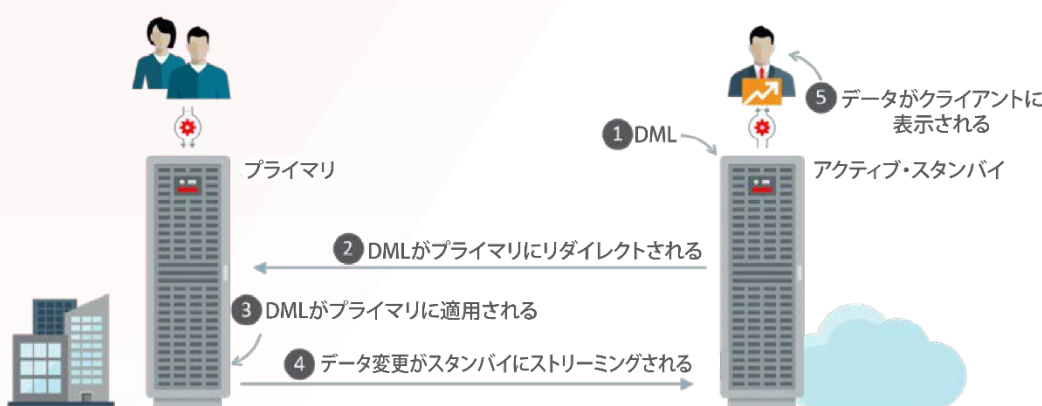


図9：Oracle Active Data Guard 19cを使用したDMLリダイレクト

マルチインスタンスREDO Applyを有効化しながら、インメモリ・データ・ストアをスタンバイ・データベースで有効化して、これらのレポートのパフォーマンスを向上できることも、ここで触れておく価値があるでしょう。

Data Guard Standby-First Patch Assurance

Data Guard Standby-First Patch Assuranceを使用すると、Oracleパッチをローリング方式で適用し検証する目的のために、フィジカル・スタンバイは、プライマリ・データベースとスタンバイ・データベースの間で異なるソフトウェア・パッチ・レベルをサポートできます²。対象となるパッチには、次のようなものがあります。

- ▶ Patch Set Update、Critical Patch Update、Patch Set Exception、Oracle Databaseバンドル・パッチ、フル・リリースへのアップグレード。
- ▶ Oracle Exadata Database Machineバンドル・パッチ、Oracle Exadata Storage Serverソフトウェア・パッチ。

Data Guardを使用したデータベース・ローリング・アップグレード

一時ロジカル・データベースのローリング・アップグレード・プロセスでは、Data Guardのフィジカル・スタンバイ・データベースを使用して、完全なOracle Database/パッチセット（Oracle 11.2.0.1から11.2.0.3に）またはメジャー・リリース（Oracle 11.2から12.1に）をインストールするか、あるいはデータベースの論理構造を変更するその他のタイプの保守を実行します。このプロセスは、プライマリ・データベースとフィジカル・スタンバイ・データベースから始まります。一時的に

² Standby-First Patch Applyの対象となるパッチについて詳しくは、[MOS Note 1265700.1](#)を参照してください。

Data Guardの論理レプリケーション (SQL Apply) を使用して、古いバージョンと新しいバージョンの間で同期させる場合を除いて、スタンバイが通常どおりに最初にアップグレードされます。REDO Applyとは異なり、論理レプリケーションではSQLを使用してバージョン間のレプリケーションを行うため、異なるOracleリリース間に存在する可能性のあるREDOの物理構造の違いによる影響を受けません。

元のプライマリのアップグレードと再同期が完了すると、スイッチオーバーによって本番環境がスタンバイ・データベース上の新しいバージョンに移行されます。元のプライマリは次に、アップグレード・プロセスが開始された時点でフラッシュバックされ、新しいプライマリのフィジカル・スタンバイに変換されます。フィジカル・スタンバイは新しいOracleホームにマウントされ、新しいプライマリによって生成されたREDOを使用してアップグレードし再同期されます (2つ目のカタログのアップグレードは必要ありません)。

Active Data Guardを使用したデータベース・ローリング・アップグレード

上述のデータベースのローリング・アップグレード・プロセスは、計画停止時間の短縮に非常に効果的ですが、多くのステップを含む手動の手順であるため、エラーが発生しやすくなります。そのため、ローリング・アップグレード・プロセスの使用が受け入れづらく、従来のアップグレード方法で長い停止時間を受け入れざるを得ない場合もありました。また、従来のアップグレード方法では、結果が確実になる前に本番データベースに対して保守が実行されるため、リスクも増します。

Oracle Database 12cで導入された、Active Data Guardを使用したデータベース・ローリング・アップグレードでは、ローリング・データベース・アップグレードを実行するために必要な40を超える手動の手順を、このプロセスの多くを自動化する3つのPL/SQLパッケージに置き換えることによってこの問題を解決します。この自動化は、ユーザーを新しいバージョンに移行する前に本番環境の完全なレプリカに対してすべての変更を実装し、徹底的に検証することによって、計画停止時間を最小限に抑え、かつリスクを軽減するのに役立ちます。

データベース・バージョンのアップグレードに対するこの機能は、Oracle Database 12cの最初のパッチセットから使用できます。また、Oracle Database 12cでのその他のデータベース保守作業で使用できます4。

プラットフォームの移行、システムの保守、データセンターの移転

Data Guardではまた、プライマリ・データベースとスタンバイ・データベースが異なるオペレーティング・システムやハードウェア・アーキテクチャを使用するシステム上で動作するためのある程度の柔軟性があるため、停止時間を最小限に抑えてプラットフォームを移行する非常に簡単な方法が提供されます5。また、Data Guardを使用すると、停止時間とリスクを最小限に抑えてASMに容易に移行したり、シングル・インスタンスのOracle DatabaseからOracle RACに移行したり、データセンターを移転したりすることもできます。

Oracle Active Data GuardおよびOracle Data Guardのその他の新機能

Data GuardおよびActive Data Guard 19cには、上記の素晴らしい各機能を基盤に、以下の小規模な機能強化も施されました。

- ファスト・スタート・フェイルオーバーを無効にせずに、ファスト・スタート・フェイルオーバーのターゲットを動的に変更できます。
- ファスト・スタート・フェイルオーバーのオブザーバ専用モードを使用して、ファスト・スタート・フェイルオーバーの動作をテストできます。
- プライマリからスタンバイにリストア・ポイントが自動的にレプリケートされるようになったため、プライマリで取得された時点でフィジカル・スタンバイをフラッシュバックするプロセスが簡略化されました。
- フラッシュバックまたはポイント・イン・タイム・リカバリがプライマリ・データベース上で実行された場合に、プライマリで実行されたリカバリ手順と同じ手順をマウント・モードのスタンバイで自動的に実行させることができます。

Data GuardおよびActive Data Guardについて詳しくは、<http://www.oracle.com/goto/dataguard>を参照してください。

3 Oracle Database 11gからOracle Database 12cに、またはOracle DatabaseからOracle Database 12.1の最初のパッチセットにアップグレードする場合、引き続き一時ロジカル・スタンバイ・アップグレードを使用する必要があります。

4 保守作業には、パーティション化されていない表のパーティション化、BasicFiles LOBのSecureFiles LOBへの変更、CLOBストレージXMLTypeのバイナリXMLストレージへの移動、表のOLTP表圧縮への変更などがあります。

5 Data Guard構成でサポートされているプラットフォームの組合せについて詳しくは、[MOS Note 413484.1](#)を参照してください。

プラチナ層：あらゆる停止時の稼働時間が最長、データ損失ゼロ

プラチナMAA層では、オラクルのトップレベルの高可用性機能を活用したリファレンス構想を実現しています。これは、Oracle GoldenGateを使用して完全なアクティブ/アクティブ・レプリケーションを導入することで、データベース・アップグレード、パッチセット、さらにはアプリケーション・アップグレードのRTO時間をゼロに低減する構想です。加えて、Oracle Shardingで提供される水平パーティショニングを使用してフォルト・トレランスを最大化する代替のアーキテクチャを実現しています。さらに、アプリケーションのメジャー・アップグレードでよくあるように、基盤のデータベースに対してスキーマやその他の変更が必要な場合に、エディションベースの再定義を使用してアプリケーションをシームレスにアップグレードするオプションが導入されています。以下の項では、プラチナMAA層のリファレンス・ソリューションの全体像について詳しく説明します。

計画外停止と計画保守

プラチナ - 包括的なHAとデータ保護

	イベント	停止時間	データ損失の可能性
計画外停止	データベース・インスタンス障害	ゼロ	ゼロ
	リカバリ可能なサーバー障害	数秒	ゼロ
	データ破損、再起動不可能なデータベース、サイト障害	ゼロ*~数秒	ASYNCRの場合はほぼゼロ SYNCの場合はゼロ
計画保守	オンラインのファイル移動、再編成/再定義、パッチ適用	ゼロ	ゼロ
	オンラインで行うことのできないが、RACローリング・インストールが可能なハードウェアまたはオペレーティング・システムの保守とデータベースのパッチ適用	ゼロ	ゼロ
	データベース・アップグレード:パッチセット、データベースのフル・リリース	GGを使用した場合はゼロ	ゼロ
	プラットフォーム移行	数秒	ゼロ
	データベース・オブジェクトを変更するアプリケーション・アップグレード	ゼロ	ゼロ

* Active Data Guardと物理的なブロック破損の自動ブロック修復機能を使用した場合はゼロ

図10：プラチナ層におけるRPOおよびRTOの保護レベル

アクティブ/アクティブHA：GoldenGate

Data Guardの物理レプリケーションは、特定の用途のために最適化されています。最適なデータ保護と可用性を実現する、シンプルかつ透過的な一方向の物理レプリケーションであり、双方向の自動修復機能を使用してデータ破損を専門的に保護します。これに対して、Oracle GoldenGateは高度な機能を豊富に備えた論理レプリケーション製品です。マルチマスター・レプリケーション、ハブ・アンド・スポーク方式のデプロイメント、サブセットのレプリケーション、データ変換をサポートし、お客様のレプリケーション要件に完全に対処できる柔軟なオプションを提供することで、Active Data Guardを補完します。Oracle GoldenGateはまた、Oracleの他にも、幅広い異機種ハードウェア・プラットフォームやデータベース管理システム間のレプリケーションもサポートしています。

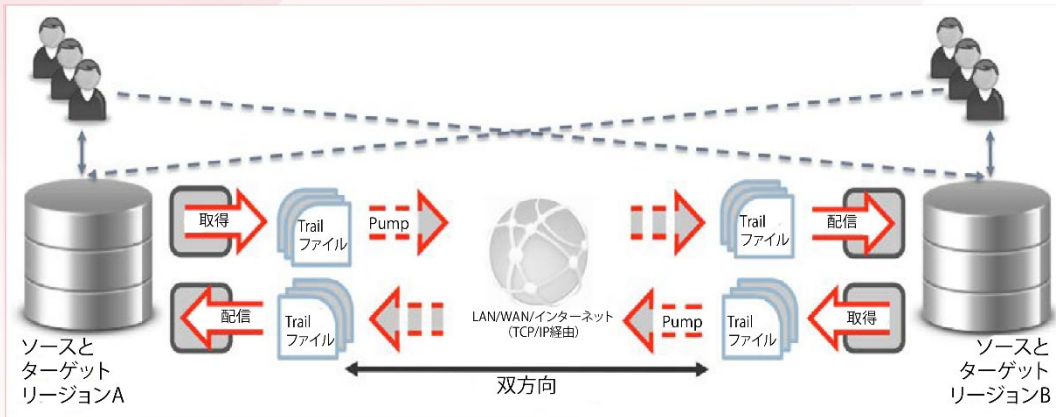


図11：Oracle GoldenGate - アクティブ/アクティブの双方向レプリケーション

Oracle GoldenGateを使えば、アプリケーションの変更や特別な処理を最小限に抑えることができます。Oracle GoldenGateはさまざまに設定可能で、たとえば、データベース全体、いくつかのスキーマのセット、または個々の表ごとに、変更を取得するよう設定することができます。Oracle GoldenGateテクノロジーを使用すれば、データベースを異種環境（たとえば、Oracle、DB2、SQL Serverなどの混在）で使うこともできます。これらのデータベースは、さまざまなプラットフォーム（Linux、Solaris、Windowsなど）で稼働していても構いません。また、対象となるデータベースは、GoldenGateがデータを適切な形式に変換するので、異なるデータ構造を維持したままで構いません。こうした機能によって、大企業はOracle GoldenGateをレプリケーション・テクノロジーの単一の標準にすることで、IT環境を簡素化できるようになります。

アクティブ/アクティブHA

Oracle GoldenGateのアクティブ/アクティブ構成では、ソース・データベースとターゲット・データベースの両方を読取り/書込みに使用できるため、参加しているすべてのデータベースですべてのワークロードのバランスが取れた分散構成が実現します。これによって、個々のサイトで障害が発生した場合に高可用性とデータ保護が実現します。また、停止時間ゼロの保守を実行するための優れた方法も提供します。それには、あるレプリカ側に変更を実装し、それを以前のバージョンで動作しているソース・データベースと同期した後、停止時間ゼロで新しいバージョンで動作しているレプリカ側にユーザーを徐々に移行します。

Oracle GoldenGateのアクティブ/アクティブ構成内のユーザーは同じ表の異なるコピーをどこからでも更新できるため、異なるデータベース内の同じデータ要素に対して変更が同時に行われることによって更新の競合が発生する可能性があります。Oracle GoldenGateは、競合を回避、検出、解決するためのさまざまなオプションを提供しています。これらのオプションは、データの値とフィルタに基づいて、またはデータベース・エラー・メッセージなどのイベント駆動型条件を通して、オブジェクト単位でグローバルに実装できます。

Oracle GoldenGateの最近の数リリースでは、ユーザー作業を簡素化する自己記述的Trailファイル、自動ハートビートによるエンド・ツー・エンドのリアルタイムのレプリケーション遅延の監視、ビッグ・データのサポート、新規データベースと強化された監視機能のサポート、非表示列の取り扱いと統合のサポート、Oracle Data PumpとOracle Clusterwareの統合など、多数の新機能が導入されました。クラウドのGoldenGate Cloud Serviceでは、クラウド・デプロイメントと、オンプレミスとクラウドのハイブリッド・モデルの両方で、アクティブ/アクティブの双方向レプリケーションがサポートされます。

Oracle GoldenGateを使用した停止時間ゼロの保守

Oracle GoldenGateは、計画停止時間を短縮または解消するためのもっとも柔軟な方法です。その異機種レプリケーションは、ほぼすべてのプラットフォーム移行、技術基盤の更改、データベース・アップグレードのほか、バックエンド・データベース・オブジェクトを変更する多くのアプリケーション・アップグレードを、停止時間をゼロまたは最小限に抑えてサポートできます。Oracle GoldenGateの論理レプリケーションは、データベースを異なるプラットフォーム上に、バージョンが同期された状態で保持できます。これにより、オブジェクト変更を本番環境のコピーに実装してから、データを元のバージョンと同期することができます。検証が完了すると、ユーザーは新しいバージョンで実行されているコピー側、または新しいプラットフォーム上のコピー側に切り替えられます。GoldenGateの一方向のレプリケーションでは、すべてのユーザーが古いバージョンから切断されてから新しい方に再接続されるまで、ある程度の停止時間が必要になります。GoldenGateの双方向レプリケーションでは競合解消機能を使用し、ユーザーを古いバージョンから停止時間ゼロで段階的に移行できます。

Oracle GoldenGateについて詳しくは、oracle.com/goto/goldengateを参照してください。

Oracle Sharding

Oracle Shardingは、OLTPアプリケーション向けにスケーラビリティ、障害分離を通じた可用性、地理的分散を実現する機能で、別個のOracleデータベースのプールでデータの分散とレプリケーションを行います。柔軟性のあるプール内の各データベースはシャードと呼ばれます。シャーディングは、データベースがストレージを共有しない、またはクラスタ・ソフトウェアに依存しないシェアード・ナッシング水平パーティショニング・アーキテクチャ上に構築されます。Oracle Shardingは、webスケールのアプリケーションに多数の利点をもたらします。

- ☒ 直線的なスケーラビリティ。Oracleのシャーディング向けに設計されたOLTPアプリケーションは、追加のスタンドアロン・サーバーに新しいシャードを展開するだけで、どのプラットフォーム上でも、いずれのレベルにも柔軟に（データ、トランザクション、およびユーザーを）拡張できます。プールにシャードが追加されるに従いパフォーマンスが直線的に拡張されますが、これは、各シャードが他のシャードから完全に独立しているためです。
- ☒ きわめて高いデータ可用性。Oracle Shardingはシングル・ポイント障害（共有ディスク、SAN、クラスタリングなど）を排除し、障害を確実に分離させます。計画外停止や計画保守のためにシャードが利用不可になった場合やパフォーマンスが低下した場合、そのシャードのユーザーにのみ影響し、他のシャードのユーザーが利用するアプリケーションの可用性やパフォーマンスには影響しません。

アプリケーションにもっとも古い実行バージョンとの下位互換性がある場合は、シャードごとに異なるOracle Databaseリリースを実行できるため、データベースのメンテナンスを行っている間、アプリケーションの可用性を容易に維持できます。

- ☒ 地理的データ分散を介したデータ主権およびデータ近接性。シャーディングにより、別の国や地域にあるデータの異なる部分を探ることが可能となるため、データを置いておかねばならない一定の管轄区域で求められる規制要件を満たすことにつながります。また、コンシューマのより近くに特定のデータを保存することにもつながります。



図12：Oracle Shardingの利点の概要

シャード・データベースとシャード

シャードは独立したOracle Databaseであり、独自のローカル・リソース（CPU、メモリ、ディスク）を持つデータベース・サーバー上でホストされます。シャードには共有ストレージは必要ありません。シャード・データベースは、1つの論理データベースを形成するシャードの集まりです。シャードは1つの領域（データセンター）または複数の領域に配置できます。Oracle Shardingのコンテキスト内の領域とは、1つのデータセンターまたはネットワークが近接している複数のデータセンターを指します。

シャードはActive Data GuardなどのOracleレプリケーション・テクノロジーにより、高可用性（HA）、ディザスタ・リカバリ（DR）のためレプリケートされます。HAのため、プライマリ・シャードが配置されたのと同じ領域内にスタンバイ・シャードを配置することが可能です。DRのためには、スタンバイ・シャードを別の領域内に配置します。Oracle Shardingでは、自動構成された3つのレプリケーション・オプション（Data Guard、Active Data Guard、Oracle GoldenGate）をサポートしています。

アプリケーション接続とデータ依存ルーティング

接続チェックアウト中にユーザー・セッション・レベルのデータベース接続リクエストをルーティングするには、シャーディング・キーが使用されます。この情報に基づき、所定のsharding_keyに妥当なデータを含んだ該当シャードへの接続が確立されます。セッションがシャードに接続されると、すべてのSQL問合せとDMLがサポート対象となり、所定シャードの有効範囲で実行され、変更は求められません。

所定のシャードへの初回の接続時に、クライアントにキャッシュされるシャード・トポロジ・キャッシュ（ルーティング・マップ）を動的にビルドするために、シャーディング・キー範囲マッピングがシャードから収集されます。これにより、キャッシュ範囲内のシャーディング・キーを使用したその後のリクエストが、シャードに直接ルーティングされるため、余計なネットワーク・ホップが排除され、大容量のOLTPアプリケーションの待機時間が短縮されます。

Oracle Shardingは、このレベルの障害分離、パフォーマンス、スケーラビリティが要求されるどのようなユースケースにも対処できるように、今後も進化し続けます。Oracle Sharding 19cのリリースには、次のような新機能が搭載されています。

1. 単一のマルチテナント・データベースにおける複数のシャード
2. スケーラブルなクロス・シャード問合せコーディネータ
 - 水平方向にスケーラブルなクロス・シャード問合せコーディネータにより、読取りが集中するクロス・シャード問合せのパフォーマンスと可用性を向上できます。シャード・カタログは、1つまたは複数のActive Data Guardスタンバイ・データベースによって保護できます。プライマリ・シャード・カタログおよびすべての読取り専用スタンバイ・シャード・カタログは、クロス・シャード問合せコーディネータとして使用できます。
3. 中間層のシャーディング
 - アプリケーションの中間層をシャーディングして、データベース・シャーディングにアフィニティを提供することもできます。データベース・シャードを使用した中間層のアフィニティのグループ化は、スイム・レーンと呼ばれることもあります。そのようなデプロイメントでは、アプリケーションのフロントエンド・ルーティング層が、シャーディング・キーを迂回して（シャード・データベースの中間層ルーティング・サービスによって提供される）REST APIを呼出し、スイム・レーンの詳細（シャード名など）を取得して、リクエストを適切なシャードにルーティングできるようにします。これにより、障害分離、キャッシュ局所性、スケーラビリティが向上し、中間層によって使用されるデータベース接続が減少します。

Oracle Shardingについて詳しくは、www.oracle.com/database/technologies/high-availability/sharding.htmlを参照してください。

オンライン・アプリケーション・アップグレード：エディションベースの再定義（EBR）

Oracle Databaseのエディションベースの再定義（EBR）機能を使用すると、アプリケーションの可用性を損なうことなく、アプリケーションをオンラインでアップグレードできます。アップグレードのインストールが完了すると、アップグレード前のアプリケーションとアップグレード後のアプリケーションを同時に使用できます。つまり、既存のセッションは、ユーザーが終了するまでアップグレード前のアプリケーションを引き続き使用できます。それに対して、新しいセッションはすべて、アップグレード後のアプリケーションを使用します。アップグレード前のアプリケーションを使用しているすべてのセッションが終了したら、古いエディションを廃止できます。そのため、アプリケーションが全体として、アップグレード前のバージョンからアップグレード後のバージョンへのホット・ロールオーバーを実現していることとなります。エディションベースの再定義が導入されたことに伴い、以下に説明するエディションという新しい領域が導入されました。

- ▶ コード変更は、新しいエディションに内部的にインストールされます。
- ▶ データ変更は、古いエディションでは表示されない新しい列や表にのみ書き込むことで、安全に実行されます。エディションニング・ビューは、各エディションに表の異なる射影を公開して、各エディションには独自の列のみ表示します。
- ▶ クロスエディション・トリガーにより、古いエディションによって行われたデータ変更が新しいエディションの列に、またはその逆方向に（ホット・ロールオーバーの場合）伝播されます。

Oracle EBRはカスタム・アプリケーションで活用できるだけでなく、Oracle Applicationsでも日常的に使用できます。たとえば、E-Business SuiteではOracle Database 12.2以降、Oracle EBRを活用しています。Oracle Database 18cおよび19cの最新リリースでは、Oracle EBRがPL/SQLレコードとコレクションでも属性値コンストラクタを有効化できるようになりました。

Oracle EBRについて詳しくは、<https://www.oracle.com/database/technologies/high-availability/ebr.html>を参照してください。

Oracle Database高可用性ソリューションの管理

MAAリファレンス層で説明したように、包括的な高可用性ソリューションでは、Oracle Database環境を監視、診断、管理するための一元的なソリューションも期待されます。同様に、とりわけアクティブ/アクティブ構成で、ロードバランシングを完全に制御できることが不可欠です。これらのニーズに対処するために、オラクルは、監視、診断、および管理用プラットフォームとしてOracle Enterprise Manager Cloud Controlを、ロードバランシングにはGlobal Data Servicesを提供します。以下の項で、これらのソリューションについて詳しく説明します。

Oracle Enterprise Manager

Oracle Enterprise Manager Cloud Control 13cは、1つまたは複数のデータセンターのOracle環境全体を管理するインターフェースです。Oracle Cloud Controlは、Oracleテクノロジーを実行するシステムや、Oracle以外のテクノロジーを実行するシステムを含むOracle ITインフラストラクチャ全体に一元管理機能を提供します。Enterprise Manager Oracle Cloud Controlは、幅広い一連の管理、構成管理、プロビジョニング、エンド・ツー・エンド監視、診断、およびセキュリティの各機能を備えているため、複雑な環境を管理するためのコストと複雑さが低減される一方、お客様がITインフラストラクチャの必要なサービス・レベルを維持するのに役立ちます。

Oracle Enterprise Manager Cloud Controlの最新リリース（13c）には、次のような重要な高可用性機能が含まれています。

- ▶ さまざまな高可用性領域（クラスタリング、バックアップとリカバリ、レプリケーション、ディザスタ・リカバリなど）の監視を統合し、高可用性全体の構成ステータスを表示し、さらに適切な操作を開始するための高可用性コンソールを提供します。
- ▶ Maximum Availability ArchitectureのConfiguration Advisorページでは、構成を評価し、サーバー、サイト、ストレージ、データ破損などの障害や人為的エラーによる障害から保護するためのソリューションを特定できるため、オラクルが推奨するソリューションをワークフローに実装できます。
- ▶ データベースのASMへの移行や、シングル・インスタンス・データベースのOracle RACへの変換を最小限の停止時間で実行できるようにすることによって、MAAのさらなる自動化を可能にします。
- ▶ Oracle Secure Backup管理サーバーの管理や、Oracle Secure Backupファイル・システムのバックアップ/リストアとレポート作成をサポートします。
- ▶ Fleet Patching and Provisioningとの直接統合を実現します。Fleet Patching and Provisioningは、シングル・インスタンスとRACデプロイメントの両方で、Oracle Databaseフリート全体にゴールド・イメージのパッチを適用しアップグレードを行う、もっとも最適化されたソリューションです。

Oracle Enterprise Manager Cloud Controlについて詳しくは、<https://www.oracle.com/database/technologies/high-availability/em-maa.html>を参照してください。

サイト全体のフェイルオーバー：Oracle Site Guard

Oracle Site GuardはOracle Enterprise Manager Cloud Controlの一部であり、ディザスタ・リカバリの自動化をOracleスタックの残りの部分にまで拡張します。Oracle Site Guardを使い、管理者はサイト全体のフェイルオーバーを自動化できます。Site Guardにより、特別なスキルセットなしで、ITスタッフが複雑なフェイルオーバー操作を手動で行わずに済むようになります。その結果、停止時間の延長やデータ損失につながる場合がある人為的エラーの可能性を減らすことができます。Site Guardは、Oracle Fusion Middleware、Oracle Databaseを統合的にフェイルオーバーするだけでなく、データセンターの他のコンポーネントまで対象を広げることができます。Site Guardは併せて、プライマリ環境とスタンバイ環境を同期し、ミッション・クリティカルなデータを保護する基盤のレプリケーション（Oracleデータの場合はOracle Data Guard、Databaseの外部にあるファイル・システム・データの場合はストレージ・レプリケーション）にも対応します。

Oracle Site Guardについて詳しくは、<https://www.oracle.com/database/technologies/high-availability/site-guard.html>を参照してください。

Oracle Global Data Services

多くのお客様は、読取り専用ワークロードや読取り中心ワークロードをActive Data Guardのスタンバイ・レプリカにオフロードしており、ロードバランサがこれらの読取り専用リクエストを自動的にかつ透過的に処理することが求められています。さらに、Oracle GoldenGateレプリケーションでも、複数のデータベース間でのワークロードの分散が、データセンター内の場合もデータセンター間の場合も可能になっています。ただ、複数のデータセンター間でレプリケートする場合、動的かつ透過的で自動化されたロードバランシングと高可用性を実装して運用することは困難です。

これらの課題に対処するため、Oracle Database 12cで導入されたGlobal Data Services（Oracle GDS）は、データベース・サービスというなじみのある概念を、近く、または遠くの場所にある複数のデータベース・インスタンスにまたがるように拡張しました。Oracle GDSは、Oracle RACのようなフェイルオーバーや、サービス管理、サービスのロードバランシングをレプリケートされたデータベース構成にまで拡張します（「図13：データセンター間のフェイルオーバーとロードバランシングのためのGlobal Data Services」を参照）。GDSは、レプリケートされたデータベース間での領域間および領域内のロードバランシングを提供します。たとえば、スタンバイ・インスタンスで構成された読取りファームにまたがって負荷を分散することができ、また条件を満たせば、読取りトラフィックをプライマリに送信することさえ可能です。GDSは、レプリケーションに対応したアプリケーションを対象にしています。

Global Data Services（Oracle GDS）の利点には、次のようなものがあります。

- ▶ 可用性の向上。ローカル・データベースとグローバル・データベースにまたがるサービス・フェイルオーバーをサポートします。
- ▶ スケーラビリティの向上。複数のデータベース間でロードバランシングを行います。
- ▶ 管理性の向上。グローバル・リソースを一元管理します。

既存のOracle Databaseに加えて、GDSには、1つ以上のグローバル・サービス・マネージャ（GSM）とGDSカタログ・データベースが必要です。各領域には、独自のGSM（およびHAのためのレプリカ）があります。このGSMは、データベースの負荷と可用性を監視し、ワークロードを適切に転送する特殊なソフトウェアを備えたサーバーです。

アプリケーション・レイヤー（データベース・サービスを使用しているクライアント）には、GSMはリスナーのように見えます。GDSカタログは、GDSの動作に必要なメタデータを、RMANカタログのバックアップ・メタデータのホスティングと同様の方法でホストするデータベースです（GDSフレームワーク全体で1つですが、HAのためにレプリケートされます）。

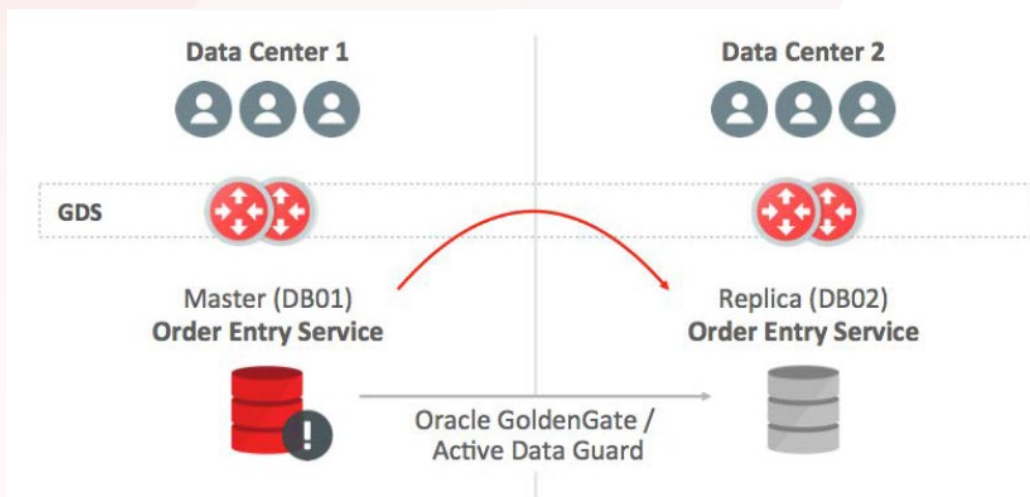


図13：データセンター間のフェイルオーバーとロードバランシングのためのGlobal Data Services

上記の図13におけるOracle GDSの例は、GDS構成に含まれる、Oracle ADGおよびOracle GoldenGateを使用してレプリケートされたデータベース（ローカルとリモートの両方）を示しています。読み取りと書き込みのサービスがマスター・データベース（DB01）で実行されます。マスター・データベースで障害が発生すると、GDSはグローバル・サービスを使用可能な別のデータベース（この場合はDB02）にフェイルオーバーします。

Active Data Guardにより、GDSは次の機能をサポートします。

- ▶ Data Guardのロール移行と統合された自動的なロールベースのサービス
- ▶ レプリケーション遅延を考慮したルーティング

Active Data GuardとGoldenGateにより、GDSは次の機能をサポートします。

- ▶ ローカル・データセンターおよびリモート・データセンター内のレプリケートされたデータベースにまたがるサービス・フェイルオーバーとロードバランシング
- ▶ リージョン設定に基づくルーティング

Oracle GoldenGateでは、GDSは、ローカル・データセンターおよびリモート・データセンターのフェイルオーバーとロードバランシングをサポートします。Active Data GuardとOracle GoldenGateによって本番ワークロードのレプリケーション資産へのオフロードが可能になると、GDSによりレプリカの使用率が改善されるため、パフォーマンスや、スケーラビリティ、可用性が向上します。

結論

成功している企業は、重要なデータや情報システムを保護するために、可用性の高いテクノロジー・インフラストラクチャを導入して運用しています。多くのミッション・クリティカルな情報システムの中心となっているのは、ITインフラストラクチャの可用性、セキュリティ、信頼性を管理するOracle Databaseです。数十年にわたる技術革新を経て誕生したOracle Database 19cは、計画保守活動を行う場合と予期しない障害が発生した場合の両方でのデータとアプリケーションの可用性を最大化するために、その世界レベルの可用性やデータ保護ソリューションを引き続き改善しています。

オラクルのMAAベスト・プラクティスにより、それぞれの要件と制約条件に見合ったリソースやテクノロジーを導入することによって、お客様は高可用性の目標を達成できます。これらのベスト・プラクティスを使用すると、さまざまなプラットフォームやデプロイメントで高可用性を達成できます。

MAAは、水平方向のスケーラビリティによって可用性とパフォーマンスが向上する、低コストの汎用サーバー上のデータベース・デプロイメントに適用されます。もしくは、選択したクラウド・オプション（Autonomous Databaseなど）に応じて、これらのHAソリューションが自動的に構成され保守されるOracle Cloudに適用されます。

MAAはまた、ハイエンドのストレージ・サーバーや汎用サーバーにも適用されます。最後に重要なこととして、オラクルのエンジニアド・システムは、あらかじめMAAに基づいて構成されています。最大の可用性とともに卓越したパフォーマンスを求めるお客様は、そのデータベース中心のITインフラストラクチャの中核としてOracle Exadata Database Machineを導入します。オラクルのMAAベスト・プラクティスの基盤となるITインフラストラクチャとデータベース・テクノロジーに対する同じ深い理解が、数千のグローバルでミッション・クリティカルなデプロイメントにおける実証済みの成功とともに、Oracle Exadata Database Machineの基盤にもなっており、同時にOracle Cloudの基盤も形成しています。

オラクルの高可用性ソリューションは幅広いお客様に採用されており、今日のビジネスに必要な24時間365日のアップタイム要件をサポートするデータベース・テクノロジーを選択する場合の、依然として重要な差別化要因になっています。oracle.com/goto/availabilityにて、世界中のさまざまな業界における、オラクルの高可用性ソリューションのお客様成功事例をご確認ください。

付録：Oracle Database 12cの新しい高可用性機能

機能	Oracle Database 12cの新機能または拡張機能の説明
アプリケーション・コンティニューティ	インスタンス、サーバー、ストレージ、ネットワーク、またはその他の任意の関連コンポーネントによるデータベース・セッション障害からアプリケーションを保護します。アプリケーション・コンティニューティは、影響を受けた"実行中"のリクエストを再生し、RACノードの障害がアプリケーションにとっては短時間遅延しただけのように見えます。
Flex ASM	ノード間のストレージ・フェイルオーバーを有効にし、ASM関連のリソース消費を最大60%削減することによって、データベース（インスタンス）の可用性を向上させ、クラスタベースのデータベース統合を容易にします。
ASMディスク・スクラビング	通常のディスク・グループと高レベルの冗長ディスク・グループの両方にある論理的破損をチェックし、それを自動的に修復します。これは、バックアップやリカバリ中にRMANが実行するヘルス・チェックを補完するものです。
Data Guard Fast Sync	スタンバイは、スタンバイREDOログ・ファイルへのディスクI/Oを待たずに、REDOをメモリ内に受信したらずにプライマリ・データベースを確認できます。
Active Data Guard Far Sync	プライマリ・サイトからどれだけ離れた場所であっても同期されたスタンバイ・データベースを維持することにより、コストや複雑さを最小限に抑えて、本番データベースでのデータ損失ゼロの保護を実現します。
Global Data Services (Oracle GDS)	データベース・サービスを近く、または遠くのある複数のデータベース・インスタンスにも及びように拡張します。GDSは、Oracle RACのようなフェイルオーバー、サービス管理、およびサービスのロードバランシングをレプリケートされたデータベースにまで拡張します。
Oracle Secure Backup	NUMA (Non-Uniform Memory Access) 環境でのパフォーマンス向上。TCP/IPの代わりにRDS/RDMAを利用し、InfiniBand (IB) 経由のデータ転送速度を向上します。ロードバランシング・ネットワーク・インタフェースによりネットワーク使用率を向上します。
RMANとマルチテナント・アーキテクチャ	BACKUP DATABASEコマンドとRESTORE DATABASEコマンドは現在、そのすべてのプラグブル・データベース (PDB) を含むマルチテナント・コンテナ・データベース (CDB) をバックアップおよびリストアします。また、キーワードPLUGGABLEを使用して、個々のPDB (全体バックアップおよびリストアを含む) にRMANコマンドを適用することもできます。
クロス・プラットフォーム	表領域やデータベースの効率的な移行のため、異なるプラットフォーム間でのRMANバックアップおよびリストアをサポートします。
Oracle Recovery Manager (Oracle RMAN) のその他の拡張機能	バックアップから個々のデータベース表の最新バージョンまたは古いバージョンをリカバリできます。表はインプレースで、または別の表領域にリカバリできます。イメージ・コピーのマルチセクション・バックアップおよび増分バックアップ。コマンドを使用した、スタンバイ・データベースとプライマリ・データベースとの迅速な同期。RMANコマンドラインでのSQL文の直接サポート。SQLキーワードは必要ありません。
オンライン移動機能	オンラインでのデータ移動機能を使用すると、ユーザーがデータにアクセスしている最中でもそのデータファイルを移動できます。オンラインでのパーティション移動は、1つのセッション内のオンラインでのマルチパーティション再定義をサポートします。

オンライン表再定義の拡張機能	単一コマンドで再定義できます。sync_interim_tableパフォーマンスが向上しました、より適切なロック管理によりfinish_redef_tableのレジリエンスが向上しました、パーティション・レベルのロックのみによりパーティション再定義での可用性が向上しました。指定されたパーティションのみに対する変更のログ記録によりパフォーマンスが向上しました。
Active Data Guardを使用したアップグレード	ローリング・データベース・アップグレードを実行するために必要な数十の手順を、このプロセスの多くを自動化する3つのPL/SQLパッケージに置き換えます。ユーザーを新しいバージョンに移行する前に本番環境の完全なレプリカに対してすべての変更を実装し、徹底的に検証することによって、計画停止時間とリスクを最小限に抑えます。

付録：Oracle Database 12c Release 2の新しい高可用性機能

機能	Oracle Database 12c Release 2の新機能または拡張機能の説明
Oracle Sharding	Oracle Shardingは、カスタム設計されたOLTPアプリケーションのためスケーラビリティと可用性を向上し、ハードウェアやソフトウェアを共有しない別個のOracle Databaseのプールでデータの分散とレプリケーションを可能にします。
Data Guard/Active Data Guardの拡張機能	使いやすい多数の管理機能、Oracle RACを使用する改善されたリカバリのためのマルチインスタンス REDO Apply、インメモリ列ストアのスタンバイでのサポート、分析問合せとAWRレポートを実行する機能（この機能がないと、読取り専用スタンバイが原因で失敗に終わります）、プライマリの NOLOGGING処理のために無効化されていたスタンバイ・ブロックの自動修復、スタンバイ・データベースを停止時間なしで暗号化する機能、改善された自動ブロック修復、およびOracle Data Guard Brokerにおける多数の機能強化。
RMANの拡張機能	Oracle Shardingのサポート、別のスキーマに対してRECOVER TABLEを実行する機能、多数のクロス・プラットフォーム機能の強化、領域の効率性に優れたスパース・データベース・バックアップのサポート、非自動ログイン・ウォレットで暗号化されたバックアップを使用してDUPLICATEを実行する機能、遠隔同期スタンバイの作成によるData Guard拡張機能の追加サポート、スタンバイからのスタンバイの複製、およびプライマリのNOLOGGING処理のために無効化されたスタンバイ・データの修復。
アプリケーション・コンティニューイティ	OCI、ODP.NET管理対象外、JDBC Thin on XA、Tuxedo、およびSQL*Plusのサポート。
フラッシュバック・データベース	PDBレベルのフラッシュバック・データベース操作もサポートされるようになりました。
Automatic Storage Management	クラスター・ドメイン、データベース指向のストレージ管理、および卓越した可用性。新たなディスク・グループ・タイプであるフレックス・ディスク・グループにより、割当て制限の管理と冗長性の変更が容易になり、テスト/開発データベースまたは本番データベースのデータベース・クローンを容易に、かつ動的に作成できるようになりました。また、新たな拡張型ディスク・グループにより、3サイトまでのExtended RACがサポートされます。

付録：Oracle Database 18cの新しい高可用性機能

機能	Oracle Database 18cの新機能または拡張機能の説明
Oracle Sharding	ユーザー定義のシャーディング、シャードとしてのPDBのサポート、シャーディングを使用したGoldenGateレプリケーションのサポート、複数シャード問合せに対して強化されたオプティマイザは、Oracle Database 18cの機能の一部です。
Data Guard / Active Data	» グローバル一時表の作成がスタンバイ・データベースでサポートされます。

Guardの改良された点	<ul style="list-style-type: none"> » DML操作さえもスタンバイで実行できます。DML操作は、ACIDを犠牲にすることなく、プライマリにリダイレクトされます。 » ロール変更中のバッファ・キャッシュの保持 » パフォーマンスまたは可用性から選択する2つの新しいモードでの非ロギングの拡張機能 » インメモリ・データベースを使用したマルチインスタンスREDO Applyのサポート » ブロック・チェンジ・トラッキングを使用したマルチインスタンスREDO Applyのサポート
RMAN拡張機能	マルチテナントPDBバックアップは、PDBが他のCDBにプラグインされた後に使用できます。RMAN DUPLICATEを使用してPDBを他のCSBIにクローニングする機能が追加されました。バックアップ中のデータベースの暗号化と復号化が導入されました。単一のRECOVERコマンドを使用して、プライマリ・データベースまたはバックアップ・データベースからスタンバイ・データベースをリフレッシュできます。Oracle RMANクラウド・モジュールで、Oracle Cloud Infrastructure Archive Storage Classicがサポートされるようになったため、月額0.001ドル/GBという極めて低いコストで、バックアップを作成してそのバックアップを長期間保持できます。
アプリケーション・コンティニューイティ	セッションとトランザクション状態を透過的に追跡および記録する、完全に自動化された透過的アプリケーション・コンティニューイティ（TAC）が導入されたため、リカバリ可能な停止はユーザーからは見えません。
Oracle Real Application Clusters	Oracle クラスタ・ドメインと呼ばれるこの新しいアーキテクチャでは、デプロイメント、ストレージ管理、パフォーマンス監視などの管理タスクが委任されて、ドメイン・サービス・クラスタと呼ばれる事前に定義されたクラスタ上で実行されるため、個々のクラスタは開放され、すべてのリソースがデータベースやアプリケーションのために使用できるようになります。
Automatic Storage Management	フレックス・ディスク・グループに変換し、フレックス・ディスク・グループの強化された管理機能、たとえば、(a) ファイル・グループを使用して個々のデータベース・ファイル・レベルでの変更が可能な冗長性、(b) スナップショット機能、(c) 統合環境におけるデータベース・レベルでの割当て制限管理などを利用できるようになりました。 双方向スナップショットがサポートされるほか、ACFSを使用してデータファイルを保存する際に、Oracle Data Guardとより適切に統合されるようになりました。また、ACFSタグ機能を使用してデータにカスタムのタグを追加することや、コマンドラインを使用して、またはタグAPI呼び出しをアプリケーションから直接使用してタグを取得することも可能です。

付録：Oracle Database 19cの新しい高可用性機能

機能	Oracle Database 19cの新機能または拡張機能の説明
Oracle Sharding	Oracle 19cのシャーディングでは、同じシャーディング・デプロイメントで複数の表ファミリーを使用できるようになりました。マルチテナント・データベースでのシャーディングが拡張され、単一CDBにおいて複数シャードを使用できるようになりました。また、鍵の生成を支援するためにグローバル順序番号の概念が導入されました。
Data Guard/Active Data Guardの拡張機能	<ul style="list-style-type: none"> » Active Data Guard：読取り専用スタンバイに対するDML操作をプライマリ・データベースにリダイレクトできるため、まれに書込みが発生するレポート・アプリケーションをOracle Active Data Guardスタンバイ上で実行することができます。 » Active Data Guard：Oracle Databaseのインメモリリストアを有効化し、Data GuardのマルチインスタンスREDO Applyを、Active Data Guardスタンバイ・データベース上で同時に使用できます。 » Data Guard：ファスト・スタート・フェイルオーバーを無効にせずに、ファスト・スタート・フェイルオーバーのターゲットを動的に変更できます。

- » Data Guard：ファスト・スタート・フェイルオーバーのオブザーバ専用モードを使用すると、現在の環境に影響を与えずにファスト・スタート・フェイルオーバーの動作をテストできます。
- » Data Guard：プライマリからスタンバイにリストア・ポイントが自動的にレプリケートされるようになったため、プライマリで取得された時点でフィジカル・スタンバイをフラッシュバックするプロセスが簡略化されました。
- » Data Guard：フラッシュバックまたはポイント・イン・タイム・リカバリがプライマリ・データベース上で実行された場合に、プライマリで実行されたリカバリ手順と同じ手順をマウント・モードのスタンバイで自動的に実行させることができます。

RMANの 拡張機能	マルチテナントPDBバックアップは、PDBが他のCDBにプラグインされた後に使用できます。RMAN DUPLICATEを使用してPDBを他のCSBにクローニングする機能が追加されました。バックアップ中のデータベースの暗号化と復号化が導入されました。単一のRECOVERコマンドを使用して、プライマリ・データベースまたはバックアップ・データベースからスタンバイ・データベースをリフレッシュできます。Oracle RMANクラウド・モジュールで、Oracle Cloud Infrastructure Archive Storage Classicがサポートされるようになったため、月額0.001ドル/GBという極めて低いコストで、バックアップを作成してそのバックアップを長期間保持できます。
アプリケーション ・コンティニュー ティ	セッションとトランザクション状態を透過的に追跡および記録する、完全に自動化された透過的アプリケーション・コンティニューティ（TAC）が導入されたため、リカバリ可能な停止はユーザーからは見えません。
Oracle Real Application Clusters	Oracle クラスター・ドメインと呼ばれるこの新しいアーキテクチャでは、デプロイメント、ストレージ管理、パフォーマンス監視などの管理タスクが委任されて、ドメイン・サービス・クラスターと呼ばれる事前に定義されたクラスター上で実行されるため、個々のクラスターは開放され、すべてのリソースがデータベースやアプリケーションのために使用できるようになります。
Automatic Storage Management	フレックス・ディスク・グループに変換し、フレックス・ディスク・グループの強化された管理機能、たとえば、(a) ファイル・グループを使用して個々のデータベース・ファイル・レベルでの変更が可能な冗長性、(b) スナップショット機能、(c) 統合環境におけるデータベース・レベルでの割当て制限管理などを利用できるようになりました。 双方向スナップショットがサポートされるほか、ACFSを使用してデータファイルを保存する際に、Oracle Data Guardとより適切に統合されるようになりました。また、ACFSタグ機能を使用してデータにカスタムのタグを追加することや、コマンドラインを使用して、またはタギングAPI呼び出しをアプリケーションから直接使用してタグを取得することも可能です。

ORACLE CORPORATION

Worldwide Headquarters

500 Oracle Parkway, Redwood Shores, CA 94065 USA

海外からのお問い合わせ窓口

電話 + 1.650.506.7000 + 1.800.ORACLE1

Fax + 1.650.506.7200

oracle.com

オラクルの情報を発信しています

+1.800.ORACLE1までご連絡いただくか、oracle.comをご覧ください。

北米以外の地域では、oracle.com/contactで最寄りの営業所をご確認いただけます。

 blogs.oracle.com/oracle

 facebook.com/oracle

 twitter.com/oracle

Integrated Cloud Applications & Platform Services

Copyright © 2019, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved. 本文書は情報提供のみを目的として提供されており、ここに記載されている内容は予告なく変更されることがあります。本文書は、その内容に誤りがないことを保証するものではなく、また、口頭による明示的保証や法律による黙示的保証を含め、商品性ないし特定目的適合性に関する黙示的保証および条件などのいかなる保証および条件も提供するものではありません。オラクルは本文書に関するいかなる法的責任も明確に否認し、本文書によって直接的または間接的に確立される契約義務はないものとします。本文書はオラクルの書面による許可を前もって得ることなく、いかなる目的のためにも、電子または印刷を含むいかなる形式や手段によっても再作成または送信することはできません。

OracleおよびJavaはOracleおよびその子会社、関連会社の登録商標です。その他の名称はそれぞれの会社の商標です。

IntelおよびIntel XeonはIntel Corporationの商標または登録商標です。すべてのSPARC商標はライセンスに基づいて使用されるSPARC International, Inc.の商標または登録商標です。AMD、Opteron、AMDロゴおよびAMD Opteronロゴは、Advanced Micro Devicesの商標または登録商標です。UNIXは、The Open Groupの登録商標です。1219

ホワイト・ペーパー **Oracle Database 19cによる最大限の可用性** Oracle Database 19cによる最大限の可用性 Oracle Database 19cによる最大限の可用性

2019年12月 著者：

Glen Hawkins

ORACLE®



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