



# Oracle Databaseによる可用性の 最大化

2024年5月、バージョン6.0

Copyright © 2024, Oracle and/or its affiliates

公開

## 本書の目的

本書では、Oracle Databaseの高可用性機能とディザスタ・リカバリ機能の概要を、Oracle Maximum Availability Architecture (Oracle MAA) リファレンス層に照らしながら説明します。本書は、高可用性ソリューションとデータ保護ソリューション、およびベスト・プラクティスを通じてリカバリ時間目標 (RTO) とリカバリ・ポイント目標 (RPO) をもっともよく達成するために、アプリケーションとデータベースを導入し、構成することで得られるビジネス上の利点と技術上の利点の評価に役立てることのみを目的としています。

アーキテクチャの一部としてOracle Databaseを活用するアプリケーション（重要なシステムから、開発システムやテスト・システムに至るまで）のメンテナンスやライフサイクルを担当するあらゆるユーザーが対象読者です。データベース管理知識があれば、より奥深い一部の概念を理解するのに役立ちますが、ソフトウェアやデータベースの基本的な操作、高可用性、ディザスタ・リカバリのアーキテクチャを理解していれば、本書の大部分を読むことができます。

## 免責事項

本文書には、ソフトウェアや印刷物など、いかなる形式のものも含め、オラクルの独占的な所有物である占有情報が含まれます。この機密文書へのアクセスと使用は、締結および遵守に同意したOracle Software License and Service Agreementの諸条件に従うものとします。本文書と本文書に含まれる情報は、オラクルの事前の書面による同意なしに、公開、複製、再作成、またはオラクルの外部に配布することはできません。本文書は、ライセンス契約の一部ではありません。また、オラクル、オラクルの子会社または関連会社との契約に組み込むことはできません。

本書は情報提供のみを目的としたものであり、ここで説明する製品の機能を実装およびアップグレードする際の資料として使用されることのみを意図しています。マテリアルやコード、機能の提供をコミットメント（確約）するものではなく、購買を決定する際の判断材料になさらないでください。本文書に記載されている機能の開発、リリース、時期および価格については、弊社の裁量により決定されます。製品アーキテクチャの性質上、本書に記述されているすべての機能を安全に組み込むことができず、コードの不安定化という深刻なリスクを伴う場合があります。

## 目次

---

### はじめに 5

### 高可用性に関する課題 5

### 停止時間の種類とリスク 5

データ可用性と破損に対する保護 6

人為的エラーからの保護 6

物理的なデータ破損からの保護 6

計画停止時間の考慮 6

### 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 7

### Oracle Maximum Availability Architecture (Oracle MAA) 8

### 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

バックアップとリカバリ - Oracle Recovery Manager 10

ファスト・リカバリ領域 10

リアルタイムのデータ保護 – Zero Data Loss Recovery Appliance 11

Oracle Database Zero Data Loss Autonomous Recovery Service 11

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 12

オンライン・データの再編成と再定義 13

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 13

サーバー：Oracle Real Application Clusters 14

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 15

ストレージ：Oracle Automatic Storage Management 16

Oracle Globally Distributed Database 16

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

リアルタイムのデータ保護および可用性 - Oracle Data Guard 18

いかなる距離でもデータ損失ゼロの高可用性：Active Data Guard 19

ワークロードをActive Data Guard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 20

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 22

アクティブ/アクティブHA：GoldenGate 22

オンラインのアプリケーション・アップグレード：エディションベースの再定義（EBR） 24

### Oracle Database高可用性ソリューションの管理 24

Oracle Enterprise Manager 24

**まとめ 26**

**付録 27**

Oracle Database 23aiのおもな高可用性関連新機能 27

Oracle Database 21cのおもな高可用性関連新機能 28

Oracle Database 19cのおもな高可用性機能 29

## 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、顧客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とその継続的な可用性にますます依存しています。アプリケーションが停止したりデータにアクセスできなくなったりすると、生産性、収益、顧客満足度、および企業の評判の低下に直接つながります。

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、通常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。

本書では、ITインフラストラクチャに影響を与える停止のタイプを検証し、それらに総合的に対処するためのOracle Databaseテクノロジーを提示します。オラクルの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、迅速な障害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。

本書では、停止時間とデータの損失からOracle Databaseを保護するために利用される高可用性機能とディザスタ・リカバリ機能を含むOracle Maximum Availability Architectureの概念を、パフォーマンス、スケーラビリティ、機能、使いやすさの観点から紹介します。これには、Oracle Real Application Clusters（Oracle RAC）、Oracle Automatic Storage Management、Oracle Globally Distributed Database、Oracle Recovery Manager、Oracle Data GuardとOracle Active Data Guard、Oracle Golden Gate、エディションベースの再定義（EBR）などがあります。

## 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）アーキテクチャの設計、実装、および管理は困難です。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、多数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。
- **パフォーマンスとスケーラビリティ**：効率的な業務のための十分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の実装の成功は、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きわめて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。

## 停止時間の種類とリスク

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必要があります。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（すなわち、アプリケーションの新規バージョンへのアップデート）、新しいプラットフォームやハードウェアへの移行が常に含まれます。同様に、計画外停止には、サーバー・インスタンスの停止、サイト障害（すなわち、洪水、長期にわたる停電、火災）、人為的エラーからのリカバリ、データ破損が含まれます。

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）とリカバリ時間目標（RTO）を低減する選択肢を考慮しています。RPOとRTOは、ディザスタ・リカバリおよびデータ保護計画を作成する際のもっとも重要なパラメータのうちの2つであると考えられています。適切な計画では、アプリケーションごとに慎重に考慮して、それぞれについて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の回避と軽減に関係します。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るため、適切なリスク管理には、人為的エラーを防止および修正するための手段を含める必要があります。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、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リを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、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

計画停止時間は通常、管理者にシステムやアプリケーションの保守を実行するための時間枠を提供するようにスケジュールされます。これら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または追加、ソフトウェア・パッケージのアップグレードまたはパッチ適用、およびデータ、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では、ゴールド・イメージのアウトオブプレース・パッチ適用を使用して、本番データベースに対して最短の停止時間で計画保守を実行できます。その他のオプションとして、本番データベースの同期されたコピーを使用したローリング・アップグレードや、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の、本番データベースの2つのコピー間における双方向レプリケーションなどがあります。

## 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、企業に実際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、卓越したデータ保護、可用性、パフォーマンス、および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生成されます。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、ユーザーの現在および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直ちに検出できるため、Oracle Data Guardは物理的破損の伝播、論理的なブロック内破損、および書き込み損失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のあるディスク上の物理的破損を、ユーザーに影響を与えることなく自動的に修復します。同様に、Oracle Recovery Manager（Oracle RMAN）は、Oracleが認識する物理および論理ブロック検証を実行して有効なバックアップを保証します。
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）。したがって、これに関連する、オラクルの高可用性ソリューションに対するもっとも重要な最新の機能強化は、アプリケーション・コンティニュイティ（AC）です。サーバーまたは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、多くの停止がエンドユーザーやアプリケーションから見えることはありません。
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。Oracle Databaseに組み込まれたHA機能を個別に統合またはインストールする必要はありません。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ているため、複数のベンダーのテクノロジー間でのリリース認定という、面倒で時間のかかるプロセスが不要になります。さらに、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。オラクルは、すべてのステップに自動化を組み込むことにより、手動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したり、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したり、物理的なブロック破損を自動的に修復したりすることをお客様は容易に選択できます。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。すべてのOracle RACノードはアクティブです。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、データ抽出、および高速増分バックアップをサポートします。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、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、価値のある作業を実行中であり、継続的なユーザー検証が可能です。





## Oracle MAAの進化：オンプレミスからクラウドへ

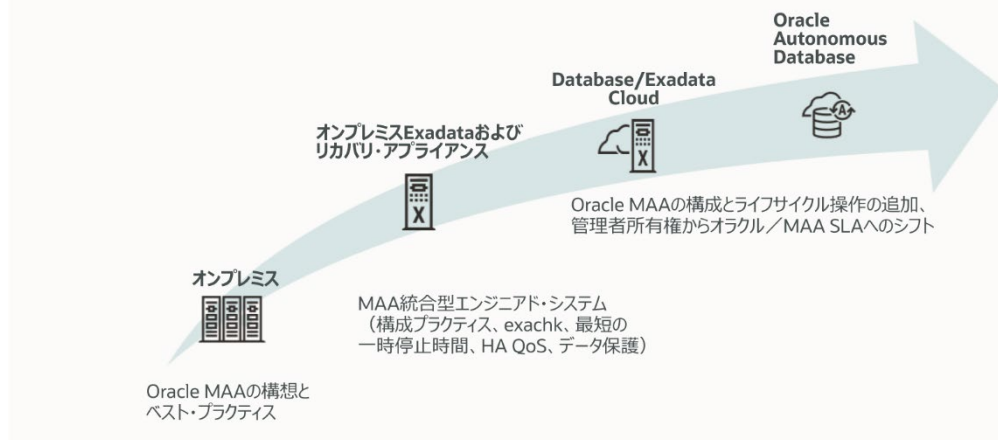


図2：オンプレミスからOracle CloudへのMAAの進化

最後に、Oracle MAAが高可用性の新たなデファクト・スタンダードになった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他にない中、最高レベルの可用性を実現したいデータベース運用においてOracle MAAが一般的なガイドとして利用されています。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 Database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。その点で言うと、Oracle MAAはアプリケーション開発者にも魅力的なトピックです。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・コンティニュイティを使用して完全に透過的にした方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。

### 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、必要となる停止時間が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、その概要を説明しています。オラクルのMAA構想は、階層式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、人為的エラーによって基本データが破損した場合には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。

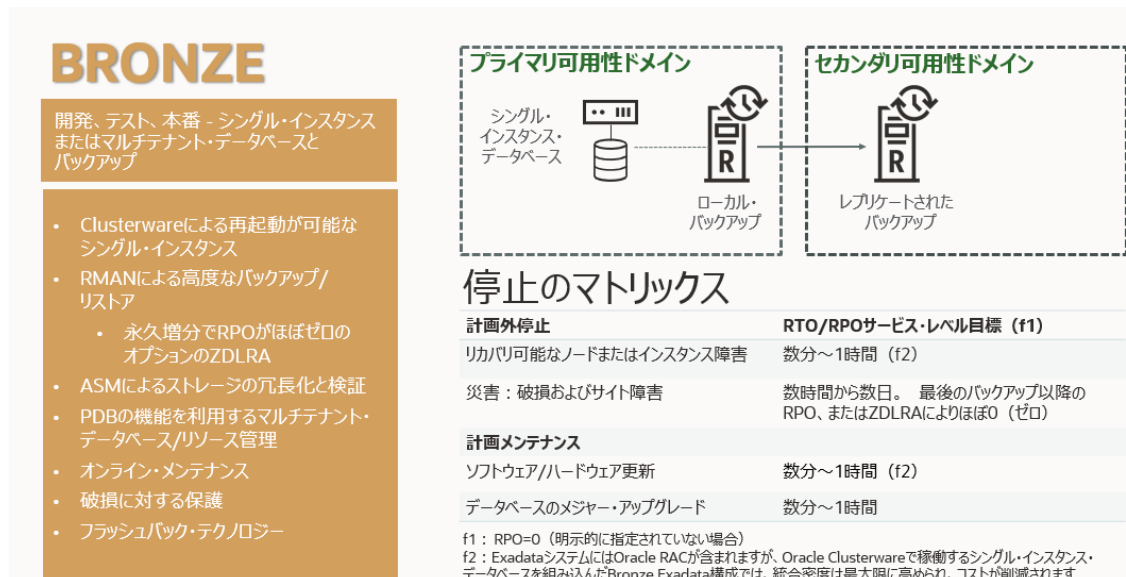


図3：ブロンズ層におけるRTOおよびRPOの保護レベル

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およびリストアしたり、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、Oracleが認識するベスト・オブ・ブリードのツールを提供しています。オラクルは、ディスク、テープ、およびクラウド・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、自身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、および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および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。

Oracle RMANについて詳しくは、[oracle.com/goto/rman](https://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。

## 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と統合された革新的なオプションのデータ保護ソリューションです。社内の全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効率的に保護し、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、データベースでは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適切な永久増分バックアップ戦略を実現しています。完全バックアップを実行した後に、それぞれの保護されたデータベースでは、Oracle 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。Oracle RMANはブロック・チェンジ・トラッキングによって差分を送信するため、一意の変更部分のみを送信する、ソース側の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、Oracle RMANによるバックアップの削除/検証/保守操作とテープ・バックアップ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、受信した差分の検証、圧縮、索引付けを行い、保管します。それぞれの差分は、仮想データベース全体バックアップの基盤となるものであり、仮想データベース全体バックアップは、実質的に、増分バックアップのポイント・イン・タイムにおける、スペース効率に優れた物理全体バックアップのポインタベースの表現です。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、求められる時点にロールフォワードします。デルタ・ストアにより、従来のリストア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、一連の増分バックアップが適用されます。リストア操作のパフォーマンスは、基盤となるExadataベースのハードウェア・アーキテクチャに備わっているスケーラビリティとパフォーマンスによってさらに最適化されます。

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で達成可能なリカバリ時間目標が設定されたアプリケーションをサポートする、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 (ZDLRA) について詳しくは、<http://www.oracle.com/recoveryappliance>を参照してください。

## Oracle Database Zero Data Loss Autonomous Recovery Service

Oracle Cloud Infrastructure (OCI) でアプリケーションを実行するユーザーに向けて、オラクルはZDLRAの強力なデータ保護機能をクラウドにもたらすOracle Database Zero Data Loss Autonomous Recovery Serviceを導入しました。Oracle Database Zero Data Loss Autonomous Recovery Serviceは、Oracle Cloud Infrastructure (OCI) で実行するOracleデータベース向けのフルマネージド型データ保護サービスです。自動化された独自の機能により、Oracle Databaseの変更をリアルタイムで保護し、本番データベースへのオーバーヘッドなしにバックアップを検証して、任意の時点への予測可能な高速リカバリを可能にします。

このサービスは、Oracle Autonomous DatabaseやOracle Exadata Database Serviceを含むさまざまなOracle Databaseサービス製品と直接統合されています。

Oracle Database Zero Data Loss Autonomous Recovery Serviceについて詳しくは、<https://www.oracle.com/database/zero-data-loss-autonomous-recovery-service>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、データベース全体など、全レベルでのリカバ리를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、長い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・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します。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可能性があるため、従来の方法を使用したリカバリ時間は数時間、場合によっては数日に及ぶことがあります。

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、簡単なコマンドを使用して、データベース全体を数分でリストアできます。

### 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 TO TIMESTAMP time
```

この問合せは、指定時刻の後に行われたorders表とorder\_items表への更新を取り消します。

### 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（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・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・タイム・トラベル

フラッシュバック・タイム・トラベルでは、データベース・データに対するすべてのトランザクション変更を自動的に追跡し、安全で容易にアクセスできる、履歴データのアーカイブを保持します。また、表のスキーマの進化の履歴を保持します。フラッシュバック・タイム・トラベルでは、表とそのスキーマへのトランザクション変更の履歴を保持することにより、フラッシュバック問合せ（AS OFおよびVERSIONS）などの操作を表で実行して、トランザクション時間中に行われた変更の履歴を表示させることができます。

フラッシュバック・タイム・トラベルは表へのトランザクション変更を追跡して保存するため、レコード・ステージ・ポリシーや監査レポートへの準拠に役立ちます。Oracle Database 23aiのリリースでは、フラッシュバック・タイム・トラベルのパフォーマンスを向上させる多数の機能拡張が行われました。

フラッシュバックについて詳しくは、[oracle.com/goto/flashback](https://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）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し、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することができます。また、索引はINVISIBLE属性で作成できるため、DML操作によって維持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。

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が必要とされています。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中断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。それゆえに、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、Oracle Automatic Storage Management（Oracle 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今後も進化し続けますが、RPOとRTOのしきい値を、下記の「図4：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。さらに、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アーキテクチャもあり、これはOracle Globally Distributed DatabaseでOracle Databaseアーキテクチャのオプションとして提供されています。



## SILVER

**本番/部門**

---

**Bronze +**

- Real Application Clustering (RAC)
- アプリケーション・コンティニューティ
- シャーディング (オプション)
  - 障害の分離、スケーラビリティ、および地理的分布を提供

**MAA OTN内のチェックリスト**

<https://www.oracle.com/a/tech/docs/application-checklist-for-continuous-availability-for-maa-jp.pdf>

プライマリ可用性ドメイン

Oracle RAC データベース

ローカル・バックアップ

セカンダリ可用性ドメイン

レプリケートされたバックアップ

### 停止時マトリックス

計画外停止	RTO/RPOサービス・レベル目標 (f1)
リカバリ可能なノードまたはインスタンス障害	<b>1桁秒 (f2)</b>
災害：破損およびサイト障害	数時間～数日。最後のバックアップ以降のRPO、またはZDLRAによりほぼ0 (ゼロ)

計画メンテナンス	RTO/RPOサービス・レベル目標 (f2)
ソフトウェア/ハードウェア更新	<b>0 (ゼロ) (f2)</b>
データベースのメジャー・アップグレード	数分～1時間

f1：RPO=0（明示的に指定されていない場合）  
 f2：停止時間を0（ゼロ）にするか最小限の影響を抑えるには、アプリケーション・チェックリストのベスト・プラクティスを適用してください。パッチ・ジョブは計画メンテナンス期間外に延期させる必要があります。

図4：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1つまたは複数のホスト・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効果的な保護を実現できます。

Oracle Real Application Clusters（Oracle RAC）は、オラクルの主要なシェアード・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すが、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、コンピューティング障害用）。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消失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追加でき、既存のモリシック・システムをさらに大型なシステムに置き換えるという、より高価で中断を伴うアップグレードをせずにすむので出費を抑えることができます。

## Oracle RACのパフォーマンス機能

20年以上にわたるイノベーション

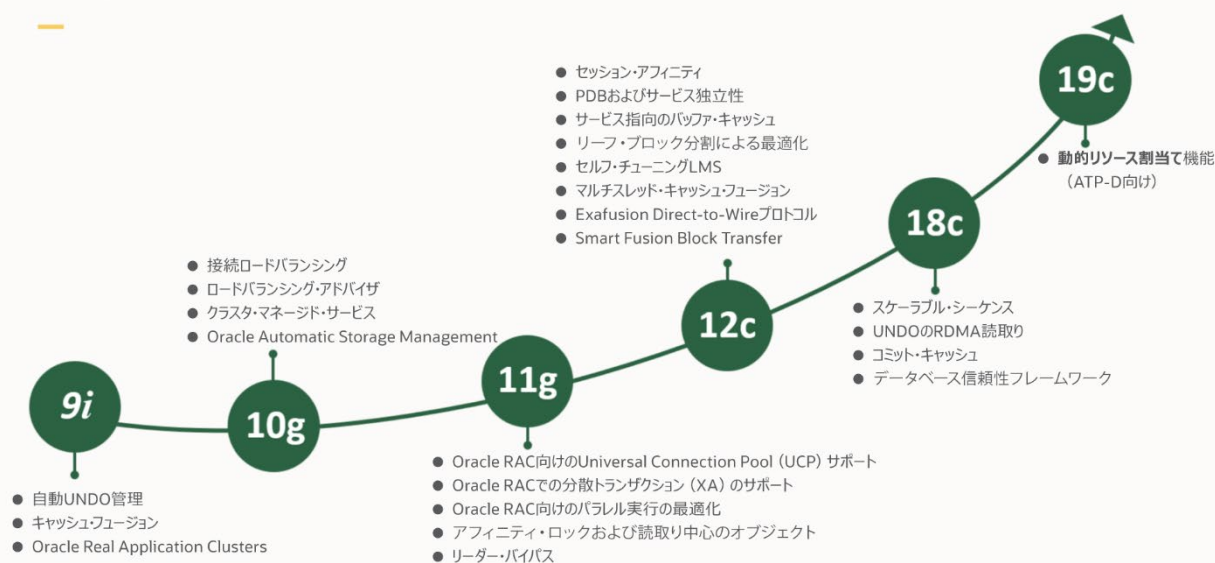


図5：Oracle RACのパフォーマンスにおけるイノベーション

## 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 (Oracle 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、Oracle 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、Oracle 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には、アプリケーション・コンティニューイティ (AC) が備わっています。

これは、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 Active 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がアプリケーションから見えなくする機能です。アプリケーション・コンティニュー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。

アプリケーション・コンティニューティは、OCI、ODP.NET unmanaged、JDBC Thin on XA、Tuxedo、およびSQL\*Plusクライアントに対応しています。アプリケーション・コンティニューティを使用すると、Oracle接続プールが使用されていなかった場合でも、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 19cリリースでは、セッションとトランザクション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。Oracle Database 23aiでは、Oracle Active Data GuardでのDBMS\_ROLLING（以降のセクションのActive Data Guardで説明します）のサポートを含む、アプリケーション・コンティニューティの拡張機能が追加されました。これにより管理者は、ローリング・アップグレードを実行する際に、アプリケーション・コンティニューティのセッション・ドレイン機能の利点を十分に享受できます。

## ストレージ : Oracle 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・システムのスケーラビリティ、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・データベースとOracle Real Application Clusters（Oracle RAC）データベース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、コストを大幅に削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（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。論理的にファイル・グループには、1つのデータベースに関連付けられているファイルが含まれています。そのため、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。

データベースの可用性を向上させるために、Oracle ASMでは拡張ディスク・グループも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で使えるようになった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ミラーリング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。

Oracle ASMについて詳しくは、[oracle.com/goto/asm](https://oracle.com/goto/asm)を参照してください。

## Oracle Globally Distributed Database

Oracle Globally Distributed Database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。Globally Distributed Database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 Globally Distributed Databaseは、Webスケールのアプリケーションにメリットをもたらします。

- 直線的なスケーラビリティ。** Globally Distributed Databaseに合わせて設計されたOLTPアプリケーションでは、追加のスタンバイ・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。** Globally Distributed Database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。** Globally Distributed Databaseにより、別の国や地域にあるデータの異なる部分を探す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特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。

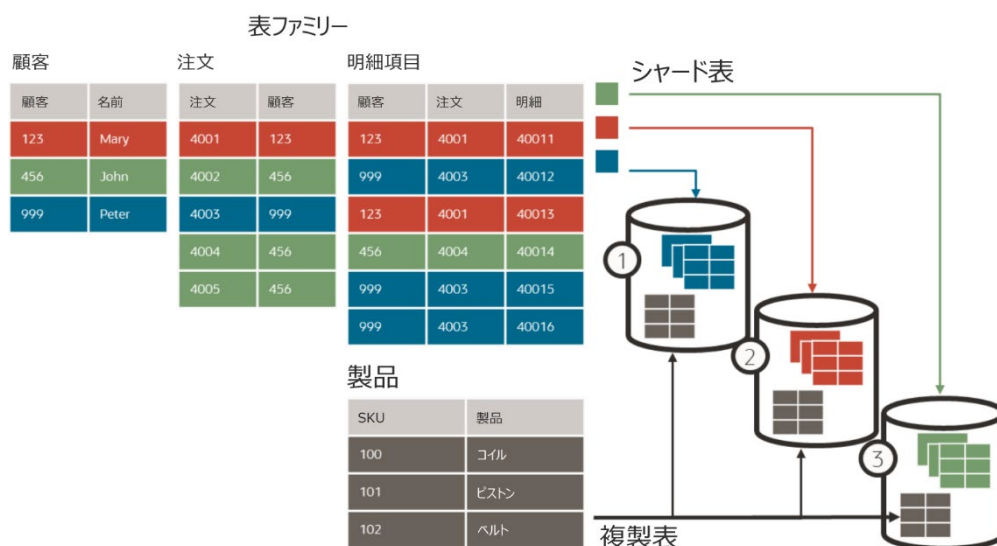


図6：Oracle Globally Distributed Databaseの概要

## 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。シャードはすべて1つの領域（データセンター（複数可））または複数の領域に配置できます。Globally Distributed Databaseのコンテキストでの領域とは、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 Globally Distributed Databaseは、自動構成された3つのレプリケーション・オプションをサポートします。Data Guard、Active Data Guard、Oracle GoldenGateです。



Oracle Database 21cおよび23aiのリリースでは、Oracle Globally Distributed Databaseは大幅に拡張されました。これには、シャード・スキーマへのデータベースの移行を支援するシャーディング・アドバイザや、アクティブ/アクティブの外部整合性とシャーディング・グループ内のデータ保護をサポートして組込みレプリケーションを提供するRAFTレプリケーションのサポートが含まれます。

Oracle Globally Distributed Databaseについて詳しくは、[www.oracle.com/database/distributed-database/](http://www.oracle.com/database/distributed-database/)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は、依然としてデータ破損からリカバリする必要性があります。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、リカバリを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、Oracle MAAゴールド層で対応できます。この層については、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のActive Data Guardの活用について詳述しています。

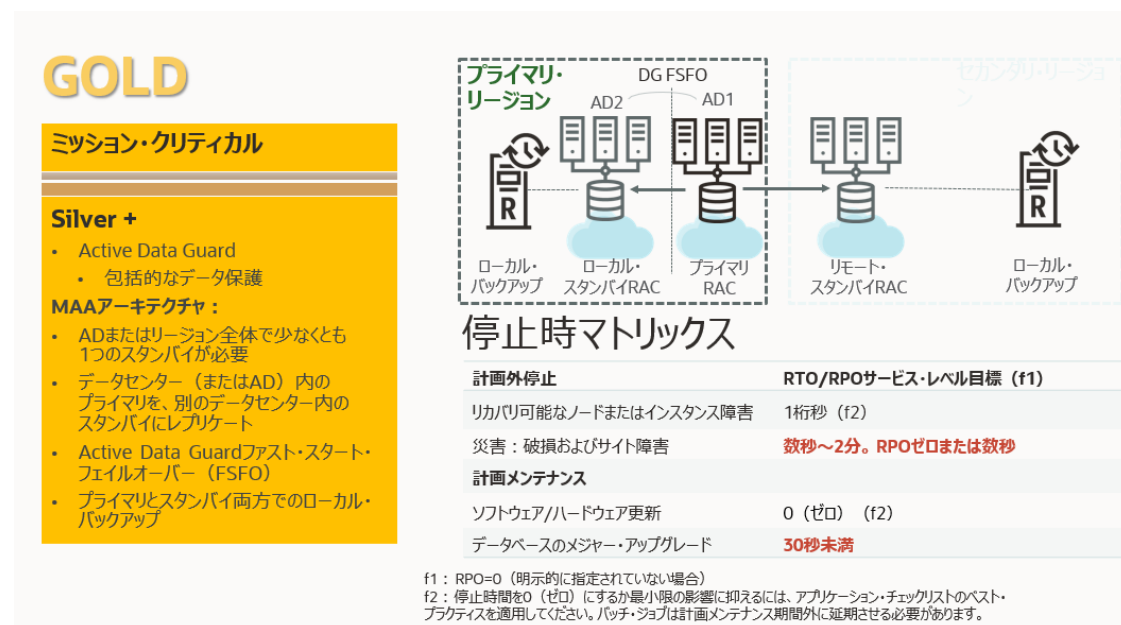


図7：ゴールド層におけるRPOおよびRTOの保護レベル

## リアルタイムのデータ保護および可用性 - Oracle 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、また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、停電、および通信障害が、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、企業が待機を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々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およびActive Data Guardは、Oracleデータを保護するように最適化されているため、高可用性とディザスタリカバリが提供されます。

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包括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、それらのスタンバイ・データベースへの手動または自動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、管理者のエラーは、スタンバイで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、同期転送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。以降の項で説明するように、これらの影響はオラクルの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、高度なデータ保護、高可用性機能、および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る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。そのブロックに対する後続の読取りは、Oracle Active Data Guardを使用していないかぎり、そのブロックを手動でリカバリするまで成功しません。

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。

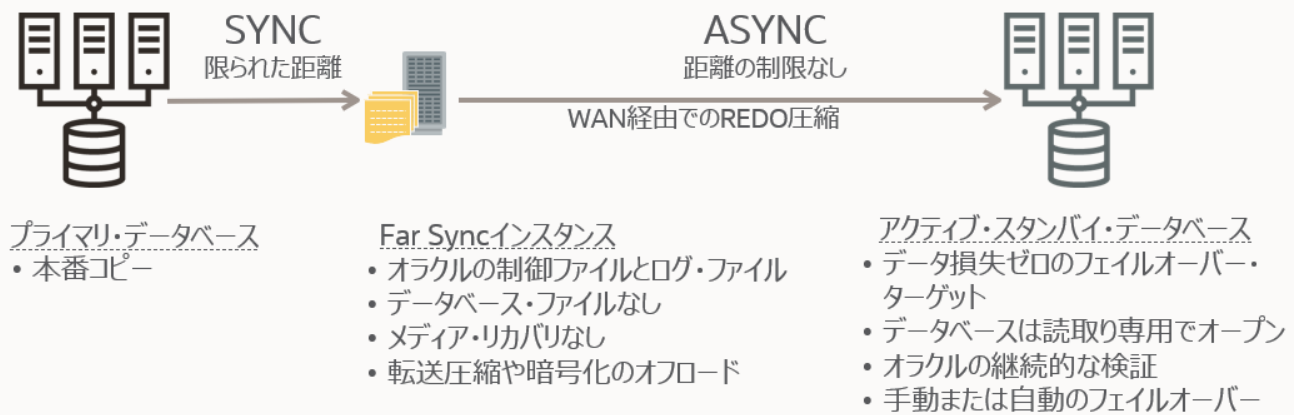


図8：Active Data Guard遠隔同期- いかなる距離でもデータ損失ゼロの保護

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、これには、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が必要になります。ユーザーのデータファイルを保管することはない、リカバリを実行することはありません。その目的は、プライマリ・データベースをリモート宛先へのサービス提供から透過的に解放することです。遠隔同期インスタンスは、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を節約できます。

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のActive Data Guard構成について考えてみます。データ損失ゼロサービス・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配置するだけです。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、複雑な管理も必要ありません。

## ワークロードをActive Data Guard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、障害から保護しながら、読取り専用および読取り中心のレポート作成アプリケーション、非定型問合せ、データ抽出などを最新のフィジカル・スタンバイ・データベースに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、スタンバイ側では読取り中心アクセスに、プライマリ・データベースで実行されるものと同一の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以降）により、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ため、より多くのレポート作成アプリケーションが（不定期的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。

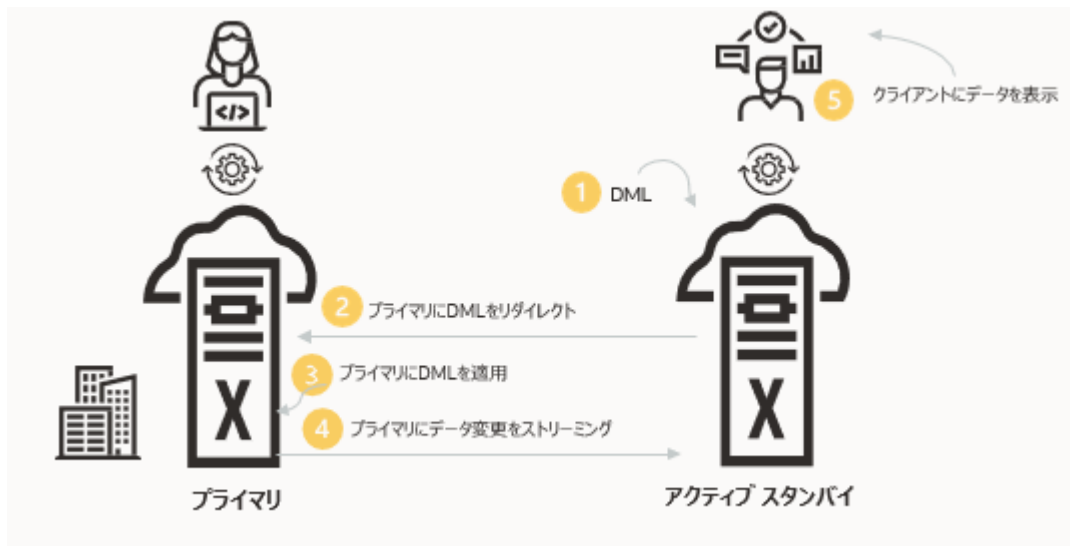


図9：Oracle Active Data Guardを使用したDMLリダイレクト

マルチインスタンスREDO Apply（MIRA）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。

## 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。これにより、ローリング・アップグレード・プロセスの使用に対する抵抗が生まれ、ユーザーは従来のアップグレード方法に関連した長い停止時間を受け入れることになります。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。

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（DBMS\_ROLLING）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。Oracle Database 23aiには、DBMS\_ROLLINGを使用したActive Data Guardのデータベース・ローリング・アップグレードに対するアプリケーション・コンティニューイティのサポートが含まれるようになったことに注意してください。

## Data Guard Multitenantのサポート

Oracle Multitenantを使用すると、Oracle Databaseはコンテナ・データベース（CDB）として機能できます。CDBは、スキーマ、スキーマ・オブジェクト、および非スキーマ・オブジェクトのポータブル・コレクションである、複数のプラグブル・データベース（PDB）を結合したものです。Data Guardでは、管理者はディザスタ・リカバリをCDBレベルで構成できたため、すべてのPDBは単一のCDB構成で保護されます。これにより、何百ものPDBを単一のData Guard構成で保護できるため、最小限の構成で高水準の保護が実現します。これは、CDBとPDBの配置を慎重に考慮する必要があることも意味します。スイッチオーバーおよびフェイルオーバーはロール移行の際に特定のCDB内のすべてのPDBに適用でき、CDBレベルの構成では単一のPDBをフェイルオーバーまたはスイッチオーバーできないためです。

Oracle Database 21cで、オラクルはOracle Data GuardにPDBレベルの構成のサポートを導入しました。これは、特定のPDB Data Guard構成向けの構成に応じて、CDB内のPDBがそれぞれプライマリまたはスタンバイになる可能性があることを意味します。これにより、たとえばPDBにヘルスやパフォーマンスの問題がある場合に、CDBで稼働している他のPDBに影響を与えることなく、単一のPDBをスイッチオーバーまたはフェイルオーバーする柔軟性が最大化されます。PDBレベル構成の使用にあたって、Active Data Guard機能（現時点でのサポートなし）または保護モード（現在は最大パフォーマンス・モードのみをサポート）に関連する多数の制約が依然として存在することに注意してください。

これを念頭に置いて、2つのData Guard Multitenant構成のいずれかに決定しようとする管理者は、どちらのオプションを採用するかを比較する際にRTOおよびRPOの要件を慎重に検討する必要があります。デフォルトでは、Data GuardにおいてはCDBレベルの構成が使用されます。

## 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簡単な方法が提供されます<sup>2</sup>。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Oracle 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。

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。

## 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り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。さらに、重要なアプリケーション・アップグレードでよく必要とされるように、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代替の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。

### PLATINUM

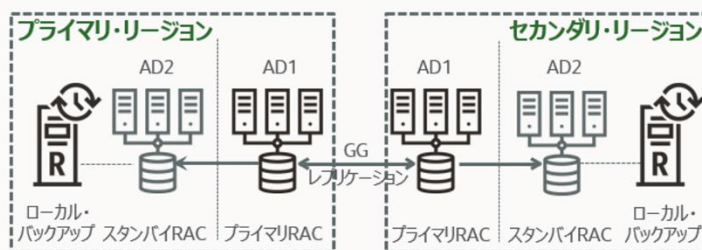
#### 極めてクリティカル

##### Gold +

- Oracle GoldenGateアクティブ/アクティブ・レプリケーション
- エディションベースの再定義（代替手段）

##### MAAアーキテクチャ：

- それぞれのGoldenGate“プライマリ”レプリカをExadata、Oracle RAC、およびActive Data Guardによって保護
- データセンター（またはAD）内のプライマリをリモート・データセンター（またはAD）内の別のプライマリにレプリケート
- Oracle GGおよびエディションベースの再定義により、アプリケーション・アップグレードの停止時間ゼロを実現
- 両方のサイトでのローカル・バックアップ
- GGレプリカへのカスタム・フェイルオーバーにより停止時間ゼロを実現



### 停止時マトリックス

計画外停止	RTO/RPOサービス・レベル目標 (f1)
リカバリ可能なノードまたはインスタンス障害	ゼロまたは10秒未満 (f2/f3)
破損およびサイト障害などの災害	0 (ゼロ) (f3)
計画メンテナンス	
もっとも一般的なソフトウェア/ハードウェア更新	0 (ゼロ) (f2)
データベースのメジャー・アップグレード、アプリケーションのアップグレード	0 (ゼロ) (f3)

f1：RPO=0（明示的に指定されていない場合）

f2：停止時間を0（ゼロ）にするが最小限の影響を抑えるには、アプリケーション・チェックリストのベスト・プラクティスを活用してください f3：アプリケーション・フェイルオーバーはカスタムまたはGlobal Data Servicesによるものです

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、データ破損に特化して保護します。

<sup>2</sup> 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。



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するための柔軟なオプションを提供することで、Active Data Guardを補完できます。Oracle GoldenGateはまた、Oracleの範囲を超えた、さまざまな異種ハードウェア・プラットフォームおよび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。

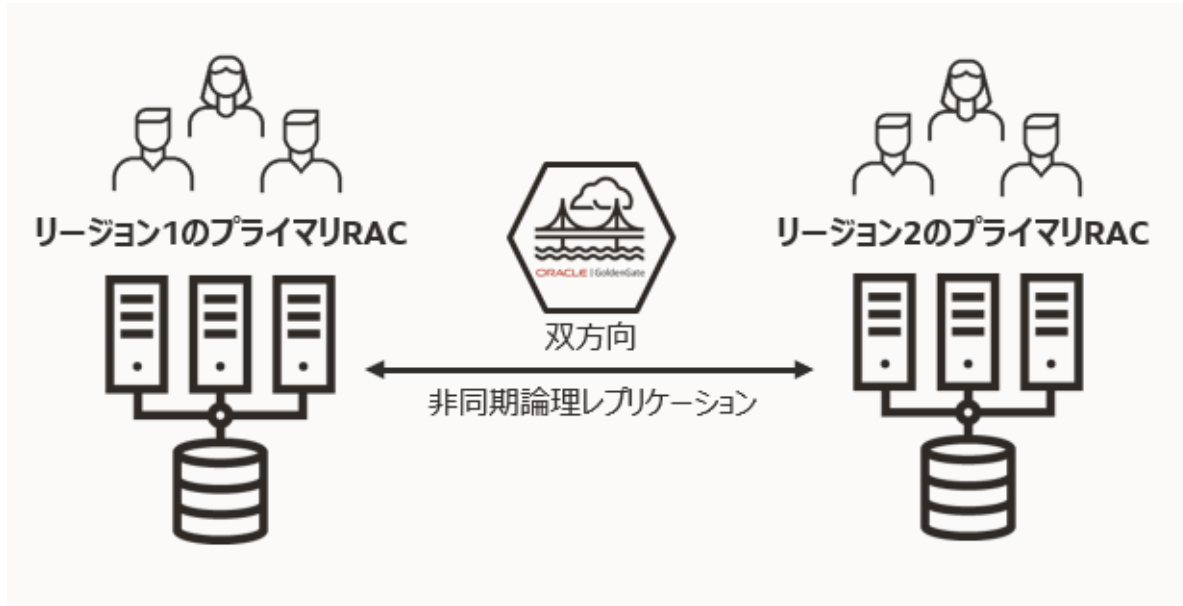


図11：Oracle GoldenGate - アクティブ/アクティブの双方向レプリケーション

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、たとえば、データベース全体、一連のスキーマ、または個々の表の変更を取得するように構成できます。Oracle GoldenGateテクノロジーを使用するデータベースを異種（たとえば、Oracle、DB2、SQL Serverなどの混在）にすることができます。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）でホストできます。また、参加しているデータベースは、Oracle GoldenGateを使用してデータを適切な形式に変換することによって、他のデータ構造を維持することもできます。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・データベースと宛先データベースを読み取り/書き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にわたってすべてのワークロードを分散できる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、および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、非表示列をサポートした新規データベースと強化された監視機能、パフォーマンス、および統合のサポート、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。



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、テクノロジー更新、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アプリケーション・アップグレードを、停止時間を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、変更を本番環境のコピーに実装してから、古い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の一方方向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](https://oracle.com/goto/goldengate)を参照してください。

## オンラインのアプリケーション・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、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になります。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。
- データ変更を安全に実行するために、旧エディションでは表示されない新しい列や表にのみ変更が書き込まれます。エディショニング・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を表示します。
- 古いエディションでのデータ変更を新しいエディションの列に、または（ホット・ロールオーバーでは）その逆方向に、クロスエディション・トリガーで伝播します。

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、E-Business SuiteなどのOracle Applicationsでも日常的に使用されます。

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、特にアクティブ/アクティブ構成では、完全なロードバランシング制御を提供することが重要です。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Oracle 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 (OEM) Cloud Control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。Oracle Enterprise Manager 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ます。さらに、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の最新リリースには、次のような重要な高可用性機能が含まれています。

- OEMは、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、スタンバイ・データベース、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。

- OEMは、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プ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、高度に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。

## フル・スタックのディザスタ・リカバリ

Oracle Maximum Availability ArchitectureはおもにOracle Databaseに重点を置いていますが、ディザスタ・リカバリの観点からアプリケーション・システム・スタック全体を考慮する必要があります。スタック全体を保護するこのレベルの計画は、データベースのみのスイッチオーバーまたはフェイルオーバーによってネットワーク待機時間の課題が生じ、アプリケーション・パフォーマンスに影響するおそれがあるリモートのデータセンターをセットアップする場合に重要です。フル・スタックのディザスタ・リカバリ（フル・スタックDR）は、Oracle Cloud Infrastructure（OCI）のディザスタ・リカバリ・オーケストレーションおよび管理サービスで、アプリケーション・スタックのすべてのレイヤー（インフラストラクチャ、ミドルウェア、データベース、アプリケーションなど）に包括的なディザスタ・リカバリ機能を提供します。このサービスは、保護グループ（アプリケーション・システムを論理的に示したもの）にOracle Autonomous DatabaseやOracle Exadata Database ServiceなどのOracle Database クラウド・サービスが含まれる場合、Oracle Data GuardなどのOracle MAA機能と完全に統合されます。

フル・スタックのディザスタ・リカバリは、さまざまなデータセンターの停止からの包括的なビジネス継続性を保証することで、リージョン全体の停止や可用性ドメイン（AD）の停止、リージョン内の停止による組織への影響を確実に最小限に抑えます。フル・スタックDRには、さまざまなOracleプラットフォーム、非Oracleアプリケーション、およびインフラストラクチャと簡単に統合できる十分な柔軟性があります。このサービスは、テナンシーにデプロイされたサービスとアプリケーション向けのディザスタ・リカバリ計画を生成、実行、および監視します。フル・スタックDRはサービス・レベルで動作するため、テナンシーで実行される他のサービスには影響しません。サービスによって生成されたディザスタ・リカバリ計画は、特定のニーズに基づいてカスタマイズできます。

フル・スタックのスイッチオーバーまたはフェイルオーバーの実行中、フル・スタックDRはフル・スタックDR操作の進捗状況をアクティブに監視し、オペレーターは、操作中にエラーが発生した場合に、オーケストレーション・プロセスを再開またはキャンセルして修正措置を実行できます。さらに、オペレーターは、フル・スタックDR事前チェックを定期的に行うことで、ビジネス継続性の準備状況とコンプライアンスを検証および監視することもできます。

OCIフル・スタックのディザスタ・リカバリについて詳しくは、<https://www.oracle.com/cloud/full-stack-disaster-recovery/>を参照してください。

## Oracle Global Data Services

多くのお客様は、読み取り専用ワークロードや読み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み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 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、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構成にまで拡張します（図12：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み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、読み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としています。

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

- 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・フェイルオーバーのサポートによる可用性の向上
- 複数のデータベース間のロードバランシングの提供によるスケーラビリティの向上
- グローバル・リソースの一元管理による管理性の向上

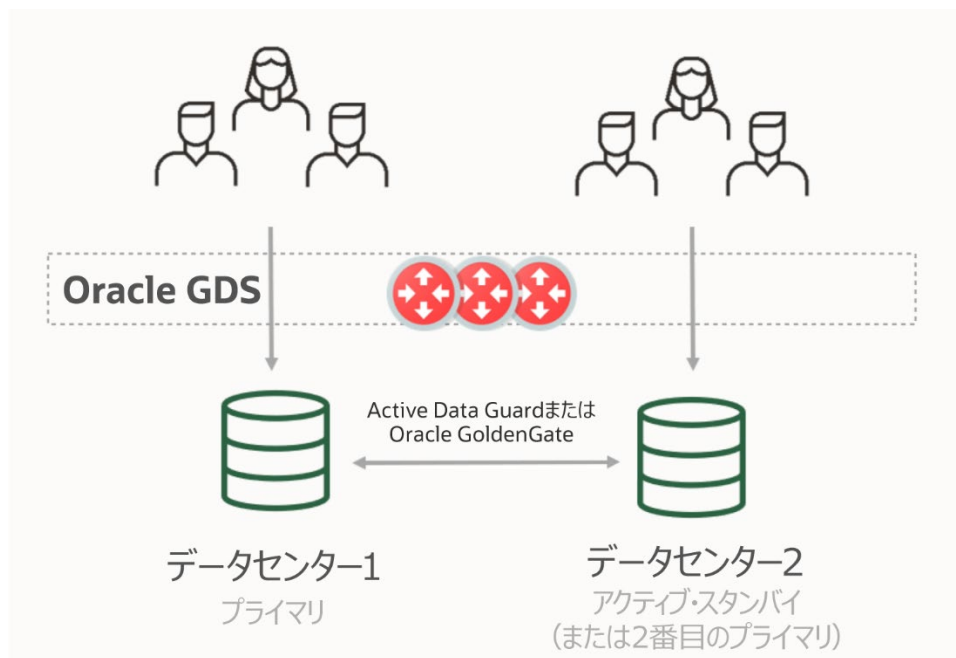


図12：データセンター間のフェイルオーバーとロードバランシングのためのGlobal Data Services

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、Oracle 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およびOracle GoldenGateによってレプリケーション資産への本番ワークロードのオフロードが可能になると、Oracle GDSによりレプリカの使用率の改善が実現するため、パフォーマンス、スケーラビリティ、および可用性が向上します。

## まとめ

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。Oracle Databaseは、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して、ITインフラストラクチャの可用性、セキュリティ、信頼性を管理しています。数十年にわたる技術革新を経て誕生したOracle Databaseは、計画保守作業を行う場合と予期しない障害が発生した場合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および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、それぞれの要件および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。Oracle 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（すなわち、Autonomous Database）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。Oracle 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。最後になりますが、オラクルのエンジニアド・システムは、Oracle MAAに従って最初から構築されています。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、今日のビジネスにおける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](https://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 23aiのおもな高可用性関連新機能

機能	Oracle Database 23aiの新機能または拡張機能の説明
Data GuardとActive Data Guard	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oracle Data Guardには、クラウド・データベースが透過的データ暗号化（TDE）で暗号化され、オンプレミス・データベースが暗号化されていないハイブリッド・クラウドのディザスタ・リカバリ構成において、REDO操作を復号化する機能が備わりました。この機能を有効化するために、Oracle DatabaseではTABLESPACE_ENCRYPTION初期化パラメータが導入されています。これにより、オンプレミス環境およびOracle Cloud Infrastructure（OCI）環境において、プライマリ・データベースとスタンバイ・データベースの両方で表領域の自動暗号化を制御できます。たとえば、オンプレミス・データベースを暗号化せずに、OCIデータベースを暗号化することができます。</li> </ul>
アプリケーション・コンティニューイティとトランザクション・ガード	<ul style="list-style-type: none"> <li>DBMS_ROLLINGを使用してローリング・アップグレードを実行する場合に、アプリケーション・コンティニューイティとデータベース・セッションのドレーニングがサポートされます。これは、非ローリング・パッチを適用し、Oracle Autonomous Databaseのメジャー・アップグレードを実行するための戦略的アプローチです。この機能は、メジャー・リリースからメジャー・リリースへのアップグレードに対応しています（たとえば、Oracle Database 19cからOracle Database 23aiへのアップグレード）。</li> <li>トランザクション・ガードは、アプリケーションの観点から作業のリカバリを可能にする、アプリケーションに依存しないインフラストラクチャです。トランザクション・ガードにより、各論理トランザクションは1つまたは複数のサーバー側トランザクションにマップできます。各論理トランザクションをコミットの一部として保持すると、通常のトランザクション操作のオーバーヘッドが発生します。データベース・ネイティブ・トランザクション・ガードは、既存のトランザクション・ガードを強化し、別の表での永続性を必要としません。</li> </ul>
Oracle Real Application Clusters	<ul style="list-style-type: none"> <li>ローカル・ローリング・データベース・メンテナンスは、Oracle RACデータベースおよびOracle RAC One Nodeデータベースのメンテナンス作業（パッチ適用など）中に、データベース可用性が中断されないようにします。これにより、他のクラスター・ノードに余分なワークロードが生じることなしに、データベースの可用性が大幅に向上します。</li> <li>単一サーバーのローリング・データベース・メンテナンスは、単一ノードのOracle RACデータベースまたはOracle RAC One Nodeデータベースのメンテナンス作業（パッチ適用など）中に、データベース可用性が中断されないようにします。これにより、複数ノード・クラスターに拡張することなしに、単一ノード・データベースの可用性が大幅に向上します。</li> </ul>
オラクルのフラッシュバック	<ul style="list-style-type: none"> <li>フラッシュバック・タイム・トラベルを使用すると、表へのトランザクション変更を自動的に追跡およびアーカイブできます。フラッシュバック・タイム・トラベルは、表の行に行われた変更のアーカイブを作成し、履歴表にその変更を保存します。また、表のスキーマの進化の履歴も保持します。フラッシュバック・タイム・トラベルでは、表とそのスキーマへのトランザクション変更の履歴を保持することにより、フラッシュバック問合せ（AS OFおよびVERSIONS）などの操作を表で実行して、トランザクション時間中に行われた変更の履歴を表示させることができます。</li> </ul>
Oracle Globally Distributed Database（旧称Oracle Sharding）	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raftレプリケーションは、Oracle GoldenGateまたはOracle Data Guardの構成を必要とせずに、Oracle Globally Distributed Databaseの組込みレプリケーションを提供します。</li> <li>Raftレプリケーションは、コンセンサスベースの（RAFT）コミット・プロトコルを使用した論理レプリケーションで、宣言的なレプリケーション構成および1秒未満のフェイルオーバーを可能にします。</li> <li>ODP.NETは、コア・ドライバおよび管理対象ドライバのシャーディング分割パーティション・セット・イベントをサポートします。分割パーティション・セットは、指定したスーパー・シャーディング・キー内のデータを異なるシャード領域に移動する際に実行される、Globally Distributed Database上の操作です。</li> </ul>

Oracle Database 23aiの新しい高可用性機能について詳しくは、<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/23/nfcoa/high-availability.html>を参照してください。

## Oracle Database 21cのおもな高可用性関連新機能

機能	Oracle Database 21cの新機能または拡張機能の説明
Data GuardとActive Data Guard	<ul style="list-style-type: none"> <li>Data Guard for Multitenant Portable Databasesを使用すると、PDBレベルまたはCDBレベル（デフォルト）のどちらか一方でレプリケーションとフェイルオーバー/スイッチオーバーの選択が可能になり、管理者は自身のディザスタリカバリ構成の粒度を選択できます。</li> <li>単一のコマンドを使用することで、Oracle Data Guard Brokerでは、ユーザーがFar Syncインスタンスを作成してData Guard Broker構成に追加できるようになりました。</li> <li>Far Syncインスタンスは、通常の構成と、ファスト・スタート・フェイルオーバー（FSFO）が有効化された場合の両方において、最大パフォーマンス・モードで完全に使用できます。</li> </ul>
Oracle Real Application Clusters	<ul style="list-style-type: none"> <li>Global Cache Service（LMS）プロセスは、Oracle Real Application Clusters（Oracle RAC）データベースの操作に不可欠です。Cache Fusion Hardeningは、インスタンス間に不一致があっても、LMSとデータベース・インスタンスの障害を発生させることなく、重要なLMSプロセスが確実に稼働し続けるようにします。</li> </ul>
Oracle Globally Distributed Database (旧称Oracle Sharding)	<ul style="list-style-type: none"> <li>シャーディング・アドバイザはスタンドアロンのコマンドライン・ツールで、これを使用してデータベース・スキーマを再設計し、既存の非シャードOracle DatabaseをOracleシャーディング環境に効率的に移行できます。シャーディング・アドバイザは、既存のデータベース・スキーマを分析し、可能なシャード・データベース設計のランク付けリストを生成します。</li> <li>Oracle Globally Distributed Databaseのバックアップおよびリカバリ操作は、GDSCTLユーティリティの新しいコマンドを使用して一元管理されています。シャード・データベース全体のバックアップ・ポリシーを定義して、1つまたは複数のシャード、もしくはシャード・データベース全体を同じ時点にリストアできます。構成済みのバックアップは自動的に実行され、スケジュールを定義してオフピーク時間帯にバックアップを実行できます。</li> <li>データベース・スキーマやアプリケーションを変更することなく、同一のアプリケーションを実行する既存のデータベースをシャード・データベースに変換します。データベースは地理的に分散し、スキーマにいくらかの違いが存在する可能性があります。</li> <li>問合せ実行時にいずれかのシャードが使用できない場合、機能強化された複数シャードの問合せによって、動作する代替シャードの検索が試行されます。問合せは、障害状態を発生させることなしに再開します。バルク・データロードおよびDMLは、複数のシャード上で同時に動作できます。</li> </ul>
アプリケーション・コンティニューイティ	<ul style="list-style-type: none"> <li>アプリケーション・コンティニューイティの保護チェック（ACCHK）は、アプリケーション・コンティニューイティを使用する各アプリケーションの保護レベルに関する手引きを提供し、必要に応じて保護が向上するよう導きます。</li> <li>Oracle Databaseは、データベースがアプリケーション・コンティニューイティを使用してセッションを再実行でき、セッションのドレインが想定されないでデータベースが認識した時点で、予定のフェイルオーバーを起動します。セッション移行は、指定したドレイン・タイムアウト期間内で完了しそうでないバッチおよび長時間実行操作を対象とする計画保守中に、Oracle Databaseがセッションを再配置するために使用する自動ソリューションです。</li> <li>セッション状態のリセット機能は、リクエストの終了時に、アプリケーションによって設定されたセッション状態をクリアします。RESET_STATEデータベース・サービス属性は、ダーティ・セッションをクリーンアップして、クリーンアップ後にこれらのセッションを使用するアプリケーションがこれらのセッションの状態を参照できないようにします。</li> </ul>

Oracle Database 21cの新しい高可用性機能について詳しくは、<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/21/nfcon/performance-and-high-availability.html>を参照してください。



## Oracle Database 19cのおもな高可用性機能

機能	Oracle Database 19cの新機能または拡張機能の説明
Data GuardとActive Data Guard	<ul style="list-style-type: none"> <li>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、まれに書き込みが発生するレポート作成アプリケーションをActive Data Guardスタンバイ上で実行することができます。</li> <li>Active Data Guard : Oracle Databaseのインメモリ列ストアを有効化し、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。</li> <li>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。</li> <li>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にフィジカル・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。</li> </ul>
アプリケーション・コンティニュイティ	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、事前に定義されたドメイン・サービス・クラス上で実行されるため、個々のクラスタは解放され、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。
Oracle Globally Distributed Database (旧称Oracle Sharding)	Oracle 19cのGlobally Distributed Databaseでは、同じGlobally Distributed Database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Globally Distributed Database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。

Oracle Database 19cの新しい高可用性機能について詳しくは、<https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/19/newft/new-features.html>を参照してください。

## Connect with us

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

 [blogs.oracle.com](https://blogs.oracle.com)  [facebook.com/oracle](https://facebook.com/oracle)  [twitter.com/oracle](https://twitter.com/oracle)

Copyright © 2024, 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、MySQLおよびNetSuite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。