

# 高信頼・高可用なデータベース・パフォーマンスの実現

パートナー技術概要



## 先進的アプリケーションを支えるデータ

競争が激化を続けるデジタル経済のさなか、企業はいまだかつてないレベルでアプリケーションに依存しています。ネイティブ、Web、およびモバイル・プラットフォームで動作する先進的なビジネス・アプリケーションやコンシューマー・アプリケーションは、高速なデータアクセスなくして成立しません。信頼性と可用性に関するビジネス要件を満たすため、これらのアプリケーションをサポートするデータベースは、セキュリティに重点を置いた基盤上で、優れたパフォーマンスと安定性を提供する必要があります。また、開発チームと運用チームが使用するデータベースとその基盤となるオペレーティングシステムは、迅速な開発とイノベーションの実現を助ける先進的な開発言語、ツール、およびテクノロジーを提供する必要があります。さらに IT チームは、複数のインフラにわたり一貫した基盤で標準化を行い、IT 運用の単純化やデータベースとアプリケーションの移植性を実現しなければなりません。

Red Hat と Microsoft は連携し、極めて高可用・高信頼な基盤を提供することで、先進的なデジタルビジネスのニーズに対応するデータベース運用を支援します。

## データベース運用を迅速化する RED HAT と MICROSOFT

Microsoft は引き続き、Red Hat® Enterprise Linux® を含むオープンソース・ソリューションを採用しています。Microsoft SQL Server 2017 on Linux は、小規模なシングルマシン・アプリケーションから、数千名のユーザーが同時アクセスする大企業規模のインターネット・アプリケーションに至るまで、重要な各種ワークロードに対応するデータベース管理システムです。オンプレミス、ハイブリッド、コンテナ、およびクラウド環境で、さまざまな開発言語とパフォーマンス機能がサポートされています。エンタープライズ向けのオープンソース・オペレーティングシステムである Red Hat Enterprise Linux は、ベアメタル、仮想化、コンテナ、パブリックおよびプライベートクラウド・インフラストラクチャのための一貫した基盤を提供します。また、ビルドインのセキュリティ機能と管理機能により、重要なワークロードのための安定した高性能プラットフォームが実現します。

SQL Server 2017 on Linux は、リレーショナル・データベース・エンジンの重要な機能（運用ワークロードとデータウェアハウスのワークロードのインメモリ・パフォーマンス、強化されたデータセキュリティ、Microsoft Active Directory 認証、高可用性、障害復旧、SQL Server エージェントなど）を、Red Hat Enterprise Linux のエコシステムに提供します。Red Hat のプラットフォームは、デプロイ環境全体にわたって SQL Server のセキュリティ、安定性、信頼性、管理性を向上させます。SQL Server 2017 on Linux のリファレンス・プラットフォームとして、Red Hat Enterprise Linux 上で初めてすべての開発、共同開発、品質テストが実施されました。

## RED HAT ENTERPRISE LINUX とのネイティブなデータベース統合

Microsoft SQL Server 2017 on Linux はポートでもリライトでもありません。Red Hat Enterprise Linux と同等の機能、パフォーマンス、スケーラビリティを備えた、効率的かつスケーラブルなリレーショナル・データベース管理システム (RDBMS) です。SQL Server Platform Abstraction Layer (SQLPAL) は、オペレーティングシステムおよびライブラリの呼び出しとセマンティクスを抽象化して、各プラットフォームの SQL Server 2017 を最適化します（図 1）。オペレーティングシステム固有のコードはすべて単一の場所に格納され、その他すべての SQL Server コードのプラットフォームを意識する必要はありません。この抽象化を実現するために、SQLPAL は Microsoft Research Drawbridge プロジェクトの一部を、既存の SQL Server のプラットフォーム・レイヤーである SQL Server オペレーティングシス

<sup>1</sup> 「Data storage supply and demand worldwide, from 2009 to 2020 (2009 年から 2020 年までの世界のデータストレージの需要と供給)」。Statista。2017 年 9 月。[statista.com/statistics/751749/worldwide-data-storage-capacity-and-demand/](http://statista.com/statistics/751749/worldwide-data-storage-capacity-and-demand/)

Red Hat Enterprise Linux は Fortune 500 の 90% の企業から信頼されています。<sup>2</sup>

テムと組み合わせています。SQLPAL が、基盤となるオペレーティングシステムをアプリケーションから抽象化する一方、ホスト拡張 (Linux 用にネイティブにコンパイル済み) は、堅牢なメモリー管理、スレッド・スケジューリング、および入出力 (I/O) サービスを提供します。その結果、データの保存、処理、および保護のコアサービスである SQL Server データベースエンジンが、Red Hat Enterprise Linux で完全にサポートされ、パフォーマンスと機能が最適化されています。Microsoft はさらに、Red Hat Enterprise Linux に SQL Server をインストールするためのパッケージリポジトリを管理し、ネイティブ・パッケージ・マネージャーである yum によるインストールをサポートしています。



図 1. Red Hat Enterprise Linux 上の Microsoft SQL Server Platform Abstraction Layer (SQLPAL) のアーキテクチャ

## 要件を満たすためのスケーリング

Red Hat Enterprise Linux は、パブリッククラウド環境で最も多くデプロイされているオペレーティングシステムです。<sup>3</sup>

Red Hat Enterprise Linux は、Microsoft SQL Server 2017 の全エディション (Enterprise、Standard、Developer、Web、Express) に対応しているため、技術的なニーズやビジネス上のニーズに最適なエディションを選ぶことができます。Red Hat Enterprise Linux 用に認定され、SQL Server の最小技術要件を満たす Azure 仮想マシン (VM) に Red Hat Enterprise Linux および SQL Server をデプロイするには、Microsoft Azure Marketplace のビルトインイメージを使用します。<sup>4</sup>

SQL Server は、ネットワークや直接接続の各種ストレージ・テクノロジーとプロトコル (Fibre Channel Storage Attached Network [FC SAN]、Fibre Channel over Ethernet [FCoE]、Internet Small Computer Systems Interface [iSCSI]、Network File System [NFS]、Samba など) をサポートしているため、組織のニーズに合った最適なストレージを採用することができます。インメモリのクラスタ化された列ストアインデックスを使用するペタバイト規模のデータ・ウェアハウ징は、データウェアハウスおよび意思決定支援システム (DSS) のワークロードのために、同時に変更およびロード可能な大量のデータを保存します。

2 Red Hat クライアントのデータと Fortune 500。2017 年。[fortune.com/fortune500](http://fortune.com/fortune500)。

3 「エンタープライズ向けパブリッククラウドにおける Linux の地位」。Red Hat。2018 年 2 月。  
[redhat.com/ja/resources/state-of-linux-in-public-cloud-for-enterprises](http://redhat.com/ja/resources/state-of-linux-in-public-cloud-for-enterprises)。

4 「Installation guidance for SQL Server on Linux (SQL Server on Linux のインストール・ガイダンス)」(<https://docs.microsoft.com/ja-jp/sql/linux/sql-server-linux-setup>) 参照。

大規模な重要アプリケーション向けに、SQL Server Enterprise Edition on Red Hat Enterprise Linux は、エンタープライズ・グレードの機能に加え、コア数の制限なく膨大なスケーラビリティを提供します。各 SQL Server インスタンスは、Red Hat Enterprise Linux が割り当てることのできる最大メモリーを使用でき、最大 524PB のデータベースサイズに対応しています。

### データセキュリティの強化

Red Hat Enterprise Linux は  
コモンクライテリア  
認証と連邦情報処理標準  
(FIPS) 140-2 認定を  
取得しており、  
コモンクライテリア認証  
(v7.1) となる  
Linux Container Framework を  
サポートする初の  
オペレーティング  
システムです。<sup>5</sup>

セキュリティは、SQL Server on Red Hat Enterprise Linux の中核となる部分です。Red Hat は、高度なセキュリティ・テクノロジーと製品セキュリティチームによる継続的なサポートを提供することによって、脅威に対抗し、データを保護します。SQL Server には、保管中および動作中の組織データを分離して保護する強力な機能セット（監査、行レベルのセキュリティ、動的データマスキング、常時暗号化、透過的データ暗号化など）が組み込まれています。

さらに、Red Hat Enterprise Linux を Active Directory と統合することにより、ユーザー ID 管理のハブとして機能させることができます。統合の方法は 2 つあり、1 つは直接統合、もう 1 つは Active Directory のレルム間信頼です（図 2）。直接統合では、Red Hat Enterprise Linux システムが Active Directory ドメインに直接結合されます。Active Directory のレルム間信頼では、Active Directory とのフォレスト間 Kerberos 信頼により、外部の Active Directory ユーザーが Red Hat Identity Management ドメイン内のリソースにアクセスできます。

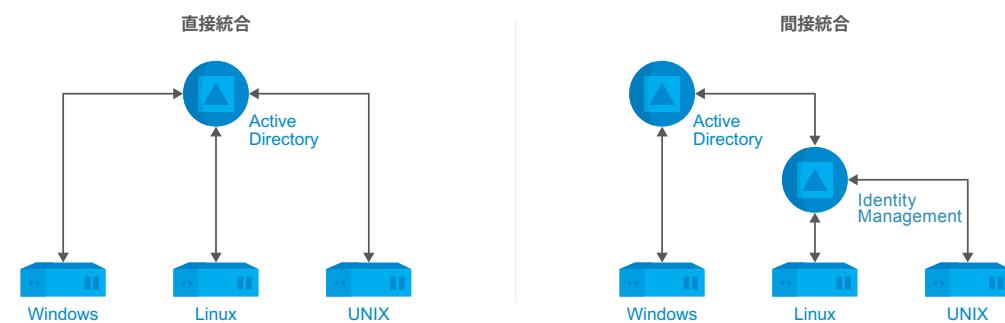


図 2. Red Hat Enterprise Linux と Microsoft Active Directory の統合方法

### 使い慣れたツールを使用する

Microsoft SQL Server は、  
過去 7 年間にわたり、  
他のすべての主要  
データベースベンダーと  
比較して最も低い  
脆弱性を実現しています。<sup>6</sup>

Red Hat Enterprise Linux および SQL Server は、オープンソースとクロスプラットフォーム・ツールに加えて、既存のドライバーと開発フレームワークすべてをサポートしているため、現在使用中のツール、手法、プロセスを使用して SQL Server データベースを管理できます。SQL Server Management Studio (SSMS) や SQL Server Data Tools (SSDT) など、現在の Microsoft Windows ベースのツールは、引き続き Red Hat Enterprise Linux で動作します。SQL Server は、すべてのプラットフォームで SQL Operations Studio、SQL Server 用 Visual Studio (VS) Code 拡張、mssql-cli などの新しいツールをサポートしています。さらに、Red Hat と Microsoft は連携し、他のツールベンダーとも協力することで、業界をリードする多くのサードパーティ製ツールをサポートしています。

5 「Red Hat Achieves Common Criteria Security Certification for Red Hat Enterprise Linux 7 (Red Hat、Red Hat Enterprise Linux 7 でコモン・クライテリア・セキュリティ認証を取得)」。2016 年 10 月。 [redhat.com/ja/about/press-releases/red-hat-achieves-common-criteria-security-certification-red-hat-enterprise-linux-7](http://redhat.com/ja/about/press-releases/red-hat-achieves-common-criteria-security-certification-red-hat-enterprise-linux-7)。

6 国立標準技術研究所の脆弱性データベースの包括的な最新情報、2017 年。 <https://nvd.nist.gov/>。

## データベースに高可用性を追加

Microsoft SQL Server on Red Hat Enterprise Linux は、Red Hat Enterprise Linux 用に最適化された高可用性クラスタ・リソース・マネージャーである Pacemaker との統合により、インスタンスレベルおよびデータベースレベルの高可用性 (HA) を提供します。Pacemaker は、監視、障害検出、自動フェイルオーバーのオーケストレーション機能により、ノードレベルまたはリソースレベルの障害が発生した場合にアプリケーションと VM を検出し、復旧させます。Red Hat は詳細な Pacemaker 構成情報を提供し、運用を最適化します。一方、SQL Server は、Pacemaker 固有のリソースエージェントを使用して、インスタンスレベルおよびデータベースレベルの高可用性 (HA) を実装します。また、Microsoft は、オープンソースかつ Pacemaker 固有の SQL Server 用エージェントのためのパッケージ・リポジトリも別途管理しています。

さらに SQL Server は、Always On フェイルオーバー・クラスタ・インスタンス (FCI) によりインスタンスレベルの HA と冗長性をサポートし、計画的および計画外の停止中にも SQL Server インスタンスを利用できるようにします。FCI は、ストレージ・エリア・ネットワーク (SAN) または直接接続型クラスタ共有ストレージにアクセスできる複数のクラスタノードで構成されています。常に 1 つのノードのみがアクティブになります。セカンダリノードはパッシブですが、フェイルオーバー中にアクティブノードの役割を引き受けられる状態になっています。Pacemaker は、Red Hat Enterprise Linux 上で動作するすべての FCI クラスタリソースを管理します。

SQL Server は、Always On 可用性グループにより、データベースレベルの HA と障害復旧を実現します。これらのグループは、同様に設定されたハードウェア上で実行される別個のユーザー・データベース・セット (可用性データベース) の複製環境をサポートします。SQL Server と Red Hat Enterprise Linux により、以下のタイプの非排他的な可用性グループが実現します。

- **高可用性と障害復旧のために構成された可用性グループ**は、一緒にフェイルオーバーするデータベースのセットです。Pacemaker をクラスタ・マネージャーとして使用し、高可用性、障害復旧、読み取りリスケールのバランスを実現します。
- **読み取り専用のスケールアウト型ワークロード用に構成された可用性グループ**は、特定のワークロードのために SQL Server の他のインスタンスに複製される一連のデータベースです。クラスタ・マネージャーは不要です。
- **分散型可用性グループ**は、フェイルオーバーと障害復旧の目的で 2 つの可用性グループに分散されます。基盤となる可用性グループを、同じプラットフォーム上に構成して Pacemaker で管理することも、移行や障害復旧の目的で複数のプラットフォーム上に配置することもできます。
- **クロス・プラットフォームの可用性グループ**には、Microsoft Windows 上および Red Hat Enterprise Linux 上の 1 つ以上のレプリカが含まれており、マルチプラットフォームのサポートを提供し、Windows と Linux 間のデータベース移行におけるアプリケーション障害を最小限に抑えます。

各可用性グループには、1 つのプライマリレプリカと最大 8 つのセカンダリレプリカを含めることができます。その他の機能には、マルチデータベースのフェイルオーバー、複数の同期および非同期セカンダリ、手動または自動フェイルオーバー、読み取りおよびバックアップ・ワークロード用のアクティブセカンダリなどがあります。

## データベース・パフォーマンスを向上

Red Hat Enterprise Linux と Microsoft SQL Server 2017 Enterprise Edition を組み合わせることで、データベース・ワークロードのパフォーマンスを向上させることができます。<sup>7</sup> Transaction Processing Performance Council Benchmark H (TPC-H) が意思決定支援システムの価格性能比を測定しています。Microsoft SQL Server 2017 Enterprise Edition の最初の TPC-H の結果では、SQL Server

<sup>7</sup> 「Performance best practices and configuration guidelines for SQL Server 2017 on Linux (SQL Server 2017 on Linux のパフォーマンスのベストプラクティスと構成ガイドライン)」。Microsoft。2017 年 9 月 14 日。  
<https://docs.microsoft.com/ja-jp/sql/linux/sql-server-linux-performance-best-practices>。

2017 と Red Hat Enterprise Linux 7.3 の組み合わせが、SQL Server 2016 で達成された主要な TPC-H@1000GB 非クラスタ化結果を 6% 上回りました。また、この組み合わせにより、価格性能比の維持コストが 3 年間で 5% 低下しました。<sup>8</sup>

### RED HAT ENTERPRISE LINUX のパフォーマンス機能

SQL Server のデプロイメントの基盤となる Red Hat Enterprise Linux は、構成をほとんど、またはまったく必要としないビルトインのパフォーマンス機能を使用して、データベース・ワークロードを高速化します。

#### ダイレクト I/O

Red Hat Enterprise Linux ファイルシステムの機能であるダイレクト I/O は、SQL Server のようなアプリケーションが、ファイルの高 I/O スループットを効果的に管理するのに役立ちます。アプリケーションは、オペレーティングシステムのキャッシュをバイパスし、ストレージデバイス内で直接ファイルを読み書きします。SQL Server は、ダイレクト I/O を自動的に構成してデータベース・ワークロードのパフォーマンスを向上させるため、ユーザーによる操作は不要です。

#### Non-Uniform Memory Access (NUMA) の認識

先進的なマルチプロセッサー・システムでは、メモリーアクセス時間は、メモリーと CPU の相対的な位置によって異なります。特定の CPU のローカルなメモリーへのアクセスは、リモート CPU に接続されたメモリーへのアクセスより高速です。そのため、通常これらのサーバーは NUMA をサポートしています。これは、システムメモリーをゾーンに分割し、各ゾーンを特定のプロセッサーに割り当てるアプローチです。SQL Server は NUMA システムの存在を検出し、Red Hat Enterprise Linux のプロセスアフィニティ機能を利用します。プロセスアフィニティを設定すると、特定の CPU 上でプロセスが実行され、各プロセスでローカルメモリーが使用されます。この方法により、メモリーアクセスが高速化し、データベース・ワークロード全体のパフォーマンスが向上します。

#### Transparent Huge Pages (THP)

Huge Pages では、メモリーページのサイズを 2MB および 1GB まで増やすことによって、大量のメモリーの管理によるオーバーヘッドを削減します。THP は、Huge Pages の作成、管理、使用における大半の側面を自動化する抽象レイヤーです。さまざまなシステム、構成、アプリケーション、およびワークロードにわたるテストと最適化により、デフォルト設定でほとんどのシステム構成のパフォーマンスが向上します。Red Hat Enterprise Linux は Microsoft SQL Server のメモリー使用率とパフォーマンスを向上させるために、THP をサポートしています。

### MICROSOFT SQL SERVER のパフォーマンス機能

Microsoft SQL Server の  
リストアインデックス  
は、分析および  
データウェアハウスの  
ワークロードの  
パフォーマンスを最大  
100 倍、データ圧縮を  
最大 10 倍向上させる  
ことができます。<sup>9</sup>

<sup>8</sup> 2017 年 4 月 19 日時点の結果。TPC、TPC Benchmark、および TPC-H は、Transaction Processing Performance Council (TPC) の商標です。詳細については、[tpc.org/3327](http://tpc.org/3327) をご覧ください。

<sup>9</sup> 「Columnstore indexes - Query performance (リストアインデックス - クエリのパフォーマンス)」。Microsoft。2017 年 12 月。<https://docs.microsoft.com/ja-jp/sql/relational-databases/indexes/columnstore-indexes-query-performance>。

## RED HAT について

オープンソースソリューションのプロバイダーとして世界をリードする Red Hat は、コミュニティとの協業により高い信頼性と性能を備えるクラウド、Linux、ミドルウェア、ストレージおよび仮想化テクノロジーを提供、さらにサポート、トレーニング、コンサルティングサービスも提供しています。Red Hat は、お客様、パートナーおよびオープンソースコミュニティのグローバルネットワークの中核として、成長のためにリソースを解放し、ITの将来に向けた革新的なテクノロジーの創出を支援しています。

### RED HAT

[redhat.com/ja](http://redhat.com/ja)

[@redhatjapan](http://facebook.com/redhatjapan)

[linkedin.com/company/red-hat](http://linkedin.com/company/red-hat)

## MICROSOFT について

Microsoft は、モバイルファースト、クラウドファーストの世界においてプラットフォームと生産性の分野をリードする企業であり、その使命は、全世界のあらゆる人々や組織がより大きな成果を達成できるよう支援することです。

### MICROSOFT

[microsoft.com](http://microsoft.com)

[@Microsoft](http://facebook.com/Microsoft)

[linkedin.com/company/Microsoft](http://linkedin.com/company/Microsoft)

## 列ストアインデックス

SQL Server の主要なパフォーマンス機能である列ストアインデックスを使用すると、分析およびデータウェアハウスのワークロードを最大で 100 倍向上させることができます。<sup>9</sup> データ圧縮は、行の代わりに列に基づいて実行され、最大 10 倍のデータ圧縮が可能です。列および行グループをなくすことでのデータベースは不要な列と行をスキップできます。バッチモードの実行では、グループ単位で行が処理され、処理が高速化されます。

## インメモリのオンライン・トランザクション処理 (OLTP)

インメモリの OLTP は、トランザクション処理のパフォーマンスを向上させます。同時に実行されているトランザクション間でロックとラッチの競合が解消されます。最適化されたデータストレージ、アクセス、および処理アルゴリズムでは、インメモリと高並列処理の強化により、データアクセスとトランザクションの実行効率が向上します。SQL Server のインメモリの OLTP 機能には、メモリ最適化テーブルやテーブル変数のほか、ネイティブにコンパイルされたストアドプロシージャやスカラーカー定義関数 (UDF) などがあります。

## ハイブリッド型トランザクション・アナリティクス処理 (HTAP)

インメモリ OLTP とリアルタイムの解析機能を組み合わせた HTAP は、単一のプラットフォーム上で高性能のトランザクション・ワークロードと分析ワークロードを処理します。SQL Server は HTAP を使用して、インメモリの OLTP ウォークロード用とリアルタイム分析ウォークロード用の、2 つのデータコピーを管理します。SQL Server は非クラスタ化列ストアインデックスを使用することで、OLTP ウォークロードによるデータ変更を分析ウォークロードデータ内に自動で即座に反映して、レイテンシーを短縮し、リアルタイムの運用分析機能を提供します。

## 適応型クエリ処理と自動チューニング

SQL Server は適応型クエリ処理と自動チューニングを使用して、データベースのパフォーマンスをさらに向上させ、パフォーマンスの低下に対処します。SQL Server は適応型クエリ処理で、前回のクエリのパフォーマンスに基づいてクエリプランを最適化することにより、カスタマー・ワークロードに適応します。自動チューニングでは、クエリストアの豊富なテレメトリを使用してパフォーマンスの問題を検出し、自動的に修正することによって、データクエリのパフォーマンスを維持します。

## さらに詳しく

先進的なビジネスはアプリケーションに依存しています。Red Hat Enterprise Linux と Microsoft SQL Server 2017 は連携して、重要なワークロードのデータの信頼性と可用性を実現します。動的なスケーラビリティにより、アプリケーションは必要なデータやリソースにアクセスすることができます。また、高度なセキュリティ機能によって、保管中および動作中のデータが保護されます。インスタンスレベルとデータベースレベルの高可用性 (HA) によってデータベースの安定性が高まり、各種パフォーマンス機能によってデータベース操作が迅速化します。オープンソースやクロスプラットフォーム型のツールがサポートされているため、現在利用中のツール、手法、およびプロセスを使用して SQL Server データベースを管理できます。

信頼性、パフォーマンス、セキュリティを重視したアプリケーション用のデータベース基盤を構築する方法については、Red Hat または Microsoft の営業担当者にお問い合わせください。

詳細については、[redhat.com/microsoft](http://redhat.com/microsoft) をご覧ください。