

# InterSystems IRIS® Data Platform の 圧倒的な拡張性 技術ガイド





InterSystems IRISは、異なるデータモデルやデータタイプにわたる、大規模な同時実行性を備え、独自の大規模なデータおよびプロセスのスケラビリティを実現します。

## はじめに

世界中で生成され続ける膨大かつ増え続けるデータ量に直面し、ソフトウェア・アーキテクトは、ソリューションの拡張性に特に注意を払う必要があります。必要に応じて数千もの同時接続ユーザーに対応できるシステムを設計しなければなりません。容易なことではありませんが、大規模なスケラビリティを見据えた設計は、今日のほとんどの組織にとって絶対的な必要条件となっています。リアルタイム分析、機械学習、大規模言語モデル、検索拡張生成（RAG）、ネットワーク接続型アプリケーションの、いずれをサポートする場合でも、データを取り扱うシステムは増大するデータ量、処理速度、複雑さに対応できなければなりません。

ソフトウェア・アーキテクトは、複数の方法でスケラブルなシステムを設計することができます。数十個のコアを搭載した、より高性能なマシンを使用して垂直方向に拡張することもでき、データ分散（レプリケーション）技術を用いて、増加するユーザー数に対応するために、水平方向に拡張することもできます。またデータをパーティション化することで、データ量を水平方向に拡張することも可能です。実際にはソフトウェア・アーキテクトは、このような手法のいくつかを同時に採用し、特定のニーズに合わせてハードウェアコスト、コードの複雑さ、導入の容易さなどを総合的に判断します。

本ガイドでは、パフォーマンス、コスト、アーキテクトの観点から、ユーザー数とデータ量の垂直スケラリング、水平スケラリングの仕組みに焦点を当てています。データとユーザー数の分散、パーティショニングに関する選択肢を概説し、各選択肢が特に有効となるシナリオを紹介しています。また革新的なデータ技術のグローバルリーダーであるInterSystems社と、同社のInterSystems IRIS®が、スケラリングを通じて分散システムの設定、提供、運用をいかに簡素化できるかについて解説しています。

## 垂直スケラリング

スケラリングの最も簡単な方法は、「垂直スケラリング」つまり「スケールアップ」を行い、より多くのCPUコアとメモリを備えた、より高性能なマシンに運用することです。最近のデータプラットフォームの多くは、重要なアプリケーション（SQLなど）の並列処理をサポートしており、マルチコアマシンにおけるCPUの使用を最適化する技術も備えています。垂直スケラリングは、コンピューティング・アーキテクトを変更することなく既存のインフラストラクチャを拡張します。これにより、シンプルさ、低遅延（単一のマシンに実装されるためネットワーク負荷が限定的）、既存システムとの互換性の確保が容易になります。

しかし実際は、垂直スケラリングのみでは達成できることに限界があります。まず現在入手可能な最大規模のマシンであっても、現代のアプリケーションが要求する膨大なデータ量やワークロードを処理しきれない可能性があり、最終的にはアップグレードの必要性に直面することになります。また「超大型コンピューター」は、法外に高額になることもあります。多くの組で、64コアのマシン1台を購入するよりも、例えば16コアのサーバーを4台購入するほうが費用対効果が高いと判断しています。

シングルサーバー・アーキテクトのキャパシティプランニングは、特にワークロードの変動が激しいソリューションの場合、困難を伴うことがあります。ピーク時の負荷に対応できるようにすると、稼働時間外にはリソースが十分に活用されず、無駄が生じる可能性があります。一方コア数が少なすぎると、利用率が高い時間帯にパフォーマンスが著しく低下する可能性があります。さらにシングルサーバー・アーキテクトの容量を増やすには、新しいマシンを丸ごと購入する必要があります。「オンザフライ」で容量を追加することは不可能です。シングルサーバーはシステム全体の単一の障害点となります。

要するにソフトウェアが動作するハードウェアの性能を最大限に引き出すことは重要ですが、比較的变化の少ないワークロードを除けば、垂直スケラリングだけでは不十分です。

## 水平スケーリング

水平スケーリングには、現代の大規模データアプリケーションにおいて不可欠と言える、多くの利点があります。このような弾力性のあるシステムは、汎用ハードウェアやクラウドリソースを、必要に応じて拡張・縮小することで、変動する需要にダイナミックに、経済的に対応できます。また水平スケーリングは耐障害性を高めます。つまりマルチノードシステムでは、1つのノードがダウンしてもシステム全体が停止することはありません。水平スケーリングは、クラウドネイティブシステムや分散システムの基盤であり、大規模な拡張性と耐障害性を実現します。

ビッグデータ時代において不可欠であるとはいえ、水平スケーリングには課題がないわけではありません。綿密なオーケストレーション、負荷分散、データ分散が必要となります。特にリアルタイムシステムにおいては、ノード間のデータの一貫性を維持し、ネットワークの遅延を最小限に抑えることが極めて困難となる場合があります。水平分散アーキテクチャは、CAP（一貫性・可用性・分割耐性）定理によって、制約を受けます。トレードオフは避けられず、主要な目標と副次的な目標を慎重に検討することが求められます。

ソフトウェア・アーキテクトであれば、ワークロードに同じものは二つとないことを理解しているでしょう。最新のアプリケーションの中には、数十万人のユーザーが同時にアクセスし、1秒あたりに非常に多くの小規模トランザクションが発生するものもあります。一方でユーザー数はわずかでも、ペタバイト規模のデータをクエリするアプリケーションもあります。どちらも非常に負荷の高いワークロードですが、スケーリングには異なるアプローチが必要です。私たちは、それぞれのシナリオを独立したものと捉えています。





## ユーザー数に応じた水平スケーリング：キャッシング

スケーリングを行いながら処理速度を向上させるため、データベースではキャッシュが頻繁に利用されます。これにより、頻繁にアクセスされるデータに対して高速な一時的なレイヤーを追加し、同じデータに対するデータベースへの繰り返しクエリを回避します。膨大な数の同時ユーザーやトランザクションに対応し、ユーザー数に応じたスケーリングを実現するため、InterSystemsは「Enterprise Cache Protocol (ECP)」と呼ばれる独自の実装を導入しました。

サーバー群の中で、1台はデータを永続化するためのデータサーバーとして設定されます。残りのサーバーはアプリケーションサーバーとして設定されます。各アプリケーションサーバーはInterSystems IRISのインスタンスを実行し、あたかもローカルデータベースであるかのようにアプリケーションにデータを提供します。データはアプリケーションサーバー上には永続化されません。その代わりに、これらのサーバーはキャッシュ機能とCPU処理能力を提供します。

ユーザーセッションは、通常はロードバランサーを介してアプリケーションサーバー間で分散され、クエリは可能な限りローカルのアプリケーションサーバーキャッシュから処理されます。アプリケーションサーバーは、必要な場合にのみデータサーバーからデータを取得します。ECPは、クラスタの全参加サーバー間でデータを自動的に同期します。

アプリケーションサーバーが演算処理を担当することで、データサーバーは主にトランザクションの結果を永続化する役割に専念できます。ワークロードの変化に応じて、アプリケーションサーバーをクラスタに簡単に追加したり、クラスタから削除したりできます。たとえば、小売業界のユースケースでは、ブラックフライデーの買い物による異常な負荷に対応するためにアプリケーションサーバーを追加し、ホリデーシーズンが終わった後に再び停止させたい場合があるでしょう。アプリケーションサーバーは、多数のトランザクションを実行する必要があるものの、各トランザクションがデータセット全体のごく一部にしか影響を与えないようなアプリケーションに最も有用です。

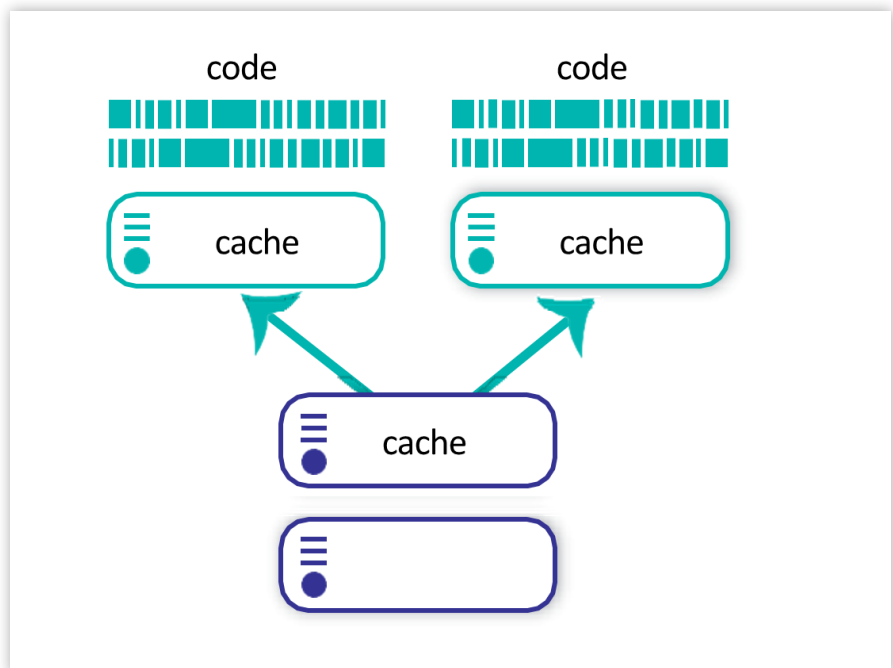


図1：Enterprise Cache Protocol によるデータベースのワークロード分散

## InterSystems IRIS と ECP

InterSystems IRIS ならびに IRIS for Health は、データアーキテクチャの不可欠な要素として ECP を実装しています。ECP を搭載したアプリケーションサーバーを採用した導入事例では、さまざまな業界において数千人規模の同時接続ユーザーに対応できることが実証されています。

## データ量に応じた水平スケーリング: シャーディング

クエリ（通常は分析クエリ）が大量のデータにアクセスする必要がある場合、クエリのワークロードを効率的に処理するためにキャッシュする必要がある「作業用データセット」は、単一マシンのメモリ容量を超えることがあります。このような大規模なデータセットに対処するための強力な手法がシャーディングであり、これは大規模なデータベーステーブルを、物理的に複数のサーバーインスタンスに分割するものです。アプリケーションは、シャードマスターとして指定されたインスタンス上の、単一の論理テーブルに引き続きアクセスします。シャードマスターは受信したクエリを分解し、それらをシャードサーバーに送信します。各シャードサーバーは、テーブルデータと関連するインデックスの異なる部分を保持しています。シャードサーバーは、シャードローカルなクエリを並列処理し、その結果を集計のためにシャードマスターに返送します。

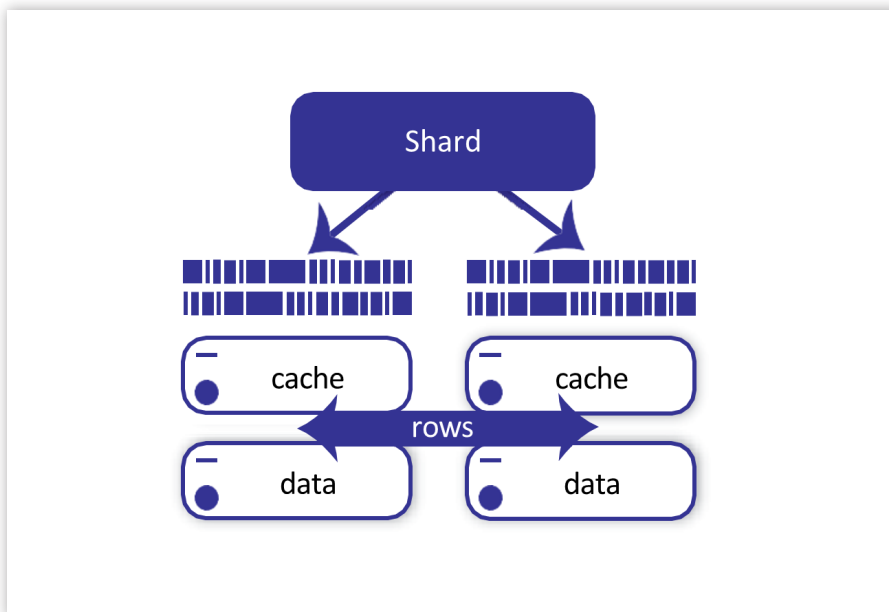


図2：インテリジェントなシャード間通信を用いたシャーディング

データはシャードキーに基づいてシャードサーバー間で分割されます。シャードキーはシステムによって自動的に管理されることもあれば、ソフトウェア設計者が選択したテーブルの列に基づいて定義することもできます。シャードキーを慎重に選択することで、頻繁に結合されるテーブルを同一のシャードに配置することができ、通常は結合されるテーブルの行を、同じシャードサーバー上に格納できます。この配置により、各シャードサーバー上でテーブルをローカルに結合することが可能となり、並列処理とパフォーマンスを最大化でき、データ量が増加しても、シャードを容易に追加できます。シャーディングはアプリケーションやユーザーに対して完全に透過的です。

すべてのテーブルをシャーディングする必要はありません。例えば分析アプリケーションでは、ファクトテーブル（小売シナリオにおける注文データ等）は通常、非常に大規模であるためシャーディングされます。一方はるかに小規模なディメンションテーブル（製品、販売拠点など）はシャーディングされません。シャーディングされていないテーブルは、シャードマスターに永続化されます。クエリでシャーディングされたテーブルと、シャーディングされていないテーブル間の結合が必要になる場合、あるいは2つの異なるシャードのデータを結合する必要がある場合、インターシステムズのテクノロジーは、高効率なECPベースのメカニズムを使用して、リクエストを正確かつ効率的に処理します。

他の多くのテクノロジーのように、テーブル全体をネットワーク上でブロードキャストするのではなく、必要な行のみがシャード間で共有されます。インターシステムズの技術は、シャード化を通じてビッグデータクエリワークロードの効率とパフォーマンスを透過的に向上させ、処理可能なクエリの種類を制限することはありません。

インターシステムズのアーキテクチャでは、分散・パーティション化されたデータセットをクエリする際、コシャーディングやデータのレプリケーション、テーブル全体のネットワークへのブロードキャストを行うことなく、複雑なマルチテーブル結合を実行できます。

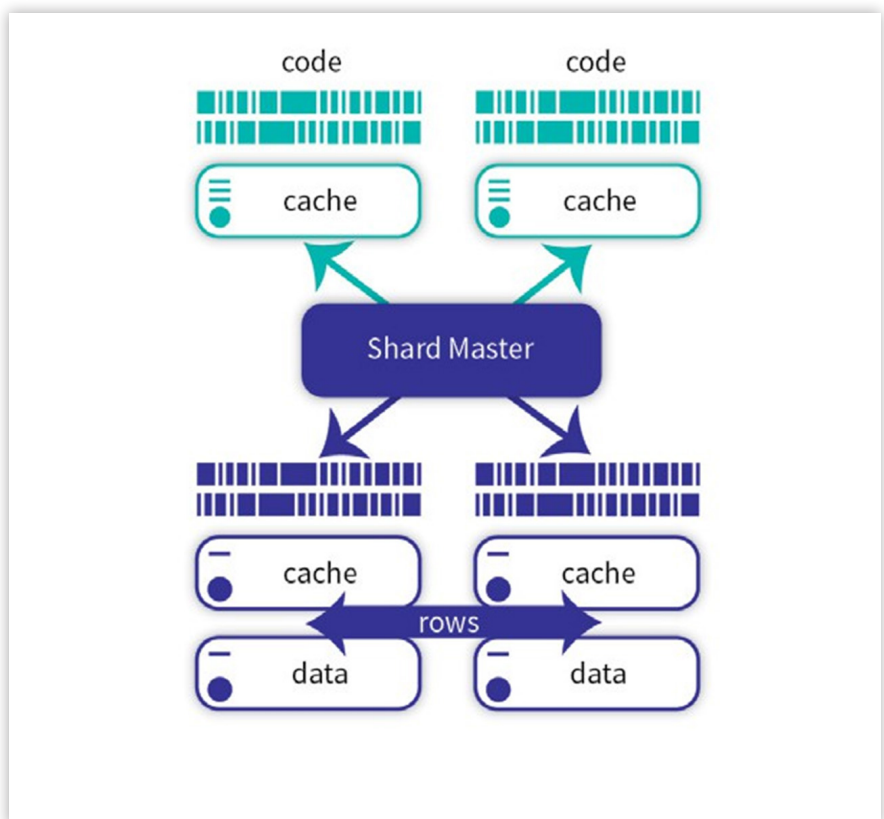


図3：シャーディングとワークロードの分散

## ユーザー数とデータ量の双方によるハイブリッドな水平スケーリング

現代のデータソリューションにおいては、高いトランザクション処理能力（ユーザー数）と、大量データに対する分析機能を、同時にサポートすることが求められることが多々あります。例えば最新の市場データに基づいて、顧客のポートフォリオやリスクをリアルタイムで要約したダッシュボードを提供する、富裕層向け資産管理のアプリケーションなどが挙げられます。

インターシステムズのテクノロジーは、分析クエリとデータ取り込みトランザクションを同時に処理できる点で特異と言えます。アプリケーションサーバーとシャーディングを組み合わせることで、こうしたハイブリッド・トランザクション・アナリティカル・プロセッシング（HTAP）すなわち“トランザリティカル”なアプリケーションを実現します。図2に示すアーキテクチャにアプリケーションサーバーを追加することで、シャードマスターにかかるワークロードを分散させることができます。ワークロードとデータ量は、アプリケーションのニーズに応じて、互いに独立して拡張可能です。

アプリケーションに究極のスケーラビリティが求められる場合（たとえば、大規模なテーブル内のすべてのレコードに対して予測モデルによるスコアリングを行う必要があり、同時に新しいレコードの取り込みやクエリ実行が行われている場合など）、ECPモデルでは個々のデータシャードがデータサーバーとして機能します。データシャード上のワークロードを分担するアプリケーションサーバーを、クエリシャードと呼びます。これに加え、InterSystems IRISクラスタの高可用性を確保するための透過的なメカニズムと組み合わせることで、ソリューションアーキテクトは、ソリューション固有のスケーラビリティおよび信頼性の要件を満たすために必要なすべてを手に入れることができます。

### ハイブリッド型(垂直・水平)スケーリング

多くの最新システムでは、垂直スケーリングと水平スケーリングを組み合わせています。例えばデータベースは高性能な垂直スケーリングされたノード上で稼働させつつ、クエリを水平スケーリングされたアプリケーションサーバーに分散させることがあります。ハイブリッドモデルは柔軟性と耐障害性を兼ね備えており、特定のワークロードや要件に合わせて最適化することができます。

### アーキテクチャの影響

効果的なスケーリングには、綿密なアーキテクチャ設計が必要です。これはスケーリングに影響を与えると同時にスケーリングからも影響を受けます。

- データパーティショニング（主にシャーディングとレプリケーション戦略）は大規模なデータセットの管理に役立ちます（前述の「データ量による水平スケーリング：シャーディング」を参照）
- ステートレス・サービスとステートフル・サービスの選択は、スケーリングの決定を左右します。ステートレス・サービスは、水平スケーリングが容易です。
- ロードバランシングはトラフィックをノード間で均等に分散させ、特定のノードに過大な負荷がかかるのを防ぎます。
- テナント戦略は、各ユーザーのデータを論理的に分離しつつ、異なるユーザーがデータプラットフォームや、場合によってはそのインフラストラクチャへのアクセスをどのように共有するかを決定します。
- CAP定理（一貫性、可用性、分割耐性）によって制約される一貫性モデルは、分散システムにおけるトレードオフの指針となります。

## アプリケーションとトレンド

インターシステムズが顧客の課題解決に取り組んできた業界では、拡張性の高いデータプラットフォームは成功に不可欠です。中でも最も重要なのが医療データであり、インターシステムズは多くの医療情報アプリケーションの中で、患者記録、医療画像やその他の診断データ、リアルタイムモニタリングなどを管理し、非常に大規模な環境で役立っています。

インターシステムズは、金融（取引処理、不正検知、規制対応のための報告）やサプライチェーン（出荷追跡、配送の最適化、在庫管理）など、その他のデータ関連アプリケーション分野でも、積極的にビジネスを展開しています。

インターシステムズは、こうした業界においてデータソリューションの実現に貢献し、組織が大規模なデータ処理、パフォーマンス、信頼性に関する目標を達成できるよう支援してきました。新しいデータアプリケーションやシステムが登場するにつれ、スケーラブルなデータプラットフォームの動向は進化し続けています：

- Kubernetes やサーバーレスモデルなどのクラウドネイティブ・アーキテクチャは、水平スケーリングを簡素化します。
- 予測アルゴリズムを活用した AI 駆動型のスケーリングにより、リソースの割り当てが最適化されます。
- エッジコンピューティングは、データソースに近い場所で処理を実行することで、レイテンシを低減します。
- データメッシュやフェデレーテッドアーキテクチャは、データの所有権の分散化とスケーラビリティを促進します。
- データファブリックアーキテクチャは、データのサイロ化や断片化を解消します。

## インターシステムズの圧倒的な拡張性

大規模スケーラビリティは、もはやオプションではなく、現代のデータアプリケーションにとって不可欠な要件となっています。このようなスケーリングは、特に大規模なワークロードと膨大なデータ量を同時に処理し、場合によっては多数の同時ユーザーに対応しなければならないハイブリッド・トランザクションおよび分析処理（HTAP）アプリケーションにおいて必須の要件です。

垂直スケーリングは小規模なシステムにおいて簡潔さとパフォーマンスを提供する一方、水平スケーリングは大規模アプリケーションに不可欠な弾力性と回復力を提供します。特殊なアーキテクチャを採用することで、要件や優先順位の異なる組み合わせに応じてシステムの運用を最適化できます。各アプローチの強みと限界を理解することで、組織は現在のニーズを満たし、将来の成長にも対応できるデータアーキテクチャを設計することができます。

## InterSystems IRISについて

InterSystems IRIS は、ソフトウェア・アーキテクトがアプリケーションを効率的にスケールし、本ガイドで概説されている戦略を効果的に活用するための選択肢を提供するデータプラットフォームです。垂直スケール、ユーザー数に応じた水平スケールを実現するアプリケーションサーバー、ならびにデータ量に応じた水平スケールのためのシャーディング手法である高効率アプローチ（ECP）をサポートしており、ネットワークブロードキャストの必要性を排除しました。これらの技術は、個別または組み合わせて使用することで、アプリケーションの特定の要件に合わせたスケラブルなアーキテクチャを構築できます。詳細については、[InterSystems IRISのスケラビリティに関するドキュメント](#)をご覧ください。

InterSystems IRISは、大規模なスケラビリティ、高効率かつ並行したトランザクション・分析処理、コピーや移動を伴わない単一ストア内でのマルチモデルデータ表現、柔軟なテナントモード、およびカスタマイズ可能なローカル・クラウド展開を独自に融合させています。

InterSystems IRISの詳細については、[InterSystems.com/IRIS](https://www.intersystems.com/IRIS) をご覧ください。ただき無料でお試ください。

### インターシステムズが選ばれる理由

1978年に設立されたインターシステムズは、医療、金融、製造、サプライチェーン分野における、企業のデジタルトランスフォーメーション（DX）に向けた次世代ソリューションのリーディングプロバイダーです。同社の「クラウドファースト」データプラットフォームは、世界中の大企業における相互運用性、処理速度、スケラビリティの課題を解決します。80カ国以上の顧客やパートナーに対し、受賞歴のある24時間365日のサポートを提供することで、卓越性を追求しています。マサチューセッツ州ボストンに本社を置く非公開企業であるインターシステムズは、世界28カ国に37のオフィスを展開しています。詳しくはこちらをご覧ください。 [InterSystems.com](https://www.intersystems.com).

