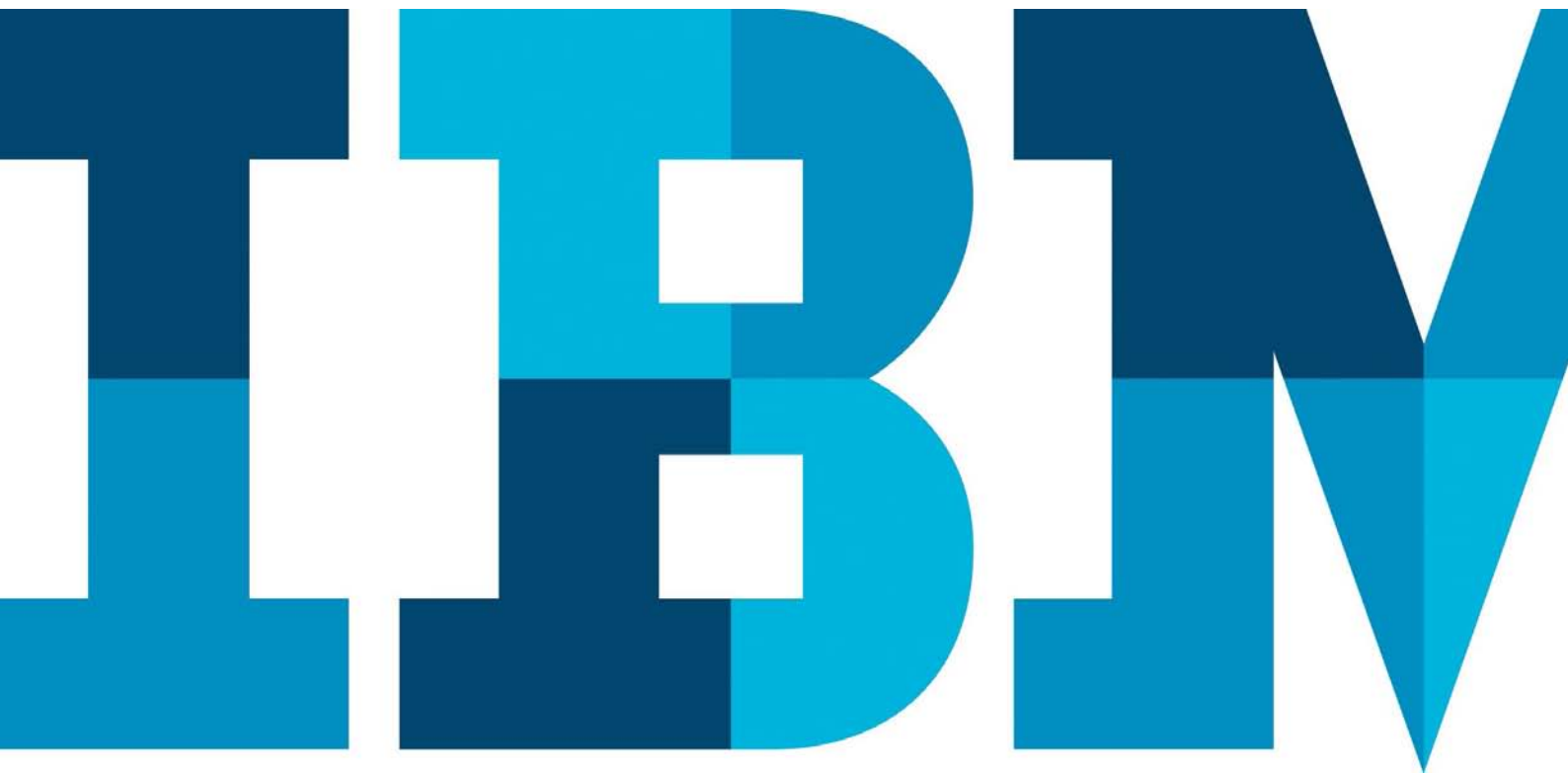


## IBM Spectrum Scale の概要

大量データを高速、シンプル、スケーラブルに管理する ファイル・ストレージ・ソリューション



## コンテンツ

- 2 はじめに
- 3 Spectrum Scale の概要
- 3 ファイル・システム
- 4 アプリケーション・インターフェース
- 4 パフォーマンスとスケーラビリティ
- 5 管理
- 6 データ可用性
- 7 データ複製
- 8 Spectrum Scale RAID
- 8 情報ライフサイクル管理 (ILM) ツール・セット
- 10 ビッグデータのサポート
- 11 クラスタ構成
- 11 共有ディスク (SD)
- 12 ネットワーク・ベースのブロック入出力
- 14 混合クラスタ
- 14 クラスタ間でのデータの共有
- 16 Spectrum Scale バージョン 4.1 の新機能
- 18 まとめ

## はじめに

ビッグデータ。クラウド・ストレージ。どのように呼ぶかは問題ではありません。今日、データ、トランザクション、デジタル認識型デバイスの急増により、ますます大量のストレージが非構造化データのために必要になっています。

IBM は、新たな Software Defined Storage ソリューションとして IBM® Spectrum Scale を通じてこの課題に取り組んでいます。以前は、IBM General Parallel File System (IBM GPFS) という製品名で知られていた IBM Spectrum Scale は、データとファイルの管理を最適化する高性能エンタープライズ・プラットフォームであり、世界中のさまざまな業界で広く使用されています。Spectrum Scale は、ペタバイト・クラスのデータと数十億個のファイルの管理を支援するように設計され、ツールによってデータ管理を簡素化するほか、増え続けるデータ・ボリュームの管理にかかるコストを制御します。

長年にわたってビッグデータ・ストレージの先進ソリューションとして評価されてきた IBM は、企業が大量のファイル・データを保管できるようにする先進的なストレージ・テクノロジー分野において業界をリードしています<sup>1</sup>。この伝統を受け継ぐ Spectrum Scale の最新バージョンは、ビッグデータ管理の進化における重要な節目を迎えました。IBM Spectrum Storage ファミリーの製品として、Spectrum Scale 4.1 では、画期的なストレージ・ソリューションの提供に対する IBM のコミットメントを明確に示す革新的な機能を新たに導入しています。

- ファイルの暗号化とセキュアな消去
- 透過的なフラッシュ・キャッシュ
- ネットワーク・パフォーマンスの監視
- アクティブ・ファイル・マネージメント (AFM) 並列データ転送
- ネットワーク・ファイル・システム (NFS) バージョン 4 のサポートとデータ移行
- バックアップとリストアの向上
- File Placement Optimizer (FPO) の機能拡張<sup>2</sup>

本資料では、Spectrum Scale の機能の概要を示します。ファイル・データの管理のために現時点で利用できる機能には、ストライプ・データ・ストレージなどの Spectrum Scale の中心的な概念、ダイレクト・ストレージ・アクセスとネットワーク・ベースのブロック入出力などのクラスター構成オプション、情報ライフサイクル管理 (ILM) ツールなどのストレージ自動化テクノロジーやその他の機能が含まれます。

## Spectrum Scale の概要

Spectrum Scale (旧 GPFS) は 1998 年の発表以来、極めて信頼性の高いインフラストラクチャーの帯域幅を効率的に使用できるようにすることを、世界最強のスーパーコンピューターの現場で実証してきました<sup>3</sup>。米国アルゴンヌ国立研究所にある、世界第 5 位の強さを誇る<sup>4</sup> スーパーコンピューターの「Mira」は、76 万 8,000 コアの IBM Blue Gene (ブルージーン) クラスターを主軸に、物質科学、気候学、地震学、計算化学といった分野の複雑なモデリングなどの科学研究をサポートする Spectrum Scale が搭載されています。Spectrum Scale は、フル機能の Software Defined Storage に管理ツールを備え、先進的なストレージ仮想化、高可用性、ストレージの自動階層化、膨大な量のファイル・データを効果的に管理する性能を実現します。

Spectrum Scale は、ストレージ・エリア・ネットワーク (SAN)、TCP/IP ネットワーク、あるいは複数の接続タイプの組み合わせを介して、複数のコンピューターが共通のファイル・データ・セットに同時にアクセスできます。コンピューターは、IBM AIX、Linux、Microsoft Windows のオペレーティング・システムを組み合わせで実行できます。Spectrum Scale は、ストレージ管理、ILM、一元管理のほか、グローバル・ネームスペースを提供することでリモート Spectrum Scale クラスターからファイル・システムへの共有アクセスを提供します。

Spectrum Scale クラスターは、階層化ストレージ・ソリューションを構成する単一ノードにすることも、データベース・アプリケーションをサポートする高可用性プラットフォームを提供する 2 つのノードにすることも、あるいは気象パターンのモデリングなどのアプリケーションに使用する数千のノードにすることもできます。Mira のような既存の最大構成では、数十万個を超えるコアを使用しています。

当初より、高性能な並列ワークロードをサポートするために設計された Spectrum Scale は、以来、多様なアプリケーションに有効であることを実証してきました。現在では、気象モデリングから竜巻のシミュレーションに至るハイパフォーマンス・コンピューティング、IBM DB2 などのデータベースを備えたクラスターや、MapReduce のビッグデータ・アナリティクス、遺伝子配列解析技術、デジタル・メディア、スケーラブルなファイル・サービス提供の分野で導入されています。これらのアプリケーションは、金融、小売、デジタル・メディア、バイオテクノロジー、科学、政府機関などの多くの業界で使用されています。

Spectrum Scale は今後も、要求の厳しい大規模な環境におけるテクノロジーの限界を打破していきます。現時点ではペタバイト・クラスのデータは蓄積されていないかもしれませんが、いずれ、そうなる可能性は大いにあります。そして実際にそうなったときに、Spectrum Scale がそのような状況も既にテスト済みであることを確信できます。この実績あるリーダーシップこそ、Spectrum Scale があらゆるサイズのアプリケーションに対応する確かなソリューションであることの理由です。

## ファイル・システム

Spectrum Scale ファイル・システムは、ファイル・システムのデータとメタデータを収容するストレージ・デバイスの集合から構築されます。ファイル・システムを単一のディスクから構築することも、ペタバイト・クラスのデータを保管する数千個のディスクで構成することもできます。各ファイル・システムは、クラスター内のすべてのノードからアクセス可能です。ファイル・システムのサイズに実質上限界はありません。アーキテクチャー上の単一のファイル・システムの限界は 1 ヨタバイトを超えています。Spectrum Scale のお客様は、単一のファイル・システムで 18 PB 以上で構成して使用されている場合もあれば、複数のファイル・システムで数十億個のファイルを収容して使用されている場合もあります。

## アプリケーション・インターフェース

アプリケーションは、標準のファイル・システム・インターフェースの POSIX を介してファイルにアクセスします。すべてのノードがすべてのファイル・データを認識するため、クラスター内のどのノードも共通のファイルセットの読み取りや更新を並行して実行でき、アプリケーションを容易にスケールアウトできます。Spectrum Scale は、ファイル・システムの一貫性と整合性を維持するために、先進的なバイト範囲ロック、トークン (分散ロック) 管理、ジャーナリングを使用します。つまり、このアプローチでは、標準の POSIX ロック・セマンティクスを使用しているアプリケーションを変更することなく、Spectrum Scale で正常に実行できるのです。

Spectrum Scale には MapReduce コネクタが付属しているため、アプリケーションは IBM Platform Symphony や Hadoop MapReduce のファイル・データにアクセスできます。MapReduce コネクタをクラスター・アーキテクチャから独立して使用できるため、環境を柔軟に最適化できます。

Spectrum Scale は、OpenStack 環境に対応しています。Spectrum Scale 向けの Cinder ドライバが OpenStack に組み込まれており、仮想マシン (VM) ストレージのサポートが向上しています。また、Swift は、お客様がシンプルなアプリケーション・プログラミング・インターフェース (API) を使用して大容量のオブジェクト・データの保管と取得を実行できるようにするクラウド・ストレージ・ソフトウェアを提供します。Spectrum Scale と Swift の統合の詳細については、次の Web サイトにある IBM Redbooks をご覧ください。  
[www.redbooks.ibm.com/abstracts/redp5113.html?Open](http://www.redbooks.ibm.com/abstracts/redp5113.html?Open)

Spectrum Scale には、標準インターフェースのほか、先進的なアプリケーション機能の提供に使用できる独自の拡張インターフェースのセットも備わっています。アプリケーションは、これらの拡張インターフェースを使用してストレージ・プールでのファイルの配置を判別し、ファイル・クローンを作成し、割り当て容量を管理します。

## パフォーマンスとスケーラビリティ

Spectrum Scale は、以下の方法で、非構造化データに優れた入出力パフォーマンスを提供します。

- 複数のノードに接続された複数のディスクにわたるデータのストライピング
- 高性能メタデータ (i ノード) スキャンの採用
- 入出力要件への対応に必要なファイル・システムのブロック・サイズの幅広いサポート
- 先読み/後書きの入出力操作を改善する先進的なアルゴリズムの使用
- 先進的でスケーラブルなトークン管理システムに基づくブロック・レベル・ロックの使用。複数のアプリケーション・ノードがファイルに並行してアクセスできるようにしながらデータの整合性を提供

Spectrum Scale ファイル・システムを作成する際、物理ストレージ・デバイスはファイル・システムに Network Shared Disk (NSD) として割り当てられます。NSD が定義されると、Spectrum Scale クラスター内のすべてのノードは、ローカル・ディスク接続、あるいは TCP/IP や InfiniBand 接続を介した NSD ネットワーク・プロトコルを使用して、ディスクにアクセスできます。

Spectrum Scale のトークン (分散ロック) 管理では、NSD へのアクセスを調整して、さまざまなノードが同一ファイルにアクセスする際のファイル・システムのデータとメタデータの整合性を確保します。トークン管理の役割は、クラスター内で指定されたマネージャー・ノードに動的に割り当てられます。Spectrum Scale は、単一のファイル・システムのトークン・マネージャーとして 1 つまたは複数のノードを割り当てることができるため、大量のトランザクションを実行するワークロードがある多数のファイル向けにスケーラビリティを向上させることができます。ノードの障害発生時には、トークン管理の役割は透過的に別のノードに移動されます。

プールに含まれているストレージ・デバイスが 2 台であっても 2,000 台であっても、Spectrum Scale ファイル・システムに保管されているすべてのデータは、ストレージ・プール内のすべてのストレージ・デバイスにストライピングされます。ストレージ・デバイスがストレージ・プールに追加されると、既存のファイル・データは新しいストレージに再配置され、パフォーマンスが向上します。データの再配置は、スケジューリングすることも、データ変更率が高いときにトリガーを実行することもできます。データを再配置する際、タスクの実行を単一のノードに割り当てることができます (プロダクション I/O への影響を制御するため)。あるいは、クラスター内のすべてのノードをデータ再配置に使用することもできます (可能な限り迅速に操作を完了するため)。

高性能ストレージを利用するには、インテリジェントなソフトウェアが必要です。Spectrum Scale には、典型的なアクセス・パターン (順次、逆順、ランダムの入出力など) の自動認識といった入出力最適化機能が多数組み込まれています。

分散トークン管理に加えて、Spectrum Scale は、ファイル・システムにアクセスするクラスター内のすべてのノードがファイル・メタデータ操作を実行できるようにするスケーラブルなメタデータ管理機能も提供します。Spectrum Scale が、ほかのクラスター・ファイル・システムと一線を画しているのは、この機能があるためです。ほかのクラスター・ファイル・システムでは通常、メタデータ・サーバーがファイル・ネームスペースの固定領域を集中処理します。集中型のメタデータ・サーバーは、大量のメタデータを使用する操作でパフォーマンス・ボトルネックとなる傾向があり、スケーラビリティに歯止めをかけ、単一障害点を発生させる可能性があります。Spectrum Scale は、すべてのノードがメタデータを管理できるようにすることで、この問題を解決します。

## 管理

Spectrum Scale は、簡単に使用でき、標準的なファイル・システム管理手法との一貫性がある管理モデルを提供するほか、Spectrum Scale のクラスタリングの側面に対応する拡張機能も提供します。これらの機能は、クラスター管理と標準的なファイル・システム管理 (ユーザーへの割り当て容量制限、スナップショット、拡張アクセス制御リスト (ACL) など) をサポートします。

Spectrum Scale の管理ツールは、クラスター全体のタスクを簡素化します。単一のコマンドでクラスター全体のファイル・システム機能を実行でき、大半のコマンドをクラスターのどのノードからでも実行できます。オプションで、すべてのクラスター管理タスクの実行に使用できる管理ノードのグループを指定したり、クラスター全体に対して管理コマンドを実行するために単一のログイン・セッションのみを許可したりすることができます。このアプローチでは、ノード間の管理アクセスの範囲を縮小することでセキュリティを強化できます。

ローリング・アップグレードにより、ファイル・システムをオンラインにしたままクラスター内の個々のノードをアップグレードできます。ローリング・アップグレードは、Spectrum Scale の 2 つのメジャー・バージョン・レベル (それらのリリース内のサービス・レベルも含む) 間でサポートされます。例えば、リリース間で移行している間に、GPFS バージョン 3.5 のノードと Spectrum Scale 4.1 のノードを混在できます。

管理者は、クォータ機能を使用して、ユーザーとグループに対するファイル・システムの使用量をクラスター全体で管理できます。Spectrum Scale は、ユーザー別、グループ別の割り当て量レポートと、ファイル・セットと呼ばれるファイル・システムのサブツリーに対する割り当て量レポートを生成するコマンドを提供します。クォータは、ファイル (i ノード) の数と、ファイルの総サイズに対して設定できます。単一のファイル・システムで細分度を高めるために、ファイル・セットクォータごとにユーザーとグループを定義できます。従来型のクォータ管理のほか、ポリシー・エンジンを使用して、ファイル・システムのメタデータを照会し、スペース使用量レポートをカスタマイズして生成できます。

Simple Network Management Protocol (SNMP) インターフェースでは、ネットワーク管理アプリケーションによる監視が可能です。SNMP エージェントは、Spectrum Scale クラスターの状態に関する情報を提供して、クラスターでイベントが発生した場合にトラップを生成します。例えば、ファイル・システムのマウント時やノードの障害発生時にイベントが生成されます。SNMP エージェントは Linux と AIX で稼働します。エージェントが Linux または AIX のノードで稼働している限り、異機種混合のクラスターを監視できます。



コールバック機能を使用すると、クラスター内で発生するイベントをトリガーに様々なアクションを定義し実行できます。コールバック機能の定義内容は管理者によってカスタマイズ可能です。例えば、ILM 環境を構築している場合、コールバック機能を利用することで、ファイル・システムのフリー・スペースが少なくなったなどのイベント発生時にアーカイブ領域にデータを移動するといったアクションを自動実行できます。

Spectrum Scale は、X/Open データ・ストレージ管理 API の IBM 実装版であるデータ管理 API (DMAPI) に対するサポートを提供します。この DMAPI により、IBM Spectrum Protect (旧 IBM Tivoli Storage Manager [TSM]), IBM Spectrum Archive (旧 IBM Linear Tape File System [LTFS]), IBM High Performance Storage System (HPSS) などのストレージ管理アプリケーションの階層型ストレージ管理 (HSM) のサポートを Spectrum Scale にも提供できます。

Spectrum Scale は、POSIX と NFS v4 の ACL をサポートします。NFS v4 ACL は、NFS v4 を使用するファイルにサービスを提供するために使用できますが、その他の実装でも使用できます。例えば、Windows を実行するノードに ACL のサポートを提供するために使用できます。複数のオペレーティング・システム・タイプからの並行アクセスを提供するために、Spectrum Scale では、単一のファイル・システムで POSIX と NFS v4 の許可を混合して実行でき、Windows 環境と Linux/UNIX 環境との間でユーザーとグループの ID をマップできます。

Spectrum Scale は、スケーラブルな NFS ファイル・サービス・インフラストラクチャーの基盤としてよく使用されます。NFS を介してファイル・システムをクラスターの外部にあるクライアントにエクスポートできます。Spectrum Scale のクラスター NFS (cNFS) 機能は、NFS サーバーの障害発生時に NFS サービスを継続させることで、NFS クライアントのデータ可用性を向上させます。この機能により、Spectrum Scale クラスターは、複数のノードから共通データ・セットへの同時アクセスを可能にすることで、スケーラブルなファイル・サービスを提供します。クラスター NFS ツールには、ファイル・サービスの監視と IP アドレスのフェイルオーバーが含まれます。Spectrum Scale の cNFS は、NFS v3 と NFS v4 をサポートします。

## データ可用性

Spectrum Scale は、可用性の高いインフラストラクチャーのほか、信頼性の高いエンタープライズ・クラスのストレージ・ソリューションを確保する上で役立つ多数の機能を提供します。堅固なクラスタリング機能と、同期/非同期のデータ複製のサポートにより、Spectrum Scale は耐障害性が高く、クラスター・ノードやストレージ・システムが障害を起こした場合でもデータ・アクセスを継続的に提供できます。

Spectrum Scale ソフトウェアには、データの整合性と可用性を維持する機能や、外部からの制御を必要としないノード・フェイルオーバーを行う機能が組み込まれています。Spectrum Scale クラスターは、すべてのノードがすべてのデータを認識して、すべてのクラスター操作をクラスター内のどのノードでも実行できます。すべてのノードがすべてのタスクを実行でき、データの所有者やディスクに接続しているユーザーに制限されません。ノードが実行できるタスクは、ライセンス・タイプとクラスター構成によって決定されます。

製品に組み込まれた可用性ツールの一部として、Spectrum Scale はファイル・システム・コンポーネントの正常性を継続的に監視します。障害が検出されると、Spectrum Scale は自動リカバリーを試行します。バージョン 4.1 は、デッドロックを自動検出して解放し (可能な場合)、新しいネットワーク・パフォーマンス監視ツールは環境をさらに綿密に監視する上で役立ちます。ジャーナリングとリカバリーの豊富な機能は、ロックを保持しているノードや管理サービスを実行しているノードが障害を起こした場合にメタデータの整合性を維持する上で役立ちます。

Spectrum Scale は利用者の誤操作やアプリケーション誤作動によるファイル削除といった問題からファイルを容易にリカバリーできるオンライン・スナップショット機能を提供しております。スナップショットは、ファイル・システムや、ファイルセットと呼ばれるファイル・システムのサブツリーのポイント・イン・タイム・コピーを保持します。Spectrum Scale は、スナップショットが取られた時点でファイル・システムやファイルセットのマップを生成する、スペース効率の良いスナップショットを提供します。

スナップショットが作成された後でファイル・システム・データが削除または変更された場合にのみ、新しいデータ・ブロックが消費されます。これは、Redirect-on-Write (Copy-on-Write と呼ばれることもあります) 技法を使用して実行されます。スナップショット・データは元データと同一のストレージ・プールに配置されるため、別領域に配置する手法と比べると利用効率が向上します。

また、複数あるスナップショットの操作や管理を容易にするための機能を提供しております。

その他のスナップショットの機能拡張には、アクティブ・ファイルセットのデータと属性をスナップショットが取られた時点にリストアする新しい Fileset Snapshot Restore ツールが含まれます。(Spectrum Scale 4.1 におけるバックアップとリストアの向上の詳細については、本資料の『[Spectrum Scale バージョン 4.1 の新機能](#)』を参照してください。)

## データ複製

データの可用性と保護を強化するために、Spectrum Scale は、ファイル・システムのメタデータとデータの同期複製を提供します。Spectrum Scale は、ファイル、ファイルの集合、ファイル・システム全体を複製できる柔軟な複製モデルを使用します。ファイルの複製状況は、コマンドやポリシーを使用していつでも変更できます。同期複製により、ストレージ・デバイスへのパス、ストレージ・デバイス自体、サイト全体で障害が起こった場合でも連続稼働が可能です。

同期複製は場所を認識するため、複製が広域ネットワーク (WAN) 全体で分離されていてもデータ・アクセスを最適化できます。Spectrum Scale は、データのどのコピーが「ローカル」であるかを認識するため、データが WAN を介して複製されていても、大量の読み取りを実行するアプリケーションでローカル・データの読み取

りパフォーマンスを実現できます。同期複製は、高品質の WAN 接続を使用して、データセンターやキャンパスの内部で、あるいは地理的な距離を越えて複数のストレージ・デバイス間でデータを複製することで、多くのワークロードで機能します。2 方向または 3 方向で複製できるため、ご使用の環境に適切なレベルの保護を選択できます。

WAN 接続の性能や信頼性が低い場合は、非同期のデータ複製を選択できます。このような環境では、AFM 機能を使用します。AFM は、IBM Research によって開発された分散ディスク・キャッシング・テクノロジーであり、Spectrum Scale のグローバル・ネームスペースを地理的な制約にとらわれず拡張できます。これを使用して、サイト間で高い可用性を提供したり、1 つまたは複数の Spectrum Scale クラスタに配布されたデータのローカル「コピー」を提供したりすることができます。

Spectrum Scale 4.1 には、AFM の動作を最適化する多数の機能が組み込まれています。これらの機能には、AFM キャッシュに事前に取り込むプリフェッチ・パフォーマンスの向上と、AFM のファイル転送と並行データ転送のためのプロトコルとしての NSD プロトコルのサポートが含まれます。(Spectrum Scale 4.1 における AFM の機能拡張の詳細については、本資料の『[Spectrum Scale バージョン 4.1 の新機能](#)』を参照してください。)

クラスタの信頼性をさらに高めるために、Spectrum Scale は、ネットワーク接続を維持するために設計された先進的なクラスタリング機能を採用しています。ノードへのネットワーク接続で障害が発生した場合、Spectrum Scale は、ノードに使用不可のマークを付ける前に接続の再確立を自動的に試行します。このように、Spectrum Scale は、WAN を介した通信環境やネットワークの問題が発生している環境において優れたアップタイムを実現する上で役立ちます。Spectrum Scale 4.1 では、システム操作に影響を与える可能性があるネットワークの問題検出とトラブルシューティングに役立つ新しいネットワーク・パフォーマンス監視機能が導入されています。

## Spectrum Scale RAID

ディスク・ドライブとファイル・システムが大容量になると、従来型のストレージ・コントローラーでは大きな課題が生じます。RAID 5 と RAID 6 をベースとする現行のアレイでは、エクサバイト規模のストレージのパフォーマンス、信頼性、管理の要求には対応できません。このようなニーズに対応するために、Spectrum Scale RAID は、パリティ・ベースのデータ保護をソフトウェアに導入して、ハードウェア RAID コントローラーに依存する必要性を軽減します。これらのストレージ・デバイスは個々のディスク・ドライブでもその他のブロック・デバイスでも構わないため、ストレージ・コントローラーの必要性がなくなります。

Spectrum Scale RAID は、Declustered RAID アプローチを採用しています。このアプローチは、使用可能なすべてのストレージ・デバイスにデータを分散配置することでドライブ障害の影響を軽減し、アプリケーション入出力とストレージ・リカバリーのパフォーマンスを向上させます。Spectrum Scale RAID は、ファイルの各ブロックを 8 つの部分と関連パリティに分割する 8+2 または 8+3 のリード・ソロモン・ベースの RAID コードによって高い信頼性を実現します。このアルゴリズムは、簡単に拡張でき、わずか 11 台のストレージ・デバイスから、ストレージ・ポッド当たり 500 台まで拡張できます。データを多数のデバイスに分散させると、パフォーマンス向上やデバイスの障害発生時のリカバリー時間が数時間から数分間に短縮されます。これらに加えて、Spectrum Scale RAID は、データ安全性を確保する先進的なチェックサム保護を提供します。チェックサム情報はディスクに保管され、Spectrum Scale クライアントに至るまで検証されます。

Spectrum Scale RAID は、IBM Elastic Storage Server (ESS) システムの一部として提供されます。詳細については、次の Web サイトをご覧ください。 [ibm.com/systems/jp/storage/spectrum/ess/](http://ibm.com/systems/jp/storage/spectrum/ess/)

## 情報ライフサイクル管理 (ILM) ツール・セット

Spectrum Scale は、ポリシー・ベースの自動化と階層化ストレージ管理を通してデータの効率的なライフサイクル管理を実現します。ストレージ・プール、ファイルセット、ユーザー定義のポリシーを使用すると、ストレージのコストとデータの価値とのバランスをより良いものにすることができます。

ストレージ・プールは、ファイル・システム内のストレージ・デバイスのグループ管理に使用されます。ストレージ・プールを使用し、パフォーマンス、局所性、信頼性の特性に基づいてストレージ・デバイスをグループ化することでストレージの層を作成できます。例えば、あるプールに高性能なソリッド・ステート・デバイスを含めて、別のプールに低コストの 7,200 rpm ディスク・ストレージを含めることができます。ダイレクト・アクセス・ストレージ・メディアを使用して作成されたプールは、内部ストレージ・プールと呼ばれます。データが内部ストレージ・プール内に配置される場合、または内部ストレージ・プール間で移動される場合、ネームスペースやユーザーによるファイルへのアクセスに影響を与えることなく、すべてのデータ管理が Spectrum Scale によって実行されます。

内部ストレージ・プールに加えて、Spectrum Scale は外部ストレージ・プールもサポートします。外部ストレージ・プールは、Spectrum Protect、Spectrum Archive、HPSS などの外部ストレージ管理アプリケーションとの対話で使用されます。データが外部プールに移動されると、Spectrum Scale は、すべてのメタデータ処理を実行してから、代替メディア (テープなど) に保管するためにデータを外部アプリケーションに渡します。Spectrum Protect、Spectrum Archive、HPSS を使用する場合、データを (アプリケーションがファイルを開いた結果として) オンデマンドで外部ストレージ・プールから取得したり、コマンドやポリシーを使用してバッチ操作で取得したりすることができます。



ファイルセットは、ファイル・システムのネームスペースのサブツリーであり、ネームスペースをさらに小さく管理しやすい単位に区分する手段を提供します。クォータの設定、スナップショットの作成、AFM リレーションシップ、初期データ配置やデータ移行を制御するためのユーザー定義ポリシーはファイルセット単位で行うことができます。

単一のファイルセット内のデータは 1 つまたは複数のストレージ・プールに置くことができます。ファイル・データの配置場所と作成後の管理方法は、ユーザー定義ポリシー内の一連のルールに基づきます。ファイル・データの配置場所と作成後の管理方法は、ユーザー定義ポリシー内の一連のルールに基づきます。Spectrum Scale には、ファイル配置とファイル管理の 2 つのタイプのユーザー定義ポリシーがあります。ファイル配置ポリシーは、ファイル・データが最初に配置されるストレージ・プールを決定します。ファイル配置ルールは、ファイルの作成時に認識されるファイル名、ファイルセット、ファイルを作成したユーザーなどの属性を使用して定義されます。例えば、配置ポリシーに次のように記述できます。

「名前が .mov で終わるすべてのファイルを SAS ベースのニアライン・ストレージ・プールに配置して、CEO によって作成されたすべてのファイルをソリッド・ステート・ドライブ・ベースのストレージ・プールに配置する」

または

「ファイルセット「development」内のすべてのファイルを SAS ベースのストレージ・プールに配置する」

ファイルがファイル・システムに配置された後、ファイルの移行、削除、ファイル複製状況の変更、レポートの生成のためにファイル管理ポリシーを使用できます。

移行ポリシーを使用して、ディレクトリー構造内のファイルの場所を変更することなく、ストレージ・プール間でデータを透過的に移動できます。同様に、ファイルやファイルセットの複製状況を変更するポリシーを使用でき、データ可用性のために使用されるスペースをきめ細かく制御できます。

移行ポリシーと複製ポリシーを一緒に使用できます。例えば、ポリシーに次のように記述できます。

「subdirectory/database/payroll 内にあり、名前が \*.dat で終わり、サイズが 1 MB より大きいすべてのファイルをストレージ・プール #2 に移行して、それらのファイルを複製しない」

ファイル削除ポリシーを使用して、ポリシー・ルールの定義によってファイルを削除することで、ファイル・システムを整理できます。ファイル・システムの内容に関するレポート作成は、リスト・ポリシーを使用して実行できます。リスト・ポリシーでは、ファイル・システムのメタデータを素早くスキャンして、候補ファイルについて選択した属性をリストする情報を生成できます。

ファイルが配置された後はさらに多くの情報が認識されるため、ファイル属性に基づいてファイル管理ポリシーを配置ポリシーよりも多く作成できます。例えば、ファイル配置ポリシーでは、ファイルの最終アクセス時刻やサイズなどの属性を使用できます。このアプローチでは、次のようなポリシーを作成できます。

「名前が .temp で終わり、過去 30 日間アクセスされていないすべてのファイルを削除する」

または

「Sally によって所有されていて、4 GB より大きいすべてのファイルを高密度のストレージ・プールに移行する」

しきい値オプションを使用して、ファイルではなくストレージ・プールに関連する属性を組み込むことで、ルール処理をさらに自動化できます。しきい値を使用すると、例えば、使用率が 80% を超えた場合に高性能プールからファイルを移動するルールを作成できます。しきい値オプションにより、上限、下限、移行前のしきい値を設定できます。移行前のファイルは、ディスクとテープに同時に存在します。この方法は通常、データへのディスク・アクセスを可能にし、最大スペースしきい値に達したときに素早くディスク・スペースを解放できるようにするために使用されます。Spectrum Scale は、上限しきい値に達したときにデータの移行を開始して、下限しきい値に達する

まで続行します。移行前のしきい値が設定される場合、Spectrum Scale は、移行前のしきい値に達するまでデータをテープにコピーします。この方法では、次に上限しきい値に達したときにデータが素早く削除されてスペースが解放されるまで、内部プール内のデータへの継続的なアクセスが許可されます。しきい値により、最高性能のストレージをフルに活用して、優先度の高い新しい内容のためにスペースを空けるタスクが自動化されます。

ポリシー・ルール構文は、SQL 92 標準に基づいており、強力なポリシーを使用できるように複数の複雑なステートメントを単一のルールの中でサポートします。ファイル・システムに複数のレベルでルールを適用でき、ルールはポリシー・エンジンの実行時に各ファイルに対して評価されるため、高水準の柔軟性を得られます。

Spectrum Scale は、拡張属性などの独自の機能を標準インターフェースで提供します。拡張属性は、標準の POSIX 機能です。Spectrum Scale には、POSIX 拡張属性に対する拡張サポートが組み込まれています。Spectrum Scale では、高性能ポリシー・エンジンから拡張属性にアクセスでき、カスタム・ファイル属性を使用してルールを作成できます。

ポリシー・ベースのストレージ管理は、ファイル・メタデータを効率的に照会する方法がなければ実用的ではありません。Spectrum Scale には高性能なメタデータ・スキャン・インターフェースが組み込まれており、数十億個のファイルのメタデータを数分間で照会できるため<sup>5</sup>、Spectrum Scale ILM ツール・セットはファイル管理の自動化に極めてスケーラブルな方法となっています。この高性能なメタデータ・スキャン・エンジンはスケールアウト・アプローチを採用しています。候補ファイルの特定とデータ移動の操作は、クラスター内の 1 つまたは複数のノードで同時に実行できます。Spectrum Scale は、ルール評価とデータ移動の役割をクラスター内の複数のノードに分散でき、スケーラブルで高性能なルール処理エンジンを提供します。

## ビッグデータのサポート

ビッグデータ・ワークロードを管理している企業向けに、Spectrum Scale FPO は、Hadoop エコシステムでシームレスに機能するように Spectrum Scale を拡張する一連の機能を提供します。Spectrum Scale 4.1 でさらに強化された Spectrum Scale FPO は、ビッグデータ・プラットフォームを構築する Hadoop Distributed File System (HDFS) に代わるエンタープライズ・クラスの機能を提供します。Spectrum Scale FPO では、従来型のファイル・システムのすべての機能のほか、MapReduce とその他のシェアード・ナッシングのワークロードをサポートするよう設計された追加機能を使用できます。

Spectrum Scale FPO は、各ノードが独立して動作できるようにするシェアード・ナッシング・ストレージ・アーキテクチャーを実装しており、複数のノードにわたる障害イベントの影響を軽減します。FPO は、中核となる Spectrum Scale アーキテクチャーを拡張して、制御の強化と、データ・ロケーションを活用し、ハードウェア・コストを削減し、入出力パフォーマンスを向上させる柔軟性を提供します。

もともと MapReduce ワークロードをサポートするために開発された FPO の機能は、データの局所性、シェアード・ナッシングのストレージ管理、Hadoop MapReduce とのインターフェースをサポートするツールを提供します。FPO は、MapReduce のためのプラットフォームを提供するとともに、POSIX に準拠しているため、MapReduce ワークロードを実行するためにファイル・データの編集や管理の方法を変える必要はありません。

Spectrum Scale 4.1 は、従来型のデータ・ストレージとシェアード・ナッシングの統合をさらに進化させ、FPO 対応のストレージ・プールを作成できるようにすることでストレージ管理を簡素化します。現在では、MapReduce 用にストレージ・プールを追加してから、Spectrum Scale ポリシー・ツールを使用して、従来型の共有ディスク (SD) とシェアード・ナッシング・プールの間でデータを自動的に移行できます。

MapReduce の入出力パフォーマンスのメリットは、データの局所性を活用し、ネットワーク経由でデータを送信するのではなくサーバー内で入出力アクセスを維持することから生まれます。FPO のデータの局所性の機能には、データの「チャンク」の作成が含まれます。この機能を使用して、ファイル・データのさらに大きな連続領域をノード内に配置し、局所性を向上させることができます。

シェアード・ナッシング・クラスターが効率的に動作するには、局所性のほかに、高度な障害検出とリカバリーの機能が必要です。Spectrum Scale 4.1 では、障害リカバリーは、さらに優れたデータ・リカバリー・パフォーマンスを提供するように拡張されています。FPO は、Hadoop MapReduce コネクタを備えているため、Spectrum Scale と容易に通信できます。

Spectrum Scale FPO にデータを保管すると、HDFS のアーキテクチャー上の制約から解放されます。Spectrum Scale FPO は、Hadoop アプリケーションを変更する必要なしに、Hadoop エコシステムで HDFS に取って代わる Hadoop 互換拡張機能を提供します。

## クラスター構成

Spectrum Scale は Software Defined Storage であるため、使用するファイル・システム機能に関係なく多様なハードウェア構成をサポートし、アプリケーション要件に最も合うハードウェアを自由に選択できるようになっています。ハードウェア構成オプションの特徴は、次の 3 つの基本的なカテゴリに分類されます。

- SD
- ネットワーク・ベースのブロック入出力
- 混合クラスター

## 共有ディスク (SD)

SD アーキテクチャーは最も基本的な環境です。この構成では、図 1 に示すように、ストレージはクラスター内のすべてのマシンに直接接続されます。ストレージへの直接接続により、共有されている各ブロック・デバイスを Spectrum Scale クラスター内のすべてのノードで同時に使用できます。直接接続とは SAN を介したブロックレベルの接続を意味します。

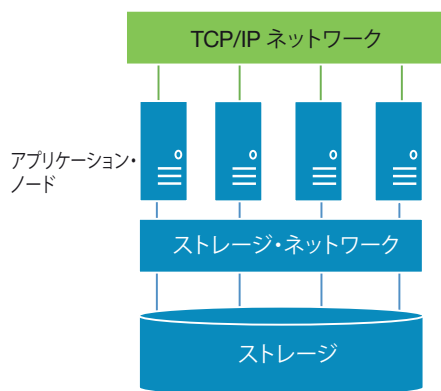


図 1. SAN 接続ストレージ

図 1 は、すべてのノードが共通のファイバー・チャネル SAN に接続されている Spectrum Scale クラスターを示しています。ストレージ接続テクノロジーは、InfiniBand、Serial Attached SCSI (SAS)、

Fibre Channel over Ethernet (FCoE) やその他のいずれでも構いません。ノードは、ストレージには SAN を使用して接続され、ほかのノードにはローカル・エリア・ネットワーク (LAN) を使用して接続されます。Spectrum Scale ノードで実行されているアプリケーションが使用するデータは SAN を介して送信され、Spectrum Scale の制御情報は LAN を介して Spectrum Scale インスタンス間で送られます。

この構成は、クラスター内のすべてのノードにデータへの高性能アクセスが必要な場合に最も適しています。例えば、クラスター NFS を使用するクライアント・システムへのネットワーク・ファイル・サービス、デジタル・メディア・アプリケーション用の高速データ・アクセス、データ・アナリティクス用のグリッド・インフラストラクチャーを提供するのに適した構成です。

### ネットワーク・ベースのブロック入出力

データ・ストレージ要件が増え、新しいストレージと接続のテクノロジーが導入されるにつれて、一般的な SAN は、ストレージ接続テクノロジーの選択肢として不十分あるいは不適切になっています。クラスター内のノードのすべてが SAN に接続されているわけではない環境では、Spectrum Scale は、NSD プロトコルというネットワーク・ブロック・デバイス機能を活用します。NSD プロトコルと SAN への直接接続のどちらを使用している場合でも、マウントされたファイル・システムはアプリケーション・ノードからは同じように認識され、Spectrum Scale は入出力要求を透過的に処理します。Spectrum Scale ではこれらアプリケーション・ノードを NSD クライアントと呼びます。

Spectrum Scale クラスターは、TCP/IP で接続された NSD クライアントへ NSD プロトコルを使用して高速データ・アクセスを提供します。データは、1 台または複数の NSD サーバーを経由して NSD クライアントに提供されます。この構成では、ストレージは

NSD サーバーにのみ接続されています。各 NSD サーバーは、ディスクの集合の全部または一部に接続されます。Spectrum Scale では、ディスク当たり最大 8 台の NSD サーバーを定義できます。単一障害点を回避するために、各ディスクに対して少なくとも 2 台の NSD サーバーを定義することをお勧めします。

NSD プロトコルは、すべての TCP/IP 対応ネットワーク環境で動作します。Linux では、Spectrum Scale は、データを NSD クライアントに転送するために、VERBS RDMA プロトコルを互換ファブリック (InfiniBand など) で使用できます。ネットワーク・ファブリックを Spectrum Scale 専用にする必要はありませんが、Spectrum Scale と、帯域幅を共有しているアプリケーションの両方のパフォーマンス要求に対応するために十分な帯域幅を提供する必要があります。

Spectrum Scale では、NSD プロトコル通信で複数のネットワークを同時に使用できます。共通のファイル・データ・セットと並行して通信するために、別々の IP ネットワークや InfiniBand ネットワークを指定できます。このアプローチでは、新規システムと既存システムの間で対話でき、スループットを増やしたり、Spectrum Scale クラスターにノードを追加したりする必要がある場合の柔軟性が高くなります。

複数のサブネットを使用することは、NSD クライアントのすべてが単一の物理ネットワーク上にある必要がないことを意味します。例えば、それぞれ異なる NSD サーバーを介して共通のディスク・セットにアクセスする別々のサブネットにクライアントのグループを配置できるため、すべての NSD サーバーがすべてのクライアントにサービスを提供する必要はありません。このアプローチでは、ネットワーク・ハードウェアのコストを削減して、トポロジーを簡素化し、究極的にはサポート・コストを削減して、スケーラビリティと全体的なパフォーマンスを向上させることができます。

NSD サーバー・モデルの例を図 2 に示します。

この構成では、ノードの一部が NSD サーバー・ノードとして定義さ

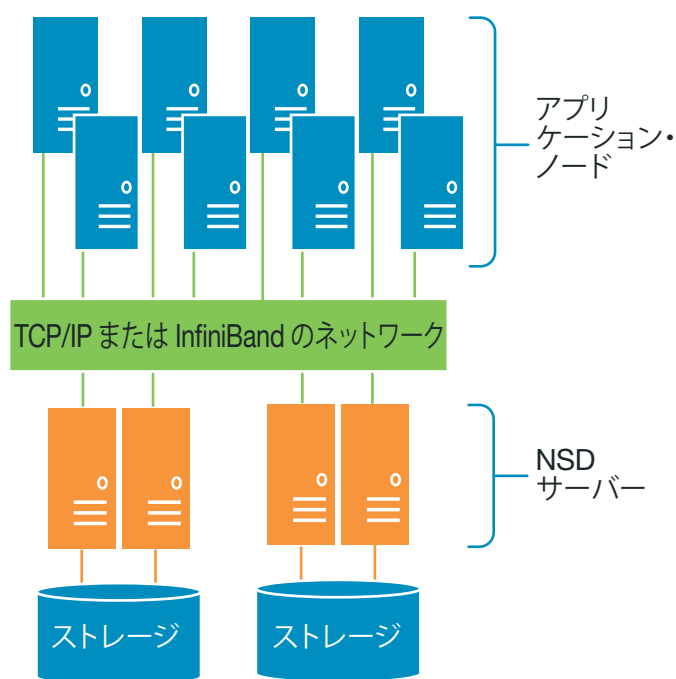


図 2. ネットワーク・ブロック入出力

れます。NSD サーバーは、TCP/IP または InfiniBand VERBS (Linux のみ) をベースとするネットワーク全体のディスク・データ・ブロックの抽象化を行います。ディスクがリモート側にあるという事実は、アプリケーションには透過的です。

図 2 は、一連のコンピュート・ノードがイーサネットなどのネットワークを使用して一連の NSD サーバーに接続される構成の例を示しています。この例では、NSD サーバーへのデータは SAN を介して送られ、クライアントへのデータと制御情報は両方とも LAN を介して送られます。NSD サーバーは、1 台または複数のデバイスからデータ・ブロックを提供するため、データ・アクセスは、データがすべてのサーバーから各クライアントに同時に送られる SAN 接続環境に似ています。この並列データ・アクセスは、すべてのクライアントに可能な限り最適なスループットを提供して、共通データ・セットまたは単一ファイルに対するスループットを拡張します。

NSD サーバーとして構成するノードの数は、パフォーマンス要件、ネットワーク・アーキテクチャー、ストレージ・サブシステムの機能に基づいて選択します。高度なデータ転送速度を必要とするクラスターでは、高帯域幅 LAN 接続を使用する必要があり、1 Gbps、10 Gbps、40 Gbps イーサネットを組み込むことができます。パフォーマンスまたは信頼性を向上させるために、リンク集約 (イーサチャネルまたは結合)、ソース・ベース・ルーティングなどのネットワーク・テクノロジー、InfiniBand などの高性能ネットワークを使用できます。

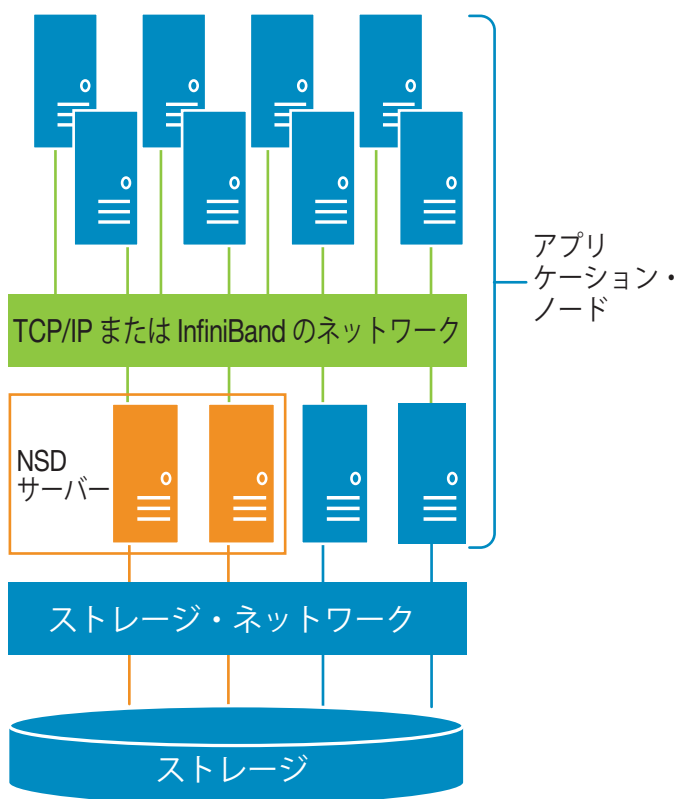
SAN 接続とネットワーク・ブロック入出力のどちらを選択するかは、パフォーマンスまたは経済性のどちらを選ぶかによります。一般的には、SAN を使用すると、小規模クラスターでは最高のパフォーマンスを得られますが、大規模クラスターに SAN を使用すると、多くの場合はコストが相当に高くなり、管理も非常に複雑になります。このような場合は、ネットワーク・ブロック入出力が選択肢となります。

ネットワーク・ブロック入出力は、NSD サーバーとクライアントの間に十分なネットワーク帯域幅があるグリッド・コンピューティングに適しています。例えば、NSD プロトコル・ベースのグリッドは、Web アプリケーション、サプライチェーン・マネージメント、気象パターンのモデリングに有効です。



## 混合クラスター

ここまでの 2 つのセクションでは、SD とネットワーク接続の Spectrum Scale クラスター・トポロジーについて説明してきました。接続テクノロジーを入出力要件に合わせるために、Spectrum Scale クラスター内でこれらのストレージ接続方式を混在できます (図 3 を参照)。



Spectrum Scale ノードは常に、ストレージへの最も効率的なパスを使用しようとしています。ノードがデータへのブロック・デバイス・パス (ファイバー・チャネル SAN など) を検出した場合は、そのパスが使用されます。ブロック・デバイス・パスがない場合は、ネットワークが使用されます。この機能を活用して、可用性を向上させることができます。ノードがストレージに SAN で接続されているときに、ホスト・バス・アダプター (HBA) 障害が発生した場合、Spectrum Scale は、ストレージへのネットワーク・パスにフェイルオーバーします。混合クラスター・トポロジーは、バックアップやデータの取り込みなどの高性能操作のために NSD 以外のサーバー・ノードへのダイレクト・ストレージ・アクセスを提供します。

## クラスター間でのデータの共有

Spectrum Scale クラスター間でデータを共有するために、マルチクラスターと AFM という 2 つの方法を使用できます。

マルチクラスターでは、NSD プロトコルを使用してクラスター間でデータを共有します。この機能により、クラスターは、ほかの Spectrum Scale クラスターに属するファイル・システムをマウントできます。マルチクラスター環境では、管理者は、別の Spectrum Scale クラスターから特定のファイル・システムへのアクセスを許可できます。この機能は、NFS や Common Internet File System (CIFS) などのファイル共有テクノロジーよりも高いパフォーマンス・レベルでクラスターがデータを共有できるようにすることを目的としています。ただし、デスクトップ・アクセスや信頼性の低いネットワーク・リンクを介したアクセス向けに最適化されているファイル共有テクノロジーに取って代わることは目的としていません。

Spectrum Scale クラスターは通常、マルチクラスターを使用して接続され、管理を容易にするためにクラスター役割を分離します。ストレージ・クラスターがすべてのファイル・システムを収容していることや、1 つまたは複数のアプリケーション・クラスターがストレージ・ク

図 3. 混合クラスター・アーキテクチャー

ラスタから 1 つまたは複数のファイル・システムを共有することは一般的です。アプリケーション・クラスターは多くの場合、ストレージを収容せず、ストレージ・クラスター内の容量のみを使用します。

マルチクラスターは、1 つの物理的ロケーションの中にあるクラスター間、または複数の場所にあるクラスター間での共有に便利です。データへのアクセスが必要なりモート・クラスターは、ファイル・システムをマウントするのに、所有クラスターに接続して必要なセキュリティ・チェックを受けます。データ・アクセスは、NSD プロトコルを使用して行われます。認証が完了すると、データの整合性とリモート・クラスターからデータへのアクセス・パフォーマンスは、ノードがストレージ・クラスターの一部となっている場合と同じになります。マルチクラスター環境は、コラボレーション・コンピューティングのためにさまざまな組織に属するクラスター間でデータを共有したり、管理の目的のために一連のクライアントをグループ化したり、複数の場所にグローバル・ネームスペースを実装したりする場合に適しています。

マルチクラスター構成では、データセンター内、キャンパス全体、信頼性の高い WAN リンク経由で Spectrum Scale クラスターを接続できます。信頼性が低い WAN リンクを介して Spectrum Scale クラスター間でデータを共有する場合や、複数の場所にデータのコピーが必要な場合は、AFM を使用できます。

AFM により、Spectrum Scale クラスター間の関連付けを作成でき、ファイル・データの配置とクラスター間でのファイル・データのフローを自動化できます。AFM を使用する Spectrum Scale クラスター間の関係は、ファイルセット・レベルで定義されます。ファイル・システム内のファイルセットは、ホーム (またはターゲット) と呼ばれる別の Spectrum Scale クラスター内のファイル・システムに対するビューを提供する「キャッシュ」として作成できます。「キャッシュ」という用語は過渡的または一時的なデータを意味しますが、AFM では、キャッシュに入れられたファイルは、Spectrum Scale

ファイル・システム内のほかのすべてのファイルと同じです。相違点は、ファイル・データは別のファイル・システム内のコピーと同期して保持されることです。ファイル・データは、オンデマンドでキャッシュ・ファイルセットに移動されます。ファイルが読み取られると、ファイル・データはホームからキャッシュ・ファイルセットにコピーされます。データの整合性と、キャッシュとの間のファイルの移動は、Spectrum Scale によって自動的に管理されます。

キャッシュ・ファイルセットは読み取り専用の場合と書き込み可能な場合があります。キャッシュに入れられたデータは、データが使用可能なときにローカル側で書き込まれ、ローカル側で読み取られます。読み取り時にデータがキャッシュ内にはない場合は、Spectrum Scale は自動的にホーム・ファイル・システムからデータをコピーします。データがキャッシュに書き込まれると、書き込み操作はローカル側で実行され、その後、ゲートウェイ と呼ばれる 1 つまたは複数のノードが非同期的に変更内容をホームにプッシュします。各ホーム・データ・ソースに複数のキャッシュ・ファイルセットを定義できます。各ホームのキャッシュ関係の数は、ホーム・ロケーションで使用できる帯域幅によってのみ制限されます。アクティブ・ファイルのみを読み取り専用キャッシュで保持する場合は、読み取り専用キャッシュ・ファイルセットに割り当て量を設定できます。読み取り専用キャッシュ・ファイルセットに割り当て量を設定すると、使用可能なスペースに基づいて自動的にキャッシュでデータのクリーンアップ (追い出し) が実行されます。割り当て量が設定されていない場合、ファイル・データのコピーは、手動でキャッシュから追い出されるか、ホームで削除されるまで、キャッシュに残ります。

AFM は、WAN 接続を介した効率的なデータ転送、またはローカル・ネットワーク接続を介した高性能なデータ転送を可能にするよう設計されています。ファイル・データがホームからキャッシュに読み込まれる場合、ゲートウェイ内、または複数のゲートウェイ・ノード間で転送を並行して実行できます。

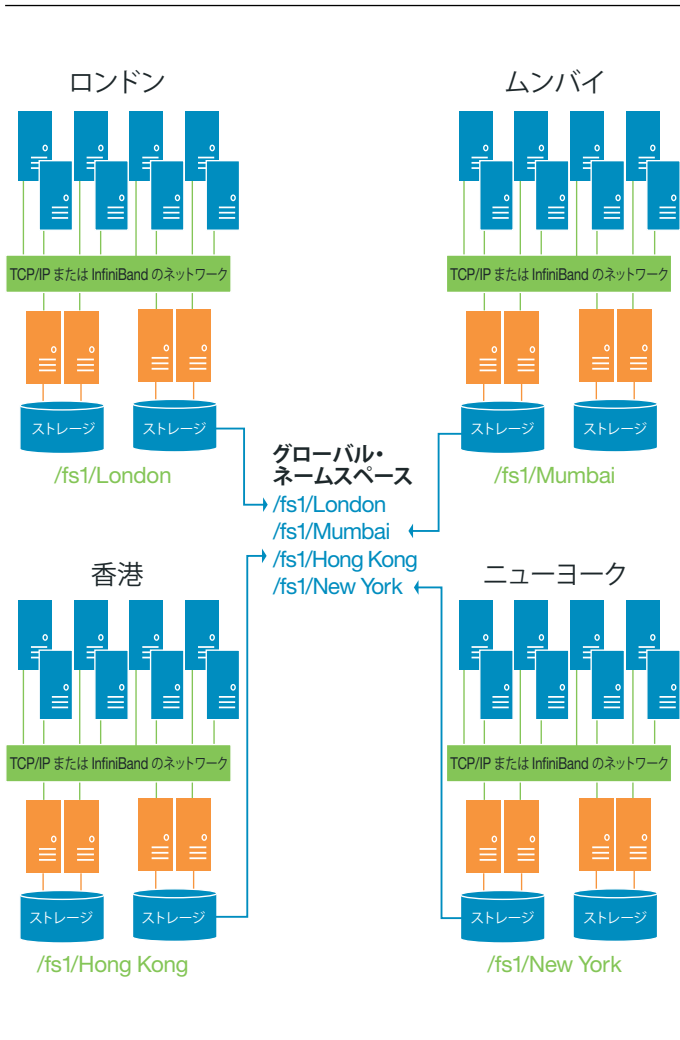


図 4. AFM を使用したグローバル・ネームスペース

AFM を使用すると、データセンター内、キャンパス全体、世界中に配置されているデータセンター間で、真に世界規模のグローバル・ネームスペースを作成できます。

図 4 は、AFM を使用して構築されたグローバル・ネームスペースの例です。この例では、それぞれの場所がネームスペースの 1/4 を所有しています。ほかのサイトは、ほかのクラスターが所有するデータにアクセスするためにホーム・ロケーションを指すキャッシュ・ファイルセットを使用します。この例では、`/fs1/London` にあるデータは、ロンドンで発生し、この場所でほとんど使用されます。ロンドンのデータに時々アクセスする必要があるほかの場所には、ロンドンをホームとして指すキャッシュ・ファイルセットがあります。すべてのサイトで同じ方法を使用すると、各 Spectrum Scale クラスター内で同じネームスペースが提供され、アプリケーションに企業全体のファイルへの同じパスが提供されます。

このタイプのグローバル・ネームスペースを実現するために、WAN リンクの品質とアプリケーション要件に応じて、マルチクラスターまたは AFM のいずれかを使用できます。

### Spectrum Scale バージョン 4.1 の新機能

#### ファイルの暗号化とセキュアな消去

Spectrum Scale 4.1 では、保存データの保護のためのファイル・レベルの暗号化とセキュアなデータ削除が導入されています。Spectrum Scale のファイル暗号化は、セキュリティー・ブリーチや無許可アクセス、盗難、不適切な破棄からデータを保護する上で役立ちます。暗号化はポリシーによって制御され、データの暗号化はアプリケーション・ノードに到達するまで解除されません。各アプリケーション・ノードは同じ暗号鍵または別の鍵を使用できるため、共有ストレージ・ハードウェアでセキュアなスケールアウト処理やマルチテナンシーを実現できます。

暗号化を使用しない場合、ファイルの削除時にスペースにフリーのマークが付けられますが、同じ物理ストレージの場所を新規ファイルが占有するまでデータは上書きされません。セキュアな消去は、ファイルを削除するだけでなく、フリー・スペースを読み取り不能にしてセキュアに消去されるようにもする、高速かつシンプルな方法です。Spectrum Scale 4.1 は、NIST SP 800-131A「Recommended Security Controls for Federal Information Systems and Organizations」と FIPS 140-2「Security Requirements for Cryptographic Modules」に準拠しています。

#### 透過的なフラッシュ・キャッシュ

多くのアプリケーションで、大容量のローカル・ファイル・キャッシュのメリットが得られます。ローカル・データ・キャッシュにより、アプリケーションでファイル・データへの低遅延アクセスを利用でき、共有ネットワークとバックエンド・ストレージの負荷を減らすことができます。ファイル・キャッシュにシステム・メモリーを使用すると、コストが高くなり、永続データ・ストレージ・デバイスと比較して容量が制限されます。ソリッド・ステート・ドライブやフラッシュ・ドライブは、ローカル・データ・キャッシュの容量を拡張する経済的な手段となりますが、ファイル・キャッシュ用に使用するにはインテリジェントなソフトウェアが必要です。

Spectrum Scale のフラッシュ・キャッシュは、クライアント・ノードに直接配置されたソリッド・ステート・ドライブやフラッシュ・ドライブを活用することで、ローカル・ファイル・キャッシュを拡張する必要性に対処します。

ソリッド・ステート・ドライブは、Spectrum Scale のファイル・キャッシュの拡張機能としてシームレスに統合されます。フラッシュ・キャッシュは、ページ・プール という Spectrum Scale のファイル・キャッシュの拡張機能として透過的に機能します。このようにして、Spectrum Scale のフラッシュ・キャッシュは、コスト効率良くアプリケーションを高速化して、1 テラバイトを超えるローカル・データ・キャッシュ容量を提供します。

#### ネットワーク・パフォーマンスの監視

Software Defined Storage は基礎となるサーバー、ネットワーク、ストレージ・ハードウェアに依存するため、このインフラストラクチャーの最高性能での稼働を維持することが極めて重要です。ネットワーク・パフォーマンスの監視を支援するために、Spectrum Scale 4.1 は、リモート・プロシージャー・コール (RPC) 遅延統計を提供して、Spectrum Scale の動作に影響を与える可能性があるネットワークの問題の検出とトラブルシューティングを実行できるようにしています。

#### アクティブ・ファイル・マネージメント (AFM) の機能拡張

Spectrum Scale 4.1 には、AFM の動作を最適化して簡単にデータを移動できるようにする多数の機能が組み込まれています。AFM キャッシュへのデータ転送はオンデマンドでトリガーされますが、AFM はデータのプリフェッチ (事前取り込み) を実行できるため、必要なファイル・データは必要となる前にキャッシュで待機しています。Spectrum Scale 4.1 は、データのプリフェッチを高速化して、所要時間を短縮しながら、より多くのファイルの事前取り込みを簡単に実行できるようにします。このようにして、プリフェッチにより、大容量のファイル転送のパフォーマンスが向上します。

キャッシュとホームの間で一層多くのデータをさらに迅速に移動するために、Spectrum Scale 4.1 は、単一ファイルセット内での並列データ移動も追加しています。単一の大容量ファイルまたは多数の小容量ファイルのデータをキャッシュとホームの間で並行して移動できるようになっています。

高性能ネットワークでのデータ転送速度をさらに改善するために、AFM は、NFS に加えて、NSD プロトコルの使用もサポートするようになりました。NSD プロトコルの追加により、AFM を使用してフラッシュ・デバイスを活用し、これまで以上に容易に、アプリケーションを高速化したり、Spectrum Scale クラスタ間でデータを移動したりすることができます。

#### ネットワーク・ファイル・システム (NFS) データ移行

Spectrum Scale 4.1 では、ハードウェアのアップグレード時や新規システムの購入時に、AFM を使用してクラスタ間でデータを移行できます。AFM は NFS プロトコルを使用しているため、どの NFS データ・ソースもホームとしての役割を果たすことができます。Spectrum Scale である必要はありません。Spectrum Scale のデータ移行では、アプリケーションのダウンタイムを最短に抑えて、ファイル・データをファイルに関連付けられているパーミッション(許可)と一緒に移動し、複数の既存システムから 1 台の強力なシステムにデータを統合できます。

#### バックアップとリストアの向上

Spectrum Scale 4.1 では、ファイルセットのスナップショットをアクティブ・ファイル・システムにリストアできるようになりました。ツールにより、アクティブ・ファイルセットのデータと属性をスナップショットが取られた時点でリストアします。mmbackup ユーティリティは、リソースの可用性とユーザー提供の入力パラメーターに基づいて独自の作業配分と Spectrum Protect への並列アクセスを自動調整するように拡張されています。

#### File Placement Optimizer (FPO) の機能拡張

FPO の機能拡張には、データの局所性を認識する先進的なファイル・システム・リカバリーの追加によるデータ・リカバリーの向上が含まれます。MapReduce とその他のビッグデータのワークロードのサポートを向上させるために、Spectrum Scale 4.1 は、並行ディレクトリー変更のパフォーマンスも向上させています。

#### まとめ

当初より、高性能を実現するために設計された Spectrum Scale (旧 GPFS) は、1998 年のリリース以降、優れたスケーラビリティ、パフォーマンス、現場で実証済みの信頼性を発揮してきました。Spectrum Scale の成熟度、使いやすさ、柔軟性は、金融からライフサイエンスや自動車設計に至るまで、幅広い業界の 3,000 社を超える企業で使用されているという事実によって実証されています。Spectrum Scale は今後も、最も要求の厳しいデータ集約型アプリケーションで高い効果を発揮します。

Spectrum Scale は、企業におけるファイル・ストレージに関する新しい課題への対応を支援する設計となっており、Spectrum Scale 4.1 は、そのような課題に対応する上で役立つ、まったく新しいツール・セットを提供します。Spectrum Scale フラッシュ・キャッシュの入出力パフォーマンスの高速化と AFM の機能拡張は今後も最新のワークロードに対応し、高度なファイル暗号化機能とセキュアな消去機能は、企業が厳しいデータ・コンプライアンス標準に容易に対応できるようにします。IBM は、Spectrum Scale のパフォーマンスと機能の拡張と向上を継続させること、また、スケーラブルかつ革新的なデータ管理ソリューションにおけるリーダーシップを持続させることにコミットしています。





## 詳細情報

IBM Spectrum Scaleの詳細については、日本IBM 営業担当員または IBM ビジネス・パートナーにお問い合わせいただくか、次の Web サイトをご覧ください。

[ibm.com/systems/jp/storage/spectrum/scale/](http://ibm.com/systems/jp/storage/spectrum/scale/)

IBM Spectrum Storage ファミリーの Software Defined Storage ソリューションの詳細については、次の Web サイトをご覧ください。

[ibm.com/systems/jp/storage/spectrum/](http://ibm.com/systems/jp/storage/spectrum/)

さらに、IBM グローバル ファイナンス(IGF) は、お客様が、ビジネスに必要なIT ソリューションを、最もコスト効率高く戦略的な方法で取得できるように支援します。IGFは、お客様(事前に信用審査の承認が必要)とともにビジネス目標に合わせてIT ファイナンス・ソリューションをカスタマイズし、効果的なキャッシュ管理を実現し、総所有コストを改善します。重要な ITに対する投資資金を調達し、ビジネスを推進する上で、IGFは最良の選択肢です。IGFの詳細については、次のWebサイトをご覧ください。 [ibm.com/financing/jp/](http://ibm.com/financing/jp/)

- 1 [ibm.com/systems/technicalcomputing/sc13.html](http://ibm.com/systems/technicalcomputing/sc13.html)
- 2 これらの機能の詳細については、10 ページと 18 ページを参照してください。
- 3 上位 100 のリストを参照してください。  
出典: 上位 500 のスーパーコンピューターのサイト: [www.top500.org](http://www.top500.org)
- 4 [www.top500.org/list/2012/06/100/](http://www.top500.org/list/2012/06/100/)
- 5 <http://domino.watson.ibm.com/library/CyberDig.nsf/papers/4A50C2D66A1F90F7852578E3005A2034>



© Copyright IBM Corporation 2015

日本アイ・ビー・エム株式会社  
〒103-8510 東京都中央区日本橋箱崎町 19-21

Produced in Japan  
February 2015

IBM, IBM ロゴ, ibm.com, AIX, DB2, GPFS, IBM Elastic Storage, IBM Spectrum Archive, IBM Spectrum Protect, IBM Spectrum Scale, IBM Spectrum Storage, Linear Tape File System, Redbooks, および Tivoli は、世界の多くの国で登録された International Business Machines Corporation の商標です。他の製品名およびサービス名等は、それぞれ IBM または各社の商標である場合があります。現時点での IBM の商標リストについては、[ibm.com/legal/copytrade.shtml](http://ibm.com/legal/copytrade.shtml) をご覧ください。

Linux は、Linus Torvalds の米国およびその他の国における登録商標です。

Microsoft および Windows は、Microsoft Corporation の米国およびその他の国における商標です。

UNIX は The Open Group の米国およびその他の国における登録商標です。

本資料の情報は最初の発行日の時点で得られるものであり、予告なしに変更される場合があります。すべての製品が、IBM が営業を行っているすべての国において利用できるわけではありません。

本資料に含まれるパフォーマンス・データは、特定の動作および環境条件下で得られたものです。実際の結果は、異なる可能性があります。

本資料の掲載情報は特定物として現存するままの状態を提供され、第三者の権利の侵害の保証、商品性の保証、特定目的適合性の保証および法律上の瑕疵担保責任を含むすべての明示もしくは黙示の保証責任なしで提供されています。IBM 製品は、IBM 所定の契約書の条項に基づき保証されます。

実際に使用可能なストレージ容量は、データが展開されているか圧縮されているかにより変動するため、記載された値よりも小さくなる場合があります。



Please Recycle