

未来を見据えるストレージのビジョン、 IBM Smarter Storage



日本アイ・ビー・エム株式会社
システム・テクノロジー開発製造担当
理事

岡田 啓一

これまでディスク・ストレージは、容量の増大、コスト削減を追求して進化してきました。しかし、世の中のさまざまなシステムが機能化し、相互接続され、インテリジェント化することで、データの発生源や種類はかつてないほど多岐にわたり、ストレージ関連の投資増加ペースをはるかにしのぐ勢いでデータが増え続けています。この膨大なデータを企業の経営資源として有効に活用できれば、ビジネスに価値のある洞察を得て、お客様へのサービスを向上し競争力を強化することができるでしょう。また、IBM が提唱する Smarter Planet の推進のためにも、膨大なデータの有効な活用が鍵となります。しかしながら、膨大なデータを処理するストレージに求められる規模とスピードは、従来型のプロセスとテクノロジーの利用だけでは限界に達しています。IBM が提唱する IBM Smarter Storage (以下、Smarter Storage) は、効率化および自動化されたインテリジェントなストレージに対するアプローチであり、ソフトウェア・テクノロジーを駆使して、増え続けるデータ量に関する課題を解決します。

ビッグデータ時代を実感するデータの爆発的増大

ビッグデータが今日の IT 業界におけるキーワードとなっている通り、データは爆発的に増大しています。米国 IBM は、情報量は 18 ～ 24 カ月ごとに倍増し、ストレージ容量への要求は年率約 60% で増大すると試算しています。一方で IT 予算の増加は 1 ～ 5% にとどまり、この差をどうするかという課題が深刻化しています (図 1)。

昨今は、Facebook、Twitter などの従来は存在しなかった媒体により、あらゆる人が情報の発信者となっており、企業はこれらの情報も利活用しようとしています。さらに従来は文字情報が中心だったのに対して、現在は写真や動画が多用されるようになり、データ量の増大に拍車が掛かっています。

また、従来はアナログだったものが、デジタル・データとして処理されるようになったことも、データ増大の要因の 1 つとなっています。例えば、X 線や MRI などの検査結果はフィルムではなく医療画像データとして扱われていますし、放送業界のコンテンツも、ビデオ・テープではなくデジタル・データとしてサーバー上でノンリニア編集(コンピューターを活用した編集)が行われています。さらに典型的な例は、監視カメラやセンサーのデータです。テクノロジーの進化やハードディスク・ドライブ (以下、HDD) の低価格化に後押しされて、360 度の監視データが常時蓄積され、さまざまなものに組み込まれた RFID タグやセンサーから膨大なデータが発生しています。

IT 部門のストレージ管理者を悩ませる要因は、データ量や種類の増加だけではあり

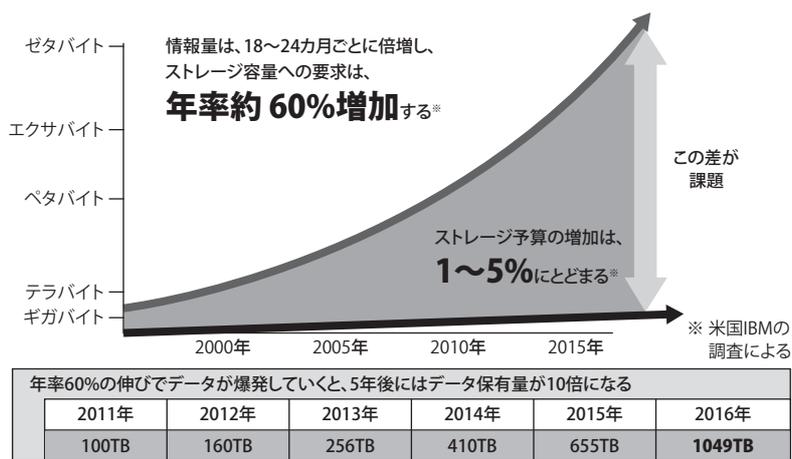


図1. データ容量増大と投資の抑制のギャップ

ません。以前のコンピューター・システムは、サーバー、アプリケーション、ディスクの構成が一体化されており、トップダウンでシンプルに管理・制御することが可能でした。しかし、近年は複数の小型サーバーが設置された分散環境で多数のアプリケーションが稼働し、統合されたストレージを共有する構成に変化するなど、管理・制御の方法が非常に複雑になってきています。

従来は、サーバー側で集中管理していたためデータの適用業務や重要度の区別が容易でしたが、システム構成が複雑化することによりそれらが困難になっています。さらに社会情勢の変化によって、情報の重要度が変化することもデータの管理を困難にしている一因となっています。以前は重要だったものが価値のないものに変化するかもしれませんし、その逆も考えられます。ビッグデータの活用においては、何が重要であり、何が価値ある経営資源なのかは、データを分析してみないと分からないのです。つまり、どのデータを保存しておけばよいかをデータの収集時には区別できないのです。従ってすべてのデータを保存することが望まれ、結果的にデータ量が激増するのです。21世紀に入り、HDDの容量はテクノロジーの進化により1年半から2年で倍増していましたが、最近では年率25~40%の伸びにとどまる傾向にあります。記憶すべき情報量の増加に記録密度が追い付かなくなっているのです。

ストレージの新戦略的ビジョン IBM Smarter Storage

こうしたデータ量増大の問題を解決するために、

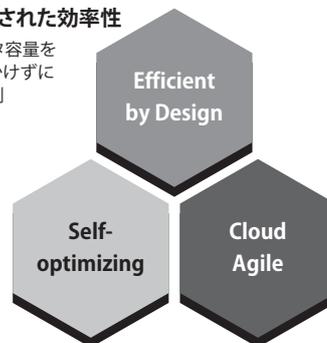
IBMはSmarter Storageという戦略的ビジョンを新たに打ち出しました。そしてこのビジョンに基づき、ディスク装置、テープ装置、仮想化製品、データ削減製品などの製品ラインアップを拡充し、適材適所で組み合わせることでお客様のIT課題を解決します。

Smarter Storageを実現するためにはストレージを管理・制御する設計思想やソフトウェアをいかに進化させるかが重要になります。近年、HDD自体は共通部品としてコモディティ化されており、以前のように部品を個別に設計・製造することはまれ

です。例えばディスク装置の場合、HDDでストレージ製品を差別化することは困難です。そこでお客様のニーズに合わせた機能や製品を実現するためには、ハードウェアの最適化設計とソフトウェア・テクノロジーによる差別化が重要になるのです。Smarter Storageというビジョンはこれらを駆使し、データ量の増大に対し、いかに保管し、いかにパフォーマンスを高速化し、いかに複雑さを軽減できるのかに焦点を当てて考えられています。根底には「膨大なデータから経営に役立つ洞察を得るために、できるだけ速い処理性能をお客様に提供したい」との思いがあります。IBMはこのSmarter Storageというビジョンを実現するために、「Efficient by Design (開発設計段階から極限まで追求された効率性)」「Self-Optimizing (自律的に最適化)」「Cloud Agile (クラウドの俊敏性)」の3つの方向性を掲げています(図2)。

開発設計段階から 極限まで追求された効率性

増え続けるデータ容量を
ワークロードを下げずに
管理コストも抑制



自律的に最適化
パフォーマンスと生産性を向上

クラウドの俊敏性
より多くの情報にアクセスし
投資対効果の最大化

図2. ストレージに対するIBMの新たな戦略的ビジョンSmarter Storage

Efficient by Design

—開発設計段階から極限まで追求された効率性

ストレージ製品を構成する部品がコモディティー化された共通部品であっても、設計の差により性能や容量、使い勝手に大きな違いが生じます。また、操作が簡単かつ簡素化されれば、人件費の削減や、重要業務への人的資源の再配置も可能になります。

Smarter Storageに基づいて提供される製品群には、効率性の向上、TCO（総所有コスト）の削減を実現する機能が設計の段階から組み込まれており、IBM独自のテクノロジーが生かされています。その1つの例が、エンタープライズ向けストレージ IBM XIV Storage System（以下、XIV）で採用している分散ミラーリング技術です。

ディスクの冗長性と高速性を向上させる技術として、1990年代から RAID（Redundant Arrays of Independent Disks）が一般的に用いられてきました。それ以前は、高価な専用ディスク装置を使用していたのに対して、RAIDは複数台の安価なディスクを組み合わせることで仮想的な1台のディスクとして運用し、信頼性を高める技術です。一方、XIVでは、RAIDとは異なるIBM独自の技術である分散ミラーリングにより冗長化を実現し、ビッグデータへの対応、効率性の向上を実現しています。

RAIDも分散ミラーリングも、ディスクが壊れるなどの障害が発生した場合、新しいものに置き換え、データが自動的に再構築されますが、これに要する時間に圧倒的な差があります。1TB（テラバイト）のデータを再構築する場合、一般的なRAIDディスクは約25時間を要するのに対し、XIVでは約15分と100分の1程度にまで短縮可能です（図3）。

分散ミラーリングの技術的な特長は、データを小さな単位で必ず2カ所に書き、保有するHDD全体に負荷を分散することで処理能力を高める点にあります。RAIDでは、あるディスクに障害が発生した場合、1つのスペア・ディスクにデータを復元コピーして再構築するため、再構築に要する時間はそのスペア・ディスクの処理速度に依存することになります。一方、XIVの分散ミラーリングでは障害が発生したディスクのミラー・データは複数のディスクに分散されて保存されており、さらに復元するためのコピーも、生き残っている複数のディスクに対して行うため、素早い再構築が実現できるのです（図4）。

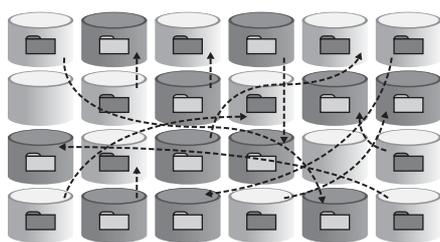
今後のHDD記録密度の展望として、HDD容量の伸び率は年率25～40%とIBMは予測しています。これに基づく1個のHDDが5年後には9～15TB程度の容量になるイメージです。そうすると、現時点で1つのHDD（1TB）の復旧に約25時間を要するRAIDの場合、HDD容量が増加した5年後には再構築に9日以上も要してしまうことになり、今より深刻な問題となります。

これでは安心してシステムを運用できる状況だとはとてもいえないでしょう。このように将来のディスク容量の伸びを勘案すると、XIVで実装された分散ミラーリング技術がいかに重要であるかをご理解いただけるのではないのでしょうか。

Smarter Storageを実現するために設計段階から組み込んでいる機能のもう1つの例として、リアルタイム圧縮をご紹介します。リアルタイム圧縮とは、データを書き込む際にリアルタイムで圧縮しディスクの効率的な活用を実現するデータ圧縮技術で、ミッドレンジのストレージ製品 IBM Storwize V7000などで採用されています。データを書き込む際



図3. 分散ミラーリング技術による障害時のデータ復旧時間の差



- 多対多で復元コピーを実施
- データが入っていない部分はコピーをしない
 - 実際にデータが書かれた部分のみコピー
 - 無駄な物理コピーを行わない
 - 使用率が50%なら1TB HDDを約15分で復元
- 二重障害の発生確率を大幅に削減
- 障害発生時の影響を極小化

図4. XIVに採用されている分散ミラーリング技術

にリアルタイムで圧縮することにより、ディスクの効率的な活用などで採用されています。本誌 38 ページ以下：解説③参照）。

一般的な圧縮方法では、圧縮した結果は可変長であるため、ディスク装置への高速入出力という観点では効率的ではありません。また、一旦全体のデータを保存した上で圧縮を行う場合は、その分のディスク・リソースが追加が必要となります。さらに、データの一部を変更する際にも、圧縮されたデータ全体を復元し、データを変更・更新した上で、再度圧縮し直さなければなりません。これに対して IBM のリアルタイム圧縮技術では、圧縮後のデータをディスク装置に最適化した固定長にすることでこの問題を解決しています。普通のディスクと同様にリアルタイムに読み書きでき、部分的なデータの更新にも対応可能となります。常に使用するトランザクション・データの圧縮にも有用で、ディスク容量を大幅に節約す

ることができます（図 5）。データがディスクに書き込まれる経路上で圧縮されるため、非圧縮データを一時的に保持するための追加的なストレージ容量も不要です。また、ディスクに保存されるデータ・サイズが小さくなることでアプリケーションのディスク要求待機時間が短縮されるため、パフォーマンスも向上します。

このように、リアルタイム圧縮は、データ保管容量の削減、ストレージ・スペースの削減、消費電力や発熱量の削減、コスト削減などに貢献します。将来のデータ容量の増加を見越すと、リアルタイム圧縮を実装した場合とそうでない場合とでは、時間がたつにつれてディスク容量の差はこの先どんどん大きくなります。このため、早期に実装すればするほどその効果は大きくなります（図 6）。

Self-Optimizing — 自律的に最適化

Smarter Storage は、自律的にディスク活用を最適化することでストレージのパフォーマンス向上を図っています。その 1 つの例として前章で取り上げた XIV の分散ミラーリング技術が挙げられます。通常は特定のディスクに処理が集中するようなケースであっても、分散ミラーリング技術を活用して多くのディスクに処理を分散することでパフォーマンスを向上させることが可能になります。

また高速処理が可能な SSD (Solid State Drive) を活用したパフォーマンス向上も自律的にストレージを最適化する例の 1 つです。IBM System Storage Easy Tier (以下、Easy Tier) というストレージ自動階層化機能は、IBM Storwize V7000 (以下、Storwize V7000)、IBM System Storage DS8000 などに搭載されています。

Easy Tier はストレージの記憶媒体を SSD (ソリッド・ステート・ドライブ) など高速なストレージ群と HDD など低速なストレージ群に分けて管理し、データの利用頻度を

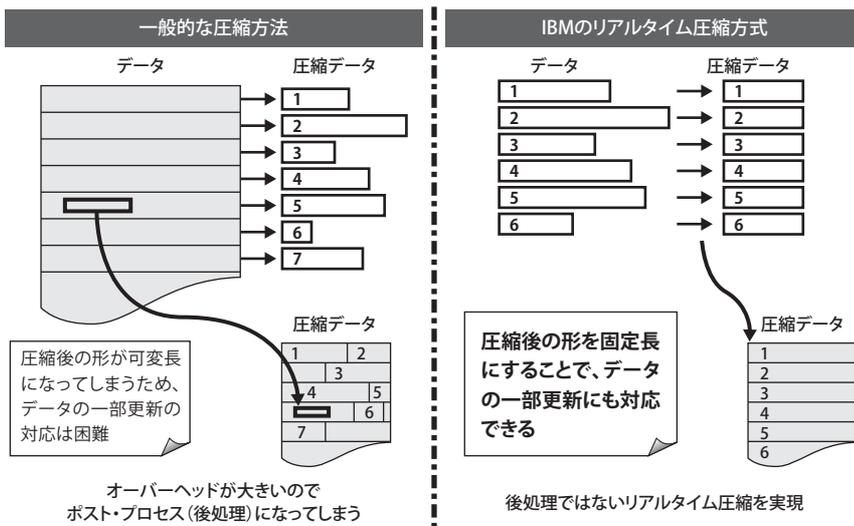


図5. リアルタイム圧縮の技術的特徴: 圧縮後を可変長から固定長へ

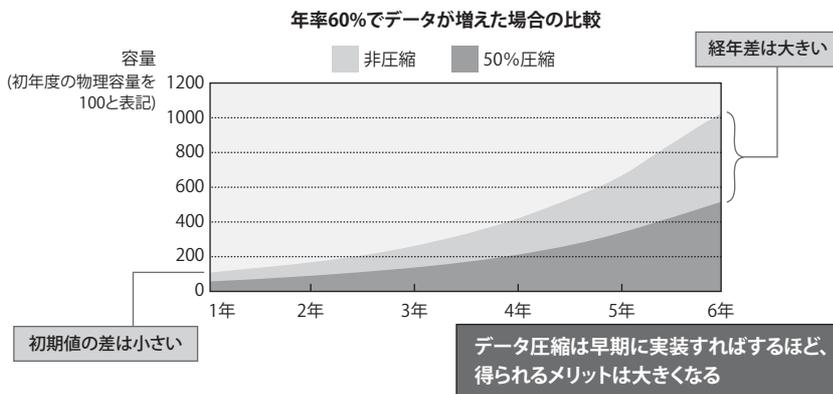


図6. 年月が経つほど大きくなる圧縮効果

自動的に判別して再配置します。SSD はフラッシュと呼ばれる半導体メモリーで構成されているため、機械的に回転する HDD と比較して一般的に高速に読み書きできますが、容量当たりの単価は HDD よりもはるかに高額となります。そこで、相対的にアクセス頻度の高いデータだけを HDD から SSD に自動的に移動し、高速に読み書きすることで、全体のパフォーマンスを向上させています (図 7)。こうしたデータ配置は自律的に行われ、特別なチューニング作業も不要です。図 8 は IBM が社内で実施した Storwize V7000 のベンチマークの結果です。SSD の搭載率がわずか 2% でも、パフォーマンスは 3 倍に向上しました。

IBM は、この Easy Tier の機能をさらに強化するために、新しい技術の開発意向表明をしています。その 1 つは、サーバー内蔵の SSD と外付けストレージの中身を自動的に階層管理させる技術です。頻繁にアクセスされるホットなデータはサーバー内蔵の SSD に配置し、アクセス頻度の低いデータは外付けストレージの HDD に配置します。ストレージよりもアプリケーションの動作を熟知しているサーバー側に SSD のキャッシュを持たせることで、より最適な配置が可能となるものと考えています。また、SSD や HDD に対する最適なデータ配置をアプリケーションとミドルウェア側で行うことができるように、API (Application Program Interface) も提供する計画です。これが実現すれば、上位のアプリケーション側で、HDD や SSD をどう使うか定義し、指示を出すことが可能となるため、アプリケーションの要件に最も適合したストレージ階層へデータ配置が可能になります。

Easy Tier 以外にも、すでに製品で採用されている SSD の活用例があります。これは SSD を大容量の読み込みキャッシュとして利用する方法で、XIV や IBM System Storage N シリーズで採用されています。書き込

み動作に対して、キャッシュは 100% 有効に機能しますが、読み込み動作に対しては、100% ヒットするわけではありません。そこで、SSD を読み込みキャッシュとして利用することで、キャッシュのヒット率を上げ、全体としてのアクセス速度の向上を実現するというわけです。

Cloud Agile —クラウドの俊敏性

システムに対するニーズの変化に俊敏に対応するために提唱されたのがクラウド・システムです。ストレージが俊敏性を実装すれば、クラウド環境での迅速な展開配置が可能になり、常に変化するビジネス状況に対応しや

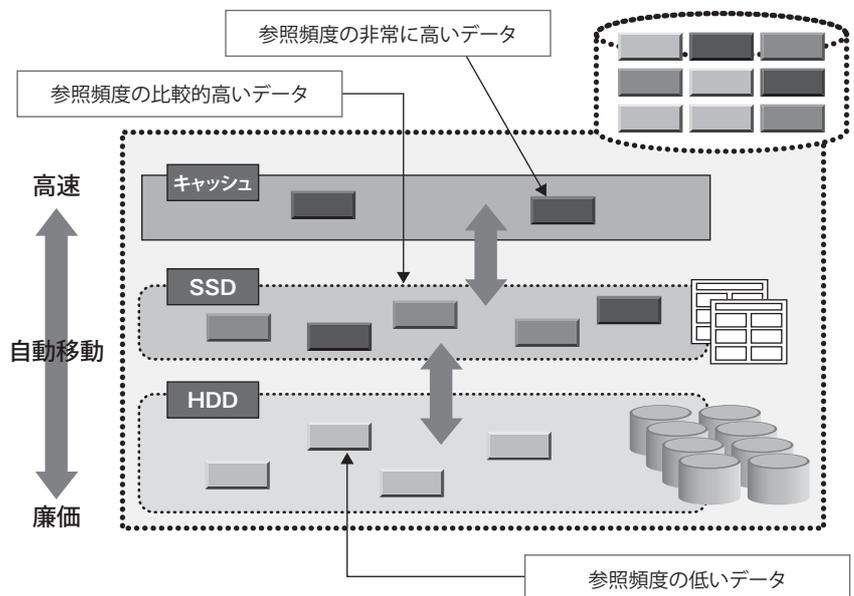


図7. SSDを効果的に利用するEasy Tier (自動ILM機能)

IBM社内ベンチマーク結果 IBM Storwize V7000 SSD搭載率約2%

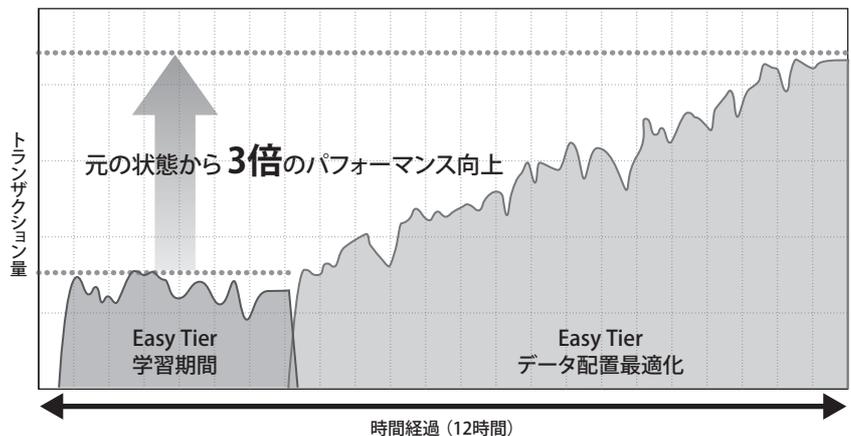


図8. Easy Tier検証結果 (SPC-1トランザクション・タイプ)

すくなります。前述の Storwize V7000 はストレージ仮想化技術を使い、高速ディスク、通常ディスク、低速ディスクをプール化して管理することができます。データは各プール間で自由に移動できますので、例えばデータベースであっても構造の変更や停止することなくデータを最適なストレージ・プールに移動させることができます。つまりサーバーから透過した形でチューニングし、パフォーマンスを向上させることができます。Storwize V7000 は IBM 製品だけでなく、他社製のストレージも仮想化された 1 つのプールとして管理することが可能です。お客様の業務を止めることなく多種多様なデータを適材適所に配置できることから、クラウド環境に最適なソリューションといえます。

クラウド・ストレージとして機能する拡張性の高い大容量 NAS 製品である IBM Scale Out Network Attached Storage (以下、SONAS) には、中核機能として IBM Active Cloud Engine が搭載されています。この機能を使うと、ファイルへのアクセスを高速化させるために、異なる記録媒体間や、地理的に離れた場所に設置された複数ストレージ装置間でもシームレスにデータを再配置させることができます (図 9)。

例えば大阪から東京に転勤になり必要なデータが大阪にある場合、データへのアクセスが遅くなってしまいますが、IBM Active Cloud Engine はこのような場合であっても、利用者が最も速くアクセスできる場所にデータを再配置させることができます。もし東京に出張するといった

短期間のケースであれば、例えば一時的に東京の SONAS のキャッシュに置くことも可能です。どこにいても必要なデータへの快適なアクセスを可能にするので、俊敏性が重視されるクラウド環境には最適な機能といえます。

SONAS のみならず、ミッドレンジ・ディスクである Storwize V7000 に NAS のサポート機能を追加したストレージである IBM Storwize V7000 Unified にも IBM Active Cloud Engine が搭載できるよう、IBM は開発意向表明を行っています。これにより、グローバルなファイル共有が実現し、世界中どこにいても、迅速なファイルへのアクセスが可能となり、災害復旧や事業継続性の確保にも貢献します。

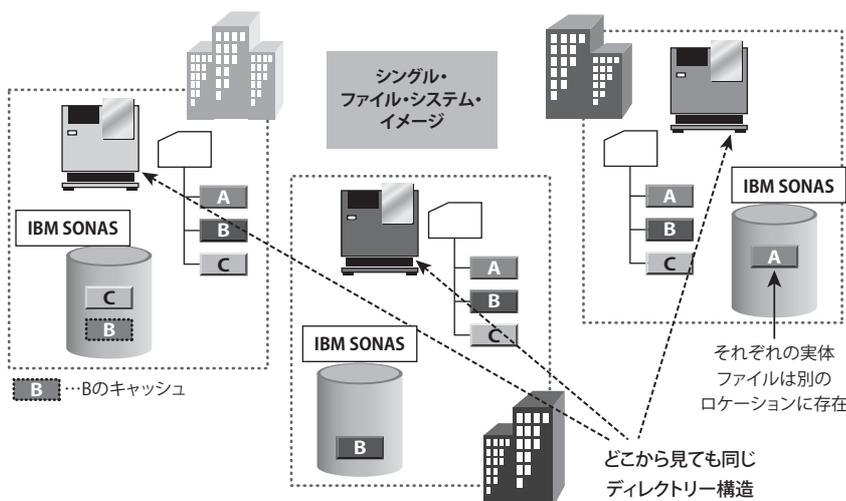
ビッグデータを真の宝の山に変えるために 効率的な収納と活用を実現

データの増大にどう対応するかという課題は、さまざまな調査会社のレポートで挙げられています。厳しい IT コスト要求、管理の負荷増大などの観点で、IT 管理者や経営者にとって悩ましい側面が先立ってしまい、ビッグデータの真価が何であるか、まだ実感がわかないかもしれません。

しかし、すでに、ビッグデータを活用することでお客様へきめ細やかな対応を実現してビジネスを拡充している例も増えています。膨大なトラフィック・データを活用した渋滞の解消や犯罪の防止など、安全で快適な Smarter

Cities の実現にも役立っています。機械の故障を事前に予測し、不良品の発生率を低減させることにも役立っています。さまざまな分野でビッグデータが宝の山であることの認識は広まっています。

IBM はユーザーの資産ともいえる膨大なデータを、効率よく保管・活用できるよう、Smarter Storage に基づいた製品ラインアップとソリューションをさらに充実させてまいります。お客様にとってデータの蓄積が、大切な宝物が増えていくように感じられ、かつそれらを有効活用することにより、素晴らしいビジネス成果が生み出されるようお手伝いさせていただきます。



- データの物理的配置先を意識せず同じディレクトリ・イメージを異なる拠点間で共有。
- 単一ファイル・システム・イメージで適材適所の配置を行い、コストとパフォーマンスを最適化。

図9. IBM Active Cloud Engineが実現するシームレスなデータの再配置