

# ストレージ・ネットワーキング仮想化技術

Storage Networking Virtualization

## 根 来 元

**要 約** 本稿では、ネットワーク化されたストレージ装置上に、データファイルを仮想化してマッピングするというストレージ・ネットワーキングの新技术を紹介する。ストレージ・ネットワーキングは、CRM、ERP、そして Data Warehouse などの新しいタイプのエンタープライズ・アプリケーションからの要求に応えるべく発展してきた技術である。ストレージ仮想化技術は、そのストレージ・ネットワーキングの次の一步として注目を集めている。ストレージ仮想化が登場した理由を明確にするために、本稿の第2章では、まずストレージ・ネットワーキングの背景と現在の姿について述べる。そして、第3章で、ストレージ仮想化技術の意味、利点、そして実装方法について紹介する。

**Abstract** This paper gives a broad understanding of new architecture for storage networks, using virtual mapping of data files onto a network of storage devices. Storage networking technologies have emerged to meet the demands of new style of enterprise applications such as CRM (customer relationship management), ERP(enterprise resource planning) or DHW(data warehousing). We are entering a new era of storage networking with the storage networking virtualization. This concept introduces the new design and implementation of storage networking to facilitate more efficient use of storage resources. The second chapter of this paper describes what the storage networking is and who needs it to define the reason why the storage networking virtualization technology is needed. The following chapters discuss an implication and benefits of storage networking virtualization, as well as services and functionalities provided.

## 1. は じ め に

CS シリーズをはじめとするサーバアーキテクチャの進歩には、目を見張るものがある。しかし、大きくエンタープライズ・システム全体を考えたとき、大切なのはさまざまな技術のバランスである。サーバ技術だけがいくら進んでも、ネットワーク技術などの関連技術がそれに見合うものでなければ、その潜在能力を十分に活用することはできない。ストレージに関して言えば、ストレージ・ネットワーキング技術により、ネットワーク化とインテリジェント化が進んでいる。サーバへの従属から脱却し、サーバプラットフォームから独立したストレージは、今や自立したコンピューティング・プラットフォームへと進化しつつある。このストレージ・ネットワーキングが、ストレージ仮想化 (Storage Virtualization) 技術の登場によってまた大きく変わろうとしている。従来の SAN(Storage Area Network) や NAS(Network Attached Storage) がストレージの物理的統合であったのに対して、ストレージ仮想化はストレージを論理的に統合する。サーバの OS (Operating System) やアプリケーションに対するストレージの論理ビューを、ストレージ内の物理的インプリメンテーションから分離するのである。本稿では、CS シリーズの将来のストレージ形態の可能性としての“仮想化された SAN”を紹介する。ストレージ・ネットワーキング技術の進歩の

中でストレージ仮想化技術のもつ意義を明確にし、その詳細について述べる。

## 2. ストレージ・ネットワーク技術

### 2.1 ストレージ・ネットワークの背景

ストレージ・ネットワークが登場した背景には、続々と登場してくる新しいタイプのエンタープライズ・アプリケーションからの要求に、従来のサーバとストレージの形態では対応できなくなってきたという事実がある。今日のストレージに対して要求される要件のうち、従来のサーバとストレージの形態では充分に対応できないものをここにあげる。

#### 1) データ量の急増

CRM( Customer Relationship Management ), ERP( Enterprise Resource Planning ), DWH ( Data Warehouse ) など新しいタイプのソリューションが次々と採用されるにつれて、企業の所有するデータ量は増加する一方である。ブロードバンド時代が到来し、デジタルコンテンツの普及が進むと、動画データ、音声データ、画像データが流通し、データ量の増加するペースはさらに加速する。

#### 2) データ重要性の増大

ソリューションの多様化により、基幹業務データ以外のデータの重要性が増す。ビジネスをサポートする存在であった基幹業務データ以外のデータが、ビジネスそのものになりつつある。今やこうしたデータを失うことは、ビジネスそのものを失うことを意味するところまできている。

#### 3) データの集約化

1990年代のダウンサイジングに伴うデータの分散化の反動がある。データは一個所にあった方が扱いやすく、管理もしやすい。分散したデータには重複も多く、無駄が多い。

#### 4) 常時アクセス

e business の普及にともない、システムの24時間/365日稼働が求められるようになった。システムを稼働したままデータの保守を行うことが、必須となりつつある。

### 2.2 ストレージ・ネットワークとは

こうした要求に対する回答として、ストレージ・ネットワークが登場した。ネットワーク技術の成熟によってデータを保管するというストレージの機能をサーバから切り離すことが可能になり、次第にその利点が明らかになってきたためである。ストレージ・ネットワークは、コンピューティング・アプライアンスの流れの一環をなしている。1980年代後半、サーバからアプライアンスつまり専用装置への諸機能の分離が始まった。まずルータが分離され、続いてプリントサーバ、そしてアプリケーションサーバと、次々とさまざまな機能がサーバから分離されていった。そして、ついにはストレージがサーバから切り離された。その結果、生じた利点を以下にあげる。

#### 1) 共有によるデータのコーポレート資産化

ローカルサーバごとのデータ資源を、コーポレート資産として共有できるよう

になる。

## 2) ストレージ独自のソリューションの導入

クライアント/サーバシステム導入時にさまざまなクライアント・プログラムが出現したように、サーバの束縛から解放されたストレージにも独自のソリューションを導入することが可能になる。

## 3) ストレージ容量の効率的運用

これまではサーバごとにディスク装置を購入/接続していたため、ディスクの使用効率にかなりのばらつきがあった。容量いっぱいディスクがある一方で、容量を使いきれないディスクが隣に存在するといったことが発生していた。また、ディスク装置の導入の際には、ある程度のデータの増加を見込んでおく必要があった。つまり、これは余分なディスク容量が常に存在していたということに他ならない。ストレージを統合すれば、各サーバが持っていたこのような余分なディスク容量が不要になり、ストレージ全体の総容量を削減できる。

## 4) ハードウェア・アップグレードのコスト削減

サーバもしくはストレージのどちらか一方が故障したからといって、双方を停止しなければならないというようなことがない。また、一般にサーバのCPUやシステムアーキテクチャが進化する早さは、ストレージ技術の進化よりも早い。サーバとストレージが一体化していると、ストレージそのものは機能/性能面で何の問題がなくても、サーバ側のCPU/アーキテクチャの陳腐化に対応するためにストレージを含む全システムのアップグレードをする羽目になってしまう可能性が高い。ストレージ・ネットワーキングでは、このような事態は発生しない。

## 5) ストレージ管理コストの軽減

削減されるのは、サーバやストレージといったハードウェアのコストばかりではない。ストレージ管理コストは通常初期導入コストの3~4倍に達するとみられ、初期導入コストに比べてはるかに大きなインパクトを持っている。ストレージの統合により、このストレージ管理コストを大幅に抑えることが可能になる。

- ・集中管理による TCO (維持管理総経費) 削減

部門ごとに導入し点在していたストレージを一括管理できるようになるため、運用管理の負担は著しく軽減される。監視ツールも充実しているため、さらに負担は軽くなる。

- ・無駄な作業の減少

容量が大きいいため、大きなファイルでも容易に格納できる。こまめなファイルのスワッピングやファイル分割といった作業は不要になる。

## 2.3 ストレージ・ネットワーキングの諸形態

ここで、ストレージ・ネットワーキングを含む代表的なサーバとストレージ間の接続形態を整理してみる。

### 1) DAS (Direct Attached Storage)

DAS は、サーバに直付けされる従来のストレージの形態である。長期にわたってデータ容量が安定したシステムで、純粋にパフォーマンスを追及する場合には最適の形態である。しかし、今日のようにサーバの台数が増加してくると、2.1

章で述べたような状況が発生する。また、ストレージへのデータ転送などでサーバの CPU に負荷がかかり、サーバの処理能力に影響を与えるという問題もある。

## 2) SAN (Storage Area Network)

Fibre Channel 技術を使ってサーバとストレージをつなぐ専用ネットワークを構築するのが、SAN である。Fibre Channel を使用するため、FC SAN (Fibre Channel SAN) とも呼ばれる。クライアントとサーバ間を結ぶ LAN とは別にサーバとストレージ間を SAN として結ぶことに意味がある。複数のストレージ装置やテープ装置を単一システムとしてイメージすることで、一元管理することを目的としている。ストレージをサーバから独立させることにより、ディスクミラーによるデータ保護、LAN フリー/サーバレス・バックアップ、ディザスタ・リカバリといったストレージ独自のソリューションの導入が可能になった。Fibre Channel のハブやスイッチを使って、LAN 同様に拡張性の高い柔軟なネットワークを構築することが可能であり、ストレージの許容量、管理等の向上をはかることができる。

## 3) NAS (Network Attached Storage)

NAS は、ファイルサーバを接続するように IP ネットワークに接続して使用するネットワークストレージである。SAN ではクライアントがサーバ経由でしかストレージにアクセスできないのに対して、NAS ではサーバのみならずクライアントからもストレージに直接アクセスすることができる。本質的にはファイル共有エンジンであり、バックアップ&リストアや DB トランザクション処理のようなヘビーな処理には向かない。ストレージ側に自前の OS とファイルシステムを持ち、クライアントやサーバとファイルシステム・レベルでインタフェースする。UNIX 環境の NFS (Network File System) や Windows 環境の CIFS (Common Internet File System) による異種インタフェースにまたがるファイル共有が可能である。

## 4) iSCSI (Internet SCSI)

先に述べた FC SAN には、多くの利点がある一方で、Fibre Channel という比較的新しい技術に基づいているためコストが高いという問題がある。また、接続距離に関しても最高で 10 km という制限がある。このために考えられたのが IP SAN (Internet Protocol SAN) であり、その代表的な例が iSCSI である。iSCSI は NAS と同様に IP ネットワーク経由でストレージを使用するが、プロトコルには NFS や CIFS ではなく、iSCSI プロトコルを使用する。iSCSI プロトコルはブロックレベル・インタフェースであるため、データベースをサポートすることができる。サーバにあるエージェントが SCSI データを IP パケットにカプセル化し、TCP/IP スタックを通してトンネリングさせる。カプセル化された IP パケットは、ネットワーク・インタフェース・カードを介して IP ネットワークに送出される。受信側のストレージ・ノードでカプセル化された IP パケットが外部ルータによって展開され、SCSI データに変換しなおされる。まだ FC SAN に比べてオーバーヘッドが大きく、認証や暗号化など解決すべき問題点が多く残っている。ネットワークも 10 Gb Ethernet の普及が前提である。IP SAN 技術

として、他に iFCP ( Internet Fibre Channel Protocol ) や FCIP ( Fibre Channel over TCP/IP ) もある。

#### 5) NAS Gateway と iSCSI Gateway

NAS と iSCSI の応用形態として、NAS Gateway と iSCSI Gateway がある。それぞれ通常の NAS や iSCSI として IP ネットワークに接続するが、Fibre Channel 接続した SAN 構成をその下に持ち、そこにデータを保存する。通常の NAS や iSCSI ストレージに比べて大容量データに対応しやすく、SAN のバックアップ・ソリューションを利用できるメリットがある。

### 2.4 ストレージ・ネットワーキング新技術

このようにストレージ・ネットワーキングにいくつものバリエーションがあるということは、それが完成された技術ではなく、発展途上の技術であるということである。ストレージネットワーキング技術は急速に進化しており、ここに、その大きな流れを述べる。

#### 1) SAN と NAS 統合

RAID 技術などボリューム管理技術はすでに成熟し、ミラーリング、バックアップ、ファイル共有などのストレージ・ソリューションも成熟しつつある。実現形態は SAN と NAS で違い、それぞれに利点と欠点がある。しかし、両者が互いの長所を取り入れつつあるため、SAN と NAS という区別はほとんど意味がなくなりつつある。両者は合体し、ストレージ基盤とネットワーク基盤の統合が一層進むと考えられる。ストレージ・ネットワーキング製品は、コストとストレージ・ソリューションの品揃えと品質で評価され、実現形態はあまり重要視されなくなる。

#### 2) 広域 SAN

最長 25 m の SCSI に比べると長いとは言え、Fibre Channel の接続距離もせいぜい 10 km である。現在の FC SAN で広域 SAN を構築することはできない。SAN の広域化は、2 ステップで行われることになる。DWDM ( Dense Wave Division Multiplexing ) は、光の波長帯を分割使用することにより、1 本の光ファイバに多数のチャネル ( データ ) を統合/通信する装置である。DWDM を使うことにより、Fibre Channel の接続距離を 100 km 前後にまで伸ばすことができる。これで、Fibre Channel を都市部に張り巡らせた地域内 SAN つまりメトロポリタン SAN が実現できる。しかし、最終目標は IP ネットワークを使った世界規模の SAN の構築である。このためには、先に述べた IP SAN が使われることになる。IP SAN 市場は、10 Gb Ethernet の登場と同期して急激に普及していくと思われる。現在は WAN に比べてメトロポリタン SAN 市場の方に需要があるが、いずれ WAN にまたがったストレージが伸びてくると考えられている。

#### 3) ストレージ運用管理

ネットワーク化されたストレージ機器の運用管理には、手がつけられ始めたばかりである。多くのサーバやストレージが混在するストレージ・ネットワーキング環境を統合的かつ容易に管理するためには、GUI 化されたポリシーベースのストレージ管理ツールが必要である。こうした作業は非常に複雑であるため、ス

クリプティングによる自動化もかなりの程度可能でなければならない。

#### 4) 標準インタフェース

各社の製品が混在した SAN 環境で、ストレージ TCO をさらに削減し、運用管理を簡素化するためには、スイッチ、ストレージおよびサーバに対して、ベンダーに依存しないオープンなストレージ管理方式を確立する必要がある。現在進められているアプローチに、CIM(Common Interface Management), SNMP, XML といった業界標準プロトコルにのっとったデバイス管理 API の作成がある。この API を通して、さまざまなデバイス情報を運用管理フレームワークに渡して管理する。

#### 5) データのライフサイクル管理

データそのものに、“バックアップの頻度”とか“メモリー上にキャッシングしておくべきかどうか”といった属性を付与することで管理の自動化を行う。これにより、作成したばかりのデータは高速なディスクに格納しておき、次の週にはセカンダリーディスクに移送するといった作業を自動化することができる。

こうした新技術の他にも、NASの世界では DAFS(Direct Access File System), ネットワーク関係ではインフィニバンドなど、有望な関連技術が次々と表れている。こうした中で次世代のストレージの中核を担う技術として、注目すべきなのが“ストレージ仮想化技術”である。

### 3. ストレージ仮想化技術

#### 3.1 ストレージ仮想化の必要性

前章ではストレージ・ネットワーク技術のさまざまな側面について述べたが、国内では必ずしも当初期待されたほどのスピードでは普及が進んでいない。ネットワーク化されたリソースがローカルリソースと同等に扱えるようになっただけでは、まだ十分とはいえないのである。そこで次の一步として考えられているのが、ストレージ仮想化技術である。本章では、ストレージ仮想化技術が何を解決するのかを述べる。まず、ストレージ・ネットワークが現在かかえている大きな問題として、次の二点があげられる。

##### 1) 異種ストレージ環境に未対応

図1に示すように、現状ではストレージネットワークを導入すると、サーバ側はマルチベンダー環境になるが、ストレージ側はかえって単一ベンダ環境に戻るようになってしまう。ベンダの異なる既存ストレージを有効活用しようと思っても、異なるストレージ装置にアクセスするには異なるプロトコルが必要であり、これらを混在させることはこれまでできなかった。

##### 2) 高性能ストレージは高価格

ストレージ・ネットワークでは、ローカル/リモート・ミラーリングやノンストップ・バックアップなどさまざまなストレージ・ソリューションが用意されているが、これを実行するための高機能ストレージ装置は概して非常に高価である。ストレージ・ネットワークの利点を理解はしていても、価格の面から導入を躊躇するケースも多いと考えられる。ストレージ・ネットワークの普

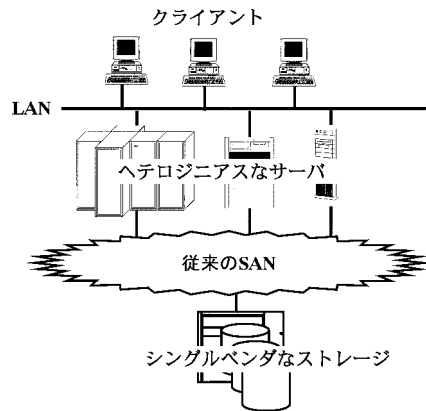


図 1 従来の SAN

及を図るには、その高すぎる敷居を下げる必要がある。

### 3.2 ストレージ仮想化とは何か

SAN は、ストレージをサーバから分離独立させ、全ファイルを物理的に集約した。しかし、SAN を構成するストレージ上のデータは、論理的には相変わらずサーバの OS やアプリケーションと密接に関係している。ストレージ上にあるさまざまなサーバのデータは、物理的には一箇所に存在しているが、論理的には一つの管理単位として全く統合されていないのである。ストレージ・ネットワーキングとしての SAN の機能をより高めるためには、SAN を構成するストレージ上のデータを論理的にもサーバから独立させ、ストレージ装置側で物理的かつ論理的に一括して制御し管理できるようにする必要がある。そのための技術が、ストレージ仮想化技術である。

ストレージ仮想化では、サーバの OS やアプリケーションから見たストレージの論理ビューとストレージ内の物理的インプリメンテーションを分離する。つまり、外側から見たストレージの見え方とストレージの物理的な存在を分離する。ディスク本体は、かなり以前から仮想化されている。RAID 技術によって、シリンダ、トラック、ディスクのブロック配置といった個々のディスク装置レベルで仮想化が実現された結果、ハードウェアレベルでのミラーリングやストライピングが実現された。ストレージ仮想化技術は、同様なことをストレージ・ネットワーク全体で実現する。

“ストレージの仮想化” という概念自体は、特に新しいものではない。すでに 1990 年代に単一キャビネット仮想化技術が提供されている。やがてストレージ仮想化技術は、単一キャビネット仮想化からネットワーク仮想化に移行した。今日では、従来のストレージ仮想化技術に、集中化されたストレージ・プールをストライピングすることによってそのすべての空き領域を無駄無く使用する能力と、ストレージを集中管理したうえでこれをヘテロジニアスなサーバネットワークから使用する能力とが加えられる。こうした能力は個別にも大変有効な能力であるが、組み合わせることで、より高速で拡張性や可用性に富んだシステムが実現できる。かつてネットワーク OS が、ネットワーク・コンピューティングの普及を促したように、ストレージ仮想化技術はネットワーク・ストレージにおける“キラーアプリケーション”にな

る可能性を持っている。

### 3.3 ストレージ仮想化の利点

ストレージ仮想化技術は、論理ボリュームの導入を通してストレージ管理に数多くの利点をもたらす。結果としてストレージ管理作業は単純化され、コストが削減できる。アプリケーションとストレージ装置間の物理的な1対1の関係から解放され、ストレージ装置が物理的装置単位ではなくむしろアプリケーション単位で意識できることから、ストレージ管理の面から多くの利点を生まれる。

#### 1) ヘテロジニアスなストレージ環境の実現

仮想化によって、図2のようなストレージ・ネットワークのオープン化が実現する。サーバ、ネットワーク・ハードウェア、ストレージ・ハードウェアと、全ての物をマルチベンダ化することが可能になる。現在のSANではサーバをヘテロジニアスに接続できるようになりつつあるが、ストレージ・デバイスは一社に縛られてしまう。ストレージを仮想化すれば、容量、スピード、価格の異なるさまざまなベンダーのストレージ製品を自由に組み合わせて使用することができる。

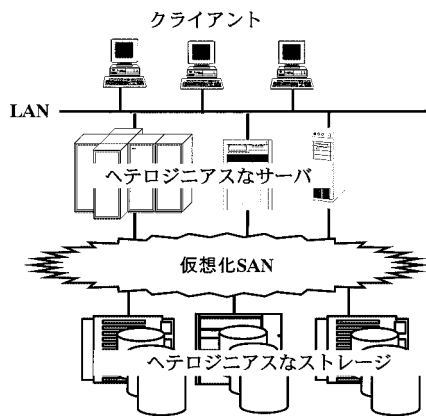


図2 仮想化された SAN

#### 2) ストレージ管理の簡略化

ストレージ・ネットワークの構造が複雑になるにしたがって、この複雑さを隠蔽する必要がでてくる。ヘテロジニアスなサーバとヘテロジニアスなディスク間での、データのコピー、スワッピング、ミラーリング、そして LUN (Logical Unit Number) マスキング、LUN マッピング、クラスタリングなどのストレージ管理に関するあらゆる作業が集中化された単一コンソールから容易に行なえるようになる。

#### 3) ストレージ・ハードウェア・コストの削減

ストレージ仮想化により、ストレージ・ハードウェアそのものが高機能である必要はなくなり、安価なディスクを使用してもさまざまなストレージ・ソリューションを導入できるようになる。



## 4) ストレージの使用効率向上

さまざまなサーバが巨大な集中ストレージ・プールに接続され、これを共有することで、必要なときに必要なだけのストレージ容量を割り当てる。使用容量が不要になれば、ストレージ・プールに返還する。アプリケーション・サーバが割り当てられた領域が不要になった場合、そこに割り当てた仮想ディスクを削除するだけで、空き領域としてストレージ・プールに返還され、他のサーバのニーズに使えるようになる。

## 5) コンフィギュレーション管理の簡略化

ストレージのコンフィギュレーション定義が容易になる。異なる RAID レベルが混在しても良いし、その変更も容易である。システムを止めることなく RAID グループを生成し変更できる。

## 6) ストレージ拡張性向上

サーバに接続されるストレージ装置が物理ストレージから論理ストレージに置き換えられることによって、サーバにつきまっていたメディア管理の問題のほとんどが解消される。物理装置の割り振りの変更を論理的コンフィギュレーションの変更をすることなく臨機応変にすることができ、サービスの中断も発生しない。

また、ストレージの運用管理面に加えて、データ管理の面においても多くのメリットがある。

## 1) データ管理の簡略化

データの管理、コピー、ミラーリング、スワッピングがディスクアレイ内でも SAN にまたがってでも容易に行える。

## 2) スループット向上

論理ボリュームでは、データを細分化して複数のディスクまたはセグメントに格納できる。つまり、データを複数の物理装置にまたがって分散配置でき、データの格納と取り出しにかかる時間を短縮することができる。ストライピングすることによってデータが分散配置されるため、データベースのホットスポット(DB アプリケーションからのアクセスが継続的に特定のスピンドルに集中することによっておきるボトルネック)が、非常に効果的に削除できる。

## 3) データ信頼性向上

冗長コピーを作成することで、記憶媒体に障害があったときの影響を軽減するのに役立つ。論理ボリュームにより、ローカルとリモートの両方でボリュームミラーリングが可能になり、かつ自動的に維持できる。論理ボリュームを利用していると、ディスクイメージのスナップショットを作成するのが容易である。

## 4) 大容量ファイルの格納

複数の物理デバイスを統合して一つの大きな論理ボリュームを作成することができる。きわめて大容量なデータを容易に割り当てることができる。

## 3.4 ストレージ仮想化の実装

ストレージ仮想化の実装には、仮想化ロジックの置かれている位置によっていくつかのバリエーションが存在する。

### 1) サーバ・レベル仮想化

サーバごとに特製デバイスドライバ(LUN マスキングドライバ)をインストールし、自分のものではないストレージ・リソースにはアクセスできないようにする。LUN マスキングドライバは、集中管理プログラムによって配置されることが多い。この集中管理プログラムはサーバ上に存在することもあるし、外付けのこともある。この方法は異機種ストレージの混在が可能であり、SAN 側が変更不要であるというメリットがある。小規模システムでは有効であるが、サーバのアーキテクチャに左右されるため、大規模なエンタープライズクラスの SAN では複数のサーバにまたがって管理方式を変更しなければならず、時間とコストがかさむ傾向がある。また、すべてのサーバが LUN マスキングドライバを持たねばならず、サーバとネットワークのパフォーマンスに影響する可能性がある。そして、最大の問題は管理者の知らないところで妥当な LUN マスキングソフトウェアを持たないサーバが接続された場合、共有リソースに対するセキュリティコントロールを抜けてストレージ・プール内の他のサーバのディスクを破壊する可能性がある点である。

### 2) ファブリック・レベル仮想化

サーバとストレージの間に位置する独立したアプライアンス(スイッチ、ルータ、専用コンピュータ)上のソフトウェアにストレージのアロケーション機能とセキュリティ機能を集約し、仮想ストレージ・プールを集中制御する。SAN ファブリック・レベルで仮想化を実現すれば、ヘテロジニアスなサーバに対してストレージ・プールを独立させることが可能である。サーバに影響を与えることなく、さまざまなストレージ・システムに対して単一のマネジメント・インタフェースで対応することができる。データフローとコントロールフローを同期させた In band 方式(Symmetric pooling 方式)と両者を別々に管理する Out of band 方式(Asymmetric pooling 方式)の二つの実装方法がある。

### 3) ストレージ・レベル仮想化(マルチホストアレイ)

RAID コントローラファームウェアとともに、ストレージサブシステム・レベルで実装される。パフォーマンスがよく、可用性も優れている。サーバの接続性には問題がないが、ストレージ側で利用できるディスクが限られるという欠点がある。しかし、もっとも大きな問題は、ストレージ・プールが単一のアレイ内にしか構成できないため、ストレージ・プールの大きさや構成が制約を受ける点である。複数アレイにまたがる集中管理機能をサポートするベンダは出てくると思われるが、マルチベンダサポートが実現されるかどうかは疑問である。

以上の三つの実装方法の他にも、ファイル共有を実現するファイルシステム・レベルでの仮想化というものもある。各ベンダの主張はその立場によってちがってくるが、当社としては二番目に述べたファブリック・レベルでの仮想化が最有力と考えている。以下に、改めてこれを詳細に紹介する。

## 3.5 ファブリックレベルのストレージ仮想化モデル

先にも述べたように、ファブリック・レベルのストレージ仮想化には In band 方式と Out of band 方式の二つの実装方法がある。どちらの方式でも、ストレージ仮

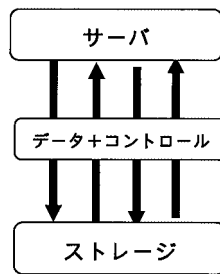


図 3 In band 方式ストレージ仮想化

仮想化を実現するソフトウェアは Fibre Channel ファブリック・スイッチにつながった Windows NT/2000 サーバもしくは UNIX/LINUX サーバ上に実装されている。

#### 1) In band 方式

図 3 のように、ストレージ・マネージャが動作するストレージ仮想化装置がデータ経路上に位置し、すべての I/O トラフィックをインターセプトする。すなわち、データフローとコントロールフローが同じパスを共有する。サーバに対しては物理ストレージ・リソースの論理ビューを見せ、それをディスクにマッピングする。論理ストレージから物理ストレージへのマッピングは、ストレージ・マネージャ（ドメインマネージャ or メタデータマネージャ）によって行われる。サーバ側に特にエージェントが必要なわけでもなく、サーバに対する影響も最小限にとどめられる。構造も非常にシンプルでロッキングやデータ共有に関する整合性規約の実現がより簡単である。ストレージ・マネージャはストレージへのアクセスを単に許可するだけではなく直接コントロールするので、セキュリティ、キャッシング、スナップショット、リモートコピーなどの機能が容易に実現できる。しかし、すべてのデータがストレージ仮想化装置を経由してサーバとストレージ間でやり取りされるため、負荷集中時にはストレージ仮想化装置がボトルネックになる可能性があるという欠点がある。したがって、パフォーマンスは全面的に拡張性に依存する。システムの規模によって、ストレージ仮想化装置をアップグレードする必要が発生する。SAN クラスタ内のストレージ・マネージャが、一つでなければならない理由は何もない。複数のストレージ・マネージャが協力しあってもかまわない。HBA (Host Bus Adaptor) が効果的に防御されていれば、不正アクセスに対するファイアウォールは容易にこのレベルで構築できる。

#### 2) Out of band 方式

データフローとコントロールフローは分離される。図 4 のようにストレージ装置上にはデータだけを置き、マッピングテーブルやロッキングテーブルのファイルは別サーバ上に置く。通常の I/O オペレーションに、ストレージ・マネージャが介入することはない。クライアントのファイルに対するアクセスが確立されてしまえば、すべての入出力は SAN を介してストレージ装置との間で直接行われる。このため、負荷集中時にもパフォーマンスが低下するようなことはおこらない。また、サーバやストレージの数が増えてシステムの規模が拡大しても、ス

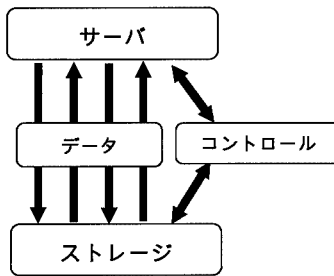


図 4 Out of band 方式ストレージ仮想化

ストレージ・マネージャにかかる負荷が増えるわけではない．非常に拡張性に優れている．しかし，実行時の I/O オペレーションをコントロールするために，ドライバソフトウェアか HBA のようなエージェントを各サーバに置く必要がある．さらに，スナップショットなどの機能はストレージデバイスに依存することになってしまうという欠点がある．

このように，In band 方式と Out of band 方式のストレージ仮想化にはそれぞれ長所と短所があり，どちらか一方が決定的に優位というわけではない．当社では，両者を組み合わせてサポートできないかと考えている．ハードウェア的に In band 方式コントローラと Out of band 方式コントローラの両方を並べて提供することも可能だし，さらに一歩進んで両方をサポートできるコントローラを開発/提供することも考えられる．こうすれば，ユーザはアプリケーション・システムによって In band 方式と Out of band 方式を使い分けることができるわけである．

#### 4. おわりに

SANARENA シリーズによって，CS シリーズのストレージ環境は大きく変わった．しかし，CS シリーズを取り巻くストレージ形態の進歩はこれにとどまるものではない．ストレージ仮想化技術によってストレージの物理的アロケーションがアプリケーション操作と分離され，サーバとストレージのコンポーネント化が一層加速される．これによって，リモート・ミラーリングとかサーバ・フリーバックアップのような既存の SAN や NAS のストレージ・ソリューションが，より一層洗練されたかたちで実現されるようになる．また，iSCSI やインフィニバンドなどの新しいインタフェースもここに統合されていくと思われる．しかし，ストレージ仮想化技術で最終的に目指すのは，ネットワークにまたがった“ポリシーベースのストレージ管理サービス”の実現である．“ポリシーベースの仮想化ストレージ管理アプリケーション”の登場が，新たな激しい競争を引き起こすであろう．ストレージ仮想化技術の進歩は，当面，“ストレージ管理サービスソフトウェアの充実”という縦の展開と，“ストレージ仮想化対象（サーバおよびディスク）の拡大”という横の展開の両方が並行して進むと考えている．

- 参考文献**
- [ 1 ] Marc Farley, “ Building Storage Networks ”, Osborne/McGraw Hill, 2000
  - [ 2 ] John R. Vacca, “ The Essential Guide to Storage Area Networks ”, Prentice Hall PTR, 2002
  - [ 3 ] Richard Barker, Paul Massiglia, “ Storage Area Network Essentials ”, John Wiley & Sons, 2002
  - [ 4 ] Mark Bluden, Mik Berx Debeys, Daeseop Sim, “ Storage Networking Virtualization What's it all about? ” ibm. com/redbooks, IBM, December/2000
  - [ 5 ] “ Storage Virtualization bonanza or banana skin? ” www. the 451. com, the ( 451 ) technology firestarters, October/2001

**執筆者紹介** 根 来 元 ( Gen Negoro )

1982 年関西学院大学文学部心理学科卒業 . 同年日本ユニシス( 株 ) 入社 . A シリーズ金融オンラインシステム System F の開発・導入 , A/NX シリーズの各種ランゲージプロセッサやスクリーンデザインユーティリティなどの開発・受入・保守 , A/NX シリーズソフトウェア製品の受入れなどを経て , 現在 , ブロードバンドビジネス事業部基盤統合コンサルティング課に所属し , ストレージ製品のマーケティングに従事 .