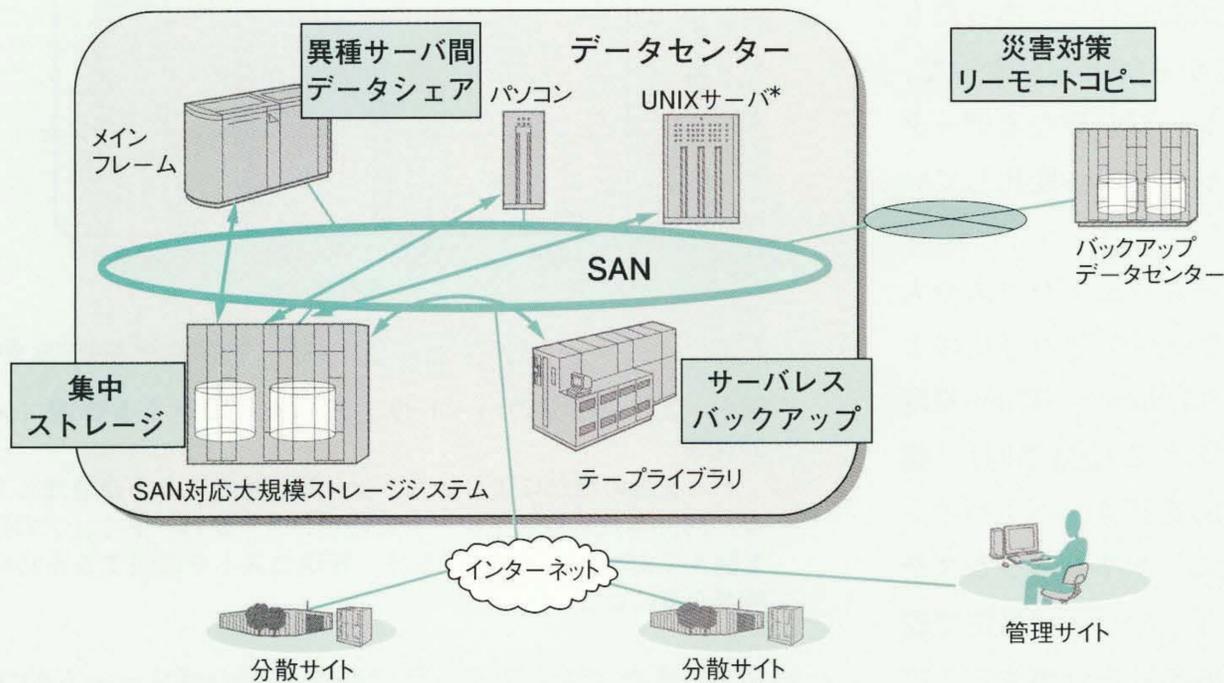


21世紀のストレージソリューションの技術と展望

Storage Solution Technologies and Outlook for the 21st Century

大枝 高 Takashi Ôeda



注：略語説明ほか

SAN(Storage Area Network)
*UNIXは、X/Open Company Limitedが独占的にライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標である。

SANが実現するコンピュータシステム環境

SANの登場により、ストレージ装置はサーバから独立して高機能化し、データ運用機能を備えるようになった。ストレージ装置がバックアップなどのデータ運用機能をサポートすることにより、従来と比べて飛躍的に多量のデータを効率よく管理することが可能となる。

大規模なデータウェアハウスやウェブサーバを利用するデジタルエコノミーの発展により、情報の価値が飛躍的に高まり、情報を格納するストレージシステムの重要性が拡大している。このため、ストレージシステムは大容量のデータを効率よく管理し、24時間365日安定した稼働を保證するための機能を持つ必要がある。

SANを導入することにより、複数のサーバのデータを集約して効率的に管理することが可能となり、SAN対応ストレージが提供するリモートコピーやバックアップなどの機能を利用することで高信頼な運用を実現することができる。広帯域ネットワークの普及でiDC (Internet Datacenter)が登場し、ストレージ運用のアウトソーシングビジネスが立ち上がってきた。iDCを活用することにより、SANが提供するメリットを容易に享受することができる。SANの技術は今後、インターネットの標準プロトコルであるTCP/IPを利用したIP-SANへと拡張されていく。

1 はじめに

今日、コンピュータシステムのデータ容量が爆発的に増大したことにより、データの管理コスト、24時間365日運用、災害時のデータ保証などに対応して、ストレージシステムはいっそう進化しつつある。高速なストレージ専用ネットワークであるSAN(Storage Area Network)によってストレージを集約し、一元管理することで、管理コストやサーバ、ネットワークの負荷を削減し、システム全体の高性能化、高信頼化を図ることができるようになった。一方、接続するポートを複数持つ大規模なストレージシステムを中心に置き、SANでサーバ群に接続する「ストレージコンソリデーション」が進展し、iDC (Internet Datacenter)などによって災害時のデータ復旧や、容量拡張などの運用が保証されるようになった。今後、TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet

Protocol)網を利用したストレージ専用ネットワークであるIP-SANが普及すれば、災害対策が安価に実現でき、24時間365日稼働に対応した高可用システムの構築が加速されるものと期待できる。

ここでは、ストレージの大きな変革を促進するSAN技術や、iDC、IP-SANについて述べる。

2 ストレージ技術の変遷

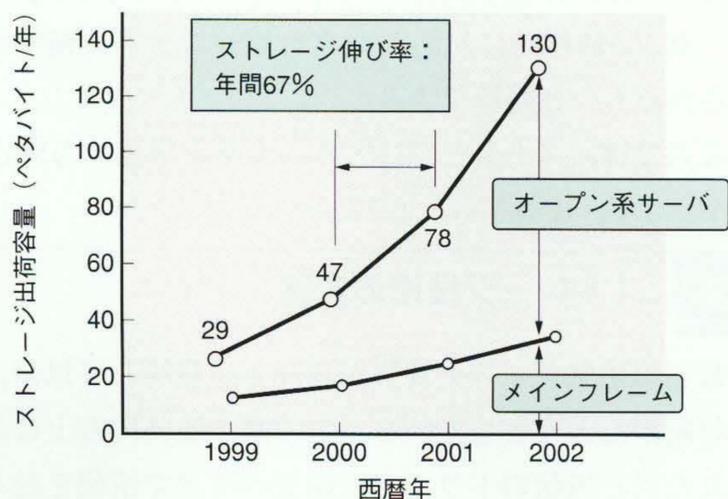
最初の磁気ディスク装置が1956年に登場して以来、約半世紀がたとうとしている。この間、磁気円盤上に記録された同心円状のトラックに磁気ヘッドで情報を読み書きするという基本構造は変化していない。これは、日進月歩のコンピュータ技術の中で、異例の長寿命である。しかし、磁気ディスクを用いたストレージ装置のアーキテクチャをシステム的に見ると、着実な変化がある。特に、最近のSANの登場により、ストレージシステムは新

しい時代を迎えようとしている。

ストレージシステムの変化を端的に表しているのが、コンピュータシステムにおけるストレージの価格比率である。1990年代前半にはこの比率が30%程度であったものが、SANが普及し始める1999年から2000年にかけて、50%を超えた。このことは、ストレージが単なるデータ格納庫から、付加価値を提供するシステムへ変化していることを表している。

この具体的な背景としては、データウェアハウスや大規模WWW(World Wide Web)サーバなどの普及により、コンピュータシステムのデータ容量が年率70%程度の高率で増加していることがあげられる(図1参照)。総データ容量がテラバイト(10¹²バイト)を超え、ペタバイト(10¹⁵バイト)に接近するサイトもある。ストレージシステムをそれぞれのサーバの周辺装置としてサーバ単位で管理する従来の手法では、これだけの容量を管理するのに多大なコストがかかる。ある調査では、ストレージ管理コストが導入時のハードウェアコストに比べて8倍にもなることが報告されている(図2参照)。

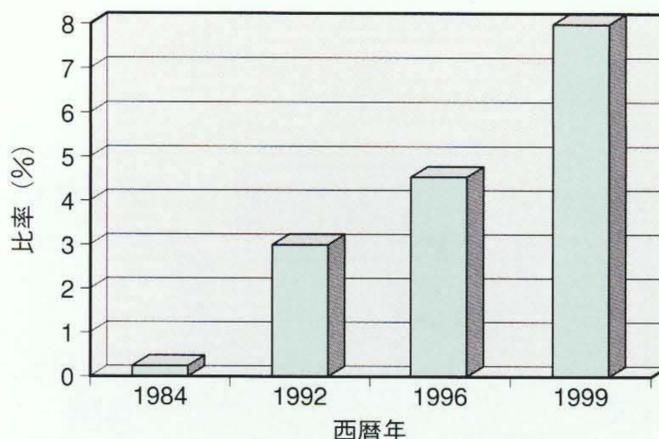
そのため、接続するポートを複数持つ大規模なストレージシステムを中心に置き、高速なストレージ専用ネットワーク(SAN)でサーバ群に接続する「ストレージコンソリデーション」が普及してきた。これは、ストレージを集約し、一元管理することにより、管理コストを削減することがねらいである。ストレージを集約することにより、従来の環境ではサーバプラットフォーム別に異なった管理手法を用いていたのに対し、統一的な手法で管理



出典：International Data Corporation (1999)

図1 ストレージ出荷容量の伸び

ストレージの出荷容量はデータウェアハウスやWWWサーバの普及により、年率67%という高率で伸びており、2002年には130ペタバイト(1ペタバイト=100万ギガバイト)に達すると予想されている。



出典：Storage Networking World

図2 ストレージのハードウェアコストに対する管理コストの比率

データ量の増加により、ストレージの管理コストが急増している。1990年代にはストレージの管理コストがハードウェアの価格を超えて8倍にまで達しており、管理コストを削減するための技術が必須になってきた。

でき、また、容量管理の点でも未使用のボリュームのプールを複数のサーバで共有できるため、効率のよい運用が可能となる。さらに、ストレージシステムにバックアップや災害対策用のリモートコピー機能などのデータ管理機能を持たせることにより、管理コストをさらに削減することができる(41ページの図参照)。

このようにしてストレージシステムの高機能化が進行し、大規模データウェアハウスや24時間365日運用が必要とされるネットワークビジネスを支えている。今後もこの方向に沿って、ストレージシステムがさらに高度なソリューションを提供するようになるとともに、SSP(Storage Service Provider)の普及により、企業の枠を越えたストレージコンソリデーションや、インターネットでの主流であるTCP/IPを利用したストレージ接続システムなどが進展するものと予想する。

3 SAN技術の現状

前述のように、SANの第一義的な効果は、ストレージコンソリデーションによる管理コストの削減である。ストレージ装置がサーバから独立し、従来サーバが行っていたバックアップなどのデータ運用機能の一部をストレージ装置側で行うことにより、管理コストやサーバのCPU負荷、ネットワークの負荷を削減し、システム全体の高性能化、高信頼化を実現する効果も得られるようになる。それらの代表的な機能は以下のとおりである。

3.1 サーバレスバックアップ

従来の大規模システムでは、サーバがストレージのデータを読み込み、TCP/IPネットワークでバックアップ

サーバに転送し、これをバックアップサーバに接続されたテープライブラリに書き込むという手順をとっていた。しかしこの方法では、大量のデータ転送により、サーバのCPUサイクルとネットワークが消費されることになる。

この問題を解決するために、SAN内に「データムーバ」と呼ばれるデータ転送を実行する機能を持った装置を設け、バックアップサーバの指示に従ってデータムーバがストレージ装置のデータをファイバチャネル経由で読み込み、これをテープライブラリに転送する「サーバレスバックアップ」と呼ばれる方式が開発された。データムーバは、「サードパーティコピー」と呼ばれる、拡張されたSCSI(Small Computer System Interface)コマンドを実行する。サードパーティコピーコマンドは、ANSI(米国国家規格協会)に提案がなされ、審議されている段階であり、日立製作所は今後、バックアップソリューションの一つとしてこの方式をサポートする計画である。

3.2 リモートコピーによる災害対策

インターネットを利用したネットワークコマーシスは、24時間365日いつでも使えることが前提である。システムがダウンすると企業に大きな損害を与え、場合によっては存続すら危ぶまれる事態を引き起こす。このため、サーバなどの機器障害だけでなく、火災や地震などの場合でもサービスを継続できるように、リモートサイトへ常にデータをコピーする方式がとられるようになってきており、このためのデータコピー機能(リモートコピー機能)を持つストレージ装置が発表されている。サーバ側にこの機能を持つ場合に比べ、ストレージ装置で実装することにより、サーバのCPUサイクルとネットワークへの負荷が低減できる。また、サーバ上のプロセスが停止する確率よりもストレージ装置が停止する確率のほうが低いという利点もある。

データコピー機能は、同一キャンパス内など10 km以下の距離であれば、ファイバチャネルだけで接続が可能である。しかし、それを超えて遠隔地へコピーする場合、SAN間を接続する伝送路が必要となる。現在、SAN間接続としては、ATM(Asynchronous Transfer Mode)網やIP(Internet Protocol)網、WDM(Wavelength Division Multiplexing)などがあり、ファイバチャネルとそれに用いるゲートウェイが開発されている。

3.3 異種サーバ間データ共有

SANによってストレージコンソリデーションを実現しても、各サーバのデータが一つの大規模ストレージ装置

内に格納されているだけであり、そのままではサーバ間でデータが共有できるわけではない。大規模データウェアハウスでは、主にメインフレームで構築される基幹系から大量のデータを抽出する必要がある。これにネットワークを使用するとCPUサイクルが多量に消費され、基幹系の性能を低下させる。このため、メインフレームとオープンシステムから共有できるストレージを、データ転送バッファとして用いる方法が使われ始めた。ストレージとのデータ転送に用いられるSCSIなどのプロトコルは大量のデータ転送に関してはネットワークに用いられるTCP/IPよりも効率がよく、CPUサイクルの消費が少ない。

さらに、一般的な異種サーバ間のデータ共有目的には、NAS(Network Attached Storage)が使われる。NASはアプライアンスサーバの一種として管理が容易で、ファイルの共有機能を持つことから、普及が進みつつある。しかし現状ではまだ、ミッションクリティカルな用途への対応と、サーバの負荷の点ではSANのほうが有利なため、用途に合わせた使い分けがなされている。

4

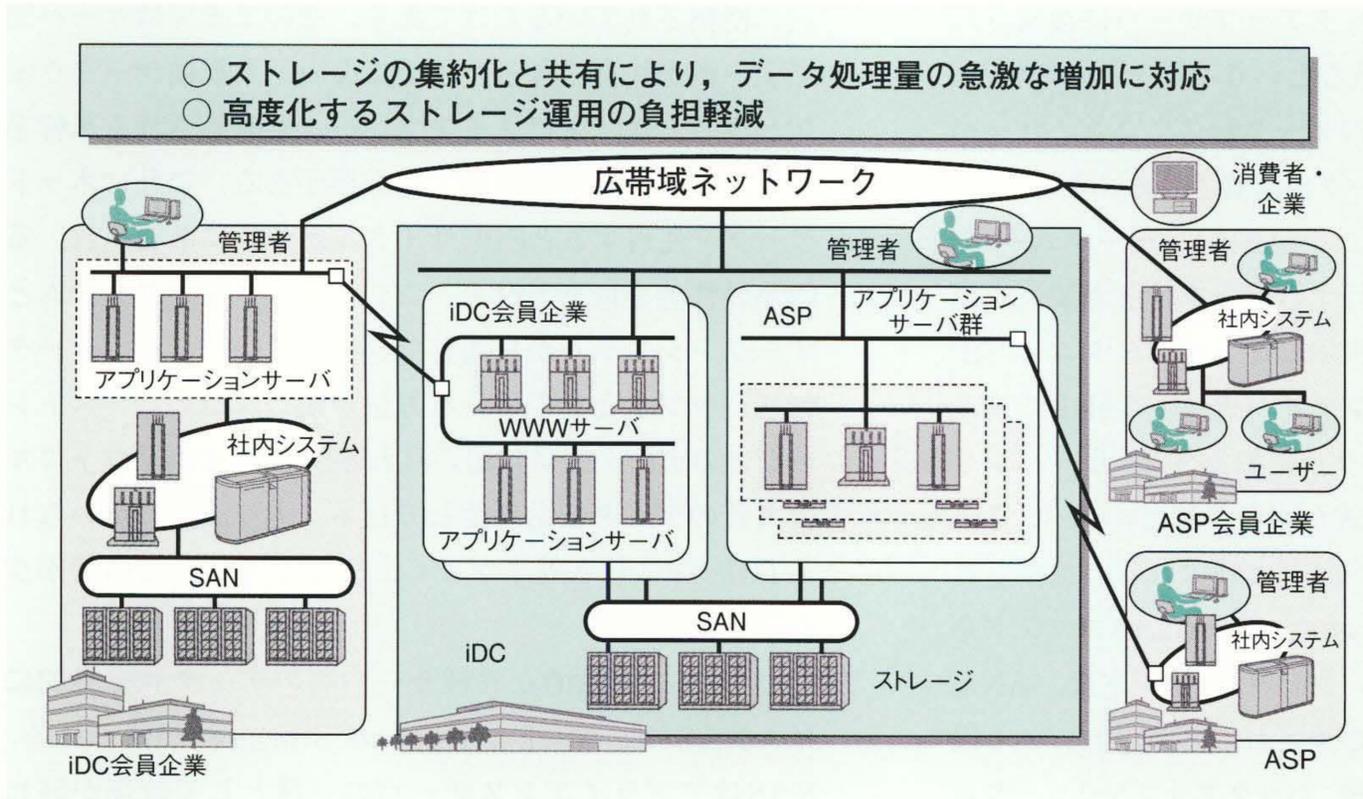
デジタルエコノミーを支える データセンターの今後

4.1 iDCの普及

ストレージコンソリデーションは企業の枠を越えて進展しており、iDCやSSPが登場してきている(図3参照)。企業は、これらを利用することによって爆発的に増大するデータの管理から解放され、本来の業務に集中することができる。さらに、ネットワークビジネスで必要となる24時間365日運用や、災害時のデータ保証、容量拡張などの運用が保証されるという利点がある。

iDCの普及には企業とiDC間、および地域的に分散して災害時に代替運用できる、各サイト間を結ぶ広帯域網が必須である。広帯域網用の伝送路としては、ATMなどに加え、波長多重技術を利用したWDMが注目されている。

日立製作所は、このWDM技術を提供しており、米国では、西リングと東リング、およびフロリダリングの三つのWDMリングでカバーする広帯域伝送路(総延長約2万km)を布設してiDCを結ぶ計画を発表している。わが国でもこのような通信基盤が整備され、iDCが普及するとともに、コンテンツ配信や、電子政府などのようなサービスが提供されてくるものと考えられる。



注：略語説明
ASP (Application Service Provider)

図3 デジタルエコノミーを支えるインターネットデータセンター

iDCを利用することで急増するデータ管理コストを削減し、本来の事業に集中することができる。iDCでは、SANを利用した高速なデータ管理を行い、大規模なデータを24時間365日利用できる環境を提供する。広帯域ネットワークの普及により、iDCの普及が加速される。

4.2 IP-SAN

SANの今後の動向として最近注目を集めているのが、インターネットで普及しているTCP/IP網を利用したストレージ専用ネットワーク“IP-SAN”である。

IP-SANでは、ファイバチャネルスイッチの代わりに、Ethernet[®]スイッチでストレージとサーバを接続する。使われるプロトコルはTCP/IP、場合によってはUDP (User Datagram Protocol)/IPである。前述したように、現時点では上位レイヤプロトコルとしてSCSIを用いたファイバチャネルのほうが大量のデータ転送に有利である。しかし、(1) TCP/IPで一般的に使われるEthernetのほうが10 Gビット/sへ早期に移行しそうなこと、(2) TCP/IP網の上位レイヤプロトコルとしてSCSIを実装する規格 (iSCSI) が提案されたこと、(3) TCP/IPアクセラレータハードウェアによってファイバチャネルと同程度のCPU負荷でTCP/IPが処理できる可能性がでてきたことなどにより、IP-SANの実現が期待されている。

IP-SANが普及すれば、課題であった互換性や管理の問題が改善し、また、広域接続についても安価な基盤が利用できるという利点がある。災害対策も安価に実現でき、24時間365日稼動に対応した高可用システムの構築が加速するものと考えられる。

IP-SANの普及の条件がすべてそろえるには、まだ数年はかかると思われる。しかし、NASとSANの統合という意

味からも、この動向は興味深い。現在は用途によって使い分けているNASとSANのストレージコンソリデーションが進展し、ストレージの高機能化やデータ運用にかかる管理コストの低減がますます加速すると予想する。

5 おわりに

ここでは、ストレージシステムの新たな時代を築くSAN技術や、iDC、IP-SANについて述べた。

SANは単にストレージコンソリデーションを実現する方式であるだけでなく、ストレージ装置がサーバから独立し、データ運用に関する機能を独自に持つようになるという点で、ストレージ技術の大きな変革を促し、この流れは、IP-SANへの移行により、さらに次の段階へ進んでいくものと考えられる。

また、広域接続に対応したストレージネットワークの実現により、グローバルなストレージサービスが進展する。日立製作所は、ストレージのリーディングカンパニーとして、このような新技術をいち早く開発し、これからのIT社会を支えるサービスの提供を目指していく。

執筆者紹介



大枝 高
1985年日立製作所入社、システム開発研究所 所属
現在、SAN対応ストレージシステムの研究開発に従事
情報処理学会会員
E-mail : oeda @ sdl.hitachi.co.jp

※) Ethernetは、米国Xerox Corp.の商品名称である。