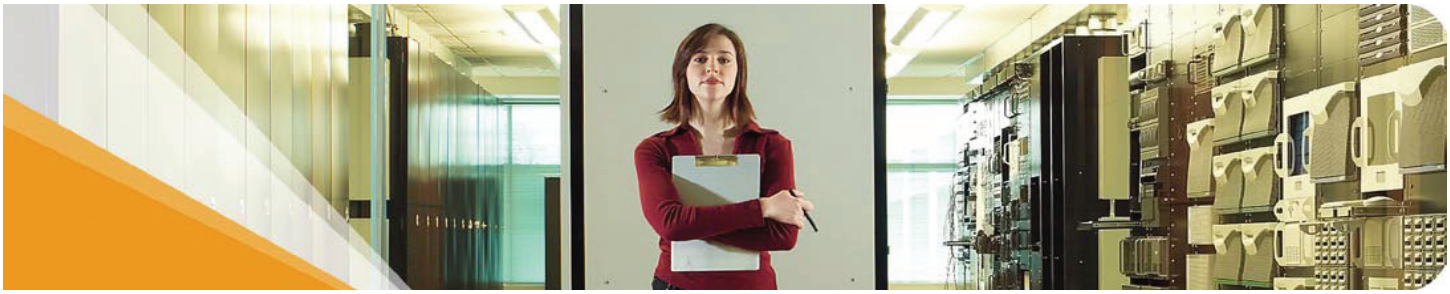
Whitepaper

エンタープライズに根付くSerial Attached SCSI (SAS)

Harry Mason
President, SCSI Trade Association (STA) / Industry Marketing Director, LSI Corporation



待望の6Gb/sのSerial Attached SCSI (SAS)が登場したことにより、SASアーキテクチャとその技術は、既存のエンタープライズ環境でも、あるいは既存の枠に当てはまらない新しいエンタープライズ環境でも存在感を増している。

このホワイトペーパーでは、SAS技術のルーツを探り、SASアーキテクチャがエンタープライズ市場に適している理由、そして、SAS技術がITデータ・センターにおける役割の拡大を通して更に進化していく過程を論じる。また、SASの機能の成長とエンタープライズ環境へのSASの普及を検討した後、SASの新たな進化の機会を展望し、SASアーキテクチャがエンタープライズの増大し続けるニーズに適応して進化していく過程を考察する。

Chapter – 1
パラレルSCSIのつまずき

1990年代後半、標準的な高容量サーバ市場は重大なジレンマを抱えていた。主要なストレージ・インターフェースであるSCSIが、その投資保護のレベルの高さから広く使用されていたものの、市場の拡大する要求に付いていけなくなっていたためである。ウルトラ320 SCSIは内蔵型インターフェースやダイレクト・アタッチト・ストレージ(DAS)用の主要なドライブ・インターフェースとして業界から広い支持を獲得、ソフトウェアのソリューションも実証され、最大20年間をカバーする前方・後方互換性による豊富な資産にも支えられて、最も一般的なサーバ・ストレージ・インターフェースへと成長してきた。

しかし、伝送速度が高まり、(ケーブル長の短さ、電磁干渉(EMI)、信号整合性などの)全般的な接続性が次々に課題になると、最新世代のサーバ開発コストを押し上げ、しばしば市場投入を遅延させるという不健全な傾向を呼び、事業への負担が大き過ぎることが明らかになった。

「実験実証済み」で多年利用可能なSCSIインターフェースは、ほぼオンデマンドで拡張することを要求され、次世代のプロセッサやシステムの投入に対応できるタイム・トゥ・マーケットの短縮を迫られ、複数のクラスに階層化されたストレージの実現を要求される新世代のサーバやストレージ・システムには適さないことが徐々にわかってきた。

高信頼性と高可用性を持つ堅牢なエンタープライズ級のストレージは、データへのアクセス頻度が低いにもかかわらずオンライン・アクセス可能でなければならない低コストの大量ストレージ製品の普及推進と、共存共栄しなければならなかった。この後者のストレージ製品群は「ニアライン」ストレージと呼ばれることが多く、ストレージ市場でも最も成長している分野の一つとなっている。

しかし、パラレルSCSIを凌ぐ代替技術が何なのかは、当時、まだ明らかではなかった。SATAが市場で勢力を増しており、業界アナリストの一部は、SATAが今後必要とされる唯一のインターフェースになるであろうと予測していた。しかし、SATAインターフェースは、特にエンタープライズ・ストレージにおいて多くの課題を抱えており、専門家は、SCSI対応の高機能、高性能、高信頼性のソリューションが迅速に出現し複数のサプライヤから広く支持されるようになるとは確信していなかった。

ファイバー・チャネルも支持者層が厚く、既に実装されているSCSIソフトウェアを活用してパラレルSCSIが解決できなかった距離と接続性の問題を解決できることから、エンター

プライズ市場にその地位を築いた。ファイバー・チャネルは主にエンタープライズ市場の外部ストレージ部門でその強さを発揮していた。

このような外部ストレージ環境はエンタープライズにおける有意義な価値を持つに至り、一方、SANアタッチト・ストレージはストレージ関連投資額の点では成長著しいものがあったが、その影響はエンタープライズ・ディスク・ドライブ全容量の25～30%にとどまっていた。エンタープライズ・ドライブ容量部門の大部分はサーバ市場の高容量DAS部門で占められていた。そして、ファイバー・チャネルを高容量サーバ・スペースにスケールダウンする試みが行われたが、これもサーバおよびストレージのOEM各社が望む技術・価格水準を満たすことができなかった。

Chapter – 2
SASの登場

SATAの機能拡張あるいはファイバー・チャネル機能のスケールバックは、いずれも短期的な機能要件と市場の長期的かつ広範なニーズの両面でサーバの要求事項を満たせなかったため、不適切であると考えられた。そこで、サーバ・メーカー、ドライブ・サプライヤ、コンポーネント・サプライヤから成る小規模ながら重要な業界有力者が、20余年のレガシーSCSIソフトウェアを保存しながら、ニアラインのストレージ機能を提供する手段としてSATAを採用し、顧客企業のニーズに沿って拡張し、かつ接続方式を標準化して市場にSFF(スモール・フォーム・ファクタ)ドライブによる高容量化の手段を提供するというビジョンをサポートする、新たなインターフェースの可能性を模索し始めた。

こうして、SASのビジョンが膨らみ始めることとなった。しかし、タイム・トゥ・マーケットの課題は依然として残っていた。この技術を市場にタイムリーに送り出すには、ストレージを取り巻くすべての環境をサポートする必要があり、それが実現できなければ、市場の著しい分裂というリスクを招きかねないという状況であった。

2001年には、各種委員会が組織、仕様が立案されて、リスクを最小化し全体的なタイム・トゥ・マーケットを向上するために、他の企画から開発されたコンセプトが活用されるようになった。技術とマーケティングの両面で標準化作業が本格化し、無理な初期開発目標を課すことなく大量のパラレルSCSIの代替製品を市場に出すことを目指すこととなった。

また、SASが有意義な業界イニシアチブであり、大容量サーバストレージ用の相互接続技術としての地位を約束され、最終的にはエンタープライズの外部ストレージの中核部分に据えるべき技術であることを市場に納得させる努力もなされた。

予想された通り、市場は当初非常に懐疑的で、単なる「また別のストレージ・インターフェース」の登場は、業界としては最も避けたい展開だと論じた。しかし初期のSAS支持者達は、業界はこの新たな取り組みなしで、主流である顧客要求事項を容易にサポートすることはできないと確信していた。そしてストレージ分野の積み重なる課題の深刻さを理解すればするほど、市場を根本的に開発し直そうという決意が強まっていった。

2004年には、第1回プラグフェストが開催され、高レベルの相互運用性が達成された。JBOD(Just a Bunch Of Disks)、バックプレーン、テスト機器などの基盤コンポーネントや、成熟市場で当たり前とされるケーブル類を使用せずに、業界は、FPGA、SATAケーブル、ファームウェア、および多数のデスクトップ・ファンを集めて、この仕様は成功すると、そして市場に早急に求められる新機能を提供しながらSCSIレガシーを保全できることを、関係者らに納得させることができた。その後、この技術を市場に浸透させる努力は、劇的に活発化していくこととなる。

SASがコスト、性能、レガシー互換性の全要件を達成することが明らかになると、2005年中を通じて、製品の確定注文が入るようになった。2006年第4四半期までには、高容量SASシステムへの移行は、市場におけるインターフェース技術移行の歴史の中で過去に類例のないスピードで進んでいった。

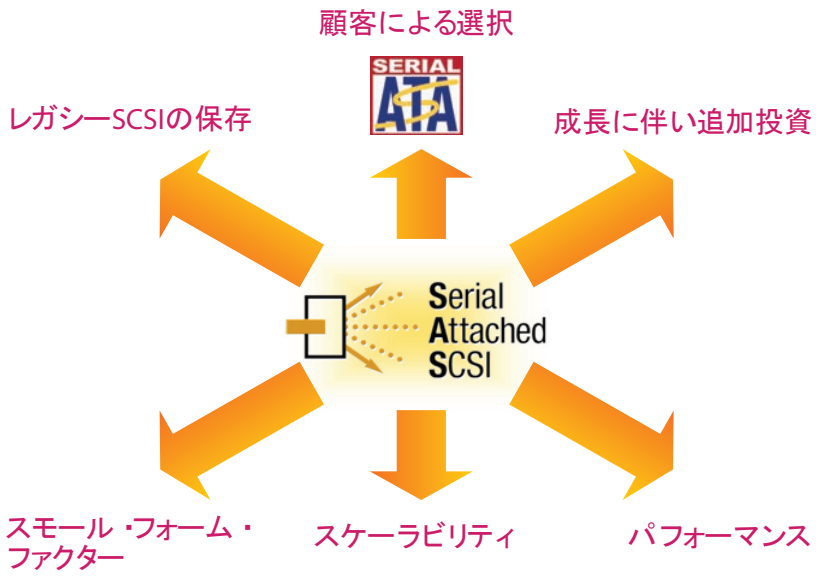


図1 – 重要なSAS特性

Chapter – 3
SASの基本

レガシーSCSIミドルウェアのサポート

パラレルSCSIと比較するとき、前述のように、SASは実装済みの豊富なレガシーのSCSIミドルウェア資産を維持することができる。ソフトウェアの保全という点は、パラレルSCSIの長年の成功に欠かせない要素だったが、他のインターフェース代替手段からSASアーキテクチャを際立たせる主要な要素でもあった。高価なカスタム・ソリューションを使用せずに過去から未来への橋渡しをすることができる点が、SASがパラレルSCSIを短期間で凌駕するにいたった重要な側面となった。

よりよい信頼性： ポイント・トゥ・ポイントとデュアルポート

ファイバー・チャネルと、記憶にも残らないうちに忘れ去られたSSA (Serial Storage Architecture) の市場での経験から、どんなループベースのトポロジーよりもポイント・トゥ・ポイントのストレージ・アーキテクチャの方が信頼できるということは、ほぼ誰の目にも明らかであった。ポイント・トゥ・ポイントのアーキテクチャは、全体的に、初期化もトラブルシューティングも保守も、より簡単であることが実証されていた。SASはしたがって本質的にポイント・トゥ・ポイントでなければならず、そのトポロジーは比較的多数の接続への拡張を可能にするメカニズムを備えている必要があった。

また、エンタープライズ・システムでは、ストレージへの1つのパスが使えなくなった場合のために、フェイルオーバー機能が必要であることが知られていた。ここでもファイバー・チャネルのデュアルポート機能が成功し、SASにおける基本的なフェイルオーバー・モデルとして採用された。さらに、幸運なことにSASで、キー付きのSATAコネクタを活用したデュアルポート機能を提供できるという効果的な方法が見つかった。この方法により、もともとのSATAプラグとの互換性を保ちながらフェイルオーバー機能を簡単に提供できるようになった。

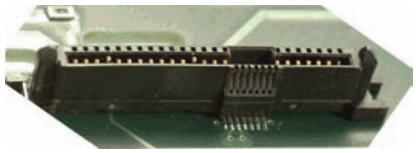
SATAとの共存

SASはSATAインターフェースを取り入れることによりOEM各社とエンドユーザに高い価値提案をすることとなり、アーキテクチャ内に直接的なSATA互換性を持つ唯一のエンタープライズ・ストレージ接続となった。

フル二重化と前述のデュアルポート化のような先進的な機能を提供しながらSATAと同じコネクタピンの割り当てを共有するこの能力は、SASとSATAのドライブを同じドライブ・エンクロージャ内で使用できるのみならず、マルチユーザの大規模ニアラインSATAストレージ実装において、SATAの大幅な拡張を可能にする業界標準の方法となる。

さらにこの能力は、顧客がシステムを購入した時点で固有の顧客ニーズに合わせて迅速にシステム構成を設計するシンプルな手段を、サーバOEM各社に提供する。業界標準で高容量の全ユニット構成部分を生かしながら、この高レベルな機能を提供できるため、OEM各社は広範な顧客要求事項に応じて、拡張可能なカスタマイズされたストレージ・ソリューションを提供することができるようになる。SAS固有のこの性能はストレージ市場にこれまでにない水準の効率性をもたらすもので、この事実に市場はようやく気付き始めた。

SATAは当初、小規模な拡張環境のために設計されたため、電気的仕様は主にケーブル配線による実装に適している。



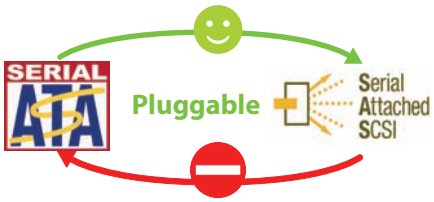


図2 – SASバックプレーンコネクタ – SAS & SATA ドライブ両方に対応

インターポーザ

SASの信号レベルは電気的に堅牢性が高く、SATAと比較してバックプレーンによる実装により適している。うまく設計されたバックプレーンを使用すれば、SATAドライブをSASコントローラ、SAS RAIDデバイス、またはSASエクスパンダに直接装着することができる。

よりよい電気的マージンと設計の柔軟性の向上のために、サーバまたはJBOD内のSASバックプレーンとSATAドライブの間にインターポーザを使用するストレージステムもある。このインターポーザは「テールゲート」デバイスとも言われ、SATAドライブを格納するドライブ・キャリアに一体化することも可能だ。

デュアルポートのSATA

このクラスのデバイスには、SASシグナルのシンプルな電気的リバッファリングからアクティブ - アクティブのマルチプレクサまで一連の機能が含まれている。これらすべてのデバイスが提供する基本的な電気的バッファリングは、信号の整合性を向上し、より大きな電気的マージンを提供し、ストレージ・システムのプロバイダに、設計における柔軟性を向上させるために設計されている。

より高度化されたデバイスでは、SATAドライブをシステム内のデュアルポート化ドライブとして認識させることができる。デュアルポート化はSASにネイティブで、この能力はエンタープライズにおけるファイバー・チャネルで一般的に導入されてきた。ポートの1つがドライブへのアクセスに失敗しても、デュアルポート化によりストレージ・デバイスへの代わりのパスが得られる。SATAドライブはプロトコルに内在の制限により単一のホストに接続されているものと認識しているので、一部のシステムでは、全体的なストレージの可用性を高めるために、初歩的な多重化を提供するインターポーザを必要とする場合がある。

しかし、また別のシステムではドライブ接続の2つのポートが双方「アクティブ」である

ことが必要で、SATAドライブが複数のホストからのコマンドを受信できるような設計が求められることもある。このような設計では、若干複雑性の高い、アクティブ - アクティブ・マルチプレクサ(AAMUX)と呼ばれるインターポーザが必要となる。AAMデバイスはドライバレベルでのフェイルオーバー機能を提供するだけでなく、適切なソフトウェアを利用して、SATAドライブを複数のイミテータからのコマンドをサポートし、アクティブポートを2つ持つSASドライブとして認識させることができる。

このようなデバイスはSAS仕様の一部として提供されるSATAトンネリング・プロトコル(STP)に依存し続ける。このSAS仕様は、このようなネイティブSATAデバイスのSASドライブとの共存を可能にするものだ。

「拡張に伴って投資する」アプローチへの転換

SASコントローラ・デバイスは可用なSASポートの数という点では拡張性に限界がある。顧客企業は実際に必要なポート数の分だけ費用を投資したいと考えており、もっとも基本的なコントローラ・デバイスは、コントローラ1基当たり4～16ポートまで提供する。

SASアーキテクチャをSASコントローラ・チップのネイティブなポート数以上に拡張する場合、SASトポロジーの拡張にエクスパンダと呼ばれるデバイスを使用する。

エクスパンダ製品は、通常12～36の追加ポートを提供する。追加ポートはカスケード式にエクスパンダをつなげることで追加することもできる。エクスパンダはサーバ内や(JBODなどの)ストレージ・エンクロージャ内に置くことも、あるいはより大規模なストレージ・アーキテクチャ内のスタンドアローンのスイッチエレメントとすることもできる。基本、SASコントローラもしくは1チップRAIDの許容出力数を超えるものはすべて「SASファブリック」を構成することになる。

顧客企業はストレージ容量拡張のニーズにしたがってSASポート数の追加分だけ支払いながらSASトポロジーを拡張することができる。この「拡張に伴って投資する」アプローチは、ローエンド市場で不必要なアーキテクチャ投資を課すことなくクライアント企業のニーズに沿ったトポロジーと「ファブリック」の柔軟な成長を提供し、SASの市場浸透を支援することとなる。

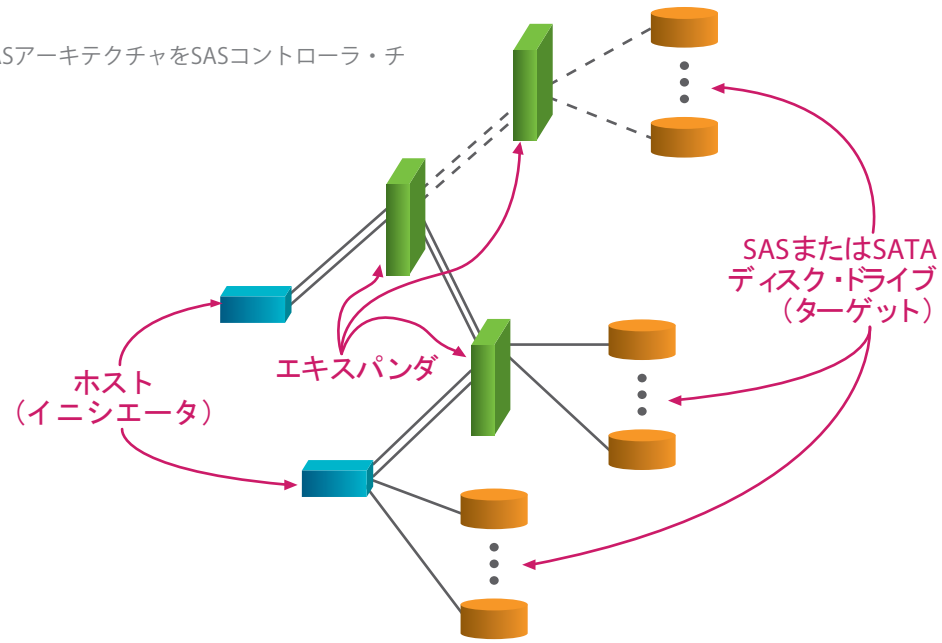


図3 – SASは多層ストレージ環境に対応するためにトポロジを拡大することが可能

密度： SFF 高密度ケーブル配線のソリューション

SASと同時期に、極度に高密度なストレージ・ソリューションを生むいくつかのトレンドが見られた。共通のサブストレート上に複数の高速シリアルポートをコスト効果の高い方法で統合する能力が、シリアル技術の一般的な方向性として現れ始めたが、SASはこの能力を最大に活用した最初の業界標準の1つと言える。

消費電力、サブストレート上のノイズ、I/Oパッド密度などが主たる制約になってコンポーネント・メーカーは単一ダイの上に複数の高性能、並行データ・ストリームを載せることができなかった。

しかし半導体技術の進展と長年のファイバー・チャネルのコントローラ設計から得たノウハウにより、8ポート、3Gb/sの全二重SASコントローラが1チップ上で48b/sのI/Oスループットを実現することができた。そしてこれには高性能のPCIエクスプレスのインターフェースが含まれていない。したがってこの可能性を残しながら、SASはこの最新の能力をフルに活用できるタイミングで登場したことになる。

こうした統合機能と新世代のコネクタやケーブルを組み合わせることにより、適度に細く柔軟なケーブル配線で最大4つの同時リンクまでサポートしながら、システム内に大幅に改善されたエアフローを確保できるマルチプルSASポートを実現できるようになった。

このミニSAS SFF規格は、内部および外部に多数のポート数をもつSAS接続を要求する高密度ストレージ・プラットフォームのためにスペース効率の優れたソリューションを提供することとなる。

しかし、SASがもたらした最も重要なトレンドは、やはり3.5インチのディスク・ドライブから2.5インチのSFFドライブへの移行であろう。この移行により、前例のないまったく新しい

クラスのエンタープライズ・ストレージが可能になったからである。

1Uサーバのフォーム・ファクタでRAID 6 をサポートする性能や、3Uのラックに20個を超えるドライブの搭載を可能にする性能は、システム全体の外寸を劇的に小型化し、ストレージ展開モデルの効果的な改善、必要とする床面積や電力消費量の削減などの重要な役割を果たした。

これらを総合すると、この新しいソリューション密度パラダイムは市場を予期しがたい方向に変化させており、そのすべての影響の全貌はまだ明らかになっていない。しかし、はっきり分かっていることはダイレクト・アタッチド・ストレージ(DAS)のモデルが復活したことであり、その大きな原因が統合/小型化のトレンドであったこと、そしてSASの登場によって普及してきたことである。

より多くのドライブ、ワイドポート、高スループット、IOPSへの拡張

以上、SASがもたらした数多くの変化を見てきたわけだが、性能も少なからず向上した。

SASは新世代PCIで使えるようになった帯域幅を有効に使用し、必要なポート数以上のポートを提供して標準システム接続規約の限度まで完全に供給するが、これはコントローラを追加ポート数に合わせてスケールアップするか、もしくはコントローラ・カードを追加ポート数だけ挿入するだけでおこなうことができる。

加えて、SASは、「ワイドポート」という機能を使用してこれらのマルチポート・コントローラの帯域幅を合算するという固有の性能も持っている。SASでは、複数のポートを何個でもロジック的に組み合わせて、アプリケーションの需要に合った帯域幅まで拡張された仮想高速伝送路を実現することができる。この機能は、多数のエンタープライズ・ドライブを拡張したい場合や、高い帯域幅を必要とするストリーミング・アプリケーションのスループットが最重要な場合に、システム性能を確保する大変重要なものである。

従来のエンタープライズ系のシステムでは小さなブロックI/O性能を重視してきたが、新登場の方式では非定形のデータをますます大量に扱い、I/Oスループットが今後さらに重要な課題になってゆく。データベースへの検索要求や交換サーバなどのアプリケーション環境ですらI/Oスループットによって性能が制約される可能性がある。SASはこうしたシステムのボトルネックを事実上粉砕し、こうした帯域幅を強く求めるアプリケーションを最後のPCIスロットまで使い切ることなく拡張することを可能にする。

この拡張は小さなブロック性能の改善にも役立つ。「ショート・ストローク」のディスク装置を好むカスタマは、しばしば作動装置が同時にいくつ動作できるかで性能が制約されることとなる。SASはSFFのドライブの大きなグループに対して無数のI/Oを起動することができ、ドライブ装置を並行に動作させる機能を使うことにより、処理件数の多い環境でのI/O性能を大幅に改善することができる。

ワイドポート、SFFの密度とほとんど無制限の拡張性に支えられた複数のドライブ、それに高いロースループットが組み合わさったSASは、広く一般に可用な最高の密度と最高性能を持つストレージ間接続である。そしてこれらの成長するアプリケーション環境に対する市場の需要によって、さらに広い分野でSASの採用が推進されることとなるはずである。

6Gb/s SAS: SASをエンタープライズ用に強化する

このような際立った特徴に支えられ、SASは主流のサーバ市場でパラレルSCSIを凌駕するに足る能力を備え、SASの訴求力ある新機能セットをいち早く取り込む高性能アプリケーション環境をすでに視野に捉えている。しかしストレージ市場が成熟するにつれて、少ないコストで多くを実現するニーズもまたSASへの要求として求められた結果、仮想化、より堅牢なデータ保全方式、より優れた操作性、より大きな拡張性などの新しい市場トレンドをサポートする新機能が求められている。

こうした要求への対応なくしては、SASの利便性は限定され、エンタープライズ分野でのさらなる普及が難しくなるだろう。そこで規格作成のグループは、オリジナルのSAS資料を若干整理した後で、SASへの投資がエンタープライズ分野にもっと深くテコ入れされるような方向にSASを改良するよう、作業を開始した。

エンタープライズの拡張性：

エクスパンダのゾーニング

SASはそれ自体が数千個単位のサーバおよびストレージ・デバイスに対応できる能力を有しているが、現実の実務を考えると数百のデバイスで作業をする場合ですら、仮想サーバ環境で複数のホストで運用できるように、ストレージ・デバイスもしくはサブシステムを一貫した法則で割り当て、あるいは「ゾーン分け」する必要がある。多様な動作ドメインを共用ストレージ・プールに割り当てるこの能力は、「エクスパンダのゾーニング」という機能で実現される。

新しいインターフェース機能はしばしば「ベンダ固有」として市場に導入されるが、それがもし十分に受け入れられれば、最終的には標準規格への道を歩むことになる。「エクスパンダのゾーニング」についても、SASがこれらのずっと複雑なトポロジーを有効にサポートする能力を高めるために、同様な道を辿った。いろいろなベンダに一貫したやり方を用いることで、ゾーニングはSAS-2技術仕様の中で標準化されたのだ。ストレージ・ドメインを割り当てて保護するメカニズムは、第1世代の実装を超えて改善され、サポートされるゾーンの数も256と倍増することとなった。

自動ディスカバリを行うエクスパンダ

大量のディスク・ドライブを活用するために

必要不可欠なもう1つの要素は、これらの大規模なストレージのプールを迅速に見出しコンフィギュレーションする技術だ。ストレージ容量の奔放な、そしてしばしば予見できない成長は、ストレージの構成方法に対して、スケール・オン・デマンド、すなわち随時拡張ができる柔軟性を要求するようになっている。

今日、SASはインターネット駆動型のトポロジーをサポートしており、それは「コンテンツ・デポ」として機能し、信じ難い量の非定形のコンテンツを保存している。初期のSAS導入は主としてパラレルSCSIの代替技術という目標を持っており、したがって、しばしば比較的大規模なドライブのコンフィギュレーションを初期化する効率的手段を欠いていた。

SASトポロジーによるディスカバリ・プロセスの多くをホストからエクスパンダへと移し、テーブルからテーブルへの柔軟なルーティング方式の追加機能を備えることにより、6Gb/sのSASはSASメッセージのトラフィックを劇的に減らす能力を持つこととなる。したがって、これらのシステムを初期化する時間を短縮している。この改善された能率により、システム設計者はこうした多層化ストレージ・ソリューションを発掘し、初期化し、サポートすることはもちろん、さらに弱まることを知らぬ容量拡大ニーズに対して拡張するための能力を持つことができるようになる。

エラー管理の向上

複雑性の高いエンタープライズ・ストレージ環境を扱う際には、エラーの扱いと管理がストレージ・システムの高可用性と高信頼性の実現のために不可欠だ。わずかな変更と改善だが、エラー管理の方法を明確化し、向上し、より一貫性のあるものにするために、初期のSAS文書の数カ所に変更を加えた。エンタープライズ環境のストレージ・ソリューションにおいては、あらゆる業務サービスに影響を与えるシステム障害は許されず、こうしたSASの改善はエンタープライズに適した堅牢なソリューションを提供しなければいけない、という要求は昨今の業界の成熟度を反映するものである。

多重化

SASを高性能ストレージ・サブシステムの実現に使用する環境は色々考えられる。このような使用モデルは、大まかに、内部ストレージ・ソリューションと外部ストレージ・ソリューションに分けられる。

多重化は、より低速な3Gb/sのSASドライブあるいはサブシステムを使用する場合に6Gb/sのリンクを効率よく利用するためのテクニックだ。これを「帯域最適化」と呼ぶことがある。これは2つの3Gb/s SASのロジカル接続を1つの6Gb/sの高性能リンクに多重化することで実現する。この機能は6Gb/s SASのオプション機能の1つで、一定のストレージ環境でさらに高度な性能を実現できる。

第2世代のSASの仕様について企画を開始した時、6Gb/s SASドライブが実用的になるかどうかは未知数で、6Gb/s SAS システムを3Gb/s SASドライブと組み合わせて納入することを当初見込んでいたため、多重化機能は6Gb/s SASの1つの重要な成果と考えられていた。これは特に、内部ストレージ環境が全エンタープライズ・クラスのドライブの7割を消費することから、ますます重要になると考えられていた。

今では大抵の場合6Gb/s SASドライブを6Gb/s SAS製品の最初の納入と同時に納入できる見込みであり、このような使用に関して、多重化の必要性は以前ほど重要ではなくなった。

一方で、外部ストレージ・システムでは、これら第2世代のSAS展開と相互運用性を確保するという条件で、3Gb/s SASドライブとJBODを相当数提供し続ける可能性がある。多重化は全体的なリンク効率を向上するための、そして、SAS-2の技術仕様に沿う展開が求められる場合の一つの手段である。

ただし、6Gb/s SASドライブは大半の内部ストレージ環境の要件を満たすし、バッファ付きエクスパンダやSASブリッジなど、同等の利便性をほぼ提供できる他の手段もあるので、第2世代のSAS展開において多重化機能はオプション機能の1つとなっており、また6Gb/sのSAS展開での限定されたケースでのみ提供されると思われる。

外部ケーブル配線

SASが最初に登場した時に最も便利であった外部ケーブル配線のソリューションは「インフィニバンド式」コネクタであった。ところが、市場はより高密度のケーブル配線ソリューションを求めたため、短期間に、SFFのミニSASコネクタが採用されることになった。ケーブル配線オプションを最小限にするため、そして、特にストレージ・エンクロージャのカスケード化をおこなう場合の全体的なインテグレーション過程の改善のため、6Gb/sでは、外部ケーブル配線のオプションとしてインフィニバンド式接続方式を採用せず、ミニSASコネクタに注力する。

データ・インテグリティ・フィールド (DIF)

パラレルSCSIに使用されたデータ保護方式は、コマンド・フィールドの整合性を保護できなかったことから、不完全なものであることが、かなり以前から認められていた。したがって、SASでは、ストレージ・システムからディスク・ドライブに至る全域でデータとコマンドをアプリケーション・レイヤから保護するデータ保護モデルを採用した。データ・インテグリティ・フィールド(DIF)はSAS1.1の技術仕様から実際に採用されたものであり、6Gb/s SASで普及する可能性が非常に高くなっている。実際にはこの方式は4Gファイバー・チャネルのソリューションで既に実現されており、6Gb/s SASの事実上の要件となる可能性が高い。急速にエンタープライズの要求になりつつある本件が、業界から広く受け入れられるものと考えられる。

性能と拡張

6Gb/s SASの検討は、もっとも重要な性能の要素の検討なくしては十分とは言えない。数ギガビットのスピードでの信号送信は簡単なことではなく、信号送信速度を3Gb/sから6Gb/sに倍加しながら、しかも、3Gb/s SASの提供した距離と互換性を保全するという課題は非常に困難なものであった。

デシジョン・フィードバック・イコライゼーション(DFE)と、これに伴うトレーニングのシーケンスは、SASがその性能を倍加し、かつ、第1世代SASとの互換性を維持するための革新的手段である。また、PCI Express 2.0対応のサーバが提供するスループットにSASがペースを合わせるための革新的手段でもある。

この帯域幅の向上により、ボードやコントローラやポートを追加することなく、これらの高性能リンクにドライブを追加することが可能となった。ある状況下ではこのことがPCIスロットをほかのシステム拡張のために開放する効果をもたらしたり、ケーブル数やその混雑度を減らしているが、これらすべては重要なシステム的なメリットになっている。

最近新しいタイプの製品として登場してきたものとしてソリッド・ステート・ドライブ(SSD)があるが、これはシステム性能を向上させるためにコンフィギュアすることができ、スループットを2倍にするメリットを最大活用することができる。

またこうした高帯域幅のリンクを本当に必要とするシステムでは、6Gb/sのSASは消費電力/MB数/SASリンク数の数値において極めて明確な向上を示している。これらすべてはこのストレージ・ソリューションの「グリーン環境性」に貢献するものである。

システム効率

SASアーキテクチャは基本的に柔軟であり、システム設計者に対して手詰まりであるとか、克服し難い限界を作り出すことはまずありえない。そしてしばしば見られることは、業界がこうしたシステム上の課題を乗り越えるための複数の方法を考え出してきたということである。

その適例を挙げると、ネイティブなSATAプロトコルのタイミングとディレイへの対処がある。SATAはもともとイニシエータが1つであることを前提に設計されたため、リンクの最適化は通常考慮されていない。したがって、あるフロー制御が特別に長時間かかったとしても、リンクを開放するようには設計されていない。

この問題を回避する1つの方法は、GB当たりのコストが安いSATAドライブの特性をサポートする新タイプの高容量SASドライブを使用し、これをもっと大きくて低速のSASバージョンのように認識させることである。

こうした「すべてSAS」のアーキテクチャは市場では一定の訴求力を持つため、こうした設計が6Gb/sのSASの出荷サイクルに登場し始めるものと見ている。

しかし、その他のシステム設計者にとってはドライブの選択と調達の制限が懸念される分野になるかもしれないが、これには代替的な方法が用意されている。

伝統的なインターポーザの設計は、大抵SATAプロトコル・ドメインの機能になっているが、システム効率問題をうまく解決せず、ファームウェアへの依存性により一貫性に欠ける結果のまま放置されている。

そこで、新しいインターポーザ・タイプのデバイスであるSATAブリッジが、6Gb/sのSAS採用サイクルに登場することが約束されている。これらの製品はSASプロトコルを直接受

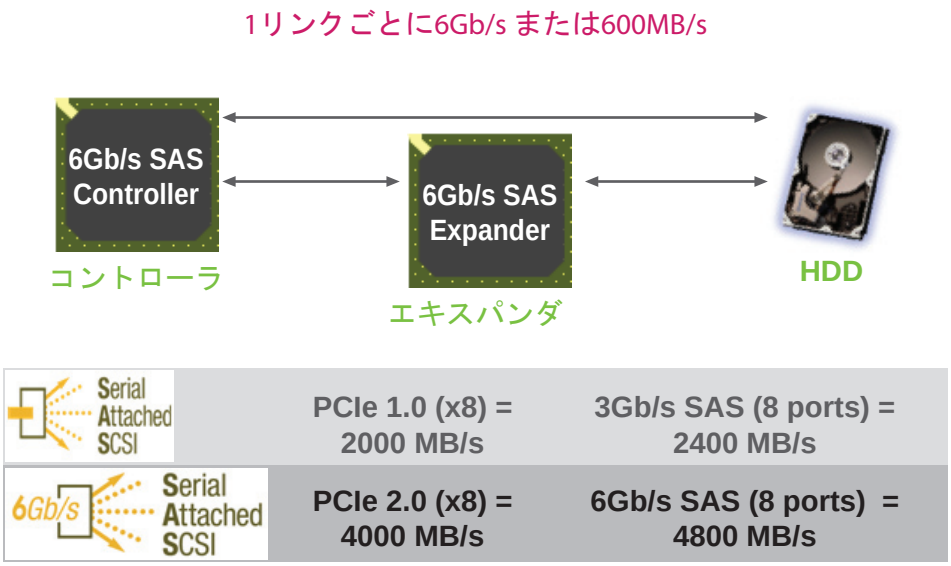


図 4 - 6Gb/s SASはPCIe 2.0と歩調を合わせる

け入れ、SATAドライブで構成されたほとんどのSASシステムとは異なって、SATAトンネリングのサポートを必要としない。

この複雑な話題はそれだけを専門の論文で扱うべきかもしれないが、ここで紹介した理由はSASのアーキテクチャの柔軟性が、いかにシステム設計の課題に向けて多くの革新的な方法として使用され得るかを示すものである。

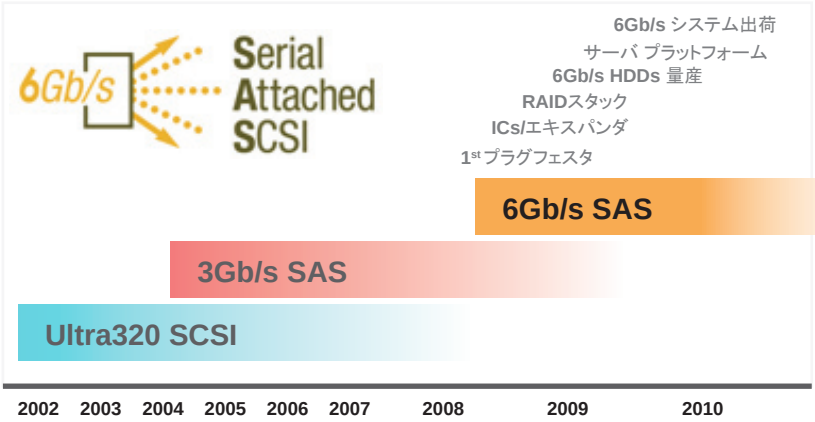


図 5 – おおよその6Gb/s SAS Ecosystem発表スケジュール

Chapter – 4
エンタープライズに不可欠のコンポーネントとなったSAS

SASはサーバ用ストレージの展開の中ですでに充分に根を下ろしており、業界もまたこうしたインフラの要素がさらに深くエンタープライズに入り込むことを推進しているため、SASはこの目覚しい発展を遂げる市場の将来を確保するために、しばしば微妙な、しかし重要なやり方で進化している。

柔軟なSASアーキテクチャはダイナミックなストレージのインフラストラクチャを創り出し、SASをそのままの形でスケーリングしたり、あるいはSASをSANやNASベースのコントローラの後ろに接続する形で使ったりすることで、可用性が高い、ニアライン・ストレージのソリューションを有効にラインアップしている。

エンタープライズ市場が変化し、新しく予想もしない方法で新たな段階に入っていく中で、SASは今日我々が知っているトランザクション主導型のエンタープライズを補うのに必要な、ストリーミング性のコンテンツや、非定形なデータを扱うことができるダイナミックなインフラを提供することになるだろう。

SASのスループット柔軟性や拡張機能はこれらの展開のなかでは重要な資産になるはずで、現在起こりつつある革新と投資によって、SASが電力効率の良い、仮想化されたサーバを生みだす重要な基盤を作り、明日のデータ・センターに期待されるストレージ・ソリューションを確保することは間違いない。

For more information and sales office locations, please visit the LSI web sites at: lsi.com lsi.com/contacts

North American Headquarters
Milpitas, CA
T: +1.866.574.5741 (within U.S.)
T: +1.408.954.3108 (outside U.S.)

LSI Logic Europe Ltd.
European Headquarters
United Kingdom
T: [+44] 1344.413200

LSIロジック株式会社
東京都港区港南4-1-8 リバージュ品川 14F
電話: 03.5463.7811 (代表)
http://www.lsi.jp

LSI、LSIのロゴデザインはLSI Corporationの商標または登録商標です。その他全てのブランドおよび製品名は書く企業の商標である可能性があります。

LSI Corporationは本文書に含まれる製品およびサービスを任意の時期に通知せずに変更する権利を有しています。LSIはLSIが文書で明示的に同意した場合を除き、本文書に記載された製品やサービスの適用または利用に起因するいかなる責任または義務を負うものではなく、LSIの製品やサービスの購入、リースまたは利用によっていかなる特許権、著作権、商標権またはLSIあるいは第三者のその他の知的所有権のライセンスが供与されるものでもありません。

Copyright ©2009 by LSI Corporation. 無断複写・転載を禁じます。