



DATA CENTER

新たなプロトコル「FCoE」 - 概要と機能

新たなストレージ・ネットワークのテクノロジーとして注目を集めている FCoE。

なぜ今、FCoE なのか？そもそも FC とはどのような技術なのか？また、FCoE のベースとなる新しいイーサネット、CEE とは？

サーバ仮想化の出現、デジタル・データの増大、Web 2.0 アプリケーションの登場などを背景に、データセンターにはさらに高度な柔軟性、拡張性、および性能が求められています。そして、これらの要件を満たす次世代データセンターへの進化に向けたアーキテクチャの見直しが始まっている一方、データセンター・ネットワークには複雑性を排除しながら、初期導入コストと運用コストの両方を削減しなければならない、という重要な問題も課せられています。

こうした中、ストレージ・ネットワークの主要プロトコルとして広く使われているファイバーチャネル (FC) をイーサネット上で動かすプロトコル「FCoE (Fibre Channel over Ethernet)」と、FCoE のベースとなる拡張された次世代のイーサネット「CEE (Converged Enhanced Ethernet)」という 2 つの新しいテクノロジーが注目を集めています。

CEE は、複数のトランスポート・レイヤを単一の物理的なデバイスに統合する新しいテクノロジーです。CEE は、高い信頼性と性能が求められるアプリケーション要件にも対応できるように、10 ギガビットイーサネットをベースに各種の機能拡張を施すよう標準化が進められている新しいイーサネットのことです。一方 FCoE は、低遅延で高帯域幅を必要とするアプリケーションのための高い信頼性と性能、およびネットワーク・インテリジェンスを長期に渡って提供してきた実証済みのプロトコルである FC を、新しい CEE 上で動かすためのカプセル化のテクノロジーであり、つまり FCoE の「E」とは CEE のことを指しており、「FC over CEE」というのが正しい理解であると言えます。この FCoE を使用することにより、ファイバーチャネルの信頼性とネットワーク・サービスをより広範なサーバ環境にまで拡張し、データセンターの仮想化を実現しながら、コストと複雑さを軽減することができますようになります。このように、FCoE と CEE は、データセンターのインフラ導入と管理の方法に大きな転換をもたらす強力な新テクノロジーだと言えます。

しかし、他の新しいテクノロジーが登場する時と同様、規格を標準化し、コスト効率の高い方法で適切に導入できるようになるまでにはまだ多少の時間がかかることに注意しなければなりません。まず、FCoE 導入の初期段階での大きなメリットは、サーバ・エッジ側におけるコスト削減が挙げられます。そして、データセンター・スイッチング・インフラのコア側へと FCoE と CEE の導入が進むにつれて、コスト削減のメリットは大きくなります。サーバ・エッジ側におけるコスト削減効果は、FCoE を使用するとサーバ側で必要となる NIC (ネットワーク・インタフェース・カード)、HBA (ホスト・バス・アダプタ)、およびケーブルの数を少なくすることができることによってもたらされます。これは、複数のプロトコルが 1 つの物理トランスポート・レイヤを共有できるようになるためです。

このように、FCoE および CEE の導入により、企業の IT 部門は堅牢で強力、かつ拡張性に優れたシンプルなデータセンター・ファブリックを導入するためのフレームワークが得られ、ファイバーチャネルのメリットを CEE ネットワークにまで拡張することができるようになります。そして、これからますますニーズの高まるアプリケーション要件、増え続けるデータ、帯域幅への厳しくなる要求、およびより広範囲に渡って導入される仮想化戦略などを、成長のスピードとコストを十分に管理しながら強力に支援することができます。

このホワイトペーパーでは、これらの新テクノロジーについて、以下の各トピックについて説明します。

- FCoE および CEE の概要と新テクノロジーの将来
- 新しいプロトコルとトランスポート・レイヤの技術的特性
- FCoE の採用と CEE ネットワーク構築のための Brocade の発展的アプローチ
- IEEE、T11、IETF 等の標準化団体と協力して推進する Brocade の取り組み

データセンター全体にわたるファブリック・インテリジェンスの拡張

FCoE は、既存のファイバーチャネル・プロトコルのトランスポート・レイヤを、CEE と呼ばれるまったく新しいトランスポート・レイヤに拡張するものです。CEE は、現在ベンダー・コンソーシアムによる標準化が進行中で、IEEE の一連の規格の基礎を形成するものと期待されています。CEE の提唱者が目指すものは、TCP/IP、ストレージ・アクセス、および高性能なサーバ間接続を必要とするサーバに、仮想アプリケーション環境で要求される効率性、セキュリティ、低遅延、高性能といった要件を備えたコンパジド I/O を、同じトランスポート・レイヤで提供することです。この新しいアーキテクチャの最終的なゴールは、ビジネス成長のスピードとコストを管理しながら、ロスレスな高性能プロトコルを策定することです。

というのは、今日のイーサネット・ネットワークは、根本的な特性としてこのような要件を満たしていないため、高い信頼性と柔軟性が求められるデータセンター・ファブリックで使用するには適さないからです。FCoE では、性能が実証されている標準規格であるファイバーチャネルを上位プロトコルに使用します。つまりデータセンターでは、既存のファイバーチャネル・ネットワークのインフラを継続して利用・拡張しながら、将来はニーズに応じて既存環境の延長線上に FCoE および CEE テクノロジーによる接続性を実現することができます。従って、コストが高く、運用の停止を伴う総リプレイス方式の移行戦略をとる必要がありません。FCoE プロトコルでは、ファイバーチャネルのメリットを維持しながら、大規模なサーバ導入のコスト削減を可能にする、新しいサーバ・エッジ接続を構築することができます。

複数インタフェースの統合とメリット

サーバ仮想化の普及、CPU 処理能力の向上、帯域幅への高まる要求、新しい Web 2.0 アプリケーション・インフラの採用により、データセンター・アーキテクチャにはこうした新たな課題に対応することが求められるようになりました。このような状況を背景に、エンタープライズデータセンターでは、複数のプロトコルを 1 つのトランスポート・レイヤに統合して、強力かつ堅牢、柔軟性とコスト効率に優れ、しかもシンプルなデータセンター・インフラを構築する方法を模索しています。

今日、一部のラックマウント・サーバやブレードサーバには、TCP/IP、InfiniBand、ファイバーチャネルなどのネットワークに接続するために、複数のインタフェース・カードが複雑に組み合わされて実装されています。そして多くの場合、性能、冗長性、またはネットワーク分離などの要件を満たすために、各サーバに同じプロトコルをサポートする複数のインタフェース・カードが実装されています。しかしこの場合、サーバを各種の異なるネットワークに接続するために、各サーバに 4 個、6 個、場合によっては 8 個もの異なるインタフェース・カードと、各カードに対応する無数のケーブルを使用することになります。また、インタフェース・カードの数が増えれば増えるだけ、ケーブルリングが複雑になるという問題もあります。なぜなら、それぞれのインタフェース・カードには、ラック上部 (トップ・オブ・ラック) またはラック壁面に配置されたスイッチと接続するケーブルが少なくとも 1 本はあるからです。CEE を使用すれば、サーバにインタフェース・カードを 1 つ装着するだけで、同じ物理インタフェース経由で複数のプロトコルを実行させることができるようになり、ケーブルリングの複雑さを軽減することができます。

また、TCP/IP を使用するクライアント / サーバ通信、RDMA (Remote Direct Memory Access) を使用するサーバ間通信、ファイバーチャネルを使用するサーバ - ストレージ間通信は、すべて同一の物理接続を通りますが、CEE 上ではそれぞれ別の仮想チャネルに分離されます。したがって、サーバ側に必要な接続デバイスの数を 2 つの冗長化されたインタフェース・カードに集約することができます。

CEE のメリット

データセンター・アーキテクチャの基盤として CEE を使用することにより、初期投資から日々の運用コストまで、以下のようなさまざまなコスト削減効果を得ることができます。

- **機器の購入コスト**：必要なインタフェース・カード数を削減することで、初期購入コストを削減
- **ケーブル&ケーブリングコスト**：サーバ側の複数インタフェースを集約できるため、ブレードサーバからブレードサーバ内蔵スイッチ、またはトップ・オブ・ラックスイッチへとつながるケーブル数を削減。したがって、ケーブルの購入や複雑なケーブル管理のためのコストを削減し、同時に人為的なミスが発生する危険性も軽減
- **電力&冷却コスト**：インタフェース・カードを統合することで電力コストを削減し、冷却コストも減少

CEE テクノロジーの現状

上記で述べたように、FCoE ファブリックには、コスト削減、複雑さの軽減、性能の向上といったメリットが挙げられています。しかし、こうしたさまざまなメリットがある反面、このテクノロジーが実際に広範な環境で導入されるようになるまでには、まだいくつかのステップを踏む必要があります。というのはまず第一に、FCoE はまだ新しく、その基盤となるテクノロジーはまだ開発途中の段階にあるからです。一般に新しいテクノロジーは、標準化団体によるテストと十分な開発を経て、段階的に導入が進められなければなりません。これは一般に、新しいテクノロジーを導入する企業の時間と経費を抑え、ネットワークの複雑さを軽減するために必要なプロセスであり、FCoE についても同様です。

価格についてはどうでしょうか。FCoE はまだ新しいテクノロジーであり、まだ投資を必要とする段階で、他のテクノロジーと同様に初期段階で市場に投入される機器は、コストメリットを十分に実感できるものではないかもしれません。しかし、10 ギガビットイーサネットスイッチ・ポート、光デバイス、およびサーバ・インタフェース・アダプタの価格は、今後徐々に購入しやすくなっていくでしょう。インタフェース・カードとケーブルの統合によるコスト削減効果を考えれば、経済的に投資に見合う価値は得られるようになるものになると予想されます。

FCoE の迅速な導入を妨げる理由としてはまた、企業では従来、セキュリティ、信頼性、性能上の理由から、2つの特性の異なるネットワークを別々に構築・管理してきたという点も考えられます。2つのネットワークとは、サーバをクライアントや他のサーバに接続する（フロントエンド）ネットワークと、サーバをストレージに接続する（バックエンド）ネットワークのことです。FCoE には、フロントエンド・ネットワークからのトラフィックがバックエンド・ネットワークからのトラフィックに対して（そしてその逆の場合にも同様に）絶対に悪影響を及ぼさないようにするための重要な開発作業がまだ残されています。

さらに、FCoE を大規模に導入する前に、CEE ネットワークでのプロトコル統合が、可用性と性能の面で、ビジネス・アプリケーションにどのような影響を及ぼすのかを理解する必要があります。特に仮想環境では、アプリケーションとその関連データの物理的ロケーションが 10 分後には変わっている可能性があるため、例えば、次のような点を考慮することが重要です。

- TCP/IP ネットワークでのセキュリティ・アタックがストレージ環境のセキュリティにどのように影響するか？
- 定期バックアップ時のトラフィックの増大により、アプリケーションの性能が大きく低下する可能性があるか？

データセンターの運用的、組織的な観点、およびプロビジョニング・パラダイムも、FCoE 導入に対する大きな障害になります。今までと同じ運用方法を、CEE ネットワークとファイバーチャネル・ファブリックの両方で適用するための、新しいビジネス・プロセスや手順を採用しなければなりませんし、CEE ネットワーク機器を購入する組織を明確にしなければなりません。また、従来のイーサネット・ネットワークにおける信頼性を強化することも必要になります。

このように、企業は FCoE/CEE によって今日得られる明確なメリットと、将来への先行投資により得られる潜在的なメリットとの違いを認識し、この新しいテクノロジーを慎重に評価する必要があります。

次に示すのは、FCoE のメリットは早期導入では実現が困難であること、また、新テクノロジーを導入する前に考慮すべきことです。

- **ケーブル&ケーブリングコスト**：標準化前の CEE インタフェース・カードでは、実効データ速度は 10 ギガビット / 秒よりかなり低く、複数のインタフェース・カードを導入しなければならない。そのため、前述のようなインタフェース統合によるメリットが期待できず、逆にデメリットとなる可能性がある。
- **電源&冷却コスト**：標準化前の CEE インタフェース・カードには、CEE 上で稼働する各種プロトコルを終了するためのコンポーネントが多数含まれるため、消費電力が増加する場合があります。

先に述べたように、CEEはまだ標準化が完了していません。そのため、初期の段階では、上に示す通り期待される十分なメリットが得られないと考えられます。しかし、CEE インタフェースの価格が将来的に低下し、インタフェース・カード上の共通 ASIC にさらに多くの機能が統合されるようになると、電源と冷却に関する潜在的なメリットが大きくなります。テクノロジーが成熟するにつれて、FCoE は多数のネットワーク・インタフェースを持つサーバ I/O を統合するためのインタフェースとして、重要な役割を担うようになるでしょう。CEE は優れたテクノロジーですが、まだ実績のない新しいテクノロジーです。導入を検討する場合には、他の新しいテクノロジーの場合と同様、そのメリットとリスクとを慎重に評価する必要があります。

多くの企業では、こうした現状を踏まえて、サーバ・エッジ側から FCoE への移行を始めて、順を追ってデータセンター・コアへと拡張するという、慎重な移行計画を検討しています。この段階的なアプローチにより、重要性の高いコア側ではより安全で実績のあるファイバーチャネル・プロトコルのメリットをこれまで同様に継続して活用しながら、その一方で FCoE のメリットを最も得られるエッジ側で十分に検証することができます。そして、FCoE が完全に規格化され、検証が完了し、その堅牢さが実証されれば、さらに大規模に実装することを検討できるようになります。逆に言うと、現在のところは、前述のような考慮事項を徹底的に検討することが重要です。

既存のファイバーチャネル・インフラと本質的なファブリック・インテリジェンスに依存する FCoE への移行戦略

FCoE はファイバーチャネルと置き換わるものではありません。ファイバーチャネルは、プロトコルが持つ本質的な性能、拡張性、およびセキュリティ性能により、これまで同様今後もデータセンターにおいて重要な役割を果たします。米リサーチ会社の Gartner 社は、今後のエンタープライズ・ネットワークの今後について、次のように予測しています。

「重要度の低いアプリケーションとミッション・クリティカルなアプリケーションについては、適切な信頼性レベルを満たすコンバインド・ネットワークを設計する必要があります。もっとも高いレベルの安全性が要求されるアプリケーションの場合は、おそらく独立したネットワークが必要になるでしょう。」

つまり FCoE は、既存のファイバーチャネルと置き換わるものではなく、既存のファイバーチャネルを強化し、サーバ接続のより柔軟な選択肢を提供するものだけということです。サーバが異なれば要件も異なります。その結果、プロトコル、ファブリック・インタフェース、さらにはファブリック自体の全体的な設計も柔軟に選択できることが求められます。FCoE を実際のシステム稼働環境で大規模に導入できる条件が整うまでは、データセンターではファイバーチャネルに依存することになります。条件が整うまで、物理インタフェースが CEE であるかファイバーチャネルであるかに関わらず、ファイバーチャネルとサーバ環境がシームレスに相互接続できるようにするための標準化の作業が慎重に進められます。この標準化作業とそれによる一貫性が実現されれば、企業は必要に応じて、CEE ベースのネットワークへと移行することができ、それにより以下のようなメリットを実現することができるようになります。

- FCoE ポートは、現在のファイバーチャネル・ポートと同じ方法で実装・管理できます。管理者は、ファイバーチャネル・ファブリックと同様に、FCoE アドレッシング用のワールドワイド・ノード・ネームや標準的なファイバーチャネル・セキュリティ・ポリシーと構成を使用して、FCoE ファブリックのゾーニングを行うことができます
- 既存のファイバーチャネル管理製品を活用して、FCoE ファブリックまたは FCoE とファイバーチャネルを組み合わせたファブリックを管理できる
- FCoE では、FCoE/CEE インタフェースを使用して、レプリカの生成、ストレージ内の保存済みデータ (Data-at-Rest) の暗号化、ストレージの仮想化などを含め、SAN 機能とファブリック・サービスの価値を複数のサーバ全体にまで拡大して適用できるため、既存ファブリック・インテリジェンスと投資を活用できる
- 現在使用中のファイバーチャネル・プロトコル・レイヤを維持したまま、将来の FCoE と CEE のために適切に投資できる

FCoE と CEE: 技術的展望

CEE ネットワークで FCoE プロトコルを実行することの主なメリットは、サーバ・エッジ側で I/O 接続を統合しながら、バックエンド・ストレージ・システム、現在のストレージ管理インタフェース、およびベストプラクティスに対する変更を最小限に抑えることができることです。これは、機器や管理に対する既存の投資を保護しながら、動的ファブリックを構築するためのフレームワークを企業に提供する点で、大変重要なポイントです。

では、どのように CEE ネットワークを設計すれば良いのでしょうか？

まず、ネットワークが分散化してきた本来の理由を理解することから見ていきましょう。

TCP/IP ベースのすべてのアプリケーションには、基本的な前提として、ネットワークとは本質的に予測不能なものであり、したがって必要な可用性と信頼性を提供する的是エンドポイントまたはホスト側の責任であるという考え方があります。この前提をもとに TCP の設計と実装は形作られており、ネットワークのエンドポイント間における信頼性の高い通信を保証することが、ホスト OS のネットワークワーキング・プロトコル・スタックの必須部分になっています。つまり、エンドポイントで TCP が広く利用可能になると、プロトコル自体で信頼性を直接組み込む必要がなかったわけです。

この TCP/IP アプリケーションの基本前提を、SCSI ブロック・ストレージ・アプリケーションやクラスタリング・アプリケーションなどの高性能なアプリケーションの場合と比較して、トランスポート・インフラに対する要件にどのような違いがあるのかを検討してみましょう。高性能なアプリケーションは、高い信頼性と可用性を備えたインフラを前提としており、高信頼で、ロスがなく高性能なネットワーク接続を実現するために、ファイバーチャネルまたは InfiniBand に依存しています。これら堅牢なプロトコルへのこの依存があるからこそ、アプリケーション側で堅牢なトランスポート・レイヤを実装することでなく、データの配信や操作に集中することができるのです。高性能な接続用に開発されたアプリケーションの中には、実際にスタック内のトランスポート・レイヤを排除してアプリケーションの性能を強化しようとするものもあります。ファイバーチャネルの実績ある透過性と、ブロック・ストレージ・アプリケーションの高性能および信頼性があるからこそ、信頼性の高いデータ・トランスポートを保証する役目をインフラに持たせることができます。

図 1. TCP/IP アプリケーション用のエンドポイントで信頼性を保証する仕組みによる処理サイクルの浪費とアプリケーションの性能の低下

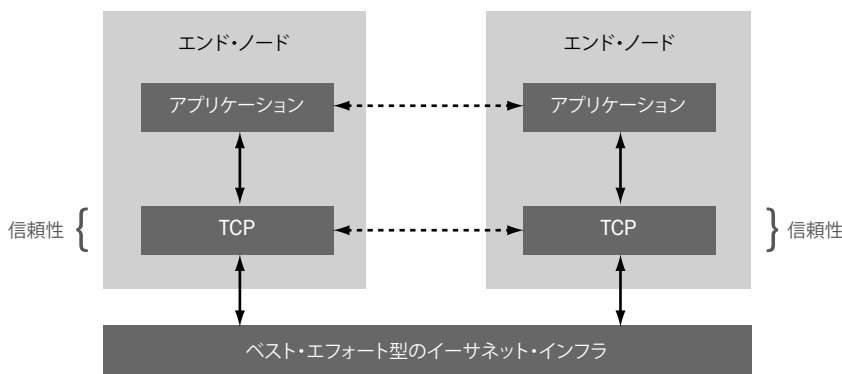


図 2. ファイバーチャネル・インフラの信頼性によるアプリケーション性能の向上

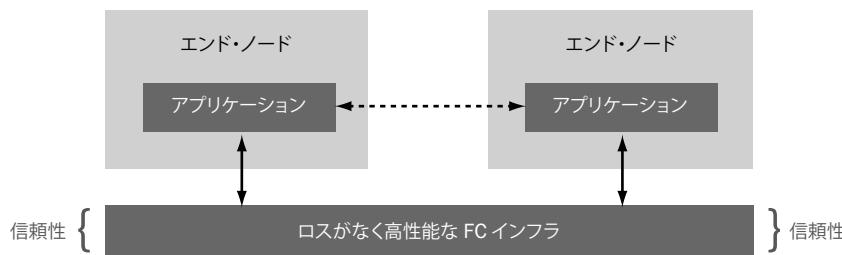
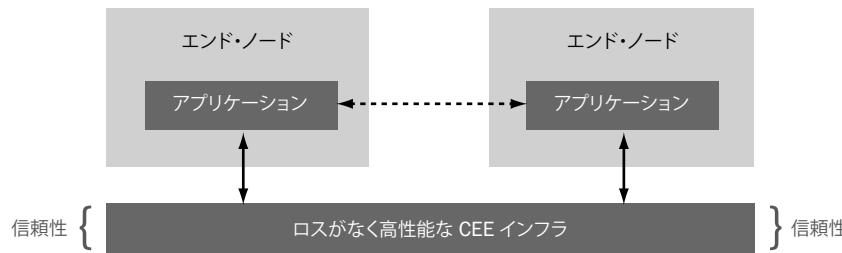


図 3. CEE インフラの信頼性によるエンドポイントの簡素化



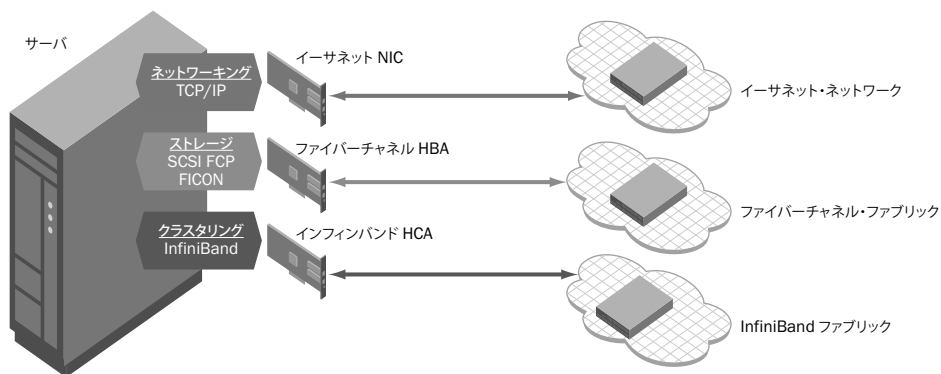


図 4.
従来の導入モデルでは 3 つの異なるアダプタが必要

FCoE の開発は、従来の TCP/IP ネットワークが前提として持っている課題を解決することであり、ファイバーチャネルの持つ信頼性と予測可能性を CEE ネットワークに拡張するものです。CEE の背景にあるビジョンは、既存のイーサネット・インフラとの後方互換性を維持しながら、信頼性と予測可能性を向上することによって IEEE 定義のイーサネット・リンク・プロトコルを大幅に拡張することです。信頼性と性能をインフラ側で制御できれば、次の目標は、ストレージ（ファイバーチャネル）とクラスタリング（プロセス間通信）の I/O を CEE 上で直接統合し、なおかつ標準的な TCP/IP アプリケーションをこれまで同様にサポートすることです。

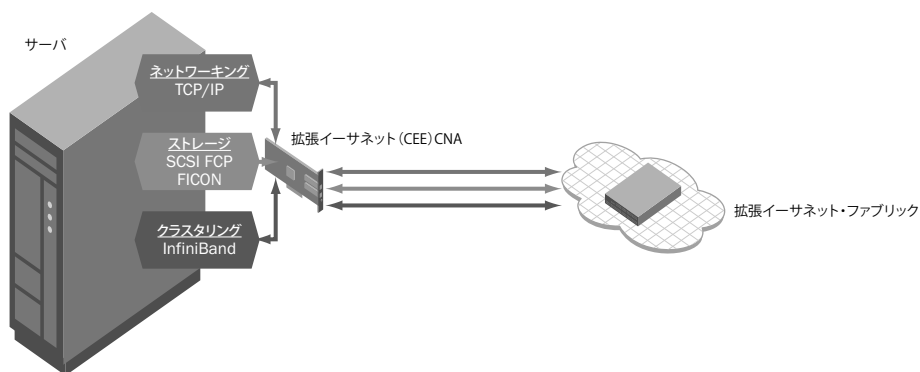


図 5.
CEE ネットワークでは、1 つのコンバージド・ネットワーク・アダプタ (CNA) で複数のプロトコルをサポート

現在、IEEE 標準化団体のさまざまな作業部会で、データセンターの物理的制約の中で導入されたネットワークに、さらに強力な信頼性をもたらすという 1 つの目標を目指し、CEE に対する複数の拡張機能が検討されています。これらの拡張機能は、データセンターの外部では不要なものです。なぜなら、エンタープライズ・ネットワークのすべてのクライアントは、データセンターに統合されたアプリケーション、Web、データベース・サーバに既存の TCP/IP ネットワークを使って接続しているからです。CEE は、データセンター内部において、特に、信頼性が高く堅牢なインフラを必要とするアプリケーションに適用することで、そのメリットを最大限に発揮するのです。

FCoE のフレーミング

FCoE により、既存の上位レイヤのファイバーチャネル・ストレージ・プロトコルをすべて CEE 経由で転送できるようになります。FCoE では、ファイバーチャネル・フレームをそのままカプセル化し、定義済みのフレーム・ヘッダを挿入してから、CEE リンク経由で送信します。FCoE を使用することによって、CEE インフラを使用したファイバーチャネルの運用を、現在の IP プロトコルの操作と同様の方法で行うことができます。

図 6. イーサネット内部でのファイバーチャネルのフレーミング



図 7. イーサネット内部での IP のフレーミング



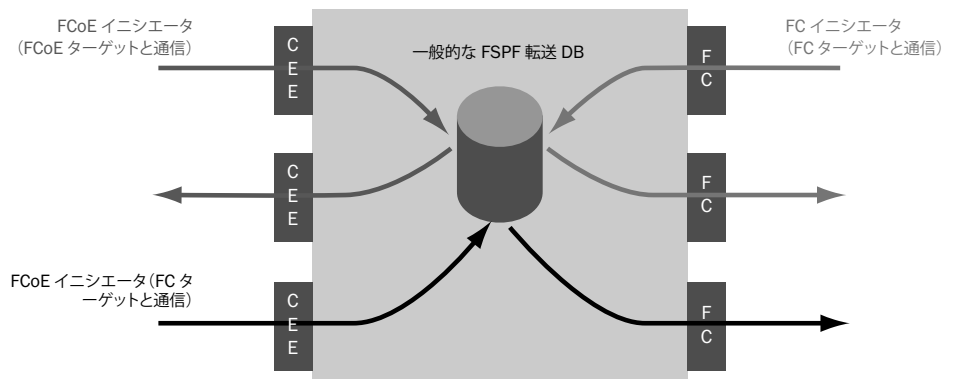
FCoE は、Start of Frame (SOF) をエンコードし、標準的なファイバーチャネル・フレームの前にある FCoE ヘッダにその SOF を組み込みます。次に、End of Frame (EOF) をファイバーチャネル・フレームの最後にエンコードし、その後で、フレームを CEE レイヤに渡します。ヘッダを追加し、巡回冗長検査 (CRC) が完了した後で、未変更のファイバーチャネル・フレームをデータとして送信します。

図 6 と図 7 に示すように、FCoE イニシエータはファイバーチャネル・イニシエータとしても使用できます。違いは、ファイバーチャネル・プロトコルの下位には追加のリンク・レイヤがあることだけです。

FCoE スイッチ

FCoE スイッチは、CEE ポートおよびファイバーチャネル・ポートを公開し、CEE フレーム内部のファイバーチャネル・ヘッダに基づく決定を転送するためのデバイスです。これはファイバーチャネル・スイッチがファイバーチャネル・フレームを切り替える方法に似ています。唯一の違いは、FCoE スイッチは、ファイバーチャネルか CEE かに関係なく、どのポート間の通信でもサポートすることです。

図 8. FCoE スイッチは、CEE ポート間、およびファイバーチャネル・ポートと CEE ポートの間のファイバーチャネル・トラフィックをサポート



FCoE スイッチはホストに接続されるため、CEE ポートで TCP/IP トラフィックを受信し処理することもできます。つまり、このレイヤ 2 モードのすべての CEE ポート間に、標準 IEEE 802.1Q ブリッジとしての機能を提供します。この運用は、マルチレイヤスイッチが、基本的なイーサネット・スイッチングをレイヤ 2 で行い、各ルータ・ポート間の IP ルーティングをレイヤ 3 で行う方法によく似ています。FCoE スイッチは、ファイバーチャネル・トラフィックをレイヤ 3 ネットワーク・プロトコルとして取り扱います。LAN トラフィックがファイバーチャネル・ポートに転送されることはありません。

FCoE スイッチは、CEE ポート経由で他の FCoE スイッチに接続でき、ファイバーチャネル・ポート経由で既存のどのファイバーチャネル・スイッチにでも接続できます。

Brocade Data Center Fabric (DCF) アーキテクチャの FCoE

Brocade DCF アーキテクチャを使用することによって、データセンターを柔軟性の高い動的な環境へと進化させ、マルチベンダー / マルチプラットフォーム / マルチプロトコル環境を利用できるようになります。この新しいデータセンター・インフラにより、既存の設備投資を保護し、アプリケーションの最高の可用性と性能を確保しつつ、リソースの最適化を促進することができます。

これらの目標を達成するため、Brocade DCF アーキテクチャでは、既存のテクノロジーと将来のテクノロジーを組み合わせることで 1 つのフレームワークに統合することにより、データセンターのインフラの性能、拡張性、およびセキュリティを一層強化します。ファイバーチャネル・ネットワークの信頼性、性能、拡張性、ネットワーク・インテリジェンスを CEE にまで拡張することで、エンタープライズ・サーバは I/O 統合によるメリットを享受することができます。また、データセンターにおいてエンド・トゥ・エンドの接続を実現できるというメリットがあります。

Brocade は、10 年以上に及ぶデータセンター・アーキテクチャ構築の経験を生かした独自の立場から、高性能で低遅延、かつ高い拡張性を備えたデータセンターのための接続性を提供するソリューションを必要とする顧客企業に対して、その調査から計画、導入、運用に至るまでを一貫して支援します。サーバ I/O の統合を実現する Brocade の戦略は、「革新的」モデルではなく「進化的」モデルを採用しています。これは、リスクを最小限に抑え、既存のファイバーチャネルベースのインフラのメリットを活用しつつ、同時に FCoE の導入計画を安全に推進することができる現実的なアプローチです。また、FCoE ファブリックは、Brocade のデータセンター仮想化環境を実現する上で重要なテクノロジーとなります。

Brocade のソリューション：FCoE によるサーバ I/O 統合

Brocade では、現在のインフラをベースに FCoE を導入するための最適な選択肢として、柔軟性に優れた製品群を提供しています。これらの製品により、ブレードサーバ、ラックサーバ、スタンドアロンサーバのさまざまなサーバに対して、サーバ I/O 統合の機能を提供します。Brocade の最初の FCoE 対応製品は、以下の構成で導入できます。

- トップ・オブ・ラックとしての FCoE スイッチによるラック・サーバ I/O の統合
- ブレードサーバ CNA によるブレードサーバ I/O の統合
- CNA によるラック・サーバ I/O の統合
- CNA によるスタンドアロンサーバ I/O の統合
- ブレードサーバ FCoE スイッチ・モジュールによるブレードサーバ I/O の統合
- Brocade DCX[®] バックボーン用の FCoE スイッチ・ブレードによるハイエンド・サーバ I/O の統合

ブレードサーバ用の FCoE スイッチ・モジュールは、サーバ間に CEE スイッチングを提供し、すべての LAN トラフィックをアクセス・レイヤのスイッチに転送します。ブレード筐体内部のサーバからの FCoE トラフィックはすべて、FCoE スイッチ・モジュール内部でファイバーチャネルに変換され、既存のファイバーチャネル SAN ファブリックに切り替えられます。TCP/IP トラフィックは、イーサネット・ネットワーク経由の場合と同様に処理されます。

その他の FCoE 用語

FCoE VN ポート： ファイバーチャネルの N ポートに相当する FCoE のポート

FCoE VF ポート： ファイバーチャネルの F ポートに相当する FCoE のポート

FCoE VE ポート： ファイバーチャネルの E ポートに相当する FCoE のポート

IEEEと共に推進する Brocade の CEE 標準化への取り組み

IEEE は複数のグループと協力して、標準イーサネットの信頼性を強化し、TCP/IP アプリケーションがファイバーチャネルおよびその他の高性能なコンピューティング・アプリケーションとデータセンターのインフラを共有できるようにするための取り組みを推進しています。それぞれグループは、既存の IEEE 802.1Q 規格に対する以下の個別の機能強化に取り組んでいます。

- IEEE 802.1Qau Congestion Notification (CN)
- IEEE 802.1Qbb Priority-based Flow Control (PFC)
- IEEE 802.1Qaz Enhanced Transmission Selection (ETS)
- IEEE 802.1 DCBX Data Center Bridging Exchange Protocol (DCBX)

Congestion Notification (CN)

イーサネットには、現在、IEEE 802.3X PAUSE で定義されたフロー制御メカニズムがあります。しかし、PAUSE はリンク・レイヤでしか機能せず、輻輳を拡大し、輻輳に関係のないサーバに対する有害な影響を生み出します。この複雑な問題を解決するために、IEEE 802.1Qau では、CEE ネットワークへのエンド・トゥ・エンドのフロー制御を導入することが課題となっており、この問題を解決する機能として CN（輻輳通知）の機能拡張が検討されています。

CN の基本原理は、輻輳が発生したポート（輻輳ポイント）をスイッチが検出すると、スイッチは送信元のフレームをいくつかサンプリングし、送信元アドレスと宛先アドレスを交換して、それらを輻輳通知フレームとして非常に低速で送り返すというものです。これらの輻輳通知は最終的に送信元まで達し、ネットワーク内に輻輳が生じていることを知らせる役割を果たします。この通知を受け取ると、送信元はネットワークに送り出すトラフィック量を減らし、ネットワークからの輻輳通知の受信が続いている限り減らし続けます。輻輳が解消すると、スイッチは輻輳通知を停止して通常の動作に戻ります。

CN は、エンド・トゥ・エンドのフロー制御メカニズムであるため、そのメリットのほとんどは、データセンターのインフラ全体またはその大部分が CEE に統合されるまでは実現されません。インフラの大部分が CEE 対応になっても、プロビジョニング・ポリシーとベストプラクティスの慎重な実装により輻輳ポイントを回避することができます。CN が使用可能になった後は輻輳ポイントの定期的なリアルタイム・モニタリングと管理が必要になるため、CN の通常の運用オーバーヘッドを慎重に評価し、既知のプロビジョニング・プラクティスと比較検討する必要があります。

Priority-based Flow Control (PFC)

PFC（優先順位ベースのフロー制御）は、現在の Brocade ファイバーチャネル SAN で広く展開されている仮想チャネル・テクノロジーをエミュレートするものです。これは、IEEE 802.3X (PAUSE) で定義されている現行のリンク・レベルのフロー制御メカニズムに対する拡張です。現行のイーサネット・プロトコルは、異なる優先順位を異なるアプリケーションに割り当てる機能をサポートしていますが、既存の標準的な PAUSE メカニズムでは、パケットの優先順位情報は無視されます。この結果、輻輳の原因が単一のアプリケーションにある場合でも、すべてのアプリケーションに対してリンク全体がシャットダウンすることになります。FCoE、LAN、および IPC アプリケーションが同じリンクを効率的に共有するためには、これらのアプリケーションの 1 つが原因で輻輳が発生しても、残りのアプリケーション・トラフィックに混乱が生じない状況を確認することが重要です。

IEEE 802.1Qbb の課題は、既存の PAUSE プロトコルを拡張して、輻輳に関係するパケットに優先順位を組み込むことです。PAUSE を介して収集された優先順位情報に基づき、サーバはその特定のアプリケーションに対するトラフィックの送信を停止する一方で、その他のアプリケーションは共有リンク上で混乱なく処理を進めることができますようにします。

Enhanced Transmission Selection (ETS)

ETS（拡張伝送選択）は、フローを調整し、プリセット量のリンク帯域幅と相対優先順位を各アプリケーションに割り当てることによって、複数のアプリケーション間のトラフィック優先順位を管理しようとするものです。IEEE 802.1Qbb の課題は、集中型リンク上でトラフィックの優先順位を管理するためのスケジューリング・メカニズムを定義することです。

アプリケーションには、パケット・デリバリの重要性に応じて、合計 8 つのレベルから複数の優先順位レベルを選択して割り当てます。例えば、FCoE で、クラス F フレーム用と通常のクラス 3 フレームの 2 つの異なる優先順位を使用することができます。各アプリケーションには、優先順位グループと、使用できる最大リンク帯域幅を示すパーセンテージが割り当てられます。指定例を以下に示します。

優先順位グループ ID	帯域幅 (%)	アプリケーション
1	—	IPC (クラスタリング)
2	50%	LAN (TCP/IP)
3	50%	SAN (FCoE)

表 1.
帯域幅のインテリジェントな割り当てのために優先順位グループ ID がアプリケーションに割り当てられる

CEE リンクを以上のように構成すると、すべての IPC トラフィックが最初に送信され、その後で、残りの帯域幅が LAN と FCoE のトラフィック間で均等に共有されます。したがって、遅延の影響を受けやすい IPC アプリケーションが、他のアプリケーションに阻害されることがなくなります。

Data Center Bridging Exchange Protocol (DCBX)

DCBX (DCB 交換プロトコル) の主な目的は、CEE 対応のホストとスイッチの相互ディスカバリを可能にし、リンクが共有される前に CEE が特定のパラメータ (ETS およびその他の機能のパラメータなど) を送信できるようにすることです。DCBX を使用して、CEE クラウドの制限を定義し、イーサネット拡張の適用範囲を CEE クラウド内部に制限することもできます。IEEE 802.1 の課題は、既存の標準 LLDP (Link Level Discovery Protocol) を CEE 固有のパラメータにより拡張することです。

FCoE 導入が成功するかどうかは、堅牢な規格とベンダーのエコ・システムとの相互運用ソリューションにかかっています。Brocade は、PFC、ETS、および DCBX のメカニズムに関わる技術的な詳細部分を完成させるために、他の主要テクノロジー・パートナーと共に 2007 年 12 月に「CEE Authors」というグループを結成しました。CEE Authors グループは、2008 年 3 月に合意に達し、IEEE に対する共同提案として「バージョン 0」の規格を提出しました。これらの規格の成立は、2009 年末または 2010 年初期に完了する予定で、各作業部会にさらに広範な企業の参加を得て現在作業が進められています。「バージョン 0」の拡張機能を実装する技術トライアル用の製品が用意され、さらなる改良を重ねて最終的な規格が策定される予定です。

まとめ

FCoE (Fibre Channel over Ethernet) と CEE (Converged Enhanced Ethernet) は、従来はイーサネットに依存してきたネットワークに対して、ファイバーチャネルの信頼性、ネットワーク・サービス、インテリジェンス、および性能を実現するための拡張を施した強力な新テクノロジーです。これらの新プロトコルは、Brocade DCF (Data Center Fabric) アーキテクチャの重要なコンポーネントであり、データセンター仮想化ソリューションに対応する高信頼、かつ柔軟なインフラの構築を可能にします。

CEE の標準化が完了し、堅牢な規格が確立されると、サーバをファイバーチャネル、TCP/IP、および高性能コンピューティング・ネットワークに接続するために必要なアダプタ・カードとケーブルの数が減少し、サーバ・エッジ側における複雑さとコストを削減するという大きなメリットをもたらします。さらに FCoE では、新しい CEE ネットワーク上でファイバーチャネル・プロトコルをシームレスに稼働できるため、既存のストレージ・ネットワークと同じ一貫性のある管理と運用が可能になります。

FCoE と CEE は、統合のメリットをもたらす魅力的な新テクノロジーです。Brocade とそのパートナーは、IEEE への参加を通じて FCoE と CEE の標準化を推進し、この新しい革新的なテクノロジーの分野でリーダー的地位を築いています。しかし、FCoE と CEE の規格はまだ開発途中であり、新たなソリューションを実装するための実際的なアプローチ、つまりサーバ・エッジ側から着手してデータセンター・コア側へと拡張するというアプローチをとる必要があります。Brocade では、この新しいテクノロジーが完全に安心して導入できる状態になるまではサーバ接続ソリューションの後方および前方互換性を利用しながら拡張してゆく、「進化的」アプローチをとることをお勧めします。これにより、企業は既存のファイバーチャネルのインフラを活かしながら将来の FCoE 導入に備えた準備を整えることができ、最終的に適切なタイミングで、安全にデータセンター・ネットワークを拡張することができます。

詳細については、www.brocadejapan.com/fcoe をご覧ください。



BROCADE

ブロード コミュニケーションズ システムズ株式会社
〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関1-4-2 大同生命霞ヶ関ビル11階
TEL.03-6203-9100 FAX.03-6203-9101 Email:japan-info@brocade.com

BROCADEに関するより詳しい情報は、以下のWebサイトをご覧ください。
<http://www.brocadejapan.com>

©2009 Brocade Communications Systems, Inc. All Rights Reserved. 02/09 GA-WP-1227-00-J

Brocade, B-wing ロゴマーク, DCX, Fabric OS, File Lifecycle Manager, MyView, StorageX は、米国またはその他の国における Brocade Communications Systems Inc. の登録商標です。DCFM, SAN Health は商標です。その他のブランド、製品名、サービス名は各所有者の製品またはサービスを示す商標またはサービスマークである場合があります。

注意：本ドキュメントは情報提供のみを目的としており、Brocade が提供しているか、今後提供する機器、機器の機能、サービスに関する明示的、暗示的な保証を行うものではありません。Brocade は、本ドキュメントをいつでも予告なく変更する権利を留保します。また、本ドキュメントの使用に関しては一切責任を負いません。本ドキュメントには、現在利用することのできない機能についての説明が含まれている可能性があります。機能や製品の販売/サポート状況については、Brocade までお問い合わせください。