

# NVMeによる最新SAN入門

著者：ネットアップ テクニカル マーケティング エンジニア Mike Kieran  
ネットアップ テクニカル マーケティング エンジニア Michael Peppers

2018年5月

## はじめに

エンタープライズ データ ストレージは今、新しいテクノロジーによって再び生まれ変わろうとしています。

今回、新しいテクノロジーとして取り上げるのはNVMeです。NVMeはNon-Volatile Memory Expressの略で、ストレージ アクセスとトランスポート用の新しいプロトコルであり、ビジネス クリティカルなエンタープライズ アプリケーションに史上最速の応答時間を提供します。

エンタープライズ データ ストレージ システムは、このNVMeの登場で劇的に高速化することになります。これはフラッシュ ストレージが現れたときと同様ですが、今回はさらに大きな変革をもたらすかもしれません。NVMeは単なるストレージの仕様ではないからです。より幅広い仕様のNVMe over Fabrics (NVMe-oF) プロトコルは、サーバからストレージ システムまでのデータパス全体を再構築します。

企業がエンタープライズ アプリケーションを運用するとき、パフォーマンス、信頼性、可用性、スケーラビリティを備えたストレージ エリア ネットワーク (SAN) が必要です。本書では、企業がNVMeテクノロジーによってSANを構築可能にする方法を考察します。

NVMeテクノロジーには、次のような特徴があります。

- エンタープライズ システムやクライアント システムとの通信に定義された、ソリッド ステート ドライブ (SSD) 向けの新しい高速データ転送プロトコル
- ファブリック接続により、ホスト ソフトウェア スタックからストレージ アレイへのIOPSを向上し、レイテンシを削減
- 高速化の一途をたどるファイバチャネルトランスポートなどのネットワーク関連テクノロジーを活用
- 企業のビジネス クリティカルなアプリケーションを実行するSANに、世界最高レベルのパフォーマンスを提供

はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果

## ビジネスの新たな必須課題

ビジネスをあらゆる角度から調査し、迅速な市場投入、エラー率の低減、カスタマー エクスペリエンスの向上のためにデータを活用する方法を探す。こうした「デジタルトランスフォーメーション」を実施していない大規模企業は、現代にはほとんどないでしょう。

一部の企業は、顧客関係管理やエンタープライズ リソース計画などの既存アプリケーションをアップデートすることによって、デジタルトランスフォーメーションを達成しています。また、モバイル、映像、自動ボット、リアルタイム分析、人工知能、モノのインターネットなど、まったく新しいワークロードを導入している企業もあります。

あらゆるユースケースで、作成、収集、共有、保管されるデータ量は急速に増加し続けています。さらに重要なのは、そうしたデータの**価値**が時代とともに飛躍的に高まっていることです。現代において最も価値のあるリソースはもはや石油ではなく、データです。

こうして、NVMeは絶好のタイミングでデータセンターに登場しました。

- NVMeにより、IT部門は社内顧客の重要なビジネス ワークロードに対してリアルタイムの応答を提供できるようになります。
- 企業はビジネスに実質的な影響を与えるチャンスを見極め、それを活用することによって、価値実現までの時間を削減することができます。

今日のITリーダーには、既存のインフラをアップグレードし、すべてをサービスとして提供して、新しいワークロードに対応していく責任があります。しかも、そのために新たな予算を確保できる余地はほとんどありません。ですからNVMeは、最新のデータセンターにとって欠かせないテクノロジーなのです。NVMeにより、レイテンシ（SAN上のアプリケーション データへのアクセス時間）はミリ秒単位からマイクロ秒単位に削減され、クリティカル アプリケーションの応答時間が短くなります。

はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果

NVMeテクノロジーによるレイテンシ削減は、以下のような多くのユースケースにさらなるビジネスバリューをもたらします。

- **リアルタイム分析**：デビットカードやクレジットカードのトランザクションは一日に何十億回と処理されており、小売業者やクレジットカード会社では、不正が発生する前にそれを防止したいと強く願っています。巨額の損失を回避するには、ほぼ瞬時に対応できるテクノロジーが欠かせません。NVMeによるSANは、店頭取引でもオンライン取引でもそれを実現します。
- **ソフトウェア エージェント**：インテリジェントなソフトウェア ボットにより、上質な顧客対応やテクニカル サポート、その他の対話型サービスが提供される機会が増えてきました。しかもたいいの場合、対応は人間よりも迅速です。将来的にはNVMeテクノロジーによって、人間とボットのどちらと話しているのかユーザに区別がつかないほど、システムは高速かつ正確に応答できるようになるでしょう。
- **モノのインターネット**：NVMeをベースとしたストレージシステムは、非常に大量のデータセットを高速に取り込むことができ、膨大な数のクライアントと同時に接続することが可能です。そのため、データ収集を行うエッジポイントとして最適だけでなく、あらゆるセンサーのデータを集約したデータレイクをホストする中央集中型のストレージプールとしても理想的です。

---

「NVMe over Fibre Channelは、  
SCSI FCPと比べてIOPSが  
58%高く、レイテンシが34%低い」

—Demartekアナリスト レポート 『Performance Benefits of NVMe over Fibre Channel – A New, Parallel, Efficient Protocol』 (2018年5月)

---

はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

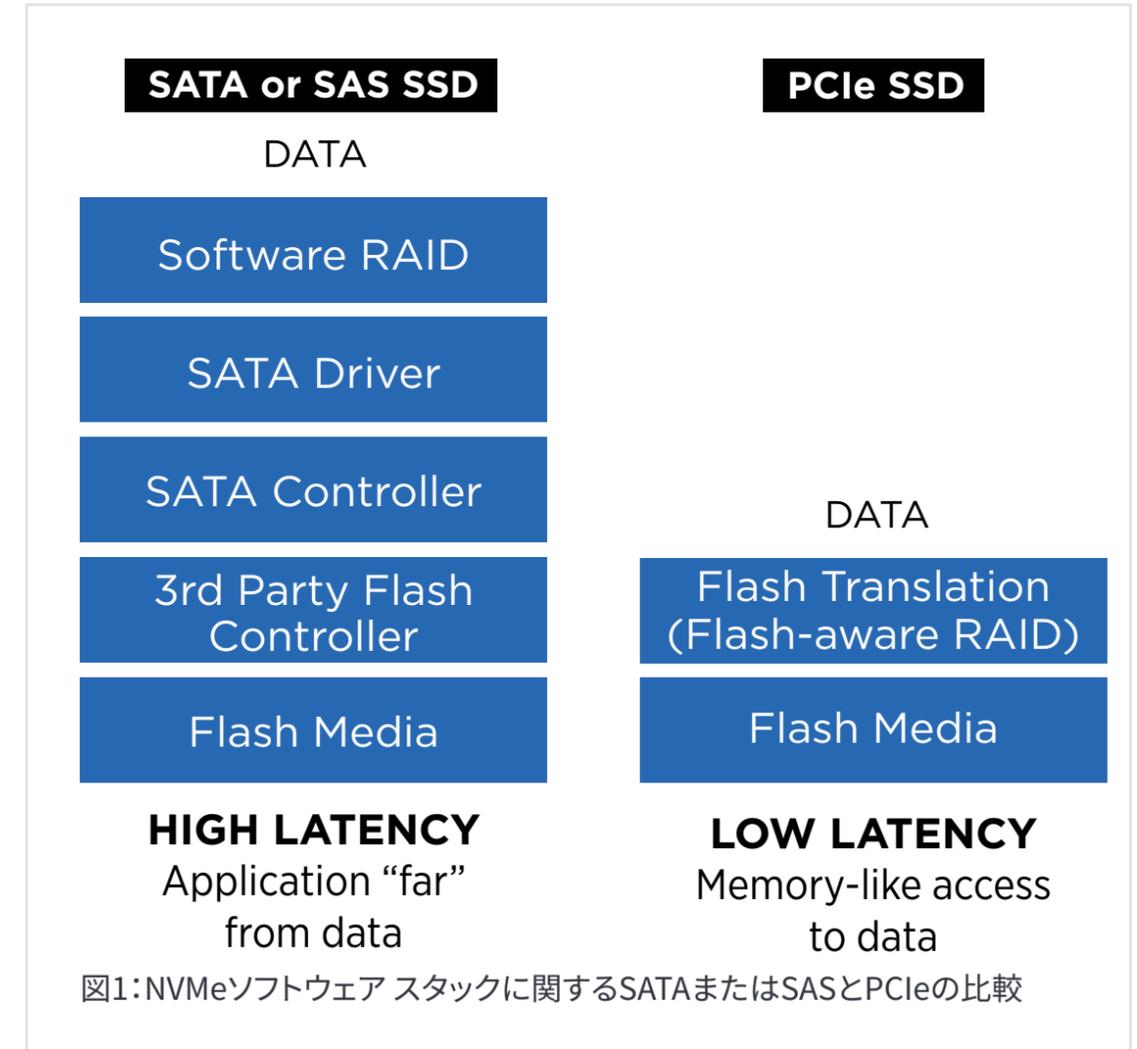
ビジネスの成果

## NVMeとソリッド ステート ドライブ

フラッシュ テクノロジは、最初はディスクとフラッシュのハイブリッド アレイとして、その後はオールフラッシュ アレイとしてデータセンターに登場し、エンタープライズ アプリケーションのパフォーマンスに非常に大きな影響を与えました。また、フラッシュ ストレージによって、エンドユーザの期待するパフォーマンスも変化しています。フラッシュ搭載PCのユーザは、かつてない速さの応答時間に慣れてしまっているため、すべてのビジネス アプリケーションに同じ操作性を期待します。こうしたアプリケーションがますます複雑になり、データセンターからクラウドへ拡張されていることなど気に掛けてはくれません。

しかしSSDで実現できる高速化は、データ チャンネルを構成する他のパーツのボトルネックによって、限界に近付きつつあります。現代の主なネットワーク プロトコルであるファイバチャネルとイーサネットでは、ストレージ プロトコル用のSCSIコマンドセットが使用されています。SCSIは約40年前に機械的メディア向けに開発されたものです。回転ディスクとの間のデータ フローは処理できるものの、もはや新しいフラッシュ ストレージメディアにはついていけません。

なぜなら、SCSIは最大256個のコマンドを含む単一キューに入れることで、I/O要求を処理するからです。アプリケーション



から届いたI/O要求は、他の要求が処理されるまで

はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果

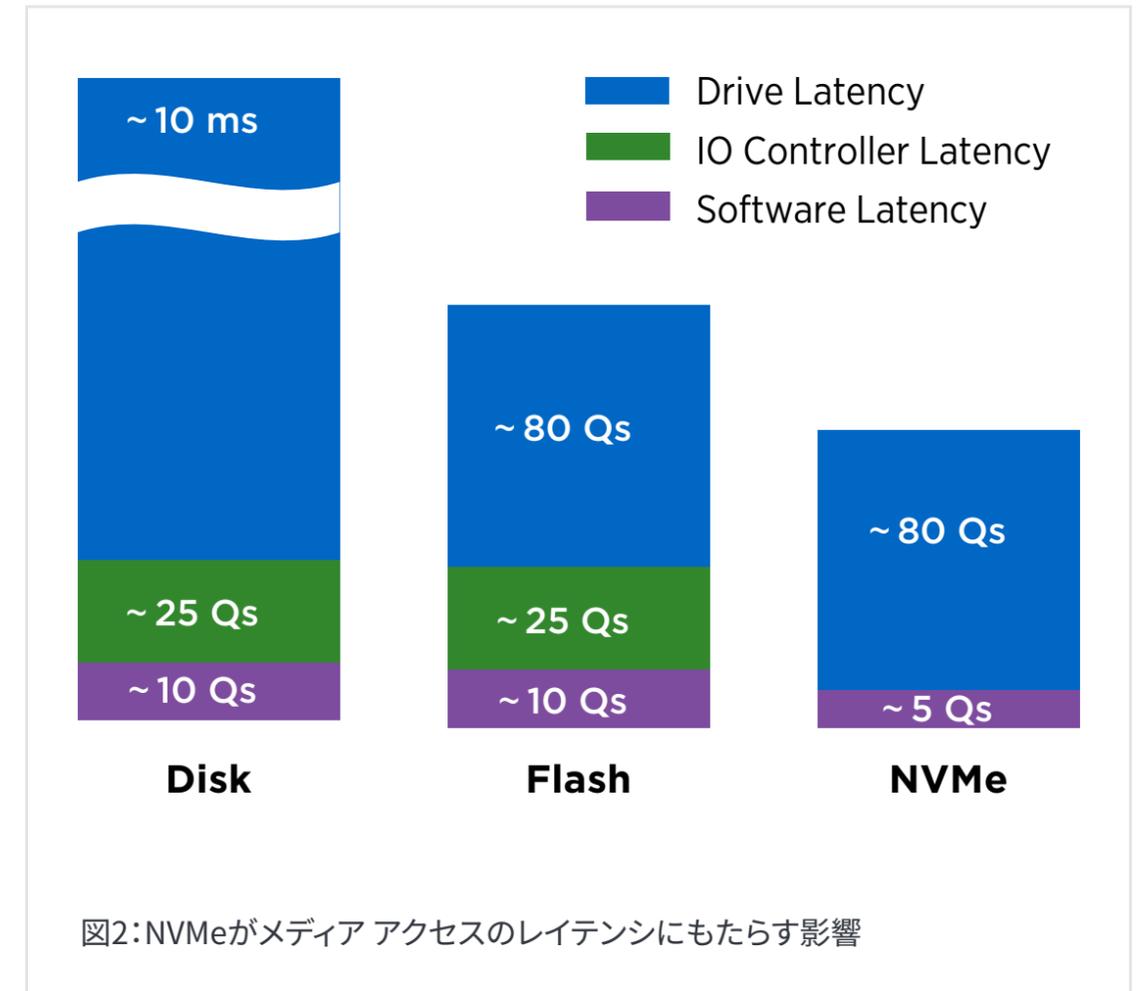
順番待ちをする必要があります。回転ディスクの時代は、こうしたデータ アクセスの遅延はあまり問題になりませんでした。いずれにせよ、ドライブの読み書きヘッドは、高速回転するプラッタ上を小刻みに移動しながら小さな磁気ブロックを探すのに忙しかったからです。フラッシュやその他のソリッド ステート メディアには可動部品がないため、本来非常に低レイテンシです。そこで今度は、データ パスの遅延がデータ アクセスを遅らせる新しいボトルネックとなりました。

この状況は過去10年間で改善しました。SATAなどのレガシー プロトコルよりもずっと高速な、PCI Express (PCIe) バスが登場したからです。たとえばPCIeバスは、最大65,535個のキュー (各キューの深さは65,535コマンド) をサポートします。また、ストレージを直接CPUに接続して、メモリのようにアクセスすることができます。さらに、PCIeに必要なソフトウェア スタックは、従来のプロトコルに比べて大幅に少なくなります (図1を参照)。

現在、PCIeベースのデバイスはあらゆる種類のコンピューティング環境で使用されていますが、それがSSDにとって問題となる可能性があります。ベンダーごとにハードウェアの専用ドライバが必要だからです。互換性の問題を解消するため、IT業界におけるすべての主要企業は、フラッシュなどPCIeバス上で実行するソリッド ステート メモリ用の最新データ アクセス規格に同意しました。それがNVMe仕様です。

NVMeは、以下の2つの側面を兼ね備えています。

- ソリッド ステート ストレージ デバイス用に最適化されたプロトコルと命令セット
- 不揮発性メモリ システムの将来を考慮した一連のオープンソース アーキテクチャ規格



はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果

NVMeは、携帯電話からウェブスケールのサービス プロバイダまで、あらゆる種類のコンピューティング環境で不揮発性メモリを活用するために、一から設計された仕様です。そしてスループット向上とレイテンシ削減というメリットのおかげで、NVMeの利用はデータセンターで急速に広がっています (図2を参照)。

NVMeに巨額の投資をした企業には、ネットアップ、Broadcom、Intel、Samsung、Micron、Seagate、Cisco、Western Digital、Microsoft、東芝などがあります。ネットアップは現在、パフォーマンスの大幅な向上を目的として、ハイブリッドフラッシュやオールフラッシュストレージシステムの大部分でNVMeストレージを使用しています。

かいつまんで言えば、NVMeは、ストレージシステムとの膨大な量の通信を並行して実行できるアーキテクチャへの移行を促進しています。結果として帯域幅はより広く、サーバとストレージデバイス間の接続レイテンシはより小さくなります。

これは将来のニーズを見据えた機能です。NVMeは現在のNANDフラッシュと3D XPointテクノロジーをサポートするだけでなく、現在開発中でまだ発見されていない永続メモリのテクノロジーが現れたときは、それにも対応するでしょう。

### NVMeのその他のメリット

NVMeにはほかにも、データセンターに比類ないパフォーマンスをもたらす機能が多数あります。

- 割り込み処理
- I/O要求のシリアル化に必要な内部ロック
- コマンドの合理化
- コンテキスト スイッチの削減
- 専用技術に依存しない設計
- ポーリング モード

はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果

## NVMe over Fabrics

ここまではNVMeプロトコルによるデータストレージの高速化について見てきました。NVMeはデータ転送プロトコルでもあり、最新世代の高速データファブリックにおける主要コンポーネントでもあります。

NVMe仕様は常に進化し続けています。NVMeのパフォーマンスとレイテンシに関するメリットは、NVMe over Fabrics (NVMe-oF) の登場によって、今やイーサネット、ファイバチャネル、InfiniBandなどのネットワークファブリックに拡大しています。NVMe-oFでは、フロントエンドストレージインターフェイスへのサポートが追加され、データセンター内でNVMeデバイスやサブシステムが通信できる距離が拡大し、多数のNVMeデバイスへのスケールアウトが可能になりました。

ネットワーク自体がますます高速化し続けているなか、こうした強化が必要不可欠になっています。たとえば、最初にGen 5の16Gbps（ギガビット/秒）の実現で始まったファイバチャネルの高速化は、現在Gen 6（32Gbps）に達し、近い将来にはGen 7が登場しようとしています。また、イーサネットも100Gbps以上に高速化しています。

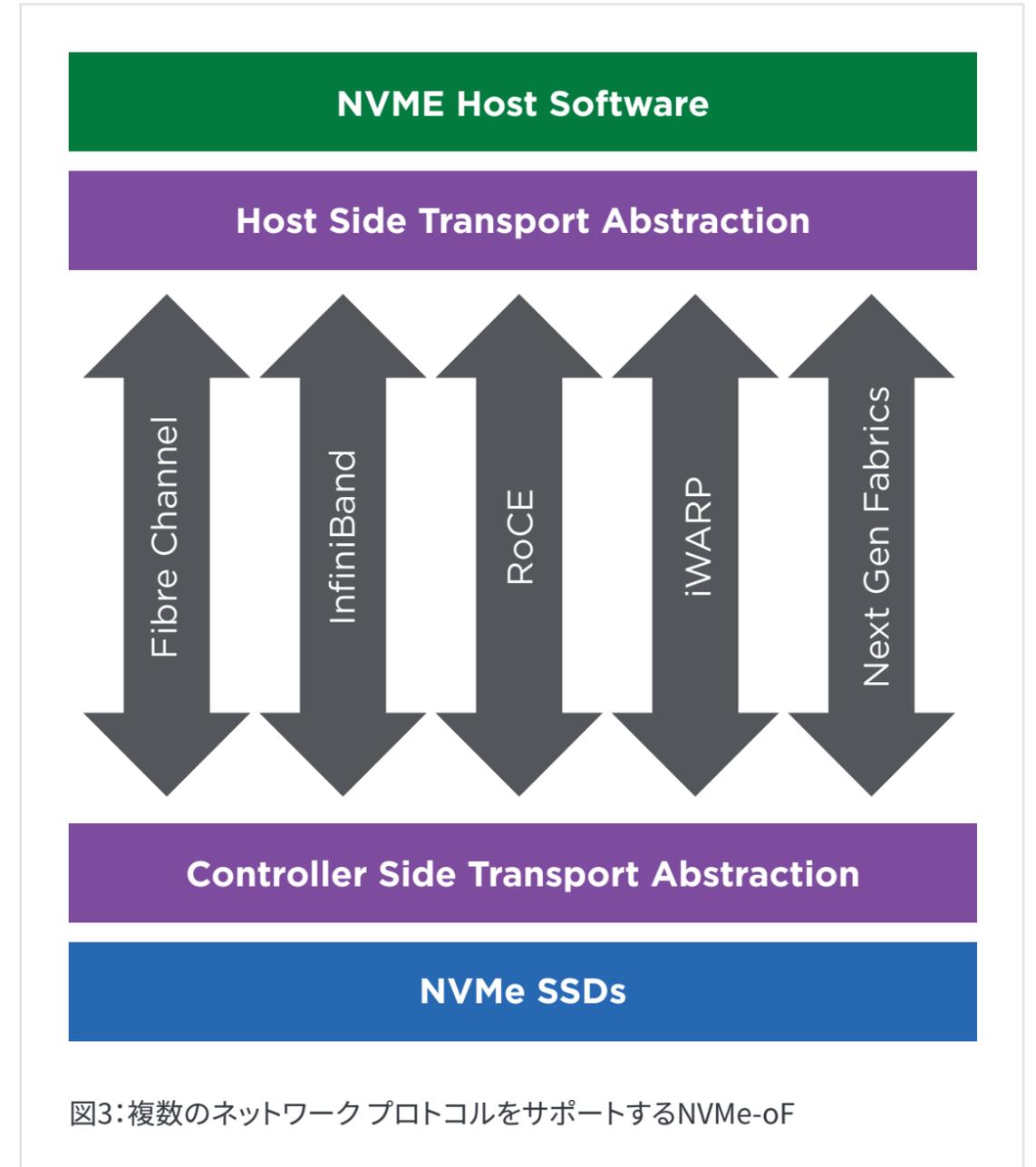


図3: 複数のネットワークプロトコルをサポートするNVMe-oF

はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果

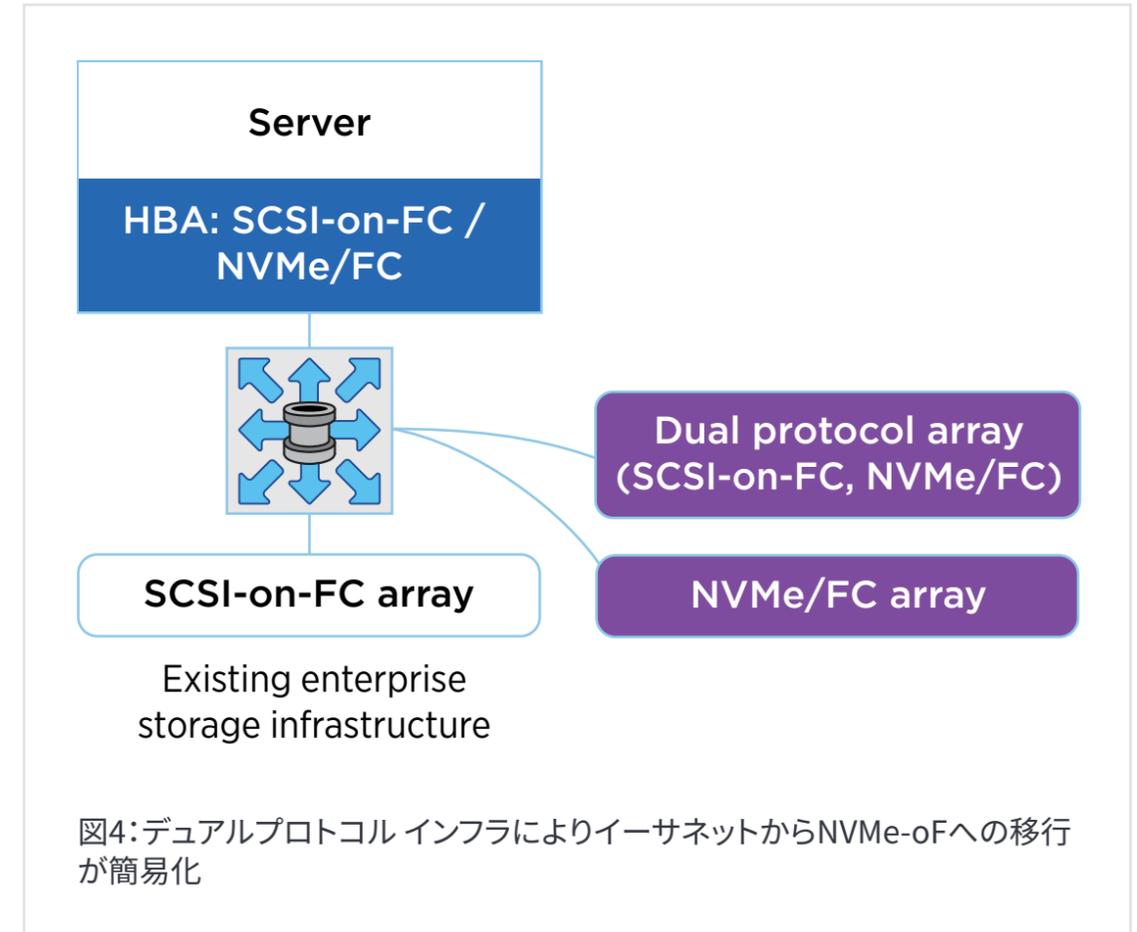
## インターフェイスのボトルネックを解消

NVMe-oFは比較的新しいテクノロジーですが、基本的なコンポーネントはエンタープライズ データセンターですでに定評のあるものです。NVMe-oFには、基盤となるトランスポート メカニズムに依存しないという重要な特徴があります。多くの企業のIT部門では、ファイバチャネル (NVMe/FC) の使用に注目していますが、NVMe-oF規格はInfiniBand、RoCE、iWARPなど、リモート ダイレクト メモリ アクセス (RDMA) のトランスポートメカニズムもサポートしています (図3)。

## NVMe/FCへの移行

NVMe-oFへの移行を目指す多くのITアーキテクチャにとって、パフォーマンスと信頼性が高く、ファブリックベースのゾーニングやネーム サービスのサポートも提供するファイバチャネルは、ネットワーク テクノロジーとして変わらぬ人気を保っています。しかも、ファイバチャネルはNVMe/FCやFCP (SCSI on Fibre Channel) などの高レベルなプロトコルを複数同時にトランスポートすることもできます。

一部の企業では、ビジネス メリットの観点からエンドツーエンドのNVMeシステムを評価しています。このシステムは、ファイバチャネルまたはRDMAインターフェイスを通じてNVMe-oFを



使用するNVMeストレージ デバイスを複数備えており、IOPSとレイテンシの両面で驚くほど高速になります。

NVMeはマルチプロトコル対応です。重要なシステム移行を実施する際の購入判断に迷った場合には、この点を考慮すると検討しやすくなるでしょう。重要なポイントは、企業の既存インフラを活用することです。多くの企業にとって、NVMe-oFへの

はじめに

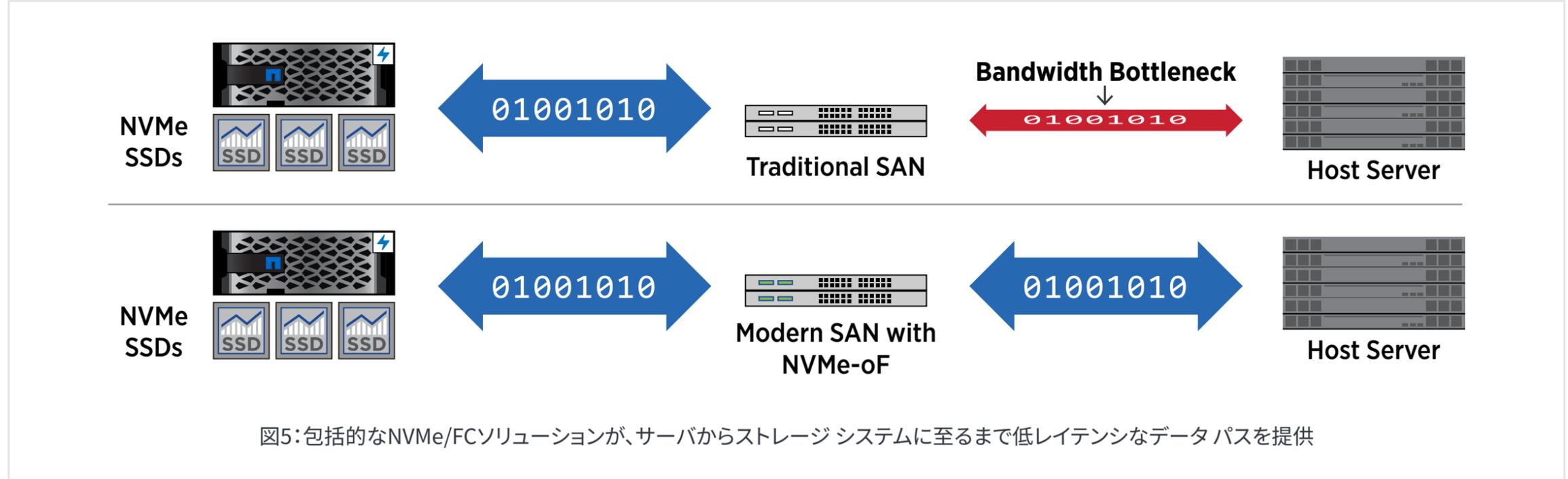
ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果



移行には2、3年を要するでしょうが、それは大した問題ではありません。

あるテクノロジーをすっかり入れ替えるよりも、デュアルプロトコルファイバチャネルファブリックによって、FCPとNVMe/FCのトラフィックを同時実行する方が、ソリューションとして優れています。こうすれば、アップグレードパスが安定した対費用効果の高いものになり、重要なテクノロジーを移行する際の不確実性やリスクを排除できます。

### NVMe/FCソリューションスタック

NVMeは破壊的なテクノロジーですが、企業に導入する際には破壊的でない方法を採用することができます。

図5に示すように、エンドツーエンドのNVMe/FCソリューションスタックには、主な構成要素が3つあります。サーバ、ストレージシステム、そしてこれらをつなげるファブリックインフラです。このタイプのSANインフラは、16Gbファイバチャネルスイッチやディレクタとともに実装することもできますが、最善の結果を得るためにはエンドツーエンド32Gbファイバチャネルインフラが推奨されます。

はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果

ネットアップでは、最大のパフォーマンス向上を可能にするために必要なNVMe-oFの包括的なデータパスを実現するため、BrocadeやBroadcomなどのテクノロジーパートナーによる最先端ネットワークインフラが組み込まれたソリューションを**現在提供しています**。さらに、近年のストレージシステムやファイバチャネルのハードウェアバスアダプタをお使いのお客様は、ドライバや他のソフトウェアにアップデートするだけでシームレスにアップグレードすることが可能となる場合もあります。

図6の構成例には、サーバのハードウェア / ソフトウェア、ファブリックインフラ、そしてストレージシステムのリストが記載されています。

ネットアップとBrocadeは、『[NVMe over Fibre Channel for Dummies](#)』という簡潔なEブックを共同で作成しました。このEブックは無料でダウンロードできます。

詳細情報については、この[テクニカルレポート](#)をダウンロードしてご確認ください。エンドツーエンドNVMe / FCソリューションの設計および実装方法が記載されています。

	ONTAP 9.4スタック	ソース
<b>サーバ</b>		
サーバOS	SLES 12 SP3	SUSE Linux
サーバ側HBA	Emulex LPe32004 32G FC HBA	Broadcom
サーバ側FC/ NVMeドライバ	Broadcom最新ドライバ	Broadcom
	SUSE Linux Enterprise 12 Inboxドライバ	SLES
<b>ファブリックインフラ</b>		
スイッチ	Gen5 : Brocade 6505 / 6510 / 6520 / 8500	Broadcom
	Gen6 : Brocade G610 / G620 / G630 / X6	Broadcom
	Cisco MDS 9132T	Cisco
スイッチ ファームウェアレベル	Firmware 8.1.1-8.2.x (G610 / G620)	Broadcom
	Firmware 8.2.x (G630)	Broadcom
	<a href="#">Broadcomファームウェアのダウンロード</a>	Broadcom
	Firmware NX-OS 8.2(1)、8.2.(2)	Cisco
スイッチ管理 ソフトウェア	<a href="#">Brocade Network Advisor (BNA) 14.4.0</a>	Broadcom
<b>ストレージとONTAP</b>		
コントローラ	A300、A700、A700s、A800	NetApp
FC/NVMeプロトコル ライセンス	ONTAP 9.4	NetApp

図6: 現在導入可能な包括的なNVMe/FCソリューションのスタック

はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果

## データベース、SAN、NVMe

NVMeの人気は、今日の企業に欠かせないワークロードに牽引されて高まってきました。こうしたワークロードには、長年確立された生産性基準から最先端のアプリまで、さまざまなものがあります。

こうしたビジネス クリティカルなワークロードの多くは、SANシステムのみ、もしくはSANを中心としたシステムで実行されています。

- SANは、現在利用できるなかでも最速のプロトコル（ファイバチャネルとiSCSI）を利用して構築されています。
- データベース ワークロードは非常に重要なビジネス要件ですが、その多くに最も適しているのがSANです。
- SANは、外付けハードドライブのようにホストに取り付けられるブロックレベルのシステムです。これは多くの環境にとってアーキテクチャ上の重要なメリットになります。

実際、大半のビジネス クリティカルなアプリはデータベース上に構築されています。特にOracleデータベース、Microsoft SQL Server、SAP HANAなどがそれに当たります。

SANはデータベース ワークロードとして理想的です。企業が主に以下の項目を軸にして設定した最も厳密な主要パフォーマンス指標（KPI）を超える結果を出すように設計されているからです。

- パフォーマンス
- 可用性
- 使いやすさ
- 将来のニーズへの対応
- 投資回収率

### エンタープライズ データベース ワークロード

データベース管理者はパフォーマンスを最適化するために、常にシステムを監視し、各ハードウェア コンポーネントが完全に活用されているかどうかを確認します。データベース アプリケーションでは、サーバのスプロール現象やI/O障害によって応答時間が著しく遅くなるため、これは特に重要です。

はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果

たとえば単一のデータベース サーバがSATAベースのストレージ システムに接続されている場合、I/O要求の処理待ち時間が生じるため、必然的にパフォーマンスの問題が生じます。この問題を解決するため、他のサーバをスピン アップしてワークロードを分割する方法や、1台のサーバをユーザ インタラクション専用、もう1台をバックエンド処理専用にする方法がITアーキテクチャに取り入れられることがあります。しかしこれは高価なオプションです。エンタープライズ向けデータベース ライセンス1つに毎年何百万円もかかる可能性があり、さらに運用コストも必要になります。電力や冷却にかかるコストを考慮しても、明らかにNVMeの方が、少ないハードウェアと低予算でより多くのことができます。

## インメモリ データベース

NVMeは、データ ストレージをメイン メモリに依存するSAP HANA、Apache Sparkなどのインメモリ データベース アプリケーションには理想的です。こうしたワークロードを実行するデータセットはクラスタ メモリの合計を超える場合もあるほど巨大で、ストレージ システムに大きな負荷をかけます。

SATA環境では、RAIDプロトコルでも著しいリスクがあります。ハードウェア障害によってノードのパフォーマンスが一時的に低下したり、もっと悪い場合は停止したりする場合があります。一方NVMeのバスには、現在の驚くほど高速なマルチコア プロセッサCPUにも十分対応できるだけの速さがあります。

はじめに

ビジネスの  
新たな必須課題

NVMeとソリッド  
ステート ドライブ

NVMe over Fabrics

データベース、  
SAN、NVMe

ビジネスの成果

## ビジネスの成果

テクノロジーの研究開発は、絶え間なく続けられています。NVMeなどの破壊的な技術革新が市場に現れると、業界をリードするIT企業は、根拠の明確な将来性のある投資をするという大きな課題に直面します。

デジタル変革を進めている企業には、次のような重要な優先事項があります。

- フラッシュとハイブリッド クラウドを使用して、新たに出現したデータセンターの最新アーキテクチャに移行する
- 高度な分析と人工知能によって、データの戦略的価値を引き出す
- 主要ワークロードを高速な最新SANアーキテクチャで実行することで、将来のニーズに対応する

今日、ネットアップはテクノロジー、製品、専門技術を通じて、世界中の企業に比類ないSANの価値を提供しています。製品面では、驚くほど高速なストレージ アレイとデータ ファブリックを提供し、企業が求める「ノンストップの可用性」を実現しています。またエコシステムとしては、システム イン

テグレータや付加価値再販業者が製品関連の包括的なソリューションを構築し、それぞれの顧客の業界に特有なニーズに合わせて構成しています。

さらに、お客様にご愛顧いただいているプラットフォーム、NetApp ONTAP®では、最新データセンター向けの世界最高レベルのデータ管理ツールや、コア エンタープライズワークロード向けのカスタム設定を提供し、ユニークな自動サポート システムであるNetApp Active IQ®をご利用いただいています。

ネットアップは20年以上にわたってファイルベース データ ストレージの主要ブランドとして認知され、ここ数年はSANテクノロジーの分野でもリードしてきました。AFF SANシステムの販売台数は倍以上の増加を続けています。実際、NetApp AFFのお客様の大半はSANを導入しています。市場調査会社IDCの最近のレポートによると、NVMe時代に突入しようとしている現在、ネットアップには著しい勢いがあり、SANベンダー上位5社のなかで最も急速に成長しています。

詳細はこちら

[netapp.com/jp/products/storage-systems/storage-area-network.aspx](http://netapp.com/jp/products/storage-systems/storage-area-network.aspx)

\*出典: IDC『Worldwide Quarterly Enterprise Storage Systems Tracker』2017年第4四半期実績 (2018年3月発行)

© 2018 NetApp, Inc. All Rights Reserved. NetApp、NetAppのロゴ、<http://www.netapp.com/jp/legal/netapptmlist.aspx>に記載されているマークは、NetApp, Inc.の商標です。その他の会社名と製品名は、それを所有する各社の商標である場合があります。2018年6月

