



テクニカル レポート

VMware vSphere with ONTAP

ネットアップ Karl L.Konnerth
2018年1月 | TR-4597

概要

NetApp® ONTAP®は、VMware vSphere 環境に適した、強力で柔軟なデータ管理ソリューションです。革新的な機能を継続的に追加しながら、コストを削減しつつ管理を簡易化します。本ドキュメントでは、vSphere 向け ONTAP ソリューションについて解説します。製品の最新情報のほか、導入の合理化、リスクの軽減、継続的な管理の簡易化のためのベストプラクティスについて説明します。

目次

1 vSphere に最適な ONTAP.....	4
1.1 ONTAP が vSphere に最適である理由	4
1.2 vSphere 向けの ONTAP 機能	6
1.3 ONTAP ライセンス	6
1.4 ONTAP の仮想化ツール.....	8
2 ベストプラクティス.....	9
2.1 vSphere データストアとプロトコル機能.....	9
2.2 ストレージ プロトコルの選択.....	12
2.3 データストアのレイアウト	12
2.4 データストアと VM 移行.....	14
2.5 Virtual Storage Console	14
2.6 一般的なネットワーク.....	16
2.7 SAN (FC、FCoE、iSCSI) 、 RDM	17
2.8 NFS.....	19
3 vSphere 向けのその他の機能.....	21
3.1 データ保護	21
3.2 スペース再生	22
3.3 VM とデータストアのクローニング	23
3.4 ストレージ効率とシンプロビジョニング	24
3.5 Quality of Service (QoS)	26
3.6 VMware Storage Distributed Resource Scheduler (SDRS)	28
3.7 Storage Policy-Based Management と Virtual Volumes (VVol)	29
3.8 クラウドへの移行とバックアップ	31
3.9 vSphere データの暗号化	32
付録 A : ONTAP と vSphere のリリース固有の情報	33
ONTAP のリリース	33
vSphere と ESXi のサポート	34
NFS Plug-In for VMware VAAI	34
VASA Provider	34
Virtual Storage Console	34
付録 B : 推奨される ESXi ホストの設定およびその他の ONTAP 設定	34
改訂履歴	36
お問い合わせ	36

表一覧

表 1) vSphere でサポートされている従来の ONTAP データストア機能 (VVol データストアには適用されません)	10
表 2) サポートされる VMware ストレージ関連機能.....	10
表 3) サポートされる ONTAP ストレージ管理機能	11
表 4) サポートされるバックアップ機能	11
表 5) データストアのプロビジョニングに最適なツール	15
表 6) ネットワーク設定の適用の有無	17
表 7) NFS バージョンとサポートされる機能	20
表 8) ONTAP の QoS と VMware の SIOC の比較	28

図一覧

図 1) vSphere 向け ONTAP ツール.....	9
図 2) Virtual Storage Console を使用したデータストアのプロビジョニング	15
図 3) OnCommand System Manager を使用したプロビジョニング	16
図 4) vSphere ホストから ONTAP LUN へのマルチパス接続.....	19
図 5) SnapCenter の導入例	22
図 6) ONTAP のクローニング機能	23
図 7) ONTAP の各種 Storage Efficiency 機能の組み合わせがもたらす効果.....	25
図 8) VASA Provider 7.1 ダッシュボード	29
図 9) VVol のコンポーネント	30
図 10) ネットアップのハイブリッド クラウド ソリューション.....	32

1 vSphere に最適な ONTAP

NetApp ONTAP ソフトウェアは 10 年以上にわたり、業界をリードする VMware vSphere 環境向けストレージソリューションとして使用されてきました。革新的な機能を継続的に追加しながら、コストを削減しつつ管理を簡易化します。本ドキュメントでは、vSphere 向け ONTAP ソリューションについて解説します。製品の最新情報のほか、導入の合理化、リスクの軽減、継続的な管理の簡易化のためのベストプラクティスについて説明します。

ベストプラクティスは、各種ガイドや互換性リストなどの他のドキュメントを補うものです。ベストプラクティスの内容は、ラボ テストの結果、ネットアップのエンジニアの幅広い現場経験、お客様のご意見に基づいています。有効な方法やサポートされている方法はこれだけではありませんが、通常は、多くのお客様のニーズを満たす最もシンプルな解決策です。

本ドキュメントでは、vSphere 5.5 以降で実行される ONTAP の最近のリリース (9.x) の機能について説明します。リリース別の詳細については、付録 A を参照してください。

1.1 ONTAP が vSphere に最適である理由

ONTAP が vSphere 向けストレージ ソリューションとして 50,000 社を超えるお客様に選ばれていのには、数多くの理由があります。たとえば、SAN プロトコルと NAS プロトコルの両方をサポートするユニファイド ストレージ システムである、スペース効率に優れた Snapshot™ コピーによる堅牢なデータ保護機能を搭載している、アプリケーション データを管理する豊富なツールがあるといった例が挙げられます。ストレージ システムをハイパー バイザーと切り離して使用することで、多くの機能をオフロードし、vSphere ホスト システムへの投資を最大限に活用できます。このアプローチでは、ホスト リソースをアプリケーション ワークロードに集中できるだけでなく、ストレージ運用が引き起こすアプリケーションのパフォーマンスへのランダムな影響も回避できるようになります。

vSphere と ONTAP の組み合わせは非常に有用で、ホスト ハードウェアと VMware ソフトウェアのコスト削減、低コストでの確実なデータ保護、一貫した高パフォーマンスの提供を実現できます。仮想ワークロードは移動できるため、Storage vMotion を使用したデータストア間での VM の移動においてさまざまなアプローチが可能です。VMFS、NFS、VVOL データストア間の VM の移動を同一のストレージ システム上で実行できます。

今日のお客様が価値を置いている主な要素には、以下のようないことがあります。

ユニファイド ストレージ

ONTAP ソフトウェアを実行しているシステムは、いくつかの重要な方法で統合されます。本来、このアプローチは SAN プロトコルと NAS プロトコルの両方を指すものでした。ONTAP は、従来からの NAS での強みを残しつつ、今後も業界をリードする SAN 向けプラットフォームとして提供されます。vSphere 環境においては、このアプローチは仮想サーバ インフラ (VSI) および仮想デスクトップ インフラ (VDI) 向けのユニファイド システムのことと指すことがあります。ONTAP ソフトウェアを実行しているシステムは、VSI では従来のエンタープライズ アレイの場合よりもコストが低くなり、また、VDI を処理するための高度な Storage Efficiency 機能も同じシステム内に備わっています。また、ONTAP では、SSD から SATA までさまざまなストレージ メディアを統合して、簡単にクラウドに拡張できます。パフォーマンスのためにフラッシュ アレイを、アーカイブのために SATA アレイを、クラウド化のために別個のシステムを購入する必要はありません。ONTAP がそのすべてを 1 つに統合します。

仮想ボリュームと Storage Policy-Based Management

ネットアップは、vSphere Virtual Volumes (VVol) の開発の早期段階から、VMware の設計パートナーとしてアーキテクチャに関わる部分での情報提供を行い、VVol と VMware vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) をサポートしてきました。このアプローチによって VM 関連のきめ細かなストレージ管理が VMFS で可能になっただけでなく、Storage Policy-Based Management を通じたストレージ プロビジョニングの自動化もサポートされるようになりました。また、このアプローチにより、ストレージ設計者は、VM 管理者が簡単に使用できるさまざまな機能を備えたストレージ プールを設計できるようになりました。ONTAP は VVol 分野でストレージ業界をリードしています。エンタープライズ アレイや小規模なフラッシュ アレイのベンダーでは、アレイあたり数千の VVol しかサポートできないのに対して、ONTAP は 1 つのクラスタ内で何十万もの VVol をサポートします。また、ネットアップは、VASA 3.0 のサポート時の機能追加で、VM のきめ細かな管理機能をさらに進化させました。

ストレージ効率

ネットアップは業界で初めて本番ワーカロードの重複排除を実現しましたが、これ以前にも、またはこれ以降にも、この領域の革新を進めています。最初の革新は、パフォーマンスへの影響がなくスペース効率に優れたデータ保護メカニズムである ONTAP Snapshot コピーと、本番用およびバックアップ用として VM の読み取り / 書き込みコピーを瞬時に作成する FlexClone® テクノロジの開発でした。その後もネットアップは、コストがかかる SSD をストレージでなるべく使用せずに済むように、重複排除、圧縮、ゼロブロック重複排除などのオンライン機能を引き続き提供しました。ONTAP の最新の追加機能では、圧縮機能を使用して、少量の I/O 処理やファイルをディスク ブロックに圧縮できるようになっています。これらの機能の組み合わせにより、VSI の場合は最大 5 分の 1、VDI の場合は最大 30 分の 1 のコスト削減が実現し、お客様のもとで成果を上げています。

ハイブリッド クラウド

オンプレミスのプライベート クラウドでも、パブリック クラウド インフラでも、あるいはその両方の利点を組み合わせたハイブリッド クラウドで使用した場合でも、ネットアップ データ ファブリックはデータ管理を合理化し、最適化します。まずはハイパフォーマンスなオールフラッシュ システムを導入し、それをディスクまたはクラウド ストレージ システムと組み合わせて、データ保護やクラウド コンピューティングに活用します。Azure、AWS、IBM、Google いずれかのクラウド サービスを選んで、コストを最適化し、ロックインを回避します。必要に応じて、OpenStack とコンテナ テクノロジの高度なサポートを活用してください。さらに、ネットアップでは、ONTAP 向けにクラウドベースのバックアップ (NetApp Cloud Backup (旧称 AltaVault™))、ストレージ階層化、アーカイブ ツール (FabricPool) を提供することで、運用コストの削減と、クラウドの幅広いリーチの活用を実現しています。

他にも多数

NetApp All Flash FAS (AFF) システムの卓越したパフォーマンスを利用すれば、コストを管理しながら仮想インフラを一層活用できます。スケールアウト型 ONTAP クラスタを使用して、ストレージ システムの保守やアップグレード、完全な交換にいたるまで、完全なノンストップ オペレーションが実現します。NetApp Volume Encryption 機能により、追加費用なしで保存中のデータを保護できます。きめ細かいサービス品質機能は、ビジネス上のサービス レベルを満たすパフォーマンスを実現します。これらの機能はすべて、オープン系ネットワーク ストレージ OS で世界シェア No.1 の ONTAP (出典 : IDC 『Worldwide Quarterly Enterprise Storage Systems Tracker』 2017 年第 3 四半期実績、2017 年 11 月 30 日発行[オープン系ネットワーク エンタープライズ ストレージ システム収益およびテラバイト数]) が提供している幅広い機能の一部です。

1.2 vSphere 向けの ONTAP 機能

プロトコル

ONTAP は、NFS (v3 および v4.1) や SMB (ゲスト接続) に加え、SAN 環境向けの iSCSI、Fibre Channel (FC) 、Fibre Channel over Ethernet (FCoE) など、仮想化に使用されるすべての主なストレージ プロトコルをサポートしています。お客様は、自社の環境に合ったものを自由に選び、1 つのシステム上で必要に応じてプロトコルを組み合わせることができます (たとえば、NFS データストアの一般的な使用方法を、数個の iSCSI RDM やゲスト共有で強化できます)。

機能

ONTAP には仮想ワークロードの管理に役立つ多くの機能が備わっています。追加の製品ライセンスが必要な機能もいくつかありますが、そちらについては次のセクションで説明します。他の機能はスタンダードアロン ツールとしてパッケージ化されており、一部は ONTAP 向け、その他はネットアップのポートフォリオ全体向けです。これらについても、あとで説明します。

基本的な ONTAP 機能の詳細は、下記のとおりです。

Snapshot コピー	ONTAP では、VM またはデータストアの Snapshot コピーを瞬時に作成できます。Snapshot コピーの作成または使用によるパフォーマンスへの影響はありません。Snapshot コピーは、パッチの適用前に VM のリストア ポイントを作成したり、シンプルなデータ保護を実施する際に役立ちます。これは VMware (整合性) スナップショットとは別のものであることに注意してください。VMware (整合性) スナップショットは、パフォーマンスなどの影響があるため、通常は <u>推奨されません</u> 。ONTAP Snapshot コピーを一番簡単に作成する方法は、SnapCenter® Plug-In for VMware vSphere を VM とデータストアのバックアップに使用することです。
Storage Efficiency	本ドキュメントで後述するとおり、ONTAP はオンラインおよびバックグラウンドでの重複排除、圧縮、ゼロブロック重複排除、データ圧縮の機能をサポートしています。
DataMotion™	ONTAP クラスタ内のデータストアと VVol をサポートするボリュームや LUN を、システムを停止させずに移動することで、パフォーマンスと容量のバランスを調節したり、無停止での保守やアップグレードをサポートできます。
Flash Pool™	HDD と SSD を組み合わせたストレージ プールを作成して、対費用効果の高い方法でパフォーマンスを向上します。
パフォーマンス ヘッドルーム	ストレージ ノードへの新規ワークロードの導入に利用できるパフォーマンス容量を表示します。
QoS	本レポートで後述するとおり、QoS 機能によって個々の LUN、ボリューム、ファイル上のパフォーマンスを管理できます。未知の VM または「Bully」VM の制限に使用できるほか、重要な VM に十分なパフォーマンス リソースを確保するために使用することができます。
ボリューム 暗号化	本レポートで後述するとおり、NetApp Volume Encryption を使用すれば、ソフトウェアベースの暗号化で保存中のデータを簡単に保護できます。
FabricPool	コールド データをブロック レベルで自動的に階層化することで、オブジェクトストアを分離し、高価なフラッシュ ストレージの空き容量を増やすことができます。

1.3 ONTAP ライセンス

仮想ワークロード管理に役立つ一部の ONTAP 機能は、追加費用の有無、ライセンス バンドルの有無、個別選択かどうかに関わらず、追加ライセンスが必要です。多くのお客様にとって最も対費用効果の高いアプローチは、下記の一覧のすべてのライセンスを含む Premium Bundle または Flash Bundle です。vSphere と関係のある主なライセンスとその使用方法は下記のとおりです。

FlexClone	FlexClone では、スペース効率に優れた方法で、ONTAP のボリュームとファイルのクローンが瞬時に作成されます。このクローンング機能は、VMware vSphere Storage APIs – Array Integration (VAAI) によって処理がストレージ システムにオフロードされているとき、バックアップ検証とリカバリ (SnapCenter ソフトウェア) や、VVol クローンング、Snapshot コピーのために使用されます。使用方法は下記のとおりです。
	<ul style="list-style-type: none">• VAAI はオフロード コピー用に ONTAP でサポートされており、vSphere クローンと移行 (Storage vMotion) 処理をサポートしています。FlexClone ライセンスがあれば、FlexVol® ボリューム内に Fast クローンを作成できますが、ライセンスがなくても、速度の遅いブロック コピーを使用してクローンを作成できます。• FlexClone ライセンスは、VVol 機能で必要です。FlexClone ライセンスにより、1 つのデータストア内または複数のデータストア間での VVol のクローンングと、vSphere で管理された VVol の Snapshot コピーを、ストレージ システムにオフロードして実行できるようになります。• Storage Replication Adapter (SRA) は VMware Site Recovery Manager と一緒に使用され、FlexClone ライセンスは NAS 環境と SAN 環境の両方でリカバリをテストするために必要です。検出、リカバリ、保護の再適用のワークフローについては、FlexClone なしでも SRA を使用できます。• FlexClone では、過去に Virtual Storage Console (VSC) 機能をサポートしていましたが、製品の変更に伴い、これらの機能は不要となりました。
SnapRestore	SnapRestore® テクノロジでは、データをコピーすることなく、ボリュームをインプレースで瞬時にリカバリできます。この機能は VSC や SnapCenter などの、ネットアップのバックアップとリカバリのツールが必要です。検証とリストアの処理用にデータストアをマウントするために使用されます。
SnapMirror、 SnapVault	SnapMirror® と SnapVault® テクノロジにより、ONTAP システム間、および Cloud Backup などの他のネットアップ システム間で、データをシンプルにすばやくレプリケーションできます。現在使用可能な SnapMirror のリリースでは、ブロック レプリケーションのパフォーマンスで、バージョンに依存しない論理 レプリケーションがサポートされています。セカンダリ システムには変更されたデータのみが送信されます。SnapVault では、この機能を拡張して、セカンダリ システム上に複数のリカバリ ポイントを保持できるようになりました。また、最近の ONTAP リリースでは、SnapMirror のライセンスをお持ちのお客様なら追加費用なしで SnapVault を利用できるようになっています。
	SnapMirror は Site Recovery Manager での SRA レプリケーションに必要です。また、SnapCenter でも、セカンダリ ストレージ システムに Snapshot コピーを レプリケーションするために必要です。
SnapCenter	SnapCenter ソフトウェアは、アプリケーションと整合性のあるデータ保護とクローン管理を実現する拡張性に優れたユニファイド プラットフォームとプラグインのスイート製品です。SnapCenter の標準的なコントローラベースのライセンスは、AFF システムと FAS システムの Premium Bundle および Flash Bundle に含まれています。
MetroCluster	NetApp MetroCluster™ は、キャンパス エリアまたはメトロポリタン エリアにおける高可用性とディザスター リカバリを組み合わせて、サイト障害とハードウェア 停止の両方からシステムを保護する同期レプリケーション ソリューションです。データ損失ゼロ (RPO ゼロ) でのファスト リカバリ (RTO が数分以内) を行い、障害からの透過的なりカバリによるソリューションを提供します。vSphere 環境内で、vSphere Metro Storage Cluster 構成の一部として使用されます。

1.4 ONTAP の仮想化ツール

ネットアップは、ONTAP や vSphere と一緒に使用可能な、仮想環境管理用のスタンドアロン ソフトウェア ツールをいくつか提供しています。下記のツールは ONTAP ライセンスに含まれており、追加費用は不要です。vSphere 環境内でこれらのツールを導入する方法については、図 1 を参照してください。

Virtual Storage Console (VSC)

VSC は vCenter のプラグインとして提供されており、SAN か NAS かを問わずにストレージ管理と効率化機能の簡易化を図れるだけでなく、可用性の向上やストレージコストの削減、運用のオーバーヘッドの低減も可能にするソフトウェアです。データストアのプロビジョニングのベストプラクティスを使用して、NFS 環境やブロックストレージ環境向けの ESXi ホスト設定を最適化します。これらのメリットから、VSC は、ONTAP ソフトウェアを実行しているシステムで vSphere を使用する際のベストプラクティスとして推奨されます。VSC サーバ アプライアンスと vCenter 用ユーザインターフェイス拡張機能の両方が含まれています。

NFS Plug-In for VMware VAAI

NetApp NFS Plug-In for VMware は、ESXi ホストが ONTAP 上の NFS データストアで VAAI 機能を使用できるようにするためのプラグインです。クローン処理、シック仮想ディスク ファイル向けのスペース リザベーション、リンク クローンの Snapshot コピーのコピー オフロードをサポートしています。コピー処理をストレージにオフロードしても、完了までの時間が必ずしも短縮されるとは限りませんが、CPU サイクル、バッファ、キューなどのホストリソースをオフロードできます。このプラグインは、VSC を使用して ESXi ホストにインストールできます。

VASA Provider for ONTAP

VASA Provider for ONTAP は、VMware vStorage APIs for Storage Awareness (VASA) フレームワークをサポートしています。導入を容易にするために、7.x リリースで VSC および SRA と合わせて 1 つの仮想アプライアンスに統合されました。VASA Provider は ONTAP と vCenter Server を接続することで、VM ストレージのプロビジョニングと監視を支援します。VMware Virtual Volumes (VVol) のサポート、ストレージ機能プロファイルや個々の VM の VVol パフォーマンスの管理、プロファイルの容量やコンプライアンスの監視のアラームを可能にします。

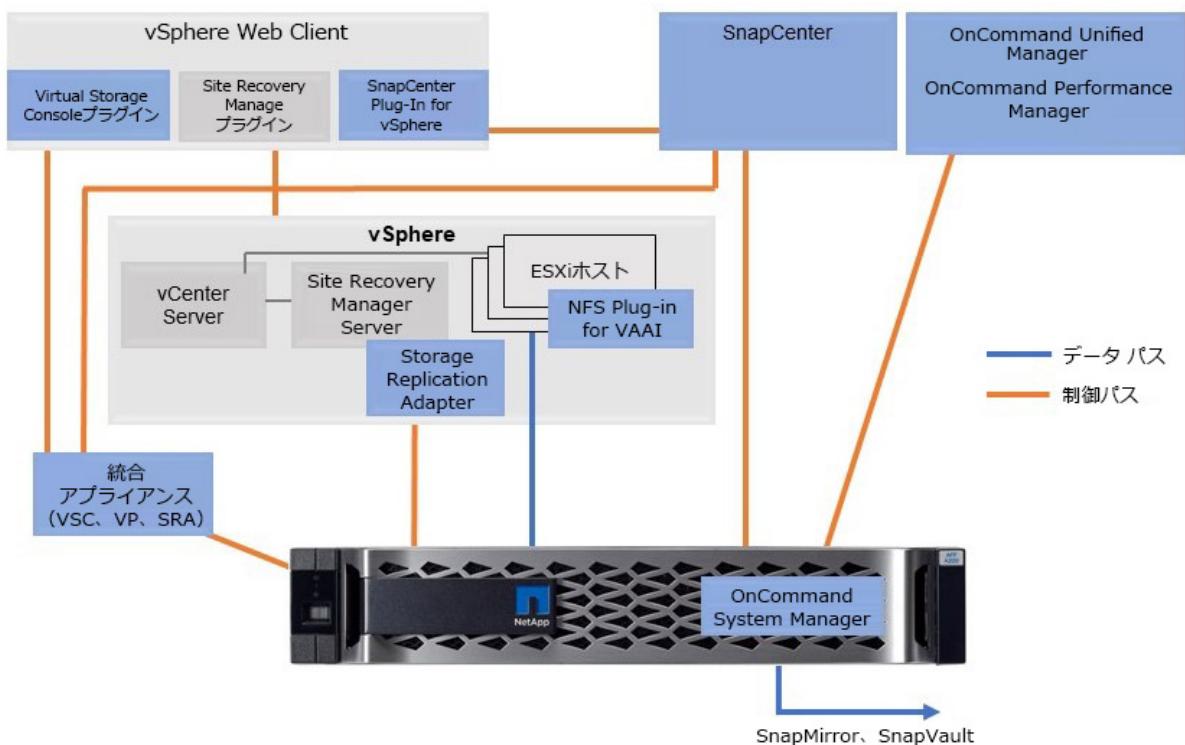
Storage Replication Adapter

SRA は、VMware Site Recovery Manager (SRM) と一緒に使用されます。本番サイトとディザスタリカバリ サイトの間のデータ レプリケーションを管理し、システムを停止せずに DR レプリカをテストできます。検出、リカバリ、保護の再適用のタスクを自動化します。SRA サーバ アプライアンスと SRM サーバ用 SRA アダプタの両方が含まれています。

OnCommand System Manager

通常、OnCommand® System Manager は ONTAP ソフトウェアを実行しているシステムを管理するための GUI として使用されますが、vSphere 環境でも役立つ機能があります。管理者は、Storage Virtual Machine を選択したあとに複数のアプリケーション プロビジョニング ウィザードから選択できますが、この中に仮想デスクトップや仮想サーバ向けのウィザードも含まれています。プロビジョニングに関する詳細については、このドキュメントで後述する Virtual Storage Console についての説明を参照してください。

図 1) vSphere 向け ONTAP ツール



2 ベストプラクティス

2.1 vSphere データストアとプロトコル機能

VMware vSphere と ONTAP ソフトウェアを実行しているシステム上のデータストアの接続には、4 つのプロトコルが使用されます。

- FC
- FCoE
- iSCSI
- NFS

FC、FCoE、および iSCSI はブロック プロトコルで、vSphere Virtual Machine File System (VMFS) を使用して ONTAP ボリューム内の ONTAP LUN に VM を格納します。NFS はファイル プロトコルで、VM をデータストア (ONTAP ボリューム) に配置し、VMFS を必要としません。SMB、iSCSI、NFS もゲスト OS から直接、ONTAP に使用できます。

下記の表は、サポートされている ONTAP リリースを使用する場合に vSphere 5.x と 6.x のリリースに該当する一般的な情報です。リリース固有の制限については、特定の vSphere リリースに関するドキュメント『VMware Configuration Maximums』も参考になります。

<https://www.vmware.com/support/pubs/>を参照してください。

表 1) vSphere でサポートされている従来の ONTAP データストア機能 (vVol データストアには適用されません)

機能 / 特徴	FC / FCoE	iSCSI	NFS
形式	VMFS または raw デバイス マッピング (RDM)	VMFS または RDM	非対応
データストアまたは LUN の最大数	256 ターゲット / HBA	256 ターゲット	256 マウント 注: デフォルトの NFS.MaxVolumes は 8 です。256 にまで増やすには Virtual Storage Console を使用します。
データストアの最大サイズ	64TB	64TB	100TB
データストアの最大ファイル サイズ (vSphere バージョン 5.5 および VMFS 5 以降を使用した VMDK 用)	62TB	62TB	16TB 注: 62TB は vSphere がサポートする最大サイズです。
LUN またはファイルシステムごとのキューリミットの最適値	64	64	非対応

表 2) サポートされる VMware ストレージ関連機能

機能	FC / FCoE	iSCSI	NFS
vMotion	○	○	○
Storage vMotion	○	○	○
VMware HA	○	○	○
Storage Distributed Resource Scheduler (SDRS)	○	○	○
VMware vStorage APIs for Data Protection (VADP) 対応のバックアップ ソフトウェア	○	○	○
VM 内の Microsoft Cluster Service (MSCS) またはフェイルオーバー クラスタリング	○	○*	非対応
フォールト トレランス	○ (eager-zeroed-thick VMDK または仮想モードの RDM を使用)	○ (eager-zeroed-thick VMDK または仮想モードの RDM を使用)	○ (eager-zeroed-thick VMDK を使用)
Site Recovery Manager	○	○	○

機能	FC / FCoE	iSCSI	NFS
シンプロビジョニングされた VM (仮想ディスク)	○	○	○ 注 : VAAI を使用しない場合、NFS 上のすべての VM に対してこれがデフォルト設定になります。
VMware 標準マルチパス	○	○	非対応

*ネットアップでは、Microsoft クラスタには VMFS データストア内で VMDK を使用するよりも、ゲスト内 iSCSI を使用することを推奨しています。このアプローチは Microsoft と VMware によって完全にサポートされており、ONTAP の柔軟性が大幅に向上し（オンプレミスまたはクラウドの ONTAP システムへの SnapMirror データ転送）、設定や自動化も簡単で、SnapCenter による保護も可能です。

表 3) サポートされる ONTAP ストレージ管理機能

機能 / 特徴	FC / FCoE	iSCSI	NFS
データ重複排除	アレイ内での容量削減	アレイ内での容量削減	データストア内での容量削減
シンプロビジョニング	データストアまたは RDM	データストアまたは RDM	データストア
データストアのサイズ変更	拡張のみ	拡張のみ	拡張、自動拡張、縮小
SnapDrive® (ゲスト内)	○	○	○
Windows または Linux アプリケーション向け SnapCenter プラグイン (ゲスト内)	○	○	○
Virtual Storage Console (VSC) を使用した監視とホストの設定	○	○	○
VSC を使用したプロビジョニング	○	○	○
OnCommand System Manager を使用したプロビジョニング	○	○	○

表 4) サポートされるバックアップ機能

機能 / 特徴	FC / FCoE	iSCSI	NFS
ONTAP Snapshot コピー	○	○	○
SRM - レプリケートされたバックアップを使用	○	○	○
Volume SnapMirror	○	○	○

機能 / 特徴	FC / FCoE	iSCSI	NFS
VMDK イメージ アクセス	VADP 対応のバックアップ ソフトウェア	VADP 対応のバックアップ ソフトウェア	VADP 対応のバックアップ ソフトウェア、vSphere Client、vSphere Web Client データストア ブラウザ
VMDK のファイルレベル アクセス	VADP 対応のバックアップ ソフトウェア、Windows のみ	VADP 対応のバックアップ ソフトウェア、Windows のみ	VADP 対応のバックアップ ソフトウェアとサードパーティ製アプリケーション
NDMP の単位	データストア	データストア	データストアまたは VM

2.2 ストレージプロトコルの選択

ONTAP ソフトウェアを実行しているシステムは、主要なすべてのストレージプロトコルをサポートしているので、お客様は既存のネットワークインフラや構築予定のネットワークインフラ、担当者のスキルを考慮して、自社の環境に最適なものを選ぶことができます。ネットアップが行ったテストでは、同程度の伝送速度であればほとんどの場合は差異がなかったため、プロトコルそのもののパフォーマンスではなくネットワークインフラやスタッフの能力に注目するのが最善です。

プロトコルを選択するにあたっては、下記の点を考慮することができます。

- 現在のお客様の環境。**通常、IT チームはイーサネット IP インフラの管理の知識は持っていても、FC SAN ファブリックの管理の知識は持っていない場合があります。しかし、ストレージトラフィック専用ではない汎用 IP ネットワークは、うまく機能しない場合があります。現在利用しているネットワークインフラ、計画中の改善点、管理担当者のスキルや要員計画を考慮してください。
- セットアップのしやすさ。**FC ファブリックの初期設定だけでなく（追加のスイッチとケーブル接続、ゾーニング、HBA とファームウェアの相互運用性の検証）、ブロックプロトコルでは LUN の作成とマッピング、ゲスト OS での検出とフォーマットも必要になります。NFS ボリュームは、作成とエクスポートが済むと、ESXi ホストでマウントされ、使用できるようになります。また、NFS では特定のハードウェアの条件適合確認は不要で、管理が必要なファームウェアもありません。
- 管理のしやすさ。**SAN プロトコルで追加のスペースが必要になった場合、いくつかの手順を踏む必要があります（LUN を拡張、再スキャンして新しいサイズを検出、ファイルシステムを拡張）。拡張は可能でも LUN のサイズを小さくすることはできず、未使用スペースのリカバリには追加の作業が必要です。NFS では、簡単にサイズアップやサイズダウンができる、サイズ変更作業はストレージシステムで自動化できます。
- ストレージスペースの透過性。**シンプロビジョニングによって削減されたスペースが即座に反映されるため、NFS 環境ではストレージの利用状況をより簡単に把握できます。同様に、重複排除とクローニングによって節約したスペースも、同じデータストア内の他の VM または他のストレージシステムボリュームで即座に使用できます。VM の密度も、一般には、NFS データストア内のほうが高くなります。管理するデータストアが減少するので、管理コストを削減すると同時に、重複排除によるスペース節約量が多くなります。

2.3 データストアのレイアウト

ONTAP ストレージシステムは、VM や仮想ディスク用のデータストアの作成時に高い柔軟性を発揮します。Virtual Storage Console を使用して vSphere にデータストアをプロビジョニングした場合、多くのONTAP のベストプラクティスが適用されます（付録 B に一覧を記載しています）、下記のいくつかの追加ガイドラインも考慮する必要があります。

- ONTAP NFS データストアを使用して vSphere を導入することで、ハイパフォーマンスでありながら管理が容易な実装を実現でき、ブロックベースのストレージ プロトコルでは達成できない VM / データストア比率を達成できます。このアーキテクチャでは、データストア密度を 10 倍に増やすことも可能で、それに伴いデータストアの数は減少します。データストアのサイズを大きくするとストレージ効率や運用上のメリットが向上しますが、ハードウェアリソースのパフォーマンスを最大限に引き出すためには、1 台の ONTAP コントローラで少なくとも 4 つのデータストア（またはボリューム）を使用して VM を格納することを検討してください。このアプローチにより、データストアに複数のリカバリ ポリシーを設定できるようになります（ビジネス ニーズに基づき、一部のデータストアはその他のデータストアよりも頻繁にバックアップとレプリケーションを実施するなど）。
- ネットアップは、NFS データストアには FlexVol ボリュームを使用することを推奨しています。qtree や FlexGroup ボリュームなど、他の ONTAP ストレージ コンテナもいくつかありますが、通常は推奨されません。VSC などのネットアップのツールでは、データストアのプロビジョニングに FlexVol ボリュームを使用するので、ネットアップでは互換性を確保するためにボリュームの使用を推奨しています。1 つのボリューム内の複数の qtree としてデータストアを導入すると、データストア レベルのクオータまたは VM ファイル クローンの恩恵を受ける高度に自動化された環境で役立つことがあります。クローニングやコピー オフロードの機能を必要とする仮想ワークロードでは、現在のところ FlexGroup ボリュームは推奨されていません。
- データストアの適切なサイズは 4~8TB です。パフォーマンス、管理のしやすさ、データ保護のバランスが取れたサイズです。小規模構成から開始して（4TB からなど）、必要に応じてデータストアを拡張します。使用済みスペースの変化に応じて自動的にボリュームの拡張と縮小を実行できる ONTAP のオートサイズ機能の使用を検討してください。VSC データストアプロビジョニング ウィザードで、新しいデータストアでの自動拡張を詳細に指定できます。しきい値、最大サイズ、最小サイズの拡大や縮小をさらにカスタマイズするには、OnCommand System Manager またはコマンドラインを使用します。
- 他の方法として、VMFS データストアを FC、iSCSI または FCoE でアクセスする LUN で構成することもできます。VMFS を使用すると、クラスタ内の各 ESX サーバから同時に従来型の LUN にアクセスすることができます。VMFS データストアは、最大 64TB まで拡張でき、最大 32 個の 2TB LUN (VMFS 3) または 1 個の 64TB LUN (VMFS 5) で構成できます。ONTAP の最大 LUN サイズは 16TB であるため、最大サイズの VMFS 5 データストアは、4 つの 16TB LUN を使用して作成されます。複数の LUN (ハイエンドの FAS または AFF システム使用時) は I/O 負荷の高いワークロードではパフォーマンス上のメリットを期待できますが、その代わりにデータストア LUN の作成、管理、保護に関する管理が複雑になり、可用性のリスクも高まります。ネットアップでは、通常は各データストアにつき 1 つの大規模な LUN を使用して、拡張は 16TB を超えるデータストアを作成する特別な必要がある場合のみとすることを推奨しています。NFS の場合と同様、複数のデータストア（ボリューム）を使用して、1 台の ONTAP コントローラのパフォーマンスを最大化することを検討してください。
- バージョンの古いゲスト オペレーティング システムでは、パフォーマンスとストレージ効率を最大化するために、ストレージシステムとのアライメントが必要でした。しかし、Microsoft や Linux ディストリビュータ (Red Hat など) が提供する、ベンダーがサポートしている最新のオペレーティング システム (OS) では、ファイルシステムのパーティションを仮想環境の基盤となるストレージ システムのブロックとアライメントするための調整はもう不要です。アライメントが必要な古い OS を使用している場合は、ネットアップ サポートのナレッジ ベースで「VM のアライメント」と検索して記事を探すか、ネットアップの営業またはパートナー担当者に TR-3747 のコピーを請求してください。
- ONTAP は革新的な Storage Efficiency 機能で業界をリードし、使用可能なディスク スペースの価値を最大限に引き出していました。AFF システムでは、デフォルトのインラインの重複排除機能と圧縮機能によって、効率性をさらに向上しています。ONTAP 9.1 以前では、データの重複排除による削減効果は、1 つのボリュームまたはデータストアに格納されているデータの共通性によって異なりました。ONTAP 9.2 以降のアグリゲート重複排除機能では、データがアグリゲート内のすべてのボリュームにわたって重複排除されるため、類似するオペレーティング システムやアプリケーションを 1 つのデータストア内に集めて削減効果を最大化する必要はなくなりました。

- 場合によっては、データストアが不要なこともあります。パフォーマンスと管理性を最大限に高めるには、一部の高 I/O アプリケーション（データベースなど）にデータストアを使用しないようにします。その代わりに、ゲストが所有するファイルシステム（ゲストまたは RDM で管理される NFS や iSCSI のファイルシステム）の使用を検討してください。アプリケーションに関する詳細なガイドについては、該当するアプリケーションに関するネットアップのテクニカルレポートを参照してください。たとえば、[TR-3633：『Data ONTAP を基盤にした Oracle データベース』](#)では、仮想化に関するセクションで、役立つ情報を紹介しています。

2.4 データストアと VM 移行

別のストレージ システム上の既存のデータストアから ONTAP に VM を移行する際は、いくつか注意しておくべきプラクティスがあります。

- 大量の仮想マシンを ONTAP に移動する場合は、Storage vMotion を使用します。このアプローチでは、実行中の VM を停止させる必要がなくなるだけでなく、インラインの重複排除機能と圧縮機能などの ONTAP の Storage Efficiency 機能を使用して、移行時にデータを処理できます。インベントリ リストから複数の VM を選択し、移行を適切な時間にスケジュールする（Ctrlキーを押しながら[Actions]をクリックする）際は、vCenter 機能の使用を検討します。
- 適切なデスティネーション データストアへの移行を慎重に計画することができますが、多くの場合、一度にまとめて移行してあとから必要に応じて整理するほうが簡単です。Snapshot スケジュールの個別設定など、データ保護に関する特定のニーズがある場合、異なるデータストアへの移行を実施するためにこのアプローチを使用できます。
- ほとんどの VM やそのストレージは、実行中（ホット）に移行できますが、ISO、LUN、NFS ボリュームなどの接続されたストレージ（データストア内にない）の場合は、別のストレージ システムから移行する際にコールド マイグレーションが必要になる場合があります。
- 接続されたストレージを使用するデータベースやアプリケーション用の仮想マシンは、より慎重な移行が必要です。一般的には、そのアプリケーションの移行管理ツールの使用を検討します。Oracle の場合は、RMAN や ASM などのデータベース移行用の Oracle ツールの使用を検討します。詳細については、[TR-4534](#) を参照してください。同様に、SQL Server の場合は、SQL Server Management Studio を使用するか、SnapManager for SQL Server や SnapCenter などのネットアップのツールの使用を検討します。

2.5 Virtual Storage Console

ONTAP ソフトウェアを実行しているシステムを vSphere で使用する際に最も重要なベストプラクティスは、Virtual Storage Console (VSC) をインストールして使用することです。VSC は vCenter のプラグインとして提供されており、SAN か NAS かを問わずにストレージ管理と効率化機能の簡易化を図れるだけでなく、可用性の向上やストレージ コストの削減、運用のオーバーヘッドの低減も可能にするソフトウェアです。データストアのプロビジョニングのベストプラクティスを使用して、マルチパスや HBA タイムアウト（これらは付録 B で説明）向けの ESXi ホスト設定を最適化します。vCenter のプラグインなので、vCenter Server に接続するすべての vSphere Web Client で使用できます。

また、VSC を使用すると、vSphere 環境内で他のネットアップのツールを使用できます。VSC では NFS Plug-In for VMware VAAI をインストールできるため、VM のクローン処理、シック仮想ディスク ファイル向けのスペース リザベーション、および vSphere リンク クローンの ONTAP Snapshot コピー用に ONTAP へのコピー オフロードが可能になります。VSC 6.x リリースでは、この機能は SnapCenter と組み合わせてバックアップとリカバリを管理するために使用されていましたが、現在では SnapCenter Plug-In for VMware vSphere で管理されています。

VSC は、VASA Provider for ONTAP の多くの機能に対応した管理インターフェイスでもあり、VVol での Storage Policy-Based Management をサポートしています。VSC を登録したら、ストレージ機能プロファイルを作成してストレージに割り当て、データストアがプロファイルに継続的に準拠するようにします。VASA Provider も、VVol データストアの作成と管理のインターフェイスとして使用できます。

通常、ネットアップは、従来のデータストアをプロビジョニングする際は vCenter 内で VSC インターフェイスを使用してベストプラクティスを順守することを推奨しています。しかし、OnCommand System Manager も、SAN と NAS の両方で仮想サーバインフラおよび仮想デスクトップインフラ向けのアプリケーションプロビジョニング用テンプレートを提供しており、場合によってはこちらのほうが適切な方法です。

表 5) データストアのプロビジョニングに最適なツール

Virtual Storage Console	OnCommand System Manager
vCenter に統合されているため VM 管理者が容易にアクセスできる。	ONTAP システムを簡単に管理するため、多くの ONTAP 管理者が使用する。
ESXi のホストまたはクラスタを右クリックすることで、1つのデータストアをすばやく作成できるインターフェイス。	複数のデータストアまたは仮想デスクトップを一度に作成するために使用するが、CLI または vCenter を使用してアクセスを指定し、その後の処理でマウントする必要がある。
デフォルトの設定を使用してデータストアのアクセス制御（NFS エクスポート ポリシー、SAN イニシエータ グループ）を自動的に作成し、使用するデータストアをマウントする。	アクセス制御の指定が可能（エクスポート用のホスト IP、ホストイニシエータまたは既存のイニシエータ グループの WWPN）。vCenter 内で個別にマウントする。
データストアの配置はパフォーマンスベースではないが、あとで移動できる（デスティネーションをフィルタするポリシーを使用する）。ポリシーを通じて VVol VM に最大 QoS を設定できる。	使用可能な容量およびパフォーマンスを考慮し、データストアに最大 QoS（および AFF 上のデータストアの最小 QoS）を適用したうえで、データストアをクラスタ内の最適な場所に自動的に配置する。
VASA Provider を使用して VVol データストアとストレージ機能プロファイルを管理する目的でも使用される。	VVol データストアのプロビジョニングはサポートしていない。

図 2) Virtual Storage Console を使用したデータストアのプロビジョニング

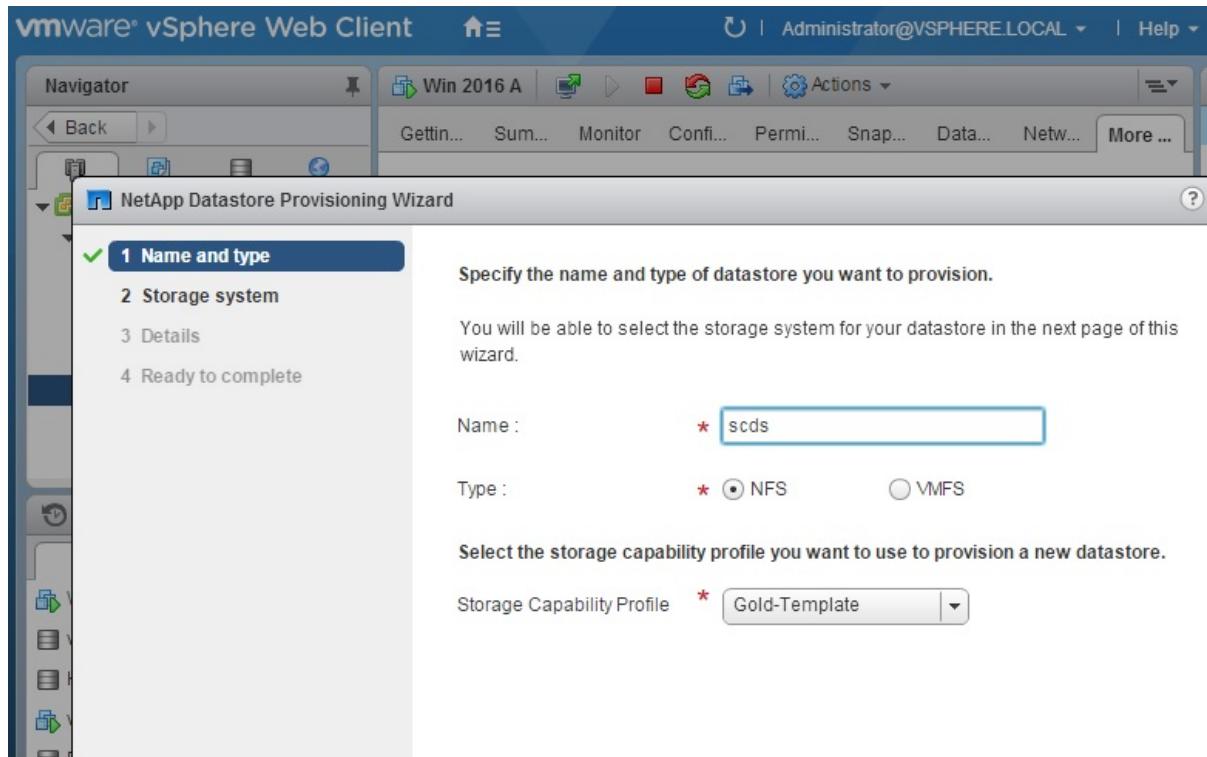
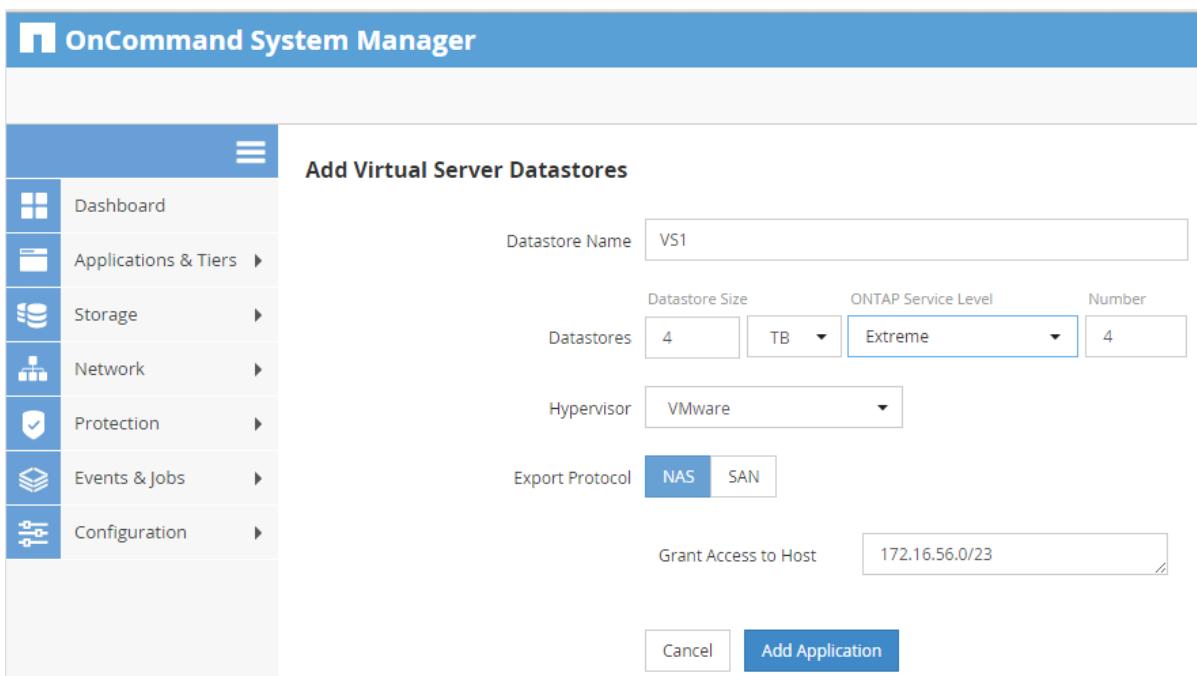


図 3) OnCommand System Manager を使用したプロビジョニング



2.6 一般的なネットワーク

ONTAP ソフトウェアを実行しているシステムを vSphere で使用する際のネットワーク設定の構成方法はシンプルで、他の場合のネットワーク構成と似ています。考慮すべき事項を以下に示します。

- 他のネットワークからストレージ ネットワークのトラフィックを分離します。ネットワークを分離するには、専用の VLAN を使用するか、ストレージ用のスイッチを分離します。ストレージ ネットワークがアップリンクなどの物理パスを共有している場合は、十分な帯域幅を確保するために、QoS または追加のアップリンク ポートが必要になる場合があります。ホストをストレージに直接接続するのではなく、スイッチを使用して冗長パスを構成し、VMware HA が自動で動作するようにしてください。
- 特に iSCSI を使用している場合、必要かつネットワークでサポートされていれば、**ジャンボ フレーム**を使用できます。ジャンボ フレームを使用している場合は、それらがストレージと ESXi ホストの間のパス内にあるすべてのネットワーク デバイス上や VLAN 上で同一の設定になっていることを確認してください。同一の設定でないと、パフォーマンスまたは接続の問題が発生する場合があります。MTU は ESXi 仮想スイッチと VMkernel ポート、および各 ONTAP ノードの物理ポートまたはインターフェイス グループでも同一の設定である必要があります。
- フロー制御**の無効化については、ONTAP クラスタ内のクラスタ ネットワーク ポートについてのみ推奨します。データ トラフィックに使用されるそれ以外のネットワーク ポートについては、推奨されるベストプラクティスはありません。必要に応じてフロー制御を有効または無効にしてください。フロー制御のバックグラウンドに関する詳細については、[TR-4128](#) を参照してください。
- ESXi と ONTAP ストレージ アレイをイーサネット ストレージ ネットワークに接続するときは、接続先のイーサネット ポートを **Rapid Spanning Tree Protocol** (RSTP; 高速スパニングツリー プロトコル) のエッジ ポートとして設定するか、Cisco の PortFast 機能を使用して設定することを推奨します。Cisco の PortFast 機能を使用していて、ESXi サーバまたは ONTAP ストレージ アレイへの 802.1Q VLAN トランкиングが有効になっている環境では、Spanning-Tree PortFast trunk 機能を有効にすることを推奨します。
- リンク アグリゲーション**のベストプラクティスとして次を推奨します。
 - Cisco の Virtual PortChannel (vPC) などのマルチシャーシ リンク アグリゲーション グループ アプローチを使用して、2 つの別々のスイッチ シャーシ上のポートのリンク アグリゲーションをサポートするスイッチを使用します。

- LACP が設定された dvSwitches 5.1 以降を使用していない場合、ESXi に接続されているスイッチ ポートの LACP を無効にします。
- IP ハッシュを使用したダイナミック マルチモード インターフェイス グループを使用して、ONTAP ストレージ システム向けのリンク アグリゲーションを作成するために LACP を使用します。
- ESXi で IP ハッシュ チーミング ポリシーを使用します。

表 6 に、ネットワーク設定項目とその適用先をまとめます。

表 6) ネットワーク設定の適用の有無

項目	ESXi	スイッチ	ノード	SVM
IP アドレス	VMkernel	✗**	✗**	○
リンク アグリゲーション	仮想スイッチ	○	○	✗*
VLAN	VMkernel と VM ポート グループ	○	○	✗*
フロー制御	NIC	○	○	✗*
スパニング ツリー	✗	○	✗	✗
MTU (ジャンボ フレーム用)	仮想スイッチと VMkernel ポート (9000)	○ (最大に 設定)	○ (9000)	✗*
フェイルオーバー グループ	✗	✗	○ (作成)	○ (選択)

*SVM の LIF は、VLAN や MTU などが設定されたポート、インターフェイス グループ、または VLAN インターフェイスに接続されますが、設定は SVM レベルで管理されません。

**これらのデバイスには管理用に独自の IP アドレスがありますが、ESXi ストレージのネットワーク設定には使用されません。

2.7 SAN (FC、FCoE、iSCSI) 、 RDM

vSphere では、ブロック ストレージ LUN を 3 通りの方法で使用します。

- VMFS データストアで使用
- raw デバイス マッピング (RDM) で使用
- VM のゲスト OS のソフトウェア イニシエータがアクセスおよび制御する LUN として使用

VMFS は、クラスタ構成の高性能ファイルシステムで、データストア（共有ストレージ プール）を提供します。VMFS データストアは、FC、iSCSI または FCoE を使用してアクセスする LUN で構成できます。VMFS を使用すると、クラスタ内の各 ESX サーバから同時に従来型の LUN にアクセスすることができます。ONTAP の最大 LUN サイズは 16TB であるため、最大サイズである 64TB (セクション 2.1 の表 1 参照) の VMFS 5 データストアは、4 つの 16TB LUN を使用して作成されます。ONTAP LUN アーキテクチャでは個々のキューディープスが小さくないため、ONTAP を使用すれば、比較的簡単な方法で従来のアレイ アーキテクチャよりも大幅な VMFS データストアの拡張が可能です。VSC は、現在のところ、VMFS 6 をサポートしていません。

vSphere は、ストレージ デバイスへの複数のパスを標準でサポートします。この機能はネイティブマルチパス (NMP) と呼ばれます。NMP は、サポートされるストレージ システムのストレージ タイプを検出して、使用中のストレージ システムの機能をサポートするように NMP スタックを自動的に設定する機能を備えています。NMP と NetApp ONTAP はどちらも、Asymmetric Logical Unit Access (ALUA; 非対称論理ユニット アクセス) による最適パスと非最適パスのネゴシエーションをサポートします。ONTAP では、アクセス対象の LUN をホストするノード上のターゲット ポートを使用する直接データ パスが、ALUA の最適パスとなります。vSphere でも ONTAP でも、ALUA はデフォルトでオンになっています。NMP は ONTAP クラスタを ALUA として認識し、ALUA ストレージ アレイ タイプ プラグイン (`VMW_SATP_ALUA`) を使用し、ラウンドロビン パス選択プラグイン (`VMW_PSP_RR`) を選択します。

ESXi 6 でサポートされる LUN 数は最大 256 個、LUN へのパスは最大 1,024 個です。これらの制限を超える LUN やパスは、ESXi で認識されません。最大数の LUN を使用した場合、LUN あたりのパス数は最大 4 つです。大規模な ONTAP クラスタでは、LUN の制限よりも先にパス制限に到達する可能性があります。この制限に対処するため、ONTAP では 8.3 以降のリリースで選択的 LUN マップ (SLM) をサポートしています。

SLM は、特定の LUN へのパスをアドバタイズするノードを制限します。ネットアップのベストプラクティスでは、各 SVM の各ノードに少なくとも 1 つの LIF を配置し、アドバタイズされるパスを SLM を使用して LUN とその HA パートナーをホストするノードに制限することを推奨しています。他のパスも存在しますが、デフォルトではアドバタイズされません。アドバタイズされるパスは、SLM 内でレポート ノードの `add` および `remove` 引数を使用して変更できます。8.3 より前のリリースで作成された LUN ではすべてのパスがアドバタイズされるため、ホストしている HA ペアへのパスのみがアドバタイズされるように変更する必要があります。SLM の詳細については、[TR-4080](#) のセクション 5.9 を参照してください。従来からあるポートセットの手法を使用して、LUN への使用可能なパスをさらに削減することができます。ポートセットを使用すると、igroup 内のイニシエータが LUN を認識する際に参照可能なパス数を減らすことができます。次の点に注意してください。

- SLM はデフォルトでは有効になっています。ポートセットを使用しないかぎり、これ以上の設定は不要です。
- Data ONTAP 8.3 より前のバージョンで作成した LUN の場合、`lun mapping remove-reporting-nodes` コマンドを実行して LUN レポート ノードを削除することで、SLM を手動で適用し、LUN へのアクセスを LUN の所有者ノードとその HA パートナーに制限できます。

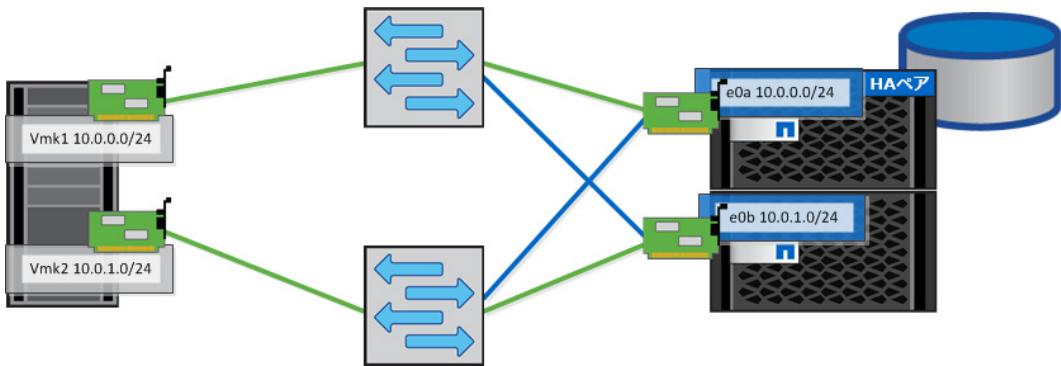
ブロックプロトコル (iSCSI、FC、FCoE) は、LUN ID、シリアル番号、一意の名前 (FC / FCoE は Worldwide Name[WWNN や WWPN]を使用し、iSCSI は iSCSI Qualified Name[IQN]を使用) を使用して LUN にアクセスします。ストレージ内での LUN へのパスはブロック プロトコルにとっては意味がないため、どこにも表示されません。したがって、LUN のみが含まれるボリュームは内部でマウントする必要がなく、データストア内で使用される LUN を含むボリュームのジャンクション パスも不要です。

考慮すべきその他のベストプラクティスを下記に示します。

- 可用性とモビリティを最大化するために、必ず ONTAP クラスタ内の各ノード上の各 SVM に論理インターフェイス (LIF) を作成します。ALUA を使用してパスが解析され、アクティブな最適化 (直接) パスとアクティブな非最適化パスが識別されます。ALUA は、FC / FCoE、iSCSI のどちらでも使用されます。
- iSCSI ネットワークで複数の仮想スイッチを使用する場合、複数の VMkernel ネットワーク インターフェイスを NIC チーミングを使用する異なるネットワーク サブネット上で使用します。または、複数の物理スイッチに接続された複数の物理 NIC を使用して、可用性とスループットを向上させます。マルチパス接続の例については、図 4 を参照してください。ONTAP では、2 つ以上のスイッチに接続された 2 つ以上のリンクを含むシングルモードのインターフェイス グループをフェイルオーバー用に設定するか、または LACP またはその他のリンク アグリゲーション テクノロジとマルチモードのインターフェイス グループを使用することで、HA とリンク アグリゲーションのメリットを実現します。
- ESXi でターゲット認証に Challenge-Handshake Authentication Protocol (CHAP; チャレンジ ハンドシェイク認証プロトコル) が使用されている場合、CLI (`vserver iscsi security create`) または OnCommand System Manager ([Storage] > [SVMs] > [SVM Settings] > [Protocols] > [iSCSI] で [Initiator Security] を編集) を使用して、ONTAP でも設定する必要があります。

- LUN と igroup の作成と管理には、VSC を使用します。VSC ではサーバの WWPN が自動的に判別され、適切な igroup が作成されます。また、ベストプラクティスに従って LUN が設定され、正しい igroup にマッピングされます。
- RDM は管理が難しいだけでなく、前述したように制限されるパスも使用するため、使用の際には注意が必要です。ONTAP LUN は、[物理互換モードと仮想互換モード](#)の両方の RDM をサポートしています。

図 4) vSphere ホストから ONTAP LUN へのマルチパス接続



2.8 NFS

vSphere を導入すると、エンタープライズ クラスの NFS アレイを使用して、ESXi クラスタ内のすべてのノードからデータストアに同時にアクセスすることが可能となります。データストアに関するセクションで説明したとおり、vSphere で NFS を使用すると、使いやすさが向上し、ストレージ効率の可視化のメリットもあります。

vSphere で ONTAP NFS を使用する際は、下記のベストプラクティスが推奨されます。

- VMware では、VMware Infrastructure 3 から NFSv3 がサポートされています。vSphere 6.0 では新たに NFSv4.1 がサポートされ、Kerberos セキュリティなどの高度な機能が使用できるようになりました。NFSv3 が使用するのはクライアント側でのロックですが、NFSv4.1 ではサーバ側でのロックを使用します。ONTAP ボリュームは両方のプロトコルでエクスポートできますが、ESXi は 1 つのプロトコルでしかマウントできません。1 つのプロトコルによるマウントしかできないとはいっても、他の ESXi ホストで別のバージョンを使用して同じデータストアをマウントすることは可能です。マウントする際には必ず使用するプロトコルのバージョンを指定し、すべてのホストが同じバージョン（同じロック形式）を使用するようにしてください。NFS のバージョンをホスト間で混在させないでください。可能であれば、ホスト プロファイルを使用してこの条件に準拠していることを確認します。
 - データストアは NFSv3 と NFSv4.1 間で自動で変換されないため、新しい NFSv4.1 データストアを作成してから、Storage vMotion を使用して新しいデータストアに VM を移行します。
- NFS エクスポート ポリシーは、vSphere ホストによるアクセスを制御するために使用されます。複数のボリューム（データストア）で 1 つのポリシーを使用できます。NFSv3 では、ESXi で sys (UNIX) セキュリティ形式が使用され、VM を実行するためにルート マウント オプションが必要となります。ONTAP では、このオプションはスーパーユーザとも呼ばれます、スーパーユーザ オプションを使用する場合は、匿名ユーザ ID を指定する必要はありません。ポリシーの例を次に示します。

```

Access Protocol: nfs3
Client Match Spec: 192.168.42.21
RO Access Rule: sys
RW Access Rule: sys
Anonymous UID:
Superuser: sys
  
```

- NetApp NFS Plug-In for VMware VAAI を使用する場合は、エクスポート ポリシーを作成または変更するときに、プロトコルを `nfs` に設定する必要があります。VAAI コピー オフロードが機能するためには NFSv4 プロトコルが必要です。プロトコルを `nfs` に指定すると、NFSv3 バージョンと NFSv4 バージョンの両方が自動的に選択されます。
- NFS データストアのボリュームは SVM のルート ボリュームからジャンクションされるため、ESXi がデータストア ボリュームに移動してマウントするためにはルート ボリュームへのアクセス権も必要となります。ルート ボリューム用、およびデータストア ボリュームのジャンクションがネストされているルート以外のボリューム用のエクスポート ポリシーには、ESXi サーバに読み取り専用のスーパーユーザ アクセスを許可するルールが含まれている必要があります。VAAI plug-in を使用しているルート ボリュームのポリシーの例を次に示します。

```

Access Protocol: nfs (nfs3 と nfs4 の両方を含む)
Client Match Spec: 192.168.42.21
RO Access Rule: sys
RW Access Rule: never (ルート ボリュームに最適なセキュリティ)
Anonymous UID:
Superuser: sys (VAAI を使用しているルート ボリュームではこちらも必要です)

```

- Virtual Storage Console を使用します（最も重要なベストプラクティスです）。
 - エクスポート ポリシーの自動管理を簡易化する VSC を使用して、データストアをプロビジョニングします。
 - VSC を使用して VMware クラスタ用のデータストアを作成するときは、単一の ESX サーバではなくクラスタを選択します。この選択により、クラスタ内のすべてのホストにデータストアが自動でマウントされます。
 - 既存のデータストアを新しいサーバに適用するときは、VSC のマウント機能を使用します。
 - VSC を使用しない場合は、すべてのサーバ、または追加のアクセス制御が必要なサーバ クラスタごとに、1 つのエクスポート ポリシーを使用します。
- ONTAP では、柔軟なボリューム ネームスペース構造が用意されており、ジャンクションを使用して複数のボリュームをツリーにまとめることができます。このアプローチは vSphere ではありません。vSphere は、ストレージのネームスペース階層に関わらず、データストアのルートに各 VM 用のディレクトリを作成します。そのため、単純に SVM のルート ボリュームで vSphere のボリュームのジャンクション パスをマウントすることができます。VSC でデータストアをプロビジョニングする際のベストプラクティスです。ネストされたジャンクション パスがないことはルート ボリューム以外のボリュームに依存するボリュームがないことを意味し、ボリュームをオフラインにしたり削除したりしても（意図的な場合も含め）、他のボリュームへのパスに影響することはありません。

表 7) NFS バージョンとサポートされる機能

vSphere 6.x の機能	NFSv3	NFSv4.1
vMotion および Storage vMotion	○	○
高可用性	○	○
フォールト トレランス	○	○
DRS	○	○
ホスト プロファイル	○	○
ストレージ DRS	○	×
Storage I/O Control	○	×
SRM	○	×
仮想ボリューム	○	○ (vSphere 6.5)

vSphere 6.x の機能	NFSv3	NFSv4.1
ハードウェア アクセラレーション (VAAI)	○	○ (vSphere 6.5、NetApp VAAI Plug-in 1.1.2)
Kerberos 認証	×	○ (vSphere 6.5 で krb5i の AES のサポートを追加)
マルチパスのサポート	×	× (ESXi 6.5 ではセッション ランキングを通じて、ONTAP では pNFS を通じてサポート)

3 vSphere 向けのその他の機能

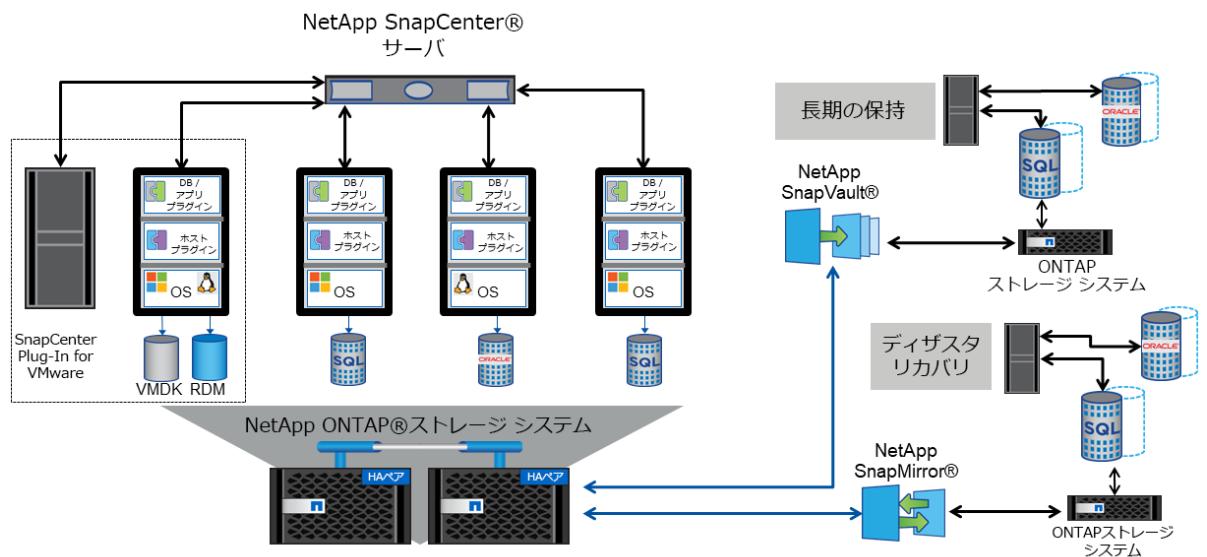
3.1 データ保護

VM のバックアップと迅速なリカバリは ONTAP for vSphere の最大の特長です。この機能の管理は、Virtual Storage Console と SnapCenter を使用して vCenter 内で容易に行えます。Snapshot コピーを使用して、パフォーマンスへの影響なしに VM またはデータストアのコピーをすばやく作成したあと、SnapMirror または SnapVault を使用してそれをセカンダリ システムに送信し、長期にわたるオフサイトでのデータ保護を実現します。このアプローチでは、変更情報だけを格納することで、ストレージ スペースとネットワークの帯域幅を最小化できます。

以前は、お客様は Snapshot コピーとセカンダリ レプリケーションを使用して個々のバックアップ ジョブを管理するために、VSC を使用していました。現在、この機能は SnapCenter で強化され、複数のジョブに適用可能なバックアップ ポリシーの作成が可能になりました。ポリシーにより、スケジュール、保持、レプリケーションなどの機能を定義できます。VMware スナップショットを取る前に I/O を休止させるハイパーバイザ機能を活用した VM 整合性スナップショットは、引き続きオプションで選択できます。しかし、VMware スナップショットはパフォーマンスへの影響が大きいため、ゲスト ファイルシステムを休止させる必要がないかぎり、通常は推奨されません。その代わりに、ONTAP Snapshot コピーを使用して一般的な保護を行い、SnapCenter プラグインなどのアプリケーション ツールを使用して SQL Server または Oracle などのトランザクション データを保護します。

このプラグインは、物理環境と仮想環境の両方でデータベースを保護するための拡張機能を提供します。vSphere では、プラグインを使用して SQL Server または Oracle のデータベース（データは RDM LUN、ゲスト OS に直接接続された iSCSI LUN、VMFS または NFS データストア上の VMDK ファイルに格納されている）を保護できます。プラグインではさまざまな種類のデータベース バックアップを指定でき、オンラインまたはオフラインのバックアップがサポートされ、データベース ファイルとログ ファイルが保護されます。バックアップとリカバリに加え、プラグインでは開発またはテスト目的でのデータベースのクローニングもサポートしています。

図 5) SnapCenter の導入例



ディザスタリカバリ機能の強化には、VMware Site Recovery Manager を使用しているONTAP 向けにネットアップが提供する Storage Replication Adapter (SRA) を検討してください。DR サイトへのデータストアのレプリケーションをサポートするほか、レプリケートされたデータストアをクローニングすることで、DR 環境内での無停止テストを実現します。災害からのリカバリや、システム停止解消後の本番環境の再保護も、SRA に組み込まれた自動化機能により簡易化されます。

最後に、最高レベルのデータ保護を実現するため、NetApp MetroCluster を使用した VMware vSphere Metro Storage Cluster (vMSC) 設定を検討してください。vMSC とは、同期レプリケーションとアレイベースのクラスタリングを組み合わせた VMware 認定ソリューションです。高可用性クラスタと同じメリットを提供しながら、別々のサイト分散させることでサイト障害から保護します。NetApp MetroCluster は同期レプリケーション用に対費用効果の高い構成を実現し、ストレージコンポーネントのあらゆる单一障害から自動でリカバリでき、サイト障害からもコマンド 1 つでリカバリできます。詳細については、[TR-4128](#) を参照してください。

3.2 スペース再生

データストア内で VM が削除されたときは、他の目的で使用できるようにスペースを再生できます。NFS データストアを使用している場合、VM が削除されると同時にスペースが再生されます（もちろん、このアプローチはボリュームがシンプロビジョニングされている場合、つまりボリューム ギャランティが none に設定されている場合にのみ有効です）。LUN ベースの VMFS データストアの場合、ESXi は VAAI UNMAP プリミティブをストレージに発行してスペースを再生できます（これもシンプロビジョニングの使用時のみです）。リリースによって、この機能は手動または自動でサポートされます。

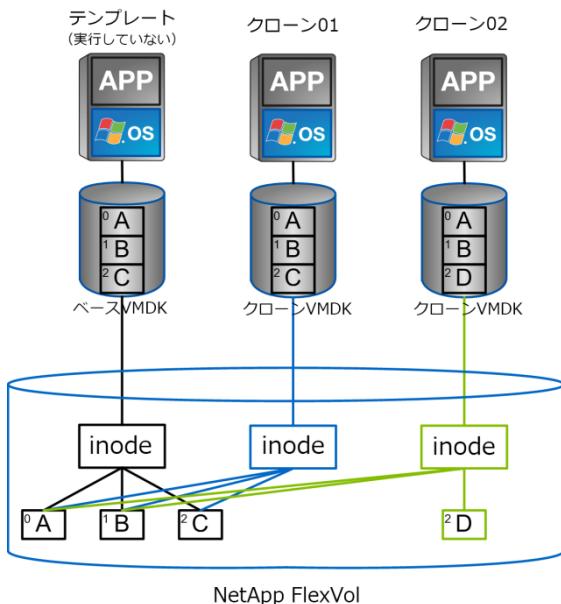
VMware vSphere 5.0 では、UNMAP は ESXi CLI からの `vmkfstools -y` コマンドによって実行し、解放するブロックの割合を指定していました。vSphere 5.5 以降では、`vmkfstools -y` コマンドは `esxcli storage vmfs unmap` コマンドに置き換えられ、解放するブロックの数を指定するようになりました（詳細については、VMware の技術情報アーティクル [2057513](#) を参照してください）。vSphere 6.5 では、VMFS 6 を使用している場合スペースは自動的に非同期で再生されますが（vSphere 6.5 のドキュメントの [Storage Space Reclamation](#) を参照してください）、必要に応じて手動でも実行できます。

3.3 VM とデータストアのクローニング

ストレージ オブジェクトをクローニングすると、追加の VM のプロビジョニングやバックアップとリカバリ処理などの用途に使用できるコピーを簡単に作成できます。vSphere では、VM、仮想ディスク、VVol、データストアをクローニングできます。オブジェクトはクローニング後にカスタマイズできます。多くの場合、カスタマイズは自動プロセスで処理できます。vSphere では、フル コピー クローンとリンク クローンの両方がサポートされています。フル コピー クローンでは元のオブジェクトとは別に変更が追跡されます。

リンク クローンはスペース効率の点では優れていますが、vSphere によって処理される VM の I/O 数が増えるため、VM のパフォーマンスや場合によってはホスト全体のパフォーマンスに影響が及びます。そのため、ネットアップのお客様の多くは、ストレージ システム ベースのクローンを使用して、ストレージの効率的な使用とパフォーマンスの向上の両方を実現しています。

図 6) ONTAP のクローニング機能



クローニングは、ONTAP ソフトウェアを実行するシステムに複数のメカニズムを使用してオフロードでき、通常は、VM、VVol、データストアのレベルでオフロードします。メカニズムには次のものがあります。

- NetApp vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) Provider を使用した VVol のクローニング : vCenter で管理される VVol Snapshot コピーをサポートするために、ONTAP のクローニングが使用されます。VVol Snapshot コピーはスペース効率が高く、作成時や削除時の I/O の影響が最小限に抑えられます。VM も vCenter を使用してクローニングできます。単一のデータストア / ボリューム内かデータストア / ボリューム間かを問わず、VM のクローニングも ONTAP にオフロードされます。
- vSphere APIs – Array Integration (VAAI) を使用した vSphere のクローニングと移行 : SAN 環境と NAS 環境の両方で、VM のクローニング処理を ONTAP にオフロードできます（ネットアップでは VAAI for NFS 向けに ESXi プラグインを提供しています）。SAN では Storage vMotion 処理も ONTAP にオフロードされますが、NAS ではこのタイプのオフロードは VMware でサポートされていません。ONTAP では、ソース、デスティネーション、インストールされている製品ライセンスに応じて最も効率的なアプローチが使用されます。この機能は VMware Horizon View でも使用されています。
- Storage Replication Adapter (VMware Site Recovery Manager とともに使用) : このケースでは、システムを停止せずに DR レプリカのリカバリをテストするためにクローンが使用されます。

- SnapCenter などのネットアップ ツールを使用したバックアップとリカバリ : VM のクローンはバックアップ処理の検証のほか、個々のファイルをコピーできるように VM バックアップのマウントにも使用されます。

ONTAP にオフロードされるクローニングは、VMware、ネットアップ、他社製のどのツールからでも実行できます。ONTAPへのクローニングのオフロードには、複数のメリットがあります。必要となるストレージがオブジェクトの変更部分用のみで、ほとんどのケースで高いスペース効率を発揮します。読み取りと書き込みに伴うパフォーマンスへの影響がなく、高速キャッシュでブロックを共有することでパフォーマンスの向上を期待できます。また ESXi サーバから CPU サイクルとネットワーク I/O がオフロードされます。

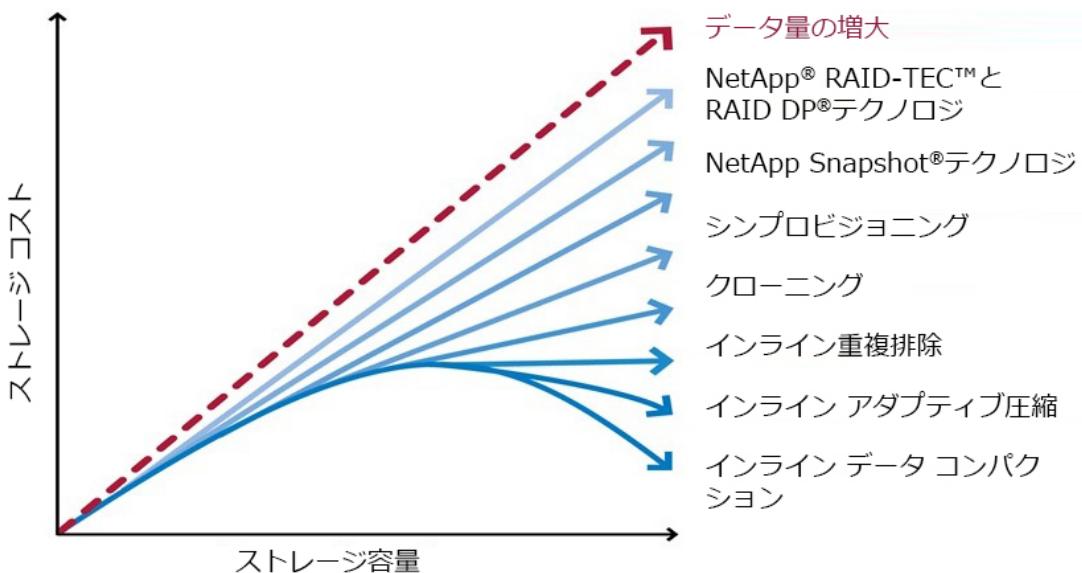
ボリュームまたは LUN を ONTAP 内で直接クローニングして、データストアをクローニングすることもできます。NFS データストアの場合は、FlexClone テクノロジでボリューム全体をクローニングし、ONTAP からクローンをエクスポートして、別のデータストアとして ESXi にマウントできます。VMFS データストアの場合は、ボリューム内の LUN、または 1 つ以上の LUN を含むボリューム全体を ONTAP でクローニングできます。VMFS を含む LUN を通常のデータストアとしてマウントして使用するためには、LUN を ESXi igroup にマッピングし、ESXi から再署名を受ける必要があります。ただし一部の一時的なユースケースでは、クローニングされた VMFS を再署名なしでマウントすることができます。クローニングしたデータストア内の VM は、個別にクローニングした VM と同様に登録、再設定、およびカスタマイズすることができます。

状況によっては、バックアップ向けの SnapRestore や FlexClone など、追加でライセンスされた機能を使用して、クローニングを強化できます。このようなライセンスは、多くの場合、NetApp AFF システムのライセンス バンドルに無償で含まれています。FlexClone ライセンスは、VVol のクローニング処理と、VVol の管理対象 Snapshot コピー（ハイパーバイザーから ONTAP にオフロードされる）のサポートに必要です。FlexClone をデータストア / ボリューム内で使用した場合、一部の VAAI ベースのクローンの処理効率も向上します（ブロック コピーではなく、スペース効率に優れたクローンが瞬時に作成されます）。FlexClone は、DR レプリカのリカバリをテストする際にも Storage Replication Adapter によって使用されます。また、クローニング処理や、個々のファイルをリストアするためのバックアップ コピーの閲覧の際にも、SnapCenter によって使用されます。

3.4 ストレージ効率とシンプロビジョニング

ネットアップは、ストレージ効率化技術の革新で常に業界をリードしています。プライマリ ワーク ロード向けの重複排除機能を業界で初めて提供したり、圧縮を強化して小さいファイルの格納や I/O の効率を向上するオンライン データ コンパクション機能を提供したりしてきました。ONTAP では、重複排除と圧縮の両方でオンライン型とバックグラウンド型をサポートしています。

図 7) ONTAP の各種 Storage Efficiency 機能の組み合わせがもたらす効果



vSphere 環境で ONTAP の Storage Efficiency 機能を使用する際の推奨事項を次に示します。

- データの重複排除で実現される削減量は、データにどれくらい共通部分があるかによって異なります。ONTAP 9.1 以前のバージョンでは、データの重複排除はボリューム レベルで処理されていましたが、ONTAP 9.2 以降のアグリゲート重複排除では、アグリゲート内のすべてのボリュームにあるデータが重複排除の対象になります。削減効果を最大化するために、類似するオペレーティング システムやアプリケーションを 1 つのデータストア内にまとめる必要はなくなりました。
- ブロック環境で重複排除のメリットを実現するには、LUN をシンプロビジョニングする必要があります。VM 管理者から見ると LUN にはプロビジョニングされた容量が引き続き表示されますが、重複排除によって削減された容量は他のニーズに使用できるようボリュームに返されます。このような LUN は、LUN のサイズの 2 倍の容量でシンプロビジョニングされた FlexVol ボリュームに導入することが推奨されます。この方法で LUN を導入した場合、FlexVol ボリュームは単なるクォータとして機能し、LUN が消費したストレージ容量は、FlexVol とその包含アグリゲートでレポートされます。
- NFS FlexVol でもシンプロビジョニングが推奨されます（デフォルトで適用されます）。NFS 環境でシンプロビジョニングされたボリュームを使用する場合、重複排除によって削減された容量がストレージ管理者と VM 管理者の両方にすぐに表示されます。この推奨事項は VM にも該当します。一般的には、VMDK をシックプロビジョニングではなくシンプロビジョニングすることが推奨されます。シンプロビジョニングを使用する場合は、スペースが不足する様ないように、必ず、VSC、ONTAP、または提供されているツールで空きスペースを監視してください。
- ONTAP システムでシンプロビジョニングを使用する場合はパフォーマンスが低下しません。データは使用可能なスペースに書き込まれるため、書き込みパフォーマンスと読み取りパフォーマンスが最大限に向上がります。この事実にも関わらず、Microsoft フェイルオーバー クラスタリングなどの製品の一部や他の低レイテンシ アプリケーションでは、保証されたプロビジョニングや固定プロビジョニングが要求される場合があります。サポートに関する問題を避けるために、このような要件には準拠することが推奨されます。
- 重複排除によるデータ削減効果を最大限に高めるために、バックグラウンド重複排除のスケジュール設定を検討してください。ただし、このプロセスでは実行時にシステム リソースが使用されるため、使用頻度の低い時間帯（週末など）に実行するようスケジュールを設定するか、処理される変更データの量を減らすために実行頻度を増やすことが理想的です。AFF システムでの自動バックグラウンド重複排除機能では、フォアグラウンドのアクティビティに対する影響がかなり低く抑えられています。バックグラウンド圧縮（ハードディスクベースのシステムの場合）でもリソースが使用されるため、パフォーマンス要件が高くないセカンダリ ワークロードでのみ使用するよう検討してください。

- NetApp AFF システムでは、インライン型の Storage Efficiency 機能が主に使用されます。7-Mode Transition Tool、SnapMirror、ボリューム移動など、ブロック レプリケーションを使用するネットアップのツールを使ってデータを移動する場合は、圧縮スキヤナやコンパクションスキヤナを実行すると、削減効果を最大限に高めるのに役立ちます。詳しくは、[こちら](#)のネットアップ サポート技術情報アーティクルを参照してください。
- 圧縮や重複排除によって削減できるはずのブロックが Snapshot コピーによってロックされる場合があります。スケジュールされたバックグラウンド型の Storage Efficiency 機能や 1 回限りのスキヤナを使用する場合は、次回の Snapshot コピーが取得される前に実行して完了するようにしてください。Snapshot コピーと保持設定を確認し、特にバックグラウンド ジョブやスキヤナ ジョブが実行される前には、必要な Snapshot コピーだけが保持されるようにしてください。

以下は、[TR-4476](#) から抜粋した、各種 ONTAP ストレージの仮想ワークロード向け Storage Efficiency に関するガイドラインです。

ワークロード	Storage Efficiency に関するガイドライン		
	AFF	Flash Pool	ハードディスク ドライブ
VDI および SVI	プライマリ ワークロードとセカンダリ ワークロード : <ul style="list-style-type: none"> インライン アダプティブ圧縮 インライン重複排除 バックグラウンド 重複排除 インライン データコンパクション 	プライマリ ワークロードとセカンダリ ワークロード : <ul style="list-style-type: none"> インライン アダプティブ圧縮 インライン重複排除 バックグラウンド重複排除 インライン データコンパクション 	プライマリ ワークロード : <ul style="list-style-type: none"> バックグラウンド重複排除 セカンダリ ワークロード : <ul style="list-style-type: none"> インライン アダプティブ圧縮 バックグラウンド アダプティブ圧縮 インライン重複排除 バックグラウンド重複排除 インライン データコンパクション

3.5 Quality of Service (QoS)

ONTAP ソフトウェアを実行するシステムでは、ONTAP ストレージの Quality of Service (QoS; サービス品質) 機能を使用して、ファイル、LUN、ボリューム、SVM 全体など各種ストレージ オブジェクトのスループットを MBps や IOPS (1 秒あたりの I/O 回数) 単位で制限できます。

スループット制限を使用すると、他のワークロードに影響が及ばないように、不明なワークロードや導入前のテスト ワークロードを制御できます。また、Bully ワークロードが特定されたときに、スループット制限を使用して抑制することもできます。ONTAP 9.2 からは SAN オブジェクトに、ONTAP 9.3 からは NAS オブジェクトに一貫したパフォーマンスを提供するために、IOPS に基づいた最小サービス レベルの設定もサポートされています。

NFS データストアでは、QoS ポリシーを FlexVol 全体または FlexVol 内の個々の VMDK ファイルに適用できます。ONTAP LUN を使用する VMFS データストアでは、LUN が含まれる FlexVol または個々の LUN に QoS ポリシーを適用できますが、ONTAP では VMFS ファイルシステムが認識されないため、個々の VMDK ファイルには適用できません。VVol を VSC 7.1 とともに使用している場合は、ストレージ機能プロファイルを使用して個々の VM に最大 QoS を設定できます。

オブジェクトに対する QoS の最大スループット制限は、Mbps と IOPS のどちらかまたは両方の単位で設定できます。両方の単位を設定した場合は、最初に到達したほうの制限が ONTAP によって適用されます。1つのワークロードに複数のオブジェクトを含めることができます。また、QoS ポリシーは 1 つ以上のワークロードに適用できます。ポリシーを複数のワークロードに適用した場合、ポリシーの制限はワークロード全体に適用されます。ネストされたオブジェクトはサポートされていません（たとえば、ボリューム内の各ファイルにそのファイル専用のポリシーを設定することはできません）。QoS の最小値は IOPS 単位でのみ設定できます。

ONTAP QoS ポリシーの管理とオブジェクトへの適用に現在使用できるツールは次のとおりです。

- ONTAP CLI
- OnCommand System Manager
- OnCommand Workflow Automation
- OnCommand API Services
- OnCommand Performance Manager（現在は OnCommand Unified Manager と統合）
- NetApp PowerShell Toolkit for ONTAP
- Virtual Storage Console VASA Provider

NFS 上の VMDK に QoS ポリシーを割り当てる際は、次のガイドラインに注意してください。

- ポリシーは、`vmname.vmdk`（仮想ディスク記述子ファイル）や `vmname.vmx`（VM 記述子ファイル）ではなく、実際の仮想ディスク イメージが格納されている `vmname-flat.vmdk` に適用する必要があります。
- 仮想スワップ ファイル (`vmname.vswp`) などの他の VM ファイルにはポリシーを適用しないでください。
- vSphere Web クライアントでファイル パスを検索する ([Datastore] > [Files]) 場合は、`-flat.vmdk` と `.vmdk` の情報が結合されて、`.vmdk` の名前と `-flat.vmdk` のサイズを持つ 1 つのファイルが表示されることに注意してください。正しいパスはファイル名に `-flat` を追加したものです。

VMFS や RDM などの LUN に QoS ポリシーを割り当てる場合、ONTAP SVM（「Vserver」と表示されます）、LUN パス、シリアル番号は、VSC ホームページの[Storage Systems]メニューで取得できます。ストレージ システム (SVM) を選択し、[Related Objects] > [SAN] の順に選択すると表示されます。ONTAP ツールのいずれかを使用して QoS を指定する場合に、この方法を使用してください。

OnCommand System Manager では、アプリケーション テンプレートを使用して仮想サーバ データストアをプロビジョニングする際に、サービス レベルを指定するよう要求されます。System Manager は、指定されたサービス レベルを使用して、十分なパフォーマンス ヘッドルームがあるノードとアグリゲートを選択します。9.2 では、QoS を使用して、サービス レベルとデータストアの初期サイズに応じて IOPS の上限（最大 QoS）が設定されます。9.3 では、アダプティブ QoS を使用して、IOPS の下限（最小 QoS）と上限（最大 QoS）が設定されます。これらの値はデータストアの容量と使用済みスペースに応じて動的に調整されます。IOPS の下限は AFF システムでのみ設定されます。QoS とパフォーマンス ヘッドルームについて詳しくは、『ONTAP Performance Management Power Guide』の「Guaranteeing throughput with QoS」のセクションを参照してください。

VSC 7.1 以降では、VVOL ベースの VM に最大 QoS を簡単に割り当てることができます。VVOL コンテナのストレージ機能プロファイルを作成する際にパフォーマンス機能に IOPS の最大値を指定し、このプロファイルを VM のストレージ ポリシーで参照します。VM を作成する際にこのポリシーを使用するか、または既存の VM にこのポリシーを適用します。

ONTAP の QoS と VMware の SIOC

ONTAP の QoS と VMware vSphere の Storage I/O Control (SIOC) は相互に補完するテクノロジです。vSphere 管理者とストレージ管理者はこの 2 つを併用して、ONTAP ソフトウェアを実行するシステムでホストされている vSphere VM のパフォーマンスを管理できます。各ツールは、表 8 に示すように、それぞれに長所があります。VMware vCenter と ONTAP はその対象が異なり、一部のオブジェクトは一方のシステムで認識および管理できますが、もう一方のシステムではできません。

表 8) ONTAP の QoS と VMware の SIOC の比較

プロパティ	ONTAP QoS	VMware SIOC
アクティブになるタイミング	ポリシーは常にアクティブ	競合が発生している（データストアのレイテンシがしきい値を超えている）場合にアクティブ
単位	IOPS、Mbps	IOPS、共有数
対象となる vCenter またはアプリケーション	複数の vCenter 環境、その他のハイパーバイザとアプリケーション	単一の vCenter サーバ
VM への QoS の設定	NFS 上の VMDK のみ	NFS 上または VMFS 上の VMDK
LUN (RDM) への QoS の設定	対応	非対応
LUN (VMFS) への QoS の設定	対応	非対応
ボリューム (NFS データストア) への QoS の設定	対応	非対応
SVM (テナント) への QoS の設定	対応	非対応
ポリシーベース アプローチ	対応 (ポリシー内のすべてのワークロードがスループットを共有)	非対応 (各 VM の仮想ディスクに共有と制限を設定)
必要なライセンス	ONTAP に含まれる	Enterprise Plus

3.6 VMware Storage Distributed Resource Scheduler (SDRS)

VMware Storage Distributed Resource Scheduler (SDRS) は、現在の I/O レイテンシとスペース使用量に基づいて VM をストレージに配置する、vSphere の機能の 1 つです。その後、VM や VMDK の配置先として最適なデータストアをデータストア クラスタ内から選択し、システムを停止することなくデータストア クラスタ（「ポッド」とも呼ばれます）内のデータストア間で VM や VMDK を移動します。データストア クラスタとは、類似したデータストアを vSphere 管理者から見て 1 つの消費単位に集約したものです。

SDRS を NetApp VSC とともに使用する場合は、最初に VSC でデータストアを作成してから、vCenter を使用してデータストア クラスタを作成し、そこにデータストアを追加する必要があります。データストア クラスタの作成後、[Details] ページの VSC プロビジョニング ウィザードから、データストア クラスタに直接データストアを追加できます。

SDRS に関する ONTAP のその他のベストプラクティス：

- クラスタ内のすべてのデータストアで同じタイプのストレージ (SAS、SATA、SSD など) を使用し、すべて VMFS データストアまたはすべて NFS データストアとし、レプリケーションと保護の設定と同じにします。
- デフォルト (手動) モードでは、SDRS の使用を検討してください。SDRS を使用すると、推奨事項を確認したうえでその適用を判断できます。VMDK の移行による以下の影響も考慮してください。
 - SDRS によってデータストア間で VMDK が移動されると、ONTAP のクローニングや重複排除によるスペース削減効果は失われます。重複排除機能を再実行すれば、削減効果を取り戻すことができます。
 - 移動された VM によってスペースがロックされないように、VMDK が移動されたあとに移動元のデータストアで Snapshot コピーを再作成することを推奨します。
 - 同一アグリゲートのデータストア間で VMDK を移動してもメリットはほとんどなく、SDRS はアグリゲートを共有している可能性のある他のワークロードを把握しません。

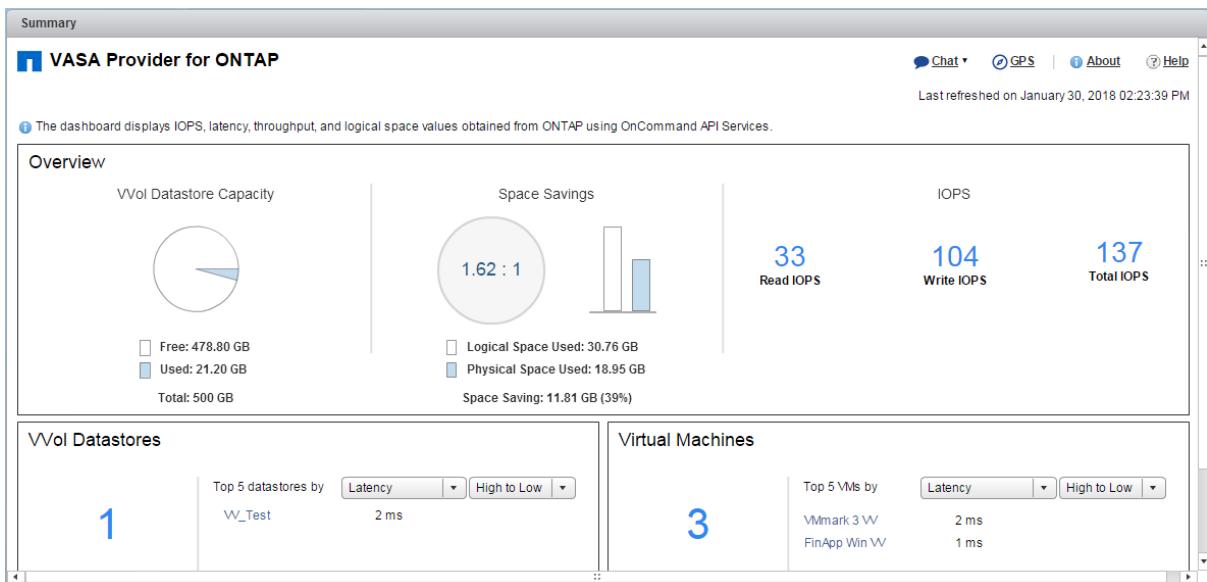
3.7 Storage Policy-Based Management と Virtual Volumes (VVol)

VMware vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) を使用すると、ストレージ管理者は適切に定義された機能を使用して簡単にデータストアを構成でき、VM 管理者は必要なときにそのデータストアを使用して VM をプロビジョニングできます。どちらの管理者も互いの手を借りずに必要な作業を完了できます。このアプローチをとることで、仮想ストレージの運用を合理化し、単純作業の多くを排除できます。

VASA がリリースされる前も VM 管理者は VM ストレージ ポリシーを定義することはできましたが、適切なデータストアを特定するためにはストレージ管理者の協力が必要でした。多くの場合、そのためには文書を作成するか命名規則を使用する必要がありました。VASA を使用すると、ストレージ管理者は、可用性、パフォーマンス、容量、スペース効率、レプリケーション、プロトコルなどのさまざまなストレージ機能を定義できます。1 つのボリュームまたはボリューム セットの一連の機能を、ストレージ機能プロファイル (SCP) と呼びます。

ONTAP 9.3 と VSC 7.1 で SCP が拡張され、VM のデータ VVol に対して最大 QoS がサポートされるようになりました。また、VASA Provider 7.1 では、ONTAP 9.3 システム上にある VM の詳細なパフォーマンスと VVol の論理容量が表示されるダッシュボードが新たに追加されました。この VASA Provider 7.1 の新しい機能と ONTAP 9.3 をベースに、ネットアップでは、ONTAP 9.3 システム上の VVol データストアについて 4 分の 1 のストレージ容量削減率を保証するオールフラッシュ保証プログラムも提供しています。詳細については、担当のネットアップ チームまたはパートナー チームにお問い合わせください。

図 8) VASA Provider 7.1 ダッシュボード



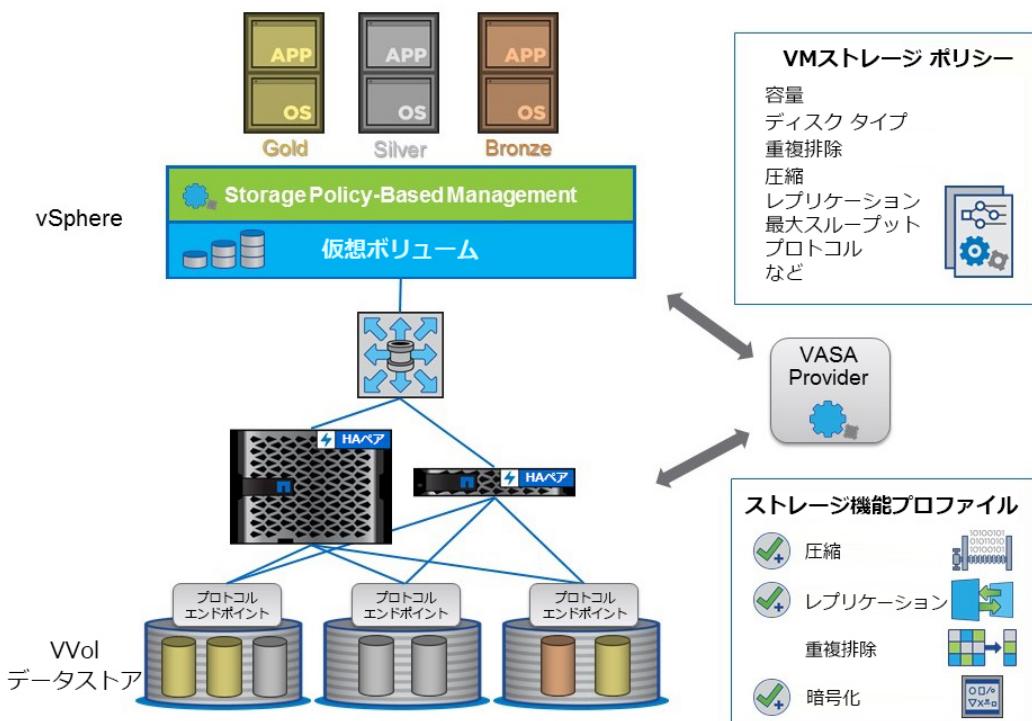
ストレージ機能プロファイルを定義したら、そのプロファイルを要件として指定するストレージ ポリシーを使用して VM をプロビジョニングできます。vCenter は、VM ストレージ ポリシーとデータストア ストレージ機能プロファイルのマッピングに基づいて、互換性のあるデータストアのリストを選択対象として表示します。このアプローチを Storage Policy-Based Management (SPBM) と呼びます。

VASA 2.0 では、ストレージを照会して一連のストレージ機能を vCenter に返すことができます。VASA ベンダー プロバイダは、ストレージ システムの API およびコンストラクトと、vCenter が認識可能な VMware API との間の変換機能を提供します。ネットアップの VASA Provider for ONTAP は、アプライアンス VM として提供されます。VSC には VVol データストアをプロビジョニングおよび管理するためのインターフェイスと、ストレージ機能プロファイル (SCP) を定義する機能が搭載されています。

ONTAP は、VMFS データストアと NFS データストアの両方をサポートしています。SAN データストアで VVol を使用すると、VM レベルのきめ細かさなど、NFS が備えるメリットの一部を活用できます。推奨されるベストプラクティスをいくつか次に示します。詳しくは、[TR-4400](#) を参照してください。

- VVol データストアは複数のクラスタ ノードにある複数の FlexVol で構成できます。ボリュームごとに機能が異なる場合でも、最もシンプルなアプローチは 1 つのデータストアを使用することです。SPBM によって互換性のあるボリュームが VM に確実に使用されます。ただし、すべてのボリュームが 1 つのONTAP SVM に含まれていて、1 つのプロトコルでアクセスできる必要があります。各プロトコルの LIF はノードごとに 1 つあれば十分です。1 つの VVol データストア内で複数のONTAP リリースを使用するのは避けてください。リリースによってストレージ機能が異なる場合があります。
- VVol データストアの作成と管理には、VSC を使用します。VSC では、データストアやそのプロファイルの管理だけでなく、VVol にアクセスするためのプロトコル エンドポイントも必要に応じて自動的に作成されます。LUN が使用される場合は、プロトコル エンドポイント (PE) LUN が 300 番以降の LUN ID を使用してマッピングされます。また、ESXi ホストのシステムの詳細設定にある Disk.MaxLUN で、300 より大きな LUN ID が許可されていることを確認してください（デフォルトは 1,024）。これを確認するには、vCenter で ESXi ホストを選択し、[Configure] タブの[Advanced System Settings]一覧で Disk.MaxLUN を見つけます。
- VASA Provider、vCenter Server（アプライアンスまたは Windows ベース）、または VSC を VVol データストアにインストールまたは移行しないでください。そうした場合、相互に依存することになるため、停電などデータセンターで障害が発生した場合に管理が困難になります。
- VASA Provider VM を定期的にバックアップします。VASA Provider が格納された従来のデータストアの Snapshot コピーを少なくとも 1 時間に 1 回は作成してください。VASA Provider の保護とリカバリについて詳しくは、[こちら](#) の技術情報アーティクルを参照してください。

図 9) VVol のコンポーネント

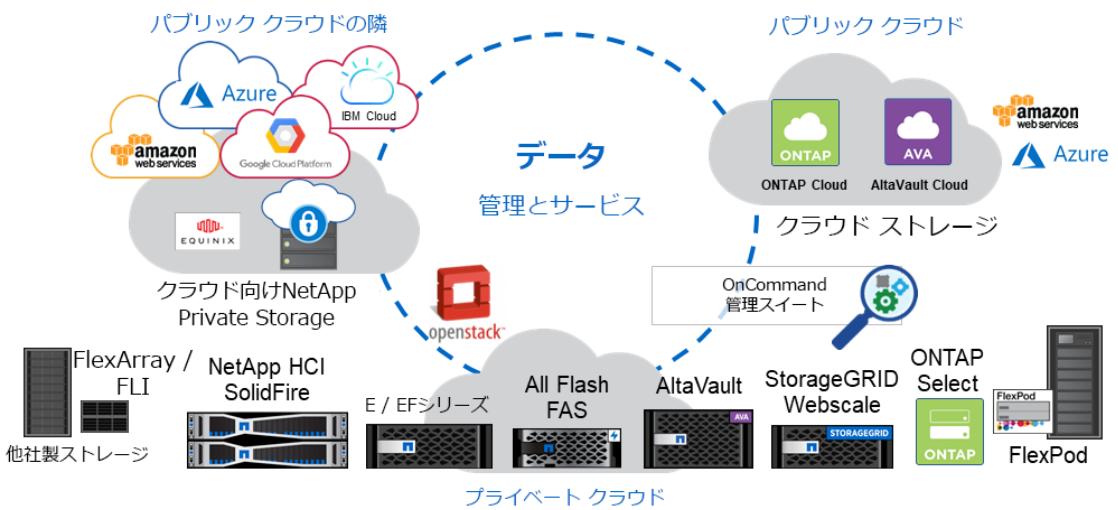


3.8 クラウドへの移行とバックアップ

ハイブリッド クラウドに対する幅広いサポートも ONTAP のメリットの 1 つで、オンプレミスのプライベート クラウドにあるシステムとパブリック クラウドの機能を組み合わせて使用できます。vSphere と併用できるネットアップのクラウド ソリューションを次に示します。

クラウド向け NetApp Private Storage	ネットアップでは、データに対する完全な管理を維持しながらオンプレミスの ONTAP システムと簡単に統合できる 2 つのクラウドベース ストレージ ソリューションを提供しています。クラウド向け NetApp Private Storage は、コロケーション データセンターから低レイテンシで接続するハイパフォーマンスなシステムを使用して、Amazon Web Services、Google Cloud Platform、IBM Cloud、Microsoft Azure の各パブリック クラウドにストレージ サービスを提供します。このアプローチをとることで、クラウド上のアプリケーションと社内のアプリケーションで常にデータを同期したり、エンタープライズ データに低コストのクラウド コンピューティングを活用したり、開発 / テストやディザスタ リカバリ対策の一部としてさまざまなオプションを試すことができます。
ONTAP Cloud	2 番目のソリューション、NetApp ONTAP Cloud は、Amazon Web Services や Microsoft Azure のクラウドの柔軟性を活用しながら、自社のデータを効率よく制御、保護するためのストレージ ソフトウェア サービスです。1 つの管理コンソールから、オンプレミスの ONTAP システムと複数の ONTAP Cloud インスタンスをまとめて導入、管理できます。ONTAP Cloud on AWS は VMware Cloud on AWS と連携するため、VM は ONTAP Cloud のデータにアクセスでき、FlexClone、SnapMirror、SnapVault などの高度な機能を開発 / テストやデータ保護のユースケースで利用できます。
Cloud Backup を使用したクラウド バックアップ	NetApp Cloud Backup クラウド統合ストレージ システムを使用すると、既存のバックアップ ソフトウェアを引き続き使用しながら、vSphere 環境を保護できます。セキュアな暗号化を使用して VM をクラウドにバックアップでき、Cloud Backup のオンラインの重複排除と圧縮によってデータ量が最大 30 分の 1 に削減されます。
FabricPool	ONTAP 9.2 で導入された FabricPool を使用すると、ONTAP データをすばやく簡単に階層化できます。Snapshot コピー内のコールド（アクセス頻度の低い）ブロックを、Amazon Web Services S3 のパブリック クラウドのオブジェクトストアまたは StorageGRID® Webscale のプライベート オブジェクトストアのどちらかに移行できます。移行したコールド ブロックは、ONTAP データが再度アクセスされると自動的にリコールされます。または、SnapVault によってすでに管理されているデータの 3 つ目の保護としてオブジェクト階層を使用することもできます。このアプローチでは、プライマリ やセカンダリの ONTAP ストレージ システムに 格納する VM の Snapshot コピーの数を増やす ことができます。
ONTAP Select	ネットアップの Software-Defined Storage を使用すると、インターネットを介してプライベート クラウドをリモートの施設やオフィスに拡張できます。これらの施設やオフィスでは、ONTAP Select を使用して、ブロック サービスとファイルサービスだけでなくエンタープライズ データセンターと同じ vSphere データ管理機能を利用できます。

図 10) ネットアップのハイブリッド クラウド ソリューション



3.9 vSphere データの暗号化

近年、保管データを暗号化で保護する必要性が高まっています。当初は財務情報や医療情報に重点が置かれていましたが、現在は、ファイルやデータベースなどデータの保管場所やデータ タイプを問わず、あらゆる情報の保護にますます注目が集まっています。

ONTAP ソフトウェアを実行するシステムでは、保管データ暗号化を使用してあらゆるデータを簡単に保護できます。5 年以上前、NetApp Storage Encryption (NSE) によって自己暗号化ディスクドライブが ONTAP に導入され、SAN と NAS のデータを保護できるようになりました。また、ONTAP 9.1 では NetApp Volume Encryption (NVE) が搭載され、ソフトウェアベースのシンプルなアプローチであらゆるディスクドライブのボリュームを暗号化できるようになりました。NVE では特殊なディスクドライブや外部キー マネージャは必要なく、ONTAP を利用されているお客様は追加料金なしで利用できます。クライアントやアプリケーションを停止することなく、アップグレードするだけで利用できるようになります。NVE は、オンボード キー マネージャも含めて、FIPS 140-2 レベル 1 標準の認定を受けています。

VMware vSphere で実行される仮想アプリケーションのデータを保護する方法は複数あります。その 1 つは、VM 内でソフトウェアを使用してゲスト OS レベルでデータを保護するという方法です。また、別の方法として、vSphere 6.5 などの新しいハイパーバイザでは VM レベルでの暗号化がサポートされています。NetApp Volume Encryption はシンプルで使いやすく、次のメリットを備えています。

- **仮想サーバの CPUへの影響がない**：一部の仮想サーバ環境では使用可能なすべての CPU サイクルがアプリケーションに使用されますが、ハイパーバイザーレベルの暗号化を使用した場合には最大で 5 倍の CPU リソースが必要になるというテスト結果が出ています。暗号化ソフトウェアが Intel の AES-NI 命令セットによる暗号化ワークロードのオフロードをサポートしていたとしても（NVE はサポートしています）、古いサーバと互換性のない新しい CPU が必要となるためこのアプローチは現実的でない場合があります。
- **オンボード キー マネージャを標準搭載**：NetApp Volume Encryption にはオンボード キー マネージャが無償で標準搭載されています。このツールを使用すると、購入や使用が複雑な高可用性キー管理サーバを用意しなくても、簡単に利用を開始できます。
- **ストレージ効率への影響がない**：重複排除や圧縮などのストレージストレージ効率化の手法は現在幅広く利用されており、費用を抑えながらフラッシュ ディスク メディアを使用するうえで鍵となる技術です。ところが、暗号化されたデータは、通常、重複排除や圧縮をすることできません。他のアプローチとは異なり、NSE と NVE は下位レベルで動作し、業界をリードするネットアップの Storage Efficiency 機能をフルに活用できます。

- データストアの簡単できめ細かい暗号化：NVEでは、ボリュームごとに専用の AES 256 ビットキーが設定されます。変更が必要な場合は、コマンド 1 つで変更できます。このアプローチは、テナントが複数ある場合や、複数の部門やアプリケーションで独立した暗号化が必要な場合に適しています。さらに、この暗号化はデータストア レベルで管理するため、個々の VM レベルで管理する場合よりもはるかに簡単です。

NVE は簡単に利用を開始できます。ライセンスをインストールしたあと、パスフレーズを指定してオンボード キー マネージャを設定し、ボリュームを新規作成するかストレージ側でボリューム移動を実行すると、暗号化が有効になります。ネットアップでは、VMware 向けツールの今後のリリースでは、暗号化機能に対してさらに緊密に統合したサポートを提供できるように取り組んでいます。

付録 A : ONTAP と vSphere のリリース固有の情報

このセクションでは、ONTAP と vSphere の各リリースで提供される機能について解説します。リリースの個々の組み合わせについては、[NetApp Interoperability Matrix](#) で確認することを推奨します。

ONTAP のリリース

本ドキュメントの発行時点では、次の 3 つのリリース ファミリーがフル サポートされています。

- ONTAP 9.1
- ONTAP 9.2
- ONTAP 9.3

それぞれのリリースには、vSphere 環境で役に立つ次の機能が搭載されています。

ONTAP 9.1	<ul style="list-style-type: none"> 新しい FAS2600、FAS8200、FAS9000、AFF200、AFF300、AFF700、AFF700s ストレージ システムのサポート オンボード キー管理機能を搭載した NetApp Volume Encryption SAN クラスタを 12 ノードまで拡張可能 クラウド バックアップ向けの SnapMirror と Cloud Backup の統合
ONTAP 9.2	<ul style="list-style-type: none"> FabricPool のサポート（コールド ブロックをクラウドに移動することで、維持できる Snapshot コピーの数が増加） オンライン アグリゲート重複排除（AFF システムのデータストア全体でストレージ効率を向上） AFF SAN の最小 QoS OnCommand System Manager – 簡単にクラスタを作成および拡張し、QoS を使用してヘッドルームに基づいてデータストアをプロビジョニング SAN パフォーマンスの最適化
ONTAP 9.3	<ul style="list-style-type: none"> 自動バックグラウンド重複排除（ボリュームとアグリゲート） マルチスレッドによる iSCSI 読み取りパフォーマンスの向上 アダプティブ QoS でストレージ容量に合わせてパフォーマンスを拡張（IOPS/TB、ボリュームのみ） AFF NAS の最小 QoS OnCommand System Manager のプロビジョニングでサービスレベルの変更、Snapshot コピー、アダプティブ QoS、MetroCluster をサポート セキュリティの強化 – 管理者向けの多要素認証と NetApp Volume Encryption の外部キー マネージャ VVol ファイル / LUN ごとのパフォーマンス カウンタとスペース カウンタ（VSC 7.1 で表示）

vSphere と ESXi のサポート

NetApp ONTAP は、vSphere ESXi ホストを幅広くサポートしています。上記の 3 つのメジャー リリース ファミリー (9.1、9.2、9.3) は、5.5、6.0、6.5 (これらのリリースのアップデートを含む) をはじめとする最近の vSphere リリースのデータストレージ プラットフォームとしてサポートされています。NFS v3 の相互運用性は幅広く、ネットアップではハイパーバイザーを含めて NFS v3 標準に準拠するすべてのクライアントをサポートしています。NFSv4.1 のサポートは vSphere 6.0 および 6.5 に限られます。

ネットアップでは、SAN 環境について SAN コンポーネントの大規模なテストを行っています。一般的には、標準の x86 64 ラック サーバおよび Cisco UCS サーバに加えて、標準のイーサネット アダプタを使用した iSCSI 接続をサポートしています。FC 環境と FCoE 環境に対するサポートは、HBA ファームウェアやドライバの要件に従い、より細かく定義されています。

特定のハードウェアやソフトウェアの構成に対するサポートについては、隨時 [NetApp Interoperability Matrix](#) で確認してください。

NFS Plug-In for VMware VAAI

この ESXi ホスト向けプラグインは、VAAI を使用して ONTAP に処理をオフロードします。最新リリースの 1.1.2 では、Kerberos (krb5 と krb5i) のサポートなど、NFSv4.1 データベースに対するサポートが追加されました。これは、ESXi 5.5、6.0、6.5、および ONTAP 9.1、9.2、9.3 でサポートされます。

VASA Provider

ネットアップの VASA Provider は VVol のプロビジョニングと管理をサポートしています（セクション 3.7 を参照）。VASA Provider の最近のリリースは、ESXi 5.5、6.0、6.5 および ONTAP 9.1、9.2、9.3 をサポートします。

Virtual Storage Console

Virtual Storage Console は、vSphere と ONTAP ストレージの管理に役立つツールです（VSC の使用はベストプラクティスの 1 つです）。最新リリースの 7.1 は、vSphere 6.0、6.5 および ONTAP 9.1、9.2、9.3 でサポートされます。

付録 B : 推奨される ESXi ホストの設定およびその他の ONTAP 設定

ネットアップでは、ONTAP で使用した場合に適切に動作する ESXi ホストのマルチパスおよび HBA タイムアウトの設定を、テスト結果に基づいて提供しています。これらは、Virtual Storage Console (VSC) を使用して簡単に設定できます（VSC の[Summary]ダッシュボードの[Host Systems]ポートレットで[Edit Settings]をクリックするか、vCenter でホストを右クリックし、[VSC] > [Set Recommended Values]を選択します）。現時点での推奨されるホスト設定を次に示します。

ホスト設定	ネットアップが推奨する値
ESXi の詳細設定	
VMFS3.HardwareAcceleratedLocking	1 に設定します。
VMFS3.EnableBlockDelete	0 に設定します。詳しくは、VMware の KB アーティクル 2007427 を参照してください。

ホスト設定	ネットアップが推奨する値
NFSの設定	
Net.TcpipHeapSize	vSphere 5.0 以降では 32 に設定します。 それ以外の NFS 構成では 30 に設定します。
Net.TcpipHeapMax	vSphere 6.0 以降では 1536 に、vSphere 5.5 では 512 に、 vSphere 5.0 と 5.1 では 128 に、それより前の vSphere リースでは 120 に設定します。
NFS.MaxVolumes	vSphere 5.0 以降では 256 に設定します。 それ以外の NFS 構成では 64 に設定します。
NFS41.MaxVolumes	vSphere 6.0 以降では 256 に設定します。
NFS.MaxQueueDepth	vSphere 5.0 以降では 64 に設定します。特にホスト クラスタに AFF システムのみを使用している場合は、128 に増やすことを検討してください。
NFS.HeartbeatMaxFailures	すべての NFS 構成で 10 に設定します。
NFS.HeartbeatFrequency	すべての NFS 構成で 12 に設定します。
NFS.HeartbeatTimeout	すべての NFS 構成で 5 に設定します。
FC/FCoEの設定	
パス選択ポリシー	FC パスの ALUA を使用する場合は、RR (ラウンドロビン) に設定します。それ以外のすべての構成では FIXED に設定します。この値を RR に設定すると、最適化されたすべてのアクティブなパスで負荷を分散できます。FIXED は ALUA に対応していない従来の構成用の値で、プロキシ I/O を防止できます。つまり、Data ONTAP® 7-Mode を実行する環境で HA ペアの他方のノードに I/O が送られないようにすることができます。
Disk.QFullSampleSize	すべての構成で 32 に設定します。この値を設定すると I/O エラーの防止に役立ちます。
Disk.QFullThreshold	すべての構成で 8 に設定します。この値を設定すると I/O エラーの防止に役立ちます。
Emulex FC HBA タイムアウト	デフォルト値を使用します。
QLogic FC HBA タイムアウト	デフォルト値を使用します。
iSCSIの設定	
パス選択ポリシー	すべての iSCSI パスで RR (ラウンドロビン) に設定します。この値を RR に設定すると、最適化されたすべてのアクティブなパスで負荷を分散できます。
Disk.QFullSampleSize	すべての構成で 32 に設定します。この値を設定すると I/O エラーの防止に役立ちます。
Disk.QFullThreshold	すべての構成で 8 に設定します。この値を設定すると I/O エラーの防止に役立ちます。

Virtual Storage Console でも、ONTAP FlexVol を作成する際に以下のデフォルト設定が使用されます。

- Snapshot リザーブ (percent-snapshot-space) 0
- フラクショナル リザーブ (-fractional-reserve) 0
- アクセス時間更新 (-atime-update) False
- 最小限の先読み (-min-readahead) False
- スケジュール Snapshot コピー None
- Storage Efficiency Enabled

改訂履歴

バージョン	日付	ドキュメントの改訂履歴
バージョン 1.0	2017 年 5 月	初版リリース
バージョン 2.0	2018 年 1 月	ONTAP 9.2 および 9.3、VSC 7.x に関する記述の更新、読者のフィードバックに基づくベストプラクティスの追加

お問い合わせ

このテクニカル レポートについて、ご意見やご要望をお寄せください。

docfeedback@netapp.com まで E メールで、件名に「TR-4597」を含めてお送りください。

または、このレポートに関連するブログ記事 (blog.netapp.com/updated-technical-report-for-vsphere-with-ontap) からコメントをお寄せください。

本ドキュメントに記載されている製品や機能のバージョンがお客様の環境でサポートされるかどうかについては、ネットアップ サポート サイトで [Interoperability Matrix Tool \(IMT\)](#) を参照してください。NetApp IMT には、ネットアップがサポートする構成を構築するために使用できる製品コンポーネントやバージョンが定義されています。サポートの可否は、お客様の実際のインストール環境が公表されている仕様に従っているかどうかによって異なります。

著作権に関する情報

Copyright © 2017-2018 NetApp, Inc. All rights reserved. Printed in the U.S. このドキュメントは著作権によって保護されています。著作権所有者の書面による事前承諾がある場合を除き、画像媒体、電子媒体、および写真複写、記録媒体、テープ媒体、電子検索システムへの組み込みを含む機械媒体など、いかなる形式および方法による複製も禁止します。

ネットアップの著作物から派生したソフトウェアは、次に示す使用許諾条項および免責条項の対象となります。

このソフトウェアは、ネットアップによって「現状のまま」提供されています。ネットアップは明示的な保証、または商品性および特定目的に対する適合性の暗示的保証を含み、かつこれに限定されないいかなる暗示的な保証も行いません。ネットアップは、代替品または代替サービスの調達、使用不能、データ損失、利益損失、業務中断を含み、かつこれに限定されない、このソフトウェアの使用により生じたすべての直接的損害、間接的損害、偶発的損害、特別損害、懲罰的損害、必然的損害の発生に対して、損失の発生の可能性が通知されていたとしても、その発生理由、根拠とする責任論、契約の有無、厳格責任、不法行為（過失またはそうでない場合を含む）にかかわらず、一切の責任を負いません。

ネットアップは、ここに記載されているすべての製品に対する変更を隨時、予告なく行う権利を保有します。ネットアップによる明示的な書面による合意がある場合を除き、ここに記載されている製品の使用により生じる責任および義務に対して、ネットアップは責任を負いません。この製品の使用または購入は、ネットアップの特許権、商標権、または他の知的所有権に基づくライセンスの供与とはみなされません。

このマニュアルに記載されている製品は、1つ以上の米国特許、その他の国の特許、および出願中の特許によって保護されている場合があります。

権利の制限について：政府による使用、複製、開示は、DFARS 252.277-7103 (1988 年 10 月) の Rights in Technical Data and Computer Software (技術データおよびコンピュータソフトウェアに関する諸権利) 条項の(c)(1)(ii)項、および FAR 52-227-19 (1987 年 6 月) に規定された制限が適用されます。

商標に関する情報

NetApp、NetApp のロゴ、<http://www.netapp.com/jp/legal/netapplist.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。