



テクニカル レポート

FlexPodとオールフラッシュSANアレイ

NetApp ASAによる可用性と整合性

NetApp

Bobby Oommen / Kamini Singh / Kavyashree Mahadevaiah / Roney Daniel

2024年5月 | TR-4991

NetAppとのパートナーシップ



概要

このテクニカルレポートでは、NetAppのオールフラッシュSANアレイ（ASA）を使用したFlexPodデータセンターソリューションの設計と実装について詳しく説明します。最高レベルのパフォーマンスと効率性を実現するために最適化されており、最大限の信頼性を確保するためのベストプラクティスを概説し、NetApp ASAの2つの原則である99.9999%の可用性とデータ整合性に焦点を当てています。FlexPodの事前検証済みの統合機能を活用することで、将来のニーズを満たすように設計された、拡張性と柔軟性に優れたストレージソリューションが実現します。

<<本レポートは機械翻訳による参考訳です。公式な内容はオリジナルである英語版をご確認ください。>>

目次

FlexPodの紹介	5
FlexPodの概要	5
対象者	6
NetAppオールフラッシュSANアレイ	6
NetApp ASAアーキテクチャ	7
データの可用性と整合性	7
データ保護	8
FlexPodによるゼロトラスト	9
ASA AシリーズおよびCシリーズのワークロードガイドライン	9
ソリューションの概要	9
はじめに	9
ソリューションのメリット	9
ソリューションのコンポーネント	10
NetApp ASA A400	10
NetApp ASA C400	11
Cisco UCS XシリーズX210C M6ブレードサーバ	12
Cisco VIC 15231	13
Cisco UCS X9508シャーシ	14
Cisco Nexus 9336C-FX2スイッチ	15
Cisco MDS 9132Tスイッチ	15
Cisco UCS 6536ファブリックインターコネクト	15
VMware vSphere向けNetApp ONTAPツール	16
NetApp Active IQ Unified Manager	16
ソリューショントポロジ	16
トポロジの詳細	17
ネットワークとトラフィックのセグメント化	21
ハードウェアおよびソフトウェアのリビジョン	26
NetApp ASAとCisco Intersightの統合	27
NetApp ASA搭載FlexPod統合システム	28
ソリューションの検証	31
VMware	32

ベアメタル	39
まとめ	43
まとめ	43
確認応答	44
詳細情報の入手方法	44
バージョン履歴	44

表一覧

表1 ストレージでのフェイルオーバー時間	8
表2 Cisco Nexus 9336C-FX2 スイッチAのケーブル接続情報	18
表3 Cisco Nexus 9336C-FX2 スイッチBのケーブル接続情報	18
表4 NetApp ASA 18のケーブル接続情報	18
表5 NetApp ASA 19のケーブル接続情報	19
表6 Cisco UCS FI 6536 Aのケーブル接続情報	20
表7 Cisco UCS FI 6536 Bのケーブル接続情報	20
表8 Cisco MDS 9132T Aのケーブル接続情報	20
表9 Cisco MDS 9132T Bのケーブル接続情報	20
表10 設定済みVLANとその使用方法	21
表11 Cisco UCSサーバでのvNICの配置（仮想化）	22
表12 Cisco UCSサーバ用vNICとFC LIF（仮想化）	23
表13 ベアメタルのイーサネットLIFとFC LIFの配置	25
表14 NVMe セットアップのゾーニング	25
表15 FCP セットアップのゾーニング	26
表16 ハードウェアおよびソフトウェアのバージョン	26
表17 ベアメタルおよびVMware 仮想化構成に使用されるサーバ	31
表18 FCP およびiSCSIを使用したVMFSのストレージレイアウト	32
表19 NVMe/FC およびNVMe/TCPを使用するVMFSのストレージレイアウト	35
表20 FCP およびiSCSIを使用したVVOLのストレージレイアウト	37
表21 NVMe/FCを使用するvVolのストレージレイアウト	38
表22 FCP / iSCSIを使用したベアメタルのストレージレイアウト	39
表23 NVMe/FC およびNVMe/TCPを使用したベアメタルのストレージレイアウト	40

図一覧

図1 FlexPodデータセンターソリューション.....	5
図2 NetApp ASA AシリーズおよびCシリーズファミリー	7
図3 NetApp ASA AシリーズおよびCシリーズのアクティブ/アクティブマルチパス	8
図4 NetApp ASA A400の前面と背面.....	11
図5 NetApp ASA C400の前面と背面.....	12
図6 Cisco UCS X210c M6ブレードサーバ.....	12
図7 Cisco VIC 15231	13
図8 Cisco UCS X9508シャーシ.....	14
図9 Cisco Nexus 9336C-FX2スイッチ	15
図10 Cisco MDS 9132Tスイッチ	15
図11 Cisco UCS 6536ファブリックインターコネクト	15
図12 ソリューショントポロジ	17
図13 iSCSIブートを使用したVMware Virtual Networkingの設計	22
図14 FCブートを使用したVMware Virtual Networkingの設計.....	23
図15 イーサネットトラフィックのデータパス	24
図16 ファイバ・チャネル・トラフィックのデータ・パス.....	24
図17 Cisco IntersightのNetApp ASA A400情報.....	28
図18 ストレージフェイルオーバー時のSystem ManagerのASAステータス.....	33
図19 FCディスク上に作成されたVMFS FCPデータストア	34
図20 FCPを使用したVMFSのマルチパス	34
図21 NVMe/TCPを使用したVMFSのマルチパス	37
図22 NVMe/TCPの最適パスと非最適パスの表示.....	37

FlexPodの概要

FlexPodの概要

FlexPod®はコンバインドインフラのデータセンターアーキテクチャで、Cisco®およびNetApp®の次のコンポーネントで構成されています。

- Ciscoユニファイドコンピューティングシステム（Cisco UCS）
- Cisco NexusおよびMDSファミリスイッチ
- NetAppファブリック接続型ストレージ（FAS）、All Flash FAS（AFF）、およびオールフラッシュSANアレイ（ASA）システム

図1に、FlexPod®ソリューションの作成に使用されるコンポーネントの一部を示します。これらのコンポーネントは、CiscoとNetAppのベストプラクティスに従って接続、構成されているため、さまざまなエンタープライズワークロードを確実に実行するための理想的なプラットフォームを提供できます。このソリューションでは主に、データの可用性と整合性の重要な柱に対処する99.9999%の可用性を実現するブロックのみのソリューションであるNetApp All SAN Array（ASA）に焦点を当てています。

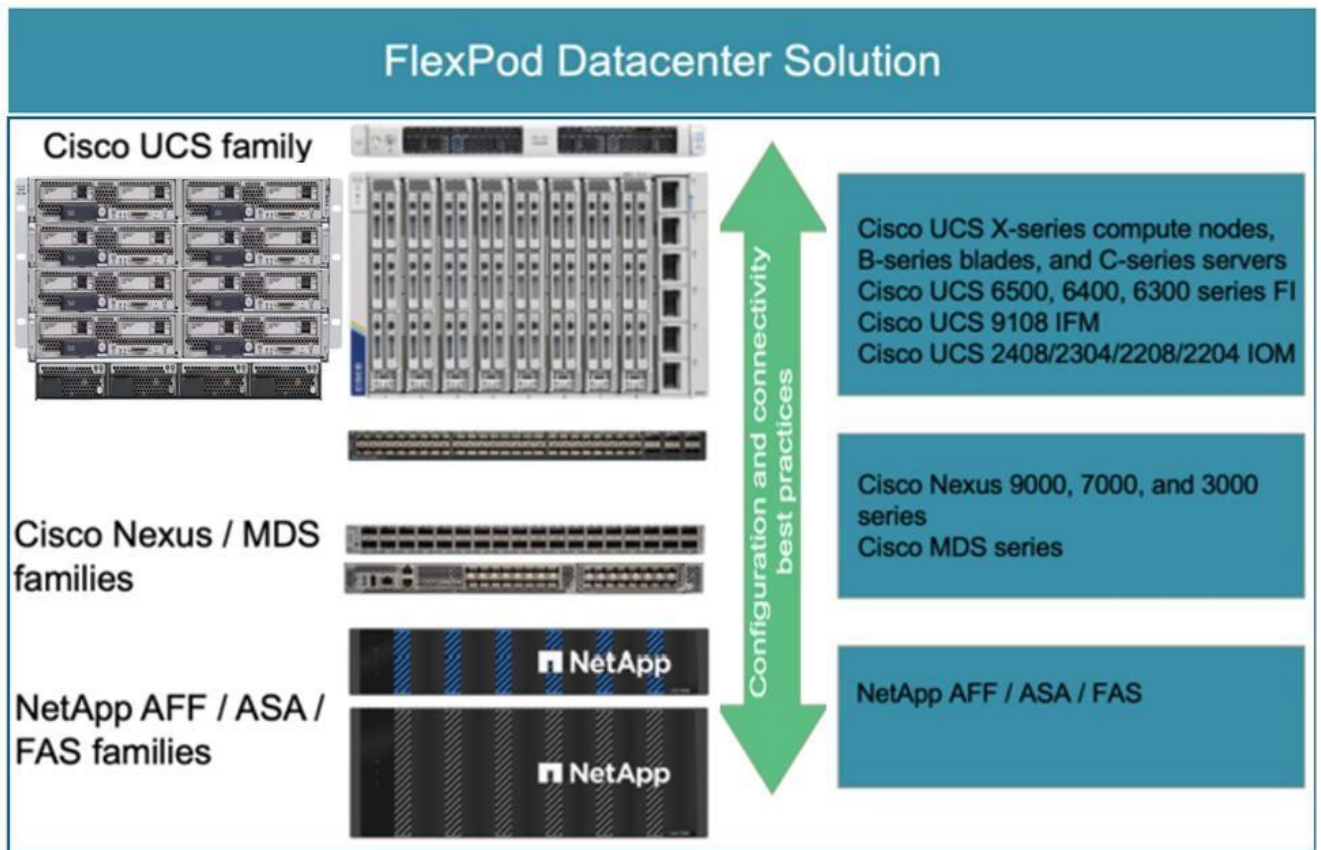


図1 FlexPodデータセンターソリューション

ここに示す各FlexPodコンポーネントファミリー（Cisco UCS、Cisco Nexus / MDSスイッチ、NetAppストレージ）には、アプリケーション要件に応じてインフラをスケールアップまたはスケールダウンするためのプラットフォームとリソースのオプションが用意されています。また、FlexPodの設定と接続に関するベストプラクティスで必要とされる機能がサポートされ、インフラスタック全体の耐障害性が確保されます。FlexPodは、追加のFlexPodスタックを展開することで、複数の一貫した導入が必要な環境にもスケールアウトできます。

対象読者

本ドキュメントは、NetApp、パートナー様のソリューションエンジニア（SE）、プロフェッショナルサービス担当者を対象としています。NetAppは、読者が次の知識を持っていることを前提としています。

- Storage Area Network（SAN；ストレージエリアネットワーク）の概念を十分に理解していること
- FlexPodシステムの構成と管理に関する技術的知識

NetAppオールフラッシュSANアレイ

各NetAppオールフラッシュSANアレイ（ASA）システムは、ONTAP®ソフトウェアを実行するNetApp AFF HAペア上に構築され、エンタープライズクラスのSANソリューションを提供します。データの可用性と整合性という2つの原則に基づいて、複数のワークロードに対してストレージリソースを統合して共有したいとお考えのお客様に適しています。

ASAシステムには次の機能があります。

- 業界をリードする99.9999%以上の可用性
- スケールアップとスケールアウトの両方に対応した大規模クラスター
- 業界最高のエンタープライズ・パフォーマンス（SPC-1の監査結果に基づく）
- 先進のStorage Efficiencyテクノロジー
- 最も包括的なクラウド対応接続
- 対費用効果の高いシームレスなデータ保護

NetApp ASAシステムは、AFFプラットフォームを基盤として構築されており、計画的または計画外のストレージフェイルオーバー時にデータへの中断のないアクセスによってSANの継続的な可用性を実現し、SANワークロードの実行のみに特化したソリューションを通じて、導入、設定、管理の合理化を実現します。NetAppでは、次の要件を満たす場合にASA構成を推奨しています。

- ホストからストレージへの対称アクティブ/アクティブパスが必要なデータベースなど、ミッションクリティカルなワークロード。
- 専用システムでSANワークロードを分離

NetApp ASAは、ASA AシリーズとASA Cシリーズの2つのモデルに大別できます。これらのモデルは、お客様のニーズを満たすために、幅広いパフォーマンスと容量を提供します。

- ASA Aシリーズ：パフォーマンス要件の厳しいワークロード向けに最適化されています。
- ASA Cシリーズ：容量重視のワークロード向けに最適化されています。

ASA [Aシリーズ](#)および[Cシリーズ](#) システムの詳細については、次のドキュメントを参照してください。

NetApp All-SAN Array (ASA) Series

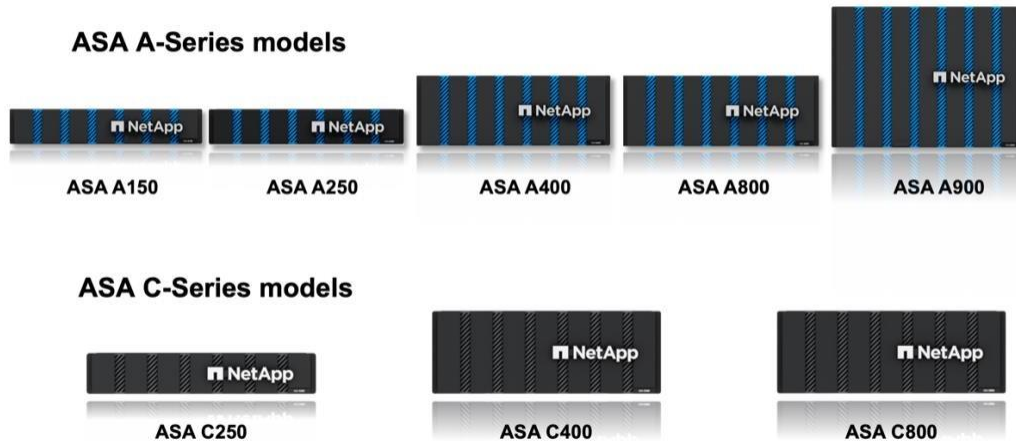


図2 NetApp ASA AシリーズおよびCシリーズファミリー

このソリューションでは、検証にASA A400とASA C400を使用しました。技術的な詳細と仕様については、[NetApp ASAデータシート](#)を参照してください。

ユーザは、ONTAP CLIで次のコマンドを実行することで、NetAppシステムがASAであることを確認できます。

次の出力は、ASA A400からの例です。

```
perf-asa-a400::> san config show
All SAN Array: true

perf-asa-a400::> system show
Node      Health Eligibility Uptime      Model      Owner      Location
-----
perf-asa-a400-01 true    true        2 days 18:43 ASA-A400
perf-asa-a400-02 true    true        2 days 19:04 ASA-A400

perf-asa-a400::> system node run -node perf-asa-a400-01 -command sysconfig 0
slot 0: System Board
Model Name:          ASA-A400
```

NetApp ASAのアーキテクチャ

ストレージシステムには、データを常に利用して保護するという2つの重要な要件があります。

データの可用性と整合性

HAペアのコントローラノードで計画的または計画外の障害が発生した場合でも、稼働しているコントローラからブロックネットワークインターフェイス経由でIOが処理されます。これは、常にすべてのブロックデバイスがHAペアの両方のコントローラに提供されるためです。ブロックプロトコルをサポートする障害コントローラのインターフェイスは、ホストがストレージへの障害パスを認識しないように、IPアドレスを移動する（iSCSI LIFフェイルオーバー）か、Host Bus Adapter（HBA）のWorld Wide Name（WWN）（FCPおよびNVMe/FC永続ポート）を再配置することで、パートナーコントローラでオンラインになります。

NetApp ASAは両方のコントローラを経由するアクティブ/アクティブパスを使用するため、ホストOSは両方のストレージコントローラから最適化されたパスを認識し、ストレージフェイルオーバー中もアプリケーションから基盤となるストレージデバイスに継続的にアクセスできます。

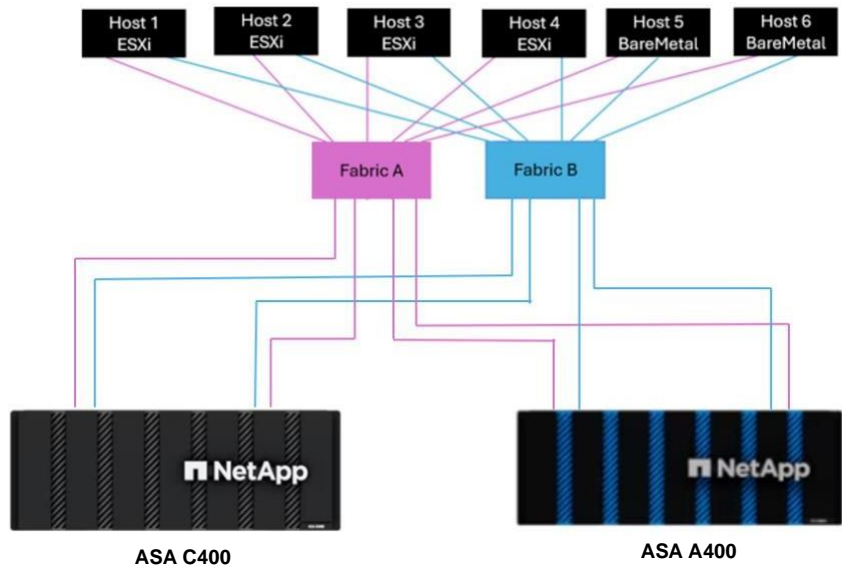


図3 NetApp ASA AシリーズおよびCシリーズのアクティブ/アクティブマルチパス

表1ストレージのフェイルオーバー時間

フェイルオーバータイプ	IO再開時間
計画的なテイクオーバー	2～3秒
計画外のテイクオーバー	2～3秒

電源、ケーブル接続、RAIDグループ、ディスク、コントローラなどの冗長コンポーネントとは別に、各NetApp HAペアには冗長リンクが含まれており、基盤となるディスクへの書き込み前にバッテリバックアップ式ジャーナリング機能であるNVRAMデータのレプリケーションをサポートします。NVRAMはHAペアのストレージコントローラ間でレプリケートされるため、HAペア内のコントローラで障害が発生してもデータ損失をゼロに抑えることができます。

データ保護

データの可用性と整合性の同様に重要な側面は、避けられないユーザやアプリケーションのエラーからリカバリする機能です。ストレージアレイに99.9999%のアップタイムが必要な企業は、大規模化するデータセットを迅速かつ確実にリカバリできるバックアップ/リカバリ戦略も計画する必要があります。NetAppストレージアレイを使用しているお客様は、次の主要なテクノロジーを活用できます。

- NetApp Snapshot™ コピーによるデータ保護
- ONTAP SnapRestore®およびFlexClone®によるデータのリストア
- NetApp SnapMirror®ユニファイドレプリケーションによるデータレプリケーション
- SnapMirror® Active Syncを使用したMetroCluster®向けビジネス継続性ソリューション
- 暗号化ドライブ、MetroCluster®およびSnapMirror® Active Sync /ビジネス継続性ソリューションによるデータ保護
- NetApp SnapLock® Complianceソフトウェアによるデータ保護
- 暗号化ドライブによるデータ保護（NetAppストレージ暗号化）

FlexPodによるゼロトラスト

FlexPodゼロトラストフレームワークは、インフラスタックが完全に保護されていることを保証するとともに、VMware vSphere、Cisco UCS、Cisco Nexus/MDS、NetApp ONTAPストレージなど、FlexPodソリューションのすべてのコンポーネントを保護するための業界のベストプラクティスを網羅した[強化ガイド](#)を実装します。基本のONTAPアーキテクチャで利用できる幅広いセキュリティ機能は、書き換え不可能なSnapshotによる[ランサムウェアの保護、検出、アプリケーションのリカバリ](#)を提供することで、ランサムウェア攻撃からの保護を保証します。

ASA AシリーズおよびCシリーズのワークロードガイドライン

NetAppでは、レイテンシの影響を受けやすいデータベースやI/O負荷の高いVMwareワークロードにはAシリーズを、レイテンシの影響を受けにくい容量中心のワークロードにはCシリーズを推奨していますが、一般的なガイダンスの一部として以下を考慮する必要があります。

1. EHRなどのエンタープライズアプリケーションワークロードや、本番環境のユースケースで1ミリ秒未満の読み取り時間を一貫して必要とするワークロードは、ASA Aシリーズに導入する必要があります。
2. ASA Cシリーズでは、1ミリ秒未満の一貫したレイテンシを必要としないワークロードを考慮する必要があります。

ソリューションの概要

はじめに

NetAppは、デジタル変革に向けたすべてのエンタープライズアプリケーションに、シンプルで包括的なデータ管理ソリューションを提供します。このソリューションドキュメントでは、主に、NetApp ASAシステムでFlexPodをセットアップする際に従う必要がある設計と導入のベストプラクティスについて説明します。また、SQL、Oracle、EHRなどのエンタープライズアプリケーションやワークロードで最大限の信頼性を実現するための、SANネットワークの設計、実装、管理に関するベストプラクティスについても紹介します。

ソリューションのメリット

NetApp ASAを搭載したFlexPodシステムには、次のようなメリットがあります。

- データアクセスプロトコルのサポート：
 - イーサネット経由：iSCSI、NVMe/TCP
 - ファイバチャネル経由：FCP、NVMe/FC
- 高可用性：
 - アクティブ/アクティブコントローラーアーキテクチャ
 - 対称アクティブ/アクティブFCPおよびiSCSIマルチパス
 - システムを停止しないメンテナンス、アップグレード、スケールアウトクラスタリング
 - 継続的なデータアクセスを実現するマルチサイト耐障害性
- セキュリティとコンプライアンス
 - 多要素管理アクセス
 - セキュアなマルチテナント共有ストレージ
 - 転送時と保管時のデータ暗号化
 - 規制に準拠したデータ保持

- 機密コマンドを実行する前のマルチ管理者検証
- **Storage Efficiency :**
 - インラインデータ圧縮、重複排除、コンパクション
 - スペース効率に優れたLUNとボリュームクローニング
- **データ保護 :**
 - アプリケーションと整合性のあるNetApp Snapshot™ コピーとリストア
 - 統合されたリモートバックアップ/ディザスタリカバリ
 - データ損失ゼロの同期レプリケーション
 - 改ざん防止Snapshot
 - NetApp MetroClusterまたはSnapMirror Active Syncを使用してデータを同期的にレプリケートすることにより、サイト間でビジネス継続性を実現
- **クラウドとの統合**
 - オンプレミスとプライベートクラウド、パブリッククラウド間でデータをシームレスに階層化、バックアップ、レプリケート

ソリューションのコンポーネント

NetApp ASA A400

NetAppオールフラッシュSANアレイ (ASA) は、SAN専用のシンプルなエクスペリエンスを実現し、FC、iSCSI、NVMe/FC、NVMe/TCPなどのブロックストレージアクセスプロトコルを通じて、エンタープライズのミッションクリティカルデータベースやその他のSANワークロードに継続的なデータ可用性を提供します。インラインのStorage Efficiency機能、暗号化機能、強力なデータ保護機能を備え、市場をリードするパフォーマンスを提供します。ASAは、対称アクティブ/アクティブコントローラーアーキテクチャを採用しているため、アップグレードやメンテナンスなどの計画的停止や計画外停止の際にもデータへの継続的なアクセスを確保できます。ASAは、Oracle、SAP、Microsoft SQL Serverのデータベースに加え、VMwareやその他の主要なハイパーバイザーとの業界最高レベルのデータサービス統合により、エンタープライズデータベースアプリケーションの価値実現までの時間を短縮します。ASAは、両方のアクティブコントローラーがLUNと同等に通信できるHAペアです。この対称アクティブ/アクティブ構成では、LUNへのアクセスが中断されず、フェイルオーバーのリカバリもほぼ瞬時に実行されます。Cloud Volumes ONTAPを使用すると、主要なクラウドプロバイダでASAをハイブリッドクラウドにシームレスに拡張できます。

NetApp ASA A400モデルには、4Uフォームファクタ、PCIe拡張スロット10個、速度が32GBのFCターゲットポート24個、速度が16GBのFCターゲットポート32個 (FCメザニンカードを使用) が搭載されています。このプラットフォームは、最大351PBの実効容量をサポートするNVMe/TCP、NVMe/FC、FC、iSCSIのストレージネットワークプロトコルをサポートしています。[AFF ASAの技術仕様](#)については、次のリンクを参照してください。

注： NetApp ASAシステムは専用のブロックストレージシステムであるため、NFSやSMBなどのファイルアクセスストレージプロトコルはASAシステムではサポートされません。

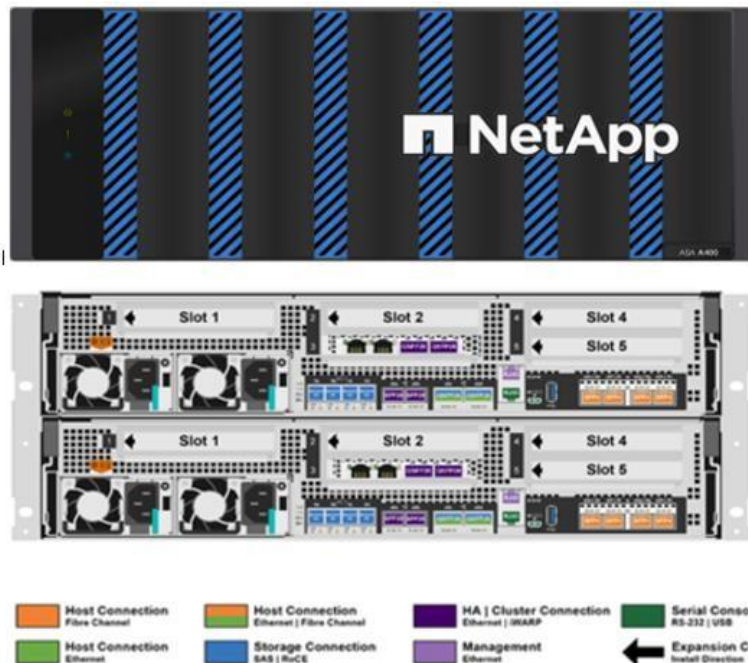


図4 NetApp ASA A400の前面と背面

NetApp ASA C400

NetApp ASA C400はブロックストレージ専用容量フラッシュで、パフォーマンスと容量の最適なバランスを必要とするエンタープライズアプリケーションに最適です。ASA Cシリーズシステムは大容量を実現し、負荷の高いワークロードのコストを削減します。このモデルは4Uコントローラシャーシフォームファクタでも提供され、最大576本のSSDドライブ、10個のPCIe拡張スロット、速度32GBのFCターゲットポート40個、速度16GBのFCターゲット8個（バンドルオプション付き）の統合をサポートしています。このプラットフォームは、主要なブロックストレージデータアクセスプロトコルをすべてサポートしており、最大実効容量は35.5PBです。

[ASA C400](#)の詳細については、次のリンクを参照してください。

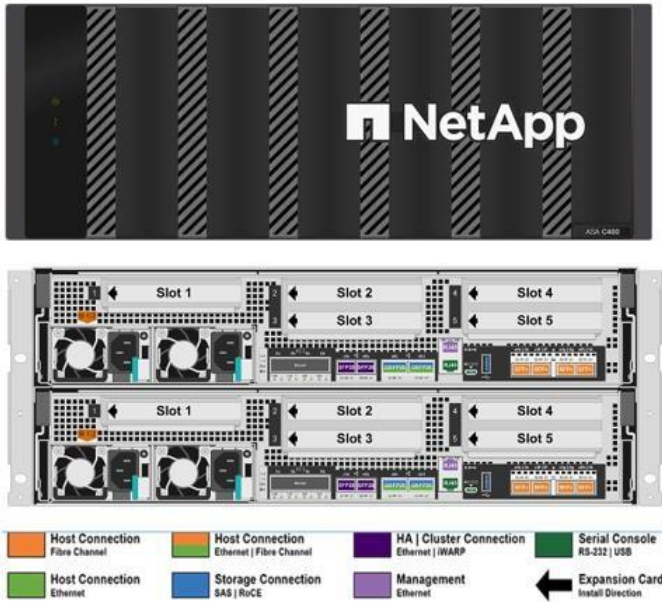


図5 NetApp ASA C400の前面と背面

Cisco UCS XシリーズX210C M6ブレードサーバ



図6 Cisco UCS X210c M6ブレードサーバ

Cisco UCS Xシリーズモジュラーシステムに統合されたCisco UCS X210c M6コンピューティングノードは、最新の第3世代（第3世代）Intel Xeonスケーラブルプロセッサ（Ice Lake）のパワーを活用します。次の機能があります。

- 最大2基の第3世代Intel Xeonスケーラブルプロセッサ（プロセッサあたり最大40コア、コアあたり1.5 MBのレベル3キャッシュ）
- 最大32個の256 GB DDR4 3200 MHz DIMM（最大8 TBのメインメモリ）512 GBのIntel Optane永続メモリDIMMを16枚まで構成すると、最大12 TBのメモリを使用できます。
- 最大6台のホットプラグ対応ソリッドステートディスク（SSD）またはNon-Volatile Memory Express（NVMe）2.5インチドライブ。エンタープライズクラスのRAIDまたはパススルーコントローラを選択可能。PCIe Gen 4接続のそれぞれ4レーン、最大2台のM.2 SATAドライブにより、柔軟なブートおよびローカルストレージ機能を実現します。
- モジュラLAN-on-motherboard（mLOM）仮想インターフェイスカード（VIC）：Cisco UCS VICはmLOMスロットに接続され、サーバあたり200 Gbps接続用のIFM-100Gであった各シャーシインテリジェントファブリックモジュールに最大100 Gbpsのユニファイドファブリック接続を可能にします。

注意：セキュリティ：サーバーはオプションのTrusted Platform Module (TPM)をサポートしています。
その他の機能には、セキュアブートField-Programmable Gateway (FPGA) およびAnti-Counterfeit Technology 2 (ACT2) のプロビジョニングがあります。

Cisco VIC 15231

Cisco UCS VIC 15231 (図7) は、Cisco UCS X210cコンピューティングノード専用設計された2つの100 Gbpsイーサネット/FCoE対応モジュラLANオンマザーボード (mLOM) アダプタです。Cisco UCS VIC 15231 アダプタは、ポリシーベースのステートレスで即応性に優れたサーバインフラストラクチャを実現します。このサーバインフラストラクチャは、NICまたはHBAとして動的に設定できるホストのPCIe標準準拠インターフェイスに提供できます。このソリューションでは、UCSサーバごとに2枚のVICカードを使用します。

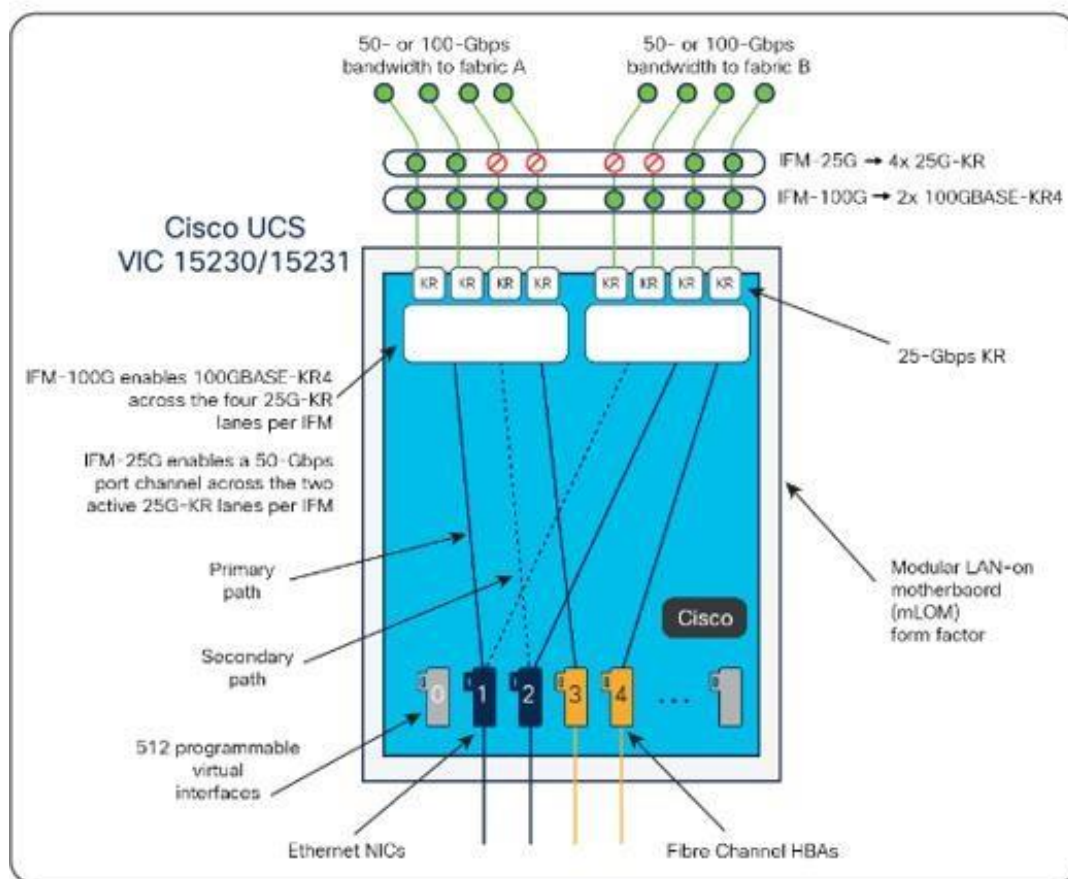


図7 Cisco VIC 15231

Cisco UCS X9508シャーシ



図8 Cisco UCS X9508シャーシ

Cisco UCS Xシリーズモジュラーシステムは、Cisco UCS X9508シャーシから始まります。このシャーシは、適応性に優れ、将来にも対応できるように設計されています。Xシリーズは、ハイブリッドクラウド環境に迅速に導入、自動化できるように設計された、標準ベースのオープンシステムです。

ミッドプレーンを使用しない設計により、X9508シャーシのI/O接続は、シャーシ背面の水平方向のI/O接続モジュールと交差する垂直方向のフロントローディングコンピューティングノードで実現されます。Cisco UCS XシリーズはCisco Intersightを搭載しているため、大規模な導入と管理が簡単です。

Cisco UCS X9508シャーシには、次の機能と利点があります。

- 7ラックユニット（7RU）シャーシには、前面に8つのフレキシブルスロットがあります。これには、コンピューティングノードと将来のI/Oリソースプールを組み合わせ格納できます。これらのリソースには、Graphics Processing Unit（GPU）アクセラレータ、ディスクストレージ、不揮発性メモリなどが含まれます。
- シャーシ上部の2つのCisco UCS 9108 100Gインテリジェントファブリックモジュールは、シャーシをアップストリームCisco UCS 6536シリーズファブリックインターコネクタに接続します。各インテリジェントファブリックモジュールには、次の機能があります。
 - このモジュールは、コンピューティングノードごとに最大100 Gbpsのユニファイドファブリック接続を提供します。
 - このモジュールには、8つの100 Gbps QSFPアップリンクポートがあります。
- シャーシの下部には、コンピューティングモジュールとI/Oデバイスを柔軟に接続できる将来のI/Oモジュールを収容できるスロットがあります。

Cisco Nexus 9336C-FX2スイッチ



図9 Cisco Nexus 9336C-FX2スイッチ

Cisco Nexus 9336C-FX2は、クラウド規模のテクノロジーを搭載したコンパクトな1RUフォームファクタで、1 / 10 / 25 / 40 / 100Gbpsをサポートする柔軟なポート速度を提供します。データセンター、ビッグデータアプリケーション、自動化されたクラウド環境の変化するニーズに対応できるように設計されています。

- 36個のポートすべてが、10/25/40/100Gbps QSFP28とワイヤレートMACsec暗号化をサポートします。
- 7.2 Tbpsの帯域幅と2.8 bppsを超える帯域幅をサポートします。
- 強化されたCisco NX-OSソフトウェアパフォーマンス、耐障害性、拡張性、管理性、プログラマビリティを実現するように設計されています。
- トラフィックのマイクロバーストとアプリケーションのトラフィックパターンを監視するための、ポートおよびキューごとのリアルタイムバッファ使用率。

Cisco MDS 9132Tスイッチ



図10 Cisco MDS 9132Tスイッチ

次世代のCisco MDS 9132T 32 Gbps 32ポートファイバチャネルスイッチは、サーバラックからSANコアへの高速ファイバチャネル接続を提供します。非常に高密度な仮想サーバを使用してクラウド規模のアプリケーションを迅速に導入している中小企業や大企業には、帯域幅の拡大と統合という2つのメリットがあります。小規模なSANアーキテクチャは、ストレージポートとホストポートの両方を接続する、低コスト、低消費電力、ノンブロッキング、ラインレート、低レイテンシの双方向エアフロー対応固定スタンドアロンSANスイッチを基盤から構築できます。SANコアダイレクタを使用して構築された中規模から大規模のSANアーキテクチャでは、スイッチモードまたはネットワークポート仮想化（NPV）モードでこれらのスイッチを使用して、サーバラックへの32 Gbps接続を拡張できます。

Cisco UCS 6536ファブリックインターコネクト



図11 Cisco UCS 6536ファブリックインターコネクト

Cisco UCS 6536ファブリックインターコネクト（FI）は、Ciscoユニファイドコンピューティングシステムの中核部分であり、システムにネットワーク接続機能と管理機能の両方を提供します。

Cisco UCS 6536ファブリックインターコネクトは、ラインレート、低遅延、ロスレス10/25/40/100ギガビットイーサネット、ファイバチャネル、NVMe over Fabric、およびFibre Channel over Ethernet (FCoE) 機能を提供します。さらに、Cisco UCS 6536ファブリックインターコネクトは、ユニファイドファブリックをサポートすることで、ドメイン内のすべてのサーバにLAN接続とSAN接続の両方を提供します。

ネットワーキングの観点から見ると、Cisco UCS 6536はカットスルーアーキテクチャを採用しており、パケットサイズや有効なサービスに関係なく、確定的で低遅延のラインレート10/25/40/100ギガビットイーサネットポート、スイッチング容量がFIあたり7.42 Tbps、ユニファイドファブリックドメインあたり14.84 Tbpsをサポートします。

VMware vSphere向けNetApp ONTAPツール

ONTAP Tools for VMware vSphereは、NetAppストレージシステムを使用するVMware環境で、仮想マシンのエンドツーエンドのライフサイクル管理機能を提供します。管理者がvCenter Server内でストレージを直接管理できるため、VMware環境のストレージとデータの管理が簡易化されます。[OTVのマニュアル](#)については、次のリンクを参照してください。

NetApp Active IQ Unified Manager

NetApp Active IQ Unified Manager (AIQUM) は、NetApp ONTAPシステムを包括的に監視し、プロアクティブに管理するためのツールです。ストレージシステムと仮想インフラの可用性、容量、保護、パフォーマンスのリスクを管理できます。Unified Managerは、LinuxサーバやWindowsサーバに導入することも、VMwareホストに仮想アプライアンスとして導入することもできます。

[AIQUMのドキュメント](#)については、次のリンクを参照してください。

ソリューショントポロジ

このセクションでは、ソリューションの検証に使用したFlexPodデータセンターアーキテクチャの物理トポロジについて説明します。

- データ用の4ポート32G FC SFP+ (X1135A) NVMe/FC×2、クラスタインターコネクトとディスクシェルフアクセス用に40 / 100GスマートIO QSFP28 (X1151A) ×2、イーサネットデータ用に2ポート100GbE RoCE QSFP28 (X1148A) ×2、イーサネットデータ用に4ポート16G FCアダプタがNetApp ASA A400にバンドルされています。
- 2つの100Gポートを備えたCisco VIC 15231アダプタは、各X210c M6サーバのIFMに接続します。IFM-100Gは、IFMごとに4つの25G-KRレーンで100GBASE-KR4を有効にします。
- 8個のコンピューティングノードがシャーシに搭載されている場合、Cisco UCSファブリックインターコネクト (UCS-FI-6536) とインテリジェントファブリックモジュール (IFM) 間に8個の100Gリンクが接続され、両方のIFMの全帯域幅が利用されます。
- Cisco UCSファブリックインターコネクト (UCS-FI-6536) とCisco Nexus 9336C-FX2スイッチ間に100Gリンク×8を接続
- NetApp ASA A400とCisco Nexus 9336C-FX2の間に4本の100Gリンクを接続し、ストレージの全帯域幅を確保
- ファブリックインターコネクトとCisco MDSスイッチ間の4つの32G FCリンク。

トポロジの詳細

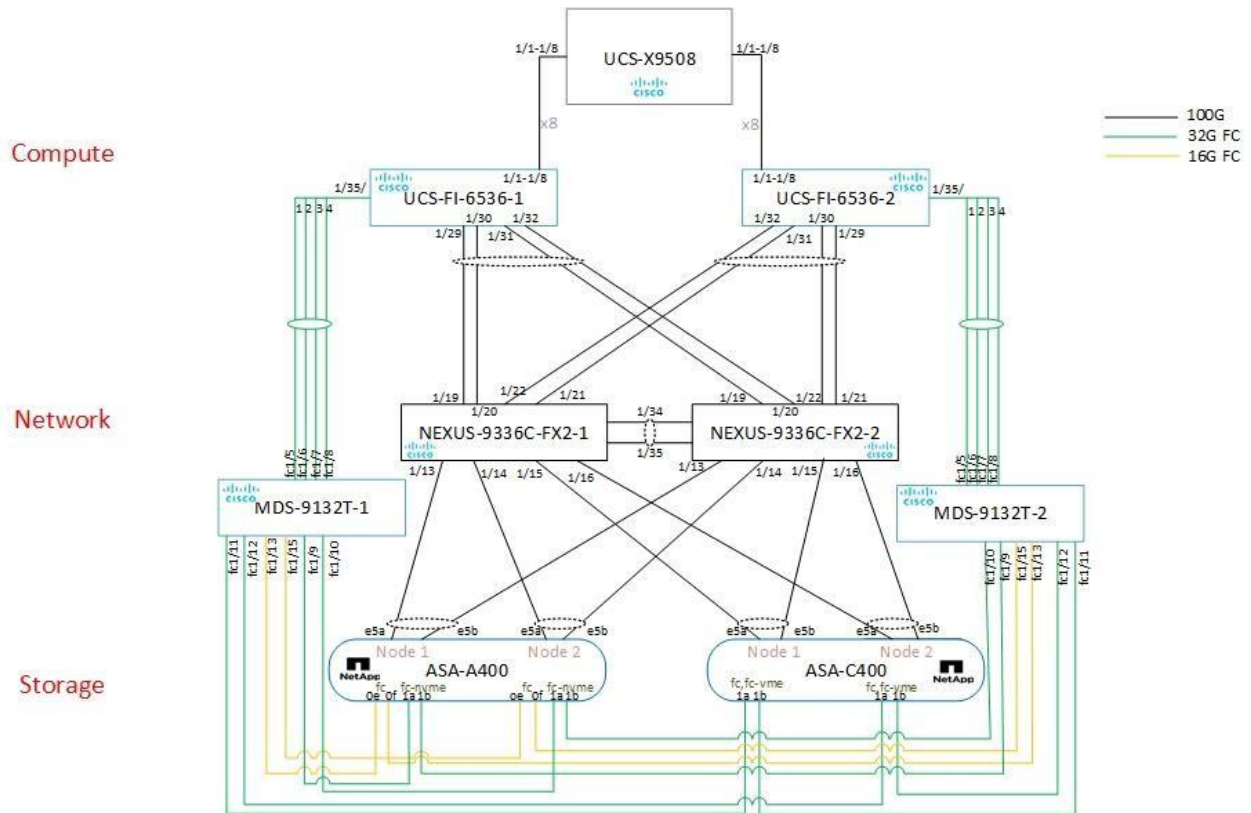


図12ソリューショントポロジ

- Cisco MDSスイッチとNetApp ASA A400間の4つの16G FCリンクと4つの32G FCリンク。
- Cisco MDSスイッチとNetApp ASA C400間の4つの32G FCリンク。
- ポートチャネルは、ファブリックインターコネクトとMDSコンポーネント間の4つのFCリンクに対して設定されます。
- ポートチャネル設定は、ハイアベイラビリティおよび負荷共有をイネーブルにするように設定されています。ストレージノードとNexusスイッチ間の1組のポートチャネル、Nexusとファブリックインターコネクト間の1組のペア、およびチャネルモードがアクティブなNexusピアスイッチ間の1つのポートチャネルが設定されます。
- 仮想ポートチャネル (vPC) は、ハードウェアの冗長性とループのないトポロジを提供するために、すべてのイーサネットポートチャネルインターフェイスでイネーブルになっています。
- ASA A400とC400のストレージフェイルオーバーテストは、両方のシステムの機能を比較するために個別に実行されました。

ケーブル接続情報

[ASA A400システムのインストールとセットアップ](#)の詳細については、次のドキュメントを参照してください。

リファレンス検証のケーブル配線の詳細を図12と表2から表9に示します。本テクニカルレポートでは、FlexPodコンポーネントのコンソールネットワークと管理ネットワークは既存のコンソールネットワークと管理ネットワークに接続されており、以下のケーブル接続に関する情報には記載されていません。

表2 Cisco Nexus 9336C-FX2スイッチAのケーブル接続情報

ローカルデバイス	ローカルポート	リモートデバイス	リモートポート
Cisco Nexus 9336C-FX2 A	e0M	インバンド管理ネットワークアップリンク用のリモートスイッチ	導入環境に固有
	1/13	NetApp ASA A400 01	e5a
	1/14	NetApp ASA A400 02	e5a
	1/15	NetApp ASA C400 01	e5a
	1/16	NetApp ASA C400 02	e5a
	1/19	Cisco UCS FI 6536 A	1/29
	1/20	Cisco UCS FI 6536 A	1/30
	1/21	Cisco UCS FI 6536 B	1/31
	1/22	Cisco UCS FI 6536 B	1/32
	1/35	Cisco Nexus 9336C-FX2 B	1/35
	1/36	Cisco Nexus 9336C-FX2 B	1/36

表3 Cisco Nexus 9336C-FX2スイッチBのケーブル接続情報

ローカルデバイス	ローカルポート	リモートデバイス	リモートポート
Cisco Nexus 9336C-FX2 B	e0M	インバンド管理ネットワークアップリンク用のリモートスイッチ	導入環境に固有
	1/13	NetApp ASA A400 01	e5b
	1/14	NetApp ASA A400 02	e5b
	1/15	NetApp ASA C400 01	e5b
	1/16	NetApp ASA C400 02	e5b
	1/19	Cisco Fi 6536 A	1/31
	1/20	Cisco Fi 6536 A	1/32
	1/21	Cisco Fi 6536 B	1/29
	1/22	Cisco Fi 6536 B	1/30
	1/35	Cisco Nexus 9336C-FX2 A	1/35
	1/36	Cisco Nexus 9336C-FX2 A	1/36

表4 NetApp ASAのケーブル接続情報

ローカルデバイス	ローカルポート	リモートデバイス	リモートポート
NetApp ASA A400 01	e0M	管理ネットワーク	導入環境に固有
	e0a	NetApp ASA A400 02	e0a (25G HAインターコネクトポート)
	e0b	NetApp ASA A400 02	e0b (25G HAインターコネクトポート)

ローカルデバイス	ローカルポート	リモートデバイス	リモートポート
	e3a	NetApp ASA A400 02	クラスタポート
	e3b	NetApp ASA A400 02	クラスタポート
	e5a	Cisco Nexus 9336C-FX2 A	ETH 1/13
	e5b	Cisco Nexus 9336C-FX2 B	ETH 1/13
	0e	Cisco MDS 9132T A	fc1/13
	0f	Cisco MDS 9132T B	fc1/13
	1a	Cisco MDS 9132T A	fc1/9
	1b	Cisco MDS 9132T B	fc1/9
NetApp ASA C400 01	e0M	管理ネットワーク	
	e5a	Cisco Nexus 9336C-FX2 A	ETH 1/15
	e5b	Cisco Nexus 9336C-FX2 B	ETH 1/15
	1a	Cisco MDS 9132T A	FC 1/11
	1b	Cisco MDS 9132T B	FC 1/11

表5 NetApp ASAのケーブル接続情報

ローカルデバイス	ローカルポート	リモートデバイス	リモートポート
NetApp ASA A400 02	e0M	管理ネットワーク	導入環境に固有
	e0a	NetApp ASA A400 01	e0a (25G HAインターコネクトポート)
	e0b	NetApp ASA A400 01	e0b (25G HAインターコネクトポート)
	e3a	NetApp ASA A400 01	クラスタポート
	e3b	NetApp ASA A400 01	クラスタポート
	e5a	Cisco Nexus 9336C-FX2 A	ETH 1/14
	e5b	Cisco Nexus 9336C-FX2 B	ETH 1/14
	0e	Cisco MDS 9132T A	fc1/15
	0f	Cisco MDS 9132T B	fc1/15
	1a	Cisco MDS 9132T A	fc1/10
	1b	Cisco MDS 9132T B	fc1/10
NetApp ASA C400 02	e0M	管理ネットワーク	
	e5a	Cisco Nexus 9336C-FX2 A	ETH 1/16
	e5b	Cisco Nexus 9336C-FX2 B	ETH 1/16
	1a	Cisco MDS 9132T A	FC 1/12
	1b	Cisco MDS 9132T B	FC 1/12

表6 Cisco UCS FI 6536 Aのケーブル接続情報

ローカルデバイス	ローカルポート	リモートデバイス	リモートポート
Cisco UCS FI 6536 A	1/29	Cisco Nexus 9336C-FX2 A	1/19
	1/30	Cisco Nexus 9336C-FX2 A	1/20
	1/31	Cisco Nexus 9336C-FX2 B	1/19
	1/32	Cisco Nexus 9336C-FX2 B	1/20
	1/35/1～1/35/4	Cisco MDS 9132T A	fc1/5-fc1/8
	1/1～1/8	Cisco UCS IFM	1/1～1/8

表7 Cisco UCS FI 6536 Bのケーブル接続情報

ローカルデバイス	ローカルポート	リモートデバイス	リモートポート
Cisco UCS FI 6536 B	1/29	Cisco Nexus 9336C-FX2 B	1/21
	1/30	Cisco Nexus 9336C-FX2 B	1/22
	1/31	Cisco Nexus 9336C-FX2 A	1/21
	1/32	Cisco Nexus 9336C-FX2 A	1/22
	1/35/1～1/35/4	Cisco MDS 9132T B	fc1/5-fc1/8
	1/1～1/8	Cisco UCS IFM	1/1～1/8

表8 Cisco MDS 9132T Aのケーブル接続情報

ローカルデバイス	ローカルポート	リモートデバイス	リモートポート
Cisco MDS 9132T A	fc1/5	Cisco UCS FI 6536 A	1/35/1
	fc1/6	Cisco UCS FI 6536 A	1/35/2
	fc1/7	Cisco UCS FI 6536 A	1/35/3
	fc1/8	Cisco UCS FI 6536 A	1/35/4
	fc1/13	NetApp ASA A400 01	0e
	fc1/9	NetApp ASA A400 01	1a
	fc1/15	NetApp ASA A400 02	0e
	fc1/10	NetApp ASA A400 02	1a
	fc1/11	NetApp ASA C400 01	1a
	fc1/12	NetApp ASA C400 02	1a

表9 Cisco MDS 9132T Bのケーブル接続情報

ローカルデバイス	ローカルポート	リモートデバイス	リモートポート
Cisco MDS 9132T B	fc1/5	Cisco UCS FI 6536 B	1/35/1
	fc1/6	Cisco UCS FI 6536 B	1/35/2
	fc1/7	Cisco UCS FI 6536 B	1/35/3

ローカルデバイス	ローカルポート	リモートデバイス	リモートポート
	fc1/8	Cisco UCS FI 6536 B	1/35/4
	fc1/13	NetApp ASA A400 01	0f
	fc1/9	NetApp ASA A400 01	1b
	fc1/15	NetApp ASA A400 02	0f
	fc1/10	NetApp ASA A400 02	1b
	fc1/11	NetApp ASA C400 01	1b
	fc1/12	NetApp ASA C400 02	1b

ネットワークとトラフィックのセグメント化

VLAN

VLANは、機能またはアプリケーション別のスイッチドネットワーク内の論理セグメントです。各VLANは、適切なポートとポートチャネルインターフェイスで構成される論理ネットワークと見なされ、VLANに属していない宛先については、パケットをルータ経由で転送する必要があります。

FlexPodソリューションでは、VLANはネットワークとトラフィックのセグメント化に使用されます。特定のFlexPodソリューションに基づいて、インバンド管理ネットワーク、iSCSI、NVMe/TCPプロトコルネットワーク、VMware vMotion、VMトラフィックなど、さまざまなVLANが使用されています。

表10に、このプロジェクトのソリューション検証環境用に構成されたVLANを示します。

表10設定済みVLANとその用途

Name	VLAN ID	使用法
ネイティブVLAN	2	デフォルトVLANの代わりにネイティブVLANとして使用されるVLAN 2 (1)
IB-MGMT-VLAN	2214	ESXiホスト用のインバンド管理VLAN、VM管理など
iSCSI-A-VLAN	411	iscsi - iSCSIトラフィック用のファブリックVLAN
iSCSI-B-VLAN	412	iSCSIトラフィック用のiSCSI-BファブリックVLAN
VMotion - VLAN	405	vCenter vMotion用のVMware vMotionトラフィックVLAN
VMトラフィックVLAN	2217	ESXi VM用のVMware VMトラフィックVLAN
NVMe-TCP-A-VLAN	501	NVMe-AファブリックVLAN (NVMe/TCPトラフィック用)
NVMe-TCP-B-VLAN	502	NVMe/TCPトラフィック用のNVMe-BファブリックVLAN

仮想ネットワーク

このソリューションでは、NetApp ASAコントローラのフェイルオーバーシナリオをベアメタル環境とVMware仮想環境の両方でテストしました。

VMware

クラスタ内の各ホストは、同一の仮想ネットワークを使用して導入されます。

この設計では、vSphere Standard Switch (vSwitch) とDistributed Switch (vDS) を使用して、さまざまなトラフィックタイプを分離しています。インバンド管理用の専用vSwitch、iSCSI-A/BおよびNVMe-TCP-A/Bネットワーク、およびvDS (仮想マシンおよびvMotionネットワーク)。

仮想スイッチ (vSwitch、vDS) は、可用性と負荷共有のために、仮想スイッチごとに2つのアップリンクを使用して導入されます。ESXiハイパーバイザーレベルのアップリンクは、Cisco UCSソフトウェアではvnicおよび仮想NIC (vNIC) と呼ばれます。vNICは、IntersightのCisco UCSサービスプロファイルを使用して、各サーバのCisco UCS VICアダプタ上に作成されます。

お客様の標準的な設計オプションは、vCenterで2つ目のvDSスイッチを作成し、図13に示すように、iSCSI-A、iSCSI-B、NVMe-TCP-A、およびNVMe-TCP-BのポートグループをこのvDSに移行することです。

注：この場合、ネイティブVLANをiSCSI VLANに設定し、iSCSI vNICとNVMe/TCP vNICの両方をFabric-AまたはFabric-Bのいずれかにピン接続する必要があります。

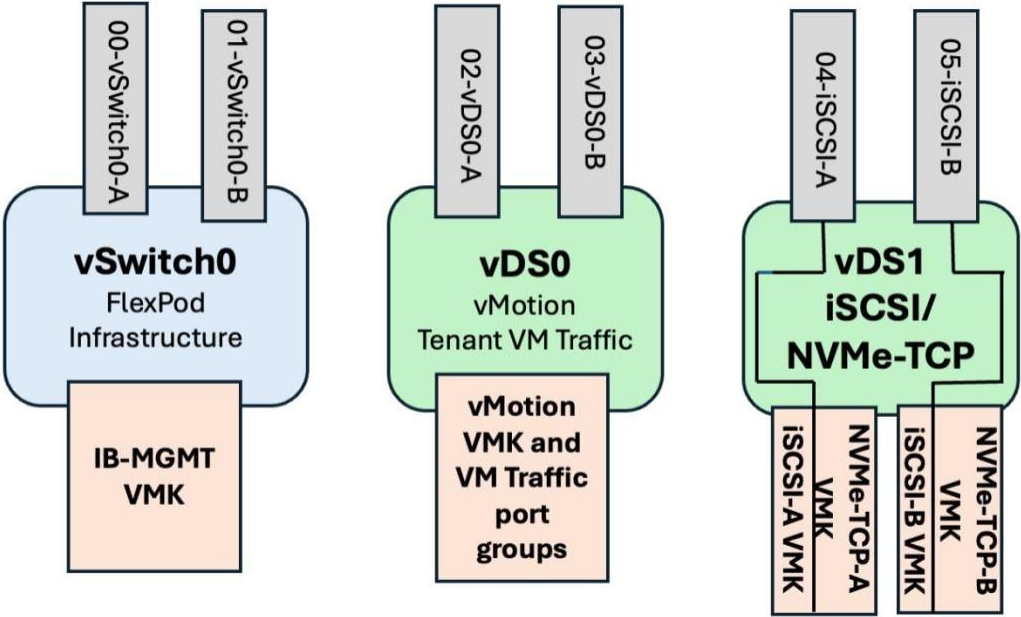


図13 iSCSIブートを使用したVMware Virtual Networkingの設計

表11~12に、UCSサーバでのvNICイーサネットLIFとFC LIFの作成の詳細を示します。

表11 Cisco UCSサーバでのvNICの配置 (仮想化)

CDN名	スイッチID	PCIオーダー
00-vSwitch-A	A	0
01-vSwitch-B	B	1
02-vDS0-A	A	2
03-vDS0-B	B	3
04- iSCSI-A	A	4
05-iSCSI-B	B	5

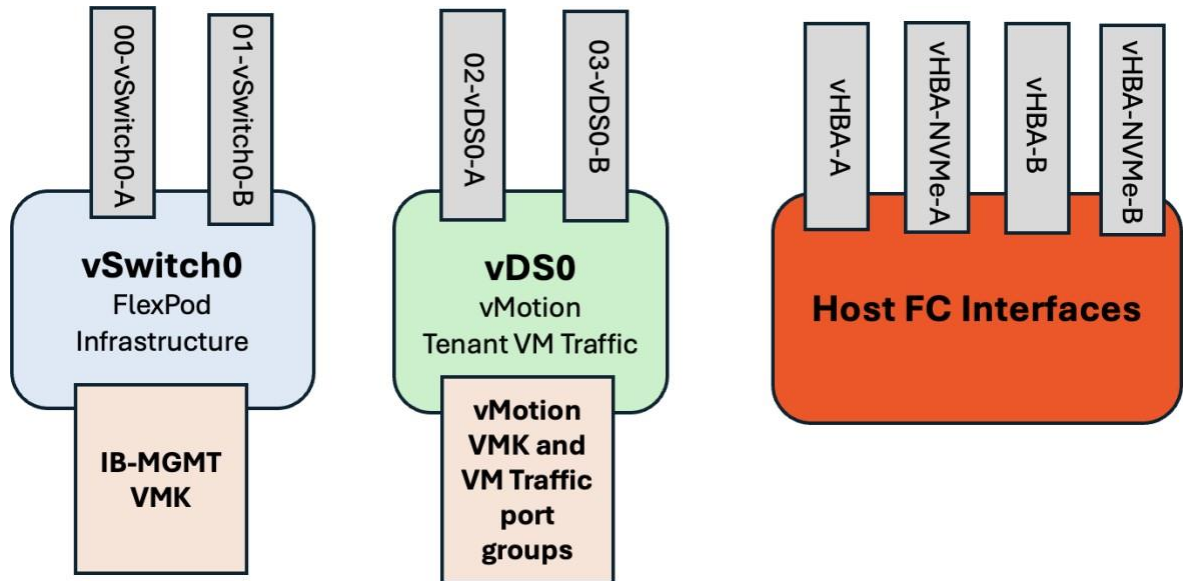


図14 FCブートを使用したVMware Virtual Networkingの設計

表12 Cisco UCSサーバ用のvNICとFC LIF（仮想化）

CDN名	スイッチID	PCIオーダー
00-vSwitch-A	A	2
01-vSwitch-B	B	3
02-vDS0-A	A	4
03-vDS0-B	B	5
vHBA-A	A	0
vHB-B	B	1
vHBA-NVMe-A	A	6
vHBA-NVMe-B	B	7

vSwitch0はVMware ESXiホストの設定時に定義され、IB-Mgmtと管理用のESXiホストVMkernel（VMK）ポートが含まれます。インフラ管理仮想マシンのポートグループは、必要な重要なインフラ管理仮想マシンのvSwitch0にも配置されます。

vSphere Distributed SwitchはvCenter Serverシステムに設定され、スイッチに関連付けられているすべてのホストに設定が伝播されます。vDSには、テナントVMトラフィックおよびvMotion VMDK用のポートグループが含まれています。vMotion VMKをvDSに配置すると、必要に応じてvMotionポートグループのQoSを変更できます。

この検証では2つのiSCSI vSwitchを使用します。Cisco UCSでは、iSCSIブート用に2つのvNICが設定されています。これらのvNICは、適切なファブリックのiSCSI VLANをネイティブVLANとして使用し、適切なiSCSI vSwitchに接続されます。ネットワークのセグメント化は、仮想トラフィックを分離するための標準のvSwitchとvDSと、コンピューティングレイヤ、ネットワークレイヤ、ストレージレイヤを分離するためのVLAN構成によって実現されます。

次の図15は、FlexPod環境におけるイーサネットトラフィックの論理接続とデータパスを示しています。

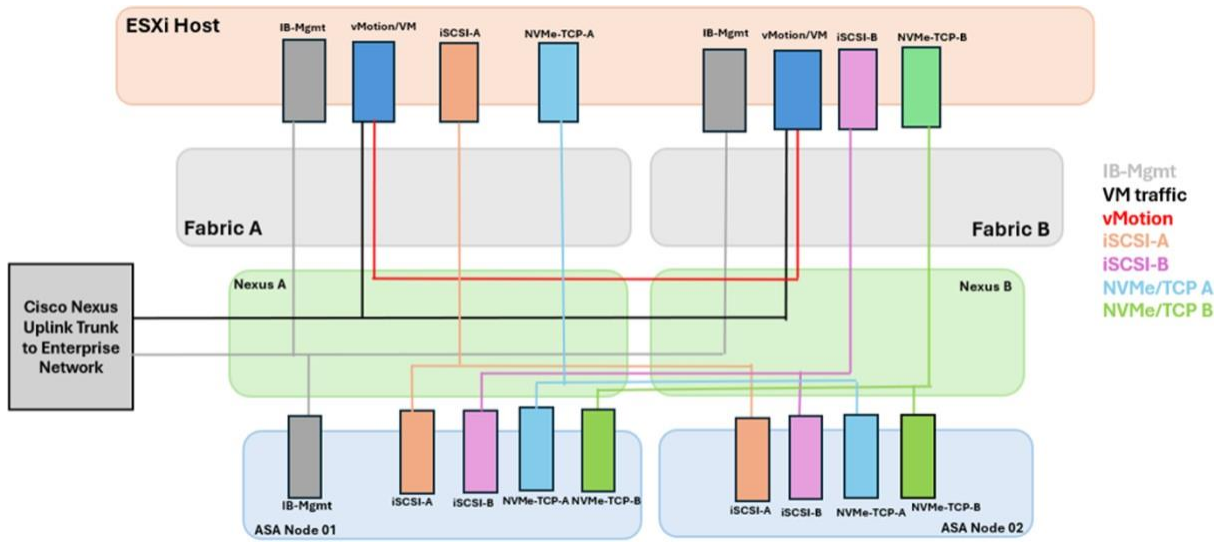


図15イーサネットトラフィックのデータパス

ファイバチャネルトラフィックのデータパス

FCPおよびNVMe/FCプロトコルの場合、コンピューティングノードとストレージノード間のトラフィックは、Cisco MDSスイッチ経由でFCケーブルを介して転送されます。MDSでのトラフィック分離は、VSANおよびゾーニング構成によって実現されます。

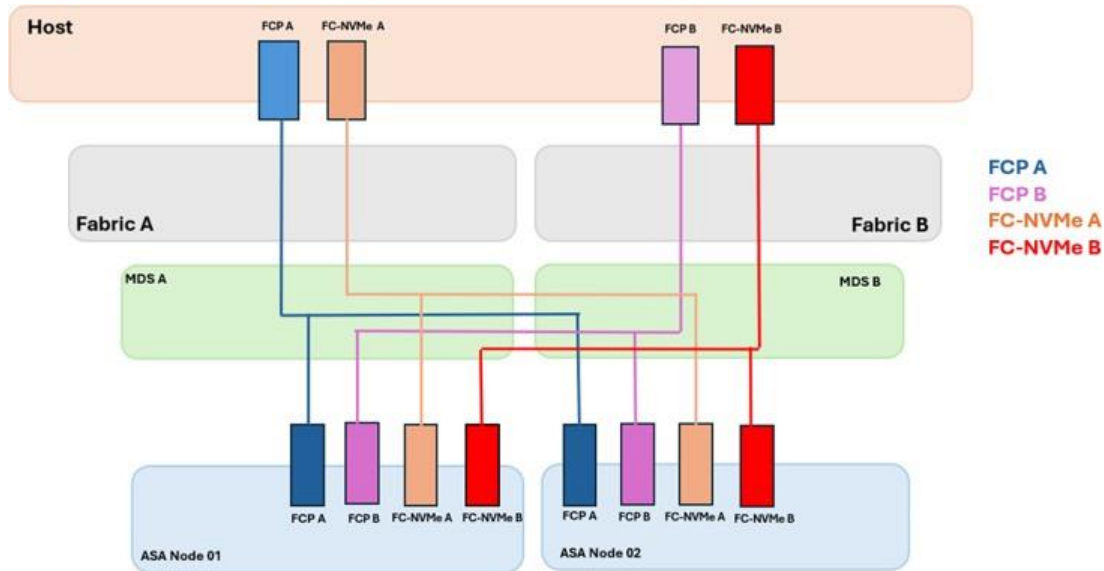


図16ファイバチャネルトラフィックのデータパス

図16は、コンピューティングからストレージへのファイバチャネルメディアを介したトラフィックのエンドツーエンドのデータパスを示しています。

ベアメタル

ベアメタルのインストールにはRHEL OSを使用しました。表13に、ベアメタル環境のイーサネットおよびFC論理インターフェイスの情報を示します。

表13ベアメタルのイーサネットLIFとFC LIFの配置

vNIC/vHBA名	スイッチID	PCIオーダー
vHBA-A	A	0
vHB-B	B	1
vHBA-NVMe-A	A	2
vHBA-NVMe-B	B	3
eth0 (フェールオーバー有効)	A	4
04- iSCSI-A	A	5
05-iSCSI-B	B	6
06 - NVMe-TCP-A	A	7
07- NVMe-TCP-B	B	8

ファブリックスイッチのゾーニング

VSANは、ゾーニング設定を作成する前に作成して分離します。

NVMeセットアップ用のゾーニング

ゾーニングは、仮想環境とベアメタル環境を分離するために実装されました。

- すべてのワークロードに対して、各VICアダプタポートから2つのvHBAを使用しました。
- 対応するファブリックAとファブリックBごとに、各コントローラノードに2つずつ、合計4つのNVMe/FC論理インターフェイス[LIF]が作成されました。
- 各MDSに、ベアメタルサーバ用とESXiホスト用の2つの独立したゾーンを作成しました。

表14 NVMeセットアップのゾーニング

ファブリック名	ゾーン名	ホストvHBA (イニシエータ)	ストレージLIF (ターゲット)
ファブリックA	ゾーン1 (VMware仮想化)	ホスト-インフラ- FC-NVMe-01-a ホスト-インフラ- FC-NVMe-02-a	ASA -インフラ- SVM-FC-NVMe-LIF-01a ASA -インフラ- SVM-FC-NVMe-LIF-02a
	ゾーン2 (ベアメタル)	BM-Host-1-5-FC-NVMe-A BM-Host-1-6-FC-NVMe-A	ASA -インフラ- SVM-FC-NVMe-LIF-01a ASA -インフラ- SVM-FC-NVMe-LIF-02a
ファブリックB	ゾーン1 (VMware仮想化)	ホスト-インフラ- FC-NVMe-01-B ホスト-インフラ- FC-NVMe-02-B	ASA -インフラSVM - FC-NVMe-LIF-01b ASA -インフラSVM - FC-NVMe-LIF-02b
	ゾーン2 (ベアメタル)	BM-Host-1-5-FC-NVMe-B BM-Host-1-6-FC-NVMe-B	ASA -インフラSVM - FC-NVMe-LIF-01b ASA -インフラSVM - FC-NVMe-LIF-02b

FCPセットアップのゾーニング

ゾーニングは、仮想環境とベアメタル環境を分離するために実装されました。

- すべてのワークロードに対して、各VICアダプタポートから2つのvHBAを使用しました。
- 対応するファブリックAおよびファブリックBごとに、各コントローラノードに2つずつ、合計4つのFC論理インターフェイス[LIF]が作成されました。
- 各MDSに、ベアメタルサーバ用とESXiホスト用の2つの独立したゾーンを作成しました。

表15 FCPセットアップのゾーニング

ファブリック名	ゾーン名	ホストvHBA (イニシエータ)	ストレージLIF (ターゲット)
ファブリックA	ゾーン1 (VMware仮想化)	ホスト-インフラ- FC-01-a ホスト-インフラ- FC-02-a	ASA -インフラ- SVM-FCP-LIF-01 ASA -インフラ- SVM-FCP-LIF-02a
	ゾーン2 (ベアメタル)	BM-Host-1-5-FC-A BM-Host-1-6-FC-A	ASA -インフラ- SVM-FCP-LIF-01a ASA -インフラ- SVM-FCP-LIF-02a
ファブリックB	ゾーン1 (VMware仮想化)	ホスト-インフラ- FC-01-B ホスト-インフラ- FC-02-B	ASA -インフラ- SVM-FCP-LIF-01b ASA -インフラ- SVM-FCP-LIF-02b
	ゾーン2 (ベアメタル)	BM-Host-1-5-FC-B BM-Host-1-6-FC-B	ASA -インフラ- SVM-FCP-LIF-01b ASA -インフラ- SVM-FCP-LIF-02b

ハードウェアおよびソフトウェアのリビジョン

このソリューションは、[NetApp Interoperability Matrix Tool](#)、[UCS Hardware and Software Compatibility](#)、および[VMware Compatibility Guide](#)に定義されている、サポート対象のソフトウェア、ファームウェア、およびハードウェアバージョンを実行しているすべてのFlexPod環境に拡張できます。次の表に、このソリューションで使用されるFlexPodのハードウェアとソフトウェアのリビジョンを示します。

表16 ハードウェアとソフトウェアのバージョン

コンポーネント	製品	バージョン
コンピューティング	Cisco UCSX-210C-M6	5.2 (0.230092)
	Cisco UCSファブリックインターコネクト 6536	4.3 (2.240002)
	Cisco VIC 15231	5.3 (2.40)
	CPU	Intel (R) Xeon (R) Gold 6338N CPU (2.20GHz)
ネットワーク	Cisco Nexus 9336C-FX2 NX-OS	10.2 (6)
	Cisco MDS 9132T	9.3 (2a) 9.4.2 *
ストレージ	NetApp ASA - A400およびC400	ONTAP 9.14.1P2
ソフトウェア	VMware vSphere向けNetApp ONTAPツール	9.13P1 [9.13P1-9828.ova]
	NetApp Active IQ Unified Manager	9.14RC1
	VMware vSphere	8.0
	VMware vCenterアプライアンス	8.0
	VMware ESXi nfnicファイバチャネルドライバ	5.0.0.37
	VMware ESXi nenicイーサネットドライバ	1.0.45.0
	Cisco Intersight Assist仮想アプライアンス	1.0.11-4206
	RHEL	8.9
	Microsoft Windows Server	2022

コンポーネント	製品	バージョン
	Microsoft SQL Server	2022
	SQL Server Management Studio	19.3
	SQL向けHammerDBワークロード	4.10
	EHR用Genioツール	1.17.3
	Oracle Database	21c

* ストレージコントローラのオンボード16G FCポートを使用していて、MDSのFCポートが**switchport mode auto**に設定されている場合、コントローラのリブート時にMDSのインターフェイスがオフライン状態で停止することがあります。リンクを起動するには、MDSポートでshut/no shutを実行する必要があります。この問題を回避するには、スイッチポートを**スイッチポートモードF**に設定します。詳細については、次のバグ [CSCwi36075 : Bug Search Tool \(Cisco.com\)](https://tools.cisco.com/bugsearch?bugid=CSCwi36075) を参照してください。この問題は、NX-OS 9.4.2リリースで修正されています。

NetApp ASAとCisco Intersightの統合

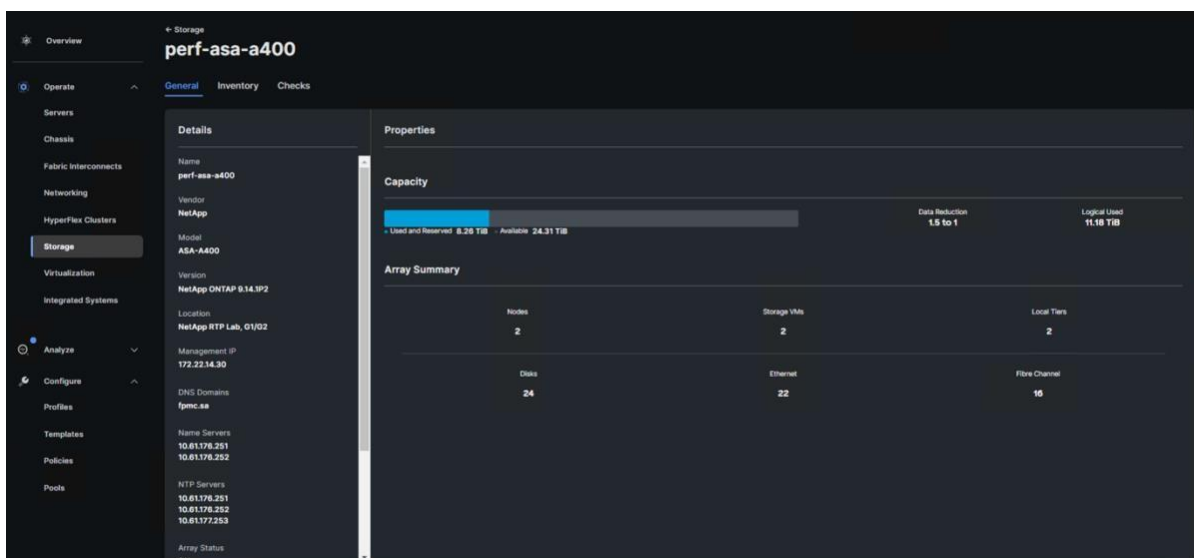
NetApp ASA A400とC400をCisco Intersightに統合するには、次の導入と設定が必要です。

- Cisco Intersight Assist仮想アプライアンス
- NetApp Active IQ Unified Manager仮想アプライアンス

Cisco Intersight Assistを使用すると、NetApp Active IQ Unified Manager (AIQUM) がCisco Intersightのターゲットとして主張されています。NetApp AIQUMが要求されると、AIQUMで構成されたNetAppストレージクラスタがIntersightに表示され、監視とオーケストレーションが可能になります。

ストレージレベルの情報の取得

NetApp Active IQ Unified Managerをターゲットとして要求したあと、NetApp ASA A400をNetApp Active IQ Unified Managerにすでに追加している場合は、Cisco Intersightでストレージレベルの情報を表示できます。



Cisco Intersight統合システムとNetApp ASA

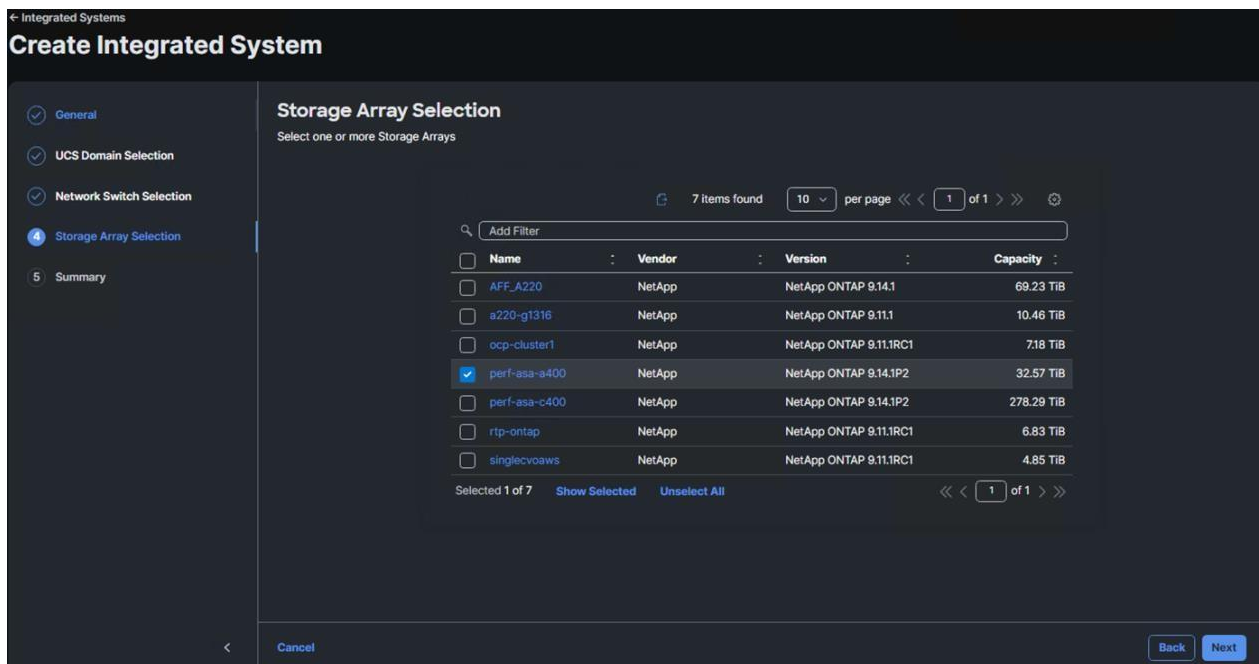
Cisco Intersight統合システム：FlexPodのコンピューティング、ネットワーク、ストレージ、ハイパーバイザーのエンティティを論理的にグループ化して、FlexPodスタックの統合インフラビューを一元化します。

NetApp ASAを使用してFlexPod統合システムを作成するには、次の手順に従います。

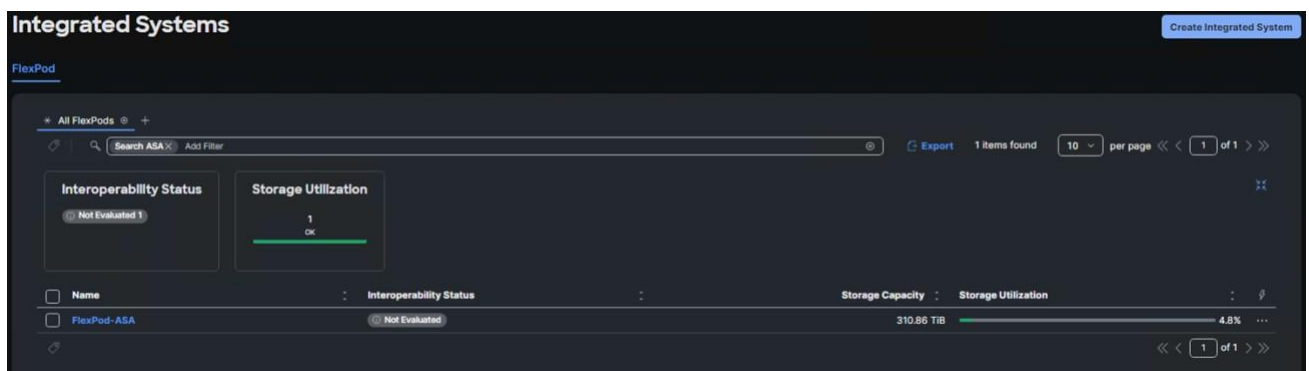
- Cisco Intersightにログインし、FlexPodのアカウントに接続します。
- Cisco Intersightで、[Infrastructure Service]>[Operate]>[Integrated Systems]の順にクリックします。
- [Create Integrated System]をクリックします。中央のペインで、FlexPodを選択し、Startをクリックします。
- 適切な組織を選択し、適切な名前を指定し、必要に応じて任意のタグまたは説明を入力して、[次へ]をクリックします。

The screenshot shows the 'Create Integrated System' interface in Cisco Intersight. The main heading is 'Create Integrated System'. Below it, the sub-heading is 'Create FlexPod Integrated System'. On the left, there is a sidebar with five steps: 1. General, 2. UCS Domain Selection, 3. Network Switch Selection, 4. Storage Array Selection, and 5. Summary. The 'General' step is currently selected. The main area contains several input fields: 'Organization' (a dropdown menu showing 'default'), 'Name' (a text input field containing 'FlexPod-ASA'), 'Set Tags' (a text input field with the placeholder 'Enter a tag in the key-value format.'), and 'Description' (a text input field with the placeholder 'Description' and a character count '0 / 1024'). At the bottom of the form, there are two buttons: 'Cancel' and 'Next'.

- このFlexPodで使用するUCSドメインを選択し、[Next]をクリックします。
- このFlexPodで使用する2つのCisco Nexusスイッチを選択し、[Next]をクリックします。
- このFlexPodで使用するNetApp ASA A400ストレージを選択し、[Next]をクリックします。



- 概要情報を確認し、[作成]をクリックします。数分後、FlexPod統合システムが統合システムの下に表示されます。



- FlexPod名をクリックすると、FlexPod統合システムの全般、インベントリ、および相互運用性に関する詳細なデータが表示されます。

← Integrated Systems

FlexPod (FlexPod-ASA)

General Inventory Interoperability

Details

Name
FlexPod-ASA

Interoperability Status
Incomplete

Storage Capacity
310.86 TiB

Capacity Utilization
4.8%

Integrated System Type
FlexPod

Description
-

Organizations
default

Tags **Set**

Summary

Servers

Health: 4 Healthy 4

Model Summary: 4
 UCSX 210C-M6 2
 UCSX 210C-M7 2

Firmware Versions: 4
 5.2(0.230092) 4

Power: On 4

Connection: Connected 4

Fabric Interconnects

Health: 2 Healthy 2

Model Summary: 2
 6536 2

Bundle Version: 2
 4.3(2.240002) 2

Connection: Connected 2

← Integrated Systems

FlexPod (FlexPod-ASA)

General **Inventory** Interoperability

Sections: Servers, Fabric Interconnects, Networking, **Storage**, Virtualization

Storage

Storage Nodes

1 Items found 10 per page 1 of 1

Name	Storage Array	Vendor	Version	Capacity	Capacity Util...	Nodes
perf-asa-a400	OK	NetApp	NetApp ONTAP 9.14.1P2	32.57 TiB	25.41	2

← Integrated Systems

FlexPod (FlexPod-ASA)

General Inventory **Interoperability**

General Summary Devices Servers Fabric Interconnects **Storage**

Storage

1 Items found 10 per page 1 of 1

NetApp IMT Status
Approved 1

Storage OS
1 NetApp ONTAP 9.1... 1

Protocol
1 ISCSI 1

Name	NetApp IMT Status	Storage OS	Protocol
perf-asa-a400	Approved	NetApp ONTAP 9.14.1P2	ISCSI

ソリューションの検証

FlexPodインフラのセットアップについては、手動による導入についての[導入ガイド](#)を参照してください。このソリューションでは、UCSをIntersight Managed Mode (IMM) で設定しました。

FlexPodの自動導入を続行する場合は、[IACドキュメント](#)を参照してください。

このソリューションでは、NetApp ASAコントローラのフェイルオーバーシナリオがベアメタル環境とVMware仮想環境の両方でテストされます。次の表17に、仮想化とベアメタルの検証に使用するサーバの詳細を示します。VMware仮想構成では、アプリケーション用にVMFSデータストアとvVolデータストアをプロビジョニングしました。ベアメタル構成では、ストレージLUNとNVMeネームスペースをプロビジョニングしてサーバにマウントしました。

ワークロードのシミュレーションには、SQL向けHammerDB、EHR向けGenio、Oracleアプリケーション向けSLOBを使用しました。それぞれに読み取りと書き込みの特性があります。

ソリューションのIO可用性とデータ整合性を示すために、ユースケースごとに次の手順を実行しました。

1. ワークロードが増加している間に、インターフェイスを稼働しているコントローラに移行するいずれかのコントローラで「halt」が実行されました。
2. フェイルオーバープロセスでは、アプリケーションが読み取りと書き込みの観点からIOを発行していました。
3. コントローラが完全に停止し、「ノード」をリブートして、ワークロードの実行中に障害が発生したコントローラを元に戻す
4. 障害ノードの起動中に、サバイバーノードからインターフェイスが自動的に移行されました。

観察

1. このプロセスでは、ストレージデバイスへのすべてのパスがアクティブになり、フェイルオーバープロセス全体がアプリケーションワークロードに対して透過的に実行されます。
2. 3つのワークロードすべての合計スループットは、想定される1台のコントローラノードだけが実行されていた場合は低下しました。

完全なCisco UCSコンピューティングプラットフォームは、シャーシ、IFMモジュール、サーバ、接続されたVICアダプタ、およびCiscoファブリックインターコネクトで構成され、Cisco Intersightを使用してインテリジェントに管理および設定されます。

注：ストレージデバイス[LUNおよびネームスペース]のサイズは、アプリケーションの導入環境によって異なる場合があります。

表17ベアメタルおよびVMware仮想化構成に使用されるサーバ

プラットフォーム	UCSサーバ
ベアメタル	fPSA-perf-g02-6536-1-5
ベアメタル	fPSA-perf-g02-6536-1-6
ESXi (FC SANブート)	fPSA-perf-g02-6536-1-1
ESXi (FC SANブート)	fPSA-perf-g02-6536-1-2
ESXi (iSCSIブート)	fPSA-perf-g02-6536-1-3
ESXi (iSCSIブート)	fPSA-perf-g02-6536-1-4

FlexPodソリューションは、同じ構成と推奨事項を使用して反復可能なビルディングブロックを作成できるように設計されています。これは、FlexPod IAC（コードとしてのインフラ）プロセスが、[D0自動化ブレイブックを使用して基本のFlexPodスタック全体](#)を構築することで実現されます。

注：ASAシステムではNFSプロトコルがサポートされていないため、NFSに関する手順は省略してください。

以下に、フェイルオーバーテストのシナリオとその結果の概要を示します。

VMware

1. VMFS

ストレージのレイアウト

次の表18に、FCPおよびiSCSIを使用するVMFSのストレージレイアウトを示します。

表18 FCPおよびiSCSIを使用したVMFSのストレージレイアウト

ワークロード	LUN			データストア
	カテゴリ	LUN数	各LUNのサイズ	
				VMFS6 FCおよびiSCSIデータストアをホストにマッピング 例： ds : ///vmfs/volumes/xyz
Genio for EHR	data	8	800G	800G
	ジャーナル	2	300G	300G
OracleのSLOB	data	8	500G	500G
	ログ	2	150G	150G
	グリッド	1	5G	5G
SQL用HammerDB	data	4	500G	500G
	ログ	2	200G	200G

a. FCP

- FC SANブートを提供するためにESXiブートLUN用のボリュームが作成されました。
- すべてのワークロードについて、各ASA A400コントローラにボリュームを均等に分散して、データトラフィックを分散し、ストレージでのCPU並列処理を最適化します。
- 各ストレージノードに2つずつ、4つのFC論理インターフェイス[LIF]を作成しました。
- ストレージ構成が完了したら、FC LUNをVMware vCenterのESXiホストにマッピングし、それらのファイバチャネルディスクを使用してVMFS FCデータストアを作成しました。次に、これらのデータストアをVMにマッピングしました（Oracle、SQL、EHR用にそれぞれ1つのVM）。
- 対応するワークロードが各VMで実行され、VMにマウントされたデータストアにワークロードのデータが取り込まれました。
- ストレージフェイルオーバーのテストで1台のコントローラを停止してもワークロードは正常に機能しており、データ損失は発生しませんでした。これにより、フェイルオーバー時にNetApp ASAのデータの可用性と整合性が検証されます。

図18は、ONTAPシステムマネージャから取得したフェイルオーバー時のASAシステムの状態を示しています。

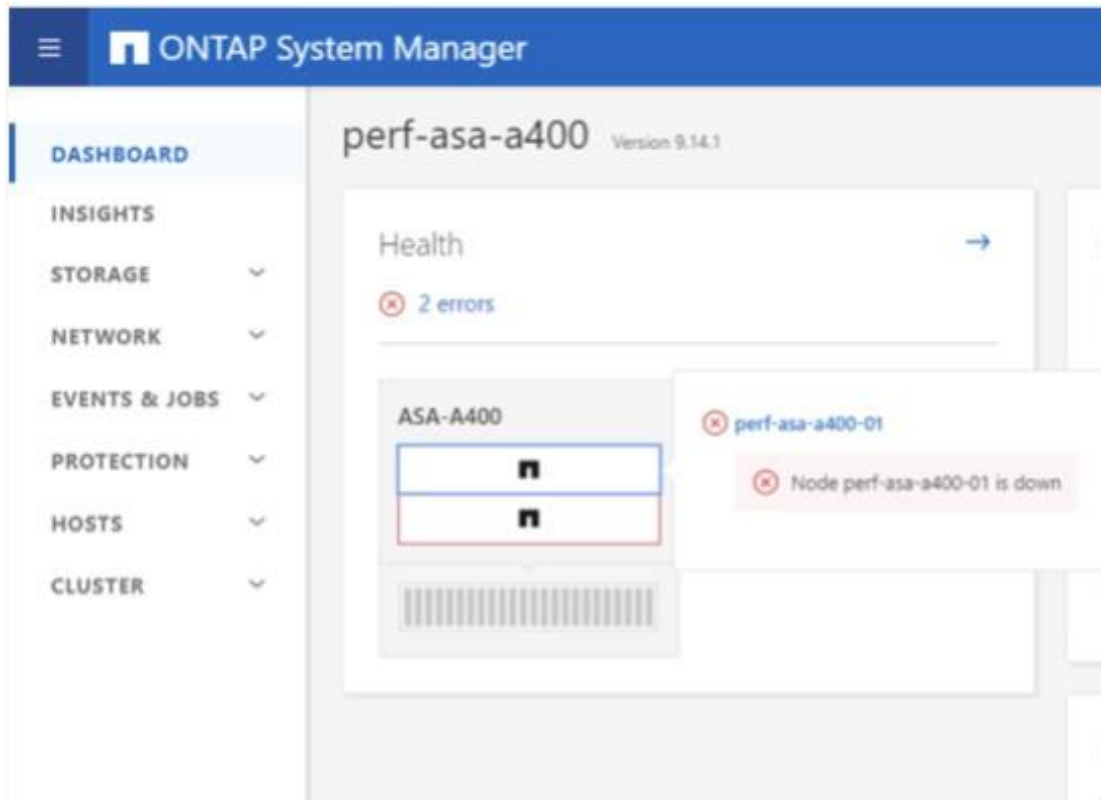


図18ストレージフェイルオーバー時のSystem ManagerのASAステータス

FCディスク上に作成されたVMFSデータストア、およびFCディスク上のデータストアに対するASAシステムのマルチパス機能を図19および20に示します。

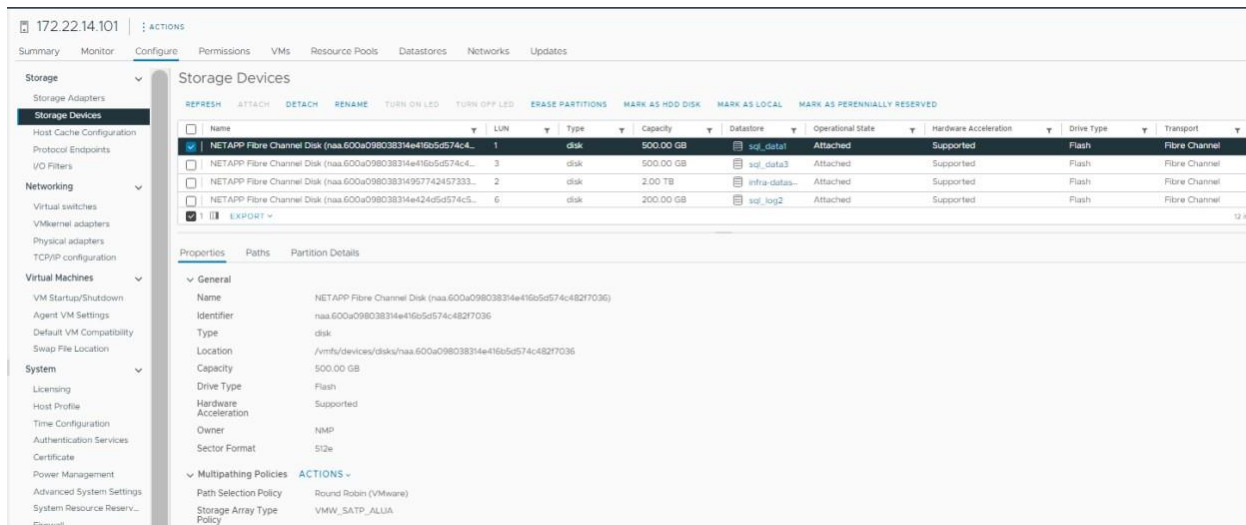


図19 FCディスク上に作成されたVMFS FCPデータストア

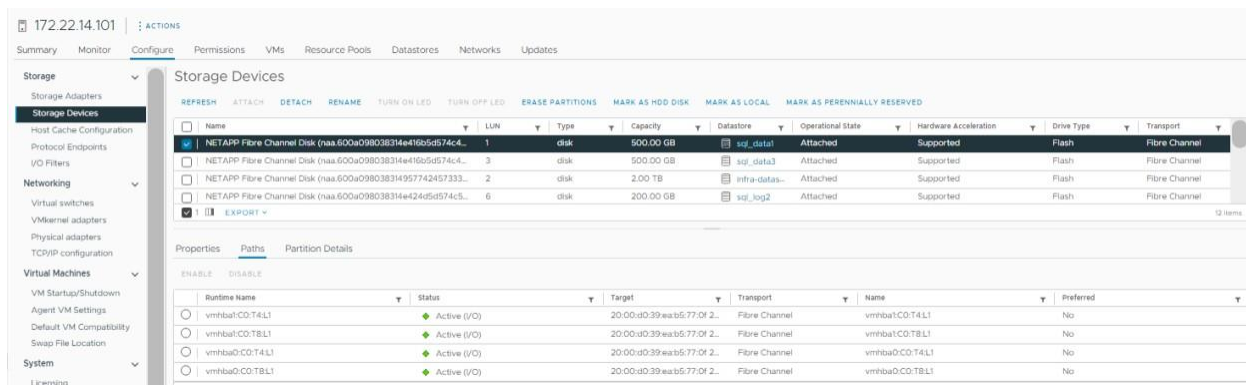


図20 FCPを使用したVMFSのマルチパス

b. iSCSI

- iSCSI SANブートを提供するためにESXiブートLUN用のボリュームが作成されました。
- すべてのワークロードについて、各ASA A400コントローラにボリュームを均等に分散して、データトラフィックを分散し、ストレージでのCPU並列処理を最適化します。
- 4つのiSCSI論理インターフェイス（LIF）が作成されました（各ストレージノードに2つずつ）。
- iSCSIを使用するワークロードに必要なボリュームとLUNの設定は、前述のFCと同様の方法で行います。

注：NetApp ASAでLIFの自動フェイルオーバーが有効になっていないiSCSI LIFがSVMにある場合、新しく作成したLIFでもLIFの自動フェイルオーバーは有効になりません。LIFの自動フェイルオーバーが有効になっていない状態でフェイルオーバーイベントが発生すると、iSCSI LIFは移行されません。次のコマンドを使用して、iSCSI LIFの自動フェイルオーバーを有効にします。

```
network interface modify -vserver SVM_name -lif iSCSI_lif -failover-policy sfo-partner-only -auto-revert true
```

```
perf-asa-a400::> net int modify -vserver Infra-SVM -lif iscsi-lif-* -failover-policy sfo-partner-only
(network interface modify)
4 entries were modified.
```

- ストレージフェイルオーバーで1台のコントローラを停止してもワークロードは正常に動作しており、データ損失は発生していません。自動フェイルオーバーが有効になっているため、停止していたノードのすべてのiSCSI LIFがアクティブノードに移行されました。これにより、フェイルオーバー時にNetApp ASAのデータの可用性と整合性が検証されます。

Properties	Paths	Partition Details
<div> <div>General</div> <div> <div>Name</div> <div>NETAPP iSCSI Disk (naa.600a0980383149577424573336512f43)</div> </div> <div> <div>Identifier</div> <div>naa.600a0980383149577424573336512f43</div> </div> <div> <div>Type</div> <div>disk</div> </div> <div> <div>Location</div> <div>/vmfs/devices/disks/naa.600a0980383149577424573336512f43</div> </div> <div> <div>Capacity</div> <div>2.00 TB</div> </div> <div> <div>Drive Type</div> <div>Flash</div> </div> <div> <div>Hardware Acceleration</div> <div>Supported</div> </div> <div> <div>Owner</div> <div>NMP</div> </div> <div> <div>Sector Format</div> <div>512e</div> </div> </div>		
<div> <div>Multipathing Policies</div> <div>ACTIONS</div> <div> <div>Path Selection Policy</div> <div>Round Robin (VMware)</div> </div> <div> <div>Storage Array Type Policy</div> <div>VMW_SATP_ALUA</div> </div> </div>		

Properties

Paths

Partition Details

ENABLE

DISABLE

	Runtime Name	Status	Target	Transport	Name	Preferred
<input type="radio"/>	vmhba64:C0:T0:L1	Active (I/O)	iqn.1992-08.com.netapp:sn...	iSCSI	vmhba64:C0:T0:L1	No
<input type="radio"/>	vmhba64:C3:T0:L1	Active (I/O)	iqn.1992-08.com.netapp:sn...	iSCSI	vmhba64:C3:T0:L1	No
<input type="radio"/>	vmhba64:C2:T0:L1	Active (I/O)	iqn.1992-08.com.netapp:sn...	iSCSI	vmhba64:C2:T0:L1	No
<input type="radio"/>	vmhba64:C1:T0:L1	Active (I/O)	iqn.1992-08.com.netapp:sn...	iSCSI	vmhba64:C1:T0:L1	No

c. NVMe/FC

次の表19に、NVMe/FCおよびNVMe/TCPを使用するVMFSのストレージレイアウトを示します。

表19 NVMe/FCおよびNVMe/TCPを使用するVMFSのストレージレイアウト

ワークロード	ネームスペース		データストア	
	カテゴリ	ネームサーバACEの数	各ネームスペースサイズ	VMFS6 NVMe/FCおよびNVMe/TCPデータストアをホストにマッピング 例 : ds : ///vmfs/volumes/xyz
Genio for EHR	data	8	800G	800G
	ジャーナル	2	300G	300G
OracleのSLOB	data	8	500G	500G
	ログ	2	150G	150G
	グリッド	1	5G	5G
SQL用HammerDB	data	4	500G	500G
	ログ	2	200G	200G

- FC SANブートを提供するためにESXiブートLUN用のボリュームが作成されました。
- すべてのワークロードについて、各ASA A400コントローラにネームスペースを均等に分散して、データトラフィックを分散し、ストレージ上で最適なCPU並列化を実現します。
- 4つのNVMe/FC論理インターフェイス[LIF]を作成しました（各ストレージノードに2つずつ）。
- 1つのサブシステム（fc_nvme_subsystem）が作成され、すべてのホストNQNが追加されました。
- 必要なネームスペースがこのサブシステムにマッピングされました。
- NVMeデータストアはすべてのESXiホストにマッピングされ、ワークロードを実行するためにVMにも表示されました。VMのワークロードには、NVMe/FCプロトコル経由で提供されるディスクが使用されました。1つのノードが停止した状態でフェイルオーバーテストがトリガーされた場合、3つのアプリケーションとそのデータはすべて維持されました。

注：NVMeであるため、フェイルオーバーのシナリオでは、機能しているノードに存在する2つのLIFだけがストレージ側からアクティブになりました。

```
perf-asa-a400::> network interface show -vserver Infra-SVM -data-protocol fc-nvme
```

Vserver	Logical Interface	Status Admin/Oper	Network Address/Mask	Current Node	Current Port	Is Home
Infra-SVM	fc-nvme-lif-01a	up/-	20:14:d0:39:ea:b1:0e:92	perf-asa-a400-01	1a	true
	fc-nvme-lif-01b	up/-	20:15:d0:39:ea:b1:0e:92	perf-asa-a400-01	1b	true
	fc-nvme-lif-02a	up/up	20:16:d0:39:ea:b1:0e:92	perf-asa-a400-02	1a	true
	fc-nvme-lif-02b	up/up	20:17:d0:39:ea:b1:0e:92	perf-asa-a400-02	1b	true

ホスト側でI/O用の2つのパスがアクティブになっていますが、これはNVMeの想定される動作です。

Properties Paths Partition Details							
ENABLE DISABLE							
	Runtime Name	Status	Target	Transport	Name	Preferred	
<input type="radio"/>	vmhba3:C0:T73:L0	Active	20:13:d0:39:ea:b1:0e:92 20...	Fibre Channel	vmhba3:C0:T73:L0	No	
<input type="radio"/>	vmhba2:C0:T73:L0	Active	20:13:d0:39:ea:b1:0e:92 20...	Fibre Channel	vmhba2:C0:T73:L0	No	
<input type="radio"/>	vmhba3:C0:T72:L0	Active (I/O)	20:13:d0:39:ea:b1:0e:92 20...	Fibre Channel	vmhba3:C0:T72:L0	No	
<input type="radio"/>	vmhba2:C0:T72:L0	Active (I/O)	20:13:d0:39:ea:b1:0e:92 20...	Fibre Channel	vmhba2:C0:T72:L0	No	

d. NVMe/TCP

- iSCSI SANブートを提供するためにESXiブートLUN用のボリュームが作成されました。
- すべてのワークロードについて、各ASA A400コントローラにネームスペースを均等に分散して、データトラフィックを分散し、ストレージ上で最適なCPU並列化を実現します。
- ストレージノードごとに2つずつ、4つのNVMe/TCP論理インターフェイス[LIF]を作成しました。
- サブシステム（nvme_tcp_subsystem）が1つ作成され、すべてのホストNQNが追加されました。
- 必要なネームスペースがこのサブシステムにマッピングされました。
- ホスト側では、NVMeドライブはvHBAインターフェイス経由でNVMe/TCPプロトコルを介してホストに提供されました。その後、これらのデータストアをVMに提供してワークロードを実行しました。
- ネームスペースの設定とデータストアのプロビジョニングの手順は、前述のNVMe/FCのセクションとほぼ同じです。
- ストレージフェイルオーバーが発生しても、3つのワークロードとそのデータはすべて維持されました。

図21は、SQLワークロード用に一方のコントローラが停止している場合のNVMe / TCPのvSphereレベルのパスを示しています。

Properties	Paths	Partition Details
<div> <div>General</div> <div> <div>Name</div> <div>NVMe TCP Disk (uuid.2cfc1ab56e414986bb95c3b504b399d2)</div> </div> <div> <div>Identifier</div> <div>uuid.2cfc1ab56e414986bb95c3b504b399d2</div> </div> <div> <div>Type</div> <div>disk</div> </div> <div> <div>Location</div> <div>/vmfs/devices/disks/uuid.2cfc1ab56e414986bb95c3b504b399d2</div> </div> <div> <div>Capacity</div> <div>500.00 GB</div> </div> <div> <div>Drive Type</div> <div>Flash</div> </div> <div> <div>Hardware Acceleration</div> <div>Supported</div> </div> <div> <div>Owner</div> <div>HPP</div> </div> <div> <div>Sector Format</div> <div>512e</div> </div> </div>		
<div> <div>Multipathing Policies</div> <div>ACTIONS</div> <div> <div>Path Selection Policy</div> <div>LB-RR</div> </div> <div> <div>IOPS</div> <div>1000</div> </div> <div> <div>Bytes</div> <div>10485760</div> </div> </div>		

図21 NVMe/TCPを使用したVMFSのマルチパス

ホスト側でI/Oの2つのパスがアクティブになっていましたが、これはNVMeの想定される動作です（図22を参照）。

Properties

Paths

Partition Details

ENABLE

DISABLE

	Runtime Name	Status	Target	Transport	Name	Preferred
<input type="radio"/>	vmhba66:C0:T1:L0	Active (I/O)		TCPTTRANSPORT	vmhba66:C0:T1:L0	No
<input type="radio"/>	vmhba66:C0:T0:L0	Active		TCPTTRANSPORT	vmhba66:C0:T0:L0	No
<input type="radio"/>	vmhba65:C0:T1:L0	Active (I/O)		TCPTTRANSPORT	vmhba65:C0:T1:L0	No
<input type="radio"/>	vmhba65:C0:T0:L0	Active		TCPTTRANSPORT	vmhba65:C0:T0:L0	No

図22 NVMe/TCPの最適パスと非最適パスの表示

2 vVol

このソリューションでは、NetApp ONTAP Tools for VMware vSphere（OTV）を使用して、ホストおよびVMにVVOLをプロビジョニングします。OTVの詳細な設置手順については、[こちら](#)を参照してください。

注：VVOLにはONTAP Tools for VMware（OTV）が必要であり、vCenterに導入する必要があります。ストレージのプロビジョニングはOTVを通じてvCenterレベルで行われ、基盤となるストレージオブジェクトはデータストアの仕様に基づいて自動的に作成されます。

注：VVOLのマルチパス構成は、vCenterのVMFSデータストアと同じです。

ストレージレイアウト

次の表20に、FCPおよびiSCSIを使用するVVOLのデータストアレイアウトを示します。

表20 FCPおよびiSCSIを使用したVVOLのストレージレイアウト

ワークロード	vVol		
	カテゴリ	データストアの数	データストアのサイズ
Genio for EHR	data	8	800G
	ジャーナル	2	300G
OracleのSLOB	data	8	500G
	ログ	2	150G

ワークロード	vVol		
	グリッド	1	5G
SQL用 HammerDB	data	4	500G
	ログ	2	200G

a. FCP

- FC SANブートを提供するためにESXiブートLUN用のボリュームが作成されました。
- すべてのワークロードについて、VVOLを各ASA A400コントローラに均等に分散して、データトラフィックを分散し、ストレージでのCPUの最適な並列処理を実現します。
- 各ストレージノードに2つずつ、4つのFC論理インターフェイス[LIF]を作成しました。
- ストレージの設定が完了すると、FCP VVOLデータストアがvCenterのONTAP toolsを使用してプロビジョニングされます。作成したデータストアは、自動的にホストにマウントされ、VMに手動でマッピングされました。（Oracle、SQL、EHRの各ワークロード用に1つのVM）
- 対応するワークロードが各VMで実行され、VMにマウントされているvVolデータストアにワークロードのデータが入力されています。
- フェイルオーバーシナリオをトリガーするために、一方のストレージコントローラが停止されました。ワークロードをアクティブなストレージコントローラノードに移行しましたが、すべてのデータに影響はなく、データ損失は発生しませんでした。これは、フェイルオーバー時のNetApp ASAのデータ可用性と整合性を示しています。

b. iSCSI

- iSCSI SANブート用に1つのLUNを持つコントローラの1つに1つのボリューム（esxi_boot）が作成されました。
- すべてのワークロードについて、VVOLを各ASA A400コントローラに均等に分散して、データトラフィックを分散し、ストレージでのCPUの最適な並列処理を実現します。
- 4つのiSCSI論理インターフェイス（LIF）が作成されました（各ストレージノードに2つずつ）。
- ホストの手順で使用するストレージ構成とVVOLデータストアのプロビジョニングは、前述のFCPのセクションに似ています。
- ストレージフェイルオーバーが発生した場合は、ASAのiSCSI LIFの自動フェイルオーバープロパティにより、ワークロードがアクティブなコントローラノードに移行されました。すべてのアプリケーションとデータに影響はなく、データ損失は発生しませんでした。

c. NVMe/FC

次の表21に、NVMe/FCを使用するVVOLのストレージレイアウトを詳しく示します。

表21 NVMe/FCを使用するVVOLのストレージレイアウト

ワークロード	vVol		
	カテゴリ	データストアの数	データストアのサイズ
Genio for EHR	data	8	800G
	ジャーナル	2	300G
OracleのSLOB	data	8	500G
	ログ	2	150G
	グリッド	1	5G
SQL用 HammerDB	data	4	500G
	ログ	2	200G

- FC SANブートを提供するためにESXiブートLUN用のボリュームが作成されました。
- 4つのNVMe/FC論理インターフェイス[LIF]を作成しました（各ストレージノードに2つずつ）。
- ホスト側では、ONTAP Toolsを使用してVMごとにNVMe/FC VVOLをプロビジョニングしました。その後、これらのVVOL（NVMeファイバチャネルディスクを使用）をVMにマッピングしてワークロードを実行しました。
- ストレージフェイルオーバーが発生した場合、ワークロードはアクティブなコントローラノードに移行されました。すべてのアプリケーションとデータに影響はなく、データ損失は発生しませんでした。

ベアメタル

このソリューションでは、ベアメタルインストールにRHEL OSを使用しました。

現在のマルチパス設定を表示するには、RHELサーバで次のコマンドを使用します。

```
[root@Perf-BM ~]# multipath -ll
3600a0980383149577424573336516144 dm-10 NETAPP,LUN C-Mode
size=500G features='3 queue_if_no_path pg_init_retries 50' hwhandler='1 alua' wp=rw
`-+- policy='service-time 0' prio=50 status=active
  |- 0:0:0:4 sde 8:64      active ready running
  |- 0:0:1:4 sdq 65:0      active ready running
  |- 1:0:0:4 sdac 65:192   active ready running
  `-- 1:0:1:4 sdao 66:128   active ready running
3600a0980383149577424573336516145 dm-11 NETAPP,LUN C-Mode
size=500G features='3 queue_if_no_path pg_init_retries 50' hwhandler='1 alua' wp=rw
`-+- policy='service-time 0' prio=50 status=active
  |- 0:0:0:6 sdg 8:96      active ready running
  |- 0:0:1:6 sds 65:32     active ready running
  |- 1:0:0:6 sdae 65:224   active ready running
  `-- 1:0:1:6 sdaq 66:160   active ready running
```

ストレージレイアウト

次の表22に、FCPおよびiSCSIを使用したベアメタルのストレージレイアウトを示します。

表22 FCP / iSCSIを使用したベアメタルのストレージレイアウト

ワークロード	LUN		
	カテゴリ	LUN数	各LUNのサイズ
Genio for EHR	data	8	800G
	ジャーナル	2	300G
OracleのSLOB	data	8	500G
	ログ	2	150G
	グリッド	1	5G

a. FCP

- ベアメタルへのFC SANブートを提供するためにRHELブートLUN用のボリュームが作成されました。
- すべてのワークロードについて、各ASA A400コントローラにボリュームを均等に分散して、データトラフィックを分散し、ストレージでのCPU並列処理を最適化します。
- 各ストレージノードに2つずつ、合計4つの論理インターフェイス[LIF]を作成しました。
- ストレージ構成が完了すると、LUNがホストにマウントされます。
- 対応するワークロードが各ホストで実行され、ワークロードデータが入力されています。

- ストレージフェイルオーバーで1台のコントローラを停止してもワークロードは正常に動作しており、データ損失は発生していません。これにより、フェイルオーバー時にNetApp ASAのデータの可用性と整合性が検証されます。

次の図は、フェイルオーバープロセス中にアクティブコントローラノードにLIFが移行される様子を示しています。

```
perf-asa-a400::> net interface show -vserver Infra-SVM -lif fcp-lif-*
(network interface show)
Vserver      Logical Interface  Status      Network      Current      Current Is
-----      -
Infra-SVM
fcp-lif-01a  up/up      20:0f:d0:39:ea:b1:0e:92 perf-asa-a400-02 1a false
fcp-lif-01b  up/up      20:10:d0:39:ea:b1:0e:92 perf-asa-a400-02 1b false
fcp-lif-02a  up/up      20:11:d0:39:ea:b1:0e:92 perf-asa-a400-02 1a true
fcp-lif-02b  up/up      20:12:d0:39:ea:b1:0e:92 perf-asa-a400-02 1b true
4 entries were displayed.
```

b. iSCSI

- ベアメタルへのiSCSIブートを提供するためにRHELブートLUN用のボリュームが作成されました。
- すべてのワークロードについて、各ASA A400コントローラにボリュームを均等に分散して、データトラフィックを分散し、ストレージでのCPU並列処理を最適化します。
- 4つのiSCSI論理インターフェイス（LIF）が作成されました（各ストレージノードに2つずつ）。
- ホストでのストレージ構成とLUNのマウント手順は、上記のFCPのセクションとほぼ同じです。iSCSI LIFのフェイルオーバーが有効になると、フェイルオーバー時にパッシブノード上のLIFがアクティブノードに移行されます。

```
perf-asa-a400::> network interface show -vserver Infra-SVM -service-policy default-data-iscsi
Vserver      Logical Interface  Status      Network      Current      Current Is
-----      -
Infra-SVM
iscsi-lif-01a up/up      192.168.111.21/24 perf-asa-a400-02 a0a-411 false
iscsi-lif-01b up/up      192.168.112.21/24 perf-asa-a400-02 a0a-412 false
iscsi-lif-02a up/up      192.168.111.22/24 perf-asa-a400-02 a0a-411 true
iscsi-lif-02b up/up      192.168.112.22/24 perf-asa-a400-02 a0a-412 true
```

- ストレージフェイルオーバーが発生した場合は、ASAのiSCSI LIFの自動フェイルオーバープロパティにより、ワークロードがアクティブなコントローラノードに移行されました。すべてのアプリケーションとデータに影響はなく、データ損失は発生しませんでした。

c. NVMe/FC

- ベアメタルへのFC SANブートを提供するためにRHELブートLUN用のボリュームが作成されました。
- すべてのワークロードについて、各ASA A400コントローラにネームスペースを均等に分散して、データトラフィックを分散し、ストレージ上で最適なCPU並列化を実現します。
- 4つのNVMe/FC論理インターフェイス[LIF]を作成しました（各ストレージノードに2つずつ）。

表23 NVMe/FCおよびNVMe/TCPを使用したベアメタルのストレージレイアウト

ワークロード	ネームスペース		
	カテゴリ	ネームスペース数	各ネームスペースサイズ
Genio for EHR	data	8	800G
	ジャーナル	2	300G

ワークロード	ネームスペース		
OracleのSLOB	data	8	500G
	ログ	2	150G
	グリッド	1	5G

- 1つのサブシステム (fc_nvme_subsystem) が作成され、すべてのホストNQNが追加されました。
- 必要なネームスペースがこのサブシステムにマッピングされました。
- ホスト側では、NVMeファイバチャネルディスクをvHBAインターフェイス経由でサーバに提供し、NVMe/FCプロトコル経由でワークロードを実行しました。
- 1つのノードが停止した状態でフェイルオーバーテストがトリガーされた場合、3つのアプリケーションとそのデータはすべて維持されました。

次の図は、フェイルオーバー前のNVMe/FC経由でマッピングされたディスクのステータスを示しています。

```

uid:616542c5-4356-4568-b48b-5a7ca1312ed [nvme]:nvme2n7 NVMe,NetApp ONTAP Controller,FFFFFFFF
size=3221225472 features='n/a' hwhandler='ANA' wp=rw
|+ policy='n/a' prio=10 status=non-optimized
| 2:0:1 nvme2c0n1 0:0 n/a non-optimized live
|+ policy='n/a' prio=50 status=optimized
| 2:1:1 nvme2c1n1 0:0 n/a optimized live
|+ policy='n/a' prio=10 status=non-optimized
| 2:2:1 nvme2c2n1 0:0 n/a non-optimized live
|+ policy='n/a' prio=50 status=optimized
| 2:3:1 nvme2c3n1 0:0 n/a optimized live
uid:54f900d6-4d9e-4c8e-98fe-ebf3b474b968 [nvme]:nvme2n8 NVMe,NetApp ONTAP Controller,FFFFFFFF
size=3221225472 features='n/a' hwhandler='ANA' wp=rw
|+ policy='n/a' prio=10 status=non-optimized
| 2:0:1 nvme2c0n1 0:0 n/a non-optimized live
|+ policy='n/a' prio=50 status=optimized
| 2:1:1 nvme2c1n1 0:0 n/a optimized live
|+ policy='n/a' prio=10 status=non-optimized
| 2:2:1 nvme2c2n1 0:0 n/a non-optimized live
|+ policy='n/a' prio=50 status=optimized
| 2:3:1 nvme2c3n1 0:0 n/a optimized live
uid:5ee5991e-d2ff-4396-b944-b7bb9958baa9 [nvme]:nvme2n9 NVMe,NetApp ONTAP Controller,FFFFFFFF
size=524288000 features='n/a' hwhandler='ANA' wp=rw
|+ policy='n/a' prio=10 status=non-optimized
| 2:0:1 nvme2c0n1 0:0 n/a non-optimized live
|+ policy='n/a' prio=50 status=optimized
| 2:1:1 nvme2c1n1 0:0 n/a optimized live
|+ policy='n/a' prio=10 status=non-optimized
| 2:2:1 nvme2c2n1 0:0 n/a non-optimized live
|+ policy='n/a' prio=50 status=optimized
| 2:3:1 nvme2c3n1 0:0 n/a optimized live

```

次の図は、フェイルオーバー処理中のNVMe/FC経由でマッピングされたディスクのステータスを示しています。前述したように、NVMeのユースケースでは最適化されたパスと最適化されていないパスが存在し、フェイルオーバープロセス中は、障害が発生したコントローラノードが稼働状態に戻るまで最適化されたパスのみが使用可能になります。

```

uid.616542c5-4356-4568-b48b-5a7c9a1e312ed [nvme]:nvme2n7 NVMe,NetApp ONTAP Controller,FFFFFFFF
size=3221225472 features="n/a" hwhandler="ANA" wp=rw
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:0:1 nvme2c0n1 0:0 n/a optimized live
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:1:1 nvme2c1n1 0:0 n/a optimized connecting
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:2:1 nvme2c2n1 0:0 n/a optimized live
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:3:1 nvme2c3n1 0:0 n/a optimized connecting
uid.54f900d6-4d8e-4c8e-98fe-ebf3b474b968 [nvme]:nvme2n8 NVMe,NetApp ONTAP Controller,FFFFFFFF
size=3221225472 features="n/a" hwhandler="ANA" wp=rw
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:0:1 nvme2c0n1 0:0 n/a optimized live
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:1:1 nvme2c1n1 0:0 n/a optimized connecting
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:2:1 nvme2c2n1 0:0 n/a optimized live
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:3:1 nvme2c3n1 0:0 n/a optimized connecting
uid.5ee5991e-d2ff-4396-b944-b7bb9958baa9 [nvme]:nvme2n9 NVMe,NetApp ONTAP Controller,FFFFFFFF
size=524288000 features="n/a" hwhandler="ANA" wp=rw
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:0:1 nvme2c0n1 0:0 n/a optimized live
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:1:1 nvme2c1n1 0:0 n/a optimized connecting
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:2:1 nvme2c2n1 0:0 n/a optimized live
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:3:1 nvme2c3n1 0:0 n/a optimized connecting
-----

uid.616542c5-4356-4568-b48b-5a7c9a1e312ed [nvme]:nvme2n7 NVMe,NetApp ONTAP Controller,FFFFFFFF
size=3221225472 features="n/a" hwhandler="ANA" wp=rw
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:0:1 nvme2c0n1 0:0 n/a optimized live
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:2:1 nvme2c2n1 0:0 n/a optimized live
uid.54f900d6-4d8e-4c8e-98fe-ebf3b474b968 [nvme]:nvme2n8 NVMe,NetApp ONTAP Controller,FFFFFFFF
size=3221225472 features="n/a" hwhandler="ANA" wp=rw
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:0:1 nvme2c0n1 0:0 n/a optimized live
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:2:1 nvme2c2n1 0:0 n/a optimized live
uid.5ee5991e-d2ff-4396-b944-b7bb9958baa9 [nvme]:nvme2n9 NVMe,NetApp ONTAP Controller,FFFFFFFF
size=524288000 features="n/a" hwhandler="ANA" wp=rw
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:0:1 nvme2c0n1 0:0 n/a optimized live
| -> policy="n/a" prio=50 status=optimized
|   - 2:2:1 nvme2c2n1 0:0 n/a optimized live

```

d. NVMe/TCP

- iSCSI SANブート用に1つのLUNを持つコントローラの1つに1つのボリューム（esxi_boot）が作成されました。
- すべてのワークロードについて、各ASA A400コントローラにネームスペースを均等に分散して、データトラフィックを分散し、ストレージ上で最適なCPU並列化を実現します。
- ストレージノードごとに2つずつ、4つのNVMe/TCP論理インターフェイス[LIF]を作成しました。
- サブシステム（nvme_tcp_subsystem）が1つ作成され、すべてのホストNQNが追加されました。
- 必要なネームスペースがこのサブシステムにマッピングされました。
- ホスト側では、NVMeドライブはvHBAインターフェイスover NVMe/TCPプロトコルを介して提供され、ワークロードが実行されます。
- ネームスペースの構成とディスクのプロビジョニングは、前述のNVMe/FCのセクションとほぼ同じです。
- ストレージフェイルオーバーが発生しても、3つのワークロードとそのデータはすべて維持されました。

```
root@oracle-bm-asa-
|- 1:0:0:0 sda 0:16 active ready running
|- 0:0:1:0 sdaa 66:124 active ready running
|- 1:0:1:0 sdaa 66:124 active ready running
~ 1:0:1:0 sdaa 66:124 active ready running
3600a098038314664553573155747a41 dm-10 NETAPP,LUN C-Mode
size=5000 features=3 queue_if_no_path pg_init_retries 50' hndler="1 alua" wgrw
~+~ policy="service-time 0" prio=50 status=active
|- 4:0:0:3 sda 0:16 active ready running
|- 5:0:0:3 sda 0:124 active ready running
|- 7:0:0:3 sda 66:112 active ready running
~ 4:0:0:3 sda 66:144 active ready running
3600a098038314664553573155747a42 dm-12 NETAPP,LUN C-Mode
size=5000 features=3 queue_if_no_path pg_init_retries 50' hndler="1 alua" wgrw
~+~ policy="service-time 0" prio=50 status=active
|- 4:0:0:3 sda 6:182 active ready running
|- 5:0:0:3 sda 66:182 active ready running
|- 7:0:0:3 sda 66:1208 active ready running
~ 4:0:0:3 sda 66:192 active ready running
3600a098038314664553573155747a43 dm-14 NETAPP,LUN C-Mode
size=5000 features=3 queue_if_no_path pg_init_retries 50' hndler="1 alua" wgrw
~+~ policy="service-time 0" prio=50 status=active
|- 4:0:0:3 sda 66:180 active ready running
|- 7:0:0:3 sda 66:196 active ready running
|- 5:0:0:7 sda 66:124 active ready running
~ 4:0:0:3 sda 66:144 active ready running
3600a098038314664553573155747a44 dm-15 NETAPP,LUN C-Mode
size=5000 features=3 queue_if_no_path pg_init_retries 50' hndler="1 alua" wgrw
~+~ policy="service-time 0" prio=50 status=active
|- 4:0:0:3 sda 66:124 active ready running
|- 4:0:0:3 sda 66:180 active ready running
|- 5:0:0:3 sda 66:180 active ready running
~ 7:0:0:3 sda 66:192 active ready running
3600a098038314664553573155747a45 dm-9 NETAPP,LUN C-Mode
size=1000 features=3 queue_if_no_path pg_init_retries 50' hndler="1 alua" wgrw
~+~ policy="service-time 0" prio=50 status=active
|- 4:0:0:3 sda 0:16 active ready running
|- 5:0:0:3 sda 0:124 active ready running
|- 7:0:0:3 sda 0:124 active ready running
~ 4:0:0:3 sda 0:128 active ready running
3600a098038314664553573155747a46 dm-7 NETAPP,LUN C-Mode
size=5.0G features=3 queue_if_no_path pg_init_retries 50' hndler="1 alua" wgrw
~+~ policy="service-time 0" prio=50 status=active
|- 4:0:0:3 sda 0:12 active ready running
|- 5:0:0:3 sda 0:148 active ready running
|- 7:0:0:3 sda 0:128 active ready running
~ 4:0:0:3 sda 0:112 active ready running
```

概要

NetApp ASAは、アクティブ/アクティブ設計でフェールオーバー中の遅延を回避します。両方のコントローラが常にアクティブで、ホストからアクセスできるため、フェールオーバー中にパスを切り替える必要はありません。ASAは、コントローラ間で重要なLUNメタデータを継続的に同期することで、これをさらに一歩進めています。つまり、稼働しているコントローラが、障害が発生したコントローラのドライブをただちにテイクオーバーするために必要な情報を取得できるため、データアクセスの中断が最小限に抑えられます。ここで重要な指標は、アプリケーションが通常のI/O処理を再開するのにかかる合計時間です。ストレージシステム自体は迅速にリカバリできますが、障害が発生したコントローラのリソースをホストが完全に利用できるようになるまでにわずかな遅延が生じることがあります。この追加時間は、I/O再開の合計時間枠に織り込まれます。

まとめ

FlexPodデータセンターは、事前設計されたベストプラクティスに基づくデータセンターアーキテクチャで、CiscoとNetAppが提供するクラウド規模のテクノロジーを基盤として構築されています。これにより、ITインフラ環境全体で相乗効果を管理できます。FlexPodは、ベアメタル環境とエンタープライズワークロードの仮想化環境の両方に最適なプラットフォームです。NetApp ASAシステムは、大容量を必要とする（ASA Cシリーズ）ワークロードとパフォーマンスを必要とする（ASA Aシリーズ）ワークロードの両方に対して、SAN向けに最適化されたストレージを提供します。アクティブ/アクティブマルチパスによって実現されるASAシステムの効率性と、FlexPodアーキテクチャの信頼性の高い設計により、最適なカスタマーエクスペリエンスが保証され、ハイブリッドクラウドの統合が簡易化されます。

ソリューションの検証テストと文書化された結果には、ベアメタルとVMwareの仮想データストア（VMFSとVVOL）の両方が含まれています。Epic EHR for Hospitals、Oracle、SQL for Businessなどのエンタープライズワークロードに対応するブロックストレージプロトコル構成を実装しています。実行した耐障害性テストでは、99.9999%の可用性とデータ整合性を求めるミッションクリティカルなワークロード向けに、ソリューション設計の信頼性が検証されました。本ドキュメントは、NetApp ASAプラットフォームを使用したFlexPodを基盤とした以降のブロックストレージアーキテクチャ設計について、将来を見据えたリファレンスとしてご利用いただけます。

同意書

Abhinav Singh -シニアテクニカルマーケティングエンジニア、NetApp

Jyh-shing Chen-Sr.テクニカルマーケティングエンジニア、NetApp

Anand Louis - NetApp 主席プロダクトマネージャー

Chance Bingen -テクニカルマーケティングエンジニア、NetApp

Jeffrey Steiner -プリンシパルテクニカルマーケティングエンジニア、NetApp

ブラジル出身のネット博士-CPOC、NetApp

詳細情報の入手方法

このドキュメントに記載されている情報の詳細については、次のドキュメントおよびWebサイトを参照してください。

- FlexPod ホームページ : <https://www.flexpod.com>
- NetApp Interoperability Matrix Tool : <http://support.netapp.com/matrix/>
- Cisco UCS ハードウェアおよびソフトウェアの相互運用性ツール :
<http://www.cisco.com/web/techdoc/ucs/interoperability/matrix/matrix.html>
- NetApp 製品マニュアル : <https://www.netapp.com/support-and-training/documentation/>
- Cisco Validated Design and Deployment Guide for FlexPod :
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/design-zone/data-center-design-guides/flexpod-design-guides.html>
- NetApp オールフラッシュ SAN ストレージアレイ :
<https://www.netapp.com/data-storage/all-flash-san-storage-array/>
- FlexPod データセンターゼロトラストフレームワーク設計ガイド :
https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_zero_trust_design.html

バージョン履歴

バージョン	日付	ドキュメントのバージョン履歴
バージョン 1.0	2024 年 5 月	初版リリース

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、NetApp 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、NetApp 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。

機械翻訳に関する免責事項

原文は英語で作成されました。英語と日本語訳の間に不一致がある場合には、英語の内容が優先されます。公式な情報については、本資料の英語版を参照してください。翻訳によって生じた矛盾や不一致は、法令の順守や施行に対していかなる拘束力も法的な効力も持ちません。

著作権に関する情報

Copyright © 2025 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。

NetApp 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、NetApp によって「現状のまま」提供されています。NetApp 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。NetApp 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。

NetApp は、ここに記載されているすべての製品に対する変更を随時、予告なく行う権利を保有します。NetApp 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、NetApp は責任を負いません。この製品の使用または購入は、NetApp 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り保護されている場合があります。

本書に含まれるデータは市販の製品および / またはサービス（FAR 2.101 の定義に基づく）に関係し、データの所有権は NetApp, Inc. にあります。米国政府は本データに対し、非独占的かつ移転およびサブライセンス不可で、全世界を対象とする取り消し不能の制限付き使用权を有し、本データの提供の根拠となった米国政府契約に関連し、当該契約の裏付けとする場合にのみ本データを使用できます。前述の場合を除き、NetApp, Inc. の書面による許可を事前に得ることなく、本データを使用、開示、転載、改変するほか、上演または展示することはできません。国防総省にかかる米国政府のデータ使用权については、DFARS 252.227-7015(b) 項で定められた権利のみが認められます。

商標に関する情報

NetApp、NetApp のロゴ、<https://www.netapp.com/company/legal/trademarks/> 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。