



テクニカル レポート

NetApp MetroCluster FC

ネットアップ、Cheryl George
2021年10月 | TR-4375

概要

本ドキュメントでは、NetApp ONTAP® データ管理ソフトウェアを実行するシステムにおける NetApp® MetroCluster FC ソフトウェアの技術情報を提供します。

<<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

NetApp MetroClusterの概要	4
特長.....	4
ONTAP 9の MetroCluster の新機能	5
アーキテクチャおよびサポートされる構成.....	6
MetroCluster レプリケーション	15
MetroCluster の初期セットアップ	17
Hardware and Software Requirements.....	17
インストレーションおよびセットアップ手順の概要.....	23
セットアップ後の設定と管理	25
計画的 / 計画外イベントの耐障害性	29
MetroClusterの計画外処理と計画的処理	29
計画的（ネゴシエート）スイッチオーバーの実行	33
スイッチバックを実行	37
強制スイッチオーバーの実行	43
強制的スイッチオーバー後のボリュームの保護.....	43
完全なサイト災害を含む強制的スイッチオーバーからのリカバリ	44
相互運用性	44
ONTAP System Manager	44
Active IQ Unified Manager およびヘルスマニタ	45
AutoSupport.....	47
MetroCluster Tiebreaker ソフトウェア	47
Config Advisor	49
サービス品質	49
SnapMirror 非同期データレプリケーション	50
SVM DR	50
SnapLock	51
ボリューム移動.....	51
ボリュームをリホスト	52
FlexGroup	52
FlexCache.....	52
Flash Pool.....	52

NetApp AFFオールA-Seriesアレイ	52
詳細情報の入手方法.....	53
お問い合わせください	53
バージョン履歴	54

表一覧

表 1) 必要なハードウェア コンポーネント	11
表 2) 推奨されるシェルフ ID	13
表 3) ディスク所有権の変化	14
表 4) ディスク所有権の変遷例.....	14
表 5) ATTO 7600N シェルフ数以上	21
表 6) ATTO 7500N シェルフ数以上	21
表 7) 計画外処理とMetroClusterの応答およびリカバリ方法	30
表 8) MetroClusterでの計画的処理.....	32

図一覧

図 1) 4 ノード構成の MetroCluster FC	6
図 2) 2 ノードのストレッチ MetroCluster 構成	6
図 3) 2 ノードの MetroCluster ストレッチブリッジ構成	8
図 4) 2 ノードの MetroCluster フアブリック接続構成.....	9
図 5) 4 ノード構成の MetroCluster フアブリック接続構成	9
図 6) 8 ノードの MetroCluster フアブリック接続構成	10
図 7) ONTAP 9.x での MetroCluster FC IP 設定	11
図 8) MetroCluster 4ノード構成のローカルおよびリモート プールのレイアウト	12
図 9) MetroClusterでのプールとシェルフの割り当て	22
図 10) クラスタ A sync_source sync_destination : SVM のロックが解除され、SVM がロックされている	45
図 11) クラスタ B sync_source sync_destination : SVM がロック解除され、SVM がロックされている	45
図 12) スイッチオーバー後のSVM : すべてのSVMがロック解除.....	45
図 13) Active IQ Unified Manager デバイスとリンクの監視	46
図 14) Active IQ Unified Manager によるレプリケーションの監視	47
図 15) MetroCluster Tiebreaker ソフトウェアの動作	48
図 16) Config Advisorのサンプル出力	49
図 17) MetroCluster を使用した SVM DR	51

NetApp MetroClusterの概要

NetApp MetroClusterソフトウェアは、地理的に分散したデータセンターのミッションクリティカルなアプリケーションに対し、継続的なデータ可用性を実現します。MetroClusterの継続的可用性およびディザスタリカバリソフトウェアは、ONTAPデータ管理ソフトウェア上で動作します。NetApp MetroClusterの構成は、世界中の数千社の企業で、高可用性(HA)、データ損失ゼロ、データセンター内外のノンストップオペレーションに使用されます。

本テクニカルレポートでは、FCを使用するMetroClusterとONTAP 9、特にファブリック接続型のMetroClusterおよびストレッチMetroCluster環境に焦点を当てて説明します。特に記載がないかぎり、本ドキュメントの「MetroCluster」という用語は、ONTAP 9.0以降のFCを使用するMetroClusterを指します。

本ドキュメントでは、ONTAPのアーキテクチャと機能について十分に理解していることを前提としています。[ONTAPドキュメントセンター](#)は最初の段階として適切です。[NetApp Field Portal](#)には、ONTAPの特定の機能に関する詳細情報を確認するのに役立つテクニカルレポートが多数用意されています。

機能

今日のエンタープライズ環境では、IT部門はコスト効率と運用効率を維持しながら、さらに高いサービスレベルを実現することが求められています。データ量が爆発的に増加し、アプリケーションが統合されて共有仮想インフラへと移行される中、ミッションクリティカルなアプリケーションをはじめとする、ビジネスアプリケーションの可用性を継続的に維持することはもはや必要不可欠となっています。データとアプリケーションを統合することで、ストレージインフラ自体が重要な資産となります。企業によっては、「ミッションクリティカル」の指定を保証するアプリケーションが1つもない場合もあります。しかし、すべての企業では、ストレージインフラストラクチャが短期間でも失われることは、企業の収益や評判に大きな悪影響を及ぼします。

MetroClusterはストレージインフラの可用性を維持し、次のような重要なメリットをもたらします。

- 障害からの透過的なリカバリ：
 - ONTAPストレージソフトウェアがデータセンター内のノンストップオペレーションを実現コンポーネントやノード、ネットワークの障害時にも停止することなく、計画的なハードウェアおよびソフトウェアのアップグレードも可能です。
 - MetroClusterを使用すると、ビジネス継続性および継続的可用性が、1つのデータセンター内にとどまらず、第2のデータセンターまで拡大されます。MetroCluster構成は、自動テイクオーバー(ローカルでの高可用性)と手動スイッチオーバー(データセンターからデータセンター)を実現します。
- アレイベースのクラスタリングと同期ミラーリングを組み合わせて、データ損失ゼロを実現：
 - データ損失の最大許容量であるRecovery Point Objective (RPO;目標復旧時点)ゼロを実現します。
 - 計画的なスイッチオーバーおよびスイッチバックに関して、120秒以下のRecovery Time Objective (RTO;目標復旧時間)を実現します。RTOは、他のデータセンターへのスイッチオーバー後にストレージおよび関連データを正しい運用状態で使用可能にするまでに必要な最大許容時間です。
- 管理オーバーヘッドを軽減：
 - 初期セットアップ後に発生した一方のクラスタでの変更は、2つ目のクラスタに自動的にレプリケートされます。
 - 継続的な管理には、NetApp ONTAP® System ManagerおよびActive IQ® Unified Managerを使用し、ONTAP環境とほぼ同じです。

- アプリケーション、ホスト、およびクライアントに必要な変更はゼロ（または最小限）です。 MetroClusterは、あらゆるフロントエンドアプリケーション環境に対して透過的、依存しないように設計されています。スイッチオーバーの前後で接続パスが同じであるため、ほとんどのアプリケーション、ホスト、およびクライアント（NFSおよびSAN）は、ストレージの再接続や再検出を必要とせずに自動的に再開されます。
- 注：SMBアプリケーション（共有の継続的可用性を備えたSMB3を含む）は、スイッチオーバーまたはスイッチバック後に再接続する必要があります。これはSMBプロトコルの制限事項です。
- ONTAP のフル機能を補完する機能：
 - MetroClusterは、幅広いSANおよびNASのクライアント / ホスト プロトコルに対してマルチプロトコル サポートを提供します。
 - テクノロジの更新、容量、およびパフォーマンス管理の処理を無停止で行うことができます。
 - Quality of Service (QoS; サービス品質) を実装して重要度の低いワークロードのパフォーマンスを制限できます。
 - データの重複排除および圧縮が、SANとNASの両方の環境で機能します。
 - データの管理およびレプリケーションがエンタープライズ アプリケーションと統合されます。
 - コストの削減：
 - MetroClusterは、簡単に管理できるアーキテクチャにより、導入コストおよび所有コストを削減します。 MetroCluster の機能は ONTAP に直接統合されており、追加のライセンスは不要です。
 - ディザスター カバリの簡易化
 - サイト全体が失われた場合に、1つのコマンドで数分以内にディザスター カバリ サイトにサービスを移行できます。複雑なフェイルオーバー スクリプトや手順は必要ありません。

ONTAP 9 の MetroCluster の新機能

この機能リストには MetroCluster 9.0 から 9.7 が含まれており、最新リリースでは以前に導入されたすべての機能がサポートされます。

ONTAP 9.8 には次の機能が含まれています。

- コントローラの無停止アップグレード (HEAD アップグレード) を実行してください。処理がシンプルになり、エラーが発生する可能性が低くなります。
- FC スイッチと ATTO ブリッジを使用する 4 ノードファブリック接続構成から 4 ノード MetroCluster IP 構成への無停止の移行
- **ONTAP 9.7**新しいプラットフォームとして、AFF A400、FAS8300、NetApp FlexCache® のサポートが追加されました。
- **ONTAP 9.6**ATTO 7600N ブリッジ、NetApp FlexGroup のサポート、ブリッジのインバンド監視
- **ONTAP 9.5**： MetroCluster をソースとする SVM-DR
- **ONTAP 9.4**ONTAP からの ATTO 7500 ブリッジファームウェアの更新機能、MetroCluster IP 向けの追加プラットフォームと機能。
- **ONTAP 9.3**MetroCluster IP ([TR-4689 MetroCluster IP](#) を参照) と MetroCluster Tiebreaker の機能拡張が見積もり可能になりました。
- **ONTAP 9.28**ノードの SAN をサポートし、ボリューム数を 500 個に増やすことができます。 5 つのアグリゲートを含む 1,000 個のボリュームが Feature Policy Variance Request (FPVR) でサポートされています。
- **ONTAP 9.1**NetApp AFF および FAS システムの通貨と FC スイッチ間リンク (ISL) の注文処理ができません。
- **ONTAP 9.08**ノードの MetroCluster NAS とミラーされていないアグリゲート。

アーキテクチャおよびサポートされる構成

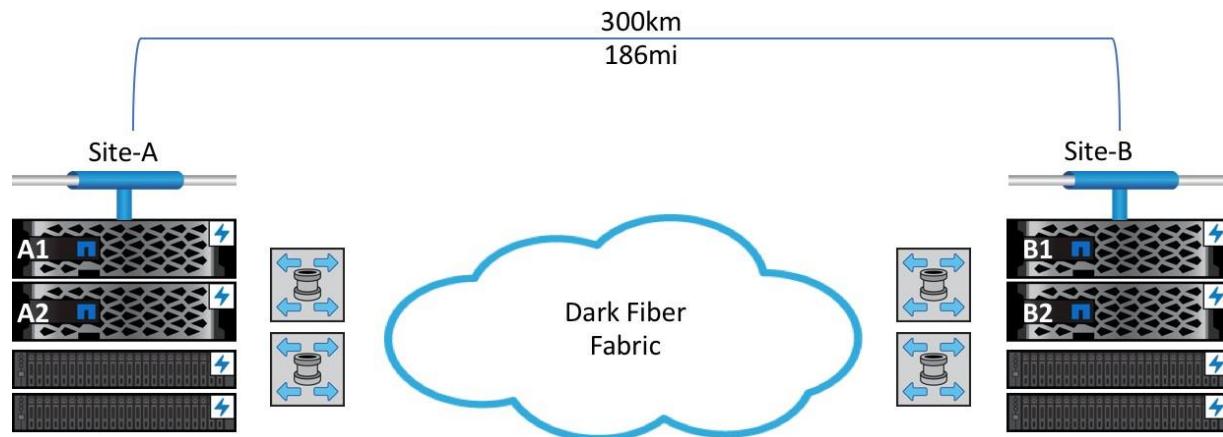
このドキュメントで説明するアーキテクチャの詳細は、FC を使用する MetroCluster に固有のものです。MetroCluster IP およびその他の MetroCluster 情報の参照先については、次の項で説明します。

ハードウェア構成

MetroClusterは、各サイトに同一のハードウェアを必要とする、完全冗長構成です。図 1 は、一般的な 4 ノード構成のコアコンポーネントと接続を示しています。現在サポートされているハードウェアコンポーネントの詳細については、[ONTAP 9.5 以前の Interoperability Matrix Tool](#) を参照してください。ONTAP 9.6 以降の場合、この情報は [Hardware Universe](#) にあります。このセクションでは、ストレッチ、ストレッチブリッジ、およびファブリック構成の導入オプションについて説明します。

注： わかりやすくするため、本ドキュメントのテクニカルダイアグラムでは、HA システムを 2 つの異なるコントローラとして示しています。ただし、HA システムは、冗長コンポーネントを備えた単一シャーシです。

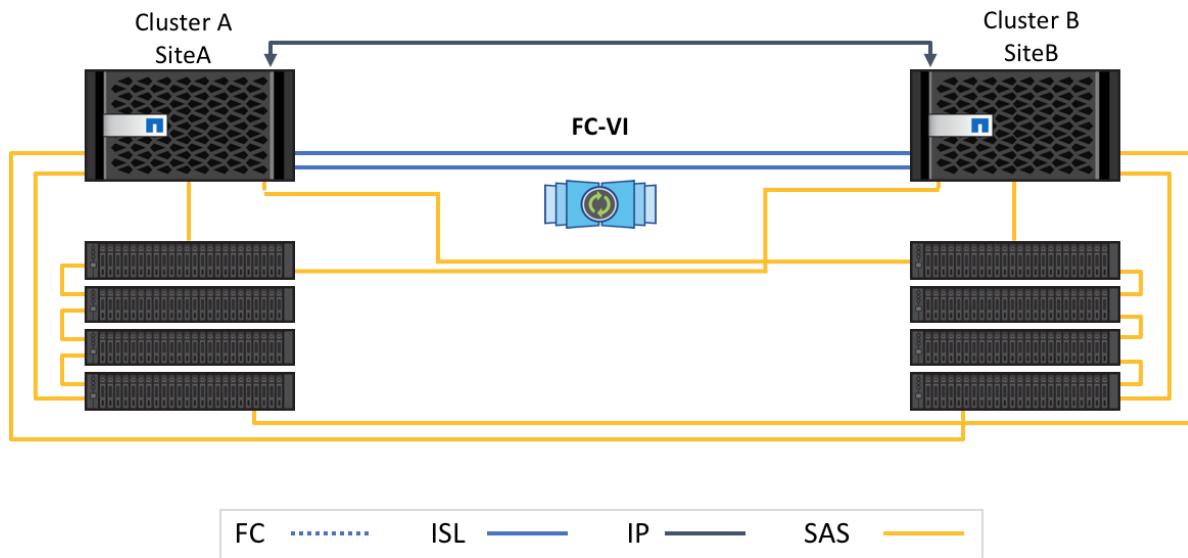
図 1) 4 ノード構成の MetroCluster FC



MetroCluster ストレッチ構成

2 ノードのストレッチ直接接続型の構成は、ラック間またはデータセンター内のデータホール間に設置することを目的としています。ノード間の距離は、マルチモードファイバ上の SAS-3 ケーブルで 100m に制限されています。ストレッチ構成では、FC / FC over IP (FCIP) スイッチや SAS-to-FC ブリッジは必要ありません。ストレージへの接続はすべて、光ファイバ SAS 延長ケーブルまたは光ファイバ パッチパネルケーブルを使用します。両方のクラスタのすべてのノードがすべてのストレージを認識できます。2 ノードのストレッチ MetroCluster 構成については、図 2 を参照してください。

図 2) 2 ノードのストレッチ MetroCluster 構成



また、ストレッチ MetroCluster 構成に関する次の問題についても考慮する必要があります。

- 各場所にノードが 1 つ必要です。
- ストレッチ距離は、ハードウェア、SAS、ディスクシェルフによって異なります。ハードウェアの適切なプロビジョニングとサポートされる最大距離については、[Interoperability Matrix Tool](#) および [Hardware Universe](#) を参照してください。
- FAS9000 コントローラと AFF A700 コントローラには、ノードあたり 4 つの Fibre Channel (FC-VI) ポートが必要で、ノード間には合計 8 つの ISL が必要です。FAS9000 と AFF A700 では、NVRAM と NetApp SyncMirror ® テクノロジを使用する場合、ファブリックごとに少なくとも 6 つの ISL が必要です。
- FC-VI ポート接続の場合、どのプラットフォームでも SMC 直接 / ブリッジの距離は SFP タイプによって異なります。正しいケーブルタイプを特定する必要があります。たとえば、8Gb SFP を使用している場合、OM3 ケーブルは 150m をサポートします。8g 長波 (LW) SFP の場合、500m までサポートされます。FMC の LW SFP はサポートされていません。
- ストレッチブリッジは、LR/SR SFP 距離の決定方法に基づいています。たとえば、ATTO FibreBridge 6500N では 8Gb 短波 (SW) SFP のみがサポートされていますが、ATTO FibreBridge 7500N では 16Gb SW SFP と LW SFP がサポートされます。ATTO FibreBridge 7600N は、32GB の短波 SFP と長波 SFP をサポートします。

SAS 接続の次の例は、使用しているハードウェアと光ファイバによって異なります。サポートされる構成については、IMT and [Hardware Universe](#) :

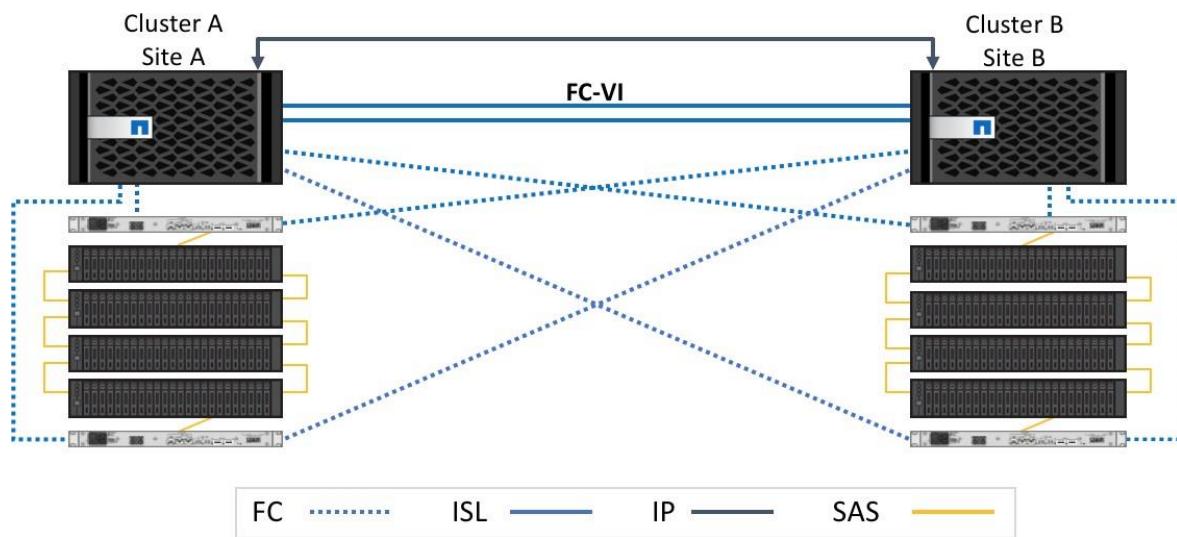
- FAS9000 X92071A mini-SAS HD ポート – mini-SAS HD X66047A/X66048A LC – LC マルチモード 100 M ケーブル LC – LC X66047A/X66048A Mini-SAS HD ポート (DS212C、DS224C、または DS460C シェルフ)。
- FAS8200 オンボード Mini-SAS HD ポート – Mini-SAS HD X66047A/X66048A LC – LC マルチモード 100 M ケーブル LC – LC X66047A/X66048A Mini-SAS HD ポート (DS212C、DS224C、または DS460C シェルフ)。
- X2069-R6 QSFP ポート搭載 FAS8200 : QSFP X66014A-R6 LC – LC シングルモード 500m ケーブル LC – LC X66014A-R6 QSFP > DS2246、DS4243、DS4246 シェルフの QSFP ポート
- X2069-R6 QSFP ポートを搭載した FAS80xx、QSFP X66014A-R6 LC – LC シングルモード 500m ケーブル LC – LC X66014A-R6 QSFP : DS2246、DS4243、または DS4246 シェルフの QSFP ポート

- FAS80xx オンボード SAS QSFP ポート - QSFP X66014A-R6 LC - LC シングルモード 500m ケーブル LC - LC X66014A-R6 QSPF - DS2246、DS4243、または DS4246 シェルフの QSFP ポート。

MetroCluster のストレッチブリッジ構成

SAS-to-FC FibreBridge を使用した 2 ノードのストレッチブリッジ接続構成では、SAS の距離よりもストレッチのノードへの接続を提供します。この設計により、100 m を超える接続が必要な同じ建物内の建物間またはフロア上の建物間で MetroCluster FC をより柔軟に導入できます。この構成では、FC スイッチまたは FCIP スイッチは必要ありません。ストレージへの接続はすべて FC ケーブルを使用します。両方のクラスタのすべてのノードがすべてのストレージを認識できます。図 3 は、2 ノードのストレッチブリッジ MetroCluster システムの構成を示しています。

図 3) 2 ノードの MetroCluster ストレッチブリッジ構成



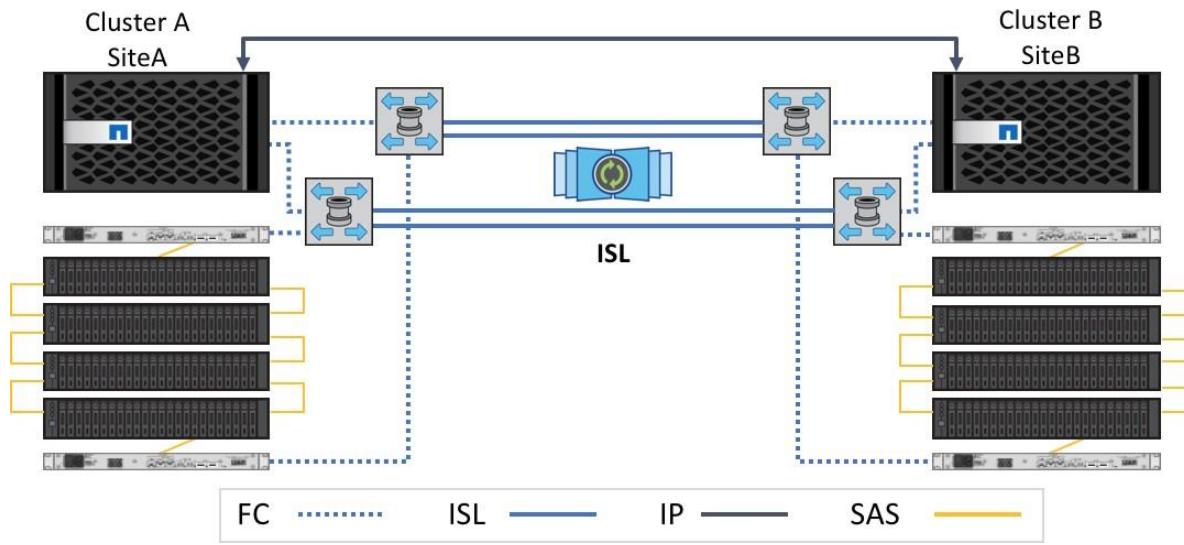
MetroCluster のストレッチブリッジ構成を検討している場合は、さらに次の点を確認してください。

- ATTO 6500N を使用したストレッチ構成は最大 270m まで到達できます。
- ATTO 7500N または 7600N を使用したストレッチ構成は、最大 500m まで到達できます。
- この設計にはファイバースイッチは必要ありません。
- FAS9000 コントローラと AFF A700 コントローラでは、ノードごとに FC-VI インターフェイスが 4 つ必要で、ノード間のファブリックごとに合計 4 つの ISL が必要です。

2ノード ファブリック接続

4 台の FC スイッチまたは FCIP スイッチ（各サイトに 2 台）を使用する 2 ノードのファブリック接続構成（図 4）は、FC イニシエータおよび FC-VI 接続を介してノードに接続します。この構成は、SAS-to-FC ブリッジを介してストレージに接続します。これらの接続により、両方のクラスタにあるすべてのノードがすべてのストレージを認識できます。FC スイッチを使用している場合、この構成のクラスタ間の距離は 300 km (185 マイル) です。FC-IP の導入については、「FCIP MetroCluster configuration」を参照してください。」

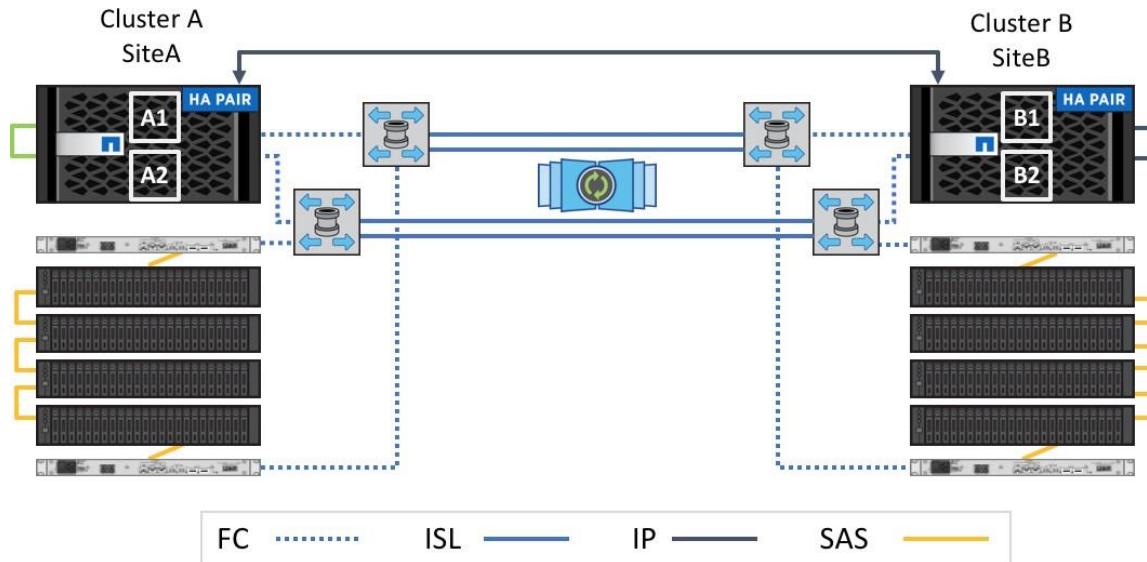
図 4) 2 ノードの MetroCluster ファブリック接続構成



4 ノード MetroCluster ファブリック接続構成

4 ノード構成では、各クラスタに標準の NetApp ONTAP クラスタインターコネクトが含まれています。通常、構成はスイッチレス接続か、2 つのノード間でスイッチバックツーバック接続です。各サイトに2つ、計4つのFCスイッチは、FCイニシエータとFC-VI接続の両方を介してノードに接続し、また、SAS-to-FCブリッジを介してストレージに接続します。これらの接続により、両方のクラスタにあるすべてのノードがすべてのストレージを認識できます。4 ノードのファブリック接続 MetroCluster システムの構成については、図 5 を参照してください。

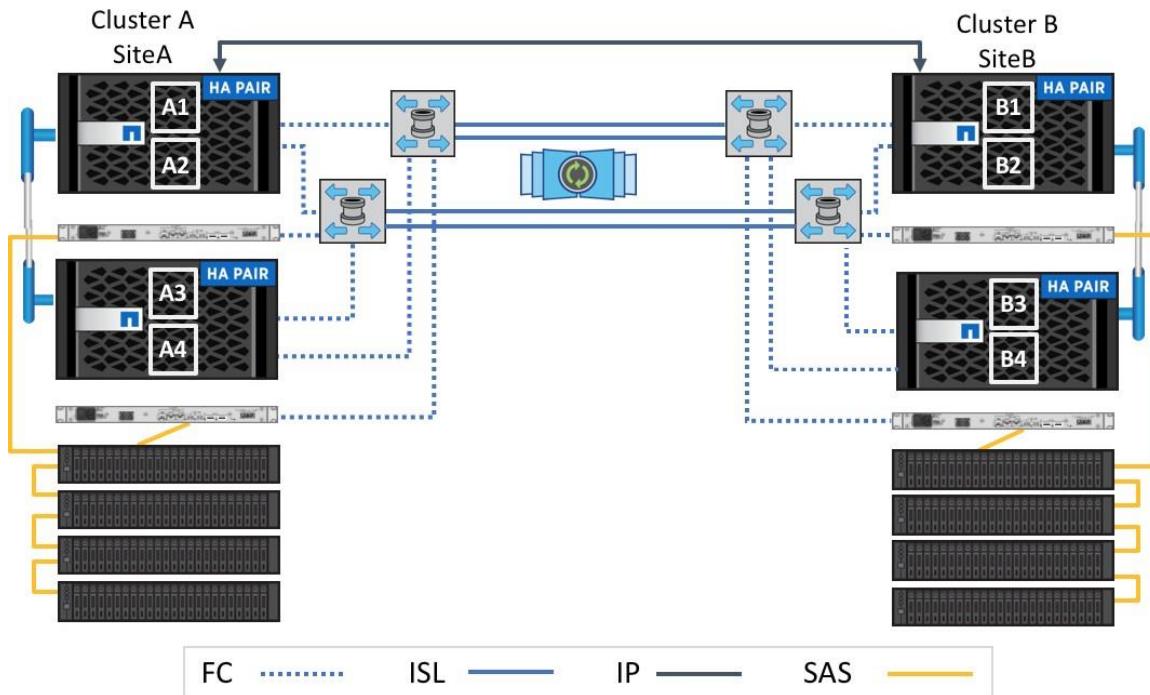
図 5) 4 ノードの MetroCluster ファブリック接続構成



8 ノード MetroCluster ファブリック接続構成

8 ノードの MetroCluster 構成では、各サイトで最大 2 つの HA ペアが拡張され、2 つの論理的なディザスタリカバリ (DR) グループが作成されます。各 DR グループのハードウェアは同一である必要がありますが、ハードウェアは DR サイト間で異なる場合があります。この方法により、1 つの MetroCluster クラスタに AFF コントローラと FAS コントローラを混在させる場合の柔軟性が向上します。図 6 を参照) 8 ノードファブリック接続 MetroCluster システムの構成

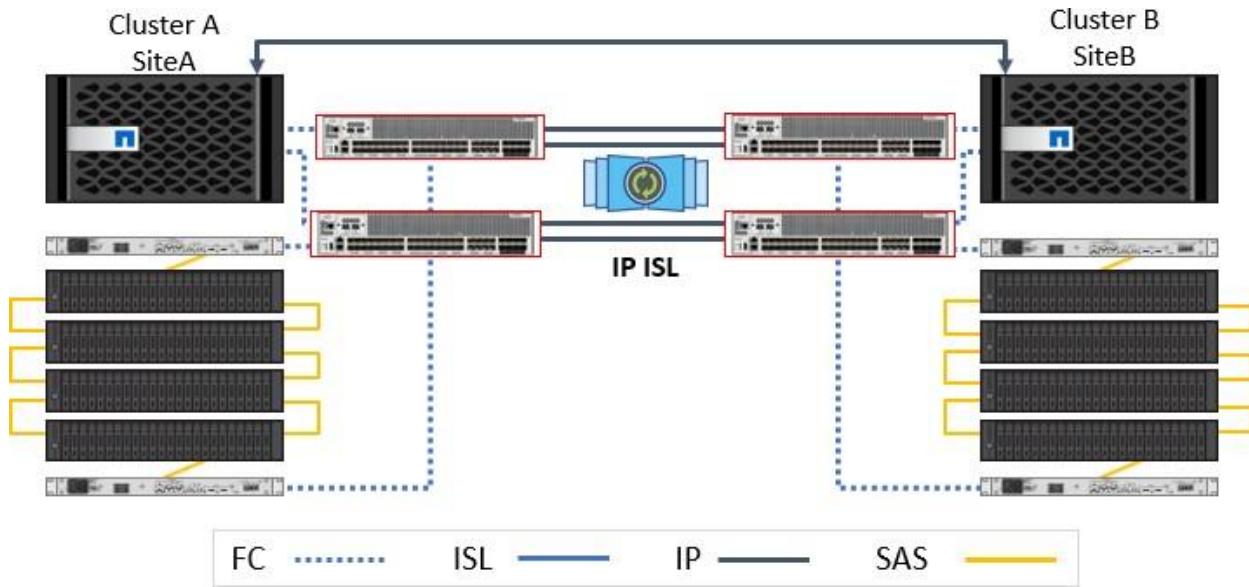
図 6) 8 ノードの MetroCluster ファブリック接続構成



FCIP MetroCluster構成

FCIP 構成では、MetroCluster は IP ISL を使用してリモートの MetroCluster クラスタに接続します。この構成では、各サイトに 2 つずつ、4 つの Cisco MDS 9250i、Brocade 7840、または 7810 FCIP スイッチを使用して、FC イニシエータと FC-VI 接続の両方を介してノードに接続します (図 7 を参照)。これらのスイッチは、SAS-to-FC ブリッジを介したストレージへの接続にも使用されます。これらの接続により、両方のクラスタにあるすべてのノードがすべてのストレージを認識できます。FCIP 構成のクラスタ間の距離は、200km (125 マイル) です。

図 7) ONTAP 9.x での MetroCluster FC IP 設定



FCIP MetroCluster 構成でサポート ONTAP される最大距離に関する更新については、[Interoperability Matrix Tool](#) を参照してください。ONTAP 9.6 以降については、[Hardware Universe](#) を参照してください。

表1で、個々のコンポーネントの詳細を説明します。

表 1) 必要なハードウェア コンポーネント

コンポーネント	説明
ONTAP クラスタ × 2: • 4ノード：コントローラ×4 • 2ノード：コントローラ×2	MetroCluster サイトごとにクラスタが1つずつ配置されています。両方のクラスタのコントローラは、HAペア（4ノード）内および2つのサイト間の両方で、すべて同じ FAS モデルである必要があります。コントローラごとに、16GB の FC-VI カード（2ポートで、ローカルスイッチごとに1つずつの接続）1枚、および FC イニシエータが4つ（8GB または 16GB：各ローカルスイッチへの接続×2）必要です。 FAS コントローラと FlexArray コントローラがサポートされています。
FCスイッチ×4（サポートされている Brocade または Cisco モデル） • 2ノードの直接接続またはブリッジ接続の構成には不要	4つのスイッチは、2つの独立したファブリックとして構成され、サイト間に専用の ISL を配置することで冗長性が確保されます。ISL はファブリックごとに最低1つ必要で、ファブリックごとに最大で4つの ISL を配置してスループットと耐障害性を向上させることができます。複数の ISL ファブリックを設定している場合は、トランкиングが使用されます。 スイッチはすべてネットアップでサポートされているものを使用し、ネットアップから購入する必要があります。
ストレージ スタックごとに FC-to-SAS ブリッジ（ATTO 6500N ファイバーブリッジ）×2、ただしストレージ アレイ（アレイ LUN）が使用されている場合を除く：2ノードの直接接続構成には不要	SAS シェルフはブリッジでローカルの FC スイッチまたは FCIP スイッチに接続されます。サポートされているのは SAS シェルフのみであるため、SAS から FC ヘプロトコルをブリッジします。ファイバーブリッジは、ネットアップのディスク シェルフを接続するためだけに使用され、ストレージ アレイはスイッチに直接接続します。

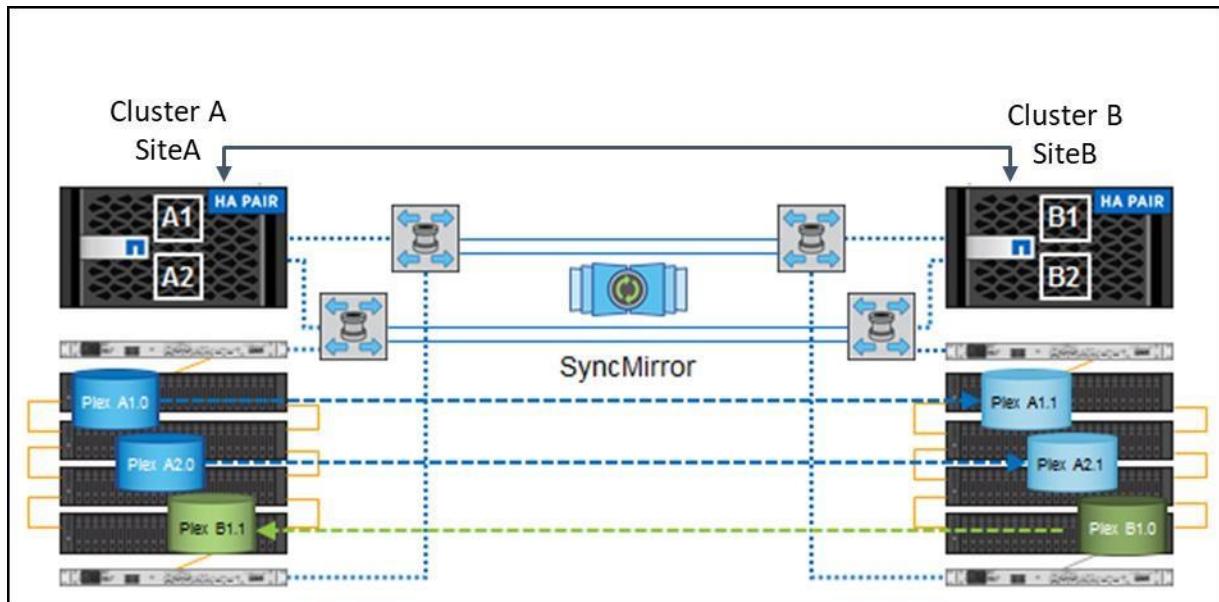
コンポーネント	説明
<p>SASディスク シェルフ：サイトごとに最低4台を推奨。または同等数のストレージアレイ ディスク（アレイLUN）</p> <ul style="list-style-type: none"> 4ノード：ディスクシェルフ × 4 2ノード：ディスクシェルフ × 2 	<p>ストレージの構成は各サイトで同じにする必要があります。4ノード構成では、パフォーマンスと容量を確保し、シェルフ単位でディスク所有権を割り当てられるように、各サイトにシェルフを少なくとも4台配置することを強く推奨します。2ノード構成では、各サイトにシェルフを2台以上配置することを推奨します。各サイトにシェルフ2台（4ノード構成）またはシェルフ1台（2ノード構成）の最小構成はサポートされますが、推奨されません。</p>

ディスク割り当て

MetroClusterをインストールする前に、ディスクを適切なプールに割り当てる必要があります。各ノードには、ローカルプール（ノードと同じサイト）とリモートプール（もう一方のサイト）があり、アグリゲートのミラープレックスへのディスク割り当てに使用されます。プールおよびシェルフ全体にアグリゲートを割り当てる方法の詳細については、「MetroClusterの初期セットアップ」セクションを参照してください。」

4ノードMetroCluster構成では、4つのノードそれぞれにローカル（pool0）とリモート（pool1）のプールが1つずつ、合計8つのプールがあります（図7を参照）。クラスタAのローカルプールとクラスタBのリモートプールはサイトAにあります。クラスタBのローカルプールとクラスタAのリモートプールはサイトBにあります。ディスク所有権は、ノードA1がローカルとリモート両方のプールのすべてのディスクを所有し、他のノードに関しても同様になるように割り当てられます。この構成を図8に示します。クラスタAが所有するディスクは青で、クラスタBが所有するディスクは緑で表示されます。

図8) MetroCluster 4ノード構成のローカルおよびリモートプールのレイアウト



各サイトにシェルフが4台ずつという推奨される最小構成では、各シェルフには1つのプールのディスクだけが搭載されます。これにより、初期セットアップ時にシェルフ単位でディスク所有権を割り当てることができ、障害が発生したディスクの交換時にも所有権が自動で割り当てられます。シェルフが各プール専用でない場合は、初期セットアップ時および障害ディスクの交換時に、手動によるディスク所有権の割り当てが必要です。MetroCluster構成全体（両方のサイト）の各シェルフに一意なシェルフIDを指定することを推奨します。表2に、ネットアップが推奨するシェルフの割り当てを示します。

表2) 推奨されるシェルフID

サイトAのシェルフID	使用状況	サイトBのシェルフID	使用状況
シェルフ10~19	A1:Pool0	シェルフ20~29	A1:Pool1
シェルフ30~39	A2:Pool0	シェルフ40~49	A2:Pool1
シェルフ60~69	B1:Pool1	シェルフ50~59	B1:Pool0
シェルフ80~89	B2:Pool1	シェルフ70~79	B2:Pool0

ディスクおよびプールの割り当てを表示するには、以下のコマンドを使用します。ストレージスタック1はサイトAにあり、ストレージスタック2はサイトBにあります。

```
tme-mcc-A: > disk show -fields home, pool
disk      home      pool
----- -----
1.10.0  tme-mcc-A1 Pool0
1.10.1  tme-mcc-A1 Pool0
1.10.2  tme-mcc-A1 Pool0
1.10.3  tme-mcc-A1 Pool0
... <disks omitted>
1.30.0  tme-mcc-A2 Pool0
1.30.1  tme-mcc-A2 Pool0
1.30.2  tme-mcc-A2 Pool0
1.30.3  tme-mcc-A2 Pool0
... <disks omitted>
1.60.0  tme-mcc-B1 Pool1
1.60.1  tme-mcc-B1 Pool1
1.60.2  tme-mcc-B1 Pool1
1.60.3  tme-mcc-B1 Pool1
... <disks omitted>
2.20.0  tme-mcc-A1 Pool1
2.20.1  tme-mcc-A1 Pool1
2.20.2  tme-mcc-A1 Pool1
2.20.3  tme-mcc-A1 Pool1
... <disks omitted>
2.40.0  tme-mcc-A2 Pool1
2.40.1  tme-mcc-A2 Pool1
2.40.2  tme-mcc-A2 Pool1
2.40.3  tme-mcc-A2 Pool1
... <disks omitted>
2.50.0  tme-mcc-B1 Pool0
2.50.1  tme-mcc-B1 Pool0
2.50.2  tme-mcc-B1 Pool0
2.50.3  tme-mcc-B1 Pool0
... <disks omitted>
2.70.0  tme-mcc-B2 Pool0
2.70.1  tme-mcc-B2 Pool0
2.70.2  tme-mcc-B2 Pool0
2.70.3  tme-mcc-B2 Pool0
... <disks omitted>
```

disk ownership (ディスク所有権)

コントローラには、工場出荷時にデフォルトのディスク所有権が割り当てられています。クラスタを作成する前に、この割り当てを確認し、保守モードで目的のノードとディスクのレイアウトに合わせて調整し、各ノードに適切なDRパートナーが選択されるようにします。詳細については、セクション0「手順のインストールとセットアップの概要」を参照してください。

ディスク所有権は、HAフェイルオーバーまたはDRスイッチオーバーの際に一時的に更新されます。clustered Data ONTAPでは、ギブバックまたはスイッチバック後に所有権を正しくリストアできるように、どのコントローラが特定のディスクを所有しているかを追跡し、元の所有情報を保存する必要があります。この追跡を可能にするために、MetroClusterでは、各ディスクの属性として、これまでのownerフィールドとhomeフィールドに加えて新しいフィールドdr-homeが追加されています。dr-homeフィールドはスイッチオーバー後にのみ設定され、パートナークラスタからスイッチオーバーされたアグリゲート内のディスクを識別します。表3は、さまざまなイベントの際の各フィールドの変化を示しています。

表3) ディスク所有権の変化

イベント				
フィールド	通常運用 (すべてのノードが稼働)	ローカルHAフェイルオーバー (4ノード構成)	MetroClusterスイッチオーバー	スイッチオーバー後のHAフェイルオーバー
owner	ディスクにアクセスできるノードの名前	ディスクに一時的にアクセスできるHAパートナーの名前	ディスクに一時的にアクセスできるDRパートナーの名前	スイッチオーバー中にディスクに一時的にアクセスできる、DRパートナーのHAパートナーの名前
home	クラスタ内での元のディスク所有者の名前	HAペア内の元のディスク所有者の名前	DRパートナーの名前	DRパートナーの名前
dr-home	未割り当て	未割り当て	元の所有ノードの名前	元の所有ノードの名前

表4は、A1のリモートプールpool1内のあるディスクの所有権の変遷を示しています。このディスクは、物理的にはサイトBに配置されていますが、通常運用時はノードA1が所有しています。

表4) ディスク所有権の変遷例

MetroClusterの状態	各所有権フィールドの値			注
	owner	home	dr-home	
通常運用 (すべてのノードが稼働)	A1	A1	未割り当て	-
ローカル HA フェールオーバー： A1<2>	A2	A1	-	注：A2がA1をテイクオーバーし、A1のディスクを一時的に所有します。A1へのギブバック後、ディスク所有権は通常運用時の状態に戻ります。
サイトのスイッチオーバー： A1/A2<>B1/B2	B1	B1	A1	注：元の所有ノード名がdr-homeに保存されます。この時点ではB1がA1のリソースを所有します。 サイトAへのスイッチバック後、ディスク所有権は通常運用時の状態に戻ります。

MetroClusterの状態	各所有権フィールドの値			注
	owner	home	dr-home	
サイトのスイッチオーバー 後に HA テイクオーバー： A1/A2<>B1/B2 b1 <> b2	B2	B1	A1	<p>注：唯一稼働しているノードであるため、この時点でB2はA1のリソースを所有します。</p> <p>このシナリオからのリカバリは、2段階のプロセスです。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. B2がB1にギブバックし、ownerをB1にリストアします（サイトのスイッチオーバーと同じ状態）。 2. サイトBがサイトAにスイッチバックします。所有権は通常運用時の状態に戻り dr-home、割り当ては再び解除されます。

MetroCluster レプリケーション

MetroCluster では、SyncMirror を使用したアグリゲートレプリケーションと、設定レプリケーションサービスを使用した設定レプリケーションの 2 種類のレプリケーションが可能です。このセクションでは、アグリゲート、ディスク、および構成が MetroCluster でどのように処理されるかについて説明します。次のコマンドは、ローカルノードとリモートノードにまたがるプレックス番号、アグリゲートの割り当て、およびディスクの割り当てを表示します。

```
tme-mcc-A::> storage aggr show -fields diskcount, plex
aggregate          diskcount plexes
-----
aggr0_tme_A1      8      /aggr0_tme_mcc_A1/plex0,/aggr0_tme_mcc_A1/plex1
aggr0_tme_A2      8      /aggr0_tme_mcc_A2/plex0,/aggr0_tme_mcc_A2/plex1
aggr1_tme_A1      10     /aggr1_tme_mcc_A1/plex0,/aggr1_tme_mcc_A1/plex1
aggr1_tme_A2      10     /aggr1_tme_mcc_A2/plex0,/aggr1_tme_mcc_A2/plex1

tme-mcc-B::> storage aggr show -fields diskcount, plexes
aggregate          diskcount plexes
-----
aggr0_tme_B1      8      /aggr0_tme_mcc_B1/plex0,/aggr0_tme_mcc_B1/plex1
aggr0_tme_B2      8      /aggr0_tme_mcc_B2/plex0,/aggr0_tme_mcc_B2/plex1
aggr1_tme_B1      10     /aggr1_tme_mcc_B1/plex0,/aggr1_tme_mcc_B1/plex1
aggr1_tme_B2      10     /aggr1_tme_mcc_B2/plex0,/aggr1_tme_mcc_B2/plex1
```

プレックスの読み取り動作

デフォルトでは、読み取りはすべてローカルプレックスから行われます。ローカルプレックスとリモートプレックスで交互に読み取り処理を行うように、RAID オプションを設定できます。特にサイト間の距離が短い場合、一部のワークロードでは両方のプレックスから読み取った方がパフォーマンスが向上する可能性があります。アプリケーションの I/O に影響を与えることなく、RAID オプションを無停止で変更できます2つのプレックスから交互に読み取るようにオプションを設定するには、HAペアのノードごとに次のコマンドを使用します。

```
storage raid-options modify -node <node-name> -name raid.mirror_read_plex_pref -value alternate
```

オプションの設定をデフォルト値に戻すには、同じコマンドで-value localを指定します。

このオプションは、HA ペアの両方のノードで同じ設定にすることを強く推奨します。ワークロード環境において、各ノードで異なる読み取り動作が発生して最適なパフォーマンスが得られることがあります。ノード間で設定が異なる場合、HA フェイルオーバーが発生しても設定はもう一方のノードに伝播されません。

metrocluster interconnect show このコマンドを実行すると、各ノードの NVRAM ミラーリングパートナーが表示されます。次の出力は、4ノード構成のクラスタBのものです。

- ノード B1 : HA パートナーは B2、DR パートナーは A1。
- ノード B2 : HA パートナーは B1、DR パートナーは A2。

```
tme-mcc-B::> metrocluster interconnect show
      Mirror      Mirror
      Partner Admin   Oper
      Node Partner Name Type   Status   Status Adapter
-----
tme-mcc-B1
  tme-mcc-B2
    HA      enabled online      cxgb3_0      iWARP Up
    tme-mcc-B2
      DR      enabled online      cxgb3_0      iWARP Up
      tme-mcc-A1
        HA      enabled online      fcvi_device_0 FC-VI Up
        tme-mcc-A1
          DR      enabled online      fcvi_device_1 FC-VI Up
tme-mcc-B2
  tme-mcc-B1
    HA      enabled online      cxgb3_0      iWARP Up
    tme-mcc-B1
      DR      enabled online      cxgb3_0      iWARP Up
      tme-mcc-A2
        HA      enabled online      fcvi_device_0 FC-VI Up
        tme-mcc-A2
          DR      enabled online      fcvi_device_1 FC-VI Up
```

クラスタAから実行したコマンドの出力では以下が表示されます。

- ノード A1 : HA パートナーは A2、DR パートナーは B1。
- ノード A2 : HA パートナーは A1、DR パートナーは B2。

mcc MetroCluster 環境で HA の状態がに設定されている場合は、NVRAM が必要な 4 つのセグメントに分割されます。ha-config modify controller ha-config modify chassis コマンドとコマンドは、[ファブリック接続 MetroCluster インストールおよび設定ガイド](#)の説明に従って使用します。4 ノード構成では、この変数はmccに設定する必要があります。2 ノード構成では、変数 mcc-2nをに設定する必要があります。

設定レプリケーションサービス

NetApp ONTAP Configuration Replication Service (CRS ; 設定レプリケーションサービス) は、ローカルノードの設定をパートナークラスタの DR パートナーに同期的にレプリケートすることで、MetroCluster の設定を保護します。このレプリケーションは、クラスタ ピアリングネットワーク経由で行われます。レプリケートされる情報には、クラスタ構成と、CLI で「Vserver」と呼ばれる Storage Virtual Machine (SVM) 構成があります。

メタデータボリューム (MDV) を検証するには、次のコマンドを実行します。

```
tme-mcc-A::> volume show -volume MDV*
Vserver  Volume   Aggregate   State          Size Available Used%
-----
tme-mcc-A  MDV_CRS_cd7628c7f1cc11e3840800a0985522b8_A
  aggr1_tme_A1 online   RW      10GB    9.50GB    5%
tme-mcc-A  MDV_CRS_cd7628c7f1cc11e3840800a0985522b8_B
  aggr1_tme_A2 online   RW      10GB    9.50GB    5%
tme-mcc-A  MDV_CRS_e8fef00df27311e387ad00a0985466e6_A
  aggr1_tme_B1 -        RW      -        -        -
tme-mcc-A  MDV_CRS_e8fef00df27311e387ad00a0985466e6_B
  aggr1_tme_B2 -        RW      -        -        -
```

構成レプリケーションサービスを検証

作成されたオブジェクトは、**CRS**を使用してクラスタ ピアリング ネットワーク経由でもう一方のクラスタに自動的に伝播されます。ユーザが作成したジョブスケジュールは、**MetroCluster**構成のクラスタ間で自動的にレプリケートされます。クラスタでジョブスケジュールを作成、変更、または削除すると、**CRS**によって同じスケジュールがパートナークラスタに自動的に作成されます。

システムによって作成されたスケジュールはレプリケートされません。両方のクラスタのジョブスケジュールが同じになるように、パートナークラスタで同じ処理を手動で実行する必要があります。

```
tme-mcc-A::> job schedule cron create -name Monday -hour 8,10 -minute 00 -dayofweek Monday
```

```
Warning: Because this is a MetroCluster configuration, an additional step is required. To complete applying the changes for schedule "Monday", execute the same command on the remote cluster.
```

MetroClusterの初期セットアップ

MetroClusterは、ハードウェアとソフトウェアを組み合わせたソリューションです。共有ストレージ ファブリックおよびサイト間リンクを作成するために、特定のハードウェアを必要とします。現在サポートされているハードウェアコンポーネントの詳細については、[ONTAP 9.5 以前の Interoperability Matrix Tool](#) を参照してください。ONTAP 9.6 以降の場合、情報は [Hardware Universe](#) にあります。ソフトウェア面では、**MetroCluster** は NetApp ONTAP ソフトウェアに完全に統合されています。追加のツールやインターフェイスは必要ありません。

MetroCluster 関係を一度確立すると、データおよび設定はサイト間で自動的かつ継続的にレプリケートされるため、新しくプロビジョニングしたストレージのレプリケーションを手動で設定する必要はありません。この機能により、必要な管理作業が簡素化されるだけでなく、重要なワークロード用のストレージをレプリケートし忘れる可能性もなくなります。

『[MetroClusterインストレーションおよび構成ガイド](#)』には、**MetroCluster**コンポーネントを設定するためのワークシートと詳細な手順が記載されています。このガイドの手順に従い、ベストプラクティスとして、ガイドと同じ命名規則およびポート割り当てを使用してください。

NetApp ONTAP のハードウェア要件とソフトウェア要件

以下の情報は、4ノード MetroCluster 構成に該当します。

- 各サイトに2つずつ、4つのノードが必要です。4つのノードをまとめてDR グループと呼びます。4つのノードすべてが同じ FAS モデルまたは AFF モデルである必要があります（たとえば、4つの FAS9000 システムまたは 4つの AFF A300 システム）。FASコントローラとVシリーズ コントローラを同じ MetroCluster DR グループ内に共存させることはできません。
- 追加または特定のライセンスは必要ありません。SyncMirrorを含むMetroCluster機能は、clustered Data ONTAPの基本ライセンスに含まれています。プロトコルや NetApp SnapMirror® テクノロジなどの機能をクラスタで使用する場合は、ライセンスが必要です。ライセンスは両方のサイトで同じ設定にする必要があります。たとえば、SMB を使用する場合は、両方のクラスタで SMB のライセンスが有効になっている必要があります。両方のサイトで同じライセンスが設定されていないとスイッチオーバーが機能しません。
- すべてのノードに、同じノード ロック式ライセンスが設定されている必要があります。
- NetApp ONTAP FlexGroup ボリュームは、ONTAP 9.6 以降の MetroCluster 構成でサポートされます。
- アドバンスト ディスク パーティショニング（ルート アグリゲートまたはFlash Pool™アグリゲート用）はサポートされません。

- NetApp Storage Encryption (NSE) ドライブは、MetroCluster構成ではサポートされません。clustered Data ONTAPシステムは、FDE ドライブを使用するNetApp Eシリーズのストレージアレイに接続でき、ルートアグリゲートを暗号化ドライブに配置できます。
- NetApp Volume Encryption (NVE) と NetApp Aggregate Encryption (NAE) がサポートされています。

以下の情報は、2ノードMetroCluster構成に該当します。

- 各サイトに1つずつ、2つのノードが必要です。2つのノードは2つの独立したクラスタとして構成され、DR グループと呼ばれます。両方のノードが同じ FAS、AFF、または FlexArray モデルである必要があります（例：FAS8200 システムが2つまたは FAS9000 システムが2つ）。FASコントローラとVシリーズコントローラを同じ MetroCluster DR グループ内に共存させることはできません。
- 追加または特定のライセンスは必要ありません。SyncMirrorを含むMetroCluster機能は、clustered Data ONTAPの基本ライセンスに含まれています。プロトコルおよびその他の機能（SnapMirrorなど）をクラスタで使用する場合はライセンスが必要です。ライセンスは両方のサイトで同じ設定にする必要があります。たとえば、SMB を使用する場合は、両方のクラスタで SMB のライセンスが有効になっている必要があります。両方のサイトで同じライセンスが設定されていないとスイッチオーバーが機能しません。
- すべてのノードに、同じノードロック式ライセンスが設定されている必要があります。
- アドバンストディスクパーティショニングはサポートされていません。
- NSE ドライブは、MetroCluster構成ではサポートされません。clustered Data ONTAPシステムは、FDE ドライブを使用するNetApp Eシリーズのストレージアレイに接続でき、ルートアグリゲートを暗号化ドライブに配置できます。

アレイ LUNを使用する MetroCluster構成の要件

アレイ LUN を使用する MetroCluster 構成をセットアップする際の要件は次のとおりです。

MetroCluster 構成でサポート対象としてリストされているプラットフォームとストレージアレイが必要です。

注 :アレイ LUN を使用する MetroCluster 構成の詳細については、Interoperability Matrix Tool を参照してください。サポートされているストレージアレイおよびスイッチや、ネットアップコントローラ、アレイ LUNとの連携がサポートされているclustered Data ONTAPのバージョンに関する情報が含まれています。Interoperability Matrixには、アレイ LUNを使用するMetroCluster 構成の要件および制限に関して信頼できる情報が掲載されています。ツールで、Storage 解決策として FlexArray Virtualization for Fabric MetroCluster を選択します。現在サポートされているハードウェアコンポーネントの詳細については、ONTAP 9.5 以前の [Interoperability Matrix Tool](#) を参照してください。ONTAP 9.6 以降の場合、情報は [Hardware Universe](#) にあります。

- 同じ MetroCluster構成のData ONTAPシステムはすべて同じモデルである必要があります。
- 複数のFCイニシエータ ポートを同じターゲット ポートに接続することは、MetroClusterではサポートされていません。同様に、複数のターゲット ポートを同じFCイニシエータ ポートに接続することもサポートされていません。
- FAS ディスクシェルフとアレイ LUN ディスクシェルフを混在させる場合は、追加のポートが必要です。
- 『[FlexArray仮想化実装ガイド（サードパーティ製ストレージ）](#)』および『[FlexArray仮想化実装ガイド（Eシリーズストレージ）](#)』に、サポートされているストレージアレイ ファミリーに関する詳細が記載されています。MetroCluster構成内のストレージアレイは対称に配置する必要があります。
 - つまり、2つのストレージアレイは同じベンダー ファミリーに属し、同じバージョンのファームウェアがインストールされている必要があります。
 - アレイ LUNは2セット必要です。1つ目はローカルストレージアレイ上のアグリゲート用、もう1つはアグリゲートのミラー用にリモートストレージアレイに配置します。アグリゲートをミラーするには、アレイ LUNが同じサイズである必要があります。

- ミラーリングされたストレージに使用するディスクタイプ（SATA、ソリッドステートドライブ（SSD）、SASなど）は、両方のストレージアレイで同じである必要があります。
- RAIDタイプや階層化など、ストレージアレイを設定するパラメータは、両方のサイトで同じである必要があります。
- 事実上、アレイLUNを使用するMetroCluster構成は、サイト間で完全に対称である必要があります。

FCスイッチの要件

FCスイッチを使用するMetroCluster構成をセットアップする際の要件は次のとおりです。

- スイッチとスイッチファームウェアがMetroCluster構成でサポートされていることを確認しておく必要があります。
- 2ノードおよび4ノードのファブリック構成では、各ファブリックに2つずつ、合計4つのスイッチが必要です。2ノードのブリッジ接続構成と2ノードの直接接続構成では、FCスイッチは必要ありません。8ノードのファブリック構成では、4ノード環境のように、それぞれの場所に2つのスイッチを使用します。各クラスタ内のノードは、それぞれの場所にある同じスイッチに接続されます。
- 同じ構成内のスイッチはすべて同じベンダーの同じモデルを使用し、同じポート数でライセンスが設定されている必要があります。
- スイッチはすべてネットアップから購入し、MetroCluster構成専用にする必要があります。
- ホストトラフィックとアプリケーショントラフィックは、MetroClusterに使用されるスイッチを共有できません。
- デバイスやパスに障害が発生した場合に冗長性を確保するには、各ONTAPシステムを冗長コンボーネントでストレージに接続する必要があります。
- ONTAPでは、使用するスイッチに応じて、ファブリックごとに1～8個のISLがサポートされます。ファブリック1つにつき複数のISLが存在する場合は、トランкиングが使用されます。xWDMベンダーがFCスイッチでのトランкиングをサポートしていることを確認してください。単一のISL接続の場合は、トランкиングは不要です。少なくとも2つのISLを使用することを推奨します。
- ファブリック1つあたりのISLの数にかかわらず、インオーダー配信がデフォルトであり、推奨される設定です。

注：基本的なスイッチ構成、ISLの設定、およびFC-VIの構成の詳細については、『[MetroClusterインストレーションおよび構成ガイド](#)』を参照してください。

FCIPスイッチの要件

FCは、ミッションクリティカルでハイパフォーマンス、低レイテンシ、信頼性の高いSANファブリックに最適ですが、最新のデータセンターの多くはIPテクノロジに投資しています。FC over IP(FCIP)は、FC over IPネットワークを透過的に相互接続し、FC SANをリンクするための重要なテクノロジです。

FCIP MetroClusterの設定は、2ノードおよび4ノードのすべてのアーキテクチャのFC MetroClusterの設定と同じです。唯一の違いは、FCスイッチがFCIPスイッチとIP ISLに交換される点です。FCIP MetroCluster環境では、IP ISL接続用にCisco MDS 9250i、Brocade 7840、およびBrocade 7810 FCIPスイッチがサポートされます。ケーブル接続の構成は同じです。FCIP構成ではIP ISL専用のIPネットワークが必要であり、直接接続できます。中間スイッチはサポートされません。

FCIPスイッチを使用するMetroCluster構成をセットアップする際の要件は次のとおりです。

- スイッチファームウェアがMetroCluster構成でサポートされていることを確認しておく必要があります。
- 2ノードおよび4ノードのファブリック構成では、各ファブリックに2つずつ、合計4つのスイッチが必要です。2ノードのブリッジ接続構成および2ノードの直接接続構成の場合、FCIPスイッチ

は必要ありません。

- 構成内のスイッチはすべて Cisco MDS 9250i、Brocade 7840、または Brocade 7810 のスイッチであり、同じポート数のライセンスが必要です。
- スイッチはすべてネットアップから購入し、MetroCluster構成専用にする必要があります。
- ホストトラフィックとアプリケーショントラフィックは、MetroCluster に使用されるスイッチを共有できません。
- デバイスやパスに障害が発生した場合に冗長性を確保するには、各 ONTAP システムを冗長コンポーネントでストレージに接続する必要があります。
- ISL ファブリックの最大数とトランкиング要件を確認するため。

注：基本的なスイッチ構成、ISLの設定、およびFC-VIの構成の詳細については、『[MetroCluster インストレーションおよび構成ガイド](#)』を参照してください。

FC スイッチと FCIP スイッチでも同様の機能を実行できますが、いくつかの違いがあります。

- FCIP スイッチは複数の MetroCluster クラスタに接続することはできません。
- 10Gbps FCIP ISL 接続のみがサポートされます。
- サポートされる FCIP ポートは 1 つだけです。
- リンク書き込みアクセスレーションはサポートされていません。
- MetroCluster クラスタ間で FCIP ISL を共有することはできません。

FibreBridgesの要件

ネットアップの FAS シェルフと AFF シェルフを使用する 4 ノード構成にはすべて FibreBridge が必要です。FibreBridge を使用する 2 ノードファブリックおよび 2 ノードブリッジ接続構成にも必要です。SAS 光ケーブルを使用した 2 ノード構成のみでは FibreBridge を使用しません。ストレージは 2 台のコントローラの SAS ポートに直接接続されるためです。アレイ LUN のみを使用する MetroCluster 構成には、FibreBridge は使用されません。

ONTAP 9.6 以降では、新しい ATTO 7600N ブリッジが使用可能になり、7500N ブリッジが交換されます。ATTO 7500N を使用して既存の構成を拡張する場合は、7600N でも同じ機能を利用できます。

ATTOの主な機能は次のとおりです。

- 2 台の電源装置
- スループットパフォーマンスの向上
- 32Gb FC ポート × 2、どちらも有効にすることができます
- 12Gb SAS ポートを 4 つ搭載し、4 つすべてを有効にすることができます
- ONTAP 9.5 以降ではインバンド監視機能を使用できます

ATTO FibreBridge 7500N は ONTAP 8.3.2 で出荷されるようになりました。ATTO 7500N を使用して ATTO FibreBridge 6500N に比べてパフォーマンスが向上し、レイテンシが低減されました。ONTAP 9.5 以降では、ATTO 7500N でインバンド監視もサポートされます。これにより、SNMP とイーサネットを使用した監視に比べてセキュリティが向上します。

ONTAP 8.3.2 より前のバージョンでは、ATTO FibreBridge 6500N を使用してストレージが接続されます。構成にはディスクスタックごとに FibreBridge が 2 つ必要です。各サイトに少なくとも 1 つのスタックが必要です。したがって、少なくとも 4 つの FibreBridge が必要です。各 FibreBridge は、FC ポートを介してスイッチに接続し、SAS ポートを介して SAS ディスクスタックに接続します。HDD のみを使用している場合は、スタックあたり最大 10 台のシェルフがサポートされます。[ストレージサブシステムの要件](#)については、スタックにシェルフモジュールタイプ (IOM3 や IOM6 など) を混在させることができます。ATTO 7500N ディスクシェルフの最大数については、表 6 を参照してください。

表 5) ATTO 7600N シェルフ数

ディスク構成	ディスク タイプ	ブリッジペアあたりの合計シェルフ数			
すべてのSSDs	SSD	4			
すべてのHDDs	HDD	10			
Mixed (SSDs および HDDs)	SSD	1	2	3	4
	HDD	9	8	7	6

表 6) ATTO 7500N シェルフ数

ディスク構成	ディスク タイプ	ブリッジペアあたりの合計シェルフ数			
すべてのSSDs	SSD	4			
すべてのHDDs	HDD	10			
Mixed (SSDs および HDDs)	SSD	1	2	3	4
	HDD	9	8	7	6

SSD が FibreBridge スタック内にある場合、サポートされる最大スタック深度を前の表に示します。シェルフの総数には、SSD のみのシェルフ、SSD と HDD が混在したシェルフ、HDD のみのシェルフが含まれます。単一のディスク スタックには最大で48本のSSDを搭載でき、SSDはどのシェルフにでも分散させることができます。ただし、ネットアップでは、同じシェルフ内に SSD と HDD を混在させず、SSD のみのシェルフを構成することを推奨します。

さらに、パフォーマンスを最適化するために、SSD のみのシェルフは専用のスタック (HDD シェルフなし) に配置するか、SSD と HDD が混在したスタックの一番上または一番下に配置することを推奨します。この構成では、SSD シェルフは FibreBridge に直接接続されます。この場合、SSD シェルフには複数のノードのプールが含まれる可能性が高いため、ディスク所有権は手動で割り当てる必要があります。すべて SSD のアグリゲートの場合、スタックに含まれるのは SSD のみとし、スタック内の SSD シェルフは2台以下にする必要があります。パフォーマンスが最適化されるのは、スタックにつき SSD シェルフの1台の構成です。

注：プラットフォーム、ディスクシェルフ、およびディスクデバイスの現在のサポートに関する詳細については、ONTAP for [Hardware Universe](#) 9.6 以降を参照してください。ONTAP 9.5 以前の場合は、[Interoperability Matrix Tool](#) を参照してください。

ゾーニングの要件

FC スイッチと FCIP スイッチのゾーニングを設定する際の要件は次のとおりです。

- MetroCluster構成では、シングルイニシエータからシングルターゲットのゾーニングを使用する必要があります。シングルイニシエータからシングルターゲットのゾーニングでは、各ゾーンが単一のFCイニシエータ ポートに制限されます。
- FC-VI ポートは、Virtual Worldwide Port Name (WWPN ; 仮想ワールドワイドポート名) を使用してファブリック全体でエンドツーエンドにゾーニングする必要があります。FC-VIカードのAポートとBポートは別々のゾーンに配置する必要があります。
- 複数のイニシエータ ポートを単一のターゲット ポートで共有することはサポートされていません。同様に、複数のターゲット ポートを単一のイニシエータ ポートで共有することもサポートされていません。

SyncMirrorおよびストレージの要件

SyncMirrorストレージの要件は次のとおりです。

- ミラーされたアグリゲートの場合にのみ、2つのサイト間でディスク構成が同じである必要があります。これにはNetApp Flash Poolの構成も含まれます。あるノードのワークロードにFlash Poolが

必要な場合、Flash Poolアグリゲートごとに、ミラー プレックスに同じ容量のFlash Poolインテリジェント キャッシングが必要です。

- RAID 4およびNetApp RAID DP®テクノロジはいずれもルート アグリゲートおよびデータ アグリゲートに対応しています。

1サイトにつき最低4台のシェルフを配置することを推奨します。1つのサイトにFASシェルフが4台あると、各プール（各ノードのローカルとリモート）に専用のシェルフを配置できるため、ディスクをシェルフ単位で各ノードに割り当てることができます。将来ディスクを増設する場合は、プールとシェルフの組み合わせが維持されるように計画する必要があります。サイトごとにシェルフを4台未満にする構成もサポートされていますが、ディスクの割り当てはより複雑になり、使用可能なストレージの容量も大幅に制限されます。

図9は、表2) 推奨されるシェルフ番号のスキーマに従ってシェルフIDが割り当てられたプールとシェルフの割り当てのレイアウト例を示しています。

シェルフごとにプールを分けるレイアウトは必須ではありません。ソフトウェアのディスク所有権を使用すれば、任意のシェルフのディスクを任意のノードに割り当てることができます。同じシェルフ上のディスクを複数のノードが所有している場合は、シェルフ単位のディスクの自動割り当ては無効になり、シェルフに障害が発生した場合の影響範囲も拡大します。

図9) MetroClusterでのプールとシェルフの割り当て



FibreBridge接続のスタックにSSDが含まれている場合は、[Interoperability Matrix Tool](#)および[Hardware Universe](#)で、サポートされているスタックの最大シェルフ数を確認してください。単一のディスク スタックには最大で48本のSSDを搭載でき、SSDはどのシェルフにでも分散させることができます。ただし、ネットアップでは、同じシェルフ内にSSDとHDDを混在させず、SSDのみのシェルフを構成することを推奨します。

さらに、パフォーマンスを最適化するために、SSD シェルフは専用のスタック (HDD シェルフなし) に配置するか、SSD と HDD が混在したスタックの上部または下部に配置することを推奨します。これにより、SSD シェルフは FibreBridge に直接接続されます。この場合、SSD シェルフには複数のノードのプールが含まれる可能性が高いため、ディスク所有権は手動で割り当てる必要があります。すべてSSDのアグリゲートの場合、スタックに含まれるのはSSDのみとし、スタック内のSSD シェルフは2台以下にする必要があります。パフォーマンスが最適化されるのは、スタックにつきSSD シェルフの1台の構成です。

最初の設置後にストレージを追加する場合は、一度に1シェルフずつ各クラスタに追加できます。複数のシェルフを追加する必要はありません。ただし、ミラーリングの対称性を保持するには、両方のサイトに同じストレージを追加する必要があります。

ケーブル接続とスイッチ構成のベストプラクティス

[ネットアップサポートサイト](#)で入手できるスイッチ構成ファイルを使用することを強く推奨します。構成ファイルを使用する手順は、[MetroClusterのドキュメント](#)、『MetroClusterインストレーションおよび構成ガイド』の「構成ファイルの実行によるFCスイッチの設定」を参照してください。構成ファイルを使用すると、『MetroCluster インストレーションおよび構成ガイド』の「FCスイッチのポート割り当ての確認」の表のようにポートが設定されます。

推奨されるポート割り当てを使用しない場合や、標準構成よりも多くのストレージシェルフを設置する場合は、インストレーションガイドに従ってスイッチを手動で構成する必要があります。

FC-VI-Aポートはすべて一方のファブリックにケーブル接続し、FC-VI-Bポートはすべてもう一方のファブリックにケーブル接続する必要があります。推奨されるポート割り当てを使用していない場合であっても、ケーブル接続は必ずこの方法で行ってください。

注 :すべてのノードで、オンボードのFC-VIポートまたはFC-VIポート対応アダプタのいずれかを使用する必要があります。オンボードアダプタポートとFC-VIアダプタポートの混在はサポートされていません。

コントローラ上の各ファブリックへの2つの接続で別々のASICが使用されるように、各コントローラのFCイニシエータを接続します。例を以下に示します。

0a/0c : ファブリック1、ポート1、およびポート2

0b/0d : ファブリック2、ポート1、ポート2

インストレーションおよびセットアップ手順の概要

[ファブリック接続 MetroCluster インストールおよび設定ガイド](#)には、MetroClusterコンポーネントの設定に役立つワークシートと手順が記載されています。

参考のために、MetroCluster 4ノードアーキテクチャのセットアップおよび設定の主な手順を以下に記載します。2ノード構成でも同様のセットアップを使用します。必要な作業は、厳密には、システムが工場出荷時に設定済みかどうかや、既存の機器を再導入するかどうか（移行シナリオの場合など）によって異なります。詳細な手順については、ドキュメントを参照してください。

1. ラックにハードウェアを配置し、デバイス間およびサイト間のケーブルを設置して接続します (ISL およびクラスタピアリング接続)。この手順には、ONTAPノード (FASまたはFlexArrayコントローラ、クラスタ管理スイッチ、または使用している場合はクラスタインターフェクトスイッチ)、SASディスクシェルフ、FCスイッチまたはFCIPスイッチ、FibreBridgeが含まれます。ファイバーブリッジは、アレイLUNと一緒に使用しません。
2. FCスイッチまたはFCIPスイッチを設定します。工場で設定済みの場合もあります。設定済みでない場合は、ネットアップサポートサイトから入手できる構成ファイルを使用することを推奨します。構成ファイルは、MetroClusterでサポートされているスイッチに対応しています。手動で設定する必要がある場合は、『[MetroClusterインストレーションおよび構成ガイド](#)』の手順に従ってください。
3. 製品ドキュメントで指示されるまでは、ISLリンクを接続しないでください。リンクがすでに有効な場合、ローカルHAクラスタのセットアップは機能しません。
4. 保守モードで、次の手順を実行します。
 - a. ディスク所有権を確認します。製造元から届いた機器では、ディスク所有権がノード間で均等に事前に割り当てられている必要があります。ただし、その割り当てが要件と一致しない場合は、クラスタを作成する前にディスクを手動で再割り当てします。ディスク割り当ての計画ワークシートについては、『[MetroClusterインストレーションおよび構成ガイド](#)』を参照してください。各ノードには、そのpool0pool1ノードが所有するディスクを含むローカルプール（ノードと同じサイトに配置）とリモートプール（もう一方のサイトに配置）が必要です。

注

：各ノードのDRパートナーは、**metrocluster configure**コマンドによって、システムID（NVRAM ID）に基づいて自動的に選択されます。一方のHAペアのシステムIDが小さいノードは、もう一方のクラスタのシステムIDが小さい対応するノードとDRパートナーとなり、その他も同様です。DRパートナーの割り当ては、初期設定後は変更できません。特に、別々のストレージで構成されている HA ペアのノードでは、各クラスタでシステム ID が小さい対応するノードでディスク構成が一致することを確認します。また、システム ID がの 2 つのノードでディスク構成が一致していることを確認します。作業を続行する前に必要に応じてディスク所有権を調整し、DRパートナーが正しく割り当てられていることを確認します。DRパートナーの割り当ては、スイッチオーバー時にLIFで使用するポートにも影響します。通常の状況では、LIFは自身のDRパートナー ノードにスイッチオーバーします。詳細については、ファブリック接続 MetroCluster インストールおよび設定ガイドの「[MetroCluster 構成のネットワーク設定および LIF 作成のガイドライン](#)」を参照してください。

- b. コントローラおよびシャーシのコンポーネントがmccに設定されていることを確認します。この手順により、NVRAM をレプリケーション用に正しくパーティショニングできます。
5. 通常モードでは、次の手順を実行します。
- a. システム セットアップ ウィザードを使用するか、CLIの**cluster setup**を使用して、各サイトでクラスタを設定します。
 - b. インタークラスタLIFを作成し、2つのクラスタをピアリングします。インターフラスタLIFは、専用のポート上でも、共有データ ポート上でも作成できます。
 - c. ルートアグリゲートをミラーします。
 - d. 各ノードでミラーされたデータアグリゲートを作成します。MDVをホストするクラスタごとに、少なくとも2つのデータアグリゲートが必要です。このアグリゲートは初期セットアップの前に作成し、データ（ボリュームおよびLUN）に使用できます。MDVには専用のアグリゲートは必要ありません。
 - e. 必要に応じて、追加のData ONTAP機能ライセンスをインストールします。スイッチオーバー後にクライアントとホストのアクセスを正しく行うには、両方のクラスタでライセンスを対称にする必要があります。ライセンスが対称構成でない場合、スイッチオーバーは拒否されます。
 - f. ISLおよびゾーニングを有効にします。
 - g. コマンド `metrocluster configure -node-name <node-initiating-the-command>`を使用して、いずれかのノードから MetroCluster を初期化します。
 - h. ヘルスモニタ（`storage switch add storage bridge add` およびコマンド）で監視対象デバイスとしてスイッチおよび FibreBridge を追加します。ヘルスモニタリングは、モニタリングおよびアラート生成のための情報を NetApp Active IQ Unified Manager に提供します（詳細については、「[Active IQ Unified Manager and health monitors](#)」を参照してください）。
 - i. `metrocluster check run` コマンドを使用して MetroCluster の設定を確認します。さらに、『[MetroClusterインストレーションおよび構成ガイド](#)』に従ってその他の検証手順を実行します。
6. IQ Unified Managerがない場合はインストールします。MetroClusterクラスタを、管理対象のストレージシステムに追加します。
7. 構成に対してConfig Advisorを実行し、エラーが見つかった場合は確認して修正します。Config Advisorはネットアップまたはパートナーの担当者が提供します。
8. MetroCluster のパフォーマンスを監視するには、OnCommand Performance Manager をインストールすることを推奨します。
9. これで、構成をテストする準備が整いました。HA のテイクオーバーとギブバックを確認し、サイトのスイッチオーバー、修復、ギブバックを確認するには、ファブリック接続 [MetroCluster インストールおよび設定ガイド](#)の手順に従います。

セットアップ後の設定と管理

MetroCluster構成完了後の運用管理は、MetroClusterのないclustered Data ONTAP環境とほぼ同じです。SVMで必要なプロトコルを設定し、それらのサービスを通常運用時に実行するクラスタで必要なLIF、ボリューム、およびLUNを作成します。これらのオブジェクトは、クラスタピアリングネットワークを介してもう一方のクラスタに自動的にレプリケートされます。SVMは、CLI、Active IQ System Manager、またはNetApp OnCommand Workflow Automationを使用して設定できます。

アグリゲートの再同期と Snapshot コピー

NetApp Snapshot™コピーの集約は、SyncMirror処理に対して一定の間隔で作成されます。デフォルトの間隔は60分です。この間隔を15分に短縮することを推奨します。また、Flash Poolを使用する場合は、この間隔を5分に短縮してください。アグリゲートSnapshotの間隔を変更する必要があるコマンドについては、「Flash Pool」を参照してください。

以下の一連のコマンドは、アグリゲートおよびSVMが各クラスタに追加で作成され、プロトコルアクセス用に設定されたあとの、2つのクラスタの状態を表しています。ここではCLI出力を使用していますが、System Managerを使用して同じ出力を表示することもできます。

アグリゲートの表示

通常運用時には、各クラスタからの出力に示されるように、各クラスタに表示されるのは自身のアグリゲートのみです。

```
tme-mcc-A::> aggr show

Aggregate      Size Available Used% State    #Vols  Nodes          RAID Status
-----  -----  -----  -----  -----  -----  -----  -----  -----
aggr0_tme_A1      1.38TB    741.9GB   48% online      1 tme-mcc-A1      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggr0_tme_A2      1.38TB    741.9GB   48% online      1 tme-mcc-A2      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggr1_tme_A1      2.07TB    2.06TB    1% online      4 tme-mcc-A1      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggr1_tme_A2      2.07TB    2.06TB    0% online      1 tme-mcc-A2      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
```

```
tme-mcc-B::> aggr show

Aggregate      Size Available Used% State   #Vols Nodes          RAID Status
----- 1.38TB 741.9GB 48% online      1 tme-mcc-B1      raid_dp,
aggr0_tme_B1          mirrored,
                           normal
1.38TB 741.9GB 48% online      1 tme-mcc-B2      raid_dp,
aggr0_tme_B2          mirrored,
                           normal
2.07TB 2.06TB 1% online       2 tme-mcc-B1      raid_dp,
aggr1_tme_B1          mirrored,
                           normal
2.07TB 2.06TB 1% online       3 tme-mcc-B2      raid_dp,
aggr1_tme_B2          mirrored,
                           normal
```

SVMの表示

ONTAP 9.x のデータ SVM は、プロパティのサブタイプで区別されます。MetroClusterがない場合は、サブタイプはデフォルト値に設定されます。MetroCluster のサブタイプは sync-source、sync-destination またはです。データ SVM のタイプは、所属するクラスタ上ではすべて sync-source です。もう一方のクラスタにレプリケートされた対の SVM オブジェクトのタイプは sync-destination で、名前に -mc というサフィックスが追加されます。通常運用時 sync-source running sync-destination stopped は、SVM の動作状態は、SVM の動作状態はになります。

vserver show それぞれのクラスタで実行したコマンドの出力例を考えてみましょう。クラスタ A に svm1_mccA という名前の SVM、クラスタ B に svm1_mccB という名前の SVM を作成済みであるとします。

クラスタ A の出力に svm1mccA、とタイプ sync-source が表示されます。エントリ SVM_ は svm1mccB-mc、クラスタ B からレプリケートされた SVM を表しますしたがってサブタイプは sync-destination で、状態は stopped となっています。

```
tme-mcc-A::> vserver show -type data
          Admin      Operational Root
Vserver   Type   Subtype   State   State   Volume   Aggregate
-----  -----
svm1_mccA data   sync-source   running   running   svm1_mccA root aggr1_tme_A1
           running
svm1_mccB-mc data   sync-destination   stopped   running   svm1_mccB root aggr1_tme_B1
           running
```

クラスタ B の出力はこの逆です。実行中 svm1mccB sync-source の SVM は _() です。クラスタ A のレプリケートされた SVM は svm1_mccA-mc (sync-destination) で、状態は stopped となっています。

```
tme-mcc-B::> vserver show -type data
          Admin      Operational Root
Vserver   Type   Subtype   State   State   Volume   Aggregate
-----  -----
svm1_mccA-mc data   sync-destination   stopped   svm1_mccA_root aggr1_tme_A1
           running
svm1_mccB data   sync-source   running   running   svm1_mccB_root aggr1_tme_B1
           running
```

スイッチオーバー時には、稼働しているクラスタがすべての sync-destination SVM を起動します。

ボリュームの表示

通常運用時は、両方のクラスタのデータSVMにあるすべてのボリューム、両方のクラスタのすべてのMDV、およびローカルクラスタのルートボリュームのみが認識されます。ただし、オンライン状態なのはクラスタAのSVM `svm1_mccA`のボリュームのみです。クラスタBのSVMのボリュームは、表示はされますがアクセスはできず、スイッチオーバー後に初めてオンラインになります。わかりやすくするために、この出力ではMDVとルートボリュームは省略しています。

Vserver	Volume	Aggregate	State	Type	Size	Available	Used%
svml_mccA	svml_mccA_lun1_vol	aggr1_tme_A1	online	RW	1.24GB	248.2MB	80%
svml_mccA	svml_mccA_root	aggr1_tme_A1	online	RW	1GB	972.5MB	5%
svml_mccA	vol1	aggr1_tme_A1	online	RW	2GB	1.85GB	7%
svml_mccB_mc	svml_mccB_root	aggr1_tme_B1	-	RW	-	-	-
svml_mccB_mc	vol1	aggr1_tme_B2	-	RW	-	-	-
svml_mccB_mc	vol2	aggr1_tme_B2	-	RW	-	-	-

クラスタBでは、これが逆になり、クラスタBのSVMボリュームはオンラインで、クラスタAのSVMのボリュームはオフラインです。

Vserver	Volume	Aggregate	State	Type	Size	Available	Used%
svml_mccA_mc	svml_mccA_lun1_vol	aggr1_tme_A1	-	RW	-	-	-
svml_mccA_mc	svml_mccA_root	aggr1_tme_A1	-	RW	-	-	-
svml_mccA_mc	vol1	aggr1_tme_A1	-	RW	-	-	-
svml_mccB_mc	svml_mccB_root	aggr1_tme_B1	online	RW	1GB	972.5MB	5%
svml_mccB_mc	vol1	aggr1_tme_B2	online	RW	2GB	1.85GB	7%
svml_mccB_mc	vol2	aggr1_tme_B2	online	RW	1GB	972.5MB	5%

LUNの表示

LUNは、LUNがアクティブになっているクラスタでのみ認識されます。この構成では、LUNが定義されたSVMはクラスタAにしかありません。

Vserver	Path	State	Mapped	Type	Size
svml_mccA	/vol/svml_mccA_lun1_vol/svml_mccA_lun1	online	mapped	windows_2008	1.00GB

したがって、通常運用時は、クラスタBにはLUNは表示されません。

tme-mcc-B::> lun show
This table is currently empty.

LIFの表示

クラスタLIF、クラスタ管理LIF、インタークラスタLIFは、ローカルクラスタでのみ認識されます。データLIFは、SVMの範囲内であれば、両方のクラスタで認識されます。出力は、これらのデータLIFのみを示しています。クラスタBのSVM_{svm1} (_mccBnfsif1) からレプリケートされたLIFの動作状態はdown、クラスタAでは現在使用できないため、と表示されます。レプリケートされたLIFは、ノードのDRパートナー上にデフォルトで作成されます。

各LIFのIPアドレスとポート割り当てに注意してください。これらの設定は、スイッチオーバー後も維持されます。詳細については、「計画的（ネゴシエート）スイッチオーバーの実行」を参照してください。「FC SAN構成の場合、各ノードは、フロントエンドSANの正しいファブリックにログインする必要があります。そうしないと、パートナークラスタ上に正しくLIFを作成および割り当てできないため、スイッチオーバーが不可能になります。

```
tme-mcc-A::> network interface show -vserver svm*
Vserver      Logical      Status      Network          Current      Current  Is
           Interface Admin/Oper Address/Mask    Node        Port   Home
-----
svm1 mccA
  svm1_mccA_iscsi_lifA1_1
    up/up      10.228.22.68/24    tme-mcc-A1    e0a    true
  svm1_mccA_iscsi_lifA1_2
    up/up      10.228.22.69/24    tme-mcc-A1    e0b    true
  svm1_mccA_iscsi_lifA2_1
    up/up      10.228.22.97/24    tme-mcc-A2    e0a    true
  svm1_mccA_iscsi_lifA2_2
    up/up      10.228.22.98/24    tme-mcc-A2    e0b    true
  svm1_mccA_nas_A1_1
    up/up      10.228.22.62/24    tme-mcc-A1    e0a    true
svm1_mccB-mc
  svm1_mccB_nfs_lif1
    up/down    10.228.22.74/24    tme-mcc-A1    e0a    true
```

同様に、クラスタBではこれが逆になり、クラスタAからレプリケートされたLIFの動作状態はになります。

```
tme-mcc-B::> network interface show -vserver svm*
Vserver      Logical      Status      Network          Current      Current  Is
           Interface Admin/Oper Address/Mask    Node        Port   Home
-----
svm1_mccA-mc
  svm1_mccA_iscsi_lifA1_1
    up/down    10.228.22.68/24    tme-mcc-B1    e0a    true
  svm1_mccA_iscsi_lifA1_2
    up/down    10.228.22.69/24    tme-mcc-B1    e0b    true
  svm1_mccA_iscsi_lifA2_1
    up/down    10.228.22.97/24    tme-mcc-B2    e0a    true
  svm1_mccA_iscsi_lifA2_2
    up/down    10.228.22.98/24    tme-mcc-B2    e0b    true
  svm1_mccA_nas_A1_1
    up/down    10.228.22.62/24    tme-mcc-B1    e0b    true
svm1_mccB
  svm1_mccB_nfs_lif1
    up/up      10.228.22.74/24    tme-mcc-B1    e0b    true
```

計画的 / 計画外イベントの耐障害性

NetApp MetroClusterは、ネットアップのハードウェアとclustered Data ONTAPに搭載された高可用性機能とノンストップ オペレーション機能をさらに拡張することで、サイトにおけるストレージとホスト環境全体の保護を強化します。スタンドアロンサーバ構成、HA サーバクラスタ構成、仮想サーバ構成などのアプリケーション環境がどのような場合でも、一方のサイトで障害が発生しても、MetroCluster はシームレスにストレージの可用性を維持します。停電の原因が、電源の喪失、冷却装置の切断、ネットワーク接続の切断、ハードウェアの破損、動作エラーのいずれであるかに関係なく、ストレージを使用できます。

MetroCluster構成では、次の3つの基本的な手法を使用して、計画的または計画外のイベントに対してデータの継続性を維持します。

- 冗長コンポーネント：1つのコンポーネントで発生した障害から保護
- ローカルのHAテイクオーバー：影響を受けるコントローラが1台だけのイベントに対応します。
- 完全なサイトスイッチオーバー：障害が発生したクラスタから稼働しているクラスタへストレージおよびクライアントアクセスを移動して、サービスを迅速に再開

前述したように、MetroClusterインフラの主なコンポーネントは冗長構成になっています。MetroClusterでは、スタックごとに2つのFibreBridge、スイッチファブリック2つ、ノードごとに2つのFC-VI接続、ファブリックごとにノードごとに2つのFCイニシエータ、ファブリックごとに複数のISLリンクを使用します。この構成により、1つのコンポーネントで障害が発生してもシームレスに処理が継続され、障害が発生したコンポーネントが修復または交換されると、システムが自動的に冗長運用に戻ります。

すべてのclustered Data ONTAPクラスタには、HAテイクオーバーおよびギブバックの機能がもともと備わっています。ただし、2ノード構成におけるシングルノードクラスタは例外で、スイッチオーバーとスイッチバックを使用して冗長運用を実現します。4ノード構成のコントローラはHAペアになっており、それぞれのペアの2つのノードはストレージにローカルで接続されています。

テイクオーバーは、一方のノードがもう一方のストレージを自動的に継承し、データサービスを継続するプロセスです。ギブバックは、通常運用を再開するための逆のプロセスです。テイクオーバーは、計画的に行う場合（ハードウェアのメンテナンスや、ノードのclustered Data ONTAPをアップグレードする場合など）と、ノードのハードウェアやソフトウェアの障害時に計画外で行う場合があります。テイクオーバー中は、NAS LIFも自動的にフェイルオーバーされます。SAN LIFはフェイルオーバーしません。ホストでは、LUNへの直接パスが自動的に使用されます。HAのテイクオーバーとギブバックはMetroCluster固有の機能ではないため、詳細については『[ONTAPハイアベイラビリティ構成ガイド](#)』を参照してください。

サイトスイッチオーバーは、一方のクラスタがオフラインになったときに発生します。もう一方のサイトは、オフラインクラスタのストレージリソース（ディスクおよびアグリゲート）の所有権を引き継ぎます。オフラインクラスタのSVMがオンラインになり、サバイバーサイトで再起動されます。クライアントとホストのアクセス用にSVMの完全なIDは保持されます。

MetroClusterの計画外処理と計画的処理

表5に、考えられる計画外イベントと、それぞれの場合のMetroCluster構成の動作を示します。

表 7) 計画外処理とMetroClusterの応答およびリカバリ方法

計画外処理	リカバリ方法
1本または2本のディスクの障害	<p>自動RAIDリカバリ。フェイルオーバーやスイッチオーバーはなく、両方のプレックスがすべてのアグリゲートで引き続き使用可能です。スペアからディスクがリビルドされ、アグリゲートに自動的に組み入れられます。</p> <p>RAID DPアグリゲートは、2本のディスクで障害が発生しても停止することはありません。RAID 4アグリゲートもサポートされていますが、2本のディスクで障害が発生した場合は停止します。RAID DPアグリゲートとRAID 4アグリゲートはいずれもMetroClusterでサポートされています。</p>
シェルフ障害を含めた3本以上のディスクの障害	<p>稼働しているプレフィックスからデータが提供されます。データサービスの中断はありません。ディスク障害は、ローカルまたはリモートのいずれかのプレックスに影響する可能性があります。</p>
スイッチの障害	<p>アクティブなプレックスが1つだけなので、アグリゲートはデグレードモードになります。</p> <p>障害の原因がシェルフの電源喪失である場合は、電源が回復したときに、影響を受けたアグリゲートが自動的に再同期して変更内容が反映されます。</p> <p>ディスクの交換が必要storage aggregate plex delete storage aggregate mirrorな場合は、管理者は障害が発生したプレックスを削除してから、影響を受けたアグリゲートを再ミラーします(コマンド)。この操作を実行すると、自動再同期プロセスが開始されます。</p> <p>再同期後、アグリゲートは自動的に通常のミラー モードに戻ります。</p>
ファイバ ブリッジの障害	データは稼働しているパスで引き続き提供されます。すべてのプレックスが引き続き使用可能です。ファブリックが2つあるため、一方のファブリックが完全に停止しても処理が中断することはありません。
単一ノードの障害	<p>4ノード構成各サイトでHAペアが構成されているため、もう一方のノードへのフェイルオーバーが透過的に自動で実行されます。たとえば、ノードA1で障害が発生した場合、そのストレージおよびワーカーロードは自動的にノードA2に転送されます。すべてのプレフィックスが引き続き使用可能です。2つ目のサイトのノード(B1およびB2)は影響を受けません。フェイルオーバーがローリング災害の一部である場合は、サイトBへの強制スイッチオーバーを実行しますたとえば、ノードA1がA2にフェイルオーバーし、その後にA2またはサイトA全体の障害が発生した場合などです</p> <p>2ノード構成2ノード構成: 2ノード構成には、ローカルのHAペアはありません。そのため、一方のノードで障害が発生した場合は、リモートのMetroClusterパートナー ノードにスイッチオーバーする必要があります。メールボックスディスクがアクセス可能な場合は、スイッチオーバーは自動的に実行されます。</p>

計画外処理	リカバリ方法
サイト間のISL損失	<p>1つまたは複数のISLで障害が発生した場合、I/Oは残りのリンクを使用して継続します。両方のファブリックのすべてのISLで障害が発生し、サイト間でのストレージとNVRAMのレプリケーション用のリンクがなくなった場合、各コントローラは動作を継続してそれぞれのローカルデータを処理します。2つの独立したファブリック接続が必要（それぞれ独立したネットワーク プロバイダを使用可能）で、ファブリックあたり最大4つのISLを設定可能であることを考えると、すべてのISLで障害が発生する可能性は極めて低いと言えます。ISLが1つでもリストアされると、プレックスは自動的に再同期します。</p> <p>すべてのISLが停止しているときに発生した書き込みは、サイト間でミラーされません。この状態で強制的スイッチオーバーを実行すると、サバイバサイトで同期されなかったデータが失われる可能性があります。</p> <p>この場合、スイッチオーバー後に手動でリカバリを実行する必要があります。詳細については、「強制スイッチオーバー後のボリュームの保護」を参照してください。すべてのISLが長期間にわたって使用できない可能性がある場合、管理者は、すべてのデータ サービスをシャットダウンして、強制的スイッチオーバーが必要になったときのデータ損失リスクを回避することができます。</p> <p>この処理を実行するかどうかは、少なくとも1つのISLが使用可能になる前にスイッチオーバーが必要な災害が発生する可能性を検討して決定する必要があります。また、ISLで連鎖的に障害が発生している場合は、管理者は、すべてのリンクが停止する前に、どちらかのサイトへの計画的スイッチオーバーを実行することもできます。</p>
ピアリングされたクラスタリンク(CRS)の障害	<p>ISLはアクティブなままなので、データ サービス（読み取りおよび書き込み）は、両方のサイトで両方のプレックスに対して継続します。クラスタの設定の変更（新しいSVMの追加、ボリュームまたはプロビジョニングなど既存のSVMのLUN）はもう一方のサイトに伝播できません。</p> <p>これらはローカルのCRSメタデータ ボリュームに保持され、ピアリングされたクラスタリンクのリストア時に、もう一方のクラスタに自動的に伝播されます。</p> <p>ピアリングされたクラスタリンクがリストアされる前に、強制スイッチオーバーが必要になる場合があります。この場合は、スイッチオーバープロセスの一環として、サバイバサイトにあるメタデータボリュームのリモートレプリケートコピーから、未処理のクラスタ構成変更が自動的に再生されます。</p>
1つのサイトの全ノードの障害、またはサイトの完全な損壊	<p>管理者は強制的スイッチオーバーを実行して、障害が発生したノードのサービスをサバイバサイトで再開します。強制スイッチオーバーは手動操作です。詳細については、「MetroCluster Tiebreaker ソフトウェア」を参照してください。障害が発生したノードまたはサイトのリストア後、スイッチバック処理が実行されて安定状態の動作がリストアされます。</p> <p>4ノード構成で構成がスイッチオーバーされた場合、稼働しているノードのいずれかで続けて障害が発生しても、稼働しているノードにフェイルオーバーすることでシームレスに対応できます。この場合、4つのノードの作業が1つのノードで実行されることになります。リカバリは、ローカルノードにギブバックしてから、サイトのスイッチバックを実行します。</p>

表8に、標準的なメンテナンス（計画的）イベントと、MetroCluster構成での実行方法を示します。

表 8) MetroClusterでの計画的処理

計画的処理	無停止でのプロセス
ONTAP ソフトウェアのアップグレード中	<p>4 ノード構成の場合、ONTAP のアップグレードと同様に、無停止アップグレード (HA ペア内の NDU : フェイルオーバーとギブバック) を使用して ONTAP 9.8 ではエラーの発生を抑えたよりシンプルな処理を実行します。マイナーアップデートでは、2 つのサイトの各クラスタを個別にアップグレードできます。このアップグレードには、NDU の自動化を使用できます。各クラスタを同時にアップグレードする必要はなく、ONTAP のバージョンが 2 つのクラスタ間で若干異なる場合でも、動作と耐障害性は継続します。ただし、安定した運用を実現するために、アップグレードプロセスはできるだけ早く完了することを推奨します。計画的スイッチオーバーは、すべてのノードが同じバージョンの clustered Data ONTAP にアップグレードされるまで遅らせる必要があります。</p> <p>メジャーアップグレードと 2 ノードアップグレードにはオーケストレーションが必要です。つまり、両方のクラスタを同時にアップグレードする必要があります。各クラスタで実行されている clustered Data ONTAP のバージョンが違う場合、スイッチオーバーおよびスイッチバックの処理は実行できません。</p>
アグリゲートの再配置 (ARL) を使用したコントローラ ハードウェアのアップグレード	<p>ARL を使用してコントローラモデルを無停止でアップグレードできます。たとえば、FAS8040 を FAS8200 にアップグレードする場合などです。クラスタ内のすべてのノードを同じコントローラモデルにアップグレードする必要があります。コントローラのアップグレード中、ストレージのレプリケーションには影響はありません。ただし、サイト間の NVRAM レプリケーションは、アップグレードが完了するまで無効にする必要があります。2 つのクラスタを次のように順次アップグレードする必要があります。</p> <ol style="list-style-type: none">すべてのノードで NVRAM レプリケーションを無効にします。1 つ目のクラスタでノードをアップグレードします。2 つ目のクラスタでノードをアップグレードします。すべてのノードで NVRAM レプリケーションを有効にします。 <p>アップグレードによって、コントローラ ノードのシリアル番号とシステム ID が変わります。MetroCluster は新しいシステム ID を自動的に取得し、新しい HA パートナーと DR パートナーを正しく識別します。ディスク ミラーリングは ARL プロセス中も継続しますが、NVRAM は無効にする必要があります。</p> <p>そのため、アグリゲートは同期されたままになります。この間に強制的スイッチオーバーが必要になった場合、最大で過去 10 秒間のトランザクションが失われる可能性があります。コントローラのアップグレード中は、計画的スイッチオーバーは実行できません。</p> <p>NVRAM ミラーリングを無効 / 有効にするコマンドは次のとおりです。</p> <pre>metrocluster interconnect modify -node <nodename> -partner-type DR -mirror-status OFFLINE ONLINE</pre> <p>ARL は、いくつもの手順で構成された時間のかかるプロセスです。このプロセスの詳細な手順については、コントローラのアップグレードガイド を参照してください。詳細な手順を実行してください。</p>

計画的（ネゴシエート）スイッチオーバーの実行

スイッチオーバーには、計画的スイッチオーバーと、災害後の強制的スイッチオーバーの2種類があります。計画的（ネゴシエート）スイッチオーバーは、スイッチオーバーの必要性が事前にわかっていて、すべてのノードが稼働しているときに実行できます。計画的スイッチオーバーでは、リソースの所有権を通常の操作で転送し、スイッチオーバー元のサイトのすべてのサービスをシャットダウンしてから、稼働しているサイトでサービスを再開します。スイッチオーバー元のノードもクリーン シャットダウンされます。

計画的スイッチオーバーの実行前に、MetroCluster構成が安定した状態で動作している必要があります。これには次の項目が含まれます。

- 実行中のフェイルオーバーやギブバックがなく、すべてのノードが稼働している。
- **clustered Data ONTAP**ソフトウェアの更新が実行中ではなく、すべてのノードが同じリリースで動作している。
- クラスタ ピアリング ネットワークが稼働している。
- 少なくとも1つのISLが動作している。
- 再開が必要な、長期にわたって実行するタスクが進行中ではない。
- CPU利用率に余裕があり、適切な時間内にスイッチオーバーを完了できる。

注： このリストは完全ではありません。計画的スイッチオーバーに必要なその他の条件についても、事前チェックが自動的に実行されます。計画的スイッチオーバーは「クリーンな」処理であり、システムが安定した状態である必要があるため、事前チェックは必ず実行されます。

事前チェックにパスしなかった条件があり、それでもスイッチオーバーを実行する必要がある場合は、強制的スイッチオーバーを実行できます。強制的スイッチオーバーではこれらの要件による制約はありません。ただし、パスしなかった条件がクリアされるまで待って計画的スイッチオーバーを実施することを推奨します。

計画的スイッチオーバーは、テスト目的や、たとえばサイトその他の計画的メンテナンスを実行する場合などに便利です。計画的スイッチオーバーを実行するには、リソースを引き継ぐクラスタで **metrocluster switchover**コマンドを実行します。以下にクラスタAをクラスタBにスイッチオーバーする場合の大まかな手順を記載します。クラスタBがサバイバ サイトです。

1. セクションの指示に従って、**NetApp AutoSupport**™メッセージを送信し、計画的メンテナンスまたはテストを実行することをネットアップ サポートに通知します。
2. スイッチオーバーのための環境が整っていることを確認します。計画的スイッチオーバーを実行するためには、両方のクラスタが安定した状態である必要があります。どちらかのクラスタ設定に変更を加えたら、スイッチオーバーコマンドを問題で実行するまで少なくとも数分待ってから変更をレプリケートします。その後、スイッチオーバーが完了するまでは設定への変更は行わないでください。
3. を実行 **metrocluster check run** して、すべてのコンポーネントに問題がないことを確認します。エラーが報告された場合は、修正してから次に進みます。
4. クラスタBのクラスタシェルで、**metrocluster switchover -simulate**を（アドバンスト モードで）実行し、クラスタがスイッチオーバー可能であることを確認します。このコマンドは、計画的スイッチオーバーの妨げとなる条件を対象としたすべての事前チェックを実行しますが、スイッチオーバー自体は実行しません。計画的スイッチオーバーは、通常、強制的スイッチオーバーほど緊急ではないため、計画的スイッチオーバーの事前確認を実行できます。次のメッセージが表示されます。

```
[Job 1234] Job succeeded: Switchover simulation is successful.
```

上記以外のメッセージが表示される場合は、システムが安定した状態ではなく、計画的スイッチオーバーに適していません。報告された条件を修正して再試行してください。

5. コマンド `metrocluster switchover`を使用して、クラスタ **B** でスイッチオーバーを実行します。プロセス全体が完了するまで数分かかる場合がありますが、クライアントやホストで2分以上I/Oが停止することはほとんどありません。`metrocluster operation show` 進捗状況を監視するには、コマンドを使用します。クラスタ **A** のコンソールを監視してノードがシャットダウンされたことを確認できます。スイッチオーバーの実行に必要なコマンドは1つだけです。このコマンドによって以下のタスクが自動的に実行され、管理者によるそれ以上の操作は不要です。
 - `metrocluster switchover -simulate` コマンドと同じルールを使用して、拒否可能な条件が設定されているかどうかがチェックされます。
 - I/Oの一貫性を保つためにクラスタ **A** のNVRAMをディスクにフラッシュします。
 - クラスタ **A** のボリュームおよびアグリゲートがすべてオフラインになります。この時点で、クライアントとホストのI/Oは一時停止します。SVMとLIFはオンのままで、SANホストがパスの問い合わせに応答できるように、クラスタ **A** のLUNへのパスは可能なかぎり使用可能な状態に保たれます。
 - クラスタ **B**が、クラスタ **A**が所有するディスク（両方のプール）の所有権を取得します。ルート以外の（データ）アグリゲートが **NetApp WAFL®** ファイルシステムに組み込まれ、ボリュームがオンラインになります。
 - クラスタ **A**のSVMとLIFがオフラインになります。
 - クラスタ **A**のSVMがクラスタ **B**でオンラインになります。LIFがオンラインになり、プロトコルサービスが再開されます。クライアント / ホスト / アプリケーションの一時停止していたI/Oが自動的に再開します。
 - クラスタ **A**のノードがシャットダウンし、**LOADER>**プロンプトで待機します。デフォルトではストレージは使用可能なままであります。シャットダウン サイトを全体的にフェンシングする必要がある場合は、ストレージ、ブリッジ、スイッチの電源をオフにして、1つのプレックスのみを使用可能な状態で残すことができます。ただし、ストレージをフェンシングするのは、データセンターへの電源が切断された場合やISLが停止している場合など、必要な場合のみにすることを推奨します。ストレージを稼働させておくと、両方のプレックスが使用可能なままになるため耐障害性が向上し、再同期がほとんどまたはまったく必要なため、スイッチバックの時間も短縮できます。

コマンド出力は次のようにになります。ジョブが完了したら、`metrocluster operation show`コマンドを使用して、処理が成功したことを確認します。

```
tme-mcc-B::> metrocluster switchover

Warning: negotiated switchover is about to start. It will stop all the data Vservers on cluster
"tme-mcc-A" and automatically re-start them on cluster "tme-mcc-B". It will
      finally gracefully shutdown cluster "tme-mcc-A".
Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 2839] Job succeeded: Switchover is successful.
```

6. メッセージ `Switchover is successful` が表示されたら、『[MetroCluster 管理およびディザスタリカバリガイド](#)』の「DR パートナーがオンラインになったことの確認」および「[SnapMirror](#) または [SnapVault](#) SVM ピアリング関係の再確立」のセクションの説明に従って、サイト **B** が安定していることを確認します。スイッチオーバー処理またはスイッチバック処理の完了後に、スイッチオーバー先のクラスタ（この例ではクラスタ **A**）にあるデスティネーションボリュームとの [NetApp SnapMirror](#) または [SnapVault](#) 関係をすべて手動で再作成する必要があります。[SnapMirror](#)および[SnapVault](#)とMetroCluster構成上のソースとの関係はそのまま保持されるため、再作成する必要はありません。

```
tme-mcc-B::> metrocluster node show
DR          Configuration DR
```

Group	Cluster	Node	State	Mirroring	Mode
1	tme-mcc-B				
		tme-mcc-B1	configured	enabled	switchover completed
		tme-mcc-B2	configured	enabled	switchover completed
	tme-mcc-A				
		tme-mcc-A1	unreachable	-	switched over
		tme-mcc-A2	unreachable	-	switched over

7. この時点では、計画的スイッチオーバーの目的に応じて、テストおよび検証、またはその他の計画的メンテナンスを実施できます。テストやその他のメンテナンスが完了したら、「スイッチバックの実行」の説明に従ってスイッチバックを開始できます。」

以下は、「セットアップ後の設定と管理」セクションで説明したコマンドとチェックに相当しますが、スイッチオーバー後に実行します。これらのコマンドは、オブジェクトビューの変更方法を示しており、すべてのリソースがスイッチオーバーされたことを確認します。クラスタAがシャットダウンされているため、コマンドは稼働しているクラスタBでのみ実行します。

アグリゲートの表示

計画的スイッチオーバー後、すべてのアグリゲートがサイトBで認識されます。サイトAのアグリゲートはスイッチオーバーされたアグリゲートとして表示されます。データアグリゲートのみがオンラインです。ルートアグリゲートは、スイッチオーバーはされますが、オンラインにはなりません。この計画的スイッチオーバーではストレージの電源がオフになっていないため、すべてのオンラインアグリゲートは通常の RAIDステータスでミラーとして表示されます。そのため、両方のプレックスを使用できます。

```
tme-mcc-B::> aggr show

tme-mcc-A Switched Over Aggregates:
Aggregate      Size Available Used% State    #Vols  Nodes          RAID Status
-----  -----  -----  -----  -----  -----  -----  -----  -----
aggr0_tme_A1    0B      0B    0% offline      0 tme-mcc-B2  raid_dp,
                                                    mirror
                                                    degraded
aggr0_tme_A2    0B      0B    0% offline      0 tme-mcc-B1  raid_dp,
                                                    mirror
                                                    degraded
aggr1_tme_A1   2.07TB  2.06TB  1% online      4 tme-mcc-B2  raid_dp,
                                                    mirrored,
                                                    normal
aggr1_tme_A2   2.07TB  2.06TB  0% online      1 tme-mcc-B1  raid_dp,
                                                    mirrored,
                                                    normal

tme-mcc-B Aggregates:
Aggregate      Size Available Used% State    #Vols  Nodes          RAID Status
-----  -----  -----  -----  -----  -----  -----  -----  -----
aggr0_tme_B1   1.38TB  741.9GB  48% online      1 tme-mcc-B1  raid_dp,
                                                    mirrored,
                                                    normal
aggr0_tme_B2   1.38TB  741.9GB  48% online      1 tme-mcc-B2  raid_dp,
                                                    mirrored,
                                                    normal
aggr1_tme_B1   2.07TB  2.06TB  1% online      2 tme-mcc-B1  raid_dp,
                                                    mirrored,
                                                    normal
aggr1_tme_B2   2.07TB  2.06TB  1% online      3 tme-mcc-B2  raid_dp,
                                                    mirrored,
                                                    normal
```

SVMの表示

両方のSVMがクラスタBで実行されています。sync-destination クラスタA svm1_mccA_mcの SVMが running 状態に変わりました。

```
tme-mcc-B::> vserver show -type data
          Admin      Operational Root
Vserver   Type   Subtype   State   State   Volume
-----  -----
svm1_mccA_mc
  data   sync-destination   running   svm1_mccA_root   aggr1_tme_A1
  data   sync-source       running
svm1_mccB   data   sync-source       running   svm1_mccB_root   aggr1_tme_B1
  data   sync-destination   running
```

ボリュームの表示

4ノード構成をみると、4つすべてのMDVがオンラインであることがわかります（「」の出力と比較）。また、クラスタAのデータSVMがオンラインになったため、このSVMのボリュームもクラスタBでオンラインになっています。ただし、前掲の出力と同様に、ローカルのルートボリュームは省略されています。スイッチオーバーの状態にかかわらず、各クラスタでは自身のルートボリュームのみが認識されます。

```
tme-mcc-B::> vol show
Vserver   Volume   Aggregate   State   Type   Size Available Used%
-----  -----
svm1_mccA_mc
  svm1_mccA_lun1_vol
    aggr1_tme_A1 online   RW   1.24GB   248.2MB   80%
svm1_mccA_mc
  svm1_mccA_root
    aggr1_tme_A1 online   RW   1GB   972.5MB   5%
svm1_mccA_mc
  vol1      aggr1_tme_A1 online   RW   2GB   1.85GB   7%
svm1_mccB   svm1_mccB_root
  aggr1_tme_B1 online   RW   1GB   972.5MB   5%
svm1_mccB   vol1      aggr1_tme_B2 online   RW   2GB   1.85GB   7%
svm1_mccB   vol2      aggr1_tme_B2 online   RW   1GB   972.5MB   5%
tme-mcc-B MDV CRS_cd7628c7f1cc11e3840800a0985522b8_A
  aggr1_tme_A1 online   RW   10GB   9.50GB   5%
tme-mcc-B MDV CRS_cd7628c7f1cc11e3840800a0985522b8_B
  aggr1_tme_A2 online   RW   10GB   9.50GB   5%
tme-mcc-B MDV CRS_e8fef00df27311e387ad00a0985466e6_A
  aggr1_tme_B1 online   RW   10GB   9.50GB   5%
tme-mcc-B MDV CRS_e8fef00df27311e387ad00a0985466e6_B
  aggr1_tme_B2 online   RW   10GB   9.50GB   5%
```

LUNの表示

クラスタAのSVMにはLUNがプロビジョニングされていたため、このLUNをクラスタBで認識し、アクセスすることができます。

```
tme-mcc-B::> lun show
Vserver   Path   State   Mapped   Type   Size
-----  -----
svm1_mccA_mc
  /vol/svm1_mccA_lun1_vol/svm1_mccA_lun1
    online   mapped   windows_2008
                                1.00GB
```

LIFの表示

最後に、スイッチオーバーされたクラスタAのLIFが、クラスタBで動作状態がupとなって使用可能になります。これらのLIFアドレスへのクライアント/ホストアクセスは、すべてクラスタB経由で行われます。IPアドレスおよびポート割り当てに変更はなく、クラスタBでもまったく同じです。スイッチオーバー後も、MetroClusterシステムでは、LIFのIPアドレス、LUNターゲットID、SCSI予約、

WWPN、WWNなどのストレージアクセソリソースのIDが維持されます。したがって、クライアントとホストはアクセスの詳細を変更する必要はありません。ポート割り当てに関するベストプラクティスは、同等のDRパートナー間で同じネットワークポートを確保しておくことです。そうすることで、スイッチオーバー後にポートも同じIDでマップされます。

network interface show -vserver svm*					
Vserver	Logical Interface	Status Admin/Oper	Network Address/Mask	Current Node	Current Port Is Home
<hr/>					
svml_mccA-mc	svml_mccA_iscsi_lifA1_1	up/up	10.228.22.68/24	tme-mcc-B1	e0a true
	svml_mccA_iscsi_lifA1_2	up/up	10.228.22.69/24	tme-mcc-B1	e0b true
	svml_mccA_iscsi_lifA2_1	up/up	10.228.22.97/24	tme-mcc-B2	e0a true
	svml_mccA_iscsi_lifA2_2	up/up	10.228.22.98/24	tme-mcc-B2	e0b true
	svml_mccA_nas_A1_1	up/up	10.228.22.62/24	tme-mcc-B1	e0b true
svml_mccb	svml_mccB_nfs_lif1	up/up	10.228.22.74/24	tme-mcc-B1	e0b true

スイッチオーバー モード中の処理

スイッチオーバー モード中も、既存のSVMに変更を行うことができます。たとえば、新しいボリューム、LUN、またはLIFを、スイッチオーバー元のクラスタのSVMに作成できます。ただし、スイッチオーバー元のクラスタに新しいSVMを作成することはできません。たとえば、クラスタAがクラスタBにスイッチオーバーした場合、管理者は、クラスタAが所有者となる新しいSVMは作成できませんが、クラスタAのSVMにボリュームを追加することはできます。クラスタBがもともと所有するリソースの処理に制限はありません。

MetroCluster構成にSnapMirrorまたはSnapVaultの関係が定義されている場合は、セクションで重要な考慮事項を確認してください。

NetApp SnapManager® および SnapProtect® ソフトウェア（バージョン 10 SP9 リリース）も MetroCluster の動作に関して検証されています。詳細については、それぞれのマニュアルを参照してください。

スイッチオーバー元のクラスタが所有者となる新しいアグリゲートは作成できません。本書の例では、クラスタAの新しいアグリゲートは作成できません。稼働しているクラスタには新しいアグリゲートを作成できます。ただし、もう一方のクラスタのリモートストレージが使用できない場合、これらのアグリゲートはミラーされません。storage aggregate mirror これらのアグリゲートは、修復後、スイッチバックを実行する前にミラーする必要があります（コマンド）。

スイッチオーバー モード中、どちらかのクラスタのアグリゲートを拡張することができます。使用可能な storage aggregate plex delete なプレックスが1つだけの場合（つまり、スイッチオーバー元のクラスタがフェンシングされている場合）は、アグリゲートのミラーを解除します（コマンド）。その後、サバイバークラスタの対応するプレックスからディスクを追加してアグリゲートを拡張します。アグリゲートの修復後、スイッチバックの前に、storage aggregate mirrorコマンドを使用して拡張したアグリゲートを再ミラーします。

スイッチバックの実行

スイッチバックは常に計画的に実施されます。つまり、管理者が開始する必要があります。3つのコマンドを順に実行し、シャットダウン サイトを稼働させ、そのリソースを元に戻します。

ここでは手順の概要を示します。詳細については、『[MetroCluster管理およびディザスタリカバリガイド](#)』の「構成の修復」および「スイッチバックの実行」を参照してください。

1. スイッチオーバー テストでサイトAのストレージの電源をオフにした場合は、ここでシェルフ、および必要に応じてブリッジやスイッチの電源をオンにします。ノードの電源はオンにしないでください。
2. クラスタは安定した状態である必要があります。稼働しているクラスタは、両方のノードが使用可能で、テイクオーバー モードになっていない必要があります。クラスタ ピアリング ネットワークと、少なくとも1つのISLが稼働している必要があります。
3. 次のコマンドを使用してデータ アグリゲートを修復します。

```
tme-mcc-B::> metrocluster heal -phase aggregates
[Job 2853] Job succeeded: Heal Aggregates is successful.
```

4. スイッチオーバー中にシャットダウン サイトのストレージがオフラインになっていた場合は、再同期が自動的に開始され、スイッチオーバー中に発生したI/Oが伝播されます。再同期が完了するまで待ちます。データ アグリゲートが再同期されるまでスイッチバックの次のフェーズに進むことはできません。ステータスを監視するには、次のコマンドを使用します。

```
tme-mcc-B::> aggr show-resync-status
          Complete
Aggregate Resyncing Plex      Percentage
-----  -----
aggr0_tme_A1
  plex0
  plex2
aggr0_tme_A2
  plex0
  plex2
aggr0_tme_B1
  plex0
  plex2
aggr0_tme_B2
  plex0
  plex2
aggr1_tme_A1
  plex0
  plex1
  plex2
  plex0
  plex1
  plex2
  plex0
  plex1
  plex2
  plex0
  plex1
  plex2
  plex0
  plex1
```

5. 再同期が完了したら、アグリゲートのステータスをもう一度確認します。すべて mirrored, normal のアグリゲートの RAID ステータスがになっている必要があります。

```
tme-mcc-B::> storage aggregate show

tme-mcc-A Switched Over Aggregates:
Aggregate      Size Available Used% State    #Vols Nodes          RAID Status
-----        -----      -----      -----  -----  -----      -----
aggr0 tme A1    0B        0B    0% offline      0 tme-mcc-B2      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggr0_tme_A2    0B        0B    0% offline      0 tme-mcc-B1      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggr1 tme A1    2.07TB   2.06TB   1% online      4 tme-mcc-B2      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggr1 tme A2    2.07TB   2.06TB   0% online      1 tme-mcc-B1      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal

tme-mcc-B Aggregates:
Aggregate      Size Available Used% State    #Vols Nodes          RAID Status
-----        -----      -----      -----  -----  -----      -----
aggr0_tme_B1    1.38TB   741.9GB  48% online      1 tme-mcc-B1      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
                    1.38TB   741.9GB  48% online      1 tme-mcc-B2      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
                    2.07TB   2.06TB    1% online      2 tme-mcc-B1      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggr1 tme B2    2.07TB   2.06TB    1% online      3 tme-mcc-B2      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
```

6. ルートアグリゲートを修復します。この手順により、ルートアグリゲートは復帰するクラスタにギブバックされます。

```
tme-mcc-B::> metrocluster heal -phase root-aggregates
[Job 2854] Job succeeded: Heal Root Aggregates is successful.
```

7. クラスタAのルートアグリゲートはクラスタAに返されたため、スイッチオーバー先のクラスタBでは認識されなくなります。ただし、クラスタAのデータアグリゲートは引き続きクラスタBで認識されます。この時点では、SVMおよびデータサービスはすべてまだクラスタBで実行されています。

```
tme-mcc-B::> aggr show
tme-mcc-A Switched Over Aggregates:
Aggregate      Size Available Used% State      #Vols Nodes          RAID Status
-----  -----
aggr0_tme_A1    -        -      - unknown      - tme-mcc-B2      -
aggr0_tme_A2    -        -      - unknown      - tme-mcc-B1      -
aggrl_tme_A1    2.07TB   2.06TB   1% online      4 tme-mcc-B2      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggrl_tme_A2    2.07TB   2.06TB   0% online      1 tme-mcc-B1      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal

tme-mcc-B Aggregates:
Aggregate      Size Available Used% State      #Vols Nodes          RAID Status
-----  -----
aggr0 tme B1   1.38TB   741.9GB  48% online      1 tme-mcc-B1      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggro_tme_B2   1.38TB   741.9GB  48% online      1 tme-mcc-B2      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggrl tme B1   2.07TB   2.06TB   1% online      2 tme-mcc-B1      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
aggrl tme B2   2.07TB   2.06TB   1% online      3 tme-mcc-B2      raid_dp,
                                                               mirrored,
                                                               normal
```

8. 次の手順に進んでも大丈夫な構成になっていることを確認します。

```
tme-mcc-B::> metrocluster node show
DR          Configuration  DR
Group Cluster Node      State      Mirroring Mode
-----  -----
1   tme-mcc-B
          tme-mcc-B1  configured  enabled  heal roots completed
          tme-mcc-B2  configured  enabled  heal roots completed
      tme-mcc-A
          tme-mcc-A1  unreachable  -        switched over
          tme-mcc-A2  unreachable  -        switched over
```

9. を使用して、クラスタAのノードに障害が発生したディスクがないかどうかを確認します `disk show -broken` コマンドを実行します。障害が発生しているディスクがある場合は、シェルフから取り外してから作業を続行します。
10. クラスタAのノードを電源投入またはブートして、クラスタとMetroCluster構成が安定した状態に戻るのを待ちます。次の出力は、ブート後にクラスタAがまだ完全に同期されていないことを示しています。ノードA2はまだ正常な状態ではなく、クラスタBへのピアリングは再確立されていません。この時点でスイッチバックを試みても失敗します。

```
tme-mcc-A::> cluster show
Node          Health  Eligibility
-----
tme-mcc-A1    true    true
tme-mcc-A2    false   true
2 entries were displayed.

tme-mcc-A::> cluster peer show
Peer Cluster Name      Cluster Serial Number Availability  Authentication
-----
tme-mcc-B           1-80-000011      Unavailable    absent
```

11. 各ノードが正しい状態であることを確認します。

```
tme-mcc-B::> metrocluster node show
DR          Configuration  DR
Group Cluster Node  State      Mirroring Mode
-----
1   tme-mcc-B
      tme-mcc-B1  configured   enabled   heal roots completed
      tme-mcc-B2  configured   enabled   heal roots completed
  tme-mcc-A
      tme-mcc-A1  configured   enabled   waiting for switchback recovery
      tme-mcc-A2  configured   enabled   waiting for switchback recovery
```

12. クラスタAが安定し、クラスタ ピアリングが完全に稼働するまで待機します。この手順には数分かかることがあります。Availability クラスタピアリングのフィールドが Unavailable からに変わり Pending Available ます。

```
tme-mcc-A::> cluster show
Node          Health  Eligibility
-----
tme-mcc-A1    true    true
tme-mcc-A2    true    true
tme-mcc-A::> cluster peer show
Peer Cluster Name      Cluster Serial Number Availability  Authentication
-----
tme-mcc-B           1-80-000011      Pending        absent

tme-mcc-A::> cluster peer show
Peer Cluster Name      Cluster Serial Number Availability  Authentication
-----
tme-mcc-B           1-80-000011      Available      absent
```

13. クラスタ ピアリングが正常であることを、クラスタBから確認します。

```
tme-mcc-B::*> cluster peer show
Peer Cluster Name      Cluster Serial Number Availability  Authentication
-----
tme-mcc-A           1-80-000011      Available      absent
```

14. 最終チェックとして、クラスタBでswitchback -simulateをアドバンストモードで実行します。このコマンドは、スイッチバックの妨げとなる条件を対象としたすべての事前チェックを実行しますが、スイッチバック自体は実行しません。スイッチバックが拒否されたというメッセージが表示された場合は、該当する条件をクリアしてから次の手順に進みます。たとえば、クラスタBの1つのノードがテイクオーバーされている場合は、ギブバックしてから作業を進める必要があります。

```
tme-mcc-B::*> metrocluster switchback -simulate
[Job 2855] Job succeeded: Switchback simulation is successful.

tme-mcc-B::*> metrocluster operation show
  Operation: switchback-simulate
  State: successful
  Start Time: 2/27/2015 16:31:51
  End Time: 2/27/2015 16:32:20
  Errors: -
```

15. 最後に、スイッチバックを実行します。スイッチバック コマンドによって以下の手順が自動的に実行されるため、それ以上の処理は不要です。

- metrocluster switchback -simulate コマンドと同じルールを使用して、原因スイッチバックが拒否されていないかどうかが設定をチェックします。
- 必要なすべてのクラスタ設定の完全なコピー（リバース ベースライン）を、クラスタ ピアリング ネットワーク経由で送信します。これにより、スイッチオーバー中に発生した設定変更が、復帰するクラスタにレプリケートされます。
- I/Oの一貫性を保つためにNVRAMをディスクにフラッシュします。
- クラスタBが、クラスタAのボリュームおよびアグリゲートをすべてオフラインにします。この時点で、クライアントとホストのI/Oは一時停止します。SVMとLIFはオンのままで、SANホストがパスの問い合わせに応答できるように、クラスタAのLUNへのパスは可能なかぎり使用可能な状態に保たれます。
- データアグリゲートのディスク所有権は、スイッチオーバー前の状態にリストアされます。クラスタAが、所有権が戻ったアグリゲートをWAFLに組み入れ、そのボリュームをオンラインにします。
- クラスタBがクラスタAのSVMとLIFをオフラインにします。
- クラスタAが、自身のSVM、次にLIFをオンラインにし、プロトコルサービスを再開します。クライアント、ホスト、およびアプリケーションからの一時停止していたI/Oが、クラスタAで自動的に再開されます。

```
tme-mcc-B::> metrocluster switchback
[Job 2856] Job succeeded: Switchback is successful.

tme-mcc-B::> metrocluster operation show
  Operation: switchback
  State: successful
  Start Time: 2/27/2015 17:21:36
  End Time: 2/27/2015 17:22:38
  Errors: -
```

DR	Configuration	DR			
Group	Cluster	Node	State	Mirroring	Mode
1	tme-mcc-B				
		tme-mcc-B1	configured	enabled	normal
		tme-mcc-B2	configured	enabled	normal
	tme-mcc-A				
		tme-mcc-A1	configured	enabled	normal
		tme-mcc-A2	configured	enabled	normal

16. これでスイッチバックは完了です。

『[MetroCluster管理およびディザスタリカバリガイド](#)』には、テストまたはメンテナンス目的でスイッチオーバーを実行する場合の詳細な手順が記載されています。

強制的スイッヂオーバーの実行

強制的スイッヂオーバーがネゴシエートスイッヂオーバーと異なる点は、障害が発生したサイトのノードおよびストレージが使用できないか、または最初に完全にフェンシング（分離）する必要がある点です。稼動しているクラスタが、サイトAのリソースには一切アクセスせずに、すべての手順を実行します。ここでは、計画外（強制的）スイッヂオーバーの手順の概要を示します。詳細な手順については、『MetroCluster管理およびディザスタリカバリガイド』を参照してください。

1. 災害の影響を受けたサイトをフェンシングします（『[MetroCluster管理およびディザスタリカバリガイド](#)』の「ディザスタサイトのフェンシング」を参照）。

計画的スイッヂオーバーの場合とは異なり、サバイバーサイトで強制スイッヂオーバー `metrocluster switchover -force-on-disaster true` を実行する必要があります（以下の手順が自動的に実行され、サバイバーサイトでサービスが再開されます）。

- a. 稼動しているクラスタノードが、障害が発生したサイトのpool1ディスクの所有権を取得します。
 - b. 稼動しているクラスタが、障害が発生したサイトのアグリゲートを同化し、同サイトのボリュームをオンラインにします。
 - c. コミットされていないI/Oが再生されます。
 - d. 稼動しているクラスタが、障害が発生したクラスタのSVMとLIFをオンラインにし、プロトコルサービスを開始して、ストレージサービスを再開します。障害が発生したサイトからのクライアント、ホスト、アプリケーションのI/Oが再開します。
2. SVMピアリングを手動で再確立します（デスティネーションがMetroCluster構成内にある場合）。

強制的スイッヂオーバー後のボリュームの保護

まれに、スイッヂオーバー後にボリュームの不整合が発生する場合があります。ローリングエラーが発生すると、原因でこの状況が発生する可能性がたとえば、まずすべてのサイト間リンクで障害が発生して2つのサイトが互いに分離され、続けてサイトAで完全なハードウェア障害が発生したとします。リンクの障害とハードウェアの障害の間にサイトAで何らかの書き込みが発生した場合、サイトBに伝播されません。その後サイトBへのスイッヂオーバーが実行されると、サイトBのデータはサイトAと不整合になります。

MetroCluster構成は、ノード内でNVRAMの不整合の有無をチェックすることによって、この状況を検出します。影響を受けているボリュームがあった場合、必要に応じてアプリケーションレベルのリカバリを実行できるようにそのボリュームをフェンシングします。NVRAMの不整合が検出されない正常な状況では、ボリュームはフェンシングされず、スイッヂオーバー後に自動的に使用可能になります。フェンシングされていないボリュームでは、LUNが自動的にオンラインになり、NFSのファイルシステムID（FSID）は変更されないため、クライアントのマウントに変更はありません。ボリュームがフェンシングされている場合、LUNはオフラインのままで、FSIDが変わるため、NFSクライアントには古いファイルハンドルが返されます。管理者は、失われたデータに対して適切な処理を行ったあとで、クライアントおよびアプリケーションに対してデータを使用可能にするタイミングを判断できます。SMBクライアントは影響を受けません。

スイッヂオーバー後にデータの不整合が検出された場合は、SVMルートボリュームおよびLUNを含むボリュームに、NVFAILというフラグが自動的に設定されます。必要 `-nvfail volume create volume modify` な場合に新規または既存のボリュームに対してNVFAILを設定できるようにするには、コマンドまたはコマンドにそれぞれフラグを指定します。スイッヂオーバー後にNVFAILフラグが設定されたボリュームはフェンシングされ、手動でフェンシングが解除されるまでクライアントからアクセスすることはできません。ボリュームの遮断を解除 `-in-nvfailed- state volume modify` するには、アドバンストモードでコマンドのパラメータを使用します。ルートボリュームがNVFAIL状態の場合は、ルートリカバリ手順を使用する必要があります。

データベース アプリケーションで使用するボリュームには、必ずNVFAILを設定することを推奨します。このトピックの詳細については、『[MetroCluster管理およびディザスタリカバリガイド](#)』を参照してください。

完全なサイト災害を含む強制的スイッチオーバーからのリカバリ

リカバリ プロセスは、強制的スイッチオーバーをトリガーしたイベントの性質によって異なります。一方のサイトで突然長時間の停電が発生した場合は、ハードウェアの交換は不要なため、電源が回復したあとでスイッチバックを実行できます。ただし、ハードウェアが破損した場合（データセンター自体の破損までを含む）は、交換後にスイッチバックを実行する必要があります。この場合は、サイトが長時間にわたってスイッチオーバー モードとなる可能性があります。

スイッチオーバー モードで動作中に稼働しているクラスタのHAペアでローカルのテイクオーバー イベントが発生すると、稼働ノードが1つだけになる可能性があります。この時点で残っているノードは、最後の単一点障害となります。そのため、サバイバ サイトに影響する災害が続けて発生すると、ストレージの可用性に影響が及ぼします。元の災害サイトが復旧するまでは、災害に対する保護はありません。

システムがスイッチオーバーモードになっている間は、できるだけ速やかに監視して、以降の障害からリカバリするように十分に注意してください。稼働しているクラスタで **clustered Data ONTAP** のメジャー アップグレードを行うことは、処理が非常に複雑になるため、避けてください。システムがスイッチオーバーモードの間にマイナーアップグレードを実行できます。ただし、事前にサポートの指示を受けて具体的な推奨事項を確認し、最終的なスイッチバックを実行する際に考慮する必要がある問題がないかどうかを確認することを推奨します。たとえば、スイッチバックを実行する前に、ディザスタサイトで停止しているノードを同じ **ONTAP** リリースにアップグレードする必要があります。

強制スイッチオーバーまたは災害後のリカバリ手順については、『[MetroCluster 管理およびディザスタリカバリガイド](#)』を参照してください。ハードウェアを交換する必要がある場合は、「両方のコントローラで障害が発生した場合の災害からの復旧」を参照してください。ハードウェアの交換が不要な場合は、「コントローラを交換していない場合のサイト障害からのリカバリ」を参照してください。

相互運用性

NetApp ONTAP System Manager、**Active IQ Unified Manager**、**AutoSupport**、**MetroCluster Tiebreaker** ソフトウェア、**Config Advisor** など、NetApp MetroCluster 構成を監視するための管理ツールは複数あります。ここでは、これらのツールをMetroClusterで使用する方法について説明します。

SnapVault 構成との互換性や操作性を強調するために、**SnapMirror**、**ONTAP**、**QoS**、**Flash Pool** などのネットアップ MetroCluster の標準機能をいくつか紹介します。ここでも説明します。

一般に、初期セットアップとテストの完了後、MetroCluster構成は2つの独立したクラスタとして管理されます。必要に応じて、どちらかのクラスタで **SVM**（関連するボリューム、**LIF**、**LUN**、アクセスポリシーなど）を作成して設定します。**ONTAP System Manager**、**CLI**、**ONTAP REST API** など、希望する管理インターフェイスを使用できます。

ONTAP System Manager

ONTAP System Manager は、ONTAP 9 ソフトウェアに標準搭載された Web ベースのアプリケーションで、URL としてクラスタ管理 **LIF** を指定することでアクセスできます。MetroCluster構成のセットアップが完了したら、**System Manager**を使用して、**SVM**および関連するオブジェクトを作成、設定できます。もちろん、**CLI** と **ONTAP REST API** も使用でき、サポートされています。

すべての **SVM** が両方のクラスタで認識されます。ただし、クラスタが安定 **syncsource** した状態のとき（両方のクラスタが動作可能）は、クラスタ上で管理または更新できるのは、サブタイプ **state_**

の SVMだけです。図 10 は `svm1_mccA sync_source`、クラスタ A の SVM を示しています。SVM の状態は `running`、設定の状態は `unlocked` となっています。SVM_は `svm1_mccB-mc sync_destination` SVM のコピーです `svm1_mccB`。図 12 は停止状態、構成状態はクラスタ B でロック状態です

図 10) クラスタ A sync_source sync_destination : SVM のロックが解除され、SVM がロックされている

Cluster		Cluster A			
Storage Virtual Machines		Name	State	Subtype	Configuration State
tme-mcc-3250-A	svm1_mccA	svm1_mccA	running	sync_source	Unlocked
	svm1_mccB-mc	svm1_mccB-mc	stopped	sync_destination	Locked

図 13 `svm1_mccA-mc syncdestination` では、クラスタ B の System Manager からの対応する SVM の表示が、SVM の状態が `stopped` で設定状態が `locked` (subType) となっています。SVM `svm1_mccB sync_source` の状態は `running` で、設定状態は `unlocked` (サブタイプ) です。

図 11) クラスタ B sync_source sync_destination : SVM がロック解除され、SVM がロックされている

Cluster		Cluster B			
Storage Virtual Machines		Name	State	Subtype	Configuration State
tme-mcc-3250-B	svm1_mccA-mc	svm1_mccA-mc	stopped	sync_destination	Locked
	svm1_mccB	svm1_mccB	running	sync_source	Unlocked

スイッヂオーバーが実行されると、`sync_destination` SVM はロック解除され、稼働しているクラスタで更新可能となります。たとえば新しいボリュームやLUNをプロビジョニングしたり、エクスポートポリシーを作成または更新したりできます。は、クラスタ B をクラスタ A にスイッヂオーバーした後のステータスを示しています。SVM `svm1_mccB-mc` は、クラスタ A で `running`、`unlocked` の状態となっています。

図 12) スイッヂオーバー後のSVM : すべてのSVMがロック解除

Cluster		tme-mcc-3250-A			
Storage Virtual Machines		Name	State	Subtype	Configuration State
tme-mcc-3250-A	svm1_mccA	svm1_mccA	running	sync_source	Unlocked
	svm1_mccB-mc	svm1_mccB-mc	running	sync_destination	Unlocked

IQ Unified Managerとヘルスモニタ

IQ Unified Manager (MetroCluster) 6.2は、MetroClusterのトポロジおよび構成（ノード、リンク、ブリッジ、スイッチ、ストレージを含む）の検出、監視、アラートをサポートします。Unified Manager には次の機能があります。これらの機能は、MetroCluster 用の組み込みのシステムヘルスモニタによって提供されます。

- FibreBridge の SNMP またはインバンド監視
- MetroClusterおよびクラスタトポロジの詳細。SyncMirrorストレージレプリケーションおよびNVRAMレプリケーションのステータスを含む
- 問題発生時のアラート

OCUMを使用してすべてのMetroClusterインストレーションを監視することを推奨します。OCUMは、エンタープライズ監視ツールと組み合わせて使用できます。

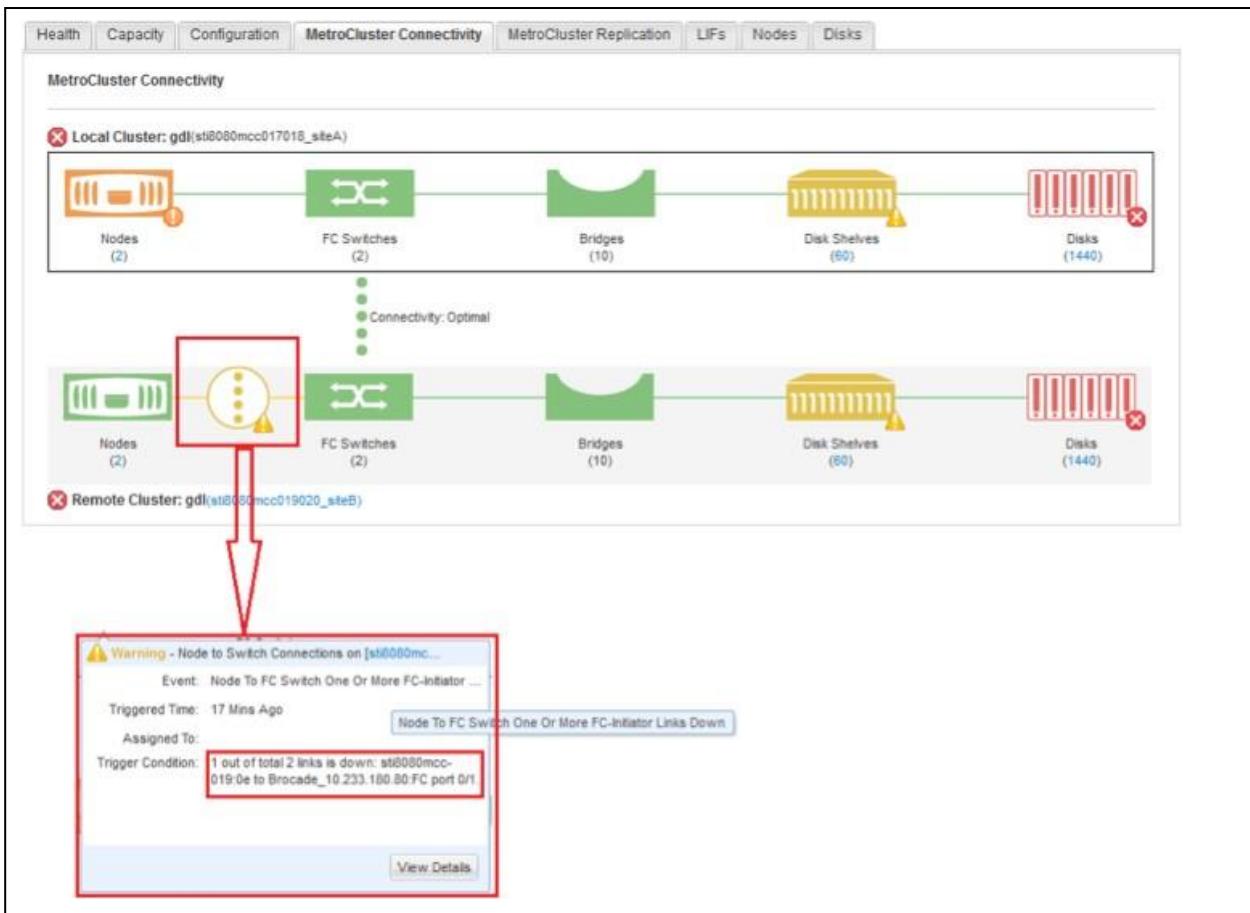
IQは、クラスタのトポロジ情報を使用して、MetroCluster構成全体を図示します。この表示は、Unified Manager が MetroCluster システムを構成するクラスタを検出すると自動的に作成されます。Unified Manager は、検出された障害についてヘルスモニタを定期的にポーリングし、Unified Manager のアラートに変換します。Unified Manager から生成されるアラートには、考えられる原因に関する情報と推奨される解決策が含まれます。アラートは、適切に処理するためにシステム管理者に割り当てることができます。Active IQ Unified Manager 7.2 ONTAP 9 では、ポーリングプロセスを使用してアラートが検出されます。その結果、タイミングによっては、アラートが表示されるまで数分かかる可能性があります。

Unified Manager では、MetroCluster ヘルスモニタによって収集された情報を使用して、設定に関する情報を収集し、コンポーネントに関連するイベントを収集します。ヘルスモニタは、SNMPを使用してスイッチおよびブリッジを監視します。最新バージョンの MetroCluster インバンド監視は、SNMP が不要な構成のブリッジ (7500N 以降のモデル) で使用できます。

Active IQ Unified Manager は、構成要素の論理的なグラフィック表現を作成します。また、デバイスをエンドツーエンドで監視し、同期ミラーリング (アグリゲート用の SyncMirror、および NVRAM ミラーリング) の状態を監視します。デバイスまたはリンクに問題があるとイベントが生成され、生成されたイベントはOCUMインターフェイスを使用して管理および割り当てできます。

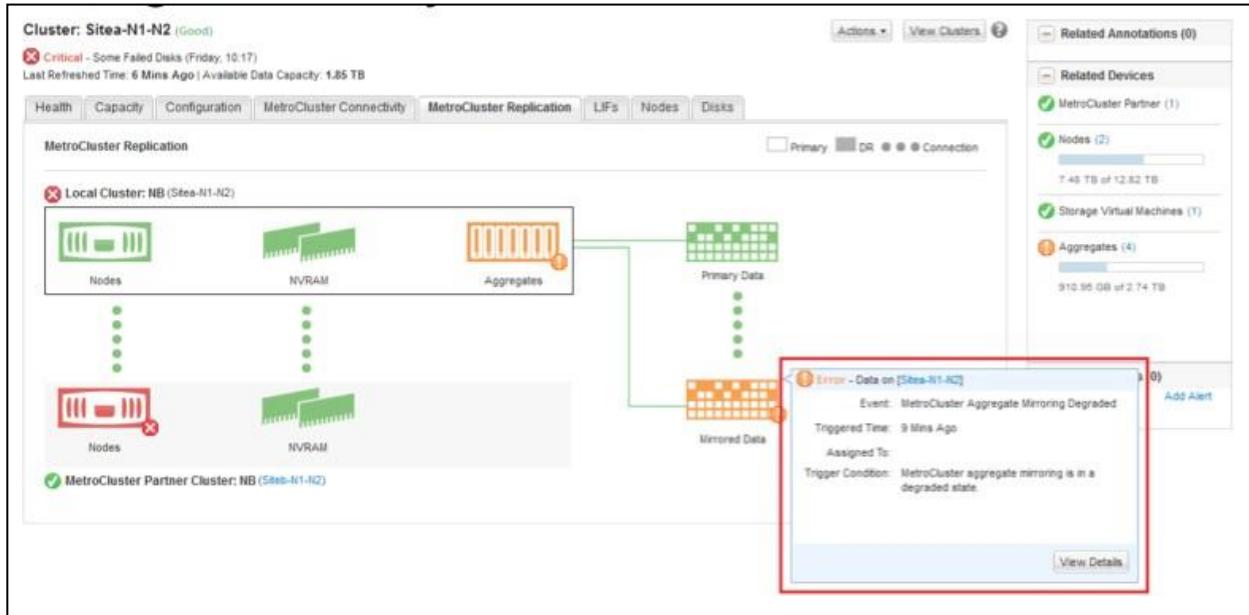
接続を監視することにより、OCUMはMetroCluster構成内のハードウェアの健常性を監視および確認し、デバイス間の物理的接続に関連する問題にはアラートを生成します。アラートには、問題の考えられる原因および影響と、推奨される解決方法が提示されます。

図 13) Active IQ Unified Manager デバイスとリンクの監視



レプリケーションの監視では、MetroCluster内の同期関係（アグリゲートのSyncMirrorおよびNVRAMレプリケーション）の健常性が表示されます。

図 14) Active IQ Unified Manager によるレプリケーションの監視



AutoSupport

MetroCluster構成に固有のNetApp AutoSupportメッセージも自動的に送信されます。すべてのMetroCluster構成でAutoSupportを使用することを強く推奨します。MetroCluster構成では、SyncMirrorプレックスの障害、スイッチオーバーやスイッチバックの障害を含む一定のイベントに対応して、ケースが自動的に作成されます。これにより、ネットアップサポートが迅速かつプロアクティブに対応できるようになります。

テスト目的または計画的処理（スイッチオーバーおよびスイッチバックの機能の確認など）のみを目的としてMetroClusterの処理を実行する場合は、ユーザトリガー型AutoSupportメッセージを送信して、テストが実行中であることをネットアップサポートに通知する必要があります。この通知は、自動ケースがエスカレーションされることを防止するもので、実際には災害が発生していないことをネットアップサポートに通知します。ネットアップの技術情報アーティクル[1015155](#)（ネットアップサポートへのログインが必要）に、この目的でのAutoSupportの使用に関する詳細が記載されています。

My IQには、ダッシュボードに加えて、システムステータス、物理接続、ストレージ使用率、ヘルスサマリ、その他を含むMetroCluster構成が視覚的に表示されます。

MetroCluster Tiebreakerソフトウェア

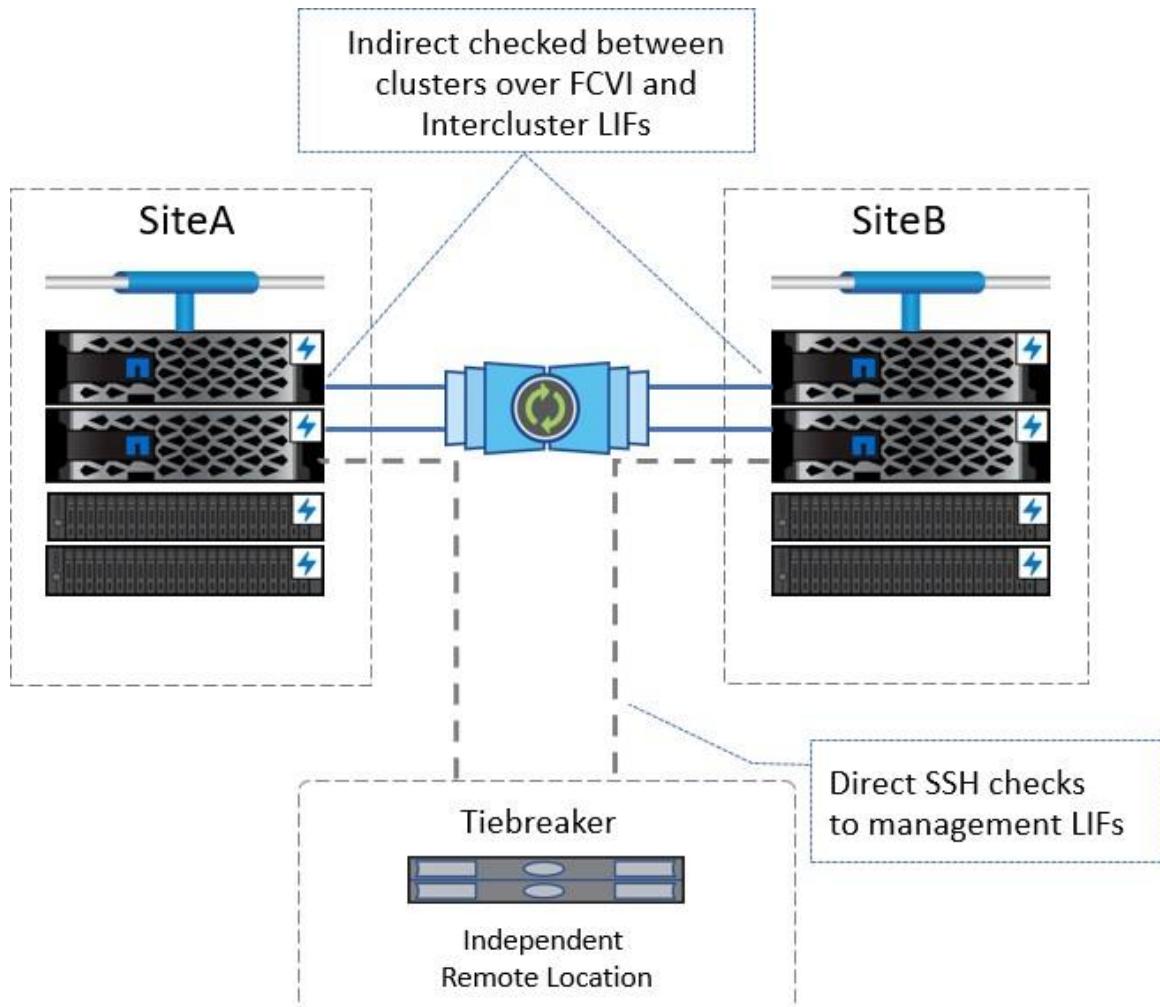
MetroCluster構成自体には、サイト障害を検出してスイッチオーバーを開始する機能は備わっていません。各サイトのモニタリングを、サイト障害のために他のサイトに依存させることはできません。一方のクラスタからもう一方のクラスタへの応答がない場合、純粋なサイト障害が原因であるか、すべてのサイト間リンクで障害が発生している可能性があります。すべてのリンクで障害が発生した場合、MetroCluster構成は引き続き動作し、ローカルI/Oは処理されますが、リモート同期は行われません。少なくとも1つのサイト間リンクがリストアされると、レプリケーションが自動的に再開し、その間に行われた変更が取り戻されます。このシナリオでは自動スイッチオーバーは望ましくありません。それぞれのクラスタが、もう一方のクラスタで障害が発生したと認識してスイッチオーバーを実行しようとし、その結果「スプリットブレイン」と呼ばれる状況が発生するためです。

スイッチオーバーの必要性は、人間、またはアプリケーション主導で判断できます。ネットアップは、MetroCluster Tiebreakerソフトウェアという機能をサポートおよび提供しています。Tiebreakerは第3のサイトにインストールし、2つのクラスタそれぞれに別々に接続します。Tiebreakerソフトウェアの目的は、個々のサイト障害とサイト間リンクの障害の両方を監視および検出することです。MetroCluster Tiebreakerソフトウェアは、サイト災害が発生した場合にSNMPトラップを生成できます。オブザーバーモードで動作し、スイッチオーバーが必要な災害を検出してアラートを送信します。その後、管理者がスイッチオーバーを手動で実行できます。災害が発生した場合にスイッチオーバー用のコマンドを自動的に問題設定するには、Tiebreakerソフトウェアを設定します。

サイトの可用性を論理的に集約したビューを作成するために、Tiebreakerソフトウェアはノード、HAペア、およびクラスタレベルで関連オブジェクトを監視します。クラスタハードウェアとリンクに対するさまざまな直接チェックと間接チェックを使用して、リンクとクラスタの状態を更新します。この更新により、TiebreakerがHAテイクオーバーイベント、サイト障害、またはすべてのサイト間リンクの障害を検出したかどうかが示されます。

直接リンクは、Secure Shell (SSH)を経由してノードの管理LIFに接続されます。クラスタへのすべての直接リンクの障害は、サイト障害を示しています。これは、クラスタがデータを提供する停止を緩和することによって特徴付けられます（すべてのSVMが停止しています）。間接リンクは、いずれかのサイト間（FC-VI）リンクまたはインタークラスタLIFで、クラスタがピアに到達できるリンクです。クラスタ間の間接リンクが失敗し、ノードへの直接リンクが成功する場合は、サイト間リンクが停止しているためにクラスタが互いに分離されていることを示しています。このシナリオでは、MetroClusterは引き続き動作します。詳細については、表7を参照してください。

図15) MetroCluster Tiebreakerソフトウェアの動作



MetroCluster Tiebreakerソフトウェアは、ネットアップサポートサイトで配布されているスタンダードアロンアプリケーションです。LinuxホストまたはVM上で動作します。MetroCluster Tiebreakerソフトウェアをダウンロードするには、[ネットアップサポートサイト](#)のソフトウェアダウンロードセクションにアクセスして、MetroCluster Tiebreakerを選択します。『インストレーションおよび構成ガイド』および『システムの前提条件』も、このリンクから入手できます。Tiebreakerソフトウェアには、clustered Data ONTAPの追加ライセンスは必要ありません。

Config Advisor

Config Advisorは、構成の検証や健常性のチェックに使用できるネットアップシステム向けのツールです。Config Advisor 5.2 以降のバージョンでは、MetroCluster構成がサポートされます。MetroCluster固有のルールプールがあります。Config Advisor、MetroClusterプラグイン、およびドキュメントをダウンロードするには、ネットアップサポートサイトの[Config Advisorページ](#)にアクセスしてください。図16に、MetroClusterシステムに対してConfig Advisorを実行した場合の出力例を示します。

図16) Config Advisorのサンプル出力

Impact Level	Category	Rule Target	Risk / Description	Details
Pass	CorrectCombinationStorage	tme-mcc-3250-A1	Verify that each adapters connecting storage are of the correct combination	All Storage adapters are connecting valid combination of storage devices
Pass	CorrectCombinationStorage	tme-mcc-3250-B1	Verify that each adapters connecting storage are of the correct combination	All Storage adapters are connecting valid combination of storage devices
Pass	CorrectCombinationStorage	tme-mcc-3250-A2	Verify that each adapters connecting storage are of the correct combination	All Storage adapters are connecting valid combination of storage devices
Pass	CorrectCombinationStorage	tme-mcc-3250-B2	Verify that each adapters connecting storage are of the correct combination	All Storage adapters are connecting valid combination of storage devices
Pass	SwitchGeneric_SwUniqueName	tme-mcc-B-fab2	Verify that all switches have a unique name.	Switch names are unique within this DRGroup.
Pass	SwitchGeneric_SwUniqueName	tme-mcc-B-fab1	Verify that all switches have a unique name.	Switch names are unique within this DRGroup.
Pass	SwitchGeneric_SwUniqueName	tme-mcc-A-fab1	Verify that all switches have a unique name.	Switch names are unique within this DRGroup.
Pass	SwitchGeneric_DrGroupCorrectNumSwi	tme-mcc-3250-B1	Verify that all controllers within the DrGroup connect to the correct number of switches.	Controller tme-mcc-3250-B1 is connecting to the correct number of switches
Pass	SwitchGeneric_DrGroupCorrectNumSwi	tme-mcc-3250-B2	Verify that all controllers within the DrGroup connect to the correct number of switches.	Controller tme-mcc-3250-B2 is connecting to the correct number of switches
Pass	SwitchGeneric_DrGroupCorrectNumSwi	tme-mcc-3250-A1	Verify that all controllers within the DrGroup connect to the correct number of switches.	Controller tme-mcc-3250-A1 is connecting to the correct number of switches
Pass	SwitchGeneric_DrGroupCorrectNumSwi	tme-mcc-3250-A2	Verify that all controllers within the DrGroup connect to the correct number of switches.	Controller tme-mcc-3250-A2 is connecting to the correct number of switches
Fail	SwitchGeneric_SwitchFwSupported	tme-mcc-B-fab2	Verify that the switch and switch module firmware is supported for this version of ONTAP for this DrGroup.	Firmware version on Switch tme-mcc-B-fab2 is not supported for this ONTAP Version
Fail	SwitchGeneric_SwitchFwSupported	tme-mcc-B-fab1	Verify that the switch and switch module firmware is supported for this version of ONTAP for this DrGroup.	Firmware version on Switch tme-mcc-B-fab1 is not supported for this ONTAP Version

QoS

QoSをMetroCluster構成で使用すると、Data ONTAPクラスタでの典型的なユースケースを拡張できます。QoSポリシーは、必要に応じて動的に適用および変更できます。MetroCluster環境でQoSを使用する場合は、次の例を参照してください。

- 両方のクラスタがアクティブな通常運用時は、ISL経由のトラフィックが増える期間が観察された場合にQoSポリシーを適用できます。アプリケーションのI/Oを制限すると、必然的にディスクおよびNVRAMのレプリケーションのISLトラフィックが減り、ISLの一時的な過負荷を防止できます。
- 構成がスイッチオーバー モードで動作しているときは、半分のノードだけがアクティブなため、使用可能なシステムリソースは少なくなります。システムのサイジングに適用されるヘッドルームによっては、使用可能なリソースが減少すると、クライアントやアプリケーションのワークロードに影響が出る可能性があります。重要でないワークロードに上限(IOPSまたはスループット)を適用するQoSポリシーを設定することで、重要なワークロードに対するリソースの可用性を高めることができます。このポリシーは、スイッチバック後に通常運用が再開された時点で無効にすることができます。

QoS の使用方法の詳細については、ホワイトペーパー『[ONTAP パフォーマンス管理パワーガイド](#)』を参照してください。ONTAP 製品ドキュメントの『[Data System Administration Guide for Cluster Administrators](#)』の「[Managing Workload Performance by Using Storage QoS](#)」も参照してください。

SnapMirror 非同期データレプリケーション

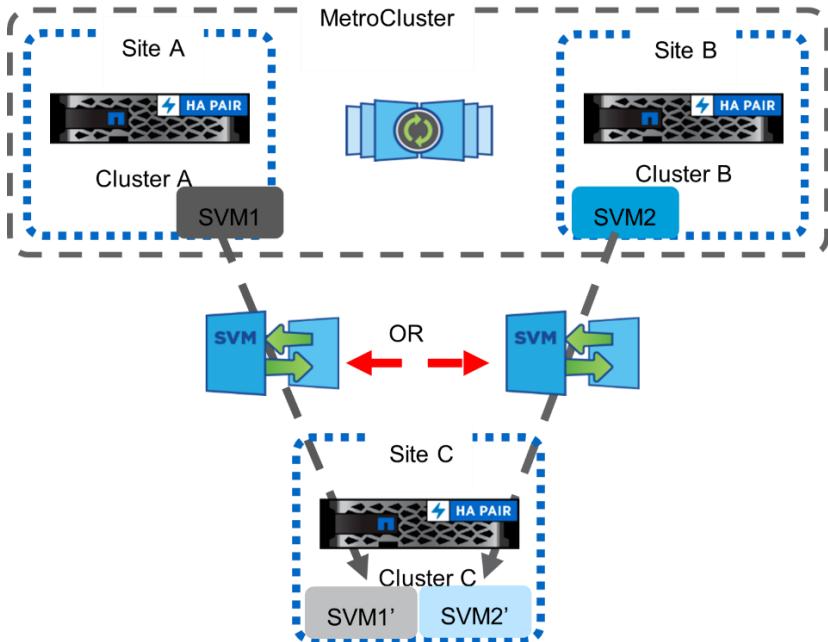
SnapMirrorおよびSnapVaultの関係は、MetroClusterで保護されているボリュームをソースまたはデスティネーションとして作成できます。データ保護関係は、MetroCluster環境内（同じクラスタまたはもう一方のクラスタ）で、またはMetroClusterを使用しない他のclustered Data ONTAPクラスタとの間で作成できます。MetroClusterで保護されているボリュームを使用してこれらの関係を作成する場合は、次の点を考慮してください。

- MetroCluster 構成とは別のクラスタを関係のソースまたはデスティネーションとして使用する場合は、そのクラスタに両方のクラスタをピアリングする必要があります。この手順は、スイッチオーバーまたはスイッチバック後もレプリケーションを続行できるようにするために必要です。
- SnapMirror 処理は、該当するボリュームが含まれている SVM を実行しているクラスタからのみ実行できます。ボリュームは一度に 1 つのクラスタでしかオンラインにならないため、他のクラスタで SyncMirror とミラーリングされたボリュームのコピーはどのような目的でも使用できません。この制限には、NetApp FlexClone® テクノロジ、SnapMirror、またはボリュームをオンラインにする必要のあるその他の処理。もう一方のクラスタがボリュームにアクセスするのは、スイッチオーバーが実行された場合のみです。
- MetroClusterボリュームがSnapMirrorまたはSnapVaultソースの場合、スイッチオーバーまたはスイッチバックの際にピアリング関係が自動的に更新され、レプリケーションは次にスケジュールされた時刻に自動的に再開します。手動で開始したレプリケーション処理は、明示的に再開する必要があります。
- MetroClusterボリュームがSnapMirrorまたはSnapVaultデスティネーションの場合、スイッチオーバーおよびスイッチバック後にピアリング関係の確認と再作成が必要です。コマンド `snapmirror create` を使用して、スイッチオーバーまたはスイッチバックのたびに各レプリケーション関係を再作成する必要があります。SnapMirror のベースライン再構築は不要です。[OnCommand WFA ワークフロー「Re-Create SnapMirror and SnapVault Protection after MetroCluster Switchover and Switchback」](#) を使用すると、関係の再作成を自動化できます。

SVM DR

ONTAP 9.5 では、MetroCluster DR のサポートが追加され、SVM を第 3 のクラスタに非同期でミラーリングすることで保護のレベルが向上しています。MetroCluster をソースとすることができます的是 SVM DR 関係のみです。

図 17) MetroCluster を使用した SVM DR



SVM DR の詳細については、ONTAP 9 のドキュメントにあるデータ保護およびディザスタリカバリガイドの「[SnapMirror SVM レプリケーションの管理](#)」を参照してください。

SnapLock

ONTAP 9 の MetroCluster は、NetApp SnapLock® ソフトウェアをサポートします。

ボリューム移動

ボリューム移動 (NetApp DataMotion™ for Volumes) を使用したデータ移行は、clustered Data ONTAP の中核となるノンストップ オペレーションの1つです。システムを停止せずにボリュームを移動できるため、容量とパフォーマンスのバランスを調整したり、テクノロジを更新したりすることができます。ボリュームは、クラスタ内でのアグリゲート間で無停止で移動でき、所属するSVMに変更はありません。ボリューム移動を使用して別のSVMまたは別のクラスタへボリュームを転送することはできません。

ボリューム移動は、ボリュームの所有者であるクラスタ上で開始します。MetroCluster環境では、ソースおよびデスティネーションのアグリゲート内のローカルおよびリモートのプレックスは、SyncMirrorを使用して自動的に同期されます。ボリューム移動が完了すると、新しいアグリゲートの場所が、クラスタ ピアリング ネットワークを介してもう一方のクラスタに伝播されます。

ボリューム移動ジョブを実行中にスイッチオーバーコマンドが実行され、そのジョブの重要なカットオーバーフェーズに達していない場合は、ジョブが自動的に終了します。その後、関連付けられた一時 (TMP) ボリュームを手動で削除し、ボリューム移動ジョブを最初から再開する必要があります。ただし、コミット フェーズに達している場合は、アグリゲートがスイッチオーバーされたあとに、ジョブ コミット フェーズが再開します。この場合は Event Management System (EMS ; イベント管理システム) がログに記録され、元のソースボリュームを手動で削除する必要があります。

ボリューム移動の実行中は、スイッチバックは実行できません。ボリューム移動ジョブが完了するまで、スイッチバック コマンドは拒否されます。

MDVはアドバンストモードで移動できますが、この処理はネットアップ サポートから指示された場合にのみ実行することを推奨します。次の警告メッセージが表示され、処理を確定すると、ボリューム移

動処理が続行されます。

```
tme-mcc-A::*> vol move start -vserver tme-mcc-A -  
volume MDV_CRS_e8fef00df27311e387ad00a0985466e6_A -destination-aggregate aggr1_tme_mcc_B1  
  
Warning: You are about to modify the system volume  
"MDV_CRS_e8fef00df27311e387ad00a0985466e6_A". This may cause severe performance or stability  
problems. Do not proceed unless directed to do so by support. Do you want to proceed? {y|n}:
```

MDVのボリューム移動を行う主な理由は、ストレージシェルフの交換などのために、MDVを含むアグリゲートを削除する必要がある場合です。この場合、アグリゲートを完全に退避させる必要があるため、MDVが含まれていない別のアグリゲートにMDVを移動する必要があります。耐障害性を確保するため、各クラスタの2つのMDVは、別々のアグリゲート、できれば別々のノードに配置する必要があります。

volume rehost

MetroCluster では、ボリュームのリホストはサポートされません。

FlexGroup

NetApp FlexGroupボリュームは、ONTAP 9.6以降のMetroClusterでサポートされます。FlexGroupボリュームはスケールアウトNASコンテナであり、自動負荷分散と拡張性に加えて、高いパフォーマンスを提供します。詳細は、ONTAPマニュアルの[FlexGroupボリュームを使用したスケーラビリティとパフォーマンスのパワーガイド](#)をご参照ください。

FlexCache

ONTAP 9.7 以降では、NetApp FlexCache ソフトウェアで MetroCluster FC がサポートされます。

- [FlexCache ボリュームによる高速データアクセスパワーガイド](#)
- [TR-4743 : 『FlexCache in NetApp ONTAP』](#)

Flash Pool

NetApp Flash Pool キャッシュは、MetroCluster 構成でサポートされます。Flash Poolアグリゲートには、各サイトに同一のプレックスが1つ含まれている必要があります。MetroCluster DRグループのFlash Poolで使用可能な最大キャッシュ サイズは、同じモデルのHAペアでサポートされているサイズの半分です。たとえば、MetroClusterでないFAS8080の最大キャッシュ サイズは144TiBですが、MetroClusterでは72TiBとなります。

Flash Poolの動作はMetroClusterに対して透過的です。他のアグリゲートの場合と同様に、2つのプレックス間でキャッシュの同期が保たれます。スイッチオーバーが実行された場合もFlash Poolキャッシュは同期された状態のため、すぐに使用できます。

アグリゲートの NetApp Snapshot コピーの再同期は、アグリゲート Snapshot コピーを自動で作成する間隔です。SyncMirror または MetroCluster を使用する Flash Pool アグリゲートの場合は、5 分に設定（デフォルトの 60 分から変更）する必要があります。5分にすることで、データが必要以上の間フラッシュストレージに保持されることがなくなります。次のコマンドを使用します。

```
storage aggregate modify -aggregate <aggrname> -resyncsnaptime 5
```

SSD 用のアドバンストディスクパーティショニングは、MetroCluster FC 構成ではサポートされていません。

NetApp AFFオールA-Seriesアレイ

NetApp AFFシステムは、業界最高クラスのパフォーマンス、卓越した柔軟性、最高水準のデータ管理とクラウドの統合により、エンタープライズストレージの要件を満たすことができます。業界初のエ

ンドツーエンドNVMeテクノロジとNetApp ONTAP®データ管理ソフトウェアを組み合わせたAFFシステムは、ビジネスクリティカルなデータを高速に処理、管理、保護します。AFFシステムを使用すれば、デジタル変革を実現するために、簡単にリスクなくフラッシュへと移行できます。

フラッシュに特化して設計されたAFF Aシリーズ オールフラッシュ システムは、フォーム ファクタの密度が高く、業界をリードする優れたパフォーマンスと容量密度、拡張性、セキュリティ、そしてネットワーク接続性を提供します。AFF A シリーズシステムは、業界初のオールフラッシュアレイとして、100 ギガビットイーサネット (100GbE) 接続と 32Gb FC 接続の両方を同時に提供するように設計されており、ハイパフォーマンスのワークロードに対応します。大容量15TB SSDとマルチストリーム書き込み (MSW) SSDのサポートにおいて業界を主導してきたAFFは、さらに30TB SSDにも初めて対応し、オールフラッシュ システムとして業界トップの地位を固めています。また、2U ドライブ シェルフの高密度な2PB SSDストレージにより、ストレージの設置面積をさらに削減でき、データセンターの効率を最高の状態に近づけることができます。

MetroCluster は、AFF の機能を拡張して、継続的可用性を備えたストレージを必要とする重要なビジネスアプリケーションにハイパフォーマンスと低レイテンシを提供します。AFFはMetroClusterに対して透過的であり、2ノードおよび4ノードのすべてのMetroCluster構成でサポートされています。

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、以下のドキュメントやWebサイトを確認してください。

- TR-4689 : NetApp MetroCluster IP
<http://www.netapp.com/us/media/tr-4689.pdf>
- TR-3978 : 64-Bit Aggregates: Overview and Best Practices
<http://www.netapp.com/us/media/tr-3978.pdf>
- MetroCluster FC Technical FAQ (NetApp Field Portal、ログインが必要)
<https://fieldportal.netapp.com/content/617080>
- MetroCluster IP and FC ISL Sizing Spreadsheet (NetApp Field Portal、ログインが必要)
<https://fieldportal.netapp.com/content/699509>
- NetApp Interoperability Matrix Tool
<http://mysupport.netapp.com/matrix/>
- NetApp MetroClusterの製品ドキュメント
<http://docs.netapp.com/ontap-9/topic/com.netapp.nav.mc/home.html>
- NetApp MetroClusterのリソース ページ
<http://mysupport.netapp.com/metrocluster/resources>
- NetApp ONTAPのリソース ページ
<http://mysupport.netapp.com/ontap/resources>
- ネットアップの製品ドキュメント
<https://docs.netapp.com>

お問い合わせ

このテクニカルレポート の品質向上については、doccomments@netapp.com までお問い合わせください。

ご連絡の際は、件名に「TECHNICAL REPORT 4375」と添えてください。

バージョン履歴

バージョン	日付	ドキュメントの改訂履歴
バージョン1.9	2021年10月	図 17 にアップデートします
バージョン1.8	2020年11月	ONTAP 9.8 では 'Brocade スイッチが追加されました ONTAP System Manager と Active IQ Unified Manager の命令名法を更新
バージョン1.7	2019年11月	ONTAP 9.7 Cloudのアップデート
バージョン1.6	2019年5月	ONTAP 9.6 Cloudのアップデート
バージョン1.5	2018年11月	ONTAP 9.4、9.5 の更新
バージョン1.4	2018年6月	ONTAP 9.3 の更新。7-Mode の参照が削除されました
バージョン1.3	2016年8月	8 ノード MetroCluster の場合、ONTAP 9.0、ミラーされていないアグリゲート
バージョン1.2	2016年2月	FCIP 構成と新機能に関する clustered Data ONTAP 8.3.2 の更新
バージョン1.1	2015年9月	Roy Scaife : 2 ノード構成および微修正に関する Clustered Data ONTAP 8.3.1 の更新。
バージョン1.0	2015年4月	初版リリース

本ドキュメントに記載されている、特定バージョンの製品と機能がお客様の環境でサポートされるかどうかは、ネットアップサポートサイトにある [Interoperability Matrix Tool \(IMT\)](#) で確認してください。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。

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する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 © 2022 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り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、<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。

TR-4375-1021-JP