



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
インストール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 ファブリック接続構成.....	9
図 5) 4 ノード構成の MetroCluster ファブリック接続構成	9
図 6) 8 ノードの MetroCluster ファブリック接続構成	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、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。
 - テクノロジーの更新、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 リカバリの簡易化**
 - 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 リカバリ 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

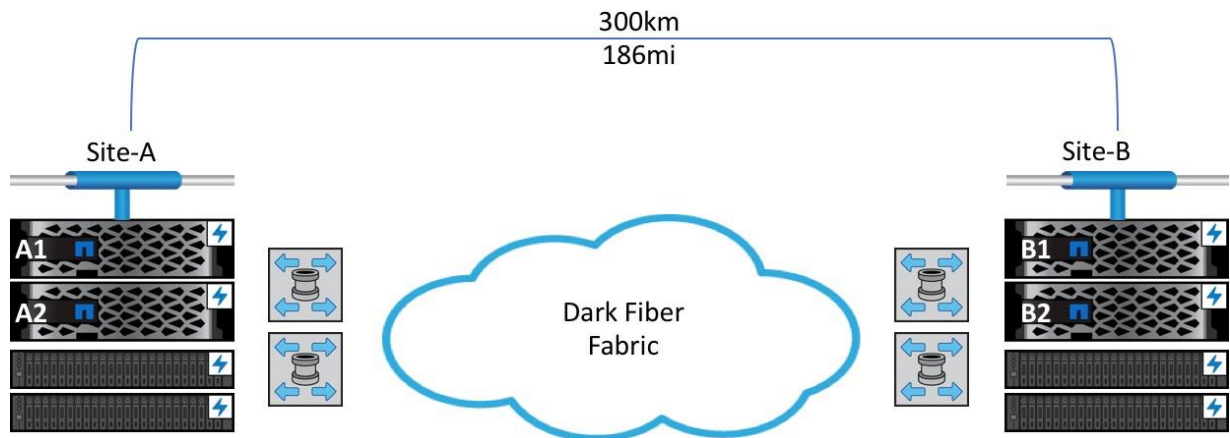
このドキュメントで説明するアーキテクチャの詳細は、FC を使用する **MetroCluster** に固有のもので、**MetroCluster IP** およびその他の **MetroCluster** 情報の参照先については、次の項で説明します。

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。

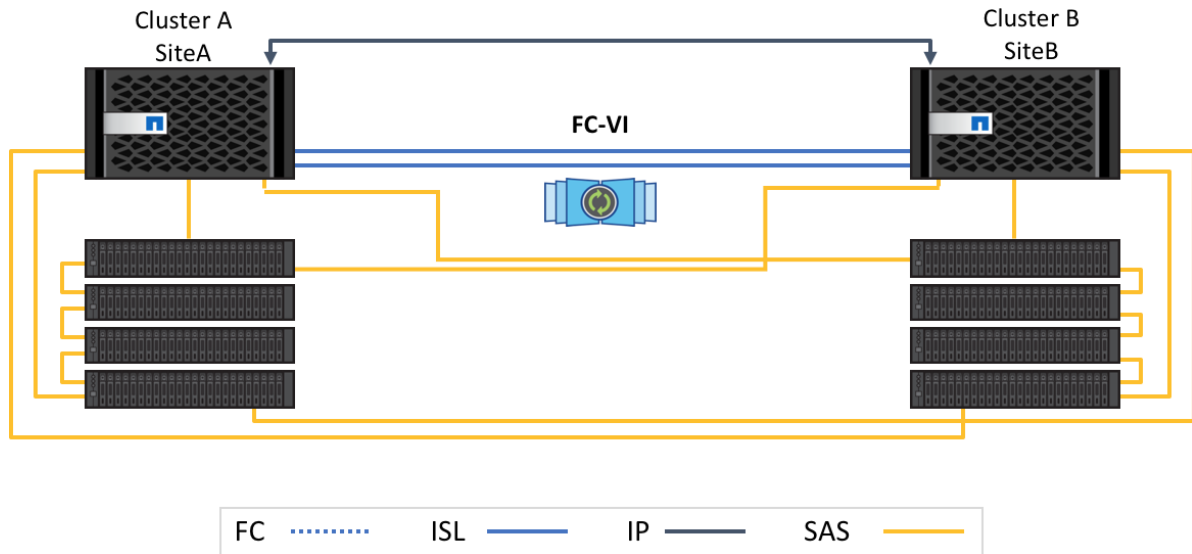
図 1) 4 ノード構成の **MetroCluster FC**



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 100 m 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。両方のクラスター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LOGY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](#) :

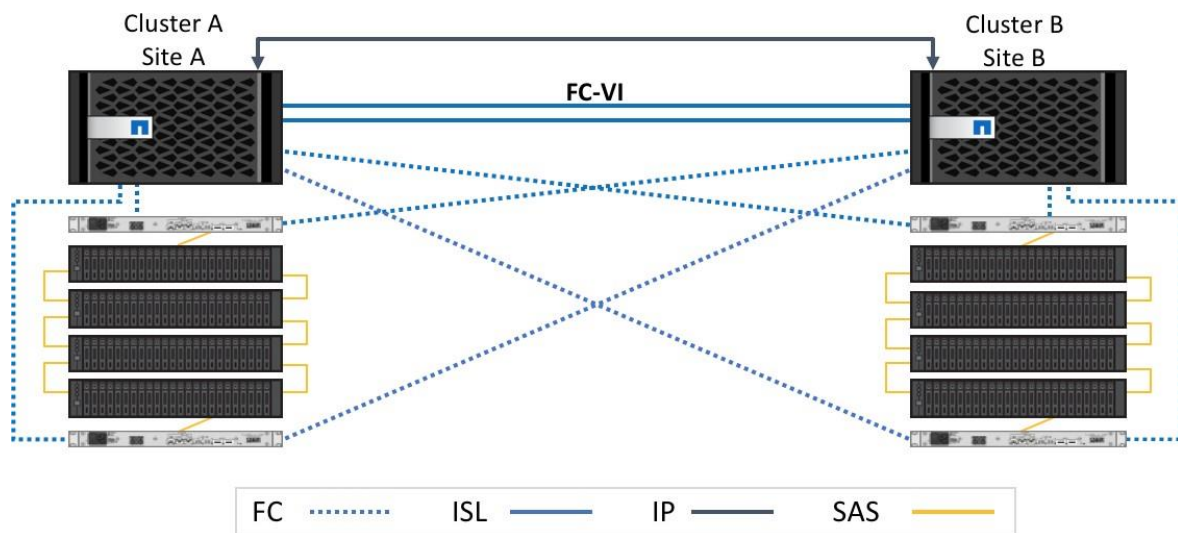
- FAS9000 X92071A mini-SAS HD ポート - mini-SAS HD X66047A/X66048A LC - LC マルチモード 100 M ケーブル LC - LC X66047A/X66048A Mini-SAS HD ポート (DS212C、DS224C、または DS460C シェルフ)。
- FAS8200 オンボード Mini-SAS HD ポート - Mini-SAS HD X66047A/X66048A LC - LC マルチモード 100 M ケーブル LC - LC X66047A/X66048A Mini-SAS HD ポート (DS212C、DS224C、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 QSPF β > 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 QSPF : 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



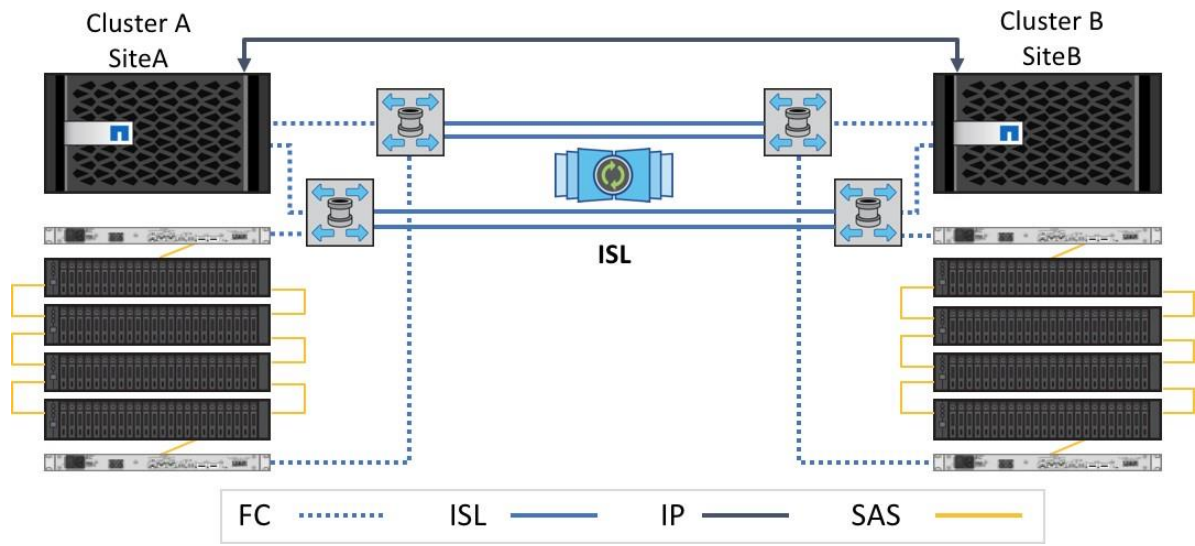
MetroCluster のストレッチブリッジ構成を検討している場合は、さらに次の点を確認してください。

- 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。」

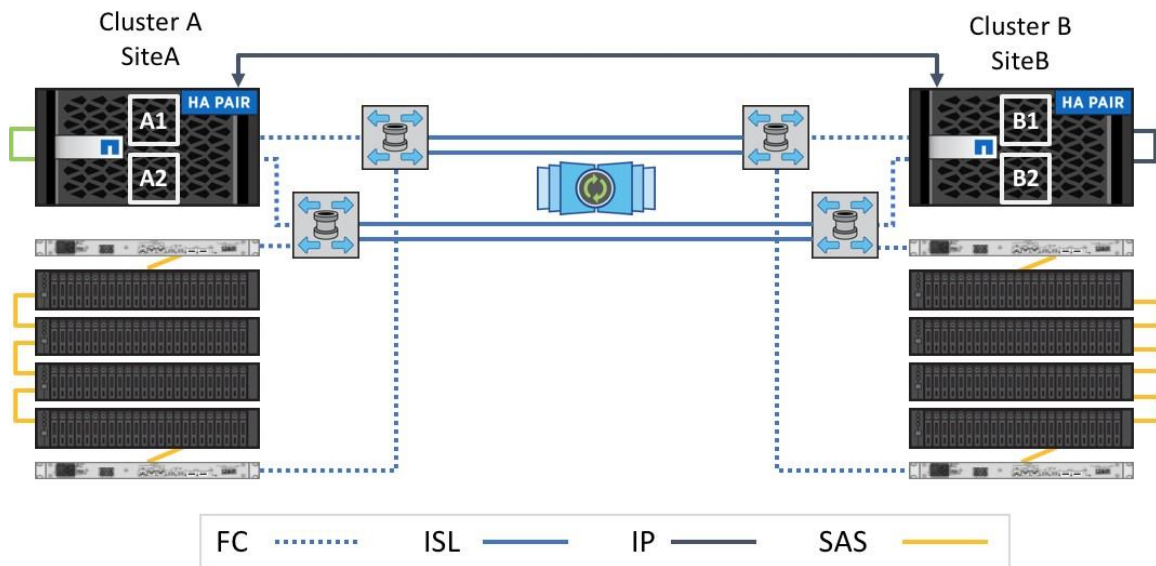
図 4) 2 ノードの MetroCluster ファブリック接続構成



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。

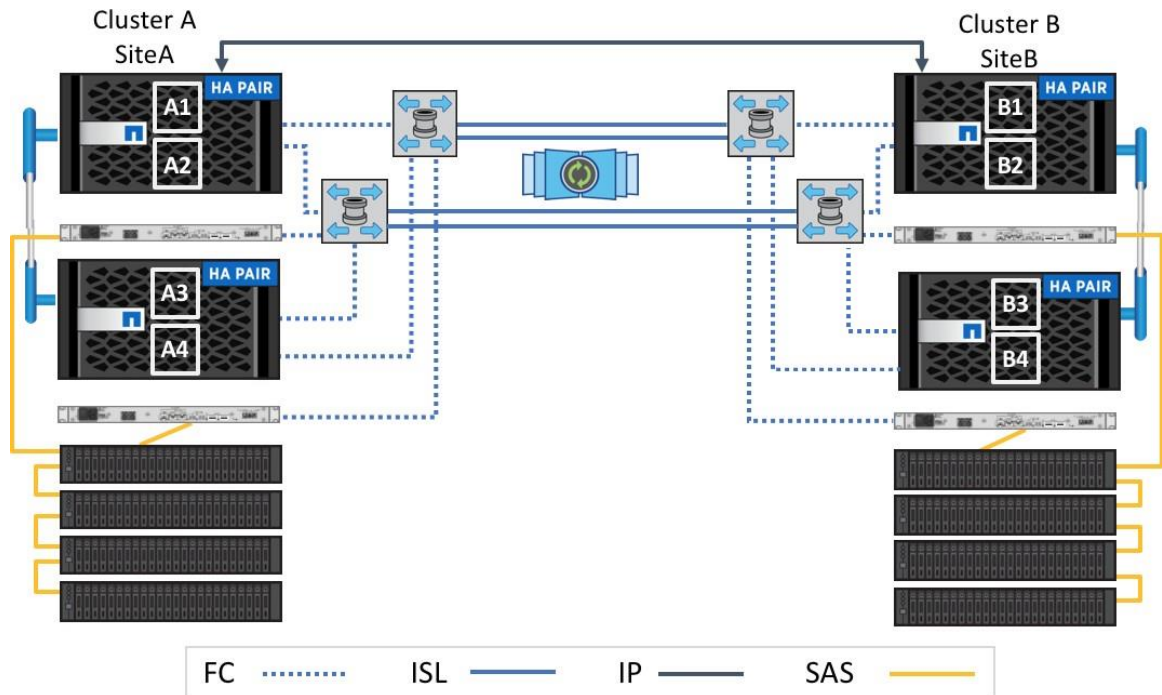
図 5) 4 ノードの MetroCluster ファブリック接続構成



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

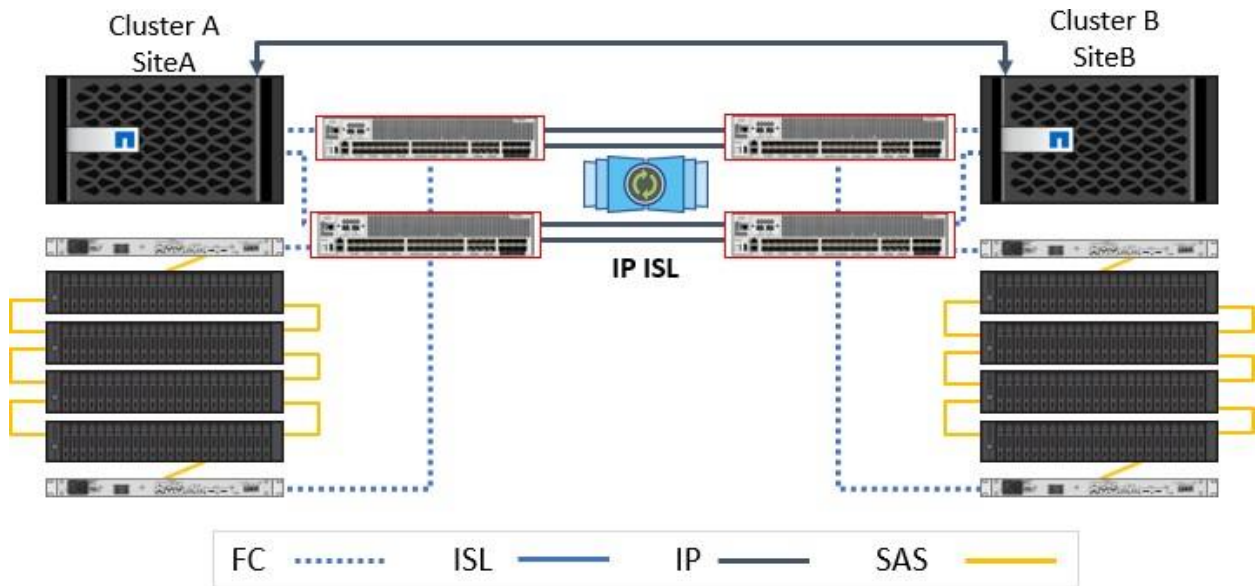
図 6) 8 ノードの MetroCluster ファブリック接続構成



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 : <ul style="list-style-type: none"> 4ノード : コントローラ × 4 2ノード : コントローラ × 2 	<p>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。</p> <p>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。</p>
FCスイッチ×4 (サポートされているBrocadeまたはCiscoモデル) <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>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、トランッキングが使用されます。</p> <p>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。</p>
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	<p>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 ヘブプロトコルをブリッジします。ファイバブリッジは、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。</p>

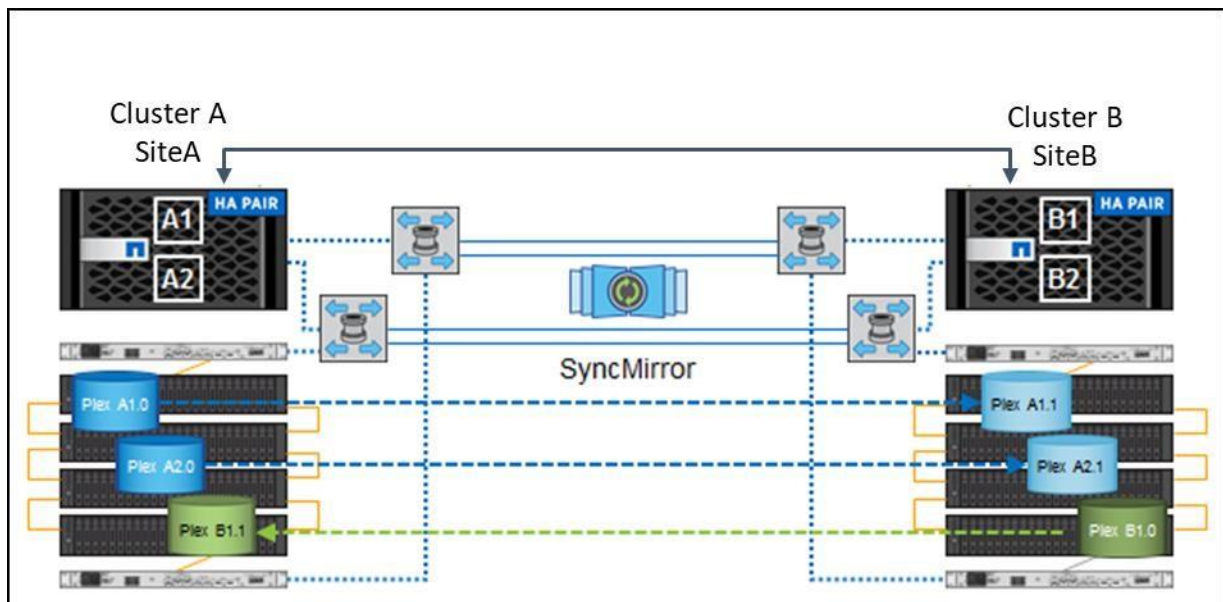
コンポーネント	説明
<p>SASディスク シェルフ：サイトごとに最低4台を推奨。または同等数のストレージアレイ ディスク（アレイLUN）</p> <ul style="list-style-type: none"> 4 ノード：ディスクシェルフ × 4 2 ノード：ディスクシェルフ × 2 	<p>ストレージの構成は各サイトで同じにする必要があります。4 ノード構成では、パフォーマンスと容量を確保し、シェルフ単位でディスク所有権を割り当てられるように、各サイトにシェルフを少なくとも 4 台配置することを強く推奨します。2 ノード構成では、各サイトにシェルフを 2 台以上配置することを推奨します。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>
	<p>サポートされているストレージ、サポートされているスタックあたりシェルフ数、およびストレージタイプの混在ルールについては、Interoperability Matrix Tool (IMT) を参照してください。</p> <p>MetroClusterシステムでは、すべてのノードがすべてのストレージを認識する必要があります。ルート アグリゲートを含むすべてのアグリゲートは、共有ストレージ上に作成する必要があります。</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

フィールド	イベント			
	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witch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 フェイルオーバー： 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, plexe
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
```

Node	Partner	Name	Type	Mirror Admin Status	Mirror Oper Status	Adapter
tme-mcc-B1	tme-mcc-B2	HA	enabled	online		cxgb3_0 iWARP Up cxgb3_0 iWARP Up
tme-mcc-B1	tme-mcc-A1	DR	enabled	online		fcvi_device_0 FC-VI Up fcvi_device_1 FC-VI Up
tme-mcc-B2	tme-mcc-B1	HA	enabled	online		cxgb3_0 iWARP Up cxgb3_0 iWARP Up
tme-mcc-B2	tme-mcc-A2	DR	enabled	online		fcvi_device_0 FC-VI Up 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	10GB	9.50GB	5%
tme-mcc-A	MDV_CRS_cd7628c7f1cc11e3840800a0985522b8_B	aggr1_tme_A2	online	10GB	9.50GB	5%
tme-mcc-A	MDV_CRS_e8fef00df27311e387ad00a0985466e6_A	aggr1_tme_B1	-	-	-	-
tme-mcc-A	MDV_CRS_e8fef00df27311e387ad00a0985466e6_B	aggr1_tme_B2	-	-	-	-

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インストールおよび構成ガイド](#)』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® テクノロジー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。
- アドバンスド 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ポ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、トランッキ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ッキ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、トランッキングは不要です。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 インストールおよび構成ガイド](#)』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テクノロジーに投資しています。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ーです。

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witch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。
- デバイスやバ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ッキ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ラ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て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 ブ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®テクノロジーはいずれもルート 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て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インストールおよび構成ガイド』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 インストールおよび構成ガイド』の「FC スwitch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、インストール 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

インストール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コネクトスイッチ)、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インストールおよび構成ガイド](#)』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インストールおよび構成ガイド](#)』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。通常の場合では、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。インタークラスタ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インストールおよび構成ガイド](#)』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に必要な 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
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

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てします。

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 を表しますがサブタイプは sync-destination で、状態は stopped となっています。

```
tme-mcc-A::> vserver show -type data
```

Vserver	Type	Subtype	Admin State	Operational State	Root Volume	Aggregate
svm1_mccA	data	sync-source	running	running	svm1_mccA_root	aggr1_tme_A1
svm1_mccB-mc	data	sync-destination	stopped	stopped	svm1_mccB_root	aggr1_tme_B1

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
```

Vserver	Type	Subtype	Admin State	Operational State	Root Volume	Aggregate
svm1_mccA-mc	data	sync-destination	stopped	stopped	svm1_mccA_root	aggr1_tme_A1
svm1_mccB	data	sync-source	running	running	svm1_mccB_root	aggr1_tme_B1

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。

tme-mcc-A::> vol show							
Vserver	Volume	Aggregate	State	Type	Size	Available	Used%

svm1_mccA	svm1_mccA_lun1_vol	aggr1_tme_A1	online	RW	1.24GB	248.2MB	80%
svm1_mccA	svm1_mccA_root	aggr1_tme_A1	online	RW	1GB	972.5MB	5%
svm1_mccA	vol1	aggr1_tme_A1	online	RW	2GB	1.85GB	7%
svm1_mccB-mc	svm1_mccB_root	aggr1_tme_B1	-	RW	-	-	-
svm1_mccB-mc	vol1	aggr1_tme_B2	-	RW	-	-	-
svm1_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。

tme-mcc-B::> vol show							
Vserver	Volume	Aggregate	State	Type	Size	Available	Used%

svm1_mccA-mc	svm1_mccA_lun1_vol	aggr1_tme_A1	-	RW	-	-	-
svm1_mccA-mc	svm1_mccA_root	aggr1_tme_A1	-	RW	-	-	-
svm1_mccA-mc	vol1	aggr1_tme_A1	-	RW	-	-	-
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%

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。

tme-mcc-A::> lun show						
Vserver	Path	State	Mapped	Type	Size	

svm1_mccA	/vol/svm1_mccA_lun1_vol/svm1_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 SVMsvm1 (__mccBnfslif1) からレプリケートされる 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 Interface	Status Admin/Oper	Network Address/Mask	Current Node	Current Port	Is 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_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 downれた LIF の動作状態はになります。

```
tme-mcc-B:>> network interface show -vserver svm*
```

Vserver	Logical Interface	Status Admin/Oper	Network Address/Mask	Current Node	Current Port	Is 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_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。スタンダロンサーバ構成、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>
	<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 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リレー モードに戻ります。</p>
スイッチの障害	<p>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。</p>
ファイバブリッジの障害	<p>影響を受けるスタックへのすべてのトラフィックが稼働しているブリッジによって継続され、すべてのプレックスが引き続き使用可能です。</p>
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ク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、そのあとに 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
<p>サイト間のISL損失</p>	<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>
<p>ピアリングされたクラスタ リンク (CRS) の障害</p>	<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、ボリュームまたはの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>
<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>	<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となります。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ウィ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"> 1. すべてのノードで NVRAM レプリケーションを無効にします。 2. 1 つ目のクラスタでノードをアップグレードします。 3. 2 つ目のクラスタでノードをアップグレードします。 4. 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、いくつか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つ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witch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つ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（アドバンスド 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。
- a. `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チェックされます。
 - b. 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。
 - c. 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へのパスは可能な限り使用可能な状態に保たれます。
 - d. 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。
 - e. クラスタ **A** の**SVM**と**LIF**がオフラインになります。
 - f. 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。
 - g. 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いため、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、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
```

Vserver	Type	Subtype	Admin State	Operational State	Root Volume	Aggregate
svm1_mccA-mc	data	sync-destination	running	svm1_mccA_root	aggr1_tme_A1	
svm1_mccB	data	sync-source	running	running	svm1_mccB_root	aggr1_tme_B1

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スリソースの 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 ポートを確認しておくことです。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。

```
tme-mcc-B1:> network interface show -vserver svm*
```

Vserver	Logical Interface	Status Admin/Oper	Network Address/Mask	Current Node	Current Port	Is Home
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 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
```

Aggregate	Resyncing Plex	Complete Percentage
aggr0_tme_A1	plex0	-
aggr0_tme_A1	plex2	-
aggr0_tme_A2	plex0	-
aggr0_tme_A2	plex2	-
aggr0_tme_B1	plex0	-
aggr0_tme_B1	plex2	-
aggr0_tme_B2	plex0	-
aggr0_tme_B2	plex2	-
aggr1_tme_A1	plex0	70%
aggr1_tme_A1	plex1	-
aggr1_tme_A2	plex0	-
aggr1_tme_A2	plex1	-
aggr1_tme_B1	plex0	-
aggr1_tme_B1	plex1	-
aggr1_tme_B2	plex0	-
aggr1_tme_B2	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	-
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

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	Group	Cluster	Node	Configuration State	DR 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。

- a. 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を設定をチェックします。
- b. 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。
- c. 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。
- d. 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 응답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。
- e. 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。
- f. 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。
- g. 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: -

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

DR Group	Cluster Node	Configuration State	DR 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。

強制的スイッチオーバーの実行

強制的スイッチオーバーがネゴシエート スwitch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。稼働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）スイッチ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）。

計画的スイッチ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チオーバー `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 サイトでサービスが再開されます。

- a. 稼働しているクラスタ 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. 稼働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. 稼働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）。

強制的スイッチオーバー後のボリュームの保護

まれに、スイッチ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へのスイッチ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、スイッチ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。

スイッチ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` 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。スイッチオーバー後に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、アドバンスド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びます。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 svm1mccB-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

Storage Virtual Machines

tme-mcc-3250-A

svm1_mccA

svm1_mccB-mc

Cluster A

Create

Edit

Delete

Start

Stop

Manage

Refresh

Name	State	Subtype	Configuration State
svm1_mccA	running	sync_source	Unlocked
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

Storage Virtual Machines

tme-mcc-3250-B

svm1_mccA-mc

svm1_mccB

Cluster B

Create

Edit

Delete

Start

Stop

Manage

Refresh

Name	State	Subtype	Configuration State
svm1_mccA-mc	stopped	sync_destination	Locked
svm1_mccB	running	sync_source	Unlocked

スイッチ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にスイッチオーバーしたあと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) スイッチオーバー後のSVM : すべてのSVMがロック解除

Cluster

Storage Virtual Machines

tme-mcc-3250-A

svm1_mccA

svm1_mccB-mc

tme-mcc-3250-A

Create

Edit

Delete

Start

Stop

Manage

Refresh

Name	State	Subtype	Configuration State
svm1_mccA	running	sync_source	Unlocked
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。

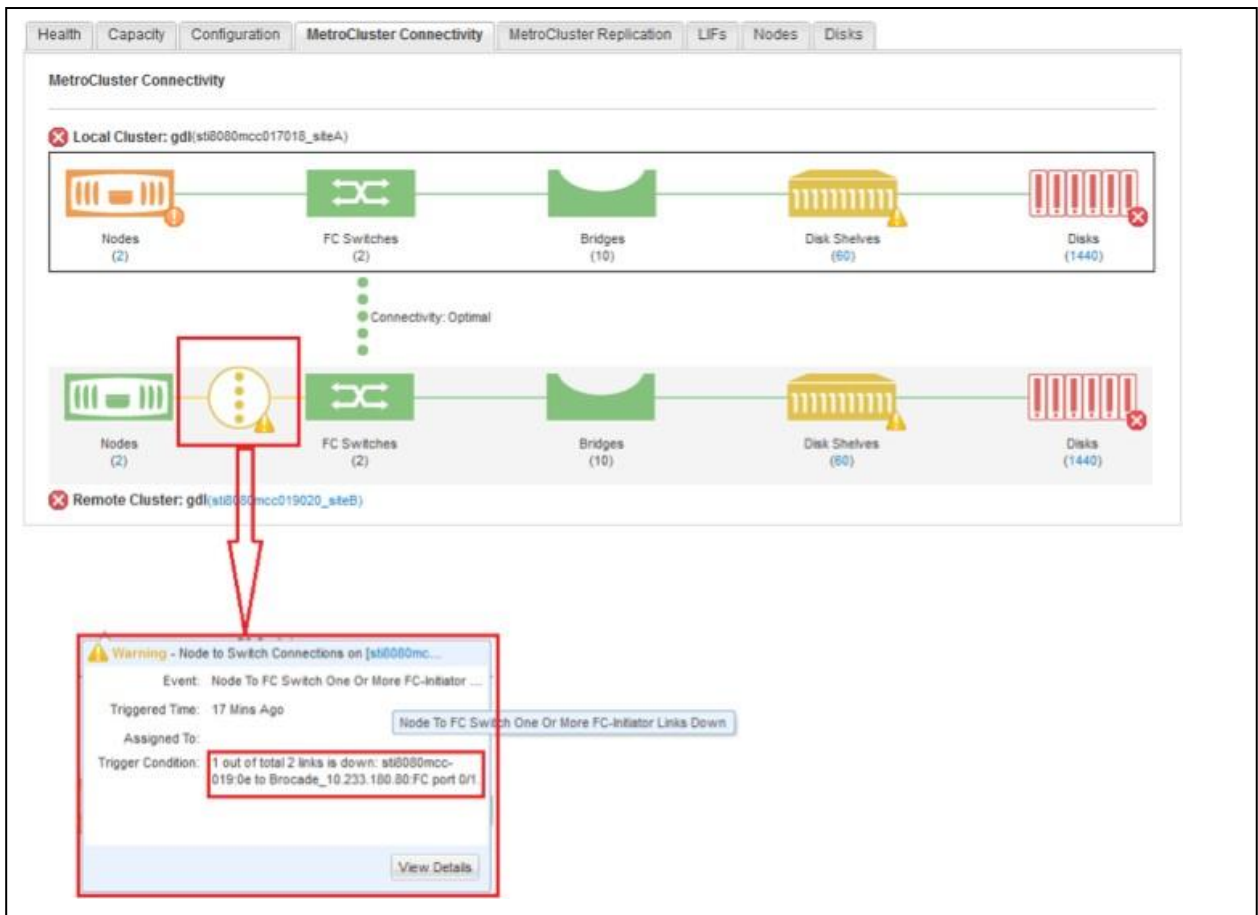
IQは、クラスタのトポロジ情報を使用して、MetroCluster構成全体を図示します。この表示は、Unified Manager が MetroCluster システムを構成するクラスタを検出すると自動的に作成されます。Unified Manager は、検出された障害についてヘルスマニタを定期的にポーリングし、Unified Manager のアラートに変換します。Unified Manager から生成されるアラートには、考えられる原因に関する情報と推奨される解決策が含まれます。アラートは、適切に処理するためにシステム管理者に割り当てることができます。Active IQ Unified Manager 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 ヘルスマ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。ヘルスマニタは、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。

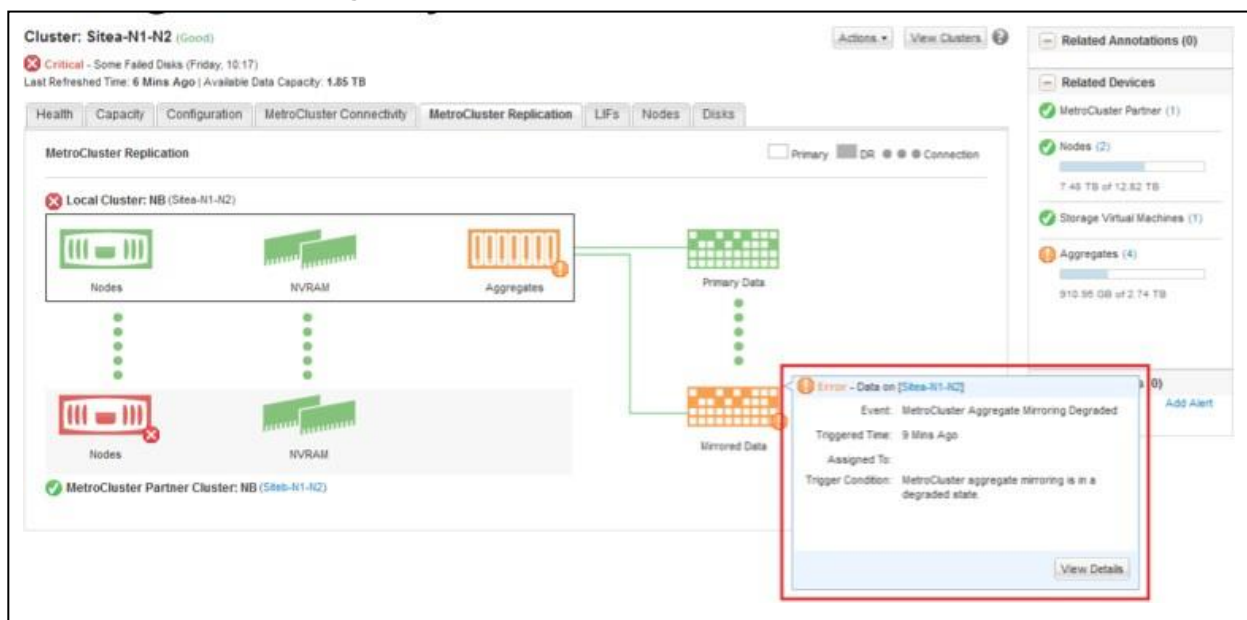
接続を監視することにより、OCUMはMetroCluster構成内のハードウェアの健全性を監視および確認し、デバイス間の物理的接続に関連する問題にはアラートを生成します。アラートには、問題の考えられる原因および影響と、推奨される解決方法が提示されます。

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）の健全性が表示されます。

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

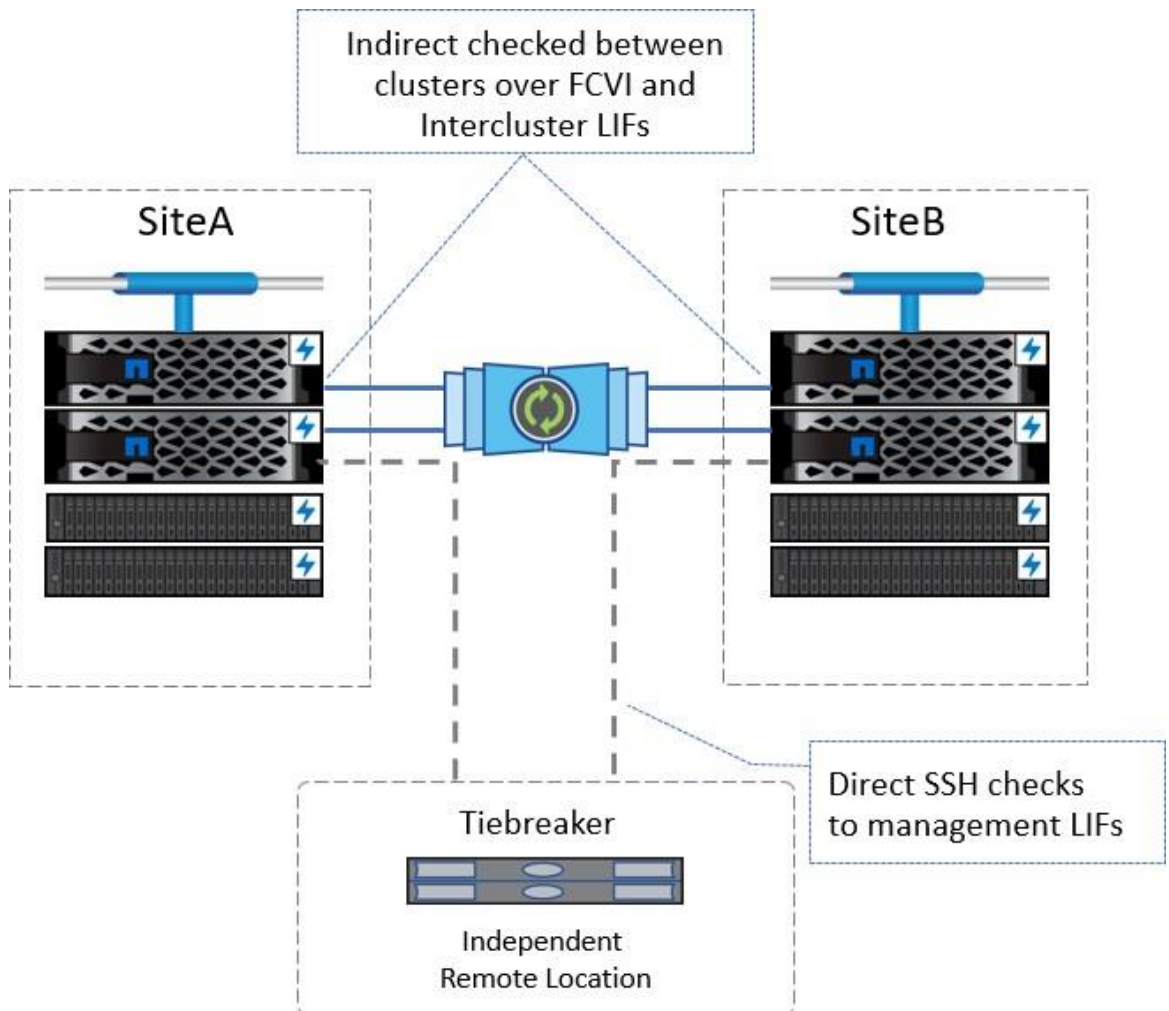
MetroCluster 構成自体には、サイト障害を検出してスイッチオーバーを開始する機能は備わっていません。各サイトのモニタリングを、サイト障害のために他のサイトに依存させることはできません。一方のクラスタからもう一方のクラスタへの応答がない場合、純粋なサイト障害が原因であるか、すべてのサイト間リンクで障害が発生している可能性があります。すべてのリンクで障害が発生した場合、MetroCluster 構成は引き続き動作し、ローカル I/O は処理されますが、リモート同期は行われません。少なくとも 1 つのサイト間リンクがリストアされると、レプリケーションが自動的に再開し、その間に行われた変更が取り戻されます。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を示されます。

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。『インストールおよび構成ガイド』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、構成の検証や健全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
✓	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
✓	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
✓	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
✓	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
✓	SwitchGeneric_SwUniqueName	tme-mcc-B-fab2	Verify that all switches have a unique name.	Switch names are unique within this DRGroup.
✓	SwitchGeneric_SwUniqueName	tme-mcc-B-fab1	Verify that all switches have a unique name.	Switch names are unique within this DRGroup.
✓	SwitchGeneric_SwUniqueName	tme-mcc-A-fab1	Verify that all switches have a unique name.	Switch names are unique within this DRGroup.
✓	SwitchGeneric_SwUniqueName	tme-mcc-A-fab2	Verify that all switches have a unique name.	Switch names are unique within this DRGroup.
✓	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
✓	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
✓	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
✓	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
✗	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
✗	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

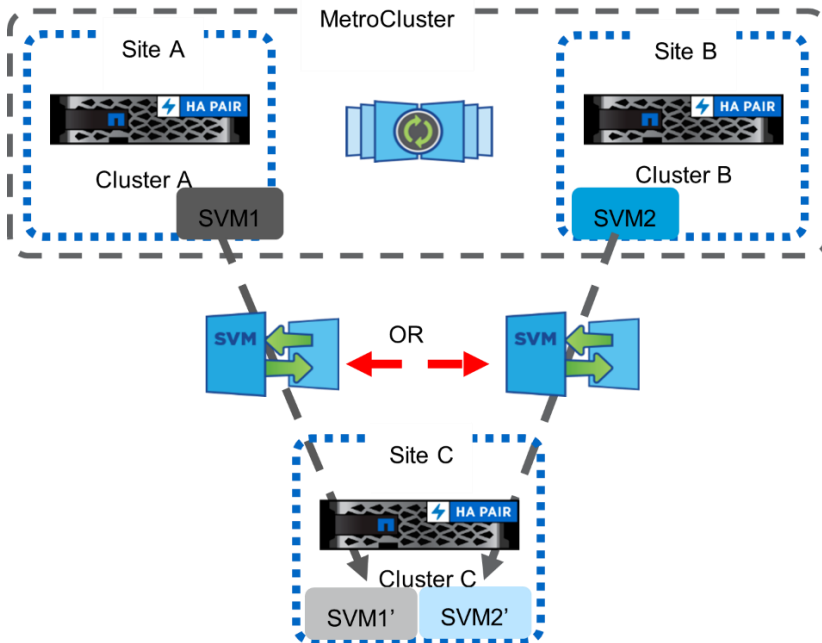
SnapMirrorおよびSnapVaultの関係は、MetroClusterで保護されているボリュームをソースまたはデスティネーションとして作成できます。データ保護関係は、MetroCluster環境内（同じクラスタまたはもう一方のクラスタ）で、またはMetroClusterを使用しない他のclustered Data ONTAPクラスタとの間で作成できます。MetroClusterで保護されているボリュームを使用してこれらの関係を作成する場合は、次の点を考慮してください。

- 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るのは 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、テクノロジー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後に、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はアドバンスド 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、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 用のアドバンスド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

エンドツーエンドNVMeテクノロジーと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 © 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随時、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