



医療機関

FlexPod

NetApp
October 30, 2025

目次

医療機関	1
ゲノム解析のための FlexPod	1
TR-4911 : 『FlexPod Genomics』	1
ゲノムワークロードを FlexPod に導入するメリット	3
解決策インフラのハードウェアコンポーネントとソフトウェアコンポーネント	8
ゲノム - GATK のセットアップと実行	12
jar ファイルを使用して GATK を実行するための出力	22
./GATK スクリプトを使用して GATK を実行するための出力	25
クロムウェルエンジンを使用した GATK 実行用出力	27
GPU セットアップ	31
まとめ	40
FlexPod for MEDITECH の指向性サイジングガイド	42
TR-4774 : 『FlexPod for MEDITECH Directional Sizing』	42
MEDITECH ワークロードの概要	44
小規模、中規模、大規模のアーキテクチャ向けの技術仕様	48
追加情報	52
謝辞	53
FlexPod Datacenter for MEDITECH 導入ガイド	53
TR-4753 : 『FlexPod Datacenter for MEDITECH Deployment Guide』	53
設計	66
導入と設定	69
MEDITECH のモジュールとコンポーネント	83
謝辞	84
追加情報の参照先	84
FlexPod for Medical Imaging の略	86
TR-4865 : FlexPod for Medical Imaging	86
アーキテクチャ	99
解決策インフラのハードウェアコンポーネントとソフトウェアコンポーネント	109
解決策のサイジング	111
ベストプラクティス	113
まとめ	118
追加情報	118

医療機関

ゲノム解析のための FlexPod

TR-4911 : 『FlexPod Genomics』

ネットアップ、JayaKishore Esankula

医療や生命科学のゲノムよりも重要な医療分野がいくつかあり、ゲノム研究は医師や看護師にとって重要な臨床ツールとなりつつあります。ゲノムと医療画像およびデジタル病理学を組み合わせることで、患者の遺伝子が治療プロトコルによってどのように影響を受けるかを理解できます。医療におけるゲノム研究の成功は、データの大規模な相互運用性にますます左右されています。最終的な目標は、膨大な量の遺伝子データを理解し、臨床的に関連性のある相関と変異を特定して診断を改善し、精密医療を現実にすることです。ゲノム研究では、病気の発生源、疾患の進化、どの治療法や戦略が効果的かを理解することができます。明らかに、ゲノムには、予防、診断、治療にまたがる多くのメリットがあります。医療機関は、次のようないくつかの課題に取り組んでいます。

- ・ケア品質の向上
- ・価値に基づく治療
- ・データの急増
- ・精密医学
- ・パンダ
- ・ウェアラブル機器、リモートモニタリング、ケア
- ・サイバーセキュリティ

標準化された臨床経路と臨床プロトコルは、現代医学の重要な要素の 1 つです。標準化の重要な側面の 1 つは、医療記録だけでなくゲノムデータに対しても、医療提供者間の相互運用性です。医療機関は、個人のゲノムデータや関連する医療記録を患者が所有するのではなく、ゲノムデータの所有権を放棄するのでしょうか？

相互運用可能な患者データは、データの急増に対応する原動力の 1 つである精密医療を実現するための鍵となります。精密医療の目的は、健康維持、疾病予防、診断、治療ソリューションをより効果的かつ正確に行うことです。

データの増加率は急激に上昇しています。2021 年 2 月上旬に、米国の研究所では、1 週間に約 8,000 系統の新型コロナウイルス感染症のシーケンスが確認されました。ゲノム配列の数は 2021 年 4 月までに週 29,000 に増加しました。完全に配列されたヒトゲノムのサイズは約 125GB です。したがって、1 週間に 29,000 個のゲノム配列を持つゲノムの保管データは、1 年間で 180 ペタバイトを超えることになります。さまざまな国がゲノム疫学にリソースを投入し、ゲノム監視を改善し、世界的な健康問題の次の波に備えるよう取り組んでいます。

ゲノム研究のコスト削減により、遺伝子検査や研究はかつてないほどのスピードで進められています。3 つの PS は、コンピュータのパワー、データのプライバシー、医療のパーソナライズというターニングポイントにあります。2025 年には、研究者らは、ヒトゲノムの配列が 1 億～200 億個になると予測している。ゲノム研究を効果的かつ価値ある提案にするには、ゲノム機能が医療ワークフローのシームレスな一部である必要があります。患者の訪問時に、簡単にアクセスして実行可能である必要があります。患者の電子カルテデータを患

者のゲノムデータと統合することも同様に重要です。FlexPod のような最先端の統合インフラの出現により、組織はゲノム機能を医師、看護師、診療所のマネージャーの日常的なワークフローに導入できるようになりました。FlexPod プラットフォームの最新情報については、こちらを参照してください ["FlexPod Datacenter with Cisco UCS X Series White Paper』を参照してください](#)"。

ゲノム研究の真の価値は、患者のゲノムデータに基づく精密な医療と個別化された治療計画です。過去に臨床医とデータサイエンティストの相乗効果が生まれたことはありません。ゲノム研究は、これまでの最新技術革新の恩恵を受けています。また、医療機関と業界の技術リーダーとの真のパートナーシップも享受しています。

学術医療センターやその他の医療および生命科学機関は、ゲノム科学の中心的な研究拠点（COE）を確立するするために十分に活用されています。博士によるCharlie Gersbach、Dr.グレッグ・クローフォード博士Duke University の Tim E Reddy 氏は、「単純なバイナリスイッチでは遺伝子のオン / オフが行われていないことはわかっていますが、複数の遺伝子規制切り替えが連携して機能する結果です。また、「これらのゲノムの部分は、いずれも独立して機能しないと判断しました。ゲノムは非常に複雑なウェブで、進化してきました」（["参照（Ref）"](#)）。

ネットアップと Cisco は、10 年以上にわたって FlexPod プラットフォームをさらに強化してきました。すべてのお客様からのフィードバックは、FlexPod のバリューストリームと機能セットに耳を傾け、評価し、結び付けられます。この継続的なフィードバック、コラボレーション、改善、お祝いのループは、FlexPod を信頼できる統合インフラストラクチャプラットフォームとして世界中で差別化します。シンプル化され、一から設計されたこのプラットフォームは、医療機関にとって最も信頼性が高く、堅牢で汎用性が高く、即応性に優れたプラットフォームです。

適用範囲

FlexPod コンバージドインフラプラットフォームを使用すると、医療機関は 1 つ以上のゲノム関連ワークフローと、他の臨床 / 非臨床的な医療アプリケーションをホストできます。このテクニカルレポートでは、FlexPod プラットフォームの検証時に GATK と呼ばれる、オープンソースの業界標準ゲノムツールを使用しています。ただし、ゲノム解析や GATK について詳しくは、このドキュメントでは扱いません。

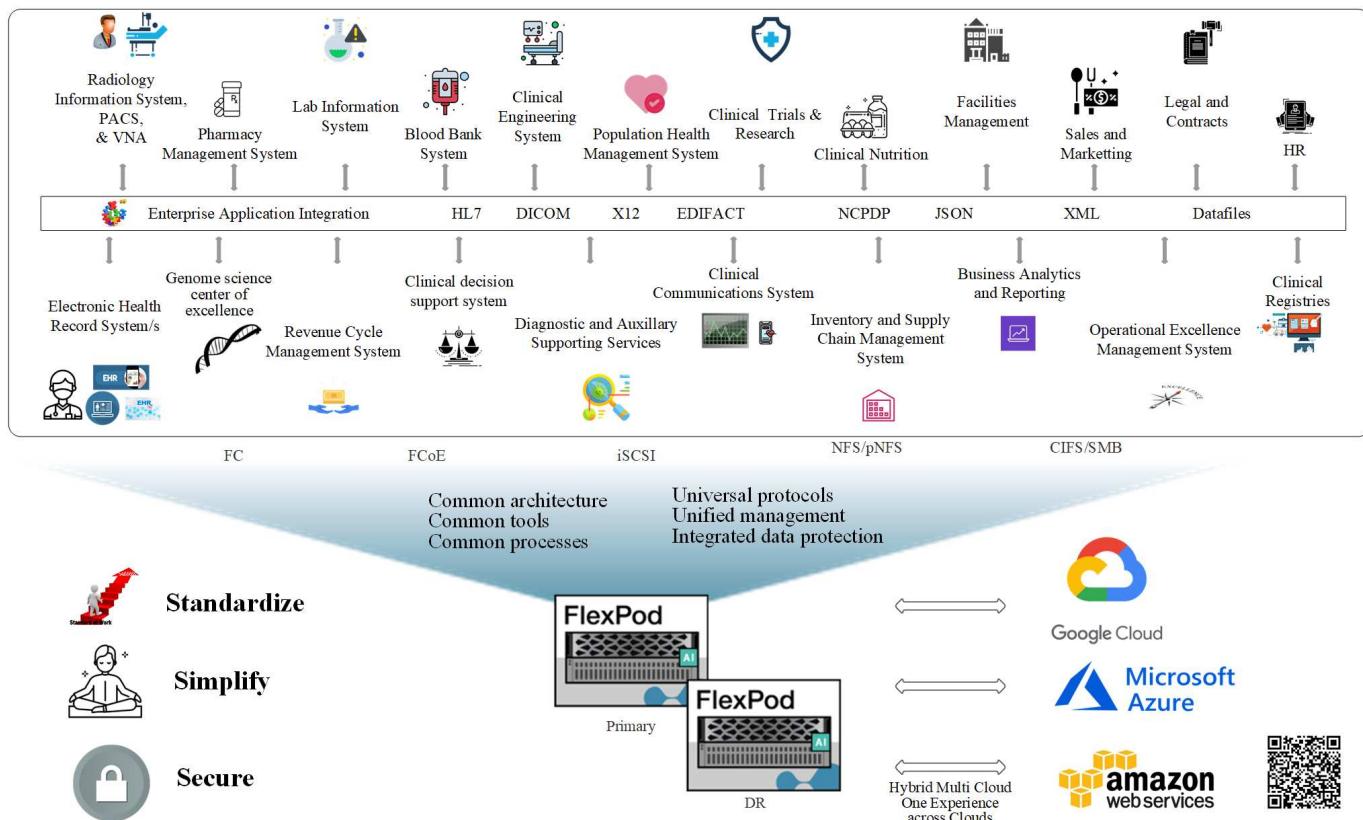
対象者

本ドキュメントは、医療業界の技術リーダー、Cisco とネットアップのパートナーソリューションエンジニア、およびプロフェッショナルサービス担当者を対象としています。本ドキュメントは、コンピューティングとストレージのサイジングの概念に加え、医療の脅威、医療セキュリティ、医療 IT システム、Cisco UCS、ネットアップストレージシステムに関する技術的な知識があることを前提としています。

FlexPod に導入された病院機能

一般的な病院には IT システムが多様化しています。このようなシステムの大半はベンダーから購入されますが、社内の病院システムによって構築されるものはほとんどありません。そのため、病院システムはデータセンターの多様なインフラ環境を管理する必要があります。病院がシステムを FlexPod などの統合インフラプラットフォームに統合すれば、データセンターの運用を標準化できます。FlexPod を使用すると、医療機関は臨床システムと非臨床システムを同じプラットフォームに実装できるため、データセンターの運用を統合できます。

Hospital capabilities deployed on a FlexPod



"次は、ゲノムワークフローを FlexPod に導入するメリットです。"

ゲノムワークフローを FlexPod に導入するメリット

"前へ：はじめに。"

このセクションでは、FlexPod コンバージドインフラプラットフォームでゲノミクスワークフローを実行する利点の概要を説明します。では、病院の機能について簡単に説明しましょう。次のビジネスアーキテクチャビューは、ハイブリッドクラウド対応の FlexPod コンバージドインフラストラクチャプラットフォームに導入された病院の機能を示しています。

- * 医療でサイロ化を避ける。 * 医療のサイロ化は非常に大きな懸念事項です。多くの場合、部門は選択したものではなく、進化によって組織的に孤立した独自のハードウェアとソフトウェアのセットにサイロ化しています。放射線科、心臓病、EHR、ゲノム解析など分析、収益サイクル、その他の部門は、個々の専用ソフトウェアとハードウェアで構成されます。医療機関では、ハードウェアとソフトウェアの資産を管理するための IT プロフェッショナルが限られています。このような転換点は、非常に多様なハードウェアとソフトウェアを管理することが求められている場合に生じます。ベンダーによって医療機関にもたらされた矛盾する一連のプロセスによって、不均質性が悪化します。
- * 小さい始め、育つ。 * GATK の用具キットは CPU の実行のために調整される FlexPod のような最も小さいスイートルームのプラットホーム。FlexPod を使用すると、ネットワーク、コンピューティング、ストレージの拡張性を個別に拡張できます。ゲノム機能と環境の拡大に合わせて小規模な構成から始め、拡張できます。医療機関は、ゲノムワークフローを実行するために特化したプラットフォームに投資する必要がありません。代わりに、FlexPod のような汎用性の高いプラットフォームを活用して、同じプラットフ

オーム上でゲノミクスとゲノム以外のワークフローを実行できます。たとえば、小児部門がゲノム機能の実装を検討している場合、ITリーダーは既存のFlexPodインスタンスでコンピューティング、ストレージ、ネットワークをプロビジョニングできます。ゲノムビジネスユニットの成長に伴い、医療機関は必要に応じてFlexPodプラットフォームを拡張できます。

- * 単一のコントロールパネルと比類のない柔軟性。 * Cisco Intersightは、アプリケーションとインフラストラクチャをブリッジすることで、IT運用を大幅に簡易化し、ベアメタルサーバやハイパーバイザからサーバレスアプリケーションまでの可視化と管理を実現し、コストを削減し、リスクを軽減します。このユニークなSaaSプラットフォームは、オープンAPI設計を採用しており、サードパーティのプラットフォームやツールとネイティブに統合されています。さらに、モバイルアプリを使用して、データセンター運用チームからオンラインまたは場所を問わず管理を行うことができます。

ユーザは、Intersightを管理プラットフォームとして活用することで、目に見える形での価値をすばやく引き出すことができます。多くの日常的な手作業の自動化を可能にするIntersightは、エラーを解消し、日常業務を簡易化します。さらに、Intersightの高度なサポート機能により、導入者は問題に先手を打つことができ、問題の解決を加速できます。企業がアプリケーションインフラに費やす時間とコストを大幅に削減し、コアビジネスの開発にかける時間を増やしています。

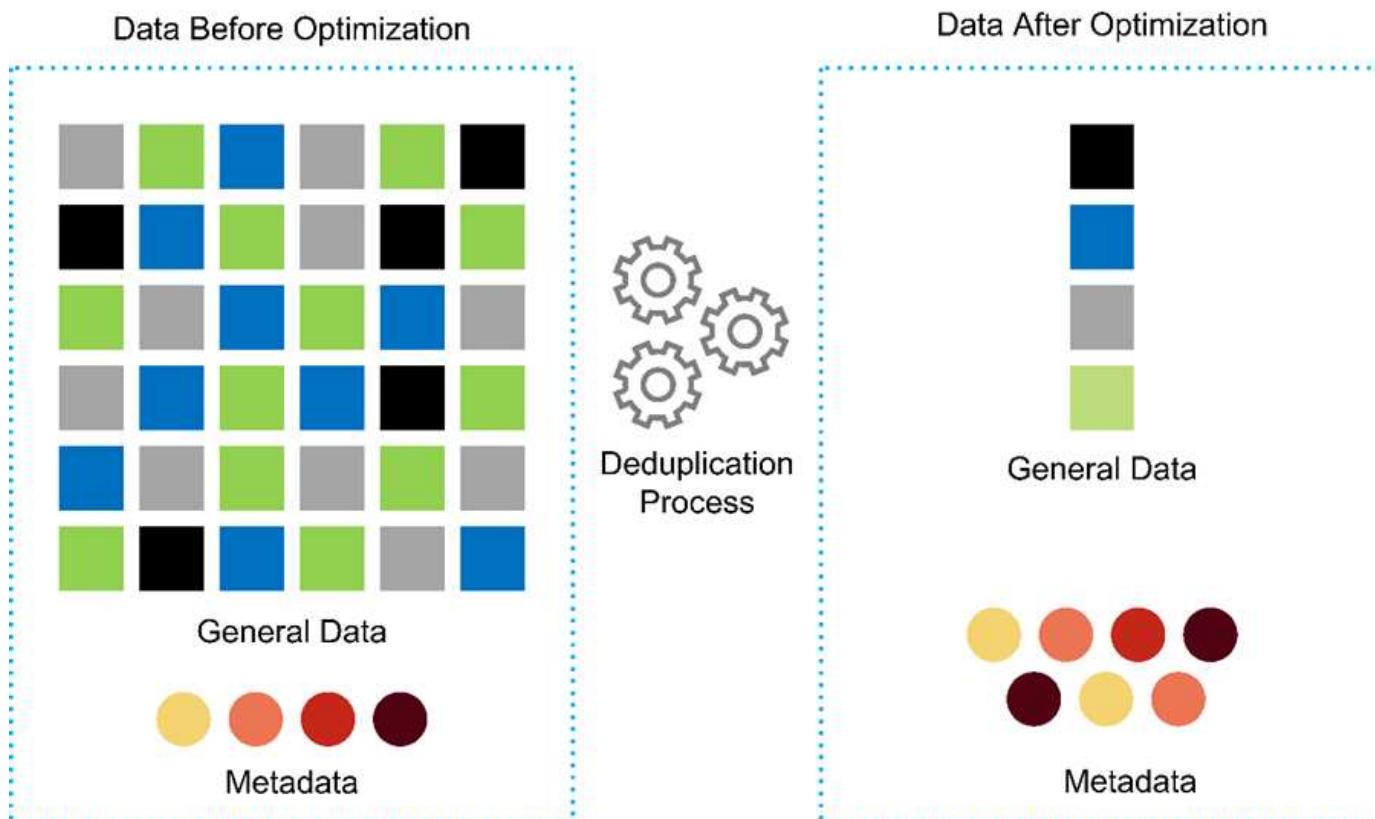
Intersightの管理とFlexPodの拡張性に優れたアーキテクチャを活用することで、複数のゲノムワークフローを単一のFlexPodプラットフォームで実行できるようになり、利用率が向上し、総所有コスト（TCO）が削減されます。FlexPodでは、ネットアップの小規模なFlexPod Expressから始めて、大規模なFlexPodデータセンター実装まで拡張できるため、柔軟なサイジングが可能です。Cisco Intersightに組み込まれているロールベースのアクセス制御機能により、医療機関は堅牢なアクセス制御メカニズムを実装して、個別のインフラスタックを必要としないようにすることができます。医療機関内の複数のビジネスユニットが、ゲノム研究を主要な中核コンピテンシーとして活用できます。

最終的にFlexPodは、IT運用を簡易化し、運用コストを削減します。ITインフラストラクチャ管理者は、臨床医の革新を支援するタスクに集中できるため、常に最新の状態に維持することはできません。

- * 検証済みの設計と保証された成果。 * FlexPodの設計および導入ガイドは、再現可能であることが検証されており、FlexPodを確実に導入するために必要な包括的な構成の詳細と業界のベストプラクティスが記載されています。Ciscoとネットアップの検証済み設計ガイド、導入ガイド、アーキテクチャを活用すれば、医療機関やライフサイエンス部門が、検証済みで信頼性の高いプラットフォームを最初から導入する際に推測に頼ることがなくなります。FlexPodを使用すると、導入時間を短縮し、コスト、複雑さ、リスクを軽減できます。FlexPod検証済みの設計と導入ガイドでは、さまざまなゲノムワークフローに最適なプラットフォームとしてFlexPodを確立しています。
- * 革新性と俊敏性。 * FlexPodはEpic、Cerner、Meditech、Agfa、GE、Philipsなどの画像処理システムなどのEHRによって理想的なプラットフォームとして推奨されています。詳細については、を参照してください "EPIC名誉の転がる" ターゲットとなるプラットフォームアーキテクチャについては、Epic userwebを参照してください。ゲノム解析の実行 "FlexPod" 医療機関は、即応性を備えた革新的なビジネスを継続できます。FlexPodを導入することで、組織の変化を自然に実現できます。医療機関がFlexPodプラットフォームを標準化すると、ITエキスパートは時間、労力、リソースをプロビジョニングしてイノベーションを推進できるようになり、エコシステムのニーズに合わせた即応性が実現します。
- * データの制約を解放。 * ONTAPコンバージドインフラプラットフォームとNetApp FlexPodストレージシステムを使用すると、ゲノムデータを1つのプラットフォームから幅広いプロトコルで大規模に利用およびアクセスできます。FlexPodとNetApp ONTAPは、シンプルでわかりやすく、強力なハイブリッドクラウドプラットフォームです。NetApp ONTAPを基盤とするデータファブリックは、サイト間、物理的な境界を超えて、アプリケーション間でデータを結び付けます。データファブリックは、Data-Centricの世界におけるデータ主体の企業向けに構築されています。データは複数の場所に作成されて使用されるため、多くの場合、他の場所、アプリケーション、インフラとの利用や共有が必要になります。そのため、一貫性のある統合された管理方法が必要です。FlexPodを導入することで、ITチームの管理が容易になり、増え続けるITの複雑さが軽減されます。
- * セキュアマルチテナンシー。 * FlexPodはFIPS 140-2準拠の暗号モジュールを使用しているため、セキ

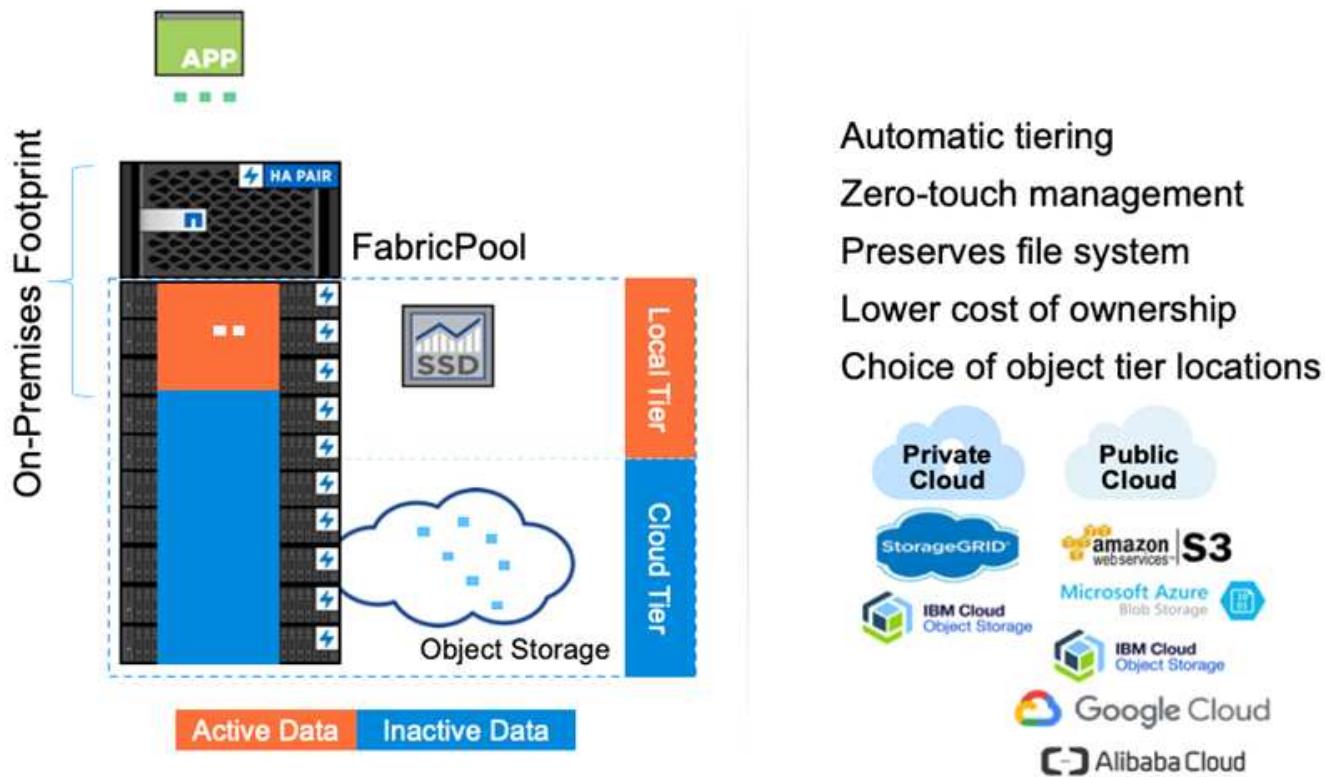
ユリティを後からではなく基本要素として実装できます。FlexPod を使用すると、プラットフォームの規模に関係なく、単一のコンバージドインフラプラットフォームからセキュアマルチテナンシーを実装できます。マルチテナンシーと QoS で FlexPod を保護することで、ワークロードの分離と利用率の最大化を実現します。これにより、使用率の低い可能性のある特殊なプラットフォームに設備が固定され、管理に特殊なスキルセットが必要になるのを回避できます。

- *ストレージ効率化* ゲノミクスには、基盤となるストレージにリードするストレージ効率化機能が必要です。重複排除（オンラインおよびオンデマンド）、データ圧縮、データコンパクション（など）などのネットアップの Storage Efficiency 機能を使用すると、ストレージコストを削減できます ["参照 \(Ref\)"](#)。ネットアップの重複排除機能は、FlexVol ボリューム内でブロックレベルの重複排除を実行します。重複排除機能は、基本的に、重複ブロックを削除して、FlexVol ボリューム内で一意のブロックのみを保存します。重複排除は非常にきめ細かな方法で機能し、FlexVol ボリュームのアクティブファイルシステムで機能します。次の図に、ネットアップの重複排除機能の概要を示します。重複排除機能はアプリケーションに対して透過的です。したがって、ネットアップシステムを使用するすべてのアプリケーションのデータに対して重複排除を実行できます。ボリューム重複排除はオンラインプロセスおよびバックグラウンドプロセスとして実行できます。CLI、NetApp ONTAP System Manager、または NetApp Active IQ Unified Manager から自動で実行、スケジュール設定、または手動で実行するように設定することができます。



- *ゲノムの相互運用性を実現。* ONTAP FlexCache は、ファイル配信を簡素化し、WAN のレイテンシを低減し、WAN 帯域幅コスト（["参照 \(Ref\)"](#)）。ゲノム変異の同定およびアノテーションにおける重要な活動の 1 つに、臨床医間のコラボレーションがあります。ONTAP FlexCache テクノロジーは、コラボレーションする臨床医が異なる地域にいる場合でも、データのスループットを向上させます。一般的な *。BAM ファイルのサイズ（1 GB ~ 100 GB）を考えると、基盤となるプラットフォームが異なる地域の臨床医がファイルを使用できるようにすることが重要です。FlexPod と ONTAP FlexCache を併用することで、ゲノムデータとアプリケーションをマルチサイトに対応できます。その結果、世界中に分散している研究者が、低レイテンシと高スループットを実現しながらシームレスに連携できるようになります。ゲノム研究アプリケーションをマルチサイト環境で実行している医療機関は、データファブリックを使用してスケールアウトを実施し、管理性とコスト、スピードのバランスを取ることができます。

- *ストレージ・プラットフォームのインテリジェントな使用*FlexPodとONTAP自動階層化およびNetApp FabricPoolテクノロジを組み合わせることで、データ管理が簡易化されます。FabricPoolは、パフォーマンス、効率、セキュリティ、保護を犠牲にすることなくストレージコストを削減します。FabricPoolは、エンタープライズアプリケーションに対して透過的であり、アプリケーションインフラを再構築することなくストレージの TCO を削減することで、クラウドの効率性を活用します。FlexPodは、FabricPoolのストレージ階層化機能を活用して、ONTAP フラッシュストレージをより効率的に使用できます。詳細については、を参照してください ["FlexPod with FabricPool の略"](#)。次の図は、FabricPool とその利点の概要を示しています。



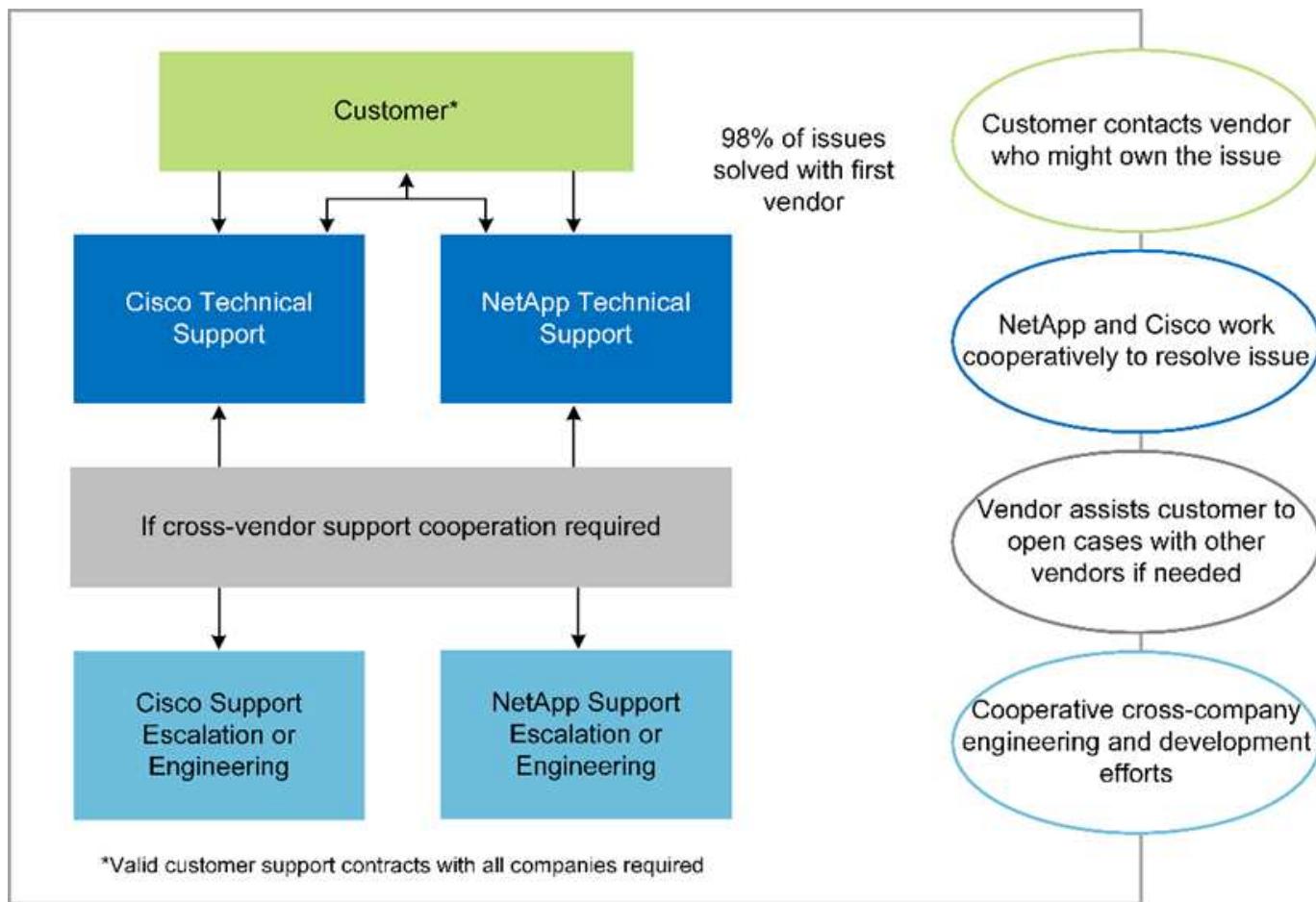
- * バリアント分析とアノテーションの高速化。* FlexPod プラットフォームの導入と運用開始にかかる時間が短縮されます。FlexPod プラットフォームでは、データを低レイテンシとスループットで大規模に利用できるようにすることで、医療従事者によるコラボレーションが可能になります。相互運用性が向上することで、イノベーションが医療機関は、ゲノムワークLOADと非ゲノムワークLOADを並行して実行できるため、ゲノム解析の開始に特化したプラットフォームを必要としません。

FlexPod ONTAP では、ストレージプラットフォームに最新の機能を定期的に追加しています。FlexPod データセンターは、FC-NVMe を導入するための最適な共有インフラ基盤であり、必要なアプリケーションにハイパフォーマンスなストレージアクセスを提供します。FC-NVMe は進化し、高可用性、マルチパス、およびオペレーティングシステムの追加サポートが組み込まれています。FlexPod は、このような機能をサポートするために必要な拡張性と信頼性を備えたプラットフォームに最適です。エンドツーエンド NVMe で I/O を高速化した ONTAP により、ゲノム解析を高速化 (["参照 \(Ref\)"](#))。

ゲノム配列データは大きなファイルサイズを生成します。これらのファイルをバリアント分析装置で使用できるようにすることで、サンプルの収集からバリアントの注釈までにかかる総時間を短縮することが重要です。ストレージアクセスおよびデータ転送プロトコルとして使用される NVMe (Non-Volatile Memory Express) は、かつてないレベルのスループットと最速の応答時間を実現します。FlexPod は、PCI Express Bus (PCIe ; PCI Express バス) を介してフラッシュストレージにアクセスしながら、NVMe プロトコルを導入します。PCIe により、数万のコマンドキューの実装が可能になり、並列化とス

ループットが向上します。ストレージからメモリまで 1 つのプロトコルでデータアクセスが高速化されます。

- * 臨床研究の俊敏性を徹底的に高めています。 * 柔軟で拡張可能なストレージ容量とパフォーマンスにより、医療研究機関は柔軟でジャストインタイム (JIT) 方式で環境を最適化できます。コンピューティングインフラとネットワークインフラのストレージを分離 FlexPod することで、システムを停止することなくスケールアップとスケールアウトが可能です。Cisco Intersight を使用すると、FlexPod プラットフォームの管理に組み込みの自動ワークフローとカスタムの自動ワークフローの両方を利用できます。Cisco Intersight のワークフローにより、医療機関はアプリケーションのライフサイクル管理時間を短縮できます。学術医療センターでは、患者データを匿名化して研究インフォマティクスやセンターで高品質な情報を提供する必要がある場合、IT 部門は Cisco Intersight FlexPod のワークフローを活用して、セキュアなデータバックアップ、クローニング、リストアを数時間ではなく数秒で実行できます。NetApp Trident と Kubernetes を使用すると、IT 部門は新しいデータサイエンティストをプロビジョニングし、臨床データをわずか数分でモデル開発に利用できます。しかも数秒で完了することもあります。
- * ゲノムデータを保護。 * NetApp SnapLock は、消去や書き換えが不可能な状態でファイルを保存し、コミットできる特殊な用途に対応しています。FlexVol ボリュームに保存されているユーザーの本番データは、NetApp SnapMirror または SnapVault テクノロジを使用して、SnapLock ボリュームにミラーリングまたは保存できます。SnapLock ボリューム内のファイル、ボリューム自体、およびホストアグリゲートは、保持期間が終了するまで削除できません。ONTAP FPolicy ソフトウェアを使用している組織では、特定の拡張子のファイルに対する処理を禁止することで、ランサムウェア攻撃を防止できます。FPolicy イベントは、特定のファイル操作に対してトリガーできます。イベントはポリシーに関連付けられており、ポリシーは使用する必要があるエンジンを呼び出します。ポリシーにはランサムウェアを含む可能性のある一連のファイル拡張子を設定できます。拡張子が許可されていないファイルで許可されていない操作を実行しようとすると、FPolicy によりその操作が実行されなくなります。 (" 参照 (Ref) ") 。
- * FlexPod 共同サポート * ネットアップと Cisco は、FlexPod コンバージドインフラに固有のサポート要件を満たす、拡張性と柔軟性に優れた強力なサポートモデルである FlexPod 共同サポートを確立しました。このモデルでは、ネットアップと Cisco が提供する経験、リソース、およびテクニカルサポートの専門知識を組み合わせて、問題の発生場所に関係なく、FlexPod のサポート問題を特定して解決するための合理的なプロセスを提供します。次の図に、FlexPod 共同サポートモデルの概要を示します。お客様は、問題を所有する可能性のあるベンダーに連絡し、Cisco とネットアップは協力して解決するように依頼します。Cisco とネットアップには、複数の企業にわたるエンジニアリングチームと開発チームがあり、これらのチームが協力して問題を解決します。このサポートモデルにより、翻訳中の情報の損失を削減し、信頼性を高め、ダウントIMEを削減できます。



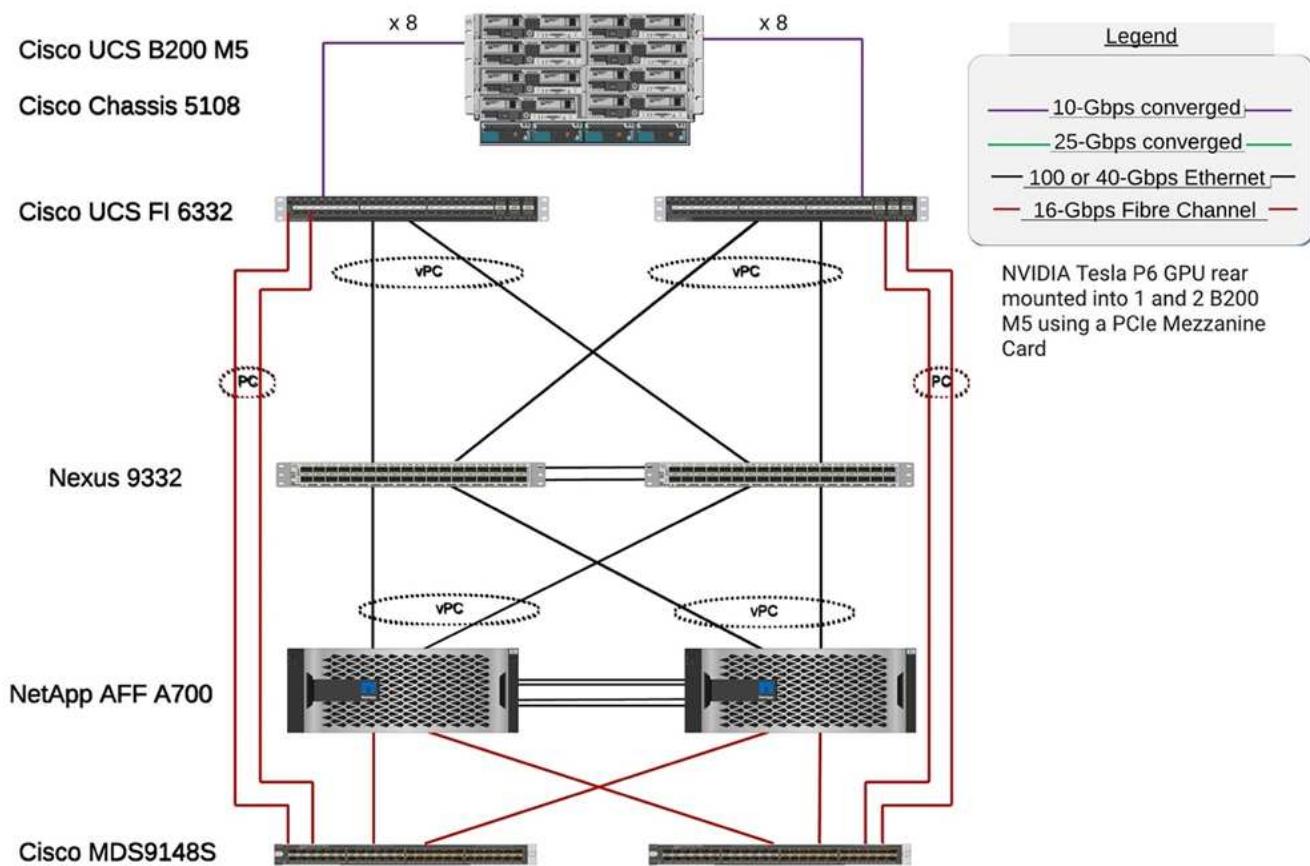
"次の例は、解決策インフラのハードウェアとソフトウェアのコンポーネントです。"

解決策インフラのハードウェアコンポーネントとソフトウェアコンポーネント

"従来：ゲノムワークフローを FlexPod に導入するメリット"

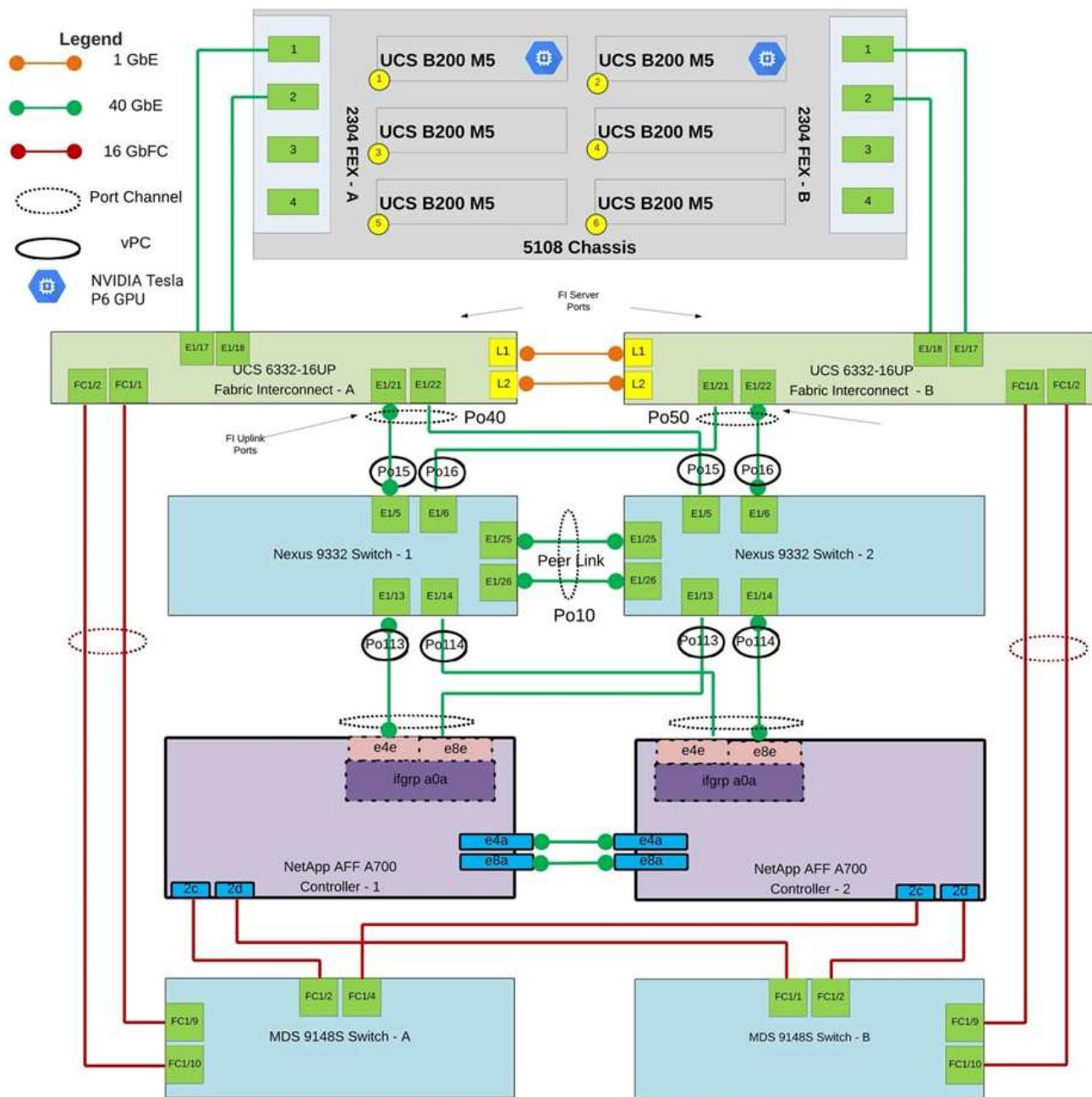
次の図に、GATK の設定と検証に使用される FlexPod システムを示します。使用しました "FlexPod データセンターと VMware vSphere 7.0 および NetApp ONTAP 9.7 Cisco Validated Design (CVD)" セットアッププロセスの実行中です。

FlexPod for Genomics



次の図は、FlexPod のケーブル配線の詳細を示しています。

FlexPod for Genomics



次の表に、FlexPod で有効にする GATK テスト中に使用されるハードウェアコンポーネントを示します。は
こちらです ["NetApp Interoperability Matrix Tool で確認できます" \(IMT\)](#) および ["シスコハードウェア互換性
リスト \(HCL\)"](#)。

レイヤー (Layer)	製品ファミリー	数量とモデル	詳細
コンピューティング	Cisco UCS 5108 シャーシ	1 または 2	
	Cisco UCS ブレードサーバ	B200 M5 × 6	それぞれに、20 コア以上、2.7GHz、および 128-384GB RAM を 2 個搭載しています

レイヤー (Layer)	製品ファミリー	数量とモデル	詳細
	Cisco UCS 仮想インターフェイスカード (VIC)	Cisco UCS 1440	を参照してください
	Cisco UCS ファブリックインターフェイスカード (VIC)	6332	-
ネットワーク	Cisco Nexus スイッチ	Cisco Nexus 9332 × 2	-
ストレージネットワーク	SMB / CIFS、NFS、またはiSCSI プロトコル経由のストレージアクセス用の IP ネットワーク	上記と同じネットワークスイッチ	-
	FC 経由のストレージアクセス	Cisco MDS 9148S × 2	-
ストレージ	NetApp AFF A700 オールフラッシュストレージシステム	1 クラスタ	2 ノードクラスタ
	ディスクシェルフ	DS224C または NS224 ディスクシェルフ × 1	24 本のドライブをフル装備
	SSD の場合	容量が 24、2TB 以上	-

この表は、インフラストラクチャソフトウェアを示しています。

ソフトウェア	製品ファミリー	バージョンまたはリリース	詳細
様々	Linux の場合	RHEL 8.3	-
	Windows の場合	Windows Server 2012 R2 (64 ビット)	-
	NetApp ONTAP	ONTAP 9.8 以降	-
	Cisco UCS ファブリックインターフェイスカード (VIC)	Cisco UCS Manager 4.1 以降	-
	Cisco Ethernet 3000 または 9000 シリーズスイッチ	9000 シリーズの場合、7.0(3) i7(7) 以降 (3000 シリーズ用)、9.2(4) 以降	-
	Cisco FC : Cisco MDS 9132T	8.4(1a) 以降	-
	ハイパーバイザー	VMware vSphere ESXi 7.0	-
ストレージ	ハイパーバイザー管理システム	VMware vCenter Server 7.0 (vCSA) 以降	-
ネットワーク	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 9.7 以降	-
	NetApp SnapCenter	SnapCenter 4.3 以降	-

ソフトウェア	製品ファミリー	バージョンまたはリリース	詳細
	Cisco UCS Manager の略	4.1 (3c) 以降	
ハイパーバイザー	ESXi		
管理	ハイパーバイザー管理システム VMware vCenter Server 7.0 (vCSA) 以降		
	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 9.7 以降	
	NetApp SnapCenter	SnapCenter 4.3 以降	
	Cisco UCS Manager の略	4.1 (3c) 以降	

"次は、 [Genomics - GATK のセットアップと実行](#)です。"

ゲノム - GATK のセットアップと実行

"以前：解決策インフラのハードウェアコンポーネントとソフトウェアコンポーネント。"

国立ヒトゲノム研究所によると "[NHGRI](#)")、「ゲノムとは、人の遺伝子 (ゲノム) のすべての研究であり、これらの遺伝子相互作用や人の環境との相互作用を含みます。」

に従って "[NHGRI](#)" 「デオキシリボヌクリク酸 (DNA) は、ほぼすべての生物の活動を開発し、誘導するために必要な指示を含む化学化合物です。DNA 分子は、二重らせんと呼ばれる 2 つのツイスト、ペアストランドで構成されています。」 「生物の DNA の完全なセットは、ゲノムと呼ばれています。」

配列決定は DNA の鎖の塩基の正確な順序を決定するプロセスである。現在使用されている最も一般的なシーケンスタイプの 1 つは、合成による順序付けと呼ばれます。この技術では、蛍光信号の放射を使用して塩基を並べます。研究者は DNA シーケンシングを使用して、遺伝子変異や、人がまだ初期段階にある間に疾患の発症または進行に関する可能性のある突然変異を検索することができる。

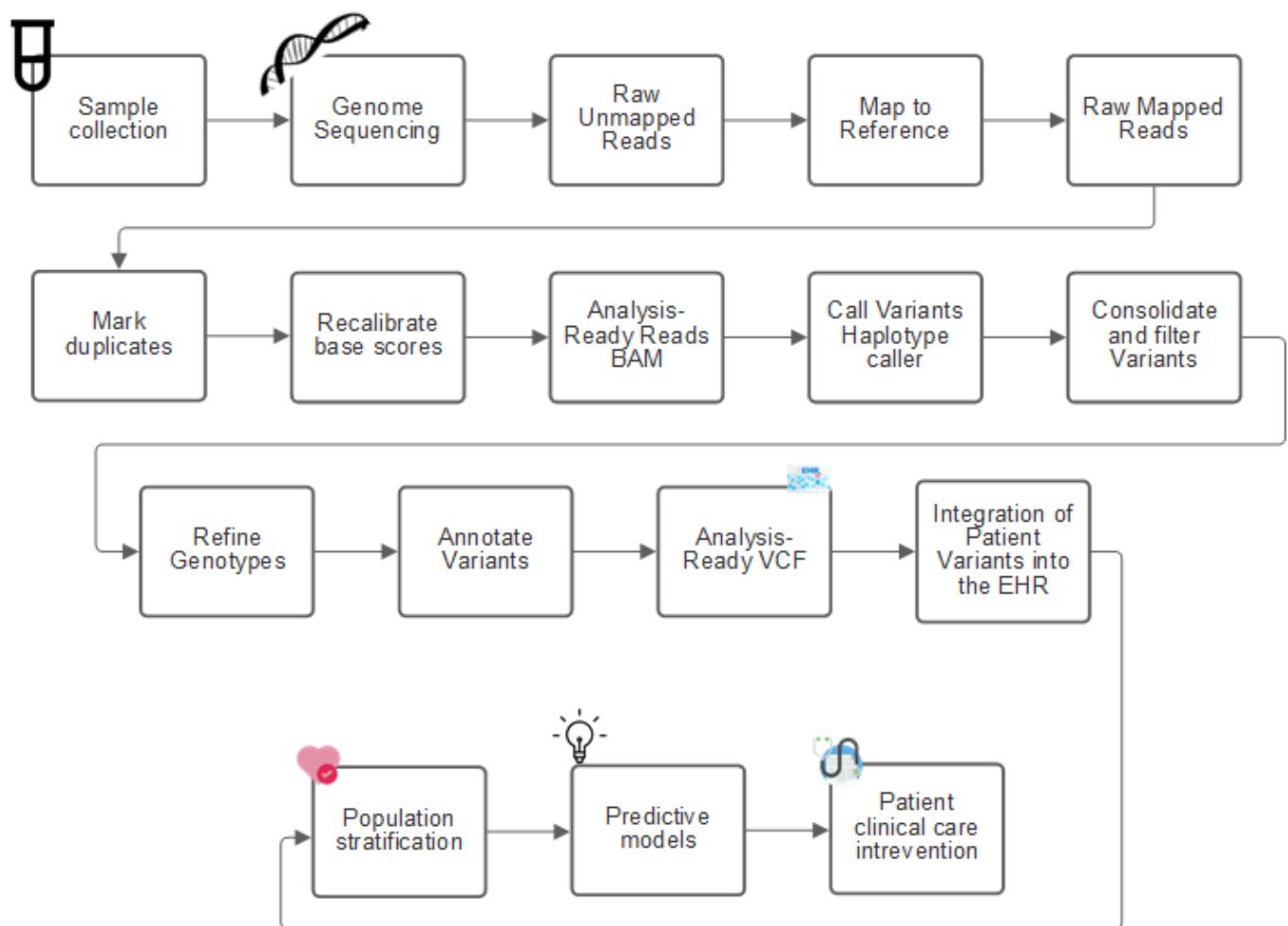
サンプルからバリエントの識別、注釈、および予測まで

ゲノム解析の概要は、以下のステップに分類できます。これは完全なリストではありません。

1. サンプル収集。
2. "[ゲノム配列決定](#)" シーケンサーを使用して、 raw データを生成します。
3. 前処理中です例： "[重複排除](#)" を使用します "[Picard](#)"。
4. ゲノム解析：
 - a. 参照ゲノムへのマッピング。
 - b. "[バリエント](#)" GATK などのツールを使用して、一般的に識別とアノテーションを実行します。
5. 電子カルテ (EHR) システムへの統合
6. "[人口階層化](#)" 地理的位置と民族的背景を越えた遺伝的変動の同定。
7. "[予測モデル](#)" 有意なシングルヌクレオチド多形症を用いている。

8. "検証"。

次の図に、サンプリングからバリアントの識別、注釈、および予測までのプロセスを示します。



ヒトゲノム計画は2003年4月に完成し、このプロジェクトは、パブリックドメインで利用可能なヒトゲノム配列を非常に高品質でシミュレーションしました。このリファレンスゲノムは、ゲノム機能の研究開発で爆発的に増加しました。事実上すべての人間の病気にその人間の遺伝子の署名がある。最近まで、医師は、単一遺伝子の変化によって発生した特定の相続パターンによって引き起こされる、鎌状赤血球貧血などの出生異常を予測し、判定するために遺伝子を利用していた。ヒトゲノムプロジェクトで収集された膨大なデータがゲノム機能の最新状態に登場しました。

ゲノミクスには幅広いメリットがあります。ヘルスケアおよびライフサイエンス分野のメリットを以下に示します。

- ・治療時点でのより良い診断
- ・予後が良好である
- ・精密医学
- ・パーソナライズされた治療計画
- ・疾患モニタリングの向上
- ・有害事象の減少

- ・治療へのアクセスが向上しました
- ・疾患モニタリングの改善
- ・有効な臨床試験への参加と、遺伝子型に基づく臨床試験の患者の選択の向上。

ゲノミクスは a "4 つのヘッドを持つ獣、" 取得、ストレージ、分散、分析という、データセットのライフサイクル全体にわたるコンピューティングのニーズがあるためです。

ゲノム解析ツールキット（GATK）

GATK は、データサイエンスプラットフォームとして開発されました "ブロードインスティテュート"。GATK は、ゲノム解析を可能にする一連のオープンソース・ツールで、特に変異検出、同定、アノテーション、ジェノタイピングなどを行います。GATK の利点の 1 つは、ツールやコマンドのセットを連鎖させて、完全なワークフローを形成できることです。ブロード研究所が取り組む主な課題は、次のとおりです。

- ・病気の根本原因と生物学的メカニズムを理解する。
- ・疾患の基礎原因で作用する治療的介入を特定する。
- ・変異体から人間の生理学的な機能まで、視線を理解します。
- ・標準とポリシーを作成します "フレームワーク" ゲノムデータの表示、保存、分析、セキュリティなどを行います。
- ・相互運用可能なゲノム集約データベース（gnomad）を標準化し、社会化します。
- ・ゲノムを用いたモニタリング、診断、および患者の治療をより正確に行うことができます。
- ・症状が現れる前に疾患を適切に予測するツールの導入を支援します。
- ・生物医学における最も困難で最も重要な問題に対処するために、学際的な協力者のコミュニティを作成し、強化します。

GATK と The Broad Institute によると、ゲノム配列決定は病理学ラボでプロトコルとして扱われるべきです。どのような作業でも、サンプルや実験全体でよく文書化され、最適化され、再現性があり、一貫性が保たれます。以下は、ブロード研究所が推奨する一連の手順です。詳細については、を参照してください "GATK の Web サイト"。

FlexPod セットアップ

ゲノミクスワークの検証には、FlexPod インフラプラットフォームのスクラッチからのセットアップが含まれています。FlexPod プラットフォームは高可用性を備えており、個別に拡張できます。たとえば、ネットワーク、ストレージ、コンピューティングを個別に拡張できます。FlexPod 環境をセットアップするためのリファレンスアーキテクチャドキュメントとして、次のシスコ検証済み設計ガイドを使用しました。

"FlexPod Datacenter with VMware vSphere 7.0 and NetApp ONTAP 9.7" を参照してください。次の FlexPod プラットフォームのセットアップのハイライトを参照してください。

FlexPod のラボセットアップを実行するには、次の手順を実行します。

1. FlexPod ラボのセットアップと検証では、次の IP4 予約と VLAN を使用します。

IP Reservations

VLAN	IP Range	Subnet Mask	Purpose
3281	172.21.25 /24	255.255.255.0	IB-MGMT
3282	172.21.26 /24	255.255.255.0	vMotion
3283	172.21.27 /24	255.255.255.0	VM
3284	172.21.28 /24	255.255.255.0	NFS
3285	172.21.29 /24	255.255.255.0	iSCSI-A
3286	172.21.30 /24	255.255.255.0	iSCSI-B

2. ONTAP SVM で iSCSI ベースのブート LUN を設定

	Name	Storage VM
ESXi_Boot_Lun_1	Healthcare_SVM	
ESXi_Boot_Lun_2	Healthcare_SVM	
ESXi_Boot_Lun_3	Healthcare_SVM	
ESXi_Boot_Lun_4	Healthcare_SVM	
ESXi_Boot_Lun_5	Healthcare_SVM	
ESXi_Boot_Lun_6	Healthcare_SVM	

3. LUN を iSCSI イニシエータグループにマッピングします。

Name	Storage VM	Volume	Size	IOPS	Latency (ms)	Throughput (MB/s)
ESXi_Boot_Lun_1	Healthcare_SVM	ESXi_Boot_Vol	20 GB	3	0.16	0.01

STATUS: Online VOLUME: ESXi_Boot_Vol DESCRIPTION: - SNAPSHOT COPIES (LOCAL): 0 SNAPSHOT MIRROR (LOCAL OR REMOTE): 0

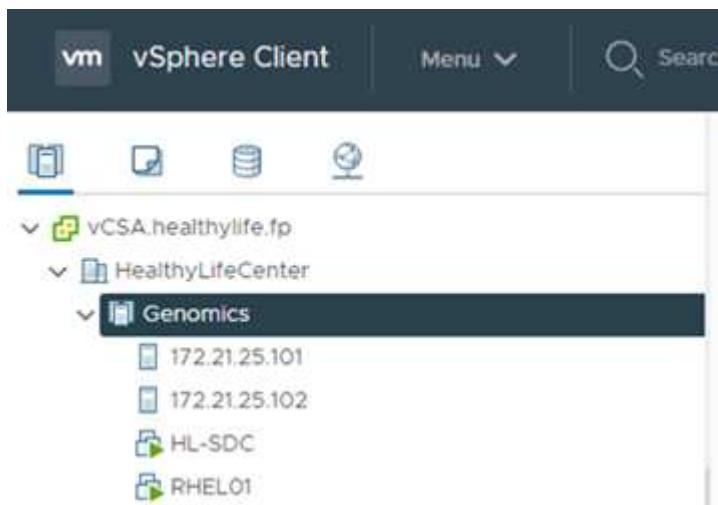
SERIAL NUMBER: 80A4X+R8rAhP QOS POLICY GROUP: - MAPPED TO INITIATORS: GenomicsESXi_1 (1) iqn.1992-08.com.cisco:ucs... ID: 0 STATUS: Protected SNAPSHOT POLICY: default

CAPACITY (AVAILABLE % | TOTAL): 95% | 20 GB LUN FORMAT: VMware PATH: /vol/ESXi_Boot_Vol/ESXi_Boot_Lun_1

	Name	Storage VM	Volume	Size	IOPS	Latency (ms)	Throughput (MB/s)
▼	ESXi_Boot_Lun_1	Healthcare_SVM	ESXi_Boot_Vol	20 GB	1	0.25	0.01
▲	ESXi_Boot_Lun_2	Healthcare_SVM	ESXi_Boot_Vol	20 GB	4	0.18	0.02
STATUS	VOLUME	DESCRIPTION		SNAPSHOT COPIES (LOCAL)	SNAPMIRROR (LOCAL OR REMOTE)		
✓ Online	ESXi_Boot_Vol	-		STATUS	✓ Protected		
SERIAL NUMBER	QOS POLICY GROUP	MAPPED TO INITIATORS	ID	STATUS	✓ Unprotected		
80A4X+R8rAhU	-	GenomicsESXi_2 (1) iqn.1992-08.com.cisco:ucs-...	0	SNAPSHOT POLICY	default		
CAPACITY (AVAILABLE % TOTAL)	LUN FORMAT						
96% 20 GB	VMware						

4. iSCSI ブートを使用して vSphere 7.0 をインストールします。

5. ESXi ホストを vCenter に登録します。



6. ONTAP ストレージ上で NFS データストア「infra_datastore_nfs」をプロビジョニングします。

ONTAP System Manager

Volumes

+ Add Delete Protect More

Name
ESXi_Boot_Vol
ESXi_NFS_Swap_Vol
Healthcare_SVM_root_Vol
Healthcare_Workload_Lun_Vol
Healthcare_Workload_NFS_Vol

Healthcare_Workload_NFS_Vol All Volumes

Overview Snapshot Copies SnapMirror

Explorer Quota Reports

STATUS ✓ Online

STYLE FlexVol

MOUNT PATH /Healthcare_NFS_Vol

TIERING POLICY None

INACTIVE DATA 84.9 GB

STORAGE VM Healthcare_SVM

Capacity

164 GB used.

SNAPSHOT CAPACITY 28.3 GB Available 22.1

INACTIVE DATA STORED LOCALLY

7. vCenter にデータストアを追加します。

vSphere Client

Menu Search in all environments

VM Datastore Cluster Host

vCSA.healthylife.fp

HealthyLifeCenter

infra_datastore_nfs

infra_swap_nfs

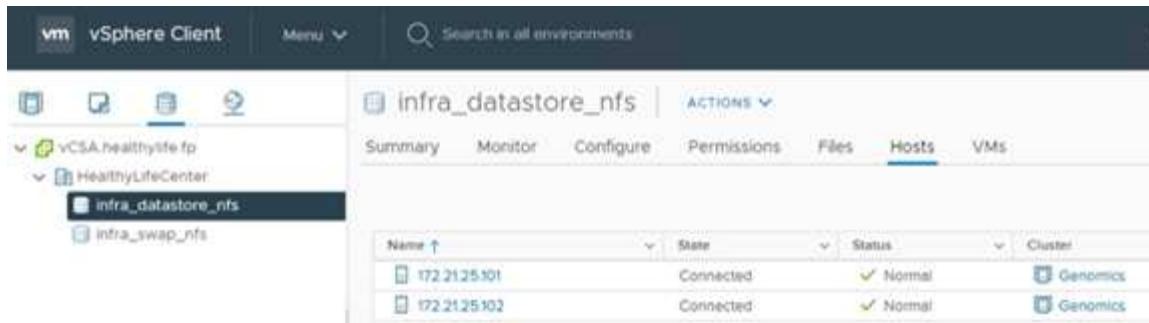
infra_datastore_nfs

Summary Monitor Configure

Type: NFS 3

URL: ds://vmfs/vol...

8. vCenter を使用して、ESXi ホストに NFS データストアを追加します。



9. vCenter を使用して、GATK を実行する Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.3 VM を作成します。
10. NFS データストアが VM に提供され、「/mnt/ゲノミクス」でマウントされます。これは、GATK 実行可能ファイル、スクリプト、BAM (バイナリ・アライメント・マップ) ファイル、参照ファイル、インデックスファイル、辞書ファイル、およびバリエント呼び出し用の出力ファイルを格納するために使用されます。

```
[root@genomics1 genomics]# df | grep genomics
/dev/sdb            308587328  5699492 287142812  2% /mnt/genomics
[root@genomics1 genomics]#
```

GATK のセットアップと実行

Red Hat Enterprise 8.3 Linux VM に次の前提条件をインストールします。

- Java 8 または SDK 1.8 以降
- Broad Institute から GATK 4.2.0.0 をダウンロードしてください ["GitHub サイト"](#)。一般に、ゲノム配列データは、タブ区切りの一連の ASCII カラムの形で保存されます。ただし、ASCII の保存に必要なスペースが多すぎます。したがって、新しい標準は BAM (*.bam) ファイルと呼ばれて進化しました。BAM ファイルは、シーケンスデータを圧縮、インデックス化、およびバイナリ形式で格納します。私たち ["ダウンロードしました"](#) から GATK を実行するために公開されている BAM ファイルのセット ["パブリックドメイン"](#)。インデックスファイル (*.bai) 、辞書ファイル (*) 、 dict) 、および参照データファイル (*.FASTA) を参照してください。

ダウンロード後、GATK ツールキットには jar ファイルと一連のサポートスクリプトがあります。

- GATK-PACKPACK-4.2.0.0-local.jar 実行可能ファイル
- 「GATK」スクリプトファイル。

父、母、息子*。 BAM ファイルで構成された家族の BAM ファイルと対応する索引、辞書、参照ゲノムファイルをダウンロードしました。

クロムウェルエンジン

Cromwell は、ワークフロー管理を可能にする科学的なワークフローを対象としたオープンソースエンジンです。クロムウェルエンジンは 2 つの方法で作動できます ["モード"](#)、サーバーモード、または単一ワークフローの実行モード。クロムウェルエンジンの動作は、を使用して制御できます ["クロムウェルエンジンコンフィギュレーションファイル"](#)。

- * サーバーモード。 * 有効にします ["RESTful なホテル"](#) クロムウェルエンジンでのワークフローの実行。
- * 実行モード。 * 実行モードはクロムウェルで单一のワークフローを実行する場合に最適です。 ["参照 \(](#)

Ref) " 実行モードで使用可能なすべてのオプションを表示します。

当社では、Cromwell エンジンを使用してワークフローとパイプラインを大規模に実行しています。クロムウェルエンジンは使いやすいエンジンです "Workflow 概要の言語" (WDL) ベースのスクリプト言語。また、Cromwell は、Common Workflow Language (CWL) と呼ばれる 2 つ目のワークフロースクリプト標準もサポートしています。このテクニカルレポートでは、WDL を使用しました。WDL は、もともと、広範なゲノム解析パイプライン研究所によって開発されたものです。WDL ワークフローを使用するには、次のようないくつかの戦略を使用します。

- * リニアチェーン。 * 名前が示すように、タスク #1 からの出力がタスク #2 に入力として送信されます。
- * マルチイン / アウト。 * これは、各タスクで複数の出力を後続のタスクに入力として送信できる点で、リニアチェーンと似ています。
- * Scatter-Gather * これは、特にイベント駆動型アーキテクチャで使用される場合に、最も強力なエンタープライズ・アプリケーション・インテグレーション (EAI) 戦略の 1 つです。各タスクは分離された方法で実行され、各タスクの出力が最終出力に統合されます。

WDL を使用してスタンドアロンモードで GATK を実行するには、次の 3 つの手順があります。

1. 「womtool.jar」を使用して構文を検証します。

```
[root@genomics1 ~]# java -jar womtool.jar validate ghplo.wdl
```

2. JSON の生成

```
[root@genomics1 ~]# java -jar womtool.jar inputs ghplo.wdl > ghplo.json
```

3. Cromwell エンジンと Cromwell.jar を使用してワークフローを実行します

```
[root@genomics1 ~]# java -jar cromwell.jar run ghplo.wdl --inputs ghplo.json
```

GATK は、いくつかのメソッドを使用して実行できます。このドキュメントでは、これらの方法のうちの 3 つについて説明します。

jar ファイルを使用した GATK の実行

では、hplotype バリアントの呼び出し側を使用した単一バリアントのコールパイプラインの実行について見てみましょう。

```
[root@genomics1 ~]# java -Dsamjdk.use_async_io_read.samtools=false \
-Dsamjdk.use_async_io_write.samtools=true \
-Dsamjdk.use_async_io_write_tribble=false \
-Dsamjdk.compression_level=2 \
-jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar \
HaplotypeCaller \
--input /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam \
--output workshop_1906_2-germline_bams_father.validation.vcf \
--reference /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-
germline_ref_ref.fasta
```

この実行方法では、GATK ローカル実行 jar ファイルを使用し、1 つの Java コマンドを使用して jar ファイルを呼び出します。このコマンドには、いくつかのパラメータが渡されます。

1. このパラメータは 'HaplotypeCaller バリアントの呼び出し側パイプラインを呼び出していることを示します
2. '--input' は、入力 BAM ファイルを指定します。
3. '--output' は、variant 呼び出し形式 (*.VCF) でバリアント出力ファイルを指定します。 ("参照 (Ref)")。
4. 「--reference」パラメータを使用して、参照ゲノムを渡しています。

実行すると、出力の詳細がセクションに表示されます "jar ファイルを使用して GATK を実行するための出力。"

./GATK スクリプトを使用した GATK の実行

GATK ツール・キットは './GATK' スクリプトを使用して実行できます次のコマンドを見てみましょう。

```
[root@genomics1 execution]# ./gatk \
--java-options "-Xmx4G" \
HaplotypeCaller \
-I /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam \
-R /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-
germline_ref_ref.fasta \
-O /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/variants.vcf
```

コマンドにはいくつかのパラメータを渡します。

- このパラメータは 'HaplotypeCaller バリアントの呼び出し側パイプラインを呼び出していることを示します
- 「-i」は、入力 BAM ファイルを指定します。
- 「-O」は、バリアント・コール・フォーマット (*.VCF) でバリアント出力ファイルを指定します。 ("参照 (Ref)")。

- ・R パラメータを使用して、参照ゲノムを渡しています。

実行すると、出力の詳細がセクションに表示されます "016e203cf9beada735f224ab14d0b3af"

クロムウェルエンジンを使用した **GATK** の実行

当社では、クルムウェルエンジンを使用して GATK の実行を管理しています。コマンドラインとパラメータを見てみましょう。

```
[root@genomics1 genomics]# java -jar cromwell-65.jar \
run /mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.wdl \
--inputs /mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.json
```

ここでは '-car' パラメータを渡して java コマンドを呼び出しますこれは 'Cromwell-65.jar' などの jar ファイルを実行することを示します次に渡されるパラメータ ('run') は、クロムウェルエンジンが実行モードで実行されていることを示します。もう 1 つのオプションはサーバーモードです。次のパラメータは '*.wdl' ですこれは '実行モードがパイプラインを実行するために使用する必要があります次のパラメータは、実行するワークフローへの入力パラメータのセットです。

「ghplo.wdl」ファイルの内容は次のようにになります。

```
[root@genomics1 seq]# cat ghplo.wdl
workflow helloHaplotypeCaller {
    call haplotypeCaller
}

task haplotypeCaller {
    File GATK
    File RefFasta
    File RefIndex
    File RefDict
    String sampleName
    File inputBAM
    File bamIndex
    command {
        java -jar ${GATK} \
            HaplotypeCaller \
            -R ${RefFasta} \
            -I ${inputBAM} \
            -O ${sampleName}.raw.indels.snps.vcf
    }
    output {
        File rawVCF = "${sampleName}.raw.indels.snps.vcf"
    }
}
```

ここでは、Cromwell エンジンへの入力を持つ、対応する JSON ファイルを示します。

```
[root@genomics1 seq]# cat ghplo.json
{
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.GATK": "/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.RefFasta": "/mnt/genomics/GATK/TEST DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.RefIndex": "/mnt/genomics/GATK/TEST DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta.fai",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.RefDict": "/mnt/genomics/GATK/TEST DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.dict",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.sampleName": "fatherbam",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.inputBAM": "/mnt/genomics/GATK/TEST DATA/bam/workshop_1906_2-germline_bams_father.bam",
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.bamIndex": "/mnt/genomics/GATK/TEST DATA/bam/workshop_1906_2-germline_bams_father.bai"
}
[root@genomics1 seq]#
```

Cromwell は実行にインメモリデータベースを使用していることに注意してください。実行すると、出力ログがセクションに表示されます ["クロムウェルエンジンを使用した GATK 実行用出力。"](#)

GATK を実行するための包括的な手順については、を参照してください ["GATK のドキュメント"。](#)

["次の例：jar ファイルを使用して GATK を実行するための出力。"](#)

jar ファイルを使用して GATK を実行するための出力

["以前のゲノム - GATK のセットアップと実行。"](#)

jar ファイルを使用して GATK を実行すると、次のような出力が得られます。

```
[root@genomics1 execution]# java -Dsamjdk.use_async_io_read_samtools=false \
  -Dsamjdk.use_async_io_write_samtools=true \
  -Dsamjdk.use_async_io_write_tribble=false \
  -Dsamjdk.compression_level=2 \
  -jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar \
  HaplotypeCaller \
  --input /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-germline_bams_father.bam \
  --output workshop_1906_2-germline_bams_father.validation.vcf \
  --reference /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta \
  22:52:58.430 INFO  NativeLibraryLoader - Loading libgkl_compression.so
```

```
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_compression.so
Aug 17, 2021 10:52:58 PM
shaded.cloud_nio.com.google.auth.oauth2.ComputeEngineCredentials
runningOnComputeEngine
INFO: Failed to detect whether we are running on Google Compute Engine.
22:52:58.541 INFO HaplotypeCaller -
-----
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - The Genome Analysis Toolkit (GATK)
v4.2.0.0
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - For support and documentation go to
https://software.broadinstitute.org/gatk/
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - Executing as
root@genomics1.healthylife.fp on Linux v4.18.0-305.3.1.el8_4.x86_64 amd64
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - Java runtime: OpenJDK 64-Bit Server
VM v1.8.0_302-b08
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - Start Date/Time: August 17, 2021
10:52:58 PM EDT
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller -
-----
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller -
-----
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK Version: 2.24.0
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - Picard Version: 2.25.0
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - Built for Spark Version: 2.4.5
22:52:58.542 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK Defaults.COMPRESSION_LEVEL : 2
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_READ_FOR_SAMTOOLS : false
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_SAMTOOLS : true
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_TRIBBLE : false
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - Deflater: IntelDeflater
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - Inflater: IntelInflater
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - GCS max retries/reopens: 20
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - Requester pays: disabled
22:52:58.543 INFO HaplotypeCaller - Initializing engine
22:52:58.804 INFO HaplotypeCaller - Done initializing engine
22:52:58.809 INFO HaplotypeCallerEngine - Disabling physical phasing,
which is supported only for reference-model confidence output
22:52:58.820 INFO NativeLibraryLoader - Loading libgkl_utils.so from
jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_utils.so
22:52:58.821 INFO NativeLibraryLoader - Loading libgkl_pairhmm_omp.so
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_pairhmm_omp.so
```

```

22:52:58.854 INFO IntelPairHmm - Using CPU-supported AVX-512 instructions
22:52:58.854 INFO IntelPairHmm - Flush-to-zero (FTZ) is enabled when
running PairHMM
22:52:58.854 INFO IntelPairHmm - Available threads: 16
22:52:58.854 INFO IntelPairHmm - Requested threads: 4
22:52:58.854 INFO PairHMM - Using the OpenMP multi-threaded AVX-
accelerated native PairHMM implementation
22:52:58.872 INFO ProgressMeter - Starting traversal
22:52:58.873 INFO ProgressMeter - Current Locus Elapsed Minutes
Regions Processed Regions/Minute
22:53:00.733 WARN InbreedingCoeff - InbreedingCoeff will not be
calculated at position 20:9999900 and possibly subsequent; at least 10
samples must have called genotypes
22:53:08.873 INFO ProgressMeter - 20:17538652 0.2
58900 353400.0
22:53:17.681 INFO HaplotypeCaller - 405 read(s) filtered by:
MappingQualityReadFilter
0 read(s) filtered by: MappingQualityAvailableReadFilter
0 read(s) filtered by: MappedReadFilter
0 read(s) filtered by: NotSecondaryAlignmentReadFilter
6628 read(s) filtered by: NotDuplicateReadFilter
0 read(s) filtered by: PassesVendorQualityCheckReadFilter
0 read(s) filtered by: NonZeroReferenceLengthAlignmentReadFilter
0 read(s) filtered by: GoodCigarReadFilter
0 read(s) filtered by: WellformedReadFilter
7033 total reads filtered
22:53:17.681 INFO ProgressMeter - 20:63024652 0.3
210522 671592.9
22:53:17.681 INFO ProgressMeter - Traversal complete. Processed 210522
total regions in 0.3 minutes.
22:53:17.687 INFO VectorLoglessPairHMM - Time spent in setup for JNI call
: 0.010347438
22:53:17.687 INFO PairHMM - Total compute time in PairHMM
computeLogLikelihoods() : 0.259172573
22:53:17.687 INFO SmithWatermanAligner - Total compute time in java
Smith-Waterman : 1.27 sec
22:53:17.687 INFO HaplotypeCaller - Shutting down engine
[August 17, 2021 10:53:17 PM EDT]
org.broadinstitute.hellbender.tools.walkers.haplotypecaller.HaplotypeCalle
r done. Elapsed time: 0.32 minutes.
Runtime.totalMemory()=5561122816
[root@genomics1 execution]#

```

出力ファイルは、実行後に指定された場所にあります。

"fb08e15744e912200b45cf04b5fce2ad"

./GATK スクリプトを使用して GATK を実行するための出力

"Previous : jar ファイルを使用して GATK を実行するための出力。"

「 ./GATK 」スクリプトを使用して GATK を実行すると、次の出力例が得られます。

```
[root@genomics1 gatk-4.2.0.0]# ./gatk --java-options "-Xmx4G" \
HaplotypeCaller \
-I /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam \
-R /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-
germline_ref_ref.fasta \
-O /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/variants.vcf
Using GATK jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar
Running:
  java -Dsamjdk.use_async_io_read_samtools=false
  -Dsamjdk.use_async_io_write_samtools=true
  -Dsamjdk.use_async_io_write_tribble=false -Dsamjdk.compression_level=2
  -Xmx4G -jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar
HaplotypeCaller -I /mnt/genomics/GATK/TEST DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam -R /mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta -O /mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/variants.vcf
23:29:45.553 INFO  NativeLibraryLoader - Loading libgkl_compression.so
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_compression.so
Aug 17, 2021 11:29:45 PM
shaded.cloud_nio.com.google.auth.oauth2.ComputeEngineCredentials
runningOnComputeEngine
INFO: Failed to detect whether we are running on Google Compute Engine.
23:29:45.686 INFO  HaplotypeCaller -
-----
23:29:45.686 INFO  HaplotypeCaller - The Genome Analysis Toolkit (GATK)
v4.2.0.0
23:29:45.686 INFO  HaplotypeCaller - For support and documentation go to
https://software.broadinstitute.org/gatk/
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller - Executing as
root@genomics1.healthylife.fp on Linux v4.18.0-305.3.1.el8_4.x86_64 amd64
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller - Java runtime: OpenJDK 64-Bit Server
VM v11.0.12+7-LTS
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller - Start Date/Time: August 17, 2021 at
11:29:45 PM EDT
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller -
-----
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller -
```

```

-----
23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK Version: 2.24.0
23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller - Picard Version: 2.25.0
23:29:45.687 INFO HaplotypeCaller - Built for Spark Version: 2.4.5
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK Defaults.COMPRESSION_LEVEL : 2
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_READ_FOR_SAMTOOLS : false
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_SAMTOOLS : true
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_TRIBBLE : false
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - Deflater: IntelDeflater
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - Inflater: IntelInflater
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - GCS max retries/reopens: 20
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - Requester pays: disabled
23:29:45.688 INFO HaplotypeCaller - Initializing engine
23:29:45.804 INFO HaplotypeCaller - Done initializing engine
23:29:45.809 INFO HaplotypeCallerEngine - Disabling physical phasing,
which is supported only for reference-model confidence output
23:29:45.818 INFO NativeLibraryLoader - Loading libgkl_utils.so from
jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_utils.so
23:29:45.819 INFO NativeLibraryLoader - Loading libgkl_pairhmm_omp.so
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_pairhmm_omp.so
23:29:45.852 INFO IntelPairHMM - Using CPU-supported AVX-512 instructions
23:29:45.852 INFO IntelPairHMM - Flush-to-zero (FTZ) is enabled when
running PairHMM
23:29:45.852 INFO IntelPairHMM - Available threads: 16
23:29:45.852 INFO IntelPairHMM - Requested threads: 4
23:29:45.852 INFO PairHMM - Using the OpenMP multi-threaded AVX-
accelerated native PairHMM implementation
23:29:45.868 INFO ProgressMeter - Starting traversal
23:29:45.868 INFO ProgressMeter - Current Locus Elapsed Minutes
Regions Processed Regions/Minute
23:29:47.772 WARN InbreedingCoeff - InbreedingCoeff will not be
calculated at position 20:9999900 and possibly subsequent; at least 10
samples must have called genotypes
23:29:55.868 INFO ProgressMeter - 20:18885652 0.2
63390 380340.0
23:30:04.389 INFO HaplotypeCaller - 405 read(s) filtered by:
MappingQualityReadFilter
0 read(s) filtered by: MappingQualityAvailableReadFilter
0 read(s) filtered by: MappedReadFilter
0 read(s) filtered by: NotSecondaryAlignmentReadFilter
6628 read(s) filtered by: NotDuplicateReadFilter

```

```

0 read(s) filtered by: PassesVendorQualityCheckReadFilter
0 read(s) filtered by: NonZeroReferenceLengthAlignmentReadFilter
0 read(s) filtered by: GoodCigarReadFilter
0 read(s) filtered by: WellformedReadFilter
7033 total reads filtered
23:30:04.389 INFO ProgressMeter - 20:63024652 0.3
210522 681999.9
23:30:04.389 INFO ProgressMeter - Traversal complete. Processed 210522
total regions in 0.3 minutes.
23:30:04.395 INFO VectorLoglessPairHMM - Time spent in setup for JNI call
: 0.012129203000000002
23:30:04.395 INFO PairHMM - Total compute time in PairHMM
computeLogLikelihoods() : 0.267345217
23:30:04.395 INFO SmithWatermanAligner - Total compute time in java
Smith-Waterman : 1.23 sec
23:30:04.395 INFO HaplotypeCaller - Shutting down engine
[August 17, 2021 at 11:30:04 PM EDT]
org.broadinstitute.hellbender.tools.walkers.haplotypecaller.HaplotypeCalle
r done. Elapsed time: 0.31 minutes.
Runtime.totalMemory()=2111832064
[root@genomics1 gatk-4.2.0.0]#

```

出力ファイルは、実行後に指定された場所にあります。

"[次に、クロムウェルエンジンを使用した GATK の実行出力を示します。](#)"

クロムウェルエンジンを使用した **GATK** 実行用出力

"[11ffe01d469840980d9b9a5f45bf9ed](#)"

Cromwell エンジンを使用して GATK を実行すると、次の出力例が得られます。

```

[root@genomics1 genomics]# java -jar cromwell-65.jar run
/mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.wdl --inputs
/mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.json
[2021-08-18 17:10:50,78] [info] Running with database db.url =
jdbc:hsqldb:mem:856a1f0d-9a0d-42e5-9199-
5e6c1d0f72dd;shutdown=false;hsqldb.tx=mvcc
[2021-08-18 17:10:57,74] [info] Running migration
RenameWorkflowOptionsInMetadata with a read batch size of 100000 and a
write batch size of 100000
[2021-08-18 17:10:57,75] [info] [RenameWorkflowOptionsInMetadata] 100%
[2021-08-18 17:10:57,83] [info] Running with database db.url =
jdbc:hsqldb:mem:6afe0252-2dc9-4e57-8674-
ce63c67aa142;shutdown=false;hsqldb.tx=mvcc
[2021-08-18 17:10:58,17] [info] Slf4jLogger started

```

```
[2021-08-18 17:10:58,33] [info] Workflow heartbeat configuration:
{
  "cromwellId" : "cromid-41b7e30",
  "heartbeatInterval" : "2 minutes",
  "ttl" : "10 minutes",
  "failureShutdownDuration" : "5 minutes",
  "writeBatchSize" : 10000,
  "writeThreshold" : 10000
}
[2021-08-18 17:10:58,38] [info] Metadata summary refreshing every 1
second.
[2021-08-18 17:10:58,38] [info] No metadata archiver defined in config
[2021-08-18 17:10:58,38] [info] No metadata deleter defined in config
[2021-08-18 17:10:58,40] [info] KvWriteActor configured to flush with
batch size 200 and process rate 5 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,40] [info] WriteMetadataActor configured to flush
with batch size 200 and process rate 5 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,44] [info] CallCacheWriteActor configured to flush
with batch size 100 and process rate 3 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,44] [warn] 'docker.hash-lookup.gcr-api-queries-per-
100-seconds' is being deprecated, use 'docker.hash-lookup.gcr.throttle'
instead (see reference.conf)
[2021-08-18 17:10:58,54] [info] JobExecutionTokenDispenser - Distribution
rate: 50 per 1 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,58] [info] SingleWorkflowRunnerActor: Version 65
[2021-08-18 17:10:58,58] [info] SingleWorkflowRunnerActor: Submitting
workflow
[2021-08-18 17:10:58,64] [info] Unspecified type (Unspecified version)
workflow 3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e submitted
[2021-08-18 17:10:58,66] [info] SingleWorkflowRunnerActor: Workflow
submitted 3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,66] [info] 1 new workflows fetched by cromid-41b7e30:
3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,67] [info] WorkflowManagerActor: Starting workflow
3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,68] [info] WorkflowManagerActor: Successfully started
WorkflowActor-3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,68] [info] Retrieved 1 workflows from the
WorkflowStoreActor
[2021-08-18 17:10:58,70] [info] WorkflowStoreHeartbeatWriteActor
configured to flush with batch size 10000 and process rate 2 minutes.
[2021-08-18 17:10:58,76] [info] MaterializeWorkflowDescriptorActor
[3e246147]: Parsing workflow as WDL draft-2
[2021-08-18 17:10:59,34] [info] MaterializeWorkflowDescriptorActor
[3e246147]: Call-to-Backend assignments:
helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller -> Local
```

```

[2021-08-18 17:11:00,54] [info] WorkflowExecutionActor-3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e [3e246147]: Starting
helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller
[2021-08-18 17:11:01,56] [info] Assigned new job execution tokens to the
following groups: 3e246147: 1
[2021-08-18 17:11:01,70] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: java -jar
/mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e/call-haplotypeCaller/inputs/-179397211/gatk-package-
4.2.0.0-local.jar \
    HaplotypeCaller \
    -R /mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-
b1a9-41dc-8679-319f81b7701e/call-
haplotypeCaller/inputs/604632695/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta \
    -I /mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-
b1a9-41dc-8679-319f81b7701e/call-
haplotypeCaller/inputs/604617202/workshop_1906_2-germline_bams_father.bam
\
    -O fatherbam.raw.indels.snps.vcf
[2021-08-18 17:11:01,72] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: executing: /bin/bash
/mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e/call-haplotypeCaller/execution/script
[2021-08-18 17:11:03,49] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: job id: 26867
[2021-08-18 17:11:03,53] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: Status change from -
to WaitingForReturnCode
[2021-08-18 17:11:03,54] [info] Not triggering log of token queue status.
Effective log interval = None
[2021-08-18 17:11:23,65] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: Status change from
WaitingForReturnCode to Done
[2021-08-18 17:11:25,04] [info] WorkflowExecutionActor-3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e [3e246147]: Workflow helloHaplotypeCaller complete.
Final Outputs:
{
    "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.rawVCF": "/mnt/genomics/cromwell-
executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e/call-
haplotypeCaller/execution/fatherbam.raw.indels.snps.vcf"
}
[2021-08-18 17:11:28,43] [info] WorkflowManagerActor: Workflow actor for
3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e completed with status 'Succeeded'.
The workflow will be removed from the workflow store.
[2021-08-18 17:11:32,24] [info] SingleWorkflowRunnerActor workflow
finished with status 'Succeeded'.

```

```
{
  "outputs": {
    "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.rawVCF":
    "/mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-
    41dc-8679-319f81b7701e/call-
    haplotypeCaller/execution/fatherbam.raw.indels.snps.vcf"
  },
  "id": "3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e"
}

[2021-08-18 17:11:33,45] [info] Workflow polling stopped
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] 0 workflows released by cromid-41b7e30
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Shutting down WorkflowStoreActor - Timeout
= 5 seconds
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Shutting down WorkflowLogCopyRouter -
Timeout = 5 seconds
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Shutting down JobExecutionTokenDispenser -
Timeout = 5 seconds
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Aborting all running workflows.
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] JobExecutionTokenDispenser stopped
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] WorkflowStoreActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] WorkflowLogCopyRouter stopped
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] Shutting down WorkflowManagerActor -
Timeout = 3600 seconds
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] WorkflowManagerActor: All workflows
finished
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] WorkflowManagerActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Connection pools shut down
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down SubWorkflowStoreActor -
Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down JobStoreActor - Timeout =
1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down CallCacheWriteActor -
Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] SubWorkflowStoreActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down ServiceRegistryActor -
Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down DockerHashActor - Timeout =
1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down IoProxy - Timeout = 1800
seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] CallCacheWriteActor Shutting down: 0
queued messages to process
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] JobStoreActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] CallCacheWriteActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] KvWriteActor Shutting down: 0 queued
messages to process
```

```
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] IoProxy stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] WriteMetadataActor Shutting down: 0 queued
messages to process
[2021-08-18 17:11:33,65] [info] ServiceRegistryActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,65] [info] DockerHashActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,67] [info] Database closed
[2021-08-18 17:11:33,67] [info] Stream materializer shut down
[2021-08-18 17:11:33,67] [info] WDL HTTP import resolver closed
[root@genomics1 genomics]#
```

"次は GPU のセットアップです。"

GPU セットアップ

"以前：クロムウェルエンジンを使用した GATK の実行出力。"

GATK ツールは、公開時点で、オンプレミスでの GPU ベースの実行をネイティブでサポートしていません。以下のセットアップとガイダンスは、GATK 用の PCIe メザニンカードを使用して、背面取り付けの NVIDIA Tesla P6 GPU で FlexPod を使用する場合の簡単な方法を読者が理解できるようにします。

次の Cisco Validated Design (CVD) をリファレンスアーキテクチャとして使用し、FlexPod 環境をセットアップして GPU を使用するアプリケーションを実行できるようにしました。

- ・ "FlexPod Datacenter for AI / ML with Cisco UCS 480 ML for Deep Learning" を参照してください"

このセットアップの重要なポイントを次に示します。

1. UCS B200 M5 サーバのメザニンスロットに PCIe NVIDIA Tesla P6 GPU を使用しました。

Equipment / Chassis / Chassis 1 / Servers / Server 1								
< General		Inventory	Virtual Machines	Installed Firmware	CIMC Sessions	SEL Logs	VIF Paths	Health >
< Motherboard		CIMC	CPUs	GPUs	Memory	Adapters	HBAs	NICs
< Advanced Filter		Export	Print					
Name	ID	Model	Serial	Mode				
Graphics Card 2	2	UCSB-GPU-P6-R	FCH212373V7	Compute				

General	Inventory	Virtual Machines	Installed Firmware	CIMC Sessions	SEL Logs	VIF Paths	Health		
Motherboard	CIMC	CPUs	GPUs	Memory	Adapters	HBAs	NICs	iSCSI vNICs	Security

Advanced Filter	Export	Print	Settings

Name	ID	Model	Serial	Mode
Graphics Card 2	2	UCSB-GPU-P6-R	FCH212373Y1	Compute

- このセットアップでは、NVIDIA パートナー ポータルに登録し、コンピューティング モードで GPU を使用できる評価用ライセンス（使用権）を取得しました。
- NVIDIA パートナーの Web サイトから、必要な NVIDIA vGPU ソフトウェアをダウンロードしました。
- エンタitleメント「*.bin」ファイルを NVIDIA パートナーの Web サイトからダウンロードしました。
- NVIDIA vGPU ライセンス サーバをインストールし、NVIDIA パートナー サイトからダウンロードした「*.bin」ファイルを使用してライセンス サーバに使用権を追加しました。
- NVIDIA パートナー ポータルで、導入環境に適した NVIDIA vGPU ソフトウェアのバージョンを選択してください。このセットアップでは、ドライバのバージョン 460.73.02 を使用しました。
- このコマンドは、をインストールします "NVIDIA vGPU Manager の略" ESXi で。

```
[root@localhost:~] esxcli software vib install -v
/vmfs/volumes/infra_datastore_nfs/nvidia/vib/NVIDIA_bootbank_NVIDIA-
VMware_ESXi_7.0_Host_Driver_460.73.02-1OEM.700.0.0.15525992.vib
Installation Result
Message: Operation finished successfully.
Reboot Required: false
VIBs Installed: NVIDIA_bootbank_NVIDIA-
VMware_ESXi_7.0_Host_Driver_460.73.02-1OEM.700.0.0.15525992
VIBs Removed:
VIBs Skipped:
```

- ESXi サーバのリブート後、次のコマンドを実行してインストールを検証し、GPU の健全性を確認します。

```

[root@localhost:~] nvidia-smi
Wed Aug 18 21:37:19 2021
+-----+
| NVIDIA-SMI 460.73.02      Driver Version: 460.73.02      CUDA Version: N/A
|
|-----+-----+
| GPU  Name      Persistence-M| Bus-Id      Disp.A  | Volatile
Uncorr. ECC  |
| Fan  Temp  Perf  Pwr:Usage/Cap|      Memory-Usage  | GPU-Util
Compute M.  |
|          |          |          |          |
MIG M.  |
|-----+-----+-----+
=====|
| 0  Tesla P6          On   | 00000000:D8:00.0 Off  |
0  |
| N/A  35C    P8      9W / 90W | 15208MiB / 15359MiB | 0%
Default  |
|          |          |          |          |
N/A  |
|-----+-----+
|-----+-----+
+-----+
| Processes:
|
| GPU  GI  CI      PID  Type  Process name      GPU
Memory  |
|          ID  ID
|
|-----+-----+
=====|
| 0  N/A  N/A  2812553  C+G  RHEL01
15168MiB  |
+-----+
-----+
[root@localhost:~]

```

9. vCenter を使用 "設定" グラフィックデバイスの設定は「 Shared Direct 」になります。

172.21.25.101 | ACTIONS

Summary Monitor Configure Permissions VMs Datastores Networks Updates

Graphics Devices Host Graphics

Graphics Devices

Name	Device ID	Vendor	Active Type
NVIDIA Tesla P6	0000:d8:00.0	NVIDIA Corporation	Shared Direct

VMs associated with the graphics device "NVIDIA Tesla P6"

Name	State	Status	Provisioned Space
RHELO1	Powered On	Normal	24732 GB

Edit Graphics Device Settings

0000:d8:00.0 X



Settings will take effect after restarting the host or "xorg" service.

Shared

VMware shared virtual graphics

Shared Direct

Vendor shared passthrough graphics

Restart X.Org server

CANCEL

OK

10. RedHat VM のセキュアブートが無効になっていることを確認します。
11. VM 起動オプションファームウェアが EFI（"参照（Ref）"）。

Virtual Hardware

VM Options

> General Options	VM Name: RHEL01
> VMware Remote Console Options	<input type="checkbox"/> Lock the guest operating system when the last remote user disconnects
> Encryption	Expand for encryption settings
> Power management	Expand for power management settings
> VMware Tools	Expand for VMware Tools settings
> Boot Options	
Firmware	UEFI (recommended) <input style="width: 20px; height: 15px; border: 1px solid #ccc;" type="button" value="..."/>
Secure Boot	<input type="checkbox"/> Enabled
Boot Delay	When powering on or resetting, delay boot order by <input type="text" value="0"/> milliseconds
Force EFI setup	<input type="checkbox"/> During the next boot, force entry into the EFI setup screen
Failed Boot Recovery	<input type="checkbox"/> If the VM fails to find boot device, automatically retry after <input type="text" value="10"/> seconds
> Advanced	Expand for advanced settings
> Fibre Channel NPIV	Firmware for Fibre Channel NPIV settings

CANCEL

OK

12. 次のパラメータが VM オプションの詳細編集設定に追加されていることを確認します。「`pciPassthru.64bitMMIOSizeGB`」パラメータの値は、VM に割り当てられた GPU のメモリと数によって異なります。例：

- VM に 32GB V100 GPU が 4 つ割り当てられている場合は、この値を 128 にします。
- VM に 16GB P6 GPU が 4 つ割り当てられている場合、この値は 64 である必要があります。

Edit Settings | RHEL01

Boot Options Expand for boot options

Advanced

Settings Disable acceleration Enable logging

Debugging and statistics Run normally

Swap file location Default
Use the settings of the cluster or host containing the virtual machine.
 Virtual machine directory
Store the swap files in the same directory as the virtual machine.
 Datastore specified by host
Store the swap files in the datastore specified by the host to be used for swap files. If not possible, store the swap files in the same directory as the virtual machine. Using a datastore that is not visible to both hosts during vMotion might affect the vMotion performance for the affected virtual machines.

Configuration Parameters [EDIT CONFIGURATION...](#)

Latency Sensitivity Normal

Fibre Channel NPIV Expand for Fibre Channel NPIV settings

Configuration Parameters

⚠ Modify or add configuration parameters as needed for experimental features or as instructed by technical support. Empty values will be removed (supported on ESXi 6.0 and later).

Name	Value
pciPassthru.64bitMMIOSizeGB	64
pciPassthru.use64bitMMIO	TRUE

13. vCenter で新しい PCI デバイスとして vGPU を仮想マシンに追加する場合は、 PCI デバイスタイプとして NVIDIA GRID vGPU を選択してください。
14. 使用している GPU、 GPU メモリ、および使用目的を調整する適切な GPU プロファイルを選択します。たとえば、グラフィックスとコンピューティングです。

Virtual Hardware

VM Options

ADD NEW DEVICE ▾

▶ CPU	10	...	①
▶ Memory	128	GB	...
▶ Hard disk 1	30	GB	...
▶ Hard disk 2	300	GB	...
▶ SCSI controller 0	VMware Paravirtual		
▶ Network adapter 1	VMTraffic ▾ <input checked="" type="checkbox"/> Connected		
▼ PCI device 0	NVIDIA GRID vGPU grid_p6-16c		
NVIDIA GRID vGPU Profile	grid_p6-16c ▾		
<small>⚠ Note: Some virtual machine operations are unavailable when PCI/PCIe passthrough devices are present. You cannot suspend, migrate with vMotion, or take or restore snapshots of such virtual machines.</small>			

15. Red Hat Linux VM で、次のコマンドを実行して NVIDIA ドライバをインストールできます。

```
[root@genomics1 genomics]# sh NVIDIA-Linux-x86_64-460.73.01-grid.run
```

16. 次のコマンドを実行して、正しい vGPU プロファイルが報告されていることを確認します。

```
[root@genomics1 genomics]# nvidia-smi -query-gpu=gpu_name
-format=csv,noheader -id=0 | sed -e 's/ /-/g'
GRID-P6-16C
[root@genomics1 genomics]#
```

17. リブート後は、正しい NVIDIA vGPU がドライバのバージョンと一緒に報告されていることを確認します。

```

[root@genomics1 genomics]# nvidia-smi
Wed Aug 18 20:30:56 2021
+-----+
| NVIDIA-SMI 460.73.01      Driver Version: 460.73.01      CUDA Version:
11.2      |
+-----+
| GPU  Name      Persistence-M| Bus-Id      Disp.A  | Volatile
Uncorr. ECC |
| Fan  Temp  Perf  Pwr:Usage/Cap|      Memory-Usage  | GPU-Util
Compute M. |
|          |          |
MIG M.  |
+-----+-----+-----+
| 0  GRID P6-16C      On      | 00000000:02:02.0 Off  |
N/A  |
| N/A  N/A  P8      N/A /  N/A | 2205MiB / 16384MiB | 0%
Default  |
|          |          |
N/A  |
+-----+-----+
+-----+
| Processes:
|
| GPU  GI  CI      PID  Type  Process name      GPU
Memory  |
|          ID  ID
|
|-----+
| 0  N/A  N/A      8604  G    /usr/libexec/Xorg
13MiB  |
+-----+
-----+
[root@genomics1 genomics]#

```

18. vGPU グリッド構成ファイルの VM にライセンスサーバの IP が設定されていることを確認してください。

a. テンプレートをコピーします。

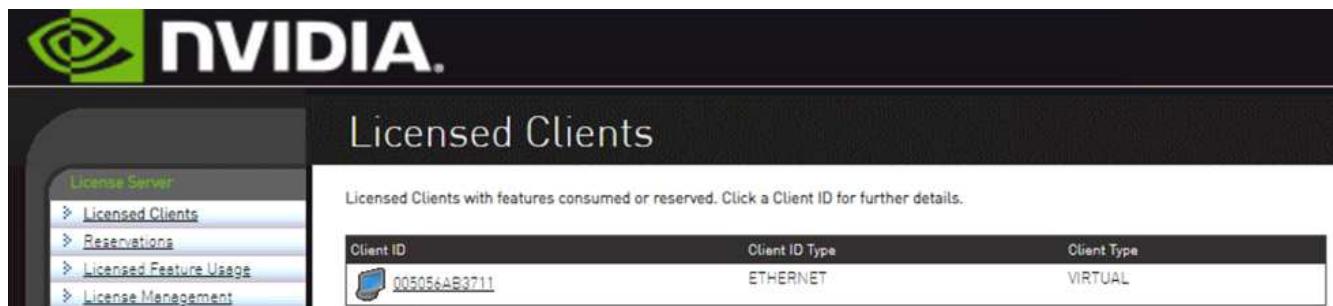
```
[root@genomics1 genomics]# cp /etc/nvidia/gridd.conf.template  
/etc/nvidia/gridd.conf
```

- b. /etc/nvidia /rid ファイルを編集し、ライセンス・サーバの IP アドレスを追加して、機能タイプを 1 に設定します。

```
ServerAddress=192.168.169.10
```

```
FeatureType=1
```

19. VM を再起動すると、次のように、ライセンスサーバーのライセンスクライアントの下にエントリが表示されます。



Client ID	Client ID Type	Client Type
005056AB3711	ETHERNET	VIRTUAL

20. GATK および Cromwell ソフトウェアのダウンロードの詳細については、「Solutions Setup」セクションを参照してください。
21. GATK がオンプレミスで GPU を使用できるようになると、ワークフロー概要言語は「*」になります。wdl には、次に示すランタイム属性があります。

```

task ValidateBAM {
    input {
        # Command parameters
        File input_bam
        String output_basename
        String? validation_mode
        String gatk_path
        # Runtime parameters
        String docker
        Int machine_mem_gb = 4
        Int addtional_disk_space_gb = 50
    }
    Int disk_size = ceil(size(input_bam, "GB")) + addtional_disk_space_gb
    String output_name = "${output_basename}_${validation_mode}.txt"
    command {
        ${gatk_path} \
            ValidateSamFile \
            --INPUT ${input_bam} \
            --OUTPUT ${output_name} \
            --MODE ${default="SUMMARY" validation_mode}
    }
    runtime {
        gpuCount: 1
        gpuType: "nvidia-tesla-p6"
        docker: docker
        memory: machine_mem_gb + " GB"
        disks: "local-disk " + disk_size + " HDD"
    }
    output {
        File validation_report = "${output_name}"
    }
}

```

"次は終わりです"

まとめ

"前のバージョン：GPU セットアップ。"

世界中の多くの医療機関が、FlexPod を共通のプラットフォームとして標準化しています。FlexPod を使用すれば、医療機能を確実に導入できます。FlexPod と NetApp ONTAP には、業界をリードする一連のプロトコルを標準で実装できる機能が標準で搭載されています。特定の患者のゲノム研究の依頼の元にかかわらず、相互運用性、アクセシビリティ、可用性、およびスケーラビリティは、FlexPod プラットフォームに標準で

備わっています。FlexPod プラットフォーム上で標準化されると、イノベーションの文化は伝染しなくなります。

追加情報の参照先

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 サイトを参照してください。

- FlexPod Datacenter for AI / ML with Cisco UCS 480 ML for Deep Learning 』を参照してください
["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_480ml_aiml_deployment.pdf"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_480ml_aiml_deployment.pdf)
- FlexPod Datacenter with VMware vSphere 7.0 and NetApp ONTAP 9.7 』を参照してください
["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/fp_vmware_vsphere_7_0_ontap_9_7.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/fp_vmware_vsphere_7_0_ontap_9_7.html)
- ONTAP 9 ドキュメンテーション・センター
["http://docs.netapp.com"](http://docs.netapp.com)
- 即応性と効率性—FlexPod がデータセンターの最新化をどのように推進するか
["https://www.flexpod.com/idc-white-paper/"](https://www.flexpod.com/idc-white-paper/)
- 医療業界の AI
["https://www.netapp.com/us/media/na-369.pdf"](https://www.netapp.com/us/media/na-369.pdf)
- ヘルスケア向けの FlexPod で変革を促進
["https://flexpod.com/solutions/verticals/healthcare/"](https://flexpod.com/solutions/verticals/healthcare/)
- Cisco とネットアップが提供する FlexPod
["https://flexpod.com/"](https://flexpod.com/)
- ヘルスケア向けの AI と分析（ネットアップ）
["https://www.netapp.com/us/artificial-intelligence/healthcare-ai-analytics/index.aspx"](https://www.netapp.com/us/artificial-intelligence/healthcare-ai-analytics/index.aspx)
- 医療機関における AI スマートインフラの選択が成功を促進します
<https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/7410-wp-7314.pdf>
- FlexPod 9.8 を備えた ONTAP データセンター、Cisco Intersight 用の ONTAP ストレージコネクタ、および Cisco Intersight 管理モード。
<https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/25001-tr-4883.pdf>
- Red Hat Enterprise Linux OpenStack プラットフォームを搭載した FlexPod データセンター
["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_openstack_osp6.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_openstack_osp6.html)

バージョン履歴

バージョン	日付	ドキュメントのバージョン履歴
バージョン 1.0 以降	2021年11月	初版リリース

FlexPod for MEDITECH の指向性サイジングガイド

TR-4774 : 『FlexPod for MEDITECH Directional Sizing』

Brandon AGEE 、 John Duignan 、 NetApp Mike Brennan 、 Cisco 、 Jon Ebmeir



協力 :

本レポートは、 MEDITECH EHR アプリケーションソフトウェア環境向け FlexPod のサイジングに関するガイダンスを提供します。

目的

FlexPod システムは、 MEDITECH 拡張機能、 6.x 、 5.x 、および Magic サービスをホストすることができます。 MEDITECH アプリケーション層をホストする FlexPod サーバは、信頼性の高いハイパフォーマンスインフラストラクチャを実現する統合プラットフォームを提供します。 FlexPod 統合プラットフォームは、高度なスキルを持つ FlexPod チャネルパートナーによって迅速に導入され、 Cisco とネットアップのテクニカルアシスタンスセンターによってサポートされます。

サイジングは、 MEDITECH のハードウェア構成提案書と MEDITECH タスクドキュメントの情報に基づいています。コンピューティング、ネットワーク、ストレージのインフラコンポーネントに最適なサイズを判断することがその目的です。

。 " [MEDITECH ワークロードの概要](#) " MEDITECH 環境に用意されているコンピューティングワークロードとストレージワークロードの種類については、セクションを参照してください。

。 " [小規模、中規模、大規模アーキテクチャの技術仕様](#) " セクションでは、の項で説明した各種ストレージアーキテクチャのコンポーネント一覧の例を示します。ここで示す設定は、一般的なガイドラインにすぎません。ワークロードに基づいてサイジングを行い、それに応じて構成を調整してください。

解決策の全体的なメリット

MEDITECH 環境を FlexPod アーキテクチャ基盤で運用すると、医療機関の生産性が向上し、設備投資と運用コストが削減されます。 FlexPod は、 Cisco とネットアップの戦略的パートナーシップにより、検証済みで厳格にテストされた統合インフラを提供します。予測可能な低レイテンシのシステムパフォーマンスと高可用性を実現するように特別に設計されています。その結果、 MEDITECH EHR システムのユーザの応答時間が短縮されます。

Cisco とネットアップが提供する FlexPod 解決策は、パフォーマンスに優れたモジュラ型の検証済み統合型仮想化ソリューションで、 MEDITECH のシステム要件を満たしています。効率性、拡張性、コスト効率に優れたプラットフォーム。 MEDITECH を備えた FlexPod データセンターには、医療業界に固有のいくつかのメリットがあります。

- * モジュラーアーキテクチャ *。FlexPod は、特定のワークロードごとにカスタマイズされた FlexPod システムを使用して、MEDITECH のモジュラーアーキテクチャのさまざまなニーズに対応します。すべてのコンポーネントは、クラスタ化されたサーバおよびストレージ管理ファブリックを通じて接続され、統合された管理ツールセットを使用します。
- * 運用の簡素化とコストの削減 *。従来のプラットフォームをより効率的で拡張性の高い共有リソースに置き換えることで、どこにいても臨床医をサポートできるようにすることで、コストと複雑さを排除できます。この解決策は、リソースの使用率を向上させて、投資回収率（ROI）を向上させます。
- * インフラストラクチャの迅速な導入 *。FlexPod Datacenter と MEDITECH の統合設計により、お客様は新しいインフラを迅速かつ容易に稼働させることができ、オンサイトとリモートの両方のデータセンターに対応できます。
- * スケールアウトアーキテクチャ *。SAN と NAS は、実行中のアプリケーションを再構成することなく、数テラバイトから数十ペタバイトまで拡張できます。
- * ノンストップオペレーション *。ストレージの保守、ハードウェアのライフサイクル処理、ソフトウェアのアップグレードを、ビジネスを中断することなく実行できます。
- * セキュアマルチテナンシー *。このメリットにより、仮想サーバと共有ストレージインフラのニーズが増大し、施設固有の情報をセキュアマルチテナンシーで利用できるようになります。このメリットは、データベースとソフトウェアの複数のインスタンスをホストする場合に重要です。
- * プールされたリソースの最適化 *。このメリットは、物理サーバとストレージコントローラの台数の削減、ワークロードの負荷分散、利用率の向上、同時にパフォーマンスの向上にも役立ちます。
- * サービス品質（QoS）。* FlexPod は、スタック全体でサービス品質（QoS）を提供します。業界をリードする QoS ストレージポリシーにより、共有環境で差別化されたサービスレベルを実現します。これらのポリシーを使用することで、ワークロードに最適なパフォーマンスを提供し、過負荷のアプリケーションを分離および制御できます。
- * ストレージ効率 *NetApp 7 : 1 のストレージ効率化機能により、ストレージコストを削減できます。
- * 機敏性 *。FlexPod システムが提供する、業界をリードするワークフローの自動化、オーケストレーション、管理のためのツールにより、IT 部門はビジネス要求への即応性を大幅に高めることができます。これらのビジネス・リクエストは 'MEDITECH のバックアップ / プロビジョニング環境や ' テスト / トレーニング環境の追加から ' 人口健全性管理イニシアティブの分析データベース・レプリケーションまで多岐にわたります
- * 生産性 *。この解決策をすばやく導入して拡張することで、臨床家のエンドユーザー体験を最適化できます。
- * データファブリック *。ネットアップデータファブリックアーキテクチャは、サイト間、物理的な境界を超える、アプリケーション間でデータを結び付けます。ネットアップデータファブリックは、Data-Centric の世界におけるデータ主体の企業向けに構築されています。データは複数の場所で作成、使用され、多くの場合、アプリケーションやインフラと共有されます。データファブリックでは、一貫性のある統合データを管理できます。また、IT 部門がデータをより細かく制御し、増え続ける IT の複雑さを軽減します。

適用範囲

このドキュメントでは、Cisco UCS および NetApp ONTAP ベースのストレージを使用する環境について説明します。MEDITECH をホストするためのサンプル・リファレンス・アーキテクチャを提供します。

次の内容は含まれません。

- NetApp System Performance Modeler（SPM）またはネットアップのその他のサイジングツールを使用し、サイジングに関する詳細なガイダンスを提供します。

- ・非本番ワークロード向けのサイジング

対象者

本ドキュメントは、ネットアップおよびパートナーのシステムエンジニアと、ネットアップのプロフェッショナルサービス担当者を対象としています。このドキュメントは、コンピューティングとストレージのサイジングの概念について十分に理解していること、および Cisco UCS とネットアップストレージシステムに関する技術的な知識があることを前提としています。

関連ドキュメント

本テクニカルレポートに関連する次のテクニカルレポートやその他のドキュメントを参照して、 MEDITECH を FlexPod インフラにサイジング、設計、導入するために必要なドキュメントをすべてまとめてください。

- ・ "TR-4753 : 『FlexPod Datacenter for MEDITECH Deployment Guide』"
- ・ "TR-4190 : 『NetApp Sizing Guidelines for MEDITECH Environments』"
- ・ "TR-4219 : 『NetApp Deployment Guidelines for MEDITECH Environments』"



これらのレポートの一部にアクセスするには、 NetApp Field Portal のログインクレデンシャルが必要です。

MEDITECH ワークロードの概要

このセクションでは、 MEDITECH 環境に当たはまるコンピューティングワークロードとストレージワークロードの種類について説明します。

MEDITECH とバックアップのワークロード

MEDITECH 環境向けのネットアップストレージシステムをサイジングする場合は、 MEDITECH の本番用ワークロードとバックアップワークロードの両方を考慮する必要があります。

MEDITECH ホスト

MEDITECH ホストはデータベース・サーバですこのホストは MEDITECH ファイル・サーバ（拡張機能用 '6.x または C/S 5.x プラットフォーム用）または Magic マシン（ Magic プラットフォーム用）とも呼ばれます本ドキュメントでは、 MEDITECH ホストという用語を MEDITECH ファイルサーバと Magic マシンのことに使用しています。

以降のセクションでは、この 2 つのワークロードの I/O 特性とパフォーマンス要件について説明します。

MEDITECH のワークロード

MEDITECH 環境では 'MEDITECH ソフトウェアを実行する複数のサーバが 'MEDITECH システムと呼ばれる統合システムとしてさまざまなタスクを実行します MEDITECH システムの詳細については、 MEDITECH のドキュメントを参照してください。

- ・ 本番環境の MEDITECH 環境については、該当する MEDITECH のドキュメントを参照して、ネットアップストレージシステムのサイジングに含める必要がある MEDITECH ホストの数とストレージ容量を確認してください。

- 新しい MEDITECH 環境については、ハードウェア構成の提案書を参照してください。既存の MEDITECH 環境については、ハードウェア評価タスクのドキュメントを参照してください。ハードウェア評価タスクは MEDITECH チケットに関連付けられています。お客様は、MEDITECH からこれらのドキュメントのいずれかをリクエストできます。

MEDITECH システムを拡張して、ホストを追加することで容量とパフォーマンスを向上させることができます。各ホストには、そのデータベースファイルとアプリケーションファイル用のストレージ容量が必要です。各 MEDITECH ホストが使用できるストレージも、ホストが生成した I/O に対応している必要があります。MEDITECH 環境では '各ホストがそのホストのデータベースおよびアプリケーション・ストレージ要件をサポートするために 'LUN を使用できますMEDITECH カテゴリのタイプと導入するプラットフォームのタイプによって、各 MEDITECH ホストのワークロード特性とシステム全体のワークロード特性が決まります。

MEDITECH カテゴリ

MEDITECH では、導入規模とカテゴリ番号を 1 ~ 6 の範囲で関連付けています。カテゴリ 1 は MEDITECH の導入規模が最小で、カテゴリ 6 は最大です。各カテゴリに関連付けられている MEDITECH アプリケーション仕様には、次のようなメトリックが含まれます。

- 病院ベッドの数
- 1 年あたりの入院患者数
- 1 年あたりの外来患者数
- 緊急の客室訪問回数 (年間)
- 1 年あたりの試験数
- 1 日あたりの入院処方
- 1 日あたりの外来処方

MEDITECH カテゴリの詳細については、MEDITECH カテゴリのリファレンス・シートを参照してください。このシートは、MEDITECH からお客様経由で入手するか、MEDITECH システムのインストーラを使用して入手できます。

MEDITECH プラットフォーム

MEDITECH には 4 つのプラットフォームがあります。

- 拡張
- MEDITECH 6.x
- クライアント / サーバ 5.x (C/S 5.x)
- マジック

MEDITECH 拡張プラットフォーム '6.x プラットフォーム' および C/S 5.x プラットフォームの場合 '各ホストの I/O 特性は 100% ランダムで' 要求サイズは 4,000 ですMEDITECH Magic プラットフォームでは、各ホストの I/O 特性は 100% ランダムで、リクエストサイズは 8,000 または 16,000 です。MEDITECH によると、一般的な Magic Production Deployment の要求サイズは 8,000 または 1,000 です。

読み取りと書き込みの比率は、導入するプラットフォームによって異なります。MEDITECH では '読み取りと書き込みの平均の比率を予測してから' それらを割合として表現していますMEDITECH では、特定の MEDITECH プラットフォーム上の MEDITECH ホストごとに必要な平均持続 IOPS 値も算出しています。次の表は、MEDITECH が提供するプラットフォーム固有の I/O 特性をまとめたものです。

MEDITECH カテゴリ	MEDITECH プラットフォーム	平均ランダムリード 率	平均ランダムライト 率	MEDITECH ホストあたりの平均 持続 IOPS
1.	拡張、 6.x	20	80	750
2-6	拡張	20	80	750
	6.x	20	80	750
	C/S 5.x	40	60	600
	マジック	90	10.	400

MEDITECH システムの場合、各ホストの平均 IOPS レベルは上記の表に定義された IOPS 値と同じである必要があります。各プラットフォームに基づいて正しいストレージサイジングを決定するために、上記の表に記載されている IOPS 値が、記載されているサイジング方法の一部として使用されます ["小規模、中規模、大規模アーキテクチャの技術仕様" セクション](#)。

MEDITECH では、各ホストのランダムライトの平均レイテンシを 1 ミリ秒未満に抑える必要があります。ただし、バックアップジョブおよび再配置ジョブでは、書き込みレイテンシが一時的に 2 ミリ秒まで上昇することは許容されると考えられます。MEDITECH では ' カテゴリ 1 のホストで平均ランダム・リード・レイテンシーを 7ms 未満に ' カテゴリ 2 のホストでは 5ms 未満に抑える必要がありますこれらのレイテンシ要件は、MEDITECH プラットフォームが使用されているかどうかに関係なく、すべてのホストに適用されます。

次の表に、MEDITECH ワークロード用のネットアップストレージをサイジングする際に考慮する必要がある I/O 特性をまとめます。

パラメータ	MEDITECH カテゴリ	拡張	MEDITECH 6.x	C/S 5.x	マジック
リクエストのサ イズ	1 ~ 6	4K	4K	4K	8K または 16K
ランダム / シー ケンシャル		100% ランダム	100% ランダム	100% ランダム	100% ランダム
平均持続 IOPS	1.	750	750	該当なし	該当なし
		750	750	600	400
読み取り / 書き 込み比率	1 ~ 6	読み取り 20% 、 書き込み 80%	読み取り 20% 、 書き込み 80%	読み取り 40% 、 書き込み 60%	読み取り 90% 、 書き込み 10%
書き込みレイテ ンシ		1 ミリ秒未満	1 ミリ秒未満	1 ミリ秒未満	1 ミリ秒未満
ピーク時の書き 込みレイテンシ	1 ~ 6	2 ミリ秒未満	2 ミリ秒未満	2 ミリ秒未満	2 ミリ秒未満
読み取りレイテ ンシ	1.	7 ミリ秒未満	7 ミリ秒未満	該当なし	該当なし
		5 ミリ秒未満	5 ミリ秒未満	5 ミリ秒未満	5 ミリ秒未満



カテゴリ 3 ~ 6 の MEDITECH ホストの I/O 特性は ' カテゴリ 2 と同じです MEDITECH カテゴリ 2 ~ 6 の場合 ' 各カテゴリに導入されるホストの数は異なります

ネットアップストレージシステムは、前のセクションで説明したパフォーマンス要件を満たすようにサイジングする必要があります。MEDITECH の本番用ワークロードに加えて、ネットアップのストレージシステム

は、バックアップ処理中にこれらの MEDITECH のパフォーマンスターゲットを保持できる必要があります。詳細については、次のセクションを参照してください。

バックアップワークロードの概要

MEDITECH 認定バックアップ・ソフトウェアは 'MEDITECH システムの各 MEDITECH ホストで使用されている LUN をバックアップします' バックアップをアプリケーションと整合性のある状態にするには、バックアップソフトウェアが MEDITECH システムを休止し、ディスクへの I/O 要求を一時停止します。システムが休止状態になると、バックアップソフトウェアはネットアップストレージシステムにコマンドを発行して、LUN を含むボリュームの NetApp Snapshot コピーを作成します。バックアップ・ソフトウェアはあとで MEDITECH システムの休止を解除し '本番 I/O 要求がデータベースに継続できるようにします' Snapshot コピーに基づいて、NetApp FlexClone ボリュームが作成されます。このボリュームはバックアップソースによって使用され、LUN をホストする親ボリュームで本番環境の I/O 要求が継続されます。

バックアップソフトウェアによって生成されるワークロードは、FlexClone ボリューム内に存在する LUN のシーケンシャルリードから発生します。このワークロードは、100% のシーケンシャルリードワークロードと定義されており、要求サイズは 64,000 です。MEDITECH の本番ワークロードについては、必要な IOPS と関連する読み取り / 書き込みレベルを維持することがパフォーマンス基準となります。ただし、バックアップ・ワークロードでは、バックアップ処理中に生成されたデータの総スループット (MBps) に注意がシフトされます。MEDITECH LUN のバックアップは 8 時間以内に完了する必要がありますが、すべての MEDITECH LUN のバックアップは 6 時間以内に完了することを推奨します。バックアップを 6 時間以内に完了することを目標にすると、MEDITECH のワークロードが計画外に増加した場合や、NetApp ONTAP のバックグラウンド処理が増えた場合など、一定の期間にわたってデータが増加した場合にもその数を軽減できます。これらのいずれかのイベントによって、追加のバックアップ時間が発生する可能性があります。保存されているアプリケーション・データの量にかかわらず 'バックアップ・ソフトウェアは 'MEDITECH ホストごとに LUN 全体のロック・レベルのフル・バックアップを実行します

このウィンドウ内でバックアップを完了するために必要なシーケンシャルリードのスループットを、次の要因に応じて計算します。

- ・必要なバックアップ期間
- ・LUN の数
- ・バックアップする各 LUN のサイズ

たとえば、50 ホストの MEDITECH 環境で、各ホストの LUN サイズが 200GB の場合、バックアップする LUN の合計容量は 10TB になります。

8 時間で 10TB のデータをバックアップするには、次のスループットが必要です。

- = (10 x 10^6) MB (8 x 3、 600)
- = 347.2MBps

ただし、計画外のイベントを考慮して、控えめなバックアップ期間として 5.5 時間を選択し、推奨される 6 時間を超えるヘッドルームを確保します。

8 時間で 10TB のデータをバックアップするには、次のスループットが必要です。

- = (10 x 10^6) MB (5.5 x 3、 600)
- = 500Mbps

500Mbps のスループットレートでは、バックアップは 5.5 時間以内に完了し、8 時間のバックアップ要件内で快適に完了できます。

次の表に、ストレージシステムのサイズ設定時に使用するバックアップワークロードの I/O 特性をまとめます。

パラメータ	すべてのプラットフォーム
リクエストのサイズ	64K
ランダム / シーケンシャル	100% シーケンシャル
読み取り / 書き込み比率	100% 読み取り
平均スループット	MEDITECH ホストの数と各 LUN のサイズによって異なる：バックアップは 8 時間以内に完了する必要があります
必要なバックアップ期間	8 時間

MEDITECH 向け Cisco UCS リファレンスアーキテクチャ

MEDITECH on FlexPod のアーキテクチャは、MEDITECH、Cisco、NetApp のガイダンスと、MEDITECHをご利用のお客様とあらゆる規模のお客様との連携に関するパートナー様の経験に基づいています。このアーキテクチャは柔軟性が高く、お客様のデータセンター戦略に応じて、MEDITECH のベストプラクティスを適用します。つまり、小規模でも大規模でも、一元化されたものでも、分散型でも、マルチテナント型でも同様です。

MEDITECH を導入する際、シスコは MEDITECH のベストプラクティスに直接適合する Cisco UCS リファレンスアーキテクチャを設計しました。Cisco UCS は、高性能、高可用性、信頼性、拡張性を備えた緊密に統合された解決策を提供し、医師の診療や病院のシステムに数千台のベッドを使用しています。

小規模、中規模、大規模のアーキテクチャ向けの技術仕様

このセクションでは、さまざまなサイズのストレージアーキテクチャに対応するサンプル部品表について説明します。

小規模、中規模、大規模のアーキテクチャ向けの部品表。

FlexPod の設計は、多数の異なるコンポーネントとソフトウェアバージョンを含む柔軟なインフラです。使用 "TR-4036 : 『FlexPod Technical Specifications』" 有効な FlexPod 構成を組み立てるためのガイドとして使用してください。次の表に、FlexPod の最小要件を示します。設定例はそのままです。構成は、環境やユースケースに応じて製品ファミリーごとに拡張できます。

このサイジング演習では、カテゴリ 3 の MEDITECH 環境、カテゴリ 5 のメディア、カテゴリ 6 の大規模環境に対応します。

	小規模	中	大規模
プラットフォーム	NetApp AFF A220 オールフラッシュストレージシステム HA ペア × 1	NetApp AFF A220 HA ペア × 1	NetApp AFF A300 オールフラッシュストレージシステム HA ペア × 1
ディスクシェルフ	3.8TB × 9	3.8TB × 13TB	3.8TB × 19TB
MEDITECH データベースのサイズ	3TB - 12TB	17TB	30TB を超えています
MEDITECH の IOPS	22,000 IOPS 超	25,000 IOPS 超	32,000 IOPS 超

	小規模	中	大規模
合計 IOPS	22000 年	27000	35000
生データ	34.2TB	49.4TB	68.4TB
使用可能容量	18.53TiB	27.96TiB の場合	33.82TiB
実効容量（2：1 のストレージ効率）	55.6TiB	83.89TiB	101.47TiB



お客様の環境によっては、複数の MEDITECH 本番ワークロードを同時に実行している場合や、IOPS 要件が高い場合があります。その場合は、ネットアップアカウントチームと協力して、必要な IOPS と容量に基づいてストレージシステムのサイジングを行ってください。ワークロードに適したプラットフォームを特定できる必要があります。たとえば、NetApp AFF A700 オールフラッシュストレージシステム HA ペアで複数の MEDITECH 環境を正常に実行しているお客様がいます。

次の表に、MEDITECH 構成に必要な標準ソフトウェアを示します。

ソフトウェア	製品ファミリー	バージョンまたはリリース	詳細
ストレージ	ONTAP	ONTAP 9.4 の一般提供 (GA)	
ネットワーク	Cisco UCS ファブリックインターフェイストラフィック	Cisco UCSM 4.x の場合	現在推奨されているリリース
	Cisco Nexus イーサネットスイッチ	7.0 (3) I7 (6)	現在推奨されているリリース
	Cisco FC : Cisco MDS 9132T	8.3 (2)	現在推奨されているリリース
ハイパーバイザー	ハイパーバイザー	VMware vSphere ESXi 6.7	
	仮想マシン (VM)	Windows * 2016	
管理	ハイパーバイザー管理システム	VMware vCenter Server 6.7 U1 (vCSA)	
	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 7.0P1	
	NetApp SnapCenter	SnapCenter 4.0	
	Cisco UCS Manager の略	4.x	

次の表は、小規模（カテゴリ 3）の構成例 - インフラコンポーネントを示しています。

レイヤー (Layer)	製品ファミリー	数量とモデル	詳細
コンピューティング	Cisco UCS 5108 シャーシ	1.	ハーフ幅ブレードを 8 台まで、またはフル幅ブレードを 4 台までサポートします。サーバ要件の増大に合わせてシャーシを追加します。
	Cisco シャーシ I/O モジュール	2 x 2208	8GB x 10GB アップリンクポート
	Cisco UCS ブレードサーバ	B200 M5 × 4	それぞれ 2 x 14 コア、2.6GHz 以上のクロック速度、384GB BIOS 3.2 (3#)
	Cisco UCS 仮想インターフェイスカード	UCS 1440 × 4	VMware ESXi fnic FC ドライバ: 1.0.47 VMware ESXi eNIC イーサネットドライバ: 1.0.27.0 (Interoperability Matrix を参照:
	Cisco UCS ファブリックインターフェイスクエイク (FI) × 2	UCS 6454 FI × 2	10 / 25 / 100Gb イーサネットおよび 32Gb FC をサポートする第 4 世代のファブリックインターフェイスクエイク
ネットワーク	Cisco イーサネットスイッチ	Nexus 9336c-FX2 × 2	1Gb、10GB、25GB、40GB、100GB
ストレージネットワーク	BLOB ストレージ用の IP Network Nexus 9K		FI および UCS シャーシ
	FC : Cisco MDS 9132T		Cisco 9132T スイッチ × 2
ストレージ	NetApp AFF A300 オールフラッシュストレージシステム	1 つの HA ペア	すべての MEDITECH ワークロード (ファイルサーバ、イメージサーバ、SQL Server、VMware など) に対応する 2 ノードクラスタ
	DS224C ディスクシェルフ	DS224C ディスクシェルフ 1 台	
	ソリッドステートドライブ (SSD)	3.8TB × 9	

次の表は、中規模（カテゴリ 5）構成の例、インフラストラクチャコンポーネントを示しています

レイヤー (Layer)	製品ファミリー	数量とモデル	詳細
コンピューティング	Cisco UCS 5108 シャーシ	1.	ハーフ幅ブレードを 8 台まで、またはフル幅ブレードを 4 台までサポートします。サーバ要件の増大に合わせてシャーシを追加します。
	Cisco シャーシ I/O モジュール	2 x 2208	8GB x 10GB アップリンクポート
	Cisco UCS ブレードサーバ	B200 M5 × 6	それぞれ 2 つの 16 コア、2.5GHz/ 以上のクロック速度、384GB 以上のメモリ BIOS 3.2 (3#) を備えています。
	Cisco UCS 仮想インターフェイスカード (VIC)	UCS 1440 VIC × 6	VMware ESXi fnic FC ドライバ: 1.0.47 VMware ESXi eNIC イーサネットドライバ: 1.0.27.0 (Interoperability Matrix を参照)
	Cisco UCS ファブリックインターフェイスカード (FI) × 2	UCS 6454 FI × 2	10GB / 25Gb / 100Gb イーサネットおよび 32Gb FC をサポートする第 4 世代ファブリックインターフェイスカード
ネットワーク	Cisco イーサネットスイッチ	Nexus 9336c-FX2 × 2	1Gb、10GB、25GB、40GB、100GB
ストレージネットワーク	BLOB ストレージ用の IP Network Nexus 9K		
	FC : Cisco MDS 9132T		Cisco 9132T スイッチ × 2
ストレージ	NetApp AFF A220 オールフラッシュストレージシステム	2 つの HA ペア	すべての MEDITECH ワークロード (ファイルサーバ、イメージサーバ、SQL Server、VMware など) に対応する 2 ノードクラスタ
	DS224C ディスクシェルフ	DS224C ディスクシェルフ × 1	
	SSD の場合	3.8TB × 13	

次の表は、大規模な (カテゴリ 6 の) 構成例 - インフラコンポーネントを示しています。

レイヤー (Layer)	製品ファミリー	数量とモデル	詳細
コンピューティング	Cisco UCS 5108 シャーシ	1.	
	Cisco シャーシ I/O モジュール	2 x 2208	10 GB アップリンクポート x 8
	Cisco UCS ブレードサーバ	B200 M5 × 8	各構成には、2 x 24 コア、2.7GHz および 768GB BIOS 3.2 (3#) が搭載されています。
	Cisco UCS 仮想インターフェイスカード (VIC)	UCS 1440 VIC × 8	VMware ESXi fnic FC ドライバ: 1.0.47 VMware ESXi eNIC イーサネット ドライバ: 1.0.27.0 (Interoperability Matrix を確認してください)
	Cisco UCS ファブリックインターフェイスカード (FI) × 2	UCS 6454 FI × 2	10GB / 25Gb / 100Gb イーサネットおよび 32Gb FC をサポートする第4世代ファブリックインターフェイスカード
ネットワーク	Cisco イーサネットスイッチ	Nexus 9336c-FX2 × 2	Cisco Nexus 9332PQ1、10GB、25GB、40GB、100GB × 2
ストレージネットワーク	BLOB ストレージ用の IP ネットワーク N9k		
	FC : Cisco MDS 9132T		Cisco 9132T スイッチ × 2
ストレージ	AFF A300	1 つの HA ペア	すべての MEDITECH ワークロード (ファイルサーバ、イメージサーバ、SQL Server、VMware など) に対応する 2 ノード クラスタ
	DS224C ディスクシェルフ	DS224C ディスクシェルフ × 1	
	SSD の場合	3.8TB × 19	

これらの構成は、サイジングのガイダンスの開始点となります。一部のお客様の環境で、MEDITECH の本番ワークロードと MEDITECH 以外のワークロードが同時に実行されている場合や、IOP 要件が高い場合があります。ネットアップアカウントチームと協力して、必要な IOPS、ワークロード、容量に基づいてストレージシステムのサイジングを行い、ワークロードに対応するプラットフォームを決定する必要があります。

追加情報

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

- FlexPod データセンターと FC の Cisco Validated Design の 2 つの機能があります
["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_esxi65u1_n9fc.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_esxi65u1_n9fc.html)
- MEDITECH 環境向けのネットアップ導入ガイドライン
["https://fieldportal.netapp.com/content/248456"](https://fieldportal.netapp.com/content/248456) (ネットアップログインが必要)
- MEDITECH 環境向けのネットアップサイジングガイドライン
["www.netapp.com/us/media/tr-4190.pdf"](http://www.netapp.com/us/media/tr-4190.pdf)
- Epic EHR 導入向け FlexPod データセンター
["www.netapp.com/us/media/tr-4693.pdf"](http://www.netapp.com/us/media/tr-4693.pdf)
- FlexPod 設計ゾーン
["https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/design-zone/data-center-design-guides/flexpod-design-guides.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/design-zone/data-center-design-guides/flexpod-design-guides.html)
- AFF DC と FC ストレージ (MDS スイッチ) では、NetApp FlexPod、vSphere 6.5U1、および Cisco UCS Manager を使用します
["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_esxi65u1_n9fc.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_esxi65u1_n9fc.html)
- シスコの医療機関
<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/industries/healthcare.html?dtid=ossc000283>

謝辞

本ガイドの執筆および作成には、以下の方々が協力していただきました。

- Brandon AGEE、テクニカルマーケティングエンジニア、ネットアップ
- ネットアップ、ヘルスケア、ソリューションアーキテクト、John Duignan 氏
- ネットアップ、プロダクトマネージャー、Ketan Mota
- Cisco Systems, Inc、テクニカルソリューションアーキテクト、Jon Ebmeier 氏
- シスコシステムズ、プロダクトマネージャー、Mike Brennan 氏

FlexPod Datacenter for MEDITECH 導入ガイド

TR-4753 : 『FlexPod Datacenter for MEDITECH Deployment Guide』

Brandon AGEE と John Duignan 氏、NetApp Mike Brennan 氏、Cisco の Jon Ebmeier 氏



協力：

解決策の全体的なメリット

FlexPod アーキテクチャ基盤で MEDITECH 環境を運用することで、医療機関はスタッフの生産性向上と設備投資と運用コストの削減を期待できます。FlexPod Datacenter for MEDITECH には、医療業界に特化した次のようなメリットがあります。

- * 運用の簡素化とコストの削減 * レガシー・プラットフォームのコストと複雑さを解消するには、より効率的でスケーラブルな共有リソースを使用します。この共有リソースは、どこにいても臨床医をサポートできます。この解決策は、リソースの使用率を高め、投資回収率（ROI）を向上させます。
- * インフラストラクチャの迅速な導入。 * 既存のデータセンターでも、リモートサイトでも、FlexPod データセンターの統合されたテスト済みの設計により、新しいインフラストラクチャを短時間で稼働させることができます。手間を減らすことができます。
- * 認定ストレージ。 NetApp ONTAP 認定データ管理ソフトウェアと MEDITECH を組み合わせることで、テスト済みの認定済みストレージベンダーの優れた信頼性を実現できます。MEDITECH では他のインフラコンポーネントを認定していません。
- * スケールアウトアーキテクチャ。 * 実行中のアプリケーションを再構成することなく、SAN と NAS をテラバイト（TB）から数十ペタバイト（PB）に拡張できます。
- * ノンストップオペレーション。 * ストレージの保守、ハードウェアのライフサイクル処理、FlexPod のアップグレードを、ビジネスを中断することなく実行できます。
- * セキュアマルチテナンシー。 * 仮想化されたサーバおよびストレージ共有インフラストラクチャのニーズの増大をサポートし、特にシステムが複数のデータベースおよびソフトウェアのインスタンスをホストしている場合に、施設固有の情報のセキュアマルチテナンシーを実現します。
- * プールされたリソースの最適化。 * パフォーマンスを向上させながら、物理サーバとストレージコントローラの数を削減し、ワークロードの負荷を分散し、使用率を向上させます。
- * サービス品質（QoS）。 * FlexPod は、スタック全体で QoS を提供します。業界をリードする QoS ネットワーク、コンピューティング、ストレージのポリシーにより、共有環境で差別化されたサービスレベルを実現できます。これらのポリシーを使用することで、ワークロードに最適なパフォーマンスを提供し、過負荷のアプリケーションを分離および制御できます。
- *ストレージ効率*を使用してストレージコストを削減します ["ネットアップは7分の1のストレージ容量削減を保証します"](#)。
- * 俊敏性。 * FlexPod システムが提供する業界をリードするワークフロー自動化、オーケストレーション、管理ツールにより、IT チームはビジネス要求への対応力を大幅に高めることができます。これらのビジネス・リクエストは 'MEDITECH のバックアップ / プロビジョニング環境や ' テスト / トレーニング環境のプロビジョニングから ' 人口健康管理イニシアティブの分析データベースのレプリケーションまで多岐にわたります
- * 生産性の向上。 * この解決策を迅速に導入して拡張し、臨床家のエンドユーザ体験を最適化します。
- * ネットアップデータファブリック：ネットアップデータファブリックアーキテクチャは、サイト間、物理的な境界を越えてアプリケーション間でデータを結び付けます。ネットアップデータファブリックは、Data-Centric の世界におけるデータ主体の企業向けに構築されています。データは作成され、複数の場所で使用されます。多くの場合、データを利用して他の場所、アプリケーション、インフラと共有する必要があります。整合性があり統合されたデータを管理する方法が必要です。データファブリックでは、IT を管理し、増え続ける IT の複雑さを軽減するデータ管理の方法が提供されます。

FlexPod

MEDITECH EHR 向けの新しいインフラアプローチ

医療機関では、業界をリードする MEDITECH 電子カルテ（EHR）への多額の投資からメリットを最大限に引き出す必要があります。ミッションクリティカルなアプリケーションの場合、お客様が MEDITECH ソリューション用のデータセンターを設計する際に、データセンターアーキテクチャに関する次の目標を特定することがよくあります。

- MEDITECH アプリケーションの高可用性
- ハイパフォーマンス
- MEDITECH をデータセンターに容易に導入できます
- MEDITECH の新しいリリースやアプリケーションでビジネスの成長を可能にする即応性と拡張性
- コスト効率
- MEDITECH のガイダンスとターゲット・プラットフォームに対応
- 管理性、安定性、および容易なサポート
- 堅牢なデータ保護、バックアップ、リカバリ、ビジネス継続性

MEDITECH のユーザが組織を変革して担当責任ある医療機関になり、条件が厳しく、バンドルされた償還モデルに適応するようにすると、より効率的で即応性に優れた IT デリバリモデルで必要な MEDITECH インフラを提供するという課題が生じます。

検証済みの統合インフラがもたらす価値

MEDITECH は、予測可能な低レイテンシのシステムパフォーマンスと高可用性を実現するための包括的な要件を備えているため、お客様のハードウェア要件に対応するように規定されています。

FlexPod は、Cisco とネットアップの戦略的パートナーシップにより、検証済みで厳格にテストされた統合インフラです。予測可能な低レイテンシのシステムパフォーマンスと高可用性を実現するように特別に設計されています。このアプローチにより、MEDITECH へのコンプライアンスが実現し、最終的に MEDITECH システムのユーザに最適な応答時間が提供されます。

Cisco とネットアップが提供する FlexPod 解決策は、高性能でモジュラ型の検証済み統合型仮想化ソリューションで、MEDITECH のシステム要件を満たしています。効率性、拡張性、コスト効率に優れたプラットフォーム。次の機能を提供します

- * モジュラーアーキテクチャ * FlexPod は、特定のワークロードごとに専用構成された FlexPod プラットフォームを使用して、MEDITECH モジュラーアーキテクチャのさまざまなニーズに対応します。すべてのコンポーネントは、クラスタ化されたサーバ、ストレージ管理ファブリック、統合された管理ツールセットを通じて接続されます。
- * 統合スタックの各レベルで業界をリードするテクノロジ。* Cisco、ネットワーキング、ストレージ、オペレーティングシステムの各カテゴリーにおいて、業界アナリストは、Cisco、NetApp、VMware、Microsoft Windows のいずれも第 1 位または第 2 位にランクされています。
- * 標準化された柔軟な IT による投資保護 * FlexPod リファレンス・アーキテクチャでは、新しい製品バージョンとアップデートを予測し、今後のテクノロジーが利用可能になったときに対応できるよう、継続的な厳格な相互運用性テストを実施します。
- * 幅広い環境に導入されていることが実証されています。* 広く普及しているハイパーバイザ、オペレーティング・システム、アプリケーション、インフラストラクチャ・ソフトウェアとの事前テストと共同検

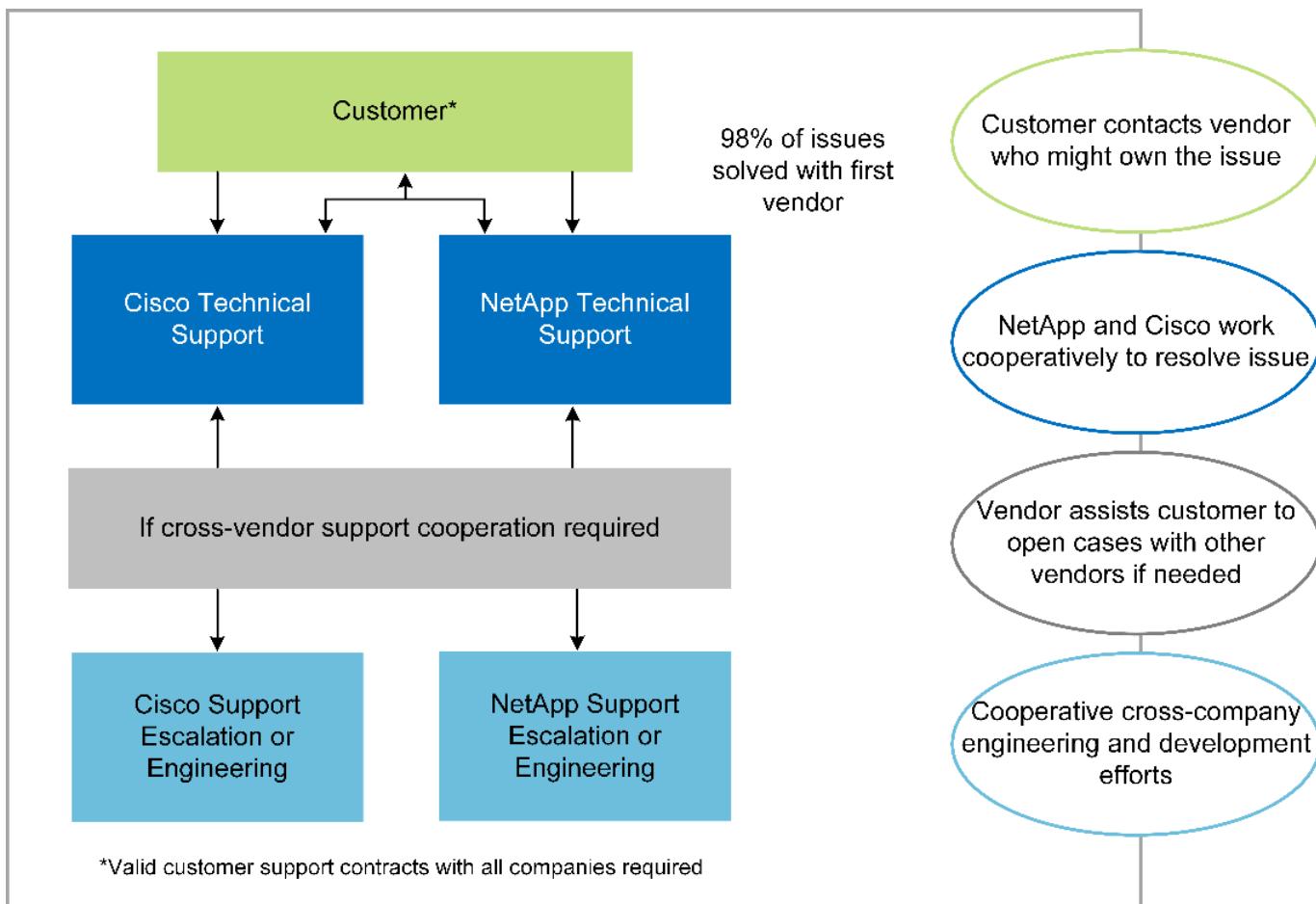
証が行われており、FlexPod は複数の MEDITECH のお客様組織にインストールされています。

実証済みの FlexPod アーキテクチャと共同サポート

FlexPod は、実績のあるデータセンター解決策です。柔軟性に優れた共有インフラを提供します。パフォーマンスに悪影響を及ぼすことなく、増大するワークロードのニーズに容易に対応できるように拡張できます。この解決策は、FlexPod アーキテクチャを活用することで、次のような FlexPod のメリットをフルに活用できます。

- * MEDITECH のワークロード要件に対応するパフォーマンス。 * MEDITECH ハードウェア構成提案の要件に応じて、必要な I/O およびレイテンシの要件に合わせて異なる ONTAP プラットフォームを導入できます。
- * 臨床データの増加に容易に対応できる拡張性。 * 従来の制限なしに、仮想マシン（VM）、サーバ、ストレージ容量をオンデマンドで動的に拡張できます。
- * 効率性の向上。 * 統合仮想化インフラストラクチャにより、管理時間と TCO の両方を削減できます。これにより、管理が容易になり、データをより効率的に保存できるようになり、MEDITECH ソフトウェアのパフォーマンスが向上します。
- * リスクを軽減。 * 導入による憶測による導入を排除し、継続的なワークロードの最適化に対応する、定義済みのアーキテクチャを基盤とした検証済みプラットフォームにより、ビジネスの中止を最小限に抑えます。
- * FlexPod 共同サポート * ネットアップと Cisco は共同サポートを設立しました。共同サポートは、FlexPod コンバージドインフラに固有のサポート要件を満たす、拡張性と柔軟性に優れた強力なサポートモデルです。このモデルでは、ネットアップと Cisco が提供する経験、リソース、およびテクニカルサポートの専門知識を組み合わせて、問題の発生場所に関係なく、FlexPod サポート問題を特定して解決するための合理的なプロセスを提供します。FlexPod 共同サポートモデルを使用すると、お客様の FlexPod システムは効率的に動作し、最新のテクノロジを活用できます。また、経験豊富なチームと協力して、統合に関する問題の解決を支援します。

FlexPod 共同サポートは、FlexPod コンバージドインフラ上で MEDITECH などのビジネスクリティカルなアプリケーションを実行している医療機関にとって特に有効です。次の図に、FlexPod 共同サポートモデルを示します。



これらのメリットに加えて、MEDITECH 解決策を備えた FlexPod データセンタースタックの各コンポーネントは、MEDITECH EHR ワークフローに特定のメリットをもたらします。

Cisco Unified Computing System の略

自己統合型の自己認識システムである Cisco Unified Computing System (Cisco UCS) は、統合 I/O インフラストラクチャと相互接続された単一の管理ドメインで構成されています。インフラで重要な患者情報を最大限に利用できるように、MEDITECH 環境向け Cisco UCS は MEDITECH インフラに関する推奨事項とベストプラクティスに適合しています。

Cisco UCS アーキテクチャ上の MEDITECH の基盤となるのは Cisco UCS テクノロジで、統合システム管理、Intel Xeon プロセッサ、サーバ仮想化が含まれています。これらの統合テクノロジは、データセンターの課題を解決し、MEDITECH 向けデータセンター設計の目標達成に役立ちます。Cisco UCS は、LAN、SAN、およびシステム管理を 1 つのシンプルなリンクに統合して、ラックサーバ、ブレードサーバ、VM に対応します。Cisco UCS は、シスコユニファイドファブリックおよび Cisco Fabric Extender Technology (FEX テクノロジー) を組み込んだエンドツーエンドの I/O アーキテクチャで、Cisco UCS のすべてのコンポーネントを単一のネットワークファブリックおよび単一のネットワークレイヤで接続します。

システムは、複数のブレードシャーシ、ラックサーバ、ラック、およびデータセンターに統合して拡張できる単一または複数の論理ユニットとして導入できます。このシステムは徹底的に簡素化されたアーキテクチャを実装しており、従来のブレードサーバシャーシとラックサーバに搭載された複数の冗長デバイスを排除します。従来のシステムでは、イーサネットアダプタや FC アダプタ、シャーシ管理モジュールなどの冗長デバイスは、レイヤを複雑にします。Cisco UCS は、単一の管理ポイントを提供する Cisco UCS Fabric Interconnect (FI) の冗長ペアで構成され、すべての I/O トラフィックを単一の制御ポイントで制御します。

Cisco UCS では、サービスプロファイルを使用して、Cisco UCS インフラストラクチャ内の仮想サーバが正しく設定されるようにします。サービスプロファイルは、各分野の専門家によって一度作成されたネットワーク、ストレージ、およびコンピューティングポリシーで構成されます。サービスプロファイルには、LAN および SAN アドレッシング、I/O 設定、ファームウェアバージョン、ブート順、ネットワーク仮想 LAN (VLAN) 、物理ポート、QoS ポリシーなど、サーバ ID に関する重要なサーバ情報が含まれます。サービスプロファイルは、数時間や数日単位ではなく、システム内の任意の物理サーバに動的に作成して関連付けることができます。サービスプロファイルと物理サーバの関連付けは、シンプルな单一の操作として実行され、物理的な設定変更を必要とせずに、環境内のサーバ間でアイデンティティを移行できます。撤去したサーバの代わりに、ベアメタルプロビジョニングを迅速に実行できます。

サービスプロファイルを使用することで、企業全体で一貫したサーバ構成が可能になります。複数の Cisco UCS 管理ドメインが使用されている場合、Cisco UCS Central はグローバルサービスプロファイルを使用して、ドメイン間で設定およびポリシー情報を同期できます。1つのドメインでメンテナンスを実行する必要がある場合は、仮想インフラストラクチャを別のドメインに移行できます。このアプローチにより、單一ドメインがオフラインの場合でも、アプリケーションは高可用性で実行され続けます。

Cisco UCS がサーバ設定要件を満たしていることを実証するために、MEDITECH では複数年にわたって広範なテストを実施しています。Cisco UCS は、MEDITECH 製品リソースシステムサポートサイトに掲載されているサポート対象のサーバプラットフォームです。

シスコのネットワーク

Cisco Nexus スイッチと Cisco MDS マルチレイヤディレクタは、エンタープライズクラスの接続と SAN 統合を実現します。シスコのマルチプロトコルストレージネットワーキングは、FC 、 Fibre Connection (FICON) 、 FC over Ethernet (FCoE) 、 SCSI over IP (iSCSI) 、 FC over IP (FCIP) などの柔軟性とオプションを提供することで、ビジネスリスクを軽減します。

Cisco Nexus スイッチは、单一プラットフォームで最も包括的なデータセンターネットワーク機能セットの1つです。データセンターとキャンパスコアの両方で高いパフォーマンスと密度を実現します。また、耐障害性に優れたモジュラープラットフォームで、データセンターのアグリゲーション、行の終わり、およびデータセンターのインターフェイク環境に完全な機能セットを提供します。

Cisco UCS はコンピューティングリソースを Cisco Nexus スイッチと統合し、さまざまなタイプのネットワークトラフィックを識別して処理するユニファイド I/O ファブリックを提供します。このトラフィックには、ストレージ I/O 、デスクトップトラフィックのストリーミング、管理、臨床アプリケーションやビジネスアプリケーションへのアクセスが含まれます。次のようにになります。

- * インフラストラクチャの拡張性。 * 仮想化、電力と冷却の効率化、自動化によるクラウドの拡張、高密度、およびハイパフォーマンスはすべて、効率的なデータセンターの拡張をサポートします。
- * 運用継続性。 * この設計では、ハードウェア、NX-OS ソフトウェアの機能、および管理を統合して、ダウンタイムゼロの環境をサポートします。
- * ネットワークとコンピュータの QoS 。 * シスコは、ポリシーベースのサービスクラス (CoS) と QoS をネットワーク、ストレージ、およびコンピューティングファブリック全体に提供し、ミッションクリティカルなアプリケーションのパフォーマンスを最適化します。
- * 転送の柔軟性。 * コスト効率の高い解決策を使用して、新しいネットワークテクノロジーを段階的に導入します。

Cisco UCS と Cisco Nexus スイッチおよび Cisco MDS マルチレイヤディレクタを組み合わせることで、MEDITECH に最適なコンピューティング、ネットワーク、SAN 接続の解決策を提供できます。

NetApp ONTAP

ONTAP ソフトウェアを実行するネットアップストレージなら、ストレージの総コストを削減できるだけではなく、 MEDITECH のワークロードに必要な低レイテンシの読み取り / 書き込み応答時間と IOPS を実現できます。ONTAP はオールフラッシュストレージとハイブリッドストレージの両方の構成をサポートしているため、 MEDITECH の要件に最適なストレージプラットフォームを構築できます。NetApp のフラッシュ・アクセス・セラレーション対応システムは、 MEDITECH の検証と認定を受けており、 MEDITECH のお客様は、レイテンシの影響を受けやすい MEDITECH の運用にとって重要なパフォーマンスと応答性を得ることができます。ネットアップシステムでは、1つのクラスタに複数の障害ドメインを作成することで、本番環境を非本番環境から分離することもできます。ネットアップのシステムでは、 ONTAP の QoS 機能によって、保証された最小パフォーマンスレベルでパフォーマンスの問題も軽減されます。

ONTAP ソフトウェアのスケールアウトアーキテクチャは、さまざまな I/O ワークロードに柔軟に対応できます。臨床アプリケーションで必要とされるスループットと低レイテンシを実現すると同時に、モジュラ型のスケールアウトアーキテクチャを提供するために、通常は ONTAP アーキテクチャで使用されます。NetApp AFF ノードは、ハイブリッド（HDD およびフラッシュ）ストレージノードと同じスケールアウトクラスタに混在させることができます。このストレージノードは、高スループットで大規模なデータセットを格納するのに適しています。MEDITECH 認定のバックアップ解決策と併用すれば、高価なソリッドステートドライブ（SSD）ストレージから他のノード上の HDD ストレージに MEDITECH 環境のクローンを作成し、複製し、バックアップを実行できます。このアプローチは 'SAN ベースのクローン作成および本番プールのバックアップ' に関する MEDITECH のガイドラインに適合しているか' それを超えています

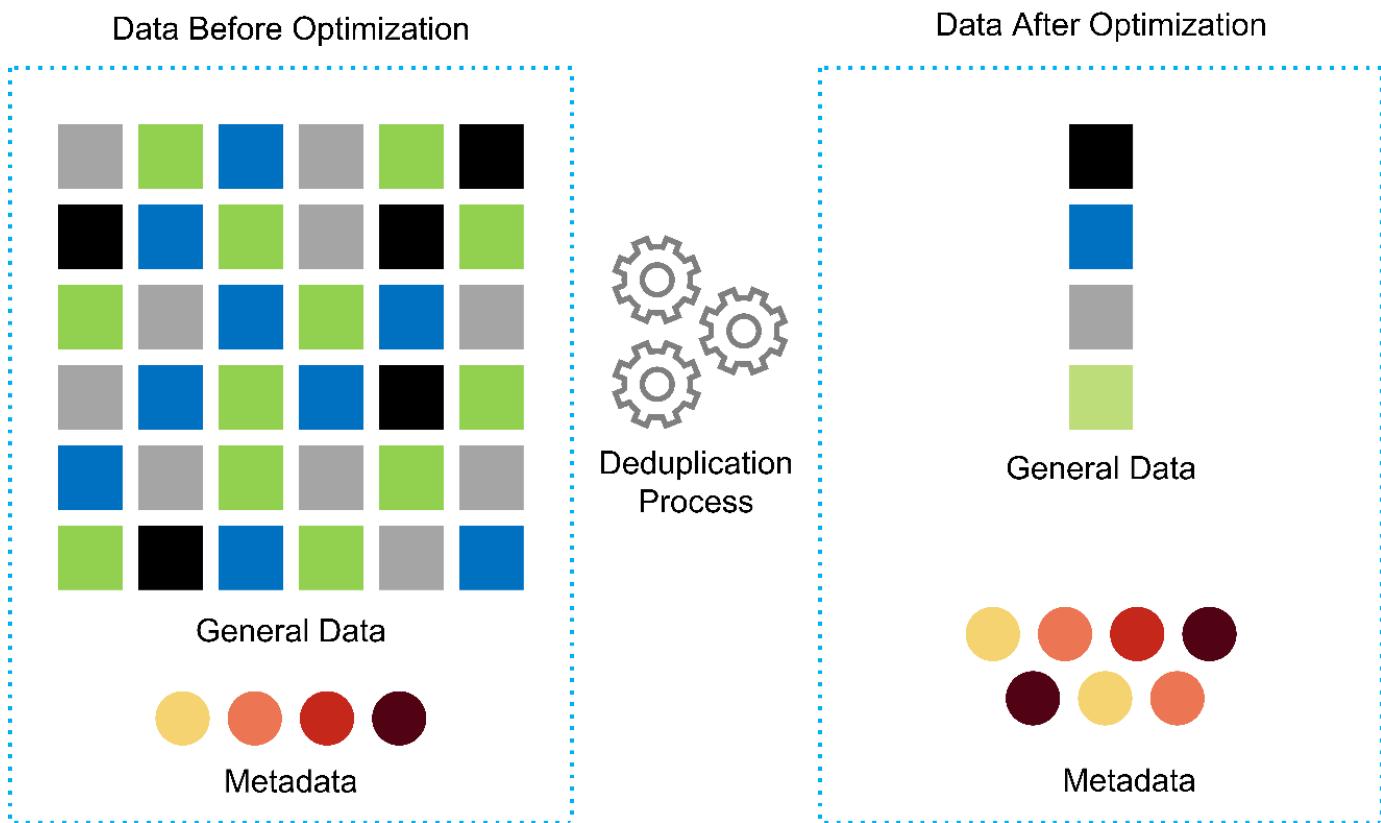
ONTAP 機能の多くは、 MEDITECH 環境で特に役立ちます。管理の簡易化、可用性と自動化の向上、必要なストレージの総容量の削減などです。これらの機能により、次のことが可能になります。

- * 卓越したパフォーマンス。 * NetApp AFF 解決策は、統合ストレージアーキテクチャ、ONTAP ソフトウェア、管理インターフェイス、充実したデータサービス、その他の NetApp FAS 製品ファミリーに搭載されている高度な機能セットを共有しています。オールフラッシュメディアと ONTAP を組み合わせたこの革新的なソリューションは、業界をリードする ONTAP ソフトウェアの品質を活かして、オールフラッシュストレージの一貫した低レイテンシと高 IOPS を実現します。
- * Storage Efficiency 。 * 重複排除、 NetApp FlexClone データレプリケーションテクノロジ、オンライン圧縮、オンラインコンパクション、シンレプリケーション、シンプロビジョニング、アグリゲートの重複排除

ネットアップの重複排除機能は、 NetApp FlexVol またはデータ構成要素でブロックレベルの重複排除を実行します。重複排除機能は、基本的に、重複ブロックを削除して、 FlexVol またはデータ構成要素内で一意のブロックのみを保存します。

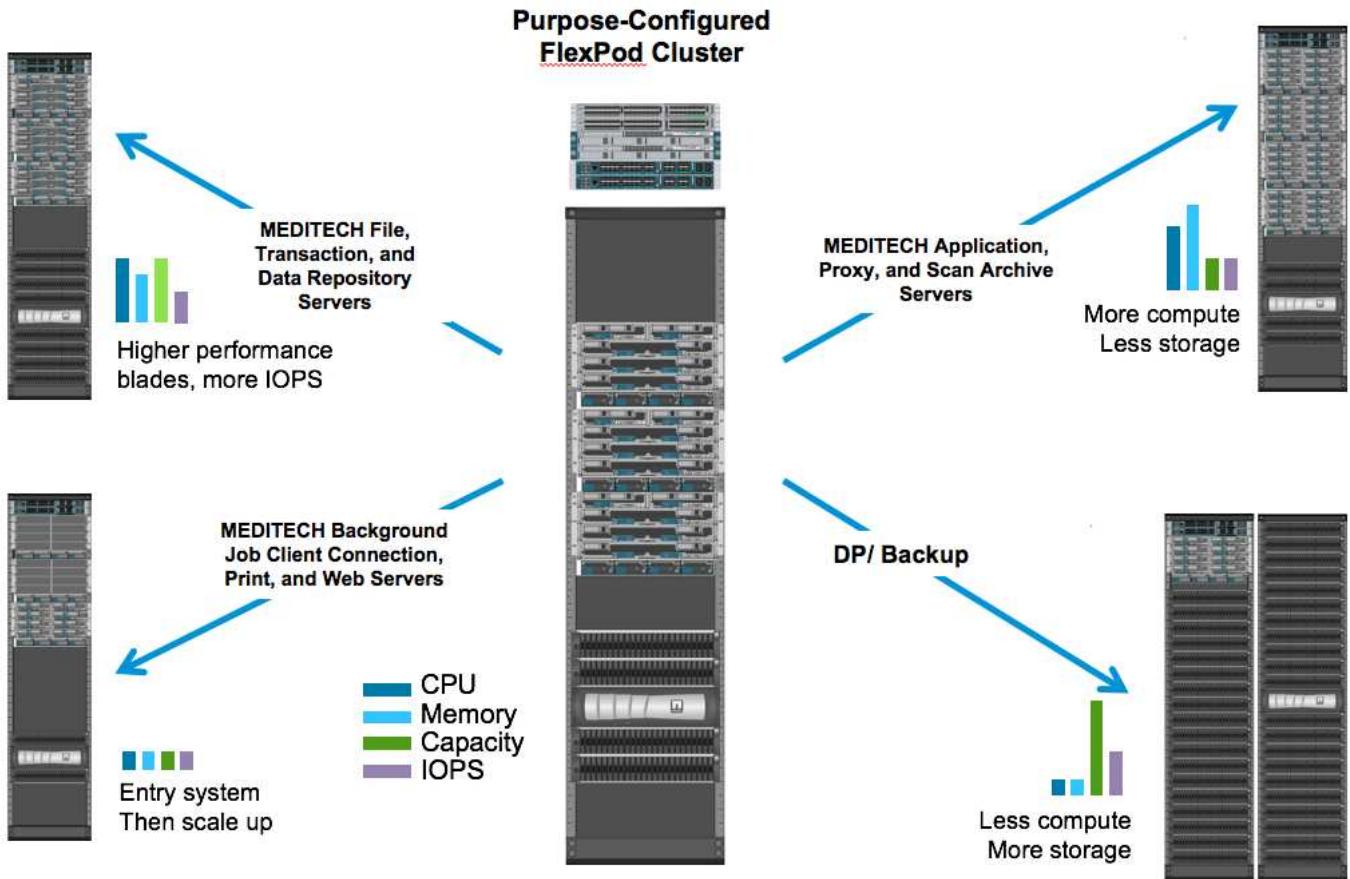
重複排除は非常にきめ細かな単位で機能し、 FlexVol またはデータ構成要素のアクティブファイルシステムで機能します。透過的なアプリケーションであるため、ネットアップシステムを使用するすべてのアプリケーションのデータに対して重複排除を実行できます。ボリュームの重複排除はオンラインプロセスとして実行できます（ ONTAP 8.3.2 以降）。また、自動実行やスケジュール設定による実行、または CLI 、 NetApp ONTAP System Manager 、 NetApp Active IQ Unified Manager を使用した手動実行を設定するバックグラウンドプロセスとして実行することもできます。

次の図に、ネットアップの重複排除機能の仕組みを示します。



- ・ * スペース効率に優れたクローニング。 * FlexClone 機能により、クローンをほぼ瞬時に作成し、バックアップとテストの環境更新をサポートできます。これらのクローンは、変更が加えられるとストレージのみを消費します。
- ・ * ネットアップの Snapshot テクノロジと SnapMirror テクノロジ。 * ONTAP を使用すると、MEDITECH ホストで使用されている論理ユニット番号（LUN）のスペース効率に優れた Snapshot コピーを作成できます。デュアルサイト環境では、SnapMirror ソフトウェアを実装して、データレプリケーションと耐障害性を強化できます。
- ・ * 統合されたデータ保護。 * 完全なデータ保護と災害復旧機能により、重要なデータ資産を保護し、災害復旧を実現します。
- ・ * ノンストップオペレーション。 * データをオフラインにすることなく、アップグレードとメンテナンスを実行できます。
- ・ * QoS とアダプティブ QoS (AQoS)。 * ストレージ QoS により、潜在的な影響源のワークロードを制限できます。さらに重要なのは、QoS によって MEDITECH の本番環境などの重要なワークロードに最低限のパフォーマンスを保証できることです。ネットアップの QoS は、競合を制限することでパフォーマンス関連の問題を軽減します。AQoS は、ボリュームに直接適用できる事前定義されたポリシーグループと連携します。これらのポリシーグループを使用すると、スループットの上限や下限をボリュームサイズに自動的に調整し、ボリュームサイズが変わっても容量に対する IOPS とギガバイトの比率を維持できます。
- ・ * ネットアップデータファブリック。 * ネットアップデータファブリックは、クラウド環境とオンプレミス環境全体でデータ管理を簡易化、統合することで、デジタル変革を加速します。データ管理のための一貫した統合的サービスとアプリケーションを提供することで、データの可視性と分析、データのアクセスと制御、データの保護とセキュリティを実現します。ネットアップは Amazon Web Services (AWS) 、 Azure 、 Google Cloud Platform 、 IBM Cloud クラウドと統合されているため、幅広い選択肢を提供します。

次の図は、 MEDITECH ワークロード向けの FlexPod アーキテクチャを示しています。



MEDITECH の概要

Medical Information Technology, Inc. (別名 MEDITECH) は、医療機関向けの情報システムを提供するマサチューセッツ州のソフトウェア企業です。MEDITECH は EHR システムを提供しています。このシステムは最新の患者データを保存して整理し、臨床スタッフにデータを提供するように設計されています。患者データには、人口統計、病歴、投薬、検査結果が含まれますが、これらに限定されません。放射線画像、年齢、身長、体重などの個人情報。

MEDITECH ソフトウェアがサポートする幅広い機能については、このドキュメントでは説明していません。付録 A では 'これらの広範な MEDITECH 機能の詳細について説明しています MEDITECH アプリケーションでは、これらの機能をサポートするために複数の VM が必要です。これらのアプリケーションを導入するには、MEDITECH の推奨事項を参照してください。

ストレージシステムの観点から見た各導入では、すべての MEDITECH ソフトウェアシステムに、患者主体の分散データベースが必要です。MEDITECH には独自のデータベースがあり、Windows オペレーティング・システムが使用されています。

bridgehead と Commvault は、ネットアップと MEDITECH の両方の認定を受けた 2 つのバックアップソフトウェアアプリケーションです。本ドキュメントでは、これらのバックアップアプリケーションの導入については説明していません。

本ドキュメントの主な目的は、FlexPod スタック (サーバとストレージ) が、EHR 環境の MEDITECH データベースとバックアップ要件に対応できるようにすることです。

特定の MEDITECH ワークロードに特化して設計されています

MEDITECH では、サーバ、ネットワーク、ストレージハードウェア、ハイパーバイザー、オペレーティングシステムは再販できません。ただし、インフラスタックのコンポーネントごとに固有の要件があります。そのため、Cisco とネットアップは、お客様の MEDITECH 本番環境の要件に対応できるように、FlexPod データセンターのテストと構成、導入、サポートを共同で実施しました。

MEDITECH のカテゴリ

MEDITECH では、展開サイズをカテゴリ番号 1 ~ 6 に関連付けます。カテゴリ 1 は MEDITECH の導入規模が最小で、カテゴリ 6 は MEDITECH の導入規模が最大です。

MEDITECH ホストの I/O 特性とパフォーマンス要件については、ネットアップを参照してください "TR-4190 : 『NetApp Sizing Guidelines for MEDITECH Environments』"。

MEDITECH プラットフォーム

MEDITECH 拡張プラットフォームは最新バージョンの EHR ソフトウェアです。それよりも前の MEDITECH プラットフォームは、Client/Server 5.x と Magic です。このセクションでは、MEDITECH ホストとそのストレージ要件に関する MEDITECH プラットフォーム（拡張、6.x、C/S 5.x、Magic に適用可能）について説明します。

上記のすべての MEDITECH プラットフォームで '複数のサーバで MEDITECH ソフトウェアを実行し' さまざまなタスクを実行します前後の図は 'アプリケーション・データベース・サーバやその他の MEDITECH サーバとして動作する MEDITECH ホストなど' 一般的な MEDITECH システムを示しています他の MEDITECH サーバには 'データ・リポジトリ・アプリケーション' スキャン / アーカイブ・アプリケーション' バックグラウンド・ジョブ・クライアントなどがあります他の MEDITECH サーバの完全なリストについては、『Hardware Configuration Proposal』（新規導入の場合）および『Hardware Evaluation Task』（既存の導入の場合）を参照してください。これらのドキュメントは、MEDITECH システムインテグレータ、または MEDITECH テクニカルアカウントマネージャ（TAM）から MEDITECH を介して入手できます。

MEDITECH ホスト

MEDITECH ホストはデータベース・サーバですこのホストは 'MEDITECH ファイル・サーバ（拡張版 '6.x' または C/S 5.x プラットフォーム用）または Magic マシン（Magic プラットフォーム用）とも呼ばれますこのドキュメントでは MEDITECH ホストという用語を MEDITECH ファイルサーバまたは Magic マシンを指します

MEDITECH ホストには、Microsoft Windows Server オペレーティング・システム上で稼働している物理サーバまたは VM を使用できます。ほとんどの場合、MEDITECH ホストは VMware ESXi サーバ上で実行される Windows VM として導入されます。本ドキュメントの執筆時点で、VMware は MEDITECH がサポートしている唯一のハイパーバイザーです。MEDITECH ホストのプログラム '辞書' データ・ファイルは 'Windows システム上の Microsoft Windows ドライブ（ドライブ E など）に保存されます

仮想環境では、Windows E ドライブは、物理互換モードで raw デバイスマッピング（RDM）を使用して VM に接続された LUN に配置されます。このシナリオでは、仮想マシンディスク（VMDK）ファイルを Windows E ドライブとして使用することは、MEDITECH ではサポートされていません。

MEDITECH ホスト・ワークロードの I/O 特性

各 MEDITECH ホストとシステム全体の I/O 特性は '導入する MEDITECH プラットフォームによって異なります MEDITECH プラットフォーム（拡張、6.x、C/S 5.x、および Magic）はすべて、100% ランダムワークロードを生成します。

MEDITECH 拡張プラットフォームでは、書き込み処理の割合が最も高く、ホストあたりの総 IOPS が最も高く、その後に 6.x、C/S 5.x、Magic プラットフォームが続くため、要件が最も厳しいワークロードが生成されます。

MEDITECH ワークロードの説明の詳細については、を参照してください ["TR-4190 : 『NetApp Sizing Guidelines for MEDITECH Environments』"。](#)

ストレージネットワーク

MEDITECH を使用するには、NetApp FAS または AFF システムと MEDITECH ホストの全カテゴリのデータトラフィックに FC プロトコルを使用する必要があります。

MEDITECH ホスト用のストレージプレゼンテーション

MEDITECH ホストごとに 2 つの Windows ドライブが使用されている：

- * ドライブ C* このドライブには 'Windows Server オペレーティング・システムと MEDITECH ホスト・アプリケーション・ファイルが格納されています
- * ドライブ E.* MEDITECH ホストは Windows Server オペレーティングシステムのドライブ E にプログラム、辞書、データファイルを保存します。ドライブ E は、ネットアップの FAS または AFF システムから FC プロトコルを使用してマッピングされる LUN です。MEDITECH を使用するには、MEDITECH ホストの IOPS 要件と読み取り / 書き込みレイテンシ要件が満たされていることが必要です。

ボリュームと LUN の命名規則

MEDITECH では 'すべての LUN に特定の命名規則を使用する必要があります

ストレージを導入する前に、MEDITECH ハードウェア構成提案書で LUN の命名規則を確認してください。MEDITECH のバックアップ・プロセスでは 'ボリュームと LUN の命名規則に基づいて' バックアップする特定の LUN を適切に識別します

包括的な管理ツールと自動化機能

Cisco UCS と Cisco UCS Manager

シスコは、シンプル化、セキュリティ、拡張性という 3 つの主要な要素を重視して、優れたデータセンターインフラストラクチャを提供しています。Cisco UCS Manager ソフトウェアとプラットフォームのモジュール性を組み合わせることで、簡素化され、セキュアでスケーラブルなデスクトップ仮想化プラットフォームを実現できます。

- * シンプル。* Cisco UCS は、業界標準のコンピューティングに対する抜本的な新しいアプローチを提供し、すべてのワークロードに対応するデータセンターインフラストラクチャのコアを提供します。Cisco UCS には、必要なサーバ数の削減や、サーバごとに使用するケーブル数の削減など、多数の機能とメリットがあります。もう 1 つの重要な機能は、Cisco UCS サービスプロファイルを使用してサーバを迅速に導入または再プロビジョニングする機能です。サーバやアプリケーションのワークロードのプロビジョニングを合理化することで、管理対象のサーバやケーブルを減らすことができ、運用が簡素化されます。Cisco UCS Manager サービスプロファイルを使用すると、ブレードサーバとラックサーバの数を数分でプロビジョニングできます。Cisco UCS サービスプロファイルにより、サーバ統合のランプアップが排除され、設定のずれが解消されます。このアプローチにより、エンドユーザーの生産性向上、ビジネスの俊敏性の向上、IT リソースの他のタスクへの割り当てが可能になります。

Cisco UCS Manager は、サーバ、ネットワーク、ストレージアクセスインフラの設定やプロビジョニングなど、エラーを発生させやすい多くのデータセンター運用を自動化します。また、Cisco UCS B シリ

ーズブレードサーバと C シリーズラックサーバには、メモリフットプリントが大きいため、アプリケーションの密度が高くなり、サーバインフラストラクチャ要件の軽減に役立ちます。

これにより、MEDITECH インフラの導入が高速化され、成功を収められるようになります。

- * セキュア * 仮想マシンは、従来の物理マシンよりも本質的に安全性が高くなっていますが、新たなセキュリティ上の課題が生じています。仮想デスクトップなどの共通インフラストラクチャを使用するミッションクリティカルな Web サーバおよびアプリケーションサーバは、セキュリティの脅威に対するリスクが高くなっています。VM 間トラフィックには、セキュリティに関する重要な考慮事項があります。これは、VMware vMotion を使用する VM がサーバインフラストラクチャ間で移動する動的な環境では特に、IT 管理者が対処する必要があることを意味します。

そのため、仮想化は、特に拡張コンピューティングインフラストラクチャ全体で VM モビリティの動的かつ流動的な性質を考慮すると、ポリシーとセキュリティに対する VM レベルの認識の必要性を大幅に高めます。新しい仮想デスクトップを簡単に拡張できることは、仮想化対応のネットワークおよびセキュリティインフラストラクチャの重要性をさらに高めます。デスクトップ仮想化のための Cisco データセンターインフラストラクチャ（Cisco UCS、Cisco MDS、および Cisco Nexus ファミリソリューション）は、強力なデータセンター、ネットワーク、およびデスクトップセキュリティを提供し、デスクトップからハイパーバイザまで、包括的なセキュリティを提供します。セキュリティは、仮想デスクトップのセグメンテーション、VM 対応のポリシーと管理、および LAN および WAN インフラストラクチャ全体のネットワークセキュリティによって強化されます。

- * 拡張性。 * 仮想化ソリューションの成長はすべて避けられないため、解決策はその成長に合わせて拡張でき、予測どおりに拡張できる必要があります。シスコの仮想化ソリューションは、高い仮想マシン密度（サーバあたりの VM 数）をサポートし、ほぼリニアなパフォーマンスでより多くのサーバを拡張できます。シスコのデータセンターインフラストラクチャは、成長のための柔軟なプラットフォームを提供し、ビジネスの俊敏性を向上させます。Cisco UCS Manager サービスプロファイルを使用すると、ホストのプロビジョニングをオンデマンドで実行できるため、数十台のホストを導入する場合でも、数百台のホストを簡単に導入できます。

Cisco UCS サーバは、ほぼリニアなパフォーマンスと拡張性を提供します。Cisco UCS は、特許取得済みの Cisco 拡張メモリテクノロジーを実装して、ソケット数が少ない大容量のメモリを提供します（2 ソケットおよび 4 ソケットサーバで最大 1 TB のメモリ拡張性を実現）。ユニファイドファブリックテクノロジーをビルディングブロックとして使用することで、Cisco UCS サーバの総帯域幅をサーバあたり 80 Gbps まで拡張でき、ノースバウンド Cisco UCS ファブリックインターフェースはラインレートで 2Tbps を出力できます。この機能により、デスクトップ仮想化の I/O およびメモリのボトルネックを防止できます。高性能で低遅延のユニファイドファブリックベースのネットワーキングアーキテクチャを備えた Cisco UCS は、高解像度のビデオトラフィックや通信トラフィックなど、大量の仮想デスクトップトラフィックをサポートします。また、FlexPod は、ONTAP 仮想化ソリューションの一部として、ブートストームおよびログインストーム時にデータの可用性と最適なパフォーマンスを維持します。

Cisco UCS、Cisco MDS、および Cisco Nexus データセンターインフラストラクチャ設計は、成長に最適なプラットフォームです。サーバ、ネットワーク、ストレージのリソースを透過的に拡張して、デスクトップ仮想化、データセンターアプリケーション、クラウドコンピューティングをサポートできます。

VMware vCenter Server の各機能を使用し

VMware vCenter Server は、MEDITECH 環境を管理するための一元化されたプラットフォームを提供します。これにより、医療機関は仮想インフラを自動化し、安心して提供できます。

- * シンプルな導入。 * 仮想アプライアンスを使用して、vCenter Server を迅速かつ簡単に導入できます。
- * 一元管理と可視性。 * VMware vSphere インフラストラクチャ全体を 1 か所から管理します。

- ・ * プロアクティブな最適化。 * リソースを割り当てて最適化し、効率を最大限に高めます。
- ・ * 管理。 * 強力なプラグインとツールを使用して、管理を簡素化し、制御を拡張します。

Virtual Storage Console for VMware vSphere

Virtual Storage Console (VSC) 、 vSphere API for Storage Awareness (VASA) Provider 、および VMware vSphere for VMware vSphere は、ネットアップ製の単一の仮想アプライアンスを構成します。この製品スイートには、 vCenter Server のプラグインとして SRA と VASA Provider が含まれています。これらは、ネットアップストレージシステムを使用する VMware 環境で、 VM のエンドツーエンドのライフサイクル管理を実現します。

VSC 、 VASA Provider 、 SRA 仮想アプライアンスは VMware vSphere Web Client とシームレスに統合されており、 SSO サービスを使用できます。複数の VMware vCenter Server インスタンスがある環境では、管理する各 vCenter Server インスタンスに固有の VSC インスタンスが登録されている必要があります。 VSC のダッシュボードページでは、データストアと VM の全体的なステータスを簡単に確認できます。

VSC 、 VASA Provider 、 SRA 仮想アプライアンスを導入すると、次のタスクを実行できます。

- ・ * VSC を使用して、ストレージの導入と管理、 ESXi ホストの構成を行います。 * VSC を使用して、クレデンシャルの追加、削除、クレデンシャルの割り当て、 VMware 環境内のストレージコントローラのアクセス許可の設定を行うことができます。また、ネットアップストレージシステムに接続された ESXi サーバを管理することもできます。数回のクリックで、すべてのホストのホストタイムアウト、 NAS 、マルチバスに関する推奨されるベストプラクティス値を設定できます。ストレージの詳細を表示したり、診断情報を収集したりすることもできます。
- ・ * ストレージ機能プロファイルの作成やアラームの設定には VASA Provider を使用します。 * VASA Provider for ONTAP は、 VASA Provider 拡張機能を有効にすると VSC に登録されます。ストレージ機能プロファイルと仮想データストアを作成して使用できます。また、アラームを設定して、ボリュームやアグリゲートがほぼいっぱいになったときに通知することもできます。仮想データストアに作成された VMDK および VM のパフォーマンスを監視できます。
- ・ * SRA をディザスタリカバリに使用します。 * SRA を使用して、障害時のディザスタリカバリ用に、環境内の保護対象サイトとリカバリサイトを設定できます。

NetApp OnCommand Insight と ONTAP

NetApp OnCommand Insight は、インフラ管理を MEDITECH のサービス提供チェーンに統合します。このアプローチにより、医療機関は、ストレージ、ネットワーク、コンピューティングのインフラの管理、自動化、分析をより効率的に行うことができます。IT 部門は、現在のインフラを最適化して最大限のメリットを得られるようにすると同時に、購入するリソースや購入時期を簡単に判断できるようにします。また、複雑なテクノロジの移行に伴うリスクを軽減することもできます。エージェントが不要なため、インストールは簡単で、システムを停止する必要がありません。インストール済みのストレージデバイスと SAN デバイスは継続的に検出され、ストレージ環境全体を可視化するために詳細情報が収集されます。未使用的資産、ミスマッチメント資産、利用率の低い資産、孤立した資産をすばやく特定し、将来の拡張に備えて再利用することができます。 OnCommand Insight は、次のようなメリットを

- ・ * 既存のリソースを最適化。 * 活用されていない資産、利用率の低い資産、孤立した資産を特定するために、確立されたベストプラクティスを活用して、問題を回避し、サービスレベルを満たすことができます。
- ・ * より的確な意思決定。 * リアルタイム・データにより、容量の問題をより迅速に解決し、将来の購入を正確に計画し、過剰支出を回避し、設備投資を先送りすることができます。
- ・ * IT イニシアチブを加速 * 仮想環境をよりよく理解し、リスク管理、ダウントIMEの最小化、クラウド導入の高速化を支援します。

設計

MEDITECH 向け FlexPod のアーキテクチャは、MEDITECH、Cisco、NetApp のガイダンスや、MEDITECH をご利用のお客様とあらゆる規模のお客様との連携に関するパートナー様の経験に基づいています。アーキテクチャは柔軟性に優れており、データセンターの戦略、組織の規模、システムの一元化、分散化、マルチテナント環境に応じて、MEDITECH のベストプラクティスを適用できます。

適切なストレージアーキテクチャは、合計 IOPS を使用した全体的なサイズによって決まります。パフォーマンスだけを重視するわけではなく、お客様の追加の要件に基づいて、より大きなノード数を使用する場合もあります。ネットアップストレージを使用する利点は、要件の変化に応じてクラスタを無停止で簡単にスケールアップできることです。また、機器の転用や機器の更新時に、ノードをクラスタから無停止で削除することもできます。

NetApp ONTAP ストレージアーキテクチャのメリットには、次のようなものがあります。

- * システムを停止することなく簡単にスケールアップ / スケールアウトできます。 * ONTAP のノンストップオペレーション機能を使用して、ディスクとノードをアップグレード、追加、または削除できます。ノードは 4 つから始めて 6 つに移動することも、大容量のコントローラに無停止でアップグレードすることもできます。
- * Storage Efficiency 。 * 重複排除、NetApp FlexClone 、インライン圧縮、インラインコンパクション、シンレプリケーションにより、必要な総容量を削減 シンプロビジョニング、およびアグリゲートの重複排除：FlexClone 機能を使用すると、バックアップおよびテスト環境の更新に対応するクローンをほぼ瞬時に作成できます。これらのクローンは、変更が加えられるとストレージのみを消費します。
- * 災害復旧シャドウ・データベース・サーバ * 災害復旧シャドウ・データベース・サーバは'ビジネス継続性戦略の一部です（ストレージの読み取り専用機能をサポートし'ストレージの読み取り / 書き込みインスタンスとして構成される可能性があります）したがって、3 つ目のストレージシステムの配置とサイジングは、通常、本番環境のデータベースストレージシステムと同じです。
- * データベースの整合性（多少考慮が必要）。 * NetApp SnapMirror バックアップコピーをビジネス継続性に関連して使用する場合は、を参照してください ["TR-3446 : 『非同期 SnapMirror ベストプラクティスガイド』"。](#)

ストレージレイアウト

MEDITECH ホスト専用アグリゲート

MEDITECH の高パフォーマンスおよび高可用性要件を満たすための最初のステップは 'MEDITECH ホストの本番ワークロードを専用の高性能ストレージに分離するために 'MEDITECH 環境のストレージ・レイアウトを適切に設計することです

MEDITECH ホストのプログラムファイル、ディクショナリファイル、データファイルを格納するために、各ストレージコントローラに 1 つの専用アグリゲートをプロビジョニングする必要があります。他のワークロードが同じディスクを使用してパフォーマンスに影響しないように、それらのアグリゲートから他のストレージがプロビジョニングされることはありません。



他の MEDITECH サーバ用にプロビジョニングするストレージは、MEDITECH ホストが使用する LUN 専用のアグリゲートに配置しないでください。他の MEDITECH サーバ用のストレージは別のアグリゲートに配置してください。その他の MEDITECH サーバのストレージ要件については、『Hardware Configuration Proposal』（新規導入の場合）および『Hardware Evaluation Task』（既存導入の場合）を参照してください。これらのドキュメントは、MEDITECH システムインテグレータ、または MEDITECH テクニカルアカウントマネージャ（TAM）から MEDITECH を介して入手できます。ネットアップのソリューションエンジニアは、NetApp MEDITECH Independent Software Vendor（ISV）チームと相談して、適切で包括的なネットアップストレージのサイジングを実施できます。

MEDITECH ホストのワークロードをすべてのストレージコントローラに均等に分散します

NetApp FAS システムと AFF システムは、1つ以上のハイアベイラビリティペアとして導入されます。MEDITECH の拡張機能と 6.x のワークロードを各ストレージコントローラに均等に分散し、各ストレージコントローラにコンピューティング、ネットワーク、キャッシングのリソースを適用することを推奨します。

MEDITECH のワークロードを各ストレージコントローラに均等に分散するには、次のガイドラインに従います。

- 各 MEDITECH ホストの IOPS がわかっている場合は、MEDITECH の拡張ボリュームと 6.x のワークロードをすべてのストレージコントローラに均等に分散できるので、各コントローラが MEDITECH ホストから同じ数の IOPS を提供していることを確認できます。
- MEDITECH ホストごとに IOPS がわからない場合でも、MEDITECH の拡張機能と 6.x のワークロードをすべてのストレージコントローラに均等に分散できます。MEDITECH ホストのアグリゲートの容量がすべてのストレージコントローラに均等に分散されていることを確認して、このタスクを完了します。これにより、MEDITECH ホスト専用のすべてのデータアグリゲート間でディスク数が同じになります。
- 同様のディスクタイプと同一の RAID グループを使用して、両方のコントローラのストレージアグリゲートを作成し、ワークロードを均等に分散します。ストレージアグリゲートを作成する前に、NetApp Certified Integrator にお問い合わせください。



MEDITECH によると、MEDITECH システムの 2 台のホストは他のホストよりも高い IOPS を生成します。この 2 つのホストの LUN は、別々のストレージコントローラに配置します。システムを導入する前に、MEDITECH チームの支援を受けてこれら 2 つのホストを特定する必要があります。

ストレージ配置

MEDITECH ホスト用のデータベース・ストレージ

MEDITECH ホストのデータベース・ストレージは、NetApp FAS または AFF システムからブロック・デバイス（LUN）として提供されます。通常、LUN は E ドライブとして Windows オペレーティングシステムにマウントされます。

その他のストレージ

MEDITECH のホストオペレーティングシステムとデータベースアプリケーションは、通常はストレージになります。IOPS を生成します。MEDITECH のホスト VM とその VMDK ファイルのストレージプロビジョニングは、必要に応じて、MEDITECH のパフォーマンスしきい値を満たすために必要なストレージとは別のものとみなされます。

他の MEDITECH サーバ用にプロビジョニングされたストレージは、MEDITECH ホストが使用する LUN 専用のアグリゲートに配置しないでください。他の MEDITECH サーバ用のストレージを別のアグリゲートに配置します。

ストレージコントローラの構成

高可用性

コントローラ障害の影響を軽減し、ストレージシステムの無停止アップグレードを可能にするには、ハイアベイラビリティモードでコントローラを搭載したストレージシステムを設定する必要があります。

ハイアベイラビリティコントローラペア構成では、ディスクシェルフを複数のパスでコントローラに接続する必要があります。この接続は、シングルパス障害から保護することでストレージの耐障害性を高め、コントローラフェイルオーバーが発生した場合のパフォーマンスの一貫性を向上させます。

ストレージコントローラのフェイルオーバー中のストレージパフォーマンス

ハイアベイラビリティペアのコントローラで構成されたストレージシステムでは、コントローラに障害が発生した場合でも、パートナーコントローラが、障害が発生したコントローラのストレージリソースとワークロードを引き継ぎます。コントローラに障害が発生した場合に満たす必要があるパフォーマンス要件をお客様に確認し、それに応じてシステムのサイズを決定することが重要です。

ハードウェアアシストテイクオーバー

ネットアップでは、両方のストレージコントローラでハードウェアアシストテイクオーバー機能を有効にすることを推奨します。

ハードウェアアシストテイクオーバーは、ストレージコントローラのフェイルオーバーにかかる時間を最小限に抑えるように設計されています。1台のコントローラの Remote LAN Module またはサービスプロセッサモジュールが、ハートビートタイムアウトトリガーよりも早くコントローラ障害についてパートナーに通知できるため、フェイルオーバーにかかる時間が短縮されます。ハードウェアアシストテイクオーバー機能は、ハイアベイラビリティ構成ではストレージコントローラに対してデフォルトで有効になります。

ハードウェアアシストテイクオーバーの詳細については、を参照してください ["ONTAP 9 ドキュメンテーション・センター"](#)。

ディスクタイプ

MEDITECH ワークロードに必要な読み取りレイテンシを抑えるために、MEDITECH ホスト専用の AFF システムにアグリゲートを配置する場合は高性能の SSD を使用することを推奨します。

NetApp AFF

ネットアップは、高スループットが求められる MEDITECH ワークロードや、ランダムデータアクセスパターンや低レイテンシが求められる MEDITECH ワークロードに対応するハイパフォーマンス AFF アレイを提供しています。MEDITECH ワークロードに対応する AFF アレイは、HDD ベースのシステムに比べてパフォーマンスに優れています。フラッシュテクノロジとエンタープライズデータ管理を組み合わせることで、パフォーマンス、可用性、ストレージ効率の 3 つの主要領域でメリットが得られます。

ネットアップのサポートツールおよびサービス

ネットアップでは、包括的なサポートツールとサービスを提供しています。NetApp AutoSupport ツールを有効にして、ハードウェア障害やシステム構成ミスが発生した場合にホームコールできるように NetApp AFF /

FAS システムで設定する必要があります。ホームアラートをネットアップサポートチームに連絡することで、問題を迅速に解決できます。NetApp Active IQ は、ネットアップシステムの AutoSupport 情報に基づいた Web ベースのアプリケーションです。予測に基づいてプロアクティブに分析情報を提供することで、可用性、効率性、パフォーマンスの向上を支援します。

導入と設定

概要

本ドキュメントでは、FlexPod 導入に関するネットアップストレージのガイダンスに以下の内容を記載します。

- ONTAP を使用する環境
- Cisco UCS ブレードサーバとラックマウントサーバを使用する環境

本ドキュメントの内容は以下のとおりです。

- FlexPod データセンター環境の詳細な導入

詳細については、を参照してください ["FlexPod データセンターと FC の Cisco Validated Design の 2 つの機能があります" \(CVD\)](#)。

- MEDITECH ソフトウェア環境、リファレンス・アーキテクチャ、統合に関するベスト・プラクティス・ガイダンスの概要

詳細については、を参照してください ["TR-4300i : 『NetApp FAS and All-Flash Storage Systems for MEDITECH Environments Best Practices Guide』"](#) (ネットアップログインが必要です)。

- パフォーマンス要件とサイジングガイダンスを定量化

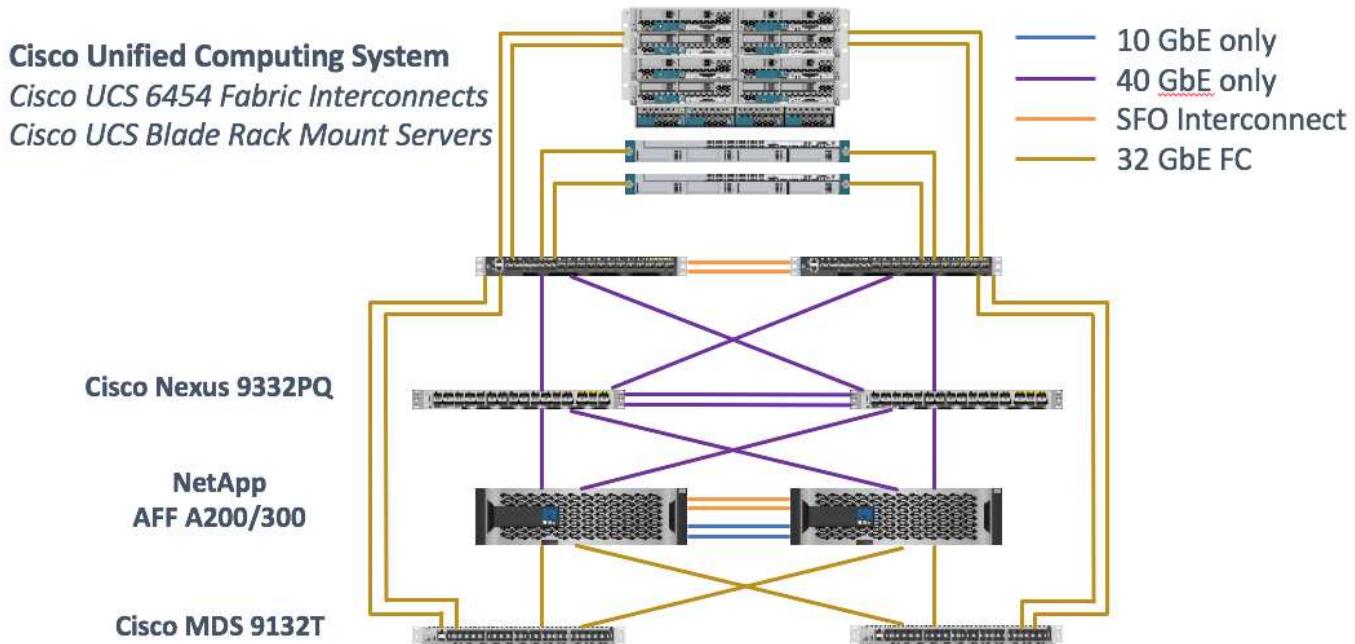
詳細については、を参照してください ["TR-4190 : 『NetApp Sizing Guidelines for MEDITECH Environments』"](#)。

- バックアップとディザスタリカバリの要件を満たすためにネットアップの SnapMirror テクノロジを使用する。
- ネットアップストレージの一般的な導入ガイダンス

ここでは、インフラ導入のベストプラクティスを含む構成例を示し、インフラのハードウェア / ソフトウェアのさまざまなコンポーネントと使用可能なバージョンを示します。

ケーブル配線図

次の図は、MEDITECH 環境の 32Gb FC / 40GbE トポロジを示しています。



必ずを使用してください "Interoperability Matrix Tool (IMT)" ソフトウェアとファームウェアのすべてのバージョンがサポートされていることを検証します。セクションの表 "MEDITECH のモジュールとコンポーネント" に、解決策テストで使用したインフラのハードウェアコンポーネントとソフトウェアコンポーネントを示します。

"次のステップ：基本インフラの構成。"

ベースインフラの構成

ネットワーク接続

インフラを設定する前に、次のネットワーク接続を確立しておく必要があります。

- ポートチャネルと仮想ポートチャネル (vPC) を使用するリンクアグリゲーションが全体的に使用され、帯域幅と高可用性を向上させる設計が可能になります。
 - vPC は、Cisco FI スイッチと Cisco Nexus スイッチの間で使用されます。
 - 各サーバには、ユニファイドファブリックへの冗長接続を持つ仮想ネットワークインターフェイスカード (vNIC) があります。NIC フェールオーバーは、FI 間で冗長性を確保するために使用されます。
 - 各サーバには仮想 Host Bus Adapter (vHBA) があり、ユニファイドファブリックに冗長接続されます。
- Cisco UCS FI は推奨されるエンドホストモードで設定され、アップリンクスイッチへの vNIC のダイナミックなピン接続を提供します。

ストレージ接続

インフラを設定する前に、次のストレージ接続を確立しておく必要があります。

- ストレージポートインターフェイスグループ (ifgroups、vPC)
- スイッチ N9K-A への 10Gb リンク

- ・スイッチ N9K-B への 10Gb リンク
- ・インバンド管理（アクティブ / パッシブボンド）：
 - 管理スイッチ N9K-A への 1Gb リンク
 - 管理スイッチ N9K-B への 1Gb リンク
- ・Cisco MDS スイッチを介した 32Gb FC のエンドツーエンド接続、単一イニシエータのゾーニング構成
- ・FC SAN は、ステートレスコンピューティングを完全に実現するためにブートします。サーバは、AFF ストレージクラスタでホストされているブートボリューム内の LUN からブートされます
- ・MEDITECH のワークロードはすべて FC LUN にホストされており、ストレージコントローラノードに分散されています

ホストソフトウェア

次のソフトウェアをインストールする必要があります。

- ・Cisco UCS ブレードに ESXi をインストールします
- ・VMware vCenter がインストールおよび設定されている（すべてのホストが vCenter に登録されている）
- ・VSC をインストールして VMware vCenter に登録
- ・ネットアップクラスタが設定されました

"次に、Cisco UCS ブレードサーバとスイッチの設定を行います。"

Cisco UCS ブレードサーバとスイッチの構成

FlexPod for MEDITECH ソフトウェアは、あらゆるレベルのフォールトトレランスに対応して設計されています。システムに単一点障害がない。最適なパフォーマンスを得るために、ホットスペアブレードサーバの使用をお勧めします。

本ドキュメントでは、MEDITECH ソフトウェア向け FlexPod 環境の基本構成に関する概要を説明します。このセクションでは、FlexPod 構成の Cisco UCS コンピューティングプラットフォーム要素を準備するための手順の概要と例をいくつか示します。このガイダンスを開始するには、の手順に従って、FlexPod 構成がラックに設置され、電源が投入され、ケーブルが接続されている必要があります "VMware vSphere 6.5 Update 1、NetApp AFF A シリーズ、および Cisco UCS Manager 3.2 を使用した、ファイバチャネルストレージを備えた FlexPod データセンター" CVD :

Cisco Nexus スイッチの設定

耐障害性に優れた Cisco Nexus 9300 シリーズイーサネットスイッチペアが解決策用に導入されます。これらのスイッチは、の説明に従ってケーブル接続する必要があります "ケーブル配線図" セクション。Cisco Nexus 構成により、MEDITECH アプリケーションに合わせてイーサネットトラフィックフローが最適化されます。

1. 初期セットアップとライセンスの設定が完了したら、次のコマンドを実行して両方のスイッチにグローバル設定パラメータを設定します。

```

spanning-tree port type network default
spanning-tree port type edge bpduguard default
spanning-tree port type edge bpdufilter default
port-channel load-balance src-dst 14port
ntp server <global-ntp-server-ip> use-vrf management
ntp master 3
ip route 0.0.0.0/0 <ib-mgmt-vlan-gateway>
copy run start

```

2. グローバルコンフィギュレーションモードを使用して、各スイッチに解決策用の VLAN を作成します。

```

vlan <ib-mgmt-vlan-id>
name IB-MGMT-VLAN
vlan <native-vlan-id>
name Native-VLAN
vlan <vmotion-vlan-id>
name vMotion-VLAN
vlan <vm-traffic-vlan-id>
name VM-Traffic-VLAN
vlan <infra-nfs-vlan-id>
name Infra-NFS-VLAN
exit
copy run start

```

3. トラブルシューティング用のネットワークタイムプロトコル（NTP）配信インターフェイス、ポートチャネル、ポートチャネルパラメータ、およびポートの説明を作成します ["VMware vSphere 6.5 Update 1、NetApp AFF A シリーズ、および Cisco UCS Manager 3.2 を使用した、ファイバチャネルストレージを備えた FlexPod データセンター" CVD](#) :

Cisco MDS 9132T 構成

Cisco MDS 9100 シリーズ FC スイッチは、NetApp AFF A200 または AFF A300 コントローラと Cisco UCS コンピューティングファブリック間で冗長な 32Gb FC 接続を提供します。の説明に従ってケーブルを接続します ["ケーブル配線図" セクション](#)。

1. 各 MDS スイッチのコンソールで次のコマンドを実行して、解決策に必要な機能を有効にします。

```

configure terminal
feature npiv
feature fport-channel-trunk

```

2. の FlexPod Cisco MDS スイッチの設定セクションに従って、個々のポート、ポートチャネル、および説明を設定します ["FlexPod データセンターと FC の Cisco Validated Design の 2 つの機能があります"。](#)
3. 解決策に必要な仮想 SAN (VSAN) を作成するには、グローバルコンフィギュレーションモードで次の

手順を実行します。

- ファブリック A MDS スイッチに対して、次のコマンドを実行します。

```
vsan database
vsan <vsan-a-id>
vsan <vsan-a-id> name Fabric-A
exit
zone smart-zoning enable vsan <vsan-a-id>
vsan database
vsan <vsan-a-id> interface fc1/1
vsan <vsan-a-id> interface fc1/2
vsan <vsan-a-id> interface port-channel110
vsan <vsan-a-id> interface port-channel112
```

このコマンドの最後の 2 行のポートチャネル番号は、リファレンスドキュメントを使用して個々のポート、ポートチャネル、および説明をプロビジョニングしたときに作成されました。

- ファブリック B MDS スイッチに対して、次のコマンドを実行します。

```
vsan database
vsan <vsan-b-id>
vsan <vsan-b-id> name Fabric-B
exit
zone smart-zoning enable vsan <vsan-b-id>
vsan database
vsan <vsan-b-id> interface fc1/1
vsan <vsan-b-id> interface fc1/2
vsan <vsan-b-id> interface port-channel111
vsan <vsan-b-id> interface port-channel113
```

このコマンドの最後の 2 行のポートチャネル番号は、リファレンスドキュメントを使用して個々のポート、ポートチャネル、および説明をプロビジョニングしたときに作成されました。

- 各 FC スイッチについて、リファレンスドキュメントの詳細を使用して、各デバイスをわかりやすい方法で識別するデバイスエイリアス名を作成します。
- 最後に、各 MDS スイッチについて手順 4 で作成したデバイスエイリアス名を使用して、FC ゾーンを作成します。
 - ファブリック A MDS スイッチに対して、次のコマンドを実行します。

```

configure terminal
zone name VM-Host-Infra-01-A vsan <vsan-a-id>
member device-alias VM-Host-Infra-01-A init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01a target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02a target
exit
zone name VM-Host-Infra-02-A vsan <vsan-a-id>
member device-alias VM-Host-Infra-02-A init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01a target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02a target
exit
zoneset name Fabric-A vsan <vsan-a-id>
member VM-Host-Infra-01-A
member VM-Host-Infra-02-A
exit
zoneset activate name Fabric-A vsan <vsan-a-id>
exit
show zoneset active vsan <vsan-a-id>

```

b. ファブリック B MDS スイッチに対して、次のコマンドを実行します。

```

configure terminal
zone name VM-Host-Infra-01-B vsan <vsan-b-id>
member device-alias VM-Host-Infra-01-B init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01b target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02b target
exit
zone name VM-Host-Infra-02-B vsan <vsan-b-id>
member device-alias VM-Host-Infra-02-B init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01b target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02b target
exit
zoneset name Fabric-B vsan <vsan-b-id>
member VM-Host-Infra-01-B
member VM-Host-Infra-02-B
exit
zoneset activate name Fabric-B vsan <vsan-b-id>
exit
show zoneset active vsan <vsan-b-id>

```

Cisco UCS の設定に関するガイド

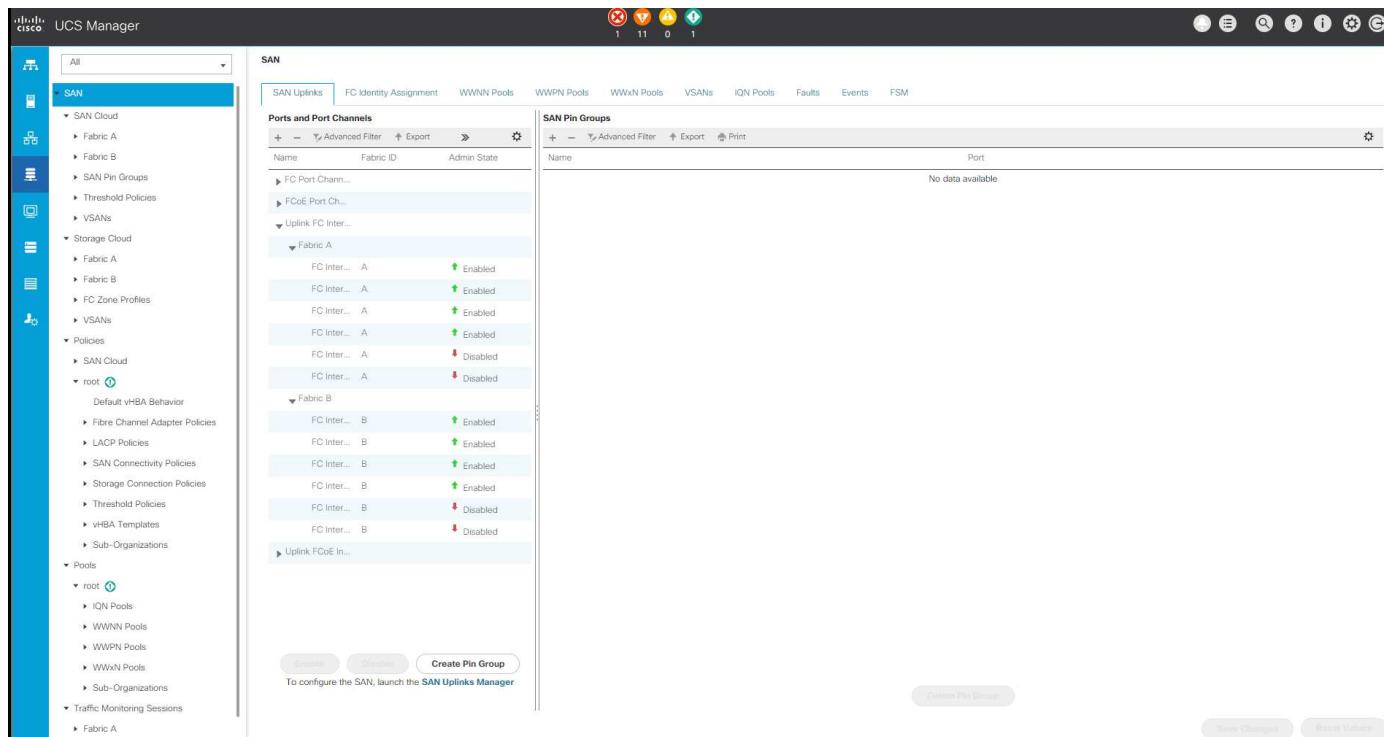
Cisco UCS を使用することで、MEDITECH のお客様は、ネットワーク、ストレージ、コンピューティングの専門知識を活用して、お客様固有のニーズに合わせて環境をカスタマイズできるポリシーとテンプレートを作成できます。

成できます。作成されたポリシーとテンプレートをサービスプロファイルに統合することで、シスコのブレードサーバとラックサーバの一貫した、繰り返し可能で信頼性の高い、迅速な導入を実現できます。

Cisco UCS には、ドメインと呼ばれる Cisco UCS システムを管理するための 3 つの方法があります。

- Cisco UCS Manager HTML5 GUI
- Cisco UCS CLI
- マルチドメイン環境向けの Cisco UCS Central

次の図に、Cisco UCS Manager の SAN ノードのサンプルスクリーンショットを示します。



大規模な導入では、独立した Cisco UCS ドメインを構築して、MEDITECH の主要な機能コンポーネントレベルでのフォールトトレランスを強化できます。

2 つ以上のデータセンターを備えた耐障害性の高い設計では、Cisco UCS Central は、企業全体のホスト間で一貫性を保つために、グローバルポリシーとグローバルサービスプロファイルを設定するうえで重要な役割を果たします。

Cisco UCS コンピューティングプラットフォームをセットアップするには、次の手順を実行します。これらの手順は、Cisco UCS B200 M5 ブレードサーバを Cisco UCS 5108 AC ブレードシャーシに設置したあとに実行します。また、に記載されているケーブル接続要件についても競合する必要があります "ケーブル配線図" セクション。

1. Cisco UCS Manager ファームウェアをバージョン 3.2(2f) 以降にアップグレードします。
2. ドメインのレポート、Cisco Call Home 機能、および NTP 設定を行います。
3. 各ファブリックインターフェイスクエートにサーバポートとアップリンクポートを設定します。
4. シャーシ検出ポリシーを編集します。
5. アウトオブバンド管理、Universal Unique Identifier (UUID)、MAC アドレス、サーバ、Worldwide

Node Name (WWNN ; ワールドワイドノード名)、および Worldwide Port Name (WWPN ; ワールドワイドポート名) 用のアドレスプールを作成します。

6. イーサネットおよび FC アップリンクポートチャネルおよび VSAN を作成します。
7. SAN 接続、ネットワーク制御、サーバプールの認定、電源制御、サーバ BIOS、デフォルトのメンテナансに使用できます。
8. vNIC および vHBA テンプレートを作成します。
9. vMedia ブートポリシーと FC ブートポリシーを作成します。
10. MEDITECH プラットフォームの各要素のサービスプロファイルテンプレートとサービスプロファイルを作成します。
11. サービスプロファイルを適切なブレードサーバに関連付けます。

FlexPod の Cisco UCS サービスプロファイルの各主要要素を設定する詳細な手順については、を参照してください "[VMware vSphere 6.5 Update 1、NetApp AFF A シリーズ、および Cisco UCS Manager 3.2 を使用した、ファイバチャネルストレージを備えた FlexPod データセンター](#)" CVD ドキュメント

"次のセクションでは、ESXi の構成のベストプラクティスを説明します"

ESXi 構成のベストプラクティス

ESXi ホスト側の構成では、エンタープライズデータベースのワークロードを実行する場合と同様に VMware ホストを構成します。

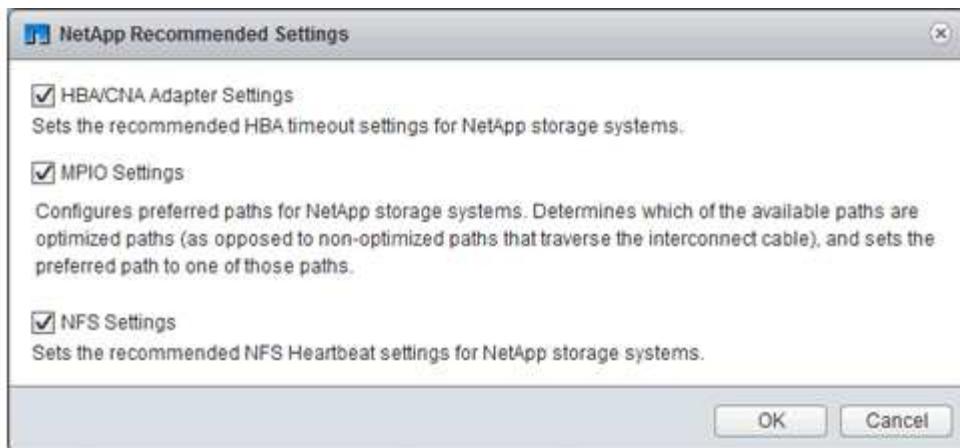
- VSC for VMware vSphere は、ESXi ホストのマルチパス設定と HBA タイムアウト設定を確認し、ネットアップストレージシステムに最も適した設定を行います。VSC で設定される値は、ネットアップによる厳格な内部テストに基づいています。
- ストレージパフォーマンスを最適化するには、VMware vStorage APIs for Array Integration (VAAI) をサポートしているストレージハードウェアの使用を検討してください。NetApp Plug-in for VAAI は、ESXi ホストにインストールされている VMware の仮想ディスクライブラリを統合するソフトウェアライブラリです。VMware VAAI パッケージを使用すると、特定のタスクを物理ホストからストレージアレイにオフロードできます。

シンプロビジョニングやハードウェアアクセラレーションなどのタスクをアレイレベルで実行して、ESXi ホスト上のワークロードを削減できます。コピー・オフロード機能やスペースリザベーション機能によって、VSC の処理のパフォーマンスが向上します。ネットアップサポートサイトから、このプラグインのインストールパッケージをダウンロードして、インストール手順を確認できます。

VSC は、ネットアップストレージコントローラのパフォーマンスの最適化とフェイルオーバーを実現するために、ESXi ホストのタイムアウト、マルチパス設定、HBA タイムアウト設定などの値を設定します。次の手順を実行します。

- a. VMware vSphere Web Client のホームページで、vCenter > Hosts を選択します。
- b. ホストを右クリックし、Actions > NetApp VSC > Set Recommended Values を選択します。
- c. NetApp Recommended Settings (ネットアップの推奨設定) ダイアログボックスで、システムに最も適した値を選択します。

標準の推奨値がデフォルトで設定されます。



a. [OK] をクリックします。

"次：ネットアップの構成"

NetApp の設定

MEDITECH ソフトウェア環境に導入されているネットアップストレージでは、ハイアベイラビリティペア構成のストレージコントローラを使用します。ストレージは、両方のコントローラから MEDITECH データベースサーバに FC プロトコル経由で提供する必要があります。この構成では、両方のコントローラのストレージが提供され、通常運用時にアプリケーションの負荷が均等に分散されます。

ONTAP の設定

ここでは、関連する ONTAP コマンドを使用した導入およびプロビジョニング手順の例を示します。特に重視するのは、ハイアベイラビリティコントローラペアを使用するネットアップが推奨するストレージレイアウトを実装するためのストレージのプロビジョニング方法です。ONTAP の大きなメリットの 1 つは、既存の高可用性ペアを中断せずにスケールアウトできることです。

ONTAP ライセンス

ストレージコントローラのセットアップが完了したら、ライセンスを適用して、ネットアップが推奨する ONTAP 機能を有効にします。MEDITECH ワークロードに対応しているライセンスは、FC、CIFS、NetApp Snapshot、SnapRestore、FlexClone、および SnapMirror テクノロジ：

ライセンスを設定するには、NetApp ONTAP System Manager を開き、「設定 - ライセンス」に移動して、該当するライセンスを追加します。

または、CLI を使用して次のコマンドを実行してライセンスを追加します。

```
license add -license-code <code>
```

AutoSupport の設定

NetApp AutoSupport ツールは、概要のサポート情報を HTTPS 経由でネットアップに送信します。AutoSupport を設定するには、次の ONTAP コマンドを実行します。

```
autosupport modify -node * -state enable
autosupport modify -node * -mail-hosts <mailhost.customer.com>
autosupport modify -node prod1-01 -from prod1-01@customer.com
autosupport modify -node prod1-02 -from prod1-02@customer.com
autosupport modify -node * -to storageadmins@customer.com
autosupport modify -node * -support enable
autosupport modify -node * -transport https
autosupport modify -node * -hostnamesubj true
```

ハードウェアアシストテイクオーバーの設定

各ノードで、ハードウェアアシストテイクオーバーを有効にして、コントローラで障害が発生した場合にテイクオーバーを開始するまでの時間を最小限に抑えます。ハードウェアアシストテイクオーバーを設定するには、次の手順を実行します。

1. 次の ONTAP コマンドを xxx に実行します。

パートナー・アドレス・オプションを prod1-01 の管理ポートの IP アドレスに設定します

```
MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-01 -hwassist-partner-ip
<prod1-02-mgmt-ip>
```

2. 次の ONTAP コマンドを xxx に実行します。

パートナー・アドレス・オプションを 'cluster1-02 の管理ポートの IP アドレスに設定します

```
MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-02 -hwassist-partner-ip
<prod1-01-mgmt-ip>
```

3. 次の ONTAP コマンドを実行して 'ハードウェア支援型のテイクオーバーを 'prod1-01 と prod1-02 の両方の HA コントローラ・ペアで有効にします

```
MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-01 -hwassist true
MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-02 -hwassist true
```

"次の例は、アグリゲートの構成を示し"

アグリゲートの構成

NetApp RAID DP

ネットアップでは、通常のネットアップの Flash Pool アグリゲートを含め、ネットアップ FAS または AFF システム内のすべてのアグリゲートの RAID タイプとして RAID DP テクノロジを推奨しています。MEDITECH のドキュメントで RAID 10 の使用が規定されているかもしれません、MEDITECH では

RAID DP の使用が承認されています。

RAID グループのサイズと数

デフォルトの RAID グループサイズは 16 です。このサイズは、特定のサイトの MEDITECH ホストに対応するアグリゲートに適しているとはかぎりません。ネットアップが RAID グループで使用することを推奨しているディスクの数については、を参照してください ["ネットアップ TR-3838 : 『Storage Subsystem Configuration Guide』"](#)。

ネットアップでは、RAID グループサイズと同じ 1 つ以上のディスクグループを含むアグリゲートにディスクを追加することを推奨しているため、RAID グループのサイズはストレージ拡張にとって重要です。RAID グループの数は、データディスクの数と RAID グループのサイズによって異なります。必要なデータディスクの数を判断するには、NetApp System Performance Modeler (SPM) サイジングツールを使用します。データディスクの数を決定したら、RAID グループのサイズを調整して、各ディスクタイプの RAID グループサイズの推奨範囲内でパリティディスクの数が最小になるようにします。

MEDITECH 環境向け SPM サイジングツールの使用方法については、を参照してください ["NetApp TR-4190 : 『NetApp Sizing Guidelines for MEDITECH Environments』"](#)。

ストレージ拡張に関する考慮事項

ディスク数の多いアグリゲートを拡張する場合は、アグリゲート RAID グループサイズと同じグループに含まれるディスクを追加します。このアプローチに従うことで、アグリゲート全体でパフォーマンスの一貫性を確保できます。

たとえば、RAID グループサイズが 20 で作成されたアグリゲートにストレージを追加する場合、ネットアップでは 20 本以上のディスクグループを追加することを推奨します。そのため、ディスクに 20、40、60 などを追加します。

アグリゲートを拡張したら、影響を受けるボリュームまたはアグリゲートで再配置タスクを実行して、既存のデータストライプを新しいディスクに分散することで、パフォーマンスを向上できます。この処理は、特に既存のアグリゲートがいっぱいになった場合に役立ちます。



CPU 負荷の高いタスクとディスク負荷の高いタスクであるため、営業時間外にスケジュールの再割り当てを計画する必要があります。

アグリゲート拡張後の再配置の使用の詳細については、を参照してください ["ネットアップの TR-3929 : 『Reallocate Best Practices Guide』"](#)。

アグリゲートレベルの Snapshot コピー

アグリゲートレベルの NetApp Snapshot コピーリザーブを 0 に設定し、デフォルトのアグリゲート Snapshot スケジュールを無効にします。可能であれば、既存のアグリゲートレベルの Snapshot コピーを削除します。

"次 : Storage Virtual Machine の構成"

Storage Virtual Machine の設定

このセクションでは、ONTAP 8.3 以降のバージョンへの導入について説明します。



Storage Virtual Machine (SVM) は、ONTAP API および ONTAP CLI では Vserver とも呼ばれます。

MEDITECH ホスト LUN 用の SVM

ONTAP ストレージクラスタごとに 1 つの専用 SVM を作成して、その SVM に MEDITECH ホスト用の LUN が含まれているアグリゲートを所有して管理する必要があります。

SVM の言語エンコード設定

すべての SVM に言語エンコードを設定することを推奨します。SVM の作成時に言語エンコード設定を指定しなかった場合は、デフォルトの言語エンコード設定が使用されます。ONTAP のデフォルトの言語エンコード設定は C.UTF-8 です。言語エンコードを設定したあとで、Infinite Volume を備えた SVM の言語を変更することはできません。

SVM に関連付けられたボリュームは、ボリュームの作成時に別の設定を明示的に指定しないかぎり、SVM の言語エンコード設定を継承します。特定の処理を実行できるようにするには、サイトのすべてのボリュームで一貫した言語エンコード設定を使用する必要があります。たとえば、SnapMirror では、ソース SVM とデスティネーション SVM の言語エンコード設定が同じである必要があります。

"次の手順：ボリューム構成"

ボリューム構成

ボリュームのプロビジョニング

MEDITECH ホスト専用の MEDITECH ボリュームはシックプロビジョニングでもシンプロビジョニングでもかまいません。

ボリュームレベルのデフォルトの Snapshot コピー

Snapshot コピーはバックアップワークフローの一環として作成されます。各 Snapshot コピーを使用して、MEDITECH LUN に格納されているデータに異なる時間でアクセスできます。MEDITECH 承認のバックアップ解決策は、これらの Snapshot コピーに基づいてシンプロビジョニングされた FlexClone ボリュームを作成し、MEDITECH LUN のポイントインタイムコピーを提供します。MEDITECH 環境は、認定済みのバックアップソフトウェア解決策と統合されています。そのため、MEDITECH の本番データベース LUN を構成する NetApp FlexVol ボリュームごとに、デフォルトの Snapshot コピースケジュールを無効にすることを推奨します。

- 重要：FlexClone ボリュームは親データボリュームのスペースを共有するため、バックアップサーバが作成する MEDITECH データ LUN と FlexClone ボリュームに十分なスペースをボリュームに確保しておくことが重要です。FlexClone ボリュームは、データボリュームが占めるスペースの増加は行いません。ただし、MEDITECH LUN が短時間で大幅に削除された場合は、クローンボリュームが大きくなる可能性があります。

アグリゲートあたりのボリューム数

Flash Pool キャッシュまたは NetApp Flash Cache キャッシュを使用する NetApp FAS システムについては、MEDITECH プログラム、ディクショナリ、およびデータファイルの格納専用のボリュームをアグリゲートごとに 3 つ以上プロビジョニングすることを推奨します。

AFF システムについては、MEDITECH のプログラム、ディクショナリ、データファイルを格納するボリュームをアグリゲートごとに 4 つ以上確保することを推奨します。

ボリュームレベルの再割り当てスケジュール

特に MEDITECH 拡張プラットフォーム '6.x プラットフォーム 'C/S 5.x プラットフォームなどの書き込み負荷の高いワークロードで使用される場合' ストレージのデータ・レイアウトは時間の経過とともに最適化されません時間の経過とともに、シーケンシャルリードのレイテンシが高くなり、バックアップが完了するまでの時間が長くなる可能性があります。データレイアウトが適切でないか、断片化が書き込みレイテンシに影響する可能性もあります。ボリュームレベルの再割り当てを使用してディスク上のデータのレイアウトを最適化することで、書き込みレイテンシの低減とシーケンシャル読み取りアクセスの向上を実現できます。ストレージレイアウトが改善され、割り当てられた時間の 8 時間以内にバックアップが完了するようになりました。

ベストプラクティス

少なくとも、週単位のボリューム再割り当てスケジュールを実装して、割り当てられたメンテナンス時または本番用サイトのピーク時以外の時間帯に再割り当て処理を実行することを推奨します。



ネットアップでは、コントローラごとに一度に 1 つのボリュームで再割り当てタスクを実行することを強く推奨します。

業務用データベース・ストレージに適したボリューム再配置スケジュールの決定の詳細については、のセクション 3.12 を参照してください ["ネットアップの TR-3929 : 『Reallocate Best Practices Guide』"](#)。また、ビギー状態のサイトに対して週次再配置スケジュールを作成する方法についても説明します。

["次の例は、LUN の構成を示して"](#)

LUN の設定

環境内の MEDITECH ホストの数によって、NetApp FAS または AFF システム内に作成される LUN の数が決まります。Hardware Configuration Proposal (ハードウェア構成提案) は、各 LUN のサイズを指定します。

LUN のプロビジョニング

MEDITECH ホスト専用の MEDITECH LUN にはシックプロビジョニングとシンプロビジョニングがあります。

LUN オペレーティングシステムのタイプ

作成した LUN のアライメントを正しく行うには、LUN のオペレーティングシステムのタイプを正しく設定する必要があります。ミスアライメント状態の LUN では不要な書き込み処理のオーバーヘッドが発生するため、ミスアライメント状態の LUN を修正するとコストがかかります。

MEDITECH ホストサーバは通常、VMware vSphere ハイパーバイザーを使用して仮想化された Windows Server 環境で実行されます。ホストサーバは、ベアメタルサーバ上の Windows Server 環境でも実行できます。設定するオペレーティング・システム・タイプの値を決定するには'の LUN Create セクションを参照してください ["clustered Data ONTAP 8.3 コマンド : マニュアルページリファレンス"](#)。

LUN サイズ

MEDITECH ホストごとの LUN サイズを確認するには、MEDITECH の Hardware Configuration Proposal (新規導入) または Hardware Evaluation Task (既存導入) ドキュメントを参照してください。

LUN の提供

MEDITECH を使用するには、プログラム、ディクショナリ、データファイル用のストレージを、FC プロトコルを使用して MEDITECH ホストに LUN として提供する必要があります。VMware 仮想環境では、MEDITECH ホストをホストしている VMware ESXi サーバに LUN が提供されます。次に、VMware ESXi サーバに提供される各 LUN は、物理互換モードで RDM を使用して、各 MEDITECH ホスト VM にマッピングされます。

適切な LUN 命名規則を使用して、MEDITECH ホストに LUN を提供する必要があります。たとえば '管理を容易にするには 'MEDITECH ホストの mt-host-01 に LUN 「M TFS01E」を提供する必要があります

MEDITECH とバックアップシステムのインストーラを使用して、MEDITECH ホストで使用する LUN に適した一貫した命名規則を考案する場合は、MEDITECH ハードウェア構成提案書を参照してください。

MEDITECH LUN 名の例は「MFS05E」です。

- 「TFS」は MEDITECH ファイルサーバ（MEDITECH ホスト用）を示します。
- 「05」はホスト番号 5 を示します。
- 「E」は Windows E ドライブを示します。

["次の例：イニシエータグループの設定"](#)

イニシエータグループの構成

FC をデータネットワークプロトコルとして使用する場合は、各ストレージコントローラに 2 つのイニシエータグループ（igroup）を作成します。1 つ目の igroup には、MEDITECH ホスト VM（MEDITECH 向け igroup）をホストしている VMware ESXi サーバ上の FC ホストインターフェイスカードの WWPN が含まれています。

MEDITECH igroup オペレーティングシステムのタイプは環境設定に応じて設定する必要があります。例：

- Windows Server 環境のベアメタルサーバ・ハードウェアにインストールされているアプリケーションには、igroup オペレーティング・システム・タイプ「windows」を使用します。
- VMware vSphere ハイパーバイザを使用して仮想化されるアプリケーションには、igroup オペレーティングシステムタイプ「vmware」を使用します。

 igroup のオペレーティングシステムのタイプは、LUN のオペレーティングシステムのタイプと異なる場合があります。たとえば、仮想化された MEDITECH ホストの場合、igroup のオペレーティング・システム・タイプを「vmware」に設定する必要があります。仮想化された MEDITECH ホストが使用する LUN の場合は「オペレーティング・システムのタイプを Windows 2008 以降に設定する必要があります MEDITECH ホストオペレーティングシステムが Windows Server 2008 R2 64 ビット Enterprise Edition であるため、この設定を使用します。

オペレーティング・システム・タイプに適した値については、の「LUN igroup の作成」および「LUN の作成」を参照してください ["『clustered Data ONTAP 8.2 コマンド：マニュアルページリファレンス』"](#)。

["次のコマンド：LUN マッピング"](#)

LUN マッピング

MEDITECH ホストの LUN マッピングは、LUN の作成時に確立されます。

MEDITECH のモジュールとコンポーネント

MEDITECH アプリケーションは複数のモジュールとコンポーネントに対応しています。次の表に、これらのモジュールでカバーされる機能を示します。これらのモジュールの設定と導入については、MEDITECH のマニュアルを参照してください。追加情報

機能	を入力します
接続性	<ul style="list-style-type: none">• Web サーバ• ライブアプリケーションサーバー (Wi-Fi – Web 統合)• アプリケーションサーバーのテスト (WI)• SAML 認証サーバ (Wi-Fi)• SAML プロキシサーバ (Wi-Fi)• データベースサーバ
インフラ	<ul style="list-style-type: none">• ファイルサーバ• バックグラウンドジョブクライアント• 接続サーバ• トランザクションサーバ
スキャンとアーカイブ	<ul style="list-style-type: none">• イメージサーバ
データリポジトリ	<ul style="list-style-type: none">• SQL サーバ
ビジネス分析と臨床分析	<ul style="list-style-type: none">• ライブインテリジェンスサーバ (BCA)• Test Intelligence Server (BCA ; テストインテリジェンスサーバ)• データベースサーバ (BCA)

機能	を入力します
家の心配	<ul style="list-style-type: none"> リモートサイトの解決策 接続性 インフラ 印刷 フィールドデバイス スキャン中です ホストされたサイトの要件 ファイアウォールの設定
サポート	<ul style="list-style-type: none"> バックグラウンドジョブクライアント (CAL - クライアントアクセスライセンス)
ユーザーデバイス	<ul style="list-style-type: none"> タブレット 固定デバイス
印刷	<ul style="list-style-type: none"> ライブネットワークプリントサーバー (必須、既に存在する場合があります) ネットワークプリントサーバーのテスト (必須、既に存在する場合があります)
サードパーティの要件	<ul style="list-style-type: none"> First Databank (FDB) MedKnowledge Framework v4.3

謝辞

本ガイドの作成には、以下の方々が関わってきました。

- Brandon AGEE、テクニカルマーケティングエンジニア、ネットアップ
- ネットアップ、テクニカルマーケティングエンジニア、Atul Bhalodia 氏
- ネットアップシニアプロダクトマネージャー、Ketan Mota 氏
- ネットアップ、ヘルスケア、ソリューションアーキテクト、John Duignan 氏
- シスコ、Jon Ebmeier 氏
- シスコ、マイク・ブレナン

追加情報の参照先

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または Web サイトを参照してください。

FlexPod デザインゾーン

- ・ "FlexPod 設計ゾーン"
- ・ "AFF FlexPod 、 vSphere 6.5U1 、および Cisco UCS Manager を使用する FC ストレージ（ MDS スイッチ）を備えた データセンターです"

ネットアップテクニカルレポート

- ・ "TR-3929 : 『 Reallocate Best Practices Guide 』 "
- ・ "TR-3987 : 『 Snap Creator Framework Plug-in for Intersystems Cache 』 "
- ・ "TR-4300i : 『 NetApp FAS and All-Flash Storage Systems for MEDITECH Environments Best Practices Guide 』 "
- ・ "TR-4017 : 『 FC SAN Best Practices 』 "
- ・ "TR-3446 : 『 非同期 SnapMirror ベストプラクティスガイド 』 "

ONTAP のドキュメント

- ・ "ネットアップの製品マニュアル"
- ・ "Virtual Storage Console (VSC) for vSphere のドキュメント"
- ・ "ONTAP 9 ドキュメンテーション・センター"：
 - "ESXi 向け FC エクスプレスガイド"
- ・ "ONTAP 9.3 のすべてのドキュメント"：
 - "『 Software Setup Guide 』 を参照して"
 - "『 Disks and Aggregates Power Guide 』 を参照してください"
 - "『 SAN アドミニストレーションガイド 』 "
 - "『 SAN 構成ガイド 』 "
 - "『 FC Configuration for Windows Express Guide 』 を参照してください"
 - "『 FC SAN 向け AFF セットアップガイド 』 "
 - "『 High-Availability 構成ガイド 』 "
 - "論理ストレージ管理ガイド" を参照してください"
 - "パフォーマンス管理パワーガイド"
 - "SMB/CIFS 構成パワーガイド"
 - "SMB/CIFS Reference 』 を参照してください"
 - "データ保護パワーガイド"
 - "『 データ保護 : テープバックアップおよびリカバリガイド 』 "
 - "NetApp Encryption パワーガイド" を参照してください"
 - "ネットワーク管理ガイド"
 - "『 コマンド : マニュアルページリファレンスガイド - ONTAP 9.3 』 "

Cisco Nexus、MDS、Cisco UCS、およびCisco UCS Managerの各ガイドを参照してください

- ["Cisco UCS サーバの概要"](#)
- ["Cisco UCS ブレードサーバの概要"](#)
- ["Cisco UCS B200 M5 データシート"](#)
- ["Cisco UCS Manager の概要"](#)
- ["Cisco UCS Manager 3.2 \(3a\) インフラストラクチャバンドル" \(Cisco.com 認証が必要\)](#)
- ["Cisco Nexus 9300 プラットフォームスイッチ"](#)
- ["Cisco MDS 9132T FC スイッチ"](#)

FlexPod for Medical Imaging の略

TR-4865 : FlexPod for Medical Imaging

NetApp、Jaya Kishore Esanakula、Atul Bhalodia

医療画像は、医療機関が生成するすべてのデータの 70% を占めています。デジタルモダリティが進化し続け、新しいモダリティが出現すると、データ量は増加し続けます。たとえば、アナログからデジタルへの移行により、現在のデータ管理戦略に挑戦する速度で画像サイズが大幅に増加します。

新型コロナウイルス感染症がデジタル変革を明確に刷新しました ["レポート"](#) 新型コロナウイルス感染症は、5 年前までにデジタルコマースを加速してきました。問題解決者が主導する技術革新は、日常生活の仕方を根本的に変えています。このテクノロジ主導の変革により、ヘルスケアを含む、私たちの生活の多くの重要な側面が全面的に改善されます。

ヘルスケアは、今後数年の間に大きな変化を迫られています。新型コロナウイルス感染症は、医療業界を推進するために、少なくとも数年かかるイノベーションを加速しています。この変化の中核をなすのは、信頼性を損なうことなく、より低成本で可用性が高く、アクセス可能な医療をパンダ処理に柔軟にすることです。

この医療の変化の基盤となるのが、適切に設計されたプラットフォームです。プラットフォームを測定するための重要な指標の 1 つは、プラットフォームの変更を簡単に実装できることです。スピードは新しいスケールであり、データ保護に妥協することはできません。世界で最も重要なデータの一部は、臨床医を支援する臨床システムによって作成され、消費されています。ネットアップは、臨床医が必要とする患者のケアに重要なデータを提供しています。このデータは、オンプレミス、クラウド、ハイブリッド環境のいずれにも存在します。ハイブリッドマルチクラウド環境は、IT アーキテクチャの最先端のテクノロジです。

医療については、医療機関（医師、看護師、放射線科医、医療機器技術者など）と患者を中心に展開しています。患者とプロバイダーをより近くに配置し、地理的な場所を単なるデータポイントにすることで、プロバイダーが患者が必要になったときに基盤となるプラットフォームを利用できるようになります。このプラットフォームは、効率性とコスト効率の両方を長期間維持する必要があります。患者ケアコストをさらに削減するために、["責任あるケア組織" \(ACOS\)](#) は、効率的なプラットフォームによって強化されます。

医療機関が使用する医療情報システムに関しては、構築と購入の問題で回答を 1 つ購入する傾向があります。これは、多くの主観的な理由で発生する可能性があります。購入に関する意思決定は、長年にわたって左右されない情報システムを生み出すことができます。各システムには、導入先のプラットフォームに固有の要件があります。最も重要な問題は「情報システムが必要とする」大規模で多様なストレージ・プロトコルとパ

フォーマンス・レベルですこれにより'プラットフォームの標準化と最適な運用効率が大きな課題となります医療機関は、多様なスキルを必要とし、SMEの定着を必要とする大規模なプラットフォームのような、運用上の必要性が小さく、ミッションクリティカルな問題に集中することはできません。

課題は、次のカテゴリに分類できます。

- ・異機種混在ストレージのニーズ
- ・部門のサイロ
- ・IT運用の複雑さ
- ・クラウドへの接続
- ・サイバーセキュリティ
- ・人工知能とディープラーニング

FlexPodを使用すると、1つのプラットフォームでFC、FCoE、iSCSI、NFS/pNFS、SMB/CIFSなどをサポートできます。人、プロセス、テクノロジーは、FlexPodが設計および構築するDNAの一部です。FlexPodアダプティブQoSは、基盤となる同じFlexPodプラットフォーム上で複数のミッションクリティカルな臨床システムをサポートすることで、部門のサイロを解消します。FlexPodはFedRAMP認定およびFIPS 140-2認定済みです。さらに、医療機関は人工知能やディープラーニングなどのビジネスチャンスに直面しています。FlexPodとネットアップは、これらの課題を解決し、オンプレミスやハイブリッドマルチクラウド環境で必要とされる場所で、標準化されたプラットフォームでデータを利用できるようにします。詳細および一連のユーザ事例については、を参照してください "[FlexPodヘルスケア](#)"。

一般的な医療画像情報およびPACSシステムには、次の機能があります。

- ・受付と登録
- ・スケジュール設定
- ・イメージング
- ・文字変換
- ・管理
- ・データ交換
- ・イメージアーカイブ
- ・臨床医のための画像撮影と読み取り、および画像表示用の画像表示

イメージングに関しては、医療分野は以下の臨床的課題を解決しようとしています。

- ・の普及拡大 "[自然言語処理](#)" (NLP) ベースの技術者および医師による画像読み取りアシスタント。放射線科では、音声認識を利用してレポートを転記することができます。NLPを使用すると、患者の記録(特にDICOM画像に埋め込まれたDICOMタグ)の識別と匿名化を行うことができます。NLP機能を使用するには、イメージ処理の応答時間が短いハイパフォーマンスプラットフォームが必要です。FlexPodのQoS機能は、パフォーマンスだけでなく、将来の拡張に備えて必要な容量を予測します。
- ・ACOSや地域の医療機関が標準化された臨床経路とプロトコルを幅広く採用。これまで、臨床的な意思決定をガイドする統合ワークフローではなく、静的なガイドラインセットとして臨床経路が使用されてきました。NLPおよび画像処理の進歩により、画像内のDICOMタグを臨床的経路に統合して臨床判断を促進することができます。そのため、これらのプロセスには、基盤となるインフラプラットフォームやストレージシステムから、高いパフォーマンス、低いレイテンシ、高いスループットが求められます。
- ・畳み込みニューラルネットワークを活用するMLモデルでは、画像処理機能をリアルタイムで自動化でき

るため、GPU 対応のインフラが必要になります。FlexPod は、CPU と GPU の両方のコンピューティングコンポーネントを同じシステムに搭載し、CPU と GPU を個別に拡張できます。

- DICOM タグが臨床ベストプラクティスアドバイザリのファクトとして使用されている場合、システムは低遅延および高スループットの DICOM アーティファクトのより多くの読み取りを実行する必要があります。
- 画像を評価する場合、組織全体の放射線科医間でリアルタイムのコラボレーションを行うには、エンドユーザー・コンピューティングデバイスで高性能なグラフィックス処理が必要です。ネットアップは、ハイエンドグラフィックスのユースケースに特化して設計され実証された、業界をリードする VDI ソリューションを提供しています。詳細については、を参照してください ["こちらをご覧ください"](#)。
- ACO 医療機関全体で画像およびメディア管理を行う場合は、画像の記録システムに関係なく、Digital Imaging や Communications in Medicine などのプロトコルを使用して、単一のプラットフォームを使用できます (["DICOM"](#) および DICOM 永続オブジェクトへの Web アクセス (["WADO"](#))
- ヘルス情報交換 (["HIE"](#)) メッセージに埋め込まれた画像を含みます。
- ハンドヘルド、ワイヤレススキャンデバイスなどのモバイルモダリティは、DoD レベルのセキュリティ、信頼性、遅延を持つ堅牢なネットワークインフラストラクチャを必要とします。このインフラストラクチャは、デバイス、ワイヤレススキャンデバイス（携帯電話に接続されているポケットハンドヘルド超音波スキャナなど）のエッジ、コア、クラウドに必要です。 ["ネットアップが実現するデータファブリック"](#) 大規模な組織にこの機能を提供します。
- 新しいモダリティには急激なストレージニーズがあります。たとえば、CT や MRI ではモダリティごとに数百 MB 必要ですが、デジタル病理画像（スライド全体のイメージングを含む）のサイズは数 GB になります。FlexPod はで設計されてい ["基本的な特性としてのパフォーマンス、信頼性、拡張性"](#) ます。

適切に設計された医療画像システムプラットフォームは、イノベーションの中心にあります。FlexPod アーキテクチャは、業界をリードする Storage Efficiency 機能を備えた、柔軟なコンピューティング機能とストレージ機能を提供します。

解決策の全体的なメリット

FlexPod アーキテクチャ基盤でイメージングアプリケーション環境を実行することで、医療機関はスタッフの生産性向上と設備投資と運用コストの削減を期待できます。FlexPod は、予測可能な低レイテンシのシステムパフォーマンスと高可用性を実現するように設計された、厳密にテストされた検証済みの統合ソリューションです。このアプローチにより、高い快適性が得られ、最終的には医療画像システムのユーザーに最適な応答時間が得られます。

イメージングシステムのさまざまなコンポーネントが、SMB/CIFS、NFS、ext4、または NTFS ファイルシステム内のデータの格納を必要とする場合があります。つまり、インフラが、NFS、SMB / CIFS、SAN の各プロトコル経由でデータアクセスを提供できる必要があります。1 つのネットアップストレージシステムで NFS、SMB / CIFS、SAN の各プロトコルをサポートできるため、プロトコル固有のストレージシステムという従来のプラクティスは必要ありません。

FlexPod インフラは、モジュラ型で、統合型で、仮想化と拡張性に優れた、コスト効率の高いプラットフォームです。FlexPod プラットフォームでは、コンピューティング、ネットワーク、ストレージを個別にスケールアウトできるため、アプリケーションの導入時間が短縮されます。また、モジュラアーキテクチャにより、システムのスケールアウトやアップグレード時にもノンストップオペレーションが実現します。

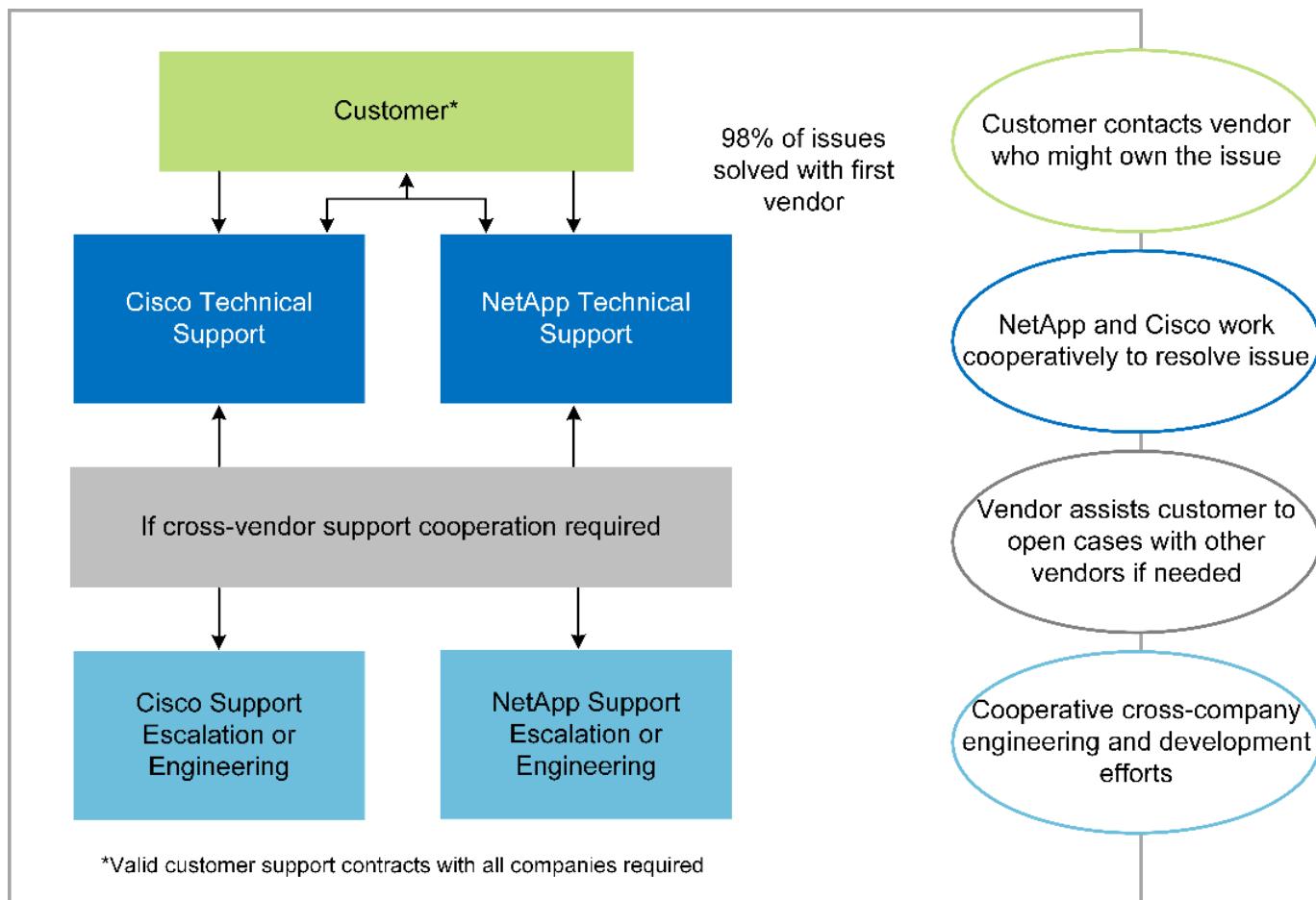
FlexPod には、医療画像業界に特有の利点がいくつかあります。

- * 低遅延のシステム性能。 * 放射線科医の時間は、高価値のリソースであり、放射線科医の時間を効率的に使用することが最重要です。画像やビデオのロードを待つと、臨床医の効率性や患者の安全性に影響を与える可能性があります。

- ・ * モジュラーアーキテクチャ * FlexPod コンポーネントは、クラスタ化されたサーバー、ストレージ管理ファブリック、統合管理ツールセットを通じて接続されます。イメージング設備が年々拡大し、研究の数が増加するにつれて、基盤となるインフラストラクチャもそれに合わせて拡張する必要があります。FlexPod では、コンピューティング、ストレージ、ネットワークを個別に拡張できます。
- ・ * インフラストラクチャの迅速な導入。 * 既存のデータセンターにあるカリモートサイトにあるかに関係なく、FlexPod データセンターの統合およびテスト済みの設計により、新しいインフラストラクチャをより短時間で導入し、より少ない労力で稼働させることができます。
- ・ * アプリケーションの導入時間を短縮。 * 検証済みのアーキテクチャにより、あらゆるワークロードへの導入時間とリスクが削減され、ネットアップテクノロジによってインフラの導入が自動化されます。解決策を使用して医療画像の初期展開、ハードウェアの更新、拡張を行う場合でも、プロジェクトのビジネス価値にリソースを移行することができます。
- ・ * 運用の簡素化とコストの削減。 * 従来の商用プラットフォームをより効率的にスケーラブルな共有リソースに置き換えることで、ワークロードの動的なニーズに対応することで、コストと複雑さを解消できます。この解決策は、インフラリソースの利用率を高め、投資回収率（ROI）を向上させます。
- ・ * スケールアウトアーキテクチャ。 * 実行中のアプリケーションを再構成することなく、SAN と NAS を数テラバイトから数十ペタバイトまで拡張できます。
- ・ * ノンストップオペレーション。 * ストレージの保守、ハードウェアのライフサイクル処理、ソフトウェアのアップグレードを、ビジネスを中断することなく実行できます。
- ・ * セキュアマルチテナンシー。この利点は、仮想化されたサーバおよびストレージ共有インフラストラクチャのニーズの増大に対応し、特にデータベースとソフトウェアの複数のインスタンスをホストする場合に、施設固有の情報のセキュアマルチテナンシーを可能にします。
- ・ * プールされたリソースの最適化。 * この利点は、物理サーバとストレージコントローラの数を減らし、ワークロードの負荷を分散し、使用率を高めながらパフォーマンスを向上させるのに役立ちます。
- ・ * サービス品質（QoS）。 * FlexPod は、スタック全体で QoS を提供します。業界をリードするこれらの QoS ストレージポリシーによって、共有環境で差別化されたサービスレベルを実現できます。これらのポリシーは、ワークロードのパフォーマンスを最適化し、過負荷のアプリケーションを分離して制御するのに役立ちます。
- ・ * QoS を使用したストレージ階層の SLA のサポート。 * 医療画像環境で通常必要とされるストレージ階層ごとに異なるストレージシステムを導入する必要はありません。1つのストレージクラスタに複数の NetApp FlexVol を配置し、それぞれの階層に対して固有の QoS ポリシーを設定することで、同じクラスタでこの目的を実現できます。この手法では、ストレージインフラを動的に特定のストレージ階層のニーズの変化に対応させることができます。NetApp AFF では、FlexVol ボリュームのレベルで QoS を許可することで、ストレージ階層ごとに異なる SLA をサポートできます。そのため、アプリケーションごとに異なるストレージシステムを用意する必要はありません。
- ・ * ストレージ効率。 * 医療画像は通常、約 2.5 : 1 の JPEG2K 圧縮へのイメージング・アプリケーションによって事前圧縮されています。ただし、これはイメージングアプリケーションおよびベンダー固有です。大規模なイメージングアプリケーション環境（1PB 超）では、ストレージ容量を 5 ~ 10% 削減でき、ネットアップの Storage Efficiency 機能によりストレージコストを削減できます。イメージングアプリケーションベンダーやネットアップの専門知識を持つ担当者と協力して、医療画像システムのストレージ効率を最大限に高めることができます。
- ・ * 俊敏性。 * FlexPod システムが提供する業界をリードするワークフロー自動化、オーケストレーション、管理ツールにより、IT チームはビジネス要求への対応力を大幅に高めることができます。こうしたビジネス要求は、医療画像のバックアップや追加のテストおよびトレーニング環境のプロビジョニングから、人口健康管理イニシアチブのための分析データベースの複製まで多岐にわたります。
- ・ * 生産性の向上。 * この解決策は迅速に導入および拡張できるため、医療従事者によるエンドユーザエクスペリエンスを最適化できます。

- * データファブリック。* ネットアップのデータファブリックは、サイト間、物理的な境界を越えて、アプリケーション間でデータを結び付けます。ネットアップのデータファブリックは、Data-Centric の世界におけるデータ主体の企業向けに構築されています。データは複数の場所に作成されて使用されるため、多くの場合、他の場所、アプリケーション、インフラとの利用や共有が必要になります。そのため、一貫性のある統合された管理方法が必要です。この解決策では、データを管理する方法が提供されます。これにより、IT チームはこれまで以上に複雑な IT 作業を管理できるようになります。
- * FabricPool。* NetApp ONTAP FabricPoolを使用すると、パフォーマンス、効率性、セキュリティ、保護を犠牲にすることなくストレージコストを削減できます。FabricPool は、エンタープライズアプリケーションに対して透過的であり、アプリケーションインフラを再構築することなくストレージの TCO を削減することで、クラウドの効率性を活用します。FlexPod は、FabricPool のストレージ階層化機能を活用して、ONTAP フラッシュストレージをより効率的に使用できます。詳細については、を参照してください "["FlexPod with FabricPool の略"](#)"。
- * FlexPodセキュリティ*セキュリティはFlexPodの基盤です。ここ数年、ランサムウェアは重大な脅威になり、脅威も増大しています。ランサムウェアは、暗号ウイルスに基づいたマルウェアで、暗号化を使用して悪意のあるソフトウェアを構築します。このマルウェアは、対称キー暗号と非対称キー暗号の両方を使用して、被害者のデータをロックし、データを復号化するための鍵を提供するために身代金を要求できます。FlexPodがランサムウェアなどの脅威の軽減にどのように役立つかについては、を参照してください "["解決策によるランサムウェア対策"](#)"。FlexPodインフラコンポーネントは、連邦情報処理標準"（[FIPS](#)）140-2"にも準拠しています。

FlexPod 共同サポートは、医療機関がビジネスクリティカルなアプリケーションを実行する場合に特に有効です。次の図は、FlexPod 共同サポートモデルの概要を示しています。



適用範囲

このドキュメントでは、この医用画像処理解決策をホストするための Cisco Unified Computing System (Cisco UCS) と NetApp ONTAP ベースの FlexPod インフラの技術概要について説明します。

対象者

本ドキュメントは、医療業界の技術リーダー、Cisco とネットアップのパートナーソリューションエンジニア、およびプロフェッショナルサービス担当者を対象としています。ネットアップは、読者がコンピューティングとストレージのサイジングの概念を十分に理解していること、および医用画像システム、Cisco UCS、ネットアップストレージシステムに関する技術的な知識を持っていることを前提としています。

医療画像アプリケーション

典型的な医療画像処理アプリケーションでは、中小規模、大規模の医療機関向けにエンタープライズクラスの画像処理解決策を作成するアプリケーションスイートを提供しています。

製品スイートの中心には、次の臨床的能力があります。

- ・エンタープライズイメージングリポジトリ
- ・放射線や心臓などの従来の画像ソースをサポートします。また、眼科、皮膚科、結腸内視鏡検査、写真やビデオなどの医療用画像機器など、その他のケア分野もサポートしています。
- ・"画像のアーカイブと通信システム" (PACS)。従来の放射線フィルムの役割をコンピュータ化した方法で置き換えます

- Enterprise Imaging Vendor Neutral Archive (VNA) :
 - DICOM ドキュメントおよび非 DICOM ドキュメントの拡張可能な統合
 - 中央集中型医用画像システム
 - 企業内の複数の (ACS) 間でのドキュメント同期およびデータ整合性のサポート
 - 次のようなドキュメントメタデータを活用するルールベースのエキスパートシステムによるドキュメントライフサイクル管理
 - モダリティタイプ
 - 調査の年齢
 - 患者の年齢 (現在および画像取得時)
 - 企業の内部と外部 (HIE) との統合の一元化 :
 - コンテキスト認識ドキュメントのリンク
 - Health Level 7 International (HL7) 、 DICOM 、および WADO
 - ストレージに依存しないアーカイブ機能
- HL7 および状況認識リンクを使用するその他の医療情報システムとの統合 :
 - EHR では、患者チャートや画像ワークフローなどから患者画像への直接リンクを実装できます。
 - 患者の長手治療画像履歴を EHR に埋め込むことができます。
- 放射線技師のワークフロー
- あらゆるデバイスのどこからでも画像を表示できる、ゼロフットプリントの大企業視聴者
- 過去のデータとリアルタイムデータを活用する分析ツール :
 - コンプライアンスレポート
 - 運用レポート
 - 品質管理および品質保証レポート

医療機関の規模とプラットフォームのサイジング

医療機関は、ACOなどのプログラムを支援する標準ベースの手法を使用して、広範囲に分類できます。そのような分類の1つは、臨床統合ネットワーク (CIN) の概念を使用します。病院のグループは、実績のある標準的な臨床プロトコルや経路に協力して準拠することで、治療の価値を高め、患者のコストを削減する場合に、CINと呼ばれます。CIN内の病院には、CINの中核的な価値観に従った医師のオンボード制御と実践が行われています。従来、統合型デリバリネットワーク (IDN) は病院および医師グループに限定されていました。CINは従来のIDN境界を越えており、CINはACOの一部である場合もあります。CINの原則に従い、医療機関は小規模、中規模、大規模に分類できます。

小規模な医療機関

医療機関は、外来診療所と入院診療科を持つ病院が1つだけの場合は小規模ですが、CINの一部ではありません。医師は介護者として働き、ケアの連続性において患者の治療を調整します。これらの小規模な組織には通常、医師が運営する施設が含まれています。患者に対する総合的な治療として、緊急治療や外傷治療を実施する場合とそうでない場合がある。一般的に、小規模な医療機関では年間約25万件の臨床画像検査を実施しています。イメージングセンターは小規模な医療機関とみなされ、イメージングサービスを提供します。一部の組織では、放射線ディクテーションサービスも提供しています。

中規模の医療機関

以下のような、焦点を絞った組織を持つ複数の病院システムが含まれている場合、医療機関は中規模と見なされます。

- ・成人診療所および成人入院患者の病院
- ・労働および配送部門
- ・育児医院および小児入院病院
- ・がん治療センター
- ・成人の緊急部門
- ・子供の緊急部門
- ・家族の薬および主要な心配のオフィス
- ・成人の外傷治療センター
- ・小児外傷治療センター

中規模の医療機関では、医師は CIN の原則に従い、1つのユニットとして運用します。病院には、病院、医師、薬局などの別々の請求機能があります。病院は、学術研究機関に関連付けられ、インターベンションに適した臨床研究や臨床試験を行う場合があります。中規模の医療機関は、年間 50 万件もの臨床画像検査を実施しています。

大規模な医療機関

医療機関は、中規模の医療組織の特性を含めて大規模とみなされ、複数の地域のコミュニティに中規模の臨床機能を提供します。

大規模な医療機関では、通常、次のような機能があります。

- ・全体的な機能を管理するセントラルオフィスがある
- ・他の病院との合弁事業に参加する
- ・支払者組織と年に1回料金を交渉します
- ・都道府県ごとに支払者率をネゴシエートします
- ・有意義な使用 (MU) プログラムに参加する
- ・標準ベースの母集団 Health Management (PHM) ツールを使用して、母集団の健康コホート全体で高度な臨床研究を行っています
- ・年間最大 100 万件の臨床画像検査を実施します

CIN に参加している大規模な医療機関にも、AI ベースの画像読み取り機能があります。これらの組織は通常、年間 100 万～200 万件の臨床画像検査を実施しています。

これらの異なるサイジングの組織が最適なサイズの FlexPod システムにどのように変わるかを確認するには、FlexPod のさまざまなコンポーネントと FlexPod システムの各種機能について理解しておく必要があります。

FlexPod

Cisco Unified Computing System の略

Cisco UCS は、統合 I/O インフラストラクチャと相互接続された単一の管理ドメインで構成されます。医療画像処理環境向け Cisco UCS は、ネットアップの医療画像処理システムインフラに関する推奨事項とベストプラクティスに沿っています。これにより、インフラで重要な患者情報を最大限に利用できるようになります。

エンタープライズ医療画像処理のコンピューティング基盤は Cisco UCS テクノロジーで、統合システム管理、Intel Xeon プロセッサ、およびサーバ仮想化を備えています。これらの統合テクノロジーは、データセンターの課題を解決し、一般的な医療画像システムを使用してデータセンター設計の目標を達成します。Cisco UCS は、LAN、SAN、およびシステム管理を 1 つのシンプルなリンクに統合して、ラックサーバ、ブレードサーバ、および仮想マシン（VM）を実現します。Cisco UCS は、冗長ペアの Cisco UCS ファブリックインターフェースで構成されており、単一の管理ポイントと、すべての I/O トラフィックを一元的に制御できます。

Cisco UCS はサービスプロファイルを使用して、Cisco UCS インフラストラクチャ内の仮想サーバが正しく一貫して設定されるようにします。サービスプロファイルには、LAN および SAN アドレッシング、I/O 設定、ファームウェアバージョン、ブート順、ネットワーク仮想 LAN（VLAN）、物理ポート、QoS ポリシーなど、サーバ ID に関する重要なサーバ情報が含まれます。サービスプロファイルは、数時間や数日単位ではなく、システム内の任意の物理サーバに動的に作成して関連付けることができます。サービスプロファイルと物理サーバの関連付けは、1 回のシンプルな操作として実行されます。この操作により、物理的な設定変更を必要とせずに、環境内のサーバ間で ID を移行できます。また、障害が発生したサーバの代わりに、ベアメタルプロビジョニングを迅速に実行できます。

サービスプロファイルを使用することで、企業全体で一貫したサーバ構成が行われるようになります。複数の Cisco UCS 管理ドメインを使用する場合、Cisco UCS Central はグローバルサービスプロファイルを使用して、ドメイン間で設定およびポリシー情報を同期できます。1 つのドメインでメンテナンスを実行する必要がある場合は、仮想インフラストラクチャを別のドメインに移行できます。このアプローチでは、1 つのドメインがオフラインの場合でも、アプリケーションは高可用性を維持します。

Cisco UCS は、ブレードおよびラックサーバコンピューティング向けの次世代解決策です。このシステムは、低レイテンシでロスレスの 40GbE ユニファイドネットワークファブリックと、エンタープライズクラスの x86 アーキテクチャサーバを統合しています。このシステムは、拡張性に優れた統合型マルチシャーシプラットフォームであり、すべてのリソースが統合された管理ドメインに参加します。Cisco UCS は、エンドツーエンドのプロビジョニングと移行サポートを通じて、仮想化システムと非仮想化システムの両方で、新しいサービスの提供をシンプルかつ確実かつセキュアに高速化します。Cisco UCS には次の機能があります。

- 包括的な管理
- 徹底的な簡素化
- ハイパフォーマンス

Cisco UCS は次のコンポーネントで構成されています。

- * コンピューティング。* このシステムは、インテル® Xeon® スケーラブル・プロセッサー製品ファミリーをベースにしたラックマウント型およびブレードサーバーを組み込んだ、まったく新しいクラスのコンピューティング・システムをベースとしています。
- * ネットワーク。* このシステムは、低遅延、ロスレス、40Gbps のユニファイドネットワークファブリックに統合されています。このネットワーク基盤は、LAN、SAN、ハイパフォーマンスコンピューティングネットワークを統合したもので、現在は別々のネットワークです。ユニファイドファブリックは、ネットワークアダプタ、スイッチ、ケーブルの数を減らし、必要な電力と冷却コストを削減することで、コストを削減します。

- * 仮想化 * 仮想化システムは、仮想環境の拡張性、パフォーマンス、運用管理を強化することで、仮想化の可能性を最大限に引き出します。Ciscoのセキュリティ、ポリシー適用、診断機能が仮想化環境に拡張され、ビジネス要件とIT要件の変化をより適切にサポートできるようになりました。
- *ストレージ・アクセス。* ユニファイド・ファブリックを介した SANストレージと NASへの統合アクセスを提供します。Software-Defined Storage にも最適なシステムです。単一のフレームワークのメリットを組み合わせることで、コンピューティングサーバとストレージサーバの両方を1つのペインで管理できるので、必要に応じて QoS を実装して、システムに I/O スロットリングを導入できます。また「サーバ管理者はストレージ・リソースにストレージ・アクセス・ポリシーを事前に割り当てることができるため「ストレージの接続と管理が容易になり」生産性が向上します外部ストレージに加えて、ラックサーバとブレードサーバの両方に内蔵ストレージがあり、組み込みのハードウェア RAID コントローラからアクセスできます。Cisco UCS Manager でストレージプロファイルとディスク構成ポリシーを設定することにより、ホスト OS とアプリケーションデータのストレージニーズは、ユーザ定義の RAID グループによって満たされます。その結果、高可用性と優れたパフォーマンスが実現します。
- * 管理。* システムはすべてのシステムコンポーネントを一意に統合し、解決策全体を Cisco UCS Manager によって単一のエンティティとして管理できるようにします。すべてのシステム構成と運用を管理するために、Cisco UCS Manager には、わかりやすい GUI、CLI、強力なスクリプトライブラリモジュールが用意されています。このモジュールは、堅牢な API をベースに構築されています。

Cisco Unified Computing System は、アクセスレイヤネットワーキングとサーバを統合します。この高性能な次世代サーバシステムは、データセンターにワークロードの即応性と拡張性をもたらします。

Cisco UCS Manager の略

Cisco UCS Manager は、Cisco UCS のすべてのソフトウェアコンポーネントとハードウェアコンポーネントを統合管理します。単一接続テクノロジーを使用することで、UCS Manager は数千台の VM に対して複数のシャーシを管理、制御、管理します。管理者は、直感的な GUI、CLI、XML API を使用して、Cisco UCS 全体を単一の論理エンティティとして管理できます。Cisco UCS Manager は、クラスタ化されたアクティブ/スタンバイ構成を使用してハイアベイラビリティを実現する、2つの Cisco UCS 6300 シリーズファブリックインターフェイストップに配置されます。

Cisco UCS Manager は、サーバ、ネットワーク、ストレージを統合した統合管理インターフェイスを提供します。Cisco UCS Manager は自動検出を実行して、追加または変更したシステムコンポーネントのインベントリの検出、管理、およびプロビジョニングを行います。サードパーティとの統合に対応した包括的な XML API セットを提供し、9,000箇所の統合ポイントを公開します。また、自動化やオーケストレーションのためのカスタム開発を容易にし、システムの可視性と制御を新たなレベルに引き上げます。

サービスプロファイルは、仮想環境と非仮想環境のどちらにも適しています。この機能により、ワークロードをサーバ間で移動したり、サーバをオフラインにしてサービスやアップグレードを行ったりするときなど、非仮想化サーバのモビリティが向上します。また、プロファイルを仮想化クラスタと組み合わせて使用することで、新しいリソースを簡単にオンラインにし、既存の VM のモビリティを補完することもできます。

Cisco UCS Manager の詳細については、を参照してください ["Cisco UCS Manager の製品ページ"](#)。

Cisco UCS の差別化要因

Cisco Unified Computing System は、データセンターでのサーバ管理の方法に革命を起こしています。Cisco UCS および Cisco UCS Manager の次の独自の差別化要因について説明します。

- * 組み込み管理。* Cisco UCS では、サーバはファブリックインターフェイストップの組み込みファームウェアによって管理されるため、外部の物理デバイスや仮想デバイスを管理する必要がありません。
- * ユニファイドファブリック。* Cisco UCS では、ブレードサーバシャーシまたはラックサーバからファブリックインターフェイストップまで、LAN、SAN、および管理トラフィック用に1本のイーサネットケーブル

ルを使用します。この I/O 統合により、必要なケーブル、 SFP、 アダプタの数が削減され、解決策全体の設備投資と運用コストが削減されます。

- * 自動検出。 * ブレードサーバをシャーシに挿入するだけで、またはラックサーバをファブリックインターネクトに接続することで、コンピューティングリソースの検出とインベントリが自動的に実行されます。管理者の介入は必要ありません。ユニファイドファブリックと自動検出機能を組み合わせることで、Cisco UCS の Wire-Once アーキテクチャが実現します。このアーキテクチャでは、コンピューティング機能を簡単に拡張しながら、 LAN 、 SAN 、および管理ネットワークへの既存の外部接続を維持できます。
- * ポリシーベースのリソース分類。 * コンピューティングリソースが Cisco UCS Manager によって検出されると、定義したポリシーに基づいて、自動的に特定のリソースプールに分類されます。この機能は、マルチテナントクラウドコンピューティングで役立ちます。
- * ラックとブレードサーバの管理を統合。 * Cisco UCS Manager は、同じ Cisco UCS ドメイン内で B シリーズブレードサーバと C シリーズラックサーバを管理できます。この機能とステートレスコンピューティングにより、コンピューティングリソースはハードウェアフォームファクタに依存しません。
- * モデルベースの管理アーキテクチャ。 * Cisco UCS Manager のアーキテクチャと管理データベースは、モデルベースおよびデータベースです。管理モデルで動作するオープン XML API により、 Cisco UCS Manager を他の管理システムと容易かつ拡張性の高い方法で統合できます。
- * ポリシー、プール、およびテンプレート。 * Cisco UCS Manager の管理方法は、整理された構成ではなく、ポリシー、プール、およびテンプレートの定義に基づいています。コンピューティング、ネットワーク、ストレージのリソースを管理するためのシンプルで緩やかに結合されたデータ主体のアプローチを実現します。
- * 参照整合性の緩み。 * Cisco UCS Manager では、サービスプロファイル、ポートプロファイル、またはポリシーは、他のポリシーや、参照整合性の緩い他の論理リソースを参照できます。参照ポリシーは参照ポリシーの作成時に存在することはできませんが、参照ポリシーは他のポリシーが参照ポリシーを参照している場合でも削除できます。この機能により、さまざまな分野のエキスパートが互いに独立して作業することができます。ネットワーク、ストレージ、セキュリティ、サーバ、仮想化など、さまざまなドメインのさまざまなエキスパートが連携して複雑なタスクを実行できるため、柔軟性が大幅に向上します。
- * ポリシー解決。 * Cisco UCS Manager では、実際のテナントや組織の関係を模倣する組織単位階層のツリー構造を作成できます。組織階層のさまざまなレベルで、さまざまなポリシー、プール、およびテンプレートを定義できます。別のポリシーを名前で参照するポリシーは、最も近いポリシーに一致する組織階層で解決されます。ルート組織の階層に特定の名前を持つポリシーが見つからない場合は、「 default 」という名前の特別なポリシーが検索されます。このポリシー解決手法により、自動化に対応した管理 API が実現し、さまざまな組織のオーナーに柔軟性がもたらされます。
- * サービス・プロファイルとステートレス・コンピューティング。 * サービス・プロファイルは、サーバを論理的に表現したもので、さまざまなアイデンティティとポリシーを保持します。リソース要件を満たしていれば、この論理サーバを任意の物理コンピューティングリソースに割り当てることができます。ステートレスコンピューティングにより、サーバの調達が数分で完了し、従来のサーバ管理システムでは数日かかっていました。
- * 組み込みのマルチテナントサポート。 * ポリシー、プール、テンプレート、参照整合性の緩み、組織階層でのポリシー解決、およびコンピューティングリソースに対するサービスプロファイルベースのアプローチの組み合わせにより、 Cisco UCS Manager は、一般にプライベートクラウドとパブリッククラウドで見られるマルチテナント環境に本質的に適しています。
- * 拡張メモリ。 * エンタープライズクラスの Cisco UCS B200 M5 ブレードサーバは、ハーフ幅のブレードフォームファクタで Cisco Unified Computing System ポートフォリオの機能を拡張します。Cisco UCS B200 M5 は、最新の Intel Xeon スケーラブルプロセッサ CPU のパワーと最大 3TB の RAM を活用します。この機能により、多数の導入環境で必要とされる VM と物理サーバの比率が大幅になります。また、特定のアーキテクチャでビッグデータなどの大規模なメモリ処理をサポートすることもできます。
- * 仮想化対応ネットワーク。 * Cisco Virtual Machine Fabric Extender (VM-FEX) テクノロジーは、アク

セスネットワークレイヤにホスト仮想化を認識させます。この認識により、ネットワーク管理者チームによって定義されたポートプロファイルによって仮想ネットワークが管理される場合に、仮想化によるコンピューティングおよびネットワークドメインの汚染を防止できます。VM-FEX は、ハードウェア内でスイッチングを実行することでハイパー-バイザ CPU をオフロードし、ハイパー-バイザ CPU がより多くの仮想化関連タスクを実行できるようにします。クラウド管理を簡素化するために、VM-FEX テクノロジーは VMware vCenter、Linux Kernel-Based Virtual Machine (KVM)、および Microsoft Hyper-V SR-IOV と十分に統合されています。

- * QoS の簡素化。 * FC とイーサネットは Cisco UCS に統合されていますが、QoS とロスレスイーサネットのサポートが組み込まれているため、シームレスに動作します。Cisco UCS Manager では、すべてのシステムクラスを 1 つの GUI パネルに表示することで、ネットワーク QoS が簡素化されます。

Cisco Nexus IP スイッチおよび MDS スイッチ

Cisco Nexus スイッチと Cisco MDS マルチレイヤディレクタを使用すると、エンタープライズクラスの接続と SAN 統合を実現できます。シスコのマルチプロトコルストレージネットワーキングは、FC、Fibre Connection (FICON)、FC over Ethernet (FCoE)、iSCSI、FC over IP (FCIP) などの柔軟性とオプションを提供することで、ビジネスリスクを軽減します。

Cisco Nexus スイッチは、単一プラットフォームで最も包括的なデータセンターネットワーク機能セットの 1 つです。データセンターとキャンパスコアの両方で、高いパフォーマンスと密度を実現します。また、耐障害性に優れたモジュラープラットフォームで、データセンターのアグリゲーション、行の終わり、およびデータセンターのインターフェクト環境に完全な機能セットを提供します。

Cisco UCS は、コンピューティングリソースを Cisco Nexus スイッチと統合し、さまざまなタイプのネットワークトラフィックを識別して処理するユニファイドファブリックを提供します。このトラフィックには、ストレージ I/O、デスクトップトラフィックのストリーミング、管理、臨床アプリケーションやビジネスアプリケーションへのアクセスが含まれます。次の機能を利用できます。

- * インフラストラクチャの拡張性。 * 仮想化、電力と冷却の効率化、自動化によるクラウドの拡張、高密度、およびパフォーマンスのすべてが、効率的なデータセンターの拡張をサポートします。
- * 運用の継続性。 * この設計では、ハードウェア、Cisco NX-OS ソフトウェアの機能、および管理を統合して、ダウントIMEゼロの環境をサポートします。
- * 転送の柔軟性。 * このコスト効率の高い解決策を使用して、新しいネットワークテクノロジを段階的に導入できます。

Cisco UCS と Cisco Nexus スイッチおよび MDS マルチレイヤディレクタを組み合わせることで、エンタープライズ医療画像システム向けのコンピューティング、ネットワーキング、SAN 接続の解決策が実現します。

ネットアップのオールフラッシュストレージ

ONTAP ソフトウェアを実行するネットアップストレージは、ストレージの総コストを削減すると同時に、医療画像処理システムのワークロードに必要な、読み取り / 書き込みの応答時間を短縮し、高い IOPS を実現します。一般的な医療画像システムの要件を満たす最適なストレージシステムを構築するため、ONTAP はオールフラッシュとハイブリッドストレージの両方の構成をサポートしています。ネットアップのフラッシュストレージは、医療画像システムのお客様に、高パフォーマンスと応答性の主要コンポーネントを提供し、遅延の影響を受けやすい医療画像システムの運用をサポートします。ネットアップのテクノロジーでは、1 つのクラスタに複数の障害ドメインを作成することで、本番環境と非本番環境を分離することもできます。また、ONTAP の最小 QoS で、システムのパフォーマンスが特定のレベルを下回ることのないようにすることで、システムのパフォーマンスの問題が軽減されます。

ONTAP ソフトウェアのスケールアウトアーキテクチャは、さまざまな I/O ワークロードに柔軟に対応できま

す。臨床アプリケーションに必要なスループットと低レイテンシを実現し、モジュラ型のスケールアウトアーキテクチャを提供するために必要なスループットを実現するために、通常は ONTAP アーキテクチャで使用されます。NetApp AFF ノードは、ハイブリッド（HDD およびフラッシュ）ストレージノードと同じスケールアウトクラスタに混在させることができ、スループットの高い大規模データセットの格納に適しています。高価な SSD ストレージから他のノード上のより経済的な HDD ストレージに医用画像システム環境の複製、複製、バックアップを実行できます。ネットアップのクラウド対応ストレージとデータファブリックを使用すれば、オンプレミスまたはクラウドのオブジェクトストレージにバックアップできます。

医療画像処理では、ONTAP は主要な医療画像システムによって検証されています。つまり、医用画像処理のための高速で信頼性の高い性能を提供するためにテストされています。さらに、次の機能によって、管理が簡易化され、可用性と自動化が向上し、必要なストレージの総容量が削減されます。

- * 卓越したパフォーマンス。 * NetApp AFF 解決策は、他の NetApp FAS 製品ファミリーと同じユニファイドストレージアーキテクチャ、ONTAP ソフトウェア、管理インターフェイス、充実したデータサービス、高度な機能セットを提供します。オールフラッシュメディアと ONTAP を組み合わせたこの革新的なソリューションは、業界をリードする ONTAP ソフトウェアを使用して、オールフラッシュストレージの一貫した低レイテンシと高 IOPS を実現します。
- * ストレージ効率。 * NetApp SME と連携して、貴社固有の医療画像システムがどのように適用されたかを把握することができます。
- * スペース効率に優れたクローニング。 * FlexClone 機能を使用すると、ほぼ瞬時にクローンを作成し、バックアップとテストの環境更新をサポートできます。これらのクローンは、変更が行われた場合にのみストレージを消費します。
- * 統合されたデータ保護。 * 完全なデータ保護と災害復旧機能により、重要なデータ資産を保護し、災害復旧を実現します。
- * ノンストップオペレーション。 * データをオフラインにすることなく、アップグレードとメンテナンスを実行できます。
- * QoS。 * ストレージ QoS により、潜在的な Bully ワークロードを制限できます。さらに重要なのは、QoS によって最小のパフォーマンス保証が作成されることです。これは、医用画像システムの本番環境などの重要なワークロードのシステムパフォーマンスが特定のレベルを下回ることがないことを保証するものです。また、競合を制限することで、ネットアップの QoS によってパフォーマンス関連の問題を軽減できます。
- * データファブリック。 * デジタル変革を加速するため、ネットアップのデータファブリックは、クラウド環境とオンプレミス環境全体でデータ管理を簡易化、統合します。データ管理のための一貫した統合的サービスとアプリケーションを提供することで、優れたデータの可視性と分析、データのアクセスと制御、データの保護とセキュリティを実現します。ネットアップは、AWS、Azure、Google Cloud、IBM Cloud などの大規模なパブリッククラウドと統合されており、幅広い選択肢を提供します。

ホストの仮想化： VMware vSphere

FlexPod アーキテクチャは、業界をリードする仮想化プラットフォームである VMware vSphere 6.x で検証済みです。VM の導入と実行には VMware ESXi 6.x が使用されます。vCenter Server Appliance 6.x は、ESXi ホストと VM の管理に使用されます。Cisco UCS B200 M5 ブレードで実行される複数の ESXi ホストを使用して、VMware ESXi クラスタを形成します。VMware ESXi クラスタは、すべてのクラスタノードのコンピューティング、メモリ、およびネットワークリソースをプールし、クラスタで実行されている VM に耐障害性に優れたプラットフォームを提供します。VMware ESXi クラスタの機能である vSphere High Availability（vSphere 高可用性）と Distributed Resource Scheduler（DRS）は、いずれも vSphere クラスタの障害耐性に貢献し、VMware ESXi ホスト間でリソースを分散するのに役立ちます。

ネットアップストレージプラグインと Cisco UCS プラグインは VMware vCenter と統合されるため、必要なストレージリソースとコンピューティングリソースの運用ワークフローを実現できます。

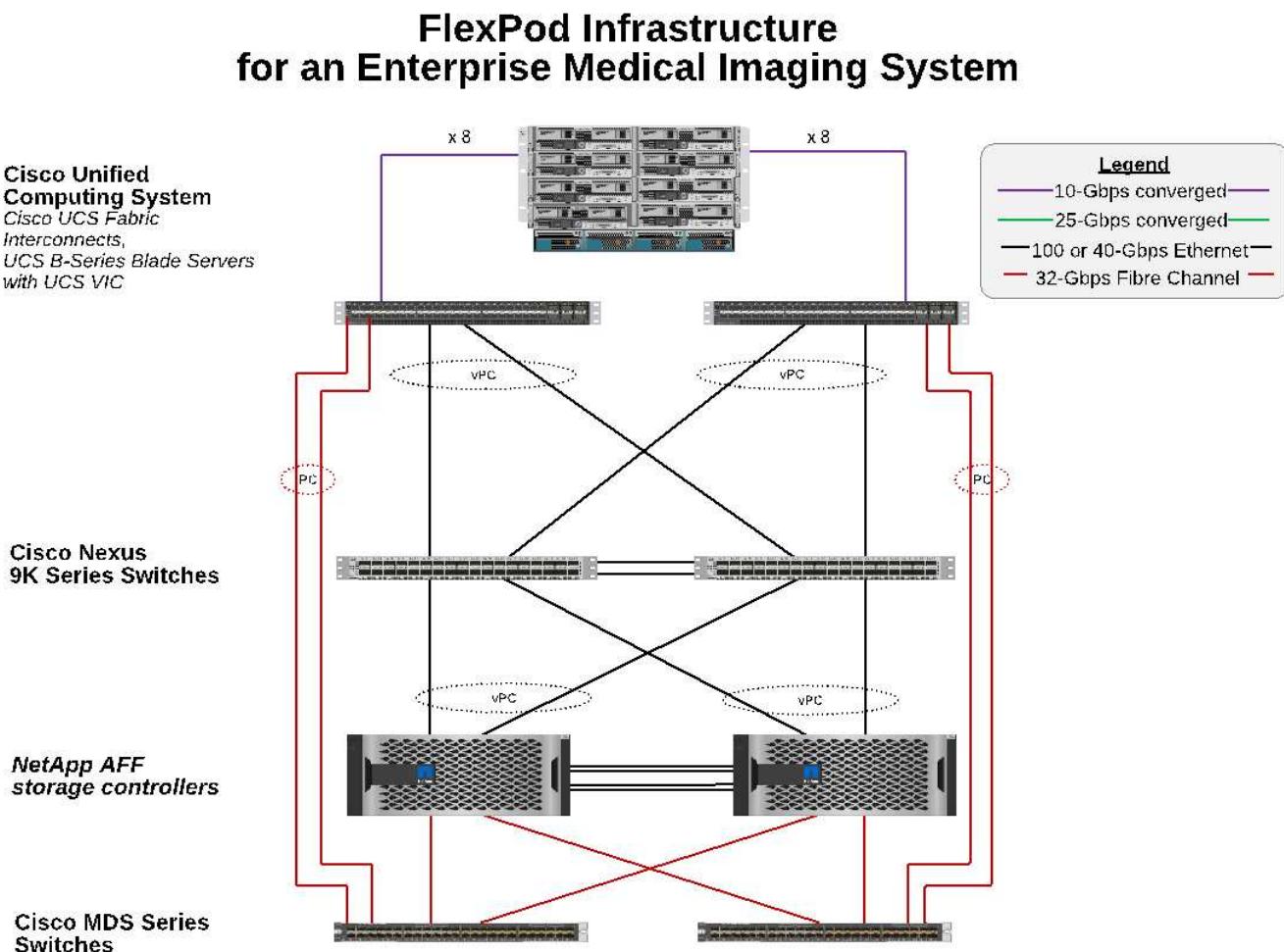
VMware ESXi クラスタと vCenter Server を使用すると、医療画像処理環境を VM に導入するための一元的なプラットフォームが提供されます。医療機関は、以下のような業界をリードする仮想インフラのメリットを確実に実現できます。

- * シンプルな導入。 * 仮想アプライアンスを使用して、vCenter Server を迅速かつ簡単に導入できます。
- * 一元管理と可視性。 * vSphere インフラストラクチャ全体を 1箇所から管理します。
- * プロアクティブな最適化。 * リソースの割り当て、最適化、移行を行い、効率を最大限に高めます。
- * 管理。 * 強力なプラグインとツールを使用して、管理を簡素化し、制御を拡張します。

アーキテクチャ

FlexPod アーキテクチャは、コンピューティング、ネットワーク、ストレージスタック全体でコンポーネントやリンクに障害が発生した場合に高可用性を提供するように設計されています。クライアントアクセスとストレージアクセス用に複数のネットワークパスを用意することで、ロードバランシングとリソース利用率の最適化を実現します。

次の図は、医用画像システム解決策環境用の 16Gb FC/40Gb イーサネット（40GbE）トポロジを示しています。



ストレージアーキテクチャ

このセクションのストレージアーキテクチャのガイドラインを使用して、エンタープライズ医用画像システム用のストレージインフラを構成します。

ストレージ階層

一般的なエンタープライズ医用画像環境は、複数の異なるストレージ階層で構成されています。各階層には、パフォーマンスとストレージプロトコルに関する固有の要件があります。ネットアップのストレージはさまざまな RAID テクノロジをサポートしており、詳細についてはこちらをご覧ください ["こちらをご覧ください"](#)。以下に、NetApp AFF ストレージシステムが、イメージングシステムのさまざまなストレージ階層のニーズに対応する仕組みを示します。

- * パフォーマンス・ストレージ（階層 1）。* この階層は、データベース、OS ドライブ、VMware VMFS（Virtual Machine File System）データストアなどに、高いパフォーマンスと高い冗長性を提供します。ONTAP に設定されているように、ブロック I/O は、ファイバを介して SSD の共有ストレージアレイに移動されます。最小レイテンシは 1 ミリ秒～3 ミリ秒で、一時的にピークは 5 ミリ秒に設定されます。このストレージ階層は通常、短期保存キャッシュに使用されます。通常、オンライン DICOM 画像にすばやくアクセスするための 6～12 か月の画像保存に使用されます。この階層は、イメージキャッシュやデータベースバックアップなどに高パフォーマンスと高冗長性を提供します。ネットアップのオールフラッシュアレイは、持続可能な帯域幅で 1 ミリ秒未満のレイテンシを実現します。これは、一般的なエンタープライズ医用画像環境で想定されるサービス時間よりもはるかに短くなります。NetApp ONTAP RAID-TEC は、3 つのディスク障害に対応するためにトリプルパリティ RAID）と RAID DP（2 つのディスク障害に対応するためにダブルパリティ RAID）の両方をサポートしています。
- * アーカイブ・ストレージ（階層 2）。* この階層は、一般的なコスト最適化ファイル・アクセス、大容量ボリューム用の RAID 5 または RAID 6 ストレージ、長期的な低コスト / パフォーマンス・アーカイブに使用されます。NetApp ONTAP RAID-TEC は、3 つのディスク障害に対応するためにトリプルパリティ RAID）と RAID DP（2 つのディスク障害に対応するためにダブルパリティ RAID）の両方をサポートしています。FlexPod の NetApp FAS を使用すると、NFS / SMB 経由で SAS ディスクアレイにアプリケーション I/O をイメージングできます。NetApp FAS システムは、持続可能な帯域幅で最大 10 ミリ秒のレイテンシを実現します。エンタープライズ医用画像システム環境のストレージティア 2 では、予想されるサービス時間よりもはるかに短くなります。

ハイブリッドクラウド環境でのクラウドベースのアーカイブは、S3 などのプロトコルを使用してパブリッククラウドストレージプロバイダにアーカイブする場合に使用できます。NetApp SnapMirror テクノロジを使用すると、オールフラッシュアレイまたは FAS アレイから低速のディスクベースストレージアレイ、または Cloud Volumes ONTAP for AWS、Azure、Google Cloud にイメージデータをレプリケーションできます。

NetApp SnapMirror は、業界をリードするデータレプリケーション機能を備えており、ユニファイドデータレプリケーションによって医療画像システムを保護します。フラッシュ、ディスク、クラウドにわたるクロスプラットフォームレプリケーションにより、データファブリック全体でデータ保護管理を簡易化できます。

- ネットアップストレージシステム間でデータをシームレスかつ効率的に転送し、同じターゲットボリュームと I/O ストリームを使用してバックアップとディザスタリカバリの両方をサポートします。
- 任意のセカンダリボリュームにフェイルオーバーします。セカンダリストレージ上の任意のポイントインタイム Snapshot からリカバリします。
- データ損失ゼロの同期レプリケーション（RPO=0）により、最も重要なワークロードを保護します。
- ネットワークトラフィックを削減効率的な運用でストレージの設置面積を縮小
- 変更されたデータブロックのみが転送されるため、ネットワークトラフィックが軽減されます。
- 重複排除、圧縮、コンパクションなどのストレージ効率化のメリットを、転送時もプライマリストレージで維持できます。

- ・ネットワーク圧縮機能によりインライン効率化をさらに向上

詳細については、"こちらをご覧ください"こちらをご覧ください。

次の表は、一般的な医用画像システムで特定の遅延およびスループットパフォーマンス特性に必要な各階層を示しています。

ストレージ階層	要件	ネットアップが推奨します
1.	1 ~ 5 ミリ秒の遅延 35 ~ 500 Mbps のスループット	1 ミリ秒未満のレイテンシ AFF が設定された AFF A300 ハイアベイラビリティ (HA) ペアで 2 台のディスクシェルフを使用すると、最大 1.6GBps のスループットを処理できます
2.	オンプレミスアーカイブ	FAS で最大 30 ミリ秒のレイテンシを実現
	クラウドへのアーカイブ	Cloud Volumes ONTAP への SnapMirror レプリケーション、または NetApp StorageGRID ソフトウェアによるバックアップのアーカイブ

ストレージネットワーク接続

FC ファブリック

- ・FC ファブリックは、コンピューティングからストレージへのホスト OS I/O に対応します。
- ・2 つの FC ファブリック（ファブリック A とファブリック B ）がそれぞれ Cisco UCS ファブリック A と UCS ファブリック B に接続されています。
- ・各コントローラノードには、2 つの FC 論理インターフェイス（LIF）を備えた Storage Virtual Machine (SVM) があります。各ノードで、1 つの LIF をファブリック A に接続し、もう 1 つの LIF をファブリック B に接続します
- ・16Gbps FC のエンドツーエンド接続は、Cisco MDS スイッチ経由で行われます。単一のイニシエータポート、複数のターゲットポート、およびゾーニングがすべて設定されている必要があります。
- ・FC SAN ブートは、完全なステートレスコンピューティングを作成するために使用されます。サーバは、AFF ストレージクラスタでホストされているブートボリューム内の LUN からブートされます。

iSCSI 、 NFS 、 SMB / CIFS 経由のストレージアクセス用の IP ネットワーク

- ・各コントローラノードの SVM に iSCSI LIF が 2 つあります。各ノードで 1 つの LIF をファブリック A に接続し、2 つ目の LIF をファブリック B に接続します
- ・NAS データ LIF が各コントローラノードの SVM に 2 つあります。各ノードで 1 つの LIF をファブリック A に接続し、2 つ目の LIF をファブリック B に接続します
- ・スイッチ N9k-B への 10Gbps リンク用のストレージポートインターフェイスグループ（仮想ポートチャネル [vPC] ）、スイッチ N9k-B への 10Gbps リンク用
- ・VM からストレージへの ext4 または NTFS ファイルシステムのワークロード：

- IP 経由の iSCSI プロトコル。
- NFS データストアでホストされている VM :
 - VM OS I/O は、 Nexus スイッチを介して複数のイーサネットパスを経由します。

インバンド管理（アクティブ / パッシブボンド）

- 管理スイッチ N9k-B に 1Gbps リンク、管理スイッチ N9k-B に 1Gbps リンク

バックアップとリカバリ

FlexPod データセンターは、ネットアップの ONTAP データ管理ソフトウェアで管理されるストレージアレイ上に構築されます。ONTAP ソフトウェアは 20 年以上にわたって進化し、VM 、 Oracle データベース、 SMB / CIFS ファイル共有、 NFS 向けにさまざまなデータ管理機能を提供してきました。また、 NetApp Snapshot テクノロジ、 SnapMirror テクノロジ、 NetApp FlexClone データレプリケーションテクノロジなどの保護テクノロジも提供します。NetApp SnapCenter ソフトウェアには、 VM 、 SMB / CIFS ファイル共有、 NFS 、 Oracle データベースのバックアップとリカバリに ONTAP の Snapshot 、 SnapRestore 、 FlexClone 機能を使用するためのサーバと GUI クライアントがあります。

NetApp SnapCenter ソフトウェアを採用しています "特許取得済み" Snapshot テクノロジ：ネットアップストレージボリューム上に、 VM または Oracle データベース全体のバックアップを瞬時に作成します。 Oracle Recovery Manager (RMAN) と比較すると、 Snapshot コピーはブロックの物理コピーとして格納されないため、フルベースラインバックアップコピーは必要ありません。 Snapshot コピーは、 Snapshot コピーが作成されたときに ONTAP WAFL ファイルシステムに存在していたストレージブロックへのポインタとして格納されます。このような物理的な緊密な関係により、 Snapshot コピーは元のデータと同じストレージアレイ上に保持されます。 Snapshot コピーはファイルレベルで作成することもでき、バックアップをより細かく制御できます。

Snapshot テクノロジは、 Redirect-On-Write 方式に基づいています。最初はメタデータポインタのみを格納し、最初のデータ変更がストレージブロックに送信されるまでスペースをあまり消費しません。既存のブロックが Snapshot コピーによってロックされている場合、新しいブロックは ONTAP WAFL ファイルシステムによってアクティブコピーとして書き込まれます。この方法を用いると、書き込み時の変更手法で発生する二重書き込みを回避できます。

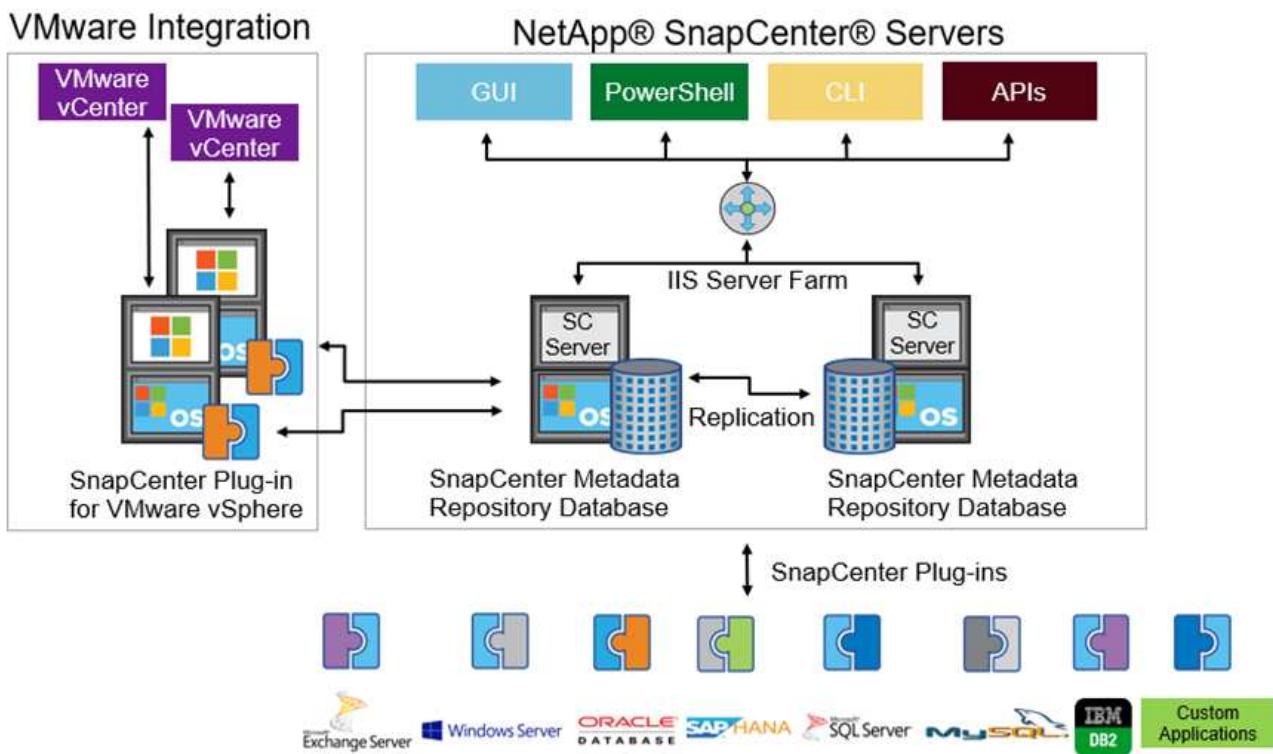
Oracle データベースのバックアップでは、 Snapshot コピーを使用することで時間を大幅に削減できます。たとえば、 RMAN のみを使用したバックアップの完了に 26 時間を要した場合、 SnapCenter ソフトウェアを使用した場合、完了までに 2 分未満かかることがあります。

また、データのリストアではデータブロックはコピーされず、 Snapshot コピーの作成時にアプリケーションと整合性のある Snapshot ブロックイメージへのポインタが反転されるため、 Snapshot バックアップコピーをほぼ瞬時にリストアできます。 SnapCenter クローニングでは、既存の Snapshot コピーへのメタデータポインタの独立したコピーが作成され、ターゲットホストに新しいコピーがマウントされます。このプロセスは、高速かつストレージ効率にも優れています。

次の表に、 Oracle RMAN と NetApp SnapCenter ソフトウェアの主な違いをまとめます。

	バックアップ	リストア	クローン	フルバックアップが必要です	スペース使用量	オフサイトへのコピー
RMAN を使用します	遅い	遅い	遅い	はい。	高	はい。
SnapCenter	高速	高速	高速	いいえ	低	はい。

次の図に、SnapCenter のアーキテクチャを示します。



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。MetroCluster は、ONTAP ソフトウェアのフリー機能で、別々の場所または障害ドメインにある 2 つのONTAP クラスタ間でデータと設定を同期的にミラーリングします。MetroCluster は、クラスタに書き込まれたデータを同期的にミラーリングすることで、RPO（Recovery Point Objective：目標復旧時点）ゼロという 2 つの目標を自動的に処理することで、アプリケーション用の継続的な可用性を備えたストレージを提供します。ほぼゼロの RTO（Recovery Time Objective：目標復旧時間）：2 番目のサイトのデータをミラーリングし、2 番目のサイトの MetroCluster でデータへのアクセスを自動化することで、2 つのサイトにある 2 つの独立したクラスタ間でデータと設定を自動的にミラーリングすることができます。1 つのクラスタ内でストレージがプロビジョニングされると、2 番目のサイトの 2 つ目のクラスタに自動的にミラーリングされます。NetApp SyncMirror テクノロジは、RPO がゼロのすべてのデータの完全なコピーを提供します。そのため、1 つのサイトのワークロードをいつでも反対のサイトに切り替えて、データを失うことなくデータの提供を継続できます。詳細については、[こちらをご覧ください](#)。

ネットワーキング

Cisco Nexus スイッチのペアは、コンピューティングからストレージへの IP トライフィックと、医用画像システムイメージビューアの外部クライアントへの冗長パスを提供します。

- ポートチャネルと vPC を使用するリンクアグリゲーションは、全体的に採用されており、より高い帯域幅と高可用性を実現します。
 - vPC は、ネットアップストレージアレイと Cisco Nexus スイッチの間で使用されます。
 - vPC は、Cisco UCS ファブリックインターフェイスクノットと Cisco Nexus スイッチの間で使用されます。
 - 各サーバには、ユニファイドファブリックへの冗長接続を持つ仮想ネットワークインターフェイスカード（vNIC）があります。冗長性を確保するために、ファブリックインターフェイスクノット間で NIC フェ

イルオーバーが使用されます。

- 各サーバには仮想 Host Bus Adapter (vHBA) があり、ユニファイドファブリックに冗長接続されます。
- Cisco UCS ファブリックインターフェースは、推奨されるようにエンドホストモードで設定され、アップリンクスイッチへの vNIC のダイナミックなピン接続を提供します。
- FC ストレージネットワークは、Cisco MDS スイッチのペアによって提供されます。

コンピューティング： Cisco Unified Computing System

異なるファブリックインターフェースを介して 2 つの Cisco UCS ファブリックが、2 つの障害ドメインを提供します。各ファブリックは、IP ネットワークスイッチと別々の FC ネットワークスイッチの両方に接続されます。

各 Cisco UCS ブレードのサービスプロファイルは、FlexPod ESXi を実行するためのベストプラクティスに従って作成されます。各サービスプロファイルには、次のコンポーネントが必要です。

- NFS、SMB / CIFS、およびクライアントまたは管理トラフィックを伝送する 2 つの vNIC (各ファブリックに 1 つ)
- NFS、SMB / CIFS、およびクライアントまたは管理トラフィック用の vNIC に追加の必要な VLAN
- iSCSI トラフィックを伝送する 2 つの vNIC (各ファブリックに 1 つ)
- ストレージへの FC トラフィック用に 2 つのストレージ FC HBA (ファブリックごとに 1 つ)
- SAN ブート

仮想化

VMware ESXi ホストクラスタはワークロード VM を実行します。クラスタは、Cisco UCS ブレードサーバ上で実行される ESXi インスタンスで構成されます。

各 ESXi ホストには、次のネットワークコンポーネントが含まれます。

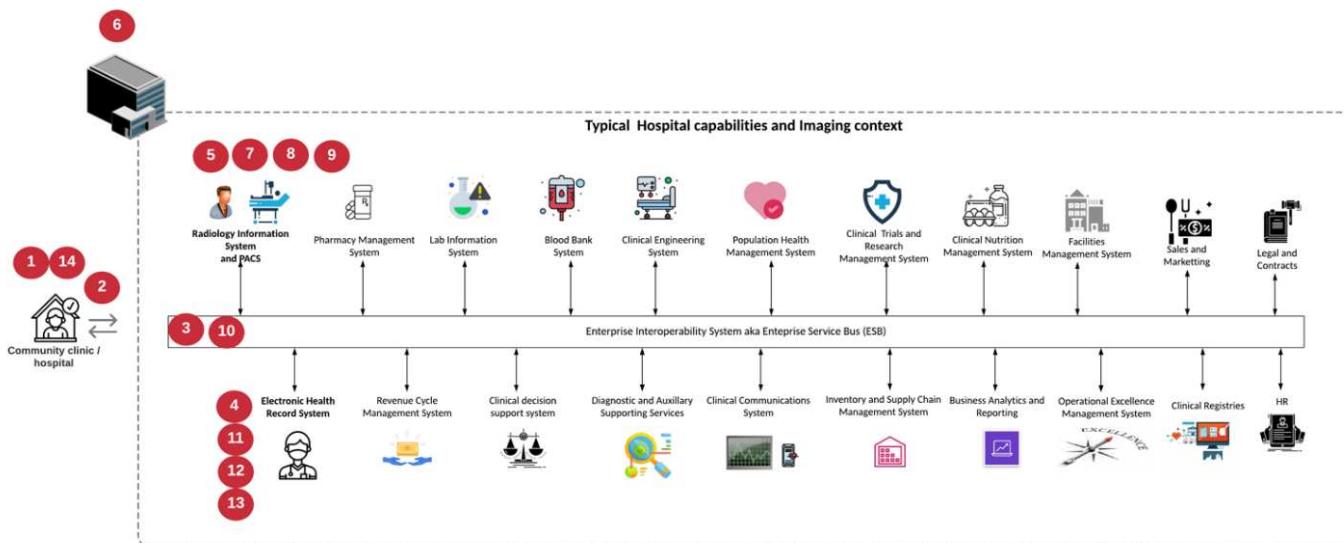
- FC または iSCSI で SAN をブートします
- ネットアップストレージ上のブート LUN (ブート OS 専用 FlexVol 内)
- NFS、SMB / CIFS、または管理トラフィック用の 2 つの VMNIC (Cisco UCS vNIC)
- ストレージへの FC トラフィック用に 2 つのストレージ HBA (Cisco UCS FC vHBA)
- 標準スイッチまたは分散仮想スイッチ (必要に応じて)
- ワークロード VM 用の NFS データストア
- VM の管理、クライアントトラフィックネットワーク、およびストレージネットワークポートグループ
- 各 VM の管理、クライアントトラフィック、ストレージアクセス (NFS、iSCSI、または SMB / CIFS) 用のネットワークアダプタ
- VMware DRS が有効になりました
- ストレージへの FC または iSCSI パスに対してネイティブマルチパスが有効化されています
- VM の VMware スナップショットがオフになっています
- VM のバックアップ用に VMware 用に NetApp SnapCenter を導入

医用画像システムのアーキテクチャ

医療機関では、医療画像システムは重要なアプリケーションであり、患者の登録から始まり、収益サイクルで請求関連の活動を終えるまでの臨床ワークフローに統合されています。

次の図は、一般的な大病院におけるさまざまなシステムを示しています。この図は、一般的な医用画像システムのアーキテクチャコンポーネントを拡大する前に、医療画像システムにアーキテクチャのコンテキストを提供することを目的としています。ワークフローは多岐にわたり、病院やユースケースによって異なります。

次の図は、患者、コミュニティクリニック、および大規模な病院のコンテキストにおける医用画像システムを示しています。



1. 患者は、症状があるコミュニティクリニックを訪問します。相談中に、地域の医師は、 HL7 オーダーメッセージの形式で、より大きな病院に送信されるイメージングオーダーを作成します。
2. 地域の医師の EHR システムは、 HL7 オーダー / ORD メッセージを大規模な病院に送信します。
3. エンタープライズ相互運用性システム（ Enterprise Service Bus （ ESB ）とも呼ばれる）は、注文メッセージを処理し、注文メッセージを EHR システムに送信します。
4. EHR は注文メッセージを処理します。患者記録が存在しない場合は、新しい患者記録が作成されます。
5. EHR はイメージングオーダーを医療画像システムに送信します。
6. 患者は、画像検査の予約のために大病院に電話をかけます。
7. イメージング受信およびレジストレーションデスクは、放射線情報または同様のシステムを使用して、イメージング予約のための患者をスケジュールします。
8. 患者が到着して画像取得の予約が行われ、画像またはビデオが作成されて PACS に送信されます。
9. 放射線科医は画像を読み取り、ハイエンド／ GPU グラフィック対応の診断ビューアを使用して PACS 内の画像に注釈を付けます。特定の画像処理システムには、画像処理ワークフローに組み込まれた人工知能（ AI ）対応の効率向上機能があります。
10. 画像オーダーの結果は、 ESB を介して HL7 ORU メッセージがオーダー結果として EHR に送信されます。
11. EHR はオーダー結果を患者の記録に処理し、サムネイル画像をコンテキスト対応のリンクで実際の DICOM 画像に配置します。EHR 内からより高い解像度の画像が必要な場合、医師は診断ビューアを起動できます。

12. 医師が画像をレビューし、患者の記録に医師のメモを入力します。医師は、臨床決定支援システムを使用してレビュープロセスを強化し、患者の適切な診断を支援することができます。
13. EHR システムは、注文結果メッセージの形式で注文結果をコミュニティ病院に送信します。この時点で、コミュニティ病院が完全な画像を受信できる場合、画像は WADO または DICOM 経由で送信されます。
14. 地域の医師が診断を完了し、次の手順を患者に提供します。

典型的な医療画像システムでは、N 層構造のアーキテクチャが採用されています。医療画像処理システムのコアコンポーネントは、さまざまなアプリケーションコンポーネントをホストするアプリケーションサーバーです。一般的なアプリケーションサーバーは、Java ランタイムベースまたは C# .NET CLR ベースです。ほとんどのエンタープライズ医療画像処理ソリューションでは、Oracle データベースサーバ、MS SQL Server、または Sybase をプライマリデータベースとして使用しています。さらに、一部のエンタープライズ医療画像システムでは、地理的領域でのコンテンツの高速化とキャッシュにデータベースを使用しています。企業の医療画像システムの中には、MongoDB や Redis などの NoSQL データベースを、DICOM インターフェイスや API 用のエンタープライズ統合サーバと組み合わせて使用するものもあります。

一般的な医療画像システムでは、診断ユーザー / 放射線医、または画像をオーダーした臨床医または医師の 2 人の異なるユーザーセットの画像にアクセスできます。

放射線科医は一般的に、仮想デスクトップインフラの物理的または一部であるハイエンドのコンピューティングワークステーションおよびグラフィックスワークステーションで実行されている、グラフィック対応の診断ビューアを使用します。仮想デスクトップインフラへの移行を開始しようとしている場合は、詳細情報を参照して "[こちらをご覧ください](#)" ください。

ハリケーン・カトリナがルイジアナ州の主要な教育病院の 2 つを破壊したとき、リーダーたちは集まって、3000 台以上の仮想デスクトップを含む復元力のある電子カルテ・システムを記録的に構築しました。ユースケースリファレンスアーキテクチャと FlexPod リファレンスバンドルに関する詳細については、を参照してください "[こちらをご覧ください](#)"。

臨床医は 2 つの主要な方法で画像にアクセスします。

- * ウェブベースのアクセス。 * PACS 画像を患者の電子医療記録（EMR）へのコンテキスト認識リンクとして埋め込み、画像ワークフロー、手順ワークフロー、進捗状況メモワークフローなどに配置できるリンクとして EHR システムで使用されます。Web ベースのリンクは、患者ポータルを介して患者に画像アクセスを提供するためにも使用されます。Web ベースアクセスでは、コンテキスト対応リンクと呼ばれるテクノロジーパターンが使用されます。コンテキスト認識リンクは、DICOM メディアへの静的リンク /URI 、またはカスタムマクロを使用して動的に生成されたリンク /URI のいずれかです。
- * シッククライアント。 * 一部のエンタープライズ医療システムでは、シッククライアントベースのアプリケーションを使用して画像を表示することもできます。シッククライアントは、患者の EMR 内から起動することも、スタンドアロンアプリケーションとして起動することもできます。

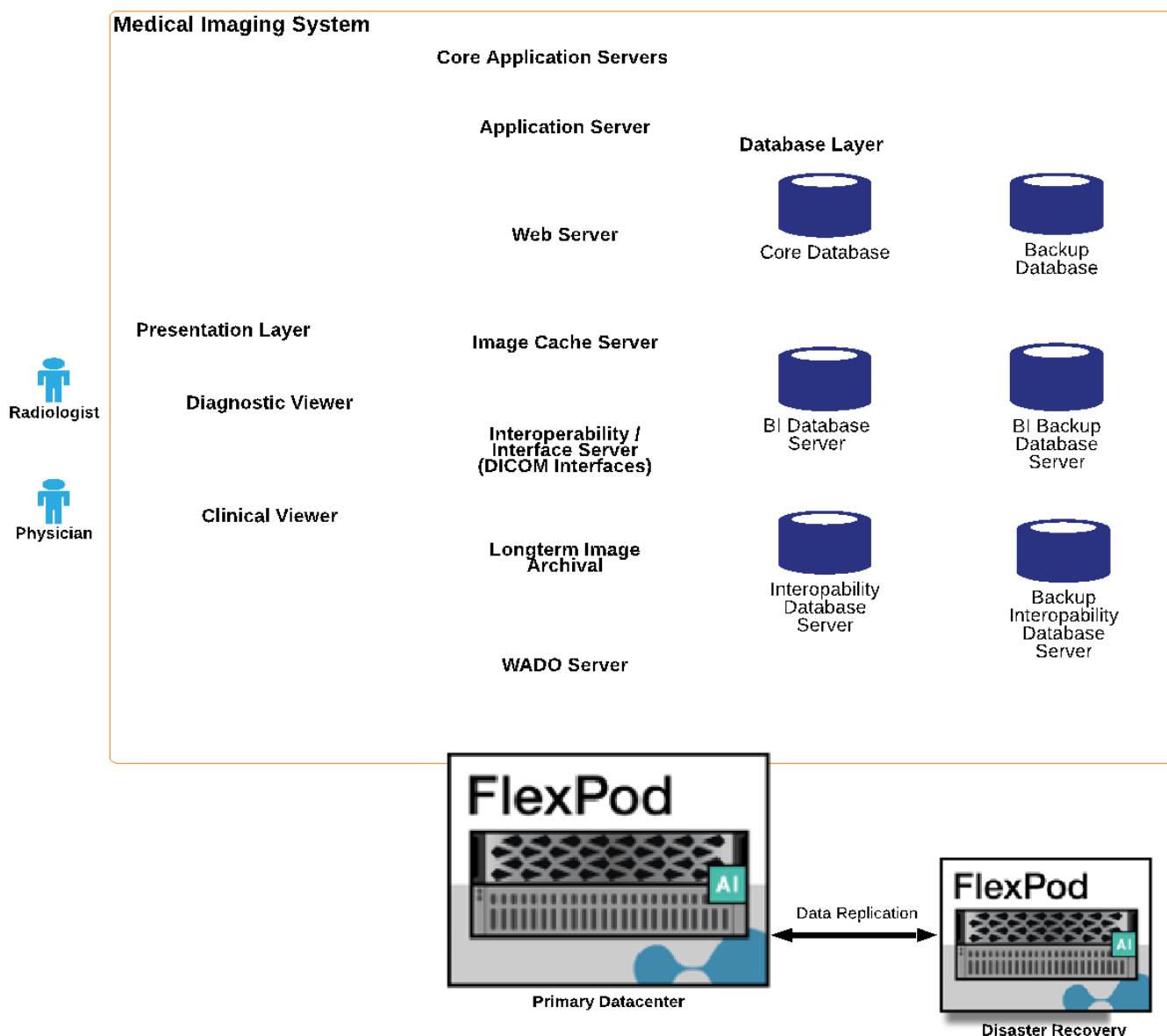
医療画像システムは、医師または CIN 参加医師のコミュニティに画像アクセスを提供します。典型的な医療画像システムには、医療機関内外の他の医療 IT システムと画像の相互運用を可能にするコンポーネントが含まれています。コミュニティの医師は、Web ベースのアプリケーションを使用して画像にアクセスするか、画像交換プラットフォームを利用して画像の相互運用性を実現できます。画像交換プラットフォームでは、通常、WADO または DICOM を基盤となる画像交換プロトコルとして使用します。

医療画像システムは、PACS または画像システムを教室で使用する必要のある学術医療センターもサポートします。学術活動をサポートするために、一般的な医療画像システムでは PACS システムの機能をより小さな設置面積で、または教育のみの画像環境で使用できます。一般的なベンダーに依存しないアーカイブシステムや一部のエンタープライズクラスの医療画像システムでは、DICOM 画像タグモーフィング機能を使用して、教育目的で使用される画像を匿名化できます。タグモーフィングにより、医療機関はベンダーに依存しな

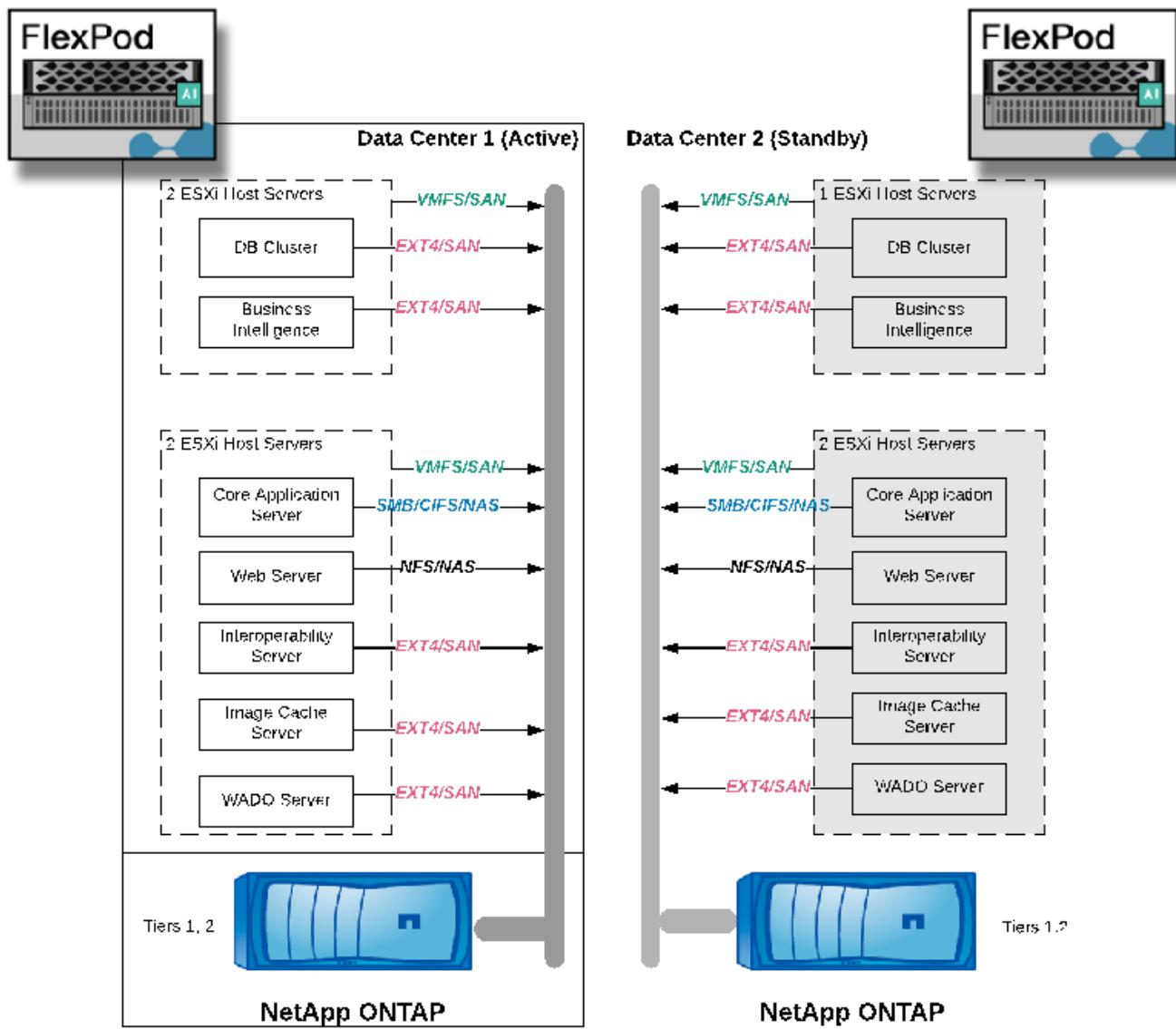
い方法で、異なるベンダーの医療画像システム間で DICOM 画像を交換できます。また、タグモーフィングにより、医療画像システムは医療画像に対して企業全体のベンダーに依存しないアーカイブ機能を実装できます。

医療用画像システムは "GPU ベースのコンピューティング機能"、画像を前処理して効率を向上させることで、人間のワークフローを強化するために使用され始めています。一般的なエンタープライズ医療画像システムでは、業界をリードするネットアップの Storage Efficiency 機能を利用しています。企業の医療画像システムでは、通常、バックアップ、リカバリ、リストアのアクティビティに RMAN を使用します。パフォーマンスを向上させ、バックアップの作成にかかる時間を短縮するために、Snapshot テクノロジをバックアップ処理に使用でき、SnapMirror テクノロジをレプリケーションに使用できます。

次の図は、階層構造ビュー内の論理アプリケーションコンポーネントを示しています。



次の図は、物理アプリケーションコンポーネントを示しています。



論理アプリケーションコンポーネントを使用するには、インフラが多様なプロトコルとファイルシステムをサポートしている必要があります。NetApp ONTAP ソフトウェアは、業界をリードするプロトコルとファイルシステムをサポートしています。

次の表に、アプリケーションコンポーネント、ストレージプロトコル、およびファイルシステムの要件を示します。

アプリケーションコンポーネント	SAN/NAS	ファイルシステムのタイプ	ストレージ階層	レプリケーションの種類
VMware ホスト本番データベース	ローカル	SAN	VMFS	ティア 1
アプリケーション	VMware ホスト本番データベース	担当者	SAN	VMFS
ティア 1	アプリケーション	VMware ホスト本番アプリケーション	ローカル	SAN

アプリケーションコンポーネント	SAN/NAS	ファイルシステムのタイプ	ストレージ階層	レプリケーションの種類
VMFS	ティア 1	アプリケーション	VMware ホスト本番アプリケーション	担当者
SAN	VMFS	ティア 1	アプリケーション	コアデータベースサーバ
SAN	ext4	ティア 1	アプリケーション	バックアップデータベースサーバ
SAN	ext4	ティア 1	なし	イメージキャッシュサーバ
NAS	SMB/CIFS	ティア 1	なし	アーカイブサーバ
NAS	SMB/CIFS	ティア 2	アプリケーション	Web サーバ
NAS	SMB/CIFS	ティア 1	なし	WADO サーバ
SAN	NFS	ティア 1	アプリケーション	ビジネスインテリジェンスサーバ
SAN	NTFS	ティア 1	アプリケーション	ビジネスインテリジェンスバックアップ
SAN	NTFS	ティア 1	アプリケーション	相互運用性サーバ
SAN	ext4	ティア 1	アプリケーション	相互運用性データベースサーバ

解決策インフラのハードウェアコンポーネントとソフトウェアコンポーネント

次の表に、医用画像システム用 FlexPod インフラストラクチャのハードウェアコンポーネントとソフトウェアコンポーネントをそれぞれ示します。

レイヤー (Layer)	製品ファミリー	数量とモデル	詳細
コンピューティング	Cisco UCS 5108 シャーシ	1 または 2	年間調査数をサポートするためには必要なブレード数に基づきます
	Cisco UCS ブレードサーバ	B200 M5	20 コア以上、2.7GHz 以上、128-384GB RAM を搭載した各年の調査数に基づくブレードの数
	Cisco UCS 仮想インターフェイスカード (VIC)	Cisco UCS 1440	を参照してください
	Cisco UCS ファブリックインターフェイスカード × 2	6454 以降	–
ネットワーク	Cisco Nexus スイッチ	Cisco Nexus 3000 シリーズまたは 9000 シリーズ × 2	–

レイヤー (Layer)	製品ファミリー	数量とモデル	詳細
ストレージネットワーク	SMB / CIFS 、 NFS 、または iSCSI プロトコル経由のストレージアクセス用の IP ネットワーク	上記と同じネットワークスイッチ	–
	FC 経由のストレージアクセス	Cisco MDS 9132T × 2	–
ストレージ	NetApp AFF A400 オールフラッシュストレージシステム	1 つ以上の HA ペア	2 つ以上のノードで構成されるクラスタ
	ディスクシェルフ	1 台以上の DS224C または NS224 ディスクシェルフ	24 本のドライブをフル装備
	SSD の場合	容量が 24 、 2TB 以上	–

ソフトウェア	製品ファミリー	バージョンまたはリリース	詳細
エンタープライズ医療画像システム	MS SQL または Oracle データベースサーバ	医療画像システムのベンダーから提案されているとおりです	
	MongoDB サーバのような SQL DB はありません	医療画像システムのベンダーから提案されているとおりです	
	アプリケーションサーバ	医療画像システムのベンダーから提案されているとおりです	
	統合サーバ (MS BizTalk 、 MuleSoft 、 Rhapsody 、 Tibco)	医療画像システムのベンダーから提案されているとおりです	
	仮想マシン	Linux (64 ビット)	
	仮想マシン	Windows Server (64 ビット)	
ストレージ	ONTAP	ONTAP 9.7 以降	
ネットワーク	Cisco UCS ファブリックインターフェイスト	Cisco UCS Manager 4.1 以降	
	Cisco イーサネットスイッチ	9.2(3) i7(2) 以降	
	Cisco FC : Cisco MDS 9132T	8.4(2) 以降	
ハイパーバイザー	ハイパーバイザー	VMware vSphere ESXi 6.7 U2 以降	

ソフトウェア	製品ファミリー	バージョンまたはリリース	詳細
管理	ハイパーバイザ管理システム	VMware vCenter Server 6.7 U1 (vCSA) 以降	
	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 9.7 以降	
	SnapCenter	SnapCenter 4.3 以降	

解決策のサイジング

ストレージのサイジング

このセクションでは、スタディの数と、対応するインフラストラクチャ要件について説明します。

次の表に示すストレージ要件では、既存のデータは、プライマリシステム（第1層、第2層）で1年間の調査で1年間の増加に加えて予測されるものであることを前提としています。最初の2年間で、3年間の成長予測に伴う追加のストレージニーズも個別に記載します。

	小規模	中	大規模
年次研究	< 250K の研究	250K ~ 500K の研究	50万 ~ 100万件の調査
ティア1ストレージ			
IOPS (平均)	1.5、000 ~ 5、000	5k ~ 15K	15K ~ 40K
IOPS (ピーク)	5k	20K	65K
スループット	50 ~ 100Mbps	50 ~ 150Mbps	100 ~ 300Mbps
キャパシティデータセンター1（1年間の古いデータと1年間の新しい調査）	70TB	140TB	260TB
キャパシティデータセンター1（新しい調査のために4年間必要）	25TB	45TB	80TB
キャパシティデータセンター2（1年間の古いデータと1年間の新しい調査）	45TB	110TB	165TB
キャパシティデータセンター2（新しい調査のために4年間必要）	25TB	45TB	80TB
ティア2ストレージ			
IOPS (平均)	1、000	2、000	3、000
容量データセンター1.	320TB	800TB	2、000TB

コンピューティングのサイジング

次の表は、小規模、中規模、および大規模の医用画像システムの計算要件を示しています。

	小規模	中	大規模
年次研究	< 250K の研究	250K ~ 500K の研究	50 万 ~ 100 万件の調査
データセンター 1			
VM の数	21	27	35
仮想 CPU (vCPU) の総数	56	124	220
必要な総メモリ容量	225GB	450 GB	900GB
物理サーバ (ブレード) の仕様 (vCPU 1 個 = コア 1 個を想定)	サーバ × 4 、 20 コア、 1 、 192 GB RAM	サーバ × 8 (20 コア、 各 128GB RAM)	サーバ × 14 、 20 コア、 128GB の RAM
データセンター 2.			
VM の数	15	17	22
vCPU の合計数	42	72	140
必要な総メモリ容量	179GB	243GB	513GB
物理サーバ (ブレード) の仕様 (vCPU 1 個 = コア 1 個を想定)	サーバ × 3 (各 20 コア、 168GB RAM)	サーバ × 6 、 各サーバのコア数は 20 、 RAM 容量は 128GB です	サーバ × 8 、 24 コア、 128GB の RAM

ネットワークと Cisco UCS インフラのサイジング

次の表は、小規模、中規模、および大規模の医用画像システムのネットワークと Cisco UCS インフラストラクチャの要件を示しています。

	小規模	中	大規模
データセンター 1			
ストレージノードポートの数	Converged Network Adapter (CNA ; 統合ネットワークアダプタ) × 2 、 FCS × 2	CNA × 2 、 FCS × 2	CNA × 2 、 FCS × 2
IP ネットワークスイッチポート (Cisco Nexus 9000)	48 ポートスイッチ	48 ポートスイッチ	48 ポートスイッチ
FC スイッチ (Cisco MDS)	32 ポートスイッチ	32 ポートスイッチ	48 ポートスイッチ
Cisco UCS シャーシ数	5108 × 1	5108 × 1	5108 × 2
Cisco UCS ファブリックインターフェース	2 × 6332	2 × 6332	2 × 6332
データセンター 2.			

	小規模	中	大規模
Cisco UCS シャーシ数	5108 x 1	5108 x 1	5108 x 1
Cisco UCS ファブリックインターフェース	2 x 6332	2 x 6332	2 x 6332
ストレージノードポートの数	CNA x 2、 FCS x 2	CNA x 2、 FCS x 2	CNA x 2、 FCS x 2
IP ネットワークスイッチポート (Cisco Nexus 9000)	48 ポートスイッチ	48 ポートスイッチ	48 ポートスイッチ
FC スイッチ (Cisco MDS)	32 ポートスイッチ	32 ポートスイッチ	48 ポートスイッチ

ベストプラクティス

ストレージのベストプラクティス

高可用性

ネットアップストレージクラスタはあらゆるレベルで高可用性を提供します。

- ・ クラスタノード
- ・ バックエンドストレージの接続
- ・ 3 つのディスク障害に対応できる RAID-TEC
- ・ 2 つのディスクに障害が発生しても運用を継続できる RAID DP
- ・ 各ノードから 2 つの物理ネットワークへの物理接続
- ・ ストレージ LUN およびボリュームへの複数のデータパス

セキュアマルチテナンシー

ネットアップの Storage Virtual Machine (SVM) は、セキュリティドメイン、ポリシー、および仮想ネットワークを分離するための仮想ストレージアレイ構造を提供します。ストレージクラスタのデータをホストするテナント組織ごとに専用の SVM を作成することを推奨します。

ネットアップストレージのベストプラクティス

次のネットアップストレージのベストプラクティスを考慮してください。

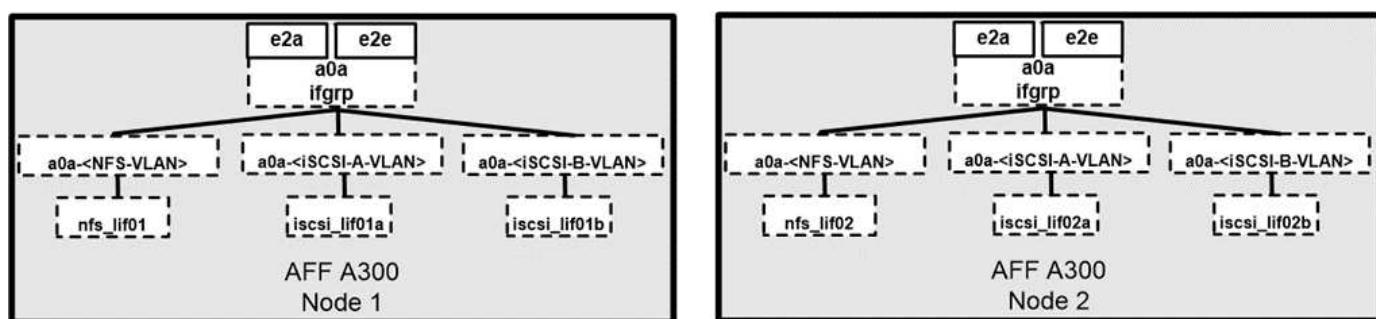
- ・ サポート概要情報を HTTPS 経由でネットアップに送信する NetApp AutoSupport テクノロジは常に有効にしてください。
- ・ 可用性と移動性を最大限に高めるために、NetApp ONTAP クラスタ内の各ノードに各 SVM 用に LIF が作成されていることを確認してください。Asymmetric Logical Unit Access (ALUA；非対称論理ユニットアクセス) は、パスを解析し、アクティブな最適化 (直接) パスとアクティブな非最適化パスを識別するために使用されます。ALUA は、FC、FCoE、iSCSI の両方に使用されます。
- ・ LUN のみが含まれるボリュームは内部でマウントする必要がなく、ジャンクションパスも必要ありません。

- ESXi でチャレンジハンドシェイク認証プロトコル (CHAP) をターゲット認証に使用する場合は、ONTAP でも設定する必要があります。CLI (「vserver iscsi security create」) または NetApp ONTAP System Manager (ストレージ > SVM > SVM 設定 > プロトコル > iSCSI でイニシエータセキュリティを編集) を使用します。

SAN ブート

Cisco UCS サーバの SAN ブートは、FlexPod Datacenter 解決策に実装することを推奨します。この手順により、オペレーティングシステムを NetApp AFF ストレージシステムによって安全に保護し、パフォーマンスを向上させることができます。この解決策で概説している設計では、iSCSI SAN ブートを使用します。

iSCSI SAN ブートでは、各 Cisco UCS サーバに 2 つの iSCSI vNIC (各 SAN ファブリックに 1 つずつ) が割り当てられ、ストレージへのすべての方法で冗長接続が提供されます。この例では、Cisco Nexus スイッチに接続された e2a と e2e のストレージポートを、インターフェイスグループ (ifgrp) と呼ばれる 1 つの論理ポートにグループ化しています (この例では a0a)。iSCSI VLAN は igroup 上に作成され、iSCSI ポートグループ (この例では、a0a-<iscsi-A-vlan>) 上に iSCSI LIF が作成されます。iSCSI ブート LUN は、igroup を使用して iSCSI LIF を通じてサーバに公開されます。この方法では、許可されたサーバのみがブート LUN にアクセスできます。ポートと LIF のレイアウトについては、次の図を参照してください。



NAS ネットワークインターフェイスとは異なり、SAN ネットワークインターフェイスは障害発生時にフェイリオーバーするように設定されません。代わりに、ネットワークインターフェイスが使用できなくなった場合は、ホストによって、使用可能なネットワークインターフェイスへの最適パスが新たに選択されます。ネットアップがサポートする標準の ALUA は、SCSI ターゲットに関する情報を提供します。これにより、ホストはストレージへの最適なパスを識別できます。

ストレージ効率とシンプロビジョニング

ネットアップは、プライマリワーカロードに対して初めて重複排除を実行する場合や、圧縮機能を強化して小さなファイルと I/O を効率的に格納するインラインデータコンパクションを使用する場合など、Storage Efficiency の革新的なテクノロジで業界をリードしてきました。ONTAP は、インライン重複排除とバックグラウンド重複排除のほか、インライン圧縮とバックグラウンド圧縮の両方をサポートしています。

ブロック環境で重複排除のメリットを実現するには、LUN をシンプロビジョニングする必要があります。VM 管理者からは引き続き LUN がプロビジョニング済み容量として認識されますが、重複排除による削減効果は他のニーズに使用できるようにボリュームに戻されます。これらの LUN は、LUN の 2 倍の容量でシンプロビジョニングされた FlexVol に導入することを推奨します。この方法で LUN を導入した場合、FlexVol ボリュームは単なるクオータとして機能し、LUN が消費するストレージは、FlexVol とその包含アグリゲートでレポートされます。

重複排除による削減効果を最大限に高めるために、バックグラウンド重複排除のスケジュール設定を検討しただし、これらのプロセスは、実行時にシステムリソースを使用します。そのため、あまりアクティブでない時間帯 (週末など) にスケジュールを設定するか、頻繁に実行して、処理される変更データの量を減らすことを推奨します。AFF システムでの自動バックグラウンド重複排除は、フォアグラウンドアクティビティに対する

る影響を大幅に軽減します。バックグラウンド圧縮（ハードディスクベースのシステムの場合）でもリソースが消費されるため、パフォーマンス要件が限定されたセカンダリワーカーロードでのみ使用することを検討してください。

サービス品質

ONTAP ソフトウェアを実行するシステムでは、ONTAPストレージ QoS 機能を使用して、スループットをメガビット / 秒 (Mbps) で制限できます。また、ファイル、LUN、ボリューム、SVM 全体などのさまざまなストレージオブジェクトの IOPS を制限できます。アダプティブ QoS を使用して、IOPS の下限 (QoS 最小) と上限 (QoS 最大) を設定します。これは、データストアの容量と使用済みスペースに基づいて動的に調整されます。

スループットの制限は、不明なワークロードや、導入前のテストワークロードを制御して、他のワークロードに影響しないことを確認するのに役立ちます。また、これらの制限を使用して、特定された Bully ワークロードを制限することもできます。IOPS に基づく最小サービスレベルもサポートされており、ONTAP の SAN オブジェクトに一貫したパフォーマンスを提供できます。

NFS データストアでは、QoS ポリシーを FlexVol ボリューム全体またはボリューム内の個々の仮想マシンディスク (VMDK) ファイルに適用できます。ONTAP LUN を使用する VMFS データストア (Hyper-V の Cluster Shared Volume (CSV) ; クラスタ共有ボリューム) では、LUN を含む FlexVol または個々の LUN に QoS ポリシーを適用できます。ただし、ONTAP は VMFS を認識しないため、個々の VMDK ファイルに QoS ポリシーを適用できません。VSC 7.1 以降で VMware 仮想ボリューム (vVol) を使用する場合、ストレージ機能プロファイルを使用して個々の VM に最大 QoS を設定できます。

VMFS または CSV を含む LUN に QoS ポリシーを割り当てるには、VSC ホームページのストレージシステムメニューから ONTAP SVM (「Vserver」と表示)、LUN パス、およびシリアル番号を取得します。ストレージシステム (SVM) を選択し、Related Objects > SAN を選択します。この方法は、いずれかの ONTAP ツールを使用して QoS を指定する場合に使用します。

オブジェクトの QoS の最大スループット制限を Mbps と IOPS で設定できます。両方を使用する場合は、最初に到達した制限が ONTAP によって適用されます。ワークロードには複数のオブジェクトを含めることができます。QoS ポリシーは 1 つ以上のワークロードに適用できます。ポリシーを複数のワークロードに適用すると、ポリシーの制限はワークロード全体に適用されます。ネストされたオブジェクトはサポートされません (たとえば、ボリューム内のファイルについては、各ファイルに独自のポリシーを設定することはできません)。QoS の最小値は IOPS 単位でのみ設定できます。

ストレージレイアウト

ここでは、ストレージ上の LUN、ボリューム、およびアグリゲートのレイアウトに関するベストプラクティスを示します。

Storage LUNs

最適なパフォーマンス、管理、バックアップを実現するために、LUN 設計に関する次のベストプラクティスを推奨します。

- データベースデータとログファイルを格納するための独立した LUN を作成します。
- Oracle データベースログバックアップを格納するために、インスタンスごとに個別の LUN を作成します。LUN は同じボリュームに属することができます。
- データベースファイルとログファイル用にシンプロビジョニングを使用して LUN をプロビジョニング (スペースリザベーションオプションを無効に) します。
- すべてのイメージングデータは FC LUN でホストされます。FlexVol ボリューム内にこれらの LUN を作成

します。これらの LUN は、異なるストレージコントローラノードに所有されているアグリゲート間に分散されています。

ストレージボリューム内の LUN の配置については、次のセクションのガイドラインに従ってください。

ストレージボリューム

最適なパフォーマンスと管理を実現するために、ボリューム設計に関する次のベストプラクティスを推奨します。

- I/O負荷の高いクエリを使用して、別々のストレージボリュームにデータベースを分離します。
- データファイルは1つのLUNまたはボリュームに配置できますが、スループットを高めるためには複数のボリューム/LUNを使用することを推奨します。
- 複数のLUNを使用する場合は、サポートされている任意のファイルシステムを使用してI/Oの並列処理を実現できます。
- データベースファイルとトランザクションログは別々のボリュームに配置すると、リカバリの精度が向上します。
- 自動サイズ、Snapshotリザーブ、QoSなどのボリューム属性の使用を検討してください。

アグリゲート

アグリゲートは、ネットアップストレージ構成のプライマリストレージコンテナであり、データディスクとパリティディスクの両方で構成される1つ以上のRAIDグループを含みます。

ネットアップでは、データファイルとトランザクションログファイルが分離された共有アグリゲートと専用アグリゲートを使用して、さまざまなI/Oワーカロード特性分析テストを実施しました。このテストでは、複数のRAIDグループとドライブ（HDDまたはSSD）を使用する1つの大規模なアグリゲートによって、ストレージパフォーマンスが最適化されて向上するとともに、管理者が次の2つの理由から管理しやすくなることが実証されています。

- 1つの大きなアグリゲートで、すべてのドライブのI/O機能をすべてのファイルで使用できます。
- 1つの大きなアグリゲートで、最も効率的なディスクスペースを使用できます。

効果的なディザスタリカバリを実現するために、ディザスタリカバリサイトの別のストレージクラスタの一部であるアグリゲートに非同期レプリカを配置し、SnapMirrorテクノロジを使用してコンテンツをレプリケートすることを推奨します。

ストレージのパフォーマンスを最適化するために、アグリゲートには少なくとも10%の空きスペースを確保することを推奨します。

AFF A300システム（24ドライブ搭載の2台のディスクシェルフ）のストレージアグリゲートのレイアウトガイドには、次のものがあります。

- スペアドライブを2本用意します。
- アドバンストディスクパーティショニングを使用して、各ドライブにルートとデータの3つのパーティションを作成します。
- アグリゲートごとに合計20個のデータパーティションと2個のパリティパーティションを使用します。

バックアップのベストプラクティス

NetApp SnapCenter は、VM とデータベースのバックアップに使用されます。バックアップに関する次のベストプラクティスを推奨します。

- ・バックアップ用の Snapshot コピーを作成するために SnapCenter を導入している場合は、VM とアプリケーションデータをホストする FlexVol の Snapshot スケジュールを無効にします。
- ・ホストポート LUN 専用の FlexVol を作成します。
- ・同じ目的に使用する VM に、同様のバックアップポリシーまたは単一のバックアップポリシーを使用します。
- ・ワーカロードタイプに応じて同様のバックアップポリシーまたは単一のバックアップポリシーを使用します。たとえば、すべてのデータベースワーカロードに同様のポリシーを使用します。データベース、Web サーバ、エンドユーザ仮想デスクトップなどに異なるポリシーを使用します。
- ・SnapCenter でバックアップの検証を有効にします。
- ・バックアップ Snapshot コピーのアーカイブを NetApp SnapVault バックアップ解決策に設定します。
- ・アーカイブスケジュールに基づいて、プライマリストレージでのバックアップの保持を設定します。

インフラのベストプラクティス

ネットワークのベストプラクティス

ネットアップでは、ネットワークに関する次のベストプラクティスを推奨しています。

- ・システムに、本番トラフィックとストレージトラフィック用に冗長な物理 NIC が搭載されていることを確認します。
- ・コンピューティングとストレージの間で iSCSI、NFS、SMB / CIFS のトラフィック用に VLAN を分離
- ・システムに、医療画像システムへのクライアントアクセス専用の VLAN が含まれていることを確認してください。

ネットワークに関するその他のベストプラクティスについては、FlexPod インフラの設計および導入ガイドを参照してください。

コンピューティングのベストプラクティス

推奨されるコンピューティングのベストプラクティスは次のとおりです。

- ・指定した各 vCPU が物理コアでサポートされていることを確認してください。

仮想化のベストプラクティス

仮想化に関する次のベストプラクティスを推奨します。

- ・VMware vSphere 6 以降を使用。
- ・ESXi ホストサーバの BIOS と OS レイヤを Custom Controlled – High Performance に設定します。
- ・バックアップはピーク時以外の時間帯に作成してください。

医療画像システムのベストプラクティス

一般的な医用画像システムの次のベストプラクティスといくつかの要件を参照してください。

- ・仮想メモリをオーバーコミットしないでください。
- ・vCPU の総数が物理 CPU の数と同じであることを確認してください。
- ・大規模な環境では、専用の VLAN が必要です。
- ・専用の HA クラスタを使用してデータベース VM を設定する。
- ・VM OS の VMDK が高速階層 1 のストレージでホストされていることを確認します。
- ・医療画像システムベンダーと協力して、迅速な導入とメンテナンスのために VM テンプレートを準備する最適な方法を特定します。
- ・管理、ストレージ、本番環境のネットワークでは、VMware vMotion 用に独立した VLAN を使用して、データベースを LAN で分離する必要があります。
- ・"SnapMirror"vSphereベースのレプリケーションではなく、というNetAppストレージアレイベースのレプリケーションテクノロジを使用します。
- ・VMware API を活用したバックアップテクノロジを使用します。バックアップウィンドウは通常の業務時間外にする必要があります。

まとめ

FlexPod で医療画像処理環境を実行することで、医療機関はスタッフの生産性の向上と設備投資と運用コストの削減を期待できます。FlexPod は、Cisco とネットアップの戦略的パートナーシップにより、検証済みで厳格にテストされた統合インフラを提供します。予測可能な低レイテンシのシステムパフォーマンスと高可用性を実現するように特別に設計されています。このアプローチにより、医療画像システムのユーザーに優れたユーザーエクスペリエンスと最適な応答時間が実現します。

医用画像処理システムのさまざまなコンポーネントが、SMB / CIFS、NFS、ext4、NTFS ファイルシステムのデータストレージを必要とします。そのため、インフラで、NFS、SMB / CIFS、SAN の各プロトコル経由でデータアクセスを提供する必要があります。ネットアップストレージシステムでは、これらのプロトコルを单一のストレージアレイでサポートしています。

高可用性、ストレージ効率、Snapshot コピーベースのスケジュールされた高速バックアップ、高速リストア処理、ディザスタリカバリ用のデータレプリケーション、FlexPod ストレージインフラ機能は、いずれも業界をリードするデータストレージと管理システムを提供します。

追加情報

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 サイトを参照してください。

- ・『FlexPod Datacenter for AI / ML with Cisco UCS 480 ML for Deep Learning Design Guide』を参照してください
- ["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_c480m5l_aiml_design.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_c480m5l_aiml_design.html)

- VMware vSphere 6.7 U1、Cisco UCS 第 4 世代、および NetApp AFF A シリーズを使用した FlexPod データセンターインフラ
["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_datacenter_vmware_n etappaffa.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_datacenter_vmware_n etappaffa.html)
- SnapCenter 解決策 Datacenter を使用した FlexPod データベース・バックアップの概要
["https://www.netapp.com/us/media/sb-3999.pdf"](https://www.netapp.com/us/media/sb-3999.pdf)
- Cisco UCS および NetApp AFF A シリーズ上の FlexPod データセンターと Oracle RAC データベース
["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_orc12cr2_affaseries.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_orc12cr2_affaseries.html)
- Oracle Linux 上の Oracle RAC を使用する FlexPod データセンター
["https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_orcrac_12c_bm.html"](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_orcrac_12c_bm.html)
- FlexPod for Microsoft SQL Server の略
["https://flexpod.com/solutions/use-cases/microsoft-sql-server/"](https://flexpod.com/solutions/use-cases/microsoft-sql-server/)
- Cisco とネットアップが提供する FlexPod
["https://flexpod.com/"](https://flexpod.com/)
- "MongoDB 向けネットアップソリューション" 解決策 Brief (ネットアップログインが必要)
["https://fieldportal.netapp.com/content/734702"](https://fieldportal.netapp.com/content/734702)
- TR-4700 : 『 SnapCenter Plug-in for Oracle Database 』
["https://www.netapp.com/us/media/tr-4700.pdf"](https://www.netapp.com/us/media/tr-4700.pdf)
- ネットアップの製品マニュアル
["https://www.netapp.com/us/documentation/index.aspx"](https://www.netapp.com/us/documentation/index.aspx)
- 仮想デスクトップインフラ (VDI) for FlexPod ソリューション
["https://flexpod.com/solutions/use-cases/virtual-desktop-infrastructure/"](https://flexpod.com/solutions/use-cases/virtual-desktop-infrastructure/)

著作権に関する情報

Copyright © 2025 NetApp, Inc. All Rights Reserved. Printed in the U.S.このドキュメントは著作権によって保護されています。著作権所有者の書面による事前承諾がある場合を除き、画像媒体、電子媒体、および写真複写、記録媒体、テープ媒体、電子検索システムへの組み込みを含む機械媒体など、いかなる形式および方法による複製も禁止します。

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

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

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

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

権利の制限について：政府による使用、複製、開示は、DFARS 252.227-7013（2014年2月）およびFAR 5225.227-19（2007年12月）のRights in Technical Data -Noncommercial Items（技術データ - 非商用品目に関する諸権利）条項の(b)(3)項、に規定された制限が適用されます。

本書に含まれるデータは商用製品および / または商用サービス（FAR 2.101の定義に基づく）に関係し、データの所有権はNetApp, Inc.にあります。本契約に基づき提供されるすべてのネットアップの技術データおよびコンピュータソフトウェアは、商用目的であり、私費のみで開発されたものです。米国政府は本データに対し、非独占的かつ移転およびサブライセンス不可で、全世界を対象とする取り消し不能の制限付き使用権を有し、本データの提供の根拠となった米国政府契約に関連し、当該契約の裏付けとする場合にのみ本データを使用できます。前述の場合を除き、NetApp, Inc.の書面による許可を事前に得ることなく、本データを使用、開示、転載、改変するほか、上演または展示することはできません。国防総省にかかる米国政府のデータ使用権については、DFARS 252.227-7015(b)項（2014年2月）で定められた権利のみが認められます。

商標に関する情報

NetApp、NetAppのロゴ、<http://www.netapp.com/TM>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。