

# VMAXオールフラッシュストレージファミリー

## 詳細な概要



### 要約

高密度化し、垂直型のマルチレイヤーセルフラッシュテクノロジーによって進化した最近のエンジニアリングによって、大容量のマルチテラバイトフラッシュドライブが開発されました。こうした大容量フラッシュドライブの発表により、データセンター内のエンタープライズアプリケーション向け主要ストレージメディアとして機能していた従来のハードドライブと同様の経済性をフラッシュドライブも持つようになる転換期の到来が大幅に早まりました。Dell EMCのエンジニアは、この転換期を見越して、VMAX®オールフラッシュファミリー発表に至りました。このホワイトペーパーでは、オペレーションの原理、パッケージ、モダンデータセンター向けの最高レベルのオールフラッシュストレージ製品を構成する独自の機能の詳細情報を提供し、VMAXオールフラッシュファミリーの概要を詳細に説明します。

2016年9月

この資料に記載される情報は、「現状有姿」の条件で提供されています。EMC Corporationは、この資料に記載される情報に関する、どのような内容についても表明保証条項を設けず、特に、商品性や特定の目的に対する適応性に対する黙示の保証はいたしません。

本文書に記載される、いかなるEMCソフトウェアの使用、複製、頒布も、当該ソフトウェア ライセンスが必要です。

EMC<sup>2</sup>、EMC、およびEMCのロゴは、EMC Corporationの登録商標または商標です。その他の商標は、各社の商標又は登録商標です。  
Copyright © 2016 EMC Corporation. All rights reserved. (不許複製・禁無断転載) Published in the USA., 09/16、ホワイトペーパー、パーツ  
番号H14920.1

EMC Corporationは、この資料に記載される情報が、発行日時点で正確であるとみなしています。この情報は予告なく変更されることがあります。

EMCは現在、Dell企業グループの一社です。

## 目次

エグゼクティブ サマリー .....	5
対象読者 .....	5
<b>VMAXオール フラッシュ ファミリー .....</b>	<b>5</b>
背景 .....	5
VMAX オール フラッシュ アレイの概要 .....	5
VMAX オール フラッシュ システムの概要 .....	6
モジュラー ビルディング ブロック アーキテクチャ .....	7
Brick の概要 .....	7
<b>Brick エンジン .....</b>	<b>8</b>
Brick エンジン CPU コアの構成 .....	8
Brick エンジン キャッシュの構成 .....	9
Brick DAE (ドライブ アレイ エンクロージャ) .....	9
<b>VMAX 250F モデルの V-Brick DAE .....</b>	<b>9</b>
<b>VMAX 450F および VMAX 850F モデル Brick DAE .....</b>	<b>10</b>
VMAX オール フラッシュ Brick DAE の容量に関する重要事項: .....	11
<b>VMAXオール フラッシュにおけるフラッシュの最適化 .....</b>	<b>11</b>
VMAX オール フラッシュのキャッシュ アーキテクチャとキャッシュ アルゴリズム .....	11
フラッシュ セルの耐久性について .....	12
VMAX オール フラッシュの書き込みの増幅の削減 .....	12
FlashBoost でフラッシュのパフォーマンスを向上 .....	13
HYPERMAX OS .....	13
<b>VMAXオール フラッシュのデータ サービス .....</b>	<b>13</b>
SRDF によるリモート レプリケーション .....	13
Timefinder SnapVX によるローカル レプリケーション .....	14
eNAS を使用したブロックとファイル ストレージの統合 .....	14
組み込み管理 (組み込み型 Unisphere for VMAX) .....	15
<b>VMAXオール フラッシュ: 高可用性と復元性 .....</b>	<b>15</b>
<b>オープン システム向けのVMAXオール フラッシュ構成 .....</b>	<b>16</b>
VMAX 250F 向けオープン システム V-Brick システム構成 .....	16
VMAX 450F と VMAX 850F 向けのオープン システム V-Brick システム構成 .....	16

オープン システム V-Brick フロントエンド接続オプション .....	17
オープン システム VMAX オール フラッシュ ソフトウェア パッケージ .....	19
<b>メインフレーム向けVMAXオール フラッシュ .....</b>	<b>20</b>
VMAX 450F と 850F 向けのメインフレーム zBrick システム構成 .....	20
メインフレーム zBrick のフロント エンド接続オプション .....	21
メインフレーム向け VMAX オール フラッシュ ソフトウェア パッケージ .....	22
<b>まとめ .....</b>	<b>23</b>
<b>関連資料 .....</b>	<b>23</b>

## エグゼクティブ サマリー

2016年、フラッシュストレージに従来の回転式HDD(ハードディスクドライブ)メディアと同等の密度と経済性が備わるという転換期が訪れました。この転換期で、エンタープライズ データセンター内のデータ ストレージ ランドスケープが根本的に変わりました。オール フラッシュのエンタープライズ ストレージ環境のニーズを満たすために、Dell EMCはVMAX オール フラッシュ ファミリーと呼ばれる新しいオール フラッシュ製品を提供します。

VMAX オール フラッシュ ファミリーによって、オール フラッシュに関する話題は、ミッション クリティカルな復元性、ネイティブで信頼性の高いエンタープライズ データ サービス、ブロック ストレージを超えるワークロードの統合を含めた領域にまで広がります。VMAX オール フラッシュは、エンタープライズ フラッシュ ストレージ領域で競合他社とは一線を画しており、お客様に次を提供します。

- エンタープライズ レベルのフラッシュ ストレージ要件でほかにはない99.9999%の可用性を実現する信頼性の高いアーキテクチャ
- SRDF や Timefinder SnapVX(リモートおよびローカル レプリケーション テクノロジーのゴールド スタンダード)を含む業界で最も信頼性の高いデータ サービス
- 同じシステム内に共存するブロックとファイルのワークロード両方で優れたフロア タイルあたりのフラッシュ密度

VMAX オール フラッシュは、プランニング、オーダー、管理において優れた簡易性をお客様に提供します。VMAX オール フラッシュ モデルはVMAX 250F、VMAX 450F、VMAX 850Fの3種になります。お客様は、シンプルなモジュラー型アーキテクチャを使用して、スケールアップやスケールアウトできます。各VMAX オール フラッシュ モデルは、事前パッケージ済みのソフトウェア バンドル「F」のエントリー パッケージ、またはより包括的な「FX」パッケージでオーダーできます。各VMAX オール フラッシュ モデルには、簡単かつシンプルにストレージの管理と監視ができるUnisphere for VMAXが標準装備で組み込まれています。また、VMAX オール フラッシュはメンテナンスとライセンスが非常にシンプルなため、お客様の製品 TCO(総所有コスト)を大幅に削減します。

VMAX オール フラッシュ ファミリーは、エンタープライズ データセンターのランドスケープを実際に変えました。この革新的な製品の主要コンポーネントとメリットについては、このドキュメントの次のセクションで詳しく説明します。

## 対象読者

このホワイト ペーパーは、Dell EMC のお客様、潜在的なお客様、Dell EMC セールスならびにサポート スタッフ、パートナー様、VMAX オール フラッシュ ストレージ アレイとその機能について理解を深めることに関心があるすべての方を対象としています。

## VMAX オール フラッシュ ファミリー

### 背景

何百万もの仮想デバイスと仮想マシンをサポートする必要性とともに、エンタープライズ ストレージの容量とストレージ パフォーマンスの要件は、ここ数年で大幅に増えています。従来の回転式ディスク メディアでもストレージ容量の要件を満たせますが、こうした環境におけるパフォーマンス要件(現在は数百万のIOPSで測定されています)を満たすことは困難になっています。

最近まで、業界はオール フラッシュ ストレージが高額に設定されているために苦境に陥っていましたが、フラッシュ テクノロジーの最近の進化、特に垂直型の3ビット チャージトラップ NAND アーキテクチャの開発によって、フラッシュ ストレージの容量と経済性において飛躍的な前進を遂げました。この飛躍的前進によって、フラッシュ ストレージは従来の回転式ディスク メディアと同じ経済性を持ち、転換期の到来に拍車がかかりました。新しいドライブの発表により、エンタープライズ データセンターは、高度な仮想環境のストレージ容量とパフォーマンスの要件を、手頃な価格で満たすことができるようになりました。

### VMAX オール フラッシュ アレイの概要

エンタープライズ ストレージ環境で新たに発生するニーズを満たすために、Dell EMCはVMAX オール フラッシュと呼ばれる新しいオール フラッシュ製品を発表します。VMAX オール フラッシュは、VMAX 250F、VMAX 450F、VMAX 850Fの特徴的な3つの基本モデルで提供されます。VMAX オール フラッシュ アレイの基盤は信頼性の高いDynamic Virtual Matrix アーキテクチャとHYPERMAX OSですが、真のオール フラッシュ アレイ(オール フラッシュのエンタープライズ データセンターのストレージ容量とパフォーマンスの要件を満たすことに特にターゲットを絞ったVMAX製品)であるためVMAX ハイブリッド アレイとは異なります。VMAX オール フラッシュ製品は特別な機能を備えた機能性の高いオール フラッシュであり、最高密度の構成で使用される新しい大容量フラッシュドライブを活用することを目的としています。VMAX オール フラッシュ アレ

いは、従来のストレージワークロードの経済性を満たしながら、高度な仮想環境で要求される信頼性の高いVMAX データ サービスを提供し、簡易性、容量、パフォーマンスを向上させます。

VMAX オール フラッシュ製品ラインは、次の主な設計目的を実現します。

- **パフォーマンス**: ワークロードやストレージ容量の使用率に関係なく、VMAX オール フラッシュは、エンタープライズ データセンターに一貫して予測可能な高パフォーマンスを提供し、150 GB/秒の帯域幅、0.5 ミリ秒未満のレイテンシで最大 400 万の IOPS を提供するように設計されています。
- **高可用性と復元性**: VMAX オール フラッシュは、単一障害点のない信頼性の高いアーキテクチャで構築され、実証された 99.9999% の可用性の実績があります。SRDF の使用により、お客様にはディザスタリカバリと迅速な再起動を可能にする、完全な複数サイトのレプリケーション オプションを提供します。
- **インライン圧縮**: 圧縮は、HYPERMAX OS による最も効率的な容量の管理を可能にする、省ディスクスペース機能です。HYPERMAX OS がシステムで実行する圧縮は、複数の圧縮範囲を使用し、システムで平均 2:1 の圧縮率を達成します。
- **NDM(無停止移行)**: NDM は、ホストとアプリケーションを新しい VMAX オール フラッシュ アレイに、ダウンタイムを発生させずに移行するプロセスの自動化を支援をします。
- **フラッシュドライブの耐久性を強化**: VMAX オール フラッシュにはフラッシュドライブの書き込みの増幅を最小限に抑える独自の機能があります。大容量のキャッシュを採用して書き込みを格納し、インテリジェントなデステージアルゴリズムを使用して、書き込みをより大規模なシーケンシャル書き込みに併合し、バックエンドへのランダム書き込み I/O を最小限に抑えます。また、VMAX オール フラッシュでは、バックエンドへの書き込み I/O の量を大幅に削減する実証済みの書き込み保持アルゴリズムを採用しています。
- **フラッシュ密度**: VMAX オール フラッシュは大容量のフラッシュドライブを使用して、業界最高の IOPS/TB/フロア タイルを実現します。VMAX オール フラッシュの大容量フラッシュドライブのサポートにより、その他多くのオール フラッシュ製品と比べ差別化された機能を提供します。このシステムで、フラッシュドライブ密度の増加、スケールの経済性、業界標準のフラッシュドライブテクノロジー向けにサプライヤーが提供する迅速なタイムトゥマーケットが活用できるようになります。
- **拡張性**: VMAX オール フラッシュ構成は「Brick」と呼ばれるモジュラービルディングブロックで構築されています。Brick には、エンジンと、初期の合計有効容量で事前構成済みのドライブの DAE が 2 台含まれています。Brick 容量は、フラッシュ容量パックと呼ばれる特定の有効容量の増分で拡張できます。
- **データサービス**: SRDF によるリモートレプリケーションと Timefinder SnapVX によるローカルレプリケーションで業界のゴールドスタンダードを完全にサポートします。また、VMAX オール フラッシュは、クリティカルなアプリケーションにおけるローカルレプリケーションの管理を容易にする Dell EMC AppSync と完全統合しています。
- **統合**: VMAX オール フラッシュは、オープンシステムブロックとファイルストレージを 1 つのフロアタイルに統合できる業界唯一のオールフラッシュストレージ製品です。VMAX オール フラッシュは、ファイバーチャネル、iSCSI、メインフレーム向け FICON を含む多くのフロントエンド接続オプションをサポートします。
- **効率化されたパッケージ**: VMAX オール フラッシュファミリーには「F」と「FX」オプションがあります。モデルにおける違いは特に、VMAX オール フラッシュ製品ライン向けに大幅に合理化されたソフトウェアパッケージに関連するものです。VMAX オール フラッシュのベースモデルは常に VMAX 250F、450F、850F と呼ばれます。ベースとなる「F」モデルは、エントリーレベルのソフトウェアパッケージを提供しており、組み込み型 Unisphere などの機能が含まれています。一方、「FX」には、エントリーレベル「F」のパッケージに加えて、SRDF などのより高度なソフトウェア製品が含まれています。
- **管理の容易さ**: 組み込み型 Unisphere for VMAX が、F と FX の両方のパッケージで提供されます。Unisphere for VMAX は直感的な管理インターフェイスです。IT 管理者がこのインターフェイスを使用すると、VMAX オール フラッシュストレージ資産のプロビジョニング、管理、監視に必要な時間が大幅に短縮され、生産性が最大限に高まります。VMAX オール フラッシュ内に Unisphere for VMAX が組み込まれているという事実によって、サーバとハードウェアを追加することなく、このようにシンプルに管理できるようになっています。FX パッケージには Unisphere 360 も含まれています。Unisphere 360 を使用すると、ストレージ管理者はデータセンター内のすべての VMAX のサイトレベルの稼働状況を表示したり、コードレベルやその他のインフラストラクチャ保守要件への準拠を調整したりできます。

## VMAX オール フラッシュ システムの概要

VMAX オール フラッシュは、最高密度のフラッシュ構成をサポートするように構築されています。VMAX オール フラッシュの大容量フラッシュドライブのサポートにより、その他多くのオールフラッシュ製品と比べ差別化された機能を提供します。そのため VMAX オール フラッシュでは、フラッシュドライブ密度の増加、スケールの経済性、業界標準のフラッシュドライブテクノロジー向けにサプライヤーが実現する、より迅速なタイムトゥマーケットを活用できるようになります。

大容量フラッシュドライブへの移行は、購入コストと全体的な総所有コストの面でハイブリッド アレイに代わる魅力的な手段を提供します。高パフォーマンス、予測可能なレイテンシ、密度の増加、電力供給と冷却のコストの節約、ドライブの交換の削減など、その他の VMAX オール フラッシュのメリットにより、オール フラッシュ ベースの VMAX ストレージ システムの導入を促進します。

## モジュラービルディングブロックアーキテクチャ

VMAX オール フラッシュでは、シンプルなアプライアンス ベースのソフトウェア パッケージとモジュラービルディングブロック構成で複雑性を低減し、構成と導入を容易にします。このアーキテクチャにより、必要に応じて予測可能な高パフォーマンスを提供するように拡張できます。こうしたビルディングブロックは「Brick」と呼ばれます。

VMAX オール フラッシュでは2種類のBrickが使用できます。

- **V-Brick**:ファイバー チャネルやiSCSI接続、FBAデバイスのフォーマットでオープン システム構成をサポートします。
- **zBrick**:FICON接続とCKDデバイスのフォーマットでメインフレーム構成をサポートします。

注:このドキュメントでは、V-BrickとzBrickの両方に適用される特徴や機能について説明する際は「Brick」という用語を使用します。zBrickについては、このドキュメントのVMAXオール フラッシュ メインフレーム サポート セクションで詳細に説明します。

## Brickの概要

VMAXオール フラッシュのコア要素はBrickです。各Brickには次のコンポーネントが装備されています。

- HYPERMAX OSを実行するDynamic Virtual Matrixアーキテクチャを使用するエンジン1台
- 複数の電源と相互接続ファブリックを備え、完全に冗長化したハードウェア
  - 単一障害点のないアーキテクチャ
  - 実証済みの99.9999%の可用性
- 2.5インチドライブ スロットを搭載するDAE(ドライブ アレイ エンクロージャ)2台
  - VMAX 250Fには、25スロットの2.5インチドライブが2台、VMAX 450F / 850Fには120スロットの2.5インチドライブが2台搭載
  - VMAXオール フラッシュのスターター ブリック構成には一定量の有効容量を搭載
  - V-Brickストレージ容量は「フラッシュ容量パック」、zBrickストレージ容量は「zCapacityパック」と呼ばれる定義された増分単位で追加されます。
- 最大32ポートのフロントエンド接続
- Brickあたり最大2 TBのキャッシュ

次の表では、さまざまなVMAXオール フラッシュ モデルのBrickの仕様について詳しく説明します。

表1. VMAX オール フラッシュ モデル別の Brick の仕様

コンポーネント	仕様	VMAX 250F	VMAX 450F	VMAX 850F
システムのレイアウト	必要なフロア タイル スペース	1	1~2	1~4
コンピューティング	システムあたりの Brick 数	1~2	1~4	1~8 台
	メインフレーム zBrick のサポート	いいえ	はい	はい
	システムあたりのコアの最大数	96	128	384
キャッシュ	Brick オプションあたりのキャッシュ	512 GB、1 TB、2 TB、	1 TB および 2 TB	
	混在キャッシュ サポート	はい	いいえ	いいえ
ポートとモジュール	V-Brick あたりの最大 FE モジュール数	8(V-Brick あたり合計 32 個の FE ポート)	6(V-Brick あたり合計 24 個の FE ポート)	
	zBrick あたりの最大 FE モジュール数	該当なし	6(zBrick あたり合計 24 個の FICON ポート)(1)	
	システムあたりの最大 FE ポート数	64	96	192
ドライブと容量	Brick の DAE タイプと数量	2 x 25 スロット、2.5 インチ (DAE25)	2 x 120 スロット、2.5 インチ	
	システムあたりの最大ドライブ数	100	960	1920
	システムあたりのオープンシステムの最大有効容量(1)	1 PBe	2 PBe	4 PBe
	システムあたりのメインフレームの最大有効	該当なし	800 TBu	1.7PBu

容量(2)			
スターターブリックの有効容量	11 TBu		53 TBu
フラッシュ容量パックの増分サイズ	11 TBu		13 TBu
RAID オプション	RAID 5(3+1)、 RAID 6(6+2)		RAID 5(7+1)、RAID 6(14+2)
サポートされる V-Brick フラッシュドライブの サイズ	960 GB、1.92 TB、3.84 TB、7.68 TB、15.36 TB		960 GB、1.92 TB、3.84 TB
サポートされる zBrick フラッシュドライブの サイズ	該当なし		960 GB、1.92 TB、3.84 TB

- (1) デフォルトのzBrickには2つのFICONモジュールが付属します。FICONモジュールは個別に追加注文できます
- (2) Dell EMCでは、製品に提供される物理ストレージ量を表す場合など、圧縮のない利用可能なストレージ容量の定義にPBu(とTBu)を使用します。圧縮がある場合の有効なストレージ容量の定義にはPBe(とTBe)を使用します。
  - (a) お客様に50TBuの物理ストレージがある場合、2:1の比率で圧縮可能なので、そのお客様には100TBe(有効なストレージ)があることとなります。

Brickの概念により、VMAXオールフラッシュを「スケールアップ」したり、「スケールアウト」したりできます。お客様は、フラッシュ容量パックを追加することでスケールアップできます。各フラッシュ容量パックには、VMAX 450F / VMAX 850Fモデルで13 TBuの倍数、VMAX 250Fモデルで11 TBuの倍数の使用可能なストレージがあります。VMAXオールフラッシュは、VMAX 250Fで最大2台のBrick、VMAX 450F / 850Fで最大8台のBrickを単一システムとして統合し、接続、処理、容量の各リソースを完全に共有することによって拡張性を実現します。Brickを追加してVMAXオールフラッシュシステムを拡張することにより、ワークロードに関係なく、予測可能かつ直線的なパフォーマンスの向上を生み出します。

## Brick エンジン

Brickエンジンは、高可用性を確保するために冗長的に組み込んだ中央I/O処理装置です。これは冗長ダイレクターで構成されます。各冗長ダイレクターには、マルチコアCPU、メモリモジュールが含まれ、フロントエンド、バックエンド、InfiniBandなどのユニバーサルI/OモジュールやフラッシュI/Oモジュールにインターフェイスを接続しています。

Brickエンジンの基盤は、信頼性に優れたDynamic Virtual Matrixアーキテクチャです。基本的には、仮想マトリクスによって冗長性のある内部InfiniBandファブリックにおけるダイレクター間の通信を可能にします。InfiniBandファブリックは、オールフラッシュアレイに必要な優れた拡張性、非常に低いレイテンシ、広帯域幅のバックボーンの基盤を提供します。また、この機能は上向きや外向きに拡張していくBrickの概念を可能にするために必要になります。

### Brick エンジン CPU コアの構成

Brickの各エンジンには2つのダイレクターがあり、各ダイレクターにはマルチコア、マルチスレッドのIntelプロセッサをサポートできるデュアルCPUソケットがついています。次の表では、各VMAXオールフラッシュモデルに対応するエンジンのCPUコアのレイアウトを詳しく説明します。

表2. VMAX オールフラッシュモデルごとの Brick エンジン CPU コア

VMAXオールフラッシュモデル	エンジンのCPUタイプ	ダイレクターあたりのコア数	Brickあたりのコア数	システムあたりの最大コア数
250F(V-Brickのみ)	デュアルIntel Broadwell 12コア	24	48	96(最大2台のBrick)
450F	デュアルIntel Ivy Bridge 8コア	16	32	128(最大4台のBrick)
850F	デュアルIntel Ivy Bridge 12コア	24	48	384(最大8台のBrick)

Brickエンジンは、コアをエンジンで実行されるフロントエンドサービス、バックエンドサービス、データサービス(SRDF、eNAS、組み込み管理など)に分散することで、コアを動的にロードバランシングできるコアプーリングメカニズムを採用しています。コアプールを動的に調整して、プールのバイアスをフロントエンドやバックエンドの負荷の高いワークロードにいつでもシフトし、特定の用途でソリューションをさらに最適化できます。

コアプールを動的に調整できるほか、VMAXオールフラッシュは特定のストレージグループのIOPSの最大数を設定するなど、高度なQoS(サービス品質)を実装する機能を備えています。これは、「ノイズ」な仮想マシンやホストによるシステムリソースの過度な消費を防ぐために、シス

テム コアの消費を適切に管理するうえで非常に役立ちます。QoSは、接続されたすべてのホストと仮想マシンが、均等に分散されたリソース量を受信し、IOPSとスループットの面で最大のパフォーマンスを提供できるようにします。

### Brick エンジン キャッシュの構成

Brickのすべてのダイレクターには16個のメモリ スロットがあり、32 GBと64 GBのDDR4 DIMMSを追加して、ダイレクターあたり最大1 TBのキャッシュ (Brickエンジンあたり最大2 TBのキャッシュ) を達成できます。

表3. VMAX オール フラッシュ モデル別 Brick エンジン キャッシュ構成

VMAXオール フラッシュ モデル	Brickあたりのキャッシュ容量	システムあたりの最大キャッシュ容量
250F (V- Brickのみ)	512 GB、1 TB、2 TB	4 TB (最大2台のBrick)
450F	1 TBまたは2 TB	8 TB (最大4台のBrick)
850F	1 TBまたは2 TB	16 TB (最大8台のBrick)

デュアルBrickのVMAXオール フラッシュ250Fモデルでは、システムは、異なるキャッシュ サイズで、エンジン (混在メモリ) を使用できます。たとえば、Brick Aのエンジンにおけるキャッシュは1 TB、Brick Bのエンジンにおけるキャッシュは512 TBにできます。これでシステムのキャッシュ サイズを合計1.5 TBにすることができます。エンジン間のキャッシュ サイズの違いは、1容量サイズ小さいか大きくする必要があります。VMAX 250Fで有効な混在メモリの構成は、次の表のとおりです。

表4. VMAX 250F の混在エンジン キャッシュ サイズ構成

混在メモリ構成	エンジン キャッシュの最小サイズ	エンジン キャッシュの最大サイズ	合計システム キャッシュ
構成1	512 GB	1 TB	1.5 TB
構成2	1 TB	2 TB	3 TB

注: VMAX 450Fと850Fモデルではエンジン間の混在キャッシュ サイズをサポートしません。これらのシステムでは、エンジン間のキャッシュ サイズを同じにする必要があります。

VMAXオール フラッシュ ファミリーは、システム エンジンでDCP (動的キャッシュ パーティション設定) をサポートします。DCPとは「開発」から「本番」など特定の環境向けにキャッシュ量を排除できるQoS機能です。また別の例として、eNASのサービスを使用しているシステムで「ブロック データ」から「ファイル データ」のキャッシュ リソースを分離するなどがあります。キャッシュ リソースを隔離・分離できることは、マルチテナント環境の重要なイネーブラーとなります。

## Brick DAE (ドライブ アレイ エンクロージャ)

### VMAX 250F モデルの V-Brick DAE

VMAX 250F の各 Brick には、2 台の 25 スロット、2.5 インチドライブ 2U 前面ロード DAE と、RAID 5 3+1 か RAID 6 6+2 の保護のいずれかを使用できる事前構成済みの初期容量 11 TBu が搭載されています。VMAX 250F DAE は 12 Gb/秒 SAS 接続をサポートし、12 Gb/秒の SAS フラッシュドライブが必要になります。6 Gb/秒の SAS 接続を使用するフラッシュドライブは VMAX 250F でサポートされません。VMAX 250F DAE には高可用性を実現するデュアル ポートのドライブ スロットとデュアル電源領域が搭載されています。

### 第1章. 完全に振り分けられた VMAX 250F V-Brick DAE

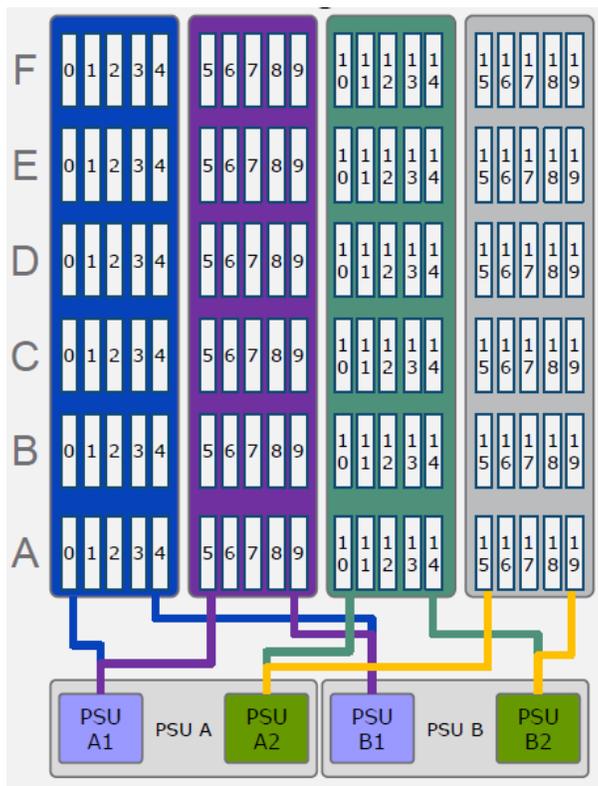


VMAX 250F システムには、増分 11 TBu のフラッシュ容量パックを使用して容量を追加し、Brick あたりの実効容量を最大 500 TBe に拡張できます。デュアル Brick の VMAX 250F は、単一のフロア タイル設置面積内でハーフ ラック(20U) 使用することで合計容量を最大 1 PBe に拡張できます。

### VMAX 450F および VMAX 850F モデル Brick DAE

VMAX 450F と VMAX 850F の各 Brick には、2 台の 120 スロット、2.5 インチドライブ、3U ドロワーの DAE と、RAID 5 7+1 か RAID 6 14+2 の保護のいずれかを使用できる事前構成済みの初期容量 53 TBu が搭載されています。VMAX 450F と VMAX 850F の各 Brick の DAE はデュアル ポートドライブ スロットを使用し、4 つの個別の電源領域を使用して単一障害点を排除します。次の図は VMAX 450F と VMAX 850F の Brick DAE のレイアウトを示します。

#### 第 2 章. VMAX 450F / VMAX 850F Brick DAE レイアウト: ドライブ スロットと電源領域



V-Brick には「フラッシュ容量パック」、zBrick には「zCapacity パック」と呼ばれる 13 TBu の倍数の増分で、システムにスケールアップ容量を追加できます。容量パックの概念により、VMAX 450F と VMAX 850F アレイの寿命を通して内部容量を大幅に増やすことができます(特に大容量フラッシュドライブを使用する場合)。VMAX 450F と VMAX 850F の各システムは、53 TBu の小規模の容量から始め、2 TB のキャッシュ エンジン 1 台で、最大 500 TBu の有効容量に拡張できます。DAE の空のスロットには、容量を追加できます。システム ベイに DAE を追加する必要がないため、簡単に拡張できます。2 台の Brick の VMAX 450F か VMAX 850F システム ベイが圧縮(2:1)を使用した 2 TB キャッシュ エンジンで展開している場合、お客様は、わずか 500 TB の物理ストレージを使用しながら単一のフロア タイルで最大 1 PBe のフラッシュ有効容量を持つことができます。平均的な 2:1 の圧縮を使用すると、VMAX 450F システムは 2 PBe、VMAX 850F システムは 4 PBe に拡張できます。



#### VMAX オール フラッシュ Brick DAE の容量に関する重要事項:

- VMAX オール フラッシュ アレイは、システム全体で単一の RAID 保護スキームを使用します。特定の保護スキームは、システムの最初の有効容量によって決まります。その後のすべての容量と Brick の追加には、追加の容量ブロックで使用されるドライブのサイズにかかわらず、最初の有効容量 (VMAX 450F と VMAX 850F は 53 TBu、VMAX 250F は 11 TBu) と同様の RAID 保護スキームが使用されます。
- VMAX オール フラッシュのアドレス可能な容量 (ホスト IO で利用可能な空き領域) はシステムの合計キャッシュ量により管理されます。通常は、1 TB の V-Brick エンジンのキャッシュで最大 250 TB のオープン システム ホストのアドレス可能なストレージをサポートします。1 TB の zBrick エンジンのキャッシュでは最大 100 TB のメインフレーム ホストのアドレス可能なストレージをサポートします。これは圧縮で VMAX オール フラッシュ システムを正しくサイジングする上で重要になります。たとえば、お客様に 2:1 の比率で圧縮した 1 PBe のアドレス可能なストレージが必要な場合、システムでは 4 TB のシステム キャッシュと 500 TB の物理ストレージが必要になることを意味しています。
- VMAX 250F、VMAX 450F、VMAX 850F の Brick DAE 内には、異なるサイズのフラッシュドライブが複数共存できます。
- Brick の RAID グループは両方の DAE にまたがって分散します。
- VMAX オール フラッシュは内部ストレージには「ダイヤモンド」サービス レベルを、クラウド アレイなどの外部ディスク ストレージには「最適化」サービス レベルを提供します。
- スペアドライブの要件は、エンジンあたり特定のタイプのドライブ 50 台ごとに 1 つのスペアで計算
- メインフレームの zBrick DAE では、960 GB、1.92 TB、3.84 TB のフラッシュドライブをサポート

## VMAX オール フラッシュにおけるフラッシュの最適化

オール フラッシュ ベースのストレージ システムは、最高レベルのパフォーマンスとそれらをサポートするエンタープライズ ストレージ プラットフォームからの復元性を必要とします。真のオール フラッシュ アレイの基盤は、耐用年数を最大限に延ばしながら、最新の高密度フラッシュドライブの集約したパフォーマンスを十分に活用できるアーキテクチャです。VMAX オール フラッシュには、フラッシュドライブの性能と寿命を最大にするために特別に設計された製品のアーキテクチャに組み込まれた機能がいくつかあります。このセクションでは、これらの機能の詳細について説明します。

## VMAX オール フラッシュのキャッシュ アーキテクチャとキャッシュ アルゴリズム

VMAX ファミリーは、大規模で高速な DRAM キャッシュ ベースのアーキテクチャに基づいて構築され、非常に複雑で、最適化されたアルゴリズムによって駆動します。これらのアルゴリズムでは、バックエンドへの物理アクセスを回避できる場合はそれによって、データへのアクセス速度を高めます。

Dell EMC は、キャッシュ アルゴリズムの開発と最適化に長年費やしてきました。VMAX のキャッシュ アルゴリズムは読み取りと書き込みを最適化し、キャッシュから処理される I/O を最大限に増やして、バックエンド フラッシュドライブへのアクセスを最小限に抑えます。システムは、IO の

参照のローカル性により、将来アプリケーションでどのようなデータが必要になるかを予測する試みも行います。また、このデータはキャッシュにプルします。

ディスクへのアクセスを最小限に抑えるキャッシュ アルゴリズムで使用される技術の一部を次に示します。

- ホストの書き込みは 100%キャッシュされます
- 読み取りの 50%以上がキャッシュされます
- 最新のデータは再び要求される可能性が最も高いので、長期間キャッシュに保存されます
  - シーケンシャル方式でインテリジェントなアルゴリズムがデステージします

## フラッシュ セルの耐久性について

ライト キャッシュの管理は、パフォーマンスを向上させるためには不可欠ですが、VMAX オール フラッシュがフラッシュドライブの耐久性の拡張にどのように役立つかも重要な部分になります。フラッシュドライブの寿命と耐久性は書き込み、特に小さいブロックのランダム書き込みによって最も影響を受けます。フラッシュ セルへの書き込みでは、セルで古いデータをまず消去してから新しいデータでプログラムする必要があります。このプロセスは P/E Cycle (Program and Erase Cycle) と呼ばれます。各フラッシュ セルには、摩耗する(データが保存できなくなる)前に耐える P/E サイクルの有限数があります。最新のフラッシュ セルのほとんどは、数千回の P/E サイクルに耐えることができます。

フラッシュに関する問題点の 1 つは、書き込み(通常は KB 単位)がフラッシュ ページに分散してしまうことです。書き込み処理の前に、ページがあるフラッシュ ブロック全体に存在するデータ(通常は MB 単位)を消去する必要があります。ページを消去する前に、フラッシュ コントローラチップはドライブで空の(消去された)場所を検出し、既存のデータをページからその場所にコピー(書き込み)します。フラッシュでのデータの書き込み方により、ホストからのシンプルな 4 KB の書き込みが何度もドライブの内部に書き込まれ、大量のセルで P/E サイクルが実行されることになる場合があります。この書き込みが倍増する作用は「書き込みの増幅」と呼ばれ、フラッシュ セルの耐久性に悪影響を及ぼします。この作用は、小さいブロックのランダム書き込みワークロードの場合にはさらに劇的な影響を及ぼします。この場合、多数の小さいブロックのランダム書き込みは、ドライブ全体で「移動する」傾向があり、さらに多数のセルに影響し、より大規模なセル分野で P/E サイクルを呼び出すこととなります。このデータは 1 つのフラッシュ ブロックにローカルでシーケンシャルに書き込まれているため、フラッシュ ページのサイズとの調整がやすく、より小規模の領域への P/E サイクルが含まれるので、書き込みの増幅は大規模なシーケンシャル書き込みではそこまで重要ではありません。

## VMAX オール フラッシュの書き込みの増幅の削減

フラッシュドライブの寿命を確実にするためには書き込みの増幅を正しく制御し、軽減する必要があります。制御されていない書き込みの増幅は、フラッシュストレージの早期消耗の一番の原因となっています。フラッシュセルの書き込みの増幅を制御することは、VMAX オール フラッシュの大きな強みの 1 つであり、競合他社のフラッシュ アレイと一線を画している理由でもあります。キャッシュで可能な限りデータを保存するインテリジェントなキャッシュ アルゴリズムのほか、VMAX オール フラッシュでは別の方法を採用してフラッシュへの書き込み量を最小限に抑えます。これらの方法は次のとおりです。

- **書き込みの保持:** 書き込みの保持では、ホストが特定のアドレス範囲に再書き込みする場合に、不要なディスク I/O を回避します。この再び書き込まれたデータは単純にキャッシュで置き換えられるだけで、フラッシュドライブに書き込まれることはありません。書き込みの保持では、フラッシュドライブへの書き込みを最大 50%減らすことができます。
- **書き込みの結合:** 書き込みの結合では、異なる時点からの後続の小さなランダム書き込みを 1 つの大規模なシーケンシャル書き込みにマージします。フラッシュドライブへの大規模な書き込みは、フラッシュドライブ内のページ サイズにより一致します。書き込みの結合により、VMAX オール フラッシュは非常にランダムな書き込みホストの I/O ワークロードを実行し、シーケンシャル書き込みワークロードとしてフラッシュドライブに表示できます。
- **Timefinder SnapVX の Nocopy モードでリンクされたターゲット機能:** Timefinder SnapVX では、ソース ボリュームのインパクトが非常に低い(スペース効率の高い)のポイント イン タイム スナップショットを提供します。通常、ユーザーがスナップショットからターゲット ボリュームのリンクを解除する場合、その多くは開発環境をセットアップする際に行われますが、ターゲットをリンク解除した後に使用する際には、ターゲットにソース ボリュームのフル ボリューム コピーが必要になります。これも結果として、バックエンドドライブ上の大量の書き込み処理により、バックエンド容量の使用が大幅に増えることとなります。Nocopy ターゲット ボリュームのリンクを解除した後もポイント イン タイムのイメージにアクセスできるため、SnapVX はこの要件を排除します。これにより、バックエンド フラッシュ デバイスは大量の書き込みアクティビティに耐える必要がなくなります。
- **高度なウェア分析:** VMAX オール フラッシュには、大容量のフラッシュドライブ向けに最適化された高度なドライブ ウェア分析も含まれています。これにより、書き込みがフラッシュ プール全体に分散され、ロードを調整し、特定のドライブへの過度の書き込みやウェアを回避します。これにより、ストレージ プールにおけるフラッシュドライブの管理に役立つだけでなく、システムに別のストレージを簡単に追加し、再バランシングできるようになります。

VMAX オール フラッシュで使用される書き込みの増幅におけるすべての削減手法により、バックエンドへの書き込みを大幅に削減します。これにより、アレイで使用されるフラッシュドライブの寿命を大幅に延長できます。

## FlashBoost でフラッシュのパフォーマンスを向上

Dell EMC では、製品のパフォーマンスを向上させる方法を常に模索しています。すべての新しいハードウェア プラットフォームとソフトウェアのリリースにより、パフォーマンスを妨げる潜在的なボトルネックを排除する強力な取り組みを企業として行っています。Dell EMC が導入し、HYPERMAX OS の一部として標準化した機能の 1 つが「FlashBoost」です。FlashBoost は、読み取り要求を、バックエンドのフラッシュドライブから直接処理することにより、HYPERMAX OS の効率性を最大限に向上します。このアプローチにより、グローバル キャッシュでの IO 処理に必要なステップをなくし、特にフラッシュドライブにおける読み取りのレイテンシを減らします。負荷の高い読み取りミス ワークロードがフラッシュ上に存在するお客様は、IOPS パフォーマンスを最大 100%向上させることができます。

## HYPERMAX OS

VMAX オール フラッシュ エンジンでは、信頼性が高く実証済みの HYPERMAX OS を活用します。HYPERMAX OS は、業界をリードする実証済みの高可用性、I/O 管理、サービス品質、データの整合性検証、データ移行、データ セキュリティの各機能をオープン アプリケーション プラットフォームで統合しています。HYPERMAX OS は、リアルタイムの無停止ストレージ ハイパーバイザーを初めて搭載し、従来はアレイの外部で実行されていたサービスにまで高可用性を拡張することで、組み込みサービスの管理および保護を行います。HYPERMAX OS の主な機能は、次に挙げるアレイで実行されるコア操作の管理です。

- ホストからの I/O を処理
- RAID 保護を実装
- ハードウェア リソースへの直接アクセスを許可することにより、パフォーマンスを最適化
- システム管理およびモニタリング
- ローカルおよびリモート レプリケーションを含むデータ サービスを実装

## VMAX オール フラッシュのデータ サービス

VMAX オール フラッシュの製品ラインには最高クラスのデータ サービスがついています。VMAX のデータ サービスは、アレイ上のお客様のデータの保護、管理、移行を支援するプロセスです。これらのサービスは VMAX 自体に組み込まれており、HYPERMAX OS ハイパーバイザーを使用してネイティブに実行され、リソースの抽象化レイヤーを提供します。これにより、データ サービスでは、アレイ内でプールされたリソース (CPU コア、キャッシュ、帯域幅) を共有できます。これを行うことで、システム全体のパフォーマンスを最適化すると同時に、環境の複雑さを軽減できます。リソース (システム キャッシュ、CPU コア、外部アプライアンス) を専用にする必要はありません。

VMAX オール フラッシュの製品ラインで最も求められるデータ サービスは次のとおりです。

- SRDF によるリモート レプリケーション
- Timefinder SnapVX によるローカル レプリケーション
- eNAS (組み込み NAS)
- eManagement (組み込み型 Unisphere for VMAX)

## SRDF によるリモート レプリケーション

リモート レプリケーションのゴールド スタンダードとしてみなされている SRDF は、おそらくエンタープライズ データセンターで最も人気の高いデータ サービスでしょう。VMAX を採用する最大 70% の Fortune 500 企業が、このツールを使用して、重要なデータを地理的に離れた世界中のデータセンターにレプリケートしています。SRDF によって、お客様は世界中の最大 4 箇所の異なるサイトに数万ものボリュームをレプリケートできるようになります。

VMAX オール フラッシュは、すべてのフラッシュの用途で専用の拡張された SRDF バージョンを実行します。このバージョンは、マルチコア、マルチスレッド テクニックを使用してパフォーマンスを向上させます。また、強力な書き込み保持アルゴリズムを使用してレプリケーション帯域幅の要件、ソースとターゲット アレイのフラッシュへのバック エンドの書き込みを大幅に削減します。

お客様が選択できる SRDF は主に 3 種類あります。

- (1) SRDF/S (SRDF 同期) : SRDF/S は、最大 100 km (60 マイル) 離れたデータセンター間でデータロスのないリモート ミラーリングを提供します。
- (2) SRDF/A (SRDF 非同期) : SRDF/A は、最大 12875 km (8000 マイル) 離れたデータセンター間で非同期のリモート データレプリケーションを提供します。SRDF/A は、世界で最もミッション クリティカルなアプリケーションで要求される 3 サイトトポロジーまたは 4 サイトトポロジーをサポートするために使用できます。
- (3) SRDF/Metro : SRDF/Metro は、データセンター内または最大 150 km (60 マイル) 離れたデータセンター間で無停止データ アクセスのアクティブ/アクティブな高可用性とワークロード モビリティを提供します。SRDF/Metro は、ストレージ アレイ クラスタリングを可能にし、復元性、俊敏性、データ移動を大幅に強化します。また、ホストやホスト クラスタは、異なる 2 つのサイト間でレプリケートされた LUN にアクセスできるようになります。ホストは Metro でレプリケートされる LUN (R1 と R2) の両方のビューを表示できますが、ホスト OS には同じ LUN であるかのように表示されます。その後、ホストは R1 と R2 の両方のデバイスに同時に書き込めるようになります。この用途

は、自動リカバリとアプリケーションのシームレスなフェールオーバーで構成されており、リカバリのシナリオをまとめて回避します。SRDF Metro の他の主要機能は次のとおりです。

- 都市圏の距離での無停止データ アクセスと高可用性に向けて、LUN/ストレージ グループのコンカレント アクセスを提供
- 簡単にシームレスなデータ移動を実現
- Microsoft 環境と VMware 環境に最適なストレッチ クラスタリングをサポート

SRDF ソフトウェアは、VMAX オール フラッシュ FX ソフトウェア パッケージに含まれており、容量ベースのライセンスはありません。F ソフトウェア パッケージへの追加として個別にオーダーできます。SRDF をサポートするために必要なハードウェアは別途購入する必要があります。

## Timefinder SnapVX によるローカル レプリケーション

すべての VMAX オール フラッシュ アレイには、ローカル レプリケーション データ サービスの Timefinder SnapVX が標準装備され、F パッケージの一部として含まれています。SnapVX は、VMAX LUN に対し、インパクトの少ないスナップショット機能とクローン機能を提供します。SnapVX は、ソース ボリュームあたり最大 256 個のスナップショット、アレイあたり 1,600 万個のスナップ ショットをサポートします。ユーザーは名前を割り当ててスナップショットを識別することができます。また、各スナップショットに自動有効期限日を設定するオプションがあります。

SnapVX は、ストレージ グループの一貫したポイント イン タイム コピーを単一の操作で管理する機能を提供します。ソース ボリュームごとに、最大で 1024 のターゲット ボリュームをリンクすることができ、ポインターまたはフル コピー クローンでの読み取り/書き込みアクセスを提供します。

SnapVX を使用したローカル レプリケーションは、ソース ボリュームのポイント イン タイム ビューを保存するポインター ベースの構造体であるスナップショットを作成することによって可能な限り効率的に開始されます。スナップショットはターゲット ボリュームを必要とせず、バックエンド アロケーションをソース ボリュームやソース ボリュームの他のスナップショットと共有し、ソース ボリュームに変更が生じたときのみ追加スペースを消費します。単一のソース ボリュームは、最大 256 個のスナップショットを有することができます。

各スナップショットには、ユーザー定義の名前のほか、オプションで有効期限を割り当てることができ、両方とも後で修正可能です。新しい管理インターフェイスにより、ユーザーは 1 つのコマンドでストレージ グループ全体のスナップショットを作成することができます。

ポイント イン タイム スナップショットへのアクセスは、ターゲットとして参照される、ホストからアクセス可能なボリュームとリンクすることで可能となります。ターゲット ボリュームは、標準のシン LUN です。1 つのソース ボリュームのスナップショットへは、最大 1024 個のターゲット ボリュームをリンクできます。この上限に達するのは、1024 個すべてのターゲット ボリュームをソース ボリュームから同じスナップショットにリンクしたとき、または複数のターゲット ボリュームを同じソース ボリュームから複数のスナップショットにリンクしたときのいずれかが考えられます。いずれの場合も、ターゲット ボリュームは、1 度に 1 つのスナップショットにしかリンクできません。

デフォルトでは、ターゲットは nocopy モードでリンクされます。この nocopy モードでリンクされたターゲット機能は、ターゲット ボリュームをホスト I/O に使用するためのリンク解除作業中に、ソース ボリュームのフル ボリューム コピーを実行する必要性を排除するため、バックエンドのフラッシュドライブへの書き込み量を大幅に削減します。これにより、リンク解除作業中の大量のライト アクティビティからバックエンドのフラッシュ デバイスを保護し、VMAX オール フラッシュ アレイの潜在的な書き込みの増幅をさらに削減します。

## eNAS を使用したブロックとファイル ストレージの統合

eNAS(内蔵型 NAS)のデータ サービスは、VMAX オール フラッシュの価値をファイル ストレージに拡張します。お客様はブロックとファイル両方のストレージでフラッシュ レベルのパフォーマンスを実現するなどの重要なエンタープライズ機能を活用できるだけでなく、管理を合理化し、導入コストを最大 33%削減できます。eNAS データ サービスを採用した VMAX オール フラッシュは、マルチ コントローラのトランザクション型 NAS ソリューションを使用したブロック型およびファイル型の統合プラットフォームとなり、ミッション クリティカルな環境でブロック ストレージ(従来の VMAX の用途)向けのハイパー コンソリデーションと、適度な容量で高いパフォーマンスを備えたファイル ストレージを組み合わせる必要があるお客様向けに作られています。eNAS の一般的な使用例には、NFS 上の Oracle®実行、NFS 上の VMware®, SMB 3.0 上の Microsoft® SQL、ホーム ディレクトリ、Windows サーバ統合などがあります。

eNAS(内蔵型 NAS)は HYPERMAX OS に提供されるハイパーバイザーを使用して、VMAX オール フラッシュ アレイ内で仮想マシンのセットを作成および実行します。これらの仮想マシンは、eNAS の 2 つの主要な要素であるソフトウェア Data Mover と Control Station をホストします。内蔵型の Data Mover と Control Station では、共有システム リソース プールにアクセスでき、VMAX オール フラッシュのパフォーマンスと容量の両方のリソースを均等に利用できます。

eNAS を採用した VMAX オール フラッシュは、パフォーマンスと統合のほかにも次のメリットをお客様に提供できます。

- 拡張性: 6,000 を超えるアクティブな SMB 接続に容易に対応
- オール フラッシュ環境に最適なメタ データのログ ファイル システム
- File Replicator による、組み込み型非同期ファイル レベル リモート レプリケーション
- SRDF/S との統合
- 攻撃対象領域が小さい: 汎用オペレーティング システムを対象としたウイルスに対する非脆弱性

eNAS データ サービスは FX ソフトウェア パッケージに含まれています。F ソフトウェア パッケージの追加アイテムとして個別にオーダーできます。VMAX オール フラッシュで eNAS をサポートするために必要なすべてのハードウェアは別途購入する必要があります。

## 組み込み管理(組み込み型 Unisphere for VMAX)

VMAX オール フラッシュのお客様には、組み込み型 Unisphere for VMAX を使用してアレイ管理を簡素化できるメリットがあります。Unisphere for VMAX は直感的な管理インターフェイスです。IT 管理者がこのインターフェイスを使用すると、VMAX オール フラッシュ ストレージ資産のプロビジョニング、管理、監視に必要な時間が大幅に短縮され、人的資源を最大限に活用できるようになります。

組み込み型 Unisphere は、VMAX オール フラッシュ管理ソフトウェアをアレイ上で直接実行することで、管理の合理化、コスト削減、可用性の向上を可能にします。組み込み管理は、サイトでのセットアップ時間を最小限に抑えるために工場で作成されます。この機能は、HYPERMAX OS ハイパーバイザー内のコンテナとして実行するため、アレイを管理するお客様は独自の機器を割り当てる必要がなくなります。eManagement のデータ サービスの重要な要素には、Unisphere のほかに、Solutions Enabler、Database Storage Analyzer、SMI-S 管理ソフトウェアが含まれます。

Unisphere for VMAX は、合理化、柔軟性、自動化という、オール フラッシュ データセンターへの移行を加速するための主な必要条件を満たしています。ストレージ構成の構築と解体を頻繁に行うお客様の場合、Unisphere for VMAX を使用すると、ボリュームを削除して転用するために必要なステップの数が減るため、アレイの再構成がさらに容易になります。VMAX オール フラッシュでは、ホストや仮想マシンへのストレージのプロビジョニングは、デフォルトのダイヤモンド クラスのストレージ サービス レベルを使用し、シンプルな 4 つのステップのプロセスで実行されます。これにより、すべてのアプリケーションはサブミリ秒のレスポンス タイムを受け取るようになります。Unisphere for VMAX を使用すると、お客様は数分で複数サイトの SRDF 構成を設定できます。

組み込み型 Unisphere は、単一の VMAX オール フラッシュ アレイを管理する優れた方法ですが、データセンター全体をより透視的に見る必要のあるお客様には、Dell EMC は Unisphere 360 を提案します。Unisphere 360 ソフトウェアは単一のデータセンター全体で最大 200 台の VMAX オール フラッシュ/VMAX アレイを集約し、監視します。このソリューションは、eManagement(組み込み管理)で複数の VMAX オール フラッシュ アレイを稼働させるお客様や、データセンター全体でより詳細な情報を管理する方法を模索しているお客様に適したオプションになります。Unisphere 360 を使用すると、ストレージ管理者はすべての VMAX のサイト レベルの稼働状況を表示したり、コードレベルやその他のインフラストラクチャ保守要件への準拠を調整したりできます。お客様は、簡素化された VMAX オール フラッシュ管理をデータセンターの規模で活用できます。

組み込み型の Unisphere と Database Storage Analyzer は、すべての VMAX オール フラッシュ アレイで利用でき、F ソフトウェア パッケージに含まれています。Unisphere 360 は FX ソフトウェア パッケージに含まれています。または F ソフトウェア パッケージに追加して個別にオーダーできます。Unisphere 360 は、組み込み型の環境では実行されません。お客様が個別に用意するサーバ ハードウェアが必要になります。

## VMAX オール フラッシュ: 高可用性と復元性

VMAX オール フラッシュの RAS(信頼性、可用性、保守性)により、常時稼働の可用性を必要とする環境の理想的なプラットフォームになります。これらのアレイのアーキテクチャは、最も要求が厳しいミッション クリティカルな環境で 99.9999%の可用性を実現します。VMAX オール フラッシュの可用性、冗長性、セキュリティ機能は、次のとおりです。

- 単一障害点ゼロ:すべてのコンポーネントは、あらゆる障害に耐えるため完全に冗長化
- 完全な冗長化およびホット プラグ可能な FRU(フィールド交換可能ユニット):システムをオフラインにすることなく確実に修復
- 必要に応じて最高レベルの保護を提供する RAID 5 または RAID 6 の導入オプションの選択
- ミラーされたキャッシュ:キャッシュ エントリーのコピーを分散し可用性を最大化
- HYPERMAX OS フラッシュ ドライブの耐久性のモニタリング:フラッシュ ドライブの特性は、NAND フラッシュ セルが限定された回数書き込まれることです。これはフラッシュ ドライブの耐久性と呼ばれ、ドライブのファームウェアにより「使用寿命の割合」として報告されます。HYPERMAX OS はこの情報を定期的に収集・監視します。また特定のドライブの耐用年数が近づく場合に、この情報を使用して Dell EMC カスタマー サポートへのアラートをトリガーします。
- バッテリー バックアップによるフラッシュへのヴォールト:キャッシュのフラッシュへのデステージおよび電源障害時のデータ保護のための計画的なシャットダウンを実現
- サイト A とサイト B 双方への読み取り/書き込みアクセスを可能にする SRDF/Metro を介したアクティブ/アクティブなりモートレプリケーションにより、サイトに障害が発生した場合でも即時のデータ アクセスを保証。
- 完全な無停止のアップグレード:小規模なアップグレードから大規模なリリースにおよぶ HYPERMAX OS ソフトウェアのロードなど
- 継続的なシステム監視、オートコール通知、高度なりモート診断
- D@RE(静止データ暗号化):統合された RSA® Key Manager を使用し、厳格な規制条件を満たす FIPS 140-2 に準拠
- 書き込みの欠落防止を目的とした拡張による T10 DIF データ コーディング
- 各コンポーネントの設計期間の詳細な FMEA(Failure Mode Effects Analysis)で障害の状況を適切に処理
- 広範囲の障害検出および障害分離:摩耗の早期検出を行い、不良データを良データとして認識するエラーを防止
- 成功を確約するサービスの定義とスクリプト化:色分けされたケーブル、ケーブルの配置、スクリプト化の手順、およびスクリプト内のキーパラメータのチェックなど

- オールフラッシュ キャッシュ データ ヴォールトの2つの主要な障害復帰機能: ヴォールトの前に何らかの故障があった場合、および、電源サイクルからの復帰の際に何らかの障害があった場合でもシステムが確実に復帰
- データセンターのエアークンディショニング停止などの場合に、適切なシャットダウンにより熱サイクルをサポート
- バックアップのゴールドスタンダードと業界をリードするSRDFレプリケーションテクノロジーを組み合わせた、Dell EMC ProtectPoint バックアップおよび迅速なリストアによる統合型のデータ保護

## オープンシステム向けの VMAX オールフラッシュ構成

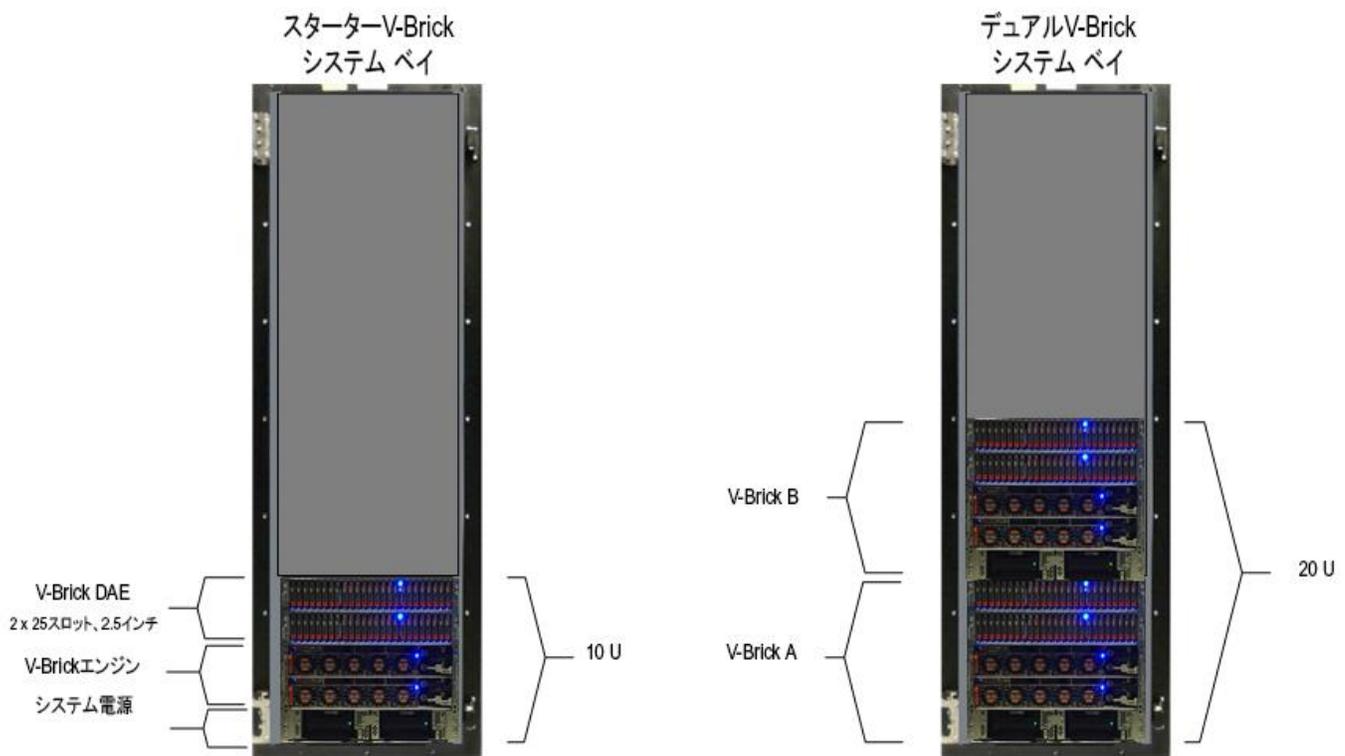
オープンシステム構成では、VMAX オールフラッシュの Brick は「V-Brick」と呼ばれます。オープンシステムの最初の V-Brick はそれぞれ、Dell EMC マニュファクチャリングによって独自のシステムベイで事前構成されています。デュアルエンジンシステムベイ構成は、システムに追加された V-Brick としてのみ使用されます。また、お客様の特定のラックは、標準の NEMA 19 インチラックであり、ケーブルアクセスと冷却において Dell EMC の基準を満たしている場合に限り使用できます。

### VMAX 250F 向けオープンシステム V-Brick システム構成

すべての VMAX 250F V-Brick には、11 TBu のベース容量が含まれます。容量は 960GB、1.92TB、3.84TB、7.68TB、15.36TB のサイズのフラッシュドライブにより提供され、11TBu のフラッシュ容量パックの増分でアップグレードできます。VMAX 250F V-Brick エンジンには2つのダイレクターが含まれ、ダイレクターごとに 512GB、1TB、または 2TB のメモリとデュアル 12 コア プロセッサが搭載されています。VMAX 250F は、デュアルエンジンキャビネット構成で出荷されます。VMAX 250F システムのキャビネットは、フロアタイルあたり最大2台の V-Brick と 100 個のドライブに対応できるようにスケールアウトでき、たった 20U のラックスペースで最大 1PBu を実現します。残りのラックスペースは、別の VMAX 250F システムや、サーバやスイッチなどお客様のハードウェアに使用できます。

次の図は、VMAX 250F スターター V-Brick システムベイ構成とデュアル V-Brick システムベイ構成を示しています。

#### 第4章. VMAX 250F スターター V-Brick 構成とデュアル V-Brick システムベイ



### VMAX 450F と VMAX 850F 向けのオープンシステム V-Brick システム構成

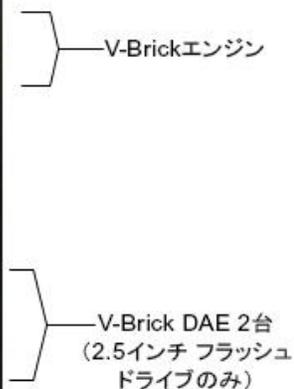
すべてのオープンシステム VMAX 450F / 850F 構成にも V-Brick が搭載され、53TBu のコンピューティングとベース容量が含まれます。容量は 960GB、1.92TB、3.84TB のフラッシュドライブのサイズを通じて提供され、13TBu のフラッシュ容量パックの増分でアップグレードできます。450F と 850F のエンジンには2つのダイレクターが含まれ、それぞれ 1TB または 2TB のメモリとダイレクターごとにデュアルプロセッサ (450F は 8 コア 2.6GHz、850F は 12 コア 2.7GHz) が搭載され、デュアルエンジンキャビネットで出荷されます。1つのキャビネットでは、2台のフル

V-Brick とフロア タイルあたり 480 台のドライブ、キャビネットあたり 1 PB の有効容量に対応できます。VMAX 450F はシステムあたり最大 4 台の V-Brick と 2PBu、システムあたり 850F では最大 8 台の V-Brick と 4PBu に拡張できます。

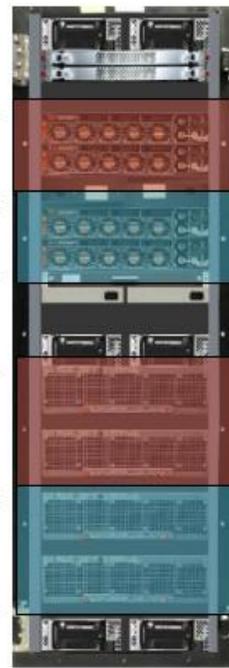
次の図は、VMAX 450F / 850F スターターV-Brickシステム ベイ構成とデュアルV-Brickシステム ベイ構成を示しています。

## 第5章. VMAX 450F / 850F スターターV-Brick 構成とデュアル V-Brick システム ベイ

### スターターV-Brick システム ベイ



### デュアルV-Brick システム ベイ



VMAX 450FモデルはV-Brick 4台にまで拡張できます。これには2台のシステム ベイ(フロア タイルx2)が必要になります。VMAX 850FはV-Brick 8台にまで拡張でき、4台のシステム ベイ(フロア タイルx4)が必要になります。システム ベイはオプティカル コネクタを使用して最大25メートル離すことができます。

### オープン システム V-Brick フロントエンド接続オプション

V-Brickでは、エンジン冷却ファンと電源は前面からアクセスでき、I/Oモジュール、管理モジュール、監視ステーションは背面からアクセスできます。V-Brickエンジンに使用されているユニバーサルI/Oモジュールの数は、お客様に必要な機能に依存するため、一部のスロットは使用されないこともあります。

複数のプロトコルとスピードをサポートできる、サポート対象のV-Brickフロントエンド接続は複数あります。次の表では、VMAXオール フラッシュ V-Brickで利用できるさまざまなフロントエンド接続モジュールについて説明します。

表5. VMAX オール フラッシュ オープン システム V-Brick エンジン フロントエンド接続モジュール

接続タイプ	モジュール タイプ	ポート数	プロトコルの混在	サポートされるスピード(Gbps)
ファイバー チャンネル	8 Gbps FC	4	SRDF	2 / 4 / 8
ファイバー チャンネル	16 Gbps FC	4	SRDF	2 / 8 / 16
SRDF	10 GigE	4	iSCSI	10
SRDF	ギガビットEthernet	2	なし	1
iSCSI	10 GigE	4	SRDF	10
CA(Cloud Array)	8 Gbps FC	4	FC、SRDF	2 / 4 / 8
eNAS	10 GigE	2	なし	10

eNAS	10 GigE (銅線)	2	なし	10
eNASテープバックアップ	8 Gbps FC	4	なし	2 / 4 / 8

V-Brickのフロントエンドポート数は、プロトコルタイプによって、VMAX 250Fで最大32個、VMAX 450F / 850Fで最大24個に拡張します。

4ポートの8 Gbpsと16 GbpsファイバーチャネルIOモジュールでは、異なるポートを使用し、ファイバーチャネルホスト接続とSRDFを混在させることができます。4ポートの10 GigE IOモジュールでも同様に、モジュールで異なるポートを使用し、ホストのiSCSI接続とGigE SRDFを混在させることができます。またお客様は、8 Gbpsファイバーチャネルモジュールを使用し、DELL EMC CloudArrayへのファイバーチャネルの接続、ホストファイバーチャネル接続とともに、SRDFと混在させることができます。GigE IOモジュールはeNAS専用を用意されており、iSCSIやSRDFなどのその他のGigE接続タイプには使用できません。

V-Brickで使用されるその他のモジュールは次の表のとおりです。

表6. その他の VMAX 250F/450F/850F オープン システム V-Brick エンジン モジュール

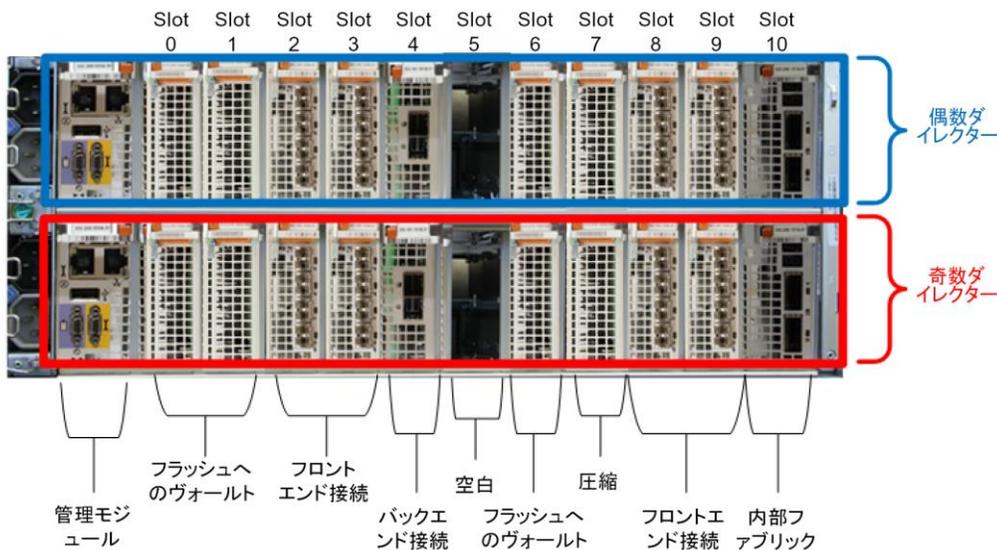
モジュールタイプ	目的
フラッシュへのヴォールト	ヴォールトとメタデータ向けのフラッシュ (VMAX 450F / 850Fでは800 GB x 4、VMAX 250Fでは400 GBまたは800 GB x 3)
内部ファブリック	内部InfiniBandファブリック接続
バックエンドSAS	DAEへのSAS接続 (VMAX 250Fでは12 Gbps、VMAX 450F / 850Fでは6 Gbps)
圧縮	ACE (適応型圧縮エンジン) とSRDF圧縮

VMAX 250Fでは、最大3つのフラッシュへのヴォールトモジュール、VMAX 450FとVMAX 850Fシステムでは最大4つのフラッシュへのヴォールトモジュールを使用します。VMAX 450FとVMAX 850Fシステムに、必要とされるフラッシュモジュールを追加すると、VMAX 450Fと850Fの有効容量を拡張できます。フラッシュへのヴォールトモジュールは通常、VMAX 250F V-Brickエンジンでスロット0、1、6を占有し、VMAX 450FとVMAX 850F V-Brickエンジンでスロット0、1、6、7を占有します。

圧縮モジュールでは、VMAXオールフラッシュシステムのACE (適応型圧縮エンジン) とSRDF圧縮のすべての操作を実行します。この結果、使用しているエンジンCPUのコアサイクルから圧縮タスクをオフロードすることになります。各V-Brickでは1組の圧縮モジュール (各V-Brickダイレクターあたり1つ) を使用します。圧縮モジュールは通常、VMAX 250Fではスロット7、VMAX 450F / 850Fではスロット9に配置されています。

次の図では、VMAX 250F V-Brickエンジンの一般的なレイアウトを示します。

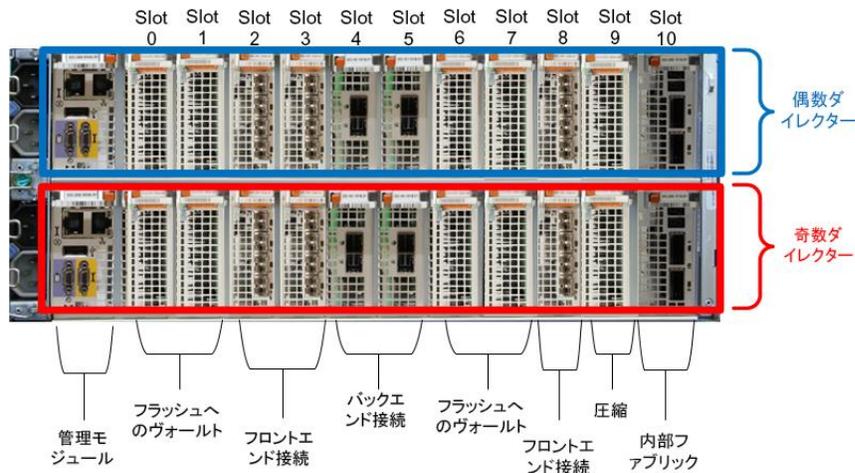
#### 第6章. 一般的な VMAX 250F V-Brick エンジンのレイアウト



注: VMAX 250Fではスロット5が空のまま(未使用)になります。

次の図では、VMAX 450F / 850F V-Brickエンジンの一般的なレイアウトを示します。

## 第7章. 一般的な VMAX 450F / 850F V-Brick エンジンのレイアウト



## オープン システム VMAX オール フラッシュ ソフトウェア パッケージ

ソフトウェアのオーダーと管理プロセスを合理化するために、VMAX オール フラッシュは、オープン システム環境で VMAX 250F、VMAX 450F、VMAX 850F の 2 つの異なるソフトウェア パッケージを提供します。

第 1 のオプションは「F パッケージ」と呼ばれ、スターター パッケージとして考慮できます。F パッケージには、HYPERMAX OS、組み込み管理、SnapVX、AppSync スターター パックが含まれます。VMAX オール フラッシュでサポートされるソフトウェア タイトルは、個別のソフトウェアとして F パッケージに追加できます。F パッケージを使用する VMAX オール フラッシュ モデルは、VMAX 250F、VMAX 450F、VMAX 850F と呼ばれます。

第 2 のオプションは「FX パッケージ」と呼ばれる、より包括的なパッケージです。FX パッケージには F パッケージに含まれるすべての内容のほか、SRDF/S、SRDF/A、SRDF/STAR、SRDF/Metro、CloudArray Enabler、D@RE、eNAS、Unisphere 360、ViPR Suite が含まれます。FX は、個別のタイトルとしてさまざまなコンテンツを追加した同等の F オプションに対し、バンドル割引を提供するように価格設定されています。お客様は、ProtectPoint、完全な AppSync スイート、Dell EMC Storage Analytics を含む、VMAX オール フラッシュでサポートされる任意のタイトルを FX に追加できます。FX パッケージを使用する VMAX オール フラッシュ モデルは、VMAX 250FX、VMAX 450FX、VMAX 850FX と呼ばれます。次の表では、各 VMAX オール フラッシュのパッケージに含まれるソフトウェアの詳細を説明します。

表7. VMAX オール フラッシュ オープン システムのソフトウェア パッケージ

特性	F パッケージに含まれるもの	F パッケージ(個別)	FX パッケージに含まれるもの	FX パッケージ(個別)	注
HYPERMAX OS	✓		✓		移行ツール、VVOLS、QoS(3)が含まれます
組み込み管理	✓		✓		Unisphere for VMAX、Database Storage Analyzer、Solutions Enabler、SMI-S が含まれます
ローカル レプリケーション	✓		✓		Timefinder SnapVX が含まれます
AppSync スターター パック	✓		✓		
Remote Replication Suite(1)		✓	✓		SRDF/S/A/STAR が含まれます
SRDF/Metro(1)		✓	✓		
Unisphere 360		✓	✓		
Cloud Array Enabler(1)		✓	✓		
D@RE(2)		✓	✓		
eNAS(1)(2)		✓	✓		
ViPR Suite		✓	✓		ViPR コントローラと ViPR SRM が含まれます
ProtectPoint		✓		✓	
PowerPath		✓		✓	

AppSync フル スイート		✓		✓	
Dell EMC Storage Analytics		✓		✓	

- (1) FX パッケージにはソフトウェア ライセンスが含まれます。必要なハードウェアは別にオーダーする必要があります
- (2) 工場 で構成済み。オーダー プロセス時に有効にする必要があります
- (3) ホスト I/O の上限値が含まれます

## メインフレーム向け VMAX オール フラッシュ

メインフレーム構成では、VMAX オール フラッシュの Brick は「zBrick」と呼ばれます。メインフレームの最初の zBrick はそれぞれ、Dell EMC Manufacturing によって独自のシステム ベイで事前構成されています。デュアル エンジン システム ベイ構成は、システムに追加された zBrick としてのみ使用されます。

メインフレーム向け VMAX オール フラッシュは VMAX 450F ならびに 850F 製品に制限されます。両方とも 100%メインフレームのワークロード (メインフレームとオープン システムのワークロードの混在が許可されない) のみを実行する必要があります。VMAX 250F は、メインフレームのワークロードをサポートしていません。

## VMAX 450F と 850F 向けのメインフレーム zBrick システム構成

すべてのメインフレーム VMAX 450F / 850F zBrick には、53 TBu のベース容量が含まれます。容量は 960GB、1.92TB、3.84TB のフラッシュ ドライブのサイズで提供され、13TBu の zCapacity パックの増分でアップグレードできます。450F と 850F の zBrick エンジンには 2 つのダイレクターが含まれ、それぞれ 1TB または 2TB のメモリとダイレクターごとにデュアル プロセッサ (450F は 8 コア 2.6GHz、850F は 12 コア 2.7GHz) が搭載され、デュアル エンジン キャビネット で出荷されます。1 つのキャビネットは、2 台のフル zBrick とフロア タイルあたり 480 台のドライブに対応し、キャビネットあたり最大 400 PBu を搭載できます。VMAX 450F は、システムあたり最大 4 台の zBrick と 800TBu、850F では最大 8 台の zBrick と 1.7PBu に拡張できます。メインフレーム zBrick は ACE (適応型圧縮エンジン) をサポートしませんので、すべてのシステム容量は有効容量で表されます。

### 第 8 章. VMAX 450F / 850F スターター-zBrick 構成とデュアル zBrick システム ベイ

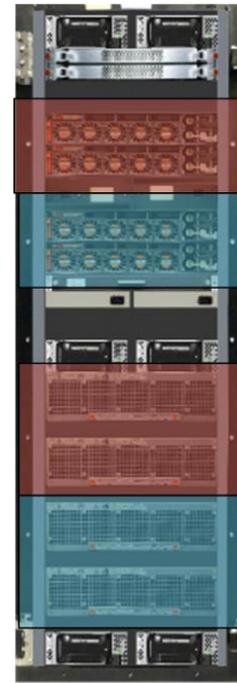
スターター-zBrick  
システム ベイ



zBrickエンジン

zBrickのDAE2台  
(2.5インチ フラッシュ  
ドライブのみ)

デュアルV-Brick  
システム ベイ



zBrick Aエンジン

zBrick Bエンジン

zBrick A DAEs

zBrick B DAEs

VMAX 450モデルはzBrick 4台にまで拡張できます。これには2台のシステム ベイ(フロア タイルx2)が必要になります。VMAX 850はzBrick 8台にまで拡張でき、4台のシステム ベイ(フロア タイルx4)が必要になります。システム ベイはオプティカル コネクタを使用して最大25メートル離すことができます。

## メインフレーム zBrick のフロント エンド接続オプション

zBrickでは、エンジン冷却ファンと電源は前面からアクセスでき、I/Oモジュール、管理モジュール、監視ステーションは背面からアクセスできます。zBrickエンジンに使用されているユニバーサルI/Oモジュールの数は、お客様に必要な機能に依存するため、一部のスロットは使用されないこともあります。

zBrickはFICONとSRDFのフロントエンド接続をサポートします。次の表では、VMAXオール フラッシュzBrickで利用できるさまざまなフロントエンド接続モジュールについて説明します。

表8. VMAX オール フラッシュ オープン システム V-Brick エンジン フロントエンド接続モジュール

接続タイプ	モジュール タイプ	ポート数	プロトコルの混在	サポートされるスピード(Gbps)
FICON	16 Gbps FICON	4	シングル / マルチ モード	4 / 8 / 16
SRDF	16 Gbpsファイバーチャネル	4	なし	4 / 8 / 16
SRDF	8 Gbpsファイバーチャネル	4	なし	4 / 4 / 8
SRDF	10 GigE	4	なし	10
SRDF	ギガビットEthernet	2	なし	1

SRDFを使用しない場合、zBrickフロントエンド ポート数は最大32個に拡張します。構成でSRDFを使用する場合、フロントエンド スロットの1つは、各エンジン ディレクターのSRDF圧縮モジュールが使用します。これにより、使用可能なzBrickフロント エンド ポートの数は24個に制限されます。各zBrickにはデフォルトで2つのFICONモジュールが付属します。

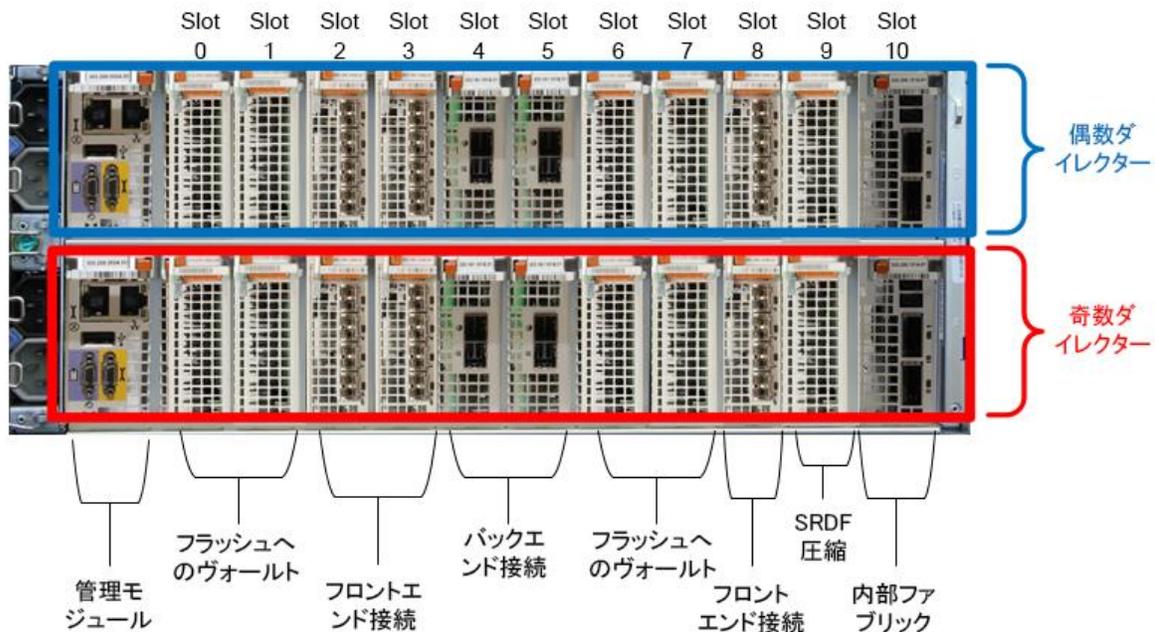
表9. その他の VMAX 450F / 850F メインフレーム zBrick エンジン モジュール

モジュール タイプ	目的
フラッシュへのヴォールト	ヴォールトとメタデータ向けのフラッシュ (VMAX 450F / 850Fでは800 GB x 4)
内部ファブリック	内部InfiniBandファブリック接続
バックエンドSAS	DAEへのバックエンドSAS接続 (VMAX 450F / 850Fでは6 Gbps)
圧縮(オプション)	SRDF圧縮のみ

VMAX 450FとVMAX 850Fシステムでは、最大4つのフラッシュへのヴォールト モジュールを使用します。VMAX 450FとVMAX 850Fシステムに、必要とされるフラッシュ モジュールを追加すると、VMAX 450Fと850Fの有効容量を拡張できます。フラッシュへのヴォールト モジュールは、通常VMAX 450FとVMAX 850F zBrickエンジンのスロット0、1、6、7を占有します。

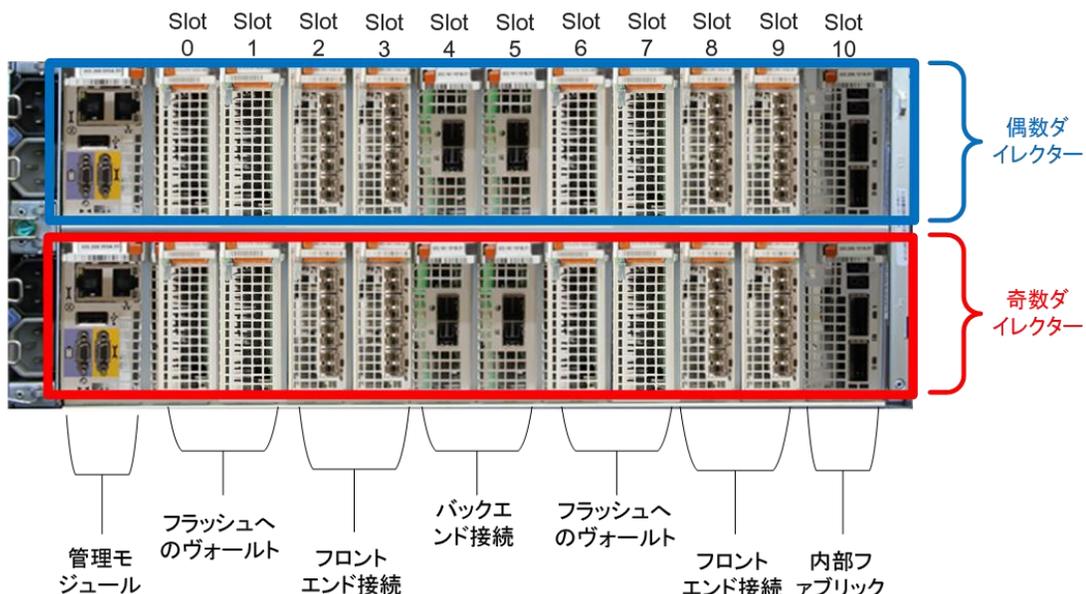
次の図は、SRDF向けに構成された一般的なVMAX 450F / 850F zBrickエンジンを示しています。

第9章. SRDFを使用した一般的な VMAX 450F / 850F zBrick エンジンのレイアウト



構成でSRDFを使用する場合、各zBrickは1組のSRDF圧縮モジュール(各zBrickダイレクターあたり1台)を使用します。SRDF圧縮モジュールは通常、VMAX 450F / 850Fではスロット9に配置されています。zBrick構成でSRDFを使用しない場合、フロントエンドモジュールをスロット9に配置して、追加のフロントエンド接続を提供できます。次の図は、SRDFを使用しない一般的なzBrickエンジン構成を示しています。

第10章. SRDFを使用しない一般的な FVMAX 450F / 850F zBrick エンジンのレイアウト



メインフレーム向け VMAX オール フラッシュ ソフトウェア パッケージ

メインフレーム対応のソフトウェアには、基本パッケージの「z/F」と、より高度な機能をサポートするさらに大きなバンドルの「z/FX」の2つのパッケージがあります。また、メインフレーム向けの多くのソフトウェア機能は、個別にオーダー可能です。パッケージには、標準のオールフラッシュの

パッケージとは異なり、メインフレームのお客様が使用するコア機能がまとめられています。次の表では、メインフレーム向けVMAXオールフラッシュソフトウェアパッケージを説明したものです。

表10. メインフレーム向け VMAX オールフラッシュソフトウェアパッケージ

特性	zF パッケージ に含まれるもの	zF パッケージ(個別)	zFX パッケージ に含まれるもの	zFX パッケージ(個別)	注
HYPERMAX OS	✓		✓		移行ツール、QoS が含まれます
組み込み管理	✓		✓		Unisphere for VMAX、Database Storage Analyzer、Solutions Enabler、SMI-S が含まれます
ローカルレプリケーション	✓		✓		Timefinder SnapVX が含まれます
Mainframe Essentials	✓		✓		
Remote Replication Suite(1)(3)		✓	✓		SRDF/S/A/STAR が含まれます
Unisphere 360		✓	✓		
AutoSwap		✓	✓		
D@RE(2)		✓	✓		
zDP		✓	✓		
GDDR(3)		✓		✓	

- (1) zFX パッケージにはソフトウェアライセンスが含まれます。追加ハードウェアは別にオーダーする必要があります
- (2) 工場での構成済み。オーダープロセス時に有効にする必要があります
- (3) メインフレームで SRDF/STAR を使用するには GDDR が必要になります。

## まとめ

VMAXオールフラッシュは、エンタープライズデータセンターで最も要求度の高い、重要なワークロード向けに設計された画期的なオールフラッシュアレイです。独自のモジュラーアーキテクチャによって大規模な拡張を可能にし、ワークロードに関係なく、予測可能な高パフォーマンスを提供します。アレイに組み込まれているのは、フラッシュドライブの耐久性を大幅に高めながら、フラッシュのパフォーマンスを最大化する複雑なアルゴリズムです。その独自のデータサービスと99.9999%の高可用性アーキテクチャにより、使いやすさと信頼性が主な要件となるエンタープライズ環境にとって最適な選択肢になります。

## 関連資料

[Dell EMC VMAXローカルレプリケーションのテクニカルノート:P/N H13697-J](#)

[Dell EMC VMAX Unified/内蔵型NASのテクニカルノート:P/N H13904-J](#)

[Dell EMC VMAXの信頼性、可用性、保守性のテクニカルノート:P/N H13807-J](#)

[Dell EMC VMAX SRDF/Metroの概要とベストプラクティスのテクニカルノート:P/N H14556-J](#)

[マルチテナント環境向けのDell EMC VMAX3およびVMAXオールフラッシュのサービス品質管理](#)