

White paper

仮想化プラットフォームにおける 重複排除・圧縮機能の効果

FUJITSU Storage ETERNUS AF series, ETERNUS DX series



目次	
はじめに	3
1 仮想化プラットフォームの状況	4
1.1 仮想化による効率化の状況	4
1.2 ストレージシステムの集約率向上	4
2 仮想化プラットフォームのドライブ領域と重複排除・圧縮による容量削減	5
2.1 物理環境と仮想環境のストレージシステム上のドライブ使用量	5
2.2 仮想化プラットフォームの重複排除・圧縮の効果	6
3 重複排除・圧縮機能による容量削減効果の検証	7
3.1 容量削減効果の検証	7
3.1.1 圧縮によるドライブ容量の削減	8
3.1.2 重複排除によるドライブ容量の削減	9
3.1.3 運用継続による重複排除・圧縮機能の効果	10
3.2 容量削減効果の実測	11
3.2.1 圧縮による容量削減の実測	12
3.2.2 重複排除による削減効果の実測	13
3.2.3 運用継続による重複排除・圧縮効果の実測	14
3.3 重複排除・圧縮と性能	15
3.3.1 Windows Server 2016 の起動時間による比較	15
3.3.2 Storage vMotion 時間の比較	16
4 まとめ	17

図表目次	
図-1 重複排除効果のイメージ	4
図-2 仮想環境で増加するドライブ領域	5
図-3 異なるプラットフォーム間の重複排除	6
図-4 仮想化と重複排除・圧縮によるストレージ領域の利用イメージ	7
図-5 圧縮によるドライブ容量削減効果のイメージ	8
図-6 重複排除によるドライブ容量削減効果のイメージ	9
図-7 ゲスト OS 上ファイルの重複排除によるドライブ容量削減効果のイメージ	10
図-8 仮想ディスク領域とストレージシステム領域の構成イメージ	12
図-9 複数台の Windows Server 配置時の“物理領域使用量”グラフ	13
図-10 Service Pack 適用による“増加量の積算”グラフ	14
図-11 重複排除・圧縮機能 有効／無効 による起動時間の比較	15
図-12 重複排除・圧縮機能 有効／無効 による Storage vMotion 時間の比較	16
表-1 物理ドライブ領域の比較	8
表-2 Windows Server 2016 に割り当てるドライブ領域	11
表-3 1 台の Windows Server 配置時の物理ドライブ容量と削減効果	12
表-4 複数台の Windows Server 配置時の物理ドライブ容量と削減効果	13
表-5 Service Pack 適用によるゲスト OS で共通のファイル更新	14

はじめに

多くのシステムは既に仮想化され、仮想化によるリソースの有効活用・省スペースを実現しており、プラットフォームは更なる改善が求められています。

本書では、ストレージシステムが提供する重複排除・圧縮機能による仮想化プラットフォームの容量削減効果について、VMware vSphere と Microsoft Windows 仮想マシンの構成を例に検証します。

なお、検証は 2017 年 1 月に実施した内容を記載しています。

本書は、2019 年 11 月時点の製品ラインナップ・製品情報で記載しています。

■対象読者

本書は、以下の知識をお持ちの方を前提に記載しています。

・ストレージシステム、仮想化基盤の一般概要

一部詳細については、VMware vSphere、ファイルシステム(ブロック管理)に関する内容を含みます。

■対象機種

本書は、以下のストレージシステムを対象に記載しています。

・FUJITSU Storage ETERNUS AF series ※1 ※2

※1 重複排除・圧縮機能は、ETERNUS AF series のファームウェア V10L60 以降でサポートされます。

※2 ETERNUS AF150 S3 は対象外です

・FUJITSU Storage ETERNUS DX S3 series 以降 ※3 ※4 ※5 ※6

※3 ETERNUS DX60 S5/S4/S3, DX100 S5/S4/S3, DX8100 S4/S3, DX8700 S3 は対象外です。

※4 ETERNUS DX500 S4, DX600 S4 で重複排除／圧縮機能を使用するには機能拡張メモリの搭載が必要です。

※5 重複排除／圧縮機能は、ETERNUS DX S3 series のファームウェア V10L60 以降でサポートされます。

※6 ETERNUS DX900 S5, DX8900 S4 は圧縮機能のみサポートされます。

圧縮機能を使用するには、CE(Controller Enclosure)あたり 768 GB 以上のシステムメモリの搭載が必要です。

■略称

本書では、以下の略称を用いて記載しています。

・FUJITSU Storage ETERNUS AF series.....	ETERNUS AF series
・FUJITSU Storage ETERNUS DX series.....	ETERNUS DX series
・シン・プロビジョニング プール.....	TPP
・シン・プロビジョニング ポリューム.....	TPV
・ハードディスクドライブ.....	HDD
・Solid State Drive.....	SSD
・仮想マシン.....	VM
・VMware vSphere.....	vSphere
・VMware vCenter Server.....	vCenter Server
・VMware vSphere Hypervisor (VMware ESXi).....	ESXi ホスト
・Virtual Machine File System (VMware 仮想マシン ファイルシステム).....	VMFS
・Virtual Machine Disk (VMware 仮想ディスク ファイル).....	.vmdk
・Virtual Machine Configuration File (VMware 仮想マシン 構成ファイル).....	.vmx
・Virtual Machine Swap File (VMware 仮想マシン スワップファイル).....	.vswp

1 仮想化プラットフォームの状況

1.1 仮想化による効率化の状況

ハイパーバイザの無償提供、オープンソースによるクラウド環境の構築、パブリッククラウドサービスの普及など、仮想環境は簡単に利用できる状況にあり、仮想化の利用は一般化しました。ライセンスやハードウェアの制限、過大な性能・容量を必要とするシステムを除き、システムの多くは仮想化されつつあります。

既存システムの移行、新規システムの構築に加え、仮想化のメリットである導入の簡便さによる開発環境・テスト環境、クローン作成など、仮想化の浸透により利用されるマシン数は増大し、プラットフォームは拡大の方向にあります。このため、プラットフォームの更なる効率化の必要性が顕在化しています。

1.2 ストレージシステムの集約率向上

仮想化環境では、クローンの作成や、同じ OS の利用など類似する仮想マシン環境が多数存在します。

仮想デスクトップ環境では VMware Horizon View のリンククローン^{※4}、Microsoft Windows Server も重複排除機能^{※5}を提供しており、重複するデータ領域を排除し、ストレージ容量の削減を実現しています。しかし、これらは特定のミドルウェア配下や、1つのファイルシステム内で実装される機能であり、適用範囲は限定的です。

FUJITSU Storage ETERNUS AF series, ETERNUS DX series の重複排除・圧縮機能は、ストレージシステムが重複排除を行うことで、マシンやミドルウェア、OS などの制限なく、仮想化プラットフォーム全体で重複排除の効果を得ることができます。仮想化環境では、同じデータを格納する仮想マシンが多数存在します。このため、重複排除が効果的に機能します。

また、重複排除後の物理ドライブに格納するデータは圧縮され、更に物理領域を削減できます。

※4 類似する仮想マシンの OS 領域を一元管理し領域削減する仕組み

※5 同一データを検出し、同じデータを保存しないことで容量削減する仕組み

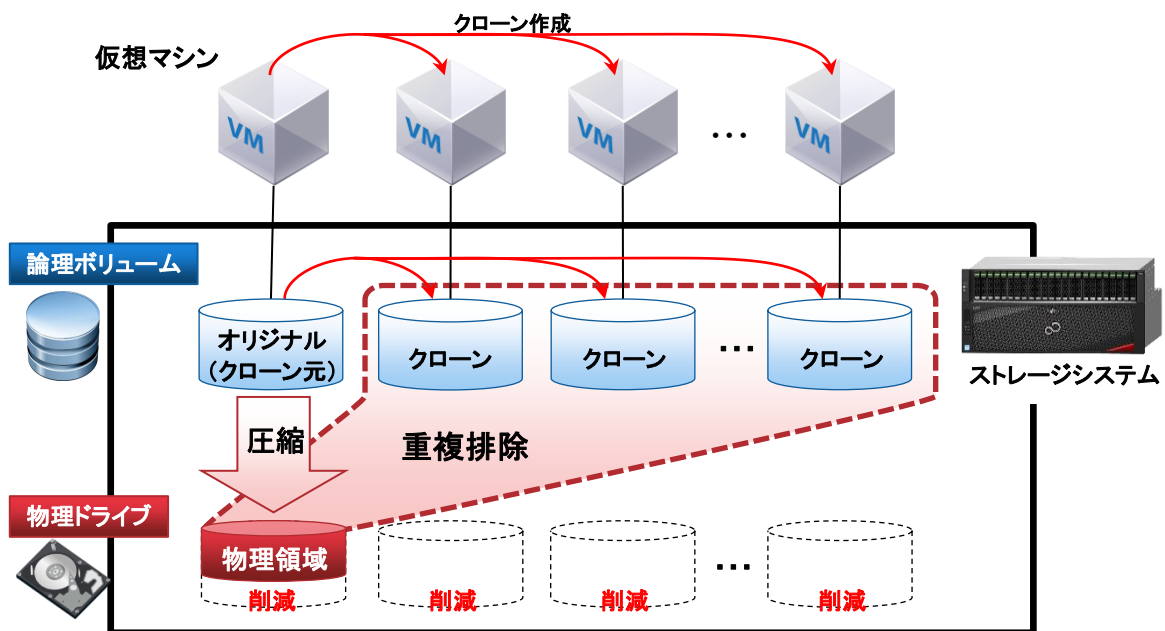


図-1 重複排除効果のイメージ

ETERNUS AF series, ETERNUS DX series が提供する重複排除・圧縮機能を利用することで、仮想化プラットフォームを更に集約できます。重複排除・圧縮機能はストレージシステム内に実装され、サーバからは通常のボリュームと同様に利用でき、導入にあたって複雑な操作を必要とせず、簡単に利用できます。

2 仮想化プラットフォームのドライブ領域と重複排除・圧縮による容量削減

2.1 物理環境と仮想環境のストレージシステム上のドライブ使用量

物理マシンのドライブ領域をストレージシステムのシン・プロビジョニング プールに格納する場合(以降、物理環境)、およそ OS のファイルシステムに書き込みされたデータ分、物理ドライブ領域を使用します。

仮想環境では、仮想マシンのドライブ容量に加えて、仮想マシンを配置するファイルシステム (VMFS) の領域や、ハイパーバイザが仮想マシンの管理に利用する情報が、物理ドライブ領域に格納されます。

VMware vSphere では、データストアのファイルシステム (VMFS)、仮想マシンの構成情報 (.vmx ファイル)、スワップ (.vswp ファイル) などの領域です。(その他、スナップショットやサスペンドなどオペレーションにより作成されるファイルもあります。)

物理マシンのドライブ領域をシン・プロビジョニングプールに格納した場合と、仮想化してシン・プロビジョニングプールに格納した場合は、仮想化の方が使用するドライブ領域は多くなります。

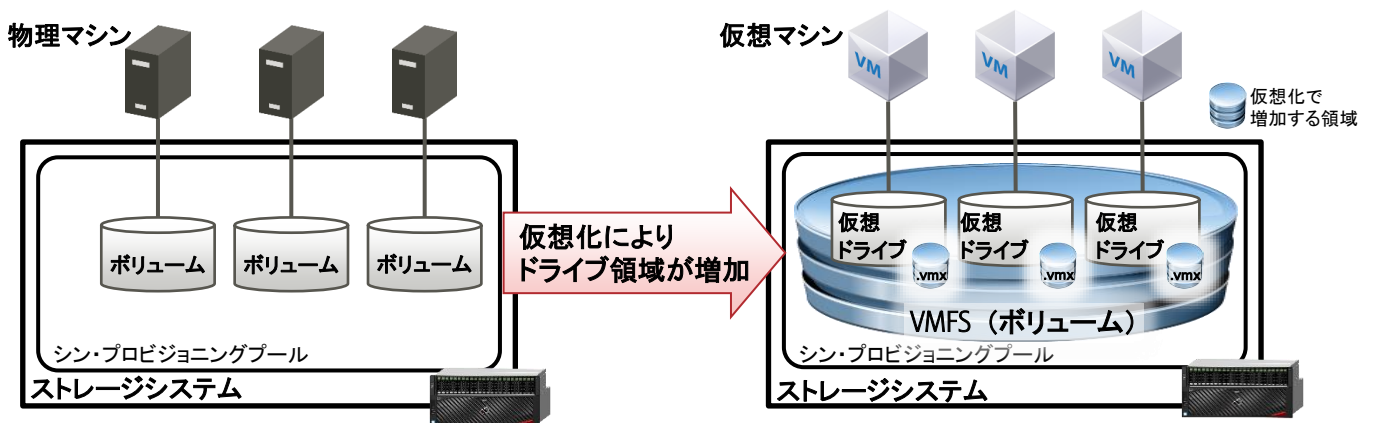


図-2 仮想環境で増加するドライブ領域

2.2 仮想化プラットフォームの重複排除・圧縮の効果

システムでは、ドライブ使用量の増加に対応するため、ドライブ領域には空き領域が必要です。

物理マシンでは、1システム毎に個別に空き領域を準備する必要があり、またドライブ領域はHDD単位の追加となるため、より多くの空き領域を保有していました。これは、ストレージシステムでのStandardボリュームでも同様です。

シン・プロビジョニング機能はドライブの仮想化により、データ格納領域のみを物理ドライブに格納します。また、空き領域の共有を可能にすることで物理ドライブの削減を実現します。シン・プロビジョニングによる削減効果は、ドライブの空き容量から想定できます。

重複排除・圧縮機能はシン・プロビジョニング機能で必要となる物理ドライブ領域を、更に削減します。

ETERNUS AF series, ETERNUS DX series の重複排除・圧縮機能はシン・プロビジョニングプール上で機能します。重複排除・圧縮機能を有効にしたシン・プロビジョニングプール内で同じデータがある場合、重複するデータは物理領域に書き込まず、既存の物理領域を参照するように処理されます。また重複がないデータを物理領域へ書き込む場合はデータを圧縮し、更に必要となる物理領域を削減します。

シン・プロビジョニング機能は、OSやハイパーバイザと連動し、未使用領域やデータがすべて0のドライブ領域について、物理ドライブ領域を削減します。しかし、ストレージシステムのシン・プロビジョニング機能はMB単位の大きな単位で管理します。このため、未使用領域が数十MB連続して存在しなければ、物理領域は削減されません。

Microsoft WindowsのNTFS(NT File System)や、Linuxのext4のファイルシステムなど、近年のファイルシステムの多くでデフォルトブロックサイズは4KBです。ETERNUS AF series, ETERNUS DX series の重複排除・圧縮機能も、4KB単位で処理を行います。

このため、同じOSを搭載する仮想マシンが多数存在する仮想環境ではクローンのような仮想マシン全体の複写に限らず、仮想マシン内のファイル単位でもアライメントが一致し、重複排除が有効に機能します。未使用領域や重複排除による削減が細かく行われるため、より多くの領域削減を可能にしています。

また、重複排除・圧縮はシン・プロビジョニングプール内で機能するため、物理マシン用のボリュームとVMware vSphere データストア用のボリュームのように環境が異なる場合も、1つのプール内にボリュームを配置することで、重複排除の効果が得られます。

このため、「2.1 物理環境と仮想環境のストレージシステム上のドライブ使用量」の仮想化により増加する領域も重複排除・圧縮の削減の対象となります。

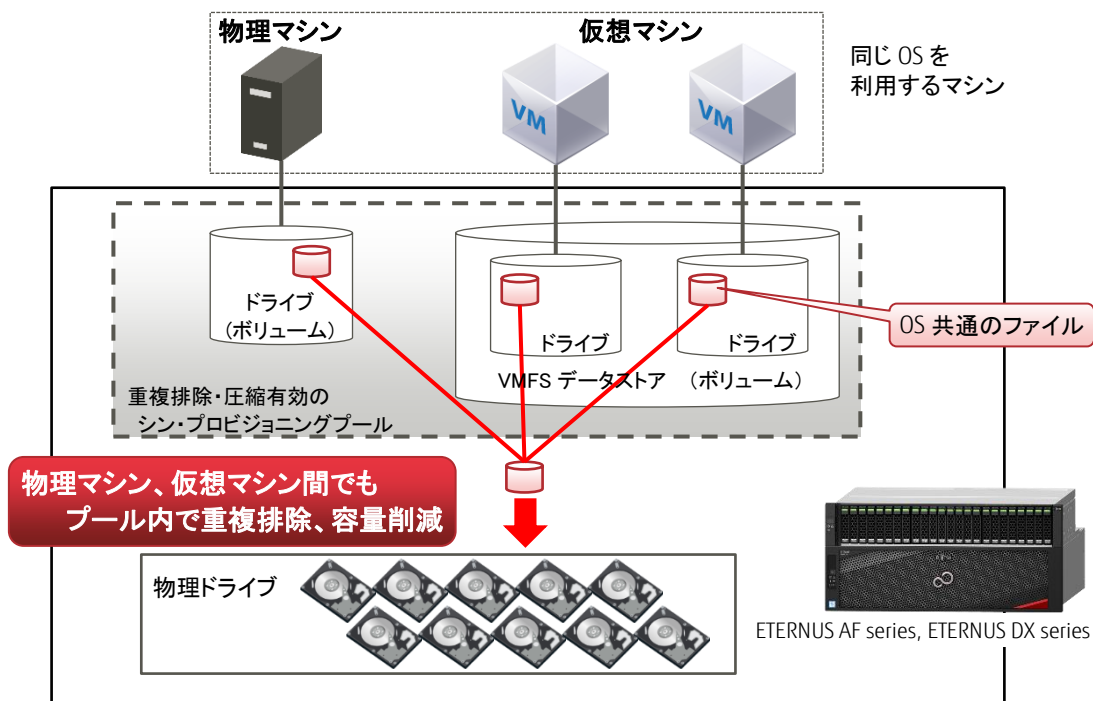


図-3 異なるプラットフォーム間の重複排除

重複排除・圧縮機能はストレージシステム内の処理により、ドライブ容量を削減します。それはストレージシステムのリソースを消費し、サーバとHDD/SSDの間に新たな処理を追加することで実現されます。このため性能にも影響を与えます。

重複排除・圧縮機能が効果的に機能する状況では容量を削減し、それに伴いHDD/SSDのアクセス削減の効果も望めます。しかし、重複排除・圧縮機能による容量削減効果が得られない状況では、処理の増加に繋がります。

仮想化プラットフォームは同一のOSファイルが仮想マシン毎に存在し、重複排除・圧縮の容量削減効果が大きく期待できます。

3 重複排除・圧縮機能による容量削減効果の検証

本章では、仮想化プラットフォームに VMware vSphere 6.5、仮想マシンの OS に Microsoft Windows Server 2016 を利用する環境を例に、ETERNUS AF series, ETERNUS DX series の重複排除・圧縮機能の容量削減効果を確認します。

以降に記載の容量削減効果は、OS 領域をクローン化した環境について測定したものです。同一 OS のクローン化により、重複するファイルが比較的多く存在しています。

異なる環境下(OS が異なる仮想マシン間、ユーザーデータの格納エリア)では、仮想マシン間の共通ファイル数、あるいは圧縮率に応じて、容量削減効果が異なります。

本書では以降、重複排除・圧縮機能を利用しないシン・プロビジョニングプールをシン・プロビジョニングプール、重複排除・圧縮機能を利用するシン・プロビジョニングプールを重複排除・圧縮プールと記載します。

3.1 容量削減効果の検証

本検証では重複排除・圧縮の効果、重複排除・圧縮機能の利用有無による物理ドライブの使用量の違いを比較し、検証します。また、物理マシン環境で必要となる物理ドライブ容量より純粋に OS 利用で必要となる物理ドライブ容量を確認し、仮想化プラットフォームで必要となる物理ドライブの増加を確認します。

「図-3 異なるプラットフォーム間の重複排除」は、重複排除・圧縮機能による容量削減効果のイメージです。

物理マシン環境では 1 つの「ボリューム」、仮想化環境では 1 つの「仮想ディスク」が、1 つの Windows Server OS が利用するドライブ領域です。各ケースで 2 台の Windows Server のマシンを配置した場合のイメージを表しています。

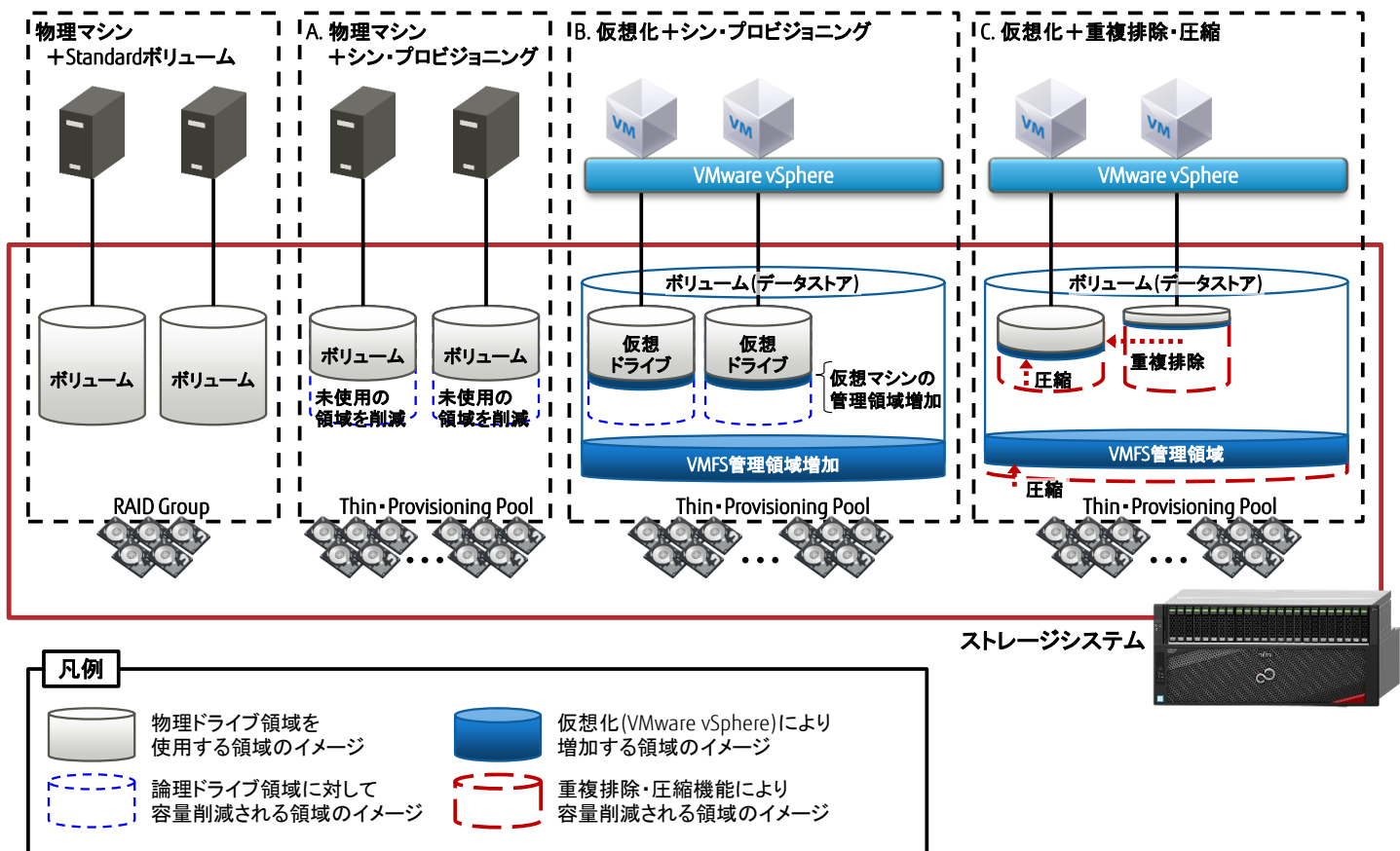


図-4 仮想化と重複排除・圧縮によるストレージ領域の利用イメージ

検証するケースを「表-1 物理ドライブ領域の比較」に表します。

ケース	構成	比較内容
A	物理マシン + シン・プロビジョニング	シン・プロビジョニング機能により、OS から利用されたドライブ領域のみ物理ドライブ領域が使用されます。 OS による純粋なドライブ使用量を確認します。
B	仮想化 + シン・プロビジョニング	仮想化プラットフォームで必要となる物理ドライブ領域 (VMFS、仮想マシン管理領域など)を確認します。 また、重複排除・圧縮機能による容量削減前の物理ドライブ使用量を確認します。
C	仮想化 + 重複排除・圧縮	重複排除・圧縮機能による容量削減の効果を確認します。

表-1 物理ドライブ領域の比較

本検証では、シン・プロビジョニングプールを利用する3つのケースで使用される物理ドライブ領域を比較し、削減効果を確認します。Standard ボリュームの物理ドライブ使用量はボリュームに割り当てるサイズに依存するため、本検証の対象外とします。

3.1.1 圧縮によるドライブ容量の削減

ETERNUS AF series, ETERNUS DX series の重複排除・圧縮機能は名前の通り、重複排除を行うとともに、物理ドライブに格納するデータを圧縮する機能を備えています。
ストレージプール上に、Windows Server 2016 Standard (Desktop Experience) OS のマシンを1台のみ配置し、物理領域の使用量を確認します。各プールの物理領域使用量を比較し、圧縮の効果を検証します。

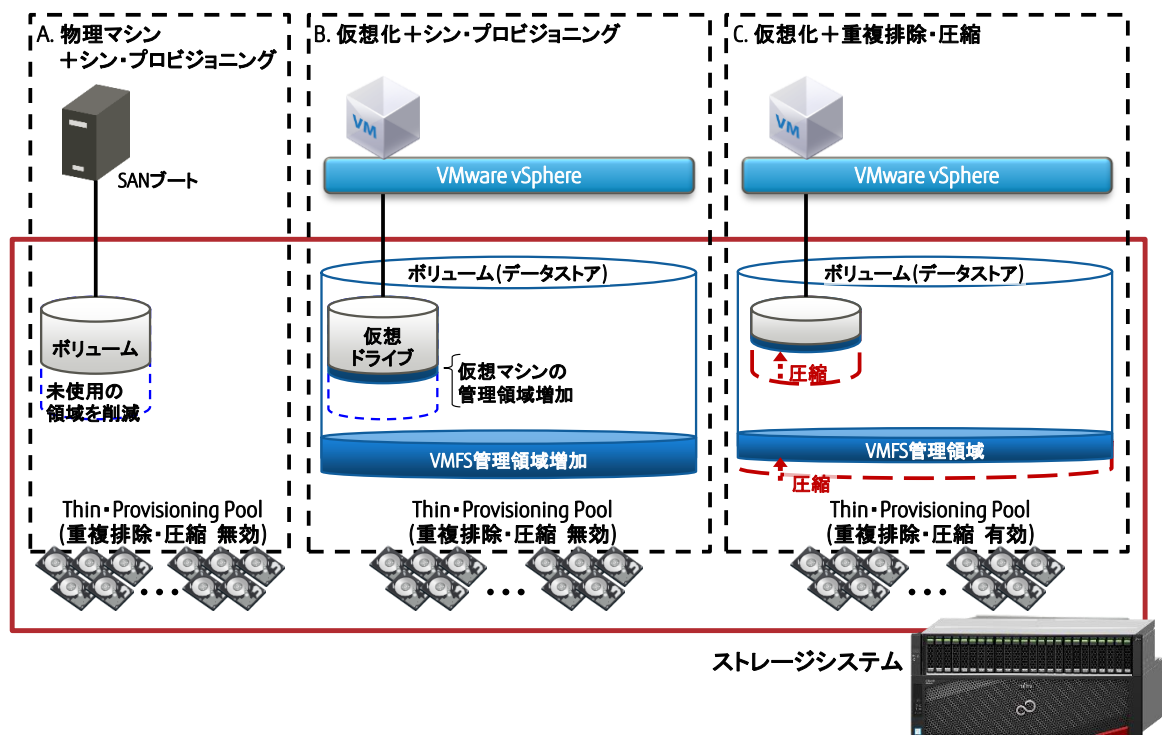


図-5 圧縮によるドライブ容量削減効果のイメージ

検証は次の操作で行います。

「A.物理マシン+シン・プロビジョニング」の構成

- ・TPV に物理マシンを接続し、SAN ブート環境とします
- ・Windows Server 2016 をインストールし、シン・プロビジョニングプールの物理領域使用量を確認します

「B.仮想化+シン・プロビジョニング」、「C.仮想化+重複排除・圧縮」の構成（仮想環境）

- ・Windows Server 2016 をインストールした仮想マシンを作業用のデータストアに準備します (Windows Server 2016 インストール済みのテンプレートを準備し、テンプレートから仮想マシンを作成)
- ・仮想マシンは、電源切断状態、スナップショット取得なしの状態とします

- ・ VMware vSphere の Storage vMotion 機能で、作成済みの仮想マシンを検証対象のデータストアに移行します
- ・ Storage vMotion 後、シン・プロビジョニングプールに 1VM 格納した状態の物理領域使用量を確認します

3.1.2 重複排除によるドライブ容量の削減

「3.1.1 圧縮によるドライブ容量の削減」の環境に仮想マシンのクローンを配備し、重複排除による容量削減効果を確認します。仮想マシンのクローンは、仮想ディスクをコピーして作成されます。このため、クローンの仮想ディスクの内容は殆ど同じで重複排除の効果が大きく期待できます。

本検証により重複排除の効果を確認するとともに、VMware vSphere のデータストア (VMFS) 上に配備される仮想ディスク (.vmdk) で重複排除が有効なことを確認します。

仮想マシンのクローンは、データストア上の仮想ディスクファイル (.vmdk) コピーが主な動作です。

VMware vSphere のデータストアは容量が大きい仮想マシンファイルの格納に特化し、1MB の非常に大きなブロックサイズのファイルシステム (VMFS) です。

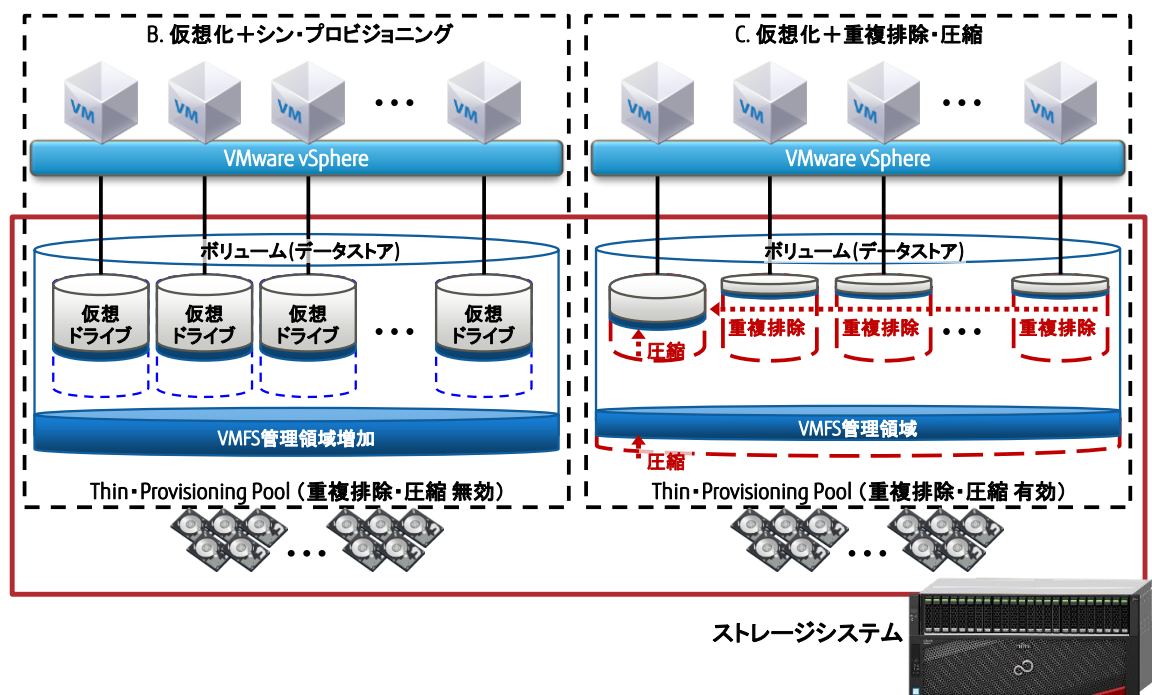


図-6 重複排除によるドライブ容量削減効果のイメージ

検証は次の操作で行います。

- ・ 「3.1.1 圧縮によるドライブ容量の削減」の仮想マシンと同じテンプレートから作業用のデータストアに仮想マシンを作成します (仮想マシンのクローン作成)
- ・ 作成した仮想マシンについて、Windows Server 上のマシン名とネットワークアドレスを変更します
- ・ 作成した仮想マシンを Storage vMotion 機能で、検証対象のデータストアに移行します
- ・ 上記操作で仮想マシンを、データストアに複数台配置し、各プールで使用される物理容量を確認します

シン・プロビジョニングプールと重複排除・圧縮プールで使用される物理容量を比較することで、削減の効果を確認します。

3.1.3 運用継続による重複排除・圧縮機能の効果

本ケースでは Windows の更新プログラムなど仮想マシン配備後、複数の仮想マシンに共通のファイル更新を行った場合の、重複排除の効果を確認します。

近年の OS では、セキュリティなどの対策のため、定期的な修正が提供され、複数の仮想マシンに共通のファイル更新や追加が発生します。本検証により Windows Server 2016 NTFS 上のファイルでも重複排除が機能すること、および VMware vSphere のデータストア (VMFS) 上の仮想マシン間でも、重複排除が機能することを確認します。

これにより Windows Update など、複数の仮想マシンに共通のファイル更新が行われ場合も重複排除機能による物理ドライブ容量の削減が機能することを確認します。

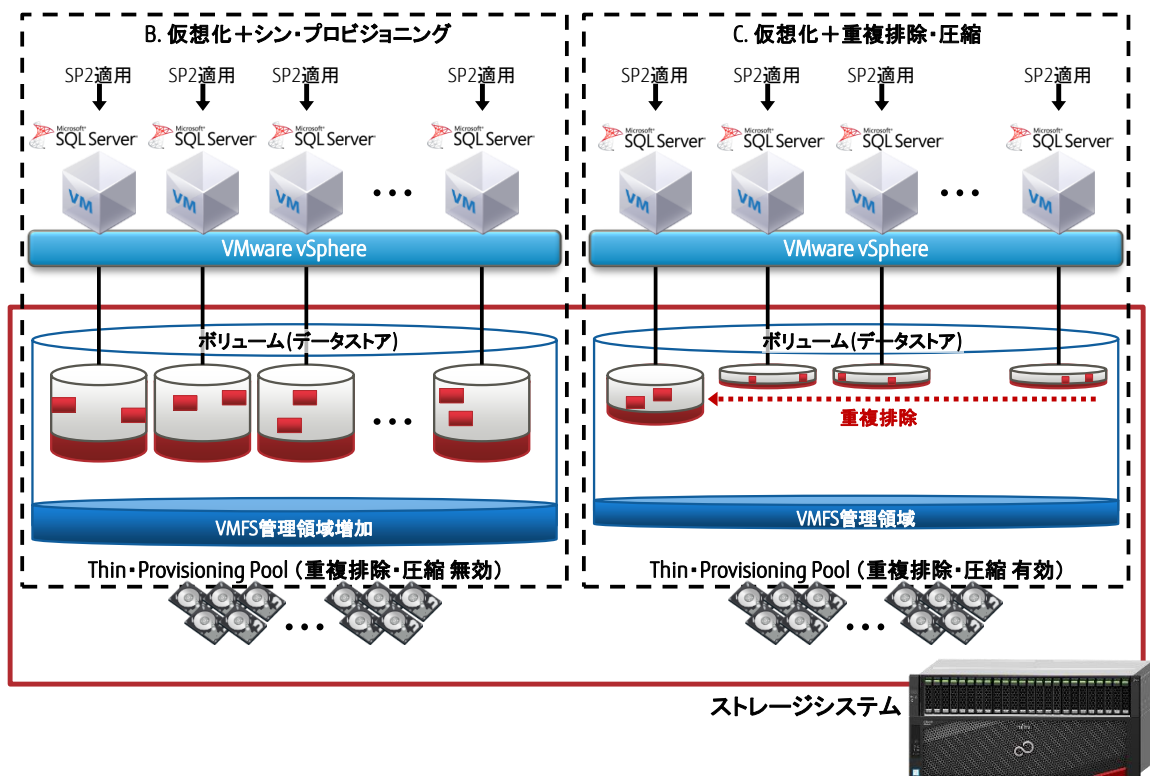


図-7 ゲスト OS 上ファイルの重複排除によるドライブ容量削減効果のイメージ

検証は次の操作で行います。

- ・ Microsoft SQL Server 2014 (SP なし) をインストールした仮想マシン利用します
- ・ 更新による物理容量の変化を確認するため、Service Pack 適用前に SQL Server をインストールした仮想マシンを検証対象のデータストア上に複数台配置します
- ・ 運用を想定し、各ゲスト OS 上で異なるファイル更新・追加などの操作が行われた環境にします (ゲスト OS 上のファイルシステムが各仮想マシンで同じにならないように、4KB で割り切れない※6 1MB~10MB の異なるサイズのファイルを各仮想マシンのゲスト OS 上に配置)
- ・ Microsoft SQL Server 2014 に Service Pack を適用します
- ・ 上記操作で、Service Pack 適用によるファイル更新後、各プールで使用される物理容量を確認します

Service Pack 適用によるシン・プロビジョニングプールと重複排除・圧縮プールで使用される物理容量を比較することで、削減の効果を確認します。

※6 ETERNUS AF series, ETERNUS DX series の 重複排除・圧縮機能が処理する 4KB で割り切れないサイズ

3.2 容量削減効果の実測

検証する環境について説明します。

重複排除・圧縮機能の検証に利用するストレージシステム

ストレージシステム : FUJITSU Storage ETERNUS AF650 (All Flash Array)

利用する機器 および ソフトウェア

VM ホスト : FUJITSU Server PRIMERGY

仮想化プラットフォーム : VMware vSphere 6.5

仮想マシン ゲスト OS : Microsoft Windows Server 2016 Standard Edition(Desktop Experience)

サーバスパック適用検証 : Microsoft SQL Server 2014 および Microsoft SQL Server 2014 Service Pack 2

ストレージシステム ETERNUS AF650 のボリューム、VMware vSphere のデータストア、および 仮想マシンに割り当てる仮想ディスクについて説明します。

Windows Server 2016 には、1 台のマシンにつき 100GB のディスク領域を割り当てます。

物理マシンは、100GB のシン・プロビジョニングボリュームを割り当て、SAN ブートとします。

仮想化環境では、ストレージシステムによる容量削減効果を確認するため、VMware vSphere での仮想ディスク フォーマットは、“シック プロビジョニング(Lazy Zeroed)”^{※7} を利用します。

“シック プロビジョニング(Lazy Zeroed)は、仮想ディスク(.vmdk)に割り当てる領域(本検証では 100GB)を、仮想ディスク作成時にデータストア上で確保(シック プロビジョニング)します。(データストア上は 100GB の仮想ディスクファイル(.vmdk)が作成されます。) 仮想ディスクの領域は初期化されず、仮想マシンからはじめてアクセスされるときに必要な領域を消去して利用します。

“シック プロビジョニング(Lazy Zeroed)は仮想マシン上のゲスト OS から利用されるまで、ドライブ領域にアクセスしないため、ストレージシステムのシン・プロビジョニング機能が効果的に働きます。

各マシンに割り当てた 100GB のドライブ領域に対し、Windows Server 2016 Standard(Desktop Experience)をインストールし、各シン・プロビジョニングプールで使用される物理領域を確認します。

ストレージシステム ETERNUS AF650 のボリュームは、物理マシンの SAN ブート用に 100GB、仮想環境にはデータストア用に 20TB のボリュームを割り当てます。

検証で利用するドライブ領域について、次表にまとめます。

ケース	構成	利用する ストレージボリューム		VMware vSphere 環境	OS へのドライブ割り当て
		ボリューム形式	ボリュームサイズ		
A	物理マシン + シン・プロビジョニング	シン・プロビジョニング 重複排除・圧縮機能 無効	100 GB	— (SAN ブート)	100GB
B	仮想化 + シン・プロビジョニング	シン・プロビジョニング 重複排除・圧縮機能 無効	20 TB	ボリューム全体(20TB)を VMFS6 フォーマットの データストアに割り当て	100GB の仮想ディスク (シック プロビジョニング)
C	仮想化 + 重複排除・圧縮	シン・プロビジョニング 重複排除・圧縮機能 有効	(同上)	(同上)	(同上)

表- 2 Windows Server 2016 に割り当てるドライブ領域

※7 “シック プロビジョニング(Lazy Zeroed)”

仮想ディスクをデフォルトのシック フォーマットで作成します。仮想ディスクに必要な容量は、作成時に割り当てられます。物理デバイスに残っているあらゆるデータは、作成中には消去されませんが、あとで仮想マシンにはじめて書き込むときにオン デマンドで消去されます。

仮想マシンが利用するドライブ領域のイメージを、「図- 8 仮想ディスク領域とストレージシステム領域の構成イメージ」に表します。

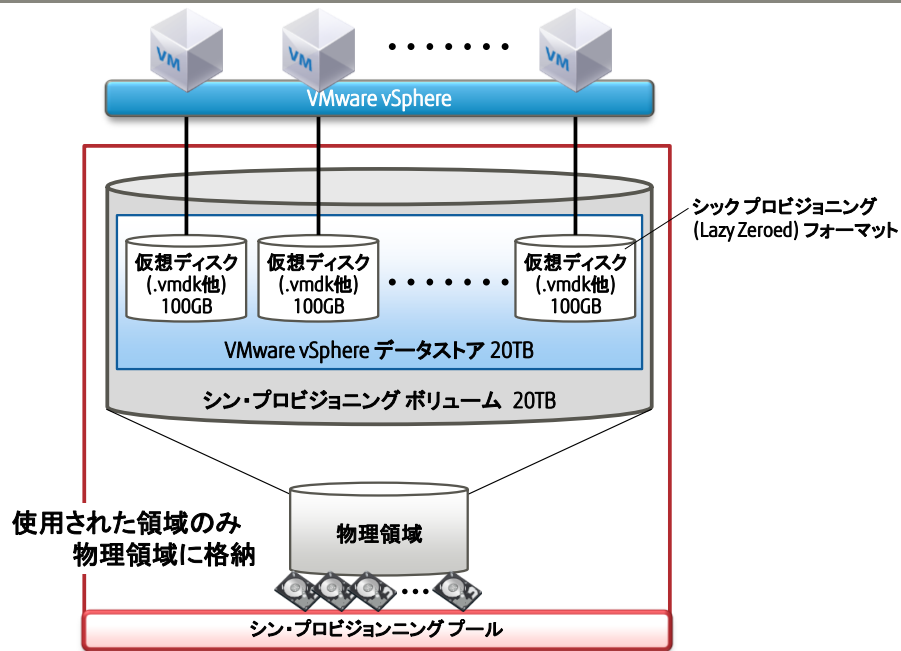


図-8 仮想ディスク領域とストレージシステム領域の構成イメージ

3.2.1 圧縮による容量削減の実測

1 台の Windows Server 2016 のマシンを各ストレージプールに格納した場合に使用された物理ドライブ容量です。

No.	計測状態	A.物理マシン + シン・プロビジョニング	B.仮想化 + シン・プロビジョニング	C.仮想化 + 重複排除・圧縮	削減率 (1-C÷B)
1	データストア 作成時	0.00 GB (ボリューム作成後)	0.98 GB	0.37 GB	62.5 %
2	データストアに 1VM 配置時	9.04 GB (インストール後)	10.73 GB	7.10 GB	33.8 %

表-3 1 台の Windows Server 配置時の物理ドライブ容量と削減効果

「A.物理マシン+シン・プロビジョニング」が、およそ Windows Server 2016 をインストールした場合に利用される物理領域です。(Windows Server 2016 のインストールで利用される物理ドライブ領域は、シン・プロビジョニングプール機能で利用される領域 および サーバハードウェア構成の違いなどにより、異なる可能性があります。)

[No.2 データストアに 1VM 配置時]の値を比較します。

「A.物理マシン+シン・プロビジョニング」と「B.仮想化+シン・プロビジョニング」で比較すると、「B.仮想化+シン・プロビジョニング」はデータストアのフォーマットなど仮想化に必要な領域のため、物理領域の使用は大きくなっています。

「C.仮想化+重複排除・圧縮」は、「A.物理マシン+シン・プロビジョニング」よりも、小さい物理領域になっています。Windows Server 1 台のみ配置のため、重複排除の効果は小さく、主に圧縮による削減効果と想定できます。

同等の環境である「B.仮想化+シン・プロビジョニング」と「C.仮想化+重複排除・圧縮」を比較すると、重複排除・圧縮により 33.8%の物理容量が削減されています。

3.2.2 重複排除による削減効果の実測

シン・プロビジョニングプール、重複排除・圧縮プールに、VM クローンで作成した Windows Server 2016 の仮想マシンを複数 VM 格納した場合に使用された物理ドライブ容量です。

No.	計測状態		B.仮想化 + シン・プロビジョニング			C.仮想化 + 重複排除・圧縮			物理領域削減率 (1-C÷B)
	VM 追加数	VM 格納数	物理領域使用量	物理領域の増加量	1VM あたりの増加量	物理領域使用量	物理領域の増加量	1VM あたりの増加量	
1		VM なし	0.98 GB	—	—	0.37 GB	—	—	62.5 %
2	1 VM 追加	1 VM	10.73 GB	9.75 GB	9.75 GB	7.10 GB	6.73 GB	6.73 GB	33.8 %
3	1 VM 追加	2 VM	20.45 GB	9.72 GB	9.72 GB	7.53 GB	0.43 GB	0.43 GB	63.2 %
4	2 VM 追加	3 VM	30.21 GB	9.76 GB	9.76 GB	7.92 GB	0.39 GB	0.39 GB	73.8 %
5	5 VM 追加	5 VM	49.79 GB	19.58 GB	9.79 GB	8.74 GB	0.82 GB	0.41 GB	82.4 %
6	10 VM 追加	10 VM	98.62 GB	48.83 GB	9.77 GB	10.75 GB	2.01 GB	0.40 GB	89.1 %
7	30 VM 追加	20 VM	196.20 GB	97.58 GB	9.76 GB	14.58 GB	3.83 GB	0.38 GB	92.6 %
8		50 VM	488.11 GB	291.91 GB	9.73 GB	18.46 GB	3.88 GB	0.13 GB	96.2 %

表-4 複数台の Windows Server 配置時の物理ドライブ容量と削減効果

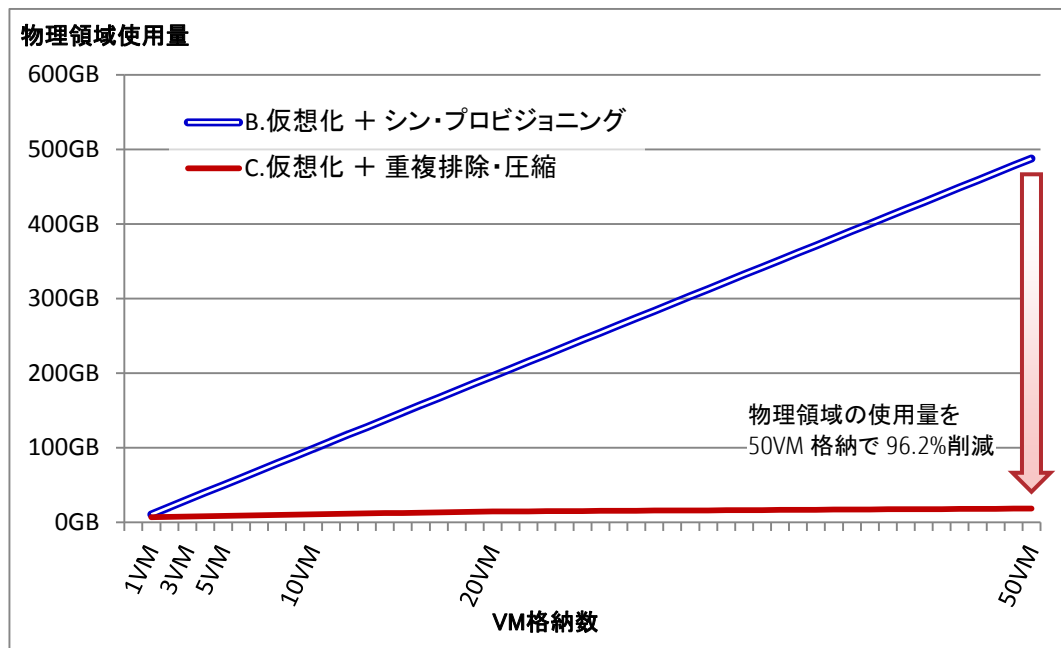


図-9 複数台の Windows Server 配置時の“物理領域使用量”グラフ

[計測 No.2 1VM 格納]までの計測状態は、「3.2.1 圧縮による容量削減」の計測内容と同じです。以降、各ストレージプールに、クローン VM を追加格納する毎に、使用された物理領域の計測結果です。

「B.仮想化 + シン・プロビジョニング」では、1VM～50VM 格納した場合も、“1VM あたりの増加量”に大きな変化はありません。

「C.仮想化 + 重複排除・圧縮」では、“1VM あたりの増加量”が[No.3 2VM 格納]から大幅に減少し、重複排除が有効に機能していることが確認できます。

重複排除機能も重複するデータは削減できますが、重複するデータを管理領域が必要になります。また、Windows Server 2016 のコンピュータ名、ネットワークアドレスの変更や OS のログなど VM クローン後の変更があるため、物理領域が少し増加しています。

本計測結果では、20VM の格納で 90%以上の領域削減を実現しています。

クローンを多く用いる仮想環境では、重複排除・圧縮機能の効果が大きく得られることが確認できます。

ただし、本ケースはクローン後に仮想マシン内のファイル更新が殆ど行われていない環境のため、非常に効率が良い状態の容量削減率になります。Windows Server が出力するログや仮想メモリファイル、ソフトウェア導入などの操作・運用に伴う仮想マシン内のファイル更新・追加に応じて、削減率は変動します。

3.2.3 運用継続による重複排除・圧縮効果の実測

シン・プロビジョニングプール、重複排除・圧縮プールに配置済みの仮想マシンで、ゲスト OS 上で共通のファイル更新・追加を行った場合に使用された物理ドライブ容量です。

本計測では、SQL Server 2014 をインストール済みの仮想マシンを、データストア内に 50VM 配置後、Service Pack 2 適用によるファイル更新・追加を行った場合に使用された物理ドライブ容量です。

No.	計測状態		B.仮想化 + シン・プロビジョニング				C.仮想化 + 重複排除・圧縮				「1VM あたりの増加量」の削減率 (1-C÷B)
	SP 適用操作 VM 数	SP 適用済合計 VM 数	物理領域使用量	物理領域の増加量	増加量の積算	1VM あたりの増加量	物理領域使用量	物理領域の増加量	増加量の積算	1VM あたりの増加量	
1	50 VM 配置 SP 適用前	0 VM	861.0 GB	—	—	—	20.1 GB	—	—	—	—
2	1 VM SP 適用	1 VM	863.5 GB	2.5 GB	2.5 GB	2.5 GB	20.6 GB	0.5 GB	0.5 GB	0.5 GB	80.7%
3	1 VM SP 適用	2 VM	866.0 GB	2.5 GB	5.0 GB	2.5 GB	20.7 GB	0.1 GB	0.6 GB	0.1 GB	94.4%
4	2 VM SP 適用	3 VM	868.6 GB	2.5 GB	7.6 GB	2.5 GB	20.9 GB	0.1 GB	0.8 GB	0.1 GB	94.1%
5	5 VM SP 適用	5 VM	873.4 GB	4.9 GB	12.4 GB	2.4 GB	21.2 GB	0.3 GB	1.1 GB	0.1 GB	93.9%
6	10 VM SP 適用	10 VM	885.8 GB	12.3 GB	24.8 GB	2.5 GB	21.9 GB	0.8 GB	1.8 GB	0.2 GB	93.7%
7	30 VM SP 適用	20 VM	910.8 GB	25.0 GB	49.8 GB	2.5 GB	23.1 GB	1.1 GB	3.0 GB	0.1 GB	95.4%
8		50 VM	985.2 GB	74.4 GB	124.2 GB	2.5 GB	26.2 GB	3.1 GB	6.1 GB	0.1 GB	95.8%

表- 5 Service Pack 適用によるゲスト OS で共通のファイル更新

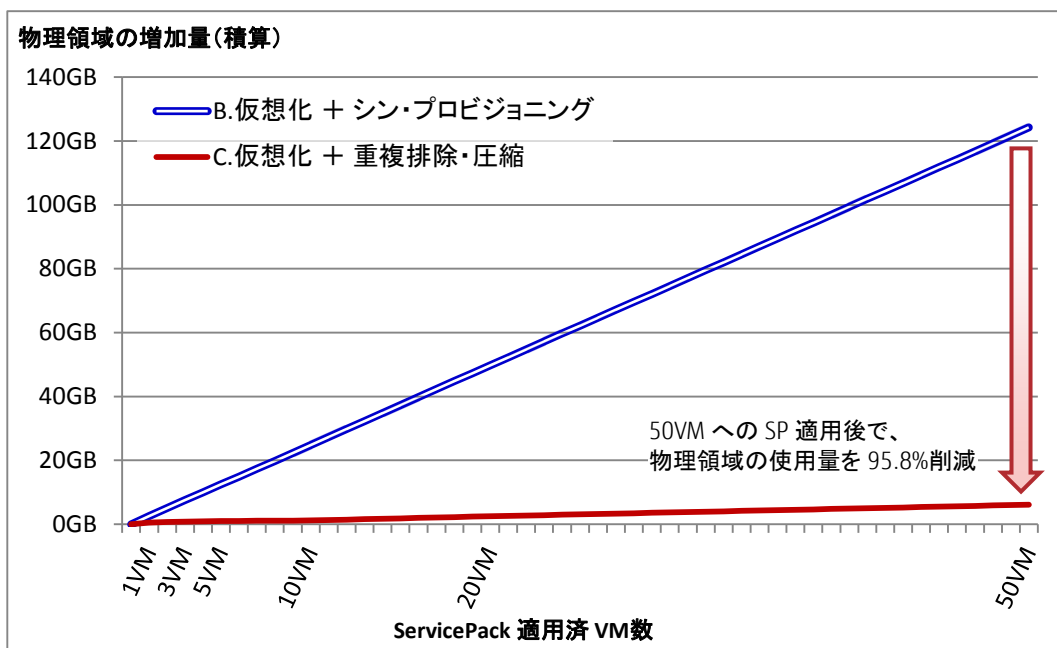


図- 10 Service Pack 適用による“増加量の積算”グラフ

「B.仮想化 + シン・プロビジョニング」では、“1VM あたりの増加量”は、およそ一定で 2.5GB です。

「C.仮想化 + 重複排除・圧縮」では、“1VM あたりの増加量”が、最初の SP 適用となる [No.2 1VM SP 適用] で 0.5GB、以降はおよそ 0.1GB です。

「B.仮想化 + シン・プロビジョニング」と比較して、「C.仮想化 + 重複排除・圧縮」での“1VM あたりの増加量”が削減されていることが確認できます。

また、「3.2.2 重複排除による削減効果の実測」の場合と同様に、最初の 1VM は圧縮効果、2VM 以降は重複排除が機能し、“1VM あたりの増加量”が更に削減されていることが確認できます。

「3.2.1 圧縮による容量削減の実測」と比べて、1VM 目の削減率が高い理由は、SP 適用において SQL Server のデータベース領域も更新・追加され、これらの領域の削減効果が高いためと想定されます。

適用した Service Pack のファイルサイズは解凍済みの状態で 876GB です。「C.仮想化 + 重複排除・圧縮」の [No.2 1VM SP 適用] では、“1VM あたりの増加量”が 0.5GB です。Service Pack のファイルサイズから想定すると約 42%の削減率です。

3.3 重複排除・圧縮と性能

重複排除・圧縮機能の有効／無効の違いによる性能について、SSD で構成したシン・プロビジョニングボリュームをデータストアに使用する環境で、VMware vSphere 上での仮想マシン操作の処理時間で比較します。

「3.2 容量削減効果の実測」で構築した仮想マシンの操作を例に、重複排除・圧縮機能による性能傾向を表します。

3.3.1 Windows Server 2016 の起動時間による比較

VMware vSphere 上で Windows Server 2016 Standard を導入した仮想マシンを同時に電源投入した場合に、すべての仮想マシンが自動ログオン完了するまでの時間比較です。対象のデータストアへのアクセスは、主に Read です。

“重複排除・圧縮 無効”の“同時起動 VM 数”が 1VM の処理時間を 1 とした比較をグラフに表します。

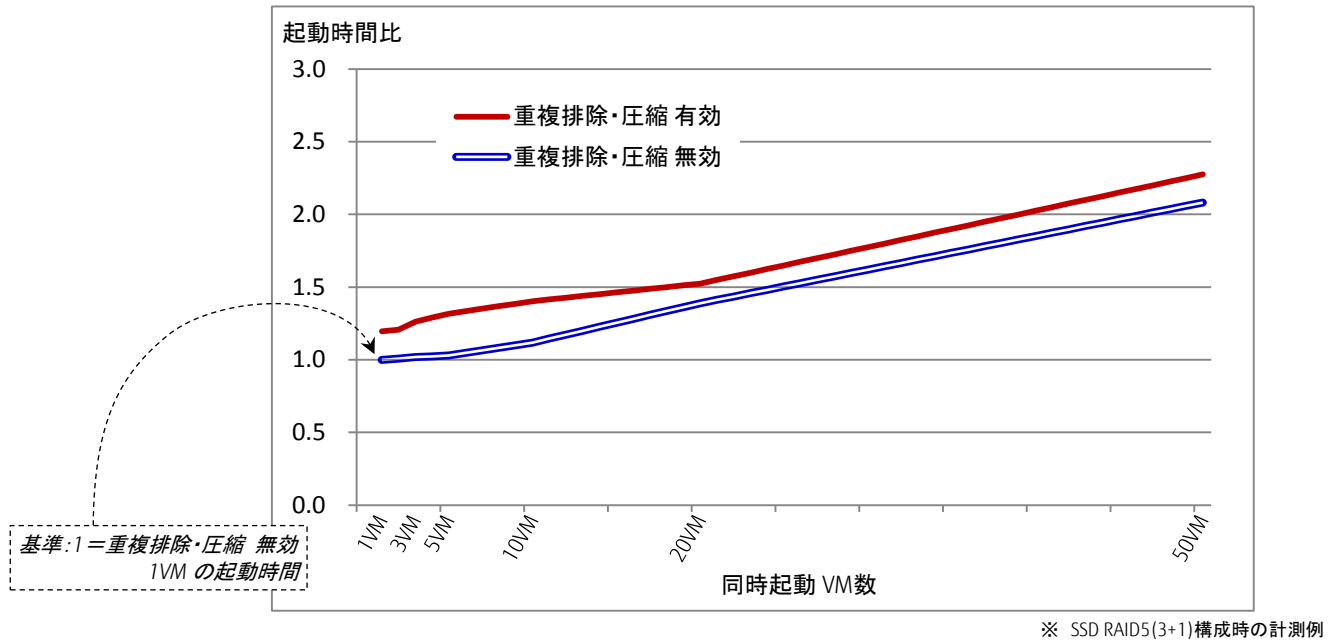


図-11 重複排除・圧縮機能 有効／無効 による起動時間の比較

“重複排除・圧縮 無効”の場合、1VM の起動に対して 20VM 同時起動で約 1.4 倍、50VM 同時起動で約 2.1 倍の起動時間です。

“重複排除・圧縮 有効”の場合も、同時起動 VM 数の増加に対する起動時間の傾向は同様です。“重複排除・圧縮 無効”の起動時間と比較し、およそ 1.2 倍^{※8}の起動時間です。

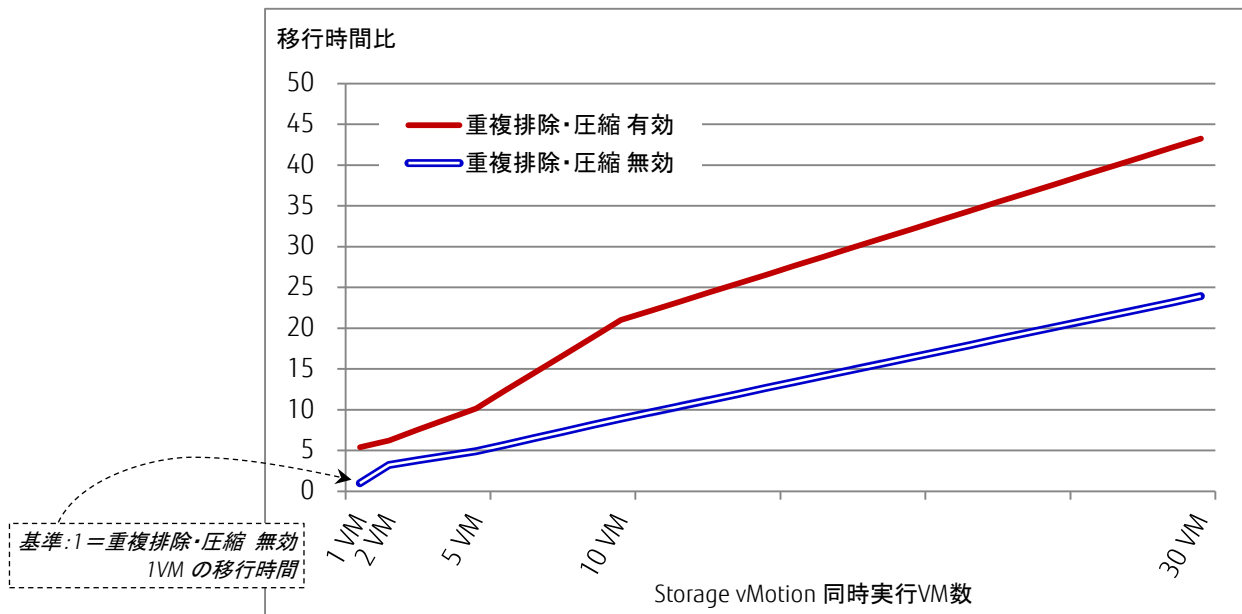
50VM 同時起動でも性能傾向は変わらず、サーバ性能なども関連しますが、余力があることがうかがえます。

※8 格納データ量などの条件により、記載の性能より低下する場合があります。

3.3.2 Storage vMotion 時間の比較

VMware vSphere 上の仮想マシンを Storage vMotion で対象のデータストアに移行した場合の時間比較です。(「3.1.2 重複排除によるドライブ容量の削減」の手順で、データストアに VM を移行した処理時間) 対象のデータストアへのアクセスは、主に Write です。

“重複排除・圧縮 無効”の“Storage vMotion 同時実行 VM 数”が 1VM の処理時間を 1 とした比較をグラフに表します。



※ SSD RAID5(3+1)構成時の計測例

図-12 重複排除・圧縮機能 有効/無効 による Storage vMotion 時間の比較

“重複排除・圧縮 無効”の場合、およそ一定の増加です。30VM 同時移行 (Storage vMotion) では 1VM の約 24 倍で、VM 数の増加より早い移行時間です。

“重複排除・圧縮 有効”の場合、はじめの 1VM 移行はデータストアへの最初の VM 格納で、重複データがない状態です。重複排除が働かないため、圧縮やドライブ書き込みの処理があります。このため“重複排除・圧縮 無効”と比較し、約 5.4 倍^{※9}の移行時間を要しています。(空のデータストアに 1VM 移行、2VM 同時移行、5VM 移行と VM 追加する操作で計測)

しかし、2VM 同時以降では重複排除が働き、“重複排除・圧縮 無効”に対して 2.0~2.4 倍^{※9}の移行時間です。同時移行 VM 数に係らず、およそ重複排除・圧縮が無効の場合と同様の傾向です。

重複排除・圧縮が無効の場合と比較すると処理時間が長くなっていますが、HDD と比較すると十分高速です。

SSD × 4 本: RAID5 [3+1] で重複排除・圧縮が有効の構成と、HDD × 8 本: RAID1+0 [4+4] で重複排除・圧縮が無効の構成 (性能重視の構成で 2 倍の HDD 数を利用) とで比較した場合、30VM の Storage vMotion では SSD で重複排除・圧縮が有効の構成の方が早く、およそ 1/3 の処理時間でした。ドライブ 1 本あたりでは約 6 倍、RAID 構成の違いを考慮すると、6 倍以上速いです。

※9 格納データ量などの条件により、記載の性能より低下する場合があります。

4 まとめ

検証により、仮想化プラットフォームのクローンで作成された VM に、重複排除・圧縮機能は非常に効果的に機能し、更に運用に伴い発生する OS 修正など、VM ゲストに共通のファイル更新においても効果が得られることが確認できました。

ETERNUS AF series, ETERNUS DX series の重複排除・圧縮機能は、仮想化プラットフォームのクローンのように多くのデータが重複する利用環境で大幅な物理ドライブ容量の削減を実現し、更に SSD の利用で性能向上を実現します。

ETERNUS AF series, ETERNUS DX series は、重複排除・圧縮機能の利用有無をボリューム毎に設定でき、更に ETERNUS AF series, ETERNUS DX series は、重複排除機能のみ、または圧縮機能のみを単独で利用できます。格納するデータに対して効果的な機能を選択利用することで、より効率的にストレージシステムを運用できます。

重複排除・圧縮機能が有効に働く OS 領域と重複データが少ないシステム毎のデータ領域で重複排除・圧縮を使い別けることで、容量削減と性能を 1 台のストレージシステムで両立できます。

ETERNUS AF series, ETERNUS DX series は、仮想化プラットフォームのドライブ容量を削減し、コストダウンと性能向上を実現します。

Contact

インターネット情報ページ
<https://www.fujitsu.com/jp/eternus/>

製品・サービスについてのお問い合わせは
富士通コンタクトライン 0120-933-200
受付時間 9:00~17:30
(土曜・日曜・祝日・当社指定の休業日を除く)

富士通株式会社
〒105-7123
東京都港区東新橋 1-5-2 汐留シティセンター

■商標登記について

Microsoft®、Windows、および SQL Server またはその他のマイクロソフト製品の名称および製品名は、米国 Microsoft Corporation の、米国およびその他の国における商標または登録商標です。VMware および VMware の製品名は、VMware, Inc. の米国および各国での商標または登録商標です。記載の会社名、製品名、名称等の固有名称は各社の商標または登録商標です。Linux は、Linus Torvalds 氏の米国およびその他の国における登録商標または商標です。その他、本書に記載されている名称には必ずしも商標表示をしておりません。

■免責事項について

富士通株式会社は、本書の内容に関して、いかなる保証もしません。また、本書の内容に関連したいかなる損害についてもその責任は負いません。