

**BladeSymphony と Hitachi Storage Solutions を利用した
Hitachi Dynamic Provisioning によるディスク容量拡張を想定した構成での
Microsoft® Windows Server 2008 R2
Hyper-V2.0 性能検証ホワイトペーパー**

第 1.1 版

2010 年 02 月

株式会社日立製作所 プラットフォームソリューション事業部

著作権について

この文書は著作権によって保護されています。この文書の内容の一部または全部を、無断で転載することは禁じられています。

Copyright © 2009 Hitachi, Ltd., All rights reserved.

登録商標・商標について

- Microsoft、Windows、Windows Server、Hyper-V は米国 Microsoft Corporation 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。
- Intel、Intel Core、Xeon は米国およびその他の国における Intel Corporation またはその子会社の商標または登録商標です。

その他、このホワイトペーパーで記載する製品名および会社名は、各社の商標または登録商標です。本文中では、® および ™ は明記しておりません。

変更履歴

項番	版数	内容	更新日
1	1.0 版	新規作成	2009 年 10 月
2	1.1 版	タイトルを修正	2010 年 02 月

目次

1.	はじめに	1
2.	Windows Server 2008 R2 Hyper-V の強化点	2
3.	HDP について	3
3.1.	HDP 概要	3
3.2.	HDP のメリット	4
3.3.	Hyper-V 環境における HDP の推奨運用例	5
3.3.1.	仮想ハードディスク形式による違い	5
3.3.2.	容量可変ハードディスク形式での HDP 運用イメージ	5
4.	検証概要	8
4.1.	検証の目的	8
4.2.	検証シナリオ	8
4.3.	ファイル サーバーの想定利用状況	9
5.	検証環境	10
5.1.	システム構成	10
5.2.	容量可変仮想ハードディスク構成のシステム構成	11
5.3.	容量固定仮想ハードディスク構成のシステム構成	12
5.4.	検証用ファイル群の構成	13
5.4.1.	検証用ファイルの作成方法	13
5.4.2.	検証用ファイルの特徴	14
6.	検証方法	15
6.1.	負荷発生ツールの動作概要	15
6.1.1.	ツール実行多重度	15
6.1.2.	負荷発生ツールの処理概要	15
6.1.3.	負荷発生ツールが使用するファイル	16
6.2.	検証実施手順	16
6.3.	性能測定項目	16
6.3.1.	クライアント上での測定	16
6.3.2.	仮想ファイル サーバー、Hyper-V ホスト サーバー上での測定	17
6.3.3.	ストレージ装置上での測定	17
6.3.4.	パフォーマンスカウンター	17
7.	検証結果	19
7.1.	処理スループット	19
7.2.	ストレージ装置のパフォーマンスデータ	19
7.2.1.	ディスク読取り性能	20
7.2.2.	ディスク書込み性能	21
7.2.3.	ストレージの稼働状態の解析	22

7.3.	仮想ファイルサーバーのパフォーマンス データ	24
7.3.1.	ディスク使用状況	24
7.3.2.	CPU 使用状況	26
7.3.3.	メモリ使用状況	27
7.3.4.	ネットワーク使用状況	27
7.4.	Hyper-V ホストサーバーのパフォーマンス データ	28
7.4.1.	CPU 使用状況	28
7.4.2.	メモリ使用状況	30
7.5.	追加シナリオ検証結果	31
7.6.	検証結果まとめ	35
8.	まとめ	36
9.	注意事項	37
10.	参考文献	37
付録 1	システム構成詳細	38
付録 2	検証用ファイルのサイズ、配置フォルダ階層数の分布	40

用語および略号

HDP	Hitachi Dynamic Provisioning: 日立製作所が提供するボリューム容量仮想化機能。物理容量に依存しない任意の仮想 LU をサーバーに割り当てることができる。
NIC	Network Interface Card: ネットワーク内でコンピュータ間の通信を行うために使用されるハードウェアの 1 つ。
FC	Fibre Channel: コンピュータと周辺機器を接続するためのデータ転送方式の 1 つ。主に、高い性能が必要なサーバーにおいて、外部記憶装置を接続するために利用される。
仮想ハードディスク(VHD)	仮想マシンで使用するハードディスクを、Hyper-V ホストサーバー上でファイル(vhd ファイル)として扱う形式。
容量可変仮想ハードディスク	仮想マシンの使用量によって容量が増加する仮想ハードディスク。
容量固定仮想ハードディスク	仮想マシンが使用するハードディスクの容量を事前に割り当てた仮想ハードディスク。
LU	Logical Unit : ストレージ装置が接続されたコンピュータ上では、この単位でディスク ボリュームとして認識される。RAID グループ内に 1 つまたは複数作成される。
DP プール	複数の物理ストレージを、単一のストレージであるかのように利用できる技術。
DP RAID グループ	DP プールを構成する RAID グループ。
ASCII	American Standard Code for Information Interchange: 7 桁の 2 進数で表すことのできる整数の数値のそれぞれに、大小のラテン文字や数字、英文でよく使われる約物などを割り当てた文字コード。
WSH	Windows Script Host: Windows 管理ツールの 1 つ。Windows 上で JavaScript や VBScript で記述されたスクリプトを実行することができるため、従来のバッチ処理機能と比べて、複雑な処理が可能。
RAID	Redundant Array of Inexpensive Disks: データを複数のハード ディスクに分散することで、性能と耐障害性を同時に確保するための技術。

1. はじめに

Windows Server 2008 R2 では、サーバー仮想化機能である Hyper-V が主な強化点であり、仮想環境での大幅な性能向上が注目されています。

株式会社日立製作所は、マイクロソフト株式会社と共同で Windows Server 2008 R2 における Hyper-V2.0(以下、Hyper-V)の性能検証を実施いたしました。本ホワイトペーパーは、マイクロソフト調布技術センター内に設置した「日立-マイクロソフト総合検証センター」にて実施した検証に基づき執筆しております。

本検証では、プラットフォームとして BladeSymphony BS320 および Hitachi Adaptable Modular Storage 2300(以下、AMS2300)を利用しております。

また、AMS2300 が提供する Hitachi Dynamic Provisioning 機能(以下 HDP)を利用しております。HDP とは「ボリューム容量仮想化機能」であり、ストレージ投資の最適化を実現することができます。HDP については 3 章をご参照ください。また、最新情報及び詳細については以下の弊社ストレージソリューションホームページをご参照ください。

(<http://www.hitachi.co.jp/products/it/storage-solutions/index.html>)

本ホワイトペーパーでは、Windows Server 2008 R2 での Hyper-V によるサーバー仮想化を検討している企業やエンジニアを対象に以下の情報を提供することを目的としています。

- Windows Server 2008 R2 における Hyper-V の性能オーバーヘッド

Hyper-V 仮想マシン上でファイルサーバーを構成し、負荷テストを行います。仮想ハードディスクの形式を変え、性能・挙動の違いを検証します。

本検証では、Windows Server 2008 R2 RC 版を使用しました。また、ホワイトペーパーに記載する内容は、弊社環境にて実施した検証結果に基づいており、実運用環境下での性能を保証するものではありません。あらかじめご了承ください。

2. Windows Server 2008 R2 Hyper-V の強化点

Windows Server 2008 R2 における Hyper-V の強化点のうち、主なものを以下に示します。

- Live Migration

Windows Server 2008 で提供された Quick Migration では、仮想マシンをフェールオーバークラスターリングのリソースとして扱うことで、ホストサーバー間において、仮想マシン単位のフェールオーバーが可能になり、仮想マシンの可用性を高めることができました。

Windows Server 2008 R2 では、新たに Live Migration が提供され、仮想マシンを停止することなく、オンラインのままフェールオーバーすることが可能になりました。

- CPU、メモリ関連の性能向上

Hyper-V がサポートする物理サーバーの論理プロセッサ数が、Windows Server 2008 SP2 に含まれる Hyper-V 1.0 の 24 コアから、64 コアに大幅に拡張されました。これにより、同時実行可能な仮想マシン数も、大幅に増加します。Windows Server 2008 R2 の Hyper-V では、64 論理コア環境で、最大 512 の仮想プロセッサがサポートされ、最大でシングル コア仮想マシン 384 台、またはデュアル コア仮想マシン 256 台、またはクアド コア仮想マシン 128 台を同時実行することができます。

また、Hyper-V 2.0 では、先進のプロセッサが備える、仮想環境向けの新機能を利用した SLAT (Second Level Address Translation) がサポートされます。SLAT は、仮想マシンのゲスト OS のページテーブル (物理アドレス空間) を、物理コンピュータのページ テーブルに変換するというハイパーバイザーの処理を、物理プロセッサのハードウェア処理にオフロードします。これにより、ハイパーバイザーの負荷が軽減され、仮想マシンのパフォーマンスが向上します。

- ネットワーク関連の性能向上

ジャンボフレームがサポートされ、Ethernet 標準のフレームより大きなデータで通信を行うことが可能になりました。これにより、プロセッサ使用率の低減およびネットワークスループットの向上に繋がります。

- 仮想ハードディスクの性能向上

Windows Server 2008 では、容量可変仮想ハードディスク形式は容量固定仮想ハードディスク形式に比べ、大きくパフォーマンスが劣化していました。容量可変仮想ハードディスク形式の柔軟性を犠牲にしてパフォーマンスを優先し、容量固定仮想ハードディスク形式が選択されるケースが少なくありませんでした。

Windows Server 2008 R2 では、仮想ハードディスクの形式によるパフォーマンスの差が解消されました。これにより、企業は利用形態により最適な仮想ハードディスクの形式を選択できるようになりました。

本検証では仮想ハードディスクの性能向上に着目しハードディスク形式の違いによる性能差を確認します。

3. HDP について

3.1. HDP 概要

HDP は、LU の仮想化機能によって、大容量の仮想 LU をサーバーに認識させることができます。これにより、初期導入時に購入するディスク容量を抑えることができ、ストレージ導入コストを最適化することができます。

また、仮想ボリュームを構成する DP RAID グループへは、実際のボリュームの配置を意識した設計をする必要がなくなるため、全体的なストレージの使用効率および管理コストを最適化することができます。

HDP のイメージ図を以下に示します。

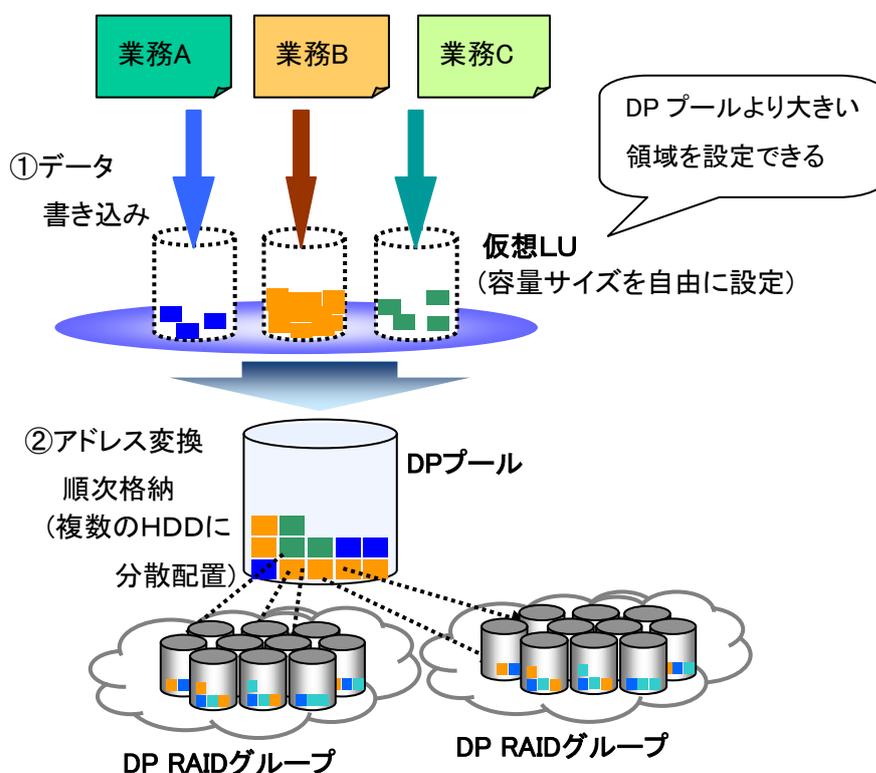


図 3-1 HDP のイメージ

HDP では、DP プールという領域に仮想 LU を作成します。この DP プールの領域は DP RAID グループを定義することで決まります。DP RAID グループは、通常のストレージで用いられる RAID グループと同じ形式で定義します (例: RAID5(3D+1P))。DP プール内の DP RAID グループ内のデータ領域を、仮想 LU 経由で使用します。仮想 LU は領域を自由に設定ことができ、DP プールの総容量よりも大容量の仮想 LU を定義することができます。ただし、仮想 LU の総ディスク使用容量は DP プールの総容量以内でなくてはなりません。

運用していくにつれ、仮想 LU のディスク使用容量は肥大していきます。仮想 LU のディスク使用容量が DP

プールの総容量に近づいてきたら DP RAID グループにディスクを追加します。これにより DP プールの総容量を増やします。

3.2. HDP のメリット

- ストレージ導入コストの最適化

通常、将来必要になる容量を予測してディスクを購入する必要があり、導入時に多くの費用が発生します。HDP を使用した場合には、大容量の仮想ボリュームを作成することができ、オンラインでのファイルシステム拡張等の柔軟な運用が可能となります。このため、導入時はディスクの必要容量のみ購入し、その後必要になった場合にディスクを容易に増設することができるため、導入時のコストを最適化することができます。

- ボリューム配置設計の簡易化と容量設計の最適化

通常、ボリュームの配置設計時は、RAID グループへの LU の配置等を意識する必要があり、設計が複雑でした。HDP を使用した場合には、DP プールを複数の DP RAID グループから構成する事により、仮想 LU は複数の RAID グループに分散され、性能が平準化されるため、物理構成を意識する必要がなくなります。これにより、ボリューム配置設計を簡易化することができ、また用途別のボリューム毎に設計不要なため、容量設計を最適化することができます。

- 運用の簡易化

通常、ボリューム拡張時には、一般的にシステムを停止して空きボリュームへデータを退避し、新規に作成したボリュームに対してリストアを実施する等の処理が必要でした。HDP を使用した場合には、仮想 LU に運用上想定される、最大容量を設定しておき、オンラインでファイルシステム拡張が可能となるため、運用を簡易化することができます。

3.3. Hyper-V 環境における HDP の推奨運用例

3.3.1. 仮想ハードディスク形式による違い

Hyper-V 環境と HDP を組み合わせた場合、仮想ハードディスクの形式に容量可変仮想ハードディスクを用いることで、HDP のメリットをより享受することができます。

容量固定仮想ハードディスクの場合、ホスト OS 上で、定義した仮想ハードディスクの容量と同容量の VHD ファイルが作成されます。従って定義した仮想ハードディスクの容量分 DP プール容量を消費してしまいます。

一方で、容量可変仮想ハードディスクの場合、実データ容量と同容量の VHD ファイルが作成されます。従って、容量固定仮想ハードディスクと比較して、DP プールの使用容量は少なく済みます。そのため、ストレージ容量を最適化することができ、HDP のメリットを最大限引き出すことができます。

3.3.2. 容量可変ハードディスク形式での HDP 運用イメージ

本検証で設定した構成を例にして、容量可変仮想ハードディスクを利用した場合の HDP 運用イメージを示します。なお、本検証ではディスクの追加はしていません。

① 初期構築時

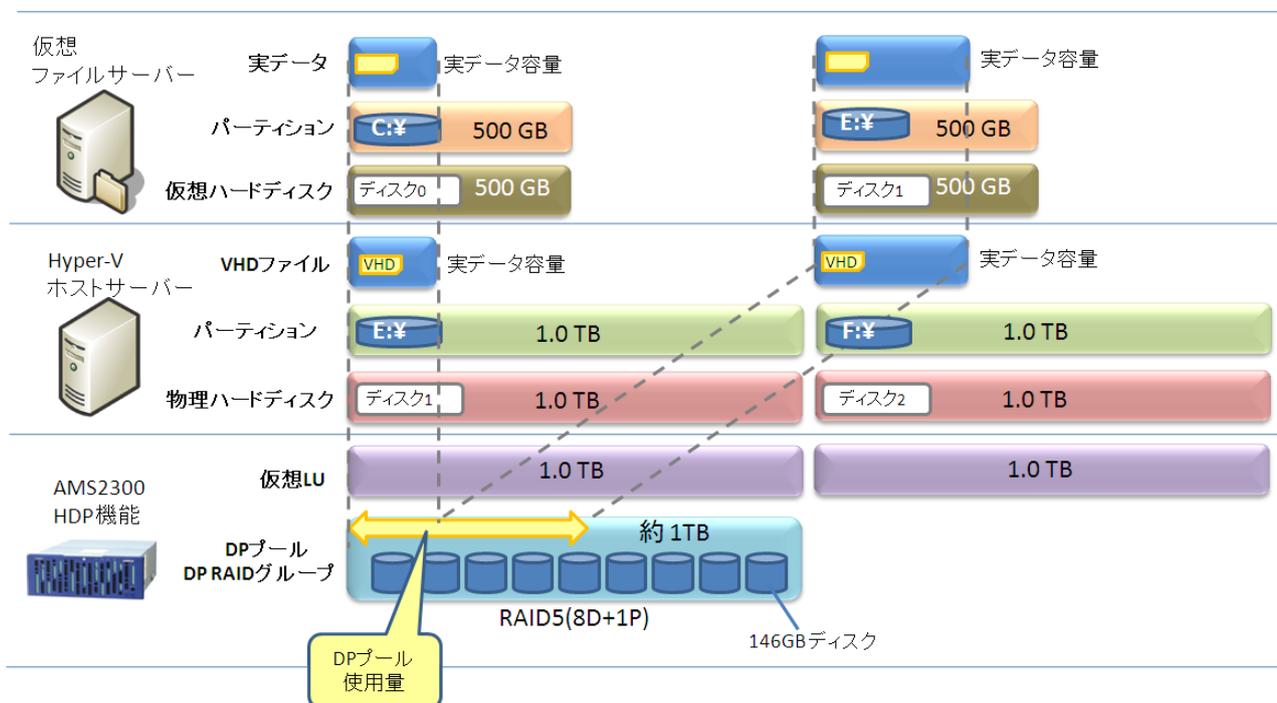
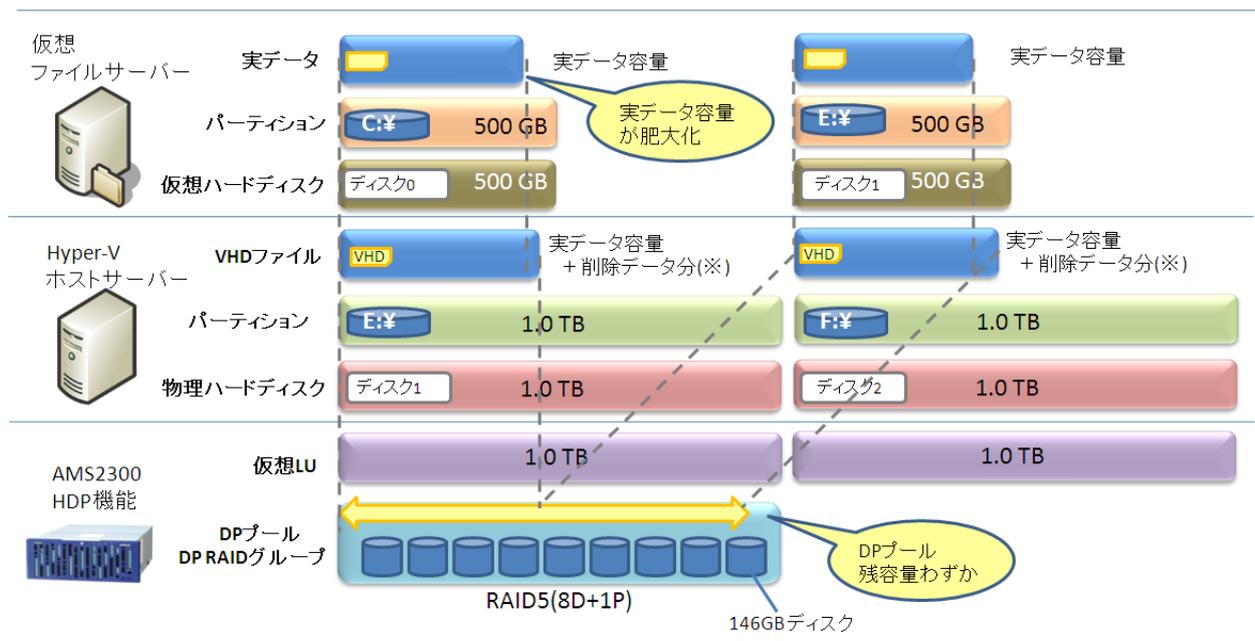


図 3-2 容量可変ハードディスク環境での HDP 運用イメージ ①初期構築時

- 導入時に必要となる DP プール容量(例では 1.05TB)を用意します。
- Hyper-V ホストサーバーには、運用上想定される最大容量の仮想 LU を割り当てます。(例では 1TB)
- Hyper-V ホストサーバー上では、物理ハードディスク(仮想 LU)と同容量のパーティションを作成します。
- 仮想ファイルサーバーに割り当てる仮想ハードディスクは、総容量が DP プール容量を超えないように定義します。
- 仮想ファイルサーバー上では、認識された仮想ハードディスクと同容量のパーティションを作成します。
- 仮想ハードディスク形式を容量可変にしたため、DP プールは仮想ファイルサーバーの実データ容量分だけ DP プールを消費します。

② 実データ容量肥大化



(※): 容量可変VHDの場合、ゲストOS上でデータを削除してもVHDファイルの容量は小さくなりません。削除したデータ分の容量が確保され続けます。VHDファイルの容量を縮小するためには、ホストOSのHyper-Vマネージャから最適化を行う必要があります。

図 3-3 容量可変ハードディスク環境での HDP 運用イメージ ②実データ容量肥大化

- 仮想ファイルサーバーを運用していくにつれて、実データ容量が増加していきます。
- 実データ容量が肥大化して、DP プールの残容量がわずかになります。

③ ディスク追加

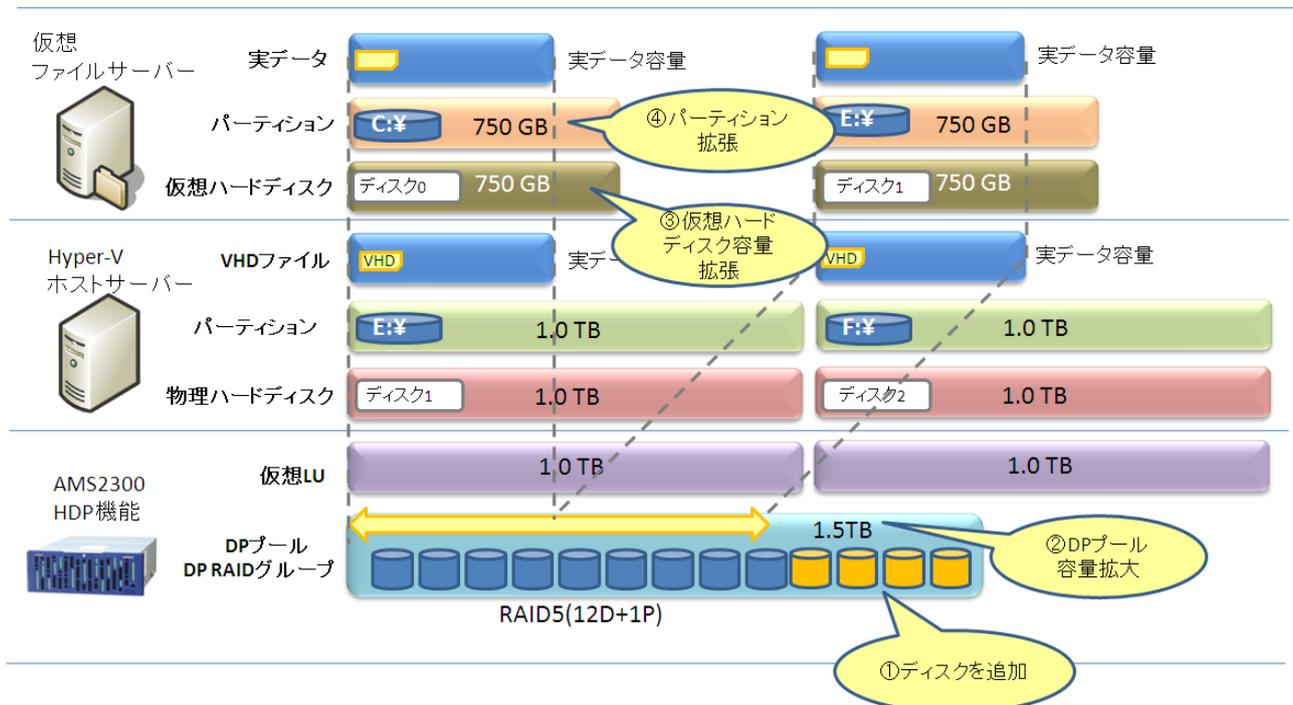


図 3-4 容量可変ハードディスク環境での HDP 運用イメージ ③ディスク追加

- DP RAID グループにディスクを追加します。
- DP プールの容量が増え、DP プールの残容量が余裕のある状態になります。
- 仮想ハードディスクの容量を拡張します。
- パーティションの容量を拡張します。

4. 検証概要

本検証の内容は、下記に示す Hyper-V 性能検証に基づきます。

- BladeSymphony と Hitachi Storage Solutions を利用した Hyper-V 性能検証ホワイトペーパー(10.参考文献参照)
(<http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/ps/solution/windows/index.html#3>)

4.1. 検証の目的

本検証は主に以下の情報を取得することを目的としています。

- 仮想ハードディスクの形式の違いによる性能の違い
Hyper-V 性能検証(10.参考文献参照)では、容量固定仮想ハードディスク形式の性能が実運用に導入できるレベルであることを確認しました。
本検証では、容量可変仮想ハードディスク形式と容量固定仮想ハードディスク形式の性能・挙動の違いを確認し、容量可変仮想ハードディスク形式が実運用に適しているかを判断します。

4.2. 検証シナリオ

Hyper-V ホストサーバー上に、仮想ファイルサーバーを構成します。仮想ファイルサーバーに対して、クライアントより負荷を与えます(ファイルサーバーの検証用データにアクセス)。その間、仮想ファイルサーバーやストレージ装置のパフォーマンス情報を取得し、性能を分析します。

以下に示す 2 つの構成で検証を行い、性能・挙動を比較します。仮想ハードディスク形式以外は同一の条件とします。

- 容量可変仮想ハードディスク構成
検証用データドライブを、容量可変仮想ハードディスク形式で構成します。
- 容量固定仮想ハードディスク構成
検証用データドライブを、容量固定仮想ハードディスク形式で構成します。

※なお追加シナリオとして、容量固定仮想ハードディスク構成においてディスクの書き込みキャッシュを有効にした場合の性能差も確認します。ディスクの書き込みキャッシュは、Windows OS 上で検証用データドライブに対して設定します。

4.3. ファイル サーバーの想定利用状況

弊社で実際に稼働しているファイルサーバーの利用状況をモデルとし、本検証にて想定するファイルサーバーの利用状況を以下の通り定義しました。検証環境の仮想ファイルサーバーに対して、この条件に沿った負荷が与えられます。

- 読取り処理と書込み処理回数の比率は 8:2
- フォルダー構成は 25 階層
- アクセスするファイルのサイズは 50KB 以上
- Active Directory ドメイン環境

5. 検証環境

5.1. システム構成

本検証で利用したシステム構成を以下に示します。詳細情報については付録 1 をご参照ください。

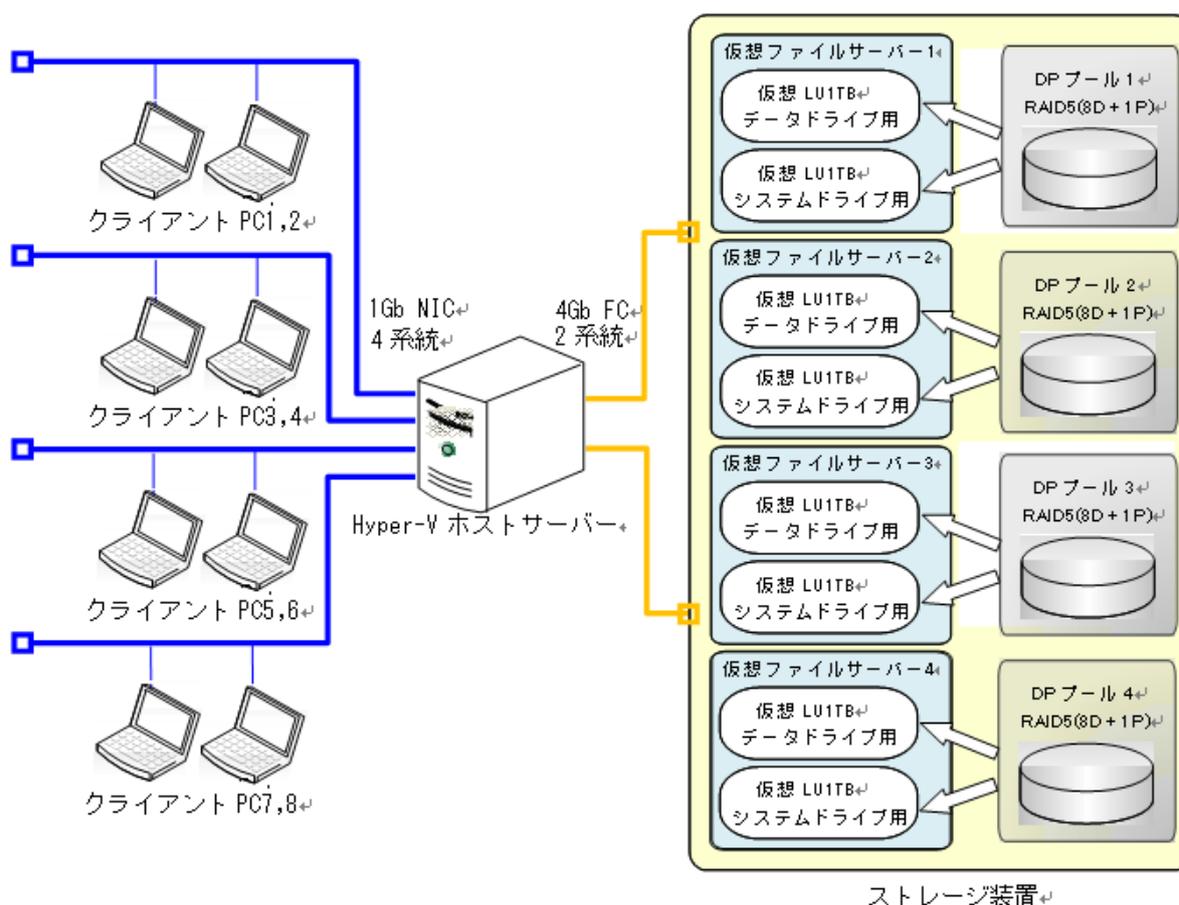


図 5-1 システム構成図

- Hyper-V ホストサーバーは、ネットワークインターフェースを 4 系統、ファイバーチャネルインターフェースを 2 系統搭載しています。
- クライアントを 8 台用意します。また、4 つの異なるネットワークセグメントに 2 台ずつ配置し、ネットワークボトルネックが発生しないようにします。
- 4 つの DP プール(DP RAID グループは、RAID5(8D+1))を作成し、それぞれ仮想 LU を 2 つ用意します。仮想ファイルサーバー 1 台当たり、同じ DP 内の仮想 LU を 2 つずつ割り当てます。
- Hyper-V ホストサーバーのシステムドライブは、内蔵ディスクに配置します。
- Hyper-V ホストサーバーはプロセッサコア数 8(Quad-Core Processor×2)、メモリ 32GB を搭載します。

5.2. 容量可変仮想ハードディスク構成のシステム構成

容量可変仮想ハードディスク構成のシステム構成を以下に示します。

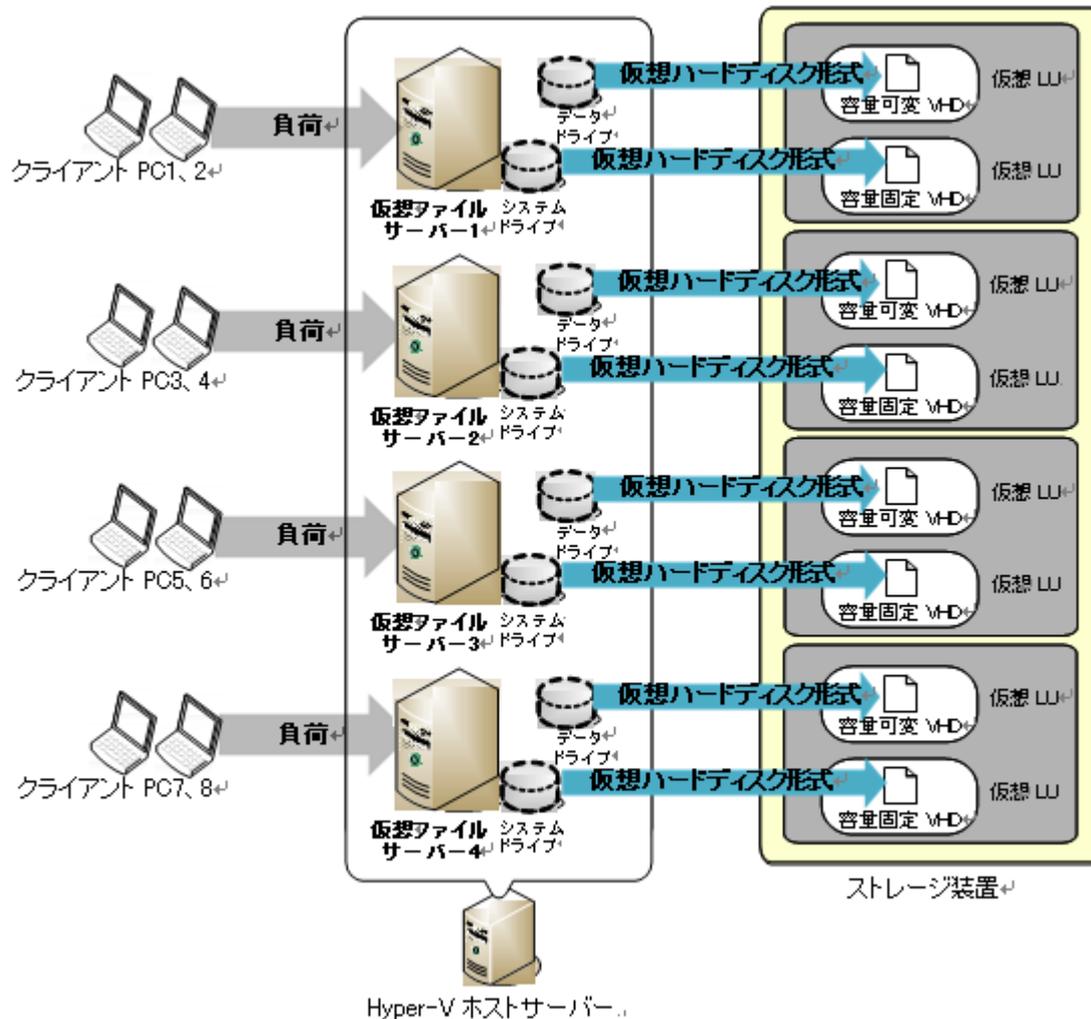


図 5-2 容量可変仮想ハードディスク構成のシステム構成図

- 1 台の Hyper-V ホストサーバー上に、4 台の仮想ファイルサーバーを構成します。
- 1 台の仮想ファイルサーバーに対して 2 台のクライアントより負荷を与えます。
- 各仮想ファイルサーバーは 2 つの仮想 LU を使用し、それぞれシステムドライブと検証用データドライブの仮想ハードディスクを格納します。
- 各仮想ファイルサーバーのシステムドライブは容量固定仮想ハードディスク形式、検証用データドライブは容量可変仮想ハードディスク形式とします。
- 各仮想ファイルサーバーには、仮想プロセッサ数 2、メモリ 2GB を割り当てます。

5.3. 容量固定仮想ハードディスク構成のシステム構成

容量固定仮想ハードディスク構成のシステム構成を以下に示します。

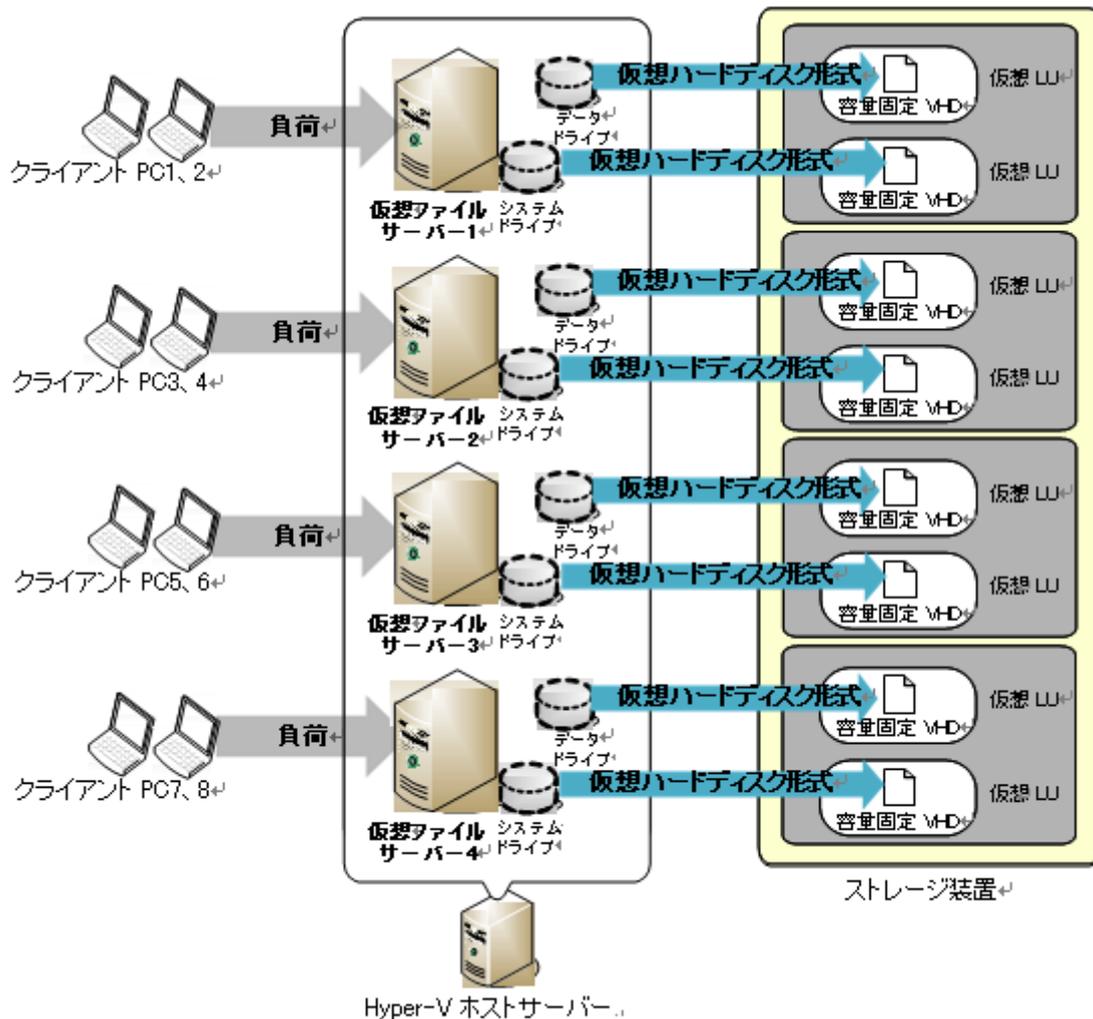


図 5-3 容量固定仮想ハードディスク構成のシステム構成図

- 各仮想ファイルサーバーの検証用データドライブを、容量固定仮想ハードディスク形式とします。
- 検証シナリオに応じて、Windows 上で検証用データドライブのディスクの書き込みキャッシュを有効にします。
- その他は「容量可変仮想ハードディスク構成」と同様です。

5.4. 検証用ファイル群の構成

検証用ファイルおよび配置されるフォルダー構成のイメージを示します。4 台の仮想ファイルサーバーが使用する検証用ファイル群は全て同一です。

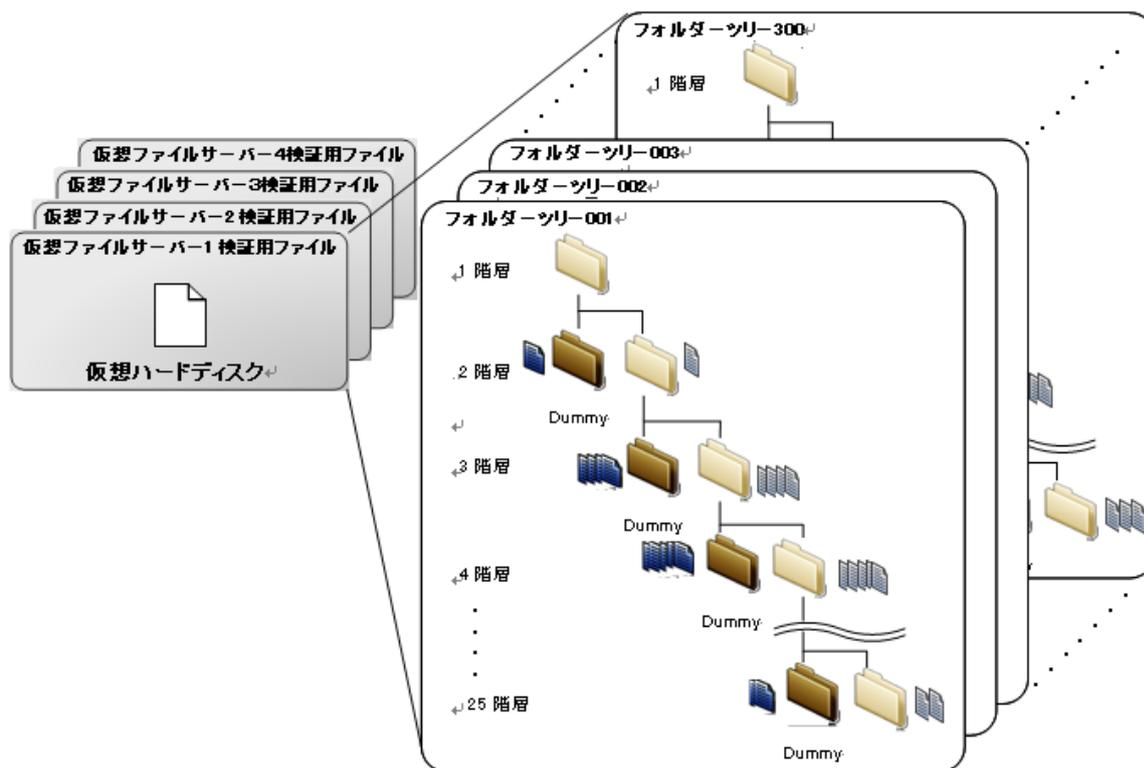


図 5-4 検証用ファイル構成

5.4.1. 検証用ファイルの作成方法

検証用のファイルは、弊社ファイルサーバーに保存されている約 60 万ファイルのサンプリング調査結果を基に作成しました。

- ファイルサイズ
弊社ファイルサーバー上の各ファイルと同一サイズのファイルを生成しました。ファイルの中身はランダムな ASCII 文字列で埋められています。
- 配置されるフォルダー
検証用ファイルは、複数のフォルダーツリーに分散して配置しました。配置フォルダーの階層数に

については、弊社ファイルサーバーの状況を調査し、その分布確率に従って配置しました。

※ファイルサイズの分布および配置フォルダー階層数の分布は付録 2 をご参照ください。

5.4.2. 検証用ファイルの特徴

- フォルダーツリー構成
1つのフォルダーツリーは 25 階層構成となっています。
- ダミーファイル
フォルダーツリー内には、今回の検証でアクセスされないダミーファイルも配置されます。ダミーファイルはフォルダーを分けて配置します。
- ファイル・フォルダー総数、総容量
フォルダーツリーは合計 300 本(フォルダー数 14,700 個、ファイル数約 120 万個が含まれます)をすべて同一パーティション上に作成しました。総容量は約 300GB です。このうち、128 本のフォルダーツリーを検証にて使用します。
- クライアント側の検証用ファイル
書込み処理(クライアントから仮想ファイルサーバーへコピー)用に、クライアント側のローカルディスク上にも検証用ファイルを配置します。

6. 検証方法

ファイルの読取り・書込み処理を実行する負荷発生ツールをクライアント上で実行し、4 台の仮想ファイルサーバーに対して負荷を与えます。その間、各仮想ファイルサーバー、Hyper-V ホストサーバー、ストレージ装置上でパフォーマンスデータを取得します。

6.1. 負荷発生ツールの動作概要

負荷発生ツールは、OS 標準搭載のスクリプト(Windows Script Host(WSH))を使用して作成しました。負荷発生ツールはクライアント上で実行され、1 台のクライアント上で複数の負荷発生ツールを同時に動作させることができます。同時に動作している負荷発生ツールの総数(以後、便宜上“ツール実行多重度”と表記)により、サーバーへ与える負荷量を調整できます。

6.1.1. ツール実行多重度

本検証のツール実行多重度は 16 とします。これは予備検証において、多重度 16 で性能ピーク点が確認されたためです。

1 台の仮想ファイルサーバーに対し、2 台のクライアントより負荷を与えるため、1 台のクライアント上で同時に実行される負荷発生ツールの数は 8 となります。なお、1 台のクライアント上で 8 つの負荷発生ツールを同時に実行しても、クライアント側がリソース不足状態に陥ることが無いことは確認しています。

6.1.2. 負荷発生ツールの処理概要

この負荷発生ツールにおいては、1 つのフォルダーツリーの中で 1,000 個のファイルを処理することを実行の 1 単位としました。1 実行単位で行われるループ処理の概要を以下に示します。

- ① 読取り処理か書込み処理かを 8:2 の比率で決定する。
- ② フォルダーツリーの最上位から、そのフォルダー内にターゲットファイルがあるかを確認する。
対象がなければ、1 層ずつフォルダーを下に移動していく。ターゲットファイルが見つければ、読取りまたは書込み処理を実行する。
- ③ 読取り処理のときは、サーバー上のターゲットファイルをクライアントのローカルへ上書きコピーする。
- ④ 書込み処理のときは、クライアントのローカル上の該当ファイルをサーバーのターゲットファイルに上書きコピーする。

この処理を、可能な限り速く(思考時間などの待ち時間を入れず)1,000 回繰り返します。なお、読取り・

書込み処理には WSH の FileSystemObject(CopyFile メソッド)を使用しています。

6.1.3. 負荷発生ツールが使用するファイル

全ての測定テストで処理対象とするファイル群は同一とし、各仮想サーバーが処理する数量は以下の通りとしました。

表 6-1 処理対象ファイル数量

ファイル数	フォルダーツリー数	フォルダー数	ファイル容量総計
128,000 個	128 本	6,272 個	128,053,899,719 バイト

これは、どの測定テストにおいても、サーバーに長時間(30 分以上)持続して負荷を与えることのできる仕事量です。1 回の測定テスト実施で、全ての処理対象ファイルに 1 回ずつアクセスします。複数回アクセスされるファイルはありません。

6.2. 検証実施手順

以下の手順で性能を測定しました。

- ① ストレージ装置側キャッシュをクリアするために、仮想ファイルサーバー上のダミーファイル群(測定テストには使用されないフォルダーツリー内)約 10GB をクライアント側にコピーする。
- ② 各クライアントで、負荷発生ツールが同時に起動するようスケジュールタスクを作成する。
- ③ 仮想ファイルサーバー側、クライアント側のキャッシュをクリアするために、仮想ファイルサーバー、クライアントを再起動する。
- ④ ストレージ装置、仮想ファイルサーバー、Hyper-V ホストサーバー上でパフォーマンスカウンタのデータ取得を開始する。
- ⑤ クライアントの負荷発生ツールの開始、完了を確認する。

6.3. 性能測定項目

6.3.1. クライアント上での測定

負荷発生ツール処理時間(負荷発生ツールが開始されてから完了するまでに要した時間)を測定します。

6.3.2. 仮想ファイル サーバー、Hyper-V ホスト サーバー上での測定

負荷発生ツール実行期間中に、各仮想ファイルサーバーおよび Hyper-V ホストサーバー上でパフォーマンス データを取得します。データサンプリング間隔は 10 秒です。なお、測定開始 1 分後から 30 分間のデータを使用します。

6.3.3. ストレージ装置上での測定

今回使用するストレージ装置では、装置上でパフォーマンスデータを取得することが可能です。一部の性能項目については、Windows 上からも取得することが可能ですが、観測点が実体に近いほうがより正確であると考えられるため、ストレージ装置上のパフォーマンスデータを使用します。データサンプリング間隔は 60 秒です。なお、測定開始 1 分後から 30 分間のデータを使用します。

6.3.4. パフォーマンスカウンター一覧

分析対象のパフォーマンスカウンタの一覧を示します。

表 6-2 サーバーで取得するパフォーマンスカウンタ

#	カテゴリ	カウンタ名	説明
1	Processor	%Processor Time	プロセッサがアイドル以外のスレッドを実行する時間のパーセンテージを示します。
2	Memory	Available Mbytes	実行中のプロセスに利用可能な物理メモリのサイズをバイト数で示します。
3	Physical Disk	Avg.Disk Queue Length	ディスクアクセスを待機しているシステム要求の数を示します。ディスクを構成するスピンドル数の 1.5~2 倍が適正值です。
4		Average Sec/Read	1 回の読み込みに要した時間を示します。0.05 秒以下が適正值です。
5		Average Sec/Write	1 回の書き込みに要した時間を示します。0.05 秒以下が適正值です。
6	Network Interface	Bytes Received/sec	データバイトを受信する速度を示します。
7		Bytes Sent/sec	データバイトを送信する速度を示します。
8		Bytes Total/sec	Bytes Received/sec と Bytes Sent/sec を合計した値です。
9	Hyper-V Hypervisor Logical Processor	% Total Run Time	Hyper-V をホストとする物理コンピュータ全体の論理プロセッサの使用率を示します。
10	Hyper-V Hypervisor Root Virtual Processor	% Total Run Time	Hyper-V のペアレント OS のプロセッサの使用率を示します。

表 6-3 ストレージ装置で取得するパフォーマンスカウンタ

#	カテゴリ	カウンタ名	説明
1	Port	Read Rate(IOPS)	読み込みの IOPS を示します。
2	RAID Group	Write Rate(IOPS)	書き込みの IOPS を示します。
3	Logical Unit	IO Rate(IOPS)	Read Rate(IOPS)と Write Rate(IOPS)を合計した値です。
4		ReadTrans Rate(MB/s)	1 秒あたりの読み込みデータ転送量を示します。
5		Write Trans Rate(MB/s)	1 秒あたりの書き込みデータ転送量を示します。
6		Trans Rate(MB/s)	Read Trans Rate(MB/s)と Write Trans Rate(MB/s)を合計した値です。

7. 検証結果

7.1. 処理スループット

負荷発生ツール処理時間と処理したファイルの総容量より算出した、負荷発生ツールの処理スループットを示します。4 台の仮想ファイルサーバーの平均データとなります。

なお、図中の”可変 VHD”は容量可変仮想ハードディスク構成、”固定 VHD”は容量固定仮想ハードディスク構成の結果を示します。

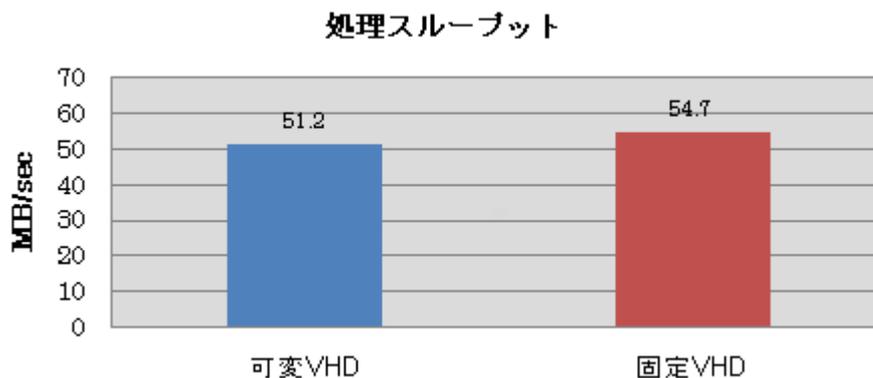


図 7-1 処理スループット

- 可変 VHD 構成は固定 VHD 構成に対して、約 3.5MB スループットが低い結果となりましたが、大きな性能差はないと考えられます。

7.2. ストレージ装置のパフォーマンスデータ

ディスクの読取り性能および書込み性能に関して、ストレージ装置から取得したディスクスループットと 1 秒あたりの入出力(IOPS)のパフォーマンスデータを示します。各構成のファイルデータ格納領域のパフォーマンスデータとなります。

7.2.1. ディスク読取り性能

① ディスクスループット(読取り)(Read Trans Rate(MB/s))

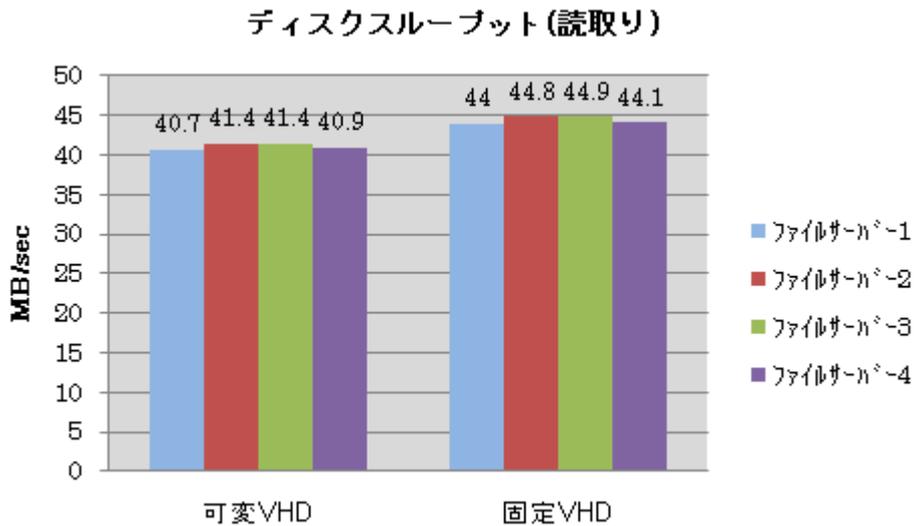


図 7-2 ストレージ装置のディスクスループット(読取り)

② 1秒あたりの読取り回数(Read Rate(IOPS))

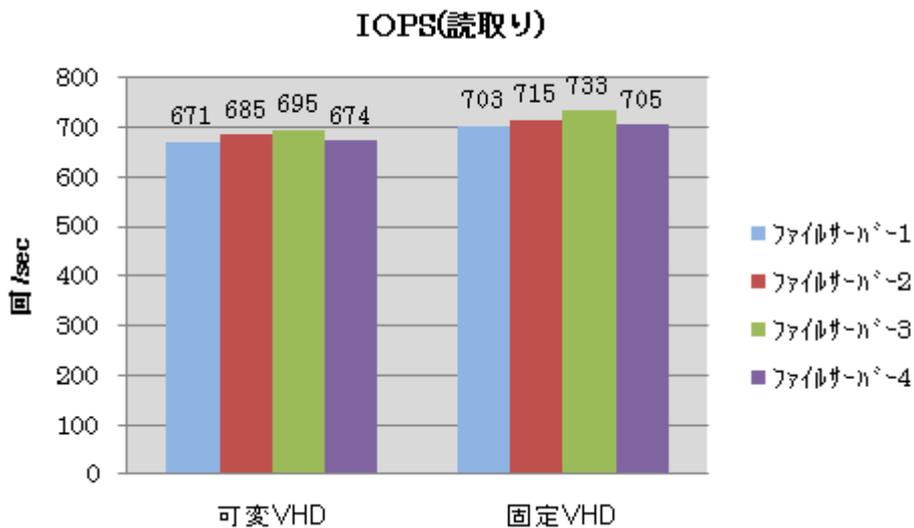


図 7-3 ストレージ装置の1秒あたりの読取り回数(IOPS)

- ディスクスループットおよび IOPS について、可変 VHD 構成、固定 VHD 構成それぞれで仮想ファイルサーバー間の性能差はありませんでした。
- 可変 VHD 構成は固定 VHD 構成に対して、平均でディスクスループット約 3.4MB および約 33IOPS 低い結果となりましたが、大きな性能差はないと考えられます。

7.2.2. ディスク書込み性能

① ディスクスループット(書込み)(Write Trans Rate(MB/sec))

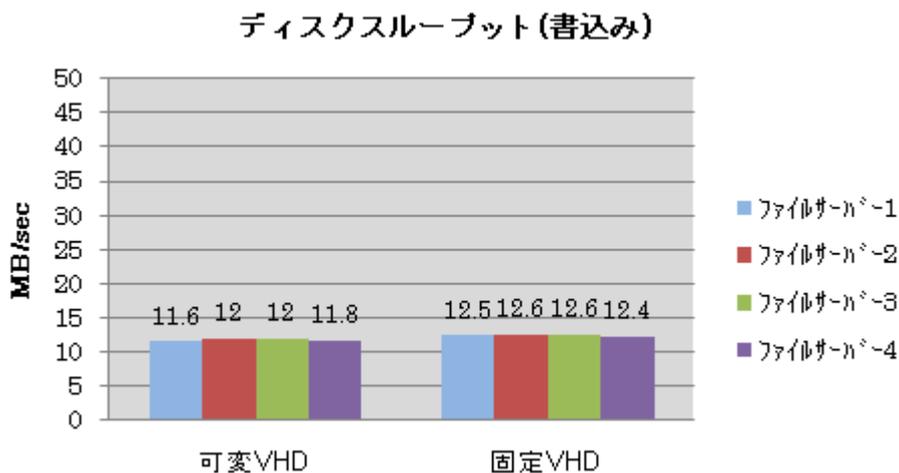


図 7-4 ストレージ装置のディスクスループット(書込み)

② 1秒あたりの書込み回数(Write Rate(IOPS))

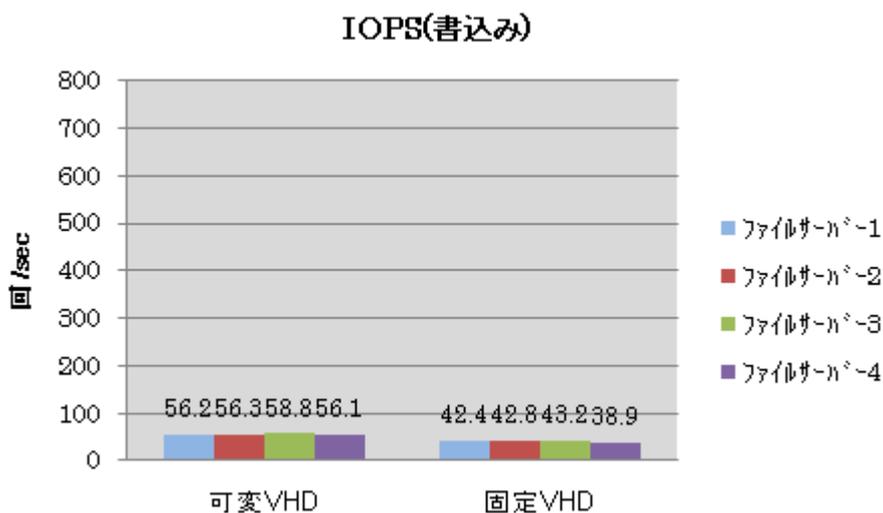


図 7-5 ストレージ装置の1秒あたりの書込み回数(IOPS)

- 読取りと書込みの比率が 8:2 のため、ディスクスループットおよび IOPS は読取り時と比べ約 4 分の 1 になっていることが分かります。
- ディスクスループットおよび IOPS について、可変 VHD 構成、固定 VHD 構成それぞれで仮想ファイルサーバー間の性能差はありませんでした。
- 可変 VHD 構成は固定 VHD 構成に対して、平均でディスクスループットが約 0.7MB 低い結果となりましたが、大きな性能差はないと考えられます。

- 可変 VHD 構成は固定 VHD 構成に対して、平均で約 15IOPS 増加しています。可変 VHD 構成の方が IO サイズが小さかったためと考えられます。

7.2.3. ストレージの稼働状態の解析

ストレージ上にボトルネック箇所があるか稼働状態の解析を行います。なお、可変 VHD 構成の結果を示します。ストレージの稼働状態の概要図を以下に示します。

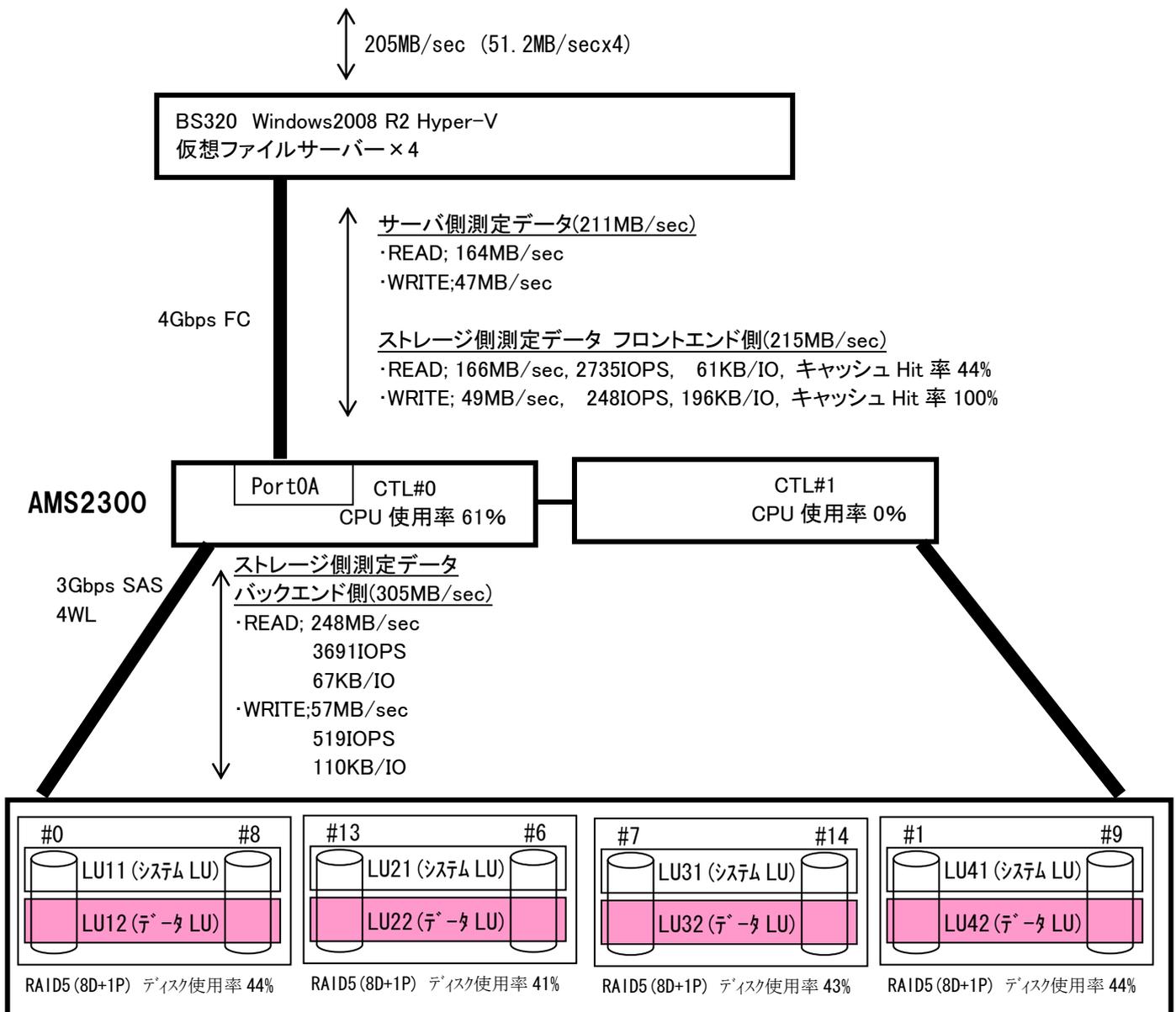


図 7-6 ストレージの稼働状態

① CPU 使用率

CTL#0 の CPU 使用率は 61%であり、まだ余力があります。また、CTL#1 の CPU 使用率が 0%であることより、CTL#0 への負荷が今の 2 倍以上になっても、ダイナミックロードバランス機能により CTL#1 への負荷分散が行われるため、余力があります。

本検証の構成では、仮想ファイルサーバーのデータドライブが CTL#0 で処理され、システムドライブが CTL#1 で処理されます。そのため、CTL#1 はほぼアイドル状態となりました。

② キャッシュ使用状況

CacheWritePend が 11%であり、かつ Write キャッシュヒット率が 100%であることより、Write アフターの処理ネックにはなっていないと言えます。

③ HDD 使用状況

HDD の使用率は 41～44%となりました。HDD 使用率は 200msec 毎にサンプリングして 1 分間の平均値を出したものであるため、全体の半分以上の時間において、HDD にはコマンドを出してないこととなります。しかし、Tag 多重度は平均 15(Max30)であることより、サーバから連続的に IO 要求が出ているわけではなく、間歇的に IO 要求が出ていると考えられます。

性能ボトルネックになるポテンシャルの高い HDD の使用率が 41～44%であることより、サーバ側からの負荷が高くなり連続的に IO 要求が出るようになると、現状の 1.5～1.8 倍程度のスループットは出ると考えられます。

以上の結果より、ストレージには余力があり性能ボトルネックとはなっている箇所はないと言えます。

7.3. 仮想ファイルサーバーのパフォーマンス データ

各構成の4台の仮想ファイルサーバー上で取得したパフォーマンスデータを示します。

7.3.1. ディスク使用状況

① ディスク応答時間(Physical Disk(検証用データドライブ)¥Average Sec/Read、Write)

各構成のファイルデータ格納領域のディスク応答時間を示します。

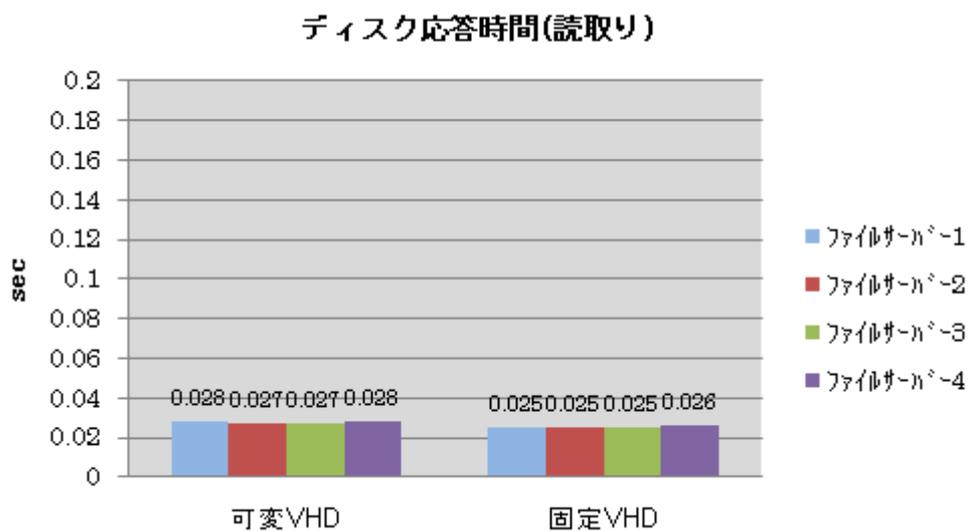


図 7-7 ディスク応答時間(読取り)

ディスク応答時間(書込み)

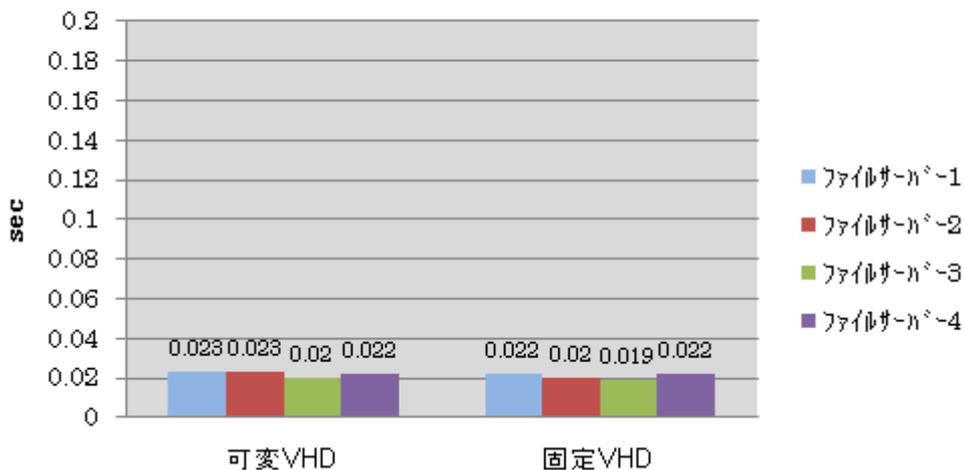


図 7-8 ディスク応答時間(書込み)

- 一般的にディスクの応答時間は 0.05 秒を超えてくると問題ありと判断されます。読取り、書込みともに、可変 VHD 構成と固定 VHD 構成の応答時間の差はほとんどなく、可変 VHD の性能向上が確認できます。

- ② ディスクキュー長(Physical Disk(検証用データドライブ)¥Avg.Disk Queue Length)
各構成のファイルデータ格納領域のディスクキュー長を示します。

ディスクキュー長

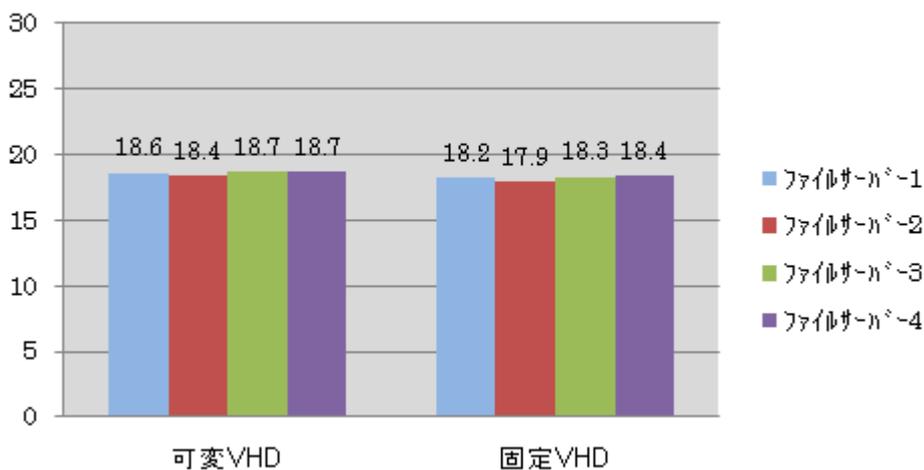


図 7-9 ディスクキュー長

- 可変 VHD 構成と固定 VHD 構成の差はほとんどありません。
- ディスクキュー長は一般的に、ディスクを構成するスピンドル数の 1.5 倍～2 倍程度が適正とされており、今回のディスク構成 RAID5(8D+1P)では、キュー長 12～16 程度までが適正範囲と言えます。検証結果では、適正範囲を超えた結果となりました。しかし、7.2.3 で示したようにディスクがボトルネックになっていることはありません。

7.3.2. CPU 使用状況

① CPU 使用率(Processor%Processor Time)

各構成の仮想ファイルサーバーの CPU 使用率を示します。全プロセッサ(プロセッサ数:2)トータルの値となります。

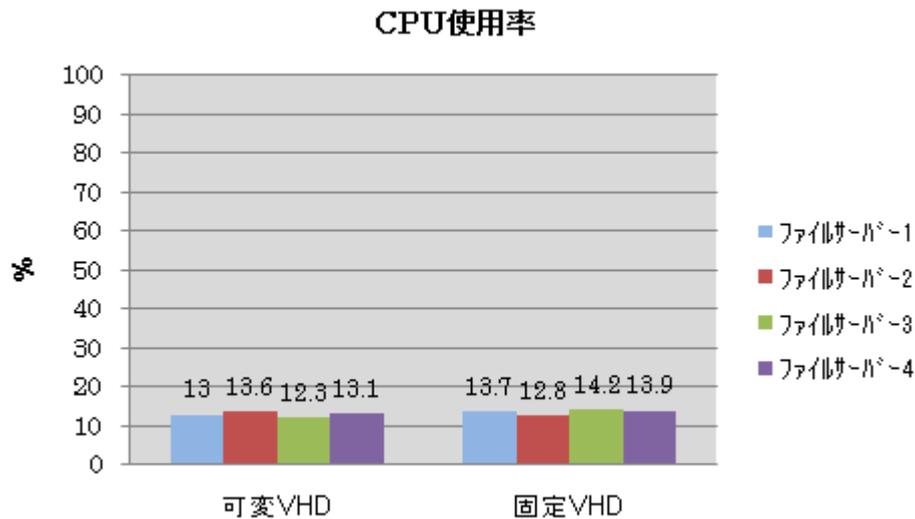


図 7-10 CPU 使用率

- 可変 VHD 構成および固定 VHD 構成において、CPU 使用率は低くボトルネックとなっていることはありません。また、CPU 使用率の差はほとんどありませんでした。

7.3.3. メモリ使用状況

① 空きメモリ容量(Memory Available Mbytes)

各構成の仮想ファイルサーバーの空きメモリ容量を示します。搭載メモリ容量は 2GB です。

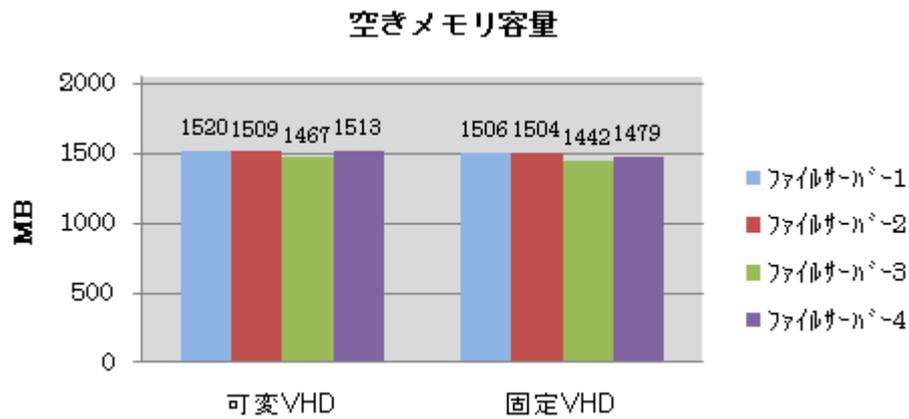


図 7-11 空きメモリ容量

- 可変 VHD 構成および固定 VHD 構成において、空きメモリ容量は十分にありボトルネックとなっていることはありません。また、空きメモリ容量の差はほとんどありませんでした。

7.3.4. ネットワーク使用状況

① ネットワーク使用量(Network Interface Bytes Total/sec)

クライアントが各仮想ファイルサーバーにアクセスするネットワークにおける、1 秒あたりのデータの送受信量を示します。

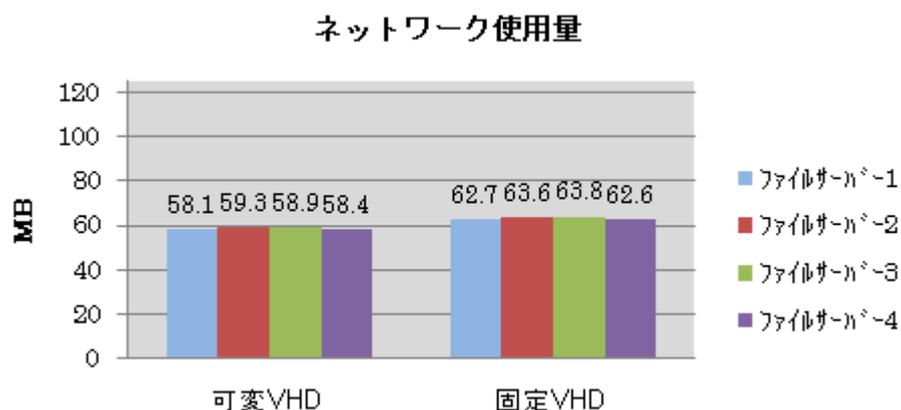


図 7-12 ネットワーク使用量

- 可変 VHD 構成および固定 VHD 構成で、ネットワーク帯域には余裕があり、ボトルネックになっている

ことはありません。

- 処理スループットの大きい結果となった固定 VHD 構成の方が、ネットワーク使用量においても約 4.6MB 大きい結果となりました。

7.4. Hyper-V ホストサーバーのパフォーマンス データ

7.4.1. CPU 使用状況

- ① Hyper-V Root パーティションの CPU 使用率(Hyper-V Hypervisor Root Virtual Processorの%Total Run Time) 各構成の Hyper-V 親パーティションの CPU 使用率を示します。全プロセッサ(プロセッサ数:8)トータル値となります。

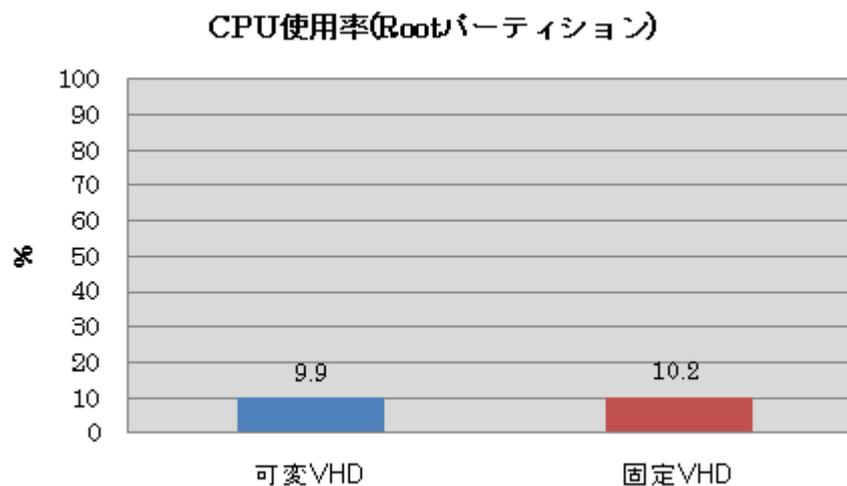


図 7-13 Hyper-V Root パーティションの CPU 使用率

- ② Hyper-V ホストサーバー全体の CPU 使用率(Hyper-V Hypervisor Logical Processor%Total Run Time)
各構成の Hyper-V ホストサーバー全体の CPU 使用率を示します。全プロセッサ(プロセッサ数:8)トータル
の値となります。

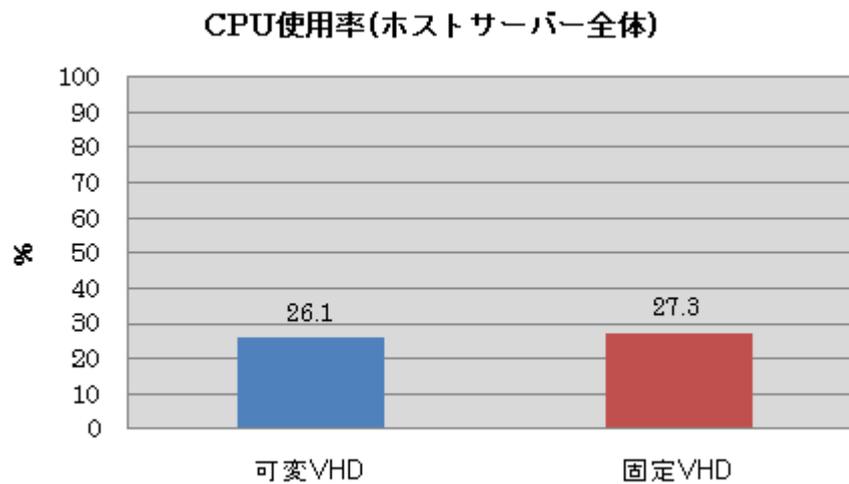


図 7-14 Hyper-V ホストサーバー全体の CPU 使用率

- 可変 VHD 構成および固定 VHD 構成において、Root パーティションおよびホストサーバー全体の CPU 使用率の差はほとんどありませんでした。

7.4.2. メモリ使用状況

① 空きメモリ容量(Memory Available Mbytes)

各構成の Hyper-V ホストサーバーの空きメモリ容量を示します。搭載メモリ容量は 32GB です。

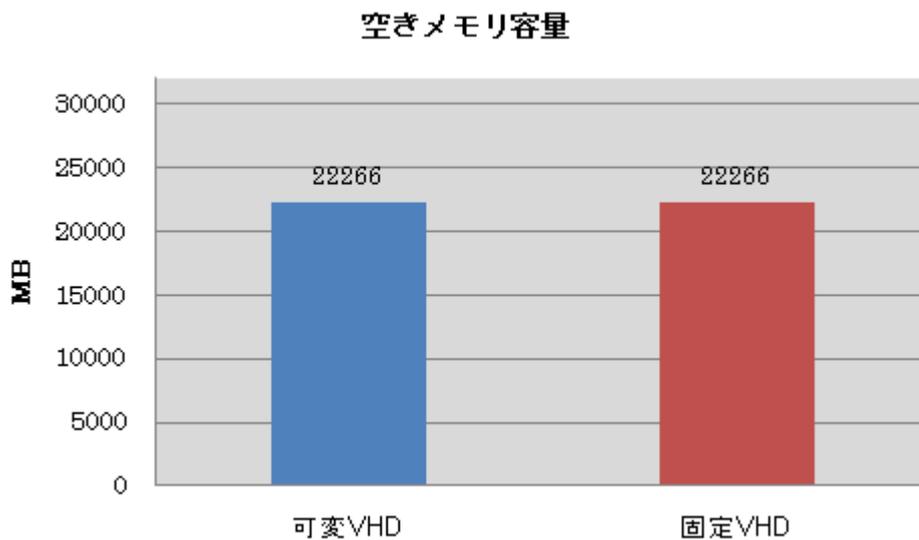


図 7-15 Hyper-V ホストサーバーの空きメモリ容量

- 可変 VHD 構成と固定 VHD 構成において、Hyper-V ホストサーバーの空きメモリ容量の差はありませんでした。各仮想ファイルサーバーが使用するメモリ容量は 2GB であるため、親パーティション自体が使用しているメモリ容量は約 1.7GB であると言えます。

7.5. 追加シナリオ検証結果

容量固定仮想ハードディスク構成にて、Windows 上でファイルデータ格納領域のディスクの書き込みキャッシュを有効にした場合の比較結果を示します。処理スループットとディスク関連の比較結果のみ示します。(その他のデータは、書き込みキャッシュの ON/OFF で性能差もないため割愛します。)

① 処理スループット

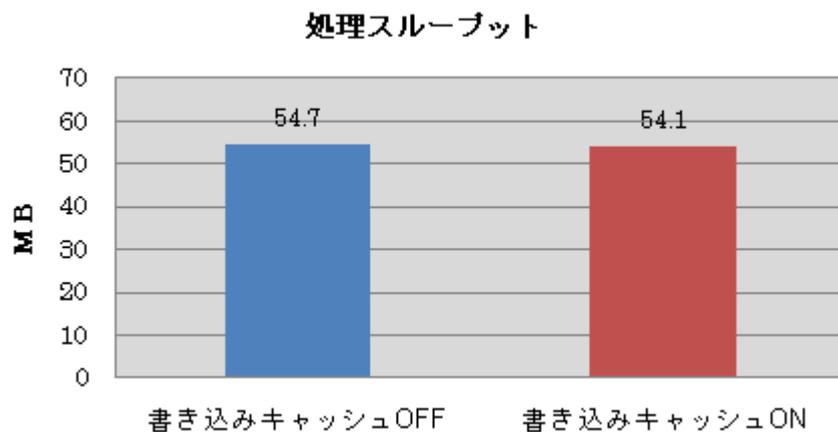


図 7-16 処理スループット

- 書き込みキャッシュを有効にした場合、処理スループットの差はありませんでした。

② ディスク関連パフォーマンスデータ

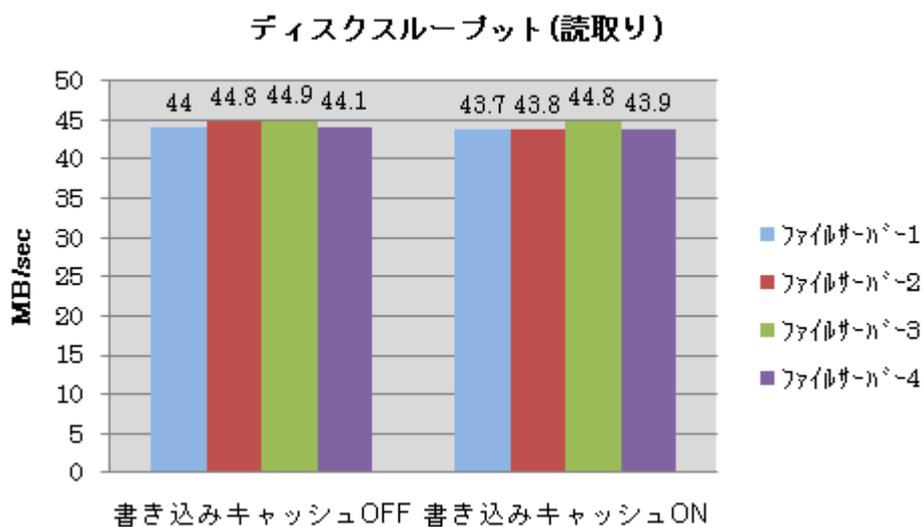


図 7-17 ストレージ装置のディスクスループット(読取り)(Read Trans Rate(MB/s))

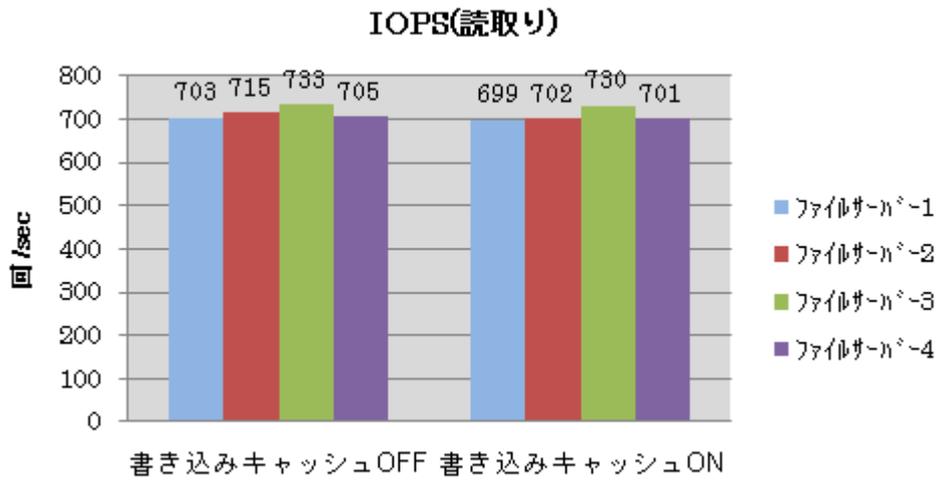


図 7-18 ストレージ装置の 1 秒あたりの読取り回数(Read Rate(IOPS))

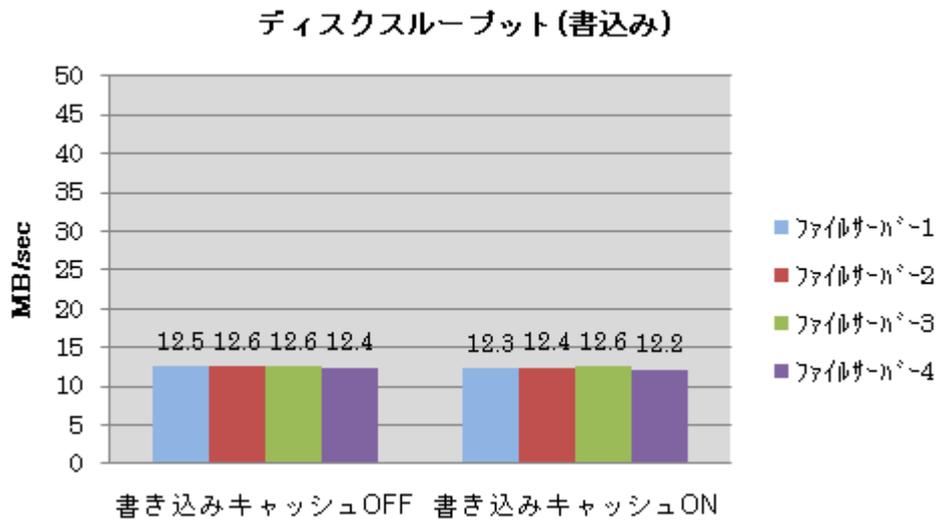


図 7-19 ストレージ装置のディスクスループット(書き込み)(Write Trans Rate(MB/s))

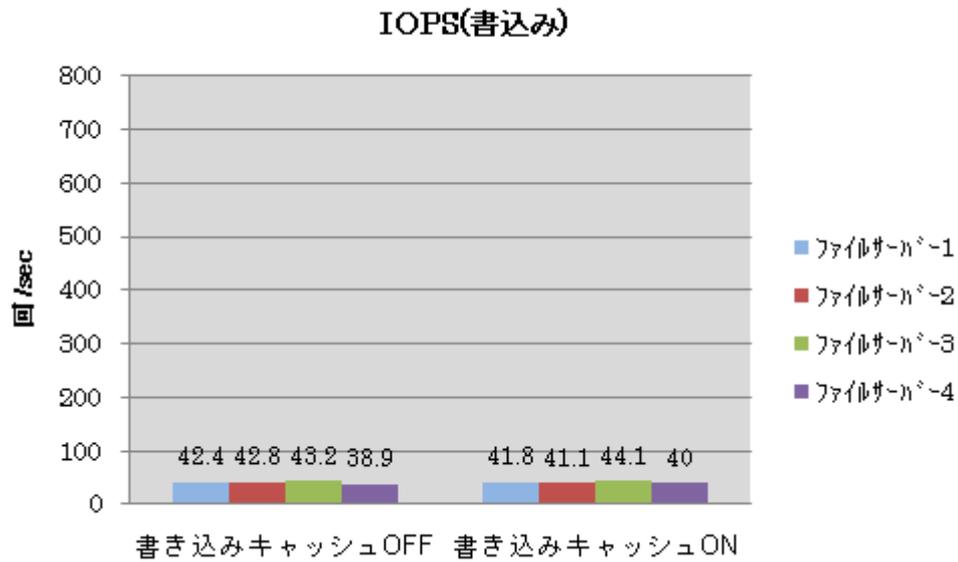


図 7-20 ストレージ装置の 1 秒あたりの読取り回数(Write Rate(IOPS))

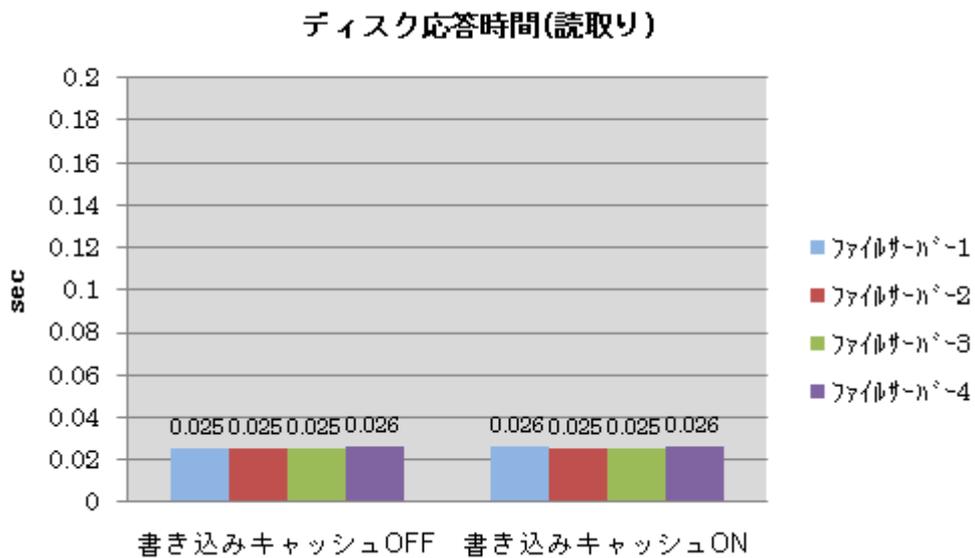


図 7-21 ディスク応答時間(読取り)(Physical Disk(検証用データドライブ)×Average Sec/Read)

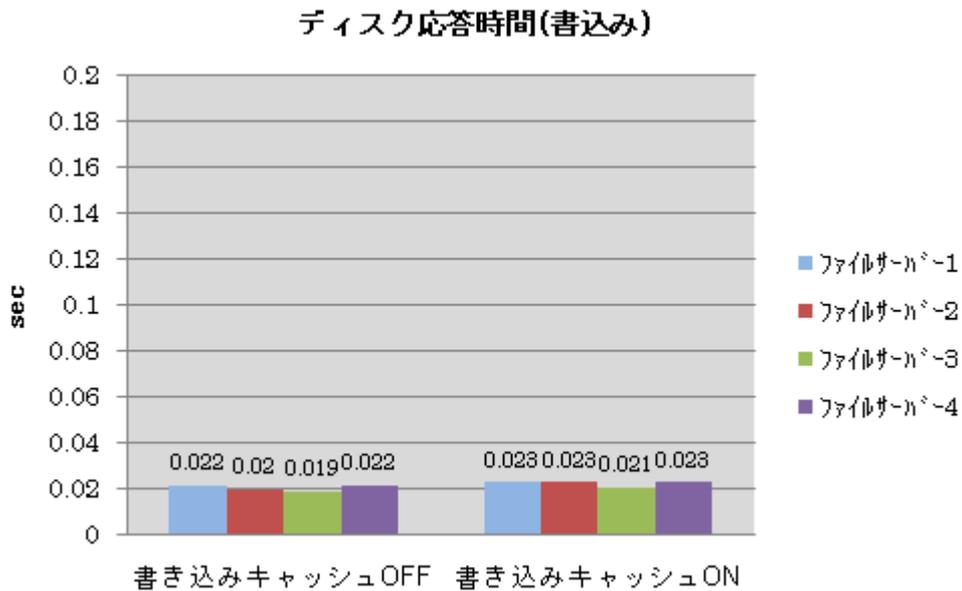


図 7-22 ディスク応答時間(書込み)(Physical Disk(検証用データドライブ)¥Average Sec/Write)

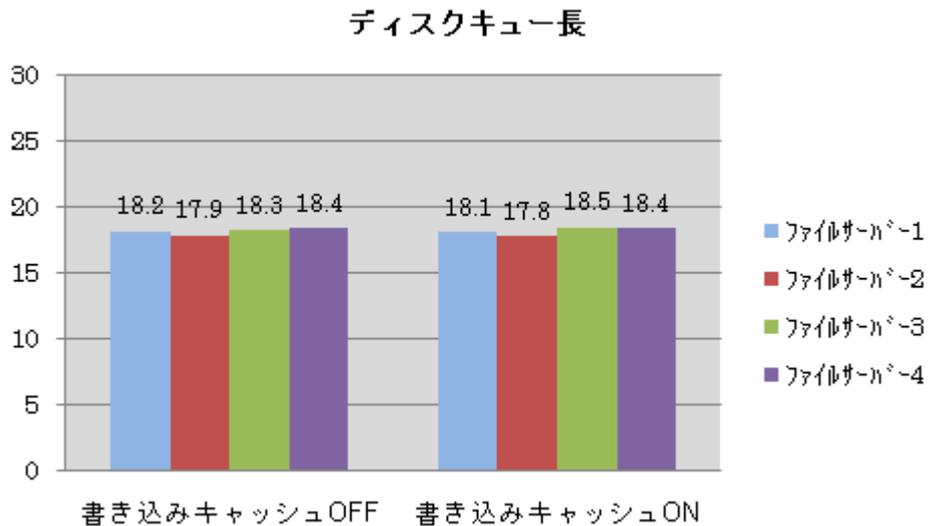


図 7-23 ディスクキュー長(Physical Disk(検証用データドライブ)¥Avg.Disk Queue Length)

- ディスク関連(ディスクスループット、IOPS、ディスク応答時間、ディスクキュー長)の結果に関しても、書き込みキャッシュを有効にした場合において特に目立った性能差は確認されませんでした。

7.6. 検証結果まとめ

本検証では、仮想ハードディスク形式の違いによる性能差およびディスクの書き込みキャッシュを有効にした場合の性能差を確認しました。

- 仮想ハードディスク形式の違いによる性能差

容量可変仮想ハードディスク形式を使用した場合、容量固定仮想ハードディスク形式と比較し、約6%しかスループットが低下しませんでした。また容量可変仮想ハードディスク環境では、ディスク書き込み時の IOPS が増加しました。ディスク書き込みの IO レングスが小さいためと考えられます。なお、CPU 使用率やメモリ使用量、Hyper-V ホストサーバー上での性能データに差はほとんどありませんでした。

- ディスクの書き込みキャッシュを有効にした場合の性能差

検証用データボリュームに対するディスクの書き込みキャッシュを有効にしても、性能差は確認されませんでした。

8. まとめ

以前実施した Windows Server 2008 における Hyper-V の性能検証では、容量固定仮想ハードディスクの性能が実運用に導入できるレベルであることを確認しました。

その結果を踏まえ、本検証では Windows Server 2008 R2 の Hyper-V における容量可変仮想ハードディスクの性能・挙動を観察しました。結果として、容量可変仮想ハードディスクは容量固定仮想ハードディスクと比較し、性能低下はほとんどなく、十分実運用に導入できる性能であると判断できます。

また、Windows 上でディスク書き込みキャッシュを有効にした場合でも、性能差は確認されませんでした。弊社製ストレージ装置においては、性能向上および信頼性を確保可能であるため、ストレージ装置側のディスク書き込みキャッシュが有効の場合、Windows 上でディスク書き込みキャッシュを有効にする必要はありません。

仮想環境において容量可変仮想ハードディスクを導入した場合、容量固定仮想ハードディスクと比較し、

- ・ディスク消費量の削減
- ・ディスク容量設計の簡素化
- ・可搬性の高さ

など、サーバー側の運用・設計に大きなメリットがあります。しかし、容量可変仮想ハードディスクを使用してもストレージ設計の負担は解消されないのが現状でした。

本検証で利用した弊社ストレージのボリューム容量仮想化機能である HDP は、複雑なストレージ設計を不要とし、ストレージ利用効率の向上を図ることができます。HDP と容量可変ハードディスクを組み合わせた場合、ストレージ投資の最適化が可能となるため、容量可変ハードディスクのメリットを最大限に生かせる構成となります。

本検証の性能結果を踏まえ、Windows Server 2008 R2 の仮想環境では、ディスクの容量拡張を前提とした運用において、容量可変仮想ハードディスクと HDP の組み合わせの構成が最適であると考えます。

なお本検証のシナリオにおいては、容量可変仮想ハードディスクの容量が増加していないため、容量が大きく増加した際の性能・挙動についても今後検証する必要があると考えます。

9. 注意事項

本検証では、想定したシナリオに基づき計測を実施いたしました。この結果は、システムの構成や利用状況などによっては、これらの傾向が変わる可能性もあるため、注意が必要です。

以下に、主な注意点を列記します。これらの注意点以外にも、さまざまな要因によって傾向が変わる可能性があります。

- 本シナリオでは、測定対象とするファイルデータ領域の容量は増減していません。容量可変仮想ハードディスクにおいては、急激に容量が増大した場合に性能が劣化する可能性があります、注意が必要です。
- 本検証においては、ディスクネックの傾向が見られました。ディスクの構成に余裕があり、CPU やメモリに大きく負荷がかかっている場合には本結果とは異なる傾向が現れる可能性があります。

10. 参考文献

- ・BladeSymphony と Hitachi Storage Solutions を利用した Hyper-V 性能検証ホワイトペーパー(2009 年 2 月)
<http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/ps/solution/windows/index.html#3>.

付録1 システム構成詳細

ハードウェア・ソフトウェア構成

役割	ハードウェア	OS	設定／導入した機能
ファイルサーバー(仮想) ×4	Hyper-V 子パーティション 仮想プロセッサ数:2 メモリ割当て量:2GB システムドライブ:IDE 接続 検証用データドライブ:SCSI 接続 リソースコントロール設定:既定値	Windows Server 2008 R2 Enterprise Edition (x64) RC 版	<ul style="list-style-type: none"> OS 設定:導入時既定値 Windows Firewall:無効 IPv6 無効 ファイルサーバー
Hyper-V ホストサーバー ×1	日立 BladeSymphony BS320 CPU:XeonE5520(2.26GHz) Quad Core × 2 Memory:32GB NIC:1000Base-T × 4 内蔵 HDD : SAS147GB × 2(SAS RAID1) 2.5inch 10000 回転		<ul style="list-style-type: none"> OS 設定:導入時既定値 Windows Firewall:無効 IPv6 無効 Hyper-V
ドメインコントローラー ×1	日立 BladeSymphony BS320 CPU:XeonE5310(1.6GHz) QuadCore × 2 Memory:4GB NIC:1000Base-T × 4 内蔵 HDD : SAS72GB × 2(SAS RAID1) 2.5inch 10000 回転		<ul style="list-style-type: none"> OS 設定:導入時既定値 Windows Firewall:無効 IPv6 無効 DNS サーバー AD DS
負荷発生用クライアント ×8	DELL Precision T3400 CPU:Core2Quad Q6700(2.66GHz) Quad Core × 1 Memory:4GB NIC: 1000Base-T × 2 内蔵 HDD : SATA250GB × 2(SATA RAID0) 3.5inch 7200 回転	Windows Vista SP1(x86)	<ul style="list-style-type: none"> OS 設定:導入時既定値 Windows Firewall:無効 IPv6 無効 負荷発生ツール

ストレージ構成

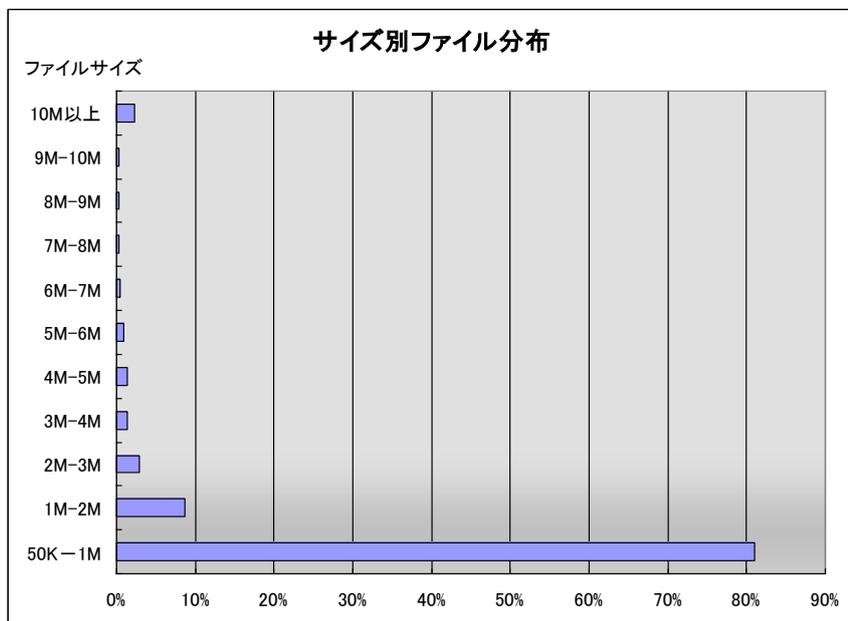
用途	RAID 構成	物理ディスク	LUN サイズ	OS パラメーター	
				クラスターサイズ	フォーマット
仮想ファイルサーバーのシステムパーティションデータ格納用 ×4	RAID5 (8D+1P)	SAS146GB 15000 回転	500GB	4096Byte	NTFS
検証用ファイル格納用 ×4	RAID5 (8D+1P)	SAS146GB 15000 回転	500GB	4096Byte	NTFS

ストレージ装置設定

項目	設定
機種	日立 Adaptable Modular Storage 2300(AMS2300)
コントローラー数	2
ディスクドライブポート数	8ポート/2コントローラー
キャッシュ容量	16Gバイト/装置
ホストインタフェース	FC(最大 8Gbps)×8

付録2 検証用ファイルのサイズ、配置フォルダー階層数の分布

検証用ファイル群のファイル サイズ分布



検証用ファイル群の配置フォルダー階層数分布

