

## Windows Server 2016 Hyper-V ストレージ QoS 機能の強化

### 1. はじめに

Windows Server 2012 R2 の Hyper-V ストレージ QoS(Quality of Service)機能は、仮想ディスクに対する I/O 帯域制御において、Hyper-V ホスト上の仮想マシン(以下、VM と略)に対してのみ管理が可能でした。このため、Hyper-V ホストクラスター構成では、期待した動作にならない場合があります。Windows Server 2016 では、I/O 帯域制御の範囲が拡張され、スケールアウトファイルサーバ(以下、SOFS と略)に仮想ディスクを格納した構成であれば、SOFS 全体の I/O 帯域を制御できるようになります。これにより、Hyper-V ホストクラスター構成であっても、複数の仮想マシンをテナント/サービスごとに、QoS 管理できるようになります。今回は、Windows Server 2012 R2 のストレージ QoS との違いを確認しながら、クラウド基盤としてより進化した Windows Server 2016 Technical Preview 2 版におけるストレージ QoS の動作についてご紹介します。

### 2. ストレージ QoS の強化点

Windows Server 2012 R2 の Hyper-V ホストクラスター構成においては、自ノードに存在する VM しか管理できないため、相手ノードに存在する VM に対しては、I/O を帯域制御できませんでした。このため、クラウド基盤全体としての帯域制御ができない場合があります(詳細は、前回の豆情報「[Windows Server 2012 R2 Hyper-V ストレージ QoS 機能による仮想ディスクの I/O 制御](#)」を参照してください)。

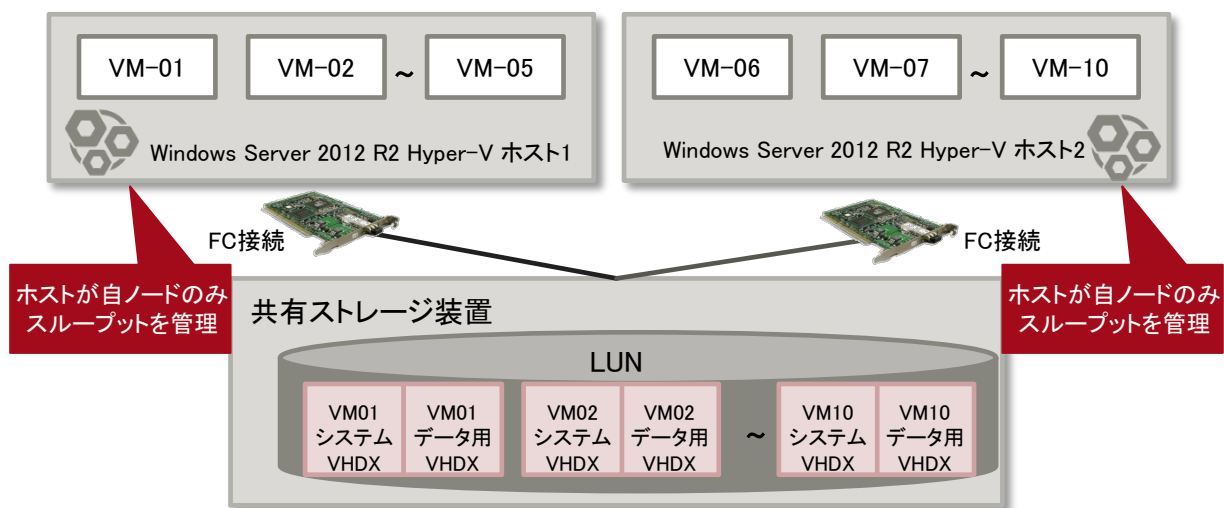


図 1 Windows Server 2012 R2 のストレージ QoS

#### 2. 1 強化点(1) Windows Server 2016 ストレージ QoS の SOFS 連携

Windows Server 2016 では、Hyper-V ホストクラスター上の VM が使用する仮想ディスクを、SOFS に格納している構成(以降、SOFS 構成と略)において、SOFS 全体で I/O 帯域を制御できるようになります(図 2)。SOFS 全体の I/O 帯域はポリシーマネージャーが管理します。ポリシーマネージャーはクラスターリソースとして存在し、SOFS 上の、全ての仮想ディスクへの I/O を各ノードと連携して制御します。

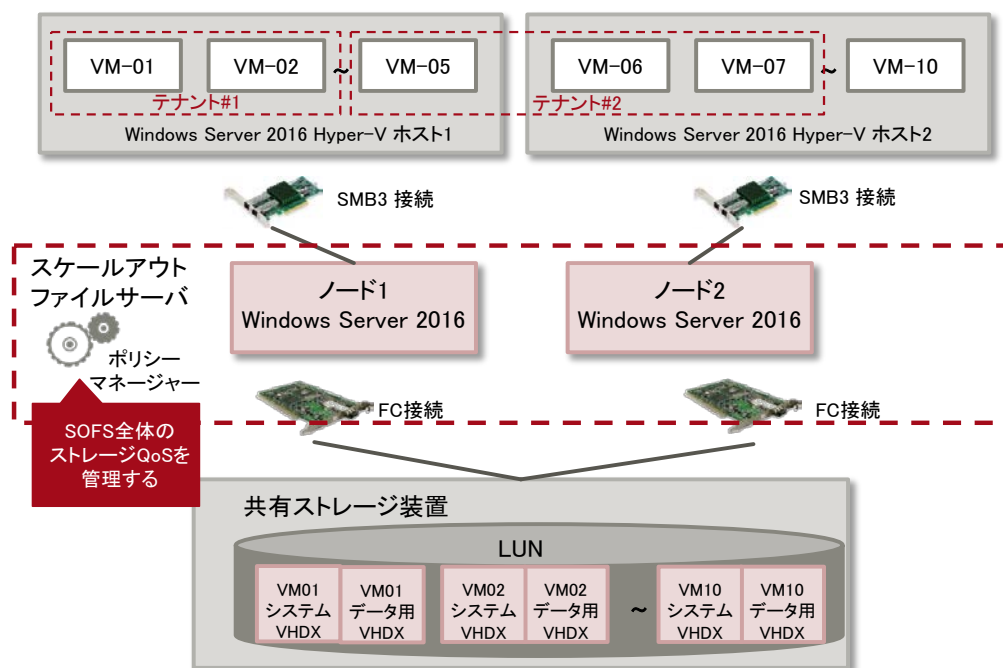


図 2 SOFS 構成におけるストレージ QoS

## 2.2 強化点(2) ポリシーベースのストレージ QoS

SOFS 構成にてストレージ QoS を制御するには、あらかじめ定義したポリシーを VM に適用します。ポリシーを使うメリットは、テナント/サービスを管理しやすくなることが挙げられます。テナント/サービスごとにポリシーを作成し、テナント/サービスに所属する VM に対して、適切なポリシーを適用するといった運用が可能になります。Windows Server 2016 におけるストレージ QoS のポリシーは以下の 2 種類があります。

### 1 シングルインスタンス

同じポリシーを適用した全ての VM の使用帯域の総和に対して、最小、最大(\*1)を制御するポリシーです。Windows Server 2016 から提供された、新たなストレージ QoS の動作になります。本ポリシーの用途としては、たとえば、「最大」IOPS を設定することで、複数 VM を同居させるテナント/サービスに対して I/O を制限するような利用シーンが考えられます。

\*1) 「最小」を設定すると、設定した IOPS が可能な範囲で確保される。「最大」を設定すると、設定した値以上に IOPS が使われないように I/O 帯域が制限される。「最小」と「最大」の IOPS は、ブロックサイズ 8KB 単位で設定する。

### 2 マルチインスタンス

同じポリシーを適用した全ての VM に対して、各々に同一の最小、最大を設定するポリシーです。Windows Server 2012 R2 のストレージ QoS を設定した動作に相当します。本ポリシーの用途としては、たとえば、「最小」IOPS を設定することで、複数 VM を同居させるテナント/サービスの各々の VM に対して、I/O を確保するような利用シーンが考えられます。

それぞれのポリシーの動作イメージを図 3 に示します。

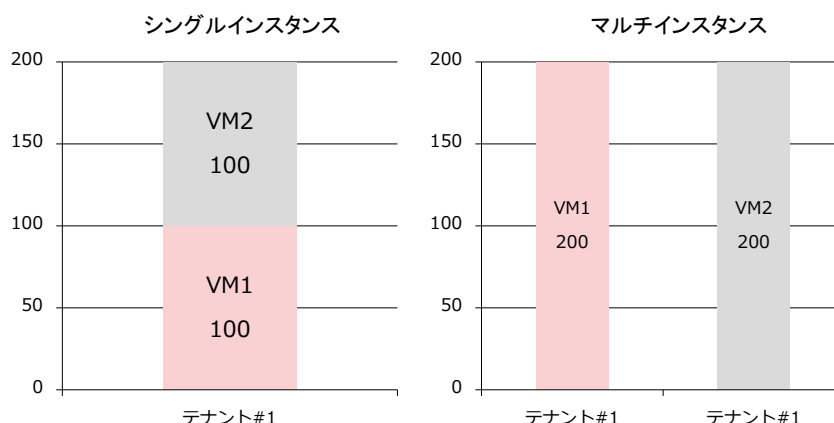


図 3. シングルインスタンスとマルチインスタンスの動作イメージ(200IOPS の例)

### 3. SOFS 構成におけるストレージ QoS の動作確認

Windows Server 2012 R2 では、Hyper-V ホストクラスター構成でのストレージ QoS に「最小」設定した際に、設定どおりのスループットにならない場合があります。それに対して、Windows Server 2016 では、SOFS 全体で I/O 帯域制御できるストレージ QoS が機能追加されています。この機能を使うことにより、Hyper-V ホストクラスター構成でも、「最小」設定が期待どおりにふるまうと想定されます。

今回は、この動作をマルチインスタンス/シングルインスタンスの両ポリシーで確認しました。

[3.1 章] マルチインスタンスで「最小」を設定した場合

[3.2 章] シングルインスタンスで「最小」を設定した場合

表 1 の環境で動作を確認しました。

表 1. Windows Server 2016 Technical Preview 2 のストレージ QoS 動作確認に使用したハードウェア環境

(1)Hyper-V ホスト(クラスター構成時のホスト 1、ホスト 2 共通)

機種	FUJITSU Server PRIMERGY RX300 S7
OS	Windows Server 2016 Technical Preview 2 (Build10074)
CPU	Intel® Xeon CPU E5-2690 @ 2.90GHz × 2 (合計 32 論理プロセッサ)
メモリ	384GB (DDR3-1066RDIMM)
LAN カード	Intel® 82599 10G

(2) SOFS(クラスター構成時のノード 1、ノード 2 共通)

機種	FUJITSU Server PRIMERGY RX300 S7
OS	Windows Server 2016 Technical Preview 2 (Build10074)
CPU	Intel Xeon CPU E5-2690 @ 2.90GHz × 2 (合計 32 論理プロセッサ)
メモリ	384GB (DDR3-1066RDIMM)
CNA カード	Emulex LPe12002 8G Converged Network Adapter

## (3)ストレージ

機種	FUJITSU Storage ETERNUS DX90 S2
HDD	4TB
RAID 構成	RAID 1+0(HDD10 本)の 1LUN

## (4)VM(10 台)

	VM
OS	Windows Server 2016 Technical Preview 2 (Build10074)
CPU	2 仮想 CPU
メモリ	2048MB
HDD	システム用 VHDX:可変 IDE 128G、データ用 VHDX:固定 SCSI 20GB

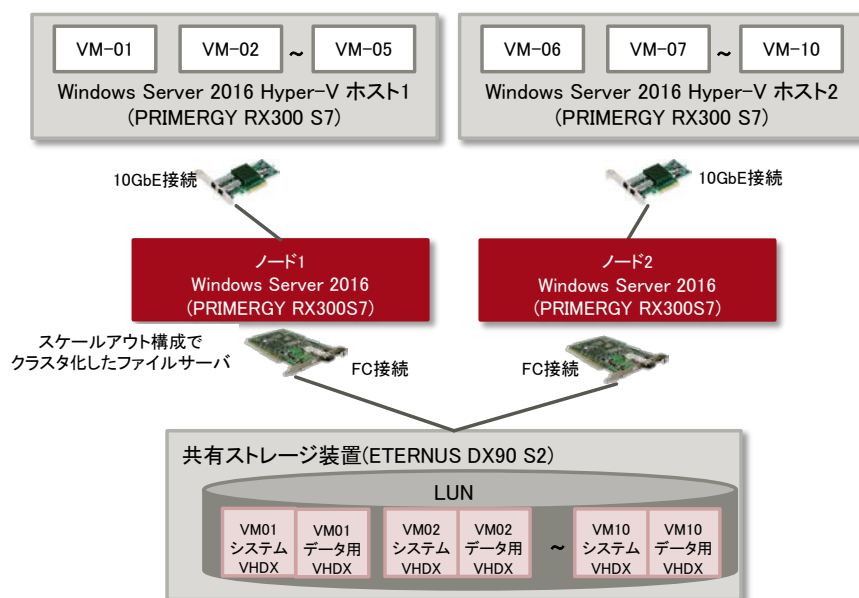


図 4. ストレージ QoS 動作確認環境

上記構成で、以下のとおり測定しました。

- VM01～VM05 はホスト1に配置し、VM06～VM10 はホスト 2 に配置する。
- データ用 VHDX をポリシーの設定対象とする。
- VM で負荷ツール Iometer を使用して、全 VM のデータ用 VHDX に I/O 負荷をかける。  
Iometer のパラメーターは以下のとおり。
  - Transfer Request Size = 512KB
  - Percent Random/Sequential Distribution = Random 100%
  - Percent Read/Write Distribution = Write 100%
  - # of Outstanding I/Os = 32

### 3. 1 マルチインスタンスで「最小」を設定した場合の動作確認

ストレージ QoS に「最小」を設定した際に、設定どおりのスループットが出るのかを確認しました。ポリシーは、Windows Server 2012 R2 のストレージ QoS を設定した動作に相当するマルチインスタンスを適用しました。ストレージ QoS の設定を、表 2 のとおり変化させて仮想ディスクのスループットを測定しました。

表 2. ストレージ QoS 設定の変化(マルチインスタンスポリシー)

マルチインスタンスポリシー	ホスト 1	ホスト 2
① 未設定	VM01,VM02,VM03,VM04,VM05	VM06,VM07,VM08,VM01,VM10
② 最小 1500IOPS(12MB/sec)	VM01,VM02,VM03,VM04,VM05	
未設定		VM06,VM07,VM08,VM01,VM10
③ 最小 2000IOPS(16MB/sec)	VM01,VM02,VM03,VM04,VM05	
未設定		VM06,VM07,VM08,VM01,VM10
④ 未設定	VM01,VM02,VM03,VM04,VM05	VM06,VM07,VM08,VM01,VM10

以下に測定結果を示します。

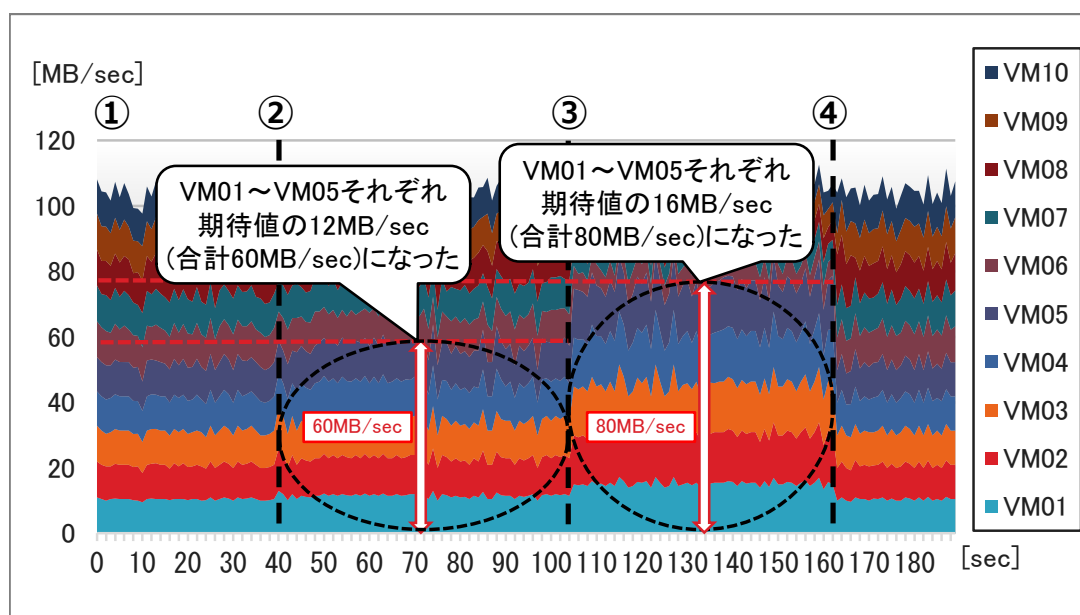


図 5. SOFS 構成でマルチインスタンスの「最小」を設定した際の仮想ディスクスループットの変化

図 5 の①～④すべての時点において、全 VM に対して均等に I/O 負荷がかかっています。

- ① の時点は、全 VM に対してストレージ QoS 未設定の状態です。
- ② の時点で VM01～VM05 の仮想ディスクそれぞれに対して最小 1500IOPS (12MB/sec)を設定したところ、期待どおり 12MB/sec(合計 60MB/sec)のスループットになりました。
- ③ の時点で VM01～VM05 の仮想ディスクそれぞれ最小 2000IOPS (16MB/sec)に設定変更したところ、ここでも期待どおり 16MB/sec(合計 80MB/sec)のスループットになりました。
- ④ の時点で、全 VM に対するストレージ QoS を未設定にしました。

このように、SOFS 構成での「最小」設定は、Windows Server 2012 R2 の場合とは異なり、ホストクラスター構成においても、設定したとおりのスループットになることを確認できました。

### 3. 2 シングルインスタンスで「最小」を設定した場合の動作確認

次に、新たなストレージ QoS 動作であるシングルインスタンスポリシーのふるまいを確認しました。その際、異なるホストで動作する VM に対して、同じシングルインスタンスポリシーを適用しても、期待通りに動作することも確認しました。

ストレージ QoS の設定を、表 3 のとおり変化させて仮想ディスクのスループットを測定しました。

表 3. ストレージ QoS 設定の変化(シングルインスタンスポリシー)

シングルインスタンスポリシー	ホスト 1	ホスト 2
① 未設定	VM01,VM02,VM03,VM04,VM05	VM06,VM07,VM08,VM01,VM10
② 最小 4000IOPS(32MB/sec)	VM01,VM02	
未設定	VM03,VM04,VM05	VM06,VM07,VM08,VM01,VM10
③ 最小 4000IOPS(32MB/sec)	VM01,VM02	
最小 6000IOPS(48MB/sec)	VM03,VM04	
未設定	VM05	VM06,VM07,VM08,VM01,VM10
④ 最小 4000IOPS (32MB/sec)	VM01,VM02	
最小 6000IOPS (48MB/sec)	VM03, VM04,VM05	VM6
未設定		VM07,VM08,VM01,VM10
⑤ 最小 4000IOPS (32MB/sec)	VM01,VM02	
最小 8000IOPS (64MB/sec)	VM03, VM04,VM05	VM6
未設定		VM07,VM08,VM01,VM10

以下に測定結果を示します。

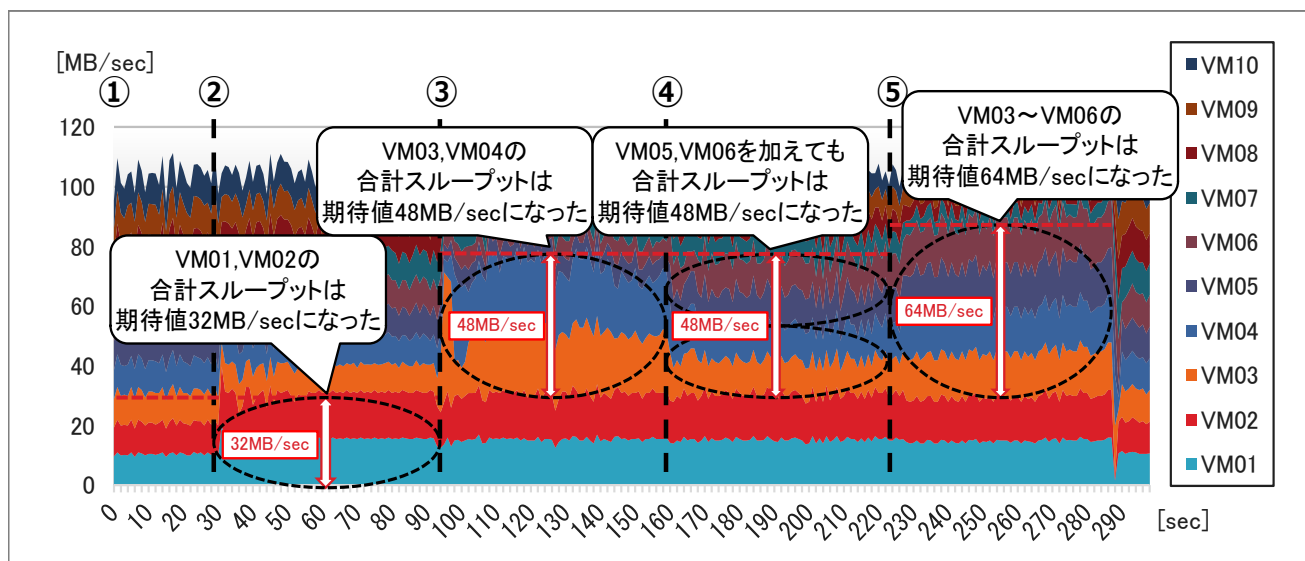


図 6. SOFS 構成でシングルインスタンスの「最小」を設定した際の仮想ディスクスループットの変化

図 6 の①～⑤すべての時点において、全 VM に対して均等に I/O 負荷がかかっています。

- ① の時点は、全 VM に対してストレージ QoS 未設定の状態です。
- ② の時点で、VM01 と VM02 にシングルインスタンスの「最小」4000IOPS(32MB/sec)を設定したところ、VM01 と VM02 が帯域を分け合う形で合計スループットは期待値の 32MB/sec になりました。
- ③ の時点で、VM03 と VM04 に対して②とは異なるシングルインスタンスとして「最小」6000IOPS(48MB/sec)を設定したところ、VM03 と VM04 が帯域を分け合う形で合計スループットは期待値の 48MB/sec になりました。
- ④ の時点で、VM03 と VM04 のシングルインスタンスに対して VM05 と VM06 を追加したところ、VM03 から VM06 が帯域を分け合う形で合計スループットは期待値の 48MB/sec になりました。
- ⑤ 時点で VM03 から VM06 のシングルインスタンスに対して 8000IOPS(64MB/sec)に設定変更したところ、VM03 から VM06 が帯域を分け合う形で合計スループットは期待値の 64MB/sec になりました。なお、VM01, VM02 は②から⑤まで変化なく期待値の 32MB/sec を維持しました。

このように、シングルインスタンスで「最小」設定した場合には、異なるホストで動作する VM を同じシングルインスタンスポリシーに混在させても、期待通り、帯域を分け合うことを確認できました。

#### 4. マルチテナントにおけるストレージ QoS 設定例

前述の検証では、マルチインスタンスに「最小」を設定した場合でも、クラウド基盤全体での QoS 制御ができることが分かりました。また、シングルインスタンスに「最小」を設定する際に、異なるホストで動作する VM に同じポリシーを適用した場合でも、帯域を分け合う事が分かりました。

ここでは、「最小」設定だけでなく「最大」設定を組み合わせ、マルチテナントで使われることを想定した QoS 設定例を紹介します。想定したテナントには業務の優先度があり、各々のテナント要件は以下のとおりとします。



- テナント#1: VM01,VM02  
優先度は高。最重要な業務を行っているため、各々の VM に最低限、16MB/sec の帯域を確保するだけでなく、帯域に余裕があれば、もっと帯域を使いたい。
- テナント#2: VM03,VM04  
優先度は中。他のテナントの負荷が高い場合でも、最低限、32MB/sec の帯域を確保したい。ただし、32MB/sec で十分まかなえる業務を行っており、最大 32MB/sec までしか帯域を使わせない。
- テナント#3: VM05~VM10  
優先度は低。雑多な業務を行っており、最大 24MB/sec までしか帯域を使わせない。

図 7 にテナントごとの I/O 帯域使用イメージを示します。

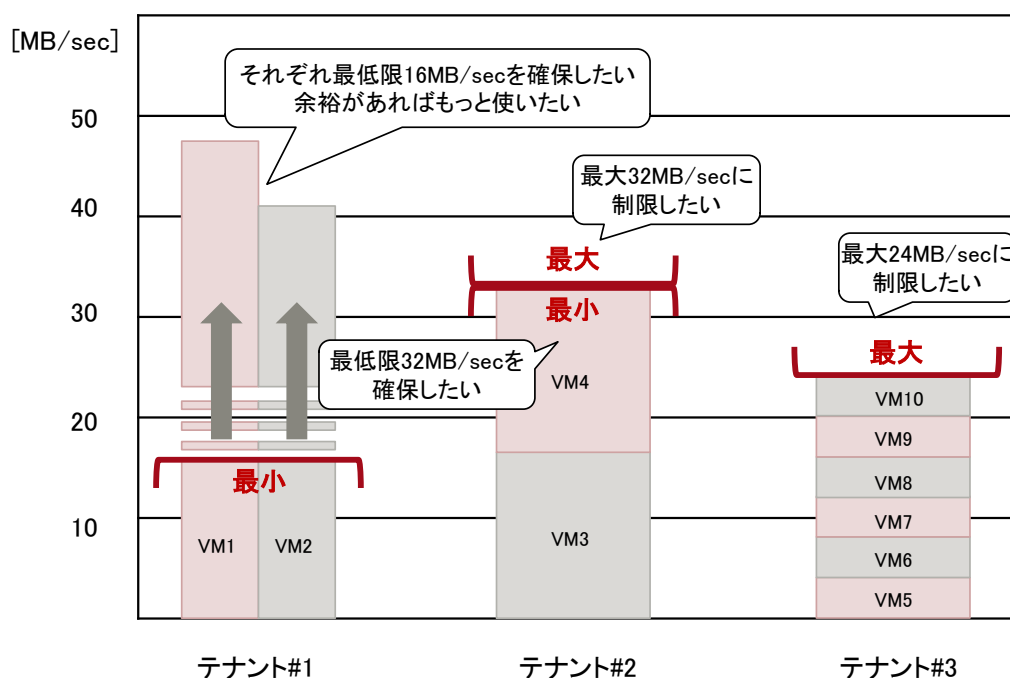


図 7.テナントごとの I/O 帯域使用イメージ

このような場合、VM に対して以下のポリシーを適用します。

- VM01,VM02: マルチインスタンス「最小」2000IOPS を設定 (16MB/sec)  
帯域に余裕がある場合には、16MB/sec 以上に帯域を利用できます。
- VM03,VM04: シングルインスタンス「最小」4000IOPS と「最大」4000IOPS を設定(32MB/sec)  
「最小」と「最大」に同じ値を設定することで、32MB/sec 以下にも以上にもなりません。
- VM05~VM10: シングルインスタンス「最大」3000IOPS を設定 (24MB/sec)  
最大 24MB/sec までしか帯域を利用できません。

図.8 に、実際に設定した場合の仮想ディスクスループットを示します。



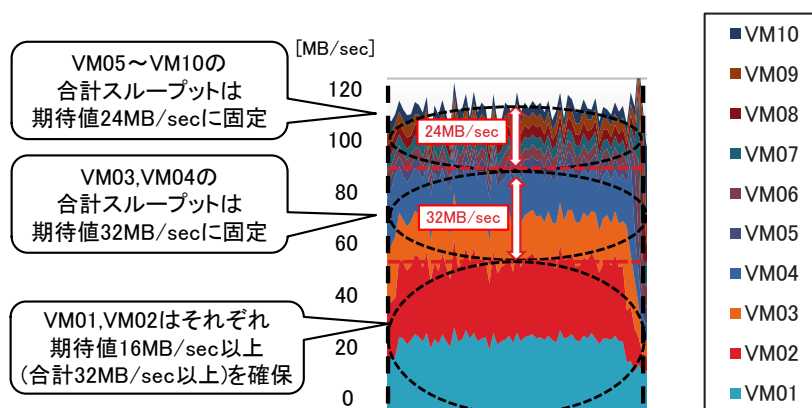


図 8. マルチテナント利用を想定した際の仮想ディスクスループット

## 5. まとめ

Windows Server 2016 は、SOFS 構成において、ポリシーベースのストレージ QoS を利用できるようになります。ポリシーベースのストレージ QoS を利用することで、クラウド基盤にあるテナント/サービスごとに I/O 帯域を制御できるため、システム管理者の作業負荷軽減が期待できます。今回は、[PCサーバ FUJITSU Server PRIMERGY\(プライマジー\)](#)と[ストレージ FUJITSU Storage ETERNUS\(エターナス\)](#) を用いて、Windows Server 2016 のホストクラスター構成におけるストレージ QoS が期待どおりに動作することを確認しました。

(注意) 評価した Windows Server 2016 Technical Preview 2 は開発段階にあるため仕様変更の可能性があります。また、測定値については、開発中の機能であることと評価環境により左右されるため、参考値としてご覧ください。

PC サーバ FUJITSU Server PRIMERGY につきましては、以下の技術情報を参照願います。

- ・PC サーバ FUJITSU Server PRIMERGY(プライマジー)

<http://jp.fujitsu.com/platform/server/primergy/>

- ・FUJITSU Server PRIMERGY 機種比較表

<http://jp.fujitsu.com/platform/server/primergy/products/lineup/select-spec/>

- ・FUJITSU Server PRIMERGY サーバ選定ガイド

<http://jp.fujitsu.com/platform/server/primergy/products/lineup/select-model/>

PC サーバ FUJITSU Server PRIMERGY のお問い合わせ先。

- ・PC サーバ FUJITSU Server PRIMERGY お問い合わせ

<http://jp.fujitsu.com/platform/server/primergy/contact/>

基幹 IA サーバ FUJITSU Server PRIMEQUEST につきましては、以下の技術情報を参照願います。

- ・基幹 IA サーバ FUJITSU Server PRIMEQUEST(プライムクエスト)

<http://jp.fujitsu.com/platform/server/primequest/>

- ・FUJITSU Server PRIMEQUEST 製品ラインナップ

<http://jp.fujitsu.com/platform/server/primequest/products/>

基幹 IA サーバ FUJITSU Server PRIMEQUEST のお問い合わせ先。

- ・本製品のお問い合わせ

<http://jp.fujitsu.com/platform/server/primequest/contact/>