

Windows Server 2012 R2 Hyper-V vRSS 機能による仮想マシンの通信高速化

1. はじめに

大規模化が進む仮想環境においても仮想マシン(VM)を快適に利用できるように、Hyper-V は進化を続けています。Windows Server 2012(R2なし) の Hyper-V では、VM の通信性能向上と CPU の省電力をもたらす「Dynamic Virtual Machine Queue(Dynamic VMQ)」機能が提供され、Windows Server 2012 R2 では、VM の受信処理を複数の CPU に負荷分散することで受信スループットを向上する「Virtual Receive Side Scaling(vRSS)」機能が新たに提供され、より一層の通信高速化が行われています。

今回は Windows Server 2012(R2なし)で提供された Dynamic VMQ 機能を振り返りながら、Windows Server 2012 R2 での新規機能 vRSS と Dynamic VMQ について検証で得た気づきを紹介します。

2. Dynamic VMQ 機能と vRSS 機能

Windows Server 2012(R2なし)で提供された Dynamic VMQ 機能は、VMQ を処理する CPU を動的に割り当てる機能です。各 CPU の処理に余裕があるときは一部の CPU に VMQ の処理を片寄せします(図1)。これにより、一部の CPU を休止状態にでき、省電力と性能向上の効果をもたらしました。

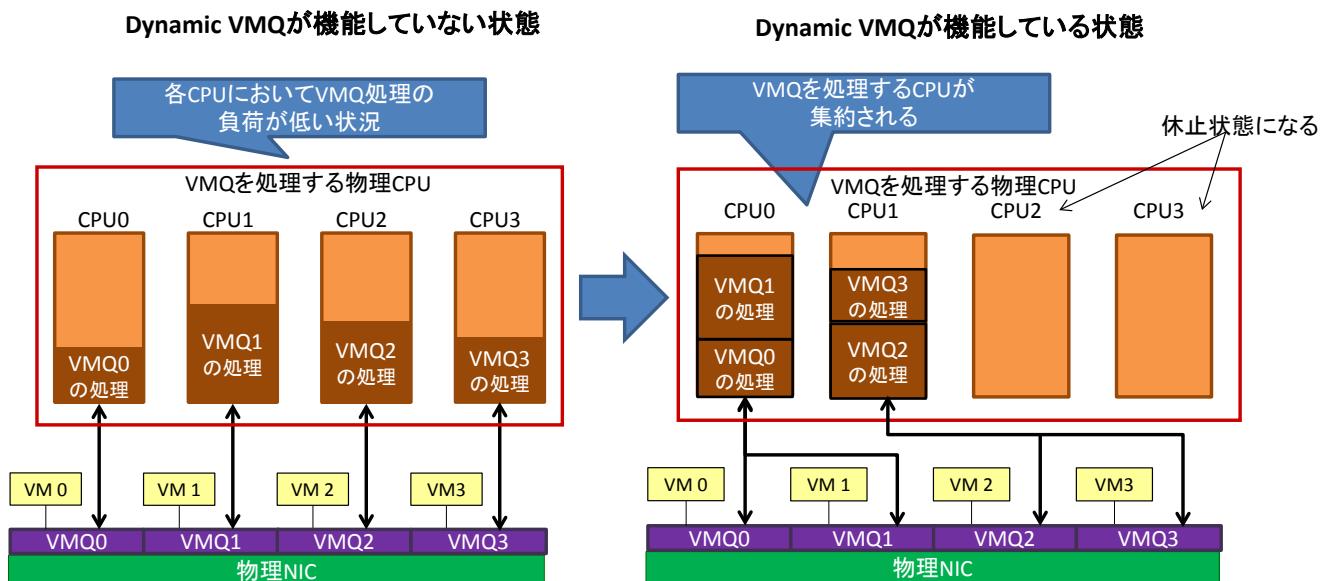


図 1 Dynamic-VMQ 機能の動作イメージ

Dynamic VMQ 機能により性能が向上するケースはあるものの、特定の VM で非常に多くのネットワーク受信処理が集中した場合は、ゲスト OS で行う受信処理を複数の仮想 CPU で分散することができず、仮想 CPU が通信のボトルネックになるという課題がありました(図2の左図)。

Windows Server 2012 R2 で提供される vRSS 機能は、VM に割り当てられた仮想 CPU 処理を、負荷に応じて複数の仮想 CPU に分散することでこの課題を解決します。(図2の右図)

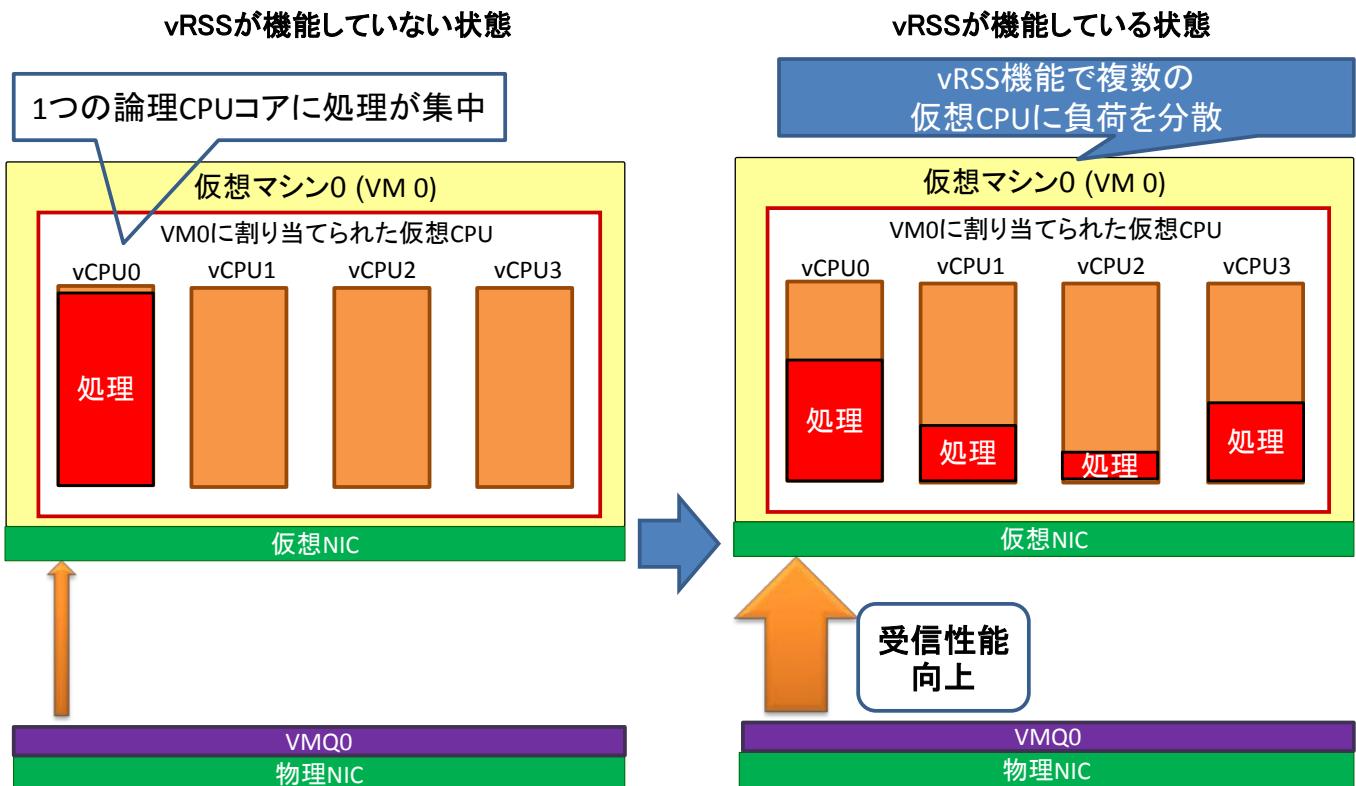


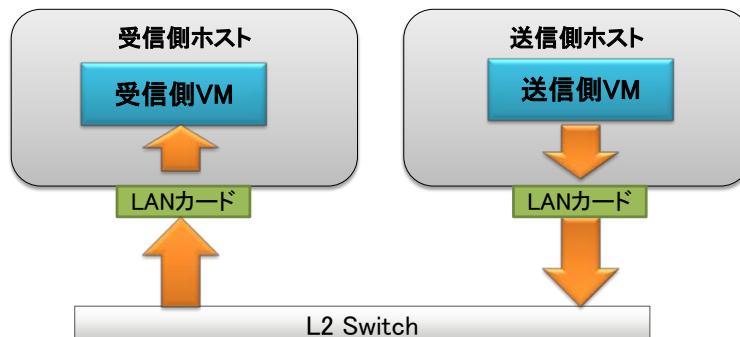
図 2 vRSS 機能の動作イメージ

次章では、実際に vRSS 機能を検証してその効果を確かめます。

3. vRSS 機能の効果(検証 1)

今回の検証では、vRSS 機能が無効の場合と有効の場合において、受信スループットと仮想 CPU の負荷の違いを比較します。vRSS 機能を有効にした場合は、VM に割り当てられた複数の CPU に負荷が分散され、受信スループットが改善されることが期待できます。

(1) 検証環境



- 受信側ホストでvRSSを設定した場合の受信性能を検証
- 受信側ホストのVMは1台
- 送信側ホストは、TestTCPツールで32セッション接続しデータを送信

図 3. vRSS 機能の動作確認を行った構成

表 1. vRSS 機能の動作確認に使用した受信側ホストのハードウェア環境

機種	FUJITSU Server PRIMERGY RX300 S7
OS	Windows Server 2012 R2 Datacenter (Build 9600) 日本語版
CPU	Intel Xeon CPU E5-2690 @ 2.90GHz × 2(合計 32 論理プロセッサー)
メモリ	384GB (16GB × 24socket フル装備) (DDR3-1066RDIMM)
LAN カード	Intel 82559 10 Giga Dual Port Network Connection

(2) vRSS 機能の設定

vRSS 機能は既定で無効になっています。以下のいずれかの方法で有効に設定します。

➤ 方法 1…GUI で設定する方法

Hyper-V ネットワークアダプターのプロパティで、「Receive Side Scaling」の設定を「有効」に設定します。

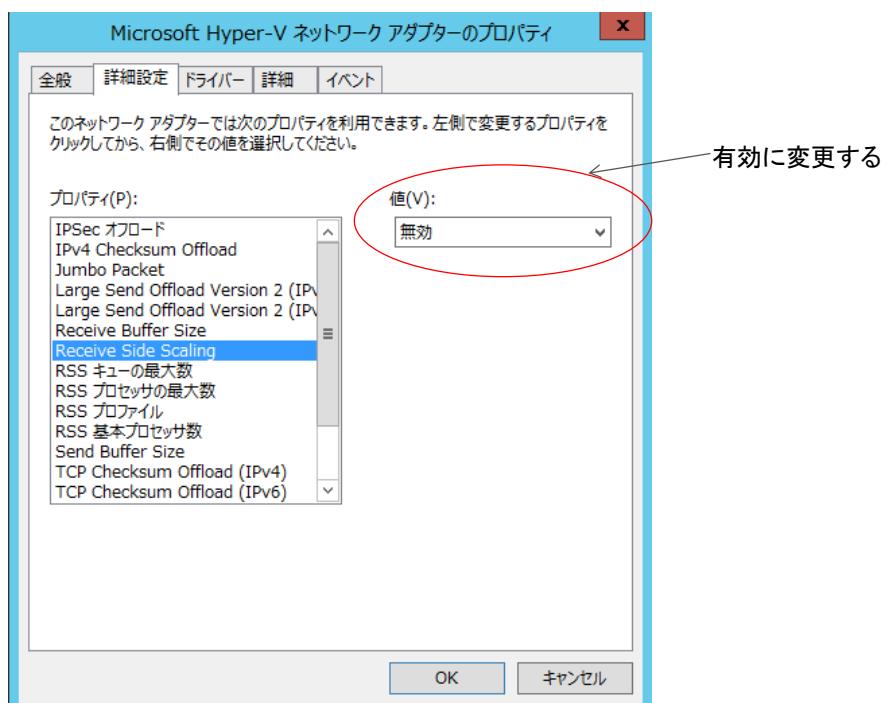


図 4 Hyper-V ネットワークアダプターのプロパティ

➤ 方法 2…PowerShell コマンドレッドで設定する方法

“Enable-NetAdapterRss”コマンドレットを実行することで、有効になります。

(3) 検証結果

A) 受信スループット

図 5 のとおり、vRSS 機能が無効の場合は平均 5.3 [Gbps]だったのに対し、有効にすると平均 9.8 [Gbps]となり、受信スループットが大きく向上しました。

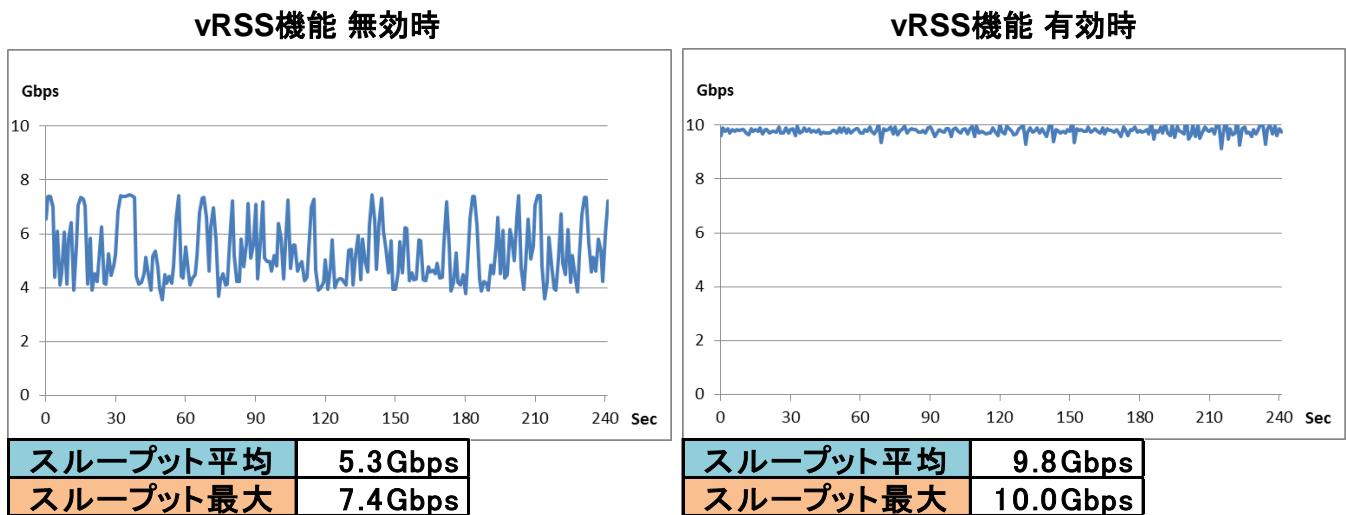


図 5 受信スループットの違い

B) 仮想 CPU の使用率

図 6 のとおり、vRSS 機能が無効の場合は 1 つの仮想 CPU に負荷がかかっているのに対し、vRSS 機能を有効にした場合は負荷が分散されています。

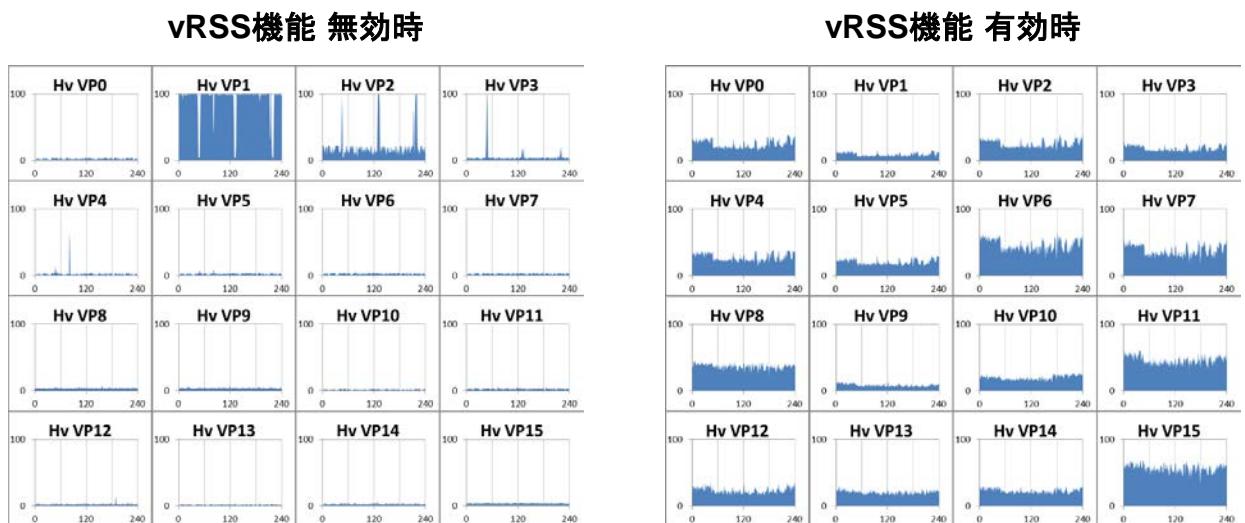


図 6 仮想 CPU の使用率の違い

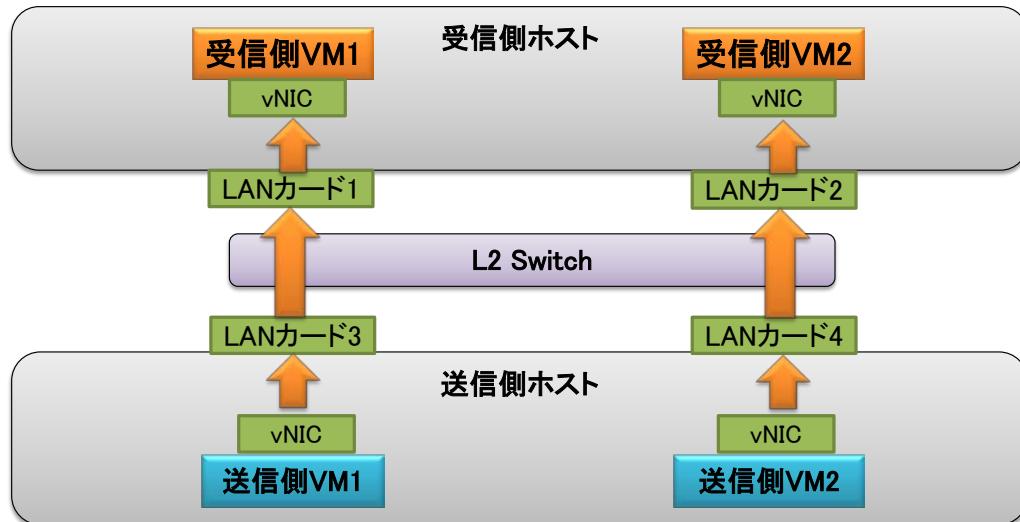
検証結果より、vRSS 機能を有効にすると、ボトルネックになっていた仮想 CPU 処理が複数の仮想 CPU に分散され、受信スループットが向上することを確認できました。

4. 複数 LAN カードを使用する環境での検証結果と気づき(検証 2)

快適なネットワーク処理を行うことができるよう、大規模な仮想環境では物理サーバに複数の 10GbpsLAN カードを取り付けて運用することが増えています。

そこで、複数の 10GbpsLAN カードを設置した環境でも vRSS 機能を有効にすると効果があるのか、検証を行いました。

(1) 検証環境



- 複数LANカードの受信側ホストでvRSSを設定した際の性能を検証する
 - 受信側ホストのVMは2台。ホストのハードウェア環境は検証1と同じで、同じLANカードを1枚追加
 - 送信側ホストのVMからは TestTCPツールでそれぞれ16セッション接続しデータを送信

図 7. 2 枚の LAN カードがあるサーバで vRSS 機能の動作確認を行った構成

(2) 検証結果

図 8 のとおり、2 枚の LAN カードを設置した環境では、1 枚の LAN カードを設置した環境(図 5 の右図)に比べて受信スループットが低下しています。

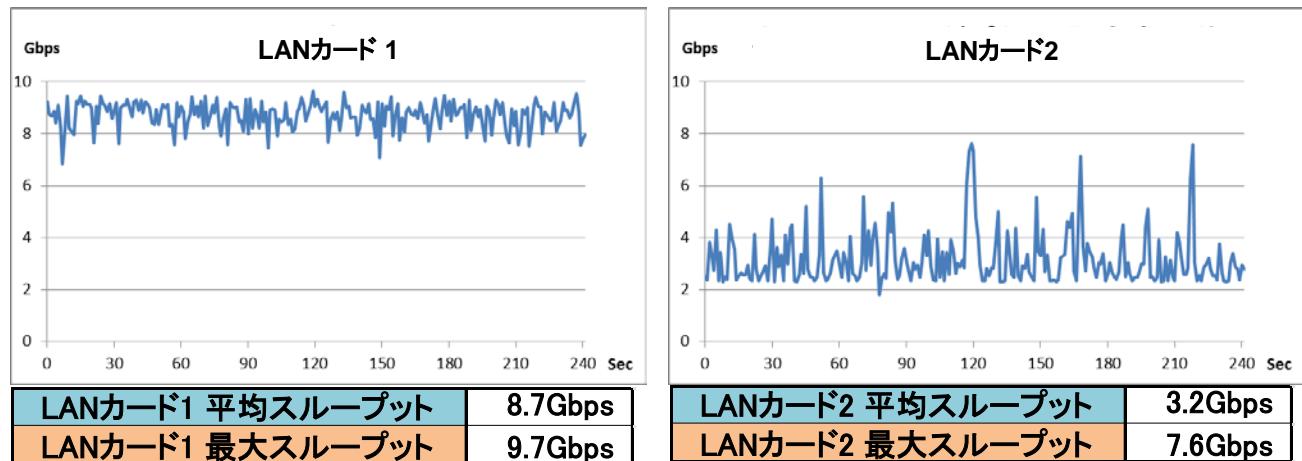


図 8 2 枚の LAN カードの受信スループット

ホストの CPU がボトルネックになっている可能性を考えましたが、とくに CPU リソースが足りないようには見えませんでした。(図 9)

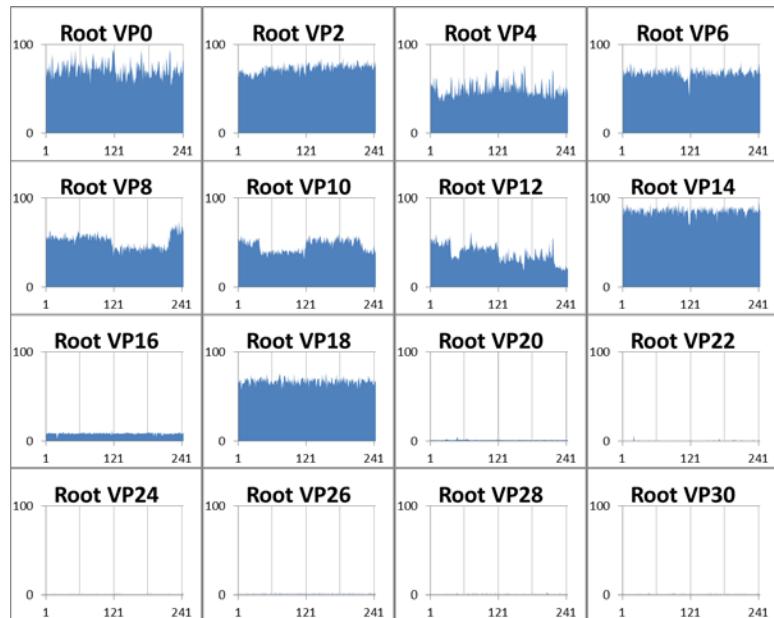


図 9 2枚の LAN カードを搭載したサーバの CPU 使用率

複数の LAN カードを装着した環境で VMQ 機能を利用する場合は、LAN カードの性能を十分発揮できるように、VMQ を処理する CPU の番号を LAN カード毎に異なる設定にする必要があります。vRSS は VMQ と連携しているため、vRSS を使用する場合にもこの VMQ の設定の考慮が必要であると推測しました。

PowerShell の“Get-NetAdapterVMQ”コマンドレットで各 LAN カードの VMQ 設定を確認すると、どちらも以下の設定になっていました。(既定値)

- 1) BaseProcessorNumber : 0
- 2) MaxProcessors : 16

1)は LAN カードが VMQ を処理する論理 CPU の開始番号で、2)は使用する CPU コア数です。つまり、どちらの LAN カードも、16 個の CPU コアを VMQ に割り当てて使用する設定になっています。そのため、VMQ に割り当てる CPU が 2 枚の LAN カードで重複しています。

そこで、2 枚の LAN カードにおいて、VMQ に割り当てる CPU が異なるように設定します。設定は、PowerShell の“Set-NetAdapterVMQ”コマンドレットを使用します。

■ 1枚目の LAN カードに対して設定する内容

```
Set-NetAdapterVMQ LAN253 -BaseProcessorNumber 2 -MaxProcessorNumber 15
```

① ② ③

■ 2枚目の LAN カードに対して設定する内容

```
Set-NetAdapterVMQ LAN255 -BaseProcessorNumber 16
```

① ②

上記①②③の説明

- ① LAN カードの名前
- ② LAN カードが VMQ を処理する論理 CPU の開始番号
- ③ LAN カードが VMQ を処理する論理 CPU の終了番号

上記のコマンドを実行することにより、1 枚目の LAN カードでは VMQ を処理する CPU コアとして 2, 4, 6, …, 14 の論理 CPU が、2 枚目の LAN カードでは VMQ を処理する CPU コアとして 16, 18, 20, …, 30 の論理 CPU が、それぞれ割り当たるようになります。論理 CPU0 はホスト通信などのために、どちらの LAN カードにも割り当てていません。

設定変更後、再度検証を行ったところ、受信スループットは図 10 のとおり改善されました。

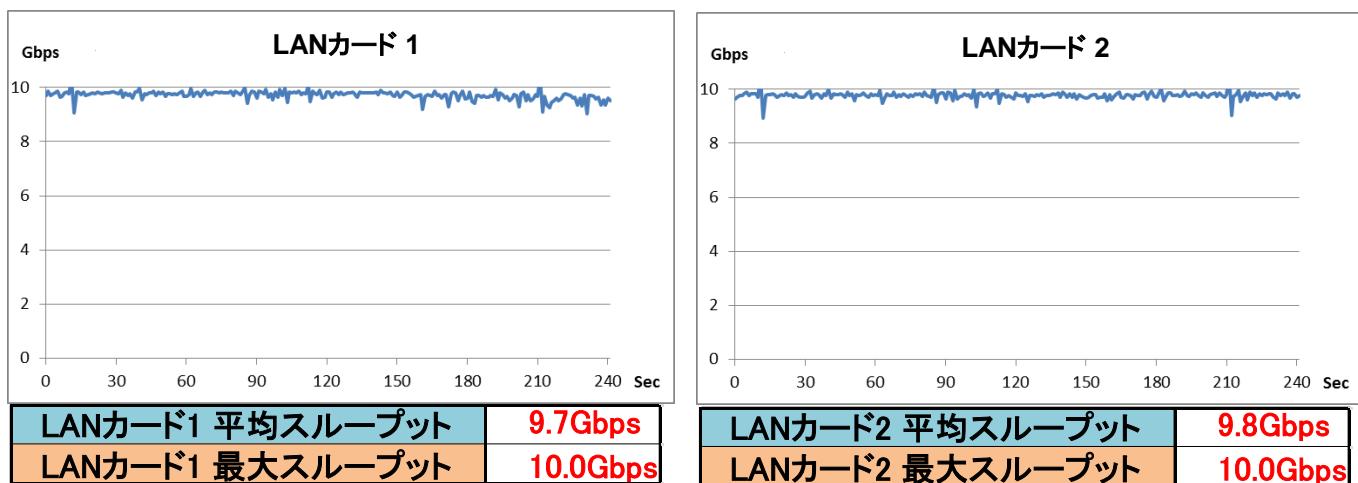


図 10 2 枚の LAN カードで VMQ を設定した状態での受信スループット

5. まとめ

ここまで検証により、Windows Server 2012 R2 Hyper-V の vRSS 機能は、これまでネットワーク通信によって生じていたひとつの仮想 CPU への負荷を複数の仮想 CPU に分散することによって仮想 CPU のボトルネックを解消し、非常に高速なネットワーク通信が可能であることが確認できました。

また、複数の LAN カードを搭載する環境で vRSS 機能を使うとき、LAN カードにおける VMQ の設定が既定値のままでは性能が出ないものの、LAN カードごとに VMQ に割り当てる論理 CPU を分けることで期待した性能が出ることも確認できました。このため、複数の LAN カードを搭載する環境で vRSS 機能を使う場合は、性能を発揮できるように LAN カードの VMQ の設定をチューニングすることが必要です。

なお、別途行った検証で、vRSS 機能利用時の分散処理の CPU オーバーヘッドが大きいことが確認されています。したがって、ネットワーク処理速度がそれほど重要でない VM や CPU リソースの消費を抑えたい環境では、vRSS 機能を使用せずに Dynamic VMQ 機能のみを選択することが設計のポイントとなります。

(注意)評価した Windows Server 2012 R2 は仕様変更の可能性があります。また、測定値については、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 1000 シリーズ 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/>