

**TINTRI**  
Zero Management Storage

# ステップ・バイ・ステップ Tintri VMstore実機検証レポート

Tintri VMstoreを使ってVMware vSphere環境を構築  
仮想化環境へのストレージの導入・運用が本当に“かんたん”かを徹底検証

山本雅史・著  
リードプラス株式会社・監修

## はじめに

本書は、仮想化環境でTintri VMstoreを使えるようにするためのステップ・バイ・ステップのテクニカルホワイトペーパーです。ティントリジャパン合同会社からTintri VMstoreの実機を借用し、筆者が実際に使ってみることで仮想化環境におけるTintri VMstoreのメリットを解説しています。

## 1. 仮想化の性能を上げるには？

仮想化が当たり前の時代になり、仮想化を前提としたハードウェアやネットワークの構築が大きなポイントになり始めています。既存のハードウェア、ネットワークをソフトウェアレベルで仮想化するだけでは、多くの仮想マシン (VM) を動かす環境においては、高いパフォーマンスを出すことはできません。もしかすると、物理マシンで動かしていた時よりも、パフォーマンスが低下する可能性があります。こういったことを避けるためには、仮想化を前提としたハードウェア、ネットワークが必要になるのです。

仮想化を前提にしたハードウェア、ネットワークといっても、今までのハードウェア、ネットワークと大幅に異なるわけではありません。いくつかのポイントだけを認識すれば、仮想化にチューンしたコンピューティング環境にシフトすることができます。

### 1.1 プロセッサとメモリ環境

仮想化において、プロセッサとメモリはコンピュータ (Compute) といわれることがあります。つまり、コンピュータは、現在販売されているサーバと同じものです。将来的には、現在のサーバから、I/Oやネットワーク、ストレージを分離し、純粋にプロセッサとメモリだけが搭載されたコンピュータ モジュールへと変化していくでしょう。将来のサーバは、ラック1台にプロセッサとメモリを登載したコンピュータ モジュールを数百枚、数千枚搭載したスーパー クラスタ型へと進化していくと予想されています。コンピュータ モジュール間は、専用の高速バスやネットワークで接続され、一般的なストレージやネットワークは別のモジュール、ラックに統合されるようになります。

仮想化において、プロセッサとメモリは、非常に標準的なパーツといえます。現状では、一般的な2Uサーバなどが利用されています。現在、プロセッサは動作クロックをアップするよりも、内蔵するCPUコアの数を増やしていくデザインに変わってきています。このため、仮想化環境で利用するには、CPUコア数の

多いプロセッサの方が、多くのVMを動かすことができます。

ただし、CPUコア数の多いプロセッサやマルチ プロセッサを前提にしたサーバは、コストが高額になってしまいます。このあたりは、高額なサーバを導入するよりも、売れ筋帯の2ソケットもしくは、1ソケットサーバを多数導入する方が、コストパフォーマンスに優れたシステムが構築できるでしょう。

インテル®社は、サーバ向けのプロセッサとしてXeon®を提供しています。2013年秋の時点において提供されている最新プロセッサは、Xeon E5 (Ivy Bridge世代) という2ソケット向けのプロセッサです。年内には、Xeon E5の1ソケット版、低価格な2ソケット版、4ソケット版もリリースされる予定です。また、4ソケット以上のプロセッサをサポートするIvy Bridge版のXeon E7も2014年初めまでには、リリースされる予定です。Xeon E7は高性能ですが、プロセッサ価格も高く、システムとしては非常に高価なサーバになります。このため、Xeon E7は、仮想化環境で利用されるよりも、ミッションクリティカルが重要視される企業の中核サーバとして採用されるでしょう。

インテル社では、毎年新しいプロセッサをリリースする計画を立てています。ただ2020年あたりになると、製造プロセスの微細化が行き詰まり、年々性能をアップしたり、CPUコア数を増やしていくことは難しくなると言われています。その時には、1つ1つのプロセッサ消費電力を落とし、仮想化をプロセッサレベルで取り込み、多数のプロセッサを接続することで、システム全体として性能をアップしていくアーキテクチャへと変化していくでしょう。そういった意味では、仮想化は将来を先取りしたシステムといえるかもしれません。

仮想化環境において大きなポイントになるのは、メモリ容量です。仮想化環境においては、複数のVMを動かすため、メモリの容量が重要視されます。高速で容量が少ないメモリよりも、ほどほどのスピードでも、大容量のメモリが用意されている環境の方が、高いパフォーマンスでVMを動かすことができます。こういった意味からも、仮想化環境においてはできる限りのメモリを搭載しておくべきでしょう。

仮想化環境においては、コンピュータ部分は、標準的な部品といえるため、ポイントさえ抑えれば、特別なサーバは必要ないでしょう。

### 1.2 高速化が必要なネットワーク

高い性能を実現する仮想化環境において、重要視されるのが高速なネットワークです。ネットワークの速度が、仮想化環境全体の性能を決めるといっていいでしょう。

ネットワークは、単にサーバ間の通信だけでなく、ストレージネットワークとして利用するようになってきました。このため、ネットワークのトラフィックは、今までのサーバよりも急激に増大しています。

ネットワークの物理環境を考えれば、ファイバー チャンネル、InfiniBand<sup>®</sup>、イーサネットなどが一般的に利用されています。ただ、コストや取り扱いやすさ、現状のネットワークとの親和性などを考えれば、イーサネットが中心的に利用されるでしょう。ファイバーチャンネルは性能の高さからストレージ専用のネットワークとして利用されていますが、管理や構成が難しいため、新規でシステムを導入する企業では採用されにくいと思われる。このため、以前からファイバーチャンネルを採用している企業は既存のインフラとして仮想化のストレージ ネットワークとして利用するでしょう。

InfiniBandは、高速で、低遅延(レイテンシー)という特性を持っていますが、一般的なネットワークではなく、ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC)などの分野に限定して利用されています。

やはり、ネットワークの扱いやすさということでは、イーサネットに勝るモノはありません。現在、10ギガビット(Gb)イーサネットが普及に入り始めています。このため、NICのコスト、スイッチのコストなども非常に安くなり始めています。

ただ、ストレージ エリア ネットワーク (SAN)として利用するには、10Gbイーサネットを複数回線用意しておくべきです。耐障害性を高めるために、二重化するという意味もありますが、今後VMの数が増えていけば、ネットワーク ストレージへのデータアクセスが飛躍的に伸びていきます。このような場合でも10Gbイーサネットを複数用意しておけば増加するトラフィックにも柔軟に対応することができます。

イーサネットに関しては、ここ数年のうちに100Gbイーサネットの製品がデータセンターのバックボーンとして利用されるようになります。サーバ間のネットワークとしても、2015年以降には標準的に採用されるようになるでしょう。イーサネット規格としては、2015年に1テラビット (Tb) イーサネット、2020年には20Tbイーサネットを標準化しようとしています。このように、イーサネットにおいても、高速化は重要なポイントになっています。

もう一つ、ネットワークに関して大きなポイントは、Software Defined Networking (SDN)の登場です。SDNは、大雑把に言ってしまうと、ソフトウェアでレイヤー3のスイッチを構成して、ソフトウェアベースでVLAN、ルーティングなどのネットワークに関する高度な機能を処理してしまうというコンセプトです。特に、SDNは、仮想化と相性がいいため、

VMware<sup>®</sup>などでは、仮想化の標準機能としてSDNを考えています。

ネットワークのL3スイッチの機能をソフトウェア化することで、データセンターなどにおけるネットワークの再構成を短時間で終わらすことができます。今までのように物理的なケーブルやスイッチを変更していると、ケーブルの再設定に時間がかかり、データセンターの再運用までに1ヶ月以上かかってしまうこともありました。しかし、ソフトウェアで再構成可能なSDNを活用すれば、物理的なケーブルを再設定する必要がないため、数日で再運用が可能になったという例もあります。

こういったフレキシブルなネットワーク構成を実現するためにも、高速なネットワークが必須となっています。スイッチに関しては、SDNに対応しフレキシブルに構成が変更できる製品が利用されることになるでしょう。

### 1.3 仮想化において最も重要なポイントはストレージ

仮想化環境をシステムとして見た時、最もパフォーマンスを左右するのがストレージです。

多数のコンピュータを利用する仮想化環境においては、ストレージは内蔵ストレージではなく、多数のコンピュータからアクセスできるネットワーク ストレージが利用されています。このため、ストレージ自体のパフォーマンスだけでなく、ネットワークの速度が高速化されていることが前提です。

仮想化に使用されるネットワーク ストレージは、単に高速なハードディスクドライブ (HDD)を多数並べてストライピングし、アクセス性能を上げるだけでは限界が見えています。そこで、最近利用されてきているのが、フラッシュメモリです。

フラッシュメモリは、HDDのように磁気ディスクをモーターで回転させて、ヘッドで読み取るといった仕組みではなく、半導体を利用するため、HDDよりも高速なアクセスと低電力性を実現しています。

現在のフラッシュメモリは、HDDに比べると高いランダムアクセス性能を有していますが、シーケンシャルアクセス性能はHDDに比べて特段優れているわけではありません。また、ビットの書き換え寿命がHDDに比べると低いという課題があります。

ただ、シーケンシャルアクセス性能に関しては、フラッシュメモリの構成を変更することでスピードアップを果たしたり、フラッシュメモリ自体をストライピング化して性能アップを図っています。また、ビットの書き換え寿命においてもフラッシュメモリ上に予備エリアを用意して、特定の範囲だけに書き換え

が集中しないようにコントロールするようになっていきます。

フラッシュメモリでは、書き換え寿命の長いSLCタイプのメモリとSLCタイプに比べて書き換え寿命の長くないMLCタイプが存在します。全てのストレージシステムにSLCタイプが使用されればベストですが、SLCタイプは1チップの価格も高く、大容量のメモリは提供されていません。このため、SLCである程度の容量を持つフルフラッシュストレージを構成しようとする、信じられないほどの価格になります。このため、多くのストレージシステムでは、低価格で大容量のMLCタイプを使用しています。

将来的には、フラッシュメモリから新しい方式の不揮発性メモリへと移行していくこととなります。幾つかの方式が開発されていますが、目標としてはDRAMと同じ性能を持ち、HDDと同じ寿命を持ち、電源を切ってもデータが保持されるメモリとなるでしょう。このようなメモリが登場すれば、コンピューティング環境は大きく変わっていきます。

現状では、次世代の不揮発性メモリは一般化していないため、高速のストレージとしてはフラッシュメモリを使用することになります。ただ、フラッシュメモリは、安価になったとはいえ、数テラバイト (TB) もの大容量ストレージとして利用するには、まだまだ高価です。

システムから見れば、フルフラッシュメモリのストレージは、大きな問題を抱えます。現在の一般的なフラッシュメモリストレージでは、フラッシュメモリを単にHDDと置き換えた形となっています。

フラッシュメモリをHDDのキャッシュとして利用するだけで、ディスクパフォーマンスはアップします。

しかし、フラッシュメモリとHDDでは、そもそも物理的な構造や仕組みが大きく異なっています。この違いを現在では考えずに、システム側は、HDDを前提としたI/Oの振る舞いやファイルシステムの構造をそのままSolid State Drive(SSD)に対して適用しています。これでは、フラッシュメモリの書き換え寿命問題が大きくクローズアップされることとなります。

そこで、I/Oの特性やフラッシュメモリの活用を前提にファイルシステムを開発・実装したストレージシステムの登場が期待されます。

また、運用面から見れば、フラッシュメモリで構成された小容量のストレージとHDDで構成された大容量ストレージという2種類のストレージが用意されています。高い性能が必要なVMには、フラッシュメモリのストレージを割り当て、ほどほどの性能で良いVMはHDDストレージを利用するといった運用が行われています。つまり、VMの重要度によって、ストレージ

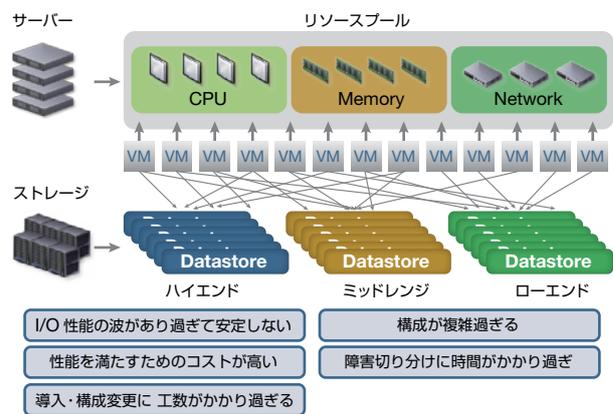
のクラスを分けるという運用を行います。

システム全体としてみると、運用で高速のストレージ、中・低速のストレージを切り分けて利用するのは、非常に面倒です。例えば、決算期にはあるアプリケーションを動かしているVMの負荷が高くなるため、多数のプロセッサ、メモリ、高速ストレージが必要になります。しかし、決算期以外は、負荷が高くないため、多数のプロセッサ、メモリ、高速ストレージを割り当てておくが高価なリソースが無駄になってしまいます。そこで、管理側としては、決算期以外には、少数のプロセッサ、メモリ、中・低速なストレージにと設定を変更する必要があります。

VMのプロセッサやメモリの割り当て変更は簡単にできますが、ストレージの移行は手間がかかります。1つ、2つのVMの移行であれば、何とか手作業でできますが、数百、数千ものVMを移行したり、毎月、毎週このような移行作業が発生するようでは、管理コストがかかりすぎます(手作業の管理は、トラブルの原因にもなる)。

フラッシュストレージの高い性能を持ち、HDD並みの大容量を低コストで実現するネットワークストレージが必要とされています。

また、ストレージの内部でも、頻りにアクセスされるデータはフラッシュメモリに移され、アクセス頻度が少なくなれば、HDDに移されるといった、ストレージ管理を自動的に行う機能も管理面から必要といえます。管理者自身が、データがフラッシュメモリにあるのか、HDDにあるのかといったストレージの種類を気にすることなく、ネットワークストレージが自動的に再配置してくれる機能も必要になっています。



仮想化環境における代表的なストレージの課題

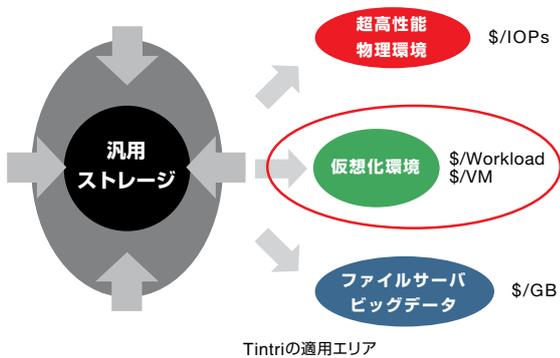
さらに従来のストレージを仮想化環境で適用するためには、パフォーマンス要件でデバイスを分けたり、LUNやボリューム単

位で管理することなどの煩雑な管理も課題となっています。

このような課題を克服する理想のストレージとして登場したのがTintri社のVMstore™です。

## 2. Tintri VMstoreの特徴

Tintri VMstoreは、フラッシュメモリとHDDの良さを融合させ、仮想化向けにチューニングされたストレージシステムです。

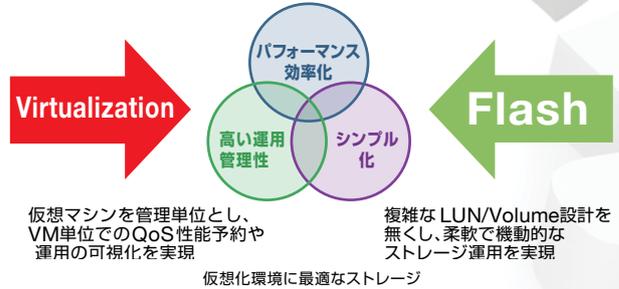


Tintri VMstoreはファイルサーバや高トランザクションなどさまざまな用途があるストレージ利用の中において、仮想化環境に特化して設計されています。現時点では、VMware環境のデータストアとして利用することができます。

フラッシュメモリとHDDを採用したハイブリッドストレージであるVMstoreは、フラッシュとHDDの階層化や単にフラッシュメモリをHDDのキャッシュとして扱うのではなく、仮想ディスク (vDisk) の内容やデータを認識し、システムがトラフィックをチェックするなどのインテリジェントな機能を用いてアクセス頻度の高いデータをフラッシュメモリに配置します。フラッシュをキャッシュとして使う従来の手法のように、管理者がいちいちキャッシュに保存するデータを指定する必要はありません。

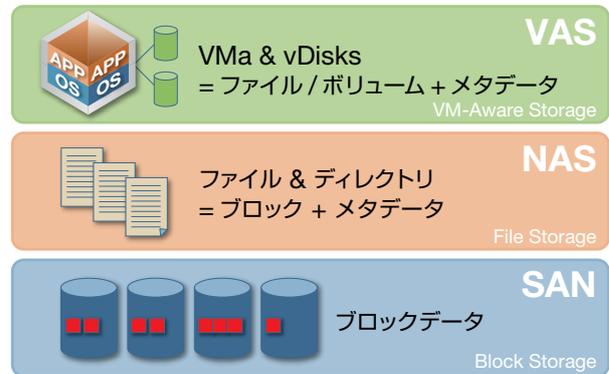
また、VMstoreは、フラッシュメモリという新しいデバイスを前提としたストレージシステムとして設計されています。このため、VMstoreでは、仮想化環境に特化したストレージということ为前提に、vDiskのファイルフォーマット、データなど、ディスクアクセスに関わる全ての部分をハードウェア自身が自動的に分析することでフラッシュメモリを最大限に活かしています。

フラッシュストレージのパフォーマンスを  
HDDストレージの価格で



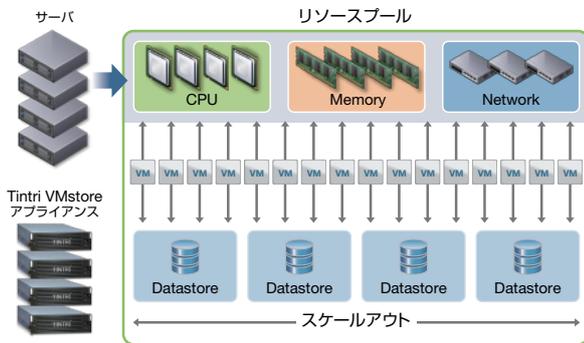
このような機能をVMstore自身が自動的に行ってくれるため管理者は、面倒な設定やストレージの細かな管理を行わなくても高いパフォーマンスが出せるようになっています。TintriではこのようなストレージをZero Management Storage™と呼んでいます。

もう一つ重要なのは、VMstoreは既存のストレージ上にvDiskとしてストレージを構成するものではありません。仮想化環境にチューニングされたストレージを一括で提供しています。このため、通常のストレージとして利用するのではなく、仮想化環境下において、最も性能が発揮できるようになっています。いわば、仮想化環境のためにゼロから開発された (VM-aware Storage=VAS) なのです。



SAN、NASに続く技術革新となるVM-aware Storage (VAS)

こういった機能により、VMstoreは2012年のVMworldにおいてゴールドアワードを取得するだけの先進性を持つストレージとなっています。



仮想化のストレージ環境を変えるTintri VMStoreのコンセプト

VMstoreは、ストレージをLUNやボリュームで管理せずデータストア単位で管理しているため、シンプルで使いやすくなっています。

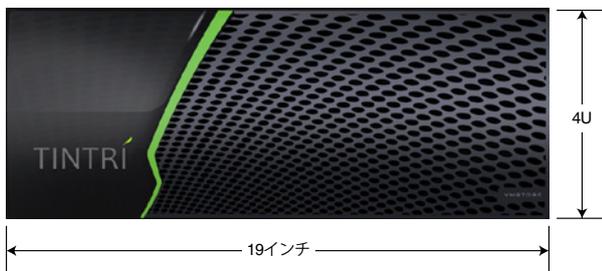
従来型共有ストレージ		Tintri
LUN	RAIDレベル	VM
ボリューム	WW名	vDisk
ディスク回転数	キャッシュサイズ	
ブロックサイズ	重複排除	
ストライプ幅	スナップショットの頻度	
シーケンシャル/ランダム	内部/外部トラック	
パディング	パフォーマンス悪化	

Tintriは仮想化に最適な抽象化を実現

VMstoreは、仮想化にチューニングしたストレージとして、従来のストレージに付き物の複雑な設定や機能を排除しています。VMstore内部でインテリジェントに各種の機能が利用されているため、ストレージの細かな設定は抽象化されています。

## 2.1 VMstoreのハードウェア

VMstoreは、VMstore T650、VMstore T620、VMstore T540という3つのモデルが用意されています。



Tintri T600シリーズ

VMstore T650とVMstore T620は2013年10月に発表され

た新製品です。VMstore T650は、4Uの筐体に、3TBのHDDを15台 (RAID6 12+2+1)、480GBのSSDを9台 (RAID6 7+2) 搭載し、実効容量33.5TBを実現します。VMstore T540は、3Uの筐体に、3TBのHDDを8台 (RAID6 5+2+1)、300GB SSDを8台 (RAID6 6+2) 搭載し、実効容量13.5TBのストレージとして構成されています。VMstore T620は、1TBのHDDを18台 (RAID6 15+2+1)、240GBのSSDを6台 (RAID6 4+2) 搭載し、VMstore T540と同じく13.5TBの実効容量を実現しています。VMstore T620とVMstore T540ではストレージ容量は変わりませんが、VMstore T650は2,000VM、VMstore T540は1,000VM、VMstore T620は500VMというように、サポートされるVM数が異なります。なお、今回の検証ではTintri OS 2.0が搭載されたVMstore T540を使用しています。

VMstoreでは、SSDとHDD共にSATAインターフェースのドライブが利用されています。特に、HDDに関してはSATAドライブを冗長化することで、低コストでも、高い信頼性を持つストレージとして利用できるようになっています。

コントロールユニットは、2台 (プライマリ、セカンダリ) 搭載されており、管理用のネットワークとして1Gbイーサネットがコントロールユニット毎に2本用意されています。データネットワーク用のイーサネットとしては、10Gbイーサネット (10GBase-SRまたは10GBase-Tのどちらか) が用意されています。データアクセスには、10Gbイーサネットが必須になります。

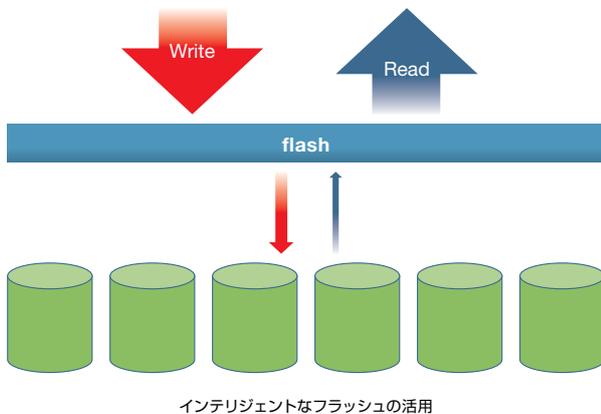
また、それぞれのコントロールユニットには、初期設定時に利用するモニター出力 (アナログポート)、キーボード用のUSBポートなどが用意されています。

## 2.2 VMstoreの機能

VMstoreの最大の特徴は、仮想化にチューンナップされているため、VMstore 1台が1データストアとして使用されることにあります。VMware vSphere®から見れば、1つのデータストアとして認識されるため、管理者はiSCSIのようにLUNを意識したり、フラッシュメモリで構成されたvDiskなのか、HDDで構成されたvDiskなのかなどを意識する必要は全くありません。

VMstore自身が、自動的にデータを再配置して、ストレージへのアクセスの99%をフラッシュメモリからヒットできるようにしています。この時、データの重複排除/圧縮を行うことで、ほとんどのデータがフラッシュメモリからアクセスできるようにしています。

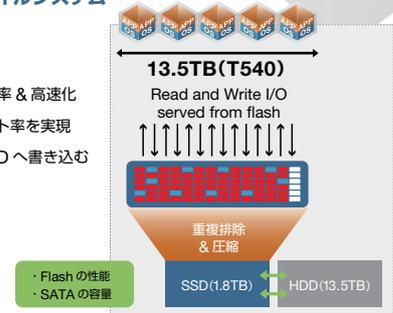
また、利用頻度が落ちたデータは、自動的にフラッシュメモリからHDDへと移動されます。データ管理という面では、管理者が手動で行うことはなく、VMstoreが最もパフォーマンスが出るように、リアルタイムでデータ配置を変更してくれます。



このようにVMstoreでは、フラッシュメモリをインテリジェントに活用することによって、ほとんどデータアクセスをフラッシュから行えるようにしています。

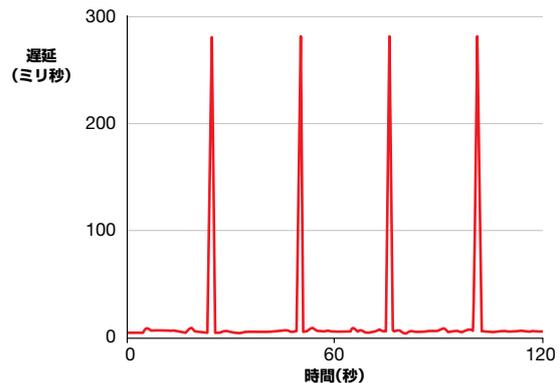
### ハイブリッド・Flashファイルシステム

- ・仮想 Flash システム
- ・1 ボリューム
- ・重複排除と圧縮により高利用率 & 高速化
- ・99%以上のフラッシュ・ヒット率を実現
- ・使用頻度の低いデータは HDD へ書き込む (8KB 単位)



フラッシュの特性を最大限に活用するTintriの技術

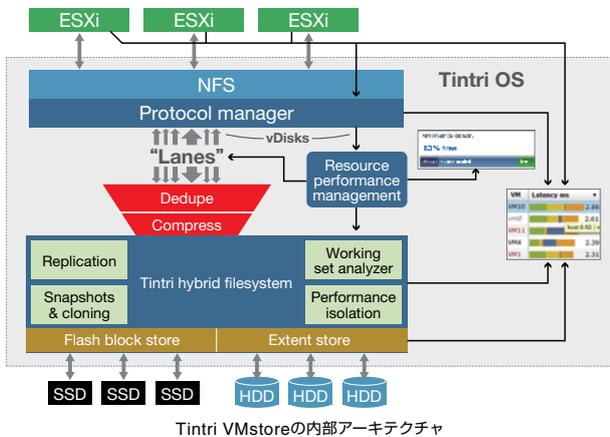
VMstoreの最大の特徴を支えるTintri独自の機能が、フラッシュメモリのメリットとHDDのメリットを融合したハイブリッド・フラッシュ ファイルシステムです。vDiskにチューニングされているために、これだけのインテリジェント性を実現しています。



Tintri FlashFirst技術は書き込み増大と遅延の急増の両面を排除

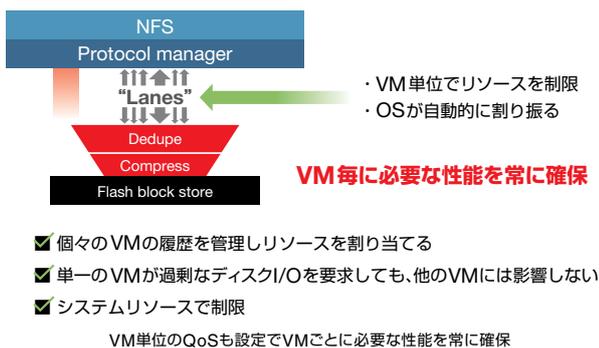
その中核となる技術として開発されたのが、Tintri FlashFirst™技術です。Tintri FlashFirstは、フラッシュメモリをインテリジェントに利用することで、書き込みの増大と遅延の急増を排除する特許取得済みの技術です。

VMstoreは、アプライアンスとして提供されており、より多くのディスク容量が必要となった際は、VMstoreを新たにもう一台増設し、ネットワークに接続するだけで済みます。これにより、非常に簡単にストレージを拡張することができます。



VMstoreの内部では、重複排除、データ圧縮を行った後、フラッシュメモリとHDDにデータを格納します。その段階で、データが分析され、フラッシュに置くのか、HDDに置くのかなどをリアルタイムで処理しています。

また、VMstoreでは、VM単位の高度なクローン機能を使うことで、vDiskを高い集約率で保存できるため、同じようなディスクイメージを利用するVDIシナリオにおいては、収容できるVMの数が飛躍的に伸びることになります。さらに、数百のクローンを数分で配置できるような高いパフォーマンスを持っています。その他にもVM単位の高スナップショットやレプリケーション機能もサポートされています。



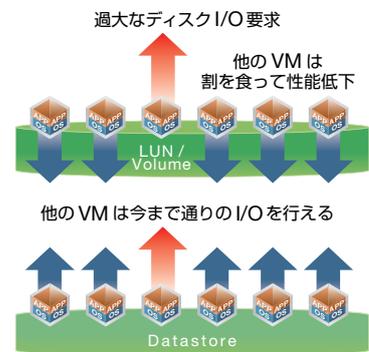
VMstoreでは、データストアを性能別に分けるのではなく、VM単位でQoSを設定することができるため、個々のVMに割り当てた性能を常に保証しています。

### 従来ストレージの課題

- ・特定のVMのI/Oに引きずられる
- ・I/O性能の波が大きく安定しない

### TintriのQoS動作

- ・VM単位の性能を予約
- ・特定VMのI/Oに依存しない
- ・I/O性能が安定 = SLAを維持

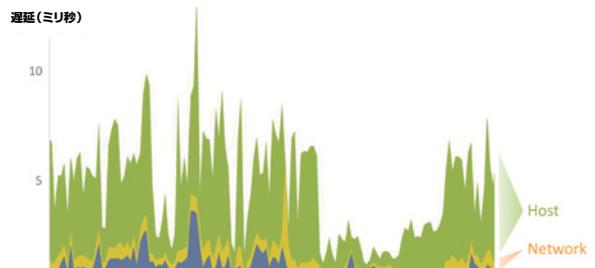


VM単位でQoSを設定し、SLAを維持

従来のストレージでは、VMごとにQoSの設定することができませんでした。そのため、特定のVMに過剰なI/Oリクエストが発生すれば、そのVMにリソースが奪われてしまい、他のVMのパフォーマンスが落ちてしまいます。VMstoreではVMごとにQoSを設定し性能を割り当てることができるため、他のVMに影響を及ぼすことなく、VM単位でSLAを維持されます。

VMstoreで驚くのが、これだけの機能を持ちながら、管理インターフェースが非常にシンプルなこと。多くの細かいチューニングは、VMstoreが自動的に行います。このため、管理者は、vDiskの利用状況やトラフィックをグラフ化した管理画面をチェックするだけで済みます。

トラフィック解析のグラフは、vDisk毎にホスト、ネットワーク、ストレージなどの遅延を可視化してくれます。これを利用することで、システムのボトルネックがどこにあるのかが一目で把握できます。ホストに問題があれば、仮想プロセッサや仮想メモリを増やしパフォーマンスを上げたり、ネットワークがボトルネックになっていれば、ネットワークの帯域を増やすといった対応を行うことができます。



従来のストレージシステムでは、このようなトラフィック解析を行う機能が用意されていないので、仮想化環境のどこに問題があるのかを解析するのに多大な時間がかかっていました。しかし、VMstoreを利用すれば、仮想化環境全体にわたっ

てボトルネックを可視化してくれるため、問題点を一目で確認することができます。

VM	ESPS	MBps	Errors	Latency ms	Flash Bk %	Problems	Used GB	Ha
VM recalculation	710	12.9	2.9	14.0	100	43	20.3 GB	
dom0-usb-network	6	0.1	0.0	14.7	100	11	2.4 GB	
dom0-kernel	70	1.3	0.3	1.4	100	0	26.3 GB	
dom0-kernel	83	0.4	0.1	1.4	100	0	1,019.9 GB	
dom0-usb	10	0.1	0.0	3.0	100	66	22.4 GB	
dom0-usb7	5	0.1	0.1	1.3	100	52	125.7 GB	
dom0-usbnet	2,886	23.7	0.9	1.2	100	30	33.7 GB	
dom0-usbnet	2,307	21.1	7.2	1.0	100	30	35.6 GB	
dom0-usb	8,617	51.1	20.1	0.3	100	30	35.6 GB	
vmware-monitor	3	0.0	0.0	0.4	100	64	19.1 GB	
dom0-perf	320	1.4	0.9	0.4	100	240	72.3 GB	

ダッシュボード画面

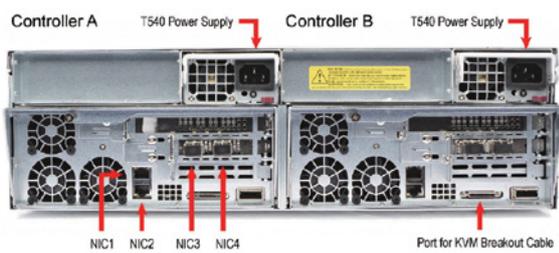
これだけの機能があっても、VMstore自身が自動的に最大限のチューニングをするため、管理者は難しいチューニング作業は必要ありません。

### 3. VMware vSphere環境へのVMstoreのインストール

ここでは、VMstoreのvSphere環境へのインストールについて手順を追って解説していきます。

#### 3.1 環境とハードウェア

VMstoreをデータストアとして利用可能なソフトウェア環境は、VMware vSphere 4.1/5.X環境およびVMware vCenter™ Serverとなっています。事前にこれらの環境が確実に動作するようにします。



VMstoreの背面写真

実際にVMstoreを利用するには、管理ネットワーク用の1Gbイーサネットとネットワーク ストレージ用の10Gbイーサネットをあらかじめ接続しておきます。筐体背面にあるNIC1/NIC2は、管理用ネットワークとして利用される1GbイーサネットでNIC3/NIC4はデータストアへのアクセスに利用する10Gbイーサネットとなっています。コントロールユニットが2つあるため、両方ともにネットワークの接続を行う必要があります。また、管理ネットワークの設定用に管理コンソールに直

接アクセスするためのUSBキーボードとモニター(ビデオ出力)も接続しておきます。

VMstoreのコントロール ユニットの、プライマリとセカンダリの2台が内蔵されています。ただし、どちらのコントロールユニットがプライマリになるのか、セカンダリになるのかは、起動時の状況によって異なります。基本的には、先に起動したコントロールユニットがプライマリとなります。このため、キーボードとモニターを片側のコントロール ユニットのみに接続している場合は、起動後に接続しているコントロール ユニットのセカンダリになっている場合があります。この場合は、キーボードとモニターを接続し直す必要があります。できれば、KVMなどによって切り替えられるようにした方がいいでしょう。

#### 3.2 VMstoreの管理ネットワーク設定

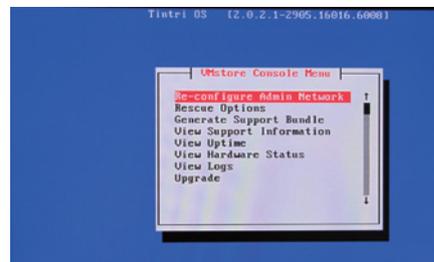
VMstoreの電源を入れると、直接接続されたモニターにVMstoreの起動画面が表示されます。管理画面にログインし、VMstoreをリモートから管理できるようにします。



VMstoreに接続したモニター画面

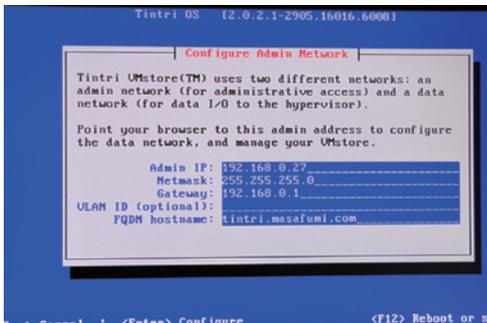
起動後、Login名として「admin」を入力してください。

Passwordは、VMstoreの背面にあるシリアル番号を入力してください。シリアル番号は、ハイフン(-)で分けられた数字となっています。Passwordとしては、ハイフン(-)も含んでいます。



ログイン後のコンソール画面

VMstoreにログインできたら、表示されたコンソールから「Configure Admin Network Window」を選択し、Admin Networkの設定を行います。



Admin Networkの設定画面

Admin Networkの設定で最低限必要な項目はVMstoreの管理用ネットワークのIPアドレス、ネットマスク、ゲートウェイ(IPアドレス)、ホスト名です。今回は、プライベートアドレスを使用して、

Admin IP : 192.168.0.27  
 Netmask : 255.255.255.0  
 Gateway : 192.168.0.1  
 FQDN Hostname : tintri.masafumi.com

を使用しました。これらの設定は、テストされる環境によって変更してください。VLAN IDに関しては、オプションなので、今回は使用しませんでした。

これで、VMstoreの管理ネットワーク設定は終了です。

これ以降はリモートPCからブラウザを用いて設定、管理を行えますので、VMstoreに直接接続したキーボードやモニター取り外しても支障ありません。ただ、何かトラブルが起り、ダイレクトに操作することが起きる可能性もあるため、実運用環境ではKVMを利用して管理・運用した方がいいでしょう。

### 3.3 VMstoreの初期設定

管理ネットワークの設定が完了することで、リモートPCのブラウザから設定・管理ができるようになります。

ブラウザを起動して、VMstoreの管理用IPアドレス(今回は192.168.0.27を使用)に接続します。HTTPSの接続となるため、環境によって「証明書」をリクエストされる場合があります。このときは、必要に応じてブラウザなどに証明書を登録してください。

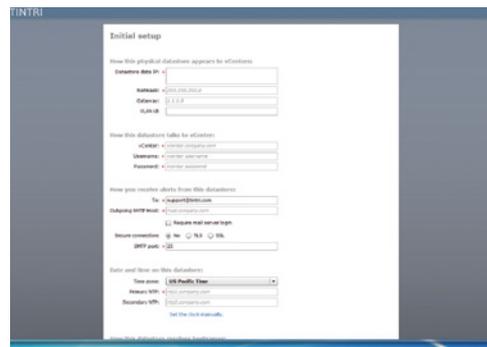


VMstore稼働後のコンソール画面

ブラウザを用いてVMstoreにアクセスVMstoreに接続し、管理コンソールにログインします。ユーザー名とパスワードは、

ユーザー名: admin  
 パスワード: VMstoreのシリアル番号(ハイフン付き)

を使用します。



初期セットアップ画面

VMstoreにログインすると、初期セットアップ (Initial Setup) 画面が表示されます。赤いマークがついている項目は、すべて入力する必要があります。

#### •How this physical datastore appears to vCenter

この項目では、VMstoreのストレージにアクセスするためのIPアドレスの設定を行います。

Datastore Data IPには、VMstoreのデータストアのIPアドレスを設定します(ここでは192.168.0.100を使用します)。

Netmaskには、データストアのネットマスクを入力します(ここでは255.255.255.0を使用します)。

Gatewayには、GatewayのIPアドレスを入力します(ここでは、192.168.0.1を使用します)。

VLAN IDは今回使用しないので空白のままとします。

#### •How this datastore talks to vCenter

この項目では、VMstoreがVMware vCenterと連動して動作するように、vCenter ServerのIPアドレスやアカウント名、パスワードを入力します。

vCenterのホスト名：FQDNで入力したホスト名  
Username：vCenterに登録してあるユーザー名  
Password：vCenterアカウントのパスワード

#### •How you receive alerts from this datastore

この項目では、VMstoreに何か起こった時に、アラートメールを送信するためのメール設定を行います。社内にメールサーバがある場合は、社内メールサーバの設定を使用してください。外部のメールサーバを利用する場合は、VMstore自身がインターネットにアクセスできるようにGateway設定を行ってください。

ちなみに、この項目は必須となっているため、テスト稼働の時でも、設定を空白にすることができません。ただし、SMTP関連は、適当な情報が入っていれば、管理画面にエラーが表示されるものの、VMstore自体は動作します。

to：デフォルトのメールアドレス (support@tintri.com)  
Outgoing SMTP Host：メールサーバのホスト名  
Secure connection：メールサーバへのアクセス方法を指定  
SMTP Port：メールサーバのSMTPポート番号

#### •Date and time on their datastore

この項目では、VMstoreのタイムゾーンやNTPなどの設定を行います。もし、NTPを利用せずに、VMstoreの内部時計を使用したい場合は、「Set the clock manually」で時計を手動で設定してください。

Time zone：CountryにJapan、Time zoneにAsia/Tokyoを設定

Primary NTP：社内にあるNTPサーバのIPアドレスを指定

Secondary NTP セカンダリNTPサーバは、設定しなくてもVMstoreは動作します。今回は、空白としますが、実稼働時にはバックアップのNTPサーバを設定した方がいいでしょう。

#### •How this datastore resolves hostnames

この項目は、DNSサーバのIPアドレスを登録してください。

Primary DNS：プライマリDNSサーバのIPアドレス

Secondary DNS セカンダリDNSサーバは、設定しなくてもVMstoreは動作するので、今回は空白とします。実稼働時には、セカンダリDNSサーバを指定してください。

#### •How Tintri support contacts you

この項目は、VMstoreのサポート時に、Tintriからアクセスする管理者の名前、メールアドレス、電話番号、VMstoreの設置場所などの情報を入力します。今回は、テスト稼働のため、すべて空白とします。

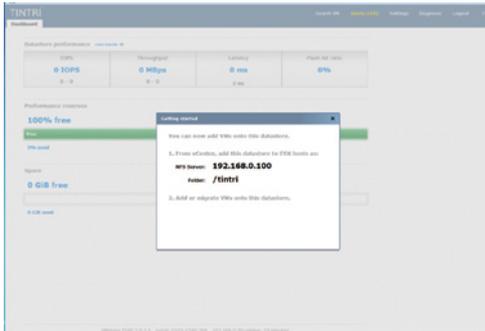
#### •New password for managing this datastore

この項目は、VMstoreの管理者に対して、新しいパスワードを設定します。初期パスワードとしては、VMstoreのシリアル番号が使われています。このため、セキュリティを向上させるために、新しいパスワードを設定します。

全ての項目の入力が完了すれば、「Set up my datastore」ボタンをクリックします。

すべての項目に入力する必要がある

項目の入力漏れなどがあると、「This is a required field」と入力欄の横に表示されます。そのような場合は、すべての項目に必要な情報を正確に入力してください。

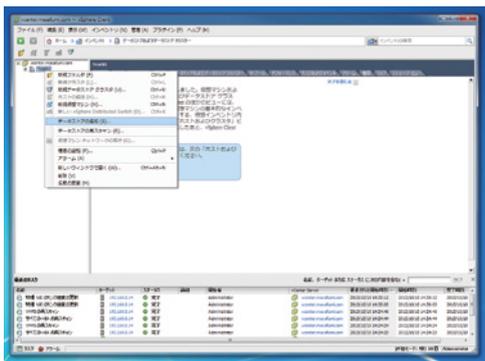


初期セットアップ終了

初期設定が完了すると、初めてVMstoreが稼働状態になります。稼働状態になれば、このような画面が表示されます。

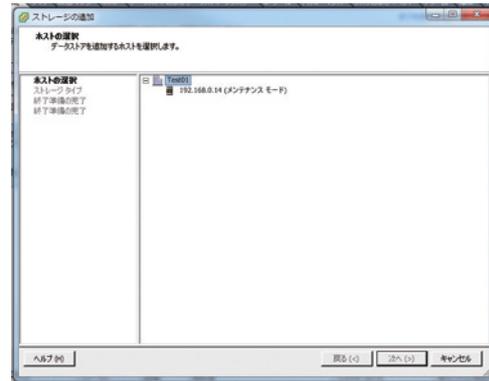
### 3.4 VMware vCenter側の設定

VMstoreの設定が終了したら、vCenter側にデータストアとして登録し、ストレージとして利用します。



vCenterにVMstoreをデータストアとして追加

VMstoreは、NFS (Network File System) を使って、データセンターのデータストアとして設定します。



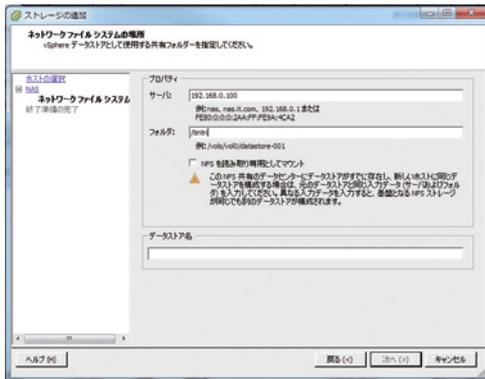
どのデータセンターのホストに追加するかを指定

vCenterの「インベントリ」→「データストアおよびデータストア クラス」に移動して、作成されている「データセンター」に「データストアの追加」を行ない、どのデータセンターのホストに追加するのかを指定します。「ストレージの追加」では、データセンター名、ホスト名を選択します。



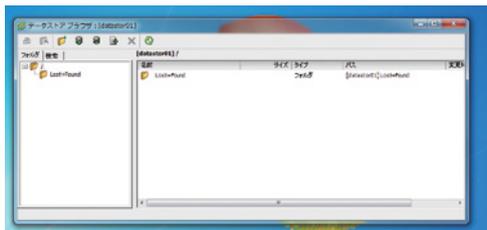
ストレージタイプの設定

「ストレージ タイプの選択」では、ストレージ タイプを選択します。VMstoreは、NFSを使用するため「ネットワーク ファイル システム」を選択します。



VMstoreデータストアの作成

「ネットワーク ファイル システムの場所」では、使用するストレージのIPアドレス、フォルダ名を指定します。ここでは、VMstoreのデータストアに設定した192.168.0.100を、フォルダ名には「/tintri」を指定します。さらに、新たに設定するデータストア名を指定します(ここではDatastore01とします)。



データストアブラウザで作成したデータストアを確認

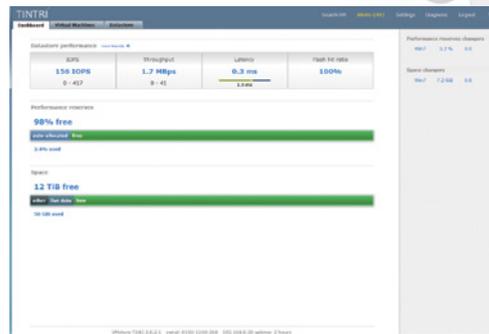
作成したデータストアをデータストア ブラウザで確認します。

これで、VMstoreをvCenterのストレージとして設定する作業は完了です。このあたりは、vCenter上でストレージを追加するのと同じやり方です。

後は、通常のvSphereの運用と同じように、VMを作成する時に、使用するストレージをVMstore上に作成したストレージにすれば、VMstoreを利用できます。

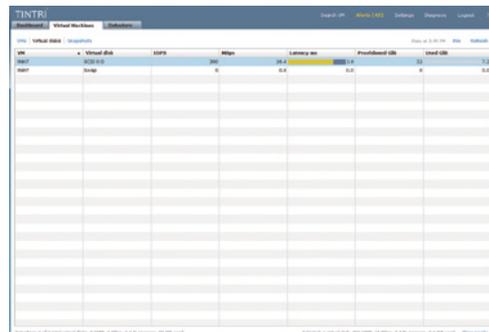
### 3.5 VMstoreの管理

VMstoreは、全ての管理をブラウザベースで行うことができます。



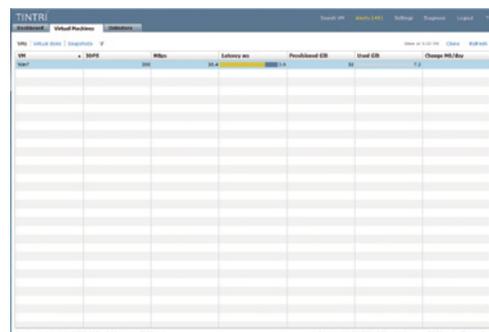
VMstoreのダッシュボード画面

これがVMstoreのダッシュボード画面です。Dashboardタブでは、ストレージ容量の利用状況やシステム全体のIOPS、スループット、遅延、およびフラッシュメモリのヒット率などを一目でチェックすることができます。



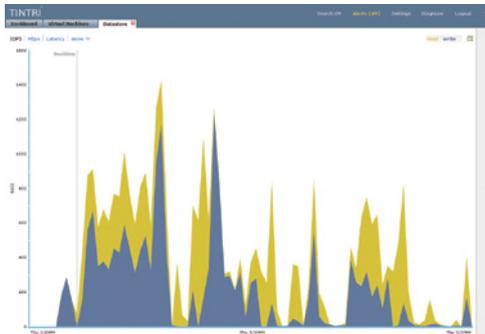
VM単位で稼働状況を可視化するVirtual Machineタブ

Virtual Machineタブでは、VMに接続されたvDiskごとに、IOPS、パフォーマンス、遅延などを確認することが可能です。



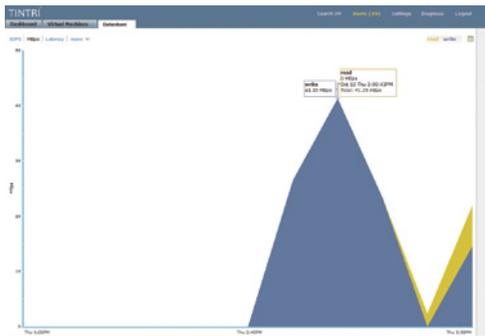
VM単位で状態を確認

もちろんVMごとに状態を確認することもできます。



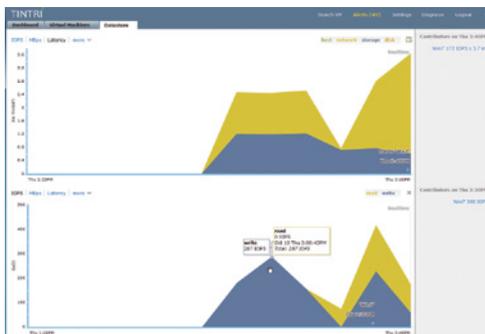
IOPS、スループット、遅延などをグラフ化

Datastoreタブでは、VM単位で、ホスト、ネットワーク、ストレージに分けて、IOPS、スループット、遅延などがグラフ化して表示されます。これにより、パフォーマンス上のトラブルが発生した際、どの部分がボトルネックになっているのかを可視化することができます。



ピーク時のデータ量や時間を確認

たとえば、スループットを確認すると、ピーク時のデータ量、時間なども見ることができます。



遅延とIOPSを同じ画面でグラフ化

また、遅延とIOPSの2つを同じ画面でグラフ化できます。

また、vCenterに対してVAAIのプラグインが用意されています。このプラグインを利用すれば、クローン処理をVMstoreにオフロードすることができるため、通常では時間がかかるクローニングを非常に高速に行えます。スナップショットに関しては、VMstoreの管理画面を用いて高速なスナップショットが可能です。



今回の検証では高負荷状態の確認までは実施していませんが、実運用環境ではより多くのワークロードがかかるため、ホスト、ネットワーク、ストレージのそれぞれのレイヤーで遅延が発生することが考えられます。Tintriのダッシュボード画面にはそれぞれのレイヤーでどれだけの遅延が発生しているのかが色分けされて表示されるため、根本的な原因を迅速に特定することができます。

## まとめ

このようにVMstoreは、今までのストレージとは次元の異なる「仮想化にチューニングされたストレージ (VM-aware Storage)」と行うことができるでしょう。また、管理面からも今までのストレージ システムでは高いパフォーマンスを出すために、常に細かな設定を変更したり、データの配置に気を遣ったりすることはVMstoreでは全くありません。管理者がストレージの管理を行わなくても高いパフォーマンスが出せるZero Management Storageというコンセプトを実現しています。

このような仮想化にチューニングされたストレージであるVMstoreを開発できたのは、Tintriの主要メンバーが仮想化とストレージの両方を深く認識しているからです。Tintriの主要メンバーとしては、VMware、Citrix®などの仮想化関連の開発やビジネスを行っていたメンバー、NetApp®やData Domain®などのストレージ システムの開発やビジネスを行っていたメンバーが融合してできあがっているのです。

フラッシュメモリやHDDといったデバイスを意識したストレージの管理ではなく、VMstoreがデータをチェックして、アクセス頻度の高いデータをフラッシュメモリに配置したり、アクセスの少なくなったデータはHDDに移動したりする作業を自動化しています。これは、VMstore自身がvCenterと連携してVM、vDiskを認識し、時々刻々と変化するアクセスパターンを理解しているからこそ実現できているのです。

実際、TintriとVMwareとの共同検証では、VMstore T540を使えば1,000台のVDIがサポートできるという実証も行われています。もちろん、単に1,000台分のVDIが収容できるだけでなく、VDIのベンチマークを利用しても、従来のストレージに比べて半分の遅延(約0.8秒)で運用できるという好成績を出しています。

また、この検証では、VMstore T540とVMware Horizon™ Viewにおいて1,000台のVDIを展開していますが、なんとフルクローンで94分、リンククローンで62分という短時間で1,000台の展開が完了するという驚くべきベンチマークが出ています。

なによりもメリットなのは、細かな設定を多数行って、こういったパフォーマンスが出るわけではありません。VMstoreを導入して、そのまま運用したとしても、同じようなパフォーマンスを出すことができるのです。こういった意味では、VMstoreの自動化は、仮想化環境において非常に高いレベルまで達していると言えるでしょう。

今後重要視されてくるのは、仮想化環境を運用するための管理コストでしょう。従来のストレージでは、管理・運用にあまりにも時間がかかってしまいます。また、パフォーマンス上のトラブルが起こった際、トラブルを見つけ出すのに、多大な時間がかかり、その分システム運用コストは増大していきます。

VMstoreを利用すれば、こういった管理・運用コストを最低限に抑えることができるでしょう。

ストレージ容量の拡張という面でも、新たにVMstoreを追加してだけでストレージ容量を簡単に拡張していけるといふ容易さは、今までの仮想化環境を対象としたストレージではなかったことです。

こういったことでも、VMstoreこそが、仮想化環境をストレージ面から支える大きなバックボーンになるのでしょう。

## — 著者紹介 —

### 山本 雅史(やまもと まさふみ)

テクニカルライター。PCの黎明期から、PC業界に関わり、コンシューマーからエンタープライズまで幅広い原稿を書いている。特に近年は、インプレス クラウドウォッチにおいて、仮想化、クラウドなどの技術解説やテストなどの記事を数多く執筆している。

