

ITシステムの価値創造を支える 日立グループの仮想化技術

Hitachi's Virtualization Technology Supporting Value Creation of IT Systems

松村 真一 Shinichi Matsumura

清水 泰雅 Hiromasa Shimizu

印南 雅隆 Masataka Innan

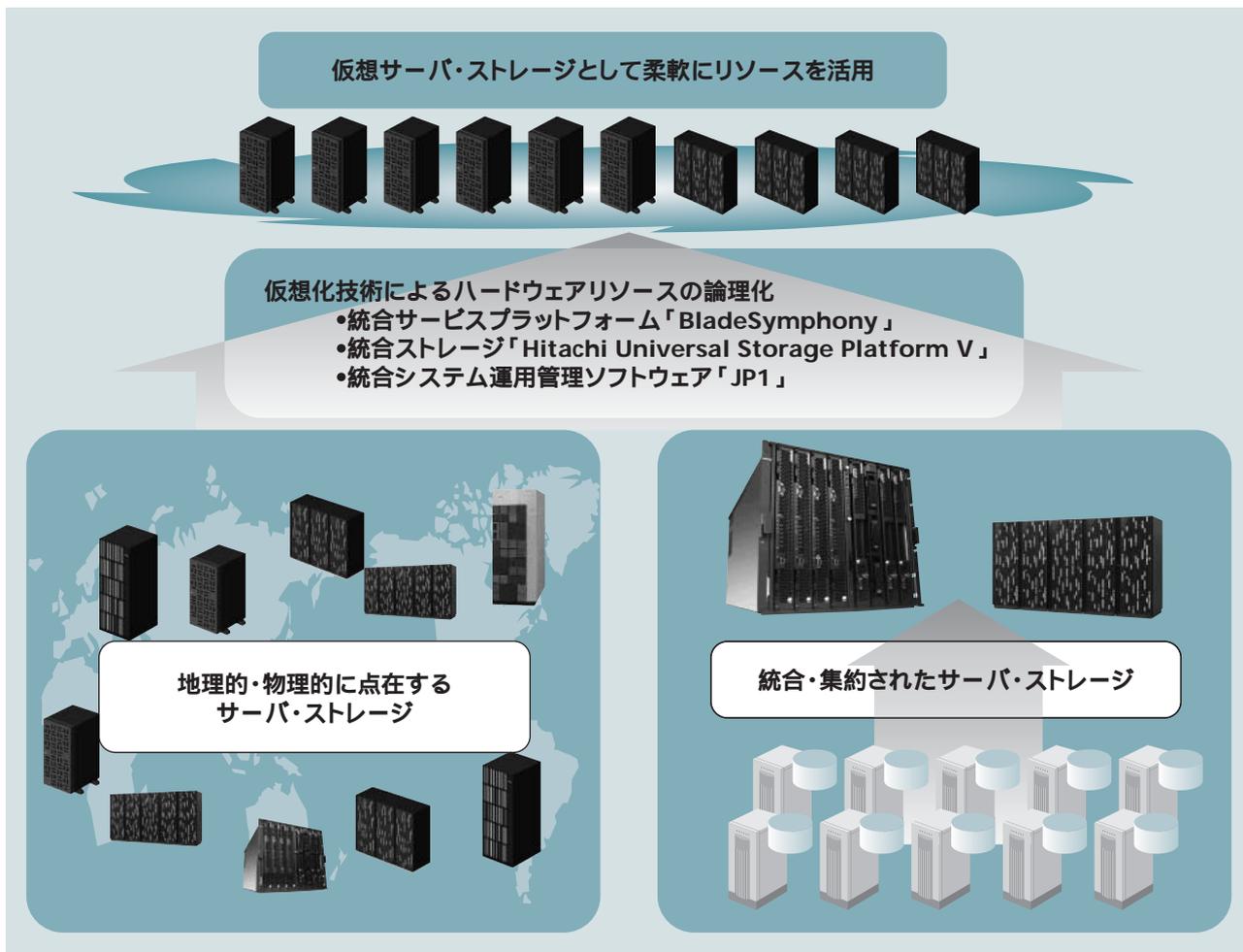


図1 仮想化技術によるハードウェアリソースの統合
仮想化技術の導入によって、物理リソースをそのまま利用するよりもはるかに柔軟で付加価値の高いITシステムを構築することができる。

PCサーバに代表されるオープンアーキテクチャでの仮想化技術は、ハードウェアの性能的な問題や仮想化技術そのものの未成熟さなどから、高信頼性が要求されない開発・テスト用途や、性能要求レベルの低い旧業務のマイグレーションなど、限定的な利用にとどまる傾向にあった。

しかし、ここ数年のハードウェア/ソフトウェアの性能・信頼性向上による技術面の進歩と、グリーンITやシステム規模の拡大といったITシステムへの市場要求の変化により、改めて仮想化技術の活用に注目が集まっている。

日立グループは、早くから仮想化技術の重要性・将来性に着目し、統合サービスプラットフォーム「BladeSymphony」へ

のサーバ仮想化機構「Virtage」の搭載、統合ストレージ「Hitachi Universal Storage Platform V」でのボリューム容量仮想化機能強化、および統合システム運用管理ソフトウェア「JP1」での仮想化技術サポートを実施してきた。

これらハードウェア/ソフトウェア両面での仮想化技術の蓄積・活用によって、ITシステムにおける価値創造への取り組みを進めている。

1.はじめに

ITシステムにサーバを導入する場合、業務を停止させないためには、最も業務負荷が集中した状態を想定し、処理能

力を与えなければならぬ。このため、平常時の軽負荷業務におけるCPU(Central Processing Unit)稼働率は平均20%程度と低く、サーバの利用効率低下がむだな運用コスト、設備投資を発生させている。

また、システムを安定稼働させるためには、個々の業務に応じて性能要件に見合った物理リソースの見積りや構築設計を行う必要があり、ITシステムの導入における大きな負担となっている。

(1) サーバ稼働率を上げ、システムの効率的な運用を実現するためにはどうすればよいか。

(2) ビジネス環境の変化に対して、迅速かつ柔軟にシステムを構成する方法はないか。

これらの課題を解決するベース技術として注目されているのが仮想化技術であり、サーバ仮想化・ストレージ仮想化である。

仮想化は、端的に言えば1台の物理サーバを複数台のサーバが存在するように見せるための技術である。仮想サーバは自由に数を増減することができるだけでなく、内部構成としてCPU数やメモリ容量などを任意に設定できるなど、物理サーバと比べて柔軟性が高い。さらに仮想サーバは、OS(Operating System)側からは物理サーバとして認識されるため、業務アプリケーションなども手直しすることなく稼働可能である。

このようなサーバ仮想化の特長を生かし、稼働率の低い複数台の物理サーバで行っていた処理を、1台のサーバに集約することで、システムの効率的な運用が実現できる。

また、地理的・物理的に点在しているサーバやストレージを仮想化し、ミドルウェアによる統合管理を行うことで、仮想空間に確保された仮想サーバ・ストレージリソースとして統一的に扱うことが可能となる(リソースプール)。これらリソースプールを用いれば、システム構築に必要なリソースはプールされた仮想サーバ・ストレージを割り当てればよい。業務の負荷に応じてリソースを動的に割り当てることで性能要求にも柔軟に対応できるため、構築・構成変更の手間も不要となる。非常に柔軟かつ高性能な業務システムを容易に構築できる(図1参照)。

このように、仮想化技術を活用することによってハードウェアリソースの有効活用が可能となり、初期導入コストおよび保守・維持コストを削減するだけでなく、市場の変化にも即応できる、非常に柔軟かつ高性能なITシステムの構築が期待できる。

このため、サーバ、ストレージ、ネットワークの各階層において、さまざまな仮想化技術 / 製品が市場に登場してきている。

ここでは、これら仮想化技術の歴史と現状を分析したうえで、仮想化技術 / 製品の今後の方向性と、新しい価値創造につながるITシステムの将来像について述べる。

2. 仮想化技術の歴史と発展の経緯

今日のITでは、従来のメインフレームに代表されるプロプライエタリ(非公開)な処理装置の時代から、RISC(Reduced Instruction Set Computer)プロセッサによるダウンサイジングの時代を経て、オープンアーキテクチャを採用したサーバ、ストレージ、ネットワーク機器による業務処理を志向する流れが一般的になってきている。

この流れは近年の激しいITコスト削減への要求に応えるためのものであり、初期導入コストの削減に貢献しているという認識が一般的である。

しかしながら、ITアーキテクチャ・オープン化の流れの中で、そのトレードオフとしてハードウェアリソースの利用効率低下が問題となっているのは前述の通りである。

かつてのメインフレーム時代には、ハードウェアリソースは完全に把握、管理され、むだなく利用されていたが、オープン化によって多様化し、さまざまな特性を持ったリソースを利用するため、リソースの状態を完全には把握、管理できない仕組みになってきている。結果的に運用コストが増大し、オープン化に見合うコスト削減効果が得られないといった、新たな問題が発生している。

このような状況の中、ハードウェアリソースを少しでも有効活用するためのベース技術として、仮想化への注目が高まっている。

サーバの仮想化技術は、プロセッサやメモリなどの限られたサーバ資源を有効に活用したいというニーズに応えて開発されてきた。仮想化技術の歴史は長く、1960年代のメインフレーム時代に始まり、1990年代からはWindows¹⁾やLinux²⁾を中心とするオープンサーバでも仮想化技術の開発が活発になった。そして近年では、プロセッサのマルチコア化に見られるようなハードウェアの進化が背景となり、サーバ仮想化に対する注目が一段と高まりつつある。

また、業務システム利用への期待感から、性能・信頼性に対する要求も高まってきた。そこで、プロセッサやチップセットなどのハードウェアに仮想化支援機能を内蔵する方向での技術開発も進められている。インテル社のIntel³⁾Virtualization Technology(Intel VT)や日立「Virtage」に導入されているハードウェアアシスト機構などがその代表的なものである。

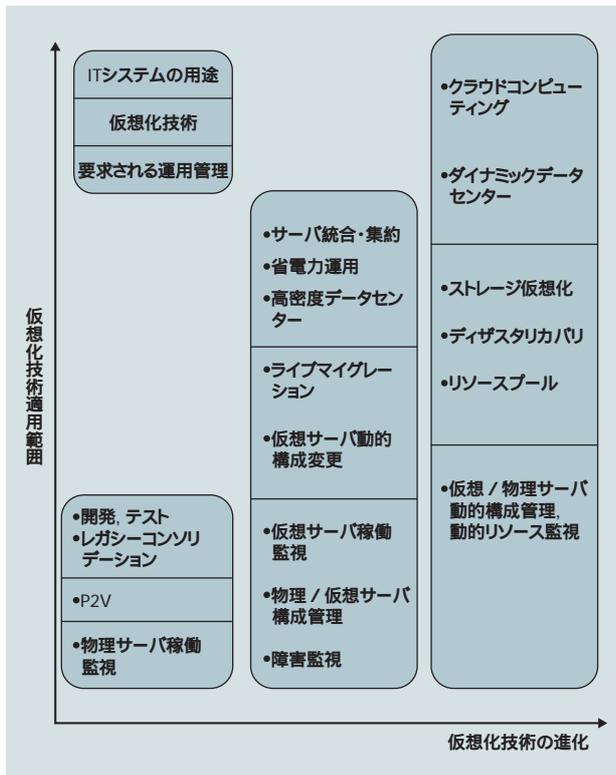
I/O(Input/Output)ハードウェアの仮想化も検討が進んでおり、PCI-SIG(Peripheral Component Interconnect - Special Interest Group)のIOV(I/O Virtualization)などの仕様が策定されつつある。

仮想化技術が普及するにつれて、仮想化されたサーバを

1) Windowsは、米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標である。

2) Linuxは、Linus Torvaldsの米国およびその他の国における登録商標あるいは商標である。

3) Intelは、米国およびその他の国におけるIntel Corp.またはその子会社の商標または登録商標である。



注:略語説明 P2V(Physical to Virtual)

図2 仮想化技術の進化と運用管理技術の対応

仮想化技術の進化によるITシステムの用途拡大を受け、システムの安定稼働を支えるため、運用管理製品の機能強化の重要性も増している。

使いやすさのための運用管理技術の重要性も増してくる。サーバの運用管理インタフェースの標準化はDMTR(Distributed Management Task Force)などの標準化団体で進められている。通常のサーバを管理するためのモデルやプロトコルに加え、物理サーバ/仮想サーバを一元管理するためのシステムモデルの検討なども活発になっている。今後はこうした標準に準拠した管理ソフトウェアにより、仮想化されたサーバのさまざまな活用が進むと考えられる。

ストレージの仮想化技術は、ストレージ管理・運用を容易化・簡素化しつつ、ストレージインフラの使用効率を高めたというニーズに応えて開発されてきた。

現在主流となっているストレージ仮想化は、性能、信頼性、コストなどの異なる複数のストレージデバイスを仮想的に一つのストレージに見せるという考え方である。このストレージ仮想化により、異なるベンダーのストレージデバイスが混在するITシステムにおいても、個々のストレージデバイスの特性に依存せず、ストレージの一元的な管理・運用が可能になる。また、ストレージ仮想化を実現するコントローラが持つリモートコピー機能などの付加機能が共通化され、仮想化されたストレージデバイスにまたがって利用できるようになる。

さらに最近では、ストレージのボリューム容量を仮想化して大きく見せるという考え方も台頭してきている。仮想的な容量を持つボリュームを各サーバに割り当て、それぞれのボリューム

ムに書き込まれたデータは共通のストレージプールに格納するという考え方である。複数のボリュームでストレージの空き領域を共有するため、ストレージ容量の使用効率の向上が可能になる。さらに、物理的なストレージ容量は必要になった時点で追加導入することができるため、導入コストや消費電力の低減も可能になる。

3. 仮想化技術の課題と解決

仮想化技術を業務システムに適用する場合、システムを安定稼働させるためには、運用管理上において解決すべき課題も多い。

日立グループは、統合サービスプラットフォーム「Blade Symphony」、サーバ仮想化機構「Virtage」、統合システム運用管理ソフトウェア「JP1」の組み合わせにより、これらの課題の解決に取り組んでいる(図2参照)。

3.1 仮想化環境におけるビジネス継続性

仮想化環境では、物理サーバに処理能力不足が発生した場合、その上で動作するすべての仮想サーバの性能に影響が生じ、広範囲にわたって重大なシステム障害を引き起こす恐れがある。

また、物理サーバのハードウェア障害が、その上で動作する仮想サーバすべての障害につながるというリスクもあり、十分な対策が必要となる。

日立グループは、仮想サーバの物理/仮想化環境移行やN+1構成、および動的構成変更を支援し、仮想化環境の柔軟な運用を実現することで、問題の解決にあたっている。

仮想サーバの物理/仮想化環境移行は、物理サーバの環境をそのまま仮想化環境上の仮想サーバとして動作させる技術である。

負荷が軽いシステム開発や構築・テスト段階の作業は仮想サーバ環境で行い、本番環境切り替え時は仮想サーバの環境をそのまま物理サーバへ移行すれば、スムーズに本番業務を立ち上げることができる。また、業務実行中にメンテナンスのために物理サーバを停止する必要がある場合は、業務環境を仮想サーバに退避してサービスを継続するといった運用も行える。

障害対策については、BladeSymphonyの高信頼化機能であるN+1コールドスタンバイが、仮想化環境を利用している場合においても予備系切り替えをサポートする。これにより、物理サーバ利用時と変わらぬ高信頼運用が実現される。

特定の仮想サーバに処理負荷が集中するような状況では、仮想マシンのCPUの割り当てを動的に構成変更する機能が効果を発揮する。処理能力不足が問題となっている仮想サーバにはCPUリソースを集中的に配分し、処理性能を向上させて対処することが可能である。

3.2 仮想サーバの運用管理

物理サーバと仮想サーバが混在する環境では、運用管理において以下の懸念がある。

- (1) 物理サーバと仮想サーバを同レベルで管理する必要がある運用ケースへの対応
- (2) 障害発生時の原因究明において、物理環境と仮想化環境の問題切り分けが難しいこと
- (3) 管理対象サーバが増加することによる運用管理担当者の作業負担増

日立グループは、統合システム運用管理ソフトウェアJP1で仮想化対応機能の強化を進め、強みである運用管理に磨きをかけ、この問題の解決にあたっている。この解決策の詳細については後述する。

これらの技術により、日立サーバ/ミドルウェアでは仮想化技術の恩恵を最大限に享受でき、今後のITシステムに期待されるさまざまな変革にも余裕を持って対応することができる。

仮想化技術がITシステムに浸透して適用範囲を広げる中、運用管理製品の存在によって、ITシステムはさらなる進化を遂げようとしている。多数の物理サーバを抱えるデータセンターにおいては、物理環境の制約から極力設置機器の集積度を上げたいという要望が多く、特に仮想化導入のニーズが高い。ただし、集積度に比例して1台の物理サーバ障害による業務影響範囲が広がるため、システムの安定稼働に対する運用管理の重要度はきわめて高い。

さらに、仮想化技術を積極活用することで、センター内のシステム構成やリソースの配分を柔軟に行えるようにしたダイナミックデータセンターや、ネットワークを介して仮想サーバリソース、物理的・地理的な条件によらずリソースを活用できるクラウドコンピューティングと呼ばれる動きも生まれている。

これらは、システム全域にわたる物理サーバ・仮想サーバや各種周辺リソースを適切に管理・構成する運用管理製品がなければ、実現不可能と言ってよい。

また、超大規模・超大容量化するストレージの運用管理技術として、後述する仮想化技術が重要な役割を果たしている。

3.3 仮想化技術の省電力運用への貢献

現在、仮想化技術の活用が特に期待されるのが、省電力への対応である。ITシステムにおいて省電力が要求される背景には、地球温暖化に代表されるCO₂削減に向けた環境面での対応のほか、近年の情報処理・通信技術の発展と普及に伴って大規模化する、情報処理を支えるデータセンターの維持拡大のための電力確保という目的もある。

経済産業省の試算では、IT機器の国内消費電力は2025年には2006年の5倍、2050年には12倍にも達するとされている。

また、大量の装置を抱えるデータセンターでは、サーバ装

置の高密度化や、CPU処理能力の向上に伴う電力消費量の増大に継続的に対応する必要があるが、平均的なデータセンターでは肝心のIT機器の稼働電力として使えるのは、電力消費量全体の50%以下にすぎない。冷却のための空調機や、電源装置・照明などが、IT機器に匹敵する電力量を消費しているのが実態である。

冷却や給電のキャパシティ不足を補うためには、サーバ増設と省電力化はもはや切り離すことができない関係にある。

このような切実な課題に対して、日立グループは、今後5年間でデータセンターの消費電力を最大50%削減することを目標とするプロジェクトCoolCenter50と、データセンターで中心的役割を担うIT機器の省電力化を推進するためのHarmonious Greenプランを策定した¹⁾。

Harmonious Greenプランでは、運用、装置、部品の三つのレベルで省電力化を強化する技術開発を進めているが、特に運用面でのキーテクノロジーとなるのが仮想化技術である。

仮想化技術が実現する省電力運用のねらいは、ハードウェア能力を最大限に引き出し、むだな処理=エネルギーロスを削減することにある。物理サーバ統合によるサーバ台数削減のほか、使用頻度の低いリソースの処理能力割り当て調整、使用されていないリソースの電源遮断など、リソース利用を最適化する柔軟な運用によって省電力を実現している。

4. 仮想化環境における技術

4.1 統合システム運用管理ソフトウェア「JP1」

JP1では仮想化環境の普及を見据え、運用管理機能を継続的に強化している。稼働プラットフォームとして広範な仮想化環境をサポートすることに合わせ、仮想化環境の特性を意識し、以下の観点から運用管理機能のサポートを進めている(図3参照)。

(1) 構成管理機能

構成管理は、仮想サーバと物理サーバの関係を可視化することで、直感的かつ一元的なシステム管理を可能とする。管理対象システムが複雑化・大規模化しやすい仮想化環境において、管理性を向上させるためには必須の機能である。

(2) 障害監視機能

障害監視は、構成管理機能との組み合わせで、障害発生時に対処すべき物理サーバの特定を支援する。JP1が提供する監視ビューでは、各仮想サーバが実務単位や物理サーバ単位にグルーピングされた状態で管理・表示されるため、物理サーバに障害が発生した場合は、そのサーバに関連する業務影響範囲を迅速に特定し、対策を実行することが可能となる。また、仮想サーバの稼働状況を監視することにより、物理サーバの障害を検知することも可能である。

(3) 性能監視機能

性能監視は、仮想サーバの稼働情報管理、物理サーバご

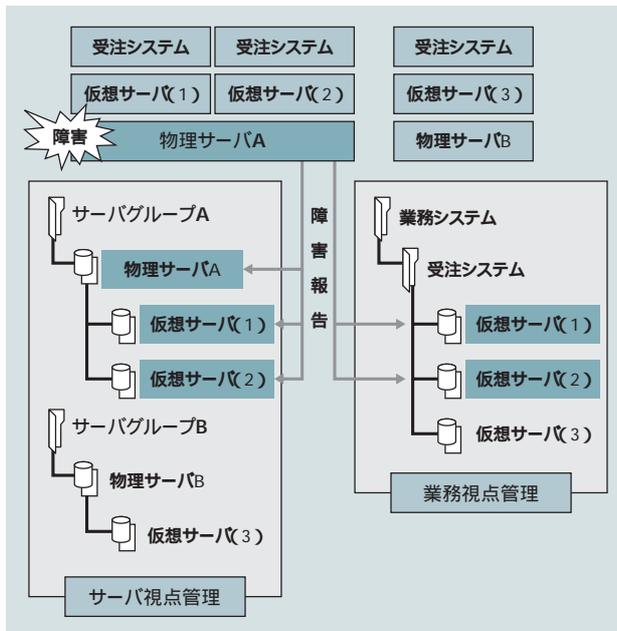


図3 目的別監視ビュー
統合システム運用管理ソフトウェア「JP1」では、サーバ視点・業務視点それぞれにおいて、仮想サーバを意識した構成監視・障害監視が可能となっている。

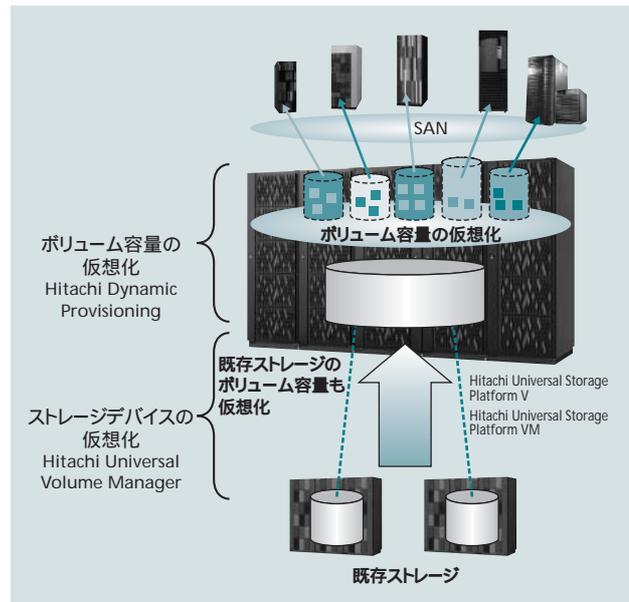
との関連情報レポートを出力することで、仮想化環境を利用するうえで重要となるリソース最適化を支援する。

JP1では、ゲストOS(Operating System)の稼働情報収集だけではなく、物理サーバの管理情報も含めてレポートを行うため、各仮想空間へのリソース割り当てを加味した性能・稼働監視を実現している。レポートを基にシステムのボトルネック分析や性能向上対策検討を実施することにより、仮想化環境のチューニングも可能である(2008年秋リリース予定)。

4.2 Hitachi Universal Volume Manager, Hitachi Dynamic Provisioning

日立グループは、エンタープライズクラスストレージにおいて世界で初めてストレージコントローラベースのストレージ仮想化を実現している。全世界で数多くの実績がある日立のストレージコントローラをベースにすることで、性能、信頼性、機能、スケーラビリティの優れたストレージ仮想化環境の構築が可能になる(図4参照)。

複数の機種異なるストレージデバイスの仮想化を実現する「Hitachi Universal Volume Manager」²⁾は、最大247 Pバイトものストレージリソースを、仮想的に一つのストレージのように管理・運用でき、ストレージ管理・運用の大幅な削減が可能となる。また、ボリューム容量の仮想化を実現する「Hitachi Dynamic Provisioning」²⁾は、仮想化したストレージも含めたストレージインフラ全体で、ストレージリソースの使用効率を向上することを可能にする。同時に、手間のかかる性能設計なしで安定したパフォーマンスを実現することが可能であり、その効果についても公開している³⁾。



注:略語説明 SAN(Storage Area Network)

図4 日立グループが提供する先進のストレージ仮想化機能
ストレージの仮想化技術によりストレージインフラ全体を管理・運用することで、リソース使用効率の向上、運用コスト・工数の大幅な削減を実現する。

さらに、これらのストレージ仮想化を適用したストレージリソースに、バックアップ支援機能やディザスタリカバリ支援機能など、ワールドワイドで豊富な稼働実績を持つ日立ストレージの各種機能を適用することが可能である。

これらにより、既存資産の有効活用、ストレージ管理・運用の簡素化・容易化ができ、ストレージTCO(Total Cost of Ownership)を最適化するとともに、ストレージリソースの使用効率を向上し、ストレージ投資対効果の向上も可能にする。

4.3 サーバ仮想化機構Virtage

日立グループが提供するサーバ仮想化機構Virtageは、BladeSymphonyのハードウェアに組み込まれるファームウェアであるVirtageハイパバイザと、日立のハードウェアから構成される。このため、Virtageは他社のサーバ仮想化機構と異なり、インストール・設定の手間をかけずに利用を開始できる。

また、これらの方式の採用により、物理サーバ用に構築したシステムディスクを仮想サーバ上でも利用できるという他社の仮想化ソフトウェアでは実現できない物理 / 仮想互換性を実現できる点がシステム構成上の大きな特長となる。

Virtageが提供する特長機能は以下のとおりである。

(1) I/Oアシスト機能

Virtageでは日立製のチップセットに搭載されるI/Oアシスト機能によって、論理アドレスと物理アドレスのずれを解消する。このため、ソフトウェア的な処理を行わなくて済み、高性能かつ高信頼な仮想サーバ環境を実現している。

(2) I/O直接実行機能

Virtageでは物理I/Oデバイスを透過的に仮想サーバに提供

するI/O直接実行機能を提供している。このため、Virtageを用いて生成される仮想サーバは物理サーバと同様の構成が利用できる。

(3) 物理サーバ/仮想サーバ互換性機能

I/Oアシスト機能、I/O直接実行機能を採用することにより、Virtage上のゲストOSからはI/Oカードを含むハードウェアを直接制御できるため、物理サーバ上でインストールされたOSは再インストールすることなく仮想サーバ用の起動OSとして利用できる。これにより、Virtageを利用して仮想サーバ上で開発したシステムを、そのまま物理サーバ環境で利用できる。また、ISV(Independent Software Vendor)製のバックアップソフトウェアを用いることができるので、仮想環境上でLAN(Local Area Network)フリーバックアップ構成を採用できる。

(4) 物理サーバと仮想サーバのシームレスな管理

運用管理ソフトウェアである「BladeSymphony Manage Suite」を用いることにより、物理サーバであるBladeSymphonyとVirtage上の仮想サーバを同じ管理画面上からシームレスに管理できる。この際、物理サーバと仮想サーバとの管理性は同一である。

5. おわりに

ここでは、ITシステムにおける仮想化技術のあり方と運用上の問題、およびそれを解決する日立グループの製品・技術・取り組みについて述べた。

仮想化技術は、ハードウェアリソースの有効活用を開発の目的としてスタートしたが、リソースを抽象化してハードウェア的な制約から解放するという課題解決の過程において大きく進化を遂げ、ITシステムのコアテクノロジーとして活用は拡大し続けている。

今や仮想化技術への期待は、個々のリソースレベルでの活用にとどまらず、物理的・地理的な条件を意識することなくシステム全体としてリソースを有効活用し、その自由度を高めることに向けられている。

ITシステムの自由度が高まれば、われわれの暮らしの中に

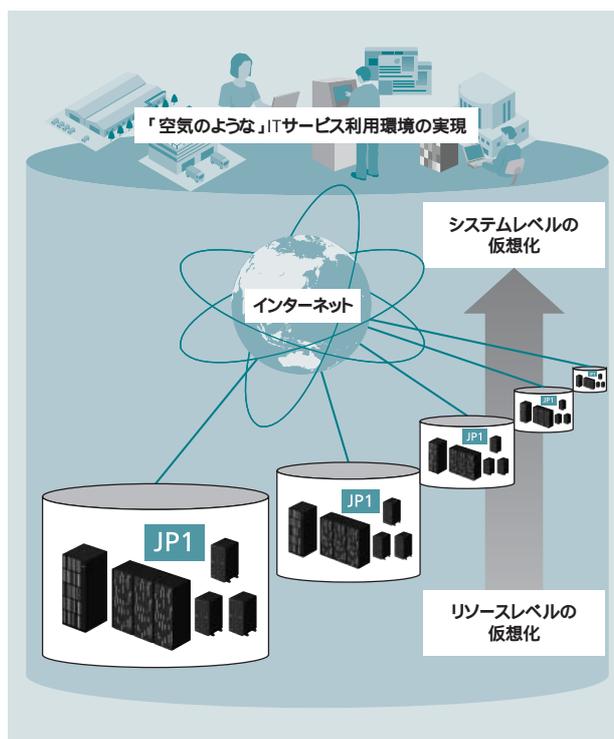


図5 仮想化技術の将来像

サーバやストレージなど、リソースレベルで仮想化されたシステムを、インターネットを通じてシステムレベルで仮想化することで、ITシステムの自由度が高まり、活用はサービスレベルへと広がる。

存在するさまざまなサービスとの融合が、容易に行えるようになる。そして、ユーザーは日々の暮らしの中で「空気のように」意識することなくITサービスを利用し、その恩恵を受けることができる(図5参照)。

仮想化技術を最大限に活用してITシステムの革新を進め、人々の暮らしをより豊かにすることが、日立グループが実現するITシステムの姿である。

参考文献など

- 1) 平松, 外: データセンター省電力化プロジェクト CoolCenter50, 日立評論, 90, 5, 442~445(2008.5)
- 2) 池尻, 外: 仮想化機能を進化させたエンタープライズディスクアレイ「Hitachi Universal Storage Platform V」および「Hitachi Universal Storage Platform VM」, 日立評論, 90, 3, 230~233(2008.3)
- 3) 日立プラットフォームと Oracle Database 11g「で実現するBCMベストプラクティスを公開」, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2008/03/0325b.html>

執筆者紹介



松村 真一
1992年日立製作所入社, 情報・通信グループ エンタープライズサーバ事業部 事業企画本部 企画部 所属
現在, サーバおよびサーバ関連製品の事業 / 製品企画業務に従事



印南 雅隆
1999年日立製作所入社, 情報・通信グループ RAIDシステム事業部 事業企画本部 製品企画部 所属
現在, エンタープライズアレイの製品企画に従事



清水 泰雅
1992年日立製作所入社, 情報・通信グループ ソフトウェア事業部 企画本部 計画部 所属
現在, オープンミドルウェア製品の事業計画に従事