システム基盤の最適化を実現するネットワーク仮想化

Network Virtualization for Optimizing System infrastructure.

吉　本　昌　平，水　間　　洋

要　約　2001 年に端を発した IT バブルの崩壊以降，ICT 基盤の運用コスト削減を目的とした，エンタープライズデータセンタの統合やサーバ機器の集約化が進んでいる．VMware や Xen，更に Microsoft 社による Hyper-V 等，サーバの仮想化環境を実現する技術は日々進歩しており，基幹系システムにおいても仮想化されたサーバ基盤の導入が珍しいことではなくなった．この動きはネットワーク機器も同様であり，更にシステム運用に掛かるコスト，作業効率化，一元管理という観点からも，仮想化の動きは今後ますます加速するものと思われる．

本論文では，ネットワーク基盤の基本的な仮想化技術を解説した後，様々なネットワーク仮想化技術を分類し，分類毎の製品動向について解説する．またネットマークスの取り組みについても紹介する．

Abstract　Server and related equipment, which are widely scattered, has been integrated into the blade server to reduce cost since the collapse of the dot-com bubble from 2001. The server virtualization technologies such as VMware, Xen, and the Microsoft's Hyper-V have evolved day by day. Even in a mission-critical system such as a banking system, the introduction of server virtualization technology has been not uncommon. The networking equipment is no exception. This trend seems to probably accelerate from the standpoint of cost reduction, work efficiency improvement, and unified management, etc.

In this paper, we discuss a fundamental virtual technology of the network infrastructure, and then, categorize a variety of network virtualization technologies and explain the trend of products. Moreover, challenge of NETMARKS INC. is introduced.

1. は　じ　め　に

ICT 基盤における仮想化技術の歴史は意外に古い．何を以ってその起源とするのかについては議論が分かれるところではあるが，一般的には「1960 年代後半から 70 年代初めにかけて，当時のメインフレームの限られたハードウェア資源を最大限に有効利用するために取り組みだしたことに始まる」と言われている．あるユーザーが使用していない CPU の空き時間を別ユーザーに割り当てることにより CPU のアイドル時間を極力減らし，複数の処理を同時並行的に行うことで稼働率を高める「タイム・シェアリング（時分割）処理」や，実装している物理メモリ容量よりも多く見せかける仮想記憶技術などである．

この仮想化技術は技術革新と共に進化し，サーバ，ネットワーク，ストレージ，クライアント，回線等へと適用範囲が広がっている．このうち本稿では，2 章のネットワーク分野における仮想化実装技術の分類・整理に始まり，分類した個々の仮想化技術について，3 章でネットワーク機器の仮想化実装，4 章で配線とネットワークインターフェイスの仮想化である IO 統合仮

想化の実装を記載する．また５章ではサーバ仮想化環境で発生する問題に対応するために開発された特殊なネットワーク実装についても解説する．

2.　ネットワーク仮想化実装技術の分類

本格的な普及期に入ったサーバやストレージの仮想化とは異なり，ネットワーク仮想化は未だ円熟期を迎えておらず，様々な定義や実装が存在する．本章では，様々なネットワーク仮想化技術を幾つかの視点で分類し，分類した個々の仮想化技術について解説する．

2.1　仮想化の形態による分類

ネットワークに限らず，仮想化の形態は大きく二種類に分類できる．クラスター構成に代表される複数の物理機器を束ねて単一の論理機器を実現する「多対１の仮想化」と，サーバ仮想化に代表される単一の物理機器上で複数の論理機器を実現する「1 対多の仮想化」である．図１に多対１と１対多の仮想化をまとめる．

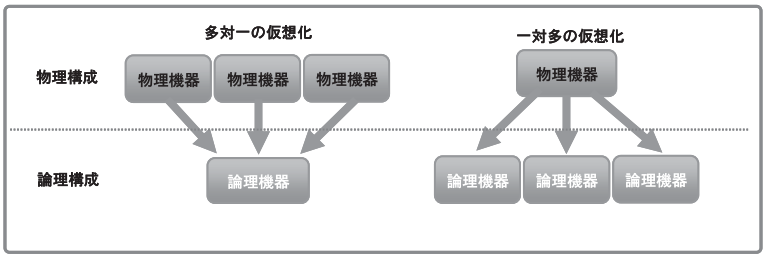

図１　多対１と１対多の仮想化

ネットワーク機器の仮想化においても，１対多・多対１の仮想化実装が存在する．これらの仮想化は異なった目的で実装されており．多対１の仮想化が主にトポロジーの簡素化やシングルパス等の設計上の課題・制限克服を目的とするのに対し，１対多の仮想化は，サーバ仮想化と同様，主にリソース利用効率の平準化や迅速なプロビジョニングといったシステム最適化を目的としている．

また図２のような多対多の仮想化実装も存在する．この実装は，物理機器を統合した単一の論理機器でリソースプールを形成し，そのリソースプールから必要なリソースを論理デバイスに割り当てる．このように論理構成を多段にする目的は，論理機器を多数構成する際の物理機器による制約を極力排除し，多数の論理機器を効率良く提供することである．そのため，本稿では多対多の仮想化を，成熟度を高めた１対多の仮想化技術として分類する．

以上のネットワーク仮想化形態と，各形態における目的・メリットを表１にまとめる．一般的に，データセンタにおけるネットワーク基盤では，１対多・多対１どちらの仮想化も用いられるが，本稿ではデータセンタにおけるシステム全体の最適化を行う上でネットワーク仮想化に求められるのはリソース利用の最適化やプロビジョニングの自動化の基盤として必要な仮想化機能であるという観点から，主に「1 対多」の仮想化について紹介する．

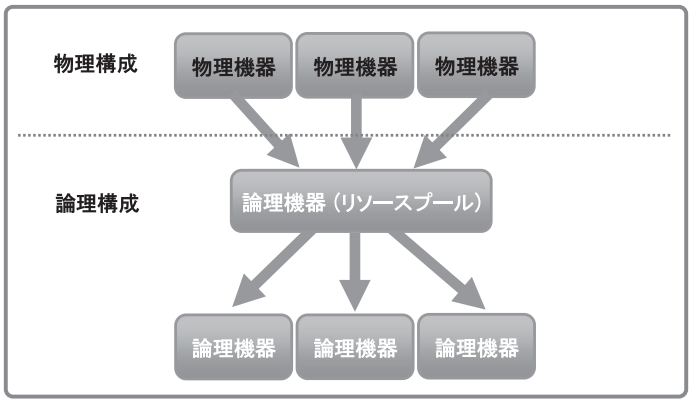

図2　多対多の仮想化

表1　ネットワーク仮想化の形態における目的とメリット

仮想化形態	目的・メリット
1対多 （多対多）	物理構成の簡素化 機器集約によるリソース利用率の最適化 迅速なプロビジョニングの実現
多対1	論理トポロジーの簡素化 Active-Active構成の実現

2.2　シングルテナント・マルチテナントによる分類

1対多の仮想化においてはシングルテナント・マルチテナントによる分類も重要である．シングルテナントとは単一ユーザで利用することを前提とした形態である．マルチテナントとは複数のユーザで利用することを前提とした形態であり，複数のユーザへ論理デバイスを提供するXaaS（Everything as a Service）業者は勿論，親会社・子会社，勘定系と業務系システムの分離など，ユーザ・システム間のセキュリティを確保する必要がある仮想化システムに用いられる．マルチテナントの実装状況については3.2.2項で解説する．

2.3　実装対象による分類

次に，データセンタにおけるネットワーク基盤の構成要素を機能別に分類し，個々の構成要素について1対多のネットワーク仮想化をどのように適用すべきかを考察する．

コンピュータネットワークの目的はエンドノード間の接続である．本稿が対象とするエンタープライズデータセンタにおけるネットワーク基盤の主な構成要素は，パケットの中継や負荷分散・侵入検知等の機能を提供するネットワーク機器（スイッチ・ルータ機器，ファイアウォール・ロードバランサ・IDS等のネットワークアプライアンス機器），及び，各ノード間を接続する配線とネットワークインターフェイスが挙げられる．

3.　ネットワーク機器の仮想化

本章では，エンタープライズデータセンタにおけるネットワーク機器の仮想化を，レイヤー2/3スイッチ・ルータの仮想化と，ネットワークアプライアンスの仮想化に分類して解説する．

3.1　レイヤー 2/3 スイッチの仮想化

レイヤー 2/3 スイッチは，低価格帯の製品においてもワイヤーレートスイッチングと呼ばれる高速な転送処理が前提となっている．したがってサーバ仮想化に求められるような余剰ハードウェア処理能力の共有による最適化に対する要求は低い．一方で，ネットワークの複雑化による運用監視対象の増加，電力量の増加や冷却コストの増加といった運用コストの抑制と，機器調達時間の短縮に関する要求は依然として高い．

これらの要求を実現するのがスイッチの仮想化である．導入済の物理スイッチネットワークの論理多重化による物理スイッチ台数の削減と物理トポロジーの簡素化で運用コストの抑制を可能にする．更に物理機器の手配が不要になることで調達コストの削減や，ビジネスへの IT システム展開を早めるための迅速なプロビジョニングも可能にする．

3.1.1　レイヤー 2/3 スイッチ仮想化の実装

一般的に，サーバ仮想化における移行設計では，物理サーバ上で動いているアプリケーションを，物理サーバから仮想サーバへ 1 対 1 で移行することが前提である．しかし，レイヤー 2/3スイッチの仮想化では，物理機器から仮想機器へ1対1で移行すべきではない．これは，個々のサーバが個別の機能（アプリケーション）を持つサーバ仮想化とは異なり，ネットワーク仮想化は網全体で必要な中継機能が提供できていれば十分だからである．

レイヤー 2/3 スイッチ仮想化による物理スイッチ統合例を図 3 にまとめる．図 3 では，統合前の物理スイッチで構成された業務系と勘定系のネットワークを，単一の物理ネットワークに統合した上で，複数の論理ネットワークに分割している．注目すべきは，この論理分割時に，物理機器と仮想機器を 1 対 1 で移行していないことである．

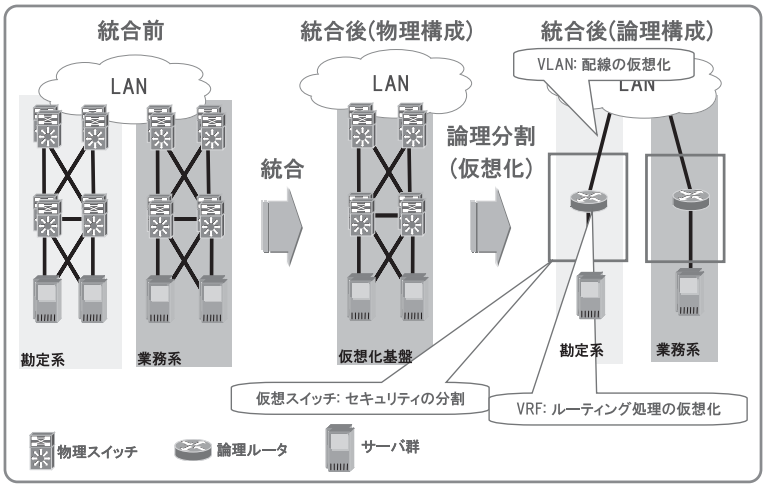

図 3　レイヤー 2/3 スイッチ仮想化による物理スイッチの統合例

レイヤー 2/3 スイッチ仮想化の実装では，レイヤー 2 の仮想化には VLAN（Virtual LAN），レイヤー 3 の仮想化には VRF（Virtual Routing and Forwarding），マルチテナンシー環境でのセキュリティ確保に必要な場合に仮想レイヤー 2/3 スイッチを用いる．

VLAN は，レイヤー 2 スイッチの仮想化技術であり，複数のレイヤー 2 セグメントを単一

の物理スイッチ内で扱う技術である．所属するレイヤー 2 セグメントのグルーピングには，通常物理ポートが使用される．物理スイッチ間の通信では，個々のフレームに VLAN ID と呼ばれるタグを追加する．単一の物理配線上に複数の VLAN を通すことで，機器間の仮想化を実現している．

VRF は，ルーティングテーブルのみを仮想化する技術であり，複数のルーティングドメイン（ルーティングテーブル）を単一の物理スイッチ内で扱う技術である．所属するルーティングドメインのグルーピングには，通常物理ポート，もしくは VLAN と紐付けられた論理ポート（VLAN インターフェイス）が使用される．

仮想レイヤー 2/3 スイッチは，複数の論理レイヤー 2/3 スイッチを単一の物理レイヤー 2/3 スイッチ内に実現する技術である．VRF との違いはルーティングテーブルだけでなく，処理能力や運用管理機能など独立したレイヤー 2/3 スイッチとして必要な多くの機能が仮想化されている点にある．但し，図 3 に示した通りネットワーク仮想化において個々の物理レイヤー 2/3 スイッチをそのまま仮想化すべきでないことは既に述べた．本機能はマルチテナンシー環境で複数のユーザを収容する際のセキュリティ確保に用いる．この点はサーバ仮想化と考え方が異なるため，特に注意が必要である．

3. 1. 2　レイヤー 2/3 仮想化スイッチの製品動向と課題

Cisco Systems 社のレイヤー 2/3 スイッチ製品である Catalyst シリーズには，VLAN/VRF が実装されており多くの実績がある．2008 年にリリースされたコアスイッチである Nexus7000 シリーズでは，VDC（Virtual Device Context）と呼ばれるネットワークスイッチの仮想化も実現しており，マルチテナンシー環境にも対応可能である．

Juniper Networks 社のファームウェアである JUNOS には，VLAN/VRF（VR）が実装されており多くの実績がある．同社の EX シリーズスイッチでは JUNOS が採用されており，仮想化対応が実現されている．また同社は仮想化や IO 統合等の導入に向けた次世代データセンタをターゲットとした社内プロジェクトを立ち上げている．これらのプロジェクトによる成果も 2010 年度にはリリースされる予定である．

Alaxala Networks 社の AX シリーズ等，他メーカーによる取り組み状況もほぼ同様であり，本稿では割愛する．

本分野における今後の課題は，マルチテナンシー対応の必要性や実装方法（各仮想スイッチ毎の想定ポート数）である．Cisco Systems 社では VDC で実装しているが，2009 年 9 月時点で他のレイヤー 2/3 スイッチメーカーが同様の実装方式で追随するかは不明である．株式会社ネットマークス（以降，ネットマークス）では，レイヤー 2/3 スイッチ仮想化におけるマルチテナンシーについてメーカーの実装状況や市場のニーズを注視し，適切なタイミングでユーザに提供できるよう，早期に検証及び提供していく．

3. 2　ネットワークアプライアンスの仮想化

ネットワークアプライアンスとは，従来は汎用サーバで処理していたファイアウォールやロードバランス等の機能を，個別の機能に特化し専用ハードウェア化したものである．

そのため，個々のシステム毎にピーク時を想定して確保してきたリソース利用の最適化に対する要求，複雑化による運用監視対象や冷却コストといった運用コストの削減や，迅速なプロ

ビジョニングの要求など，サーバ仮想化と同様の課題を抱えている．

これらの課題を解決するのが，ネットワークアプライアンスの仮想化である．導入済の物理ネットワークアプライアンスを仮想化することによる余剰ハードウェア処理能力の共有や，リソースプール化の実現が可能になる．更にレイヤー 2/3 スイッチと同様にネットワークトポロジーの簡素化による運用コストの削減，物理的な調達時間の削減による迅速なプロビジョニングの実現が可能になる．

3. 2. 1　ネットワークアプライアンス仮想化の実装

ネットワークアプライアンス仮想化の実装では，サーバ仮想化において物理サーバを仮想サーバに移行するのと同様に，個々の物理アプライアンスを仮想アプライアンスに移行することが前提となっている．そのため，物理ネットワークとの接続やリソース配分・冗長等の仮想化基盤として必要な若干の設定を除いて，物理アプライアンスと大きく異なる部分はなく，実装が比較的容易である．また多対多の仮想化を実装済みの製品も存在する．ネットワークアプライアンスの仮想化の例を図 4 にまとめる．

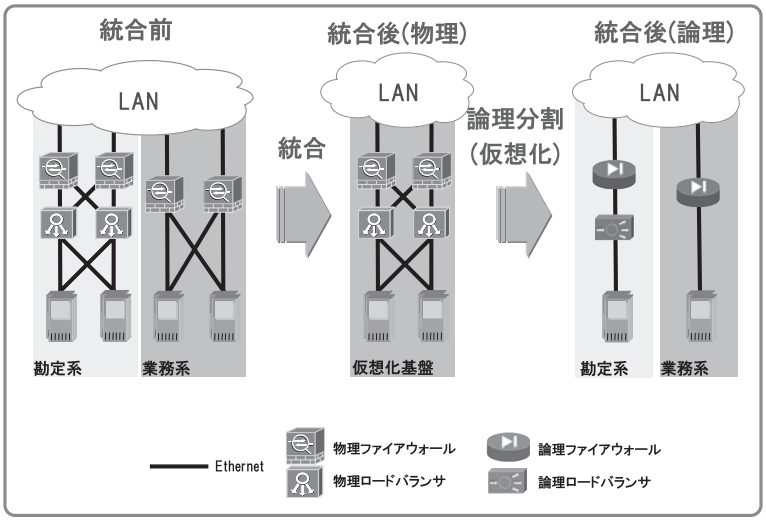

図 4　ネットワークアプライアンスの仮想化の例

3. 2. 2　ネットワークアプライアンスの仮想化製品動向と課題

Cisco Systems 社のファイアウォール製品である Cisco ASA シリーズ，Cisco FWSM には仮想化が組み込まれており，マルチテナンシーにも対応している．L4-7 スイッチ製品である ACE シリーズも同様である．

Juniper Networks 社のファイアウォール製品である ISG/SSG シリーズには，旧 NetScreen 時代から VSYS（Virtual System）と呼ばれる仮想化機能が組み込まれている．また JUNOS ベースのファイアウォール製品である SRX シリーズは EX シリーズスイッチ同様，VRF（VR, Virtual Router）を利用した仮想化が可能である．

Check Point Software Technologies 社のファイアウォール製品である VSX-1 シリーズでは，バーチャル・ゲートウェイと呼ばれる仮想化機能が組み込まれている．バーチャルゲートウェ

イでは，ファイアウォール以外にも IPS や IPsec/SSL VPN の統合が可能である．また，管理ソフトウェア製品である Provider-1 を利用することでマルチテナント環境も構築可能である．

F5 Networks 社の L4-7 スイッチ製品である VIPRION には，マルチテナンシー対応の仮想化機能が組み込まれている．さらには，SuperVIP と呼ばれる多対 1 の仮想化機能が組み込まれており，シャーシ内ではあるものの，リソースプールへのリソース追加（物理ハードウェア追加）が容易に行える機能を実装している．

仮想化を実装している各社のネットワークアプライアンスでは，一定の製品成熟度が確保されている．したがって課題は，仮想化環境におけるマルチテナンシーへの対応やリソース管理，プロビジョニングの最適化・自動化といった運用管理面の開発に移っている．また一部のメーカーは VMWare 上に搭載するソフトウェアアプライアンス製品をリリースしている．

4. IO 統合と IO 仮想化

ネットワークの世界では IO の仮想化は以前から行われており，代表的なものはローカルネットワークではイーサネットにおける VLAN，WAN では MPLS や Q-in-Q（PB）をベースとした回線の仮想化が一般的に利用されている．一方，一般的なイーサネット接続と FC 接続を必要とするサーバ環境やサーバ仮想化基盤では，イーサネット LAN と FC-SAN（Fibre Channel Storage Area Network）のネットワークを二重に構築・運用することが必要である．このため，初期投資・運用コスト共に高く，FC-SAN は重要なシステムにのみ導入されている．

また，データセンタにおけるネットワーク基盤でもイーサネット LAN や FC-SAN・Infiniband といったネットワークが個別に構築されているのが現状である．しかし，サーバ仮想化環境では仮想サーバ格納用として堅固な FC-SAN に対する潜在的な需要は高い．

10Gbit イーサネットの普及に伴い，IO 統合やユニファイドファブリックという名称で，FC-SAN や InfiniBand をイーサネット LAN へ統合する動きが進んでいる．本章では FC-SAN の統合を例に，サーバ・ネットワーク各々の視点から IO 統合・IO 仮想化を解説する．

4. 1 FCoE による IO 統合（ストレージネットワーク）

FC-SAN をイーサネット LAN へ統合するには，FCoE（Fibre Channel over Ethernet）技術を利用する．FCoE 技術ではファイバーチャネルフレームをイーサネットフレームにカプセル化することで，イーサネット LAN 上に論理的な FC-SAN を実現する．FCoE の実装については，本技報の「ビジネス継続を実現するストレージソリューション」も参照頂きたい．

FCoE を利用して，サーバアクセス層の物理ネットワークを物理イーサネットに統合する例を図 5 に示した．なお，図 5 ではストレージは既存 FC-SAN 側に設置されている想定であるが，FCoE 対応ストレージも接続可能である．

ネットワークにおける IO 統合のメリットは明白で，物理トポロジーの簡素化である．サーバからのファイバーチャネル接続を集約するアクセス層でファイバーチャネルスイッチを展開する必要が無くなり，ファイバーチャネルの中継ネットワークも削減が可能である．

なお，FCoE は既存 FC-SAN の一部として機能するため，NAS や iSCSI と比較して既存の FC 資産を活かせることもメリットである．図 5 においても既存 FC-SAN との接続を想定している．

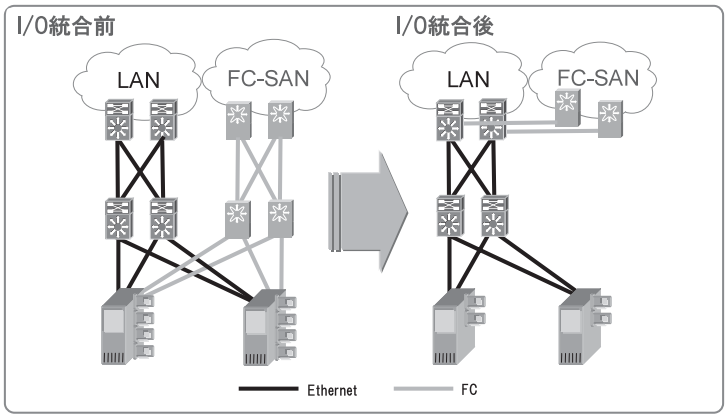

図5　FC-SAN のイーサネットへの統合例

4. 2　FCoE による IO 統合（サーバインターフェイス）

サーバにおけるネットワークとのインターフェイスは，イーサネットの場合は NIC，ファイバーチャネルの場合は FC-HBA（FibreChannel Host Bus Adapter）である．FCoE 環境では NIC と FC-HBA を一枚の PCIe ボードに実装した CNA（Converged Network Adapter）を利用する．CNA の基本構造を図 6 に示す．また，サーバのネットワークインターフェイスを物理イーサネット NIC・物理 FC-HBA から，物理 CNA と FCoE 対応スイッチに統合する例を図 7 に示す．

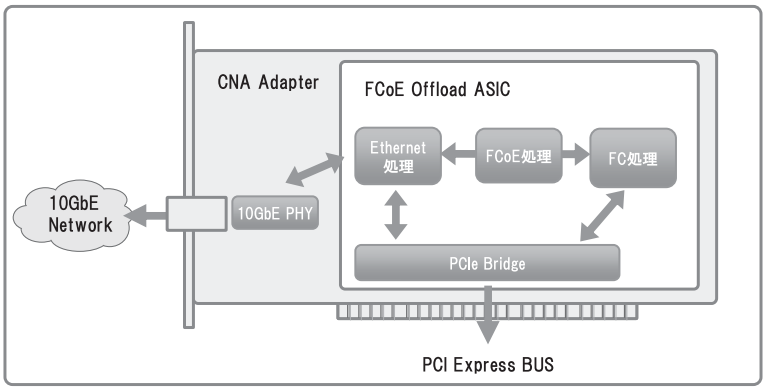

図6　CNA アダプタの構造

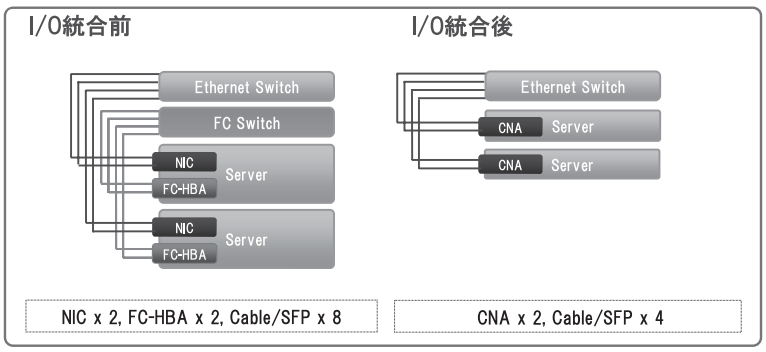

図7　NIC/FC-HBA の CNA による統合

図7に示した通り，既存環境でイーサネットLANとFC-SANを構築する場合，最低でもイーサネット・FC-SANに各1本ずつ2本のケーブル，2枚のアダプタを用意する必要がある（図7では冗長設計を行っているため，2ポートのアダプタを想定し，4本/2枚記載している）．サーバにおけるIO統合のメリットは明白である．それらのコンポーネントを1本のケーブル，1枚のアダプタに統合することが可能となることである（図7では冗長設計を行っているため，2本/1枚記載している）．

これらのネットワーク簡素化に加えて，ネットワークI/O帯域利用の最適化や消費電力・設置スペースの削減によるサーバの高密度化も可能となる．

4.3　IO統合・IO仮想化における製品動向と課題

Cisco Systems社は，FCoE対応L2スイッチであるNexus5000をリリースしている．当初製品はFCoE規格策定に先立ってリリースされたため，イーサネット上でFCのログイン処理を行うFIP（FCoE Initialization Protocol）[8]が標準化されておらず，独自のログイン処理が実装でされていた．2009年7月にリリースされたファームウェアでは標準準拠のFIPも実装されており，基本機能の標準規格に準拠した実装は完了した状況である．

Brocade Communication Systems社も，FCoE対応L2スイッチであるBrocade8000をリリースしている．Brocade8000ではNexus5000同様に標準準拠のFIPも実装されており，基本機能の標準規格に準拠した実装は完了した状況である．

2009年8月時点で，FCoE対応スイッチを出荷しているメーカーは上記2社である．上述の通り両製品共に基本機能の実装は完了している状況である．しかし2009年9月時点のFCoE規格では，イーサネット網でFIP/FCoEフレームをTransitさせるために必要なイーサネット側のFIP Snooping技術[5][6]が標準化されておらず，今後の標準化・実装が待たれる．

Qlogic社，Emulex社，Brocade社は，FCoE対応のCNAをリリースしている．但し2009年7月以前に出荷されている第一世代CNAはFIPに対応していないため，注意が必要である．

NetApp社はイーサネットインターフェイスを内蔵したFCoE対応ストレージもリリースしており，今後，各社からもリリースされる見込みである．

5.　サーバ仮想化対応ネットワーク

ここまでは，ネットワーク基盤における仮想化について述べてきた．しかしながら，仮想化されたサーバ基盤と仮想化されたネットワーク基盤の連携には重大な問題が存在する．本章では，その問題に対応したネットワークの実装について述べる．

通常，ネットワーク基盤からサーバを識別するにはサーバが接続しているスイッチ側の物理ポートを対象とし，ネットワークに関連するポリシーの制御には，そのポートに対するACL/VLAN/認証等の設定を用いる．

一方，サーバ仮想化環境では，仮想マシンを物理ネットワークと通信させるためにサーバ側の物理ポート（物理NIC）上に，仮想NICを実装する．結果として，ネットワーク基盤から個々の仮想サーバの仮想NICを識別できず，前述のネットワークに関連するポリシーの制御をスイッチの物理ポート上で実施できなくなるという問題が発生する（図8）．また，図9のように仮想サーバの動的な移動をネットワーク側から検知できないという問題も発生する．

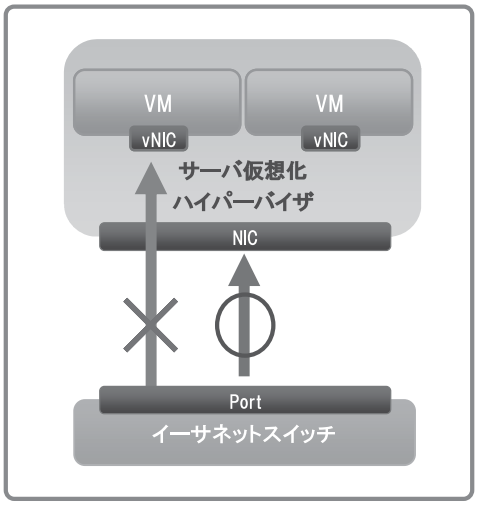

図 8　個々の仮想マシン（VM）を認識できないイーサネットスイッチ

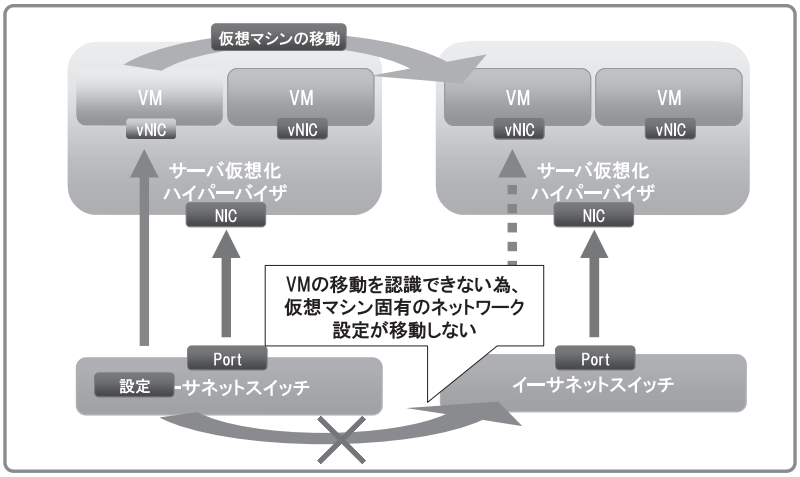

図 9　個々の仮想マシン（VM）に追随できないネットワーク

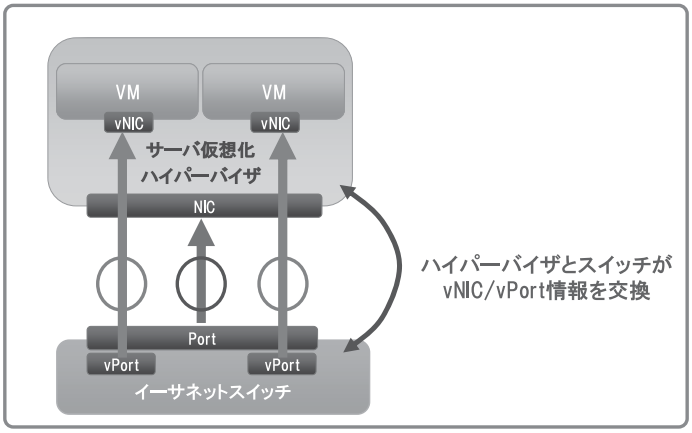

図 10　個々の仮想マシン（VM）を認識可能なイーサネットスイッチ

これらの問題を解決するために，サーバ仮想化ハイパーバイザと連携して，個々の仮想マシンを識別する機能をネットワークスイッチに持たせるのがサーバ仮想化対応ネットワークである．サーバ仮想化対応ネットワークにおけるイーサネットスイッチと仮想 NIC の関係を図 10 に示した．

5. 1　サーバ仮想化対応ネットワークの実装

サーバ仮想化対応ネットワークを実装したサーバ仮想化環境では，サーバ仮想化ハイパーバイザとネットワークスイッチが連携し，個々の仮想 NIC に紐付けられた仮想ポートがネットワークスイッチ上に生成される．ネットワーク管理者は仮想ポートに対して VLAN や ACL を紐付けるため，従来のサーバと同様に個別サーバに対してネットワーク側のポリシーを割り当てることが可能となる．

この仮想 NIC と仮想ポートの紐付けは，サーバ仮想化ハイパーバイザの管理マネージャが個々の仮想マシンに割り当てる固有の ID や MAC Address を基に管理する．そのため，サーバ仮想化ハイパーバイザ間を仮想マシンが移動しても，ネットワークスイッチが仮想 NIC を見失うことはない．また，個々の仮想マシンから送信されるパケットには仮想マシン固有の ID を基にしたタグを挿入する．このタグ情報を挿入することで，スイッチが個々の仮想 NIC/仮想ポートとの紐付けを失うことなく個々のパケットをスイッチングすることを可能としている．

5. 2　サーバ仮想化対応ネットワークにおける製品動向と課題

Cisco Systems 社では，VMWare ESX 上で動作する仮想スイッチである Nexus1000V を VMWare 社と共同開発しリリースした．Nexus1000V では，個々の仮想サーバが VMWare ESX から付与される UUID をベースとした VN-Tag を個々のパケットに付与することで，個々のサーバをスイッチから識別することを可能としている．Nexus1000V は VMWare ESX へ追加するソフトウェア製品であるためにパフォーマンス上の制約等が存在するが，時期は未定であるものの，Cisco Systems 社製スイッチへの VN-Tag 実装も予定されている[7]．

BLADE Networks 社は，vNIC の Mac Address Spoofing をベースとした VM ready 技術をリリースした．この技術は，ハイパーバイザとの綿密な連携はできない反面，VMWare ESX 以外のハイパーバイザにも対応可能な点が特徴である．Arista Networks 社も，2009 年度後半にリリース予定の仮想化環境管理マネージャ vEOS で，同様の技術を実装すると見られている．

現在，本技術の実装を主導しているのは Cisco Systems 社と VMWare 社である．両社は VN-Tag 技術の標準化を行う意向を示している．IEEE においても非公式ではあるが本分野を扱う Working Group が立ち上がるなど活動が活発化している．しかし，標準化が実現するかは不明であり，標準化動向やメーカーの実装状況の注視と，早期の検証が必要であると考えている．

6.　ネットマークスの取り組み

ネットマークスは，専門分野であるネットワークはもとより，ストレージやセキュリティ分野においても高い技術を保有している．

2007 年よりネットワーク・ストレージ分野における仮想化の技術と，既に普及しているサーバ仮想化技術とを統合し，データセンタ全体を仮想基盤化するための調査を開始した．また，データセンタの TCO（Total Cost of Ownership）や温室効果ガスを削減し，リソースプール化により迅速なプロビジョニングを実現し，分断化したシステムの推進により運用コスト削減を図るソリューションの開発にも着手した．2008 年には，これらを商品化し，仮想化技術をベースとしたプライベートクラウド型データセンタ基盤である「ネットマークス DC ソリューション」として提供を開始している（図 11）．

一方，データセンタの仮想化を進める上で欠かせない要素が運用である．データセンタの仮想化基盤では分断化したシステムの逐次解消により運用業務の単一化・集約化は進行するが，運用担当部門への業務集中度は増加してしまう．また，従来型のシステム構成と比較してデータセンタの仮想化基盤では各構成の結合度が高くなるため，運用作業ミス，ヒューマンエラー等による障害発生頻度とその影響範囲も必然的に大きくなる．これらにより運用への SLA 要求は上昇する．こういった仮想化環境における運用上の問題を解決するのが運用の統合一元化である．全ての管理ツールを統合した上で，オペレーションの大部分を自動化することで，MTTR（Mean Time to Repair）の短縮や，オペレーションの統一，ヒューマンエラーの防止，コスト削減が可能である．

運用の統合一元化を進めるため，ネットマークスでは 2006 年度から Hewlett-Packard 社製の運用自動化ツールである HP DCAC の評価・導入を進めている．

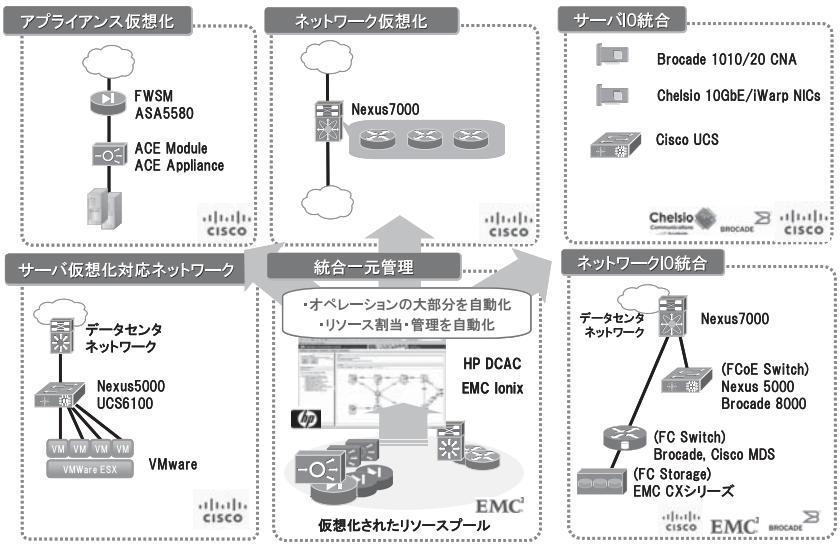

図 11　ネットマークス DC ソリューション

6. 1　クラウド型データセンタ基盤の実装フェーズと成熟度

クラウド型データセンタ基盤への移行は非常に難しいシステム更改である．移行における技術的な難易度の高さだけでなく，特に 2008 年 9 月のリーマンショック以降の経済状況においては，IT 投資効果（ROI）への視点も厳しく，更に難しい状況が続いている．したがって，技術的にも投資的にも，徐々に導入を進めていく長期的な戦略が欠かせない．そのためにはデータセンタ基盤の目指すゴールを明確にした上で，設定したゴールに即した成熟度の評価基準

を設定し，自社の状況を常に把握することが重要である．

システムの標準化・互換性の確立を目指す技術コンソーシアムである The Open Group は，2009 年 8 月に発表した“The Open Group Service Integration Maturity Model（OSIMM）[9]”の中で，サービス指向アーキテクチャに基づくシステムのサービス化に関する成熟度評価基準を表 2 のように定義している．

表 2　The Open Group Service Integration Maturity Model（OSIMM）

レベル	名称	詳細
1	サイロ化	システム間が分断（サイロ化）され、個々のシステム（サイロ）が個別最適化されたシステム．
2	統合化	個々のサイロが特定のアプリケーション提供を目的とし，最低限の共通利用可能なサービスのみを共通化しているが，システム間のコンポーネント共通化は行われていないシステム．
3	コンポーネント化	個々のサイロが特定のアプリケーション提供を目的としているが，実装の一部をコンポーネント化し，サイロ間で共通化することでサイロの解消を目指すシステム．
4	サービス化	ビジネスに必要な機能を，個々のアプリケーションではなくサービスとして実装するシステム．サービスの提供には，ビジネスに必要な機能の詳細な分析が必要となる．
5	複合サービス化	レベル4のサービス化を，ビジネスプロセスモデリング言語で記述可能なレベルにまで発展させたシステム．
6	サービス仮想化	サービス実装を隠蔽し，物理インフラストラクチャとの結合度を低くすることで，サービスの構成自由度を高めたシステム．
7	動的に再構成可能なサービス化	ビジネスプロセスの変化に応じたサービスの最適化をビジネスアナリストやシステム自身が自動的に実行するシステム．

OSIMM では，表 2 の成熟度を評価基準として，「ビジネス」「組織とガバナンス」「実装方式」などからシステム全体の成熟度評価を実施する．

視点が SOA（Service Oriented Architecture）を中心としているため，ネットワークインフラに展開するには一定の考慮が必要であるが，システム全体の最適化を行う上で，サイロ化された個別最適なシステムを統合し，サービス化・仮想化・自動化を段階的に行うという OSIMM の考え方は，以前からネットマークスが提案しているデータセンタ最適化と共通している．

ネットマークスではクラウド型データセンタ基盤への移行を段階的に実現するため，図 12 に挙げる 4 段階の移行フェーズを提案している．

第 1 段階は「事業部の都合要求に合わせたインフラ」や「サイロ化」などの，従来型インフラを表している．OSIMM 成熟度分類のレベル 1 と対応する．

第 2 段階は「インフラ統合」や「ストレージ統合」等の，統合による最適化が実施されたシステムを表している．OSIMM 成熟度分類のレベル 2 と対応する．

第 3 段階は「ストレージ・ネットワーク仮想化」等の，仮想化による最適化が実施されたシステムを表している．OSIMM 成熟度分類のレベル 3，4，5，6 に対応する．レベル 5「ビジ

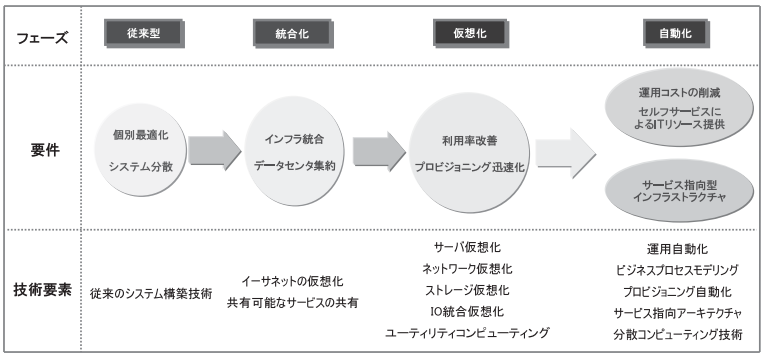

図 12　ネットマークスが提案するクラウド型データセンタ基盤のフェーズ別技術要素

ネスプロセスモデリング言語による記述可能なシステム」の実現とは，インフラにおける Run Book Automation（RBA）を実現可能なシステムであり，RBA の実現には仮想化が最適であるため，レベル 5 も仮想化に含めている．

第 4 段階は「運用の自動化」「プロビジョニングの柔軟性確保」等の，自動化による最適化が実施されたシステムを表している．OSIMM 成熟度分類のレベル 7 に対応する．

ネットマークスでは，成熟度の現状やロードマップ等の計画策定，最適な技術要素を組み合わせて，プライベートクラウド型 DC 最適化ソリューションを提案・提供している．

7. お わ り に

本稿では，ネットワーク基盤における仮想化技術の概要，動向について説明し，またネットワーク基盤の仮想化技術の活用によるメリットや課題について紹介した．ここで述べたネットワーク基盤における仮想化技術は，クラウドコンピューティング環境を構成するネットワーク基盤において必要不可欠な要素とも言える．またネットワーク基盤における仮想化技術は日々進化しており，ネットマークスは常に最新の技術を顧客の視点に立ち最適な形で提供していく．

参考文献
［1］ シスコシステムズ合同会社，http://www.cisco.com/jp/
［2］ ジュニパーネットワークス株式会社，http://www.juniper.net/jp/jp
［3］ チェック・ポイント・ソフトウェア・テクノロジーズ株式会社 http://www.checkpoint.co.jp
［4］ F5 ネットワークスジャパン株式会社，http://www.f5networks.co.jp/
［5］ “FIP Snooping”, Anoop Ghanwani, The INCITS Fibre Channel (T11) Technical Committee http://www.t11.org/ftp/t11/pub/fc/bb-5/08-283v1.pdf
［6］ “FCoE Aware Ethernet Switches”, JR Rivers, The INCITS Fibre Channel (T11) Technical Committee, http://www.t11.org/ftp/t11/pub/fc/bb-5/08-079v0.pdf
［7］ “Nexus 1000V and VN-Link confusion”, VMware, Inc., http://blogs.vmware.com/networking/2009/06/nexus-1000v-and-vn-link-confusion.html
［8］ “FCoE Initialization Protocol”, The INCITS Fibre Channel (T11) Technical Committee, http://www.t11.org/ftp/t11/pub/fc/bb-5/08-208v1.pdf
［9］ “The Open Group Service Integration Maturity Model (OSIMM)” http://www.theopengroup.org/projects/osimm/
上記参考文献の URL は 2009 年 11 月 12 日時点での存在を確認．

執筆者紹介　吉　本　昌　平（Shohei Yoshimoto）

国内独立系ソフトウェアベンダにて，ASP システムのネットワーク・サーバ設計，ストレージプロトコルスタック等の開発を担当後，2006 年に㈱ネットマークス入社．2008 年よりネットワーク・サーバ仮想化技術の全般における技術評価，営業支援業務を担当．現在は市場開拓統括部技術支援室に所属．

水　間　　洋（Hiroshi Mizuma）

1996 年 国内システム・インテグレータ入社後，独立系ネットワーク・インテグレータを経て，2006 年に㈱ネットマークス入社．2008 年よりデータセンターソリューションの立ち上げ及び各基盤における技術評価，営業支援業務を担当．現在は DC 技術統括部 CEM プロフェッショナルサービス技術部 部長．