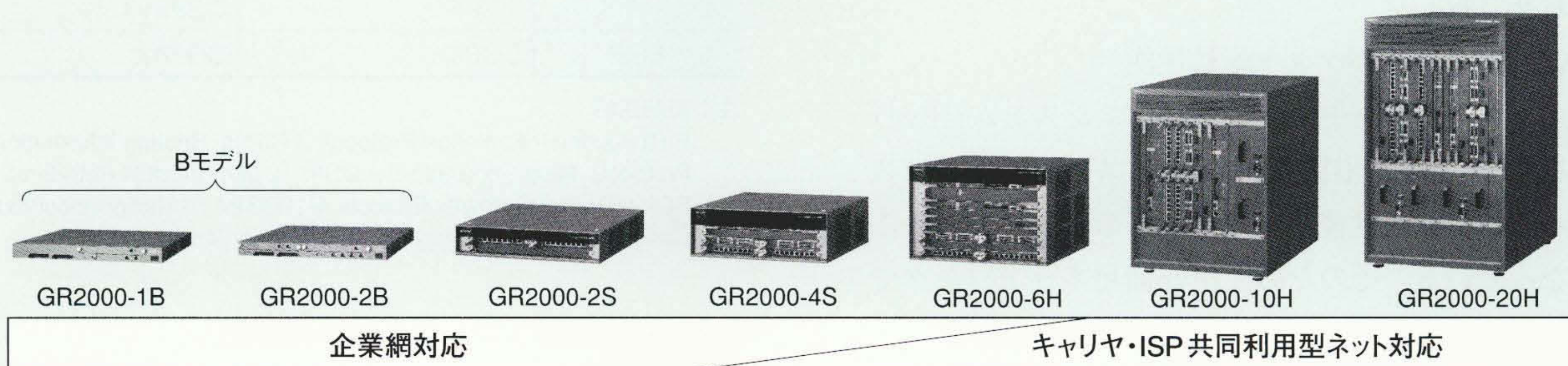


IPv6の商用化を支えるギガビットルータ

—GR2000—

Gigabit Routers for Supporting IPv6 Commercial Networks

大野修司 Shûji Ôno 阿部義次 Yoshitsugu Abe
池田尚哉 Naoya Ikeda



注：略語説明 ISP (Internet Service Provider)

GR2000製品のラインアップ

従来モデルに加え、薄型1U(44 mm)サイズのBモデルを追加している。

IT時代の通信インフラストラクチャーとして、インターネットの商用利用が急速に広まっている。その勢いに、ベースとなる技術のIP (Internet Protocol) が追いつけなくなっているのが現状である。特にアドレス不足の問題は深刻であり、数年後には枯渇すると予測されている。

アドレス不足を含む諸問題を解決するため、従来使われていたIPv4の後継として、次世代IP“IPv6”が登場した。これはIETF (Internet Engineering Task Force) が標準化したもので、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) などブロードバンドの流行もあり、商用に向けた動きが活発になっている。

日立製作所は、このニーズにこたえるため、IPv6対応にいち早く取り組み、2001年9月には、ギガビットルータ「GR2000シリーズ」において、IPv4と同様に、ハードウェアによるIPv6パケット転送、フィルタリング・QoS制御機能を実現させた。その後、企業用として新モデルの追加や、MPLS (Multi-Protocol Label Switching) IP-VPN (Virtual Private Network) 機能の拡張、およびユーザーインターフェースの改善を図った。

1 はじめに

IP (Internet Protocol) 技術をベースとするインターネットは、社会の通信インフラストラクチャーとして中心的役割を担うまでに成長した。今後は、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) などブロードバンドの常時接続サービスが普及するのに伴い、現行のIPv4 (Internet Protocol Version 4) でのIPアドレスの枯渇が懸念されている。この問題を解決するため、IETF (Internet Engineering Task Force) で標準化した技術が次世代IP“IPv6 (Internet Protocol Version 6)”である。

IPv6は、2の128乗という無限に近いアドレス空間を持つことから、家電など従来のインターネット利用の範囲を超えた分野への適応が考えられている。また、3GPP (Third Generation Partnership Project) では、モバイル網にIPv6を適用することが決定された。すでに、2001年

ころから、インターネット サービス プロバイダー (ISP) 各社がIPv6の試行・商用サービスを開始している。

このような状況下で、日立製作所は、次世代インターネットでのルータ市場で優位に立つために、IPv6商用ネットワークの構築要件を満たすIPv6対応ギガビットルータ“GR2000”の開発にいち早く着手した。他社との相互接続テストを重ねた結果、製品化に成功し¹⁾、すでに多くの顧客が導入し、試行・商用サービスで稼動中である。

ここでは、IPv6の商用化で求められる機能と、それに対するGR2000の適用例、さらに、2002年4月に追加した企業用新モデル (Bモデル：上図参照) とその新機能について述べる。

2 IPv6商用化に求められる機能

商用ネットワークシステムのIPv4からIPv6への移行を促すためには、IPv4/IPv6デュアルスタックやトンネリ

ングなどの移行技術が重要である。また、既存のIPv4商用ネットワークと同様の性能が、IPv6ネットワークにも求められる。

IPv6商用ネットワークで最低限要求される機能は、以下のとおりである。

(1) IPv4同様の高速パケット転送性能

現在のブロードバンド ネットワーク システム(IPv4)を支えるルータには、GR2000と同様、ギガビットクラスの高速度パケット転送性能を実現したものが多く使われるようになっている。そのため、IPv6商用ネットワークでも、同等以上の高速パケット転送性能が求められる。

(2) 経路制御機能

IPベースのネットワークでは、ルータ間でネットワーク上の最適経路(最短とは限らない)情報を交換し合うことにより、経路制御が運用されている。その経路制御を行っているのが、各種の経路制御プロトコルである。経路制御プロトコルは、(a) 管理・運営組織内の経路制御用IGP(Interior Gateway Protocol)と、(b) 組織間の経路制御用EGP(Exterior Gateway Protocol)に大別できる。商用化には、上記において、IPv4ネットワークで現在広く運用されている経路制御プロトコルと同様のことをサポートする必要がある。

(3) ネットワーク管理機能

ネットワーク構築後の運用では、SNMP(Simple Network Management Protocol)によるネットワークの遠隔・一元管理は必須事項である。ルータを含めたネットワーク機器はSNMPエージェント機能をサポートし、各種のMIB(Management Information Base)を実装することにより、ネットワーク管理を可能としている。

3 IPv6対応“GR2000”の特徴

GR2000では、2001年2月にIPv6ルータ機能をリリースした後も、IPv6の商用化で求められる機能を追加してきた。その内容について以下に述べる。

3.1 IPv6パケットのハードウェア ルーティング

GR2000では、製品化当初から、パケット転送と経路検索のハードウェア最適実装により、IPv4高速パケット転送を実現している²⁾。IPv6でも同様に、IPv6パケットの処理をハードウェアで行うことにより、最大で毎秒2,600万パケットの実効性能を実現している。なお、IPv4同様、IPv6のフィルタリング・QoS(Quality of Service)向上機能もハードウェア化している。

表1 GR2000でサポートする経路制御プロトコル

GR2000でサポートするIPv4とIPv6対応の経路制御プロトコルを示す。

種 別	IPv4対応	IPv6対応
IGP	RIPv1/v2	RIPng
	OSPF	OSPFv3
EGP	BGP4	BGP4+

注：略語説明
RIP(Routing Information Protocol)、RIPng(Routing Information Protocol, Next Generation)、OSPF(Open Shortest Path First)
BGP4(Border Gateway Protocol 4)、BGP4+(Multiprotocol Extensions for Border Gateway Protocol Version 4+)

3.2 経路制御プロトコルのIPv6対応

GR2000でサポートする経路制御プロトコルを表1に示す。IPv4で運用されてきた経路制御プロトコルをIPv6向けに拡張したものが、IETFで標準化されている。GR2000では、世界に先駆けてRIPngに加え、IGPにOSPFv3(Open Shortest Path First Version 3)を装備した。また、EGPにはBGP4+を実装している(表1参照)。これにより、IPv4ネットワークと同様の経路制御が可能となった。

3.3 IPv6マネージメント インフォメーション ベース(MIB)のサポート

GR2000のSNMPエージェントは、IETFで策定されているIPv6関連MIBを実装している。したがって、該当MIBに対応したネットワーク管理機器から、他のネットワーク機器と同様に、遠隔・一元管理することが可能である。なお、IPv6 MIBに対応したネットワーク管理システム“JP1/Cm2”を使い、GR2000で構築したIPv6ネットワークを管理することもできる。

4 IPv6対応“GR2000”の適用例

IPv6対応GR2000を使った先進的な適用例の一つについて以下に述べる(IPv6のソリューションについては、この特集の別論文を参照)。

ブロードバンドの普及により、インターネットのコンテンツ配信サービスの中核を担うウェブサーバへの負荷は、増大の一途をたどっている。ウェブアクセスを同時に多数処理するための、複数のウェブサーバの負荷をIPアドレスベースで効率よく分散する技術は、すでに商用化されている。しかし、提供サービスの種類に対応したシステムについては、まだ十分に開発が進められていない。

提供サービスごとのトラフィック分散を行うには、トランスポートレイヤでフローを区分する必要がある。IPv4

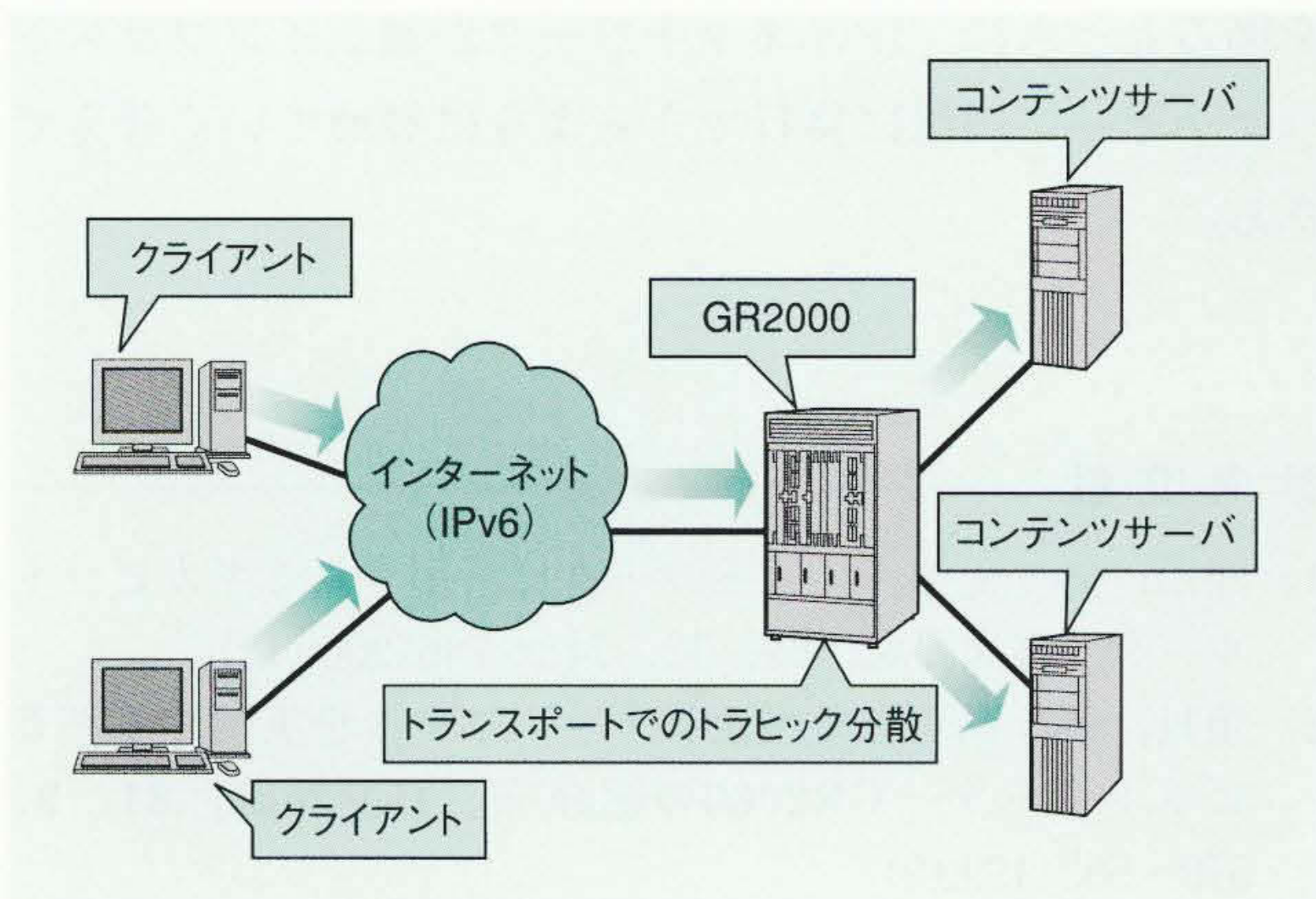


図1 IPv6対応GR2000の適用例

トランスポートレベルでの負荷分散装置としてGR2000を適用したシステム例を示す。

では、フラグメント(分割)により、IPパケットが分割される場合がある。この場合、後続のIPパケットにはトランスポートヘッダが付加されない。そのため、IPv4では、必ずしも提供サービスごとのトラフィック分散を実行することができるとは限らない。

一方、IPv6では、送信が可能な最大パケット長を事前に知ることにより、フラグメントが回避できるというプロトコル仕様が標準で規定されている。GR2000では、パケット転送処理に加え、IPレイヤでのフロー検出と、トランスポートレイヤでのパケット判別処理もハードウェアで実施しており、高速処理が可能である。このため、GR2000とIPv6との組合せでは、例えば、よりセキュアなサービスを行うサーバ群を、通常のサービスを行うサーバ群と分離することにより、費用対性能比のよいコンテンツ配送システムを構築することができる(図1参照)。

5 GR2000の新モデルと新機能

GR2000では、IPv6対応機能だけでなく、さまざまな機能追加を行い、製品価値の向上を図っている。最近の追加事項について以下に述べる。

5.1 Bモデルの追加

従来のGR2000モデル構成では、インターネットの通信インフラストラクチャーを支えるギガビットクラスのルータとして、主にインターネット サービス プロバイダー・キャリアや、企業内に大規模イントラネットを構築する場合の基幹をターゲットとしている。

しかし、最近の通信コストの急速な低下に伴い、ブロードバンドネットワークを安価に利用できる環境が整った。そのため、企業は、IT化を進めるうえで、点在する拠点

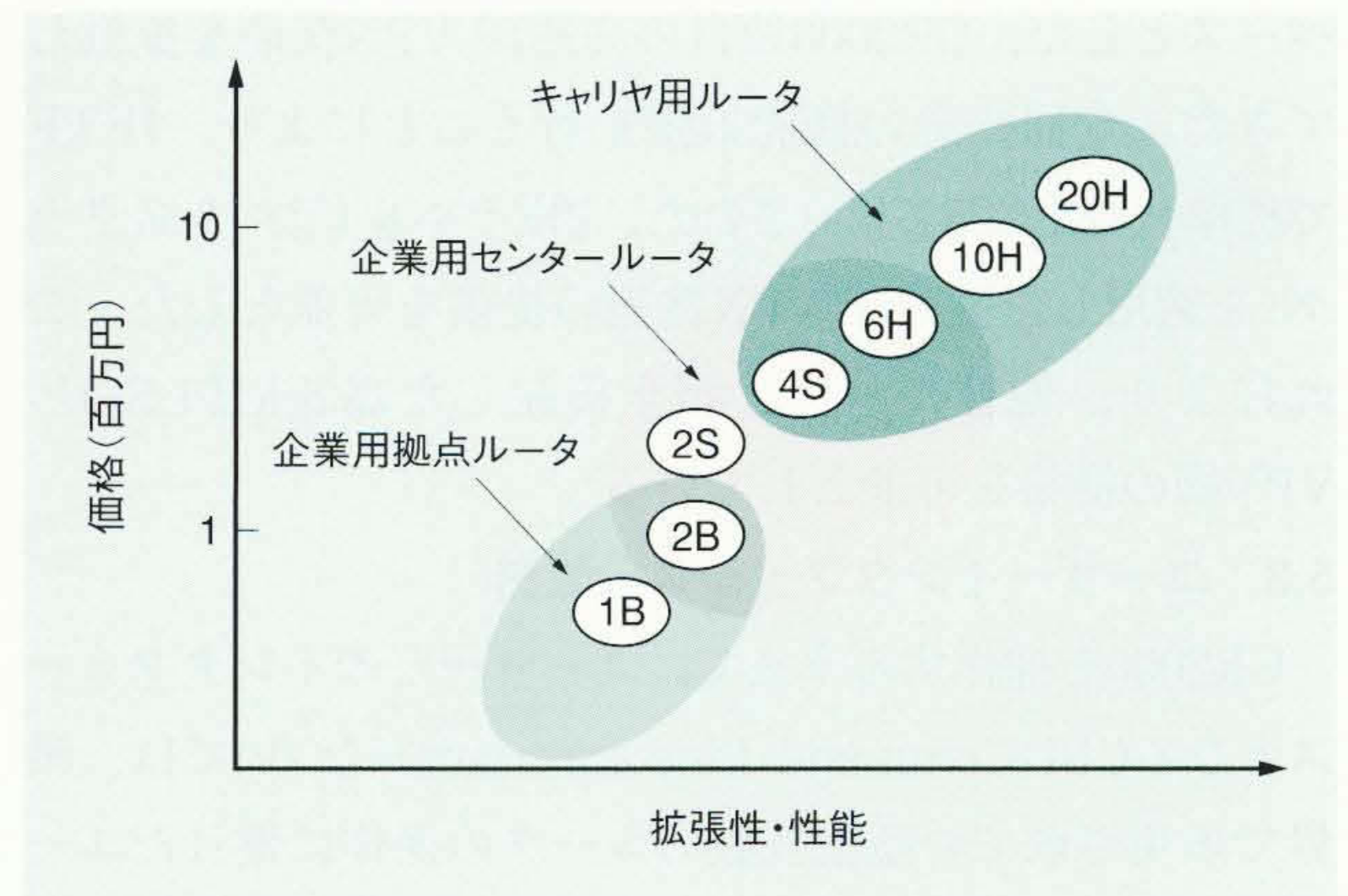


図2 GR2000Bモデルの位置づけ

GR2000の従来モデルがカバーしていない、企業用の拠点ルータとして、1Bと2BのBモデルを追加した。

間にブロードバンドネットワークを構築することが容易になった。

このような環境に対応するため、2002年4月から、企業用の拠点ルータをメインターゲットとした「Bモデル」を追加した(図2参照)。Bモデルの特徴は以下のとおりである。

(1) 薄型1U(44 mm)サイズで高速パケット転送を実現

従来モデルで実現していたハードウェア処理を継承しており、同一サイズでは類を見ない毎秒100万パケットの性能を実現している。この高速パケット転送により、ブロードバンドネットワークにも余裕を持って対応することができる。

(2) IPv6対応

IPv6対応も従来モデルと同様であり、IP4v/IPv6デュアルスタックとして、従来のIPv4ネットワーク構築だけでなく、IPv6への移行に際しても追加投資する必要がない。

(3) GR2000の従来モデルでの実績を継承

経路制御プロトコルを含むソフトウェア資産を継承している。GR2000の従来モデルで培った運用実績に基づき、高い信頼性を確保している。

5.2 MPLS IP-VPN機能

IP-VPN(Virtual Private Network)サービスを提供するバックボーンネットワーク構築技術として、MPLS(Multi-protocol Label Switching)がインターネット サービス プロバイダーやキャリアを中心に注目されている。

GR2000では、MPLSパケットをハードウェアで中継する高速性を生かし、MPLS IP-VPN網の「高速VPNエッジ」を目標として、業界標準MPLSプロトコルと、GR2000のハードウェア高速処理によるシングルラベルを

ベースとした、GR2000独自の高速IP-VPN機能を提供してきた。今回、その機能拡張を行うことにより、IETFで標準化(RFC2547bis)された、2段ラベル(ラベルスタック)を適用した高速IP-VPN機能の提供を可能とした。これにより、他社ルータと相互接続した高速MPLS IP-VPN網の構築を可能としている。

5.3 ユーザーインタフェースの改善

GR2000を操作するうえで、ユーザーとのインタフェースとなるCLI(Command Line Interface)については、業界で多用されている他社製のルータの操作に慣れたユーザーがGR2000を容易に操作できるように、特に以下の機能を中心に改善を図った。

- (1) 運用コマンド入力(体系を改善)
- (2) 各種キー操作(コマンド補完時、ヘルプ出力時など)

CLIについては、今後も継続して操作性の向上を図っていく予定である。

6 おわりに

ここでは、次世代インターネットプロトコル“IPv6”に対応したギガビットルータ“GR2000”の特徴と適用例、およびその新モデルと新機能について述べた。

GR2000は、毎秒2,600万パケットのIPv6高速転送性能と、IPv6ネットワーク構築に必要な経路制御プロトコル、さらに、IPv6ネットワーク管理機能を実装しており、商用IPv6ネットワークの構築も可能である。

日立製作所は、今後もIETFが行う標準化作業の動向に注目し、各種のIPv6移行技術やIPv6関連機能の充実

を図るとともに、IPv6ネットワークが通信インフラストラクチャーに円滑に移行できるように努めていく考えである。

参考文献

- 1) 池田，外：先端IPネットワークに活用されるギガビットルータ，日立評論，**82**，12，743～746(2000.12)
- 2) 須貝，外：品質保証型企业ネットワークを実現するギガビットルータ—GR2000の紹介—，日立評論，**81**，9，579～582(1999.9)

執筆者紹介



大野修司

1987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 ネットワークソフトウェア部 所属
現在，GR2000 IPv6ソフトウェア開発に従事
情報処理学会会員
E-mail：shuji.oono@itg.hitachi.co.jp



池田尚哉

1981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 ネットワークソリューション部 所属
現在，ネットワーク機器の新市場，新技術分野での事業の策定に従事
情報処学会会員
E-mail：naoya.ikeda@itg.hitachi.co.jp



阿部義次

1980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 ネットワークソフトウェア部 所属
現在，GR2000 IPv6ソフトウェア開発に従事
E-mail：yoshitsugu.abe@itg.hitachi.co.jp