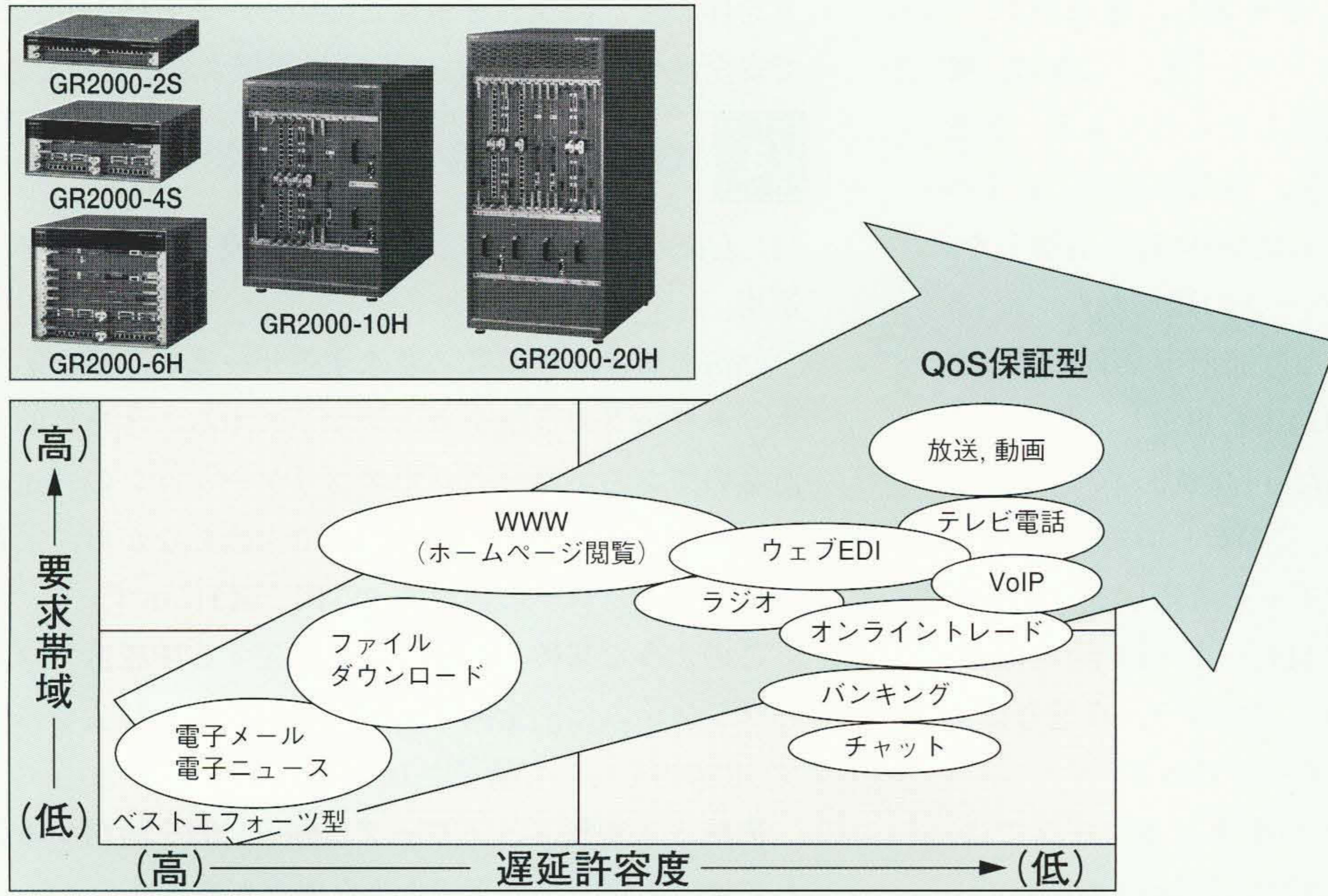


先端IPネットワークに活用されるギガビットルータ

Gigabit Routers for Advanced IP Network

池田尚哉 Naoya Ikeda 大浦哲生 Tetsuo Ôura
林 謙治 Kenji Hayashi 新 善文 Yoshifumi Atarashi

ギガビットルータ“GR2000”のモデル群



注：略語説明

QoS (Quality of Service)
WWW (World Wide Web)
EDI (Electronic Data Interchange)
VoIP (Voice over Internet Protocol)

QoS制御適用によるIPネットワークでのアプリケーションの拡大

「ベストエフォーツ型サービス」から「QoS保証型サービス」への移行により、従来制限されていたアプリケーション領域が広がってきている。このため、日立製作所は、QoS保証など先端IPネットワークを実現するギガビットルータ“GR2000”に、新たに五つのモデルを追加した。

IT (Information Technology) 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・イントラネットはきわめて重要な位置を占めるようになり、これらのIP (Internet Protocol) ネットワーク上を流れる情報は日々増え続けている。さらに、電子メールのような旧来のアプリケーションに加え、動画や音声、基幹業務など多様な特性を持つトラフィックが同じIPネットワーク上を流れるようになり、アプリケーションごとに要求されるサービス品質 (QoS : Quality of Service) を保証することが望まれてきている。

このニーズにこたえるために、日立製作所は、高速で高品質なQoS保証型ギガビットルータ“GR2000”を1999年2月に製品化し、2000年7月には、さらに新しい機能の拡張と性能向上を図った製品モデルを増強した。先端IPネットワークを構築するためのGR2000の技術としては、高速通信、QoS制御、IPv6対応などがあり、実際にフィールドで活用され始めている。

1 はじめに

IP (Internet Protocol) ネットワークは、現在の通信インフラストラクチャーとしてきわめて重要な位置を占めるようになった。IPネットワーク上のアプリケーションとしては、これまでの電子メールやファイル通信、ホームページ閲覧といったものから、動画や音声、決済情報など多岐に広がってきた。

技術の観点では、これまではネットワークの帯域を早い者勝ちで使わせる「ベストエフォーツ (最善努力) 型」であったのに対し、現在では、リアルタイム性や大量の帯域を必要とするアプリケーションなど、多様なトラヒッ

クが同じ高速IPネットワークで統合され、それぞれに合ったサービス品質が求められる「QoS (Quality of Service) 保証型」になってきた。今後、さらに新しいネットワークサービスを実現するためには、QoS技術だけでなく、同時に多数のユーザーに同じ情報を配送するマルチキャスト通信技術や、次世代IP (IPv6 : IP Version 6) 技術などの新しい技術が必要とされる。

このような背景の下で、日立製作所は、ビジネスの基幹に活用されるルータとして、ギガビットルータ“GR2000”を開発し、1999年2月に出荷を開始した。すでに多くの顧客のネットワークで運用実績がある。

ここでは、先端のIPネットワークを構築するうえでキ

ーとなるGR2000の高速通信，QoS制御機能，およびIPv6機能について，活用の側面から述べる。

2 GR2000の高速処理とその活用

2000年にGR2000に新5モデルを追加し，従来の3モデルから新しく8モデルのラインアップとした。これは，モデル適用のベストフィットを目指したものである。企業拠点向けにはGR2000-2Sを追加し，通信事業者と企業のセンターへの適用を想定して，GR2000-6Hを追加した。他の3モデルについても，省スペースの観点から，筐(きょう)体の小型化を図った。また，通信事業者のバックボーン(基幹)ネットワークへの適用を想定し，最高性能を，従来の装置(GR2000-20)当たり1,000万パケット/sから4,000万パケット/sに向上した。この新しいモデルでも，従来の基本的な装置アーキテクチャを踏襲している。

GR2000は，中低速の回線(6 Mビット/s以下)を除き，パケットの中継処理をハードウェアで行う，高速なIPネットワークに供するギガビットルータである。

ビジネスの基幹としての新しいIPネットワークでは，「実際に運用する環境でいかに高速であるか」が重要である。このため，GR2000では，以下の高速処理を特徴としている。

(1) QoS制御を設定した場合の高速性の確保

ギガビットクラスの高速ネットワークでも，優先度制御などのサービスを行うためには，QoS制御が必要である。GR2000ではQoS制御もハードウェアで実現しており，高速性を確保している。¹⁾ QoS制御の活用については，次章で詳述する。

(2) IPマルチキャスト通信での高速性の確保

複数のネットワークや加入者に対して，同じIPパケットを同時に配送する「IPマルチキャスト通信」の必要性が言われて久しい。しかし，IPマルチキャスト通信ではIPパケットデータのコピー処理がルータ内で発生するので，従来のソフトウェアベースのルータでは実用に供することが性能面で困難であった。このため，IPマルチキャスト通信を用いたアプリケーションもほとんど育たなかった。GR2000では，ルータ内のハードウェアでIPマルチキャスト通信のためのIPパケットのコピー処理を行い，高速性を確保している。これにより，例えば，株式市況情報システムなどリアルタイム性が求められるIPマルチキャスト通信サービスにも適用できる。

(3) フィルタリングを設定した場合の高速性の確保

実際の運用では，企業ネットワークを外部から保護す

るために，フィルタリングを設定することがほとんどである。GR2000では，フィルタリング処理もハードウェアで行うことにより，フィルタリング条件設定時でもソフトウェアによるフィルタリング処理のような性能の急低下を伴わず，高速性を確保している。これにより，高速で安全性の高いネットワーク構築に適用することができる。

3 QoS制御を用いた大規模ネットワーク

(1) QoS制御の必要性と広域・大規模ネットワークへの適用

QoS制御は，利用者の要求するサービス品質に応じてネットワークの性能をカスタマイズすることを目的としたものである。指定されたアプリケーションの一連の通信データ(IPフロー)を一定範囲で保護しながら，余剰帯域を非優先フローに利用させる例を図1に示す。

このような基幹業務の通信を優先するIP統合ネットワークシステムは，全国規模の金融や公共，社会システムでGR2000を用いて構築されている。

広域・大規模ネットワークにQoS制御を適用するに際しては，大別して以下のような要求がある。

- さまざまな特性のIPフローごとにきめ細かなトラフィック制御を実現すること
- 同時に多数のIPフロー数を制御できること
- 設定・運用が容易なこと

これらの要求に対するGR2000の対応例について以下に述べる。

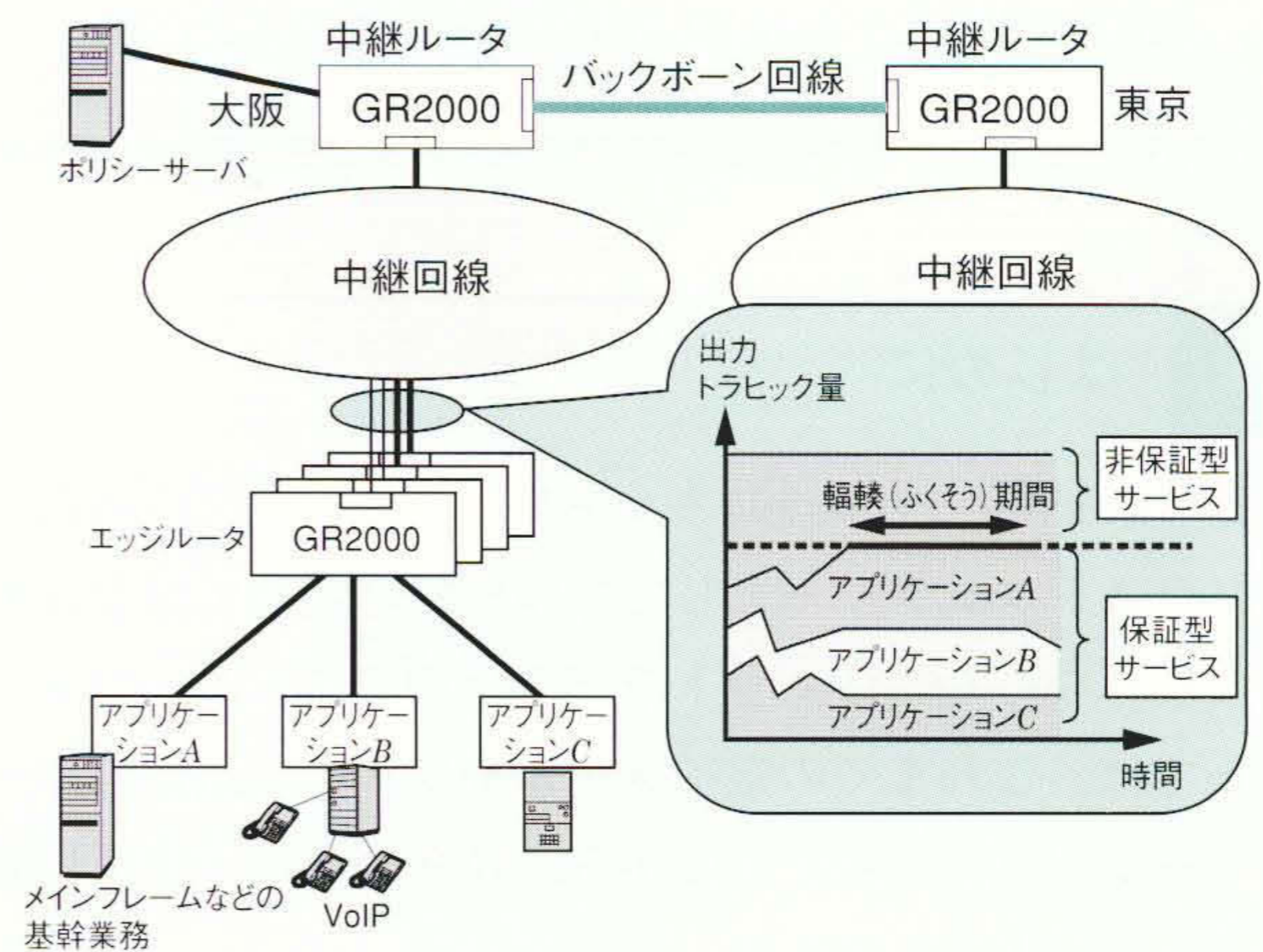


図1 広域・大規模ネットワークでのQoS制御の適用例

GR2000では，アプリケーションの特性に合わせて，きめ細かなQoS制御を実現できる。QoS制御処理はハードウェアで行うため，ソフトウェア処理に比べて多くのフローを高速かつ高精度に制御できる。

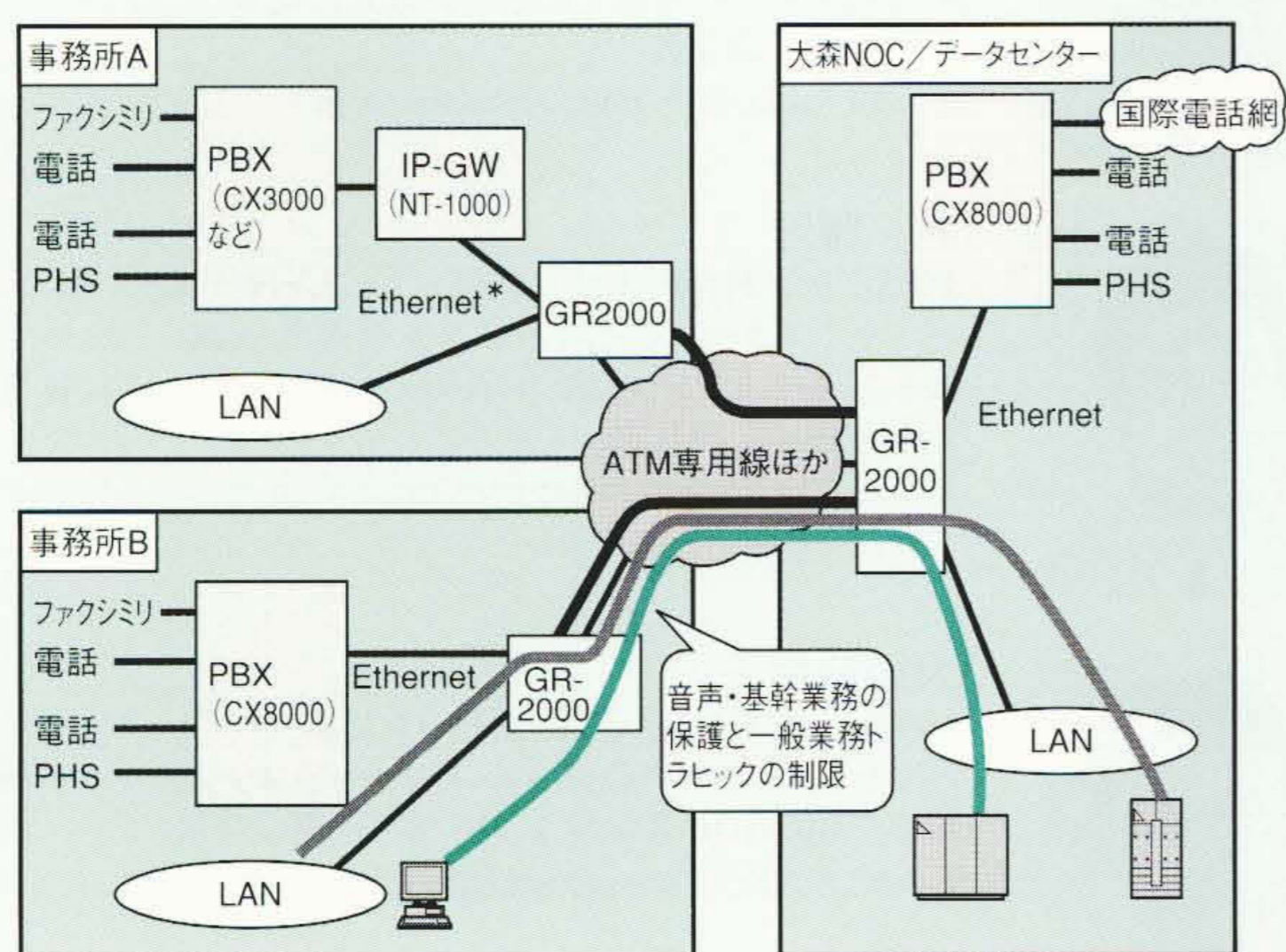
(2) QoS制御を用いた広域・大規模ネットワークの構築例

日立製作所は、平成12年度から、VoIP技術による音声・データ統合を目指して、社内ネットワークを再構築中である(図2参照)。従来は、音声線とデータ線を時分割多重してきた。今回、IP-GW(Gateway)によって音声をIPパケット化し、GR2000を用いて統計多重することにより、音声継設備を簡素化して費用の抑制を図った。技術的には、音声IPパケットフローは遅延と揺らぎに弱いことから、専用の優先帯域を高速回線上で確保することにより、多チャネル通話に耐えうるネットワークとして構築中である。また、基幹業務のトラフィックについても、音声同様に優先帯域を確保し保護している。

また、産官学の共同研究プロジェクトであるサイバーク関西プロジェクトでは、1999年にGR2000を用いてIETF(Internet Engineering Task Force)の標準であるDiff-Serv(Differentiated Services)技術によるQoS制御の実証実験を東京-大阪間で行った。²⁾ この実験では、GR2000がDiff-Serv技術をハードウェアで実現しているため、高速な通信性能(155 Mビット/s)に影響を及ぼすことなく、指定されたトラフィックの品質を保証することができた。³⁾

(3) QoSネットワークのポリシー管理

広域・大規模ネットワークでのトラフィックは、特性が動的に変化する。例えば、同じアプリケーションや利用者のフローでも、時間帯によってその優先度が変化する



注1：— (音声・優先基幹保証)、— (基幹業務・優先基幹保証)、— (一般OA業務・ベストエフォーツ)
 注2：略語説明ほか PBX (Private Branch Exchange)
 NOC (Network Operation Center)
 * Ethernetは、米国Xerox Corp.の商品名称である。

図2 日立製作所社内ネットワークでの優先制御の仕組み

日立製作所の社内ネットワークでは、音声と基幹業務を、GR2000の高速なQoS制御機能を用いて保護、優先する。

こともある。GR2000では、ポリシーサーバとの連携により、ネットワーク全体を一元的に管理するQoS制御情報に従ってQoS制御をダイナミックに自動設定、変更できるように、システムを開発中である。⁴⁾

4 次世代インターネットプロトコル“IPv6”

(1) 現状のIPアドレス体系の限界

インターネットの急速な拡大により、IPアドレスの不足が深刻になってきている。これまでのIPアドレス体系は“IPv4”とも呼ばれ、アドレス空間は2の32乗、つまり最大でも40億余りの機器やネットワークにしかIPアドレスが付与できない。このIPv4アドレス不足の延命策として、「プライベートアドレス」と“NAT(Network Address Translator)”が導入されてきた。しかし、この問題に関しては、通信事業者も企業ネットワークも、また、ネットワーク管理者もユーザーもさまざまな課題を抱えているのが現状である(表1参照)。これからの多様なネットワークサービスやアプリケーションを考えると、IPネットワークに多くの制約を設けることは得策ではない。

(2) IPv6の状況

次世代インターネットプロトコル“IPv6”は、IETFがIPv4の後継として標準化した技術である。IPv6は2の128乗という膨大なアドレス空間を持つことから、ネットワーク構築の自由度が増え、IPv4アドレスの持つ制限から管理者もユーザーも開放される。IPv6普及上の課題は、

表1 IPアドレス不足によるインターネットの問題点

IPアドレスが不足してきたことにより、プライベートIPアドレスやNATの導入が行われている。しかし現在も、プライベートアドレスの重複やアプリケーションの利用制限など問題が多い。

	これまでの対策	現状の問題点
企業	<ul style="list-style-type: none"> プライベートアドレスの導入 社外ウェブへのアクセス時だけNATによってグローバルアドレスへ変換 	<ul style="list-style-type: none"> NATは一方向アクセスしか有効でないことから、企業間通信(VPN)の実現が困難 企業統合時にプライベートアドレスが重複 NATが扱えないアプリケーションがある。 運用・管理コストの増加
通信事業者	<ul style="list-style-type: none"> PPPによる一時的アドレス割り当て プライベートアドレスとNATの導入 	<ul style="list-style-type: none"> 常時接続サービスにより、アドレスが半固定割り当て 利用者、利用機器の増加に対応が困難 NATが扱えないアプリケーションがある。 運用・管理コストの増加

注：略語説明 PPP(Point-to-Point Protocol)
 VPN(Virtual Private Network)

端末機器・ネットワーク機器などがまだ入手できないことと、IPv4からの移行にコスト増が予想されることと考える。しかし、IPv6対応製品の開発は各社で着々と進められており、サーバやパソコン向けのSolaris^{※1)}やWindows 2000^{※2)}といったOS(Operating System)でも、製品あるいは試行版として入手できるようになってきた。⁵⁾ また、数社の通信事業者がこれらを用いて平成12年度中に商用サービスを開始する予定である。

(3) GR2000でのIPv6への取組み

日立製作所は、IPv6の研究開発に以前から取り組んできた。世界のIPv6実装の先頭を走るKAMEプロジェクトの一員として共同開発に参画しており⁶⁾、GR2000にはいち早くKAMEプロジェクトで開発したソフトウェアを採用し、移植とチューニングを行っている。現時点で、GR2000のIPv6対応版は、社外を含め、すでに数十台規模で試行ネットワークに用いられている。

GR2000のIPv6はさまざまなネットワークインタフェースに対応し、また、相互接続テストも随時行っている。

(4) GR2000のIPv6相互接続性

日立製作所は、これまでもIPv6に関する相互接続実験に参加してきた。2000年には、Networld+Interop 2000 TOKYOやINET2000で、他社とともに共同で相互接続の展示を行い、IPv6がすでに実運用可能な技術であることを示した。これらの展示では、GR2000をIPv6基幹ルータおよび外部接続ルータとして使用し、外部ネットワークとはBGP4+(Border Gateway Protocol 4+)により、また展示会場内の他社装置とはRIPng(Routing Information Protocol, Next Generation)により、経路情報の交換を行った。日立製作所は、本格的なIPv6の普及と通信事業者のサービス開始に備えて、高性能化などの開発をさらに進めていく考えである。

5 おわりに

ここでは、新しいIPネットワークの構築に適用するために開発したギガビットルータ“GR2000”の特徴とその活用について述べた。

GR2000はQoS制御のハードウェア処理について高い評価を受け、R&D Magazine社の2000年のR&D 100を受賞した。また、Networld+Interop 2000 TOKYOでは、ハ

ードウェアによる高速なIP通信処理やIPv6への対応が認められ、「通信事業者向けインフラストラクチャー構築製品部門のグランプリ」を受賞した。今後もOC-192(約10 Gビット/s)など、先端技術の開発を推進し、さらに高速・高機能なネットワーク構築のために新たな技術と製品を提案できるように努めていく考えである。

参考文献ほか

- 1) 須貝, 外: 品質保証型企業ネットワークを実現するギガビットルータ, 日立評論, 81, 9, 579~582(平11-9)
- 2) <http://www.ckp.or.jp>
- 3) 新, 外: サイバー関西プロジェクト NGIプロジェクト(5) Diffserv対応ルータ, UNIXマガジン, 15, 160~164(2000. 6)
- 4) Y. Kanada: A Representation of Network Node QoS Control Policies Using Rule-based Building Blocks, International Workshop on Quality of Service 2000 (IWQoS 2000), pp.161-163(June 2000)
- 5) 角川: 次世代に備える IPv6導入への道 なぜIPv6は誕生したのか?, 日経ネットワーク, 1, 120~125(2000.5)
- 6) <http://www.kame.net>

執筆者紹介



池田尚哉

1981年日立製作所入社, 情報コンピュータグループ 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, ネットワーク機器に関するソリューション, 特に新市場・新技術分野での事業の策定に従事
情報処理学会会員
E-mail: nikeda@ebina.hitachi.co.jp



林 謙治

1986年日立製作所入社, 情報コンピュータグループ エンタープライズサーバ事業部 システム企画部 所属
現在, ネットワーク製品の企画, マーケティングに従事
情報処理学会会員
E-mail: knhaya@kanagawa.hitachi.co.jp



大浦哲生

1984年日立製作所入社, 情報コンピュータグループ エンタープライズサーバ事業部 ネットワークシステムセンタ 所属
現在, GR2000のIPv6ソフトウェア開発に従事
E-mail: oura@kanagawa.hitachi.co.jp



新 善文

1991年日立製作所入社, 情報コンピュータグループ 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, ネットワーク機器に関するソリューション, 特に新市場・新技術分野での事業の策定に従事
情報処理学会会員
E-mail: atarashi@ebina.hitachi.co.jp

※1) Solarisは, 米国Sun Microsystems, Inc.の商品名称である。

※2) 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。