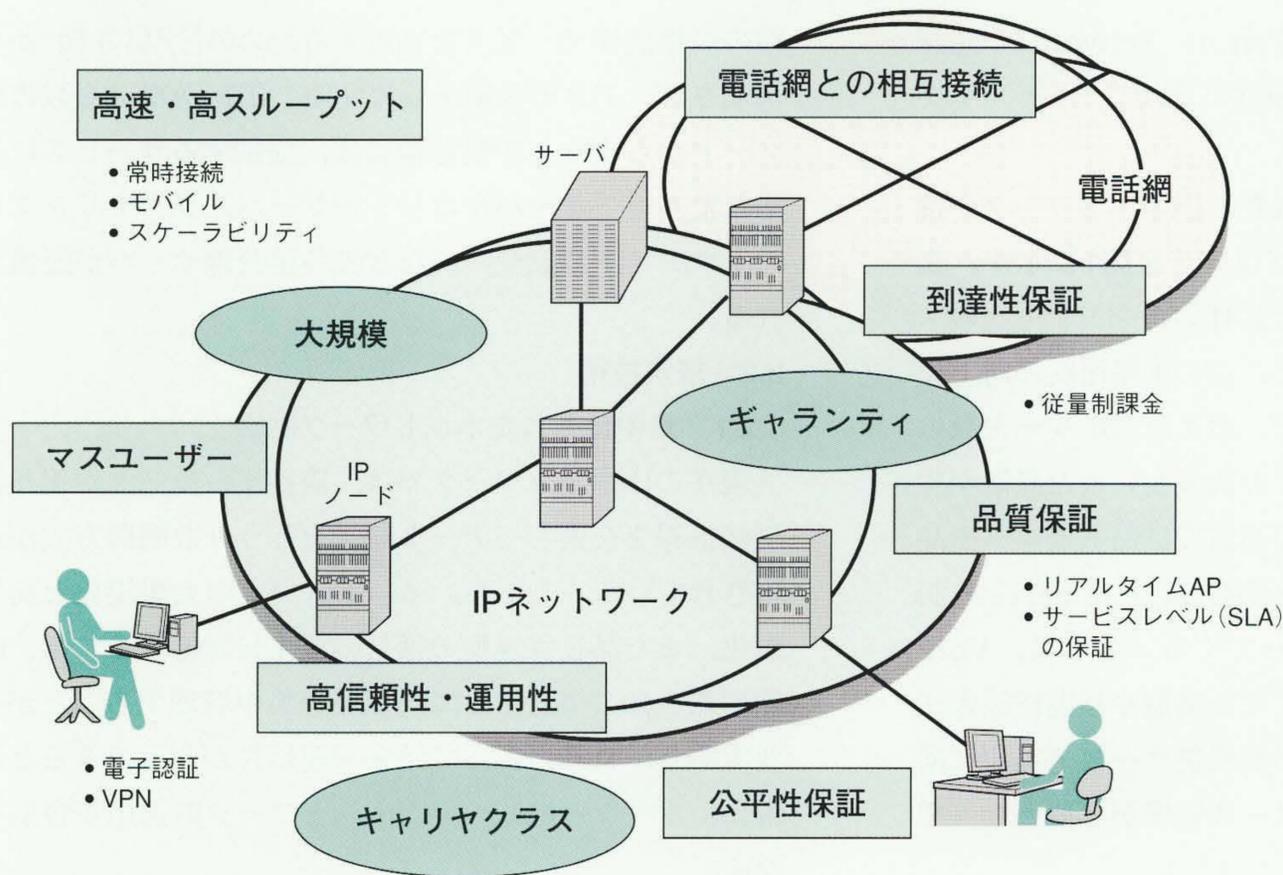


大規模・高品質・高信頼グローバルIPネットワーク

New Architecture for Large-scale, Guaranteed, Carrier-grade Global IP Network Systems

宮本宜則 *Takanori Miyamoto*
田辺史朗 *Shirô Tanabe*

高田 治 *Osamu Takada*
郷原 忍 *Shinobu Gôhara*



注：略語説明
IP (Internet Protocol)
VPN (Virtual Private Network)
SLA (Service Level Agreement)
AP (Application Program)

次世代IPネットワークへのシステム要求
次世代IPネットワークを表す「大規模」、「ギャランティ」、「キャリアクラス」の三つのキーワードとシステム要求を示す。

IP(Internet Protocol)トラフィックの爆発的な増加に伴い、世界各所で新しい通信ネットワークインフラストラクチャーの構築が始まっている。

日立製作所は、次世代IPネットワークのキーワードとして、「大規模」、「ギャランティ」、および「キャリアクラス」をあげ、これを実現するためのネットワークアーキテクチャとして、(1) ネットワークの集中制御、(2) 階層化された網内アドレッシング、および(3) ハードウェアによる高速スイッチングの導入により、これを実現する「IPノード」と、「管理サーバ」の実現機能を提案している。

1 はじめに

近年、IP(Internet Protocol)トラフィックの爆発的な増加により、電話網とデータ網が併存しているネットワーク構造が大きく変わろうとしている。数年後には、IPトラフィックは全世界のトラフィックの90%以上を占めるものと考えられており、IPネットワークがネットワークのベースになろうとしている。データ網の利便性を保ちながら、電話網がこれまで担ってきた通信インフラストラク

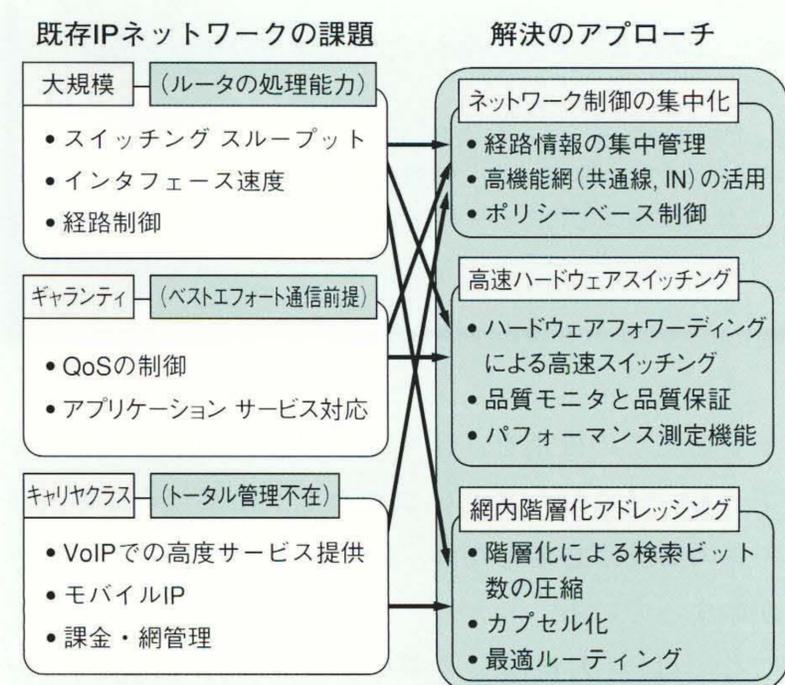
チャーとしての役割を、IPネットワークが果たす必要が出てくる。ここに、新しいコンセプトに基づくIPネットワークの構築が必要となり、新しいアーキテクチャの提案が始まっている^{1), 2)}。

ここでは、「大規模」、「ギャランティ」、および「キャリアクラス」のキーワードで代表されるグローバルIPネットワークの課題と、これを解決するためのアプローチを明らかにし、その実現例としての「IPノード」と「管理サーバ」について述べる。

2 要求条件と課題

次世代IPネットワークを表すキーワードとして、「大規模」、「ギャランティ」および「キャリヤクラス」をあげる。次世代IPネットワークでは、現在の電話網と同程度の加入者数(大規模化)を想定し、網内の経路・転送制御の信頼性を向上することにより、帯域の確保や遅延時間の保証といった品質保証(ギャランティ)が必須となる。さらに、広域網でのVPN(Virtual Private Network)や認証といったサービスを、高い信頼性と運用性(キャリヤクラス)で実現する必要がある。

上記の要求条件に対して、現在のIPネットワークが持つ課題とその解決のためのアプローチを図1に示す。まず、IPネットワークの大規模化に伴い、(1) ルータのスイッチングスループットの向上、(2) 回線速度の向上に伴うインタフェース速度の向上、および(3) ルータ数の増加に伴う制御情報トラヒックの低減といった課題が生じてくる。また、品質保証型の通信では品質モニタや品質保証の機能が必要となり、QoS(Quality of Service)制御を実現する手段が必須となってくる。さらに、VoIP(Voice over IP)でのフリーダイヤル機能や移動IP端末に対する位置情報管理機能などの高機能サービス実現に向けて、網内でのトータルなリソース管理が必要となってくる。



注：略語説明 IN(Intelligent Network)

図1 次期IPネットワークへのアプローチ

既存のIPネットワークの課題と、これを解決するための三つのアプローチを示す。

上記の課題に対して、これを解決するネットワークアーキテクチャとこれを実現する三つの技術について以下に述べる。

3 ネットワークアーキテクチャと解決技術

3.1 ネットワークアーキテクチャ

前提とするネットワークアーキテクチャを図2に示す。ネットワークは、IPデータを転送する「IP転送網」と、各種の高機能IPサービスを実現するための「IP信号網」から構成され、アクセス網を収容する。IP転送網は複数のIPノードから成り、IP信号網には、提供するサービスに対応したルートサーバやポリシーサーバ、シグナリングゲートウェイ、認証サーバなどの各種管理サーバが配備される。

3.2 解決技術

3.2.1 集中化されたネットワーク制御

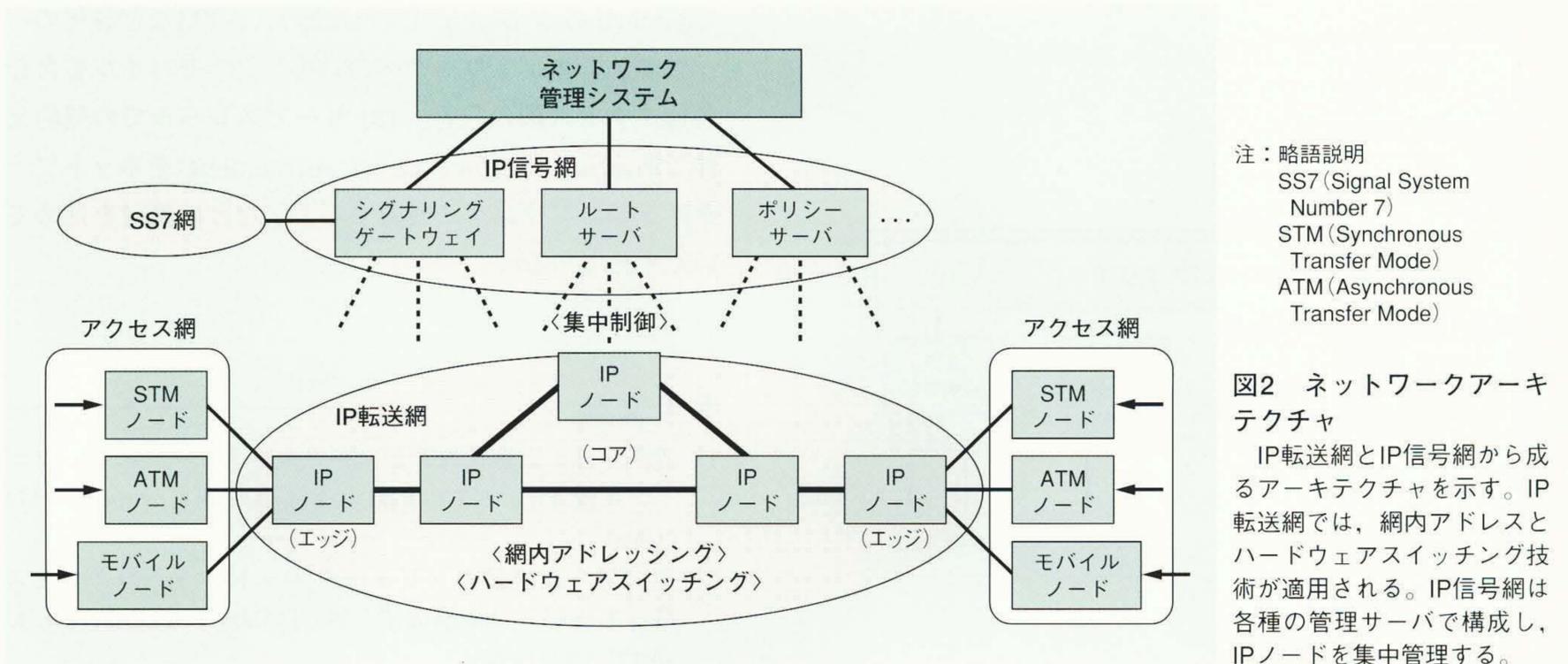
現在のIPネットワークでは、隣接するルータが相互に経路情報を交換してデータ転送を行う分散制御方式が適用されている。しかし、ネットワークの大規模化と高信頼化、また品質保証型の通信の要求に対応するには、経路情報をはじめとする網内情報を集中管理することが必要であり、これによって保守・運用性が向上できるとともに、ポリシーに基づいたネットワークの運用が容易となる。

これを実現するために、図2に示すIP信号網に集中管理のための各種の管理サーバを設ける。ルートサーバでは、網内のトポロジーや経路情報を集中管理し、到達性の保証やネットワークの耐障害性の向上を図る。また、ポリシーサーバでは、網の運用ポリシーに従って、例えば品質保証を行うためのQoS制御や設定などを一元的に行う。さらに、既存の電話網との相互接続のためのシグナリングゲートウェイや、セキュリティ機能を向上するための認証サーバによる集中制御を行うことにより、高機能なネットワークサービスの実現が可能となる。

3.2.2 網内階層化アドレスとカプセル化

エッジノードやコアノードを網内に階層的に配置し、各ノードに網内アドレスを付与することにより、ネットワーク管理が容易となり、また、高速転送が可能となる。

網内アドレスは、従来のIPアドレスに代わり、各ノードに対して網内ルーティング用の簡易な内部アドレスとして付与される。エッジノードで内部アドレスのカプセル化を行い、網内のコアノードではカプセル化された内部アドレスでルーティングする。階層化された網構成では、



入力エッジノードから出力エッジノードまでのコアノード中継段数が削減され、階層化されないネットワークに比べて転送遅延時間が短縮される。経路が確定することとトラヒックに応じた設備が用意できるという点で、キャリアクラスの管理が可能となる。

カプセル化は、上記の網内ルーティングだけでなく、今後、IPサービスの高度化に向けて必須の機能である。VPNのプライベートアドレスやモバイルIPアドレスは、ネットワークに実際に収容される位置とは無関係に付与されるアドレスであり、カプセル化によって網内のルーティングが容易となるため、VPNやモバイルIPに加え、IP版IN、高速化対応〔MPLS (Multi-Protocol Label Switching) など〕の各サービスが対象となる。

3.2.3 高速ハードウェアスイッチング

(1) フォワーディング機能

これまでソフトウェアで行っていたフォワーディングやルート検索、フィルタリングなどの機能をハードウェアで実現することにより、高い交換能力を達成することが可能となる。先進のASIC (Application Specific IC) の活用によって上記処理をハードウェア化し、エントリ数に影響されない高速・大容量の検索処理を実現する。

(2) QoS制御機能

音声や映像を含むリアルタイム情報のトラヒックは、遅延とゆらぎに敏感である。きめ細かなQoS機能を具備することが、マルチメディアトラヒックのハンドリングではきわめて重要となる。このQoS制御機能をハードウェア化することにより、高速・高信頼処理を実現する。

4 アプローチ

4.1 IPノードアーキテクチャ³⁾

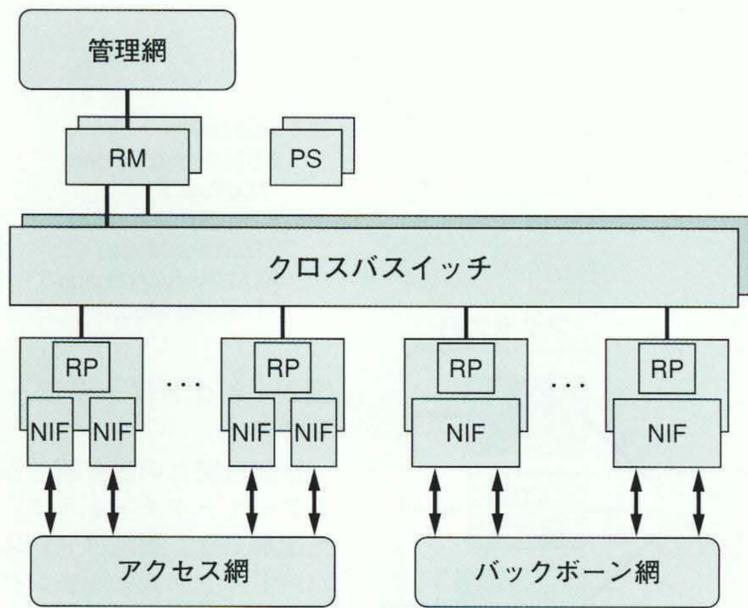
IPノードの構成を図3に示す。IPノードは、NIF (Network Interface), RP (Routing Processor), クロスバスイッチ, およびRM (Routing Manager) で構成している。NIFは、低速から高速まで多様の回線に対応する。RPはIPノードの心臓部であり、フォワーディングのほか、ルート検索やQoS, フィルタリングなどの制御をすべてハードウェアで行う。クロスバスイッチは、各RP間を接続する高速スイッチである。RMはルート情報を管理し、これを各RPに配布する機能を持つ。

また、ノンキャッシュによるフルハードウェア転送により、高速転送を実現している。RPには、先進のASICを用い、独自の検索アルゴリズムにより、エントリ数によらない大容量のアドレス検索処理を実現している。優先制御や帯域制御などのQoS制御機能もハードウェアで実現しており、IETF (Internet Engineering Task Force) のDiff-Serv (Differentiated Service) に対応している。

4.2 管理サーバ

管理サーバの一例として、IPデータの経路制御を行うルートサーバの基本機能について以下に述べる。

ルートサーバは、IPデータの経路制御を集中管理することによって信頼性と運用性の向上を図るとともに、IPノードとの機能分散により、網内スループットの向上を図る目的で設置される。ルートサーバは、隣接する外部ルータとの間の経路情報を交換し、この情報をIPノード



注：略語説明 PS (Power Supply)

図3 IPノードアーキテクチャ

IP転送網に用いられるIPノードのアーキテクチャを示す。ハードウェアによる高速フォワーディングと、QoS制御が実現される。

に配布、通知するという基本機能を持つ。既存のルーティング網では各ルータが隣接ルータとOSPF (Open Shortest Path First) などのプロトコルを用いて経路情報を交換するが、この構成では網内のノード間の経路制御はステティックとし、ルートサーバは、外部ルータとの間でダイナミックな経路情報の交換を行うという機能を持つ。なお、ルートサーバは、汎用のサーバプラットフォーム上のソフトウェアとして実現される。

5 おわりに

ここでは、高速・大容量化する次世代IPネットワークのキーワードとして、「大規模」、「ギャランティ」、および「キャリヤクラス」をあげ、これを実現するための課題とアプローチについて、また、提案するネットワークアーキテクチャと三つの解決技術をあげてその特徴について、さらに、これを実現する「IPノード」と「管理サーバ」の機能について述べた。

今後は、グローバルなIPネットワークへの展開を目指して、(1) WDM (Wavelength Division Multiplexing) やSONET (Synchronous Optical Network) /SDH

(Synchronous Digital Hierarchy), ATMなど各種のバックボーンネットワークへの対応、(2) モバイルを含む各種アクセス網の収容、(3) サービスレベルでの契約条件であるSLA (Service Level Agreement) をネットワークエンジニアリングに展開する手法などの検討を進めていく考えである。

参考文献

- 1) 渡部, 外: 次世代コンピュータネットワークのバックボーン系構成法, NTT R&D, Vol.47, No.4, pp.435~444 (1998)
- 2) 原, 外: 次世代コンピュータネットワークのアクセス系・エッジノード構成法, NTT R&D, Vol.47, No.4, pp.425~434 (1998)
- 3) 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—GR2000の紹介—, 日立評論, 81, 9, 579~582 (平11-9)

執筆者紹介



宮本宜則

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 基幹IPシステム開発本部 所属
キャリア向けIPネットワークシステムの開発に従事
電子情報通信学会会員, IEEE会員
E-mail: tmiyamoto@ebina.hitachi.co.jp



田辺史朗

1978年日立製作所入社, 中央研究所 ネットワークシステム研究室 所属
IPネットワークシステムの研究・開発に従事
電子情報通信学会会員, IEEE会員
E-mail: tanabe@crl.hitachi.co.jp



高田 治

1979年日立製作所入社, システム開発研究所 第4部 所属
インターネットにおけるQoS・経路制御技術の研究・開発に従事
情報処理学会会員, IEEE会員
E-mail: takada@sdl.hitachi.co.jp



郷原 忍

1977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 基幹IPシステム開発本部 所属
IPネットワークシステムの開発に従事
電子情報通信学会会員, IEEE会員
E-mail: gohara@ebina.hitachi.co.jp