

ブロードバンド時代のIPv6

～ IPv6の最新動向とNECの戦略～

2001年8月1日

NECネットワークス

戦略マーケティング本部

先進ソリューション技術グループ

今井 恵一

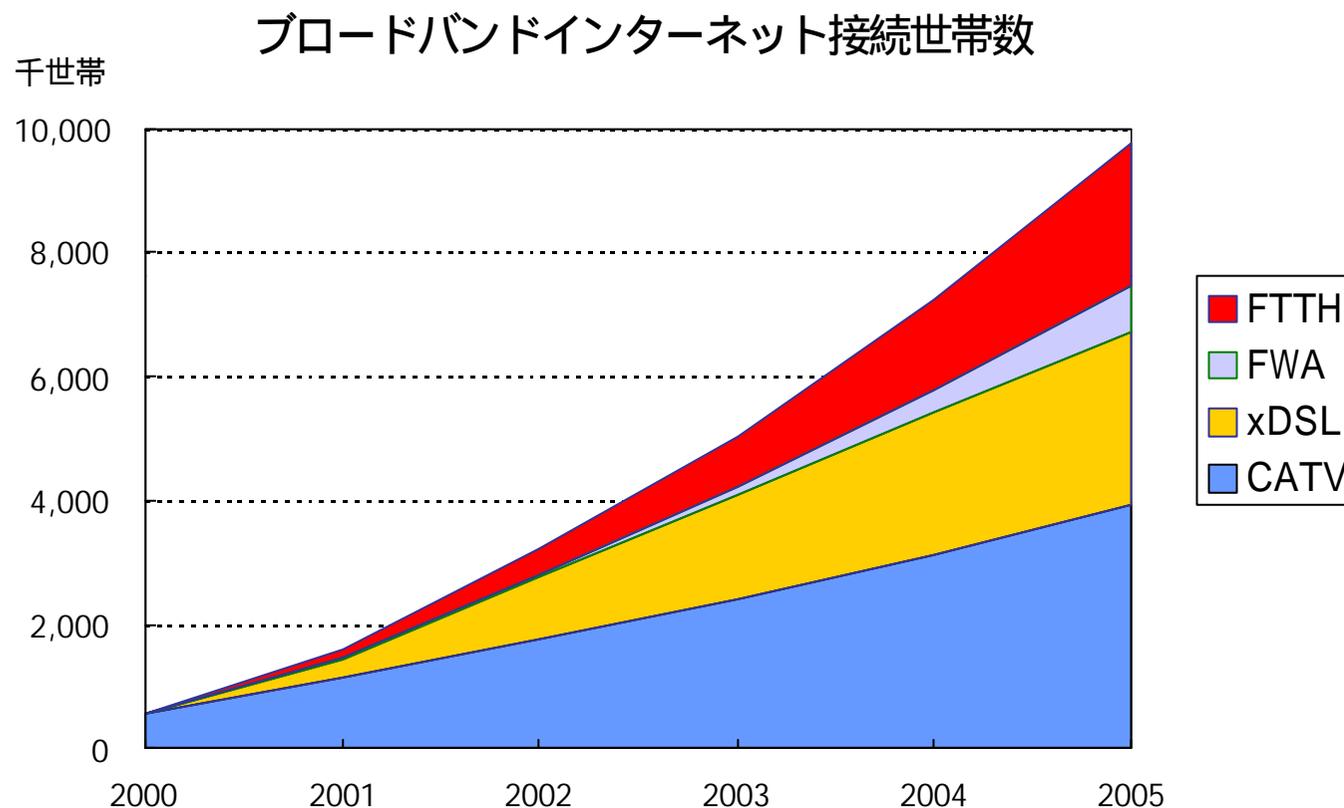
Email: kei-imai@ah.jp.nec.com

目次

- “ブロードバンド”で見えてきた世界
- IPv6と“ブロードバンド”
- IPv6の簡単な説明と最新動向
- NECのIPv6戦略
- 付録

ブロードバンドの普及

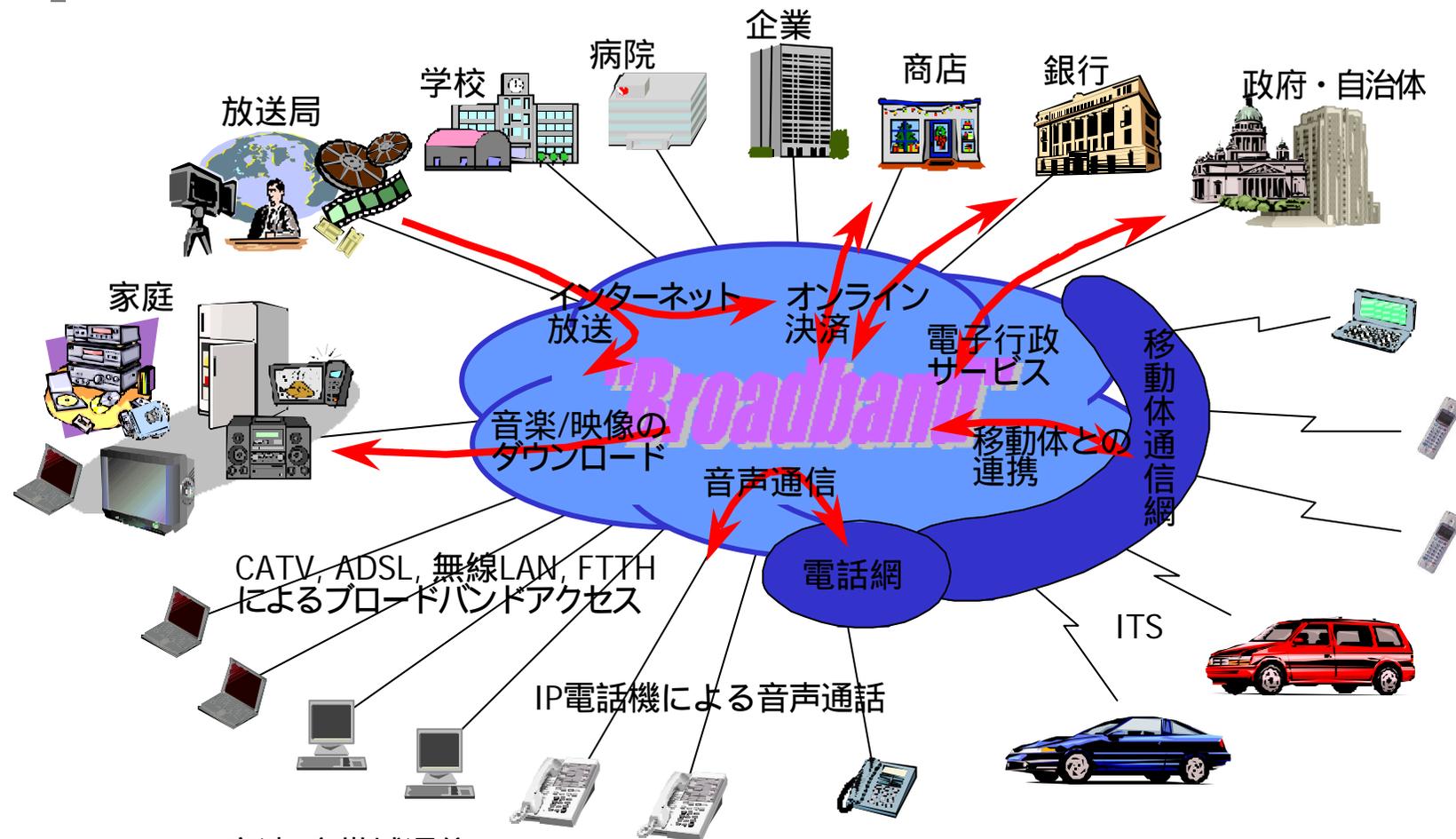
- アクセスラインの高速化により、2005年にはインターネット接続利用者の1/3の約1,000万世帯がブロードバンドインターネットに接続する



出所：野村総合研究所「IT市場ナビゲーター」
 (下り500kbps以上の伝送速度によるインターネット接続世帯数)

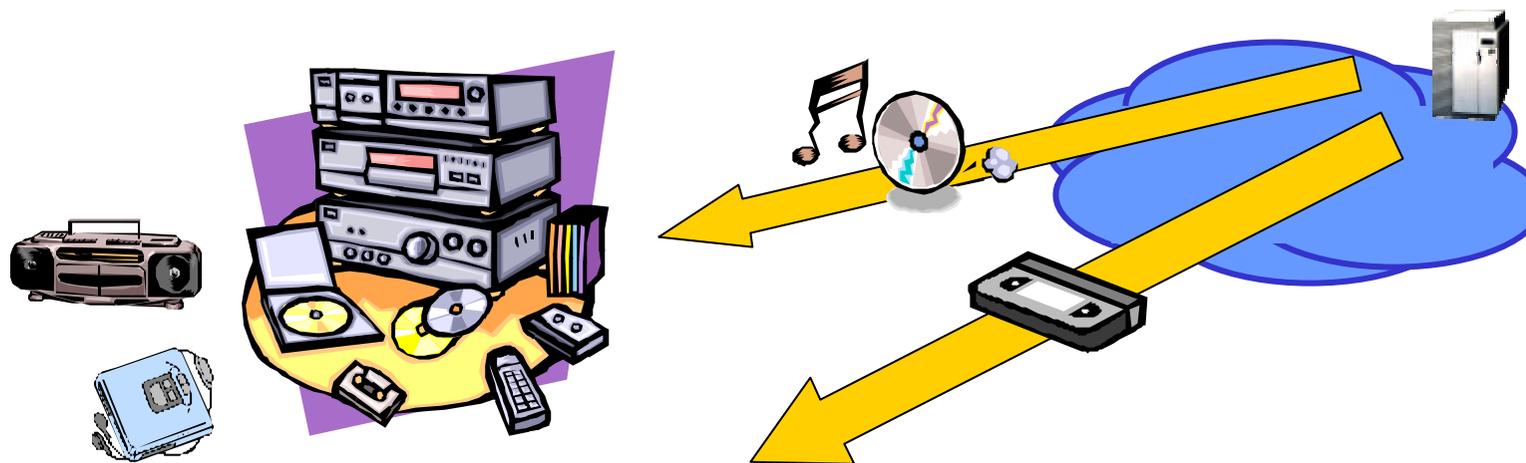
“ブロードバンド”で見えてきた世界

“ブロードバンド”の使い方



- 高速/広帯域通信
- すべてのユーザがネットワークに常時接続
- 電話網/移動体網とのシームレス接続
- 音声や映像のストリームデータ配信/オンライン決済などの新しいサービスの普及

音楽/映像ファイルダウンロード



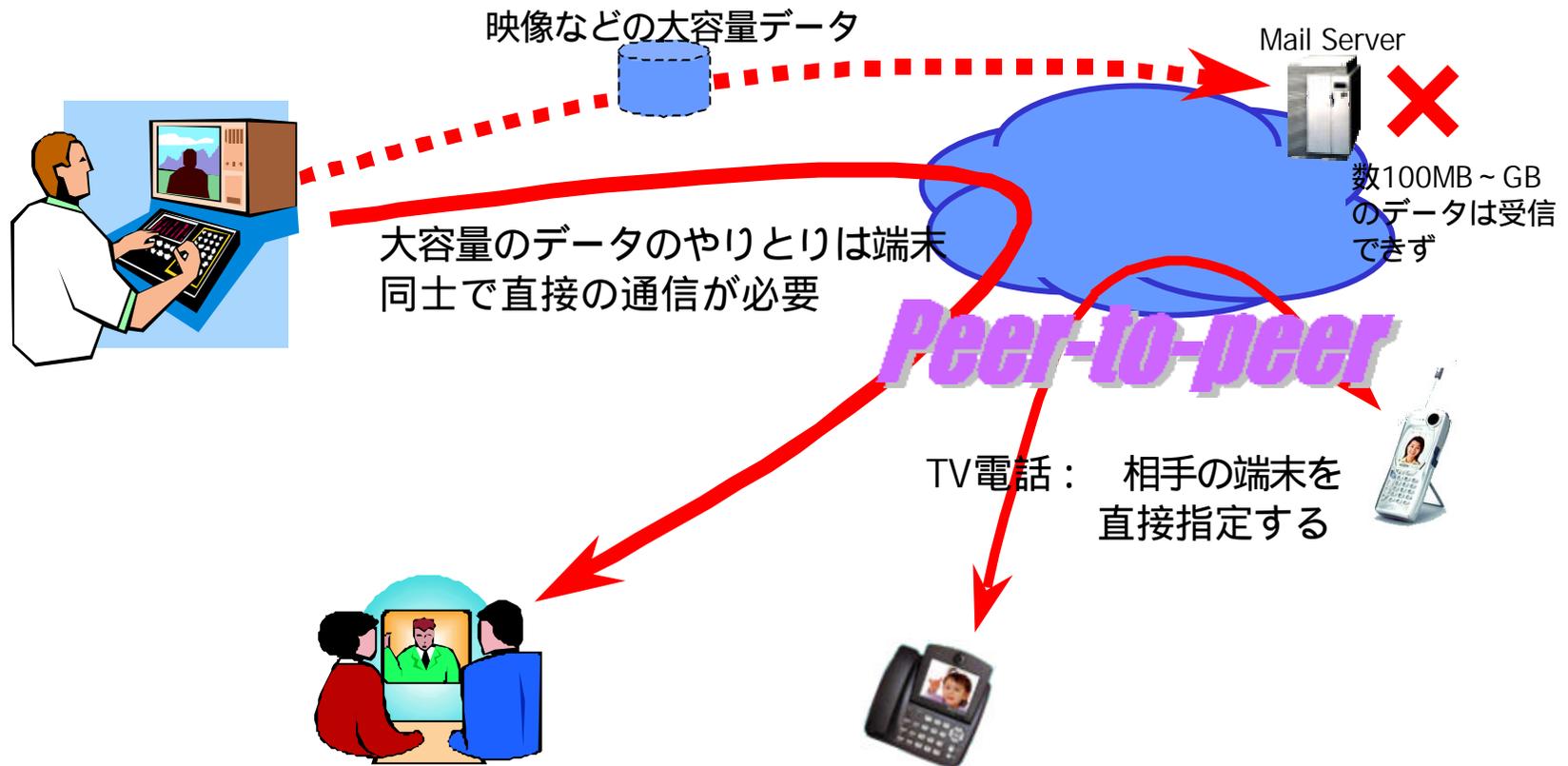
ダウンロードに要する時間

	CD1枚(70MB)	映画(DVD:7GB)
アナログ電話(56kbps)	2.8時間	11日
ADSL(512kbps)	18分	30時間
FTTH(10Mbps)	56秒	1.5時間
FTTH(100Mbps)	5.6秒	9.3分

Broadband

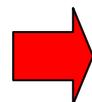
広帯域常時接続 ➡ AV機器からエアコン、冷蔵庫、電子レンジまで

映像付きメール、テレビ電話



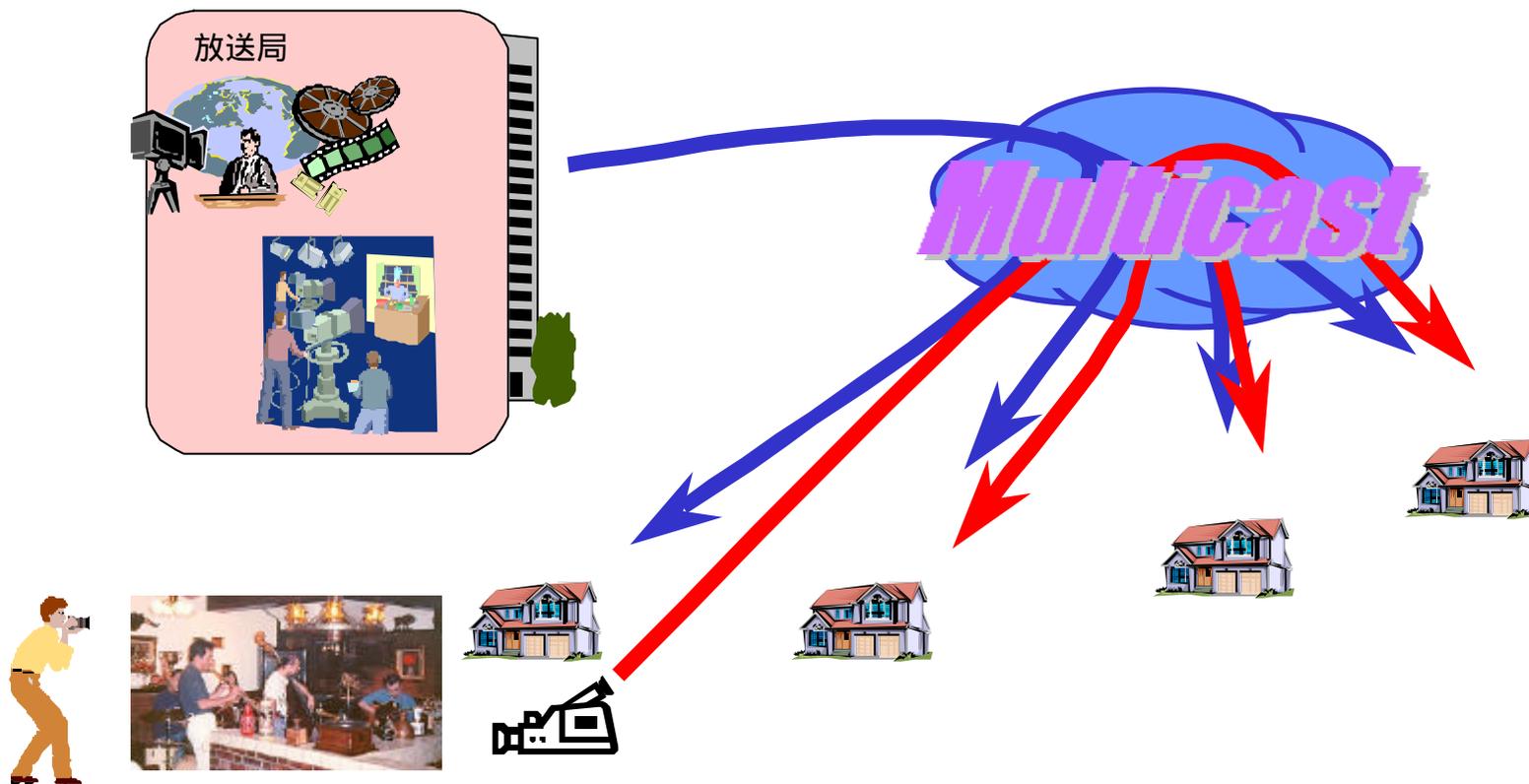
"Broadband"

広帯域常時接続



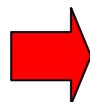
これまでのようにサーバを使わず、Peer-to-peer通信による新しい使い方

超ローカル放送局



"Broadband"

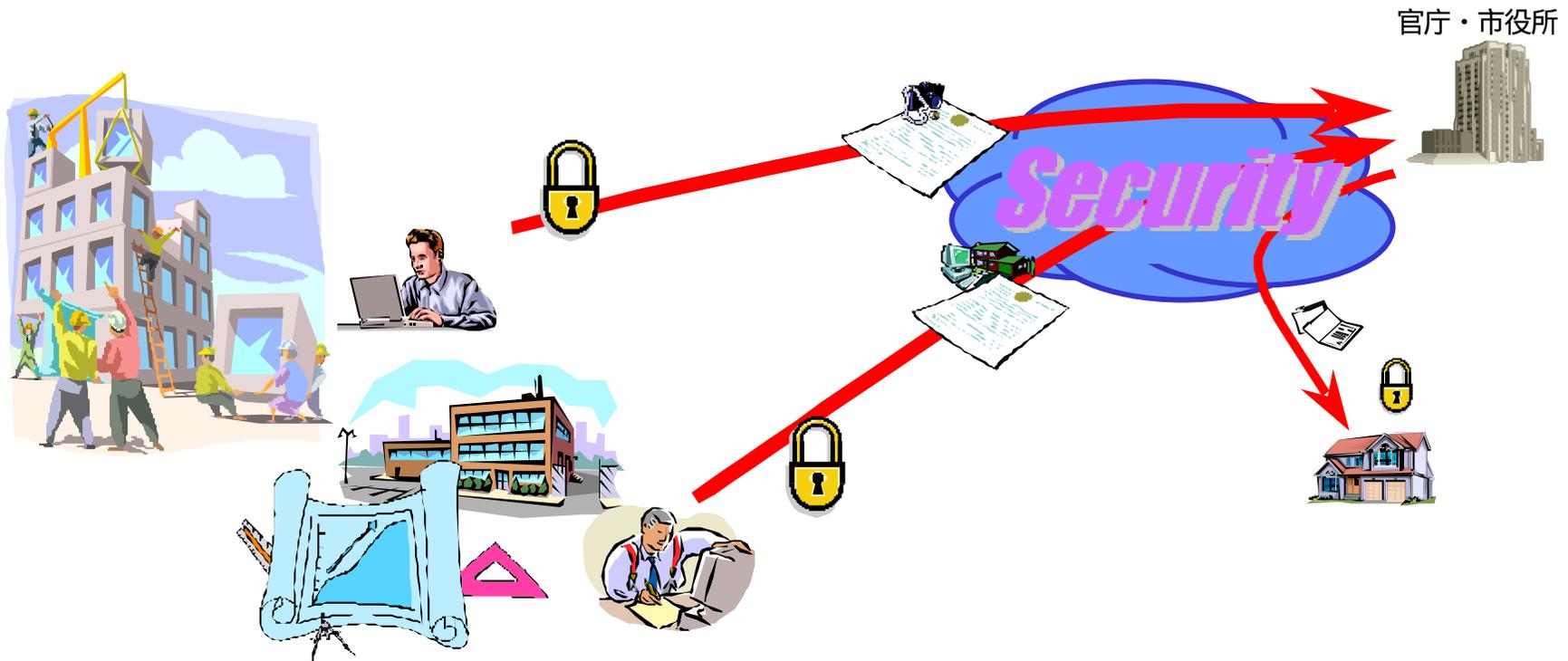
広帯域常時接続



放送と通信の融合

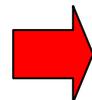
従来の放送事業者だけでなく、誰もが放送局

電子行政サービス： 電子申請



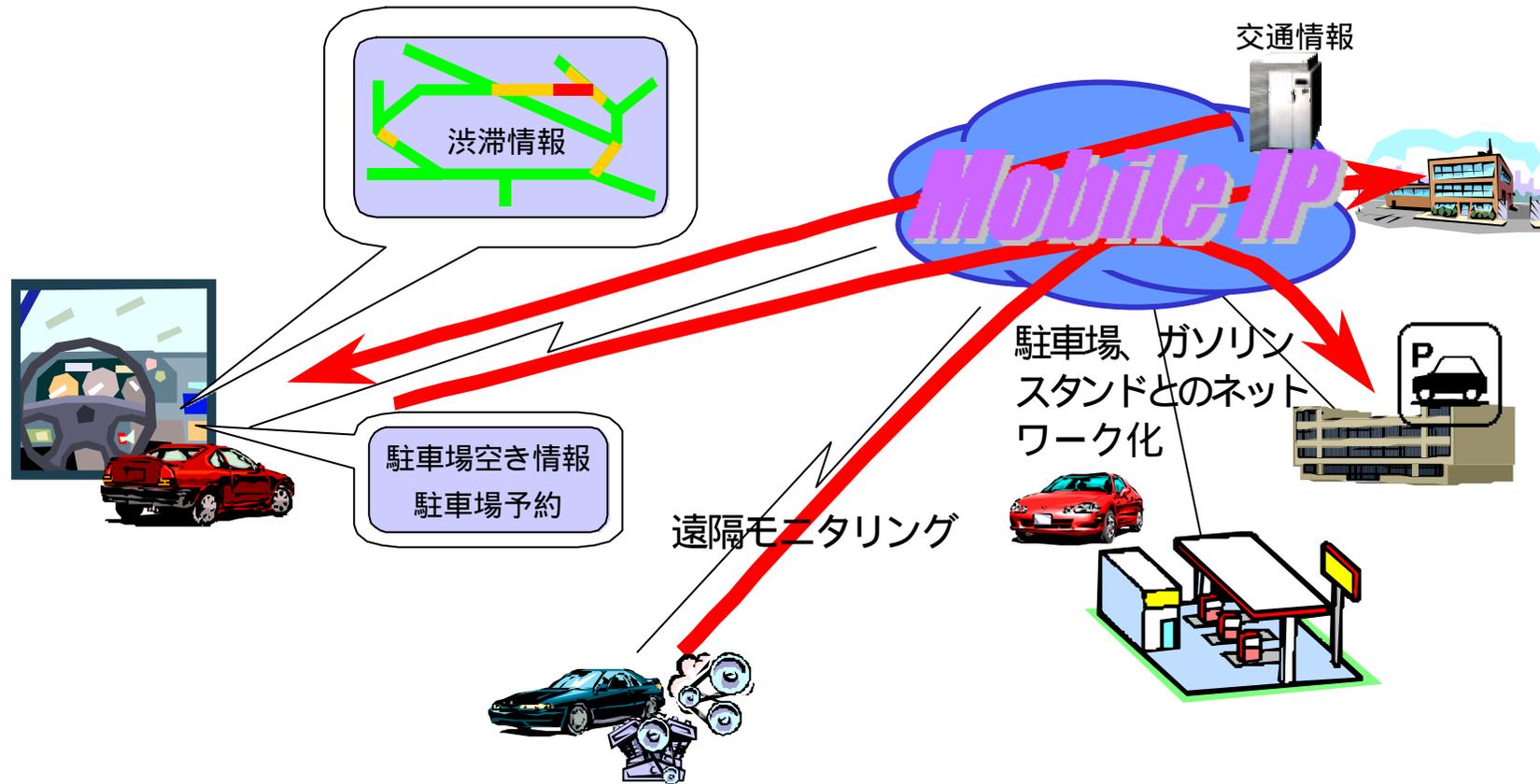
"Broadband"

広帯域常時接続



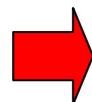
写真や図面などの書類も電子申請
セキュリティの必要性

インターネットITS



"Broadband"

広帯域常時接続



広帯域の移動体通信とインターネットとのシームレス化

“ブロードバンド”実現のための課題

新しい端末

- 多くのユーザがネットワーク社会の恩恵を受けることができるために
- 非PC端末(インターネット家電、携帯電話/PDA、カーナビ、)

ブロードバンドアクセス

- アクセスの広帯域化と「常時接続」

通信と放送の融合

- 通信と放送の境界が曖昧に
IPマルチキャストの普及を期待

“Broadband”

安心できるセキュリティ

- ECや電子申請サービス普及のためのセキュリティ技術の普及

モバイルとのシームレス化

- 移動体通信網とインターネットをシームレスに接続

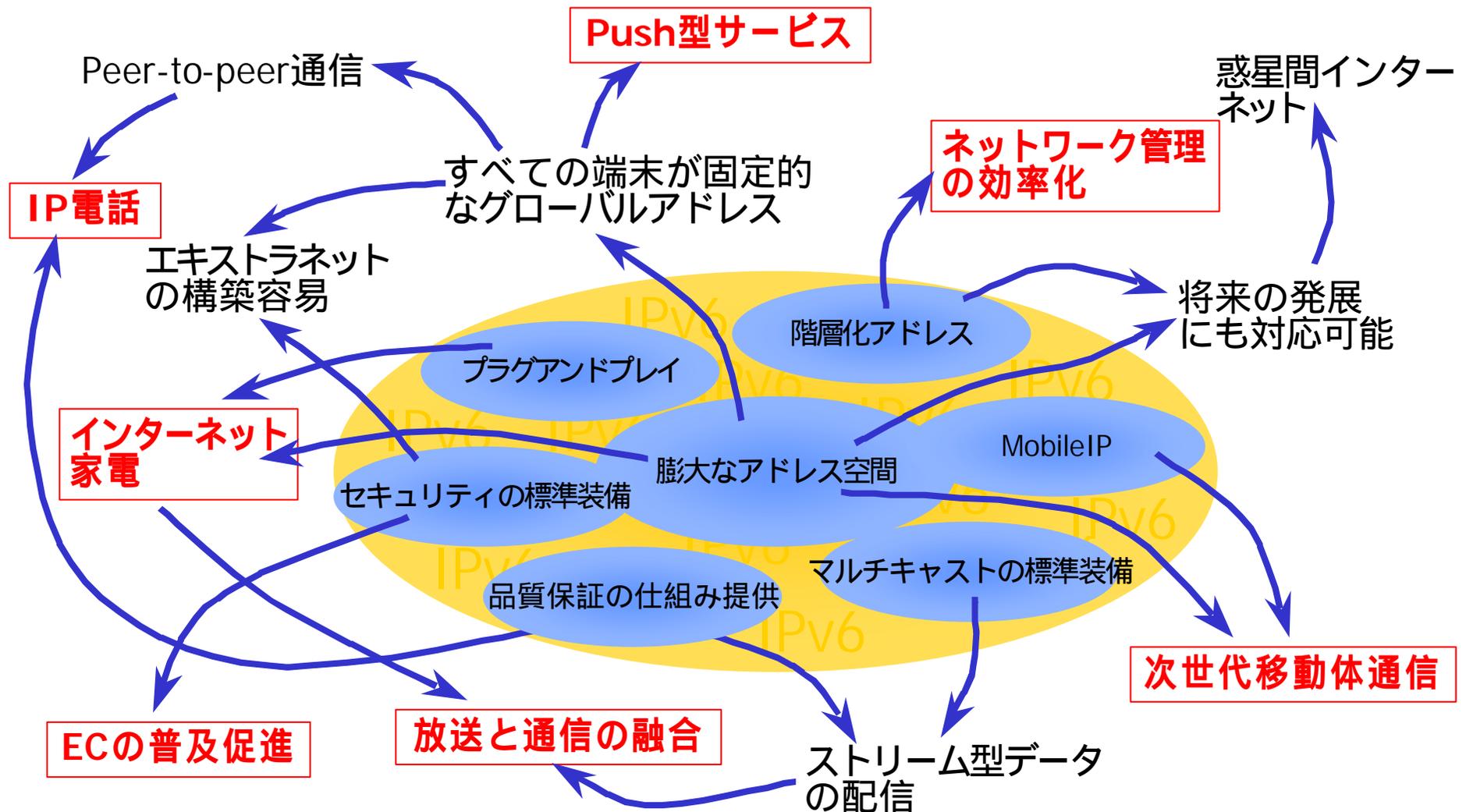
管理されたネットワーク

- 従来のベストエフォートではないインフラとしてのネットワーク
- ボトムアップで発展した現在のインターネットの限界

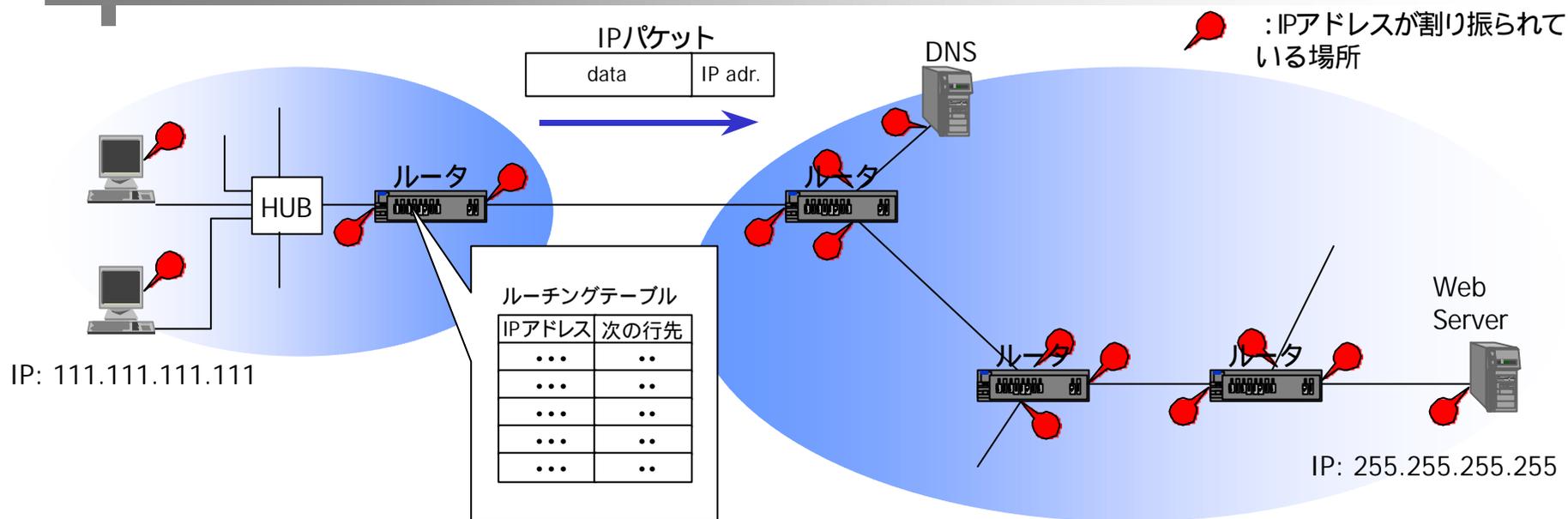


IPv6と“ブロードバンド”

IPv6で何ができるか



膨大なアドレス空間



- IPv4アドレス： 32bit 0.0.0.0 ~ 255.255.255.255 (32bitを8bitずつに区切り、それぞれ10進数で表す)
- IPv6アドレス： 128bit 0:0:0:0:0:0:0:0 ~ FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF (128bitを16bitずつに区切り、それぞれ16進数で表す)

IPv4アドレス(約43億個)

バケツ一杯の砂粒の数

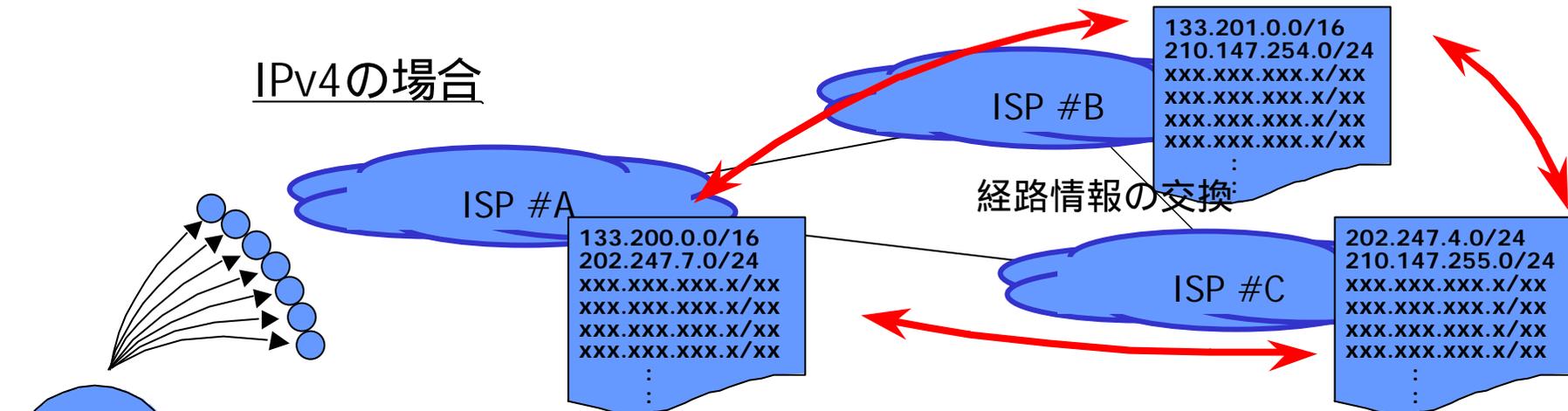


IPv6アドレス

地球の体積分の砂粒の数

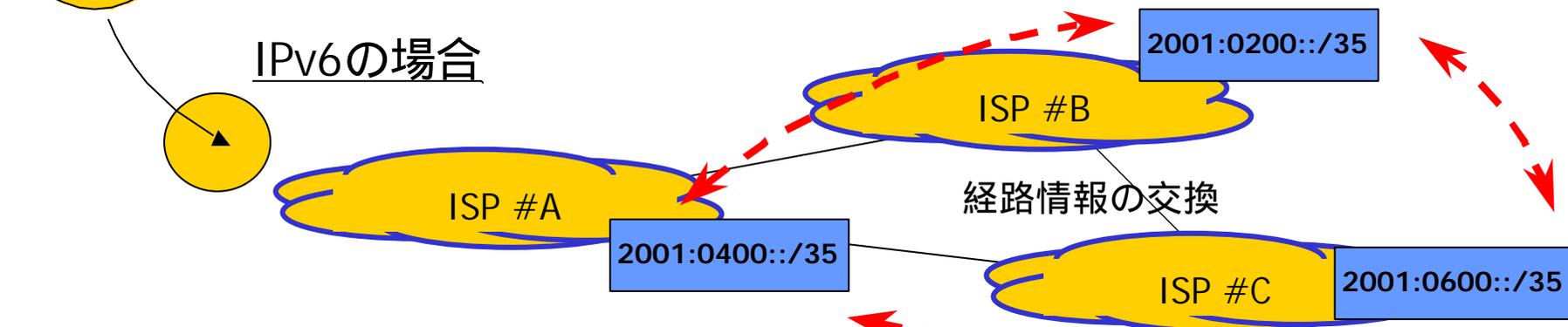
階層化アドレス： 経路情報の削減

IPv4の場合



IPアドレスが足りなくなる度に順々にフラットにアドレスを配布するため、各ISPが大量の細切れな経路情報を交換することになる。

IPv6の場合



一つのTLAで十分なアドレス空間を確保できるため、基本的に1つの経路情報の交換で済む。

マルチキャストとセキュリティ

- IPv4での状況
 - マルチキャスト(PIM他)、セキュリティ(IPsec)ともIPv4でも規定あり
 - 実装しているルータ/ホストもあるが普及していない
 - 処理能力面からネックになるケースが多い

- IPv6ではマルチキャストもセキュリティも標準装備
 - マルチキャスト
 - ブロードバンドアクセスによりインターネット放送が現実のものに
 - ユニキャストではバックボーンの負荷膨大
 - IPマルチキャストを利用したコンテンツ配信ネットワークの実現に期待
 - セキュリティ
 - 標準装備となりIPレベルでのセキュリティが向上
 - IPsecの利用により、end-to-endでの暗号化通信を実現

モバイルインターネット: MIPv6

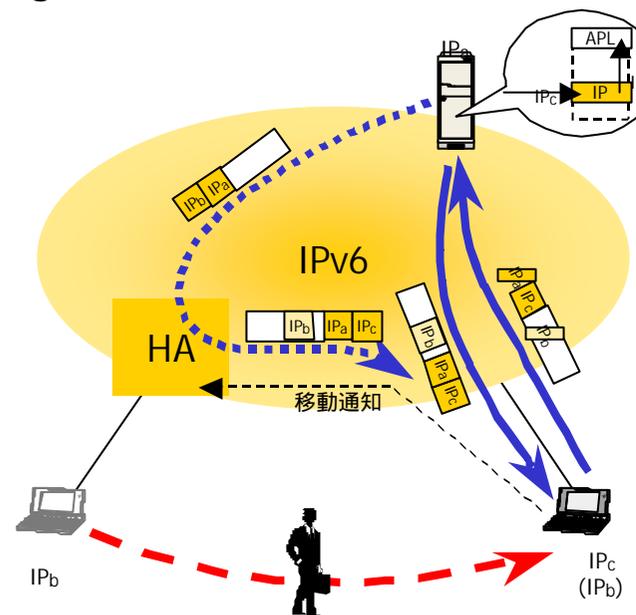
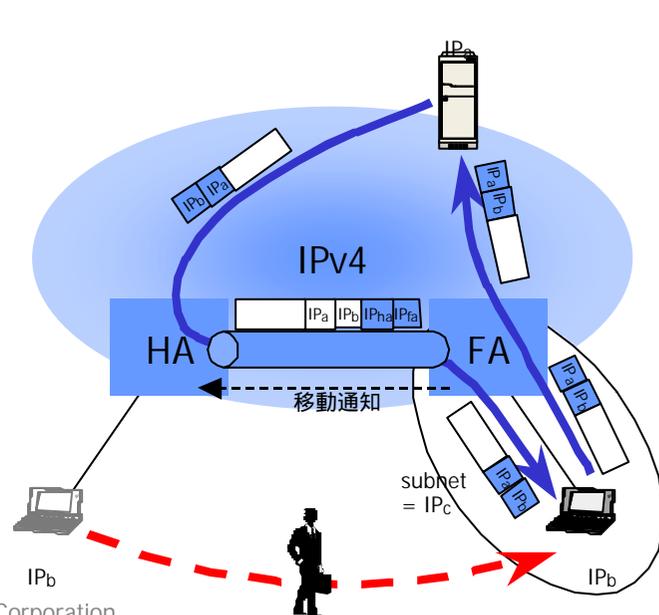
■ Mobile IPはIPv6で普及する

■ 実装が容易

- IPv6では拡張ヘッダにMobile IP用の定義を追加
- 元々IPv4では端末が移動することを想定していない
- 移動先にForeign Agentが不要

■ 通信相手と直接通信が可能

- IPv4では自分宛のパケットをHome Agentが移動先まで転送



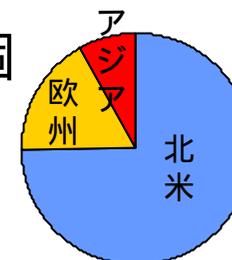


IPv6の簡単な説明と最新動向

IPアドレスの不足とv6への期待

■ IPv4アドレスの現状

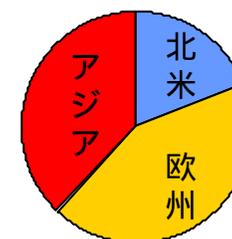
- 約43億個のうち半分以上を配布済み 残りは13億～18億個
- 現在のアドレス配布の勢いでは2006年にはアドレスが枯渇??
- 潤沢な北米、深刻なアジア



IPv4アドレスの地域別割当

■ Broadband and Mobile

- ダイヤルアップ接続から常時接続へ CATV、ADSL、無線LAN、FTTH
 - グローバルアドレスの固定割当によりアドレス消費拡大
 - Push型サービスや端末-端末間通信の増加
- IMT-2000のサービス開始
 - 広帯域化され、トラフィックの中心は音声からインターネットへ
 - 固定アドレスを必要とする膨大な端末数
 - 3GPPでは、IMT-2000にIPv6を採用する方向



IPv6アドレスの地域別割当

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line

FTTH: Fiber To The Home

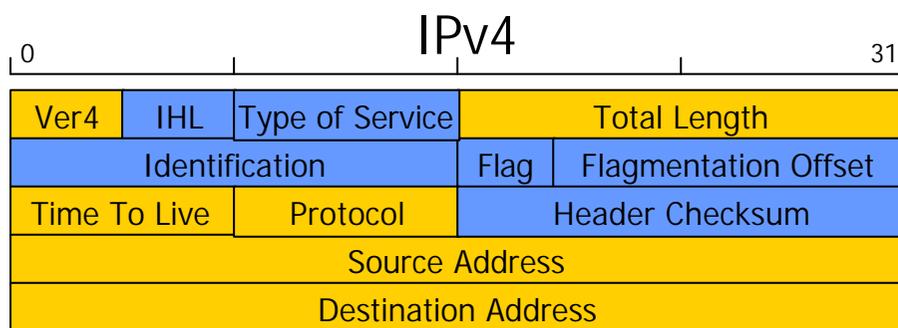
3GPP: 3-rd Generation Partnership Project

IMT-2000: International Mobile Telecommunication 2000

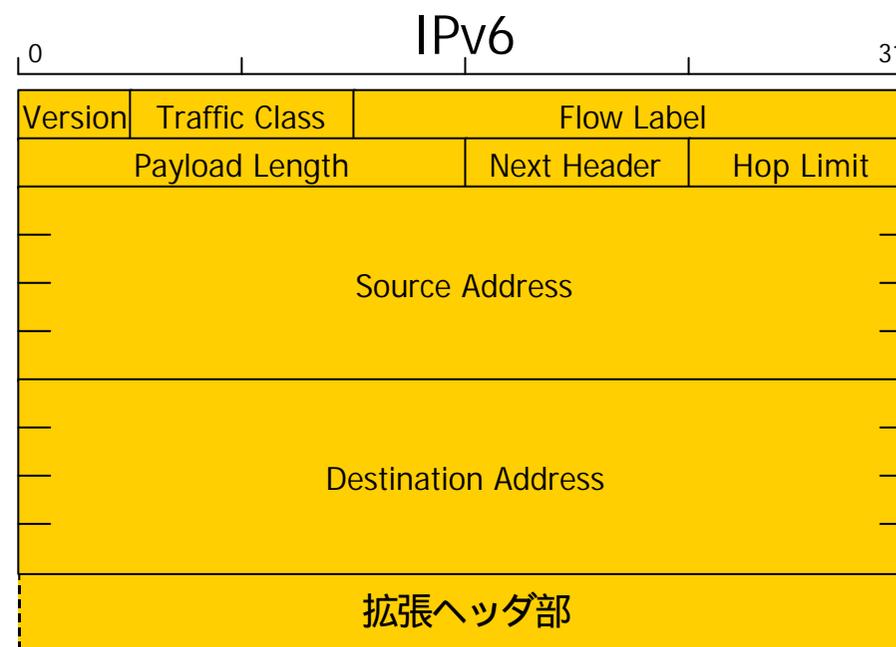
ヘッダフォーマット

■ IPv4とIPv6の比較

- 経験的に使わないフィールドを削除(の部分)
- オプション的な機能は拡張ヘッダへ
- ヘッダを固定長に
- アドレス長は4倍、ヘッダ長は2倍



Protocol Next Header
 Time To Live Hop Limit



アドレス構造(階層化アドレス)

- アドレス先頭64bitを階層的にアサイン
 - TLA: 大きい固まりのアドレスで、大規模プロバイダにアサイン
バックボーンはここだけを見てルーティング
 - NLA: TLAの中からサイトごとにアサイン
 - SLA: サイト内で自由に使って良い部分
- アドレスアサインの例:
 - 大規模ISPにTLAを割り当て、このISPが配下の組織にNLAを割り当てる
 - この配下の組織内でSLAを自由に使う
 - 下位64bitには端末のMACアドレスをマッピングする



FP:	Format Prefix (001)	NLA-ID:	Next-Level Aggregation Identifier
TLA-ID:	Top-Level Aggregation Identifier	SLA-ID:	Site-Level Aggregation Identifier
RES:	Reserved for future use	Interface-ID:	Interface Identifier

IPv6の特徴

■ アドレス空間の拡張

- IPv4 : 32bit = 4,294,967,296個 (約43億個= 4.3×10^9)
- IPv6 : 128bit = 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456個
(約340澗個 澗>溝>穰>杼>垓>京>兆 = 3.4×10^{38})

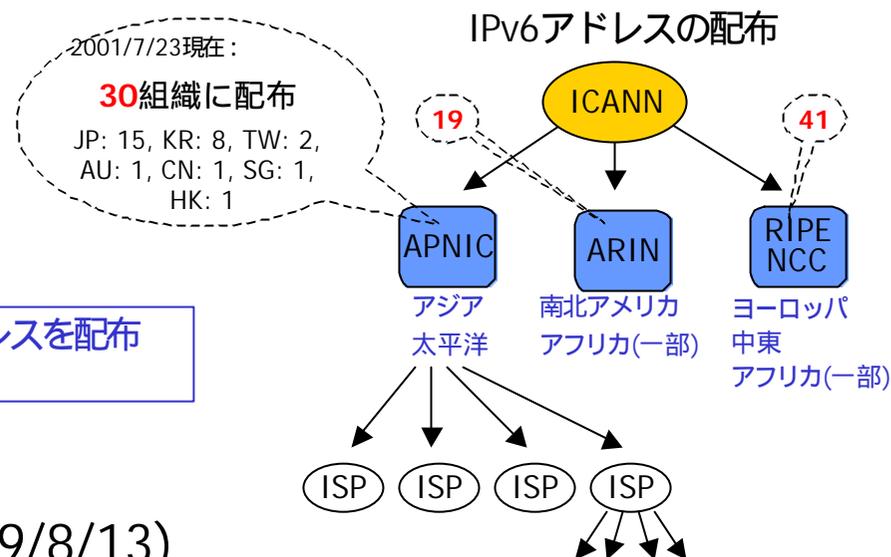
全世界の人口を100億人として、1人当たり 3.4×10^{28} 個 のアドレスを割り当て可能

■ 新機能と特徴

- 事実上無制限のアドレス数 携帯電話、カーナビ、インターネット家電、etc.
- 階層化アドレス 効率的なネットワーク管理
- 標準となったセキュリティ機能 EC等の認証、セキュア通信
- 品質保証のしくみ(フローラベル) 音声、映像等のStream data
- プラグ&プレイ機能による容易な設定手順 情報家電のIP化
- マルチキャストの標準装備 1対nの通信、放送と通信の融合
- 移動体通信への考慮 MobileIPによる固定網と移動網のシームレス化

IPv6アドレス割当の現状

- 正式なIPv6アドレスの配布
 - 1999/7/14: アドレス配布開始
 - ICANN配下、3つの地域レジストリ

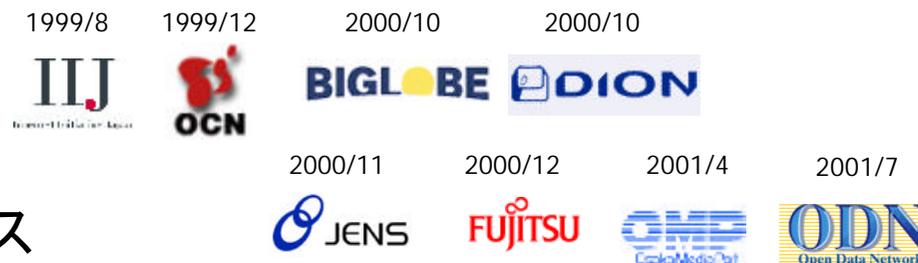


現状では、1つのISPに約 8×10^{27} 個のアドレスを配布
これを約6,000万のISPに配布可能

- 国内のIPv6アドレス取得状況
 - 日本ではWIDEが最初に取得(1999/8/13)
 - 2001年7月時点でIPv6アドレスを取得しているのは以下の組織
 - WIDE, NTT-Com, JENS, IJ, IMNET, Infoweb, BIGLOBE, DION, ODN, SONY, TTNNet, CCCN, Infosphere, OMP, DTI

IPv6試験サービス

- WIDEのNSPIXP6
- 先進ISPによるIPv6サービス



ICANN: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers ドメインネームとIPアドレスの割り当てに関するインターネット法人
 APNIC: Asia Pacific Network Information Center アジア・太平洋地域におけるIPアドレス、ドメイン名を管理する組織
 WIDE: WIDE Project 慶応大学：村井純教授が主催するインターネット技術の研究団体

IPv6対応機器の現状

ルータ/スイッチ



KAME (WIDEが開発したFreeBSD上のルータソフト)
フリーソフトとして流通



Telebit (デンマークの会社、現在はEricssonが買収)
製のIPv6ルータ 1999年より販売



➡ 2001年2月より製品として正式出荷(以前から評価版を多く供給)



➡ IOSの評価版を供給 2001年4月より正式サポート



➡ 2000年9月よりIX5000を製品として出荷



小型ルータを中心に開発中

サーバ



製品で正式サポート



製品で正式サポート

端末



IPv6を正式サポート



評価版供給中

e-Japan構想とIPv6

- 2000年9月：森首相が国会の所信表明演説でIPv6に言及
 - 2005年にはIPv6による超高速インターネット環境
- 郵政省(現総務省)のH12年度補正予算(IPv6関連)
 - 情報家電インターネットの研究開発
 - JGN(日本ギガビットネットワーク)のIPv6化
- IPv6普及・高度化推進協議会
 - 2000年10月に発足、慶大：村井教授が座長
 - NTT-Com、NEC、日立、富士通をはじめ、20社以上が参加
- e!プロジェクト
 - IT戦略本部がe-Japan2002プログラムとして発表(2001/6/27)
 - 超高速のIPv6によるインターネット環境やモバイルを活用したショッピングモールをモデル街区に整備

IPv6の普及に向けて

- IPv6の標準化はほぼ終了
- 実験サービスが始まっており、商用サービスも開始間近
- ルータ等のネットワーク機器の開発も加速

しかし、IPv6が普及するためには

- IPv6端末の普及
 - PC (MS Windows) のIPv6化、携帯端末のIP化、インターネット家電、ITS、...
- IPv6を使用した新しいアプリケーションの出現
 - Push型サービス? VoIP? セキュリティを強化したEC? 通信と放送の融合?
 - アプリケーションに合わせた各種サーバのIPv6対応
- IPv4 IPv6のスムーズな移行技術、移行ストーリー
- 大規模なIPv6網の運用ノウハウ
 - 階層化アドレスによる効率的な管理 IPv6にふさわしい運用技術、運用ツール
 - IPv4/IPv6混在環境の管理形態
- デファクト化のプロセス (IPv4での寡占化の反省)



NECのIPv6戦略

NECのIPv6への取り組み: 研究&試作

■ 1997年より組織的な取り組み

- 社内IPv6開発、普及推進体制の確立
- 大規模社内IPv6実験網の構築/運用
- ルータ試作機の開発

■ 普及推進



- WIDEのKAMEプロジェクトへの参加 (1998年4月 ~)
 - 良質なIPv6インプリメンテーションを提供
- 標準化活動
 - IPv4 IPv6相互通信機構のIETFへの提案とソースコード提供

RFC3089: SOCKS based IPv6/IPv4 Translator (<http://www.socks.nec.com/>)

■ IPv6の先行評価

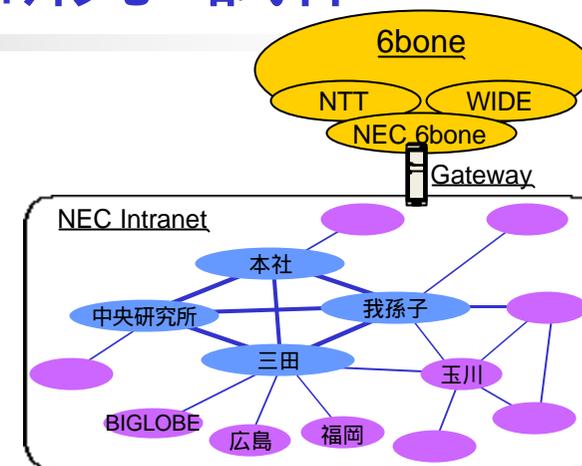
- 6BONEへの接続



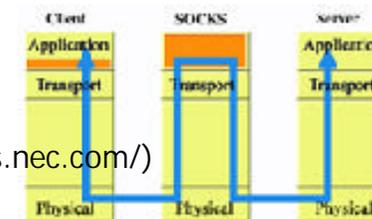
■ コンフォーマンス/インタオペラビリティ試験への参加

Base Spec, IPsec, MobileIPv6, ルーティングプロトコルを検証

- Connectathon
- TAHI



NEC社内IPv6実験網



NECのIPv6への取り組み: N+Iと製品化

■ 展示会出展

- Network+Interop 1998
 - プロトタイプルータを展示
- Network+Interop 1999
 - プロトタイプルータ、Mobile IPv6, IPv6/IPv4 Translatorを展示 (NOC特別賞受賞)
- Network+Interop 2000
 - ルータ製品 (IX5000シリーズ) を出展
- Network+Interop 2001
 - NECブース内ネットワークをIPv6化
 - ShownetにIPv6ルータを大量供給
 - IPv6 Showcase

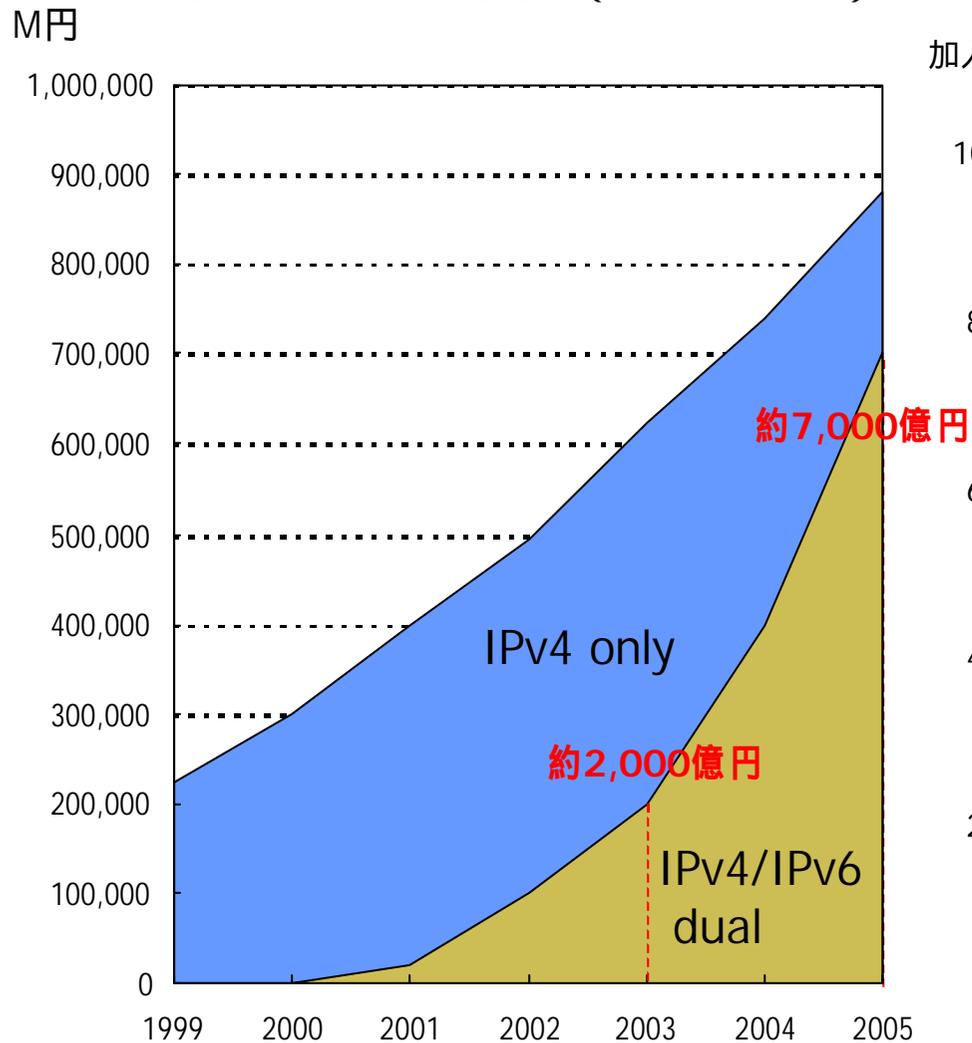


■ ルータ製品の出荷

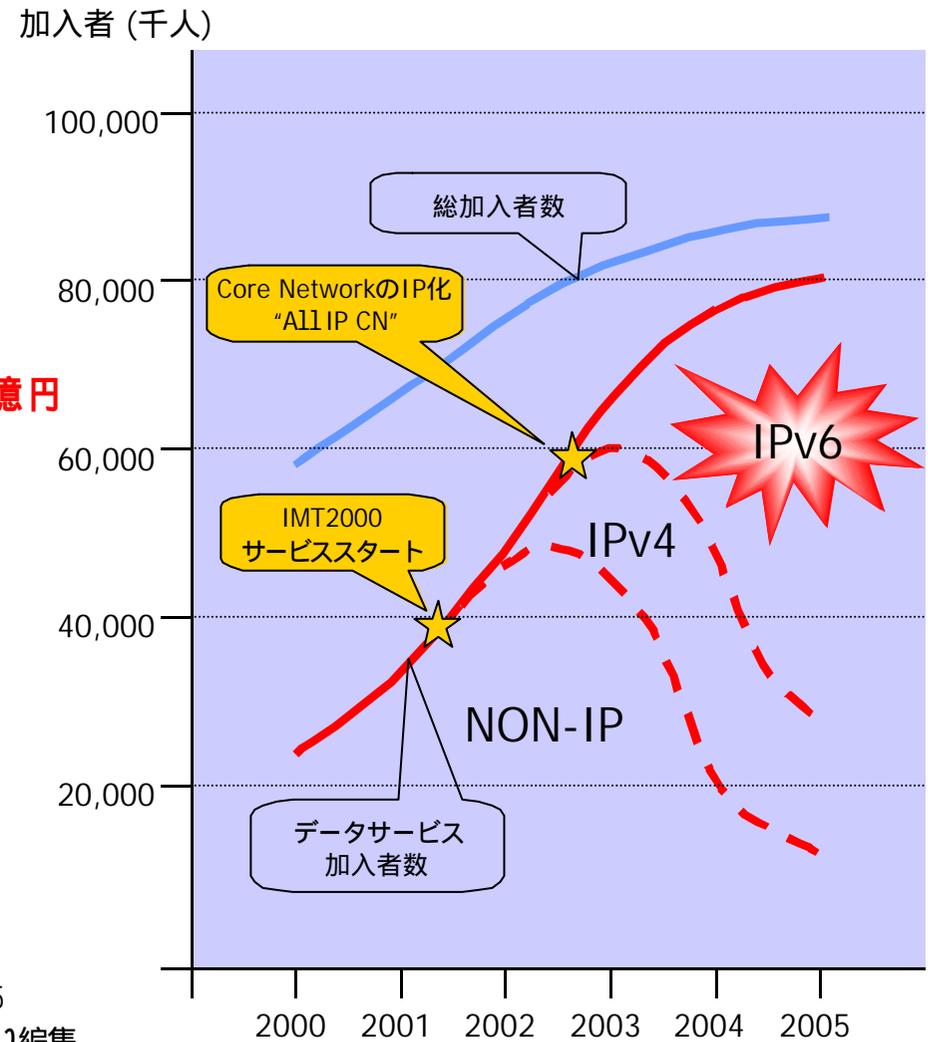
- 2000年9月、IPv6ルータ (IX5000シリーズ) の出荷開始
- 2000年10月、IX5000を使用してBIGLOBEでIPv6実験サービス開始
- 2000年12月、CX5210出荷開始
- 2001年3月、IP8800出荷開始
- 2001年5月、CX4210/CX4220を発表
- 2001年7月、IX1000シリーズを発表

IPv6市場予測

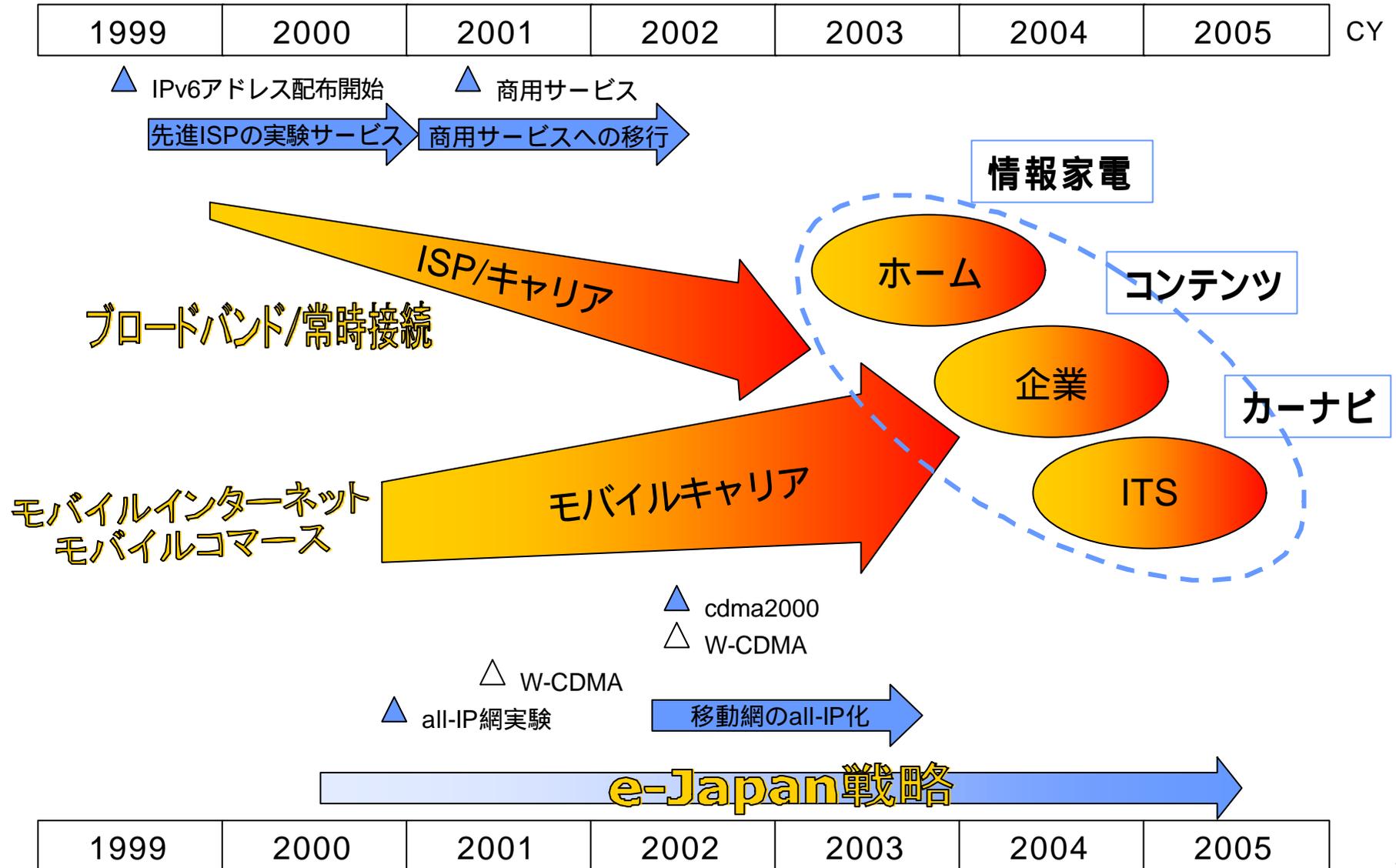
日本のルータ市場規模 (ルータ + L3sw)



日本のモバイルインターネット加入者数予測



IPv6ビジネスの方向性



NECのIPv6ルータ製品



■ 大容量IPスイッチルータ CX5200シリーズ(CX5210/5220)

- 高い信頼性と業界最高水準のQoS性能
- 最大スイッチング容量：320Gbps
- OC-192(10Gbps)までの回線を収容



■ マルチレイヤスイッチ

IP8800/700シリーズ(710/720/730/740/750)

- 8Gbps ~ 192Gbpsの高速バックプレーン
- 最大96本のGbEを収容



■ IPスイッチエッジルータ CX4200シリーズ(CX4210/4220)

- 加入者収容機能とIPサービス機能の両方の機能を装備
- 高密度にIPv6/IPv4を収容し、多彩なエッジ機能を実現
- OC-48(2.4Gbps)までの回線を収容



■ 統合スイッチルータ IX5000シリーズ(IX5005/5010/5020)

- OSPFv3などのIPv6先進機能を実現
- 2000年10月よりBIGLOBEのIPv6実験サービスで使用
- 10/100Base-TX, GbE, OC-3 PoS, ATM 等の多彩なインタフェース

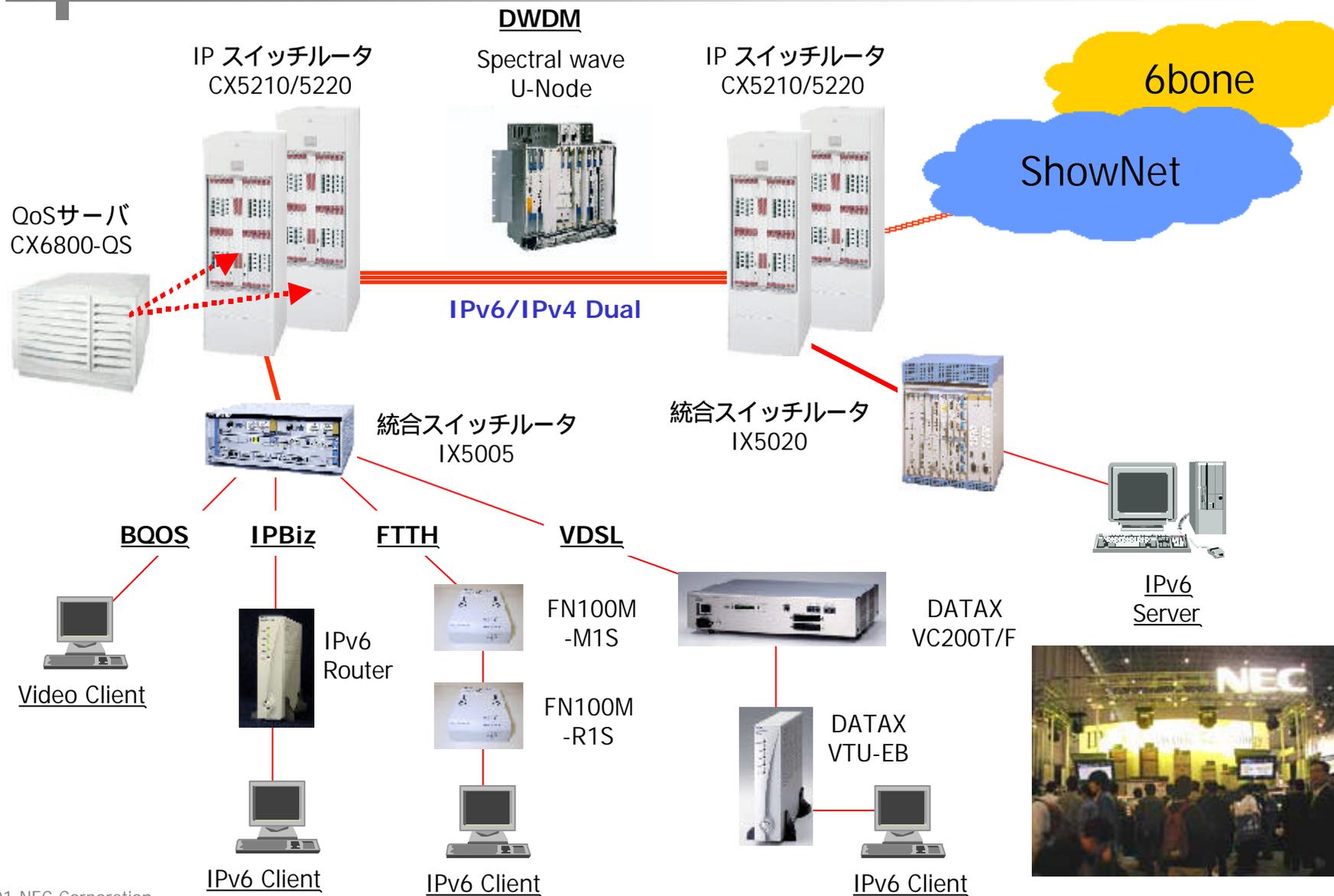


■ SOHO向けIPv6ルータ IX1000



- N+I2001 TOKYOに参考出展
- ブロードバンド時代に対応する高速小型ルータ

N+I2001: NECブースネットワーク



N+I2001: ShowNet

■ IPv6/IPv4デュアルの高速ルータの提供

■ CX5210

- キャリアクラスのQoSを実現
- OC-48ブースの収容
- IPv4/IPv6ルーティング

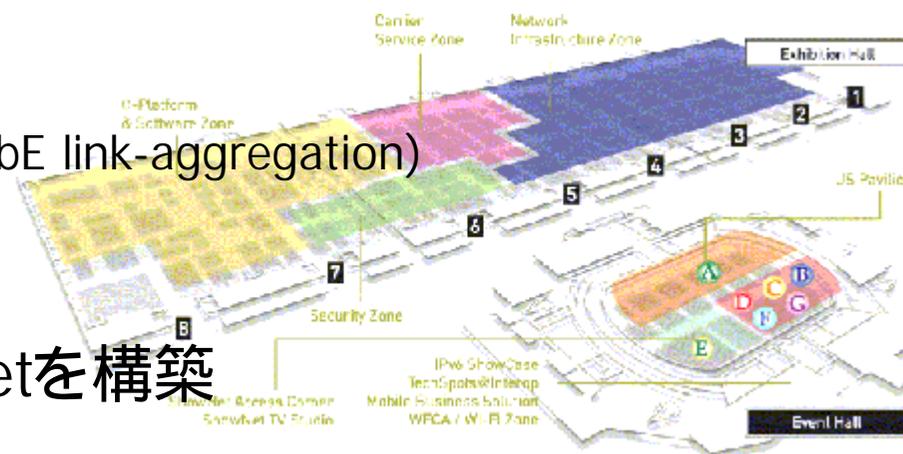
■ IX5000シリーズ

- 最先端のIPv6機能を実現
- 10/100Base-T, GbE, OC-3 POS/ATM等の多彩なインタフェース
- IPv4/IPv6ルーティング

■ IP8800/700シリーズ

- NOCでの各PODの収容(GbE link-aggregation)
- GbEブース収容
- IPv4/IPv6ルーティング

■ NOCメンバーとしてShowNetを構築



IPv6対応統合スイッチルータ IX5000シリーズ

- ハードウェアエンジンによる高速フォワーディング

- サポートインタフェース

- 10/100Base-T, 1000Base-SX/LX
- OC-3 POS
- ATM 25M/155M (SM/MM)



IX5005



IX5010



IX5020

- ルーティングプロトコル

- RIPng, BGP4+, OSPFv3*, MLD, PIM-SM*, PIM-DM*, Ipsec

- 各種トンネル機能 (ハードウェアサポート)

- IPv6 over IPv4, IPv6 over IPv6, IPv4 over IPv6, IPv4 over IPv4

- QoS: DiffServによるきめ細かな高速QoS制御(IPv6は2001年10月)

- IP-VPN: VR機能によるMPLSベースのIP-VPNを構築可能(IPv6は2001年10月)

- IPマルチキャスト: 高速フォワーディング & QoS制御(IPv6は2001年10月)

- 2001年10月よりBIGLOBEのIPv6サービスに採用

IPv6対応小型アクセスルータ IX1000シリーズ

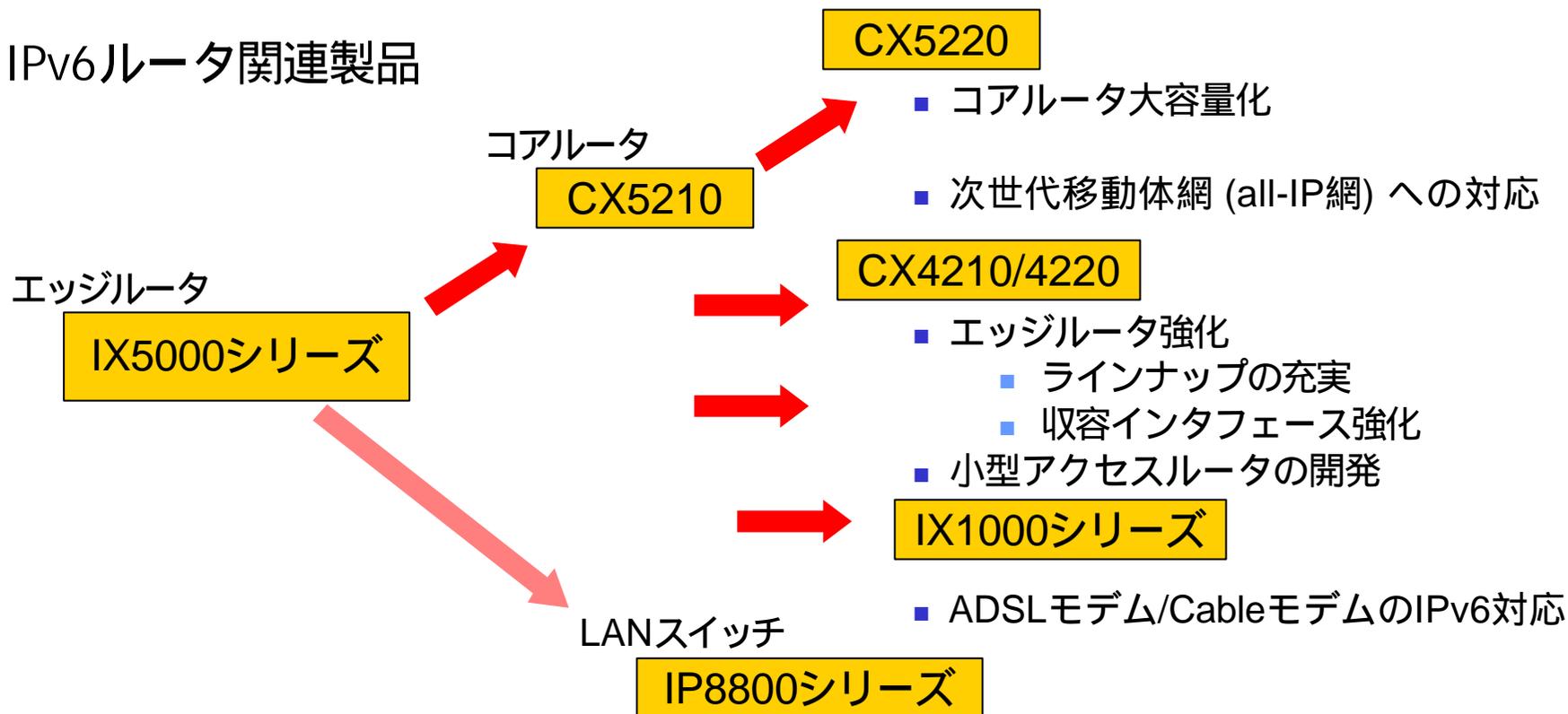
IPv6対応ルータとして実績のある「IXシリーズ」のアクセス系として、「IX5000シリーズ」で定評のある充実したセキュリティ機能やQoS等と連携し、信頼性の高いネットワークを構築できる、中小規模事業所向けの小型・高速ルータ



- 高速転送能力
 - 高速ソフトウェアプラットフォーム搭載によりブロードバンドサービスに対応
- IPv6対応
 - IPv6標準機能を完全サポートし、IPv4、IPv6デュアルスタックに対応
- ブロードバンド対応
 - PPPoEプロトコルを実装し、フレッツADSL、光アクセスサービス等が利用可能 別途ADSLモデムやONUが必要となります。
- インタフェース
 - IX1010: Ethernet × 2ポート (2001年9月末出荷予定)
 - IX1020: Ethernet × 2ポート + BRI (2001年12月末出荷予定)
 - IX1020: Ethernet × 2ポート + BRI (2001年12月末出荷予定)
- 充実したセキュリティ機能
 - パケットフィルタ機能、IPsec機能によるIP-VPNの構築可能
- 安心のネットワーク
 - VRRP、QoS等により信頼性の高いネットワークを構築することができます。

NECのIPv6への取り組み Next Step

■ IPv6ルータ関連製品



■ IPv6トータルソリューションの提供

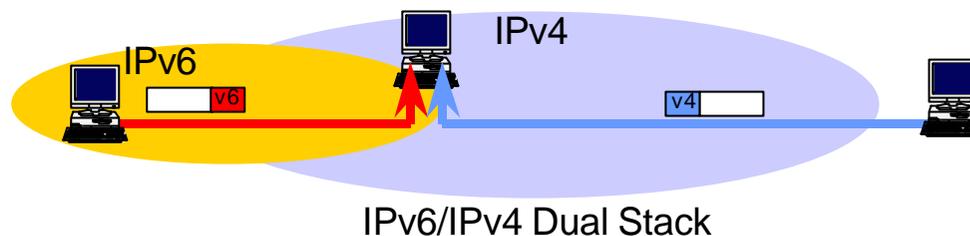
- ISP/ASP、アクセスプロバイダ、先進企業向けIPv6トータルソリューション
- サーバ/APLを含めたIPv6への移行ソリューションの提供

■ NECはすべてのIP製品をIPv6対応へ

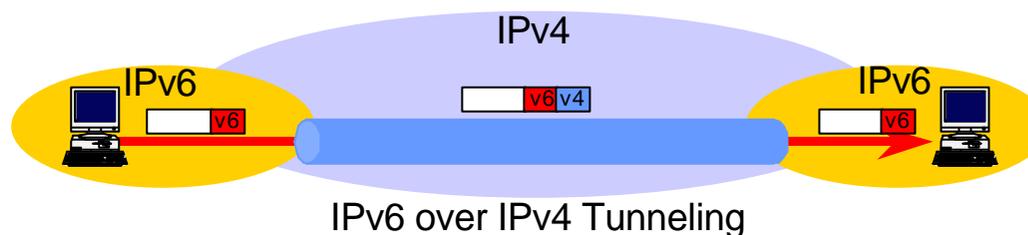
付録

IPv6/IPv4の混在環境の通信技術

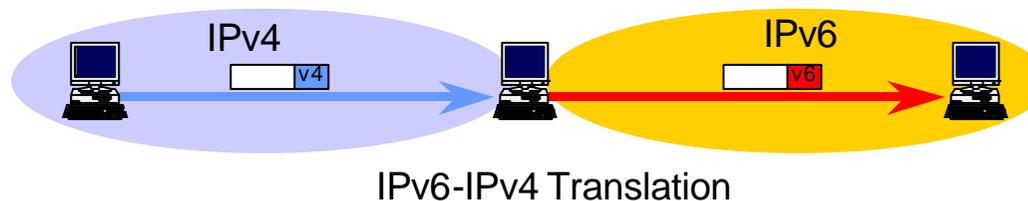
- デュアルスタック サーバ等はIPv6とIPv4の両方と通信



- トンネリング IPv6のサイト同士がIPv4のネットワークを介して通信

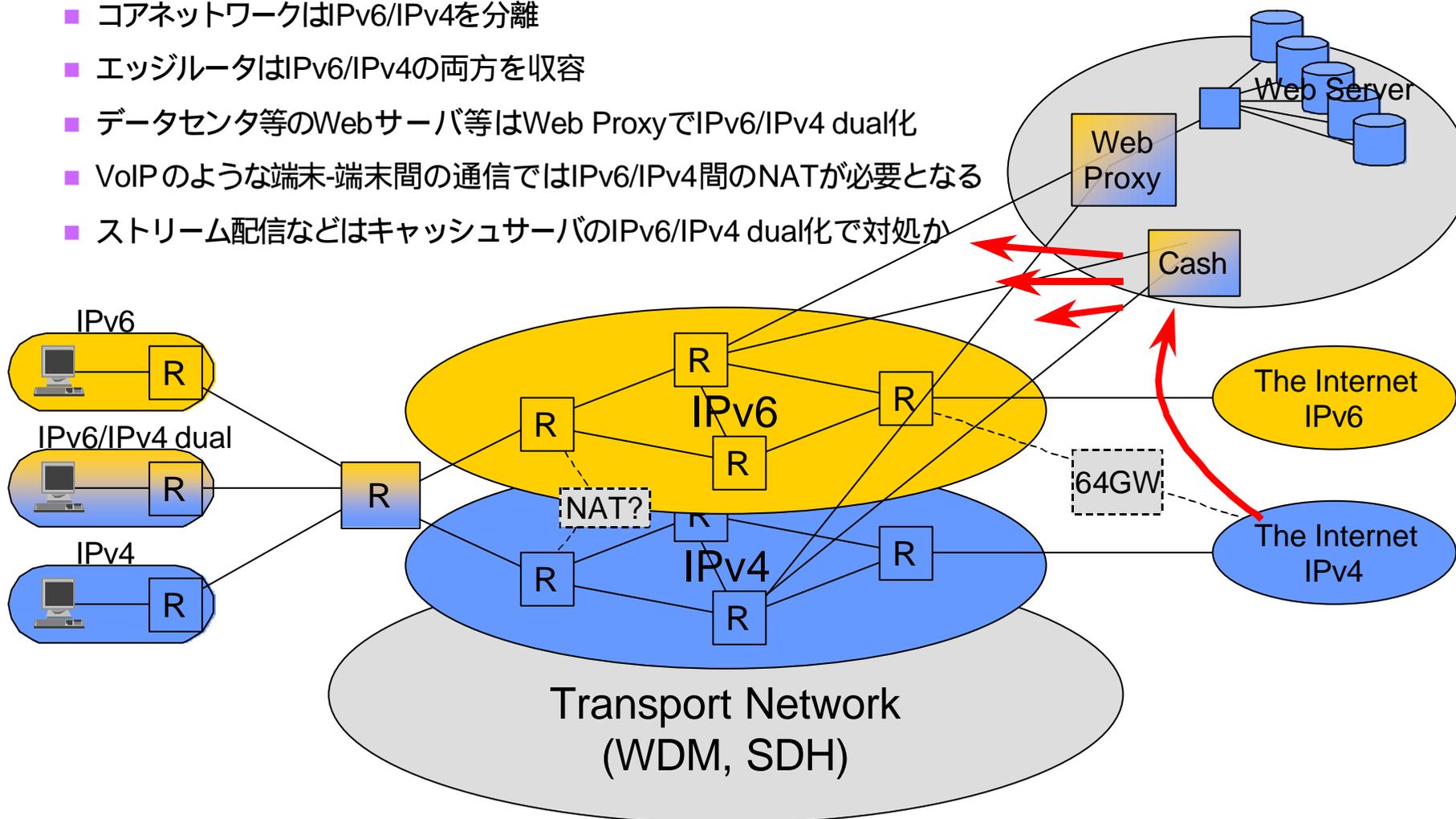


- IPv6/IPv4変換 IPv6端末とIPv4端末同士の通信には変換が必要

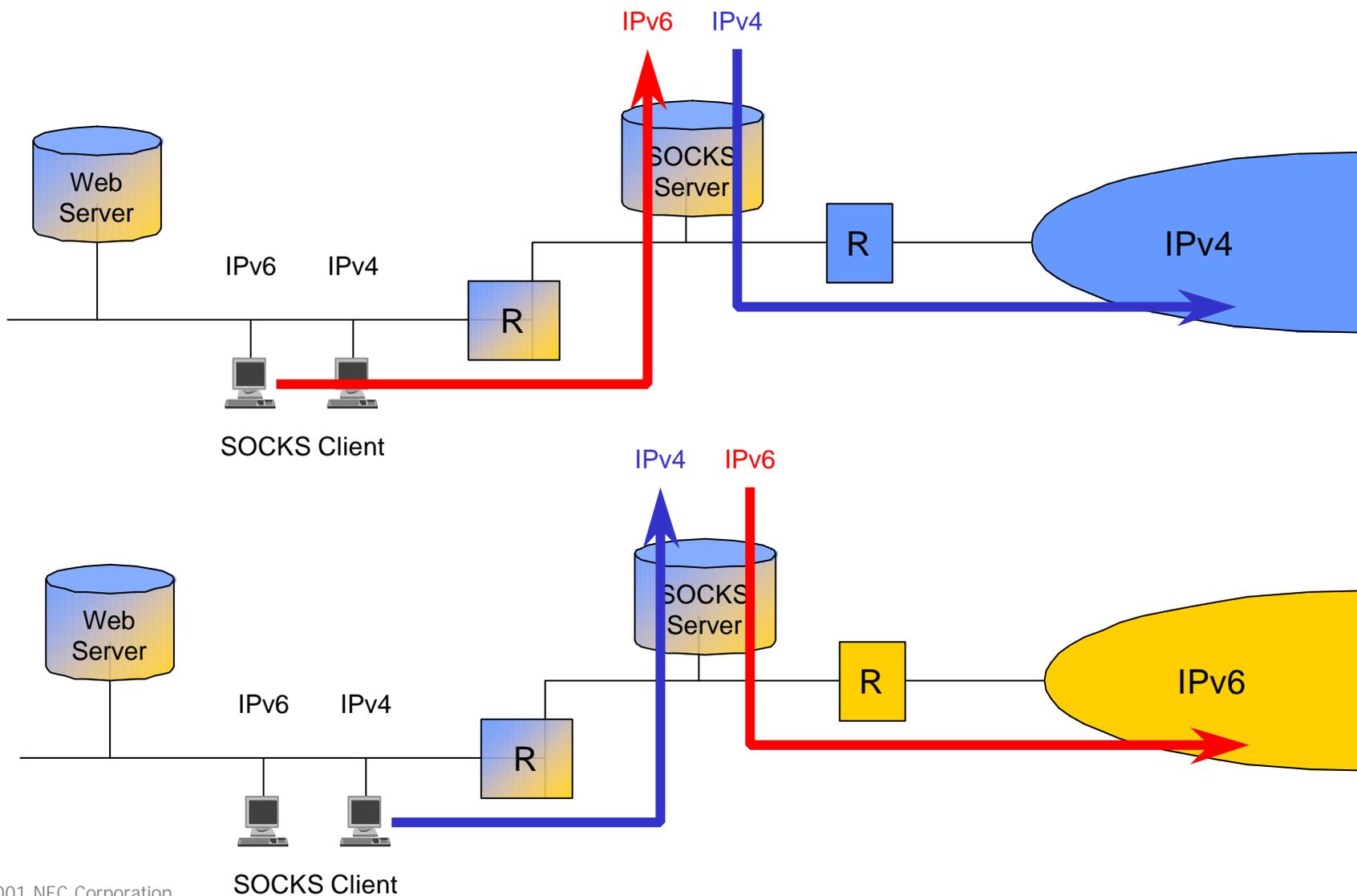


IPv4 IPv6移行ストーリー

- Transport Network(レイヤ2以下)はIPv6/IPv4で共有
- コアネットワークはIPv6/IPv4を分離
- エッジルータはIPv6/IPv4の両方を収容
- データセンタ等のWebサーバ等はWeb ProxyでIPv6/IPv4 dual化
- VoIPのような端末-端末間の通信ではIPv6/IPv4間のNATが必要となる
- ストリーム配信などはキャッシュサーバのIPv6/IPv4 dual化で対処か



企業ネットワークのIPv6化とSOCKS



IPv6/IPv4変換方式の比較

	ヘッダ変換 (NAT)	TCPリレー	代理サーバ
階層図 (例)			
実装例	SIIT, NAT-PT, BIS*1	FAITH	SOCKS*3, squid
処理	<ul style="list-style-type: none"> IPレイヤでv4/v6のヘッダを付け替える 	<ul style="list-style-type: none"> TCPコネクションをトランスレータで終端し、新たなもう1つのコネクションを設定する 	<ul style="list-style-type: none"> APLレイヤでコネクションを終端し、トランスレータは代理サーバとなる
速度	速い ←		→ 遅い
長所	<ul style="list-style-type: none"> IPレイヤに閉じており、ハードウェア化も可能で速い クライアントに変更の必要なし 	<ul style="list-style-type: none"> DNSに変更不要 APLのサービスを選ばない FTPも通る (FAITH) 	<ul style="list-style-type: none"> DNSに変更不要 FTPも通る APLに変更不要 (SOCKS) IPsecを実現しやすい (SOCKS)
短所	<ul style="list-style-type: none"> DNSに対して変更が必要*2 APLでIPアドレスを意識するプロトコル (FTP等) は通らない ICMPの変換が必要 (ICMPv4をICMPv6に変換できない) 	<ul style="list-style-type: none"> TCPしか使用できない ハードウェア化は難しい 	<ul style="list-style-type: none"> クライアントに変更が必要 <ul style="list-style-type: none"> -SOCKSクライアントを実装 (SOCKS) -APLを変更 (squid)

*1: BISは日立が提唱しているIPv6/IPv4 NAT

*2: DNSを変更しないと、IPv4 only端末の問い合わせにIPv6アドレスの回答が返る (IPv6アドレス対応にIPv4アドレスが必要)

*3: NECがSOCKS based IPv6/IPv4 Translatorを提唱