

# ルータ (IPv6)

## - IPv6ネットワークとそれを支える ルータの技術について -

2002年6月3日  
(株)日立製作所  
エンタープライズサーバ事業部  
池田 尚哉

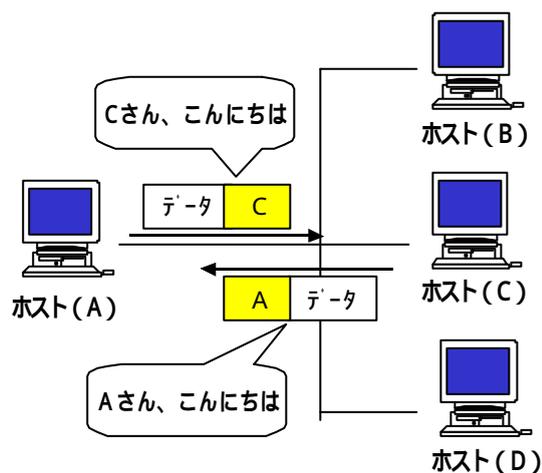
## 目次

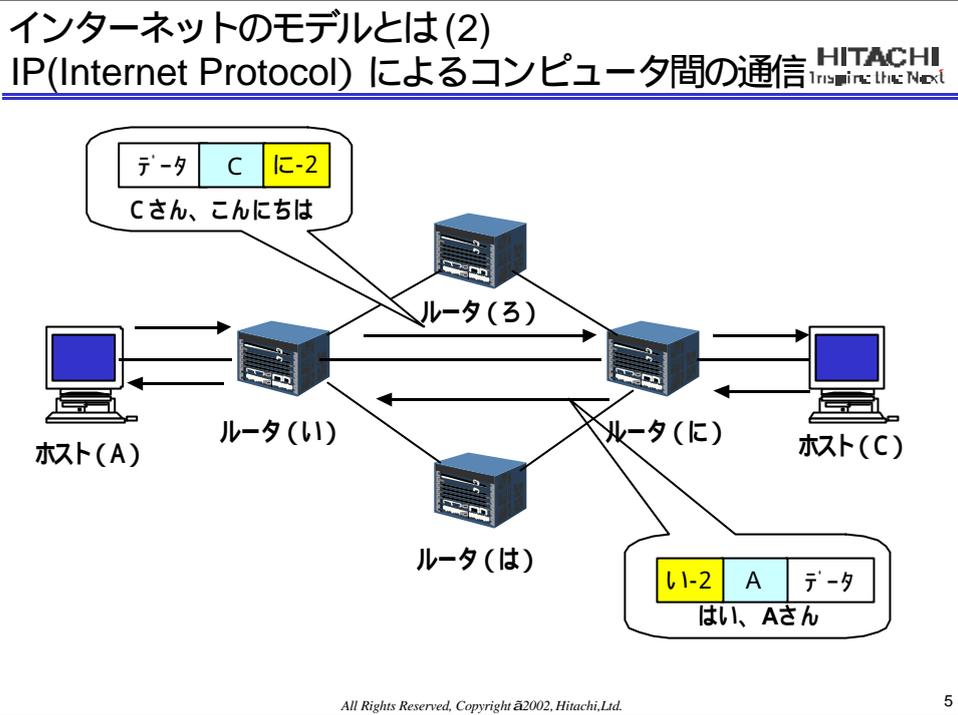
1. インターネットのモデルとは
2. IPv6の必要性、メリットとは
3. ルータアーキテクチャの変遷
4. IPv6時代のネットワークの課題とルータへの  
リクワイヤメント
5. 高速IPv6ルータ技術とその応用技術の例
6. 相互接続性の確保について
7. 今後の展望

# 目次

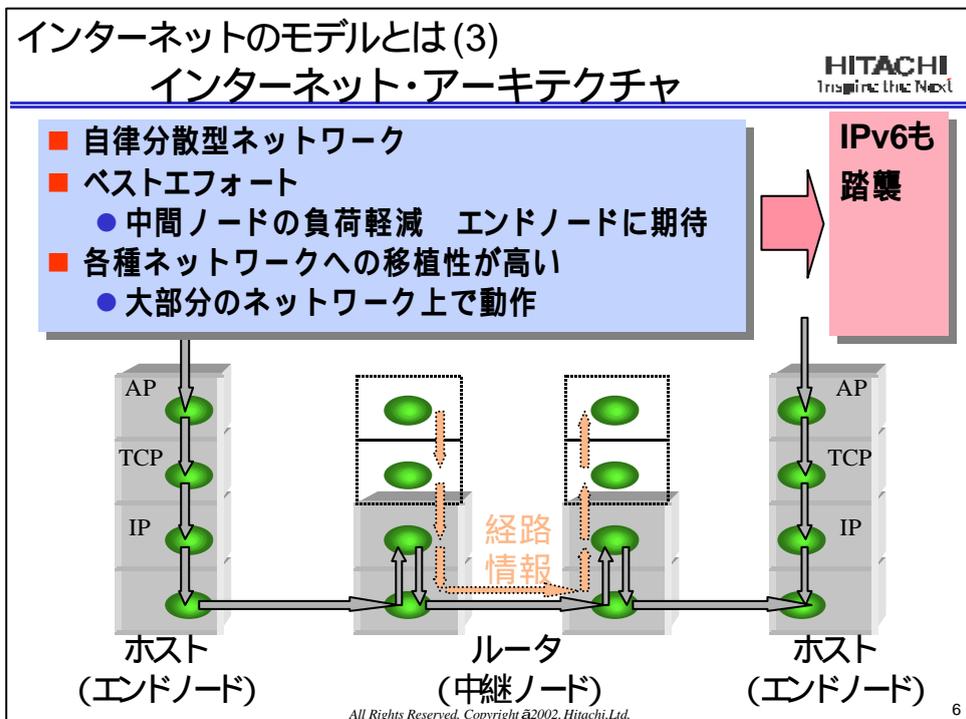
1. インターネットのモデルとは
2. IPv6の必要性、メリットとは
3. ルータアーキテクチャの変遷
4. IPv6時代のネットワークの課題とルータへのリクワイヤメント
5. 高速IPv6ルータ技術とその応用技術の例
6. 相互接続性の確保について
7. 今後の展望

## インターネットのモデルとは(1) 隣接するコンピュータ間の通信

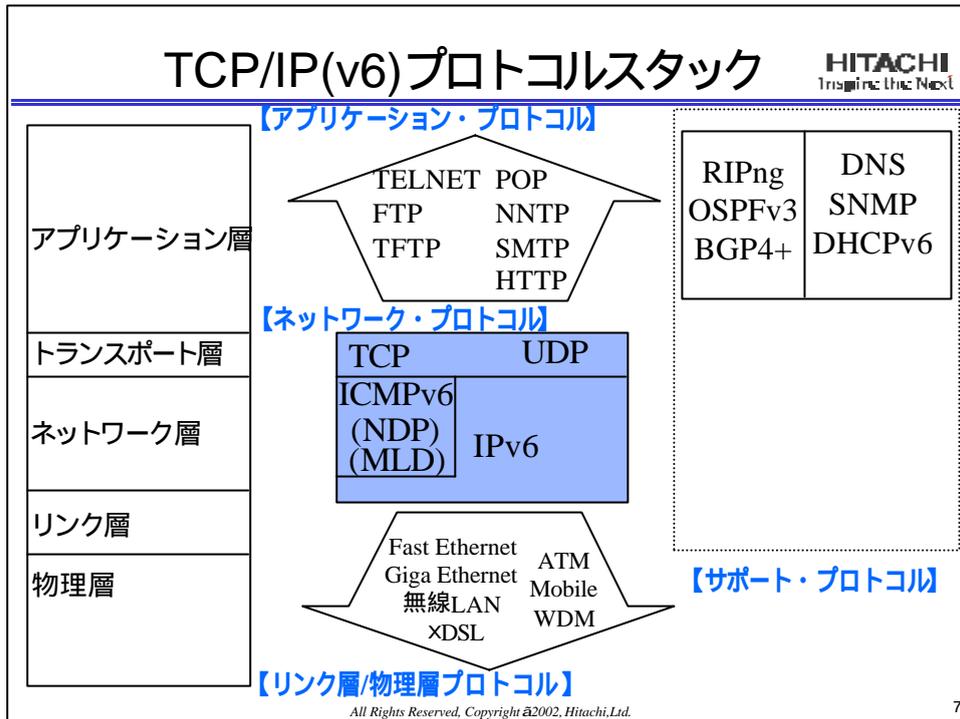




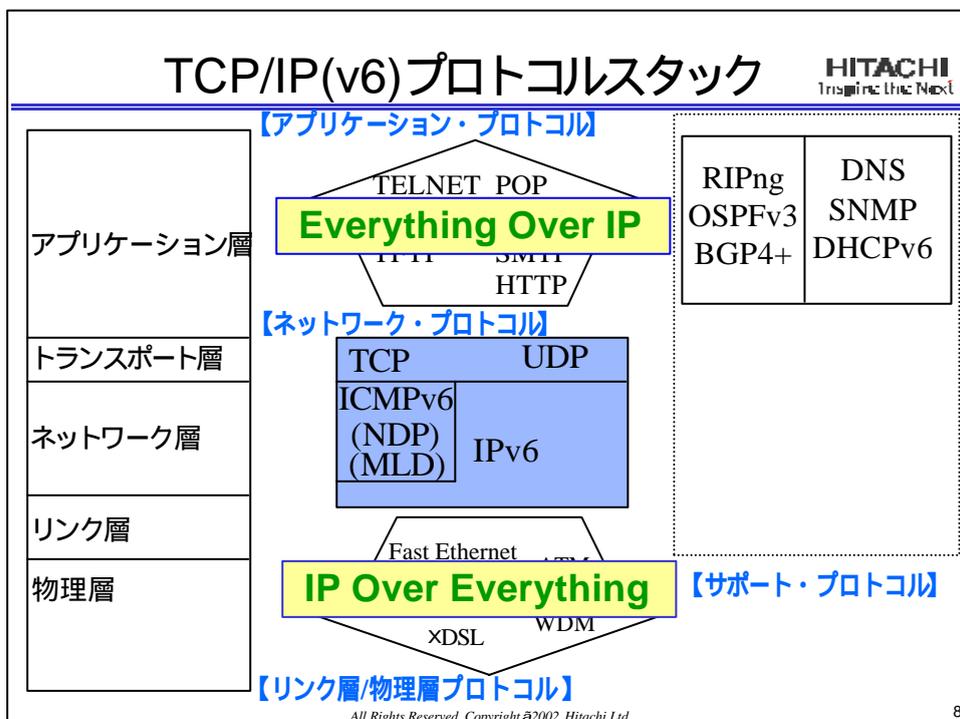
5



6



7

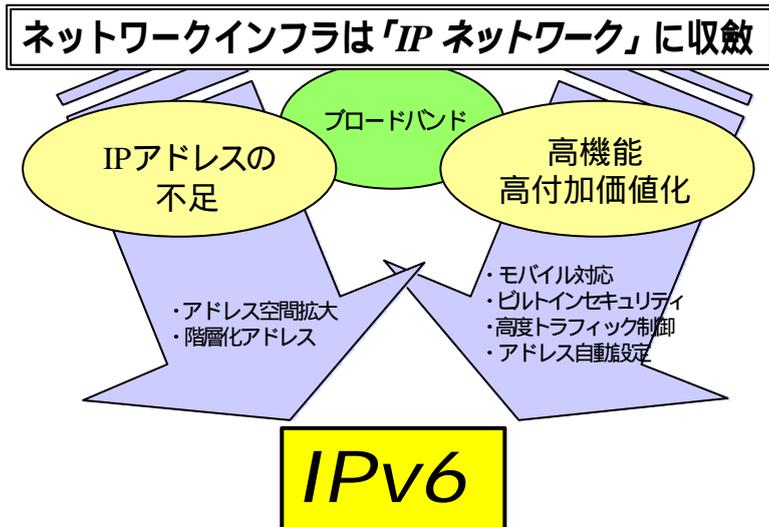


8

# 目次

1. インターネットのモデルとは
2. IPv6の必要性、メリットとは
3. ルータアーキテクチャの変遷
4. IPv6時代のネットワークの課題とルータへのリクワイヤメント
5. 高速IPv6ルータ技術とその応用技術の例
6. 相互接続性の確保について
7. 今後の展望

## なぜIPv6なのか？



IPv6: Internet Protocol version 6

## IPv6の特徴

HITACHI  
Inspiring the Next

機能	IPv4	IPv6	メリット
アドレス拡張	32ビット	128ビット	無駄なく使えば ほぼ無尽蔵
階層型アドレス ヘッダ簡素化	1階層 (ランダム割当)	3階層以上	経路制御容易
	可変長 (20バイト+ )	固定長 (40バイト)	高速LSI処理向き
QoS機能	ToS/ Diffserv (8ビット)	クラス(4)+ フローレベル(24)	通信品質を 木目細かに制御
セキュリティ機能	オプション	標準装備	セキュリティ通信利 用拡大
アドレス自動設定	オプション	標準装備	Plug&Playで 設定容易

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

11

## IPアドレスの枯渇とルートの激増

HITACHI  
Inspiring the Next

- IPv4アドレス空間はすでに50%以上割当済,さらに  
1億~2億個/年でアドレス消費を加速
  - CIDR, プライベートアドレスなどの工夫で当初予想より延命  
しているが、IPアドレス枯渇が懸念される  
CIDR: Classless Inter-Domain Routing
- インターネット上のルートの激増
  - ルーティング性能, 運用管理に深刻な影響

CIDR: Classless Inter-Domain Routing

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

12

## IPアドレスの地域性

HITACHI  
Inspiring the Next

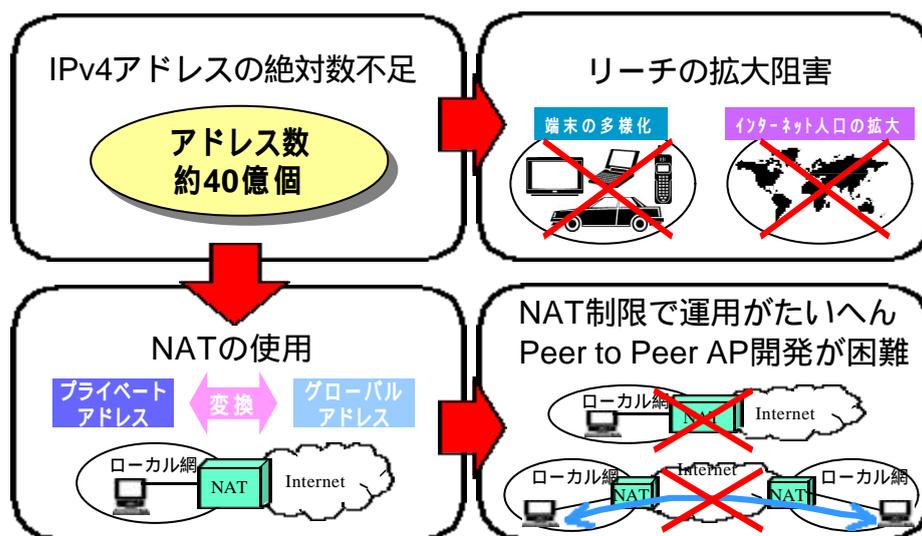
- 潤沢(?)な北米、厳しいアジア
  - 一人で十個強、十数人で一個
  - ヨーロッパの動き
  - 韓国の動き
- これからITを推進するなら...
  - 税制を考えても将来性のある技術に投資したい
  - 多くの面でビジネスチャンスが生まれる
- IT技術は米国からの輸入だけではない!
  - 脱90年代

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

13

## IPアドレスの不足とネットワークの制約

HITACHI  
Inspiring the Next



NAT: Network Address Translator

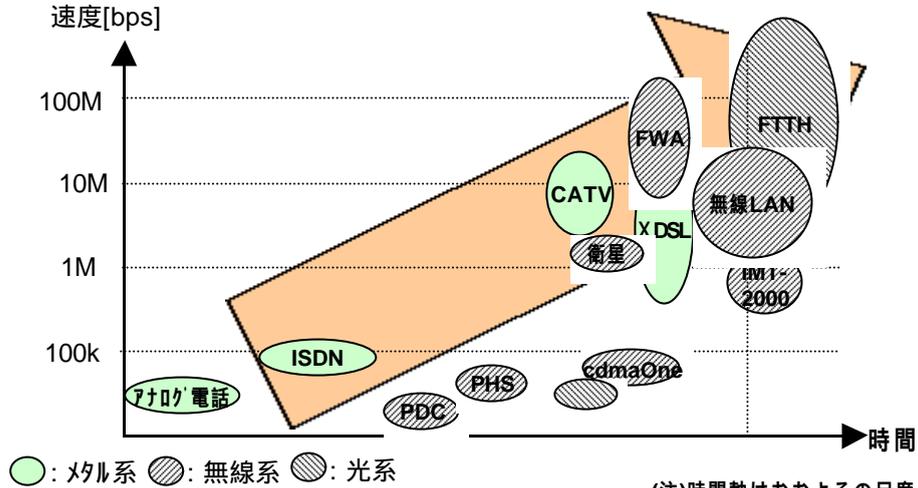
All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

14

## アクセス回線の高速化

HITACHI  
Inspiring the Next

アクセス回線のブロードバンド化が急ピッチで進展



All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

15

## xDSL加入者の急増

HITACHI  
Inspiring the Next

- 総務省の下記URLを参照：  
[http://www.soumu.go.jp/joho\\_tsusin/whatsnew/dsl/](http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/whatsnew/dsl/)

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

16

## 光アクセスの状況

HITACHI  
Inspiring the Next

### ■ FTTH

- usen : Broad GATE01
  - 100Mbps
- NTT東西: Bフレッツ
  - 「ファミリータイプ」: 最大10Mbps
  - 「ベーシックタイプ」: 最大100Mbps
  - 「マンションタイプ」: 最大100Mbps

### ■ 広域Ethernetサービス

- ワイドLANサービス/スーパーワイドLANサービス(NTT東西)
- Powered Ethernet(パワードコム)

など

All Rights Reserved. Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

17

## Broadband, Always-Onのもたらすもの

HITACHI  
Inspiring the Next

### ■ 高画質動画のファイル:

- 1時間あたり3~4Gbyteとして  
約30Gbit ÷ アクセススループット = ダウンロード時間

	ダウンロード時間	何をして待つ?
1Mbit/s	30000秒 = 8時間20分	寝て、起きたら...
10Mbit/s	3000秒 = 50分	風呂、ビールでも...
100Mbit/s	300秒 = 5分	ビールで一息...

ブロードバンドアクセスと定額料金/常時接続 (Always-On) により  
従来のパワーユーザでないネットワークの**ヘビーユーザ**が出現

All Rights Reserved. Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

18

## Broadband, Always-Onのもたらすもの HITACHI Inspiring the Next

- メールの利便性
- 送るデータは巨大化 (メールでビデオを送る)
- メールサーバ大丈夫?



- サーバ (この場合、メールサーバ) を介さず  
直接、ユーザ同士がデータを交換するモデル  
即ち Peer to Peerへ

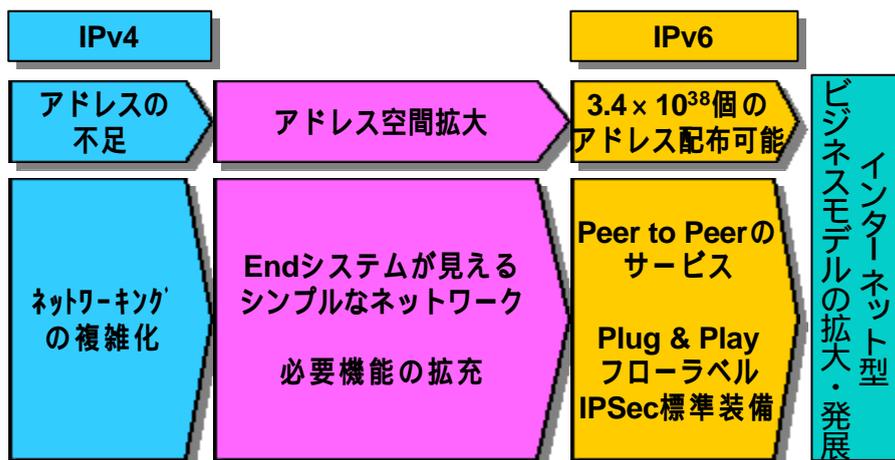


All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

19

## IPv6による解

HITACHI Inspiring the Next



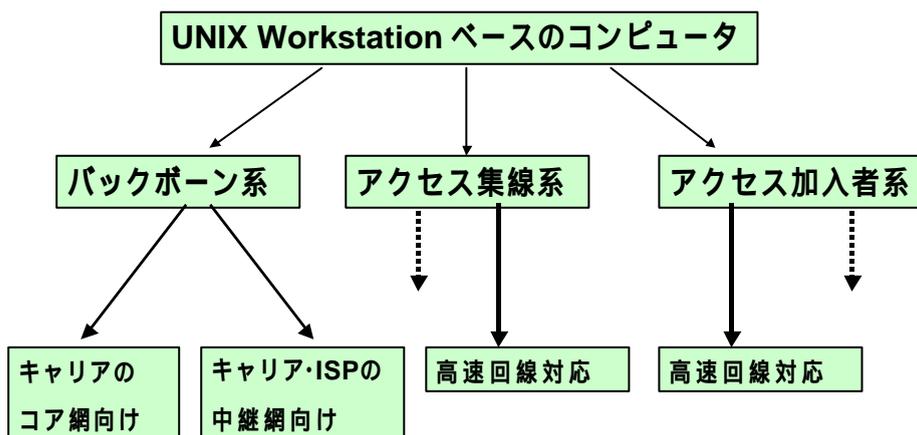
All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

20

# 目次

1. インターネットのモデルとは
2. IPv6の必要性、メリットとは
3. ルータアーキテクチャの変遷
4. IPv6時代のネットワークの課題とルータへのリクワイヤメント
5. 高速IPv6ルータ技術とその応用技術の例
6. 相互接続性の確保について
7. 今後の展望

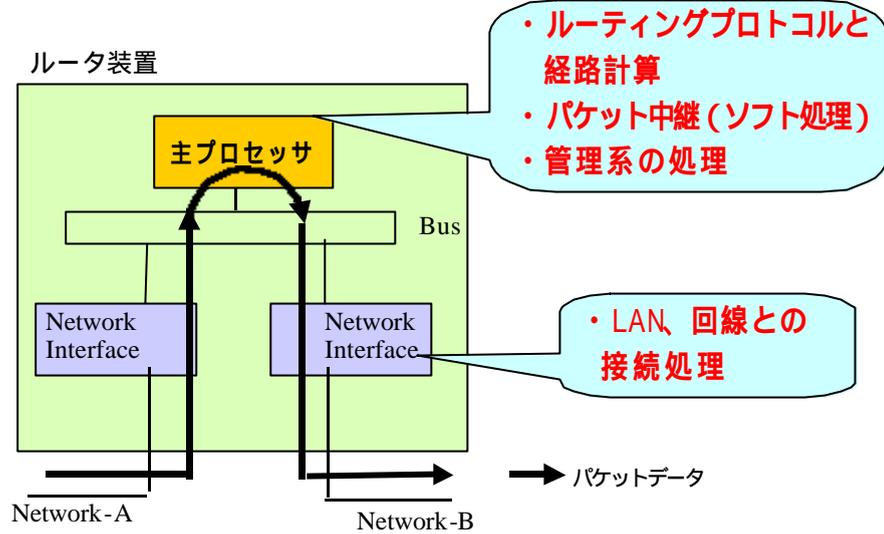
## ルータ製品の細分化(専門化)



- LANスイッチ技術やATM交換機技術との分担や融合も行われている
- さらに特定用途向けのネットワーク装置も派生(パケットシェーパ等)

## ルータアーキテクチャ(1) UNIX Workstation ベース/単一CPU型

HITACHI  
Inspiring the Next

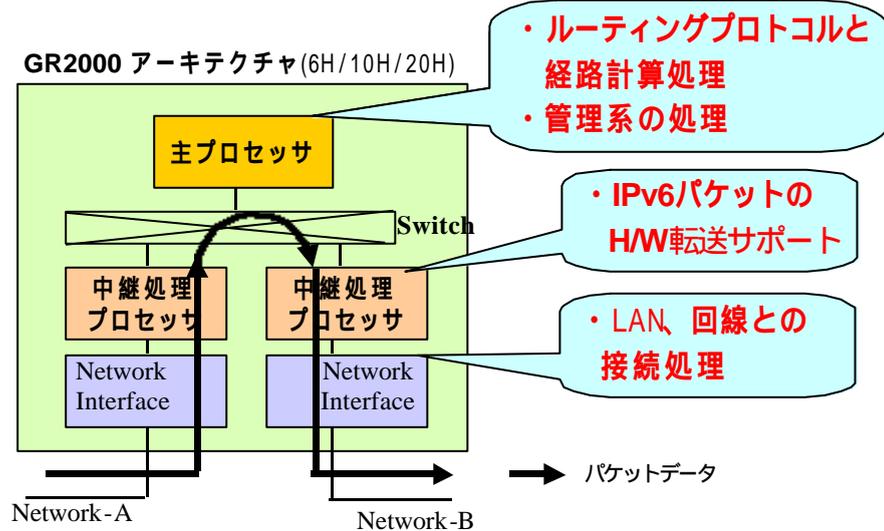


All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

23

## ルータアーキテクチャ(2) バックボーン系分散CPU型(日立GR2000など)

HITACHI  
Inspiring the Next



All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

24

## ルータアーキテクチャ(3) 単一CPU型 vs 分散CPU型

HITACHI  
Inspiring the Next

- 機能面 (ソフトの作りやすさ)  
分散CPUは経路計算処理とパケット中継処理を  
異なるH/Wに分散する => 開発・保守がたいへん  
単一CPU型 > 分散CPU
- H/Wコスト面  
単一CPU型 > 分散CPU
- しかし、バックボーンのスケーラビリティとしては  
分散CPU > 単一CPU型
- 日立は1991年頃に分散CPU型の方式を固めた。(NP200)
- IPへの収斂が、追い風

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

25

## 目次

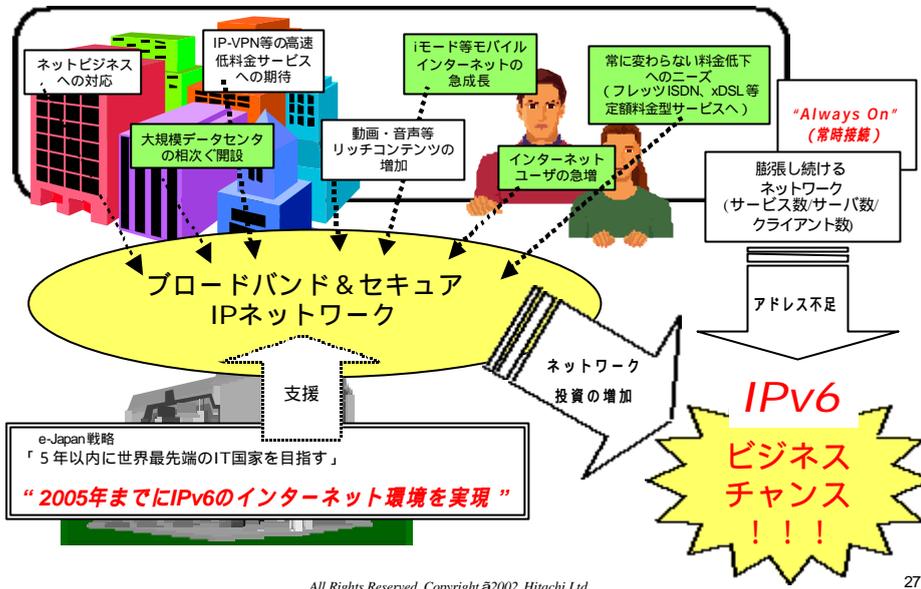
HITACHI  
Inspiring the Next

1. インターネットのモデルとは
2. IPv6の必要性、メリットとは
3. ルータアーキテクチャの変遷
4. IPv6時代のネットワークの課題とルータへの  
リクワイヤメント
5. 高速IPv6ルータ技術とその応用技術の例
6. 相互接続性の確保について
7. 今後の展望

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

26

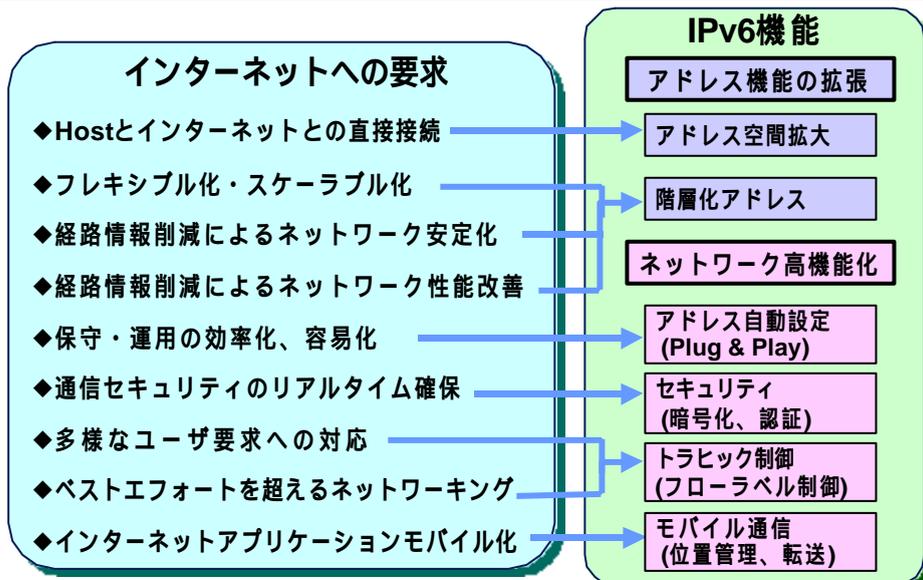
# IPネットワークをめぐる状況 HITACHI Inspiring the Next



All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

27

# インターネットへの要求とIPv6での実現 HITACHI Inspiring the Next



All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

28

## IPv4からIPv6への移行技術の必要性 HITACHI Inspiring the Next

■ インターネットを一気にIPv6に移行させる・・・  
無理!! 段階的に移行

■ 移行における条件 (RFC1752)

- いつでも既存ホストの移行ができること。
- いつでも新規IPv6ノードの導入ができること。
- 従来のアドレスを使用できるという選択肢も残されていること
- 導入時のコストが低いこと

◆ 移行技術には、

IPv4/IPv6デュアルスタック  
トンネリング  
トランスレータ

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

29

## IPv6ルータの要件をまとめると HITACHI Inspiring the Next

走っている電車で飛び乗るには...

1. IPv4と同等の高性能
  2. IPv4と同等の信頼性、可用性、安定性
  3. IPv4と同等の管理・運用性
  4. IPv4での最新技術 (例えばQoS) が実現できること
  5. 導入コスト面での同等性
  6. IPv4からの移行技術 (デュアルスタックなど)
- X. さらにIPv6導入の機能面でのメリットが必要  
(ルータだけの課題ではないが)

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

30

# 目次

1. インターネットのモデルとは
2. IPv6の必要性、メリットとは
3. ルータアーキテクチャの変遷
4. IPv6時代のネットワークの課題とルータへのリクワイヤメント
5. 高速IPv6ルータ技術とその応用技術の例
6. 相互接続性の確保について
7. 今後の展望

## IPv6 に関する日立の取り組み

Technology R&D, Trial, Standardization

IPv4-IPv6NAT, Toolnet6, KAME, BIS, USAGI, Super-Internet etc. (Many, many, ...)

1995

Networking Box (Routers, etc.)

NR60 GR2000 GR2000H/W AG8000 (New Models)

Network Solution Business

System Integrated Service Menu

Network Management

MIB IPv6 Network Topology

IT Appliance Products

LSI

New Service, New Application

**Hitachi inspires  
IPv6 Deployment**

## 日立のIPv6先行開発戦略

HITACHI  
Inspiring the Next

世界に先駆けたIPv6製品の開発：NR60 (1997)  
IETFでの標準化貢献、フリーソフト貢献 (Toolnet6)



- ・技術の先行蓄積、先行ユーザからのフィードバック
- ・世界レベルでの知名度



基幹製品：ギガビットルータGR2000  
市場でのプレゼンスの確立



- ・ネットワーク製品への展開
- ・ソリューションビジネスへの展開

All Rights Reserved. Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

33

## IPv6ルータ NR60

HITACHI  
Inspiring the Next

- IPv6ルータ製品 [ '97/6 ]
  - Telebit社 (デンマーク) に次ぎ製品化
- IPv6ルータ機能とIPv4-IPv6トランスレータ機能
  - 製品としては世界初
- 30以上のサイトで使用
  - 6Boneでの共同実験に使用
  - 6BoneJPのWorld接続に使用



All Rights Reserved. Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

34

## IETFにおける日立の活動

HITACHI  
Inspiring the Next

- IPv4-IPv6トランスレーション方式 ( Draft)提案[ '97/11]
  - “A Communication Mechanism between IPv4 and IPv6”  
<draft-tsuchiya-ipv4-ipv6-translator-00.txt>
- トランスレーション技術発表 [ '97/11]
- Windows用IPv6ソフトウェア“Toolnet6”を発表  
[ '98/8、12、'99/3、7、9、11]
- Toolnet6のIPv4-IPv6トランスレーションRFC
  - “Dual stack Hosts using the “Bump-in-the-stack” Technique”
  - 日本からIPv6関係で初のRFC (RFC2767)
- 現在も、マルチキャストのIPv6トランスレーション技術を提案中

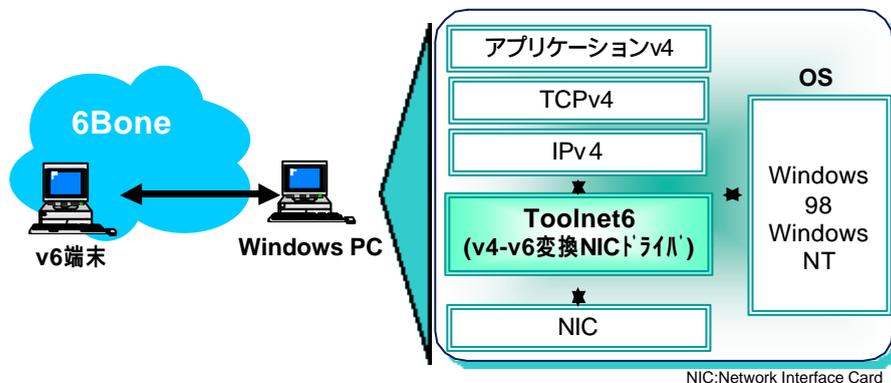
All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

35

## Windows用IPv6移行ソフトウェア“Toolnet6”

HITACHI  
Inspiring the Next

- WindowsアプリケーションのIPv6対応化ツール
- BIS(Bump-In-the-Stack:RFC2767)技術
- '98年8月より日立Webサイトで無償配布
  - <http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/network/pexv6-j.htm>



All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

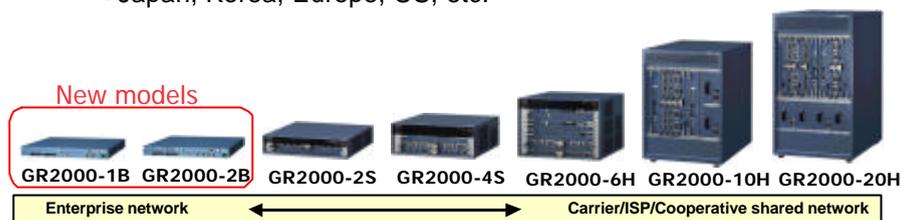
36

## 日立ギガビットルータGR2000シリーズ HITACHI Inspiring the Next

■ Hitachi provides production-ready, wire speed OC48 IPv6 technology solutions for carrier (core/edge) and enterprise customers.

■ Already Shipping to World-Wide

- Japan, Korea, Europe, US, etc.



\*1 All models except GR2000-2S support hardware-based IPv6 network.

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

37

## ギガビットルータGR2000のIPv6開発 HITACHI Inspiring the Next

### ■ 開発方針

- 先行開発：市場創生から！
- 日立のコアコンピタンス(H/W技術)の活用
- 企業のバックボーン向けルータNP200、IPv6ルータNR60、ATMスイッチAN1000の開発経験・財産をフル活用
- キャリアグレードの安定稼動の実現

### ■ 製品戦略

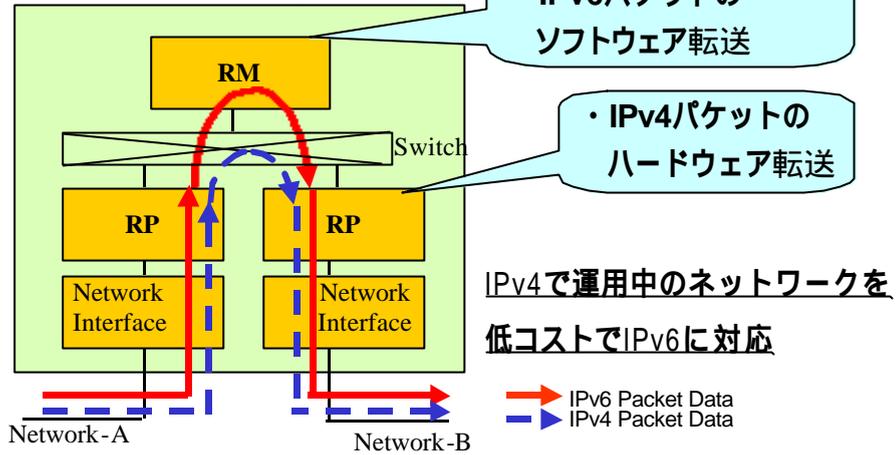
- IPv6ルータとして商用サービスに供する性能・機能・信頼性
- 他社にない幅広いラインアップ、回線メニューの充実化
  - 低速(64kbps)から超高速回線(2.4Gbps)まで
  - 10/100/1000M Ethernet, ATM, POS, 専用線, etc.
- IPv4からの移行、運用管理機能のサポート

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

38

## GR2000のIPv6サポート (フェーズ1) HITACHI Inspiring the Next

GR2000 アーキテクチャ (6H/10H/20H)



- ・経路計算処理
- ・IPv6パケットのソフトウェア転送

- ・IPv4パケットのハードウェア転送

IPv4で運用中のネットワークを  
低コストでIPv6に対応

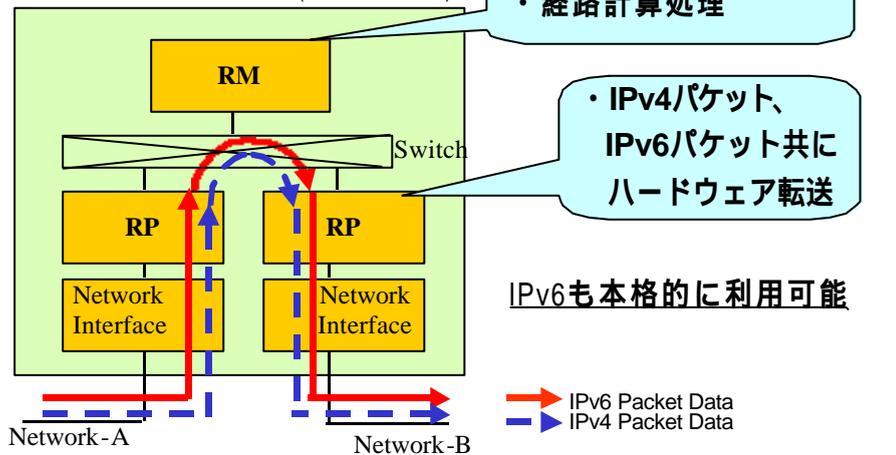
RM: Routing Manager, RP: Routing Processor, NIF: Network Interface

All Rights Reserved. Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

39

## GR2000のIPv6サポート (フェーズ2: 現在) HITACHI Inspiring the Next

GR2000 アーキテクチャ (6H/10H/20H)



- ・経路計算処理

- ・IPv4パケット、IPv6パケット共にハードウェア転送

IPv6も本格的に利用可能

RM: Routing Manager, RP: Routing Processor, NIF: Network Interface

All Rights Reserved. Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

40

## GR2000のIPv6高性能化、高機能化

HITACHI  
Inspiring the Next

IPv6ルーティングの各処理を専用ハードウェアで実現

中継処理(OC-48c[2.4Gbit/s]でワイヤスピード)

IPv6ルーティング性能: 最大26Mpps/装置

QoS制御(IPv6 Diff-Serv対応)

フィルタリング

IPトンネリング



OSPFv3のサポート

IPv6対応の組織内ルーティングプロトコルで、中・大規模ネットワークの経路制御に適している

利点 (RIPngに比べて)

中継ルータ数に制限が無い(RIPngには15段の制限有り)

複数ある経路の中から最適な(回線速度等)経路を選択できる

障害等による経路変更までの時間が早い

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

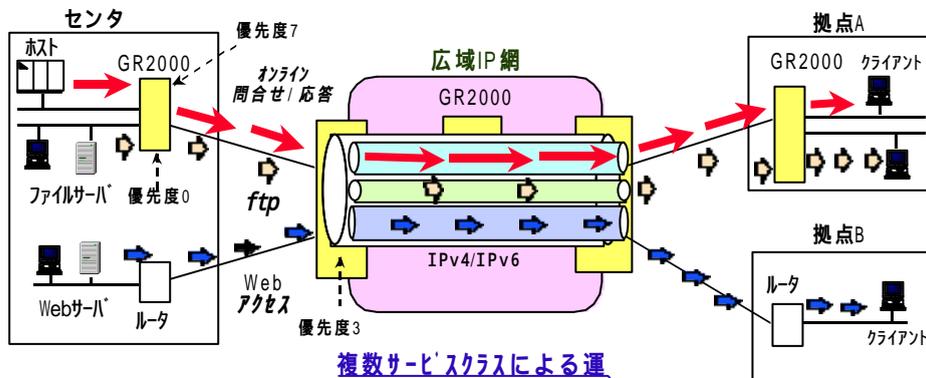
41

## 応用技術例- H/WベースQoS制御

HITACHI  
Inspiring the Next

ハードウェアによるDiff-serv機能によりIPv4/IPv6共存(デュアルスタック)環境でも、複数の通信品質サービスを提供可能。

<適用例>・基幹業務トラフィックの優先および非廃棄  
・アクセス/バックボーン回線の帯域の有効利用



All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

42

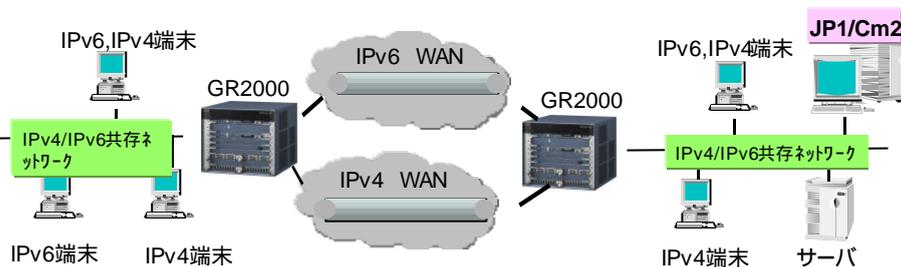
## JP1/Cm2によるIPv6ネットワークの管理 HITACHI Inspiring the Next

### IPv4/IPv6共存ネットワークの管理をSNMP over IPv4で実現

IPv6関連MIBの表示 (JP1/Cm2/NNM)

GR2000のポート毎の状態表示 (JP1/Cm2/LEM)

IPv6ネットワーク上の機器の論理的な接続関係と構成を自動的に描画 (JP1/Cm2/Network topology - manager for IPv6)



All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

43

## 応用技術例: IPv6マルチキャスト HITACHI Inspiring the Next

### ■ IPv4は殆ど実験止まり、IPv6では実用化目指す

[マルチキャスト応用例]

- 講演の実況中継
- ビデオ会議、社内放送
- ソフトウェアの配布
- データの店舗配布
- 社内教育用ビデオの中継
- Push型情報配信

### ■ GR2000ではIPv6マルチキャストをハードウェア中継でサポート

### ■ IPv6マルチキャスト技術を使ったマルチアングル野球中継実験

- IPv6普及・高度化推進協議会による実験
- <http://tiis.hitachi.co.jp/IPv6/event/event.html>
- 東京ドームで行われた日本ハム オープン戦2002年3月20-21日を、札幌、大阪、東京にある各ショールーム ( Galleria v6) にIPv6マルチキャストで配信し、視聴者がPDAを使って、好きなマルチアングルカメラを選択し、その選択したカメラの映像をテレビモニタに表示させることを行った。

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

44

# 目次

1. インターネットのモデルとは
2. IPv6の必要性、メリットとは
3. ルータアーキテクチャの変遷
4. IPv6時代のネットワークの課題とルータへのリクワイヤメント
5. 高速IPv6ルータ技術とその応用技術の例
6. 相互接続性の確保について
7. 今後の展望

## KAME, USAGI, Tahi プロジェクト

- WIDE プロジェクト
- KAMEプロジェクト
  - IPv6の規範的プロトコルスタック
  - xBSD系UNIX
  - <http://www.kame.net>
- USAGIプロジェクト
  - Linuxでの「安定した」IPv6プロトコルスタック
  - <http://www.linux-ipv6.org/>
- Tahi Project
  - 相互接続試験の場
  - <http://www.tahi.org>
- 日本がIPv6普及を推進している！

## IPv6相互接続実験

HITACHI  
Inspiring the Next

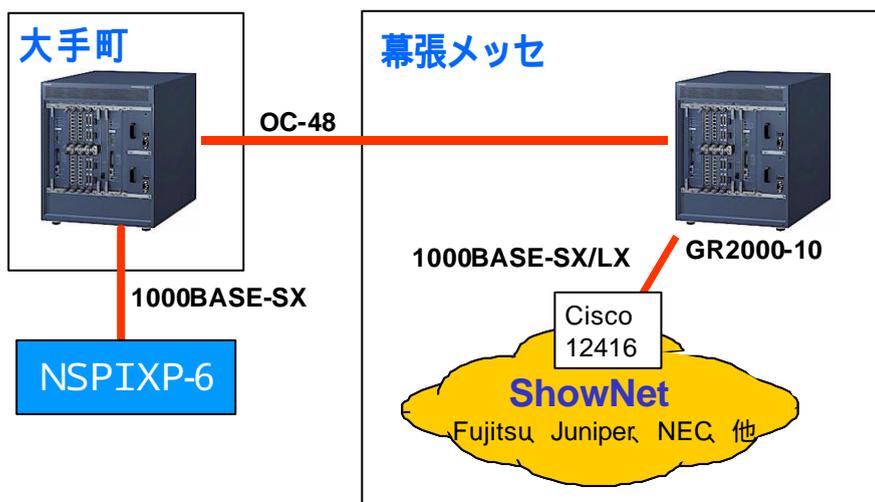
- 米国ニューハンプシャー大学Internet Operability Lab.(IOL)
  - IPv6実装検証、日立は第一回('96年)から参加
- TAHIプロジェクト 
  - 日本、参加は海外からも。
- ETSI(European Telecommunications Standards Institute)
  - フランス、参加は欧州以外からも。
- Networld+InteropでのSolution Showcase
  - 日本では1996年より。海外でも行われつつある。

All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

47

## Networld+Interopでの相互接続実験例

- ShowNetのIPv6外部接続：2001年の例



All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

48

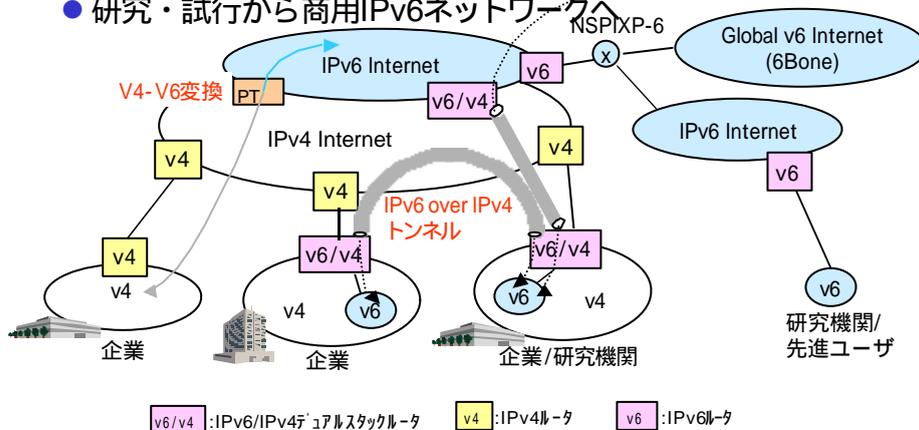
# 目次

1. インターネットのモデルとは
2. IPv6の必要性、メリットとは
3. ルータアーキテクチャの変遷
4. IPv6時代のネットワークの課題とルータへのリクワイヤメント
5. 高速IPv6ルータ技術とその応用技術の例
6. 相互接続性の確保について
7. 今後の展望

## IPv6ネットワークの移行シナリオ(1)

### ■ 2000～2001のIPv6ネットワーク

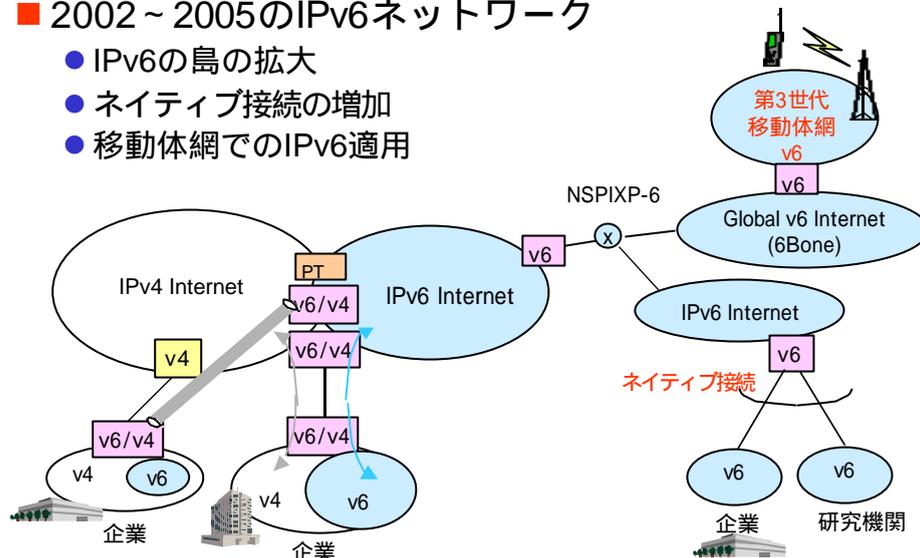
- IPv4の海にIPv6の島
- トンネル、トランスレータ(PT)でIPv4・IPv6共存、接続
- 研究・試行から商用IPv6ネットワークへ



## IPv6ネットワークの移行シナリオ(2)

### ■ 2002～2005のIPv6ネットワーク

- IPv6の島の拡大
- ネイティブ接続の増加
- 移動体網でのIPv6適用



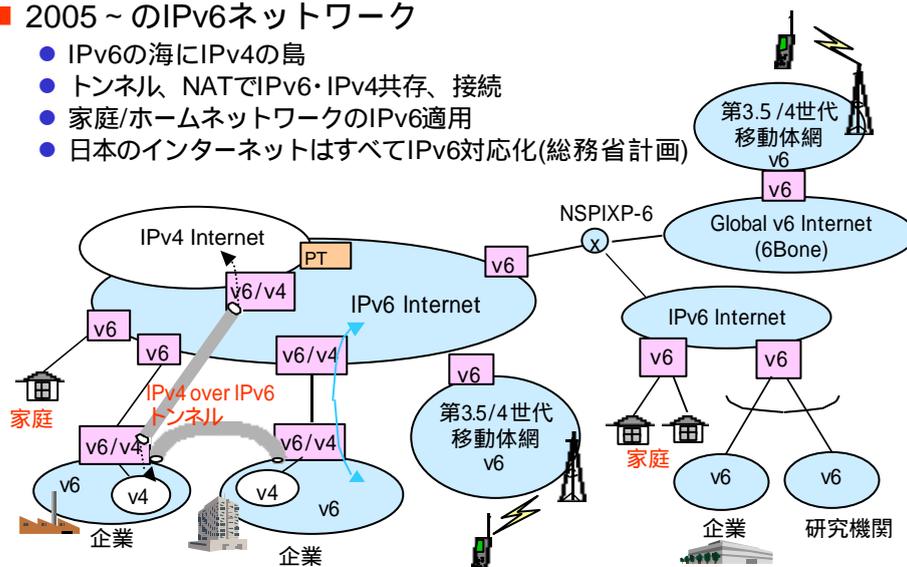
All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

51

## IPv6ネットワークの移行シナリオ(3)

### ■ 2005～のIPv6ネットワーク

- IPv6の海にIPv4の島
- トンネル、NATでIPv6・IPv4共存、接続
- 家庭/ホームネットワークのIPv6適用
- 日本のインターネットはすべてIPv6対応化(総務省計画)



All Rights Reserved, Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

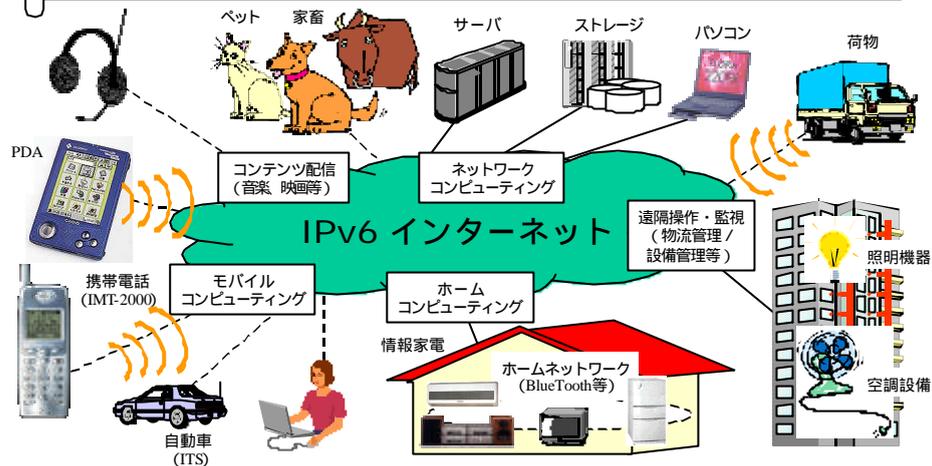
52

## IPv6によるネットワーク(社会)イメージ

HITACHI  
Inspiring the Next

### "Everything over IP"

常時接続インターネット 無限のアドレス(個体識別)  
セキュリティ(プライバシー) 一対多、多対多(放送系アプリ)



All Rights Reserved. Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

53

## IPv6に関する参考情報

HITACHI  
Inspiring the Next

- <http://www.mainichi.co.jp/digital/ipv6/>
- <http://www.v6pc.jp/>
- <http://www.ipv6forum.com/>
- <http://www.ietf.org/>
  - <http://www.ietf.org/html.charters/ipv6-charter.html>

All Rights Reserved. Copyright ©2002, Hitachi, Ltd.

54