



YAMAHA

感動を・ともに・創る

ヤマハルーター
による
VPNソリューション

2004年4月12日 (at 青山ダイヤモンドホール)

ヤマハ株式会社

AV・IT事業本部 マーケティング室

平野 尚志 (mya@comm.yamaha.co.jp)

公開PDF <http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/pdf/>

YAMAHA

Router

1995 ~ 2004

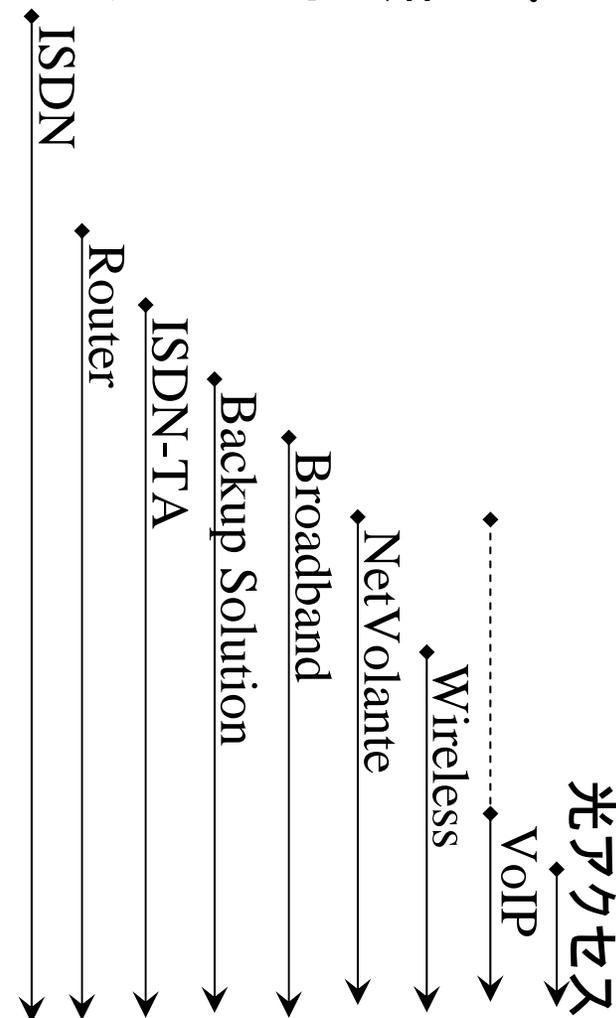


ヤマハ通信機器事業 略歴



デジタルモデムLSIやISDN LSIの開発を基にISDNを活用する応用機器開発を経て、「ISDNリモートルーターRT100i」を発売し、「ヤマハルーター」が始まる。

1989	ISDN LSI 発売開始
1990	FD転送装置(OEM)、 “FDわ～ぷ”
1995	ISDNリモートルーター “RT100i”
1997	ISDNターミナルアダプタ(OEM)
1997	DSU LSI、及び、モジュール
1997	リモートルーター “RT140i”
1998	ISDN&ブロードバンドルーター “RT140e”
1998	ISDN TA/ルーター “RTA50i”
2000	センター用モジュール型ルーター “RT300i”
2000	無線ルーター “RT60w”
2001	ISDN&ブロードバンドルーター “RTA54i”
2002	ブロードバンドVoIPルーター “RTA55i”
2002	イーサアクセスVPNルーター “RTX1000”
2003	ブロードバンドVoIPゲートウェイ “RTV700”



ヤマハルーターの一覧



品番	発売	LAN	TEL	BRI	PRI
RT100i	1995/3	10*1		1	
RT200i	1996/10	10*1		4(8)	
RT102i	1997/2	10*1		1	
RT80i	1997/10	10*1	2	1	
RT140i	1997/10	10/100*1		2	
RT140e	1998/5	10/100*2		1	
RT140p	1998/5	10/100*1		2	1
RT103i	1998/10	10*1		1	
RTA50i	1998/10	10*1	3	1	
RT140f	1999/2	10/100*2		2	
RTA52i	2000/3	10*1	3	1	
RT300i	2000/6	10/100*1(5)		1(33)	0(4)
RT60w	2000/10	10*1, 11b*1	3	1	
RT52pro	2001/6	10*1	3	1	
RT105i	2001/7	10/100*1		1	
RTA54i	2001/7	10*2	2	1	
RTW65b	2001/11	10/100*2, 11b*1			

品番	発売	LAN	TEL	BRI	---
RT105e	2001/12	10/100*2			
RT105p	2002/1	10/100*1			T1*1
RTW65i	2002/2	10/100*2, 11b*1	3	1	
RTA55i	2002/5	10/100*2	2	1	
RT56v	2002/7	10/100*2	3		LINE*1
RTX1000	2002/10	10/100*3		1	
RTX2000	2002/11	10/100*8(16)			
RT57i	2003/7	10/100*2	2	1	
RTV700	2003/11	10/100*2	2	1	PBX*2

L2スイッチングハブのポート数は、未記載。

『ビジネスユース』に強いラインナップ

- ネットボランチ ... 店舗/SOHO/パワーユーザ対象
- RT&RTX ... 小規模以上の企業対象

採用実績多数

- 多拠点ネットワーク構築に貢献

VPN機能を標準実装

- ネットボランチ PPTP...お手軽VPN
- RT&RTX IPsec...安全・安心VPNから高速VPNへ

ネットボランチにVoIP機能を標準実装

- VoIPの効果・価値を試すことが容易 実用レベルへ

IPv6機能を標準実装

- ルーター機能、ファイアウォール機能、VPN機能、VoIP機能

ネットボランチは、IPsec未実装

高性能、高機能、ハイコストパフォーマンス

- FTTHに対応した最大100Mbpsの高スループット

安全性、信頼性に優れたソリューション

- VPNバックアップやISDNバックアップ等による多彩なソリューション

VoIP対応による音声とデータ - の統合を推進

- IP電話サービス対応ルーター

進化するファームウェア

- 市場ニーズに対応した迅速なファーム対応

先進性

- 次世代インターネット技術IPv6実用試験に唯一標準採用

高信頼性

- 群を抜くハードウェア故障率の低さ、雷や静電気のサージ耐力

YAMAHA
RTX Series
~製品概要~



企業内の多拠点ネットワーク構築を実現 YAMAHA

イーサアクセスVPNルーター



イーサアクセスVPNルーター

RTX1000

希望小売価格

123,900円(税込)
(本体価格 118,000円)



RTX1000



高速性

100 Mbit/sの高スループット
3DES時スループット~~25Mbit/s~~を実現

最大55Mbit/s (2004/4時点)

冗長性

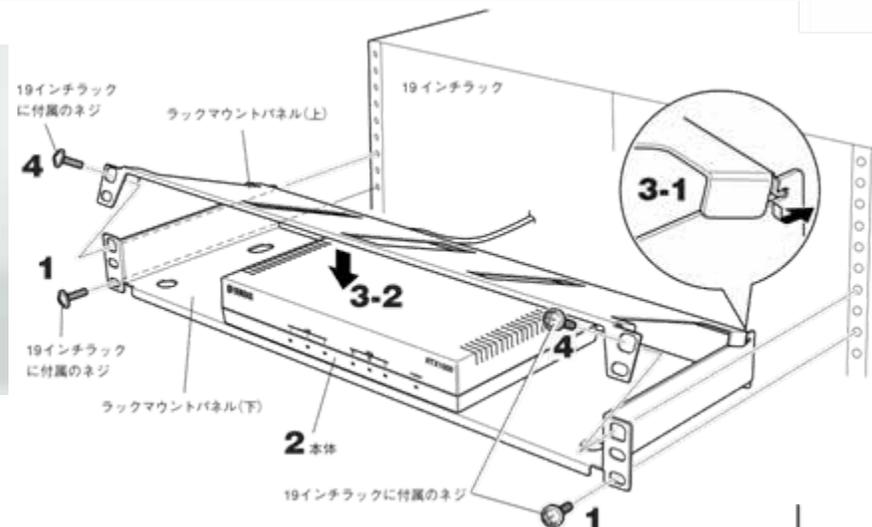
VRRP
ISDN,イーサネット,VPNにバックアップ

高機能性

+ ブロードバンド QoS

高度なルーティング
OSPF,BGP4,フィルタ型ルーティング,
マルチホーミング
高度なIPv4/IPv6ファイアウォール機能
IPv6標準搭載
トンネル、ネイティブ、デュアルスタック、VPN

RTX1000用オプション

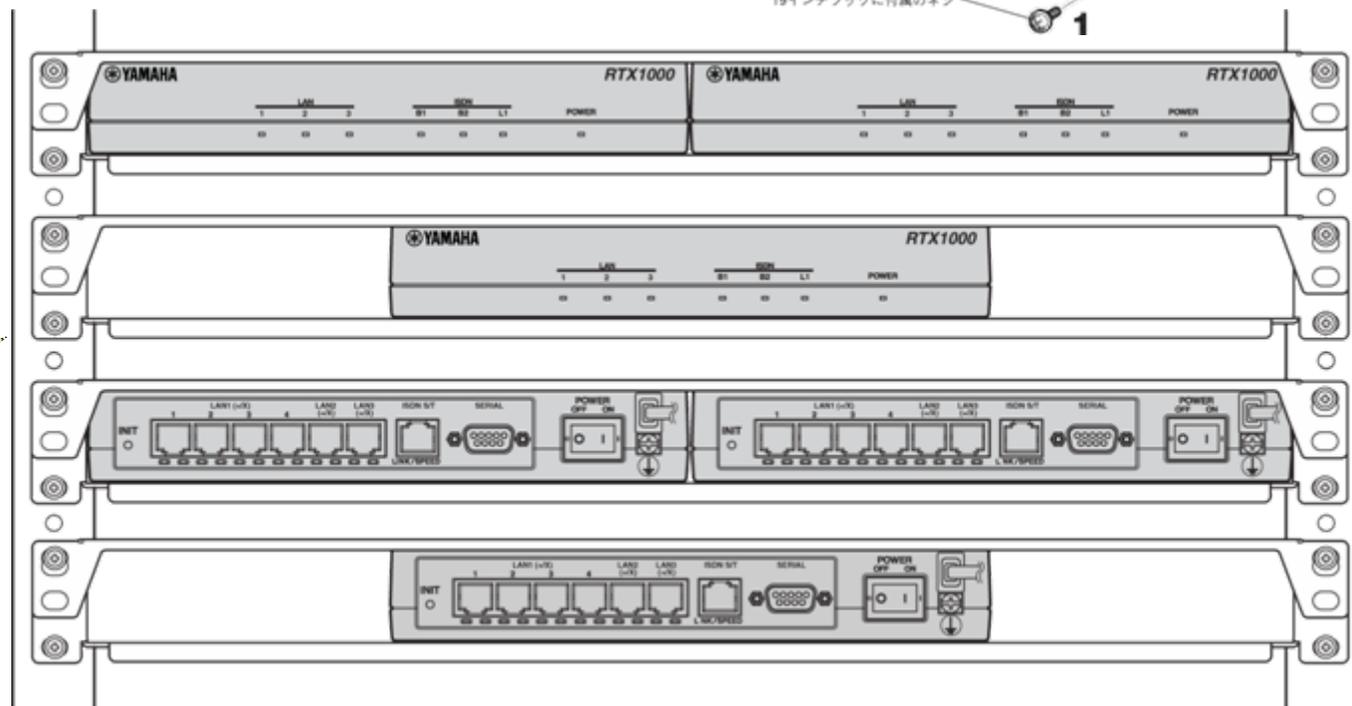


YRK-1000

19インチラック マウントキット

希望小売価格
18,900円(税込)
(本体価格 18,000円)

- ・1Uに1台～2台
- ・前面装着と背面装着
- ・ファンレス
- ・プラスチック筐体



インターネット経由で、 企業内の多拠点ネットワーク構築を実現する



イーサアクセスVPNルーター *RTX2000*

希望小売価格
417,900円(税込)
(本体価格 398,000円)



FE*8 portでルーティング

LANモジュール用拡張スロット
・FE*8
・GbE*2

RTX2000

高速性

	片方向	双方向
FE*2	最大100M	-
FE*8	-	最大800M
GbE*2	最大400M	最大800M

最大ルーティング能力 ~~500Mbit/s~~
~~100Mbit/s~~ ~~ワイヤスピード~~ の高スループット
 VPNスループット ~~50Mbit/s~~ (3DES)

冗長性

最大80Mbit/s (2004/4時点)

VRRP
 イーサネット, VPNにバックアップ

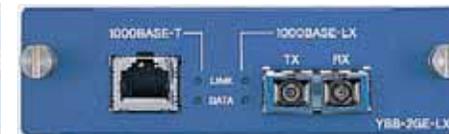
高機能性

- + フィルタ型ルーティング
- + ブロードバンド QoS
- + ギガビットLANモジュール

LANポート毎の独立ルーティング(最大16)
 拡張モジュールで柔軟なネットワーク構築
 (VPNモジュールとLANモジュール)
 高度なフィルタリングによる
 IPv4/IPv6ファイアウォール機能搭載。
 IPv6標準搭載で、将来の二重投資を回避。



RTX2000用拡張モジュール



YBB-VPN-B

YBB-8FE-TX

YBB-2GE-SXT

YBB-2GE-LXT

VPNモジュール

LANモジュール

LANモジュール

LANモジュール

(10BASE-T/100BASE-TX*8ポート)

(1000BASE-T + 1000BASE-SX)

(1000BASE-T + 1000BASE-LX)

希望小売価格
102,900円(税込)
(本体価格 98,000円)

希望小売価格
102,900円(税込)
(本体価格 98,000円)

希望小売価格
207,900円(税込)
(本体価格 198,000円)

希望小売価格
312,900円(税込)
(本体価格 298,000円)

企業の多拠点ネットワークの動向



【既存のアクセス回線の選択肢】

- ・ISDN(64k)
- ・OCNエコノミー(128k) + インターネットVPN
- ・フレームリレー網(64k/128k)
- ・IP-VPN網(64k/128k)
- ・専用線(デジタルリーチ: 64k ~ 1.5M)

【ビジネスのブロードバンド化】

前提: 低価格、高速、大容量

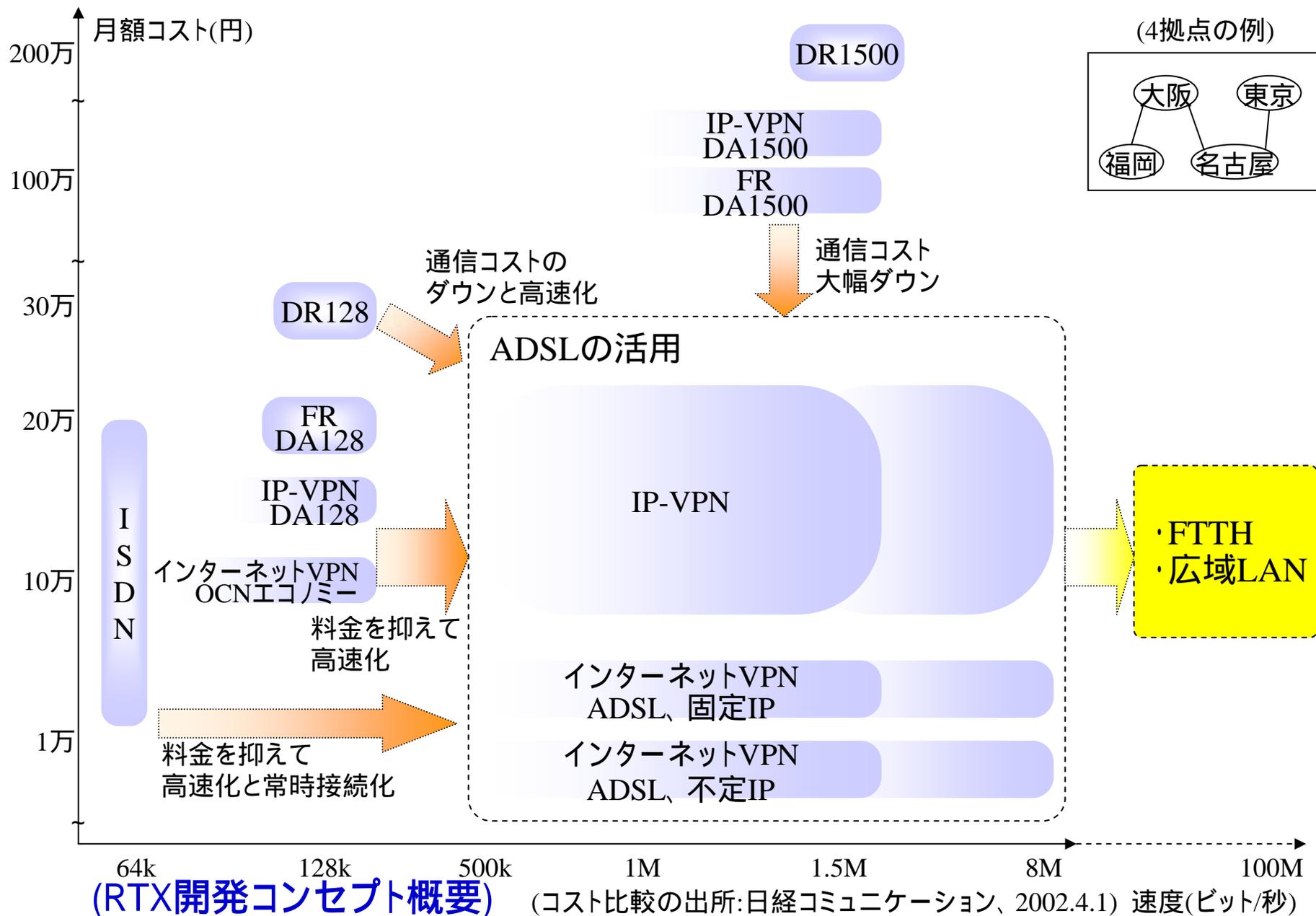
- a) ギャランティ型アクセス回線
- b) ベストエフォートアクセス回線+ 冗長性

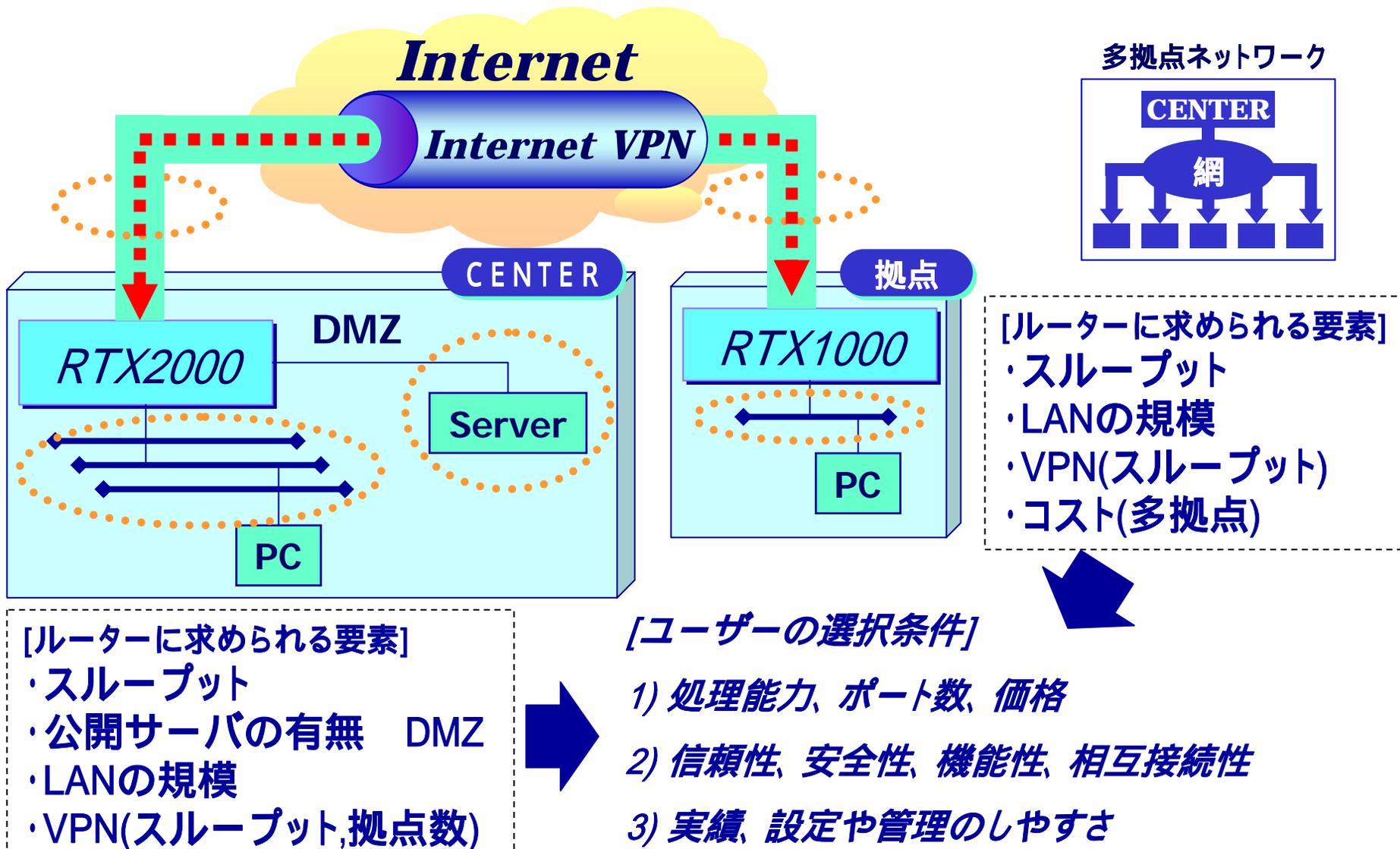
2001年のブロードバンドは
個人ユーザー先行

【ビジネス使用の条件】

- ・信頼性の保持
- ・コストダウンの要請
- ・高速化の要請

企業の多拠点ネットワークの通信コスト比較

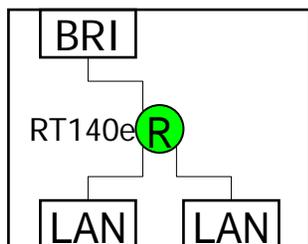




信頼と実績のブロードバンドVPNルーター

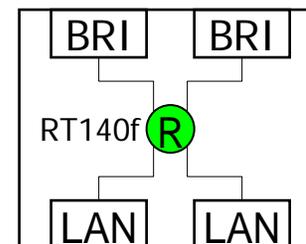


YAMAHA RT140e/RT140f



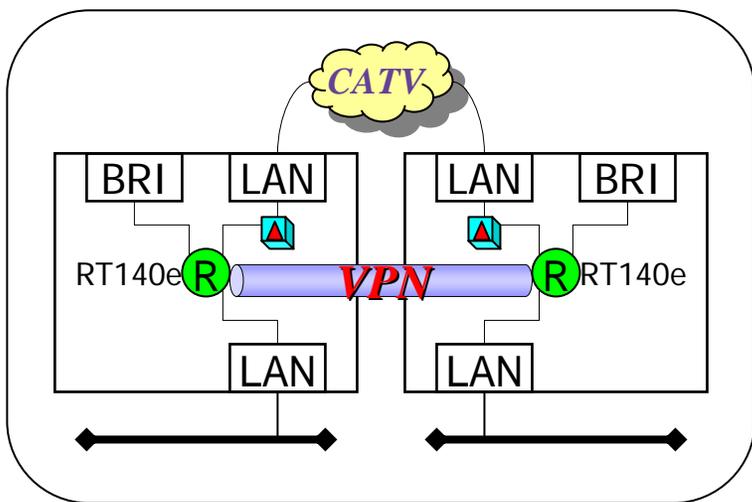
[RT140e]

- ・1998年5月発売
- ・LAN: 2ポート
- ・BRI: 1ポート



[RT140f]

- ・1999年2月発売(完売)
- ・LAN: 2ポート
- ・BRI: 2ポート



[ソフトウェア]

- ・1998年5月: IPsec搭載 (セキュリティ・ゲートウェイ機能)
- ・1999年1月: LAN間NAT搭載 (NATディスクリプタ機能)
- ・2001年4月: PPPoE搭載 ~ IPv6搭載
- ・2001年12月: DHCPクライアント機能

<http://www.yamaha.co.jp/news/2002/02090402.html>

ヤマハ イーサアクセスVPNルーター『RTX1000』

～「インターネットVPN、IP-VPN、広域イーサネットへの高速アクセス」と「自動回線バックアップ」の両立～

<http://www.yamaha.co.jp/news/2002/02062701.html>

イーサアクセスVPNルーター『RTX2000』

<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/backup/index.html>

<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/vrrp/vrrp.html>

YAMAHA

RTX Series

~Backup Solution~



Networld + Interop 2002

- RTX1000&RTX2000のバックアップ・ソリューション・イメージ

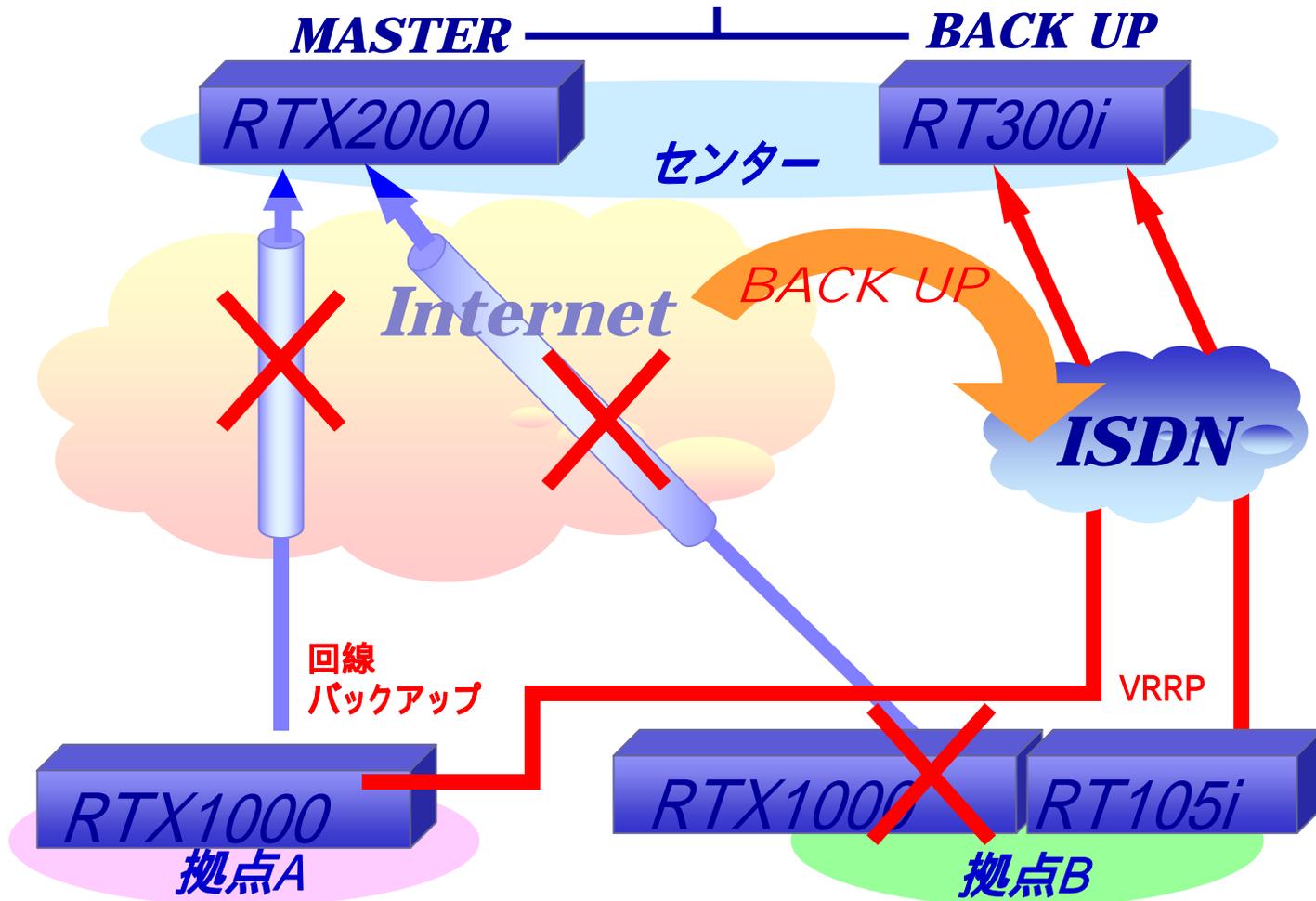
ナローバンド・バックアップ

- コンセプト: “回線バックアップ”
- 従来のISDNバックアップ
- 回線バックアップ (専用線やフレームリレー網)

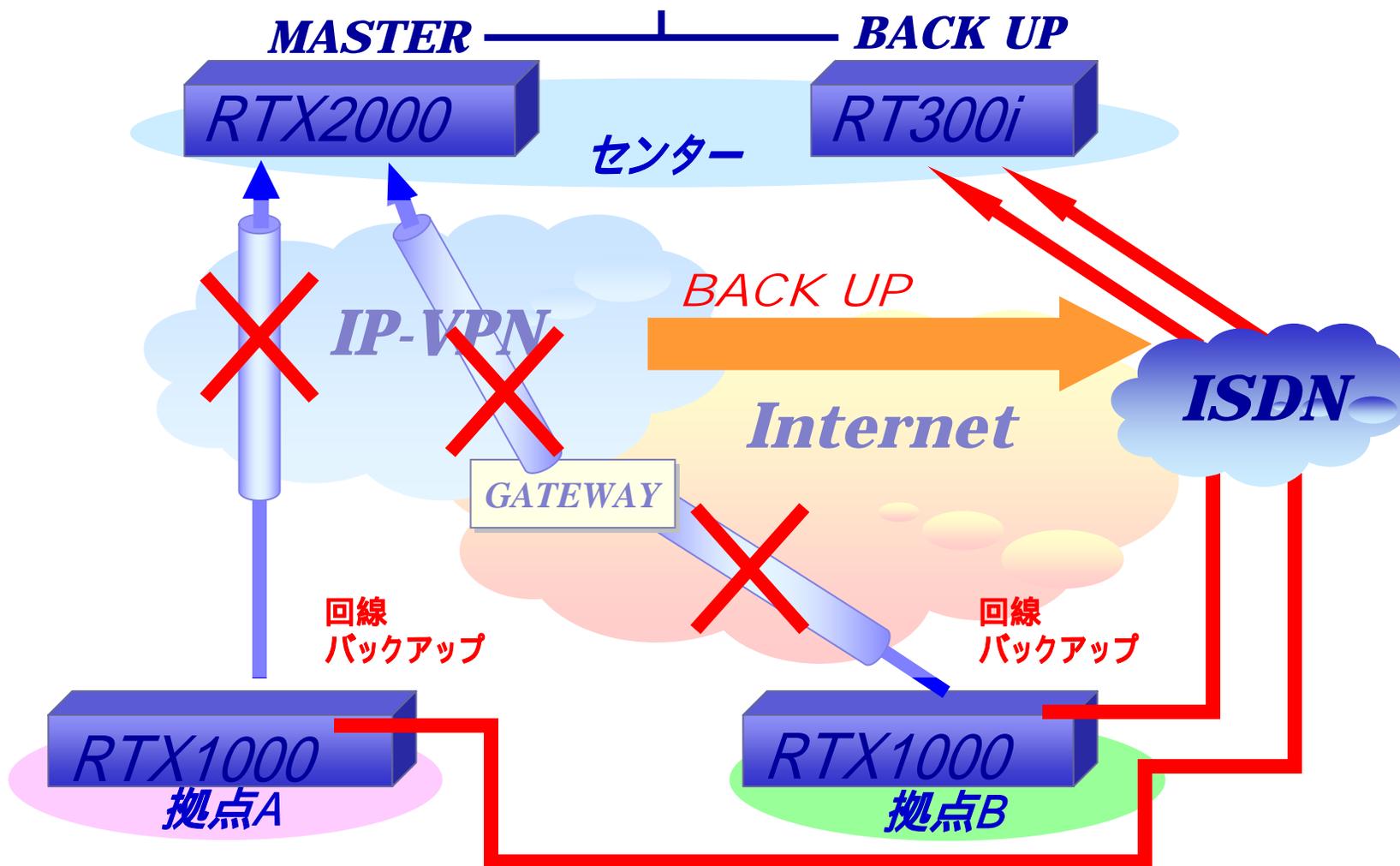
ブロードバンド・バックアップ

- コンセプト: “ネットワーク・バックアップ”
- バックアップ方式の分類
- イメージ図

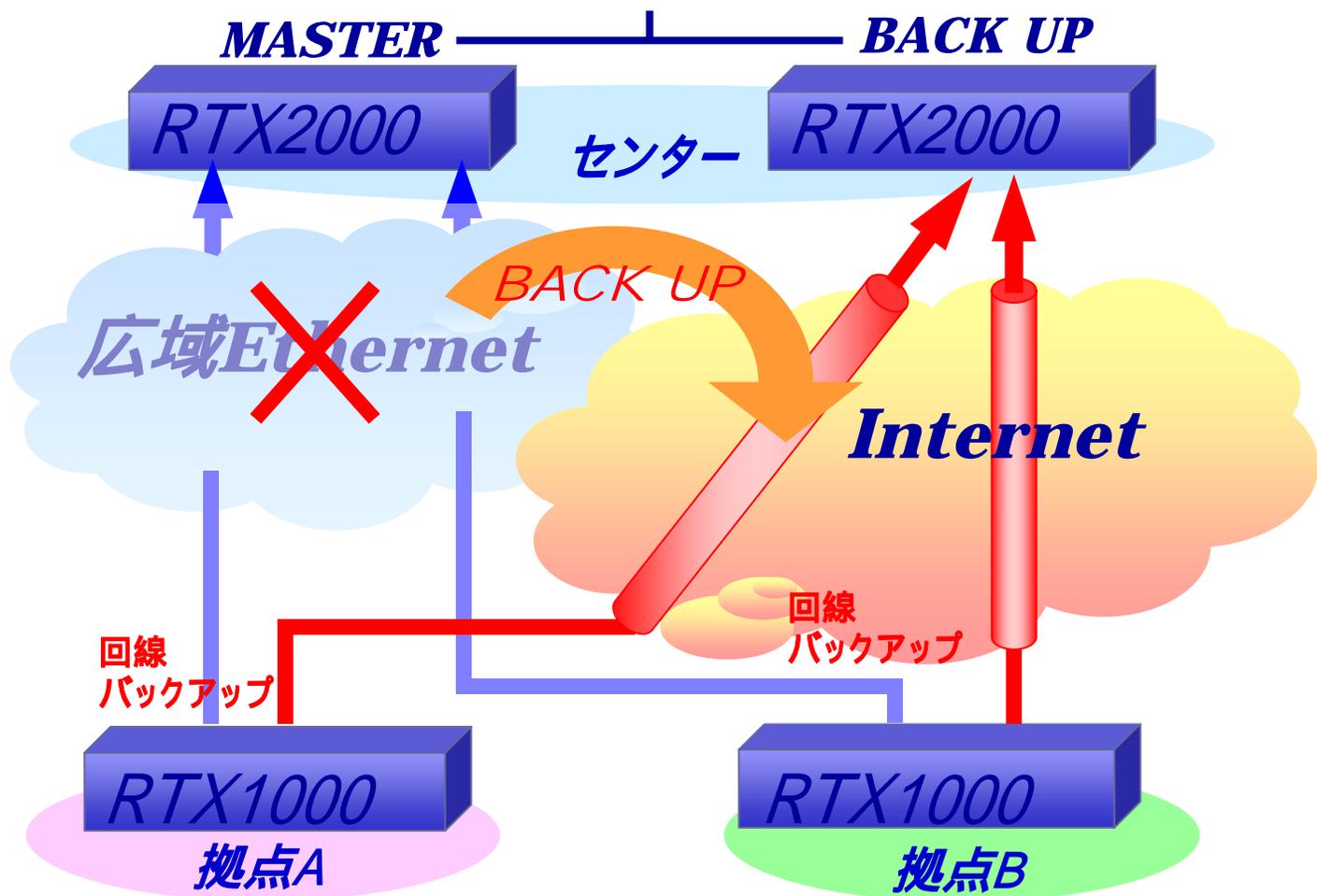
Internet VPN 構築図 (N+1 2002) YAMAHA



IP-VPN 構築図 (N+I 2002)

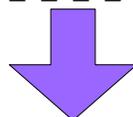


広域Ethernet 構築図 (N+1 2002) YAMAHA

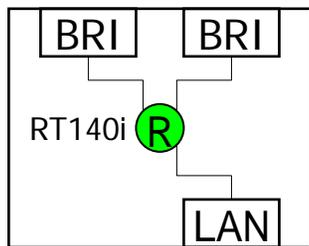


企業は 切れないネットワーク を望んでいる

切れたら大騒ぎ



信頼と実績のRT140i (ISDNバックアップの定番)

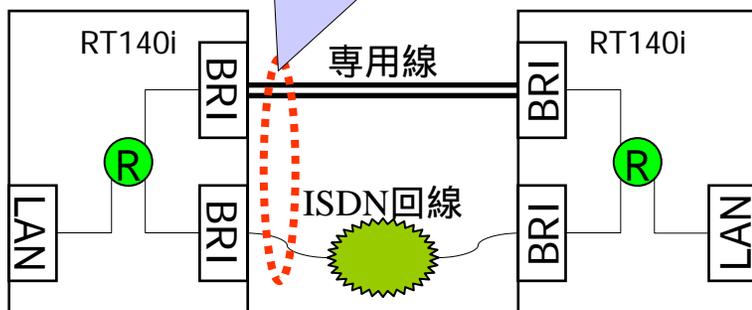


[RT140i]

- ・1997年10月発売
- ・LAN: 1ポート(10BASE-T/100BASE-TX)
- ・BRI: 2ポート

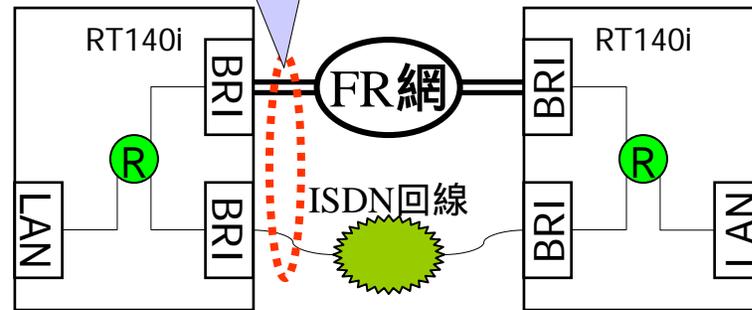


Multilink PPP Backup



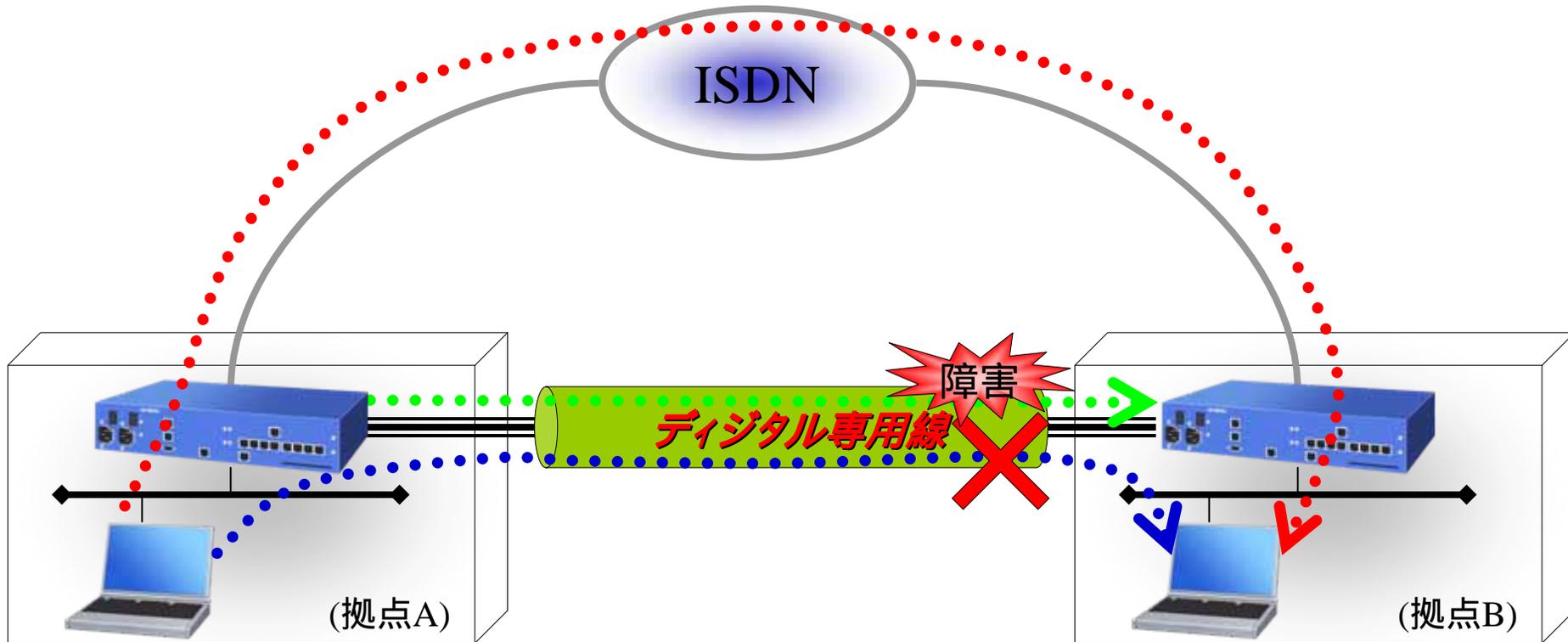
専用線のISDNバックアップ

Backup



FR網のISDNバックアップ

異常課金も大騒ぎ



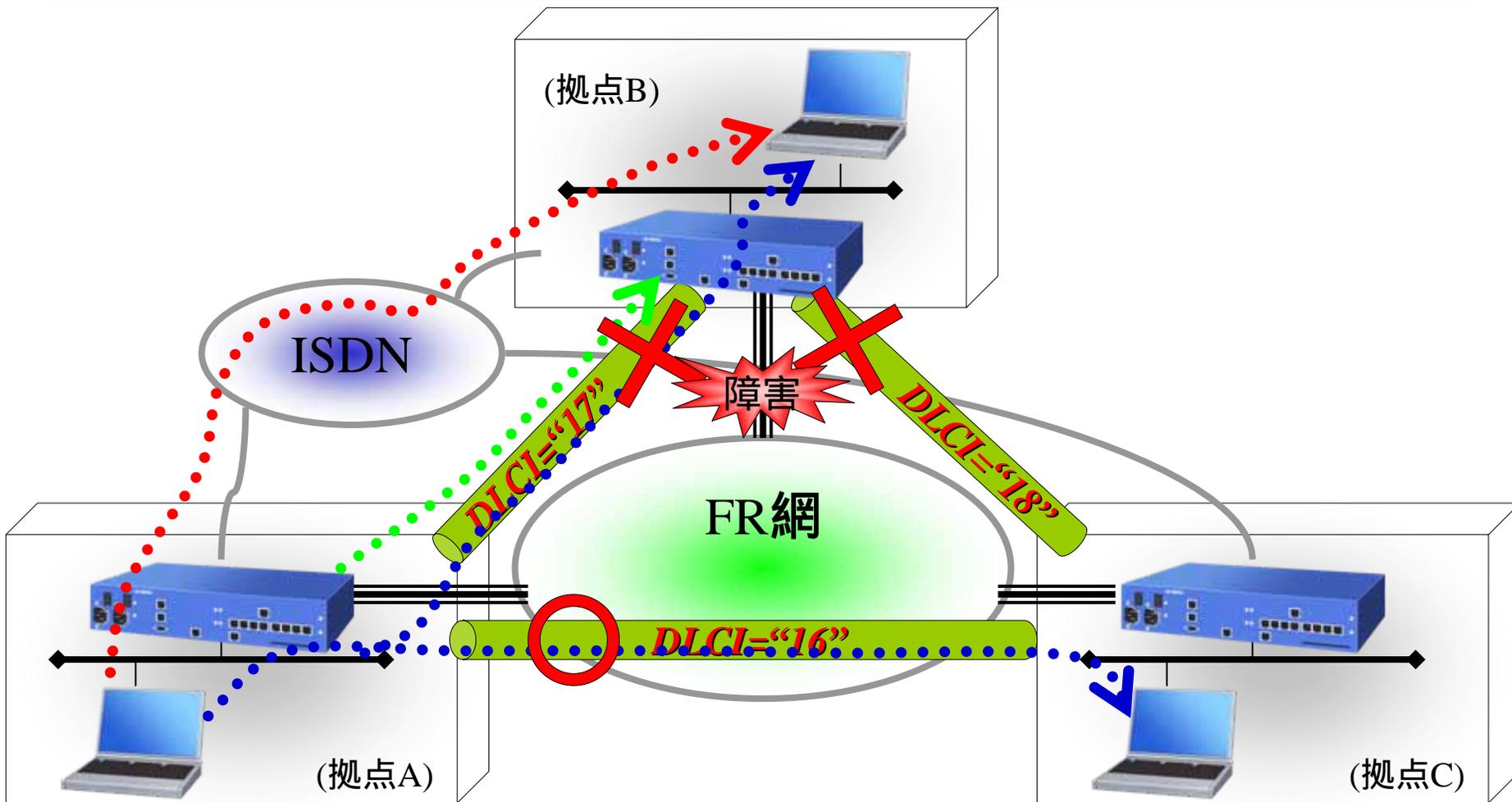
- ネットワーク監視
- 通常経路
- バックアップ経路

[障害発生による経路変更のしくみ]

通常経路による通信(A → B)
専用線監視
障害発生(拠点B付近)

ISDNを利用した
バックアップによる通信(A → B)

fr backup (DLCIごとのバックアップ)



- ネットワーク監視
- 通常経路
- バックアップ経路

[障害発生による経路変更のしくみ]

通常経路による通信(A B, A C)

PVC状態監視

障害発生(拠点B付近)

ISDNを利用した

バックアップによる通信(A B)

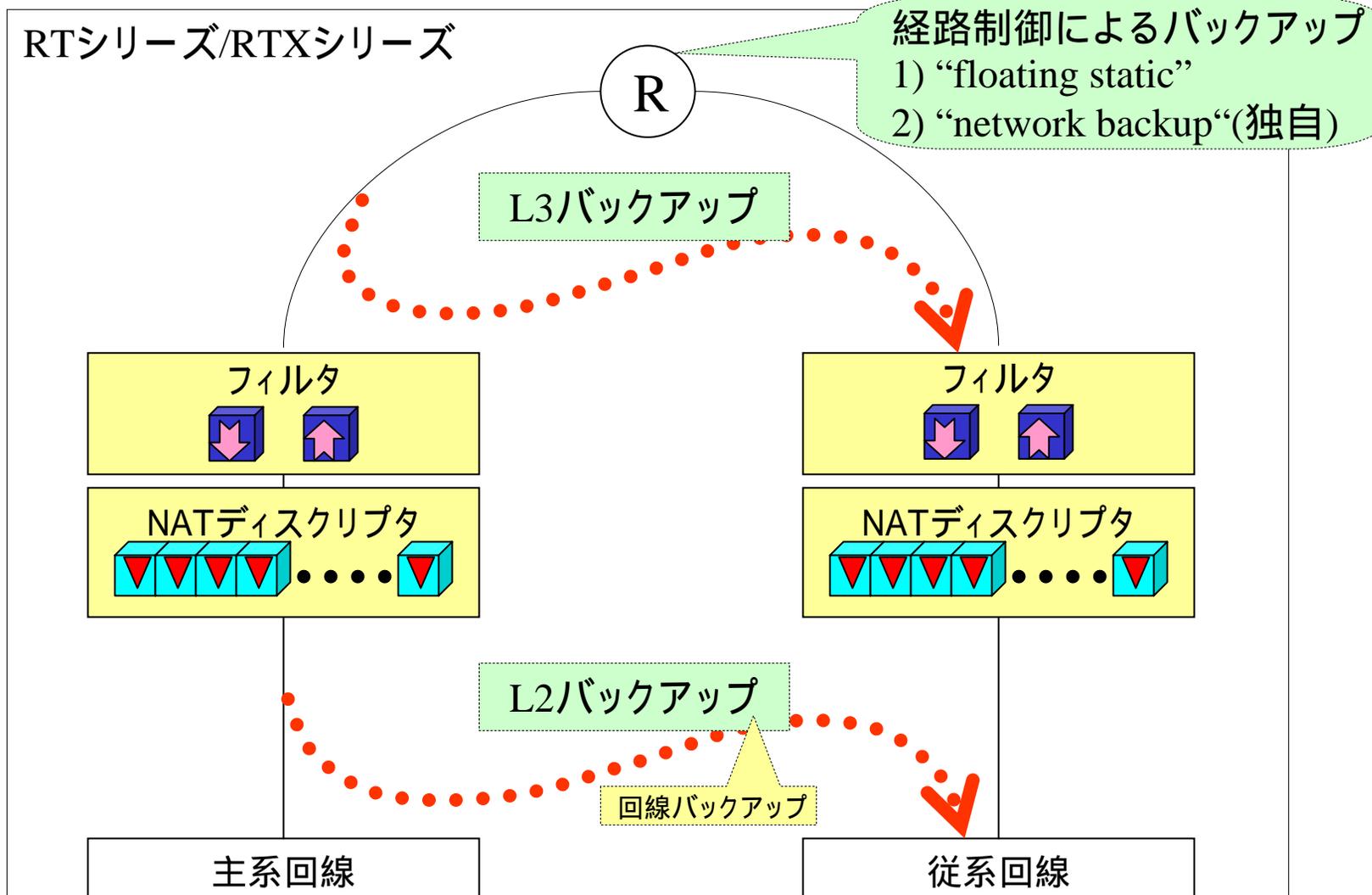
バックアップ方式の一覧



Layer	機能	主系回線	検出方法	従系回線
経路 制御	floating static	・動的経路情報	・経路情報の交換～消滅	静的経路情報
	network backup	・静的経路情報	・ICMP keepalive	静的経路情報
L3 (独自)	pp backup	・PPP ・PPPoE	・LCP keepalive ・ICMP keepalive	PP LAN tunnel
	lan backup	・ethernet	・ARP keepalive ・ICMP keepalive	PP LAN tunnel
	tunnel backup	・IPsec	・IKE keepalive(heartbeat) ・ICMP keepalive	PP LAN tunnel
L2 (独自)	leased backup	・専用線	・LCP keepalive	ISDN
	fr backup	・FR網	・PVC状態確認手順	ISDN
	tunnel backup	・IPsec	・IKE keepalive(heartbeat)	ISDN (廃止)

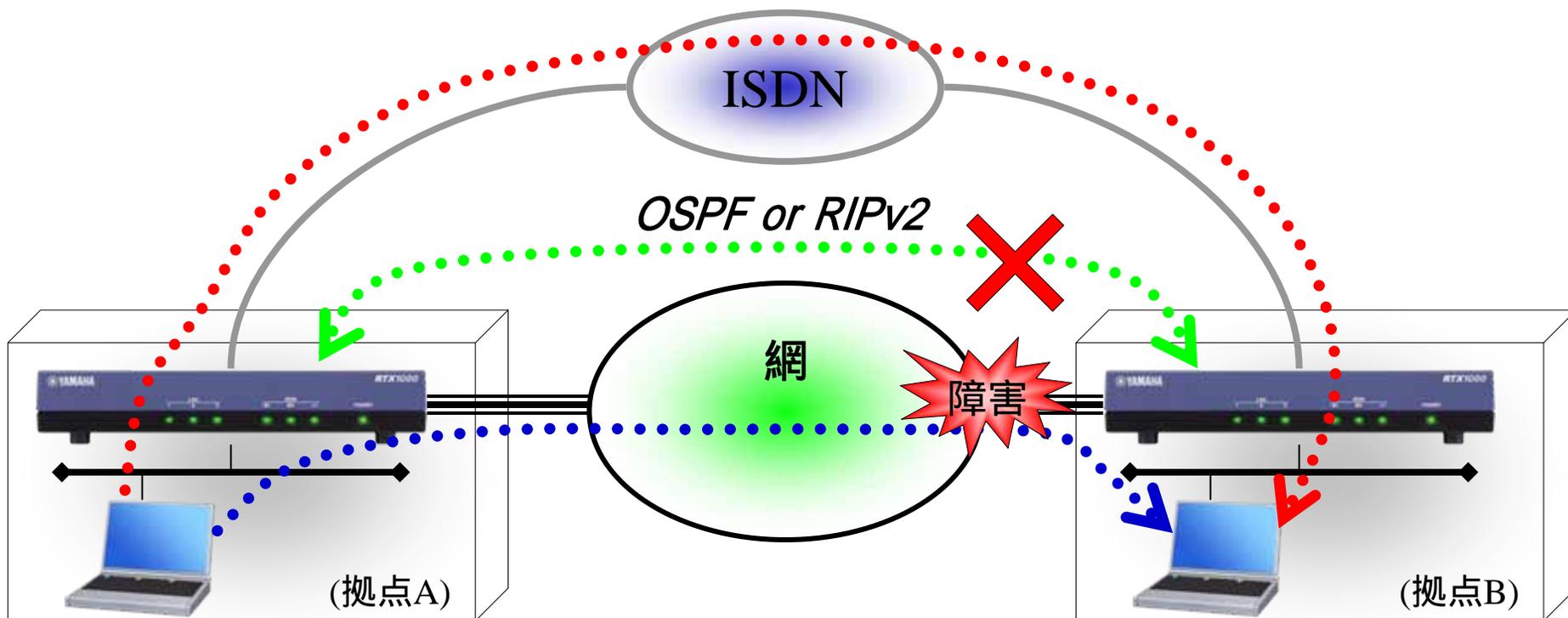
VRRPは機器をバックアップする仕組みです。

「floating static」と「L2/L3バックアップ」



概念を説明するためのイメージ図です。

floating static (network)



- 動的経路情報交換
- 通常経路
- バックアップ経路

[障害発生による経路変更のしくみ]

通常経路による通信(A B)

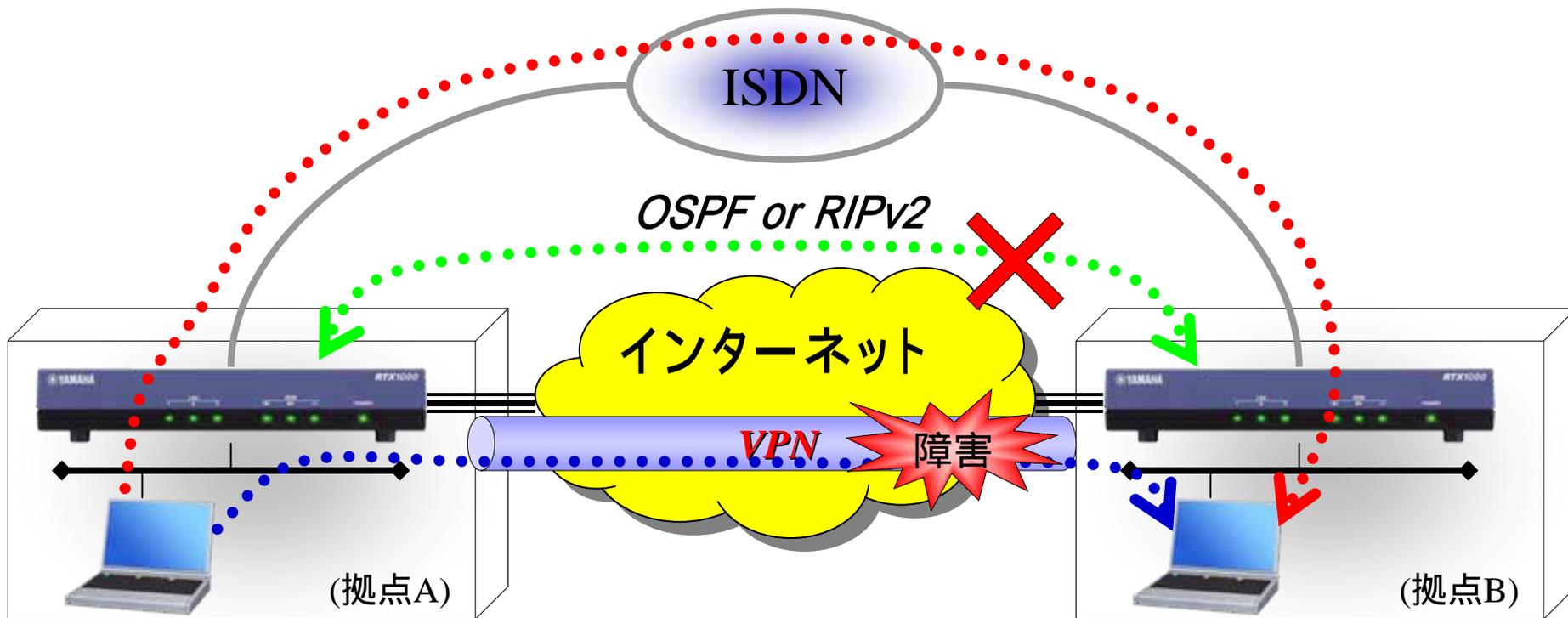
動的経路情報の交換

障害発生(拠点B付近)

ISDNを利用した

バックアップによる通信(A B)

floating static (VPN)



- 動的経路情報交換
- 通常経路
- バックアップ経路

[障害発生による経路変更のしくみ]

通常経路による通信(A → B)

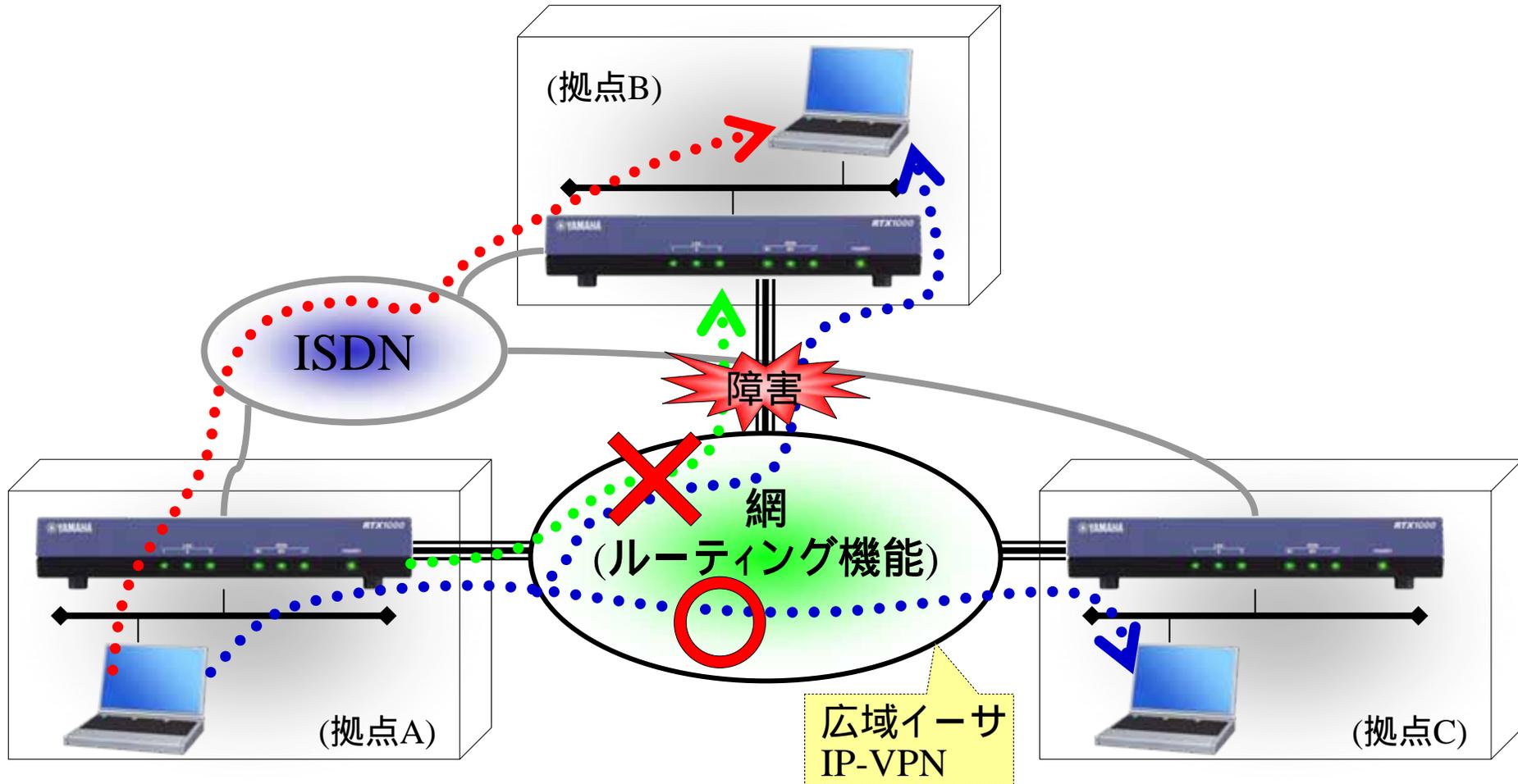
動的経路情報の交換

障害発生(拠点B付近)

ISDNを利用した

バックアップによる通信(A → B)

network backup (静的経路 静的経路)



- ⋯ ネットワーク監視
- ⋯ 通常経路
- ⋯ バックアップ経路

[障害発生による経路変更のしくみ]

通常経路による通信(A B, A C)

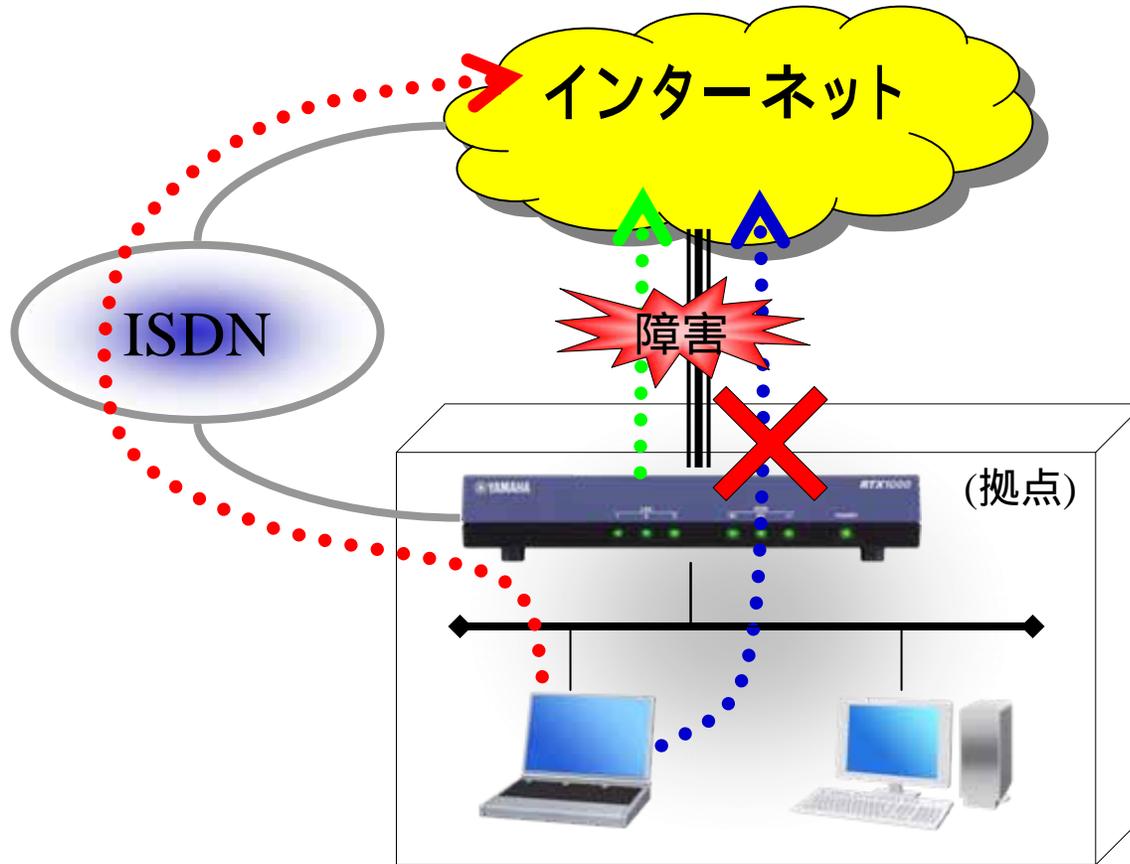
ネットワーク監視

ISDNを利用した

障害発生(拠点B付近)

バックアップによる通信(A B)

ISP backup (pp/lan backup)



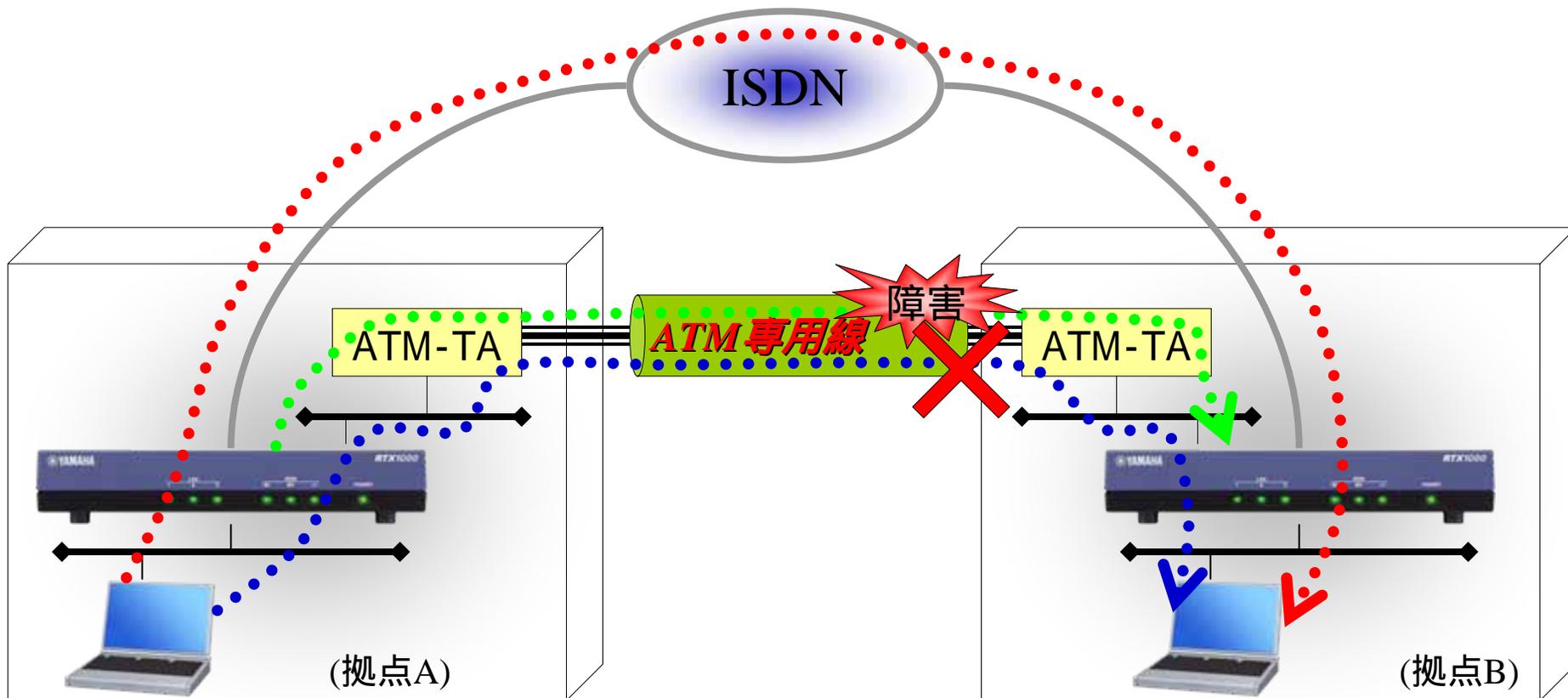
- ネットワーク監視
- 通常経路
- バックアップ経路

[障害発生による経路変更のしくみ]

通常経路による通信
経路監視
障害発生

ISDNを利用した
バックアップによる通信

ATM専用線backup (lan backup)



- ネットワーク監視
- 通常経路
- バックアップ経路

[障害発生による経路変更のしくみ]

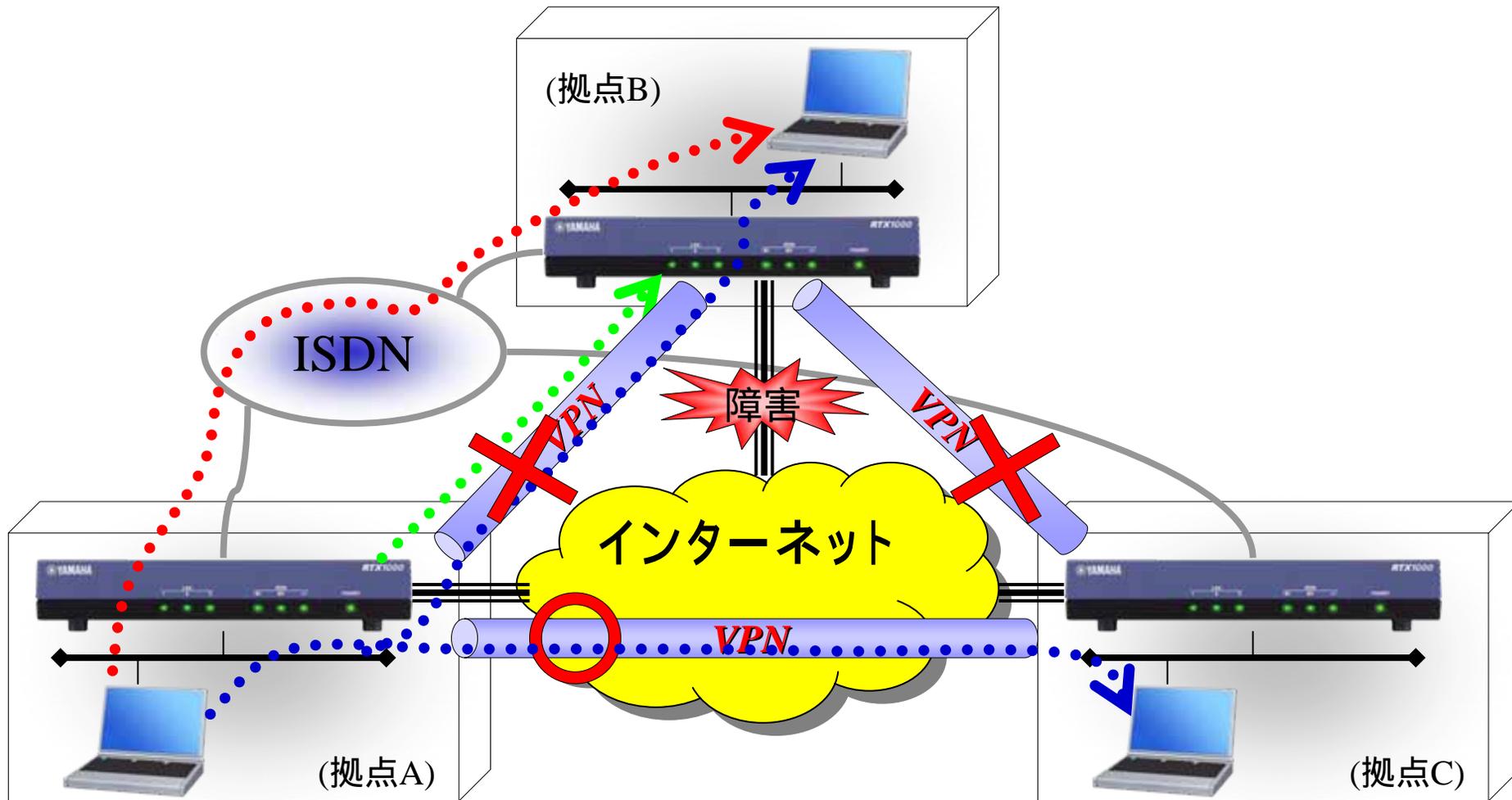
通常経路による通信(A → B)

経路監視

障害発生(拠点B付近)

ISDNを利用した

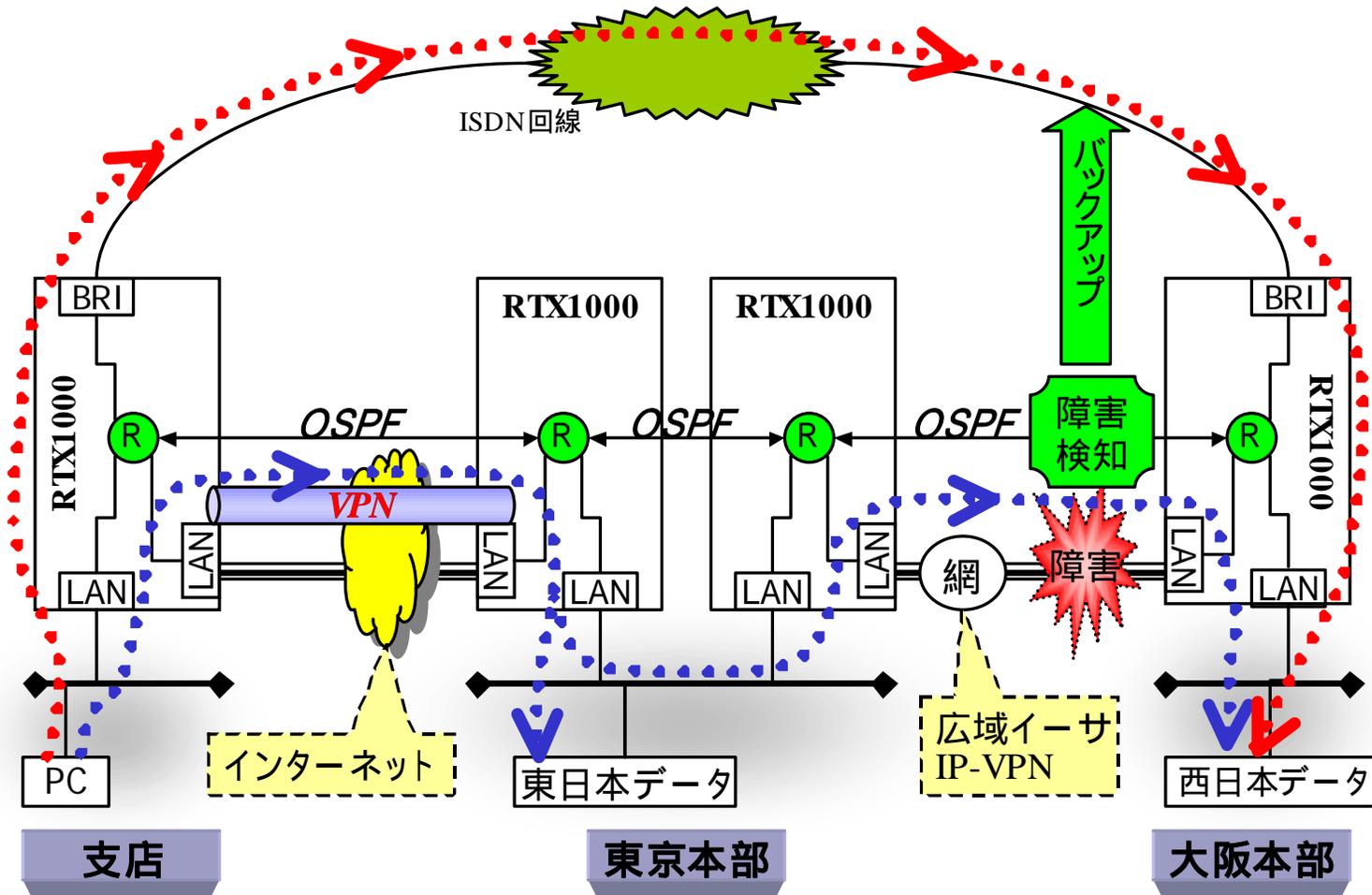
バックアップによる通信(A → B)



- ネットワーク監視
- 通常経路
- バックアップ経路

[障害発生による経路変更のしくみ]
通常経路による通信(A B, A C)
トンネル監視
障害発生(拠点B付近) ISDNを利用した
バックアップによる通信(A B)

floating staticの利用例(動的運用)



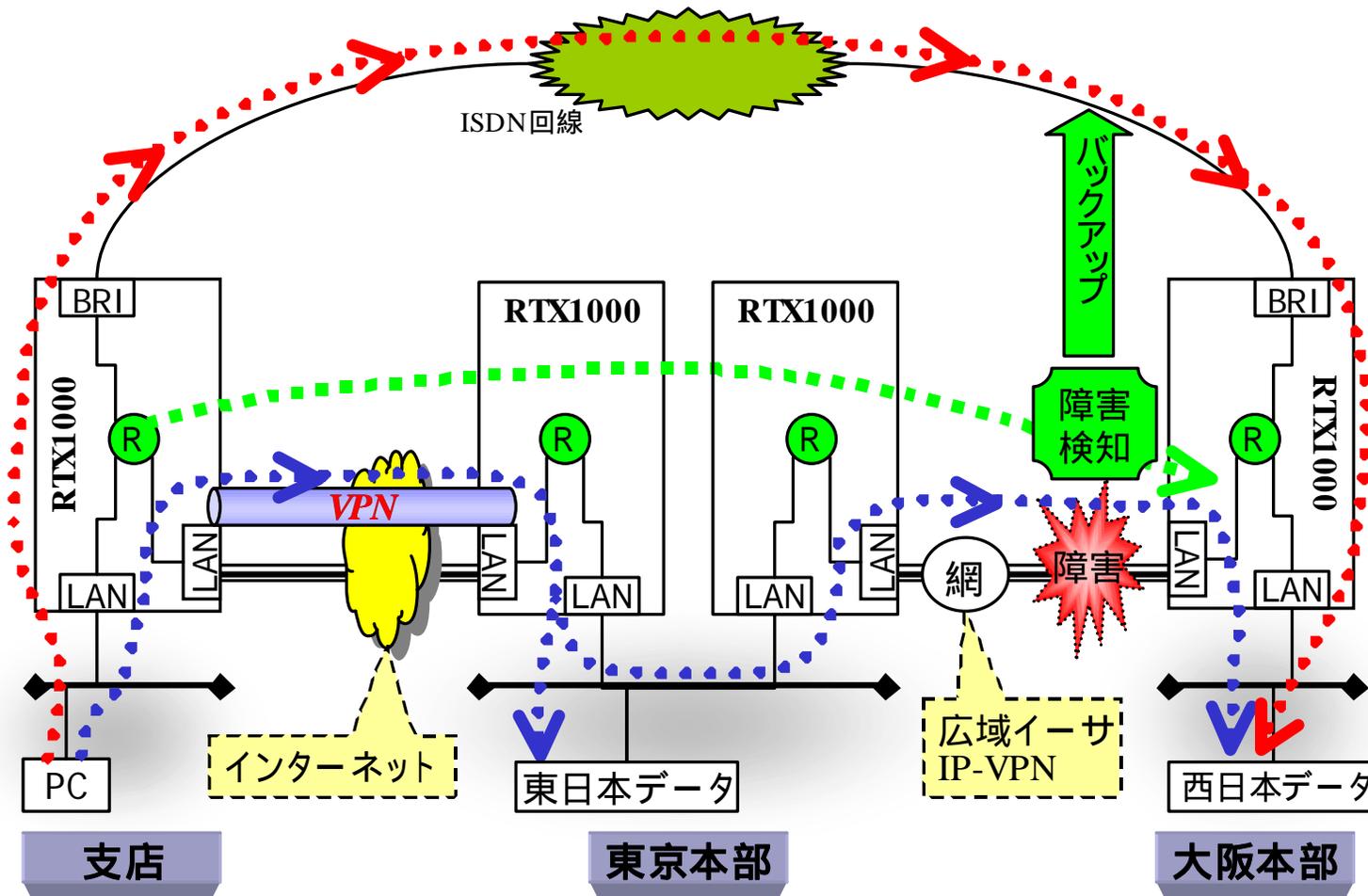
通常経路例
 バックアップ経路例

[障害発生による経路変更のしくみ]

OSPFの経路情報交換
 通常経路による通信
 障害発生

障害による動的経路の消失
 バックアップ用静的経路の活性
 バックアップ経路による通信

network backupの利用例(静的運用)



- ⋯ ➤ ネットワーク監視
- ⋯ ➤ 通常経路例
- ⋯ ➤ バックアップ経路例

[障害発生による経路変更のしくみ]

ネットワーク監視
通常経路による通信
障害発生

監視機能による障害検知
監視機能による経路変更
バックアップ経路による通信

<http://www.yamaha.co.jp/news/2003/03012201.html>

ヤマハルーター「RTX1000」の新ファームウェアリリース
スループット大幅向上、QoS・バックアップ機能大幅強化

- <http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/fastpath/>

- http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/relnote/Rev.07.01/relnote_07_01_04.txt

2003/1

RTX Series

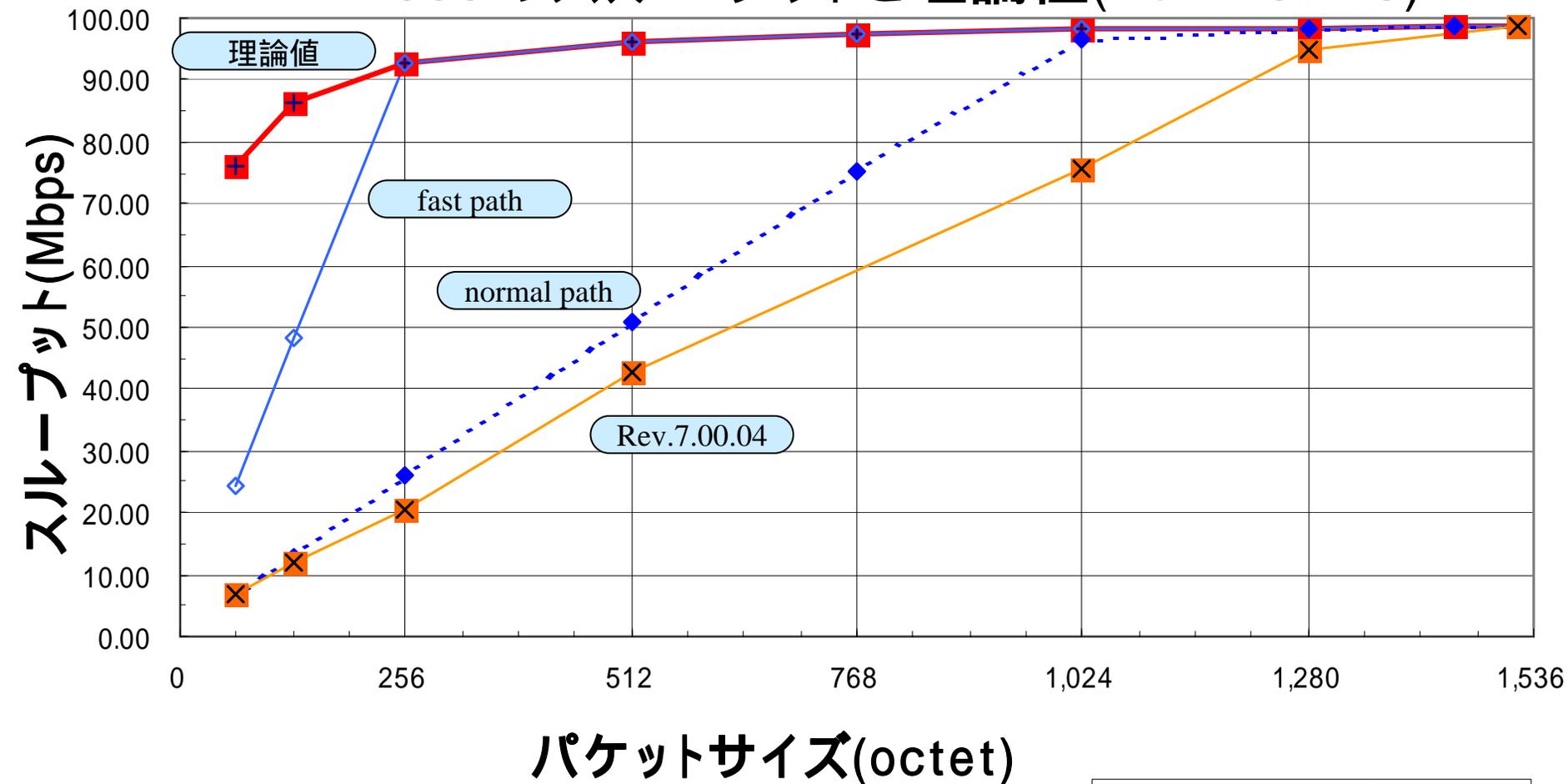
~高速性強化~



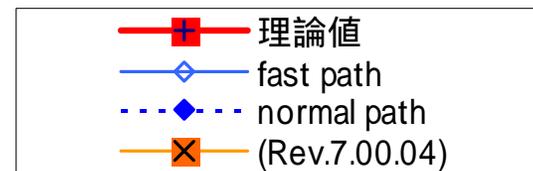
RTX1000(スループット)



RTX1000のスループットと理論値(Rev.7.01.29)



測定結果の一例で、動作保証するものではありません。



理論値

- ワイヤスピード(wire speed)
64 ~ 1518オクテットのすべてで、回線利用率100%
- 最大値
64 ~ 1518オクテットのどれかで、回線利用率100%

ハードウェア

- 汎用アーキテクチャ ...RT105e
- ネットワーク専用アーキテクチャ ...RTX1000/RTX2000

ソフトウェア

- 高速化のために機能(価値)を犠牲にしない
- 高速処理を実現する新技術

イーサネットの最大スループット



Ethernetにおいてフレームを連続転送する <限界・最大> は、一定のロスがある。



[フレームサイズやパケットサイズ]

- ・SmartBits等でスループット測定する場合のフレームサイズ

- ・64 ~ 1518 octets

- ・IPデータは、18 octets小さい
46 ~ 1500 octets

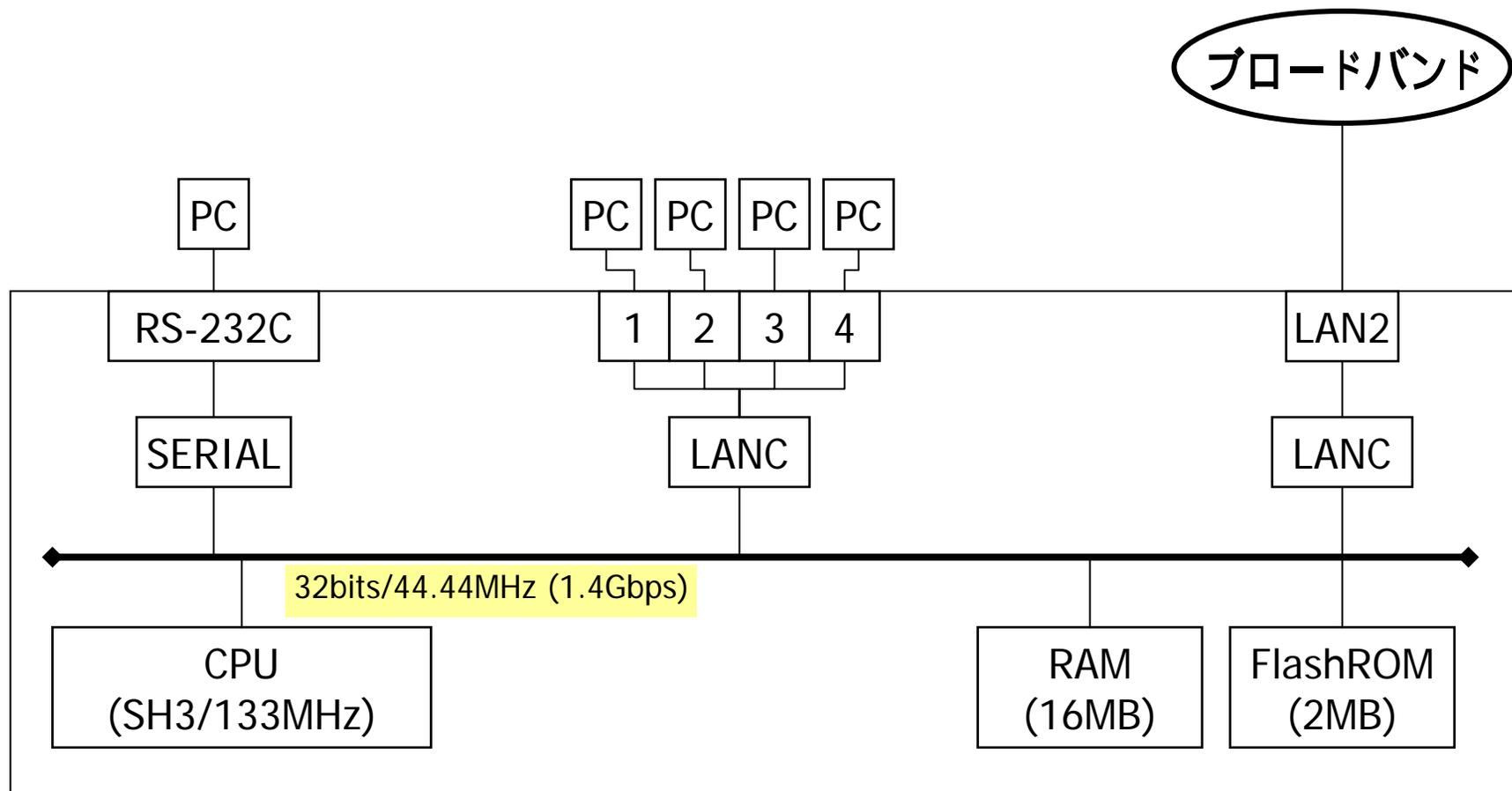
[フレーム間ギャップなど]

- ・Ethernetにてフレーム伝送する場合には、フレーム間に一定以上の『隙間』が必要。
- ・『隙間』はギャップとプリアンブルで20 octets(160 bits)になる。

[最大スループットやパケット処理能力]

- ・100Mbit/sのFastEthernetでフレーム伝送する場合には、いくらかのロスが発生する。
- ・利用率が100%でもスループットは100Mbit/sにならない。

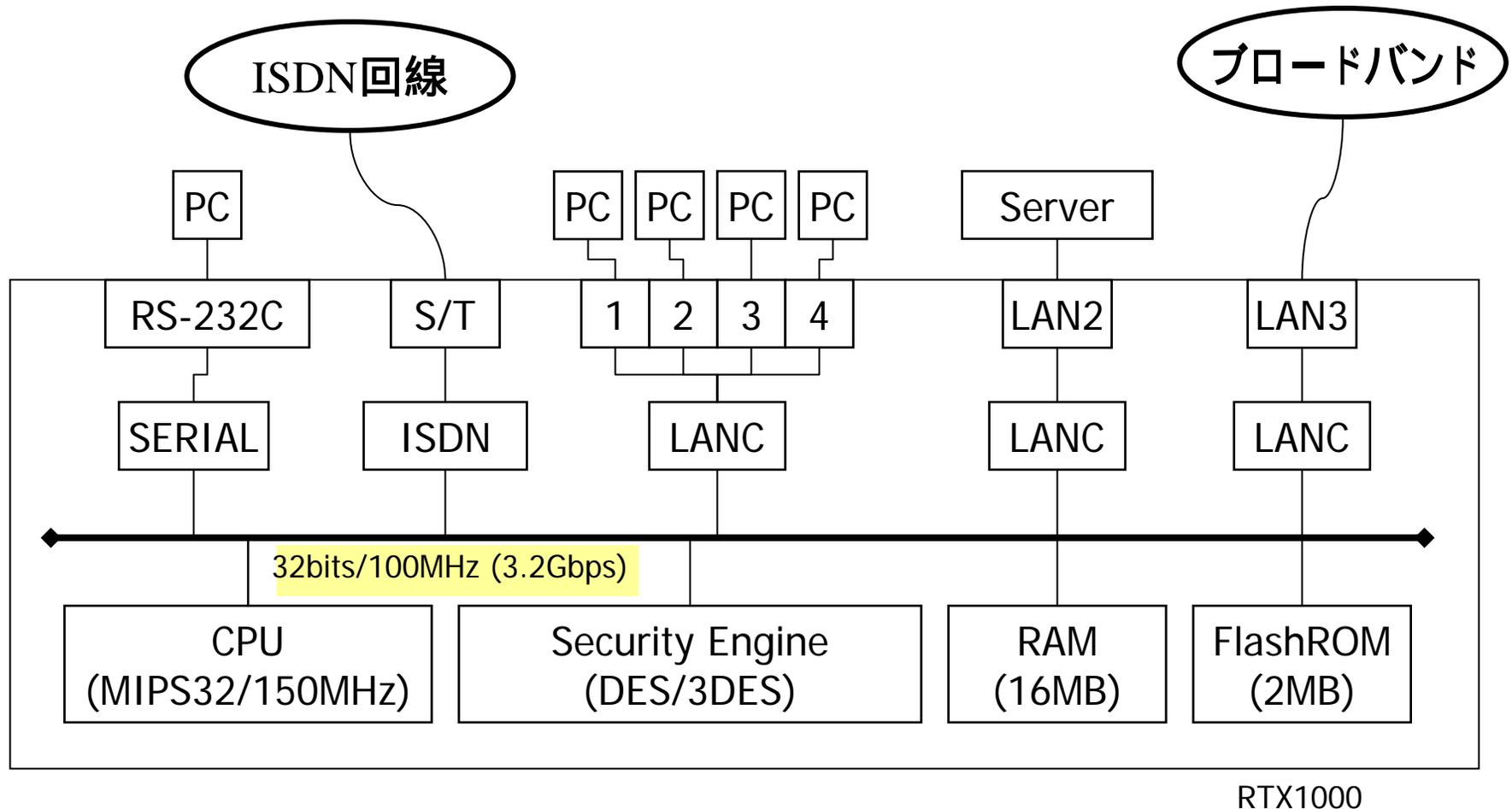
RT105e (アーキテクチャ)



RT105e

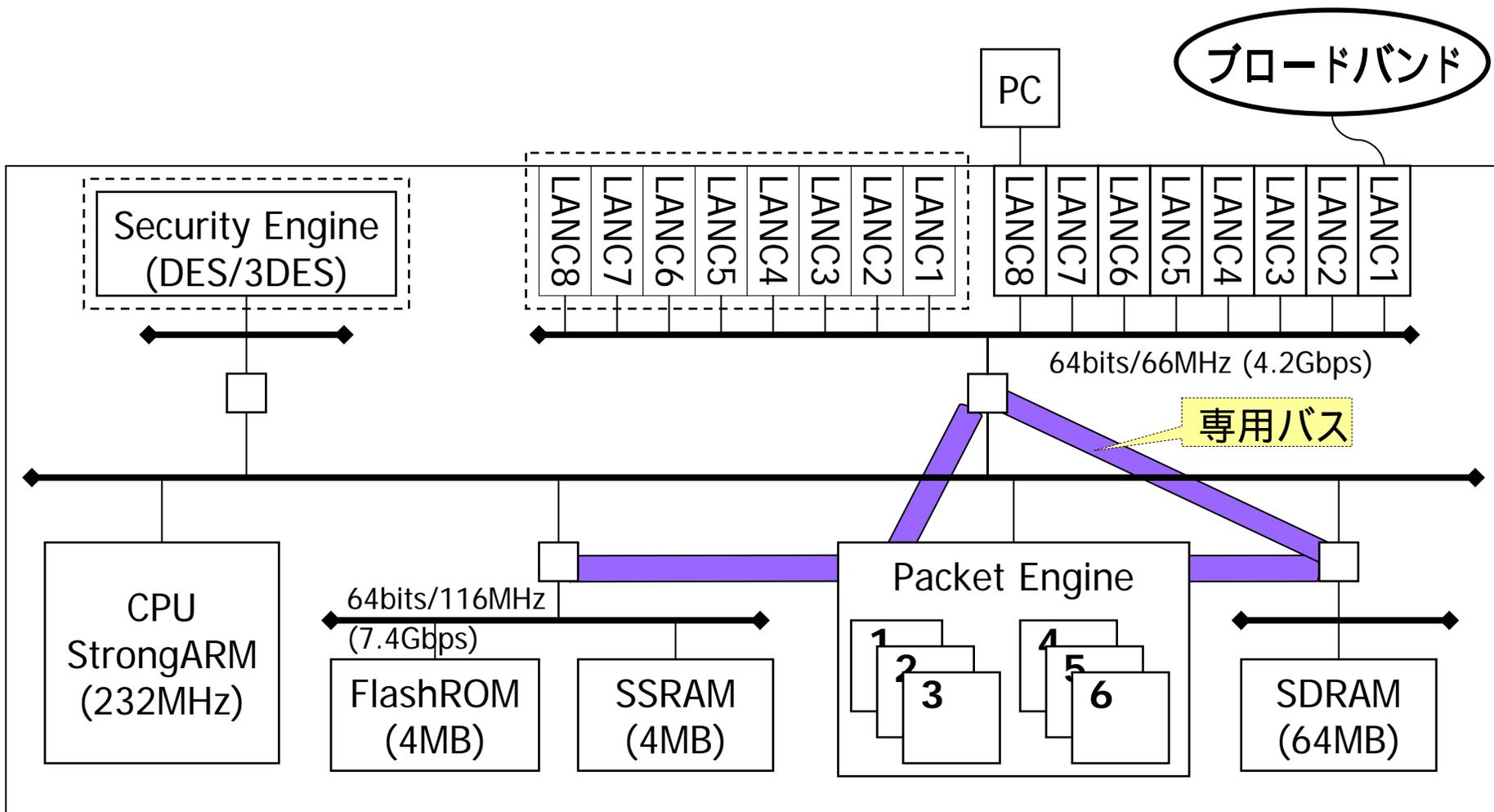
概念を説明するためのイメージ図です。

RTX1000 (アーキテクチャ)



概念を説明するためのイメージ図です。

RTX2000 (アーキテクチャ)



RTX2000

概念を説明するためのイメージ図です。



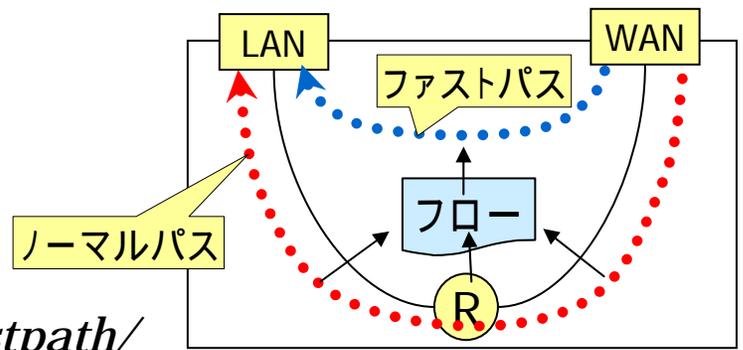
ファストパス (fast path)

RTX2000とRTX1000は、パケット転送を高速に行うために「ファストパス(fast path)」と呼ぶ技術が採用されています。RT57iとRTV700では、RTX1000系ファストパスを最初から実装しています。ファストパスを使わずにパケット転送する通常の処理を「ノーマルパス(normal path)」あるいは「スローパス」と呼びます。

仕組みのグループ	対象機種
RTX2000系	RTX2000
RTX1000系	RTX1000、RT57i、RTV700

ファストパスでは、パケットを種類別に分類して「フロー」として扱います。フローの「先頭パケット」はノーマルパスで処理され、そのフローの処理内容を「フローテーブル」に記録します。記録内容は、フィルタ処理、NAT/IPマスカレード処理、L2ヘッダなどがあります。フローの「後続パケット」はフローテーブルの記録情報を参照してファストパス処理されます。

- [フローの分類情報]
- ・始点、終点アドレス
 - ・プロトコル
 - ・始点、終点ポート番号(TCP/UDPの場合)
 - ・Identifier (pingの場合)



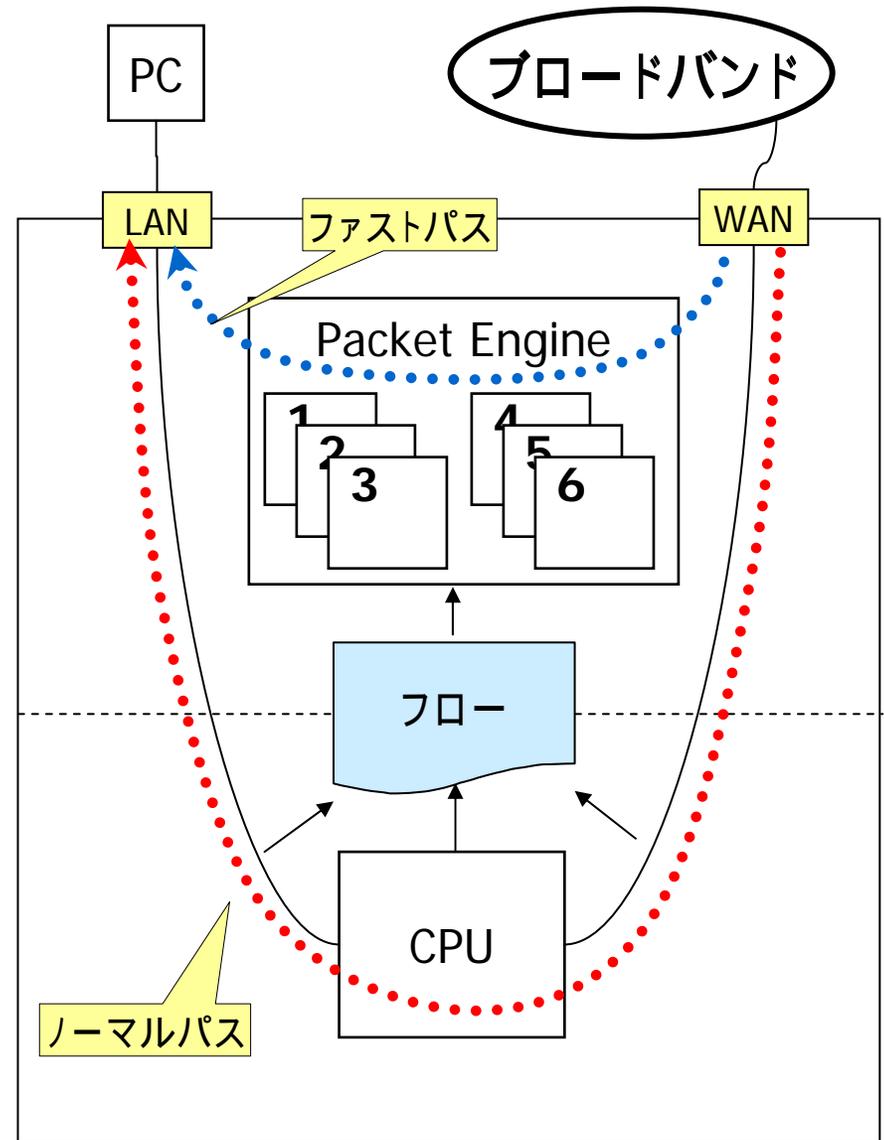
<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/fastpath/>

ファストパス (RTX2000系)



RTX2000は、CPUとしてIntel IXP1200を利用しています。このIXP1200は、メインCPUとしてStrongARMを1個、パケット転送専用の「マイクロエンジン」と呼ばれるCPUを6個搭載しています。RTX2000のファストパスでは、メインCPUを使わず、マイクロエンジンだけでパケットを転送します。

マイクロエンジンは、パケット転送専用CPUである為、複雑な処理はできませんが、高速にパケット転送が行えるように様々な工夫が施されています。また、6個あるマイクロエンジンは並列に動作できるため、多数のLANインタフェースからの入出力を同時に扱ってもスピードが落ちることがありません。

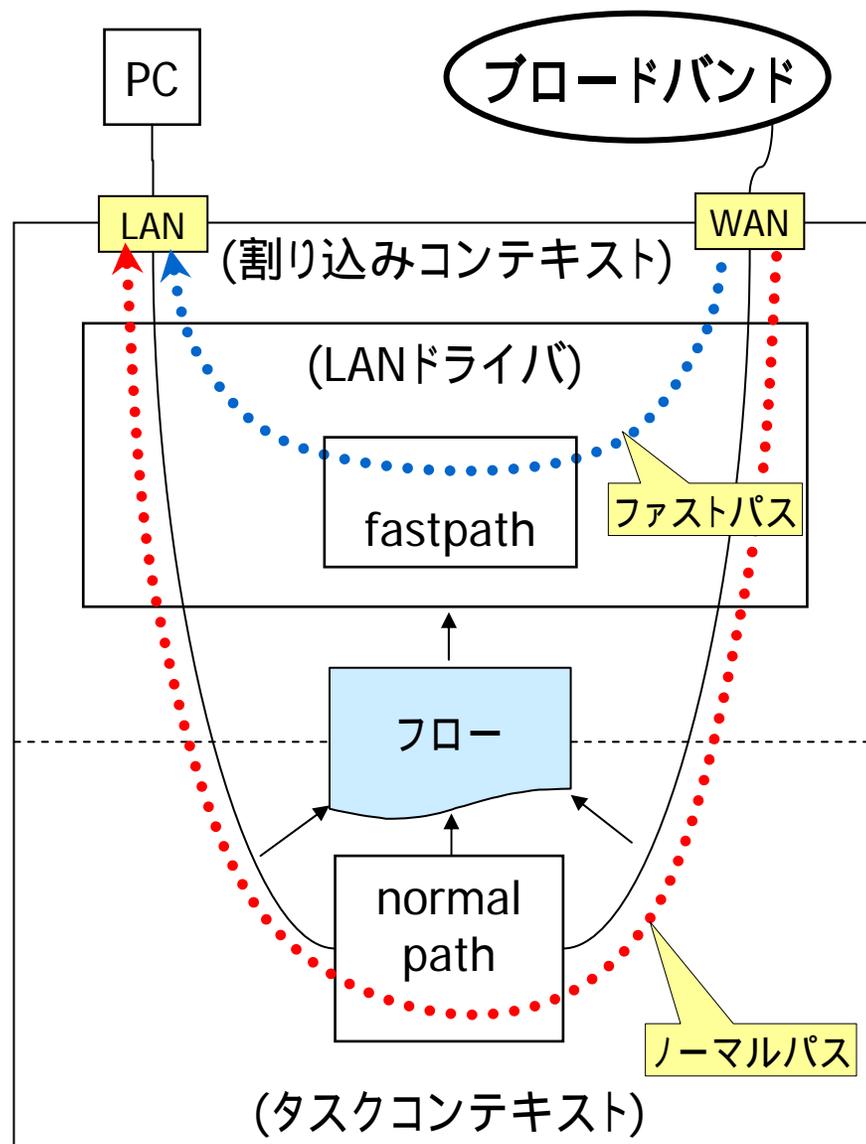


ファストパス (RTX1000系)



RTX1000系ではRTX2000のような特別なCPUを搭載していません。パケット転送は、ファストパス、ノーマルパスとも一つのCPUで処理し、優先度を変えることで高速処理を実現しています。

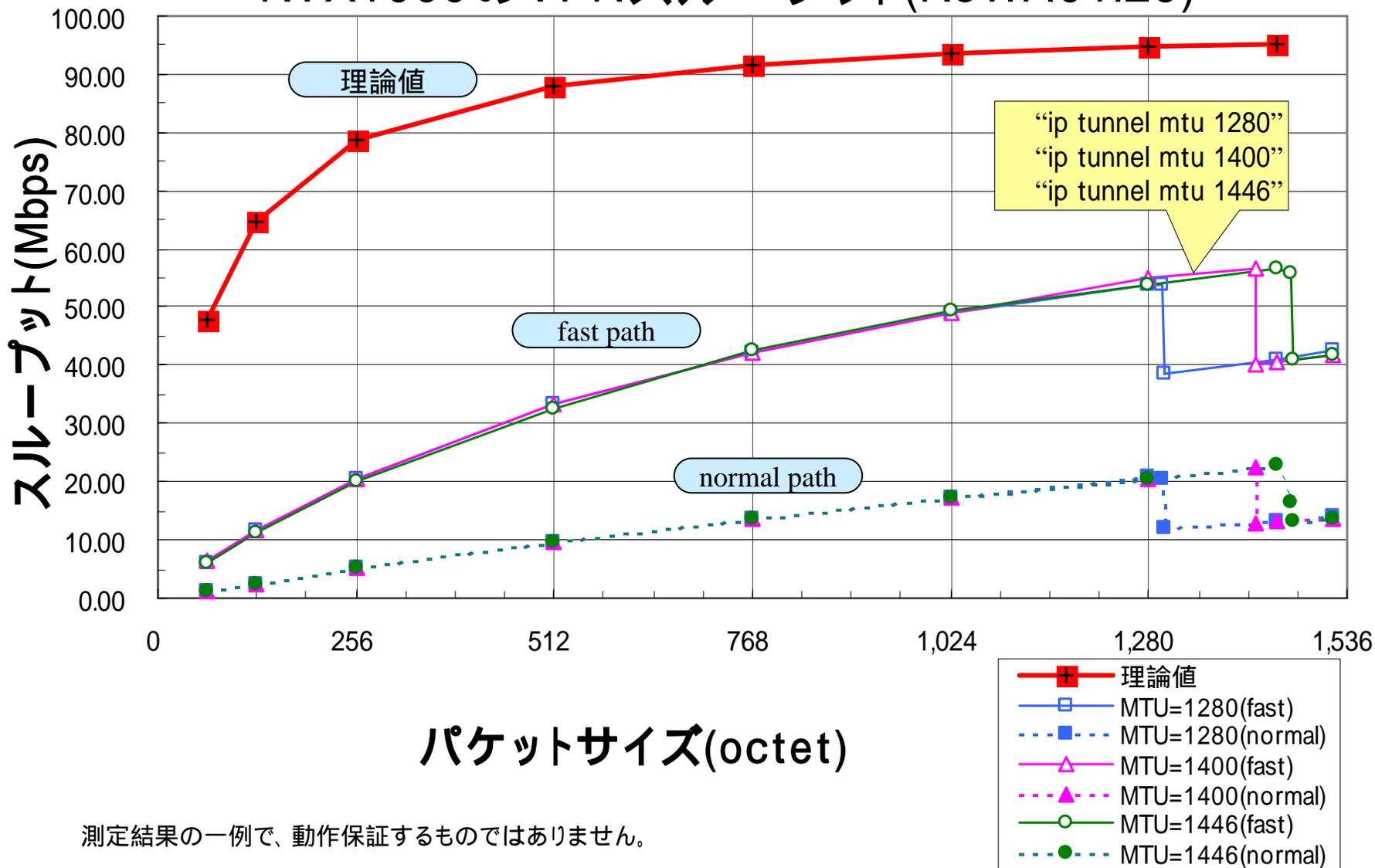
ファストパスは、フローのパケット転送処理を最優先で済ませるために割り込みコンテキスト内で処理を終えます。ノーマルパスは、LANインタフェースから受信したパケットをLANDライバからパケット処理タスクに渡してパケット転送されます。ノーマルパスはタスクコンテキストなのでパケット転送中でも他の処理の影響で転送処理が遅れることがあります。



RTX1000(VPNスループット)



RTX1000のVPNスループット(Rev.7.01.29)



理論値

- IPsecのオーバヘッド

MTU問題

- 世間では、PPPoEで顕在化。(2001年～)
- ヤマハでは、IPsecで重要なテーマ。(1998年～)

<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/FAQ/IPsec/notes.html>

IPv6標準実装

- 経路MTU探索機能が標準 (IPv4でも採用が増えている)
- 最小MTU値 = 1280

各種対応

- DFビット問題
- ip tunnel tcp mss limitコマンド
TCPのMSS(maximum segment size)オプションの操作で、TCPは救える。
- ip tunnel mtuコマンド

イーサネットの最大VPNスループット

Ethernetにおいてフレームを連続転送する <限界・最大> は、一定のロスがある。

データリンク	MTU
Ethernet	1500
IPsec	未定義

スループット測定フレームサイズ: 64 ~ 1464 octet

< 入力:Ethernet >

over head:
+20 octets



< 変換:IPsec(3DES&SHA1) >

over head:
+50 octets 以上



< 出力:Ethernet >



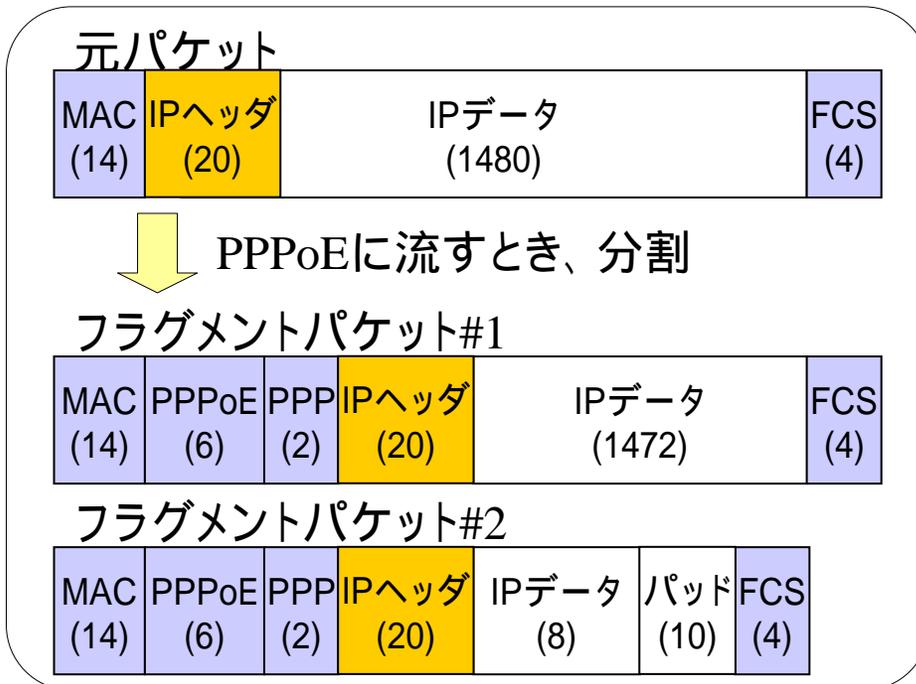
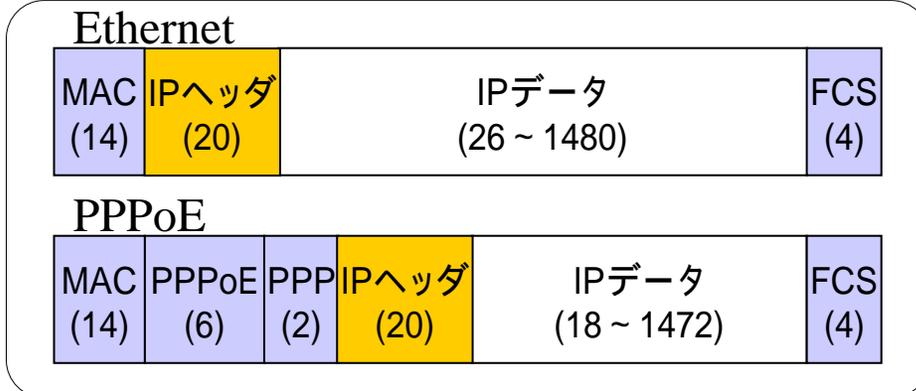
VPNスループット測定フレームサイズ: 114 ~ 1514 octet

データリンクによってMTUが違う



MTUが異なる場合には、ルーターでパケットの分割と再構築が必要になる。

データリンク	MTU	Total Length
IPv4最大MTU(RFC791)	65535	
IPv4最小PMTU(RFC1191)	576	
IPv4最小MTU(RFC791)	68	
IP over ATM	9180	
FDDI(RFC1188)	4352	4500
Ethernet(RFC894)	1500	1518
PPP (標準,RFC1314)	1500	
PPP (low delay,RFC1144)	296	
IEEE 802.3(RFC1042)	1492	1518
PPPoE(RFC2516)	1492	
PPPoE(フレッツ)	1454	
IPv6最小MTU(RFC2460)	1280	
NetBIOS(RFC1088)	512	



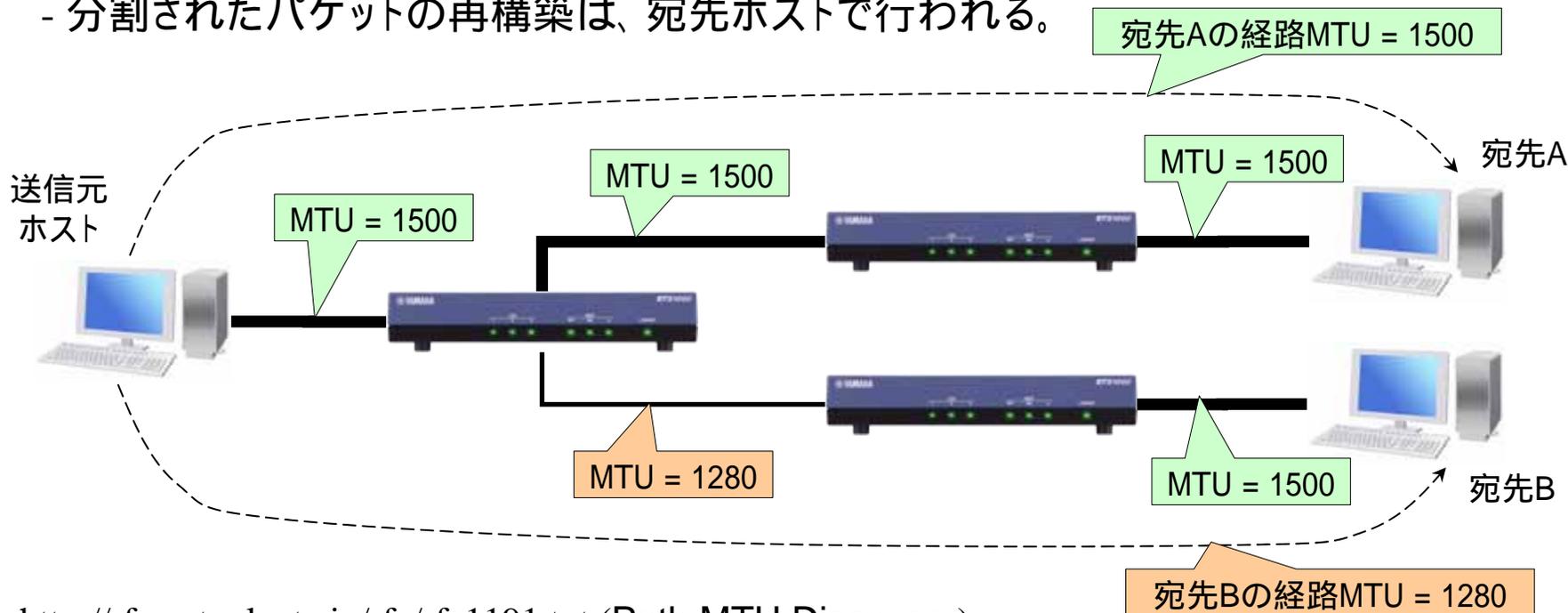
<http://rfc.netvolante.jp/rfc/rfc1191.txt> (Path MTU Discovery)

経路MTU探索(Path MTU Discovery)

「経路MTU」とは、「経路上の最小MTU」である。

パケット分割(fragment)をルーターで行うとルーターの負担が大きいため、送信元ホストでパケット分割するために「経路MTU探索」が利用される。

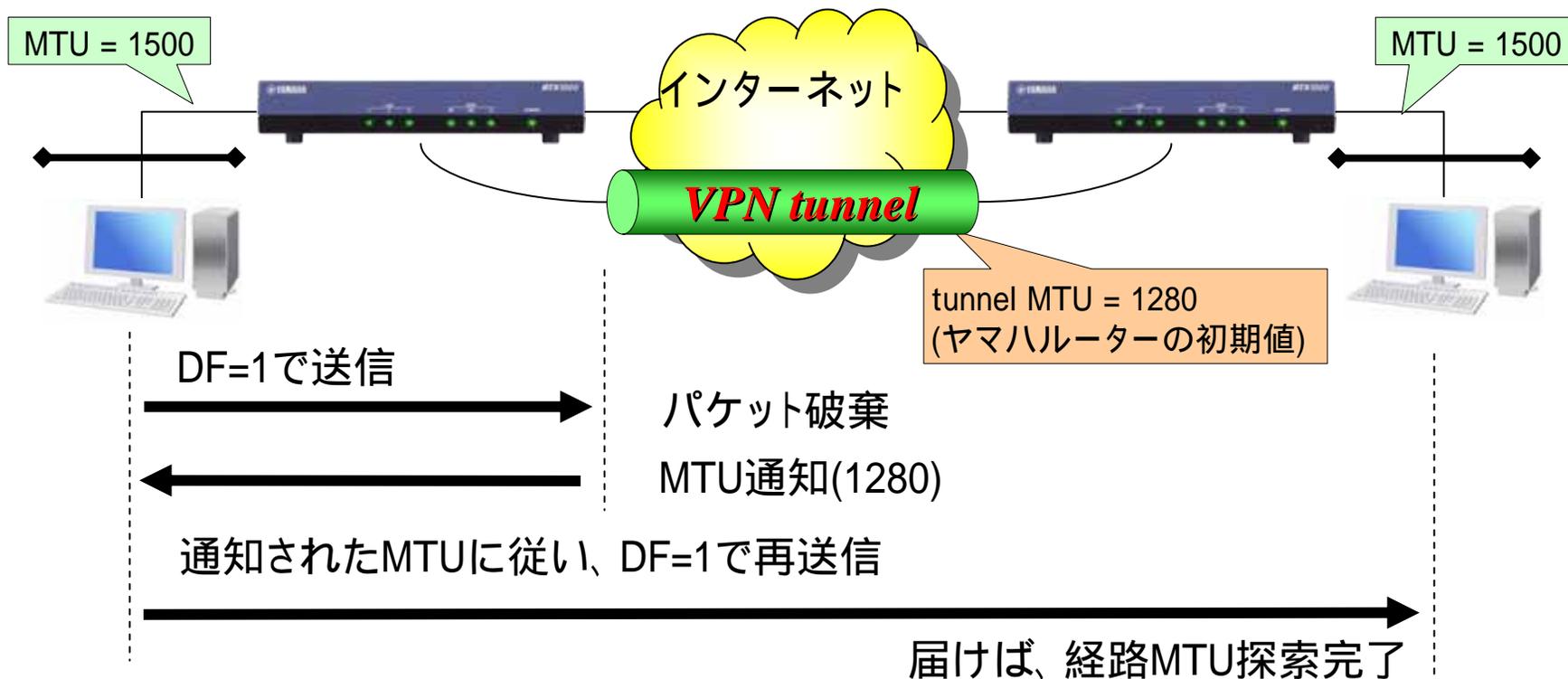
- 経路MTU探索では、相手までの最小MTUを調べることができる。
- 送信元ホストは、最小MTUに従ったパケットを送出することにより、速度低下の可能性(ルーターによるパケット分割)を減らすことができる。
- 分割されたパケットの再構築は、宛先ホストで行われる。



<http://rfc.netvolante.jp/rfc/rfc1191.txt> (Path MTU Discovery)

<http://rfc.netvolante.jp/rfc/rfc815.txt> (IP DATAGRAM REASSEMBLY ALGORITHMS)

経路MTU探索の手順



[経路MTU探索の手順]

IPヘッダの分割禁止フラグ(DFビット)を“1”にしてパケット送信。

MTUを越えるパケットが送られてきたとき、ルーターは分割せずに破棄する。
ルーターは、ICMPによりMTU値を発信元に通知する。

発信元は、通知されたMTU値に従い、 からパケット送信を継続する。
ICMPの到達不能メッセージの返信が無くなれば、経路MTU探索が完了する。

DFビット関連コマンド(経路MTU探索など)



DFビットは経路MTU探索アルゴリズムで利用されるが、経路の途中にICMPパケットをフィルタするファイアウォールなどがあるとアルゴリズムがうまく動作せず、特定の通信相手とだけは通信ができないなどの現象になることがある。このような現象は、「経路MTU探索ブラックホール(Path MTU Discovery Blackhole)」と呼ばれている。この経路MTU探索ブラックホールがある場合には、このコマンドでそのような相手との通信に関してDFビットを0に書き換えれば、経路MTU探索は正しく動作しなくなるが、通信できない状態を回避できる。

Rev.7.00.14: 機能追加[1]

http://www.rupro.yamaha.co.jp/RT/docs/relnote/Rev.07.00/relnote_07_00_14.txt

フィルタに一致するIPパケットのDFビットを0に書き換えるコマンド。

[入力形式] `ip fragment remove df-bit filter FILTER_NUM...`

Rev.7.01.26: 機能追加[4]

http://www.rupro.yamaha.co.jp/RT/docs/relnote/Rev.07.01/relnote_07_01_26.txt

IPsecトンネルの外側IPv4ヘッダを構築する時にDFビット値を指定できるコマンド

[入力形式] `ipsec tunnel outer df-bit MODE`

Rev.7.01.26: 機能追加[5]

http://www.rupro.yamaha.co.jp/RT/docs/relnote/Rev.07.01/relnote_07_01_26.txt

IPマスカレード変換時にDFビットを削除するかどうかの選択コマンド

[入力形式] `nat descriptor masquerade remove df-bit SW`

Rev.7.00.14 機能追加[8]

http://www.rupro.yamaha.co.jp/RT/docs/relnote/Rev.07.00/relnote_07_00_14.txt

TCPのMSSを制限/調整するコマンド

[入力形式] `ip INTERFACE tcp mss limit MSS`

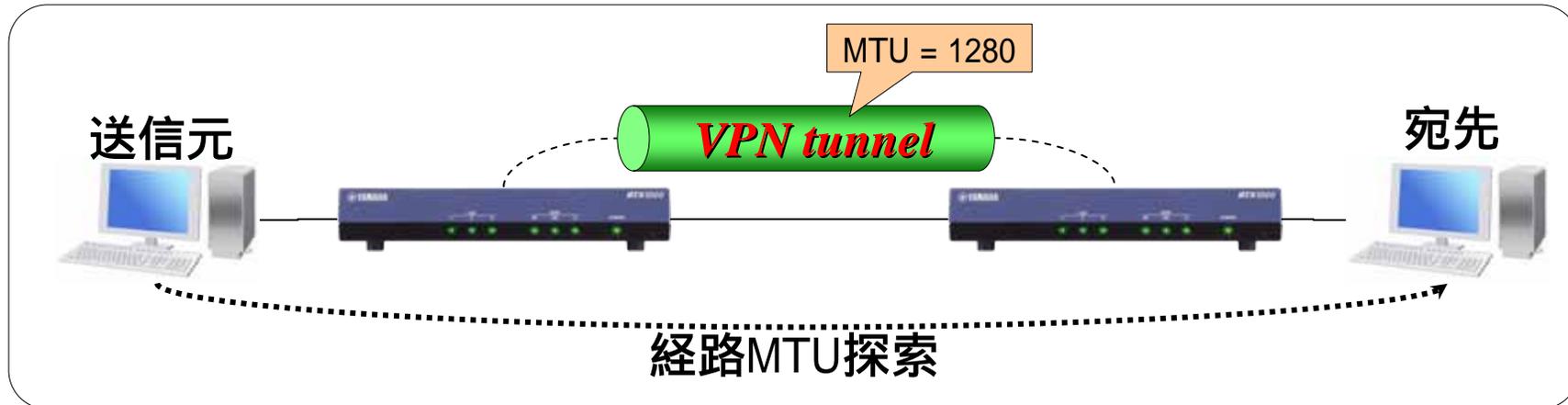
`ipv6 INTERFACE tcp mss limit MSS..`

例1) `ip tunnel tcp mss limit auto`

例2) `ip tunnel tcp mss limit 1240`

ip tunnel mtuコマンドの使い方#1(通常)

経路MTU探索が有効な端末間では、最適なIPパッケージサイズで通信される。

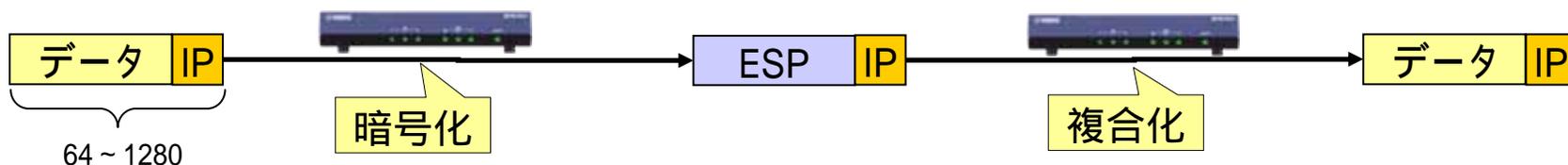


コマンド名	default値	設定値の範囲
ip pp mtu	1500	64 ~ 1500
ip lanX mtu	1500	64 ~ 1500
ip tunnel mtu	1280	64 ~ 1500

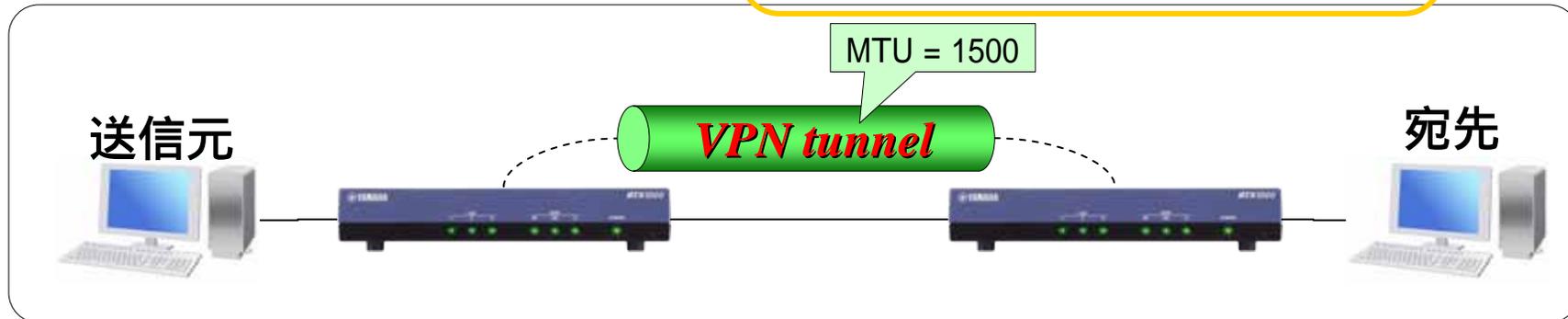
“ip tunnel mtu 1280” (通常)

- ・経路MTU探索機能を持ったホストを想定。
- ・経路MTU探索により「経路MTU=1280」として安定動作する。

パケット化イメージ



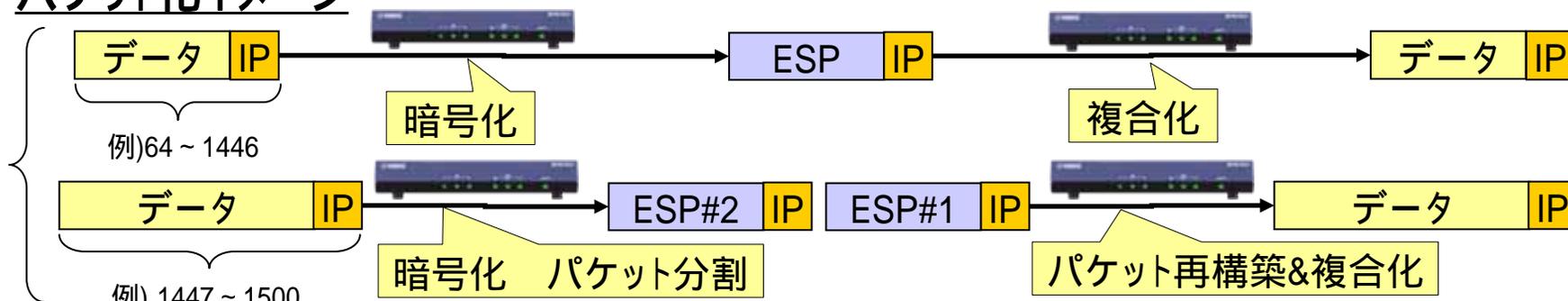
MTU調整機能が効かない環境では、**スループット低下も止むを得ない。**



“ip tunnel mtu 1500”

- ・経路MTU探索機能を持たない一部ホストの「**障害回避(通信不能など)**」を想定。
例) 古いIOSや端末, SmartBits, ...
- ・入口のVPNゲートウェイが暗号化後パケット(ESPなど)をフラグメントする。
- ・出口のVPNゲートウェイがパケットの再構築をする。

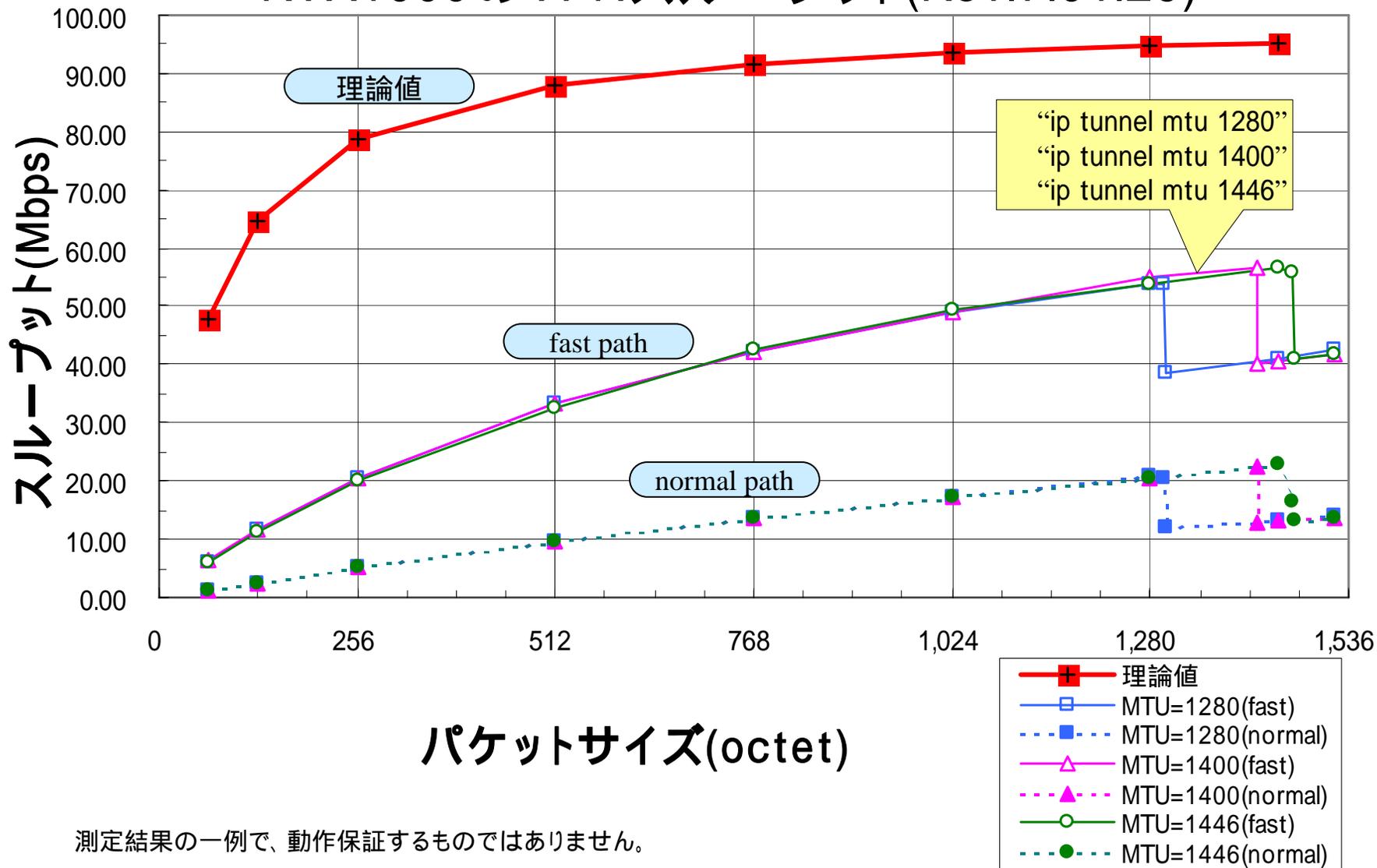
パケット化イメージ



例示した“1446”というサイズは、環境に依存する数値です。

RTX1000(VPNスループット) ~再掲~

RTX1000のVPNスループット(Rev.7.01.29)



測定結果の一例で、動作保証するものではありません。

<http://www.yamaha.co.jp/news/2003/03012201.html>

ヤマハルーター『RTX1000』の新ファームウェアリリース
スループット大幅向上、QoS・バックアップ機能大幅強化

- <http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/qos/priority.html>

- <http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/qos/band-shaping.html>

- http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/qos/tunnel_qos.html

- http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/relnote/Rev.07.01/relnote_07_01_04.txt

- http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/relnote/Rev.07.01/relnote_07_01_26.txt

2003/1,2003/10

RTX Series

~ブロードバンドQoS~



高い精度

- 実用可能な精度と速度は、利用環境により異なる

機能概要

- 機能一覧
- 構造、しくみ
- priority (優先制御+帯域制限)
- shaping (帯域制御)
- ToSフィールド書換え

RTX1000の帯域制限(性能例)



<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/qos/priority.html>

<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/qos/priority-performance-1000.html>

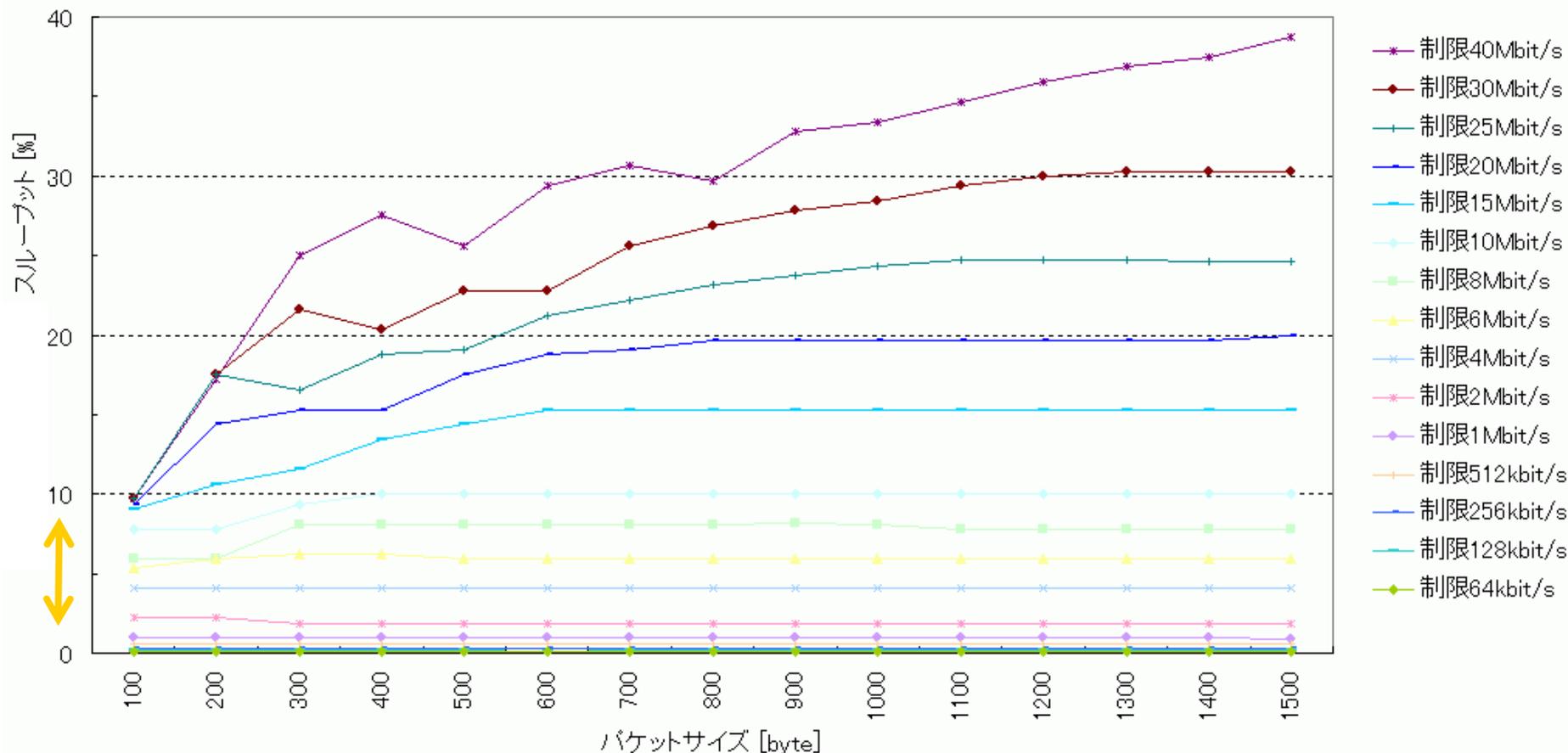


図1. パケットサイズと帯域制限時のスループットの関係 (SmartBits, lan1→lan2 Uni-directional)

測定結果の一例で、動作保証するものではありません。

RTX2000の帯域制限(性能例)



<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/qos/priority.html>

<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/qos/RTX2000-QoS/priority/HTML/priority-performance-2000.html>

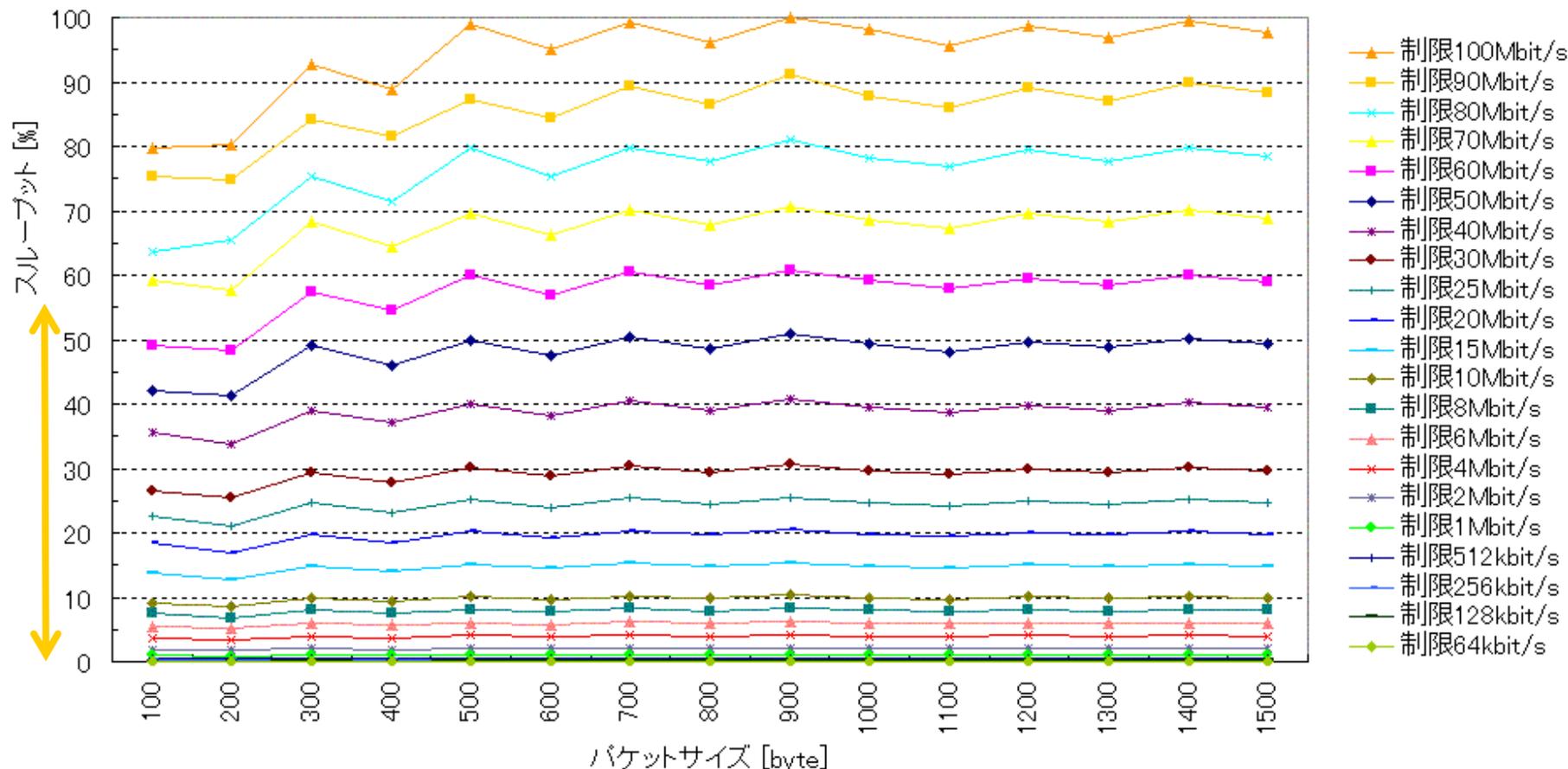


図1. パケットサイズと帯域制限時のスループットの関係 (SmartBits, lan1.1→lan1.2 Uni-directional)

測定結果の一例で、動作保証するものではありません。

RTX1000: QoS機能の概要(1)



インタフェースごとに利用可能な“queuing”アルゴリズム
 (“queue lan? type” / “queue pp type”コマンドで指定)

ブロードバンド版
(RTX1000&RTX2000)

ナローバンド版
(RTX1000)

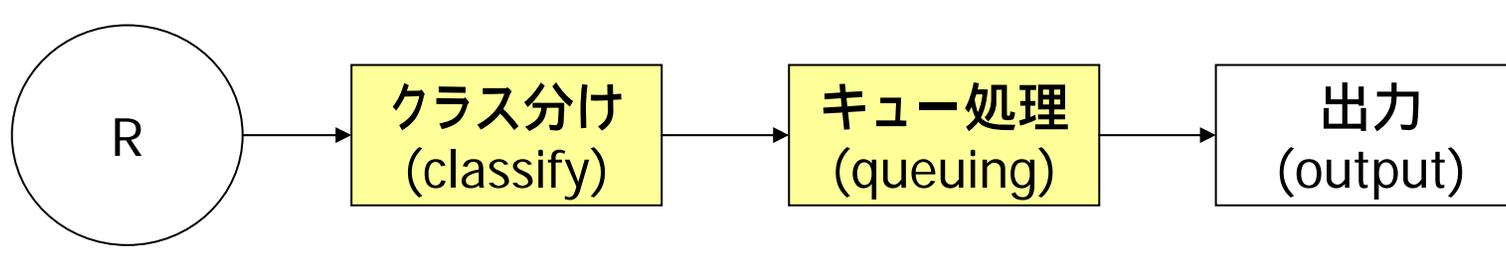
type	制御種別	利用可能 クラス数	LANインタフェース (queue lan? type)	ISDNインタフェース (queue pp type)
fifo	-	-		
priority	優先制御	4		
cbq	帯域制御	16	-	
wfq	-	-	-	
shaping	帯域制御	16		-

RTX1000におけるブロードバンド対応QoS機能の概要

- *) ISDNで利用する場合は、従来の優先制御や帯域制御が利用可能。(発売時)
- 1) priority方式を利用する際に、「帯域制限」を可能とした。(2003/1/4, Rev.7.01.04)
 - 2) PPPoEを利用する際に、QoS機能を利用できるようにした。(2003/1/4, Rev.7.01.04)
 - 3) “shaping”方式の帯域制御を利用できるようにした。(2003/7/7, Rev.7.01.15)
 - 4) VPN QoS機能を利用できるようにした。(2003/10/22, Rev.7.01.26)

RTX1000: QoS機能の概要(2)

QoS機能は、「classify」と「queuing」の仕組みがある。



使い方によって、classifyやqueuingの適用インタフェースが異なる

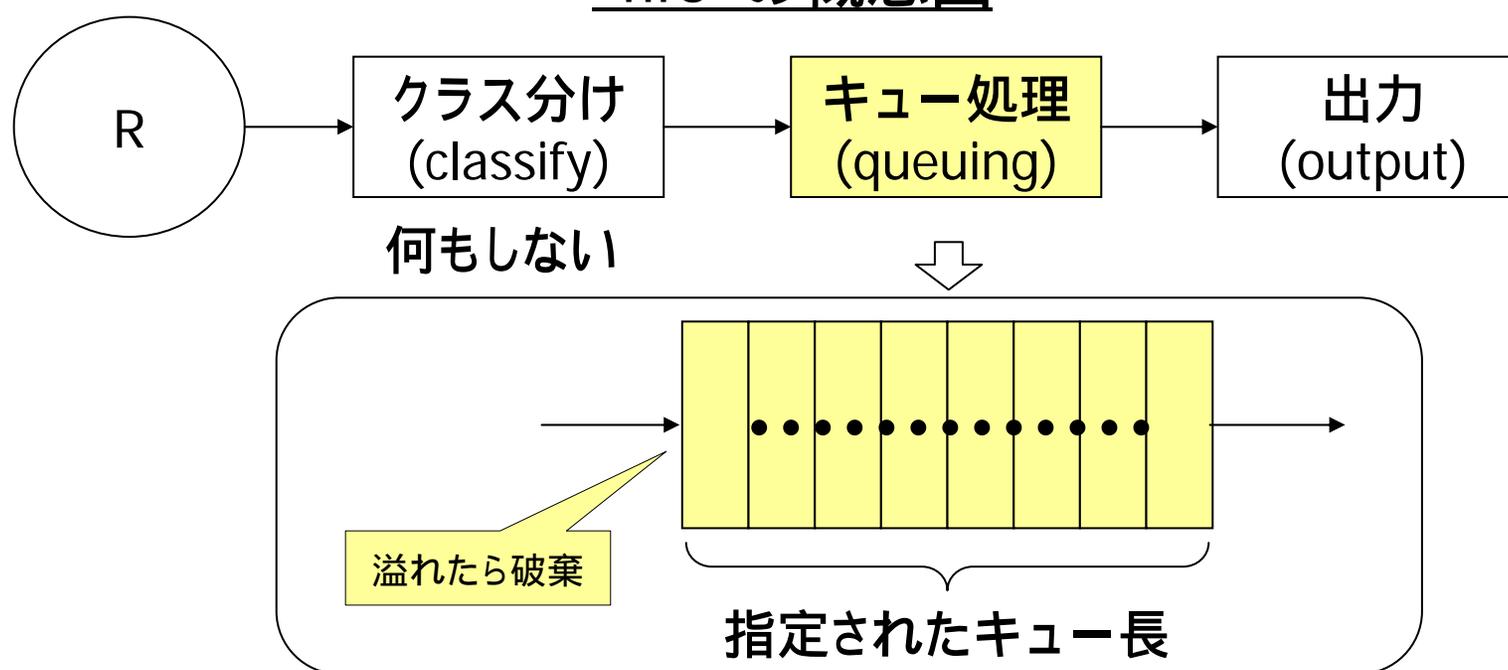
使い方	クラス分け (classify)	キュー処理 (queuing)
ISDN(BRI,PRI)利用	PPインタフェース	PPインタフェース
LAN利用	LANインタフェース	LANインタフェース
PPPoE利用	PPインタフェース	LANインタフェース
IPsec利用 (VPN QoS)	TUNNELインタフェース	PPインタフェース LANインタフェース

VPN QoS機能は、RTX1000(2003/10/22, Rev.7.01.26)で提供開始
http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/qos/tunnel_qos.html

RTX1000: QoS機能の概要(3)

“fifo”は、最も基本的なキューである。fifoの場合、パケットは必ず先にルーターに到着したのから送信される。パケットの順番が入れ替わることは無い。fifoキューに溜まったパケット数が“*queue interface length*”コマンドで指定した値を超えた場合、キューの最後尾、つまり最後に到着したパケットが破棄される。

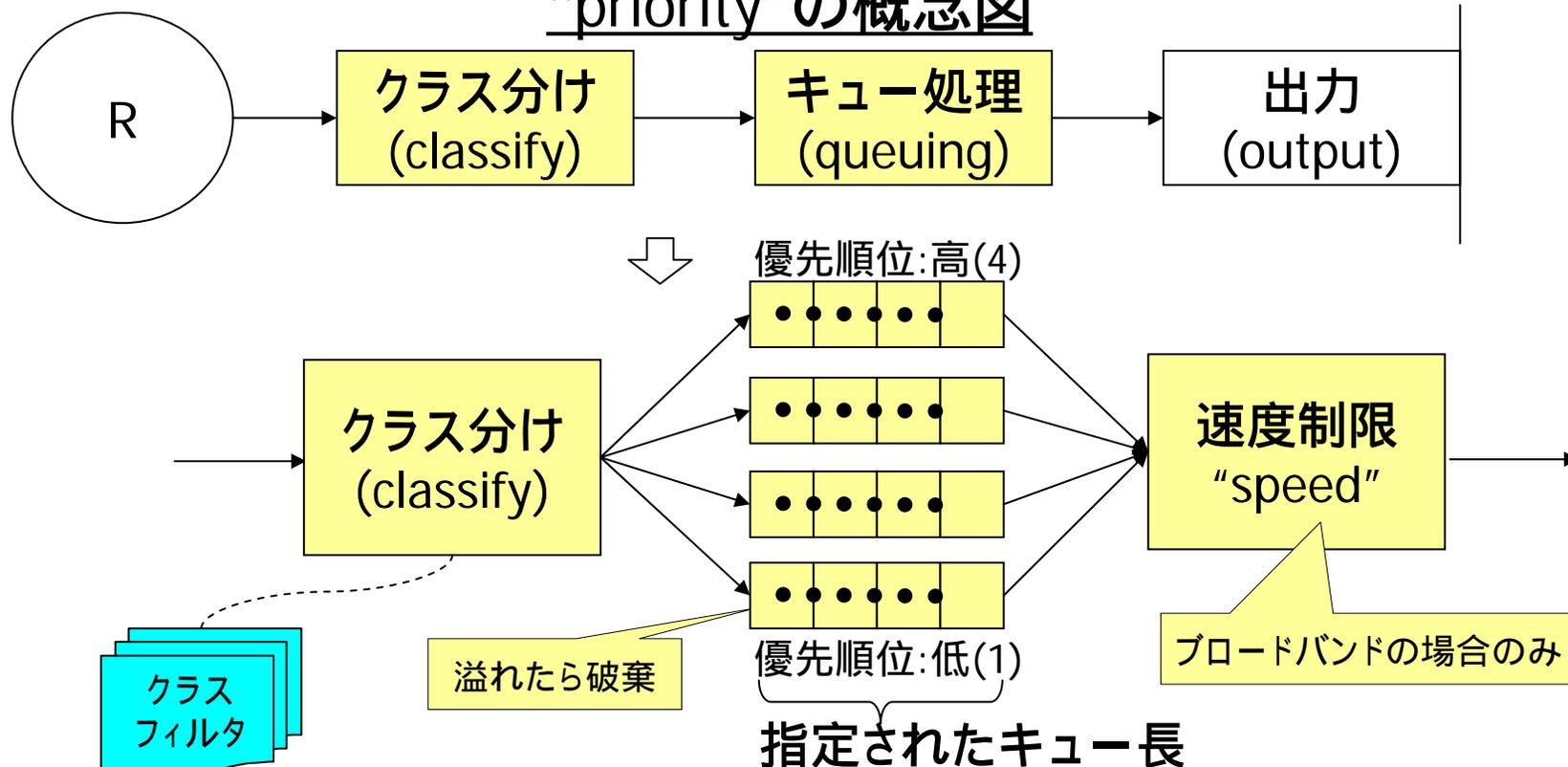
“fifo”の概念図



RTX1000: QoS機能の概要(4)

“priority”は、優先制御を行う。“queue class filter”と“queue interface class filter list”コマンドでクラス分けし、送信待ちの packets の中から最も優先順位の高いクラスの packets を送信する。LAN インタフェースの場合は、“speed interface”コマンドで出力する帯域を制限することができます。

“priority”の概念図

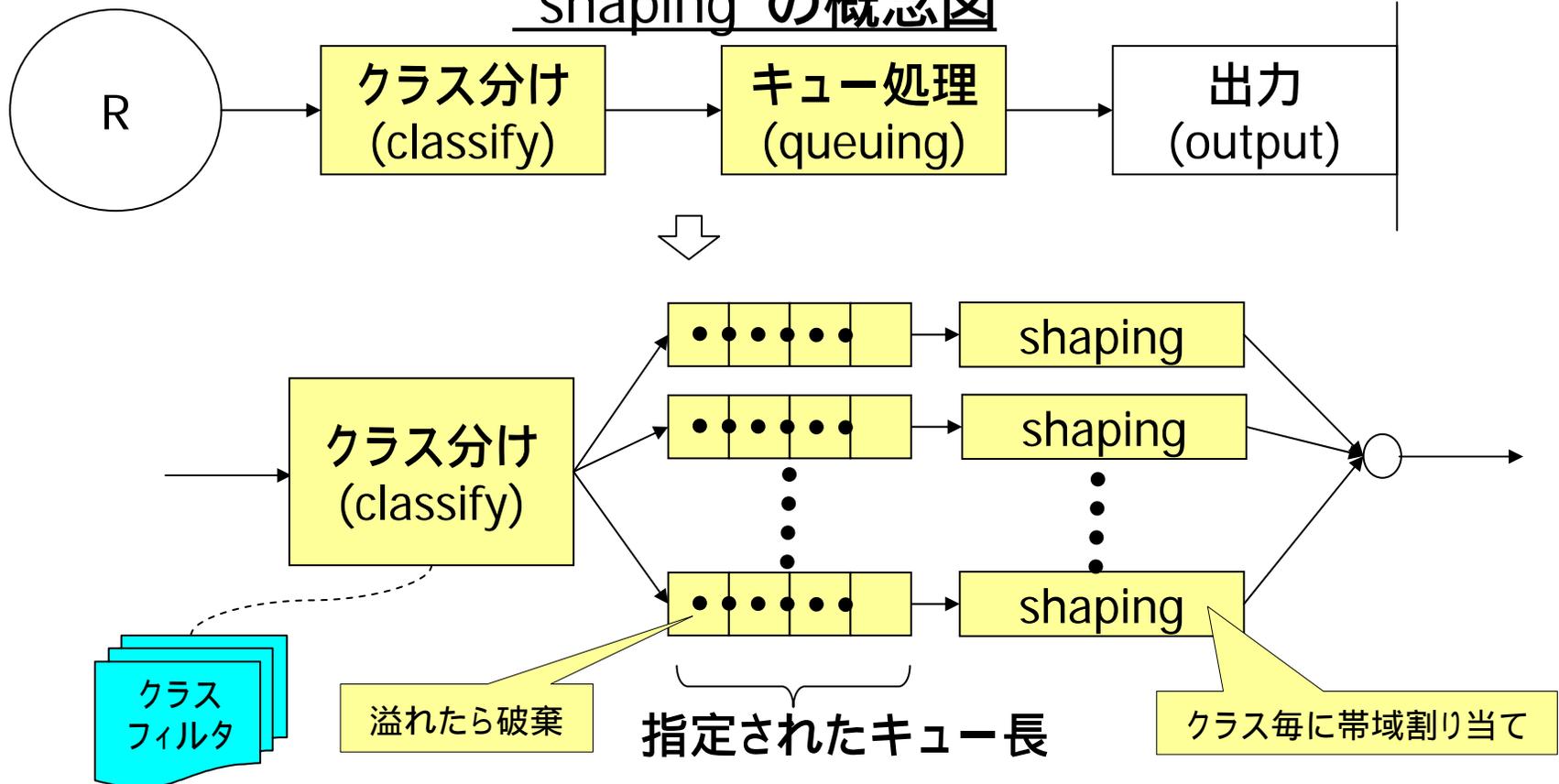


(パケットロスが大きい時は、キュー長を長く調整すると改善する場合があります。)

RTX1000: QoS機能の概要(5)

“shaping”は、帯域制御を行う。“queue interface class property”コマンドで各クラスに割り当てる帯域をあらかじめ設定しておき、“queue class filter”と“queue interface class filter list”コマンドでクラス分けされたパケットが指定した帯域になるように送信する。

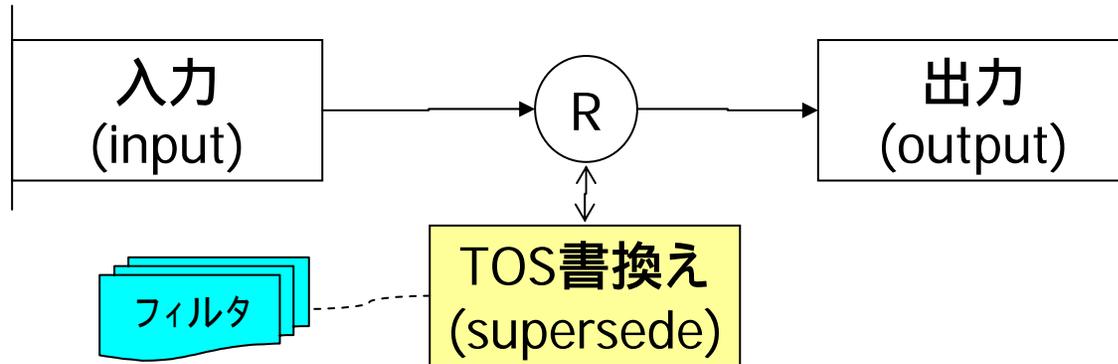
“shaping”の概念図



RTX1000: TOSフィールド書換え



IPパケットを中継するときに、フィルタにマッチしたIPパケットのTOSフィールドを書き換える機能



[コマンド書式]

```
ip tos supersede ID TOS [precedence=PRECEDENCE] F1 [F2...]  
no ip tos supersede ID TOS
```

[パラメータ]

N ... 識別番号、1-65535

TOS ... 書き換えるTOS値(0-15)、ニーモニックも利用可能

normal ... 0、min-monetary-cost ... 1、max-reliability ... 2

max-throughput ... 4、min-delay ... 8

PRECEDENCE ... PRECEDENCE値(0-7) 省略した場合はPRECEDENCE値は変更しない

Fn ... IPフィルタの番号

[説明] IPパケットを中継するときにTOSフィールドを指定した値に書き換える。識別番号順にリストをチェックし、リストのフィルタを順次適用していく。そして、最初にマッチしたフィルタが'pass'か'restrict'ならば、TOSフィールドが書き換えられる。'reject'である場合は書き換えずに処理を終わる。

<http://www.yamaha.co.jp/news/2004/04020901.html>

ヤマハルーター「RTX1000」新ファームウェアリリース
GUIによりネットワーク設定が容易に

- http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/relnote/Rev.08.01/relnote_08_01_07.txt
- http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/web_assistance/index.html
- <http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/FAQ/UPnP/index.html>
- <http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/FAQ/Messenger/index.html>
- <http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/sip-nat/index.html>

2004/2

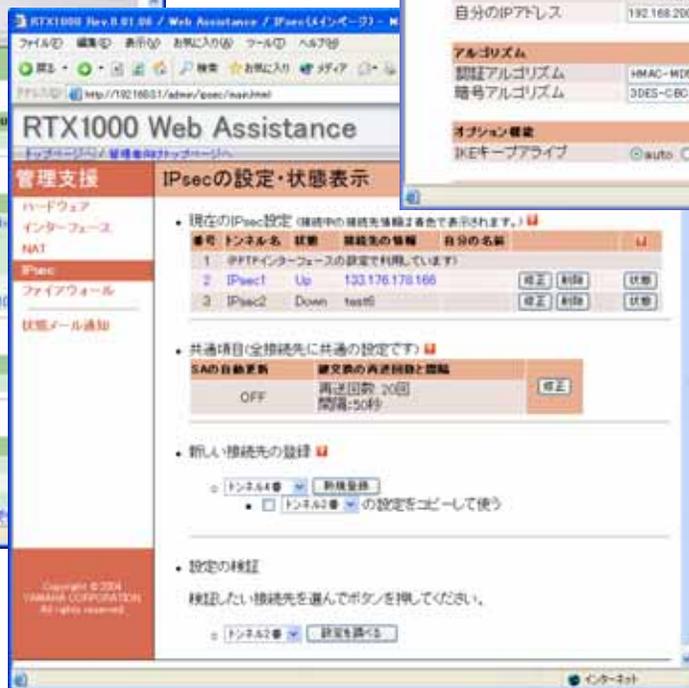
RTX Series

~設定支援, VoIP連携~

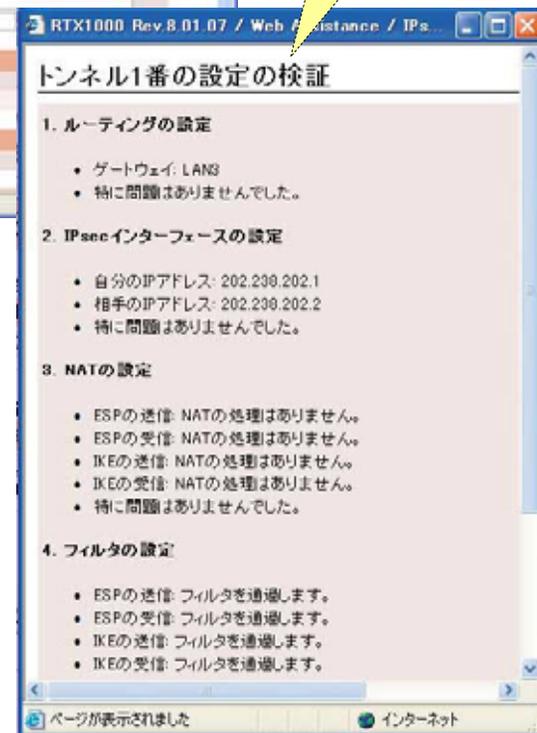


GUI(Web Assistance,設定管理支援機能) YAMAHA

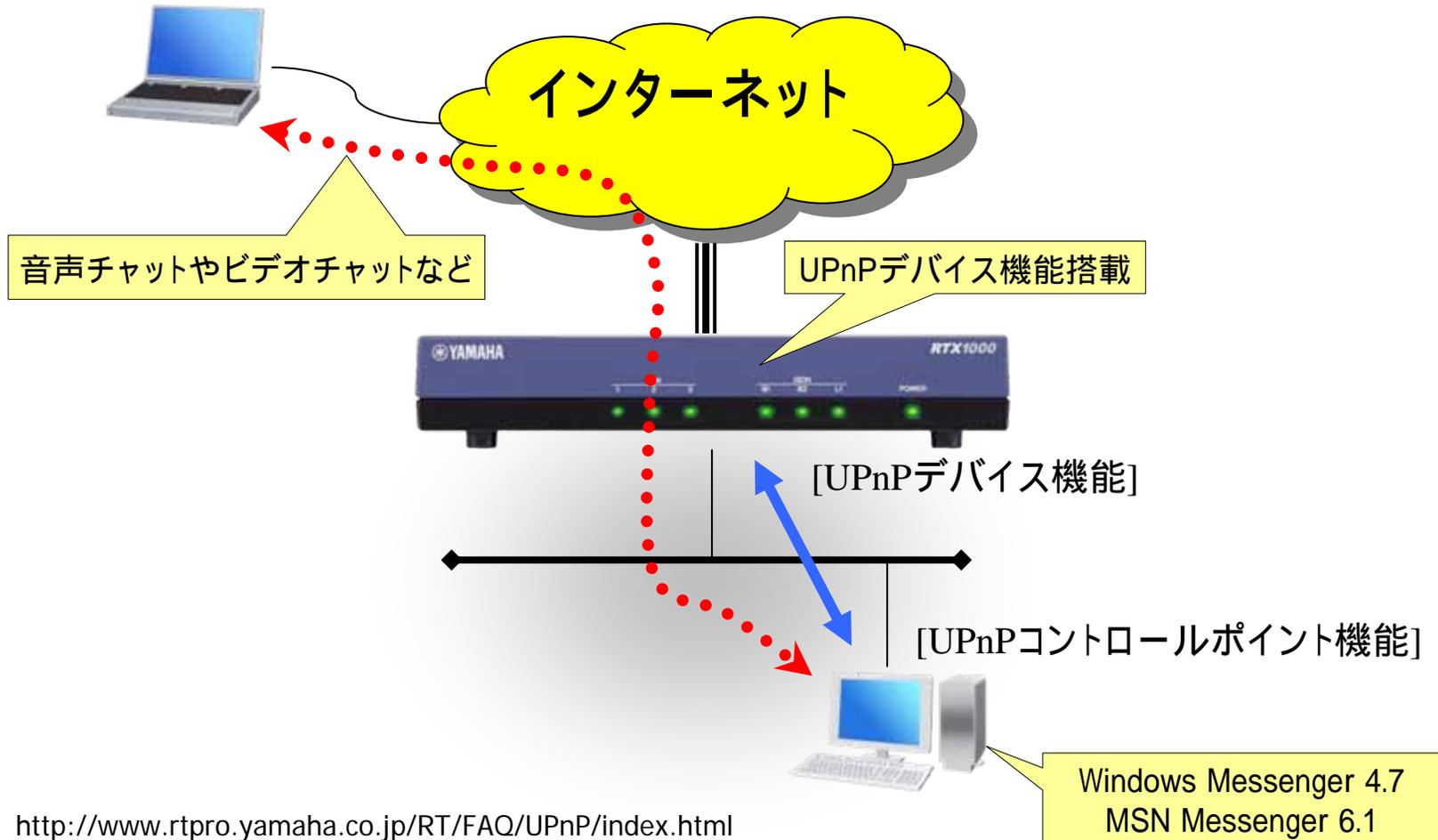
RTX1000のGUIは、日常の設定・管理を支援することを目的としており、状態表示、状態通知メール、ファイアウォールの設定操作支援、IPsecの設定検証などの機能を持っている。



IPsec
設定検証

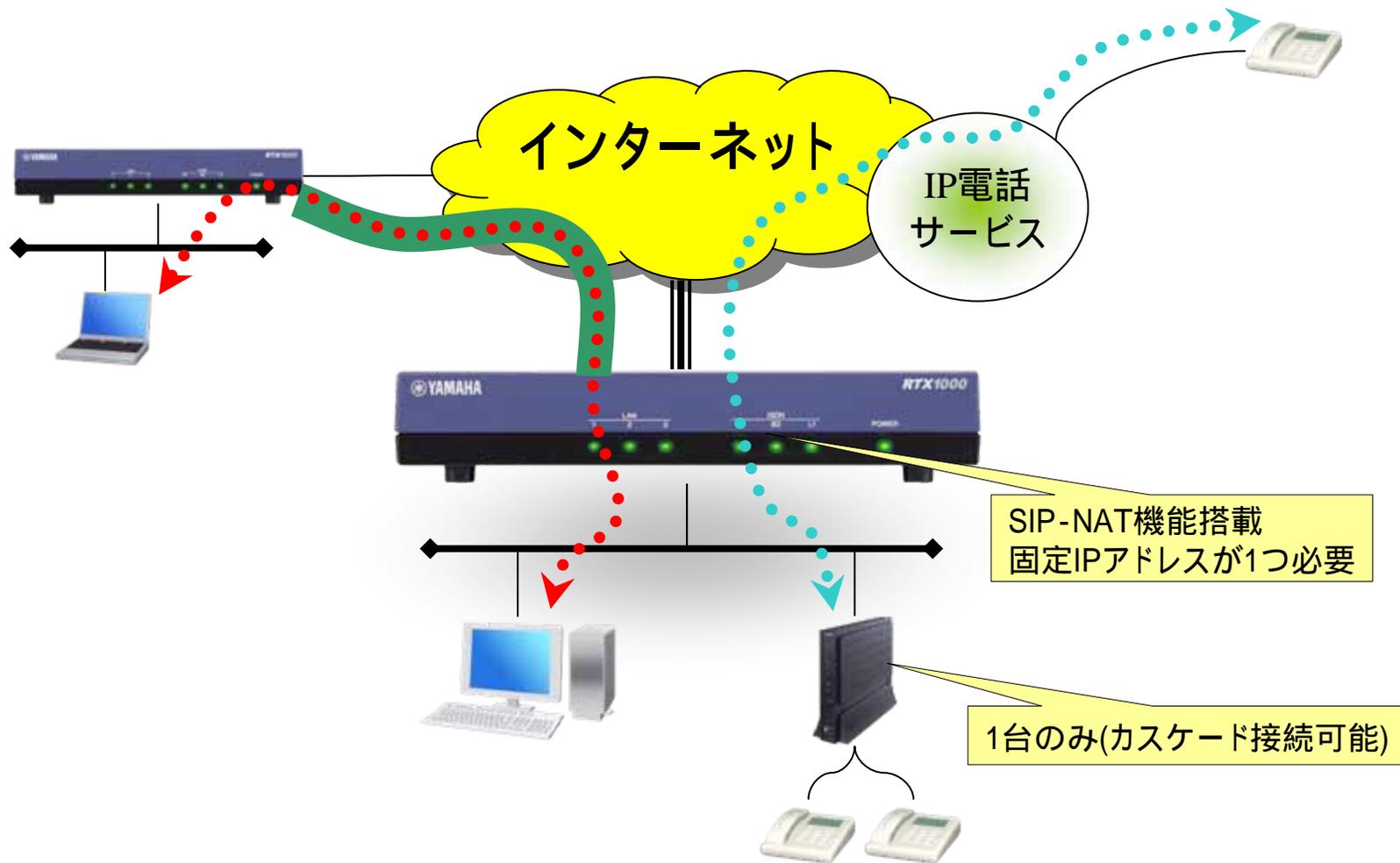


http://www.rtpo.yamaha.co.jp/RT/docs/web_assistance/index.html



<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/FAQ/UPnP/index.html>
<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/FAQ/Messenger/index.html>

SIP-NAT



<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/sip-nat/index.html>

YAMAHA
RTX Series
~導入事例~

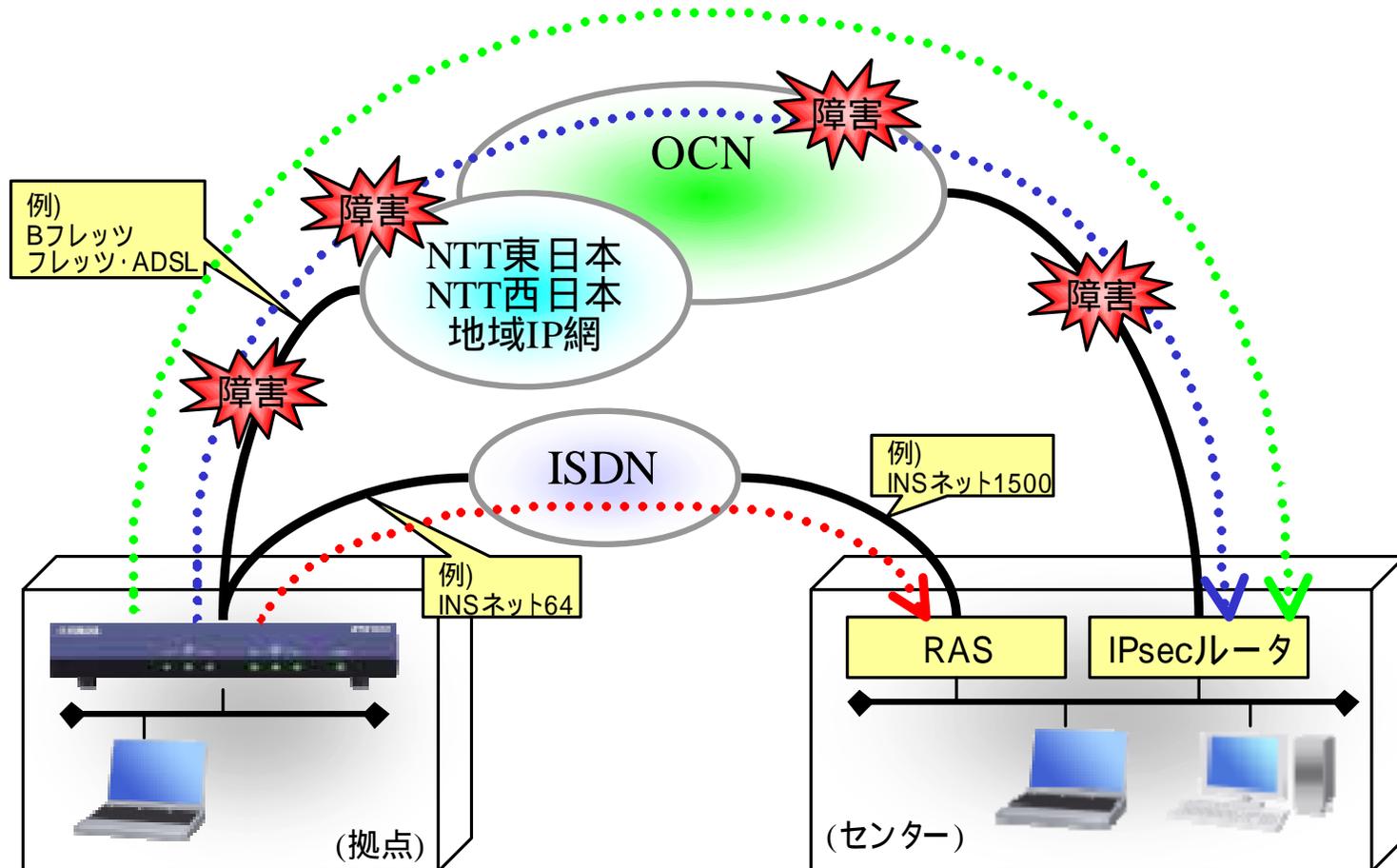
協力: 住商エレクトロニクス株式会社(SSE)



OCNビジネスパックVPN#1 (インターネットVPN) YAMAHA

<http://www.yamaha.co.jp/news/2003/03020603.html>

ヤマハルーターがNTTコミュニケーションズの「OCNビジネスパックVPN」に採用

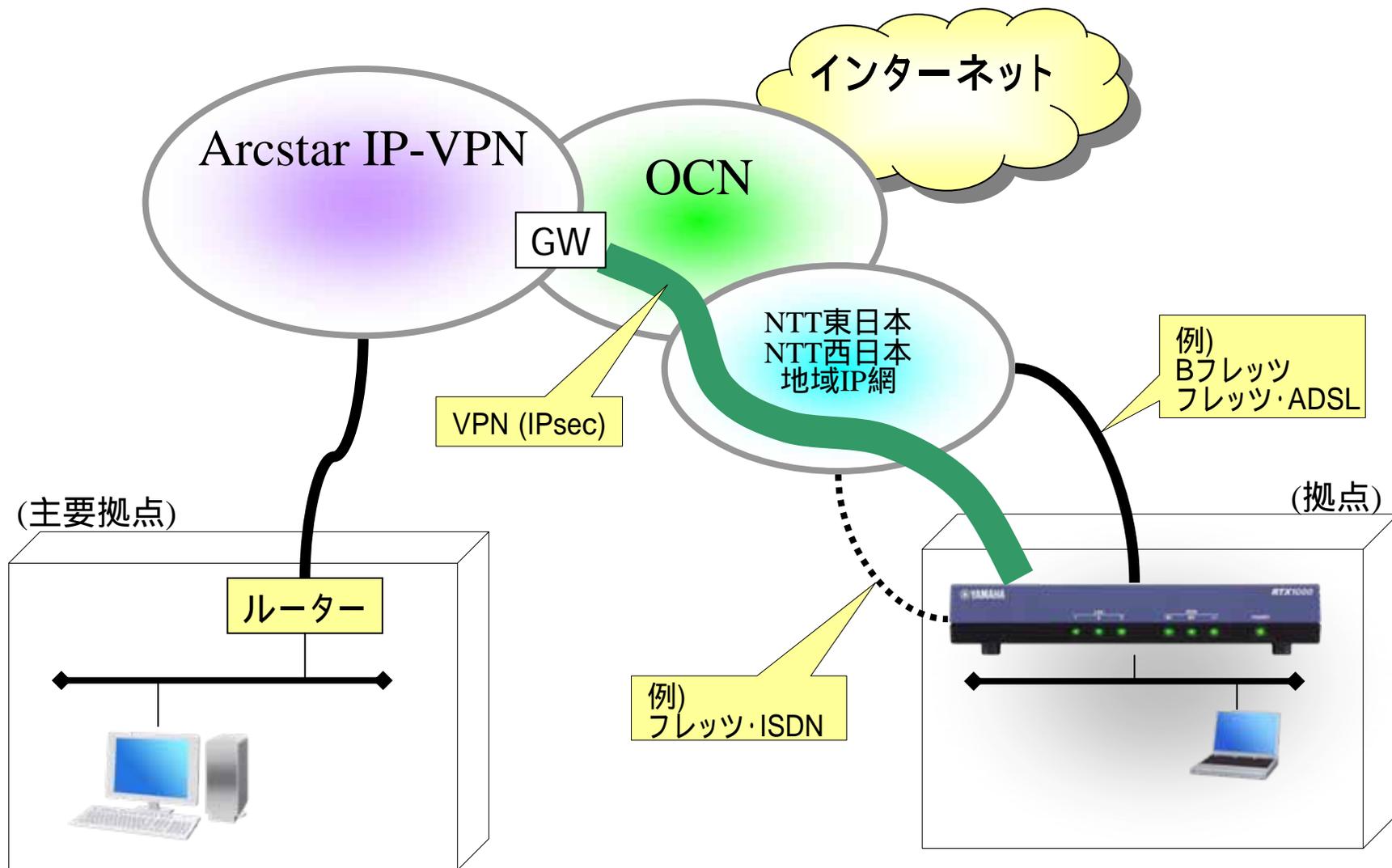


- ⋯ ネットワーク監視
- ⋯ 通常経路
- ⋯ バックアップ経路

[障害発生による経路変更のしくみ]

通常経路による通信
ネットワーク監視
障害発生

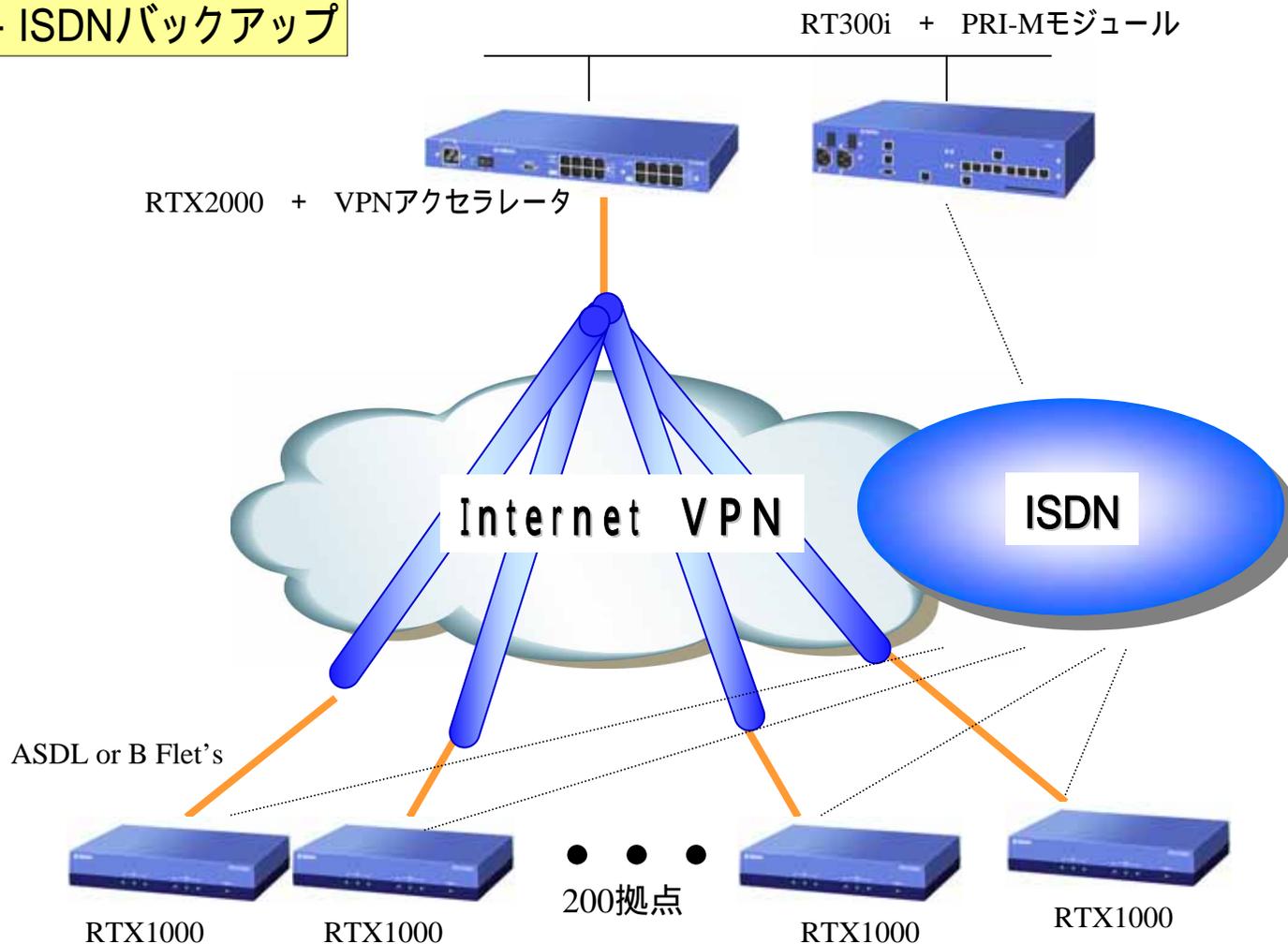
ISDNを利用した
バックアップによる通信



某ドラッグストア《約200ヶ所》

[topics]

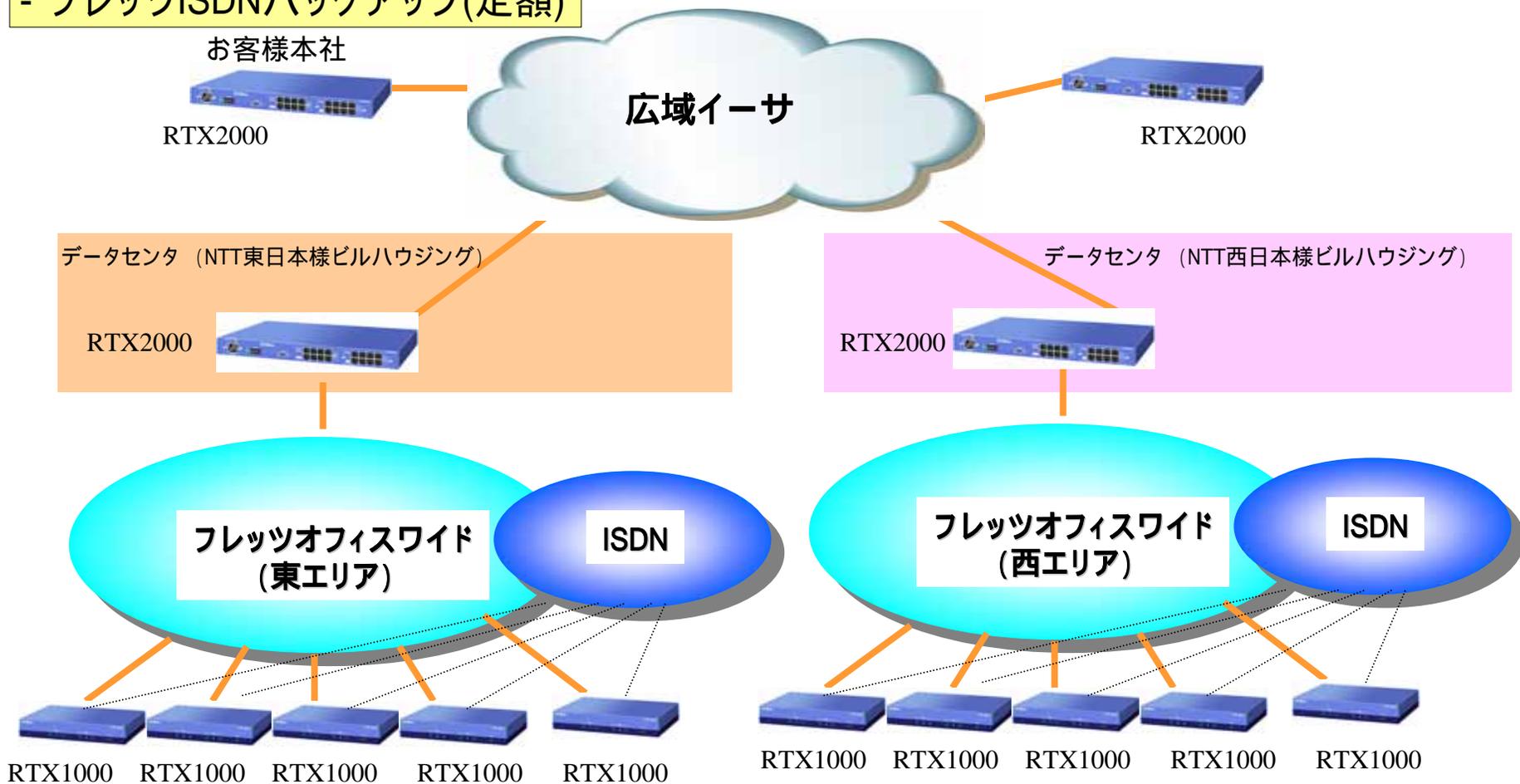
- IPsec + ISDNバックアップ



某サービス業《約220ヶ所》

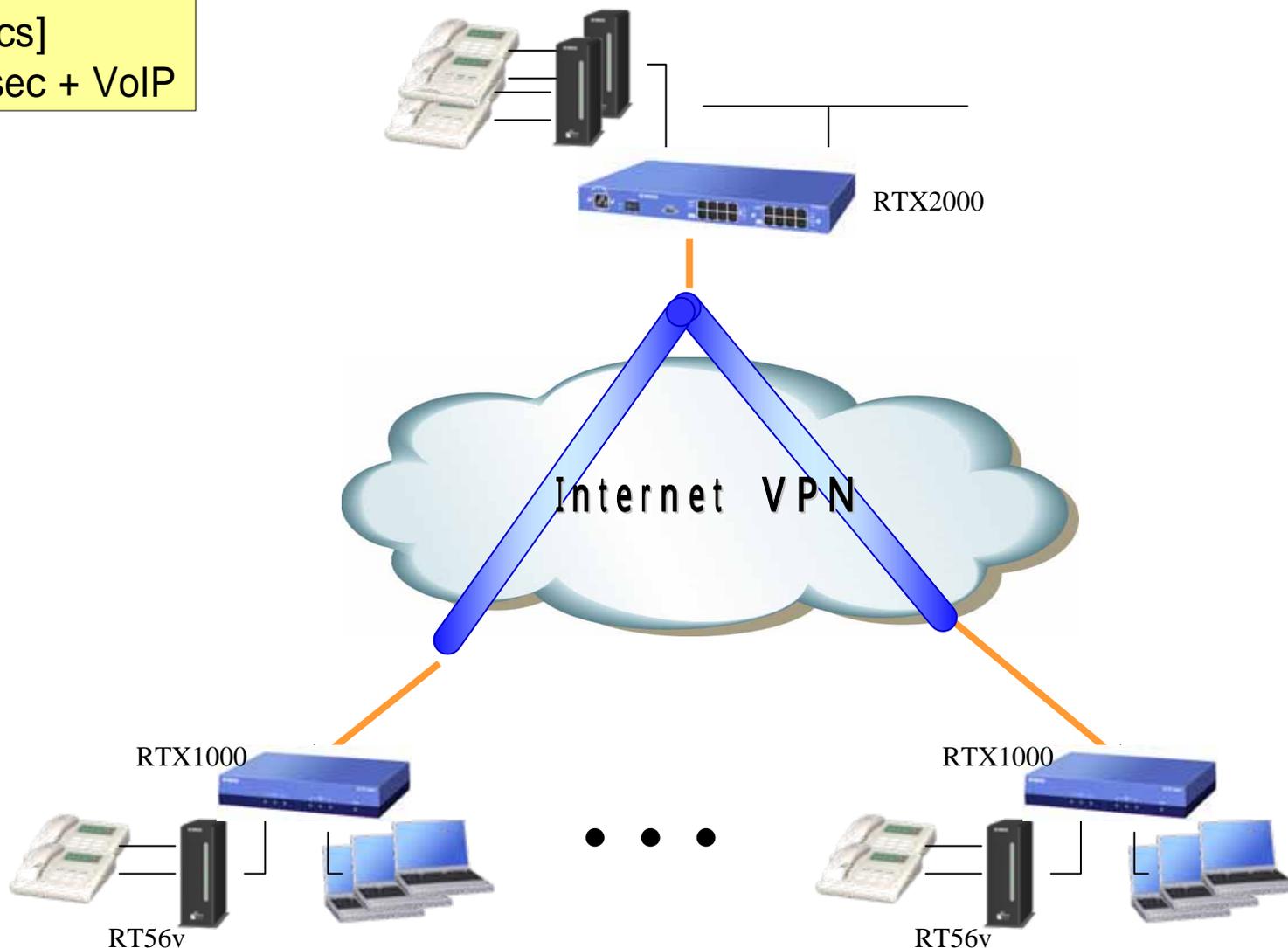
[topics]

- 足回り: フレッツ・オフィス・ワイド
- フレッツISDNバックアップ(定額)



某サービス業《約30ヶ所》

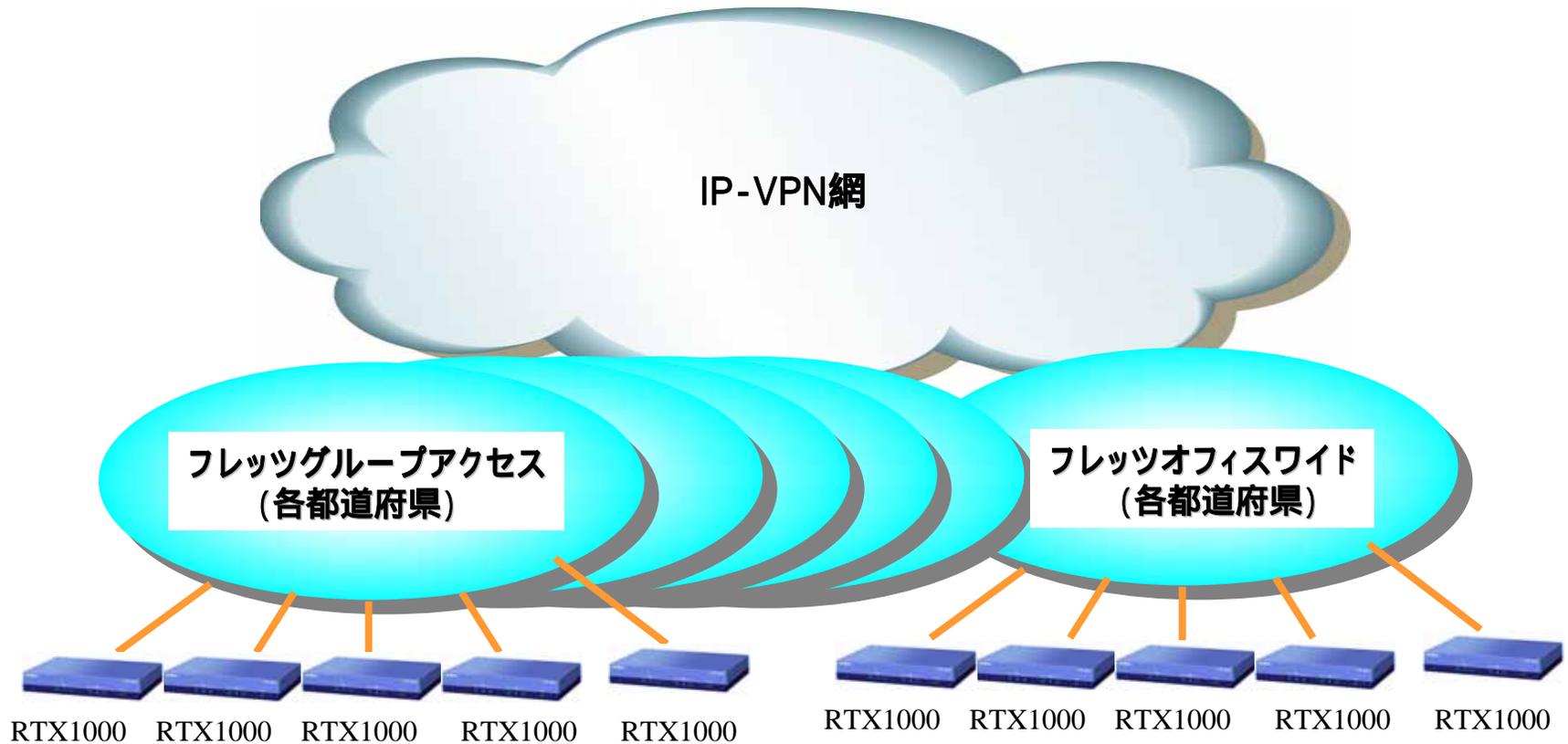
[topics]
- IPsec + VoIP



某製造業《数千規模展開中》

[topics]

-足回り: フレッツ・グループ・アクセス / フレッツ・オフィス・ワイド

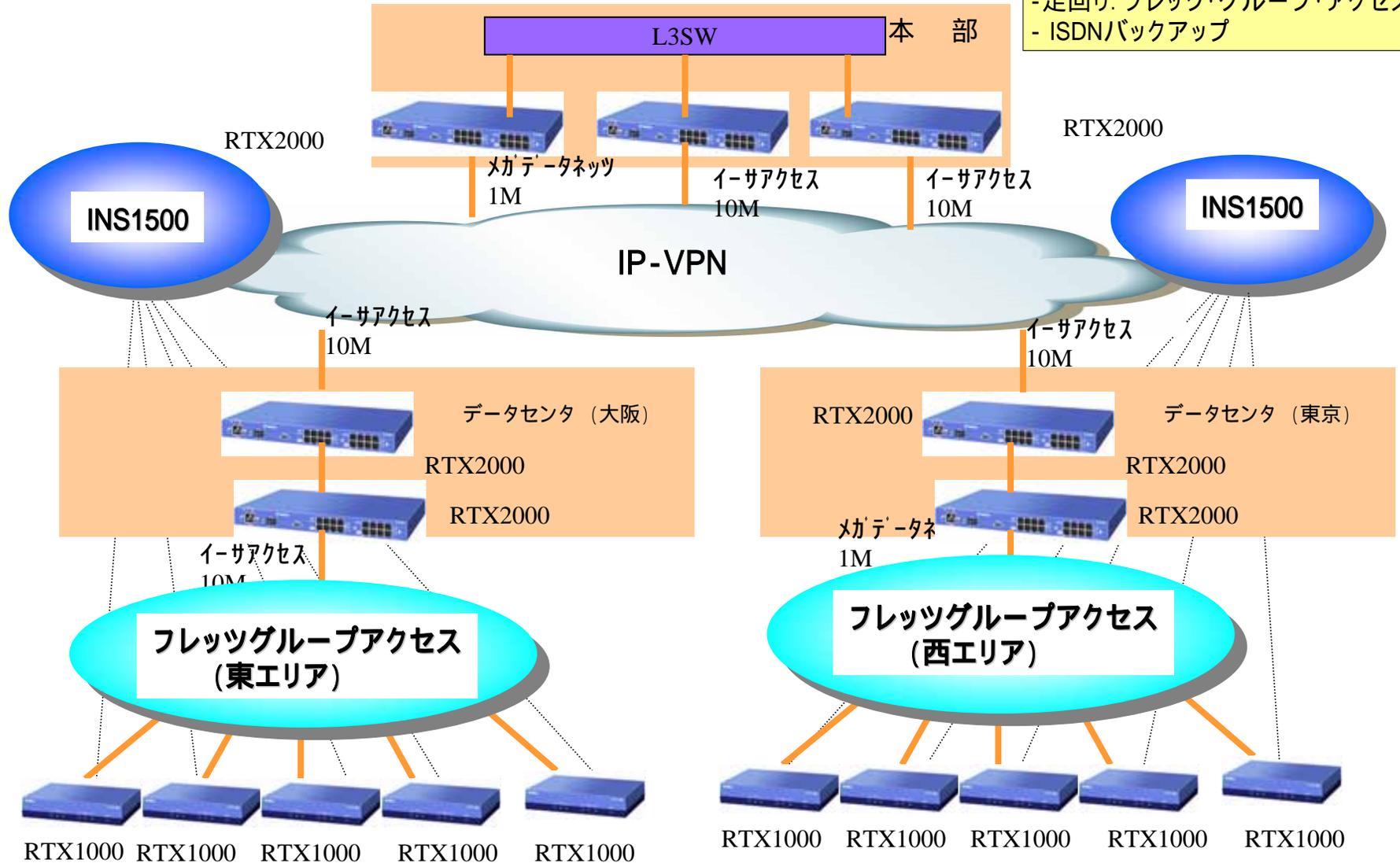


某小売業《約400ヶ所》



[topics]

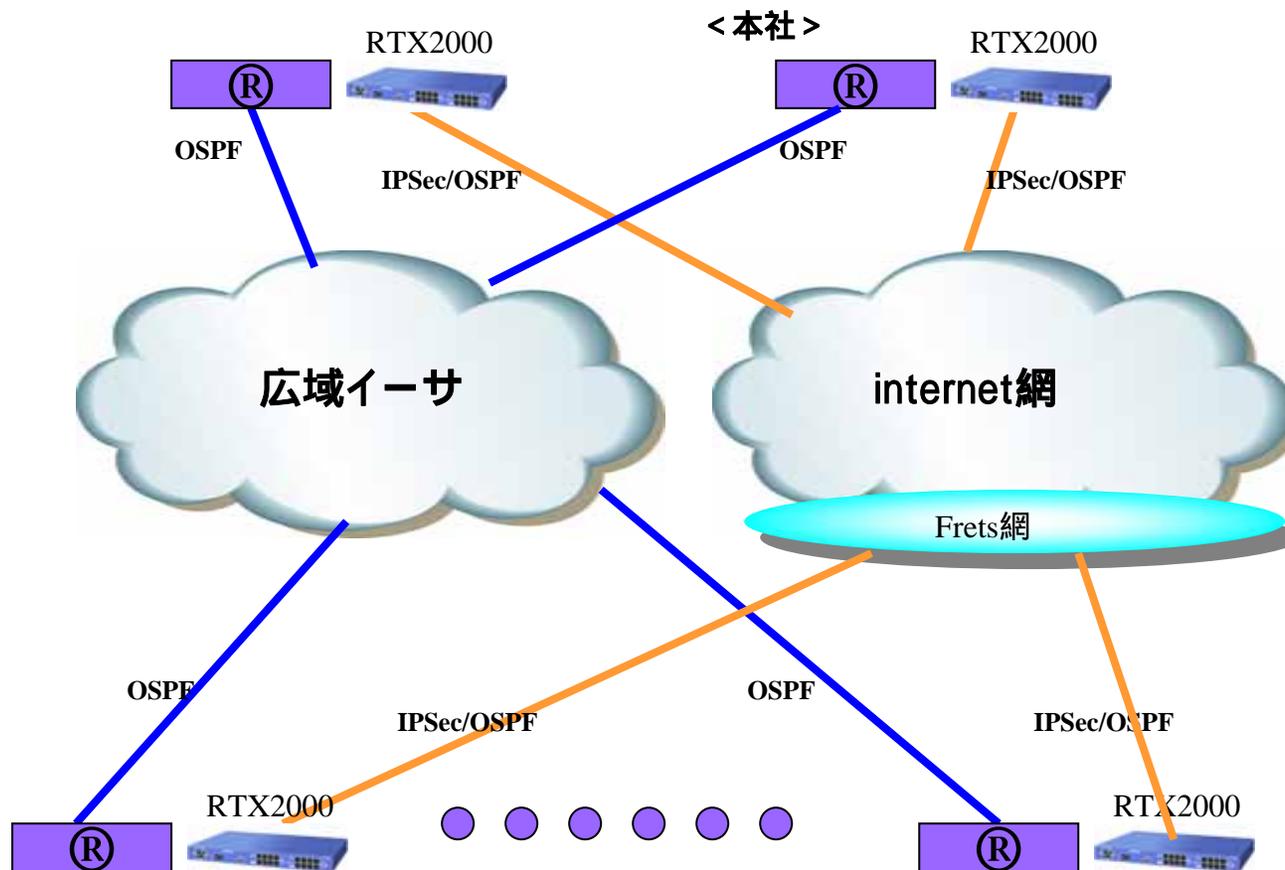
- 足回り: フレッツ・グループ・アクセス
- ISDNバックアップ



某製造業《16ヶ所》

[topics]

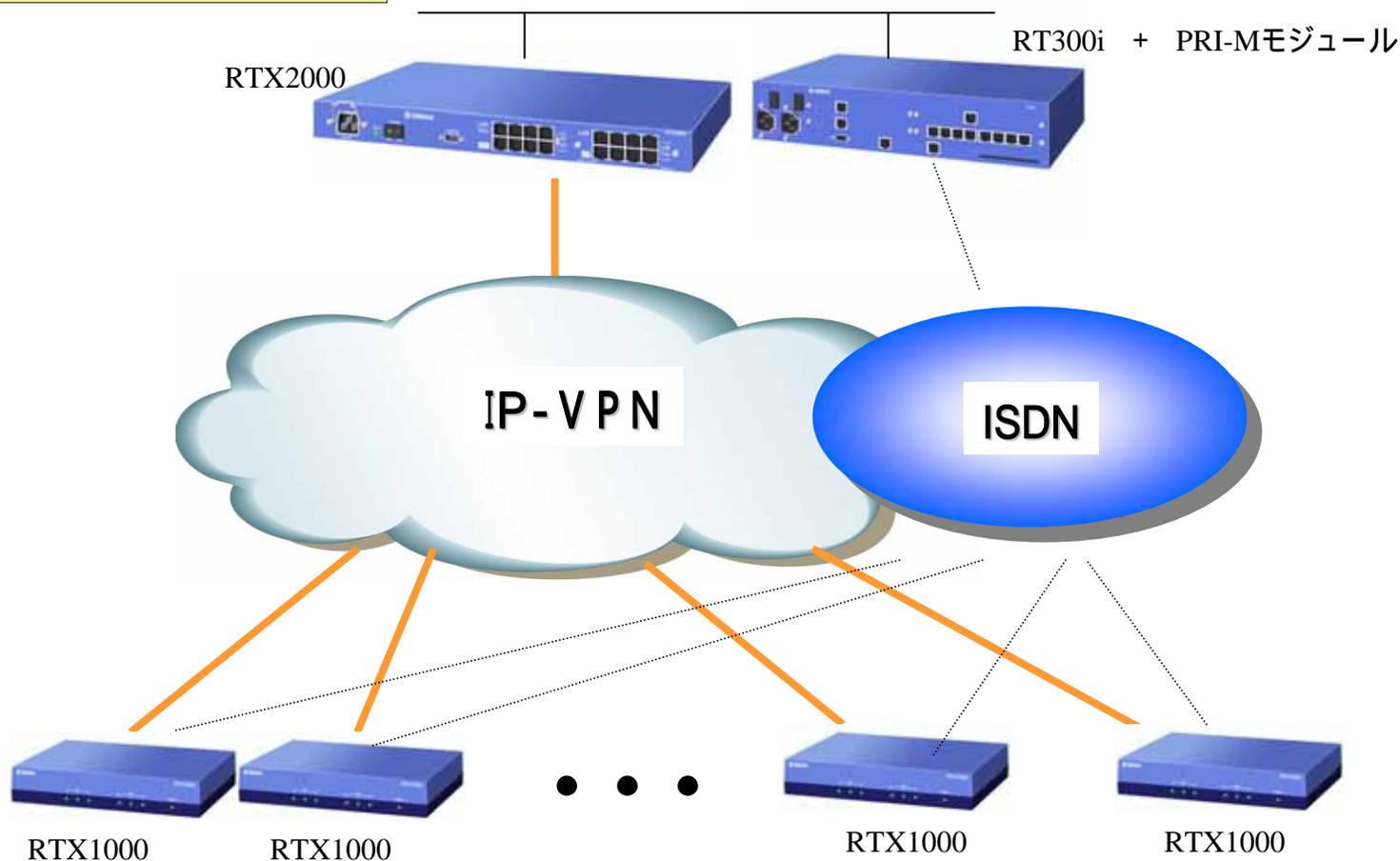
- インターネットVPN
- トンネル内OSPF



某公共機関《約200ヶ所》

[topics]

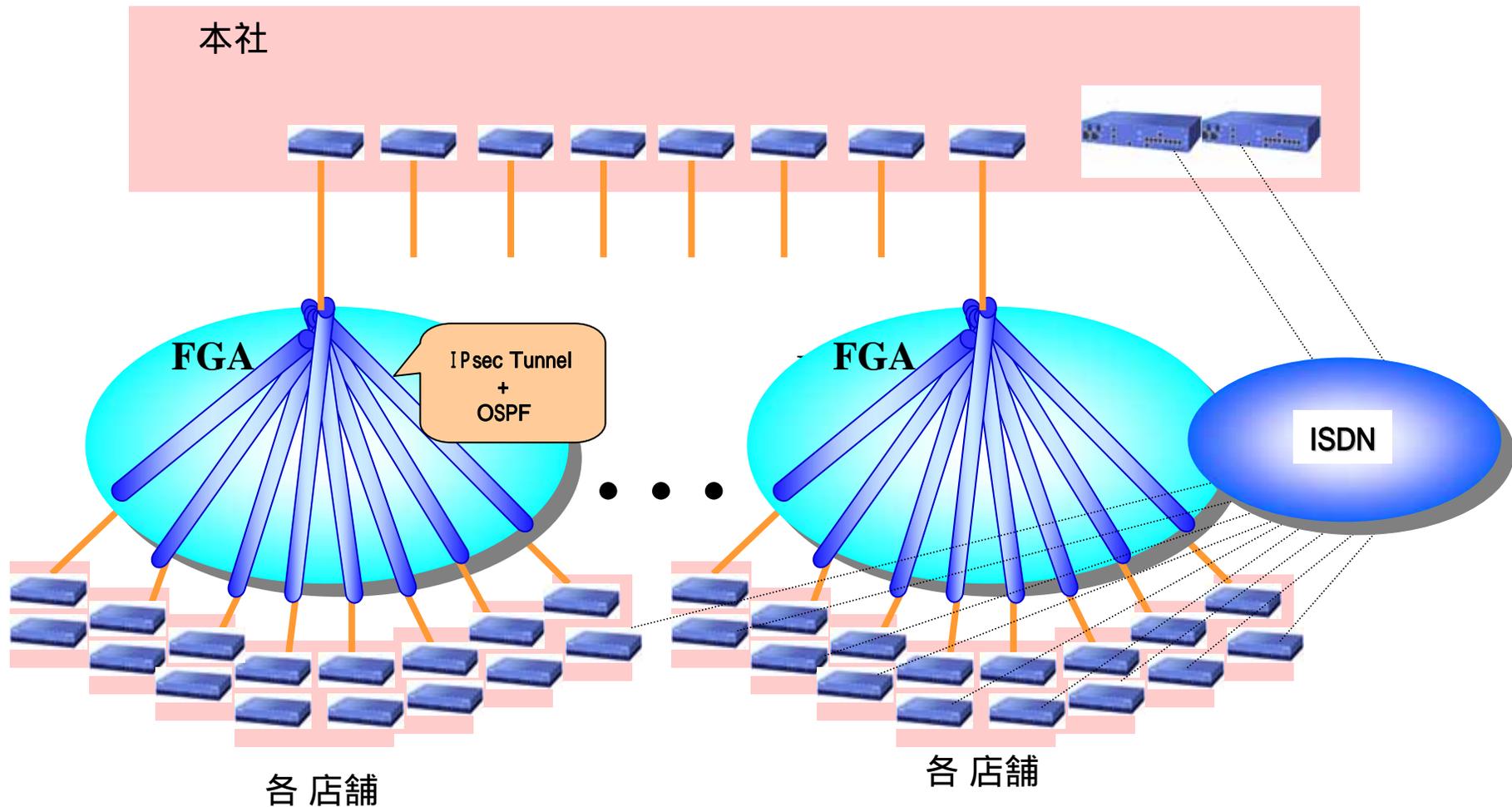
- IP-VPN + ISDNバックアップ



某小売業《約80ヶ所》

[topics]

- インターネットVPN
- トンネル内OSPF + フローティングスタティック



YAMAHA
RTX Series
~参考資料~



IPv6 Ready

<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/ipv6/>



1998年より共同研究を開始

- 研究者向けWS-ONE(版)
- 一般向けWS-ONE(版)
- 2001年6月より正式版の提供開始

IPアドレスが128ビット(IPv4の4倍)

- 深刻なIPアドレスの枯渇問題に対応し、無償搭載

アドレス変換を挟まない peer to peer 通信の確保

- ネットワークアプリケーションの開花

RT/RTX/RTVシリーズの対応

- 現行全機種にて利用可能

ネットボランチの対応

- 同クラスで唯一 (IPsecは、未実装)
- IPv6サービスのデファクト・スタンダード



WS-ONE



RTV700



RT57i

IPv6への取り組み



1998年: 共同研究を開始

- 研究者向けWS-ONE(版)
- 一般向けWS-ONE(版)

2001年6月: 正式版の提供開始 (常時接続準備)

- 現行全機種にてIPv6無償搭載
- IPv4ダイナミックフィルタ & 不正アクセス検知機能搭載
(ステートフル・インスペクション型フィルタリング方式の導入)
- Networld+Ineropにて「IPv6 IP電話(MGCP)」のデモンストレーション

2001年12月: IPv6 IP電話(SIP)搭載化

- ネットボランチシリーズでIPv4/IPv6 SIP標準搭載化

2002年5月: IPv6ダイナミックフィルタ搭載

- IPv4で蓄積したセキュリティ機能をIPv6に展開

2002年7月: IPv4/Pv6デュアルスタックサービス対応

- ネットボランチシリーズでDHCPv6-PD標準搭載

RTA54i



1996 NAT機能
1996 IPマスカレード機能
1999 NATディスクリプタ

LAN2の送出速度を8Mbit/sとしSIP,RTP関連の packets を優先

<pre>speed lan2 10m queue lan2 type priority queue class filter 1 4 ip * * tcp * 5060 queue class filter 2 4 ip * * udp * 5004-5060 queue lan2 class filter list 1 2</pre>	<p>送出帯域を10Mbit/sに制限します</p> <p>“TCP 宛先ポート番号 5060”と想定する</p> <p>“UDP 宛先ポート番号 5004-5060”と想定する</p>
--	---

PPPoEで接続したLAN2の送出速度を10Mbit/sとしudpを優先

<pre>speed lan2 10m queue lan2 type priority pp select 1 ppoe use lan2 ... PPPoE接続に必要な各種設定 queue class filter 1 4 ip * * udp * * queue pp class filter list 1 pp enable 1</pre>	<p>送出帯域を10Mbit/sに制限します</p> <p>出力LANでの優先キューを使用します</p> <p>LAN2でPPPoEを使用します</p> <p>優先パケットのフィルタを定義します</p> <p>フィルタをPPインタフェースに適用します</p>
---	---

[注意事項]

・“queue *interface* default class”でデフォルトクラスが定義され、初期値は“クラス2”

<http://www.rtpo.yamaha.co.jp/RT/docs/qos/priority.html>

LAN2の送出速度を10Mbit/sとし、udpに2Mbit/s、残りを8Mbit/s

queue lan2 type shaping	帯域制御キューを使用します
queue class filter 1 1 ip * * udp * *	UDPパケットをクラス1とするフィルタを定義します
queue lan2 class filter list 1	LAN2にクラス分けフィルタを適用します
queue lan2 class property 1 bandwidth=2m	クラス1に2Mbit/sを割り当てます
queue lan2 class property 2 bandwidth=8m	クラス2に残りの8Mbit/sを割り当てます

PPPoEで接続したLAN2の送出速度を8Mbit/sとし、udpに2Mbit/s、残りを6Mbit/s

pp select 1	
ppoe use lan2	LAN2でPPPoEを使用します
... PPPoE接続に必要な各種設定	
queue class filter 1 1 ip * * udp * *	UDPパケットをクラス1とするフィルタを定義します
queue pp class filter list 1	クラス分けフィルタをPPインタフェースに適用します
pp enable 1	
queue lan2 type shaping	LAN2のキューで帯域制限を行います
queue lan2 class property 1 bandwidth=2m	クラス1に2Mbit/sを割り当てます
queue lan2 class property 2 bandwidth=6m	クラス2に残りの6Mbit/sを割り当てます

[注意事項]

- ・“queue *interface* default class”でデフォルトクラスが定義され、初期値は“クラス2”
- ・“queue *interface* class property”は、“shaping”利用時、“bandwidth”のみ有効

<http://www.rtpro.yamaha.co.jp/RT/docs/qos/band-shaping.html>

ヤマハVoIP Gateway 機能比較

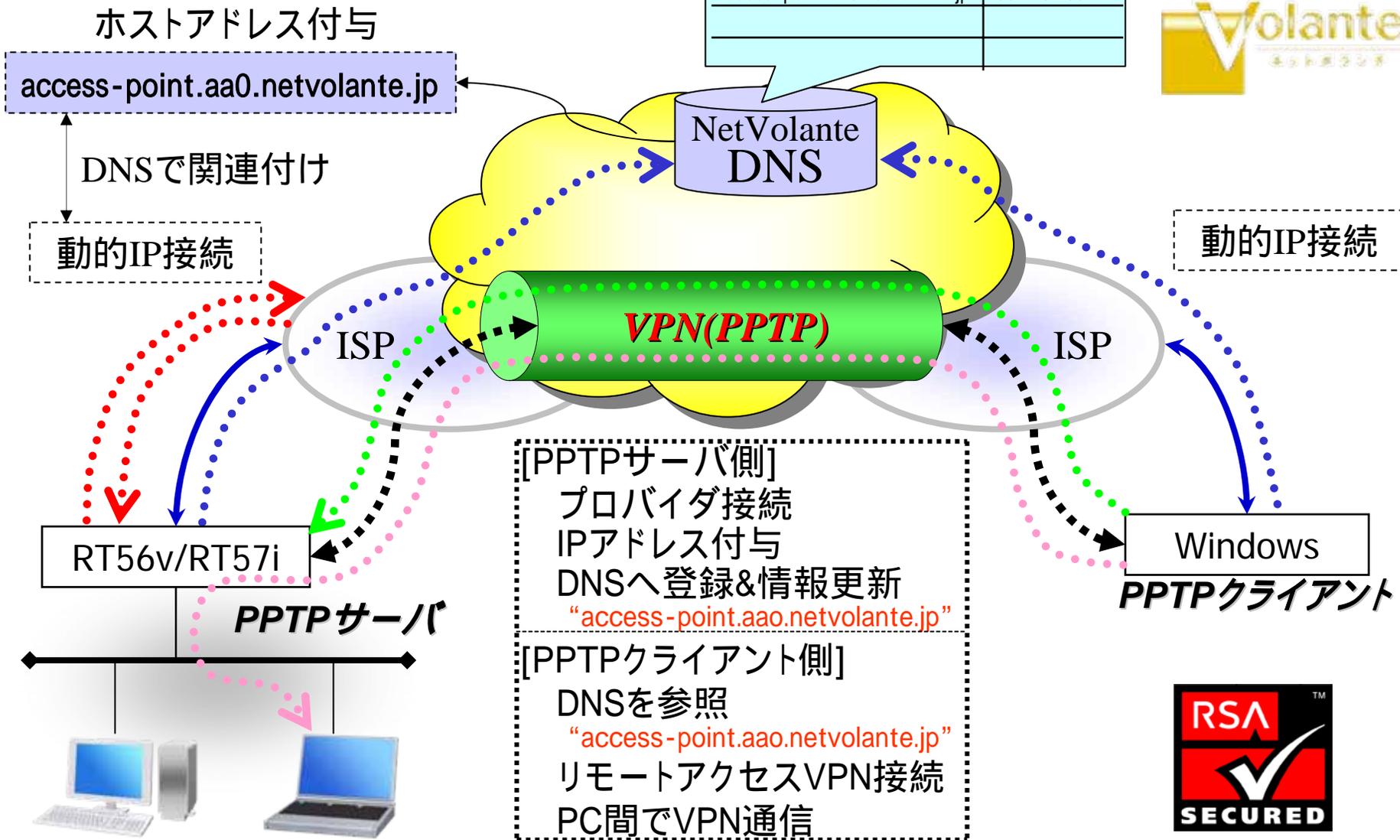


	RT56v	RT57i	RTV700		RT56v	RT57i	RTV700
ポート				VoIP			
ISDN・U	-	1	1	G.711			
ISDN・S/T	-	1	1	G.729a	-		
LINE (PSTN) TEL	1	-	-	EC	-		
PBX (ISDN・S/T)	-	-	2	機能			
WAN	1	1	1	優先制御	-		
LAN	4 (SW HUB)	4 (SW HUB)	4 (SW HUB)	SNMP	-	-	
シリアル	-			VPN	PPTP	PPTP	IPsec/PPTP
電源	標準AC	小型AC	直付	Web設定		改訂	改訂
停電対策	LINE直結	-	局給電	スループット			
ケーブル処理	-			最大値 (Mbps)	12	100	100
				実効値 (Mbps)	8	50	50

実効スループットはPPPoE + NAT環境での値を想定

ネットボランチDNSサービス

(ホストアドレスサービス)



RT57iとRTV700のQoS機能



RT57とRTV700で搭載されているQoS機能は、RTX1000の機能の一部を継承しています。

QoS機能	RTX1000	RTV700	RT57i
優先制御			
帯域制御		-	-
TOSフィールド書換え		-	-
かんたんQoS設定(WWW)	-		

RTX1000(Rev.7.01.26)のVPN QoS機能である「TUNNELインタフェースのクラス分け(classify)」は、RT57iとRTV700では未サポート。

RT57iとRTV700の優先制御機能の概要

ブロードバンド版

ナローバンド版

type	制御種別	利用可能 クラス数	LANインタフェース (queue lan? type)	ISDNインタフェース (queue pp type)
fifo	-	-		
priority	優先制御	4		

かんたんQoS設定(PPPoE/フレッツ・ADSL)



[トップ]

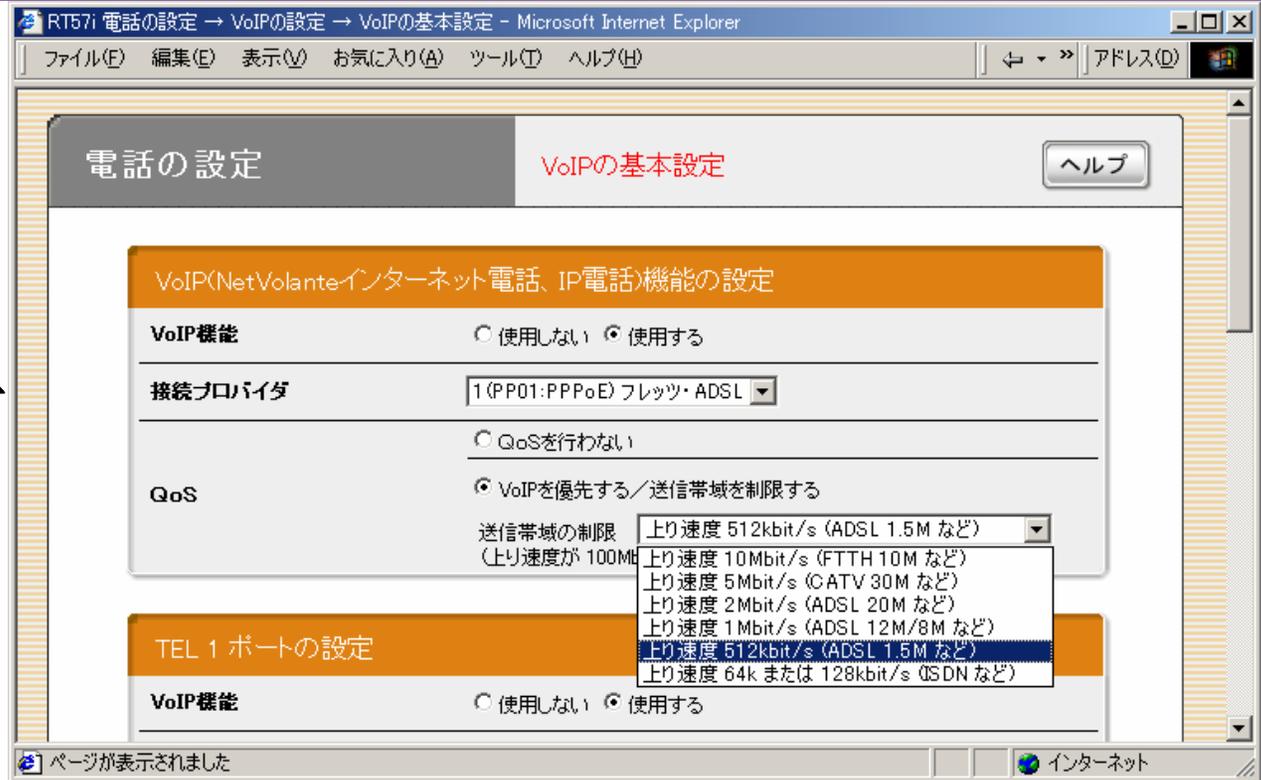
[電話の設定]

[VoIPの設定]

[VoIPの基本設定]

[VoIP機能の設定]

QoS



LAN2の送出速度を512kbit/sとしSIP,RTP関連の packets を優先

```
speed lan2 512k
queue lan2 type priority
pp select 1
queue pp class filter list 1 2
queue class filter 1 4 ip * * tcp * 5060
queue class filter 2 4 ip * * udp * 5004-5060
sip use on
```

送出帯域を512kbit/sに制限します
優先制御キューを使用します

PP[01]のクラスフィルタを適用する
"TCP 宛先ポート番号 5060"と想定する
"UDP 宛先ポート番号 5004-5060"と想定する
SIPを利用する

かんたんQoS設定(CATVインターネット)



[トップ]

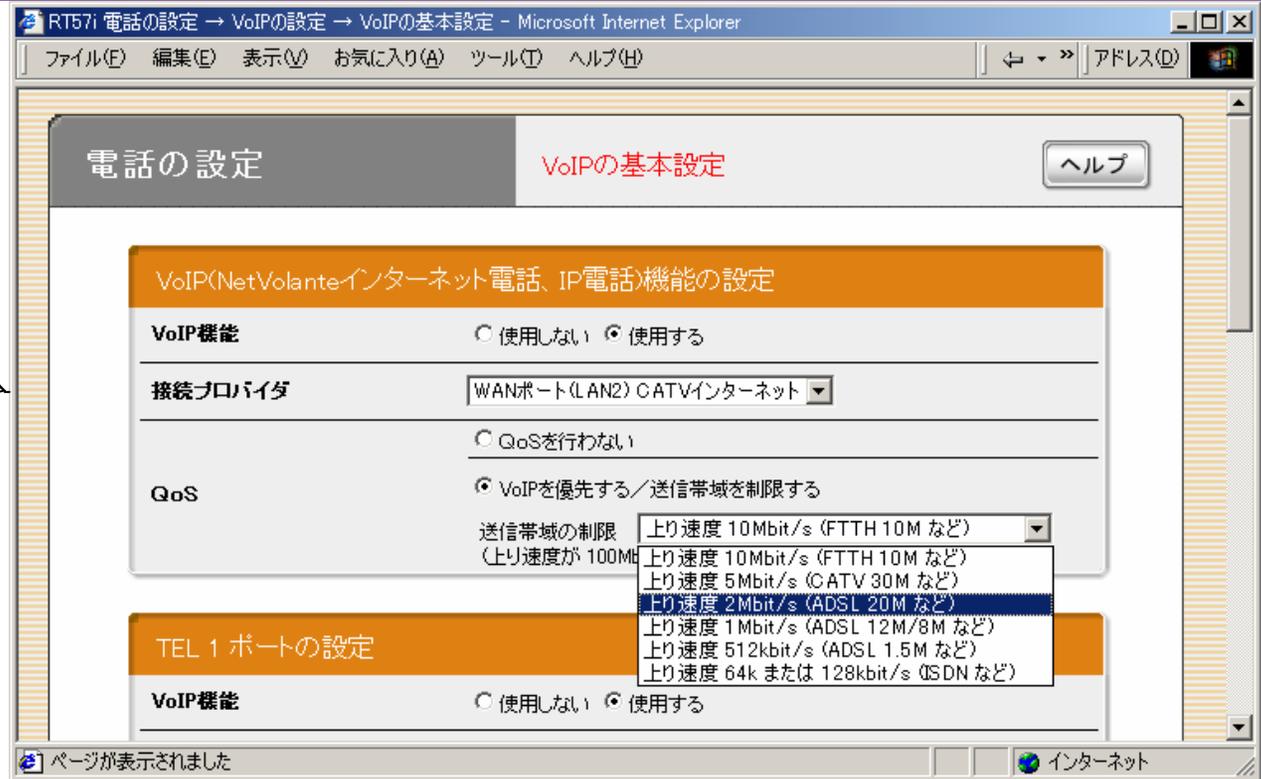
[電話の設定]

[VoIPの設定]

[VoIPの基本設定]

[VoIP機能の設定]

QoS



LAN2の送出速度を2Mbit/sとしSIP,RTP関連の packets を優先

```
speed lan2 2m
queue lan2 type priority
queue lan2 class filter list 1 2
queue class filter 1 4 ip * * tcp * 5060
queue class filter 2 4 ip * * udp * 5004-5060
sip use on
```

送出帯域を2Mbit/sに制限します
優先制御キューを使用します
LAN2のクラスフィルタを適用する
"TCP 宛先ポート番号 5060"と想定する
"UDP 宛先ポート番号 5004-5060"と想定する
SIPを利用する

かんたんQoS設定(フレッツ・ISDN)

[トップ]

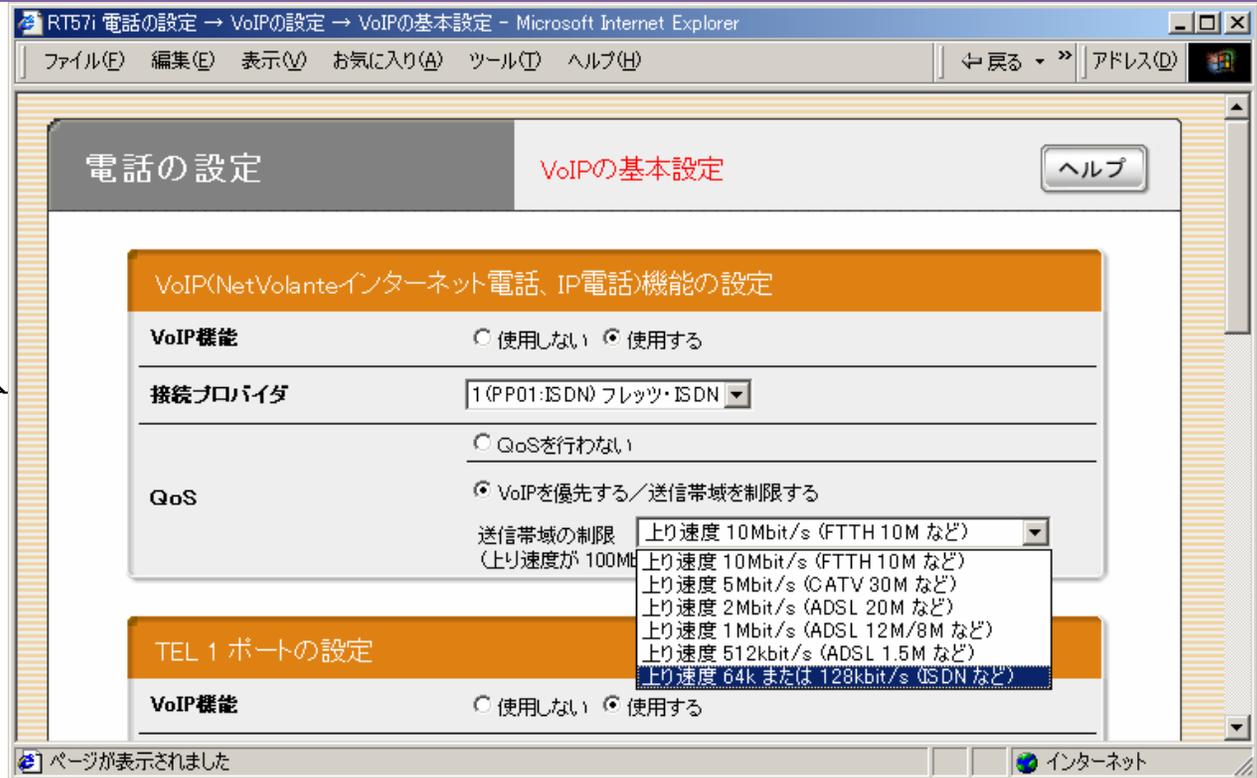
[電話の設定]

[VoIPの設定]

[VoIPの基本設定]

[VoIP機能の設定]

QoS

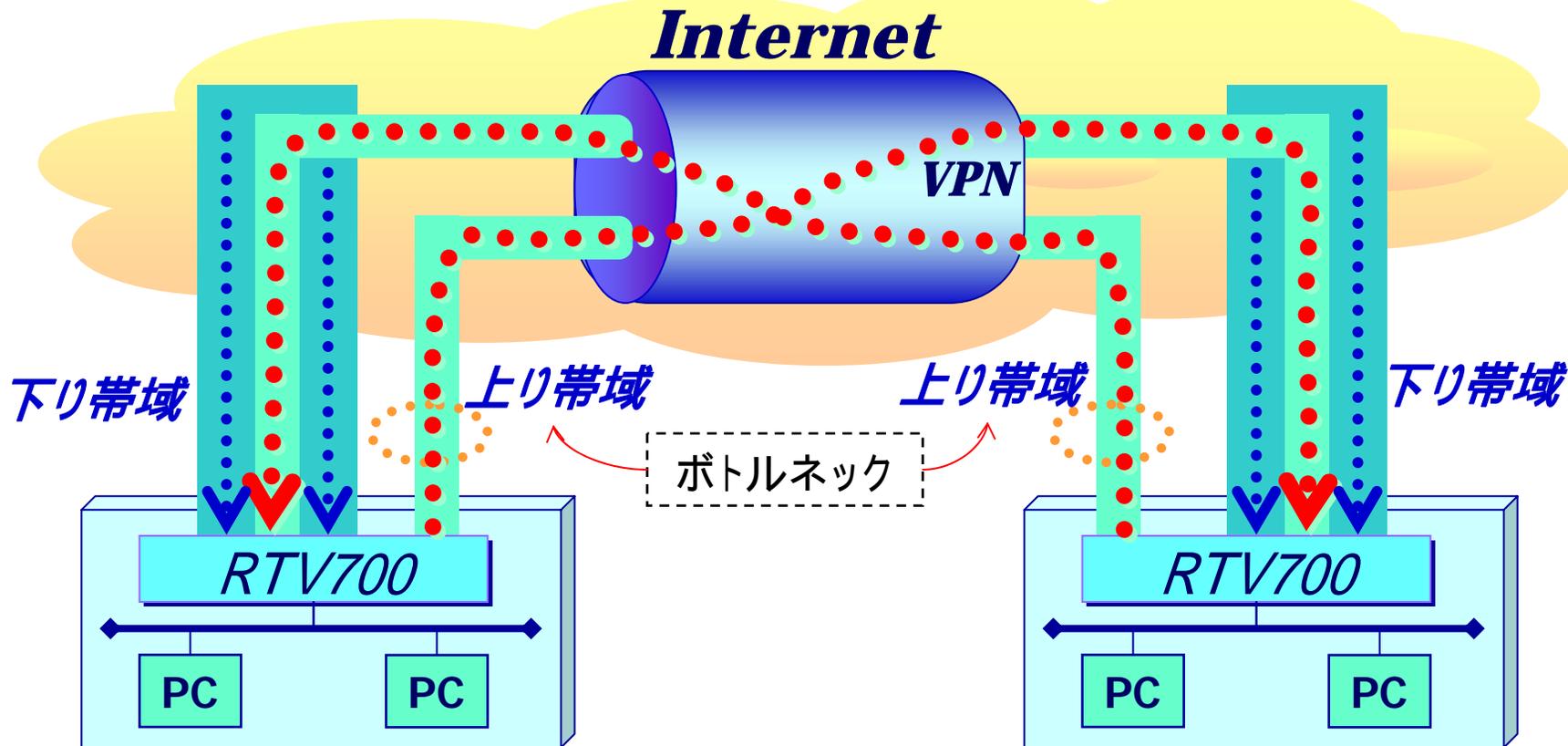


ISDN回線でSIP,RTP関連の packets を優先

```
pp select 1
queue pp type priority
queue pp class filter list 1 2
queue class filter 1 4 ip * * tcp * 5060
queue class filter 2 4 ip * * udp * 5004-5060
sip use on
sip codec permit pp 1 g729
```

優先制御キューを使用します
PP[01]のクラスフィルタを適用する
"TCP 宛先ポート番号 5060"と想定する
"UDP 宛先ポート番号 5004-5060"と想定する
SIPを利用する
ISDN回線では、G.729aを利用する

ADSL環境でのVPN帯域&VoIP帯域



	1.5M ADSL	8M ADSL	12M ADSL	20M超 ADSL
下り帯域	最大 1.5 Mbps	最大 8 Mbps	最大 12 Mbps	最大 20M超 bps
上り帯域	最大 512 Kbps	最大 1 Mbps		
VPN帯域	最大 512 Kbps	最大 1 Mbps		
VoIP帯域	最大 512 Kbps	最大 1 Mbps		