



# 放送型映像配信と マルチキャスト



**Oct. 2006**

**河野 美也**

**Miya Kohno (mkohno@cisco.com)**

# Agenda

- 放送型映像配信に求められる信頼性、品質要件
- 技術概要
- 今後の方向性とビジネスモデルの可能性
- MPLSの果たしうる役割

# Problem Definition : 「途切れちゃいけません」

- <http://it.nikkei.co.jp/mobile/news/index.aspx?n=MMITfa001019072006>
- インターネットでテレビ番組などを送信する「IPマルチキャスト」技術については、「ネットワークの障害が起きたとき、途切れのないようにすることが最大の課題」と指摘。

モバイル:最新ニュース

更新:7月19日 14:09

## 「データ通信、上り高速化で新サービスも」・KDDI小野寺社長

KDDIの小野寺正社長は19日、モバイル機器の展示会「ワイヤレスジャパン2006」で「移動と固定の融合で開く次世代モバイルブロードバンド時代」と題し、固定通信と移動通信の融合（FMC）への取り組みなどについて講演した。同社の固定・移動統合通信網「ウルトラ3G」の構築を進めるうえで、「通信の高速化や放送との連携、MMD（次世代移動体網）の整備などが必要になる」と話した。

KDDIは2006年中にデータ通信網「CDMA2000 1x EV-DO」の機能を拡張した「EV-DO Rev.A」方式の通信を導入する。通信速度が上り毎秒154キロビットから毎秒1.8メガビットに向上するという。小野寺社長は「これまでは上り速度が遅かったため、ダウンロード型のサービスを先行させた。今後は双方向の通信に適した環境が整う。サービスの内容も変わってくるだろう」と話した。



「ワイヤレスジャパン2006」で講演するKDDIの小野寺正社長

# 「途切れない」を定義する ?! (1/5)

## ■ y.1541によるIPパケット転送品質の目標値

品質尺度	QoSクラス(国際エンドエンドNW品質目標値)					
	クラス0	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4	クラス5
平均IPパケット遅延 (IPTD)	100 ms	400 ms	100 ms	400 ms	1 sec	U
IPパケット遅延変動 (IPDV) IPTDの $1-10^{-3}$ 値から最小値を引いた値	50 ms	50 ms	U	U	U	
IPパケット損失率 (IPLR)	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$	
IPパケット誤り率 (IPER)	$1 \times 10^{-4}$					
アプリケーション例	Real-Time, Jitter sensitive, high interaction (VoIP, VTC)	Real-Time, Jitter sensitive, interactive (VoIP, VTC)	Transaction Data, Highly Interactive, (Signaling)	Transaction Data, Interactive	Low Loss Only (Short Transactions, Bulk Data, Video Streaming)	Traditional Applications of Default IP Networks
DiffServとの対応 (Appendix)	Expedited Forwarding (EF)		Assured Forwarding (AF)			Best Effort

IPTD: IP Packet Transfer Delay,  
IPER: IP Packet Error Ratio,

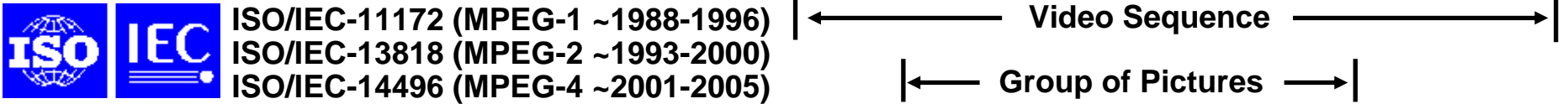
IPDV: IP Packet Delay Variation,  
U: Unspecified or Unbounded

IPLR: IP Packet Loss Ratio,

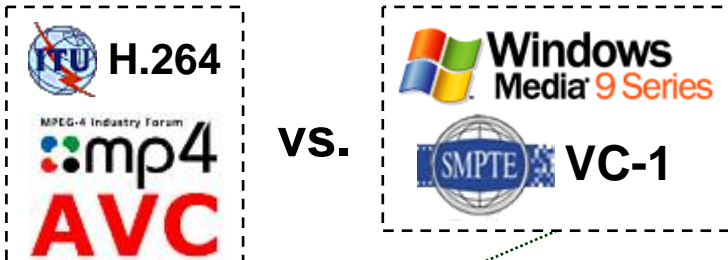
- VTC (Video TeleConferencing) ... class 0 or 1
- Video Streaming ... class 4
- Video Broadcasting ... ?!
- convergence time ... ?!

# 「途切れない」を定義する?! (2/5)

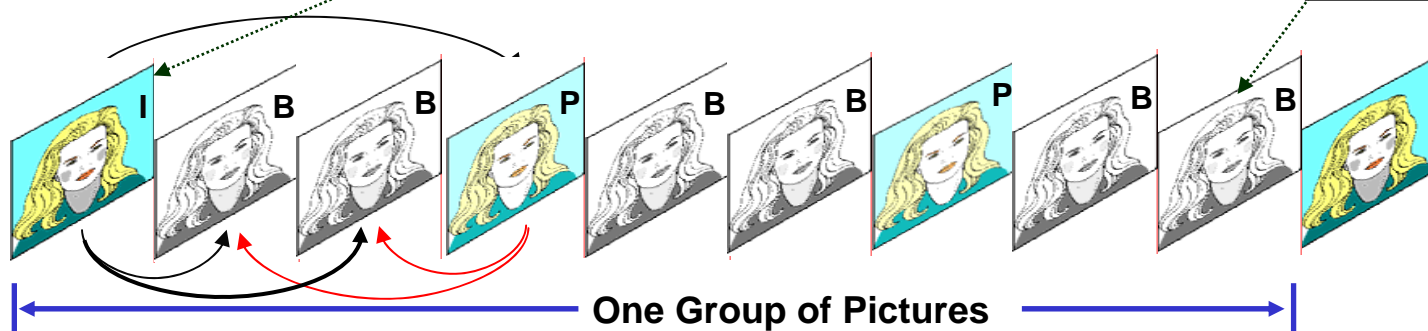
## ● Video Codec概要



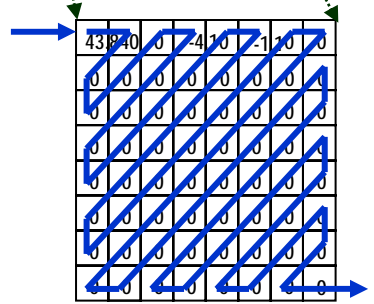
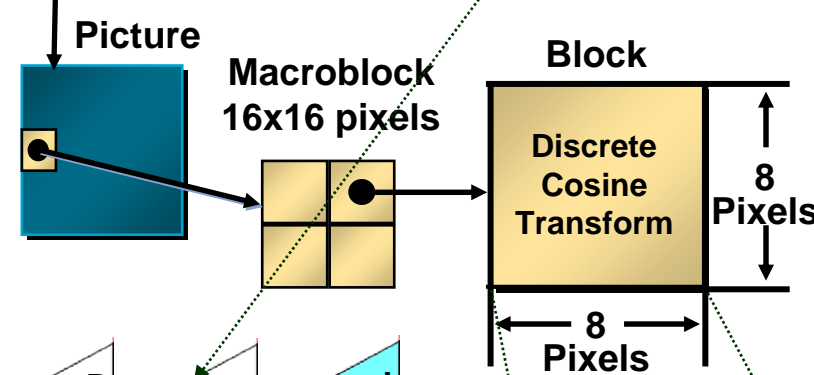
### Next Gen "Advanced Video Codecs":



(Future: MPEG-4 SVC?)

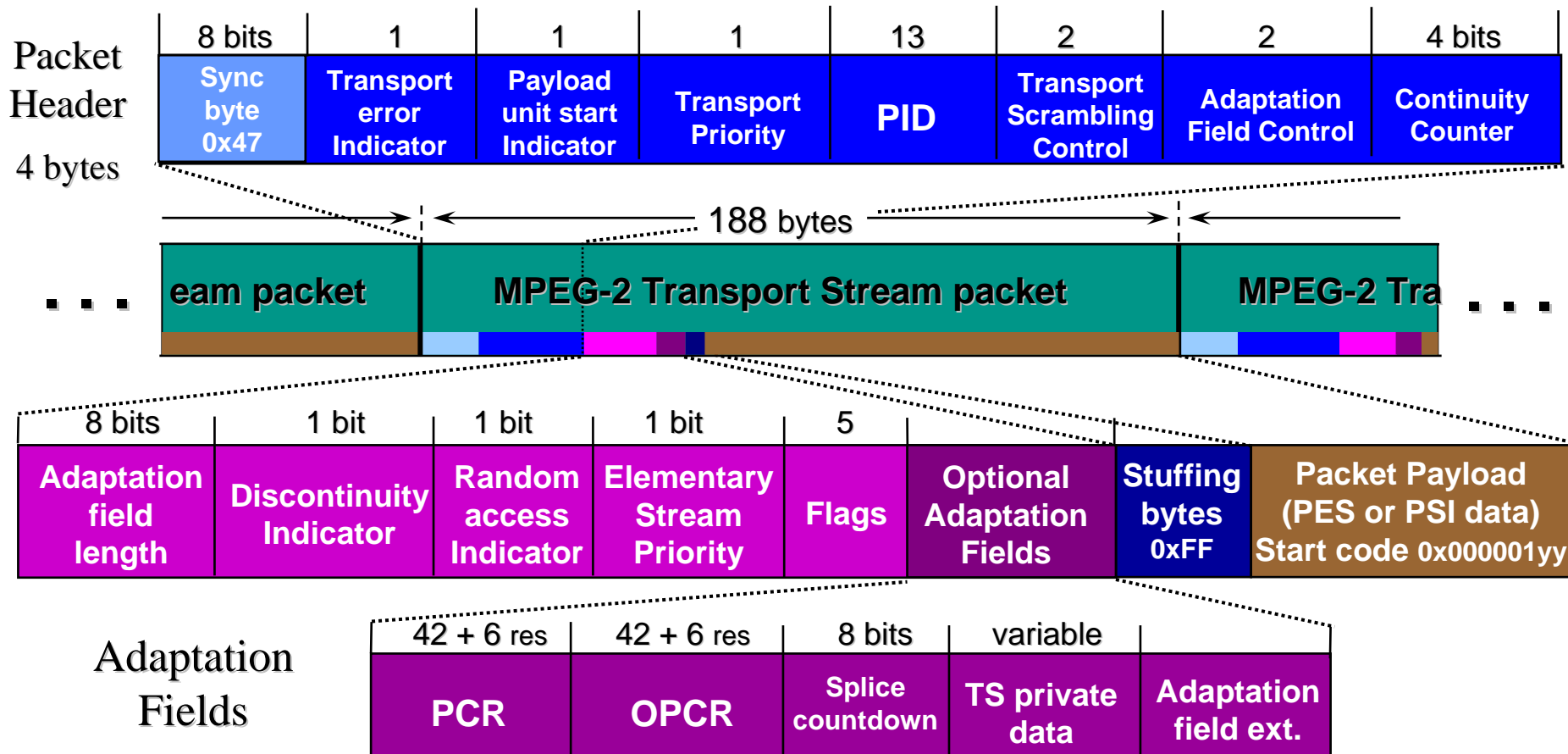


- I Frames** - Intra-coded only - Reference frame for future prediction.
- P Frames** - Forward prediction from either previous I or P frames.
- B Frames** - Bi-directional interpolated prediction from two sources.



# 「途切れない」を定義する ?! (3/5)

## ● MPEG TS (Transport Stream) Packet フォーマット



PES: Packetized Elementary Stream, PSI: Program Specific Information

# 「途切れない」を定義する ?! (4/5)

- **Streamは圧縮されており、各パケットは複数のフレームを含む。**
  - 1パケットでも落ちると画像の乱れの原因になる。
  - 2時間の間に一度しかパケットロスを起こさないためには、パケット損失率を $10^{-6}$ のレベルに抑える必要がある。

## MPEG2(3.75Mbps)の場合

$$(7 \times 188 \times 8) / (3,750,000 \times 3600 \times 2) = < 0.390 \times 10^{-6}$$

## MPEG-4 AVC (6Mbps)の場合

$$(7 \times 188 \times 8) / (6,000,000 \times 3600 \times 2) = < 0.244 \times 10^{-6}$$

**MPEG TS パケットサイズ: 188 bytes**

**IP MTU : 1,500 bytes**

# 「途切れない」を定義する ?! (5/5)

- パケット損失率  $\leq 10^{-6}$  を実現するために
  - BER (Bit Error Ratio)  $\leq 10^{-10}$ 
    - Optical Fiber  $\leq 10^{-14}$
    - ADSL  $\leq 10^{-7}$  🚦
  - 輻輳によるパケットロスを防ぐ 🚦
  - 障害によるパケットロスを防ぐ 🚦



# Agenda

- 放送型映像配信に求められる信頼性、品質要件
- 技術概要
- 今後の方向性とビジネスモデルの可能性
- MPLSの果たしうる役割

# 技術概要

- 輻輳によるパケットロスを防ぐ
- 障害によるパケットロスを最小化する
- 障害を隠蔽する

※

本書に記載されている機能は、2006年10月現在、既の実装済みのものとは限りません。今後の予定も含み、また予定は変更されることがあります。

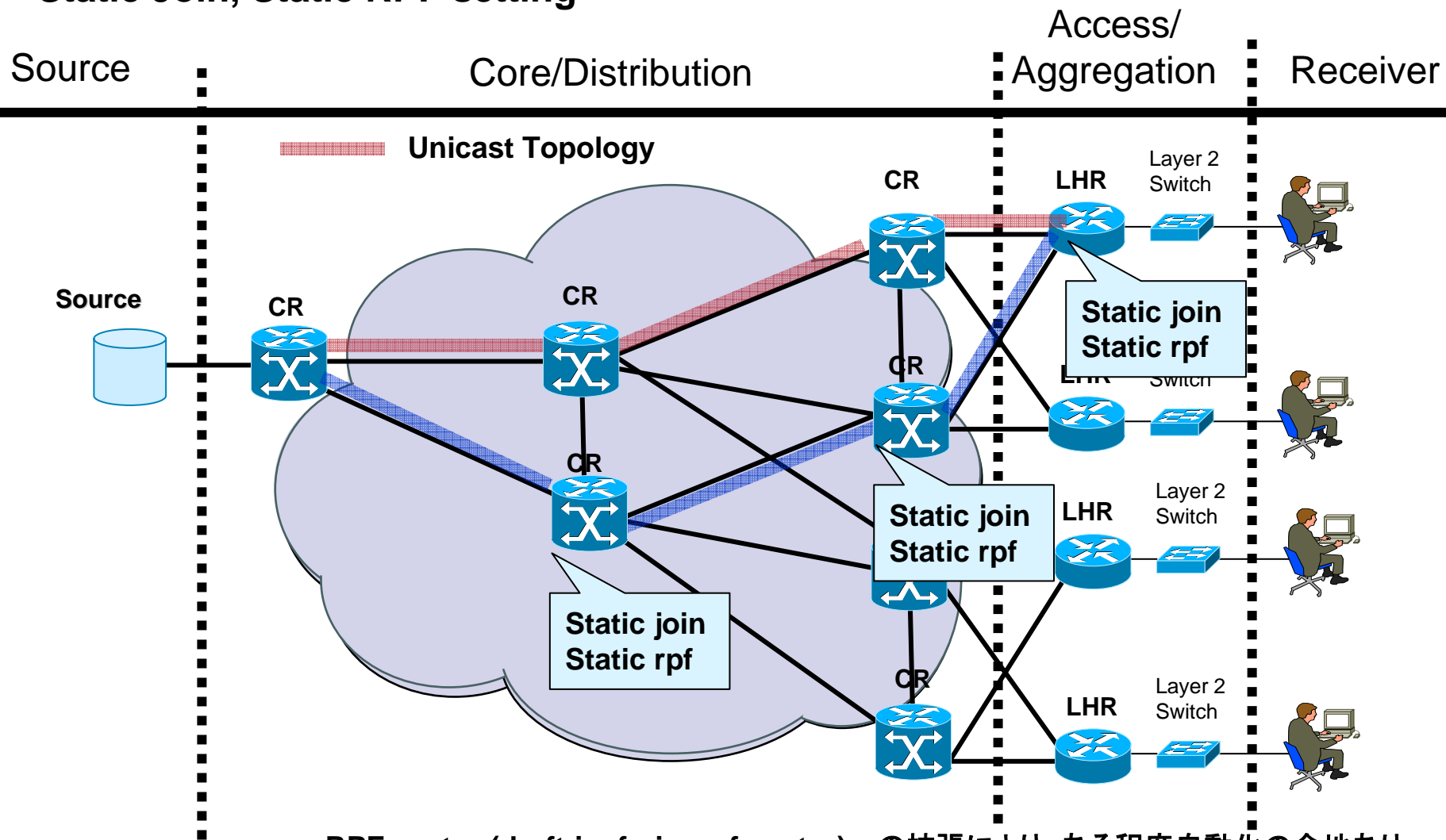
恐れ入りますが、ご使用をご検討戴く場合は、個別にご確認下さい。

# 輻輳によるパケットロスを防ぐ

- QoSの適用
- Traffic Engineering
  - p2mp TE
  - unicastとmulticastを分ける
    - static rpf
    - vlan + multi instance IGP
    - MTR (Multi Topology Routing)
    - SDR (Service Domain Router, aka Logical Router)

# Static RPF

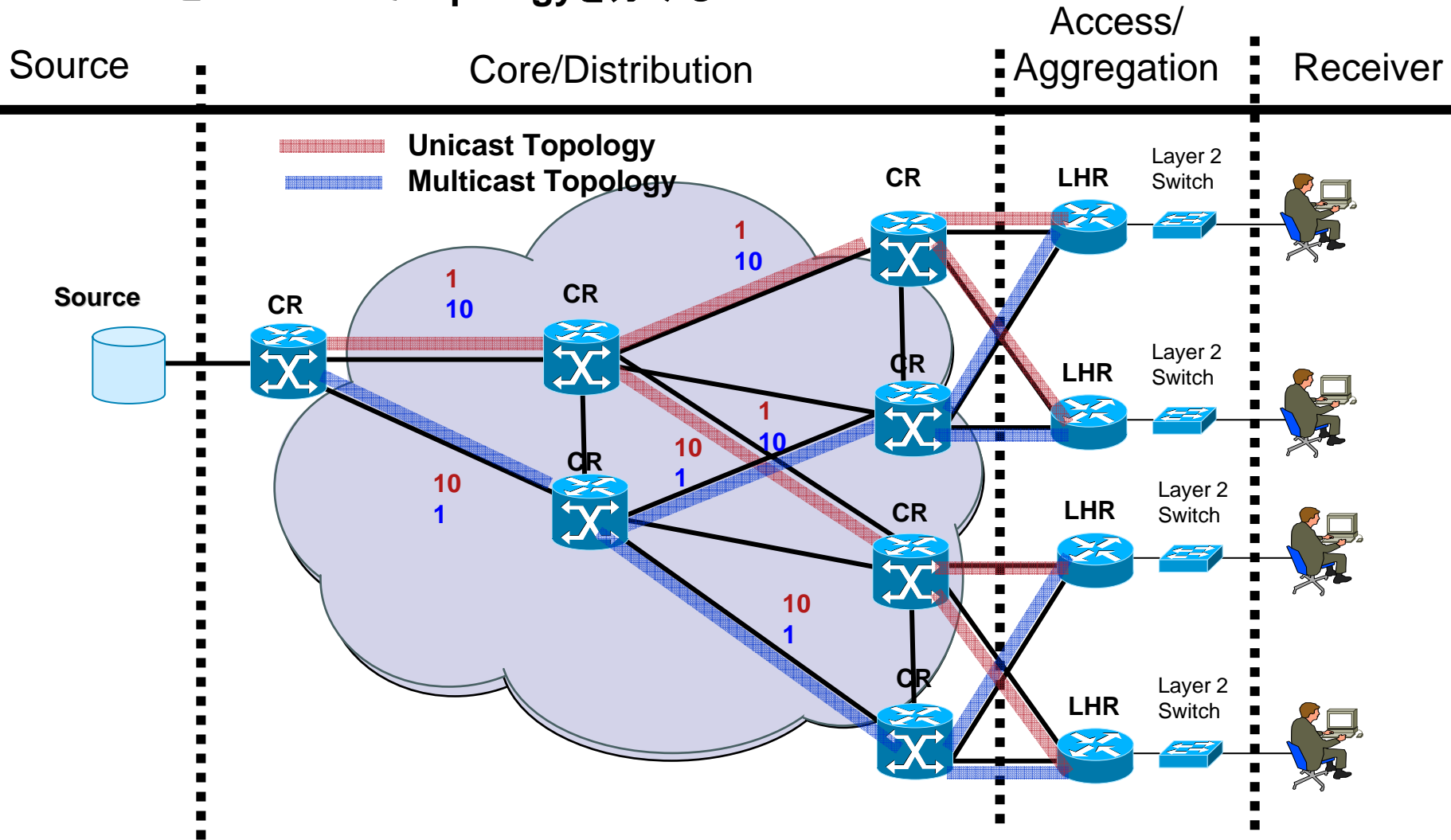
## Static Join, Static RPF setting



RPF vector (draft-ietf-pim-rpf-vector)への拡張により、ある程度自動化の余地あり。

# MTR : Multi Topology Routing

UnicastとMulticastでTopologyを分ける



# 障害によるパケットロスを最小化する

- Fast Convergence, Protection
  - **multicast fast convergence**
    - IGP FC +  $\alpha$ 
      - $\alpha = \text{rpf switch (triggered), join/prune overhead}$
    - ターゲット: subsecond
  - **p2mp TE FRR**
    - ターゲット: 50msec
    - 但し、まずはlink protectionのみ

# 障害によるパケットロスを最小化する

- 但し:
  - p2mp TEを導入したとしても、全区間に渡ってTEを展開 しないかもしれないので、その場合は両者の組み合わせになる。
  - p2mp TEの場合、node障害時が懸念点。
  - また、たとえ50msecを達成できたとしても、「要件」を満たすことができない。

# 障害を隠蔽する

- FEC
- RTP retransmission
- Stream Redundancy
  - + Path Diversity
  - + Timing Diversity



# FEC

## ■ Forward Error Correction

- RandomなBit errorを修復する。  
10<sup>-6</sup>の品質を、実質的に10<sup>-10</sup>程度にまで向上することが可能。  
バースト的な(>300msec)エラーには不向き。
- Protection Packetを、data streamに挿入する。  
大体12-20%のオーヴァヘッド増。  
受信側での計算負荷も大きい。

# RTP retransmission

- FECに比べると、帯域オーヴァヘッドが少ない。
- Random Errorのみならず、バースト的エラーにも強い。
- 但し、delayが大きいと使えない。(RTT < 40msec程度?!)

End-to-endでは難しい。

→ Access網のみで使用する？

→ その場合、

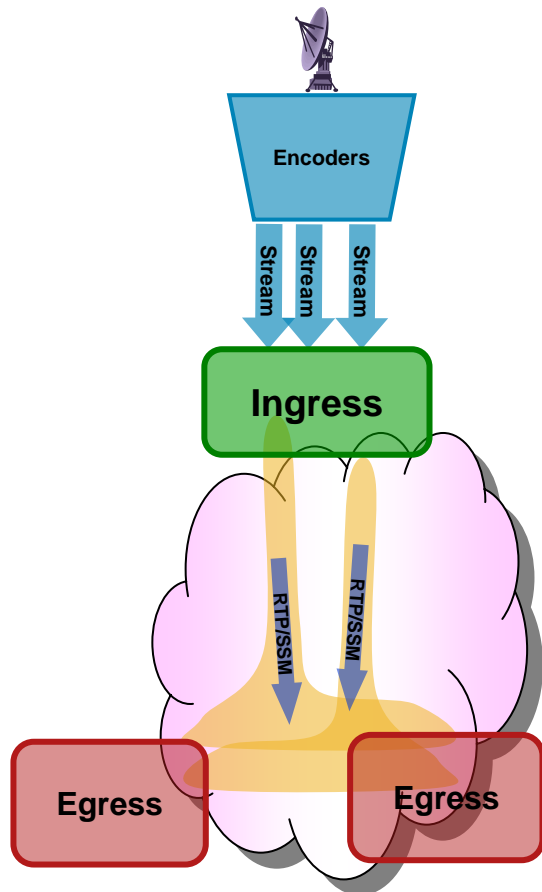
**Multicast Source**自体をエッジに持って行くか

**Multicast Source**はそのまま、RTPのみ終端するか

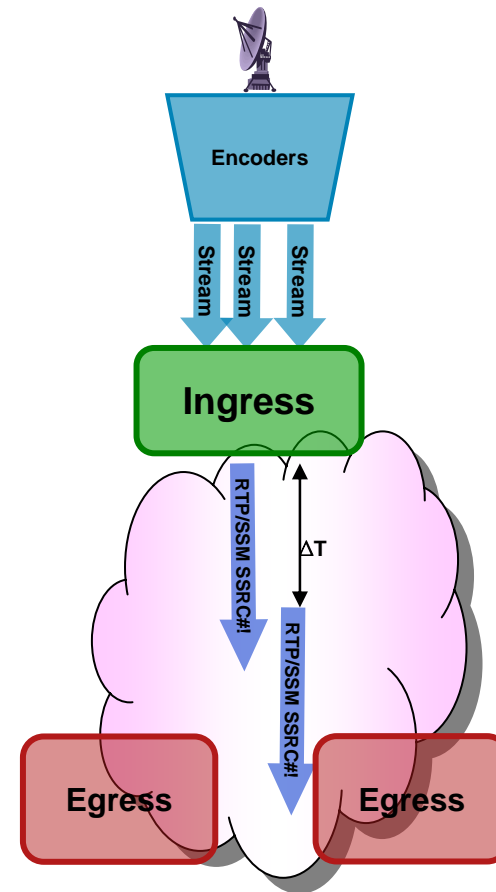
いくつかのI-D提案あり。(IETF AVT WG)

# Stream Redundancy

## 1. Path Diversityによる Stream Redundancy



## 2. Timing Diversityによる Stream Redundancy



※ 両方式とも、帯域は2倍必要になる。

# Stream Redundancy

## ▪ Path DiversityによるStream Redundancy

### Path Diversityを実現する方式

- Source Addressを分けて
  - Multicast ECMP
  - Static join, Static RPF
  - MTR
- p2mp TE
- ...

### Dual Streamを終端するノード:

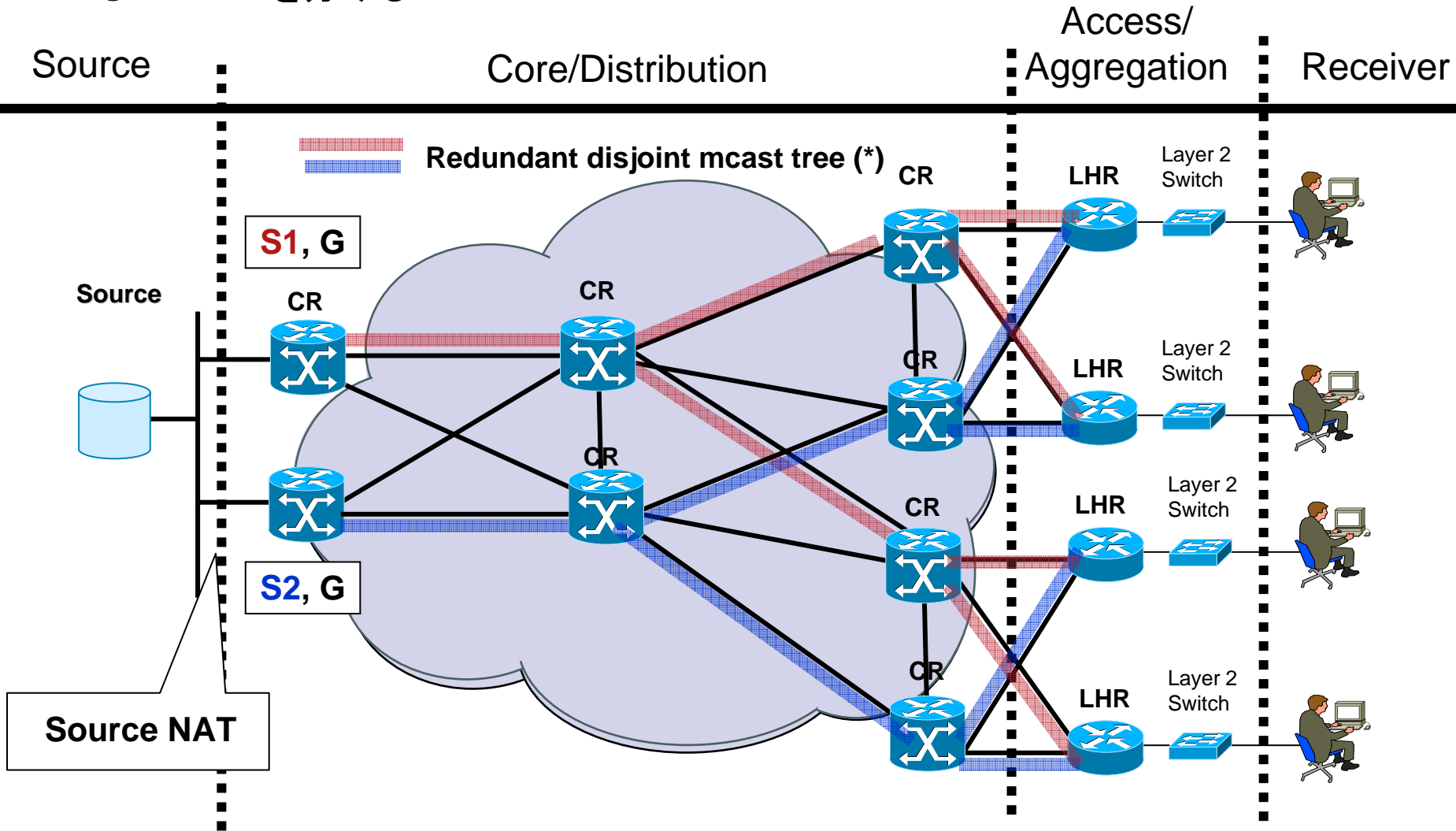
- STB ?
- 外付けサーバ?
- Last Hop Router ?
- p2mp TE tailend ?

### 検出のCriteria :

- RTP header等上位ヘッダ?
- Multicast CV ? (p2mp TEの場合) e.g. draft-swallow-mpls-mcast-cv

# Redundant Streams + Path diversity

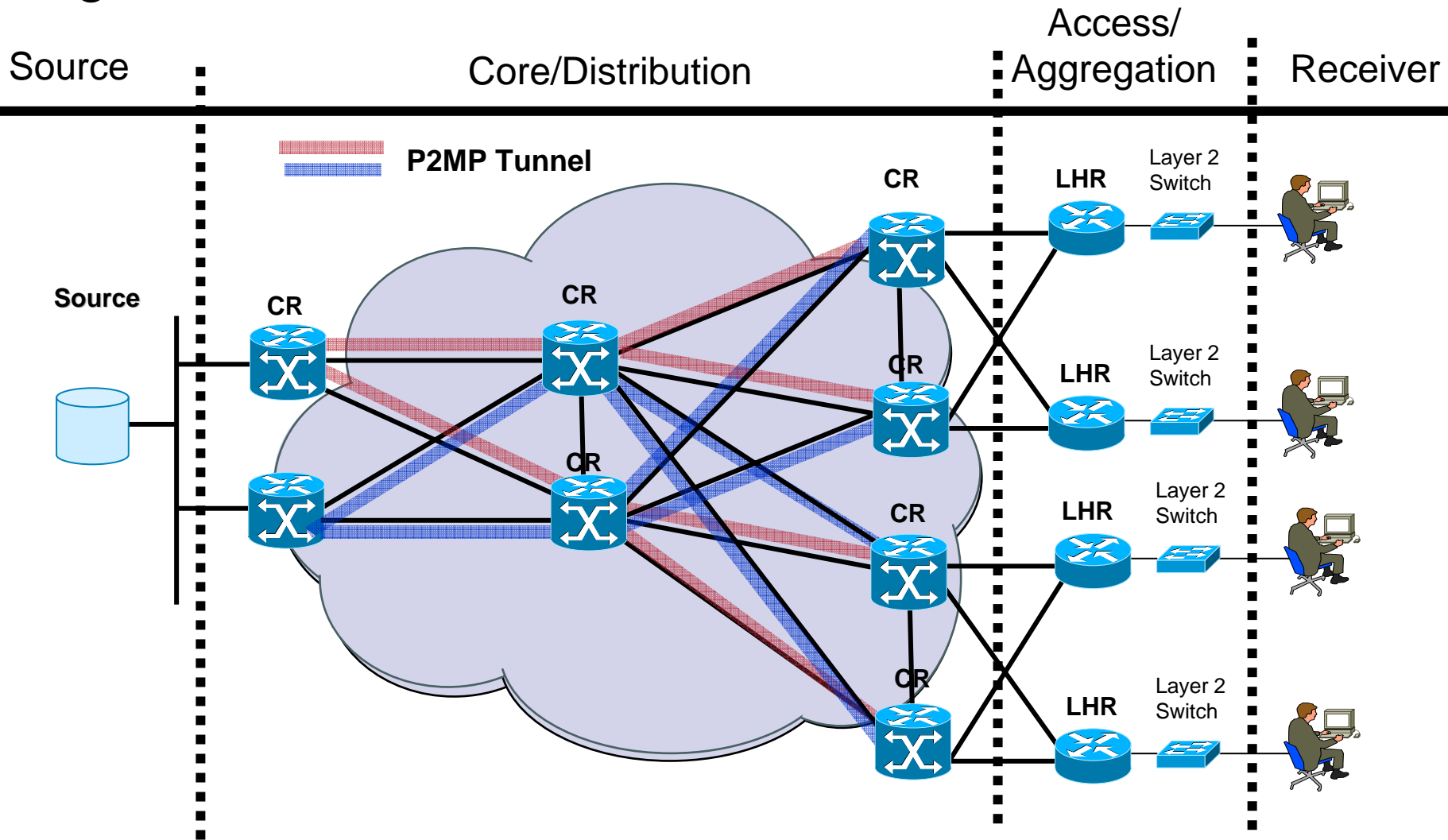
## ● Sourceを分ける



(\*) by multicast ECMP source hash, static-RPF, MTR...

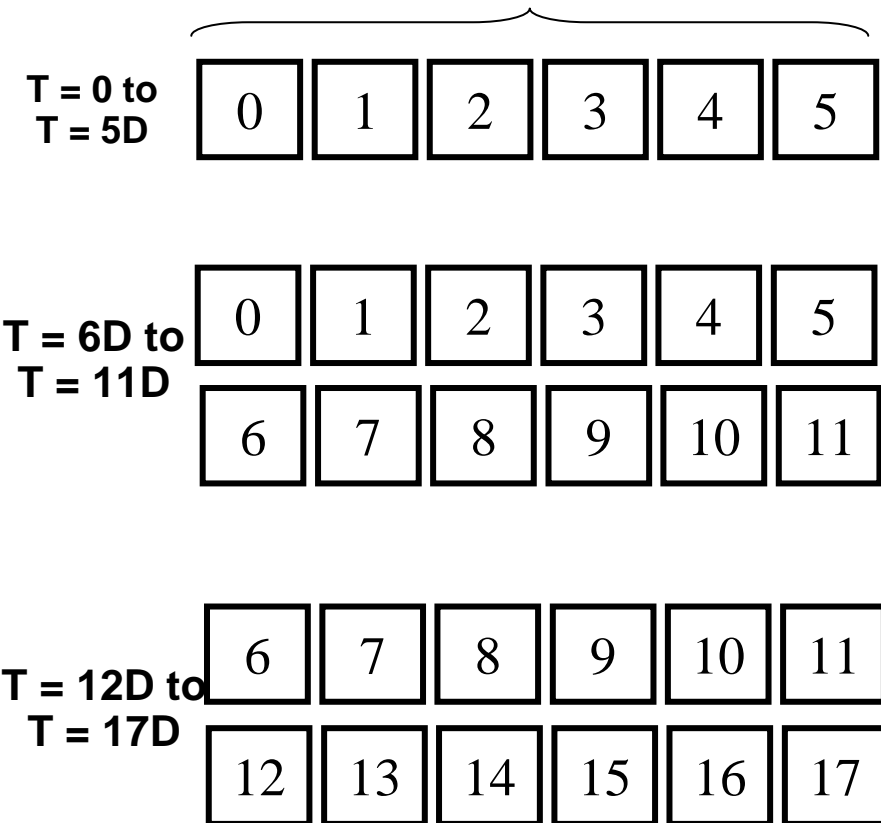
# Redundant Streams + Path diversity

## ● P2MP TE



# Redundant Streams + Timing diversity

Source Block Size =  $L = 6$   
Transmission Window Delay =  $D * L$



- Source Blockが、あるTime Windowで2回繰り返される。
- Outage時間がTime Window内に収まっている必要がある。

# 障害を隠蔽する

- FEC
- RTP retransmission
- Stream Redundancy
  - + Path Diversity
  - + Timing Diversity

それぞれ長短があるので使い分けも考慮する。  
もう少し方式自体を成熟させる必要がある。



# Agenda

- 放送型映像配信に求められる信頼性、品質要件
- 技術概要
- 今後の方向性とビジネスモデルの可能性
- MPLSの果たしうる役割

## 2つの方向性



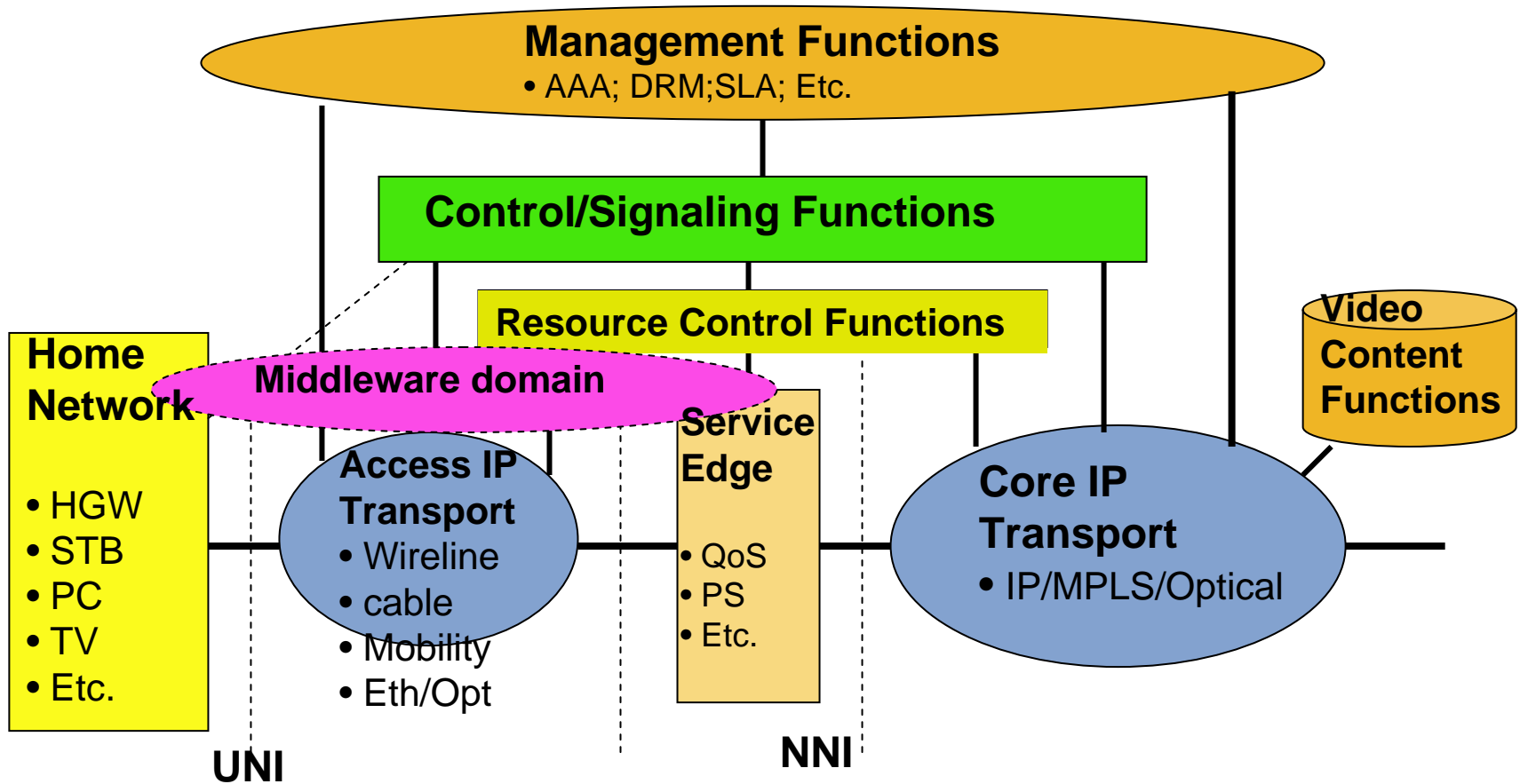
### *Open Internet*的

- Defacto standard
- OTT (over the top)
- Overlay
- Dumb pipe + Intelligent Edge

### *Carrier NGN*的

- Dejur standard
- 品質保証
- SIP (+non-SIP)
- 垂直統合、もしくは、IF (UNI, NNI, ANI, SNI) をきっちり規定。

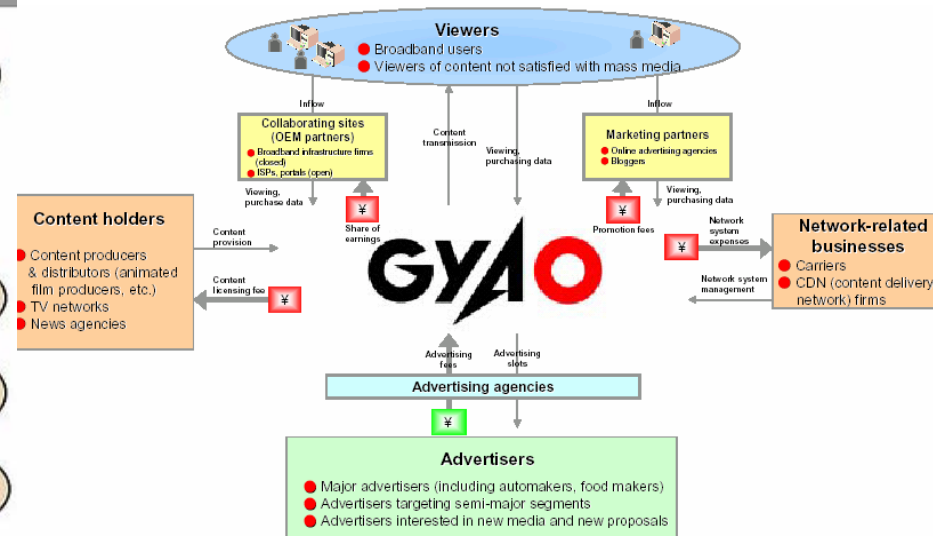
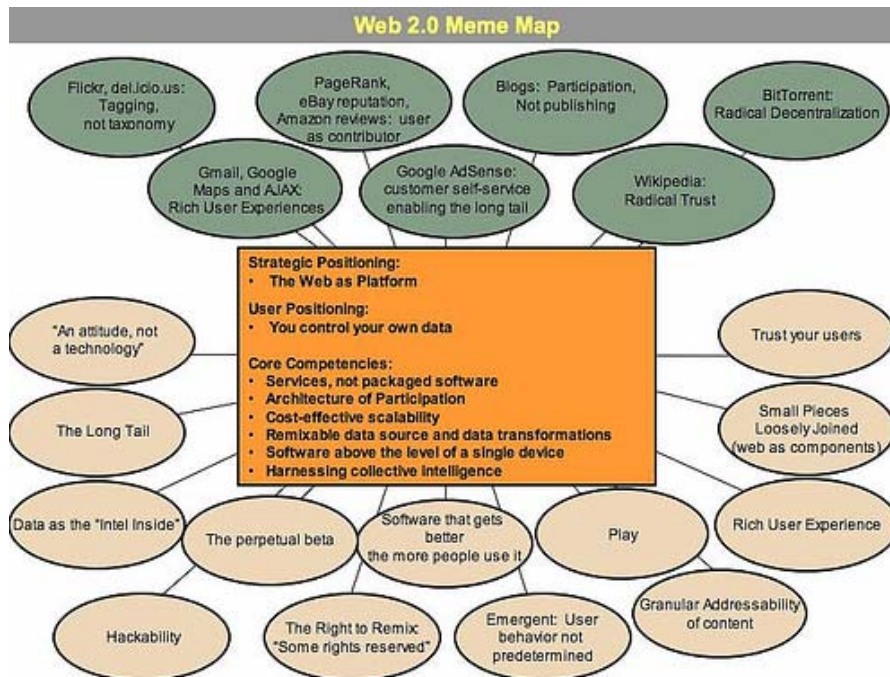
# Carrier NGN的 IPTV Framework Architecture



# Open Internet的 P2P, overlay

- Skype
- Youtube/google, Gyao
- Web2.0

<http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html?page=1#mememap>



# 2つの方向性



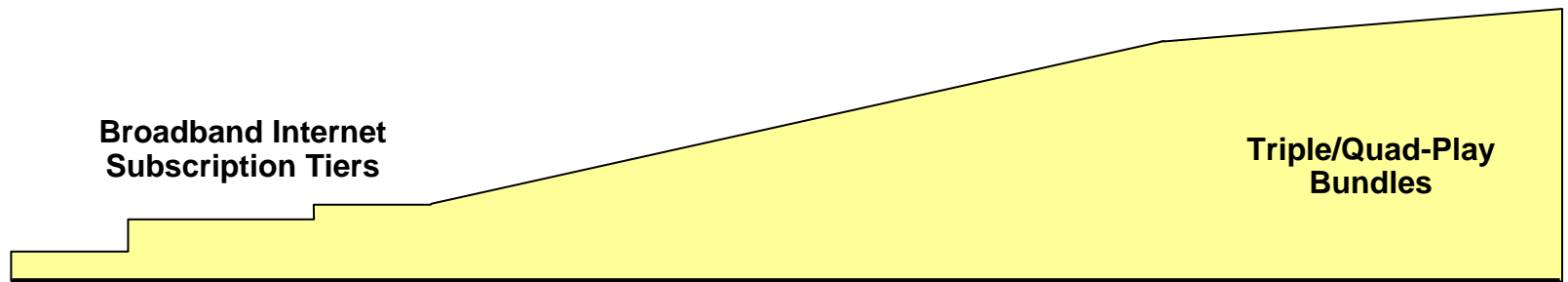
## *Open Internet*的

- Defacto standard
- OTT (over the top)
- Overlay
- Dumb pipe + Intelligent Edge

## *Carrier NGN*的

- Dejur standard
- 品質保証
- SIP (+non-SIP)
- 垂直統合、もしくは、IF (UNI, NNI, ANI, SNI) をきっちり規定。





*SP Share  
of Value  
Chain*



# 共存のためのアプローチ例

## BT Total Broadband

[http://www.bt.com/broadband/bb\\_info.jsp?s\\_cid=FURL-broadband](http://www.bt.com/broadband/bb_info.jsp?s_cid=FURL-broadband)

<p>UP TO 8Mb<sup>2</sup></p> <p>Option 3</p>	<p> Norton Security</p> <p> 40 GB Monthly Usage</p> <p> 250 FREE WiFi Minutes<sup>3</sup></p> <p> Free UK<sup>4</sup> Calls</p> <p> Wireless BT Home Hub<sup>5</sup></p> <p> BT Hub Phone<sup>6</sup></p>	<p><b>£22.99</b> per month for first 3 months £26.99 thereafter<sup>1</sup> plus <b>£20</b> credit on your first Bill<sup>7</sup></p> <p><input checked="" type="radio"/> 12 months <input type="radio"/> 18 months</p> <p><a href="#">order now</a> <a href="#">more info</a></p>
<p>UP TO 8Mb<sup>2</sup></p> <p>Option 2</p>	<p> Norton Security</p> <p> 6 GB Monthly Usage</p> <p> 250 FREE WiFi Minutes<sup>3</sup></p> <p> Free UK<sup>4</sup> Calls</p> <p> Wireless BT Home Hub<sup>5</sup></p>	<p><b>£14.99</b> per month for first 3 months £22.99 thereafter<sup>1</sup> plus <b>£10</b> credit on your first Bill<sup>7</sup></p> <p><input checked="" type="radio"/> 12 months <input type="radio"/> 18 months</p> <p><a href="#">order now</a> <a href="#">more info</a></p>
<p>UP TO 8Mb<sup>2</sup></p> <p>Option 1</p>	<p> Basic Security</p> <p> 2 GB Monthly Usage</p> <p> 250 FREE WiFi Minutes<sup>3</sup></p> <p> Free UK<sup>4</sup> Calls</p>	<p><b>£9.95</b> per month for first 6 months £17.99 thereafter<sup>1</sup> plus <b>£5</b> credit on your first Bill<sup>7</sup></p> <p><input type="radio"/> 12 months <input checked="" type="radio"/> 18 months</p> <p><a href="#">order now</a> <a href="#">more info</a></p>



# 共存のためのアプローチ例

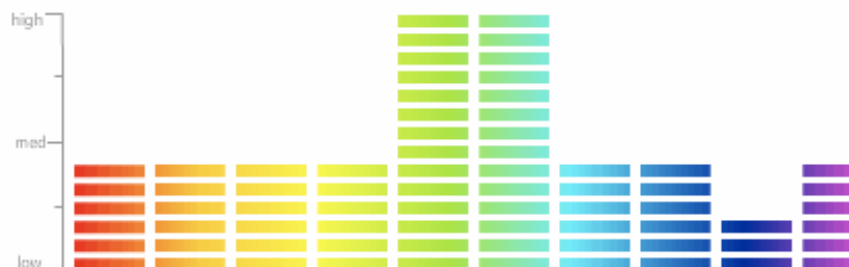
## BT Total Broadband

### Calculate your likely Broadband usage



Bringing it all together

Use this handy calculator to get an idea of how much you are likely to use broadband each month.



How many hours will you surf the net <b>per week</b> ?	<a href="#">more info</a>	9 hours
How many emails will you send and receive in an <b>average week</b> ?	<a href="#">more info</a>	45 emails
How many emails with attachments will you receive in an <b>average week</b> ?	<a href="#">more info</a>	10 emails
How many jpegs and photos will you receive <b>per week</b> ?	<a href="#">more info</a>	10 photos
How many music tracks will you download <b>per week</b> ?	<a href="#">more info</a>	65 tracks
How many minutes of videos or trailers will you watch <b>per week</b> ?	<a href="#">more info</a>	60 minutes
How many movies will you download <b>per month</b> ?	<a href="#">more info</a>	3 movies
How many hours <b>per week</b> will you listen to online radio?	<a href="#">more info</a>	2 hours
How many hours <b>per week</b> will you game online?	<a href="#">more info</a>	1 hour
How many hours <b>per week</b> will you make calls through the internet?	<a href="#">more info</a>	2 hours

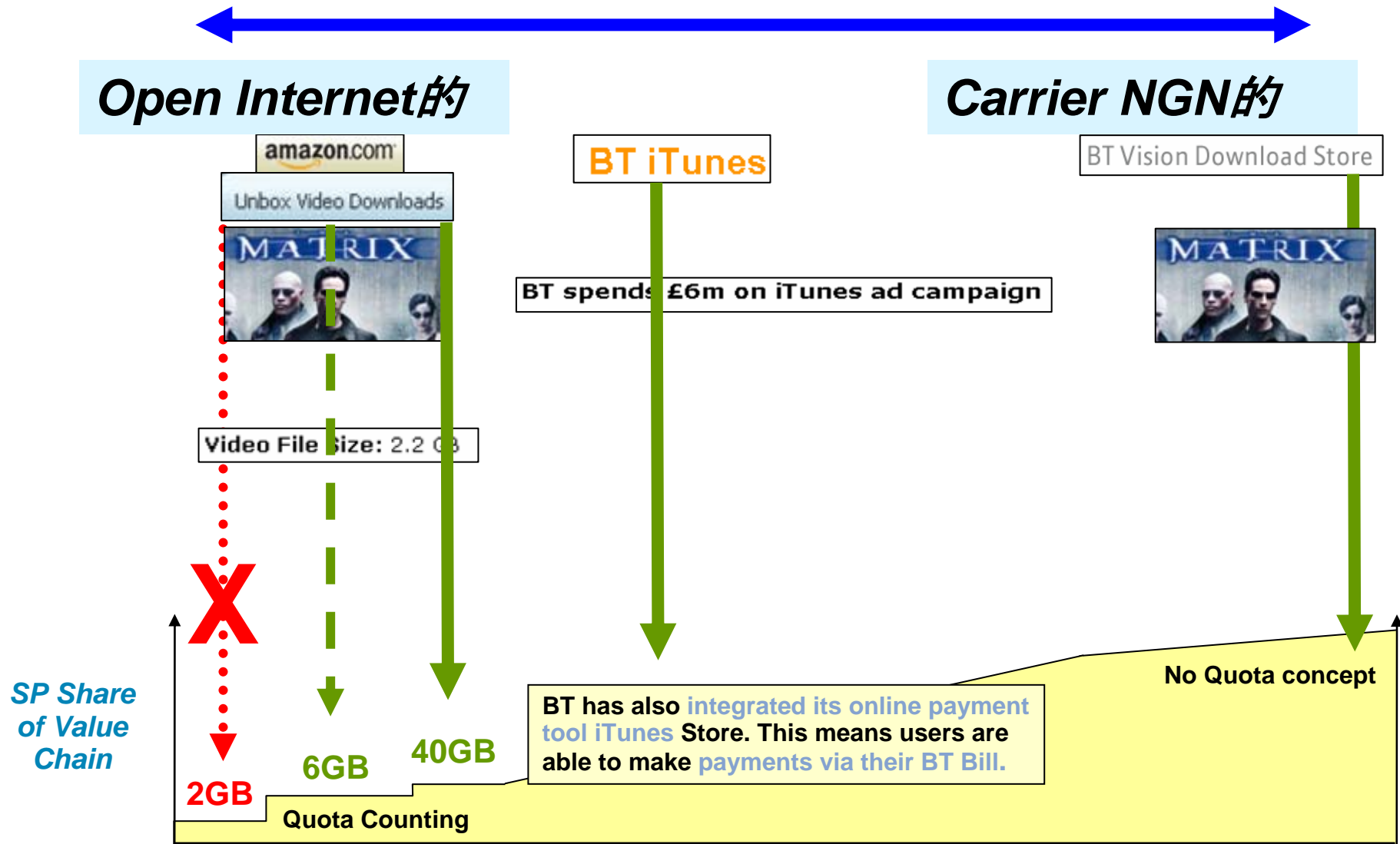
Based on your answers, we recommend

BT Total Broadband Option 3 [find out more ▶](#)

Your estimated total usage

7.1 GB

# Example: Internet OTT Video vs IPTV BT's environment





# Agenda

- 放送型映像配信に求められる信頼性、品質要件
- 技術概要
- 今後の方向性とビジネスモデルの可能性
- MPLSの果たしうる役割

# MPLSの果たしうる役割

- 明示的パス指定
- Path Diversityの実現
- Transport Orientedな高信頼性の実現