

# IP放送等に関する技術的条件に係る IP放送作業班構成員からの意見等

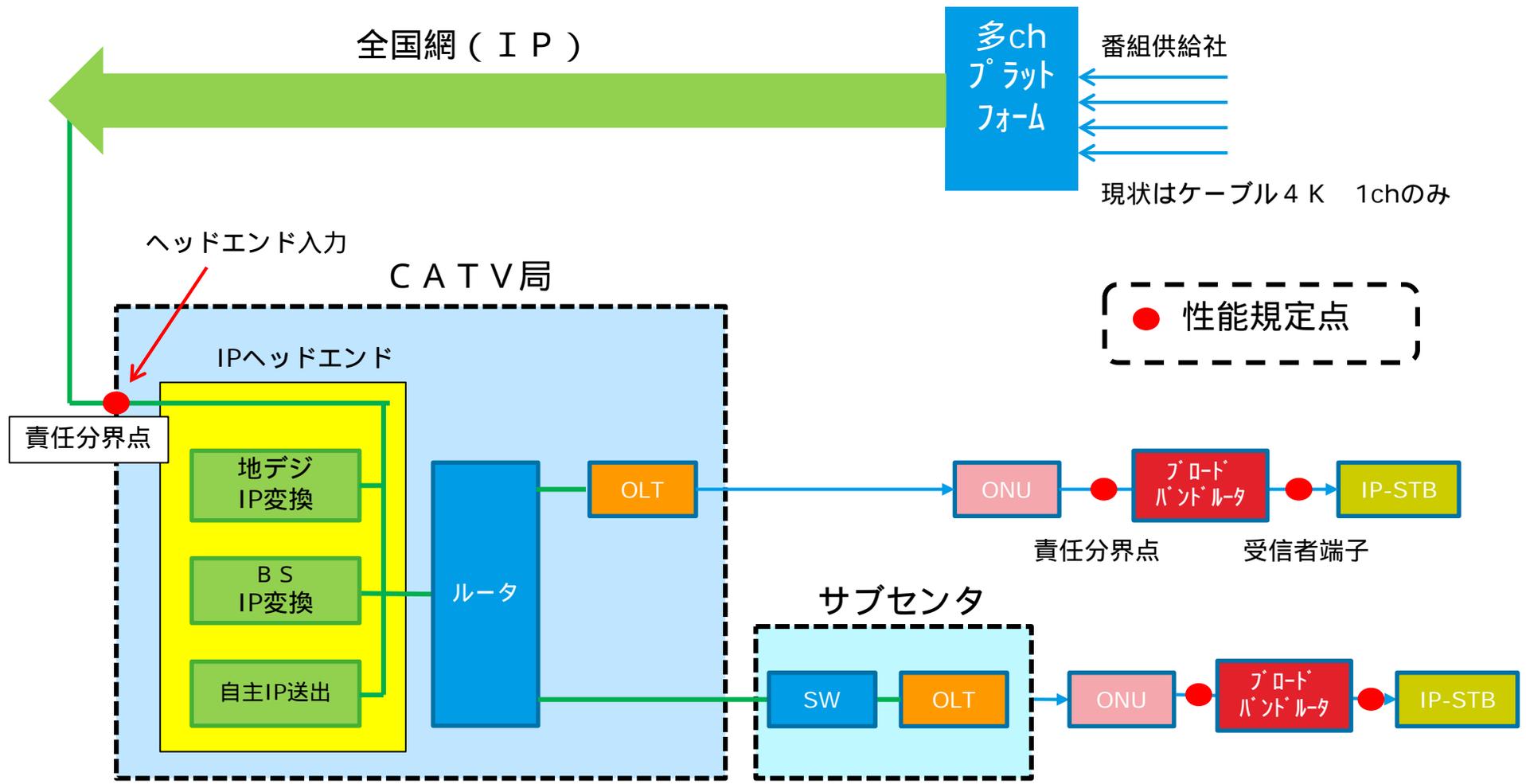
---

1. システムの構成
2. 電気信号等に係る技術的条件
3. 受信者端子以外の性能規定点における技術的条件
4. 情報源符号化方式等に係る技術的条件
5. サービス可用性に係る技術的条件
6. 測定方法
7. 既存のデジタル有線テレビジョン放送方式に係る技術的条件
8. 今後の検討課題

## 1. システムの構成

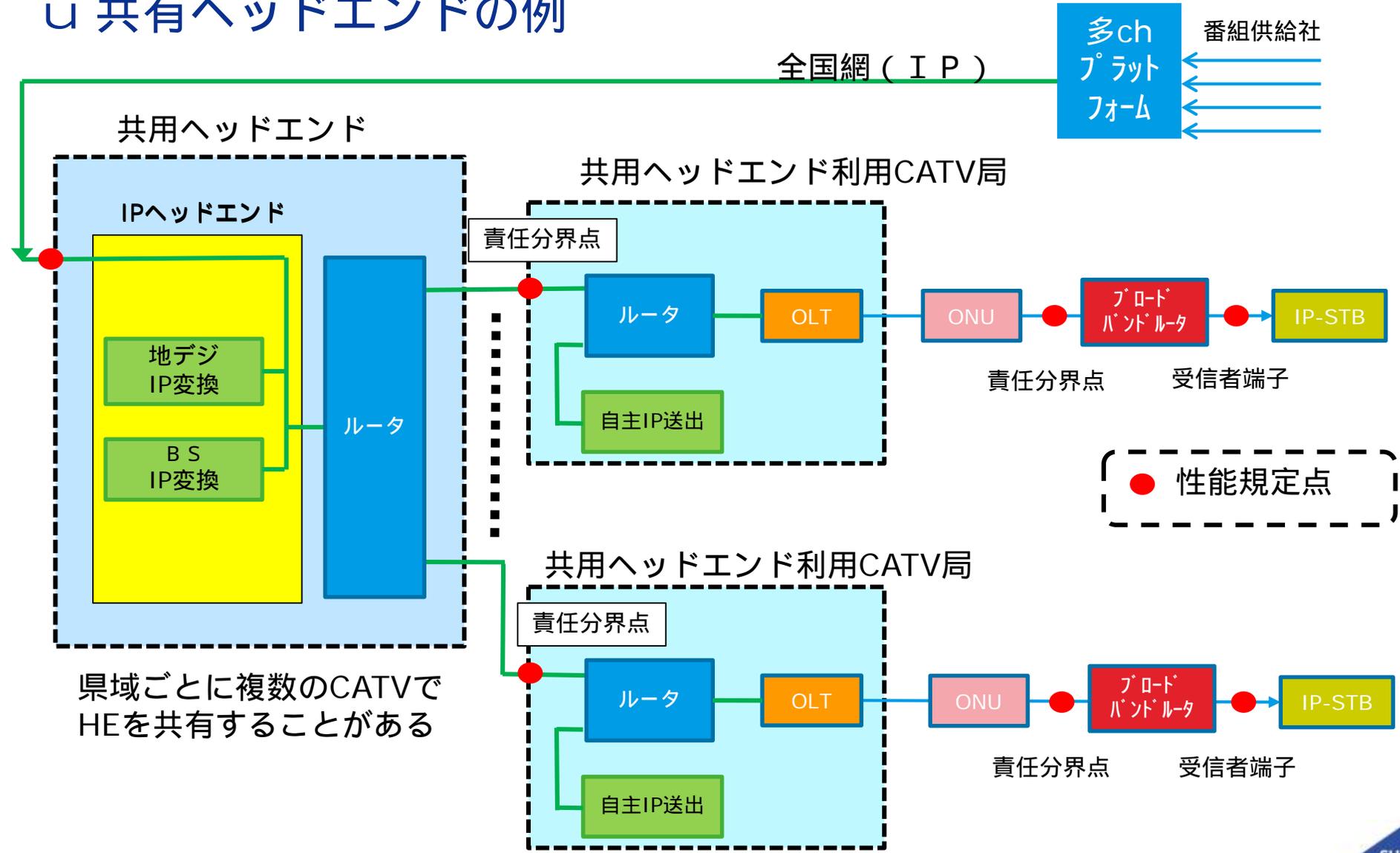
# ケーブルテレビのIP放送ネットワーク構成例

## U 単独ヘッドエンドの例



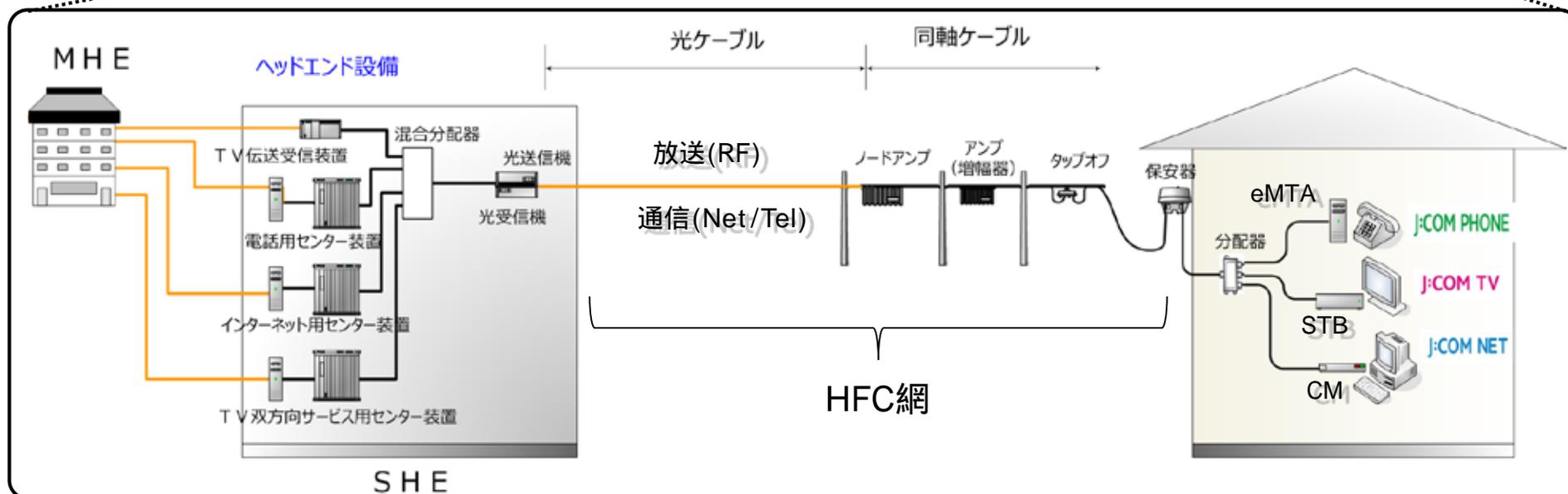
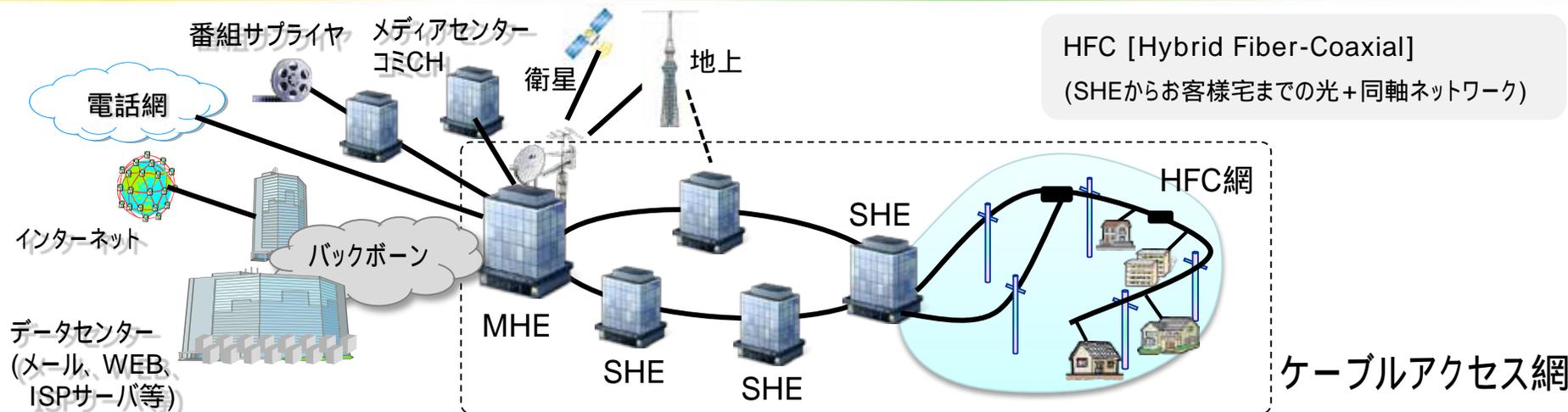
# ケーブルテレビのIP放送ネットワーク構成例

## u 共有ヘッドエンドの例

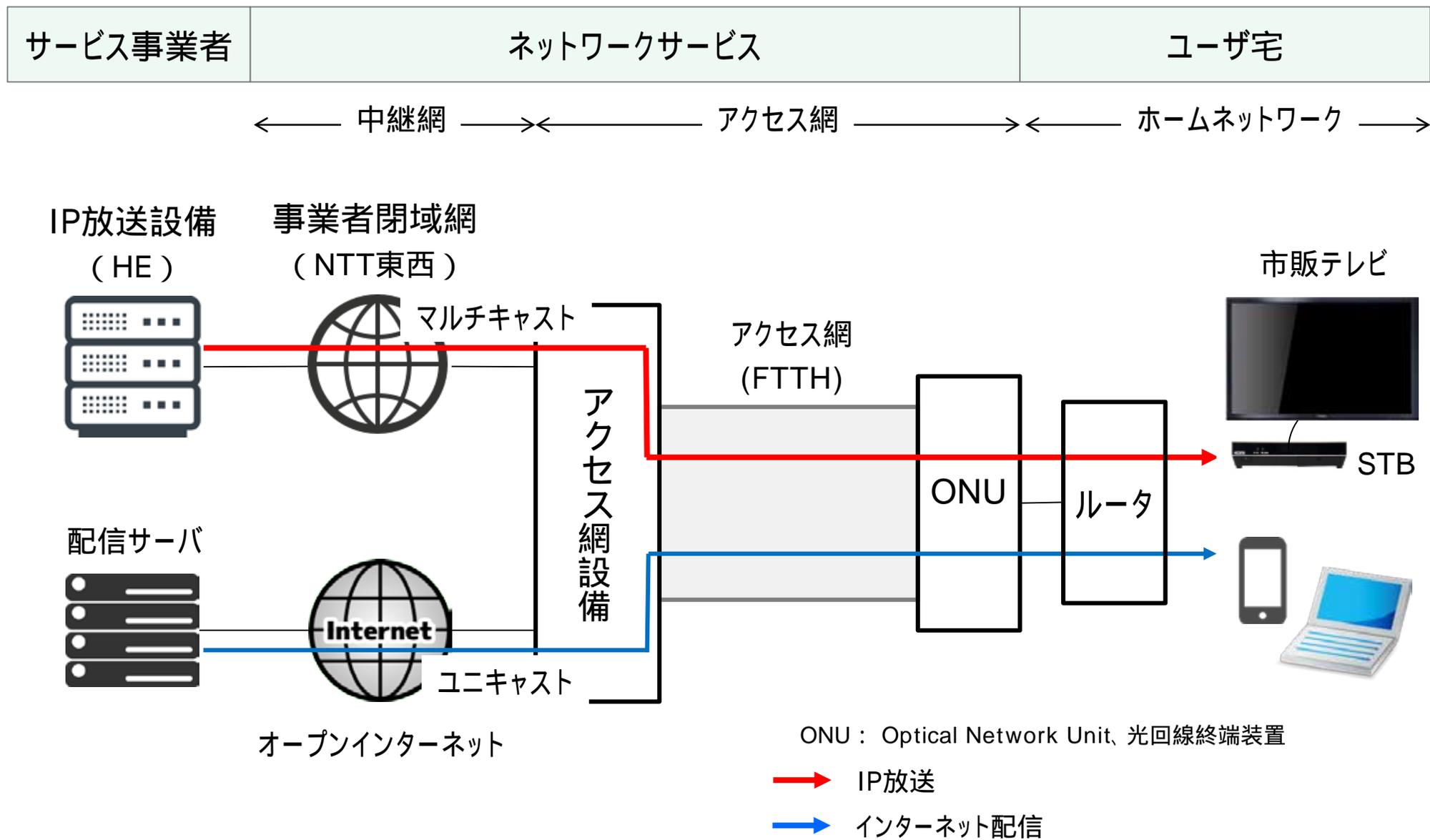


県域ごとに複数のCATVでHEを共有することがある

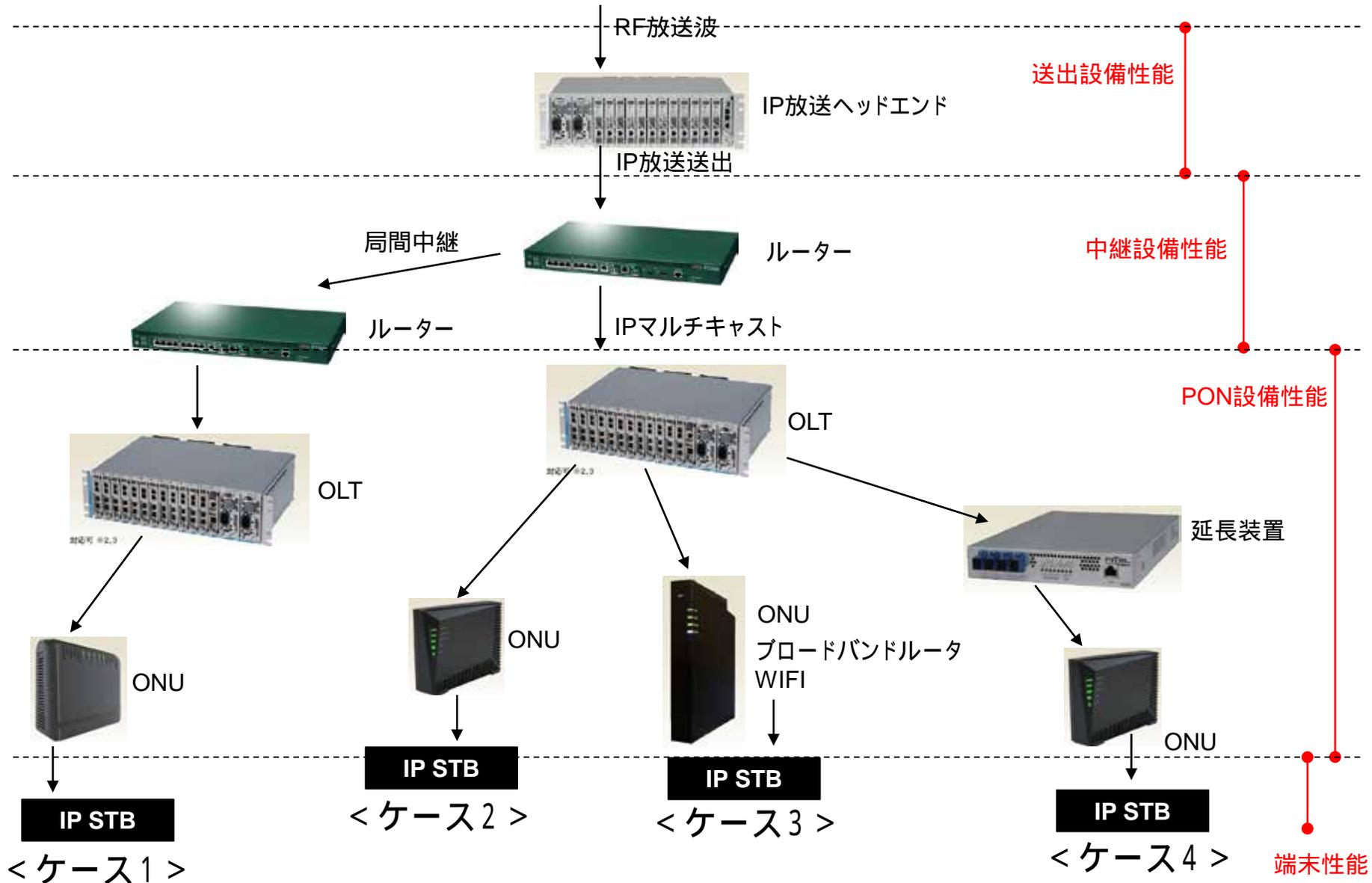
# J:COMネットワークの設備構成



# IP放送設備の概要



# IP放送トポロジーのシナリオ



## 2. 電気信号に係る技術的条件

# IPマルチキャストアドレス

- NTT東日本・NTT西日本では、IPv6アドレスを利用し、プロトコルはMLDv2を採用
- マルチキャストグループアドレスは事業者様毎に払い出し、事業者様はソースアドレスをチャンネル毎に指定

	項目	内容
IPv6アドレス	マルチキャストグループアドレス <sup>1</sup>	FF00::/8
	ソースアドレス (グローバルアドレス)	(例) 2001::/8
プロトコル	MLDv2 <sup>2</sup>	G : マルチキャストグループアドレスとS : ソースアドレスの組み合わせ (G,S)でチャンネルを指定



	マルチキャストグループアドレス	ソースアドレス
ch1	G	S1
ch2	G	S2

ソースアドレスを変更することで異なるチャンネルを指定

1 RFC4291/RFC3306/RFC3307 参照

2 RFC3810 参照

## 技術的条件の在り方

- NW品質は、遅延時間・ジッタ・パケットロス・パケットエラー・バースト性などが考えられ、サービスに影響するNW品質は、STBの受信性能にも依存しているため、STBの受信性能の確認が必要となる。（岩佐構成員）
- STBには、伝送で発生するジッタを吸収するため想定される量のバッファが実装されているが、バッファを大きくするとch切り替え時間が長くなるため、状況に合わせた調整が必要となる。  
CATVのIP放送ではFECやTTSは使用しなくても良好な結果が得られているが、大規模化に向けては検討が必要（泉構成員）
- 品質基準において、ネットワーク伝送上のパケット損失率、遅延、ジッタの許容数値目標の定義が妥当と考えるが、品質基準を満たすためのシステム上の技術施策においては、相応の遅延時間が発生することを考慮する必要がある。（影山構成員）
- RF 伝送と同等程度の品質を確保するため、実質的に誤りを生じない水準で受信するための技術的条件としてパケット損失率の規定が必要。また、パケット損失率に加え、安定的な伝送品質の確保には、IPパケットの到着時刻のゆらぎ量（ジッター）を規定することが必要。（倉掛構成員）

# 主要性能

## u PON区間の伝送性能 ( IEEE EPON ) (1)

- 1G/10G-EPONのIEEE規格におけるBERの定義は以下の通り。各ベンダは実力値としてロスバジェットとBERを満たすことを条件にサポートする分岐数、伝送距離を決めている。

規格		ロスバジェット (上り/下り)	BER	分岐比	伝送距離	FEC
1G-EPON	PX10	20dB/19.5dB	$10^{-12}$	1:16	10km	
	PX20	24dB/23.5dB	$10^{-12}$	1:16	20km	
	PX30	29dB/29dB	$10^{-12}$	1:32	20km	
	PX40	33dB/33dB	$10^{-12}$	1:64	20km	
10G-EPON (対称)	PR10	20dB/20dB	$10^{-12}$	1:16	10km	必須
	PR20	24dB/24dB	$10^{-12}$	1:16	20km	必須
	PR30	29dB/29dB	$10^{-12}$	1:32	20km	必須
	PR40	33dB/33dB	$10^{-12}$	1:64	20km	必須
10G-EPON (非対称)	PRX10	20dB/20dB	$10^{-12}$	1:16	10km	必須
	PRX20	24dB/24dB	$10^{-12}$	1:16	20km	必須
	PRX30	29dB/29dB	$10^{-12}$	1:32	20km	必須
	PRX40	33dB/33dB	$10^{-12}$	1:64	20km	必須

- 10Gでは対称/非対称共にFEC ( リードソロモン(255,223) ) が前提。1Gは必須ではない。
- なお、イーサネットレイヤでの遅延、ジッタは1G/10G-EPONでは規定されていない。

# 主要性能

## U IP-STBの性能（1）

### I パケットロス対策

IPTVFJ STD-004/005/009の運用規定において、パケットロスを考慮しFECに関する規定がある。

- 出力装置にはFEC処理をしたパケットを送出することが規定されている。
- FECの受信機への搭載はオプションとされている。
- FEC非搭載の受信機はFECパケットを無視し、メディアパケットのみ受信することで視聴可能となる。

### 受信機がFECを搭載する場合

- Pro-MPEG FEC Codeを搭載することが義務付けられている。  
（運用上、他のFECを搭載し使用してもよいが、Pro-MPEGは必須）
- Pro-MPEGの設定は、回線状況に合わせ事業者が決定する。

# IP ネットワークにおける品質劣化の要因 - パケットロス

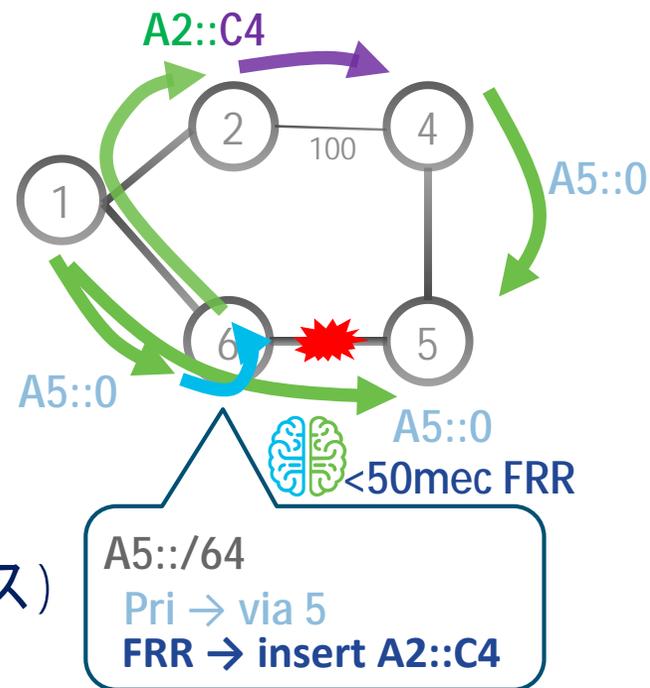


要因	依存するもの	Note
Queue Drop	輻輳状況	ABR, TCP - DropによりRate Adjustmentが起こる
BER (Bit Error Rate)	回線品質	
Failure/Recovery	回線・ラインカード・ノード・電源等の故障	
Lossy Links	Wifi, Celullar, Powerline	

# パケットロス回避策 (1)

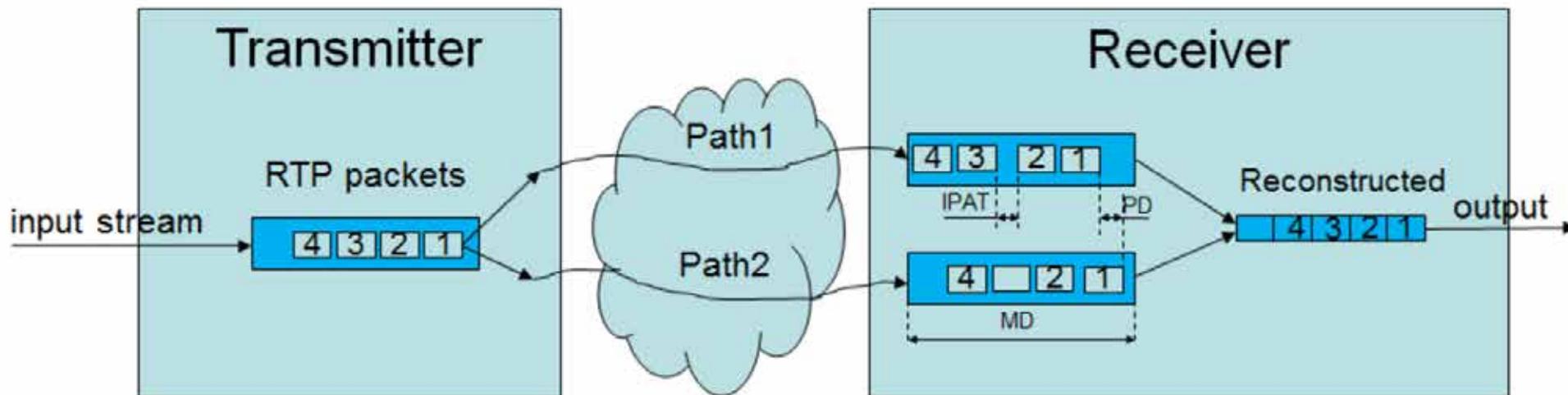
## TI-LFA Topology Independent Loop Free Alternate

- < 50msec プロテクション
  - リンク、ノード、SRLG 障害保護
- シンプル
  - IGP による自動計算
  - トポロジーに関わらず 100% カバー
  - 予測可能性(予め計算されたバックアップパス)
- 自律分散インテリジェンス



# パケットロス回避策 (2)

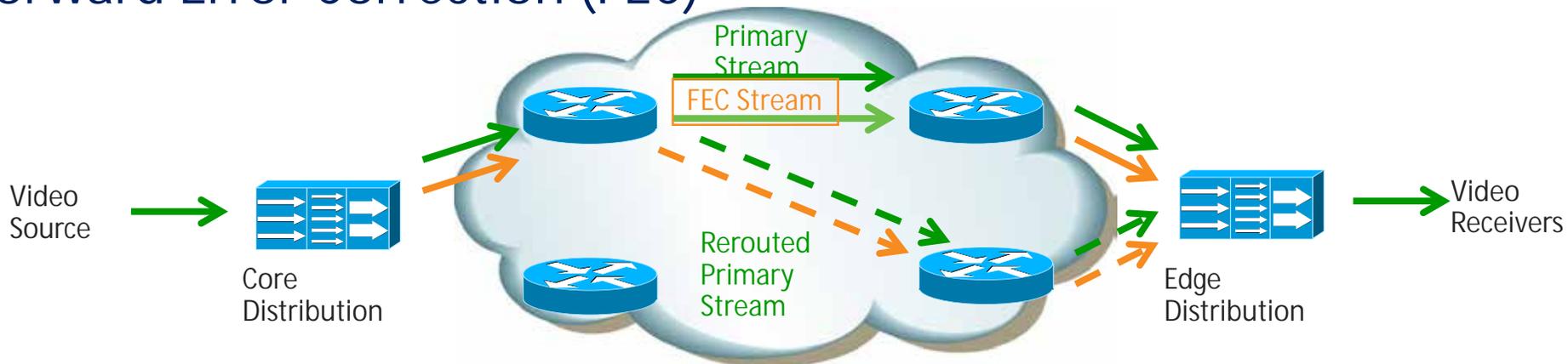
## Seamless IP Protection Switching



Source: SMPTE 2022-7

# パケットロス回避策 (3)

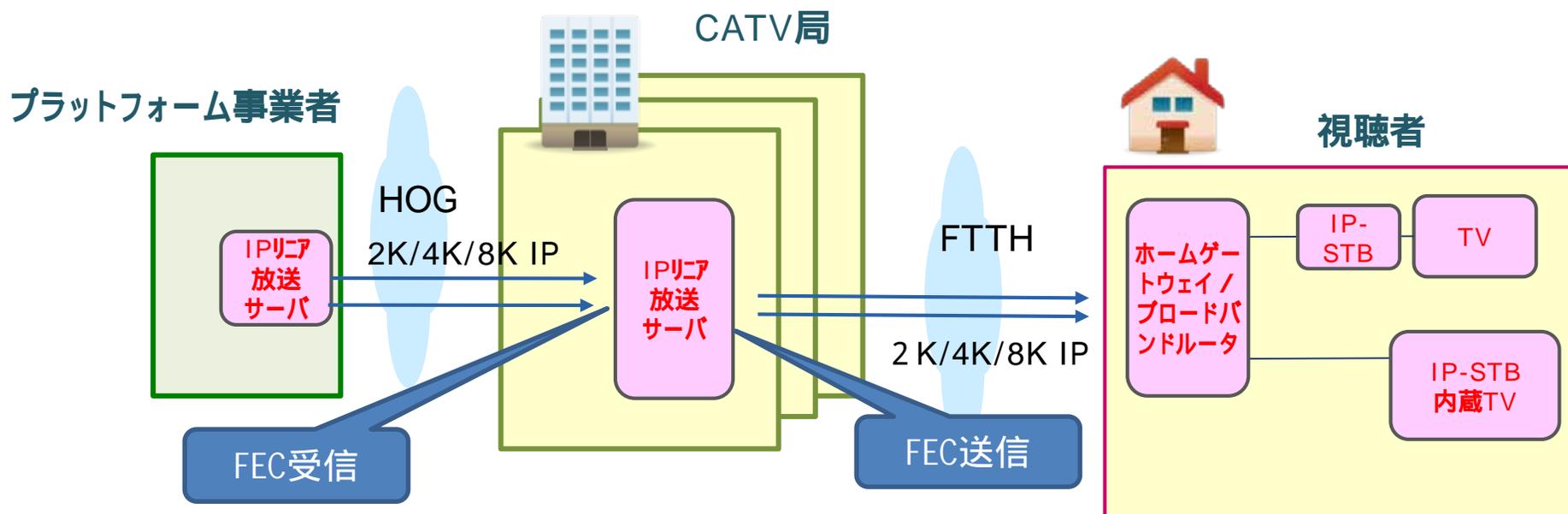
## Forward Error Correction (FEC)



- 送信データに冗長性を追加して, 再送なしに修復を可能にする
- Forward Error Correction
  - ロスが一定範囲の場合, 影響なく修復が可能
  - Path Diversityの必要なし
  - FECオーバーヘッドを最小化するFast Convergence Networkが必要
  - 余計な帯域が必要
  - 遅延への影響 (障害時間が長いと, オーバーヘッドやブロックサイズが大きくなる)

## IPリニア放送サーバの品質確保の方法：FEC

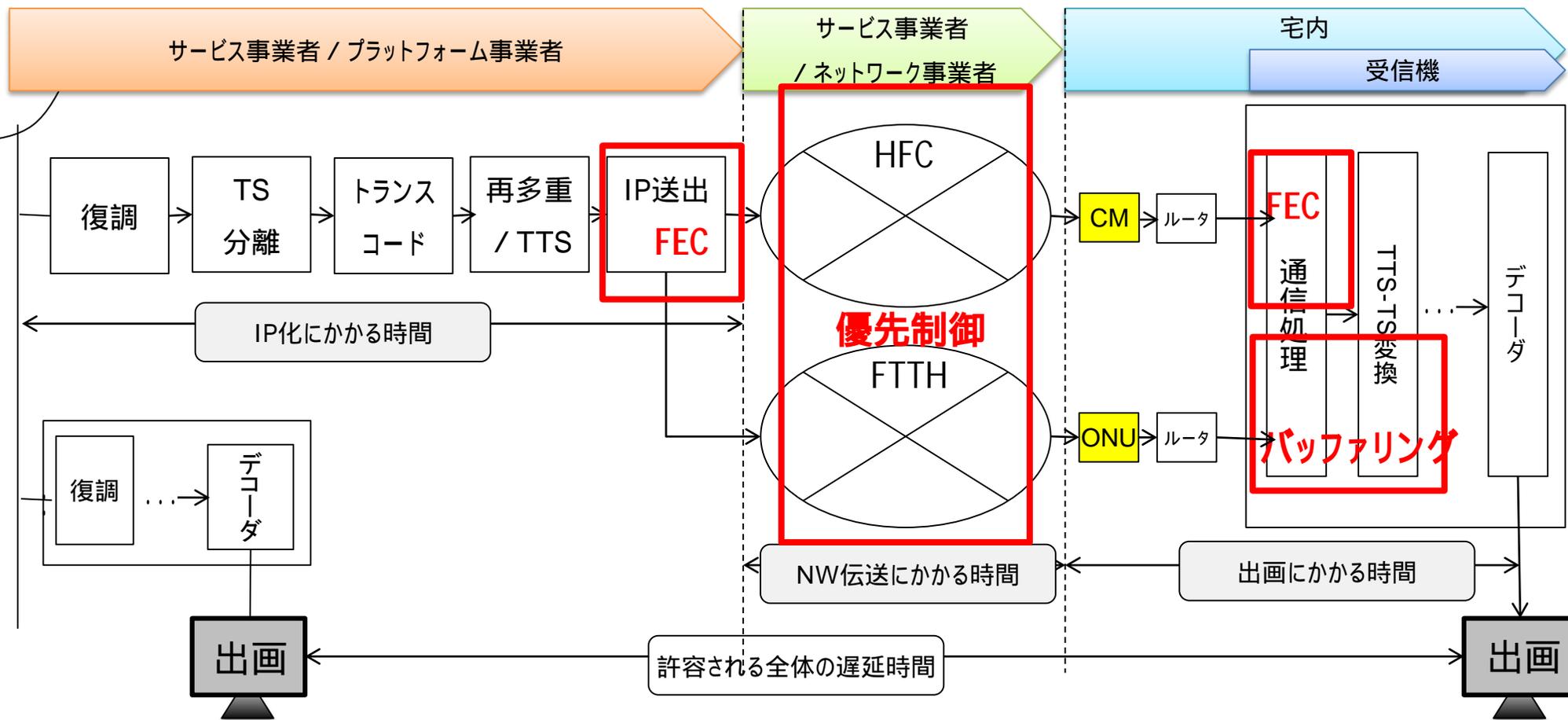
- 送信FEC：ProMPEG のFECを用いた送信を行うことによって、CATVのIP網側のパケットロスなどへの耐性を確保。CATV局独自の自主放送の場合は、こちらだけを使用。
- 受信FEC：ProMPEG のFECを用いた受信を行うことによって、HOG側のパケットロスなどの耐性を確保。



No	質問	回答
1	CATV局のIPリニア放送サーバがFECを打ち直す？	局側で選択可能 (打ち直しても、打ち直さなくてもよい)

# 品質担保のための対策例

パケット損失率軽減、ネットワーク遅延軽減、ジッタ対策のために技術対策が必要  
 ただし、各技術施策は遅延時間増に直結するため、**許容される全体の遅延時間**を元に、  
 目標とする技術基準とその技術施策の決定が必要



# IP ネットワークにおける品質劣化の要因 - 遅延・遅延ゆらぎ

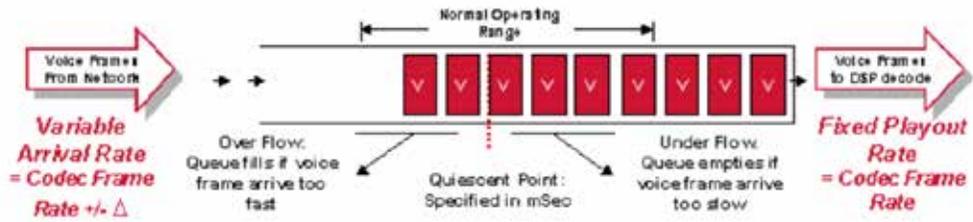


要因	依存するもの	Note
Propagation Delay	距離	固定
Queueing Delay	輻輳状況	変動する
Node Delay	トポロジー（ホップ数，経路変化）	最近のFabricでは， $< 1\mu\text{sec} / \text{hop}$ 程度なのでほぼ無視できる
Serialization Delay	回線速度	1,500bytes/packetとすると， $< 10\mu\text{sec} : 1\text{Gbps}$ ， $< 1\mu\text{sec} : 10\text{Gbps}$ ， $< 0.1\mu\text{sec} : 100\text{Gbps}$ であり，ほぼ無視できる

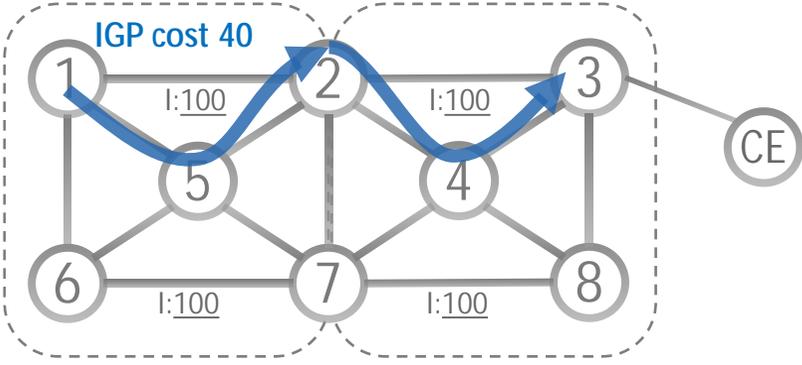
# 遅延回避策 – Queuing Control



# 遅延ゆらぎ回避策 – Dejitter Buffer

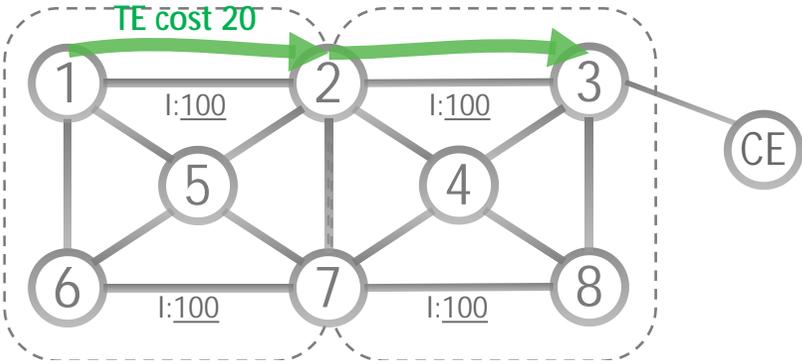


# 遅延 + 遅延ゆらぎ回避策 - Traffic Engineering



Basic path – for best effort traffic

Default IGP link metric: I:10  
Default TE link metric: T:10



Premium path - for Video

Default IGP link metric: I:10  
Default TE link metric: T:10

# 主要性能

## u IP-STBの性能（2）

### l ジッタ許容性能

IPTVFJ STD-004/005/009の運用規定では、IP-STBのパケット受信におけるジッタの推奨値および許容値が規定されている。

- パケット受信時のジッタ（推奨値）： 100 msec 以下
- パケット受信時のジッタ（許容値）： 300 msec 程度(注)

(注) 本許容値については、「当面は、送出運用上困難な場合に300msec程度となってしまうことも許容される」と規定されている。

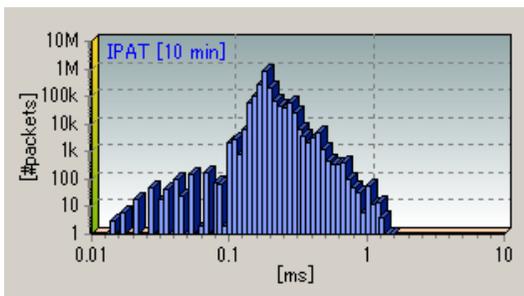
# IPジッタの影響について

当社のIP放送NWはQoS設定により、パケロスは無いが、IPジッタの劣化はあるため検証を行おうとした。パケットロスの無い試験トラフィックで、STBの音声再生に問題が発生した。

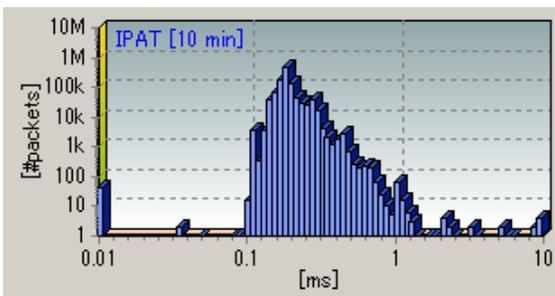
問題のあったストリームをTS化し再送出すと問題が出ないことが分かった。このためTSレベルで問題がなくともIPジッタによってSTBが再生出来ないことがあることが分かった。

IPジッタの影響により、STBでバッファオーバーラン/アンダーランが発生していると推測される。

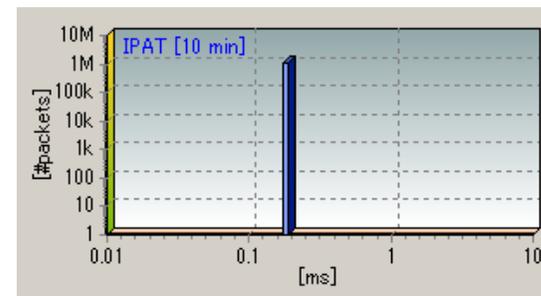
IP受信間隔(全てパケットロス無し)



構成1 . サービスNW **OK**



構成2 . tcpreplay **NG**



構成3 . 構成2を再度TS/IP変換 **OK**

# IPジッタに関するまとめ

---

- 検証中にサービスの音声の途切れが見受けられ、ジッタが原因だったと推測
- ある程度のジッタは、STBの設計で吸収できると思われる
- 過度に厳しいINWの基準を定めることは、コストへの影響が懸念される
- IPレイヤにおけるジッタやFECなどの基準を民間基準で策定すべき

(最後の部分を民間基準としたのは強制規格が与えるNWコストの影響を避けるためです)

# 品質性能規定の項目と課題

## IP放送伝送での品質評価項目

【品質評価項目1】 全パケット損失(システムパケット損失)の測定

送出設備の性能 + 中継設備の性能 + PON設備の性能 + 端末設備の性能

【品質評価項目2】 全ジッター量(システムジッター量)の測定

送出設備の性能 + 中継設備の性能 + PON設備の性能 + 端末設備の性能

【品質評価項目3】 全遅延時間量(システム遅延量)の測定

送出設備の性能 + 中継設備の性能 + PON設備の性能 + 端末設備の性能

## 品質評価規定の課題

圧縮技術、伝送技術の発達が顕著な技術領域であり技術進歩が顕著

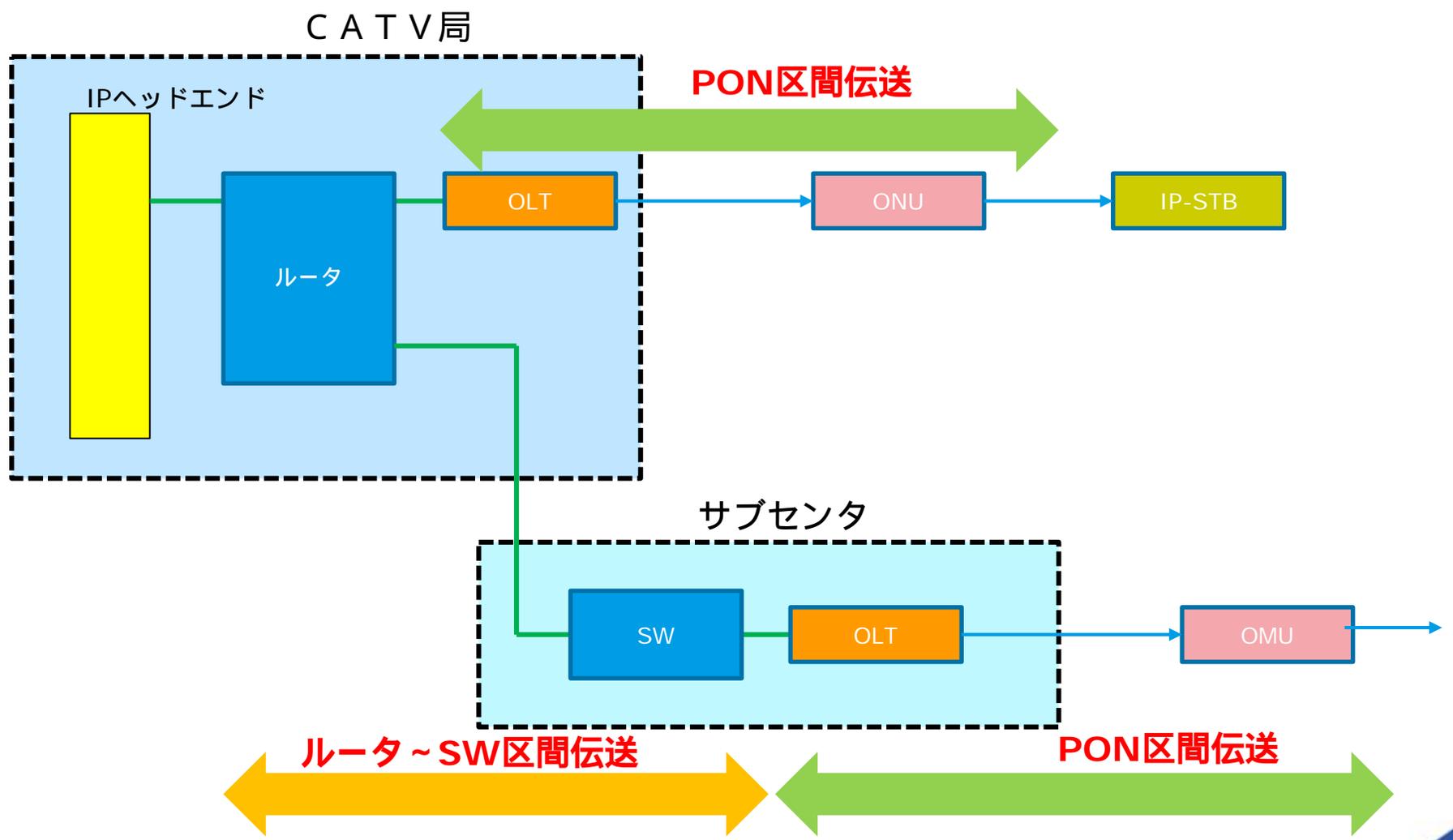
システム性能を図る測定方法などが確立されていない。

伝送規格は国際標準化されており、伝送機器個別のチューニングが出来ずらい。

- 地デジ審査会ガイドラインにおいて安定伝送の技術要件として「通信トラフィックが輻輳した場合でも、再放送品質に低下をきたさないよう優先制御等の品質保持機能、パケット損失に対処できる誤り訂正機能を有すること。」と規定されている。（木谷構成員）
- パケット損失率軽減、ネットワーク遅延軽減、ジッタ対策に優先制御が有効。（影山構成員）
- 「優先制御と帯域確保を必須」とし、実質的に誤りを生じない水準で受信するための技術基準であれば伝送品質は確保出来ると考える。（倉掛構成員）
- 放送の公共的役割という観点から災害時における放送品質の確保をするための必要な優先制御について何等かの指針が必要と考える。（松本構成員）
- IPリニア放送サーバを局に置くことで、局の網や端末にあった制御が可能となり、IPパケットの送出時に優先制御情報をつけることで、送信時の品質確保を図ることができるため、NWの優先制御をすることは技術基準として必要。（山本構成員）

# 主要性能

## u 区間ごとのQoS性能



# 主要性能

## u PON区間の伝送性能 ( IEEE EPON ) (2)

### I QoSについて

マルチキャストユーザトラフィック、その制御トラフィック (IGMP, MLD) を、電話サービスと同様に通信速度 (最低速度、最高速度)、優先度を制御することが可能。

# 主要性能

## u ルータ～SW区間の伝送性能

### l ルータ、スイッチに求められる性能

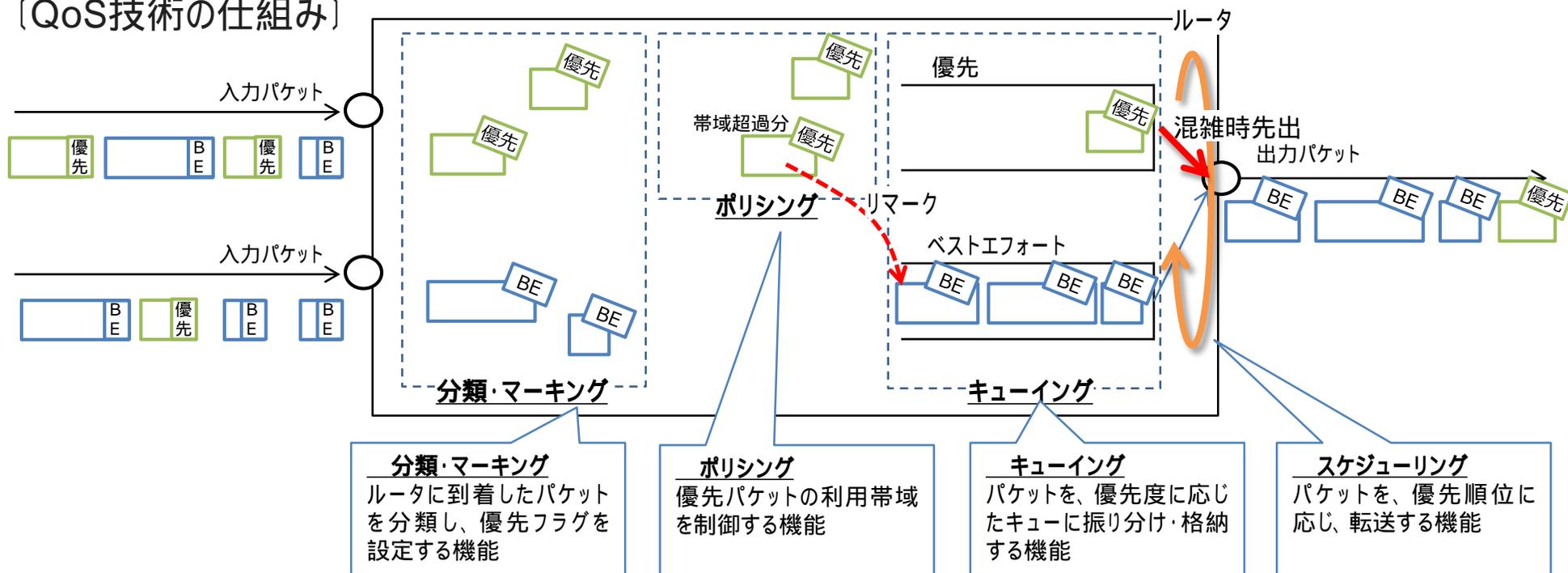
ルータ区間の伝送については、サービスするch数、コンテンツに応じて、下記に留意してネットワーク設備を準備する。

- ルータ/スイッチのスループット（数Gbps～数百Gbps）
- パケット転送処理能力
- マルチキャストパケットの優先転送制御

# NGNの優先通信の仕組み

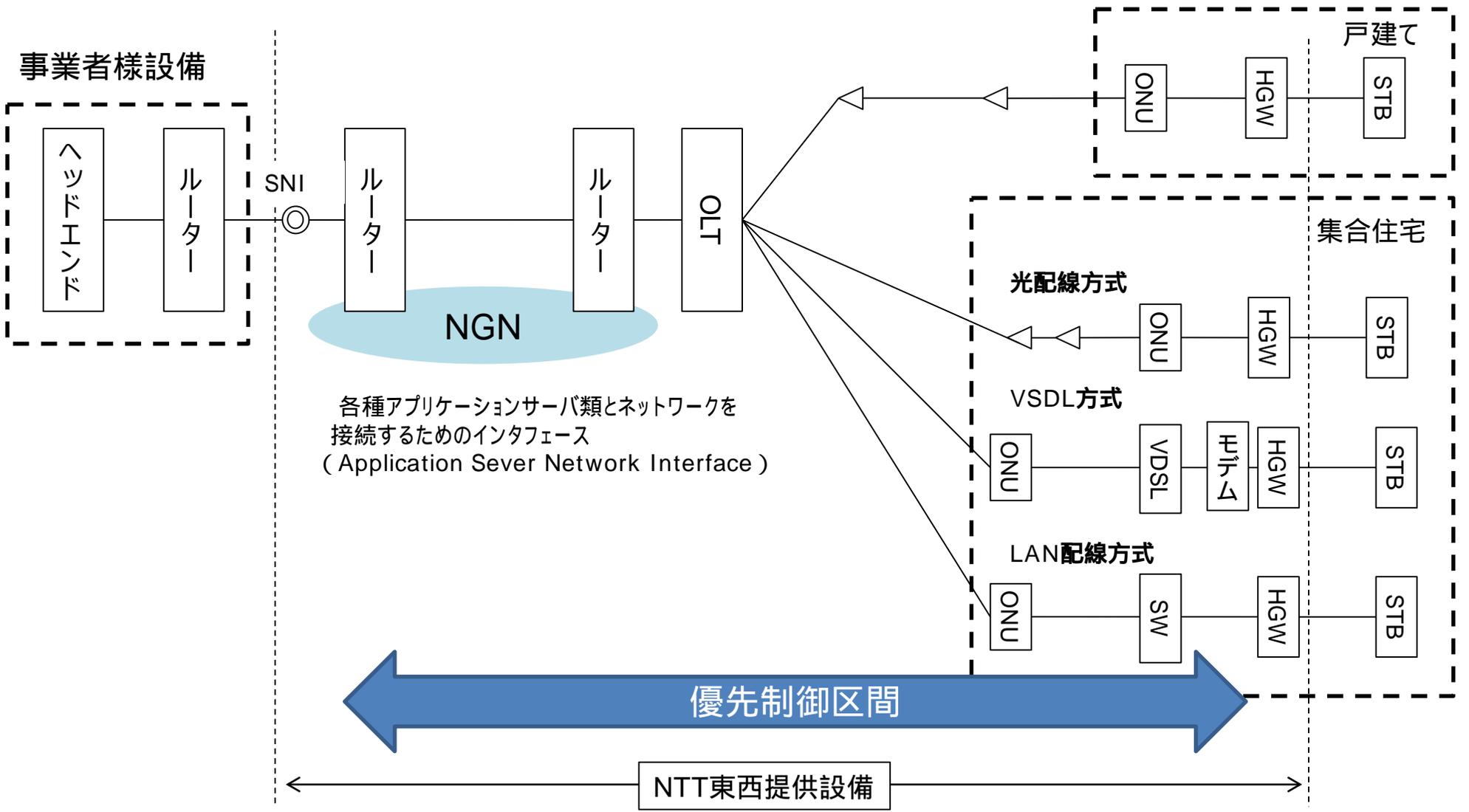
- NGNでは、要求される品質が異なる複数の通信サービスをご利用いただくために、**優先度に基づくパケット転送を行う仕組み（QoS技術）を導入**
- NGNでは、パケットの優先度に応じて、「最優先クラス」「高優先クラス」「優先クラス」の優先制御通信と「ベストエフォートクラス」の4つのクラスが存在
- この技術により、NGNでは、優先クラスの packets を優先的にルーティング・伝送でき、**サービスの多様化を実現することが可能**

〔QoS技術の仕組み〕



# 優先制御区間について

■ 地上デジタル放送IP再送信サービスの提供構成例（一部未提供のサービスタイプ有り）



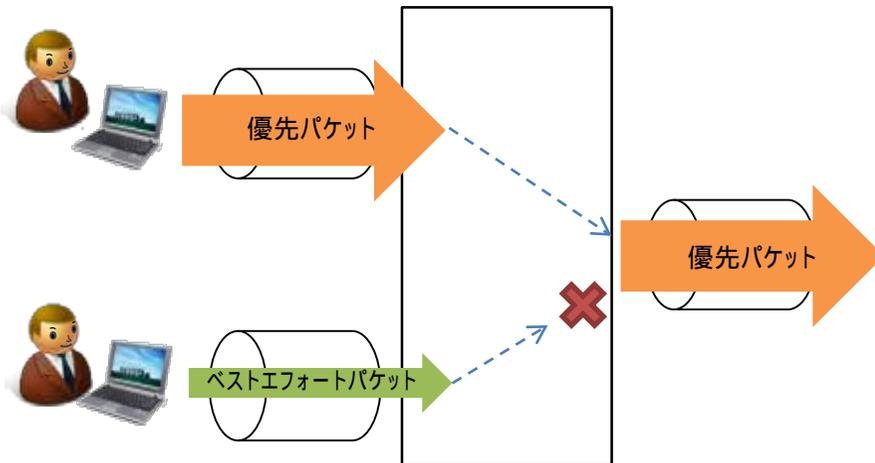
# 優先通信で必要となる管理・運用について

- 優先クラスの通信が増えた場合、下図のとおり、ベストエフォートの通信への影響や優先クラスを利用する他のユーザの通信への影響が生じるおそれがあり
- そのため、**優先クラスの帯域の目安を設け、管理・運用する**（例えば、視聴できるCH数に制限を設ける等）**ことで、品質の異なる複数のクラスでネットワークを共用していくことが必要**

〔管理・運用がなされない場合〕

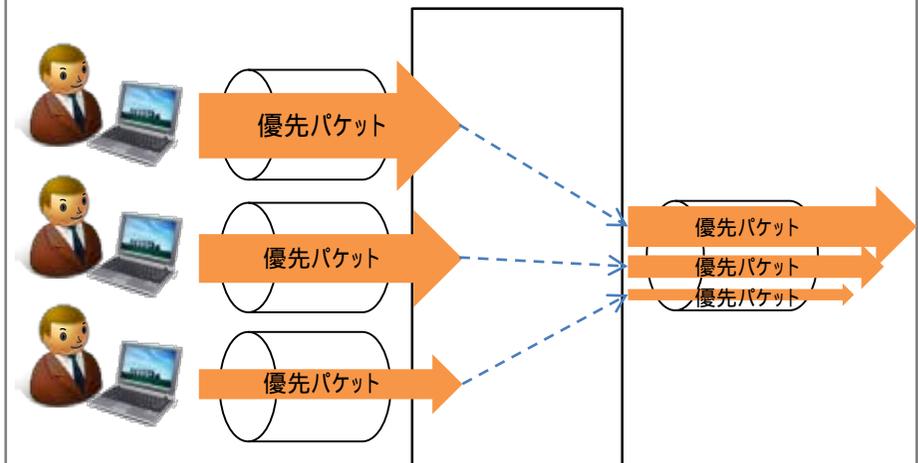
## 他クラスの通信への影響

優先クラスの通信の利用により帯域が占有され、優先クラス以外の通信が全く利用できなくなる



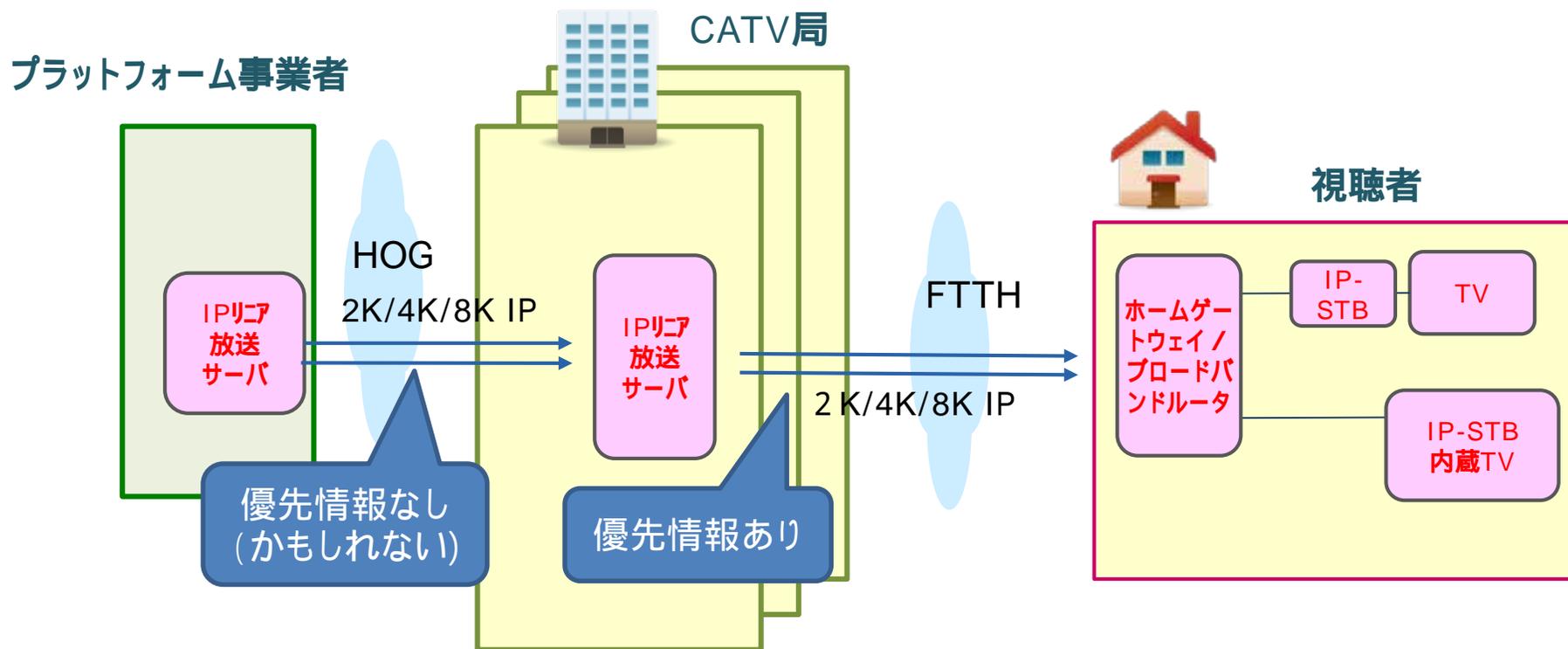
## 他ユーザの通信への影響

優先クラスの一部のユーザにより、優先クラスの他のユーザの通信品質が低下する



## IPリニア放送サーバの品質確保の方法：網側の優先制御を利用可能な情報付与

- IPパケットレベル優先制御：IPリニア放送サーバから出力するパケットに対して、IPヘッダレベルで優先制御情報を付与する（ルータ等による優先制御を期待）。
- MACパケットレベルの優先制御：IPリニア放送サーバから出力するパケットに対して、VLANタグを付与する（OLT-ONUによるブロードキャストLLID付与による優先制御を期待）。



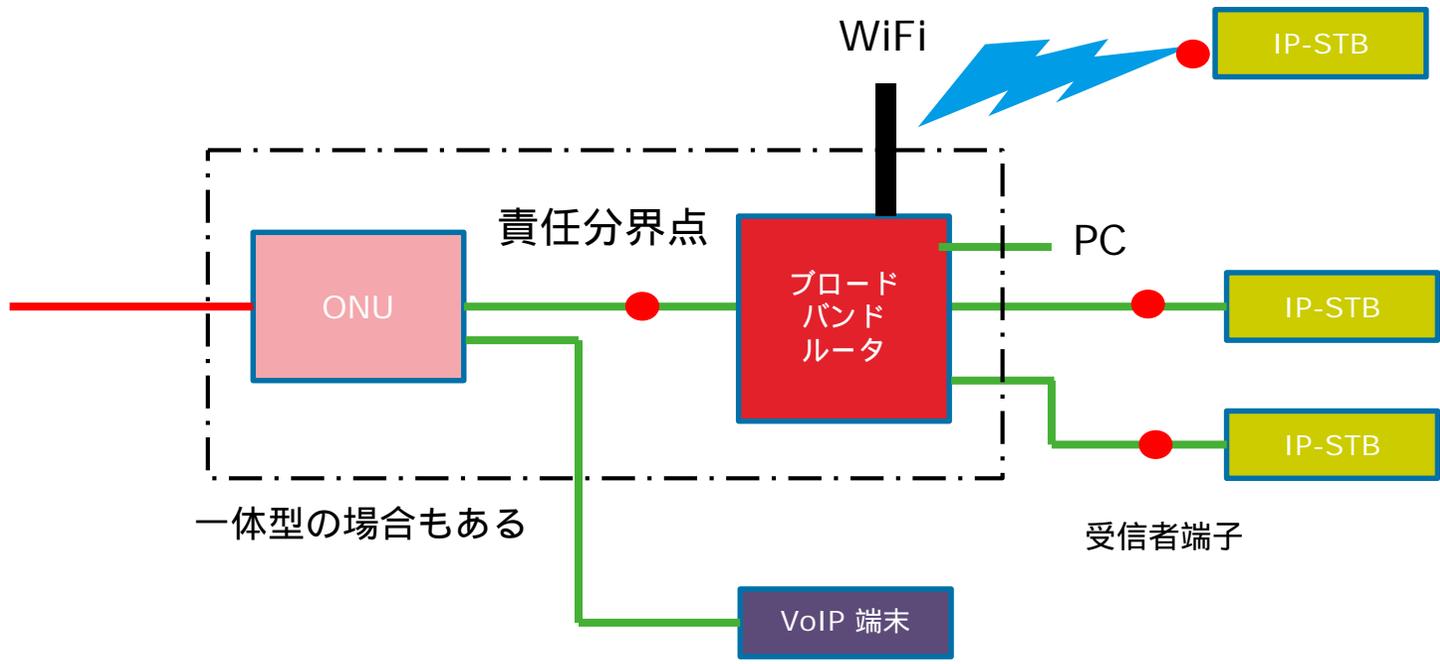
### 3. 受信者端子以外の性能規定点における技術的条件

- 品質測定ポイントは、事業者側でユーザの宅内環境(特にWiFi環境)を把握することが難しいため、ONUのUNIポート、ONUに直結されたHGW(VoIP-TA)の有線LANポートの2点で実施することが望ましいと考える。また、コンテンツ配信事業者とNW事業者が別組織で運営される場合NNIでの品質基準も必要であると考え。 (岩佐構成員)
- 現実的な測定点として、収容局内等でお客様回線を擬似した測定点や、お客様宅のONUのout側でのキャプチャが望ましい。(佐々木構成員)
- 全システム性能は、受信者端子において測定することで十分で、各設備ごとの規定は必要ないと考える。受信者宅内における技術的条件に関しては、現行制度と同様受信者端子が適切と思われるが、宅内におけるネットワークはさまざまであり、事業者が管理できる現実的な規定点が定義される必要があると考える。(松本構成員)

# 宅内システム構成例

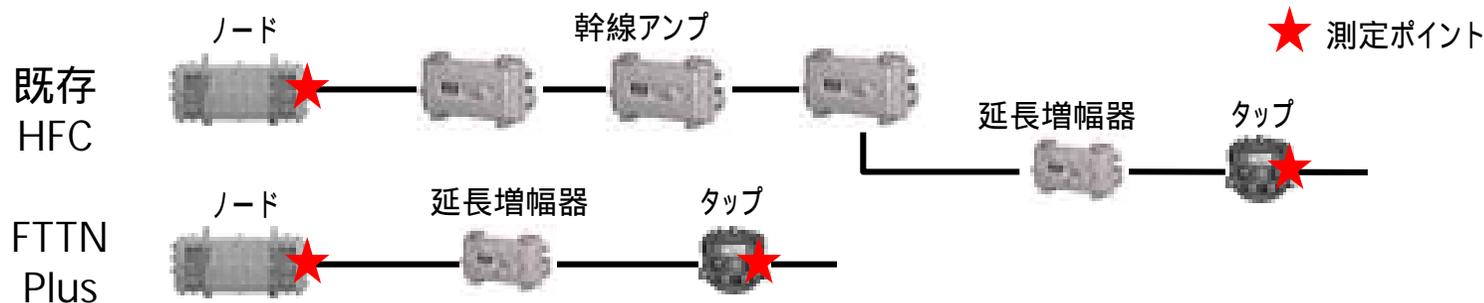
● 性能規定点

CATV加入者 宅内

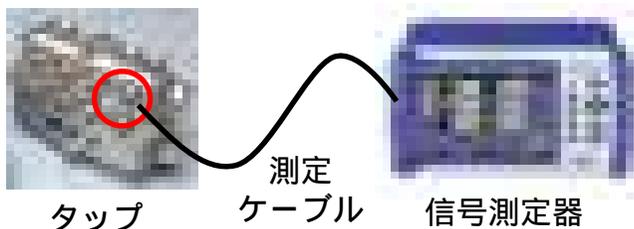


# ネットワーク運用（品質測定）

## ノード～タップ間の構成例



### （例）タップでの信号品質測定



チャンネルプラン:	技術センター	局				
測定日:	2016/XX/XX					
測定場所:	HE	測定ケーブル長 RG59/m				
測定器:		10m				
c h	変換後 周波数 (MHz)	サービス	ノード番号	N001		
			測定箇所	A1ラック 光送信機 TP (-20)		
			ベンダー 型番			
			レベル	レベル(補正後)	MER	BER
	70	PG (XX MHz)	74.5	75.2	38.0	
1	93		64.4	65.2	38.0	0.00E+00

### 【アクセス網の伝送品質維持】

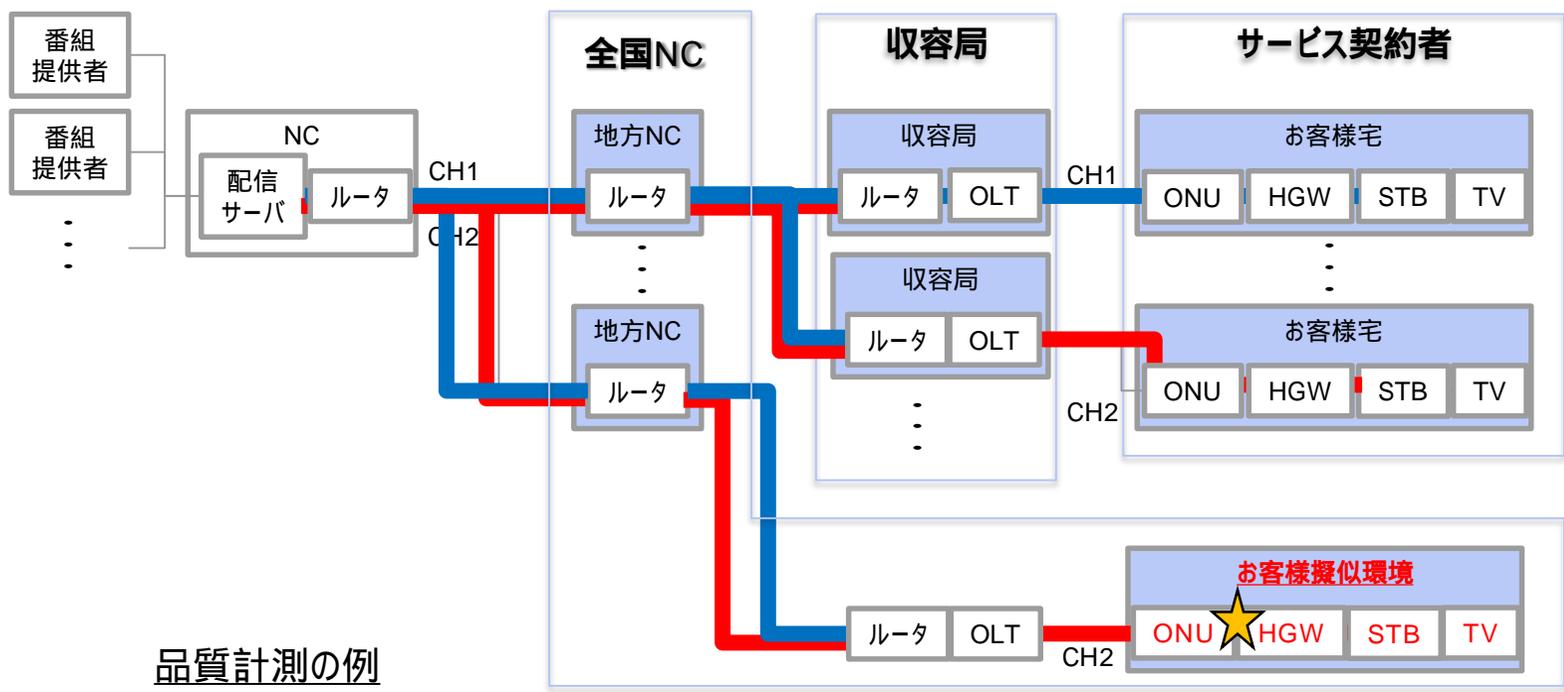
- 1 測定ポイントにおけるRF信号品質の確認（レベル・MER・FEC前BER）
- 1 効率的な測定作業の計画・実施（約1.7万ノード）

**汎用的測定器で短時間に測定可能な指標**

# 測定点について

## n 実運用を考慮した現実的な測定点を検討する必要がある

- | 収容局内等でお客様回線を擬似して品質計測を実施するなど（下図）
- | お客様宅内での計測は運用コストやお客様負担（滞在時間増等）の面で懸念あり
- | パケットレベルの測定がパケットロス率、ジッタの測定上簡易であるため、ONUのout側でのキャプチャが望ましい

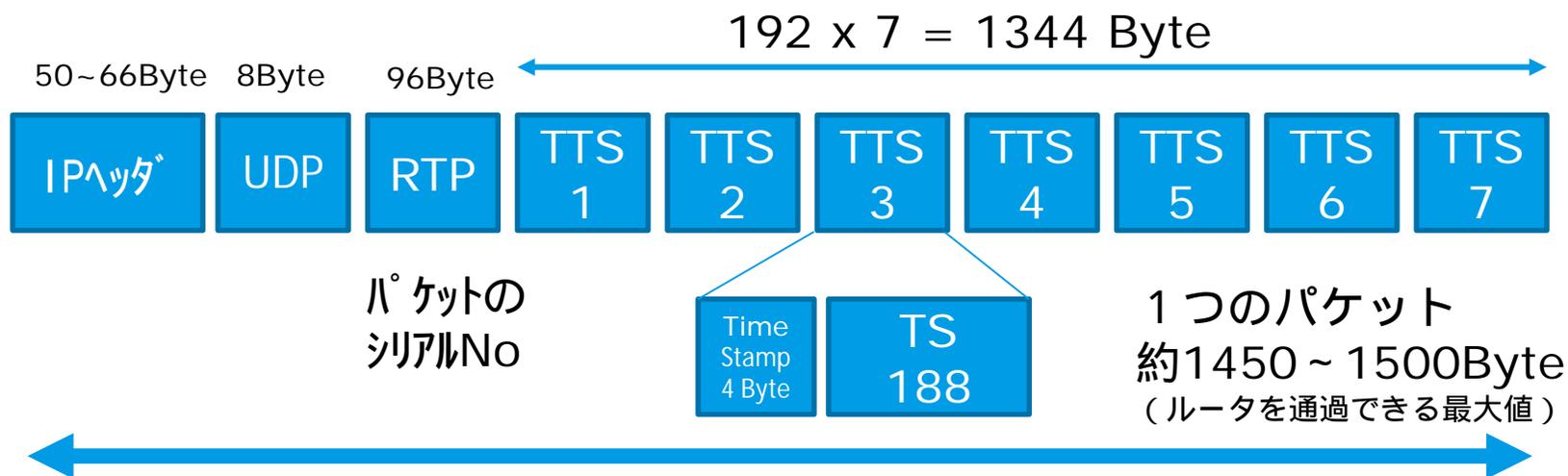


品質計測の例

#### 4. 情報源符号化方式等に係る技術的条件

# 伝送パケット構成例

- IPTVFJ STD-004/005/009では、長時間安定した再生を実現するため、クロック同期の機構としてタイムスタンプ付TTS（注）を用いることが規定されている。
- TTSはARIB STD-B24に規定されている。
- 7個のTTSを一つのIPパケットに収容してRTPで伝送する



(注) 現状のケーブル4K放送はタイムスタンプのないTSを使用している

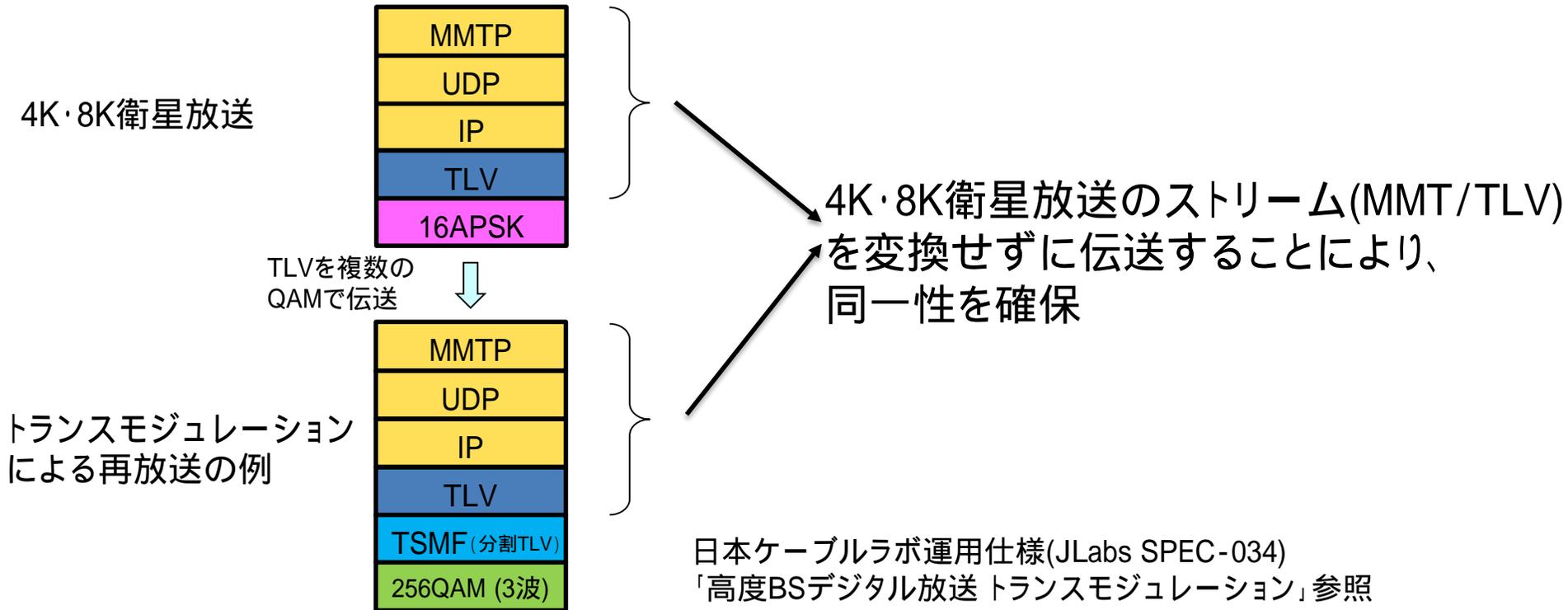
RTP: Realtime Transport Protocol  
 UDP: User Datagram Protocol

# 放送サービスの同一性の確保(その1)

## n 現行のRF伝送による再放送の場合

RF伝送では、物理層・伝送路符号化方式以外を変更しないことで、同一性の確保を容易に実現：

- トランスモジュレーション方式



- パススルー伝送方式

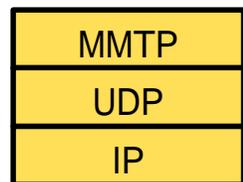
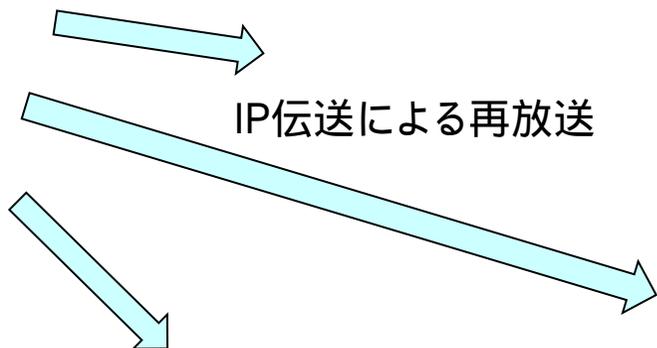
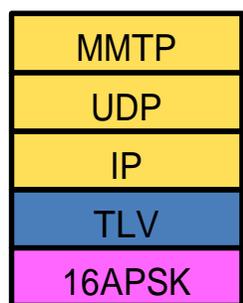
4K・8K衛星放送のRF信号をそのまま伝送することで、同一性を確保。

# 放送サービスの同一性の確保(その2)

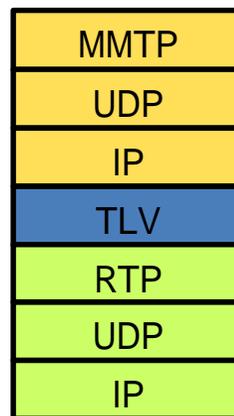
## n IP伝送による再放送の場合

- RFのトランスモジュレーション方式と同様に、放送ストリーム(MMT)を変換せずに伝送することで、放送サービスの同一性の確保が容易に実現可能。
- IP伝送による再放送の例

4K・8K衛星放送



MMTをそのまま  
利用する方式



TLVをIP化する方式

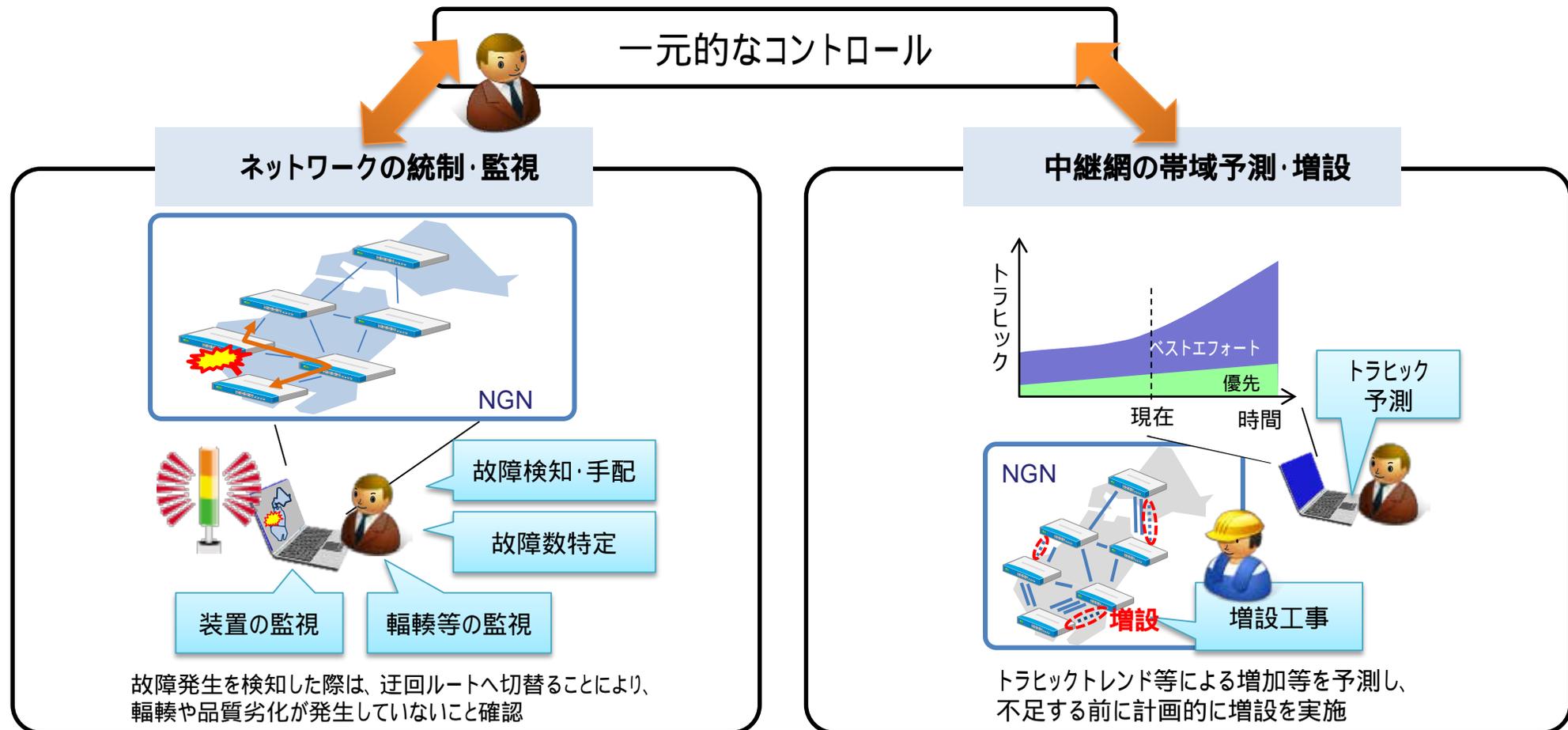
...

## 5 . サービス可用性に関する検討

- 有線一般放送における重大事故報告、電気通信設備の状況報告などに関する事項については、現行のものを維持することが好ましいと考える。（松本構成員）

# 通信品質を維持するための運用の取り組み

- **通信品質を維持するためには、様々な仕組みの導入だけでなく、以下のような日々の運用も重要**  
装置の監視や故障検知、輻輳等の通信監視等を実施  
通信トラフィックの伸び率や上限値から予測を行い、帯域の不足前に中継網の帯域拡張を行う等の対策を実施

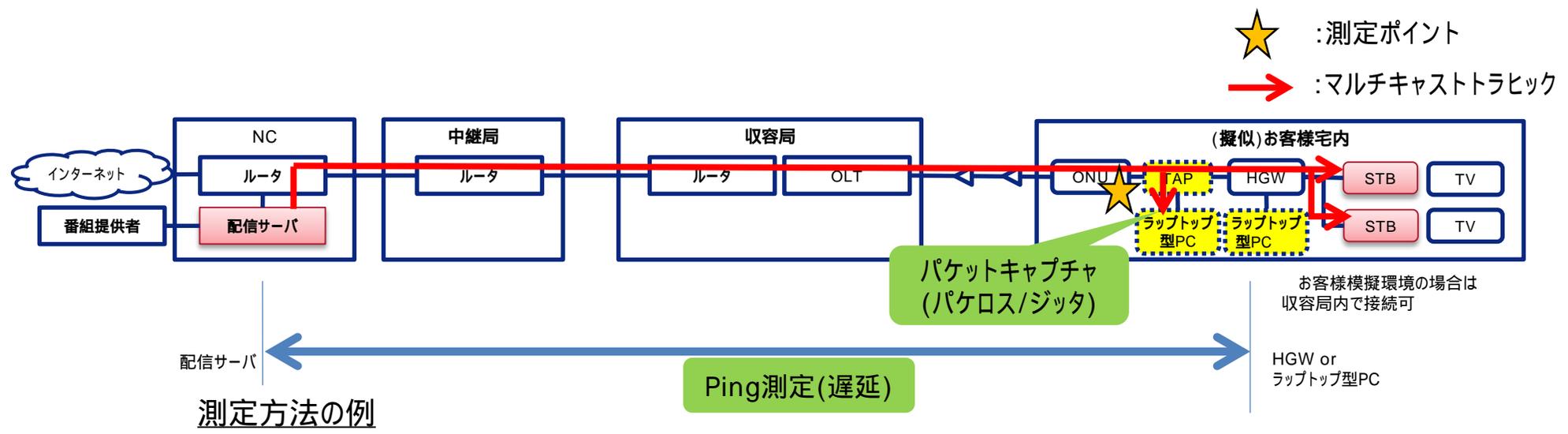


## 6 . 測定方法

- IP放送の品質は、構築時だけでなく長期間維持していくことが重要であり、技術基準の測定方法は、不断の管理を可能とすることを考慮し、簡易かつ低コストであることを目指すべき。（上園構成員）
- 測定方法や測定点、測定頻度、測定時間に関しても大規模なシステム化が不要で、継続的な運用に支障がなく、かつコスト面も考慮して現場レベルで現実的に実施可能なものとするのが望ましい。（佐々木構成員）

# 測定方法について

- n 一般的なラップトップ型PCでも実施可能なパケットキャプチャやpingによる測定方法が望ましい
- n 測定頻度は品質を測る上で必要かつ最低限度とすることが望ましい
  - | 常時計測や開通毎測定は、システム化やお客様負担（作業員の滞在時間）増が発生
- n 測定時間に関しても現場レベルで運用やコストに影響がない範囲での現実的な時間とすることが望ましい



## 7. 既存のデジタル有線テレビジョン放送 方式に係る技術的条件

- 256QAMにおけるCN比の条件については、測定結果と机上検討から最も基本的な構成のSTBを前提に32 dBに見直すことが望ましい。また、CN比の条件の見直しに伴い、256QAMにおける搬送波レベルについても55-81dB $\mu$ Vに見直すことが望ましい。他方、64QAMにおけるCN比の条件については、今回見直しの必要がないと考える。（中丸構成員）

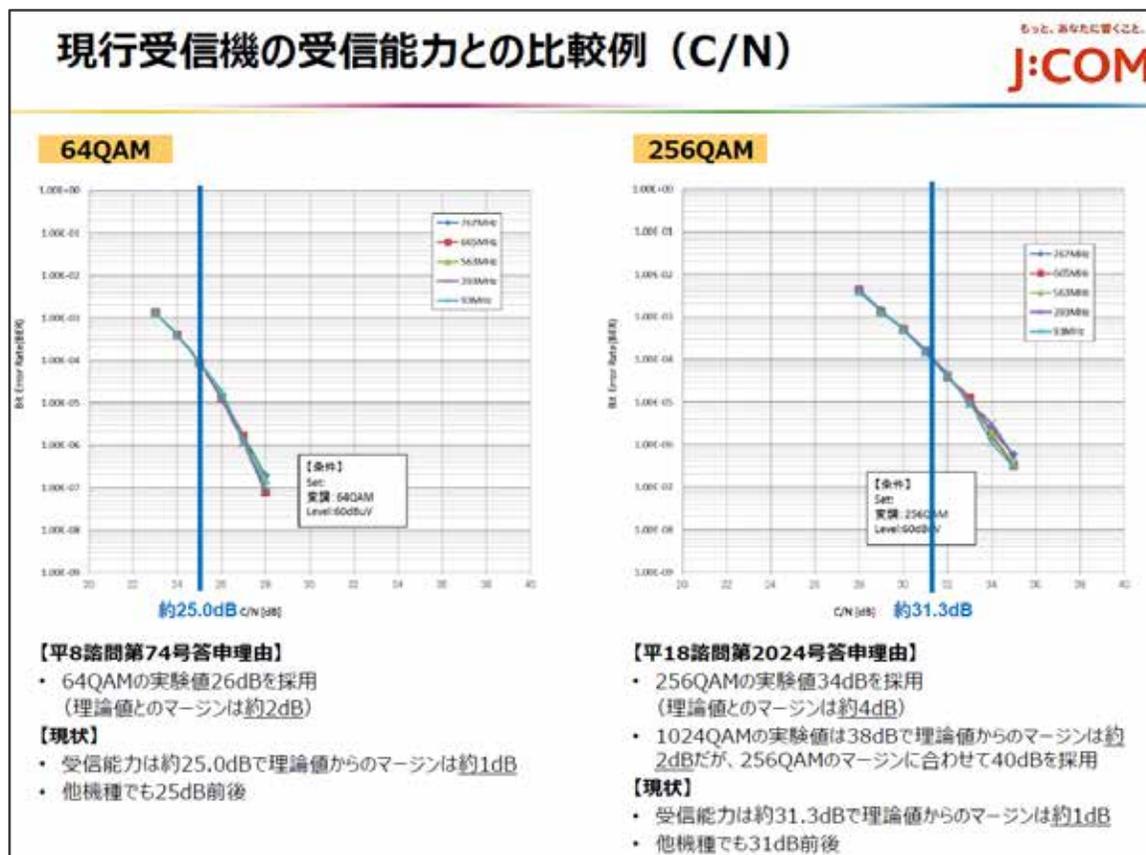
# 【補足】正常再生時の信号品質

受信した試験信号（映像音声）は、技術基準が定める値（256QAM信号のCN比34dB以上）を下回る場合でも正常に映像・音声再生されることを確認



**技術の進化等を踏まえ、実態に合わせた技術基準が必要**

【参考】  
 総務省 放送システム委員会  
 ケーブルテレビUHDTV作業班（第4回）  
 資料ケーブル作4-2（抜粋）



## 8 . 今後の検討課題

- 今後も、有線放送設備に係る技術の進展に伴い、有線一般放送の品質に関する技術的条件について見直していくことが必要である。（中丸構成員）
- すでにある国際標準規格、民間規格に対して著しく相違が生じない技術基準であるべきであるとともに、日本規格の国際標準への提案を推進する必要があると考える。（松本構成員）
- IP放送の技術基準（強制規格）項目は、技術の進化を柔軟に取り入れることを可能とし、IPを利用したサービスの高度化に柔軟に取り組めるよう、既存RF放送と同等の品質が提供できる必要最低限の内容に抑えていただきたい。（上園構成員）
- 既存のIP放送サービスに技術基準を適用するにあたっては、システム構成や運用の変更への対応、既存サービスへの影響の最小化、必要な視聴者への周知・説明等、諸々の検討や対応に必要な期間を考慮し、一定の適用猶予期間を設けることが望ましい。（木谷構成員）