

# TV中継サービスへの MPLS/SDN適用事例

---

2013/10/29

NTTコミュニケーションズ株式会社  
先端IPアーキテクチャセンタ  
田中 陽介（発表者）, 上手 祐治

# Agenda

---

- TV中継サービスとは ..... [ 3分]
- TV中継サービスへのMPLS/SDN適用 ..... [15分]
- 今後の動向紹介 - stateful PCE ..... [ 2分]

# TV中継サービスとは

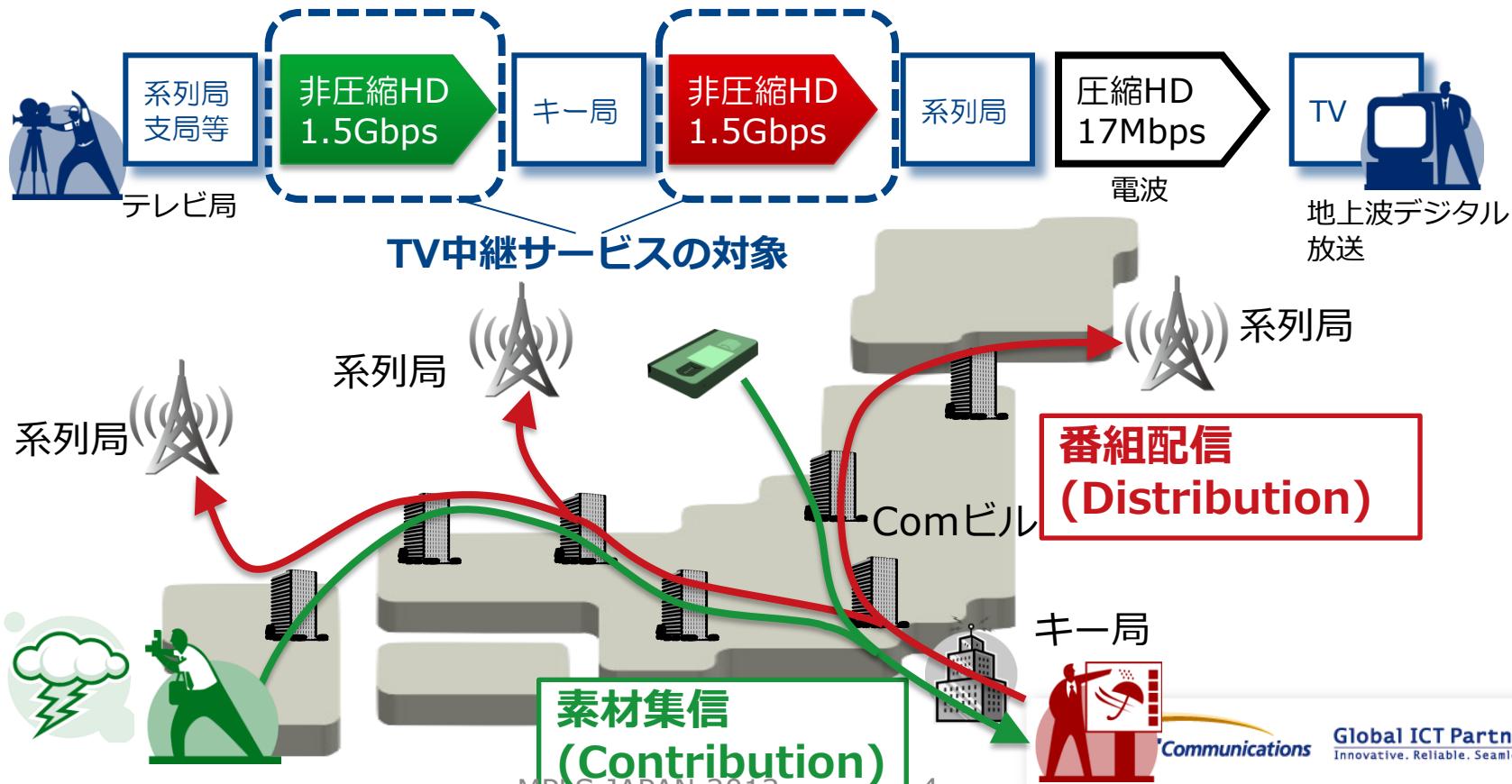
---

# TV中継サービスとは

## ■ 地上波デジタル放送の基幹回線

- サービス名：テレビジョン中継サービス
- 日本全国の番組や素材映像をリアルタイムに集配信する映像伝送専用回線

映像コンテンツの流れ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒ ⇒



# TV中継サービスとは (cont'd)

## ■ ダイナミックなマルチキャストパス制御

- 時間ごとに接続対地が切り替わる
- ブッキングシステムによるネットワーク制御  
放送局様が時間単位で回線使用（接続対地）の予約を実施 → 40万件/年 の切替

Receiver	9:00 (UTC)	10:00	11:00	12:00
仙台				
東京				
名古屋				
大阪				
広島				
博多				



# TV中継サービスの要件概要

## 1) ダイナミックなマルチキャストパス制御

- 放送局様の映像集配信業務への対応
  - ・マルチキャストパス回線のEnd-to-Endコネクション管理
  - ・リーフの追加・削除動作 (Grafting, Pruning)
  - ・時間指定された秒単位での精密制御

## 2) HD 非圧縮

- 映像伝送の悲願である劣化無し伝送の実現
  - ・伝送装置の大容量化
  - ・安定したNW品質での伝送

## 3) 高いサービス稼働率(100%に限りなく近く)

- ミッションクリティカルのサービスを提供
  - ・迅速な自動復旧
  - ・正確なNW監視と障害検知

これら要件を満たすサービスに MPLS/SDN を採用

# TV中継サービスへの MPLS/SDN適用

---

# 1) ダイナミックなマルチキャストパス制御

- 映像配信において必須の回線管理
  - マルチキャストパス回線のコネクション管理
- 映像配信中における任意の接続対地間の回線接続
  - リーフの追加・削除動作 (Grafting, Pruning)

## → P2MP RSVP-TE (RFC4875) シグナリング

- 秒単位に計画された番組配信や生中継の素材集信の実現
  - 指定の時間・接続対地通りに回線接続するブッキングシステム

## → 回線予約投入とリアルタイム回線制御

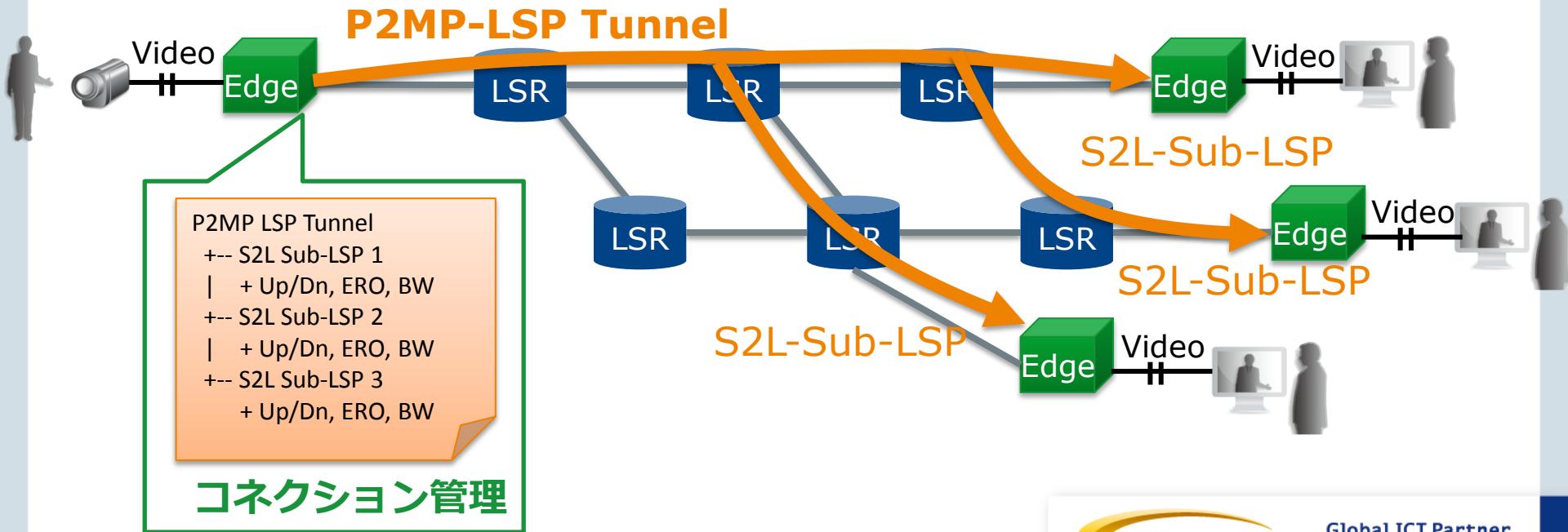
## → Edge装置における絶対時刻同期

# P2MP RSVP-TE (RFC 4875)

## ■ 映像ストリームと P2MP-LSP Tunnel

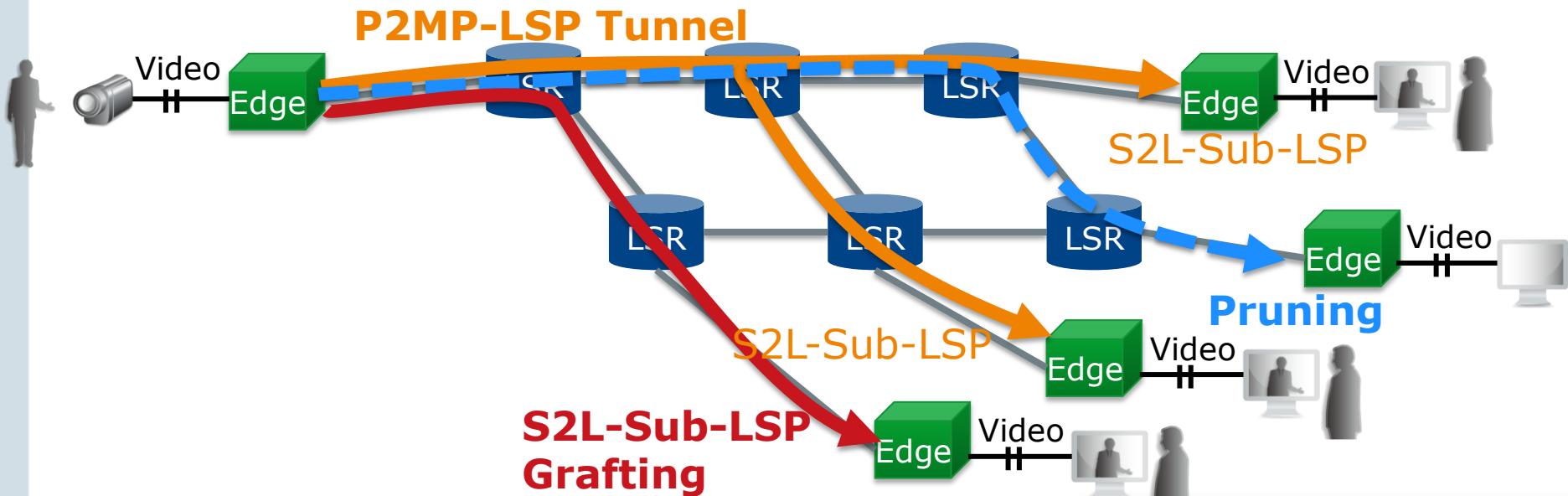
LSR: Label Switched Router

- 1映像ストリーム = 1 P2MP-LSP Tunnel
- 接続対地 = S2L Sub-LSP
- 明示的経路制御 = strict ERO
- Ingress Edgeが End-to-Endコネクションを生成、管理する



# リーフの追加・削除

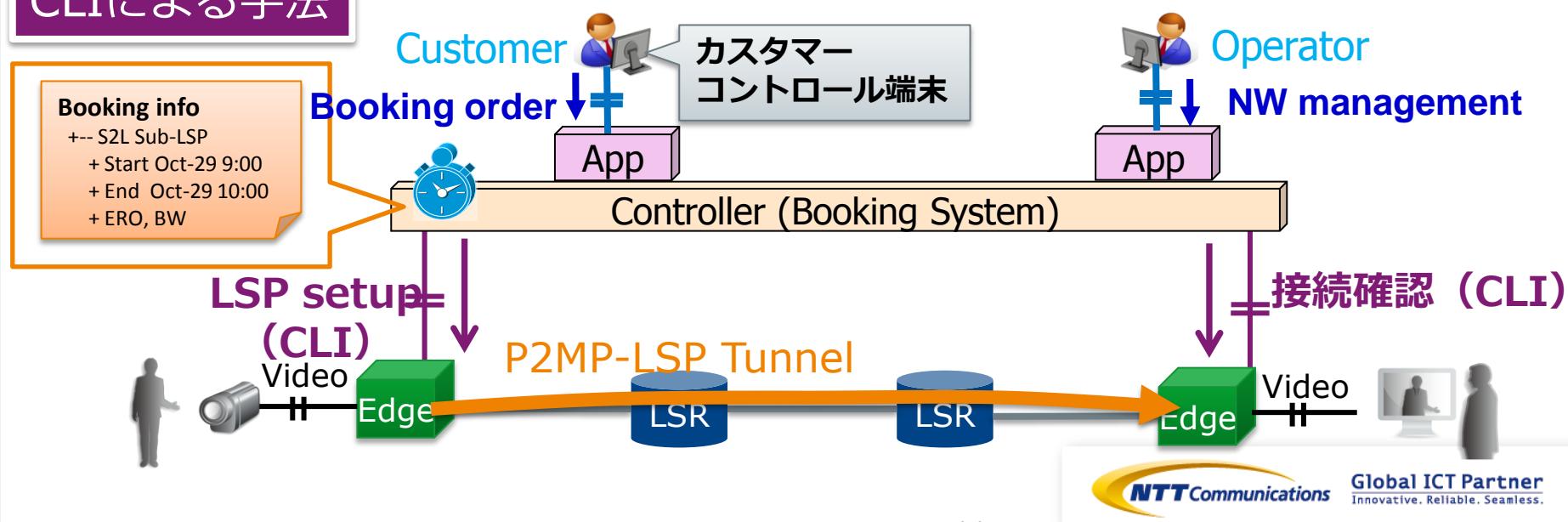
- 映像ストリームの接続対地もダイナミックに変更する
  - 接続対地の追加 = (S2L Sub-LSPの) Grafting
  - " の削除 = Pruning



# ブッキングシステムによる制御

- コントローラ（ブッキングシステム）
  - ・ 映像ストリームの開始時刻、終了時刻、接続対地（1秒粒度）
  - ・ カスタマーコントロール端末からの予約受付
- しかし、CLIによる手法の場合、**要件を満たせない。**
  - ・ 予約開始時：config書き換えてLSP setup → **数秒必要**
  - ・ 予約終了時：config書き換えてLSP tear down → **数秒必要**

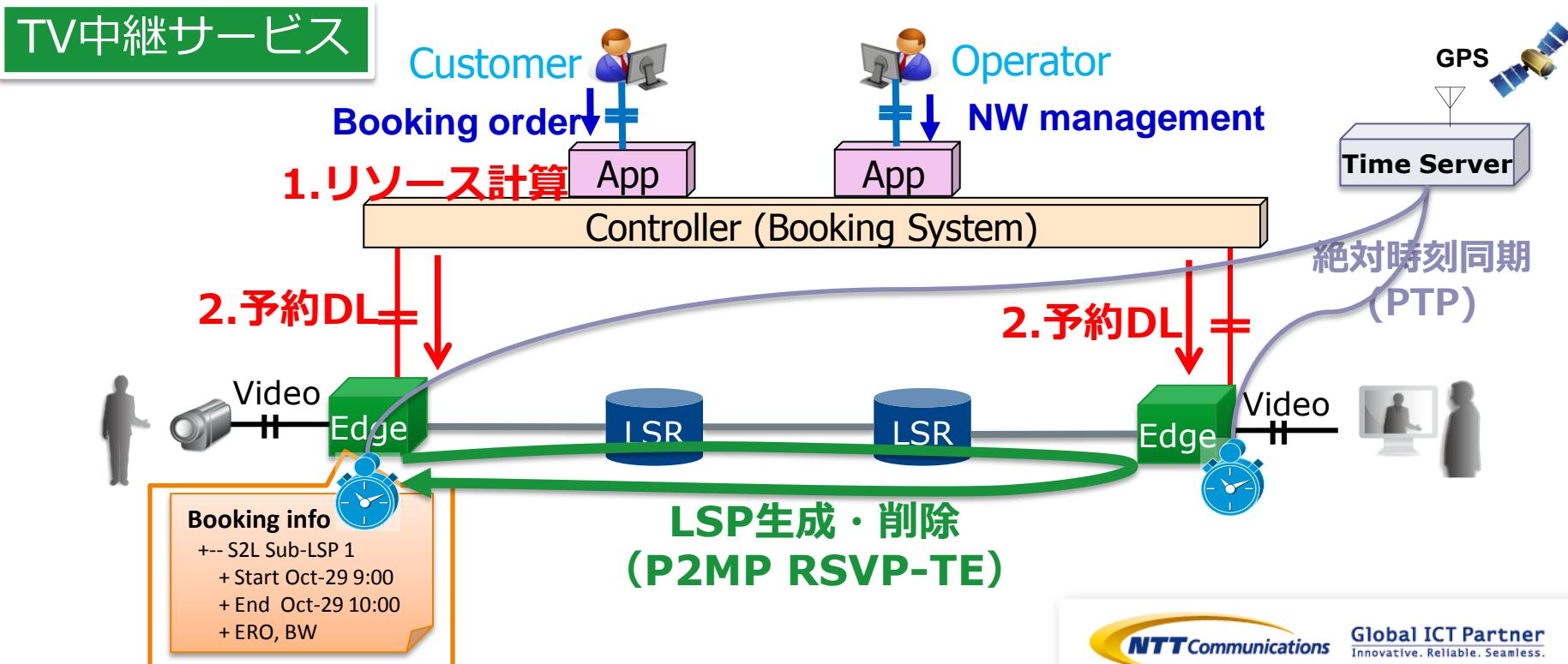
## CLIによる手法



# 回線予約の投入

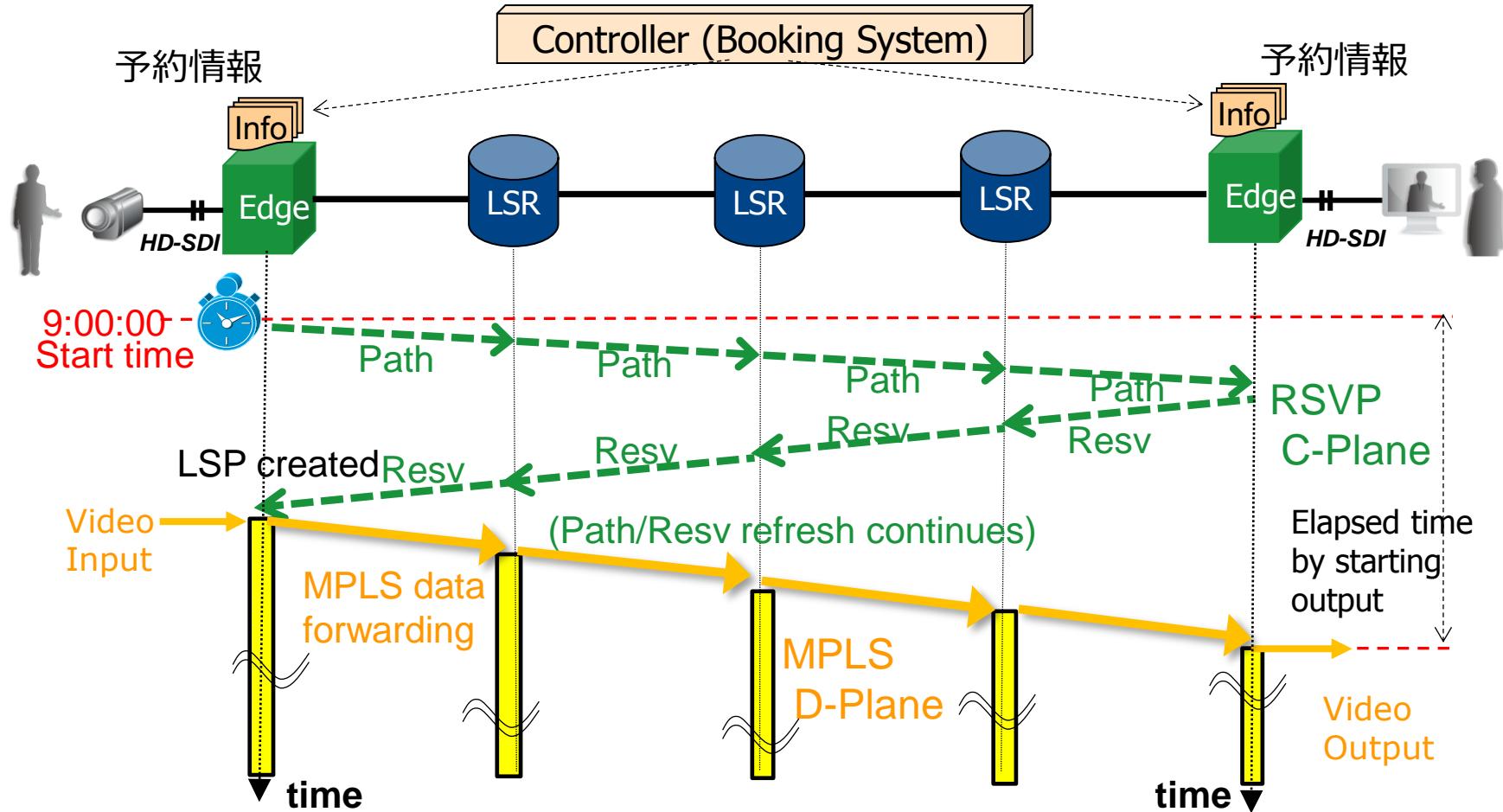
## ■ TV中継サービスでの解決方式

- ・ ブッキングシステムで受付判断
  1. 未来時間にわたっての回線リソースを一元管理
  2. 予約情報をEdge装置に展開
- ・ 時刻トリガーでP2MP-LSP Tunnel(S2L Sub-LSP)生成・削除
- ・ 全Edge装置はGPS絶対時刻に同期 (PTPでの時刻配信)



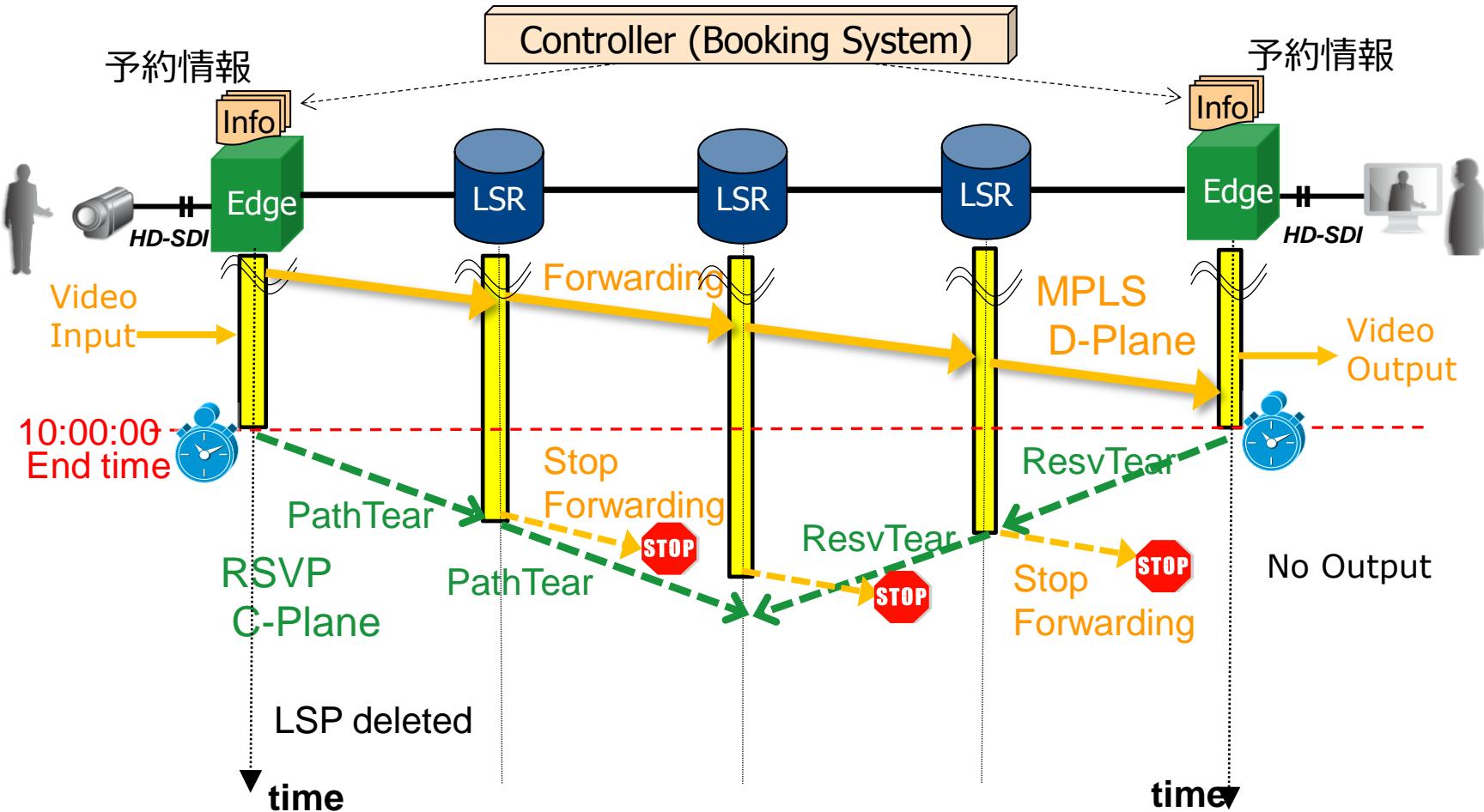
# 配信開始時刻の RSVP-TE シグナリング

例：9:00 から映像配信開始



# 配信終了時刻の RSVP-TE シグナリング

例：10:00 に映像配信終了



## 2) HD非圧縮

---

- 映像伝送の懇願である劣化無し伝送の実現
  - 伝送装置の大容量化
  - 安定したNW品質での伝送      ※ HD非圧縮 (1.5Gbps)

- キャリアグレードルータの高速転送容量
- キャリアの利点、物理レイヤを含めたNW設計
- 同期伝送の要、受信バッファ量のチューニング

# HD非圧縮伝送の特徴

## メリット

- ・劣化無しの映像コンテンツ
- ・低遅延伝送 (msecレベル)
- ・障害切り分けの容易さ

## 課題

- ・膨大なNW転送容量
- ・安定した伝送品質  
ジッター(PDV), イラー等

これらの課題を克服しなければ商用サービスと言えない

PDV: Packet Delay Variation

# HD非圧縮伝送の課題

## ■ 膨大なNW転送量

テラビット級スイッチング容量、10G/40G高速インターフェース  
→ キャリアグレードのルータを導入

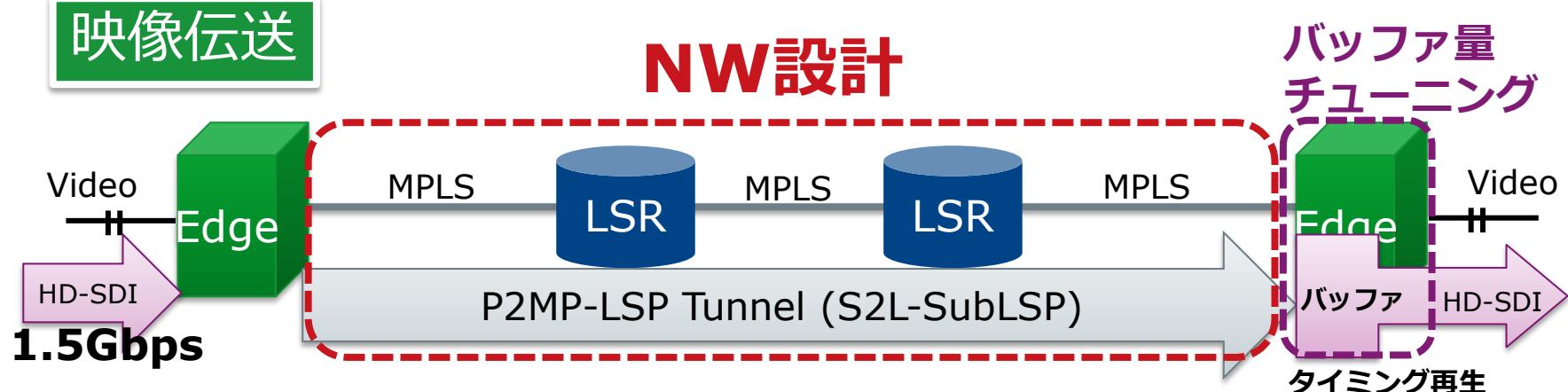
## ■ 安定した伝送品質

映像ストリームは、転送では無く”伝送”を要求される  
”入力信号をタイミングも全て忠実に再現し出力する”  
市販ルータでの実現は困難を極めた。

### 伝送品質劣化=放送事故

伝送品質要素	非圧縮映像ストリームへの影響
エラー	映像・音声へ変換されず破棄（ノイズ発生）
オーダー (到着順番)	映像・音声へ変換されず破棄（ノイズ発生）
ジッター (PDV)	出力タイミング同期がとれず、短期的・中長期的に 映像・音声が破綻

# 安定した伝送品質実現のための取組み



## → 高い伝送品質を実現するためのNW設計

### 物理パス設計

ファイバ経路からのL1遅延設計

### LSP経路設計

経路(strict ERO)のレギュレーション毎の絶対遅延測定

テストLSPによるジッター(PDV)測定

### 障害時迂回経路の設計

ローカル迂回発動、グローバル迂回発動時の遅延差、オーダー変動の測定

## → Edge装置 (Com開発) のバッファ量チューニング

設計情報・測定情報から算出、msec単位の調整

### 3) 高サービス稼働率

サービス断を起こさないレベルとは

稼働率 99.999% = 約25秒/月

稼働率 99.9999% = 約2秒/月

ミッションクリティカルのサービスを提供するために

■ 迅速な迂回動作 (IP/MPLS 技術の適用)

→ FRRによるローカル迂回

→ Reroutingによるグローバル迂回

自動復旧  
の仕組み

■ 正確なNW監視と障害検知 (コントローラ開発)

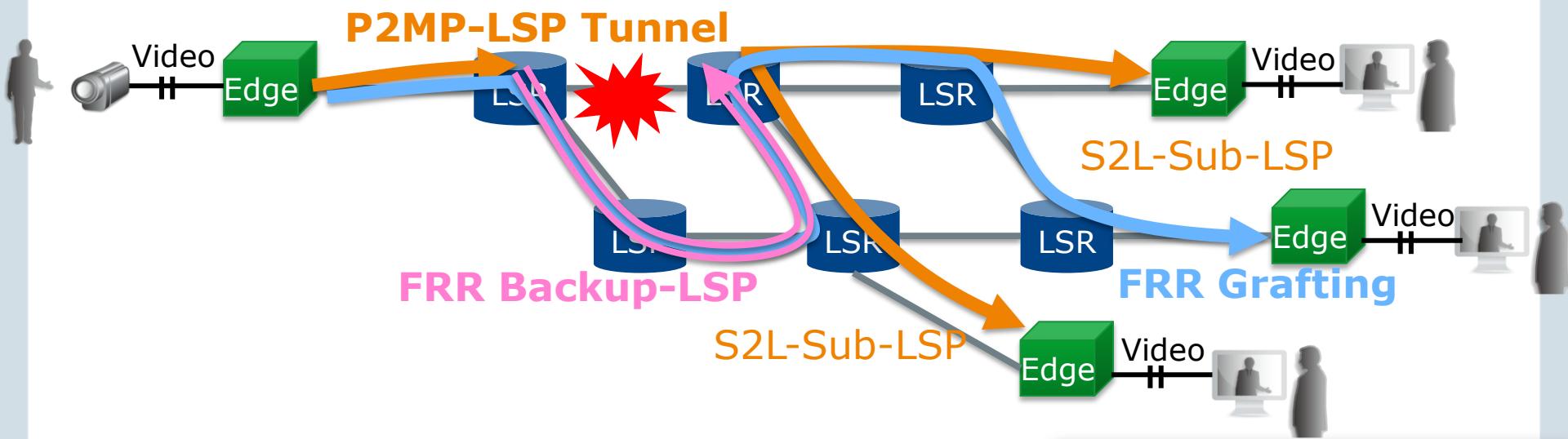
→ 設備、回線 (C、D-Plane) の常時監視

手動復旧  
の仕組み

# 迅速な迂回動作

## ■ FRR (Fast ReRoute) でのローカル迂回

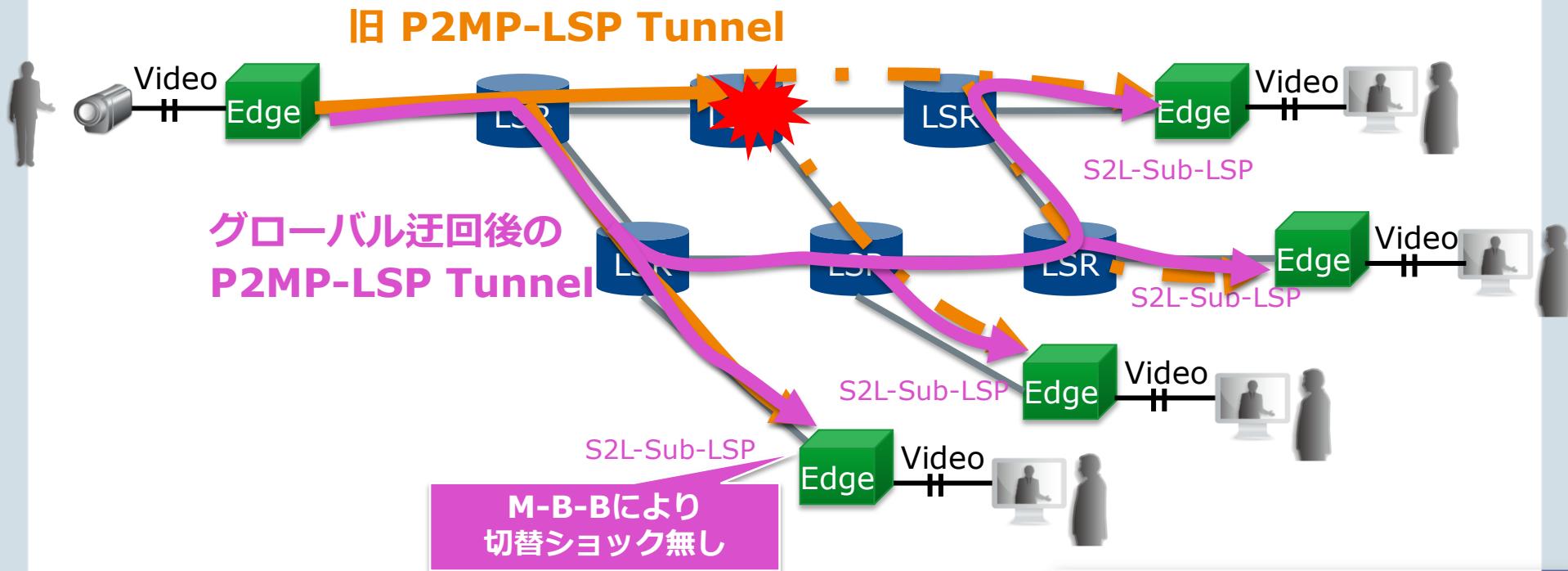
- P2MP RSVP-TE におけるFRR<RFC4875 Section 15>
- 50msec程度での迂回発動
- FRR Grafting を実装  
<draft-shen-mpls-rsvp-setup-protection>



## 迅速な迂回動作 (cont'd)

## ■ Rerouting によるグローバルル迂回

- S2L Sub-LSP単位の迂回を実装
  - Make-Before-Break(M-B-B) によるP2MP TunnelのLSP切替  
**(迂回するS2L Sub-LSP以外への影響を無くす)**



# 正確なNW監視と障害検知

## ■ 保守・運用性に関わるコントローラの自社開発

- **設備の保守**

- ✓ ファイバ障害の検知
- ✓ 障害装置・パッケージの特定

**障害箇所の特定**

- **回線の保守(LSPの保守)**

- ✓ お客様の予約情報とシグナリングの接続監視  
(誤接続の監視)
- ✓ P2MP-LSP Tunnel, S2L-Sub-LSPの経路監視と描画  
(加えて、オペレータの手動によるグローバル迂回発動)

**C-Plane の監視**

- ✓ Edge装置における映像監視

**D-Plane の監視**

# まとめ

---

## 1) ダイナミックなマルチキャストパス制御

- P2MP RSVP-TE シグナリングと伝送回線のコネクション管理
- 予約情報の投入とシステム全体の時刻同期によるブッキングシステム

## 2) HD 非圧縮

- HD非圧縮伝送をMPLSルータと自社開発したEdge装置で実現
- 高速な転送容量・安定した伝送品質を両立するNW設計

## 3) 高サービス稼働率(100%に限りなく近く)

- 障害発生時の迅速な迂回動作
- 自社開発したコントローラによる正確な保守・運用性の実現

# SDN への期待 - Stateful-PCE の取組み -

---

余った時間で. . .

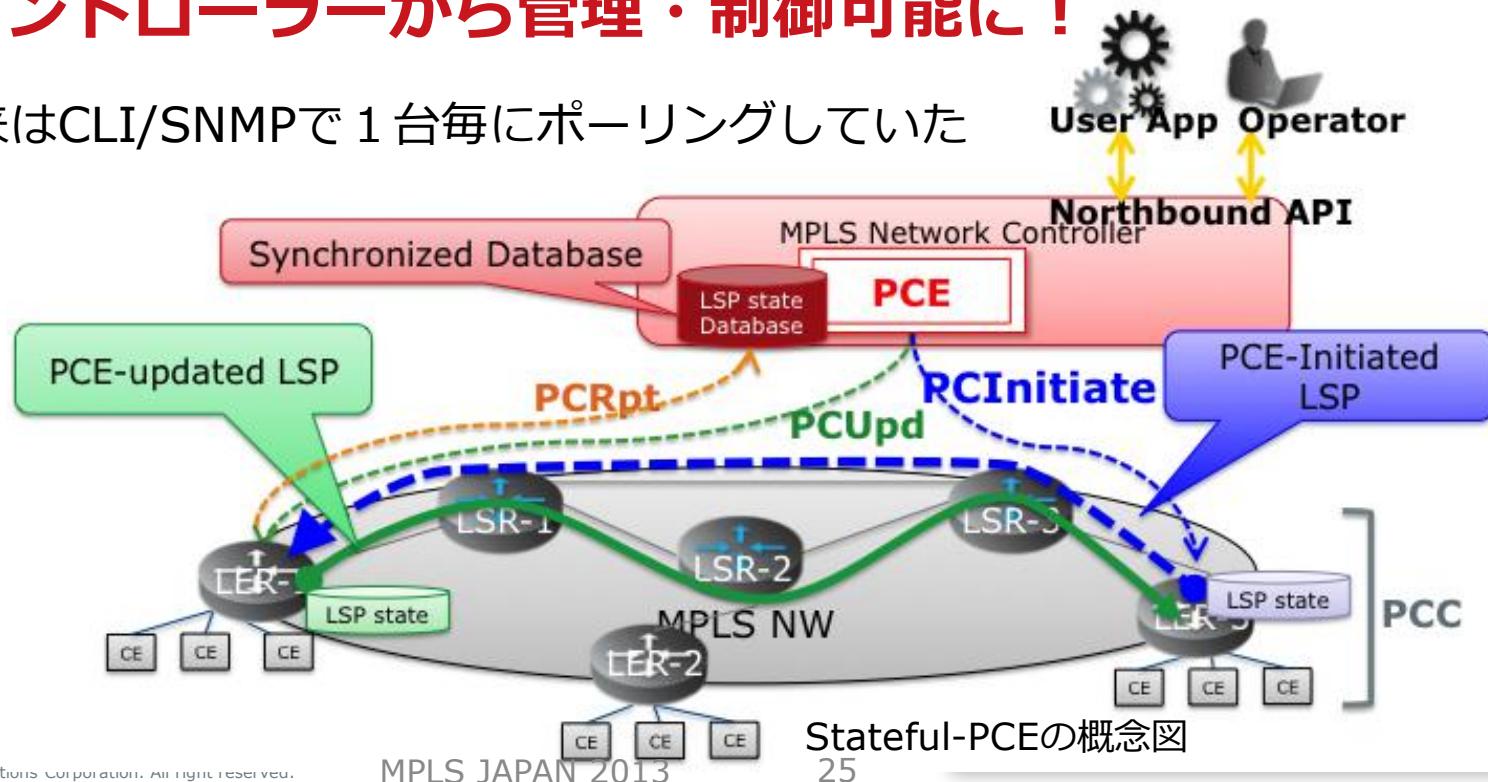
# stateful-PCE

## ■ Stateful-PCE <draft-ietf-pce-stateful-pce> とは

- IETFで標準化中のMPLSネットワーク操作のためのSouthbound-IF
- LSPインスタンスの生成・変更が瞬時に可能
- PCEサーバとルータ間でLSPステート情報を同期

→ 映像伝送回線(LSP)をDBとして  
コントローラーから管理・制御可能に！

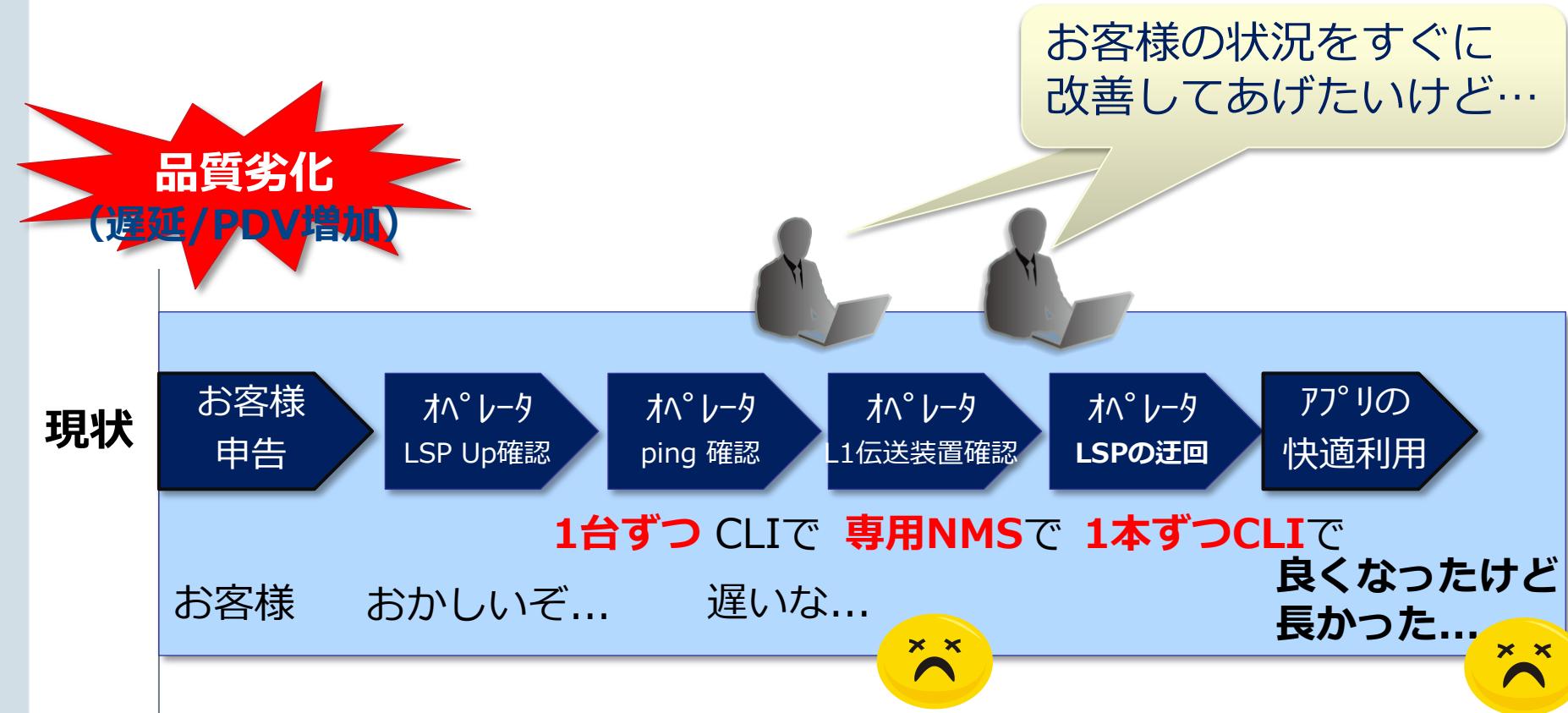
※従来はCLI/SNMPで1台毎にポーリングしていた



# 従来のオペレーション

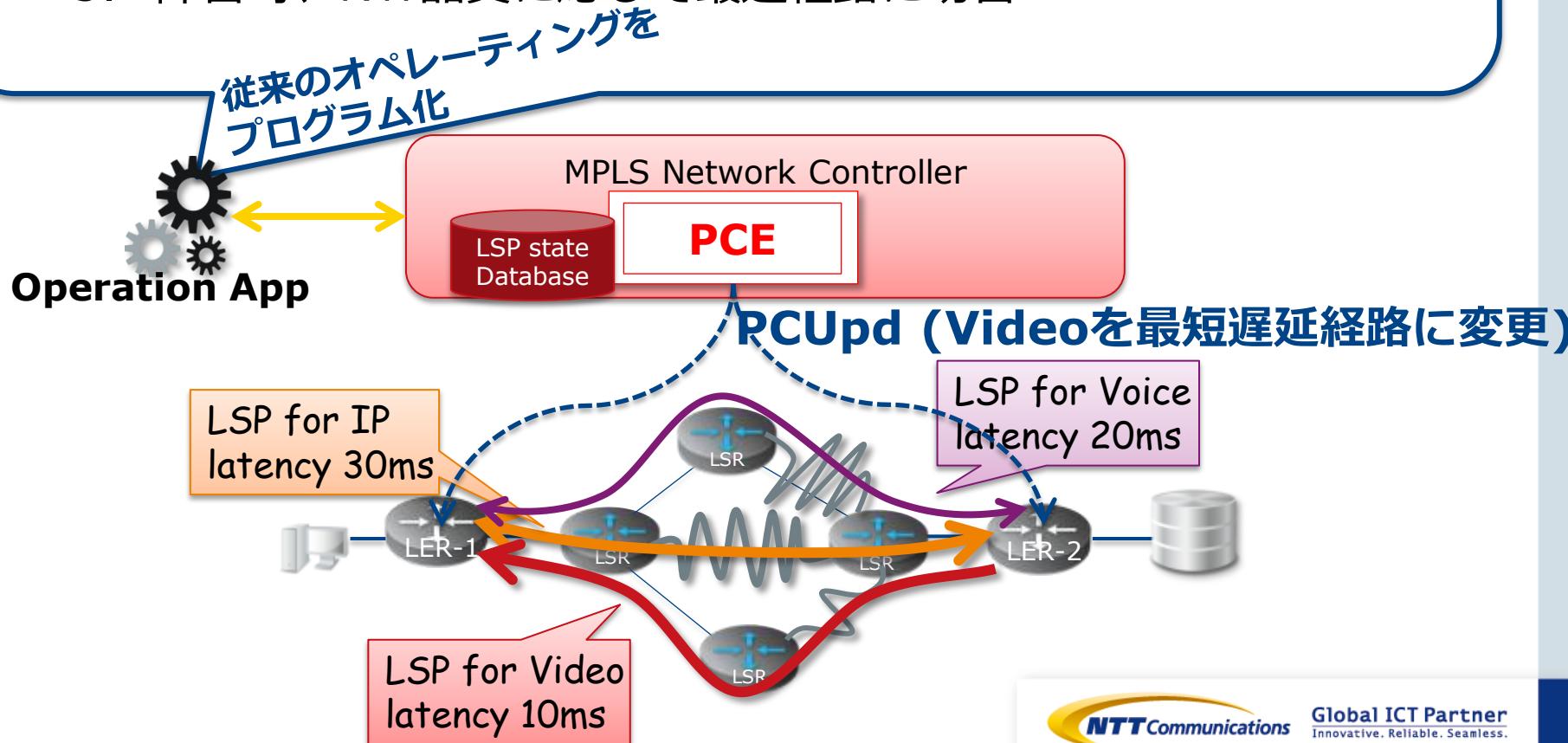
## 時間のかかるオペレーション

- 人の手で一つずつ確認していく長い手順が必要。



# 映像伝送サービスにおけるユースケース

- 映像伝送回線毎に品質監視して最適経路に切替る
  1. LSP単位でNW品質測定（遅延・エラー率・ジッター）
  2. LSPの通信目的毎にNW品質を満たす経路を選ぶ
  3. 障害時、NW品質に応じて最適経路に切替



# ユースケース実現のために

---

- PCE-Initiated LSPに特定のトラフィックを流したい  
(ロードバランスしたい)  
→ draft-tanaka-pce-stateful-pce-data-ctrl
- トラフィックに影響を与えることなく、最適なパスにM-B-Bしたい  
→ draft-tanaka-pce-stateful-pce-mbb

ご清聴ありがとうございました

---