

# InternetWeekショーケース サービスプロバイダバックボーン設計入門

## CATVにおけるネットワーク設計

2020/7/9

株式会社帯広シティーケーブル

鵜野 直樹



# 自己紹介

## ■ 鵜野 直樹

- 1999年帯広シティーケーブル入社
- 2018年より東京事業所勤務

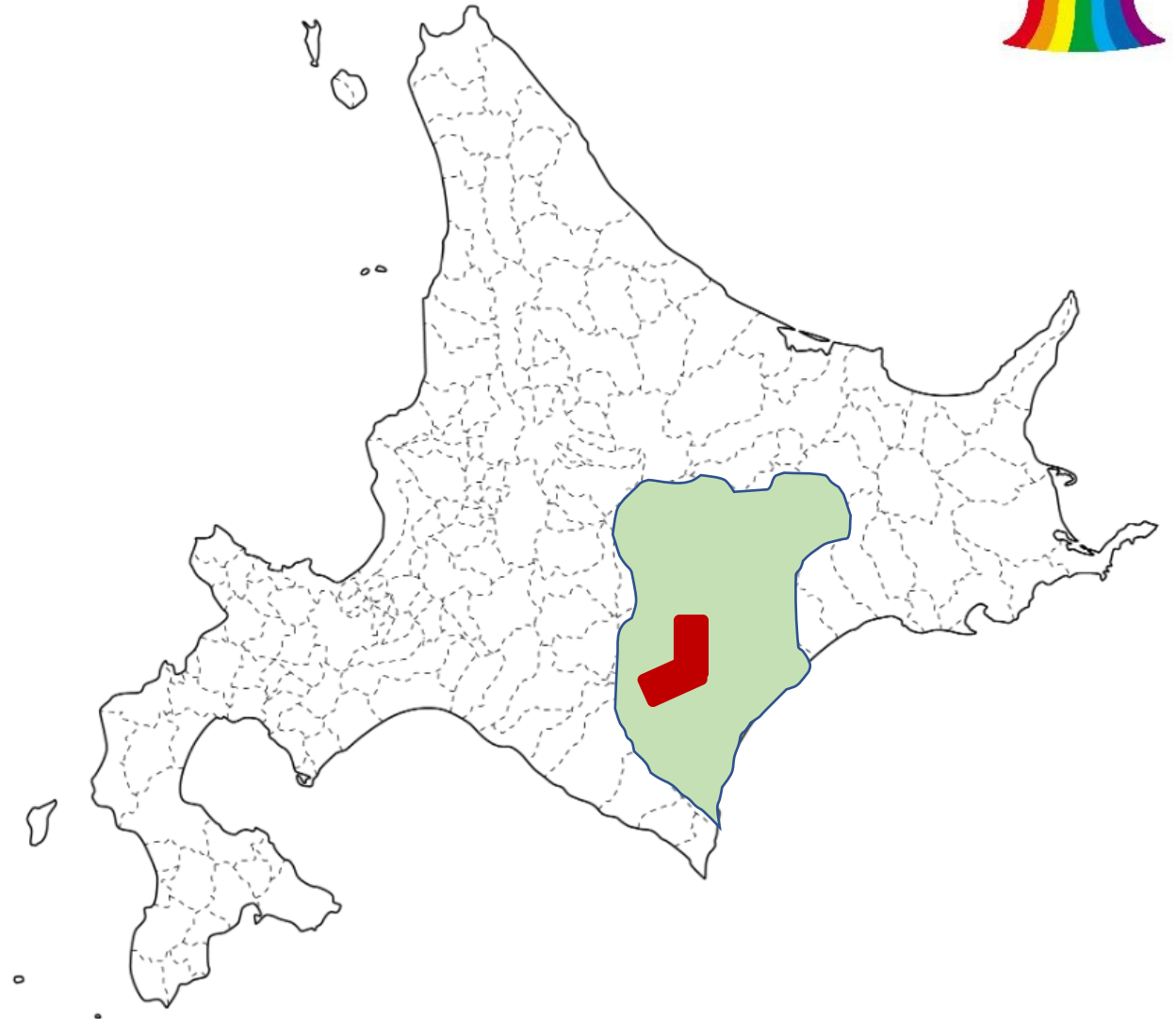
■ コミュニティ活動：JANOG46沖縄 PC-Advisor、  
TDNOGコアメンバー



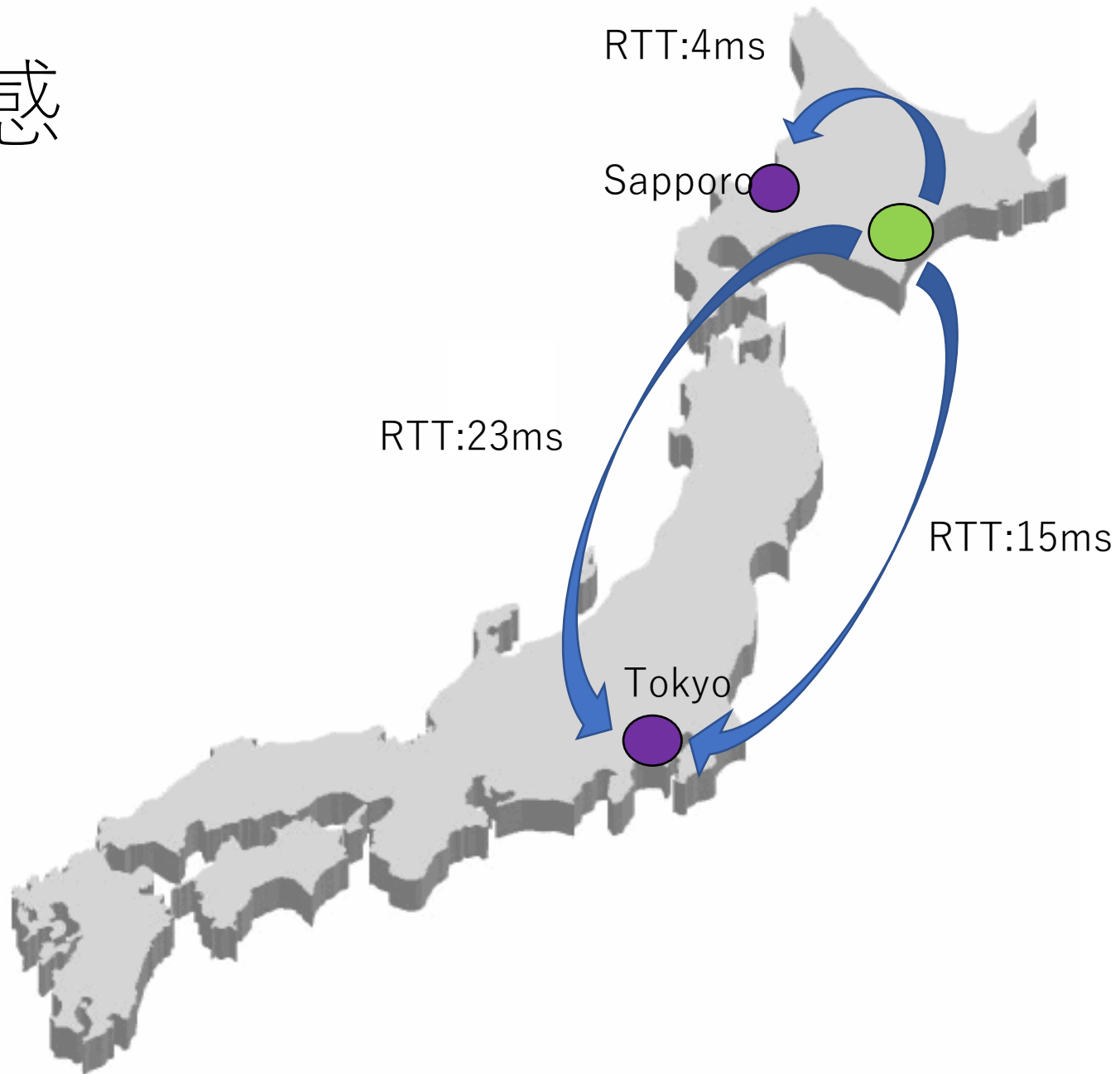
# 帯広？

北海道十勝の中心都市  
(人口16.6万、世帯8.8万)

年間、日中夜間の寒暖差激しい  
5月38度超え、冬は-20度超え



# 距離感



# 通信事業変遷





# 通信事業変遷（同軸編）

- 1999年同軸インターネットサービス開始
- 当時は純同軸4幹線20段幹線アンプ、300MHzアンプ設備。
- 計4台のCMTSで収容端末制限（1000台）がサービス開始後2年以内で各幹線で発生。
- 流合雑音やアンプ混変調、違法高出力アマチュア無線混入が激しく、上り周波数帯域が不安定。
- 2002年から光ケーブル敷設。HFC化（ノード40か所）をFTTHサービス開始までのつなぎとして実施。
- HFC化に伴いCMTSを計8台体制に。収容端末制限はひとまず収まった。





# 通信事業変遷（FTTH編）

- 2002年 光ケーブル敷設開始
- 2003年 専用線MCサービス開始
- 2006年 放送・通信サービス（GE-PON方式）開始
- 2008年 FTTH網構築完了
- 2011年 帯広エリアFTTH完全移行完了



# CATVネットワークの考え方







# 事業者毎に異なる設計ポリシー

- 事業規模
  - 都道府県庁所在地、政令指定都市、中核都市、町村、複数市町村
- エリア特性
  - 平野、山間
  - 世帯数、エリア面積
  - 戸建て、集合住宅の比率
  - (放送)民放キー局受信の状況
- 資本、財務力



# 事業者毎に異なる設計ポリシー

- (伝送路) HFC、FTTH問わず
  - 加入率想定に応じたタップ、引込クロージャの配置
    - タップ、引込クロージャからの平均ドロップ長が変わる。
    - エリア構築時の材料／工事費が変わる。
    - 引込時の材料／工事費、が変わる。
- (FTTH) 幹線エリア毎の必要芯線数
  - (弊社：500m四方、1エリア毎40芯を基本。320～480端子)



# 事業者毎に異なる設計ポリシー

- 自社敷設網
- IRU（公設民営）
- 他社敷設網（主にNTT）



設計の自由度：自社敷設網 > (≒) IRU > 他社敷設網

初期経費,工期：自社敷設網 > (≒) IRU > 他社敷設網



# 事業者毎に異なる設計ポリシー

- 各種サービス用サーバー
  - DNS、MAIL、DHCP、WWW等
  - オンプレ、ASP、クラウド



現状すべて外部で構築できる環境になっている。  
導入、運用、更新コストとの兼ね合いで判断。



# 事業者毎に異なる設計ポリシー

- インターネット対外接続
  - シングル (DefaultRoute)
    - キャリアやMSO、県域ISPと接続
  - マルチキャリア (BGP、DefaultRoute)
    - 県内、東京、大阪、その他でキャリアやMSO、県域ISPと接続
    - IX接続 (Public、Private)



BGPやIX接続に移行する事業者が増えた。  
地域から東京、大阪まで回線調達。

# HFCとFTTHネットワーク



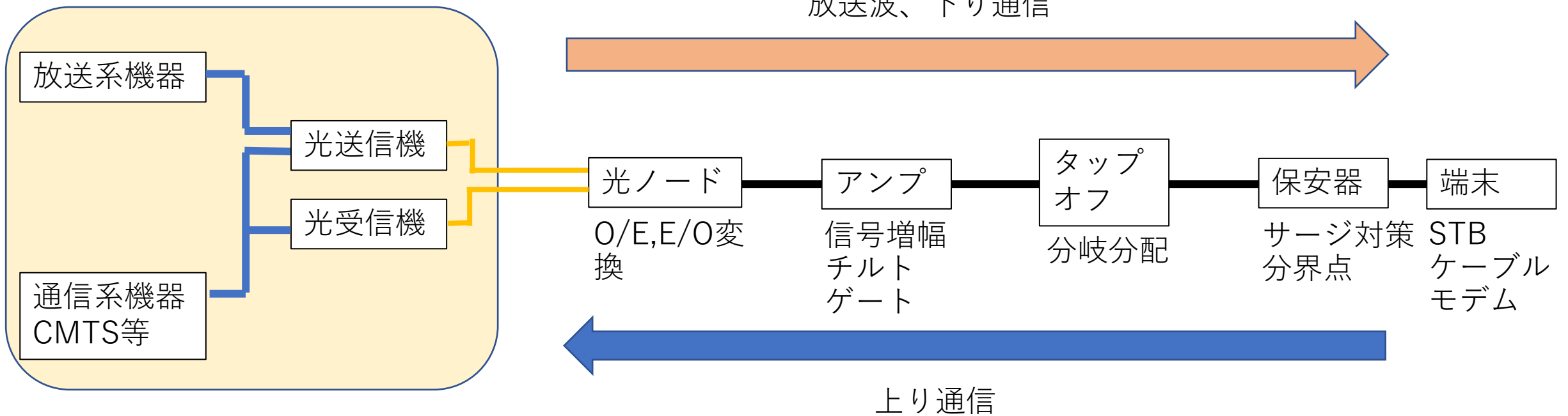


# HFCネットワーク

- HFC (Hybrid Fiber Coax)
  - 同軸ケーブルと光ファイバーで構成されたCATVネットワークのこと。HFCでは、幹線部分は光ファイバー、ユーザーへ引き込み回線に同軸ケーブルが使用される。
    - 局舎側、ノード側にE/O、O/E変換装置が必要
    - 高速化や流合雑音対策でさらなるノード分割も可能だが限度もある
- 放送、通信を同一伝送路でサービス提供
  - 映像：地デジ、BS、多チャンネル、4K
  - 通信：低速～高速メニューのインターネットサービス、電話サービス



# HFCネットワーク





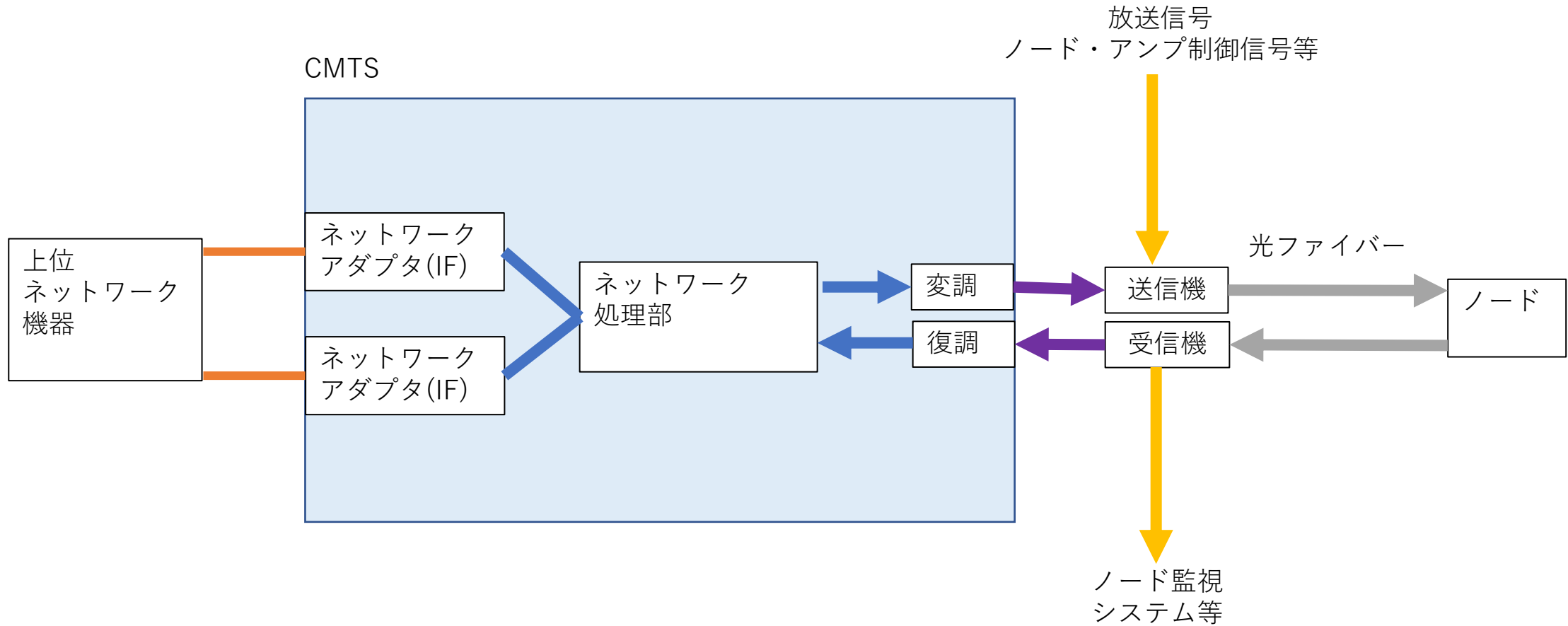


# HFCネットワーク

- Cable Modem Termination System
  - CATV網のHFC（Hybrid Fiber Coax）施設を利用してインターネットサービスを提供するシステム。DOCSIS規格に基づくシステム。
- DOCSIS（Data Over Cable Service Interface Specifications）
  - 同軸ケーブルでの通信サービスの国際規格。
  - 現在の主流は3.1規格。下り最大10Gbps、上り最大1Gbps
  - 4.0規格も2020年代に



# HFCネットワーク



ケーブルモデム

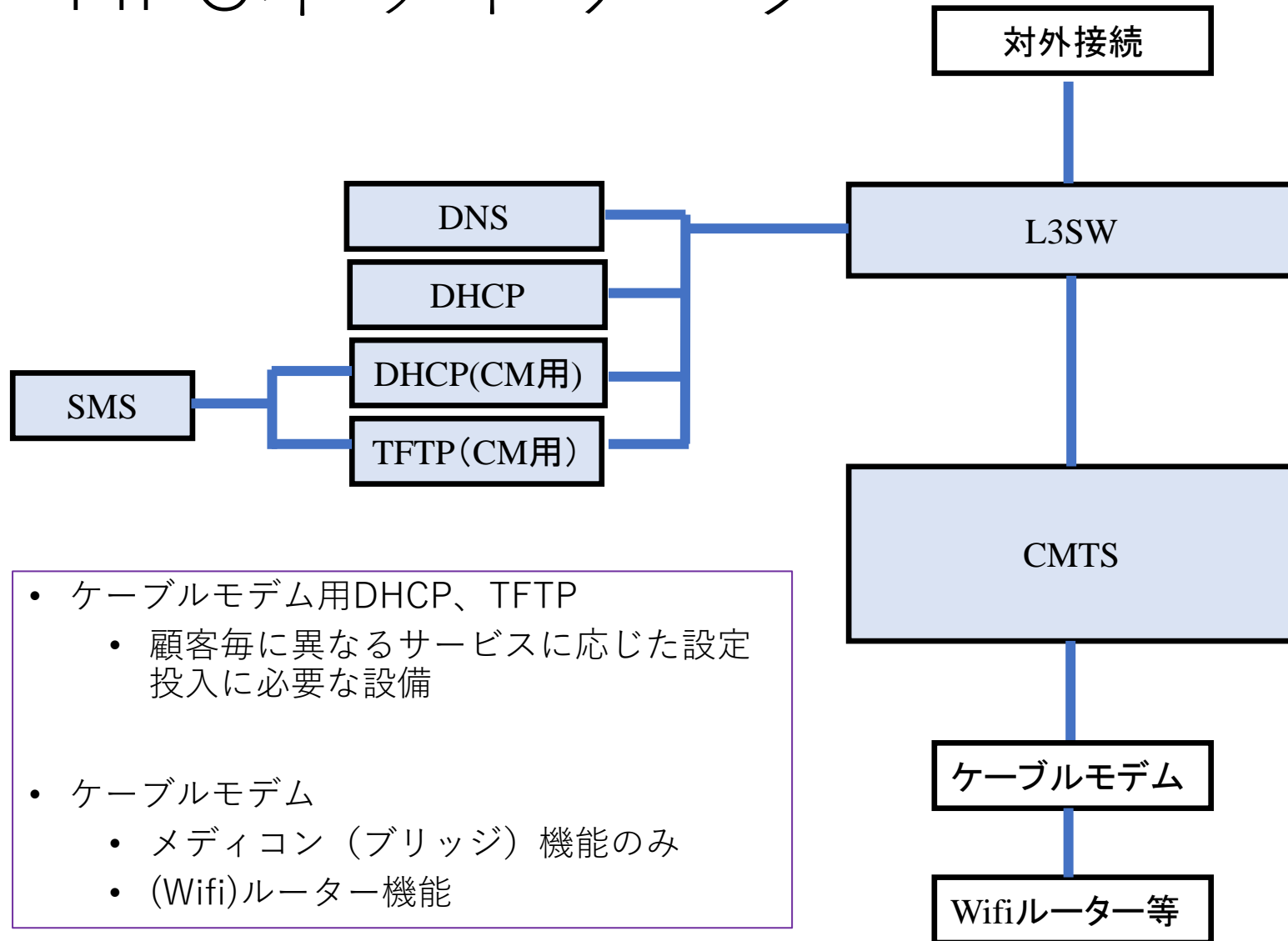


# HFCネットワーク

- 主要ベンダーのCMTSはL3機能が実装されている。
  - 上流機器との接続を1本、または複数で繋ぐ
  - Static、GW冗長プロトコル（VRRPやHSRP等）、ルーティングプロトコル（RIP、OSPF、ISIS等）などで接続。



# HFCネットワーク



- ケーブルモデム用DHCP、TFTP
  - 顧客毎に異なるサービスに応じた設定投入に必要な設備
- ケーブルモデム
  - メディコン（ブリッジ）機能のみ
  - (Wifi)ルーター機能

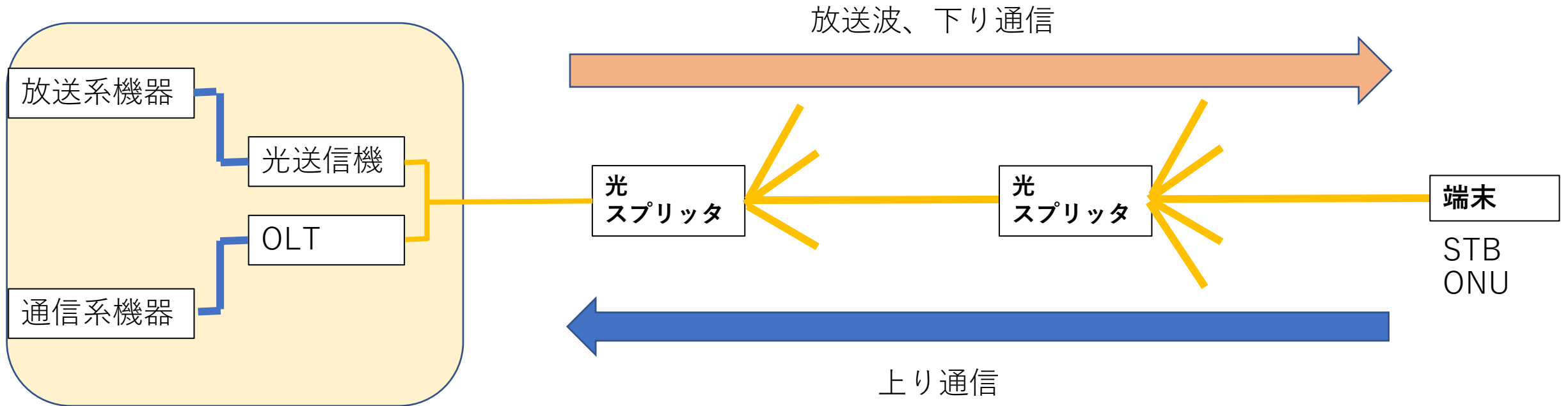


# FTTHネットワーク

- PON (Passive Optical Network)
  - IEEE系規格：Ethernetフレームを伝送
    - GE-PON
    - 10G-EPON
  - ITU-T系規格：GTC (G-PON transmission convergence) フレームを伝送
    - G-PON
    - XG-PON
    - XGS-PON
    - NG-PON2



# FTTHネットワーク



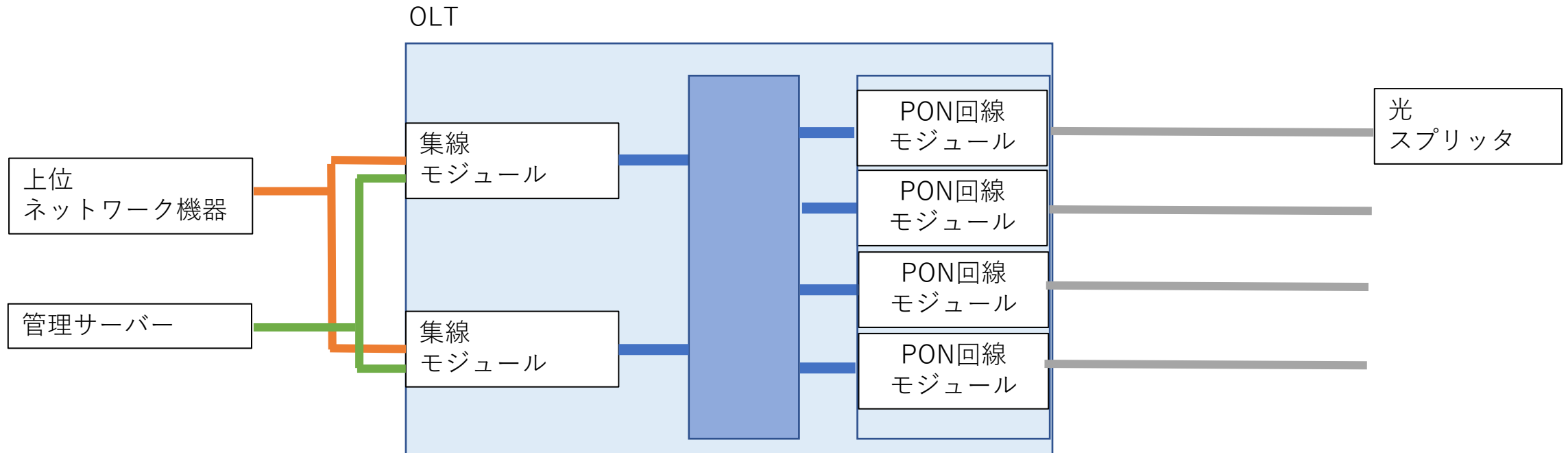


# FTTHネットワーク

- 主要ベンダーのOLT(GE-PON、G-PON等)は、L3/L2機能の実装有無がある。
- L3/L2機能あり
  - 上流機器との接続を1本、または複数で繋ぐ。
  - Static、GW冗長プロトコル、ルーティングプロトコルなどで接続。
- L3/L2機能なし
  - OLTのWAN側を収容するL3/L2SWを別途構成する必要あり。



# FTTHネットワーク

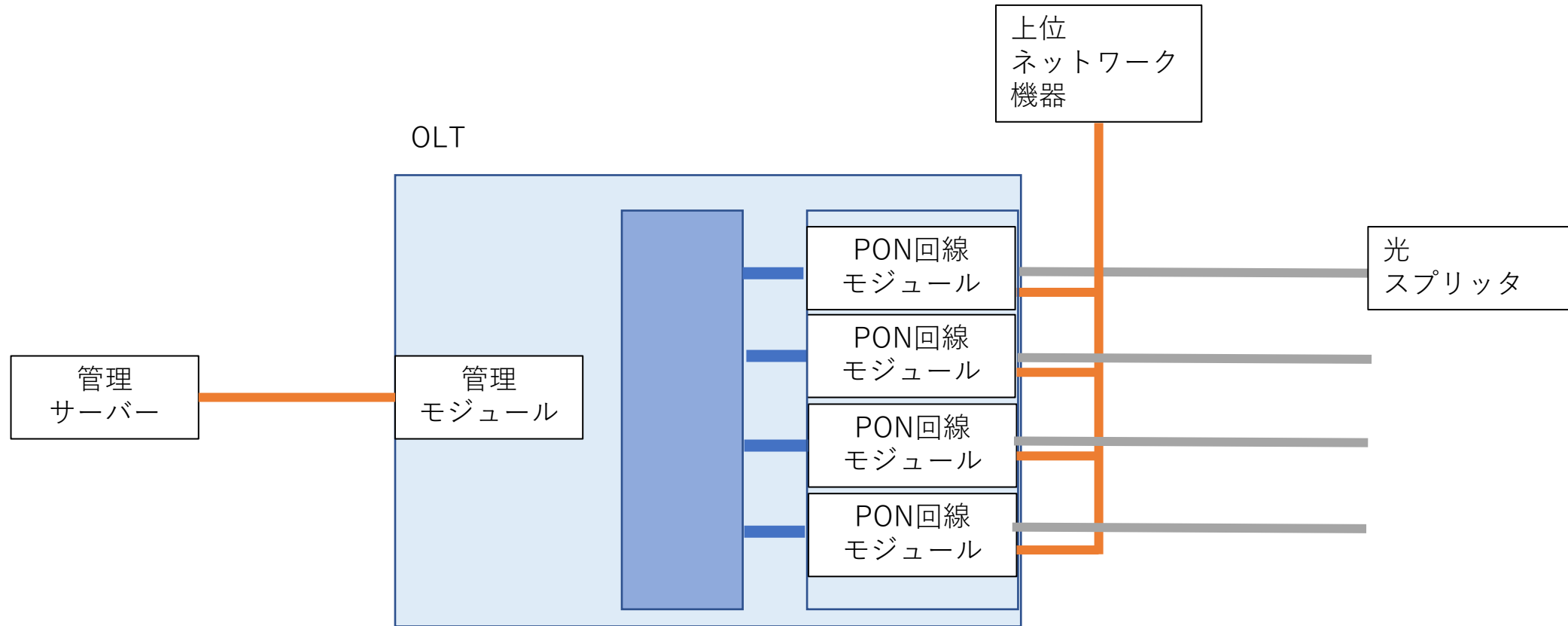


PON回線モジュールに集線モジュールが分離実装





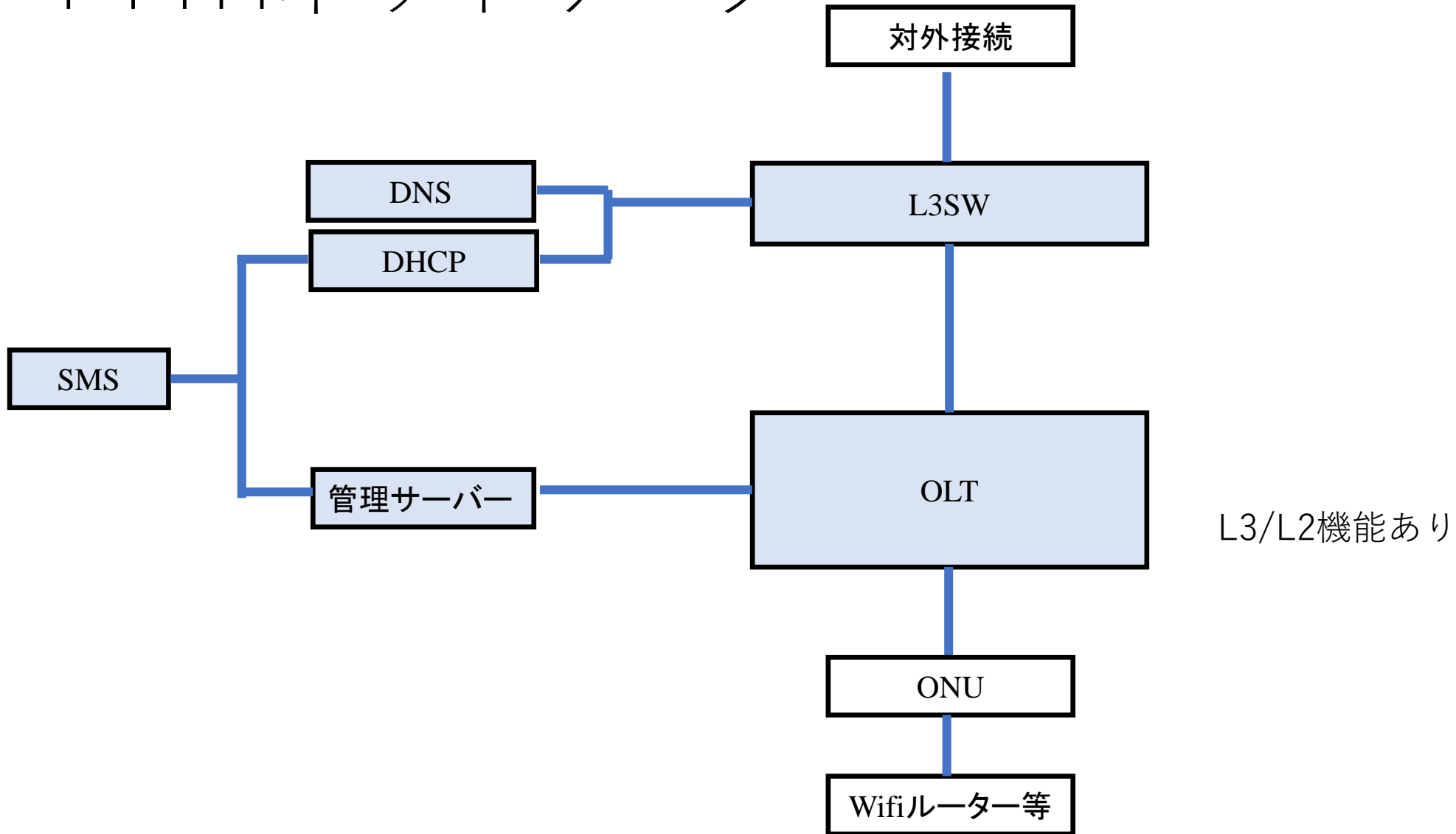
# FTTHネットワーク



PON回線モジュール毎にPON-IFとWAN-IF実装

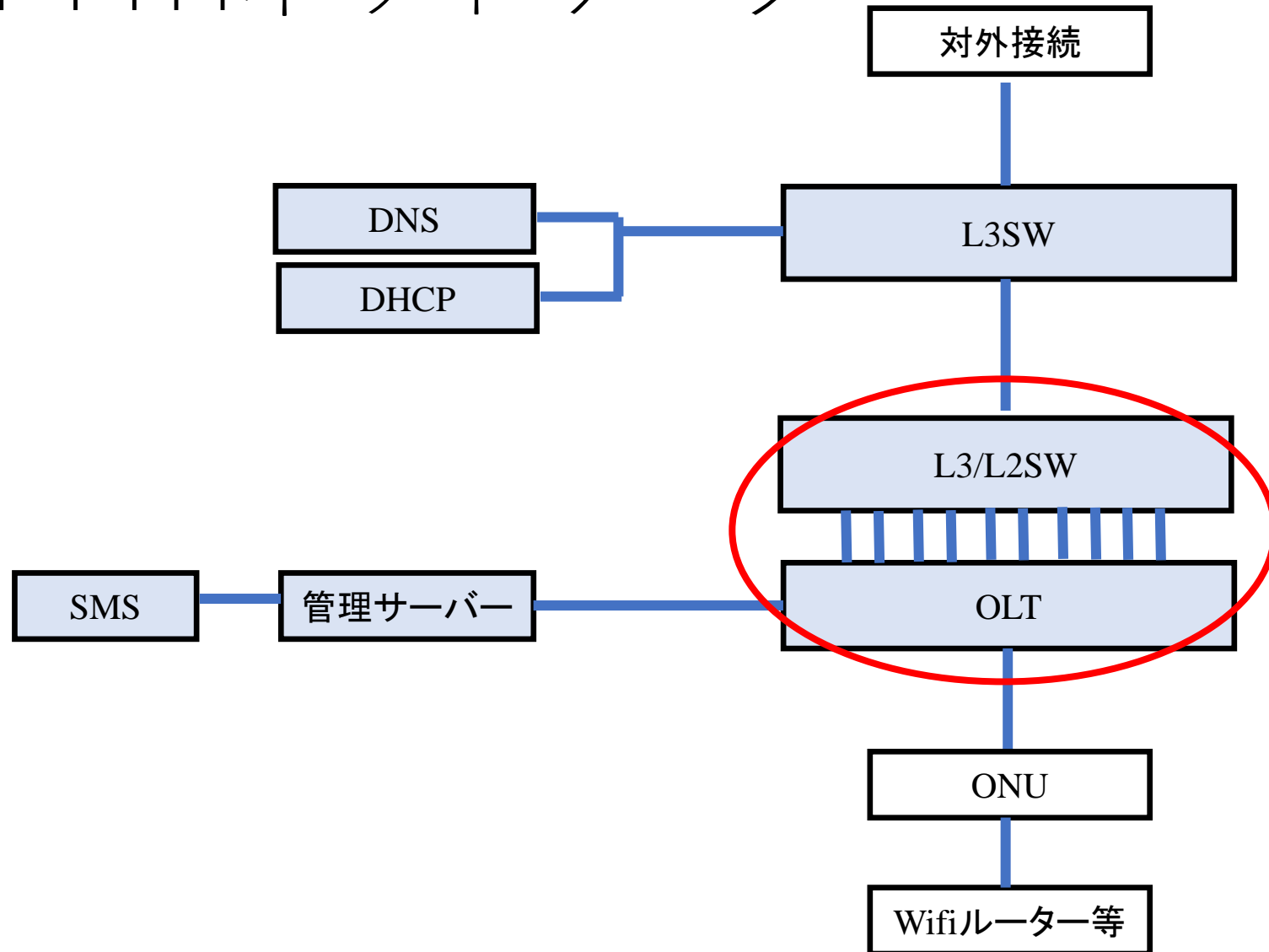


# FTTHネットワーク





# FTTHネットワーク



※L3/L2機能なし  
各ラインカードのWANを収容するSWが必要

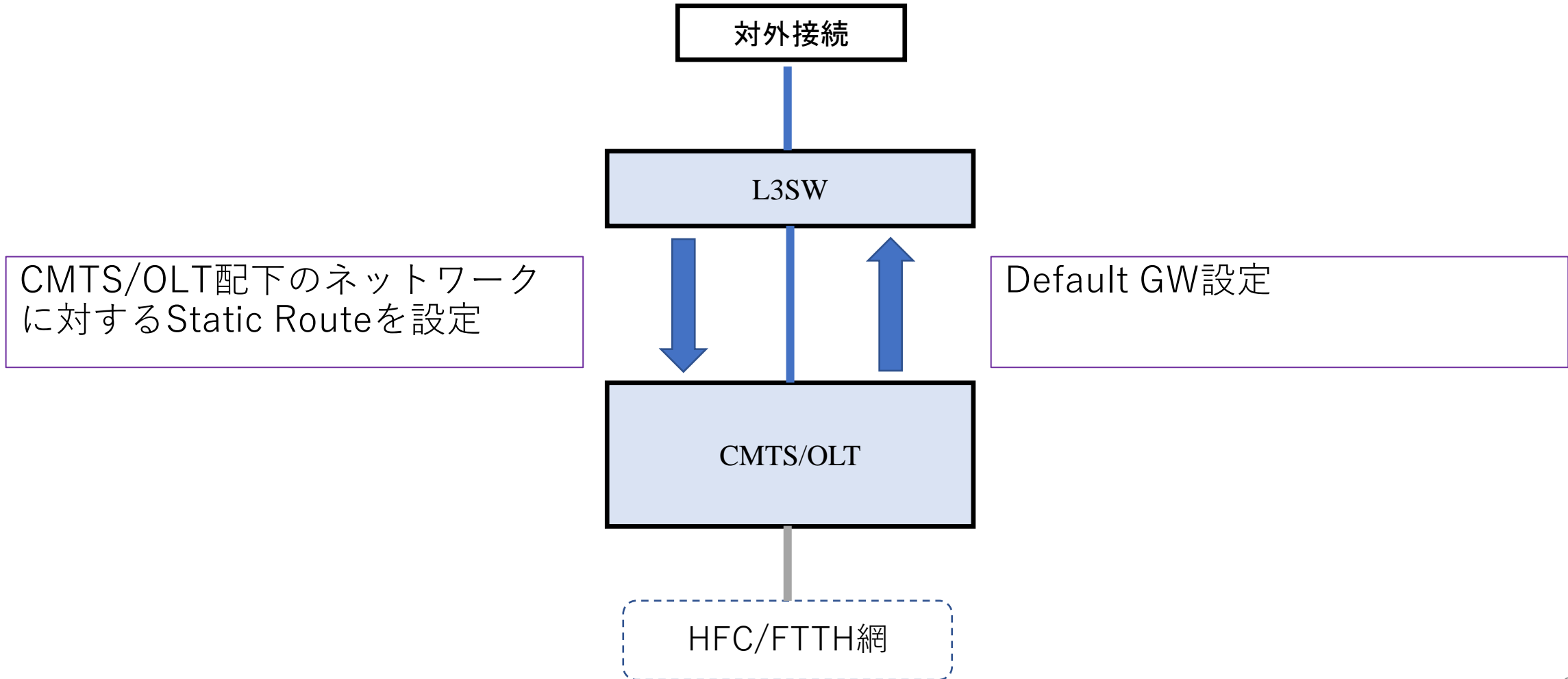


# ネットワーク構成

- サービス稼働率、耐障害性の向上
  - GW冗長
  - 筐体内冗長
  - 筐体冗長
  - 経路冗長

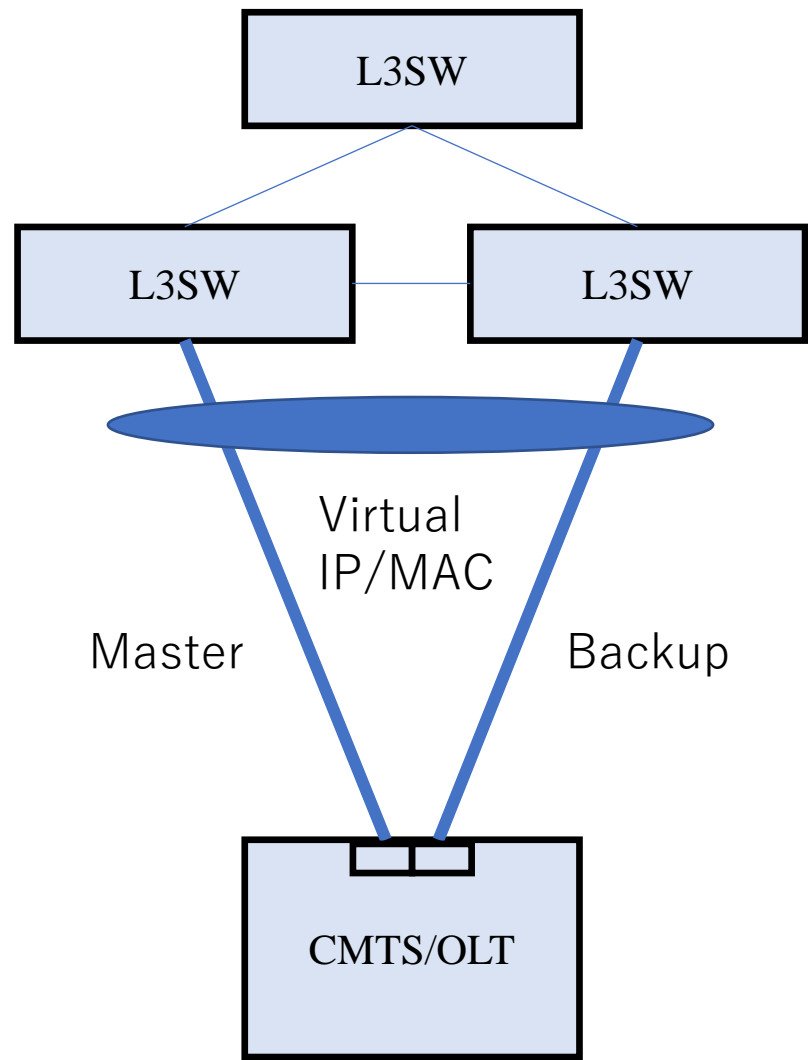


# ネットワーク構成





# ネットワーク構成



## • GW冗長

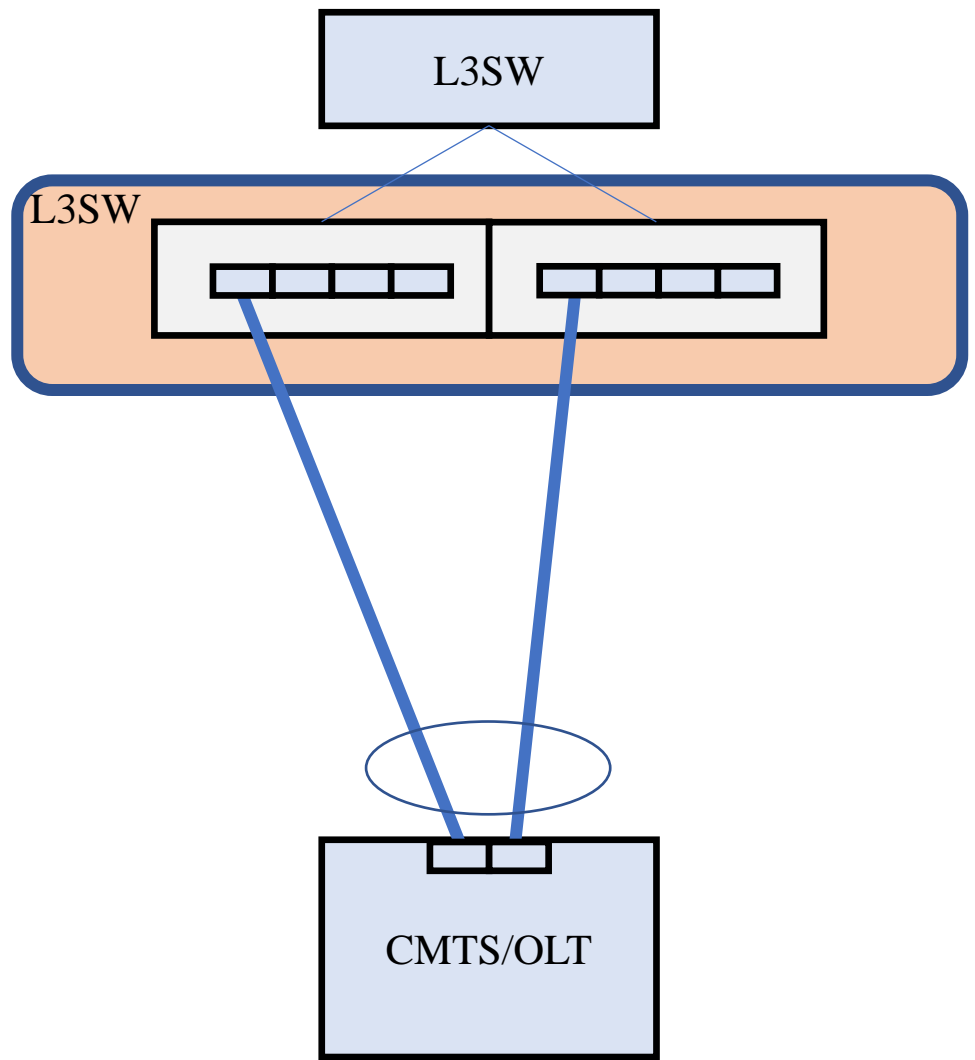
- VRRP( Virtual Router Redundancy Protocol )
- HSRP(Hot Standby Router Protocol)
- GLBP ( Gateway Load Balancing Protocol )
- ESRP(Extreme Standby Router protocol)
- 他？

# VRRPとHSRPの違い

- 基本的な動作はVRRPと同様だが異なる点は、
  - VRRPは「マスタールータ」と「バックアップルータ」といい、HSRPはそれぞれ「アクティブルータ」と「スタンバイルータ」という
  - 仮想IPアドレスとして物理IPアドレスを設定することができない
  - スタンバイルータであっても、「HSRP Hello (VRRPでいうVRRP Advertisement)」を送信
  - VRRPの仮想MACアドレスは「00:00:5e:00:01:(VRRPグループ値)」だったが、HSRPの場合の仮想MACアドレスは「00:00:0c:07:ac:(HSRPグループ値)」



# ネットワーク構成

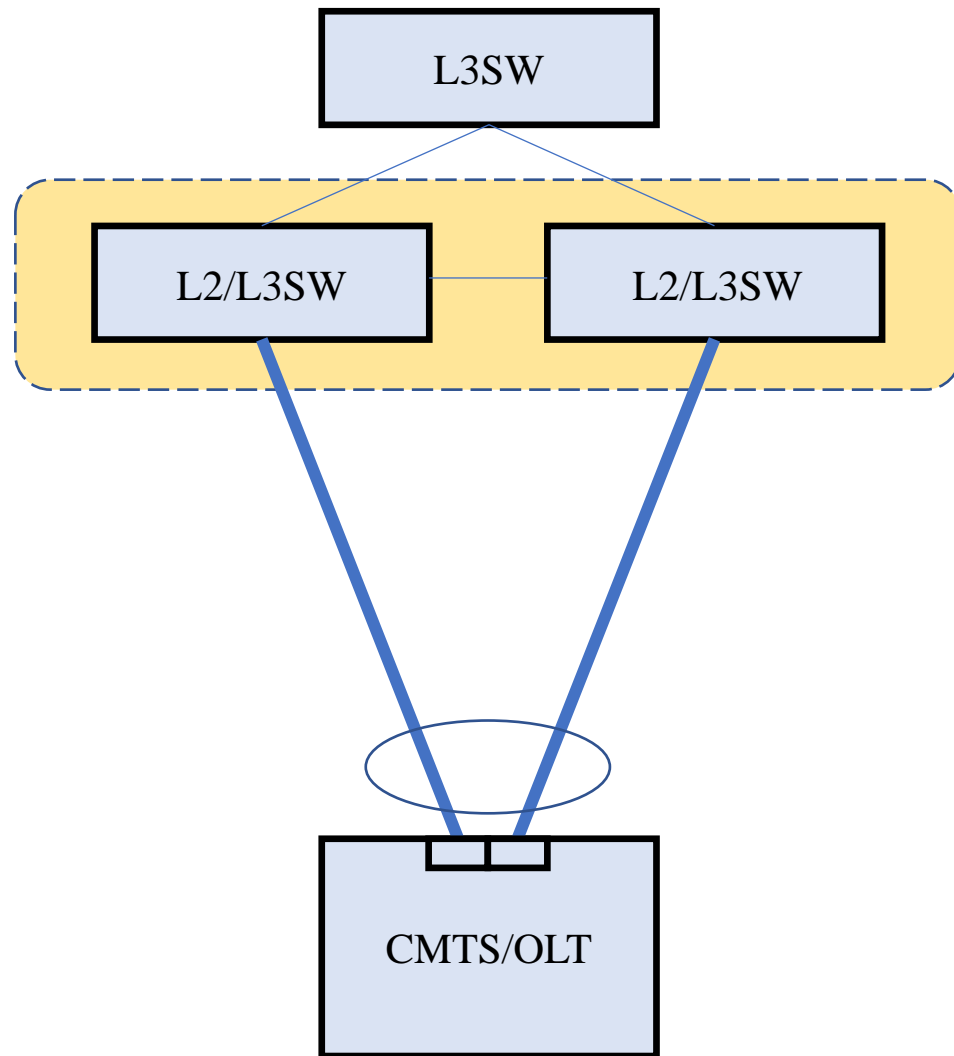


- 筐体内冗長
  - 装置内の同一、または異なるモジュールので複数IFで接続
  - Link-Aggregation（呼び方は様々。ポートチャンネル、チーミング、ボンディング等々）
  - IF故障、SFP故障、ケーブル断線対策
  - ACT/ACT構成で平常時帯域分散可能
  - CMTS側はLAG設定





# ネットワーク構成

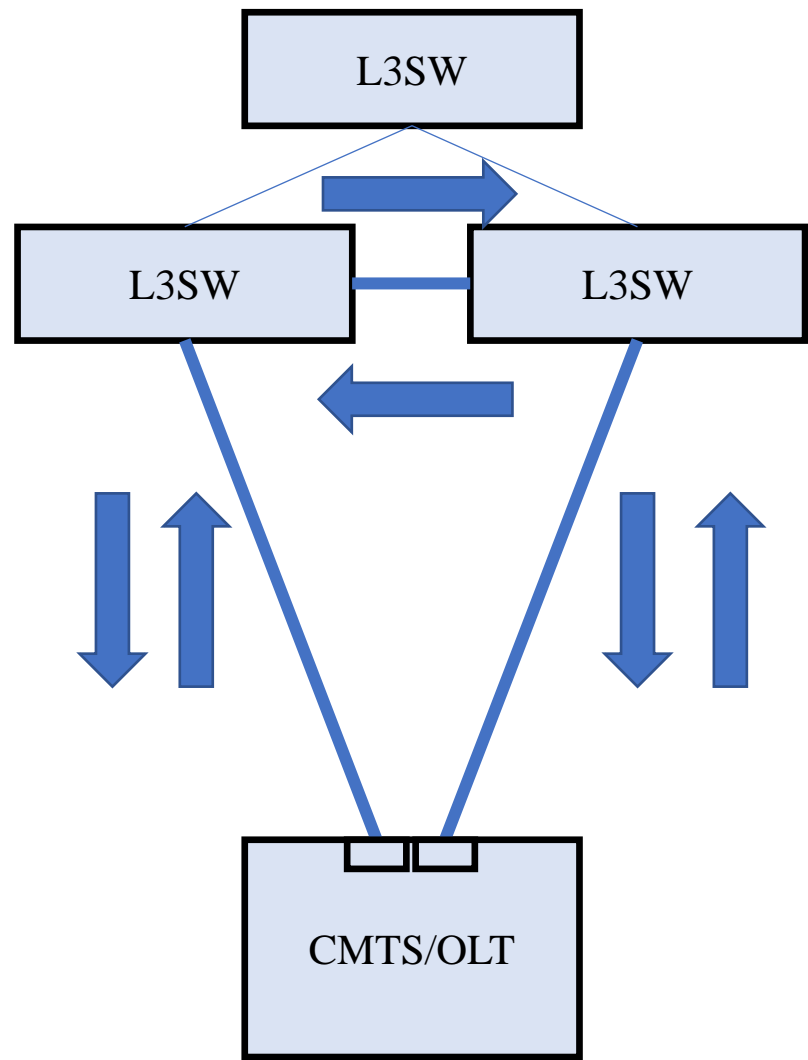


- 筐体冗長構成

- MLAG
- Stack、VSS、バーチャルシャーシ
- 1台故障時でも運用継続
- ACT/ACT
- CMTS側はLAG設定



# ネットワーク構成



- ルーティングプロトコルで経路冗長
  - RIP (Routing Information Protocol)
  - OSPF (Open Shortest Path First)
  - ISIS (Intermediate System to Intermediate System)
  - BGP( Border Gateway Protocol )

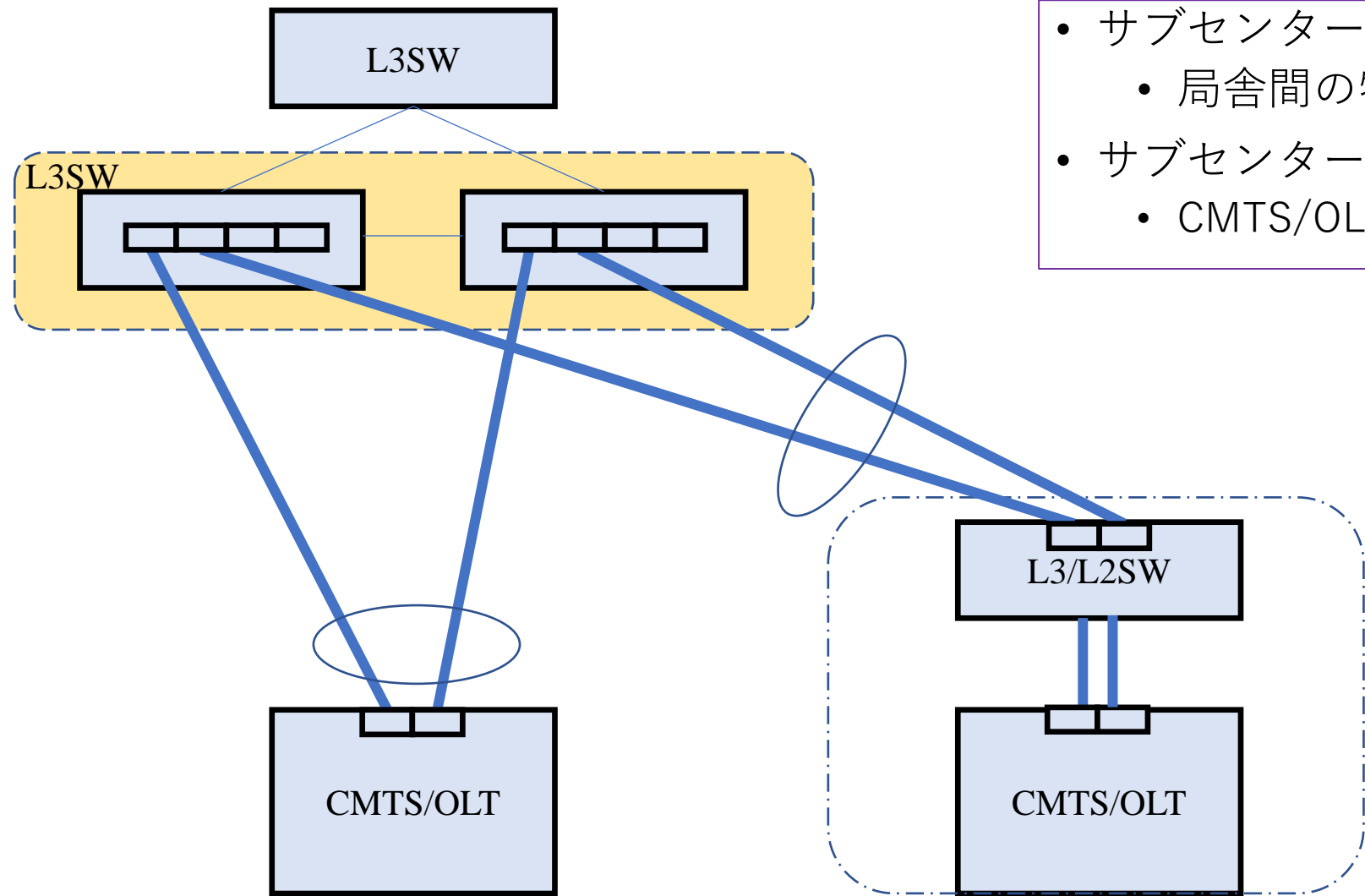


# ネットワーク構成

- ルーティングプロトコルで経路制御
  - RIP
    - シンプルな設定。経路収束遅め。小規模向け。
  - OSPF
    - 小規模～大規模まで適用範囲は広い。
  - ISIS
    - CATV網内環境で使うケースはほとんど無いのでは。
  - BGP
    - CATV網内環境で使うケースはほとんど無いのでは。



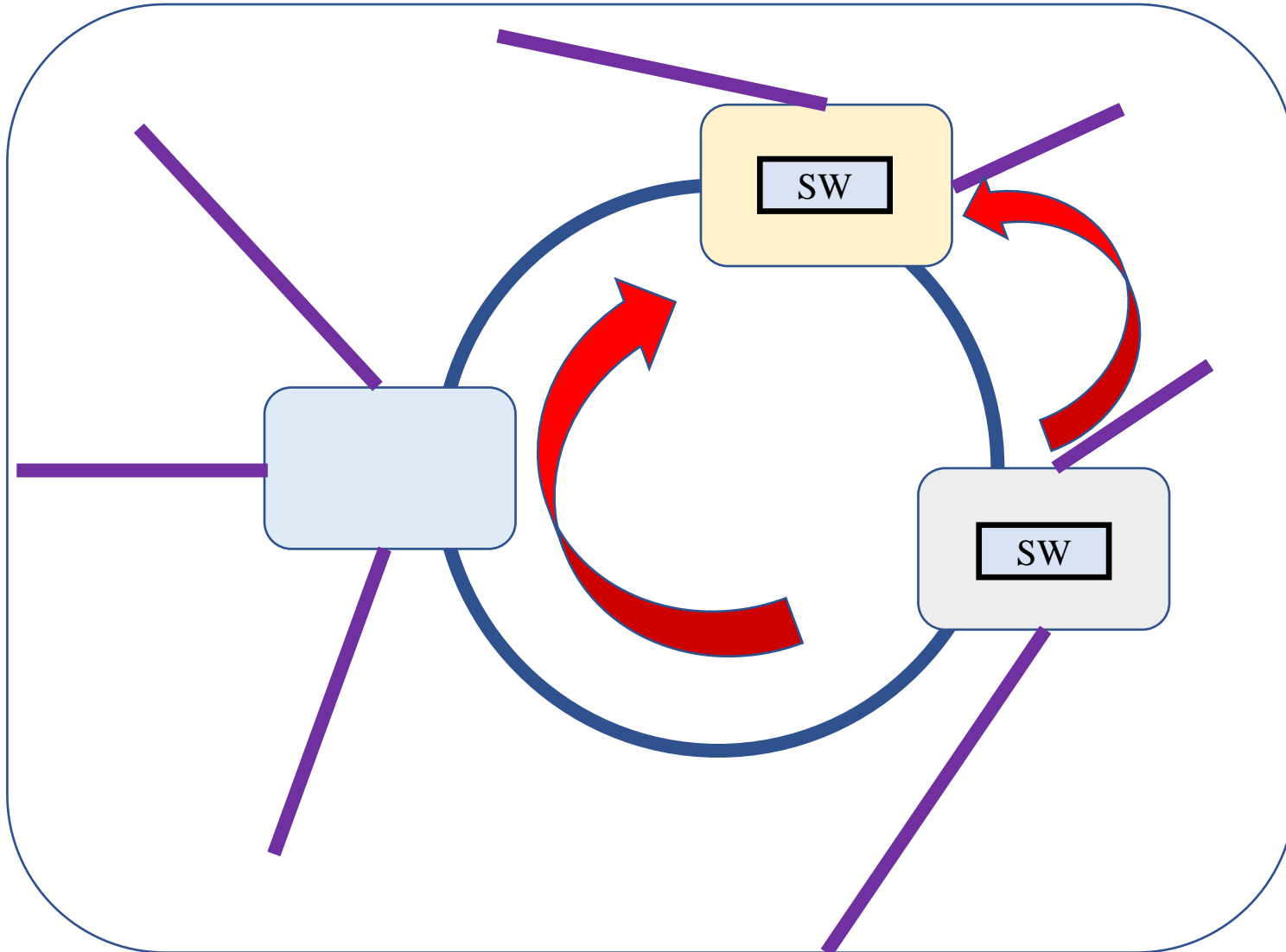
# ネットワーク構成



- サブセンターの設置
  - 局舎間の物理経路冗長
- サブセンター内で集線
  - CMTS/OLTの台数多い場合



# ネットワーク構成



- サブセンターの設置
- 局舎間の物理経路冗長



# まとめ

- CATV事業者は多種多様なサービスを提供している。
  - 放送、通信、電話、無線
- HFCやFTTH、異なる伝送インフラを構築し維持運用している。
  - DOCSIS、G-(E)PON
- 事業規模やポリシー、サービス安定提供や稼働率向上のため、様々な冗長機能や構成による設備構築を行っている。
  - GW冗長、筐体冗長、経路冗長等

