

INTERNETWEEK2019

**[S7]サービスプロバイダバックボーン設計入門
前編**

CATVにおけるネットワーク設計



目次

1. 自己紹介、会社紹介
2. 通信事業変遷
3. CATVネットワークの考え方
4. HFC/FTTHネットワーク
5. ネットワーク構成
6. まとめ



1. 自己紹介／会社紹介

■ 鵜野 直樹（うの なおき）

- 最近の活動：JANOG45札幌 PC-Chair

■ 株式会社帯広シティーケーブル

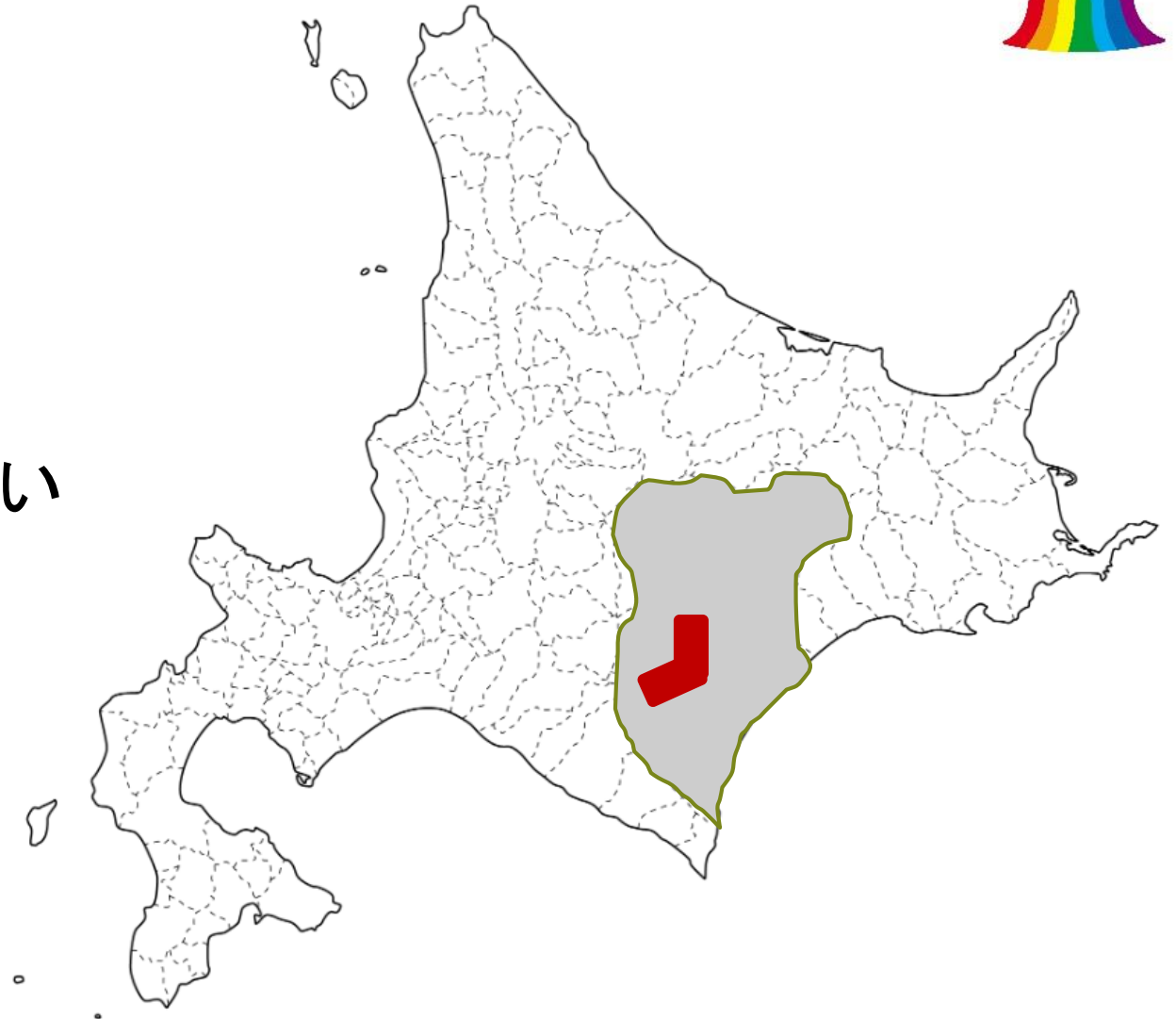
- 北海道帯広市のケーブルテレビ事業者
- 1985年開局
- 1999年インターネット事業開始
- 2003年FTTH通信サービス開始
- 2005年FTTH放送・通信サービス開始
- 2012年固定電話サービス開始
- 2018年地域BWAサービス開始



帯広？

北海道十勝地方の中心都市
(人口16.6万、世帯8.8万)

年間、日中夜間の寒暖差が激しい
5月38度超え、冬は-20度超え



2. 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、350MHz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（同軸編）

※図は当日投影のみ

- ノード分割時のアンプ構成図(当時)
- 分割前20段以上の多段幹線
- 末端アンプのSNR(signal-noise ratio)はかなり悪かった。

通信事業変遷（同軸編） --周波数マッピング（当時）--

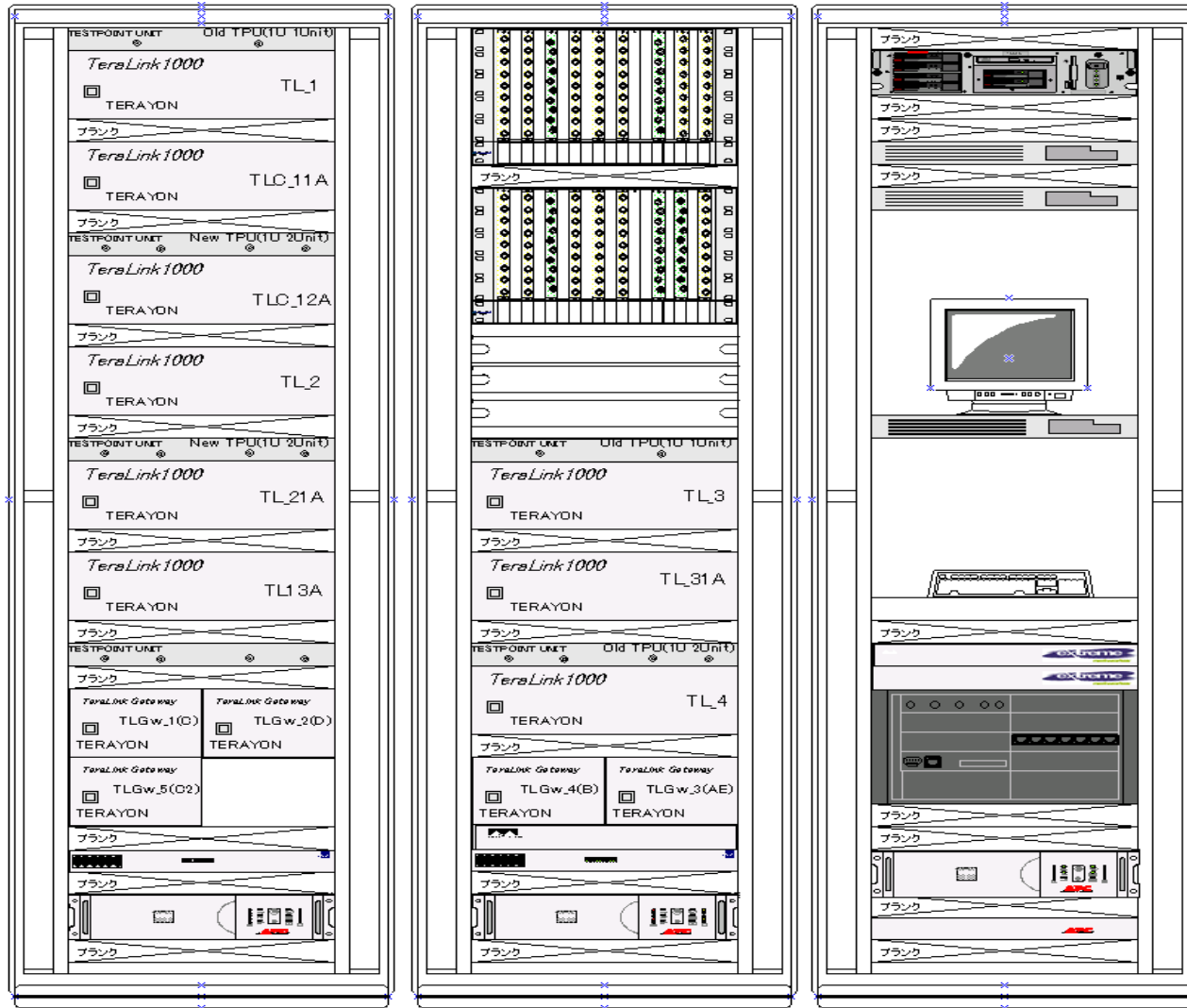


※図は当日投影のみ

- CMTS用周波数の確保が困難
- 地デジパススルーが不可能
 - UHF帯域を伝送できない



通信事業変遷（同軸編）



- CMTS系ラック実装（当時）
- 昨年度全撤去



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（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



通信事業変遷（FTTH編）--周波数マッピング（現状）--



※図は当日投影のみ

3. 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（スタティック）
 - キャリアやMSO、県域ISPと接続
 - マルチキャリア（BGP接続）
 - 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。

4. HFCとFTTHネットワーク



HFCネットワーク



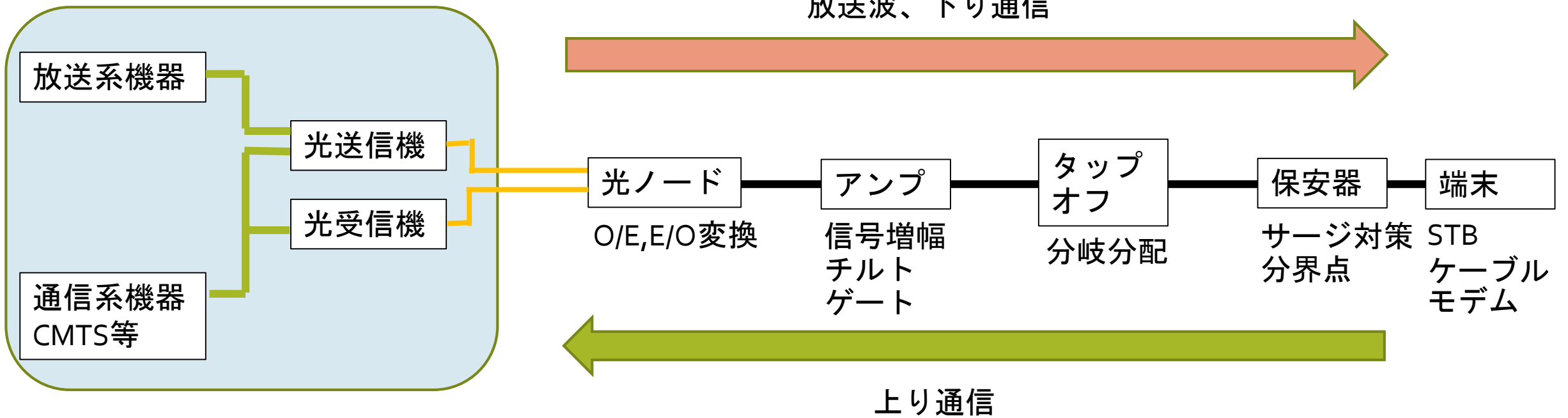


HFCネットワーク

- 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



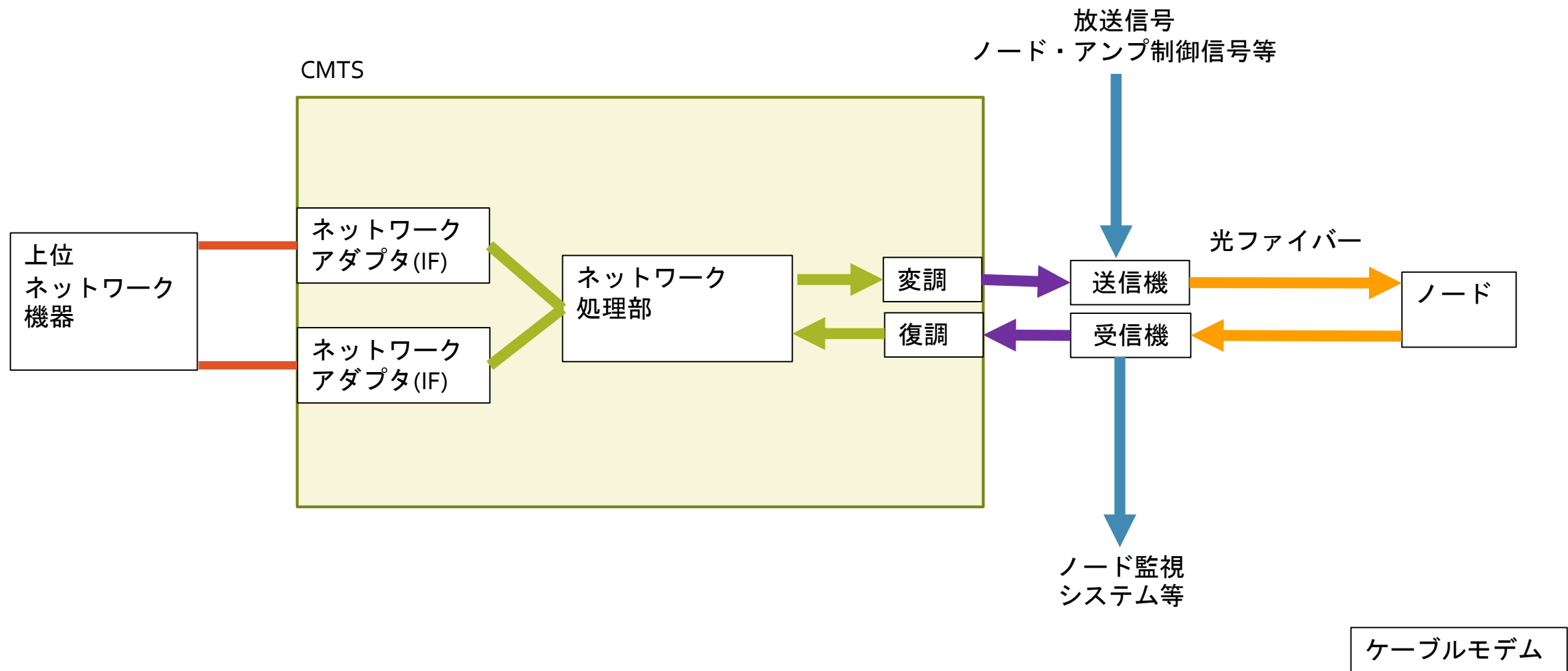


HFCネットワーク

- 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



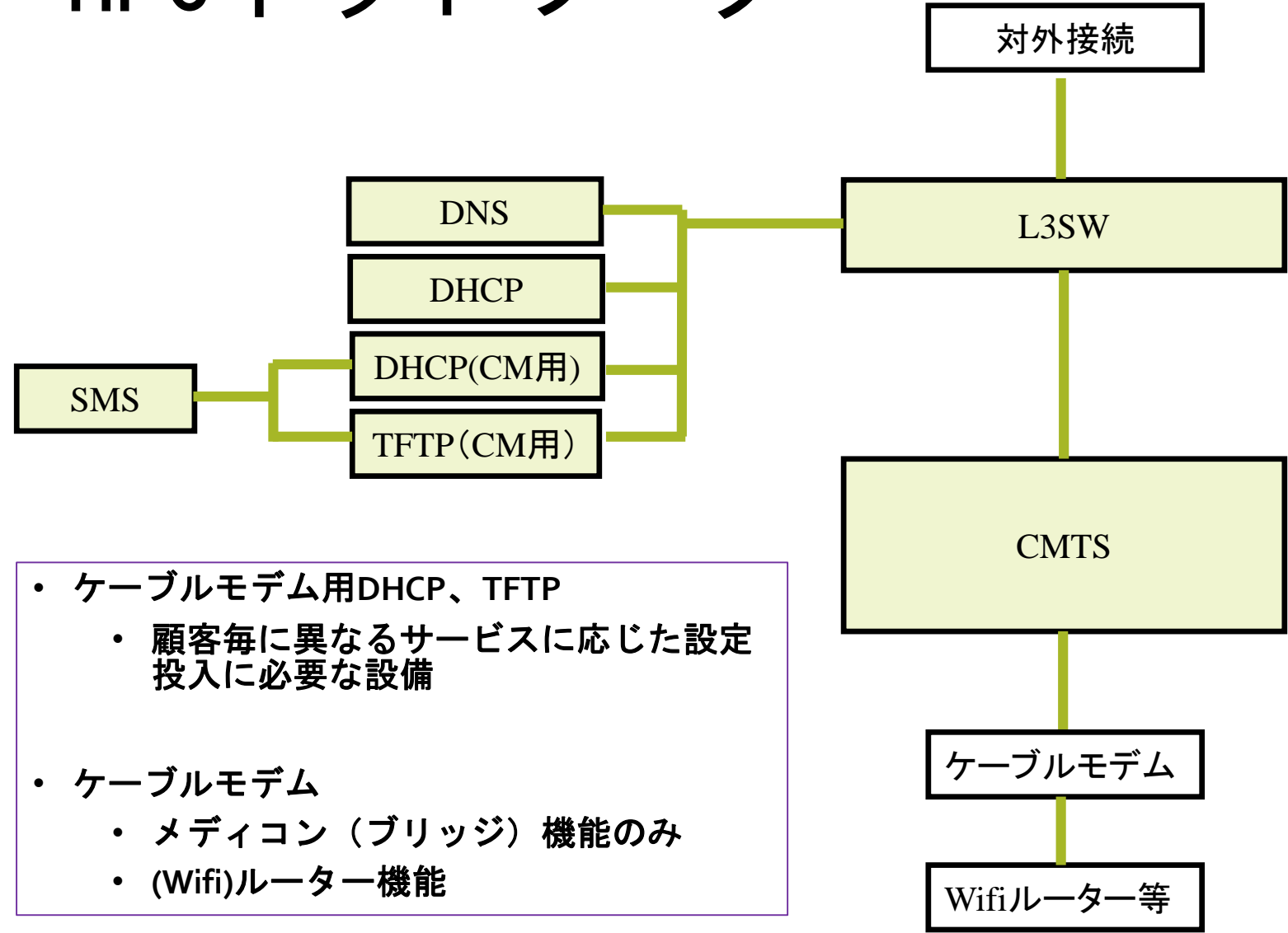


HFCネットワーク

- 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



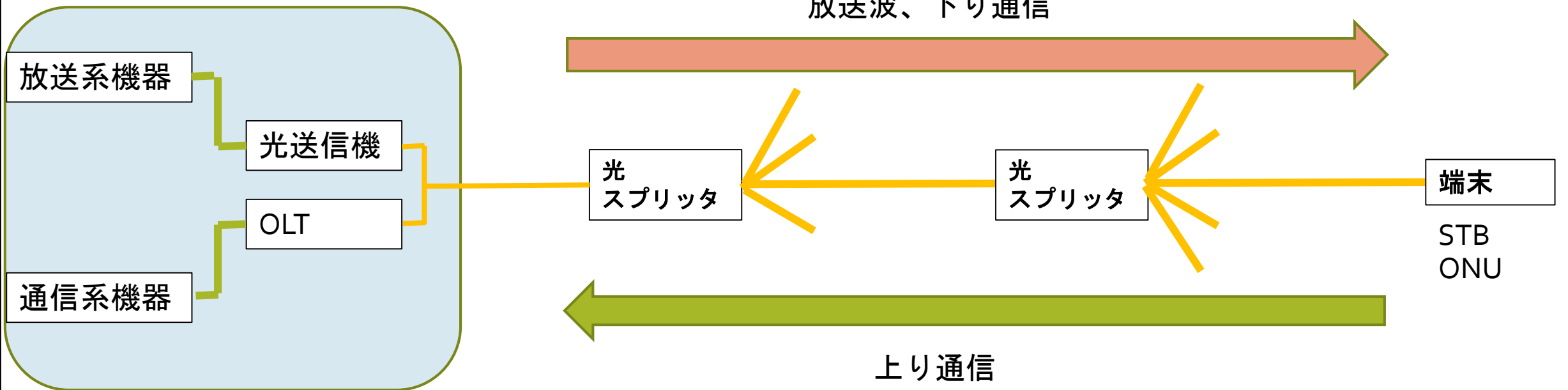


FTTHネットワーク

- 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



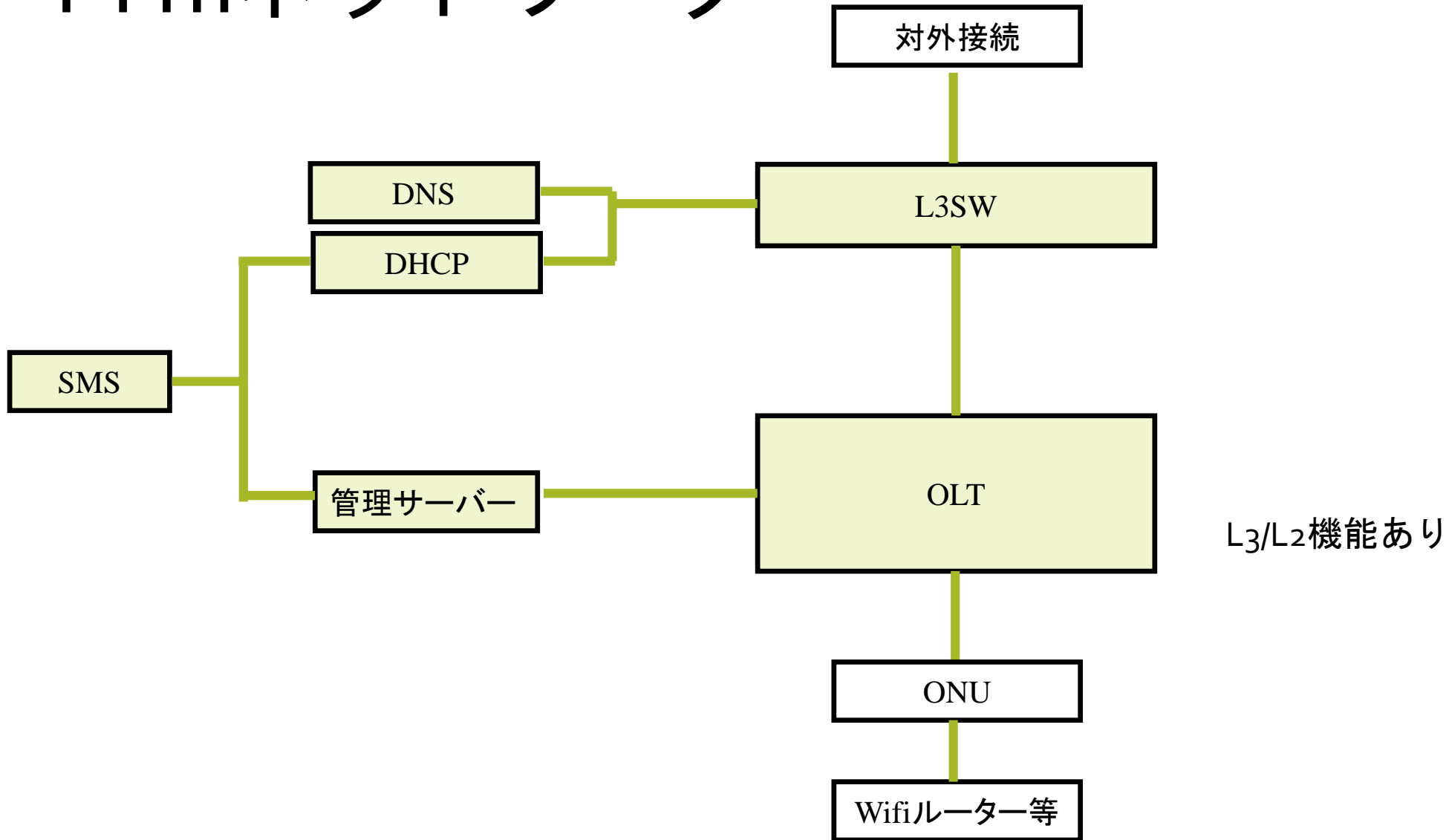


FTTHネットワーク

- 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。

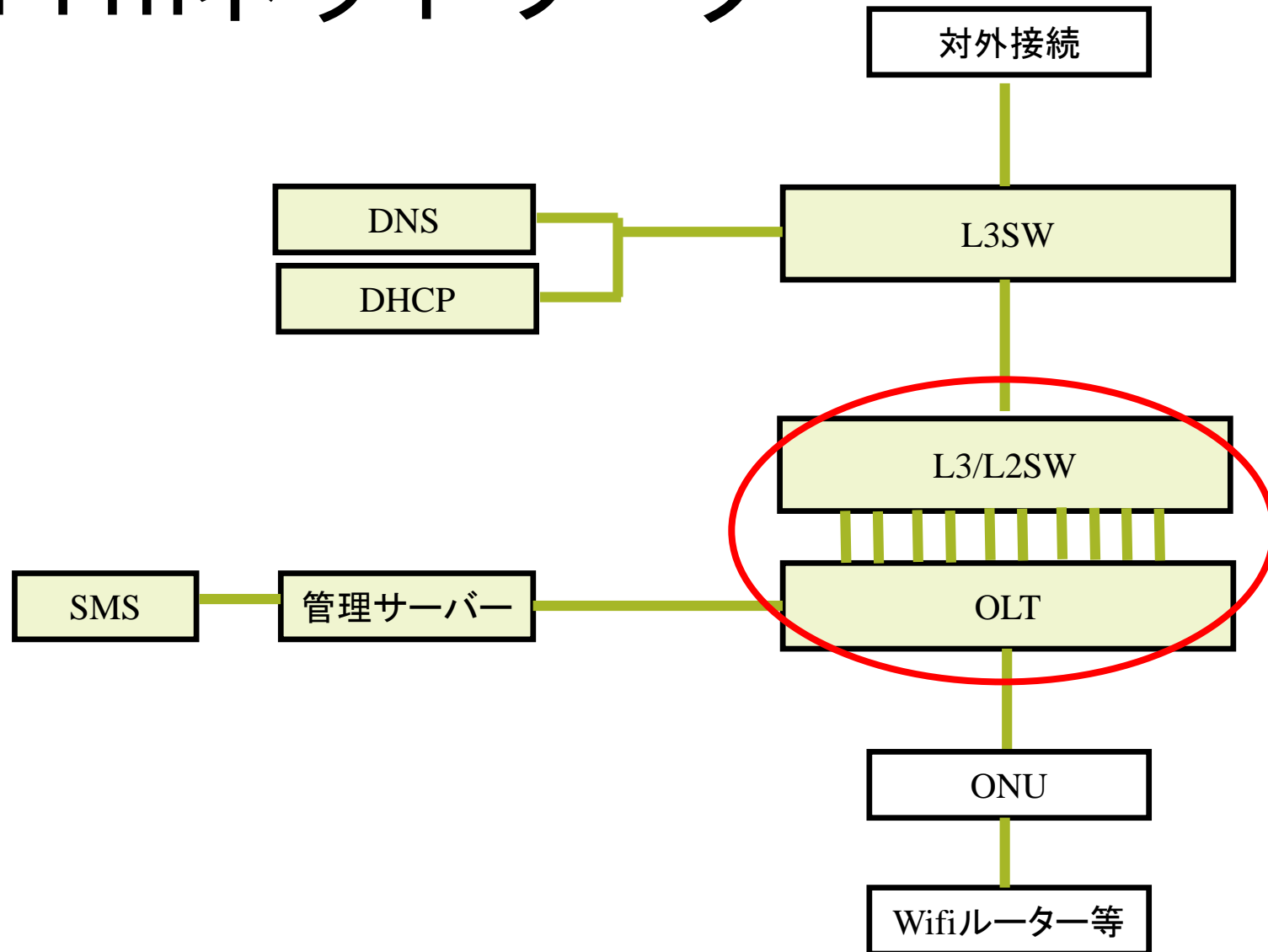


FTTHネットワーク





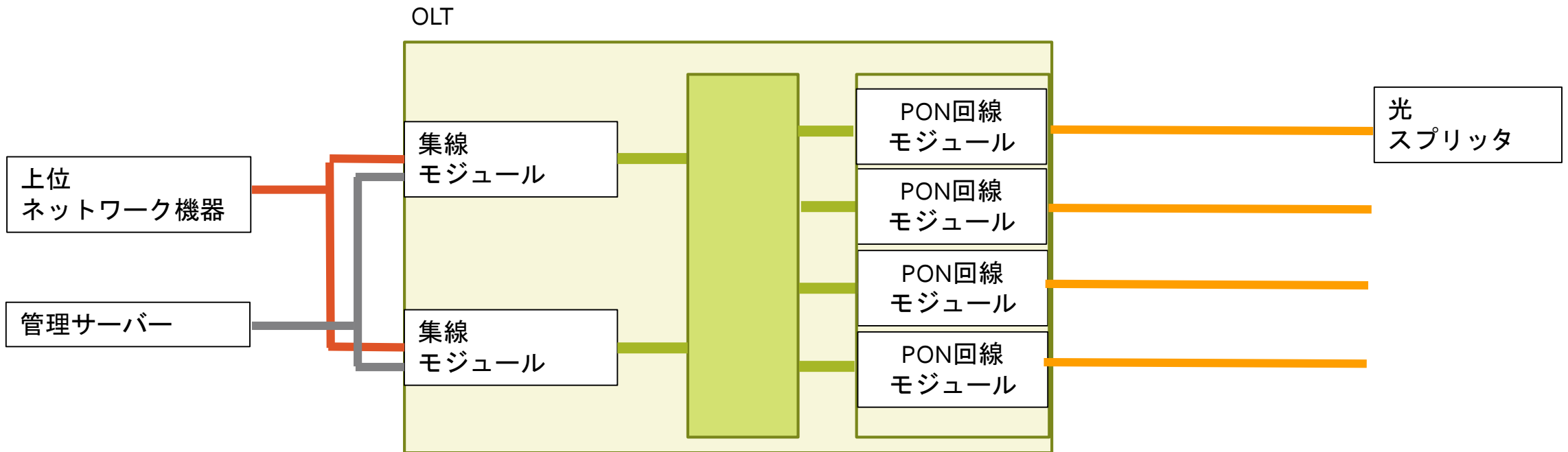
FTTHネットワーク



※L3/L2機能なし
各ラインカードのWANを収容するSWが必要



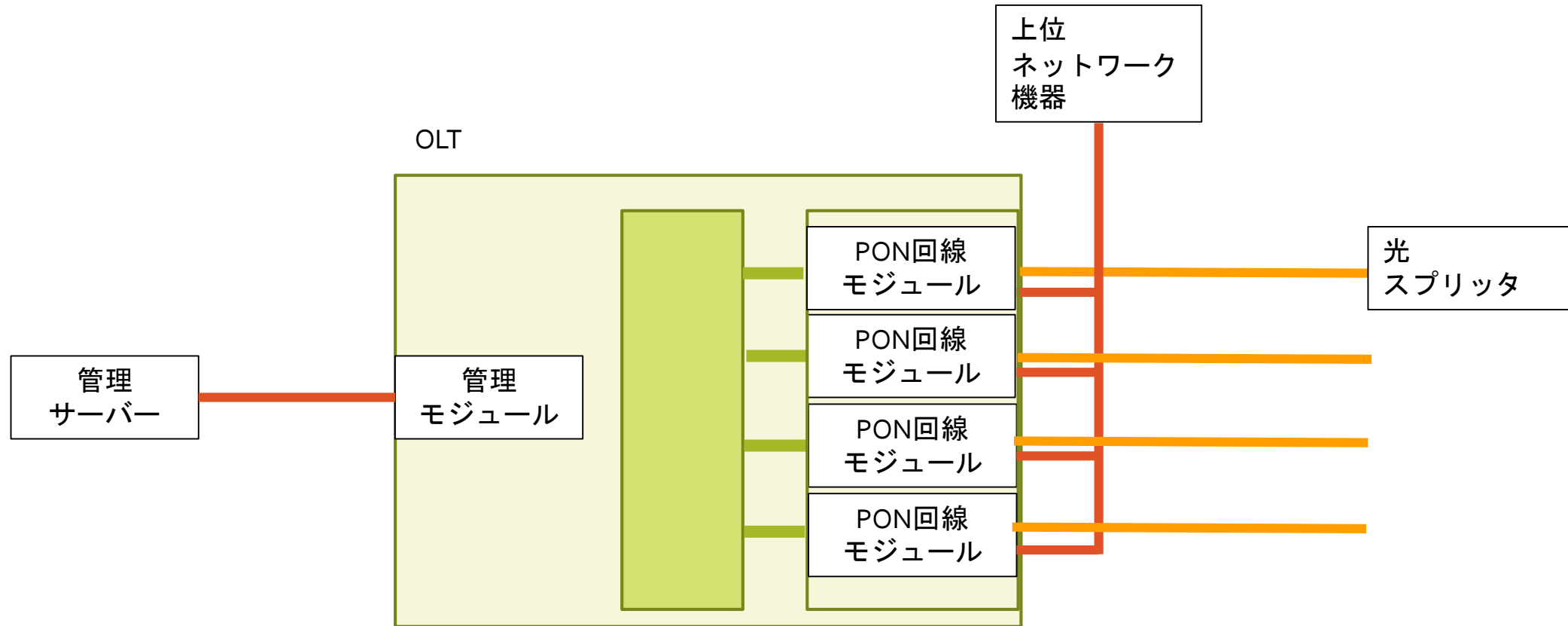
FTTHネットワーク



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



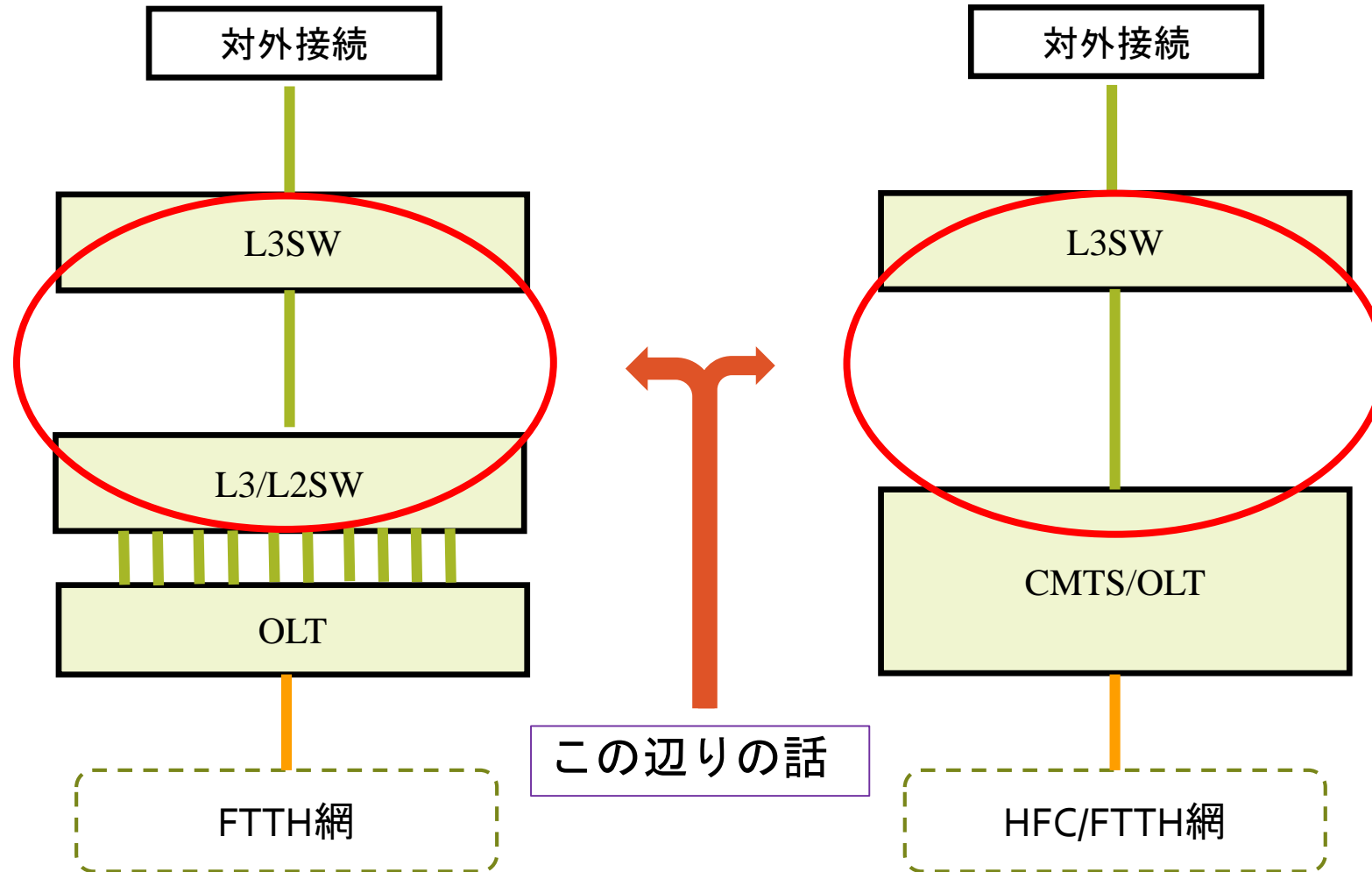
PON回線モジュール毎にPON-IFとWAN-IF実装

ネットワーク構成



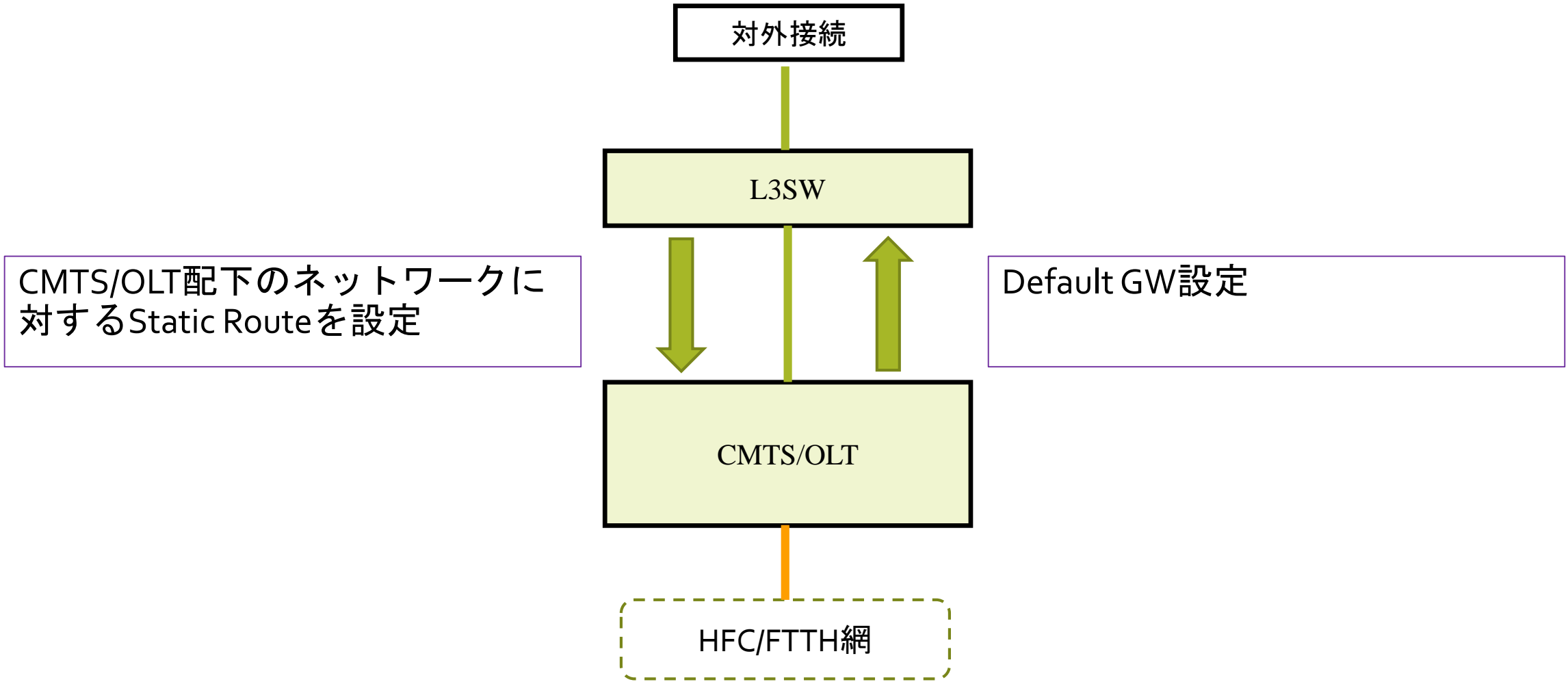


ネットワーク構成





ネットワーク構成



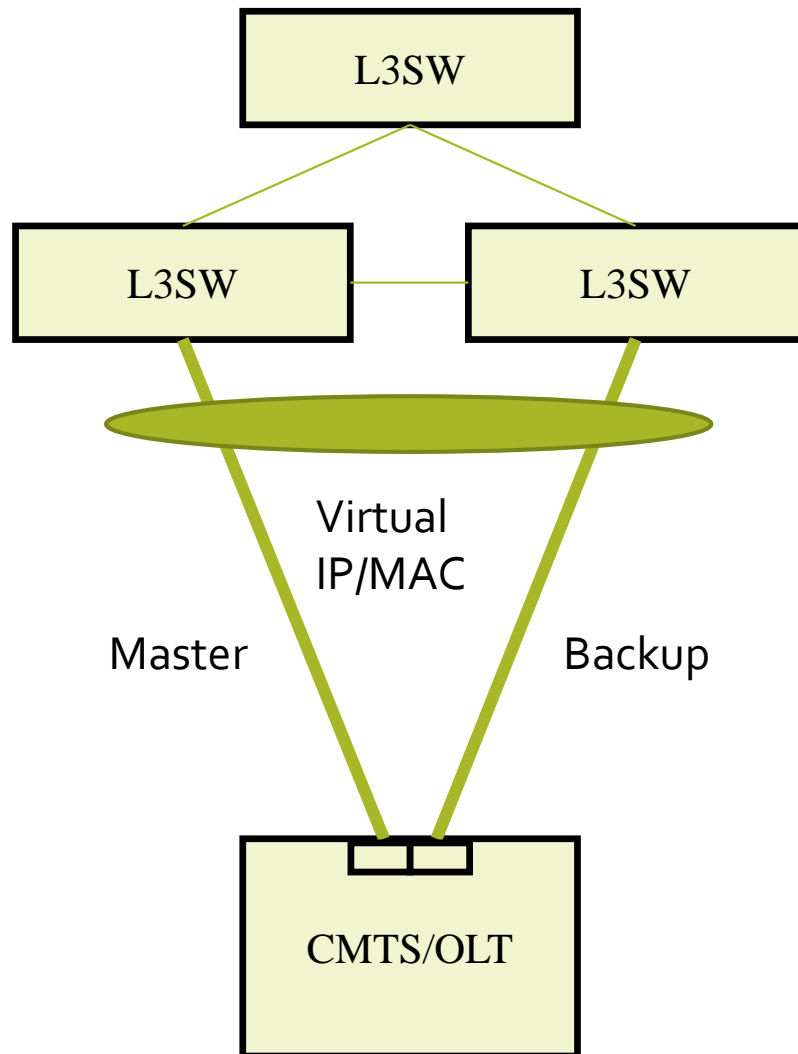


ネットワーク構成

- 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



• GW冗長

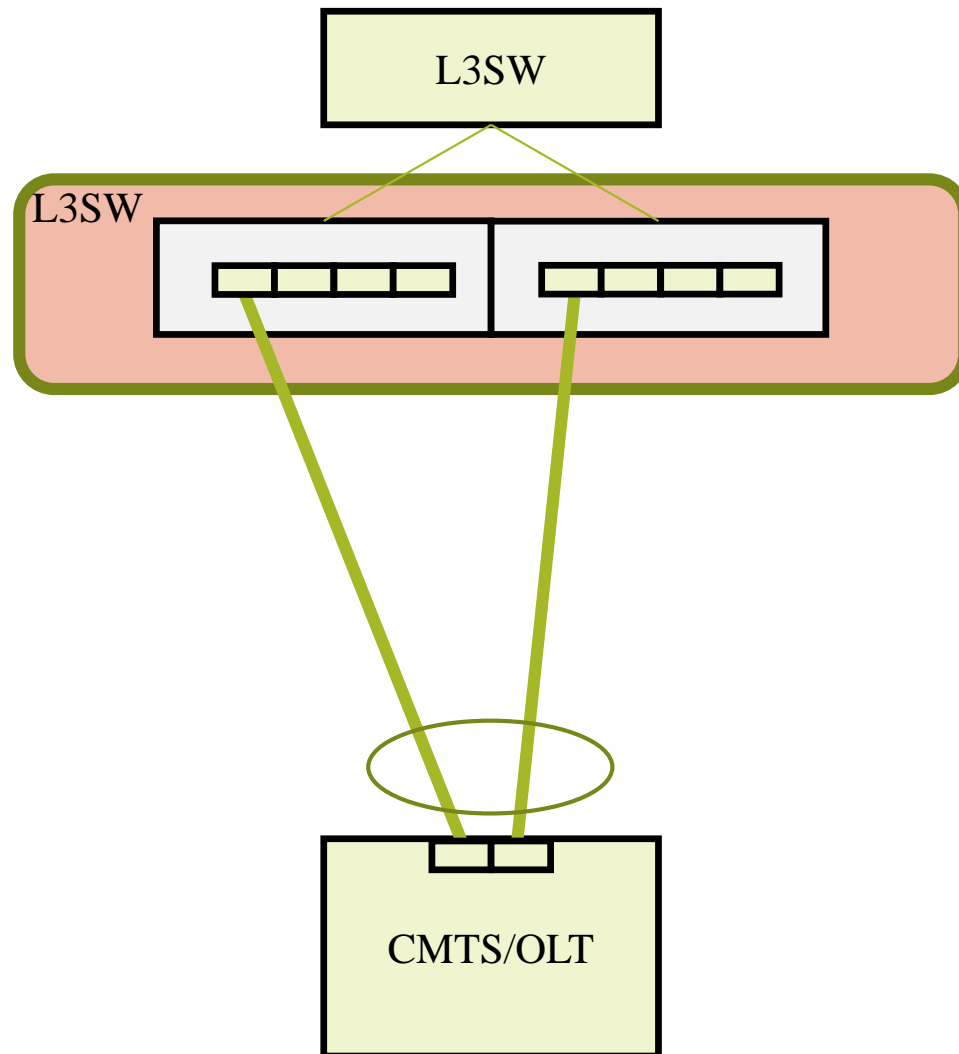
- VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol)
- HSRP(Hot Standby Router Protocol)
- GLBP (Gateway Load Balancing Protocol)
- ESRP(Extreme Standby Router protocol)
- 他？

VRRPとHSRPの違い

- 基本的な動作はVRRPと同様。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

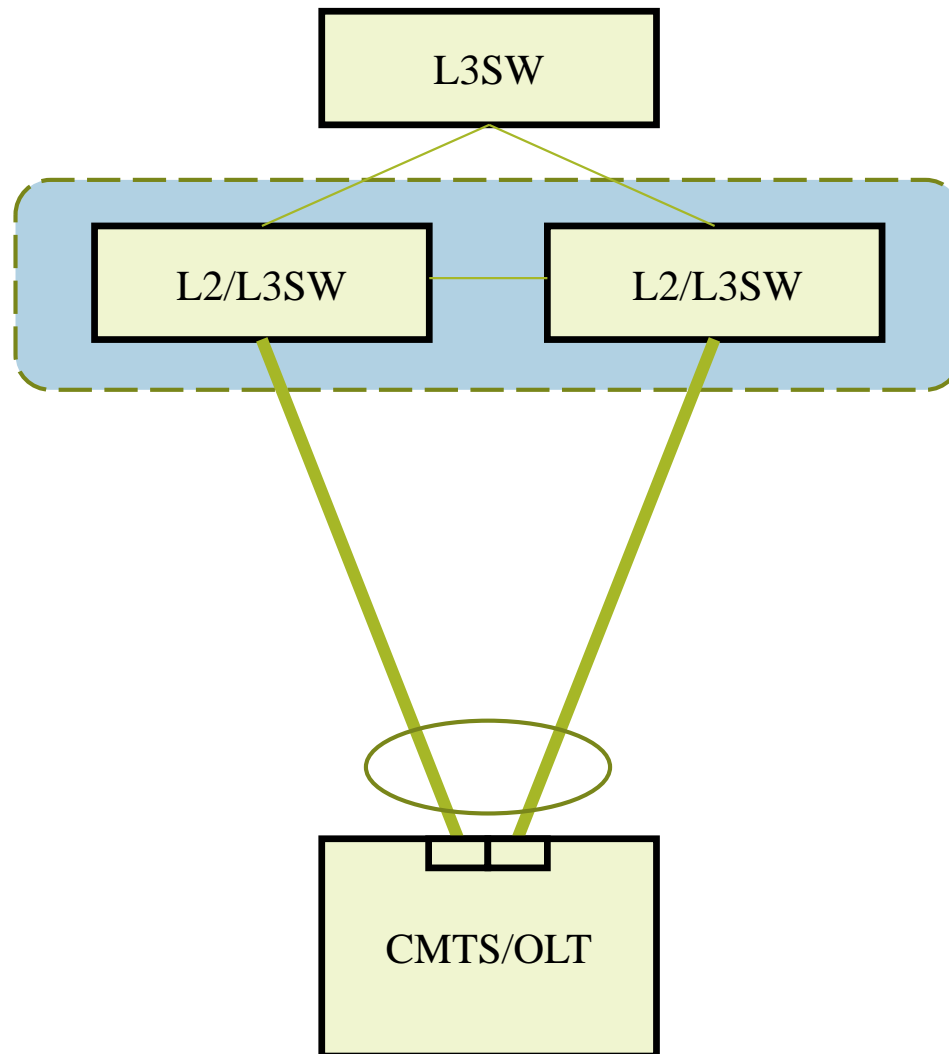


• 筐体内冗長

- 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

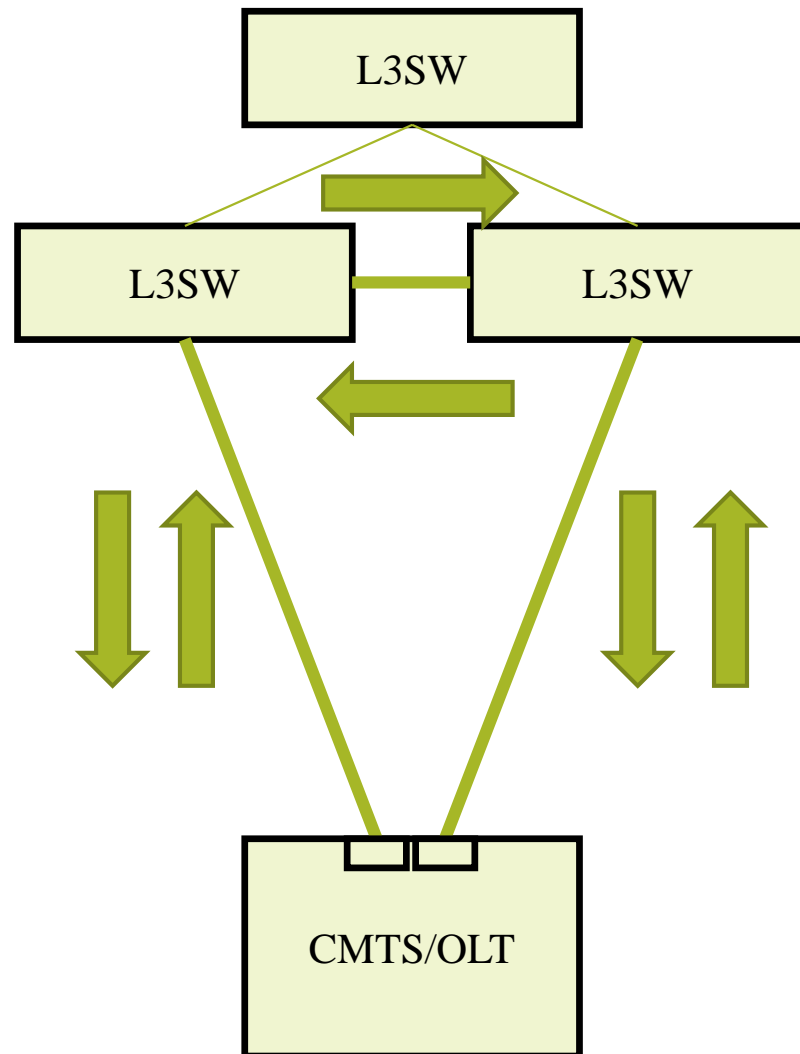


• 筐体冗長構成

- 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)



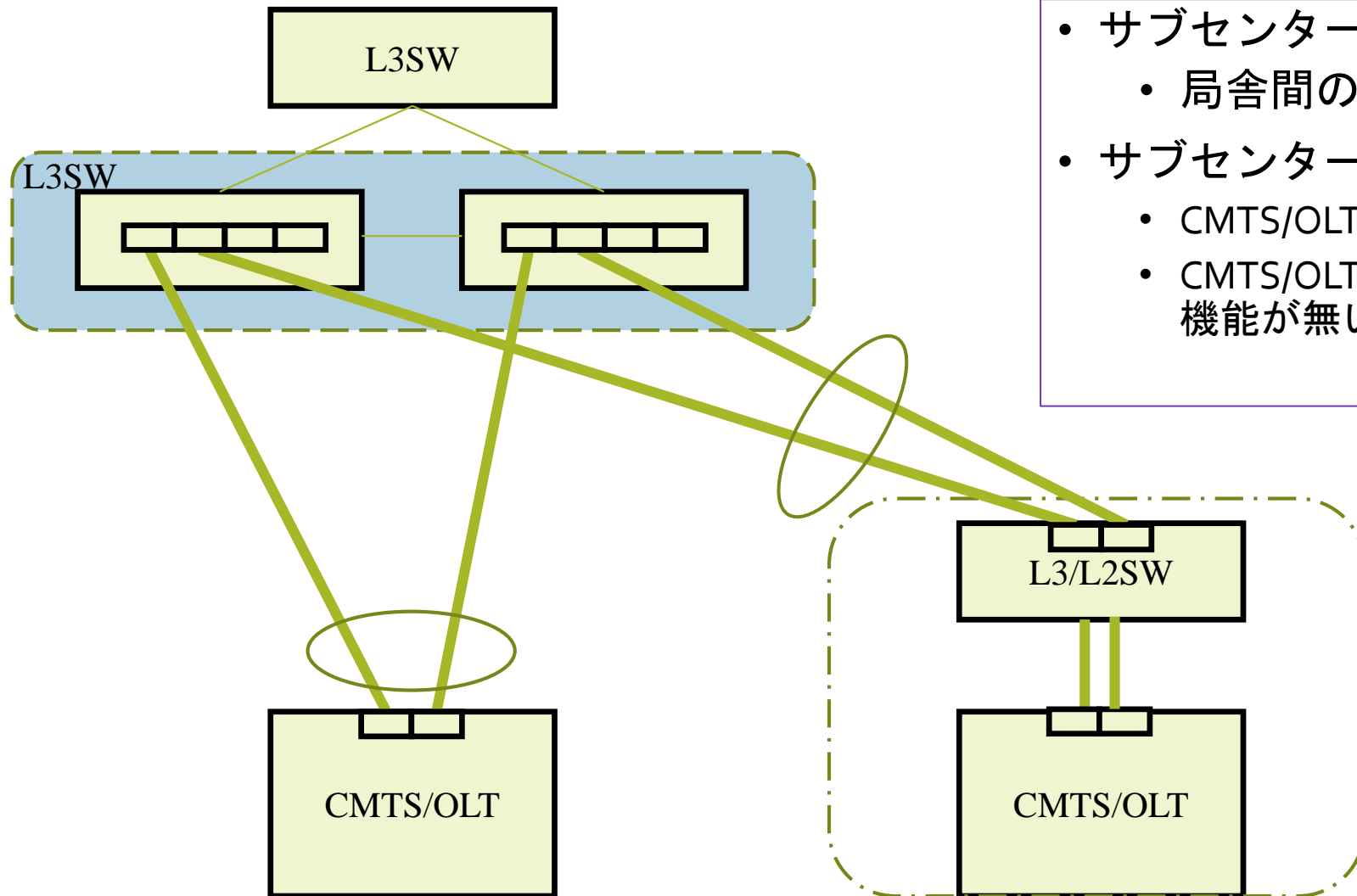
ネットワーク構成

弊社網内ネットワークでは未導入

- 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。



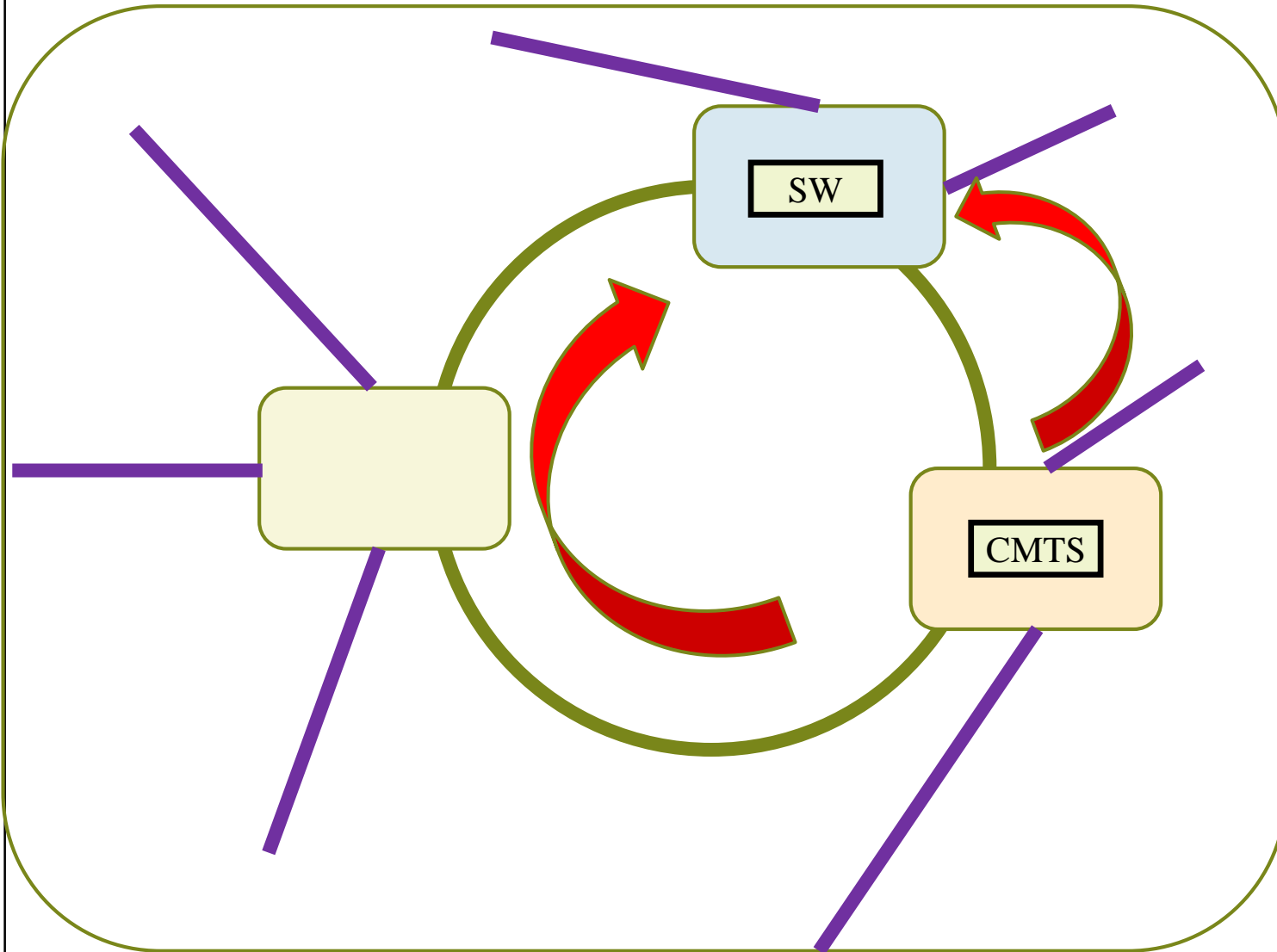
ネットワーク構成



- サブセンターの設置
 - 局舎間の経路冗長
- サブセンター内で集線
 - CMTS/OLTの台数多ければ
 - CMTS/OLTのL₃機能を使わない、機能が無い



ネットワーク構成



- サブセンターの設置
- 局舎間の経路冗長



CATVの直近課題

- 対外接続コスト問題
 - マルチホーム化、BGP接続、IX接続、キャッシュサーバーによりコスト上昇低減
- FTTH化
 - 新エリアはFTTH構築が基本。既存HFCエリアのFTTH移行問題。
- BWAや5G対応
 - FTTH化時の集合住宅問題対策？
- IPv4, IPv6 Dual Stack対応
 - まだまだ未対応局が多い
- DHCPv6-PD
 - CMやONUのMACアドレス数制限問題への対策？



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

