

事前資料

FTTH光ファイバー網におけるC-Band帯の有効活用

－ PONとXR OpticsのOverlay －

2024年7月5日



はじめに

- 現在FTTHサービスでは【安価】かつ【拡張性】に優れているPON(Passive Optical Network)技術が一般的に普及している。
- 一方で、PONは最近ギガスクール用B2B回線として活用されるケースが出てきているが、帯域シェア型ネットワーク故に【MAC学習数制限】、【遅延】、【揺らぎ】といった制限事項があり、【大規模】、【低遅延】、【低揺らぎ】が求められるような専用線サービスとして大容量メディアコンバーターの代替技術とはなりえていない。
- 近年、全世界の通信事業者、機器ベンダ、トランシーバメーカー等の42社が参加するOpen XR Optics ForumからXR OpticsというPONのようなP2MP(Point to Multi Point)接続可能な技術が出てきた。
- XR OpticsはCバンド帯を使用するが現在FTTHファイバー網では利用されていない波長な為、PONファイバーとのWDM重畳が可能と想定される。
- XR Opticsは機器スペック上【MAC学習数制限なし】、【低遅延】※従来のPONと比較して、という特徴を謳っている為、上記問題解決の手段となり、且つ既存FTTHファイバー網のCバンド帯の利活用が行えるのではと想定している。その為、実機検証し、気が付いた点、苦労した点等を発表する。
- また、この新しい通信技術を今後どう活用していくかを議論したい。
 - 自社での活用、他社での活用（C-Band帯の貸出）、他

アジェンダ

- 自己紹介（竹辻 伸浩）、（深谷 武史）
- PONの概要
- XR Opticsの概要
- 検証構成
- 検証結果（期待の成果、見つかった課題、他）
- 議論

自己紹介

自己紹介（竹辻 伸浩）

- 1973年 奈良市で生誕
- 所属：近鉄ケーブルネットワーク株式会社（KCN）

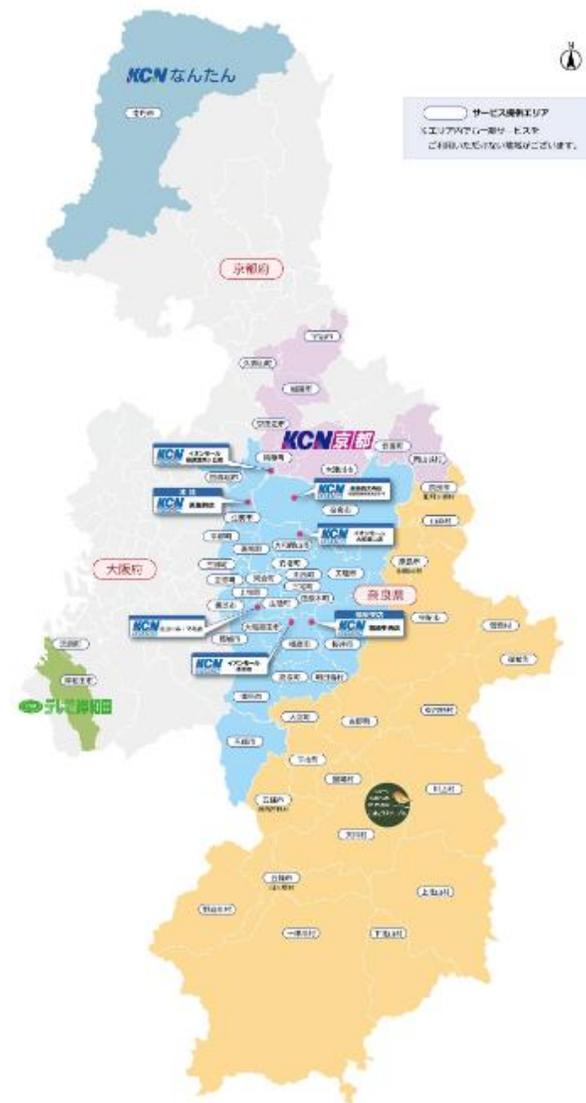
奈良県平野部においてケーブルテレビとインターネットサービスを展開している事業者です。子会社を含めた事業エリアとしては奈良県全域と京都府南部および北部の一部をカバーしています。当社と子会社のこまどりケーブルで奈良県の全市町村に、光ケーブルを中心に地域に密着したブロードバンド通信サービスを展開しています。また、暮らしに密着した様々なサービスを展開する近鉄グループの会社です。

■ 主な経歴

2003年6月	KCNに入社、ケーブルインターネット、サーバ、お客様対応について学ぶ
2007年	同軸プライマリ電話サービスの導入
2008年～2010年	DOCSIS3.0（160Mサービス）の導入
2011年～	FTTHの設計、構築、運用に従事
2020年	10Gサービス開始
2021年	KCN京都に5G/10Gサービス導入
2022年～2023年	KCNなんたんに1Gサービスとケーブルプラス電話を導入

■ 趣味

自転車（ロードバイク、シクロクロス）
近年は、イベント主催者側としての活動がメイン



自己紹介 (深谷 武史)

- 1973年 愛知県みよし市で生誕
- 所属：APRESIA Systems株式会社（旧：日立電線(株)情報システム事業本部）
- 深谷の主な経歴

～2002年7月 移動体通信事業者向け 携帯電話交換機網のHRL開発・導入
システム要件定義、開発、共通線信号方式、通信制御、等について身に着ける

2002年8月～ 旧 日立電線(株) 中部支店配属
イーサネットスイッチ、光伝送装置、Video Conference System(VCS)、他
地域イントラ、鉄道、大学 プリセールスSE業務

2005年4月～ 自動車メーカ ネットワークインテグレート会社 (NI) に出向
VCSの国内/海外接続IP化 (ネットワークとH.323 Proxy要件定義)

2008年5月～ APRESIAグループ NI 関西支店に出向
CATV、DC、鉄道、道路、大学、他

2012年4月～ SEMマネージャとして関西SE、中部SEを統括

2018年10月～ APRESIA Systemsに復帰
PON製品立ち上げ、光伝送装置高度化に従事

■ 趣味

荒川堤防沿いのお散歩
ドライブと温泉めぐり



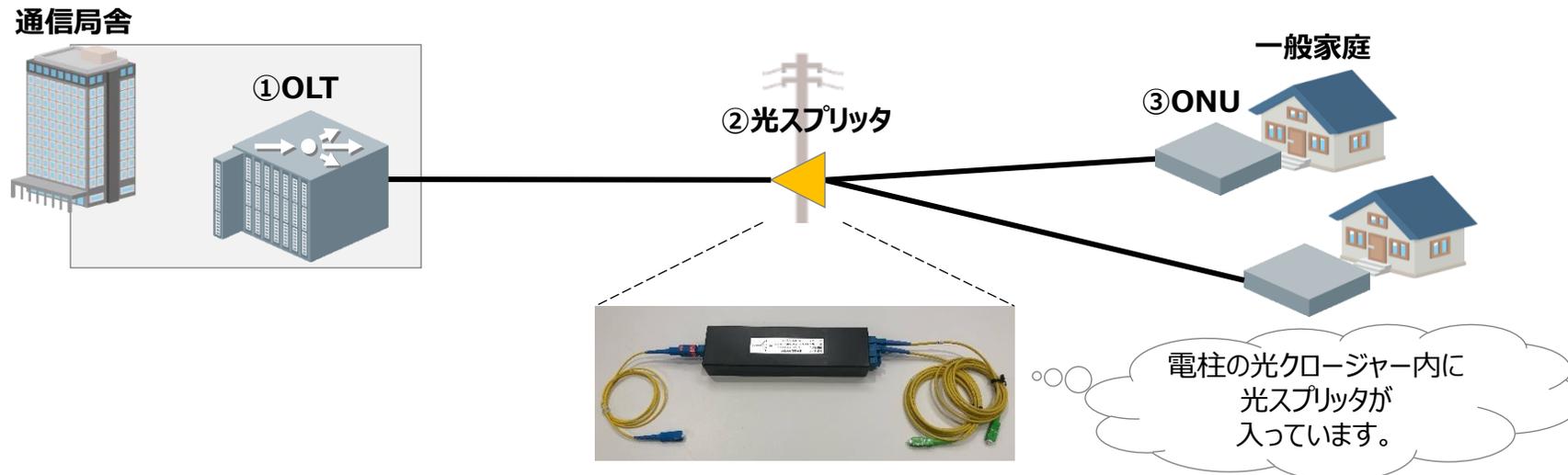
【APRESIA Systemsの沿革と光伝送活動概要】

1982年 (昭和57年)	APRESIA Systemsの前身である旧日立電線がネットワークビジネスへ参入(同軸ケーブル、ハブ等)
1990年 (平成2年)	日立電線株式会社が国産初の管理機能付きイーサネットハブを開発・販売
2000年 (平成12年)	光伝送装置(XGMC-1002)を開発・販売
2003年 (平成15年)	ネットワークスイッチ製品を「APRESIA」ブランドとして統一
2013年 (平成25年)	日立電線株式会社と日立金属株式会社が合併し、日立金属株式会社となる
2016年 (平成28年)	APRESIA Systems株式会社としての事業開始
2019年 (令和元年)	PON製品販売開始
2020年 (令和2年)	オリックス株式会社 100%資本となる
2023年 (令和5年)	Open XR Optics Forumに参加

PONの概要

PONとは

- PONはPassive Optical Network(受動光ネットワーク)の略で、通信事業者の中継局から加入者側に光ファイバ回線を直接引き込むFTTX (Fiber To The X) サービスで広く用いられている技術です。
 - 私たちの身近なところでも、様々なFTTH事業者様が「○○○光」や「10G光○○○」のようなサービス名で家庭向けに光通信インターネットサービスを提供しています。
- ITU-T(GPON系)とIEEE (EPON系)で規格化されており、主に以下の3点から構成されます。
 - ① OLT : 通信局舎側に置く、光回線終端装置。
 - ② 光スプリッタ : 一心の光ファイバーを一般家庭向けに多数分岐。受動素子なので、小型で電源不要。
 - ③ ONU : 一般家庭内に置く光回線終端装置。
- 一心の光ファイバーを複数の加入者で共用するため、回線の使用効率の向上と、物理コストの低減が可能になります。



PONの標準化の歴史と現況

- PONは主にIEEE、ITU-Tを中心に標準化が行われてきた。最近では25GS-PON MSAやCable Labs等がBeyond10G PONの取り組みを行っている。今回の検証ではG-EPONと10G-EPONを使用する。

	1G以前	10G	25G	50G	100G+
	APON ~1995	XG-PON 10G DS / 2.5G US	Pending 	G.hsp. 50Gpmd 50G DS / 10-25G US 50G US (ad hoc)	Proposal 100G DS / 100G US
	BPON 622M DS/155M US 1995~2005	NG-PON2 4x10G DS / 10G US			
	GPON 2.5G DS / 1.25G US 2003~2018	XGS-PON 10G DS / 10G US			
	-	-	25GS-PON 25G DS / 25G US	-	-
	G-EPON 1G DS / 1G US 2004	10G-EPON 10G DS / 10G US	25G-EPON 25G DS / 25G US	50G-EPON 25Gx2 DS/25Gx2 US	-
	-	-	-	-	100G-C-PON 100G DS / 100G US

XR Opticsの概要

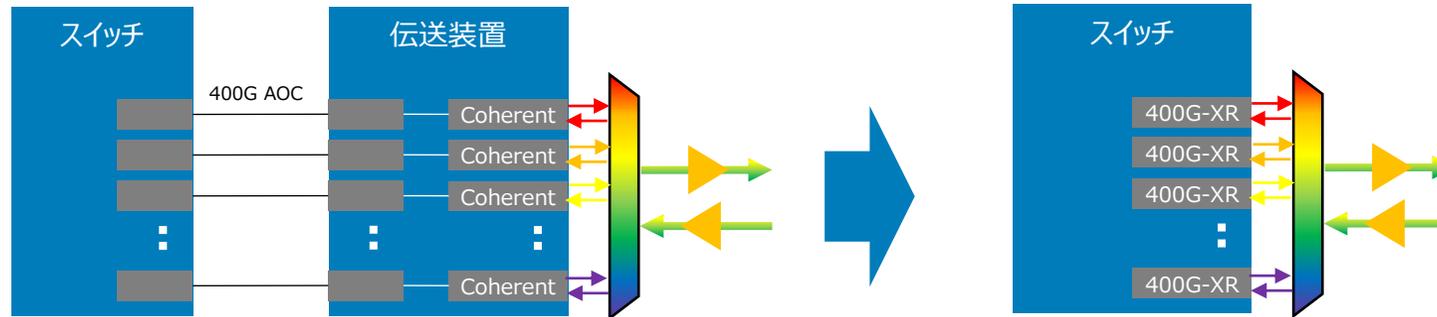
XR Opticsとは

■ XR Opticsの概要

□ 400G伝送の変化

光伝送装置で行われてきた長距離伝送を光トランシーバーで実現する。

- 最大400G x 64波長 = 25.6Tbps伝送を2芯シングルモードファイバーで伝送
- OTN (G.709)光伝送 ※OTU1~OTUCnに対応
- さらにはポイントtoポイントに加えポイントtoマルチポイント接続も可能となってきています。



□ 400G光トランシーバー伝送は大きく分けて3つあります。

	400G-ZR	400G-ZR+	400G-XR
想定利用場所	データセンター	リージョン間/メトロ	リージョン間/メトロ
仕様化団体	OIF 400ZR	Open ROADM	Open XR Optics Forum

出典 : <https://www.openxrforum.org/>
<https://www.openzrplus.org/members/>

OpenZR+に統合
全世界で15社が参加

全世界で42社が参加

Open XR Optics Forum 参加メンバー

OPEN XR OPTICS FORUM

全世界で42社が参加（2024年6月20日現在）
通信事業者、光トランシーバメーカ、ネットワーク装置メーカ、MSO、他



出典：<https://openxropticsforum.org/>

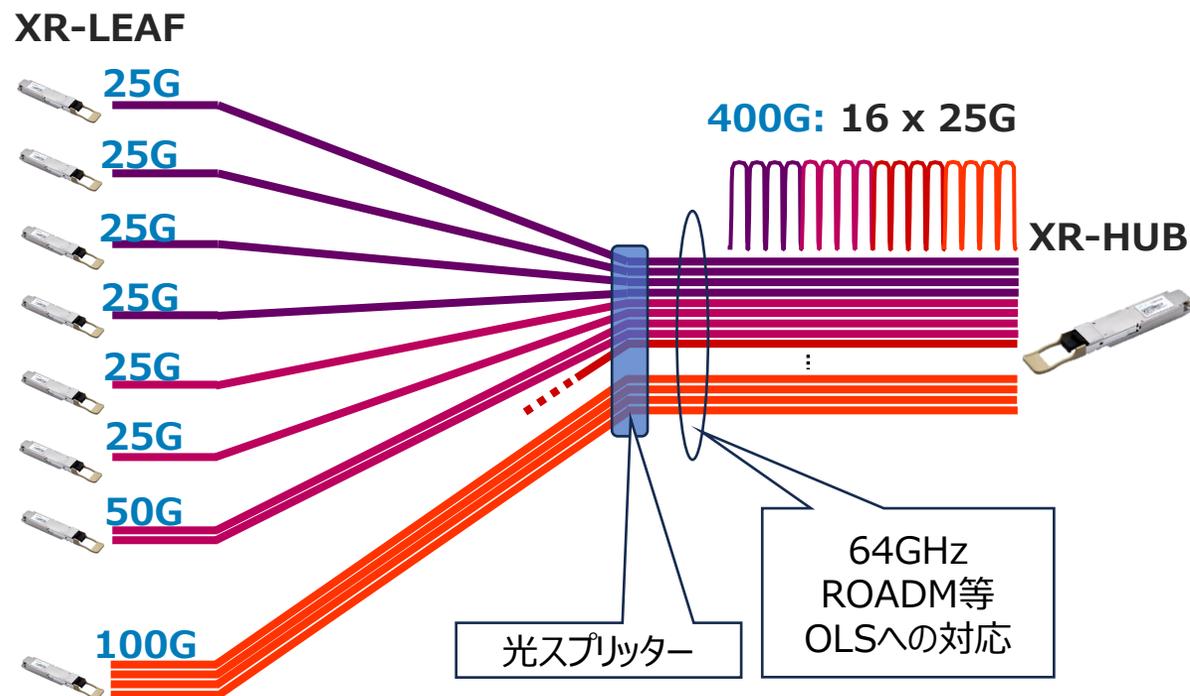
XR OpticsとZR+との相違点

項目	Open ZR+		Open XR Optics	
	Near End	Far End	Near End	Far End
ポイント・ツー・マルチポイント接続	-		○	
シングルファイバオペレーション	-		○	
C-CMIS & CFP2 MSA	○	○	○	○
クライアントサービスコンフィグ	○	○	○	○
L0 周波数コンフィグ	○	-	○	○
ダイアグ (Telemetry, Loopback,..)	○	-	○	○
光性能 SLA & RMON	○	-	○	○
波長自動化	-	-	○	○
光スペクトラム分析	-	-	○	○
OSNR (400G/16QAM利用時)	24dB		P2P 23dB 、 P2MP 23.5dB	
CD (400G/16QAM利用時)	20000ps/nm		37000ps/nm	

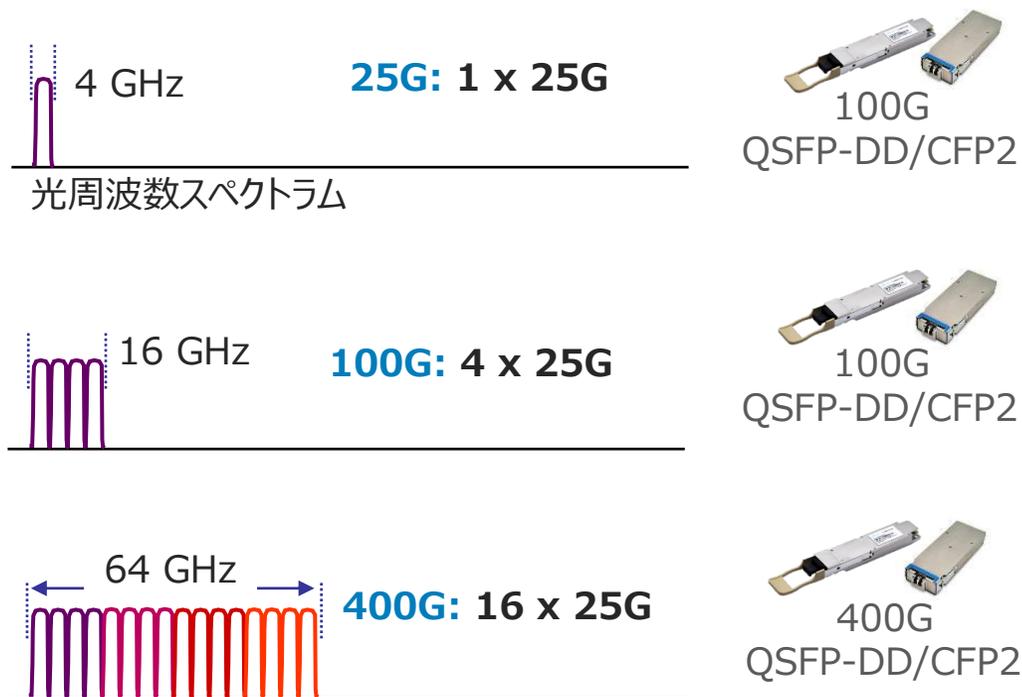
XR OpticsのサブキャリアとPoint to Multipoint接続の考え方

- 400G Coherentを16個のサブキャリア（25Gbps、4GHz幅）に分割し、最大1:16(400G:25G)のP2MP構成
- C-Band帯 Flex Gridを使用し **1芯双方向 PONとのWDM重畳**（PONファイバー C-Band帯の利活用）
- TWDM-PON（G-EPON/GPON/10G-EPON/XGS-PON/25GS-PON等）と異なり通信遅延が少ない
- 25Gbps～100Gbpsの帯域を占有できるPONでは提供できなかった様々なアプリケーションへの活用の期待

POINT to Multipointの考え方（2芯光ファイバー利用時）



サブキャリアの考え方(例)



— 続きは JANOG54 にて —