

1FINITY

a Fujitsu company

MPLS JAPAN

B1T(Beyond 1T)伝送技術動向 ならびに将来の光伝送に向けた 課題と考察

2025/10/30

梶尾 祐治



振り返り・今日お話しすること

- 過去数年(2019, 2022-23年)、B400G動向としてお話したことの更新になります
 - https://mpls.jp/2019/presentations/MPLS_Japan_2019_tochio_web-1.pdf
 - https://mpls.jp/2022/presentations/mpls2022-tochio_web.pdf
 - <https://mpls.jp/2023/presentations/mpls2023-tochio.pdf>
- 2019年では、各標準化団体の動向(主にIEEE, OIF, ITU-T)を中心にB100Gに関わる動向を振り返り、B400Gの課題について紹介
- 2022年では、B400G, 特に800Gをめぐる動向について引き続き課題を含め紹介し、2023年にはメジャー更新を図ったITU-T FlexOを中心に紹介
- 今回は、以下の点について紹介します
 - **1.6T**イーサネット(IEEE P802.3dj)が大詰めを迎え、連動して進めているITU-T, OIFにおけるB1T(主に1.6T)関連の標準化、特に、**ITU-TにおけるB1T関連**の最新動向を中心に紹介
 - B1T時代(将来)の光伝送に向けた課題と期待、特に
 - **ネットワーキング**視点
 - (IOWN GF) APNからみた、1.6T伝送技術(OTN)との関係
 - 運用管理モデル に注目

本日の報告内容(構成)

- B1T関連(主に1.6T)標準化動向
 - IEEE P802.3aj
 - OIF (1600ZR)
 - ITU-T B1T向けFlexO (メイン)
 - その他、1.6Tを支えるであろう技術
 - 448G, G.709.mfi
- 将来の光伝送に向けた課題と考察
 - (IOWN GF) APNからみた、OTNとの関係
 - 運用管理モデル (L0 YANG)
 - 他、Pluggable管理

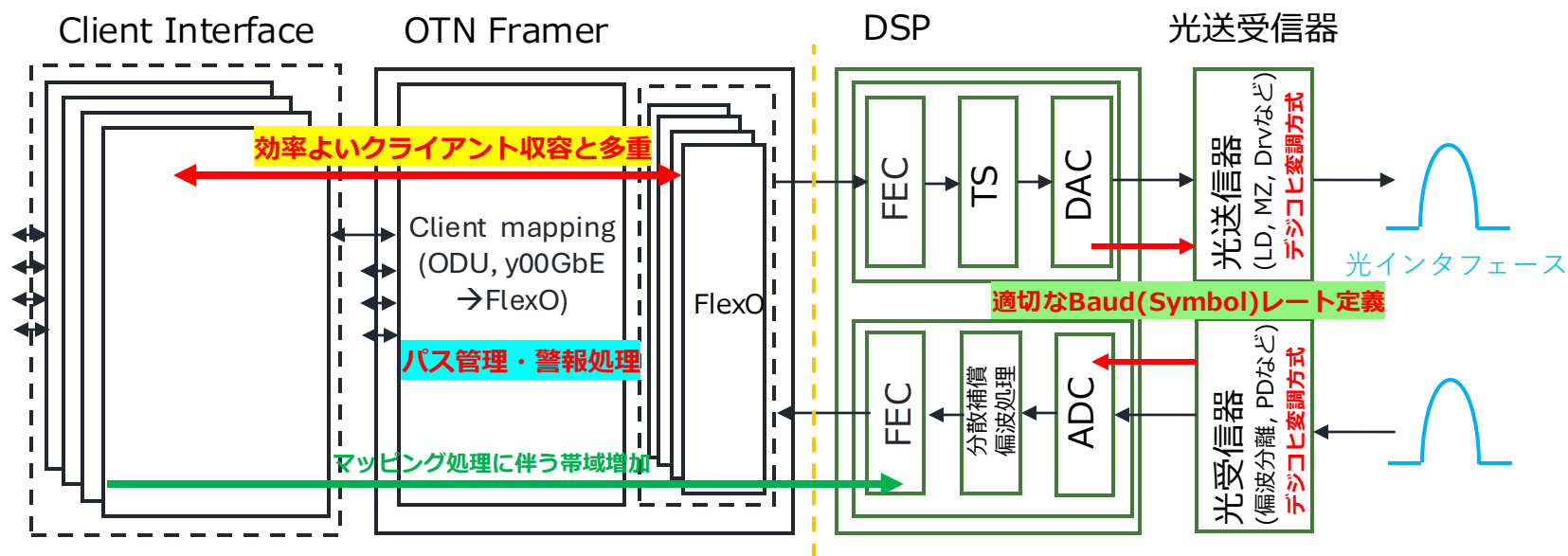
- お断り
 - 基本的に標準化動向に基づく**個人の見解が中心**であり、一部を除き弊社の見解ではありません
 - 標準化に関しては原則公開情報をもとに資料を紹介しますが、一部、審議中の内容をもとに**当方の解釈・推測で紹介**するものが含まれます。将来を確約するものでないため取り扱いにご注意ください
 - 限られた時間の発表のため、スキップするスライドがあるかもしれません(後日ご確認を)。また公開資料一部で文字検索できない予防策をかける予定です
- 参考: 弊社(1Finity)に関する最新情報
 - <https://1finity.co.jp/>
 - <https://1finity.com/>
 - <https://www.linkedin.com/company/1finity-inc/>
 - <https://www.youtube.com/@1FinityInc>
 - <https://x.com/1FinityInc>

B1T関連(主に1.6T) 標準化動向

主にIEEE, OIF

はじめに：光送受信器を実現するための課題など

- 以下のトレードオフとどう対処していくかが、光伝送技術実現に向けた課題
 - 効率よいクライアント収容と多重**：従来のOTNマッピング規定に従うか、一部を割愛して帯域増加を抑えるか
 - パス管理・警報処理**：マッピング規定にも関連。特に、既存のODUをどう継承するのかしないのか
 - 適切なBaudレート定義**：実際の光伝送速度(インタフェース)を決める大事なファクター。光伝送速度はマッピング方式・FEC規定・DSPフレームに依存するため、トータルで設計した上で検討することが求められる
 - 他、**実装・消費電力**：速度が向上するにつれて深刻な課題に



IEEE802.3 (P802.3dj)

経歴 (P802.3df含む)

- 800G/1.6T向けイーサネットを対象に2021/11に作業開始したP802.3df
- その後スコープ分割により P802.3df は、800G, 400Gを対象に2024/7承認済
 - https://www.ieee802.org/3/df/proj_doc/objectives_P802d3df_221117.pdf
- 分割された P802.3dj は “**200Gb/s, 400 Gb/s, 800 Gb/s, and 1.6 Tb/s Ethernet Task Force**” として継続中
 - 作業対象は次スライド参照
 - 2026/9 承認を目指す
 - 今年中に Standards Association (SA)ballot が発行されるため、技術的には年内に固まる見込み
 - https://www.ieee802.org/3/dj/projdoc/timeline_3dj_241114.pdf
- 800GBASE-ER1/ER1-20 (単波長40km/20km)については ITU-T FlexOとも関連あり
 - 後述

IEEE802.3 (P802.3dj)

- P802.3dj Baseline

Ethernet Rate	Assumed Signaling Rate	AUI	Backplane	Cu Cable	SMF 500m	SMF 2km	SMF 10km	SMF 20km	SMF 40km
200 Gb/s	200 Gb/s	200GAUI-1 C2C C2M	200GBASE-KR1	200GBASE-CR1	200GBASE-DR1	200GBASE-FR1			
400 Gb/s	200 Gb/s	400GAUI-2 C2C C2M	400GBASE-KR2	400GBASE-CR2	400GBASE-DR2	400GBASE-DR2-2			
800 Gb/s	200 Gb/s	800GAUI-4 C2C C2M	800GBASE-KR4	800GBASE-CR4	1.800GBASE-DR4 2.800GBASE-FR4-500	1. 800GBASE-DR4-2 2. 800GBASE-FR4	800GBASE-LR4		
	800 Gb/s						800GBASE-LR	800GBASE-ER1-20	800GBASE-ER1
1.6 Tb/s	100 Gb/s	1.6TAUI-16 C2C C2M							
	200 Gb/s	1.6TAUI-8 C2C C2M	1.6TBASE-KR8	1.6TBASE-CR8	1.6TBASE-DR8	1.6TBASE-DR8-2			

https://www.ieee802.org/3/dj/projdoc/Baseline_Status_24_0314.pdf
https://www.ieee802.org/3/dj/projdoc/objectives_P802d3dj_240314.pdf

OIF

- B1Tに関連しては3つのProjectが進行中
 - **1600ZR**: > 80km; Coherent DWDM
 - 400ZR/800ZRの1.6T
 - **1600ZR+**: < 1000km; Multi-span; Coherent DWDM
 - ITU-TでいうところのLong Reach(LR)的なもの。PCS前提
 - **1600CL**: > 10km; Coherent; P2P;
 - OIF 800LR の 1.6T相当(まだ始まったばかり)

主な議論事項(ZR/ZR+)

- Optical Parameters
- DSPフレーム
- Back channel
(DSP向けの監視チャンネル)

- 参考

	400ZR	800ZR	1600ZR	1600ZR+
Client signals	400 Gigabit Ethernet (GbE)	8x100GbE, 4x200GbE, 2x400GbE, 800-ETC, 800GbE	1.6T (multiple clients like 800ZR)	1.6T (multiple clients like 800ZR)
Reach (km)	80, 120	80, 120	80, 120	1.6T up to 1,000, 1.2T up to 2,000
Baud rate (GBd)	60	120	~235	~247-263
Channel width (GHz)	75	150	300	300
Modulation	16-QAM	16-QAM	16-QAM	Variable and PCS
Forward error correction	cFEC	oFEC	oFEC	oFEC

<https://www.gazettabyte.com/home/2025/1/18/oif-adds-a-short-reach-design-to-its-1600zr-zr-portfolio.html>

OIF(補足など)

- OIFその他

- 800Gについては、2024-2025にかけてZR, LR IA文書をそれぞれ発行
 - 800ZR: <https://www.oiforum.com/wp-content/uploads/OIF-800ZR-01.0.pdf>
 - 800LR: <https://www.oiforum.com/wp-content/uploads/OIF-800LR-01.0.pdf>
- FlexE については800G PHYサポートを追加し、[OIF-FLEXE-03.0](#) を発行 (1.6T PHYは非対象に)
- B1Tの根幹を支える400Gシグナリングについては、CEI-448G Framework Project が進行中
 - CEI: Common Electrical I/O
 - 詳細は以下参考 https://www.oiforum.com/wp-content/uploads/OIF_CEI_Demo_OFC2025.pdf

- **FYI: 世の中のZR/ZR+** 現時点で標準規格として存在するものは以下の通り

	100G	200G	400G	800G	1600G
ZR	IEEE802.3-2022 (100GBASE-ZR)		OIF 400ZR, IEEE802.3cw-2024 (400GBASE-ZR)	OIF 800ZR	<i>OIF 1600ZR</i>
ZR+	OpenZR+	OpenZR+ (300G含)	OpenZR+		<i>OIF 1600ZR+</i>

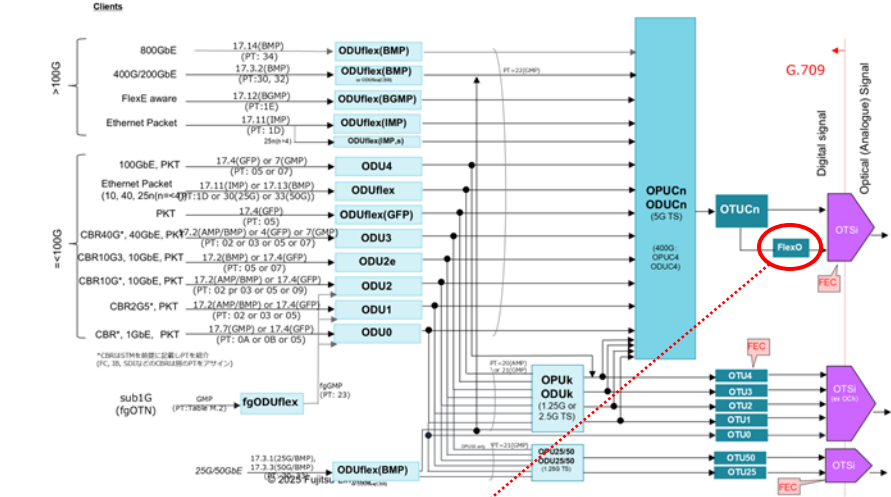
B1T関連(主に1.6T) 標準化動向

ITU-T SG15

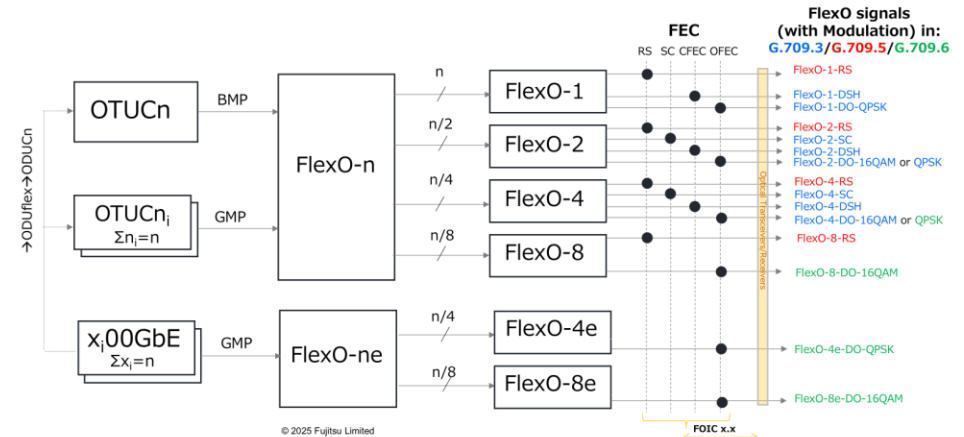
ITU-T B1T OTN動向で伝えたいこと(要旨)

- ITU-TでもIEEE, OIFのB1T活動と連携しながら既存のOTN (FlexO含む)を拡張しつつ、B1Tに向けたネットワーキング姿を検討中
- これまでの OTN (G.709) でも、40G(OTU3等) → 100G (OTU4) → B100G (OTUCn) と拡張し、800Gまで規定
- しかし
 - FlexO (G.709.1) でイーサネットだけを意識した400G/800Gを定義
 - FlexO-4e, FlexO-8e (イーサネット直収)
 - OIF400ZR等のプレゼンス向上 (市場展開)
- 等により、B1T OTNの考え方が変わりつつある
 - マッピングでなくネットワーキングも含む
 - 極端な話、OTN(ODU)階梯(右上)の件は一旦終息

G.709: OTN (2025)



G.709.x: FlexO (2024)



ITU-T勧告(G.709, G.798)

• ITU-T G.709シリーズ:

- 主に OTN/FlexO frame を規定 (2024に800Gまで完成)
- **G.709/Y.1331 (2020) + amd3 (2024)**
 - **Interfaces for the optical transport network**
 - いわゆる OTN frame 勧告 (OTU/ODU/OPU)
- **G.709.1 (2024)**
 - **Flexible OTN common elements**
 - FlexO フレーム共通要素 (FECは含まない)
- **G.709.3 (2024)**
 - **FlexO LR for B100G**
 - [100G, 200G, 400G] x [SC, CFEC, OFEC]
- **G.709.5 (2024)**
 - **FlexO SR**
 - RS FEC, including 800G
- **G.709.6 (2024)**
 - **FlexO LR for B400G**
 - [400G, 800G] x [OFEC] x Ethernet optimized
- 他、G.709.2/Y.1331.2(2018):OTU4+SC FEC

FlexO

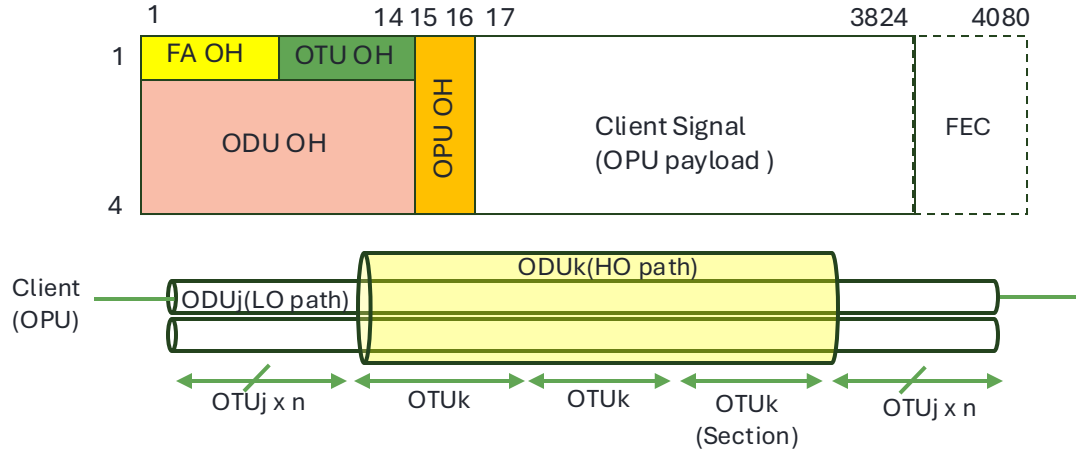
• 参考: ITU-T G.798シリーズ

- いわゆる装置処理勧告と呼ばれ、装置処理の他警報定義など規定
- 2025年10会合までは単一勧告で存在
 - **G.798 (2023) + Amd3 (2025)**
 - Characteristics of optical transport network hierarchy equipment functional blocks
- **2025年10月会合で4分割し合意**
 - **G.798**
 - 以下の勧告を束ねる親玉。(既存G.798との互換維持)
 - **G.709.2(G.709.media)**
 - L0との接点(Modulator/Demodulator周り)を記載
 - **G.709.3(G.798.odu)**
 - G.709などOTN (fgOTN)を記載
 - **G.709.4(G.798.flexo)**
 - FlexOシリーズを記載

G.798.1(装置タイプ)は近い将来取り下げ(Superseded)の予定

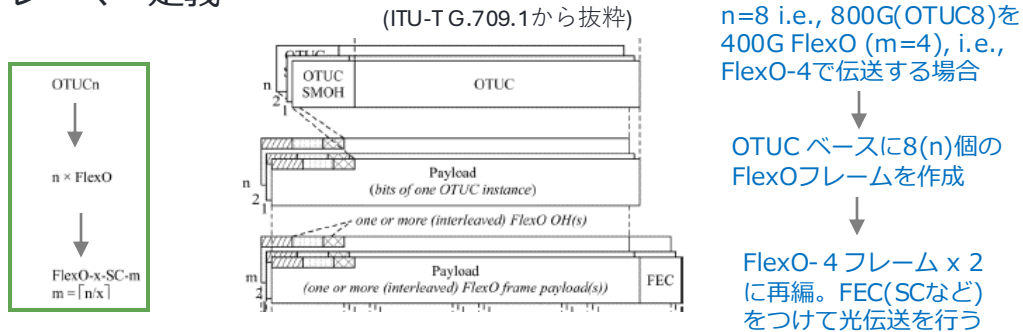
OTN と FlexO (簡単な復習)

- OTN Frame(G.709) とネットワーキング例



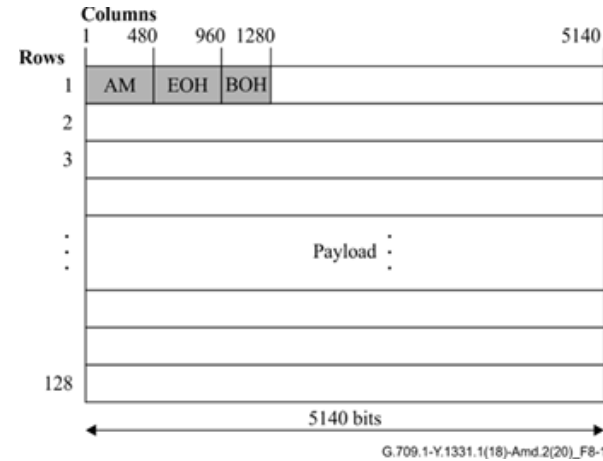
- FlexO(G.709.1)とは

- G.709で既定の、B100G向けOTN (OTUCn)を転送するためフレーム定義



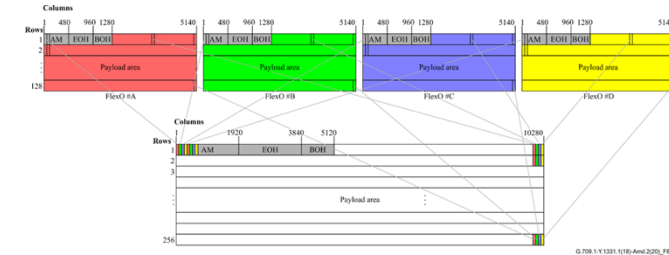
- 多重・Regen(ator)機能は提供するがパス定義は無し

- FlexO Frame (100G基本フレーム)



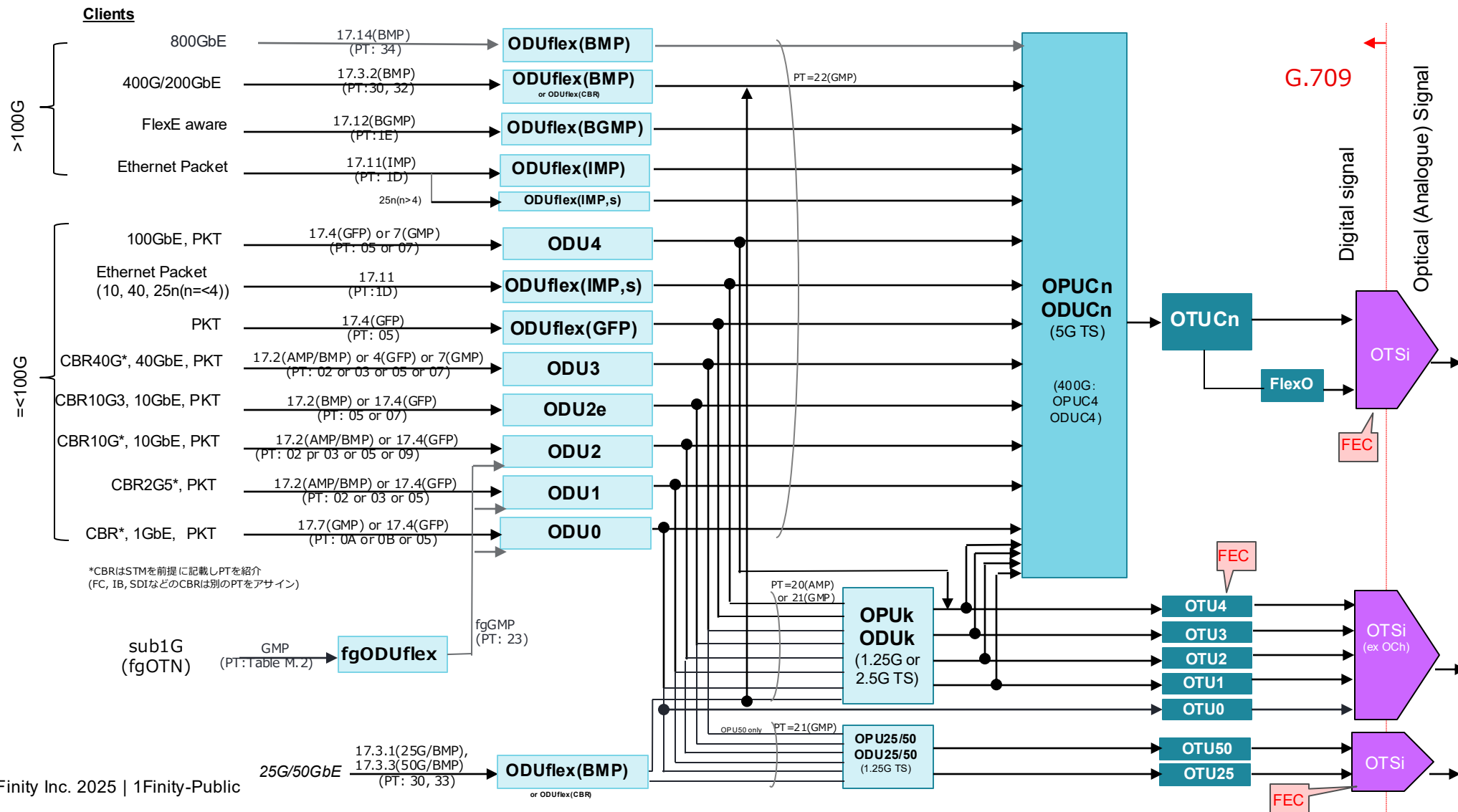
FlexO-xはこのフレームを再編・拡張

- FlexO-2: 10280 x 128
- FlexO-4: 10280 x 256
- ...



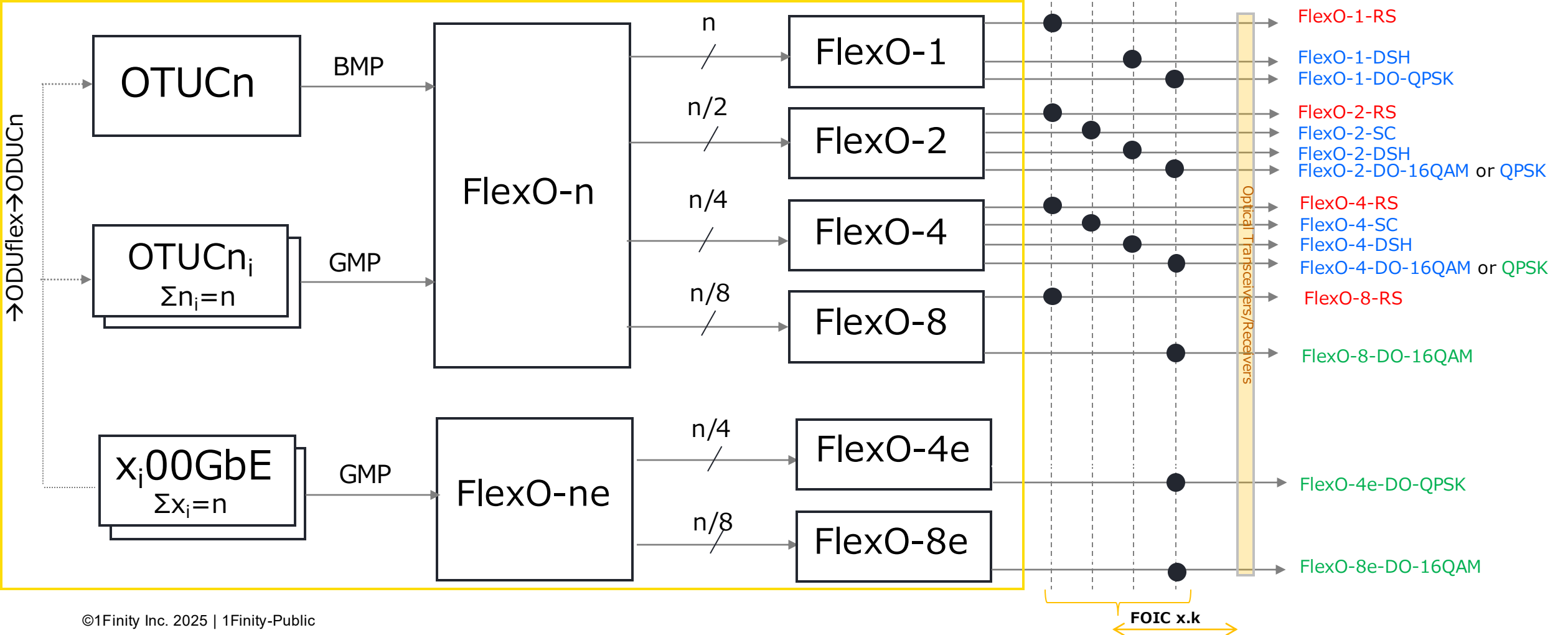
- EOH/BOH: Extended/basic Overhead
 - EOH/BOHの詳細は、最新G.709.1 or MPLS Japan 2023参照
- BOHに、クライアントを種別するための Payload type の規定が存在するが、一部は、OIF (x00ZR) 向け、IEEE802.3 (800GBASE-ER1) 向けに割り当て (reserve)
 - IEEE802.3 向けのものは、PTP精度向上のため
- EOHは、Regen, FlexOSecなどに使用
 - FlexOse: リンク (Section) 単位で提供

G.709: OTN多重階梯 (2024)



G.709.x: FlexO多重階梯 (2024)

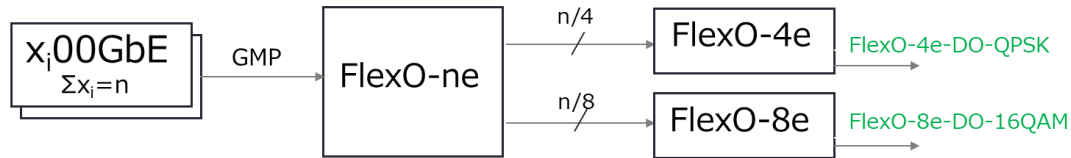
G.709.1



B1T OTNに向けた取り組み

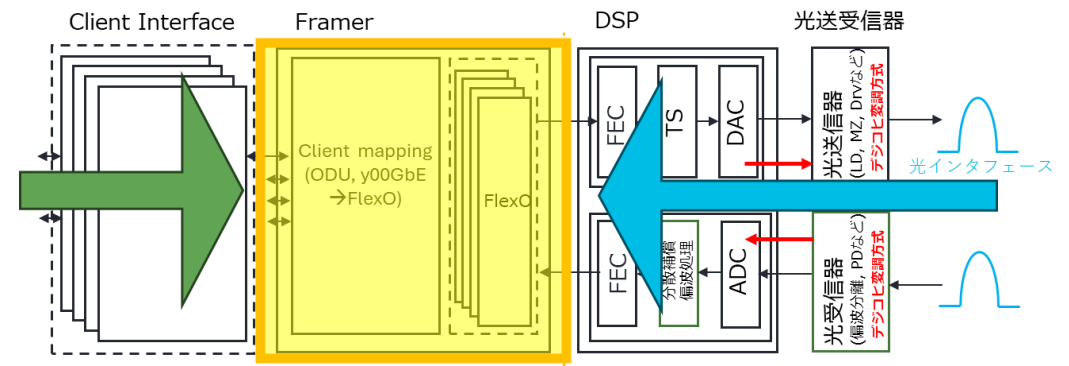
背景(400G, 800Gからの主な変化)

- OIF 400ZR/OpenZR+の登場
 - FlexOとコンパチのフレーム
 - イーサネット直収 (OTUフレーム無し)
 - FEC仕様 (CFEC (ZR) or OFEC (ZR+))
 - CFEC/OFECともに G.709.3に採択



- OIF 800ZRと連動したG.709.6
 - FlexO-8eは、OIF 800ZRの上位互換
- OIF 1600ZR/ZR+の作業開始
 - FlexO-16e (相当) をベースに進行中
- プラガブルDCO化への期待

- 以上(左記)からB1T向けOTN(1.6T)は
 - FlexOをベースにしつつ
 - DC系を中心としたy00GbEを中心としたクライアント需要(左側)
 - 光特性要求(右側)を考慮



- なので、FlexO-16e-XXX 相当 (OIF1600ZR(+) 同等のもの) の規定でいいのでは? と思うのであるが実はそうでもない
 - [OFC 2025でのITU-T SG15紹介](#) では16eとはしていたのだが...

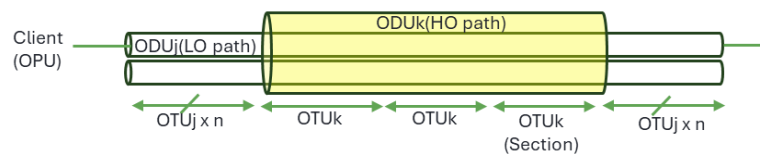
B1T OTNに向けた取り組み

B1T向けOTN: ITU-Tならではの活動課題

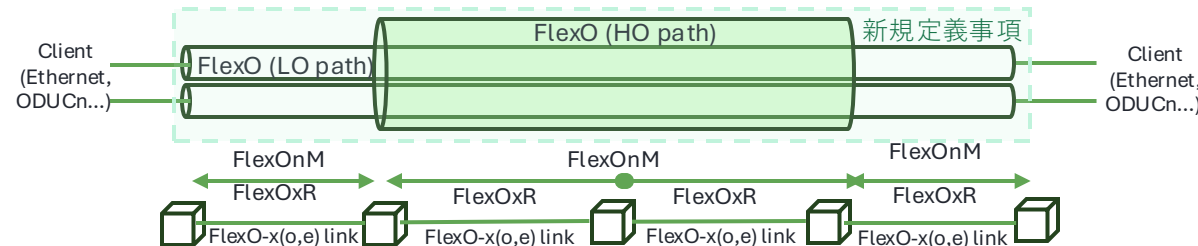
- パスレイヤ定義

- ODU同様にFlexOに HO/LO (Higher/Lower Order) の導入を検討 (合意事項)
 - SHO (Super HO) も検討中
- ただし、FlexOは元々パスレイヤを定義していない (Section, Regen & Multiplexingのみ)
- かつ FlexOペイロードにFlexOフレームを多重することを前提にしていない
 - パス向けに新規FlexOフレームを定義する？
 - 既存FlexOフレームでなんとかする？
- ODUCnでも理屈ではパスレイヤを定義は当然可能だが、 ODUCnでの検討はしない
 - 従来通りのODUCn /OTUCnの使用は可能
- 他、パスレベルでのセキュリティの導入

OTN(OTU/ODU)時のネットワーキング



B1T(FlexOベース)でのネットワーキング



- ODU(C)クライアント収容

- FlexO-16eではイーサ特化・直収であり、ODUC16ないしは、ODU4 x 16 は収容できない
 - 15で妥協するしかない
- FlexO-16 で収容可能になるが、5%程度(OTN収容相当)の速度差 (overclock)発生
 - FlexO-16/16e 双方の光IF開発(DSP)への負担
 - 参考: FlexO-8, 8eのビットレート (FEC無)
 - FlexO-8: 843.503829 Gbps, FlexO-8e: 804.979507 Gbps

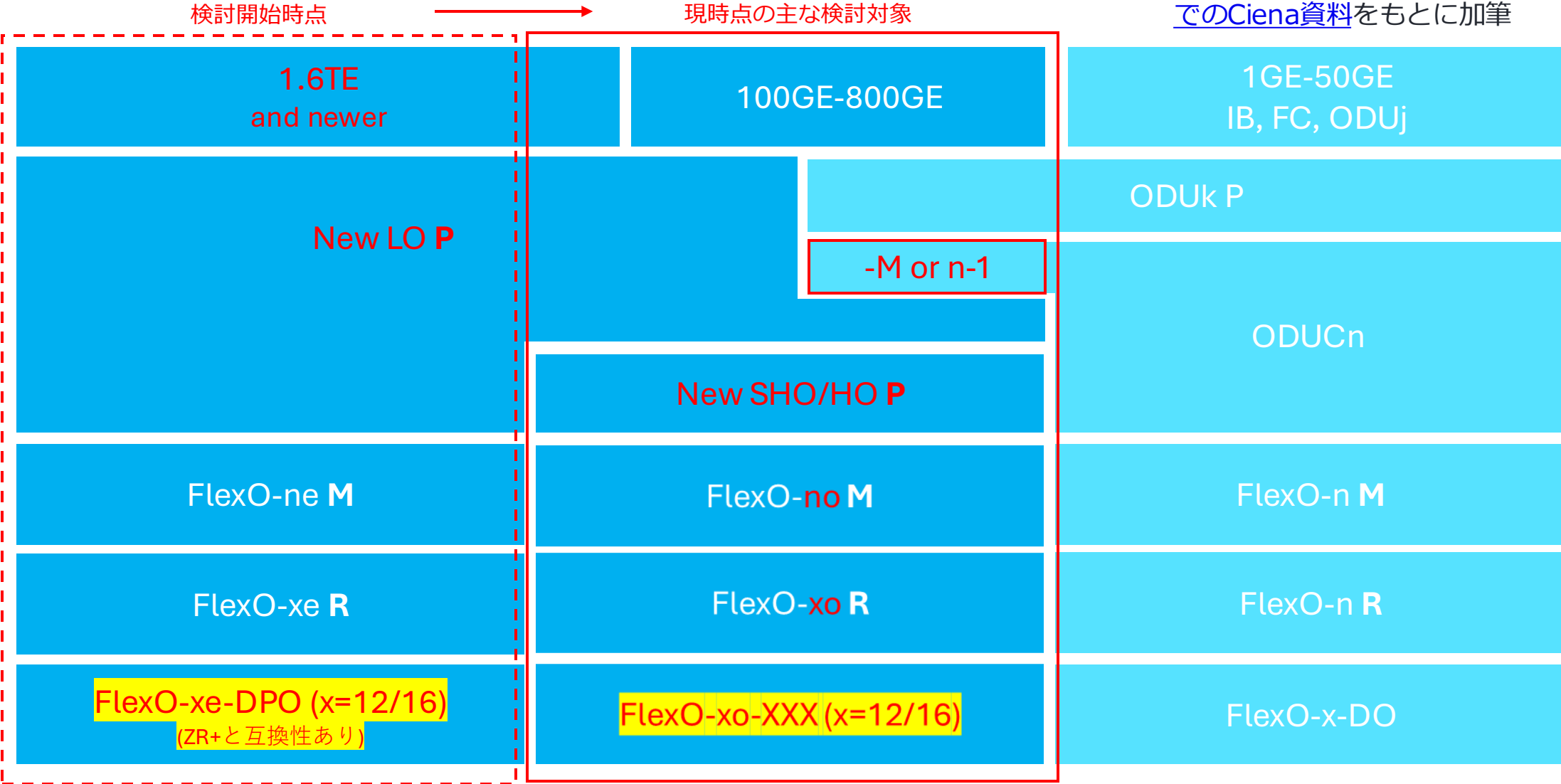
FlexO-xでもxeでもないFlexO-xo(仮称)の検討へ

B1T OTNが目指すレイヤスタック

(2025/10時点の状況、将来を確約するものではありません)

B1T標準化推進の主な検討エリア

ITU-T WS(2024/11 香港)
でのCiena資料をもとに加筆



ITU-T B1T標準化動向・簡単なまとめと課題など

進捗

- B1T (主に1.6T) FlexOをベースのフレーム規定・光インタフェース規定作業を進行中
- 主なポイントと検討項目
 - 従来のOTN多重階梯を考慮しつつもOTN多重階梯との決別
 - Ethernet (y00G)さらに OTN (ODUCn) を収容するためのレイヤ規定とフレーム規定 (FlexO-xo)
 - ただしメインはEthernet (y00G)収容
 - パスレイヤ定義 (HO/LO含めた階層考慮)
 - パスセキュリティの検討(導入)
 - ODUseCがない今、チャレンジングかも

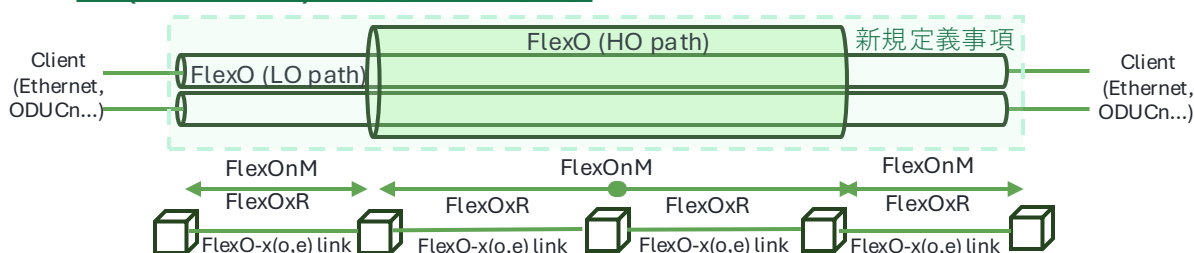
課題

- FlexOパスフォーマット詳細
 - OHサイズとその中身
 - これが決まるとようやく光インタフェース
- 既存OxU(OTU, ODU)の(効率よい)収容方法
- 100G以下のクライアント収容(特に10G)
- FlexO-xoに特化?、FlexO-xeはどう扱う?
- B1T OTN時代のネットワーキング(アーキテクチャ)の明確化

今後の予定

- 2026/07に、B1T FlexOを固め以下の勧告で更新・コンセント予定
 - G.709.1 (FlexO common)
 - G.709.5 (FlexO SR)
 - G.709.6 (FlexO B400G LR)
 - G.709.mfi
- つまり2026年がB1T標準化の山場

B1T(FlexOベース)でのネットワーキング

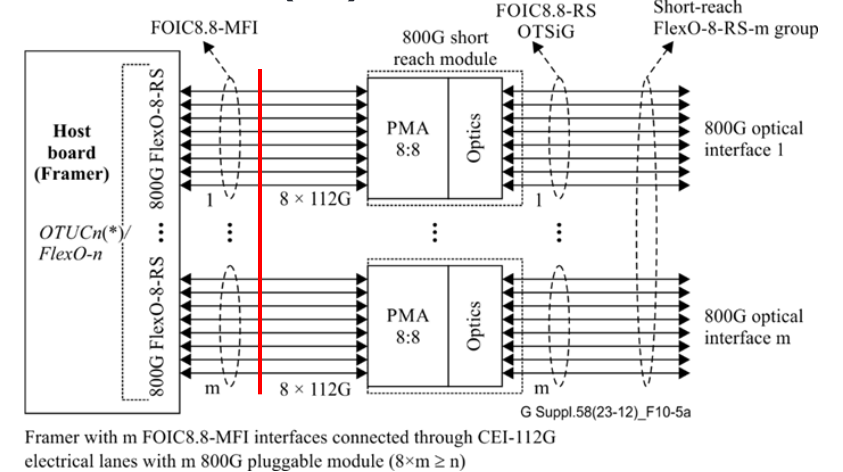


ITU-T B1T OTN活動(補足)

- 新規勧告草案G.709.mfi:

- Optical transport network module framer interfaces (MFI)
- 光モジュールホスト側におけるinteroperable electrical OTNインタフェース規定
- FOICx.k-MFI formats 定め、ここMFIを IFとして OTN signals (e.g., FlexO-n or FlexO Path) 転送の参照点とする
- MFIは 100G or 200G電気レーンを基本
- このIFで用いる電気パラメータは[OIF-CEI implementation agreement \(IA\)](#)で定める規定・テスト手法にも従う
- Ethernet Pluggable の AUI相当であり、APN-TでいうところのHost interfaceに対応

- G.709.mfiのスコープ(例): FOIC8.8-MFI



- 参考: IEEE802.3dj-2024 800GbE

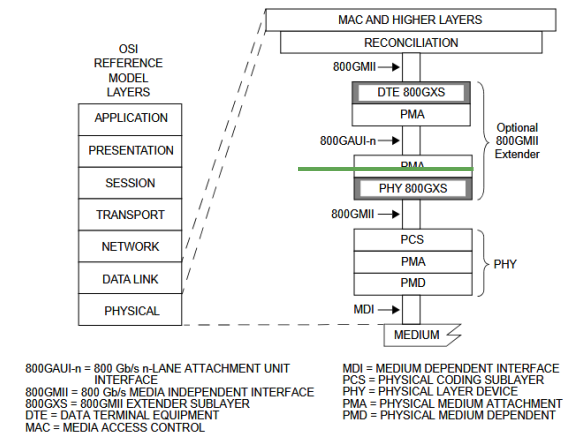


Figure 171-1—800GXS relationship to the ISO/IEC Open System Interconnection (OSI) reference model and the IEEE 802.3 Ethernet model

将来の光伝送に向けた 課題と考察

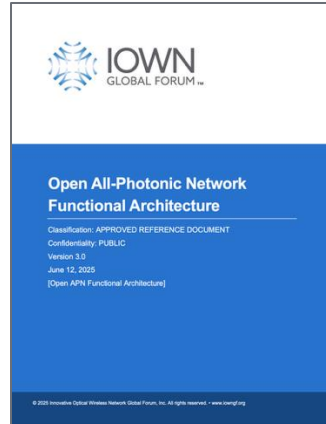
IOWN GF APNとOTNとの関係について

- IOWN GF による APN アーキテクス

- Open All-Photonic Network Functional Architecture

- Version 3.0

<https://iowngf.org/wp-content/uploads/2025/07/IOWN-GF-RD-Open-APN-Functional-Architecture-3.2.pdf>



- 本文書にはOTNとの関係は明記されていません

- OTN(G.709)に関して驚くほど見て見ぬふり
 - G.709という表記を避けている節も(?)
 - 参考文献から：

[Y.1331]	ITU-T, G.709/Y.1331 Interfaces for the optical transport network, 2020.	1.4 Table 1.4-1
[Y.1331.2]	ITU-T, G.709.2/Y.1331.2 OTU4 long-reach interface, 2018.	1.4 Table 1.4-1

- Y.1331 … (近い将来にY.1331は削除されます)

- 同アーキテクチャ文章からは、OTNはAPNをデジタル的に表現する直近のApplicationであること推測するのが妥当

- 言い方変えるとOTNはAPN.WXのクライアント
 - APN.WXはリソース (帯域・トポロジー等) を提供する立場 (.FXが来ても同じ)

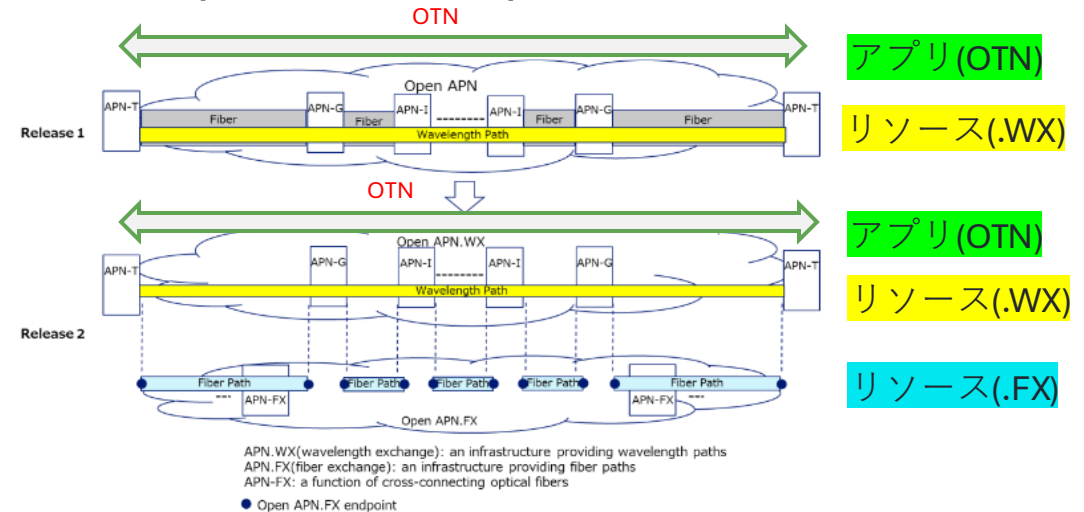


Figure 3-1: Relation between Open APN.WX and Open APN.FX (Version 2文書から引用)

- 従って、OTN, APNのパス設定方式(運用管理)とレイヤ連携が重要な役割に

追記 : OTN/FlexO アーキテクチャからみた IOWN GF APN の...

- IOWN GF APN では、FlexOはじめOTNにとって重要・不可欠な **OTSiG or OTSiA**の概念がありません
- APNでは少なくともFlexO (など Inverse multiplexing 系) は想定にない(と思ってい)?
 - ご意見お待ちしております> IOWN GF識者の方

FlexO-n (FlexO-x *m)サポートにはOTSiG相当が必須

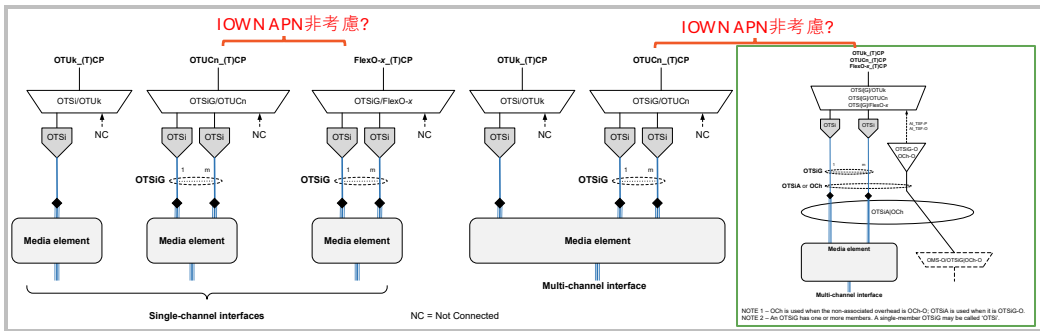


Fig1-1, 2/G.798(2023)

IOWN GF APN

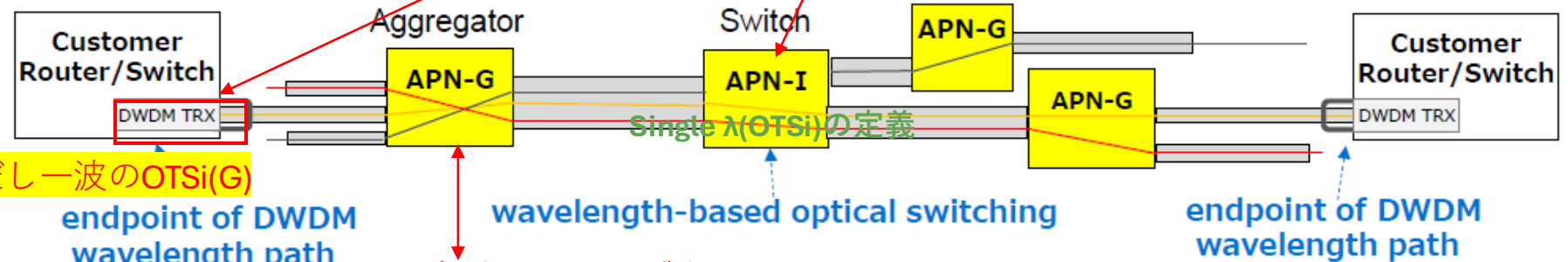
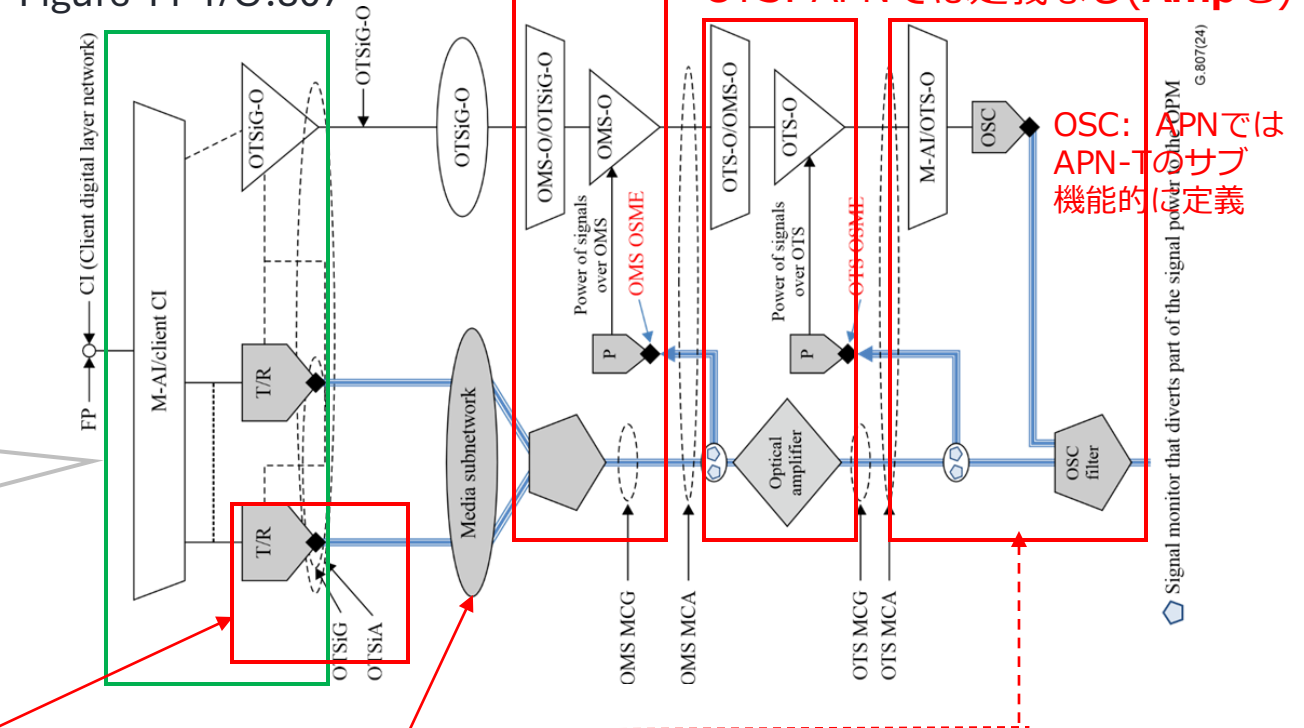
(川島さんスライドをもとに一部加工)

APN-T相当ただしー波のOTSi(G)

endpoint of DWDM wavelength path

OMS相当に見えるが実はOMSではない

Figure 11-1/G.807



波長パス設定の現状(OTN, APNのパス設定方式)

- IOWN GF APN アーキ文書ないしは PoC Referenceでは、波長パス設定 (YANG Module) は、OpenConfig or OpenROADMを使うことを前提にしている (と推察)
 - <https://iowngf.org/wp-content/uploads/2025/02/IOWN-GF-RD-Open-APN-Architecture-PoC-Reference-1.0.pdf>
- OpenROADMではトランスポンダー・Muxポンダーの装置設定など、OTSiGからクライアント (ODU, イーサネット)までの設定までして提供
 - 現在 Version 17.1
 - https://github.com/OpenROADM/OpenROADM_MSA_Public/tree/master/model
 - FlexO 関連も800G相当まではサポート
 - YANGモデルの概要は[Device model向けWhite paper](#)を参照 (13.1ベースの内容なので400G以下ですが参考にはなるとおもいます)
- 意外と忘れられている(?)が、L0/L0のパス設定に関しては、IETFでも粛々と作業進行中
- 主なドラフトは次ページ参照
- (参考) OpenROADM YANG と IETF YANGの相違点
 - IETFの優位とされる点 (主観)
 - マルチレイヤ・ドメイン拡張
 - L1/L0に加え、IP (Packet) レイヤとの連携
 - Topology 系との親和系
 - RFC8345
 - Optical impairment
 - PCE (PECP)との連携
 - OpenROADMの優位とされる点(主観)
 - 装置起点(i.e., 直感的)なモデル定義

IETF CCAMP drafts

L0(波長関連)

- Common in L0
 - **draft-ietf-ccamp-rfc9093-bis**
 - Common YANG Data Types for Layer 0 Networks
 - **RFC 9093**
 - A YANG Data Model for Layer 0 Types
- For the management of WDM path/network
 - **draft-ietf-ccamp-wdm-tunnel-yang**
 - A YANG Data Model for WDM Tunnels
 - **draft-ietf-ccamp-optical-impairment-topology-yang**
 - A YANG Data Model for Optical Impairment-aware Topology
 - **draft-ietf-ccamp-flexigrid-yang**
 - A YANG Data Model for Flexi-Grid Optical Networks
 - **RFC9094**
 - A YANG Data Model for Wavelength Switched Optical Networks (WSOs)

L1(OTN)

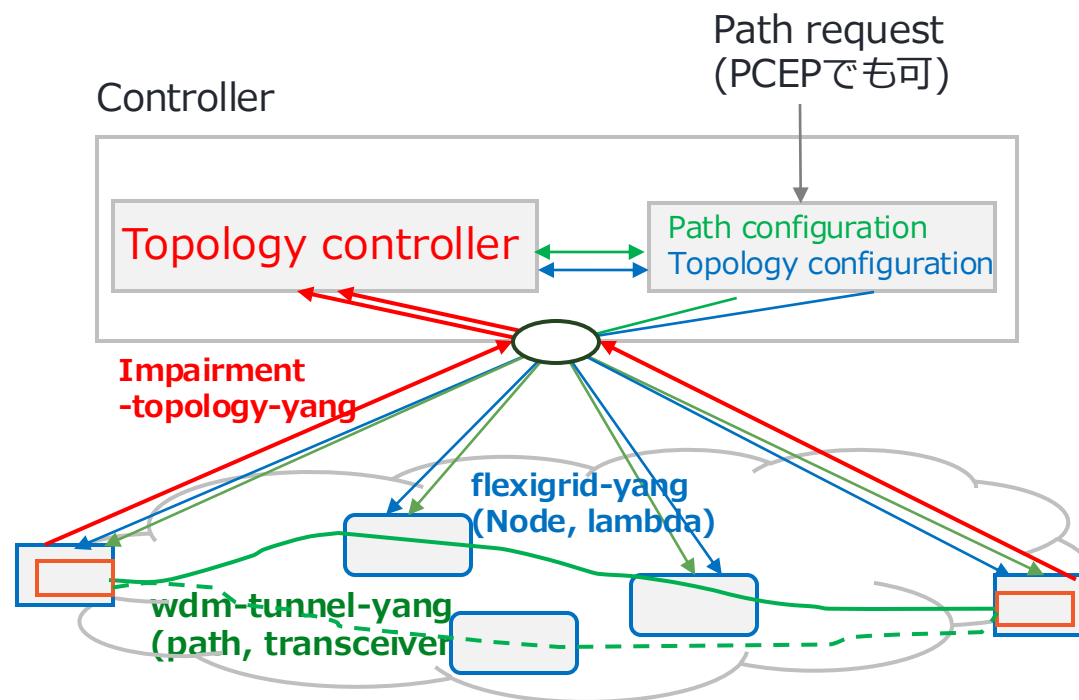
- **draft-ietf-ccamp-layer1-types**
 - Common YANG Data Types for Layer 1 Networks
- **draft-ietf-ccamp-otn-tunnel-model**
 - OTN Tunnel YANG Model
- **draft-ietf-ccamp-yang-otn-slicing**
 - Framework and Data Model for OTN Network Slicing
- **draft-ietf-ccamp-otn-topo-yang**
 - A YANG Data Model for Optical Transport Network Topology
- **draft-ietf-ccamp-otn-path-computation-yang**
 - A YANG Data Model for requesting Path Computation in an Optical Transport Network (OTN)
- **draft-ietf-ccamp-l1csm-yang-26**
 - A YANG Data Model for L1 Connectivity Service Model (L1CSM)

IETF YANGでWDM pathを提供する考え方(参考)

- 基本的なアプローチ

- 解釈違いが含まれているかもしれません
- A YANG Data Model for WDM Tunnels (draft-ietf-ccamp-**wdm-tunnel-yang**)に従いWDM **path**を設定
 - 設定対象(できるもの)には、ProtectionやRegen込みWDMパスのものも含まれる
- wdm-tunnel-yangは、teas-yang-teに依存(Augment)している点に注意
- さらに以下も関与
 - draft-ietf-ccamp-flexigrid-yang
 - RFC9093 (L0 types)
- パス設定(constrain含む)を決定するコントローラへのinputとして**impairment topology**ドラフトが存在
 - draft-ietf-ccamp-**optical-impairment-topology-yang**
- draft-ietf-ccamp-**flexigrid-yang**はWDM topology観点の設定を行い、Nodeとその波長を扱う
 - impairment topologyの結果を受けてstatic設定

- 適用例(想定)



その他：光伝送運用管理に向けた動向

- いわゆる**インベントリ管理**を目指してIETFでは IVY WG作業を進行中

- 代表的ドキュメント：
- **A Base YANG Data Model for Network Inventory**
 - draft-ietf-ivy-network-inventory-yang

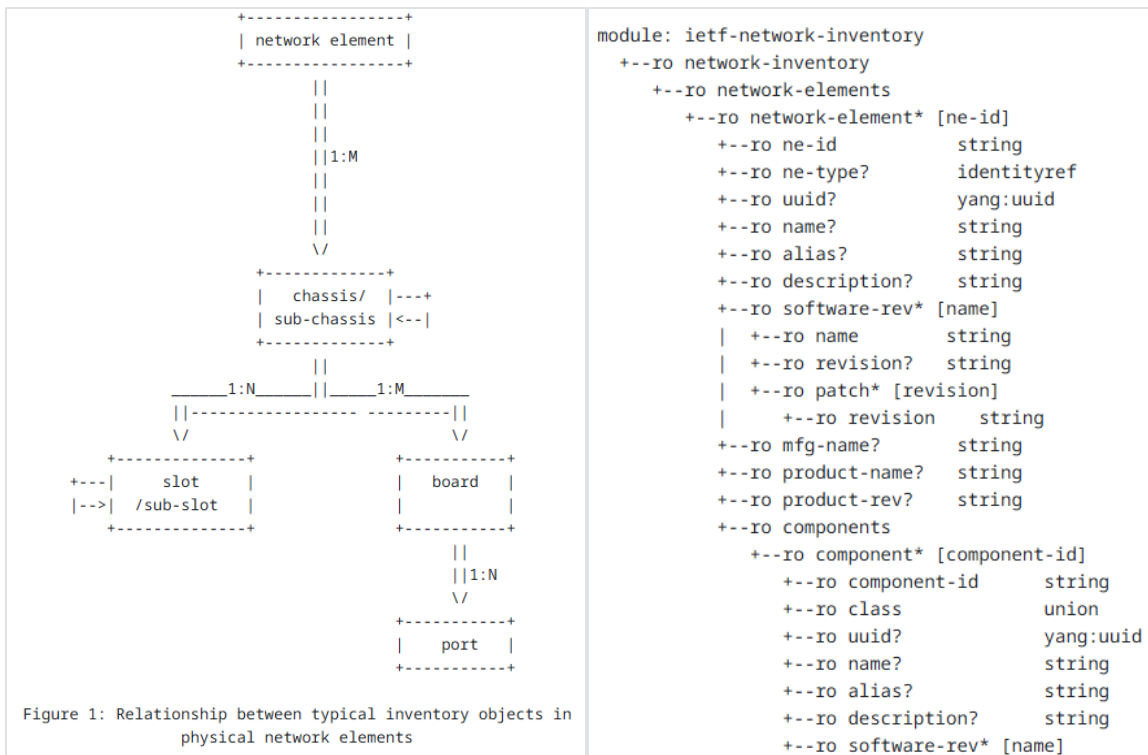
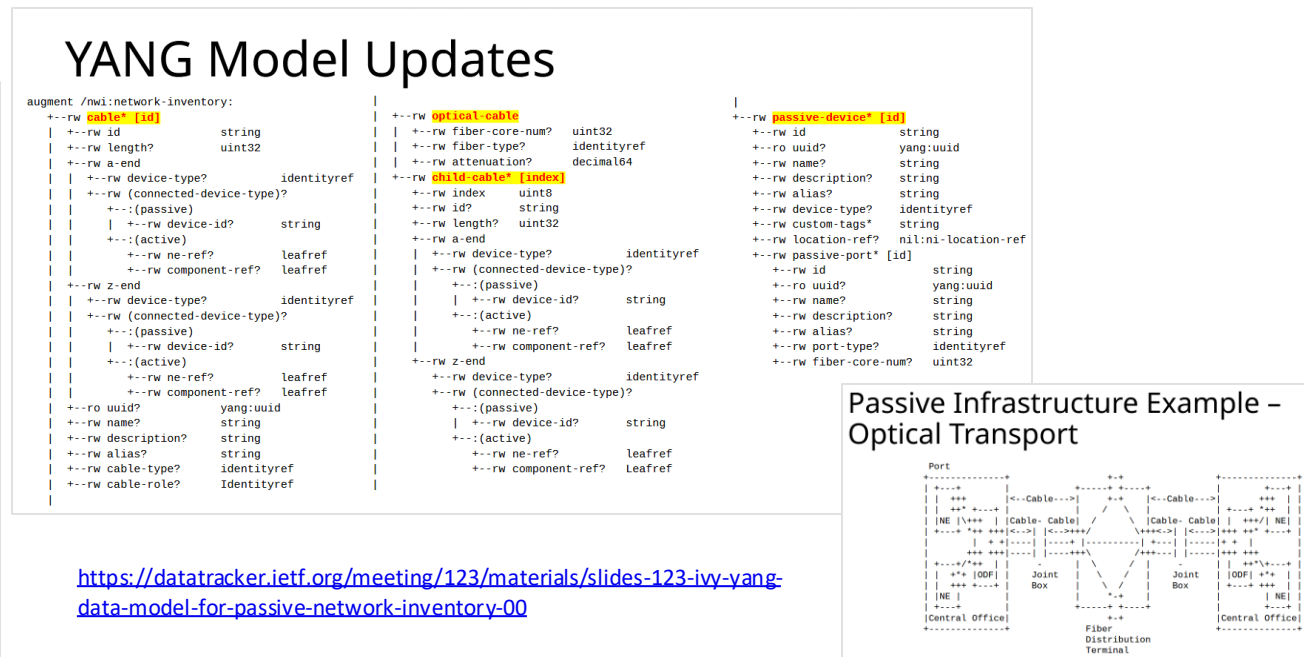


Figure 1: Relationship between typical inventory objects in physical network elements

- この一環で Passive Network ComponentのインベントリYANGも検討

- **A YANG Data Model for Passive Network Inventory**

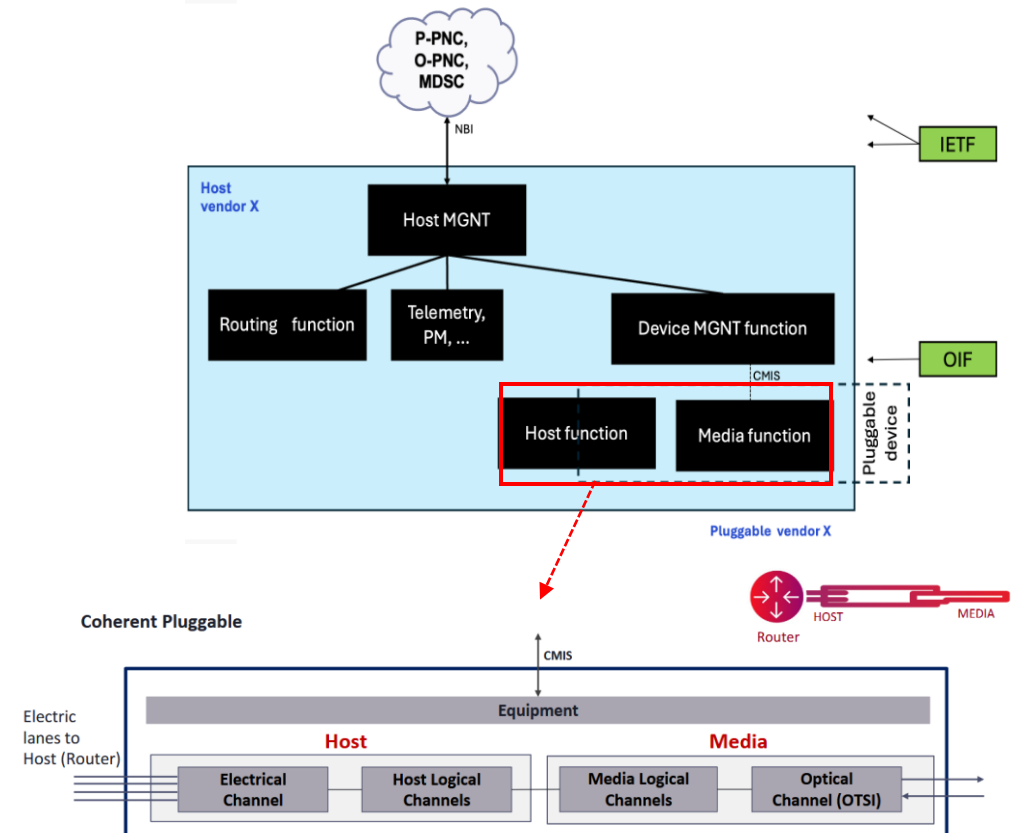


- FYI: これにも連動した活動はITU-Tでも作業開始
 - Technical report: Optical physical infrastructure resources management for transport networks

光伝送網運用管理のもう一つの課題 (Pluggable module)

- 最近(ようやく?)、話題になったものが、Optical Pluggable module 管理。以下が主なIETF drafts
 - draft-ietf-ccamp-dwdm-if-param-yang**
 - A YANG model to manage the optical interface **parameters** for an external transponder in a WDM network
 - プラグابلに限らない、トラポンを前提とした設定に関するYANG
 - draft-ietf-ccamp-actn-poi-pluggable-usecases-gaps**
 - Use cases, Network Scenarios and gap analysis for Packet Optical Integration (POI) with coherent pluggables under ACTN Framework
 - IPoDWDMプラグابلを ACTN POIアーキを前提に想定した場合のユースケース・ギャップ分析
 - IPリンクとPlug間(光)接続をどう分けて考え運用管理モデルを検討するか?
 - draft-rokui-ccamp-actn-wdm-pluggable-modelling**
 - Modelling of Optical Pluggables in Packet Over Optical Network

- draft-rokui-ccamp-actn-wdm-pluggable-modelling**
 - 参照モデルとインタフェース規定: OIF, IETF双方が介在



<https://datatracker.ietf.org/meeting/120/materials/slides-120-ccamp-05-modelling-of-optical-pluggables-in-packet-over-optical-network-00.pdf>

光伝送網運用管理のもう一つの課題 (Pluggable module)

- IPoDWDMにおける課題の本質=境界問題

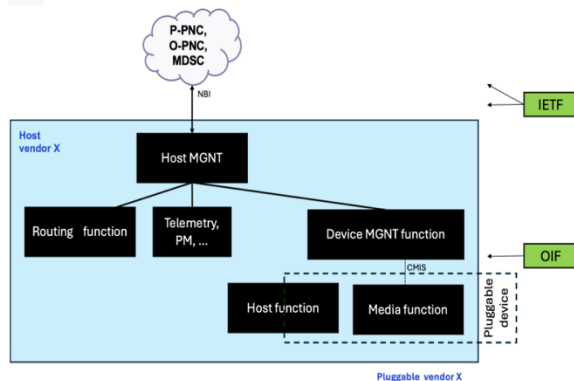
- IPリンクとPluggable間光接続をどう分けて考え運用管理モデルを検討するか?

- デフォルトではPluggable(箱)はレーダー管理
- 光接続は、光網管理に依存
- IETF ACTN 管理モデルのほか、TIP MANTRAなどの管理モデルが存在 (see right)

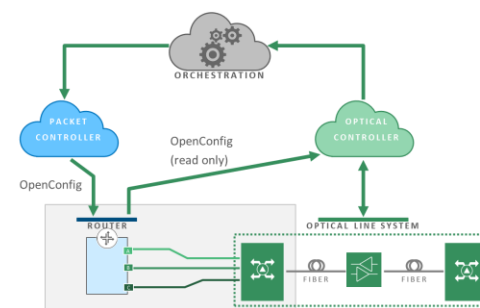
- Packet (IP) Controller
- Optical Controller
- Orchestrator

- 管理インタフェース
 - Host Interface or MFI
 - 光側から? (OSC?)

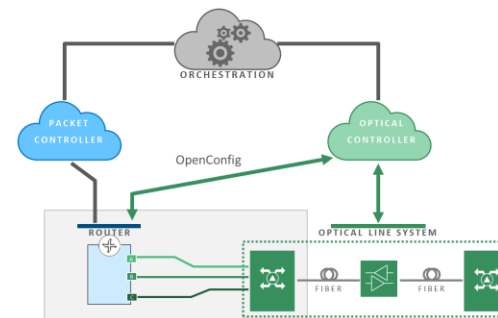
- CMIS



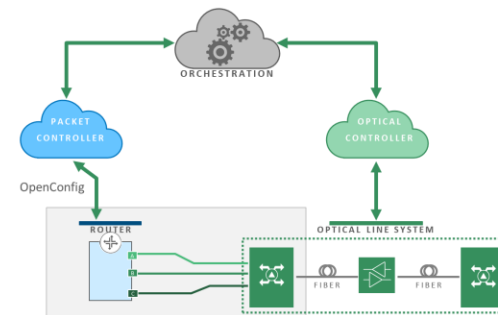
- 実は、APN-TもPluggableを意識したアーキテクチャであるため。APNでも共通な課題
- 追伸: ITU-T SG15でもITU視点で検討すること決まりました



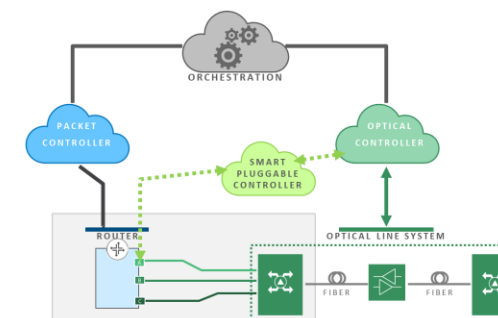
TIP OOPT MANTRA# 1



EXTENSION:
OPTICAL CONTROLLER
READS & WRITES



TIP OOPT MANTRA#2,
ACTN

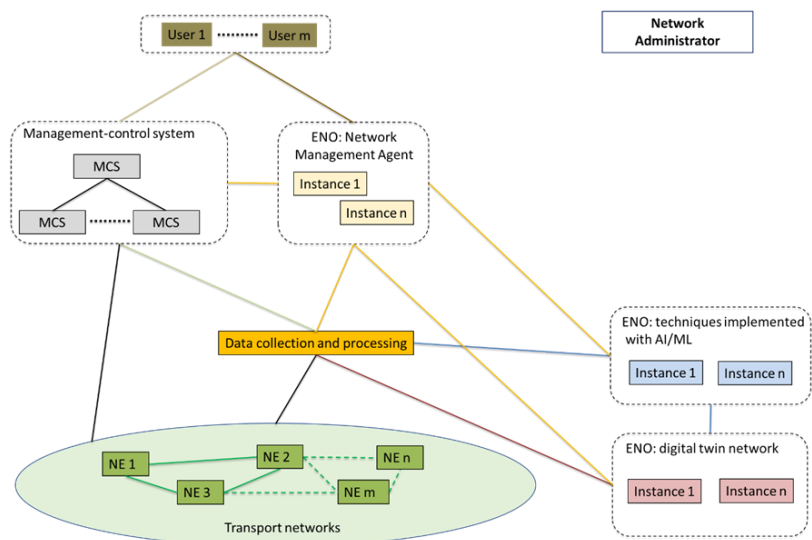


HOST-INDEPENDENT
MANAGEMENT
(OIF Smart module)

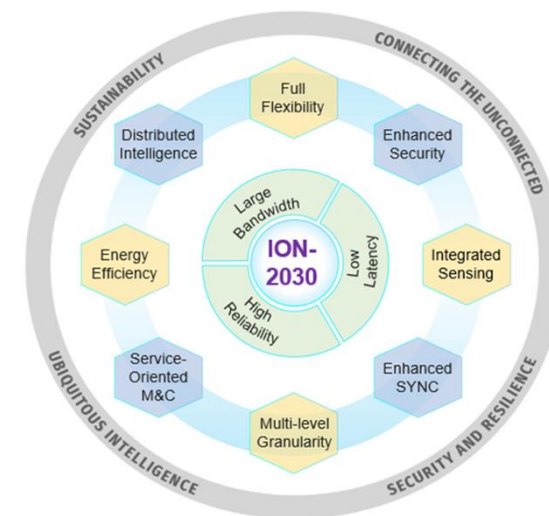
<https://datatracker.ietf.org/meeting/118/materials/slides-118-ccamp-09-security-and-operational-concerns-in-actn-poi-work-00.pptx> に一部加筆

その他：光伝送運用管理に向けた動向など

- ITU-T SG15での運用管理の活動として：
- GSTR-ENOという活動も進行中
 - Technical Report on **enhanced network operations** for transport networks
- 従来のM/C planeに対しての拡張を目指し要求・フレームワークを定義。2026/7完成予定
 - 言い換えると伝送網管理に対しAIOps的な将来像を描くことを目的としたレポート
 - ENOアーキテクチャ (この図は更新予定)



- 運用関連とは離れますが、先の(10/13-24) SG15本会合で、GSTR ION-2030の発行合意
 - **Technical Report on International Optical Networks towards 2030 and Beyond (ION-2030)**
 - 2030年に向けた光ネットワークの概要・目的・技術トレンドをまとめたもの
 - <https://www.itu.int/pub/T-TUT> から近日中に入手可能
 - IOWN GF にもリエゾンします



引用: [AI-Native Optical Networks towards 2030 and Beyond](#)
(この図がFigure1 に反映されます)

将来の光伝送に向けた課題と考察・簡単なまとめ

• 概要

- 将来の光伝送に向けた課題と考察
 - IOWN GF APNからみた、1.6T伝送技術 (OTN)との関係
 - 運用管理モデル
 - IETF YANG動向
 - CCAMP
 - IVY
 - Pluggable Module 運用管理
 - その他、ITU-T SG15の一部動向
 - GSTR ENO
 - GSTP ION-2030

• まとめ

- B1T時代の光ネットワークに向けた運用管理における多岐な課題の存在
 - レイヤ連携
 - いわゆる Passive なものの管理
 - Pluggable Module 管理
- 今後は、AI導入 (i.e., AIOps) に伴う運用管理の期待と効果にどう対処する(できるか)が課題
 - 伝送網管理におけるAI Agentとは？

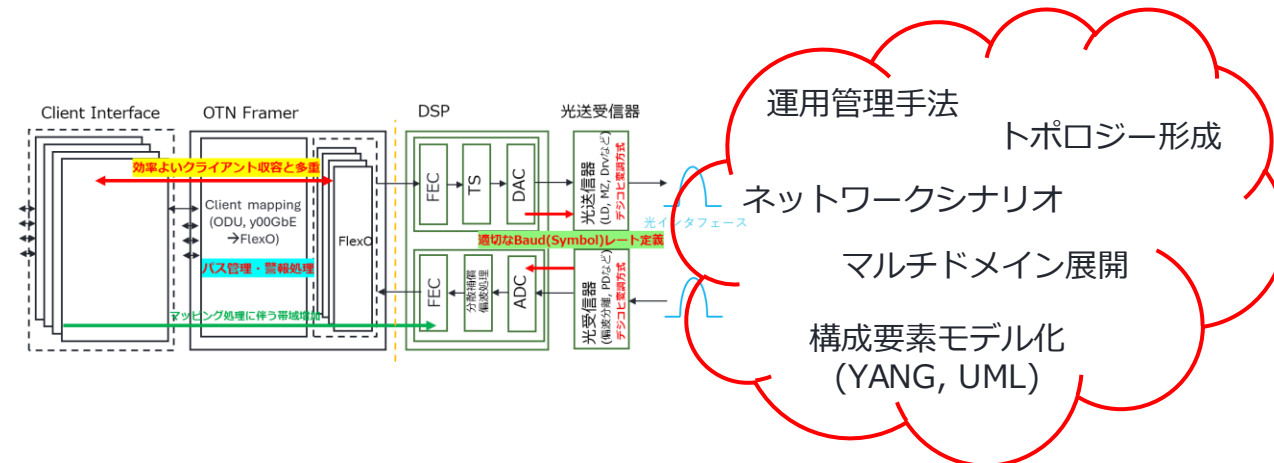
まとめ

まとめ

- B1T関連(主に1.6T)標準化動向として以下を紹介
 - IEEE P802.3aj
 - OIF (1600ZR)
 - ITU-T B1T向けFlexO (メイン)
 - その他、1.6Tを支えるであろう技術
 - 448G(OIF), G.709.mfi
- 将来の光伝送に向けた課題と考察
 - IOWN GF APNからみた、1.6T伝送技術(OTN)との関係
 - 運用管理モデル
 - IETF YANG動向
 - Pluggable module 運用管理 など

全体通して伝えたかったこと

- **B1T(1.6T)標準化は2026年がヤマ**
 - この一年のラストスパートが鍵
- 今後 or B1T時代の光ネットワーク(OTNであれAPNであれ)に向け:
 - 光伝送方式・インタフェース規定も重要な作業であるが、**B1Tを取り巻く周辺要素・技術への目配り**もまた大切



Thanks 😊

