IP over DWDMについて考えるBoF
-トランシーバーベンダー目線の今と今後-

JANOG56@松江
2025/8/1

株式会社マクニカ
三田村友也

MACNICA

©Macnica,Inc.

Agenda

1. IP over DWDMとは
2. 今後について
3. まとめ

©Macnica,Inc.

Agenda

1. IP over DWDMとは
2. 今後について
3. まとめ

©Macnica,Inc.

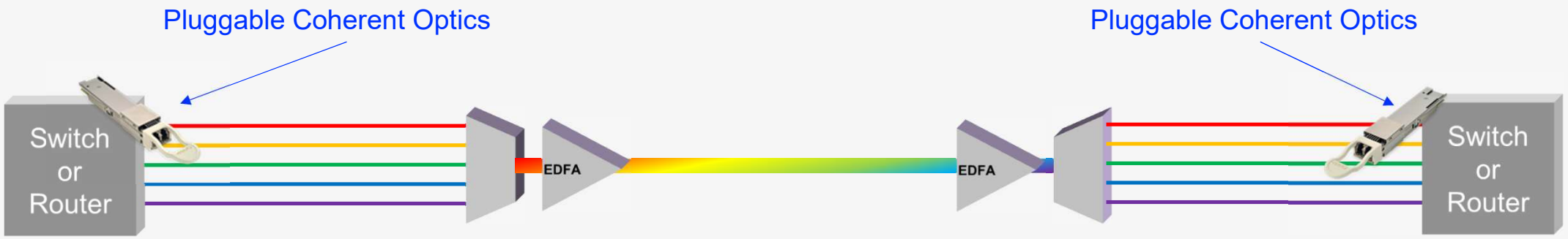
IP over DWDMとは？

- IPレイヤーのネットワーク機器に**伝送機能**を搭載すること
- 伝送装置に代わり、**Pluggable光トランシーバーが伝送機能を持ち**、ルーターに搭載

従来の光伝送ネットワーク
（Point-to-Pointの例）

IP over DWDMとは？

- IPレイヤーのネットワーク機器に**伝送機能**を搭載すること
- 伝送装置に代わり、**Pluggable光トランシーバーが伝送機能を持ち**、ルーターに搭載



IP over DWDMの光伝送ネットワーク
（Point-to-Pointの例）

©Macnica,Inc.

IP over DWDMとは？

- 様々なメリットが挙げられます
  - 伝送装置分の**コスト低減**
  - クライアント用トランシーバー分の**コスト低減**
  - システム全体の**消費電力低減**
  - 伝送装置分のラック低減による、**省スペース化**
  - 部品点数低減による、**故障点の低減**
  - 伝送装置と比較した**LTの縮小**

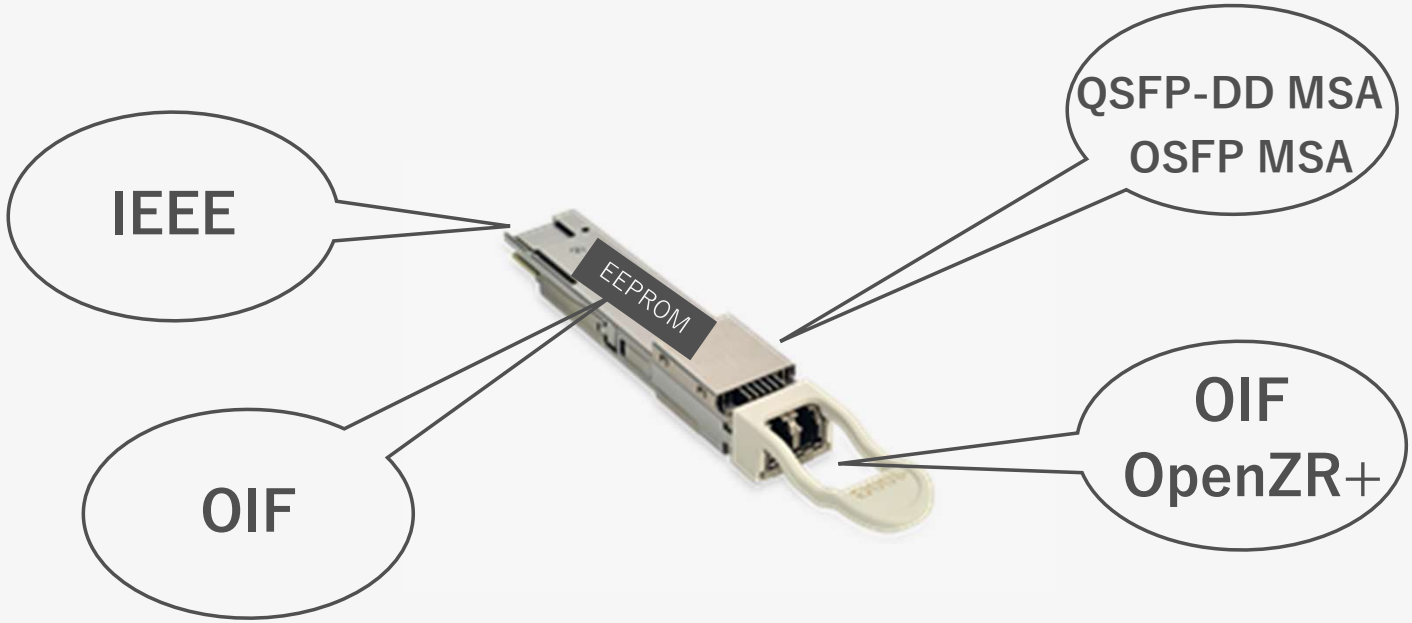
	コスト	消費電力	ネットワーク構築のLT	最大伝送距離 *
従来の光伝送ネットワーク	$$$	⚡⚡⚡	🕒🕒🕒	数100km+
IP over DWDM	$	⚡	🕒	80km~数100km

* 伝送速度、変調方式等による

©Macnica,Inc.

伝送機能を持つPluggable光トランシーバーとは？

- Coherent技術を用いた**長距離伝送用**の光トランシーバー（通称DCO：Digital Coherent Optics）
- 基本的に、**仕様は国際標準・MSA規格で構成**されている
  - ハードウェア仕様：QSFP-DD MSA, OSFP MSA
  - 電気信号仕様　　：IEEE
  - 光伝送仕様　　：OIF 400ZR, Open ZR+
  - メモリーマップ　：CMIS, C-CMIS



©Macnica,Inc.

マーケット状況

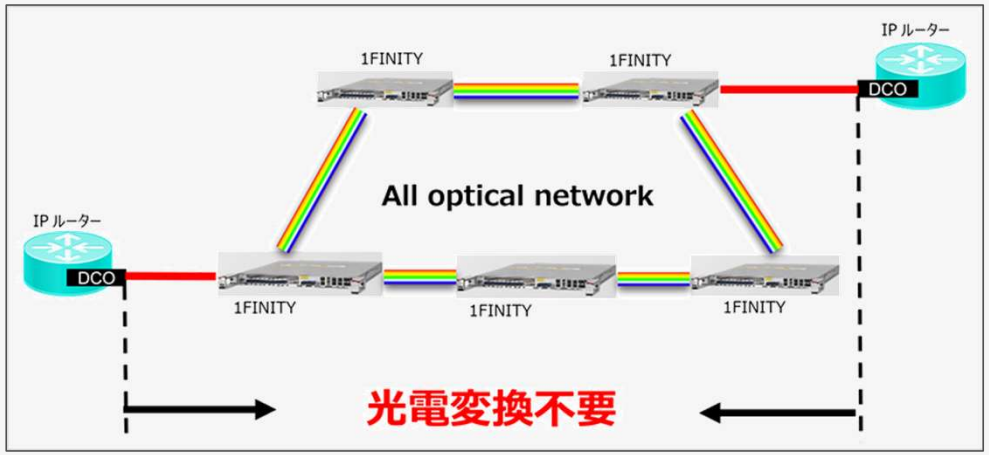
- Coherent opticsにおけるPluggableの割合が増えていく≒IP over DWDM化が進んでいく

BoF会場のみ

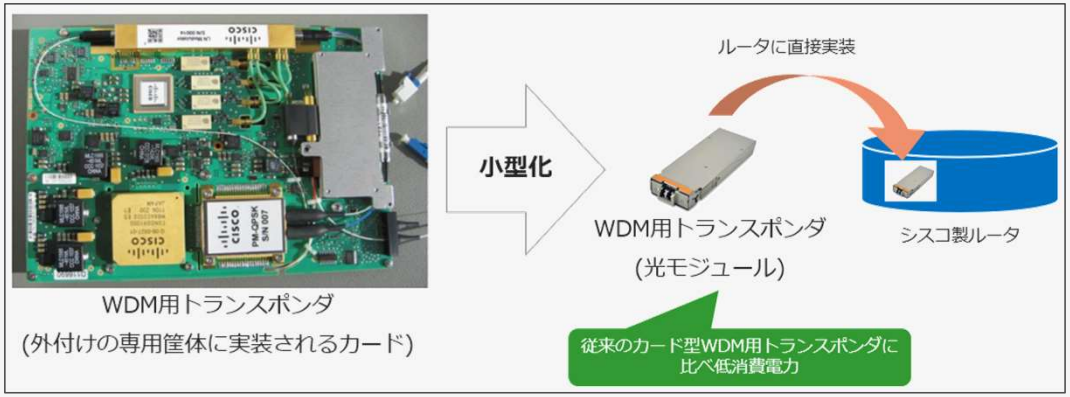
©Macnica,Inc.

導入事例

- 国内でもIP over DWDMの事例は増えている



ソフトバンク社の導入事例
引用元：ソフトバンク、富士通のディスアグリゲーション型光伝送装置を採用したAll optical networkを、全国伝送網のコア領域へ展開完了～世界初、All optical networkへの水冷トランスポンダー技術の適用により、消費電力を最大90%削減し、ネットワークのグリーン化を実現～ | 企業・IR | ソフトバンク



KDDI社の導入事例
引用元：KDDI、シスコ、富士通、電力使用量を約40%削減した通信網の本運用を開始 | KDDI News Room

©Macnica,Inc.

Agenda

1. IP over DWDMとは
2. 今後について
3. まとめ

©Macnica,Inc.

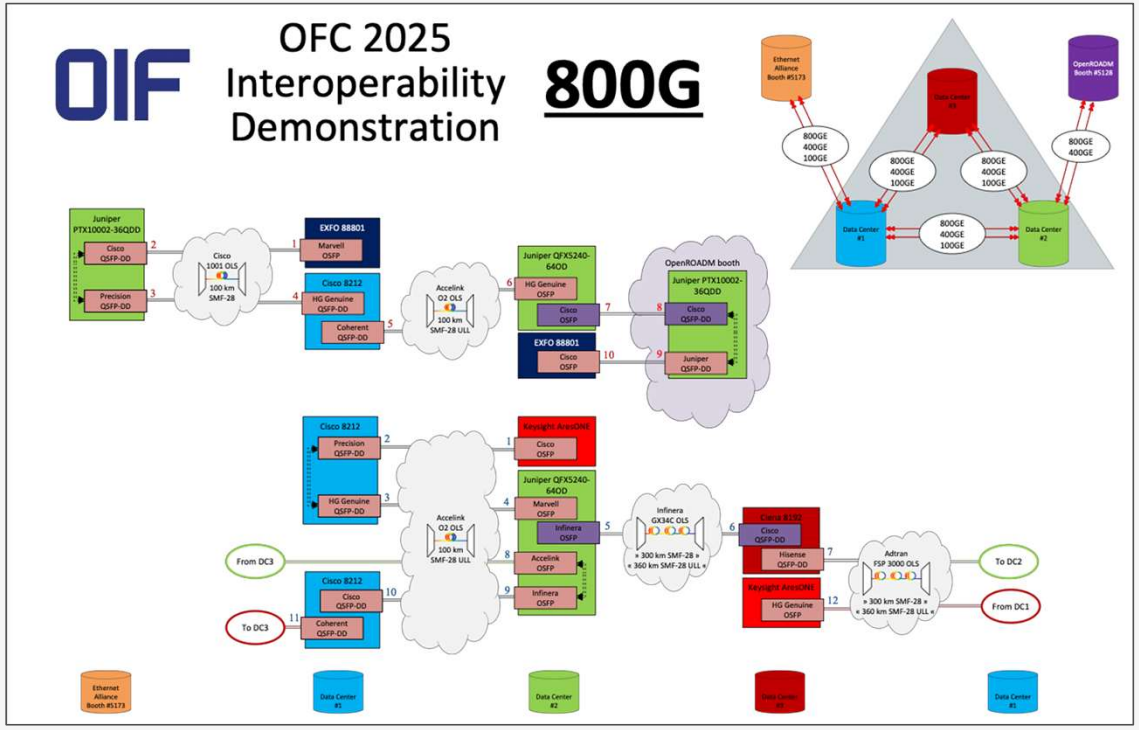
今後のIP over DWDM

- 3つのさらに
  - さらに“**大容量**”伝送へ
  - さらに“**長距離**”伝送へ
  - さらに“**アプリケーション**”が増加

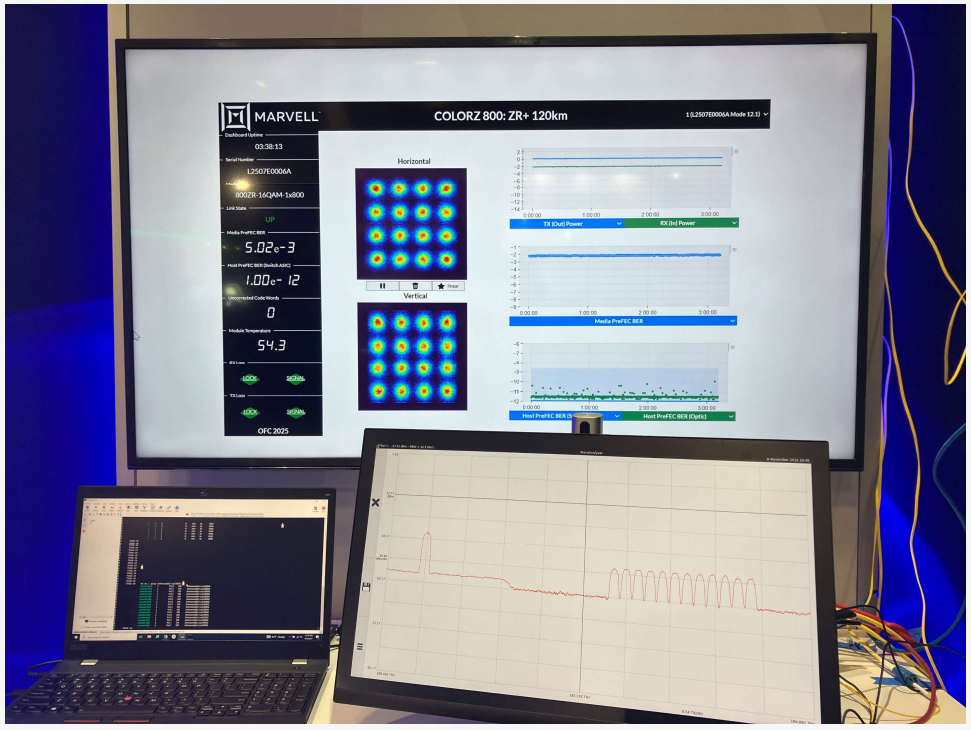
©Macnica,Inc.

さらに“大容量”伝送へ

- 2024年10月 OIF（標準化団体）で**800G ZR**の規格化が完了・**Interoperability**も確認
- **L-band**対応の800G Pluggable DCOを開発中のベンダーもいる



Interoperabilityデモ@OFC2025
引用元：[OFC25-400ZR-booth-final.pdf]



L-band対応の800G Pluggable DCOのデモ

©Macnica,Inc.

さらに“大容量”伝送へ

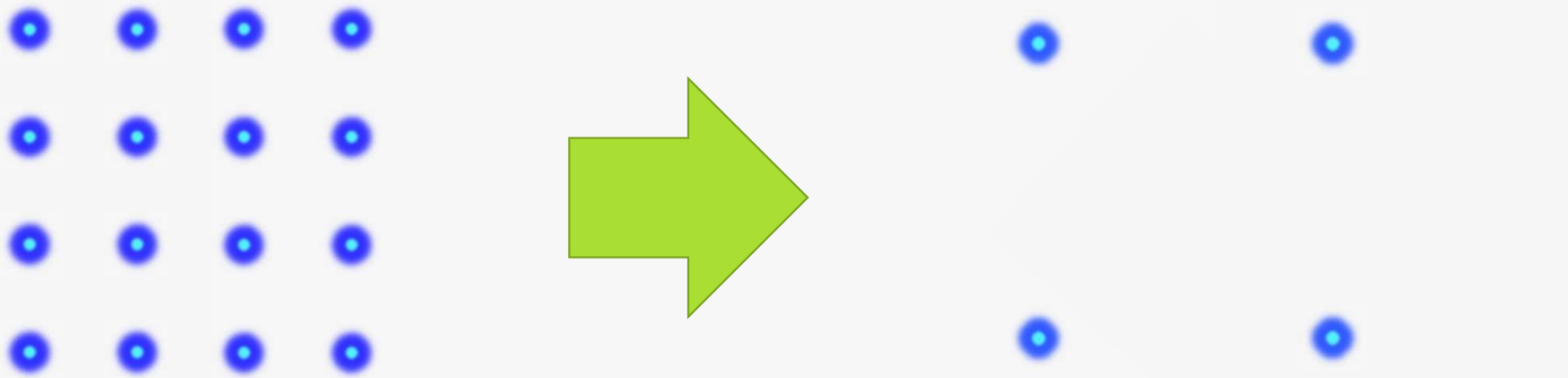
- OIFで**1600ZR**の規格化も進んでおり、2027年頃にリリース予定

BoF会場のみ

©Macnica,Inc.

さらに“長距離”伝送へ

- 変調方式を変更により、OSNR・波長分散耐力が向上し、**数千km相当**の400G伝送が可能



ZR400-OFEC-16QAM

- 2 polarizations, 4 bits/symbol, 60 Gbaud rate
- Rx OSNR 耐力 < 24 dB
- 波長分散耐力 < 20,000 ps/nm (~1,100 km)
- Min. channel spacing 75GHz

Open ROADM OR-W-400G-oFEC-118Gbd

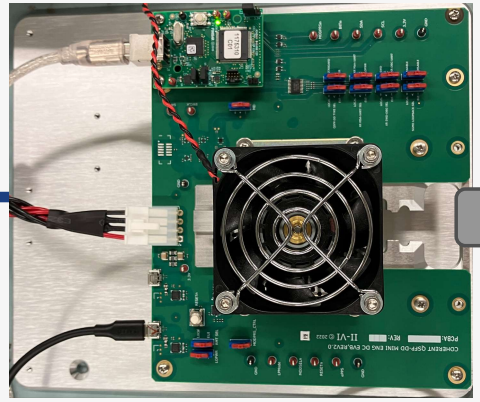
- 2 polarizations, 2 bits/symbol, 118 GBaud
- **Rx OSNR 耐力 ~ 6dB 向上**
- **波長分散耐力 < 48,000 ps/nm (~2400 km)**
- Min. channel spacing 125-150GHz

©Macnica,Inc.

さらに“長距離”伝送へ

- 400G 16QAMと400G QPSKの受信性能を比較してみた

以下2つのPluggable DCOを用意 *共に0dBm output
1. Open ZR+準拠(400G 16QAM)のDCO
2. 400G QPSK mode搭載のDCO



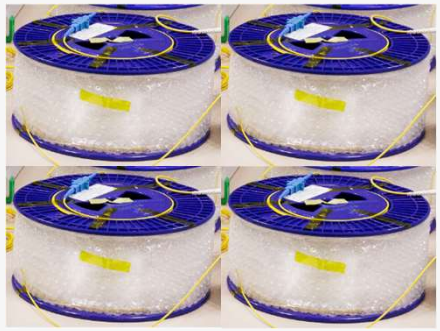
専用評価ボード

Rx

Tx
(0dBm output)

光アッテネーター

減衰量を増やしていき、
Post-FEC BER > 0になる減衰量を
確認する



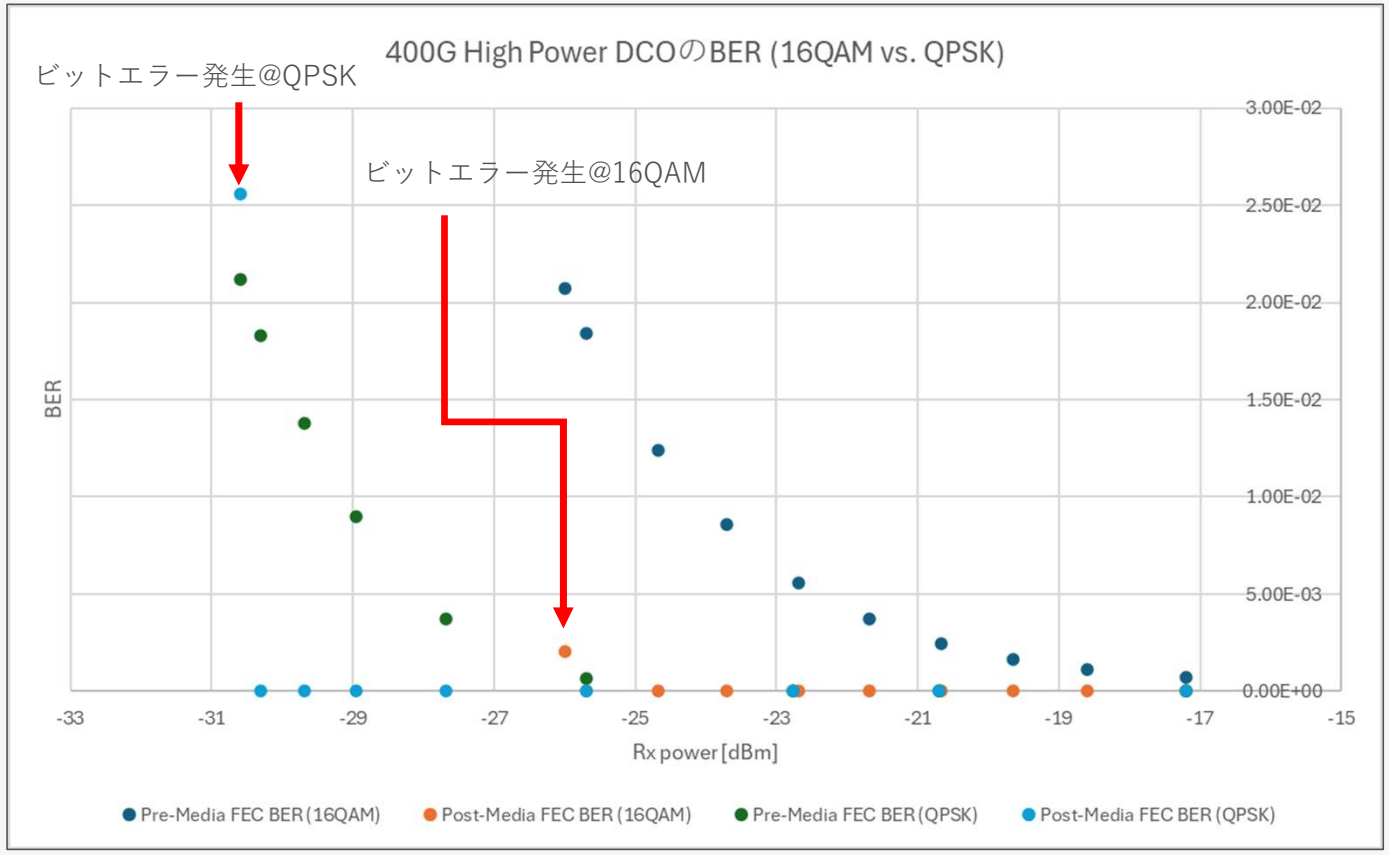
80kmベアファイバー
損失 ≒ 15.6dB
(約0.2dB/km@1,550nm)

専用GUI
(BER測定)

©Macnica,Inc.

さらに“長距離”伝送へ

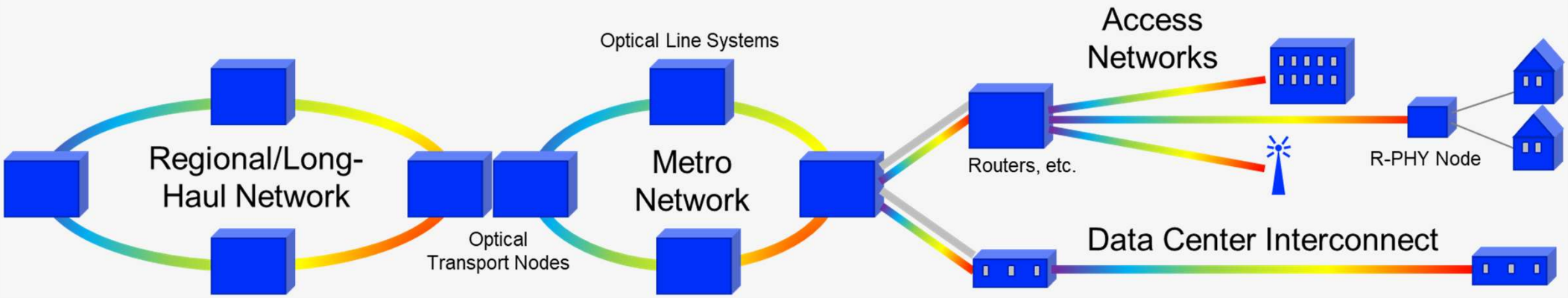
- 検証結果：400G QPSKは約4dBm低い受信パワーでもFECの許容範囲



さらに“アプリケーション”が増加

- **100G QSFP28**フォームファクターのPluggable DCOも登場
- **IP over DWDMのアプリケーション**
  - ロングホール
  - メトロリングネットワーク
  - データセンター間接続
  - **アクセスネットワーク**

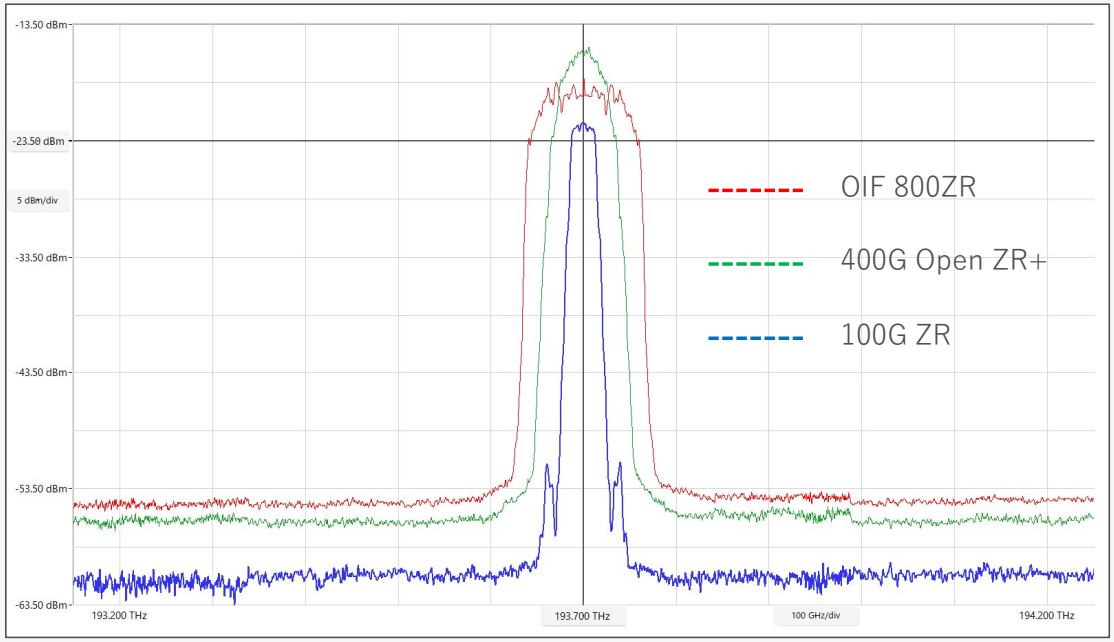
QSFP28フォームファクターのPluggable DCO



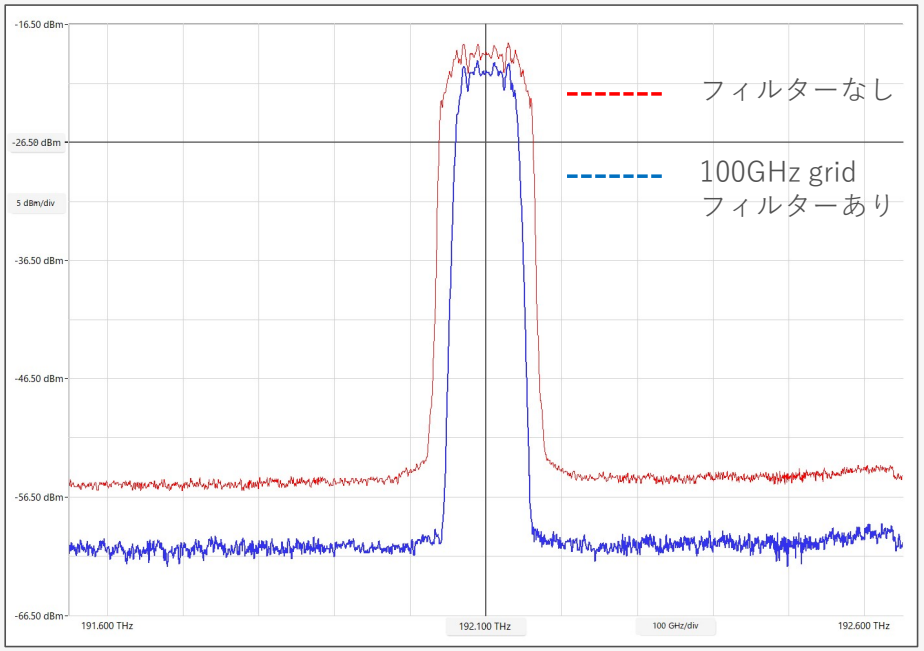
©Macnica,Inc.

注意点は？

- 大容量化に伴い、**占有周波数帯域幅が広がる**ため、**ラインシステムの選定**に注意は必要



中心周波数193.7THzで比較したスペクトラム



100GHz gridフィルターで800G ZRがフィルタリングされる様子

©Macnica,Inc.

Agenda

1. IP over DWDMとは
2. 今後について
3. まとめ

©Macnica,Inc.

まとめ

- IP over DWDMとは、**IPレイヤーの装置に伝送機能を搭載すること**を意味します
- IP over DWDMにより、**投資・運用コストの抑制可能**です
- IP over DWDMは、さらに“**大容量**”・“**長距離**”となり、“**アプリケーション**”が増えます

©Macnica,Inc.

・本資料に記載されている会社名、商品またはサービス名等は各社の商標または登録商標です。なお、本資料中では、「™」、「®」は明記しておりません。
・本資料のすべての著作権は、第三者または株式会社マクニカに属しており、（著作権法で許諾される範囲を超えて）無断で本資料の全部または一部を複製・転載等することを禁じます。
・本資料は作成日現在における情報を元に作成されておりますが、その正確性、完全性を保証するものではありません。

©Macnica,Inc.