

400G-ZR/ZR+の技術解説

macnica

2022/7/13

株式会社マクニカ

磯野健二



自己紹介

● 名前：磯野 健二（いその けんじ）

● 経歴：

- 1997年 株式会社マクニカに入社
- 2000年頃から光通信関連製品の取り扱いを開始
 - Bandwith9 (MEMSを使った波長可変VCSELレーザー)
 - Genoa (リニア半導体光アンプ)
 - T-Networks (EA変調器)
 - Red-C (EDFA、ラマンアンプ)
 - Finisar (光トランシーバー)
 - MultiLane (測定器)
- その時代の最先端を行く光通信技術に触れられる、技術者として幸せな経験を積んできました



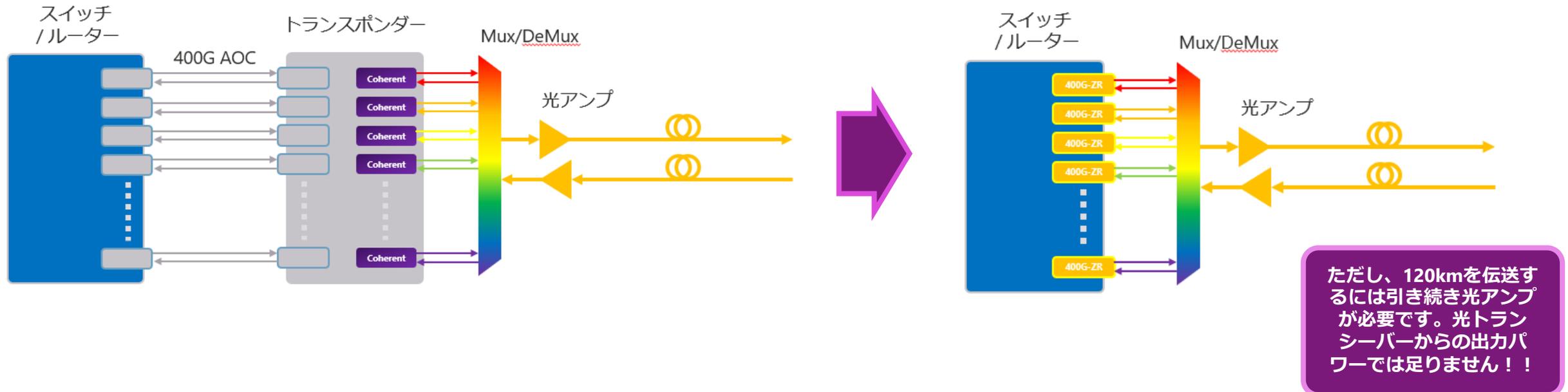
光通信規格のおさらい

	10G SFP+	100G QSFP28	400G QSFP-DD
100m	SR MMFを使用したラック間の短距離通信 SR8 / SR4.2 / AOC		
2km		CWDM4	FR4
10km	LR 光出力UP 入力感度UP	LR4 光出力UP 入力感度UP FEC追加	LR4-10 光出力と入力感度UPでは限界・・・ どうする??
40km	ER さらに光出力UP 入力感度UP	ER4f さらに光出力UP 入力感度UP	ZR/ZR+
80km	ZR	ZR4	

※ 通信距離は規格上の光ファイバー減衰量に基づく距離です・・・

400G-ZR/ZR+とは？

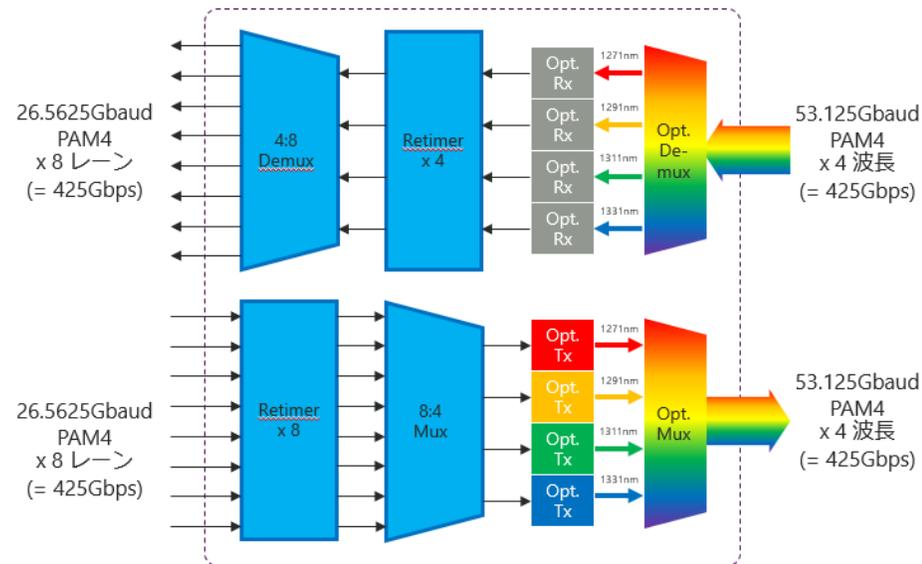
- これまでトランスポンダーという高価な装置で実現していた、高速大容量（400G x 64 = 25.6T） & 長距離（120km〜）の光伝送を小さな光トランシーバーで実現しちゃおう！という野心的な規格
- トランスポンダーが不要になり、スイッチ/ルーターとトランスポンダーをつなぐための大量の光トランシーバーも不要になるので、システム全体の劇的な低コスト化、省電力化、省スペース化が可能



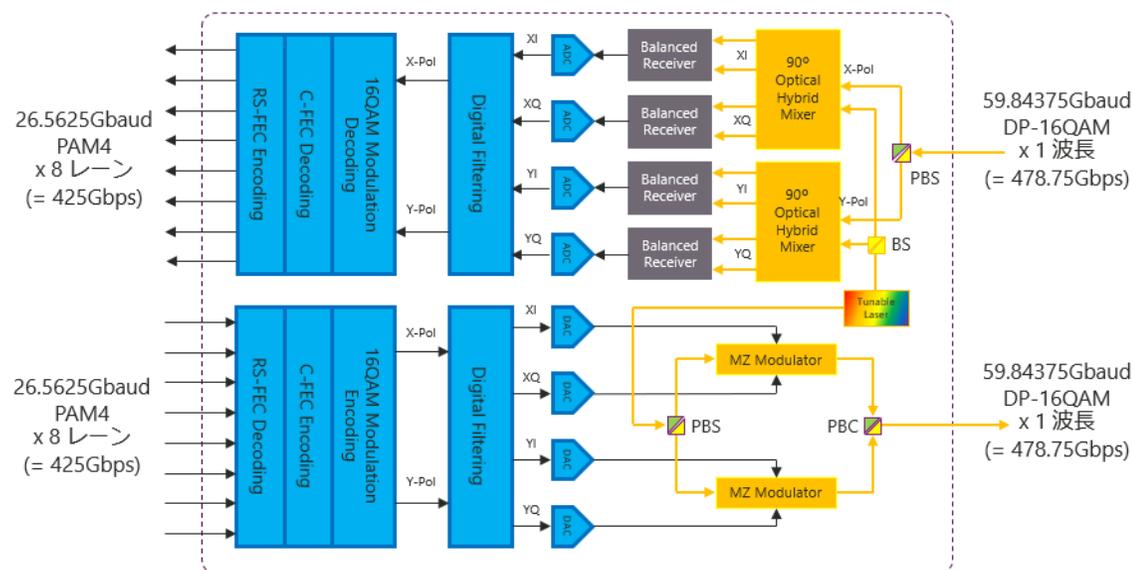
よくある400G光トランシーバーとは何が違う？

	400G-FR4	400G-ZR
伝送距離	2km	120km
波長数	4波長	1波長
偏波多重	なし	あり
変調方式	PAM4 (2-bit/symbol)	16QAM (4-bit/symbol)
受信方式	直接検出 (DD)	コヒーレント検出 (CD)
FECをかける場所	スイッチ側のみ	スイッチ側と トランシーバー 内部の両方
QSFP-DD	Type 2	Type 2A
消費電力	10W	15W+

400G-FR4 光トランシーバー



400G-ZR 光トランシーバー



400G-ZR/ZR+光トランシーバーはまるで光測定器

- 受信した光信号の波長分散、DGD、PDL、OSNRなど通常は光測定器で測るような特性が光トランシーバーで測定できる！

```
Current diagnostic parameters[L1-L8:Lane1 - Lane8 AP:Average Power]:  
Temp(Celsius) Voltage(V) Bias(mA) RX power(dBm)  
64(OK) 3.31(OK) 58.95(OK)[L1] -0.92(OK)[L1/AP]
```

```
TX power(dBm)  
-11.64(OK)[L1]
```

```
Transceiver current alarm information:  
None
```

```
Current versatile diagnostics parameters[EM:Module L1:Lane1]:
```

```
Chromatic Dispersion(Ps/nm)  
593.00(L1)
```

```
Differential Group Delay(Ps)  
7.37(L1)
```

```
Polarization Dependent Loss(dB)  
0.60(L1)
```

```
Thermoelectric Cooler Current(%)  
10.01(L1)
```

```
Carrier Frequency Offset(MHz)  
-39.0(L1)
```

```
Laser Frequency Error(MHz)  
-10.0(L1)
```

```
Optical Signal to Noise Ratio(dB)  
22.40(L1)
```

```
Electrical Signal to Noise Ratio(dB)  
16.40(L1)
```

```
Pre-FEC BER Value Host Input  
--More-- 0(L1)
```

```
Errored Frames Value Host Input  
0(L1)
```

```
Pre-FEC BER Value Media Input  
0.0102(L1)
```

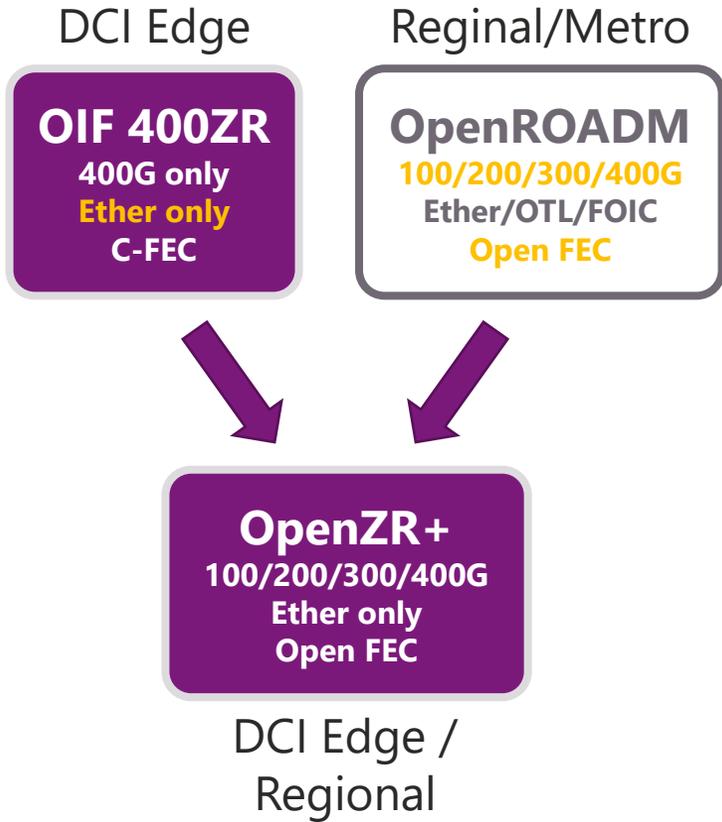
```
Errored Frames Value Media Input  
0(L1)
```

```
Laser Temp(Celsius)  
48.0(L1)
```

```
Rx Total Power(dBm)  
-0.92(L1)
```

```
Rx Signal Power(dBm)  
NA
```

ZRとZR+の違い



	“400G-ZR QSFP-DD”	“400G-ZR+ QSFP-DD”
対応規格	OIF 400ZR	OpenZR+ MSA
伝送速度	400Gのみ	400G/300G/200G/100G
波長分散耐力 (換算距離)	2,400ps/nm (120km)	20,000ps/nm (1,000km) @400G 40,000ps/nm (2,000km) @300G 50,000ps/nm (2,500km) @200G 100,000ps/nm (5,000km) @100G
OSNR耐力	26dB	24dB @400G 21dB @300G 16dB @200G 12.5dB @100G
FECの種類	C-FEC (Pre-FEC BER \leq 0.0125)	O-FEC (Pre-FEC BER \leq 0.02)
消費電力	~15W	~20W

400G-ZR/ZR+光トランシーバーの使用上の注意

- スイッチ/ルーターの400Gポートが20W超の電力を供給できるか？
- 光トランシーバーの温度を70℃以下に保つ冷却性能があるか？
- OSやFirmwareが400G-ZR/ZR+をサポートしているか？
- 光トランシバーだけでは120kmの長距離伝送は不可、光アンプが必要
 - 一部のメーカーからは高光出力版が提供されており、光アンプなしで80kmの伝送が可能



Co. Tomorrowing macnica

- 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・転用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。