



APAC Cohesion

Juniper Automated WAN Systems (JAWS)

Paragon Automation Suite が牽引するコアネットワーク

Tech Roundup Q1-2023

ジュニパーネットワークス株式会社

JUNIPER
NETWORKS

Driven by
Experience™



Agenda

1. 製品移行のアップデート

2. 400G-ZR/ZR+

- 市場 & 技術動向
- デプロイメントとデモ
- 規格およびハードウェア/
ソフトウェアのサポート

製品移行イニシアティブの更新



新製品の受注状況

EoL マイルストーンの
取り消し／延長

- MX304
- MX10004
- ACX7024 (AC / DC 兼用タイプ)

- MX204, MPC7E-10G, MPC7E-MRATE の EOL を取り消しました
- MX10003 の拡張 EoL マイルストーン(LSV & EOSE)
 - LSV は 23.4 から 26.4 へ拡張
 - EOSE は 2026 年 4 月 3 日から 2028 年 12 月 22 日まで延長されました
 - <https://supportportal.juniper.net/s/article/End-of-Life-Announcement-MX10003>



400G-ZR/ZR+

市場 & 技術動向

オプティクス市場動向

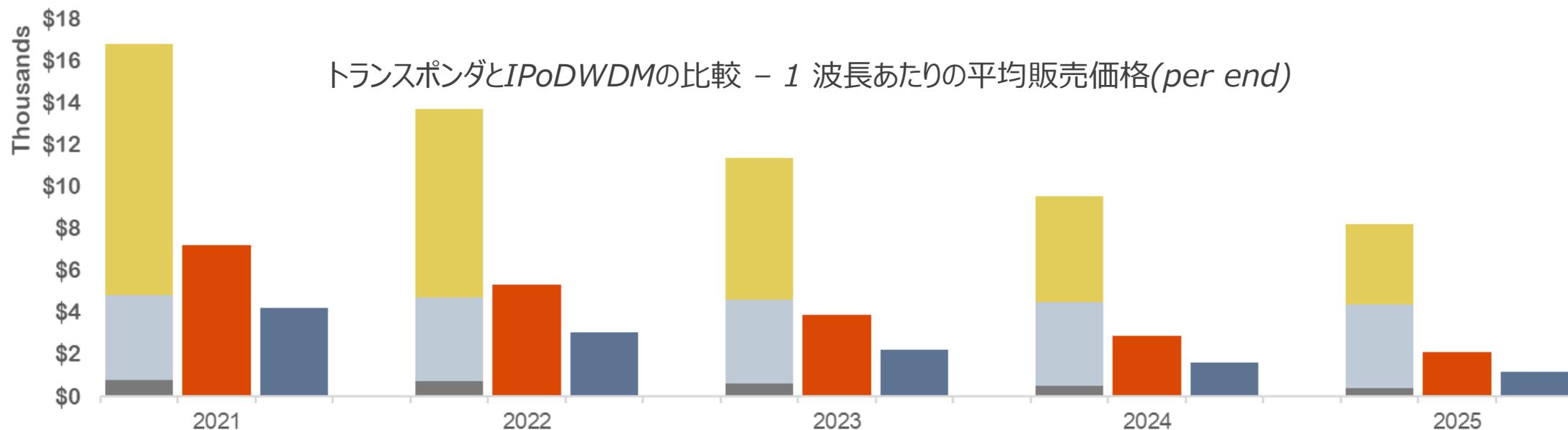
イーサネットトランシーバの業界全体における売上高



出典: LIGHTCOUNTING, March 2022 High Speed Ethernet Optics Report

400ZR & OpenZR+

外付けトランスポンダとの CAPEX 比較



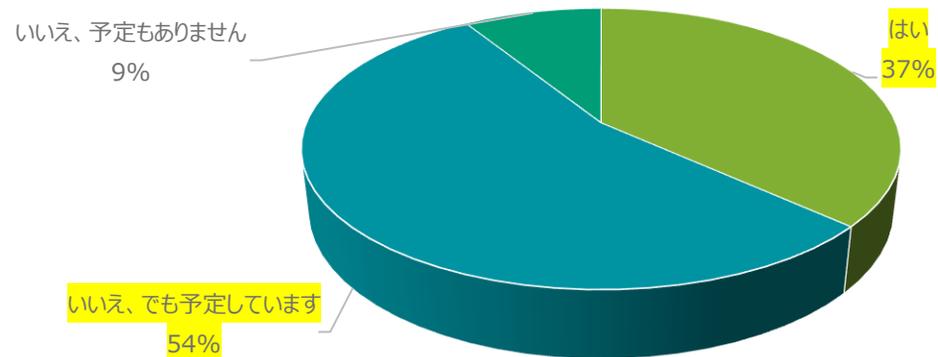
オプティカルシステム: ■ Client optic ■ Sled + commons ■ Line optic (CFP2)
 ルータ/スイッチ: ■ 400ZR+ (less client optic) ■ 400ZR (less client optic)

Signal AI, 400ZR/ZR+ IPoDWDM Market Impact and Forecast, November 2021 より引用

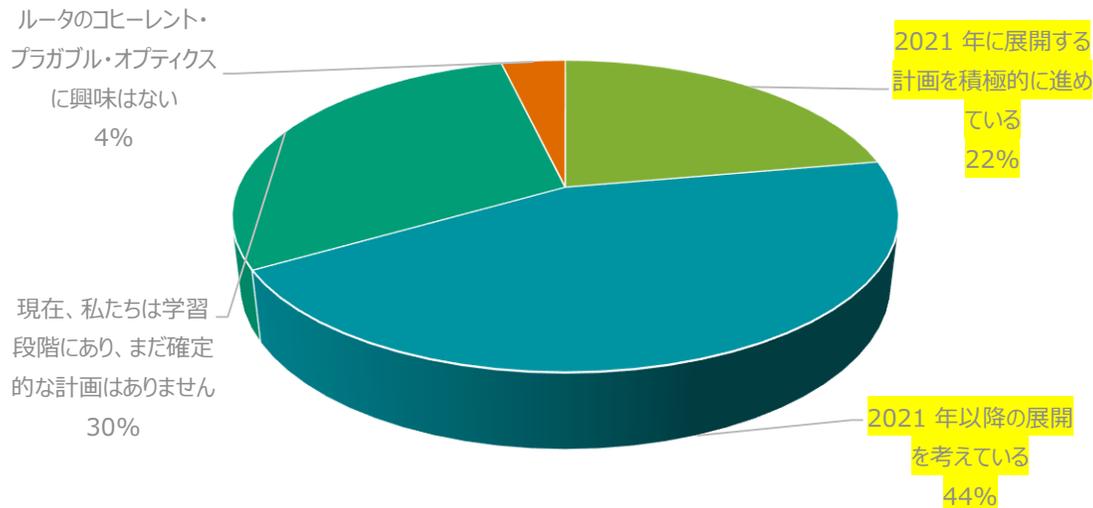
400G ZR/ZR+ は業界変革の始まりである

IPoDWDM の(大きな)可能性を信じているマーケット

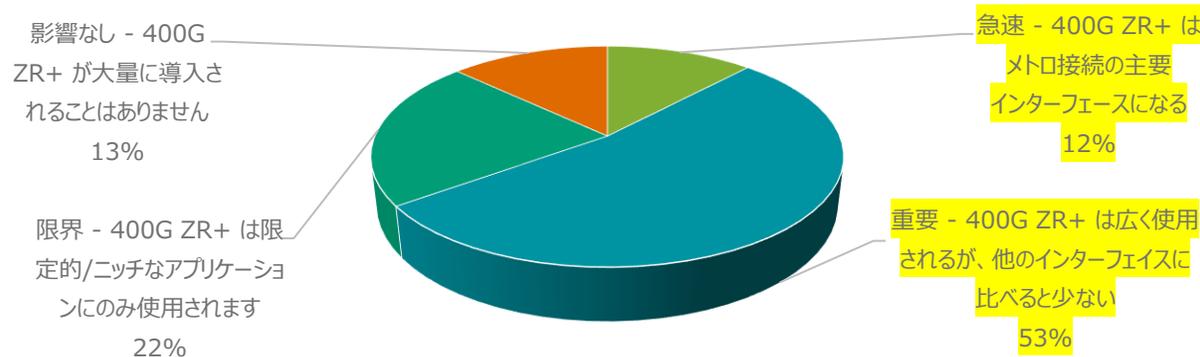
1. ルーティングに光 IF を利用したネットワークを利用していますか？



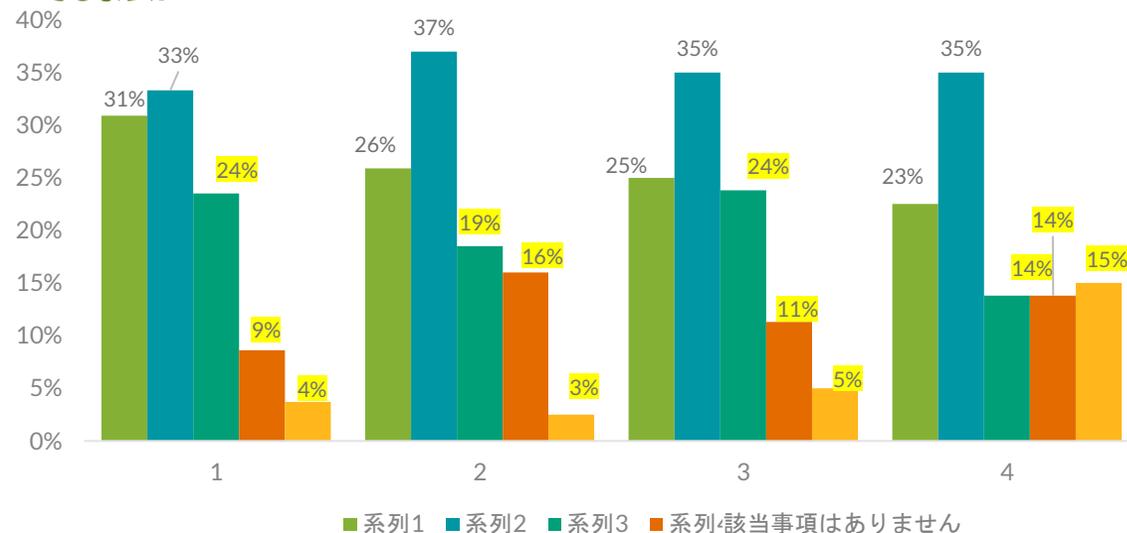
2. コヒーレント・プラガブル・オプティクスをルータに収束させる計画は？



3. 400G ZR+ がネットワークに与える影響はどの程度と考えていますか？



4. 現在から 2025 年までに、リンクの何 % が 400G ZR/ZR+ で駆動されるでしょうか



出典: Heavy Reading Reports 2021, "Coherent Optics at 400G, 800G and Beyond A 2021 Heavy Reading Survey"
 出典: Heavy Reading Reports 2022, "Building the Cloud Metro"



400G-ZR/ZR+

デプロイメント & デモ

APAC の Tier1 SP に 400G-ZR を導入

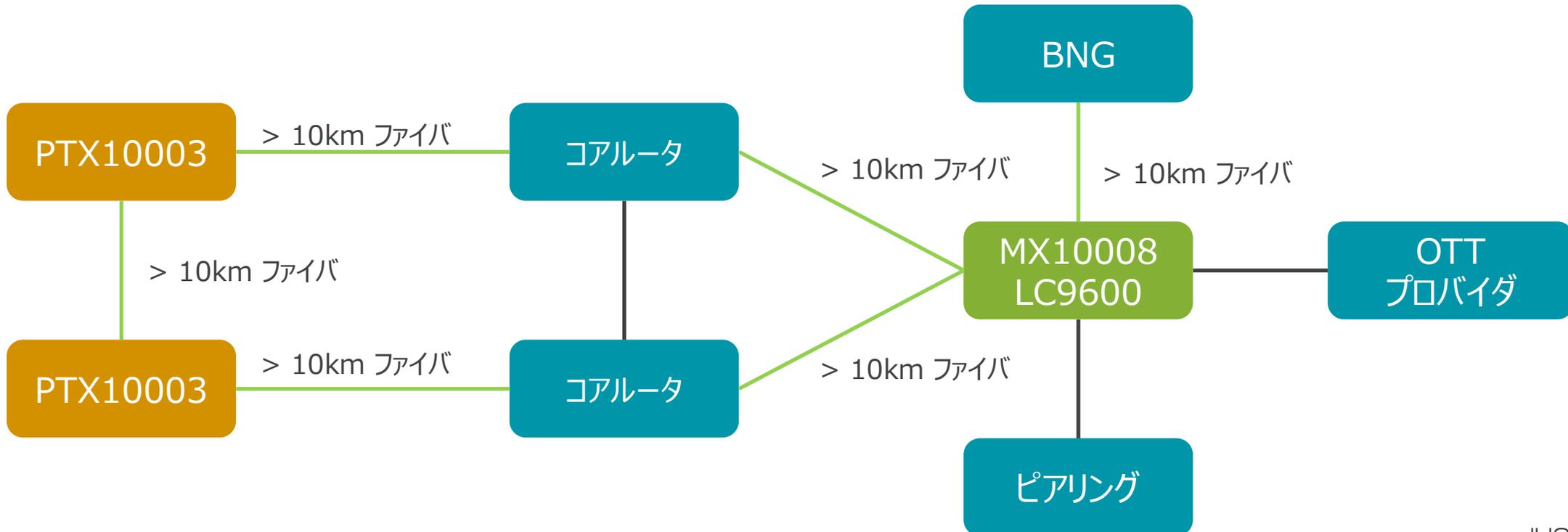
ダークファイバでのピアリング

- 使用例

- DWDM を使用しないダークファイバ (高損失ファイバで 10 km 以上) でのシングルホップ 400G の展開

- 利点

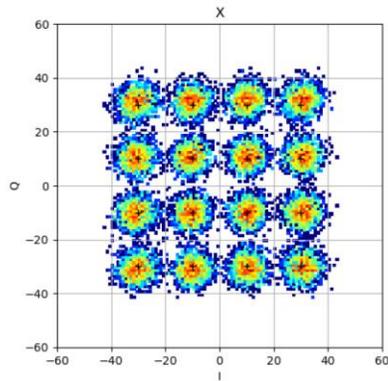
- 400G-ZR は、従来の $n \times 100G$ ファイバを置き換えることで、ダークファイバでの大容量を実現します
- 400G-ZR でより遠くまでカバー VS グレー 400G オプティクス



欧州における 400G ZR+ プロダクションネットワークのトライアル

地域および長距離で 400G を実現

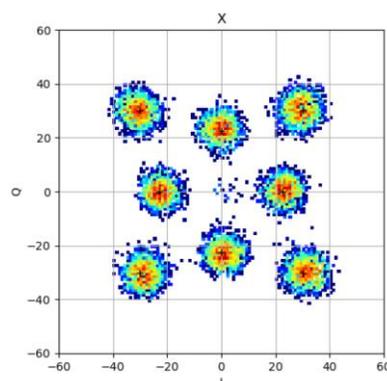
400G
DP-16QAM



600 km

1 dB マージン
(t.b.c)

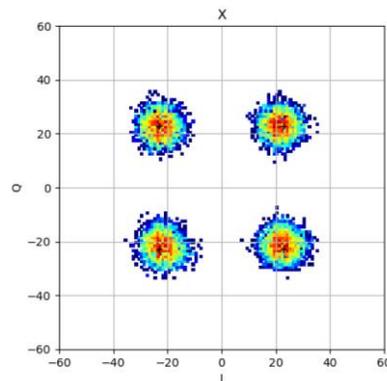
300G
DP-8QAM



900 km

3.5 dB マージン

200G
DP-QPSK



1900 km

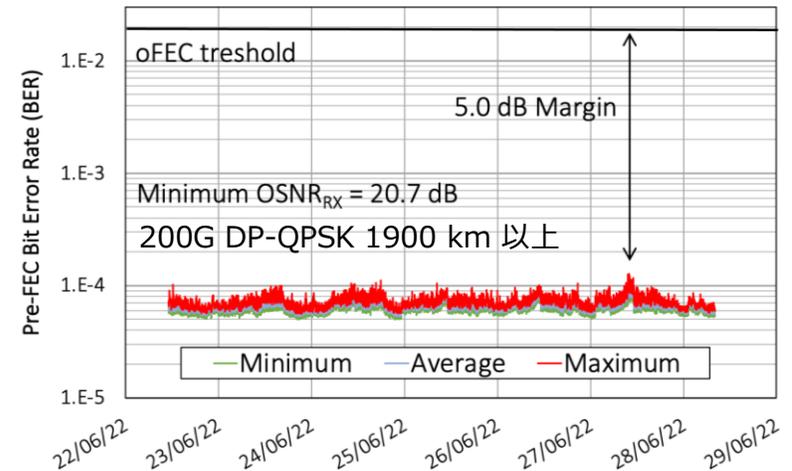
5.0 dB マージン

```

root@ptx-1> show interfaces transport pm optics current et-0/0/0
Physical interface: et-0/0/0, SNMP ifIndex 512
2022-04-13,23:00:00 - current
Suspect Flag:False
Reason:Not Applicable

```

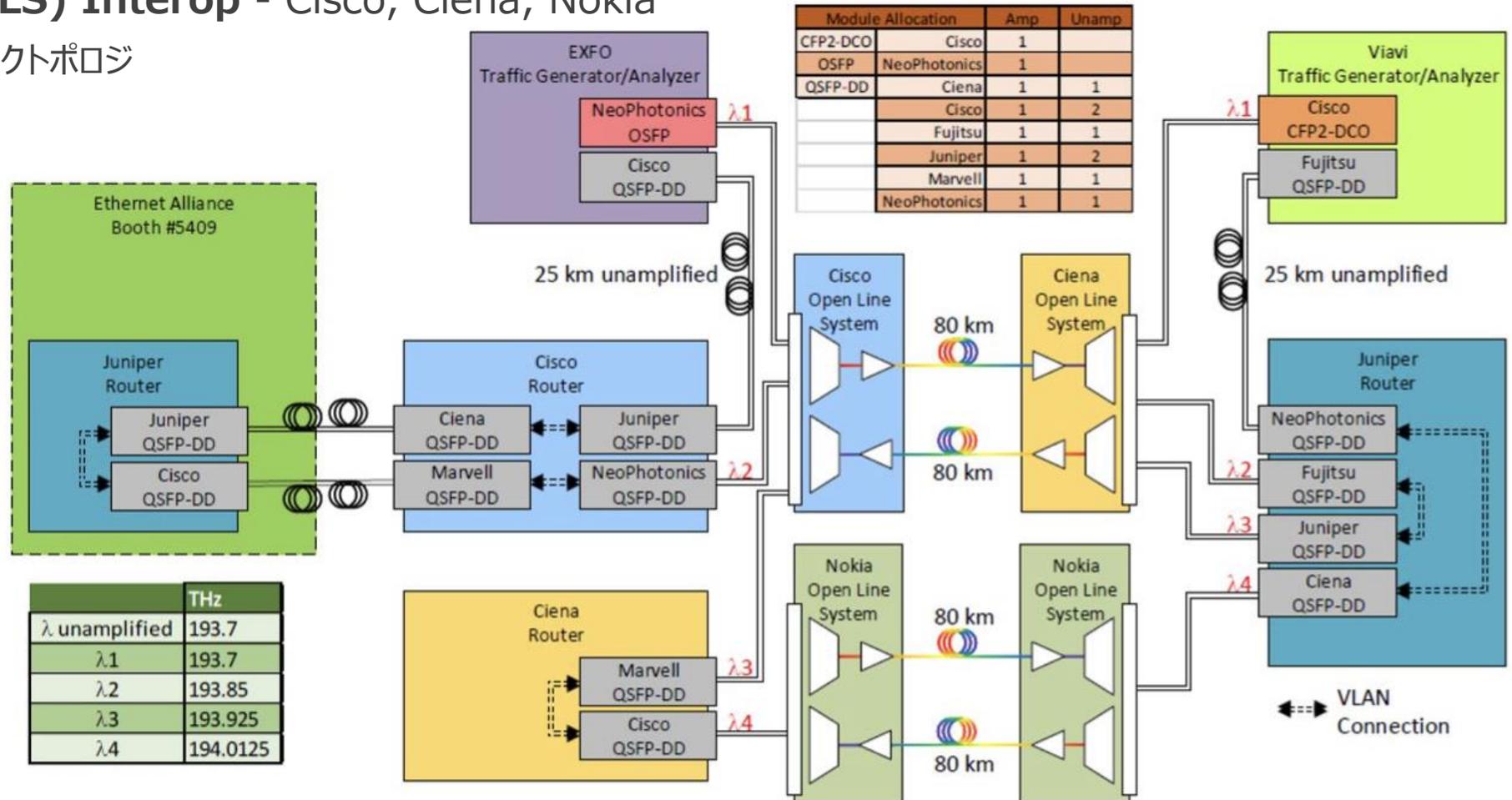
PM	CURRENT	MIN	MAX	AVG
Module temperature(Celsius)	48	48	48	48
Pre-FEC BER	8.01e-3	7.71e-3	8.18e-3	7.97e-3
Uncorrected FER	0.00e+0	0.00e+0	0.00e+0	0.00e+0
SNR (dB)	15.4	15.0	15.9	15.3
Tx power (dBm)	-11.1	-11.1	-11.0	-11.1
Rx total power (dBm)	-9.4	-9.5	-9.3	-9.4
Carrier frequency offset (MHz)	0	0	1	0
Chromatic dispersion (ps/nm)	10554	10553	10555	10553
Differential group delay (ps)	4.00	3.00	4.00	3.68
SOPMD (ps^2)	37	8.00	103	42
PDL (dB)	0.6	0.5	0.6	0.6
OSNR (dB)	24.7	24.4	24.8	24.6



400G コヒーレントプラガブルは、地域や長距離の通信にも有効なオプションです

OIF 400ZR Live Interop Demo @ OFC 2022

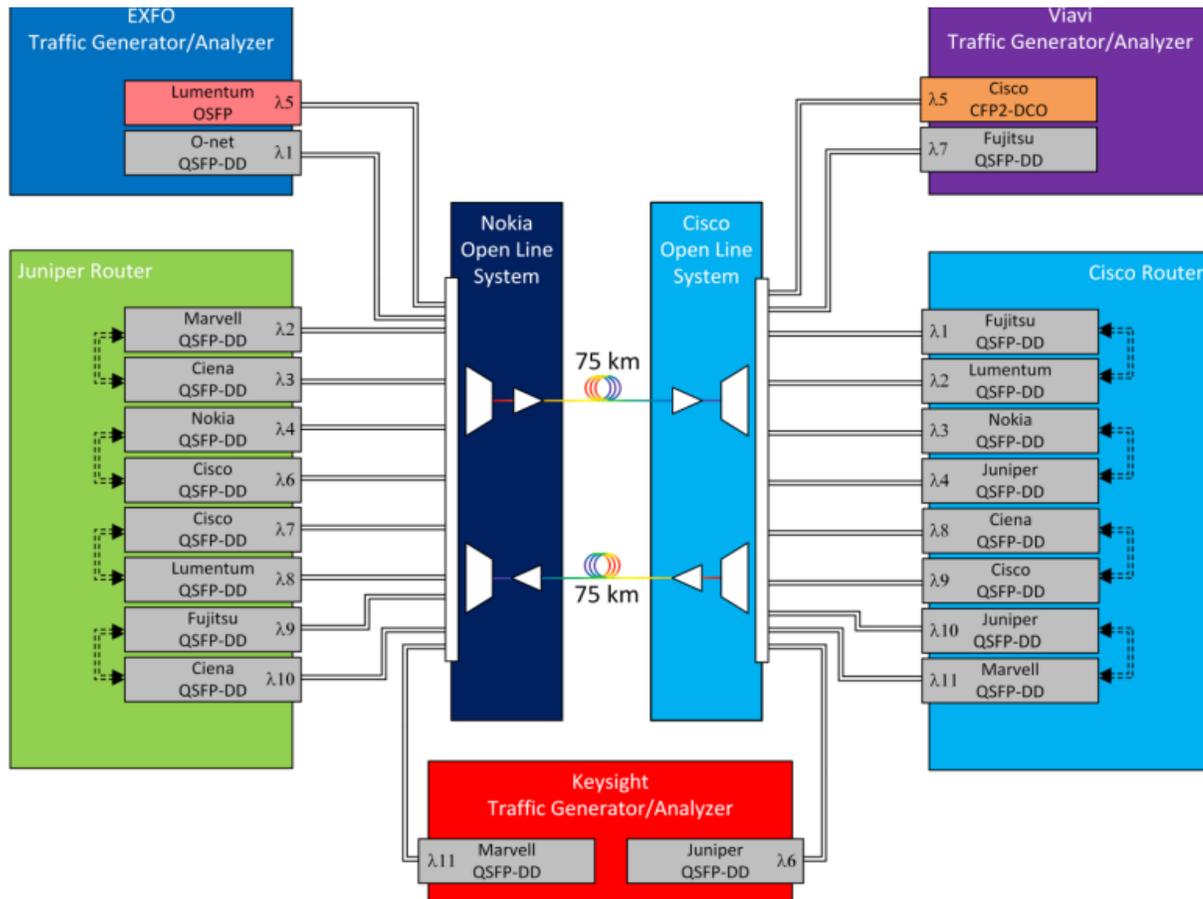
- 400ZR Interop - Juniper、Cisco、Ciena、Marvell、NeoPhotonics
- 光回線システム (OLS) Interop - Cisco, Ciena, Nokia
 - 増幅と非増幅リンクトポロジ



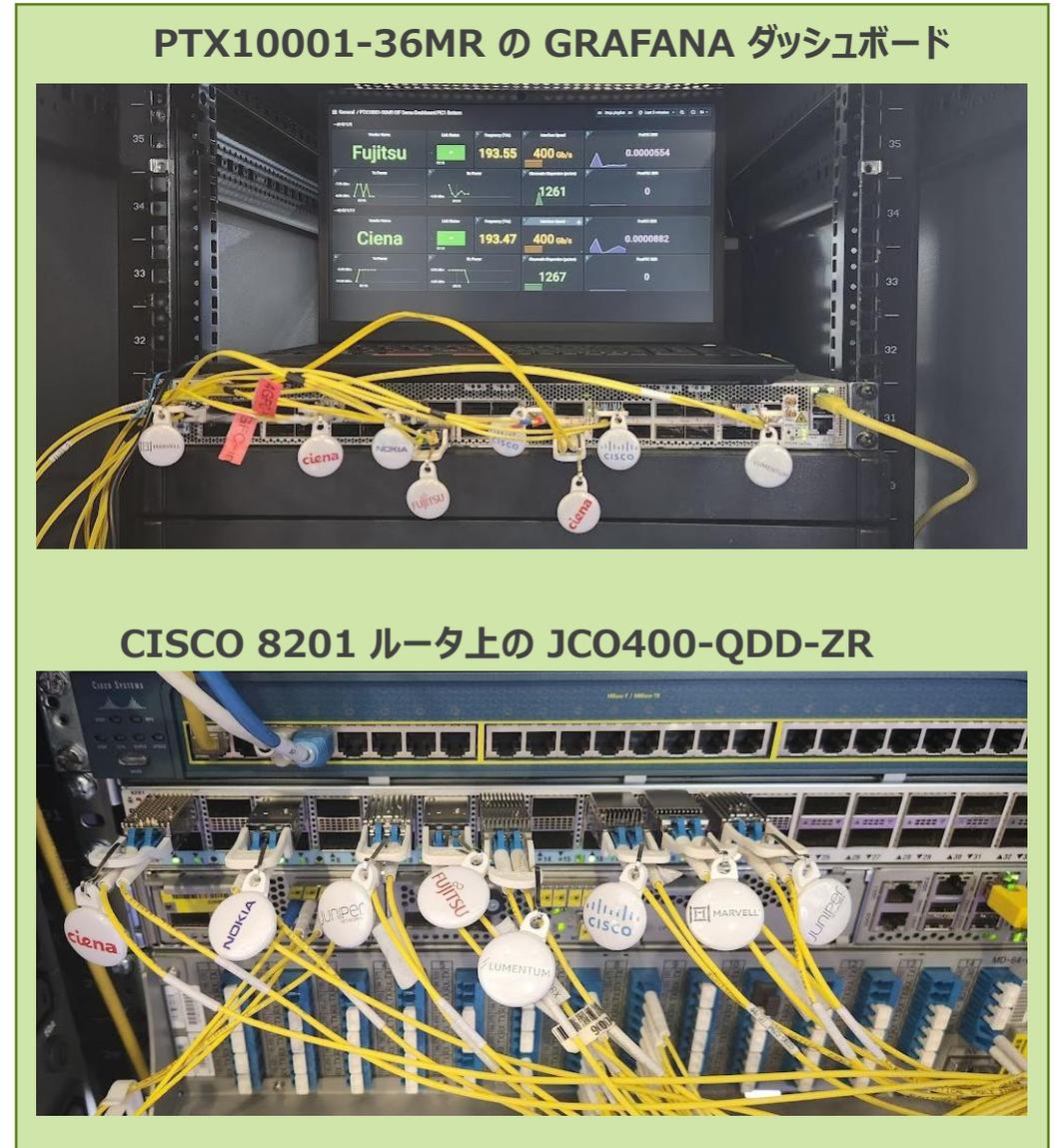
参考 : <https://www.oiforum.com/meetings-events/oif-ofc-2022/>

OIF 400ZR Live Interop Demo @ ECOC 2022

- **400ZR モジュール** : Juniper、Cisco、Marvell、Ciena、Nokia、Lumentum、富士通、O-Net
- **光回線システム (OLS)** : Cisco, Nokia

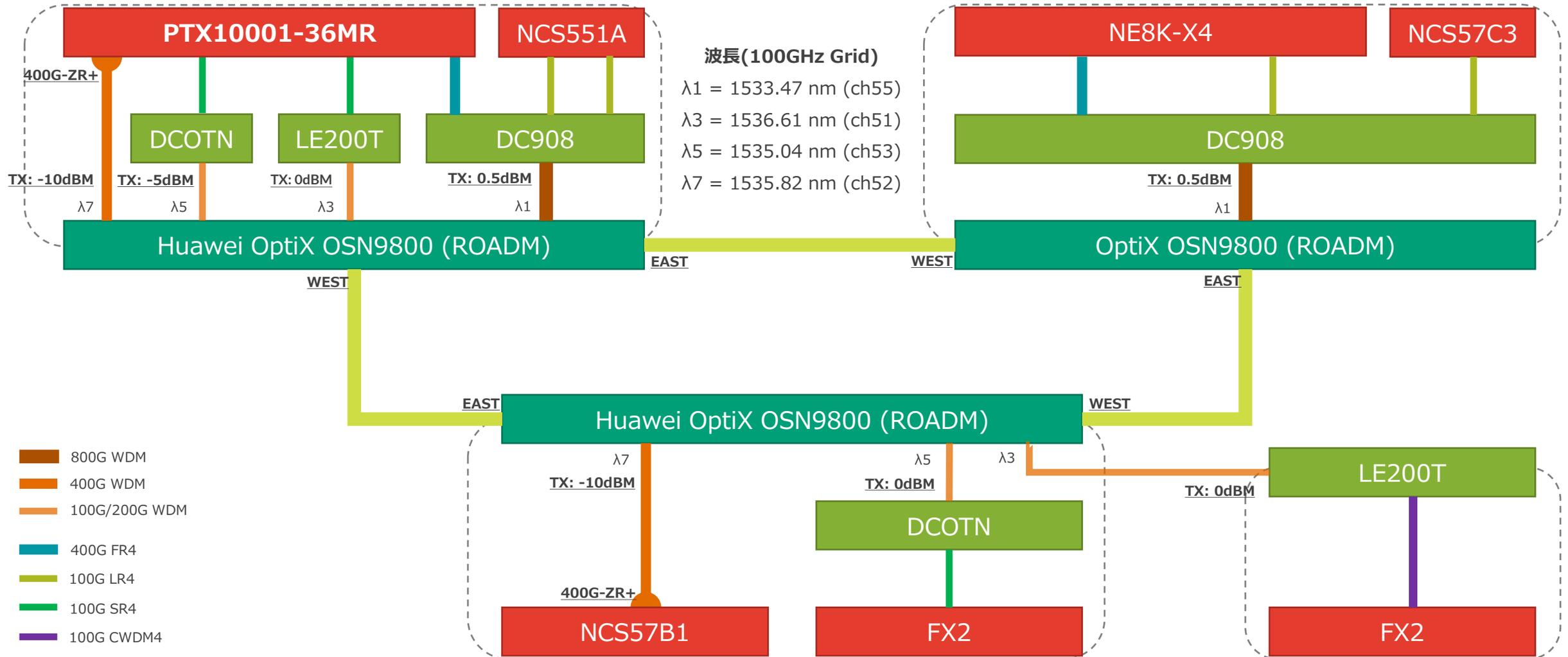


参考 : <https://www.oiforum.com/meetings-events/oif-ecoc-2022/>



400G-ZR+ Live Interop @ Interop Tokyo 2022

PTX10001-36MR ↔ 3rd ROADM コンポーネント ↔ NCS57B1-6DH24H





400G-ZR/ZR+

規格および

ハードウェア/ソフトウェアのサポート

400G ZR & ZR+

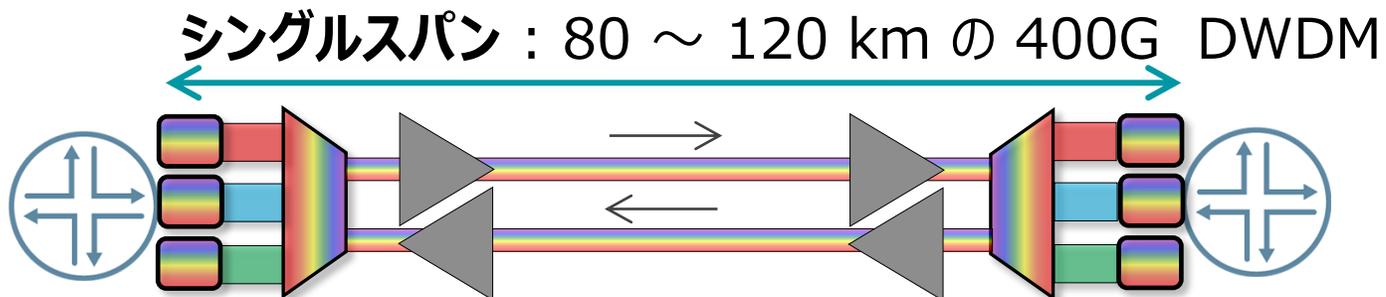
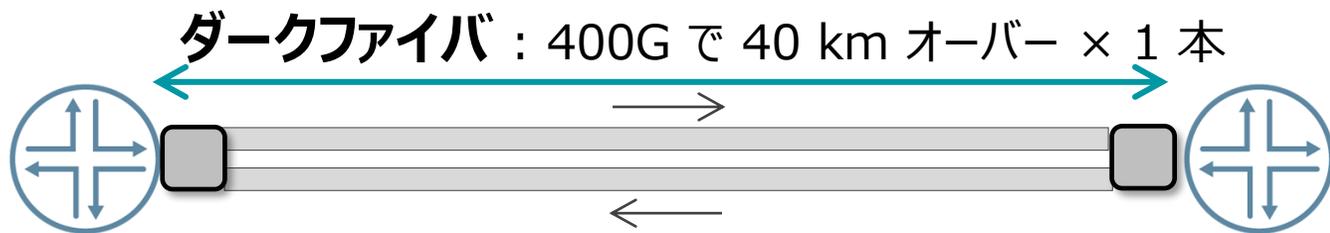
標準規格に準拠したポート密度低下のないコヒーレント DWDM

<https://www.oiforum.com/wp-content/uploads/OIF-400ZR-02.0.pdf>

400G ZR

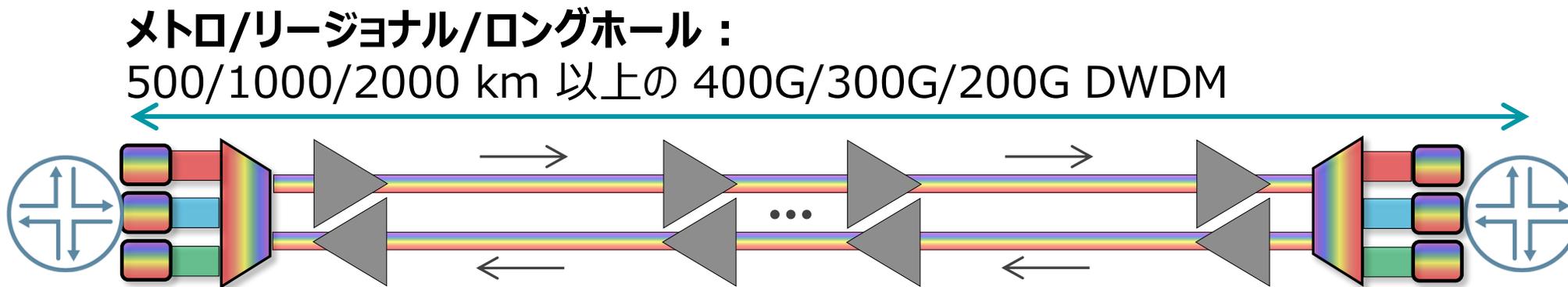
400G Open ZR+

https://openzrplus.org/site/assets/files/1091/openzrplus_2p0.pdf



DWDM回線方式

- 100 または 75GHz のチャンネル間隔
- 48 または 64 x 400G DWDM



Juniper 400G コヒーレント光学の概要

業界最高水準の JCO400-ZR/ZR+ オプティクス



400G タイプ	標準	一般的なSKU	ジュニパーが共同開発した オプティクスSKU
400G-ZR	OIF 400ZR	QDD-400G-ZR 出荷	JCO400-QDD-ZR (注文可能)
400G-ZR+	OpenZR+ MSA (標準 -10 dBm 起動電力)	QDD-400G-ZR-M 出荷	JCO400-QDD-ZR-M (2023 年上期)
400G-ZR+ High-Power	OpenZR+ MSA (起動電力 0 dBm の場合)	QDD-400G-ZR-M-HP (2023 年上期)	JCO400-QDD-ZR-M-HP (2023 年下期)

JCO400-ZR / ZR+ コヒーレント DWDM オプティクスの優位性

- 1. 標準規格に準拠** : OIF 400ZR と OpenZR+ MSA をベースに、厳密な相互運用性テストを実施
- 2. 電力効率** : 主要な競争相手より 5 - 10 % 優れた電力効率
- 3. 運用の簡素化** : ベンダーを問わない OpenConfig と Junos/EVO CLI をサポート

400G ZR クオリフィケーションロードマップ°

JCO400-QDD-ZR は JUNOS/EVO の QDD-400G-ZR と完全な下位互換性

2021

リリース済み

PTX10001-36MR

21.2 でサポート

PTX10K-LC1201

21.3 でサポート

PTX10K-LC1202

21.3 でサポート

ACX7100-32C

21.4 でサポート

ACX7100-48L

21.4 でサポート

2022

リリース済み

PTX10003-80/160C

22.2 でサポート

MX2K-MPC11E

22.2 でサポート

MX10K-LC9600

22.2 でサポート

MX304-LMIC16

22.3 でサポート

2023

ロードマップ

QFX5220-32CD

2023 年上期

QFX5130-32CD

2023 年上期

ACX7509

2023 年上期

mpc10e-10c/15c-mrate

2023 年下期

QFX5700

2023 年下期

400G ZR+ クオリフィケーションロードマップ

JCO400-QDD-ZR-M と -HP は JUNOS/EVO の QDD-400G-ZR-M と
完全な下位互換性

2022

リリース済み

PTX10001-36-MR

22.1 でサポート (1 x 400G)

PTX10001-36-MR

22.2 でサポート (2 x 100G)

PTX10001-36MR

22.3 でサポート (1 / 3 / 4 x 100G)

PTX10K-LC1201/LC1202

22.2 でサポート (1 x 400G, 2 x 100G)

PTX10K-LC1201/LC1202

22.4 でサポート (1 / 3 / 4 x 100G)

2023

ロードマップ

MX10K-LC9600

2023年 上期 (全モード)

MX304-LMIC16

2023年 上期 (全モード)

ACX7100-32C/48L

2023年 上期 (全モード)

ACX7509

2023年 上期 (全モード)

PTX10003-80C/160C

2023 年上半期
(熱的実現可能性次第)

2023

ロードマップ

QFX5220-32CD

2023年 上期 (全モード)

QFX5130-32CD

2023年 上期 (全モード)

QFX5700

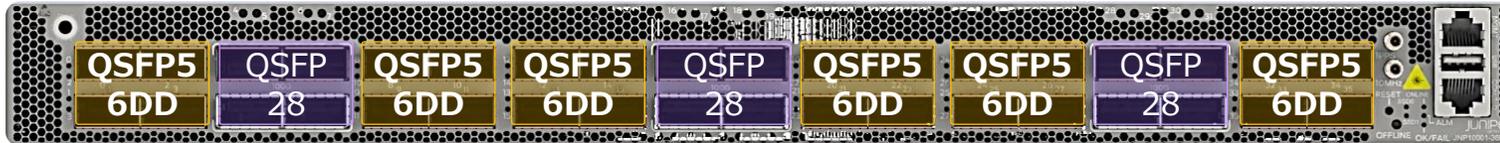
2023年 上期 (全モード)

MPC10E-10C/15C-MRATE

2023年 下期 (全モード)

PTX : 400G-ZR/ZR+ 対応

PTX10001-36MR : 400GE × 24、100GE × 12



- 400G-ZR : 最大 22(35 °C、6000 ft) ; 12 (制限なし)
- 400G-ZR+ : 最大 18(35 °C、6000 ft) ; 12 (制限なし)
 - 0dBm のバリエーションも同様の制限を受けると予想 (検証中)
- トップポートに ZR / ZR+ を搭載してからボトムポートに搭載することを推奨します
- その他のポートには、100G / 400G モジュール (電力制限あり) を搭載可能
- 詳しくは下記URLをご参照ください

https://www.juniper.net/documentation/us/en/hardware/ptx10001/topics/topic-map/ptx10001-36mr-port-panel.html#id-ptx10001-port-panel_d10521e72

PTX : 400G-ZR / ZR+ 対応

PTX10K-EVO : LC1201-36CD、LC1202-36MR



PTX10K EVO



LC1201-36CD (36 x 400G)

- 400G-ZR : 制限なし
- 400G-ZR+ : (TBD)

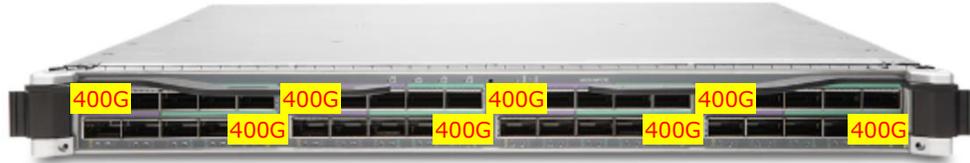


LC1202-36MR (4 x 400G, 32 x 100G)

- 400G-ZR : 制限なし
- 400G-ZR+ : 制限なし

MX : 400G-ZR/ZR+ 対応

MX2K-MPC11E、MX10K-LC9600、MX304-LMIC16



MX2K-MPC11E (8 x 400G, 40 x 100G)

- 400G-ZR : 最大 35 °C の筐体周囲温度
- 400G-ZR+ : サポートされていません



MX10K-LC9600 (24 x 400G)

- 400G-ZR : (TBD)
- 400G-ZR+ : (ロードマップ)

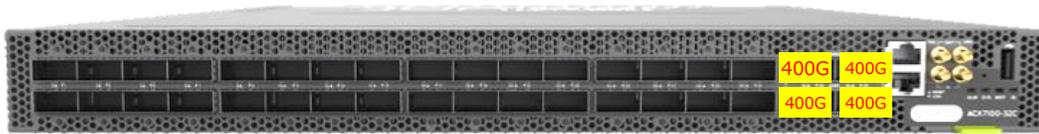


MX304-LMIC16 (4 x 400G と 12 x 100G)

- 400G-ZR : 制限なし
- 400G-ZR+ : (ロードマップ)

ACX : 400G-ZR/ZR+ 対応

ACX7100-32C、ACX7100-48L



ACX7100-32C (4 x 400G, 32 x 100G)

- 400G-ZR : 制限なし
- 400G-ZR+ : (ロードマップ)



ACX7100-48L (6 x 400G, 48 x 10/25/50G)

- 400G-ZR : 制限なし
- 400G-ZR+ : (ロードマップ)

400G-ZR / ZR+ のハードウェアサポート概要

PTX、MX、ACXの各プラットフォームをサポート（今後追加予定）

	PTX10003 -80/160C	PTX10001 -36MR ¹	LC1201- 36CD	LC1202- 36MR	MX2K- MPC11E	MX10K- LC9600	MX304- LMIC16	ACX7100- 32C	ACX7100- 48L
400G -ZR	22.2 制限なし	21.2 最大 22 @ 35 ℃、6000 ft、 最大 12 (制限 なし)	21.3 制限なし	21.3 制限なし	22.2 最大 35 °C の筐体周囲 温度	22.2 (TBD)	22.3 制限なし	21.4 制限なし	21.4 制限なし
400G -ZR+	2023 年 上期 (熱的実現可 能性次第)	22.1 - 22.3 最大 18 @35 ℃、6000 ft、 最大 12 (制限なし)	22.2, 22.4 (TBD)	22.2, 22.4 制限なし	非対応	2023 年 上期	2023 年 上期	2023 年 上期	2023 年 上期

製品別トランシーバ仕様とサポートのための
ハードウェア互換性ツール
<https://apps.juniper.net/hct/home/>

凡例

青色 - ソフトウェアのリリースサポート

橙色 - ハードウェアのサポートに関する考慮事項

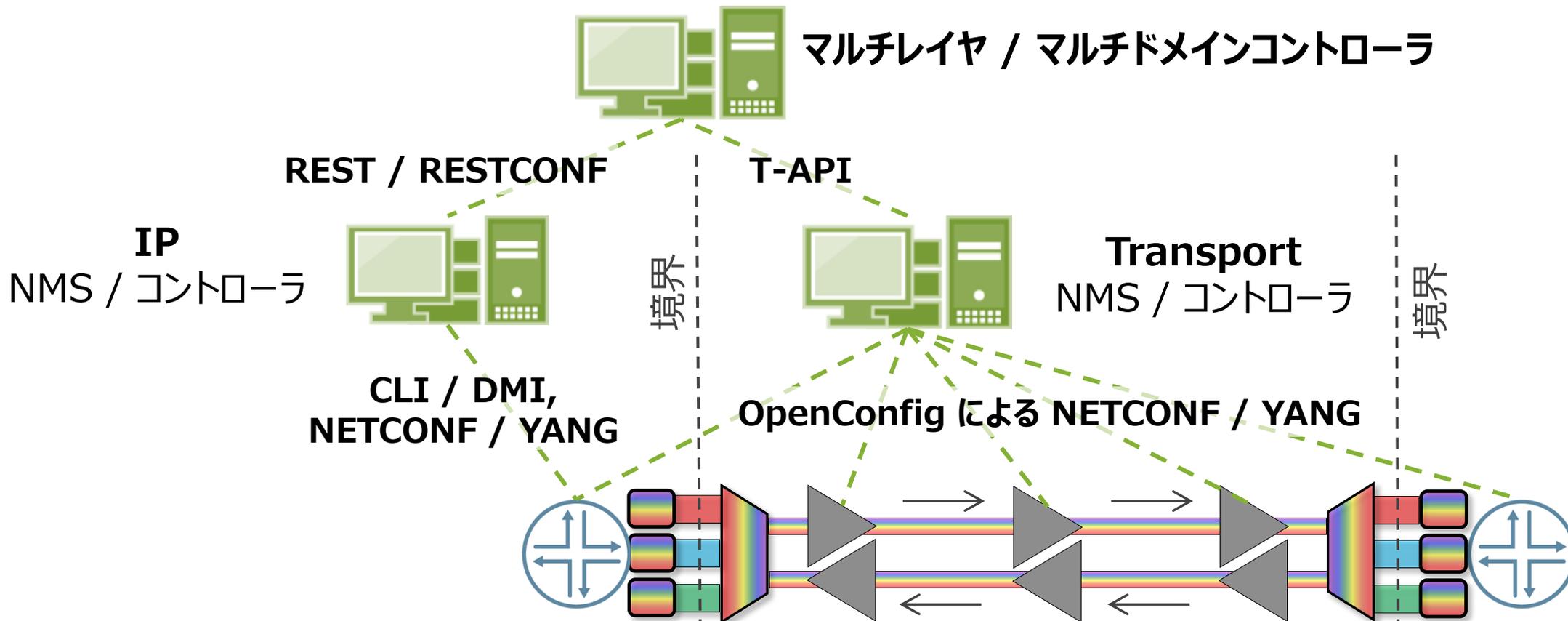
¹ トップポートに ZR/ZR+ を搭載してからボトムポートに搭載することを推奨します。詳しくは、以下のページをご覧ください

https://www.juniper.net/documentation/us/en/hardware/ptx10001/topics/topic-map/ptx10001-36mr-port-panel.html#id-ptx10001-port-panel_d10521e72

400G ZR & ZR+

IP オプティカルネットワーク管理

Telemetry Sensor Explorer で、製品またはリリースごとにサポートされる OpenConfig パスを確認できます
<https://apps.juniper.net/telemetry-explorer/>



業界標準の OpenConfig YANG データモデルを使用した NETCONF による
コヒーレントDWDM ルータインターフェースの統合管理

OpenConfig サポート: 400G ZR/ZR+

22.2

コンフィグレーション パラメータ	商品説明	パス
FECモード	使用する前方誤り訂正の種類を設定する (例: CFEC、OFEC)	/components/component/transceiver/config/fec-mode
周波数	光チャネルの周波数を設定 (単位: MHz)	/components/component/optical-channel/config/frequency
目標出力電力	光チャネルのターゲットパワーレベルを設定 (0.01 dBm 刻み)	/components/component/optical-channel/config/target-output-power
動作モード	チャネルの動作モードを設定する (デバイスに供給されるベンダーのサポートするモードに基づいている)	/components/component/optical-channel/config/operational-mode
ラインポート	この光チャネルを伝送する回線側物理ポートを設定する。ターゲットポートは、物理インベントリデータモデル内のコンポーネントである必要があります	/components/component/optical-channel/config/line-port

22.3

コンフィグレーション パラメータ	商品説明	パス
TXレーザー	チャネルの送信ラベルを有効(true) または無効(false)にします	/components/component/transceiver/physical-channels/channel/config/tx-laser
目標出力電力	物理チャネルの目標出力光量レベルを設定 (0.01 dBm 刻み)	/components/component/transceiver/physical-channels/channel/config/target-output-power

OpenConfig サポート: 400G ZR/ZR+

22.2

ステータス & PM パラメータ	商品説明	パス
FEC モード	トランシーバのFECの動作モードを示す (例: CFEC または OFEC)	/components/component/transceiver/state/fec-mode
モジュール機能タイプ	トランシーバの機能的能力を表すモジュール機能タイプを示す (例: DCO や グレイ)	/components/component/transceiver/state/module-functional-type
出力周波数	個々の物理チャンネルの周波数 (単位: MHz)	/components/component/transceiver/physical-channels/channel/state/output-frequency
出力電力 インスタント	トランシーバの出力光パワー (0.01 dBm 刻み)	/components/component/transceiver/state/output-power
入力電力 インスタント	トランシーバの入力光パワー (0.01 dBm 刻み)	/components/component/transceiver/state/input-power
レーザバイアス電流 インスタント	出力パワーを得るためにシステムから送信レーザに 印加される電流 (単位: mA)	/components/component/transceiver/state/laser-bias-current
2次PMD インスタント	トランシーバの2次偏波モード分散 (単位: ピコ秒の 2 乗)	/components/component/transceiver/state/second-order-polarization-mode-dispersion
偏波依存性損失 インスタント	トランシーバの偏波依存損失(単位: dB)	/components/component/transceiver/state/polarization-dependent-loss

OpenConfig サポート: 400G ZR/ZR+

ステータス & PM パラメータ	商品説明	パス
故障の状態	トランシーバにフォルト状態が存在する場合、 (T / F)を表示します	/components/component/transceiver/state/fault-condition
FEC ステータス	FEC の稼働状況	/components/component/transceiver/state/fec-status
FEC 未補正ブロック	FEC で補正不可能だったブロック数	/components/component/transceiver/state/fec-uncorrectable-blocks
FEC 補正ビット	FEC で補正されたビット数	/components/component/transceiver/state/fec-corrected-bits
関連する光チャネル	物理チャネルは、光チャネルコンポーネントを参照することができる	/components/component[name=FPC<no>:PIC<no>:PORT<no>:Xcvr0]/transceiver/physical-channels/channel/state/associated-optical-channel
周波数	光チャネルの周波数(MHz)	/components/component/optical-channel/state/frequency
ラインポート	この光チャネルを伝送する回線側の物理ポート ターゲットポートは、物理インベントリデータモデル内の コンポーネントである必要があります	/components/component/optical-channel/state/line-port
出力電力 <small>平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間</small>	光チャネルの出力光パワーを 0.01 dBm の単位で示す (個別または集合チャンネルを指定可能)	/components/component/optical-channel/state/output-power/
入力電力 <small>平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間</small>	光チャネルの入力光パワーを 0.01 dBm の単位で示す (個別または集合チャンネルを指定可能)	/components/component/optical-channel/state/input-power/
レーザバイアス電流 <small>平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間</small>	出力パワーを得るためにシステムから送信レーザに 印加される電流 (単位: mA)	/components/component/optical-channel/state/laser-bias-current/
色度分散 <small>平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間</small>	光チャネルの色度分散 (単位: ps/nm)	/components/component/optical-channel/state/chromatic-dispersion
2次PMD <small>平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間</small>	光チャネルの2次偏波モード分散 (単位: ピコ秒の 2 乗)	/components/component/optical-channel/state/second-order-polarization-mode-dispersion/
偏波依存性損失 <small>平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間</small>	光チャネルの偏波依存損失(単位: dB0)	/components/component/optical-channel/state/polarization-dependent-loss/

OpenConfig サポート: 400G ZR/ZR+

22.3

ステータス & PM パラメータ	商品説明	パス
偏波モード分散 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	光チャネルの偏波モード分散 (単位: ps)	/components/component/optical-channel/state/polarization-mode-dispersion/
変調器バイアス XI 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	コヒーレント変調器の同相パスと偏波 X のバイアス (as %)	/components/component/optical-channel/state/modulator-bias-xi/.
変調器バイアス XQ 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	コヒーレント変調器の直交パスと偏波 X のバイアス (単位: %)	/components/component/optical-channel/state/modulator-bias-xq/.
変調器バイアス YI 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	コヒーレント変調器の同相パスと偏波 Y のバイアス (as %)	/components/component/optical-channel/state/modulator-bias-yi/
変調器バイアス YQ 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	コヒーレント変調器の直交パスと偏波 Y のバイアス (as %)	/components/component/optical-channel/state/modulator-bias-yq/.
変調器バイアス X 相 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	コヒーレント変調器の X 相バイアス (単位: %)	/components/component/optical-channel/state/modulator-bias-x-phase/
変調器バイアス Y 相 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	コヒーレント変調器の Y 相バイアス (単位: %)	/components/component/optical-channel/state/modulator-bias-y-phase/
SOP-ROC 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	偏光状態変化率 (単位: krad/s)	/components/component/optical-channel/state/sop-roc/.
OSNR 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	12.5 GHz 帯ノイズ帯域幅における光信号対雑音比 (単位: dB)	/components/component/optical-channel/state/optical-signal-to-noise-ratio/

OpenConfig ロードマップ: 400G ZR/ZR+

23年
上期

ステータス & PM パラメータ	商品説明	パス
Pre-FEC BER 瞬間、平均、最小、最大、間隔、最小時間、最大時間	前方誤り訂正前ビットエラーレート -- 18 進数での計算値	/components/component/transceiver/state/pre-fec-ber/
Post-FEC BER インスタント	前方誤り訂正後のビットエラーレート -- 18 進数での計算値	/components/component/transceiver/state/post-fec-ber/
出力電力 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	トランシーバの出力光パワー (0.01 dBm 単位) (個別または集合チャンネルを指定可能)	/components/component/transceiver/state/output-power/
入力電力 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	トランシーバの入力光パワー (0.01 dBm 単位) (個別または集合チャンネルを指定可能)	/components/component/transceiver/state/input-power/
レーザバイアス電流 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	出力パワーを達成するためにシステムが送信レーザに 印加する電流値 (単位: mA)	/components/component/transceiver/state/laser-bias-current/
出力電力 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	物理チャンネルの出力光パワー (0.01 dBm 単位) (個別または集合チャンネルを指定可能)	/components/component/transceiver/physical-channels/channel/state/output-power/
入力電力 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	物理チャンネルの入力光パワーを 0.01 dBm の単位で 示したもの (個別または集合チャンネルを指定可能)	/components/component/transceiver/physical-channels/channel/state/input-power/
レーザバイアス電流 平均値、最小値、最大値、間隔、最小時間、最大時間	出力パワーを達成するためにシステムが送信レーザに 印加する電流値 (単位: mA)	/components/component/transceiver/physical-channels/channel/state/laser-bias-current/



THANK YOU

JUNIPER
NETWORKS | Driven by
Experience™