



設備更改前、でも帯域増強は待ったなし… エイリアン伝送の可能性

2026/2/12

自己紹介

Confidential



自己紹介：清水 貴史

所 属：株式会社ZTV 通信技術部

業務内容：主にISP事業に関連する設備構築、運用、保守を担当

最近は第二種適格電気通信事業者に関連する業務にも対応

(興味がある方、是非お声がけください。)

- 三重県鈴鹿市出身 津市在住
- JANOG初登壇

自己紹介

Confidential

NTT Electronics



NTT Innovative Devices

自己紹介：遠藤 敏秋

所属：

NTTイノベーティブデバイス株式会社(横浜市)

2023年8月に社名変更、旧 NTTエレクトロニクス(NEL)です

メディアコンバータをメインに光伝送装置や映像コーデック装置のソリューションを担当

神奈川県川崎市在住

2024年6月に川崎市市制100周年記念で
ブルーインパルスが飛行



引用：<https://weathernews.jp/news/202406/290175/>

自己紹介

Confidential



自己紹介：仁村 聖

所属：丸紅I-DIGIOホールディングス(株) (飯田橋本社勤務)

デジタルソリューションセグメント

丸紅情報システムズ株式会社

デジタルプラットフォーム事業本部

ネットワークソリューション営業部 営業第一課

(複数のWDM機器を扱うWDM専業Sier)

東京都新宿区在住

現在自宅建直し中

(2011年の東北震災で玄関の片側が浮きました)

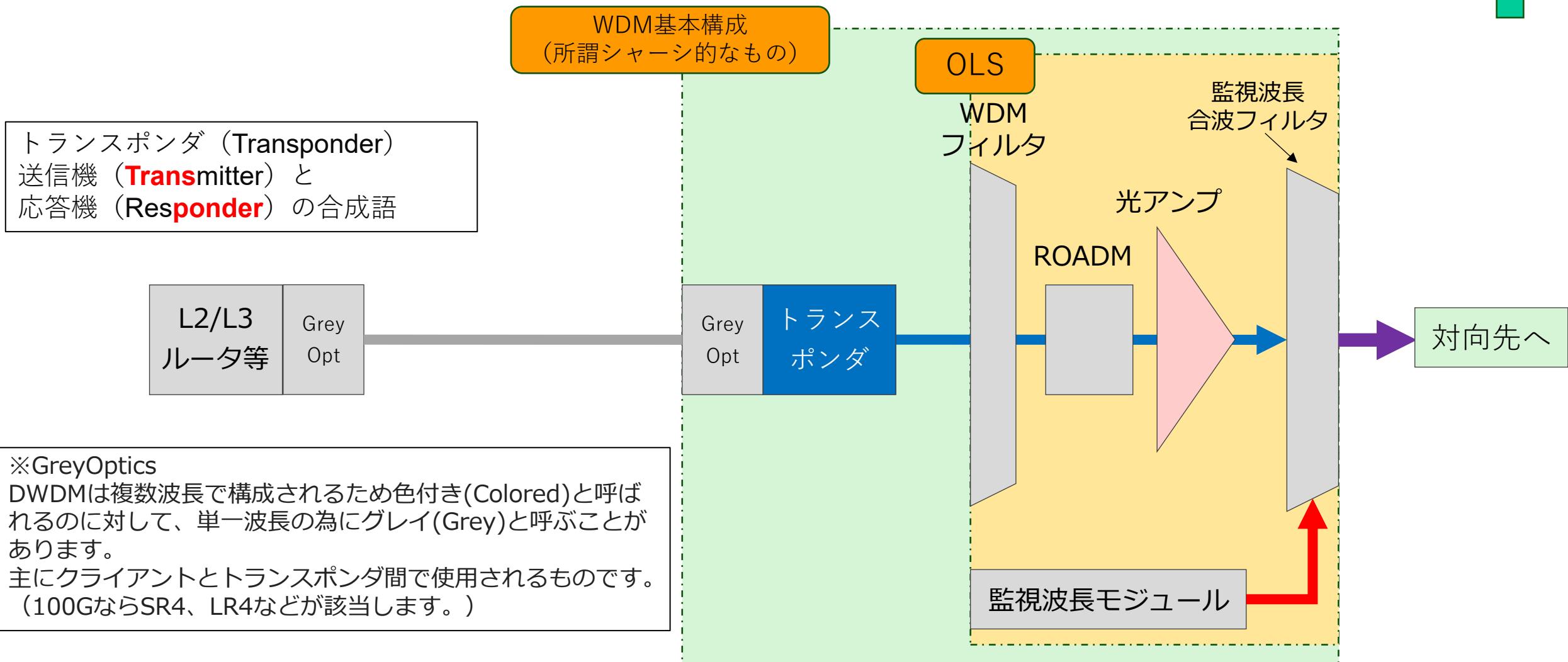
発表に出てくる言葉



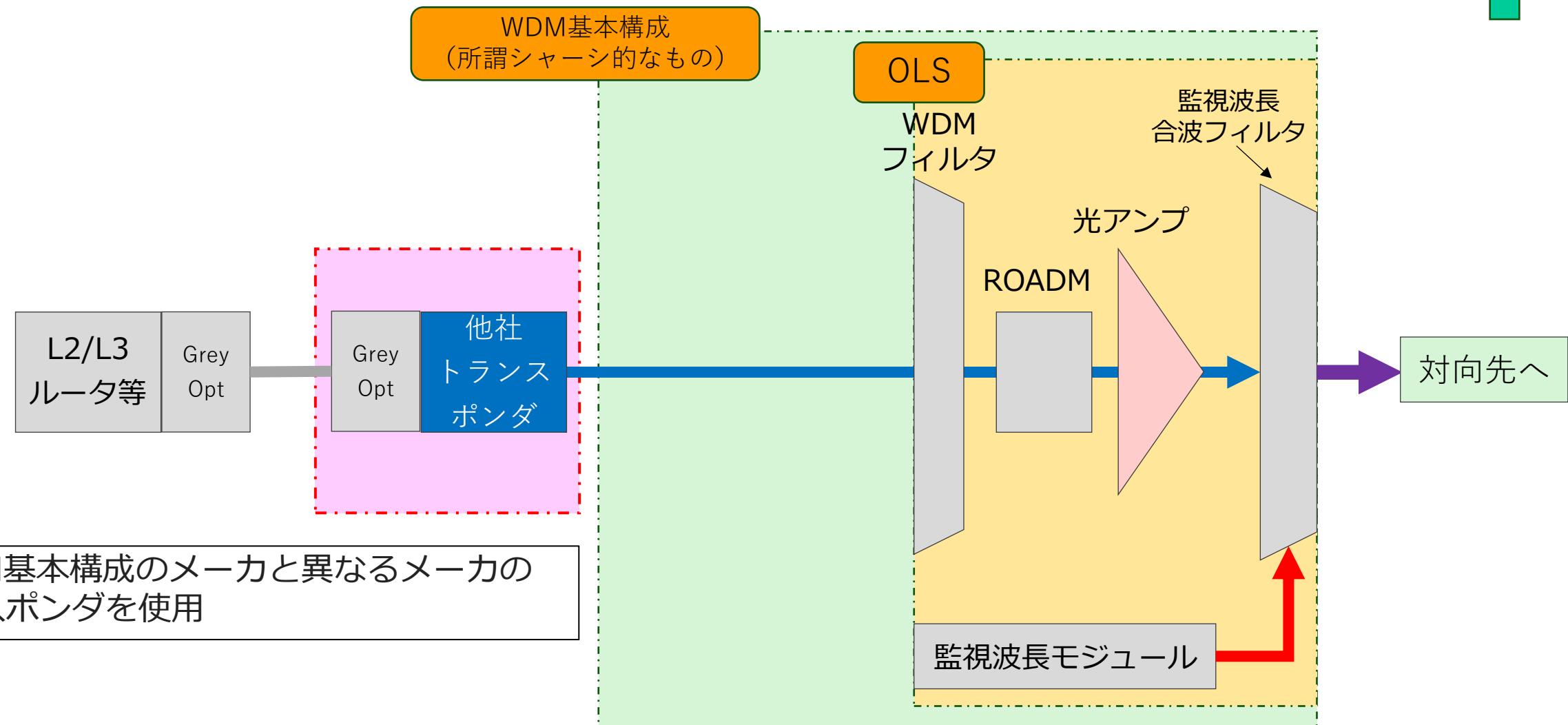
- エイリアン伝送
- OLS(Optical Line System)
- トランスポンダ
- IPoverWDM(DWDM)

※本発表はトランスポンダの否定をするものではなく、
使わないパターンの1例として見ていただければ幸いです。

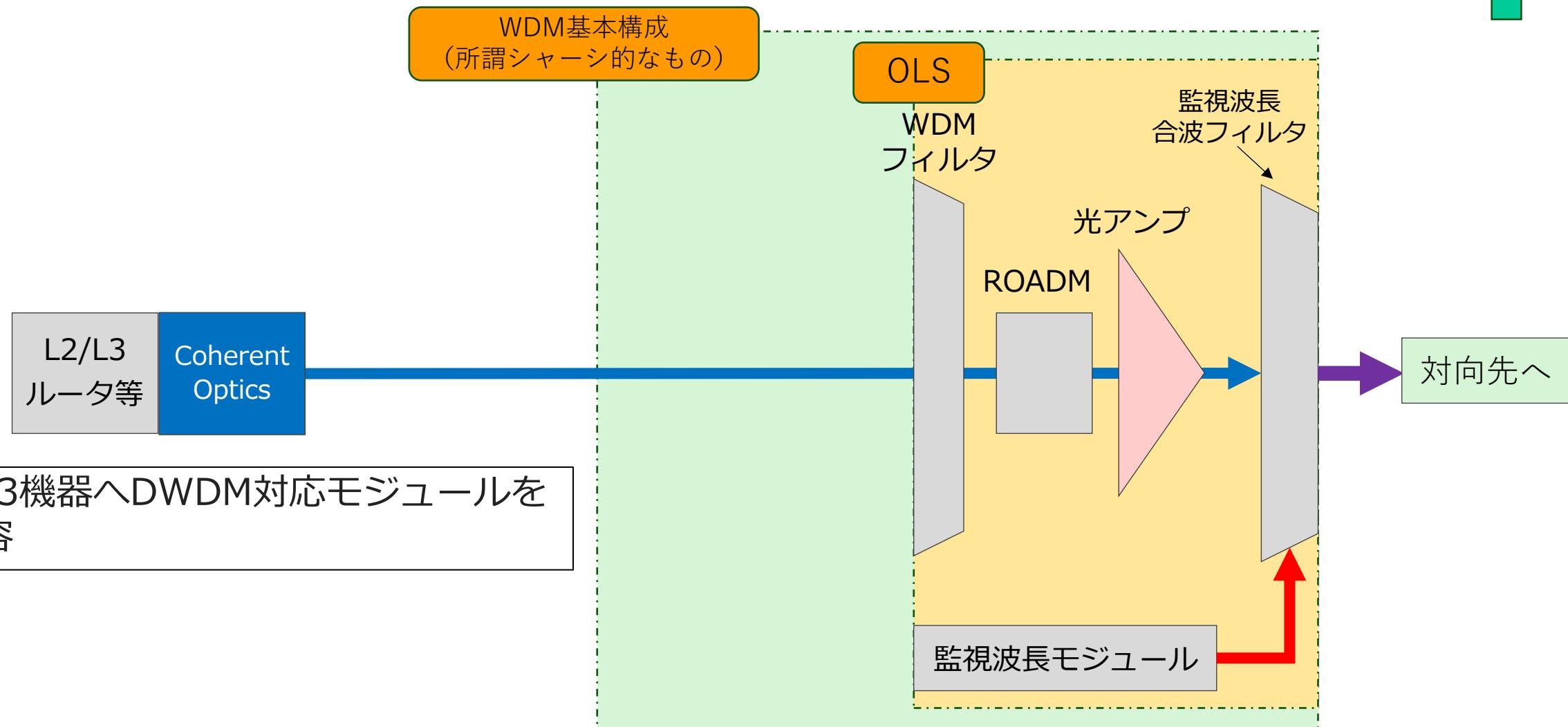
従来の伝送構成概要（片端）



エイリアン伝送の構成概要（片端）



IPoverDWDMの構成概要（片端）



経緯



- WDM基本構成のリプレース間近
- でも帯域増強（波長追加）したい
- リプレース後も追加した機器（波長）は継続利用
- リプレースの選択肢は広くしておきたい



発想



- ・ 波長（規格）が同じならメーカーにこだわらなくてもいいのでは？
- ・ というかトランスポンダじゃなくてもいい気がする
- ・ 少し前からIPoverDWDMって方式も！
- ・ 用途に合いそうなM/Cがあったような・・・



行動 1



そうだ！メーカーに相談だ！！





(NTTデバイス担当) 目次

1. 100Gメディコンで100G-ZRを使ってみる
(光モジュールタイプ、SFF-8636 or CMIS?、課題は?)
2. 100Gメディコンと100G-ZRを使ってできること、できないこと
(モニタできる光信号パラメータ?、DWDM?、1芯伝送は?)

1. 100Gメディアコンで100G-ZRを使ってみる

Confidential

(1)今回、使用した100Gメディアコン(NTTデバイス)の光インターフェースはQSFP28タイプ

- QSFP28トランシーバでは100G-BaseRとしてSR4、LR4やZR4などがラインナップ
→ 使用している光波長はSR4は850nm、LR4やZR4では1.3um帯
(LAN-WDMやCWDM対応の光トランシーバは使用している光波長が1.3um帯)
- 100G-ZR対応の[QSFP28タイプ](#)が登場。DWDM伝送が可能に！
多チャンネルや長距離伝送が可能



プラスレピータアクセスシャーシ(ch08)



100Gメディアコン：プラスレピータアクセス100Gカード

1. 100Gメディアコンで100G-ZRを使ってみる

Confidential

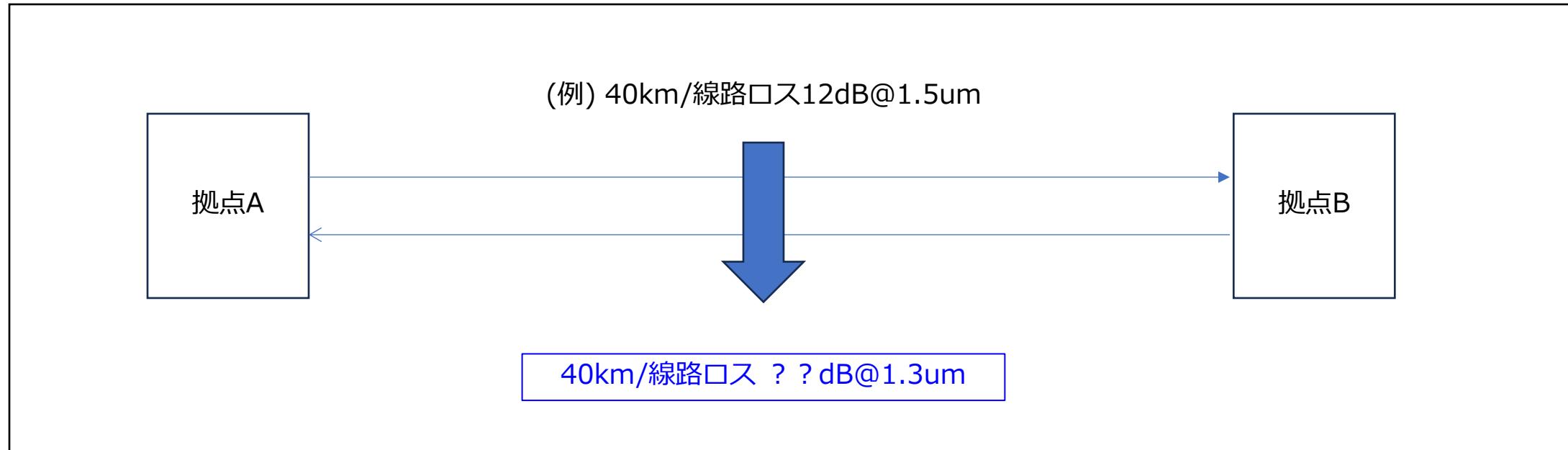


(2)100G伝送におけるこれまでの課題

(長距離伝送の課題)

40km以上伝送可能なER4やZR4タイプがあるが光波長は1.3um帯を使用している

- 1.5umと比較すると線路ロスが増大。
→ 1G/10Gからのリプレイスは単純に距離だけでは判断できない。。。



1. 100Gメイコンで100G-ZRを使ってみる

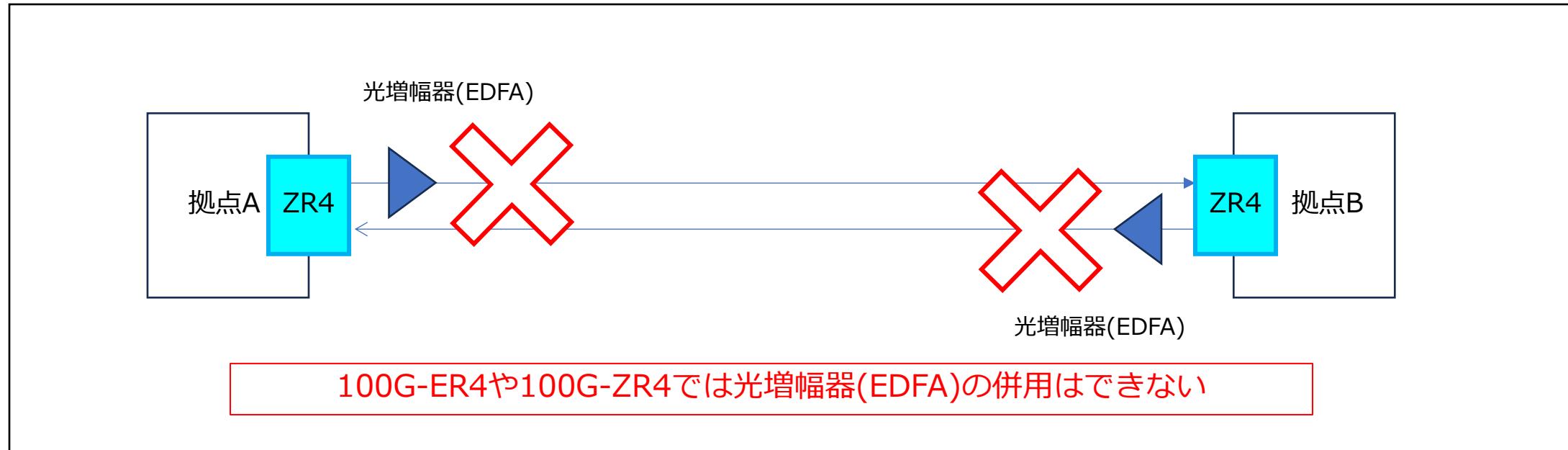
Confidential



(2)100G伝送におけるこれまでの課題

(長距離伝送の課題)

- 100G-ER4やZR4の伝送で光波長は1.3um帯を使用(LAN-WDM伝送)。
1.5um帯を使用していないため、光増幅器(EDFA)が使用できない
→ 光増幅器による距離延伸は不可。光トランシーバの伝送能力で決まる



1. 100Gメディコンで100G-ZRを使ってみる

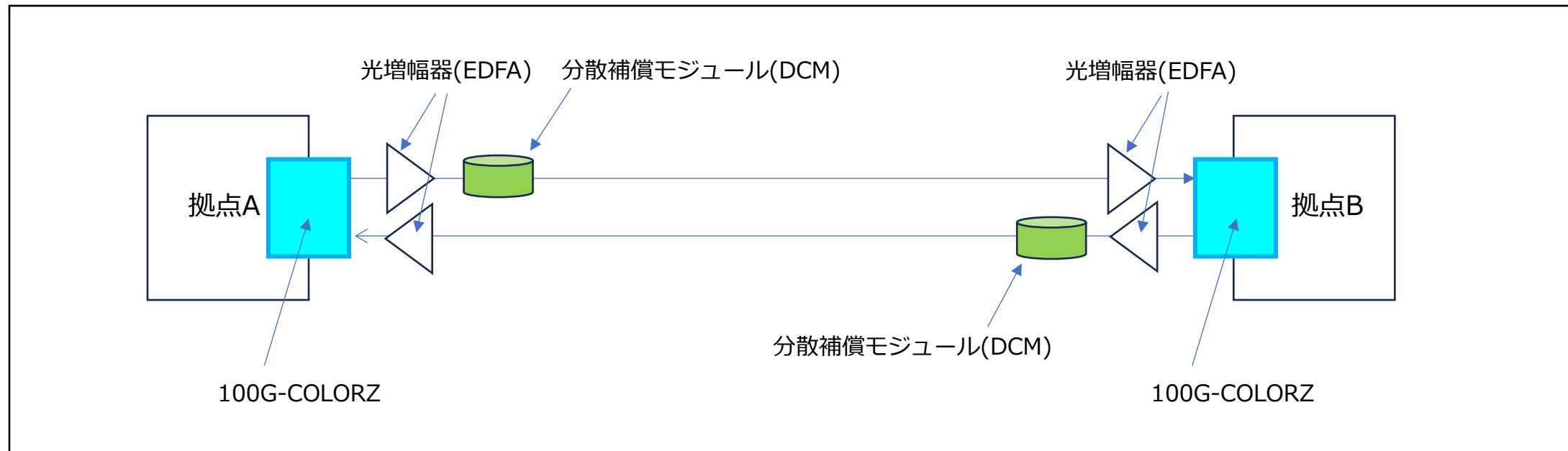
Confidential



(2)100G伝送におけるこれまでの課題

(長距離伝送の課題)

- 1.5um(Cバンド)を使用した100G-COLORZではDWDM伝送はできたが光増幅器(EDFA)と分散補償モジュール(DCM)の組み合わせが必要。
回線設計が複雑かつコストアップする傾向





(3)QSFP28タイプの100G-ZRトランシーバ

■ 光トランシーバのタイプ

QSFP28タイプの100G-ZRトランシーバがリリース

- ・従来、100G対応のデジタルコヒーレントトランシーバはCFP2やQSFP-DDが主流
- ・DWDM(Cバンド)対応。光波長は1.5um帯で光増幅器の併用も可能
→回線損失が大きい場合でも光増幅器(EDFA)を使って100G伝送が可能に
- ・光分散耐力は120km～に対応

■ モニタリング機能

使用した100G-ZRはモニタリング機能としてSFF-8636とCMISに対応

- ・QSFP28タイプではSFF-8636が一般的
→SFF-8636でパフォーマンスマニタができるのは非常にありがたい
(ただし、コヒーレント系のモニタ情報はSFF-8636のベンド固有情報として定義)

■ 光トランシーバの消費電力

- ・今回使用した100G-ZRトランシーバの消費電力は6Wクラス
ZR4(5.5W)と比較すると少し消費電力がアップ

1. 100Gメディコンで100G-ZRを使ってみる

Confidential

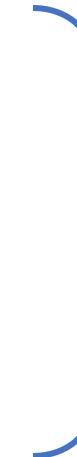


(100G-ZRトランシーバのD/Dモニタ表示例)

QSFP D/D Information				
Line				
Quad Small Form-factor Pluggable				
Vendor Name				
Vendor Part Number				
Vendor Serial Number				
Transceiver	100G-LR or 100GBASE-LR1			
Connector Type	LC			
Wave Length	1560.61 nm			
Link Length	80 km SMF			
Nominal Bit Rate	25750 Mbits/sec			
Digital Diagnostic				
Temperature	51.76 °C			
Supply Voltage	3.3280 V			
Tx Max Power	-2.99 dBm			
Rx Max Power	2.00 dBm			
Power Class	5.5 W			
Line	Tx Power	Rx Power	Tx Laser Bias	
1	-7.33 dBm	-24.81 dBm	80.00 mA	
2	---- dBm	---- dBm	---- mA	
3	---- dBm	---- dBm	---- mA	
4	---- dBm	---- dBm	---- mA	
SUM	-7.33 dBm	-24.81 dBm		



トランシーバ情報(1)
ベンダ名、型番、光波長等



トランシーバ情報(2)
ケース温度、Txパワー、Rxパワー等

1. 100Gメディコンで100G-ZRを使ってみる

(100G-ZRトランシーバのD/Dモニタ表示例)

PAM-4 and WDM Features					
	Current	Max	Min	Prior Period	AVG
Pre-FEC BER	6.05E-06	6.14E-06	5.96E-06	0.00E+00	6.22E-02
FER	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.70E+06
PDL	0.1 dB				
DGD	2.29 ps				
Residual ISI/Dispersion	422.0 ps/nm				
SOPMD	36.88 ps^2				
OSNR	25.1 dB				
SNR	13.097 dB				
CFO	0.002 GHz				
SOP ROC	2 Krad/s				
Q-Factor	12.8 dB				
Q-Margin	4.5 dB				
TEC Current Magnitude	3 %				
Laser Temperature	48.57 °C				



トランシーバ情報(3)
パフォーマンスモニタ等
Pre-FEC BER, OSNR, Q-Factor等

1. 100Gメディコンで100G-ZRを使ってみる

Confidential



(100G-ZR4トランシーバのD/Dモニタ表示例)

QSFP D/D Information			
Line			
Quad Small Form-factor Pluggable			
Vendor Name			
Vendor Part Number			
Vendor Serial Number			
Transceiver	Unspecified		
Connector Type	LC		
Wave Length	1302 nm		
Link Length	80 km SMF		
Nominal Bit Rate	25750 Mbits/sec		
Digital Diagnostic			
Temperature	41.52 °C		
Supply Voltage	3.3094 V		
Tx Max Power	8.00 dBm		
Rx Max Power	5.49 dBm		
Power Class	5.5 W		
Line	Tx Power	Rx Power	Tx Laser Bias
1	3.59 dBm	-17.59 dBm	90.00 mA
2	3.67 dBm	-17.07 dBm	85.00 mA
3	3.53 dBm	-18.12 dBm	95.00 mA
4	3.41 dBm	-18.47 dBm	95.00 mA
SUM	9.57 dBm	-11.76 dBm	



トランシーバ情報(1)
ベンダ名、型番、光波長等



トランシーバ情報(2)
ケース温度、Txパワー、Rxパワー等

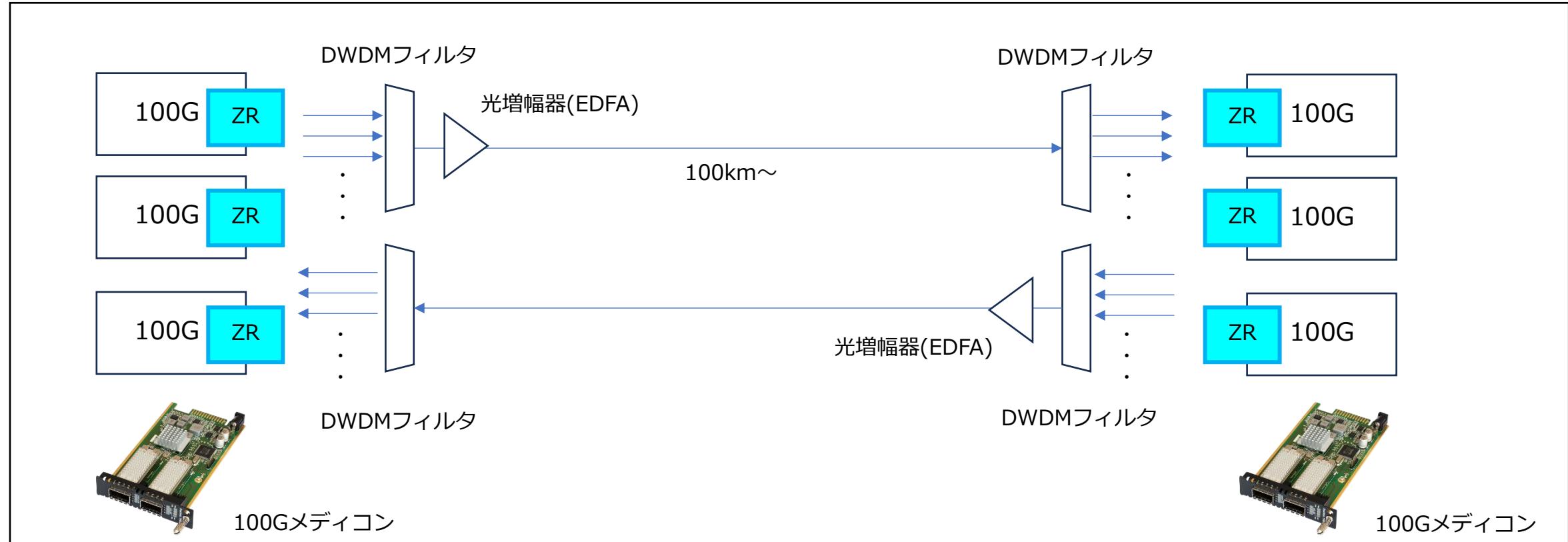
2. 100Gメディコンと100G-ZRでできること、できないこと

Confidential



■ できること

- ・DWDM対応で100Gの多チャンネル伝送、光増幅器(EDFA)を併用して長距離の伝送が可能
波長設定はチューナブル、Gridスペースは50GHz/100GHzに対応



2. 100Gメディコンと100G-ZRできること、できないこと



■ できること

- ・光信号のモニタは従来の光波長、Txパワー、Rxパワー以外もPre-FEC BERやOSNRもモニタ可能

メディコンではレイヤ1レベルのモニタ(TxパワーやRxパワー)が一般的

Pre-FEC BERやFERなどの通信品質に関するモニタがメディコンでできるのはうれしい。。。。

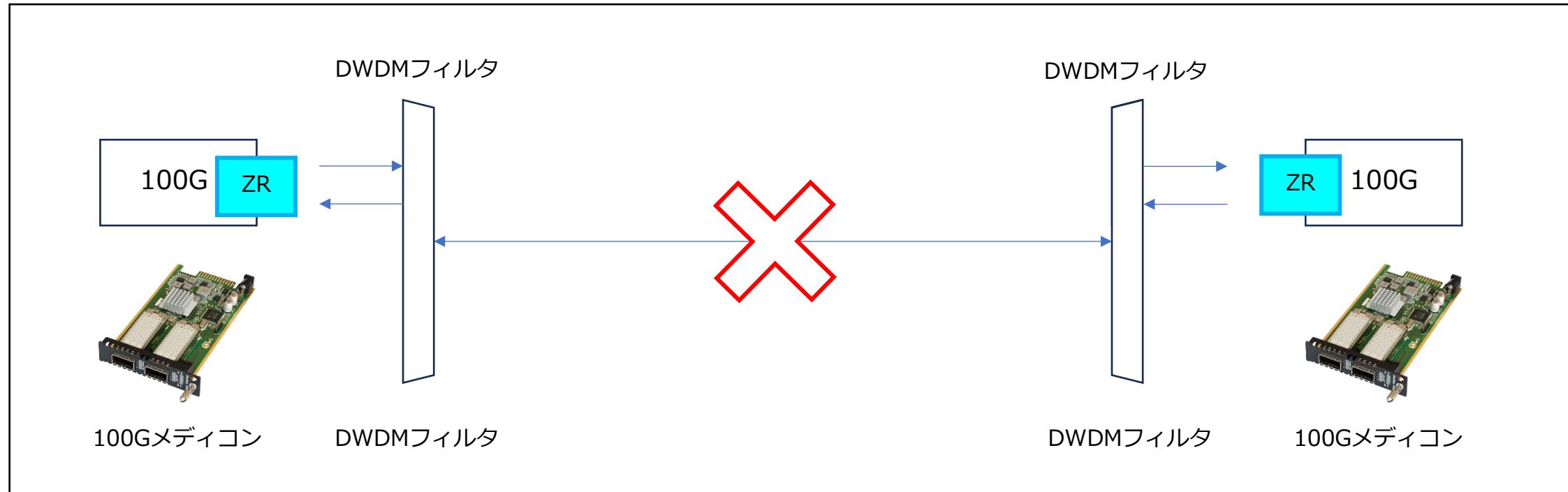
2. 100Gメディコンと100G-ZRでできること、できないこと

Confidential



■ できないこと

- ・1芯伝送はできない(送信波長と受信波長は同じ)
- ・L2レベルのパフォーマンスマニタ(当社メディコンを使用した場合)
実効レート、送受信パケットカウント、エラーパケットカウント等



得た知見

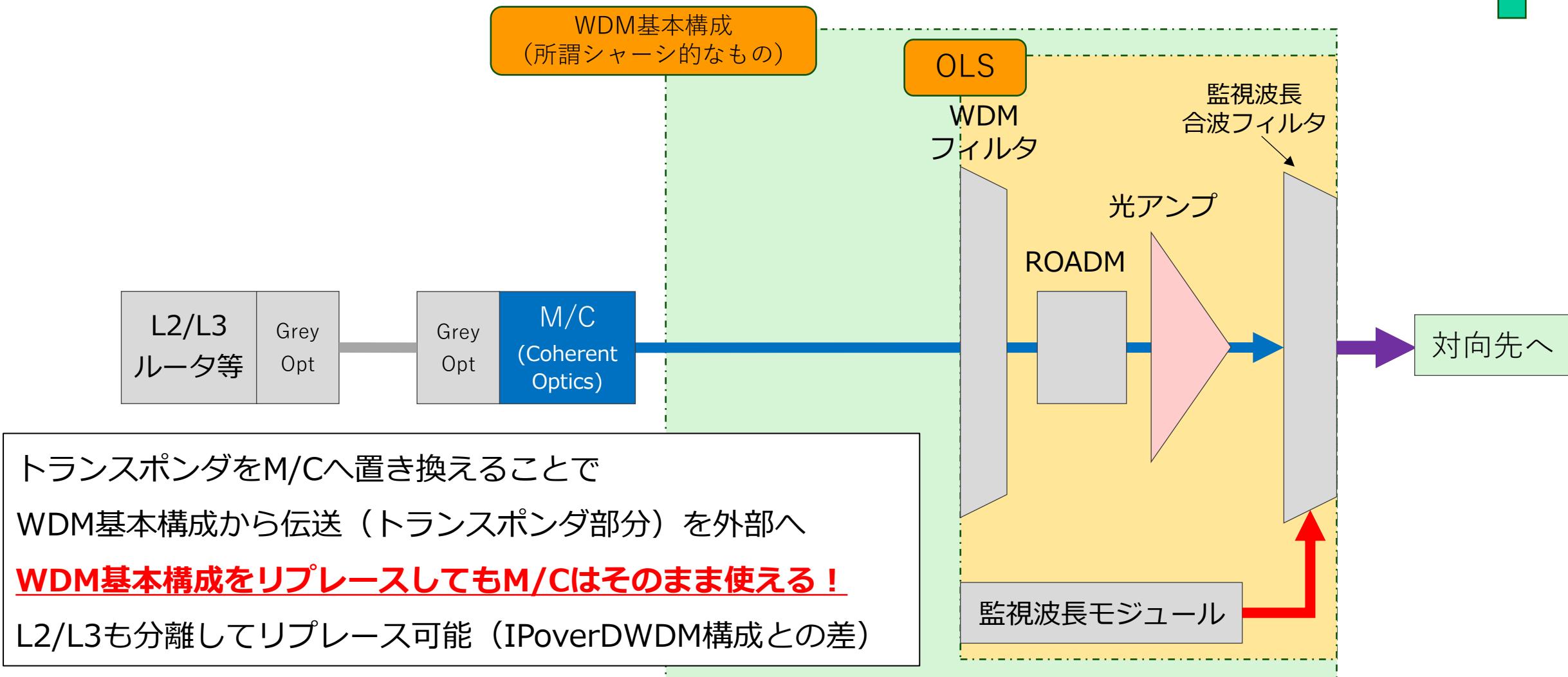


- 最近はZR規格の製品が増えてきた
- DWDM波長のチューナブルQSFPも増加傾向
- Interop等の展示会ではZRの異メーカー間接続も
- M/Cで確認できるパフォーマンスマニタの範囲が拡大

ということは・・・



検討した構成概要（片端）



行動 2



よし！Sierに相談だ！！



目次



ステップ1： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実現性検討

- 1.1. 注意するべき光特性1：光波長の入出力レベル
- 1.2. 注意するべき光特性2：OSNR特性
- 1.3. ちょっと注意すれば大丈夫な光特性1：WDMフィルタの透過特性
- 1.4. ちょっと、ここで100Gコヒーレント伝送のおさらい
- 1.5. ちょっと注意すれば大丈夫な光特性2：波長分散
- 1.6. ちょっと注意すれば大丈夫な光特性3：偏波分散

ステップ2： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実用検討・設計

- 2.1. NW構成
- 2.2. 運用保守性の事前確認その1 リンク断転送と光アンプのASEノイズ
- 2.3. 運用保守性の事前確認その2 運用時にモニタ可能なパラメータ
- 2.4. 運用保守性の事前確認その3 アラーム発報（SNMP）
- 2.5. 運用保守性の事前確認その4 Ethernet Frame 透過特性

ステップ3（ご参考）： 長距離伝送を支えるEDFAの勘所

- 3.1. 光アンプの生み出すASEノイズとOSNR
- 3.2. Gain一定制御かレベル一定制御か



ステップ1： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実現性検討

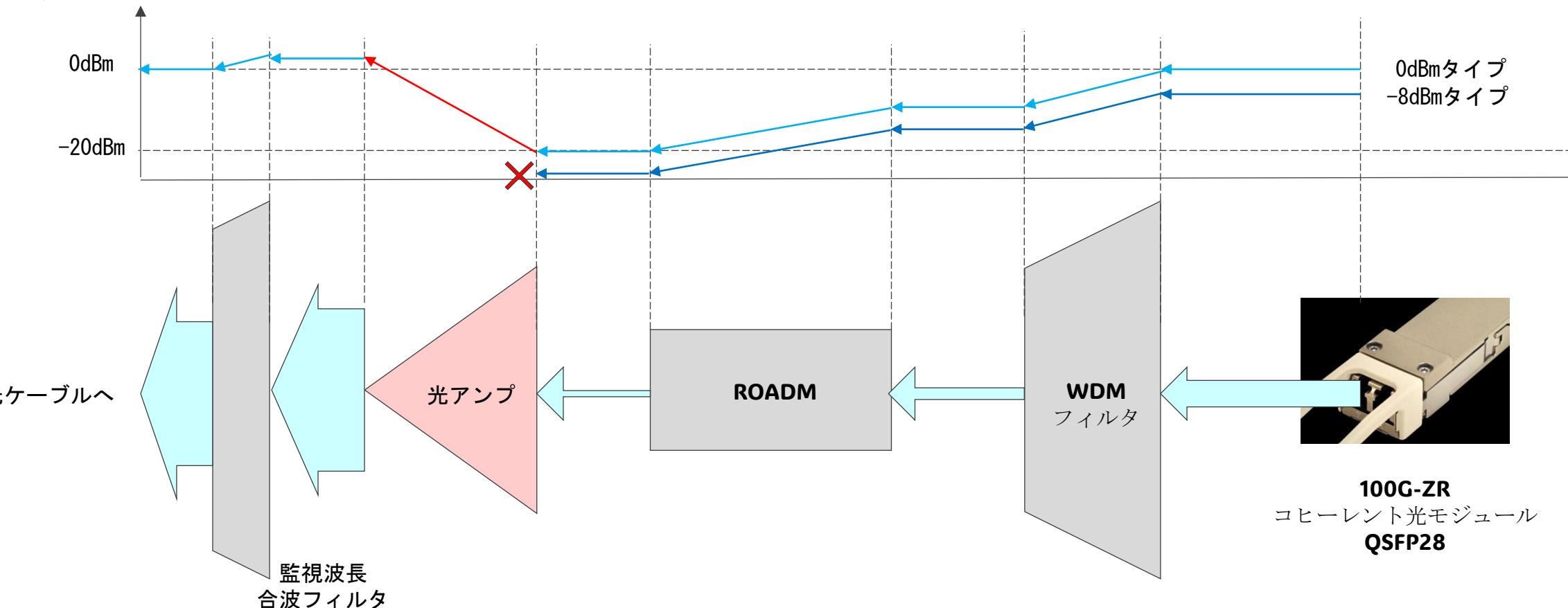
- 1.1. 注意するべき光特性1：光波長の入出力レベル
- 1.2. 注意するべき光特性2：OSNR特性
- 1.3. ちょっと注意すれば大丈夫な光特性1：WDMフィルタの透過特性
- 1.4. ちょっと注意すれば大丈夫な光特性2：波長分散
- 1.5. ちょっと注意すれば大丈夫な光特性3：偏波分散

ステップ1： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実現性検討

1.1. 注意するべき光特性1：光波長の入出力レベル

既設のキャリアのWDMシステムへ100G-ZRコヒーレント光モジュール
を接続する場合には、高出力タイプ（0dBm出力）を選ぶ必要あり。

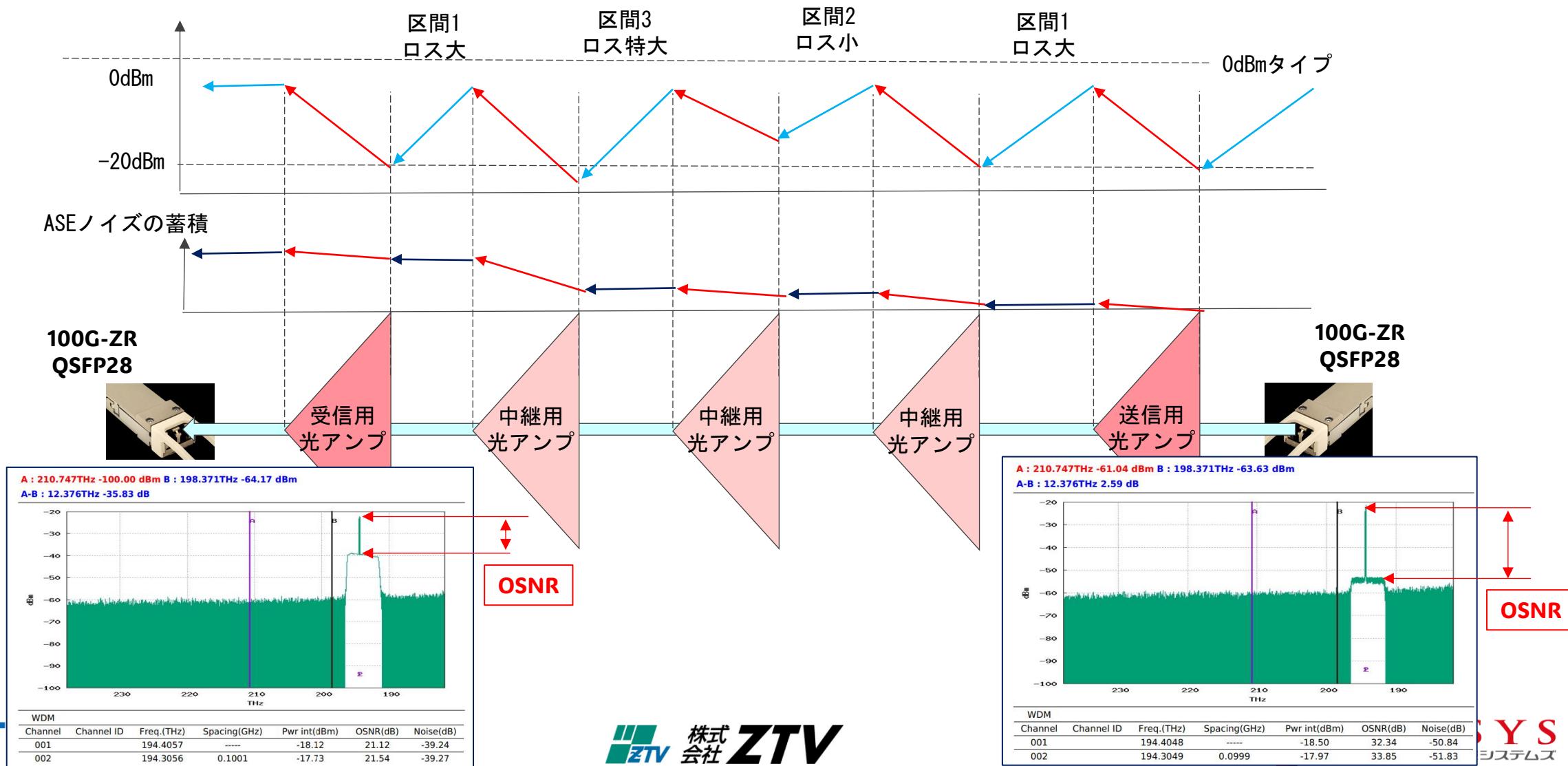
1波長当たりの光信号レベル(dBm)



ステップ1： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実現性検討

1.2. 注意するべき光特性2： OSNR特性（今回のケースでは16dB以上必要でした。）

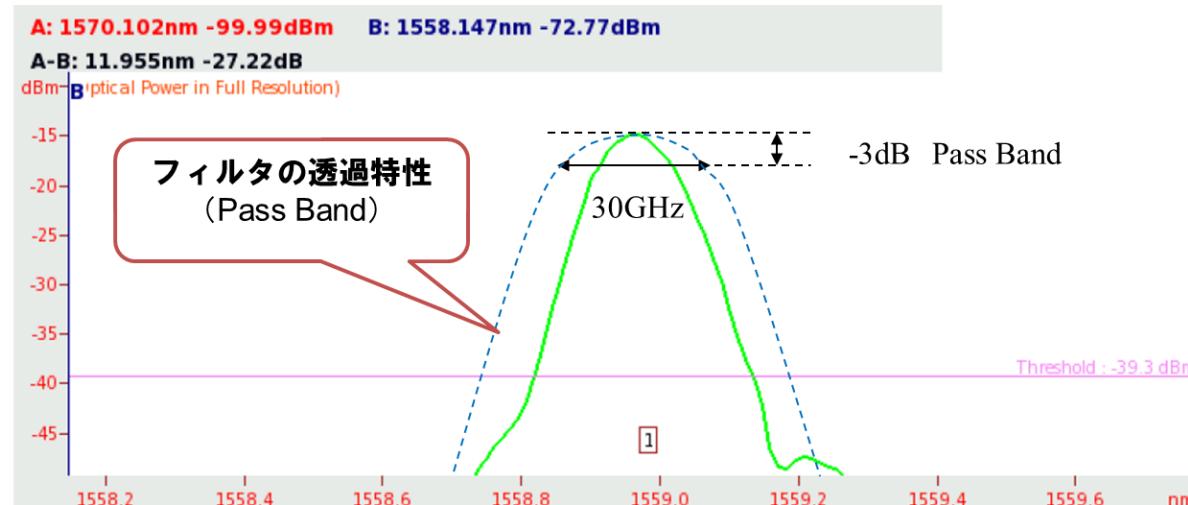
1波長当たりの光信号レベル(dBm)



ステップ1： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実現性検討



1.3. ちょっと注意すれば大丈夫な光特性1：WDMフィルタの透過特性



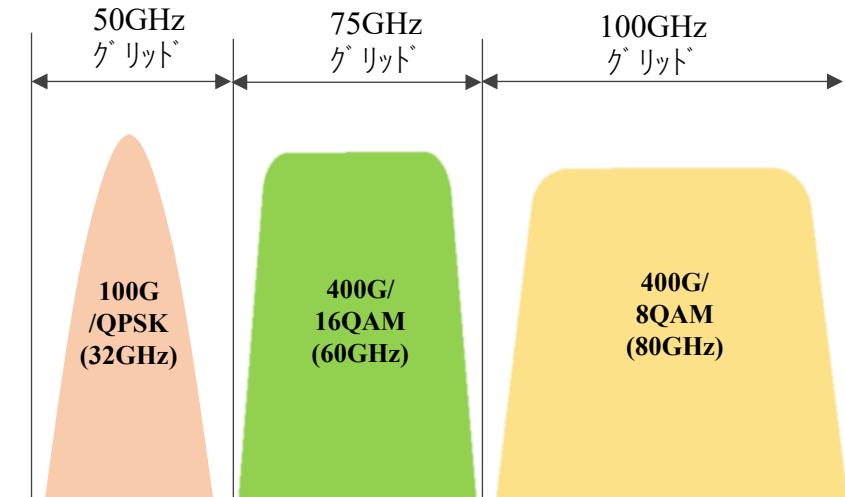
100GHzグリッドの仕様のWDMフィルタでも、古い型番のものなどでは、Pass Band（透過特性）は30GHz程度のものもありますので注意が必要です。

必要なPass Bandの仕様値は

- 100G/QPSK (100GZR) : 30GHz以上
- 400G/16QAM (400GZR) : 60GHz以上
- 400G/8QAM (400GZR) : 80GHz以上

各プラグの変調方式により、透過できるWDMフィルタのグリッド幅が異なります。

- 100G/QPSK (100GZR) : 50GHzグリッド
- 400G/16QAM (400GZR) : 75GHzグリッド
- 400G/8QAM (400GZR) : 100GHzグリッド



ステップ1： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実現性検討

1.4. ちょっと、ここで100Gコヒーレント伝送のおさらい

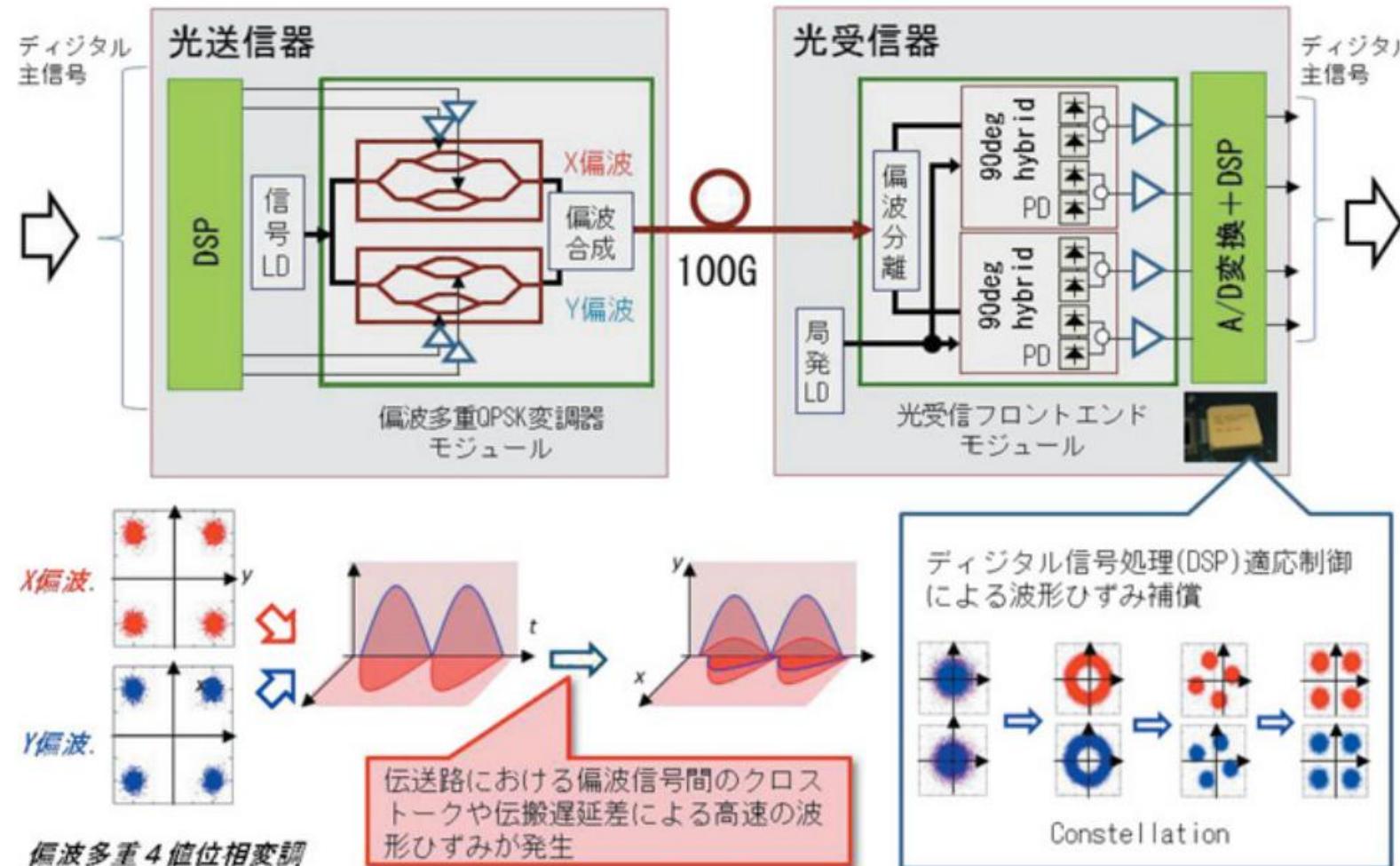


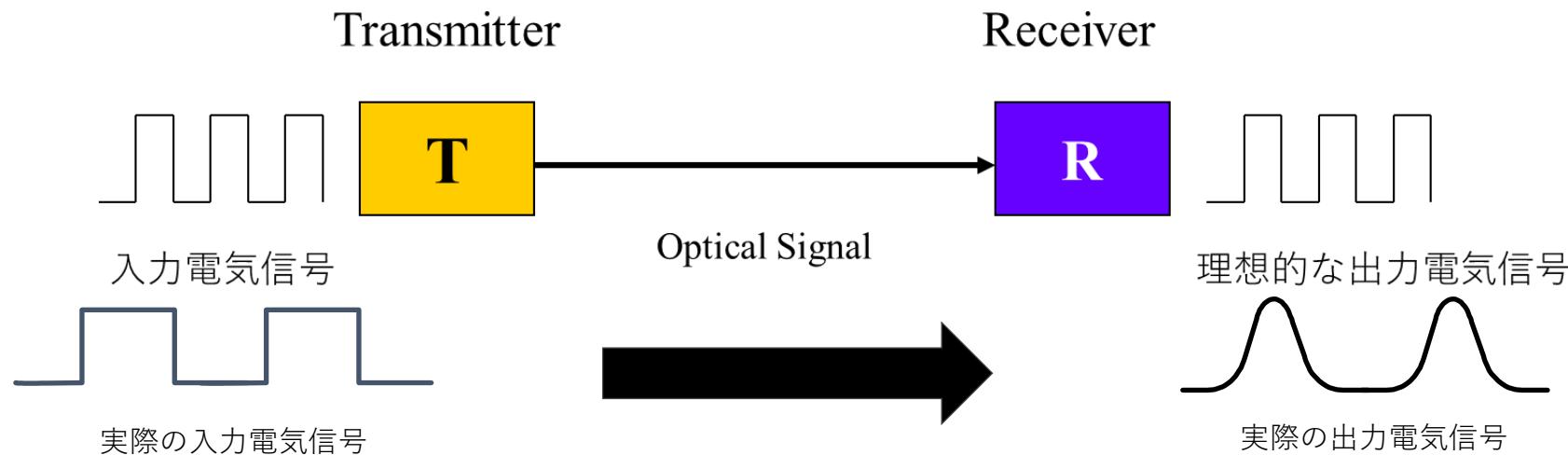
図1 ディジタルコヒーレント方式の概要(7)

引用画像：
https://www.ieice.org/jpn/awards/25/gyouseki_04.html

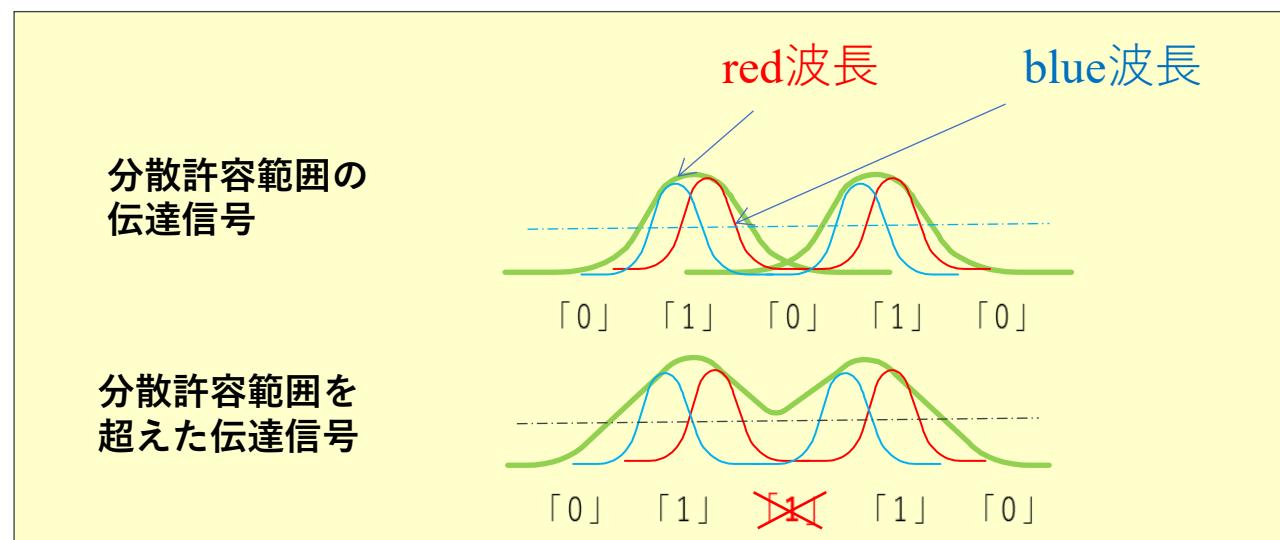
100Gディジタルコヒーレント光伝送方式
の実用化
富澤 将人 / 尾中 寛 / 菊池 和朗

ステップ1： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実現性検討

1.5. ちょっと注意すれば大丈夫な光特性2：波長分散



100GZR、400GZRはコヒーレント受信方式を利用しています。100Gコヒーレント伝送では、デジタル信号処理（DSP）にて、波長分散を補償可能。DSPの処理能力で分散影響の補償耐力が決まる。



仕様の確認

- Operating Distance (伝送距離) : 300kmとか
- Chromatic Dispersion (波長分散) : 6000ps/nm

上記の仕様値なら**分散を考慮せず**、SMFで300km伝送可能です。通常のSMFの1km当たりの波長分散は1550nmの波長帯では20ps/nm/km程度です。

波長分散許容値(ps/nm)

$$= \text{距離(km)} \times \text{分散値(ps/nm/km)}$$

ステップ1： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実現性検討

1.6. ちょっと注意すれば大丈夫な光特性3：偏波分散

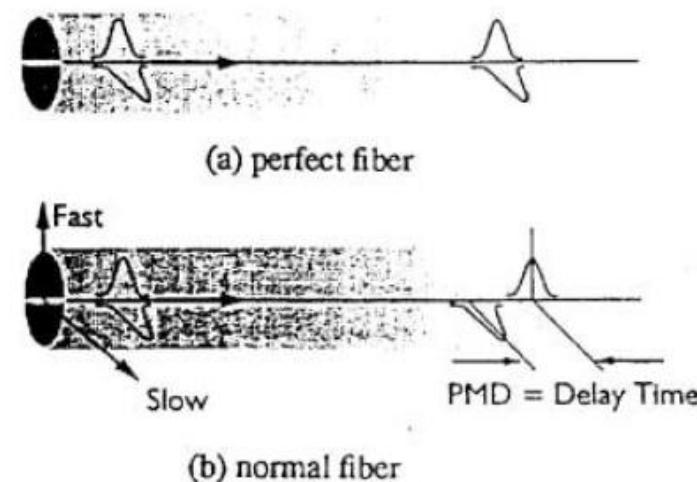


PMDによる信号劣化

ファイバの複屈折に起因



ファイバ出口で波形が劣化



J. J. Refi, et. al.(AT&T), NCTA Technical Papers, 1993より転載

100GZR、400GZRはコヒーレント受信方式を利用しています。コヒーレント受信方式では偏波多重方式を利用しているため、通常のSMFでは仕様値を意識しなくても300km程度の伝送では問題なし。

光ファイバ内の光信号の伝送速度 V_0 は、

$$V_0 = \frac{\text{真空中の光速 (C)}}{\text{屈折率 (N)}}$$

光ファイバ中の屈折率が縦方向と横方向で異なるためにPMDが発生。

$$N(\text{縦}) \neq N(\text{横})$$



ステップ2：100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実用検討・設計

- 2.1. NW構成
- 2.2. 運用保守性の事前確認その1 リンク断転送と光アンプのASEノイズ
- 2.3. 運用保守性の事前確認その2 運用時にモニタ可能なパラメータ
- 2.4. 運用保守性の事前確認その3 アラーム発報（SNMP）
- 2.5. 運用保守性の事前確認その4 Ethernet Frame 透過特性

ステップ2： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実用検討・設計



2.1. NW構成 (利用機器の概要)

WDM側装置： 一般的なDWDMシステム

- ・光アンプ：Gain 30dB以上
出力20dBm
- ・WDMフィルタ：100GHzグリッド
C-band
32ch～40chシステム
Pass Band：30GHz以上
- ・ROADM：未使用

M/C側装置： NTTイノベイティブデバイス

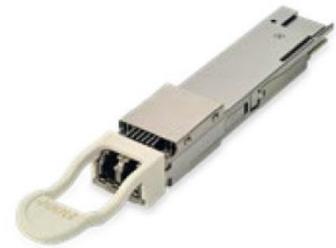
プラスレピータアクセスマルチチャネル CH08



プラスレピータAccess 100G



100ZR QSFP28



ステップ2： 100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実用検討・設計



2.1. NW構成 (回線の帯域要望)

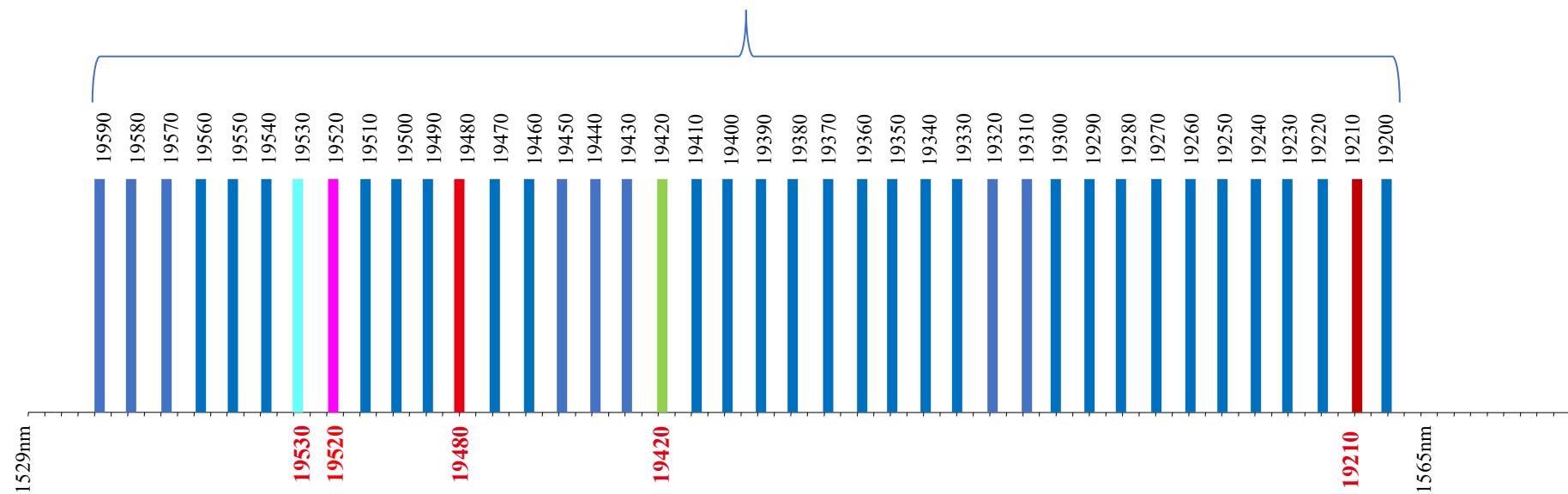
回線1： Node A — Node B 間 100G-SR4 × 1 (回線2と異経路)

回線2： Node A — Node B 間 100G-SR4 × 1 (回線1と異経路)

回線3： Node A — Node C 間 100G-SR4 × 1 (回線4と異経路)

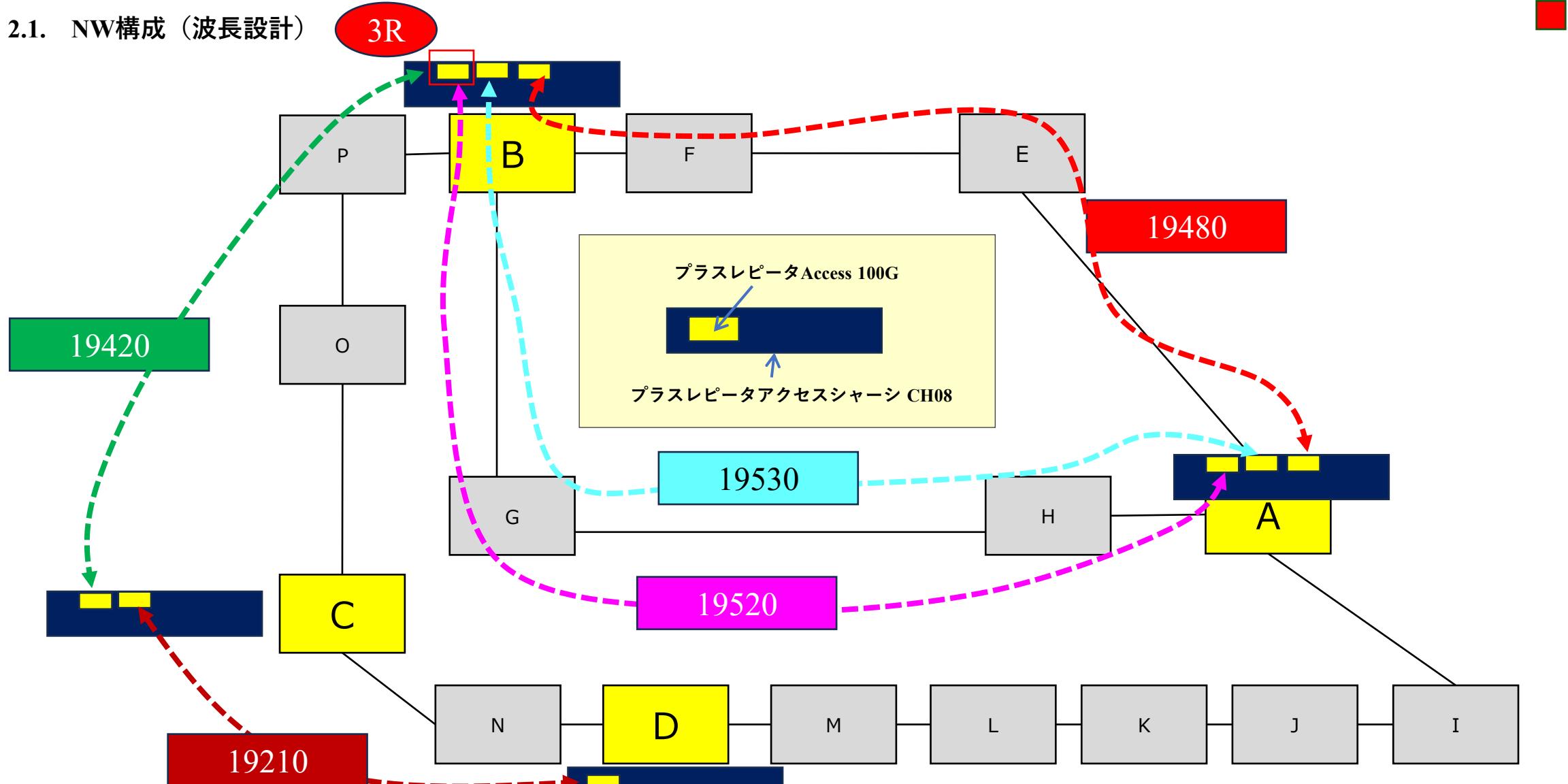
回線4： Node C — Node D 間 100G-SR4 × 1 (回線3と異経路)

▶ 19590～19200 C-Band 100GHz Grid 40ch CH



ステップ2：100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実用検討・設計

2.1. NW構成（波長設計）

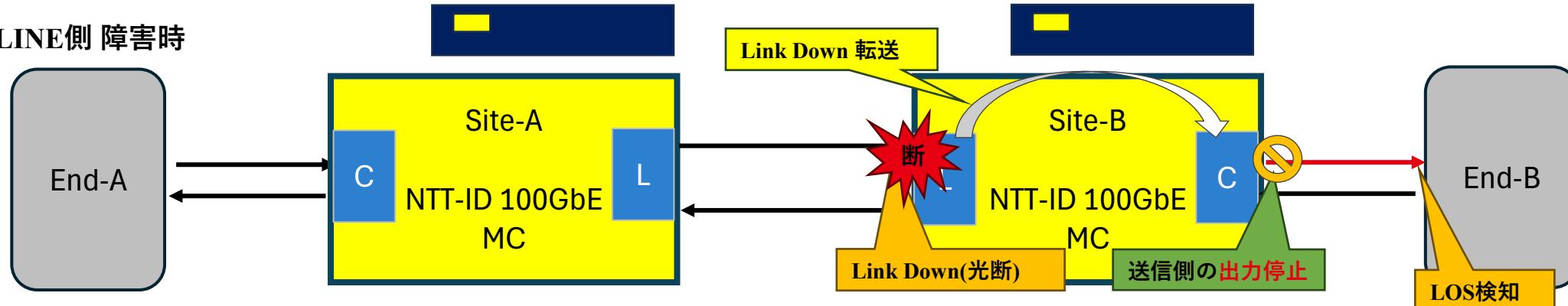


ステップ2：100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実用検討・設計

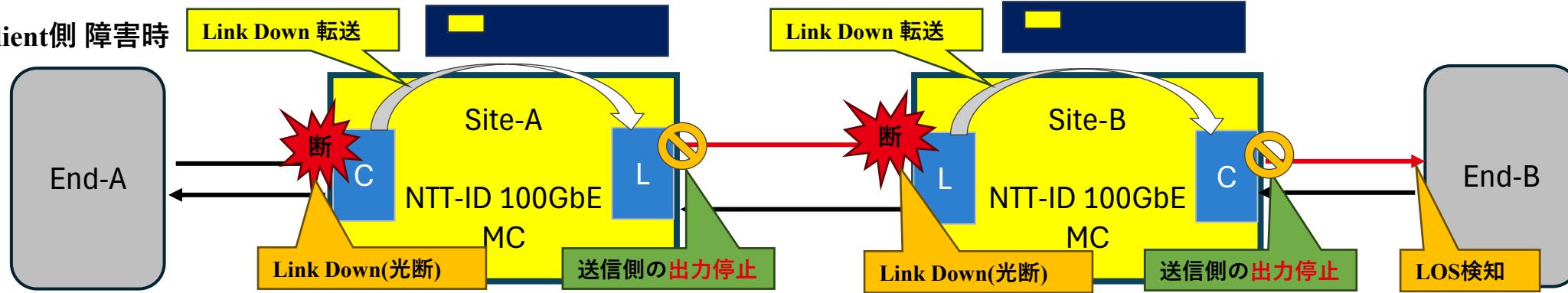
2.2. 運用保守性の事前確認その1 リンク断転送と光アンプのASEノイズ



例1) LINE側 障害時



例2) Client側 障害時

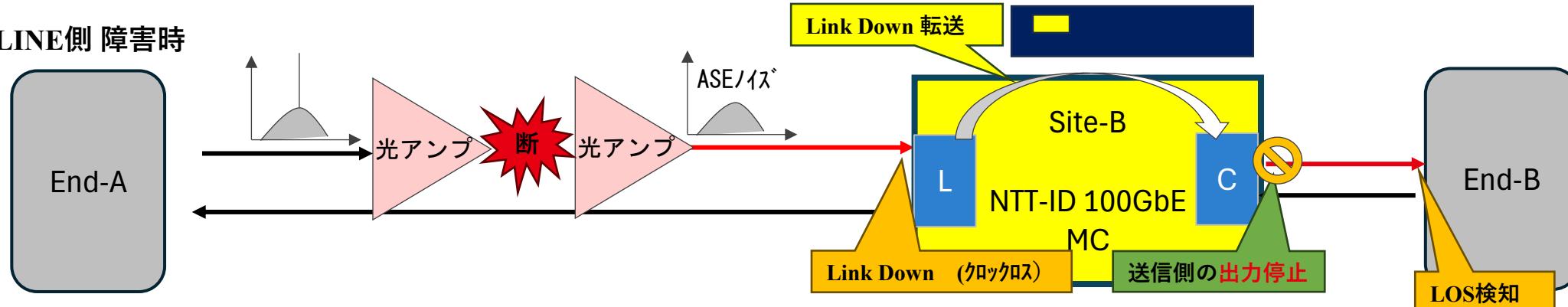


ステップ2：100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実用検討・設計

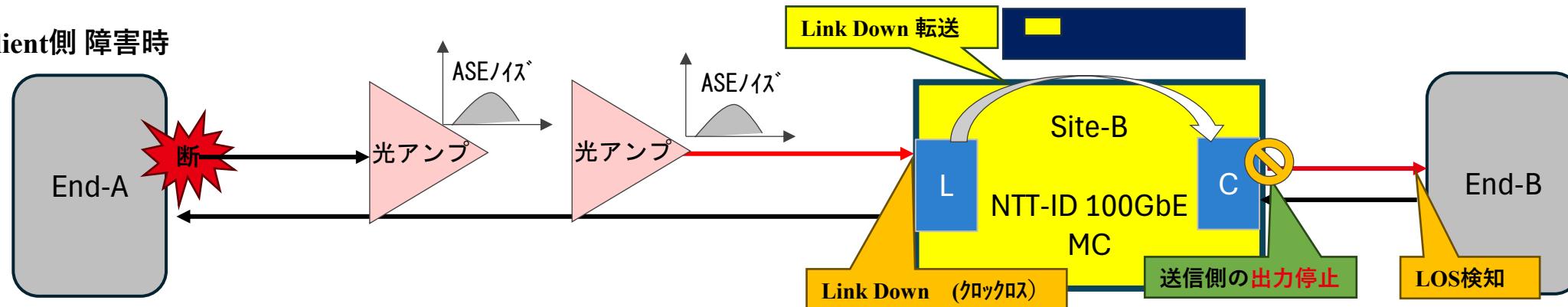
2.2. 運用保守性の事前確認その1 リンク断転送と光アンプのASEノイズ



例1) LINE側 障害時



例2) Client側 障害時



ステップ2：100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実用検討・設計



2.3. 運用保守性の事前確認その2 運用時にモニタ可能なパラメータ（クライアント側GSFP28（100GB-SR4））

Client			
Quad Small Form-factor Pluggable			
Vendor Name			
Vendor Part Number			
Vendor Serial Number			
Transceiver	100GBASE-SR4		
Connector Type	MPO 1x12		
Wave Length	850 nm		
OM4 Link Length	100 m MMF		
Nominal Bit Rate	25750 Mbits/sec		
Digital Diagnostic			
Temperature	41.39 °C		
Supply Voltage	3.3740 V		
Tx Max Power	4.00 dBm		
Rx Max Power	4.00 dBm		
Power Class	<= 2.5 W		
Client	Tx Power	Rx Power	Tx Laser Bias
	0.23 dBm	0.56 dBm	6.49 mA
1	0.23 dBm	0.36 dBm	6.46 mA
2	0.15 dBm	0.53 dBm	6.09 mA
3	0.39 dBm	0.37 dBm	6.06 mA
SUM	6.27 dBm	6.48 dBm	

ステップ2：100G-ZR利用のM/Cでエイリアン伝送の実用検討・設計

2.3. 運用保守性の事前確認その2 運用時にモニタ可能なパラメータ（ライン側GSFPDD（100GB-ZR））



QSFP D/D Information			
Line			
Quad Small Form-factor Pluggable			
Vendor Name			
Vendor Part Number			
Vendor Serial Number			
Transceiver	100G-LR or 100GBASE-LR1		
Connector Type	LC		
Wave Length	1538.98 nm		
Link Length	80 km SMF		
Nominal Bit Rate	25750 Mbits/sec		
Digital Diagnostic			
Temperature	41.10 °C		
Supply Voltage	3.3400 V		
Tx Max Power	-2.99 dBm		
Rx Max Power	2.00 dBm		
Power Class	5.5 W		
Line	Tx Power	Rx Power	Tx Laser Bias
1	-6.92 dBm	-9.80 dBm	80.00 mA
2	---- dBm	---- dBm	----- mA
3	---- dBm	---- dBm	----- mA
4	---- dBm	---- dBm	----- mA
SUM	-6.92 dBm	-9.80 dBm	



2.3. 運用保守性の事前確認その2 運用時にモニタ可能なパラメータ (100G波長の伝送品質パラメータ)

PAM-4 and WDM Features					
	Current	Max	Min	Prior Period	Avg
Pre-FEC BER	1.67E-06	1.71E-06	1.64E-06	0.00E+00	4.98E-01
FER	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.36E+07
PDL	0.3 dB				
DGD	2.83 ps				
Residual ISI/Dispersion	750.0 ps/nm				
SOPMD	62.04 ps^2				
OSNR	29.7 dB				
SNR	13.597 dB				
CFO	0.006 GHz				
SOP ROC	2 Krad/s				
Q-Factor	13.3 dB				
Q-Margin	5.0 dB				
TEC Current Magnitude	0 %				
Laser Temperature	48.56 °C				

通常のDWDMの100Gのトランスポンダーでは、以下は確認できる。

- 伝送品質情報： Pre-FEC BER、 SNR、 CFO
- 光線路品質： PDL、 DGD、 Residual Dispersion、 SOP ROC

100G-ZRプラグを利用すると、最新の400G、800Gトラponと同等の伝送品質パラメータが確認できる。

- 伝送品質情報： FER、 OSNR、 Q-Factor、 Q-Margin

また、上記伝送品質や光線路品質がキャリア側で確認でき、光線路異常やDWDM機器異常に気づくことが可能となる。また、キャリア側で波長や変調方式を設定管理できるため、他の波長への影響なく、運用できるメリットもある。



2.4. 運用保守性の事前確認その3 アラーム発報 (SNMP)

Date	IP	detail
9/3/2025 13:39	10.36.36.102(10.36.36.102)	enterprises.3930.101.31:6:1021 enterprises.3930.101.31=Chassis0, B_100G, Slot03, Local: Line Link Down.
9/3/2025 13:39	10.36.36.102(10.36.36.102)	enterprises.3930.101.31:6:1350 enterprises.3930.101.31=Chassis0, B_100G, Slot03, Local: Line 1 CDR UnLock.
9/3/2025 13:39	10.36.36.102(10.36.36.102)	enterprises.3930.101.31:6:1350 enterprises.3930.101.31=Chassis0, B_100G, Slot03, Local: Line 2 CDR UnLock.
9/3/2025 13:39	10.36.36.102(10.36.36.102)	enterprises.3930.101.31:6:1350 enterprises.3930.101.31=Chassis0, B_100G, Slot03, Local: Line 3 CDR UnLock.
9/3/2025 13:39	10.36.36.102(10.36.36.102)	enterprises.3930.101.31:6:1350 enterprises.3930.101.31=Chassis0, B_100G, Slot03, Local: Line 4 CDR UnLock.
9/3/2025 13:39	10.36.36.101(10.36.36.101)	enterprises.3930.101.31:6:1031 enterprises.3930.101.31=Chassis0, A_100G, Slot03, Local: Client Link Down.
9/3/2025 13:39	10.36.36.101(10.36.36.101)	enterprises.3930.101.31:6:1350 enterprises.3930.101.31=Chassis0, A_100G, Slot03, Local: Client 1 CDR UnLock.
9/3/2025 13:39	10.36.36.101(10.36.36.101)	enterprises.3930.101.31:6:1350 enterprises.3930.101.31=Chassis0, A_100G, Slot03, Local: Client 2 CDR UnLock.
9/3/2025 13:39	10.36.36.101(10.36.36.101)	enterprises.3930.101.31:6:1350 enterprises.3930.101.31=Chassis0, A_100G, Slot03, Local: Client 3 CDR UnLock.
9/3/2025 13:39	10.36.36.101(10.36.36.101)	enterprises.3930.101.31:6:1350 enterprises.3930.101.31=Chassis0, A_100G, Slot03, Local: Client 4 CDR UnLock.
9/3/2025 13:43	10.36.36.102(10.36.36.102)	enterprises.3930.101.31:6:1020 enterprises.3930.101.31=Chassis0, B_100G, Slot03, Local: Line Link Up.
9/3/2025 13:43	10.36.36.102(10.36.36.102)	enterprises.3930.101.31:6:1355 enterprises.3930.101.31=Chassis0, B_100G, Slot03, Local: Line 1 CDR Lock.
9/3/2025 13:43	10.36.36.102(10.36.36.102)	enterprises.3930.101.31:6:1355 enterprises.3930.101.31=Chassis0, B_100G, Slot03, Local: Line 2 CDR Lock.
9/3/2025 13:43	10.36.36.102(10.36.36.102)	enterprises.3930.101.31:6:1355 enterprises.3930.101.31=Chassis0, B_100G, Slot03, Local: Line 3 CDR Lock.
9/3/2025 13:43	10.36.36.102(10.36.36.102)	enterprises.3930.101.31:6:1355 enterprises.3930.101.31=Chassis0, B_100G, Slot03, Local: Line 4 CDR Lock.
9/3/2025 13:43	10.36.36.101(10.36.36.101)	enterprises.3930.101.31:6:1030 enterprises.3930.101.31=Chassis0, A_100G, Slot03, Local: Client Link Up.
9/3/2025 13:43	10.36.36.101(10.36.36.101)	enterprises.3930.101.31:6:1355 enterprises.3930.101.31=Chassis0, A_100G, Slot03, Local: Client 1 CDR Lock.
9/3/2025 13:43	10.36.36.101(10.36.36.101)	enterprises.3930.101.31:6:1355 enterprises.3930.101.31=Chassis0, A_100G, Slot03, Local: Client 2 CDR Lock.
9/3/2025 13:43	10.36.36.101(10.36.36.101)	enterprises.3930.101.31:6:1355 enterprises.3930.101.31=Chassis0, A_100G, Slot03, Local: Client 3 CDR Lock.
9/3/2025 13:43	10.36.36.101(10.36.36.101)	enterprises.3930.101.31:6:1355 enterprises.3930.101.31=Chassis0, A_100G, Slot03, Local: Client 4 CDR Lock.



2.5. 運用保守性の事前確認その4 Ethernet Frame 透過特性

種別で定義したフレームになるようにオレンジのセルの値に指定した設定をテスターに反映して試験実施。

種別	Dst MAC	Dst MAC	Src MAC	宛先フラッディング (インクリメント機能)	Destination Flood Tange	Ethernet type	Ethernet type VLAN#1	Ethernet type VLAN#2
不正な宛先	00:00:00:00:00:00	00:00:00:00:00:00	00:18:63:02:3C:E8	無効	0xffff	0xffff	0xffff	0xffff
不正な送信元	00:00:00:00:03:08	00:00:00:00:03:08	00:00:00:00:00:00	無効				
不正な送信元	00:00:00:00:03:08	00:00:00:00:03:08	FF:FF:FF:FF:FF:FF	無効				
不正な送信元	00:00:00:00:03:08	00:00:00:00:03:08	01:80:C2:00:00:00	無効				
不正な送信元	00:00:00:00:03:08	00:00:00:00:03:08	01:00:5E:00:00:00	無効				
不正な宛先/送信元	Src MACと同一	Src MACと同一	00:00:00:00:03:07	無効				
プロードキャスト	FF:FF:FF:FF:FF:FF	FF:FF:FF:FF:FF:FF	00:18:63:02:3C:E8	無効				
プライベートマルチキャスト	03:00:00:00:00:01	03:00:00:00:00:01	00:18:63:02:3C:E8	無効				
ARP リクエスト	FF:FF:FF:FF:FF:FF	FF:FF:FF:FF:FF:FF	00:18:63:02:3C:E8	無効			0x0806	
IPv4 プロードキャスト	FF:FF:FF:FF:FF:FF	FF:FF:FF:FF:FF:FF	00:18:63:02:3C:E8	無効			0x0800	
IPv4 マルチキャスト	01:00:5E:00:00:00	01:00:5E:00:00:00	00:18:63:02:3C:E8	無効			0x0800	
IPv6 マルチキャスト	33:33:ff:f5:00:00	33:33:ff:f5:00:00	00:18:63:02:3C:E8	無効			0x86DD	
802.1d 転送禁止Gアドレス	01:80:C2:00:00:00~0F	01:80:C2:00:00:00	00:18:63:02:3C:E8	有効	256	0x88B5		
802.1d 予約Gアドレス	01:80:C2:00:00:10~FF	01:80:C2:00:00:10	00:18:63:02:3C:E8	無効				
IEEE802.1d STP BPDU	01:80:C2:00:00:00	01:80:C2:00:00:00	00:18:63:02:3C:E8	無効		0x0026		
IEEE802.3x Pause ※Error挿入				※トラフィックを流している状態でErrorを挿入。 single burstでポーズフレームをカウント1で挿入				
IEEE802.3 Slow/LACP	01:80:C2:00:00:02	01:80:C2:00:00:02	00:18:63:02:3C:E8	無効	0x8809			
IEEE802.3 Slow/Marker			00:18:63:02:3C:E8	無効				
IEEE802.3 Slow/802.3ah OAM			00:18:63:02:3C:E8	無効				
IEEE802.3 Slow/ESMC			00:18:63:02:3C:E8	無効				
IEEE802.1x PAE	01:80:C2:00:00:03	01:80:C2:00:00:03	00:18:63:02:3C:E8	無効		0x888E		
MEF-16 (E-LMI)	01:80:C2:00:00:07	01:80:C2:00:00:07	00:18:63:02:3C:E8	無効		0x88EE		
IEEE802.1ab LLDP-PDU	01:80:C2:00:00:0E	01:80:C2:00:00:0E	00:18:63:02:3C:E8	無効		0x88CC		
Cisco CDP	01:00:0c:cc:cc:cc	01:00:0c:cc:cc:cc	00:18:63:02:3C:E8	無効	0x01f0			
Cisco PAgP			00:18:63:02:3C:E8	無効				
Cisco UDLD			00:18:63:02:3C:E8	無効				
IEEE802.1ag CFM (タグ無)	01:80:C2:00:00:30~3F	01:80:C2:00:00:30	00:18:63:02:3C:E8	有効	16	0x8092		
VLAN 1段タグ	00:18:63:02:3C:E9	00:18:63:02:3C:E9	00:18:63:02:3C:E8	無効				
VLAN 2段タグ	00:18:63:02:3C:E9	00:18:63:02:3C:E9	00:18:63:02:3C:E8	無効		0x0700	0x8100	
IEEE802.3x Pause	01:80:C2:00:00:01	01:80:C2:00:00:01	00:18:63:02:3C:E8	無効		0x8808	0x88a8	

【結果概要】 特殊フレームは破棄されずテスターに、そのまま透過されて伝送された。



ステップ3（ご参考）：長距離伝送を支えるEDFAの勘所

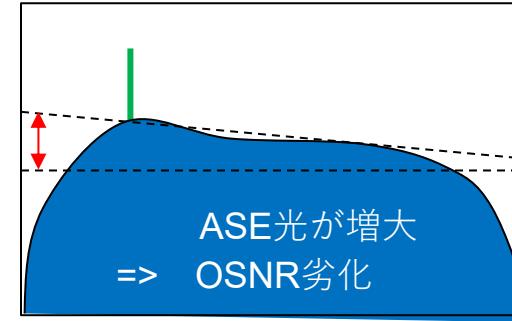
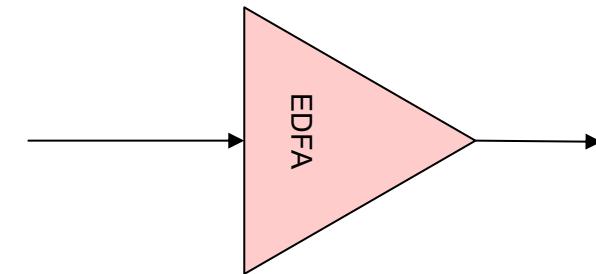
- 3.1. 光アンプが生み出すASEノイズとOSNR
- 3.2. Gain一定制御かレベル一定制御か

ステップ3（ご参考）：長距離伝送を支えるEDFAの勘所

3.1. 光アンプ（EDFA）の生み出すASEノイズとOSNR

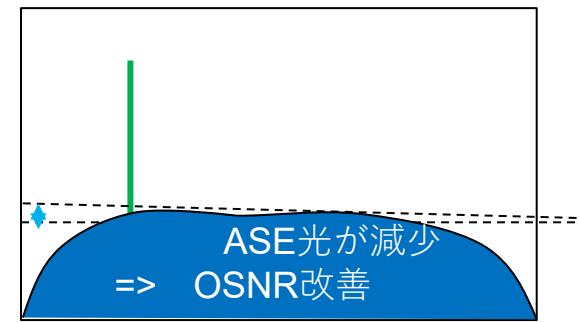
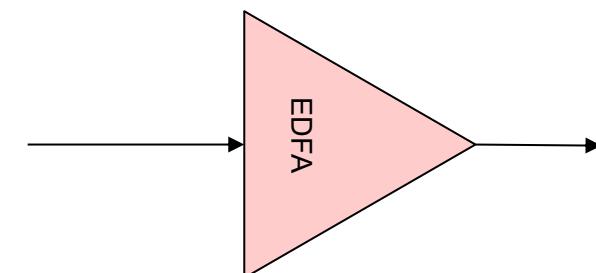


入力信号が
非常に小さい
とき



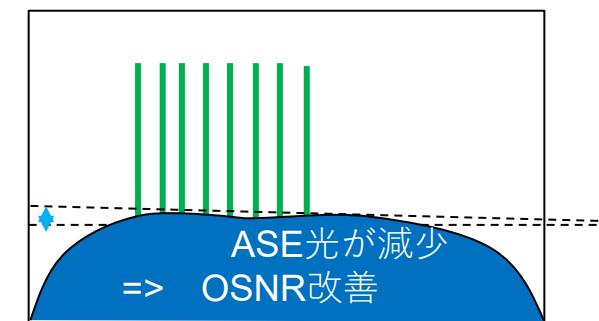
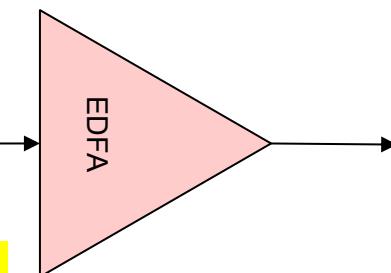
Gain Tile
(波長の傾き)
も大きくなる

入力信号が
大きいとき



Gain Tile
(波長の傾き)
が小さく収まる

波長数が増えるこ
とでTotal入力レベ
ルも増加したとき

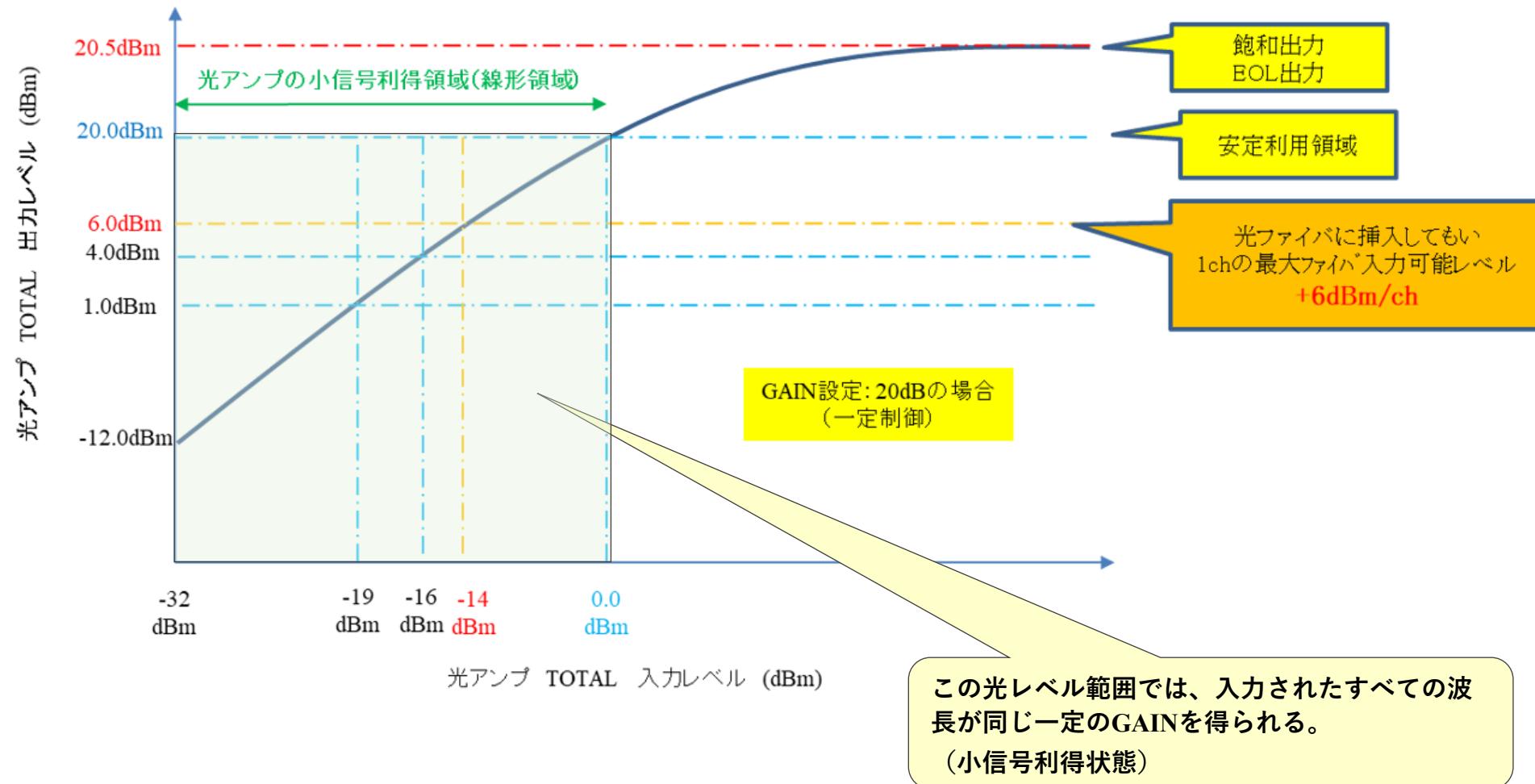


Gain Tile
(波長の傾き)
が小さく収まる

※波長数が1chの場合と8chの場合は、 $\times 8$ 倍でTotal 9dB增加する。

ステップ3（ご参考）：長距離伝送を支えるEDFAの勘所

3.2. Gain一定制御かレベル一定制御か



得た結果



- ZRの進化がユーザにとっていい方向に向いている（気がする）
- WDM（OLS）のリプレースに向けて少し前進
- 次期WDMはマルチベンダ波長に対応可能な事業者が前提
- 3R無しでもっと長距離対応するとさらに嬉しい
(現時点で3R無しだと300km未満程度？？)

メリット／デメリットの整理



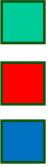
○ メリット

WDM基本構成のリプレースに左右されずに波長が追加できる
法定償却年数まで使い切ることが可能
価格競争環境が生まれてコストダウンにつながる

✗ デメリット

マルチベンダ構成となるため、2つ（以上）のメーカー製品が監視保守体制となる
メーカー間の責任分界点が曖昧（伝送部分とOIS部分でどうやって切り分けるのか）
メーカー独自のツールが使えない（波長のプロビジョニング等）
導入時の検証に時間がかかる

議論ポイント



- IP over DWDMの進化と”運用の壁”（パフォーマンス監視）
- 今回発表したM/Cを挟む構成の是非
(他にもこんな方法ならもっと効率的に対応できる等)
- 100G-ZRエイリアン波長実装の実践的ノウハウ
(検証はこんな形が良い、押さえておくべきポイント等)
- 誰がどこまで見るのか。（マルチベンダ構成による保守分界点）
(事業者、Sier、メーカーがそれぞれどこまで踏みこめるのか、等)

<https://www.janog.gr.jp/meeting/janog57/mc-100gxr/> から一部抜粋して引用