

JANOG55

400G超通信における MPOコネクタの品質について考えよう！

2025年1月24日

さくらインターネット株式会社 東 常行(t-higashi@sakura.ad.jp)

さくらインターネット株式会社 平田 大祐(d-hirata@sakura.ad.jp)

NTTアドバンステクノロジー株式会社 村上 雅之(m.murakami@ntt-at.co.jp)

NTTアドバンステクノロジー株式会社 藤原 稔(jin.fujiwara@ntt-at.co.jp)



藤原 稔
NTTアドバンステクノロジー株式会社
光ビジネス部門 光プロダクツ担当
東京生まれの東京育ちで、東京ヤクルトスワローズのファン歴39年。
ドラクエ3はファミコンでプレイした世代。2025年、当時の自分と同じ年齢の息子と一緒にHD-2Dリメイクの世界へ旅立つ。
光ネットワークにおける様々な課題を解決し、光ネットワーク社会の効率化や安全に貢献することが目標。



東 常行
さくらインターネット株式会社
クラウド事業本部 プラットフォーム部
趣味:バイク、キャンプ
パラグライダーのライセンス取得が今年の目標
バックボーンネットワークの設計・構築を経て、生成AI向けクラウドサービスのPMOを担当



平田 大祐
さくらインターネット株式会社
クラウド事業本部 プラットフォーム部 ネットワークユニット
熊本県出身
趣味 航空機、自宅ラック
新卒入社以来バックボーンネットワークの設計調達構築運用に従事。
現在はバックボーンネットワークにとどまらず高火力GPUインターコネクトなどにも従事。MPOケーブルに苦しめられる。



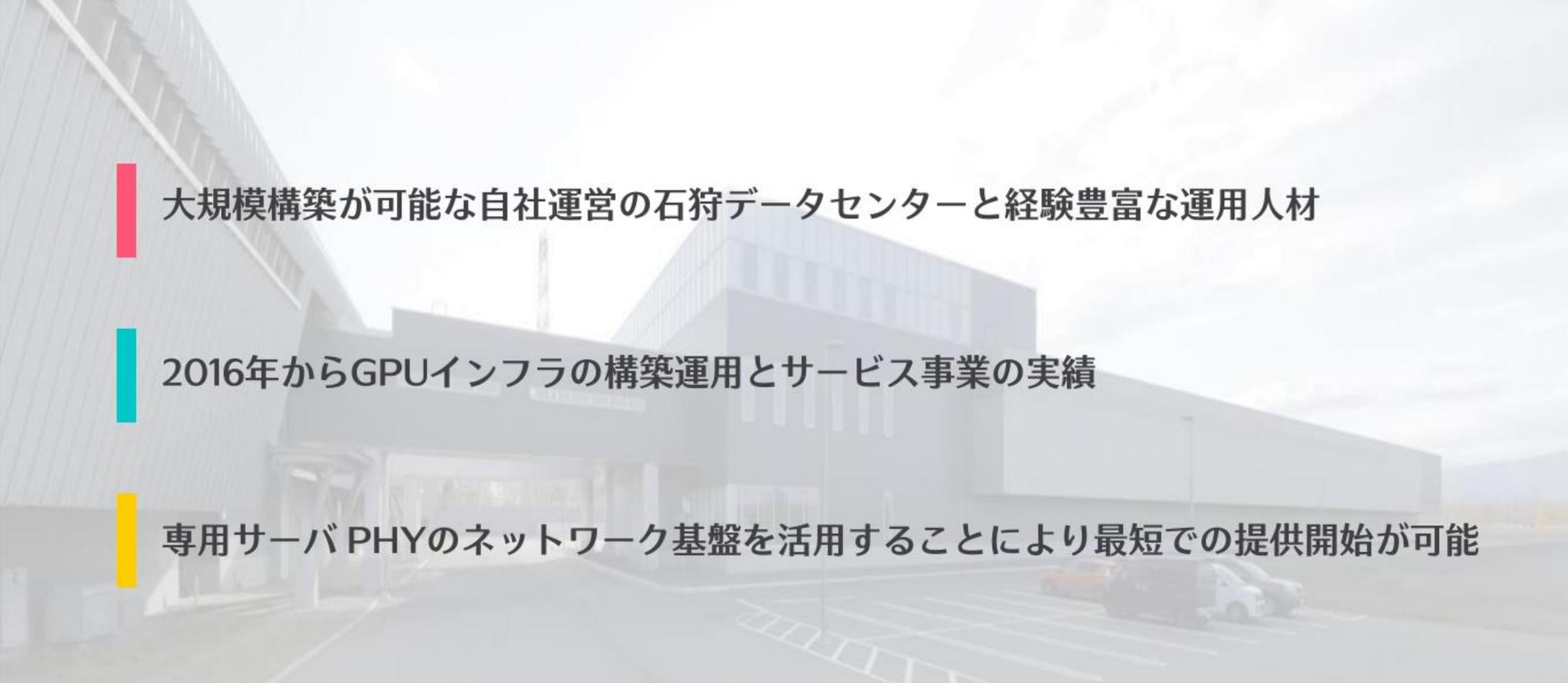
村上 雅之
NTTアドバンステクノロジー株式会社
光ビジネス部門 光プロダクツ担当
入社以来光学接着剤の開発、光コネクタの開発・評価、光コネクタクリーナの開発に従事。
これまでの経験や知見を活かして、光インタコネクションのお困りごとを解決を目指す。

1. 生成AI向けネットワーク基盤の構築
2. 400Gネットワーク構築時に発生したトラブルと原因調査
3. MPOコネクタの端面形状と光学特性
4. [解決編] 400Gネットワークをこのように変えました
5. 今後のMPOコネクタ選定で気を付けるべきこと
6. 議論のポイント

1.生成AI向けネットワーク基盤の構築

- 2011年11月 ● さくらインターネット自社運営の石狩データセンターを開所
- 2016年9月 ● さくらの専用サーバ 高火力シリーズの提供開始
現行提供GPU：NVIDIA V100
- 2020年7月 ● さくらの専用サーバ PHYの提供開始
- 2021年10月 ● さくらのクラウド 高火力プランの提供開始
現行提供GPU：NVIDIA V100
- 2023年6月 ● 特定重要物資「クラウドプログラム」の供給確保計画に関する経済産業省の認定 (※)
- 2024年1月 ● 生成AI向けクラウドサービス ベアメタルシリーズ「高火力 PHY」の提供開始
現行提供GPU：NVIDIA H100
- 2024年8月 ● 生成AI向けコンテナサービス「高火力 DOK」の提供開始
現行提供GPU：NVIDIA H100

(※) AI向けの高度な電子計算機提供に対する、経済産業省による認定及びNEDOからの助成金交付事業



大規模構築が可能な自社運営の石狩データセンターと経験豊富な運用人材

2016年からGPUインフラの構築運用とサービス事業の実績

専用サーバPHYのネットワーク基盤を活用することにより最短での提供開始が可能

生成AI向けインフラ基盤に対する要望

生成AIの事業化をしたい

GPU間で高速な通信をしたい

大規模なクラスタを組みたい

早く学習を始めたい

最新のGPUを使いたい

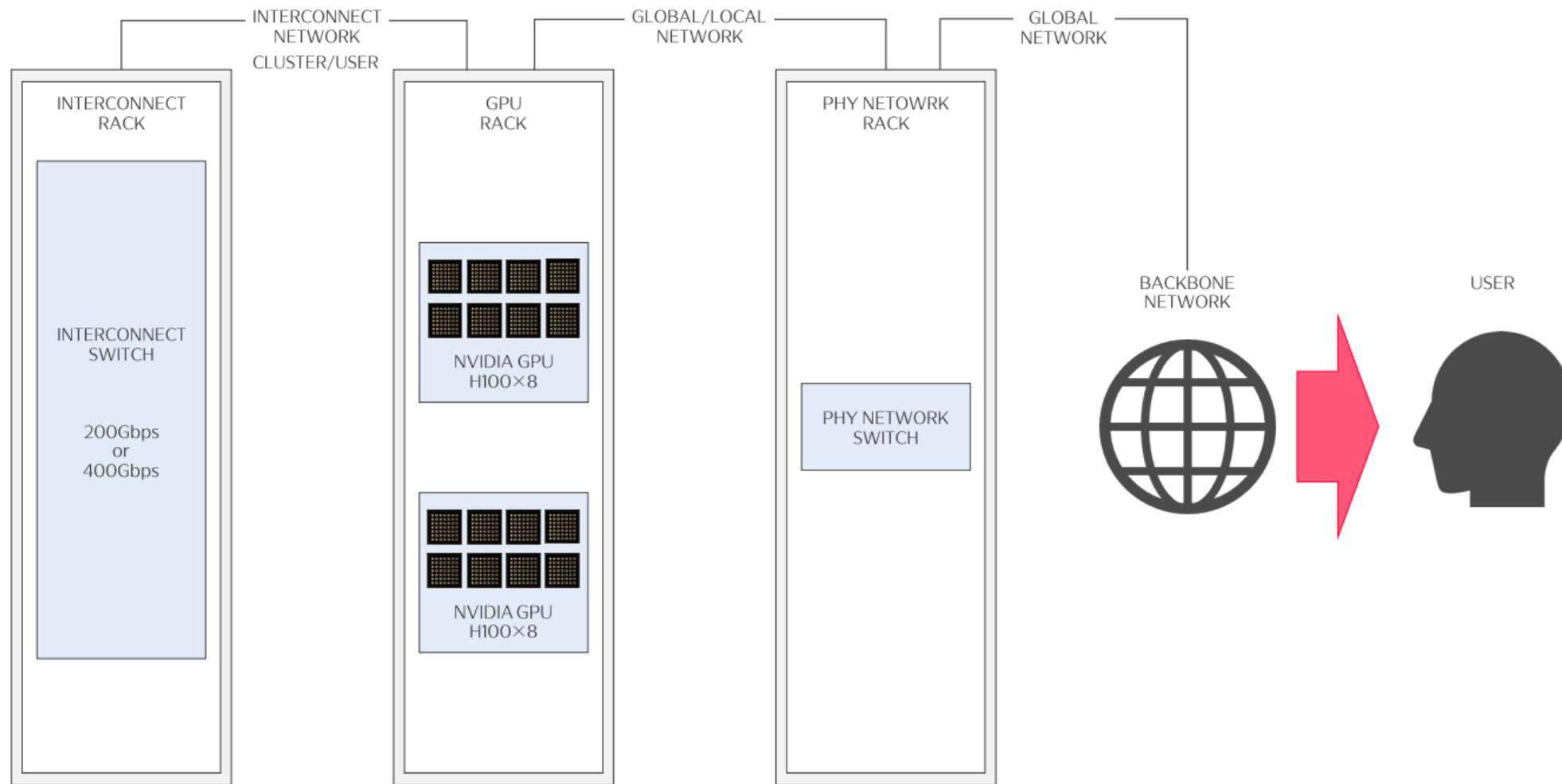
早く学習モデルを作って試したい

たくさんのGPUが欲しい

大量のデータセットを用いるため
高速なストレージもほしい

安価なサービスで使いたい

ネットワーク全体像



2. 400Gネットワーク構築時に発生したトラブルと原因調査

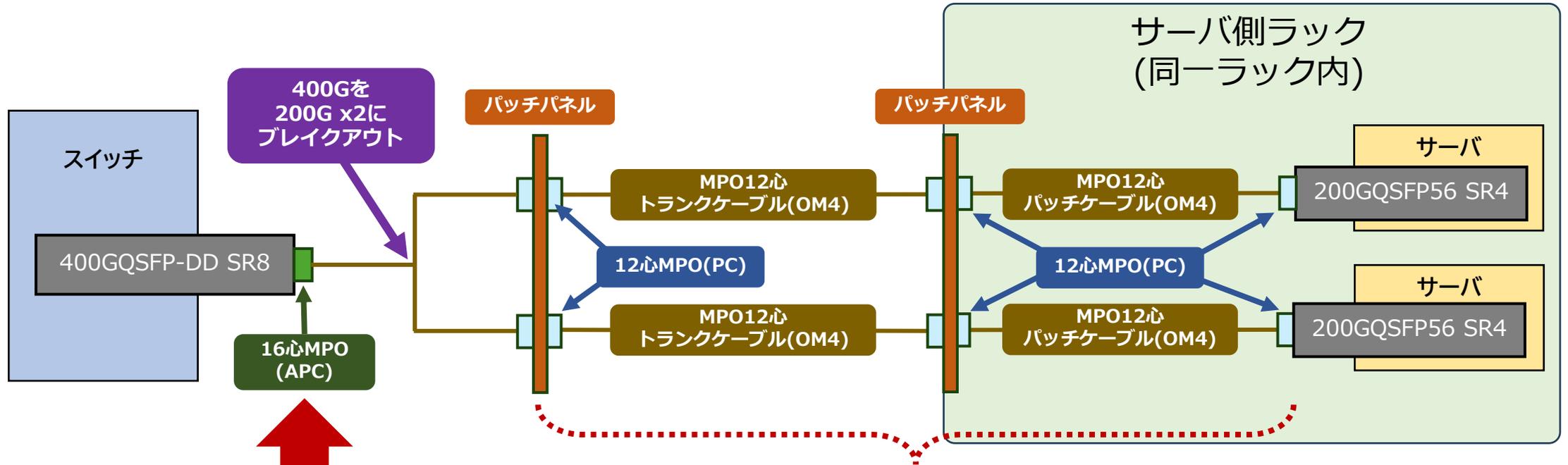


200G-SR4を用いて構築した区間の一部にて、
通信品質が悪いことが判明。
場合によってはリンクフラップも発生。



発生箇所について調査しました！

GPUインターコネクト構成



MMF用トランシーバの
インターフェイスがAPC!?

問題が発生している区間は伝送損失(IL)が大きかったため、
接続区間のMPOケーブルを交換したところ、リンクフラップが改善。

交換時に回収したMPOケーブルの光学特性を調査

MMF用のトランシーバでなぜAPC?

◆MM用の規格にAPC(斜め)端面のインタフェースが規定

100GBASE-SR4(802.3bm)における光コネクタのインタフェース

95.11.3.2 Medium Dependent Interface (MDI) requirements

The MDI adapter or receptacle shall meet the dimensional specifications for interface 7-1-3: *MPO adapter interface – opposed keyway configuration*, or interface 7-1-10: *MPO active device receptacle, flat interface*, as defined in IEC 61754-7-1. The plug terminating the optical fiber cabling shall meet the dimensional specifications of interface 7-1-4: *MPO female plug connector, flat interface for 2 to 12 fibres*, as defined in IEC 61754-7-1. The MDI shall optically mate with the plug on the optical fiber cabling. Figure 95-8 shows an MPO female plug connector with flat interface, and an MDI.

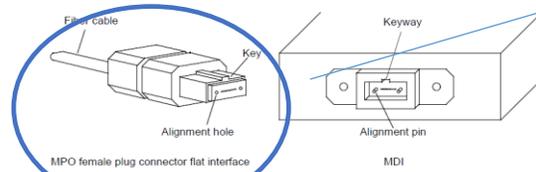
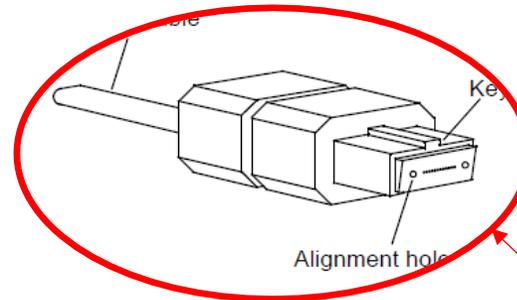
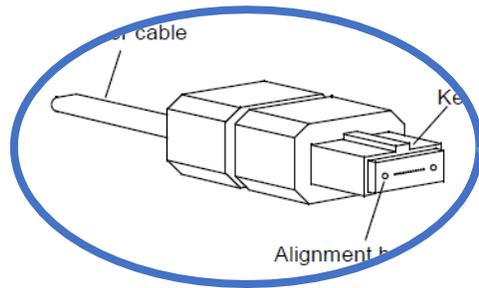


Figure 95-8—MPO female plug with flat interface and MDI

The MDI shall meet the interface performance specifications of IEC 61753-1 and IEC 61753-022-2.

NOTE—Transmitter compliance testing is performed at TP2 as defined in 95.5.1, not at the MDI.



400GBASE-VR4/SR4 (802.3db)における光コネクタのインタフェース

As an alternative, an optional angled fiber interface may be used for 200GBASE-VR2, 400GBASE-VR4, 200GBASE-SR2, and 400GBASE-SR4. If the angled fiber interface is used, the MDI adapter or receptacle shall meet the dimensional specifications for either interface 7-1-3: *MPO adapter interface—opposed keyway configuration* or interface 7-1-9: *MPO adapter interface—opposed keyway configuration* or interface 7-1-9: *MPO active device receptacle, angled interface*, as defined in IEC 61754-7-1. The plug terminating the optical fiber cabling shall meet the dimensional specifications of interface 7-1-1: *MPO female plug connector, down-angled interface for 2 to 12 fibres*, as defined in IEC 61754-7-1. Figure 167-10 shows an MPO female plug connector with angled interface, and an MDI. The MDI connection shall meet the interface performance specifications of IEC 63267-1 for performance grade Bm/1m.⁹

A flat MDI adapter or receptacle is only compatible with a flat plug terminating the optical fiber cabling, and an angled MDI adapter or receptacle is only compatible with an angled plug terminating the optical fiber cabling.

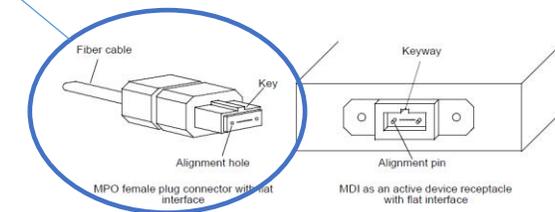


Figure 167-9—MPO female plug with flat interface and MDI active device receptacle with flat interface

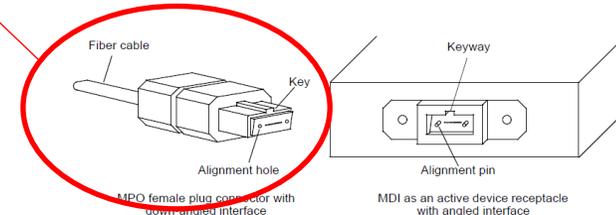


Figure 167-10—MPO female plug with down-angled interface and MDI active device receptacle with angled interface

出典: IEEE 802.3-2022 <https://ieeexplore.ieee.org/document/9844436>
IEEE 802.3db-2022 <https://ieeexplore.ieee.org/document/9988984>

APCの必要性については、最後の議論に繋がります。

回収したケーブルの光学特性測定結果

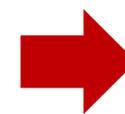
挿入損失は大きめ

Average: 0.37 dB

	挿入損失 [dB]
CH1	0.56
CH2	0.40
CH3	0.37
CH4	0.30
CH5	0.33
CH6	0.55
CH7	0.29
CH8	0.27
CH9	0.24
CH10	0.29
CH11	0.35
CH12	0.49



空気層の反射(フレネル反射)よりも大きい値となっており、ファイバ同士が正常に接続されていない状態。



当該MPOケーブルの三次元形状測定を実施

端面の三次元形状測定結果

Measurement Report

Name: 14-2-A
 Date & Time: 8/08/2024 3:55:26 PM
 Task name: MT12-PC(JANOG)
 Scan quality: Ok
 Device SN, Fixture SN: MAX-QM-B 36110, 3250019
 コネクタ ID:
 Customer:
 Technician: Admin
 Company: Sumix
 Core dip algorithm: Parabolic
 Fitting regions: L=2900μm; H=675μm; E=140μm; F=50μm; CumA=20%; Top=3%
 Pass/Fail standard: IEC PAS 63267-3-31/Ed1
 Calculation standard: IEC 61300-3-307/Ed2



IEC PAS 63267-3-31
 マルチモード用MPOコネクタ(PC)の規格

Ferrule

Measurement Parameter	Units	Pass/Fail Limits		Measured Value	Verdict
		Min	Max		
Ferrule Radius of Curvature X	mm	-10000.00*	2000.00*	5124.80	PASS
Ferrule Radius of Curvature Y	mm	5.00		132.39	PASS
Tilt Angle X	°	-0.1500	0.1500	-0.0484	PASS
Tilt Angle Y	°	-0.2000	0.2000	0.0011	PASS

* - Pass value must be less than Min and greater than Max

Fiber Height Limits

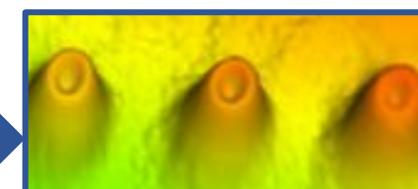
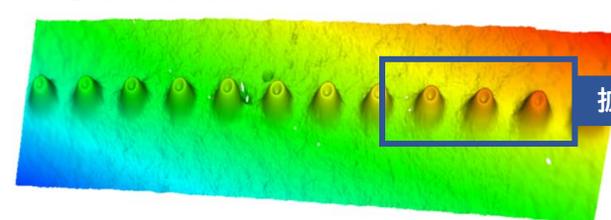
Measurement Parameter	Units	Pass/Fail Limits		Measured Value	Verdict
		Min	Max		
Max Adj Diff	nm	0	300	106	PASS
Minus Coplanarity	nm	0.0	150.0	137.6	PASS

Fibers

Measurement Parameter	Units	Pass/Fail Limits		Fiber Number / Measured Value / Verdict											
		Min	Max	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Height	nm	1000	3500	2217	2299	2298	2394	2405	2475	2439	2444	2435	2350	2368	2262
ROC	mm	1.00		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Core Dip	nm		120	452	476	450	500	481	425	449	435	429	482	461	519

規格値120nmを大きく超えた異常な値

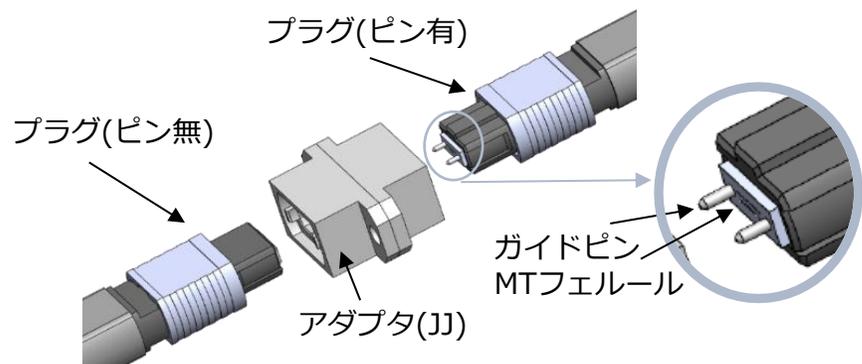
3D Surface



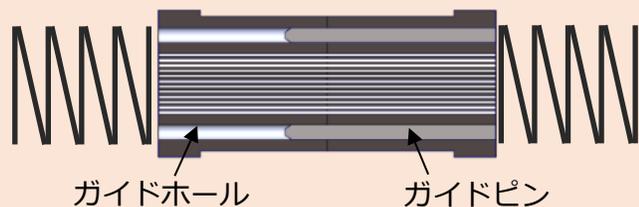
火口のような大きな窪み

コアディップが非常に大きいコネクタであることを確認。

◆MPOコネクタの構造

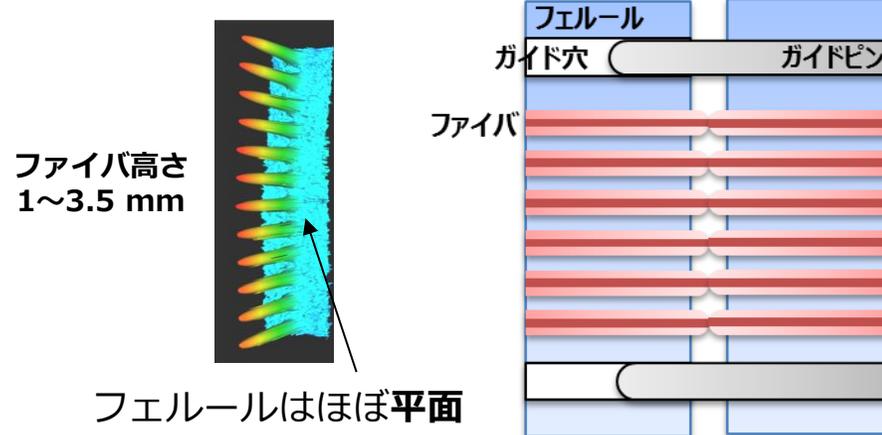
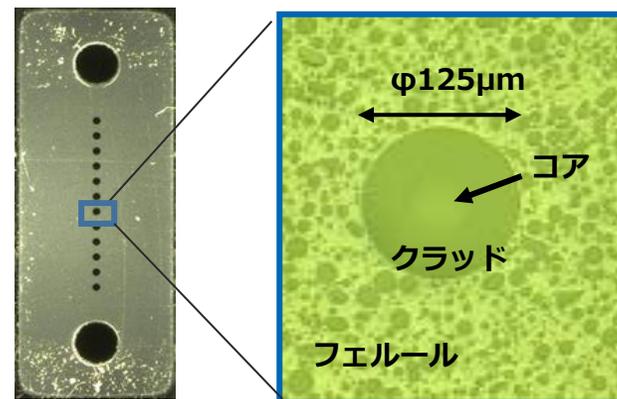


異なるプラグ同士を精密穴と精密ガイドピンで軸合わせ



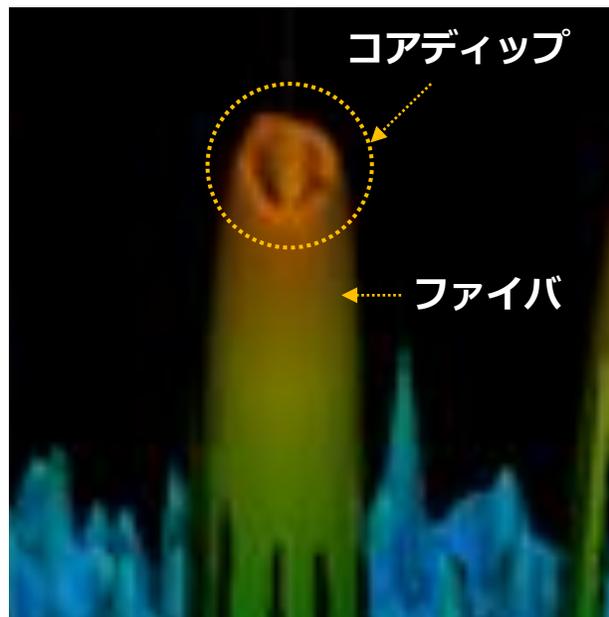
スプリングによりフィジカルコンタクト
(ファイバの弾性変形による密着)

◆MPOコネクタの端面形状

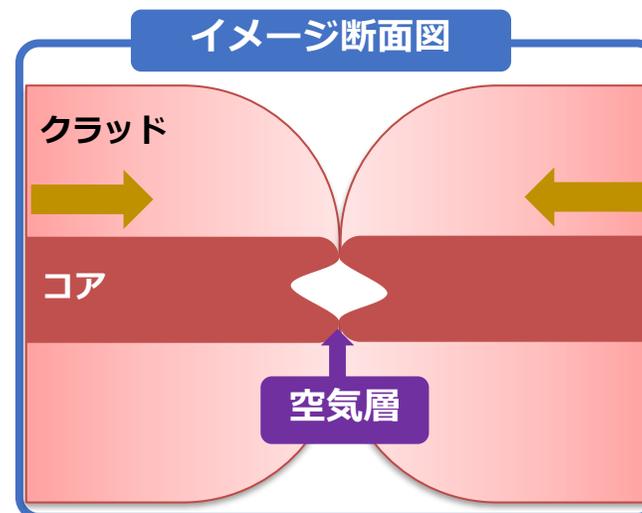


突き出したファイバの先端がフィジカルコンタクトする接続機構

コアとクラッドの材質が異なることにより、端面研磨工程で生じるファイバコアのくぼみで、**コア径が大きいマルチモードファイバ**で顕著に現れる。
コアディップが大きいことで接続面に空洞が出来てしまい、反射を増大してしまう。



◆コアディップのあるファイバ同士を接続した時



光ファイバと空気は屈折率が異なるため、表面で14.7dBのフレネル反射が発生

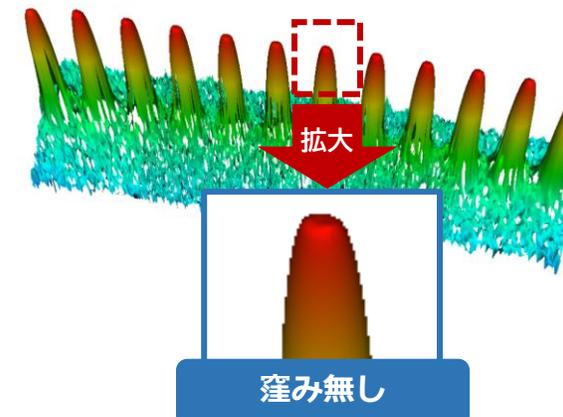
コアディップがどこまで反射を悪化させるのか、それがどのように通信に影響を及ぼすのかを検証！

3. MPOコネクタの端面形状と光学特性

サンプルA 高品質 コアディップ無

	1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch	7ch	8ch	9ch	10ch	11ch	12ch
A1	26	N/A	N/A	N/A								
A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
A3	N/A	N/A	15	N/A	N/A	N/A						

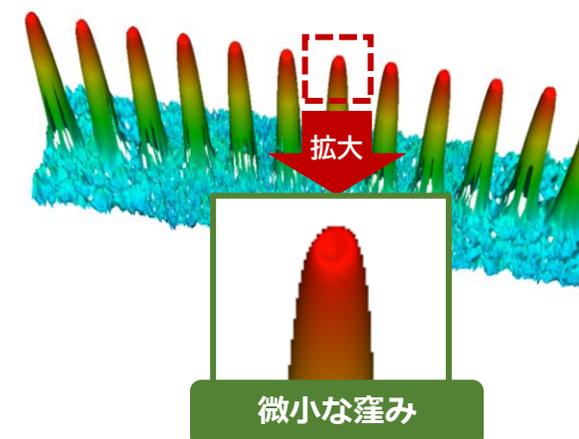
コアディップがほとんど無い高品質なファイバ先端形状。



サンプルB 標準品 コアディップ小

	1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch	7ch	8ch	9ch	10ch	11ch	12ch
B1	57	63	51	57	57	61	79	56	57	58	46	54
B2	74	70	78	81	56	65	67	69	56	56	60	51
B3	61	72	72	51	58	59	87	70	60	72	56	62
B4	38	46	61	61	45	49	47	40	45	50	60	44
B5	33	41	45	54	57	53	56	44	41	32	43	55
B6	74	73	81	75	73	73	88	85	81	65	57	67
B7	75	68	74	79	70	66	84	77	68	64	35	74
B8	49	64	49	52	56	52	53	55	51	51	47	61
B9	38	51	38	43	48	32	47	41	36	32	50	46

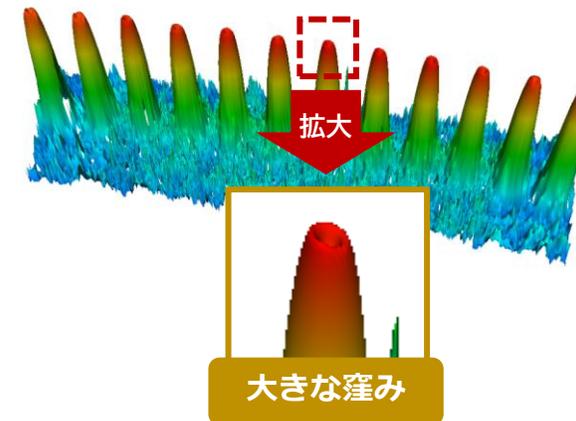
コアディップは存在するが、規格値(120nm)以下の標準的な値。



サンプルC 低品質 コアディップ大

	1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch	7ch	8ch	9ch	10ch	11ch	12ch
C1	166	163	170	172	167	162	170	172	167	163	166	169
C2	165	171	169	165	167	170	171	170	168	176	167	169
C3	175	174	171	177	181	164	168	163	175	176	177	179
C4	164	166	167	169	168	166	172	166	176	173	163	178
C5	162	168	168	173	167	161	161	168	175	170	168	177
C6	163	167	166	172	168	164	167	163	174	170	167	170

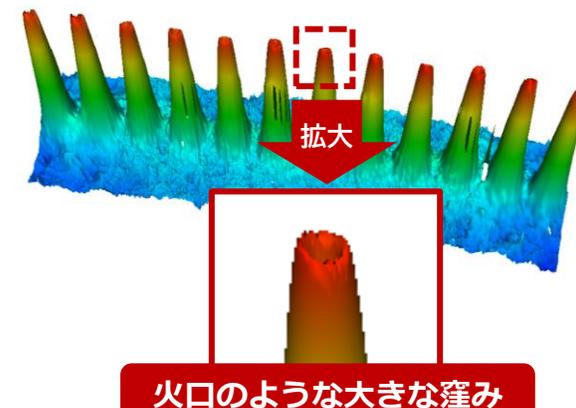
規格値(120nm)を超える大きな窪み。



サンプルD 粗悪品 コアディップ特大

	1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch	7ch	8ch	9ch	10ch	11ch	12ch
D1	452	476	450	500	481	425	449	435	429	482	461	519
D2	468	498	449	495	504	424	449	430	429	487	470	511
D3	569	598	547	613	599	508	537	519	486	569	549	601

規格値(120nm)を大きく超える特大の窪み。



測定サンプルまとめ

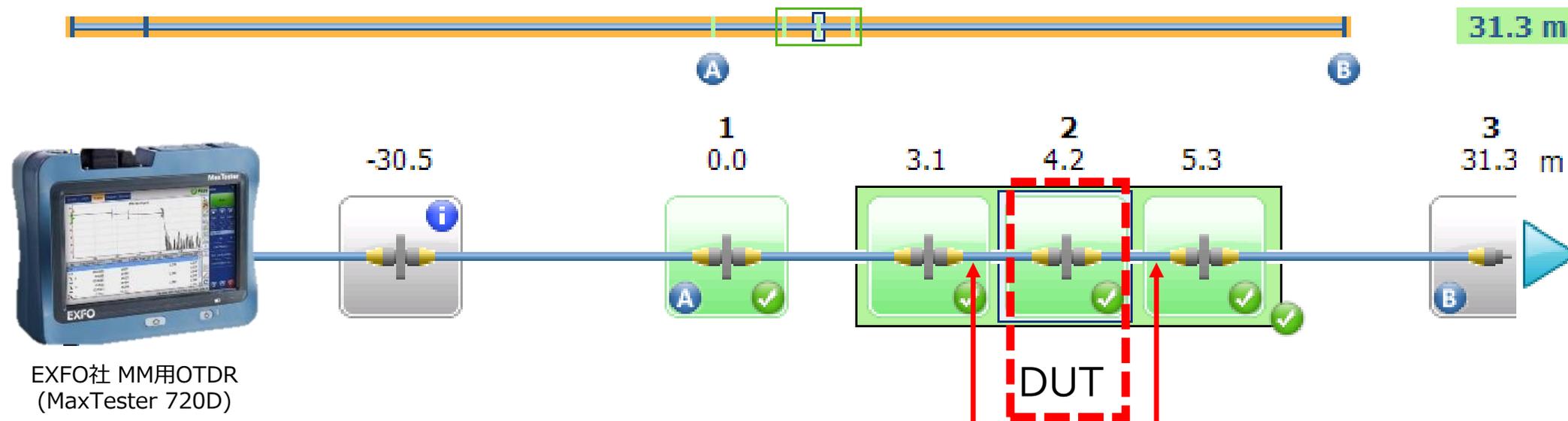
		1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch	7ch	8ch	9ch	10ch	11ch	12ch
高品質 CD無	A1	26	N/A	N/A	N/A								
	A2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	A3	N/A	N/A	15	N/A	N/A	N/A						
標準品 CD小	B1	57	63	51	57	57	61	79	56	57	58	46	54
	B2	74	70	78	81	56	65	67	69	56	56	60	51
	B3	61	72	72	51	58	59	87	70	60	72	56	62
	B4	38	46	61	61	45	49	47	40	45	50	60	44
	B5	33	41	45	54	57	53	56	44	41	32	43	55
	B6	74	73	81	75	73	73	88	85	81	65	57	67
	B7	75	68	74	79	70	66	84	77	68	64	35	74
	B8	49	64	49	52	56	52	53	55	51	51	47	61
	B9	38	51	38	43	48	32	47	41	36	32	50	46
低品質 CD大	C1	166	163	170	172	167	162	170	172	167	163	166	169
	C2	165	171	169	165	167	170	171	170	168	176	167	169
	C3	175	174	171	177	181	164	168	163	175	176	177	179
	C4	164	166	167	169	168	166	172	166	176	173	163	178
	C5	162	168	168	173	167	161	161	168	175	170	168	177
	C6	163	167	166	172	168	164	167	163	174	170	167	170
粗悪品 CD特大	D1	452	476	450	500	481	425	449	435	429	482	461	519
	D2	468	498	449	495	504	424	449	430	429	487	470	511
	D3	569	598	547	613	599	508	537	519	486	569	549	601

規格値
120nm
未満

規格値
120nm
以上

両端(1ch、12ch)と真ん中(6ch)の3心を使って、各品質の代表サンプルと組合せた反射減衰量を測定。

◆MM用OTDRを用いて反射減衰量を測定



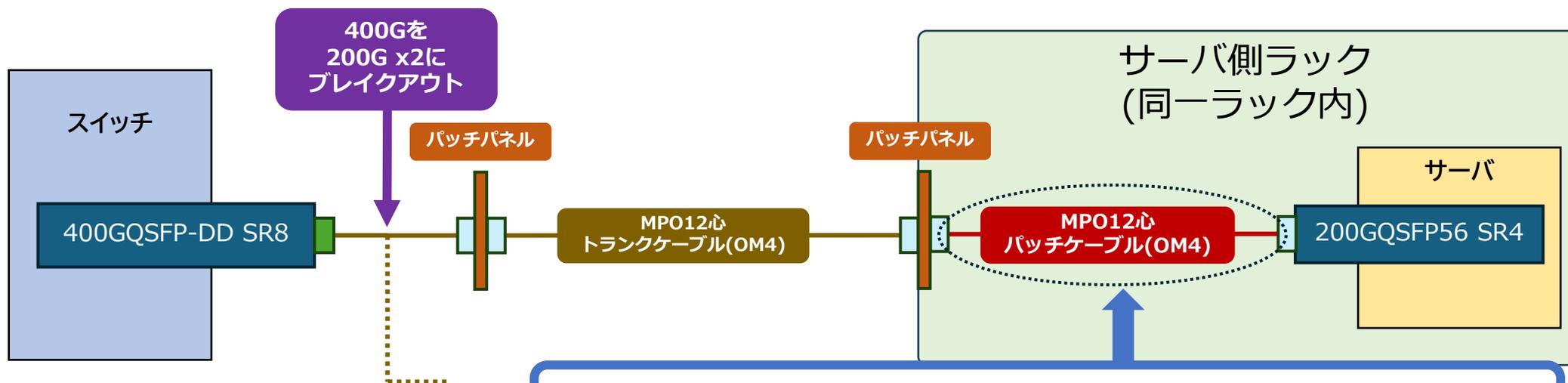
市販品のパッチコードを組み合わせた接続点の反射減衰量を測定

各サンプル組合せ測定結果

RL-40dB以上 RL-30 ~ -39dB RL-20 ~ -29dB RL-19dB以下

		高品質 コアディップ無			標準品 コアディップ小									低品質 コアディップ大						粗悪品 コアディップ特大		
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1	D2	D3
高品質 CD無 A1	1ch		-54	-52.9	-51.4	-53.1	-56	-55.8	-59.3	over	-55.5	-54.5	-45.8	-54.2	-56.2	-54.4	-53.5	over	-55.2	-15.7	-17.9	-17.3
	6ch		-50.9	-54.4	over	over	over	-57.1	over	over	over	-57	over	over	over	over	over	over	over	-18.6	-19	-17.1
	12ch		-55.5	over	-50.4	over	over	-53.9	over	-58.2	over	over	over	over	-54.4	-52.2	-52.2	-54.1	-55.7	-19.4	-17.8	-16.7
標準品 CD小 B6	1ch	over	-56.2	over	over	over	over	over	over		-51.2	-52.9	over	-47.5	-40.5	-39.1	-43.2	-42.8	-37.6	-17.2	-11.4	-17.3
	6ch	over	over	over	over	over	over	over	over		-53.4	-48.5	over	-36.8	-34.2	-33.9	-34.3	-35.6	-35.7	-17.5	-17.5	-17.4
	12ch	over	over	-50.5	over	over	over	over	over		over	-45.4	over	-32	-30.1	-34.4	-39.1	-37.2	-35.9	-17	-11.9	-17.4
低品質 CD大 C1	1ch	over	-55.3	-40.7	-29.9	-32.3	-31.1	-17.4	-32.5	-27.6	-39.4	-44.9	-28.1		-27.6	-19.2	-20.1	-25.3	-18.9	-17.4	-17.1	-17.2
	6ch	over	-44.6	-37.6	-37.1	-44.6	-34.1	-30.5	-20.8	-48.3	-28.7	-29.6	-22		-20.6	-21.1	-18	-18.4	-19	-17.4	-16.8	-17.7
	12ch	-17.2	-18	-9.9	over	over	over	over	-15.1	-22.6	-28.4	-23.6	-16.7		-17.3	-20.7	-21.4	-16.1	-16.7	-8.3	-13.1	-17.6
粗悪品 CD特大 D1	1ch	-18.5	-54.6	-24.3	-27.7	-22.5	-22.4	-21.4	-21.9	-21.1	-17.3	-22.3	-22.6	-19.8	-17.3	-16.6	-17.2	-20.9	-19.8		-11.4	-13.1
	6ch	-24.7	-56.9	-41.5	-20	-20.8	-21.8	-22.6	-22.7	-12.6	-20	-21.2	-22.9	-19.8	-19.9	-19.7	-19.8	-19.2	-19.9		-11.9	-17.4
	12ch	-16.5	-19.3	-18.9	-17.2	-12.2	-17.5	-15.2	-17.3	-18	-19.3	-15.8	-17.3	-17.2	-17.2	-17	-17.4	-10.8	-12.8		-13.1	-12

コアディップが特大の劣悪品だと、どの組合せでも大きな反射減衰量となってしまうことを確認。
規格値を超えたコアディップは、通信規格で要求される反射減衰量(20dB)を遵守できないリスク大。



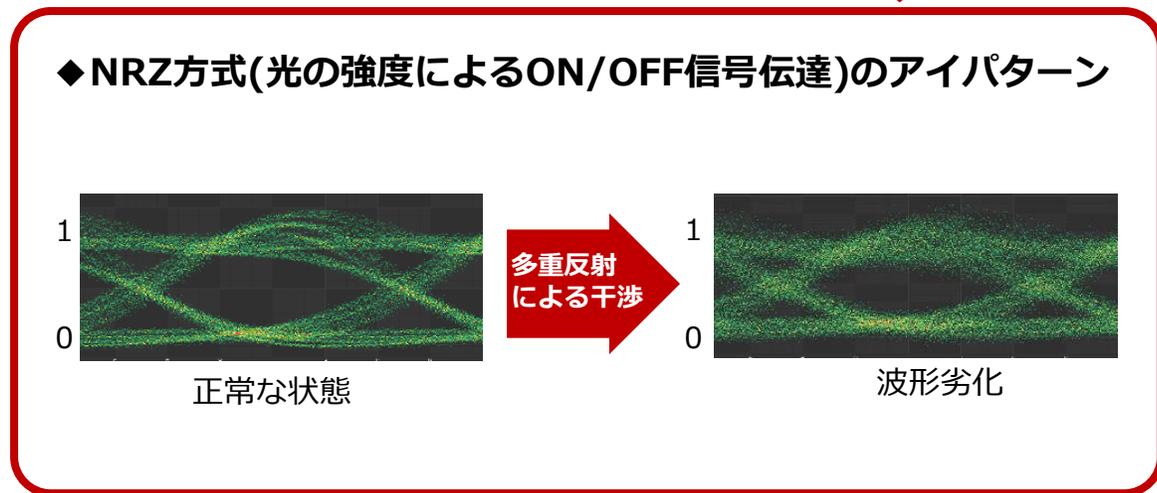
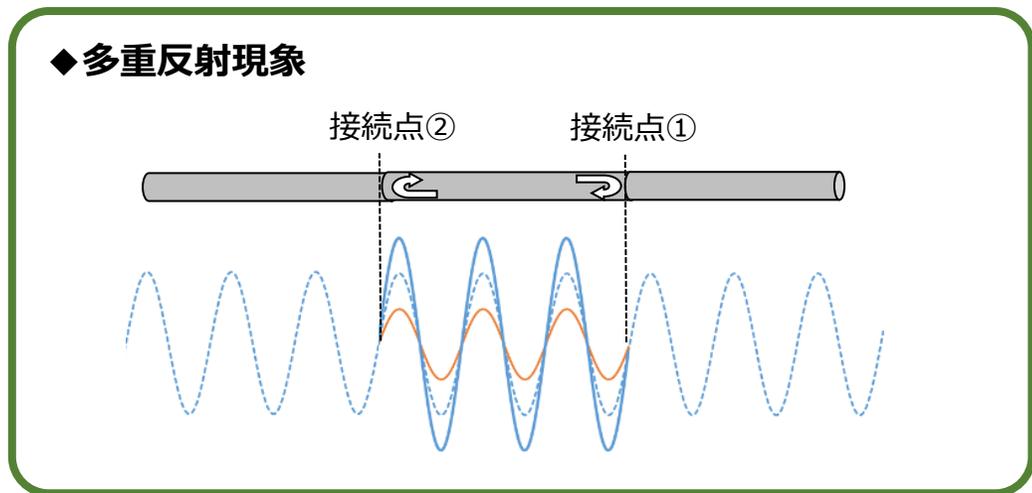
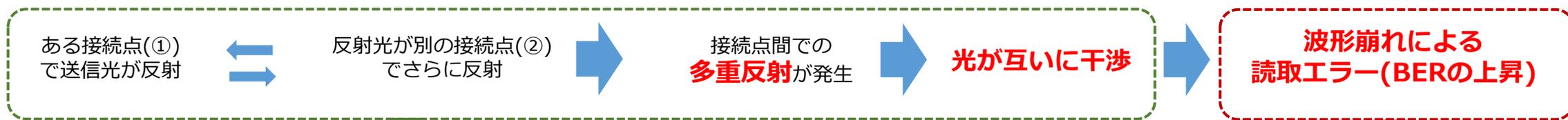
この区間に反射減衰量が規格値を下回るサンプルを接続したところ

リンクフラップの発生を確認

Pre-FEC bit error rate: **1.54E-07**

※リンクアップしたときの瞬間的なデータなため、
実際はもっとBERが悪い状態だと推測。

リンクフラップ発生など通信品質が悪かった原因は、伝送区間で発生していた**反射の影響**であったことを確認。



多重反射が発生することで送信光の波に干渉がおり、波形の劣化が発生。

但し、このロジックを確認したのはシングルモードで、マルチモードでも同じことが起こっているかは**未確認**。
➡ **要追加調査**

続・反射減衰量が大きい接続ケース

RL-40dB以上
 RL-30 ~ -39dB
 RL-20 ~ -29dB
 RL-19dB以下

		標準品 コアディップ小		
		マイナスコプラナリティ NG	Y角度 NG	X角度 NG
高品質 コアディップ無し	1ch	-17	-46.7	-54.6
	6ch	over	-34.3	over
	12ch	-51.8	-48	-23.8
標準品 コアディップ小	1ch	-17.2	over	-51.3
	6ch	over	-28.9	over
	12ch	over	-18.5	-17

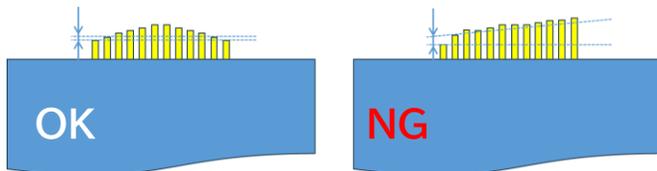
コアディップが規格
 値以内の組み合わせ
 なのに、RLが極端に
 悪い箇所がある!?!

原因は、コアディップ以外の端面形状パラメータ不良。

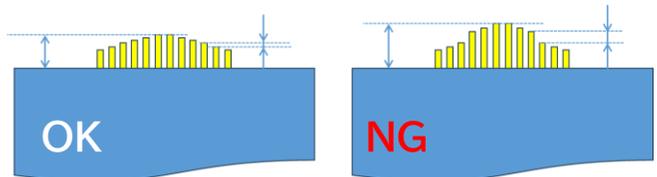
IECで規定されている、MPOコネクタ端面形状の主要パラメータ

◆ファイバの並び方

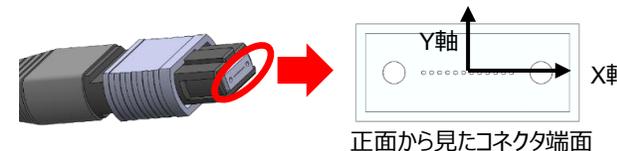
✓ マイナスコプラナリティ



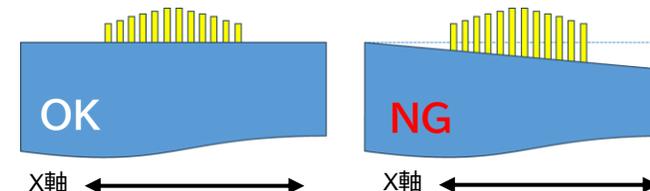
✓ 光ファイバ高さ
✓ 隣接する光ファイバと
光ファイバ高さの差



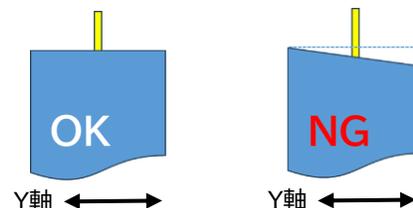
◆フェルールの角度



✓ フェルールX軸端面角度

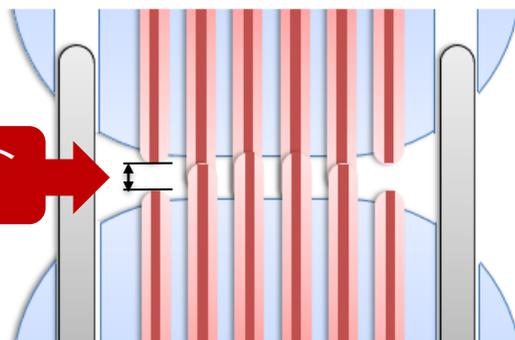


✓ フェルールY軸端面角度



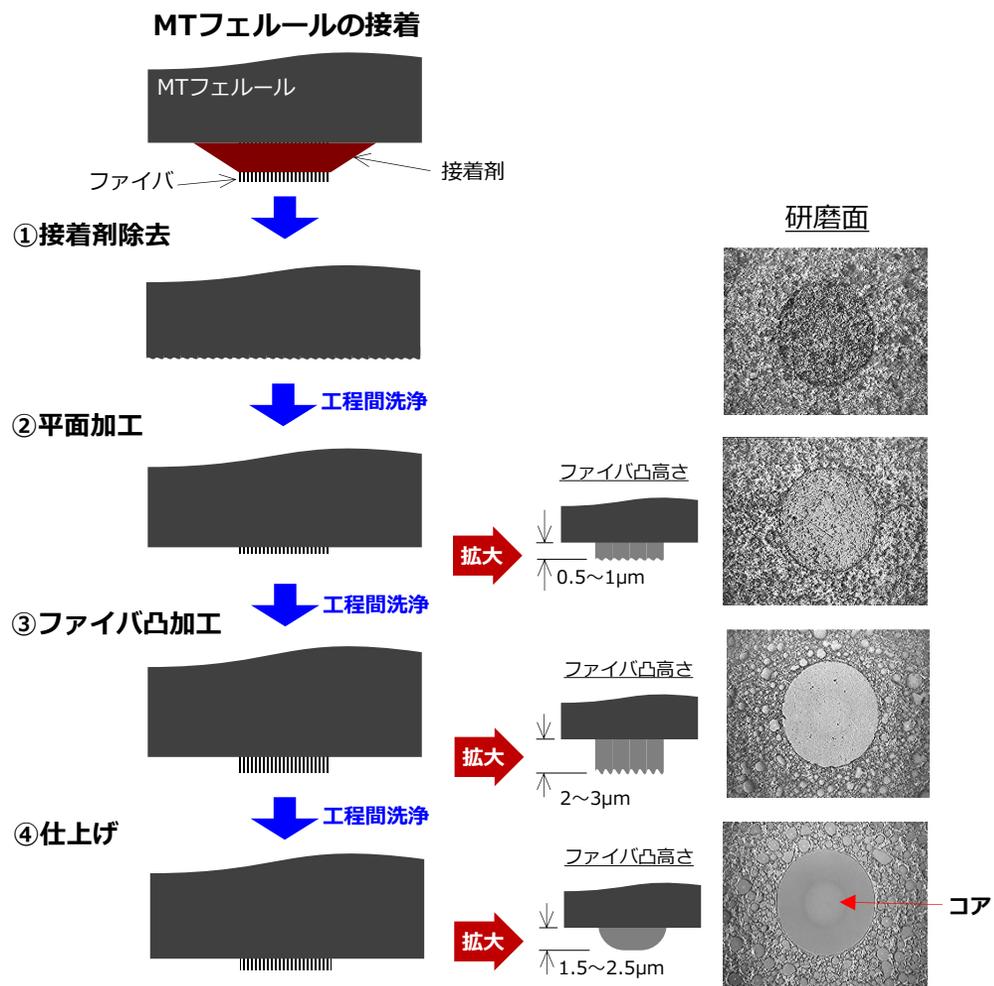
各パラメータの値が悪いと...

正常にフィジカルコンタクト
されないファイバが発生



形状品質の悪い端面同士で接続すると、**不完全な接続**となってエアギャップが発生し、**反射が増大**してしまう。

研磨工程と形状生成の流れ



- ・ファイバやフェルールの品質にあわせた研磨の最適化
- ・丁寧な工程間洗浄
- ・繊細な作業・調整が必要なファイバ接着&硬化作業
- ・・・etc

単心コネクタ(SC、LC等)よりも、
遥かに高い研磨技術が要求される。

コネクタアセンブリメーカーの技術力で
端面形状品質は大きく差が出る。

400GBASE-VR4/SR4 (802.3db)における 光コネクタに求められる光学特性

As an alternative, an optional angled fiber interface may be used for 200GBASE-VR2, 400GBASE-VR4, 200GBASE-SR2, and 400GBASE-SR4. If the angled fiber interface is used, the MDI adapter or receptacle shall meet the dimensional specifications for either interface 7-1-3: *MPO adapter interface—opposed keyway configuration* or interface 7-1-9: *MPO active device receptacle, angled interface*, as defined in IEC 61754-7-1. The plug terminating the optical fiber cabling shall meet the dimensional specifications of interface 7-1-1: *MPO female plug connector, down-angled interface for 2 to 12 fibres*, as defined in IEC 61754-7-1. Figure 167-10 shows an MPO female plug connector with angled interface, and an MDI. The MDI connection shall meet the interface performance specifications of IEC 63267-1 for performance grade Bm/1m.⁹

A flat MDI adapter or receptacle is only compatible with a flat plug terminating the optical fiber cabling, and an angled MDI adapter or receptacle is only compatible with an angled plug terminating the optical fiber cabling.

167.10.2.2.2 Maximum discrete reflectance

The maximum discrete reflectance shall be less than -20 dB.

IEC63267-1で規定されている マルチモード用MPOコネクタの反射減衰量

グレード	規定値
1m	接続時 ≥ 45dB, 未接続時 ≥ 35 dB (APC端面のみ)
2m	≥ 20dB

特性的には直角コネクタで十分実現可能なスペックだが、それでもあえてAPCコネクタを使用するのは、端面の形状不良によって発生する、**エアギャップによる反射**の影響を低減することが目的。

出典: IEEE 802.3db-2022 <https://ieeexplore.ieee.org/document/9988984>

IEC 63267-1:2023 <https://webstore.iec.ch/publication/65599>

参考資料: https://www.ieee802.org/3/db/public/adhoc/presentations/parsons_3db_adhoc_01_062520.pdf
<https://iwcs.org/webinar/angled-16-fiber-mpo-connectors-for-400g-sr8-applications/>

APC研磨条件の測定結果

RL-40dB以上 RL-30 ~ -39dB RL-20 ~ -29dB RL-19dB以下

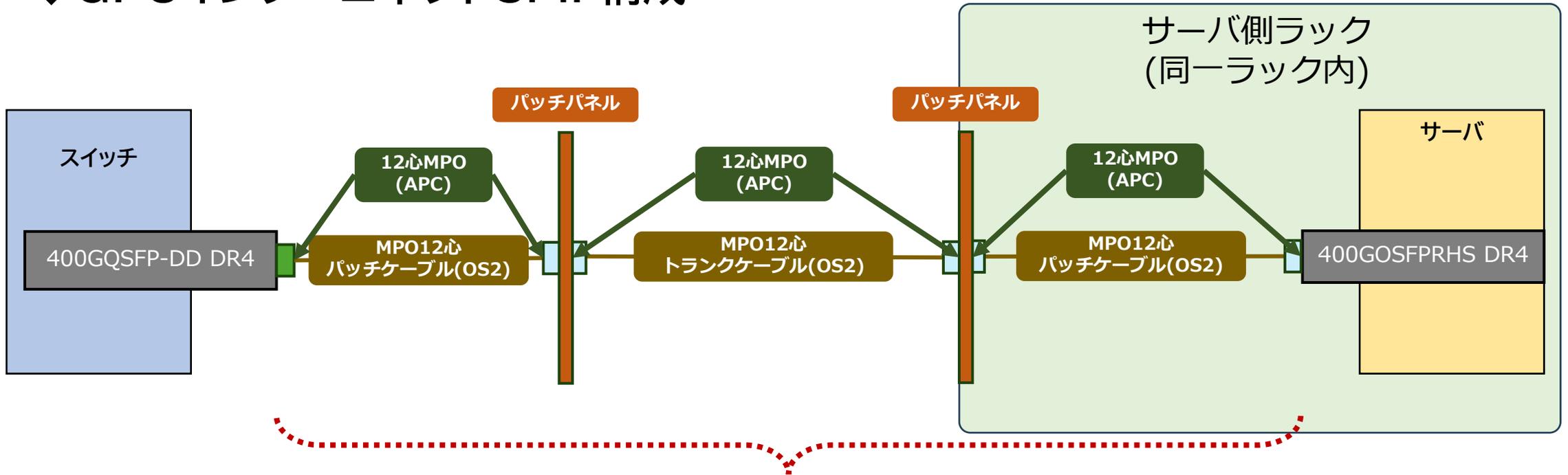
		標準品 コアディップ小			低品質 コアディップ大						粗悪品 コアディップ特大					
		b1	b2	b3	c1	c2	c3	c4	c5	c6	d1	d2	d3	d4	d5	d6
標準品 CD小 b2	1ch	over		over	over	over	over	over	over	over	over	over	over	over	over	over
	6ch	over		over	over	over	-50.7	over	over	over	-54	-54.7	-47.8	-57.1	over	-54.2
	12ch	over		over	over	-56.3	over	over	over	over	-51.9	-52.2	-47.5	-54.4	over	-55.7
低品質 CD大 c3	1ch	over	over	-51.2	-50.1	-48.3		-49.9	-53.2	-52	-52.1	-49.3	-50.3	-48.2	-49.3	over
	6ch	over	over	over	-52.8	-44		-55.2	-42.3	-49.5	-47.1	-45	-48.8	-45.2	-46.8	-49.9
	12ch	over	over	over	-48.7	-48.6		over	-51	-43	-41.4	-53.1	-45.5	-42	-44.6	-43.7
粗悪品 CD特大 d6	1ch	over	-54.4	-58.6	-50.9	over	-52.4	-52.9	-52.1	-53.6	-56.2	-54.3	-53.3	-54.6	over	
	6ch	over	over	over	over	over	over	over	over	over	over	over	over	over	-56.8	
	12ch	-51.4	-53.1	over	-54.2	-54.6	-53.3	-53.7	-54.3	-53.3	-52.7	-51.7	over	-55.5	-48	

反射の大きい接続箇所無し

コアディップ等形状不良の影響(エアギャップによる反射)はほぼ抑えられる。
すべてAPCにすればMPOコネクタの品質問題は解決！？

4. [解決編] 400Gネットワークをこのように変えました

◆GPUインターコネクトSMF構成



ブレイクアウトケーブルなどを排したパッチパネル経由での1:1接続のシンプルな構成。
トランシーバーは400G-DR4を採用。

リンクフラップは解消！

MMMF:SMF
1.0:1.6

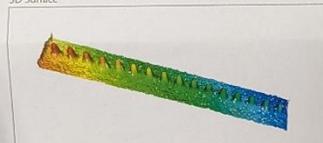
ざっくり**1.6倍**のコスト！

MMF用MPOケーブルの調達先変更

別ロケで構築を行う際には、IL値だけではなく、RL値の検査結果や形状規格(IEC PAS 63267-3-31)をPASSしている証跡付きのMMF用MPOケーブルを購入。

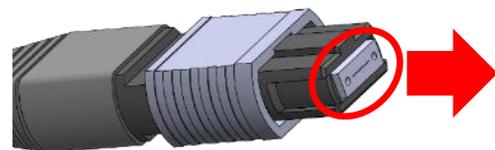
IR Test Data Sheet									
Description:		MPO/APC(F) LL-MPO/APC(F) LL 3.0mm 19F OM4 Aqua PVC Round Jumper.2M				P.O.:		0000223019	
Part No.:		ENC-0924-2264-2M				Lot No.:		SZZS-MO21-24101D043	
Inspection Result:		OK				Date:		2024.10.17	
Connector Type:		End (A): MPO/APC		End (B): MPO/APC		Qty.:		1PCS	
Wavelength:		650nm		1300nm		850nm		1300nm	
Serial Number	Port	IL(dB)	RL(dB)	IL(dB)	RL(dB)	IL(dB)	RL(dB)	IL(dB)	RL(dB)
		±0.35	±35	±0.35	±35	±0.35	±35	±0.35	±35
	1(Blue)	0.13	52.6	0.12	54.0	0.02	50.3	0.02	53.0
	2(Orange)	0.15	47.4	0.15	54.9	0.02	47.7	0.04	53.9
	3(Green)	0.08	49.7	0.07	48.3	0.11	48.8	0.03	50.1
	4(Brown)	0.16	51.2	0.09	51.2	0.11	48.8	0.12	51.8

Measurement Report					
Name: F5020047A					
Date & Time: 10/17/2024 9:54:22 AM					
Task name: NT-16APC-403					
Scan quality: OK					
Device SN, Fixture SN: MAX-OM4_39110_4300019					
Connector ID: PASS					
Customer: Sumita					
Technician: Admin					
Company: Sumita					
Core dip algorithm: Parabolic					
Fitting region: L=4000um, H=0.75um, L=145um, F=50um, CumA±20%, Top±3%					
Pass/Fail standard: Custom					
Calculation standard: IEC 61300-3-30/642					
FERRULE					
Measurement Parameter	Units	Min	Max	Measured value	Verdict
Ferrule Radius of Curvature X	mm	-10000.00	2000.00	12296.70	PASS
Ferrule Radius of Curvature Y	mm	0.00	0.1500	142.85	PASS
Tilt Angle X	°	-1.1500	0.1500	0.0505	PASS
Tilt Angle Y	°	7.8000	0.2000	7.8573	PASS
Dome Height	mm			401.10	N/A
* Max value must be less than Min and greater than Max					
FIBER HEIGHT LIMITS					
Measurement Parameter	Units	Min	Max	Measured value	Verdict
Max Min	mm	0	500	116	PASS
Max Adj Diff	mm	0	300	40	PASS
Minus Coplanarity	mm	0.0	300.0	48.8	PASS
Coplanarity Plane Angle X	°			-0.0338	N/A
FIBERS					
Measurement Parameter	Units	Min	Max	Fiber Number / Measured Value / Verdict	
Height	mm	1100	2500	1903 / 1892 / 1884 / 1882 / 1914 / 1897 / 1880 / 1886 / 1906 / 1894 / 1906 / 1897 / 1895 / 1898 / 1898 / 1798	
RDC	mm	N/A	N/A	N/A / N/A	
Core Dip	mm	166	166	163 / 161 / 171 / 159 / 163 / 164 / 162 / 162 / 159 / 169 / 159 / 156 / 160 / 166	

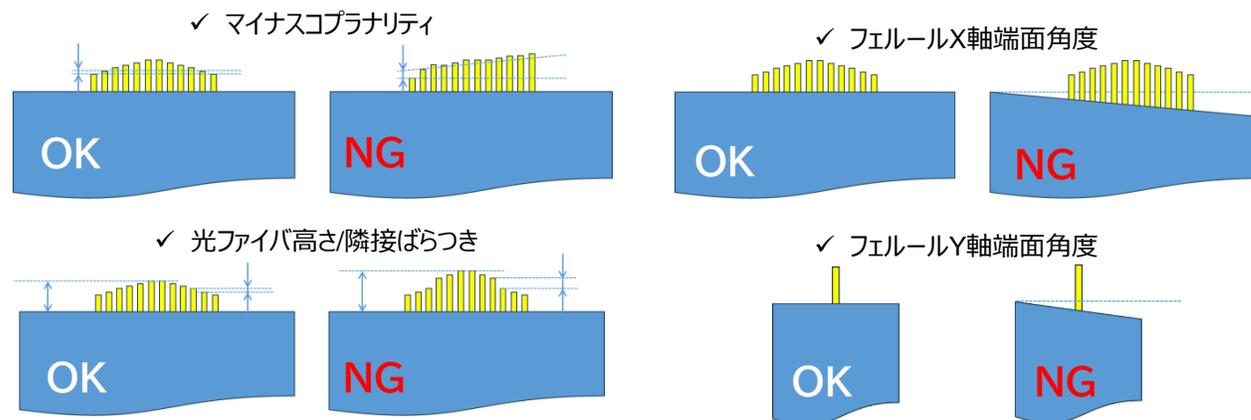


リンクフラップの発生無し！

5.今後のMPOコネクタ選定で気を付けるべきこと



複雑な多数の形状パラメータ



コネクタアSEMBリメーカーの技術力で品質に大きな差が出るので、購入先を選定しないと安定した品質は期待できない可能性が高い。

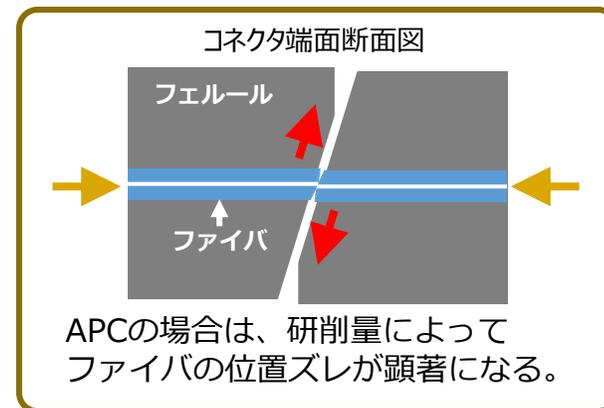
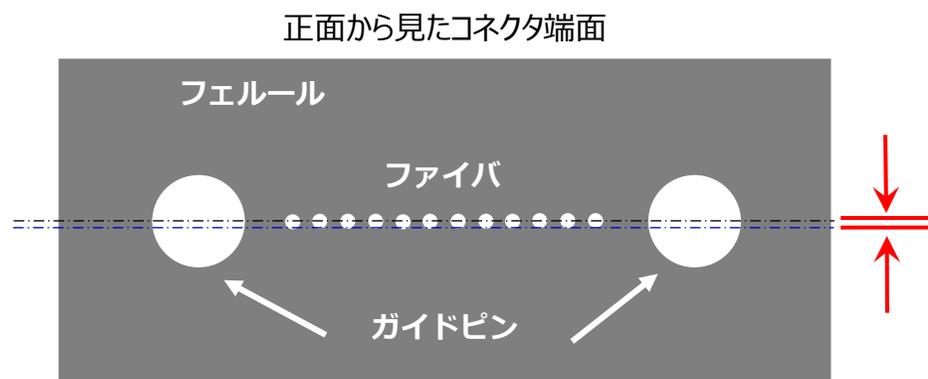
400G超のネットワーク用にマルチモード用MPOコネクタ(PC)を採用する場合は、
「IEC PAS 63267-3-31の形状規格を満たすこと」
を要求仕様に盛り込むことを推奨。

参考 シングルモード用MPOコネクタ(APC) : IEC 61755-3-31 (JIS C5965-3-31)
マルチモード用MPOコネクタ(APC) : IEC PAS 63267-3-30

巷で目にする“低ロス品”というMPOケーブルは、**挿入損失(IL)**の値が良いもの。
⇒**反射減衰量(RL)**が良いわけではないので注意。

ILが“低ロス”の理由

ILはファイバ位置の精度がすべてで、**ガイドピンに対して穴位置ずれをしっかりと管理することが重要**。
このため、低ロス品と呼ばれるものは、コネクタアセンブリメーカーが**穴位置を補正する研磨**を実施。



低ロス品は、同一のコネクタアセンブリメーカーで揃えないと意味がない！？

①部品として採用するMPOコネクタの品質を気にしてる！？

光ケーブルや光トランシーバなどの各メーカーは、使用するMPOコネクタ/スタブの品質(特に端面形状)をどこまで気を付けているのか。

②まだマルチモード使う！？

マルチモードのMPOコネクタは品質ばらつきが大きいですが、それでもコスト的にはマルチモードを選択せざるを得ないのか。(シングルモードの選択肢はないのか。)

③全部APC化する！？

シングルモード用MPOコネクタはすべてAPCなので、同様にマルチモード用もすべてAPCにすることはできないのか。