

JANOG54

“さらに”光トランシーバの接続・清掃方法など 取扱いについて考えよう

2024年7月5日

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)
NTTアドバンステクノロジー株式会社 荒井 健汰 (kenta.arai@ntt-at.co.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)



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38年。

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。



荒井 健汰

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

浦和出身・Jリーグの浦和レッズを応援しています。

光コネクタクリーナの開発に従事しており、光ネットワークの物理層のトラブル撲滅に向けて取り組んでおります。



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してきました。

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します。

所属 : Accelink USA Corporation

二ノ宮卓也 通称 : *Tiger*

浦和出身で好きなものは赤、
浦和レッズとレッドソックスを応援してます。

前職は光コネクタ関連、現在は光トランシーバ
を始めとする光ファイバ関連製品を取り扱う
企業に所属。

IECなどの標準化団体やトランシーバなどの
MSA・コンソーシアムなどへの参加中。

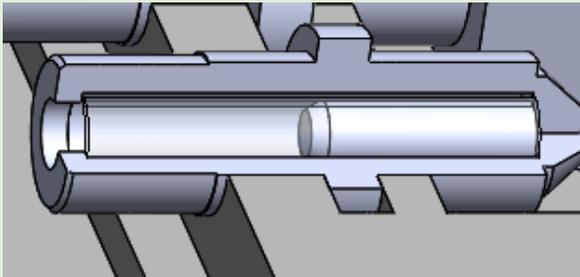
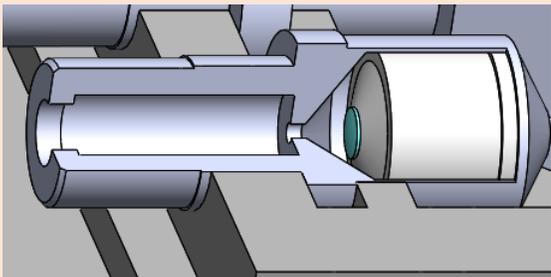
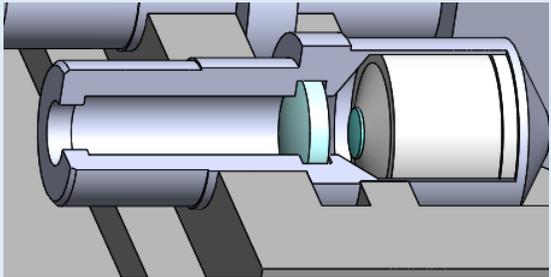
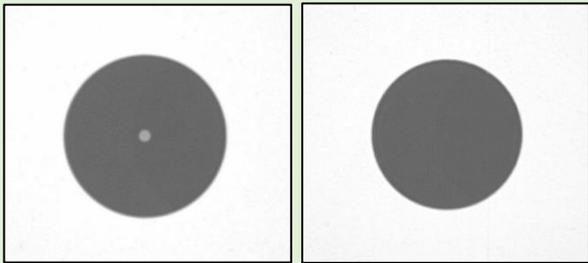
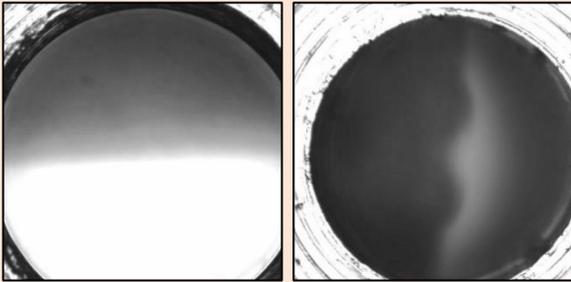
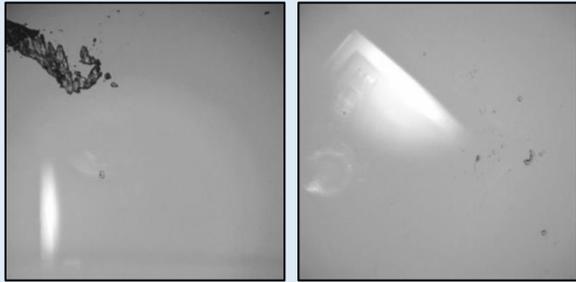


『今回は現地参加できかねますが、今後は積極的にJANOGへ参加させていただき、知見や情報の交換
を皆様とできればと考えております。宜しくお願いいたします！』

- 1. 光トランシーバ内部構造のおさらい**
- 2. レンズ/プレートタイプの清掃**
- 3. MPOコネクタ採用光トランシーバの今後**
- 4. コネクタ/光トランシーバ用キャップの取扱注意点**
- 5. まとめ**

1. 光トランシーバ内部構造のおさらい

[おさらい] 光トランシーバの内部構造

種類	スタブタイプ	レンズタイプ	プレート接触タイプ
接続方式	直接接続	空間接続	空間接続
内部構造			
光コネクタ端面 検査機による 内部の見え方			

◆光トランシーバタイプの内部構造

ファイバ種類	MMF		SMF		
トランシーバタイプ (LCコネクタに限る)	Tx	Rx	Tx	Rx	
				単一波長	WDM
内部構造	レンズ/プレート接触 タイプ	レンズ/プレート接触 タイプ	スタブタイプ	レンズ/プレート接触 タイプ	スタブタイプ

◆内部構造に関する推測

①MMFの場合

Tx側：コア径が大きい(50 μ m)ので光コネクタに光を入射させることが容易。

Rx側：受光素子に直接光コネクタからの出射光を入力。

⇒いずれも精密なアライメントが不要となり、空間接続となるレンズ/プレート接触タイプを採用。

②SMFの場合

Tx側：コア径が小さい(9 μ m)ので、Tx側は光コネクタに光を入射させることが困難。

⇒精密なアライメントが必要なので直接接続となるスタブタイプを採用。

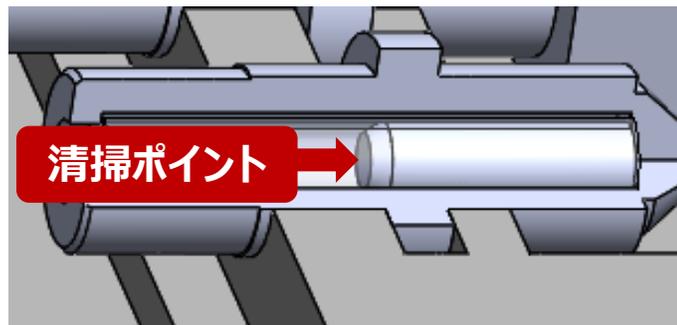
※スタブであれば、事前に位置が決まるのでアライメントできる。

Rx側：受光素子に直接光を入力するのか、WDMで分波させる必要があるのかによって構造が変わる。

内部構造は通信光の“精密なアライメント”要否次第。

[おさらい] スタブタイプの清掃について

◆光コネクタのアダプタ(レセプタクル)側に対応した清掃ツールを使用



ペンタイプクリーナ



清掃糸を端面に押し付けながら汚れを絡めとって除去。

- スキルレス
- △清掃範囲は中心のみ

スティックタイプクリーナ



先端の清掃布や粘着体を端面に押し付けて汚れを除去。

- 清掃範囲が広い
- ×力量さが出てしまう

エアダスター

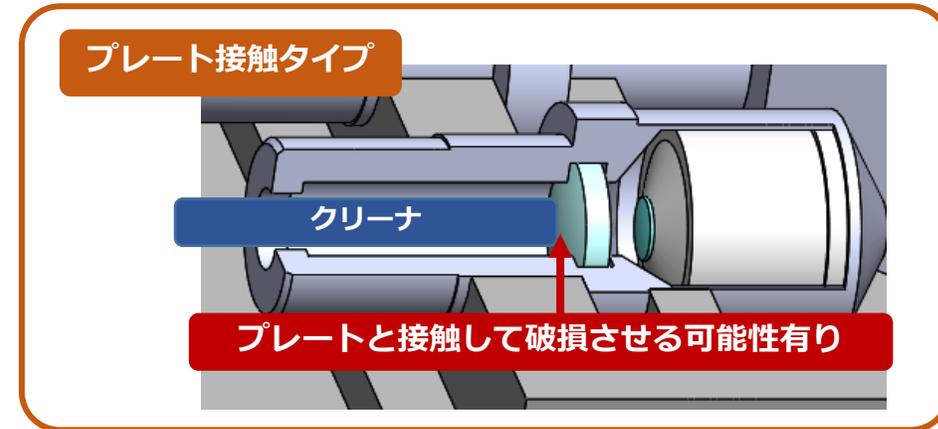
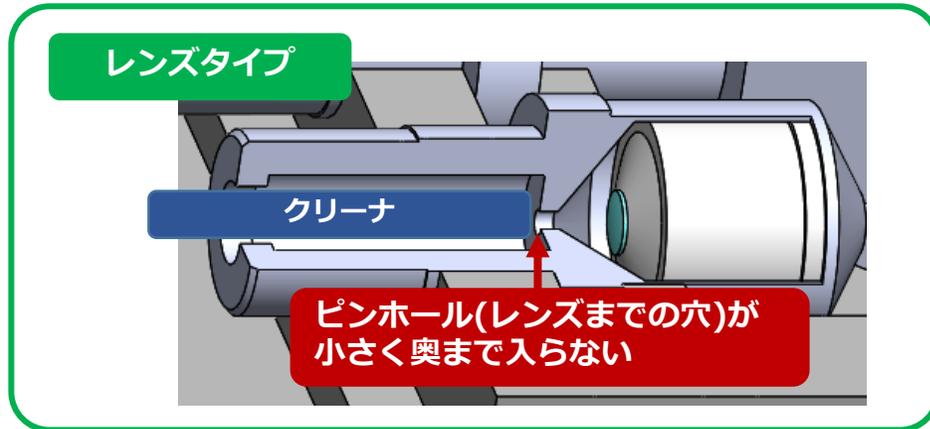


風圧で端面の汚れを吹き飛ばす。

- スキルレス
- ×埃以外の汚れに無力
- ×汚れ(埃)は移動するだけ

スキルレスで扱える**ペンタイプクリーナ**が主流。

[おさらい] レンズ/プレート接触タイプの清掃について



ペンタイプやスティックタイプの専用クリーナは、レンズタイプは内部構造的に奥まで届かず、プレート接触タイプではクリーナもしくはトランシーバを破損させる恐れがあるため**使用不可!**



残る方法はエアダスター 

・・・しかし、汚れ(埃)は**移動するだけで除去はできない。**

2. レンズ/プレート接触タイプの清掃

今まで光トランシーバは、構造などは考えずとにかく清掃していたんだけど・・・



“種類問わずとにかく清掃”という運用のほうが非常に楽なんだけど、

本当に壊れるの！？

このようなレンズ/プレート接触タイプは本当に清掃できないの？というご意見多数。



実際に試してみました！

トランシーバの内部構造再確認

◆ 検証のために、光トランシーバを複数購入してその内部構造を確認。

MMF用トランシーバ

規格	Tx	Rx
1G-SX	レンズタイプ※	レンズタイプ
2.5G-SX	レンズタイプ※	レンズタイプ
10G-SR	レンズタイプ※	レンズタイプ※
25G-SR	レンズタイプ※	レンズタイプ※

※ピンホールとプレート(レンズ)の一体型

SMF用トランシーバ

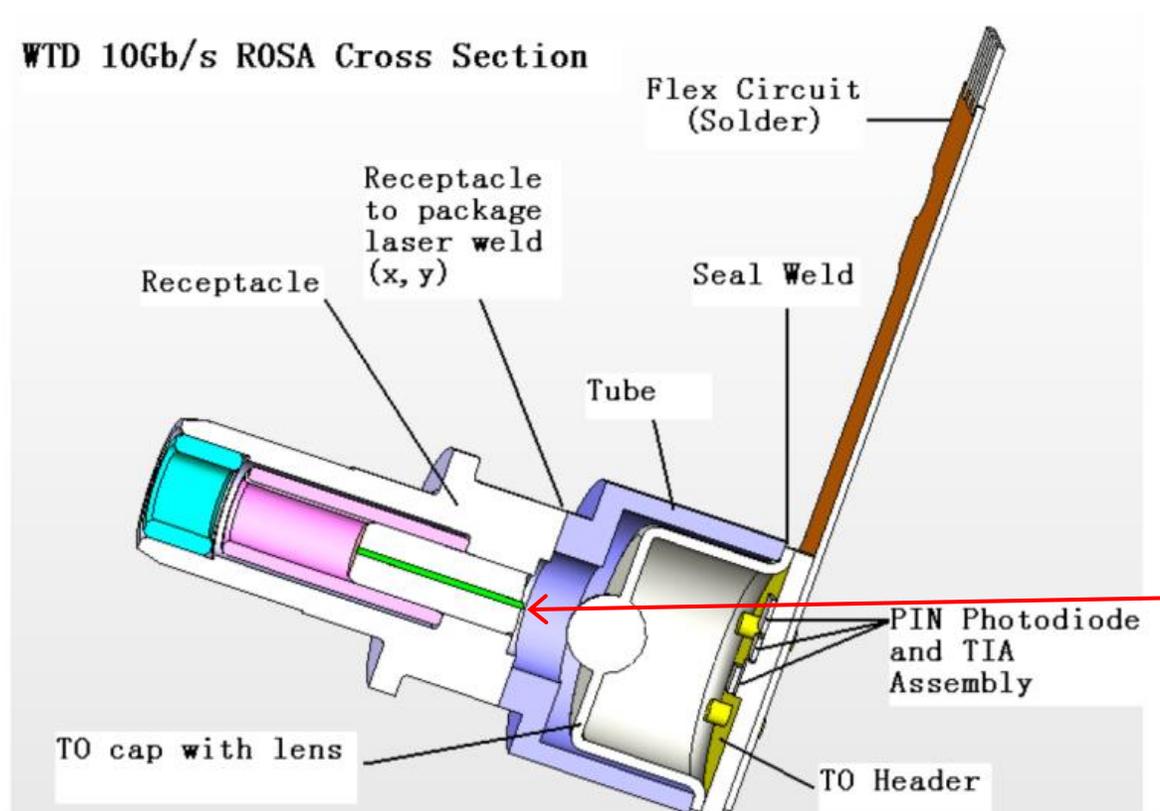
規格	Tx	Rx
1G-LX	スタブタイプ	レンズタイプ
2.5G-LX	スタブタイプ	レンズタイプ
10G-LR	スタブタイプ	レンズタイプ
25G-LR	スタブタイプ	スタブタイプ
40G-LR4	スタブタイプ	スタブタイプ

前回の推測構造パターン↓に当てはまる結果

ファイバ種類	MMF		SMF		
	Tx	Rx	Tx	Rx	
				単一波長	WDM
トランシーバタイプ (LCコネクタに限る)					
内部構造	レンズ/プレート接触 タイプ	レンズ/プレート接触 タイプ	スタブタイプ	レンズ/プレート接触 タイプ	スタブタイプ

SMF 25G以降のRxがスタブタイプな件

Rxスタブタイプのデザイン一例



出典: fiber mall <https://www.fibermall.com/blog/what-is-inside-an-optical-module.htm>

IEEE802.3で規定されているRxの反射既定値

タイプ	Receiver Reflectance
10GBASE-LR	-12dB max
25GBASE-LR	-26dB max

反射の仕様が大幅に異なる

出典: IEEE 802.3-2022

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9844436>

8度研磨により反射が減らせる

25Gにおいては10G以上にRxの反射を抑えなければいけない規定になっている。

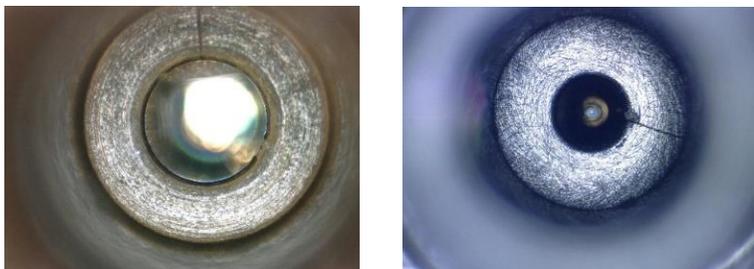
そのため反射を抑えることのできる**APC(斜め)端面**を容易に組み込むことができるスタブタイプが主流であると考えられる

* APC: Angled PC

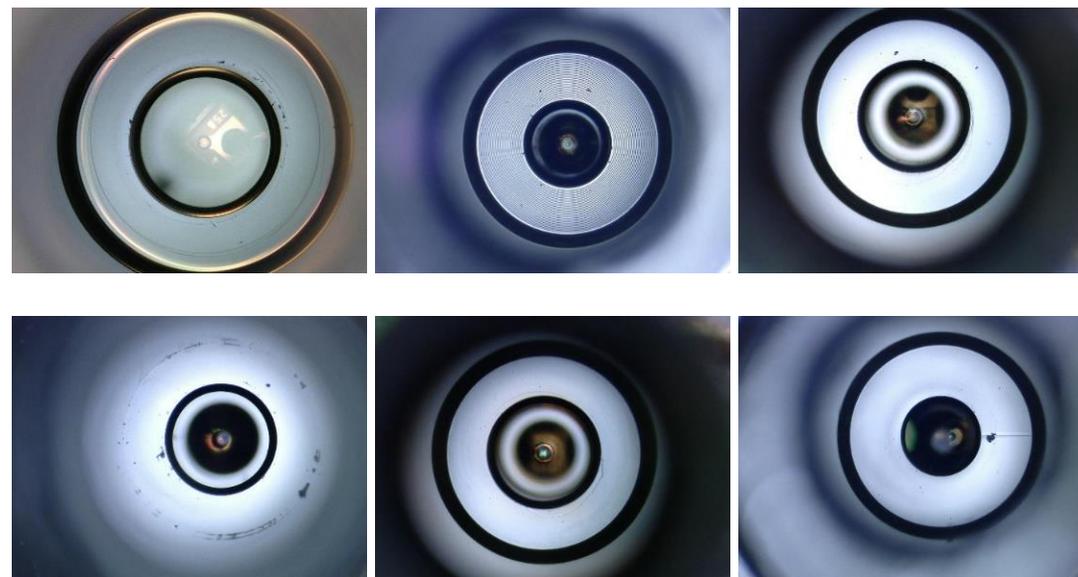
レンズタイプの構造差分

今回購入した構造はすべてレンズタイプで、内部構造は**複数のパターン**を確認。

ピンホールのみ



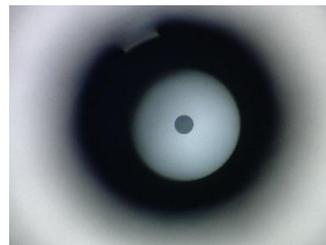
ピンホールとプレート(レンズ)一体型



(参考)プレート接触



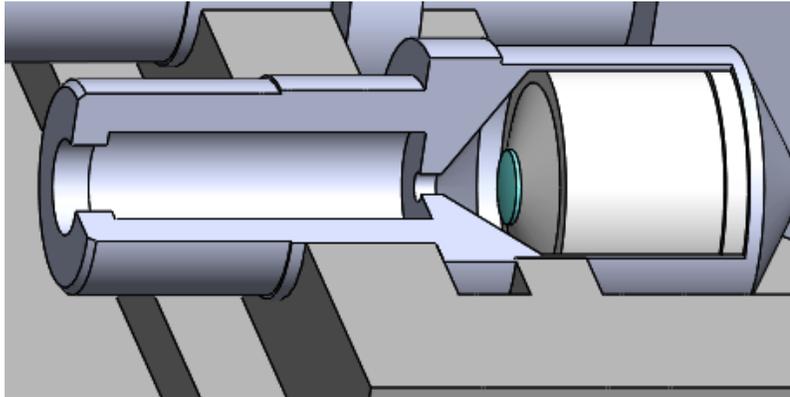
(参考)スタブ



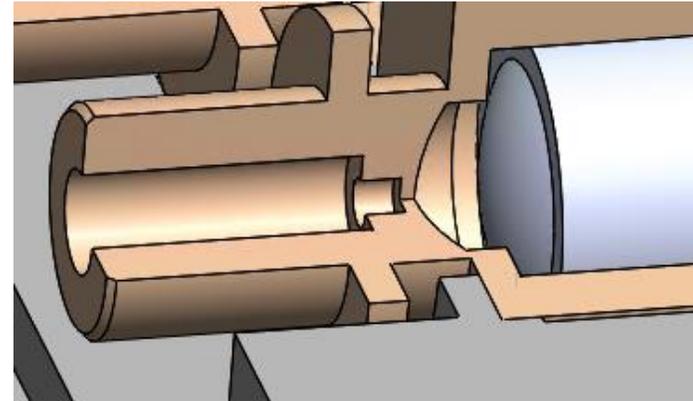
主な構造差分はピンホール内のプレート(レンズ)有無。Tx側はプレート有り、**送信光を集光**させるため。その他、ピンホール径や、ピンホール淵のテーパー有無などに差分があることを確認。購入時期や型式が同じであっても、内部構造は同一でないケースもあり。一方、プレート接触タイプは最近購入したトランシーバの中では見かけなかった。

[考察]”空間接続”はレンズタイプが多くなった理由

①ピンホールのみ



②ピンホールとプレート(レンズ)一体型

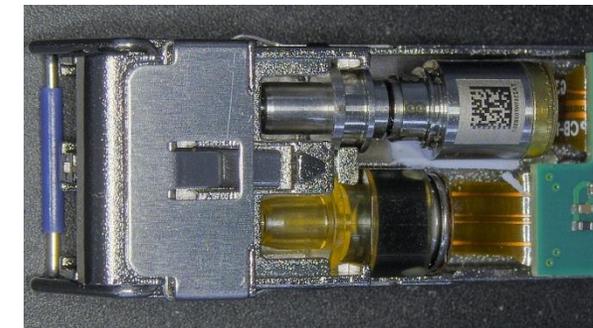
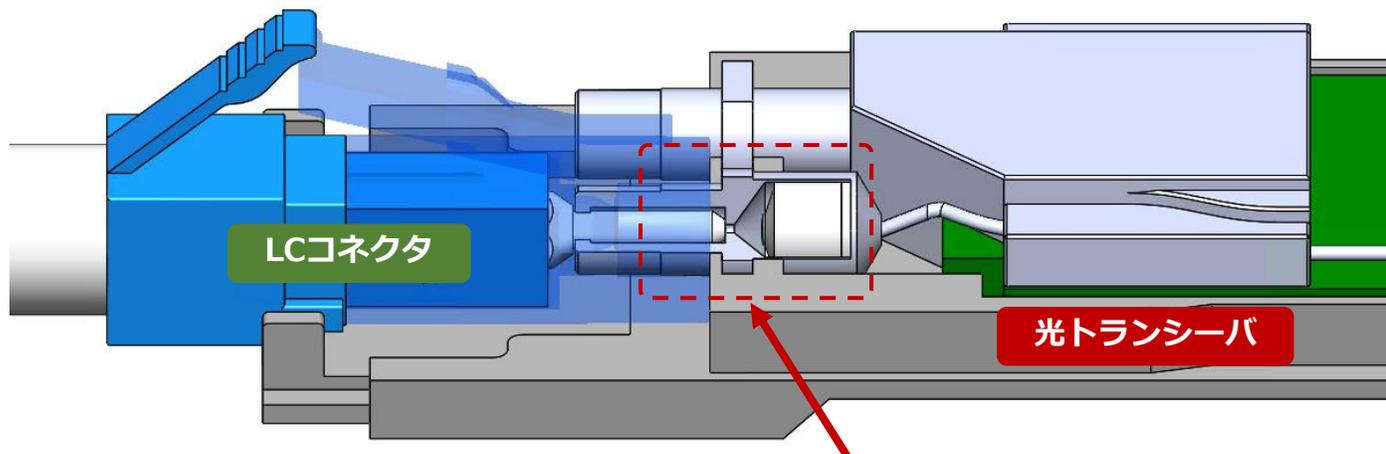


IEC61754-20*に準拠した形状のレセプタクルを用いることで、LCコネクタとの接続互換を担保する。規定されていない箇所(例えばピンホールの奥の光学系)は、各社の設計によるため、前頁のように見た目は様々なものがある。

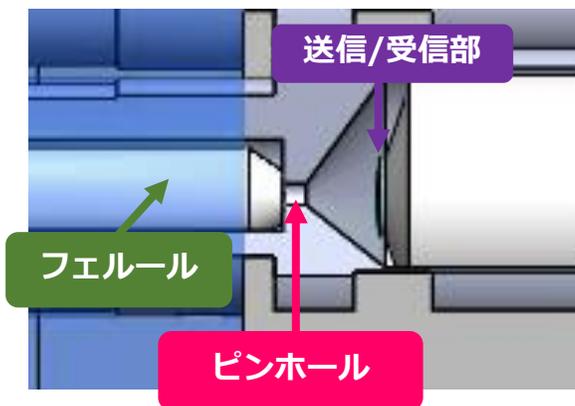
成形によってレセプタクル製造できるようになったため、以前のように金属+プレートのような構造よりも安価であるメリットから多く使われている。

*IEC 61754-20 Fibre optic interconnecting devices and passive components - Fibre optic connector interfaces –
Part 20: Type LC connector family
LCコネクタ(プラグ、アダプタ、レセプタクル)の嵌合標準を定めている国際規格

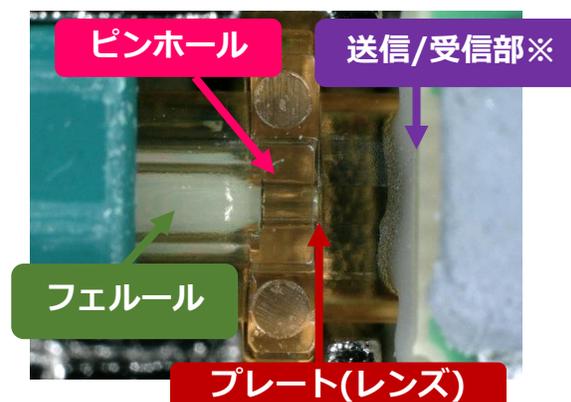
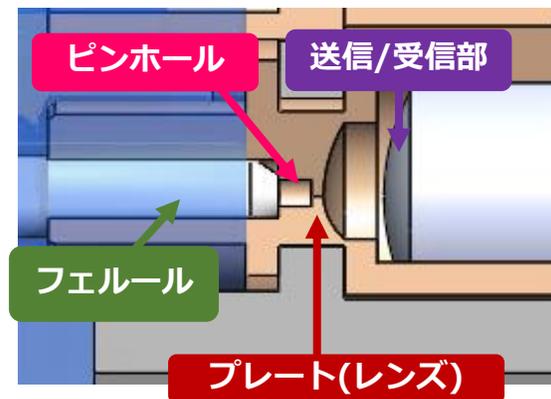
レンズタイプに光コネクタを挿入した場合



①ピンホールのみ



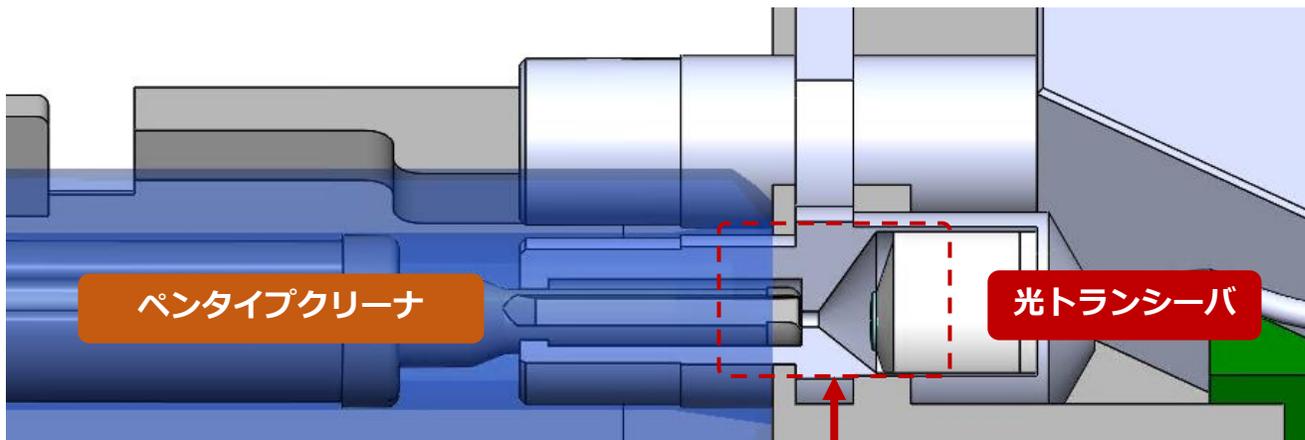
②ピンホールとプレート(レンズ)一体型



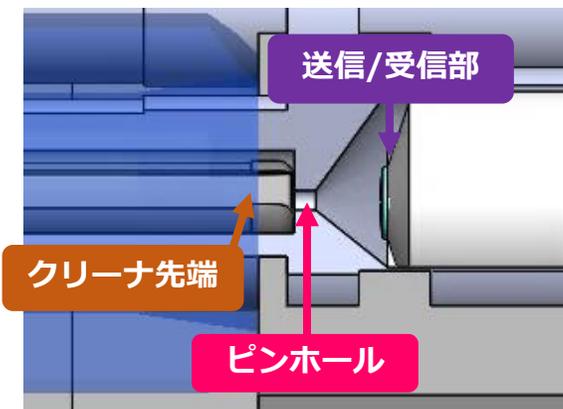
※この写真では送信/受信部は見ていません。

コネクタ先端はピンホール手前で突き当たるため、レンズやプレートには接触しない。

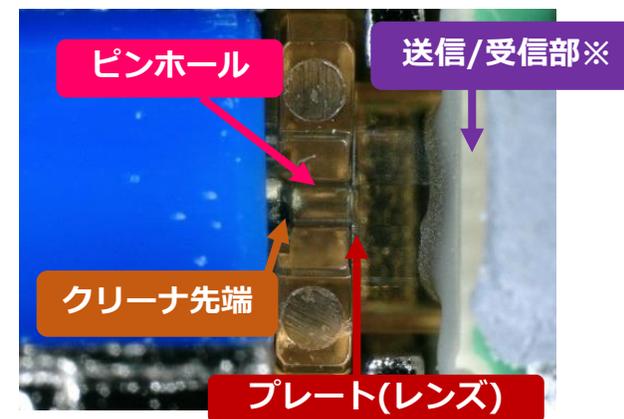
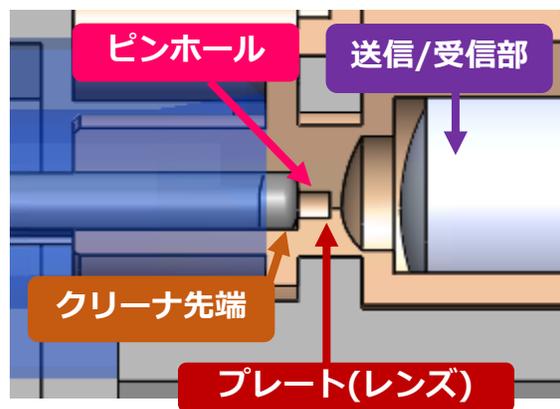
レンズタイプにペンタイプクリーナを挿入した場合



①ピンホールのみ



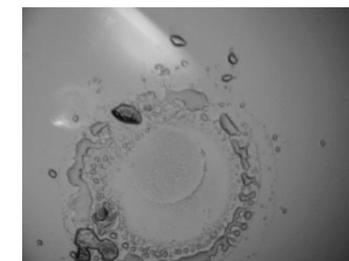
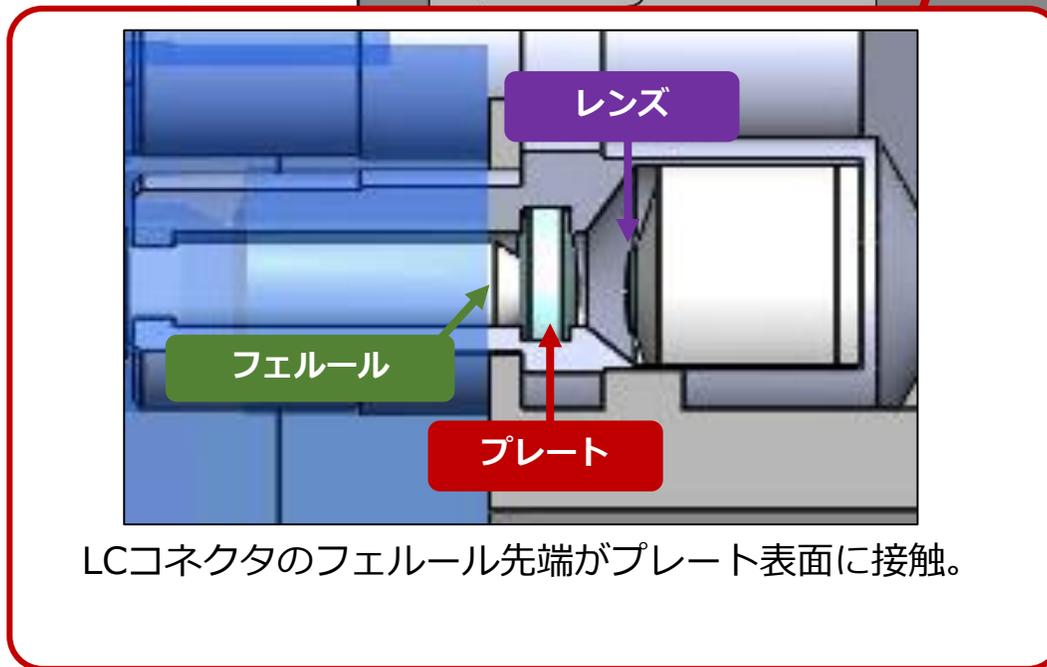
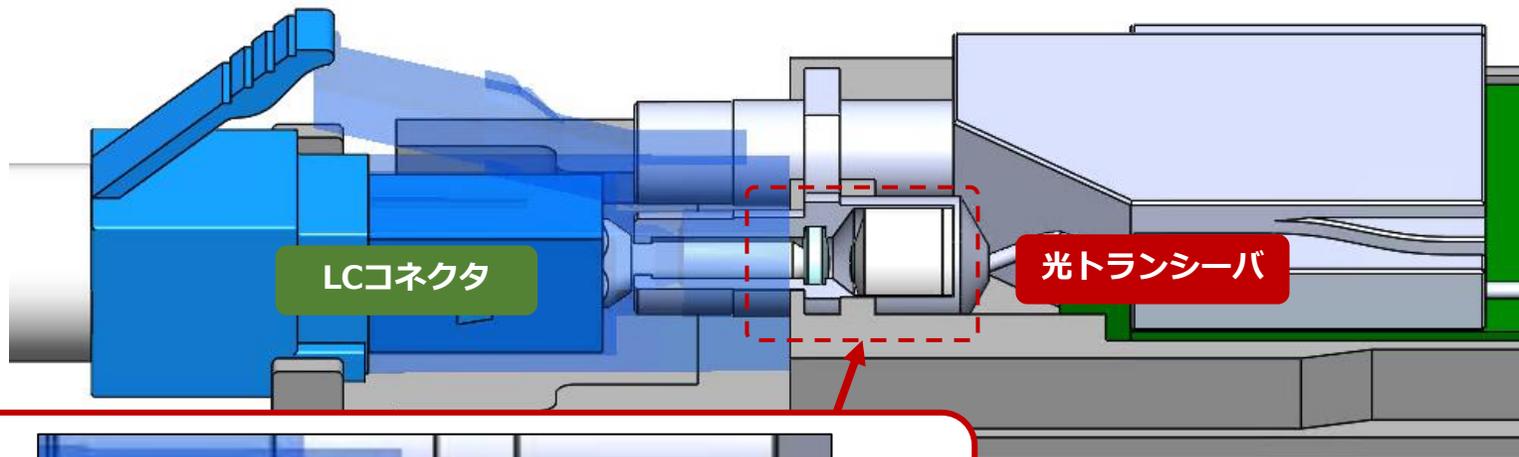
②ピンホールとプレート(レンズ)一体型



※この写真では送信/受信部は見えません。

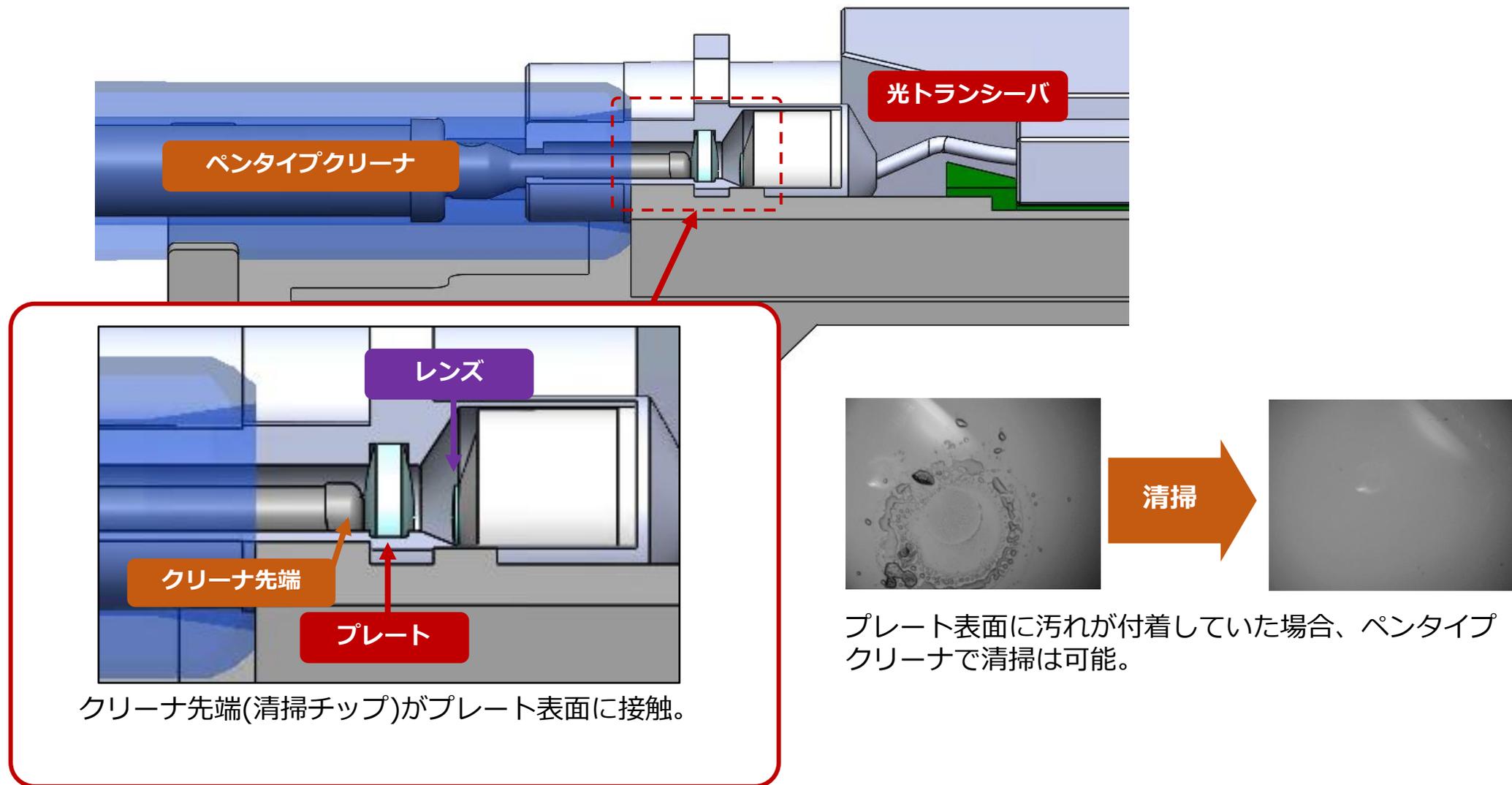
クリーナ先端はピンホール手前で突き当たるため、レンズやプレートには接触しない。

プレート接触タイプに光コネクタを挿入した場合



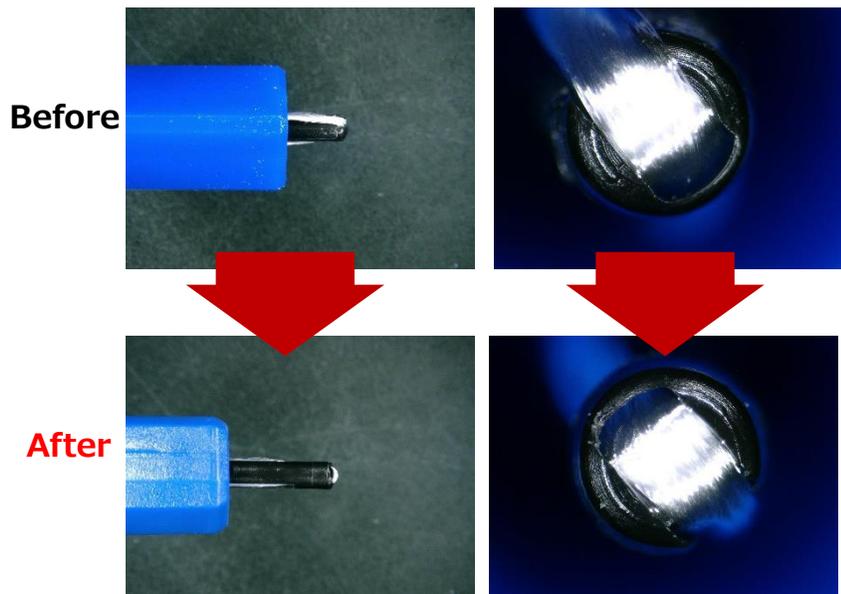
端面が汚れたコネクタを挿入すると、接触したプレート表面に汚れが転写。

プレート接触タイプにペンタイプクリーナを挿入した場合



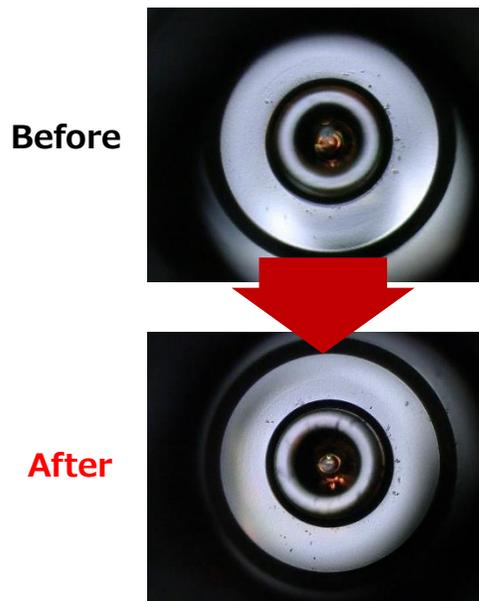
◆レンズ/プレート接触タイプをペンタイプクリーナで連続清掃した結果

①ペンタイプクリーナの状態



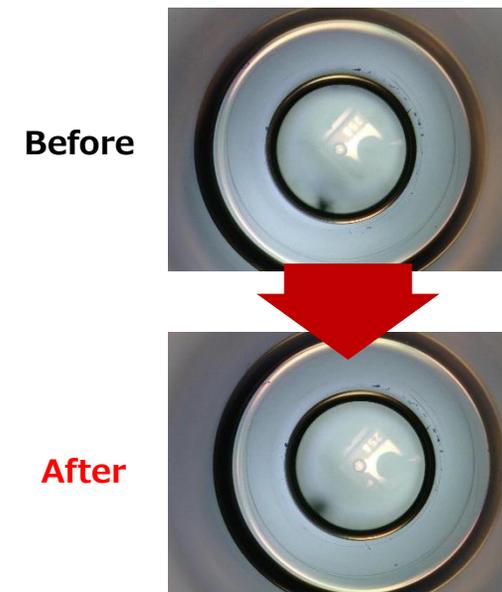
破損や糸はずれなど確認できず異常無し。

②レンズタイプの状態



損傷した箇所など見当たらず異常無し。

③プレート接触タイプの状態



損傷した箇所など見当たらず異常無し。
同じ焦点でプレートとピンが合うため、
プレートの位置ずれも無し。

光トランシーバ側、ペンタイプクリーナ側、どちらも破損などは確認できず異常なし。

確認できた内部構造、および今回の連続清掃検証の結果から、
ペンタイプクリーナによる清掃でレンズ/プレート接触タイプを破損させる可能性は・・・
極めて低いと思われる。



ただし、**特殊な構造をしている場合は破損する可能性は残っている!**
すべてのトランシーバを確認したわけではないので、どのトランシーバでも
「ペンタイプクリーナを使用して大丈夫!」と断言することは難しい・・・。



ペンタイプクリーナによるレンズ/プレート接触タイプの清掃は**ほぼ問題無し**。
すべての構造で大丈夫と断言できないので、使用中に違和感を感じたら止めるように注意。

これまでの説明は、すべてペンタイプクリーナを使うこと前提！

ペンタイプクリーナ



清掃糸を端面に押し付けながら汚れを絡めとって除去。

○押圧がコントロールされているので**使用可能**

スティックタイプクリーナ



先端の清掃布や粘着体を端面に押し付けて汚れを除去。

×いくらでも押し込むことができるので**使用不可**

スキルレスからの観点からも、光トランシーバの清掃にはペンタイプクリーナを推奨



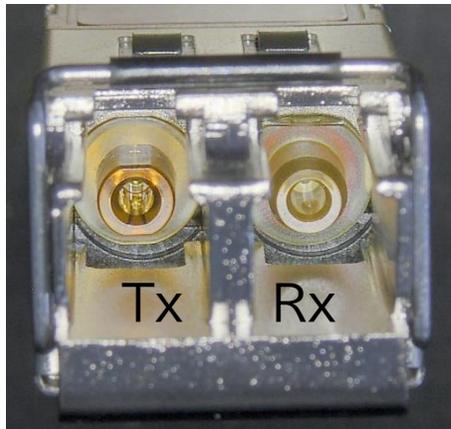
ピンホールとペンタイプクリーナ先端が接触した際に**塵埃の発生を確認**。
ただし、発生した塵埃はピンホールの表面に留まり、コネクタ挿抜では移動しないことも確認。
(エアダスターなど強い力で吹き付けることによって、塵埃が表面から剥がれて奥へ移動)
清掃検証のために、**何度もクリーナを挿抜したために発生した可能性あり**。(少数なら発生しないかも)
また、必ず発生するわけではなく、ピンホールの形状によっては全く発生しない。

この塵埃が送受信部やプレート(レンズ)に付着したとき、
通信に影響を及ぼすかについては**不明**。

影響度合いは不明だが、気になるのであればスタブタイプのみ清掃することを推奨。
また、今回の結果により、光トランシーバの清掃として**エアダスター使用は非推奨**。

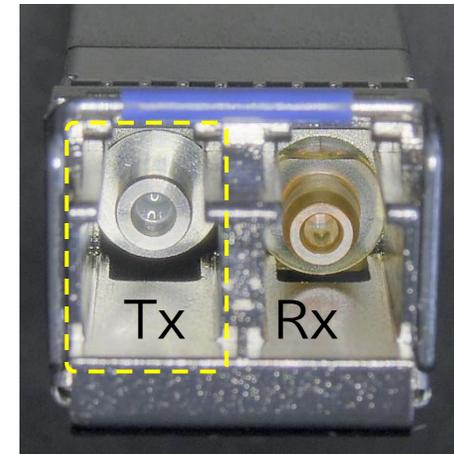


MMF用トランシーバ



Txはレンズ：プラスチックのレセプタクル
Rxはレンズ：プラスチックのレセプタクル

SMF用トランシーバ



Txはスタブ：金属のレセプタクル
Rxはレンズ：プラスチックのレセプタクル

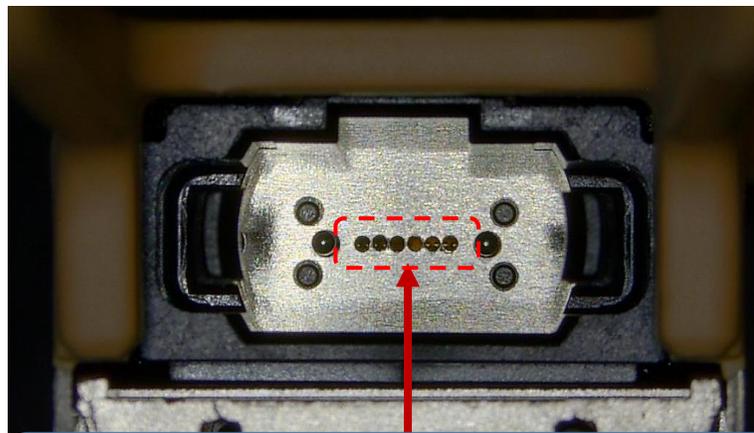
コネクタ挿入口の材質が金属であれば、かなり高い確率でスタブタイプ。
スタブタイプの場合は精密なアライメントが必要のため、加工精度の高い金属の材質にせざるを得ないと推測。

3. MPOコネクタ採用光トランシーバの今後

[おさらい] MPOコネクタ用光ランシーバの清掃要否

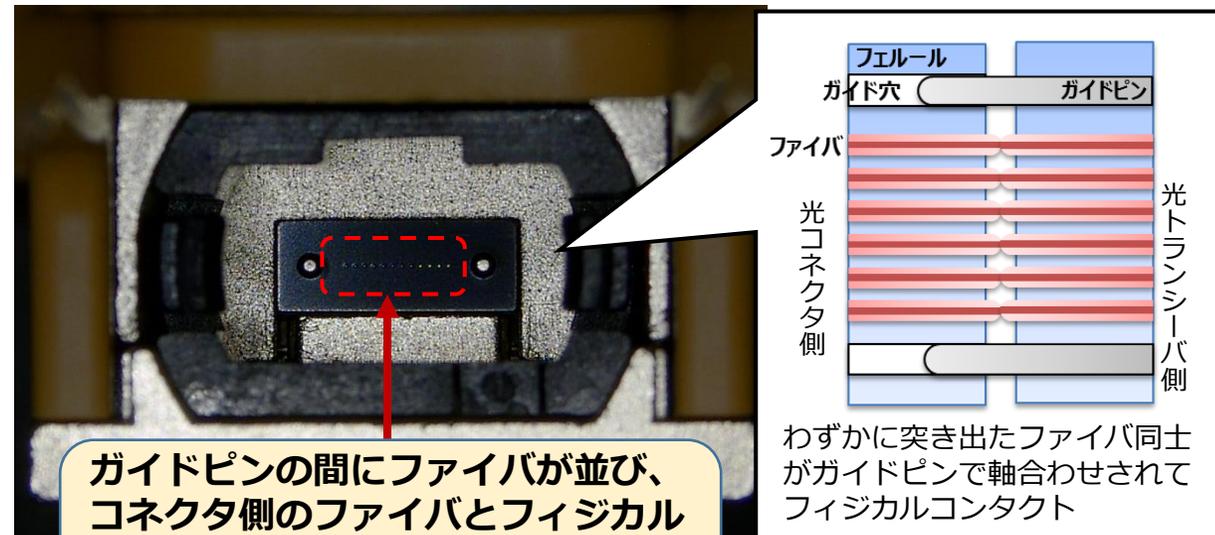
◆MPO光ランシーバのコネクタ接続ポート拡大写真

マルチモード用(100G SR4)



ピンホールの奥に送受信部が存在する構造
⇒空間接続で清掃不可

シングルモード用(400G DR4)



ガイドピンの間にファイバが並び、
コネクタ側のファイバとフィジカル
コンタクトする構造

⇒直接接続で清掃必要

MPO用ペンタイプクリーナ



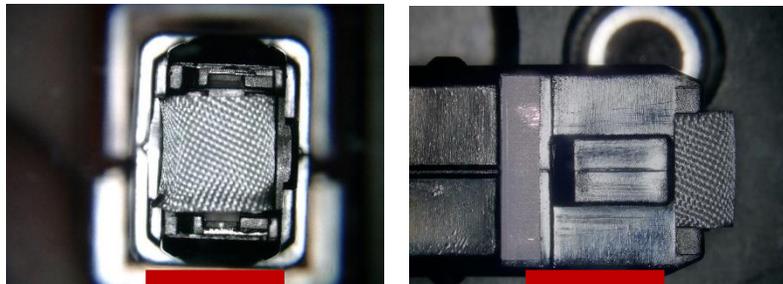
○スキルレス

現状だと、清掃が必要となるMPO用光ランシーバは
シングルモード用のみ。

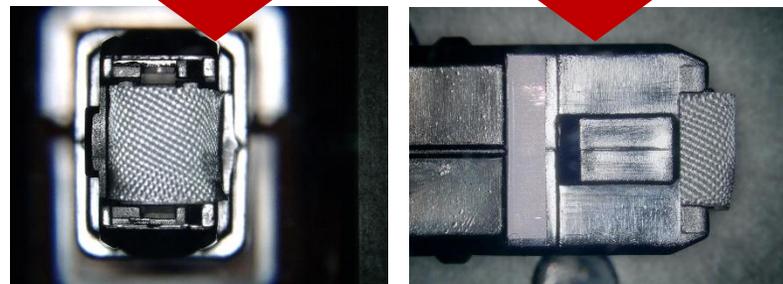
清掃する場合は、単心用と同じくペンタイプクリーナが
主流。

◆レンズタイプをペンタイプクリーナで連続清掃した結果

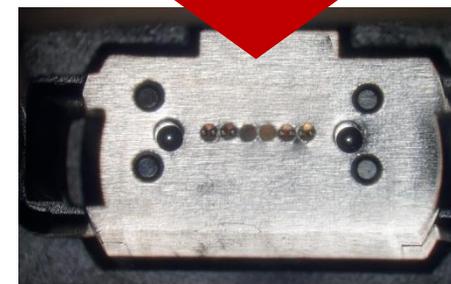
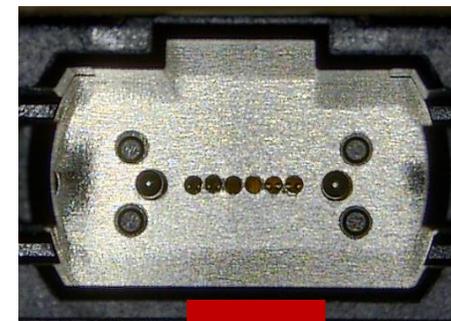
Before



After



破損や布はずれなど確認できず異常無し。



損傷した箇所など見当たらず異常無し。

光ランシーバ側、ペンタイプクリーナ側、どちらも破損などは確認できず異常なし。
単心コネクタ(LC)用と同じく、破損させる可能性は**極めて低い**と思われる。

MPO光トランシーバを清掃した際のトラブル

MPO用ペンタイプクリーナでMPO用光トランシーバを清掃した際、トランシーバ内の爪(係止片)が破損する事例が発生。



MPOの爪(係止片)が破損



折れたMPOの爪(係止片)

写真ご提供: さくらインターネット様

MPOの爪(係止片)が破損した原因

中心よりずれた位置でクリーナを挿入したことにより、MPO用ペンタイプクリーナ先端の“ガイドピンを避けるためのスペース”に、トランシーバ側の爪が刺さってしまったと推測。



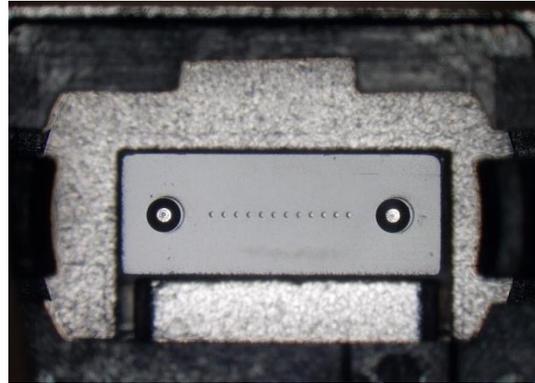
光トランシーバだけではなく、MPOコネクタアダプタでも発生してしまう。
現状では、“**まっすぐ挿入する**”ことを意識がけるしか回避策無し。

とはいえ、沢山のトランシーバ/アダプタが並んでいたら、常に意識しながら清掃するのは大変・・・。
クリーナ側の機構で、出来る限り“まっすぐ挿入”できるようにすることを検討します！

マルチモード用のMPOトランシーバに異変！？

検証用として購入したマルチモード用MPOトランシーバの中に、スタブタイプを確認。

マルチモード用(100G SR4)



えっ!! マルチモードは
レンズタイプだけじゃ
なかったの! ?

~~現状だと、清掃が必要となるMPO用光トランシーバは
シングルモード用のみ。
清掃する場合は、単心用と同じペンタイプクリーナが
主流。~~



前回の情報は誤りでした!
ごめんなさい!!



マルチモード用でもスタブタイプは増える！？

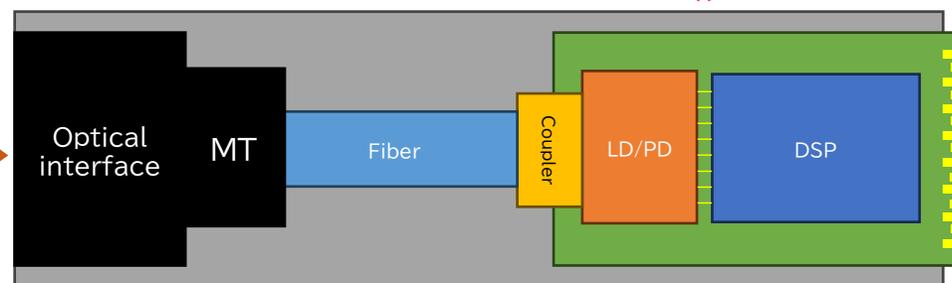
スタブタイプが増える理由①：伝送品質面でメリット大

LD/PDがDSP等と近くに配置されることにより、伝送信号品質等の性能が改善し、熱効率も向上。

レンズタイプの場合



スタブタイプの場合



基板上的配置自由度が向上するなど製造面でもメリットが大きいことから、今までレンズタイプだったものが今後スタブタイプに置き換わる可能性大。

マルチモード用でもスタブタイプは増える！？

スタブタイプが増える理由②：マルチモードでもAPCが増える。

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.

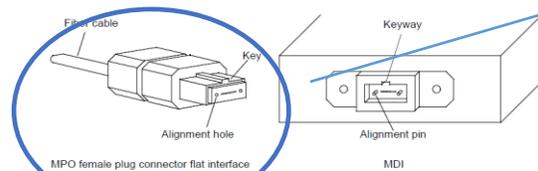


Figure 95-8—MPO female plug with flat interface and MDI

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 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.

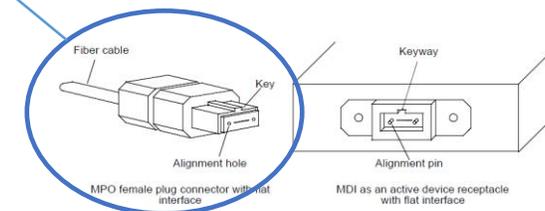


Figure 167-9—MPO female plug with flat interface and MDI active device receptacle with flat interface

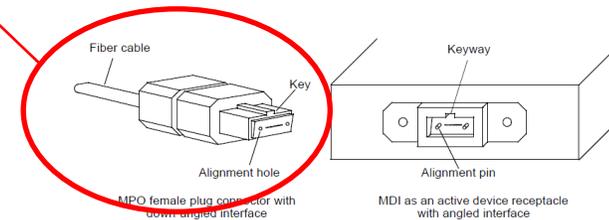


Figure 167-10—MPO female plug with down-angled interface and MDI active device receptacle with angled interface

MM用の規格にAPC(斜め)端面のインタフェースが規定された。
* APC: Angled PC
APCの場合は**必ず直接接続 = スタブタイプ**となる。

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

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、端面の形状不良や汚れによって引き起こされる**エアギャップの発生リスク**を低減することが目的と推測。

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/>

光トランシーバ内の伝送品質やAPCが規定されたことで、スタブタイプの増加は確実。

⇒ 清掃が必要な構造が増える。

MPOはファイバ1心あたりへの押圧が低いことにより汚れの影響を受けやすい可能性が高いので、MPO用トランシーバは特に清掃すること推奨。

※詳細はJANOG51の「光ファイバ通信ニュース_MPOコネクタ編」参照

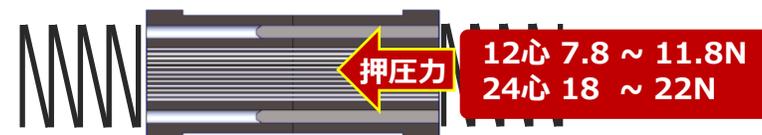
◆単心コネクタの接続機構



◆フィジカルコンタクトエリア = $\phi 250\mu\text{m}$

1心あたりにかかる圧力
⇒約100~120 N/mm²

◆多心コネクタの接続機構



◆フィジカルコンタクトエリア
= ファイバ径 x ファイバ心数

1心あたりにかかる圧力
⇒12心 約50~80 N/mm²
⇒24心 約60~75 N/mm²

LCコネクタ
の約半分

4. 光コネクタ/光トランシーバ用キャップの取扱注意点

汚れているキャップを付けるとどうなるの？

落としてしまったキャップはそのまま使っているのかな？



放置してあるキャップは埃が溜まっていないか心配。

このような光ランシーバや光コネクタに装着するキャップについてのご相談多数。

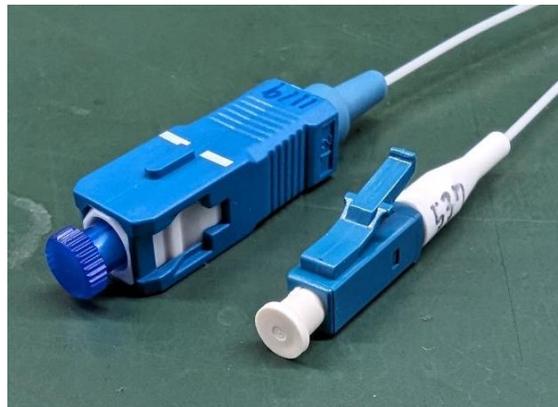


実際に試してみました！

- ◆キャップは以下の3種類。
それぞれ、“落下”や“放置”させた状態を想定して、ほこりや砂塵が内部に混入したものを用意。



トランシーバに挿入するキャップ



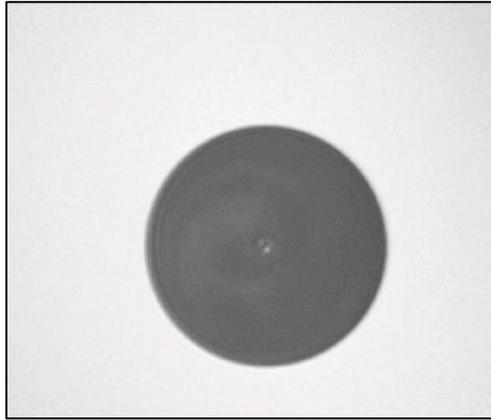
フェルールのみを保護するキャップ



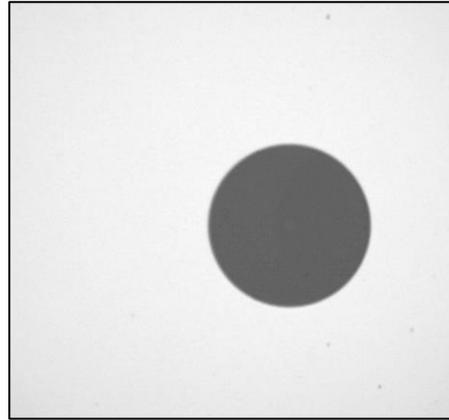
コネクタ全体を保護するキャップ

- 条件①：内部が汚れたキャップを装着して**放置**
 - 条件②：内部が汚れたキャップを装着して**運搬**
- ⇒各条件の光コネクタ端面の状態を確認

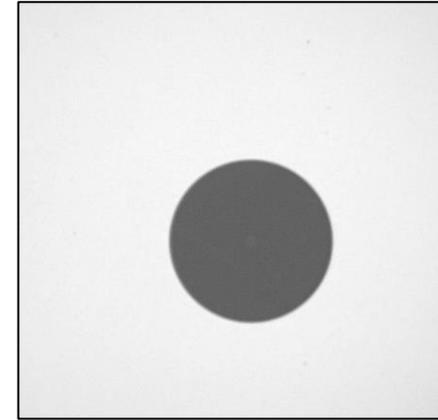
条件①:内部が汚れたキャップを装着して**放置**



トランシーバに挿入するキャップ



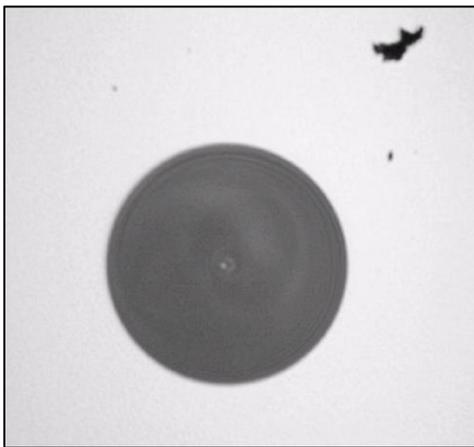
フェルールのみを保護するキャップ



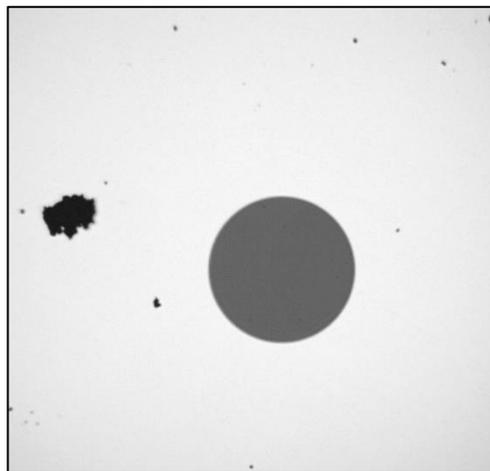
コネクタ全体を保護するキャップ

キャップ内部とコネクタ端面は接触しないので、装着しただけでは汚れは転写しない。

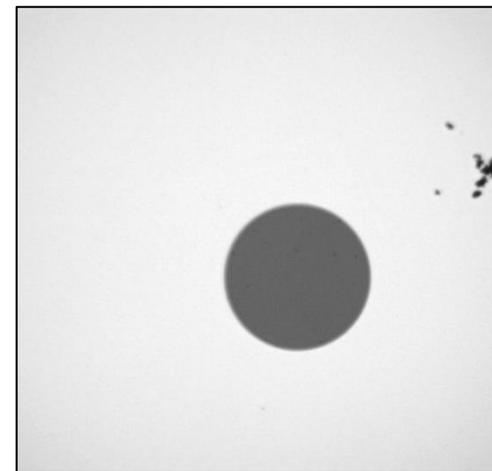
条件②:内部が汚れたキャップを装着して運搬



トランシーバに挿入するキャップ



フェルールのみを保護するキャップ

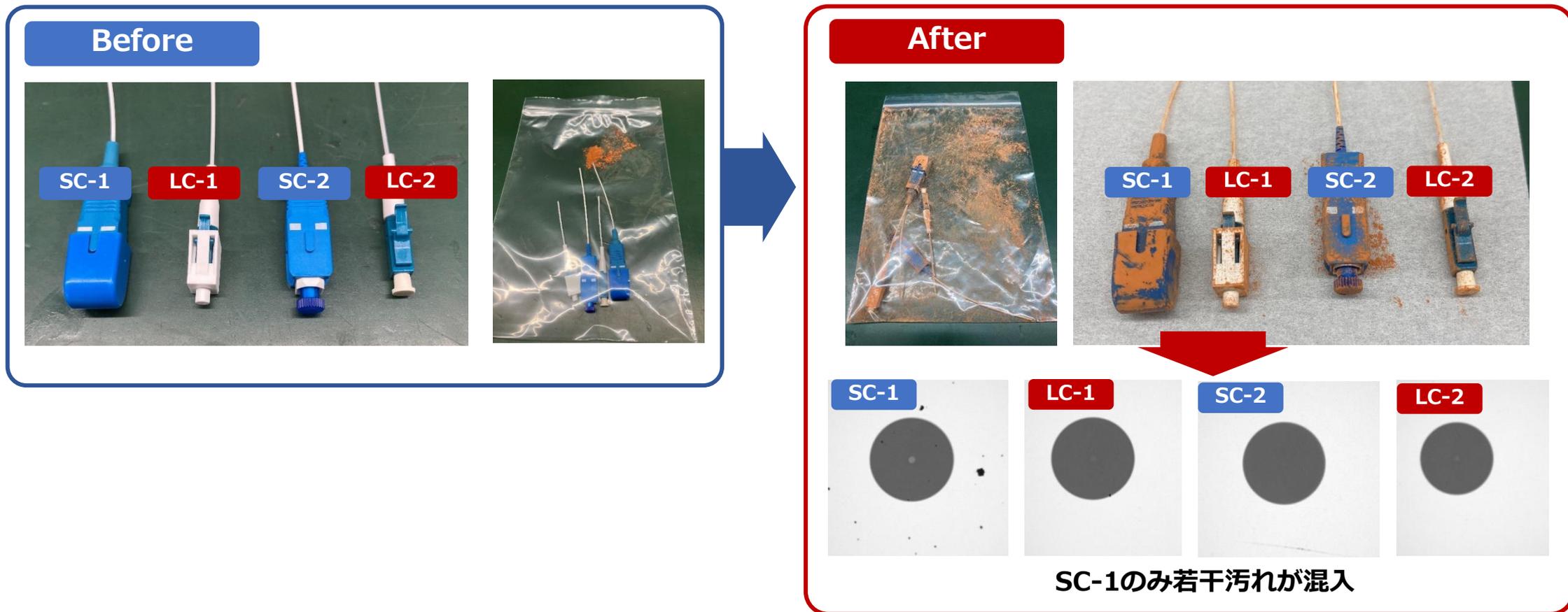


コネクタ全体を保護するキャップ

運搬時の振動等により、汚れがキャップ内の空間に舞ってコネクタ端面に付着する可能性大。

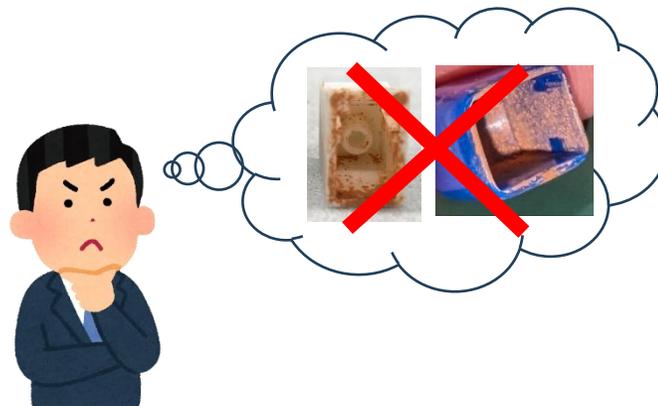
おまけ: キャップの防塵性能確認

◆キャップを付けたコネクタに砂塵汚れを塗布し、キャップ内のコネクタ端面状態を確認。



密閉度の高いランシバ用やフェルールのみ保護するタイプのキャップは、汚れの混入をしっかりガード。

運搬を伴う場合にはキャップ内の汚れがコネクタ端面側に転写する可能性あり。
⇒汚れたキャップを使うことは好ましくない。



そもそも、キャップは新品でも綺麗とは限らない!
プラ成型なので表面にコンタミが付着している可能性は考えられる。



キャップは現状より汚さない(汚れを新たに取り入れえない)ことや傷を防止することが目的。
キャップがしてあっても、**接続直前には清掃**することを推奨。新品のコードであっても同様。

5.まとめ

◆光トランシーバの清掃について

- ・ペンタイプクリーナによるレンズ/プレート接触タイプの清掃はほぼ問題無し。
※但し、確約はできないので、使用中に違和感を感じたら止めるよう注意。
⇒清掃する際は、スキルレスや押圧の観点などからペンタイプクリーナを推奨。

◆MPOコネクタ採用トランシーバの今後

- ・マルチモード用についても、清掃が必要な構造であるスタブタイプが増加傾向。
- ・コネクタ接続部分がAPCを採用されるなど、光学特性をかなり気にしたタイプも出現。
実際に光学特性によるトラブル事例も発生。
⇒清掃の重要性が増すことはもちろん、コネクタ選びも重要になるかも。
※次回JNOG55で詳しく発表します！（採択されれば）

◆光コネクタ/光トランシーバ用キャップの取扱注意点

- ・床に落としたり放置されて内部に汚れがたまったキャップを再利用することは非推奨。
- ・そもそも、キャップはプラ成型なので新品でも綺麗な保証無し。
⇒キャップを付けてあっても(新品でも)、接続前には都度清掃することを推奨。

- ◆今回の内容で、皆さんの光トランシーバ清掃に関する不安や疑問は払拭することができたか。
- ◆光トランシーバの清掃で、これまでまだ話題に出ていないようなトラブル事例は無いか。
- ◆MPOコネクタ/トランシーバって取り扱いが難しいけど、それでもやっぱり選択せざるを得ないのか。

未来を拓くチカラと技術。

