

JANOG45

# 光ネットワーク トラブルシュート指南

— 初級編 —

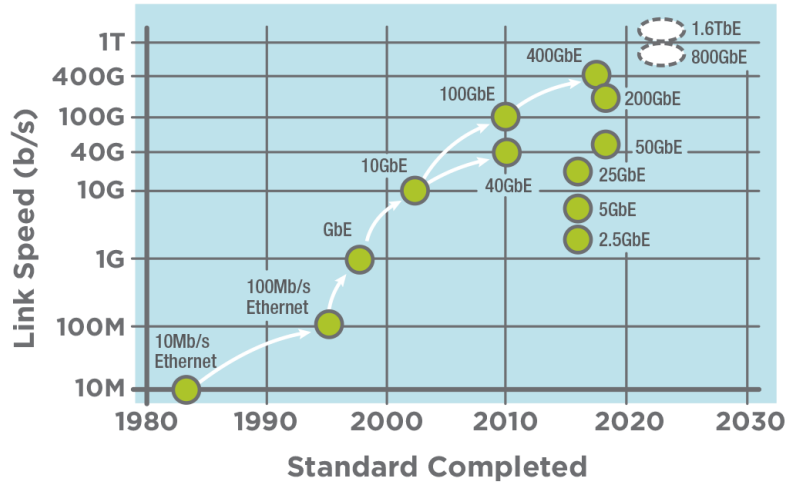
NTTアドバンステクノロジー株式会社

## アウトライン

- 光コネクタについて
- 光ネットワークの不具合原因
- 光コネクタの清掃
- 光コネクタの観察

# はじめに

## ETHERNET SPEEDS

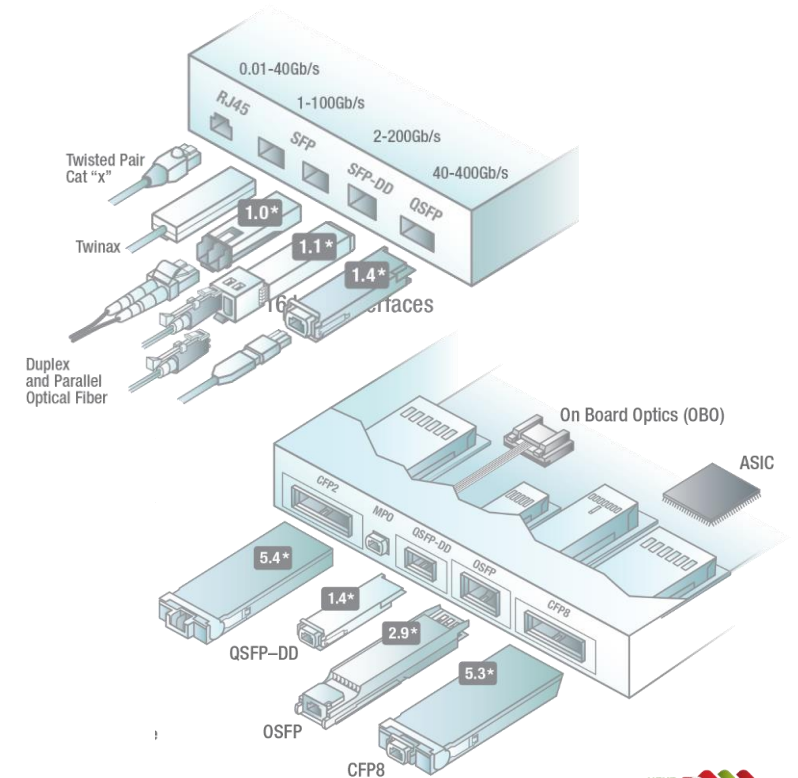


● Ethernet Speed    ○ Possible Future Speed



## FORM FACTORS

### 1-4 Lane Interfaces



<https://ethernetalliance.org/the-2018-ethernet-roadmap/>

# 主な光コネクタの種類

一般名称	SCコネクタ	LCコネクタ	MUコネクタ	MPOコネクタ
外観				
フェルール形状	円筒形	円筒形	円筒形	四角形
フェルール径	2.5 mm	1.25 mm	1.25 mm	6.5x2.4 mm
かん合	プッシュプル	ラッチ	プッシュプル	プッシュプル
ファイバ心数	単心	単心	単心	多心



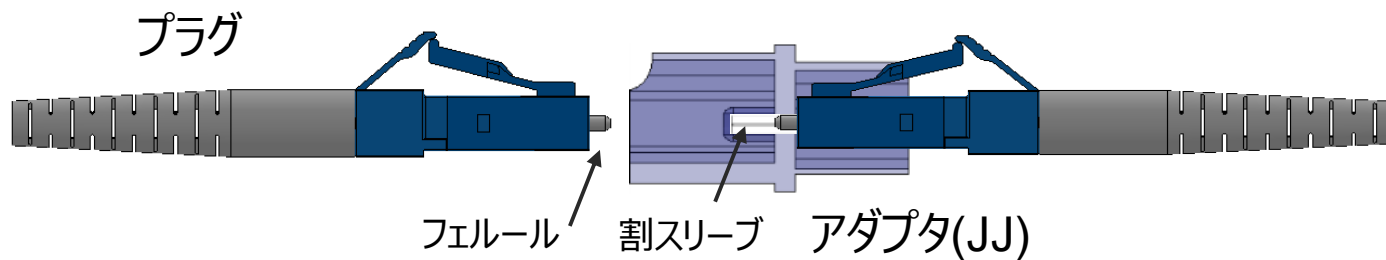
←  
ODCコネクタ  
(屋外、アンテナ  
基地局等コネクタ)



←  
SMPTE 304M コネクタ  
(放送・映像用コネクタ)

用途ごとに  
鉄道用  
航空用  
防衛用  
医療用...

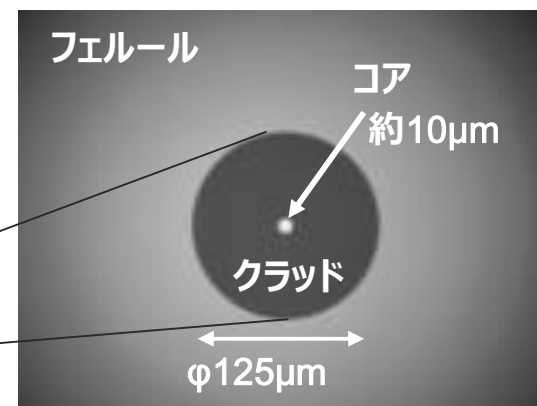
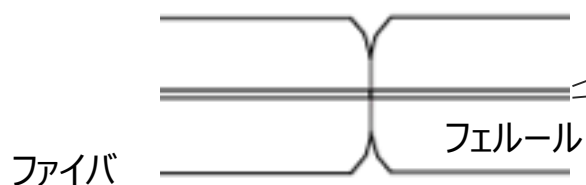
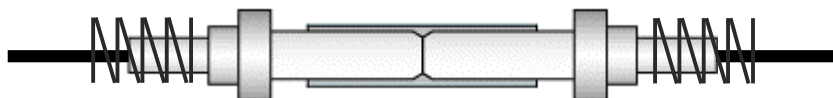
# 単心光コネクタ接続の仕組み



精密フェルールを割スリーブで軸合わせ

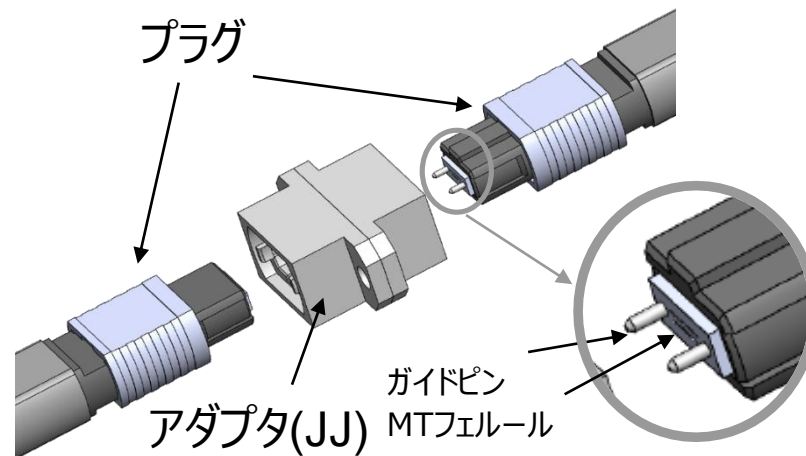


スプリングによりPC※（弾性変形による密着）

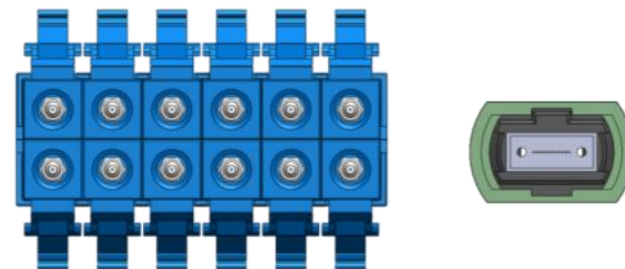
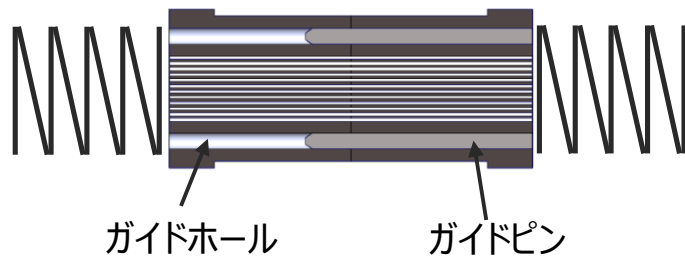


※PC : Physical Contact

# 多心光コネクタ接続の仕組み



## 精密穴と精密ピンで軸合わせ

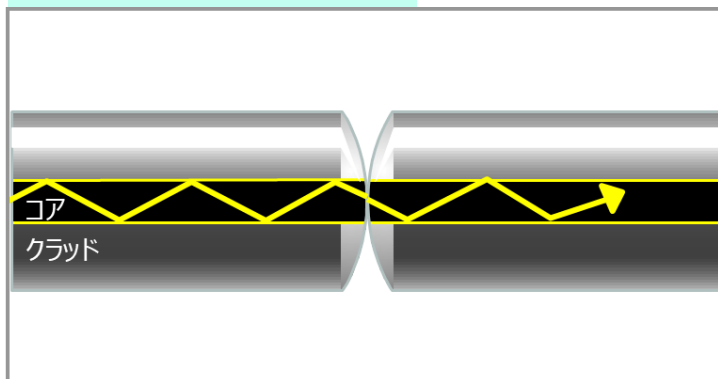


**断面積が約20%**

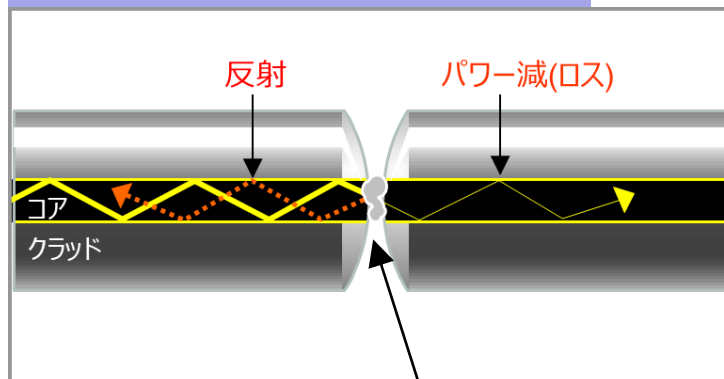
# 光ネットワークの不具合原因

光ネットワーク不具合の原因に**光コネクタ汚れ**は大きな割合を占めます。  
汚れは、光の**パワーを減少(ロス)**させ、**光を反射**させます。

正常な通信イメージ



汚れがある場合の通信イメージ



「挿入損失」「接続損失」・・・失われた光の強さ(量)

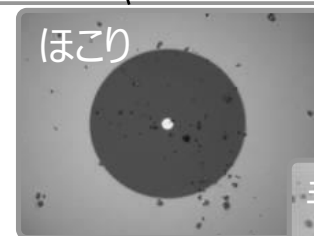
⇒大きいほど伝わる信号が小さい(弱い)

代表的な規格値：0.5dB以下（約10%のロス）

「反射減衰量」・・・反射した光の強さ(量)

⇒小さいほど反射した光が大きい(強い)

代表的な規格値：40dB以上（1万分の1が反射）



# 反射減衰量が通信に与える影響

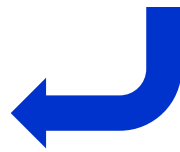
反射光



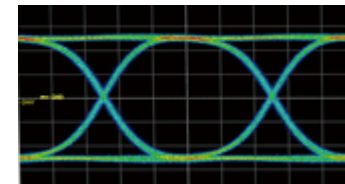
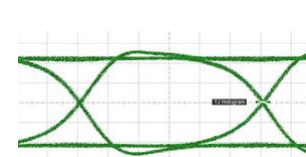
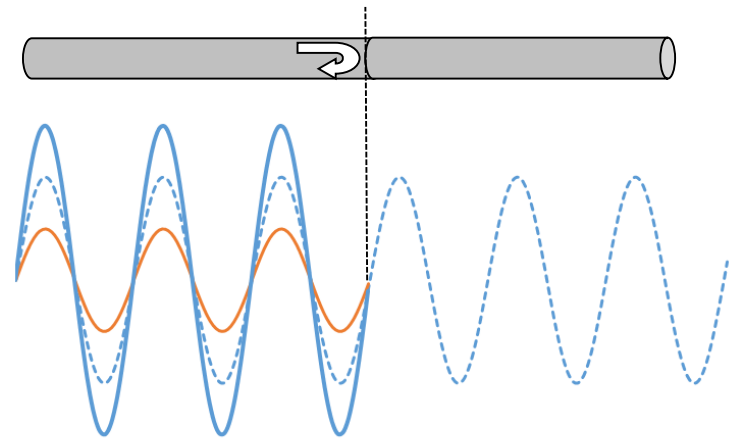
多重反射が発生



光同士が干渉



通信エラー  
(BERの上昇)

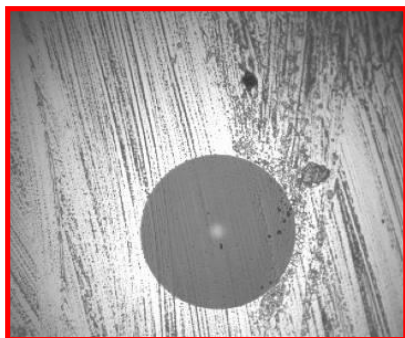


【これまで】 変調方法やデバイスの補正により反射を無視できた

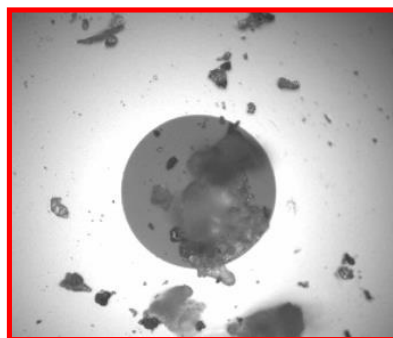
【これから】 わずかな反射を無視できなくなり、通信エラーの発生に繋がる



# 光コネクタ端面汚れの種類



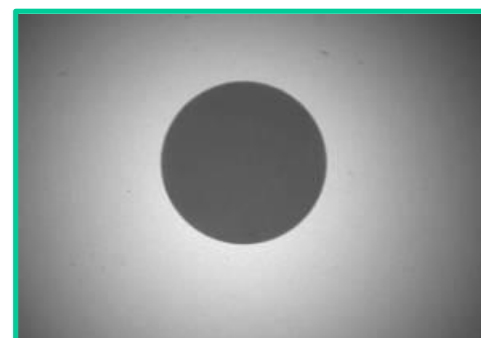
×手脂



×ほこり



×アルコールシミ



○綺麗な端面

## ■ 光コネクタの宿命

光ファイバが露出 ⇨ 汚れが付着しやすい / 肉眼では汚れが見えない ⇨ 見過ごしがち

## ■ 汚れの種類と原因

手脂：作業時や放置時に指や衣服との接触

ほこり：キャップ無しで放置、ラックや衣服との接触

アルコールシミ：アルコール清掃後、汚れが残ったまま蒸発した場合に発生



## ■ 光通信への影響

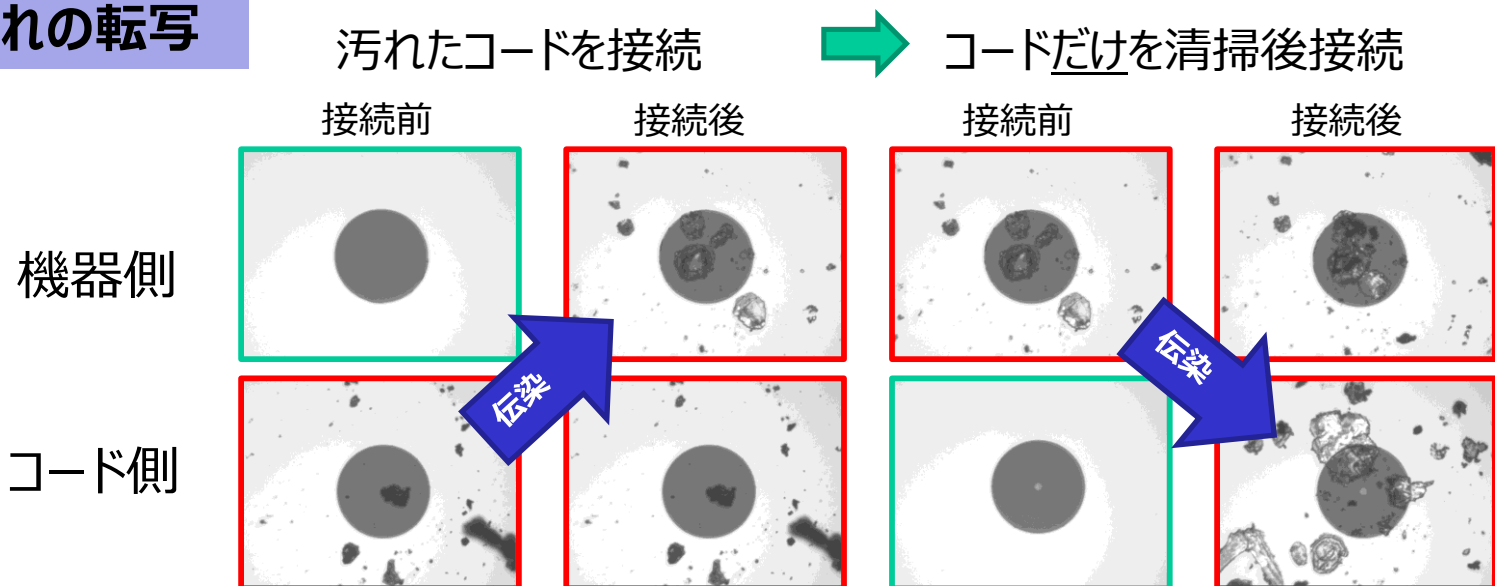
- ・挿入損失 → リンクダウン
- ・反射減衰量 → 通信エラーの発生



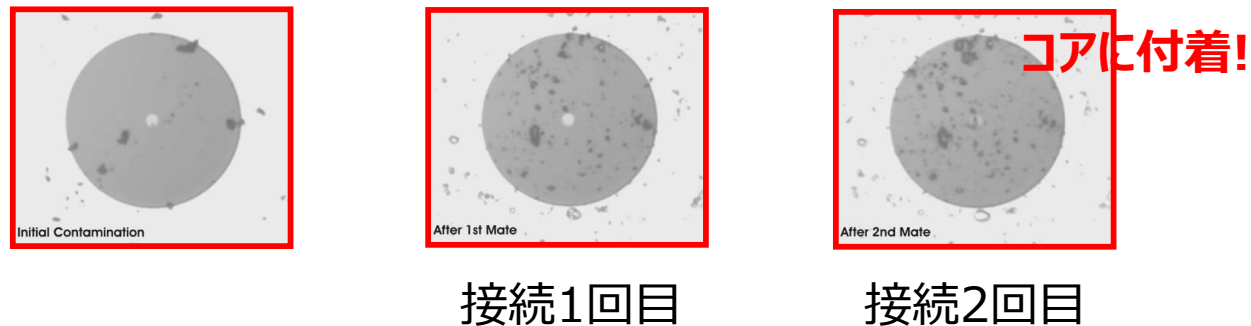
**開通できない！！**

# 汚れのやっかいな現象

## 汚れの転写



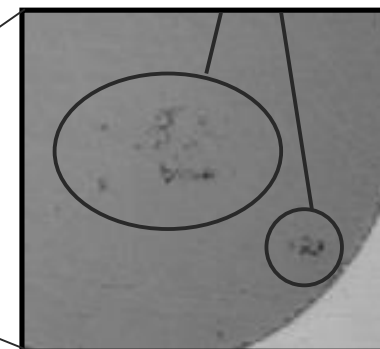
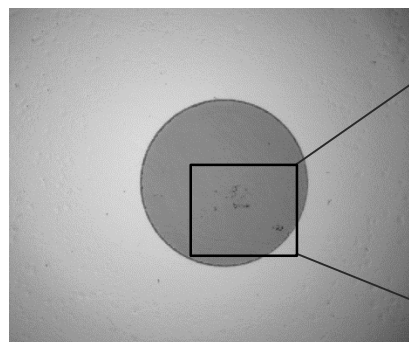
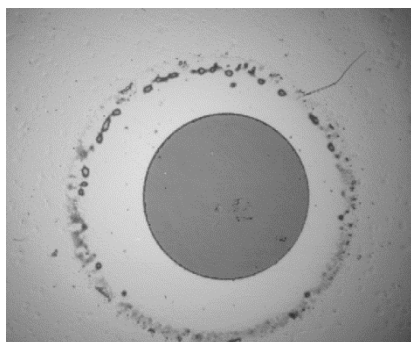
## 汚れの拡散



# 汚れのやっかいな現象

## 汚れのこびり付き

PC (直径0.2mmの端面に1kg) で **汚れが固着**

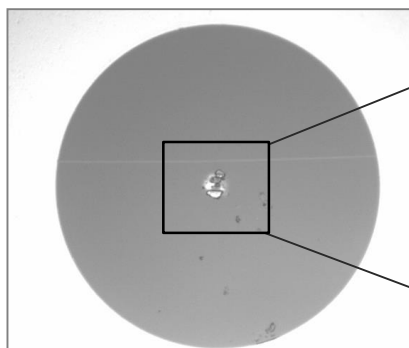


こびり付き

清掃しても落ちない汚れ？

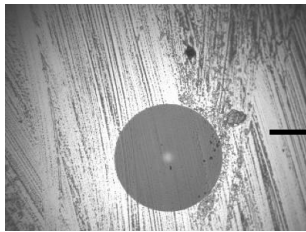
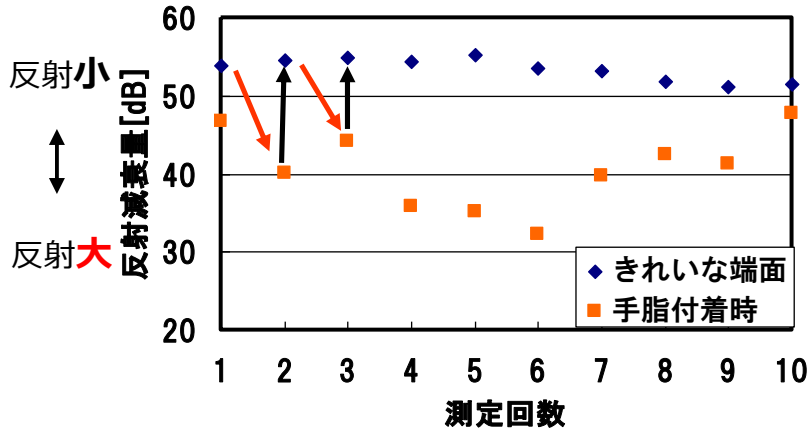
## 焼き付き

ハイパワー光で汚れが燃焼、ガラスが **溶融**

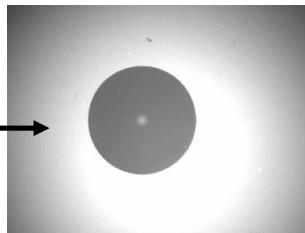


# 汚れによる光学特性の変化

## 手脂による反射減衰量の変化

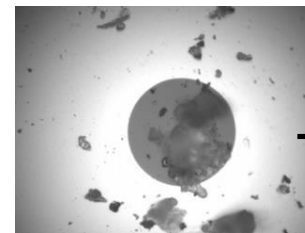
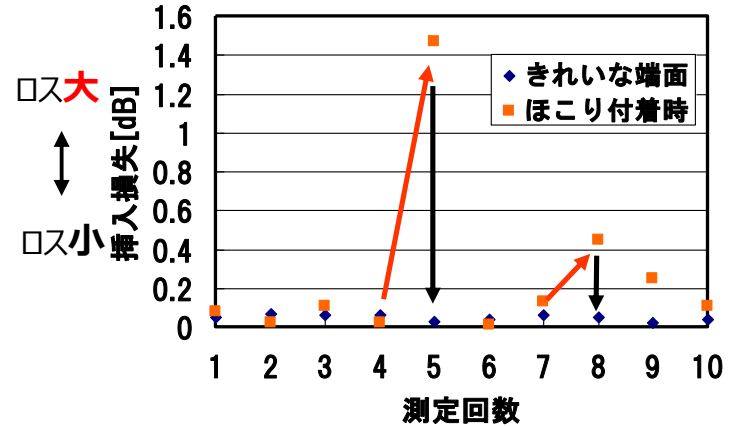


手脂付着時

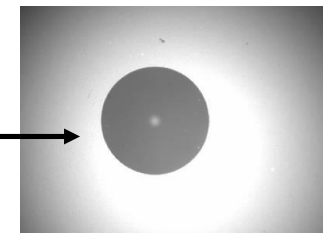


きれいな端面

## ほこりによる挿入損失の変化



ほこり付着時



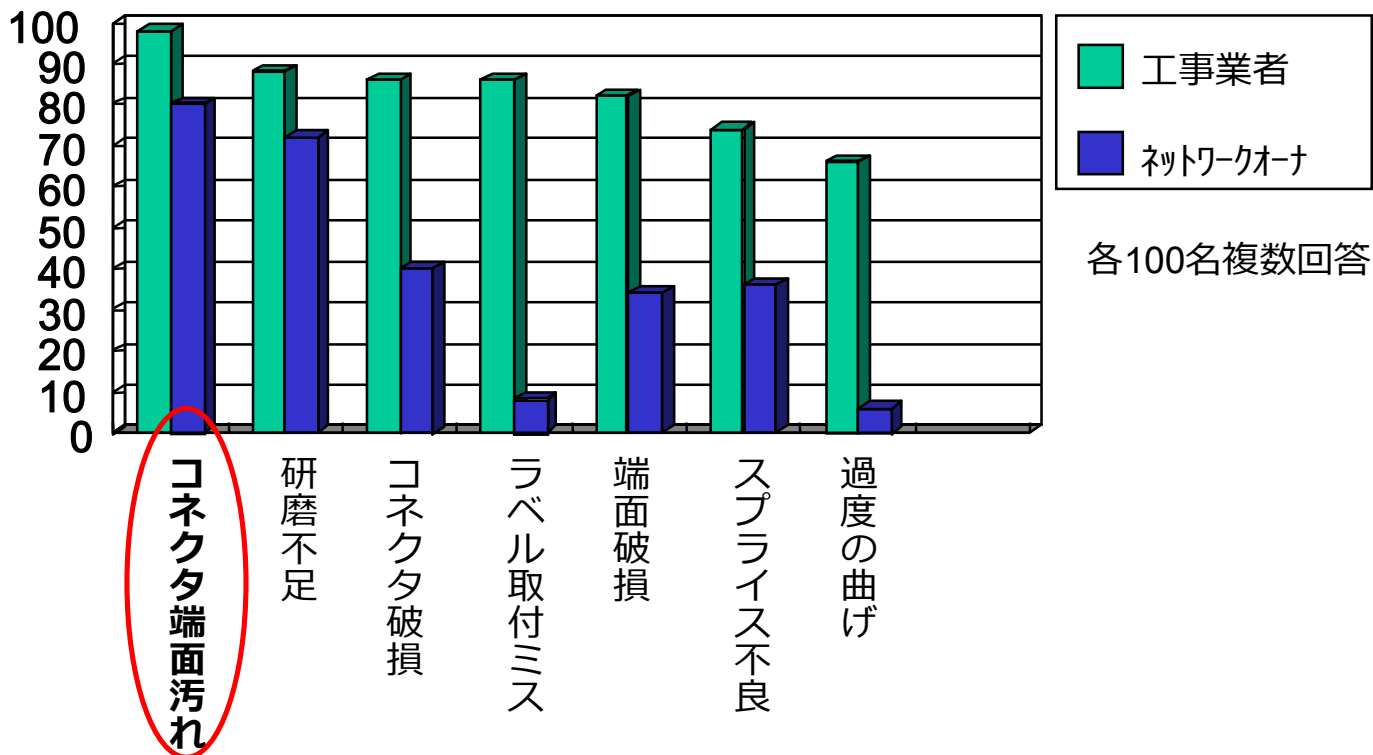
きれいな端面

「反射減衰量」・・・**反射した光の強さ(量)**  
 ⇒ **小さいほど反射した光が大きい(強い)**  
 代表的な規格値：40dB以上（1万分の1が反射）

「挿入損失」「接続損失」・・・**失われた光の強さ(量)**  
 ⇒ **大きいほど伝わる信号が小さい(弱い)**  
 代表的な規格値：0.5dB以下（約10%のロス）

# ネットワーク故障の原因

光設備構築時の光故障原因（米国におけるアンケート）

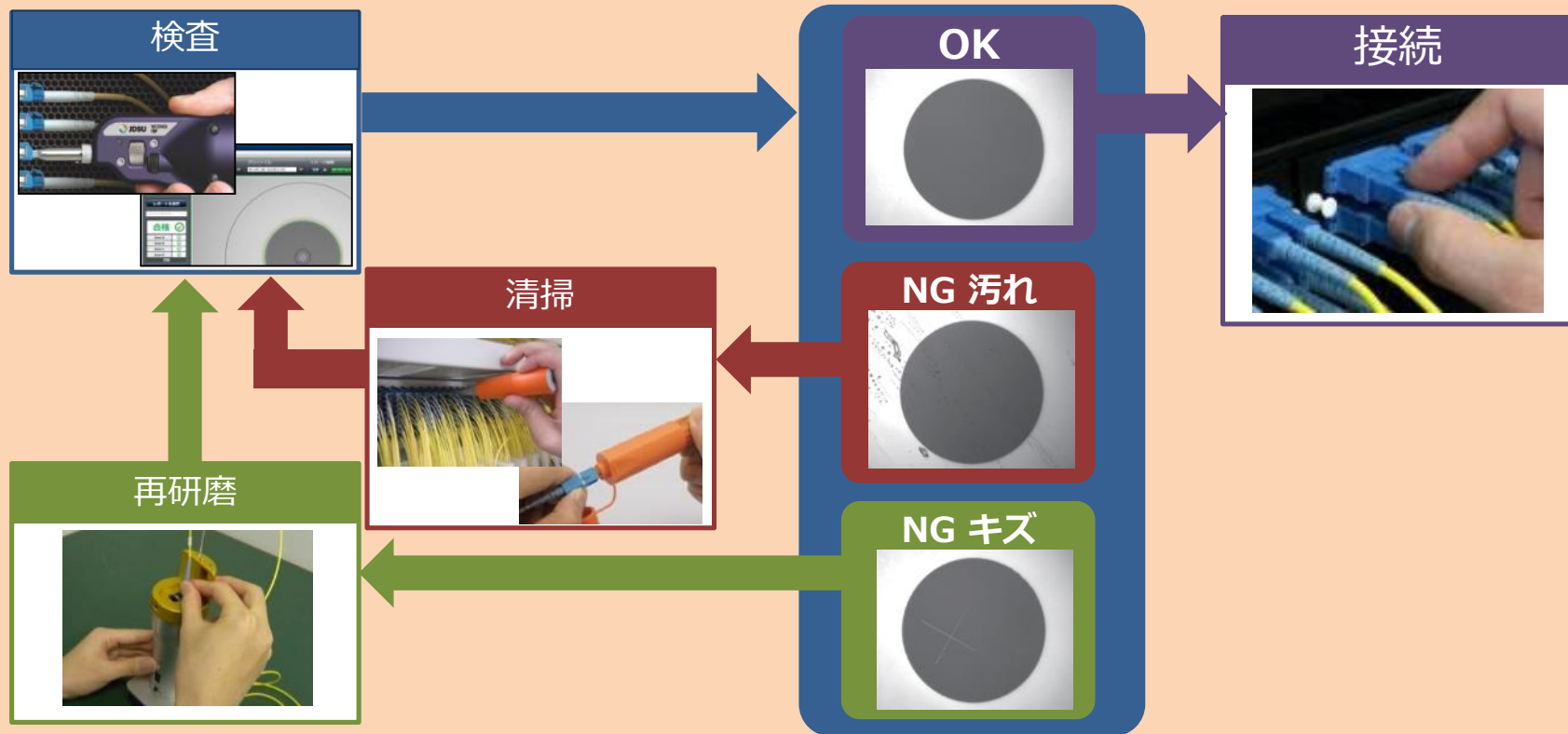


高い性能を有する光システム、光装置であっても、光コネクタの取り扱い次第で性能が発揮できません。

光ネットワークの高品質達成、維持にはコネクタの汚れが大敵です。

# 光コネクタの接続・施工・保守にあたって

- 接続前に端面を観察することにより、端面汚れによる障害を未然に防止
- 端面の傷や汚れを視認することで損失(反射)発生原因を特定



# 光コネクタクリーナの例

光コネクタ専用が開発した繊維が、肉眼では見えない小さな汚れも除去します。様々なタイプのクリーナを使い分けて、差し込むプラグだけではなく、レセプタクル側も必ず拭きましょう。



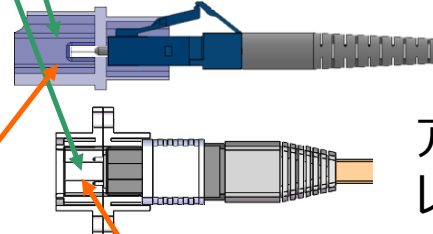
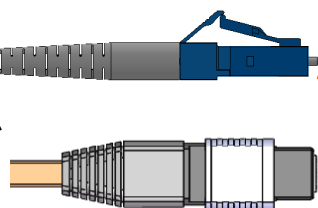
## リールタイプ



## スティックタイプ



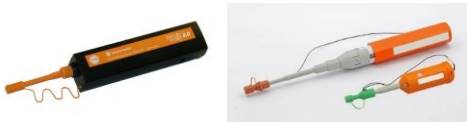
プラグ



アダプタ  
レセプタクル

## ペンタイプ

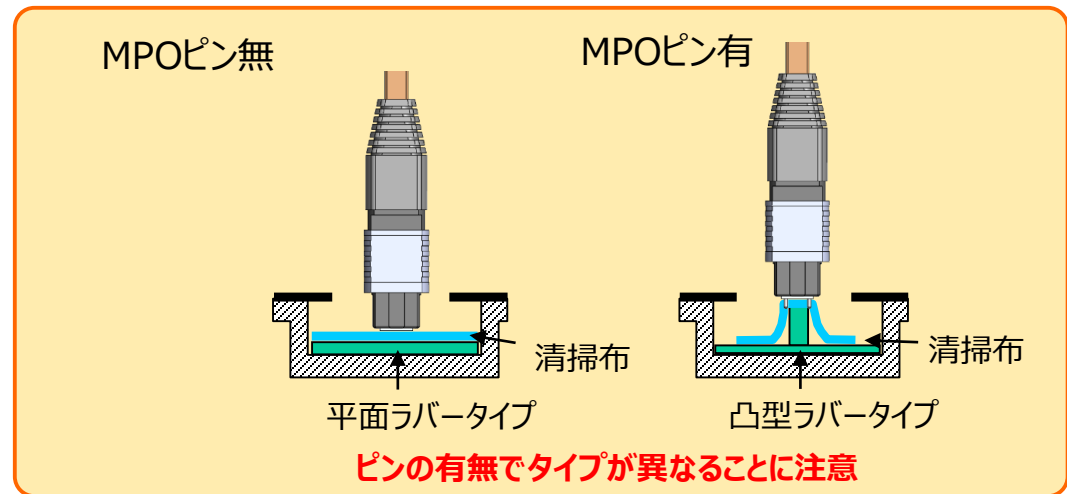
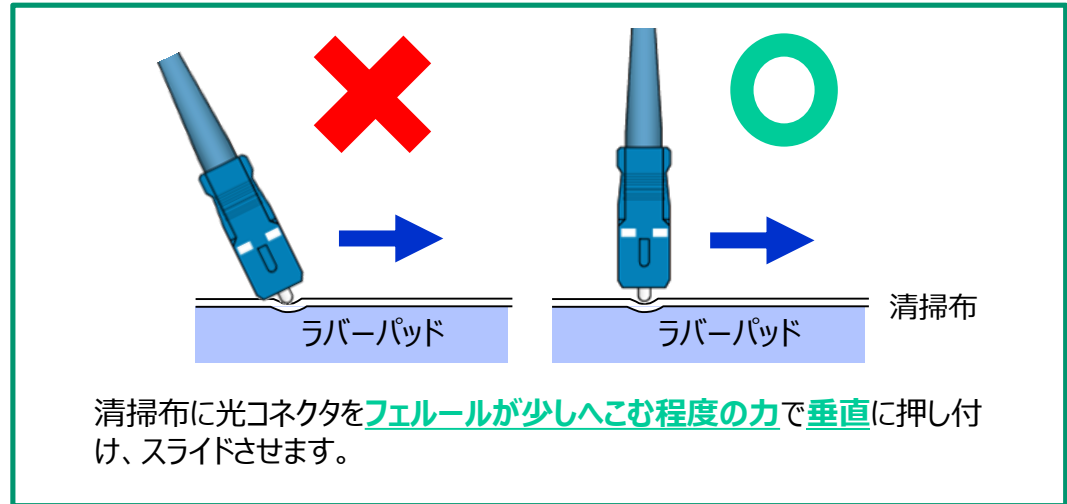
単心コネクタ用



多心コネクタ用

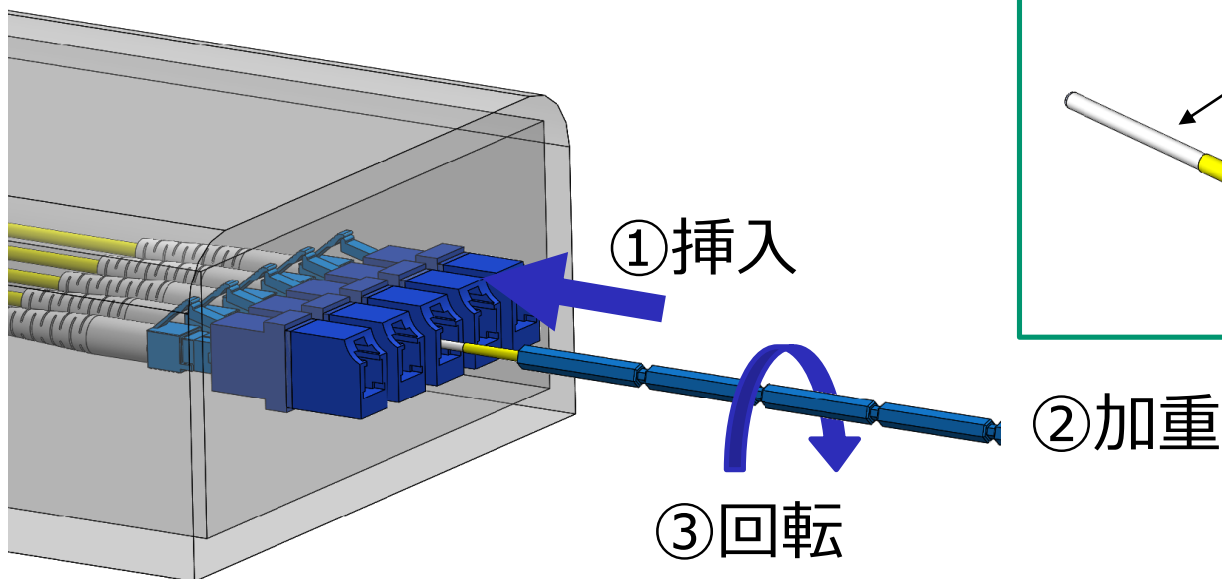


# リールタイプの使用方法 (一例)



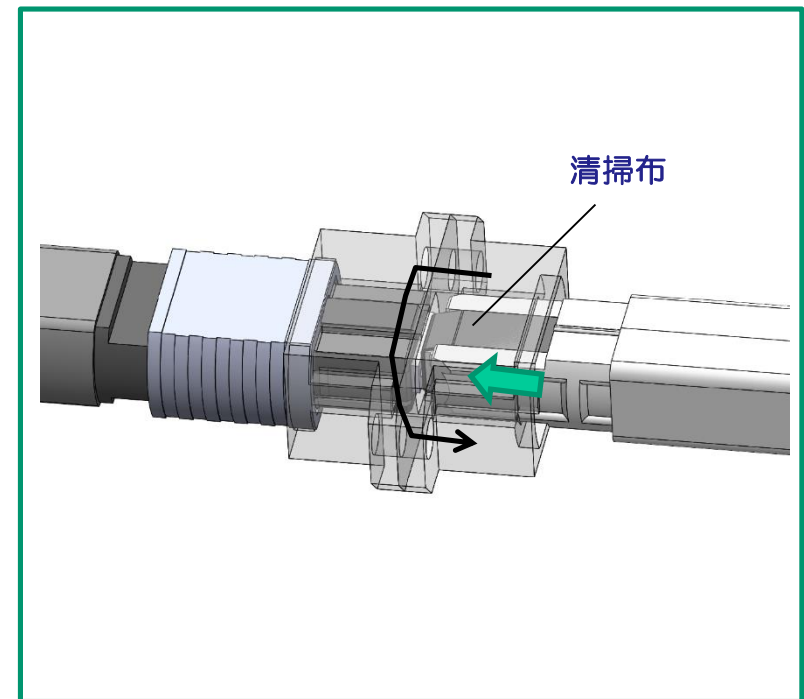
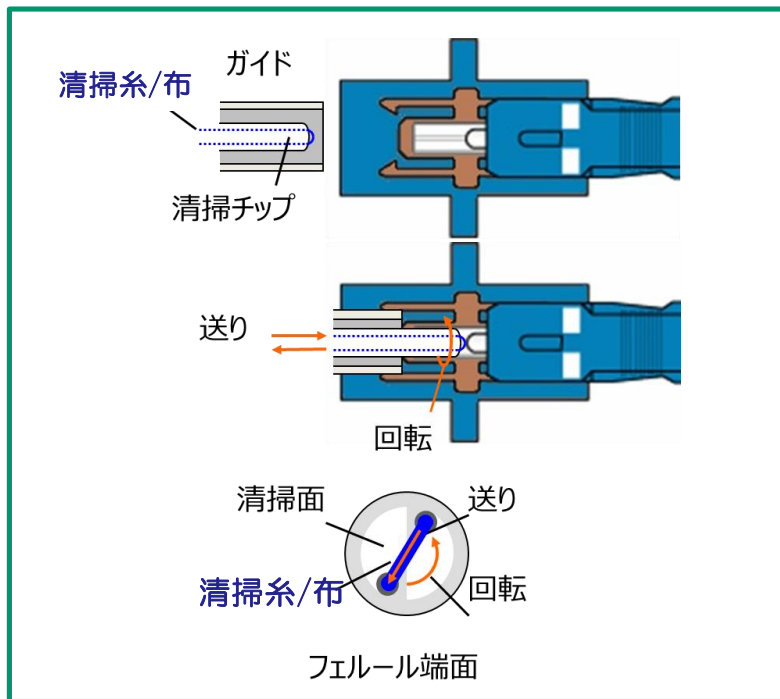
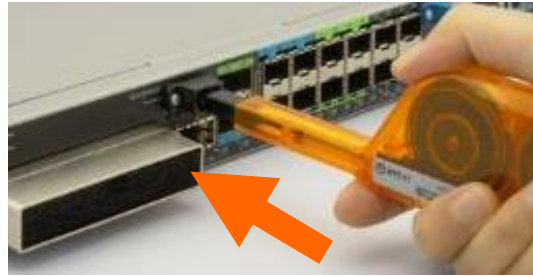


## スティックタイプの使用方法



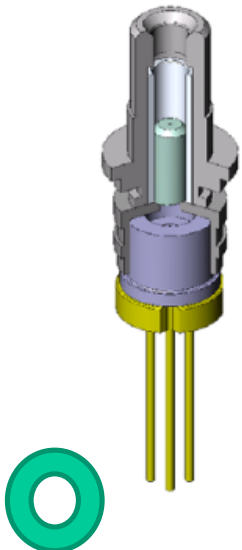
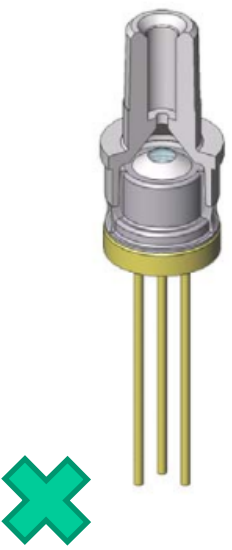
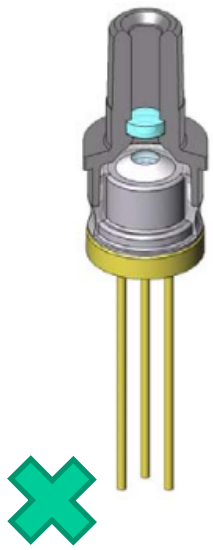
- ① 挿入：真直ぐ挿入
- ② 加重：フェルールが押し下がる程度の力(数百gf)で押込
- ③ 回転：同じ方向に4～5回転

# ペンタイプの使用方法



# トランシーバの清掃について

## SFP等単心コネクタ接続用トランシーバの内部構造

スタブタイプ	レンズタイプ	プレート接触タイプ
スタブ (フェルール) と光コネクタプラグが接続する	レンズによる収束ビーム系により光学的に接続する	光学的接続はレンズタイプと同様であるが、光コネクタプラグのフェルールはプレートと接触する
		

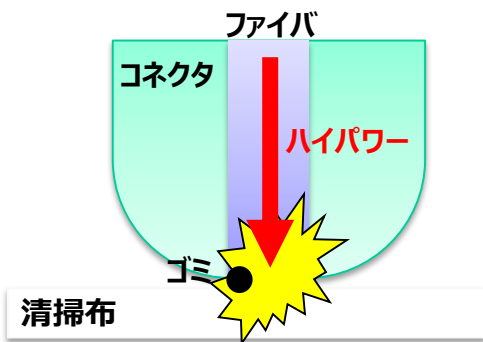
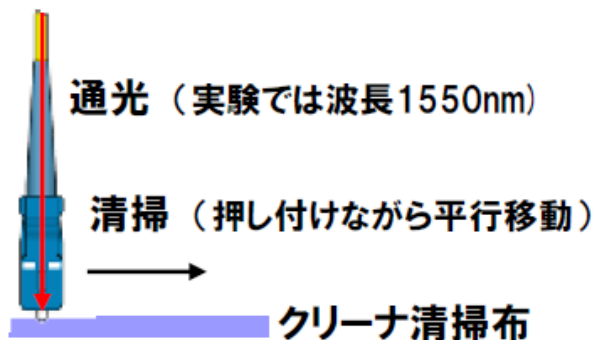
### 確認方法

- ・メーカーに問い合わせ
- ・端面が見えるか否か

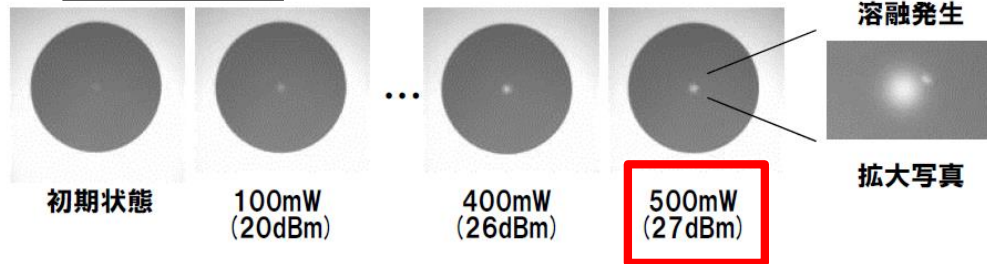
MPOコネクタを用いるトランシーバの場合は、メーカーに要確認！

一般社団法人光産業技術振興協会 技術資料  
レセプタクル形光トランシーバの光コネクタ端面清掃に関するガイドライン 第2版(2019年3月)  
<http://www.oitda.or.jp/main/st/TP12-2.pdf>

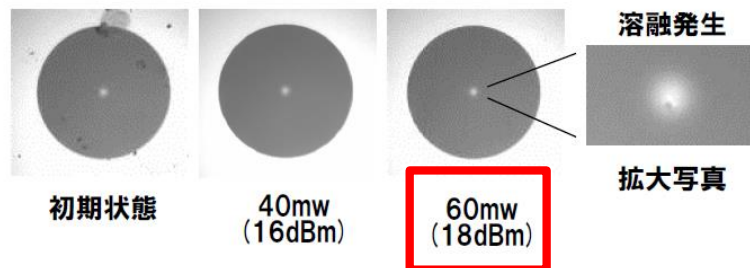
# 通光時のクリーニングの危険性



## ■ 汚れていない光コネクタの場合



## ■ 汚れている光コネクタの場合



通光時に清掃すると400mW程度で溶融  
もし、汚れがある場合は、さらに低パワーで溶融

**⇒光コネクタ清掃時は必ず通信光を停止！**

# 光コネクタ端面検査機について

可搬型の光コネクタ端面検査機が、接続・保守現場の作業に最適です。

## 単心コネクタ用



## 多心コネクタ用



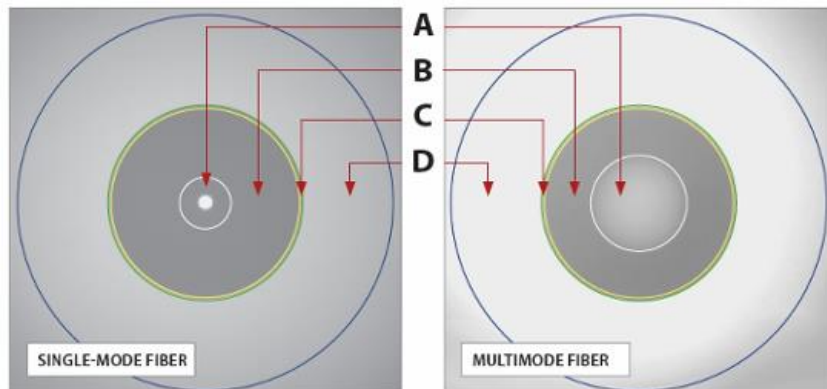
## 選ぶポイント

- ✓ プラグとアダプタの両方を効率的に観察
- ✓ 端面の汚れや傷の状態を自動判定
- ✓ パワーメーター機能を装備
- ✓ ワイヤレスで手元のタブレット等で観察 …etc

# 端面状態の合否判定

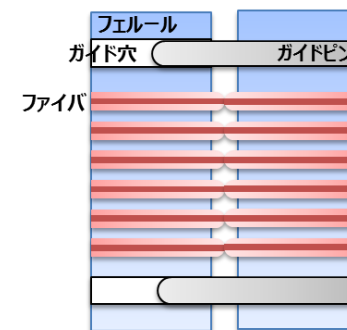
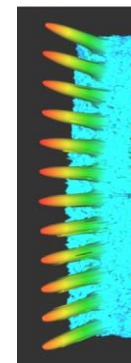
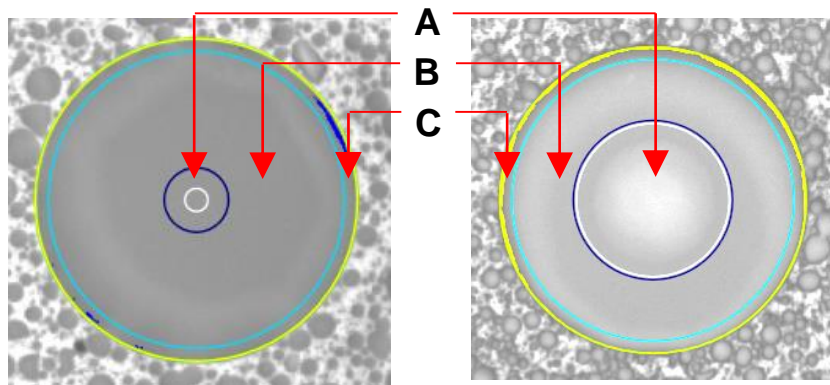
IEC 61300-3-35 Ed.2.0による判定がデファクト

単心コネクタ



A : コアゾーン B : クラッドゾーン C : 接着剤ゾーン D : フィジカル接続ゾーン

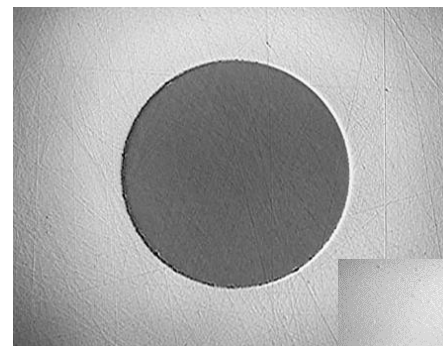
多心コネクタ



# 光コネクタの研磨グレード

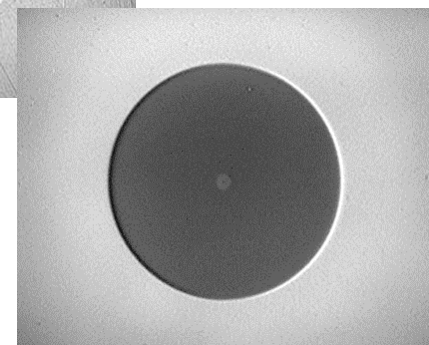
## 光コネクタ研磨グレード

研磨グレード	反射減衰量
PC研磨	25dB以上 (約3,000分の1)
SPC/AdPC研磨	40dB/45dB以上 (約10,000分の1)



PC研磨

RL=34.5dB



AdPC研磨

RL=53.1dB

敷設してしばらく(約20年)経過しているファイバは**PC研磨の可能性あり**

【事例】接続している機器のアップグレードにより通信が不安定に。

挿入損失（ロス）は問題ないので、原因究明に時間を要した。

【対策】接続損失の確認と併せて、光コネクタの端面状態を観察、確認。

ご清聴ありがとうございました