



## 光コネクタを観察状態からワンアクションで清掃 ——光コネクタクリーナー一体型スコープ

NTT先端集積デバイス研究所<sup>†1</sup> / NTTアドバンステクノロジー<sup>†2</sup> /  
NTTデバイスイノベーションセンタ<sup>†3</sup>

ひぐち ゆういち<sup>†1</sup> みうら とおる<sup>†2</sup> はだま こういち<sup>†1</sup> やまぐち じょうじ<sup>†3</sup>  
樋口 雄一 / 三浦 達 / 葉玉 恒一 / 山口 城治

光コネクタ端面に付着したゴミや汚れは通信エラーを引き起こす可能性があるため、端面を清浄に保つことが重要となります。そのため光コネクタの接続時には、従来より端面の清掃と観察が行われています。これらの作業は個別の光コネクタ用クリーナ・スコープをそれぞれ持ち替えて行うため、作業工程が長くなっていました。今回、清掃・観察の作業を簡便にするために、光コネクタ用のクリーナとスコープを一体化し、ツールを持ち替えずワンアクションで作業できる新規ツールを研究開発しました。

### 光コネクタ端面の異物

光コネクタは低損失で光ファイバを接続する部品として光通信装置・設備のいたるところで用いられています。光コネクタでは光コネクタ端面どうしを物理的に押し付け、光ファイバのコア部分が隙間なく接触することで光接続されます。しかし、光コネクタ端面にゴミや汚れなどの異物が付着していると通信光が遮断される、接続面に隙間が生じるなどの要因で、接続点での透過光パワーの減少や反射光パワーの増加が起きます。これらは通信品質の劣化や通信自体の不具合を引き起こします。また、ハイパワー光を用いるV-OLTやラマンアンプなどで使用される光コネクタでは、異物の焼き付きや、光ファイバ自体を溶融してしまう危険性が指摘されています<sup>(1), (2)</sup>。

### 光コネクタ端面の検査

通信の不具合を避けるため、光コネクタ端面を清浄に保つことが求められ、IEC61300-3-35やITU-T Rec. L.36などの標準規格に基づいて、異物がないかを検査することが推奨されています。これらの規格では、光ファイバのコア中心

からの距離によって許容される異物のサイズ・個数が定められています。微小な異物を目視で検査するのは不可能なため、光コネクタスコープにより撮影した端面像を解析して検査規格に合格しているか判断します。検査が不合格となった場合には、清掃糸が先端に付いたペンタイプの光コネクタクリーナなどで光コネクタ端面を清掃し、再度観察、検査の工程を繰り返します。現在、光コネクタスコープ、光コネクタクリーナは、それぞれ個別のツールとして市

販されており、各ツールを持ち替え、観察、検査、清掃を繰り返す作業が煩雑となっています。そこで、作業効率を改善するために光コネクタクリーナと光コネクタスコープを一体化して、観察状態からワンアクションで清掃できる光コネクタクリーナー一体型スコープを開発しました。

### 構成と動作原理

光コネクタクリーナー一体型スコープの構成を図1に示します。光コネクタク



図1 光コネクタクリーナー一体型スコープの構成



3-35ではシングルモードファイバの場合、光ファイバの中心から直径25  $\mu\text{m}$  (図3 (b)赤実線) までをコアゾーン、25~120  $\mu\text{m}$  (図3 (b)橙点線) までをクラッドゾーン、120~130  $\mu\text{m}$  (図3 (b)緑破線) までを接着剤ゾーン、130~250  $\mu\text{m}$  (図3 (b)水色一点破線) までをコンタクトゾーンと定義しており、それぞれのゾーンで許容される異物のサイズ、数が定められています。図3 (b)の画像からコン

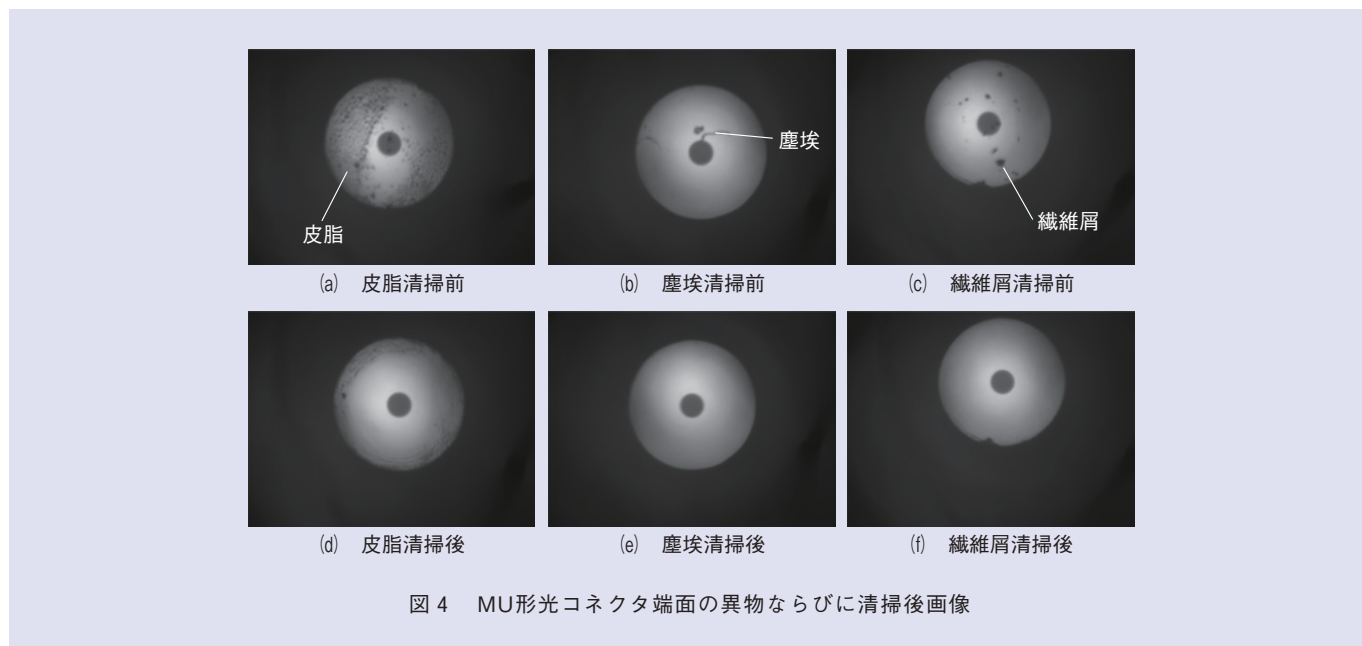
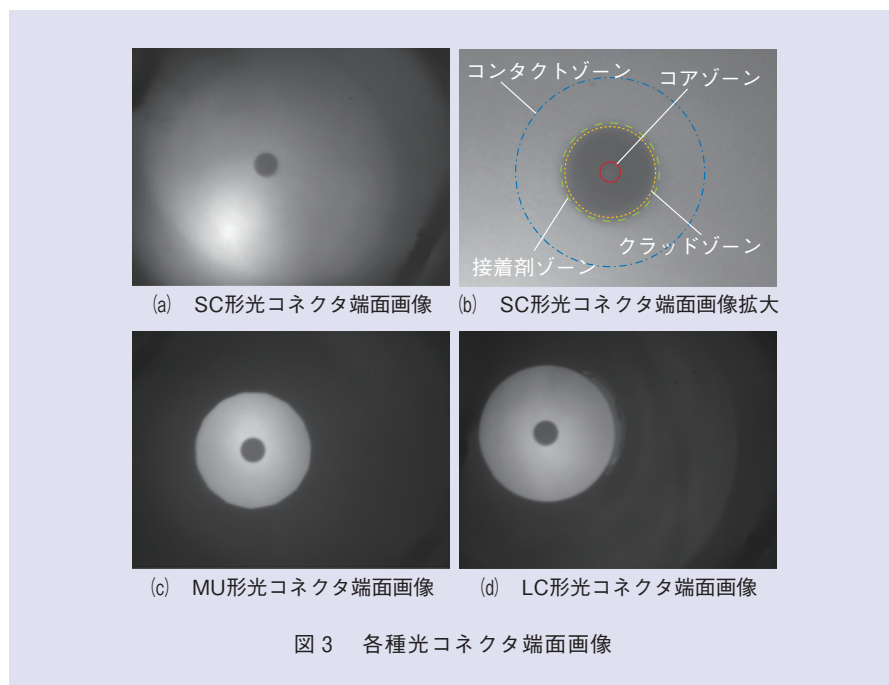
タクトゾーンまでの領域が十分に観察できることが分かります。MU, LC形光コネクタの端面を観察した画像を図3 (c), (d)に示します。フェルール径が小さく光アダプタの開口が狭いMU, LC形光コネクタでもSC形光コネクタと同様に光ファイバ、フェルールが観察でき、コネクタ種に依存しない、鮮明な画像が取得可能です。

次に、異物が付着したMU形光コネク

タ端面の観察・清掃例を図4に示します。光ファイバやフェルール上に島状に点在しているものが皮脂であり、明確に確認できることが分かります (図4 (a))。また、皮脂と同様に光コネクタ端面上の塵埃、繊維屑が明確に確認できます (図4 (b), (c))。これらの異物が光コネクタどうしの接続を阻害します。先の観察状態から光コネクタクリーナー一体型スコープをさらに押し込み、端面清掃を実施した後、観察位置に戻したときの画像を図4 (d)~(f)に示します。異物種によらず清掃でき、光ファイバ周辺の異物が取り除かれていることが分かります。光コネクタを清浄にするために必要なクリーナの平均清掃回数が2回であるため、従来のツールでは観察・清掃・観察・清掃・観察と5回ツールの抜き差しが標準作業でしたが、このツールを使うことで、ツールの抜き差し回数を1回に減らすことができます。そのため、抜き差し作業が大部分を占めていた作業時間を大幅に短縮できます。

### 光学系・清掃機能の性能評価

IEC61300-3-35ではシングルモードファイバのクラッドゾーンにおいて2  $\mu\text{m}$ の欠陥のサイズ判別することが要求されています。光学系の特性評価のため、



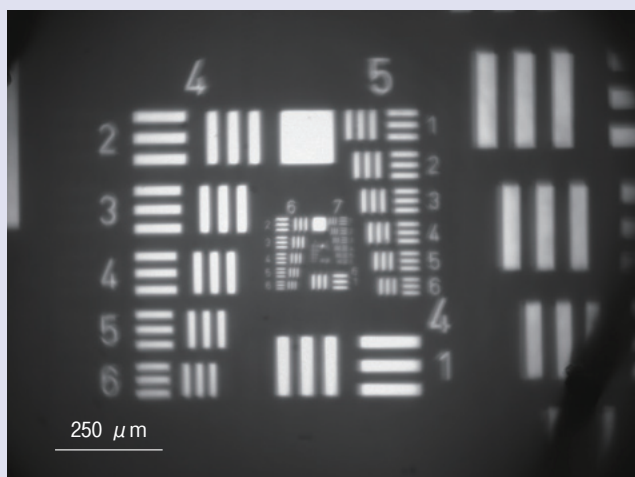


図5 1951USAFテストターゲット画像

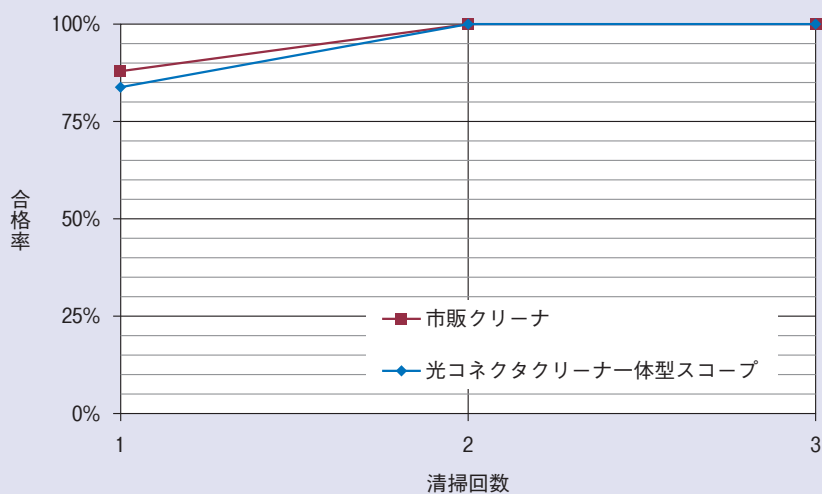


図6 MU形光コネクタでの清掃回数と検査合格率

イメージングシステムの分解能測定によく用いられている1951USAFテストターゲットを観察しました。1951USAFテストターゲットの観察画像を図5に示します。このターゲットはさまざまな線幅のラインアンドスペースが描かれています。このラインアンドスペースのコントラストを解析した結果、判別可能な線幅が $2\mu\text{m}$ 以下であることが確認できました。以上から、光コネクタクリーナー体型スコープが実用的な性能を有していることが分かりました。

光コネクタクリーナー体型スコープの

清掃性能を図6に示します。これは、皮脂が付着したMU形光コネクタ端面がIEC61300-3-35の基準をクリアするまでに必要な清掃回数を評価した結果です。比較のために、市販のペンタイプクリーナでも同様の評価を実施しました。試行回数はそれぞれ50回です。合否判定には市販の光コネクタスコープと解析ソフトを用いました。評価の結果、光コネクタクリーナー体型スコープでは、2回の清掃で100%の合格率になり、市販のペンタイプクリーナと同等の性能が実現できていることが分かりました。

## 今後の展開

ここでは光コネクタクリーナー体型スコープを紹介しました。本ツールは光コネクタ端面の清掃と観察を短時間で実施できるため、光設備だけでなく光装置の製造現場にも適用可能だと考えています。また、この技術は細管内での異物の検査・清掃など各種分野で応用できる可能性がありますので、今後アプリケーションを広げていきたいと考えています。

### 参考文献

- (1) 大町・細田・岡田・木原・豊永：“光アクセス設備でのコネクタ溶融故障事例,” 信学総全大, Vol.334, B-10-25, 2011.
- (2) A. Naka and T. Matsuda: “Operational Issues Facing Commercial Raman Amplifier System: Safety Measures and System Designs,” Optical Fiber Communication Conference, W3E.4, Los Angeles, U.S.A., March 2015.



(左から) 山口 城治/ 葉玉 恒一/  
樋口 雄一/ 三浦 達 (右上)

光コネクタクリーナー体型スコープは機構系技術と私たちが保有している光学技術を密接にコラボレーションすることで実現しました。今後も光学技術を活かしてさまざまなツールの研究開発を続けていきます。

### ◆問い合わせ先

NTT先端集積デバイス研究所  
ソーシャルデバイス基盤研究部  
バイタル情報処理研究グループ  
TEL 046-240-2035  
FAX 046-270-2936  
E-mail higuchi.yuichi@lab.ntt.co.jp