

光ファイバー製品の検証と清掃のガイドライン

©Panduit Corporation Japan Branch

作業を始める前によくお読みください。

1.0	はじめに	1
2.0	リンクおよびチャネルのコネクティビティシステム(光コネクタ・光アダプタ)について	2
3.0	使用上の注意事項	2
4.0	欠陥の見分け方について	2
5.0	機器リスト	4
6.0	端面の目視確認基準範囲および清掃基準範囲	6
7.0	検査ガイドライン	7
8.0	清掃手順	8
9.0	トラブルシューティング	10
10.0	最適条件	11

1.0 はじめに

本書は、マルチモードおよびシングルモード光ファイバー製品(コネクタ/アダプタ)の目視検査および清掃についての推奨手順の概要を紹介しています。

光ファイバー製品の清掃は、光ファイバー機器の接続品質において必要条件となっています。光ファイバーのインターフェースを清掃することは、システムの維持において最も基本的かつ重要な手順となります。

くぼみ、亀裂、傷といったコネクタの異常によって挿入損失が大きくなり、反射損失が低くなります。また場合によってはこれらの問題が重大であったり、端面に異常が生じると、信頼性にも影響を及ぼします。コネクタアセンブリメーカーや成端作業者は端面を拡大し検査を行い、研磨済み端面の品質を確認します。また必要であれば修正作業を行ってください。

また、コアの部分のホコリなどの汚染物が、高電力レーザーシステムによってファイバーの表面に融和し、ファイバーが使用不能になる場合があります。

本書は、現場での検査におけるPANDUITの技量要求、工具および最適な成端への確立に焦点を当てています。

光ファイバー製品を清掃する際、わずかなホコリや汚染が付着しないよう、手順に従ってください。ホコリ等が付着したコネクタを使用すると、他の機器へ影響を及ぼしたり、端面が損傷しますので、コネクタは適切に清掃してください。検査や清掃はファイバーの接続を行う前に必ず実施してください。

本書では、一定の品質を保つため、現場でのアセンブリや検査が不十分な場合の影響やインターコネクタの欠陥による性能の問題、またPANDUITによる光ファイバーコネクタ端面の基準について明記しています。

版	制定	作成	承認
一	2008年1月18日	久保	今野

光ファイバー製品の検証と清掃のガイドライン

©Panduit Corporation Japan Branch

2.0 リンクおよびチャネルのコネクティビティシステム(光コネクタ・光アダプタ)について

配線システムにおけるファイバー接続は検査と清掃の対象です。コネクティビティシステムとは、光コネクタおよびネットワークの異なる部分を接続しているアダプタを含みます。

3.0 使用上の注意事項

1. 高出力が入射されているコネクタを検査するのは非常に危険です。
2. コネクタに光の入射がないか、パワーメータを用いて必ず確かめてください。
3. コネクタを検査する際、ハンディータイプの拡大鏡やレンズは絶対に使用しないでください。
4. レーザーがオンの時にコネクタをファイバースコープに接続しないでください。

4.0 欠陥の見分け方について

光ファイバーコネクタの端面は、一般的に端面を拡大し、目視で異常が無いかを検査します。端面の異常は以下のように分類されます。

搔き傷

搔き傷は表面にある欠陥です。搔き傷があると光が反射・散乱し、結果として挿入損失および反射が増大します。傷が深いと、反射や散乱を増大する原因となる破片を集めてしまう可能性があります。コアの外側にある傷は、ファイバーコア間の物理的接触不良の原因となる破片を集める可能性があります。また、大きな傷はファイバー心線を破損する恐れがあります。

亀裂

ファイバーの亀裂は素材の破砕で、表面に線状に現れます。亀裂は、搔き傷と同様の問題がありますが、搔き傷と異なりファイバーの深い部分まで達する場合があります。ファイバーの縁に近い部分に傷があると、縁が欠ける可能性があります。このような場合、欠けた縁が破片として残り、コネクタの突き合わせに影響を及ぼします。

汚れ(Fixed)

この場合の汚れは、表面に元から付着している汚れ(エポキシ、傷、粒子など)を指し、除去することができません。これらの汚れは光の伝導を部分的に断ち、想定している挿入損失値を超える場合があります。また、反射減衰量が低下する場合があります。

ファイバーコアの外側に付着している汚れは、ファイバー端面の物理的接続が遮断あるいは制限され、挿入損失が高くなり、反射減衰量が低くなる原因となります。もし物理的接続が可能でも、温度の変化により端面に割れ目が生じ、損傷する可能性があります。

汚れ(Loose)

この汚れはコネクタの表面に付着した汚れ(油、油脂、ファイバー破片、金属の微分子など)を指し、本書に記載された方法で除去することができます。これらの汚れは光の伝導を部分的に断ち、想定している挿入損失値を超える場合があります。

版	制定	作成	承認
一	2008年1月18日	久保	今野

光ファイバー製品の検証と清掃のガイドライン

©Panduit Corporation Japan Branch

くぼみ・穴

コネクタ端面の穴は研磨の際に生じたもので、でこぼこした形です。これらの穴は、搔き傷と同様の問題があります。穴があると挿入損失が増大し、反射減衰量が低下し、コネクタを成端する際にファイバーコアの物理的接続の妨げとなります。

欠け傷

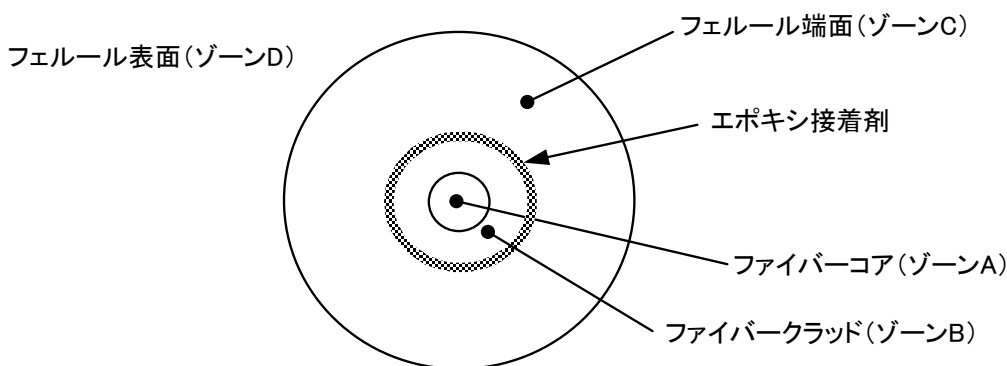
欠け傷とは、ファイバーの一部分(クラッドの縁などの境界部分)が相当な大きさに欠けた場所を指します。ほとんどは研磨やカットの際に生じ、欠けた部分に汚れが溜まり易くなり、コネクタの機能に影響を及ぼします。コア部分の欠け傷は、局所的な屈折の変化により挿入損失が増大します。

欠陥の位置

ファイバーの欠陥は、端面の異常の位置によって調査および分類が可能です。端面は、光ファイバーコネクタを突き合わせる面として定義されています。この端面は、コア(ガラス)、クラッド、またこれらを囲むセラミック・プラスチック・メタルのいずれかで出来たフェルールから成っています。これらの部分は常に損傷を受けないよう保護する必要があります。

検査の際に見つかった欠陥の位置は、性能を左右します。下図のゾーンA(コア部分)はファイバーの光を誘導する部分で、各ゾーンの中で最も繊細な部分です。ゾーンAにおける欠陥は、隣接するファイバーへの光の転送に直接影響を及ぼし、性能にも影響を及ぼします。

図1: シングル光ファイバーコネクタの断面



注: MTP[®]やMPOコネクタの場合、ゾーンCとDの境界線は構造上、目視で確認できません。現在、MTP[®]・MPOコネクタの全てのファイバーを一度で確認できる拡大検査機はありません。MTP[®]・MPOアダプタを用いて、各ファイバーを確認し、1つでもファイバーに傷や汚れがある場合はアレーの表面全体を清掃する必要があります。

欠陥の仕様と範囲

欠陥の種類と位置に加え、欠陥のサイズと量による評価も必要となります。成端基準はコネクタの品質を助長するための基準であり、また適切な検査や処理ができるよう成端技術を調査し、確認する必要があります。

※MTPはUS Conec社の登録商標です。

版	制定	作成	承認
—	2008年1月18日	久保	今野

光ファイバー製品の検証と清掃のガイドライン

©Panduit Corporation Japan Branch

5.0 機器リスト

コネクタの清掃および検査

以下は、Panduitが推奨する、ファイバーコネクタの清掃および検査に必要な機器や消耗品のリストです。

図2: 機器および消耗品リスト

 <p>マイクروسコープ (200倍) 型番: FSCOPEY</p>	 <p>クリーニング綿棒 型番: FSWB-C</p>	
 <p>アダプタ検査ツール (当社取扱製品外)</p>	 <p>マイクروسコープ用アダプタ</p>	 <p>MTP※タイプアダプタ (当社取扱製品外)</p>
 <p>クロスワイプ 型番: FWP-C</p>	 <p>1.25μmファイバーアダプタクリーナー (当社取扱製品外)</p>	
 <p>MTP※(ピン無し)コネクタ 用クリーニングツール 型番: FMPFCT</p>	 <p>2.5μmファイバーアダプタクリーナー (当社取扱製品外)</p>	
 <p>MTP※カセット用 クリーニングツール 型番: FIBCT</p>	 <p>MTP※(ピンあり)コネクタ 用クリーニングツール 型番: FMPMFCT</p>	

※MTPはUS Conec社の登録商標です。

版	制定	作成	承認
—	2008年1月18日	久保	今野

光ファイバー製品の検証と清掃のガイドライン

©Panduit Corporation Japan Branch

6.0 端面の目視確認基準範囲および清掃基準範囲

端面を清掃後、顕微鏡を用いて検査を行います。下記の表を元に欠陥のタイプ、サイズ、度合い、位置を確認します。

表1: 目視検査基準

位置	ファイバータイプ	搔き傷	ひび割れ	汚れ		穴	欠け傷
				Fixed	Loose		
ファイバーコア (ゾーンA)	SM	再成端	廃棄	再成端	清掃	再成端	廃棄
	MM	再成端	廃棄	再成端	清掃	再成端	廃棄
	MPO/MTP*	再成端	廃棄	再成端	清掃	再成端	廃棄
クラッド (ゾーンB)	SM	OK	廃棄	再成端	清掃	OK	OK
	MM	OK	廃棄	OK	清掃	OK	OK
	MPO/MTP*	OK	廃棄	OK	清掃	OK	OK
フェルール端面 (ゾーンC)	SM	OK	N/A	再成端	清掃	OK	OK
	MM	OK	N/A	OK	清掃	OK	OK
	MPO/MTP*	OK	N/A	OK	清掃	OK	OK
フェルール表面 (ゾーンD)	SM	N/A	N/A	OK	清掃	N/A	N/A
	MM	N/A	N/A	OK	清掃	N/A	N/A
	MPO/MTP*	N/A	N/A	N/A	清掃	N/A	N/A

7.0 検査ガイドライン

コネクタ端面の顕微鏡による目視検査は、成端結果の質や接続面が清潔かどうかを確認するのに最も適した方法です。コネクタの端面は滑らかで傷が無く、ひび割れ等が無いようにしてください。次頁の図は、コネクタ端面の様々な傷や汚れを示しています。

コネクタを検査する際の顕微鏡の推奨倍率は200倍です。ルーペなどの倍率が低いものでは十分な結果が得られません。また高倍率のものでは、性能に支障のない欠陥が実際よりも酷く見える場合があります。図4ではMTP*コネクタを倍率400倍で見た際に、フェルールの端面に油分が付着している様子を表しています。

コネクタの成端において、ハイレベルな技術が必ずしも性能を良くするとは限りません。一般的に、200倍の顕微鏡で欠陥が見つからなければ、コネクタの性能に影響を与えることはありません。また、コネクタ端面の検査を必要以上に重要視する傾向がありますが、一般的にコネクタ端面ではなくファイバーコアにある欠陥が問題となります。クラッドの外側周辺のファイバーの欠損は異常ではなく、コアへの光の連結への影響は最小限に抑えられます。同様に、クラッド部分の傷も影響を及ぼしません。

*MTPはUS Conec社の登録商標です。

版	制定	作成	承認
—	2008年1月18日	久保	今野

光ファイバー製品の検証と清掃のガイドライン

©Panduit Corporation Japan Branch

図3: シングルコネクタのファイバー端面図

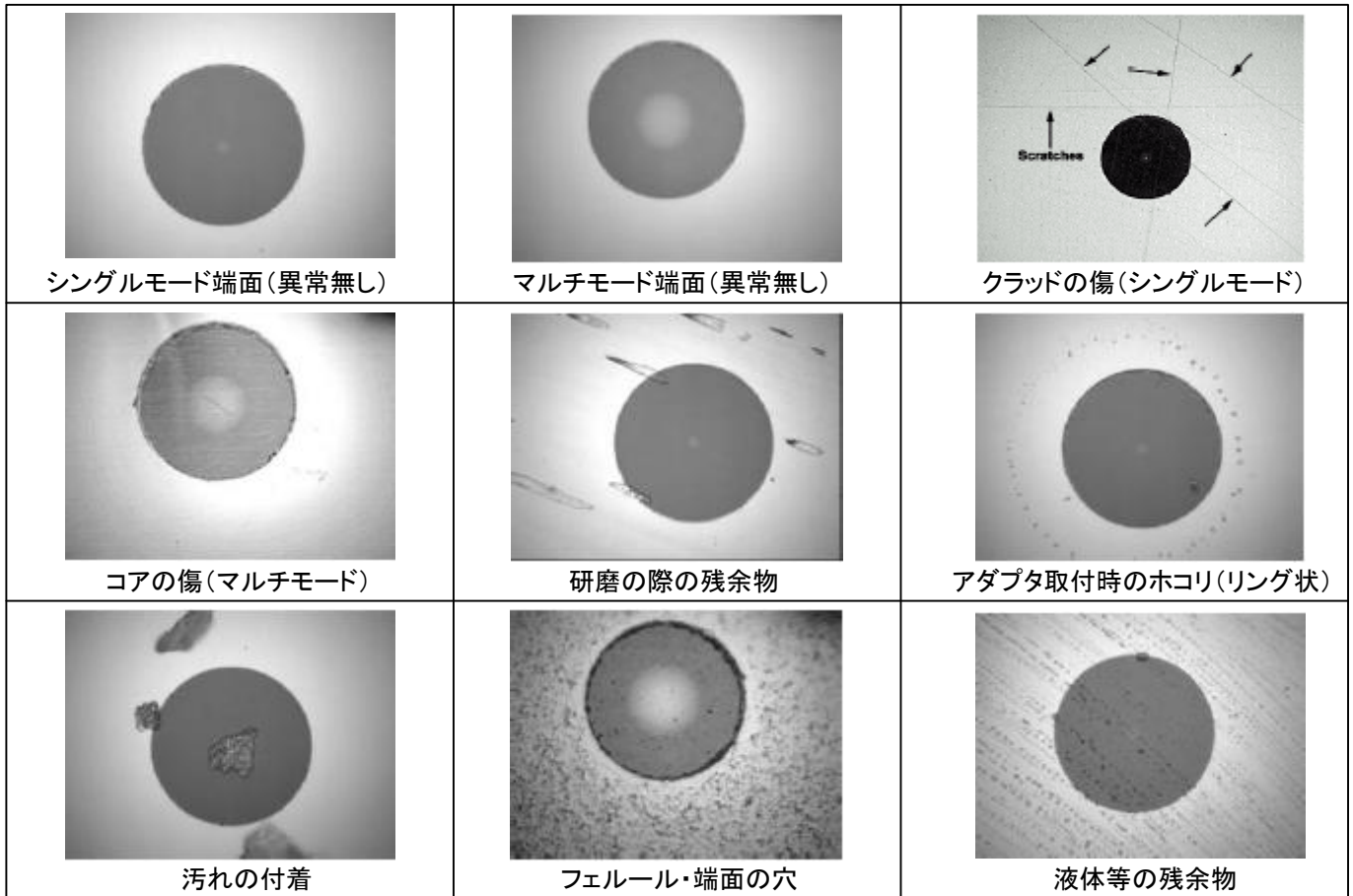
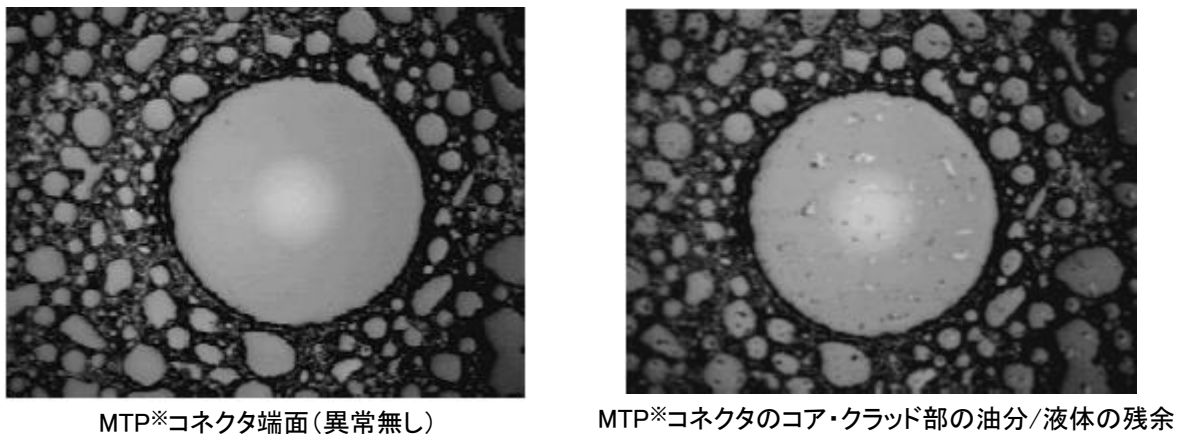


図4: MTP®コネクタのシングルファイバー端面 (400倍率)



※MTPはUS Conec社の登録商標です。

版	制定	作成	承認
—	2008年1月18日	久保	今野

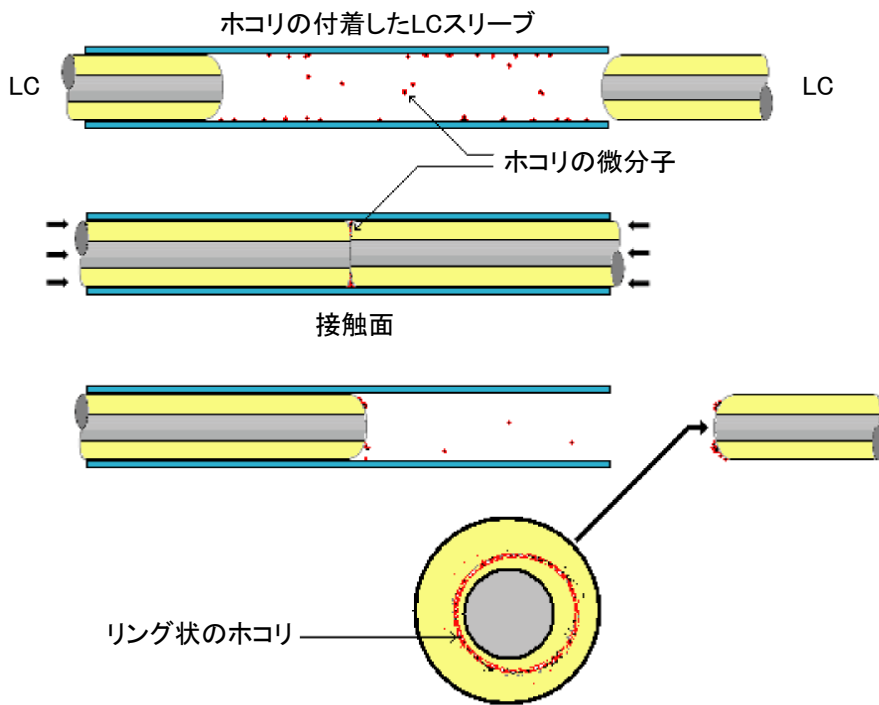
光ファイバー製品の検証と清掃のガイドライン

©Panduit Corporation Japan Branch

アダプタの汚れとして最も共通するものは“リング状のホコリ”です(前頁の図3・本頁図5参照)。アダプタスリーブ内のホコリやゴミなどが、フェルールを両端から挿入した際に、接触面に集まり付着します。2つのフェルールが接触した際にホコリの微分子がリング状になって付着します。

また接触面に湿気やアルコールが付着している場合もリング状にホコリ等が付着します。アダプタが清潔な場合は上記のような現象は起こりません。

図5: リング状のホコリ



※MTPはUS Conec社の登録商標です。

版	制定	作成	承認
一	2008年1月18日	久保	今野

光ファイバー製品の検証と清掃のガイドライン

©Panduit Corporation Japan Branch

8.0 清掃手順

汚れが付着していると思われる部品に対しては、以下の清掃手順を推奨します。清掃手順の説明内で記述されている各コネクタ/アダプタの状態については以下の定義を基準にしてください。

Utilized and accessible: アダプタにファイバーコネクタが接続されており、アダプタの両側が接触可能。

Not utilized and inaccessible: アダプタの片側が接続されていて接触が出来ない状態。またもう片方のアダプタは使用していないので接触可能。

Utilized and inaccessible: アダプタの片側にファイバーコネクタが接続されており、片側のアダプタのみ接触可能。

A. 単心光ファイバーコネクタの清掃手順

1. レーザー光線が通っていないことを確認します。
2. 保護キャップが取り付けられている場合は外します。
3. マイクロスコップを用いてコネクタを検査します。
4. リントフリーワイブ(FWP-C)でファイバーの端面を清掃します。リールタイプの場合は専用クリーナー(FMTPFCT)を推奨します。
5. ファイバー端面を再度検査し、清潔か確認します。
6. ホコリの付着などの欠陥がある場合はステップ3を繰り返します。
7. ファイバー端面を再度検査し、清潔か確認します。
8. コネクタをすぐに使用しない場合は、保護キャップを取り付けます。

B. 単心光ファイバーアダプタの清掃手順

Utilized and accessible

1. レーザー光線が通っていないことを確認します。
2. アダプタの両端からコネクタを取り外します。
3. クリーニング綿棒(FSWB-C)をスライドするようにしてアダプタを清掃するか、専用クリーナー(SFM-125/SFM-250)を用いて清掃します。
4. 上記Aの手順通りコネクタを清掃し、清潔か確認します。
5. アダプタにコネクタを取り付けます。

Utilized and inaccessible

1. 保護キャップを取り外します。
2. アダプタ検査ツールがあれば、アダプタを検査します。
3. 専用クリーナー(SFM-125/SFM-250)を用いて清掃します。
4. アダプタを再度検査します。
5. 保護キャップを戻します。

Utilized but inaccessible

1. レーザー光線が通っていないことを確認します。
2. アダプタからコネクタを取り外します。
3. アダプタ検査ツールがあれば、アダプタを検査します。
4. 専用クリーナー(SFM-125/SFM-250)を用いて清掃します。
5. アダプタを再度検査します。
6. 上記Aの手順通りコネクタを清掃し、清潔か確認します。
7. アダプタにコネクタを取り付けます。

版	制定	作成	承認
—	2008年1月18日	久保	今野

光ファイバー製品の検証と清掃のガイドライン

©Panduit Corporation Japan Branch

C. MPO・MTP※コネクタの清掃手順

1. レーザー光線が通っていないことを確認します。
2. 保護キャップが取り付けられている場合は外します。
3. ファイバー用マイクロスコープでファイバーを検査します。また、可能であればMPO・MTP※アダプタも検査します。
4. 専用クリーナー(FMTPFCT/MTPMFCT)を用いてファイバーを丁寧に清掃します。使用方法は取扱説明書を参照してください。
5. ファイバーを再度検査し、清潔か確認します。
6. コネクタをすぐに使用しない場合は、保護キャップを取り付けます。

D. MPO・MTP※アダプタの清掃手順Utilized and accessible

1. レーザー光線が通っていないことを確認します。
2. アダプタの両端からコネクタを取り外します。
3. アダプタクリーナー(FIBCCT)を用いてアダプタを清掃します。
4. 上記Cの手順通りコネクタを清掃し、清潔か確認します。
5. アダプタにコネクタを取り付けます。

Not utilized and inaccessible

1. 保護キャップを取り外します。
2. アダプタ検査ツールがあれば、アダプタを検査します。
3. アダプタクリーナー(FIBCCT)を用いてアダプタを清掃します。
4. 保護キャップを取り付けます。

Utilized and inaccessible

1. レーザー光線が通っていないことを確認します。
2. アダプタからコネクタを取り外します。
3. アダプタ検査ツールがあれば、アダプタを検査します。
4. アダプタクリーナー(FIBCCT)を用いてアダプタを清掃します。
5. アダプタを再度検査します。
6. 上記Cの手順通りコネクタを清掃し、清潔か確認します。
7. アダプタにコネクタを取り付けます。

9.0 トラブルシューティング

コネクタやアダプタなどの清掃状態による性能不良は、ネットワークの特定のエリアに限定され、性能の低下の原因/場所別に分類されます。

A パーマネントリンク関連

これらの欠陥は主にパーマネントコネクタ、パッチコードあるいはアダプタにおいて発生します。原因として、ジャンパやケーブルの不適切な配線、コネクタの不適切な取り付け、接続部分の汚れ、エンクロージャー内の集中的なダメージなどがあります。

B 機器関連

光の伝送の超過や不足は、全体的あるいは断続的な欠陥の原因となります。トランシーバーへのコネクタの不適切な取り付けや、パッチコードやコネクタ、トランシーバーの汚れが原因となります。メーカーの仕様を参照せずに機器を清掃しないでください。

C 成端関連

以前に成端したファイバーネットワークへの作業において、ケーブルの配線や成端に注意を払わない場合も欠陥が生じる場合があります。これらの欠陥はパーマネントリンクかネットワーク機器の光コンセントのいずれかに生じます。

※MTPはUS Conec社の登録商標です。

版	制定	作成	承認
—	2008年1月18日	久保	今野

光ファイバー製品の検証と清掃のガイドライン

©Panduit Corporation Japan Branch

D メンテナンス関連

LANIにおいて、壁や天井を通した配線、過度の引っ張り、ケーブルの欠損、コネクタ内でのファイバーの破損などの欠陥は、ケーブルの確認が不十分であったり、作業者の不注意によって生じます。

接続性や清潔度、欠陥の検査は、ネットワークの問題を解決するために、推奨する項目です。下記の表2は、特定の状態に対する推奨解決方法のガイドラインです。

表2: ファイバー端面の欠陥および解決策

欠陥	解決策
エポキシ接着剤による線状の傷	コネクタの交換
ファイバーピストン: コネクタ本体あるいはフェルール内でファイバーの軸が動く	ピストン(+): 再研磨することで改善する可能性あり ピストン(-): コネクタの交換
ファイバーの突き出し: 研磨の不足による表面の凹凸	再研磨することで改善する可能性あり
ファイバーのくぼみ: 研磨のしすぎによる表面の凹凸	コネクタの交換あるいは再成端
フェルールの損傷	コネクタの交換
表面にくぼみがある	コア(SM・MM・MPO/MTP※)やクラッド(SM)に傷があれば再研磨
表面に傷がある	コネクタの交換
ファイバーの端が欠けている	再研磨することで改善する可能性あり
表面にかすり傷がある	再研磨することで改善する可能性あり
コア/クラッドに放射状の傷がある	コネクタの交換あるいは再成端
表面下に傷がある	コネクタの交換あるいは再成端

10.0 最適条件

1. 検査および再成端をする場所は常に清潔な状態を保ち、コネクタが汚れないようにしてください。検査をするファイバーコネクタやアダプタは汚れが付着する可能性が高い場所(床や指等)に触れないようにしてください。
2. アルコールの誤用による汚れを防ぐため、最初は乾いた布での清掃を推奨します。アルコールなどを用いた清掃は最後の手段として使用してください。
3. PANDUIT製コネクタおよびアダプタは、ダストキャップが取り付けられているか、プラグに成端された状態で出荷されています。コネクタを使用していない間は、汚れや損傷を防ぐために常に取り付けられた状態にしてください。コネクタやパッチパネル、接続に使用するものは全て、使用するまでダストキャップを取り付けておいてください。
4. アダプタから取り外したコネクタに汚れ等が付着している場合は、突き合わせているもう片方のコネクタにも汚れが付着しています。従って、再度接続する前に、2つのコネクタおよび接続するアダプタを清掃・検査してください。
5. アダプタにコネクタを挿入する際、コネクタの先端がアダプタの外側に触れないように注意してください。ファイバーの端面が当たり、傷や汚れの付着の原因となります。
6. コネクタの清掃にはリントフリーワイブ(FWP-C)およびリールタイプのクリーナーを使用してください。
7. アダプタが清掃しにくい場合は、ガンタイプのリールクリーナーを使用してください。
8. ダストキャップを取り付けたり、再接続する前に200倍率のマイクロスコープを用いてコネクタを再度検査してください。
9. 機器に永久的に取り付けるコネクタやアダプタの清掃については、機器への損傷を最小限に抑えるためメーカーの仕様を必ず参照してください。

※MTPはUS Conec社の登録商標です。

版	制定	作成	承認
—	2008年1月18日	久保	今野