

# PON方式におけるトラブル事例と対策

光ブロードバンドサービスの普及に伴い、フレッツ光サービスの提供するトリプルプレイ（インターネット、IP電話、映像配信サービス）の需要が拡大し、設備も急速に増加しています。今回はPON（Passive Optical Network）方式による光アクセスシステム特有の故障事例として、異常発光ONU（Optical Network Unit）の故障事例と、映像配信サービス用の設備で発生した光コネクタ端面の溶融事例と対策について紹介します。

## PON方式による光アクセス網の設備概要

PON方式による設備ビルからお客さま宅までの光アクセス網の設備構成例を図1に示します。

現在の光アクセス設備では、超高速通信サービスと映像配信サービスを1本の光ファイバで複数のお客さまに提供しています。GE-PON（Gigabit Ethernet-PON）システムは、アクセス区間を1 Gbit/sという超高速で通信する技術です。GE-PON-OLT（Optical Line Terminal）は下り1.49  $\mu\text{m}$ 、上り1.31  $\mu\text{m}$ の波長帯域を利用してIPデータ通信を行うことで、インターネット接続サービス、IP電話サービスを提供しています。さらにV-OLT（Visual-OLT）は下り1.55  $\mu\text{m}$ の波長帯域を使用して映像配信サービス（フレッツ・テレビ）を提供しています。GE-PON-OLTとV-OLTの信号光はWDM（Wavelength Division Multiplexing）カプラにて波長多重され、1本の光ファイバでお客さま宅まで配信されます。

## 異常発光ONUによる故障事例

### (1) 故障内容

GE-PONシステムにおいて複数のお客さまから故障の申告があり、受付部門（113/光サポート等）にてOPS（Operation System）で収容情報や警報状態を確認したところ、同一PON-IFパッケージ収容の複数のONUで「上り誤り率劣化」や、「サービス断」警報が発生していました。切分け作業において、1台のONUを外したところ（電源をOFFにする、または光コードを抜去する）、ほかの複数で発生していた故障がすべて回復しました。

### (2) 故障原因

撤去されたONUを調査した結果、当該ONUは電源を入れると常に1.31  $\mu\text{m}$ の連続光（CW信号）が+2 dBmのパワーで出力されており、この連続光が同一PON-IFパッケージ収容の他回線へ影響を与えていたことが分かりました。

また、本件とは別の同様の故障事例として、電源を入れ

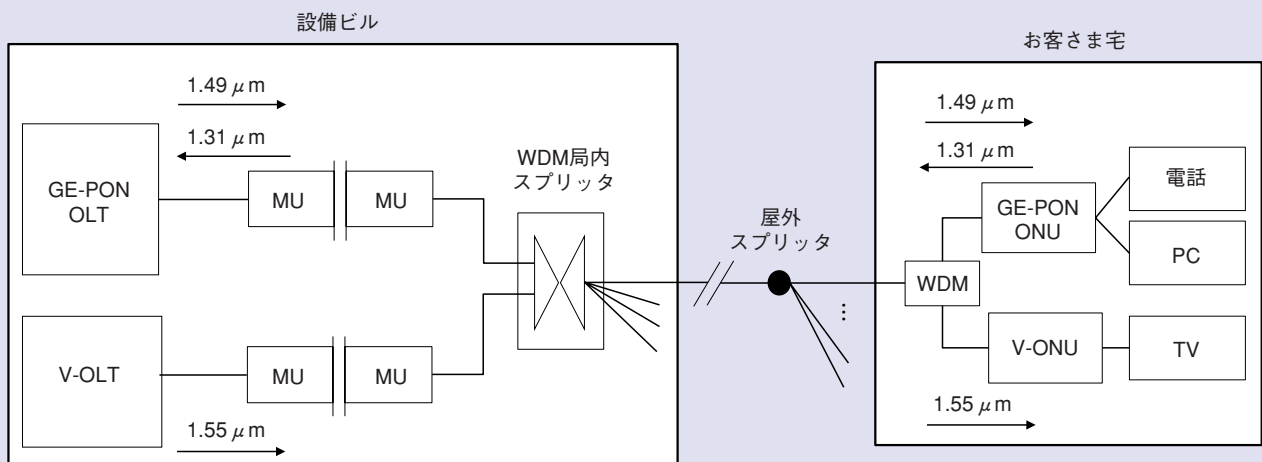


図1 設備構成例

ると常に1.31  $\mu\text{m}$ の正常の光（0/1信号）を送出し続ける場合もありました。これらの故障したONUのCW信号と0/1信号の波形を図2に示します。

今回の故障原因は、当該ONUが故障によりOLTの制御を無視して上り信号（CW信号）を送出したため、同一PON-IFパッケージ収容の他回線の上り信号と重なってしまい、OLTが各ONUを識別できなくなり上り誤り率劣化やサービス断の警報が発生したことになります。イメージを図3に示します。

### (3) 対策

同一PON-IFパッケージ収容の複数の回線において、上り誤り率劣化やサービス断警報が発生した場合には、故障した異常発光ONUが故障原因の可能性がありますが、その場

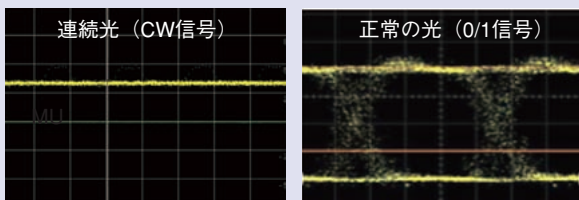


図2 故障ONUのCW信号と0/1信号の波形

合、影響を受けた申告回線へ修理手配をしても故障は回復できないため、長時間化する可能性があります。最短で故障切分けを実施するには、まず局内4分岐スプリッタ下部側から故障切分けを実施する必要があります。同一PON-IFパッケージ収容のIDM（Integrated Distribution Module）架等で4方路の光心線を特定して、物理的に切り離します。

次に、パワーメータ等を用いてONUからの受光レベルの有無を4方路について順次確認します（図4）。

このときに正常なONUはOLTの信号経路から切り離されると発光することができないため、受光レベルがなければ正常と判断します。ONUから受光レベルが確認できた場合には、その光心線の下部側の8分岐スプリッタ内に故障した異常発光ONUが接続されていることになります。

次に、特定された所外8分岐スプリッタの下部側の光接続部で8方路を切り離し、パワーメータ等を用いてONUからの受光レベルの有無を確認し、特定した異常発光ONUを正常なONUに取り替えれば修理完了です（図5）。

また、IDM架や8分岐スプリッタ部で切り離した光接続部の再接続時には、光コネクタプラグおよびアダプタを清掃して再接続します。

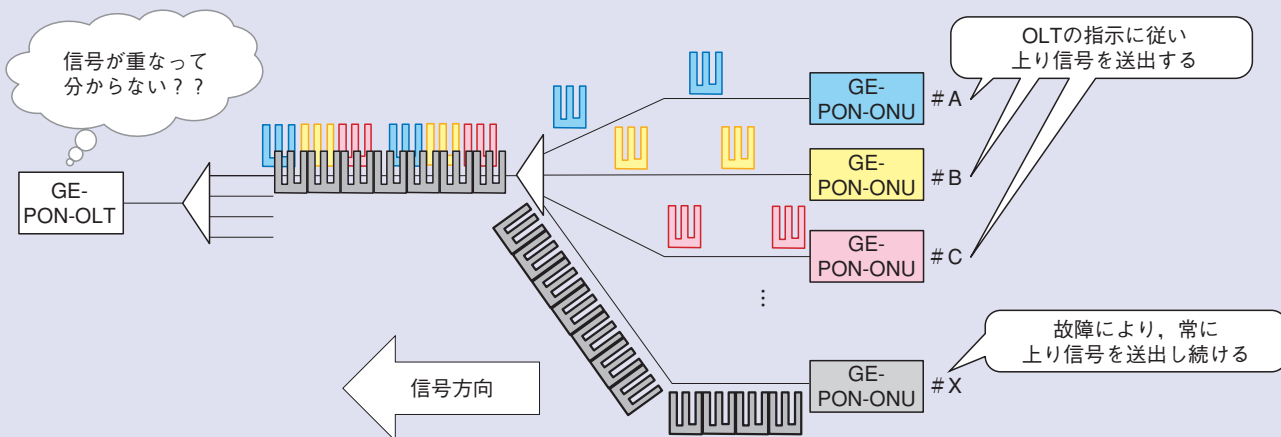


図3 異常発光ONUの上り信号

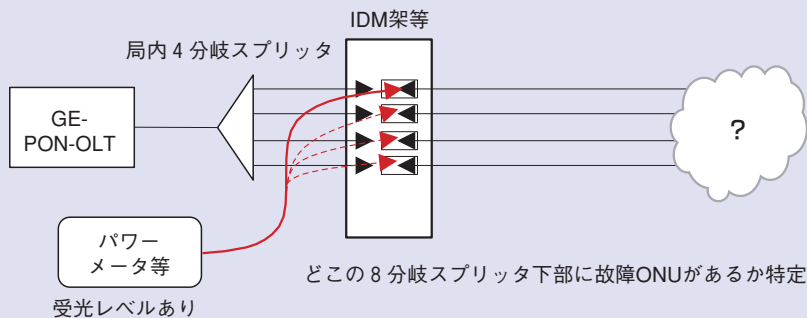


図4 所内IDM架等による切分け手順

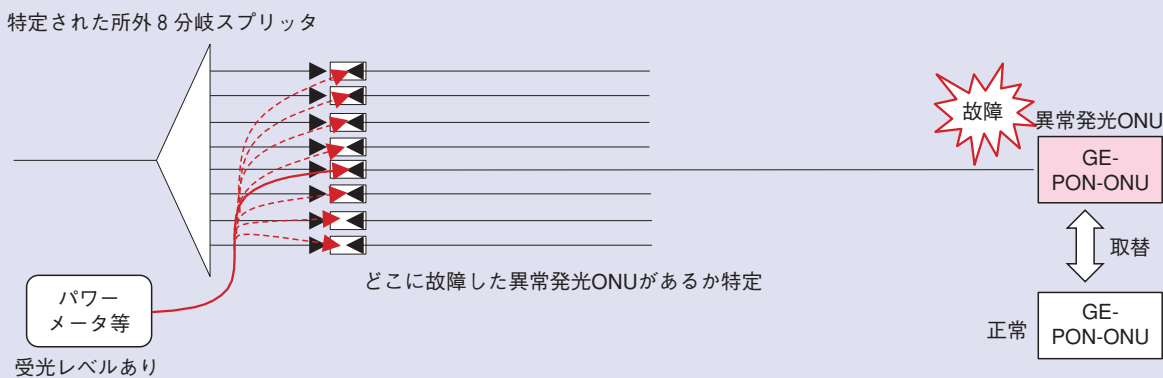


図5 所外8分岐スプリッタでの切分け手順

## 光コネクタ端面の溶融事例

### (1) 故障内容

映像配信サービス（フレッツ・テレビ）用のIDM-B架のMUコネクタ部において、所内装置（V-OLT）の構築時には、受光レベルで+17 dBmが確認されていましたが、IDM-A架へ接続する際に改めて測定したところ、+12 dBmとなり約5 dBの損失が発生した事例がありました。溶融した設備構成を図6に示します。当該MUコネクタ端面の清掃を実施しても状況が変わらないことから原因調査をしました。

### (2) 故障原因

光学特性を調査した結果、反射減衰量については正常なコネクタの開放端が約14 dB程度となるのに対して約39 dBと異常であることが分かりました。損失も約5 dB大きいことが分かりました。また、解体調査で走査線電子顕微鏡（SEM）を用いてコネクタ端面を詳細に調査したところ、コア部に溶融痕を確認しました（図7）。

V-OLT装置の光を入射させたMUコネクタの端面に手油、衣服（作業シャツ）、清掃用具（クリーナのゴム板部）、ホコリの各汚れを付着させて再現実験を行いました。実験したすべての場合でコア部が溶融し、損失も増加しました。そ

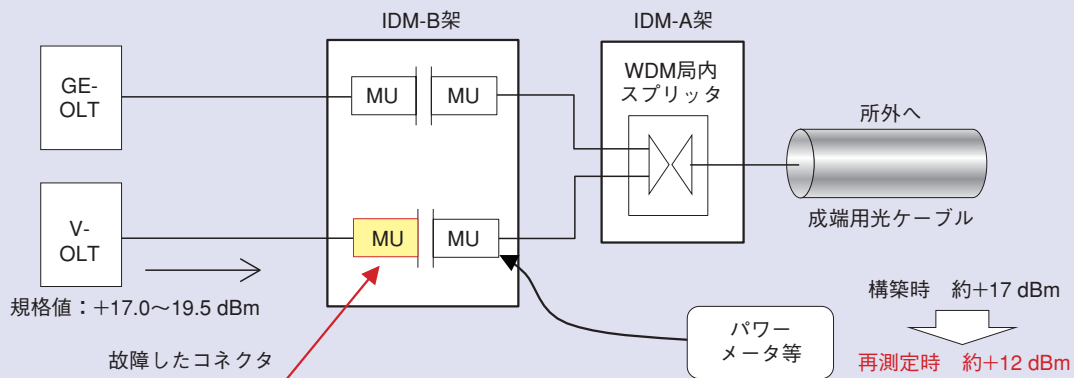


図6 コネクタ端面の溶融した設備構成例

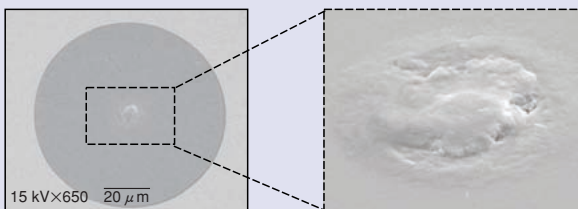


図7 SEMによる調査結果



図8 専用クリーナによる清掃例

のうち手油、衣服による溶融痕が本事例に類似した結果となりました。よって、本事例の原因はV-OLT装置の非常に大きい光パワーがコネクタ汚れで熱に変換されコアのガラスを溶融させたためと推測します。

### (3) 対策

対策としてはコネクタの清掃を行い、コネクタ端面に汚れを付着させないことが重要です。接続前に専用クリーナを用いて光コネクタプラグおよびアダプタの清掃を必ず実施する必要があります(図8)。

## まとめ

ここではPON方式におけるトラブル事例と対策について紹介しました。技術協力センターでは、今後とも安心・安全なネットワークを維持するために難解な故障の解決に向けて

努めていきます。

### ◆問い合わせ先

NTT東日本  
 ネットワーク事業推進本部  
 サービス運営部 技術協力センター アクセス技術担当  
 TEL 03-5480-3701  
 FAX 03-5713-9114  
 E-mail gikyo@ml.east.ntt.co.jp