

# 光ネットワークの基盤を支える光通信部品

光機器・コンポーネント事業部 緒方 和也<sup>1</sup>

## Cable Network Components Supporting the Infrastructures of the Optical Network

K. Ogata

ユビキタスネットワーク社会の実現に向け、光アクセスネットワーク整備の重要性がますます高まっています。映像配信やクラウドサービスなどのアプリケーションは日々多様化し、通信容量は年々拡大しています。このように、今や光アクセスネットワークは、国民生活に不可欠な通信インフラであり、高速・大容量化、高信頼性化、省電力化、低コスト化が求められています。

これらの光アクセスネットワークの基盤を支えているのが、光ファイバや光通信部品です。

The importance of optical access networks increases day by day as the world moves toward ubiquitous networks. This comes with the increasing number of applications such as video delivery and cloud services, consuming an ever increasing capacity. As a result, optical access networks have become a communications infrastructure essential to the lives of people, demanding ever higher speed, capacity, reliability, energy efficiency, and cost-effectiveness. The support of these infrastructures is by the fiber optics and optical cable network components.

### 1. ま え が き

光通信部品には、①光ファイバおよび光ファイバケーブルの接続技術、②光線路監視システム、③波長選択スイッチ、といった分野があり、当社はトップグループのメーカーとして開発に取り組んでいます。

さらに、各種光コネクタの開発で培った技術を応用して、ハイエンド通信機器やスーパーコンピュータに使用される、光インターコネクション用光コネクタの開発にも力を注いでいます。

### 2. 光ファイバおよび光ファイバケーブルの接続技術

#### 2.1 メカニカルスプライス

光ファイバ同士を簡易に接続する技術の一つとして、当社はメカニカルスプライス接続技術を開発し、施工性・経済性の改良を続けています。最近、当社は光ファイバの余長が短くても接続可能なメカニカルスプライス接続技術を開発しました<sup>1)</sup>(図1)。この技術はファイバ接続余長約60mmでも接続が可能であり、架空ドロップクロージャ内で一度引き落とした光ファイバの下部側へ再接続や、既設の小～中規模集合住宅への小型キャビネット設置などを容易に実現します。メカニカルスプライス技術の適用範囲は、光アクセスネットワークのより

経済的な構築に効果的であると、期待されています。

また、当社は、ドロップケーブル同士を接続するための施工作業性に優れた、外被把持メカニカルスプライスも開発しています<sup>2)</sup>。この技術は、ケーブル切断時の保守やドアやサッシの隙間から引き込める隙間配線光インドアケーブルの施工にも有用な技術です。

#### 2.2 メカニカルスプライス型現場組立コネクタ

メカニカルスプライスの技術を利用した現場組立コネクタ(図2)<sup>3)</sup>の開発は、日本国内のFiber To The Home (FTTH) 普及期に、本格化されました。特にケーブル外被把持型現場組立コネクタ<sup>4)</sup>はFTTHの経済的な構築に有効であることから急速に普及しました。現在、海外FTTHにもこのメカニカルスプライス型現場組立コネクタが普及しています。

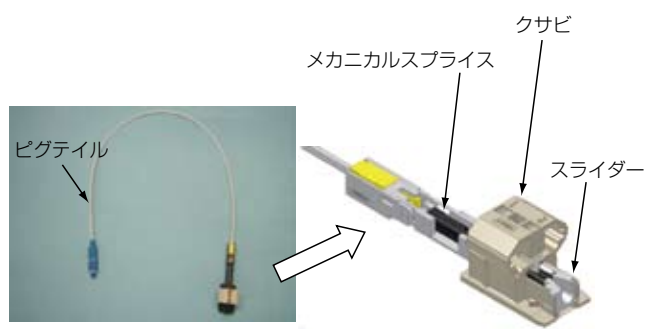


図1 短余長対応メカニカルスプライス  
Fig. 1. Mechanical Splice for short length fiber.

1 光機器開発部部長

略語・専門用語リスト 略語・専門用語	正式表記	説明
メカニカルスプライス		光ファイバを押さえ部材により位置決めする接続器
Fiber To The Home (FTTH)		光ファイバを利用した家庭用の高速データ通信サービス
低反射接続		通信光の戻りを低く抑えることが出来る接続
斜めPC研磨 (APC)		コネクタ端面を斜めかつ凸球面状に形成する研磨
MPO コネクタ	Multiple Push-on コネクタ	NTTの開発したPush-onタイプの多心光ファイバコネクタ
MT コネクタ	Mechanically Transferable コネクタ	NTTの開発した多心光ファイバコネクタ
PT コネクタ	Photonic Turn コネクタ	光路変換タイプの光コネクタ
トランクケーブル	Trunk Cable	データセンタ等の光配線のバックボーンとして使用されるケーブル
10 GBASE-SR		IEEE 802.3 aeで定められた10 Gbpsの通信が可能な10 Gigabit Ethernetの規格の一つ
OM 3		ISO/IEC 11801で定められたマルチモード光ファイバの規格の一つ

### 2.3 融着型現場組立光コネクタ

当社は、融着接続技術を用いた融着型現場組立コネクタ<sup>5)</sup>も開発しています。融着接続は、メカニカルスプライス等のファイバ付き合わせ方式の接続と比較して、低反射という特長をもっています。このため、融着型現場組立光コネクタは、従来斜めPC研磨 (APC) タイプのコネクタ<sup>6)</sup>が使用していた低反射を要求する用途へ、適用が広がっています。また、従来、多心接続の現場組立コネクタの実現は難しいとされていましたが、最近、当社は多心接続であるMPOコネクタタイプ (図3)の現場組立コネクタ<sup>7)</sup>を開発しました。この技術は主にデータセンタの配線や保守に有効な技術として期待されています。



図2 メカニカルスプライス型現場組立コネクタ  
Fig. 2. Field-installable connector with mechanical splice.

### 2.4 光ケーブルリングシステム

インターネットやスマートフォンの普及、映像配信によるトラフィック増を背景に、データセンタ建設が増加の一途を辿っています。このような状況の中、データセンタ内の配線材料のマーケットも拡大しており、データ通信機器間および機器内の光配線が急速に浸透しています。

当社の光ケーブルリングシステムは、①細径・軽量なトランクケーブル、②多心の12 MPOコネクタを使用した一括接続技術、③モジュールタイプとして高密度実装が可能なパッチパネル、を採用しています。このため、10 GbEに対応するだけでなく、将来使用する40 GbEや100 GbEの高速・大容量伝送への移行もスムーズに



図3 融着型現場組立コネクタ  
Fig. 3. Field-installable connector with fusion splice.

おこなえることが特長となっています。(図 4, 5, 6)

また、当社のデータセンタ用光ケーブルリングシステムは、全てあらかじめ光コネクタ付けされているため、データセンタ内で光コネクタをつなぐだけで、短時間で、非常に信頼性の高い光ケーブルリングシステムを構築できます。さらに、必要に応じて広帯域なマルチモード光ファイバを用いることで、伝送距離を拡張可能です。10 G BASE-SRの場合、OM 3 で最大 300 m, OM 4 では 550 m まで伝送可能です。

また、光コネクタやケーブルが損傷する等のトラブルが発生した場合でも、融着型現場組立光コネクタを用いて、素早い復旧が可能です。

### 3. 光ネットワーク保守技術

#### 3.1 光線路監視システム

当社の光線路監視システム (Fiber Monitoring System: FiMO<sup>®</sup>) は、24 時間光ファイバ線路を監視し、障害発



図4 両端12MPOコネクタ付きトランクケーブル (48心)  
Fig. 4. 48 core fiber Trunk cable with 12MPO connector.



図5 12 MPO/LCコネクタモジュール  
Fig. 5. 12 MPO/LC connector module.

生時の迅速な対応や、障害予防保全を行うことができるシステムです。

このシステムは光線路を測定し状態を判定する「試験ユニット」、および設置された全ての試験ユニットをネットワーク経由して総合的に管理する「監視装置」で構成されています(図 7)。試験ユニットは光線路を測定する「測定装置」と光線路を切り替える「光ファイバセレクタ」で構成されています。線路故障が発生した場合、管理画面へのメッセージ表示(地図上への故障点表示も可能)とメール送信等で保守担当者へ迅速に通知を行うことが可能です。当社の光線路監視システムは、スプリッタを用いたPassive Optical Network (PON) システムにも世界で初めて対応しました。

当社の光線路監視システムの導入効果として、①常時・定期的な測定を行うことで光ファイバ線路の異常を早期に発見することができる、②現地に行かなくても故障発生位置、状況が把握できるため、迅速な復旧を行うことができる、③伝送損失の経時変化を「見える化」することで予防保全が可能となる、等があります。

#### 3.2 心線管理システム

当社の心線管理システムは、光ファイバ線路設備の位置情報と属性情報を電子地図上で一元的に管理するGeographic Information System (GIS) 技術を用いたシステムです。

心線管理システムは、データベースを管理するPCサーバと、操作を行うクライアントPCで構成されています。電子地図上に光ファイバ設備や、電柱、管路等光フ



図6 LCアダプタパネル  
Fig. 6. LC adapter panel.

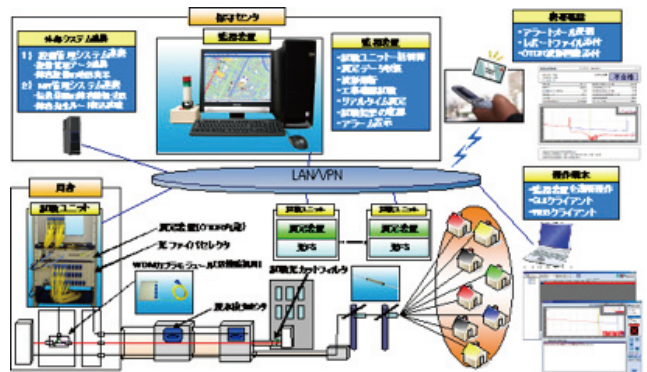


図7 光線路監視システム (FiMO<sup>®</sup>)  
Fig. 7. Optical fiber monitoring system. (FiMO<sup>®</sup>)



ファイバを敷設する設備を登録することで、設計とそのデータを管理します。各心線を区間毎に細分化し「回線名称」を付与することで個別に心線使用状態の管理ができます。また、FTTH設計の自動化と心線接続図や系統図を自動で作成する機能も持ちます。また光線路監視システムと連動することで、故障位置を地図上に表示することが可能です。(図 8)

これまで、光ファイバ線路設計図はCAD、エクセル等で作図され、そのデータは工事時の竣工図書で管理されており、その煩雑さから時をおうごとに管理が難しくなっていました。当社の心線管理システムは、光ファイバ線路および敷設設備、心線接続情報、回線情報をGIS技術で一元管理し、検索機能を用いて必要な情報をすばやく確認することができます。このため、変更・追加の設計作業時や故障発生時のデータ検索を、正確かつ効率的に行うことができます。

#### 4. 光波長選択スイッチ

一本の光ファイバで多数の光波長信号を伝える波長多重伝送技術が進展しています。最近では任意波長切替えによる光ファイバの柔軟な運用装置 (Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer : ROADM) が普及しつつあります。このROADMの主要光部品が波長選択スイッチ (Wavelength Selective Switch, 以下WSSと記す) です (図 9)。当社は自由空間光学設計・機構設計・電気回路設計・ファームウェア設計を統合した、高機能・高信頼性なWSS製品を実現しています。当社は、現在までに 1 x 2 WSSと 1 x 4 WSSを量産化し、また、更なる新製品開発を実施しています (図 10)。



図8 心線管理システム 地形図および系統図  
Fig. 8. Optical network database management System with geographical map.

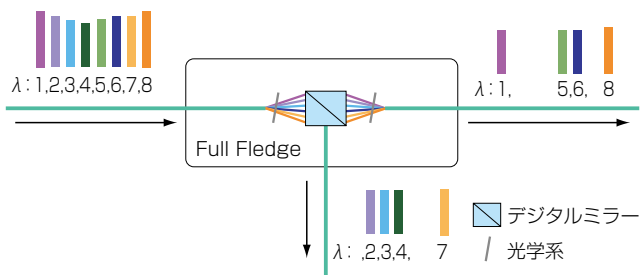


図9 WSS製品の機能概念図  
Fig. 9. Conceptual diagram of the function WSS.

#### 5. 光インターコネクション

光インターコネクションとは、装置内 (チップ内、チップ間、ボード間)、や装置間等の近距離での相互接続に光通信を用いる技術です。図 11 に光インターコネクションの模式図を示します。この技術は、従来の電気配線方式での膨大なデータや伝送速度の限界を解決する技術として期待され、データセンタやスーパーコンピュータ等の大容量・高速データ伝送が必要な分野で実用化が進んでいます。

##### 5.1 超多心光コネクタ

当社は、主に装置間の光インターコネクションに使用される光コネクタとして、超多心光コネクタを開発しています。図 12 に超多心光コネクタの一つである 48 MPO コネクタを示します。この光コネクタは、Push-on / Pull-offの容易な操作で着脱が可能で、2.5 mm x 6.4 mmの断面に 2 本のガイドピンと、12 心 x 4 段の 48 本の光ファイバを実装しています。当社は更なる高密度実装を図るため、同じ断面に光ファイバを 100 本実装できる光コネクタの検討も進めています<sup>8)</sup> (図 13)。



図10 WSS製品筐体外観例  
Fig. 10. WSS housing.

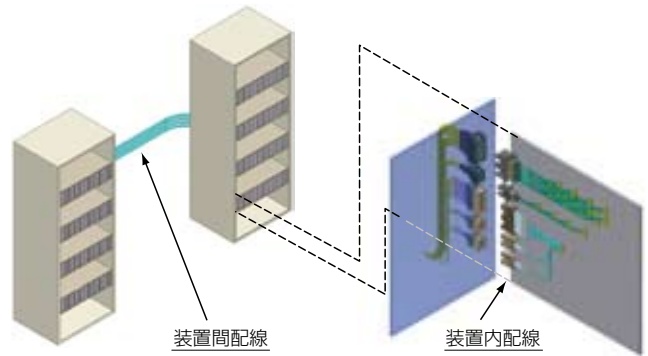


図11 光インターコネクション適用例  
Fig. 11. Example of the application of optical inter-connection.

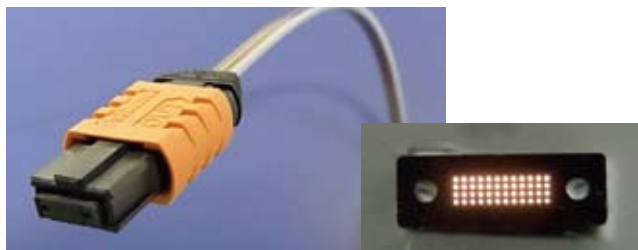


図12 48 MPO コネクタ  
Fig. 12. 48-fiber MPO connector.

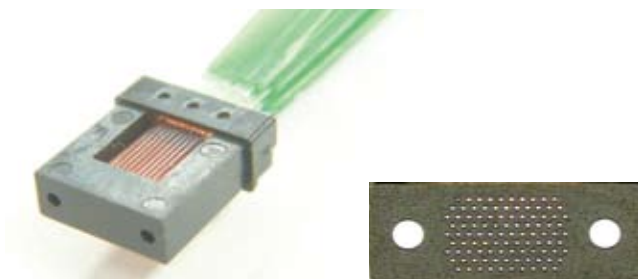


図13 100 MT コネクタ  
Fig. 13. 100-fiber MT connector.

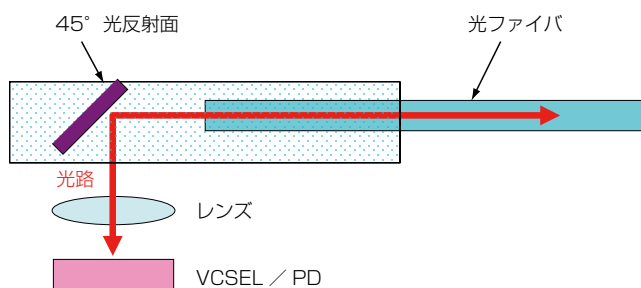


図14 PT コネクタの原理  
Fig. 14. Principle of PT connector.

## 5. 2 光路変換型光コネクタ

当社は、装置内の光インターコネクション用光コネクタとして、基板実装型の光コネクタを開発しています<sup>9)</sup>。代表的な基板実装型光コネクタとして、Photonic-Turn (PT) コネクタの原理を図 14 に、PT コネクタの外観を図 15 にそれぞれ示します。

この光コネクタは、コネクタ内部に、光路を変更する反射面を有しており、基板に取り付けられた光モジュールからの垂直方向の入出力信号を水平方向に光路変換することで、光コネクタの低背化を実現しています。現在、当社は光学透明樹脂を用いて、空気層との全反射を利用した反射面を備えた基板実装型光コネクタも開発しています (図 16)。

## 6. む す び

当社の光通信部品への取り組みと開発状況を紹介しました。当社はこれからも、世界をリードする製品を生み出し、光アクセスネットワークを支えていくことで、ユビキタスネットワーク社会の実現に貢献していきます。

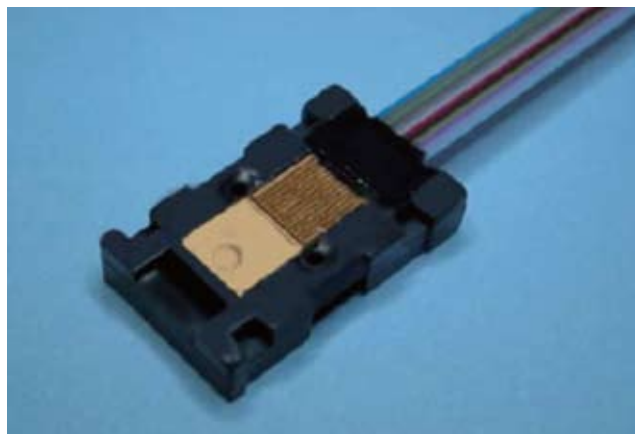


図15 PT コネクタ  
Fig. 15. PT connector.



図16 新型PT コネクタ  
Fig. 16. New type PT connector.

## 参 考 文 献

- 1) 山口ほか：メカニカルスプライス型短余長ピグテイル接続技術の開発 電子情報通信学会総合大会 B-13-5, 2012
- 2) 山口ほか：外被把持型メカニカルスプライスの開発 電子情報通信学会総合大会 B-13-4, 2012
- 3) 瀧澤ほか：現場取付用簡易組立光コネクタ, フジクラ技報, No.94, pp5-9, 04, 1998
- 4) 瀧澤ほか：FTTH (Fiber To The Home) 用ケーブル外被把持型現場組立光コネクタ, フジクラ技報, No.109, pp18-22, 10, 2005
- 5) 岩下ほか：融着型現場組立光コネクタ, フジクラ技報, No.113, pp15-19, 01, 2008
- 6) S.Takahashi et al: Low Return Loss Field-Installable Optical Connector, OFC2009, NWC2, 2009
- 7) 高橋ほか：融着型現場組立MPOコネクタの開発, 信学技報, OFT2011-67, pp55-58, 2012
- 8) 石川ほか：「光インタコネクション用超多心光コネクタ」, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, pp. 263, 2008
- 9) 石川ほか：「基板実装型多心光コネクタの開発」, 電子情報通信学会技術研究報告光ファイバ応用技術, pp. 23, 2006