

光線路管理・切替システムの開発

Development of Optical Fiber Management and Transfer System

檜岡 清一*
Seiichi Naraoka

伊藤 良久*
Yoshihisa Ito

時山 芳樹*
Yoshiki Tokiyama

概要 世界的なインターネットの普及に伴い、日本においてもインターネット人口は急増している。そのインフラストラクチャである光通信網の整備が求められている。基幹系では既に光化は行われているが、アクセス系において現状では普及が遅れており、光通信設備の拡充が求められている。今回、アクセス系の中の通信センター内（所内）の光配線について効率化の要求が出され、その要求に答えるため新たな配線システムとその装置・部品を開発した。本稿では、今回開発した所内配線システムについて紹介する。

1. はじめに

いま、「IT革命」がはやりとなっている。しばらく消えかかっていたFTTH（Fiber to The Home）も日の目を見ようとしている。

このような状況で情報通信のインフラストラクチャを整備することが急務となってきている。FTTHによりエンドユーザーまでのアクセス系の光通信設備が導入され、音声だけではなくデータの通信が増加するなどのサービスが多様化していく中、所内の配線システムについても効率的な運用を可能とすることが求められてきている。

従来の所内システムには局内ケーブル・スプリッタモジュール・光分岐モジュール・監視システム（AURORA）・成端架

類が設置されていたが、これまで構成物品単位でしか考えられていなかった。既に述べたようにシステムとして効率的な運用できるという要求に対して、構成装置類全体として考える必要が発生しシステム全体として検討を行った^{1), 2), 7)}。その結果これらの装置・部品類に対する要求は以下のようになる。

所内配線システムに対する要求

- 1) システム全体として設計上の柔軟性を持たせる。
- 2) スプリッタモジュール（ジャンパユニット）と光分岐モジュール（光スプリッタ）間の距離を最小限にする。
- 3) 1成端架当たりの収容心数を従来の架より大きくする。
- 4) 光分岐モジュール（カプラユニット）入り口への接続（ジャンパリング）のフレキシビリティを良くする。

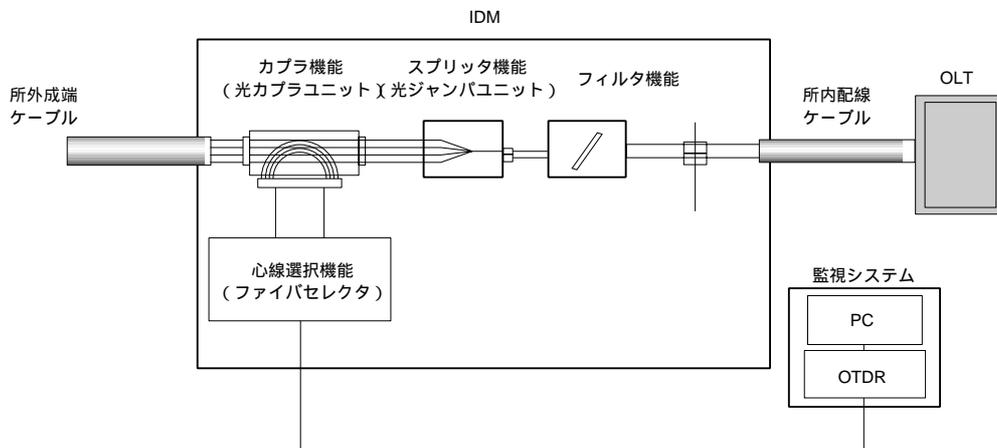


図1 所内配線システムの構成
Configuration of optical fiber distribution management system

* ファイナルフォトニクス研究所 光線路開発部

2. 所内配線システム

2.1 システム構成

前項で述べたような要求を満たすシステムとして今回開発した所内配線システムの構成は図1のようになる。従来、光ファイバケーブル用の成端架はFTM (Fiber Termination Module) という名称であったが、今回新たにIDM (Integrated Distribution Module) という名称となった。

このシステムでの特徴は下記のとおりである。

- 1) 従来1架であった成端架を2架に分離してシステム設計上の柔軟性を向上させた。
- 2) スプリッタモジュール (光ジャンパユニット) と光分岐モジュール (光カプラユニット) を1架 (IDM-A架) に収容した。
- 3) IDM-A架の収容心数を従来の2倍の4000心にした。
- 4) ジャンパユニットに整列エレメントを取り付けジャンパリング配線の作業性を向上させた。

以下にこのシステム構成品である光カプラユニット・光ジャンパユニット・ファイバセクタについて詳細を説明する。

2.2 光カプラユニット

光カプラユニットは光試験システムからの測定光を通信線に挿入し、通信線からの光を測定装置に戻す役割を持っている。

その光回路図は図2に示すようになっている。

図2の中でAポートは光ジャンパユニットからの光コネクタに、またBポートは成端ケーブルの光コネクタに接続される。Cポートは光試験システムのファイバセクタに接続される。

光カプラユニットのA-Bポート間の測定波長1310 nmでの挿入損失を図3に、また測定波長1550 nmでの挿入損失を図4に示す。またC-Bポート間の測定波長1650 nmでの挿入損失を図5に示す。

光カプラユニットの光学特性をまとめると表1のようになる。

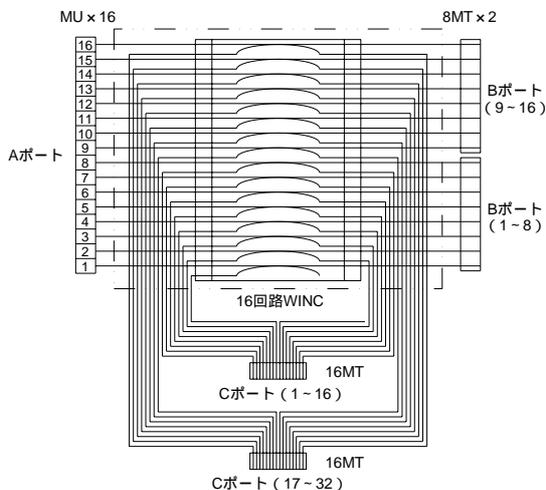


図2 光カプラユニットの光回路図
Optical configuration of coupler unit

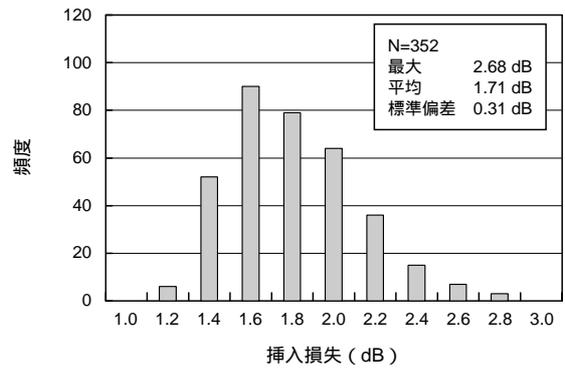


図3 光カプラA-B間挿入損失 (1310 nm)
Insertion loss of port A-B (1310 nm)

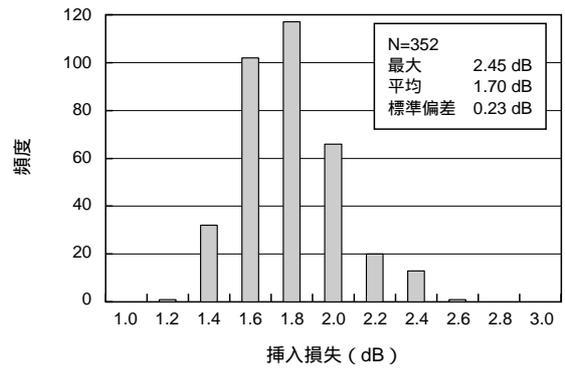


図4 光カプラA-B間挿入損失 (1550 nm)
Insertion loss of port A-B (1550 nm)

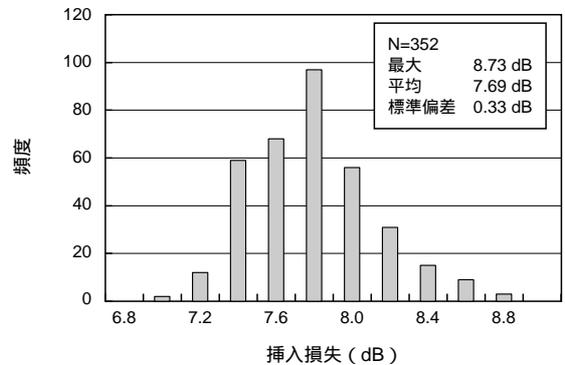


図5 光カプラC-B間挿入損失 (1650 nm)
Insertion loss of port C-B (1650 nm)

表1 光カプラユニットの主な特性
Characteristics of optical coupler unit

挿入損失 (dB)	A-Bポート 平均: 1.71 dB 標準偏差: 0.31 dB (1310 ± 20 nm) B-Cポート 平均: 7.95 dB 標準偏差: 0.45 dB (1310 ± 20 nm) 平均: 7.69 dB 標準偏差: 0.33 dB (1650 ± 5 nm)
反射減衰量 (dB)	Aポート 平均: 49.3 dB 標準偏差: 2.88 dB (1310 ± 20 nm) Cポート 平均: 42.8 dB 標準偏差: 2.18 dB (1310 ± 20 nm)

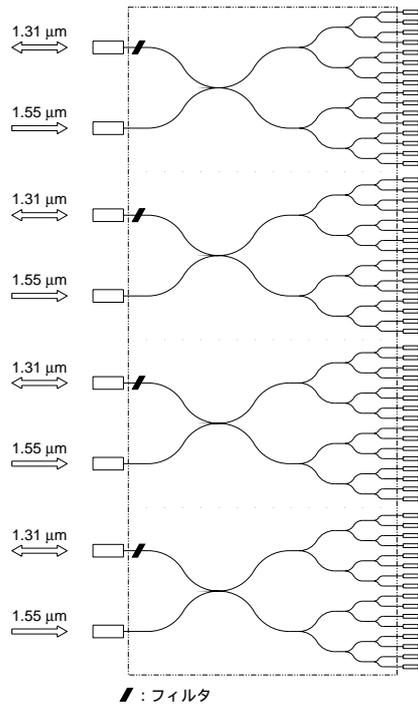


図6 光ジャンパユニットの光回路図
Optical configuration of optical jumper unit

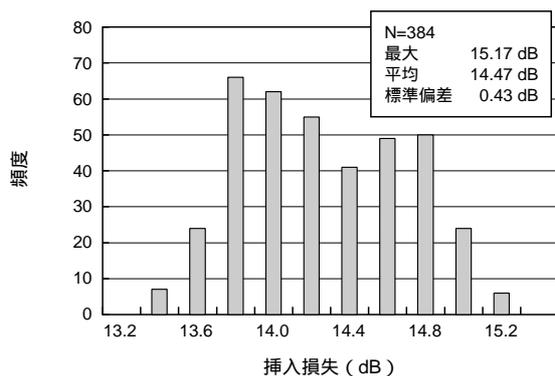


図7 ジャンパユニットA-B間挿入損失 (1310 nm:透過波長)
Insertion loss of port A-B (1310 nm)

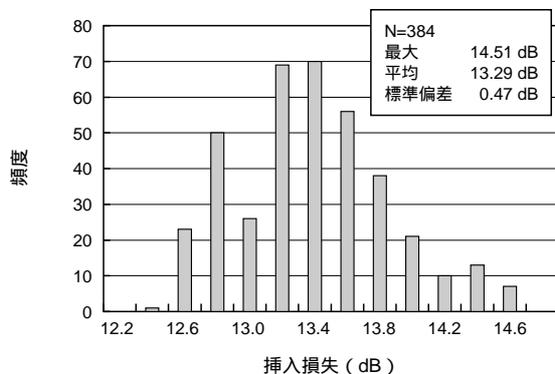


図8 ジャンパユニットC-B間挿入損失 (1550 nm:透過波長)
Insertion loss of port C-B (1550 nm)

2.3 光ジャンパユニット

光ジャンパユニットは伝送装置からの光を複数の光ファイバへ分岐させる役割をもち、用途やサービスに応じて違う

表2 光ジャンパユニットの主な特性
Characteristics of optical jumper unit

挿入損失 (dB)	A-Bポート 平均: 14.2 dB 標準偏差: 0.43 dB (1310 ± 20 nm) 平均: 54 dB 標準偏差: 0.78 dB (1310 nm帯と1550 nm帯の損失差及び1310 nm帯と1650 nm帯の損失差)
	B-Cポート 平均: 13.3 dB 標準偏差: 0.47 dB (1550 ± 20 nm)
反射減衰量 (dB)	Aポート 平均: 41.1 dB 標準偏差: 2.25 dB (1310 ± 20 nm)
	Cポート 平均: 45.1 dB 標準偏差: 4.94 dB (1550 ± 20 nm)

ユニットを使用する。ここでは波長多重用光ジャンパユニットの光回路を図6に示す。

光ジャンパユニットのA-Bポート間の測定波長1310 nmでの挿入損失を図7に、またC-Bポート間の測定波長1550 nmでの挿入損失を図8に示す。

光カプラユニットの光学特性をまとめると表2のようになる。

2.4 ファイバセクタ

2.4.1 ファイバセクタの概要

膨大な光線路を低コストに効率よく監視するためには、測定光切替に用いられる光スイッチの心線数の増大が求められる。一方、これら光スイッチは通常成端架内に収容されることから、小型化、高密度化が不可欠となる³⁾。

従来の光スイッチは単心又は多心のコネクタフェルールを用いて切替を行う方式であったが、この方式では小型化、高密度化が困難であった⁴⁾。

そこで、光ファイバ心線そのものを用いて切替動作を行うファイバ移動型スイッチを開発した。またこのスイッチを筐体(きょうたい)収納し監視システムに搭載するファイバセクタ(FS)を開発した。

2.4.2 光スイッチの構造

光スイッチの構造及び接続方法を説明する。

光スイッチの小型化を行うために、移動側ファイバとして直径125 μmの光ファイバを直接動作させる。固定側ファイバとして127 μm間隔でV溝が形成されたV溝基板に光ファイバを配列させる(図9, 図10)。

移動側ファイバがV溝上の目的のファイバ位置まで移動し、V溝基板のV溝に押しつけられることで、光軸合わせがなされ接続状態となる。

2.4.3 固定側ファイバのV溝配列

前項にて記述したとおり、固定側ファイバは127 μm間隔に形成されたV溝上に配列される。製造の容易性の観点から固定側ファイバとしては8心テープファイバを使用するが、それを2枚重ね、更に上下の光ファイバを交互にV溝基板に整列させることにより実現している(図10)⁶⁾。

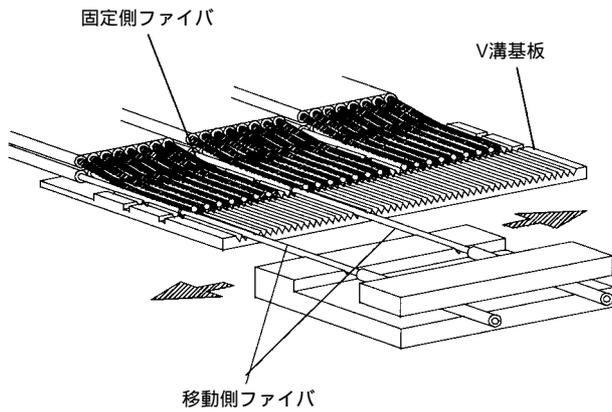


図 9 光スイッチの基本構造
Basic structure of optical switch

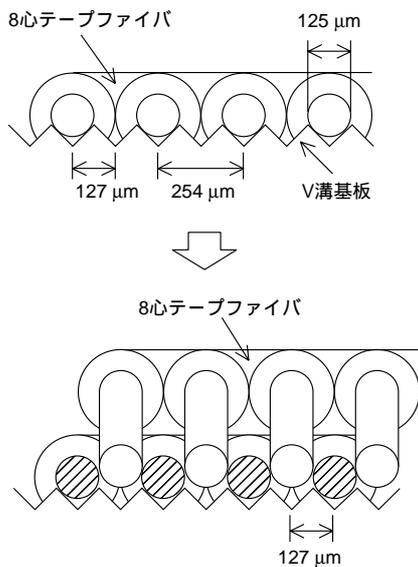


図 10 固定側ファイバ整列方法
Alignment method of fixed fiber array

具体的作業としては、初めに下側の 8 心テープファイバを V 溝に配列し、仮固定を行う。このときの配列間隔は 8 心テープファイバの配列間隔と同等の 254 μm である。この後上側の 8 心テープファイバを、下側のテープと 127 μm オフセットした位置から配列し、下側の 8 心テープファイバと一緒に固定する。これにより V 溝基板の上に 127 μm 間隔で光ファイバを配列した固定側ファイバができあがる。

2.4.4 温度補正

光スイッチはケース、機構部、V 溝等がそれぞれ異なる物質から構成されており、それら物質の熱膨張係数が異なる。このため温度変化によって移動側ファイバと固定側ファイバの位置ずれが発生するが、特に固定側ファイバの配列方向にずれ量が大きくなる。

固定側ファイバは V 溝上に配列されているため、配列間隔が大きければ V 溝の開口部が大きくなり、少々ずれが発生してもずれ量を吸収できるため問題にならない。しかし前述のように 127 μm 間隔でファイバ配列を行った場合、V 溝の開口部が小さく、このずれ量を無視することができない。

そこでサーミスタによる温度検出を行い、検出温度によって

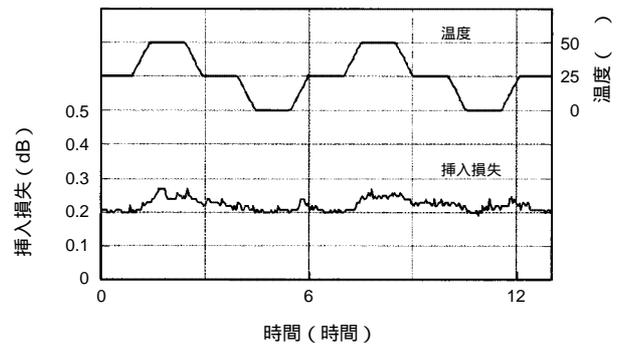


図 11 ヒートサイクル試験時の損失変動
Repeatability of insertion loss on heat-cycle test

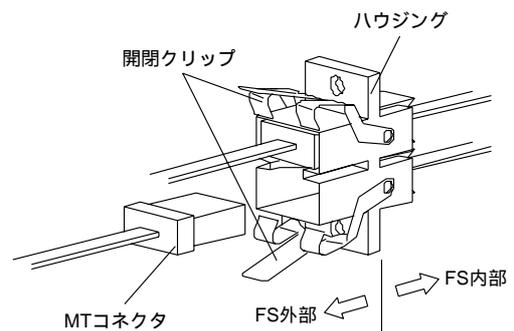


図 12 簡易 MT アダプタ
Simplified MT adapter

移動側ファイバの移動量を補正し、常に最適な位置に移動側ファイバを移動させる制御方法を開発した⁶⁾。

この温度補正により移動側ファイバと固定側ファイバの温度による位置ずれの発生を抑え、0 ~ 50 の範囲で再現性のよい接続が可能となった。図 11 に 0 ~ 50 でヒートサイクル試験を行ったときの挿入損失の様子を示す。

2.4.5 簡易アダプタ

ファイバセクタは線路に試験光を挿入するために光カプラモジュール、又は成端ケーブルと接続される。通常これらの接続には MT コネクタが使用される。

従来の光スイッチではこの接続を MT クリップを用いて行っており、MT クリップ使用のためには専用の着脱工具を用いて作業する必要があった。このため作業性が悪く、また接続部の高密度収容が困難であった。

そこで図 12 に示す簡易 MT アダプタを開発し、作業性改善、高密度実装を図った⁵⁾。

簡易 MT アダプタの構造は、ハウジング、開閉クリップからなり、高密度実装を考慮して 1 個のハウジングに 2 個の MT コネクタを装着可能な構造としている。

接続作業はハウジング内に MT コネクタを挿入し、開閉クリップを閉じるだけであり、特別な工具も必要なく、非常に簡易な作業となる。

これらの要素開発を基に実際に製品化しているファイバセクタ、及びファイバセクタ内部の 2000 心光スイッチの外観を写真 1、写真 2 に示す。

またファイバセクタの光学的特性を図 13 ~ 15 に示す。



写真1 ファイバセクタの外観
Appearance of fiber selector



写真2 光スイッチの外観
Appearance of optical switch

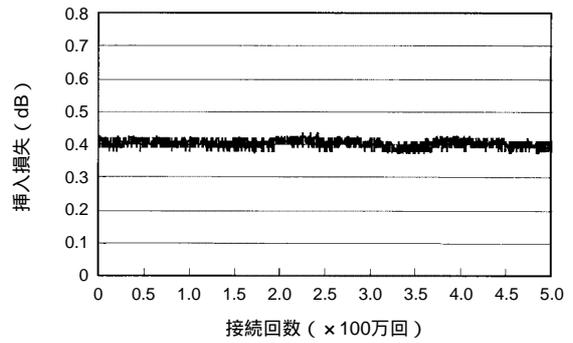


図15 ファイバセクタの耐久性
Durability of fiber selector

3. おわりに

所内光配線システムとその構成部品である光カプラユニット、光ジャンパユニット、ファイバセクタ (FS) の開発を行った。今後はコストダウンに取り組んでいく予定である。

参考文献

- 1) 泉田史, 富田信夫, 立蔵正男, 中尾直樹 “ 所内光配線マネジメントシステムの開発”, 2000年電子情報通信学会総合大会, B-10-18
- 2) 宇留野重則, 立蔵正男, 泉田史, 峰恒司, 富田信夫 “ 所内光配線マネジメントシステムにおける統合配線モジュール (IDM) の設計”, 2000年電子情報通信学会総合大会, B-10-25
- 3) 榎本圭高, 峰恒司, 泉田史, 富田信夫 “ 統合配線モジュール (IDM) 用試験アクセス部の設計”, 2000年電子情報通信学会総合大会, B-10-26
- 4) 川添英世, 織田敬治, 岩館和男, 渡辺万記 “線路切替・試験システムの開発”, 古河電工時報, No.90, p57, 1992
- 5) 榎岡清一, 中野剛行, 伊藤良久, 山川淳, 大水清納: 簡易MTコネクタアダプタの開発, 2000年信学会ソサイエティ大会, B-10-39, 2000
- 6) 榎岡清一, 奥田良, 山口静, 神子一男 “ 光ファイバ突き合わせ方式による2×800光スイッチ”, 1997年信学会ソサイエティ大会, B-10-190, 1997
- 7) 富田信夫, 平原敏行, 保苑和男, 新見一佳 “ 低コスト化を追求した光ファイバケーブル関連技術”, NTT技術ジャーナル, 2000.3, p.34

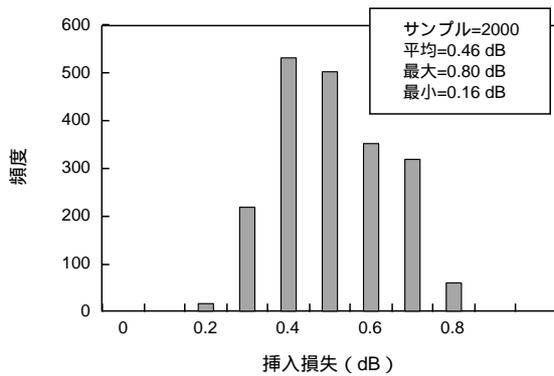


図13 ファイバセクタの挿入損失
Insertion loss of fiber selector

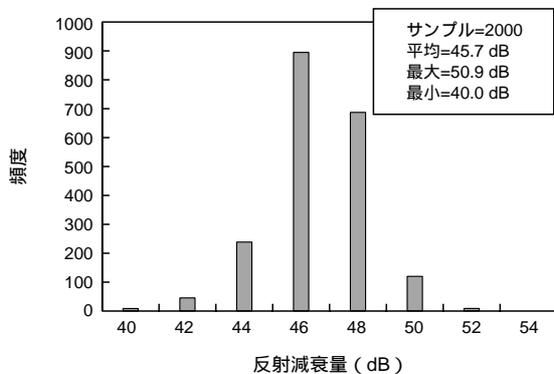


図14 ファイバセクタの反射減衰量
Return loss of fiber selector