

# 光ファイバーケーブルの全学 LAN への適用

総合情報処理センター

花田 英輔

## 1 はじめに

平成5年1月から稼働した長崎大学全学 LAN[1](以下、全学 LAN と略す)では、建物間を結ぶ部分で光ファイバーケーブルを用いている。

そこで本稿では、光ファイバー及び光ファイバーケーブルについて、その性質、布設条件等について述べ、全学 LAN へ適用するに当たり行った検討及びその結果を報告する。

## 2 光ファイバーケーブル

### 2.1 光ファイバーケーブルの構造

光ファイバーは、ガラスの屈折率の違いと、光の電磁気的な耐雑音性を利用した通信ケーブルである。材質は開発当初石英ガラスを用いていたが、現在ではプラスチックを用いた物もある。

通信容量(最大速度)は、ファイバーの構造および、ファイバー内を通す光の波長によって異なる。

1本のケーブルには、1本以上のファイバーが納められている。(1本のケーブル中に納められているファイバーの本数を芯数と呼ぶ。)ケーブルの用途によっては、ファイバー以外に鋼製の芯線を納めているものもあり、また対ショック用にウレタンなどを詰めてある場合もある。

以下、本稿では、「光ケーブル」とはケーブル中に納められている光ファイバーを指すものとする。

### 2.2 光ケーブルの特性

光ケーブルを用いる長所としては

- 低損失なので長距離であっても中継増幅装置が少なく済む
- 高速なデータ伝送が可能
- 軽量である

- (電氣的、磁氣的) 雑音に強い
- 電氣的な干渉を受けにくい

といったことが挙げられる。

一方、短所もあり、

- 分岐や挿入が光のままでは行にくい
- 端末部分では電氣信号を用いているので、必ず光電／電光変換が必要
- 電力は伝送できない
- アナログ多重伝送ができない

といった点がある [2]。ただし、光交換の技術はかなり進歩しつつあるので、分岐、挿入の問題は解決しつつある。

長所のうち距離については今回構築した LAN には影響が無いが、高速性、耐雑音性、耐干渉性については、布設される共同溝の環境から重視される。もちろん、光のままでの分岐が生じないような設計を行っている。

## 2.3 光ケーブルの種類

光ケーブルは、信号が通り、屈折率が高い材質からなるコア部と、その周辺部であり屈折率の低いクラッド部の組み合わせでできており、その構造から

- グレーテッド型
- ステップ型

の 2 種類がある。その違いは境界の屈折率変化形状による。(図 1 参照)

ステップ型ではさらに、コア部を複数の波長の信号が流れるマルチモード型と、1 波長の信号しか流れないシングルモード型があり、前者は数百 Mbps 程度の伝送に、後者はより高速の伝送に用いられている。

さらにマルチモード型の場合、通す光の波長によって必要となる特性が異なるため、短波長用、長波長用のケーブルがある。さらに両方の特性を合わせ持ったダブルウィンドウ型と呼ばれるファイバーもある。

マルチモード型の光ファイバーの特性は、概ね表 1 のような値となっている。

どちらのケーブルを選択するかはケーブルの布設可能な長さに影響を及ぼすが、実際には使用する機器によって決定される。

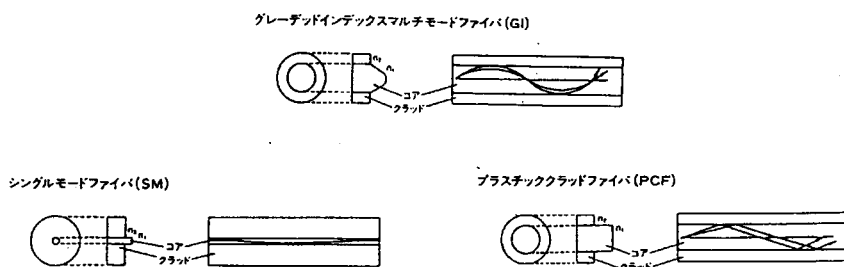


図 1: 屈折変化形状率による光ファイバーの分類 文献 [3] より

表 1: マルチモード型光ファイバーの特性例

項 目	短波長用ケーブル	長波長用ケーブル
波 長	0.85 $\mu\text{m}$	1.3 $\mu\text{m}$
伝送損失	3.0 dB/Km	1.0 dB/Km
伝送帯域	200~400 MHz・Km	400~600 MHz・Km
伝送容量(速度)	100Mbps オーダー	100Mbps オーダー
伝送可能距離	～数 Km	～数十 Km

電線メーカー各社のパンフレットより。

### 3 使用条件によるケーブル材質の選択

#### 3.1 ケーブルの材質

以上説明した光ファイバーを用いたケーブル以外の通信線として、金属(主に銅線)によるケーブル(メタルケーブル)がある。光ケーブルの価格が下がってきた今日、通信線を張るにあたってどちらの材質によるケーブルを用いるかは、用いる箇所の条件によって決定されるべきである。

今回構築した LAN では、部局間を結ぶ場合、ほぼ屋外にケーブルを布設した。従って、屋外にイーサネットケーブルを布設するか、光ケーブルを用いるかの選択が要求された。

### 3.2 屋外におけるケーブル布設条件

屋外へ通信ケーブルを布設の際に必要な検討項目は、

- 布設距離は何 m か
- 布設予定場所に電力線があるか (高電圧か)
- ガス管などはあるか
- 湿気はどうか
- 付近に避雷針があるか
- 高低差はあるか

などである。

これらがすべて最良の場合、すなわち距離が短く、高圧線、ガス管はなく、湿度も小さく、避雷針が整備されており、高低差もほとんど無い場合であれば、材質が金属であるイーサネットケーブルを、保護用のビニル管などを用いて通すことも可能である。実際、屋外用イーサネットケーブルは販売されており、実際にある大学におけるネットワークでは一部に屋外 (共同溝内) にメタルケーブルを用いている箇所がある。

しかし実際にこのような良好な環境は少ない。従って、通常屋外に通信ケーブルを設置する際はできる限り光ケーブルを用いる方が望ましいとすることができる。

## 4 全学 LAN における光ファイバーケーブルの特性

これまで述べたような条件から、全学 LAN においては屋外部分は光ケーブルを用いることを原則とした。

### 4.1 ケーブルの布設箇所

全学 LAN のうち、光ファイバーケーブルを用いるべきと判断された箇所は次の通りである。

#### 4.1.1 文教地区

文教地区では、

- 総合情報処理センター～図書館本館

- 図書館本館～教育学部
- 図書館本館～教養部
- 図書館本館～工学部 2 号館
- 工学部 2 号館～薬学部
- 工学部 2 号館～水産学部

の各区間である。各区間とも地下の共同溝または地中配管を通る。

また、平成元年より総合情報処理センター（以下、センターと略す）～工学部 1 号館～工学部 2 号館を結ぶ光ファイバーケーブルが布設、運用されてきた。

このケーブルに関する問題は 4.2.4 で述べる。

#### 4.1.2 坂本地区

坂本地区では、医学部附属病院～歯学部附属病院間で光ファイバーケーブルを使用した。この間は地下の共同溝および一部建物内部を通っている。

### 4.2 ケーブル仕様の選定

実際に光ファイバーケーブルを布設する場合、ケーブルは注文生産であり、また一旦布設したケーブルの取り替えは容易ではない。そこで、ケーブルの仕様を決定するに当たり

- ケーブル構造をどうするか
- 1 条のケーブルに何本の光ファイバーを通すか（芯数をいくつにするか）
- どの波長に対応するファイバーを用いるか

といった点を十分に検討した上で決定しなければならない。

以下、それぞれについて今回の LAN における検討結果を述べる。

#### 4.2.1 ケーブル構造

ケーブルの構造は、布設する場所の条件によって左右される。今回の場合はほとんど全てを共同溝内に設置できたので、耐湿性のみを重視したものを選んだ。

現在では、架空線としても利用できる光ファイバーケーブルも発売されている。

#### 4.2.2 ファイバーの芯数

布設した光ファイバーケーブルの芯数を変更することは不可能である。また、運用中にファイバーが切断されたり折れた場合などに、迅速に対応し復旧させることも考慮しなければならない。しかし、現場を特定する技術との関係もあり、もっとも速い復旧手段は予備線への切り替えとなっているのが現状である。このようなことから、通信に必要な本数以外に予備線を確保することが望ましい。

そこで、光ケーブルの芯数は、図書館～工学部2号館間(2芯)以外は全ケーブルとも4芯とした。

図2に今回布設した光ファイバーケーブルの構造(断面図)を示す。

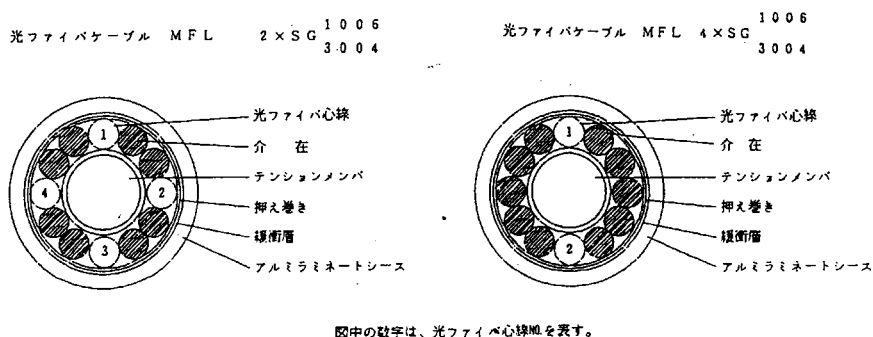


図 2: 基幹 LAN 用光ファイバーケーブル構造図

長崎大学文教町2団地等情報ネットワーク取設工事完成図書 決定図より

#### 4.2.3 波長への対応

2.3で説明した通り、光ファイバーは一定の波長の光に対する損失率や容量を保証し、異なる波長の光を通した場合は、その品質は保証されない。

文教地区のループ部分は、使用機器が長波長を用いているので、長波長用ケーブルまたはダブルウィンドウ型ケーブルを用いる必要があった。

これに対し、文教地区の分岐部分および坂本地区では、ケーブルの両端に接続される光レピータが短波長の光を出力するので、短波長用ケーブルまたはダブルウィンドウ型ケーブルが必要となる。

しかし、一旦布設したケーブルは簡単には取り替えられないことを考えると、将来について検討しておく必要がある。

本学のネットワークに関する将来構想としては、平成3年にまとめられたキャンパス情報ネットワーク構想[4]がある。これによると、文教地区、坂本地区にそれぞれ全部局

を通る高速ループ LAN を (最大容量 400Mbps～1Gbps) 設置し、これから各部局の LAN が分岐する形で、音声、画像を含めたマルチメディア LAN を目指している。

現在の技術からその実現を検討すると、長波長の光を用いた FDDI をさらに発展させたものがもっとも実現可能性が高いといえる。そうなった場合、短波長用ケーブルを用いた部分ではその特性が保証されなくなるため、ケーブルを布設し直さなければならない。

このようなことを考慮し、長波長用ケーブルか、またはダブルウィンドウ型のケーブルを用いることとした。

実際には、調達費用の観点から、4 芯部分のケーブルは全てダブルウィンドウ型とし、2 芯となった図書館本館～工学部 2 号館間のみ長波長用となっている。

#### 4.2.4 センター～工学部間のケーブルについて

平成 2 年以来センターと工学部 1 号館、2 号館を結んで運用されてきた光ケーブルは、ほとんどの区間で地中の共同溝または配管を通っている。ケーブルの構造は、2 芯で、耐湿性があり、短波長用のファイバーを用いたものであった。

これを今回の LAN に流用できるかどうかについて検討すると、波長に対する点のみが問題となった。即ち、今回の LAN ではこの区間は FDDI ループ LAN の一部となるため長波長の光を通すので、短波長用のケーブルでは特性が保証されていなかったのである。

そこで、今回の LAN において中継機器を提供する富士通 (株) にご協力頂き、長波長の光を通した場合の特性を測定した。

その結果、100Mbps の容量を確保できることがわかり、今回の LAN に転用することとなった。ただし、両端部分においてコネクタ形状が異なったため、両端の屋内部分でファイバーを一旦切断し、新たに FDDI 対応のコネクタ付きケーブルを融着する作業を行っている。

しかし、4.2.3 で述べた将来構想を実現して行くうえでこの区間の容量 (速度) を上げる場合には、ケーブルの再布設が必要となることはいうまでもない。

## 5 まとめ

以上、光ファイバーの特性と、実際に学内に布設されたケーブルについて述べた。

今回の布設により、センター～図書館本館～工学部 2 号館～工学部 1 号館～センターという光ファイバーケーブルのループ (輪) が完成したことになる。

今後、布設された光ケーブルをを運用するにあたっては、

1. 光ケーブルの光源装置や受信部分、接続部分で光から電気信号への変換が行われて

いるため、ネットワークの運用性格上からもこれらの装置を 24 時間運用して行かなければならない

2. 光ケーブルの物理的な障害の検知をいかにして行うか

3. 物理的障害発生の際、修復をいかに速く行うか

と言ったことが問題となる。

一方で、今後は坂本地区への高速な基幹 LAN の設置についてを検討する必要があり、さらに全基幹 LAN の大容量化 (高速化) へと発展させて行くことを考えなければならない。

そこで、今後の LAN 運営にあたっては、施設部や、全学 LAN 運用のために組織されたネットワーク調整委員会の委員である各部局選出の委員の皆様のご協力を頂きながら、全学 LAN を全学の共有財産として発展させて行けるよう努力したい。

## 参考文献

- [1] 花田 「長崎大学全学 LAN の構築と運用」 長崎大学総合情報処理センター「センターレポート」 第 12 号
- [2] 島田編 「光 LAN -基礎と応用-」 第 1 章 pp.19-21
- [3] 藤倉電線 (株) 通信用光ファイバーケーブルパンフレット p.11 より
- [4] 「長崎大学キャンパス情報ネットワーク構想」 長崎大学総合情報処理センターパンフレット