

まえがき

昨今新聞紙上を賑わしている“INS（高度情報通信システム）”・第二電電・ニューメディア等の構想を具体化させる技術の柱として、光ファイバー・超 LSI・衛星通信があげられる。その中でも光ファイバーは応用範囲が公衆通信から産業用機器，さらに医療応用と広く展開し，各種のアイデアを含めた新しいニーズに対応すべく開発が進められている。

本文では，光ファイバーの基本と，特長面から見た実用化動向の一端を紹介する。

1. 光通信の歩み

今日の光通信は，図-1 に示したように電気を光に変換する発光素子 (E/O)，人間の髪の毛ほどの細いガラス繊維である光ファイバー，光を電気に変換する受光素子 (O/E) により，光を媒体として情報を伝える方式である。

人間は，大昔から松明やのろしを使った光通信を行っていた。また中世紀以降は，海上通信の手段として手旗信号等が使われた。このように光を媒体とし，大気を伝送路とした場合，伝送可能な距離が天候状態によって左右される。さらに，人間の動作または目の応答時間の制限により多量の情報が送れないなどの理由によって，光通信は，特殊用途しか使われず，多くの人々に忘れざられ，長い間顧みられなかった。

これが，20 世紀後半には，1960 年のレーザー発振の成功，1966 年の光ファイバー通信の可能性への提言，1970 年半導体レーザー (LD) の連続発振，同年低損失 (20 dB/km) 光ファイバーの実現等々の技術開発が実を結び，ふたたび光通信が脚光を浴びるようになった。

その後の開発はめざましく，1978 年には石英ファイバーの損失でほぼ理論限界値 (0.2 dB/km) を達成した。通信の実用面では，公衆通信はもとより，電力・鉄道通信用として使用され，最近では，OA・FA を支

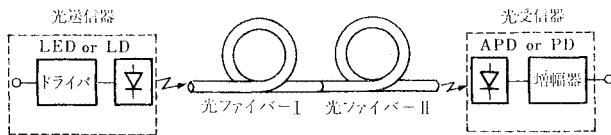


図-1 ファイバー通信の構成

光ファイバー

白石 敏

資料

るコンピュータ間通信に光通信は欠かせないものとして発展してきた。

2. 光ファイバーとその特長

光ファイバーの代表的な構造を図-2 に示す。中央のガラス体が光ファイバーそのものであるが，扱い方ならびに強度対策として，シリコン樹脂・ナイロン等を被覆した「光ファイバー心線」を最小単位として一般に使われている。ガラス体は図-2 に示された様に二重構造となっており，中央部はコア (core)，周辺部はクラッド (clad) と呼ば

れている。コアはクラッドに比べ屈折率が約 1% 高くなっている。

光はコアにとじこめられ，コア・クラッドの境界面を全反射しながら伝送される。この伝送原理は，1870 年チンダル (Tyndall) によって発見されたが，光ファイバーとして実

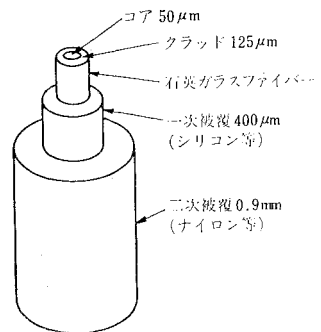


図-2 光ファイバー心線

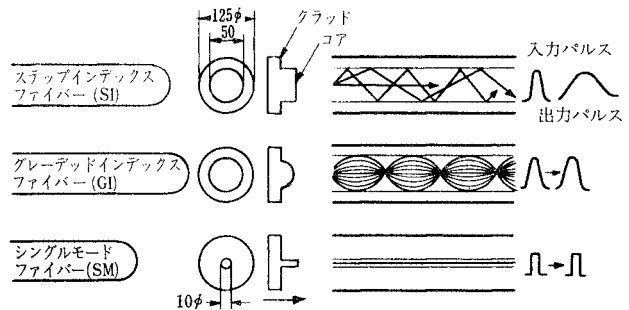


図-3 ファイバー構造と種別 (単位: μm)

用の第一歩は，胃カメラ等で知られているファイバースコープであった。

光ファイバーの種類は使用材料またはコアの形状によって区別されるが，ここでは図-3 に示したように，コア形状による 3 種類を示す。各々の光ファイバーの適用領域として，シングルモード型 (SM) は公衆通信の大容量幹線，グレーデッド型 (GI) は中容量幹線ならびに LAN (Local Area Network) 等の汎用通信，ステップ型 (SI) は短

距離通信や特殊用途（照明用等）に使用されている。

図-1 に示した光通信における特長は、光ファイバーに集約される。以下に、代表的な特長を応用面も含めて紹介する。

（1）無誘導・無漏話

従来の銅・アルミの伝送路と比較して電磁誘導を受けないことは、非常に大きな特長である。この特長を生かすことによって電力ケーブルとの複合化、ケーブル布設ルートを選択が容易、新規管路が不用等により通信システム全体のコスト低減に大きく寄与できる。さらに電力ケーブルとの複合では、最近大きな話題となっているのが架空地線との複合(OPGW)で、送電線への応用は、単に鉄塔監視情報の伝送だけでなく、第三の伝送網として大きな期待が寄せられている。

（2）低損失・高帯域

これらの特長を細く説明しても不十分なので、既存システムの代表例と比較し表-1 にまとめた。この表からもわかるように、中継距離が約 20 倍、1本あたりの情報量が1~20 倍に拡大している。中継距離の拡大は、単に中継器数の減少によるシステムコストの低減だけでなく、電話局舎に中継器（局内中継器）の設置が可能となり、中継器の簡素化が図れ、さらに機器保守作業が道路規制等の外部条件に制約されずに作業ができる利点が生ずる。

表-1 光ファイバー通信と既存システムの比較

区分	長距離・大容量		近距離・中小容量	
	光ファイバー	銅ケーブル	光ファイバー	銅ケーブル
伝送媒体	シングルモード (SM)	9.5 mm 同軸	グレイデッド (GI)	平衡対
伝送容量	400 Mb/s (5760 ch)	同左	6.3~32 Mb/s (96~480 ch)	1.5 Mb/s (24 ch)
中継距離	20~25 km	1.5 km	~25 km	3 km

（3）細径・軽量

多心ケーブルの場合、光ファイバーの細径の特長を生かすことができるが、一般産業用の 10 心程度では大きな利点とはならない。しかし、ケーブル使用資材の大多数がプラスチック材で構成が可能のため、ケーブル全体としての軽量化が図れる。たとえば図-4 に示したケーブルは、移動用（または仮設用）として作られたケーブルで、許容張力、許容圧縮力に比べ、重量は軽くかつ細径

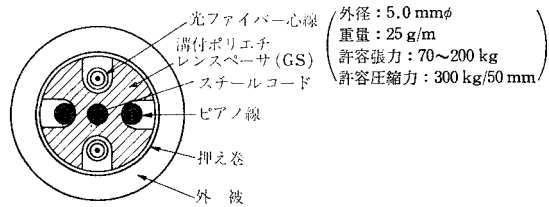


図-4 移動用ケーブル構造例

で、土木工事等で要求される ① 現場での使用が恒久的でない、② 計測点が作業進捗によって移動する、③ ケーブル布設環境が厳しい等を満足すると考えている。

以上は、一般にいわれている光ファイバーの利点を現状実用化レベルをもとに紹介したが、実際の使用にあたっては、光ファイバーの欠点も良く知っておく必要がある。以下に筆者がユーザの方々から聞いた光ファイバーの欠点を 2~3 列挙する。

- ① 接続による損失が発生する。
- ② 接続作業にスキルを要する。
- ③ E/O, O/E が必要でコストが高い。
- ④ 標準化がされていない。
- ⑤ エネルギーが効率良く送れない。

以上の欠点を克服し、銅線と同様に取り扱うには、技術改良をさらに積み重ねる必要がある。

ま と め

光ファイバーについて光通信を中心に概説したが、これらの技術は、本格的に検討され始めてからまだ 15 年しか経過しておらず、また利用面では通信が主体である。光ファイバーそのものの大きな可能性は、通信だけでなく、センサー、エネルギー伝送等に期待されており、今後も広い範囲の方々の助言を得、ニーズ開拓をしなければならない。

末尾に、代表的な参考文献を紹介し、まとまりのない文章の補填とする。

参 考 文 献

- 1) 副島・貝淵：新版「光ファイバー通信」、電気通信技術ニュース社、昭和 56 年 12 月。
- 2) 加藤 大典：光ファイバーの基礎と応用、総合電子出版社、昭和 58 年 3 月。

筆者・Satoshi SHIRAISHI、住友電気工業（株）光システム推進室 課長（〒107 / 東京都港区元赤坂 1-3-12）