

LAN伝送路として 光ファイバケーブルの規格 について

1. はじめに

第3号では、光ファイバケーブルの基本的な事項と、最近最も注目されているLANシステムの一つであるギガビットイーサネットの中で、光ファイバケーブルを伝送路としたシステムである1000BASE-SXと1000BASE-LXについてお話しいたしました。また、その中で既に規格として制定されているその他のシステムについて若干触れさせていただきました。今回は順序が逆になってしまうかもしれませんが、前回に引き続き、光ファイバケーブルを伝送路としたLANシステムについて、これまでに制定された規格の内容について概略になりますがお話しいたします。

光ファイバケーブルを伝送路とするシステムについては、様々なシステムが米国内を中心として海外の規格検討団体（例えば、TIA/EIA、IEEE、ANSIおよびATMフォーラム等）で検討され制定されてきました。現在導入されているLANシステムの内80数パーセントがイーサネット系のシステムですが、そのほかにATMシステムやFDDIシステム等があります。これらの規格の制定団体は表1のようになります。

表1 規格の制定団体と時期

システム名	制定機関
10BASE-F	IEEE-802.3j
100BASE-FX	IEEE-802.3u
1000BASE-SX、-LX	IEEE-802.3z
FDDI	ANSI T3X9
ATM 155Mbps	ATM Forum
ATM 622Mbps	ATM Forum
100BASE-SX	IEEE802.3 and TIA

これらの光ファイバを伝送路としたシステムは、どこに使用されているのでしょうか。光ファイバの特長を生かしながら、次のような場面に活用されているのです。

工場内等の周囲に電磁妨害の強い箇所に、10BASE-T、-5、-2や100BASE-TX等のようにメタルケーブルで配線した中で、電磁的な影響を受けない光ファイバの特長を生

かして使われています。

光ファイバの低損失性を生かし、長距離伝送が可能ですから、100BASE-FやFDDIなど主として基幹回線またはバックボーンとしてつかわれます。

LANの伝送路としてメタルケーブルで配線した建家間の架空ケーブルとして、ハブやNICまたは端末を雷害から守るために使われます。銅ツイストペアケーブルと光ファイバケーブルの変換には、メディアコンバータを介在として使います。

特に、**100BASE-SX**についてです。実は、7～8年前のことです。

弊社工場に近い某理科系大学の構内で研究棟のLAN回線用として、遮蔽付きのカテゴリ5ケーブルを配線されました。

ある研究棟から隣の棟にも、メタルケーブルをそのまま使って配線を構成されたのでした。その後、5年ほど前、付近一帯に集中的に雷が落ちました。直撃雷ではなく、誘導雷によるものと思われませんが、研究棟のLANが絶縁破壊の被害に遭いました。ケーブル回線はなんら被害を受けなかったのですが、ハブ2台、NICが4～5台損壊を受け、取り替えるということがありました。

遮蔽付きのケーブルでも雷には効果がなかったのです。その件があってから、それを教訓として、建屋間を架空で配線したいとの問い合わせに対しては、光ファイバケーブルの配線を勧めるようにしています。

ここ10数年間におけるそれぞれのシステムの進歩には素晴らしいものがあります。今回はその中から下記のシステムについてお話しいたします。

- ・10BASE-F：10Mbpsのイーサネット
- ・100BASE-FX：100Mbpsのイーサネット
- ・ATM：155Mbpsおよび622MbpsのLANシステム
- ・100BASE-SX：100Mbpsのイーサネット

なお、初めて目にとめられる方が多いのではないと思いますが、100BASE-SXについては、最近のことですが、TIAとIEEEが合同委員会を造り規格化の検討を始めた、短波長の850nmを光源に用いた100Mbpsのシステムです。

2. 10BASE-Fについて

この10BASE-Fは、現在日本国内において最も広く普及している10MbpsのLANシステムである10BASE-Tと同じ伝送速度10Mbpsのシステムです。主として光ファイバとしては

マルチモード光ファイバが使用され、使用する波長は短波長の850nmです。10BASE-Fには3種類の方式があり、それぞれ次の通りです。

10BASE-FP

これは、図1の様にスターカプラを使用したスター構成で、端末にはMAU(Media Access Unit)を介して接続されます。伝送距離としては、**スターカプラから端末まで最大500m**、端末から端末までは最大1Kmになります。

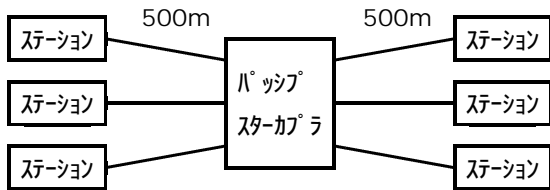


図1 10BASE-FP構成例

10BASE-FB

この方式は、図2の様に、リピータ間を光ファイバケーブルで接続して長距離(最大2km)を伝送するので、**基幹LANに最適といえます**。但し端末同士を接続することは出来ません。

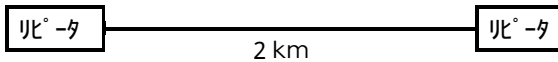
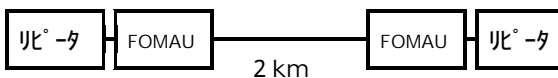


図2 10BASE-FB構成例

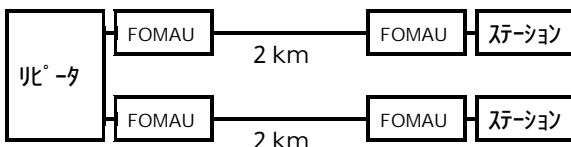
10BASE-FL

この方式は、**リピータ同士の接続だけではなく、リピータに端末機を接続できるようにしたもので、最大距離は2kmとなります**。図3に接続構成例を示します。

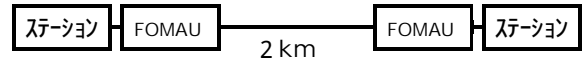
a) リピータの相互接続



b) リピータとステーションの接続



c) ステーションの接続



FOMAU: Fiber Optics Media Attachment Unit

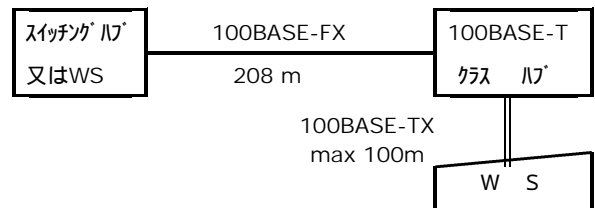
図3 10BASE-TLの接続例

3. 100BASE-FXについて

ご存じのように、10BASE-Tに次いで普及している、伝送速度100Mbpsの銅ツイストペアケーブルを使用したイーサネットシステムは100BASE-TXですが、1300nmの長波長光源を用いて光ファイバケーブルを伝送路としたものが100BASE-FXです。OSI(Open System Interface)第一層の物理媒体のインタフェースに光電変換機能があるものが100BASE-FXですが、一般には両者を総合して100BASE-Xと称しています。さらに、最近になって、TIAとIEEEが合同の委員会を設けて、10BASE-FLと同じ850nmの短波長光源を使った100BASE-SXの検討を始めました。100BASE-SXについては、次項でお話しいたします。

100BASE-TXの最長距離は、ハブを2台接続しても、せいぜい205mであるのに対し、この100BASE-FXはマルチモード光ファイバケーブル2本で全二重通信方式を使用するものは、最大2kmまで使用できるために、**長距離伝送に適しています**。また、**スイッチングハブを相互に接続できるから、基幹部分(バックボーン)に使用することが出来ます**。100BASE-FXで同時に双方向の通信が可能な全二重方式の2バス構成の例を図4に示します。

(a)



(b)

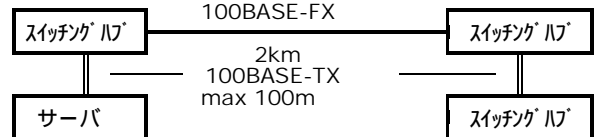


図4 100BASE-FXの2バス構成例

10Mbps伝送システムの10BASE-Tと100Mbps伝送システムの100BASE-TXを別々に記述すると、別々のシステム

でなければいけないように解釈できますが、100BASE-TXが開発された時点から、下位接続性が必要であるとの認識から同一ハブで両方接続できるようになっていました。最近では、10Mbpsのシステムと100Mbpsのシステムの両方が接続でき、その接続された機器のサポートする伝送速度を自動的に判断して、切り替える機能を有するデュアル速度タイプ(通称自動認識機能)のハブが主流になっています。すなわちデュアル速度タイプのハブには、10Mbpsで伝送する場合に使う部分(この部分を10Mbpsリピータ・コアという)と100Mbpsで伝送する場合に使う部分(この部分を100Mbpsリピータ・コアという)の両方を持ち、ハブに内蔵されたブリッジ機構により相互接続と相互通信の交通整理をするわけです。また、従来は特定のポートだけが10Mbpsに対応していたものが多かったが、最近では全ポート10Mbpsと100Mbpsの両方に対応するものが増えていきます。そういうハブ同士をつないだり、端末をつないだりする場合の基幹として100BASE-FXが利用されるわけで、100BASE-X発売当初より、ハブの中には100BASE-FX用のポートを有するものが多くあります。

しかし、この100BASE-FXは長波長の光源を使用する関係で、10BASE-Fとは互換性がありません。その点がFXの普及を阻んでいる要因の一つと言われております。

4 . 100BASE-SXについて

最近になり、TIAの光ファイバを用いたシステムの教育普及を主としている部会であるFOLS(Fiber Optic LAN section)の委員から提案され、TIA FO2.2作業部会とIEEE802.3が合同で、100Mbps短波長の光LANシステムに関する標準制定の作業部会が設けられて、光ファイバケーブルを用いた100Mbpsの伝送が出来るもう一つのシステムが検討され始めました。

従来既に制定されている100BASE-FXは、1300nmの長波長光源を用いたシステムであるために、10Mbpsのシステムとして普及している10BASE-FLとは、“**最大伝送距離が2km**”である点を除いては、システム及び装置上の互換性が無いものでした。その上、1300nm関連電子機器の価格が850nm関連機器に比べて2倍とも3倍とも言われるくらい高価でした。それらのことが光ファイバを用いた10Mbpsから100Mbpsシステムへの切り替えを阻んでいる理由の一つとも言われております。

ところが、最近になって、短波長光源として、従来方式のものに比べ価格の安いVCSEL方式のものが発明(これは日本の東京工業大学で発明されたLEDです。)され、短波長のシ

ステムの導入が期待されるようになったようです。

規格が制定されていないいまの段階では、100BASE-FXと100BASE-SXを比較して云々することは出来ませんが、これまでに発表されている内容についてお話しいたします。

100BASE-SXは10BASE-FLやギガビットイーサネットのひとつである1000BASE-SXで採用されている方式とほぼ同じで、次のような特徴があります。

伝送路は構造が62.5/125umまたは50/125umのマルチモード光ファイバを使います。従って、既存の10BASE-FLで使用している光ファイバの伝送路がそのまま使用できます。

光源としては850nmの短波長光源です。

従って、100BASE-FXよりシステム構成機器が安くすみます。

チャネルとしての最大伝送距離は300mです。

既存の構内配線網の中で使われている光ファイバケーブルの長さはほとんどが300m以下です。長さの制限が短くなることの影響は無いと見て良いようです。

特に最近では伝送路として使われるケーブルの大部分は、カテゴリ5またはエンハンストカテゴリ5に適合する非遮蔽ツイストペアケーブルとなり、100BASE-TXシリーズのシステムの導入が積極的に行われていますので、数年を待たずしてLANに使用されるシステムの大半は100BASE-TXになっていくものと期待されております。ここで短波長の光源を用いた100BASE-SXの仕様が出来て、光ファイバケーブルを用いたシステムも、10Mbpsから100Mbpsへスムーズに移行できることでしょう。

5 . A T Mについて

ATMLANは、B-ISDNで採用されているATM(Asynchronous Transfer Mode、非同期転送モード)をLANに取り入れた方式です。ATMでは送信するデータを全て48オクテット(8ビットの信号を1バイトと言わずに、1オクテットと言うことがあり、その48個分)にヘッダとして5オクテットプラスして53オクテットを「セル」と呼ばれる単位として扱います。従って伝送に融通性が出来、数100kbpsから数100Mbps以上の広範囲の伝送システムが可能です。

また、B-ISDNで実績のあるスイッチング機構を採用しており、そのために伝送路上の遅延を小さく押さえることが出来る特徴があります。そのために、音声、動画および映像

などのリアルタイムに伝送することが必要なマルチメディアとしての通信に適しています。最近では25Mbpsや52Mbps等の中低速システムがデスクトップまでの回線に使えるように仕様が制定されています。また、155Mbpsのシステムでは、カテゴリ3～5の非遮蔽ツイストペアケーブルを用いたシステムの仕様化がされておりますが、光ファイバケーブルを用いたものよりも取り扱い性の点で優れているようです。光ファイバケーブルを使用した幹線からツイストペアケーブルを用いた支線およびデスクトップまでの広範囲で使用される環境が整えられつつあります。

さらに、B-ISDN（広帯域統合デジタル通信網）では、ATM・LANと同じATM技術を採用しているため、高速伝送が可能であり、B-ISDN回線を介してATM・LAN同士を結合してWANを構成することが容易です。

ATMの技術な仕様内容についてはITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector、国際電気通信連合-電気通信標準化部門)で標準化されています。また、ATMのシステムや技術をLANシステムとして活用するための検討は、ATMフォーラムで行われています。ATMフォーラムでは、OSIの物理層を二つに分割し、一つをTC(Transmission Convergence)サブレイヤとし、もう一つをPMD(Physical Media Dependent)サブレイヤとして、このPMDに非シールドツイストペアケーブル、同軸ケーブルおよび光ファイバケーブル(シングルモード、マルチモードの両方)を伝送路に用いた場合の規格を定めてきました。そのおおよその内容は表2のようになります。

表2 PMDサブレイヤの規定

伝送媒体	伝送速度と符号化方式
マルチモード 光ファイバ	100Mbps, 4B/5B 155Mbps, SONET, 8B/10B 622Mbps, SONET
シングルモード 光ファイバ	155Mbps, SONET 622Mbps, SONET
シールド付き ツイストペアケーブル	155Mbps, SONET
シールド無し ツイストペアケーブル	52Mbps, カテゴリ3 UTP 155Mbps, カテゴリ5 UTP
同軸ケーブル	45Mbps, DS-3

さらに、ATMレイヤと仕組みの異なる他のLANやWANの接続のためにUTOPIA(Universal Test & Operation PHY Interface for ATM, ユートピア)インタフェースを適用して、伝送速度や符号化方法の違いでも、変換可能、つまりシームレスな通信が出来るようになっております。1例として、ATMフォーラムで制定された規格書af-phy-0046.000(622.08Mbps Physical Layer Specification, January, 1996)には、622Mbpsのシステムに使われる光ファイバケーブルの性能に関する規格として表3のように定められております。

表3 622Mbpsの伝送路の規格

種類	項目		規格値
SMF	減衰量	中距離	0～12dB
		短距離	0～7dB
	最大距離	中距離	15km
		短距離	2km
MMF	減衰量	50um	0～2dB
		62.5um	0～6dB
	最大距離		500m

注：ここに規定する減衰量は、光ファイバ、コネクタ、接続部、減衰器など伝送路に使用する全ての装置類を含む数値です。

6. むすび

LAN伝送路として光ファイバケーブルを使用したシステムについて伝送路の規格を中心として話を致しましたが、今後どのような新しいシステムが使われてくるかについては、様々なシステムが開発されている現段階では、確実な見通しを得ることは難しいことです。技術は常に日進月歩の勢いで進歩しています。既にIEEE802.3では、光ケーブルを用いた次世代LANシステムとして、10Gbpsのシステムの検討を始めたとのこと。今後の技術の進歩と新しい提案が期待できるというものでしょう。