

## 高速 Ethernet

Ethernet は、LAN システムとして、最もよく知られており、また最も多く採用されてきたネットワークシステムであり、現在でも、その高速版であるギガビット Ethernet の採用に関心が持たれている。Ethernet は、その伝送速度では、10Mbps、100Mbps 及び 1000Mbps の 3 種類があり、各速度ごとに、採用する伝送媒体であるケーブルへのアクセス方式として、複数種類の仕様が存在している。

### (1) CSMA/CD

これら全体を引くくめた Ethernet 系のネットワークに共通する特徴は、メディアアクセス (MAC) 方式が、CSMA/CD であることである。CSMA/CD(carrier sense multiple access/collision detect)とは、「伝送路上の信号 (キャリア) の有無を監視し、それが検出されない場合に、送信メッセージがあれば、それを送る。送信メッセージ送信中に、伝送路上で他のメッセージとの衝突を検知した場合は、一定時間待って、メッセージを再送する。」ということである。

### (2) 伝送媒体

上述のように Ethernet では、複数の伝送媒体に対応する仕様がある。複数の伝送媒体とは、以下のようなものである。すなわち、UTP ケーブル、同軸ケーブル、光ファイバーケーブル、である。元々、10Mbps の Ethernet では、同軸ケーブルを使用する方式が、最もよく使われていて、この同軸ケーブルは、Ethernet ケーブルとか、イエローケーブルとか呼ばれていた。イエローケーブルとは、このケーブルの外側の被覆が黄色 (イエロー) であったものが、多く採用されたからである。

### (3) UTP ケーブルの種類

UTP ケーブルとは、untwisted pair cable の略称で、通常、ツイストペア・ケーブルとも呼ばれているが、より正確には、シールドなしのツイストペア・ケーブルと呼ぶことになる。UTP ケーブルは 10Mbps の Ethernet だけでなく、高速 Ethernet でも使用される。UTP ケーブルは、JIS X 5150 (ISO/IEC 11801)や ANSI/TIA/EIA-568A の規格として規定されており、その製品の性能や規格が、以下のような、複数の等級 (カテゴリー) として分類されている。なおカテゴリー 5 + は 1999 年の規格改訂に含まれる予定、それ 2000 年末の ISO/IEC 11801、ANSI/TIA/EIA-568A の新版に含まれる予定。

カテゴリー	周波数	適応アプリケーション
カテゴリー 3	~ 16MHz	音声、ISDN 1 次群インターフェース、10BASE-T、100BASE-T4 100VG-AnyLAN、4Mbps トークンリング、52Mbps ATM
カテゴリー 4	~ 20MHz	上記すべて、及び 16Mbps トークンリング
カテゴリー 5	~ 100MHz	上記すべて、及び 100BASE-T、100BASE-T4、156Mbps ATM、 1000BASE-T
カテゴリー 5 +	~ 100MHz	上記すべて、及び 1000BASE-T、622Mbps ATM
カテゴリー 6	~ 250MHz	上記すべて、及び将来のアプリケーション
カテゴリー 7	~ 600MHz	上記すべて、及び将来のアプリケーション

この表の適応アプリケーション欄の説明にもあるように、各カテゴリーの UTP ケーブルはカテゴリーに関して下位互換であるので、大学等の LAN では、カテゴリー 5 ケーブルを多くの

場合に使用している。カテゴリ 5 には、ケーブルの構造上、4 対と 24 対 (4 対 × 6) の二種類のケーブルがある。

#### (4) Ethernet プロトコル

Ethernet は LAN 用のネットワークシステムであり、Ethernet プロトコルは、LAN プロトコルの一種であり、LAN プロトコルは、物理層とデータリンク層から構成される。各層の詳細な機能の説明は関係する文献に譲るとして、ここでは、Ethernet の特徴的な事項についてのみ説明する。まず留意しておくことは、通常 Ethernet という場合 ( 勿論、10Mbps の Ethernet の場合 )、広義の Ethernet には、狭義の Ethernet (Ethernet V2.0) と、IEEE802.3 標準のもの (これを Ethernet 802.3 と呼ぶ。 ) を一括して指していることである。通信プロトコル上でも、両者はやや異なっている。フレーム形式でもそうである。かなり似通っているものの、Ethernet 製品を選択する場合、この相違に留意する必要がある。また、組織内 LAN の構築や改造の場合、このネットワークの最下位階層のサブネットを 10Mbps の Ethernet とし、その上位に 100M Ethernet , 更に上位の幹線部分にはギガビット Ethernet で構成するような階層型の Ethernet LAN を採用する場合は、上位の高速 Ethernet は、IEEE802.3 の系列で標準化されていることを考慮すると、それと互換性の高い 802.3 の製品を選ぶ方が妥当であろう。以下では、特に指摘がない場合は、Ethernet 802.3 を説明対象とする。

データリンク層では、以下のような Ethernet のフレーム形式が規定される。

プリアンブル フレーム	S F D	送信先 アドレス	発信 アドレス	データ長 パディング	データと チェック
8 バイト	1 バイト	6 バイト	6 バイト	2 バイト	5 1 2 ~ 1 5 1 8 バイト
4 バイト					

OSI プロトコル参照モデルでは、データリンク層は、MAC (medium access control) 層と論理的リンク制御 (LLC: logical link control) との、二つ部分層によって構成されるが、Ethernet の場合は MAC 層に大きな特徴がある。LLC 層では、実際のデータのエンコードについて規定される。MAC 層では、情報の確実な伝送、データ伝送の同期、誤りの検出、データの流量制御などの機能が規定される。Ethernet ではこの MAC 層に特徴がある。

#### (5) 10 Mbps Ethernet の種類

Ethernet 802.3 は、物理層の信号方式が違う以下のような 4 種類の規格がある。これらは、外見からは、接続する伝送媒体 (ケーブル) と MAU が異なる。

10BASE5 , 10BASE2 , 10BASE-T , 10BASE-F

それぞれが対応するケーブルの違いでは、10BASE5 と 10BASE2 は、ともに同軸ケーブルであるが、それぞれ異なる規格のケーブルを使用する。10BASE-T は UTP ケーブル (カテゴリ 3 ) を使用する規格であり、10BASE-F は、光ファイバーケーブルを使用する規格である。

#### (6) ハブの使用からスイッチ型 Ethernet へ

当初、Ethernet はイエローケーブル即ち 10BASE5 ケーブルを使用する場合はほとんどで、わが国でインターネットが普及し始めた 1995 年頃までは、大学のキャンパス LAN が構築される場合、幹線部分や教室のような公共性の高い場所以外の場所では、素人配線によるイエ

ローケーブルを天井裏に転がすようにケーブルの敷設が行われ、研究室の PC や EWS を LAN に接続するため、各自でイエローケーブルにトランシーバを取り付け、そこから PC や EWS までの間にトランシーバケーブルで接続した。イエローケーブルもトランシーバケーブルも結構固くて、小回りのきく配線どころではなかった。また、イエローケーブルのトランシーバと取り付ける際にケーブルに刺すピン（針）が適切に刺せないためのトラブルも頻繁にあり、10BASE-T 規格の製品が出てくるとともに、イエローケーブルにハブ(hub)を取り付け、そのハブから PC 等の間を UTP ケーブルで接続するような配線のやり方が広まってきた。この頃のハブとは、集線函のようなもので、いわゆるリピータ型のハブであった。トランシーバケーブルに替わって UTP ケーブルが使われると、ケーブリングの仕事が非常に楽になる。更に高速 Ethernet を使用する際には、スイッチングハブと呼ばれるハブが登場するようになり、Ethernet のケーブリングのトポロジーが変わってきた。

#### (7) 100M Ethernet

Ethernet の高速化は、LAN 内の FDDI ネットワークの代わりに高速の Ethernet を使うことが試みられてきた。単に FDDI に替わる経済性の高い高速ネットワークと必要性の他に、FDDI フレーム長やフレームフォーマットを 10Mbps Ethernet と共通にし、CSMA/CD に基づく高速ネットワークとして、100M Ethernet が登場した。100M Ethernet の規格は IEEE802.3u により規定されている。100M Ethernet は、物理層の信号方式の違いから、以下のような規格がある。

100BASE-T4：カテゴリ 3、4、または 5 の UTP ケーブルを使用する。4 対すべてを使用する（4 対のそれぞれが異なる信号線として使用されるという意味）。

100BASE-TX：カテゴリ 5 の UTP ケーブル、または、150 の STP（シールド付きのツイスト）ケーブルの 2 対のみを使用する。

100BASE-FX：マルチモードの光ファイバーの 2 芯を使用する。

（100BASE-X という規格があるが、これは、物理層に FDDI の物理層（ANSI/ISO）の規格を用いるもので、上述の 100BASE-TX と 100BASE-FX がこのサブセットである。）

#### (8) ギガビット Ethernet

100M Ethernet より更に高速のネットワークシステムで、Ethernet 系のシステムと互換性の高いシステムとして、ギガビット Ethernet の製品が開発された。ギガビット Ethernet の規格としては、IEEE802.3z が規定されている。ギガビット Ethernet は、基本的には、それまでの Ethernet や 100M Ethernet と同じ CSMA/CD 方式を採用し、同じフレーム構造（フォーマット）を採用し、伝送速度 1000Mbps を実現する。高速化に伴う問題点の克服のため、それまでの Ethernet 系のものとは、以下のような仕様の違いも出てきている。

キャリア衝突の検出を確実にするためのノード間の最大距離の縮小と Ethernet フレームの最小長の拡大

伝送周波数が高くなるため伝送損失の漏話特性の制限

ギガビット Ethernet では、物理層の信号方式の異なる以下のような規格が規定されている。

1000BASE-T：カテゴリ 5 の UTP ケーブルの 4 対に分配伝送をする。最大伝送距離は 100m。

1000BASE-CX：2 芯平衡型同軸ケーブルを使用する。最大伝送距離は、25m。

1000BASE-SX：マルチモード光ファイバーケーブルを使用し、搬送波として、850 nm のレーザー光が使われる。最大伝送距離は、550m。

1000BASE-LX：マルチモード/シングルモード光ファイバーケーブルを使用し、搬送波として、1300nm の長波長レーザーが使われる。最大伝送距離は、5km。

#### (9) 参考文献

泉谷建司 著：Ethernet ソフト・リサーチ・センター (1997-8) .

Robert Breyer & Sean Rikey 著、森島晃年 訳：100BASE Ethernet の理論と実装  
アスキー出版局 (1998-10) .

瀬戸康一郎、未永正彦、二木 均、大橋信孝 監修、マルチメディア通信研究会 編  
ポイント図解式 ギガビットEthernet教科書 アスキー出版局 (1999-3)