

第2回 コンピュータ基礎ゼミ

ゼミ担当者 : 永松 秀人, 中尾 昌広, 金美和
 指導院生 : 長谷 佳明, 小椋 信弥
 開催日 : 2002 年 4 月 23 日

ゼミ内容: 研究室内のネットワークとして使われている LAN に関する基本的な知識を身につけるとともに, LAN ケーブルを実際に作成し, その基本的な構造を身につけます.

1 はじめに

三木研究室では, 各々のマシンが Ethernet によって繋がっています. ここでは Ethernet を構築する LAN ケーブル, ハブ, 通信方法について解説していきます.

2 Ethernet について

2.1 Ethernet

Ethernet とは LAN の通信制御方式のことです. 現在, 特殊な用途を除いてほとんどの LAN は Ethernet で構築されています. Ethernet の接続形態には, 1 本の回線を複数の機器で共有するバス型 (Fig. 1) と, 集線装置 (ハブ) を介して各機器を接続するスター型 (Fig. 2) の 2 種類があります. Ethernet ケーブルには同軸ケーブル, ツイストペアケーブルの二種類がありますが, 同軸ケーブルはバス型 LAN に, ツイストペアケーブルはスター型 LAN に用いられます. また, ケーブルにもそれぞれ最大伝送距離や通信速度によって種類があります (Table1).



Fig. 1 バス型 LAN



Fig. 2 スター型 LAN

Table 1 Ethernet の形式

形式名	通信速度	ケーブル
10BASE-5	10Mbps	同軸ケーブル (太)
10BASE-2	10Mbps	同軸ケーブル (細)
10BASE-T	10Mbps	ツイストペアケーブル

2.2 Fast Ethernet

Fast Ethernet とは通信速度を 100Mbps に高めた高速な Ethernet 規格のことです. ケーブルの種類は以下

のとおりです (Table2).

Table 2 Fast Ethernet の形式

形式名	通信速度	ケーブル
100Base-TX	100Mbps	ツイストペアケーブル
100Base-FX	100Mbps	光ファイバーケーブル

現在 LAN はツイストペアケーブルである 10Base-T, 100Base-TX が広く普及していますが, 光ファイバーを利用して通信速度を 1Gbps に高めた高速な Ethernet 規格である Gigabit Ethernet, 通信方式である CSMA/CD に拘ることを止め, 物理層によって複数の方式を用意することによって通信速度 10Gbps, 最大 40km の伝送距離を可能とする 10Gigabit Ethernet という規格も進められています.

3 ハブについて

ハブとはスター型 LAN で使われる集線装置のことです. 各パソコンから伸びてきた LAN ケーブルを, ハブを介して相互接続します. スター型 LAN は配線の自由度が高いため Ethernet では最も一般的に用いられます. ここではアクセス制御方式である CSMA/CD とハブの種類について述べていきます.

3.1 CSMA/CD 【Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection】

「搬送波感知多重アクセス/衝突検出方式」の略で, Ethernet で利用される通信方式のことです. CSMA/CD ではまず, データを送信したい端末はケーブルの通信状況を監視し (Carrier Sense), ケーブルが空くと送信を開始します. しかし, たまたま同じタイミングで複数の端末が送信を開始すると, それぞれの端末が送信したデータがネットワーク上で衝突し (Fig. 3), データフレームは壊れてしまいます (Collision). 送信に失敗したことを検出した送信元の端末は (衝突が起こると, 通常の範囲

外の電圧となってしまうので検出することができます。)送信を中断して、それぞれランダムな時間待ち、再びデータを送信します。この方法に従うと、1本のケーブルを複数のノードが共有して互いに通信する (Multiple Access) ことができます。

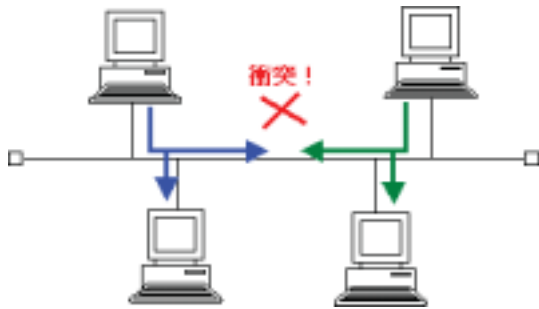


Fig. 3 データの衝突

3.2 リピータハブとスイッチングハブ

リピータハブ (Fig. 4) は信号の整形 / 中継機能しか持たない最も単純な形態のハブで、ある 1 つのポートから入力された信号は、すべてそのまま全ポートへ無条件に中継されます (このとき、送信元に対しても同じ信号が送り返されています。これは衝突を検出するためです)。このためシェアードハブ (共有型のハブ) と呼ばれることもあります。

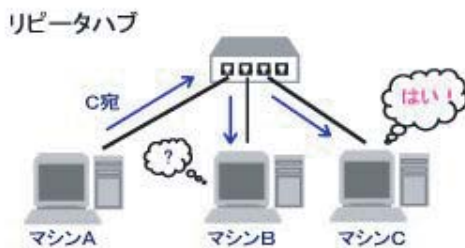


Fig. 4 リピータハブ

これに対して、各ポートに接続されている機器を MAC アドレスなどを基に判別して、必要なポートにしかイーサネットフレームを中継しないものを、スイッチングハブ (Fig. 5) といいます。スイッチングハブでは受信したパケットをいったんハブの内部へ蓄積したあと、その宛先を調べ、宛先となるネットワーク機器が接続されているポートだけにパケットを送信します。その他のポートへはデータを流さないため、それ以外のポート上では別の通信を同時に行うことができます。よって、ネットワーク全体の総バンド幅を増大させることができます。

通信先ポートの振り分けは、通常はイーサネットの MAC アドレスに基づいて行われます。スイッチングハブの内部には MAC アドレスとポートの対応表があり、どの MAC アドレスの機器がどのポート上に接続されているかが管理されています。そして、受信したイーサネットのパケットの先頭にある MAC アドレスに基づいて送信先ポートが決定され、必要なポートにのみパケットが送信されるのです。MAC アドレスとポートの対応表は、イーサネットのパケットを受信したときに、そのパケットが到着したポートとそのパケットに含まれている送信元 MAC アドレスを元にして自動的に作成されます (管理者が特定のポートと特定の MAC アドレスの対を追加することもできます。) もし対応表上に正しいエントリが登録されていないならば、受信したパケットはすべてのポートへ伝えられますが、一度でもパケットを受信すると自動的に MAC アドレスを学習し、表を更新します。

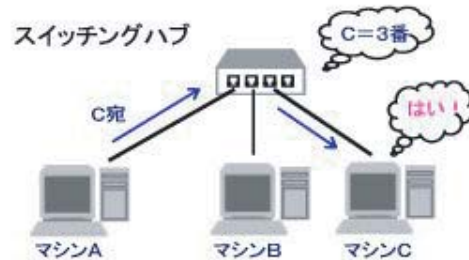


Fig. 5 スwitchingハブ

4 ケーブルについて

4.1 同軸ケーブル

芯線 (主に銅線) をポリエチレンなどの絶縁 / 緩衝材で包み、その外側に編んだ導線による網状のシールド層を施し、さらにその外側に塩化ビニールなどによる被覆を施した多重構造のケーブルです。シールド層によって外界からの電磁波の影響を抑えて信号を伝達することができます。その高性能な周波数特性、減衰特性、耐環境特性などのために、主に高周波回路で使用されています。

4.2 ツイストペアケーブル

電線を 2 本づつ撚り合わせて対にした通信用ケーブルです。平行型の電線に比べてノイズの影響を抑えることができます。各ペアの周りに雑音を遮断するシールド加工を施したものを STP ケーブル、シールドしていないものを UTP ケーブルといいます。

4.3 光ファイバケーブル

光ファイバケーブルにはマルチモード光ファイバとシングルモード光ファイバとがあります。マルチモードは光を通すコアの部分が太いので、ケーブル内を光が反射しながら伝わると分散して信号がなまってしまいますため、長距離の伝送や超高速伝送には向きません。一方、シングルモードはコアの部分が細く、レーザー光など、直進性の強い光を入力しケーブル中でほとんど分散せずに信号を伝えることができます。このため、長距離伝送や超高速伝送が可能で、電話局間などの基幹通信網に使われている光ファイバはほとんどがシングルモード光ファイバです。

5 クロスケーブルとストレートケーブル

ツイストペアケーブルには、2本のケーブルを対としてよじり、その2本の組を4つ、合計8本のケーブルを1本に包み込んでいます。4つの組は受信用、送信用、その他の使用用途のための2本という特徴をもっています。このツイストペアケーブルを用いてノードAとノードBが直接通信する場合、ノードAの送信用ケーブルをノードBの受信用として、ノードAの受信用ケーブルをノードBの送信用ケーブルとして使用します。このように通信ケーブルを反転して接続するケーブルをクロスケーブルといいます (Fig. 6)。

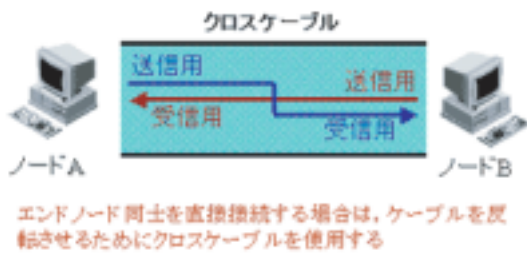


Fig. 6 クロスケーブルによるエンドノードの直接接続

一方、ネットワーク機器が中継する接続形態では、内部ケーブルの結線を反転させないストレートケーブルを使用し、ネットワーク機器の内部で接続を反転させる規格となっています (Fig. 7)。

しかし、エンドノード間で必要となる反転は、本来1回です。そのため、ネットワーク機器がカスケード接続¹されている状態では複数回反転されることになり、正常に通信できません。この状態を回避するために、ネットワーク機器には、カスケード接続用のアップリンクポートが設けられています。アップリンクポートの内部では、

¹複数のハブのポートを互いにケーブルで結線し、階層状に接続すること。10BASE-Tで4段、100BASE-TXで2段というカスケード接続の段数制限がある。

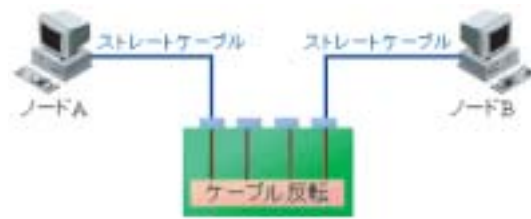


Fig. 7 ネットワーク機器による接続

接続を2回反転させるようになっています。これにより、エンドノード間では必ず奇数回だけ接続が反転され、通信が保証されます (Fig. 8)。

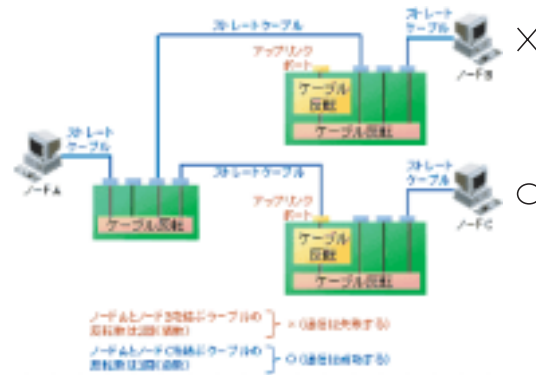


Fig. 8 アップリンクポートによるカスケード接続

ネットワーク機器にアップリンクポートがない場合は、クロスケーブルを使えばカスケード接続ができます (Fig. 9)。

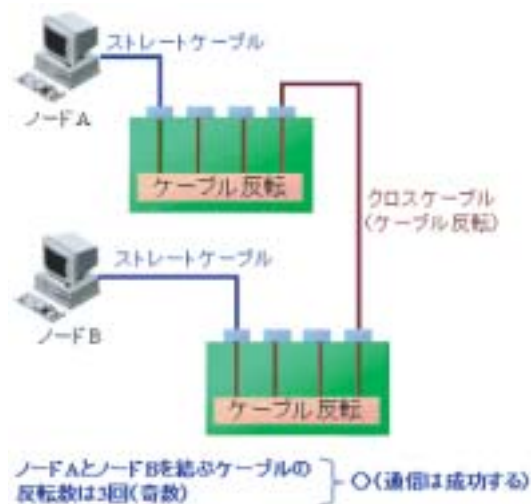


Fig. 9 クロスケーブルによるカスケード接続

6 LANケーブルの作り方

ツイストペアケーブルは、4つのより対を持つ計8芯のケーブルだが、イーサネットではその半分の4芯し

か使用しません。RJ-45 コネクタの 8 つの端子にはそれぞれ番号が振られています。コネクタの差し込み口に向かって左側が 1 番端子で、そこから順に 2,3,4...8 番端子の順番です。これらの端子のうち、イーサネットに用いるのは 1,2,3,6 番です。1,2 番端子がデータ出力、3,6 番端子がデータ入力に使われます。その他の端子は別の用途で使うときに有効です。

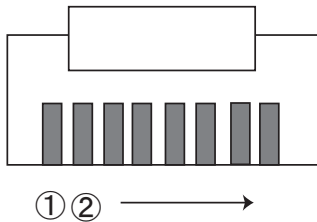


Fig. 10 端子の番号

Table 3 端子の使用用途

1	データ出力用 (+)
2	データ出力用 (-)
3	データ入力用 (+)
4	イーサネット以外の用途で使用
5	イーサネット以外の用途で使用
6	データ入力用 (-)
7	イーサネット以外の用途で使用
8	イーサネット以外の用途で使用

6.1 必要道具

- RJ-45 コネクタ圧着工具
- 皮むき工具 (ストリッパー)
- ケーブルテスタ
- RJ-コネクタ
- ケーブル

6.2 作成手順

これより具体的な作成手順について述べていきます。

手順 1

ケーブルの先端から約 20mm のところでストリッパーを使用し、ケーブルの被覆を切り取り、リード線をむき出す (Fig. 11 参照)

手順 2

ケーブルのリード線をコネクタに入れる順番に並べる。(Table 4 参照) ケーブルのリード線を 13mm ほど残して切りそろえる。



Fig. 11 リード線を出す

手順 3

リード線をコネクタに押し込み、リード線の先端部分を最後まで入れる。リード線の順番を確認する (Fig. 12 参照)



Fig. 12 コネクタにリード線を入れる

Table 4 リード線の順番

ストレート	クロス
1: 白 / オレンジ	1: 白 / 緑
2: オレンジ	2: 緑
3: 白 / 緑	3: 白 / オレンジ
4: 青	4: 青
5: 白 / 青	5: 白 / 青
6: 緑	6: オレンジ
7: 白 / 茶	7: 白 / 茶
8: 茶	8: 茶

ストレートケーブルの場合は、両端をストレート結線にする。クロスケーブルの場合は、片方をストレート結線にし、もう片方をクロス結線にする。

手順 4

圧着工具を用いて、RJ-45 コネクタとケーブルを圧着する。

手順 5

反対側のコネクタを作成し、ケーブルテスタを使用して結線の確認を行う。