

第2回コンピューター基礎ゼミ

谷村勇輔

岡田靖男

福永隆宏，小出淳平，松山靖彦

2001年5月21日（月曜日3限）

目次

第 1 章 OS	3
1.1 OS とは	3
1.2 OS の種類	3
1.2.1 Macintosh	3
1.2.2 Windows	3
1.2.3 MS-DOS	4
1.2.4 UNIX	4
1.2.5 Linux	4
1.2.6 BTRON	4
1.2.7 OS/2	4
1.2.8 OS-9	5
1.2.9 PalmOS	5
1.2.10 BeOS	5
1.2.11 Newton OS	5
1.2.12 AIX	5
第 2 章 SOCKS	6
2.1 socks とは	6
2.2 ファイアウォールとは	6
2.3 SOCKS V5 プロトコルの概要	6
2.4 認証方式	6
2.5 FFFTP での設定方法	7
第 3 章 Ethernet	9
3.1 Ethernet とは	9
3.2 ツイストペアケーブル	9
3.2.1 「より」が大事	9
3.2.2 カテゴリ	10
3.3 イーサネットケーブル	10
3.3.1 イーサネットケーブルとは	10
3.3.2 自作 LAN ケーブルの基礎知識	11
3.3.3 ストレートケーブルとクロスケーブル	14

第1章 OS

この章では、OSとは何なのか。また、どのようなOSがあるのかについて説明します。

1.1 OSとは

オペレーション・システムの略でパソコンを動かすための基本的なソフトを指しています。例えば、パソコンの電源を入るとWindowsが起動するのも、最初にWindowsが起動しないと、パソコンを利用することができないからです。OSであるWindowsが起動しなければ、ExcelもWord、インターネットも使えません。それでは、なぜ、すぐにExcelやWordを使えるようにせず、最初にWindowsを起動するのでしょうか？パソコン自体は電子回路が集まったハードウェアだから、直接ユーザが命令するためには電子回路を命令に合わせて組み替えなければなりません。そのようなことは面倒であるし、ユーザにそのような知識はないので、簡単に「コレして、アレして」と命令して、パソコンに実行させるのがOSの役割です。つまり、ハードウェアとユーザとの橋渡しを行っているのです。

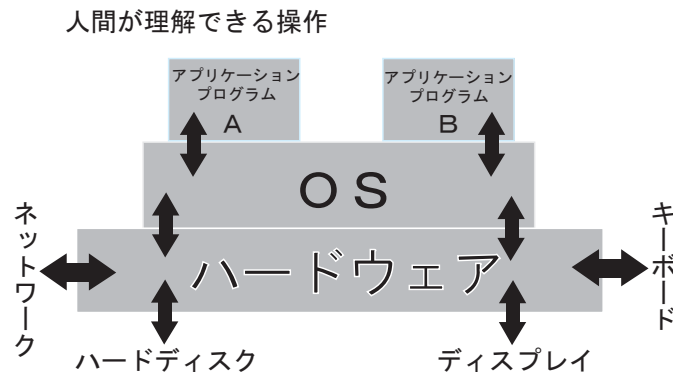


Fig. 1.1 OSの役割

また、OSはメモリやディスク、周辺機器などのハードウェアの管理や、ユーザがパソコンを操作するためのプログラム（ユーザーインターフェース）の提供など、実にさまざまなことを行っています。パソコン用のOSとしてMS-DOS、ウィンドウズ3.1、ウィンドウズ95、ウィンドウズ98の流れとマックOSが2大勢力です。OSが組み込まれていないとパソコンを動かすことはできません。それぞれのOSではそのOSに対応するソフトや周辺機器を使用しないと動きません。

1.2 OSの種類

1.2.1 Macintosh

Apple社のMacintosh向けオペレーティングシステムの名称です。Macintoshはグラフィックやサウンドなどに優れています。同じ画像を表示させてもなぜかMacintoshとWindowsではMacintoshのほうがきれいに見えます。出版会社や広告代理店、グラフィックデザイナーのほとんどはMacintoshを使っているのではないのでしょうか。

ただし、Macintoshはグラフィックに長けていて操作が簡単な分、Windowsと比べて処理が遅く、しかもコンピュータが高価です。

1.2.2 Windows

Microsoftが開発したPC/AT互換機向けのオペレーティングシステムの総称。Windowsが登場する以前は、キャラクタベースのDOSが利用されていました。しかしキャラクタベースのOS環境では、基本的にキーボードからコマンドを入力して実行するという利用スタイルになり、特に初心者には近寄りにくいものでした。これに対しWindows

は、グラフィックスを多用してボタンやアイコンなどの操作部品を画面に表示し、これをマウスでクリックすることで基本的な操作が行えるようにしました。

Windows98/Me

- パーソナルユースで利用するには最適な Windows Me
- 入門用として、あるいはインターネット利用やマルチメディアコンテンツを利用

Windows2000 Professional/Server

- ネットワーク接続なら、安定性、信頼性が高性能

Windows NT

- サーバーを構築するなら NTFS 採用の Window NT

1.2.3 MS-DOS

MS-DOS は Windows3.1 が登場するまでは、市場の主流を占めた OS でした。現在、この OS を利用利用できるのは、Windows の MS-DOS プロンプト、もしくは MS-DOS モードでの起動時のみになってしまっていますが、非常にシンプルでコンパクトな OS です。Windows が GUI による操作性を実現しているのに対して、MS - DOS は CUI と呼ばれるコマンドを入力して操作を行うという操作体系です。

- OS の基礎を知るのに最適なのが MS-DOS

1.2.4 UNIX

ワークステーションで一般的なマルチユーザー・マルチタスクの OS で、AT&T ベル研究所が開発しました。仮想メモリや階層化ディレクトリ、それに TCP/IP などコンピュータ技術のトレンドをリードしてきました。もともとはコマンドをキーボードから入力するコマンドライン・インターフェースが中心でしたが、最近は X-Window などのウィンドウシステムを使用することが多いです。Linux や FreeBSD など、IBM PC/AT 互換機で動くフリーウェアの UNIX が注目されてます。

1.2.5 Linux

ヘルシンキ大学の Linus B. Torvalds 氏により、i386 以上を搭載した PC 互換機をターゲットプラットフォームとして、スクラッチ（何も無い状態）から開発された UNIX クローン OS です。DEC Alpha などの Intel 以外のプラットフォームへの移植も行なわれています。カーネルの構造は System V 互換（POSIX の機能も実装されている）であるが、AT&T のライセンスなどからは完全にフリーとなっており、GNU の GPL Ver.2 に従って配布されています。主な Linux ディストリビューションパッケージとしては、「Redhat」、「Slackware」、「Debian」、「TurboLinux」、「Vine」、「S.U.S.E」などがあります。

1.2.6 BTRON

「超漢字」OS は、PC/AT 互換機で動作する BTRON3 仕様「B-right/V R3」をベースとし、ブラウザ、メール、ワープロ・表計算ソフトなどのアプリケーションを完備しました。多漢字・多言語が特徴で、同 OS 上にアプリケーションを開発することも可能です。

TRON とは“ The Real-time Open system Nucleus ”の略で、1984 年、東京大学の坂村健博士が開始した日本独自のコンピュータ技術プロジェクトです。BTRON は“ Business TRON ”の略で、トロンプロジェクトの 1 つ。PC や携帯情報機器で動く OS およびインタフェースで、TRON に関する情報は、トロンプロジェクトのホームページを参照して下さい（URL：<http://www.tron.org>）。

1.2.7 OS/2

IBM 社の 32bit オペレーティングシステム。当初は MS-DOS の次世代 OS として開発されました。Microsoft 社が開発から退き、Windows 路線に変更しました。最新バージョンは 4.0。プリエンブティブなマルチタスク機能を持ち、PC-DOS や Windows を複数起動させることも可能です。主に企業の業務用 OS として利用されています。

1.2.8 OS-9

'78年に、米 Microware Corp. 社によって作成された Motorola の 6809 用のリアルタイム OS です。OS-9 は ROM 化可能で、徹底したモジュール化により柔軟なシステムのコンフィギュレーションが可能なりリアルタイム OS です。すべてのデバイスやファイルを統合的に扱い、ユニファイドファイルシステム概念は当時の他の OS よりも進んでいました。

1.2.9 PalmOS

米パーム・コンピューティングが開発した PDA (Personal Digital Assistance) と呼ばれる携帯端末用のオペレーティングシステムです。現在は、「3.5 日本語版」が最新です。

1.2.10 BeOS

米 Be 社が開発したオペレーティングシステムです。BeOS は、インターネットを介して、大容量のマルチメディアデータをリアルタイム処理することを念頭に開発された OS です。また TCP/IP ネットワーク スタックや Web ブラウザなどのアプリケーションも標準で装備しており、基本的なインターネットアクセスなら、追加投資なしに利用することができます。Windows などに比較すると、BeOS のデバイス サポートには制限が多く、BeOS をインストールして利用するためには、ハードウェア (特にグラフィックス チップなど) を慎重に選択する必要があります。また市販のアプリケーションもほとんど存在しません。

1.2.11 Newton OS

Newton 機器用の OS。パーソナルコンピュータ用の OS とはまったく違ったアプローチで携帯型情報機器の理想を目指しました。ファイルといった概念はなく、情報を Soup¹ 構造を用いて蓄積するのが特徴です。文字認識を行なう Newton Recognition Architecture, アシスト機能に代表される Intelligent Assistant Architecture, 電子メールやビームなどの Newton Communication Architecture などの特徴としています。

1.2.12 AIX

AIX は、エンタープライズ・システムの端から端まで、フレキシブルで管理が容易な、信頼性の高いセキュリティを提供します。たとえば AIX では、他の UNIX システムにおいて典型的な "root" や "superuser" という "絶対権力者" 的な UNIX 権限を使用するのではなく、印刷キュー、ストレージ、ユーザー管理などの役割ごとに個別のシステム管理特権を割り当てることが可能です。つまりシステム管理者はアクセス制限を明確に定義して、タスクを効果的に委譲することができます。AIX は、セキュリティに関する多くの独立した評価を得た最初のオペレーティング・システムとして、この分野においてリーダーシップを発揮してきました。

- AIX 4.3 は、International Computer Security Association (ICSA) から Virtual Private Network (VPN) の認定を受けた最初のサーバー・オペレーティング・システムです、
- AIX 4.3 は、ドイツの政府機関である Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik から、E3/F-C2 という高レベルのセキュリティ認定を受けた最初の 64 ビットのオペレーティング・システムです、
- AIX 4.3 は、米国国家安全保障局 (NSA) から TCSEC (Trusted Computer Systems Evaluation Criteria) C2 の認定を受けた最初の 64 ビット UNIX 環境です。

¹Soup のなかではたとえば住所録情報の名前、電話番号、電子メールアドレスといった個々の要素がその属性や関連する要素へのリンクとともに記録されています

第2章 SOCKS

本章では、ネットワークのプロキシである Socks に関して説明し、その設定方法を示します。

2.1 socks とは

インターネットから社内ネットワークへの侵入を防ぐファイアウォール技術の1つです。サーキットレベル・ゲートウェイ方式のファイアウォールが採用する技術です。フリーソフトとして流通しているものと、ベンダーが販売している製品版があります。

RFC 1928 で規定されており、実際にはクライアント/サーバー環境で利用される Proxy 接続プロトコルのこと。このプロトコルを実装した Proxy サーバーはファイアウォールとして機能し、社外のアプリケーション・サーバーは社内へのアクセス元の IP アドレス情報を知ることができません。

socks を使うと、社内の WWW ブラウザ、FTP クライアント・ソフトなどから、ファイアウォールを経由して安全に社外のインターネットにアクセスできるようになります。socks は、WWW ブラウザなどのクライアント・アプリケーションに組み込むクライアント・ソフトと、ファイアウォール・マシン上で動かすサーバー・ソフトからできています。socks クライアント・ソフトは、米ネットスケープ・コミュニケーションズの WWW ブラウザなどが標準で備えています（出典：情報・通信新語辞典）

2.2 ファイアウォールとは

外部のインターネットから社内のイントラネットに対する不正なアクセスや、社内からインターネットへの情報漏洩などを防ぐことを目的として、イントラネットとインターネットの間に設置されるゲートウェイ。火災のときに、火の手を防ぐ防火壁（firewall）に因んでこう呼ばれています。

ファイアウォールは前出のような機能を指すもので、特定のハードウェアシステムやソフトウェアシステムを指すものではありません。実際のところ、イントラネットの規模や、ファイアウォールに期待・要求されるセキュリティの強度に応じて、さまざまなハードウェアやソフトウェアを組み合わせることでファイアウォールが構築されます。たとえば簡易なものなら、ルータのパケットフィルタリング機能を利用するもの、あらかじめ許可したネットワークサービスのパケットだけを通過させるアプリケーションゲートウェイ・ソフトウェア、TCP によるアプリケーション間のコネクション（バーチャルサーキットと呼ばれる）をフックして、すべての TCP/UDP コネクション要求をゲートウェイから送信するサーキットレベルゲートウェイなどがあります。詳しくは（<http://www.net.intap.or.jp/INTAP/information/report/h8-sec/>）

2.3 SOCKS V5 プロトコルの概要

SOCKS は、クライアントとサーバのやりとりを、SOCKS プロキシサーバが中継するという、非常にシンプルなプロトコル処理を基本とします。ユーザがサーバへのアクセスを指定すると、まず最初にクライアントと SOCKS プロキシサーバ間で接続のネゴシエーションが行われます。SOCKS V5（以降 SOCKS5）では、この段階で認証を行う機能を追加しています。SOCKS5 プロキシサーバとの接続が完了すると、次に SOCKS5 プロキシサーバと実際の目的とするサーバとの接続処理が行われ、この処理が完了した後、本来のデータが、SOCKS5 プロキシサーバを中継してやりとりされます。

2.4 認証方式

認証機能は、バージョン 5 で新しく追加された機能です。単純なユーザ環境では、ネットワークの内側にいる人間は比較的信頼がおけるもので、外側の脅威から守る手段としてファイアウォールを構築します。しかし、ネットワークの利用形態が多様化するにつれ、例えば、通常会社のオフィスにいてファイアウォールの内側でイントラネットを利用している社員が、出張先からあるいは自宅から社内のネットワークへアクセスしたいというニーズが増えてきています。このような場合、外側からのアクセスを一様にファイアウォールでシャットアウトしてしまうようでは、たとえ

社員であってもネットワークの外側にいるということで、内部のネットワークを利用することができなくなってしまいます。こうした問題を解決し、ある特定の限られたクライアントからのアクセスだけを許すような機能が、この認証機能である。要求してきたクライアントが、SOCKS5 プロキシサーバに登録されている本物の利用者かどうかを安全な方法で認証して、内部のサーバへのアクセスを可能にする仕掛けです。認証方式として、以下のものがあります。

- (a) ユーザ名とパスワードによる認証方式 (RFC1929)
- (b) GSSAPI による認証方式 (RFC1961)

単純で実装が容易な方式は、(a) のユーザ名とパスワードによる方式ですが、この方式はパスワードを裸で送るため、クライアントと SOCKS5 プロキシサーバ間の伝送経路が安全とは言えないような環境ではあまり勧められません。そのような場合には、(b) の方式を用いて、より安全な認証を実現することも可能です。例えば、GSSAPI のインタフェースを持つ認証方式として、Kerberos V5 をクライアント側と SOCKS5 プロキシサーバ側に組み込むことによって、パスワードを裸で流すことなく安全に認証を行うことができます。

2.5 FFFTP での設定方法

設定は、FFFTPを起動し、ホスト一覧の窓で、設定済みのホストを選択反転し、欄の右にある設定変更ボタンを押してください。そしてホストの設定窓の拡張タブで、FireWallを使うにチェックを入れ、ポート番号に21(1080)を入れて、OKボタンを押し、ホストの設定窓を閉じます。

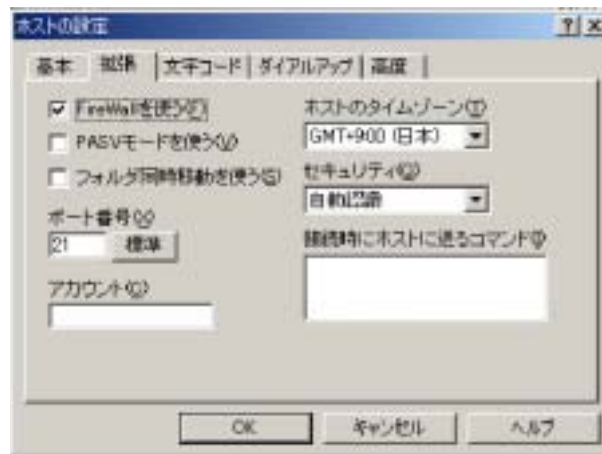


Fig. 2.1 FFFTP の設定 1

次に、ホスト一覧の閉じるボタンで、ホスト一覧の窓も閉じてください。次に FFFTP のメイン窓のメニューバーにあるオプション 環境設定の窓を出します。SOCKS の場合は、FireWall のタイプを SOCKS 5 (認証なし) などにし、FireWall ホストに、サーバー名を入れ、ポートに 1080 を入れれば良いと思います。

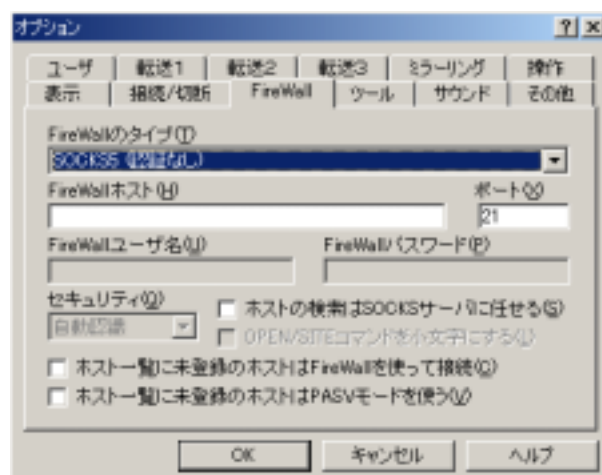


Fig. 2.2 FFFTP の設定 2

第3章 Ethernet

三木研究室では、各々のマシンがイーサネットによって繋がっています。ここでは、このイーサネットについて理解し、その通信インフラである LAN ケーブルの自作に関する知識を説明します。

3.1 Ethernet とは

イーサネットというのは、Windows マシンに限らず、市販されているパソコンの大部分で標準的に使われているネットワークシステムです。イーサネットを用いてネットワークを構築する場合、ネットワークアダプタとケーブルの2種類のパーツが必要になり、ネットワーク形式によってはハブと呼ばれる集線装置が必要になります。

イーサネットの形式には数種類あります。ケーブルに関しては、ひねり対線（ツイストペアケーブル）を使ったものと、同軸線を使ったものがある。しかし、現在主流となっているのはひねり対線を使った 10BASE-T と 100BASE-TX と呼ばれる2つの形式です。

10BASE-T と 100BASE-TX の場合、使用するアダプタやケーブル、ハブの形式は基本的に同一だが、通信速度が異なり、10BASE-T の場合は最大 10Mbps、100BASE-TX の場合は最大 100Mbps となります。

Table 3.1 イーサネットの形式

形式名	通信速度	ケーブル
10BASE-5	10Mbps	同軸線（太）
10BASE-2	10Mbps	同軸線（細）
10BASE-T	10Mbps	ツイストペア
100BASE-TX	100Mbps	ツイストペア

3.2 ツイストペアケーブル

3.2.1 「より」が大事



LAN ケーブルとして主に使用されているのは、2本1組の信号線を1対ずつ撚り合わせたケーブルです。「ツイストペアケーブル」を別名「より対線」と呼びます。より対線の種類には、STP（金属皮膜でシールドされたケーブル）と UTP（シールドされていないケーブル）の2種類に分かれ、一般的に家庭内 LAN を構築する場合に利用するのは UTP である。

Fig. 3.1 ツイストケーブル

こうしたより対線の最大の特徴は、名の通り撚り合わせですが、この撚り合わせには理由があります。ばらばらにするとケーブルの納まりが悪くなるため、という単純な理由ではなく、基本的には、撚ることによって、信号の減衰とノイズの影響を最小限にし、効率の良い通信を実現することを狙っています。撚ることによって、リード線内の電

流が発生する磁気を互いに打ち消すことができるためです。そのため、同じ質のケーブルであっても、撚り合わせの微妙な違いによって性能に大きな差が出る場合があります。

3.2.2 カテゴリ

外見적으로는全く同じように見えるツイストペアケーブルですが、実はその品質によって幾つかの段階に分けられています。それをカテゴリといい、ケーブルの等級を表しています。カテゴリが高いほど品質は高いと言えます。

Table 3.2 ツイストケーブル (UTP ケーブル) のカテゴリ

カテゴリ名	主な用途	通信速度
カテゴリ 2	ISDN 電話	4Mbps まで
カテゴリ 3	10BASE-T	10Mbps まで
カテゴリ 4	イーサネット以外のネットワーク	16Mbps まで
カテゴリ 5	100BASE-TX	100Mbps まで
カテゴリ 5e	1000BASE-T	1Gbps まで

現在 100BASE-TX ネットワークに利用されているケーブルは「カテゴリ 5」に分類されています。10BASE-T のネットワークならカテゴリ 3 でも大丈夫ですが、100BASE-TX では、カテゴリ 3 のケーブルは利用できません。しかし、100BASE-TX のネットワークなのにカテゴリ 4 以下のケーブルが使われている場合も珍しくありません。これは、下位の規格である 10BASE-T と形状的には互換性があるため、このようなミスが生じるのです。現在市販のネットワークカードやスイッチングハブなども 10/100Mbps 自動認識が当たり前であるので、ケーブルを選ぶ際は、そのどちらにも対応できるカテゴリ 5 以上のものを選びます。

最近ではカテゴリ 5 の上位規格として、カテゴリ 5e、さらにカテゴリ 6 と呼ばれるケーブルも登場しています。カテゴリ 5e は、1000BASE-T (UTP を用いるギガビットイーサネット) 用のケーブルです。カテゴリ 5 ケーブルとの価格差もわずかであり、従来の 10BASE-T、100BASE-TX との互換性があり、幅広い規格に対応します。カテゴリ 6 は、ギガビットネットワーク用で特定メーカーの依存したものであり、現状はコンシューマ向けのケーブルではありません。

3.3 イーサネットケーブル

3.3.1 イーサネットケーブルとは

先ほどのツイストペアケーブルは、本来イーサネット専用として作られたものではなく、多種多様のネットワーク、電話線接続などの目的として作られた汎用ケーブルです。このケーブルの両端に、イーサネットカードのコネクタに適合する RJ-45 コネクタを圧着すると、「イーサネットケーブル」が出来上がります。

イーサネットケーブルは、電話用のモジュラーケーブルによく似ています。違いはコネクタのサイズとケーブルの芯数です。モジュラーケーブルは「RJ-11 コネクタ」でケーブル芯数は「6 (実際に結線されているのは 2~4)」ですが、イーサネットケーブルは「RJ-45 コネクタ」で芯数が「8」となります。



Fig. 3.2 RJ-11 と RJ-45

Table 3.3 RJ-45 と RJ-11

コネクタ	特徴
RJ-11	コネクタ形状が小さい アナログ電話回線接続用 6 芯．実際に使用されているのは 2～4 芯
RJ-45	RJ-11 よりひと回り大きい イーサネット・ISDN 機器接続， PBX 電話機器接続用 8 芯．イーサネットでは 4 芯 (2 ペア) 使用

3.3.2 自作 LAN ケーブルの基礎知識

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ふられています。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。他の端子は別の用途で使うときに有効です。



Fig. 3.3 端子の番号 1

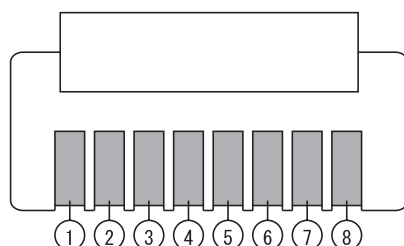


Fig. 3.4 端子の番号 2

データ出力用 (+)
データ出力用 (-)
データ入力用 (+)
イーサネット以外の用途で使用
イーサネット以外の用途で使用
データ入力用 (-)
イーサネット以外の用途で使用
イーサネット以外の用途で使用

準備するもの

- 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-45 コネクタ
- RJ-45 コネクタキャップ
- ケーブル

(印は必須, 印は代用可)

作成手順



Fig. 3.5 手順 1

<手順 1>
「RJ-45 コネクタキャップ」を「ケーブル」に通す。



Fig. 3.6 手順 2

<手順 2 >

「ケーブル」の先端から約 20mm の所で「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. 3.7 手順 3

<手順 3 >

「ケーブル」のリード線を「コネクタ」に入れる順番に並べる。
「ケーブル」のリード線を 13mm ほど残して切りそろえる。
アース線は別にしておく。



Fig. 3.8 手順 4

<手順 4 >

アース線がプラグの上側にくるようにし「ケーブル」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。

Table 3.4 リード線の順番

ストレート	クロス
1：白/オレンジ	1：白/グリーン
2：オレンジ	2：グリーン
3：白/グリーン	3：白/オレンジ
4：青	4：青
5：白/青	5：白/青
6：グリーン	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。



Fig. 3.9 手順5

<手順5>
 「圧着工具」を使用して、「RJ-45 コネクタ」と「ケーブル」を圧着する。



Fig. 3.10 手順6

<手順6>
 「RJ-45 コネクタキャップ」を「RJ-45 コネクタ」にかぶせる。
 反対側のコネクタを作る。



<手順 7 >
 「ケーブルテスタ」を使用して，結線の確認を行う．

Fig. 3.11 手順 7

3.3.3 ストレートケーブルとクロスケーブル

ツイストペアケーブルとは，2本のケーブルを対としてよじり，2本の組を4つ，合計8本のケーブルを1本に組み込んだものです．対となった2本のケーブルを1本に組み込んだものです．対となった2本ケーブルは，それぞれ送信用と受信用です．ノードAとノードBが通信する場合，ノードAの送信用ケーブルはノードBの受信用であり，ノードAの受信用ケーブルはノードBの送信用ケーブルとなります．つまり，エンドノード同士では，通信ケーブルを反転して接続しなければならないのです．このため，エンドノード同士をツイストペアケーブルで直接接続する場合には，内部ケーブルの結線を反転させたクロスケーブルを使用しなければなりません．

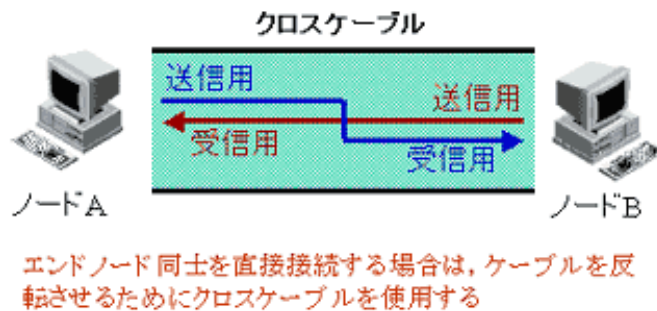


Fig. 3.12 クロスケーブルによるエンドノードの直接接続

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．

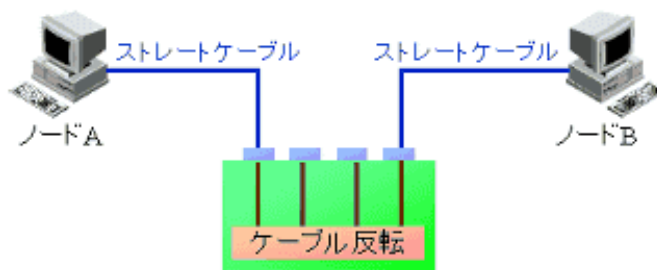


Fig. 3.13 ネットワーク機器による接続

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、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。

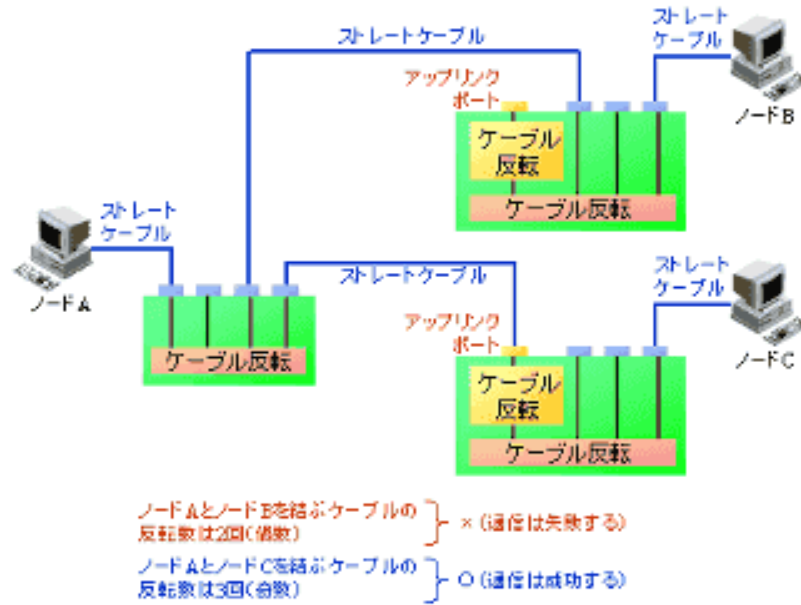


Fig. 3.14 アップリンクポートによるカスケード接続

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。

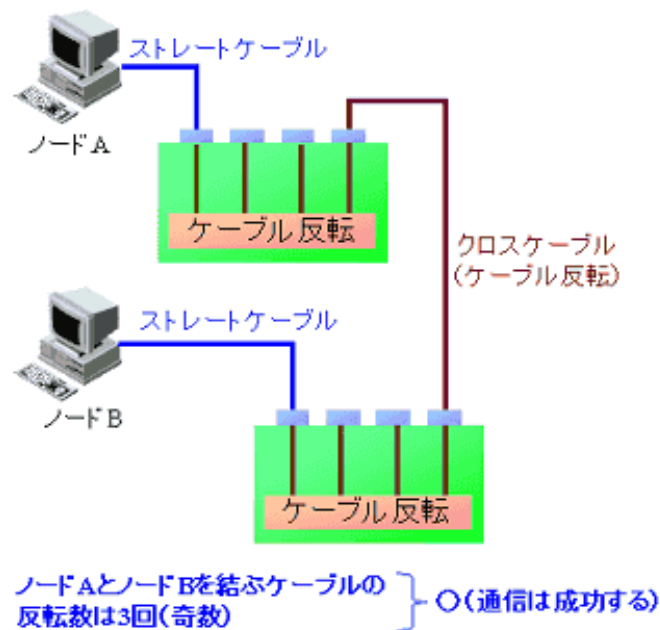


Fig. 3.15 クロスケーブルによるカスケード接続

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。