

## 第2章 LANのハードウェア



## 第2章 LANのハードウェア

IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers:米国電気電子技術者協会)では、LANを「多数の独立した装置が適度なデータ伝送速度をもつ物理的伝送路を通じて、適当な距離内で直接的に通信可能とするデータ通信システム」と定義している。

一般には、LAN(Local Area Network)は、建物内、オフィス内、あるいは敷地内などの比較的狭い地域に分散設置されたコンピュータを結び、各種サービスを提供するシステムのことであると理解されている。以下に、LANを構成するハードウェアの基礎、ならびにケーブル接続について実習する。

### 第1節 LANの構成機器

LANを構成する機器を図2-1に示す。

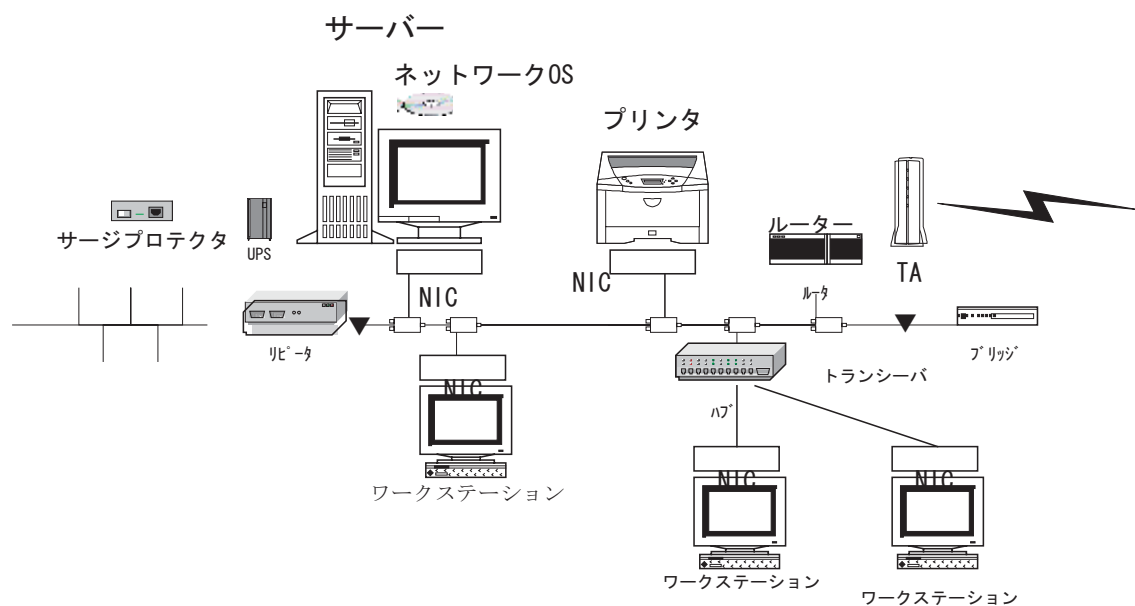


図2-1 LAN構成機器

- ① サーバー  
クライアントにサービスを提供。ファイル・サーバー、アプリケーション・サーバー、データベース・サーバー、プリント・サーバー、通信サーバー、メール・サーバー、FAX/モデム・サーバーなどがある。
- ② クライアント・パソコン  
サーバーにアクセスしてサービスを受ける。
- ③ プリンタ  
ドキュメントの印刷。

④ HUB (ハブ)

ツイスト・ペア・ケーブル用接続、切り離し装置。スイッチング・ハブ。

⑤ NIC

パソコンとネットワーク間を接続するもので、LANカードもしくはLANアダプタという。

⑥ トランシーバー

主に同軸ケーブルから各ノードに分岐させるための接続機器。

⑦ ルーター

ネットワーク層で中継を行い、異なるネットワーク間での相互接続を保証。

⑧ リピーター

信号を増幅または再生することで歪みを低減させる装置。

⑨ ブリッジ

データリンク層でフレーム単位で中継を行い、ローカルブリッジとリモートブリッジがある。

⑩ UPS

停電など電源障害時にバッテリーから電源を供給する装置。

⑪ サージプロテクター

電流のサージがパソコンなどの装置にダメージを与えないように防止する。

⑫ ケーブル

LAN用のケーブルとしてツイスト・ペア、同軸、光ファイバなどがある。

●LANのメリット

LANを導入することによりが生み出される効果には以下のものがある。

- |                     |                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| ●データの共有             | データを共有することで、データを一元化                                                       |
| ●ハードウェアの共有          | プリンタやハードディスクなど、ハードウェアを共有                                                  |
| ●既存ハードウェアの有効利用      | マシンの適材適所への配置を実現                                                           |
| ●ソフトウェア・アプリケーションの共有 | アプリケーションの共同利用により、コスト面、管理面で効果                                              |
| ●分散処理               | クライアント/サーバでは、ユーザ・インタラクションはクライアント、データベース検索はサーバというように、処理負荷分散により個々のマシンの最適な利用 |
| ●電子メール              | 通信の即時性、経済性                                                                |
| ●グループウェア            | グループ作業の支援                                                                 |

## 第2節 LANの設計

LANの構成技術要素には、以下のものがある。設計は、LANの物理的規模、接続コンピュータ台数、伝送速度さらにコストなどを考慮して行うことになる。

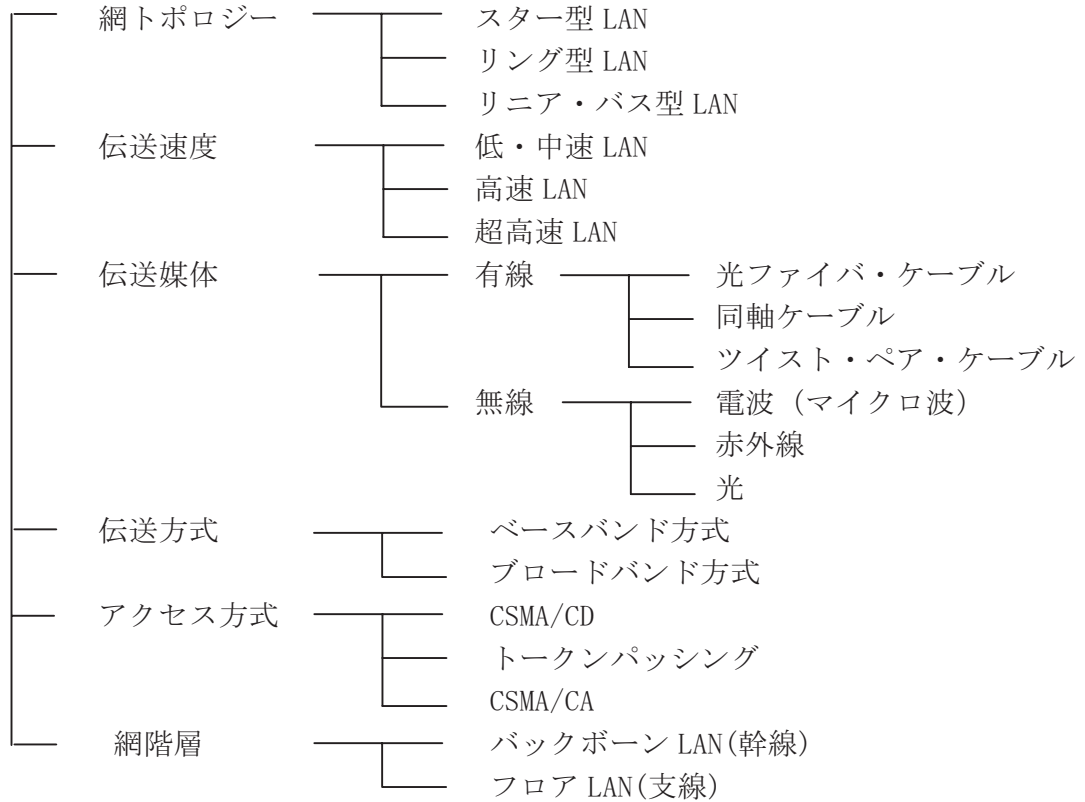


図2-2 構成技術要素

### 2-1 トポロジ

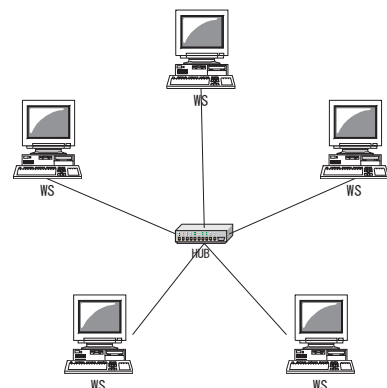
トポロジに着目した分類では、①スター型 ②リング型 ③リニア・バス型の3種類が基本になる。

#### ①スター型 LAN

スター型 LAN は、すべてのワークステーションまたはノード、ファイル・サーバをハブ (HUB) で接続します。ネットワーク・トラフィックはすべてハブを経由するため、利点と欠点がある。

#### 利点

- ・ワークステーションの配置、接続の変更が簡単
- ・トラブル時の診断が簡単



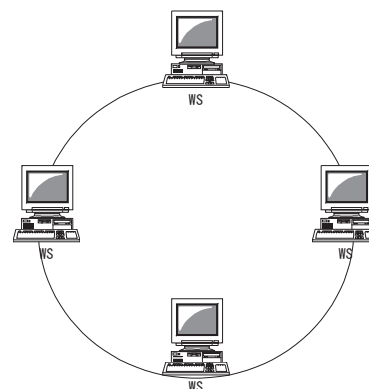
- ・断線による影響が最も少ない

#### 欠点

- ・ハブが故障するとネットワークとして機能しなくなる
- ・必要なケーブル量が多くなる

#### ②リング型 LAN

リング型 LAN は、ワークステーションやノードを 1 本の伝送媒体でリング状に接続したもの。リング上の各ノードは、リピータの働きをし、ワークステーションとワークステーションの間の信号を増幅する。特徴はデータの流が一方向であることにある。



#### 利点

- ・必要なケーブル量が少ない
- ・ハブ、コンセントレータなどが不要

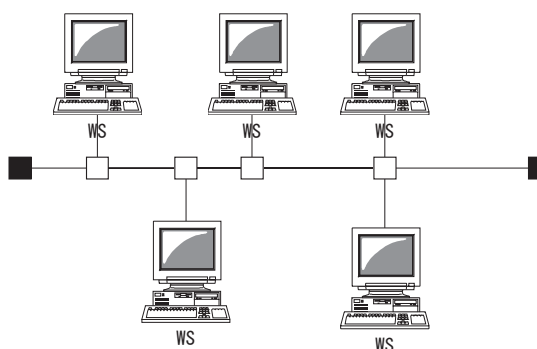
#### 欠点

- ・どこかのノードが故障すると、ネットワークとして機能しなくなる
- ・レイアウトの変更が面倒
- ・故障診断の際に、ネットワークの動作を停止する必要がある

一般に LAN の通信においては、ハブを利用し端末の切離し、配線の二重化などの対策をとっている。

#### ③ リニア・バス型 LAN

リニア・バス型の LAN は、共通のケーブル、あるいはバスにワークステーションやノードが接続された LAN である。この共通ケーブルをネットワーク・セグメントと呼ぶ。バス上の信号は双方向に伝送され、リング型のようにノードを経由する必要がない。したがって、各ノードをネットワークの動作中に切り離すことが論理的には可能である。



#### 利点

- ・ケーブルの使用量が少ない
- ・レイアウトの変更が簡単である

- ・信頼性が高い
- ・延長が簡単

#### 欠点

- ・バス上でトラフィックの輻輳が起こり、ネットワーク全体のパフォーマンスが落ちる

ネットワーク・トポロジには物理的なトポロジと論理的なトポロジがある。例えば 10BASE-T は論理的にはバス型であるが、物理的な配線はハブなどスター型となり呼称が異なる。論理的なトポロジと物理的なトポロジがともにスター型のネットワークとして PBX（構内交換機）をノードとするネットワークがある。

#### ●トポロジーの特色

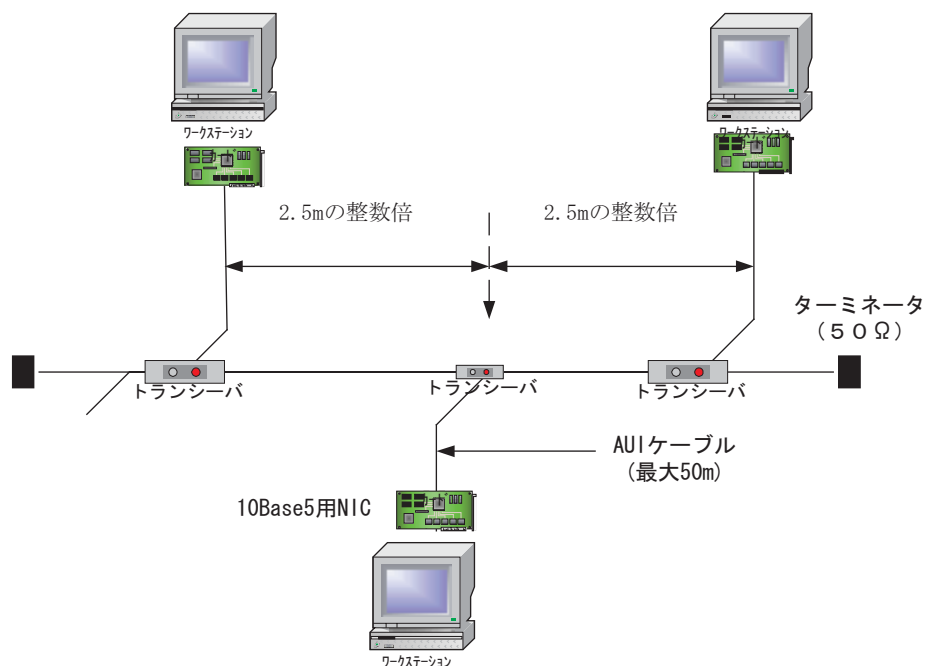
	リング型	バス型	スター型
断線時の影響	全て通信できない	一部通信不通になる	切れた線の端末だけ不通
機械の故障時の影響	故障端末を切り離して通信を行う	通常、故障端末のみ通信できなくなる	一台のみと、全体的に通信できない場合がある
データの流れ	一方通行なので良好	衝突が起こるケースがある	センター装置で集中制御

## 2-2 伝送速度と媒体

イーサネット型LAN(Ethernet Type LAN)は、伝送速度は10Mbpsで、伝送媒体には10BASE規格のケーブルを使用する。10BASE規格のケーブルには、10BASE5、10BASE2、10BASE-Tがある。アクセス方式はCSMA/CD(搬送波感知多重アクセス/衝突検出)を使用している。LANのケーブルリングの規格であるIEEE802.3の代表的なものを以下に説明する。

### (1) 10BASE-5

#### 【構成】



#### 特徴

- ・ 伝送速度 10Mbps の LAN でバス型トポロジーで利用
- ・ 直径約 12mm の同軸ケーブル(Thick 同軸ケーブル)は、イエローケーブルともいう
- ・ 外来ノイズに強い方式で信頼性高
- ・ 太いケーブルは硬く柔軟性難、工事性に配慮が必要

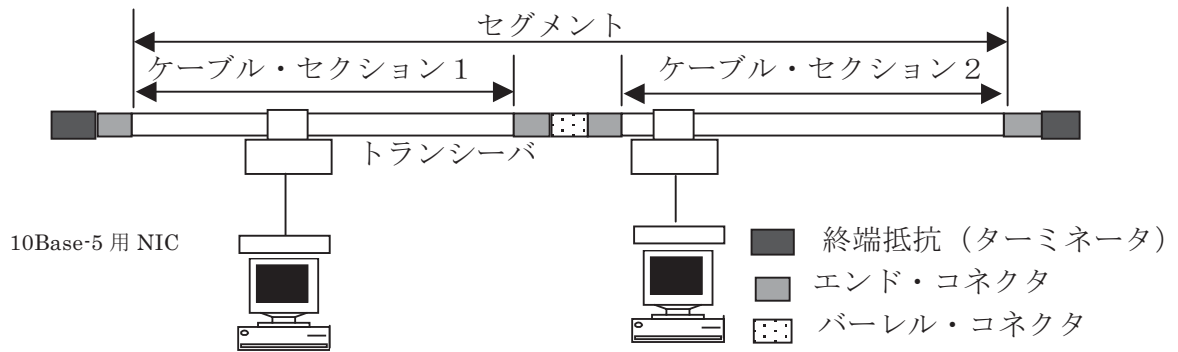
#### 配線構成

- ・ 同軸ケーブルの両端にエンド・コネクタをつけたケーブル・セクション。ケーブル・セクションの配線長は、最大 500m
- ・ ケーブル・セクションの両端に終端抵抗接続。終端抵抗間の配線をセグメントという
- ・ 配線とワークステーションを結ぶには、同軸ケーブル上にトランシーバを取付ける。トランシーバ間隔は最小 2.5m
- ・ トランシーバと端末との間は、15 ピンの AUI ケーブルで接続。AUI ケーブルの最大長は 50m
- ・ 1 セグメント内の端末数、最大 100 台。ネットワーク上の端末数、最大 1024 台。1 セグメントに 1 アースが必須。複数のアースは不可



## 10BASE-5の配線

同軸ケーブル



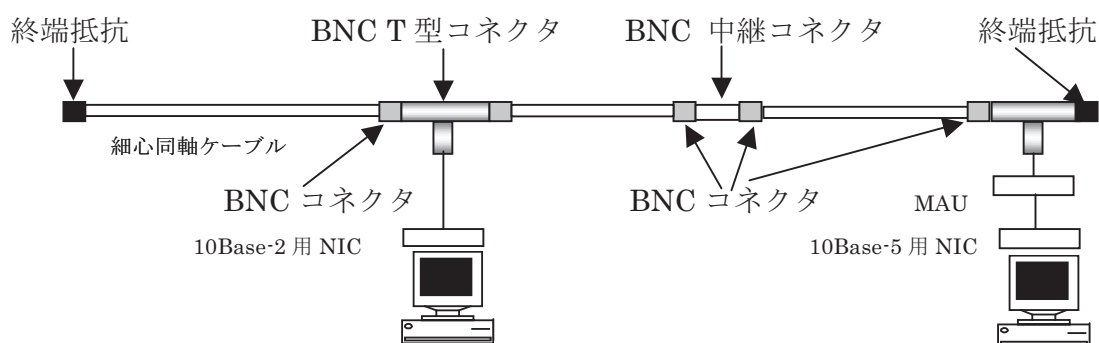
- 終端抵抗 ターミネータは、信号の反射を防ぐために配線両端に設置する。抵抗値は  $50\Omega \pm 2\Omega$  (中心値の  $50\Omega$  ケーブルの特性インピーダンス)。
- エンド・コネクタ ケーブルの両端に取り付け、終端抵抗、またはバーレル・コネクタを接続する。
- バーレル・コネクタ ケーブル・セッションとケーブル・セッションを接続する。



写真 トランシーバ

## (2) 10BASE-2

### 【構成】



### ●MAU(Media Access Unit)

#### 特徴

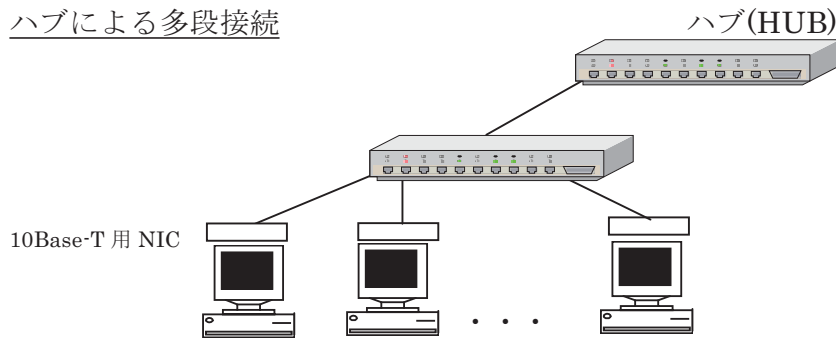
- ・ 伝送速度 10Mbps の LAN でバス型トポロジーで利用
- ・ 直径約 5mm の同軸ケーブル(Thin 同軸ケーブル)
- ・ 外来ノイズに強い方式で信頼性高
- ・ ケーブルは曲げ易く配置、配線の融通性向上、T型コネクタで増設が容易

#### 配線構成

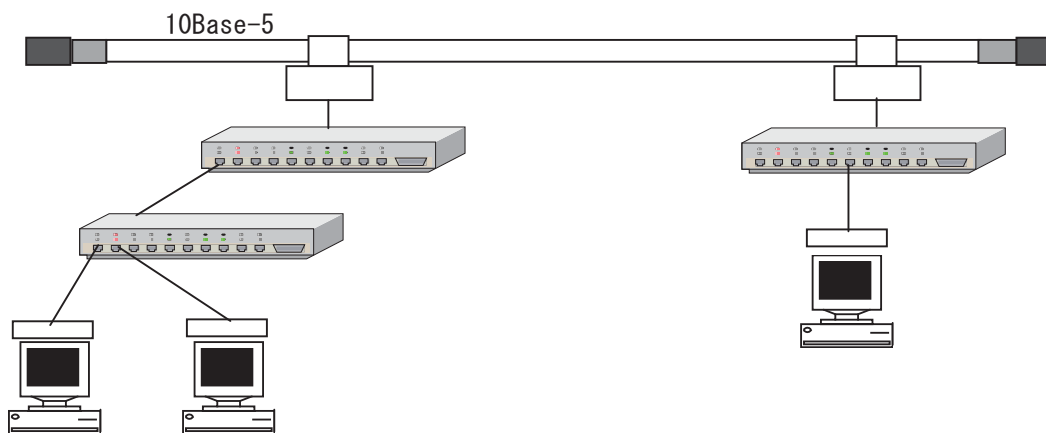
- ・ 同軸ケーブルの両端に BNC コネクタをつけたケーブル・セクション。ケーブル・セクションの配線長は、最大 185m
- ・ ケーブルは、0.5m 以上の長さに、T型コネクタやバーレル・コネクタで接続延長。配線の両端には、終端抵抗(ターミネータ)を設置
- ・ AUI コネクタをもつワークステーションは、T型コネクタに差し、AUI コネクタに変換するメディア・アクセス・ユニット(MAU)を使い接続。AUI ケーブルの最大長は 50m
- ・ T型コネクタの BNC コネクタをもつワークステーションは直接接続
- ・ 1セグメント内の端末数、最大 30 台。ネットワーク上の端末数、最大 1024 台。
- ・ ターミネータで挟まれた LAN 配線に、1か所グラウンドを取る

(3) 10BASE-T

ハブによる多段接続



10Base-5(10Base-2)とハブによる多段接続

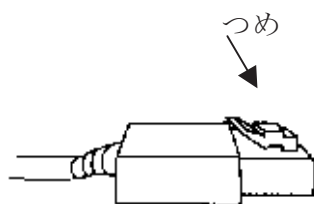


特徴

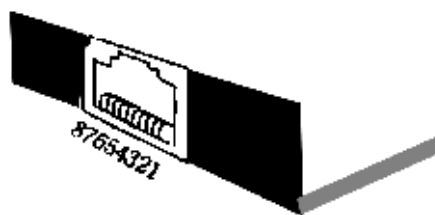
- ・ 伝送速度 10Mbps の LAN でスター型トポロジーで利用。
- ・ ツイストペア・ケーブルで配線
- ・ ワークステーションは HUB で増設
- ・ ケーブル配線が容易

配線構成

- ・ ツイスト・ペア線の両端にモジュラ・コネクタをつけたモジュラ・ケーブル。モジュラ間の配線は 2 対のツイスト・ペア線、芯線の直径は 0.4mm~0.65mm
- ・ ツイスト・ペア線は、カテゴリ-3 (10Mbps)対応以上
- ・ モジュラは、ISDN で利用する 8 ピン(pin)タイプ
- ・ 配線距離は直径 0.5mm を使う場合 100m
- ・ ケーブルの特性インピーダンスは、 $100 \pm 15 \Omega$  (1M~16MHz)
- ・ HUB の通信段数は、4 段まで
- ・ 配線の接続利用では、通信路の減衰を 11.5dB (デシベル)以下に抑制



モジュラ・コネクタ



NIC 側モジュラ

● ISDN の配線との差

- ・ ISDN と同じモジュラ・コネクタであるが、モジュラ・ケーブルとしての互換性はない
  - －ISDN はカテゴリ3 以下が良い
  - －ISDN は配線のピン・アサインが異なる

● UTP(Unshielded Twisted Paircable) のカテゴリ

カテゴリ	最大速度	主な用途	回線
カテゴリ 1	4kHz	音声	電話線
カテゴリ 2	1MHz	低速のデータ通信、音声	低速データ通信ケーブル
カテゴリ 3	16MHz	10M までのデータ通信、音声	10Base-T 100Base-T4 100VG-AnyLAN
カテゴリ 4	20MHz	16M までのデータ通信、音声	カテゴリ 3 までの用途 TokenRing(16MBbps) ATM(25Mbps)
カテゴリ 5	100MHz	100M までのデータ通信、音声	カテゴリ 4 までの用途 ATM(156Mbps) CDDI
カテゴリ 5e (エンハンスカテゴリ 5)	100MHz	1G までのデータ通信、音声	カテゴリ 5 までの用途 Gigabit Ethernet
カテゴリ 6	250MHz	1.2G までのデータ通信、音声	カテゴリ 5e までの用途 ATM(622Mbps) ATM(1.2Gbps)
カテゴリ 7	600MHz	—	(規格策定中)

※ ここで、最大周波数は性能帯域幅（100m のチャンネル配線で伝送可能なサイン波形の周波数帯域）の最大のもをを表す。

HUBの構成

情報端末（PC）とHUBの接続、HUBの多段接続を考える。

- ・PCとHUBはストレート・ケーブルで接続
- ・HUBとHUBはクロス・ケーブルで接続  
⇒HUBの×ポートがあるときはストレート・ケーブルで接続
- ・HUBの多段接続は、4段まで

## ●HUBコネクタにある”=”と”×”マーク

HUBのモジュラ・コネクタには、=と×マークがある。この意味は、信号線配置をクロスしているか、ストレートかを示している。×はクロスの意味で、=はストレートの意味である。マルチポート・ハブでは多段接続用1ポートは「×ポート」／「=ポート」切り替えをスイッチで行えるようにしているものが多い。

HUBの写真

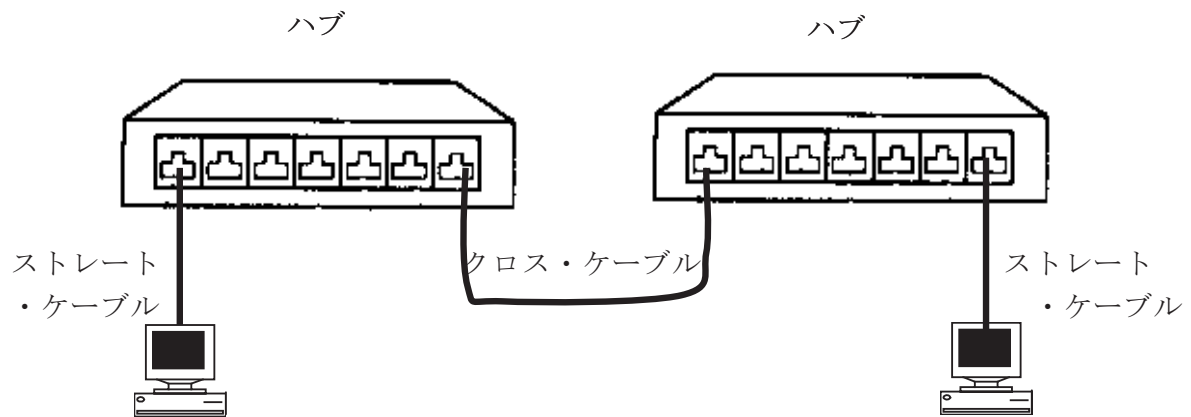


以下に、モジュラの具体的配線割り当てと信号線名称を表す。

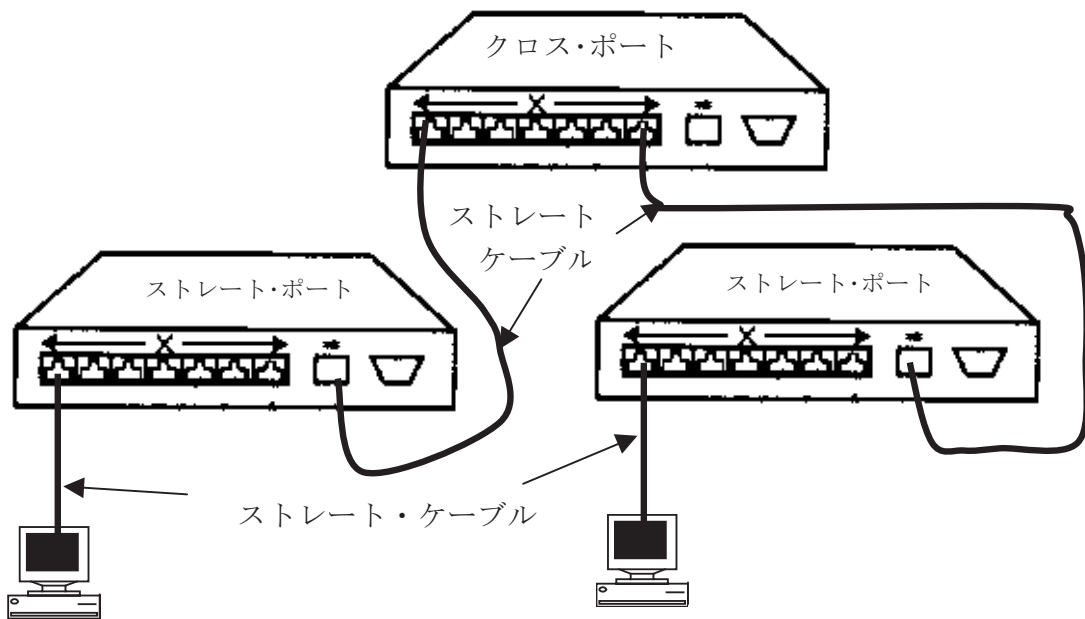
ピン番号	信号線名称
1	TD+
2	TD-
3	RD+
4	未接続
5	未接続
6	RD-
7	未接続
8	未接続

コネクタと配線

●クロス・ポート接続



●クロス・ポートとストレート・ポート接続



#### (4) 100M イーサネット

100BASE規格(100BASE Standard)はIEEE802委員会で制定された100MbpsLANの規格の総称。データ伝送速度が100Mbps、信号をベースバンド伝送するもので、規格には100BASE-FX、100BASE-TX、100VG-AnyLanなどがある。

##### ① 100BASE-T

10BASE-Tの方式をほぼそのまま踏襲してタイミングを10倍速くし、100Mbpsの速度をCSMA/CD方式で実現する。10BASE-Tと同じカテゴリ3の線を4対の配線で利用し、100m伸ばせる。また、カテゴリ5の線を用いる場合、2対でよい。

##### ② 100BASE-VG

HUBにCSMA/CDでやっている送信権制御を行うようにするデマンド・プライオリティ・コントロール(DPC)方式を採用している。速度は、100Mbps。VGはボイス・グレード、つまりカテゴリ3の線が使えることを意味する。

また、デマンドとは予約の意味で、端末はハブに通信予約をして許可をもらい通信する。ハブは、通信予約内の優先度(プライオリティ)を考慮して送信権の制御を行う。反面、デマンド・プライオリティ・コントロールは、CSMA/CD方式の簡易さに反することになる。

この方式の中には、ツイスト・ペア線を4対使う方式と2対使う方式があり、

●4対利用 - 4T+

●2対利用 - 100BASE-X

と呼ばれる。

#### (5) 光ファイバ利用

##### ① FOIRL(Fiber Optic Inter Repeater Link)

光ファイバによるLANの接続延長に用いる。延長距離が長い(光ファイバの総計1km)特徴をもつ。波長850nm(ナノメートル)の光を使い通信する。また、無通信状態では1MHzの周期パルスを送受している。

##### ② 10BASE-F

この規格内は、さらに3つに分かれる。ハブを使い、光ファイバでスター型に端末を収容するのが10BASE-FP、LANの接続延長用にFOIRLより長距離(総リンク長2km)を実現したのが、10BASE-FB、それに端末収容を加味したのが10BASE-FLとなっている。

## (6) その他

変調をブロード・バンドとした 10BROAD-36 や速度 1Mbps の 1BASE-5 がある。

## 802.3の分類

No.	名 前	速度	アクセス	媒体	トポロジ	ベースバンド ブロードバンド	伝送距離 (セグメント当)	備 考
1	10BASE-5	10M	CSMA /CD	同軸	バス	ベースバンド	500m	ステーション間隔 2.5m 以上
2	10BASE-2	10M	CSMA /CD	同軸	バス	ベースバンド	185m	ステーション間隔 0.5m 以上
3	10BASE-T	10M	CSMA /CD	ツイスト ペア	スター	ベースバンド	100m(ケー ブルによる)	
4	100BASE -T	100M	CSMA /CD	ツイスト ペア	スター	ベースバンド	100m(ケー ブルによる)	
5	100BASE -VG	100M	DPC	ツイスト ペア	スター	ベースバンド	100m(ケー ブルによる)	
6	FOIRL	10M	CSMA /CD	光ファイ バー	1対1	ベースバンド	1km	光リレー間 用
7	10BASE-F	10M	CSMA /CD	光ファイ バー	スター	ベースバンド	500m	
8	10BROAD -36	10M	CSMA /CD	同軸	バス	ブロードバンド	3.6 km	
9	1BASE-5	1M	CSMA /CD	ツイスト ペア	スター	ベースバンド	500m	



## 2-3 その他の分類

### (1) 無線LAN

#### 【サービス範囲】

- 広域ネットワーク WAN(Wide Area Network)ー数キロメートル範囲
- 構内ネットワーク LAN(Local Area Radio Network)ービル内、室内

#### 【利用媒体】

- 光ー赤外線
- 電波ーマイクロ波

#### 【無線LANの利点】

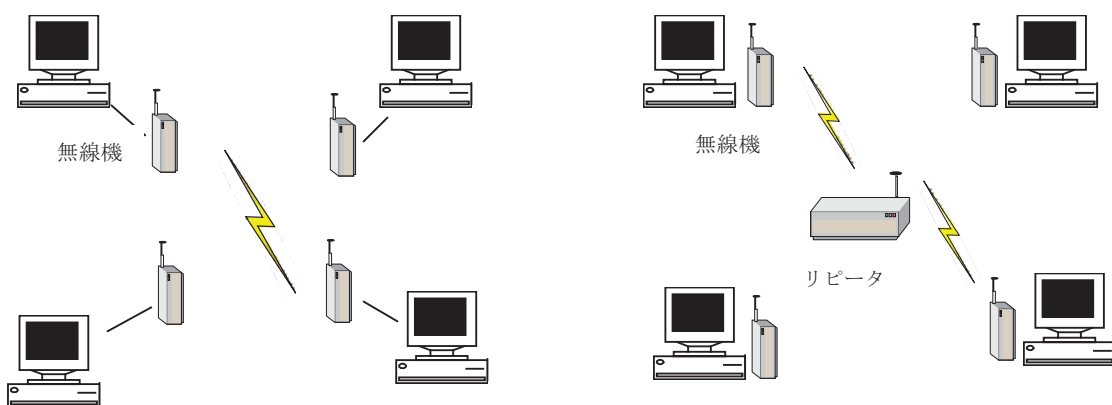
- ① 配線工事が不要もしくは工事が簡単
- ② ネットワーク単位の管理が可能
- ③ 機器のレイアウト変更に伴う配線工事が不要もしくは工事が簡単

#### 【無線LANの欠点】

- ① 機器が高価である
- ② セキュリティが低い
- ③ 雑音などの環境に左右されやすい
- ④ 高速通信が困難

#### 【無線LANの構成】

対等分散方式、リピーター方式、漏洩同軸方式、有線併用方式等の方式がある。



● 対等分散方式

● リピーター方式

## ●BlueTooth

無線 LAN のプロトコルの一つ。極めて近いエリアで使用することを目的としており、ローコストで高速な無線 LAN 方式の標準を狙っている。特徴は、

- ・ 2.45GHz 帯域を使用した無線接続方式
- ・ 電波接続エリアは最大 10m (100m まで可能)
- ・ データ送受信、音声チャンネルの合計 3 チャンネル
- ・ 速度は最高で 721kbps (非対称時、反対方向は 57.6kbps)、対称時には 432kbps

## (2) FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

FDDI は、コンピュータの入出力を検討する ANSI (American National Standards Institute: アメリカ規格協会) の X3T9.5 で検討されている。通信速度は、100Mbps となっていて、基幹は光ファイバの 2 重ループを用いる。

### ① FDDI-I

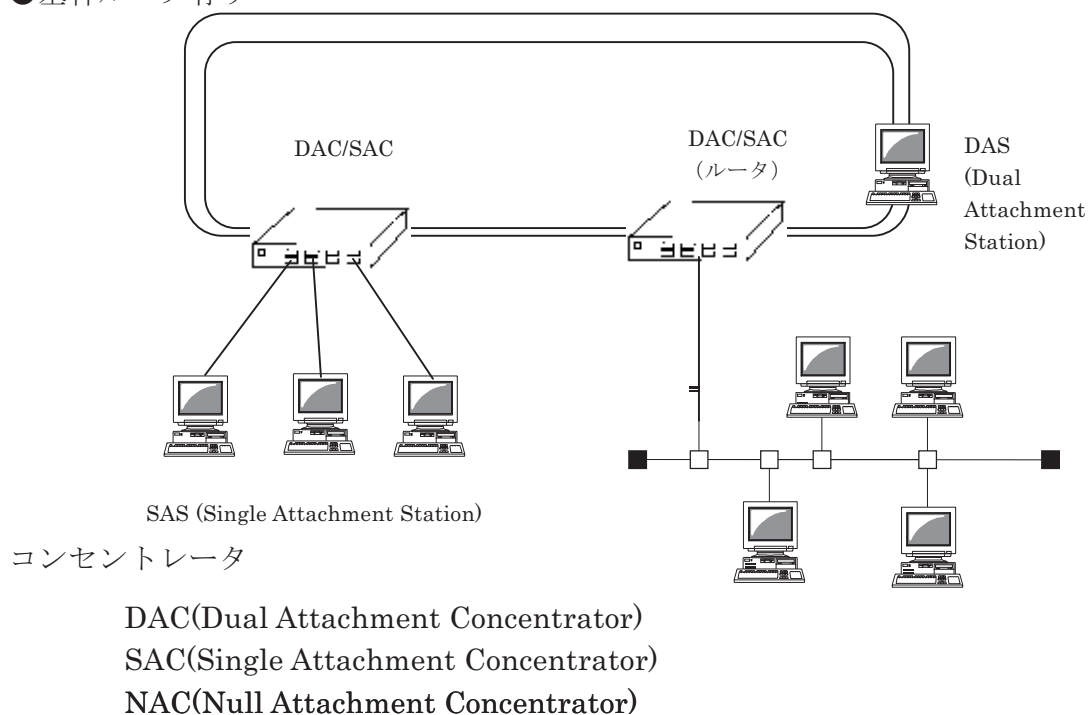
- ・ データ通信速度は 100Mbps、LAN 上の同期クロック (CLK) は 125Mbps
- ・ アクセス方式はトークン・パッシング・リング方式
- ・ ステーション数の最大は、500
- ・ マルチ・モード光ファイバを利用したネットワークの全長は、200km

### ② FDDI-II

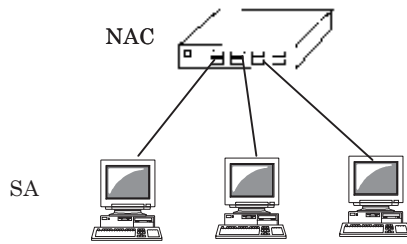
- ・ アクセス方式は TDM (Time Division Modulation) 方式
- ・ 他は FDDI-I と同様

## 配線パターン

### ●基幹ループ有り



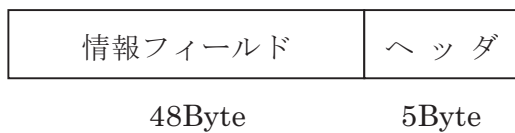
●基幹ループ無し



(3) ATM-LAN

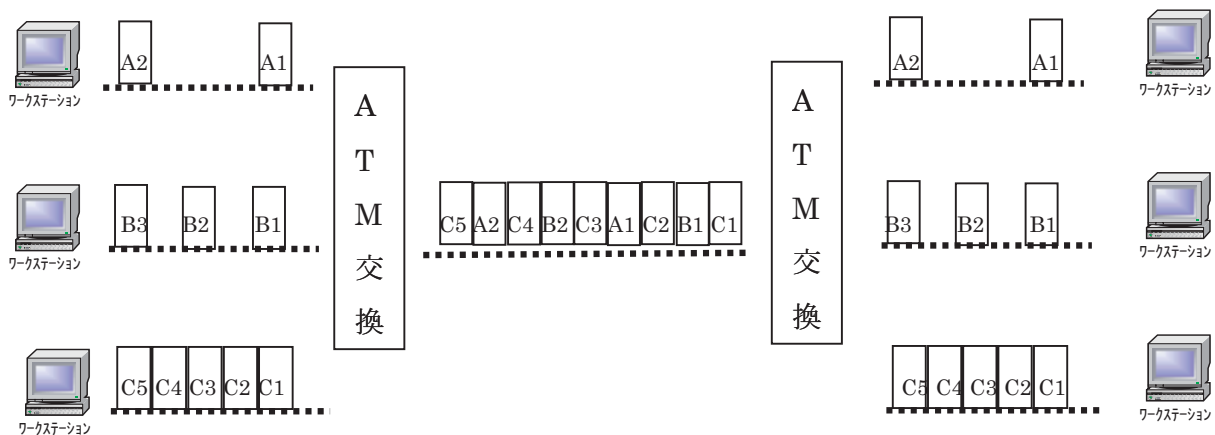
ATM(Asynchronous Transfer Mode)は、非同期転送モードと呼ばれる。この転送モードは、回線交換方式や、パケット交換方式、フレーム交換方式によるデータ転送の長所を併せ持った伝送方式であり、広域網において高帯域 ISDN として注目される B-ISDN の伝送モードとしても利用されている。

データ、音声、静止画、動画像など大容量のデータを 53 バイト (5 バイトヘッダ部 + 48 バイト情報フィールド) の固定長のセルに分割し、高速に伝送するものである。



ヘッダ部には、以下の情報を含む。

- ・ ATM セルの衝突防止、競合制御 (GFC)
- ・ 仮想バス使用の決定(VPI とともにルーティングビットともいう) (VPI)
- ・ 仮想チャンネルの決定 (VCI)
- ・ ユーザ情報の種類 (PT)
- ・ トラフィック過剰時、優先度の低いセルを廃棄 (CLP)
- ・ 巡回冗長符号部 (CRC:Cyclic Redandancy Code) (HEC)



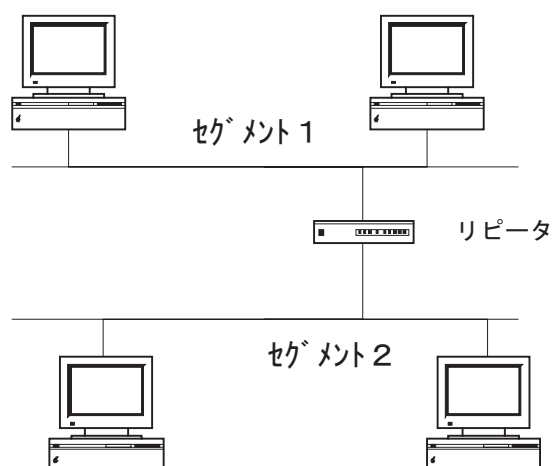
※チャンネル速度の速いものはより多くのセルを伝送できる。

## 2-4 LAN 間接続

従来、異機種間あるいは異なるメーカーのコンピュータを接続することは難しかった。そこで、世界共通の通信規約（プロトコル）を決めることにより、異なるアーキテクチャをもつコンピュータ間の通信、接続が可能になった。これをISO(International Organization for Standardization：国際標準化機構)により標準化されたOSI(Open Systems Inter-connection：開放型システム間相互接)のOSI基本参照モデルと言われるものである。詳細については次章で解説する。ここでは、LAN間接続の例を以下に挙げる。

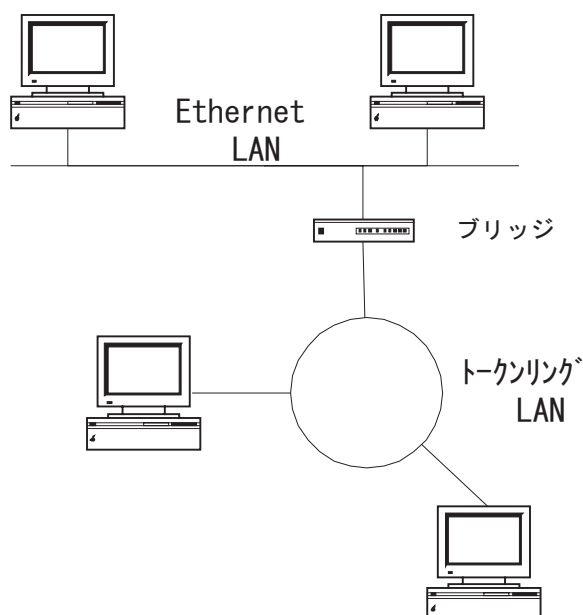
### ① LAN間接続例ーリピータ接続

- ・同一MAC（メディアアクセス制御）のLAN（例えばCSMA/CDS LAN）同士での接続。
- ・接続されたLANは単一のネットワークと見なされる。
- ・イーサネット（例えば10Base-5）では、ケーブル長最大500mを2.5kmまで延長できる。
- ・OSI参照モデル第1層（物理層）での中継を行い減衰した信号を増幅する。
- ・ローカル・リピーター2つのセグメントを直接接続。
- ・リモート・リピーター距離の離れた2つのセグメントを接続する。
- ・リピータ・ハブー複数の端末を接続する。



### ② LAN間接続例ーブリッジ接続

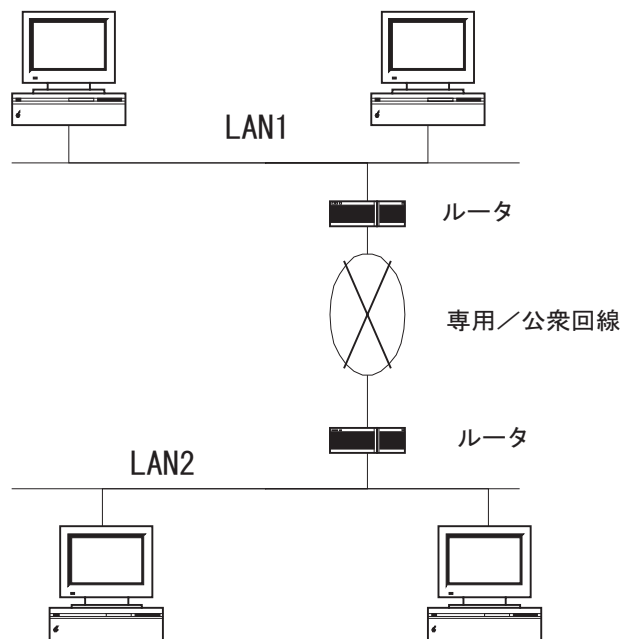
- ・OSI参照モデル第2層（データリンク層）において複数のLAN同士を接続。
- ・Ethernet(IEEE802.3)とToken Ring(IEEE802.5)の接続。(中継ブリッジ)
- ・他のLANへのパケットを中継し、自LANのパケットを廃棄する。(フィルタリング)
- ・ローカル・ブリッジーLAN間を直接接続。
- ・リモート・ブリッジー通信回線を



使って遠隔地のLAN間を接続する。

### ③LAN間接続例—ルータ接続

- ・ OSI参照モデル第3層（ネットワーク層）において複数LAN間を接続。
- ・ 同一プロトコル、異なるMAC間の接続。
- ・ 異なるパケットの中継処理をする。  
TCP/IPネットワークでは、IPアドレスを見て中継経路の制御を行う。



### ④その他のLAN間接続機器

**ブルーター** OSI参照モデル第2層と第3層においてブリッジとルーターの機能を併せ備えたLAN間を接続する機器。

第3層であて先の分かるデータはルータ、不明のものはブリッジとして中継。

**ゲートウェイ** OSI参照モデルの7階層すべてにおいて、異なる複数のLAN間を接続するための変換装置。

主にフォーマット変換、アドレス構造の変換、プロトコルの変換などを行う。

### 第3節 LANケーブル製作実習

LANの配線工事やLANの管理・維持には、専用工具が必要である。ここでは、小規模LANに使用されるケーブル10BASE-Tの工具を準備する。

#### 3-1 工具

##### ①小型ミラー

壁際に設置されたパソコン本体の後部の端子面を覗きケーブルの配線状況、結線の確認の場合等、狭い作業スペースでの配線工事に便利な器具である。

##### ②ハンドソー

配線の隠ぺい部材をカットするのに使用する。

##### ③ドライバー

木造の建造物に穴を開ける場合、「ギムネ」がない場合の代用として利用する。

##### ④モジュラープラグ圧着工具

10BASE-Tの8ピン用モジュラープラグに加えて、電話ケーブルの6ピン用の両者を圧着できる工具とする。

##### ⑤メジャー

フロア配線を計測する。フリーアクセスの場合など、適度な余裕のケーブルを必要とする。

メジャーはスチール製の建築用スケールのストップタイプが最適である。

##### ⑥プラスチックボックス

ケーブル加工専用の工具や配線関連の工具・器具・部品などをまとめて収納できる3段式のがよい。

##### ⑦ツールキット

LAN工事に必要な工具、器具をセットにし、専用のカバンに収納すると便利である。

##### ⑧データ通信技術者キット

⑦と同様、必要な工具、器具をセットにしたものもある。

## ⑨その他

- ・ ケーブルを絶縁、保護するプラスチックテープ。
- ・ 異物を除去したり、清掃するピンセット。
- ・ コネクタの清掃にはワイヤブラシやメチルアルコール。
- ・ 配線を束ねる器具には、鉄芯の廉価なカッター付きのバインダー。

## 3-2 10BASE-T ケーブルの終端加工

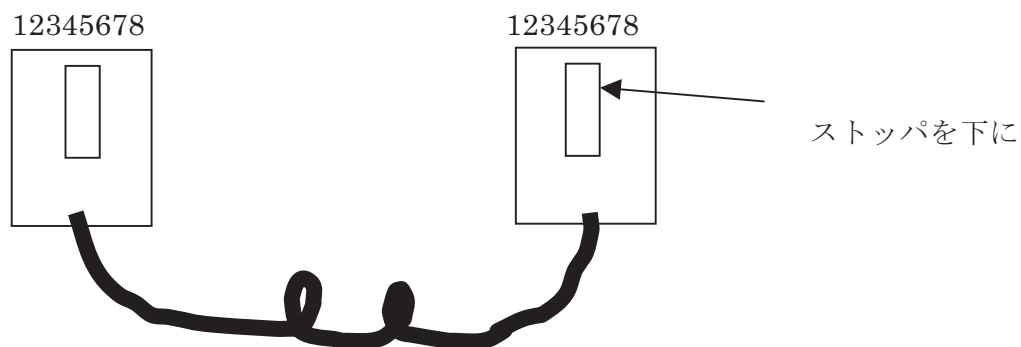
小規模 LAN 構築に利用されるケーブルは、10BASE-T が一般的である。10BASE-T が広く使用されているのは、障害の切り分けと配線の容易さからである。さらに、10BASE-T の「カテゴリー5」と呼ばれるタイプは、100Mbps での高速伝送にも対応できることから、多く利用されている。

10BASE-T は UTP (Unshielded Twist Pair) ケーブルを使用する。UTP ケーブルは、ツイストペア 8 芯線が 4 組のペアになっている。10BASE-T では、その両端に RJ45 タイプのプラグを取り付けたケーブルで配線する。

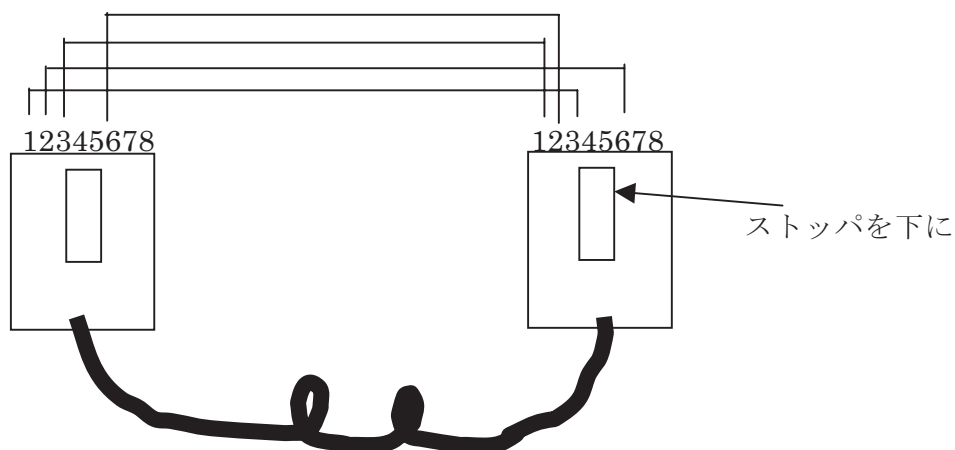
米国の EIA/TIA (電子工業会/電気通信工業会) で定められたケーブルの配列構成の規格をそのまま覚える。ケーブルの芯線の 1 番が白/緑、2 番が緑、3 番が白/オレンジ、4 番が青、5 番が白/青、6 番がオレンジ、7 番が白/茶、8 番が茶と、芯線の配列と色が定められている。

1	-----	白/緑
2	-----	緑
3	-----	白/オレンジ
4	-----	青
5	-----	白/青
6	-----	オレンジ
7	-----	白/茶
8	-----	茶

【ストレートケーブル】



【クロスケーブル】



【参考】4ペア UTP のカラーコード

標準のカラーコードは4ペアのバックボーンにも水平配線にも使われている。変形のカラーコードはより線のパッチケーブルだけに使われることがある。この表はモジュラープラグのピン番号も示している。

ペア	標準		変形 (燃線のパッチケーブル)		コネクタのピン番号	
	カラー	略号	カラー	略号	T568A	T568B
ペア 1	White-Blue	W-BL	Green	G	5	5
	Blue	BL	Red	R	4	4
ペア 2	White-Orange	W-O	Black	BK	3	1
	Orange	O	Yellow	Y	6	2
ペア 3	White-Green	W-G	Blue	BL	1	3
	Green	G	Orange	O	2	6
ペア 4	White-Brown	W-BR	Brown	BR	7	7
	Brown	BR	Slate	S	8	8

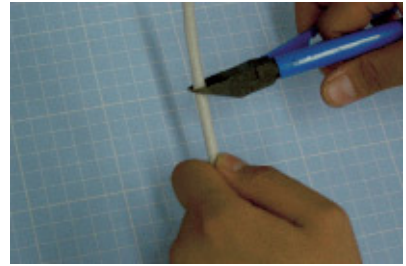


### 3-3 プラグの取り付け方法と手順

#### 【手順1】 ケーブルを必要な長さに切断

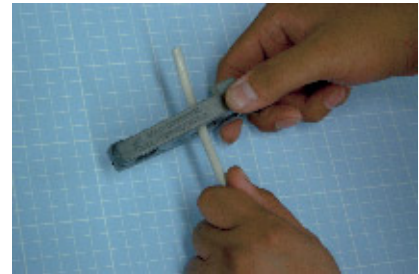
ケーブルの切断で注意すべきポイントは、その長さである。ケーブルの線の余分の長長というが、余長した場合、減衰ロスが発生する。

10BASE-Tでは、最長100m。



#### 【手順2】 ケーブルの線の皮膜除去

ワイヤーストリッパーでケーブルの線の皮膜を剥ぐ。剥ぐ時は、小指の長さを目安にする。



【手順3】 ケーブルの8本の線を規格の順番に合わせ、切断ケーブルの線を規格の順番に合わせて切断する。このときペアとなっている芯線のよりを戻す。



【手順4】 ケーブルの線の先端の長さを合わせるケーブルの線の先端の長さを合わせ、その手を離さないようにしておく。



【手順5】切断したケーブルをプラグに挿入手順4で手を離さないようにしていたケーブルをプラグに挿入する。



【手順6】ケーブルの線とプラグの金属面が接触しているかルーペで確認。ケーブルの線とプラグの金属面は肉眼で見えにくいので、ケーブルとプラグが接触しているかをルーペを使って確認する。ここでのポイントは芯線がプラグの嵌合機構内に完全に挿入されているかどうかである。



【手順7】導通チェック

チェッカーを利用して導通チェックを行う。



## 【ケーブル作成と性能テスト演習】

## 1. ケーブル製作演習

10BASE-T ストレート・ケーブルおよびクロス・ケーブルを作成しなさい。

2. ストレート・ケーブルは、コンピューター-HUB接続により、正しく動作することを確認しなさい。確認には、

- ・ ping コマンド
- ・ ポップアップ・サービス (c:\¥Windows¥winpopup.exe)
- ・ インターネット・ブラウザ

などを利用する。

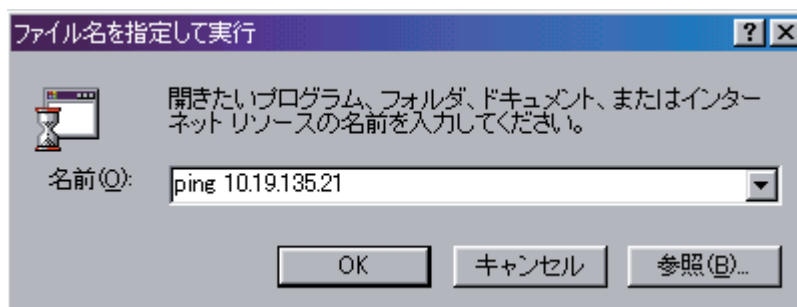
## ●ping コマンドによる確認例

LAN に接続した 2 台以上のコンピュータより接続を検査する。

[スタート]－[プログラム]－[ファイル名を指定して実行]

名前ボックスに ping に続いて接続確認先コンピュータの IP アドレスを入力し、

をクリックする。



```
Pinging 10.19.135.21 with 32 bytes of data:
Reply from 10.19.135.21: bytes=32 time<10ms TTL=128
Reply from 10.19.135.21: bytes=32 time<10ms TTL=128
Reply from 10.19.135.21: bytes=32 time<10ms TTL=128
Reply from 10.19.135.21: bytes=32 time=1ms TTL=128

Ping statistics for 10.19.135.21:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

※Request Timed Out などエラーメッセージが表示されれば、導通されていないことが分かる。

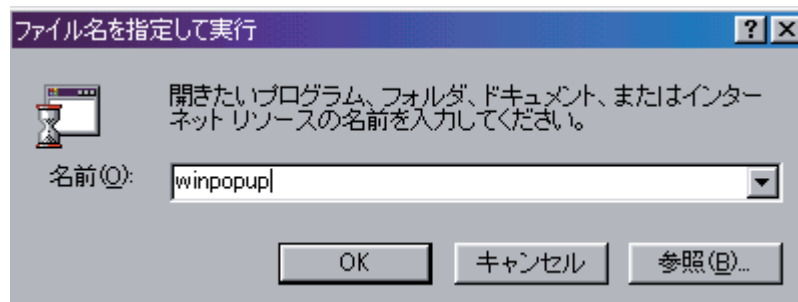
●ポップアップサービスによる確認例

LAN に接続した 2 台のコンピュータ（Windows 95/98/Me 等）を用意し、メッセージの交換を行う。

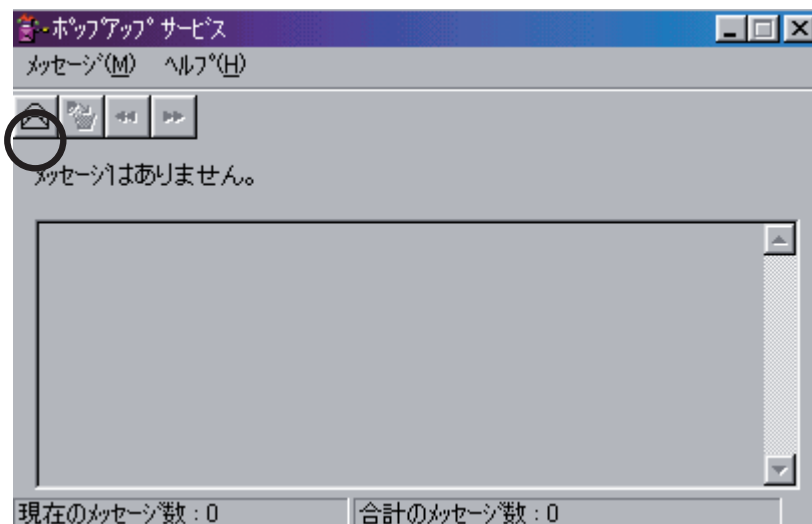
(1) それぞれのコンピュータでポップアップ・サービス・プログラムを起動する。

[スタート]－[プログラム]－[ファイル名を指定して実行]

名前ボックスに  を入力し、 をクリックする。

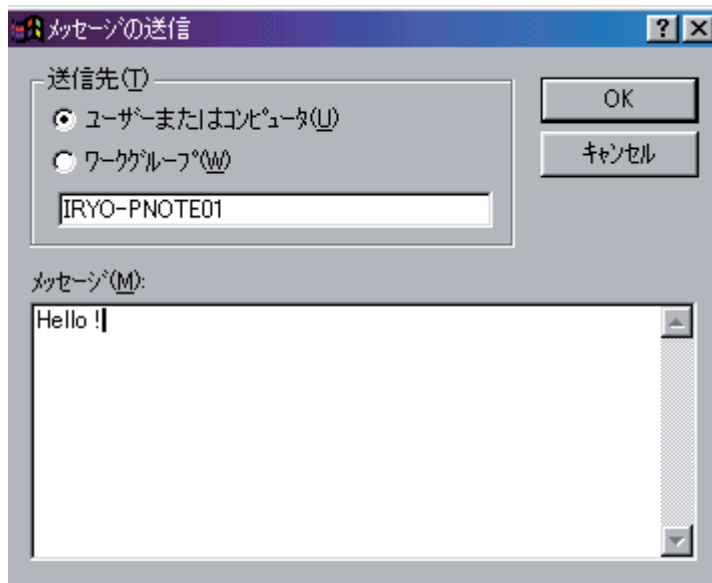


(2) ポップアップ・サービス画面で、送信ボタン（封書のアイコン）をクリックする。



(3) 送信側コンピュータで以下を実行する。

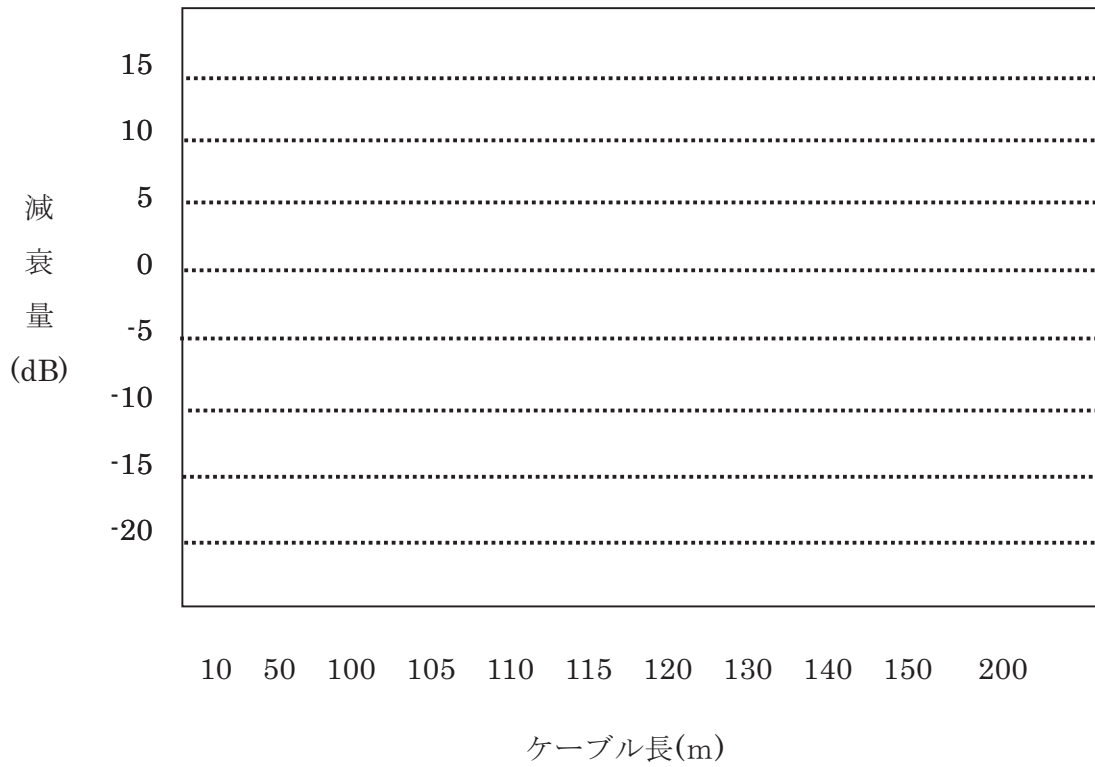
メッセージ送信側コンピュータで、[送信先]、[メッセージ]を入力し、[OK]をクリックする。



(4) 受信側コンピュータでメッセージを受け取る。



3. ケーブル・テスタにより、以下の10m、50m、100m、110m～200m（10m刻み）ケーブルの減衰量を計測し、グラフにプロットする。



●ケーブル・テスタによるカテゴリ 5 ケーブルの検証

市販ケーブル・テスタには、BLACKBOX 製 OMNIScan2 (下図)、FLUKE 製 DSP-2000 などがある。



一般に、カテゴリ 5 ケーブルの検証には以下の項目を調べる。

- (1) 導通チェック
- (2) 短絡の有無
- (3) ペアリングとピン配列 (ワイヤマップ)
- (4) ケーブル・セグメント長さ (時間領域反射率測定法)
- (5) 減衰量と近端クロストーク (NEXT)

これらのテスト方法は、UTP ケーブルをテストするための EIA/TIA TSB-67 規格に準拠しています。カテゴリ 5 ケーブルでは 100MHz 以上でテストを行って減衰量とクロストークを正確に測定することとなっている。以下に、概要を示す。

#### ①ワイヤマップ・テスト

ワイヤマップ・テストにより対線がプラグやソケットに正確に接続されていることをチェックする。

ここでは、ケーブルが切断、破断していないこと、および全ての線が両端間で接続されているかをテストする。これにより、ケーブル・セグメント (リンク) の導通が測定可能になる。また、より対線のペアリングとピン配列が正しく行われているかどうかを検証する。

#### ②TRD (時間領域反射率測定)

ケーブルの長さを測定して EIA/TIA 568 規格適合をテストし、リンクの完全な状態の確認には、TDR (時間領域反射率測定) テストを実行する。

このテストでは、ケーブルの全長に電気信号が送り出され、送り戻される。信号が戻るのにかかる時間の量を信号遅延と呼ぶ。このとき、信号遅延値を測定してケーブル距離を自動的に計算し、異常なスプライスやターミネーションがあればこれをチェックする。

#### ③減衰量

減衰量は、ケーブルで発生する信号損失の量のことであり、減衰量は線のサイズと構成、ケーブルの全長、シールドリング、NVP (通常伝搬速度)、および信号周波数が影響要因として挙げられる。UTP ケーブルの場合、減衰量は信号周波数が高くなるにつれ増加する。これは、カテゴリ 3 とカテゴリ 5 のテストと大きく異なる。カテゴリ 3 ケーブルは 1~16MHz の範囲でテストを行うのに対して、カテゴリ 5 ケーブルは 1~100MHz の範囲の帯域幅で 1MHz ごとにテストを行う。100MHz カテゴリ 5 ケーブルで減衰量レベルが高くなりすぎると、ネットワーク・インタフェース・カード (NIC) によって作られた信号がハブに届かなくなることになる。一般的な基準として、100m の 100MHz ケーブルの平均減衰量レベルは 21.89dB となっている。

減衰量テストにより、ケーブルに製造上の欠陥や腐食などを調べることができる。一般にテストは、ケーブルの帯域幅を一段ごとに信号を送信し、これにより、ケーブルがその周波数の仕様を満たしているかどうかを検証することができる。

#### ④クロストーク

クロストークとは、隣接するラインから生じた、別のライン上の誤った電気信号のことである。電流、あるいは近くの線の磁界によって作られた混信で、例えばクロストークが高すぎると、NICによって作られた信号がハブからの信号を妨害してしまい、信号の歪みが生じたり、データのエラーが多くなってネットワークが正常に動作しなくなる可能性がある。

#### ⑤NEXT（近端クロストーク）

近端クロストークとは、線の送信端で発生する混信のレベルであり、2つの隣接する線によって生じ相反する磁界の結果として生じる。一般に線をシールドして撚ることによってクロストークを減らすことができる。理想的には、適切な間隔をあけて撚ってある UTP 線を用いれば NEXT が完全になくなり、反対に、正しく撚られていない線を用いるとクロストークが増えてしまうことになる。より対線配線の容量の性質から、クロストークは送信される電気信号の周波数に比例して増加する。



【参考文献】

1. パソコン LAN とインターネット技術 小林著 NEC クリエイティブ 1998
2. カテゴリ 5 ケーブルの検証 [www.blackbox.co.jp/tech/1\\_5\\_2\\_14.html](http://www.blackbox.co.jp/tech/1_5_2_14.html)