

## ① 回線接続方式

### ① 回線接続方式

#### ㊦ 回線接続方式の種類

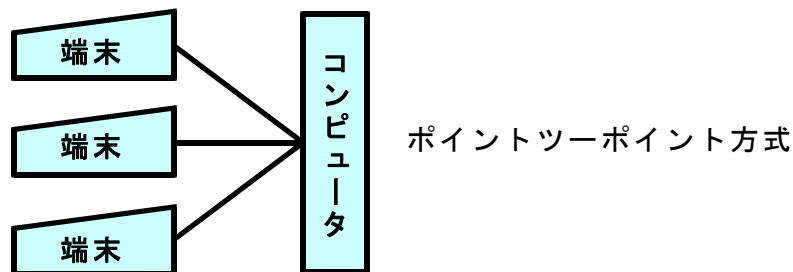
端末とセンターのコンピュータ間を通信回線で結び、オンラインシステムを構築する場合、回線接続方式を決める必要がある。回線接続方式には、ポイントツーポイント方式、マルチポイント方式、集線方式がある。

#### ① 回線接続方式の選択

いずれの方式を選択するか、どのように組み合わせる方式を採用するかは、回線のコスト、通信量、信頼性を考慮して決定する。

### ② ポイントツーポイント方式

ポイントツーポイント方式は、各端末ごとに専用の通信回線を割り当て、コンピュータと結ぶ方式である。通常、通信網などを使用する場合、接続対象を選択できるようにするが、接続対象が決まっている場合は、直接つなぐことで、通信上の問題を軽減できる。



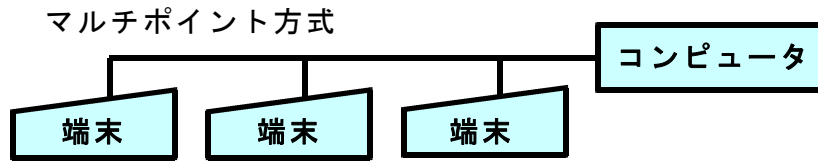
### ③ ポイントツーポイント方式の特徴

- ㊦ 各端末は自分の端末に接続している回線の伝送能力を専有して利用できる。
- ① 回線障害が発生しても、影響を受けるのは該当回線に接続されている端末のみで、障害影響の範囲を小さい。
- ㊵ 回線コストは端末数に比例する。
- ㊶ 端末とコンピュータ間の距離が短く、端末とコンピュータ間が常に通信している。
- ㊷ 即時応答性が要求される場合に適する。

### ④ マルチポイント方式

1本の回線を共有して、複数の端末とセンターのコンピュータを結合する方式である。1本

の通信回線を各地点で分岐し、複数個の端末を接続する方式で、多数の端末と通信を行う場合に経済的な構成となる。

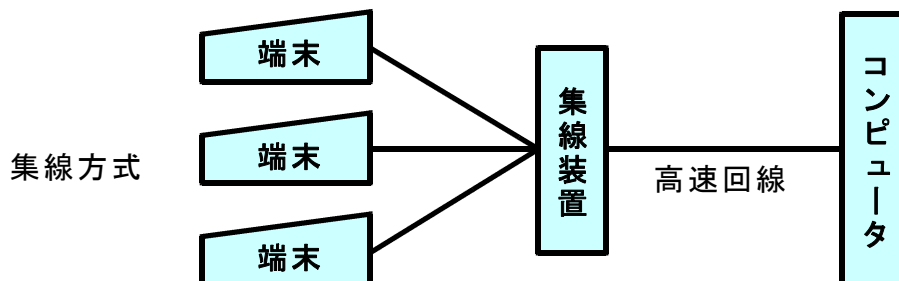


### ⑤ マルチポイント方式の特徴

- ㊦ 回線コストが安い。
- ㊧ 1 端末が通信中は他の端末は通信できない。
- ㊨ 回線障害が発生すると、全端末との通信が不可能になり、信頼性がそれほど高くない。
- ㊩ 各端末の通信量は多くない場合に適する。
- ㊪ 通信要求が重なった場合、待つ必要がある。

### ⑥ 集線方式

コンピュータと複数の端末を回線で接続する際に、中間に集線装置を設置し、集線装置までは各端末ごとに低速の専用回線で接続し、集線装置とコンピュータ間は高速回線で接続する方式である。



### ⑦ 集線方式の特徴

- ㊦ ポイントツーポイント方式よりも回線コストを節約できる。
- ㊧ 高速回線の障害が発生すると、全端末の通信が不能になる。
- ㊨ 端末が一カ所に集中していて、端末とコンピュータとの距離が離れている。

## ② CCP (通信制御装置)

### ① 通信制御装置の機能

#### ㊦ 回線制御

- ① 回線終端装置(DCE)とのインタフェース制御等の条件に従う。
- ② 伝送符号の組立と分解、信号の直並列変換、各種タイマ制御、符号変換、
- ③ JIS符号とEBCDIC符号の相互変換
- ④ 回線の接続と切断、複数回線の制御

#### ㊧ 伝送制御

- ① データリンクの確立と終結、データの伝送
- ② 制御符号、コマンド処理、誤り制御

#### ㊨ 端末制御

- ① 端末機の機能に対応する制御
- ② 端末機の仮想化制御

#### ㊩ メッセージ制御

- ① ビットサンプリング
- ② 伝送文字組立、伝送誤り検出、伝送符号処理(伝送制御文字処理)
- ③ コード変換、ブロック組立、メッセージ組立、メッセージ処理

## ③ MODEM、DSU、NCU

### ① MODEM(変復調装置)

MODEMはアナログ伝送路を使用してデータを伝送する場合に、デジタル信号をアナログ信号に変調したり、アナログ信号をデジタル信号に復調したりする装置である。電話回線を通信回線として使用する場合に必要である。

最近のモデムは伝送速度28.8Kbpsや33.6Kbps、更に高速をサポートし、ファクシミリ出力機能も備えた高速なファクスモデムから、下り方向56Kbpsモデムへと進化している。データ信号速度が56Kbpsの高速伝送が可能で、FAXの場合、14.4Kbpsの伝送が可能である。最近ではMNPモデムが普及している。ファクスモデムはファクシミリの送受信機能をもつパソコン通信用のモデムで、ファクスモードとパソコン通信モードを切り替えて使用する。パソコンで作成した文書データをイメージデータに変換し、直接相手のファクシミリに送信する。MNPモデムはクラス1～クラス10の9ランクあり、クラスが高いほど高機能である

## ⑥ DSU(デジタル網回線終端装置)

DTEからのデジタル信号をデジタル伝送に適した信号形式に変換したり、その逆を行う装置である。ISDNや高速デジタル回線を利用するときに必要になる。エンベロープの組立やDTEとのインタフェースを制御する装置である。デジタル伝送路ではベアラ信号つまりオクテット単位でデータを伝送する。8ビット（情報ビット6＋2ビット）の通信データを1オクテットといい、ベアラ通信速度は信号速度の4／3倍（同期の場合）となる。

## ⑦ NCU(網制御装置)

発信側端末では、所定の相手端末と接続するため、交換機の起動と選択信号の送出を行い、伝送終了後に、復旧の操作を行う。着信側端末では、呼び出し信号を検出し、回線接続を行い、伝送終了後、発信側の復旧要求に応じて、回線を切断する。

手動・自動の種類によって次の3種類のタイプがある。

- ㊦ MN形NCU 手動発信／手動着信
- ㊧ MA形NCU 手動発信／自動着信
- ㊨ AA形NCU 自動発信／自動着信

## ④ TDM(時分割多重化装置)

### ㉑ TDMとは

TDMは遠隔地間の1本の高速デジタル回線を、複数の各利用者用のデジタルチャンネルに時間的に分割し、複数チャンネルとして同時に利用する。複数の利用者間で時分割した各チャンネルごとに、独立して同時に利用できる。1本の6Mbpsの高速デジタル回線を93本の64Kbps回線に分割多重化できる。

### ㉒ TDM利用のメリット

- ㊦ 高速回線の通信区間が遠距離であるほど、料金面では有利となる。近距離区間では料金面でのメリットはそれほど期待できない。
- ㊧ 低速回線に接続する複数の利用者側端末の設置場所が、TDMと同一地域の近距離区域内にあることが望ましい。
- ㊨ デジタル多重化方式が適切に利用されれば、使用する高速デジタル回線の品目が、高速になるほどビット当たりの通信コストが有利となる。

### ㉓ TDM選定のポイント

#### ㊦ 高速回線インタフェース

- ① 収容可能な高速回線数（ポート数）

② 接続可能な高速回線の品目（伝送速度）

① 端末回線インタフェース

① 収容可能な端末側の回線数

② 音声、データ、映像など端末間インタフェースのサポート機能

③ 接続可能な端末回線の品目（伝送速度）

④ 障害対策

TDM装置内（制御系、回線系、電源系）、伝送路、障害時の試験・切り分け機能

## ⑤ DTE（端末制御装置）

### ① DTEとは

DTEは複数の入出力装置とデータ回線終端装置（DCE）の間にあり、入出力装置の制御や通信回線を介してデータの伝送制御など、通信に関わる処理を受け持つ装置である。端末との間を並列デジタル信号で結び、モデムとの間を直列デジタル信号で結ぶ。

### ② 端末制御装置の機能

① データ回線終端装置（DCE）インタフェースの制御

② 送受信データのバッファリング

③ 送受信データの直並列変換

④ 伝送制御手順の実行

⑤ 誤り検出符号の生成と受信データの誤り検出

## ⑥ 伝送媒体

### ① 銅線による電気信号の伝送

#### ① 周波数の高い信号の伝送

通信では、音や画像などの情報を電気信号に変換して伝送する。通信ケーブルは電気信号を伝送するもので銅線が利用される。簡単なケーブルは、ビニールなどで表面を覆った2本の銅線をより合わせたより対線が使用される。

より対線は、周波数の高い信号の伝送には向かない。周波数が高いと、線の外部に漏れる信号が大きくなり、外部からの雑音を遮るものがないので、隣り合ったより対線から漏れる信号が雑音となって信号を伝送しにくくする。最近のADSLでは、距離が5km程度なら、

数Mビット／秒の転送速度が可能であり、LANでは、距離を100m以下に抑えて、100Mビット／秒の伝送速度を実現している。

周波数の高い信号の伝送に同軸ケーブルを使用すると、アナログ信号では500MHz程度、デジタル伝送では1Gビット／秒程度まで伝送が可能になっている。

### ① 長距離伝送に中継器を活用

銅線で信号を伝送すると、信号は次第に減衰する。長距離を伝送するには中継器が必要となる。アナログ信号では、中継器は減衰した信号をそのまま増幅するが、デジタル信号では中継器が信号を再生し、増幅する。

伝送する信号の周波数が高くなるにつれて、信号電圧はより低くなる性質がある。デジタル信号はパルスという方形波の電気信号で伝える。方形波の角のシャープな部分は、周波数の高い成分でできているため、減衰が大きく、パルス波形の角がとれて、歪んでしまう。そこで中継器で、なまってしまった波形を作り直して、混入した雑音も取り除き、増幅して送信する。

## ⑥ 光ファイバーによる光信号の伝送

### ア 光信号は減衰しにくい

通信用の光ファイバーは、2重構造になっていて、中心部分は屈折率が高く、周りの部分は屈折率が低くなっている。屈折率が内と外で違うために、中心部分に入った光は周りの部分で全反射して外部には漏れない。この仕組みによって、長距離でも伝えられる。光ファイバーは純度の高い透明なガラスで作られているため、その中を通る光は弱くならない。15kmの光ファイバーを通して光の強さが半減する程度である。周波数の高い信号が減衰しないのが特徴である。中長距離の高速伝送路では光ファイバーケーブルが使われている。

### ① 長距離伝送では光信号も増幅する

光信号は、電気信号に比べて減衰しにくい特徴があるが、長距離伝送するときには途中で増幅する。光ファイバーは帯域が極めて広く、超大容量伝送が可能である。超大容量伝送には波長分割多重という技術が利用される。

光ファイバー伝送に使用されている光は、減衰量が最も小さい1.55 $\mu$ mの波長の赤外線である。光パルスが、ある程度長い距離を伝わると、1と0の判断ができなくなるため、再生中継器に入れて、半導体でできているレーザ・ダイオードで、光をいったん電気信号に変えて1か0を読み、再び光を発生させて再送信する。

### ウ 波長分割多重

一つの波長の光で信号を送るときの伝送速度は、数十Gビット／秒が限界と言われている。これはレーザ・ダイオードを発光させる電子回路がこれ以上高速にできないからである。波長毎の伝送速度の限界があっても、光ファイバーは帯域が極めて広いために、様々な波長の光を増やせば、それだけ伝送容量を増やすことができる。たくさんの光を使うと、同時に送

れる情報量が増えて、ますます通信速度が速くなる。実際は1本なのに、光ファイバーが何本も束になっているのと同じような状況になる。一つの波長で10Gビット/秒の信号が伝送できるとして、100波長まとめて伝送すると、10Gビット/秒×100波長=1テラビット/秒という超高速伝送が実現する。

この技術は、すでに施設されている光ファイバー網でも使える。そのため、あまり費用をかけずに通信速度を飛躍的に高めることができる。インターネットの利用者が急増して、インターネットの通信速度も高速化している現在、波長分割多重方式は非常に有望な技術として大きな注目を集めている。そのため、よりたくさんの光を使って、さらに通信速度を上げる研究がどんどん進められている。

## ③ 電波による信号の伝送

### ㊦ 離れた不特定な2地点間の通信

信号を伝送するには、電波を使用する無線通信の方法がある。簡単な方法は、金属の棒をアンテナとして使用し、360度すべての方向に高周波の電気信号を空中に飛ばす。空中を伝わった電波は、受信側のアンテナで受け取る。携帯電話や放送のように受信者がどこにいるのか特定できない場合に、このようなアンテナを使用する。

### ㊧ 固定的な2地点間の通信

固定的な2地点を結ぶ伝送路で無線を使う場合、電波の向きを相手のアンテナの方向に向ける。送信側のアンテナの側に反射板を置き、反射板が電波を反射して、特定の向きに電波を飛ばすように工夫する。パラボラアンテナを使用すると、断面が放物線となるお椀型の反射板が、放物線の焦点から平行なビームを空中に反射させ、狙った受信アンテナに電波を飛ばすことができる。

パラボラアンテナの考え方を応用すれば、送信所のアンテナを中継所のアンテナの方向に向けて電波を送り、中継所では受信した電波を増幅して次の中継所に電波を送信することができる。

### ㊨ 無線を放送や移動体通信に活用

放送では、できるだけ広い範囲をカバーするために、高い鉄塔から大きな電力で電波を放射する。電波は半径100kmまで達することができる。各家庭では、指向性の強いアンテナを電波が来る方向に向けて受信する。送信アンテナからの距離が遠くなると電波が弱くなり、雑音等の影響で信号がわからなくなるため、受信者の近くに別のアンテナを用意し、異なる周波数で受信できるようにする。

携帯電話では、基地局で小さな電力の電波を出すアンテナを使い、カバー範囲を小さくして、基地局をたくさん設置して広いエリアでも使えるようにする。隣接する基地局は異なった周波数の電波を使用する。



## ④ 伝送媒体の種類

### ㊦ ペアケーブル

並行ケーブルとツイストペアケーブルがあり、加入区間や構内配線に使用する。

### ㊧ 同軸ケーブル

同軸ケーブルは、信号伝送の内部導体と取り巻く外部導体が同心円になっており、中心の銅線と外側の円筒とが2本の銅線の役割を行うと共に、外側の円筒がシールドの役割も果たすため、外部からの雑音の影響が受けにくくなっている。LANに使用する。

### ㊨ 光ファイバ

光ファイバは、電磁気の影響を受けない極細の信号線で高速信号が長距離に伝送出来るため、デジタル通信を中心に多くの通信用途に使用されている。

### ㊩ マイクロ波

見通しのきく区間をパラボラアンテナで結ぶ。

### ㊪ 衛星通信

静止軌道上の通信衛星を中継装置として利用する。

## ⑤ ツイストペアケーブル

ツイストペアケーブルは単線を数本から数十本より合わせたものを対にしたものである。低コストで工事も容易である。価格は最も安価で、ケーブルの設置も容易である。使用帯域が広くなく(～数MHz)、最大通信速度(100Mbps)、通信距離(数百m)に制限がある。電磁誘導に弱く、他の媒体に比べて誤り率が高い。既存のオフィスやビルでLANを構築する場合に有効に利用できる。

## ⑥ 同軸ケーブル

同軸ケーブルは銅線でできた外部導体の中心に、銅線でできた核になる中心導体があり、その間を絶縁体で被ったものである。雑音には比較的強い。ツイストペアケーブルよりも低損失で高帯域特性である。通信速度は1Mbps～数百Mbps、伝送距離は185m～数十Kmである。同軸ケーブルによる伝送には、ベースバンド伝送とブロードバンド伝送がある。ベースバンド伝送は伝送すべきデジタル信号をそのまま送る方式であり、ブロードバンド伝送は高周波数帯の搬送波による変調を行って伝送するものである。電話ネットワークの既存通信網の幹線やCATVに広く利用されている。

## ⑦ 光ファイバケーブル

光ファイバケーブルは石英ガラスを直径0.1ミリ程度に細かく伸ばし、その中をレーザー光線を通すことによって、データ伝送を行うものである。伝送性能が優秀なため、多くの分野で導入されている。



## ㉔ 光ファイバケーブルの特徴

### ㉔ 大容量高速伝送が可能

光で伝送するため、広い伝送帯域(～数GHz)が得られ、数百Mbpsの伝送が可能である。

### ㉕ 低損失であり、遠距離の無中継伝送が可能

伝送損失は1Km当たり1dB以下で、伝送距離は最大100Km。

### ㉖ サイズが小さく軽量

数本束ねても1本の同軸ケーブルより細く、軽量であり、既存の同軸ケーブルを光ファイバケーブルに置き換えるだけで、格段に大きい通信量を伝送可能になる。

### ㉗ 温度差による損失の変化がない

同軸ケーブルが $-10^{\circ}\text{C}$ ～ $40^{\circ}\text{C}$ の温度差で約2dB/Kmの損失変化があるのに対して、光ファイバケーブルは変化がなく安定である。

### ㉘ 材料が安価

原料の石英資源は銅よりも豊富で、大量生産が進めばコストの大幅な低減が見込める。

### ㉙ セキュリティ面が強い

### ㉚ 無誘導性で雑音や腐食に強い

光伝送のため、電磁誘導の影響を受けにくく、石英なので腐食に強い。

### ㉛ 取り扱いが容易

細く、軽量でたわみやすい性質のため、工事が容易である。

### ㉜ 周辺機器のコストが高い。

## 例題演習

ネットワークシステムの構成機器に関する記述のうち、通信制御装置について説明しているのはどれか。

ア コンピュータが文字列からビット列に変換した信号を、伝送に適した形のデジタル信号に変換する。

イ 端末を呼び出すために、端末のもっている電話番号にダイヤルする。

ウ デジタル信号からアナログ信号への変換や、その逆の処理を行う。

エ 伝送するデータの組立て・分解や、データに対する誤り制御などを行う。

## 解答解説

通信制御装置に関する問題である。

通信制御装置(CCU)の制御機能

- ① コンピュータと通信回線とのインターフェース
- ② 通信回線の制御、接続、監視、切断
- ③ 転送速度の変換、データ伝送制御
- ④ 伝送エラーの検出と訂正制御
- ⑤ 送信文字の分解、受信文字の組立、信号の直並列変換

アはDSU、イはNCU、ウはMODEM、エはCCUである。求める答えはエとなる。

### 例題演習

モデムに関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア デジタル伝送路において使用するDSUは、モデムの一種である。
- イ モデムと端末装置を接続するインタフェースの代表的なものに、RS-232Cがある。
- ウ モデムにおいて、デジタルとアナログの変換を行う際の変調方式は、PCMである。
- エ モデムの性能を表す尺度の一つに変調速度があり、単位はbps(ビット/秒)が用いられる。

### 解答解説

モデムの機能に関する記述として、適切なものはどれか。

- ア 送信データの packets 形式への組み立て、受信パケットの分解(データの取り出し)を行う。
- イ 通信相手のダイヤル番号やアドレスに基づいて、データ交換を行う。
- ウ 通信回線上のアナログ信号は、コンピュータや端末が利用するデジタル信号とは構成が異なるので、両者の変換を行う。
- エ 伝送制御手順に従って、ビット誤りなどの回復を行う。

### 例題演習

公衆電話回線を利用したデータ通信システムで、任意の通信相手呼び出すために必要な装置はどれか。

- ア モデム
- イ CCU
- ウ NCU
- エ DSU

### 解答解説

NCUに関する問題である。

アのモデムはデジタル信号をアナログ信号に変換したり、その逆を行ったりする装置である。

イのCCUは通信システムで使用し、回線の監視などを行う通信制御装置である。

ウのNCUは、電話網を利用してデータ通信を行う場合、モデムと回線を接続するために必要な装置で、交換設備の動作を制御する機能を有し回線に対する発信・着信を制御し、任意の通信相手呼び出すために必要な装置である。求める答えはウとなる

エのDSUは、デジタル伝送の場合に使用し、コンピュータのデジタル信号をデータ伝送に適したデジタル信号に変換する機能を有する装置で、デジタル回線の終端装置である。

### 例題演習

デジタル回線の終端装置となっている機器の名称はどれか。

- ア DSU
- イ DTE
- ウ NCU
- エ PAD

### 解答解説

デジタル回線の終端装置に関する問題である。

アのDSUは、デジタル伝送で使用し、コンピュータのデジタル信号をデータ伝送に適したデジタル信号に変換する機能を有するデジタル回線の終端装置である。求める答えはアとなる。

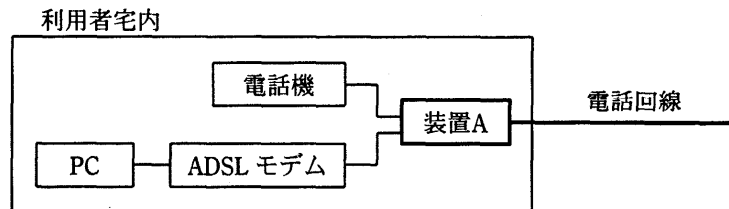
イのDTEは、データ通信システムの末端に接続されたコンピュータや端末装置である。

ウのNCUは、電話網を利用してデータ通信を行う場合、交換設備の動作を制御する機能を有し、モデムと回線を接続するために、回線に対する発信・着信を制御する装置である。

エのPADは、パケット交換網にアクセスする機能のないデータ端末がパケット交換網にアクセスできるようにする装置である。

### 例題演習

既存の電話回線を利用したADSLサービスで、ADSLモデムと電話機を接続する装置Aはどれか。



ア スプリッタ

イ ターミナルアダプタ

ウ ダイアルアップルータ

エ ハブ

### 解答解説

スプリッタに関する問題である。

アのスプリッタは、ADSLなど電話回線を使って高速デジタル通信を行うサービスで、音声信号とデジタルデータ信号を分離するために用いる機器である。求める答えはアとなる。

イのターミナルアダプタ(TA)は、ISDN回線用のモデムである。

ウのダイアルアップルータは、TAを使ったダイアルアップ機能を持つIPルータを指す。

エのハブは、LANで端末を放射線状に配線する際の集線装置である。