

## 第5章 通信制御装置

### 学習目標

データ通信システムに関する基本的事項を理解させる。

### 内 容

内 容	説 明	議 論
データ通信システムの構成	<ul style="list-style-type: none"><li>・データ通信システムの構成と、各装置の名称・位置づけ・役割りを説明する</li></ul>	
通信回線の種類	<ul style="list-style-type: none"><li>・通信回線の種類を幾つかの観点から分類し、分類の観点、それぞれの特徴を説明する</li></ul>	
データ伝送	<ul style="list-style-type: none"><li>・データ伝送の方式、伝送制御手順について説明する</li><li>・通信速度に関して、データ信号速度、データ変調速度、データ伝送速度の違いを説明し、通信速度に関する計算問題にも対応できるようにする</li></ul>	
ネットワークアーキテクチャ	<ul style="list-style-type: none"><li>・コンピュータネットワークについてその基本的考え方、特徴を説明する</li></ul>	
L A N	<ul style="list-style-type: none"><li>・L A Nの接続形態、伝送方式について説明する</li></ul>	

## 5. 1 データ通信システムの構成

データ通信システムの構成と、各装置の名称、位置づけ、役割りを理解させる。

代表的なデータ通信システムの構成を次に示す。

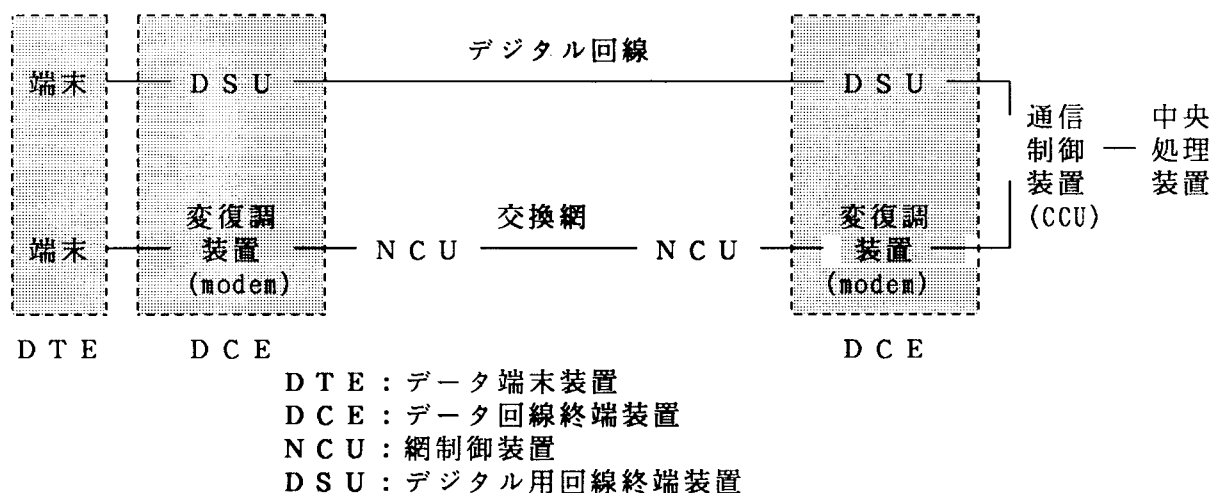


図5. 1-1 代表的なデータ通信システム

### (1) 通信制御装置 (CCU: Communication Control Unit)

中央処理装置に対しては、入出力装置としての機能を持ち、端末や通信回線に対しては多数の回線伝送制御と入出力データのバッファリング機能を持ち、次の事を行う。

- ・ CPUとのデータの受け渡し
- ・ 伝送コードとCPU内部コードとのコード変換
- ・ データの誤の検出、訂正
- ・ 送信時の文字コードの分解
- ・ 受信時の文字コードの組立て
- ・ 通信回線の制御

### (2) 網制御装置 (NCU: Network Control Unit)

端末が通信回線として、回線交換網を利用する場合に適切な回線を選択し、接続するための操作を行う。例えば、相手先の端末が持っている番号にダイヤルをすることも行う。

### (3) データ回線終端装置 (DCE: Data Circuit terminating Equipment)

通信回線とコンピュータあるいは端末との間にあり、端末またCPUからの信号を通信回線上の信号に変換するための装置である。

アナログ伝送路には変復調装置 (モデム)、デジタル伝送路にはデジタル網用回線終端装置 (DSU: Digital Service Unit) がある。

## 指導上の留意点

## ポイント

- ① 通信制御装置、網制御装置、回線終端装置の概要、役割、機能を理解させる。

## 用語

通信制御装置（CCU） 網制御装置（NCU） データ回線終端装置（DCE）  
変復調装置（モデム） デジタル網用回線終端装置（DSU）

## 講師ノート

## 第2種情報処理技術者試験

- ・データ通信システムに関する問題は、頻繁に出題されるので十分に理解しておく必要がある。
- ・データ通信システムの構成に関しては、正誤問題、穴埋め問題などで出題される事が多いので、各用語とその意味を正確に理解し、覚えておくこと

## 5. 2 通信回線と伝送制御

通信回線の種類を幾つかの観点から分類し、分類の観点、それぞれの特徴を理解させる。また、伝送制御符号、メッセージの構成を理解させる。

### 5. 2. 1 伝送データの質による分類

#### (1) デジタル回線

伝送したいビット列（デジタルデータ）をそのまま信号として伝送する。雑音に対して強く、高品質、高速度のデータ伝送が可能。

#### (2) アナログ回線

伝送したいビット列をアナログデータに変換し、アナログデータを信号として伝送する。雑音に対して弱く、データの品質が劣る。代表的なものに電話がある。

### 5. 2. 2 利用形態による分類

#### (1) 専用回線

特定の区間で、固定的に接続した回線である。利用者は特定されているため、セキュリティは高い。伝送するデータ量の多少に係わらず、料金は定額である。データ伝送量の多い利用者には経済的である。

#### (2) 交換回線

電話回線と同じで、不特定の利用者同士を接続した回線である。不特定多数が利用するためセキュリティに関しては余り高くない。料金は、通信時間に比例した従量制であり、データ伝送量の少ないユーザには経済的である。

#### (3) デジタルデータ交換網

NTTが提供する交換網で、専用回線と公衆回線の長所を取り入れている。DDX (digital data exchange) には回線交換網とパケット交換網の2種類がある。

##### ① DDX-C (回線交換網)

電話の交換器と同じ原理であり、通信の都度通信路が設定される。メッセージが長い場合に有利である。

##### ② DDX-P (パケット交換網)

メッセージをパケットと呼ばれる小さい単位に分ける。メッセージが短い場合に有利である。

なお、電話、電話以外の各種サービスを1つの通信網で実現するISDN (Integrated Service Digital Network: 総合サービスデジタル網) の実用化が進んでいる。

### 5. 2. 3 通信方式による分類

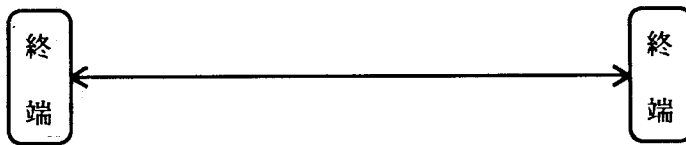
#### (1) 単方向通信方式 (simplex)

データ伝送が常に一方向のみに限定されている回線である。



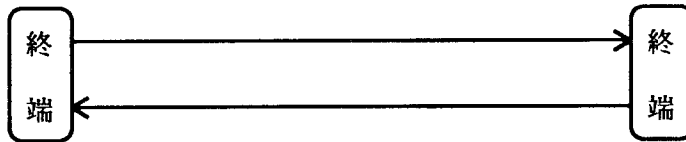
#### (2) 半二重通信方式 (half duplex)

データ伝送が両方向に可能だが、同時には一方向しかできない回線である。



#### (3) 全二重通信方式 (full duplex)

データ伝送が同時に両方向に可能な回線である。



### 5. 2. 4 通信回線の構成による分類

#### (1) 2線式回線

信号の送受信の往復を、共通の一对の導線で行う回線で4線式回線に比べ導線の使用量が半分で済む。単方向通信方式、半二重通信方式に使用される。

#### (2) 4線式回線

信号の送受信伝送路がわかれている回線で2線式回線を2組使用する。長距離回線や、両方向に大量のデータを伝送する短距離回線に使用される。全二重通信方式に使用される。

## 5. 2. 5 通信回線の接続方法

### (1) 物理的接続方法

#### ① 2地点間接続 (point to point)

端末ごとに専用回線を接続する方式である。データ量の多い場合や伝送速度を上げたい場合には有効だが、費用が高い。

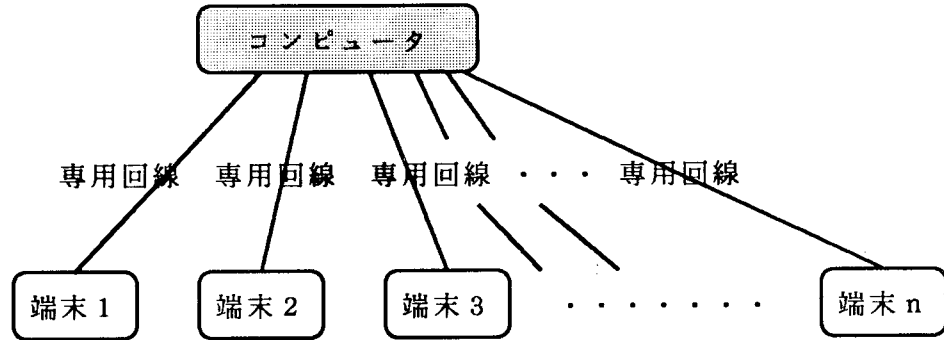


図 5. 2 - 1 2地点間接続

#### ② 分岐点接続 (マルチポイント接続)

1つの回線に複数の端末を接続する。比較的データ量の少ない端末の接続に向いており、経済的であるが、1つの端末が回線を使用していると、他の端末は回線が空くまで回線の使用を待たされる。

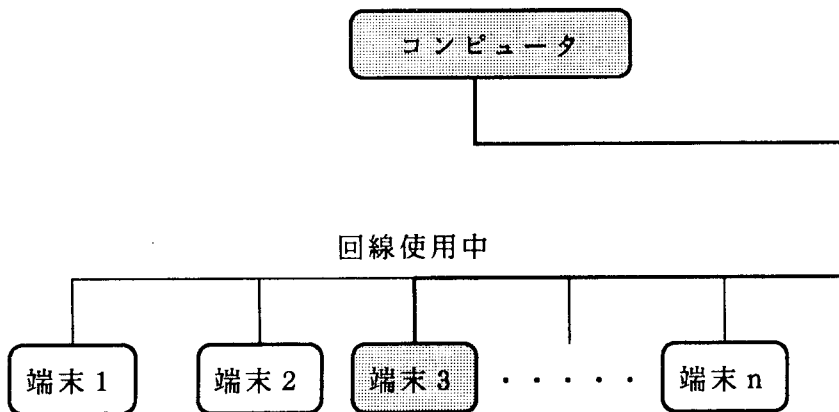


図 5. 2 - 2 分岐点接続

## (2) 制御手順

データ伝送の開始から終了までの手順は、以下の通り。  
専用回線の場合には、①、⑤の手順は不要である。

- ① 通信回線の接続（公衆回線）
- ② データリンクの確立
- ③ データ伝送
- ④ データリンクの解除
- ⑤ 通信回線の切断（公衆回線）

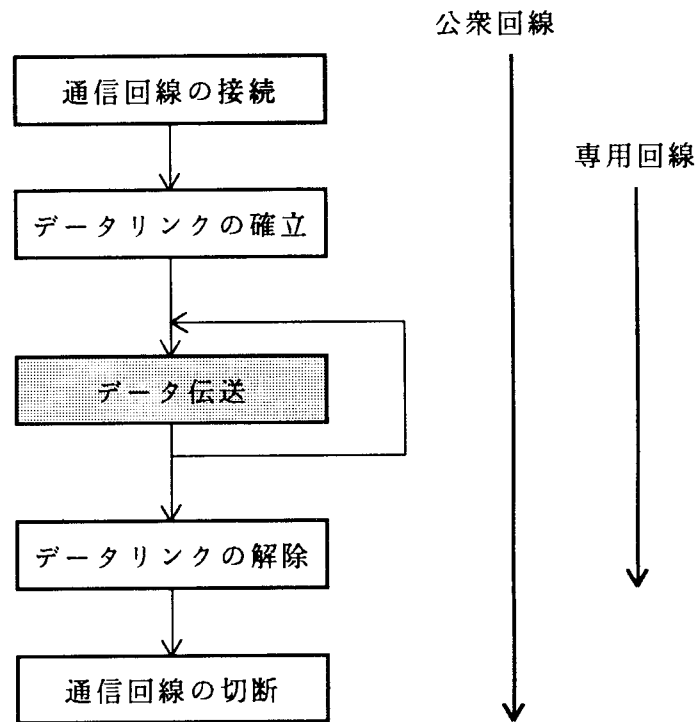


図 5. 2 - 3 制御手順

### (3) データリンク方式

#### ① コンテンション方式 (contention)

2 地点間接続の通信回線で結ばれている対等の関係にある端末間で用いられる方式である。先に応答要求 (ENQ) を出した方が送信権を獲得する方式である。競合を避けるために、端末間では一定時間の間隔をおいて応答要求を出す必要がある。

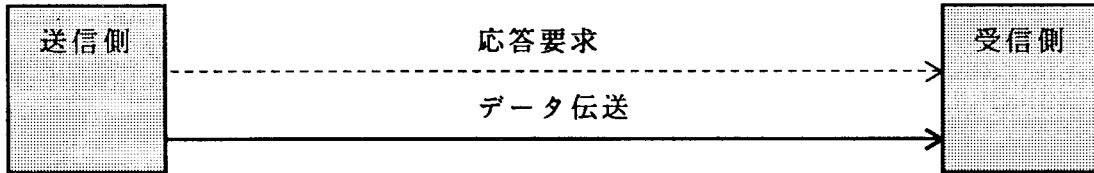


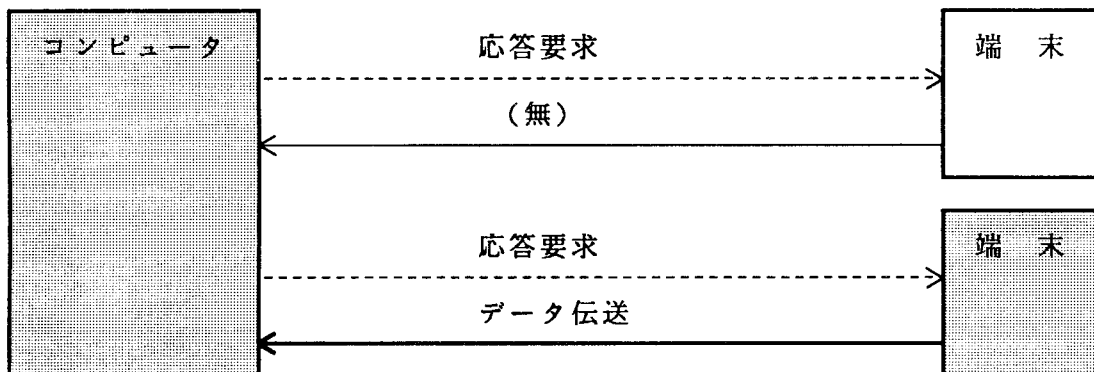
図 5. 2 - 4 コンテンション方式

#### ② ポーリング/セレクトイング方式 (polling/selecting)

端末が分岐回線接続されているときに用いられる方式である。センター側 (主局) は、一定間隔で全端末に対し順次送信要求の有無を問い合わせ (ポーリング)、送信要求があれば送信を受け付ける。

一方センター側 (主局) から端末に送信したい場合には、相手端末を選択 (セレクトイング) し、相手側が受信可能であれば送信する。

##### (a) ポーリング



##### (b) セレクトイング

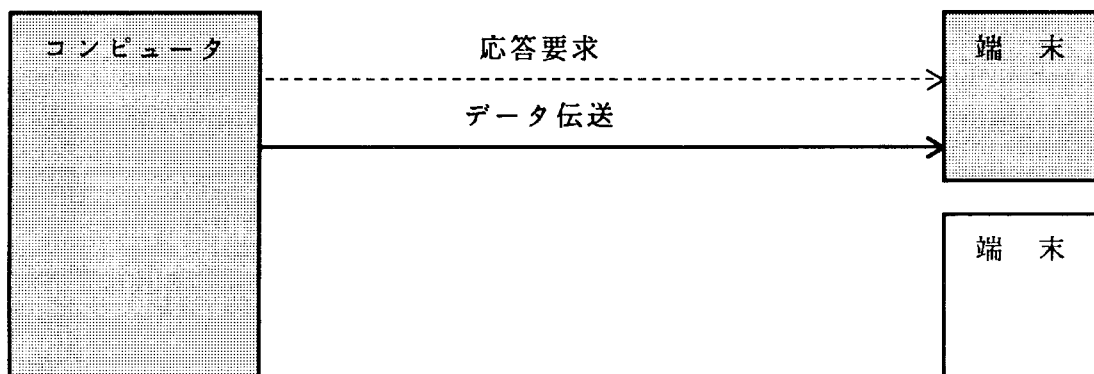


図 5. 2 - 5 ポーリング/セレクトイング方式



## 指導上の留意点

### ポイント

- ① 通信回線の様々な分類を正しく理解させる。

### 用語

デジタル回線 アナログ回線 専用回線 交換回線 デジタル交換網 DDX-C  
DDX-P 単方向通信 半二重通信 全二重通信 2線式 4線式 2地点間接続  
コンテンション方式 ポーリング・セレクトィング方式

### 講師ノート

## 第2種情報処理技術者試験

- ・通信回線に関する問題は、頻繁に出題されるので十分に理解しておく必要がある。
- ・通信回線に関しては、正誤問題、穴埋め問題などで出題される事が多いので、各用語とその意味を正確に理解し、覚えておくこと

### 5. 3 データ伝送

データ伝送の方式、伝送制御符号、伝送制御手順、通信速度などについて理解させる。

#### 5. 3. 1 データ伝送方式

##### (1) 非同期式 (調歩式)

送信する1文字8ビット (7ビット+パリティ1ビット) の前後にスタートビット、ストップビットを加え、10ビット/1文字で送信を行う。1文字につき2ビットを付加し伝送効率が悪くなるので低速の伝送で使用する。

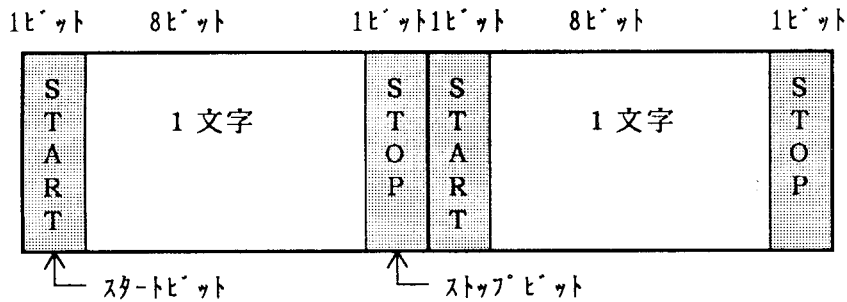


図5. 3 - 1 非同期式

##### (2) 同期式

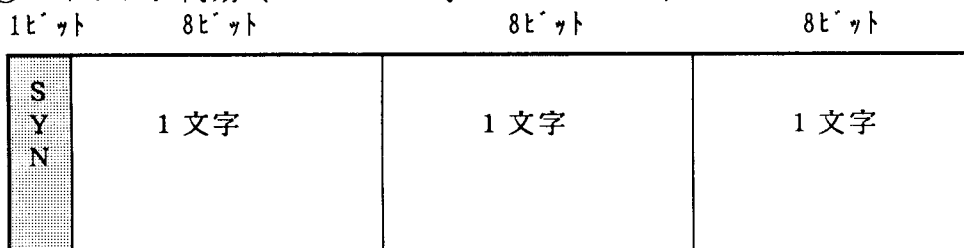
ブロック毎に同期用符号 (SYN) を先頭に付加し、ブロック伝送を行う。

受信側はSYN符号で同期 (キャラクタ同期) をとりブロックの受信を行う。スタートビット、ストップビットを付加せずに情報だけを送るので伝送効率は良いが、伝送制御文字を1文字伝送する場合も同期用符号を送らなければならないので短文伝送の効率は悪い。

また、データをフレームと呼ぶブロック単位で伝送するフレーム同期 (HDLC) がある。

中速以上の伝送に用いられる。

##### ① キャラクタ同期 (character synchronization)



##### ② フレーム同期 (frame synchronization)

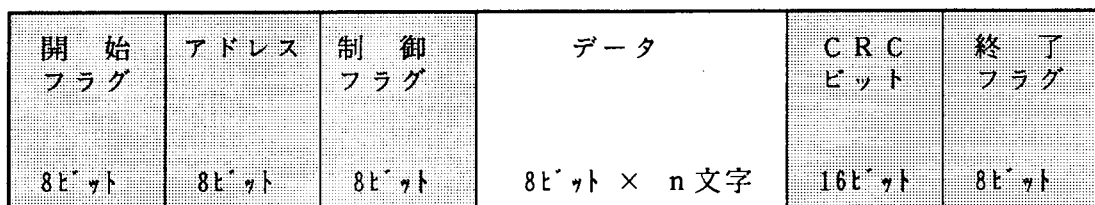


図5. 3 - 2 同期式

### 5. 3. 2 通信速度

通信速度とはデータを送信するときの速度の事で3種類ある。

通信速度に関して、データ信号速度、データ変調速度、データ伝送速度の違いを理解させ、通信速度に関する計算問題にも対応できるようにする。

#### (1) データ信号速度

単位時間に伝送できるビット数で、単位はビット/秒 (BPS : bit per second) で表す。

#### (2) データ変調速度

伝送信号を変調させるときの速度で、変調状態が T 秒間続く場合、

変調速度は

$$B = 1 / T \quad \text{単位はボー (baud)}$$

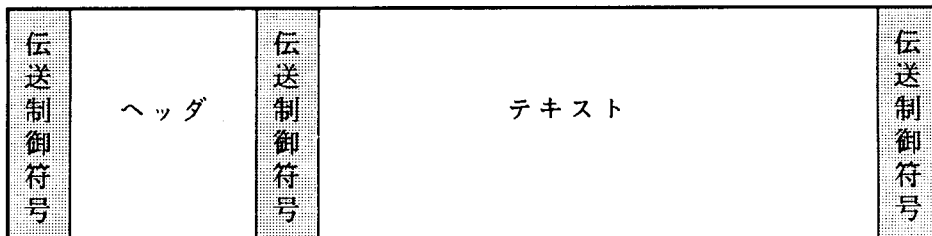
で、定義される。

#### (3) データ伝送速度

単位時間に伝送されるデータ量。一分あたりの文字数で表されることが多い。

### 5. 3. 3 伝送制御符号

伝送制御符号 (TCC : Transmission Control Character) には、次のような種類があり、データ伝送を制御するために使用する。



符 号 名	符号の意味または動作
SOH : start of heading	ヘッダの開始
STX : start of text	データの開始
ETX : end of text	データの終了
EOT : end of transmission	伝送の終了
ENQ : enquiry	相手からの応答の催促
ACK : acknowledge	データを正しく受け取った事を通知
DLE : data link escape	伝送制御機能を追加するときに用いる
NAK : negative acknowledge	データを正しく受け取れなかった事を通知
SYN : synchronous	同期符号
ETB : end of transmission block	ブロックの終了

表 5. 3 - 1 データ伝送符号

### 5. 3. 4 伝送制御手順

データを伝送する際に、回線上で発生する誤りを検出したり、検出した誤りを訂正し、正確な情報を伝送する事を目的としたプロトコルの事を言う。

一般に、プロトコルとは、コンピュータ同士で通信を行うために取り決める規則のことである。通信では、通信速度、通信方式、エラーチェックの方法、データの形式など決めなければならない要素が数多くあり、コンピュータ間でデータの受け渡しを行うにはこれらの要素が統一されている必要がある。これらの要素を決める規約のことをプロトコルという。

#### (1) ベーシック手順 (BASIC)

ベーシック手順の特徴は、以下の通り

- ・ J I S X 0 2 0 1 符号を使用し、10個の伝送制御符号 (TCC) により制御を行う。
- ・ 非同期式 (調歩式)、同期式いずれのデータ伝送方式にも対応する。
- ・ 伝送速度は任意のものに対応する。
- ・ 通信方式は、単方向回線、半二重回線に対応する。

#### (2) ハイレベル手順 (HDLC : high level data link control)

ハイレベル手順の特徴は、以下の通り

- ・ 同期式データ伝送方式を前提とする。
- ・ 伝送速度は、任意のものに対応する。
- ・ 通信方式は、全二重回線を使用する。
- ・ 情報、制御情報をすべて8ビットの符号で構成されるブロック単位 (フレームという) で伝送する。フレーム番号により情報の欠落を防止する。
- ・ CRC方式による誤り検出 (と自動訂正) を行うので、信頼性が高い。

#### (3) 無手順

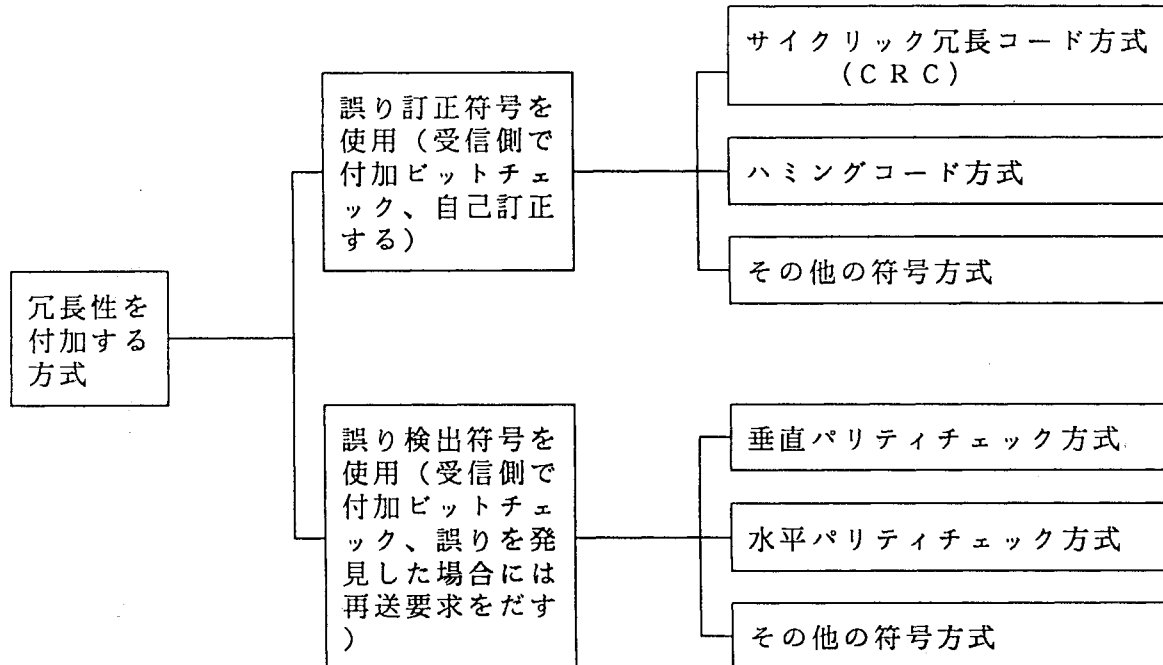
(1)、(2)の有手順方式に対して、応答確認をとらず、誤り制御も行わない伝送制御手順であり、TTY手順とも呼ばれる。

### 5. 3. 5 伝送エラーの検出と訂正

データの符号または符号のグループに、それ自身の論理性をもたせて伝送し、受信側でその論理性の乱れにより、誤りの検出、訂正を行う

#### (1) 誤り制御のための冗長符号

伝送誤りの制御のために付加する冗長コードには、以下の方式がある。



#### (2) 伝送誤り制御方式

##### ① 冗長符号は付加しない (伝送効率は悪い)

- ・返送照合方式：受信した情報をそのまま返送し、送信側で照合する。
- ・連送方式：同一情報を連送し、受信側でチェックする。

##### ② 冗長符号を付加する

- ・再送訂正方式：受信側で冗長符号により誤りの検出を行う。

##### (a) 基本形 (垂直・水平パリティ符号またはCRC符号)

受信側では、データブロック受信ごとに確認応答符号 (ACK、NAK) を返送する。送信側ではこの符号を確認後に次のブロックを送出する。NAK符号が返送された場合はブロックを再送する。

##### (b) ブロック再送 (CRC符号)

データブロックを連続送信し、再送要求応答を送信側が受け取ったとき、誤りのあったブロックまで戻ってそれ以後のブロックを再送する。

##### (c) 選択再送 (CRC符号)

ブロック再送の変形で、誤りのあったブロックだけを再送する。

- ・自己訂正方式：誤り検出/訂正符号 (CRC符号) を用いて、受信側でデータの誤りを訂正する。

## 指導上の留意点

### ポイント

- ① データ伝送方式である調歩式、同期式について、その方式、特徴、使用される状況を理解させる。
- ② 通信速度に関して データ信号速度、データ変調速度、データ伝送速度についてそれぞれ理解させる。
- ③ 伝送制御の符号を理解させる。
- ④ 伝送制御手順（ベーシック手順、ハイレベル手順、無手順）の特徴（対応する伝送方式、通信方式、誤り対策）を理解させる。
- ⑤ 伝送誤りを制御するために付加する冗長コードの方式を理解させ、伝送誤りが発生したときに行われる制御を理解させる。

### 用語

調歩式 同期式 データ信号速度 データ変調速度 データ伝送速度 伝送制御符号  
ベーシック手順 ハイレベル手順 (HDL C) 無手順  
CRC方式 ハミングコード方式 垂直パリティチェック方式  
水平パリティチェック方式

### 講師ノート

## 第2種情報処理技術者試験

- ・データ伝送方式に関しては、正誤問題、穴埋め問題などで出題される事が多いので、各用語とその意味を正確に理解し、覚えておくこと

## 5. 4 ネットワークアーキテクチャ

最近注目されているコンピュータネットワークについて、その基本的考え方、特徴について理解させる。

### 5. 4. 1 コンピュータネットワークの必要性

- ① 資源の共同利用による経済性向上  
ネットワークを介して高価な機器を共同利用することにより、高価な機器を何台も買う必要がない。
- ② 資源を分散することによる信頼性の向上  
資源（データ、コンピュータなど）を分散させて管理することにより、故障、トラブルなどに対する信頼性を向上させる
- ③ 分散処理による処理効率の向上  
独立してできる処理は、コンピュータに負荷を分散させて行うことにより、全体としての処理効率を向上させる

### 5. 4. 2 構成要素

ネットワークアーキテクチャの論理的な構成要素の名称、意味を理解させる。  
構成要素として次のものがある。

- ① ノード (node)  
コンピュータ、端末などを論理的にモデル化したもの
- ② リンク (link)  
通信回線などを論理的な伝送路として論理的にモデル化したもの
- ③ プロセス (process)  
ノードとリンクの機能を利用して通信を行い処理を実行する主体を論理的にモデル化したもの
- ④ プロトコル (protocol)  
ノード間の通信規約

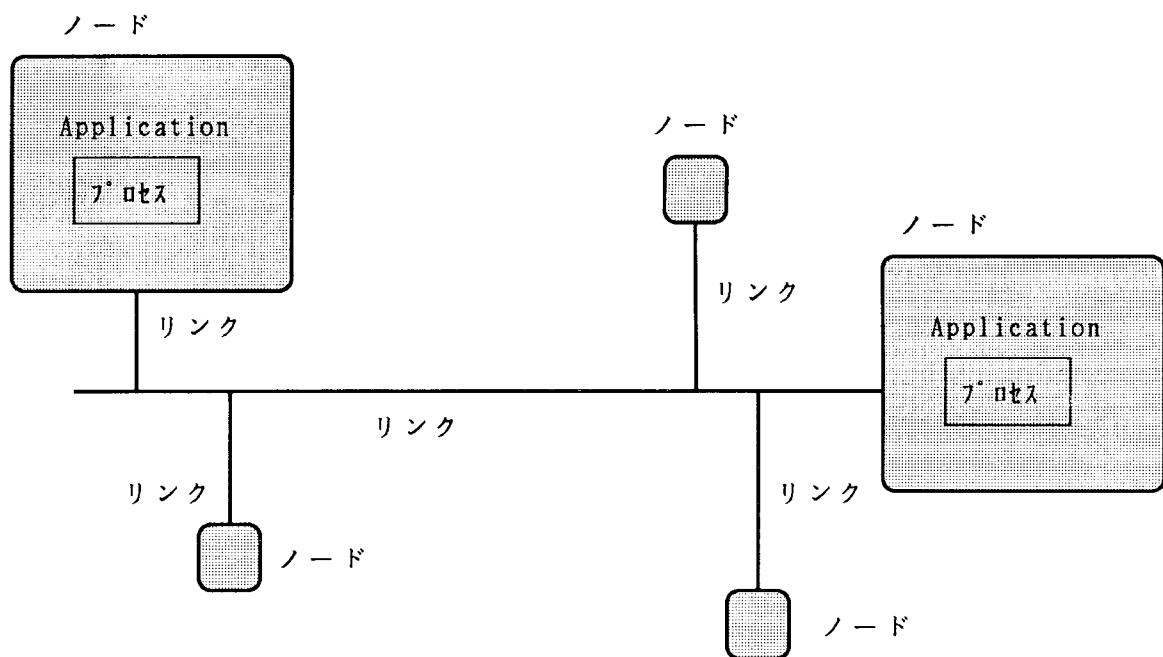


図5. 4-1 ネットワークアーキテクチャの構成要素

### 5. 4. 3 O S I 参照モデル

各社からのネットワークアーキテクチャが発表された後、異機種間のコンピュータやネットワークの相互接続の必要から、I S O (International Organization for Standard-ization) / T C 9 7 (technical committee) / S C 1 6 (subcommittee) が中心となって異なる機種を一つのネットワークに接続するための標準化作業が開始され、開放型システム間接続 (O S I : Open Systems Interconnection) のための各種標準を検討し、相互調整するための7階層のモデルが定められた。

各層の機能は次の通りである。

- ① 物理層  
コネクタの形状、ピン数、信号線の電圧、内部抵抗、その他信号の意味や制御方法等のインタフェースを含めた電氣的な通信の規約
- ② データリンク層  
通信回線上に於けるシリアルな信号の順序など、隣接ノード間の通信の規約
- ③ ネットワーク層  
利用者ノード間の通信の規約
- ④ トランスポート層  
終端間の情報転送の規約
- ⑤ セッション層  
通信開始/終了の制御などの、会話制御の規約
- ⑥ プレゼンテーション層  
コード変換、データ圧縮など応用プログラムへの利用機能の提供
- ⑦ 応用層  
プログラム間の通信、ファイル転送等のユーザ間通信制御

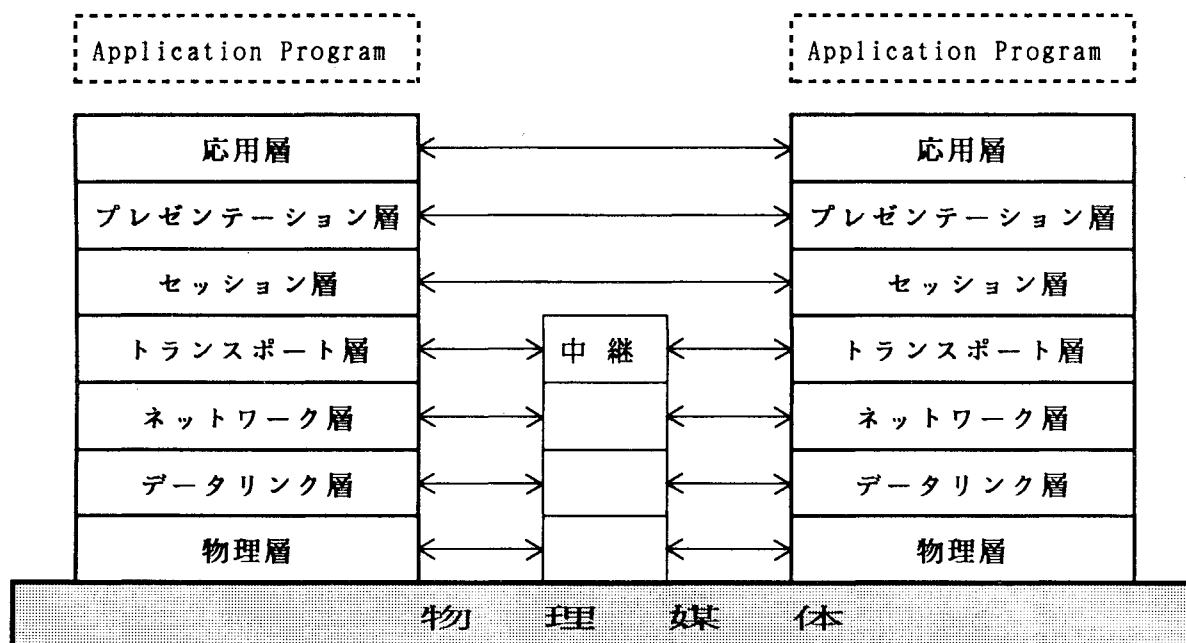


図 5. 4 - 2 O S I 参照モデル



## 指導上の留意点

### ポイント

- ① ネットワークの必要性を理解させる。
- ② ネットワークの構成要素について、その名称、意味を理解させる。
- ③ ネットワークの普及に伴う課題を理解させる。
- ④ I S O 参照モデルの各層の名称、機能を理解させる

### 用語

ノード リンク プロセス プロトコル 開放型システム間接続 ( O S I )  
T C P / I P セキュリティ データリンク層 ネットワーク層 トランスポート層  
セッション層 プレゼンテーション層 応用層

### 講師ノート

## 第2種情報処理技術者試験

- ・ 正誤問題、穴埋め問題などで出題される事が多いので、各用語とその意味を正確に理解し、覚えておくこと

## 5. 5 LAN (local area network)

フロア内、建物内、同一敷地内で、バスやリング状のネットワークにコンピュータや端末を接続したシステムである。研究所、大学、オフィスで、LANを構築して分散処理を行うところが増えてきた。このLANについての基礎知識を理解させる。

### 5. 5. 1 接続形態による分類

#### (1) バス型

双方向性のバスを使用し、CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection) 方式でデータを伝送する。

バス型では、設けられているノードが経路指定等に関して何も行わず、全ノードが同時に伝送信号を受信する。また、バス上にデータを送出する際にノード間で競合を起こすが、そのときは不定時間経過後再送する。バス型の利点はノードが障害を起こした場合でもネットワーク上の通信量を保持することができる事である。欠点は、ノード間の引き出し口(タップ)があまりに近すぎると伝送データに干渉が起きるので、ノード同士は一定距離を離さなければならない。この方式を採用したものとしてイーサネット (Ethernet) が有名である。

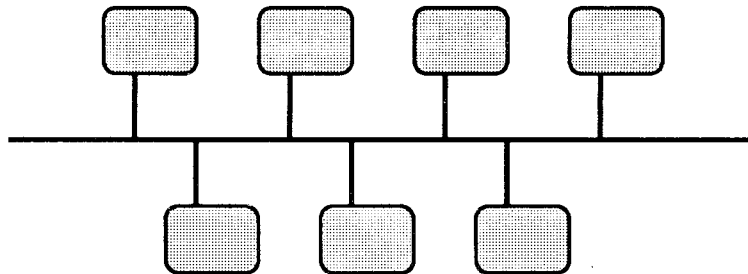


図 5. 5 - 1 バス型

#### (2) リング型

光ファイバによる単方向バスを使用し、トークンパッシング方式でデータを伝送する。各ノード(送信ノード以外)は常にメッセージを通過させているので経路指定の必要がなく、リング上に伝送したメッセージは最終的には送信場所に帰ってくるので受信状態を確認する事により伝送エラーを確認できる。欠点としては、リング上の全ノードが生きていないとネットワークが正しく機能しない事が挙げられるが、障害ノードをバイパスさせる事も可能である。

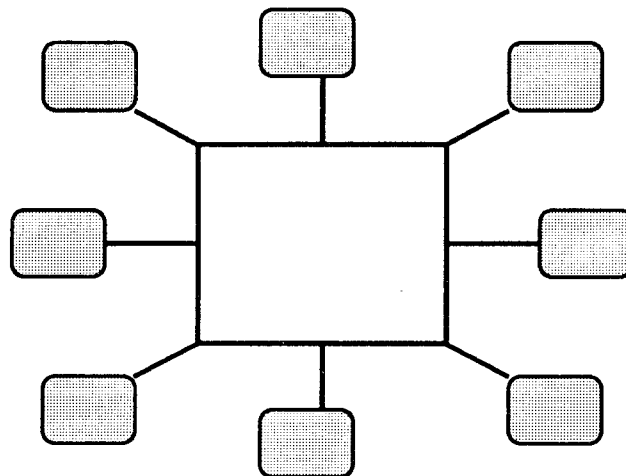


図 5. 5 - 2 リング型

### (3) スター型

双方向性のバスを使用し、デジタルPBX（構内交換機）によりシステムを集中制御する。ネットワークの保守およびテストが簡単に行える事が特徴である。

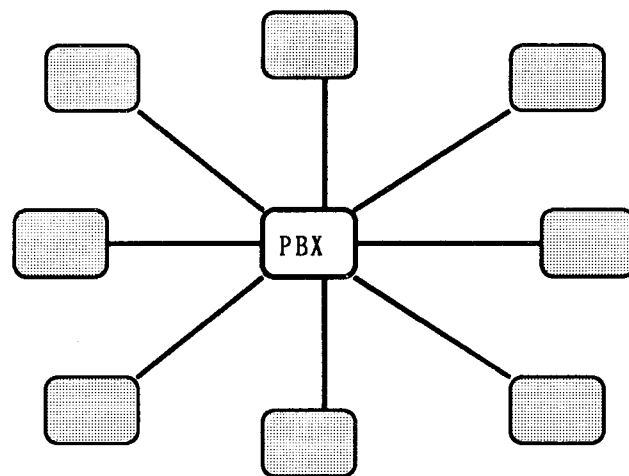


図 5. 5 - 3 スター型

#### 5. 5. 2 伝送方式

##### (1) CSMA/CD

バスが使用されていない時を見計らってバス上にデータを送信する。衝突が起きた場合は、不定時間経過後再送する。

##### (2) トークンパッシング方式

リング状伝送路の一定方向にトークンと呼ばれるアクセス権を持つ制御情報を伝送し、送信情報はこのトークンに付けて送る。

#### 5. 5. 3 イーサネット (Ethernet)

1本の同軸ケーブルで構成されていて、IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.3に準拠したCSMA/CD方式でデータ交換を行っている。この方式では、メッセージはパケットとして両方向伝送可能な同軸ケーブルを経由して全てのノードに伝送され、「パケットを受けた各ノードでパケットのヘッダを検査して宛先が自分のノードならば取り込む」という伝達方法をとっている。

IEEE標準802は、ローカルエリア・ネットワークの標準仕様で、標準802ファミリとして記述されている。標準802.3でCSMA/CDバス、標準802.4でトークン・バス、標準802.5でトークン・リング、標準802.6で首都圏ネットワークについて定めている。

## 指導上の留意点

### ポイント

- ① LANの接続形態による分類の名称、内容を理解させる。
- ② LANの伝送方式について理解させる。
- ③ イーサネットを例にし、接続形態、伝送形態を説明する。

### 用語

バス型 CSMA/CD イーサネット リング型 トークンパッシング方式  
スター型 デジタルPBX（構内交換機）

### 講師ノート

## 第2種情報処理技術者試験

- ・正誤問題、穴埋め問題などで出題される事が多いので、各用語とその意味を正確に理解し、覚えておくこと。