

情報技術者試験受験テキスト

技術要素

# ネットワーク



令和元年10月発行

**KMC**学習所

# 0303 ネットワーク目次

<b>3.1 通信ネットワーク</b>	-04-
<b>3.1.1 通信技術の基礎</b>	-04-
① 通信速度	-04-
② 変調方式	-04-
③ 信号の多重化	-06-
④ シリアルとパラレル	-09-
⑤ 二重と半二重	-10-
⑥ 有線通信と無線通信	-11-
⑦ PCM符号化の原理	-14-
<b>3.1.2 ネットワークの構成</b>	-22-
① 回線接続方式	-22-
② CCP (通信制御装置)	-24-
③ MODEM、DSU、NCU	-24-
④ TDM (時分割多重化装置)	-25-
⑤ DTE (端末制御装置)	-26-
⑥ 伝送媒体	-26-
<b>3.1.3 伝送制御と誤り制御</b>	-33-
① 同期制御方式	-33-
② 送達確認とフロー制御	-33-
③ 伝送制御	-34-
④ ベーシック(BSC)手順	-35-
⑤ ハイレベルデータリンク(HDLC)手順	-38-
⑥ 伝送データの品質	-40-
<b>3.1.4 OSI参照モデル</b>	-53-
① ネットワークアーキテクチャ	-53-
② 物理層とデータリンク層	-55-
③ 第3層と第4層	-57-
④ 第5層から第7層	-58-
<b>3.1.5 電気通信サービス</b>	-65-
① 専用線サービス	-65-
② 回線交換サービス	-65-

③	パケット交換サービス	-66-
④	高速パケット交換サービス	-69-
<b>3.2</b>	<b>LANとインターネット</b>	<b>-81-</b>
<b>3.2.1</b>	<b>LAN</b>	<b>-81-</b>
①	LANとWAN	-81-
②	LANの定義と特徴	-82-
③	LANトポロジ	-83-
④	LAN通信制御方式	-85-
⑤	LAN間接続装置	-87-
⑥	LAN伝送媒体	-92-
<b>3.2.2</b>	<b>イーサネット</b>	<b>-105-</b>
①	イーサネット通信	-105-
②	イーサネットの構成	-105-
③	フレームの生成・解読	-106-
④	フレームの送信・受信	-109-
⑤	イーサネットの種類・規格	-110-
⑥	トークン方式のLAN	-113-
⑦	VLAN	-115-
<b>3.2.3</b>	<b>TCP/IP</b>	<b>-127-</b>
①	TCP/IPプロトコル	-127-
②	TCP/IPの各層の特徴	-128-
③	IPプロトコル	-129-
④	サブネットワーク	-132-
⑤	ルータによるパケットの中継	-134-
⑥	TCPプロトコル	-136-
⑦	関連するプロトコル	-138-
<b>3.2.4</b>	<b>インターネットサービス</b>	<b>-151-</b>
①	インターネットサーバ	-151-
②	電子メールサービス	-151-
③	Webアクセスサービス	-154-
④	ファイル転送サービス	-157-
⑤	SSLサービス	-158-
⑥	インターネット接続サービス	-160-

⑦	V o I P ・ I P - V P N	-163-
⑧	関連するサービス	-165-
⑨	インターネット組織	-169-



# 0303 ネットワーク

## 3.1 通信ネットワーク

### 3.1.1 通信技術の基礎

#### ① 通信速度

##### ① ① 通信速度

**① ① 通信速度**  
デジタル通信では、情報を1または0の符号にして伝送する。1と0の情報は電気信号のパルスの形で送られる。1または0を表す単位を「ビット」と言う。通信回線の性能は、1秒間に送信できるビット数で決まる。伝送速度(通信速度)は1秒間に伝送できるビット数を表し、単位はbps(ビット/秒)を用いる。

伝送速度は、非常に大きな数になるため、1秒間に1,000ビット送る場合を1kbps、100万ビット送る場合を100Mbps、10億ビット送る場合を1Gbpsという単位で表す。

情報通信では、音声やデータ、画像など様々な種類の情報の送信が求められる。データ転送速度は、単位時間に送信できる情報量を表し、情報量として文字数やブロック数を用いる。単位は文字/秒を使用する。データを伝送する場合、伝送速度の高い回線を用いると、一定量の情報を短時間で送信できることになる。従って、伝送速度は、信号が伝わる速度ではなく、一定量の情報をどのくらいの時間で送れるかの速さを表していると言える。

##### ② ② 変調速度

**② ② 変調速度**  
デジタル信号はパルスの形で伝送される。パルスが二つの値をとるようにすると、一つのパルスが1ビットに対応するので、伝送する速度は1秒間に伝送するパルス数と同じになる。パルス数が四つの値をとるようにすると、一つのパルスで2ビットが表されるので、伝送速度は1秒間に送るパルス数の2倍になる。1秒間に送るパルスのパルスの数を変調速度と言い、単位はボーで表す。変調速度はアナログ伝送路において、1秒間にデジタル信号をアナログ信号に変換する回数を表すことになる。

#### ② 変調方式

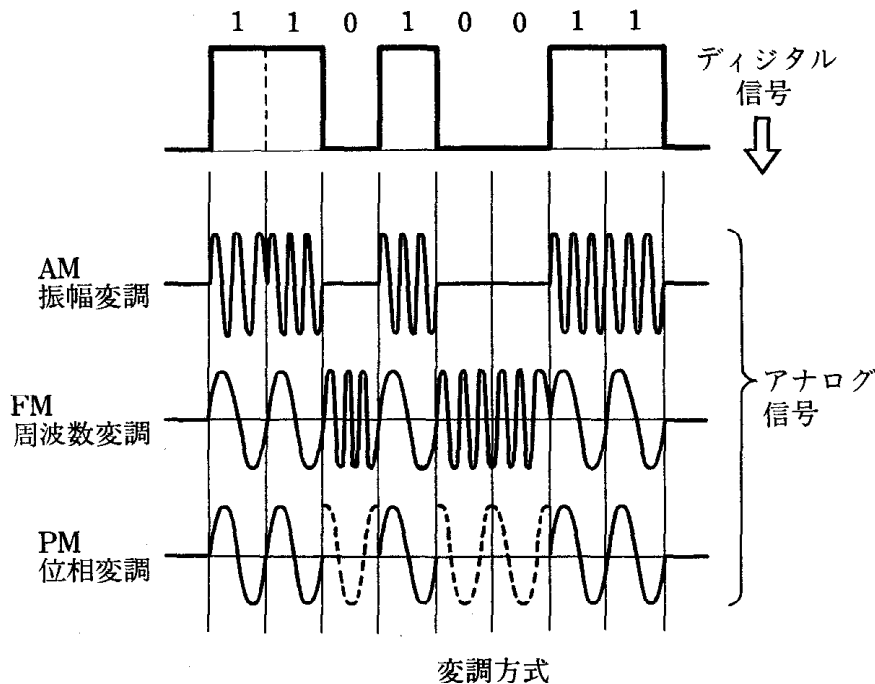
##### ① ① 変調と復調

**① ① 変調と復調**  
アナログ伝送路を使用してデジタル信号を伝送する場合、モデムを使用してデジタル信号をアナログ信号に変換する。この変換を変調といい、その逆の変換を復調という。

音声や画像、データなどを表す信号は、情報の種類によって周波数が決まっている。ラジオやテレビ放送では、元の信号よりも周波数の高い電波で音声や画像を送り、インターネットで

は、デジタルのデータ信号を周波数の異なる電話回線で送信する。このように伝送しやすくするために信号の周波数を変えることを変調といい、変調された信号を元の信号に戻すことを復調という。また、伝送のために用いる波を搬送波という。従って、変調とは、搬送波に音声や画像のデータなどの信号を乗せることであるとも言える。

変調方式には、振幅変調方式、周波数変調方式、位相変調方式の3方式がある。



## ② 振幅変調方式

振幅変調方式は、デジタル信号のオンオフに従って、搬送波のアナログ信号の送出を制御したり、搬送波の振幅を信号の波形に合わせて変化させる方式である。雑音や信号レベルの変動に弱い欠点がある。同一情報を送るための周波数帯域幅は狭いが、伝送帯域を有効に利用できる。ラジオ放送の音声や音楽、テレビ放送の映像の送信、アナログ放送の電話信号の周波数分割多重化にも使用されている。

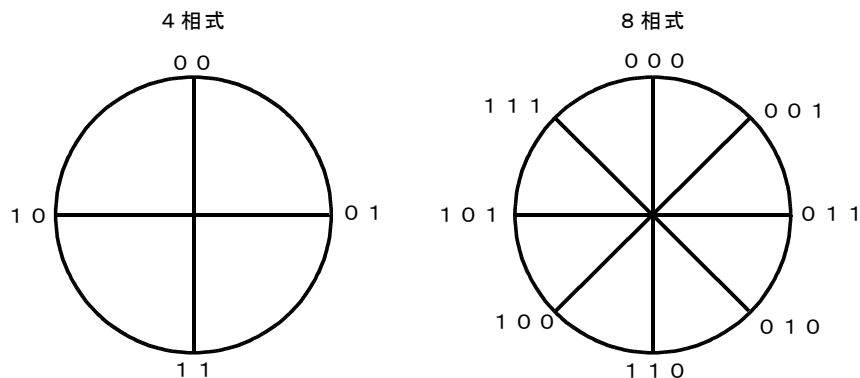
## ③ 周波数変調方式

周波数変調方式は、デジタル信号のオンオフを2つの周波数  $f_1$ 、 $f_2$  に変調したり、信号の大きさに比例するように、搬送波の周波数を高くしたり低くしたりするものである。必要な帯域幅が広い欠点があるが、雑音には強く、高品質伝送が可能である。主な用途は、ラジオのFM放送やテレビの音声、低速モデムに採用されている。

## ④ 位相変調方式

位相変調方式は、デジタル信号のオンオフに対応して搬送波の位相を変化させたり、情報信号の大きさに比例させて搬送波の位相をずらせる方法であり、デジタル信号の変調に使用される。2相変調方式はオンオフに対応して0度と180度の位相変位に変調する。1ビット

ごとに変調するので変調速度と信号速度は等しくなる。4 相位相変調方式は 2 ビットごとに 00、01、10、11 の 4 通りに対応して位相を変位させる変調方式で、信号速度は変調速度の 2 倍になる。8 相位相変調方式は 3 ビットの組合せで信号速度は変調速度の 3 倍、16 相位相変調方式は 4 ビットの組合せで信号速度は変調速度の 4 倍になる。



### ④ 直交振幅変調方式 (QAM)

位相が直交する 2 つの波を合成して搬送波とし、それぞれに振幅変調を施して情報を伝送する方式である。QAM といった場合、デジタルデータを変調するものを意味することが多い。

デジタルデータを変調する QAM には、一つの搬送波に 4 段階の振幅変調を行なって一度に 16 値 (4 ビット) を送れる 16QAM、8 段階の振幅変調で 64 値 (6 ビット) を送れる 64QAM、16 段階の振幅変調で 256 値 (8 ビット) を送れる 256QAM などがよく知られている。

16 値のシンボルを利用する 16QAM は、QAM の中で最も基本的な方式で、位相が直交する 2 つの波を合成して搬送波とし、それぞれを 4 段階の振幅で識別する方式で、 $4 \times 4$  の 16 値のシンボルを利用して一度に 4 ビットの情報を伝送することができる。一度の変調で多くの情報を伝送できるので、他の変調方式と比べ伝送効率がよいが、その分ノイズに弱くなる。ケーブルモデムや音声モデム、デジタルテレビ放送等で広く利用されている。

### ⑤ 伝送媒体と変調方式

伝送媒体に対応して変調方式が異なる。低速データ伝送には周波数変調、2,400~4,800bps のデータ伝送には位相変調、9,600bps 以上のモデムは振幅変調と位相変調を組み合わせた直交振幅変調 (QAM) を利用するのが一般的である。振幅変調と位相変調を組み合わせるとデータのビット列に対応させて、高速データ伝送を実現する。デジタル無線伝送やデジタル放送には位相変調あるいは直交変調が使用される。

## ③ 信号の多重化

### ① 多重化とは

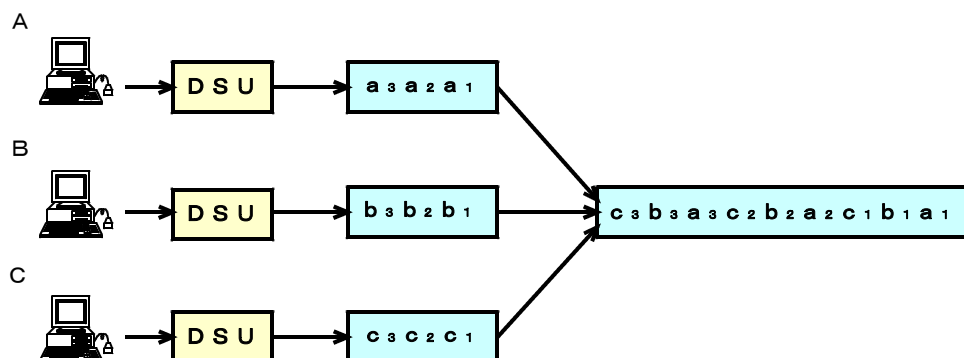
1 本の伝送路を用いて、複数回線の通信信号を重ね合わせて伝送することを多重化といい、このような回線をチャネルと呼ぶ。多重化の方式には、時分割多重化、周波数分割多重化、符

号分割多重化、波長分割多重化などがある。

## ⑥ 時分割多重化方式(TDM)

時分割多重化は、デジタル伝送路において、複数の低速回線から送られてくる信号を高速な1本の伝送路を利用して、ある端末からのデジタル信号の間に他の端末のデジタル信号を挿入し、信号を密に配置して伝送する方式である。1本の伝送路を使用して、複数のチャネルの信号を一定の時間間隔で、一つずつ順番に送る方式である。通信ネットワークや携帯電話で使用されている。

TDMには、同期式と非同期式の方法がある。



### ㊦ 同期式時分割多重化方式

同期式時分割多重化方式は端末から送る信号が無い場合でも伝送路に一定時間を確保しておく方法である。

### ㊧ 非同期式時分割多重化方式

非同期式時分割多重化方式は端末から送る信号があるときだけ信号を送出する方法である。

## ⑦ 周波数分割多重化方式(FDM)

周波数分割多重化は、アナログ伝送路で広い周波数帯域を持つ1本の通信回線をいくつかの周波数帯域に分割し、その各々に回線を割り当てる方式である。搬送波の周波数を変えることによって、いろいろな周波数帯で情報を送ることが可能になる。

電話回線の場合、1回線に必要な周波数帯域は4kHzである。この音声帯域信号を振幅変調し、3つの搬送波12、16、20kHzで変調し多重化する。

## ⑧ 符号分割多重化方式(CDM)

符号分割多重化は、すべてのユーザが同じ周波数を使用し、ユーザごとに異なる符号を割り当てることによって相手を区別して通信する方式である。携帯電話などの移動体通信に利用されている多重化方式であり、FDM、TDM方式に比べて、信号にチャネル特有の符号を付加するだけでいろいろな伝送速度の信号の多重化ができ、帯域幅当たりのユーザチャネルを多くすることができる。機密性にも優れている方式である。

伝送される信号は雑音状の信号であり、受信側で雑音状の信号に利用したいチャネルに対応する符号を付加すると、そのチャネルの信号だけが復号され、取り出すことができる。このために機密性に優れた方式となる。

## ⑨ 波長分割多重化方式

波長分割多重化は、光ファイバでの通信で使用される多重化方式であり、伝送する光の波長を変えることによって、1本のケーブルで複数の信号を同時に伝送することができる。

複数の信号を送信する場合、それぞれの信号を波長の異なる信号に変換して、送信側で光合成器で合成波にして、光ファイバ経由で送信する。受信側では光分配器で元の複数の信号に分離する。

## ⑩ 周波数帯域と高速伝送

### ㊦ 周波数帯域

電話の音声には0.3kHz~3.4kHzまでの周波数成分が含まれており、テレビ信号の映像には0Hz~4.2MHzまでの周波数成分が含まれている。信号に含まれている最高周波数と最低周波数の差を周波数帯域または帯域と呼ぶ。電話音声の帯域は3.1kHz、テレビ映像の帯域は4.2MHzとなる。周波数帯域が広いほど多くの情報を伝えることが可能になる。信号を送信する通信回線は、少なくとも信号と同じ帯域を持つ必要がある。

### ① 高速伝送と帯域

デジタル信号はパルスという波形で送信される。1秒間に伝送できるパルスの最大数は、伝送路が伝えることのできる最高周波数の2倍である。従って、周波数が高いほど、短時間に多くのパルスを伝送することができることになり、デジタル信号は多くの情報を伝送できることになる。しかし、周波数の高いデジタル信号は低い周波数成分も含んでいるため、広い周波数帯域が必要となる。一般的には、高速伝送と広帯域伝送は同じ意味に使用される。

### ㊦ 1パルスで数ビット送信する方法

通常、1個のパルスは1ビットに対応するので、伝送速度はその伝送路の帯域とほぼ同じ値になる。そこで、帯域が限られている場合、1パルスで数ビットを表す方法を組み合わせで高速伝送を可能にする。

1パルスで複数のビットを表すために、パルスの電圧値を変化させ、パルスが複数の状態がとれるようにする。複数のビットの組み合わせをそれぞれの電圧値に割り当てることが可能になり、1個のパルスで複数のビットが伝送できる。1個のパルスが表すビット数が多ければ多いほど伝送速度が高くなる。

### ㊦ 光通信における帯域幅の意味

光通信では帯域幅は以下のような様々な意味で使われている。

- ① 光源やレーザーのような何らかの光源の出力の帯域幅

- ② 光ファイバーなどの媒体が転送できる周波数の範囲
- ③ 光増幅器の利得帯域幅。
- ④ 何らかの現象における範囲（反射、非線形プロセスでの位相合わせ、共振など）
- ⑤ 光変調装置の最大変調周波数
- ⑥ 測定装置が動作できる周波数の範囲
- ⑦ 光通信システムのデータ転送レート(ビット/秒)

## ⑧ 多重化と多元接続

情報通信の多重化は、1本の通信線や1種類の電波で同時に複数の通信を行う技術のことである。送受信する情報量が増えたから、1回線増設しようとしても簡単ではない。通信や放送で使われている電波や周波数も細かく決められており、通信に適した周波数は一定の範囲に限られているため、電波は有限の資源であるといわれている。

そのため、既設の通信線や電波を利用して、同時に複数の情報を送れるようにする考え方が用いられるようになり、さまざまな多重化の方法が開発されてきた。テレビ放送やラジオ放送で主流だったFDM(周波数分割多重化)、デジタル通信で広く使われているTDM(時分割多重化)、無線分野での進化が著しいSDM(空間分割多重化)、携帯電話の通信方式として利用が拡大したCDM(符号分割多重化)といった方式が存在し、派生した技術としては、1本の光ファイバーで同時に複数の情報を送るWDM(波長分割多重化)、無線LAN(WiFi)では、SDMとCDMを組み合わせて使用している。

多重化の技術を使って複数の機器を接続することを多元接続という。与えられた周波数帯域の中に、たくさんのチャンネルを作り、利用者が通信するときだけ一つのチャンネルを選んで使用し、通信が終わりチャンネルが空くと別の利用者が空いたチャンネルを利用する。FDMA(周波数分割多元接続)、TDMA(時分割多元接続)、SDMA(空間分割多元接続)、CDMA(符号分割多元接続)などの方式がある。

## ④ シリアルとパラレル

### ① デジタル信号の伝送

1文字をデジタル伝送する場合、一般的には、1文字を構成する8ビットまたは16ビットのビットパターンを1ビット単位のビット列に変換し、1ビットずつ順番に1本の線で順番に送信する。この方式をシリアル伝送という。

もう一つの伝送方法は、8ビットまたは16ビットのビットパターンを8本または16本の線で同時に一斉に送信する方法である。この方法はパラレル伝送である。メモリの中の文字はパラレルの状態で格納されているため、パラレル伝送では送信のための線は8本または16本必要であるが、メモリに格納されているそのままの状態での送信が可能である。



## ⑥ シリアル伝送方式

### ㊦ 通信ネットワークはシリアル伝送

シリアル伝送では、送信側でパラレルのデータをシリアルに変換し、受信側でシリアルデータをパラレルに変換する必要があり、シリアル／パラレル変換のコストが必要になる。従って、長距離伝送のような、伝送回線数を少なくできることによるコスト安が、変換装置のコストよりも大きい場合にはシリアル伝送が利用される。一般的には、通信ネットワークではシリアル伝送を使用する。

### ① 同期制御

シリアル伝送では、キャラクタ先頭位置を識別するためのビットパターンが必要になる。送信端で同期の信号を付加し、受信端で同期の信号を認識した復元する処理を同期制御という。同期制御には、調歩同期方式、キャラクタ同期方式、フラグ同期方式がある。

## ⑦ パラレル伝送方式

パラレル伝送は、パソコン内部や隣り合った装置をつなぐような短距離伝送に使用される。最近では、シリアル伝送用のパラレル／シリアル変換LSIが安価に入手できることから短い距離でもシリアル伝送が使われ始めている。

## ⑤ 全2重通信と半2重通信

### ㉓ 通信は双方向が基本

二人が通信する場合、AからBへの通信とBからAへの通信が必要になる。この場合、両者が同時に話しても話が通じる通信と交互にしゃべらないと話ができない通信がある。同時に話ができる通信を全2重通信、一方しか話ができない通信を半2重通信と呼び区別している。

電話やISDN、最近の普及したツイストペアケーブルを使ったイーサネットLANは全2重通信を利用し、トランシーバによる通信や初期のイーサネットLANの通信は半2重通信を使用している。

簡単な伝送路は2本の銅線でできたペアのケーブルで、2つの伝送路をつくるには合計4本の銅線を使用する。この方式を4線式と呼んでいる。従って、全2重通信は4線式の伝送路を使用する。1つの伝送路の場合は、2本の銅線で済むので、これを2線式と呼ぶ。

## ⑥ 全2重通信の実現方法

### ㊦ 周波数を利用した全2重通信

一つの伝送路を共用しなければならない場合には、周波数帯域を二分割して双方が異なる帯域で送信する周波数分割の手法が用いられる。2つの信号を異なる周波数で変調し、一つ

の伝送路で送信しても混信することなく通信が可能になる。2線式の電話線を利用して実現したADSLはこの考え方を利用したものである。

### ① 時間を利用した全2重通信

極めて短い時間ごとに伝送方向を切り替える時分割の手法を用いることもできる。AからBへの伝送時間とBからAへの伝送時間を分離して、伝送路を交互に利用すると2つの伝送路を同時に使用するのと同じように通信することができる。伝送方向を素早く切り替えることで、利用している人に切り替わっていることを意識させずに使用することができる。この方式はデジタル通信に適している方式である。ISDNで使用されているピンポン伝送は、1秒間に400回の速度で伝送方向を切り替える。

### ② ハイブリッド回路を利用した全2重通信

送信信号と受信信号を分離するハイブリッド回路方式もある。この方式は、音声程度の信号ならうまく動作するが、高速な信号では送信信号が漏れて受信信号と重なりエコーが発生するため、エコーを打ち消す回路が必要になる。エコーキャンセラ方式は、欧米のISDN加入者線に使用されている。

## ⑥ 有線通信と無線通信

### ① 有線通信

通信ケーブルを使用して行う方式で、より対線、同軸ケーブル、光ファイバーケーブルが用いられる。

#### ① メリット

- ① 無線より速く、安定した通信速度でインターネットを楽しめる
- ② 有線LANルーターは安価（無線LANは親機プラス端末分のLANカードが必要）
- ③ 情報量が多い通信に向いている
- ④ 有線なので不法侵入などでデータなどを読み取られるなどのリスクが低い

#### ② デメリット

- ① LANケーブルが必要で、レイアウトを考えないといけない
- ② ルーターの設置箇所にケーブルが集まり整理がたいへん
- ③ LANケーブルを片づける必要がある

### ② 無線通信

無線通信は、伝送媒体としてマイクロ波を使用する通信で、有線ケーブルが敷設しにくい場所や環境での通信に有効である。伝送媒体としては、マイクロ波、ミリ波、赤外線などが使われ、波長が短いほど雑音障害を受けない特徴がある。無線通信では短距離ではマイクロ回線、



長距離では衛星通信回線が使われる。

### ア メリット

- ① 配線が不要なため、ケーブルが無くきれいでレイアウト変更がしやすい
- ② 移設、増設しやすい
- ③ 部屋の片づけがしやすい
- ④ どの部屋からでもインターネットへの接続が可能（11nの場合特に良好）

### イ デメリット

- ① 有線LANルーターより高価
- ② 情報量が多い通信には不向き
- ③ 今後新しい通信方式が開発された際には機器の買い替えが必要
- ④ セキュリティに不備があると無線からPCへ不法に侵入されデータ流失のリスクもありえる。
- ⑤ 通信速度が有線LANに比べると遅い。障害物などの影響で安定していないこともある。
- ⑥ 場所によってはデッドスポットがある。
- ⑦ 無線親機に障害が発生した場合予備機をあらかじめ用意する必要がある。

## ③ 無線通信周波数の分類

### ア 超長波(VLF)

周波数帯3～30kHz、深度10～40メートルの水中を透過出来るため水面付近の潜水艦との通信に用いられる。

### イ 長波(LF)

周波数帯30～300kHz、長距離固定通信、船舶通信などに使用する。

### ウ 中波(MF)

周波数帯300～3000kHz、放送、船舶通信、航空通信などに使用する。

### エ 短波(HF)

周波数帯3～30MHz、中距離・長距離国際通信、船舶通信などに使用する。

### オ 超短波(VHF)

周波数帯30～300MHz、テレビ放送、船舶・航空通信、移動無線などに使用する。

### カ 極超短波(UHF)

周波数帯300～3000MHz、携帯電話や自動車電話、あるいはPHSなどに使われる。

### ㊦ マイクロ波(SHF)

周波数帯3～30GHz、衛星放送に使用する。マイクロ波は通信だけでなく、電波望遠鏡による天体観測、レーダーによる移動物体監視システム、GPSによる測位システムなどにも応用されている。マイクロ波加熱にも用いられる。

マイクロ波の特徴は、低い周波数では回折（電波が曲る）する、伝送容量が少ない、空気中の水分による減衰が低いなどである。

### ㊧ ミリ波(EHF)

周波数帯30～300GHz、衛星通信、大容量高速無線通信、車載衝突防止レーダ、電波望遠鏡などに用いられる。ミリ波はレーダにも応用されている。自動車レーダの場合、移動する自動車の位置を特定し安全性を高めるには、位置計測を細かくする必要がある。ミリ波であれば波長が短いために細かい位置計測が可能になる。

ミリ波の特徴は、直線性が非常に強い、伝送情報容量が非常に多い、空気中の水分による減衰が大きい、指向性、利得の高いアンテナ設計が容易、プリント基板等で、小型化が容易などがある。

## ㉔ 無線通信の特徴

- ㊱ 電波や光を利用する通信である。
- ㊲ ケーブルを敷設する必要がなく、広域伝送が可能である。
- ㊳ 電磁ノイズや盗聴の恐れがある。
- ㊴ 衛星通信の場合、比較的大きな伝送遅延が生じる。
- ㊵ 電波として、長波、短波、マイクロ波、赤外線などを使用する。
- ㊶ 移動体通信や衛星通信に使用されており、赤外線を利用したLANも実用化されている。

## ㉕ 地上マイクロ波通信システム

### ㊱ 地上マイクロ波通信システム

地上マイクロ波通信システムは、1～10数GHzの範囲のマイクロ波を使い、大量の情報を中継するシステムで、長距離基幹通信網を構成する重要なシステムである。

### ㊲ マイクロ波中継システム

マイクロ波中継システムは、多数の音声信号やデータ信号などを多重化装置で多重化され、変調器で変調されて、高周波に変換されて、送信機で電力増幅され、2～20GHzの搬送波で次の中継局まで送信される。

## ㉖ 衛星通信

衛星通信は地球を回る軌道上に打ち上げた人工衛星を中継して行う無線通信である。1つの衛星でカバーできる通信可能区域が広く、高周波数帯での電波を利用できるため広帯域の伝送

が可能である。更に、地理的障害の克服、通信品質の均一性、耐災害性、同報通信、多元接続方式が可能などの利点がある。長距離を電波が往復するため、0.25秒の伝送遅延時間が生じるほか、使用する周波数帯によっては降雨による減衰の影響が大きくなる欠点もある。

## ⑦ PCM符号化の原理

### ① アナログをデジタルに変換

アナログ信号の波形は、いろいろな電圧値をとりながら連続的に変化する。この値をデジタル値に変換するには、アナログ信号の電圧を一定時間毎に測定し、飛び飛びの標本値を求める。これを標本化と呼ぶ。標本値を求めると、音や画面が途切れるが、時間間隔をある程度細かくすると人間にはわからない程度にすることができる。

種々の周波数が混ざっているアナログ信号を最も高い周波数の2倍の周波数で標本化すると、元のアナログ信号に復元できることが証明されている。これを標本化定理という。

### ② PCM符号化とは

PCM符号化は音声などのアナログ信号をデジタル信号に変換する方法である。送信側でアナログ信号をデジタル信号に符号化して送信し、受信側でデジタル信号をアナログ信号に復号化する。

符号化の過程は、標本化→量子化→符号化の順に進められる。

### ③ 標本化

#### ① 標本化の定理

アナログ信号を標本化する場合、標本化の定理が適用される。標本化の定理は「元信号を含む周波数成分の最高周波数の2倍以上の周波数で元信号をサンプリングして伝送すれば、受信側で元信号を忠実に復元できる」というものである。

#### ② 音声信号の標本化

音声信号の標本化では、音声電話における周波数成分の最高周波数は4 KHzで、サンプリング周波数は8 KHz、サンプリング間隔は125マイクロ秒となる。音声信号を8 KHzの周波数でサンプリングすれば、受信側で忠実に復元できる。

### ④ 量子化

#### ① 音声信号の量子化

量子化は標本値の切り上げと切り捨てを行い、整数値に置き換える処理である。音声信号の場合、125マイクロ秒の間隔でサンプリングし、求めた振幅値を8ビットで表現できる256段階

に区切った大きさの整数値に置き換える。

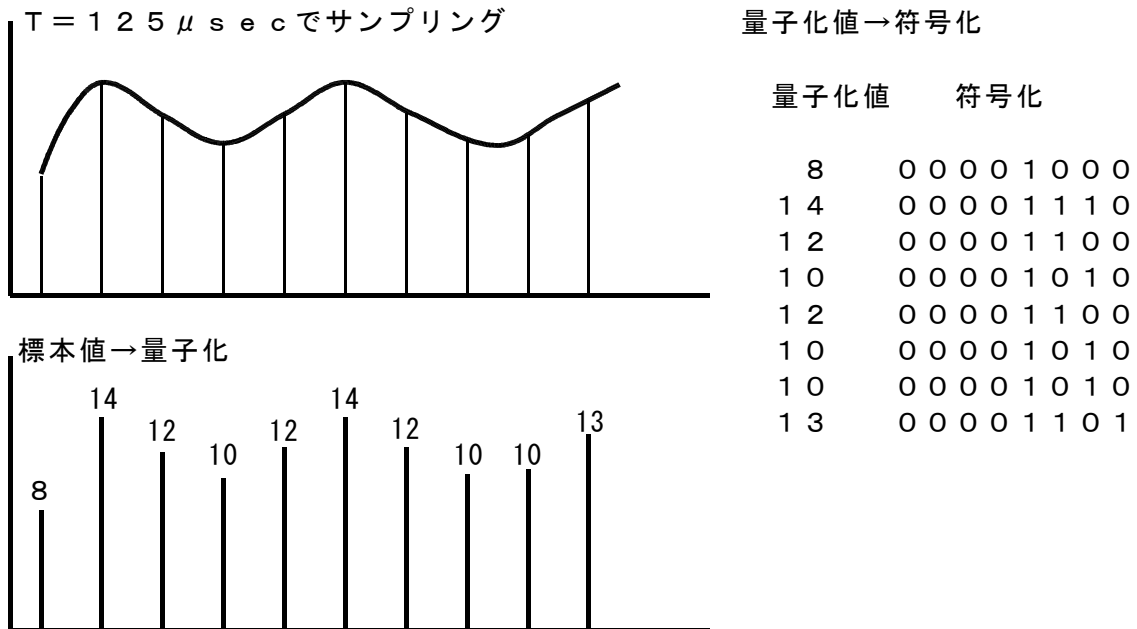
### ① 量子化雑音

標本値の切り上げと切り捨てによって発生する誤差を量子化雑音という。

### ㊦ 符号化

符号化は量子化された値を8ビットの符号化系列でデジタル化する処理である。音声信号の場合、 $1/8000$ 秒ごとに8ビットを伝送する必要があるから、1秒間に伝送する信号速度は64 Kbpsとなる。

符号化の際のビット数を多くすれば、再生したアナログ信号と元のアナログ信号との誤差を小さくすることができる。しかし、あまり多くすると、伝送するときの伝送速度が高くなり、不経済となる。従って、ビット数は、アナログに戻したときの信号の品質に応じて決める。



### 例題演習

データ通信用の回線で使われるデータ信号速度の単位はどれか。

- ア ヘルツ                      イ FLOPS                      ウ bps                      エ bpi

### 解答解説

データ信号速度の単位に関する問題である。

通信上の速度に関係するものに次のものがある。

- ① 信号速度は、1秒間に伝送できるビット数で表す。
- ② データ伝送速度は、単位時間に送れる情報量、通常は文字数またはブロック数を使用

する。通信速度2400bpsのデータ伝送速度は300文字／秒である。

- ③ 変調速度は、アナログ伝送路でデータ伝送する場合にアナログ信号とデジタル信号の変換が必要となるが、この場合の1秒間に行われる変調回数であり、単位はボーである。信号速度と変調速度は必ずしも等しくない。位相変調では1回の変調で2ビットあるいは4ビットの伝送が可能である。

アのヘルツは周波数の単位で、1秒間に1サイクルの周波数を1ヘルツという。

イのFLOPSはCPUが浮動小数点数の演算を1秒間に何回できるかを表す単位である。

ウのbpsはデータの伝送速度を表す単位で、1秒間に送られるビット数で表す。求める答えはウとなる。

エのbpiは記憶媒体として用いる磁気テープの記録密度を表す単位で、テープの1インチ当たりに記録できるビット数で表す。

### 例題演習

64kビット／秒の回線を用いて10<sup>6</sup>バイトのファイルを送信するとき、伝送におよそ何秒かかるか。ここで、回線の伝送効率は80%とする。

ア 19.6

イ 100

ウ 125

エ 157

### 解答解説

伝送時間の計算に関する問題である。

伝送時間の求め方は次の手順による。

- ① 伝送情報量をバイトからビットに変換する。
- ② 伝送情報量を回線の伝送効率を考慮した伝送速度で除し、伝送時間を求める。

伝送情報量は100万バイトであるからビットに換算すると800万ビットになる。伝送時間は次の式から求める。

$$8000000 \div (64000 \times 0.8) = 156.25 \approx 156 \text{秒}$$

求める答えはエとなる。

### 例題演習

1秒間に一定間隔で16個のパルスを送ることができる通信路を使って、0～9、A～Fの16種類の文字を送るとき、1秒間に最大何文字を送ることができるか。ここで、1ビットは1個のパルスで表し、圧縮は行わないものとする。

ア 1

イ 2

ウ 4

エ 8

### 解答解説

通信路を使用して文字を送信する問題である。

1秒間に16パルス送信できる通信路を使用して、1文字4ビットで構成される文字を送信する場合であるから、1秒間に送信できる文字数は16÷4=4(文字)となる。求める答えはウとなる。

### 例題演習

変調速度が200ボアの4相式の位相変調で、1,600文字を連続送信するのに何秒必要か。なお、情報交換符号として8単位符号を使用する。

ア 4    イ 8    ウ 16    エ 32

### 解答解説

変調速度を信号速度に変換する問題である。

変調速度は1秒間に行われる変調回数で、単位はボアである。

位相変調の場合、対象になる位相が $2 = 2^1$ 、 $4 = 2^2$ 、 $8 = 2^3$ 、 $16 = 2^4$ などによって1変調あたりに送り出されるビット数は、それぞれ1ビット、2ビット、3ビット、4ビットとなり信号速度は速くなる。

4相式の変調であるから1変調あたり2ビット伝送する。1600文字の伝送時間は次の式から求められる。

$$1600 \times 8 \div (200 \times 2) = 32$$

求める答えはエである。

### 例題演習

アナログの音声信号をデジタル符号に変換する方法として、パルス符号変調(PCM)がある。デジタル化は、サンプリング、量子化、および符号化である。サンプリングの頻度は、音声信号の最高周波数の2倍が必要とされている。4kHzまでの音声信号を8ビットで符号化するとき、デジタル化された音声信号の伝送に必要な回線速度(kビット/秒)は幾らか。

ア 8    イ 16    ウ 32    エ 64

### 解答解説

PCM符号化の原理に関する問題である。

音声などのアナログ信号を、標本化、量子化、符号化を経由してデジタル信号に変換する。

音声のPCM符号化の手順は、① 最大周波数4000Hzの2倍の8000Hzでサンプリングする、② 量子化し、8ビットで符号化する、③ 信号速度を求める。

8000Hzでサンプリングするため、サンプリング周期は125マイクロ秒となる。従って、1秒間に8000回の8ビット信号を送信することになる。

$$8 \times 8000 = 64000 \text{ (ビット/秒)}$$

従って、回線速度は64kビット/秒となり、求める答えはエとなる。

### 例題演習

標本化、符号化、量子化の三つの工程で、アナログをデジタルに変換する場合の順番として、適切なものはどれか。

ア 標本化、量子化、符号化    イ 符号化、量子化、標本化  
ウ 量子化、標本化、符号化    エ 量子化、符号化、標本化

### 解答解説

PCM符号化の原理に関する問題である。

音声などのアナログ信号を、標本化、量子化、符号化を経由してデジタル信号に変換する。  
音声のPCM符号化の手順、標本化、量子化、符号化の順になる。求める答えはアとなる。

### 例題演習

PCM伝送方式によって音声をサンプリング(標本化)して8ビットのデジタルデータに変換し、圧縮処理しないで転送したところ、転送速度は64,000ビット/秒であった。このときサンプリング間隔は何マイクロ秒か。

- ア 15.6                      イ 46.8                      ウ 125                      エ 128

### 解答解説

PCM伝送方式に関する問題である。

転送速度が64,000ビット/秒で、8ビットのデータを転送する場合、1秒間の転送件数は

$$64000 \div 8 = 8000$$

8000件となる。データのサンプリング間隔は

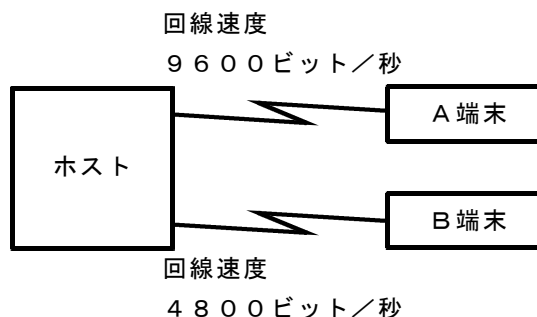
$$1 \div 8000 = 0.125 \times 10^{-3} = 125 \times 10^{-6} = 125 \text{マイクロ秒}$$

求める答えはウとなる。

### 例題演習

図のようなネットワーク構成のシステムにおいて、同じ量のデータを送受信した場合の応答時間は、A端末では450ミリ秒、B端末では700ミリ秒であった。ホストでの処理時間はA端末、B端末のどちらから利用しても同じとするとき、B端末の伝送時間は何ミリ秒か。ここで、応答時間は、端末がデータを回線に送信し始めてから応答データを受信完了するまでの時間とし、伝送時間は回線速度にだけ関係するものとする。

- ア 200  
イ 300  
ウ 400  
エ 500



### 解答解説

伝送時間を計算する問題である。

伝送時間、伝送情報量は次の計算式で求める。

$$\text{伝送時間} = \text{伝送情報量(ビット)} \div \text{伝送速度(ビット/秒)}$$

$$\text{伝送情報量} = \text{伝送時間} \times \text{伝送速度}$$



ホストの処理時間をTミリ秒とすると、A、B端末の応答時間から次の関係が成立する。

$$(450 - T) \times 9600 / 1000 = (700 - T) \times 4800 / 1000$$

$$900 - 2T = 700 - T$$

$$T = 200$$

ホストでの処理時間は200ミリ秒となり、B端末の伝送時間は

$$700 - 200 = 500$$

500秒となり、求める答えはエとなる。

### 例題演習

60分の音声信号(モノラル)を、標本化周波数44.1kHz、量子化ビット数16ビットのPCM方式でデジタル化した場合、データ量はおよそ何Mバイトか。ここで、データの圧縮は行わないものとする。

ア 80                      イ 160                      ウ 320                      エ 640

### 解答解説

PCM符号化の原理に関する問題である。

標本化周波数が44100Hzであるから、3600秒間のサンプリング数は

$$3600 \times 44100 = 158000000 \text{ (回)}$$

$$158000000 \times 16 / 8 = 316 \times 10^6 = 320 \text{ M (バイト)}$$

求める答えはウとなる。

### 例題演習

10Mバイトのデータを100,000ビット/秒の回線を使って転送するとき、転送時間は何秒か。ここで、回線の伝送効率を50%とし、1Mバイト=10<sup>6</sup>バイトとする。

ア 200                      イ 400                      ウ 800                      エ 1,600

### 解答解説

通信システムの転送時間を求める問題である。

転送時間の計算式 転送時間 = (伝送する情報量 × 8) / (回線速度 × 回線の伝送効率)

$$\text{転送時間を求める。} 10 \times 10^6 \times 8 / (10^5 \times 0.5) = 800 / 0.5 = 1600$$

1600秒となり、求める答えはエとなる。

### 例題演習

音声のサンプリングを1秒間に11,000回行い、サンプリングした値をそれぞれ8ビットのデータとして記録する。このとき、512×10<sup>6</sup>バイトの容量をもつフラッシュメモリに、記録できる音声は最大何分か。

ア 77                      イ 96                      ウ 775                      エ 969



**解答解説**

音声のデジタル化に関する問題である。

1秒間に11000回のサンプリングで、8ビットのデジタルデータに変換する。デジタルデータの容量は $11000 \times 8 = 88000$  (ビット/秒) =  $11000$  (バイト/秒)となる。

1400000バイトのフロッピーディスク格納できる時間は次のようになる。

$$1400000 \div 11000 = 1400 \div 11 = 127 \text{ (秒)}$$

求める答えはイとなる。

**例題演習**

デジタル伝送に関する記述のうち、正しいものはどれか。

- ア アナログ信号は、標本化、量子化、符号化の3段階の処理によってデジタル符号にして伝送される。
- イ コンピュータ間の通信にISDNを利用する場合、MODEM（変復調装置）が必要である。
- ウ デジタル伝送路での多重化には、時分割多重と周波数多重の2方式がある。
- エ より対線のケーブルでは、アナログ信号だけが伝送される。

**解答解説**

デジタル伝送のPCM符号化の原理に関する問題である。

音声などのアナログ信号は標本化、量子化、符号化を経由してデジタル信号に変換する。

アはPCM符号化の原理で、送信側で標本化の定理を利用して、標本化、量子化、符号化の3段階を経てアナログ信号をデジタル信号に変換すると受信側で元の信号に忠実に復元できる。正しい記述である。求める答えはアとなる。

イのコンピュータ間接続にはデジタル伝送のためMODEMは必要なくTAが必要である。TAはコンピュータやモデムをDSUを経由してISDNに接続するデータ回線終端装置である。接続された機器からの信号の通信速度をISDNの通信速度に変換する機能がある。

ウのデジタル伝送路の多重化は時分割多重化方式であり、周波数多重化方式はアナログ信号に使用する。

エのより対線は加入区間や構内配線に利用され、デジタル伝送にも使用される。アナログ信号だけは誤りである。

**例題演習**

符号化速度が64kビット/秒の音声データ1.2Mバイトを、通信速度が48kビット/秒のネットワークを用いてダウンロードしながら途切れることなく再生するためには、再生開始前に最低何秒分のデータのバッファリングが必要か。

- ア 50                                  イ 150                                  ウ 200                                  エ 350

### 解答解説

データのバッファリングに関する問題である。

連続して再生する時間とその時間内に伝送される情報量との差を再生前にバッファに蓄積しておく必要がある。

音声データ1.2MBを符号化速度64kbpsで再生するに要する時間は

$$1200000 \times 8 \div 64000 = 150 \text{ (秒)}$$

150秒で送信できる音声データは  $48000 \times 150 \div 8 = 0.9 \text{ MB}$

バッファリングが必要な容量は  $1.2 - 0.9 = 0.3 \text{ (MB)}$

再生前に要する時間は

$$300000 \times 8 \div 48000 = 50 \text{ (秒)}$$

求める答えはアとなる。

### 例題演習

800×600ピクセル、24ビットフルカラーで30フレーム／秒の動画の配信に最小限必要な帯域幅はおおよそ幾らか。ここで、通信時にデータ圧縮は行わないものとする。

ア 350 kビット／秒

イ 3.5 Mビット／秒

ウ 35Mビット／秒

エ 350 Mビット／秒

### 解答解説

マルチメディアデータの伝送に関する問題である。

帯域幅は、周波数の範囲を指し、一般にヘルツで示される。また、媒体や機器を經由して情報を転送する際の転送レートを帯域幅と呼ぶ。デジタル伝送の場合、帯域幅は伝送路容量を表す。

この問題では、動画のデータ転送レートを求める問題と解釈すれば良い。

1画面24ビットフルカラーのビット数は

$$800 \times 600 \times 24 = 11520000 \text{ (ビット)} = 11.52 \text{ (Mビット)}$$

30フレーム／秒の帯域幅は次の式から求める。

$$11.52 \text{ (Mビット)} \times 30 = 345.6 \text{ (Mビット)} \doteq 350 \text{ (Mビット)}$$

求める答えはエとなる。

## 3.1.2 ネットワークの構成

### ① 回線接続方式

#### ① 回線接続方式

##### ㊦ 回線接続方式の種類

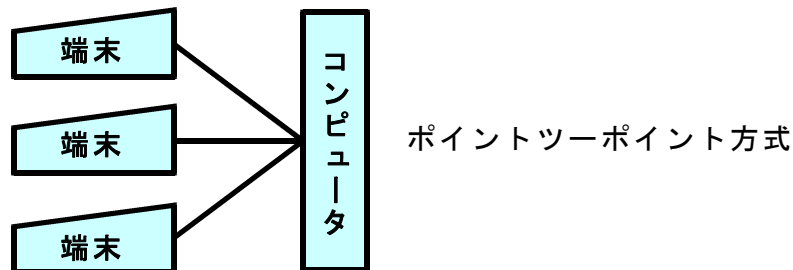
端末とセンターのコンピュータ間を通信回線で結び、オンラインシステムを構築する場合、回線接続方式を決める必要がある。回線接続方式には、ポイントツーポイント方式、マルチポイント方式、集線方式がある。

##### 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。



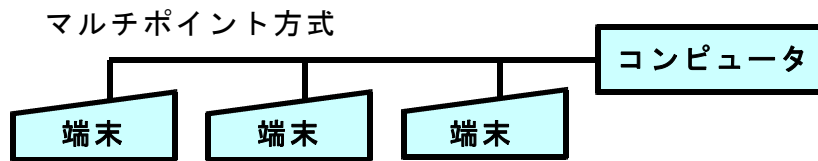
#### ③ ポイントツーポイント方式の特徴

- ㊦ 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。
- ㊱ 回線コストは端末数に比例する。
- ㊲ 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。
- ㊳ 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。

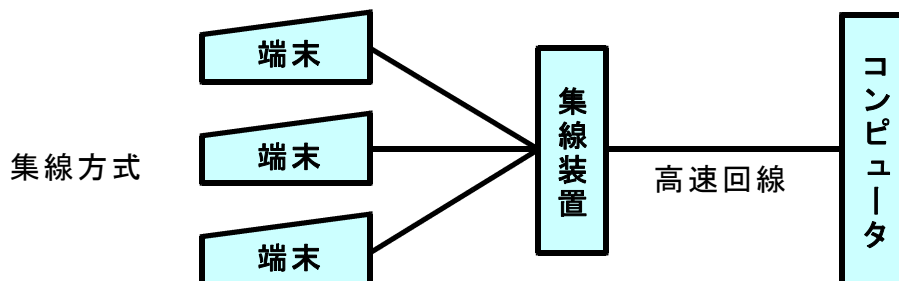


### ㉔ マルチポイント方式の特徴

- ㊦ 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。

### ㉕ 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。



### ㉖ 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 C C P (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 J I S 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、D S U、N C U

### 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な。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・自動の種別によって次の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。

## ③ TDM選定のポイント

### ㉞ 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）

### ㉟ 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）

### ㉠ 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。

### ㉡ 端末制御装置の機能

- ㉞ データ回線終端装置(DCE)インタフェースの制御
- ① 送受信データのバッファリング
- ㉟ 送受信データの直並列変換
- ㊱ 伝送制御手順の実行
- ㊲ 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

### ㉠ 銅線による電気信号の伝送

#### ㉞ 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

### ㊦ 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。



## **㊦ 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。

## **㊧ 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。

## ⑥ 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。

## ⑦ 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。

## ⑧ 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

### ㉗ 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。

### ㉘ 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。

### ㉙ 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。

### ㉚ 温度差による損失の変化がない

同軸ケーブルが $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 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。

### ㉛ 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。

### ㉜ セキュリティ面が強い

### ㉝ 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。

### ㉞ 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。

### ㉟ 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。

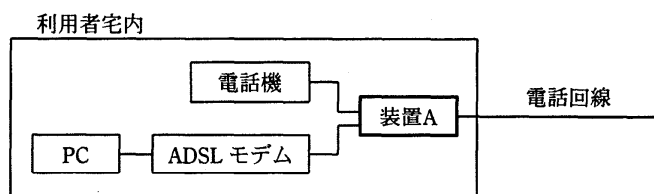
### 解答解説

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

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 ダイヤルアップルータ
- 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。

ウのダイヤルアップルータは、TAを使ったダイヤ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。

### 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、任意の通信相手を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、任意の通信相手を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

ディ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。

## 3.1.3 伝送制御と誤り制御

### ① 同期制御方式

#### ① 同期制御とは

通信回線を介して符号を送信する場合、受信側では各符号の先頭位置を認識し、符号をデータに復元する必要がある。この復元のために送信端と受信端でタイミングをとるために行う処理を同期という。同期方式には調歩同期方式、キャラクタ同期方式、フラグ同期方式がある。

#### ② 調歩同期方式

調歩同期は1文字の前後にスタートビット、ストップビットを付加して、文字と文字の区切りをつけて伝送する方式である。この方式は1200ビット/秒以下の伝送に用いる。1バイトの文字を送信するビット数に換算する場合は10倍することになる。10バイトの文字を調歩同期方式で伝送する場合の伝送ビット数は100ビットになる。

#### ③ キャラクタ同期方式

キャラクタ同期はSYNという同期符号を2個以上、文字情報の前に付けて伝送する方式である。受信側では2個以上のSYN符号を検出したときに同期がとれたものと判断し、次のSYN符号までのビットを1文字分に対応したビット数ごとに文字の区切りとして認識する。連続して大量の文字データを送信するため、調歩同期方式と比較して効率的である。

#### ④ フラグ同期方式

フラグ同期は特定のビットパターンをもつフラグを情報ブロックの前後につけて同期をとる方式である。特定のパターンには“01111110”のフラグパターンを使用する。フラグパターン以外の信号を受信するとデータが送られてきたと判断し、再びフラグパターンが検出されるまで全ての信号をデータとして受信する。フラグパターンによってデータの開始位置と終了位置を知り、フラグパターンと情報ビットパターンを識別するために、情報ビット列に1が5個以上続く場合、5個の後に0を挿入して送信し、受信側でこの0を削除する。この方式を用いるとバイナリデータを転送することができる。

### ② 送達確認とフロー制御

#### ① 送達確認

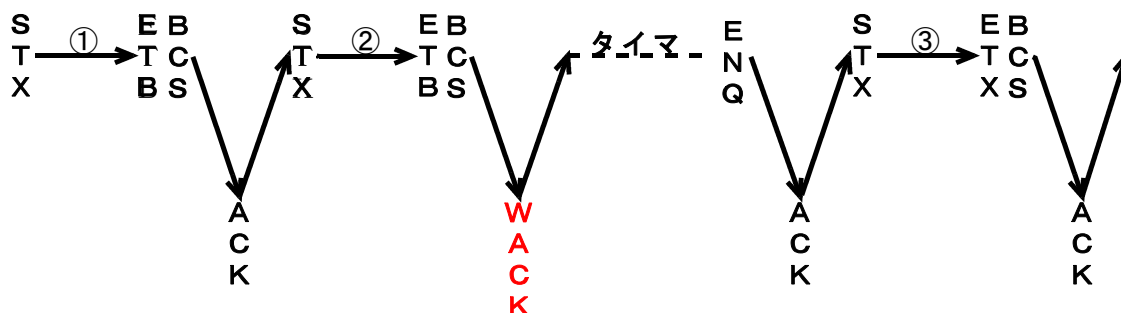
送受信端で行う肯定応答符号に、ブロックまたは伝文を通信相手が確実に受信した意味を持たせることにより送達確認の機能を持たせることができる。アプリケーションの処理装置と通信制御装置が独立している場合はACKを返すときに送達確認を行う。送達確認は通信回線やア



アプリケーションの障害が発生したときの伝文のリカバリーに必要な機能である。

## ⑥ フロー制御

回線の速度、ソフトウェアの処理速度、送信側のソフトウェアの処理速度と受信側の処理速度とは相違しており整合をとる必要がある。送信速度は回線速度と送信ソフトウェアの処理速度の遅い方で制約される。送信速度に比較して、受信側のソフトウェアの処理速度が遅い場合、通信制御装置とソフトウェアの間に待ち行列が発生し、送信速度の調整が必要になる。このための制御がフロー制御である。



フロー制御は通信回線上の情報の流量制御である。受信側のアプリケーションは複数のファイル処理が必要であり、多数の回線を相手にしている場合、かなりの頻度でフロー制御が必要になる。伝文が長い場合には、応答符号の種類を増やして実現させる必要が生じる。受信側はバッファメモリをもち、ソフトウェアの処理の遅れでバッファメモリが満杯になるとフロー制御を行い、送信側は送信を一定時間の間、中断する。図はフロー制御の状態を示したものである。図中、STXはテキストまたはブロックの開始、ETBはブロックの終了、BCSはチェックビット、ACKは肯定応答、WACKは送信一時中断、ENQは応答催促を表す。

フロー制御を行う場合、受信側からWACK (wait ACK) 信号が返信される。送信側はWACK信号を受けると、タイマが動作し一定時間経過すると、ENQ (応答督促符号) 信号を送信する。WACK信号は送信を一時的に待たせるためのものである。受信側が受信可能になると、送信側のENQ信号に対してACKを返信し、再び情報が送信される。受信側が受信可能にならない場合、ENQ信号に対してWACK信号が返信される。

## ③ 伝送制御

### ① 伝送制御とは

通信相手に正確にデータを伝送するためには、データ送受信のための一連の手続きが必要であり、この手続きを伝送制御という。伝送制御の種類には、入出力制御、回線制御、同期制御、誤り制御、伝送制御手順がある。入出力制御はデータ端末装置内の制御で、各種入出力機器を制御して情報を正確に読み取ったり、出力する機能である。回線制御は相手側端末との接続の確定、伝送の開始・終了の確認、データの送受、回線の切断などの諸手続きを行う機能である。

伝送制御手順はデータを確実に伝送するために送受信間で1つ1つ確認をしながら進める一連の手続きのことで、ベーシック手順、HDLC手順などがある。

## ⑥ ベーシック手順とHDLC手順の比較

比較項目 \ 手順	ベーシック手順	HDLC手順
端末価格	普通	高い
情報転送単位	ブロック	フレーム
転送効率	普通	高い
信頼性	やや高い	高い
適用回線	低速から9600bpsぐらいまで幅広く使用	2400bps以上、高速回線に使用

## ④ ベーシック(BSC)手順

### ① BSC手順

BSC手順はISOが制定した伝送手順で、SYN同期を採用し、相手端末を交互に監視する方式を基本にしている。基本モードと拡張モードがある。データリンクの方式はコンテンション方式とポーリング/セレクトイング方式の2種類がある。SYN同期は伝送制御キャラクタSYNを2個以上送信前に送り同期をとったのち連続送信するため、調歩同期方式に比べて高速な通信が可能である。

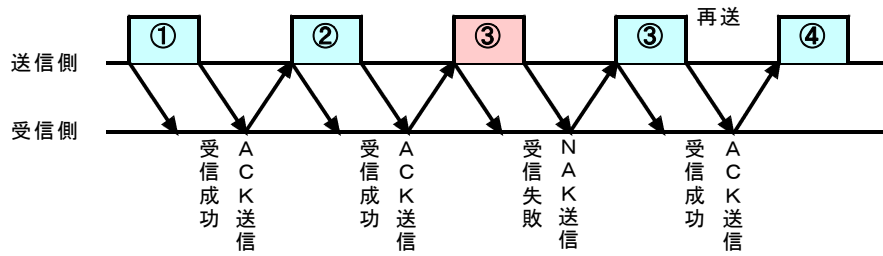
### ② BSC手順の特徴

- ㊦ ブロック単位で伝送する方式で、1ブロックごとに受信確認をする逐次応答方式である。ブロックの伝送制御には伝送制御符号(TCC)を使用する。
- ㊧ 通信方式には半二重片方向通信、半二重片方交互通信および全二重両方向通信が可能である。基本モードと拡張モードがあり、拡張モードとして、4線式、全二重通信、両方向同時伝送が可能となっている。
- ㊨ 送信権の制御にはポーリング/セレクトイング方式とコンテンション方式がある。
- ㊩ JIS7単位符号系を使用する。

### ③ 受信確認応答

1ブロック受信毎に、正しく受信できたときはACK符号を、受信に失敗したときはNAK符号を返送する。送信側でNAK符号を受信したときは、同一ブロックを再送する。



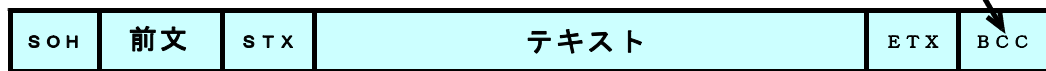


## ④ 伝送のブロック化

データを伝送する場合、伝送する文字や数値データにヘディングを付けて伝送する。ヘディングには、メッセージ番号や伝送経路、優先度などの情報が含まれる。

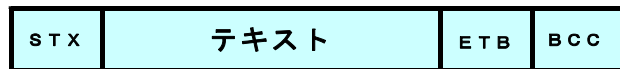
1メッセージ1ブロックの場合のブロック構成

水平パリティチェック



1メッセージ複数ブロックの

最後以外のブロック構成



テキストにヘディングを付けた長いテキストを伝送すると、伝送途中でのエラーの発生による再送処理のために伝送効率が低下する。これを防止するために128~256バイト程度の長さに分割して伝送のブロック化を行う。分割したブロックに伝送制御用のキャラクタや誤り制御用のBCC符号をつけてブロック単位で伝送し、ブロック単位で誤りのチェックや受信の確認を行う。

## ⑤ 1200bps 以下の調歩同期方式

垂直パリティチェック、水平パリティチェックを使用する。1文字を10ビットで伝送する。

## ⑥ 2400bps 以上のキャラクタ同期方式

CRC符号を付加し、バースト誤りの検出が可能になる。1文字8ビットで伝送する。

## ⑦ 伝送制御のフェーズ

伝送制御手順によるデータ伝送は一定の手続きを順序よく行うことにより成り立つ。手続きの各フェーズには、次の5段階がある。

### ① 回線の接続

通信したい相手にダイヤルして回線を接続し、モデムなどの装置類を通信可能状態にする。

### ② データリンクの確立

回線の接続は通信相手が居る場所と物理的に線が繋がった状態で、通信相手と通信できる

状態になっていない。通信したい相手呼び出し、相手を確認し、両者の合意によって通信可能な状態になることがデータリンクの確立である。

### ㉔ データの伝送

確立されたデータリンクを介してデータの伝送が行われ、誤り制御、送信制御、再送などの伝送を行うための各種の制御が行われる。

### ㉕ データリンクの解放

データ伝送終了後に通信の両側で通信終了を相互に確認して、データリンクを解放する。

### ㉖ 回線の切断

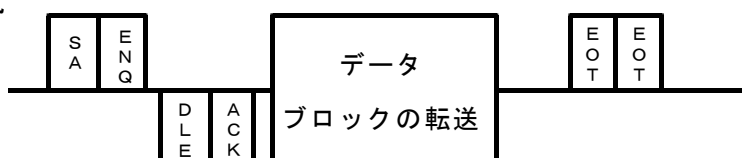
回線が接続されている場所には、通信したい相手がいないので回線を切断する。

フェーズ	伝送制御手順	電話による通話
1	回線の接続	電話で話したい相手のいる家へ電話をかける
2	データリンクの確立	電話が通じると、話したい相手呼び出ししてもらい、相手が出たら、話ができるか否かの確認を行う。
3	データの伝送	相手と会話する。
4	データリンクの解放	話が終わったので相手と別れの挨拶を行う。その後、他に話したい相手がいれば、その人呼び出しもらう。
5	回線の切断	話したい相手すべてとの会話が終了したので受話器を置き、電話回線を切断する。

## ㉗ データリンクの確立

### ㉗ コンテンション方式

コンテンション方式

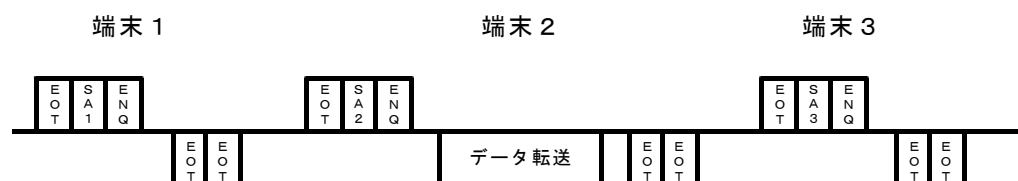


回線に接続されている端末が別の端末にデータを送るときに、送信相手に送信要求を出し、相手側から受信OKが返されてきたところで、データの送信を始める。回線の制御権は送信要求を出した端末が持つことになる。同時に両方からの送信要求が出されると、送信権の奪い合いが発生する。衝突が発生した場合は、両端末にあらかじめ決められた時間差を設定し、

衝突を回避する。ネットワーク内の各端末が1対1に接続されているポイントツーポイント方式のデータリンクの確立方法である。各端末間には主従の関係が無く互いに対等の関係の場合である。

## ① ポーリング／セレクトイング方式

ポーリング



多数の端末を従局としてもつ制御局があって、制御局が順番に各従局に送信要求があるかを問い合わせ、送信要求があれば送信を許可する。この方式をポーリングという。制御局が従局に送信するときは従局に受信可能かを問い合わせ、受信可能な応答があればデータを送信する。この方式をセレクトイング方式という。ネットワーク内の各端末が1つの回線で接続されている場合のデータリンクの確立方法で、多数の端末や回線を効率よく制御できる。

## ⑤ ハイレベルデータリンク (HDLC) 手順

### ① HDLC 手順

データ通信システムの高度化や高速のデータ伝送用のデジタルデータ網の出現により、ベーシック手順では効率面や機能面で満足できなくなった。これらの要求に適合する高速化、効率的な高度な制御が可能なHDLC手順が考えられた。OSI基本参照モデルのデータリンク層のプロトコルである。情報をフレーム単位に伝送する。

### ② HDLC 手順の特徴

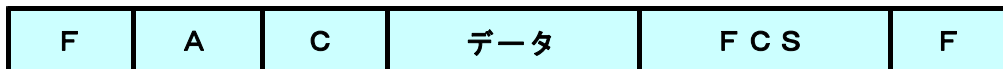
- ㊦ ベーシック手順では同時に1方向しか伝送できないが、HDLCでは両方向同時伝送が可能である。
- ㊧ ベーシック手順では1ブロック送信後に受信側からの肯定応答を受けるまで次のブロックを送信できないが、HDLCではフラグ同期を使用するため連続して送信でき、データの連続伝送が可能になる。
- ㊨ ベーシック手順では伝送制御キャラクタに対しては誤り制御符号をつけることができないが、HDLCでは伝送制御部もデータと同様のCRC方式で誤りをチェックできるので信頼度が高い高度な誤り制御が実現した。
- ㊩ ベーシック手順では伝送の最小単位が8ビットで、伝送制御にも同じ体系の伝送制御キャラクタを使用するため、ビット単位の伝送が不能であったが、HDLCではフラグ同期のた

めビット単位の伝送が可能となり、任意のデータの伝送が行えるようになった。

- ⑧ HDLCではフレームごとにアドレスを付けることができるため、1回線が1端末に占有されることがなく、任意の端末にデータを送ることができる。
- ⑨ 各フレームごとに送受信間で送受の確認をしないので、フレームに含まれるフレームの種類、フレームの送信順序番号、受信順序番号を使用して、複数のフレームをまとめて確認でき、高速化が可能になる。

## ③ HDLCのフレームの構成

情報や制御情報、アドレス情報、誤り制御情報など各種の機能をまとめてフレームを構成する。ユーザ情報の長さには制限が無く、任意のビットパターンの長さで伝送できる。



### ㊦ フラグシーケンス (F)

フレームの始まりと終わりを示す区切り記号で“01111110”の8ビットからなり、フラグ同期の機能を果たす。受信側ではフラグシーケンスを認識し同期をとる。情報ビット中に、フラッグパターンと同一のビットパターンが出現すると“1”が5個連続すると送信側で“0”を挿入して送信する。受信側では“1”が5個続いた後の“0”は削除することによってどんなビットパターンのデータでも伝送可能となる。

### ㊧ アドレスフィールド (A)

フレームの送信側の局あるいは受信側の局のアドレスが入る。コマンドには宛先の2次局アドレスが入る。レスポンスには発信元の2次局アドレスが入る。

### ㊨ 制御フィールド (C)

相手局に対する動作の指令や応答情報を示す。フレームの種類、フレームの送信順序番号、受信順序番号が入る。HDLCのフレームには、Iフレーム、Sフレーム、Uフレームの基本形式がある。

### ㊩ 情報フィールド (データ)

ユーザのメッセージが入る。メッセージ長は任意である。

### ㊪ フレームチェックシーケンス (FCS)

誤り制御用の16ビットのチェックビットである。フラグシーケンスを除く、アドレスフィールド、制御フィールド、情報フィールドの内容が正確に伝送されたかどうかをチェックする。CRC方式を採用し、生成多項式は $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ である。

## ⑥ 伝送データの品質

### ① 誤り制御

通信回線でデータ伝送を行う場合、伝送路上の伝送装置あるいは交換機内で雑音や波形ひずみ、瞬断などが発生する。そのためにビット誤りが生じる場合がある。誤りが発生した場合には、それを受信側で検出して、訂正する仕組みが必要となる。この仕組みを誤り制御という。誤り制御方式の代表的なものには、垂直パリティチェック方式、水平パリティチェック方式、群計数チェック方式、CRC方式がある。誤りが発生する確率はデジタル回線よりもアナログ回線の方が高い。ビットの誤り率は $10^{-4} \sim 10^{-12}$ 程度である。

### ② 雑音の正体

#### ア 雑音源

情報を伝える信号に妨害を与えるものをまとめて雑音という。雑音には、自然界に存在するもの、人工的に発生したもの、他の信号が漏れてきたものなど、種々存在する。雑音電波は、雷などの自然現象や、自動車やバイクなどのエンジン、電車のパンタグラフが出す火花などらよって発生する。電気掃除機やパソコンなども雑音源となる。たくさんの銅線を束ねると隣の線の信号が漏れて雑音となる。ケーブルや増幅器などからは熱雑音が発生する。

#### イ 雑音による品質の劣化

アナログ伝送の場合、雑音の電圧が信号電圧に重なると、信号の振幅を変化させる。振幅の変化で情報を伝える振幅変調で伝送すると、雑音の影響を受けて信号の品質が悪化する。周波数変調や位相変調では、振幅の変化には無関係のため雑音の影響は受けない。AM放送よりもFM放送が雑音が少ない。テレビの映像に雑音が混入すると白や黒の斑点が現れる。

デジタル伝送は、アナログ伝送よりも一般的には雑音に強い。しかし、パルスの振幅を反転させるような大きな雑音が加わると、信号が正しく伝わらなくなる。

## ③ 伝送データ品質低下原因

#### ア 波形ひずみ

波形ひずみは、電流、電圧波形のひずみでデシベル値(db)で表す。

#### イ 遅延ひずみ

遅延ひずみは、遅延時間によって発生し、高周波ほど大きい。

#### ウ S/N比

雑音は、S/N比で表し、熱、漏話、誘導、干渉などによりランダムに発生するものと雷、鉄道などによるインパルス性のものがある。

### ㊦ 瞬断

瞬断は、通信が短時間途切れることで、電源電圧変動のために機器の動作が一時的に不安定になったり、通信チャネルの切替や故障した機器の切替のために一時的に通信ができなくなり発生する。

### ㊧ 周波数変動

## ㉔ 品質評価式

### ㊦ ビット誤り率

$$\text{ビット誤り率} = (\text{誤受信ビット数}) / (\text{全送信ビット数})$$

ビット誤り率  $10^{-4}$  は 1 万ビットを伝送して 1 ビットの誤りが発生する確率である。

### ㊧ 誤字率

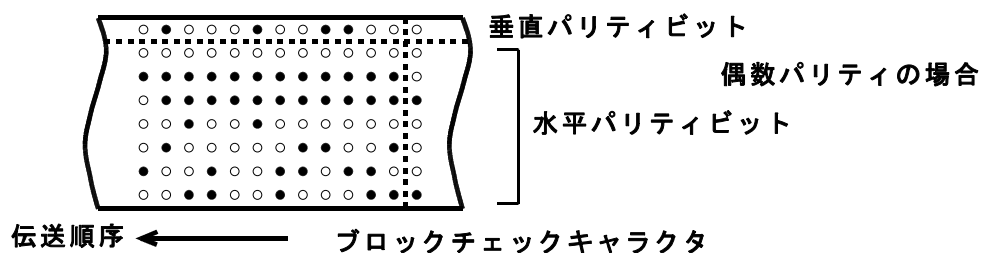
誤字率 = (誤受信文字数) / (全送信文字数) で表す。

### ㊨ ブロック誤り率

ブロック誤り率 = (誤受信ブロック数) / (全送信ブロック数) で表す。

## ㉕ 垂直パリティチェック方式

垂直パリティチェックは、1 文字単位の誤りチェックに使用する。伝送する各符号に 1 つの冗長ビットを付加して、冗長ビットを含めて、各符号の 1 のビットの数が奇数または偶数に規定する。加えた 1 ビットをパリティビットという。受信側で符号ごとに 1 のビットの数を検査し、規定の個数でない場合には符号に誤りが発生したと判断する。誤りが発生した場合の訂正は再送方式を用いる。垂直パリティ方式は簡単な誤り検出方法であるが、1 文字中に 2 つの誤りが発生する場合には検出できない欠点がある。



## ㉖ 水平パリティチェック方式

水平パリティチェックは、データ文をブロックに区切り、ブロック単位に誤りをチェックする方法である。偶数パリティの場合、水平方向の 1 のビットの数が偶数になるように各桁ごとにパリティビットを付加する。この追加した冗長符号をブロックチェックキャラクタ (BCC) という。

## g) 群計数チェック方式

群計数チェックは、ブロック内の水平方向の1のビットの数を2進数で加算して、結果の下位2桁をチェック符号としてブロックの最後に付加する。この場合のチェック符号をブロックチェックシーケンス(BCS)という。受信側では送信側と同様にブロック内の各符号の1のビットの数を2進数で加算し、その答えと送られてきたチェック符号と照合して、同じであれば正しく受信したと判断し、異なると誤りであると判断し、再送を要求する。

## h) CRC方式

CRC方式は文字や記号のデータのビットパターンを多項式で表現し、あらかじめ決められた生成多項式で割り算し、余りをCRCビットとしてデータの末尾に付加して送信する。受信側でこの受信データを生成多項式で割り、割り切れれば正常に受信したと判断する。余りが発生すると、伝送途中で誤りが発生したと解釈し、再送を要求する。

## i) CRC方式の算出手順(文字“M”を送信する場合)

$$\begin{array}{r} X^6 + X^2 + 1 \overline{) X^{12} + X^9 + X^8 + X^6} \\ \underline{X^{12} + \phantom{X^9} + X^8 + X^6} \phantom{X^5} \\ X^9 \phantom{+ X^8} \\ \underline{X^9 \phantom{+ X^8} + X^5 + X^3} \\ \phantom{X^9} + X^5 + X^3 \end{array}$$

CRC =  $X^5 + X^3$

㊦ “M”は7単位符号ビット列が1001101である。

㊧ このビット配列をXの多項式で表すと、 $T = X^6 + X^3 + X^2 + 1$

㊨ あらかじめ決めた生成多項式 $G = X^6 + X^2 + 1$

㊩ Gの最高次の項 $X^6$ をTにかける。 $TX = X^{12} + X^9 + X^8 + X^6$

㊪ TXを生成多項式Gで割り、余りを求める。その余りをCRC符号とする。

㊫ この場合の割り算はモジュロという特殊な方法利用する。

$$\begin{array}{cccc} 0+0=0 & 0+1=1 & 1+0=1 & 1+1=1 \\ 0-1=1 & 1-1=0 & 1-0=1 & 0-0=0 \end{array}$$

㊬ 送信データとして、TXにCRCを付加して送信する。

$$TX + \text{CRC} = X^{12} + X^9 + X^8 + X^6 + X^5 + X^3$$

㊭ 多項式をビットの配列に表すと、1001101101000となり、これを送信する。

㊮ 受信側ではこの信号をXの多項式(TX+CRC)に変換して、生成多項式Gで割り、計算結果 $R=0$ となると、正常に受信できたことになる。

㊯ 生成多項式はCCITT勧告V.41では $G = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ を使用する。



㊦ 32ビットの生成多項式は次のようになる。

$$G = X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 \\ + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$$

## ① 雑音に強い通信

### ㊦ ケーブルの遮蔽

雑音はどこにも存在し、有線や無線の通信に干渉する。雑音をなくすることができないので、雑音が入ってこないようにシールドを行うことが効果的な対策になる。同軸ケーブルを使用すると、信号を送る中心の銅線まで雑音が混入しなくなり、周期数の高い信号でも安心して送信できる。高速通信を行うLANやテレビ映像を伝送するCATVなどのケーブルに使用される。

### ① 光通信の利用

電気通信の場合、電氣的雑音によるエラーが発生するため、通信速度が遅くなる。光通信の場合、光ファイバーは電磁気の影響を受けない信号線で雑音に影響されないため伝送速度を速くすることができる。しかし、100kmを超える長距離になると、伝送途中の波形や強さが劣化するため、光伝送装置で中継し、一度電気信号に変換して、電気信号の状態では波形を訂正した後、光信号に変換して送信する処置を行う。

### ㊦ スペクトラム拡散の利用

無線通信では、スペクトラム拡散方式を使用して、特定の周波数に雑音があっても通信できるようにする。デジタル信号をある周波数で変調すると、その周波数を中心とする狭い帯域の電波になる。雑音がこの周波数帯域に集中していると、デジタル信号はビット誤りを発生させる。スペクトラム拡散では、デジタル信号の周波数成分を広い帯域に拡散し、その後、搬送波に乗せて送信する。特定の周波数帯域に集中した雑音があっても、信号の大部分は影響を受けずに通信ができる。

## 例題演習

伝送制御の中で、次の処理を行うものはどれか。

- ・ データ回線終端装置(モデムなど)の監視を行う。
- ・ 電話交換網を使用する際には、ダイヤル発信をして着信側との接続を行い、通信終了後は、回線を切断する。

ア 誤り制御

イ 回線制御

ウ データリンク制御

エ 同期制御

### 解答解説

回線制御に関する問題である。

アの誤り制御は、データ通信において誤りの検出や訂正を制御することである。

イの回線制御は、ある端末から他の端末にデータを伝送する場合に通信回線の接続・切断の手続きを行ったり、データ端末装置と回線終端装置間でのデータ授受のタイミングをとるためにDCEの監視や制御を行うことである。求める答えはイとなる

ウのデータリンク制御は、送信側と受信側のデータ端末装置と相互に接続しているデータ回線において、物理的な回線だけでなく論理的にもデータ転送可能な経路の確立を制御することである。物理的な回線を接続詞、受信側を呼び出し、データを送信できる状態にすることで、相手を認識して、相手側が受信状態にあることを確認するなどの手順が含まれる。

エの同期制御は、データ伝送で、送信側と受信側とで伝送速度を合わせて、伝送するデータの始めと終わりとを一致させて通信することである。受信データを正しく認識するためには、受信側が送信側と同じタイミングでデータを受信する必要がある。このため受信データの各ビットの位置や符号の先頭を検出する手順が必要となる。

### 例題演習

通信回線の伝送誤りに対処するパリティチェック方式に関して、正しい記述はどれか。

ア 1ビットの誤りは検出できる。

イ 1ビットの誤りを訂正でき、2ビットの誤りは検出できる。

ウ 奇数パリティならば奇数個の誤りを、偶数パリティならば偶数個の誤りを検出できる。

エ 奇数パリティならば奇数個のビット誤りを、偶数パリティならば偶数個のビット誤りを検出できる。

### 解答解説

パリティチェック方式に関する問題である。

パリティチェックは、データ伝送における冗長検査の一つで、あるビット数で構成されるデータに余分な1ビットを加えることによって、伝送されたデータの1ビットの誤りを検出することができる。コードを構成するビットのうち、“1”のビットの総数が偶数(または奇数)になるようにパリティビットを付加する。伝送されたデータを調べて、“1”のビットが偶数(または奇数)にならなければ、データに誤りがあると判断する。

データ伝送方向に対して垂直に行うものを垂直パリティチェック、データを適当な長さに区切り、そのブロックに対してパリティチェックを付加して水平方向のチェックを行うものを水平パリティチェックという。いずれの方法も1ビットの誤りを検出する能力はあるが訂正能力はない。訂正は再送方式によって行う。

アの1ビットの誤りを検出できるは正しい記述である。求める答えはアとなる。

イの1ビットの誤りを訂正でき、2ビットの誤りは検出のみで訂正できないのはハミング符号による方式であり、パリティチェック方式ではない。

ウの偶数パリティも奇数パリティも1ビットの誤りを検出することができ、偶数個、奇数個の誤りを検出するのではない。

エの奇数または偶数パリティは、1のビットの数を奇数個または偶数個に設定することによって1ビットの誤りを検出する方式であって、誤りを奇数個のビットまたは偶数個のビット検出するものではない。

### 例題演習

偶数パリティチェックを行ったとき、誤りとなるビットパターンはどれか。

ア 00000000

イ 00000001

ウ 10101010

エ 11111111

### 解答解説

偶数パリティチェックに関する問題である。

8ビットの内、1のビットが偶数個存在するビットパターンが正しいビットになる。

アは1のビットが0個であるから偶数パリティチェックでは正しいビットパターンである。

イは1のビットが1個で奇数個となり誤りのビットパターンになっている。求める答えはイとなる。

ウは1のビットが4個であるから偶数パリティチェックでは正しいビットパターンである。

エは1のビットが8個であるから偶数パリティチェックでは正しいビットパターンである。

### 例題演習

図のように16ビットのデータを4×4の正方形状に並び、行と列にパリティを付加することによって何ビットまでの誤りを訂正できるか。

ここで、図の矢印→↓の行、列の部分がパリティを表している。

↓

1	0	0	0	1
0	1	1	0	0
0	0	1	0	1
1	1	0	1	1
→	0	0	0	1

ア 0

イ 1

ウ 2

エ 3

### 解答解説

誤り制御の自動訂正に関する問題である。

自動訂正を行うためには誤りの検出だけでなく、誤りが発生したビットの特定が必要になる。

与えられたパリティは偶数パリティであり、行方向に関して特定の行の1のビットが奇数になり、同時に列方向に関して特定の列の1のビットが奇数になると、1のビットが奇数になった行・列の交点のビットが誤りのビットになり、そのビットを訂正することができる。従って、1ビットの誤りを訂正することが可能となる。

1	2	3	4	
1	0	0	0	1
0	1	1	1	0
0	0	1	0	1
1	0	0	1	1
0	0	0	1	

表のように、2行目と4行目で2つのビットに誤りが発生した場合を考えると、列に関しては2列目と4列目に誤りが発生し、交点の4カ所のうちどの2カ所で誤りが発生したか特定することができない。従って、2ビットの誤りには訂正はできないことになる。

誤りを訂正できるのは1ビットであり、求める答えはイとなる。

### 例題演習

ビット誤り率が1/600,000の回線を使用し、2,400ビット/秒の伝送速度でデータを送信すると、平均で何秒に1回のビット誤りが発生するか。

ア 250

イ 2,400

ウ 20,000

エ 600,000

### 解答解説

回線のビット誤り率を計算する問題である。

ビット誤り率の計算式

$$\text{ビット誤り率} = \text{誤受信ビット数} / \text{全送信ビット数}$$

ビット誤り率が1/600000で、伝送速度が2400ビット/秒であるから、ビットの誤り間の時間は次式から求めることができる。

$$600000 / 2400 = 250$$

平均で250秒に1回誤りが発生する。求める答えはアとなる。

### 例題演習

送信側では、ビット列をある生成多項式で割った余りをそのビット列に付加して送信し、受信側では、受信したビット列が同じ生成多項式で割り切れるか否かで誤りの発生を判断する誤り検査方式はどれか。

ア CRC方式

イ 垂直パリティチェック方式

ウ 水平パリティチェック方式

エ ハミング符号方式

### 解答解説

誤り制御のCRC方式に関する問題である。

アのCRCは、ビット列と特定の多項式を利用して求めた誤り検出用の符号をビット列に付加する方式で、誤り検出力は生成多項式によって決まる。バースト誤りや2ビットの誤りを検出することができるが、誤りを訂正することはできない。求める答えはアとなる。

イの垂直パリティチェックは、データ伝送でデータが正しく送られたかどうかを調べる方法の一つで、送るデータの1文字ごとに1ビットを付け加え、1のビット数を偶数または奇数にして送信し、それを受信側で調べることによって誤りを検出する。

ウの水平パリティチェックは、データ転送でデータを数文字ごとのブロックに分け、各ブロックの後ろに1ビットを付け加え、1のビット数を偶数または奇数にして送信し、受信側でそれを調べることによって誤りを検出する。

エのハミング符号は、誤りの検出と訂正が可能な誤り訂正符号である。7ビットのうち4ビットを情報ビット、3ビットをパリティビットとして送信し、受信側の検査で1ビットの誤りに対して誤りの検出・訂正が可能になり、2ビットの誤りに対して検出のみが可能となる。

### 例題演習

調歩同期式(スタートストップ方式)のデータ伝送において偶数パリティによる誤り検出方式を用いて、文字T(J I S 7単位符号1010100)を送出した。正しく受信したときのビット列はどれか。ここで、送出手はスタートビット(0)、文字の低位ビットから高位ビット、パリティビット、ストップビット(1)の順とし、受信したビットを左から順に記す。

ア 0001010101

イ 0001010111

ウ 1001010110

エ 1001010111

### 解答解説

調歩同期方式のデータ伝送に関する問題である。

送出手は、スタートビット、文字の低位ビットから高位ビット、パリティビット、ストップビットの順に行われる。スタートビット0、文字ビット0010101、パリティビット1、ストップビット1であるから、0001010111となり、求める答えはイとなる。

### 例題演習

回線の制御方式の一つであるポーリング／セレクトイング方式の説明として、最も適切なものはどれか。

ア 専用回線の制御方式で、回線を多重化して複数の端末を接続するための回線制御方式である。

イ パケット交換方式で採用されている回線制御方式で、異速度通信が可能な制御方式である。

ウ ポイントツーポイント回線で接続されている装置間の回線制御に用いられる方式で、先に送信要求を出したほうが送信できる。

エ マルチポイント(マルチドロップ)回線で使われる回線制御方式である。一つの制御局と複数の従属局との間の伝送に当たって、制御局の指示に基づいて回線制御を行う方式である。

### 解答解説

回線制御方式に関する問題である。

ポーリング／セレクトイング方式は、データ通信における通信権獲得の方式で、主局が通信回線を共有している従局に対して通信要求があるかどうかを問い合わせ、要求があれば接続するのがポーリング方式であり、主局が従局と通信する場合に受信可能な従局を確認するのがセレクトイング方式である。

アの専用線やイのパケット交換方式では、ポーリング／セレクトイング方式は共に使用しない。ウがコンテンション方式、エがポーリング／セレクトイング方式である。求める答えはエとなる。

### 例題演習

基本モードは、1電文ごとに応答確認をする方式であり、制御文字と同じ組合せのビット列の文字は送受信できない伝送手順はどれか。

- ア ベーシック手順
- ウ 無手順

- イ ハイレベルデータリンク手順
- エ 呼制御手順

### 解答解説

ベーシック手順に関する問題である。

アのベーシック手順は、JISで規定された伝送制御手順で、調歩伝送またはキャラクタ同期の同期方式を用い、10種類の伝送制御文字を使用して互いに応答を確認しながら伝送する方式である。制御文字と同じ組合せのビット列の文字は送信できない。求める答えはアである。

イのHDL Cは、フラグ同期方式を使用し全二重通信が可能な伝送制御手順である。

ウの無手順は、スタートビット／ストップビット伝送を用いた無確認伝送である。

エの呼制御手順は、通信回線を占有するためには呼を生起し、コネクションを確立する必要がある。そのための一連の手続きである。

### 例題演習

データ通信における送信権制御の方式で、制御局が従属局に対して送信すべきデータの有無と受信の状態を問い合わせる方式はどれか。

- ア コンテンション
- ウ ポーリング／セレクトイング

- イ ポイントツーポイント
- エ マルチポイント

### 解答解説

ポーリング／セレクトイング方式に関する問題である。

アのコンテンションは、2台の端末が対等な立場で双方向通信を行う方式で先に送信要求を出した方が送信権を得るデータリンクの確立方法である。

イのポイントツーポイントは、1本の回線を占有してコンピュータとコンピュータまたはコンピュータと端末が1対1で対等に接続するネットワークの接続方式である。

ウのポーリング・セレクトイング方式は、制御局が従属局の送信権を集中管理するデータリンクの確立方式で、制御局が従属局に対して送信すべきデータの有無と受信の状態を問い合わせ



る方式である。求める答えはウとなる。

エのマルチポイント接続は、3つ以上のデータステーション間の接続でコンピュータと複数の端末を一つの回線で接続するような方式である。

### 例題演習

あるデータ通信システムにおいて、受信側で100101001111というビット列を左から順に受け取った。このビット列が表すデータを、受信した順番に1文字ずつ2進数で表現したものはどれか。1文字はパリティビットなしの3単位符号とし、同期方式は調歩式。スタート信号は0、ストップ信号は1とする。

ア (001,001)

イ (010,001)

ウ (010,011)

エ (010,100)

### 解答解説

調歩同期方式のデータ通信システムの送信文字に関する問題である。

同期用のスタート信号は“0”、ストップ信号“1”であるから、1文字の構成は、“0”+3ビット符号+“1”の5ビットの構成になる。左から2番目の“0”続いて3単位符号であるから、“010”、左から6番目の“1”はストップ信号、その次の“0”は2文字目のスタート信号で、次の3単位符号は“011”となる。即ち、(010,011)となり、求める答えはウである。

### 例題演習

非同期伝送方式に関する記述として、正しいものはどれか。

- ア 受信側は、送信側から送られてくる同期用のビットパターンを常に監視しており、これを受信すると次のビットパターン以降をデータであると判断する。
- イ 送信側が各文字の前後に付加するビットによって、受信側は、文字の始まりと終わりの位置を知ることができる。
- ウ 送信側は、データの中に同期信号を含めて伝送し、受信側では受信情報から同期信号を抽出する。
- エ 伝送するデータがないときでも、常に一定のビットパターンを伝送路に送り出すことによって、送信側と受信側のタイミングがとられる。

### 解答解説

非同期伝送方式に関する問題である。

文字単位のデータ伝送方式の一つで、1文字ごとに文字データの前と後にスタートビットとストップビットを付けて、文字の区切りを示す。1文字単位で同期をとるので文字間隔が変動しても差し支えない。このため非同期式という。

アはベーシック手順のSYN同期が該当する。

イは調歩同期方式で、非同期伝送方式である。求める答えはイとなる。

ウはモデムのデータ伝送方式が相当する。受信側でビットの値を判定するのに最適な時間



位置を決めるために送信側から送られてきたタイミング信号を利用する。受信側のクロックを送信側のクロックに合わせることでビット同期を確立する。

エはハイレベルデータリンクの同期方式である。

### 例題演習

基本形データ伝送制御手順を構成する五つのフェーズのうち、データ送信装置からデータ受信装置へのデータ転送を可能とするための動作を行うフェーズはどれか。

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ア 回線の接続     | イ 同期の確立     |
| ウ データリンクの確立 | エ データリンクの終結 |

### 解答解説

基本形データ伝送制御手順に関する問題である。

基本形データ伝送制御手順の5フェーズは、次の5ステップで構成される。

- ① 回線の接続
- ② データリンクの確立
- ③ 情報の転送
- ④ データリンクの開放
- ⑤ 回線の切断で構成される。

データ通信においてケーブルなどの物理的な接続に加えて、通信プロトコルによる論理的な接続を行い、データ転送を可能な状態にすることをデータリンクの確立という。データリンクの確立後に情報転送が可能になる。求める答えはウとなる。

### 例題演習

送信データの前後にフラグシーケンスや制御情報を付加し、一つの電文を形成して通信する方式はどれか。

- |        |           |
|--------|-----------|
| ア HDLC | イ LAN     |
| ウ OSI  | エ RS-232C |

### 解答解説

ハイレベルデータリンク(HDLC)のフラグシーケンスに関する問題である。

アのHDLCは、フラグ同期で同期をとる全二重通信が可能な伝送制御手順である。送信データの前後にフラグシーケンスや制御情報を付加して、1つの電文を構成する通信方式はHDLCであり、求める答えはアとなる。

イのLANは、同一ビル内のように狭い範囲内にある端末やOA機器を私設の電気通信設備を用いて接続する通信網である。

ウのOSIは、ISOやITU-TSが標準化を進めているネットワークアーキテクチャである。

エのRS-232Cは、EIAが規格化したもので、パソコンにモデムなどを接続する際の標準

的なインタフェースで、シリアル転送を行う。

### 例題演習

1回線に複数の端末装置が分岐接続されている場合、よく用いられる伝送制御方式はどれか。

- |           |                 |
|-----------|-----------------|
| ア CRC     | イ CSMA/CD       |
| ウ コンテンション | エ ポーリング/セレクトィング |

### 解答解説

回線接続形態と伝送制御方式に関する問題である。

アのCRCは、パースト誤りを検出する検査方式である。

いのCSMA/CD方式は、LANで用いられるアクセス方式である。

うのコンテンションは、先に送信要求を出した局が送信権を得るデータリンクの確立方法で、ポイントツーポイント接続方式の場合はコンテンション方式が用いられる。

エのポーリング・セレクトィング方式は、制御局が従局の送信権を集中管理するデータリンクの確立方式で、制御局が従属局に対して送信すべきデータの有無と受信の状態を問い合わせる方式である。マルチポイント接続方式はポーリング/セレクトィング方式を用いる。求める答えはエとなる。

### 例題演習

HDL C手順で使用するフラグシーケンスのビットパターンはどれか。

- |            |            |
|------------|------------|
| ア 00000000 | イ 00001111 |
| ウ 00111100 | エ 01111110 |

### 解答解説

データ通信システムの高度化、高速のデータ伝送用のデジタルデータ網の出現によって、ハイレベルデータリンク制御手順(HDL C)が必要になった。

フラグシーケンスはフレームの始まりと終わりを示す区切り記号で“01111110”の8ビットからなる。求める答えはエである。

### 例題演習

HDL C手順の受信側伝送フレームの情報部に00000 10111 11010というビット列が現れる場合、元の送信ビット列はどれか。ビット列は左側を先頭とし、5ビットごとの空白は意味をもたない。

- |   |
|---|
| ア 00001 01111 1010(受信側ビット列の連続する5個の0のうち最後の1個を削除) |
| イ 00000 01111 1010(受信側ビット列の左から6ビット目の1を削除)       |
| ウ 00000 11111 1010(受信側ビット列の左から7ビット目の0を削除)       |
| エ 00000 10111 1110(受信側ビット列の左から13ビット目の0を削除)      |

### 解答解説

フラッグパターンと同じビットパターンの処理に関する問題である。

1が5個連続すると送信側で0を挿入して送信し、受信側では1が5個連続した後の0は削除する方法を用いる。受信側の伝送フレームは8ビット目から1が5個連続し、その後の13ビット目に0が入って14ビット目の1となる。従って、受信側で13ビット目の0を削除する。元の送信ビットは00000101111110となる。求める答えはエとなる。

### 例題演習

HDLC手順に関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア OSI基本参照モデルのネットワーク層のプロトコルとして用いられる。
- イ パリティチェックによる誤り検出を用いて、誤りがある場合は再送要求をする。
- ウ 非同期型の手順なので、送信するフレームの順序は上位のレイヤで制御する。
- エ 文字符号だけでなく、任意のビットパターンも伝送可能である。

### 解答解説

HDLC手順に関する問題である。

アは、データリンク層のプロトコルとして用いる。

イは、誤りチェックはCRC方式を使用する。

ウは、フラッグ同期であり、フレーム内にアドレス情報、制御情報を含むため複数のフレームをまとめて確認できる。

エは、ビット単位の伝送が可能となり、任意のデータの伝送が行える。求める答えはエとなる。

### 例題演習

HDLC手順に相当するOSI基本参照モデルの層はどれか。

- ア データリンク層
- イ トランスポート層
- ウ ネットワーク層
- エ 物理層

### 解答解説

HDLC手順とOSI基本参照モデルとの関係に関する問題である。

HDLCはフレーム同期方式を用いた全二重のシリアル伝送方式の一つで、CRC方式による高度な誤り訂正の機能をもっており、伝送の信頼性が高いことが特徴である。OSI参照モデルの第2層のデータリンク層におけるデータ伝送方式である。求める答えはアとなる。

## 3.1.4 OSI参照モデル

### ① ネットワークアーキテクチャ

#### ① OSI (開放型システム間相互接続)の必要性

##### ㊦ メーカー独自のネットワークアーキテクチャ

通信技術とコンピュータ技術の進展により大規模なオンラインシステムや分散処理システムが実現できるようになると、各メーカーは自社の分散処理システムを効率的に構築し、運用していくためのネットワークアーキテクチャを作成するようになる。ホストコンピュータ、通信制御装置、端末装置などに対し統一的な機能構造や基準を設け、体系化することで、各コンピュータメーカーが独自のシステムアーキテクチャを発表し、コンピュータ間通信を実現させた。IBM社は、SNAというネットワークアーキテクチャを使用して独自のシステムを確立したが、異なるメーカーのコンピュータとの相互接続は困難であった。

##### ① パケット交換サービスを使用したOSIの開発

この時期に、米国の軍事用ネットARPANETに起源をもつパケット交換サービスが世界的に提供されるようになった。同時に、異なるメーカー間を相互接続し、最新のデータ通信方式であるパケット交換技術を使用した標準の通信方式の必要性が国際的に望まれるようになり、開発されたのがOSIである。

異なるメーカー間のコンピュータ同士を通信回線で相互に結ぶことのできる標準的なネットワークアーキテクチャを国際的に確立し、そのインタフェースを各メーカーに開放し、各社がそのインタフェースを利用して、相互接続が可能となる自社技術のネットワークアーキテクチャを考案させる仕組みを採用した。これによってネットワークメーカーは自社技術を公開する必要がなく、国際的なインタフェースを利用して、他社のネットワークの相互接続が可能となる環境が整えられた。

#### ② OSI基本参照モデル

##### ㊦ モデルの基本的な考え方

OSIの重要なコンセプトは階層化であった。階層化はネットワークのための通信機能を体系的に整理し、将来の機能追加や技術の進歩に対応しやすくする。階層化する要点を整理すると次の3点になる。

- ① 少ない通信プロトコルで全体を構成する。
- ② 層間のやり取りが最も少なくなる部分で層を分割する。
- ③ 技術革新に対応しやすくするために、層の独立性を確保する。

1983年にネットワークの機能を7階層に分割した基本参照モデルを標準化した。OSIのモデルはコンピュータメーカーや通信事業者の開発者の立場で通信機能を捉えているので7階

層になったが、TCP/IPのモデルは、コンピュータを使用するユーザの視点から通信機能を考えたため4階層で構成されている。

### ① ネットワークアーキテクチャ

ネットワークアーキテクチャは、通信システムが具備すべき機能を整理し、それぞれの機能の標準化を図り体系化したものである。つまり、ネットワークの構造とプロトコルを体系的に規定したものと言える。

高次の通信機能として、次のものがある。

- ① プロトコル変換／速度変換
- ② フォーマット変換／コード変換
- ③ メディア変換
- ④ ターミナルエミュレーション
- ⑤ メッセージ変換

最近の情報ネットワークでは、OSI基本参照モデルの体系的な規定の標準化により、統合化され、通信のための機能を階層化し、機能階層間に標準プロトコルを設けている。コンピュータネットワークは、複数の独立したコンピュータをネットワークで接続し、多数のユーザが同時に情報を相互利用できる。ハードウェア資源、ソフトウェア資源、データ資源の共有化を図り、システム全体の有効活用を高めるようになっている。

### ② ネットワークの論理構造

コンピュータネットワークの基本形は、コンピュータ、端末、通信回線などから構成されている。これらの構成要素がもつ本質的な特徴をモデル化したネットワークの論理構造を通してアーキテクチャの構造や機能分担、結合関係、インタフェースなどを解析的に定めることができる。

ネットワークの論理構造で規定されている基本的な要素として、次のものがある。

- ① ノード  
ホストコンピュータ、通信制御装置、前置処理装置、遠隔処理装置、端末制御装置、端末などで、情報処理や通信処理を行う装置
- ② リンク  
通信回線、チャネルなどの電気信号を伝播する媒体
- ③ プロセス  
端末のオペレータやホストコンピュータのアプリケーションプログラムなど、情報処理や通信を行うもの  
情報の

### ③ プロセス間通信とプロトコル

情報処理は、ノード内のプロセスが他のプロセスと独立に行う処理のことである。通信はプロセス間通信のことで、複数のノードから複数のプロセスがリンクを介して情報の送受を行うことである。

コンピュータネットワークにおいて、プロセス間通信を可能にするにはデータ転送や通信処理に関する規定であるプロトコルが必要である。プロセス間通信では、異なるノード内の複数のプロセス間で、メッセージの転送や、相手ノードがもっているファイル、データベースなどの共用リソースに対するアクセスやジョブなどの申し込みまで含めた通信機能が要求される。そのために種々の制御情報授受に関する約束事をプロトコルとして、送受信側の双方において厳密に規定されることになる。OSI基本参照モデルを核に標準化することにより、プロトコルの拡張性、変更の容易性、サービスへの適合性にも大きく影響する。また、このモデルを利用することによって、プロセスの業務に依存しないプロセスが存在する装置間で透過的なデータ転送が可能になる機能の下位層と、プロセスに依存し、その間の最適なデータ転送を行う機能の上位層に大きく分けること可能になる。

## ② 物理層とデータリンク層

### ① 物理層(第1層)

#### ㊦ 物理層とは

最下位層に位置づけられ、上位層から渡されるデータを通信回線上で、ビットシリアルまたはビットパラレルに伝送し、隣接する装置に忠実に伝送するための電氣的制御機能、接続用のコネクタのピンの位置の規定などの機械的、手続的な仕組みを規定する。

データ伝送を行うには、より対線ケーブルや同軸ケーブル、光ファイバケーブルなどの物理的な伝送媒体が必要である。伝送媒体を使って通信を行うには、コンピュータ端末と伝送媒体との接続に関するインタフェース条件を決めておく必要がある。物理媒体を相互に接続するために、電氣的、機械的、物理的条件を定め、ビット列で伝送されるデータを保証する層を物理層という。DTEとDCEを接続する場合、RS232Cケーブルが必要であり、RS232Cケーブルのコネクタ端子の形状や大きさなどの機械的条件を国際的に決めている。

#### ① 物理層の基本機能およびサービス

- ① 物理層間の回線の連結の設定、維持と解除
- ② 電氣的な取り決めを中心とする物理層の管理とデータの伝送
- ③ DTE-DCEのインタフェースの提供

#### ㊦ データリンク層に提供されるサービス

- ① 物理コネクション
- ② 物理サービスデータ単位の設定
- ③ 物理コネクション端点の設定
- ④ データ回線の識別
- ⑤ 順序制御

- ⑥ 障害状態の通知
- ⑦ サービス品質の確定

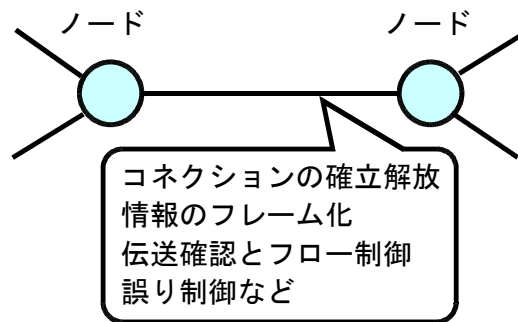
## ⑥ データリンク層(第2層)

### ㊦ データリンク層とは

データリンク層は隣接するノード間またはノードとターミナル間で信頼性の高いデータ伝送を保証する層である。端末－交換機や交換機－交換機間、交換機－ホストコンピュータ間などの隣り合うシステム間でビット誤りを検出して回復させる。データリンク層はビット列で構成される情報フレームの誤り制御を行い、信頼性の高い通信を実現する。

データリンク層のフレームレベル制御には、アドレスフィールド(A)が示すノード間でのリンクの設定、フラグ同期、データ誤りが発生した場合の再送要求、FCSでの誤りチェックなどを行い、それぞれのリンク間でのフレームレベルでの制御を確実に行う。

### ① データリンク層の基本機能およびサービス



- ① 通信回線で結ばれたノード間の論理経路の接続・解除
- ② データリンクの伝送管理
- ③ シーケンス制御
- ④ データの送受および発生した伝送エラーの検出と回復
- ⑤ データフローの制御
- ⑥ データリンクにおけるノード間の管理
- ⑦ バイト単位のプロトコルの提供(BSCなど)
- ⑧ ビット単位のプロトコルの提供(HDLCなど)
- ⑨ LANプロトコルの提供(CSMA/CDなど)

### ㊧ ネットワーク層に提供されるサービス

- ① データリンクを確立し、ネットワーク層経路を提供する仮想論理経路の形成
- ② ネットワーク層へのエラーの通知
- ③ 通信容量などのパラメータの決定
- ④ データリンク接続のための識別子の提供



### ③ 第3層と第4層

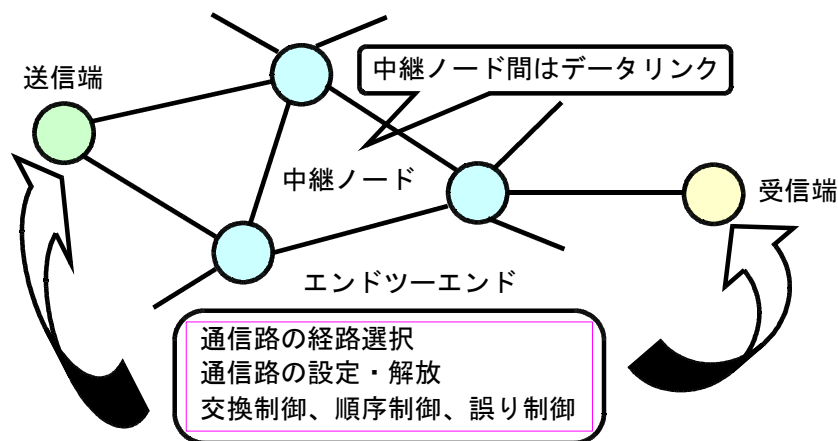
#### ㉑ ネットワーク層(第3層)

##### ㊦ ネットワーク層とは

ネットワーク層は回線交換網やパケット交換網などのデータ網および電話ネットワークにおいて、発信ー着信間で通信路を確立し、最適なデータのやりとりを行う層であり、データ転送時の経路選択や中継などを行う。

第3層のパケットレベルの制御には、相手端末のアドレスや論理チャンネル番号、パケット順序番号の入ったパケットレベルヘッダにより、発信端末と着信端末間の論理チャンネルの設定など端末間でパケットの順序制御、誤り制御、ルーティングなどを確実に行う。

##### ㉒ ネットワーク層の基本機能およびサービス



- ① 通信網を通じてのルーティング、経路の選択と中継の接続
- ② システム間を結ぶネットワークコネクションの設定
- ③ フロー制御
- ④ ネットワークにおけるエラーの検出と回復
- ⑤ データの加速伝送とネットワーク層の管理

##### ㉓ トランスポート層に提供されるサービス

- ① ネットワークアドレスを設定し、ネットワーク接続のための識別子を提供
- ② データ伝送を行い、データ送受の確認

#### ㉔ トランスポート層(第4層)

##### ㊦ トランスポート層とは

トランスポート層は、第3層以下で規定した通信網の形態の違いを吸収し、上位層に対し

高品質な通信路を提供し、プロセス間のデータ転送を保証する。プロセス間通信は、単にデータの送受信をするのではなく、通信内容に関わる、ある意味を持ったデータのやりとりを行う。エンドツーエンドでトランスポートコネクションを設定し、トランスペアレントなデータ転送を行う。伝送エラーが発生した場合には、誤り検出・回復手順によりデータ転送の信頼性を向上させる。トランスポート層は複数のトランスポートコネクションを多重化するなどの最小のコストで、十分な信頼性を有する通信路を実現するための伝送制御機能を提供する。

#### ① トランスポート層の基本機能およびサービス

- ① エンドツーエンドのデータ転送
- ② Nコネクションを能率よく運用するための次の操作を行う  
多重化と逆多重化、分割と組立、連結と分離、結合と分解
- ③ プロトコルのクラス化  
単純クラス、基本誤り回復クラス、多重化クラス、誤り回復および多重化クラス、誤り検出および回復クラス

#### ② セッション層に提供されるサービス

セッション層のエンティティに、個々の通信網に依存しない汎用的なトランスポートコネクションを設定する。

## ④ 第5層～第7層

### ① セッション層(第5層)

#### ① セッション層とは

セッションは、ノードとノードとの間に設けられる仮想的な通信路である。2つのシステム間でデータを交換するための論理的な接続の開始から終了までの期間であり、セッション層はその間の通信の制御を行う。応用プロセス間にセッションと呼ぶコネクションを設定し、通信モードの管理、情報転送に関する通信制御を行う。

全二重、半二重、優先データ、送信、同期、再送機能などを提供したり、プロセス間通信ではお互いに同期を取りながら情報のやりとりを行う。ある情報を送った後は、必ず相手から受信した旨の確認を得てから次の情報を送信する。異常があれば正常に受信したところまで戻り、再送して信頼性を維持する。情報を転送する場合、交互に情報を転送するのか、あるいは双方向同時通信をするのかを決めてから通信を開始する。データの送受信がどこまで進んだかを双方で確認し、異常時には再送要求を行う。

#### ① セッション層の基本機能およびサービス

- ① セッションコネクションの確立、解放

- ② 普通データおよび優先データの転送の送信権
- ③ 相互動作の管理およびセッションコネクションの同期、再同期などの制御
- ④ 文脈などの管理
- ⑤ セッションの識別、回復
- ⑥ データの区切り
- ⑦ データ転送方向の管理

#### ⑤ プレゼンテーション層に提供されるサービス

- ① プレゼンテーション層のエンティティ相互間を結ぶコネクションの設定
- ② 応用プロセス間の結合、会話、同期などの制御機能
- ③ チェックポイントリカバリ用の同期点を通知

### ⑥ プレゼンテーション層(第6層)

#### ア プレゼンテーション層とは

プレゼンテーション層は、応用層が扱う情報に関して、転送構文化し、汎用的で体系的な情報表現規則を実現する。異なるデータ構造を扱っているプロセス間の通信で、共通のデータ構造で転送する役割を果たす。情報をどのようなデータ表現で相手に伝えるか、通信の始まる前にデータ形式をネゴシエーションにより、どのような転送形式で転送するのかを決める。その変換および逆変換機能を提供する。

#### ① プレゼンテーション層の基本機能およびサービス

- ① 応用エンティティ間で使われる1つの共通の表現の提供
- ② データの意味を変更せずに、データのコードや構造の入力、変換、表示の制御
- ③ 応用エンティティに構文上の独立性を提供
- ④ コード変換、暗号化
- ⑤ データ圧縮、伸張
- ⑥ ファイル転送

#### ⑤ 応用層に提供されるサービス

- ① 仮想端末プロトコル
- ② ファイル転送操作プロトコル
- ③ ジョブ転送プロトコル
- ④ O S I 環境で定義された構文への必要な変換

### ⑦ 応用層(第7層)

#### ア 応用層とは

応用層は、複数の応用プロセスが一連の処理を実現するために必要なサービスを提供す

る。管理用および利用者向けのプロトコルを実行し、利用者間の通信を可能にする。メッセージ通信、ファイル転送、データベースアクセスなどに関する取り決めを行う。OSIでは異なるコンピュータ間でもファイル転送が自由にできるように、標準的な手順やファイル形式を決めている。ファイル転送機能のプロトコルをFTAMという。

① 応用層の基本機能およびサービス

① 利用者向けプロトコル

仮想端末プロトコル、ファイル転送プロトコル、ジョブ転送プロトコル

② ネットワーク管理プロトコル

トランザクション処理、分散データベースアクセス、マルチメディア文書交換、電子メール、OSI管理、コミットメント制御、リモートオペレーションなど

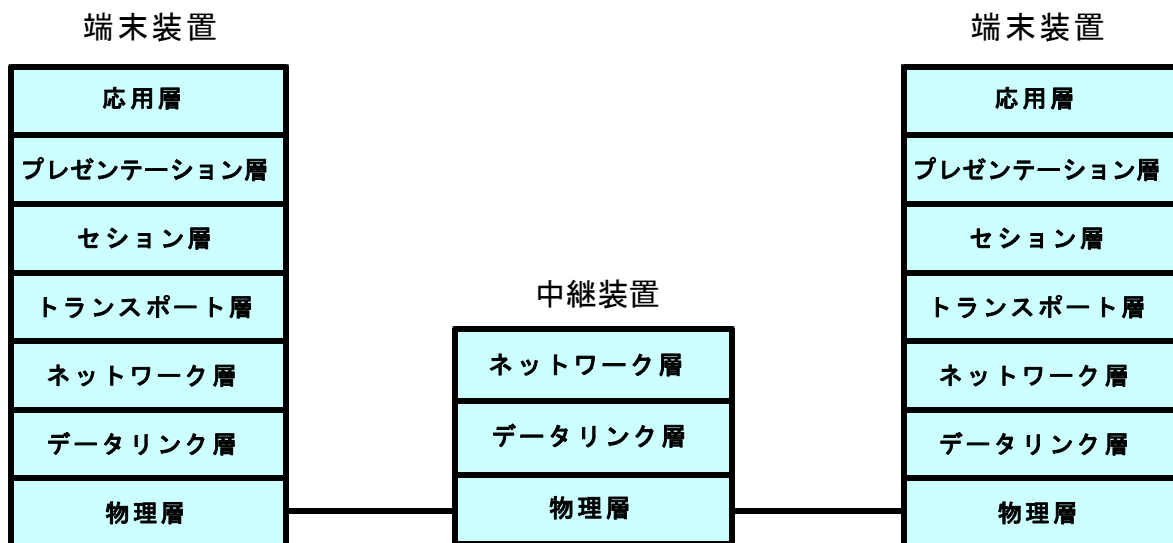
② 応用プロセスに提供されるサービス

① 通信権の獲得

② データ送受信と課金

③ スループット時間、エラー率などのサービス品質の確定

④ 応用プロセスが直接利用できるすべてのOSIサービスの提供



例題演習

OSI基本参照モデルの第3層に位置し、通信の経路選択機能や中継機能を果たす層はどれか。

ア データリンク層

イ トランスポート層

ウ ネットワーク層

エ プレゼンテーション層

### 解答解説

ネットワーク層に関する問題である。

アのデータリンク層は、隣接するノード間またはノードとターミナル間で信頼性の高いデータ伝送を保証する層で、データコネクションの確立・解放、情報のフレーム化、伝送誤りの検出、フレームの伝送順序の決定、フレームの伝送確認とフロー制御などを行う。

イのトランスポート層は、プロセス間のデータ転送を保証する層で、伝送エラーが発生した場合には誤り検出・回復手順によりデータ転送の信頼性を向上させる。

ウのネットワーク層は、回線交換網やパケット交換網などのデータ網および電話ネットワークにおいて、発信一着信間で通信路を確立し、最適なデータのやり取りを行う層である。通信の経路選択機能や中継機能を果たす層はネットワーク層で、求める答えはウとなる。

エのプレゼンテーション層は、データの表現形式の制御を行う。文字や絵などの異なるデータの表現形式を上位の応用層が使用できる共通な形式に変換したり、逆変換する機能を提供する。

### 例題演習

OSI基本参照モデルにおけるネットワーク層の説明として、正しいものはどれか。

ア エンドシステム間の透過的なデータ伝送を実現するために、ルーティング、コネクションの設定と解法などを行う。

イ 各層のうち、最も利用者に近い部分であり、ファイル転送や電子メールなどの多岐にわたる応用が実現されている。

ウ 物理的な通信媒体の特性の差を吸収し、上位の層に透過的な伝送路を提供する。

エ 隣接ノード間の伝送制御手順（誤りの検出、再送制御など）を提供する。

### 解答解説

OSI基本参照モデルのネットワーク層に関する問題である。

ネットワーク層は中継制御を行うOSI基本参照モデルの第3層である。システムAとシステムBの間でデータ通信を行う際に、中継システムを含む通信ルートを選定するなどネットワークの確定を行うルーティング、コネクションの設定などがネットワーク層の役割である。

アがネットワーク層、イはアプリケーション層、ウは物理層、エはデータリンク層である。求める答えはアとなる。

### 例題演習

OSI基本参照モデルのうち、使用するネットワークの伝送品質に応じて適切なエラー検出機能や回復機能を選択することによって、データを授受するエンドツーエンドの端末間に、信頼性が高いトランスペアレントなデータ転送を提供する層はどれか。

ア セッション層

イ トランスポート層

ウ ネットワーク層

エ プレゼンテーション層

### 解答解説

OSI基本参照モデルのトランスポート層の機能に関する問題である。

アのセッション層は会話単位の制御を行う基本参照モデルの第5層で、全二重や半二重の制御、同期の制御、データの送信と再送信機能などを提供する。

イのトランスポート層は基本参照モデルの第4層で、セッション層が要求する品質と速度をもつ全二重の透過的な伝送路を提供する。多重化や分流、連結、誤り制御などを行う。求める答えはイとなる。

ウのネットワーク層は中継制御を行う基本参照モデルの第3層で、中継システムを含む通信ルートを選定するなどネットワークの確立を行う。

エのプレゼンテーション層は、データの表現形式の制御を行う基本参照モデルの第6層で、文字や絵など異なるデータの表現形式を、上位の応用層が使用できる共通な形式に変換したり、逆変換する機能を提供する。

### 例題演習

OSI基本参照モデルのセッション層の規約に関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア 伝送するデータの順序やデータの紛失に対する誤り検出・回復処理、データの多重化などについての規約がある。
- イ リモートデータアクセス、ファイル転送などについての規約がある。
- ウ 隣接するシステム間で透過的で誤りのないデータ転送を行うための誤り制御や、回復制御の手順、送信や受信のタイミングなどについての規約がある。
- エ 論理的な通信路を確立し、順序正しいデータ交換を支援するための相互動作の管理、例外報告などについての規約がある。

### 解答解説

セッション層に関する問題である。

セッション層はプロセス間通信で互いに同期を取りながら情報のやりとりを行う。データの送受信の確認、異常時の再送要求を行う。アプリケーションプロセス間にセッションを設定し、通信モードの管理、通信制御を行う。

アはトランスポート層、イは応用層、ウはデータリンク層、エはセッション層である。求める答えはエとなる。

### 例題演習

OSI基本参照モデルにおいて、エンドシステム間のデータ伝送の中継と経路制御の機能をもつ層はどれか。

- |            |           |
|------------|-----------|
| ア セッション層   | イ データリンク層 |
| ウ トランスポート層 | エ ネットワーク層 |

### 解答解説

OS I 基本参照モデルに関する問題である。

アのセッション層は、会話単位の制御を行うOS I 基本参照モデルの第5層である。セッション層の代表的な機能には、全二重や半二重の制御、同期の制御、データの送信と再送信機能などを提供する。データ表現形式の制御はプレゼンテーション層である。

イのデータリンク層は、隣接するノード間またはノードとターミナル間で信頼性の高いデータ伝送を保証する層で、データコネクションの確立・解放、情報のフレーム化、伝送誤りの検出、フレームの伝送順序の決定、フレームの伝送確認とフロー制御などを行う。

ウのトランスポート層は、プロセス間のデータ転送を保証する層で、伝送エラーが発生した場合には誤り検出・回復手順によりデータ転送の信頼性を向上させる。

エのネットワーク層は、回線交換網やパケット交換網などのデータ網および電話ネットワークにおいて、発信ー着信間で通信路を確立し、最適なデータのやり取りを行う層である。通信の経路選択機能や中継機能を果たす層はネットワーク層であり、求める答えはエとなる。

### 例題演習

OS I 基本参照モデルの説明に関して、正しい記述はどれか。

ア 応用層は、応用プロセス間のデータ伝送を効率よく行うために、データの送信権の管理やデータ送受信同期などの制御を行う。

イ セッション層は、応用プロセス間で交換されるデータに関し、データ表現形式などの制御を行う。

ウ ネットワーク層は、開放型システムや通信網を介して、中継、経路選択を行い、終端の開放型システム間のデータ転送を行う。

エ プレゼンテーション層は、ファイルの転送や端末の画面制御など、プロセス間で交換されるデータの意味や内容に関する制御を行う。

### 解答解説

OS I 基本参照モデルに関する問題である。

アの応用層は、データ通信機能を提供するOS I 基本参照モデルの第7層で、応用プログラムとユーザとOS I モデルとのデータ通信の窓口となる。応用層の代表的な機能には、仮想端末、ファイル転送、ジョブ転送、データベースへのアクセスなどがある。データ送信権の管理やデータ送受信同期などの制御を行うのはセッション層である。

イのセッション層は、会話単位の制御を行うOS I 基本参照モデルの第5層である。セッション層の代表的な機能には、全二重や半二重の制御、同期の制御、データの送信と再送信機能などを提供する。データ表現形式の制御はプレゼンテーション層である。

ウのネットワーク層は、中継制御を行うOS I 基本参照モデルの第3層である。システムAとシステムBの間でデータ通信を行う際に、中継システムを含む通信ルートの選定などネットワークの確定を行うのがネットワーク層の役割である。正しい記述である。求める答えはウとなる。

エのプレゼンテーション層は、データの表現形式の制御を行うOS I 基本参照モデルの第6



層である。文字や絵など異なるデータの表現形式を上位の応用層が使用できる共通な形式に変換したり、逆変換する機能を提供する。エの記述内容は応用層に関するものである。

**例題演習**

図は、OSI基本参照モデルの層構造を示したものである。a、b、cに入れる用語の正しい組み合わせはどれか。

応用層
a
セッション層
b
c
データリンク層
物理層

	a	b	c
ア	トランスポート層	プレゼンテーション層	ネットワーク層
イ	ネットワーク層	トランスポート層	プレゼンテーション層
ウ	プレゼンテーション層	トランスポート層	ネットワーク層
エ	プレゼンテーション層	ネットワーク層	トランスポート層

**解答解説**

OSI基本参照モデルの各層の名称を問う問題である。

OSIの基本参照モデルの層構造を図に示した。aはプレゼンテーション層、bはトランスポート層、cはネットワーク層となる。求める答えはウとなる。

応用層
プレゼンテーション層
セッション層
トランスポート層
ネットワーク層
データリンク層
物理層

OSI基本参照モデルの7層

## 3.1.5 電気通信サービス

### ① 専用線サービス

#### ① 専用線サービスとは

専用線サービスは利用者の端末間を直接接続し、利用者専用の情報を伝達するもので、回線を接続するための発呼機能や着呼機能が不要である。一般専用線サービスには周波数帯域別に提供する帯域品目によるサービスと通信速度別に提供する符号品目によるサービスがある。その他に高速デジタル伝送、映像伝送、衛星通信、無線専用などの各サービスがある。

#### ② 専用線サービスの特徴

- ㊦ 最大伝送速度は6 Mbps で、地域によっては15.5Mbpsも提供されている。
- ㊧ 伝送速度は固定であり、ユーザの利用状況や伝送量に関係しない。
- ㊨ 伝送遅延は小さい。
- ㊩ 高トラフィックの場合に有利なサービスである。
- ㊪ 伝送品質も良好、接続される相手も限定されるため機密性も高い。
- ㊫ 回線構成はポイントツーポイント構成、マルチポイント構成で、高速デジタル回線では多重アクセスサービスによる多重化構成が可能である。
- ㊬ 通信料金は月額固定料金である。

### ② 回線交換サービス

#### ① 回線交換サービスとは

回線交換サービスは、デジタル網を利用してダイヤルにより相手呼び出し、物理的な回線を設定してデータを交換するサービスである。回線交換サービスには200、300、1200、2400、4800、9600bps、48Kbpsまでの7品目がある。発呼機能、着呼機能が必要であり、トラフィックの集中する度合いにより伝送経路が変わる可能性があり、伝送品質も一定ではない。接続が確立されてから解放されるまで回線は専用的に割り当てられる。

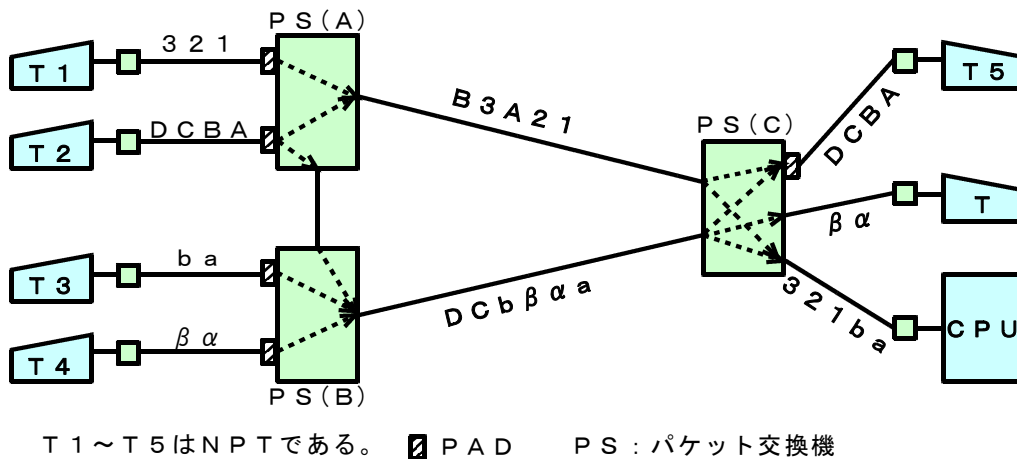
#### ② 回線交換サービスの特徴

- ㊦ 最大伝送速度は、ISDNの場合、1.5Mbpsである。
- ㊧ 回線が接続されると、伝送速度は常に確保される。
- ㊨ ネットワークが混雑していると、接続されないことがある。
- ㊩ 不特定多数の相手と一対一の通信ができる。
- ㊪ ISDNでは、1本の回線によって複数の相手と同時接続が可能である。

- ㊦ 通信料金は、通信距離と通信時間による従量制に月額基本料金を加えたものである。
- ㊧ 比較的長い電文やトラフィック密度の高いデータ通信やファクシミリ通信、限定した時間帯にデータをまとめて伝送する場合に適している。

### ③ パケット交換サービス

#### ㊦ パケット交換サービスとは



#### ㊦ パケットとフレーム

インターネットのようなデータ通信ではデジタルデータを送信する。デジタルデータは、一定の大きさのかたまりにし、そのかたまりの先頭に、ヘッダーという通し番号や宛先のアドレスのかたまりを付加したものがパケットである。

パケットをそのまま続けて通信回線に送出すると、パケットの境目が不明になり、伝送中にビットエラーが発生したり、パケットが失われたりすると、正しいデータを送ることができなくなる。この問題を解決するために、フレームが使用される。

パケットは、ある端末から目的の端末まで運ばれる。その過程で、端末と交換機の間や交換機同士の間で、パケットを運ぶのがフレームの役割である。フレームは、パケットの始まりと終わりを示す信号、ビットエラーを検出するために使う信号、フレームの順番を示す番号などをパケットに付加して作る。パケットからフレームを作成し、フレームを使用して機器間通信は行われている。交換機の中には、フレームにアドレスをつけてフレームのレベルで中継するものがある。このような交換機を利用する方式がフレームリレーである。

#### ㊦ パケット交換の仕組み

パケット交換サービスは、データを一定の大きさに区切って、いくつかのデータのかたまりに分割し、そのかたまりにヘッダを付加して、パケットと呼ばれる一定の長さに区切ったデータをデジタル方式で伝送する。一つのパケットに宛先をつけているので、回線を切り替えなくてもいろいろな相手にデータを届けることができる。従って、回線の空いている期間

に別のパケットを挿入して送ることができて、回線を遊ばせておく時間を少なくすることができる。しかし、パケットはネットワーク内の交換機に蓄積されながら、次の交換機または宛先端末に転送されるため、遅延が発生する。

### ㉟ パケット交換の構成要素

パケット交換網はパケット交換設備、回線終端装置、加入者回線および中継伝送路から構成される。パケット交換設備はパケット交換機(P S)、パケット多重化装置(P M X)、パケット組立・分解機能(P A D)および網内接続機能からなる。

パケット通信に使用する端末には、パケット形態端末(P T)と非パケット形態端末(N P T)がある。パケット形態端末は、パケットの分解・組立などの機能を有しているが、非パケット形態端末は、分解組立を行う機能(P A D)はP M X内にあり、それ自身は持っていない。

端末装置－交換機間、交換機－交換機間で伝送エラーの有無を確認し、伝送エラーが発生すると、再送処理を行うため伝送品質はよい。しかし、交換機に蓄積されながら伝送されるため伝送遅延が大きくなる。

通信形態は回線交換と同様な相手選択接続と専用回線的な相手固定接続がある。相手選択接続では、呼の設定、呼の解放が必要になる。端末間の通信では呼の設定・解放による論理チャンネルの管理とパケットの最適数を送受信するフロー制御や交換機への入力規制を行う輻輳制御が用いられる。

パケット交換サービスには利用者端末とパケット交換網への接続の仕方により、第1種パケット交換サービスと第2種パケット交換サービスがある。

### ㊀ 第1種パケット交換サービス

端末とパケット交換機の間を専用の全二重通信回線で接続する方法である。サービス品目は、200、300、1200、2400、4800、9600bps、48Kbpsまでの7品目である。

### ㊁ 第2種パケット交換サービス

端末とパケット交換機の間を電話ネットワーク経由で接続する方法である。サービス品目は200、300、1200bpsの3品目である。

### ㊂ パケット交換サービスの特徴

- ㊂① 最大伝送速度はI S D Nの場合、64Kbpsである。
- ㊂② 複数ユーザによって伝送路や交換機を共有するため伝送遅延が大きくなる。
- ㊂③ 不特定多数の相手と通信が可能で、同報通信で複数の端末に送信できる。
- ㊂④ 相手固定接続(P V C)の機能を利用すると、発呼操作、着呼操作が不要になる。
- ㊂⑤ パケット多重機能を利用して、複数の相手端末と同時に通信できる。
- ㊂⑥ 両側の端末の通信速度が異なっても通信が可能である。
- ㊂⑦ ホストコンピュータと多数の端末との間のデータの送受信に利用される。

- ㉞ 通信料金は通信距離とデータ量による従量制と月額基本料金を加算したものである。
- ㉟ 伝送データ量が多くなく、散発的に発生する場合に有利である。
- ㊱ 距離が離れている場合、遠近格差の小さいパケット交換サービスが有利である。

## ㊲ I S D N

### ㊳ I S D Nとは

I S D Nは4 KHz帯域のアナログ音声信号伝送用ネットワークをデジタル化し、伝送交換、通信処理機能をもたせた基幹デジタル通信網である。音声、データ、画像など個別の通信網で伝送しているサービスを、デジタル技術を適用して、光ファイバーによる大容量通信として、総合的な一つの通信網へ統合化することを目的とした総合通信デジタルネットワークである。

### ㊴ 基本インタフェースと1次群インタフェース

#### ㊵ 基本インタフェース

家庭向けのI S D Nは、Bチャンネル64kbpsを2回線、制御信号のための16kbpsを1回線をできる構造で2 B + Dと呼ばれている。回線を同時に使えるのが特徴で、1回線を電話に、別の1回線をインターネットに使うことができる。

#### ㊶ 1次群インタフェース

1次群インタフェースは、Bチャンネル64kbpsを23回線束ねて使用でき、最大1.5Mビット/秒まで使用可能である。制御用のDチャンネル1回線を加えて、23 B + Dと呼ばれる。オフィスの電話機をまとめてP B Xへの回線やインターネットプロバイダのアクセスポイントでユーザからの回線を接続するために使用されている。

## ㊷ I S D Nの特徴

- ㊸ ネットワークの統合化による経済効果、利便性の向上
- ㊹ 高速・高品質なデジタル公衆通信網の実現
- ㊺ ネットワークの高度化、マルチメディア通信の実現
- ㊻ インタフェースの統一
- ㊼ 情報チャンネルと信号チャンネルの分離
- ㊽ 情報処理との融合
- ㊾ 世界標準
- ㊿ 料金体系の一元化
- ㊽ 通信モード

## ④ 高速パケット交換サービス

### ① フレームリレーサービス

#### ⑦ X.25とフレームリレー

パケット通信の交換機において、受信したパケットを一度メモリに蓄積し、ヘッダーの宛先を見て目的地への回線に送出する処理を行う際に、パケットのエラーチェックを行い、エラーがあれば送信元にそのパケットを再送させることが行われる。このような再送手順をもつパケット通信の代表的なものにX.25という通信方式がある。再送方式を用いることによって、通信の品質を高めることができるが、伝送速度を高速にすることが難しくなる。X.25で最大伝送速度は64bps程度が限界になる。

これに対して、伝送路の品質が高い回線では、伝送中のエラーが少ないため、再送手順をやめてそのまま中継する仕組みが使用される。この方式がフレームリレーである。LANとLANを結ぶネットワークに利用されている。伝送速度は1.5～2Mビット/秒まで高速化できる。原理はパケット交換のデータ通信と同じである。

#### ⑧ フレームリレーの仕組み

フレームリレーサービスはISDNによるパケット交換を応用した新しい高速パケット交換方式である。現状のパケット交換は伝送速度64Kbpsと遅い、これに対応するもので最大伝送速度1.5～2Mbpsで、現在のパケット交換やN-ISDNとATMによるB-ISDNの中間を狙ったものである。データを高速で伝送することを目的としたデータリンク層の制御手順で、一定の長さに区切ったフレームを基本単位とするデジタル方式の伝送である。

データリンク層では端末装置－交換機間、交換機－交換機間で伝送エラーのチェックを行い、エラーが発生すると再送処理を行うが、フレームリレー方式では再送処理を行わない。このため、ネットワーク内の処理が単純化され、伝送遅延が少なくなる。隣接ノード間での誤り制御は行わずに、誤りが発生すると端末間で再送制御を行い高速化を図っている。従って、X.25のパケット交換方式と比較すると、ネットワーク内の遅延時間は約1/10に減少している。

### ② フレームリレーサービスの特徴

- ⑦ データを高速で伝送することを目的としたデータリンク制御手順で、最大伝送速度は1.5～2Mbpsである。
- ⑧ フレームと呼ばれる一定の長さに区切ったデータをデジタル方式で伝送する。
- ⑨ ネットワーク内の交換機を転送されて宛先の端末に届けられる。
- ⑩ ネットワーク利用状況によって輻輳状態になる場合があるが、その場合には、順序制御やフロー制御を省略し、フレームを破棄し再送処理はしない。データリンク層より上位の層でエラーの回復処理を行い、高速化を図っている。
- ⑪ PVC(相手固定接続)やSVC(相手選択接続)が可能で、相手固定接続の形態で専用線的

な使い方ができる。

- ㉞ フレーム多重機能により、1本のアクセス回線から複数の相手端末と同時に通信を行うことができる。
- ㉟ 通信料金は月額固定制と従量制があり、通信事業者により異なる。

## ㉑ B-I S D N

B-I S D Nは156Mbpsや622Mbpsという超高速の伝送が可能で、H D T Vや高解像度の動画画像伝送、大容量ファイルの高速転送、高速・大規模L A N間接続に対応できる。光ファイバーをベースにして、音声やデータ、画像情報など高品質なメディアを統合した多地点間のマルチメディア通信が可能となる。この中核となる伝送技術としてA T Mがある。A T M交換機の開発、光ファイバ加入者網の整備が不可欠となる。

## ㉒ A T Mサービス

A T Mサービスは回線交換とパケット交換の両者の長所をもった伝送方式で、音声やデータ、映像などのマルチメディア情報をセルと呼ぶ53バイトの固定長データに分割して、これに宛先情報を付加して伝送する。光ファイバーを加入者まで引き、150Mbpsあるいは600Mbpsの超高速伝送が可能となる。

## ㉓ A T Mの原理

基本的な考え方はパケット交換方式である。パケット交換方式では、様々なサイズのパケットが存在し、フロー制御、誤り制御などの処理を行うが、A T M方式ではセル転送以外の処理は行わない。光通信技術を活用し、53バイトの小さな固定長パケットを使用することで、誤り発生率が大幅に小さくなり、プロトコル処理が簡略化し、アドレスの読み取りや制御をハードウェアで対応するので高速通信が可能になる。

## ㉔ A T Mサービスの特徴

### ㉕ セル単位で伝送

データや画像の情報を48バイトの小さな単位で、5バイトのヘッダを付加して伝送する。

### ㉖ ハードウェア的なスイッチング機能

ハードウェア的にスイッチングするため、高速な伝達速度で連続転送できる。瞬時にスイッチングして伝送路を設定できるため、パケット交換機能を回線交換的に実現することができる。

### ㉗ 簡略化したA T Mプロトコル

簡略化したセル転送プロトコルのため、高速伝送を実現している。

### ㉘ 輻輳制御

セルにはあらかじめ重要度に応じて優先順位が決められており、トラフィックが輻輳したときには順位の高いセルには影響が出ないようにしている。迂回路の設定など高速性を維持するための輻輳技術が充実している。



㊦ 多彩なデータの伝送が可能

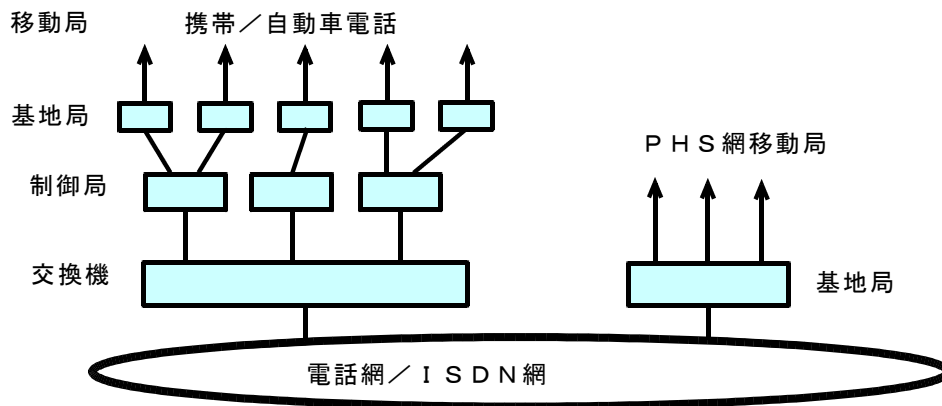
基本的にデータの種類や形式を選ばないのでどのようなデータでも伝送可能である。

㊧ 移動体通信

移動体通信は自動車電話や携帯電話のように、通信端末の利用者の一方あるいは両方が移動しながら実行できる通信システムである。移動体通信の主流は電話であるが、インターネットの利用の拡大に伴って、移動体データ通信の普及が進んでいる。移動体通信には、自動車電話や携帯電話、航空無線電話、船舶無線電話、ポケットベルなどがある。

㊨ 携帯電話

有線系のネットワークとは独立しており、無線基地局、電話制御局、電話交換局の階層構造になっており、電話交換局で有線ネットワークと接続されている。携帯電話は基地局と電波で交信し、メモリに位置登録を行い、登録されたエリアの交換機に接続されて通話できる仕組みになっている。



㊩ PHS

アナログ式コードレス電話をデジタル化したもので、1つの端末を家庭内ではコードレス電話、オフィスではシステムコードレス電話、屋外では簡易や携帯電話に使い分けできる。PIAFSはPHSを使った32Kビット/秒の非制限ベアラ伝送によるデジタルデータ伝送方式の業界標準規格である。

例題演習

パケット交換網の特徴として、適切なものはどれか。

- ア 同じ速度の専用線と比べて、通信網の中で伝送遅延は小さい。
- イ 課金の際の料金体系は固定料金制なので、大量のデータ通信システムに適している。
- ウ 専用線のような相手固定接続はできない。
- エ 伝送速度の異なる端末やコンピュータ間でもデータ通信ができる。

### 解答解説

パケット交換網の特徴に関する問題である。

アの伝送遅延は専用線と比べると大きい。

イの料金体系はパケットの個数で決まり、大量通信の場合は専用線よりは劣る。

ウの相手固定接続は可能である。

エの伝送速度の異なる端末やコンピュータ間でもデータ通信ができる内容は適切な記述である。求める答えはエとなる。

### 例題演習

交換方式に関する記述のうち、正しいものはどれか。

ア 異機種端末間通信、同報通信、指定時刻配達などの各種サービスは、回線交換方式でも電子交換機の導入によって可能となった。

イ 回線交換方式では、送信データをいったん交換機に記憶したのち送信先を選択し、次の交換機またはデータ端末に転送する。

ウ 電話網は回線交換方式なので、これを利用してデータ端末とパケット交換網を接続することはできない。

エ 回線交換方式は、データの送信側と受信側の間に物理的な通信路を設定し、これを占有してデータの送受信を行う。

### 解答解説

交換方式に関する問題である。

回線交換方式は、送信端末と受信端末で物理的に直接に回線を接続してデータを送る方式である。

アの異機種端末間通信、同報通信、指定時刻配達は不能である。

イの回線交換方式はパケット交換のように記憶することができない。

ウの電話網とパケット交換網はP A D等を利用して接続可能である。

エは回線交換方式の内容を説明しており、正しい。求める答えはエとなる。

### 例題演習

パケット交換方式に関する記述として、適切なものはどれか。

ア 情報を幾つかのブロックに分割し、各ブロックに制御情報を付加して送信する方式であり、誤り制御は網で行う。

イ 通信の呼ごとに、発信側と着信側との間に設定される物理回線を占有してデータを送受信する方式である。

ウ 転送するデータをセルと呼ばれる単位(固定長)に区切り、それぞれにあて先を付け、高速に交換する方式である。

エ ネットワーク内の転送処理を簡単にした方式であり、誤り制御は網で行わず端末間で行う。

### 解答解説

パケット交換方式に関する問題である。

パケット交換はパケットと呼ばれる一定の長さのブロックに区切ったデータをデジタル方式で伝送する。各パケットに宛先などの制御情報を付加してネットワーク内の交換機に蓄積されながら、次の交換機または宛先端末に転送される。パケット交換網はパケット交換設備、回線終端装置、加入者回線および中継伝送路から構成される。パケット交換設備はパケット交換機(P S)、パケット多重化装置(P M X)、パケット組立・分解機能(P A D)および網内接続機能からなる。端末装置－交換機間、交換機－交換機間で伝送エラーの有無を確認し、伝送エラーが発生すると、再送処理を行う網を利用した誤り制御によって伝送品質はよい。しかし、交換機に蓄積されながら伝送されるため伝送遅延が大きくなる。

アはパケット交換方式、イは回線交換方式、ウはA T Mサービス、エはフレームリレーサービスである。求める答えはアとなる。

### 例題演習

パケット交換に関する記述として、正しいものはどれか。

- ア I S D Nでは、パケット交換はサービスされない。
- イ 回線交換と比較して、網内遅延時間が短い。
- ウ パケット交換による通信を行うためには送信側、受信側の双方がパケット形態端末(P T)である必要がある。
- エ 複数の論理回線を設定することによって、1本の物理回線で同時に複数の相手と通信を行うことができる。

### 解答解説

パケット交換サービスに関する問題である。

アのI S D Nは、専用線、回線交換、パケット交換の3モードの使用が可能である。パケット交換サービスはできないは誤りである。

イは、回線交換に比べて蓄積交換方式のために遅延時間が長くなる。

ウは非パケット形態端末の場合、P A Dを使用すれば接続可能になる。P A Dはパケットの分解組立装置である。

エの多重伝送や同報通信は1本の物理回線で論理的回線を使用して可能であり、正しい記述である。求める答えはエとなる。

### 例題演習

I S D Nに関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア 回線交換モードは、提供されていない。
- イ データはデジタルで、音声はアナログで通信する。
- ウ 伝送速度は64Kビット/秒に統一されている。
- エ 電話、ファクシミリ、データなどの複数の通信サービスを、単一の網で提供する。

### 解答解説

I S D Nに関する問題である。

I S D Nの特徴

- ① 高速・高品質なデジタル公衆通信網
- ② 単一回線で複数の回線交換サービスやデジタル交換サービスが利用できる。
- ③ 情報チャンネルと制御信号用チャンネルの分離
- ④ 複数の通信サービスを1つのユーザ網インタフェースで使用できる。
- ⑤ 遠近格差の少ない低料金体系
- ⑥ 回線交換モードとパケット交換モードが設定されている。
- ⑦ 情報チャンネルの通信速度は64 Kbps、384 Kbps、1536 Kbps等がある。

アのI S D Nで提供されている通信モードは、回線交換モード、パケット交換モード、専用線モードの3種類である。

イはデータも音声もデジタル通信である。

ウの通信速度は情報チャンネルの通信速度は64 Kbps、384 Kbps、1536 Kbps等があり、信号チャンネルでは16 Kbpsがある。

エの複数の通信サービスを単一の網で提供できるは適切な記述である。求める答えはエとなる。

### 例題演習

ターミナルアダプタ(T A)の説明として、正しいものはどれか。

- ア Xシリーズ/Vシリーズインタフェースの端末をI S D Nに接続するためのインタフェース変換装置
- イ 端末からのデータ信号を時分割で多重化し、端末をI S D Nに接続するための装置
- ウ デジタル信号とアナログ信号を変換・復元し、端末をI S D Nに接続するための装置
- エ データ信号に通信回線の保守・制御用の信号を付加し、端末をI S D Nに接続するための装置

### 解答解説

I S D Nのターミナルアダプタ(T A)に関する問題である。

T AはパソコンなどをI S D N回線に接続するための装置である。T Aは、I S D N対応インタフェースの信号とパソコンなどのI S D N対応でないインタフェースから出る信号とを相互に変換することによって、I S D N回線とI S D Nを持たないパソコンなどの機器との接続を可能にする。T Aとパソコンとの接続は、T AのデジタルボードとパソコンのRS-232Cコネクタをケーブルで接続する。

アのXシリーズ/Vシリーズインタフェースの端末をI S D Nに接続するためのインタフェース変換装置は正しい記述である。求める答えはアとなる。

イのデータ信号の多重化とは関係がない。

ウのデジタル信号とアナログ信号の変換・復元とは関係がない。

エは、通信回線の保守・制御用の信号の付加とは関係がない。

### 例題演習

I S D Nの基本インタフェースに関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア 64Kビット／秒の情報(B)チャンネル二つと、16Kビット／秒の信号(D)チャンネル一つで構成される。
- イ 情報(B)チャンネルで利用できるサービスは、パケット交換サービスだけである。
- ウ 信号(D)チャンネルは制御用のチャンネルであり、データ伝送には利用できない。
- エ 利用者宅内では、バス配線構成にすることによって、同種の機器に限って複数台接続できる。

### 解答解説

I S D Nの基本インタフェースに関する問題である。

アの基本インタフェースのチャンネル構成の内容は正しい記述である。求める答えはアとなる。

イの通信モードは、回線交換モード、パケット交換モード、専用線モードが設定されている。従って、誤りである。

ウのDチャンネルはパケット交換モードで利用できる。

エはバス構成で端末8台まで接続可能である。

### 例題演習

D D Xに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- ア 200bpsから64Kbpsまでの広い範囲の通信速度でデータ転送が行えるデジタル方式の公衆回線である。
- イ D D X-Cでは、両側の通信端末の通信速度が異なっても通信が行えるとともに、通信料金は回線接続時間と距離に基づいて課金される。
- ウ パケット交換方式では、両側の通信端末の通信速度が異なっても通信が行えるとともに、料金は送信したパケット数に対して課金されるが、遠近格差はほとんどない。
- エ パケット交換網に接続できるのはP T (パケット端末)だけで、N P T (非パケット端末)は接続できない。

### 解答解説

D D Xに関する問題である。

D D Xはデジタル伝送路で送信する交換回線サービスで、回線交換とパケット交換がある。

回線交換(D D X-C)は、特定の経路を通信路として保持しながら全二重通信を行う。任意の相手と任意のビット列で伝送を行う。T D Mの多重化や送受信側が同一通信速度、リンク確立後は任意の伝送制御手順が可能、回線接続時間で課金、200bps～48Kbpsの通信速度などの特徴がある。パケット交換(D D X-P)は、データをパケットに分割して交換機に蓄積しながら転送する方式で、パケット数に応じた課金や送受信側の異速度の通信が可能、相手選択クラスや相手固定クラスの通信、伝送遅延が生じる等の特徴がある。一般端末はP A Dを介して接続できる。

アの通信速度は200bps～48Kbpsである。

イのDDX-Cは回線交換サービスであり、両端の通信端末では同一の通信速度で通信が可能で、異なる通信速度では通信不能である。

ウの内容はパケット交換方式の特徴であり、記述内容は正しい。求める答えはウとなる。

エのパケット交換の通信可能端末は一般端末であってもPADを利用すれば通信可能になる。

### 例題演習

パケット交換とフレームリレーの比較に関する記述として、正しいものはどれか。

ア とともに蓄積交換によるデータ伝送方式であるが、網内のトラフィックが急増した場合、フレームリレーの方がフレームの破棄が生じにくい。

イ パケット交換では、相手先を固定することも接続時に選択することもできるが、フレームリレーでは相手先固定に限定される。

ウ パケット交換では、送信側から受信側へのパケットの伝送順序が保証されるが、フレームリレーでは高速化を実現するためにデータの順序は保証されない。

エ フレームリレーでは、パケット交換に比べて誤り制御処理が簡略化されており、その分網内遅延を少なくすることで高速化を図っている。

### 解答解説

パケット交換とフレームリレーの比較に関する問題である。

フレームリレーの特徴

- ① データを高速で伝送することを目的としたデータリンク制御手順である。
- ② フレームと呼ばれる一定の長さに区切ったデータをデジタル方式で伝送する。
- ③ ネットワーク内の交換機を転送されて宛先の端末に届けられる。
- ④ 伝送エラーが発生すると、フレームを捨てて再送処理はしない。
- ⑤ 順序制御やフロー制御を省略することによつて高速化を図っている。
- ⑥ PVC(相手固定接続)や SVC(相手選択接続)が可能である。
- ⑦ 多重機能の提供によって、1本の回線から複数の相手端末と同時に通信を行うことができる。

フレームリレーはパケット交換のプロトコルの一つで、エラー訂正規定を省略し、端末側でこれを行うことで高速伝送を実現している。

アはフレームの廃棄が生じやすい。

イのフレームリレーの相手先接続には固定接続と選択接続がある。固定接続に限定されるは誤りである。

ウの順序制御は中継では省力されるが、エンドツーエンドでは保証される。

エの誤り制御処理がパケット交換に比べて簡略化されており、網内遅延が少なく高速化が図れる記述は正しい内容である。求める答えはエとなる。



### 例題演習

高品質なデジタルネットワークを使用することを前提に、網内でデータの伝送誤りを検出するとそのデータを廃棄し、再送制御は利用者に任せる方式を採用することによって、高速通信を実現している通信サービスはどれか。

- ア 回線交換サービス
- イ 専用線サービス
- ウ パケット交換サービス
- エ フレームリレーサービス

### 解答解説

フレームリレーに関する問題である。

アの回線交換サービスは、通信を行う際に、接続する相手を選択することができる通信サービスで、従来の専用線サービスと同様に回線品質が高く、大容量のデータ伝送が行え、通信相手を変更することを可能にしたものである。

イの専用線サービスは、インターネットプロバイダや特定の相手との通信のため、専用に設置された回線を提供するサービスである。ユーザーは専用線を借り、その上で独自のネットワークを構築できる。通常の加入電話回線に比べて回線品質は高く、大容量のデータ伝送が行える。また、セキュリティが重要な通信において、外部からの侵入を防ぐために用いられることもある。

ウのパケット交換サービスは、パケット交換網による通信サービスで、パケット交換方式を利用することで、通常の電話回線に比べて低コストである。

エのフレームリレーサービスは、ネットワークの高速化実現のために開発されたデータ伝送技術である。高速デジタル回線の品質が高いことに着目して、何らかの原因で通信中のデータに問題が起きても再送信をしないなどの方法で、データ転送の高速化を図る。品質の確保はエンドツーエンドで実行する。伝送誤りを検出するとデータを廃棄し、再送制御を利用者に任せる高速通信のサービスはフレームリレーサービスであり、求める答えはエとなる。

### 例題演習

フレームリレーの特徴に関する記述として、適切なものはどれか。

- ア OSI基本参照モデルのネットワーク層までを対象とする。
- イ パケット交換に比べ、順序制御やフロー制御を省略することによって高速化を図っている。
- ウ 固定長(53バイト)のセルと呼ばれる単位で転送を行う。
- エ 接続形態は、相手先固定接続(PVC)だけである。

### 解答解説

フレームリレーの特徴に関する問題である。

アはデータリンク層までが対象である。

イの順序制御やフロー制御を省略することによって高速化を図っている記述は適切である。求める答えはイとなる。

ウはセルではなくフレームであり、ウの内容はセルリレーについて述べている。



エの接続形態はSVCも可能である。

### 例題演習

ATM交換方式に関する記述として、適切なものはどれか。

- ア LAN間接続において、経路の設定やプロトコル別のフィルタリングを行う方式である。
- イ あらゆる種類のデータを、セルと呼ばれる固定長のブロックに分割して伝達する方式である。
- ウ インターネットで一般的に使用されている通信プロトコルである。
- エ 高速伝送を実現するために、同期転送モードで伝送する方式である。

### 解答解説

ATM交換方式に関する問題である。

ATM交換方式の原理は、基本的な考え方はパケット交換方式である。パケット交換方式では、様々なサイズのパケットが存在し、フロー制御、誤り制御などの処理を行うが、ATM方式ではセル転送以外の処理は行わない。光通信技術を活用し、53バイトの小さな固定長パケットを使用することで、誤り発生率が大幅に小さくなり、プロトコル処理が簡略化し、アドレスの読み取りや制御をハードウェアで対応するので高速通信が可能になる。

ATM交換方式の特徴

- ① セル単位で伝送する。データや画像の情報を48バイトの小さな単位で、5バイトのヘッダを付加して伝送する。
- ② ハードウェア的にスイッチングするため、高速で連続転送できる。
- ③ 簡略化したセル転送プロトコルのため、高速伝送を実現している。
- ④ セルにはあらかじめ重要度に応じて優先順位が決められており、トラフィックが輻輳したときには順位の高いセルには影響が出ないようになっている。

求める答えはイとなる。

### 例題演習

テキスト、音声、画像などのマルチメディアのデータを、53バイトの固定長セルで高速伝送する方式はどれか。

- ア ATM
- イ FDM
- ウ STN
- エ TDM

### 解答解説

ATMに関する問題である。

アのATMは、データをセルと呼ばれる53バイトの固定長のパケットに分割する伝送方式であり、高速LANを実現する技術としても注目されている。動画のようなマルチメディアデータの転送に適している。求める答えはアとなる。

イのFDMは、周波数分割多重化で、1本のアナログ回線の周波数帯域を分割し、それぞれの帯域に伝送路を割り当てることで複数のアナログ信号を伝送する方式である。

ウのSTNは、単純マトリックス方式による液晶ディスプレイの製造技術の一つで、構造が単純で製造コストが低いため低価格であるが、反応速度も遅く、画面にむらがでやすい欠点がある。

エのTDMは、時分割多重化で、1本のアナログ回線を使って複数のアナログ信号を伝送するために、データの送付タイミングを細かく区切る方式である。

### 例題演習

ATM交換機に関する記述として、適切なものはどれか。

- ア 事業所などの限られた範囲の構内に設置された内線電話機相互間の接続や、加入者電話回線と内線電話機との接続に用いる構内交換機の総称である。
- イ データをセルと呼ばれる固定長のブロックに分割し、各セルにあて先情報を含むヘッダを付加することによって、種々のデータを統一的に扱う交換機である。
- ウ データをブロック化された単位に区切って転送する蓄積型の交換機であり、伝送速度は数十kビット/秒程度までである。
- エ フレームと呼ばれる単位に区切られたデータを交換する交換機であり、伝送誤りに対する再送を行わないので、ネットワーク内の処理を高速化することができる。

### 解答解説

ATM交換機に関する問題である。

ATM交換機は、回線交換とパケット交換の両者の長所をもった伝送方式で、音声やデータ、映像などのマルチメディア情報をセルと呼ぶ53バイトの固定長データに分割して、これに宛先情報を付加して伝送する。

アはデジタルPBX、イはATM交換機、ウはパケット交換機、エはフレームリレー交換機である。求める答えはイとなる。

### 例題演習

大阪に設置した複数の端末を、それぞれ別の専用回線で東京のコンピュータセンタと接続しているシステムがある。東京～大阪間に時分割多重化装置を導入して、高速デジタル回線を使用した場合の適切な記述はどれか。

- ア 幹線部分の通信速度が高速となるので、端末間のスループットが向上する。
- イ 高速回線ほどビット当たりの料金は安くなるので、通信コストを削減できることが多い。
- ウ 多重化しているために、高速デジタル回線障害の対策として、他の網を用いた迂回路を設けることが不可能になる。
- エ 一つの支線(端末と多重化装置間)の回線障害によって、全端末が通信不能になる。

### 解答解説

時分割多重化装置を導入した場合の効果に関する問題である。

アは幹線部分の通信速度が高速になっても端末と幹線間の通信速度が変化しなければ端末間

のスループットは変化しない。端末間のスループットが向上する誤りである。

イのビット当たりの料金は安くなり、通信コストを削減できる適切な記述である。求める答えはイとなる。

ウの迂回路は多重化と関係なく、障害対策として他の網を用いた迂回路を設けることは可能であり不可欠である。

エの一つの支線の回線障害はその部分を切り離せば全端末に影響しなくなる。

### 例題演習

パソコン通信のデータ伝送に関する記述のうち、正しいものはどれか。

ア パソコン通信では、通信する相手のモデムと同じ機種 of モデムを使う必要がある。

イ パソコン通信では、データ伝送誤りが生じないので、通信プロトコルが使われない。

ウ パソコン通信では、パソコンとモデム間のデータ転送速度と、モデムとモデム間のデータ転送速度は必ずしも一致しない。

エ パソコン通信に使われる通信回線では、バイナリ形式のデータは伝送できない。

### 解答解説

パソコン通信のモデムに関する問題である。

MNPクラス3のモデムを使用した場合、パソコン・モデム間は調歩同期式であるが、モデム・モデム間は同期式で転送を行う。端末から受け取ったデータをバッファリングし、スタートストップビットを除去した後ブロック化し同期式データを送信したりする。モデム・モデム間では誤り訂正機能や圧縮機能を利用して実質的な伝送速度を上げる。データ圧縮を行うとモデムとパソコン間の通信速度を2～3倍高く設定できる。モデム間の通信速度は28.8Kbpsあるいは33.6Kbpsが普通であるが、更に高速のものも出現している。

アのモデムの機種はMNPのクラスが一致すれば問題ない。

イの通信プロトコルはMNPというモデム用の通信プロトコルを使用する。

ウのパソコン・モデム間のデータ転送速度とモデム・モデム間のデータ転送速度は必ずしも一致しないは正しい記述である。求める答えはウとな。

エのバイナリデータは、フレームを認識するためのビットパターンと同じ場合、モデムが自動的に変換するため、送信することができる。

## 3.2 LANとインターネット

### 3.2.1 LAN

#### ① LANとWAN

##### ① WANとは

WANは、地理的に離れた地点間を結ぶ通信ネットワークである。建物内や敷地内を結ぶネットワークであるLAN（Local Area Network）と対比される用語で、通信事業者が設置・運用する回線網のことを指すことが多い。また、通信事業者の回線網を通じて複数の拠点間のLANを相互に結び、全体として一つの大きなネットワークとした企業内ネットワークのことをWANと呼ぶこともある。世界の通信事業者、企業、各種組織などのネットワークを相互に結んだものという意味合いから、インターネットのことをWANと呼ぶ場合もある。

WANは、伝送距離が長いので高速伝送が難しい。電話網やISDNの伝送速度は数十Kビット／秒程度で、専用線でも150Mビット／秒に対して、LANでは、10M～100Mビット／秒が主流で、最近では1Gビット／秒のものもある。LANは私有地の中に、だれでも自由に設置できるのに対して、WANは公共の土地や設備を利用するので、専門の通信事業者が許可を得て構築しなければならない。

最近では、コンピュータのデータや画像データなどのデジタル情報を送りたい要望が増え、それに合わせたWANが構築されるようになってきている。デジタルのデータ通信に適したパケット交換網や広帯域のテレビ映像を含むマルチメディア情報を伝えるATM網や光通信網が用いられる。

##### ② LANとWANの比較

- ㊦ LANはプライベートネットワークのため、回線使用料金は不要である。
- ㊧ LANは伝送距離が短いので高速化が容易であり、高速かつ大量のデータ伝送が可能である。
- ㊨ LANは伝送路の共同利用ができるので、利用環境に応じてネットワークの増減や変更、移設が容易である。
- ㊩ LANに接続されている複数のコンピュータを利用者が共有できるため、ネットワーク上のプリンタの共同利用やファイルの共有、データベースへのアクセスが可能である。
- ㊪ LANは伝送路の品質がよく、伝送路上で生じるエラーが少ない。
- ㊫ LANに接続するインターフェースが決まっているため、オープンな分散システムを構築できる。

## ② LANの定義と特徴

### ① LANとは

LANは、一つの部屋や建物、構内など比較的限定した地域内におけるコンピュータ同士を相互に接続し、コンピュータ同士の間でデータや画像を相互に伝送することを目的としたネットワークである。オフィスビル、工場、倉庫、キャンパスなどの地域が対象になる。

LANはこれらの地域に分散しているコンピュータや端末、記憶装置、プリンタ、監視のための機器、他のネットワークと接続するためのゲートウェイなどを高速に結ぶ。ネットワークの仕組みである。現在利用されているLANの種類も、イーサネットをはじめとして、トークン方式のLAN、VLAN、光LAN、無線LANなど多彩である。

### ② LANの特徴

- ㊦ 限られた地域に設置されている。
- ㊧ プライベートネットワークである。
- ㊨ 原則として、任意の相手と通信できる。
- ㊩ 伝送速度が高速である。
- ㊪ 各端末が伝送路へのアクセス制御を実行できる。
- ㊫ ネットワークを介して資源の共有化が図れる。
- ㊬ 各装置の役割を明確にし、機能分散が図れる。

### ③ LANの問題点

- ㊦ 利用者が伝送路や全てのネットワーク構成機器を所有するため、ネットワーク管理を自ら行わなければならない。
- ㊧ 任意の相手と通信できるため、セキュリティ対策が不十分になる。

### ④ イーサネット

イーサネットは、IEEE 802.3委員会によって標準化されたLANの仕組みであり、アクセス制御にはCSMA/CDを採用している。現在は、特殊な用途を除いて、ほとんどのLANはイーサネットである。

イーサネットの接続形態には、1本の回線を複数の機器で共有するバス型と、集線装置を介して各機器を接続するスター型の2種類がある。また、最大伝送距離や通信速度などによってもいくつかの種類に分かれる。

10BASE-2はケーブルに細い同軸ケーブルを利用した、通信速度10Mbps、最大伝送距離185m、最大接続機器数30台のバス型LANである。10BASE-5は太い同軸ケーブルを利用した、通信速度10Mbps、最大伝送距離500m、最大接続機器数100台のバス型LANである。最も広く利用されている10BASE-Tは、より対線(UTP)を利用した通信速度10Mbps、最大伝送距離100mまでのス

ター型LANである。ハブの多段接続は3段階までである。

最近では100BASE-TXなどの通信速度100Mbpsのファストイーサネットの普及が進んでおり、1 Gbpsの通信を可能にするギガビットイーサネットについても、100BASE-TXと物理層の互換性が高い1000BASE-Tを中心に普及が始まっている。

## ④ VLAN

VLANは、スイッチなどのネットワーク機器の機能により、物理的な接続形態とは別に仮想的なネットワークを構成することである。スイッチの接続ポートやMACアドレス、プロトコルなどに応じて、端末のグループ化を実現する。

近年、VLANの用途は多様化しているが、最も多いVLANの用途としてはレイヤ3スイッチを用いて、スイッチをルータとしたネットワークを構成しているものなどがある。主にブロードキャスト・ドメインの分割による通信帯域の有効活用を目的として利用される事が多いが、大企業などではスイッチを用いて部門毎にVLANを設けることでネットワークを分割し、アクセスを制限するなどネットワークセキュリティ対策手段としての用途もある。

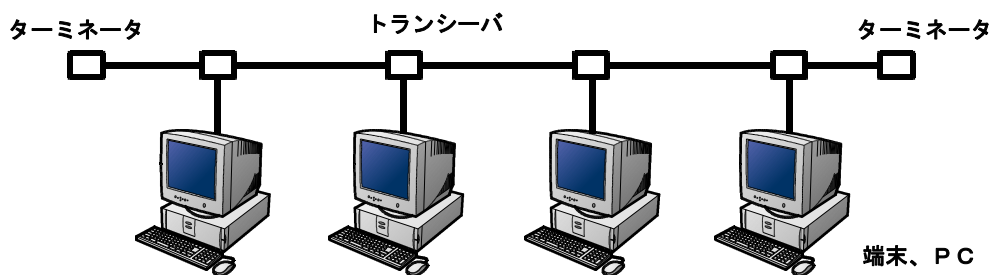
## ③ LANトポロジ

### ① ネットワークトポロジ

ネットワークトポロジは、コンピュータネットワークの接続形態のことで、ネットワークにおいて、PC、サーバ、スイッチ等の機器(ノード)がどのような形で接続するのかを表したものである。トポロジには、物理トポロジと論理トポロジがある。物理トポロジは、実際にLANケーブルやPCがどのように接続されているかを示す物理的な構成のことである。論理トポロジは、データの流れ方を表す論理的な構成のことである。代表的なネットワークトポロジに、バス型、スター型、リング型、フルメッシュ型がある。

### ② バス型

#### ① バス型のノードの構成



バス型トポロジは1本のケーブルに複数のノードを接続している形態である。データを通す共通の高速バスにホストコンピュータやパソコンなどの各種ノードを接続し、バスの両



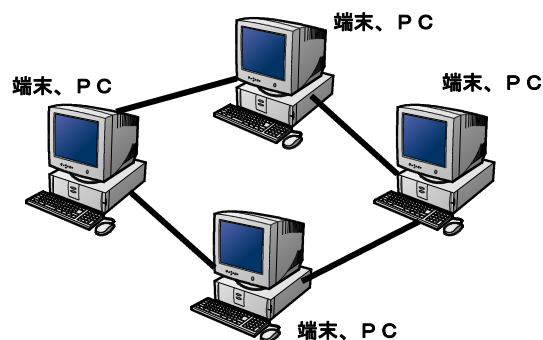
端にターミネータと呼ばれる抵抗器を取り付けて、終端での信号の反射、乱れを防ぐ。バスには同軸ケーブルや光ファイバケーブルを使用し、バス上でトランシーバを介してコンピュータや各種ノードを接続する。ノードの取り付け・取り外しは他のノードに影響を与えることなく実行できる。中心となる同軸ケーブルに障害が発生するとそれに接続する全てのノードが通信できなくなる。10Base2 / 10Base5などのLAN規格で使用するトポロジーである。

### ① バス型の特徴

- ① トランシーバとの接続が簡単である。
- ② 小規模なLANから大規模なLANへ拡張が容易で経済的である。
- ③ ノードに障害が発生しても、そのノードを使用停止にするか、バスから切り離すことができ、他のノードに影響を与えない。

## ③ リング型

### ア リング型のノードの構成



リング型は各ノードをループ状に接続する形態で、すべてのノードを両隣のノードと伝送ケーブルで接続する。リング型LANでは各ノードがそれぞれ独立にリングを管理する。伝送路上のメッセージは各ノードで増幅され、あるいは再生されて、一方向に巡回される。通常、リング型トポロジーでは、ノードは論理的にリング状に接続されており、トークンと呼ばれるデータがリング状を高速に巡回する。このトークンを得たノードがデータを送信する事ができる。

ノードに障害が発生すると、メッセージが失われたり、全体が通信できなくなる。対策として、代替用の伝送路を設置したり、障害が起こったノードをバイパスしたり、切り離したりする必要がある。

### ① リング型の特徴

- ① 回線を共用するため回線の長さが短くなる。
- ② 制御が簡単である。
- ③ 各ノードは独立性が高く、他のリング型ネットワークとノードを介して接続することも可能である。

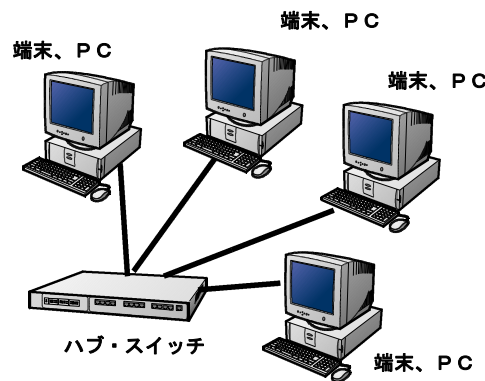


- ④ トラフィック量が多くなると回線容量の不足を来すことがある。

## ④ スター型

### ㊦ スター型のノードの構成

スター型はネットワークの中心に交換機や集線装置（ハブやスイッチ）などのノードをおき、それに複数の端末を放射状に接続する方法である。この方式は制御局が制御を集中して行い、すべてのトラフィックが制御局を通る方式である。1本の伝送路が障害を起こしても他のノードに影響しないが、制御局に障害が起きるとシステム全体が停止する。このトポロジは最近のLANの主流である。



### ① スター型の特徴

- ① トラフィックが制御局を通るため、制御が容易であり、処理効率が高い。
- ② 通信量が増加すると制御局はサービス要求をブロックするため、伝送遅延が大きくなる。
- ③ スループットは制御局の処理能力の影響を受ける。
- ④ 制御局に障害が発生すると、ネットワーク全体が停止するため信頼性に問題がある。
- ⑤ 設置局数は制御局の能力の影響を受ける。
- ⑥ 安価なツイストケーブルを使用し、配線も容易で、ネットワークコストが安価である。

## ④ LAN通信制御方式

### ㊦ TDMA方式

#### ㊦ TDMA方式とは

TDMA方式はデジタルデータを多重化するとき使用するTDM技術をLANのアクセス方式に採用した方式である。伝送路を時分割多重化により複数のチャンネルに分割し、各ノードに割り当てる方式である。宛先アドレスを付加したパケットを伝送するパケット交換方式ではなく、通信相手のノード相互間にチャンネルを割り当てる回線交換方式である。

## ① TDMA方式の特徴

- ① 各ノードが伝送路の空きを監視し、データの送信を待つことがないので、接続のための遅延は発生しない。
- ② 高速の伝送路が必要になる。
- ③ ノード間の基本的な通信形態はポイントツーポイント通信である。
- ④ ノード間の伝送速度は割り当てられたチャンネル数で決まり、多くのチャンネル数が割り当てられればノード間の伝送速度を高速化できる。

## ⑤ チャンネル割当方式

### ① プリアサイン方式

プリアサイン方式は、ノード相互間で通信する場合、あらかじめ決められた特定のチャンネルを利用してリンクを設定する。

### ② デマンドアサイン方式

デマンドアサイン方式は、チャンネルを固定的に決めないで空きチャンネルをそのつど割り当てる方式である。

## ⑥ CSMA/CD方式

### ⑦ CSMA/CD方式とは

CSMA/CD方式はバス型LANのアクセス方式である。各ノードが独立しており、ネットワーク全体を制御する特定の装置がなく、データを送信するノードがネットワークを制御する。

### ① 信号の監視と衝突の検出

各ノードは独自に伝送路上の信号を監視し、伝送路上が送信できる状態になるまで待つから送信を開始する。他のノードが伝送路上に信号を送出していると、伝送路上に信号があることを検知し、信号の送出行わない。各ノードが同時に送信すると、伝送路上で衝突が発生し、送信しているノードは衝突を検知し、信号の送出を中断する。中断後各ノードごとに決まる一定時間の経過後、信号の有無を調べ、信号がなければ再び送出手する。

### ⑤ CSMA/CD方式の特徴

- ① CSMA/CD方式は宛先アドレスと発信元アドレスを含んだフレームをネットワーク内のすべての端末に伝送するコネクションレス型の通信方式である。
- ② 各端末は常にフレームを監視し、自局宛のフレームがあればそれを取り込む。従って、フレームには宛先アドレスと発信元アドレスが必要になる。
- ③ 伝送速度は1~10Mビット/秒で、負荷が一定量を超えると伝送遅延が急増する。
- ④ スループットは通信量が大量で、継続的になると低下する。
- ⑤ 障害に強く、信頼性はある局の障害がネットワークの他のノードに影響しないため高い。

## ④ CSMA/CD方式のフレームの構造

宛先アドレスからFCSまでが48オクテットになる。



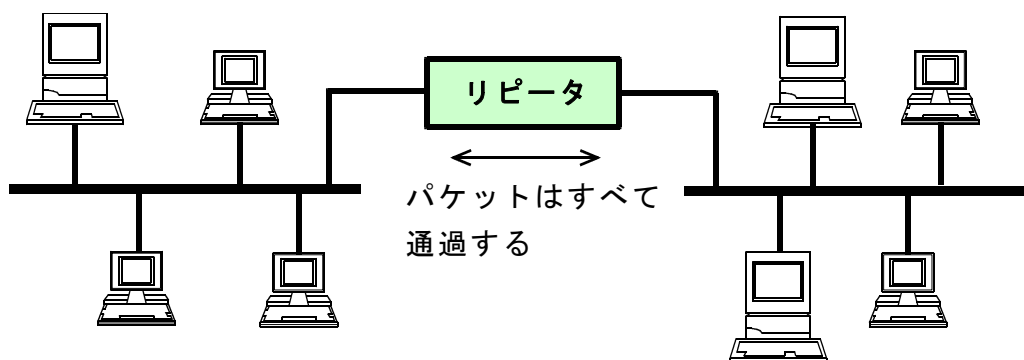
- ① Pは同期をとるための信号列で“10101010”のビット列の同期信号を7個連続して同期をとる。
- ② SFDはフレームの先頭を表す識別符号で“10101011”のビット構成である。受信側ではこのビット列以降が有効フレームと判断する。
- ③ DAは宛先アドレス
- ④ SAは送信元アドレス
- ⑤ Lは情報部のデータ長さをオクテッドで表す。
- ⑥ Iはユーザ情報フィールド
- ⑦ FCSはフレームチェックシーケンスである。フレームチェックシーケンスは宛先アドレス、送信元アドレス、長さおよび情報フィールドを対象にビット誤り検出に32次の生成多項式によるCRCチェックを行う。

## ⑤ LAN間接続装置

### ① リピータ

#### ① リピータとは

リピータはLANの物理層の中継を行う装置で、伝送途中で減衰した信号の補正、再生、増幅を行い、LANの伝送距離を拡張したり、分岐など配線の自由度を高めるために使用する。物理層の異なるLAN同士や、ある距離以上を離れたLAN同士を接続する。リピータで接続された複数のLAN伝送路でのアクセス制御は共通である。



#### ① リピータの特徴

- ① リピータで結合されたLANは、論理的には一つのバスやリングで構成された単一のネ

ットワークである。

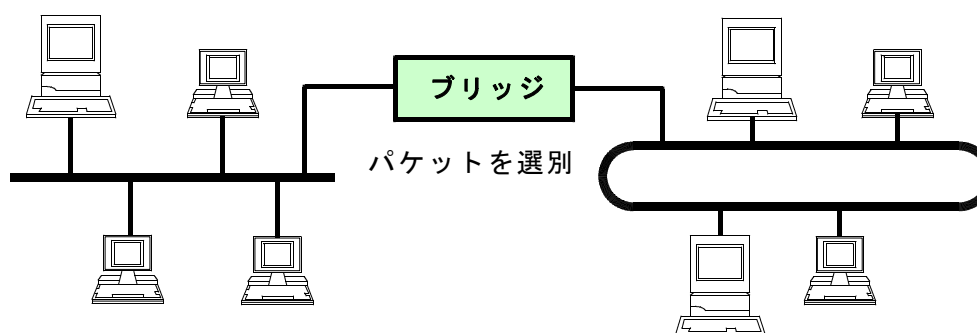
- ② リピータは、データを識別する能力はなく、パケットはLAN間をそのまま通過する。
- ③ リピータは再生中継する機能を有するのみである。
- ④ イーサネットの場合、同軸ケーブルで構成されるLANのセグメントの長さは500mで、それ以上の距離では信号電圧が低下するため増幅が必要となり、リピータを中継機器として使用する。

## ⑥ ハブ

ハブは多数の端末からのケーブルを集線し伝送媒体に接続する集線装置である。10BASE-Tで使用するマルチポートリピータを指す。ハブからより対線をスター状に延ばして端末を接続する。ハブ製品はコンパクトな簡易型から、管理機能や拡張性を備えたインテリジェント型まで各種のものがある。

## ⑦ ブリッジ

### ① ブリッジとは



ブリッジは第2層のデータリンク層におけるフレームを単位としてLANの中継を行う装置で、データリンク層のMACレベルのアドレスでフレームを選別する。MACレベル以下のプロトコルが異なってもよい。即ち、イーサネット同士やイーサネットとトークンリング型のLANを接続するのに使用する。リピータの透過性機能に加えて、デバイスのアドレスチェックを行い、LANからLANへのデータの流れを制御するフィルタリング機能をもっている。

### ② フィルタリング機能

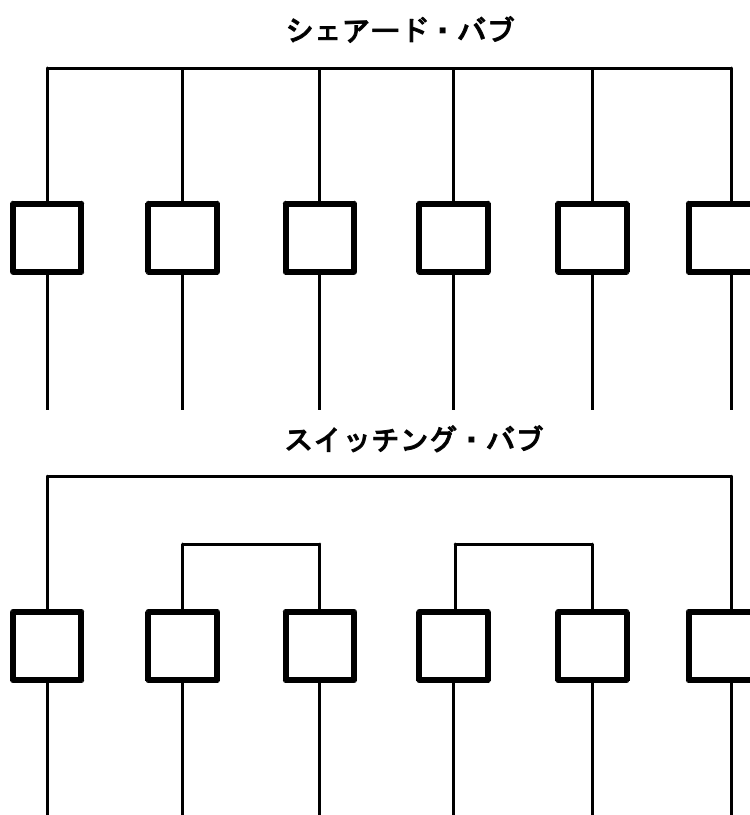
フィルタリング機能はLANの同一セグメント内のコンピュータ宛のフレームは通さず、そのセグメント内にはないコンピュータ宛のフレームだけを相手のLANに通過させる。フィルタリング機能は相互接続された他のLANからのトラフィックの影響を少なくする役割を果たしている。

## ④ レイヤ2スイッチ

### ㊦ シェアード・ハブとスイッチング・ハブ

イーサネットのLANでは、ネットワーク回線上に複数の端末がぶら下がり、通信には複数の端末間で回線を共有することでデータ送受信を実現している。回線を共有するために通信の衝突が発生し、回線の稼働率を低下させる。このような回線共有型のLANの構築に使用されるハブがシェアード・ハブである。

ネットワークを効率的に利用するために、通信を行っている端末がつながっているポート同士を直接接続して、衝突の発生を防止するハブがスイッチング・ハブである。スイッチング・ハブは、各ポートにつながっている端末のMACアドレスを記憶し、当該通信と関係のないポートへの信号が流れるのを防止する。



### ① レイヤ2スイッチとは

リピータハブは、受信したデータ全てを接続された機器に同じように送信してしまうため、機器は自分と関係ないデータも受信してしまう。また意味のない転送によってネットワークの効率やパフォーマンスを悪化させるうえ、他の機器のデータも受信できてしまうためセキュリティ面の問題などもあった。

レイヤ2スイッチは、OSI参照モデルのデータリンク層(レイヤ2)でフレームの宛先を判断して転送を行う装置である。データの送り先を解析し、機器に関係あるデータだけを送信するため、パフォーマンスの悪化やセキュリティの問題が発生しない。

## ㊦ レイヤ2スイッチの機能

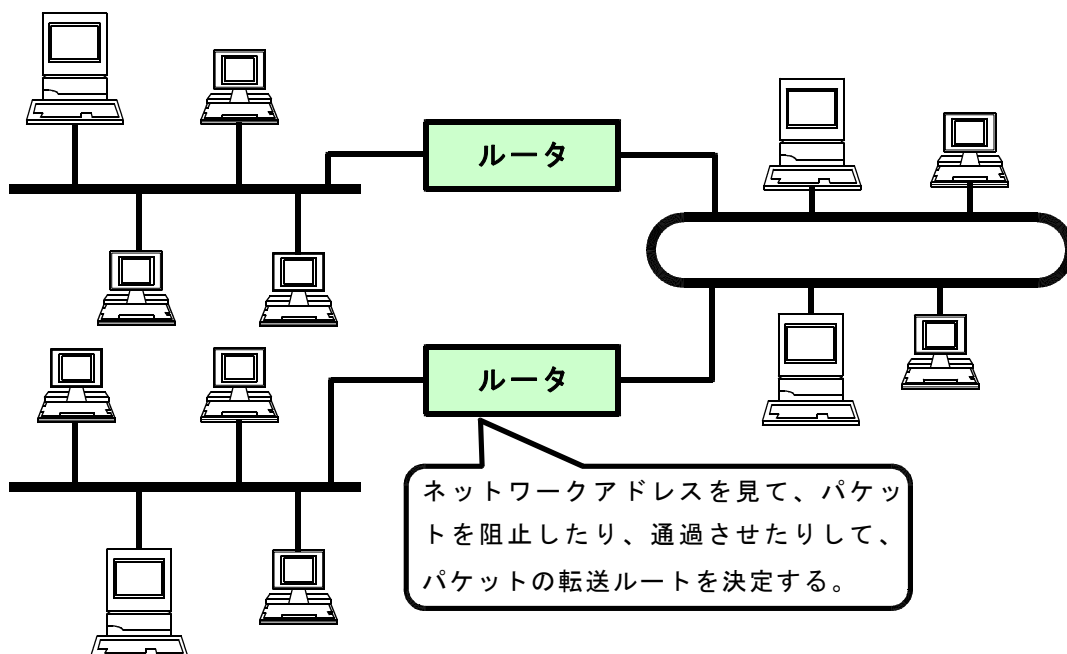
8個のポートをもつレイヤ2スイッチに8台のPCが接続されている場合について考える。これを2つのグループに分割して、ポート1～ポート4をAグループ、ポート5～ポート8をBグループとして区別し使用する場合、AグループまたはBグループの同じグループ内のPCは通信できるが、AグループのPCとBグループのPCは通信を不能にする機能をレイヤ2スイッチの設定で行うことができる。

レイヤ2スイッチを使用しなくても、グループ別にネットワークを構築すれば、この目的を果たすことが可能であるが、この場合はPCの台数は変わらなくても配線が複雑になったり、ネットワークを変更する場合にはケーブルの様式替えが必要となり、接続先を間違えるなどしてトラブルのもとになる。レイヤ2スイッチを使用してポート番号に対応したグループ分けの設定を行うと、配線の変更もなく通信可能なグループと通信不能なグループを区別できるようにすることができる。スイッチの台数を集約して、PCとスイッチの接続はそのままに、スイッチ側の設定を変更するだけで異なる複数のネットワークを構築できる。

## ㊧ ルーター

### ㊦ ルーターとは

ルーターは第3層のネットワーク層のプロトコルに基づいてメッセージの中継を行う装置で、物理層、データリンク層、ネットワーク層を処理する。ネットワーク層のIPアドレスでデータパケットの流れるルートを制御するルーティング機能を行う。ルーターは広域ネットワークを介してLAN同士を結ぶために使用する。



### ㊦ ルーティング機能

スタティック・ルーティングとダイナミック・ルーティングがある。スタティック・ルー

ティングはユーザが中継経路を固定的に設定する方式である。ダイナミック・ルーティングはルータ同士で経路情報やトラフィック情報を交換しながら、中継ルータ数や遅延時間を最小にする最適経路を選択し、パケットを転送する方式である。小規模なネットワークではスタティック・ルーティングを使用し、大規模ネットワークではダイナミック・ルーティングを採用する。

## ④ レイヤ3スイッチ

### ㊦ レイヤ3スイッチとは

通常のネットワークスイッチはレイヤ2スイッチであり、送信元や宛先のMACアドレスなどリンク層の制御情報に基づいて転送を行うが、レイヤ3スイッチはこれに加えIPアドレスなどのネットワーク層の制御情報を解析して転送を行う。レイヤ3スイッチとは、ネットワークの中継機器の一つで、プロトコル階層のネットワーク層とデータリンク層の両方の制御情報に基づいてデータの転送先の決定を行うものである。

### ① レイヤ3スイッチとルータの違い

ルーティングプロトコルによる経路情報の交換や複数のIPネットワーク間の中継・転送など、ネットワーク層の転送機能のほとんどはルータと重複しているが、経路制御はレイヤ2スイッチともルータとも異なり、IP層の経路情報とARPテーブルを統合したFDBによる制御を行う製品が多い。

ルータの多くはWAN用のインターフェースを持ち、主に広域回線とLAN、あるいは広域回線間の接続を担うことが多いのに対し、一般的なレイヤ3スイッチは多数のイーサネットポートなどLAN側インターフェースのみを備え、レイヤ2スイッチと同じくLAN内の通信制御に特化したものが多い。

ルータには機能がソフトウェアで実装され修正や機能追加などが容易な製品も多いが、レイヤ3スイッチは専用の半導体チップを用いてハードウェアにすべての機能を実装した製品が多く、ルータよりもはるかに高速に転送処理を行うことができる。

### ㊧ VLANとレイヤ3スイッチ

VLANは1台のレイヤ2スイッチで仮想的に複数のネットワークを分割される。レイヤ2スイッチで分割されたVLAN間の通信はできない。VLAN同士を接続してVLAN間の通信を行うためにはレイヤ3スイッチのネットワーク機器が必要となる。レイヤ3スイッチのルータ機能はその内部で相互に接続されているVLAN間のルーティングを行う。ルータの機能はレイヤ3スイッチにハードウェアとして実装されているため高速なVLAN間ルーティングが可能となる。

### ㊨ ギガビット・レイヤ3スイッチ

ギガビットスイッチとは、Gigabit Ethernet (GbE)に対応し、各ポートで1 Gbpsの伝送速度で通信ができるネットワークスイッチである。ツイストペアケーブルで信号を伝送する10



00BASE-Tに対応した製品と、光ファイバーで信号で伝送する1000BASE-Xシリーズに対応した製品がある。1000BASE-T対応製品はコネクタ形状が100BASE-TXや10BASE-Tなどと共通であるため、これら下位規格の端末も接続することができる場合が多い

## ⑧ ゲートウェイ

ゲートウェイは伝送媒体やネットワークアーキテクチャの異なるネットワーク同士を接続するために使用し、ルータの機能に加えて、プロトコル変換を行う機能を有する。7層全部のプロトコル変換を行う機能を持っている。プロトコルの異なるLANと広域ネットワークを結ぶLAN-WAN接続に利用されている。アプリケーション層やプレゼンテーション層のプロトコルの異なるインターネットの電子メールとパソコン通信の電子メールの変換やネットワークトラフィックの軽減やセキュリティ対策に使用される代理サーバなどに用いられている。

## ⑥ LAN伝送媒体

### ① ツイストペアケーブル

#### ① ツイストペアケーブル

ツイストペアケーブルは、LAN用の伝送媒体として最も安価であり、伝送距離が短く、電磁環境が良好なオフィス環境に適している。配線レイアウトの自由度が大きく、通信機器の接続にはモジュラジャックを使用する。雑音の影響を受けやすいので、ケーブルの品質が重要である。シールドの有無、心線の本数、ケーブルの太さなどが検討対象になる。線の太さ 0.4mmより太く、2線ずつよっている場合、100m程度の距離で、1 Mbps 以上の伝送速度がサポートできる。

#### ① ツイストペアケーブルの特徴

- ① 伝送速度：1 M～10Mbps
- ② 最長伝送距離：数百m程度
- ③ 対雑音性：弱い
- ④ 経済性：最も安価
- ⑤ ケーブル敷設の容易性：最も容易

### ② 同軸ケーブル

#### ① 同軸ケーブルとは

同軸ケーブルは、LANで最も普及している伝送媒体で、中心に伝送用導体があり、その周囲を絶縁体で囲み、さらにその上を金属シールドで覆い、全体を保護外筒で被覆したものである。シールド媒体であるので、電氣的雑音に強く物理的な強度も大きい。ベース

バンド用同軸ケーブルはインピーダンス50オームの同軸ケーブルを用い、ブロードバンド用同軸ケーブルはインピーダンス75オームの同軸ケーブルを用いる。CSMA/CD方式のLANである10BASE5は、インピーダンス50オームのイエロケーブルを用いる。オフィスには径の小さい10BASE5を導入している。10BASE5はイーサネットの標準ケーブルで、10Mbpsの速度、500m長のケーブルである。

### ① 同軸ケーブルの特徴

- ① 伝送速度：ベースバンドは数M～数十Mbps、ブロードバンドは～数百Mbpsである。
- ② 最長伝送距離：10Km程度
- ③ 耐雑音性：周波数帯によって変わるが強い。
- ④ 経済性：やや高価
- ⑤ ケーブル敷設の容易性：他に比べやや不利

## ③ 光ファイバケーブル

### ア 光ファイバケーブルとは

光ファイバケーブルは、耐雑音性、広帯域性、安定した高速伝送に優れているため、LANの伝送媒体として広く使用されている。ケーブルの分岐は、ノード毎に光信号を電気信号に変換し、分岐を行った後、電気信号を光信号に変換する。安定した伝送特性、軽量性、大容量伝送が可能等の多くの長所があり、数十Mbps以上の高速LANに使用されている。

### ① 光ファイバケーブルの特徴

- ① 伝送速度：マルチモードは数十M～数百Mbps、シングルモード ～1Gbpsである。
- ② 最長伝送距離：100Km程度
- ③ 耐雑音性：全く影響を受けない。
- ④ 経済性：同軸ケーブルなみ
- ⑤ ケーブル敷設の容易性：同軸ケーブルに比べ容易

### 例題演習

LANに関する記述のうち、適切なものはどれか。

ア 10BASE-Tは、リング型のLANに用いられる。

イ LANによって同一構内などの限られた場所にある情報機器を接続することができるが、離れた場所にあるLAN同士を接続することはできない。

ウ LANをトポロジで分類した場合、バス型、スター型、リング型の3種類がある。

エ スター型のLANのアクセス制御方式には、トークンバス方式が最も多く用いられている。

### 解答解説

LANの記述に関する問題である。

アの10BASE-Tはスター型やバス型にも使用される。

イの離れた場所にあるLAN内の情報機器はWANや基幹LANを経由して接続される。

ウのLANのトポロジは、バス型、リング型、スター型の3種類があるという内容は正しい記述である。求める答えはウとなる。

エのスター型のLANのアクセス方式はCSMA/CD方式が多い。トークンパッシング方式は使用しない。

### 例題演習

LANの形態とその特徴に関する記述のうち、最も適切なものはどれか。

ア イーサネットは、バス型のほかにスター型とリング型のものがあり、工事費は比較的高価であるが、構内の簡易LANとして広く普及している。

イ スター型は、すべての端末を中央の集線装置に接続するもので、障害時に原因を突き止めやすく、端末配置の変更も比較的容易である。

ウ トークンリング型は、多数のトークンがリングの中を流れており、高性能なLANであるが、接続された端末が1台でも故障すると、同一リング内の端末が、すべて通信不能になる。

エ バス型は、1本のバスケーブルにすべての端末を接続する方式であり、複数の端末が同時にデータの送信を行うことができる。

### 解答解説

LANの形態に関する問題である。

アのイーサネットはバス型であり、リング型ではない。

イのスター型はすべての端末を集線装置に接続するもので、障害時の原因究明、配置の変更も容易であるという記述は適切である。求める答えはイとなる。

ウのトークンは通常は多数流れていないで、一つのトークンで制御している。また、端末の故障に対してバイパス回線を設け、リング全体が通信不能にならないようにしている。

エのバス型は複数の端末が同時にデータの送信を行うと衝突が発生して、送信できない。

### 例題演習

LANの種類を伝送路の形状（トポロジ）で分類したものはどれか。

ア 10BASE5、10BASE2、10BASE-T

イ ツイストペア、同軸、光ファイバ

ウ バス、スター、リング／ループ

エ ルータ、ブリッジ、リピータ

### 解答解説

伝送路のトポロジに関する問題である。

LANトポロジには、バス型、リング型、スター型の3種類がある。

- ① バス型は、1本の伝送ケーブルに通信機器を接続して構成する。伝送ケーブルの両端には終端抵抗を設置する。各ノードは伝送路上に電気信号を送出してデータ伝送を行う。ノードの設置取り外しは他のノードに影響を与えることなく実行できる。
- ② リング型は、すべてのノードを両隣のノードと伝送ケーブルで接続して構成する。伝送路はリングになる。伝送路上のメッセージは各ノードで増幅あるいは再生され一方方向に巡回する。ノードに障害が起きるとメッセージが失われるため、代替用の伝送路を設置したり、障害の起こったノードをバイパスあるいは切り離しできるようにする。
- ③ スター型は、すべてのノードを伝送ケーブルで中央の制御局である集線装置に結んで構築する。ノード毎に伝送路を設置するため、1本の伝送路が断線しても他のノードに影響しない。制御局に障害が起きるとシステム全体がダウンする。

アはケーブルに関する標準規格、イは伝送媒体、ウはトポロジ、エはLAN間接続装置を表す。従って、求める答えはウである。

### 例題演習

二つのLANを、OSI基本参照モデルにおける物理層レベルで中継する装置はどれか。

ア トランシーバ                      イ ブリッジ                      ウ リピータ                      エ ルータ

### 解答解説

物理層のレベルで中継するリピータに関する問題である。

アのトランシーバは、端末を同軸ケーブルに接続する装置である。

イのブリッジは、データリンク層でデータを中継し、他のLANと接続する装置である。送信先のアドレスを調べて同一のLANにあれば送信せず、なければ接続されている他のLANに中継する。

ウのリピータは、物理層において伝送路上の電気信号を物理的に増幅して中継する装置である。LAN伝送路の延長に利用する。求める答えはウとなる。

エのルータは、ネットワーク層でLANやWANを接続する装置で、宛先アドレスから最適な経路を選択したり、プロトコルの変換を行う機能をもっている。

### 例題演習

LANにおいて、伝送距離を延長するために伝送路の途中でデータの信号波形を増幅・整形して、物理層での中継を行う装置はどれか。

ア スイッチングハブ                      イ ブリッジ  
ウ リピータ                                      エ ルータ

### 解答解説

リピータに関する問題である。

アのスイッチングハブは、機器のMACアドレスに基づき、送信元と送信先のポートを特定

して接続する。関係しないポートにはパケットが送出されないので不要なトラフィックを減少できる。OSI基本参照モデルのデータリンク層で動作する。

イのブリッジは、データリンク層でデータを中継し、他のLANと接続する装置である。送信先のアドレスを調べて同一のLANにあれば送信せず、なければ接続されている他のLANに中継する。

ウのリピータは、物理層において伝送路上の電気信号を物理的に増幅して中継する装置である。LAN伝送路の延長に利用する。求める答えはウとなる。

エのルータは、ネットワーク層でLANやWANを接続する装置で、宛先アドレスから最適な経路を選択したり、プロトコルの変換を行う機能をもっている。

### 例題演習

LANの制御方式に関する記述のうち、適切なものはどれか。

ア CSMA/CD方式では、単位当たりの送出フレーム数が増すと、衝突の頻度が増し、スループットが下がる。

イ CSMA/CD方式は、一つの装置から送出されたフレームが順番に各装置に伝達されるので、リンク状のLANに適している。

ウ TDMA方式では、伝送路上におけるフレームの伝搬遅延時間による衝突が発生する。

エ トークンアクセス方式は、トークンの巡回によって送信権を管理しているので、CSMA/CD方式に比べてトラフィックが増大すると、伝送効率が急激に悪化する。

### 解答解説

LANの制御方式に関する問題である。

LANのアクセス方式には、CSMA/CD、トークンリング、TDMAがある。

アのCSMA/CD方式は送出フレームが増すと衝突頻度が増し、スループットが低下する記述は適切な内容である。求める答えはアとなる。

イのCSMA/CD方式は他の端末が信号を出していなければ送信する方式である。イの記述内容はトークンリング方式である。

ウのTDMA方式は各装置ごとに与えられたタイムスロットと時分割スイッチを用いて装置間の通信を実現する方式で、伝播遅延による衝突は発生しない。

エのトークンアクセス方式は衝突が発生しないためトラフィックが増大しても伝送効率は悪化しない方式である。

### 例題演習

CSMA/CD方式を用いたバス型LANの特徴として、適切なものはどれか。

ア 各ノードは、フリートークンを受け取るまで通信ができない。

イ 制御局に障害が発生すると、LANシステム全体がダウンしてしまう。

ウ 通信量が増加した場合でも、一定時間内に通信できることが保証されている。

エ ノードが送信した信号の衝突を検知した場合、ある時間待機して信号を再送出する。

### 解答解説

CSMA/CD方式のLANの特徴に関する問題である。

CSMA/CDは、伝送路上の信号を監視し、信号がなければ送信を行う方式で、同時に複数のWSが送信を始めて衝突が発生すると送信を中止し、しばらく待ってから再び送信する。

アのフリートークンを必要とする方式はトークンリング方式であり、CSMA/CD方式はトークンは必要ない。従って、誤りである。

イの特定の制御局を必要としない方式である。すべて局が対等で送信権を得ると制御局の役割を果たす。従って、1局で障害が発生しても全システム停止には必ずしもつながらない。

ウは通信量が増大すると衝突が発生しやすくなり、通信遅延が増大する。一定時間内に通信できることは保証されない。

エの信号の衝突を検知した場合に一定時間を経過後再送出する記述は正しい内容である。求める答えはエとなる。

### 例題演習

部門内にあるCSMA/CD方式のLANで、最近、送信がなかなか終了しなかったり、データ転送に時間がかかったりすることが多い。このような事象の原因に関する記述のうち、適切なものはどれか。

ア LANケーブルのターミネータ(終端抵抗)が外れている。

イ データの衝突が発生すると再送が行われるが、この頻度が増大している。

ウ トークンによる送信権の制御が適応不良を起こしている。

エ リング型のLANなので、データ量の増大によって過負荷状態になっている。

### 解答解説

CSMA/CD方式のLANに関する問題である。

CSMA/CD方式は、送信しようとする端末はバス上の信号の有無を調べ、他の端末が信号を送出していなければデータを送信できる。バス型LANで使用され、伝送媒体はより対線、各種同軸ケーブル、光ファイバケーブルを使用し、伝送速度は10Mbpsである。複数の端末装置が同時に送信すると衝突が発生する。衝突が発生すると送信を中止し、適当な待ち時間後再送信する。送出データの発生頻度が大きくなると衝突の可能性が大となり、ネットワークの負荷状態によってはスループットが低下する。

この場合の現象は、送信が終了しなかったり、データの転送に時間がかかったりすることであるから、CSMA/CDの特徴の一つである信号の衝突が発生している。

アのターミネータがはずれると、信号の減衰が行われなためバス上に絶えず信号が存在することになり、送信不能になる。データ転送に時間がかかることがあるという内容から考えて、必ずしもターミネータのはずれではない。

イの衝突による再送の発生頻度の増大はCSMA/CDの特徴であり、この現象に該当する内容である。求める答えはイとなる。

ウのトークンはCSMA/CD方式では使用しない。

エのリング型のLANはトークンを使用し、データ量の増大による過負荷状態にはならない。



### 例題演習

CSMA/CD方式のLANに接続されたノードの送信動作に関する記述として、適切なものはどれか。

- ア 各ノードに論理的な順位付けを行い、送信権を順次受け渡し、これを受け取ったノードだけが送信を行う。
- イ 各ノードは伝送媒体が使用中かどうかを調べ、使用中でなければ送信を行う。衝突を検出したらランダムな時間経過後に再度送信を行う。
- ウ 各ノードを環状に接続して、送信権を制御するための特殊なフレームを巡回させ、これを受け取ったノードだけが送信を行う。
- エ タイムスロットを割り当てられたノードだけが送信を行う。

### 解答解説

CSMA/CD方式に関する問題である。

CSMA/CDは、イーサネットに採用されているデータ伝送方式の一つで、データを送出しようとする端末が伝送路上のデータの有無を確認し、データが流れていればその通信が終わるまで待つ。他のデータが流れていなければ端末はデータを送出する。複数の端末が同時にデータを送出し伝送路上で衝突した場合にはこれを検知して、ある程度時間をおいてから再送する。

アはトークンバス方式、イはCSMA/CD方式、ウはトークンリング方式、エはTDMA方式である。求める答えはイとなる。

### 例題演習

次の機能をもった装置はどれか。

- ・OSI基本参照モデルのデータリンク層レベルで動作して、同時に複数のフレーム中継処理を行う。
- ・受信したフレームの送信先アドレスを、内部のアドレステーブルと照合し、該当する端末が接続されているポートへフレームを転送する。

- ア スイッチングハブ
- イ ブリッジ
- ウ リピータハブ
- エ ルータ

### 解答解説

スイッチングハブに関する問題である。

アのスイッチングハブは、各ポートに接続された機器のMACアドレスに基づき、送信元と送信先のポートを特定して接続する。関係しないポートにはパケットが送出されないため不要なトラフィックを減少できる。データリンク層で動作する。求める答えはアとなる。

イのブリッジは、データリンク層レベルでの接続を行うLAN間接続装置で、パケットの送信元と送信先のアドレスが同じものは破棄するフィルタリング機能がある。

ウのリピータハブは、すべてのポートにパケットを送出する。



エのルータは、ブリッジがIPアドレスを透過させるのに対して、ルータはIPアドレスをみてネットワーク層レベルで中継経路設定を行う。

### 例題演習

ネットワーク機器の一つであるスイッチングハブ(レイヤ2スイッチ)の機能として、適切なものはどれか。

- ア LANポートに接続された端末に対して、IPアドレスの動的な割当てを行う。
- イ 受信したパケットを、あて先MACアドレスが存在するLANポートだけに転送する。
- ウ 受信したパケットを、すべてのLANポートに転送(ブロードキャスト)する。
- エ 受信したパケットを、ネットワーク層で分割(フラグメンテーション)する。

### 解答解説

スイッチングハブに関する問題である。

スイッチングHUBはイーサネット端末やATM端末の集線装置で、スイッチング機能をもつものである。端末を束ねる点ではマルチポートリピータであるハブと同じであるが、パケットは送信先端末が接続されたポートに対してのみ送られる。スイッチ内部は、LANの伝送速度以上の交換能力を持っているため、複数ポートからの入力データを同時に転送できる。データフレームの中に格納されている宛先端末のMACアドレスを読み取り、その端末が接続されているポートにだけデータを転送する。ブリッジはあるポートから受け取ったデータを他のすべてのポートに転送するが、スイッチングハブでは特定のポートにしか転送しない。

アのIPアドレスを割り当てる機能はDHCPであり、スイッチングハブはMACアドレスにもとづいてLANポートに転送する。

イのMACアドレスが存在するポートに転送するは適切である。求める答はイとなる。

ウのすべてのLANポートに転送するは誤りである。

エの内容はスイッチングハブの機能ではない。

### 例題演習

複数のLAN同士を、ネットワーク層で相互に接続するのに使用する装置はどれか。

- ア ハブ
- イ ブリッジ
- ウ リピータ
- エ ルータ

### 解答解説

ネットワーク層のルータに関する問題である。

アのハブはLAN上の複数台の端末からのケーブルを相互に接続する装置である。ハブを中心にケーブルを放射線状に延ばしていく。

イのブリッジは物理層とデータリンク層の媒体アクセス制御までを処理するLAN間接続装置である。

ウのリピータは信号を再生、中継する装置で、伝送距離の延長や分岐などの配線の自由度を

高めるために使用する。

エのルータは物理層、データリンク層、ネットワーク層を処理する接続装置である。ブリッジがIPアドレスを透過させるのに対して、ルータはIPアドレスをみて中継経路設定を行う。求める答えはエとなる。

### 例題演習

LAN同士を接続する装置に関する記述のうち、ルータについて述べたものはどれか。

- ア データリンク層で接続する装置
- イ ネットワーク層で接続する装置
- ウ ネットワーク層よりも上位の層で接続する装置
- エ 物理層で接続する装置

### 解答解説

LANの接続装置に関する問題である。

ルータは第3層のネットワーク層のプロトコルに基づいてメッセージの中継を行う装置で、物理層、データリンク層、ネットワーク層を処理する。ネットワーク層のIPアドレスでデータパケットの流れるルートを制御するルーティング機能を行う。ルータは広域ネットワークを介してLAN同士を結ぶために使用する。

アはブリッジ、イはルータ、ウはゲートウェイ、エはリピータである。求める答えはイとなる。

### 例題演習

LAN接続装置に関する記述のうち、ルータについて述べたものはどれか。

- ア 複数のLAN間を接続するために、ネットワーク層で中継を行う装置。
- イ LANに接続された複数のクライアントを、端末エミュレーションによって接続する装置。
- ウ 異なる種類のLAN間を、データリンク層でストアアンドフォワードする装置。
- エ 異なるプロトコルのLAN間を、上位層で接続するための装置。

### 解答解説

ルータに関する問題である。

ルータは、ネットワーク層のプロトコルに基づいてメッセージの中継を行う装置で、最適経路選択機能をもっている。OSIやTCP/IPのようなネットワーク層のアドレスをもとにフレームを選別する。

アのLANを接続するためにネットワーク層での中継を行う記述は正しい内容である。求める答えはアとなる。

イの端末エミュレーションはホストコンピュータの専用ターミナル機能を別の装置で模倣するソフトウェアで、インターネット上のtelnetプロトコルや端末エミュレータなどはその機能を果たす。アプリケーション層の機能でネットワーク層のルータの機能ではない。

ウのルータはネットワーク層で最適経路選択機能を果たすものであり、データリンク層で蓄積交換しない。スイッチングハブの機能である。

エの機能はゲートウェイの機能である。

### 例題演習

ルータの一般的な機能に関する記述として、適切なものはどれか。

- ア LAN同士やLANとWANを接続して、ネットワーク層の中継処理をする。
- イ データ伝送媒体上の信号をOSI基本参照モデルの物理層で増幅して中継する。
- ウ データリンク層でネットワーク同士を接続する。
- エ 二つ以上のLANを接続し、LAN上のMACアドレスを見てデータフレームをほかのセグメントに流すかどうかの判断を行う。

### 解答解説

ルータに関する問題である。

ルータは、複数のLAN間を接続する装置で、データ転送のための最も効率的な経路を選択する。データリンク層のブリッジはMACアドレスという物理情報だけからデータを振り分けてLANを選択するのに対して、ネットワーク層のルータは伝送データのIPアドレスからデータの中継する経路を選択する。

アはルータ、イはリピータ、ウ、エはブリッジである。求める答えはアとなる。

### 例題演習

OSI基本参照モデルの物理層を中継する装置、データリンク層までを中継する装置、ネットワーク層までを中継する装置の順に並べたものはどれか。

- ア ブリッジ、リピータ、ルータ
- イ ブリッジ、ルータ、リピータ
- ウ リピータ、ブリッジ、ルータ
- エ リピータ、ルータ、ブリッジ

### 解答解説

OSI基本参照モデルの中継装置に関する問題である。

物理層を中継する装置はリピータ、データリンク層を中継する装置はブリッジ、ネットワーク層を中継する装置はルータである。リピータ、ブリッジ、ルータの順で、求める答えはウとなる。

### 例題演習

トランスポート層以上が異なるLANシステム相互間でプロトコル変換を行うことができる機器はどれか。

- ア ゲートウェイ
- イ ブリッジ
- ウ リピータ
- エ ルータ

### 解答解説

ゲートウェイに関する問題である。

ゲートウェイは、異なるプロトコルのシステム／ネットワークを相互接続する装置で、メーカー固有のプロトコルを用いて通信を行うメインフレームをLANに接続する場合などにアドレス構造やメッセージのフォーマットなどを変換する。

アのゲートウェアはネットワーク層よりも上位のプロトコルに基づいてメッセージの中継を行う。異なるプロトコルの相互接続を行う。求める答えはアとなる。

イのブリッジは第2層のデータリンク層におけるフレームを単位として、LANの中継を行う。

ウのリピータは物理層の中継を行う。減衰した信号の補正、再生、増幅を行う。

エのルータはネットワーク層のプロトコルに基づいてメッセージの中継を行う。最適経路選択機能をもつ。

### 例題演習

ルータの機能として、適切なものはどれか。

ア OSI基本参照モデルの第4～7層のプロトコルが異なるLAN同士を接続する。

イ ネットワークに接続されている機器数の把握や稼働状況の集中管理をする。

ウ 複数のLANをOSI基本参照モデルの第2層(データリンク層)で接続し、MACアドレスによるパケットのフィルタリングを行う。

エ 複数のLANをOSI基本参照モデルの第3層(ネットワーク層)で接続し、パケットの中継する。

### 解答解説

ルータの機能に関する問題である。

アの第4層～第7層のプロトコルでLAN間接続するのはゲートウェイである。

イの機器数の把握や稼働状況を集中管理するのではなく、経路制御を行う。

ウの第2層でLAN間を接続するのはブリッジである。

エの第3層でパケットの中継する機能が適切である。求める答えはエとなる。

### 例題演習

LAN間接続装置に関する記述のうち、適切なものはどれか。

ア ゲートウェイは、OSI基本参照モデルにおける第1層から第3層までのプロトコル変換に使用される。

イ ブリッジは、IPアドレスを基にしてフレームの中継する。

ウ リピータは、同種のセグメント間で信号を増幅することによって伝送距離を延長する。

エ ルータは、MACアドレスを基にしてフレームの中継する。

### 解答解説

LAN間接続装置に関する問題である。

アのゲートウェアは1層から7層に関係する装置である。

イのブリッジは第2層のデータリンク層に関係し、MACアドレスでフレームを中継する。

IPアドレスはネットワーク層である。

ウのリピータは同種のセグメント間で信号を増幅し、伝送距離を延長するという記述の内容は正しい。求める答えはウとなる。

エのルータは第3層のネットワーク層に関係し、IPアドレスでフレームを中継する。

### 例題演習

長距離伝送を行う上で、LANで使用される伝送媒体を、電磁波の影響を受けにくく信頼性の高い順に並べたものはどれか。

- ア 同軸ケーブル, 光ファイバ, より対線
- イ 光ファイバ, 同軸ケーブル, より対線
- ウ 光ファイバ, より対線, 同軸ケーブル
- エ より対線, 同軸ケーブル, 光ファイバ

### 解答解説

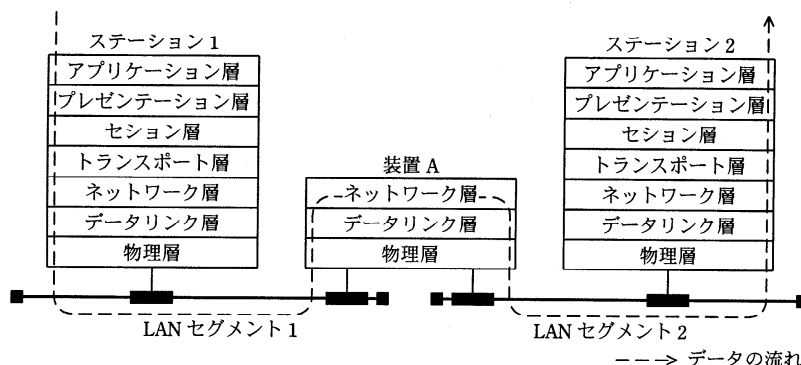
LANの伝送媒体の電磁波の影響に関する問題である。

電磁波の影響を受けにくい順は、光ファイバ、同軸ケーブル、より対線である。求める答えはイとなる。

### 例題演習

二つのLANセグメントを接続する装置Aの機能をOSI基本参照モデルで表すと図のようになる。この装置Aとして、適切なものはどれか。

- ア ゲートウェイ
- イ ブリッジ
- ウ リピータハブ
- エ ルータ



### 解答解説

ルータに関する問題である。

ルータは、複数のLAN間を接続する装置で、データ転送のための最も効率的な経路を選択する。データリンク層のブリッジはMACアドレスという物理情報だけからデータを振り分け

てLANを選択するのに対して、ネットワーク層のルータは伝送データのIPアドレスからデータの中継する経路を選択する。

アのゲートウェアはネットワーク層よりも上位のプロトコルに基づいてメッセージの中継を行う。異なるプロトコルの相互接続を行う。

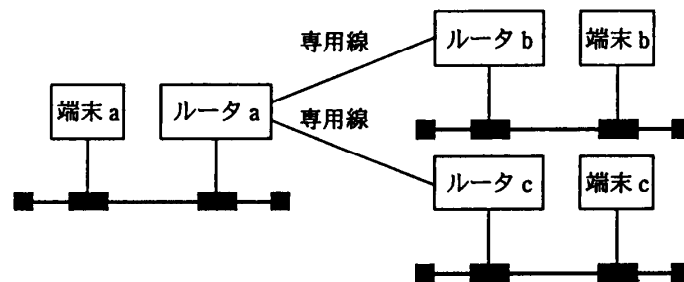
イのブリッジは第2層のデータリンク層におけるフレームを単位として、LANの中継を行う。

ウのリピータハブはデータ転送を行う集線装置である。

エのルータはネットワーク層のプロトコルに基づいてメッセージの中継を行う。最適経路選択機能をもつ。装置Aはネットワーク層のプロトコルに対応しているためルータの機能であり、求める答えはエとなる。

### 例題演習

図のように、3台のIPルータが専用線で接続されている。端末aから端末bあてのTCP/IPの packets に対するルータaの動作として、適切なものはどれか。



ア すべてのパケットを、ルータ b とルータ c の両方に中継する。

イ 常にパケットに指定されている中継ルートに従って、ルータ b だけに中継する。

ウ パケットのあて先端末のIPアドレスに基づいて、ルータ b だけに中継する。

エ パケットのあて先端末のMACアドレスから端末bの所在を知り、ルータ b だけに中継する。

### 解答解説

IPルータに関する問題である。

IPルータは、ネットワークに所属するホストから別のホストにパケットを転送する場合、転送先のIPアドレスを見て、パケットのルーティングを行う装置である。端末aから端末bにパケットを転送する場合、ルータaは端末bに関するIPアドレスを知り、それに基づいてルータbだけに中継する。求める答えはウとなる。

アのルータb、ルータcの両方に中継するは誤りである。

イのパケットに指定されている中継ルートは誤りである。

エのMACアドレスを利用して、ルータbに中継する誤りである。MACアドレスは第2層で利用されるものであり、ルータは第3層で用いられ、IPアドレスを利用する。

## 3.2.2 イーサネット

### ① イーサネット通信

#### ① イーサネットとは

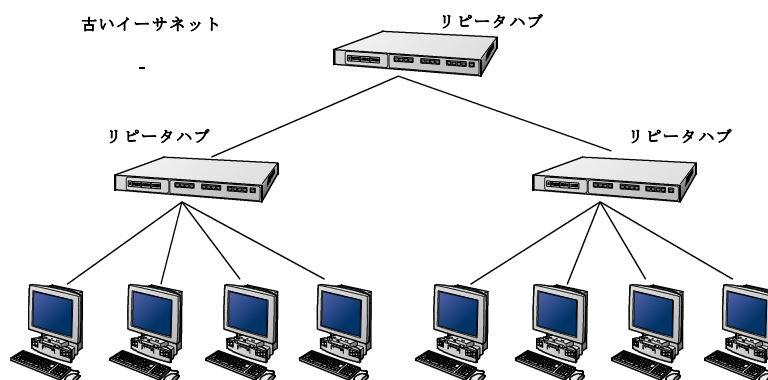
イーサネットは、ゼロックス社が開発したバス型LANで、オフィス内や建物内などの比較的狭いエリア内で、複数のコンピュータが通信するネットワーク技術であった。最初は、最大伝送速度は10Mbpsであったが、年々高速化し、100Mbps、1Gbps、10Gbpsまで高速化されて、活用の場も家庭内ネットから工場内や事務所内、WANにまで広がっている。最大セグメント長も規格によって、500m、180m、100m、1000mなどがあり、アクセス方式にCSMA/CD方式を用いる。

#### ② イーサネットの特徴

- ㊦ イーサネットカードを搭載し、10BASE規格のケーブルを使って接続する。
- ㊧ LANの接続形態によって、10BASE5、10BASE2、10BASE-Tなど方式がある。
- ㊨ アクセス方式にはCSMA/CD方式を使用する。
- ㊩ 最大伝送速度は10Mbps、100Mbps、1Gbps、10Gbpsがある。
- ㊪ トポロジはバス型であるが、10BASE-Tはスター型ツイストペアケーブルを使う。

### ② イーサネットの構成

#### ① 古いイーサネットの構成

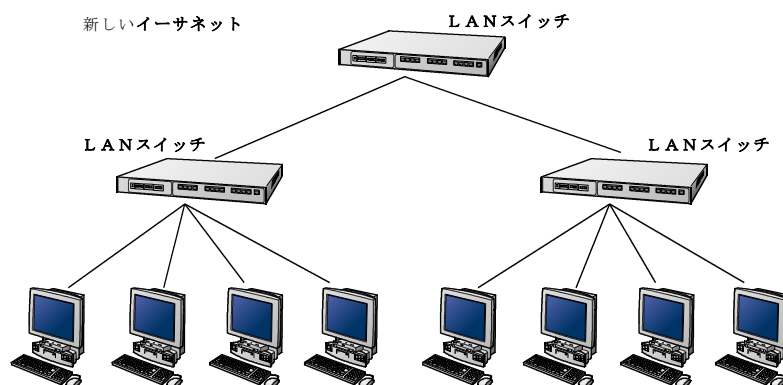


初期のイーサネットは、伝送速度10Mbpsの規格10BASE-Tのケーブルを使用し、そのケーブルに対応するLANアダプタを取り付け、その先にリピータハブという装置で構成していた。リピータハブは、取り込んだ信号をすべてのポートに伝える装置で、あるパソコンが通信している間は他のパソコンは通信できなかった。従って、リピータハブに接続するパソコンの台数



を増やせば増やすほど、1台のパソコンが利用できる速度が低下した。

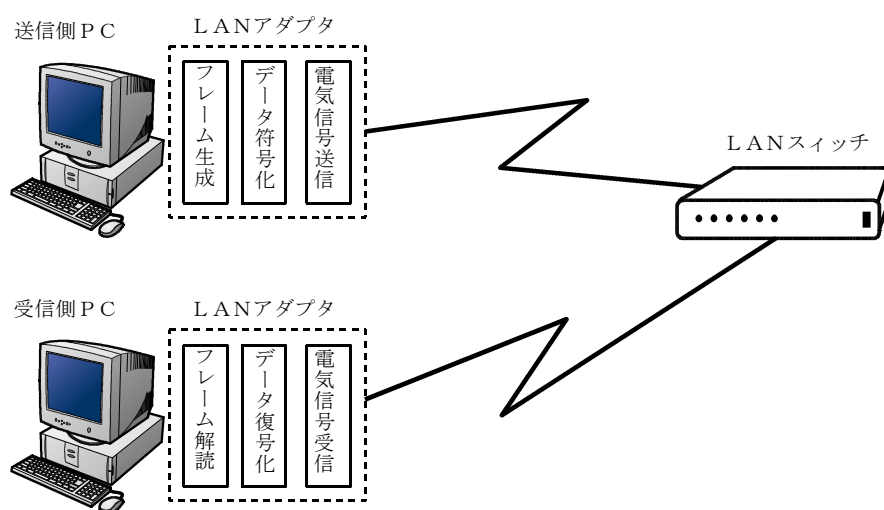
## ⑥ 新しいイーサネットの構成



最近のイーサネットは、リピータハブの代わりにLANスイッチを使用している。LANスイッチはリピータハブと異なり、ポートがそれぞれ独立してイーサネットの信号を取り扱う装置である。LANスイッチを使用することにより、通信速度が10Mbpsから1Gbpsに高速化され、更に、1台のパソコンがその速度をフルに利用できるようになっている。また、イーサネット速度の異なるパソコンを、1台のLANスイッチに接続で、速度の異なるイーサネット信号を同時に使用できるようになった。

## ③ フレームの生成・解読

### ① MACフレームの流れ



イーサネットでは、伝送データをMACフレームに収め、送信先を識別するアドレス情報を付加して相手まで送信する。まず、送信側パソコンでMACフレームを生成し、LANアダプ

タから電気信号として送出する。電気信号がLANケーブルを通じてLANスイッチに到着すると、そこで交換、中継されて、次のケーブルを流れて相手パソコンに到着し、電気信号をMACフレームに変換する。

10BASE5のイーサネットでは、同軸ケーブルを使用し、1本の同軸ケーブルに多数のパソコンが接続されており、同時に電気信号を受信する。通信先のパソコンでは、送信相手先のパソコンが電気信号を受信し、MACフレームに変換するが、その他のパソコンは電気信号を捨てる。複数のパソコンが同時に送信すると、回線上で信号の衝突が発生し、信号が破壊される。この現象を防ぐために、衝突検知装置を使用し、衝突が検知されると送信を中断し、一定の規則に基づいて、同時に発信しない処理が行われる。この処理方法が、イーサネットの基本的な動作原理である。しかし、LANスイッチの普及によって、イーサネットの基本的な動作原理は、現在では使用されなくなってきている。

## ⑥ MACフレームの構造

### ㊦ MACフレームのフィールド構成

プリアンブル	SFD	宛先MAC アドレス	送信元MAC アドレス	タイプ	MACフレームデータ部	FCS
--------	-----	---------------	----------------	-----	-------------	-----

#### ㊦① プリアンブル

同期のための信号で、1と0が交互に並ぶ。ビット数は7バイト。

#### ㊦② SFD

直後にMACフレームの先頭が続くことを示す。1と0が交互に並び最後に1が2回続く。ビット数は1バイト。

#### ㊦③ 宛先MACアドレス

宛先MACアドレスは、フレームを届ける相手のアドレスである。MACアドレスは48ビットの情報で、前半の24ビットはLANアダプタのメーカー別に与えられ、後半の24ビットはメーカーが個々のLANアダプタに個別に与える。このMACアドレスはROMに書き込まれているため勝手に書き直すことができない。

宛先MACアドレスには、個々の相手を指定するユニキャストアドレスとLANにつながるすべての端末に同報通信するブロードキャストアドレスがある。いずれも48ビットからなり、ブロードキャストアドレスには48ビットすべてが1のビットなる。

#### ㊦④ 送信元MACアドレス

送信元MACアドレスは、フレームを送り出すパソコン自身を示すアドレスである。すべてのLANアダプタは世界で唯一つのMACアドレスが与えられている。

## ㊦ タイプ

タイプのフィールドは、MACフレームを送っているデータがどんな上位プロトコルのものかを示す情報である。MACフレームのデータ部を取り出さなくても、イーサネットの上位プロトコルがわかるようになっている。イーサネットと通信できる上位プロトコルには、TCP/IP、NetWare、NetBEUI、AppleTalkなどがある。

## ㊧ MACフレームデータ部

MACフレームのデータ部は、アプリケーションのデータが格納されているフィールドで、IPヘッダー20バイト、TCPヘッダー20バイト、データ部46～1500バイト、PAD部のビット列から構成されている。

## ㊨ FCS

FCSは、MACフレームを検査するための検査ビットである。

## ㊩ MACフレームの生成

MACフレーム生成の手順は次のようになる。

- ㊰ アプリケーションが送信するデータを作成する。
- ㊱ TCP/IPソフトがデータ部を大きさ1500バイトに区切り、TCPヘッダーやIPヘッダーを付加しIPパケットを作る。
- ㊲ IPパケットに宛先MACアドレスや送信元MACアドレスなどのMACヘッダーを付け加えてMACフレームを作る。ARPを使用してIPアドレスから宛先MACアドレスを求め、検査ビットのFCSを計算して求め付加する。
- ㊳ メモリ上のドライバソフトがLANアダプタのMACチップにMACフレームのデータを受け渡す。
- ㊴ LANアダプタのMACチップがMACフレームのデータを符号化する。
- ㊵ LANアダプタのPHYチップが符号化されたビット列を電気信号に変換する。

## ㊶ MACフレームの解読

MACフレーム解読の手順は次のようになる。

- ㊰ LANアダプタのPHYチップで、受信した電気信号から元のビット列を再生し、符号化されたMACフレームを作る。
- ㊱ MACフレームのデータを復号化する。
- ㊲ LANアダプタのMACチップで、自分のMACアドレス、またはブロードキャストアドレスの場合、パソコン側にMACフレームを送り、その他の場合は破棄する。
- ㊳ パソコンのドライバソフトが、MACフレームをTCP/IPソフトに受け渡す。
- ㊴ TCP/IPソフトがMACフレームからIPパケットを取り出す。プロミスキャストモードの場合、TCP/IPソフトがMACフレームの破棄を決める。
- ㊵ IPパケット内のデータをつなぎ合わせてアプリケーションに渡す。

## ④ フレームの送信・受信

### ① 高速伝送とUTPケーブル

#### ① UTPケーブル

10BASE-Tや100BASE-TX、1000BASE-Tで使用するLANケーブルは、UTPケーブルである。UTPケーブルは、中に8本の心線が通っており、心線は2本ずつより合わされている。全部で4対の銅線を利用して、1対が単位となって電気信号が送られる。

#### ② 伝送速度と伝送周波数

ケーブルで送信される電気信号は長距離を伝わると減衰し、少しのノイズ信号でも読み取れなくなり、受信者に正しいデータが届けられなくなる。また、伝送速度を速くするには、電気信号の周波数を上げる必要があり、1ビットを1波形で送信する場合、波形の繰り返しを多くし周波数を高めなければならない。しかし、高速化のために周波数を上げると、減衰する度合いが増えてノイズに弱くなる問題が生じる。そこで、伝送速度の高速化ニーズに伴って、イーサネットでは高品質ケーブルの採用と実効周波数を低減する新しい技術を採用するようになった。

#### ③ LANケーブルの規格

LANケーブルの規格	
CAT3	最大周波数16MHz。 10Base-Tで10Mbpsを実現。
CAT5	最大周波数が100MHz 100Base-TXで100Mbpsを実現。
CAT5e	「e」は「enhanced」で「拡張」の意味だ。 最大周波数はCAT5e同様、100MHzだ。1000Base-Tで使える。
CAT6	最大周波数250MHz。 1000Base-TXで、1Gbpsを実現。
CAT6a	「a」とは「Augmented」で、「増大」の意味だ 最大周波数が500MHzだ。
CAT7	最大周波数600MHz。 ノイズを減らした。10GBase-Tで使える。

### ② MACフレームの符号変換方式

#### ① 10BASE-Tでの符号化方式

10Mbpsの10BASE-Tでは、UTPケーブルの4つのより対線の内、2つだけを使用し、1つは送信用、もう1つは受信用に使用する。より対線1つ当たり10Mbpsのデータを送ればよく、カテゴリ3というUTPケーブルを使用すると、最大16MHzまでの電気信号が伝送可能である。

この時に使用したのがマンチェスタ符号化方式である。元のビットが1なら01、0なら10と変換し、符号化後、1をプラス電圧、0をマイナス電圧に置換する。これによって、電気信号の直流成分が減り、信号が減衰しにくくなる。

#### ① 100BASE-TXでの符号化方式

1つのより対線で100Mbpsを送信する100BASE-TXだと、カテゴリ3の周波数では信号を伝えることができない。そこで、最大100MHzまでの電気信号を通すカテゴリ5という高品質ケーブルを使用することになった。しかし、100Mbpsのイーサネットでは、元のMACフレームに冗長ビットが加えられており、100Mbpsのデータを送るには125MHzが必要となり、カテゴリ5の許容範囲を超えてしまうことになる。そこで、100Mbpsのイーサネットでは実効周波数を4分の1にする手法を採用し、電気信号の実効周波数は31.25MHzに抑えた。

この場合の符号化方式は、MACチップで4B/5B符号化を行い、5ビット情報をPHYチップで電気信号に変換するMLT-3符号化方式を使用する。最初の4B/5B符号化で100MHzの信号が125MHzの信号に変わり、次のMLT-3符号化で、プラス、0、マイナスの3種類の電圧レベルに置き換える。ビットの情報が0なら電圧をそのまま維持し、1なら電圧を変える。電圧の変え方を、プラスの電圧、次にプラスから0に、その次に0からマイナスに、といった具合に変換すると、電気信号の電圧が滑らかに変化するようになり、実効周波数が抑えられる。その結果、31.25MHzの実効周波数に変換される。

#### ② 1000BASE-Tでの符号化方式

1Gbpsのイーサネットの高速化では、100BASE-TXで採用した方法では、周波数が312.5MHzとなる。そこで、8B1Q4という符号化方式を用いる。

8B1Q4符号化方式は、電圧レベルを5値に分割し、1クロックで2ビットの情報を送るパルス振幅変調を使用することで周波数を低く抑えている考え方である。元データの8ビットごとにエラー検出ビットを付加して9ビットに直す。9ビットのデータ(0-511)を4対のより対線にそれぞれ+1.0V、+0.5V、0V、-0.5V、-1.0Vの5つの電圧の組み合わせ(5<sup>4</sup>=625)に割り振り、4次元5値シンボル化によって伝送路に送出する。この符号化によって最終的な信号は80MHzの周波数帯域に収まり、比較的低価格なUTPケーブルでもなんとか支障なく使用できる。符号化処理によって1Gbpsのデータを8ビットごとに送り出しているために、シンボル・レートは125MHzとなる。

## ⑤ イーサネットの種類・規格

### ① イーサネット規格の表示法

X BASE Y

X BASE Yは最初のXはデータ伝送速度で単位はMバイト/秒、次のBASEはベースバンド方式、

最後の Y は数字の場合は 1 ケーブルセグメントの長さを表し、ケーブルの種類は同軸ケーブルで、単位は 100m である。Y がアルファベットの場合はケーブルの種類を表す。

## **⑥ イーサネットの主な規格**

### **㊦ 10BASE5**

10BASE5 は 10 は伝送速度 (Mbps)、BASE はベースバンド伝送方式、5 は 1 セグメントの最大長 500m を表す。直径 10mm の同軸ケーブルを使用する。

### **㊧ 10BASE2**

10BASE2 は 10 は伝送速度 (Mbps)、BASE はベースバンド伝送方式、2 は 1 セグメントの最大長 185m を表す。直径 5mm の同軸ケーブルを使用する。

### **㊨ 10BASE-T**

10BASE-T は 10 は伝送速度 (Mbps)、BASE はベースバンド伝送方式、T はツイストペアケーブル使用を表す。ハブ-パソコン間の最大長は 100m である。

### **㊩ 10BASE-F**

10BASE-F は 10 は伝送速度 (Mbps)、BASE はベースバンド伝送方式、F は光ファイバー使用を表す。ハブハブ間の 1 セグメントの最大長 1000m である。

### **㊪ 100BASE-FX**

100BASE-FX は 100 は伝送速度 (Mbps)、BASE はベースバンド伝送方式、光ファイバを使用し、ハブハブ間の最大長は 412m である。

### **㊫ 1000BASE-T**

1000BASE-T は、1 Gbps の通信速度に対応しているベースバンド伝送方式のイーサネットである。これをギガビット・イーサネットとも呼ぶ。1000BASE-T の場合、10BASE-T や 100BASE-TX に対応した機器と混ぜて使うことができるため、サーバー周辺のトラフィックが多いところだけ 1000BASE-T で高速化するといったことが可能である。

1000BASE-T は、100BASE-TX と同じカテゴリ 5 (CAT5) やエンハンストカテゴリ 5 (CAT5e) の UTP ケーブルを使用する規格で、4 対 8 芯の信号線すべてを使用する。そのため両端の機器を 1000BASE-T 対応のものに入れ替えるだけで、既存の 100BASE-TX ネットワークをギガビットイーサネットに対応にすることが可能である。

1000BASE-T ではイーサネット機器同士の自動認識を行い、結線時に自動認識用信号を送り出してお互いのスループットや全二重/半二重を確認し、相手が 10BASE-T や 100BASE-TX ではノーマル・リンク・パルスとアイドル信号というそれぞれの固有信号形式によって判別して通信設定を行い、下位互換性を実現している。



### ㊦ 1000BASE-TX

1000BASE-TXは、最高通信速度 1 Gbpsのイーサネットの規格で、カテゴリ6のUTPケーブルを使用する規格である。信号線を上り用と下り用に分けて使用することにより安定した通信品質を得られる。1000BASE-Tのイーサネットとは、UTPケーブルを利用する点は似てゐるが互換性はなく、100BASE-TXとの親和性の高さから1000BASE-Tの普及が先行し、1000BASE-TXはほとんど普及しなかった。

### ㊧ 1000BASE-LX

1000BASE-LXは 1 Gbpsの伝送速度で、BASEはベースバンド伝送方式、光ファイバを使用し、ハブハブ間の最大長は550m/5Kmである。

### ㊨ 1000BASE-SX

1000BASE-SXは、 1 Gbpsの伝送速度で、BASEはベースバンド伝送方式、光ファイバを使用し、ハブハブ間の最大長は550mである。

### ㊩ 10GBASE-T

10GBASE-Tは、10 Gbpsの通信が可能な10ギガビットイーサネットの規格で、銅製のケーブルを用いて接続を行うものである。2006年にIEEE 802.3anとして標準化された。銅のより対線を用いて接続するもので、カテゴリ6のケーブルなら最長55m、カテゴリ6Aのケーブルなら最長100mまでの距離をつなぐことができる。

## ㊰ ベースバンド伝送とブロードバンド伝送

### ㊱ ベースバンド伝送

ベースバンド伝送は送りたい信号の波形を、周波数帯域を変えずにそのままにして、電圧や光の強度に変換して伝送する方式である。デジタル信号の伝送の場合、1は+15Vの電圧、0なら-15Vの電圧といった使い方をする。ベースバンド伝送は、送信回路や受信回路は簡単であるが、1つの伝送路に複数の信号を多重化できない。雑音の影響を受けやすく、歪みもおおくなるため、近距離の伝送に使用する。音声や映像などのアナログ信号を送るには、デジタル信号に変換してから伝送する。

### ㊲ ブロードバンド伝送

ブロードバンド伝送は、データを決まったキャリア(搬送波)に載せて伝送する方式である。AMは、データを信号に変換して、ある周波数を持った搬送波の振幅をその信号に応じて変える方式である。送信する側が搬送波の振幅を元の信号に応じて変化させて(変調)送信し、受信した側は送信側が選択している搬送波の周波数のみに同調する回路によって搬送波を取り出し、その振幅から元の信号を取り出す。ほかにも、FM、位相変調などの方式がある。ブロードバンド伝送を使えば、搬送波の周波数を変えることで、1つの信号線内で複数の通信を同時に行なうことができる。そのために変調装置や、復調装置が必要となる。



ブロードバンド伝送は、ベースバンド伝送に比べ、同時に送れるデータ量が多くなる利点があるが、回路が複雑になる。ケーブルTVなどのサービスで、複数のTV映像のチャンネルに加え、インターネット接続のためのデジタル信号を同時に扱えるのは、こうした伝送方式を採用しているからである。

## ⑥ トークン方式のLAN

### ① トークンリング方式とは

トークンリング方式は、IEEE802.5委員会によって標準化されたLAN期間である。通信速度4Mbpsまたは16Mbpsで、アクセス制御にはトークンバス方式が使用されている。ツイストペアケーブルを利用したリング型のネットワークトポロジで構成される。

トークンリング方式はリング型LANで採用されているアクセス方式で、データの送信権を与えるトークン信号をノード間に高速で巡回させ、送信権を得たノードがデータの送信を行う方式である。トークン信号を受信できないノードは待ち状態になる。送受信フレームをフリートークンに変えられるのは、送信ノードであって受信ノードではない。データを送信しているノードがその間のネットワークを制御していることになる。

### ② トークンリング方式の動作原理

- ㊦ フリートークンが高速でリング内を巡回している。
- ㊧ メッセージを送信したいノードはフリートークンを捕捉する。宛先アドレスを書き込んだフレームを生成し、次のノードへ転送する。
- ㊨ 次のノードは宛先アドレスを調べ、自局ノードでなければ次のノードに転送する。
- ㊩ 宛先アドレスを調べ、自局ノードを確認すると、端末のバッファ領域にコピーし、受信マークを付加した応答フレームを発信ノード宛に転送する。
- ㊪ 発信ノードは応答フレームを受信し、正しく受信されたことを確認し、フリートークンに変えて、次のノードに転送する。
- ㊫ フリートークンが再び巡回する。

### ③ トークンリング方式の特徴

- ㊦ 伝送速度は4Mまたは16Mビット/秒で、伝送遅延は局数によって変化する。
- ㊧ 伝送路は主にツイストペアケーブルを使用する。
- ㊨ 電気信号的には、各パソコンはリング状に配置されるが、物理的な配線はハブを中心に放射状配置になる。
- ㊩ スループットは局数が追加されるごとに低下する。
- ㊪ 信頼性はある局の障害がネットワーク全体に波及するため高くない。信頼性を高めるためにバイパス回路が必要になる。

## ④ トークン信号のフレーム構成



- ㊦ SDはトークン信号の開始を表す識別信号
- ㊧ ACはアクセス制御で、トークン信号とフレーム信号の識別を行う機能を持っている。ビットが1のときトークンを表す。
- ㊨ EDはトークン信号の終了を表す。

## ⑤ トークンリング方式のデータフレーム信号の構成



- ㊦ SDはトークン信号の開始を表す識別信号
- ㊧ ACはアクセス制御で、トークン信号とフレーム信号の識別を行う機能を持っている。ビットが0のときデータフレームを表す。
- ㊨ FCはフレーム制御で、フレーム信号がデータを転送するのか、制御データを転送するフレームかを区別する。
- ㊩ DAは宛先アドレス
- ㊪ SAは送信元アドレス
- ㊫ Iは情報フィールド
- ㊬ FCSはフレームチェックシーケンス、
- ㊭ EDはトークン信号の終了を表す。
- ㊮ FSはフレーム状態表示で、フレーム信号が正しく宛先アドレスのノードに届いたかどうかを確認するためのものである。

## ⑥ トークンバス方式とは

トークンバス方式はバス型LANで採用されているアクセス方式で、ネットワーク内にトークンを巡回させる方式はトークンリング方式と同じである。トークンの巡回の方式は各ノードに番号を割り当て、その番号順にトークンを巡回させる。

## ⑧ トークンバス方式の動作原理

- ㊦ ネットワーク内の各ノードに、巡回順序を論理的に与え、それによってトークンやデータフレームを巡回させる。各ノードは巡回表を持っており、この表を利用して順序を決める。
- ㊧ 各ノードは受信したノードを調べ、自局宛のノードであれば、巡回表に従って次局の宛先アドレスを記入して転送する。このとき送信メッセージが存在すると、フレームにメッセージを載せて受信アドレス宛に送信する。
- ㊨ フレーム信号の伝送および即時応答機能はトークンリングの場合と同様に行われる。

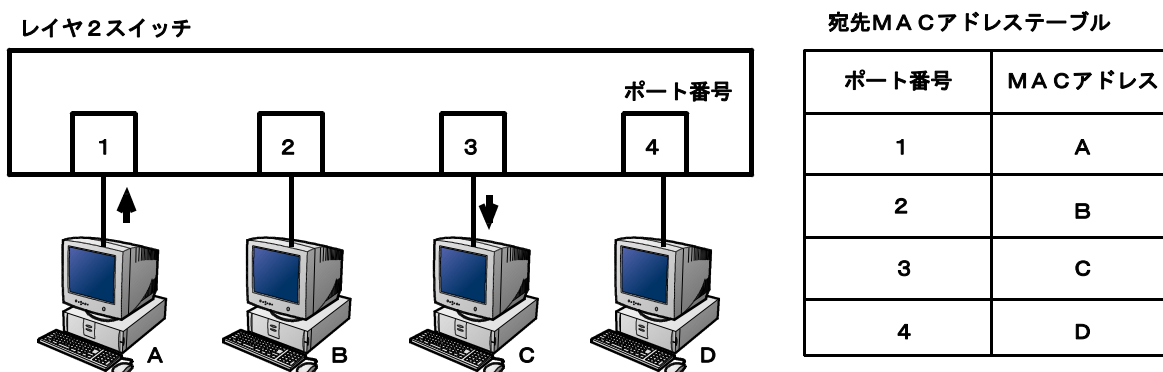
## ⑧ ブロードキャスト

ブロードキャストはネットワークにつながっているすべての機器に向けて、同時にデータを送ることである。ルータで分かれた他のネットワークなどにはブロードキャストが届かない場合がある。CSMA/CD方式のLANのブロードキャストは同一セグメント内のすべてのノードに対して、一度の送信でデータを伝送する。ネットワークに接続された他の機器のアドレスを取得するときなどに使用される。

## ⑦ VLAN

### ① VLANの概要

VLANは、ネットワーク技術における仮想化技術の代表例で、レイヤー2スイッチを使用して、MACアドレスに基づいて適切なポートにのみイーサネットフレームを転送する。受信したイーサネットフレームの送信元MACアドレスをMACアドレステーブルで学習し、宛先MACアドレスとMACアドレステーブルに基づいてイーサネットフレームを転送する。



上図に示すように、受信したイーサネットフレームの送信元MACアドレスAから、ポート番号1を経由してレイヤ2スイッチに入力し、宛先MACアドレステーブルの情報に基づいてポート番号3を経由して、MACアドレスCに転送する。宛先MACアドレスが宛先MACアドレステーブルに登録されていないときは、受信ポート以外のすべてのポートに転送する。

VLANを利用することの主なメリットは次の通りとなる。

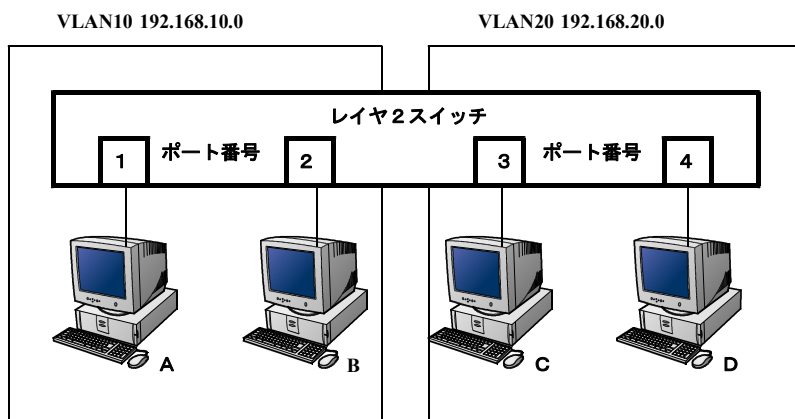
- ㊦ セキュリティの向上
- ① ネットワーク構成の柔軟な変更

### ② VLANの仕組み

#### ㊦ セキュリティの向上

VLANは、レイヤ2スイッチで仮想的にネットワークを分割する。ネットワークを分割することによって、直接通信できる範囲を限定できる。マルウェアの中にはブロードキャストを利用して感染を広げようとする行為が行われるが、範囲を限定しているとそれを防止す

ることができる。VLAN間の通信にはレイヤ3スイッチが必要になるが、レイヤ3スイッチでのパケットフィルタリングを行うことでセキュリティが向上する。



図に示すように1台のレイヤ2スイッチで、ポート番号1とポート番号2で構成するネットワークVLAN10 192.168.10.0とポート番号3とポート番号4で構成するネットワークVLAN20 192.168.20.0の2つのネットワークに分割することができる。

#### ① ネットワーク構成の柔軟な変更

利用するレイヤ2スイッチによって最大のVLAN数は異なるが、レイヤ2スイッチの設定のみでネットワークの分割が可能で、物理的な配線などを変更することなく、柔軟にネットワーク構成が決められる。レイヤ2スイッチはすべてのポート間でイーサネットのフレームの転送が可能であり、スイッチの設定によって同じVLANに属するポート間でのみイーサネットフレームが転送しないように制限することが可能となる。

#### ② VLANの識別とネットワークアドレス

VLANは1～4094のVLAN番号で区別する。TCP/IPのネットワークはネットワークアドレスで区別する。VLANによってネットワークを分割するときには、VLAN番号とネットワークアドレスの対応を考える。多くの場合、VLAN番号をネットワークアドレスの一部に組み込んで使用する。図に示すように、VLAN10のネットワークアドレスをVLAN10 192.168.10.0で表す。

図で示す内容では、レイヤ2スイッチでVLAN10とVLAN20を作成し、ポート番号1とポート番号2をVLAN10に割当、ポート番号3とポート番号4をVLAN20に割り当てている。このようにVLANを設定すると、MACアドレステーブルにはポート番号、MACアドレス、VLAN情報を含めて一緒に管理することができる。

### ③ VLAN関連技術

#### ⑦ ポートVLAN

VLANをスイッチで設定するには、物理ポートごとにポートの種類と、VLANの識別

子であるVLAN番号を指定する必要がある。ポートVLANはレイヤー2スイッチのポートに基づいてVLANの割り当てを行う方法である。ポートの種類には、アクセスポートとトランクポートがあり、ポートVLANではアクセスポートを1～4094の範囲で指定する。また、ポートにVLANを割り当てる方法に、スタティックVLANとダイナミックVLANの方式があり、スタティックVLANのことをポートVLANという。

### ① スタティックVLAN

レイヤー2スイッチはデフォルトでVLAN1があり、すべてのポートはVLAN1に割り当てられている。すべてのポートがVLAN1のポートなので、すべてのポート間でのイーサネットフレームの転送ができる。ポート1はVLAN1、ポート2はVLAN2、ポート3はVLAN5、ポート4はVLAN10というようにポートとVLANの対応を設定すると、ポートとVLANの対応が固定的に決まる。このように設定されるVLANをスタティックVLANとも呼ぶ。

ポートVLANの設定内容の1例

ネットワーク	VLAN番号	ネットワークアドレス	ポート番号
サーバネットワーク	100	192.168.100.0/24	L3SW ポート1、ポート2
ネットワーク1	10	192.168.10.0/24	L2SW ポート1
ネットワーク2	20	192.168.20.0/24	L2SW ポート2

### ② ダイナミックVLAN

ダイナミックVLANは、ポートの先に接続されるホストに応じて、自動的にポートに割り当てられるVLANを決定する。VLANを決定するための情報として、ホストのMACアドレスやIPアドレス、ホストを利用するユーザ名などが利用される。ダイナミックVLANであれば、ホストを接続するポートを変更しても、自動的に同じVLANに割り当てられるようになる。

### ① タグVLAN

ポートVLANで分割されたネットワークでは、同一ネットワーク内ではイーサネットフレームは届くが、異なるネットワーク間ではイーサネットフレームは届かない。そこで、タグVLANでは、VLANタグという仕組みを使って、1つの物理ポートに複数のVLANの packets を流せるようにしている。そのため仕組みとして、スイッチ内の物理ポートにトランクポートを設け、異なるネットワークのトランクポート同士を結合して、ルーティング機能を活用し、異なるネットワーク間にパケットが届くようにしている。

タグVLANは、ポートVLANのフレーム構造に4バイトのVLANタグ情報を付加することによってこれを可能にしている。従って、トランクポート間では、VLANタグ情報が付加されたVLANを識別できるタグフレームが流れることになる。

## ㉔ レイヤ3スイッチの活用

レイヤー2スイッチで分割したネットワークVLANは相互接続されていない。VLAN間での通信を実現するには、ルーターまたはレイヤー3スイッチでVLAN同士を相互接続しなければならない。ルーターはネットワークを相互接続して、ネットワーク間のデータの転送を行うネットワーク機器である。レイヤー2スイッチで分割したネットワークは、ルーターによって相互接続することで、VLAN間の通信ができるようになるが、ルーターを介したVLAN間の通信は、ルーターとレイヤー2スイッチ間のリンクがボトルネックになる可能性があり、ルーターを別途接続するとネットワーク構成も複雑になってしまう。そこで、レイヤー3スイッチを利用すると、レイヤー2スイッチの内部にルーターの機能を組み込み、ルーターによるVLAN間ルーティングの問題点を解消し、レイヤー3スイッチ単体でVLANを相互接続し、高速なVLAN間の通信を可能にする。

## ㉕ プライベートVLAN

### ㊦ プライベートVLAN

複数のサーバを効率よく運用管理するために、サーバをサーバファームに集約して設置し、サーバは同一VLANに接続して同じネットワークのIPアドレスを設定する。同一VLANなので、ルーターやレイヤー3スイッチを介さずにサーバ間の通信ができる。

プライベートVLANは、レイヤー2のレベルでトラフィックを分離するための機能を活用し、大規模なプライベートドメイン(プライマリーVLAN)の中に、小規模なサブドメイン(セカンダリーVLAN)を作成し、トラフィックを分離する。セカンダリーVLANは、独立VLANおよびコミュニティVLANの2つに分類されたVLANで構成する。プライベートVLANを使用するには、管理対象のVLANにいずれかの役割を付与するために、VLAN同士の関連付けと、インターフェースとVLANの関連付けを設定する。

### ① VLANポートの種類

#### ① プロミスキャスポート

プロミスキャスポートはプライマリVLANのポートである。コミュニティポート、隔離ポートとの間で通信できる。上位のスイッチが接続されるポートをプロミスキャスポートとして設定することになる。

#### ② コミュニティポート

コミュニティVLANのポートがコミュニティポートとなる。コミュニティポート間、プロミスキャスポートとの通信ができるポートである。連携して動作する必要があるサーバが接続されるようなポートをコミュニティポートとして設定する。

#### ③ 隔離ポート

隔離VLANのポートが隔離ポートである。隔離ポートが通信できるのはプロミスキャスポートとの間のみである。他の隔離ポートやコミュニティポートとの通信はできない。他のサーバと連携する必要がないようなサーバを接続するポートを隔離ポートとする。

## ㉔ VLAN同士の関連付け

### ① プライマリーVLAN

プライベートVLANの管理対象のVLANである。独立VLANおよびコミュニティVLANと直接通信できる。プライベートVLANごとに、1つだけ設定できます。

### ② セカンダリーVLAN

プライマリーVLANの中に作成するVLANである。セカンダリーVLANは、さらに独立VLANおよびコミュニティVLANの2つに分類される。セカンダリーVLAN同士の通信は禁止される。

### ③ 独立VLAN

プライマリーVLAN以外のVLANとの通信が禁止されているVLANである。同一独立VLAN内のメンバーポート同士での通信も禁止されている。プライマリーVLANに対して、1つの独立VLANを関連付けることができる。

### ④ コミュニティVLAN

プライマリーVLANおよび同一コミュニティVLANとの通信のみ許可されているVLANである。プライマリーVLANに対して、複数のコミュニティVLANを関連付けることができる。

## ㉕ インターフェースとVLANの関連付け

インターフェースごとに以下のいずれかの役割を設定し、プライマリーVLANおよびセカンダリーVLANを関連付ける。

### ① プロミスキャスポート

プロミスキャスポートは、プライマリーVLANを関連付けるポートで、インターフェースをプロミスキャスポートに設定し、プライマリーVLANを関連付ける。

### ② 独立ポート、コミュニティポート

独立ポートは、独立VLANを関連付けるポートで、コミュニティポートは、コミュニティVLANを関連付けるポートである。どちらの場合もインターフェースをホストポートに設定し、VLANを関連付ける。VLANの役割に応じて、独立ポートまたはコミュニティポートに設定される。

## 例題演習

10BASE5によるLANの特徴として、適切なものはどれか。

- ア セグメントの長さは最大500mであり、伝送速度は10Mビット/秒である。
- イ 端末との接続に使用する伝送媒体は、ツイストペアケーブルである。
- ウ トランシーバはネットワークインタフェースカードに組み込まれている。
- エ ネットワークトポロジーは、スター型である。



### 解答解説

10BASE 5 の LAN の特徴に関する問題である。

10BASE 5 の内容

- ① 最初の10はデータ伝送速度で単位はMバイト/秒である。
- ② BASEはベースバンド方式
- ③ 最後の5は1ケーブルセグメントの長さを表し、ケーブルは同軸ケーブルを使用し、単位は100mである。5がアルファベットの場合はケーブルの種類を表す。

アのセグメント長500m、伝送速度10Mビット/秒は共に正しい記述である。求める答えはアとなる。

イの伝送媒体は同軸ケーブル、ツイストペアケーブルが使用される。ツイストペアケーブルのみというのは誤りである。

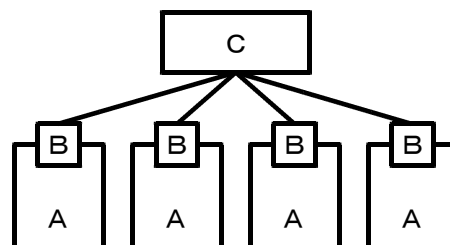
ウのトランシーバの組み込み位置は、10BASE 5 の場合はネットワークケーブルに装着しトランシーバとLANカードの間はケーブルで接続されている。10BASE 2 や10BASE-TはLANカード上に実装される。従って、LANカードに組み込まれているは誤りである。

エのネットワークトポロジはバス型であり、スター型ではない。

### 例題演習

図は10BASE-TによるLANを用いて、コンピュータを接続したネットワークの概念図である。図中のAをコンピュータ、Bをネットワークインタフェースカードとしたとき、Cの装置名として適切なものはどれか。

- ア ターミネータ
- イ トランシーバ
- ウ ハブ
- エ モデム



### 解答解説

LAN内機器接続に使用されるハブに関する問題である。

アのターミネータは、ネットワークにおいて接続された装置の最後であることを示す装置である。SCSI対応の周辺機器の接続やイーサネットで使われる。伝送信号を吸収する装置である。

イのトランシーバは、端末などのLAN接続装置と同軸、光ファイバ、ツイストペアなどのケーブルの間に設置される信号の変換装置である。

ウのハブは、スター型LANの中心にあって、信号を増幅して中継を行うリピータである。端末から出たペアケーブルをハブのモジュージャックに差し込むだけで、スター型LANが構築できる。装置Cはハブであり、求める答えはウとなる。

エのモデムは、端末からのデジタル信号を、電話網のようなアナログ網に適した信号に変換したり、その逆の変換を行ったりする装置である。

### 例題演習

端末装置を通信ケーブルに並列に接続する方式で、現在最も広く使われているイーサネットに代表されるLAN形状はどれか。

- ア バス型トポロジ
- イ リング型トポロジ
- ウ スター型トポロジ
- エ FDDI

### 解答解説

イーサネットのLAN形状に関する問題である。

アのバス型トポロジは1本の伝送ケーブルに通信機器を接続した構成で、伝送ケーブルの両端には終端抵抗を設置する。イーサネットに利用されている。求める答えはアとなる。

イのリング型トポロジはすべてのノードを両端のノードと伝送ケーブルで接続して構成する。伝送路はリングになっている。伝送路上のメッセージは各ノードで増幅あるいは再生され一方向に巡回する。

ウのスター型トポロジはすべてのノードを伝送ケーブルで中央の制御局である集線装置に結んで構築する。制御局に障害が起きるとシステム全体がダウンする。

エのFDDIはANSIが制定した光ケーブルを用いたトークンリング方式のLANである。100Mbpsの高速伝送が可能である。

### 例題演習

10BASE-Tのハブに付いている衝突(collision)ランプが連続して点灯したときのLANの状態として、適切なものはどれか。

- ア LANが込み合っており、データの送受信の効率が悪くなっている。
- イ 規定数以上のコンピュータが、同一セグメントに接続されており、ハブへの供給電源が電圧降下を生じている。
- ウ 接続されたコンピュータのうち、非常に処理速度の速いコンピュータがLANを占有している。
- エ ハブが制限台数を超えてカスケード接続されており、送受信するデータが届かなくなっている。

### 解答解説

10BASE-Tに関する問題である。

10BASE-Tは、IEEE 802.3で規定されたイーサネット型LANの接続規格である。伝送速度10Mビット/秒の高速、最大セグメント長100mである。イーサネット型のLANであるから、アクセス方式としてCSMA/CD方式を採用している。従って、衝突が発生する。LANのトラフィックが混み合ってくると衝突が発生して、データの送受信の効率が悪化する。そのため衝突ランプが点灯する現象が発生している。

アのLANのトラフィックが混み合ってくると衝突が発生して、データの送受信の効率が悪化し、衝突ランプが点灯する現象が発生する。求める答えはアとなる。

イのハブの供給電圧の低下は、装置の不具合の発生原因にはなるが、連続したデータの衝突の発生原因にはならない。

ウの処理速度の速いコンピュータがLANを占有すると、他のコンピュータからの送信を十分にさせる可能性はあるが、衝突の発生は少ない。

エのハブ台数の増加による到達不能状態はデータの減衰するため、それによって衝突が連続的に発生する原因にはならない。

### 例題演習

10BASE-T(IEEE802.3)のLANに関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア アクセス方式はCSMA/CDである。
- イ 伝送速度は特に決められていない。
- ウ 同軸ケーブルで端末を連結する。
- エ 配線形態はバス型である。

### 解答解説

10BASE-Tに関する問題である。

アのアクセス方式はCSMA/CD方式であるという記述は正しい。求める答えはアとなる。

イの伝送速度は10Mbpsであり、決められていないは誤りである。

ウの接続媒体はツイストペアケーブルで、同軸ケーブルは誤りである。

エの配線形態はハブを使用したスター型である。

### 例題演習

CSMA/CD方式のLANで、フレームを送受信するときに、送信元とあて先の特定のためにデータリンク層で使用されるものはどれか。

- ア IPアドレスのホスト番号
- イ MACアドレス
- ウ サブネットマスク
- エ ポート番号

### 解答解説

MACアドレスに関する問題である。

アのIPアドレスのホスト番号は、ホストコンピュータの番号である。

イのMACアドレスは、イーサネットに接続するすべての機器がもつ固有番号であり、これらの機器間で通信を行う場合、データリンク層のMAC層において、各機器はこのMACアドレスを参照して通信相手特定する。求める答えはイとなる。

ウのサブネットマスクは、インターネット上で1つのネットワーク内にあると認識される端末を、仮想的に複数のネットワークに分けて管理するための仕組みであり、各端末に割り当てられたIPアドレスの内、ホスト部分の何ビットかを利用して割り当てる。

エのポート番号は、TCP/IPの通信で、サービスの識別のために使われる番号のことで、この番号がパケットのヘッダの部分に含まれている。この番号に従って、特定のポートを経由

して関係するサービスに情報やデータを提供する。

### 例題演習

ネットワーク機器に付けられているMACアドレスの構成として、適切な組合せはどれか。

	先頭 24 ビット	後続 24 ビット
ア	グローバルエリア ID	IP アドレス
イ	グローバルエリア ID	固有製造番号
ウ	OUI (ベンダ ID)	IP アドレス
エ	OUI (ベンダ ID)	固有製造番号

### 解答解説

MACアドレスに関する問題である。

MACアドレスは、データリンクに接続されているノードを識別するために利用され、同じMACアドレスのインタフェースカードは世界中に一つしか存在しないものである。MACアドレスは48ビットで構成され、ベンダ識別子(先頭24ビット)とベンダ内の識別子(後続24ビット)を含んでいる。

先頭のベンダーID(OUI)と後続のベンダ内識別子(固有製造番号)の組合せでできている。求める答えはエとなる。

### 例題演習

1個のTCPパケットをイーサネットに送出したとき、イーサネットフレームに含まれる宛先情報の、送出順序はどれか。

- ア 宛先IPアドレス、宛先MACアドレス、宛先ポート番号
- イ 宛先IPアドレス、宛先ポート番号、宛先MACアドレス
- ウ 宛先MACアドレス、宛先IPアドレス、宛先ポート番号
- エ 宛先MACアドレス、宛先ポート番号、宛先IPアドレス

### 解答解説

イーサネットヘッダに関する問題である。

イーサネットにフレームが送出されたときのヘッダの構成は、フレームの先頭から、イーサネットヘッダ、IPヘッダ、TCPヘッダの順になっており、各ヘッダには次の情報が含まれている。

- イーサネットヘッダ : 宛先MACアドレス、送信元MACアドレス、イーサネットタイプ
- IPヘッダ : 送信元IPアドレス、宛先IPアドレス、プロトコルタイプ
- TCPヘッダ : 送信元ポート番号、宛先ポート番号

イーサネットフレームに含まれる宛先情報の送出順序は、宛先MACアドレス、宛先IPアドレス、宛先ポート番号の順になる。求める答えはウとなる。

### 例題演習

次の機能をもった装置はどれか。

- ・ O S I 基本参照モデルのデータリンク層レベルで動作して、同時に複数のフレーム中継処理を行う。
- ・ 受信したフレームの送信先アドレスを、内部のアドレステーブルと照合し、該当する端末が接続されているポートへフレームを転送する。

- ア スイッチングハブ
- イ ブリッジ
- ウ リピータハブ
- エ ルータ

### 解答解説

スイッチングハブに関する問題である。

アのスイッチングハブは、各ポートに接続された機器のMACアドレスに基づき、送信元と送信先のポートを特定して接続する。関係しないポートにはパケットが送出されないので不要なトラフィックを減少できる。データリンク層で動作する。求める答えはアとなる。

イのブリッジは、データリンク層レベルでの接続を行うLAN間接続装置で、パケットの送信元と送信先のアドレスが同じものは破棄するフィルタリング機能がある。

ウのリピータハブは、すべてのポートにパケットを送出する。

エのルータは、ブリッジがIPアドレスを透過させるのに対して、ルータはIPアドレスをみてネットワーク層レベルで中継経路設定を行う。

### 例題演習

ネットワーク機器の一つであるスイッチングハブ(レイヤ2スイッチ)の機能として、適切なものはどれか。

- ア LANポートに接続された端末に対して、IPアドレスの動的な割当てを行う。
- イ 受信したパケットを、あて先MACアドレスが存在するLANポートだけに転送する。
- ウ 受信したパケットを、すべてのLANポートに転送(ブロードキャスト)する。
- エ 受信したパケットを、ネットワーク層で分割(フラグメンテーション)する。

### 解答解説

スイッチングハブに関する問題である。

スイッチングHUBはイーサネット端末やATM端末の集線装置で、スイッチング機能をもつものである。端末を束ねる点ではマルチポートリピータであるハブと同じであるが、パケットは送信先端末が接続されたポートに対してのみ送られる。スイッチ内部は、LANの伝送速度以上の交換能力を持っているため、複数ポートからの入力データを同時に転送できる。データフレームの中に格納されている宛先端末のMACアドレスを読み取り、その端末が接続されているポートにだけデータを転送する。ブリッジはあるポートから受け取ったデータを他のすべてのポートに転送するが、スイッチングハブでは特定のポートにしか転送しない。

アのIPアドレスを割り当てる機能はDHCPであり、スイッチングハブはMACアドレス

にもとづいてLANポートに転送する。

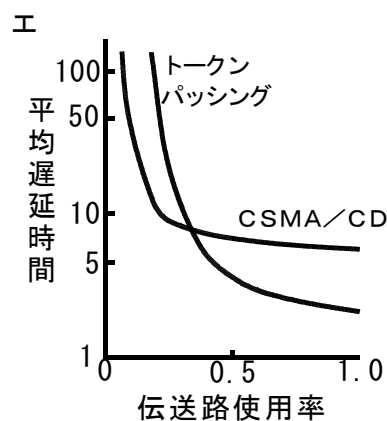
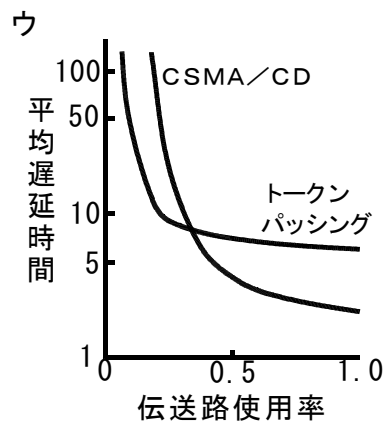
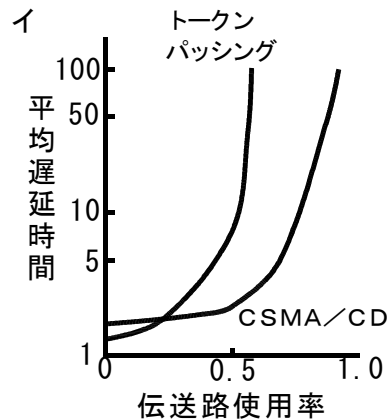
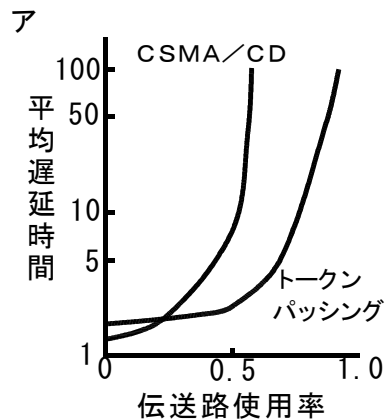
イのMACアドレスが存在するポートに転送するは適切である。求める答はイとなる。

ウのすべてのLANポートに転送するは誤りである。

エの内容はスイッチングハブの機能ではない。

### 例題演習

CSMA/CD方式とトークンパッシング方式における伝送路使用率と平均遅延時間の関係を表すグラフとして、正しいものはどれか。

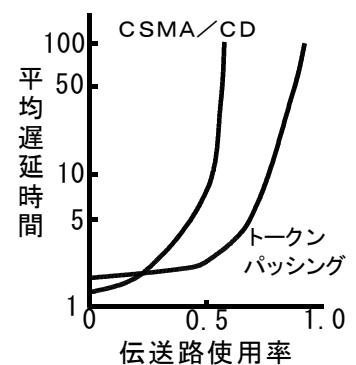


### 解答解説

伝送路使用率と遅延時間に関する問題である。

CSMA/CD方式は伝送路使用率が大きくなると、衝突が発生し平均遅延時間が大きくなる。この条件を満たすのは、ア、イのいずれかである。

伝送路使用率が低い間は、トークンパッシングはトークンの巡回待ちのため平均遅延時間が衝突のないCSMA/CDよりも大きくなり、伝送路利用率が高くなると、CSMA/CDは衝突の確率が高くなるため、トークンパッシングよりも平均遅延時間は大きくなる。従って、次の図のようになる。求める答えはアとなる。





### 例題演習

トークンリング方式のLANの特徴として、正しいものはどれか。

- ア CSMA/CD方式のLANと比較すると、伝送速度は低速である。
- イ LAN上でデータの衝突が生じた場合には、送信ノードは一定時間経過した後に再送する。
- ウ データを送信するノードは、まず送信権を獲得しなければならない。
- エ 伝送遅延を一定時間以内に抑えるために、ノード間のケーブル長は500m以下である。

### 解答解説

トークンリング方式のLANに関する問題である。

アの伝送速度は4Mまたは16Mビット/秒で、CSMA/CD方式のLANの10Mビット/秒と比較して低速とは言えない。

イの衝突が発生した場合には一定時間経過後に再送するのはCSMA/CD方式のLANであり、トークンリング方式ではない。

ウの送信するノードはトークンを得て送信権を獲得するという内容は正しい記述である。求める答えはウとなる。

エの伝送遅延を小さくするためノード間の距離を500m以内にするのはCSMA/CD方式のLANである。

### 例題演習

LANのアクセス方式のうち、複数の端末が同時に送信を行い、送信の衝突が起きる可能性のあるものはどれか。

- ア ATM
- イ CSMA/CD
- ウ FDDI
- エ トークンリング

### 解答解説

LANのアクセス方式のCSMA/CD方式の問題である。

アのATMは、データをセルと呼ばれる固定長のパケットに分割する伝送方式である。B-ISDNなど次世代広域ネットワークの基盤技術である。送信の衝突は発生しない。

イのCSMA/CDは、イーサネットに採用されているデータ伝送方式の一つで、データを送出しようとする端末が伝送路上のデータの有無を確認し、他のデータが流れていなければ端末はデータを送出する。複数の端末が同時にデータを送出し伝送路上で衝突した場合にはこれを検知して、ある程度時間をおいてから再送する。求める答えはイとなる。

ウのFDDIは、トークンバス型ネットワークの一種で、光ファイバケーブルを用いた100Mbpsの伝送速度をもつLANの規格である。送信の衝突は発生しない。

エのトークンリングは、トークンと呼ばれる制御情報を巡回させるリング型のネットワークで、送信の衝突は発生しない。



## 3.2.3 TCP/IP

### ① TCP/IPプロトコル

#### ① TCP/IPとは

##### ① TCP/IPプロトコル概要

TCP/IPはインターネットの標準プロトコルで、業界標準である。1970年代にARPANET用に開発されたものであり、高信頼性と高速性を実現している柔軟性に富んだプロトコル群である。基本的にはOSIと同じように階層構造になっており、応用層、トランスポート層、インターネット層、ネットワークインタフェース層の4層から構成されている。

##### ② TCP/IPの役割

インターネットはパケット化された情報がネットワーク上に設置されたルータを中継して目的の端末に伝送される。インターネット上では種類や性能の異なるコンピュータが多数点在しており、TCP/IPのプロトコルを採用することによってこれらのコンピュータ間の通信が可能になっている。TCP/IPはTCPとIPがそれぞれの役割を分担することによってインターネット上で高信頼性、高速性の通信を可能にしている。

TCPの役割は、パケットの再送処理やフロー制御を行い、通信の品質を保証することである。トランスポート層の上位で動作する電子メールやファイル転送といった応用層のプロトコル群からデータを受け取り、データを誤りなく効率的に相手先に転送できる形でIPに託す。OSI基本参照モデルのトランスポート層の役割を行う。

IPの役割はパケットを適切な経路を使って相手先に送り届けるパケット転送を行う。上位層から受け取ったデータにIPヘッダを付加したIPパケットを、種々の通信媒体を経由して、パケットサイズなどの伝送媒体の違いを吸収しデータ伝送を行う。OSI基本参照モデルのネットワーク層の役割を行う。

#### ② コネクション型

コネクションはデータを送信する前に送信側と受信側で論理的通信路を確立することである。データはこのコネクション上を転送され目的の端末まで届けられる。データの送信が終了するとコネクションが切断される。コネクションを確立することによって信頼性の高い通信路を実現している。

TCPはコネクション型の高信頼性の確保を狙ったプロトコルである。データを送受信する前に、コネクションと呼ばれる仮想的な通信回線を送信元と宛先との間で確立する。上位のアプリケーションではパケットの紛失や順番の変化を意識しなくて済む。しかし、メモリやCPUの能力などコンピュータ資源を消費するため、同時に確立できるコネクションの数には上限がある。

## ③ コネクションレス型

コネクションレス型の通信はデータ通信前の通信路の確保などのコネクションの確立が省略されるので、相手に確実にデータを送れる保証はないが、高速なデータ伝送が可能である。コネクションレス型は信頼性の高い通信回線上の通信を前提にしている。IPはコネクションレス型の高速データ伝送の実現を狙ったプロトコルである。

UDPは、IPプロトコルの機能をアプリケーションから直接利用するシンプルなプロトコルで、コネクションレスプロトコルである。信頼性がIPと同じレベルなので、上位のアプリケーション側で必要とする通信制御を施すことになる。しかし、コンピュータ資源を消費しないので通信相手の数に制限がない。

## ④ TCP/IPにおける通信手順

- ㊦ 送信要求が発生したら、コネクションを確立する。
- ㊧ 送信側では各層を通過する際にユーザデータにヘッダをつけてデータを送る。
- ㊨ 受信側では、データが各層を通過する際にヘッダを順次取り外していく。
- ㊩ データの送信が終了したら、コネクションを切断する。
- ㊪ 通信資源を解放して終了する。

## ② TCP/IPの各層の特徴

### ㊱ 応用層

最上位に位置し、ユーザアプリケーションに対してサービスを行う。インターネット上のサービスは、この層のプロトコルによって実現されている。

主なプロトコルにはDNS(ドメイン名とIPアドレスを対応させるプロトコル)、HTTP(HTMLで記述されたファイルを転送するプロトコル)、FTP(ファイルを転送するプロトコル)、SMTP(簡易メールを転送するプロトコル)、POP3(メールサーバからメールを取り出すプロトコル)、NNTP(ネットワークニュースを転送するプロトコル)、TELNET(リモート端末プロトコル)、SNMP(簡易ネットワークを管理する)などがある。

### ㊲ トランスポート層

応用層の下位に位置し、システム・エンド間のデータ伝送サービスを提供する二つのプロトコルTCPとUDPが存在する。TCPはコネクション型で、順序制御や再送制御の機能があり、信頼性が要求され大量のデータを連続して送信する場合に適している。UDPはコネクションレス型で、高速性やリアルタイム性を重視する通信、サイズの小さいデータを間欠的に送信する場合に適している。IP電話はTCPを使用すると再送処理のため音声途切れる可能性があるが、UDPではパケットが一部失われる状態が発生しても音声は乱れるだけである。どちらを用いるかは応用層により決定される。

## ③ インターネット層

トランスポート層の下位に位置し、インターネットなどのネットワークを介してデータ転送を行うためのルーティングや中継機能を提供する。この層ではIPプロトコルが非常に重要な役割を果たしており、IPヘッダをつけてIPデータグラムを送信側から受信側へ転送する。IPヘッダの中のIPアドレスにより相手先を認識してデータを送信し、ルータなどの中継装置と連携して、最適なルーティング等を行う。

## ④ ネットワークインタフェース層

インターネット層の下位に位置し、トランスペアレントな誤りのない伝送を行う。OSIにおける物理層とデータリンク層の機能をまとめた層で、LLC層(論理リンク制御)とMAC層(媒体アクセス層)に分けて、プロトコルを分類している。

LLC層にはSLIPとPPPの2つのプロトコルがある。SLIPは、公衆回線を用いて遠隔地のワークステーションとIPネットワークをポイントツーポイント接続するためのプロトコルであり、RS-232Cなどのシリアルインタフェースを利用する。障害対策や誤り制御などは上位層に委譲している。IPだけを対象にしているプロトコルで、NetWareなどのパソコン環境では利用できない。PPPは、SLIPと同様の機能をもったポイントツーポイントでコンピュータを接続するプロトコルで、管理面での機能の向上が図られている。電話回線やISDN、専用回線、ATM回線などに利用されており、ダイヤルアップ接続によるインターネットへの接続に用いられている。

## ⑤ インターネットにおけるデータリンクの役割

機器間で通信を行う場合、物理層とデータリンク層が必要になる。物理層は2進数の0と1に変換する働きを持ち、データリンク層は0と1の数字列をフレームという1つの固まりにして相手の機器に伝える役割をする。従って、インターネットによる通信の最小の単位はデータリンクであり、インターネットはデータリンクの集合とみなすことができる。

MACアドレスは、データリンクに接続されているノードを識別するために利用され、同じMACアドレスのインタフェースカードは世界中に一つしか存在しないものである。MACアドレスは48ビットで構成され、ベンダ識別子とベンダ内の識別子を含んでいる。

データリンクにはいろいろな種類があり、イーサネット、FDDI、ATM、トークンリングなどが相当する。

## ③ IPプロトコル

### ① IPアドレスの条件

⑦ ネットワーク部はインターネットに接続されているすべてのネットワークアドレスと重ならない。

- ㉑ 同じデータリンクに接続されているホストは、すべて同じネットワークアドレスとする。
- ㉒ IPアドレスのホスト部は同一リンク内で重ならない。
- ㉓ ネットワーク部とホスト部の区別が明確である。
- ㉔ ビットがすべて1またはすべて0は使用しない。(予約済みである)
- ㉕ 世界で同じIPアドレスをもつコンピュータは1台しかない。

## ⑥ IPアドレスの役割

### ㉖ IPアドレスのビット数

IPアドレスは、IPを使って通信しているコンピュータを識別するためのアドレスである。IPネットワークは、IPアドレスを使ってパケットを適切な宛先に転送するネットワークといえる。現在、使用されているIPバージョン4のIPアドレスは32ビットの長さであり、アドレスの前半部はホストが接続されているネットワークを識別するネットワークIDであり、後半はネットワーク内のホストを識別するホストIDである。IPアドレスはコンピュータ内部では2進数の32ビットで構成されるが、人間のための表記法としては、8ビットずつ4つの組に分け、ピリオドを入れて10進数で表示される。

### ㉗ IPアドレスは4クラスに分類

IPアドレスの前半部と後半部は、ネットワークの規模によって変化する。ホスト台数が多い大きなネットワークでは、ホストID部を短くとり、割り当可能なホスト台数を増加させる。逆に、ホスト台数が少なければネットワークIDを長くとり、小規模のネットワークの数を多くする。

IPアドレスは次に示す、クラスA、クラスB、クラスC、クラスDの4つのクラスに分類される。

クラスA	0	7ビット	8ビット		
クラスB	1	0	6ビット	8ビット	
クラスC	1	1	0	5ビット	8ビット

### ㉘ クラスA

クラスAは、先頭1ビットが0で始まり、ネットワーク部は先頭から8ビットで表すため、10進数では0～127までがクラスAのネットワークアドレスとなり、予約済みのアドレスを除くと、126のネットワーク数が確保できる。ホストアドレスは残りの24ビットで表現し、1ネットワーク内で割り当てられるホストアドレスは16777214となる。

## ⑤ クラスB

クラスBは、先頭2ビットが10で始まり、ネットワーク部は先頭から16ビットで表すため、10進数では128～191までがクラスBのネットワークアドレスとなり、予約済みのアドレスを除くと、16382のネットワーク数が確保できる。ホストアドレスは残りの16ビットで表現し、1ネットワーク内で割り当てられるホストアドレスは65534となる。

## ⑥ クラスC

クラスCは、先頭ビットが110で始まり、ネットワーク部は先頭から24ビットで表すため、10進数では192～223までがクラスCのネットワークアドレスとなり、予約済みのアドレスを除くと、2097150のネットワーク数が確保できる。ホストアドレスは残りの8ビットで表現し、1ネットワーク内で割り当てられるホストアドレスは254となる。

## ⑦ クラスD

クラスDは先頭4ビットが1110で始まり、全てのビットがネットワークアドレスとなり、IPマルチキャスト通信に使用される。ネットワークアドレスを求める場合、クラスAは255.0.0.0、クラスBは255.255.0.0、クラスCは255.255.255.0とIPアドレスの論理積によって求めることができる。

## ⑧ IPv4とIPv6

IPv4は現在インターネットで使用されているIPプロトコルで、32ビット表記のアドレスを使用し、これで通信相手を識別する仕組みである。

IPv6はIPv4の後継プロトコルで、最大の機能強化点はアドレス数を増やしたことである。アドレスの表記に使用するビット数を32から128長に拡張している。この結果、最大アドレス数がv4の約43億に対して、 $3.4 \times 10^{38}$ となり、ほぼ無限大になる。全人類が1人1兆個使用可能になる。v6を使用すると、パソコンだけでなく、家電や車などあらゆる日常品にアドレスを割り振ることが可能になる。

アドレスの表記には16進数(23AE:00B3:0000:6C7A:0463:FF00:00FF:3BD5)を使用する。

## ⑨ IPv6の主な変更点および特徴

① IPアドレスを32ビットから128ビットに拡張

② ヘッダのフォーマット変更

③ ネットワークの経路処理方法の改善

④ アドレスは、ユニキャストアドレス、エニーキャストアドレス、マルチキャストアドレスの3種類がある。

⑤ 表記法は、128ビットを16ビットずつ8つに“:”（コロン）で区切った16進数数値列で表記する。

⑥ ユニキャストアドレスには、グローバルユニキャストアドレス、リンクローカルユニキャストアドレスがある。

- ⊕ 機能の拡張性などの拡大
- ⊗ セキュリティの強化

## ④ サブネットワーク

### ① サブネットワークとは

インターネットの初期は、組織ごとに個別のネットワークIDを割り当てていたが、インターネット利用者の急増に伴ってIPアドレスが不足するようになった。そこで、限られたアドレスを有効に使うための導入されたのがサブネットワークとプライベートアドレスの技術である。サブネットワークはネットワークIDとホストIDの境界線をずらす技術である。

クラスAやクラスBを効果的に使用し、IPアドレスの不足を改善するためにサブネットワークの考え方が用いられるようになり、各クラスごとに決まるホスト部にサブネットワークアドレスが設定される。サブネットワークの導入によって、IPアドレスは2つの識別子で表されるようになり、1つはIPアドレスで、もう1つはネットワーク部の長さを表すサブネットマスクである。

### ② サブネットマスク

サブネットマスクは32ビットの数値で、IPアドレスのホストアドレス部の一部をネットワークアドレスとして利用できるようにするものである。サブネットマスクの採用によって、クラスA、B、CなどのIPアドレス群をネットワーク部とホスト部に分割するのにサブネットマスクが使用されるようになった。

サブネットワークを含むネットワークアドレスの長さに相当する長さに1のビットを並べ、残りのビットを0のビットとしてビットパターンを作り、サブネットマスクとする。IPアドレスとサブネットマスクのビット別論理積を実行するとネットワークアドレスを求めることができる。IPアドレスが172.20.100.52で、ネットワークアドレスが26ビットの場合は、サブネットマスクとして255.255.255.192を用いる。この場合の表示方式として、IPアドレスは172.20.100.52/26と表示し、ネットワークアドレスは172.20.100.0/26と表示する。

### ③ CIDR

CIDRはIPアドレス中のネットワークアドレスを1ビット単位で区切り、連続するネットワークを一つのネットワークとして識別できるようにする方式である。サブネットを構築する場合、サブネットマスクを延長して、ネットワークを分割したが、CIDRでは、サブネットマスクを短縮して、複数のネットワークを一つのネットワークとして表現する。クラスBのネットワークを割り当てる代わりに、クラスCのネットワークを複数個割り当てて、その複数個のネットワークを一つのネットワークとして管理できるようにする仕組みである。CIDRでは単一の経路に集約して表現できるので、ルータへの負荷を押しえることができる。



## ④ グローバルアドレス・プライベートアドレス

### ㊦ プライベートアドレス

プライベートアドレスは、外部のインターネットと直接接続していない閉じたネットワークに与えるアドレスである。これに対して、インターネット上で一意に区別されるアドレスをグローバルアドレスという。社内のイントラネットではグローバルアドレスをアドレスとして使う必要はない。

次の範囲のプライベートアドレスを自由に使用してよいことになっている。

- ① 10. 0. 0. 0～10. 255. 255. 255
- ② 172. 16. 0. 0～172. 31. 255. 255
- ③ 192. 168. 0. 0～192. 168. 255. 255

相互に接続されていない別々のネットワークに同じプライベートアドレスを重複して使用してもよい。

### ㊧ NAT・IPマスカレード

プライベートアドレスを使用して、直接インターネットに接続することはできない。ローカルなネットワーク上のホストをインターネットに接続する場合、ローカルで使用されているプライベートアドレスをインターネット接続用のグローバルアドレスに変換する仕組みを利用する。この仕組みを利用し、プライベートなネットワークとインターネットでそれぞれ異なるIPアドレスを利用することによって、IPアドレスの不足を解消する手段になったり、セキュリティ上のメリットを得ることもできる。

#### ① NAT

NATは、1つのグローバルアドレスで、同時にインターネットへ接続できる台数は1台に限られる。

#### ② IPマスカレード

IPマスカレードは、ポート番号を管理することで、1つのグローバルアドレスで複数の端末が同時にインターネットへ接続できる特徴がある。社内ではプライベートアドレスを使い、インターネットなど社外とのやり取りにはプロキシサーバを介してグローバルアドレスを使うことでアドレスの重複が避けられ、グローバルアドレスの節約にもなる。

### ㊨ ローカルループバックアドレス

ローカルループバックアドレスは、ネットワークカードなどに割り当てられた特殊なIPアドレスで、そのコンピュータ自身を示すIPアドレスのことである。あるコンピュータがネットワークを通じて提供している機能に自身で動作する別のソフトウェアからアクセスする場合や、ネットワークを利用するソフトウェアのテストなどに用いられる。127. 0. 0. 1～127. 255. 255. 254の範囲内ならば、どのIPアドレスでも利用できる。ただし、127. 0. 0. 0と127. 255. 255. 255は、除外される。



## ⑤ ルータによるパケットの中継

### ① IPルーティング機能

#### ① 転送先の選定

IPネットワークはルータがネットワーク同士を接続するパケット交換型のネットワークで、ルータがパケットのヘッダーに記載されている宛先IPアドレスを読み取り、適切な経路を選んで宛先に届ける。この機能をIPルーティング機能という。ルータはネットワークと送り出す経路を対応づけた一覧表をもっており、この一覧表と宛先IPアドレスを突き合わせて転送先への経路を把握して転送する。この一覧表をルーティング・テーブルという。

#### ② ルーティング・テーブルの情報

パケットの宛先IPアドレスが、パケットが属しているネットワークのルータと同じ場合は、宛先のコンピュータは同じネットワークに所属していることになり、ルータは宛先のコンピュータにパケットを直接送信する。宛先のコンピュータが別のネットワークに所属している場合は、そのネットワークに近いルータへパケットを送信する。ルータのルーティング・テーブルには、中継制御を行うためのこれらの情報がまとめられている。

### ② ダイナミックルーティング

#### ① スタティック・ルーティング

スタティック・ルーティングは、ネットワーク管理者が宛先ネットワークへの最適なルートを手動で設定していく方式である。スタティックルートの情報は他のルータへ通知されることはなく、ネットワークの状態に変化があった場合でも、他に有効な宛先ルートがあっても、自動的にそのルートに切り替わることはない。一般的に、小規模なネットワークに適用される方式である。ルーティング・テーブルは基本的に固定されており、必要に応じて管理者が手作業で書き換える。

#### ② ダイナミック・ルーティング

ダイナミック・ルーティングは、ルーティング・プロトコルを使用し通信手順に従ってルータ同士が互いに自分の持っている経路情報を交換し、それぞれが経路表を自動的に生成・更新していく方式である。人手で経路情報を設定する必要がないため大規模なネットワークでは機器を効率的に管理でき、ネットワークの構成やトラフィックに応じてルーティング・テーブルを自動的に更新したり、障害発生時にも不通になった経路の情報が伝播して迂回経路が自動的に構成される利点があるが、外部から不正な経路情報を送りつけられるリスクがあり、経路情報の交換に一定の通信量を消費するため通信速度に影響する欠点がある。

## ㉔ ネットワーク自律システム

企業ネットワークやインターネットプロバイダなどの内部ネットワークは、ルーティングの経路や管理の手法を自由に決めてネットワークを運用する。このようなネットワークを自律システムと呼び、自律システムの内部ではIGFという経路制御プロトコルを使用する。

ルータが経路制御を行うには宛先のネットワークに到達するための経路の情報が必要となる。各ルータは隣接するルータの情報を持っているため、ルーティング・プロトコルでこれを交換し合い、どのネットワークに届けるにはどの隣接ルータに転送すべきかをまとめたルーティングテーブルを作成・更新する。

IGFには、どの隣接ルータを経由すれば最短のホップ数で宛先に届くかを基準に経路を指定するプロトコルと、どのルータとどのルータが隣接しているかという接続情報を交換し合い、この情報の集合に基づいて経路を選択するプロトコルなどがある。

## ㉕ ARPの機能

### ㊦ ARP

IPアドレス宛てのパケットをデータリンクを利用して送信するには、そのIPアドレスを持つ機器のMACアドレスを知る必要がある。ARPはこの探査を行なうための手順を定めたもので、ネットワーク上のすべての機器に特殊な形式のフレームを送信し、当該IPアドレスの持ち主からの応答でMACアドレスを特定する。パケットを送信する度に毎回問い合わせしないように、一度割り出したIPアドレスとMACアドレスの対応関係はARPテーブルに保存し、次からはこの表を参照して対応アドレスを求める。

### ㊧ RARP

RARPは、ネットワークに接続された機器が、どのIPアドレスで通信を行えばよいかネットワーク上のサーバやルータに問い合わせるために用いられるプロトコルである。機器が自らのMACアドレスをブロードキャストし、同じネットワークにあるルータなどが利用すべきIPアドレスを決めて通知する。機器はそのIPアドレスを自らのアドレスとして以後の通信に用いる。

## ㉖ ICMPの機能

### ㊦ ICMPとは

ICMPは、IPと同じネットワーク層のプロトコルに分類され、IPの働きを補完する役割を果たす。ICMPメッセージと呼ばれる短いメッセージを送受信して相手方へ問い合わせや通知を行なうことができる。よく使われるメッセージには、通信可能なら応答するよう要求するエコー要求や、それに対する返答であるエコー応答、相手方に到達できない場合にその理由を経路途中のルータなどが送信元に知らせる到達不能通知などがある。しかし、ICMPメッセージの配送エラーが発生しても、新たにエラーメッセージを生成しない。

## ① 宛先到達不能

宛先到達不能メッセージは、パケットが宛先まで配送できないときに送信する。宛先IPアドレスで指定されたネットワークへの経路がないときや、分割しないと配送ではないサイズのパケットが届いたが分割禁止が指定してあるときに送信する。

## ⑤ 発信抑制、時間超過

未送出のパケットが貯まり、新たなパケットを受信できない状態にあるルータが発信抑制メッセージを送信元に通知する。また、受け取ったパケットの生存時間が0となっていて、パケットを廃棄するときにはルータが時間超過メッセージを送信元に送る。

## ⑥ ピング(packet internet groper)

pingはインターネットで相手先ホストと通信できることを確認するコマンドである。宛先のホストやルータが稼働中で通信可能かどうかを調べるときに、エコー要求メッセージを送信すると、相手が稼働中ならばエコー応答メッセージが返信される。ICMPエコー要求メッセージに送出時刻を書き込んで送ると、ICMPエコー応答メッセージにこの時刻情報をそのまま載せて返信する。受け取った時刻と比較すると、送信から応答までにかかった時間がわかる。途中の経路上に何らかの障害があると、この時間が長くなったり、応答がなかったりする。pingの応答時間にあらかじめ限界を決めておくと、その経路が通信不能かどうかを判別できる。IPネットワークの障害の発見に利用できる。

# ⑥ TCPプロトコル

## ① TCP

### ⑦ TCPとは

IPプロトコルは、送信元コンピュータからネットワークを経由して宛先コンピュータにパケットを配送する機能を持っているが、途中でパケットを紛失したり、パケットが宛先に届く順番が変化したりする問題がある。TCPプロトコルはこうした欠点を補い、通信の信頼性を確保する機能を持っている。TCPはコネクション指向で、仮想的な通信回線を送信元と宛先との間に確立し、信頼性を提供するために再送信、パケットの順序制御、フロー制御や輻輳回避制御などネットワークの利用効率を高める数多くの機能を提供する。

### ① TCPのコネクションの確立

TCPは通信を始める前に相手と通信が可能かを確認し、相手が求める通信の条件を確認し、通信路を確保してから通信を始める。コネクションの確立は次の手順で行う。

- ① 送信側は受信側に接続の開始を求めるSYNパケットを送信する。
- ② 受信側は送信側にそれを確認するSYN-ACKパケットを返信する。
- ③ 接続を行う側はSYN-ACKパケットを受け取るとコネクションが確立されたとみなし、ACK

パケットを送ってからデータの送信を開始する。

TCPでは通信を終了するときも同じような手順でコネクションを切断する。接続・切断の手順はやり取りするデータの量に関係なく行われるため、少量のデータを送信するときはコネクションの確立と切断処理に通信のほとんどが費やされ、効率が悪くなる。

### ㉟ 確認応答付き再送信

IPの通信は信頼性の保証がされていない。IP上で信頼性のある通信を実現するために、TCPは確認応答付き再送信を行う。送信側が相手にデータを送信し、受信側がデータを受け取ると、データを受け取ったという確認応答を送信側に送る。確認応答を受け取ると、送信側が次のデータを送信する。あらかじめ決められたタイムアウト時間以内に確認応答が受信できないと、送信側はそのデータが届かなかったと判断し、データを再送する。タイムアウト時間はデータ送信から確認応答が得られるまでの往復遅延時間を測定し、それに基づいて適切なタイムアウト時間を設定する。

## ㉞ TCPの信頼性を高める制御

### ㉠ 順序制御

順序制御は、パケットを送信した順序で受信する制御で、パケットに順序番号と呼ばれる通し番号をつけ、これを使って受信側で並べ替えを行う。

### ㉡ 誤り制御

誤り制御は、パケットの抜けや破損を確認して、問題があれば送信元に再送を依頼する機能である。パケットの抜けは順序番号、破損はパケットに付けた内容検査用データを使って確認する。

### ㉢ フロー制御

フロー制御は、受信側が受け取れる速度に合わせて伝送する速度を調整する機能である。これで取りこぼしのない安定した通信が可能となる。

### ㉣ 輻輳制御

輻輳制御は、ネットワークの混雑の度合いをモニターしておき、必要に応じて送信速度を減速させ、ネットワークの混雑の悪影響を回避する。

## ㉞ ポート番号とソケット機能

### ㉠ ソケットの機能

ソケットは、アプリケーションと適切な通信サービスを接続するコネクタの役割を持っている。ソケットを使った通信では、どのような通信方式を使うか、どのような相手と通信するかを指定してアプリケーションと下位の通信サービスを接続してからデータを送信する。

コンピュータ上では複数のアプリケーションが同時に動作する。トランスポート層のプロトコルは、ポート番号を使って、通信しているアプリケーションを識別し、正しくデータを渡す処理を行う。通信の識別に、宛先IPアドレス、送信元IPアドレス、宛先ポート番号、送信元ポート番号、プロトコル番号を利用する。

### ① ポート番号の活用

TCPでは、アプリケーションに適切なデータを渡すためにポート番号を使用する。メール転送はポート番号25、HTTPのポート番号は80、FTPのポート番号は21、telnetのポート番号は23、POP3のポート番号110などが決まっている。TCPはこのポート番号に従ってアプリケーションにデータを渡す。

## ③ シーケンス番号

シーケンス番号はパケットのデータが一連の送信データ中のどの位置にあるかを示している。あるホストからシーケンス番号が200のデータが100バイト送られると、次にホストから送られるデータのTCPヘッダーはシーケンス番号は300になる。受信側は送信したデータが順に到着しなくても、シーケンス番号で正しい順番にデータを並べ替えることが可能になる。

## ④ UDP

UDPはコネクションレス型のトランスポート層のプロトコルである。送信したデータが相手に到着したかどうかの確認や再送処理を行わないため高速処理が可能である。これらの未達確認や再送処理はアプリケーションで行う。

UDPは、高速性やリアルタイム性を重視する通信やパケットの少ない通信、ブロードキャスト、マルチキャストの通信、ビデオや音声などのマルチメディア通信に向いている。DNSサーバへの問い合わせや、動画データストリーミング配信、人と人が対話するIP電話にはUDPが利用されている。

## ⑦ 関連するプロトコル

### ① URLとURI

#### ① URL

URLはインターネット上の各種情報リソースにアクセスする手段とリソースの名前をどのように指定するかを定めた規格である。URLを指定することによって、Web上のデータの所在を指し示すことができる。通信プロトコルを使って、インターネット上のサーバに蓄積されているファイルを指定するには、「プロトコル名://サーバ名/ファイル名」と記述する。指定できるプロトコルには、HTTP、NNTP、FTP、Telnet 等がある。

WWWブラウザでURLを指定する場合、ntt.co.jpのtest.htmlファイルを読み出す場合

には次のように指定する。

`http://www.ntt.co.jp/test.html`

## ① URI

URIはWWW以外にも利用できる汎用性の高い識別子である。インターネットの資源に限らずあらゆる資源を識別するのに使用される。

次のような書式で表現される。

- ① `http://ホスト名/パス`
- ② `http://ホスト名:ポート番号/パス`
- ③ `http://ホスト名:ポート番号/パス?問い合わせ内容#部分情報`

## ⑥ ネームサーバ(DNSサーバ)

### ア DNSサーバの役割

サーバやパソコンには、コンピュータを識別するための番号であるIPアドレスが割り振られている。IPアドレスは、203.137.3.234などのように数字をピリオドで区切ったもので、アクセスしたいサイトごとに異なるIPアドレスが割り振られている。アクセスしたいサイトのIPアドレスを覚えておくのは現実的ではなく、一般的に、ホームページやメールを利用するときにはドメイン名を使う。

インターネットでは、ドメイン名をIPアドレスに変換して通信が行われている。DNSは、インターネット上でドメイン名を管理・運用するために開発されたシステムで、ユーザからのドメイン名の問合せに対し、IPアドレスを答えるサーバであり、この機能は、インターネットを使いやすくしている要因の一つである。

### ① DNSサーバの構造

DNSはインターネット上に分散型データベースを形成し、木構造の上位のサーバが下位の階層のドメインを管理している。ルートネームサーバは世界に13個存在し、このサーバを経由してすべてのドメインのアドレスを知ることができる。ネームサーバは高信頼性を確保するために二つのサーバを設置する。プライマリネームサーバは一定のゾーンに対して管理権限を持つサーバである。セカンダリネームサーバはプライマリサーバの情報を保持しているサーバである。

## ③ DHCP

DHCPはTCP/IPネットワークにつながっている端末に対して、IPアドレスなど、ネットワークを利用するために必要な情報を自動的に設定するプロトコルである。ネットワーク内のDHCPサーバに、DNSサーバやゲートウェイなどのIPアドレス、サブネットマスクや、クライアントに割り当ててよいIPアドレスの情報が登録されている。クライアント側では、起動時やネットワーク接続時に、DHCPサーバから必要な情報を取得して設定を完了する。



## ④ IPマルチキャスト

インターネット上で複数の宛先に対し、一度に同じ内容のデータを送信する仕組みである。複数の配信先コンピュータに対して、1つのIPアドレスを指定する。マルチキャストアドレスを宛先に持つデータは、ルータなどで配信先の数に応じて複製される。

## ⑤ PPP

PPPは2点間を接続して公衆網を介してデータ通信するためのデータリンク層のプロトコルである。ダイヤルアップ接続でよく使われるプロトコルである。データパケットのヘッド部分を圧縮する機能やPAP、CHAPなどの認証プロトコルを含んでいる。PPPプロトコルをEthernet上で利用するプロトコルがPPP over Eである。

### 例題演習

米国のARPANETで使用されているプロトコルで、UNIXでの実績をもとに、事実上の世界的な標準になっているのはどれか。

ア CSMA/CD

イ FTAM

ウ ISDN

エ TCP/IP

### 解答解説

TCP/IPに関する問題である。

アのCSMA/CDは、バス型のLANで採用されているアクセス方式で、すべてのノードは伝送路上の信号を常に監視し、自分が送信できる状態になるまで待ってから送信を開始する。

イのFTAMは、ファイル転送アクセス管理である。

ウのISDNは、交換機、伝送路、加入者回線に至るすべての通信系をデジタル化して、音声や画像などの各種の情報を一つに統合して伝送するデジタル通信網である。

エのTCP/IPは、世界的に普及しているコンピュータネットワークのプロトコルで、ARPANETで使われUNIXで広く採用されているインターネットの標準プロトコルでもある。TCPはデータを正確に伝送するプロトコルで、IPはネットワーク間でデータをパケット方式で転送するためのプロトコルである。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP/IP階層モデルにおいて、TCPが属する層はどれか。

ア アプリケーション層

イ インターネット層

ウ トランスポート層

エ リンク層

### 解答解説

TCP/IPモデルに関する問題である。



アのアプリケーション層は、最上位に位置し、ユーザアプリケーションに対してサービスを行う。インターネット上のサービスは、この層のプロトコルによって実現されている。

イのインターネット層は、トランスポート層の下位に位置し、インターネットなどのネットワークを介してデータ転送を行うためのルーティングや中継機能を提供する。この層ではIPプロトコルが非常に重要な役割を果たしており、IPヘッダをつけてIPデータグラムを送信側から受信側へ転送する。

ウのトランスポート層は、応用層の下位に位置し、システム・エンド間のデータ伝送サービスを提供する二つのプロトコルTCPとUDPが存在する。TCPはコネクション型で、順序制御や再送制御の機能があり、信頼性が要求され大量のデータを連続して送信する場合に適している。求める答えはウとなる。

エのリンク層は、インターネット層の下位に位置し、トランスペアレントな誤りのない伝送を行う。OSIにおける物理層とデータリンク層の機能をまとめた層で、LLC層(論理リンク制御)とMAC層(媒体アクセス層)に分けて、プロトコルを分類している。

### 例題演習

TCP/IP通信のTCP及びIPを、OSI基本参照モデルの関係を示したものはどれか。

ア

TCP	セッション層
IP	ネットワーク層

イ

TCP	トランスポート層
IP	データリンク層

ウ

TCP	トランスポート層
IP	ネットワーク層

エ

TCP	ネットワーク層
IP	データリンク層

### 解答解説

TCP/IPとOSI基本参照モデルの比較に関する問題である。

TCPはトランスポート層、IPはネットワーク層になる。求める答えはウとなる。

### 例題演習

インターネットに関する記述として、正しいものはどれか。

ア インターネットでアクセスされるサーバの一つにWWWサーバがあり、WWWサーバ内にはHTTPで記述された文書が格納されている。

イ インターネットでは、個々のコンピュータを区別するために、32ビットのIPアドレスを用いる。

ウ インターネットプロバイダとは、ホームページの提供者のことである。

エ インターネットを制御するために、各国ごとに定められた大型のコンピュータが、その国内におけるコンピュータのアドレスを管理している。

### 解答解説

インターネットの記述に関する問題である。

アのWWWサーバ内の文書はHTMLで記述されている。HTTPはWWWサーバとWWWブラウザ間のファイルを転送するプロトコルである。

イの個々のコンピュータを区別するために32ビットのIPアドレスを用いる内容は適切な記述である。求める答えはイとなる。

ウのインターネットプロバイダーはインターネットへの接続サービスを提供する業者で、提供するサービスとしてはアクセスポイントの設置、各種サーバの運用、ユーザ管理などがある。

エのインターネットの仕組みはパケット化された情報がネットワーク上に設置されたルータによって目的の端末にリレーされる。インターネット上では種類や性能の違うコンピュータが多数点在しており、それらのコンピュータが一定の通信プロトコルであるTCP/IPを採用することによって通信を可能にしている。

### 例題演習

IPアドレスは何ビットで構成されているか。

- ア 8    イ 16    ウ 32    エ 64

### 解答解説

インターネットのIPアドレスのビット数に関する問題である。

IPアドレスは、TCP/IPで通信する場合に送信元や送信先を識別するためのアドレスで、32ビットのビット列で構成されている。通常、8ビットずつに区切り、4個の10進数で表現する。グローバルアドレスはネットワークアドレスとホストアドレスに分けられる。ホストアドレスの長さによって、A、B、Cの3種類に分けられている。

現在のIPアドレスはVer 4では32ビット構成である。検討中のVer 6は128ビット構成になる。求める答えはウである。

### 例題演習

インターネットのIPアドレスに関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア 8ビットでネットワークの番号を表現する。  
イ 各国の事情で、アドレスの構成及び内容に差異がある。  
ウ ネットワークアドレスとホストアドレスで構成されている。  
エ ネットワークの規模によって、クラスAとBの二つに区分されている。

### 解答解説

IPアドレスに関する問題である。

IPアドレスは32ビットで構成され、上位ビットのネットワーク部と下位ビットのホスト部の2つに分けることができる。IPアドレスはホスト部の値によって、クラスA～クラスCの3クラスに分類できる。

アのネットワーク部はクラスによって8ビットから24ビットで表される。

イのアドレスの構成および内容はインターネットに接続されたコンピュータはすべて統一し

た考え方でIPアドレスが割り振られている。各国の事情による差異はない。

ウのIPアドレスはネットワークアドレスとホストアドレスで構成される内容は正しい記述である。求める答えはウとなる。

エは、ネットワークの規模によってクラスA～クラスCがある。

### 例題演習

TCP/IPのIPアドレスにおいて、クラスBで割り当てることができるホストアドレス数はどれか。

ア 1,022                      イ 4,094                      ウ 32,766                      エ 65,534

### 解答解説

ネットワークのクラス別のホスト台数に関する問題である。

ホストアドレスに、クラスAは24ビット、クラスBは16ビット、クラスCは8ビットを使用する。但し、各クラスともにすべてが0または1のものを使用しないため、設置可能台数は2を引く値となる。

クラスBのホスト部は16ビットであるから、 $2^{16} - 2 = 65536 - 2 = 65534$ となり、求める答えはエとなる。

### 例題演習

IPv4で192.168.30.32/28のネットワークに接続可能なホストの最大数はどれか。

ア 14                      イ 16                      ウ 28                      エ 30

### 解答解説

ネットワークに接続可能なホスト台数の求め方に関する問題である。

使用されているネットワークアドレスは、192.168.30.32であり、最後の8ビットの2進数表示の11110000となる。32ビット中28ビットがネットワークアドレスに使用されているため、残りの4ビットがホストのアドレスに使用される。従って、16台分に相当する。このうち、2アドレスは予約済みであるから、残りの14アドレスがホストに割り当てられることになる。求める答えはアとなる。

### 例題演習

IPアドレス192.168.10.10のアドレスクラスはどれか。

ア クラスA                      イ クラスB                      ウ クラスC                      エ クラスD

### 解答解説

IPアドレスのクラスに関する問題である。

IPアドレスは、クラスA、クラスB、クラスC、クラスDの4つのクラスに分類される。

クラスAは、先頭1ビットが0で始まり、ネットワーク部は先頭から8ビットで表すため、10進数では0～127までがクラスAのネットワークアドレスとなり、予約済みのアドレスを除くと、126のネットワーク数が確保できる。

クラスBは、先頭2ビットが10で始まり、ネットワーク部は先頭から16ビットで表すため、10進数では128～191までがクラスBのネットワークアドレスとなり、予約済みのアドレスを除くと、16382のネットワーク数が確保できる。

先頭ビットが110で始まり、ネットワーク部は先頭から24ビットで表すため、10進数では192～223までがクラスCのネットワークアドレスとなり、予約済みのアドレスを除くと、2097150のネットワーク数が確保できる。

先頭ビットとクラスの関係は、0がクラスA、10がクラスB、110がクラスC、1110はクラスDとなる。192.168.10.10のアドレスは先頭ビットが110となり、アドレスクラスはCである。求める答えはウとなる。

### 例題演習

ネットワークアドレスに21ビットを割り当て、2,000,000以上のネットワークを収容可能なIPアドレスのクラスはどれか。

- ア クラスA                      イ クラスB                      ウ クラスC                      エ クラスD

### 解答解説

IPアドレスに関する問題である。

クラスCはネットワーク部に24ビット使用し、110はクラスの識別に使用されるため、ネットワークの識別には21ビットが使用される。求める答えはウとなる。

### 例題演習

インターネットのグローバルアドレスに関する記述として、適切なものはどれか。

- ア IPアドレスを、ネットワーク番号とホスト番号に分けるためのビットパターンである。  
イ NICが発行する、世界中で重複のないアドレスである。  
ウ イン트라ネットなどの独立したIPネットワークを構築するために必要なアドレスである。  
エ 電子メールを使用するために必要な電子メールアドレスである。

### 解答解説

インターネットのグローバルアドレスに関する問題である。

グローバルアドレスはインターネットに接続されているコンピュータに割り当てられたIPアドレスで、インターネット上のコンピュータの識別に用いる。プライベートアドレスはネットワーク管理者が自由にLAN内部の各コンピュータに割り振ることができるIPアドレスである。

アのIPアドレスは、インターネット上のコンピュータを識別するためのもので、ネットワ

ーク番号とホスト番号に分けるためのビットパターンではない。

イのNICが発行する世界中で重複のないアドレスがグローバルアドレスである。求める答えはイとなる。

ウのイントラネットなどの内部LANに使用するのはプライベートアドレスであり、グローバルアドレスではない。

エの電子メールアドレスはLANやインターネットなどのネットワーク上で、電子メールを利用するユーザを識別するためのID番号である。

### 例題演習

IPv4アドレス表記として、正しくないものはどれか。

ア 10.0.0.0

イ 10.10.10.256

ウ 192.168.0.1

エ 224.0.1.1

### 解答解説

IPアドレスの表記法に関する問題である。

IPv4のIPアドレスは、クラスA、クラスB、クラスC、クラスDの4つのクラスに分類され、全体を32ビットで表現し、8ビットの2進数で、0～255の10進数4個で表す。

クラスAは、先頭1ビットが0で始まり、ネットワーク部は先頭から8ビットで表すため、10進数では0～127までがクラスAのネットワークアドレスとなり、予約済みのアドレスを除くと、126のネットワーク数が確保できる。

クラスBは、先頭2ビットが10で始まり、ネットワーク部は先頭から16ビットで表すため、10進数では128～191までがクラスBのネットワークアドレスとなり、予約済みのアドレスを除くと、16382のネットワーク数が確保できる。

クラスCは、先頭3ビットが110で始まり、ネットワーク部は先頭から24ビットで表すため、10進数では192～223までがネットワークアドレスとなり、予約済みのアドレスを除くと、2097150のネットワーク数が確保できる。

IPアドレスを決める場合、ホスト部のビットがすべて1またはすべて0は使用しない。(予約済みである)。

イの10.10.10.256の256は2進数に換算すると、9ビットとなり、8ビットで表現不能になる。求める答えはイとなる。

### 例題演習

IPv4にはなく、IPv6で追加・変更された仕様はどれか。

ア アドレス空間として128ビットを割り当てた。

イ サブネットマスクの導入によって、アドレス空間の有効利用を図った。

ウ ネットワークアドレスとサブネットマスクの対によってIPアドレスを表現した。

エ プライベートアドレスの導入によって、IPアドレスの有効利用を図った。

### 解答解説

IPv6に関する問題である。

IPv4のアドレス空間が不足する対策として考案されたのがIPv6である。主な変更点、特徴は次の通りである。

- ① IPvアドレスを32ビットから128ビットに拡張
- ② ヘッダのフォーマット変更
- ③ ネットワークの経路処理方法の改善
- ④ アドレスは、ユニキャストアドレス、エニーキャストアドレス、マルチキャストアドレスの3種類がある。
- ⑤ 表記法は、128ビットを16ビットずつ8つに“:”（コロン）で区切った16進数数値列で表記する。
- ⑥ ユニキャストアドレスには、グローバルユニキャストアドレス、リンクローカルユニキャストアドレスがある。
- ⑦ 機能の拡張性などの拡大
- ⑧ セキュリティの強化

アの128ビットの割り当てが、IPv6の内容であり、イ、ウ、エの内容はIPv4の追加変更された仕様である。求める答えはアとなる。

### 例題演習

IPv6アドレスの特徴として、適切なものはどれか。

- ア アドレス長は96ビットである。
- イ 全てグローバルアドレスである。
- ウ 全てのIPv6アドレスとIPv4アドレスを、1対1に対応付けることができる。
- エ 複数のアドレス表記法があり、その一つは、アドレスの16進数表記を4文字（16ビット）ずつコロン“:”で区切る方法である。

### 解答解説

IPv6の特徴に関する問題である。

アのアドレス全長は128ビットである。

イのグローバルアドレス以外に、リンクローカルアドレスがある。

ウのIPv4との対応は空間の大きさが異なり、対応付けができない。

エの表記法は、コロンで区切った16進数表記である。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP/IPのネットワーク192.168.31.0をサブネットマスク255.255.255.248のサブネットに分割する。このネットワーク全体では最大幾つのホストアドレスを割り当てることができるか。

ア 192

イ 224

ウ 240

エ 254

### 解答解説

サブネットワークのホスト数に関する問題である。

1 サブネットワーク当たり000、111を除くと、ホスト数は6となる。

サブネットワークの数は、00000～11111までの32個であり、全ホスト数は

$$32 \times 6 = 192$$

求める答えはアとなる。

### 例題演習

IPアドレスに関する記述のうち、サブネットマスクの説明はどれか。

- ア 外部のネットワークへアクセスする際に、ゲートウェイが一つのIPアドレスを、複数のリンクで共用させるために使用する情報である。
- イ クラスA～Dを識別するために使用する4ビットの情報である。
- ウ ネットワーク内にあるすべてのノードに対して、同一の情報を送信するために使用される情報である。
- エ ホストアドレス部の情報を分割し、複数のより小さいネットワークを形成するために使用する情報である。

### 解答解説

サブネットマスクに関する問題である。

サブネットマスクは、32ビットの数値で、IPアドレスのホストアドレス部の一部をネットワークアドレスとして利用できるようにするものである。サブネットワークを含むネットワークアドレスの長さに相当する長さに1のビットを並べ、残りのビットを0のビットとしてビットパターンを作り、サブネットマスクとする。IPアドレスとサブネットマスクのビット別論理積を実行するとネットワークアドレスを求めることができる。

サブネットマスクは、ホストアドレス部の情報を分割し、複数のより小さいネットワークを形成するために使用する情報である。求める答えはエとなる。

### 例題演習

次のネットワークアドレスとサブネットマスクをもつネットワークがある。このネットワークを利用する場合、パソコンに割り振ってはいけないIPアドレスはどれか。

ネットワークアドレス : 200.170.70.16

サブネットマスク : 255.255.255.240

- ア 200.170.70.17
- イ 200.170.70.20
- ウ 200.170.70.30
- エ 200.170.70.31

### 解答解説

サブネットマスクに関する問題である。



サブネットマスクは、クラスAやクラスBを効果的に使用し、IPアドレスの不足を改善するための手段であり、各クラスごとに決まるホスト部にサブネットワークアドレスが設定される。サブネットワークの導入によって、IPアドレスは2つの識別子で表されるようになり、1つはIPアドレスで、もう1つはネットワーク部の長さを表すサブネットマスクである。サブネットマスクの採用によって、IPアドレス群をネットワーク部とホスト部に分割するのにサブネットマスクが使用されるようになった。サブネットワークを含むネットワークアドレスの長さに相当する長さに1のビットを並べ、残りのビットを0のビットとしてビットパターンを作り、サブネットマスクとする。IPアドレスとサブネットマスクのビット別論理積を実行するとネットワークアドレスを求めることができる。IPアドレスを決める場合、ホスト部のビットがすべて1またはすべて0は使用しない。(予約済みである)。

エの200.170.70.31のビットパターンの最後の8ビットは00011111となる。サブネットマスクは255.255.255.240、最後の8ビットは11110000となり、ホスト部は最後の4ビットなり、エの場合、ホスト部のビットがすべて1となる。

アは0001、イは0100、ウは1110となり、問題がない。求める答えはエとなる。

### 例題演習

次のIPアドレスとサブネットマスクをもつPCがある。このPCのネットワークアドレスとして、適切なものはどれか。

IPアドレス : 200.170.70.19  
サブネットマスク : 255.255.255.240

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| ア 200.170.70.0  | イ 200.170.70.16  |
| ウ 200.170.70.31 | エ 200.170.70.255 |

### 解答解説

サブネットマスクに関する問題である。

エの200.170.70.19のビットパターンの最後の8ビットは00010011となる。サブネットマスクは255.255.255.240の最後の8ビットは11110000となり、IPアドレスのホスト部の4ビットを除く最後の8ビットは00010000となる。従って、ネットワークアドレスは200.170.70.16となる。求める答えはイとなる。

### 例題演習

IPアドレス10.1.2.146、サブネットマスク255.255.255.240のホストが属するサブネットワークはどれか。

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| ア 10.1.2.132/26 | イ 10.1.2.132/28 |
| ウ 10.1.2.144/26 | エ 10.1.2.144/28 |

### 解答解説

サブネットマスクに関する問題である。

240 = (11110000)、146 = (10010010)となる。

サブネットワークは  $10010010 \& 11110000 = 10010000 = (144)_{10}$

サブネットマスクのビット長は28ビットであるから、サブネットワークのアドレスは10.1.2.144/28となる。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP及びUDPのプロトコル処理において、通信相手のアプリケーションを識別するために使用されるものはどれか。

- ア MACアドレス
- イ シーケンス番号
- ウ プロトコル番号
- エ ポート番号

### 解答解説

ポート番号に関する問題である。

アのMACアドレスは、イーサネットに接続するすべての機器がもつ固有番号であり、これらの機器間で通信を行う場合、データリンク層のMAC層において、各機器はこのMACアドレスを参照して通信相手を特定する。

イのシーケンス番号は、パケットデータが一連の送信データ中のどの位置にあるかを示した番号である。

ウのプロトコル番号は、上位層のプロトコルを識別する為につけられた番号のことである。

エのポート番号は、TCP/IPの通信で、サービス(通信相手のアプリケーション)の識別のために使われる番号のことで、この番号がパケットのヘッダの部分に含まれている。この番号に従って、特定のポートを経由して関係するサービスに情報やデータを提供する。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP/IPで使われるアドレスやポート番号のうち、TCPコネクション識別するために必要なものの組合せはどれか。

- ア あて先IPアドレス、あて先TCPポート番号
- イ あて先IPアドレス、あて先TCPポート番号、送信元IPアドレス、送信元TCPポート番号
- ウ あて先IPアドレス、送信元IPアドレス
- エ あて先MACアドレス、あて先IPアドレス、あて先TCPポート番号、送信元MACアドレス、送信元IPアドレス、送信元TCPポート番号

### 解答解説

TCPコネクションに関する問題である。

TCPはコネクション指向で、信頼性を提供するために再送信、パケットの順序制御、フロー制御や輻輳回避制御などネットワークの利用効率を高める数多くの機能をもっている。コン

コンピュータ上では複数のプログラムが同時に動作する。トランスポート層のプロトコルは、ポート番号を使って、通信しているプログラムを識別し、正しくデータを渡す処理を行う。宛先 IP アドレス、送信元 IP アドレス、宛先ポート番号、送信元ポート番号、プロトコル番号を利用して通信を識別する。求める答えはイとなる。

### 例題演習

IP アドレスが 192.168.0.x で、サブネットマスクが 255.255.255.0 の TCP/IP ネットワークで、ブロードキャストアドレスはどれか。

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| ア 192.168.0.0   | イ 192.168.0.255   |
| ウ 192.168.255.0 | エ 192.168.255.255 |

### 解答解説

ブロードキャストに関する問題である。

ブロードキャストは、宛先と特定のノードのアドレスを指定せず、あるネットワークに属しているすべてのノードに対してデータを同報通信することである。IP アドレスの場合、ホストアドレス部の全ビットを 1 に設定し、MAC アドレスの場合、宛先の MAC アドレスの全ビットを 1 に設定したフレームをすべてのノードが受信する仕組みである。

IP アドレスは、192.168.0.X であるから、ブロードキャストアドレスは、最後の 8 ビットが全て 1 であり、前の 24 ビットが、192.168.0 のビットパターンである。従って、192.168.0.255 となる。求める答えはイとなる。

### 例題演習

2 台の PC に IPv4 アドレスを割り振りたい。サブネットマスクが 255.255.255.240 のとき、両 PC の IPv4 アドレスが同一ネットワークに所属する組合せはどれか。

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ア 192.168.1.14 と 192.168.1.17 | イ 192.168.1.17 と 192.168.1.29 |
| ウ 192.168.1.29 と 192.168.1.33 | エ 192.168.1.33 と 192.168.1.49 |

### 解答解説

ネットワークマスクに関する問題である。

$(240)_{10} = (11110000)_2$  最後の 8 ビットの上位 4 ビットの値が同じものが同一ネットワークになる。

アの 14 は 00001110、17 は 00010001 となり、異なるネットワークである。

イの 17 は 00010001、29 は 00011111 となり、同じネットワークである。求める答えはイとなる。

ウの 29 は 00011111、33 は 00100001 となり、異なるネットワークである。

エの 33 は 00100001、49 は 00110001 となり、異なるネットワークである。

## 3.2.4 インターネット・サービス

### ① インターネットサーバ

#### ① インターネットとは

インターネットは米国のARPANETを起源とし、点在するネットワーク同士を接続した世界規模のネットワークである。WWWを利用した情報検索や情報発信に利用され、簡単にネットサーフィンが可能になり、世界中の情報を閲覧することができる。また、WWWが開発された目的は、大規模な実験施設の計画書や報告書など、テキストや青写真、画像が混じった文書を多国籍スタッフが集まった研究チームで共有できる環境を整えることにあり、その目的を実現する手段として作られている。

インターネットの基礎技術は、通信プロトコルのTCP/IPと分散ネットワーク化を進めたLAN技術である。パソコンの高機能、高性能、低価格化が進み、TCP/IPが標準装備されるようになり、インターネットに対する関心が一段と高まり、営利目的の商用ネットワークとして利用されるようになった。

#### ② インターネットの仕組み

インターネットは、文書の中に他の文書のありかを示すリンクが取り入れられたハイパーテキスト形式の文書が基になっており、リンクをたどることによって必要な関連文書が簡単に手に入れられるような仕組みになっている。WWWのブラウザをクリックすると、リンク先のハイパーテキスト文書をサーバに問い合わせそれを取得し、HTTPプロトコルを使用して情報を転送する。パケット化された情報は、ネットワーク上に設置されたルータによって、目的の端末にリレーされる。

インターネット上には、種類や性能の違うコンピュータが多数点在しており、それらのコンピュータが一定の通信プロトコルTCP/IPを採用することによって、誰でもサービスが受けられるようになっている。ネット上には、メールサーバ、WWWサーバ、PROXYサーバ、FTPサーバ、ニュースサーバ、ネームサーバなどが存在し、それぞれサービスを提供している。

### ② 電子メールサービス

#### ① メールサーバ

##### ① 電子メール

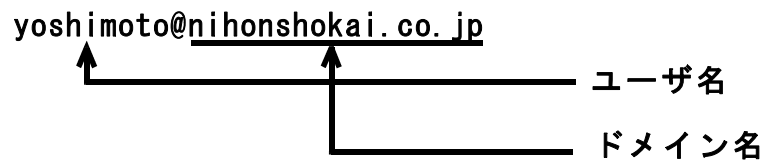
電子メールは、インターネットを利用した電話やFAXに代わる新しいコミュニケーション手段として広く普及している。電子メールは送信側のパソコンのメーラーを用いて作成し、SMTPプロトコルを使用して配送を依頼されたメールアドレスのサーバに転送される。サーバに保存された電子メールはPOP3プロトコルを用いて宛先のメーラーに読

み出される。SMTPプロトコルはテキストデータを送信するために設計されているため、テキスト以外の画像や音声を送る場合、対象となるデータを圧縮し文字情報に変換してからMIMEという方式で送信する。

メールサーバの役割は、ユーザのマシンに実装されているメーラーから送られてきた電子メールをSMTPプロトコルを用いて送信先のメールサーバまで送り届けることである。

## ① メールアドレス

電子メールの送信時に使用されるメールアドレスは「ユーザ名@ドメイン名」を使い、メールをメール保管場所のメールボックスに送る。ドメイン名は、ホストや組織の名前を識別するための階層構造を持った名前であり、左側から、ホスト名、組織を表す名前、国を表す名前の順に並び、それぞれの間をドットで区切る構造になっている。



クライアントから配送を依頼されたメールサーバは、メールに記載された宛先アドレスを基に、そのメールを受け取る適切なメールサーバをDNSサーバを用いて調べ、メールを転送する。この時の送信元メールサーバから宛先メールサーバまでの間の通信にもSMTPプロトコルが用いられる。

## ② SMTPとPOP3

### ① SMTP

メールの送受信には、SMTP、POP3の2つのプロトコルが使用される。送信に使われるのがSMTP、受信に使われるのがPOP3である。

メールが相手に届くまでのステップを整理すると、次のようになる。

- ① 送信側のメーラーを使って電子メールを作成する。
- ② 作成したメールを送信側のメールサーバに送る。
- ③ 送信側のメールサーバは、メール内のメールアドレスを見て、そのメールアドレスを管理するDNSサーバから送信先のIPアドレスを取得し、メールを転送する。
- ④ 宛先のメールサーバに到着したメールは所定のメールボックスに保存される。
- ⑤ 受信側では、メーラーを使ってメールボックスからメールを受け取る。この時に使用するプロトコルがPOP3である。

### ② POP3

電子メールの送受信や配送にはそれぞれ専用のソフトウェアが用いられ、それらは常にインターネット上に接続されたメールサーバで稼働する。POP3サーバはこのうち外部から

受信したメールを利用者が受け取りに来るまで一時的に補完する役割を果たしている。サーバ上には個々の利用者ごとにメールボックスが用意されており、そのアドレス宛てに着信したメールが保存される。利用者はメーラーなどのソフトウェアを操作してPOP3サーバへアクセスし、前回アクセス時以降に届いた自分宛てのメールをまとめて受信・閲覧する。

## ㊦ POP3の3段階

POP3の処理では、認証、トランザクション、アップデートの3つの段階がある。

### ① 認証

メーラーがメールサーバに対してTCPの110番に接続し、認証が始まる。認証では、アクセスしてきたユーザがサーバに登録されているかどうかを、メールサーバがユーザ名とパスワードでチェックする。このとき、メーラーがUSERコマンドでユーザ名を、PASSコマンドでパスワードを送信する。この場合のパスワードは暗号化されないので、パスワードを暗号化して送信する場合にはAPOPという認証方式を採用する。

### ② トランザクション

トランザクションでは、メールの一覧を表示したり、メールを取り込んだりなどの様々な動作をメールサーバに要求して実行する。メールの一覧を表示するにはLISTコマンドを、メールを取り込むためにはRETRコマンドを使う。LISTコマンドで取得できるのは、メールの通し番号と各メールのデータサイズである。メーラーは、その中からRETRコマンドでメール番号を指定してメールを取り込む。メールを取り込んだら、QUITコマンドで終了する。

### ③ アップデート

アップデートの段階では、メーラーから依頼された処理をメールサーバ側から実行する。DELEコマンドで指示されたメールを削除する場合がこの処理に該当する。この処理が終われば受信の動作は完了する。

### ④ 未読メールの識別

未読メールを識別するには、個々のメールに付けられているUIDという識別子を利用する。メールサーバはUIDのリストをもっているので、メーラーはUIDLコマンドでUIDリストを要求する。既に受信しているメールのUIDとUIDリストを比較し、受け取っていないUIDのメールだけをメールサーバから取り出す。

## ㊧ IMAP

IMAPは、メールサーバから電子メールを受信するためのプロトコルの一種であり、メールサーバ上でメッセージを保存・管理できるプロトコルのことである。メールサーバとしては一般的なPOP3などが、メッセージをローカル環境にダウンロードする方式であるのとは異なり、IMAPはメールサーバ上にメッセージを保管し、メールサーバ上で操作や管理を行う。このため、モバイルや出先のコンピュータ環境などでもメールの管理が非常に行

しやすいという利点があり、電子メールをダウンロードしなくても読むことができる。フリーメールとして提供されることの多いWebメールや、モバイルメールなどでは、IMAPが多く利用されている。

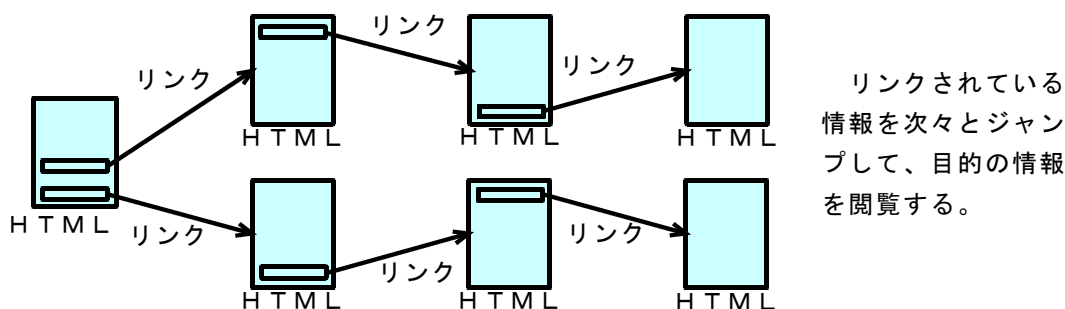
### ③ Webアクセスサービス

#### ① WWWとHTTP

##### ① WWW

WWWはインターネットで提供されているハイパーテキストのクライアント・サーバ型の情報検索システムである。WWWサーバは、ハイパーリンク構造になっているテキスト、画像、音声などのハイパーテキスト情報を転送するプログラムとHTMLファイルから構成されている。

WWWは世界中のWWWサーバを相互にリンクし、リンクを辿って情報を検索することができることからネットサーフィンともいう。WWWブラウザは、WWWで提供されるHTMLファイルの内容を解釈して表示することができる。



##### ② HTTPプロトコル

HTTPは、クライアントからの要求メッセージに基づいて、サーバが応答を返す形式のプロトコルである。リクエスト・レスポンス型とも呼ばれ、クライアントが送る要求メッセージは、要求メッセージ、URI、プロトコルのバージョン、付加的な情報が順番に並ぶ構成になっている。URIは目的の文書を示す情報でHTTPでは主に文書の所在地を示すURLを使う。URLは、文書にアクセスするプロトコル、文書が存在するマシンの名前、マシン内の文書の場所と名前の順番に表す。例えば

`http://www.kmctec.co.jp/index.htm`

では、先頭のhttpでは利用プロトコルがHTTPであることを示し、マシン名はwww.kmctec.co.jp、ファイルの場所と名前が/index.htmlとなる。

HTTPは、要求と応答の作業が一つずつ独立に行われ、一つの要求に対して応答が終わると、元の待ち状態に戻り、次の要求が来ればそれに対して応答する。サーバは大量のアクセスを同時に受けても高速に対応できるが、いくつもの段階を踏んで処理を進めるような用



途では不便な点がある。そこで、クッキーと呼ばれる情報で、クライアントが前回アクセスした時の情報を再現する機能を追加している。

## ㉔ Webアクセスの流れ

Webアクセスの流れは、次の5つのステップで構成される。

- ① ユーザがWebブラウザの画面上のリンクをクリックする。
  - ② Webブラウザは、サーバに対してデータを要求する。
  - ③ この要求に従って、サーバ上で動くWebサーバソフトが目的のデータを見つける。
  - ④ そのデータをWebブラウザに返信する。
  - ⑤ Webブラウザが、受け取ったデータを適切な場所に配置する。
- HTTPプロトコルは、②のデータの要求と④のデータの返信で使用されている。

## ㉕ HTTPの仕組み

### ㉔ HTTPの送信側の仕組み

HTTPは、Webアクセスにおいて、WebブラウザとWebサーバ間のデータをやり取りするためのプロトコルである。HTTPの送信側の処理の流れを次に示す。

#### ① データ要求メッセージの作成

Webブラウザは、HTTPの形式に則って「〇〇というデータを下さい」というメッセージを作成し、パソコン内のTCP処理ソフトに渡される

#### ② メッセージをTCPパケットに格納

TCP処理ソフトは、Webブラウザが作ったメッセージをTCPパケットのデータ部分に入れ、TCPパケットのIP処理ソフトに渡す。

#### ③ TCPパケットをIPパケットに格納

IP処理ソフトは、TCPパケットをIPパケットのデータ部分に入れ、IPパケットをイーサネットに渡す。

#### ④ IPパケットをMACフレームに格納

イーサネットは、IP処理ソフトから受け取ったIPパケットをMACフレームのデータ部分に入れ、MACフレームをLANアダプタにつながるケーブルに送り出す。

### ㉕ HTTPの受信側の仕組み

HTTPの受信側の処理の流れは、送信側の流れとは逆になる。

- ① MACフレームからIPパケットを抽出
- ② IPパケットからTCPパケットを抽出

- ③ TCPパケットからWebブラウザが作成したHTTPメッセージを抽出
- ④ Webブラウザが要求されたデータの内容を把握

## ㉞ HTTP関連メンバーの役割

- ① HTTP : Webブラウザが作成したメッセージの運搬手段
- ② Webブラウザ : HTTPメッセージの作成、データの送信
- ③ Webサーバソフト : HTTPメッセージの受信、Web画面の表示
- ④ TCP、IP、イーサネット : メッセージの目的地までの運搬、到着確認

## ㉟ HTTPの要求と応答

HTTPは、要求(リクエスト)と応答(レスポンス)の2つのメッセージで成り立つ。WebブラウザからWebサーバソフトに向かうのがリクエストであり、そのリクエストに対する応答がレスポンスである。Webアクセスはリクエストとレスポンスの繰り返しである。ユーザが `http://www.kmctec.co.jp/index.html` と入力した場合は次のようになる。

- ① `http`  
`http`は、HTTPプロトコルを使ってデータのやり取りすることを表している。
- ② `www.kmctec.co.jp`  
`www.kmctec.co.jp`はホスト名で、Webサーバの名前を示している。
- ③ `/index.html`  
`/index.html`はパス名で、Webサーバ内のデータの在りかを示している。

①~③のURLをユーザが入力し、リターンキーを押すと、Webブラウザは、`www.kmctec.co.jp`という名前のサーバにある`index.html`のデータをHTTPリクエストで要求することになり、Webサーバから`index.html`のデータがHTTPレスポンスで返ってくる。

Webブラウザが、HTMLの内容を順番に解析していく途中で、別のURLを見つけると、そのURLで示されたデータを取りに行くことになる。この場合に、再び、リクエスト、レスポンスの処理が繰り返されることになる。

## ㊦ HTML

### ㊦ HTMLとは

WWWで提供される文書はHTMLというマークアップ言語の書式に従って記述されたテキストファイルである。ファイルにはタグと呼ばれる書式情報が埋め込まれており、WWWブラウザは、そのタグに応じてテキストをレイアウトし、見出しや表、ハイパーリンク、画像の配置などを指定し、マルチメディアデータが閲覧できるようになっている。

HTMLを使用してWebページを作成するときには、タグを使って、文字のフォントや色、大きさ、飾りなどを指定したり、画像データを読み込んで貼り付けたりすることができる。ブラウザに表示されるテキストや画像などのコンテンツ以外はすべて、タグによって指定することができる。

## ① HTMLの特徴

- ① WWWで利用するハイパーテキストの構造を定義する言語である。
- ② 文書に見出し、テキスト、表、リストや画像などの情報を埋めることができる。
- ③ Webページやデータへのリンクを設定することができる。
- ④ 計算や条件分岐の処理を単独で行うことができない。
- ⑤ HTML文書を表示するにはWWWブラウザが必要である。
- ⑥ ブラウザがあればOSの環境には支配されない。
- ⑦ 文書の構造はタグで定義する。
- ⑧ 文書はテキストファイルであり、テキストエディタやワープロで作成できる。

## ② HTMLファイルの基本構造

HTMLファイルは、ヘッダ部分とボディ部の2つから構成される。

### ① ヘッダ部分

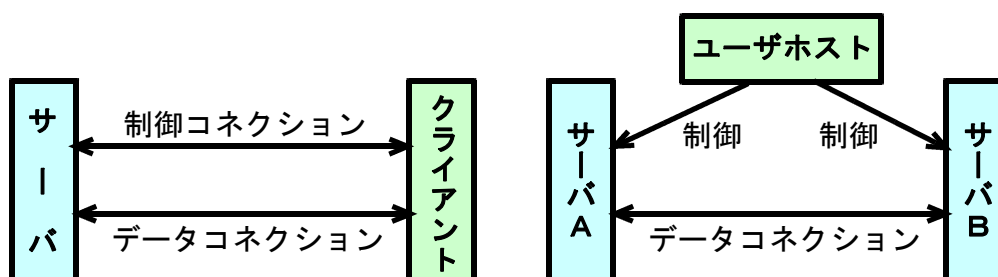
ヘッダ部分は、<head>と</head>で囲んだ部分で、HTML文書がもつ様々なメタ情報が格納されている。Webページのタイトルや文字コードなどが記述される。

### ② ボディ部分

ボディ部分は、<body>と</body>で囲んだ部分で、ブラウザに表示するデータそのものや、そのデータに関する指示を記述する。

## ④ ファイル転送サービス

### ① FTPサーバ



F T Pサーバはインターネットを通じてファイルやプログラムなどをユーザに配布するサーバである。インターネット上にファイルを公開したり、公開されたファイルをダウンロードする際に使用する。F T Pサーバは基本的にはユーザー名とパスワードを用いて認証を行い、確認された利用者のみが利用できるようになる。F T Pの制御コネクションの確立は、ポート番号21を使用して、ログインのためのユーザ名やパスワード認証の確認が行われ、サーバとクライアント間に、F T Pコマンドと応答を運ぶ制御コネクションとデータを転送するデータコネクションを設定し、F T Pを使用して、サーバへの転送(PUT)、サーバからの取り出し(GET)をクライアントが行う。更に、ユーザは2台のサーバと制御コネクションを確立し、2台のサーバ間のデータ転送を制御することもできる。

## ⑥ anonymous F T P

F T Pには利用時にアカウントが必要なものと、匿名でも利用できるものがある。匿名が利用できるものはユーザ名としてanonymousを指定すれば誰でも利用できる。不特定多数の利用者へソフトウェアを配布したりする際に、誰でも自由にログインしてファイルをダウンロードできるanonymous F T P（匿名FTP）という仕組みが準備されている。

## ⑤ SSLサービス

### ① SSLとは

SSLはHTTPプロトコルにセキュリティ機能を追加する技術で、WWWサーバとWWWブラウザとの間で、互いに相手の身元を確認する認証の機能や、やり取りされるパケットを暗号化し、万一データが見られても内容がわからないようにし、盗用を防ぐ機能がある。暗号化方式は秘密鍵暗号方式を用いる。クレジットカードの番号やパスワード、個人情報など、他人に見られたくない情報をWWW上でやり取りする際などに使用する。

また、重要な情報を送信するときに、通信相手のサーバが、なりすまされた相手ではなく、信頼できる相手かどうか確かめる必要が出てくる際に、SSLを使用して、通信相手の認証を行うことができる。

### ② SSLの暗号化

SSLの暗号化は、共通鍵暗号化方式と公開鍵暗号化方式という二つの暗号化方式を組み合わせで行われる。

#### ① 秘密鍵暗号化方式

秘密鍵暗号化方式は、送信側と受信側が共通の鍵を使い暗号化する。特徴は、暗号化と復号の処理が軽いことであるが、秘密鍵を使う場合、送信側と受信側が誰にも知られていない共通の鍵をもっていなければならない。送信側と受信側が共通の鍵をもつ手段として、公開鍵暗号化方式が使用される。

## ① 公開鍵暗号化方式

公開鍵暗号方式は、公開鍵と秘密鍵というペアの鍵を使う方式である。特徴は、片方の鍵で暗号化したデータを、ペアになっている片方の鍵でしか復号できないことである。暗号化する片方の鍵を公開し、誰でも使用できるようにし、もう片方の鍵は秘密にして、データを受信する方しかもっていなければ、データの秘密を確保することができる。重要なことは、暗号化する鍵と復号する鍵がペアになっていることと、復号する秘密の鍵が受信者以外がもっていないことである。この仕組みを利用して、送信側と受信側に共通する秘密鍵が他の人にわからないように送信される。

## ⑤ 公開鍵暗号化方式と秘密鍵暗号化方式を組み合わせた通信

SSL通信での公開鍵暗号化方式を利用したSSL通信の共通鍵の配布、およびSSL通信の共通鍵を使用したSSL通信データの送信手順を次に示す。

- ① クライアントがサーバにSSL通信を依頼する。
- ② サーバはサーバ証明書とサーバの公開鍵を送信する。
- ③ クライアントはサーバの公開鍵で共通鍵を暗号化してサーバに送信する。
- ④ サーバはサーバの秘密鍵で暗号化された共通鍵を復号し、共通鍵を得る。
- ⑤ クライアントはSSL通信の共通鍵でデータを暗号化してサーバに送信する。
- ⑥ サーバはクライアントからの暗号化されたSSL通信のデータを受信する。
- ⑦ サーバは暗号化されたSSL通信のデータをSSL通信の共通鍵で復号する。
- ⑧ サーバはクライアントへの返信データをSSL通信の共通鍵で暗号化して返信する。
- ⑨ クライアントはサーバからの暗号化されたSSL通信のデータを受信する。
- ⑩ クライアントは暗号化されたSSL通信のデータをSSL通信の共通鍵で復号する。

## ③ SSL通信の仕組み

### ㊦ レコード・プロトコル

レコード・プロトコルは、SSLメッセージのフォーマットである。SSLで運ばれるメッセージはレコードと呼ばれ、ヘッダー部とデータ部で構成される。ヘッダー部には、データの種類、バージョン、データ長の情報が入っている。データ部には、ハンドシェイク・プロトコルのメッセージや暗号通信時の暗号化データが入っている。

### ① ハンドシェイク・プロトコル

- ① クライアントがサーバに暗号方式を提案する。
- ② サーバは提案のあった方式から適切なものを一つ選んで返答する。
- ③ サーバはクライアントにCertificateメッセージを使ってサーバ証明書を送る。
- ④ サーバからの必要情報の送信完了をクライアントに伝える。
- ⑤ クライアントはサーバ証明書の公開鍵を使用して、SSL通信の共通鍵を暗号化し、サ

サーバに送信する。これがClientKeyExchangeメッセージである。

SSL通信では、共通鍵を直接やり取りするのではなく、共通鍵の基となるプレマスタ・シークレットをやり取りして、そこからクライアントとサーバがお互いに共通鍵を生成する仕組みになっている。この時点で、両者はプレマスタ・シークレットを共有している。

- ⑥ クライアントは暗号方式の採用を宣言する。
- ⑦ ハンドシェイクの終了をサーバに知らせる。
- ⑧ サーバは暗号方式の採用を宣言する。
- ⑨ ハンドシェイクの終了をクライアントに知らせる。
- ⑩ ハンドシェイクを終了する。

これ以降、クライアントとサーバは、共有したプレマスタ・シークレットから共通鍵を生成し、その共通鍵を使用して暗号通信を実施する。

## ④ SSL通信での相手認証

サーバ証明書は、サーバの管理者が認証局に申請して発行してもらう。サーバ証明書には、サーバ運営者の組織名、認証局の組織名、証明書の有効期限、サーバの公開鍵などの情報が書き込まれており、認証局の署名がついている。認証局の署名は証明書の内容をハッシュした値を秘密鍵で暗号化したデータである。

公開鍵暗号化方式では、一方の鍵で暗号化したデータはペアとなっているもう一方の鍵でしか復号できない。公開鍵で暗号データを正しく復号できた場合、その暗号データはペアとなっている秘密鍵を使って暗号化されたことが保証される。これによって、その証明書は認証局が発行した証明書であることがわかる。

認証局の認証は、その認証局が他の認証局から署名を受けている場合、その署名を受けた認証局の証明書も送られてくるため、その認証局の署名を使用して行われる。必要な場合には、一番上位のルート認証局の署名を利用して行うことになる。

## ⑥ インターネット接続サービス

### ① インターネットプロバイダー

インターネットサービスを利用するには、インターネットに接続する必要があり、インターネットに接続するためには、インターネット上のアドレスが必要である。インターネットは、当初は、学術・研究用に限定して使用されていた。1990年代に入り、商用目的での利用が解禁され、インターネットへの接続サービスを行う業者、インターネット接続サービスプロバイダが誕生した。プロバイダの規模は高速専用線をもった第一次プロバイダから、大規模プロバイダに接続し一定の地域に限定した中小のプロバイダまで、多種多様である。

## ⑥ プロバイダが提供するサービス

### ア サービスの概要

- ① アクセスポイントの設置
- ② 各種サーバの運用
- ③ ホームページの無料登録サービス
- ④ ユーザ管理

### ① アクセスポイント

アクセスポイントは、通信ネットワークの末端でコンピュータなどからの接続要求を受け付け、ネットワークへの通信を仲介する施設や機器のことである。ユーザがインターネットにアクセスすることができる接続ポイントで、通信サービス事業者などが運用する施設や設備であり、契約者が公衆回線などを通じて事業者のネットワークへ接続するための中継拠点のことをアクセスポイントという。インターネットやパソコン通信ネットワークに電話回線やISDN回線、ADSL、光回線を通じて接続を行なう際の、接続先の施設で、常時接続が一般的になった今日ではアクセスポイントを意識することはなくなっている。

### ㊦ インターネット接続方法

インターネットを利用する場合に考慮しなければならないのが通信回線である。専用回線またはISDN、ADSL、FTTH、CATV、無線回線など、どのような回線を使用してインターネットを利用するかによって各種の方法がある。有線を利用するか無線を利用するかの検討、インターネットを利用したいときにだけ接続するダイヤルアップ接続か常時接続を利用にするかの検討も重要である。

### ㊧ 回線の種類別接続方法の分類

#### ① 専用線による接続

常時通信できるように、必要な部分を専用線により接続する方法で、料金は固定制である。トラフィック量が多く、かつ常時通信状態におく必要があるケースに適用される。

#### ② ダイヤルアップ接続

インターネットを利用したいときだけ、公衆回線を利用して接続する方法で、料金は従量制であり、個人ユーザの利用が多い。

#### ③ ADSLやFTTHの高速データ通信による接続

電話回線とADSLモデムを使用した高速データ通信や光ファイバを使用した家庭向けの高速デジタル通信を利用する。



#### ④ CATV接続

CATVは同軸ケーブルのツリー状分配網を利用して多くのテレビ番組を放送するシステムである。有線テレビといい、地上局テレビ波の難視聴解消を目的とした再送信専用型と多チャンネル志向の都市型の2種類がある。

#### ⑤ 無線回線

無線接続によるインターネットは、宅内での使用専用ではAirターミナルという機器を購入して設置すれば、Wi-Fiでの接続可能となる。また、ワイマックス専用ルーターを自宅に置けばWi-Fiでの接続可能となり、WiMAXルーターを持ち運べば屋外でもインターネット接続が可能となる。

#### ㊦ FTTH方式

FTTHは、光ファイバーによる家庭向けのデータ通信サービスのことである。FTTH方式は各家庭まで光ファイバケーブルを敷設して、電話やISDN、CATVまで含めた各種の通信サービスを提供する加入者網光化の計画であったが、転じて、そのための通信サービスの総称として用いられるようになった。

高速・常時接続のデータ通信サービスとしては、電話回線で高周波の電気信号を送受信するADSLや、ケーブルテレビ回線を利用したもの、携帯電話回線を利用した無線データ通信サービスなども提供されているが、光ファイバーを用いるFTTHは最も高速で将来性があると考えられている。

#### ㊧ FTTC方式

FTTHは、利益対投資の観点から考えると、家庭まで光ケーブルを引き込んで各種の通信サービスを提供するには時期尚早との判断があり、FTTC方式が提唱されている。

FTTCは、家の近くの道路の縁まで光ケーブルを引き、その場所で光から電気に変換してからメタリックケーブルを使って複数の家庭に配信する方式である。この方式では、1本の光ケーブルで複数のユーザをまかなえるためコストメリットがでることになる。

マンションや商業ビルなどでは、加入者宅まで直接光ファイバーを引き込むFTTHに比べ、速度をなるべく維持しながら回線敷設コストを大幅に抑えることができるため、完全に光ファイバー化されるまでの「つなぎ」の技術として活用されている。

#### ㊨ ADSL

ADSLは一般的な電話回線を使い、音声通話に用いられない高周波の帯域をデジタルデータの伝送に利用する技術である。局からの伝送距離に制限がある。既存の電話回線を利用して、電話局から家庭までの下り方向で1.5~50Mbps程度、上り方向で16K~1Mbps程度の通信ができる技術で、電話回線で既存の電話と共存できる。既存の電話回線に、専用のADSLモデム、スプリッタと呼ばれる信号分離装置を接続し、インターネットへの常時接続環境をつくる。

## ⑥ C A T Vインターネット

C A T Vの番組配信用ネットワークを通信用途に利用する常時接続型のインターネットサービスである。ケーブルをテレビ用と通信用に分岐して、通信に利用する際はケーブルをケーブルモデムに接続し、パソコンとケーブルモデムの間はイーサネットをつなぐ。パソコンをC A T V回線経由でインターネットに接続するサービスも広がっている。

C A T V網は同軸ケーブルと光ファイバを組み合わせたネットワーク形態で、通信速度は下りで30Mbps程度である。今後更に高速のサービスも提供される予定である。電話回線を利用しないので、N T Tなどに支払う通信料は不要であり、インターネットへの接続サービスも同料金内で一緒に提供する場合が多い。

## ⑦ V o I P ・ I P - V P N

### ① I P電話

I P電話は、W e bや電子メールなどのデータの送受信のための基盤として用いられているI Pを利用して従来の電話のような通話を行うもので、S I PやR T Pなど複数の規格を組み合わせ、相手先の識別や指定、発呼や切断などの制御、音声信号とデジタルデータの相互変換、音声データのリアルタイム伝送などを行う。

多くの電気通信事業者が加入電話網に接続されたI P電話サービスを一般加入者向けに提供している。A D S LやF T T H、C A T V回線などのブロードバンド通信サービスの付加サービスとなっていることが多い。固定電話サービスより料金が安く、アナログ電話回線を別途用意しなくてもインターネット接続用のデータ回線で電話サービスに加入できるため、転居や新規加入時に選択されることが多い。

加入者には固有の電話番号が割り当てられ、回線の終端装置に電話機を繋いで加入電話と同じように使用することができる。同じ事業者の別の加入者へは無料や割安で通話できる場合が多く、他サービスの加入者へも公衆網を介して接続できる。

I P電話専用の番号体系として050番号が用意されているが、緊急通報やフリーダイヤルへかけられないなどの制約がある。

### ② V o I Pゲートウェイ

インターネット電話には、I P電話のユーザと加入電話ユーザが通話できるようにするために、電話網とI P網を接続するV o I Pゲートウェイが必要になる。V o I Pはデータ通信のプロトコルであるM G C Pを使用して、I P上で音声データを転送する技術である。インターネット電話を実現するには、音声の遅延や抜けを防ぐ技術が必要になる。

I P電話のネットワークでは音声の中継する場合の交換機の役割はルーターが担当する。V o I Pゲートウェイが送り出した音声パケットは、I Pネットワークを構成するルーターがほかのI Pパケットと同じように、あて先I Pアドレスを見て転送する。パケットが相手のV o I Pゲートウェイまで届いたら、送り出すときとは逆の処理で、音声信号を電話機に渡す。

I P電話の呼制御や電話番号から呼び出す相手のI Pアドレスを見つけ出すのはV o I Pゲ

ートウェイが行う。ただし、いくつかのV o I Pゲートウェイとこれらを束ねて呼制御情報を一元管理するのはゲートキーパである。

## ㉓ VPNとIP-VPN

### ㊦ VPN

VPNは公衆網を専用線のように使用し、仮想の私設網を形成するネットワークで、公衆網を社内の内線電話のように使用する。インターネット上で認証や暗号化、ファイアウォールなどのセキュリティ技術を利用して仮想的に私的なネットワークを構築する。

### ㊧ IP-VPN

IP-VPNはIPネットワーク上に設けた仮想私設網で、IPネットワーク上の他の拠点からアクセスできないようにするためにセキュリティを設ける方法とIPアドレスの重複が許されないグループごとに分ける方式がある。

## ㉔ RTSP、RTP、SIP

### ㊦ RTSP

RTSPは、クライアントとサーバの間で再生したい動画や音声の所在情報の伝達や、再生の開始・停止などの制御情報のやり取りを行う。データ本体の伝送はRTSPではなく、RTPによって行う。データは始まりや終わりの存在を前提としないストリーミング方式で再生され、サーバ側は再生開始要求の届いた時点のデータから送信を開始し、クライアント側は連続的に届くデータを即座に再生・表示する。要求資源の位置の記述は「rtsp://」で始まるURLを用い、標準ではTCPの554番ポートで通信する。制御データの形式はHTTPに似せて作られており、クライアント側からリクエストを送り、サーバ側がレスポンスを返すという形で通信を行う。インターネット上での動画や音声の放送型のリアルタイム配信システムや、ネットワークカメラからの映像データの受信・再生などに応用されている。

### ㊧ RTP

RTPは、TCP/IPネットワーク上で音声や動画のように連続するデータの流れをリアルタイムに伝送するための通信プロトコルである。分割された連続的なデータの送信・受信についてのみ定めたシンプルなプロトコルで、伝送制御のためのプロトコルと組み合わせで様々な用途やデータ種別で利用することができる。分割された連続的なデータの送信・受信についてのみ定めたシンプルなプロトコルで、伝送制御のためのプロトコルと組み合わせで様々な用途やデータ種別で利用することができる。IP電話や動画ストリーミングなどのプロトコルのいくつかで標準のデータ伝送方式に指定されている。通常の設定ではトランスポート層のプロトコルにUDPを用いるのが特徴で、TCPと異なりデータの到着順の保証や欠落時の再送制御などを省略する代わりに高速に伝送することができる。RTPのヘッダにはデータの順序番号や送信時刻が用意されており、受信側ではこれを見てデータを時系列

に表示・再生することができる。

## ㉔ SIP

SIPは、TCP/IPネットワーク上の複数の地点間で固定的な通信路の確立や切断などを行うためのプロトコルである。通信相手との接続の確立や切断などの制御を行う方式を定めており、接続後の通信路で流れるデータの種類や制御には関知せず、他のプロトコルが併用される。音声をやり取りすれば通話に、映像付きの音声を流せばテレビ電話・テレビ会議に、文字メッセージを流せばチャットやインスタントメッセージになる。

SIPで発信や着信を行う利用者はSIP URIと呼ばれる固有の識別名で各々を区別する。「sip:ユーザー名@ドメイン名」というメールアドレスに似た記法で表される。メールアドレスと同じように、一つのURIを個人や端末に紐づけて運用することも、複数の人や端末のグループに対して割り当てて代表アドレスのように共有することもできる。

SIPによる接続は相手方のIPアドレスを直に指定して直接開始することもできるが、SIPサーバへ相手のSIP URIを送信して問い合わせを行い、探索や呼び出しを行って接続するという手順が利用できる。相手の端末がどのネットワークに接続していても探し出して呼び出すことができ、接続確立後の通信にはSIPサーバは関与せず、各端末はサーバやクライアントなどの役割の区別なく対等な立場で相互にデータを送受信する。

## ⑧ 関連するサービス

### ㉑ イン트라ネットとエクストラネット

#### ㉒ イン트라ネット

イントラネットは、TCP/IPなどのインターネット標準の技術を用いて構築された企業内ネットワークのことであり、インターネットの技術を企業内の情報システムに取り入れ、情報共有や業務支援に活用するためのシステムである。WWWや電子メールを利用して社内の文書を共有したり、WWWの機能拡張に伴いデータ入力も容易になり、インターネットとの操作性の統合や、インターネットと連携したシステムの構築などが容易に行えたため、基幹業務システムにも利用されている。

WWWブラウザさえあれば、全社規模で情報インフラを容易に整備でき、メールやスケジュール管理などの基本的なものから、業務用データベースシステムと連動したWebアプリケーションなど、様々な種類のサービスが目的に応じて導入される。同じブラウザから社外の情報資源にアクセスしたり、出先機関など社内ネットワークに接続されていない環境からでも、社内情報システムを利用することもできる。

#### ㉓ エクストラネット

エクストラネットは、インターネット技術を使って企業間での情報共有を狙ったシステムで、イントラネットの適用成果を企業間にまで広げたシステムである。構造的にはイントラ

ネットと同様であるが、企業間にまたがるセキュリティ技術やEDIの適用が不可欠になる。

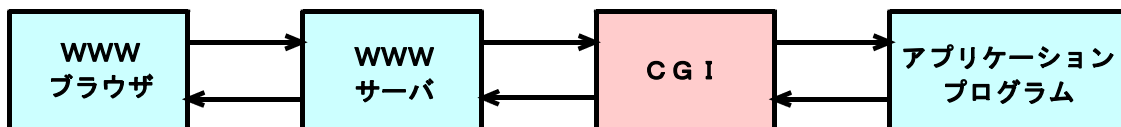
電子商取引や電子データ交換のための通信を安全に行うために構築されることが多い。通信事業者の提供する専用の回線を用いる場合と、インターネット上に暗号された専用の回線網を構築して接続する場合がある。

## ⑥ CGIとSSI

### ㊦ CGI

CGIはWWWページから外部プログラムを呼び出し、その結果をWWWページに反映させるための仕組みで、WWWページを記述するHTMLだけでは実現できない動的なWWWページを、外部プログラムの助けを借りて作ることができる。

ユーザがWWWブラウザを使って、ページ上の入力フォームにデータを入力すると、WWWサーバは外部プログラムを呼び出して入力されたデータを渡す。外部プログラムは渡されたデータに従って処理を実行し、結果をWWWサーバに返す。このWWWサーバと外部プログラムとのインタフェースがCGIである。外部プログラムが処理した結果はWWW上に反映され、WWWブラウザに表示される。WWWブラウザがWWWサーバを経由してデータベースサーバに問い合わせを発行する場合やWWWページがアクセスされた回数を集計して表示するアクセスカウンタにもCGIが利用される。CGIプログラムの開発言語としてUNIXではPerl、WindowsではVisual BasicやVisual C++を利用することが多い。



### ㊧ SSI

SSIはWWWサーバとWWWブラウザの間でデータのやり取りをする仕組みの一つである。CGIより簡単に利用できるのが特徴である。HTMLファイル内にコメントの形で、サーバに用意されているコマンドを記述する。このHTMLファイルが参照されると、WWWサーバがSSIのコマンドを実行し、その結果をWWWブラウザに表示する。SSIを利用するには、WWWサーバ側がSSIに対応している必要がある。

## ⑦ QoSとベストエフォートサービス

### ㊦ QoS

QoSはユーザーに提供するネットワークの通信品質を制御する技術またはこのような技術を使って通信品質の制御を行うサービスを指す。通信品質に影響を及ぼすパラメータには、遅延時間や遅延の揺らぎ(ばらつき)、データ損失率、ピーク速度などがある。これらを調整して、ネットワーク内の通信量が集中した場合でも、映像の伝送、音声の伝送などアプリケーションごとに一定のスループットが確保できるようにする。ネットワークサ

ービスによって、サービスクラスの定義は異なるが、ATMでは、CBR、VBR、ABR、UBRのサービスクラスがあり、各クラスのパラメータはATMフォーラムが規定している。

#### ① ベストエフォートサービス

ベストエフォートサービスはユーザが利用できる通信の伝送帯域を、ネットワークが混雑したときには、保証しないタイプのサービスである。保証する場合をギャランティ型という。フレーム・リレーやインターネットのように、多数の通信でノードやリンクの設備を共用するネットワークでは、トラフィックの増加に伴って、個々の通信のスループット、すなわちエンド・ツー・エンドの実効伝送速度が低下する。このようなときに、良好なサービスを維持するための努力をするが、スループットの値を保証しないサービスである。スループット以外のサービス評価項目である信頼性や通信品質についても、保証しない。その代わりに低料金でサービスを提供する。

### ④ アプレットとサーブレット

#### ㊦ アプレット

アプレットはJavaアプレットのことであり、Javaで作成されたソフトウェアのうち、HTMLファイルに組み込まれてWebサーバからダウンロードし、Webブラウザ上で実行するものである。JavaVMを備えたWebブラウザで実行できる。ユーザのセキュリティを守るため、ダウンロードしたJavaアプレットはユーザ側のコンピュータのファイルを読み書きできないことや他のアプリケーションを起動できない制限がある。

#### ① サーブレット

サーブレットはサーバ上で動作するJavaアプレットで、Webサーバ上でデータベースの検索などクライアントに対してさまざまなサービスを提供できる。CGIに比べてWebサーバのパフォーマンスが落ちないメリットがある。

### ⑤ プロキシサーバ

プロキシサーバはローカルなネットワークとインターネットをダイレクトに接続することを禁止しているコンピュータに代わって、インターネットにアクセスするサーバである。プロキシ・サーバの役割はセキュリティ機能とキャッシュ機能である。

セキュリティ機能は、ローカルネットワークのセキュリティを高めるために、インターネットからアクセスできるユーザを制限したり、ローカルなネットワークからインターネットの各種サービスの利用を制限する。キャッシュ機能は、アクセスした情報を一時ストックしておく機能を持つので、トラフィック量の軽減やアクセスの高速化を図ることができる。

### ⑥ ニュースサーバ

ニュースサーバは、他のニュースサーバからの記事の転送や、ユーザからの記事の投稿、記事の読出しなどを制御するサーバである。あるテーマに従ってネットワーク上で議論を交



わしたり、情報を交換したりする役割を行う。ニュースサーバに記憶された投稿記事はジャンル別に細かく分けられ、階層化して管理される。

## ⑨ Telnet

利用者が操作するソフトウェアをTelnetクライアント、遠隔から操作される側のソフトウェアをTelnetサーバと呼び、両者の間でテキストベースのメッセージをやり取りする方法を定めている。このクライアントソフトのことをTelnetと呼ぶ。

利用者はクライアントに接続したいサーバを指示すると、そのサーバで有効なアカウント名やパスワードの入力を促され、ログインが試みられる。ログイン後、クライアントに実行したいコマンドなどを入力するとサーバに送信されて実行され、結果がクライアントに送信される。クライアントは受け取った実行結果を画面に表示し、次のコマンド入力を受け付ける。この繰り返しによって、サーバの入出力機器を操作するのと同じように、遠隔からサーバを操作することができる。

Telnetは単純なテキストのやり取りのみを行なうため、テキストベースの他のプロトコルで動作するサーバにTelnetクライアントで接続し、リクエストなどを直接入力して操作やテストを行なう、といった使い方がされることもある。Telnet自体は認証や通信をまったく暗号化しないため、インターネットなど開かれたネットワークでそのまま使うことは危険であるとされる。このため、遠隔操作などの用途には暗号化に対応したSSHなどが使われることが多い。

## ⑩ ディレクトリサービス

ディレクトリサービスは、ネットワークに接続したサーバー、プリンター、アプリケーションなどの資源の所在・属性・設定などの情報を効率的に収集し、記録・管理するサービスである。また、その機能を提供するコンピューターやソフトウェアをディレクトリサーバーという。ネットワーク上の資源の情報を一元管理するので、大規模なネットワークでの活用が多い。

ディレクトリサービスは、資源名、ホスト名、IPアドレス、アクセス権限、アイデンティティ情報などのディレクトリ情報に基づいてユーザーやアプリケーションから資源へのアクセスをコントロールするのが狙いである。ディレクトリサービスにアクセスするための通信プロトコルは、LDAPが標準で用いられている。LDAPを実装すれば1台のクライアントから複数のディレクトリサーバーにアクセスすることが可能である。

## ⑪ SNMP

SNMPは、ルータ、スイッチ、サーバなどTCP/IPネットワークに接続された通信機器に対し、ネットワーク経由で監視、制御するためのアプリケーション層プロトコルである。SNMPを利用することにより、導入したネットワーク機器を監視することができるので、ネットワークに障害が発生した場合にどの機器に障害が発生したのかをすぐに突き止められるなど、迅速な障害復旧に役立つ。



## ⑨ インターネット組織

### ① I E T F

I E T Fはインターネットの標準化組織で、T C P / I Pなどのインターネットのすべての標準仕様がI E T Fで作成される。I E T Fはオープンな組織で、多数のワーキンググループからなり、個別の技術を議論している。議論の多くはインターネットメールで行われる。

### ② I A B

I A Bはインターネットの標準化作業を統轄する組織で、I E T Fが作成した技術仕様であるR F Cをインターネット標準にするかどうかを決定する機関である。

### 例題演習

インターネット上にある資源に対するアクセス手段と、その存在場所を表現するものはどれか。

ア F T P

イ H T T P

ウ U R L

エ W W W

### 解答解説

インターネット上の資源に対する存在場所の表現に関する問題である。

アのF T Pは、T C P / I Pベースのネットワークでファイルを転送するために使用されるプロトコルである。

イのH T T Pは、W W WサーバとW W Wブラウザがファイルなどの情報を送受信するために使うプロトコルである。T C P / I Pの上位層のプロトコルである。

ウのU R Lは、インターネット上の各種情報リソースにアクセスする手段とリソースの名前をどのように指定するかを定めた規格である。求める答えはウとなる。

エのW W Wは、インターネットで提供されるハイパーテキストによるクライアント／サーバ型の情報検索システムである。情報から情報へハイパーリンクが設定されている。

### 例題演習

W e bにおいて、取得したい情報源を示すための表記方法で、アクセスするプロトコルとホスト名などの場所を指定する情報を示すものはどれか。

ア H T M L

イ S G M L

ウ U R L

エ X M L

### 解答解説

U R Lに関する問題である。

アのH T M Lは、W e bページを作成するために使うハイパーテキスト記述言語である。

イのS G M Lは、電子的に文書を交換するための汎用マークアップ言語である。

ウのURLは、WWWシステムで情報の位置を示す情報源の住所である。通信時に使用するプロトコル、サーバのホスト名、ディレクトリ名、ファイル名、および使用するポート番号などを記述する。求める答えはウとなる。

エのXMLは、SGMLを拡張した言語である。

### 例題演習

DNSサーバの役割の説明として、適切なものはどれか。

- ア IPアドレスを動的にクライアントに割り当てる。
- イ 一度アクセスしたWebページなどをキャッシュに記憶して、Webサーバに代わってクライアントに応答する。
- ウ 外部から社内ネットワーク(イントラネット)へのダイヤルアップ接続を可能にする。
- エ ホスト名、ドメイン名をIPアドレスに対応させる。

### 解答解説

DNSサーバに関する問題である。

DNSは、ユーザからのドメイン名の問合せに対し、IPアドレスを答えるサーバである。この機能は、インターネットを使いやすくしている要因の一つである。

アはDHCP、イはcookie、ウはダイヤルアップIP接続、エはDNSサーバである。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP/IPネットワークでDNSが果たす役割はどれか。

- ア PCやプリンタなどからのIPアドレス付与の要求に対し、サーバに登録してあるIPアドレスの中から使用されていないIPアドレスを割り当てる。
- イ サーバにあるプログラムを、サーバのIPアドレスを意識することなく、プログラム名の指定だけで呼び出すようにする。
- ウ 社内のプライベートIPアドレスをグローバルIPアドレスに変換し、インターネットへのアクセスを可能にする。
- エ ドメイン名やホスト名などとIPアドレスとを対応付ける。

### 解答解説

DNSサーバに関する問題である。

DNSは、ユーザからのドメイン名の問合せに対し、IPアドレスを答えるサーバである。この機能は、インターネットを使いやすくしている要因の一つである。

アはDHCP、イのプログラムの呼出は行わない。ウはNAT、エはDNSである。求める答えはアとなる。



エの packets フィルタリングは、IP パケットのヘッダ情報に含まれるポート番号やアドレスを用いて、データを通過させるかを制御することである。

### 例題演習

プライベート IP アドレスの複数の端末が、一つのグローバル IP アドレスを使ってインターネット接続を利用する仕組みを実現するものはどれか。

- ア DHCP
- イ DNS
- ウ NAT
- エ RADIUS

### 解答解説

NAT に関する問題である。

アの DHCP は、クライアントの IP アドレスなどネットワークパラメータを自動設定するプロトコルで、IP アドレスを動的に割り当てる。

イの DNS は、インターネットに接続しているコンピュータのドメイン名と IP アドレスの対応付けや両者の置き換え機能を提供するプロトコルである。求める答えはウとなる。

ウの NAT は、プライベートアドレスとインターネット用の IP アドレスを変換する仕組みである。1 個のグローバルアドレスを使用して複数の PC がインターネットを使用することができる。求める答えはウとなる。

エの RADIUS は、ネットワーク資源の利用の可否の判断（認証）と、利用の事実の記録（アカウントリング）を、ネットワーク上のサーバコンピュータに一元化することを目的とした、IP 上のプロトコルである。

### 例題演習

インターネット接続用ルータの NAT 機能の説明として、適切なものはどれか。

- ア インターネットへのアクセスをキャッシュしておくことによって、その後と同じ IP アドレスのサイトへアクセスする場合、表示を高速化できる機能である。
- イ 通信中の IP パケットから特定のビットパターンを検出する機能である。
- ウ 特定の端末あての IP パケットだけを通過させる機能である。
- エ プライベート IP アドレスとグローバル IP アドレスを相互に変換する機能である。

### 解答解説

NAT に関する問題である。

NAT はプライベート IP アドレスとグローバルアドレスを相互に変換し、プライベートアドレスしか割り当てられていないパソコンからインターネットにアクセスするための技術である。

マスクングは特定のビットの取り出しを行うためのマスク処理である。マスクデータと論理演算で行い、特定ビットの調査やビット列の取り出し、不要な部分の除去などに使用する。

フィルタリングは指定した条件に合致するものだけを抜き出したり、一定の規則でデータの

内容を変換する機能である。

プロキシはコンピュータからリクエスト受け、目的のコンテンツを取得し、リクエスト元に送信する。キャッシュ機能によってコンテンツを一時保存しね高速表示が可能になる。

アはプロキシ、イはマスキング、ウはフィルタリング、エはNATである。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP/IPにおけるARPの説明として、適切なものはどれか。

- ア IPアドレスからMACアドレスを得るプロトコルである。
- イ IPネットワークにおける誤り制御のためのプロトコルである。
- ウ ゲートウェイ間のホップ数によって経路を制御するプロトコルである。
- エ 端末に対して動的にIPアドレスを割り当てるためのプロトコルである。

### 解答解説

ARPに関する問題である。

宛先IPアドレスを利用してデータを送信することができるが、データリンクを利用して通信するときにはIPアドレスに対応するMACアドレスが必要になる。ARPは、IPアドレスを手がかりにして、パケットを受け取る機器のMACアドレスを求めるときに利用する。ARPによって取得したMACアドレスはキャッシュされ、一定の時間保持される。このキャッシュされた情報が保持されている間は、IPアドレスに関するARPの処理を行わなくてよいことになる。

アのIPアドレスからMACアドレスを得るプロトコルは適切である。求める答えはアとなる。

### 例題演習

相手のIPアドレスは分かっているがMACアドレスが未知の場合、そのMACアドレスを取得するのに使用されるものはどれか。

- ア ARP
- イ DHCP
- ウ ICMP
- エ NAT

### 解答解説

ARPに関する問題である。

アのARPは、宛先IPアドレスを利用してデータを送信することができるが、データリンクを利用して通信するときにはIPアドレスに対応するMACアドレスが必要になる。ARPは、IPアドレスを手がかりにして、パケットを受け取る機器のMACアドレスを求めるときに利用する。求める答えはアとなる。

イのDHCPは、TCP/IPネットワークにつながっている端末に対して、IPアドレスなど、ネットワークを利用するために必要な情報を自動的に設定するプロトコルである。

ウのICMPは、フロー制御、到達不能終点の検出、経路のリダイレクトなどの機能をもつ。

エのNATは、ローカルなネットワーク上のホストをインターネットに接続する場合、ローカルで使用されているプライベートアドレスをインターネット接続用のグローバルアドレスに変換する仕組みである。

### 例題演習

インターネットを利用した電子メールで、メッセージヘッダの拡張を行い、テキスト文書だけでなくワープロ文書・音声・画像データなども扱えるようにしたメールの規約はどれか。

ア HTML                      イ MHS                      ウ MIME                      エ SMTP

### 解答解説

MIMEに関する問題である。

アのHTMLは、WWWのページを記述するための言語で、画像や音声、ビデオなどを含むページを表現できる。

イのMHSは、ITU-Tが公衆網サービスや私設網の観点から標準化を進めている電子メールシステムである。このモデルは、ユーザ、ユーザエージェント、メッセージ転送エージェントの3要素からなり、エージェントはユーザに代わってメッセージを送受信したり、メールボックスの機能を果たす。メッセージ転送エージェントは、任意のエージェント間でメッセージのやりとりを可能にする。

ウのMIMEは、インターネットの電子メールで、文字以外のマルチメディアデータを送るための拡張仕様である。MIMEを使えばタイトルに日本語を使ったり、画像データやアプリケーション固有のデータをメールの本文に埋め込むことができる。求める答えはウとなる。

エのSMTPは、あるマシンから他のマシンへ電子メールを転送するためのプロトコルである。TCP/IPのアプリケーションプロトコルの一つである。

### 例題演習

電子メールシステムで使用されるプロトコルであるPOP3の説明として、適切なものはどれか。

ア PPPのリンク確立後に、利用者IDとパスワードによって利用者を認証するとき使用するプロトコルである。

イ メールサーバ間でメールメッセージを交換するとき使用するプロトコルである。

ウ メールサーバのメールボックスから電子メールを取り出すときに使用するプロトコルである。

エ 利用者が電子メールを送るとき使用するプロトコルである。

### 解答解説

POP3に関する問題である。

アのPAPはPPP接続で使う認証用のプロトコルである。暗号化せずにテキストのまま送信する。CHAPは暗号化技術を使用してセキュリティを高めて送信する。

イ、エはSMTPで、ユーザがメールをサーバへ送信するときやメールサーバ同士がメールを転送する場合に使用するプロトコルである。

ウのPOP3は、ユーザがメールサーバからメールを受信する際のプロトコルである。求める答えはウとなる。

**例題演習**

利用者のパソコンから電子メールを送信するときや、メールサーバ間で電子メールを転送するときに使われるプロトコルはどれか。

- ア IMAP                      イ MIME                      ウ POP3                      エ SMTP

**解答解説**

電子メールのプロトコルに関する問題である。

アのIMAP4は、メールサーバから電子メールを受信する際のプロトコルである。

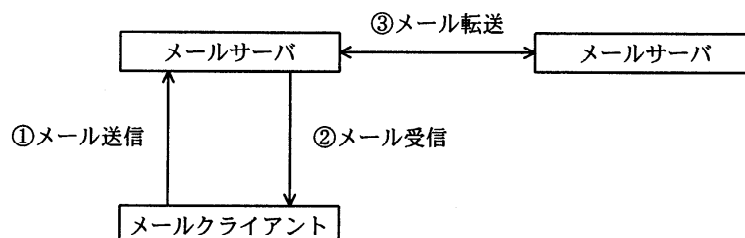
イのMIMEは、電子メールでテキスト文字以外のデータを変換するソフトウェアである。

ウのPOP3は、電子メールをメールサーバからダウンロードするときに使用するプロトコルである。

エのSMTPは、電子メールをメールサーバ間で転送するプロトコルである。求める答えはエとなる。

**例題演習**

図の環境で利用される①～③のプロトコルの組合せとして、適切なものはどれか。



	①	②	③
ア	POP3	POP3	SMTP
イ	POP3	SMTP	POP3
ウ	SMTP	POP3	SMTP
エ	SMTP	SMTP	SMTP

**解答解説**

電子メールのプロトコルに関する問題である。

POP3はクライアントに実装されているメールソフトが、メールサーバのアカウントから



メールをダウンロードする時に使用するプロトコルである。

S M T Pはインターネット上で電子メールを送信または転送する場合に利用するプロトコルである。

①、③はS M T P、②はP O P 3である。求める答えはウとなる。

I M A P 4もP O P 3と同様にメールを受信するプロトコルであるが、P O P 3はクライアント側でメールを管理するのに対して、I M A P 4はメールサーバ側で管理する。

### 例題演習

UDPを使用しているものはどれか。

ア F T P

イ N T P

ウ P O P 3

エ T E L N E T

### 解答解説

UDPに関する問題である。

UDPはコネクションレス型のトランスポート層のプロトコルで、送信したデータの相手に到着確認や再送処理を行わないため高速処理が可能である。未達確認や再送処理はアプリケーションで行う。UDPは、高速性やリアルタイム性を重視する通信やパケットの少ない通信、ブロードキャストやマルチキャストなどの同報性が必要な通信、ビデオや音声などのマルチメディア通信に向いている。時刻の同期やIP電話にはUDPが利用されている。

アのFTPは、ファイル転送プロトコルであり、TCPを使用する。

イのNTPは、インターネット上で複数のコンピュータの時刻を同期させるプロトコルで、UDPを基盤とする。求める答えはイとなる。

ウのPOP3は、インターネットメールをメールサーバからダウンロードするときに使用するプロトコルである。

エのTELNETは、端末からホストコンピュータにログインして遠隔操作を行う仮想端末機能を提供するプロトコルである。

### 例題演習

FTPに関する記述のうち、適切なものはどれか。

ア インターネット経由でファイル転送を行うので、標準で暗号化の機能が組み込まれている。

イ ファイル転送中に通信エラーが起き、下位のプロトコルがタイムアウトになっても、FTPのリカバリ機能によって再送処理が行われ、確実なファイル転送ができる。

ウ ファイルを転送するコンピュータ間は、LANで接続する必要がある。

エ 二つのコンピュータ間のファイル転送を、これら二つのコンピュータとは異なるコンピュータから制御して実行することもできる。

### 解答解説

FTPに関する問題である。

FTPサーバは、インターネットを通じてファイルやプログラムなどをユーザに配布する

サーバであり、インターネット上にファイルを公開したり、公開されたファイルをダウンロードする際にFTPプロトコルを使用する。FTPプロトコルを利用して、サーバへの転送(PUT)、サーバからの取り出し(GET)をクライアントが行う。サーバとクライアント間に、FTPコマンドと応答を運ぶ制御コネクションとデータを転送するデータコネクションを設定する。更に、ユーザは2台のサーバと制御コネクションを確立し、2台のサーバ間のデータ転送を制御することもできる。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP/IPのネットワークに接続された機器を、ネットワーク経由で管理するときに使われるプロトコルはどれか。

ア POP                      イ SLIP                      ウ SMTP                      エ SNMP

### 解答解説

ネットワーク管理のプロトコルSNMPに関する問題である。

アのPOPは、メールクライアントがメールサーバにアクセスして電子メールを取得するためのプロトコルである。

イのSLIPは、遠隔地のワークステーションとIPネットワークを接続するための業界標準のプロトコルである。

ウのSMTPは、あるマシンから他のマシンへ電子メールを転送するためのプロトコルである。TCP/IPのアプリケーションプロトコルの一つである。

エのSNMPは、TCP/IPのネットワーク管理プロトコルで、ルータやハブなどのネットワーク機器のネットワーク管理情報を管理システムに送る場合の標準プロトコルである。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP/IPの環境で使用されるプロトコルのうち、構成機器や障害時の情報収集を行うために使用されるネットワーク管理プロトコルはどれか。

ア NNTP                      イ NTP                      ウ SMTP                      エ SNMP

### 解答解説

SNMPに関する問題である。

アのNNTPは、ネットニュースの記事をサーバ間で配送するためのプロトコルである。

イのNTPは、インターネット上で複数のコンピュータの時刻を同期させるプロトコルである。

ウのSMTPは、電子メール転送プロトコルである。

エのSNMPは、ネットワーク構成機器や障害時の情報などのネットワーク管理情報を管理システムに転送するプロトコルである。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP/IPのネットワークで利用されるプロトコルのうち、ホストにリモートログインし、遠隔操作ができる仮想端末機能を提供するものはどれか。

ア FTP                      イ HTTP                      ウ SMTP                      エ Telnet

### 解答解説

インターネットの応用層のプロトコルに関する問題である。

アのFTPは、ファイル転送プロトコルである。

イのHTTPは、HTMLで記述されたファイルを転送するプロトコルである。

ウのSMTPは、電子メール転送プロトコルである。

エのTELNETは、端末からホストコンピュータにログインして遠隔操作を行う仮想端末機能を提供するプロトコルである。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP/IPネットワークで、データ転送用と制御用に異なるウェルノウンポート番号が割り当てられているプロトコルはどれか。

ア FTP                      イ POP3                      ウ SMTP                      エ SNMP

### 解答解説

FTPのポート番号に関する問題である。

ウェルノウンポート番号は、TCP/IPの主要なプロトコルで使用されているポート番号のことである。FTPが使用する20番と21番、SMTPの25番、DNSの53番、HTTPの80番、POP3の110番などがある。ウェルノウンポート番号は、1023番以下に分布しているため、ウェルノウンポート番号をもたないプロトコルを使用するアプリケーションは1024以降のポートを使用することが慣例となっている。

アのFTPは、データ転送用のポート番号は20、制御用のポート番号は21が割り当てられている。求める答えはアとなる。

### 例題演習

インターネットにおいて、ファイル転送に用いられる用いられるプロトコルはどれか。

ア FTP                      イ POP                      ウ PPP                      エ SMTP

### 解答解説

FTPに関する問題である。

アのFTPは、ファイル転送プロトコルである。求める答えはアとなる。

イのPOPは、メールクライアントがメールサーバにアクセスして電子メールを取得するためのプロトコルである。

ウのPPPは、2地点間を回線でつなぎリンクを確立するためのプロトコルである。パソコンとプロバイダーのルータ間を電話回線でつなぐ場合に使用する。

エのSMTPは、あるマシンから他のマシンへ電子メールを転送するためのプロトコルである。TCP/IPのアプリケーションプロトコルの一つである。

### 例題演習

IPネットワークにおいて、ICMPのエコー要求、エコー応答、到達不能メッセージなどによって、通信相手との接続性を確認するコマンドはどれか。

ア arp                      イ echo                      ウ ipconfig                      エ ping

### 解答解説

IPネットワークの接続確認に関する問題である。

アのarp コマンドは、ARPテーブルの表示／設定を行う。

イのechoコマンドは、与えられたテキストを標準出力に書き出す。

ウのipconfigは、ネットワーク環境の確認／設定を行う。

エのpingは、ネットワークの疎通を確認するコマンドで、ネットワーク疎通を確認したいホストに対してIPパケットを発行し、そのパケットが正しく届いて返答が行われるかを確認する。求める答えはエとなる。

### 例題演習

TCP/IPネットワークにおいて、ネットワークの疎通確認に使われるものはどれか。

ア BOOTP                      イ DHCP                      ウ MIB                      エ ping

### 解答解説

pingに関する問題である。

pingは、インターネットやイントラネットなどのTCP/IPネットワークを診断するプログラムある。接続されているかどうか調べたいコンピュータのIPアドレスを指定すると、ICMPを使って通常32バイト程度のデータを送信し、相手のコンピュータから返信があるかどうか、返信がある場合はどのくらい時間がかかっているか、などのデータを元にネットワークを診断する。ネットワークの疎通確認に使用する。求める答えはエとなる。

アのBOOTPは、TCP/IPネットワーク上で、クライアントマシンがネットワークに関する設定をサーバから自動的に読みこむためのプロトコルである。

イのDHCPは、インターネットなどのネットワークに一時的に接続するコンピュータに、IPアドレスなど必要な情報を自動的に割り当てるプロトコルである。

ウのMIBは、SNMPで管理されるネットワーク機器が、自分の状態を外部に知らせるために公開する情報のことである。

### 例題演習

TCP/IP環境において、タイムサーバの時刻を基に複数のコンピュータの時刻を同期させるプロトコルはどれか。

- ア FTP                      イ NNTP                      ウ NTP                      エ RTP

### 解答解説

NTPに関する問題である。

アのFTPは、ファイル転送プロトコルである。

イのNNTPは、ネットニュースの記事をサーバ間で配送するためのプロトコルである。

ウのNTPは、インターネット上で複数のコンピュータの時刻を同期させるプロトコルである。求める答えはウとなる。

エのRTPは、音声や映像をストリーミング再生するための伝送プロトコルである。

### 例題演習

ADSLに関する記述として、適切なものはどれか。

- ア 既存の電話回線(ツイストペア線)を利用して、上り下りの速度が異なる高速データ伝送を行う。  
イ 電話音声とデータはターミナルアダプタ(TA)で分離し、1本の回線での共有を実現する。  
ウ 電話音声とデータを時分割多重して伝送する。  
エ 光ファイバケーブルを住宅まで敷設し、電話やISDN、データ通信などの各種通信サービスを提供する。

### 解答解説

ADSLに関する問題である。

ADSLは、既存の電話回線のツイストペアケーブルを利用して、電話局から家庭までの下り方向で1.5M~42Mビット/秒、上り方向では16k~1Mビット/秒の通信を実現する。電話回線で既存の電話と共存できる。電話の音声よりも高い周波数帯域である50K~100KHz以上を有効利用する技術である。減衰が大きく局からの伝送距離に制限がある。

アはADSL、イはISDN、ウはTDMA、エはFTTHである。求める答えはアとなる。

### 例題演習

ADSLにおけるスプリッタの説明として、適切なものはどれか。

- ア 構内配線とルータの間のインターフェースのことである。  
イ データ用の高周波の信号と音声用の低周波の信号を分離・合成する装置のことである。  
ウ 電話局内に配置されたADSL伝送装置のことである。  
エ ノイズによって発生した誤りの訂正を行う機能のことである。

### 解答解説

スプリッタに関する問題である。

スプリッタは、高速デジタル通信を行うxDSLサービスにおいて、音声信号とデジタルデータ信号を分離・合成するために用いる機器である。求める答えはイとなる。

### 例題演習

ネットワークプロトコルの一つであるPPP(Point to Point Protocol)に関する記述として、適切なものはどれか。

- ア OSI基本参照モデルの第3層に対応する。
- イ 上位層のプロトコルとしては、IPだけでなくほかの複数のプロトコルにも対応する。
- ウ 電話網経由のダイヤルアップ接続だけに対応する。
- エ 両端の機器は同一ベンダの製品である必要がある。

### 解答解説

PPPに関する問題である。

PPPは、通信回線を介した2地点間のネットワーク接続に用いられるデータリンク層のプロトコルで、TCP/IPだけでなく、他の上位ネットワークプロトコルでも利用できる。IP、IPX、DECnet、AppleTalkなどのプロトコルにも対応する。PPPの特徴は誤り検出を扱い、複数のプロトコルをサポートし、接続時にIPアドレスを交渉したり、認証を許すなどの特徴をもっている。電話回線やISDN、専用回線、ATM回線に利用されており、ダイヤルアップルータ間、電話回線を通したパソコンからのインターネットアクセスなどで利用されている。

アは本来は第2層のデータリンク層に対応するプロトコルであるが、上位層にも対応する。

イのIP層よりも上位の複数のプロトコルにも対応できる記述は適切である。求める答えはイとなる。

ウの電話経由のダイヤルアップ接続だけでなく、ISDN、専用回線、ATM回線にも利用できる。

エの両端機器の製品が同一ベンダーである必要はない。

### 例題演習

CATV回線を用いたデータ伝送(インターネット接続サービスなど)の特徴に関する記述のうち、適切なものはどれか。

- ア 回線によって各端末がセンタとスター型に接続されているので、端末同士の接続サービスが容易に実現できる。
- イ ケーブルモデムを利用することによって、下り方向については数Mビット/秒を超える高速伝送が可能である。
- ウ データ伝送を行うためには、回線に光ファイバケーブルを使用しなければならない。
- エ 上り方向・下り方向とも回線速度が同じであり、双方向通信に最適である。



### 解答解説

CATVインターネットに関する問題である。

CATVは同軸ケーブルのツリー状分配網を利用して多くのテレビ番組を放送するシステムであり、CATVインターネットは、CATVの番組配信用ネットワークを通信用途に利用する常時接続型のインターネットサービスである。ケーブルをテレビ用と通信用に分岐して、通信に利用する際はケーブルをケーブルモデムに接続し、パソコンとケーブルモデムの間はイーサネットをつなぐ。CATV網は同軸ケーブルと光ファイバを組み合わせたネットワーク形態で、通信速度は下りで30Mbps程度である。今後更に高速のサービスも提供される予定である。電話回線を利用しないので、NTTなどに支払う通信料は不要であり、インターネットへの接続サービスも同料金内で一緒に提供する場合が多い。

アの端末同士の接続サービスはできない。

イのケーブルモデムを使用して、下り方向数Mビット/秒を超える伝送は可能である。求める答えはイとなる。

ウの回線には、同軸ケーブルと光ファイバを組み合わせたネットワーク形態を使用する。

エの上り方向と下り方向の回線速度は異なる。

### 例題演習

IP電話において、電話番号とIPアドレスの対応を管理することを主たる機能とする装置はどれか。

ア IP電話機

イ VoIPゲートウェイ

ウ ゲートキーパ

エ ルータ

### 解答解説

IP電話のゲートキーパに関する問題である。

IP電話のネットワークでは音声を中継する場合の交換機の役割はルーターが担当する。VoIPゲートウェイが送り出した音声パケットは、IPネットワークを構成するルーターがほかのIPパケットと同じように、あて先IPアドレスを見て転送する。パケットが相手のVoIPゲートウェイまで届いたら、送り出すときとは逆の処理で、音声信号を電話機に渡す。呼制御では電話機のベルを鳴らしたり呼び出し音を流すのはVoIPゲートウェイの仕事になる。さらに、電話番号から呼び出す相手のIPアドレスを見つけ出すのもVoIPゲートウェイが行う。ただし、いくつかのVoIPゲートウェイとこれらを束ねて呼制御情報を一元管理するのはゲートキーパである。

アのIP電話機はパソコンを使用するタイプのIP電話サービスに対応した電話機である。

イのVoIPゲートウェイは音声をデジタル信号に変換し、IPパケットを作り出す役割を行う。電話機とIPネットワークの間に置き、既存の電話機からIP電話を使えるようにしたり、通話先の相手を見つけるといった制御のための通信も行う。

ウのゲートキーパはIP電話システムにおいて、いくつかのVoIPゲートウェイとこれらを束ねて呼制御情報を一元管理する。求める答えはウとなる。

エのルータはVoIPゲートウェイが送り出した音声パケットを相手のVoIPゲートウェイ



イまで中継する役割を行う。

### 例題演習

インターネットを用いて音声データを転送する技術であり、インターネット電話などを実現するものはどれか。

ア IP-VPN

イ PBX

ウ VoFR

エ VoIP

### 解答解説

インターネット電話に関する問題である。

アのIP-VPNはIPネットワーク上に設けられた仮想の私設網である。同じIPネットワーク上の他の拠点からアクセスできないようにセキュリティを確保する形態である。

イのPBXは、デジタル方式の構内交換機である。

ウのVoFRは、音声データをフレームリレーで伝送するための変換方式で、フレームリレーよりも短いフレームで音声を送ることにより、音声の遅延や抜けを防いでいる。

エのVoIPはIPプロトコル上で音声データを転送する技術で、インターネット電話の実現を目指すものである。求める答えはエとなる。

### 例題演習

次の仕様に従って文章を表示するプログラムがある。原文のように記述する場合、下線部の文字列はこのプログラムによって何ポイントで表示されるか。ここで、原文の最初の文字は10ポイントで表示されるものとする。

〔仕様〕

<B>と</B>で囲まれる文字は、それ以前の文字より1ポイント大きく表示する。<S>と</S>で囲まれる文字は、それ以前の文字より1ポイント小さく表示する。<B></B>と<S></S>は、それぞれ対で使用し入れ子にすることもできる。

〔原文〕

システムアドミニストレータは、<B>部門内<B>又は<S>グループ内の</S>情報化を</B>利用者としての<S>立場から</S>推進し実施する。</B>

ア 10

イ 11

ウ 12

エ 13

### 解答解説

HTMLのタグの使用に関する問題である。

スタート時の文字の大きさは10ポイントで、<B>を2つ通過し、2ポイントアップして、次に<S>で1ポイント小さくなり、対象の文字になる。利用者としての文字の大きさは11ポイントになり、求める答えはイとなる。