

『情報通信概論』 演習問題の解答

第 1 章

問 1.1

$$T = 1 / f = 1 / (8 \times 10^3) = 0.125 \times 10^{-3} [\text{s}] = 0.125 [\text{ms}]$$

問 1.2

$$f = 1 / T = 1 / (10 \times 10^{-9}) = 0.1 \times 10^9 = 100 \times 10^6 = 100 [\text{MHz}]$$

問 1.3

1 周期の時間に進む距離を計算する.

$$T = 1 / f = 1 / (10 \times 10^9) = 0.1 \times 10^{-9} [\text{s}]$$

$$30 \times 10^4 \times 10^3 \times 0.1 \times 10^{-9} = 0.03 [\text{m}]$$

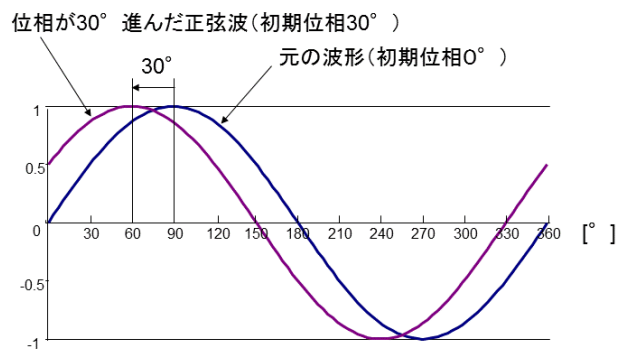
問 1.4

1 周期は 360° なので,

$$30^\circ \text{ ぶんの周期} = 30 / 360 \text{ 周期} = 1 / 12 \text{ 周期}$$

(位相が進んでいるぶん, 元の波形を左に平行移動したものになる)

問1.4 位相が 30° 進んだ正弦波



30° は, $1/12$ 周期に相当する

位相が進んだぶん, 元の波形よりも左にシフトした波形になる

第 2 章

問 2.1

8 ビット : 2 進数で 00000000 から 11111111 まで.

11111111 を 10 進数に変換

$$\begin{aligned} 11111111 &= 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 255 \end{aligned}$$

($11111111 = 100000000 - 1 = 2^8 - 1 = 256 - 1 = 255$ と考えても良い)

したがって 10 進数で表すと, 0 から 255 まで.

なお, $256 = 2^8 = 100000000$ なので, 2 進数で 9 ビットの数である.

問 2.2

10 進数 : $11110100 = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 244$

16 進数 : F4 (1111=F, 0100=4)

問 2.3

2 進数 : 11111111

10 進数 : $15 \times 16^1 + 15 \times 16^0 = 255$

問 2.4

01110010

&11100000

01100000

問 2.5

「E」は表 2.2 より 16 進数で 45. 2 進数 (7 ビット) で 1000101.

このままだと「1」の数が 3 個 (奇数) である. 偶数パリティなので, パリティビットを「1」にして 4 個 (偶数) にする必要がある. 従って, 2 進数 (8 ビット) で, 11000101.

16 進数で B5.

第 3 章

問 3.1

1 秒間に進む距離は 30 万 $[\text{km/s}] = 3.0 \times 10^8 [\text{m/s}]$

1m 進むのに要する時間は $1[\text{m}] / (3.0 \times 10^8 [\text{m/s}]) = 3.3 \times 10^{-9} [\text{s}] = 3.3 [\text{ns}]$

問 3.2

$1 [\text{kbit}] / 1 [\text{ms}] = 1 \times 10^3 / 10^{-3} [\text{bit/s}] = 1 [\text{Mbit/s}]$

問 3.3

$8 [\text{bit}] / 125 [\mu \text{s}] = 8 \times 8 \times 10^3 [\text{bit/s}] = 64 [\text{kbit/s}]$

問 3.4

定義により, $\text{BER} = 2 \div (2 \times 10^6) = 10^{-6}$

従って, BER が 10^{-6} の伝送品質値を持つ伝送路と考えられる.

問 3.5

デシベルの定義により, 受信側と送信側の電力比率を計算すると,

$10 \log_{10} (1 / 0.01) = 10 \log_{10} (10^2) = 20 [\text{dB}]$.

20km の距離に渡り, 伝送した結果が 20dB の損失であったので, 1km あたりの損失は, $20 [\text{dB}] / 20 [\text{km}] = 1 [\text{dB/km}]$ となる. 光ファイバーの損失性能は $1 [\text{dB/km}]$ である.

問 3.6

受信側と送信側の電力比率を X とすると, $10 \log_{10} (X) = -35 [\text{dB}]$,

よって, $X = 10^{-3.5} = 1 / (10^3 \times 10^{0.5}) \doteq 1 / (3 \times 10^3) \doteq 0.03\%$

問 3.7

99.9%のパワーが失われてしまうことは, 受信電力が 1/1000 に減少する場合と等価である.

従って, $10 \log_{10} (1 / 1000) = -30 [\text{dB}]$ であるから, 30dB のロスと等価である. 光伝送時の入力電力が 1mW の時には, 受信端では $1 \mu \text{W}$ となる.

問 3.8

アナログ回線の S/N 比が 30dB (デシベル) であることは, $10 \log_{10} (S/N) = 30$

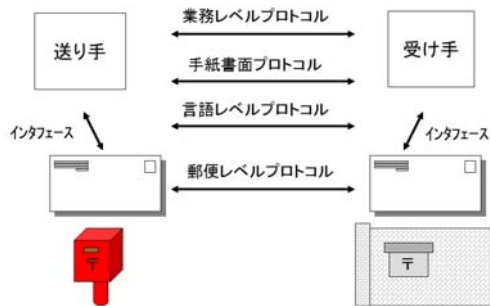
よって, $S/N = 10^3 \doteq 2^{10}$, シャノンの法則に基づく情報伝送速度の上限値 C は,

$C = W \log_2 (1 + S/N) \doteq 2 \log_2 (1 + 10^3) \doteq 2 \log_2 (1 + 2^{10}) [\text{Mb/s}] \doteq 20 [\text{Mb/s}]$

第4章

問4.1

問4.1 手紙による業務連絡プロトコルの例



- ①相手に手紙を送るための郵便レベルプロトコルが必要である。宛名を書き、切手を貼ってポストに投函するという郵便で決められた規則に従う。
- ②電話の場合と同様に、手紙を書く言語レベルのプロトコルが必要である。
- ③手紙書面のプロトコルとして、相手の名前や肩書き、手紙を書いた日付、差出人の名前、会社名や部署名など、必要な情報を記載する。必要に応じて、挨拶などを記述する。
- ④最後に、実際の業務で使用する専門用語や知識を背景としたプロトコルがある。

問4.2

データを届ける以外に、通信の開始要求とその応答、状態の問合せと応答が必要である。また、データの送信要求とデータ送信および誤り検出、送達確認、再送などが必要である。

問4.3

データリンク層（下記スライド参照）

問4.3 データリンク層

ネットワークの例

point to point型



バス型



隣接ノード間^(注1)でフレームを送信するためのプロトコルを規定

- ・フレーム同期: フレームの作成と境界の認識
- ・アクセス手順: 信号の衝突検出、データリンクの確立・解放等
- ・データリンクアドレス^(注2): データリンク内での装置識別番号
(アドレスが一致するフレームを取り込み、不一致なら廃棄)
- ・誤り検出: 伝送誤りを検出して廃棄
- ・誤り回復^(注3): 届かなかったフレームの再送
- ・フロー制御^(注3): 送信側と受信側のデータ転送量の調整

注1: 同じリンクに接続されたノードを隣接ノードという

注2: イーサネットではMACアドレスが用いられる

(装置製造時に付与されるので物理アドレスとも呼ばれる)

注3: 送達確認や制御フレームを使って実現。伝送品質と装置の性能が向上したため、イーサネットでは、誤り回復、フロー制御は行わない(必要なら上位のプロトコルで行う)。

重要プロトコル

イーサネット^(注)、HDLC手順、ペーシック手順

注: イーサネットのプロトコルは物理層を含む

問 4.4

ネットワーク層（下記スライド参照）

問4.4 ネットワーク層

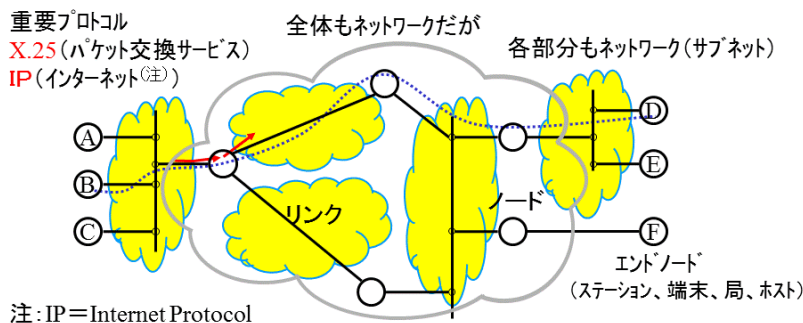
エンドノード間でパケットを転送するためのプロトコルを規定

- ・ネットワークアドレス: ネットワーク全体でのノードの識別(ネットワークの構成を反映して付与)
製造時に付与される物理アドレスと対比し、**論理アドレス**とも呼ばれる
例: 電話番号(局番+端末番号)、**IPアドレス**(ネットワーク部+ホスト部)
- ・ルーティング: 直接接続されていないノードに届けるための経路を選び、転送する
- ・中継(インターネットワーキング): 複数のデータリンク(サブネット)にまたがってデータの中継
- ・バーチャルチャネル方式(通信チャネルを設定する)とデータグラム方式(設定しない)

重要プロトコル

X.25(パケット交換サービス)

IP(インターネット(注))



問 4.5

トランスポート層（下記スライド参照）

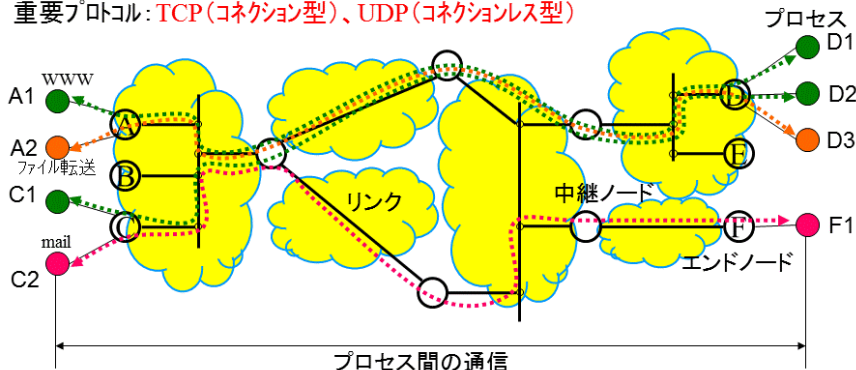
問4.5 トランスポート層

エンドプロセス間(注1)でデータを交換するためのプロトコルを規定

- ・多重化: 複数のプロセス間通信を可能とする(相手プロセスを識別)
- ・コネクション型: プロセス間に**コネクション**を設定し、信頼性の高い通信路を提供
(再送による誤り回復、フロー制御、を行う)
- ・コネクションレス型: 上記を行わない(プロセスの識別のみ)

注1: エンドノード内のプロセス(アプリケーションプロセス)。プロセス=実行中のプログラム

重要プロトコル: TCP(コネクション型)、UDP(コネクションレス型)



第 5 章

問 5.1

ファノのモデルはシャノンのモデルにおける送信部を，情報源符号器と通信路符号器に，また受信部を通信路復号器と情報源復号器とに分離することにより，デジタル通信のモデルにも対応できるように修正したものである．

問 5.2

3R 機能は，デジタル伝送路における再生中継器の基本機能であり，等化増幅 (Reshaping) 機能，リタイミング (Retiming) 機能，識別再生 (Regenerating) 機能の頭文字の R をとったものである．

問 5.3

光ファイバーは石英ガラスを用い，中心部の屈折率が大きいコアとその周りにある屈折率が小さいクラッドとから構成されている．このため，屈折率が大きいコアの中を通る光信号は，クラッドとの境界に入射する角度が浅い場合に全反射し，コアの中に閉じ込められたまま伝搬する．

問 5.4

公衆通信に使用される電波の領域は $3 \times 10^8 \sim 3 \times 10^{10}$ Hz (300MHz～30GHz) の UHF 帯および SHF 帯の周波数領域である．

携帯電話では UHF 帯における 800MHz 帯と 1.5GHz 帯でのキャリア毎に周波数領域が割り当てられている．

問 5.5

電波が伝搬するための伝送媒体は空気であり，電波の周波数により反射する電離層が異なる．地球の上空 300km から 500km までの間には，D 層，E 層，F 層と呼ばれる電離層が存在し，電波の波長によって反射や突き抜けを生じる．

短波は電離層の D 層，E 層を突き抜け，電離層 F 層と地表面で反射を繰り返すことにより，地球の裏側まで届く場合もある．長波は空中での減衰が少ないため，地球の曲面に沿って回り込み，遠くまで届く．

第 6 章

問 6. 1

$$S \text{ [b/s]} = 1600 \times 4 = 6400 \text{ [b/s]} = 6.4 \text{ [kb/s]}$$

問 6.2

125 μ s の時間に 9×261 (バイト) の情報が伝送されるので、1 秒あたりには、 $9 \times 261 \times 8 \times \{1 / (125 \times 10^{-6})\}$ [b/s] = 150336×10^6 [b/s] $\div 150.4$ [Mb/s]

問 6.3

変調速度 $B = 1 / (1 \times 10^{-3}) = 1000$ (ボ- : Baud)

データ伝送速度 $S = B \log_2 256 \text{ [bit/s]} = 1000 \times 8 \text{ [b/s]} = 8 \text{ [kb/s]}$

問 6.4

信号の状態の種類としては、8 個あり、変調速度 B が、9600 ボーであるから、
データ伝送速度 $S = B \log_2 8 \text{ [bit/s]} = 9600 \times 3 \text{ [b/s]} = 28.8 \text{ [kb/s]}$

問 6.5

$$9600 \times \log_2 4 \text{ [bit/s]} = 19.2 \text{ [kb/s]}$$

第7章

問7.1

(1)

データグラム方式 (パケット毎にルーティングを行うので, 転送経路が異なることがある).
尚, バーチャルサーキット方式では, 予め決められた VC に沿ってパケットを転送するため,
全てのパケットは同一経路で転送される.

(2)

パケットの長さ 1000 [オクテット] = 1000×8 [bit] = 8000 [bit]

1 リンクの転送時間 = 8000 [bit] / 1 [Mb/s]

= 8000 [bit] / 1000000 [b/s]

= 0.008 [sec] = 8 [msec]

このパケットは, $A \rightarrow a \rightarrow c \rightarrow D$ という経路で転送されるため, 3 リンクを経由する. 従って,
転送遅延時間は,

$8 \times 3 = 24$ [msec]

(3)

パケットの長さ 100 [オクテット] = 100×8 [bit] = 800 [bit]

1 リンクの転送時間 = 800 [bit] / 1 [Mb/s]

= 800 [bit] / 1000000 [b/s]

= 0.0008 [sec] = 0.8 [msec]

このパケットは, $A \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow D$ という経路で転送されるため, 4 リンクを経由する. 従って, 転送遅延時間は,

$0.8 \times 4 = 3.2$ [msec]

(4)

送信ノード A において, 時刻 0 msec で 1 個目のパケットが送信開始されたとする. これが D に到着する時刻は, 24 msec である. A は 1 個目のパケットを時刻 8 msec に送信完了する. 2 個目のパケットは, 1 個目の直後に送信されるため, 送信開始時刻は, 8 msec である. これが, D に到着する時刻は, $(8 + 3.2)$ [msec] = 11.2 [msec].

従って, 2 個目のパケットの方が早く到着する. その時間差は

24 [msec] - 11.2 [msec] = 12.8 [msec]

問 7.2

中継ノードが宛先ノードに向けてパケットをルーティングする際には、宛先アドレスのみを見れば、どのリンクから送信すれば良いかを定めることが可能である。しかし、宛先ノードにおいては、複数の送信元ノードからのパケットが混在して受信される。このため、どの送信元ノードからのパケットかを識別するためには、送信元アドレスが必要である。

問 7.3

データグラム方式のヘッダには、送信元と宛先の組み合わせを識別するために、送信元アドレスと宛先アドレスが必要である。アドレスは、ネットワーク全体で重複しないようにする必要がある。すなわち、ネットワーク全体に収容するノードの数をカバーできる大きな値を表現できる桁数（ビット数）が必要である。一方、バーチャルサーキット方式のヘッダには、VCI が設定される。VCI も送信元と宛先の組み合わせを識別する機能を持つが、識別すべき範囲がネットワーク全体ではなく、各リンク内のみである。すなわち、リンク上に設定された VC 数が表現できるだけの桁数（ビット数）があればよい。そのため、ヘッダ長が短い。

尚、インターネットで用いられる IP アドレス（IPv4）は 32 ビットであるので、送信元アドレスと宛先アドレスの設定のために 64 ビットを要する。一方、パケット交換で用いられる X.25 の VCI は、12 ビットである。

第 8 章

問 8.1

(1)

送信時のカプセル化の処理は、次のようになる。

トランスポート層は、1200 オクテットの PDU に 20 オクテットのヘッダを付加し、ネットワーク層に渡す。ネットワーク層は、更に 20 オクテットのヘッダを付加してパケットを組み立て、データリンク層に渡す。データリンク層は、更に 14 オクテットのヘッダと 4 オクテットのトレイラを付加してフレームを組み立て、物理層に渡す。物理層は、フレームの各ビットを順に送信する。即ち、PDU に付加されるヘッダとトレイラの長さは、

$$20+20+14+4=68 \text{ [オクテット]}$$

従って、フレーム長は、

$$1200+68=1268 \text{ [オクテット]}$$

尚、このフレームのデータ長は $1200+20+20=1240$ オクテットであるので、分割せずに送信できる。

(2)

データリンク層フレームのデータ部には、アプリケーション層のデータ+トランスポート層ヘッダ (20 オクテット) +ネットワーク層のヘッダ (20 オクテット) が含まれる。その最大長が 1500 オクテットであるので、アプリケーション層のデータは、 $1500-20-20=1460$ オクテット以下である必要がある。即ち、アプリケーション層のデータは、1460 オクテットずつに分割して送信する必要がある。

$$28500 \div 1460 = 19 \cdots 760$$

即ち、19 個の最大長 (1460 オクテット) の PDU と残り 760 オクテットの PDU の合計 20 個に分割される。

(3)

各 PDU に対して、(1) の解答の途中経過で示したように、トランスポート層からデータリンク層までのヘッダとトレイラを合わせた 68 オクテットが付加される。これの 20 個ぶんであるので、ヘッダとトレイラの合計は、

$$68 \times 20 = 1360 \text{ [オクテット]}.$$

オーバーヘッドは、

$$1360 / 28500 = 0.047719 \cdots \quad \text{約 } 4.8\%$$

(4)

2 個のパケットを送信すると 1 個の ACK が返送される．全部で 20 個のパケットを送信するので，返送される ACK の数は，

$20 / 2 = 10$ (10 個)

したがって，全部で

$20 + 10 = 30$ (30 個)

のパケットが必要である．

ACK はデータ部が無いため，トランスポート層以下のヘッダだけで構成されたパケットとなる．従って，フレーム長は，68 オクテットである．

オーバヘッドのオクテット数は，(3)で求めた 1360 オクテットに 10 個ぶんの ACK を加えて，

$1360 + 68 \times 10 = 2040$ [オクテット]

従って，

$2040 / 28500 = 0.71578 \cdots$ 約 7.2%

問 8.2

68 オクテット（下記スライド参照）

問8.2 IPヘッダの解析

問2. IPヘッダが16進数で下記のようにになっている．パケット長は何オクテットか。
45 00 00 44 f0 36 40 00 2b 06 20 5c 42 a0 cf 23 3c 23 f1 3a

解答
IPv4のパケットフォーマットに問題の値を記入すると，下図のようになる．
（先頭のバージョンが4なので，IPv4のフォーマットを用いていることがわかる）

0		8		16		24		31		ビットワード
バージョン 4		ヘッダ長 5		サービス種別 00		パケット長 0044				0
識別番号 f036				フラグ 4		フラグメントオフセット 000				1
TTL(生存時間) 2b		プロトコル 06		ヘッダチェックサム 205c						2
SA(送信元IPアドレス) 42 a0 cf 23										3
DA(宛先IPアドレス) 3c 23 f1 3a										4

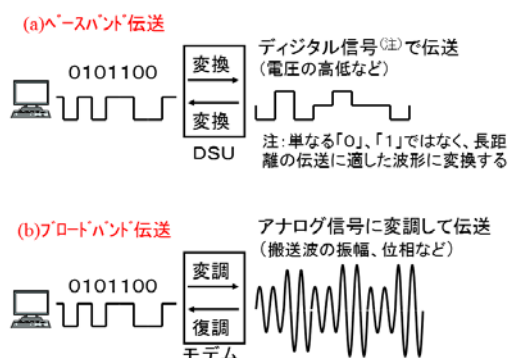
パケット長の部分は，16進数で0044なので，10進数で表すと， $4 \times 16 + 4 = 68$ 。
即ち，68オクテット。

第9章

問9.1

モデム。なお、このような変換を変調とよび、逆の変換を復調とよぶ。変調を行う伝送方式をブロードバンド伝送とよび、情報と信号の変換にはモデムが用いられる。変調をしない伝送方式をベースバンド伝送とよび、情報と信号の変換には DSU が用いられる。（下記スライド参照）

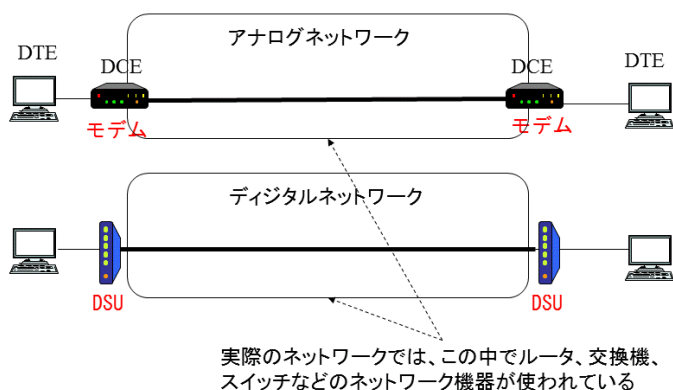
問9.1 デジタル情報の伝送



問9.2

DCE. 端末のことを DTE (データ端末装置 : Data Terminal Equipment) とよぶ。DTE をネットワークに接続する装置を DCE (データ回線終端装置 : Data Circuit terminating Equipment) とよぶ。問 9.1 のモデムは、アナログ信号で伝送するネットワークに接続するための DCE である。なお、デジタル信号で伝送するネットワークに接続するための DCE を DSU とよぶ。（下記スライド参照）

問9.2 DCE(モデムとDSU)



モデム(MODEM(変復調装置:MOdulatorDEModulator)):アナログ用のDCE

DSU(宅内回線終端装置:Digital Service Unit):デジタル用のDCE

問 9.3

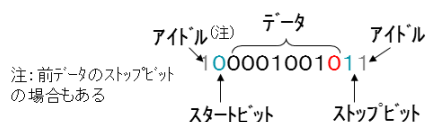
「00010010」. 先頭の「1」はアイドル状態を表す. 次の「0」がスタートビット. その次から 8 ビットが解答の文字データ+パリティビットであり, その後の「11」はストップビットとアイドル状態を表す.

受信した順番に表現すると, 文字データは, 「00010010」におけるパリティビット (最後の「0」) を除いた「0001001」.

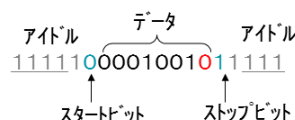
用いられている誤り検査方法が, 偶数パリティであったとすると, このデータは正しく受信されていることになる. また, 通常の調歩同期では, 最下位ビットから送信されるので, 実際のデータは, 上位ビットを先にして (並びを逆にして), 「1001000」で, アルファベットの「H」である. (下記スライド参照)

問9.3 調歩同期

受け取ったビット列の構成は, 以下のようになる



分かりにくかったら, 前後にアイドル状態の「1」を追加して考えるとよい.



参考

通常の調歩同期は, 低位ビット (LSB) から送信されるので, 受け取ったデータは, 以下のとおり

LSB MSB

00010010

↑

パリティビット

誤り検査方法が偶数パリティならば, 正しく受信されたことになる.

実際の文字データは, 上位ビットを先にして

1001000

4 8

図2.2のASCII文字コードから, 「H」

問 9.4

28800 文字. 文字の始まりを認識するために, アイドル状態の「1」に続いて, スタートビット「0」が必要である. また, 文字の終わりを示すために, ストップビット「1」を付加する必要がある. ただし, 図 9.4 の下段に示したように, ストップビットの次にスタートビットを続けることができる. 即ち, スタートビット (1 ビット), 文字データとパリティ (8 ビット), ストップビット (1 ビット) の計 10 ビットで 1 文字が伝送できる.

1 秒間に伝送できる最大の文字数は, $4800 / 10 = 480$. 従って, 1 分間だと,

$480 \times 60 = 28800$, 28800 文字.

第 10 章

問 10.1

各文字の送信ビットパターンは下表の「送信順」の欄のようになる。

	符号 (16 進数)	符号 (2 進数)	パリティ付与	送信順
A	41	1000001	01000001	10000010
B	42	1000010	01000010	01000010
C	43	1000011	11000011	11000011

これに、先頭にスタートビット「0」と末尾にストップビット「1」を付加して連続して送信すると、以下のビットパターンになる。

010000010100100001010110000111

問 10.2

「01101111101101011111010」。HDLC 手順では、フレームの切れ目を表す F パターン「01111110」が、データ中に出現しないように、送信時には、5 個連続した「1」の後に、「0」を挿入する。従って、下記のビットパターンとなる。

「01101111101101011111010」

受信時には、5 個連続した「1」の後の「0」を削除して、元のデータに戻す。この処理を 0 挿入削除と呼ぶ。

尚、上記のビットパターンに F パターン「01111110」を付加すると、以下のようになる。

「011111100110111110110101111101001111110」

元のデータ「0110111111101011111110」の中の下線部が「0」を挿入したことにより、「0111111010」となったため、F パターンだと誤認されなくなった。

問 10.3

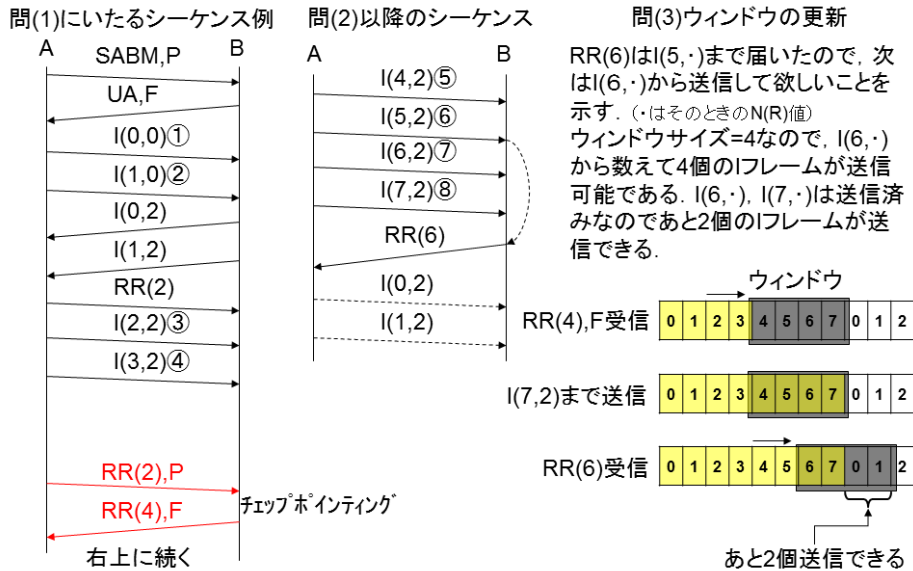
(1) チェックポイントイング。RR (4), F の意味は、P ビット=1 のコマンド (ノード A からの RR (2), P) に対する応答フレームであり、ノード B は、フレームの受信が可能であり、N (S)=3 の I フレームまでを正常に受信できたことを意味する (次は、N (S)=4 の I フレームを送って欲しいという意味)。

解説：下記スライド左のシーケンスを参照。

問 (1) のチェックポイントイングが行われるにいたるシーケンス例をスライド左に示す。この例では、ノード A からのコネクション設定に続いて、ノード A は計 5 個、ノード B は計 2 個の I フレームを送信している。ノード B が送信した I フレームは、ノード A からの RR (2) により、2 個とも届いたことが示されている。一方、ノード A が送信した I フレームについては、ノード B からの I フレーム I (2, 2) における N (R)=2 により、2 個だけ届いたことが示されているのみである。そこで、ノード A は、その後に送信した 3 個の I フレームが届いたかどうかを調べるために RR (2), P を送信し、F ビットを 1 にしたレスポンス

スを要求する。ノード B からの RR (4), F により全ての I フレームが届いたことが分かる。このように、チェックポイントニングは、相手ノードの状態を問い合わせる処理である。

問10.3 HDLC手順の通信シーケンス



(2)

8 個。I フレームの送信シーケンス番号は、0 から始まる。従って、 $N(S)=0 \sim 7$ までの計 8 個の I フレームを送信したことになる。

尚、通信を始めてから暫くたった後の $N(S)=7$ までの送信 I フレーム数は、 n を整数とすると、 $8n$ 個となる。(前述のスライド中央のシーケンス参照)

スライド左と中央のシーケンスに示した①～⑧は、I フレームの個数をカウントしたものである。

(3)

2 個。ウィンドウサイズが 4 の場合、RR (6) を受信した後は、 $N(S)=6$ の I フレームから数えて、4 個の I フレームが送信できる。 $N(S)=6$, $N(S)=7$ の I フレーム (2 個) は既に送信済みである。このため、2 個の I フレームが送信可能である。

尚、ノード B から I フレームを受信しなかったとすると、上記 2 個の I フレームは、I (0, 2), I (1, 2) となる。(前述のスライド右を参照)

スライド右下の図に示すように、RR (4), F 受信により、ウィンドウが更新されて、I (4, ・) から数えて 4 個の I フレームが送信可能となった。次に、問 (2) において、I (4, 2)～I (7, 2) の 4 個の I フレームが送信され、ウィンドウを使い果たした。その後、ノード B よりの RR(6) により、ウィンドウが更新され、I (6, ・) ～I (1, ・) が送信可能である。しかし、I (6, ・) と I (7, ・) は送信済みなので、新たに送信可能となったのは、I (0, ・) と I (1, ・) の 2 個である。

第 11 章

問 11.1

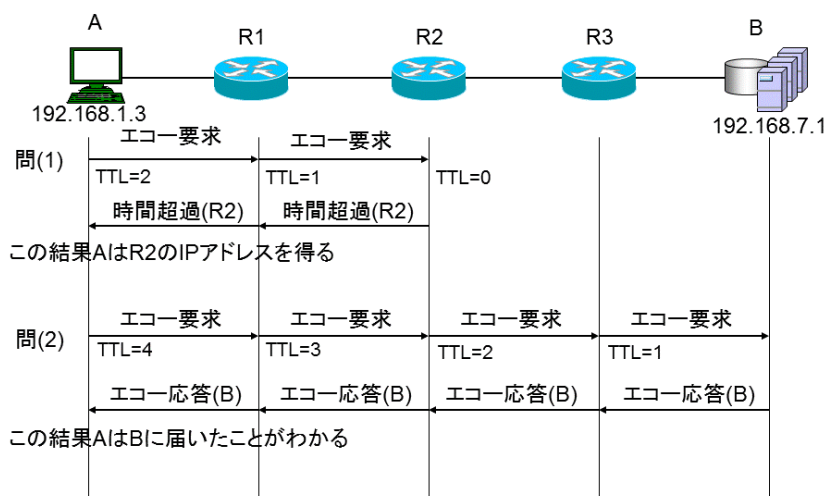
(1) ルータ R2 からの ICMP の時間超過メッセージを受信する。

詳細な動作は、以下の通り（下記スライド参照）。

ホスト A からのパケットは、先ずルータ R1 によって受信され、TTL=1 に減算される。R1 のルーティングテーブルに従い、R2 に転送される。R2 によって受信された後、TTL=0 に減算される。その結果、ホスト A からのパケットは廃棄される。次に、R2 によって、パケットを廃棄したことを知らせる ICMP メッセージが作成され、ホスト A に向けて送信される。メッセージ種別は、TTL=0 が原因で廃棄されたことを示す時間超過である。このとき、時間超過メッセージの IP ヘッダの送信元 IP アドレスには、このメッセージを作成したルータ R2 の IP アドレスが設定されている。この結果、ホスト A は、B との通信ルートにある R2 の IP アドレスを知ることができる。

尚、ホスト A に向けてのルーティング処理については、問 1 (3) で説明する。

問11.1(1), (2) エコー要求とTTL



(2)

ホスト B からの ICMP エコー応答を受信する。

詳細な動作は以下の通り（前述のスライド参照）。

ホスト A からのパケットは、先ずルータ R1 によって受信され、TTL=3 に減算される。R1 のルーティングテーブルに従い、R2 に転送される。R2 によって受信された後、TTL=2 に減算される。R2 のルーティングテーブルに従い、R3 に転送される。R3 によって受信された後、TTL=1 に減算される。R3 のルーティングテーブルに従い、f0 インタフェースから送信される。ホスト B によって受信された後、ICMP エコー応答パケットが作成され、ホスト A に向けて送信される。この結果、A は B に届いたことがわかる。

問 (1), (2) の結果を総合すると, A が TTL の値を 1 から順次増加させながらエコー要求を送信すると, 途中のルータ, R1, R2, R3 から時間超過メッセージが返送され, 最後に B からエコー応答が届く. この結果, A はどのようなルートを経て幾つ B との通信がなされるかを知ることができる. これが通信経路を調べるコマンド「**routetrace**」の動作原理である.

尚, ホスト A に向けてのルーティング処理については, 問 1 (3) で説明する.

(3)

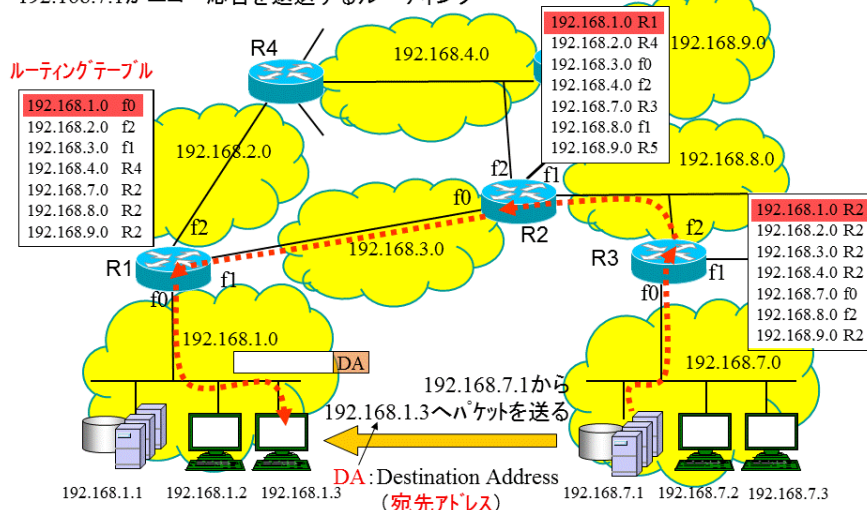
(下記スライド参照)

ホスト B は, 宛先アドレスを 192.168.1.1 に設定した IP パケット (中身は ICMP エコー応答メッセージ) を R3 の f0 インタフェースに送信する. 宛先のネットワークアドレスが 192.168.1.0 であるので, ルータ R3 は, ルーティングテーブルに従って, パケットを R2 に転送する. R2 は, 宛先ネットワークアドレスが 192.168.1.0 であるので, ルーティングテーブルに従って, R1 に転送する. R1 は, ルーティングテーブルに従って, f0 インタフェースから送信する. 最後にホスト A は, 自分宛のパケットを受信する.

尚, ホスト B には, デフォルトゲートウェイであるルータ R3 の IP アドレスが登録されている. 宛先が自分のネットワーク内でない場合, ホスト B はデフォルトゲートウェイにパケットを送り, 転送してもらう.

問11.1(3) ルーティング

192.168.7.1がエコー応答を返送するルーティング



問 11.2

全部で 3 フレーム（フレーム長は、580、580、274 オクテット）。（下記スライド参照）
イーサネットフレームは、ヘッダが 14 オクテット、トレイラが 4 オクテットである。フレーム長 1400 オクテットの場合、データ部の長さは、

$1400 - 14 - 4 = 1382$ [オクテット].

また、20 オクテットの IP ヘッダを除いた IP パケットのデータ部は、

$1382 - 20 = 1362$ [オクテット].

これを MTU が 576 オクテットの HDLC リンクに転送するので、パケットを分割する必要がある。この際、分割されたパケットのそれぞれに、20 オクテットの IP ヘッダを付加する必要がある。その結果、各 IP パケットのデータ部の最大長は、

$576 - 20 = 556$ [オクテット].

従って、

$1362 \div 556 = 2 \cdots 250$

即ち、データ部は、556 オクテット 2 個と 250 オクテット 1 個に分割される。フレームの長さは、IP ヘッダ 20 オクテットと HDLC ヘッダ 2 オクテット、HDLC トレイラ 2 オクテットが付加されるので、データ部 556 オクテット（最大長）のフレーム長は、

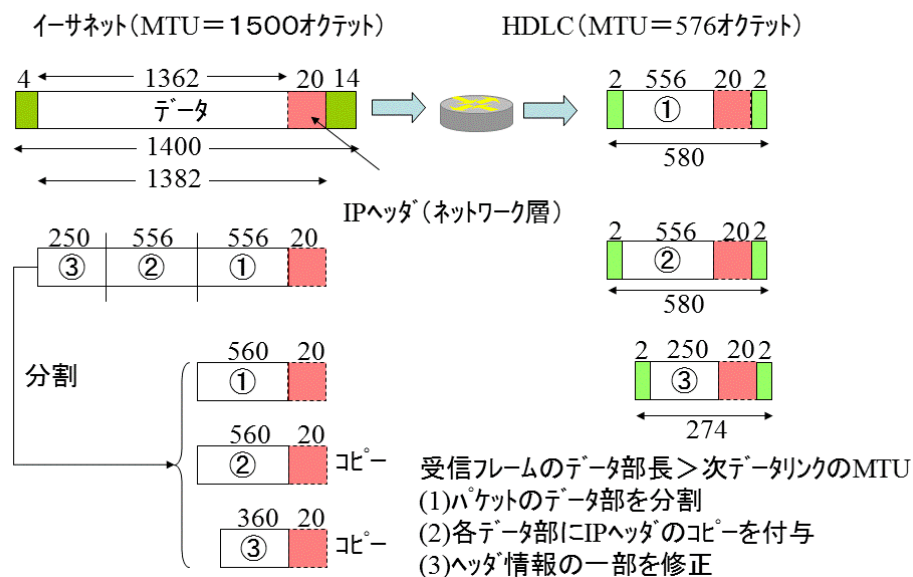
$556 + 20 + 2 + 2 = 580$ [オクテット],

データ部 250 オクテットのフレーム長は、

$250 + 20 + 2 + 2 = 274$ [オクテット].

従って、580 オクテットのフレーム 2 個と 274 オクテットのフレーム 1 個になる。

問11.2 フラグメンテーション



問 11.3

下表に示す.

	データリンクアドレス	ネットワーク層のアドレス
定義	データリンク内で装置を識別するアドレス. イーサネットでは用いられる MAC アドレスは, 装置固有の識別番号であるため, 物理アドレスとも呼ばれる.	ネットワーク全体で (全世界で) ノードを識別するアドレス. ネットワークの構成を考慮した階層的な構成となっており, 論理アドレスとも呼ばれる.
例	MAC アドレス HDL C 手順のアドレス	IP アドレス, 電話番号 (E.164), パケット端末の番号 (X.121)
用途	データリンク内でのフレームの送受信に用いる. 送信側が指定した宛先アドレスにより, 受信側では, 自分宛のフレームかどうかを判別する.	複数のデータリンクを結合したネットワークにおけるルーティングに用いる. アドレスの上位桁を見ることで, どのデータリンクを経由すればよいかを判定する.
設定方法	MAC アドレスは, 装置が作成されたときに付与され, ハードウェア的に設定される.	IP アドレスは, ネットワークの構成に応じて付与され, ソフトウェア処理により設定される (注).
装置の置き換え時	他の装置に置き換えると, 値が変わる.	装置を置き換えても同じ値となる.

注: ネットワークの構成によってアドレスを決定する必要があるため, 製造時などに, 予め設定しておくことはできない.

第 12 章

問 12.1

IPv4 では、ネットワーク番号とノード（ホスト）番号の境界を上位 8 ビット、16 ビット、24 ビットで分け、それぞれを、クラス A, B, C と呼ぶ。クラス A は最上位のビットが”0”, クラス B は最上位の 2 ビットが”10”, クラス C は最上位の 3 ビットが”110”であることで識別できる。

問 12.2

192=128+64 を利用すると、

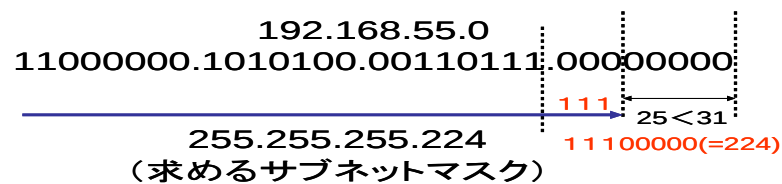
192. 32. 64. 0=11000000. 00100000. 01000000. 00000000

IP アドレスの上位の 3 ビットが 110 のため、C クラスに属する。

問 12.3

下図を参考にすると、サブネットマスクは、255. 255. 255. 224 である。

問 12.3(1)サブネットマスクの構成法



第 13 章

問 13.1

(1)

9460.

イーサネットの MTU（フレーム内のデータ部の最大長）は、1500 オクテットである。従って、MSS（TCP セグメントにおけるデータ部の最大長）は、IP ヘッダ 20 オクテット、TCP ヘッダ 20 オクテットを減じた 1460 オクテットとなる。したがって、10000 オクテットのデータを 1460 オクテットずつに分割し、TCP セグメントのデータ部にカプセル化していく。

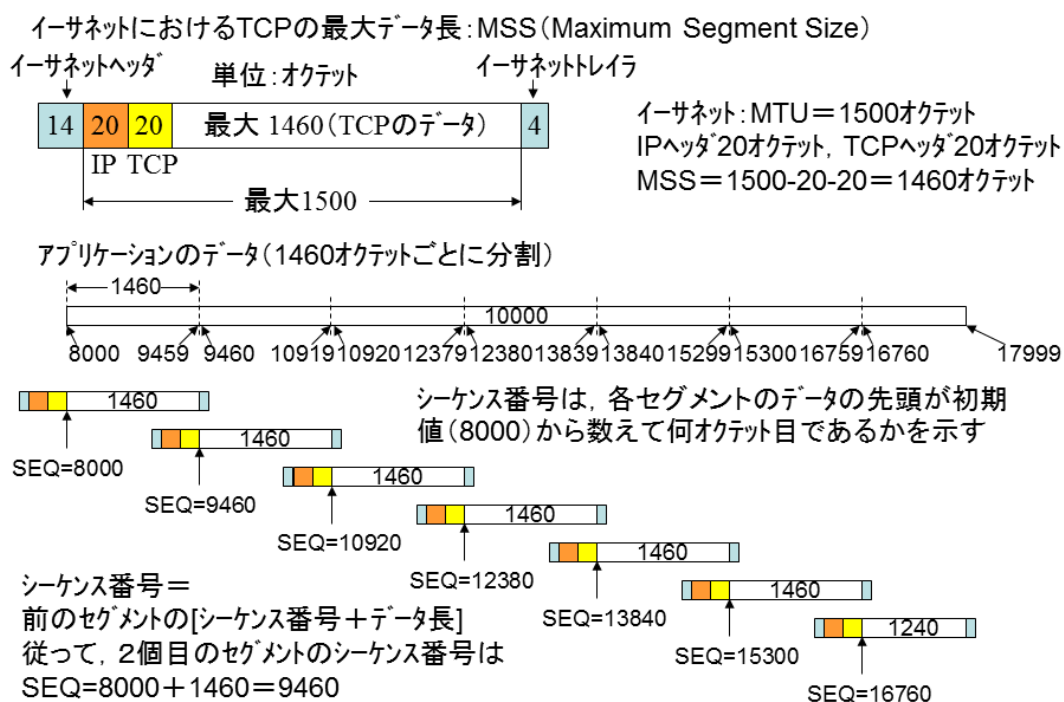
シーケンス番号は、TCP セグメントにカプセル化されているアプリケーション層データの先頭のオクテットが、シーケンス番号の初期値から数えて何オクテット目になるかを表す。そのため、シーケンス番号は、1 個目が 8000、2 個目は $8000 + 1460 = 9460$ （解答）となる。

ちなみに、3 個目は $9460 + 1460$ （ $= 8000 + 1460 \times 2$ ） $= 10920$ 、以降も前のシーケンス番号に 1460 を加えていけば良い。また、

$10000 \div 1460 = 6 \cdots 1240$

であるので、7 個目が最後のパケットで、データ長は 1240 オクテット、シーケンス番号は、 $8000 + 1460 \times 6 = 16760$ となる。

問13.1(1) TCPのシーケンス番号



(2)

ACK 番号は、ACK 番号-1 番目のオクテットまでを受信したことを表す。従って、ACK 番号が 9460 の ACK は、8000 から数えて $9460-1=9459$ オクテット目までの 1460 オクテット、即ち、1 個目の TCP セグメントを受信したことを示す。

なお、3 個の TCP セグメントを送信したのに、2 個目以降の応答を受信していない。この原因として、2 個目の TCP セグメントの紛失、応答の遅延、応答の紛失が考えられる。

(3)

3 個。

ウィンドウサイズは、受信 ACK 番号から数えて、ウィンドウサイズ値のオクテット数が送信可能であることを示す。計算方法は、以下の通り。

6 個目までの TCP セグメントのデータ長は 1460 オクテットなので、

$$7300 \div 1460 = 5$$

より、受信 ACK 番号の TCP セグメントから数えて 5 個のセグメントが送信可能である。

即ち、2 個目から数えて 5 個が送信可能である。既に 3 個目まで送信済みなので、新たに送信可能なセグメント数は、3 となる。

以上をセグメントのシーケンス番号で表すと、 $9460+7300=16760$ なので、下表のようになる。

個数	番号	オクテット	確認	送信可	送信
1 個目	8000	8000～9459	済み	—	—
2 個目	9460	9460～10919	未	○	済み
3 個目	10920	10920～12379	未	○	済み
4 個目	12380	12380～13839	未	○	未
5 個目	13840	13840～15299	未	○	未
6 個目	15300	15300～16759	未	○	未
7 個目	16760	16760～17999	未	×	未

表から、送信可能なのは、6 個目のセグメントまでなので、あと 3 個のセグメントが送信できることがわかる。

(4)

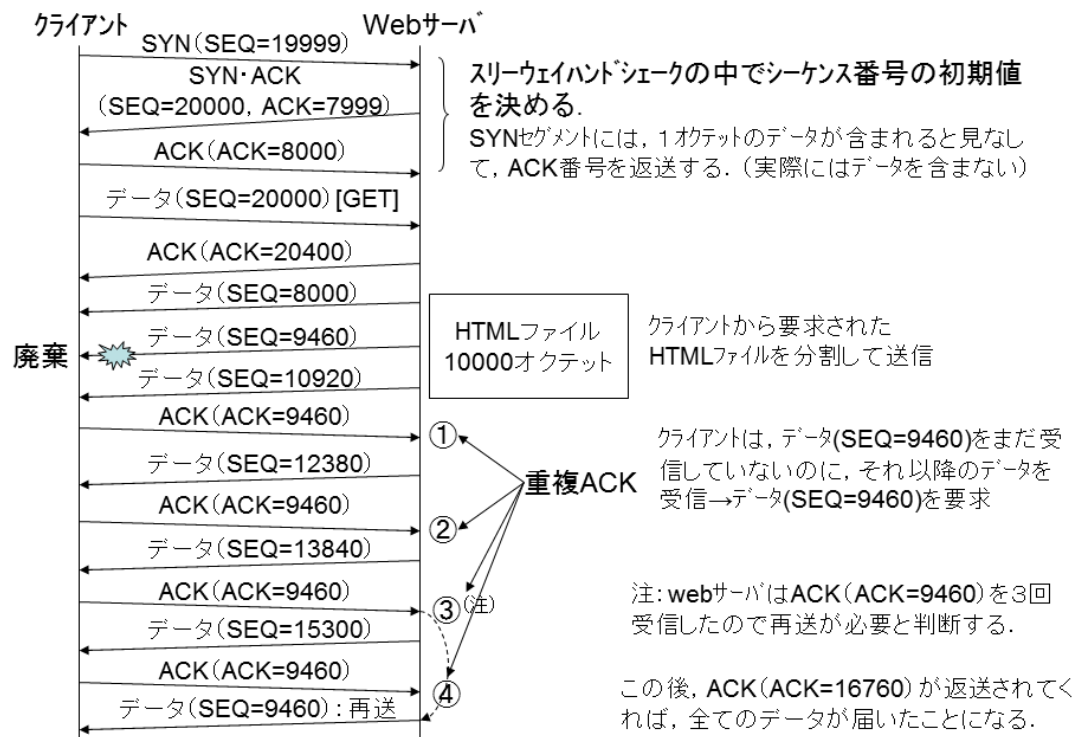
重複 ACK の受信なので、データの再送が必要である（本書図 13.5 参照）。

この場合、ACK 番号が 9460 の ACK が返送されているので、2 個目のセグメントを再送する必要がある。ACK 番号が、16760 の ACK が返送されて来れば、全てのセグメントが届いたことになる。

問 (1) ～ (4) の例として、WWW のクライアントがサーバに HTML ファイルの転送要求

を行った場合の通信シーケンスを下記のスライドに示す。

問13.1 TCP通信シーケンス例



問 13.2

下表参照.

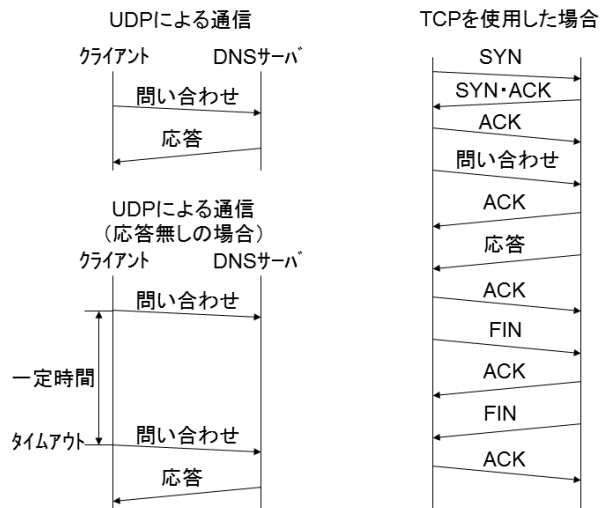
プロトコル	TCP	UDP
通信方式	コネクション型 通信開始時にコネクションを設定、終了時に解放	コネクションレス型 コネクションの設定・解放をせず、データ送信のみを行う
ヘッダ長	8 オクテット	20 オクテット
誤り回復	再送による回復	なし
フロー制御	ウィンドウ制御	なし
用途	品質保証が必要な通信で使用	効率を重視した通信で使用
アプリケーションプロトコルの例	HTTP, SMTP, POP など	DNS, RTP, TFTP

第 14 章

問 14.1

DNS の問い合わせ（アドレス変換）では，クライアントが DNS サーバに問い合わせる通信は，クライアントからの問い合わせパケット 1 個とサーバからの応答パケット 1 個で完了する．応答が返送されない場合は，DNS のプロトコルの中で問い合わせパケットを再送すれば良い．即ち，トランスポート層に UDP を用いても，信頼性が高い通信を簡単に実現できる．仮に，TCP を使ったとすると，上記の 2 パケットに加えて，コネクションの設定（スリーウェイハンドシェイクのための 3 パケット），問い合わせ，応答それぞれに対する Ack（2 パケット），コネクションの開放（4 パケット）の合計 11 パケットのやりとりが必要となり，極めて効率が悪くなる．（下記スライド参照）

問14.1 DNSにおけるUDPの使用



問 14.2

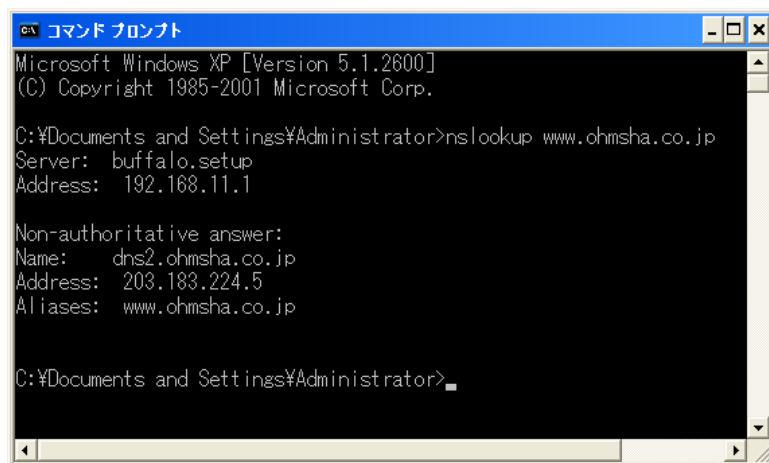
http スキーム（このリソースを取得するためには，HTTP を使うべきことを示す）

www.abc.co.jp ホスト名（このリソースが保管されているホストの名前）

html リソースを特定する詳細情報（ホストのファイルシステム内でのファイル名）

問 14.3

例えば、オーム社のホームページの URL を入力すると以下のように表示される。



```
コマンド プロンプト
Microsoft Windows XP [Version 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Administrator>nslookup www.ohmsha.co.jp
Server: buffalo.setup
Address: 192.168.11.1

Non-authoritative answer:
Name: dns2.ohmsha.co.jp
Address: 203.183.224.5
Aliases: www.ohmsha.co.jp

C:\Documents and Settings\Administrator>
```

問 14.4

Web サーバがクライアントに応答するためのデータセグメント数を求める。Web サーバの通信のプロトコルは HTTP であり、トランスポート層は TCP が用いられる。イーサネットフレームの MTU は、1500 オクテットであり、オプションが無い IP ヘッダ、TCP ヘッダの長さは、それぞれ 20 オクテットである。従って、TCP セグメントのデータの最大長 (MSS) は、 $1500 - 20 - 20 = 1460$ オクテットとなる。HTTP の応答は、MSS 毎に区切られて、そのまま TCP のデータ部にカプセル化される。従って、

$$73000 \div 1460 = 50$$

により、パケット数（応答のためのデータセグメント数）は 50 個になる。

（問 13.1（1）の解説スライド参照）

問 14.5

送信 7 個、受信 8 個。

設問では、アプリケーション層のパケット数を問うているので、TCP のコネクション設定・解放や ACK 数はカウントしなくて良い。図 14.9 のサーバがクライアントになり、サーバである宛先のメールサーバと通信する。そのため、図 14.9 のクライアントが送信した 6 個のパケットを宛先のメールサーバに送信し、宛先メールサーバから 7 個のパケットを受信する。さらに、宛先のメールサーバは、初めてメールを送る相手であるため、宛先メールサーバとの送受信の前に、DNS サーバに対し問い合わせパケット 1 個を送信し、応答パケット 1 個を受信する。

従って、合計で、7 個のパケットを送信し、8 個のパケットを受信する。

なお、DNS の問い合わせ結果は、キャッシュに蓄積されるので、2 回目以降は、キャッシュに情報が残っていれば、DNS サーバへの問い合わせは省略できる。

第 15 章

問 15.1

MAC アドレス.

CSMA/CD 方式の LAN とは, イーサネットのことである. イーサネットフレームのヘッダには, 送信元アドレスと宛先アドレスとして, それぞれの機器の MAC アドレスが設定される.

問 15.2

HTTP のデータ 1300 オクテットをカプセル化するためには, TCP ヘッダ 20 オクテット, IP ヘッダ 20 オクテット, イーサネットのヘッダ 14 オクテットおよびトレイラ 4 オクテットが付加される. 従って, フレームの長さは

$$1300 + 20 + 20 + 14 + 4 = 1358 \text{ [オクテット]}.$$

100BASE-Tx のイーサネットの伝送速度は, 100M (100×10^6) ビット毎秒である. 計算のためには, フレーム長の単位をオクテットではなくビットにする必要がある.

$$1358 \text{ [オクテット]} = 1358 \times 8 = 10864 \text{ [ビット]}$$

送信時間は, フレーム長を伝送速度で割れば良い. 従って,

$$10864 / (100 \times 10^6) = 108.64 \times 10^{-6} \text{ [s]} = 108.64 \text{ } [\mu\text{s}].$$

尚, ここでは, プリアンブルと SFD の送信時間を含めずに計算している.

問 15.3

CSMA/CD は Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection の略で, 訳すと, 搬送波検知多重アクセス衝突検出という意味である. バス型のネットワークを使用してノード間でフレームを送受信するための機能である. バス型ネットワークでは, 1 つのノードが送信するデータは, 全ノードが受信する. また, あるノードが送信している間は, 他のノードは送信を待ち合わせる必要がある.

CS (Carrier Sense) : 搬送波検知

他のノードが, 送信しているかどうかを判定する機能である. 他のノードが送信中に送信を待ち合わせるために必要である (複数ノードが同時に送信してしまうと波形が足し合わされて崩れ, データの判別がつかなくなる).

キャリアと呼ばれる極性の反転を観測することで, データが送信されていることが分かる.

CD (Collision Detection) : 衝突検出

他のノードが送信中にデータを送信してしまったこと (衝突) を検出する機能である. CS を行っても完全に衝突を回避できないので, この機能が必要である. また, 衝突を検出すると, データの送信を中断し, 送信しなおす必要がある.

問 15.4

	役割	機能	プロトコル
ハブ	スター状にノードを接続 (全ノードにデータを送信)	信号の増幅・整形を電氣的に行う	物理層
スイッチ	スター状にノードを接続 (宛先ノードのみにデータを転送)	フレームをメモリに蓄積し、ヘッダを解釈. フレームのビット列を再生する. 収容ノードの MAC アドレスを学習する.	物理層, データリンク層
ルータ	ネットワーク間を接続し, 宛先ネットワークに向け パケットを中継する(ゲートウェイ)	データリンク層のプロトコルを変換する. 宛先 IP アドレスを参照し、転送するルートを決定する (ルーティング)	物理層, データリンク層, ネットワーク層

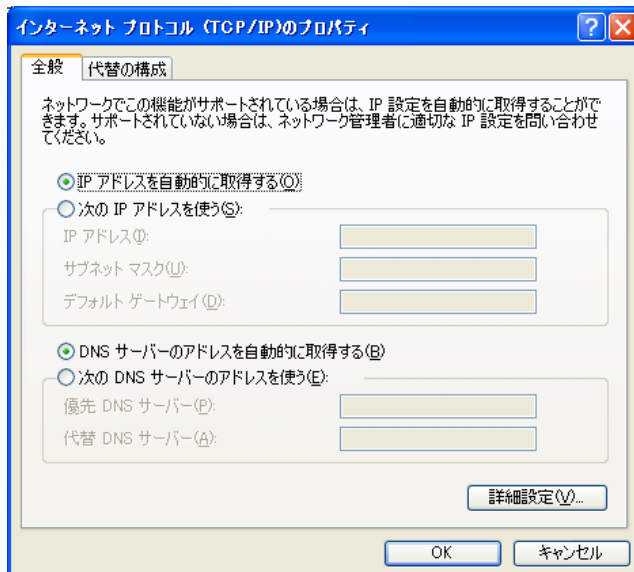
問 15.5

MAC アドレスは、自分宛のパケットかどうかや送信元ノードを判別するために用いられる。通常の通信では、スイッチの各インタフェースが宛先や送信元になることは無いので、MAC アドレスは不要である。IP アドレスは、ネットワーク層の処理を行うためにものであり、データリンク層までの処理しか行わないスイッチには不要である。

ただし、遠隔の装置から設定や保守を行う機能を持ったスイッチでは、そのためのパケットの送受信が必要になる。この場合は、IP アドレス、MAC アドレスが必要である。しかし、これらのアドレスをインタフェース毎に持つ必要は無く、全体で 1 個あれば十分である。

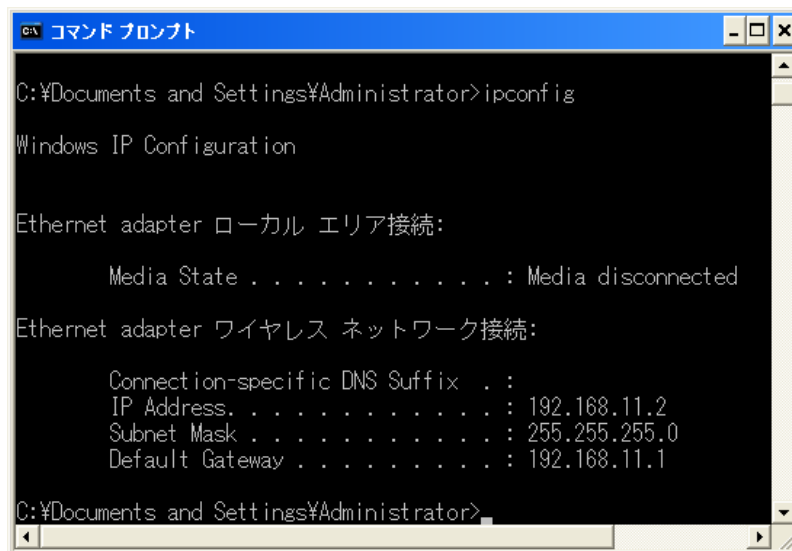
第 16 章

問 16.1



自 IP アドレス、デフォルトゲートウェイおよび DNS サーバの IP アドレスを DHCP サーバから自動的に取得するようになっている。デフォルトでは、この設定である。

問 16.2



自 IP アドレスは、192.168.11.2
デフォルトゲートウェイの IP アドレスは、192.168.11.1
サブネットマスクは、255.255.255.0
である。

問 16.3

```
C:\Documents and Settings\Administrator>ipconfig/all

Windows IP Configuration

    Host Name . . . . . : nishizonolabFMV
    Primary Dns Suffix . . . . . : 
    Node Type . . . . . : Unknown
    IP Routing Enabled. . . . . : No
    WINS Proxy Enabled. . . . . : No

Ethernet adapter ローカル エリア接続:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Description . . . . . : Intel(R) 82566DM Gigabit Network Connection
    Physical Address. . . . . : 00-0A-E4-9C-85-A3

Ethernet adapter ワイヤレス ネットワーク接続:

    Connection-specific DNS Suffix . : 
    Description . . . . . : BUFFALO WLI-U2-AMG54HP Wireless LAN Adapter
    Physical Address. . . . . : 00-0D-0B-F3-52-98
    Dhcp Enabled. . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
    IP Address. . . . . : 192.168.11.2
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.11.1
    DHCP Server . . . . . : 192.168.11.1
    DNS Servers . . . . . : 192.168.11.1
    Lease Obtained. . . . . : 2011年9月15日 9:34:03
    Lease Expires . . . . . : 2011年9月17日 9:34:03

C:\Documents and Settings\Administrator>
```

問 16.2 と比べると、ホスト名、インタフェース装置の名称と MAC アドレス、DHCP サーバ、DNS サーバの情報が追加されている。

問 16.4

デフォルトゲートウェイが表示される場合

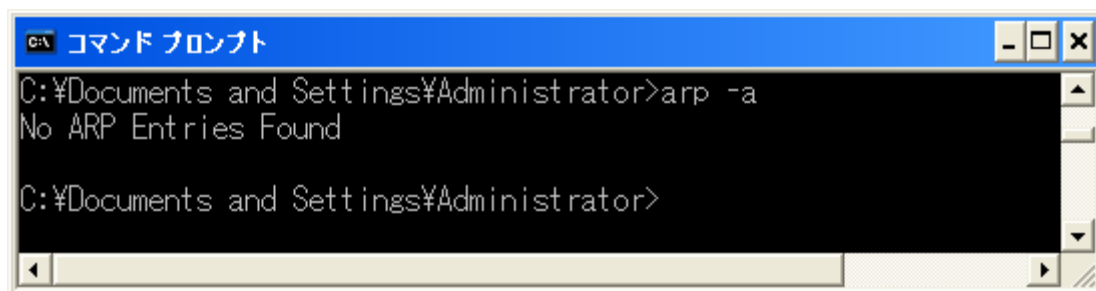
```
C:\Documents and Settings\Administrator>arp -a

Interface: 192.168.11.2 --- 0x10004
    Internet Address      Physical Address      Type
    192.168.11.1          00-16-01-f7-f9-7e    dynamic

C:\Documents and Settings\Administrator>
```

デフォルトゲートウェイ（192.168.11.1）の MAC アドレス 00-16-01-f7-f9-7e が表示されている。

何も表示されない場合



```
コマンド プロンプト
C:\Documents and Settings\Administrator>arp -a
No ARP Entries Found

C:\Documents and Settings\Administrator>
```

ARP キャッシュに情報が無い場合は、表示されない。

PC を起動後、他のノードと通信していない場合は、ARP 要求を行っていないので、キャッシュは空である。また、通信を終了して一定時間が経過するとキャッシュがクリアされる。

問 16.5

`arp -d` により、キャッシュをクリアすると、前問の「何も表示されない場合」ようにデフォルトゲートウェイが表示されなくなる。

デフォルトゲートウェイは、自ノードが収容されているネットワークの外と通信する場合に使用される。即ち、外部ネットワークにパケットを送る場合に、ARP によりデフォルトゲートウェイの MAC アドレスを取得する必要がある。MAC アドレスを表示させる最も簡単な方法は、ブラウザの起動である（インターネット内の Web サーバにパケットを送信するために、デフォルトゲートウェイを使用する）。この後、`arp-a` を投入すると、前問の「デフォルトゲートウェイが表示される場合」のように、MAC アドレスが表示される。

第 17 章

問 17.1

情報セキュリティは、情報資産へのリスクに対して機密性（漏えいしないこと）、完全性（本物で改ざんされていないこと）、可用性（必要な時に利用できること）の 3 要因が維持されることである。機密性の実現にはアクセス者の認証や暗号通信などの対策が必要であり、完全性の実現には文書への電子署名や不正アクセスの侵入検知などの対策が必要、さらに可用性の実現にはウイルス感染や攻撃・妨害に対する予防措置などが必要である。

問 17.2

図 17.3 のように自分で覚えやすい身近な言葉に自分の覚えやすい変換ルールを施したものがよい。覚えやすい変換ルールを設定して実際に構成してみよ。

問 17.3

パケットフィルタリングはアプリケーションの種別によらず柔軟でかつ処理負荷が少なく安価に構築できる反面、きめ細かい高度なチェックまではできずセキュリティ面では制限がある。逆にアプリケーションゲートウェイはウイルスやセキュリティの抜け道を狙った不正侵入などまでチェックできる可能性がある上ゲートウェイの先のノードのアドレスを見えなくすることも可能であり一般に前者よりもセキュリティが高まるが、反面処理負荷が大きくチェック項目に比例してレスポンス時間がより大きくなる。

問 17.4

共通鍵方式では通信を行うペアあたり 1 つの鍵で済むが、異なるペアに対しては異なる鍵を管理する必要があるため ${}_{10}C_2=45$ 種の鍵を管理する必要がある。一方、公開鍵方式では 10 人のそれぞれが他 9 人からの暗号通信のために 2 種の鍵（自分の秘密鍵と公開鍵）があればよいので、 $10 \text{ 人} \times 2 \text{ 種} = 20 \text{ 種}$ の鍵で済む。

問 17.5

地理的に離れた 2 地点にあるローカルなネットワーク（LAN）がインターネットに接続されていて、両者間を仮想的な直結回線で結び通信できるようにする手法がトンネリングである。LAN 上でやり取りされるパケットを、LAN 相互間では両者専用のプロトコルのデータとして扱い当該プロトコルのヘッダ情報を付けるなどして（カプセル化して）送受信するようにしたものである。カプセル化されたパケットは、外部からは覗かれず両者間でのみ正しく送受信されるため、インターネット上で両者間にトンネルが設定されたようなイメージとなる。

第 18 章

問 18.1

イ：1890，ロ：1985，ハ：NCC，ニ：4，ホ：デジタル，ヘ：2，ト：POI

問 18.2

基本接続サービスは LS や TS などの交換局（回線間を接続するスイッチ群を備えその開閉制御を行う）間を回線で接続する網構成で提供可能であるが，高度接続では提供する接続サービスを制御するためのサービス制御局（SCP）が追加された構成となる．電話接続処理は，基本接続の場合には相手の番号のみの情報により SCP 非経由で行われるが，高度接続の場合は SCP との接続制御情報のやりとりが追加される．例えば，フリーダイヤル接続の場合には，0120 の後ろの 6 桁の番号（論理番号）に対応する実際の電話番号の情報を SCP から得たのち，基本接続と同様の接続処理が行われる．

問 18.3

ISDN が登場した背景として，まずひとつはネットワークがサービス毎に別々になっていることの煩わしさが挙げられる．即ち，ネットワークの維持管理が効率よく行えず，利用者へも効率よいサービスの提供がしにくくなっていたということである．もうひとつはデジタル技術の進展である．即ち，デジタルデータを扱う回路技術，特に半導体集積回路技術が進展し，システムが小型かつ経済的に実現できるようになってきたことである．このように必要性和対応する技術という 2 つの要因が組み合わさって生まれた技術である．

問 18.4

VoIP ではリアルタイム性（実時間性）を保証する必要があるため，IP パケットの遅延やその変動に関する条件が電子メールや Web 検索よりも重視される．一方，電子メールや Web 検索では実時間性は厳しくないが，情報の誤りは完全に避ける必要がある．このようなことから，例えば，誤った時の再送の仕方について，VoIP では予め再送用のデータを冗長に送るなどして対応しているのに対し，後者のサービスではエラー受信を検出した場合のみ改めて送り直すなどで対応しているといった違いがある．

問 18.5

サービス種別や品質，セキュリティ，操作性，提供料金，維持管理体制などで両者の間には共通点や相違点がある．また，それぞれのネットワークに閉じて提供されるサービスと両者が連携して提供されるサービスも考えられる．当面は，ユーザの用途や満足度などによりすみ分けられた形で共存・発展していくものと思われる．