

付録A TCP/IP

この章では、コンピュータネットワークに関するいくつかの概念と用語を紹介する。

A.1 インターネットと TCP/IP

インターネット (the Internet) とは、 _____ によって LAN と LAN とを接続した全世界的なコンピュータネットワークである。TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) はネットワークでデータをやりとりするための _____ (protocol¹) の一種である。

TCP/IP は電話のような回線交換方式ではなく、 _____ であることが、大きな特徴である。パケット交換方式とは回線を占有せずにパケットを用いてデータを交換する方式である。一方、回線交換方式は回線を占有する方式である。パケット (packet) とはもともとの意味は小包のことである。ここでは、データの送り先などの情報と組み合わせたデータの塊のことをパケットと読んでいる。パケットのうち、宛先、誤り訂正情報、順番などパケットの制御情報部分のことをヘッダ (header) と呼ぶ。

A.2 OSI 参照モデル

ネットワークプロトコルをわかりやすく階層化して考えるために _____ (7 階層モデル) というモデルが提唱されている。

第 7 層	アプリケーション層	
第 6 層	プレゼンテーション層	
第 5 層	セッション層	ここから ↑ をまとめて上位層という
第 4 層	トランスポート層	TCP, UDP など
第 3 層	ネットワーク層	IP など
第 2 層	データリンク層	Ethernet, ATM, FDDI, PPP など
第 1 層	物理層	

物理層はハードウェアの規約である。イーサネット (Ethernet) は物理層とデータリンク層にまたがる規格であるが、物理層に関していえば、例えば 10Base-T や 100Base-TX という規格ではツイストペア (より線) を 10Base2 では同軸ケーブルを用いる、ということを決めている。

10Base-T や 100Base-TX で用いるケーブルには 4 組 8 本の線が入っているが、実際に用いているのは 2 組 4 本である。

¹もともとの意味は外交上の儀礼、スターウォーズにでてくる C-3PO はプロトコルドROIDだった。

番号	色	用途
1	橙 [†] と白	データ送信
2	橙 [†]	データ送信
3	緑 [†] と白	制御
4	青	
5	青と白	
6	緑 [†]	制御
7	茶と白	
8	茶	

† 橙と緑が逆になっている流儀もある。

データリンク層は隣接しているシステム間のデータ伝送の規約である。イーサネットの場合、パケット（イーサネットではフレームと呼ぶ）を用いること、イーサネットアドレス（_____）²と呼ぶネットワーク機器（LAN カードなど）に固有のアドレスを用いること、_____（Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection）という方式を用いること、などが決められている。

CSMA/CD — ネットワークに接続された機器はどれでも送信を開始することができる（Multiple Access）。送信を開始する前に他にネットワークを使っている機器がないか確認する（Carrier Sense）。もし、偶然同時に送信を開始してしまった（衝突, collision）場合、送信を中断して、乱数で決めた時間後に再び送信を試みる（Collision Detection）。

ハブ — ネットワークを接続する装置のこと。リピータハブは接続されているすべての機器にフレームを転送する。一方、スイッチングハブは送り先にのみフレームを転送する。（衝突を避けることが出来る。）

ネットワーク層は _____ を行なう。IP はネットワーク層のプロトコルである。

トランスポート層は誤り訂正や順序の制御などを行なって、下位の層のプロトコルを補完する。TCP や _____（User Datagram Protocol）はこの層のプロトコルである。

セッション層、プレゼンテーション層、アプリケーション層はまとめて上位層と呼ばれる。実際のプロトコルではこの3層は明確に区別されず、ゴッチャになっていることが多い。HTTP、FTP、SMTP、POP3、Telnet などが上位層のプロトコルである。

プロトコル	RFC	説明
HTTP	1945, 2048	Hyper Text Transfer Protocol, WWW のプロトコル
FTP	959	File Transfer Protocol, ファイル転送
SMTP	821, 822	Simple Mail Transfer Protocol, メール送信
POP3	1939	Post Office Protocol 3, メール受信
Telnet	854, 855	遠隔ログイン

²WindowsXP で ipconfig/all というコマンドを実行して、「Physical Address」と表示されているのが MAC アドレスである。

ここで、RFCとは _____ の略でインターネットなどの仕様を集めた文章を集めたものである。

例えば、Webブラウザで `http://www.eng.kagawa-u.ac.jp/index.html` というページを見る時は、ブラウザは `www.eng.kagawa-u.ac.jp` に

```
GET /index.html HTTP/1.0↵
```

```
↵
```

というメッセージを送る (↵ は改行コード: \r\n)。Webサーバはこれに応じて、

```
HTTP/1.0 200 OK↵
```

```
MIME-Version: 1.0↵
```

```
Server: ... ↵
```

```
...
```

```
Content-type: text/html↵
```

```
Content-length: ... ↵
```

のようなヘッダに続けて `index.html` というファイルの内容を返信する。HTTPはこのようなリクエストと応答の約束事を定めている。FTP、SMTPやPOP3なども同じような応答の約束事である。

A.3 IP

IP (Internet Protocol) はネットワーク層、つまりネットワーク的に隣接していない機器の間で通信を行なうためのプロトコルである。ネットワーク上の各ネットワークインタフェースには _____ という 32bit の数 (現行の IPv4 の場合) が割り当てられる。IP アドレスは世界中で一意になるように定める。IP アドレスは 8bit ずつに区切って、0 から 255 の (10 進) 数を 4 つ 「.」(ピリオド) で区切って並べて書く事になっている。例えば、stfile の IP アドレスは 133.92.159.17、stmail は 133.92.167.18 である。(香川大学内の IP アドレスは 133.92.*.* という形である。)

同じイーサネット上にあるコンピュータと IP を使って通信する場合は、_____ (Address Resolution Protocol) を使って、IP アドレスから、MAC アドレスを知る。同じイーサネット上にないコンピュータと通信する場合は、_____ (router) という LAN 同士を接続する装置を通して通信する。ルータは内部に _____ という、IP データグラム (パケット) をどちらの LAN に送るかの情報を持っている。

データグラム — IP のパケットのこと

IP アドレスは、人間にとっては覚えにくいので、_____ (domain name system) という IP アドレスと名前を対応させる仕組みを用いる。名前とは、`guppy.eng.kagawa-u.ac.jp`、`stfile.eng.kagawa-u.ac.jp` などである。最初の stfile がホスト名、残りは _____ である。ドメイン名は階層的に付けられていて、最後の jp は日本にある組織である事、ac は教育機関であること、を表している。kagawa-u は当然香川大学、eng は工学部である。

名前と IP アドレスの対応を答えてくれるサーバを _____ という。工学部内にあるネームサーバは 133.92.167.2、香川大学全体のネームサーバは 133.92.6.17 である。

A.4 TCP と UDP

TCP (Transmission Control Protocol) はトランスポート層のプロトコルである。誤り訂正や順序制御の機能を持ち、プロセス間の通信をサポートする。つまり、どのコンピュータと通信するか、だけではなく、コンピュータで実行中のどのプログラムと通信するか、を指定する事が出来る。このために TCP (と UDP) では、_____ (port) という番号を用いる。HTTP、FTP などのメジャーなプロトコルでは、サーバ側がどのポートを使用するかは決まっている。これらのポートを _____ という。

プロトコル	ポート番号
FTP	20, 21
TELNET	23
SMTP	25
HTTP	80
POP3	110

TCP で通信する時は、まずクライアント側は自分のオペレーティングシステムに対して、空いているポート番号を要求する。このポート番号を用いて、サーバ側のウェルノウンポートにたいして接続を要求する。このような接続を _____ (connection) という。一旦コネクションが確立されると、あたかも回線を占有しているかのように通信を行なう事が出来る。

セグメント — TCP パケットのこと

TCP は誤り訂正や順序制御を含むためにある程度 “重い” プロトコルである。信頼性よりも効率を重視する時は _____ (User Datagram Protocol) を用いる。UDP のパケット (データグラム) は IP のパケットにポート番号の情報を付加しただけの構造になっている。UDP は簡単なエラー検出のみで、順序の制御などはない。UDP で通信を行なう時はコネクションを確立せず、データを送信するたびに宛先を指定する。

キーワード インターネット、TCP/IP、プロトコル、パケット交換方式、回線交換方式、パケットヘッダ、OSI 参照モデル、物理層、データリンク層、ネットワーク層、トランスポート層、セッション層、プレゼンテーション層、アプリケーション層、上位層、Ethernet、CSMA/CD、IP、TCP、HTTP、FTP、SMTP、POP3、Telnet、RFC、IP アドレス、ARP、ルータ、ルーティングテーブル、DNS、ネームサーバ、ホスト名、ドメイン名、ポート、ウェルノウンポート、コネクション、UDP