

NO.1

# TCP/IPネットワークの概要

監修・執筆／ 都丸 敬介



コガク

# ■ 目 次

学習のねらい .....	1
--------------	---

## 第 1 章 インターネットと TCP/IP

第 1 章の学習のポイント .....	3
1.1 インターネットの意味と構成 .....	4
1.1.1 インターネットの基本 .....	4
1.1.2 インターネットはコンピュータネットワークの集合体 .....	6
1.1.3 個別ネットワークの相互接続 .....	7
1.1.4 変貌するインターネット .....	8
1.2 データ通信ネットワークの実現方法 .....	10
1.2.1 データ通信の基本 .....	10
1.2.2 伝送媒体 .....	12
1.2.3 ビット誤りの検出と回復技術 .....	14
1.3 TCP/IP プロトコルの特徴 .....	16
1.3.1 TCP/IP プロトコルの体系 .....	16
1.3.2 IP ネットワークの特徴 .....	18
1.3.3 TCP と UDP の特徴 .....	19
1.4 インターネットとイントラネット .....	21
1.4.1 イントラネットの意味 .....	21
1.4.2 企業内ネットワークの変遷 .....	21
1.4.3 インターネットとイントラネットの相互接続 .....	22
1.4.4 イントラネットのサーバー .....	23
まとめと練習問題 .....	26

## 第 2 章 TCP/IP のアーキテクチャ

第 2 章の学習のポイント .....	29
2.1 ネットワークアーキテクチャの考え方 .....	30
2.1.1 OSI の基本 .....	30
2.1.2 OSI の各層の機能 .....	31
2.1.3 階層化プロトコルの動作 .....	34
2.2 プロトコルの規定方法 .....	35
2.2.1 プロトコルの規定内容 .....	35

2.2.2	プロトコルを表現する言葉の規定 .....	36
2.2.3	プロトコルの記述方法の規定 .....	36
2.2.4	プロトコルの実行方法の規定 .....	37
2.2.5	プロトコルの記述例 .....	39
2.3	ネットワークアドレス .....	40
2.3.1	ネットワークアドレスの基本 .....	40
2.3.2	アドレスの種類 .....	41
2.3.3	主なネットワークアドレス .....	43
2.4	TCP/IP プロトコルスイート .....	46
2.4.1	初期の TCP/IP プロトコルスイート .....	46
2.4.2	WWW 関連プロトコル .....	47
2.4.3	実時間アプリケーションのためのプロトコル .....	48
2.4.4	インターネットの動作を補助するプロトコル .....	49
	まとめと練習問題 .....	51

### 第 3 章 インターネットの利用方法

第 3 章の学習のポイント .....	53
3.1 データ処理 .....	54
3.1.1 データ処理システムの形態 .....	54
3.1.2 インターネットとインターネットの接続 .....	55
3.1.3 ウェブベースのトランザクションの処理 .....	57
3.1.4 インターネットによる業務形態の変化 .....	58
3.2 情報検索 .....	59
3.2.1 WWW の特徴 .....	59
3.2.2 ハイパーテキストと MIME .....	60
3.2.3 ポータルサイトと検索エンジン .....	62
3.2.4 e ラーニング .....	63
3.3 電子メール .....	64
3.3.1 電子メールの仕組み .....	64
3.3.2 電子メールシステムのアーキテクチャ .....	66
3.3.3 チャットとインスタントメッセージング .....	66
3.3.4 電子メールの発展と問題点 .....	68
3.4 電話と放送 .....	69
3.4.1 IP 電話の基本 .....	69
3.4.2 IP 電話の実現方法 .....	70
3.4.3 IP 電話の呼制御 .....	71
3.4.4 インターネット放送 .....	73

まとめと練習問題 .....	75
----------------	----

## 第4章 IP ネットワークの通信回線

第4章の学習のポイント .....	77
4.1 通信回線の種類と特徴 .....	78
4.1.1 通信ネットワークの構成と通信サービスの種類 .....	78
4.1.2 専用線とPVCネットワーク .....	80
4.1.3 電話交換網とISDN .....	82
4.1.4 携帯電話回線 .....	84
4.2 LAN .....	85
4.2.1 LANの特徴と種類 .....	85
4.2.2 イーサネット技術の基本 .....	86
4.2.3 LANの構成 .....	88
4.2.4 広域LANと無線LAN .....	88
4.3 IP VPN .....	90
4.3.1 IP VPNの特徴と利用方法 .....	90
4.3.2 トンネリング方式IP VPN .....	91
4.3.3 MPLS方式IP VPN .....	92
4.3.4 SSL VPN .....	93
4.4 高速アクセスネットワーク .....	93
4.4.1 高速アクセスネットワークの技術 .....	93
4.4.2 DSL .....	94
4.4.3 FTTH .....	96
4.4.4 CATV .....	97
4.4.5 高速無線アクセス .....	97
まとめと練習問題 .....	99
練習問題の解答 .....	101
索引 .....	102



## 第1章

# インターネットとTCP/IP

### 学習のポイント

本講座のタイトルにある TCP や IP はインターネットのために開発されたプロトコル（通信規約）です。インターネットは 30 年以上の歴史をもつ情報通信ネットワークです。最初は離れた場所に分散設置されているコンピュータを相互接続する目的で開発されました。その後の発展によって、今では電話や放送にも利用されるようになりました。この間に新しいプロトコルが次々に開発されました。

TCP や IP を中心とする一群のプロトコルはインターネットの構成要素です。個々のプロトコルの役割や存在意義を理解するためには、インターネット全体の構成や特徴についての知識が必要です。

この章では、TCP/IP を理解するための予備知識として必要な以下のことを学習します。

- (1) インターネットの意味と構成
- (2) データ通信ネットワークの実現方法
- (3) TCP/IP プロトコルの特徴
- (4) インターネットとイントラネット



## 1.1 インターネットの意味と構成

### 1.1.1 インターネットの基本

日本でインターネットの知名度が高まったのは 1993 年に国内で商用インターネットサービスが始まった後のことですが、インターネットの始まりは 1960 年代にさかのぼります。米国国防省の高等研究計画局 (ARPA) がスポンサーになって構築して、1969 年に稼働したアーパネット (ARPANET) が現在のインターネットのルーツです。アーパネットは広い地域に分散しているコンピュータを相互接続するためのデータ通信ネットワークであり、世界で最初のパケット交換網です。なお、通信ネットワークの「ネットワーク」と交換網の「網（もう）」は同じ意味です。このテキストでは、交換網と書くときは「網」と表記し、これ以外は「ネットワーク」とします。

パケット交換網では、送信元や宛先のアドレスデータを含む、パケットと呼ぶ一定の形式で、送信元から宛先にデータを送ります。現在では、インターネットのほかに、フレームリレー、セルリレー、LAN（ローカルエリアネットワーク）などの各種のパケット交換網があります。それぞれのネットワークのパケット形式は異なりますが、図 1.1 のように、アドレスデータなどを含むヘッダー部分と、伝送途中で発生するビット誤りを検出する機能を含むトレーラ部分でデータ本体を挟むのが基本的な形式です。



図1.1 パケットの一般的な形式

パケット交換網は電話交換網と同様に、多数の交換ノードと、交換ノードをつなぐ通信リンクあるいは通信回線で構成されます（図1.2）。交換ノードは、通信経路選択機能を備えた装置の総称です。パケット交換網の交換ノードには、パケット交換機やルータがあり、個々のパケットのヘッダーに書かれている宛先アドレスを調べて、パケットをどの方向のリンクに転送すればよいかということを判断します。パケット交換網はアクセスネットワークとコアネットワーク（中継ネットワーク）の階層構成になっています。図1.2のアクセスノードと中継ノードが交換ノードで、アクセスリンクと中継リンクが通信リンクです。

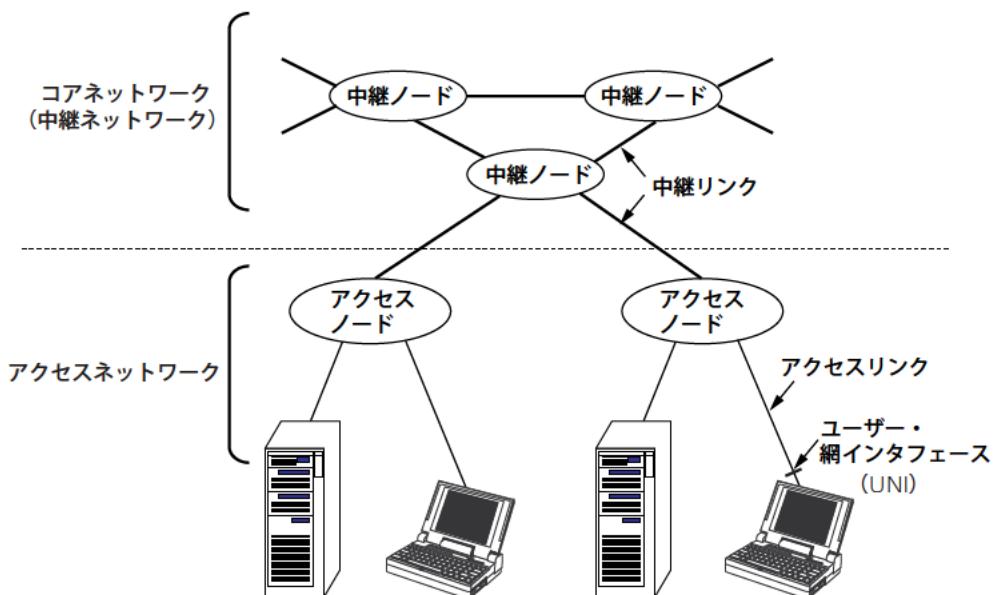


図1.2 パケット交換網の構成

通信ネットワークにはコネクション型 (CO (connection oriented) 型) とコネクションレス型 (CL (connection less) 型) があります。CO型ネットワークでは、通信を始めるときに、送信端末と受信端末の間をつなぎます。このことを「コネクションを設定する」といいます。コネクションを設定してからデータパケットを送るので、CO型通信はパケットが宛先に届く確率が大きいのですが、コネクションの設定のために必要な、ネットワーク全体にわたる情報の収集や管理およびコネクションの設定や解放の制御が複雑になります。CL型ネットワークでは、個々の交換ノードがパケットの宛先アドレスを調べて、どちらの方向のリンクにパケットを送ればよいかということを自主判断しま

す。したがって、ネットワーク全体の管理や制御が非常に簡単になります。

最初のアーパネットは CO 型パケット交換網でしたが、1983 年に CL 型パケット交換網に切り替えられました。これが現在のインターネットです。CL型のインターネットでパケットを運ぶプロトコルが IP (インターネットプロトコル) です。IP を使った CL 型パケット交換網を IP ネットワークと呼びます。そして、IP を実装したパケットを IP パケットといいます。現在最も普及している IPv4 (IP 第 4 版) の規格では、IP パケットのことを IP データグラムと表現していますが、次世代 IP と呼ばれている IPv6 (IP 第 6 版) の規格では IP パケットという用語を使っています。このテキストでは、IPv4 のパケットも IP パケットと呼ぶことにします。

IPv4 の次が IPv6 になったのは、IPv6 が決まる前に、実験用に開発された IPv5 がすでにあったためです。

### 1.1.2 インターネットはコンピュータネットワークの集合体

インターネットは多数のコンピュータネットワークを相互接続したネットワークです。この相互接続のことをインターネットワーキングといいます。現在ではインターネットというと、ホームページの閲覧や電子メールなどのアプリケーション機能を提供するネットワークを思い浮かべるのが普通ですが、本来のインターネットは、離れた場所にある任意のコンピュータをユーザーが自由に利用できるようにするためのネットワークなのです。インターネットワーキングは “internet”，現在の一般的な意味のインターネットは “The Internet” または “Internet” と表記し、区別することがあります。

インターネットは図 1.3 のように、ネットワーク A、ネットワーク B などと記した多数の個別ネットワークを相互接続した集合体です。個別ネットワークには、企業や大学などの内部ネットワークのほかに、インターネットサービス事業者 (ISP, internet service provider) のネットワークがあります。

ISP や企業などの個別ネットワークを相互接続する中継用ネットワークをバックボーンネットワークあるいはコアネットワークといいます。米国では、バックボーンネットワークを提供する事業者をネットワークサービス事業者 (NSP, network service provider) と呼んでいます。バックボーンネットワークは IP ネットワークです。

第 2 分冊で説明するように、IPv4 では 1 つの IP アドレスをネットワークアドレス部分とホストアドレス部分に分けています。ネットワークアドレスは個別ネットワークを識別する識別子です。ホストアドレスは 1 つの個別ネットワークの中にある情報機器の識

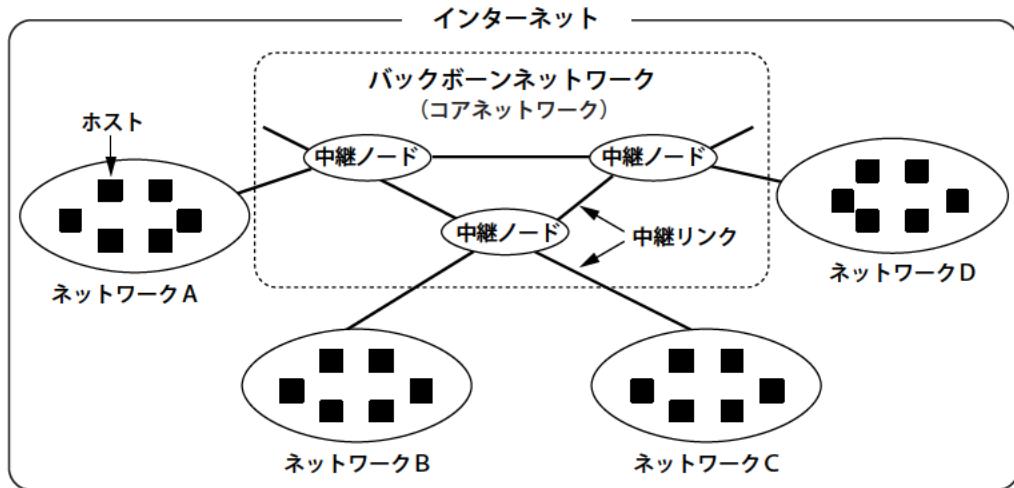


図1.3 インターネットの構成

別子です。この場合のホストという言葉は、いわゆるホストコンピュータだけではなく、ユーザー端末や各種サーバーなどの総称です。ちなみに、LANの用語ではユーザー端末や各種サーバーなどを総称してステーションと呼んでいます。

個別ネットワークといつても、通信事業者あるいはISPが構築して運営している全国規模のIPネットワークのように、非常に規模が大きいものがあります。大規模個別ネットワークの内部には多数の交換ノードと中継リンクがあり、このネットワークの中でCL型パケット交換動作が行われています。パケット交換動作では、個々のIPパケットを宛先アドレスに向けて送るための経路選択(ルーティング)機能が必要です。経路選択機能を実行するルーティングプロトコルにはいろいろな種類がありますが、1つの個別ネットワークの内部では、同じルーティングプロトコルを使います。このことによって、個別ネットワーク内部でIPパケットを確実にしかも能率良く送ることができます。このような個別ネットワークを自律システム(AS, autonomous system)と呼びます。インターネット全体は自律システムの集合体なのです。

### 1.1.3 個別ネットワークの相互接続

個別ネットワークの相互接続には、バックボーンネットワークを経由する方法のほかに、図1.4のようにIX(internet exchange、インターネット相互接続点)を使う方法があります。この図のIXは、複数のISPのネットワークを相互接続しています。なお、IX接続と区別するときには、個別ネットワークの直接接続をピアリングといいます。