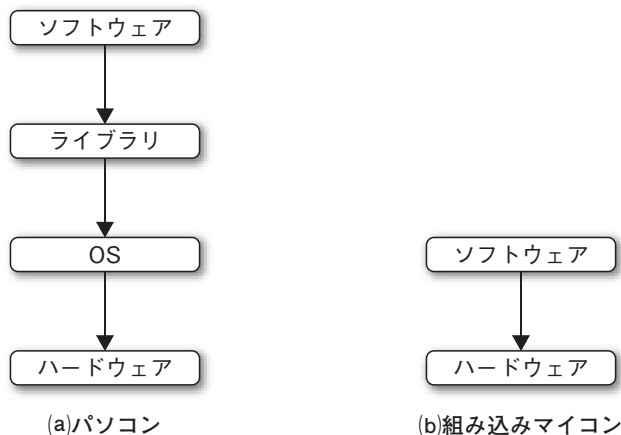


# 1.1 本書の目標

インターネットの普及とともに、Webサイトの閲覧や電子メールの送受信など、IPネットワークを利用したアプリケーションが日常的に使われるようになってきました。本書では、このように身近な存在となったIPネットワークの基本的なしくみについて、組み込みマイコンのプログラミングを通して理解を深めることを目標としています。

図1.1(a)に示すように、昨今、パソコンのアプリケーションは、「API (Application Program Interface)」と呼ばれるライブラリを介して「OS (Operating System)」の機能を操作するというしくみで作成されることが一般的です。

●図 1.1 アプリケーションのしくみ：(a)パソコン、(b)組み込みマイコン



参考までに、本書では Appendix に、Windows PC におけるネットワーク・プログラミングについて簡単にまとめてみましたが、Windows PC では「WinSock」と呼ばれるライブラリを利用することで、ネットワーク・アプリケーションを作成できるようになっています。

こうしたプログラミング環境では、あらかじめ用意されたライブラリの使い方さえマスターすれば、ハードウェアのしくみについて深く理解しなくてもアプリケーションを作成することができます。しかし、便利である反面、こうしたプログラミング環境は、処理の詳細が見えづらいブラックボックスになってしまっている感が否めないのも事実です。

一方、組み込みマイコンでは、OS やライブラリが用意されていないことも珍しくありません。このような場合、すべての処理をプログラミングしなければならない一方、図 1.1 (b)に示すように、プ

プログラマにはハードウェアを直接的に制御することができる自由度が与えられることになります。

こうしたプログラミング環境では、処理の詳細について深く理解しなければアプリケーションを作成することはできません。すなわち、組み込みマイコンを使ってネットワーク・アプリケーションの開発に挑戦することは、パソコンのプログラミング環境では隠蔽されてしまっているIPネットワークのしくみを根底から勉強するうえで絶好の機会となります。

もちろん、組み込みマイコンを使ったネットワーク・アプリケーションの開発は、単なる知識にとどまらず、携帯電話をはじめ、ネットワーク機能を搭載したデジタル家電への応用など、実際の製品開発にも直結しています。インターネットの普及とともに、組み込みマイコンを使ったネットワーク・アプリケーションの開発は、重要な基盤技術のひとつとして、活躍の舞台をますます広げつつあるといえるでしょう。

本書では、(株)ルネサステクノロジのH8マイコンを題材として、C言語による組み込みマイコンのプログラミングに挑戦します。

プログラミングの勉強は、概念的な理解に終始するだけでなく、具体的なアプリケーションの開発を体験することが近道です。そのため、本書では、組み込みマイコンの基本的なプログラミングについてひと通り説明した後、具体的なアプリケーションの一例として、簡単なIP電話を作成することをターゲットのひとつにしてみました。

このIP電話は、電話番号を入力するためのダイヤル・キーの処理、電話番号を表示するための液晶ディスプレイの処理、さらに音声データのリアルタイム処理など、組み込みマイコンでは定番となっている基本的なプログラミングのテクニックを応用したものになっています。そのため、IPネットワークのしくみを勉強するだけでなく、組み込みマイコンのプログラミングに対する理解を深めるうえでも格好のターゲットといえるでしょう。

組み込みマイコンを使って、こうしたアプリケーションをどのようにすれば作成できるのか、本書では、まったくの初心者の方を対象として、組み込みマイコンの基本的なプログラミングから順番に少しずつ説明していくことにします。

アプリケーションの開発には、まず、そのために必要となる基礎知識について整理することが重要です。本章では、次節以降、IP電話のしくみについても触れながら、組み込みマイコンを使ったネットワーク・アプリケーションの開発に必要なIPネットワークの基礎知識について概観してみることになります。

## 1.2 IP ネットワーク

IPネットワークは、「パケット」と呼ばれる小さなデータのかたまりを単位として、あらゆる種類のデータのやり取りを行っています。

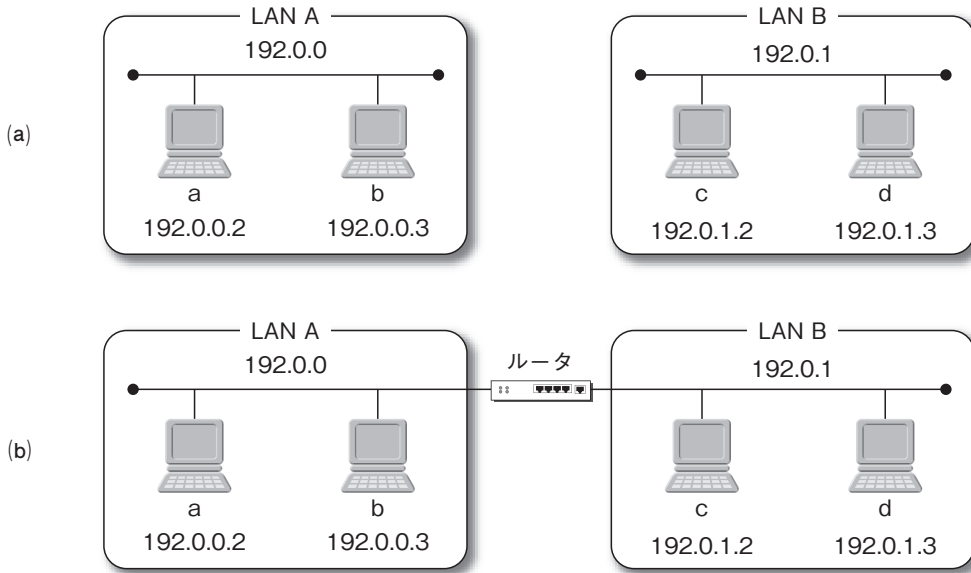
Webサイトの閲覧や電子メールの送受信では、テキストや画像など、さまざまな種類のデータをやり取りしますが、どのようなアプリケーションであっても、パケットによってデータをやり取りするというしくみはまったく同じです。このように、あらゆる種類のデータをひとつのネットワークで一元的に扱えることが、IPネットワークの最大の特徴となっています。

IPネットワークには、複数のネットワークを接続し、さらに規模の大きいネットワークとして機能させることができるという特徴があります。これが、IPネットワークを世界中に普及させた大きな要因となっています。

図1.2(a)に示すように、IPネットワークは、「LAN (Local Area Network)」と呼ばれるネットワークを基本単位としています。LANは、企業、学校、各家庭など組織単位で構築され、自主的に運用されるネットワークです。

LANは、それだけでは孤立したネットワークにすぎません。しかし、図1.2(b)に示すように、IPネットワークは「ルータ」を介して複数のLANを接続することで、さらに規模の大きいネットワークを構築することができます。

●図1.2 IPネットワークの構造：(a)互いに孤立した2個のLAN、(b)ルータによるLANの接続



このようなしくみによって、世界中のLANを次々に接続していった結果できあがった巨大なネットワークの集合体が、我々が日ごろ利用している「インターネット (Internet)」の正体です。「インター (inter)」とは「間」や「接続」を意味する英語の接頭辞ですが、インターネットは、その名前の通り、「ネットワークとネットワークを接続したネットワーク」となっています。

こうしたIPネットワークのしくみは、「IPアドレス」の構造に密接に関連しています。IPアドレ

スは、IP ネットワークに接続された個々のネットワーク機器を識別するために一意に定められた番号です。IP ネットワークを正しく機能させるには、個々のネットワーク機器に重複がないようにそれぞれ1個ずつIPアドレスを割り当てなければなりません。

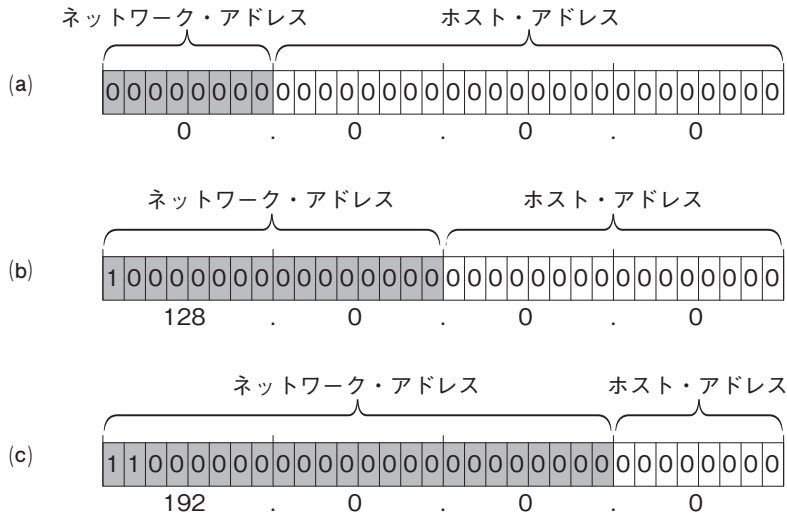
IPアドレスは、現在のアドレス体系である「IPv4 (Internet Protocol version 4)」では、4byte (=32bit) のアドレスになっています。IPアドレスは、たとえば「192.0.0.2」といった具合に、ピリオドを使って4byteのアドレスを1byte単位で区切り、それぞれ0から255までの10進数で表記することが一般的です。

IPアドレスは、IPネットワークのしくみを考慮し、「ネットワーク・アドレス」と「ホスト・アドレス」という2種類の情報を組み合わせたものになっています。ネットワーク・アドレスは、IPネットワーク全体から個々のLANを識別するためのアドレスです。また、ホスト・アドレスは、LANの内部に接続された個々のネットワーク機器を識別するためのアドレスです。

たとえば、図1.2の例では、2個のLANにそれぞれ2台のパソコンが接続されています。この例では、IPアドレスの上位3byteが、それぞれのLANのネットワーク・アドレスになっています。また、IPアドレスの下位1byteが、それぞれのパソコンのホスト・アドレスになっています。IPネットワークは、こうしたIPアドレスにもとづいて個々のLANと個々のネットワーク機器を識別し、通信を行うしくみになっています。

IPアドレスは、ネットワーク・アドレスとホスト・アドレスの区切り方によって、基本的に5種類のクラスに分類することができます。このなかで一般的に使用されているのは、「クラスA」、「クラスB」、「クラスC」の3種類のクラスです。図1.3に、それぞれのクラスにおけるIPアドレスの構造を示します。

●図1.3 IPアドレスの構造：(a)クラスA、(b)クラスB、(c)クラスC



ホスト・アドレスが短くなると、LANの内部に接続できるネットワーク機器の数は少なくなります。たとえば、クラス A では、1 個の LAN につき 16,777,216 個 ( $=2^{24}$  個) のホスト・アドレスを定義できますが、クラス C では、1 個の LAN につき 256 個 ( $=2^8$  個) のホスト・アドレスしか定義できません。LAN を構築し、IP アドレスの割り当てを行う際は、こうした IP アドレスの特性を十分に考慮する必要があります。

たとえば、LAN の内部に接続するネットワーク機器が数台しかないような規模の小さい LAN では、クラス C の IP アドレスを割り当てるのが妥当でしょう。しかし、ネットワーク機器が数千台もある規模の大きい LAN ではクラス A やクラス B の IP アドレスを割り当てなければなりません。

なお、IP アドレスの割り当てを行う際は、「IP アドレスの枯渇問題」についても考慮する必要があります。現在のアドレス体系である IPv4 では、 $2^{32}$  個、すなわち 43 億個ほどの IP アドレスを定義することができます。一見すると、これだけあれば IP アドレスの数は十分のように思えるかもしれませんが、しかし、全世界の人口が 60 億人を超えていることを考慮すると、たとえば、1 人につき 1 個ずつ IP アドレスを配布してしまうと、それだけで IP アドレスが枯渇してしまうことになります。

そのため、現状では次善の策として、「プライベート IP アドレス」という LAN の内部だけで通用する IP アドレスを積極的に利用することで、こうした IP アドレスの枯渇問題に対処しています。なお、プライベート IP アドレスに対して、LAN の内部だけでなく外部のネットワークでも通用する本来の意味の IP アドレスを「グローバル IP アドレス」と呼びます。

図 1.4 に、IP アドレスのアドレス空間を示します。この図に示すように、クラス A、クラス B、クラス C それぞれ、その一部はプライベート IP アドレスとして定義されています。

グローバル IP アドレスは、世界中のネットワークを見渡し、重複がないように割り当てる必要があります。そのため、その使用にあたっては、「インターネット・サービス・プロバイダ (Internet Service Provider : ISP)」など、グローバル IP アドレスを管理している組織に申請を行う必要があります。

一方、プライベート IP アドレスについては申請の必要はなく、LAN の管理者が自由に割り当てを行うことができます。たとえば、「家庭内 LAN」に接続するパソコンには、192.168.0.2 といったクラス C のプライベート IP アドレスを割り当てることが一般的です。

●図 1.4 IPアドレスのアドレス空間

