

# IP

IP (Internet Protocol) は、上位層の基礎となる重要なプロトコルです。前述の IP アドレスは、この IP プロトコルのヘッダに置かれます。

IP は TCP/IP の下位層に当たる重要なプロトコルでありながら、IP はデータグラムを相手に届ける努力は行うものの、データを確実に届けるという保証がありません。データの信頼性の確保は上位層に任せています。

IP の仕事は IP アドレスを元に、図 1-2-9 のようにルータなどを経由してあて先にデータグラムを届けることです。図 1-2-10 に IP データグラムの詳細を示します。

## ヘッダ部

これは 20 バイトが基本で、オプション・フィールドがあると少しサイズが大きくなります。ヘッダ



(a) 構成

フィールド	値など						
バージョン	4h(バージョン4)						
データ長	5h(5 × 4 = 20 バイト)						
TOS	サービス・タイプ						
全データ長	ヘッダを含んだ全データ長(バイト)						
識別子	基本的にパケットごとに1ずつ増加する						
フラグメント・オフセット	後続の UDP データがあることを意味する						
TTL	通過できるルータの台数						
プロトコル番号	上層のプロトコルを表す ▶代表的な上位層プロトコル						
	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>ICMP</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>TCP</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>UDP</td> </tr> </table>	1	ICMP	6	TCP	17	UDP
1	ICMP						
6	TCP						
17	UDP						
ヘッダ・チェック・サム	ヘッダ部分を1の補数で加算したもの						

(b) 各フィールドの説明

図 1-2-10 IP データグラムの構成

$$\begin{array}{r}
 879Dh \\
 +) 9F3Bh \\
 \hline
 ① 26D8 \\
 +) 1 \\
 \hline
 26D9h
 \end{array}$$

(1) 26D8 → +) 1 → キャリを加算する  
1の補数での加算値

図1-2-11 1の補数による加算

長は最初のバイトの下位4ビット×4(バイト)で計算できます。12バイト目以降に発信元IPアドレス、あて先IPアドレスが並んでいます。

8バイト目にあるTTLフィールドはデータグラムの生存時間を制限するためのもので、ルータを経由するたびにパケットを1ずつ減算されていき、0になるとそのパケットはルータによって廃棄され、後述のICMPメッセージを発信元に送信します。これはデータグラムがあて先に届かぬまま、永遠にネットワーク内を巡るのを防ぐためです。

## データ部

ここには上位層のデータが入ります。上位層のプロトコルが何であるかは、IPヘッダのプロトコル・フィールドを見ればわかります。

アプリケーションは直接IPパケットを送受信することはできず、UDPやTCPといったIPより上位層のパケットにしか触れることができません。

なお、ネットワーク上のパケットは、すべて**ネットワーク・バイト・オーダ**で書き込まれています。そのため、プログラミング時に注意しないと、上位バイトと下位バイトがひっくり返ってしまい、まったく違う値になってしまいます。

## チェック・サム

これは16ビット幅で、ヘッダ部にあります。計算方法は、チェック・サム・フィールドを0000hとして16ビット幅でヘッダ部だけを1の補数で合計します。どのように1の補数の合計を計算するかというと、**図1-2-11**のように通常の2の補数で加算した値のキャリをもう一度加算するだけです。

最後に加算結果をビット反転(NOT)して、チェック・サム・フィールドにセットします。反転後の値が0000hになったときはFFFFhにしなければなりません。これは0000hがチェック・サム計算をしないという特殊な数値として定義されているからです。

0000hをセットできるプロトコルは限られています。データの信頼性向上のためチェック・サムは必ず計算するようにします。

受信側でチェック・サム・エラーがあれば、そのデータグラムを廃棄しますが、発信元には何も通知しません。これは上位層の再送アルゴリズムが働くまで(数秒から数分程度)待つことになります。

# ICMP

ICMP(Internet Control Message Protocol)は、エラーやネットワークの診断などに使われるプロトコルです。ICMPは**図1-2-12**に示すタイプ・フィールドによって、さまざまなメッセージに分類されますが、その中で一番馴染み深いのがエコー要求/エコー応答メッセージです。