

第9回

IPとイーサネット

前回までで、IPの仕組みが基本的にわかったのではないかと思います。しかし、イーサネットの話までを振り返ってみるとちょっと矛盾した話になっていることに気づかれた方もいらっしゃるのではないのでしょうか？ 今回は、そのあたりが実際にはどうなっているのかを見ていくことにしたいと思います。

- ✦ アドレスを変換しなきゃ！
- ✦ お互いに自己紹介をしましょう
- ✦ 入らなければ、分けてから目的地へ

先生！

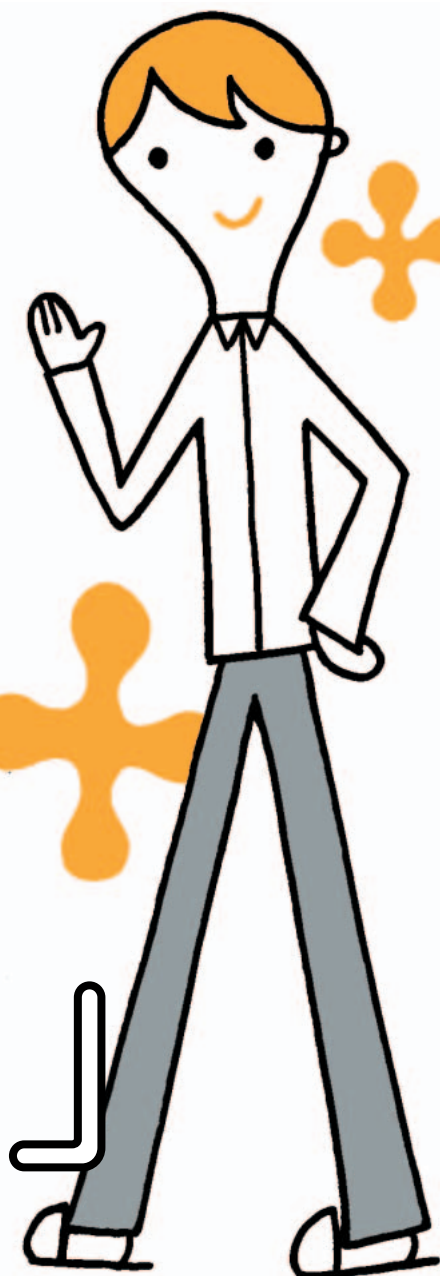
イラストでわかる
インターネットのABC

「やさしく 教えて！」

砂原秀樹

奈良先端科学技術大学院大学
情報科学センター助教授
WIDEプロジェクト・ボードメンバー

Illust: Taniguchi Shiro





アドレスを変換しなきゃ!



まず最初にみなさんが気づかれたことはアドレスの問題ではないでしょうか? イーサネットでは、48ビットのアドレスが使われています。しかし、IPアドレスは32ビットですね。実際にデータを配

送するのはイーサネットですから、なんらかの手段を用いてIPアドレスをイーサネットアドレスに変換したり、その逆を行ったりしなければなりません。これはどのようにして行われているのでしょうか?

一番簡単に思いつく方法は、イーサネットアドレスとIPアドレスの「変換表」を各コンピュータに持たせる方法です。この情報が必要なのは、直接イー

サネットに接続されているコンピュータの情報だけです。表自体を作成することはそう難しくありません。しかし、イーサネットの特性を考えると、これはあまり良い方法ではないことがわかります。イーサネットは、特別な設定をすることなく、単にコンピュータを接続するだけで通信をはじめられるというメリットを持っています。しかし、変換表に登録しないと通信をはじめられないのでは、せっかくのメリットも失われてしまいます。そこで、この変換表を自動的に作成する方法が考えられたのです。





お互いに自己紹介をしましょう

通信の際に必要なとなるのは、相手のイーサネットアドレスですね。ここでは、1人がしゃべると、同じイーサネットに接続されている全員に届くというイーサネットのもう1つの特性を有効に利用しています。このような通信を「ブロードキャスト」と呼ぶことは2000年1月号でお話したとおりですが、このブロードキャストを使えば相手のイーサネットアドレスを知ることができます。

要するに、わかっていることは相手のIPアドレスで、知りたいのは相手のイーサネットアドレスなので、イーサネットに向かって「このIPアドレスの人は誰？」というメッセージをブロードキャストで送り出せばいいのです。このメッセージは、同じイーサネットに接続された全員に届くことになります。受け取った側では、問い合わせられて

いるIPアドレスと自分のIPアドレスを照らし合わせて、同じならば「自分のイーサネットアドレスです!」と返事をすればいいわけです。当然、異なっていれば無視すればいいので、これでめでたく相手のイーサネットアドレスを知ることができるわけです。

ただ、IPデータグラムを送出するたびに毎回この作業をしていたのでは無駄ですから、いったん受け取った情報は、自分が持っている変換表にしばらく覚えておきます。いったん通信をはじめた相手とはしばらく話をすることが普通ですから、一度問い合わせをすればあとはしばらく変換表の情報を使って通信を続けられるのです。同様に相手も、処理の結果を返すなど何らかの返事をするわけですから、ただ単に問い合わせを受けるだけでは無駄です。

問い合わせをする側では、自分のIPアドレスとイーサネットアドレスはわかっ

ていますから、問い合わせをする際に自分の情報を添付しておきます。問い合わせを受けた側は、自分のイーサネットアドレスを返すとともに、送られてきた情報を自分の変換表に保存しておくのです。こうすることで、結果を返すときに再び問い合わせをする必要がなくなり、無駄が減る仕組みです。

まとめると、①自分が持つ一覧表を見て、そこに登録されていなかったら、自分のアドレスを送るとともに、ブロードキャストで相手のアドレスを問い合わせる。②受け取った側では、自分ならば返事をし、さらに送られてきた情報を自分の変換表に保存する。③返事を受けたらそれを変換表に保存するといったやり取りになります。これは、IPを支援するプロトコルとして定義されていて、アドレス解決プロトコル(Address Resolution Protocol: ARP)と呼ばれています。また、各コンピュータが持つIPアドレスとイーサネットアドレスの対応表をARP表と呼びます。





入らなければ、分けてから目的地へ



前回、ヘッダーの説明の際、1行目の1番左16ビットはIPデータグラムの全長が保存されるという説明をしました。16ビットということは $2^{16}-1$ 、つまり65535バイトの長さまで表現できることになります。しかし、これに対してイーサネットでは最長でも1500バイトまでのデータしか保存できないという話をしました。これはどう考えればよいのでしょうか？ハードウェア上の制約やその仕組みから、保存できる最大のデータ長のことを「最大転送単位 (Maximum Transfer Unit : MTU)」と呼びます。IPデータグラムを生成する際には、そこに直接接続されているデータリンクのMTUを使ってIPデータグラムの全長を決定すればいいので、大きな問題は発生しません。しかし、データが中継されながら送られていく途中で、転送されているIPデータグラムの全長よりも利用しなければいけないデータリンクのMTUのほうが小さい場合は困ってしまうことになります。

たとえば、全長660バイト(うちIPヘッダー20バイト)のIPデータグラムがイラストのAからBに送られる場合を考えてみましょう。Aでデータグラムを送り出す際には、MTU = 1500ですから、問題なく発信されます。しかし、Gで中継される際にMTU = 276のデータリンクを通らなければならないことがわかり、困ったことになります。

そこで分割を行うわけです。IPヘッダーはデータを送り届けるために必要な情報ですから、分割されたデータグラムにも原則としてそのままコピーされます。ヘッダーは20バイトなので、IPデータグラムに保存することのできるデータは256バイトです。そして、残ったデータ部分(640バイト)を最初から順番に256バイトずつに分割していくと、結果として3つのデータグラムができあがります。ただ、これだけでは分割されたデータグラムがもともとどの部分だったのかわからなくなってしまいます。ここで、前回説明しなかったIPヘッダーの2行目が利用されます(図1参照)。

まず「IDENTIFICATION」は、IPデータグラムの識別子です。分割されたIPデータグラムがもともとはどれだったのかをこれで知ることができます。「FRAGMENT OFFSET」は、元のデータのどの部分だったのかを記憶する役割を果たしています。分割されたデータグラムは「フラグメント」と呼ばれ、最終目的地に到着するまでは通常のデータグラムとして取り扱われます。そして、目的地に到着すると、IDENTIFICATIONなどの情報によって元のデータグラムに再構成されます。なお、フラグメントのうち1つでも目的地に到着しなかった場合には、そのデータグラム全体が到着しなかったものとして廃棄されることになっています。

次回予告

前回までの話では、データリンクやIPそれぞれの動作について説明してきましたが、実際のネットワークではこれらが協調動作していることがわかったのではないのでしょうか。今回は、IPを支えるもう1つのプロトコルについてお話をしたいと思います。

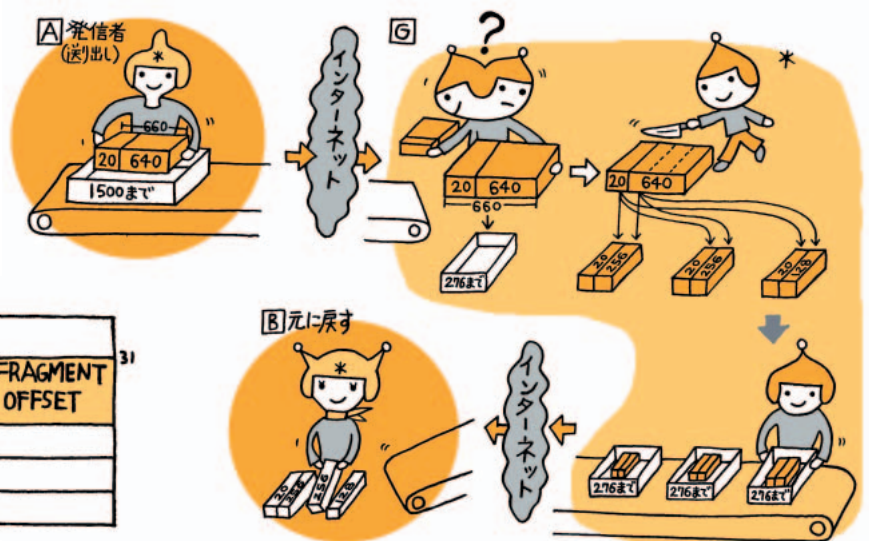


図1

IPヘッダー

0	16	19	31
IDENTIFICATION	FLAGS	FRAGMENT OFFSET	

砂原先生が
答える

みんなの 大疑問



Q : 日本のようにテクノロジーが発達している国は、やはりインターネットの利用率でもトップクラスなのですか？ 別に競うつもりはないのですが、1番だったらうれしいな～。



A : なかなか難しい質問ですねえ。「インターネットの利用者数」という観点からすると、日本は欧米に比べてずいぶん遅れをとってしまっているようです。いろいろな統計があるので一概には言えませんが、世界的に見ると二十数位という報告もあってちょっと残念です。英語やキーボード、通信費の問題など、いろいろな事情があると思いますが、利用者の普及という点では日本はこれからということでしょうか。しかし、いくつかの分野を限定すると日本は世界の最先端にあります。たとえば「携帯電話からのインターネット利用」の普及率などは世界一と言えるでしょう。携帯電話からの電子メールの利用は、携帯電話利用者数の50パーセントを超える勢いだそうで、僕も非常に驚いています。それから、普及という点ではまだまだですが「家電とインターネット」の関係についても日本は最先端でしょう。インターネット冷蔵庫やインターネッ

このコーナーでは、砂原先生が
みんなの質問に
やさしく答えてくださいます！



ト電子レンジなどは日本発のアイデアだと思います。さらに「ゲーム機とインターネット」という観点でも、日本が世界をリードしています。これもこれからが楽しみです。また、次世代インターネット技術の根幹であるIPv6の開発と普及においても日本は主導的な役割を果たしており、

世界的に大きな注目を集めています。日本が頑張らなければいけないことも多々ありますが、このように日本が世界を引っ張っていることもたくさんあります。ですから、単に利用者数だけで嘆くことはないでしょう。いずれにせよ、日本がインターネットを牽引する重要な力の1つであることは間違いないのですから!!

質 問 大 募 集 !!

このコーナーでは、みなさんからの質問を大募集しています。「先生、ここがわからないよ～」という疑問がある人は、いますぐ下記の連絡先までご応募下さい。お待ちしております!!

im-faq@impress.co.jp



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp