

## 第10回

困った。  
どうしてこんなことか？

皆さんも過去に体験したことことがあるかもしれませんが、インターネットは常に正常に動作しているとは限りません。不具合にはさまざまなケースがありますが、インターネットの根幹であるIPの動作がおかしい場合もあります。今回はそのあたりについて見てみることにしたいと思います。

- ✦ エラーを発信者に教えよう!
- ✦ ぐるぐる目がまわるぅー
- ✦ 届くかな?

# 先生!

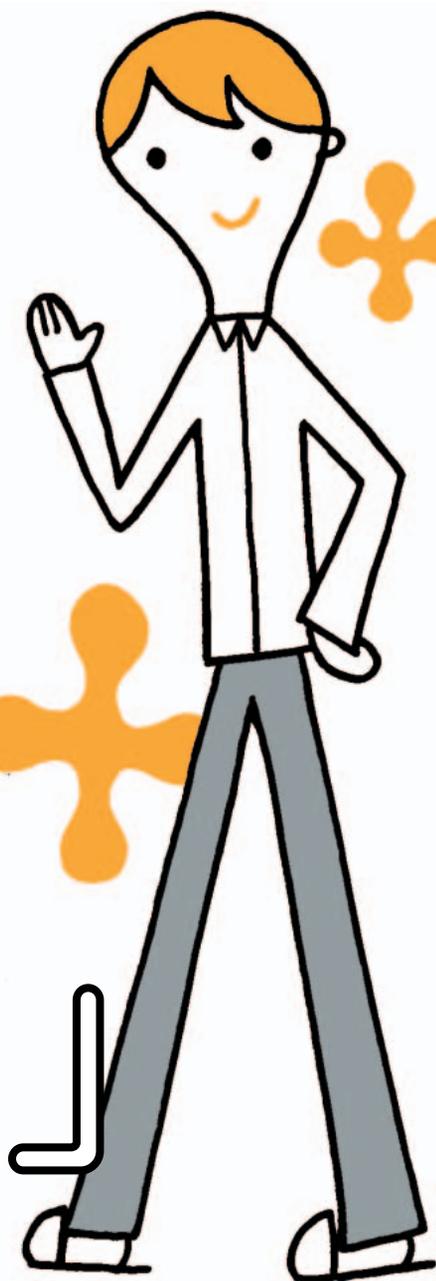
イラストでわかる  
インターネットのABC

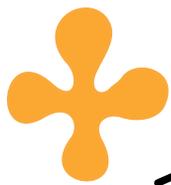
# 「やさしく 教えて!」

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





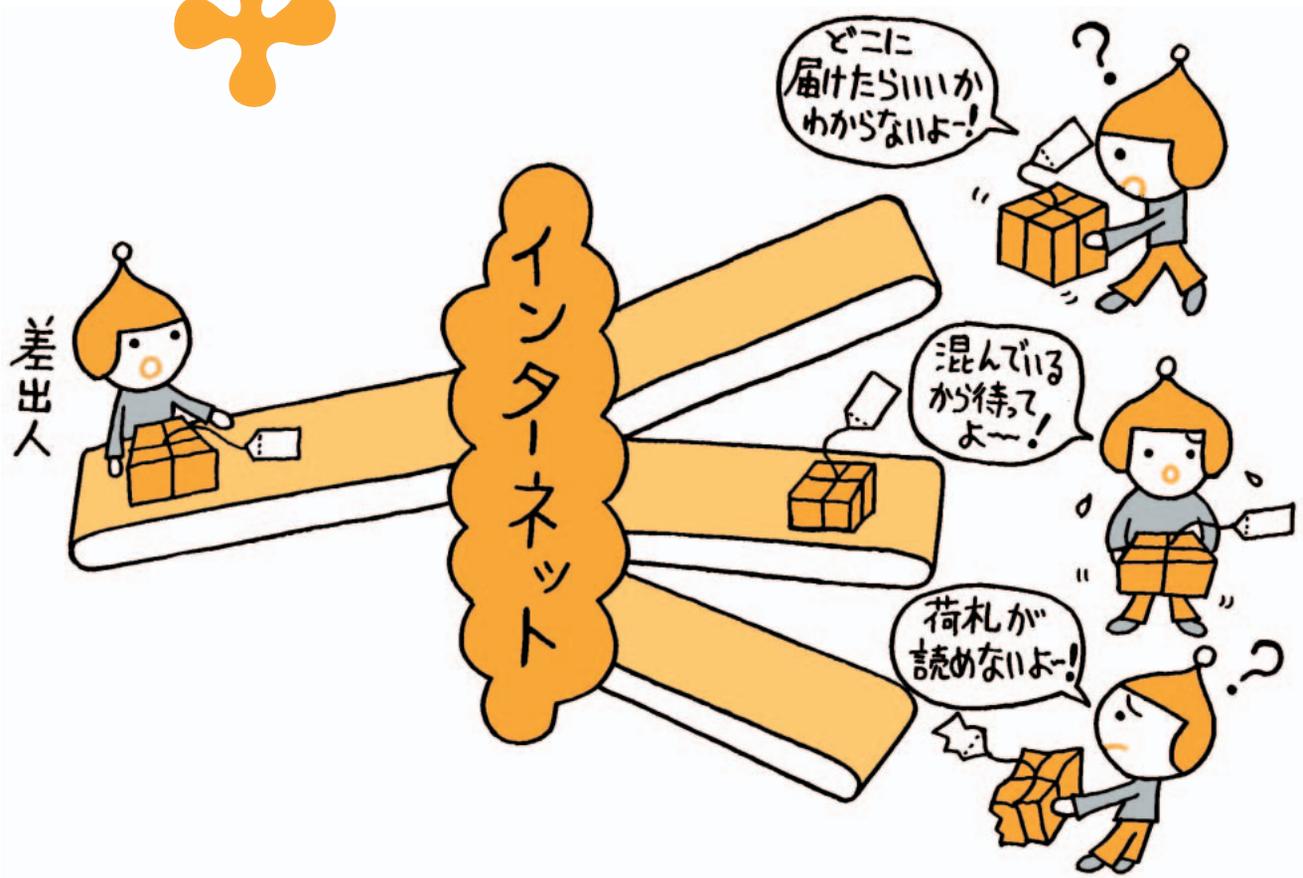
# エラーを発信者に教えよう!



IP(インターネットプロトコル)は、インターネットの一番重要な部分です。ですからそこで発生した問題は、多くの場合、そのままにしておく大きな問題に発展する可能性が高くなります。したがって、IPの問題は何らかの方法で通知しなければなりません。そこで用意されている仕組みが「ICMP」(Internet Control Message Protocol)です。これは前回の「ARP」(Address

Resolution Protocol)と同様に、IPを補助する役割を持ったプロトコルです。ICMPは、IPデータグラムを配送しているときに発生したエラーを発信元(ソースアドレス)に通知する役割を果たしているほか、制御情報の配送にも用いられています。ICMPの役割で重要なことは「エラー情報はデータグラムの発信元にしかな通知されない」ということです。これは、IPデータグラムのヘッダーには基本的に発信者と宛て先しか書かれていないからです。そのため、エラーが発生した場所では途中通過してきた経路上のコンピュータを知る方法がありません。した

がって、エラーを通知された発信者は、実際にどこがおかしくなっているのかわかるために、さらにいくつかの作業を必要とします。このことについては別の機会に改めて取り上げたいと思います。ICMPでは、エラーが発生した場所から発信元にエラーを通知する形式として、IPデータグラムを用いています。つまり、ICMPはIPと同じ形式のヘッダーを持ち、エラーメッセージなどはIPデータグラムのデータとして保存されるのです。これは、ICMPのメッセージがインターネット上を中継されながら発信元へ帰ることを前提にしていることによります。ちなみに、ICMPのメッセージに対してエラーが発生した場合には、アクションは発生しないことになっています。



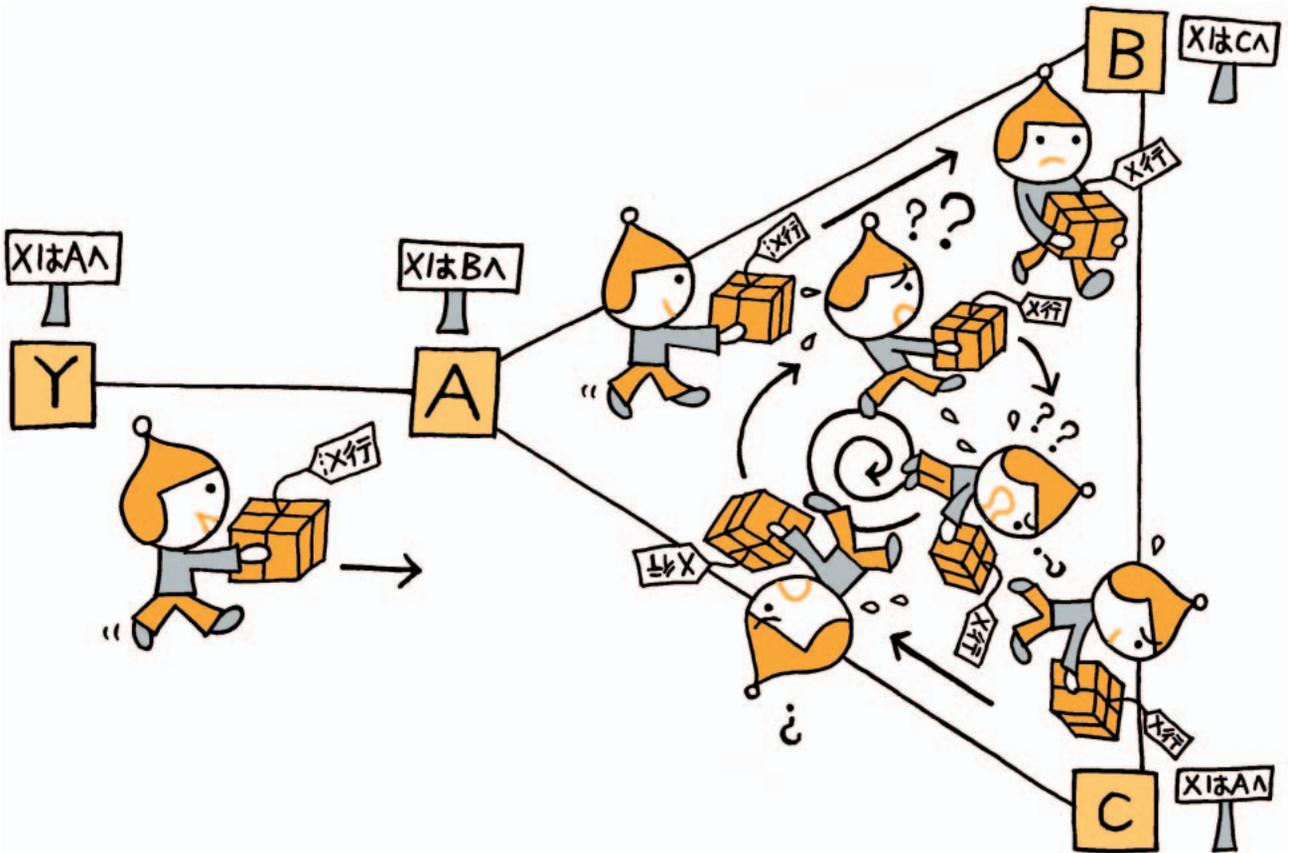


# ぐるぐる目がまわるうー

ICMPによって通知されるメッセージにはさまざまなものがあります。たとえば、中継の途中で「宛て先」に対する経路情報をそのコンピュータの経路表に見つけられない場合は、それ以上の中継が続けられなくなったことを意味しています。そこで「Destination Unreach」というエラーメッセージが返されることになっています。このメッセージが返ってきた場合、インターネット上のコンピュータのどこかに経路表の異常があると予測できます。このほか、ヘッダー中のパラメーターがおかしくなった場合に返される「Parameter Problem」や、経路中で中継用のコン

ピュータが混雑して処理能力が追いつかなくなってしまった場合に返される「Source Quench」などがあります。また、何度中継されても目的地に到着できないときに返される「Time Exceeded for a Datagram」といったメッセージもあります。このメッセージは、IPヘッダーの3行目一番左側にある8ビットの部分「TTL (Time To Live) と密接に関係しています。通常、このフィールドにはデータグラムが発信される際に255データグラムが保存され、中継が行われるたびに1データグラムずつ減らされることになっています。そして、ここが「0」になるとエラーとしてそのデータグラムは廃棄されるのです。そのとき

発信元に返されるのが、Time Exceeded for a Datagramです。これは、たとえば下のイラストに示したような経路のループができてしまった際に重要になってきます。このイラストでは、X宛てのメッセージは「A B C A B C A」と無限にA-B-C-Aのループをまわっています。このままでは、このループの部分にX宛てのデータグラムがどんどん集まってきて、大変なことになります。そこで、中継する回数の上限を決めておき、それを超えたら「何かがおかしい」と考えるようにしているのです。そして、このときに通知されるICMPのメッセージがTime Exceeded for a Datagramとなるわけです。





## 届くかな? \*

ICMPでは、エラーメッセージ以外に制御メッセージを伝える役割も果たしています。もっともよく利用されているのは「Echo Request」と「Echo Reply」でしょう。これらは基本的に対になって用いられます。インターネット上の各コンピュータは、Echo RequestというICMPのメッセージを受け取ると、すぐにEcho ReplyというICMPメッセージを発信元へ返すことになっています。つまり、あるコンピュータに正しくIPデータグラムが届いているかどうかを調べるときには宛

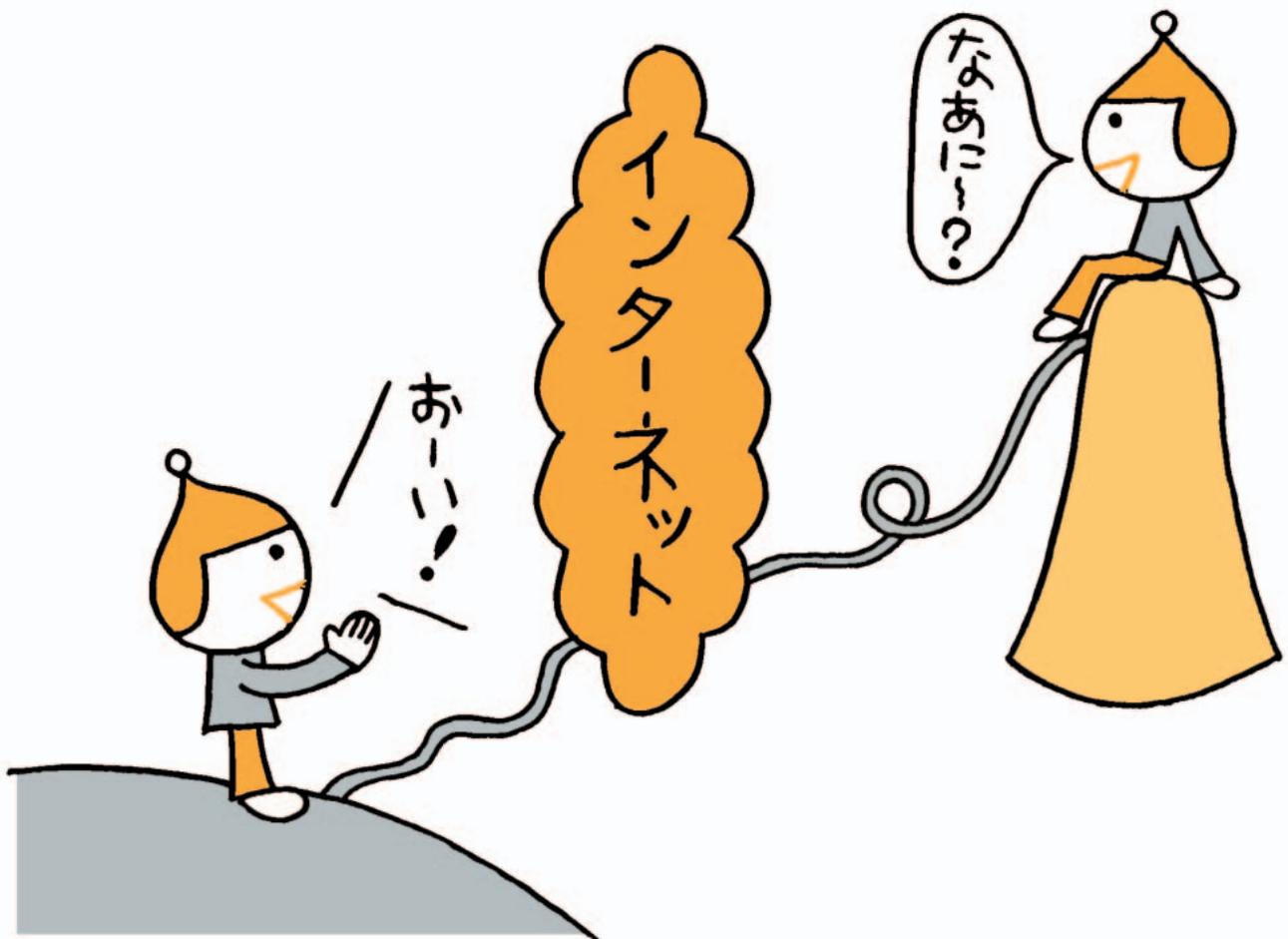
て先に向かってEcho Requestを送り、それに対してEcho Replyが返ってくるのを確認すればいいのです。この機能を実現したプログラムが「ping」と呼ばれるプログラムで、管理者はこれにより目的地までの経路が正しく動作しているかどうかを確認しているのです。ウィンドウズなどでもpingコマンドは用意されていますから、何らかのトラブルに遭遇した際は、まずこのコマンドで確認するといいでしょ。また、Echo Requestを送り出してからEcho Replyが返ってくるまでの時間を計測すれば、あるコンピュータからあるコンピュータまでIPデータグラムが送られて、そこから返事のIPデータグラムが返ってくるまでの時間を測定できます。この時間は「RTT」(Round

Trip Time)と呼ばれ、コンピュータ間の時間的距離を表すのによく用いられます。このような計測のためにもpingコマンドは利用できるわけです。

## 次回予告

さて、これでIPとその周りの仕組みについてひと通り説明したことになります。さらに深く調べてみたい方は、IPやICMPといったプロトコルのRFC [Jump](#) を読んでみることをおすすめします。次回は、もう1つ階層を上がって、トランスポート層について見ていくことにしましょう。

[Jump](#) [www.ietf.org](http://www.ietf.org)



砂原先生が  
答える

# みんなの 大疑問



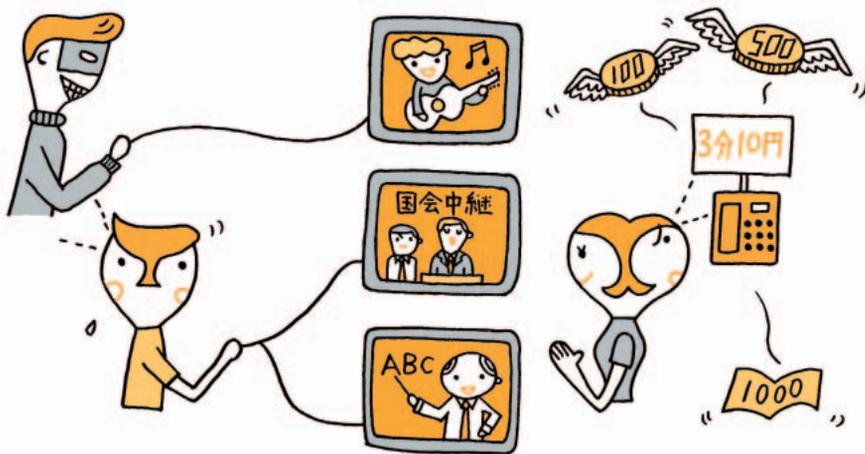
**Q** : なぜ日本のストリーミング系のコンテンツは米国に比べて少ないのですか？ もっと日本にもストリーミング系のコンテンツが増えればいいのにな……。



**A** : 1995年に坂本龍一のライブをインターネットで中継した時には「インターネットでもこんなことができるようになったんだ」と感動したのですが、いまやこうしたことはある種、当たり前になりつつありますね。しかし、まだまだ米国などのコンテンツの量に比べると少ないようです。

この背景にはいくつかの要因がありますが、特に電話の料金体系の問題と著作権の問題は大きいと思います。こうしたストリーム型のメディアは、端末がインターネットに常時接続されていることを前提としています。そのため、電話料金を気にしながらインターネットにアクセスしているような状況ではアクセス数がそれほど多くなく、コンテンツを用意してもあまり使われないだろうという予測があるようです。また、特に音楽のコンサートや映画といったものでは、正しく著作権が保護される仕組みがない限り、コンテンツを配信する側は積極的になりづらいという状

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！



況も影響しているようです。

わが国においても、このところ急速に「常時接続」という接続形態が普及してきており、同時に著作権保護の仕組みについても実験が進められています。ですから、そろそろストリーム型のメディアが増えてくるのではないのでしょうか？ なお、わが国においても、大学の授業をストリーム型のコンテンツと

して配布しようという試みがWIDEプロジェクトのSOI (School of Internet) ワーキンググループで進められています。ここでは、単に授業をストリーム型コンテンツとして保存するだけではなく、高等教育の仕組みとしてインターネットを活用することを研究しています。よかったらのぞいてみましょう。

[Jump www.sfc.wide.ad.jp/soi/](http://www.sfc.wide.ad.jp/soi/)

## 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！！

[Jump im-faq@impress.co.jp](mailto: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](mailto:im-info@impress.co.jp)