

▶ 普段は、それほど意識していなくても、ちょっと考えると不思議なネットワークの仕組み。それをドクター・カワシマが、パズルを解くようにやさしく解説しましょう。



今月のテーマ

ドクター・カワシマの

# なぜなにネットワーク

リニューアル【第3回】

イラスト：村松 ガイチ

## ▶ インターネットでは、データはなくなることもあるの？

小包を送るときに使う伝票の宛名欄には、小包が万が一宛先に配達できなかった場合の扱いを指定するようになっていることがありますね。たとえば「送り主に返送する」、「別の場所に転送する」、「右のお届け先に配達」、「それと「放棄」のように書いてありますね。万が一と書いてあるくらいですから、宛先に届かないことはそんなにちょくちょくあることではないでしょう。

インターネットのケットの場合で考えてみましょう。ケットは小包と違って物理的姿があるものではなく情報です。発信元から宛先に届くまでに、1つのネット

ワークから別のネットワークへとコピーされながら届けられます。ケットを1つのネットワークから別のネットワークへと渡すのが「ルーター」という機械なのです。

実はインターネットのケットはネットワークを渡っていく間になくなることもあるのです。こんなことを突然いうと驚く人もいるかもしれませんが、「じゃあ、いままで私がネットワークで受け取っていたデータは不完全なものかもしれないの？」なんていう不安も出てきますね。では、どうしてケットはなくなるのでしょうか？それにケットがなくなったり本当にするのでしょうか？今回はケットの失踪について考えてみましょう。





図1を見てください。前回紹介したpingコマンドの結果です。pingコマンドはこちらのコンピュータと指定したコンピュータとの間でパケットのやりとり(「返事ください」パケットを送って、「返事」パケットをもらう)を繰り返すツールでしたね。パケットが正しく届いていることを確認したり、往復の時間を計ったりするのに使われます。

図の右と左とはあるコンピュータの間で

pingした結果です。右と左とでは少し違いますね。右の結果をよく見ると「seq=」の後ろの数字が飛んでいますね。左の結果では「seq=」の後ろの数字は1から順番についていますね。

右の結果で「seq=」の抜けしている番号(8、12、13番がありませんね)の回にやりとりされたパケットがなくなっているのです。こちらのコンピュータから送り出された8番目と12番目と13番目の「返

事ください」パケットか、「返事ください」パケットに対するあちらからの「返事」パケットかのどちらかのパケットがなくなったのです。みなさんも実際にいろいろなところにpingしてみてください。ただし、全然返事がない場合はあちらのコンピュータが動いてない場合もありますから、別のコンピュータへpingしてみてください。

### リスト 1

```
% /usr/etc/ping xxx.xxx.ad.jp
PING xxx.xxx.ad.jp: 56 data bytes
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=0. time=80. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=1. time=30. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=2. time=30. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=3. time=80. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=4. time=30. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=5. time=270. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=6. time=100. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=7. time=130. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=8. time=360. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=9. time=1150. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=10. time=240. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=11. time=390. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=12. time=1110. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=13. time=1220. ms
64 bytes from 192.244.xxx.xx: icmp_seq=14. time=1350. ms
^C
----xxx.xxx.ad.jp PING Statistics----
16 packets transmitted, 15 packets received, 6% packet loss
round-trip (ms)  min/avg/max = 30/438/1350
```

### リスト 2

```
% /usr/etc/ping yyy.yyy.or.jp
PING yyy.yyy.or.jp: 56 data bytes
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=1. time=480. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=2. time=220. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=3. time=320. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=4. time=220. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=5. time=200. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=6. time=190. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=7. time=180. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=9. time=170. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=10. time=500. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=11. time=250. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=14. time=3130. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=15. time=3040. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=16. time=2290. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=17. time=1310. ms
64 bytes from 202.11.yyy.y: icmp_seq=18. time=420. ms
^C
----yyy.yyy.or.jp PING Statistics----
19 packets transmitted, 15 packets received, 21% packet loss
round-trip (ms)  min/avg/max = 170/861/3130
```

図1 pingコマンドの実行結果

さて、パケットはどうしてなくなるのでしょうか？

理由はいくつもあります。ここでは2つの場合を説明しましょう。

1つは通信の途中のイーサネット、専用線、それに電話線などのせいでなくなります。このとき「なくなる」といっても消えてなくなるわけではありません。電話で話をしているときに、近くを大型ダンプが通ったり、家の中のクーラーが入ったりしたときにザラザラとノイズが入ることがありますね。人間の耳にはノイズに聞こえますが、これがパケットを乗せて運んでいる場合だったら、パケットの中のビットが変わってしまうことになります。つまり本当は1であったところが0になったりその逆になったりします。パケットが宛先のコンピ

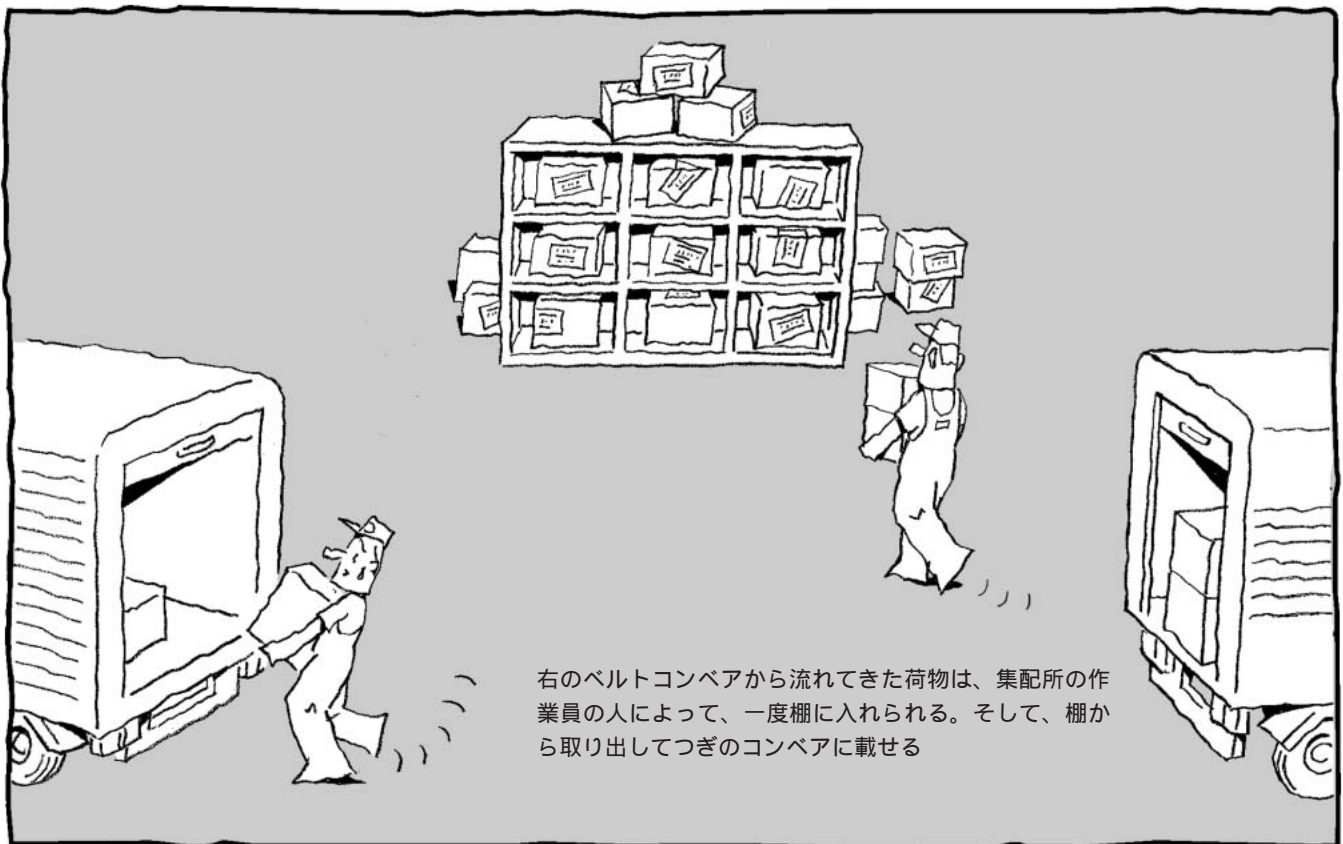
ュータで受けとられると、受け取ったコンピュータはパケットが壊れていないかどうかを検査します。検査の結果、壊れていることがわかるとそのパケットは捨てられます。つまり結果として「なくなった」ことになるのです。

もう1つは、パケットは壊れていないのになくなる場合です。パケットはルーターで1つのネットワークから別のネットワークへ転送されます。このとき、ルーターの中でなくなることがあるのです。

下の図はある宅配便の集配所です。A地区から荷物を集荷してきたトラックからB地区へ配達するトラックに積み替えています。トラックがネットワークだと思ってください。左のトラックが集荷してきた荷物（パケット）を右のトラックに作

業員（ルーター）が載せかえます。作業員は載せかえるときに直接トラックからトラックに載せかえしません。荷物はいったん棚（バッファ）に入れるのです。そして、棚から荷物を取り出してつぎのトラックに積み込むのです。

左のトラックは最高で1分間に60箱の荷物を届けられるとします。右のトラックは最高で1分間に10箱の荷物を運べるとします。つまり左のトラックは比較的高速なイーサネットや専用線だと思ってください。そして右のトラックは14.4Kbpsなどの比較的低速な専用線だと思ってください。棚には100個の荷物が置けるとしましょう。さて、左のトラックから1分間に60箱の右のトラックに乗せる荷物が届きました。作業員はこれを棚に入れます。



右のベルトコンベアから流れてきた荷物は、集配所の作業員の人によって、一度棚に入れられる。そして、棚から取り出してつぎのコンベアに載せる



つぎの1分間に右のトラックに10箱載せます。この1分間に左のトラックからはまた60箱届きます。すると棚には前回届いた60個の分で右のトラックに載せられなかった50個といま着いた60個の計110箱あります。ですが棚は100箱分しかありません。作業員はしかたがないので10箱を捨てます。つぎの1分にまた左から60箱届くとこの60箱は丸まる捨てられます。

このように、棚（ルーター内部のバッファ）がいっぱいになると、容赦なくパケットは捨てられる、つまりなくなってしまうのです。そして、作業員（CPU）自体が忙し過ぎて箱が捨てられることもあります。

もし、これが本当の宅配業者だったら、頼みたくないですけどね...

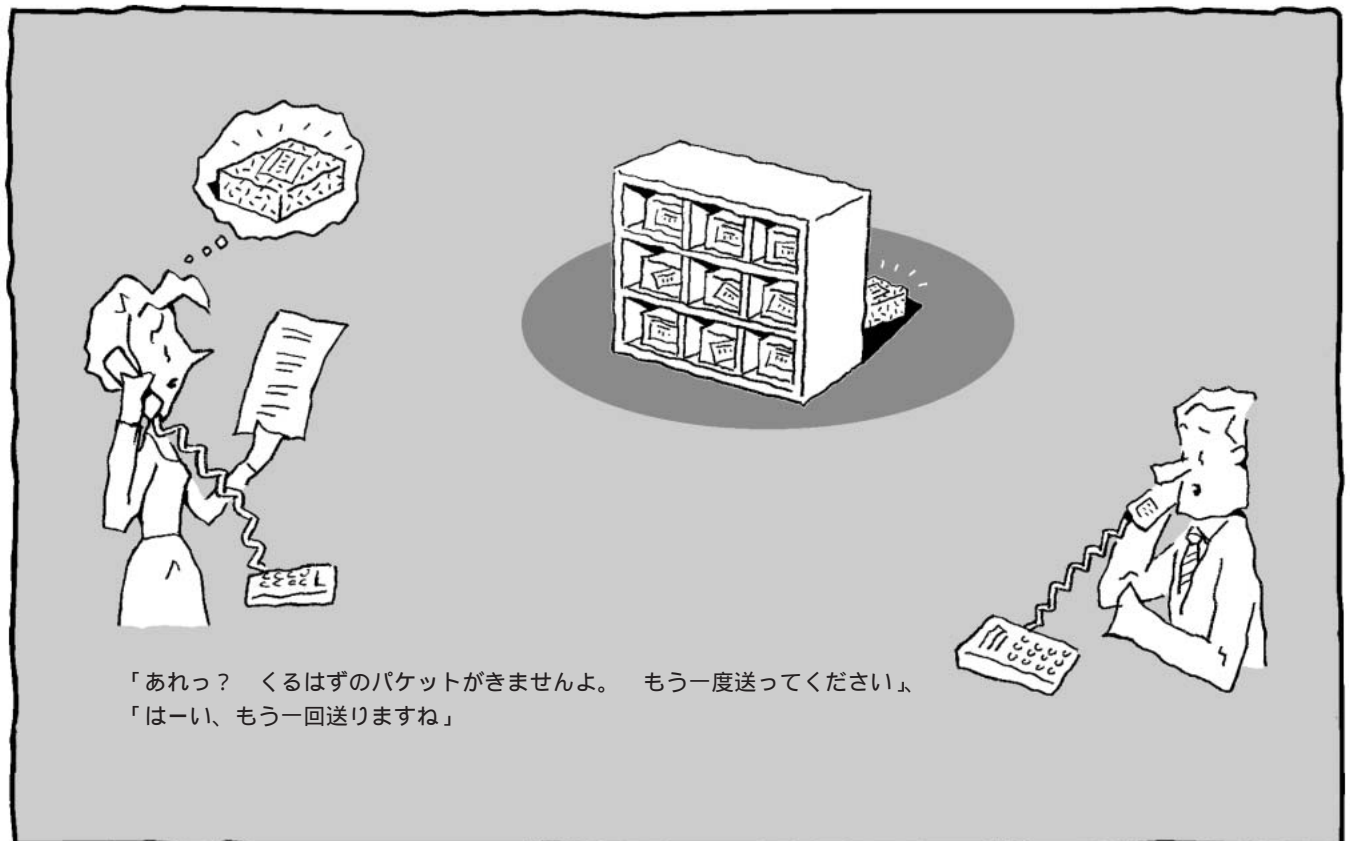
## やっぱり「パケット」は、 なくなっていたのだ！

このようにトラックからトラックに荷物を積み替える集配所がインターネットでいうところの「ルーター」なのです。荷物の量が少ない間や、棚に余裕があるときは荷物はなくなりませんが、荷物が多くなった（トラフィックが多いとか、ネットワークが混んでいるという）瞬間や棚に余裕がなくなる（ルーターのメモリが足りなくなること）と荷物は捨てられてなくなることがあるのです。それに、荷物を運んでいる最中にも荷物が変質（ビット誤り）することもあります。

でも、FTPでとってきたファイルが壊れていたり、WWWクライアントで絵を見ている

ときに絵が壊れていたりすることはないですよ。つまり、送り先の人から「来るはずのパケットが来てないよ」という連絡がくると、もう一度パケットを送り直すような仕組みが用意されているのです。もちろん、送り直してたりすると、結果としてファイルを送ったりする時間は余計にかかるというわけです。

このように、インターネットではパケットがなくなるということはよくあることで、プロトコルの多くは「パケットがなくなる」ことを前提として設計されているのです。ですからパケットがなくなってもFTPのファイルやWWWの絵は壊れていないのです。





## [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)