

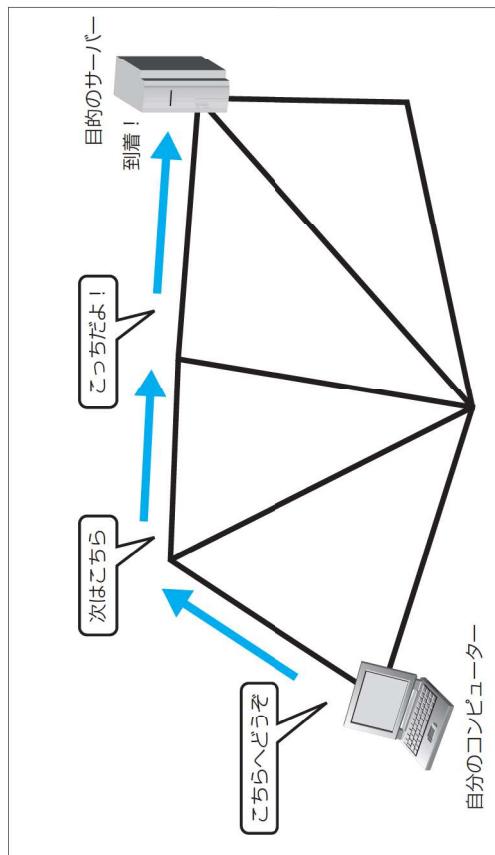
3-1 本章で学ぶこと

遠く離れたサーバーまでデータを送り届けるために、ルーティングは必須の技術です。ここでは、TCP/IP通信を支える要の技術の1つであるルーティングについて学びます。

3-1-1 ルーティング

インターネットの経路は網の目のように張り巡らされています。手元のコンピューターから宛先のサーバーまで、通り道は1本道ではありません。宛先に到達するための道筋を経路といい、経路を探すためのしくみをルーティングと呼びます。インターネットが現在のような発展を見たのは、TCP/IPによるルーティングができたため、ネットワークを跨いだ通信が可能だつたからだと解釈しても間違ではないでしょう。ルーティングは、TCP/IP通信が他の通信方式と比べて優れていた点であり、インターネットの基礎技術の1つともいえます。ここではルーティングを通してTCP/IPを学びましょう。

TIPS ルーティングは取り扱いにくい技術で、ネットワーク機器はベンダー（販売元・製造供給元）によって機能やコマンドの差異があり、それぞれに習熟が必要です。そのためベンダーごとに資格もあります。資格を認定する有名なベンダーとしては、Cisco（シスコ）や、Juniper Networks（ジュニバーネットワークス）などがあります。



● 図3-1 ルーティングの役割

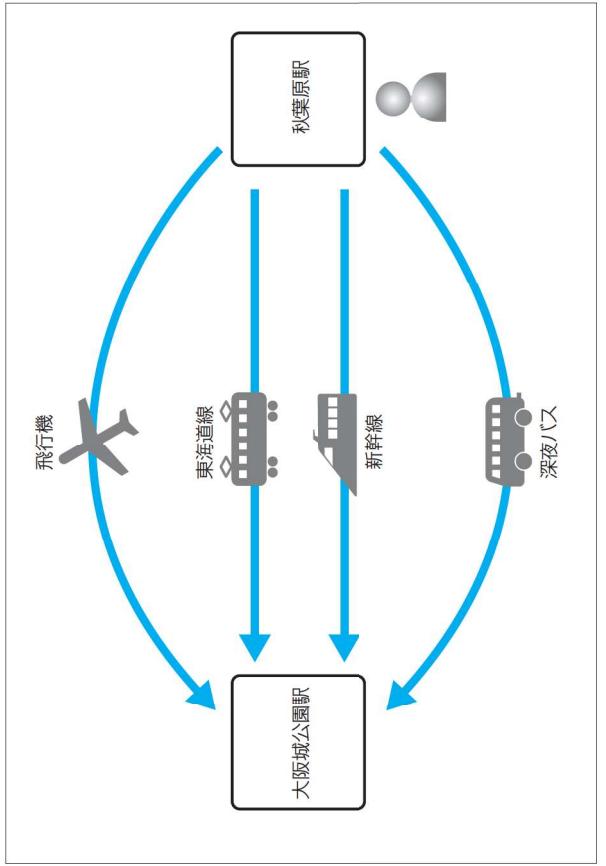
3-2 ルーティングの基礎知識

ここでは、TCP/IPネットワークにおけるルーティングの基礎知識を学んでいきます。ゲートウェイやルーター、ルーティングテーブルなど、学習していくうえで大切な用語が登場します。

3-2-1 ルーティングとは

TCP/IPネットワークにおける通信において、経路を決定することや次の転送先にデータを転送することを、ルーティングといいます。

TIPS 皆さんのが秋葉原駅にいるとき、秋葉原駅から大阪城公園駅に行こうと思ったら、最適な経路をどのようにして決めるべきでしょうか。新幹線ですか？ 東海道線ですか？ 羽田から飛行機ですか？ 時間帯によつては、高速バスを使うほうが早い場合もあります。



● 図3-2 秋葉原駅から大阪城公園駅までの経路選択

TCP/IPにおけるルーティングにおいても同様に、網の目のように張り巡らされているネットワークの中で、最適な経路を決める必要があります。

5-4-2 実際の使用例

● TCPの使用例

TCPならば確実なデータ送信が期待できますから、ホームページを見る(HTTP)とき、ファイルの転送(FTP)をするとき、電子メールをやりとり(SMTP/POP)するとき、離れたコンピュータを操作する(telnetやSSH)するときなどに向いています。



HTTPは7-5で学びます。実装にもありますが、UDPをまったく使わないわけではありません。

● UDPの使用例

UDPは、途中でデータがなくなり、壊れたりしても影響が少ない時に使われます。たとえば、IP電話(SIP)やストリーミング動画のデータ、ネットワークゲームのデータなどはリアルタイム性を追求するため、送り側はひたすら流し、受け側はひたすら受け取って再生します。他には、時刻合わせ(NTP)の仕組みや、2章で解説したDHCPの仕組みにおいても設定情報はUDPで運ばれます。名前解決(DNS)の仕組みでは標準でUDPが使用されますが、パケットサイズが512バイト(IPパケットがフレグメントしないことが保証される最大サイズ、441参照)を超えるとTCPで通信するようになります。



telnetは7-3で学びます。
最近はTCPでSIPを使うこともあります



名前解決とは、サーバーの名前からIPアドレスへと変換するための仕組みのことです。7-4で学びます。



UDPは、途中でデータがなくなり、壊れたりしても影響が少ない時に使われます。たとえば、IP電話(SIP)やストリーミング動画のデータ、ネットワークゲームのデータなどはリアルタイム性を追求するため、送り側はひたすら流し、受け側はひたすら受け取って再生します。

他には、時刻合わせ(NTP)の仕組みや、2章で解説したDHCPの仕組みにおいても設定情報はUDPで運ばれます。名前解決(DNS)の仕組みでは標準でUDPが使用されますが、パケットサイズが512バイト(IPパケットがフレグメントしないことが保証される最大サイズ、441参照)を超えるとTCPで通信するようになります。

5-5 ポート・ポート番号

ネットワークにおいては、さまざまな種類のプログラムがデータのやりとりを行っています。ポートは、多くのプログラムがうまく共存できるよう調整するための仕組みの1つです。



実際にクライアント側も問い合わせのときには解説せません。

5-5-1 ポートの役割

ポートは、通信の際にプログラムを区別する目的で使われます。TCPとUDPそれぞれで、0から65535のポート番号で区別します。

ポートは、サーバー側が待っている窓口の番号だと考えてください。たとえばホームページの仕組みを使いたいときには、ホームページのサーバーの80番窓口に「データをください」と依頼して、データを受け取ります。電子メールの場合には、受信と送信で異なるポート番号が使われています。このことから、送信と受信で違う仕組みが動いています。一般的に、電子メールの受信はTCPの110番、送信はTCPの25番を使うことが普通です。

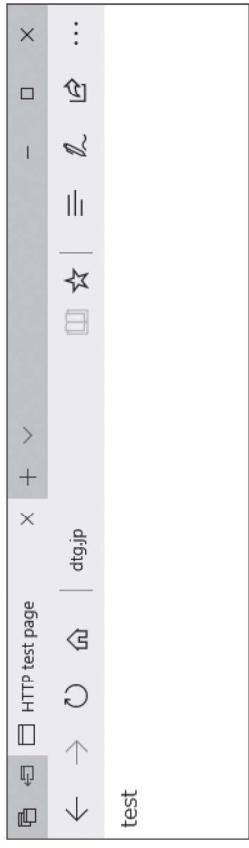


ただし、最近では迷惑メールへの対策として、多くのプロバイダーでは電子メールの送信にTCPの25番ではなく、TCPの587番を使っています。いすれも公式にメール送信(SMTP)での利用が推奨されるポート番号です。

スマートフォン搭載の電子メールアプリの送信ポートはTCPの587番を利用しています。

5-5-2 実際に試してみる

URLの後ろに「:番号」とすれば、サーバーに依頼するポート番号を指定できます。ブラウザを開いて、アドレス欄に「<http://dtg.jp:80/>」と入力し、[Enter]キーを押してみましょう(図5-7)。すぐさま見えて、「<http://dtg.jp/>」に表示が変わります。



● 図5-7 <http://dtg.jp:80/>にアクセスしたところ

アドレスに:80とつけても正しく表示されていることがわかります。理由は後述しますが、ホームページでは暗黙の了解として、80番のポートを使うこ

COLUMN

TCPとUDPが使われているか確認する

TCPとUDPのどちらが通信に使われているか確認するにはnetstatコマンドを使います。112ページを参考に表示を確認してみましょう。

失敗すれば到達性がありません。理由はさまざまですが、「そもそも、そういう名前のサーバーがありません」という場合が多いです。このような場合には、図6-6のようなメッセージが表示されます。

● 図6-6 pingコマンドによる到達性の調査：失敗例①

```
C:\Users\dtg>ping abc.dtg.jp
ping 要求ではホスト abc.dtg.jp が見つかりませんでした。ホスト名を確認してもう一度実行してください。
```

指定したサーバーの名前が正しいのに、返事が返ってこない場合もあります。もちろんこの場合も到達性はありません。一例を図6-7に挙げておきます。「サーバーが動いていない」「ケーブルが断線している」など理由はさまざまですが、これはpingコマンドだけではなくすぐにわかりません。

● 図6-7 pingコマンドによる到達性の調査：失敗例②

```
C:\Users\dtg>ping www.dtg.jp

ping [219.94.163.65]に ping を送信しています 32 バイトのデータ:
要求がタイムアウトしました。
要求がタイムアウトしました。
要求がタイムアウトしました。
要求がタイムアウトしました。

219.94.163.65 の ping 統計:
パケット数: 送信 = 4、受信 = 0、損失 = 4 (100% の損失)、
```

● パケットのサイズはどれくらいが適当なのか

4章で、パケットが元のデータを小分けにしたものであると学びました。通すことのできるパケットのサイズは回線の種類によって異なるため、ルーターはパケットのフラグメントを行い、自分がつながっている回線の最大パケットサイズに合うよう小さく分割します。

では、実際にどの程度の大きさのパケットを送ることができるかを調べてみましょう。

pingコマンドは、標準でパケットサイズが64バイトになっています。このサイズは、**-オプション**で変更できます。また、**-オプション**を付けることにより、フラグメントを禁止することができます。

ために筆者の環境でpingコマンドを使い、www.dtg.jpに向かって1426バイトのパケットをフラグメント禁止で送ってみたところ、返事がありました(図6-8)。

● 図6-8 サイズ1426バイトのパケットを送信（フラグメント禁止）

```
C:\Users\dtg>ping -f -1 1426 www.dtg.jp
```

TIPS

macOSで回数を含めて同じように実行するには「ping -D -s 1426 -c 4 www.dtg.jp」となります。-Dがフラグメント禁止です。一方Linuxで回数を含めて同じように実行するには「ping -M do -s 1426 -c 4 www.dtg.jp」となります。-M doがフラグメント禁止です。

```
dtg.jp [219.94.163.65]に ping を送信しています 1426 バイトのデータ:
219.94.163.65からの応答: バイト数 = 1426 時間 = 13ms TTL=52
219.94.163.65からの応答: バイト数 = 1426 時間 = 14ms TTL=52
219.94.163.65からの応答: バイト数 = 1426 時間 = 14ms TTL=52
219.94.163.65からの応答: バイト数 = 1426 時間 = 18ms TTL=52
```

219.94.163.65 の ping 統計:
パケット数: 送信 = 4、受信 = 4、損失 = 0 (0% の損失)、

ラウンドトリップの概算時間 (ミリ秒):
最小 = 13ms、最大 = 18ms、平均 = 14ms

ところが、パケットサイズを1427バイトに拡大すると、こんどはエラーメッセージが表示されます(図6-9)。

● 図6-9 サイズ1427バイトのパケットを送信（フラグメント禁止）

```
C:\Users\dtg>ping -f -1 1427 www.dtg.jp
```

TIPS

www.dtg.jpにpingを送るのに、どこまで送れてどこから送れないかは実はまちまちです。筆者の手元では1426バイトまで送れましたが、そうでない人もいるでしょう。これは途中のネットワーク環境が違うためです。また、自宅から職場のコンピュータへVPNというカーバセル化(4-3-2-8-2-3で学びます)技術を使った接続方式のネットワークで実験したら1370バイトまでしか送れなくなりました。これらの差はPPPoE (PPP over Ethernet、PPPはPoint to Point Protocol) やDHCPなどでカーバセル化した時のヘッダーサイズの違いによって発生しますが、本書では取り扱いません。

```
dtg.jp [219.94.163.65]に ping を送信しています 1427 バイトのデータ:
パケットの断片化が必要ですが、DF が設定されています。
パケットの断片化が必要ですが、DF が設定されています。
パケットの断片化が必要ですが、DF が設定されています。
パケットの断片化が必要ですが、DF が設定されています。
パケットの断片化が必要ですが、DF が設定されています。
```

219.94.163.65 の ping 統計:
パケット数: 送信 = 4、受信 = 0、損失 = 4 (100% の損失)、

図6-9のように「パケットの断片化が必要ですが、DFが設定されています。」というメッセージは、-fオプションを指定したことによるものです。つまり、断片化(フラグメント)が必要にもかかわらず、オプションで禁止されているという意味です。したがって、パケットはサーバーまで到達せず、返事もこなない状態になっています。



ここで1426と1427というパケットサイズは筆者の環境での数字です。回線などによってこれらの数値は変動します。