

IV. インターネット

A. 概要

1. 定義

デジタル・ネットワークの集合体

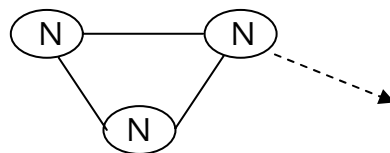
コンピュータ(ユーザ PC、サーバ、ルータ)を通信回線で結合し、「IP パケット伝送ルール」にしたがってデータ(IP パケット)を伝送するネットワーク

2. 用語等の説明

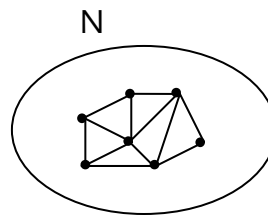
インター + ネット

際、間 ネットワーク(つながり)

複数のネットワークの集合



international



The Internet

大文字 固有名詞

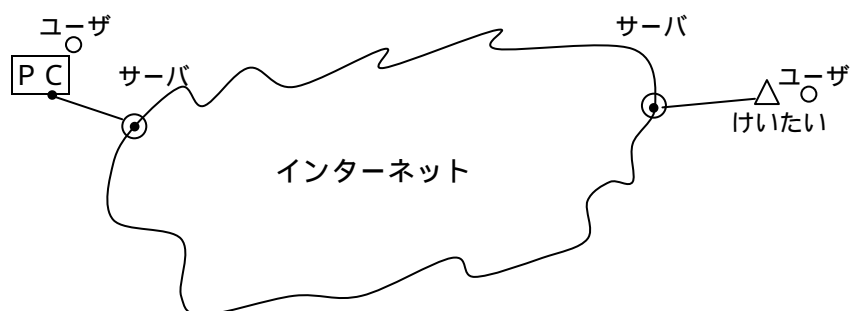
世界中のネットワークを IP方式 で結合したネットワーク

現在成長途上

多数の支持

いずれは社会・国家のあり方を変えると考えられている。

e. インターネットの構造



B. インターネットの構造と働き

(パワー・ユーザのためのインターネット)

1. 概要

コンピュータ (PC、携帯・・・) の集まり

↳ 住所 (アドレス) が付けられている。

IP アドレス → 世界にただ1つ (アドレスを使うときには一時的アドレス)

端末 (ユーザ用)

サーバ (メール・サーバ、Webサーバ、セキュリティ・サーバ、アクセス・サーバ・・・)

ルータ (大小 → データを目的のルートに送る)

インターネットでのデータの送り方

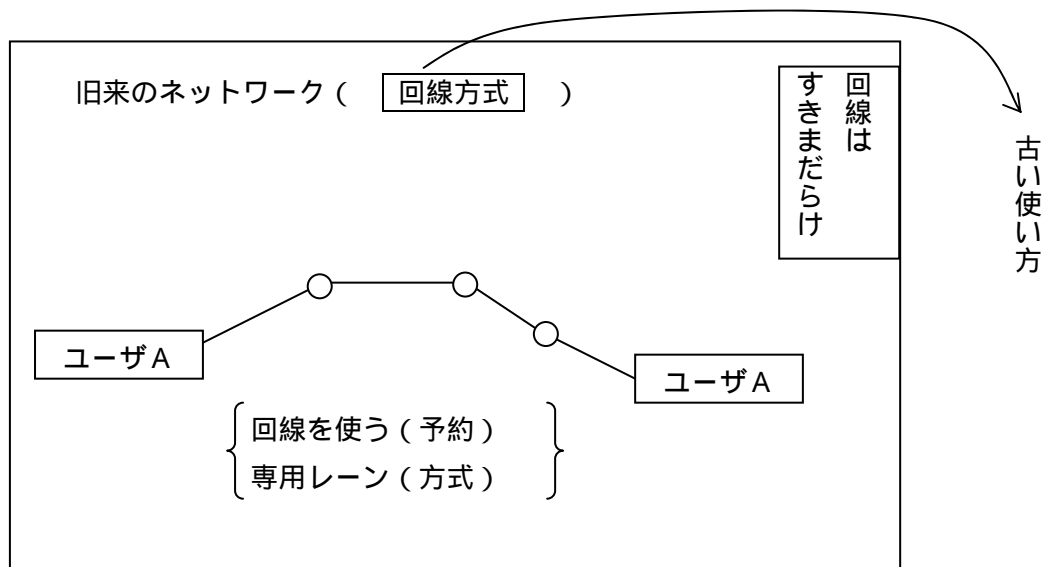
1. 最寄りのサーバーに依頼
2. ルータからルータに転送 (目的方向に)
3. 目的のサーバに届く 多数 $\left\{ \begin{array}{l} \text{数個} \\ \text{数百個} \end{array} \right\}$ のルータ経由

パケット方式

・・・ルータによるパケツリレー型のデータ転送 **IP パケット**

個々のルータは、パケット (データの小包) の宛先を見て振り分ける
(単純な仕事) (安価)

・・・インターネット全体として見ると、極度に複雑なデータの交換・転送を実現している。



インターネット：共用レーン（一般道路）

すきまを活用する **パケット方式** → 新しい使い方

回線方式（専用）	費用 = 1,000	混雑なし
<u>パケット方式（共用）</u>	費用 = 1	混雑があると遅れる

競争に強い

(例) 電話： 旧来（回線方式）：日米間 ￥400 / 3分
IP電話（IP方式）：日米間 ￥8 / 3分

2. 水平構造

- (1) ユーザ（PCを保有）
- (2) ISP（インターネット・サービス事業者、サーバ・ルータを保有）
LAN（ローカルエリア・ネットワーク、サーバ・ルータを保有）
- (3) バックボーン事業者（大型ルータ、中継回線を保有）
- (4) アクセス回線提供者
（固定・移動電話会社、CATV事業者、無線事業者、放送事業者（下り方向のみ））
バックボーン回線提供者
（長距離通信事業者、衛星通信事業者）
- (5) データ伝送サービス提供者
メール、Web閲覧
ISPも供給
- (6) コンテンツ（Web他）提供者

ISP も供給

3. 垂直構成（上下構成、階層構成）

- (1) 第 1 層：物理設備（電話線、イーサネット・ケーブル、電波、光ファイバなど）
- (2) 第 2 層：それぞれの物理設備に固有のデータ伝送（PPP、LAN など）
- (3) 第 3 層（IP 層、**IP プラットフォーム**）：IP パケットの伝送（すべて共通様式）
- (4) 第 4-5 層：伝送データの構造に即した形式によるデータ伝送（メール用データ、Web 用データ（ファイル伝送）、放送型データ・ストリーム）
- (5) コンテンツ層：内容・意味を持つデータ（メール内容、Web 画面内容、放送番組）

4. 水平・垂直構造と「分業（モジュール構造）」

- (1) それぞれの仕事の特性に応じ、最大効率を引き出すことができるように分業が成立している（縦割りやどんぶり勘定による非効率作業の逆）。
- (2) それぞれの分業の範囲内で、同範囲外の他部分と独立して、技術進歩・改良が実現できる。
- (3) しかし実際には、分業効率を下げない範囲で複数のサービスを結合・供給している事業者も多い（例：ISP がインターネット・アクセス・サービス、メール・サービス、Web 閲覧サービスを供給）。
- (4) 上記の結果、インターネットのコストが大幅に下がり、ユーザはほとんど無料に近いコストでインターネットを使えるようになった。

C. 「IP プラットフォーム」 地球規模の情報伝送エンジン

1. 「情報伝送エンジン」としての特色

a. 概要

相互に結合された多数のルータによる IP パケットの伝送・交換システム。各ルータは一意に定められた「IP アドレス」を持ち、隣接ルータとの間で IP パケットを交換する。各ルータは、他ルータとの結合状態を示す「経路表」によって受け取った IP パケットの伝送先を決める。

b. 特色

コンピュータの CPU の機能と類似

仕事自体は単純・安価

CPU：ビット列の処理・変形

IP：ビット列の伝送

(地球上の1点から他の点へ)

c. 長所

(1) 「集中と専門化」という特色

IP パケット形式によるデータ伝送だけに集中する。

実際に IP パケットを運ぶメディアは何でもよい。

IP パケット中に入れ込むコンテンツは何でもよい。

(2) 運営上の特色

「インターネット」は複数の個別ネットワークの集合体。

「IP アドレスの賦与」だけを標準化・中央集権化した。

その他の点では、IP パケットの伝送ルールを守るかぎり、個別ネットワークが自由に加入できる分権型運営を採用した。ただし、接続コストは新規加入ネットワーク側が負担することになっている

(太平洋バックボーン回線のコスト負担問題)

2. IP アドレス

a. 概要

32 ビット (4 バイト) の数字で表示されたコンピュータのアドレス。ルータ、サーバ、ユーザ PC など、インターネットに結合されるすべての「コンピュータ」に賦与される。通常は 8 ビット (1 バイト) ごとの 4 組に区分され、それぞれの区分を十進数に変換して表示する：

例：133.240.1.107

1 バイト = 8 ビット = 8 個の 0 か 1 の並び。

00000000 (= 進法) = 0 (十進法) から

11111111 (= 進法) = 255 (十進法) までの 246 個の数を表わすことができる。

b. アドレス構成

インターネットを構成する各ネットワークは、IP アドレスの上位の数字をネットワーク・アドレスとして与えられる。下位の数字は、自己ネットワークの中のルータ、コンピュータに賦与する

c. アドレス配分

ネットワーク・アドレスは、世界全体の地域区分を考慮して配分されており、ルータの結合状態（トポロジー）をおおむね反映している。

d. 問題点（？）

現在の 32 ビット IP アドレス（IPv4）は近く涸渇すると言われており（反論もある）、これを解決するため 128 ビットの新 IP アドレス（IPv6）が提案され、一部試用中である（eJapan 計画の一部、また IPv6 の普及は困難という予測もある）。

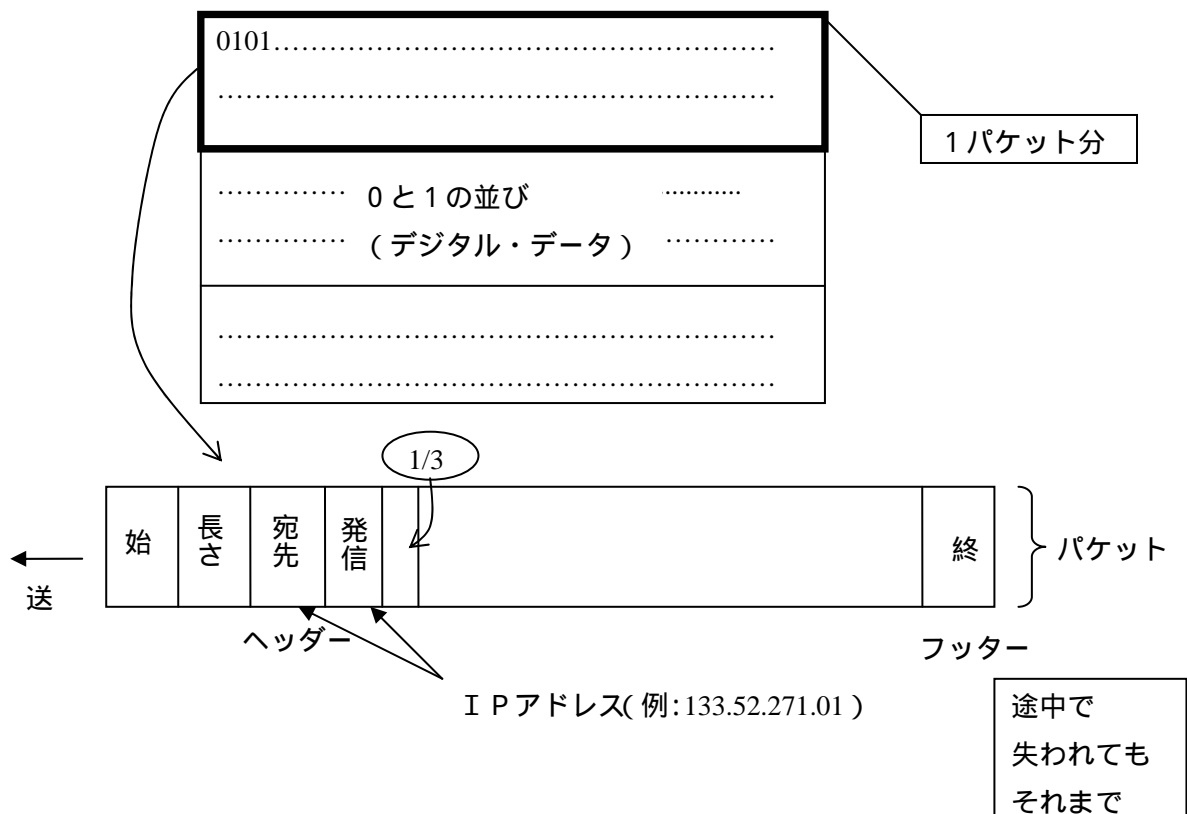
3. IP パケット

情報伝送のための標準形式

IP パケット（IP 小包）IP：インターネット・プロトコル（方式）

音楽：デジタル化（0と1の系列）

（例：一個の着メロの全体）



4. ルータの機能

a. ルータの仕事

各ルータは、隣接の（複数の）ルータと相互に結合されている。各ルータは、隣接ルータから IP パケットを受取り、目的とする宛先に「近い」別の隣接ルータに IP パケットを渡す。

ルータ：単純な仕事

（パケットを受取って、送るだけ（リレー）。宛先へのルートが混雑すればパケットは捨ててしまう）

5 万円 / 台（電話交換機：5 億円）

b. 経路表

各ルータは経路表（ルーティング・テーブル）を持っており、受取った IP パケットの宛先を読んだ後に同表を参照して、どの隣接ルータに同 IP パケットを渡すべきかを定める。ルーティング・テーブルは常時隣接ルータ間で交換・更新されている（ダイナミック・ルーティング）ことが多く、ネットワーク全体としての効率的な IP パケット伝送を実現している。

c. データ廃棄の場合

データが混雑や事故のために失われる

これを回復する仕事が必要

（ルータにはさせない。ルータをこの仕事から解放）

サーバの仕事（データを正しく目的地に伝える）

d. 説明

メールや Web データ、IP パケット、LAN や電話線などの物理媒体上のデータ（いずれもデジタルデータ）の関係の例示

レベル	インターネット	郵便
4、5	メール、Web データ	はがき、封書
3	IP パケット	郵袋（はがき・封書を入れた包み）
1、2	LAN、PPP データ	トラック、列車、航空機

注：郵便では、「レベル」が上位から下位に移るにもなって媒体のサイズが増加するが、インターネットでは増加するとはかぎらない。たとえば、長大な Web データ

を分割して IP パケットに入れ込むことがある。

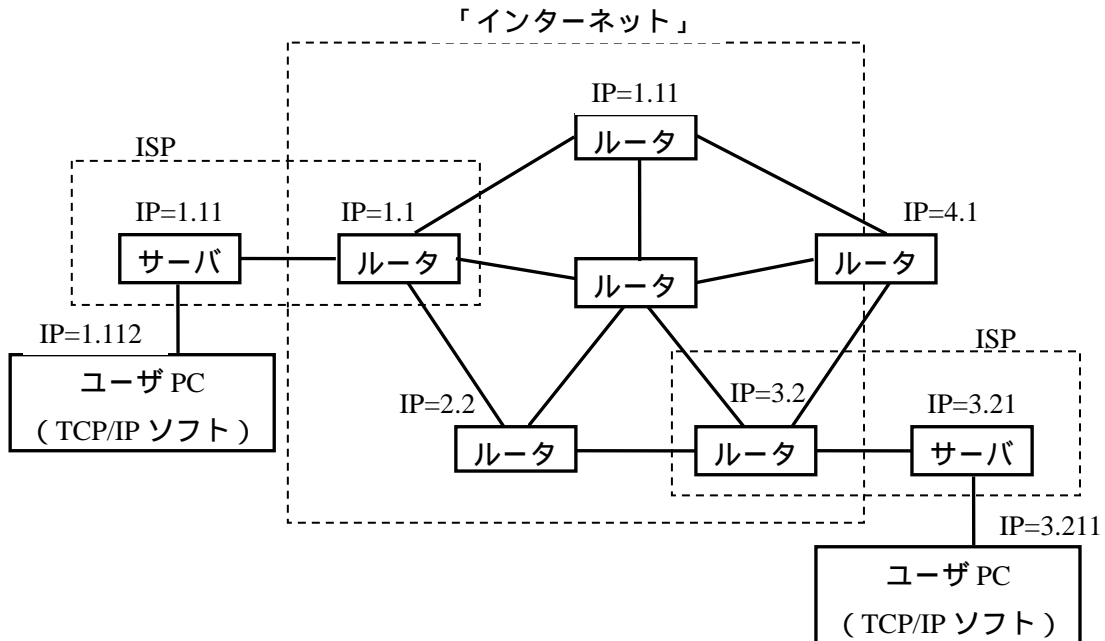


図 ルータ群と IP アドレス（宛先指定）による簡単な IP パケット転送網（ルータ間のパケットリレー型転送）の例

D. インターネット・アプリケーション メールと Web の仕組み

1. ドメイン名システム (DNS)

a. 概要

ドメイン名：メール用アドレス（Web 用アドレス）

taro：ユーザ名
osaka-gu.ac.jp：ドメイン名
tara@osaka-gu.ac.jp：メールアドレス
アトマーク "At"

ドメイン名：人間にわかりやすい

（IP アドレス：機械（ルータ）には OK. 人間に分かりにくい）

メールアドレス IP アドレスに変換して IP パケットを作る

（人間と機械との分業）

ドメイン名サーバ (DNS) 通訳

b. ドメイン名サーバ群

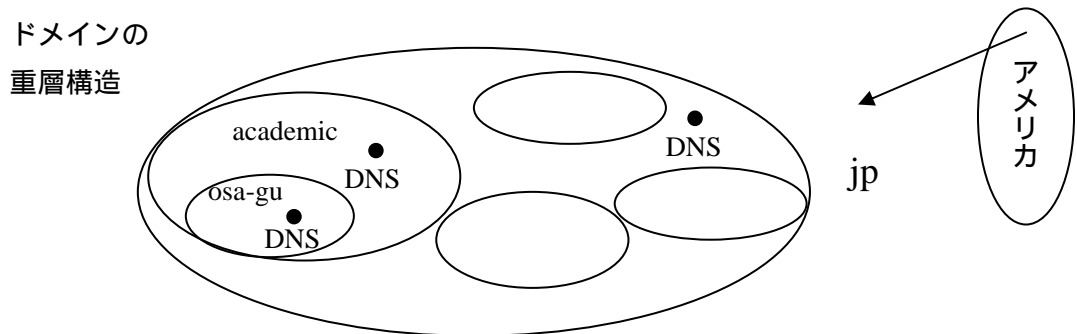
(1) 概要

(全世界にわたり、各地域、各ネットワークが持っている)

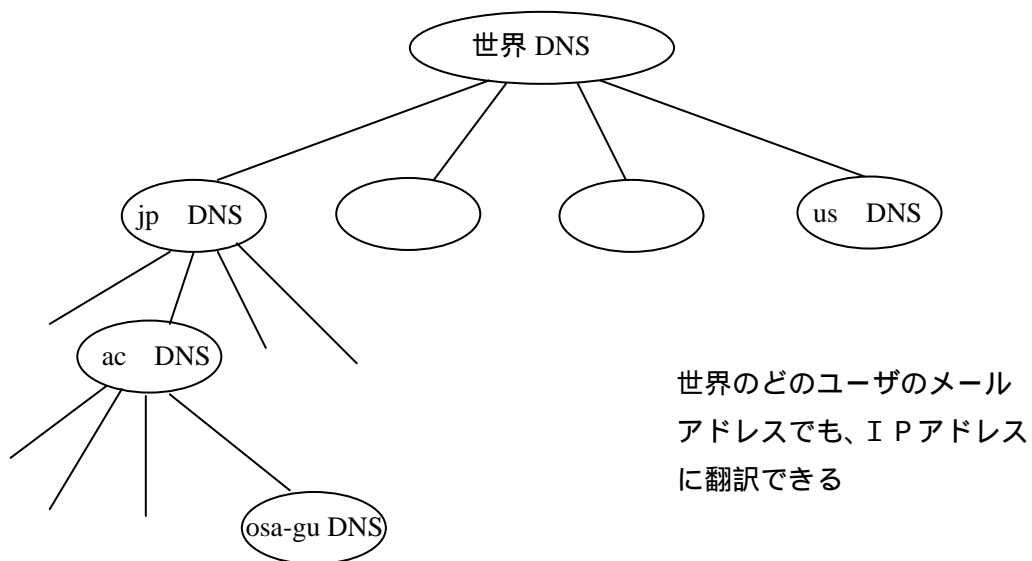
abc@def.eg.jp 新たにはじめて送る

メール・サーバ

「このドメイン名の IP アドレスは何か(?)」



ドメイン名サーバ (世界全体で IP アドレスを翻訳する)



(2) 問い合わせと通知

各ドメイン名の IP アドレスを記憶し、メールサーバ等からの問合せに応じてその IP アドレスを通知する。未知のドメイン名については、上位のドメイン名サーバに問い合わせる。

(3) ドメイン名の配分

米国の民間機関 (ICANN) が最上位 (TLD) のドメイン名を決め、

下位ドメイン名の配分は、それぞれのドメインの管理者に委任している (ICANN のアドレス配分権「独占」問題)

メール・アドレスを人間に使わせている。

(メール・アドレスと IP アドレスの通訳システム (DNS システム) がある)

2. メール・システム

a. 概要

IP パケットにメール文を入れ込み、ドメイン名で指定された宛先に伝送する。インターネットにおける「第 1 番目の主要アプリケーション」となった。

b. メールアドレス (ドメイン名・ユーザ名)

ユーザ名とドメイン名を記号@ (アトマーク) を介して結合し、メールアドレスとする)

例: taro@uts.osaka-gu.ac.jp

ユーザ名 ドメイン名

(個人名) (学生) (学院大) (学術分野) (日本)

世界中で一義的に決まっている (宛先混同を防ぐため)

c. メール送信サービス (SMTP)

- (1) メール送信サーバ (ISP、LAN 運営主体が持っている) が、ユーザから受け取ったメールを宛先であるメール受信サーバに向けて送出する (実際のデータ伝送は、IP パケットに入れ込んでおこなわれる)
- (2) 宛先サーバの確認、メール送出通知、メール本文の送出、メール到着確認 (不着の場合は、ユーザにその旨を通知する)

送信サーバ (SMTP)

1. ユーザからメール送信の依頼を受ける
2. メールをパケットに分け、各パケットにヘッダ等を付け用意する
3. 宛先の受信サーバを探す (DNS を使う 後述)
4. 送受信の打合せ (パケット個数など)
5. OK きたら、メール・パケットを送る
6. 受信ずみの通知がきたら、終了 ←
7. 不完全受信の通知がきたら、必要なパケットを再送
8. *

d. メール受信サービス (POP3)

- (1) メール受信サーバが受信したメールを保存し、ユーザから依頼されたとき、同メールをユーザに転送する。
- (2) メール送信通知の受領、送信許可を送る、メール本文の受信、受信確認を送る (メール宛先不明のとき、その旨を送信サーバに知らせる)。
- (3) ユーザからの受信メール (一時保存中) 照会の受領、受信メール数の通知、受信メールの伝送依頼を受領、メール本文をユーザに伝送。

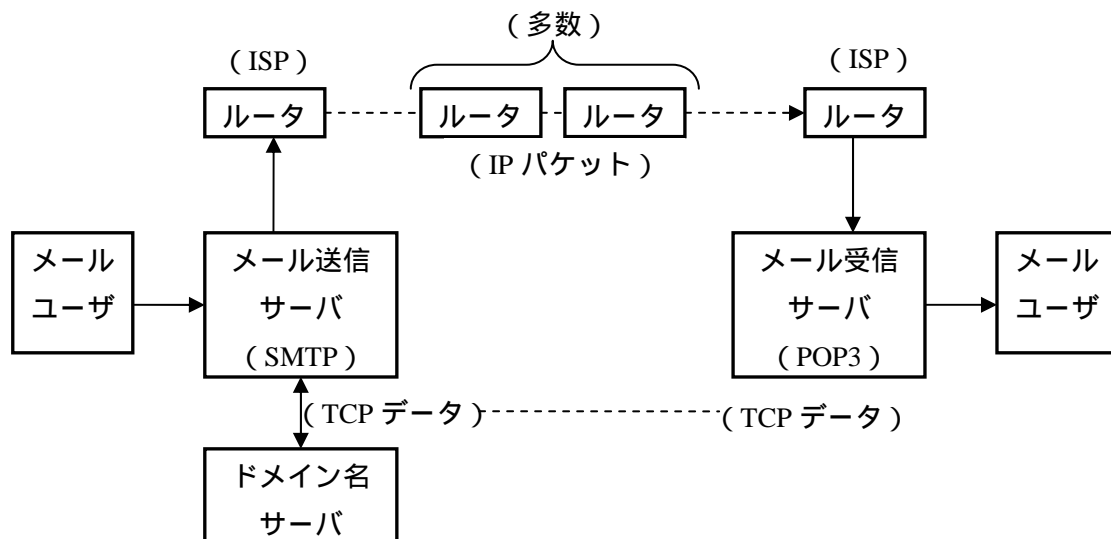
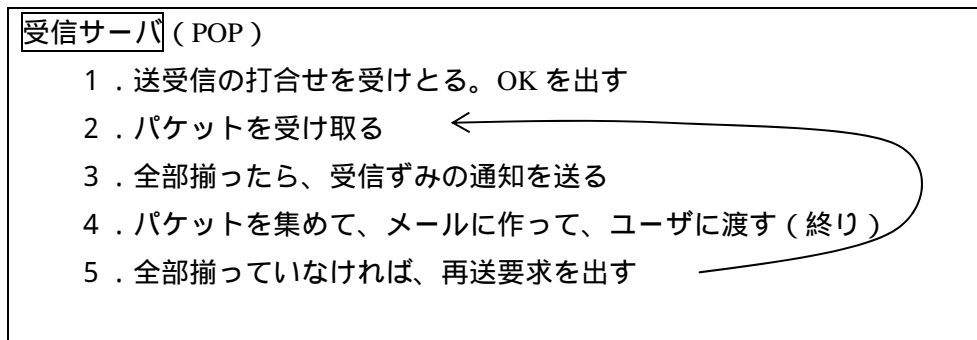


図 メール・サーバによるメール送信

3. Web システム

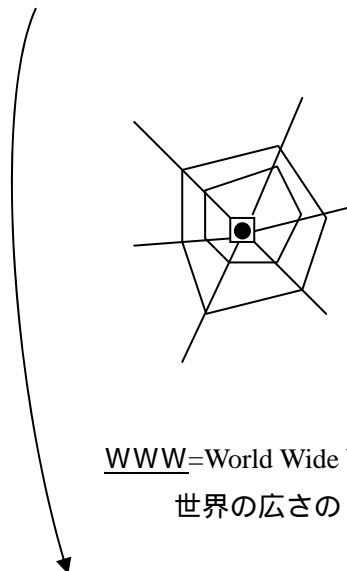
a. 概要

Web ユーザからの請求により、あらかじめ作成された Web 画像ファイル（文字、図形、表、音楽、映像）を分割し、IP パケットに入れ込んでユーザ指定の宛先に伝送する。ユーザは、送られてきた IP パケットを合成して元のファイルを再現し、それぞれの約束にしたがって解読・閲覧する。インターネットにおける「第 2 番目の主要アプリケーション」となった。

Web のシステム



「離れた場所にあるファイルを手許に取り寄せて見る」ためのシステム。



くもの巣 = ネットワーク
のイメージ

WWW = World Wide Web
世界の広さの web

だれでも、どこからでも必要に応じて簡単に（クリックのみで）取り寄せることができる。 → “ユーザが自由自在に動き回っているという印象を与える。”

1993 : Web の創始（普及）期

→ クリック 画面：丸 1 日

現在：ほとんど瞬間的に取り寄せ。（我慢の限度：8 秒）

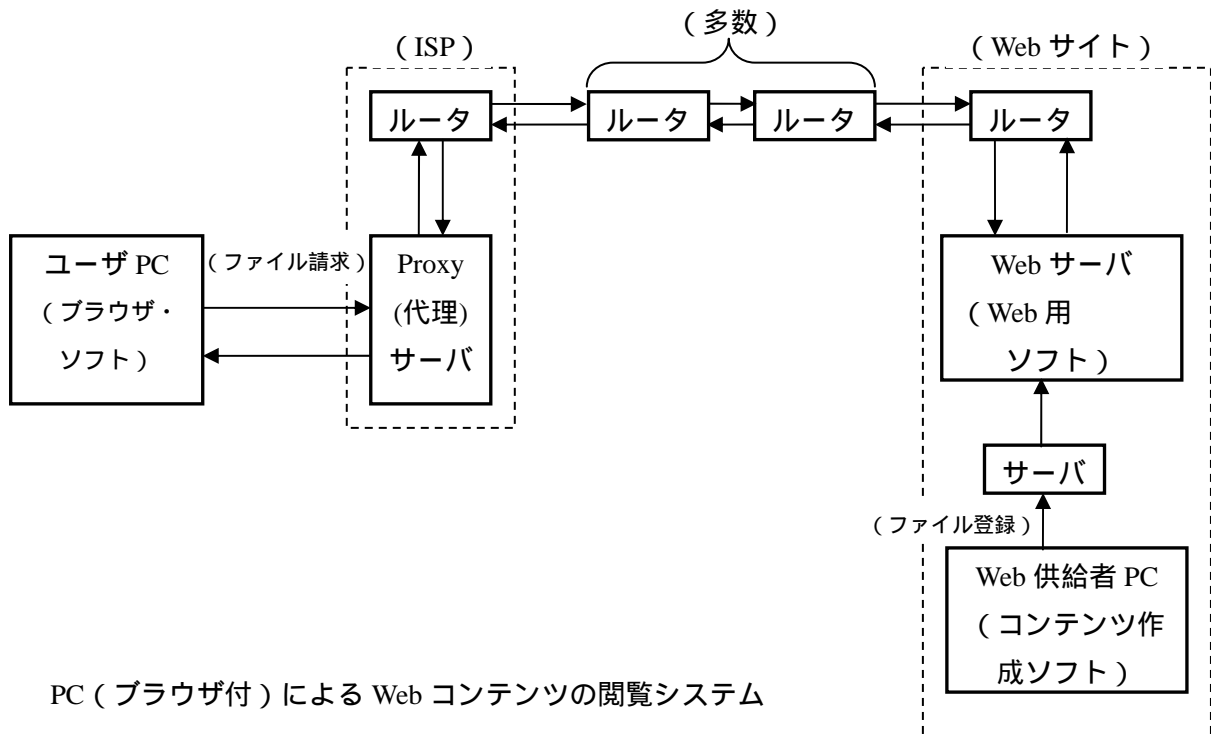
b. Web 用ファイル・アドレス（ドメイン名・ファイル名）

Web 用ファイル・サーバを示すドメイン名と、同サーバ上のファイル名（ディレクトリを含む）を結合して、Web 用ファイルの所在を示す。

例：www.osaka-gu.ac.jp/php/taro/entry/index.html

サーバ・ドメイン名 ファイル名

世界中で一義的に決まっている（所在地混同を防ぐため）。



PC (ブラウザ付) による Web コンテンツの閲覧システム

c. Web 画像提供サービス

- (i) Web ファイル閲覧サーバ (ISP、LAN 運営主体が持っている) が、Web ファイル提供者から送られた Web ファイルを保存し、Web ユーザからの請求にしたがって同ユーザの指定する宛先に向けて送出する。(Web ファイルは分割され、複数個の IP パケットに入れ込んで伝送される。)
- (ii) Web ファイル請求の受領、Web ファイル IP パケット伝送の開始、IP パケット受領の確認、伝送路の混雑状況の把握と伝送タイミングの決定、IP パケット伝送の継続、Web ファイル受領成功の確認、特定 IP パケットの再伝送要求の受領と再伝送、IP パケット伝送中止要求の受領と伝送の中止。

d. Web サーバ

Web ユーザからの請求を受け取り、これを目的とする Web ファイル・サーバに転送する (メール送信と類似)。

e. Web ユーザ (閲覧者)

- (i) 保有するハードウェア (PC、携帯電話端末など) に「ブラウザ・ソフ

ト」をインストールし、これを使用して Web サーバと交信し、目的とするサイトの Web ファイル・サーバから目的とする Web 画像を取得する。

- (ii) ブラウザ・ソフトは多種・多様なファイルをユーザ画面に表示できる。ファイルが「Web 画像用 (html) ファイル」であれば、ユーザは画面上で指定された別のリンク先ファイルを取得することができる。その結果、「リンク」が画像ファイル間を結ぶ「結合系」の役を果たし (WWW、World-wide Web「世界規模のくもの巣」)、ユーザはリンクを辿ることによって、インターネット上で提供される任意のファイルを見ることができる (virtual trip の感覚を得る)。ここから生ずる使いやすさが、1990 年代後半以降における Web の爆発的普及、インターネットの急速成長を生んだ。

f. Web ファイル提供者 (Web サイト)

- (i) 「Web ファイル作成ソフト」を使用して、インターネット Web 上で提供するファイルを作成し、Web ファイル・サーバに伝送・公開する。
- (ii) Web ファイルの提供は、団体・個人を問わずあらゆる活動主体による情報提供 (自己表現、発信、公表、宣伝) のための有力な手段となり、20 世紀末以来新しいメディアとして急成長した。

g. Web 利用サービス提供者、Web 上の各種サービス提供者

- (i) Web ユーザ向け
Web 検索サービス、ポータル・サービス、セキュリティサービス
- (ii) Web ファイル提供者向け
Web ファイル作成サービス、Web システム作成サービス、セキュリティサービス
- (iii) Web 上の各種サービス提供
E コマース、e ガバメント、e スクール、電子図書館など多数。