

教養教育科目
情報工学概論
インターネット技術入門

森 辰則

mori@forest.eis.ynu.ac.jp

森担当分の講義資料

- 以下のURLで公開
 - <http://www.forest.eis.ynu.ac.jp/~mori/ICST/>
 - 「森辰則」でWeb検索→森のWebページに講義情報あり
- 注意
 - 森担当分の講義が終わった後、しばらくしたら消します。
 - 転載禁止。講義資料の範囲内でご利用ください。
 - 大学等の授業で使用する資料には著作権法の特例が適用されます。
 - 著作権法第35条 学校その他の教育機関における複製等
 - 逆にいうと授業の範囲を超えた使用には問題がある可能性があります。

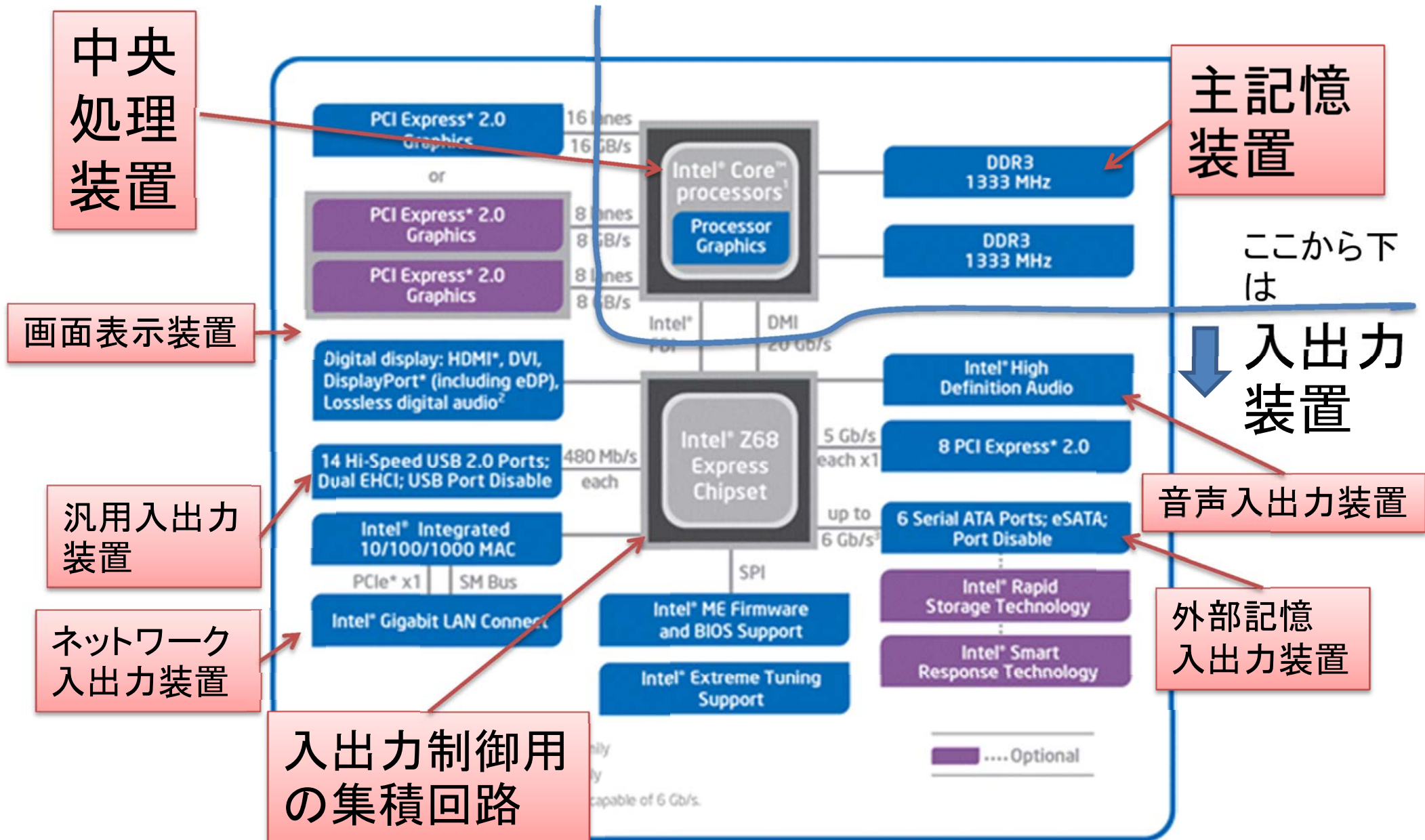
コンピュータシステムの例

- 森が使っていたコンピュータ DELL E6400



- 14.1インチ液晶ディスプレイ
- 日本語キーボード
- タッチパッド/ポインティングスティック
- 中身は？

コンピュータのアーキテクチャの例



Intel® Z68 Express Chipset Platform Block Diagram

マザーボードの例

ASUS P8Z68-V PRO/GEN3

Web経由での
配布資料用
画像非表示

ノイマン型アーキテクチャ (von Neumann architecture)

- プログラム内蔵方式
 - 主記憶装置上に命令とデータの両者を格納
 - 中央処理装置が主記憶装置から命令とデータを読み出して解釈実行
- 入出力装置が独立して存在
 - 入出力装置を含むより広い概念が「周辺装置」(後述)

周辺装置/入出力インタフェース

- 周辺装置
 - 外部(補助)記憶装置
 - 入出力装置
- 入出力インタフェース
 - 入出力装置を接続するためのもの
 - コンピュータが周辺装置や他のコンピュータ等の外部装置と通信を行うための接続方式、あるいはそれに基づいた接続装置
 - 何らかの規格に従った、形状、信号 etc. により相互通信

入出インタフェース

森が使っていたコンピュータ(DELL E6400)を例題にして

- USB 2.0 (Universal Serial Bus)
- LAN (Local Area Network)
 - 有線: ギガビットイーサネット (IEEE 802.3ab 1000BASE-T)
 - ワイヤレス: IEEE 802.11 a/b/g/n
- IEEE 1394
- VGA端子
- eSATA (external Serial ATA. ATA=Advanced Technology Attachment)

IEEE 1394



USB 2.0他



ギガビット
イーサネット



ディスプレイ
ポート



VGA端子

USB 2.0
USB 2.0/eSATA



入出力インタフェースの用途

- 専用入出力インタフェース
 - 特定の周辺機器との接続用
 - VGA: ディスプレイ装置との接続用
 - ディスプレイポート: ディスプレイ装置との接続用
- 汎用入出力インタフェース
 - 主に周辺機器との接続用
 - USB
 - IEEE 1394
- 外部記憶装置等との接続用の入出力インタフェース
 - e-SATA
- 別のコンピュータとの接続用の入出力インタフェース
 - イーサネット(有線、無線)

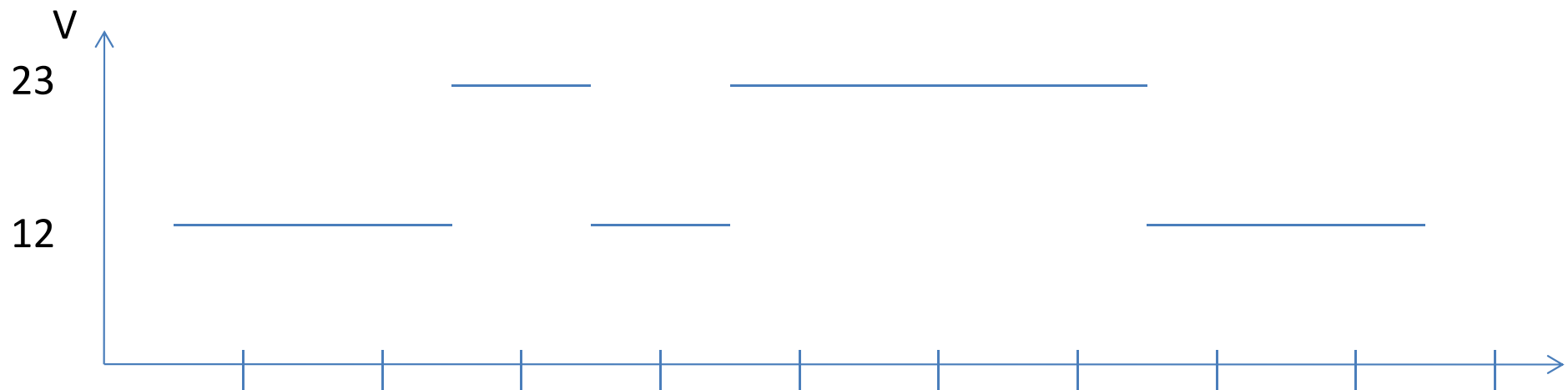
※ いずれも別の機器との**情報通信(コミュニケーション)**のために用いられる。

情報通信と情報の表現

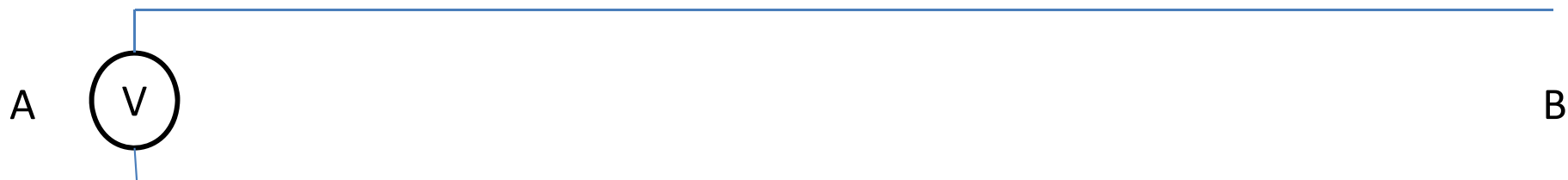
- 入出力インタフェースが行っていること: コンピュータが周辺機器や別のコンピュータと「情報通信」を行っている
- 簡単な情報通信の例: Aさんが持っている情報を、遠くに離れたBさんに送る
 - 簡単のために、送る情報は、「12」、「23」という二つの数字が並んだものとする
 - 例: 12, 12, 23, 12, 23, 23, 23, 12, 12,...
 - 二人の間には二本の電線がある

アナログ量を用いて送る

- 何らかの物理的な値の比例値で「表現」
 - 「12」、「23」⇒12Vと23Vの電圧を持つ電気信号
 - 12, 12, 23, 12, 23, 23, 23, 12, 12...



- どのような物理的な値をつかっても、考え方は同じ。

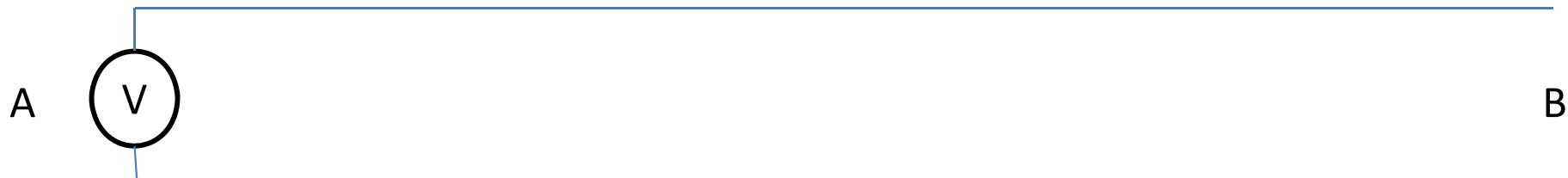
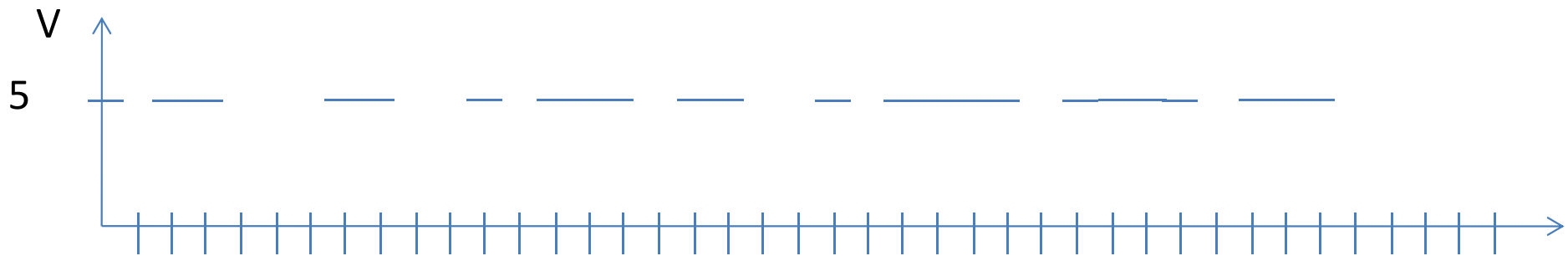


デジタル量を用いて送る

- 0,1の「組み合わせ」で量を「表現」
 - 二進数一桁を「ビット(bit)」と呼ぶ。「ビット列」で表現
 - 参考: 十進数「12」、「23」、「1」、「2」、「3」はそれぞれ二進数で、1100, 10111, 1, 10, 11
- 表現方法その1
 - 「12」、「23」をそれぞれ、01100, 10111に対応づける
- 表現方法その2
 - 「12」、「23」をそれぞれ、00010010, 00100011に対応づける
- 表現方法その3
 - 「12」、「23」をそれぞれ、0, 1に対応づける
 - これは何か変でしょうか??
- 組み合わせ方はたくさんある。
- 上記のような方法でビット列に直した情報を順番に送る。
 - たとえば、0を0V, 1を5Vの電圧に対応させ0V, 5Vの電圧を切り替えた電圧波形で送る。
 - 有る表現(この例では十進数)で記述された情報を別の表現(この例ではビット列)で記述された情報に変換することを「符号化(エンコード)」という

デジタル量を用いて送る

- 12, 12, 23, 12, 23, 23, 23, 12, 12...
- 「表現方法その1」なら、「12」,「23」は、それぞれ、01100, 10111
- 01100011001011101100101111011110111...

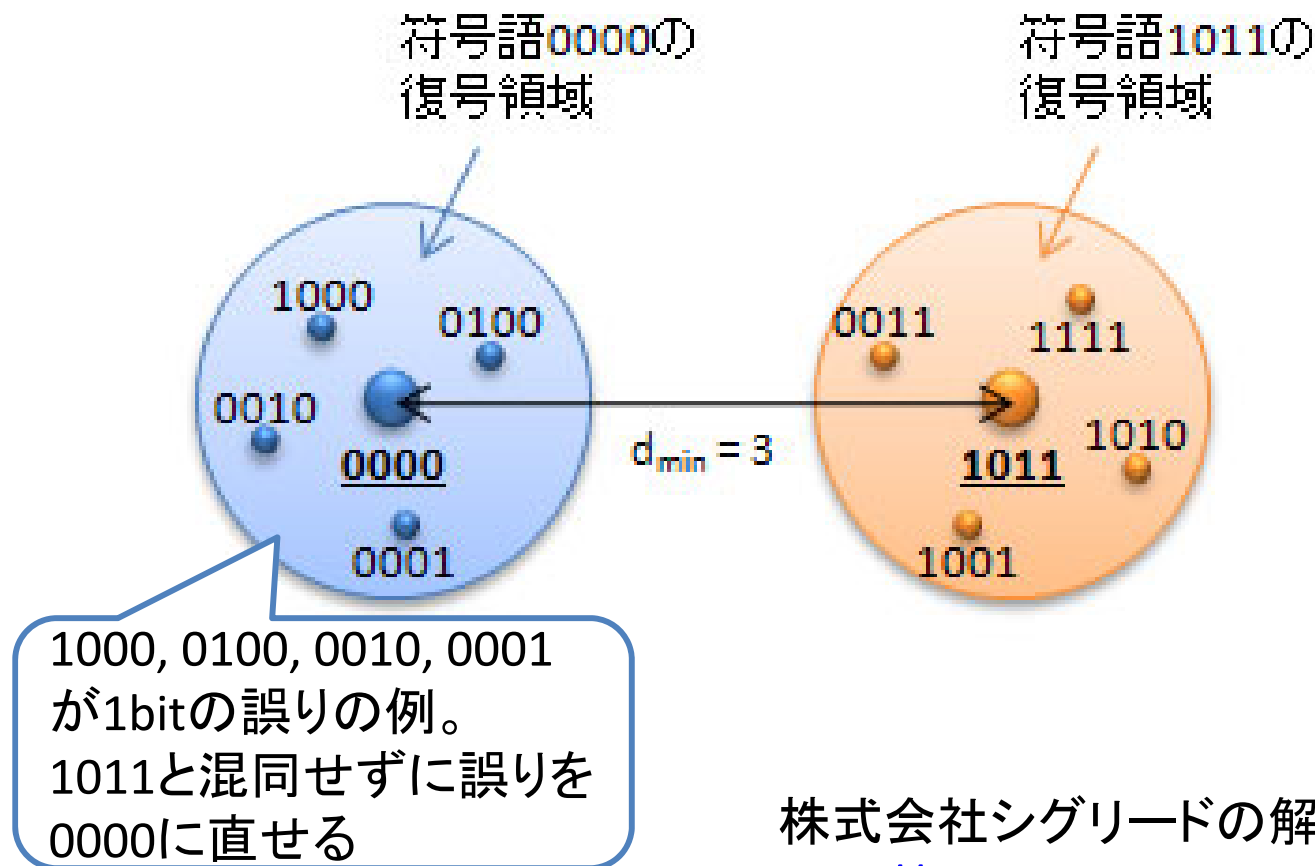


なぜデジタル量を用いるか

- 通信路を使って電気信号を送る際には、多少なりとも外乱(ノイズ)が混入する
 - ✓ アナログ量を送っていても、デジタル量を送っていても電気信号であることには変わりはない
- アナログ量の場合
 - 信号の中のノイズは元の信号と区別がつかない
 - 送った信号の周波数よりも高い信号成分を除去するなど対処療法
- デジタル量の場合
 - 0,1の組み合わせなので、符号化に工夫できる。
 - 誤り訂正符号でノイズを消去可能
 - 符号化に際して、余分なbitを持たせることにより、外乱によって生じた誤りを自動訂正できる

誤り訂正符号の例

- 1bitの誤りまで訂正できる例
 - 0000 と1011が符号語



情報の表現と符号化 (整数(負の値)の例)

2の補数の作り方

2の補数は元の値の「負の値」とみなします。ということは足せば0になるということです。右の例でも $0101 + 1011 = 10000$ となり、桁あふれを無視すれば0になります。

5: 0 1 0 1



1 0 1 0



-5: 1 0 1 1

整数値の5。この値の「2の補数」を作ります。

1. まず各ビットを反転します。
0は1、1は0に。

2. 次に1を足します。
ビットで言えば、0001を足します。

これで完成。これを-5とみなします。

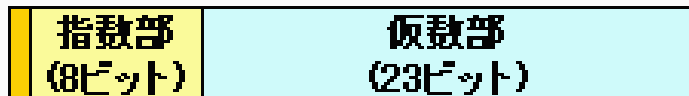
情報の表現と符号化 (実数(浮動小数点数)の例)

IEEE 754 の浮動小数点形式

<http://pc.nikkeibp.co.jp/pc21/special/gosa/eg4.shtml>

- ・基数は2。基数はデータには含めない。
- ・仮数は1以上2未満にそろえる。これを正規化と言う。
- ・0は指数と仮数の全ビットを0にする。
- ・仮数と指数は2進数で表現する。
- ・符号は正を0、負を1で表す。

● 単精度 浮動小数点形式(32ビット)



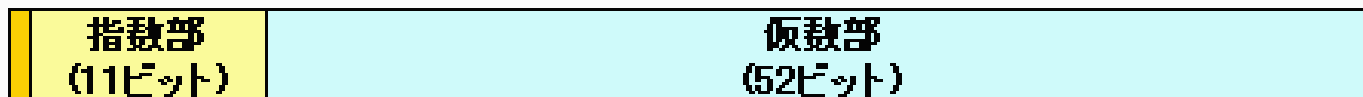
↑
符号部(1ビット)

指数部 … 実際の指数に127を足す。
仮数部 … 整数部分の1を省略する。

$$\begin{aligned}-5.75_{(10)} &= -1 \times (4+1+0.5+0.25)_{(10)} \\ &= -1 \times (2^2+2^0+2^{-1}+2^{-2})_{(10)} \\ &= -1 \times 101.11_{(2)} \\ &= -1 \times 2^2 \times 1.0111_{(2)} \\ &= (-1)^1 \times 2^{(129-127)} \times 1.0111_{(2)} \\ &\rightarrow 1100\ 0000\ 1011\ 1000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000_{(2)}\end{aligned}$$

$$\text{値} = (-1)^{\text{符号}} \times 2^{(\text{指数}-127)} \times 1.\text{仮数}$$

● 倍精度 浮動小数点形式(64ビット)



↑
符号部(1ビット)

指数部 … 実際の指数に1023を足す。
仮数部 … 整数部分の1を省略する。

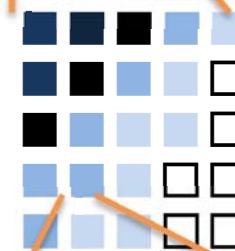
$$\text{値} = (-1)^{\text{符号}} \times 2^{(\text{指数}-1023)} \times 1.\text{仮数}$$

情報の表現と符号化 (静止画像の例)

- 画像: 画素情報の列(配列)
- 画素情報: その画素の「色」を符号化したもの
 - RGB形式
 - 1画素をRed, Green, Blue の各色成分の大きさの組み合わせで表現。
 - 各色8bitで成分の大きさを示すなら、1画素あたり24bit
 - YCbCr422形式
 - 2画素を組にし、各画素の輝度情報Yと、両画素に共通の色差成分Cb, Crで表現。
 - 輝度情報は8bit, 色差情報は2画素共通でCb,Crがそれぞれ8bit
 - 1画素あたり $8\text{bit} + (8\text{bit} + 8\text{bit}) / 2 = 16\text{bit}$
- 静止画像全体も最終的にはビット列になる



画像は画素情報の並び

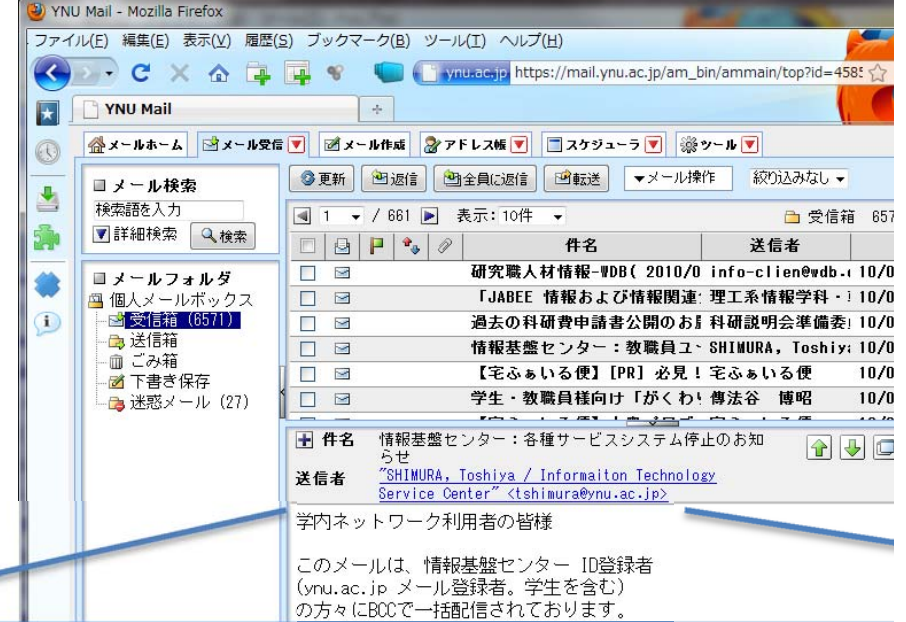


各画素は24bitのデータ

10001110 10110100 11100011
R成分 G成分 B成分

情報の表現と符号化 (電子メール文面の例)

- 電子メールの文面はテキスト
- テキストは、文字の列
 - 「空白」や「改行」等も一つの文字
- 文字
 - 英数字1文字は1byte(8bit)のデータ
 - 日本語1文字は2～3byte(16bit～24bit)程度のデータ
- 電子メール文面全体も最終的にはビット列になる



Received: from mailsv.ynu.ac.jp (mailsv.ynu.ac.jp [133.34.4.52])
by debussy.forest.eis.ynu.ac.jp (8.14.4/8.14.2) with ESMTP
for <mori@forest.eis.ynu.ac.jp>; Mon, 13 Sep 2010 12:

(中略) 00011011 00101000 01000010 00001010

From: "SHIMURA, Toshiya / Information Technology Service Center"
To: "<Undisclosed-Recipient:>@ynu.ac.jp">
Subject: =?iso-2022-jp?B?GyRCPnBKczRwSFclOyVzJT8hPCEnMOY8b
=?iso-2022-jp?B?GyRCPnBKczRwSFclOyVzJT8hPCEnMOY8b?

Date: Mon, 13 Sep 2010 12:00:00 +0900
MIME-Version: 1.0

(中略) ESC \$ B 3 X F b % M % C % H %
o ! < % / M x M Q < T \$ N 3 '
M M ESC (B LF LF ESC \$ B \$ 3
\$ N % a ! < % k \$ O ! " > p J s
4 p H W % ; % s % ? ! < ESC (B
X-MimeOLE: Produced by Microsoft Exchange V2.0

学内ネットワーク利用者の皆様

このメールは、情報基盤センターID登録者
(ynu.ac.jp メール登録者。学生を含む)
の方々にBCCで一括配信されております。

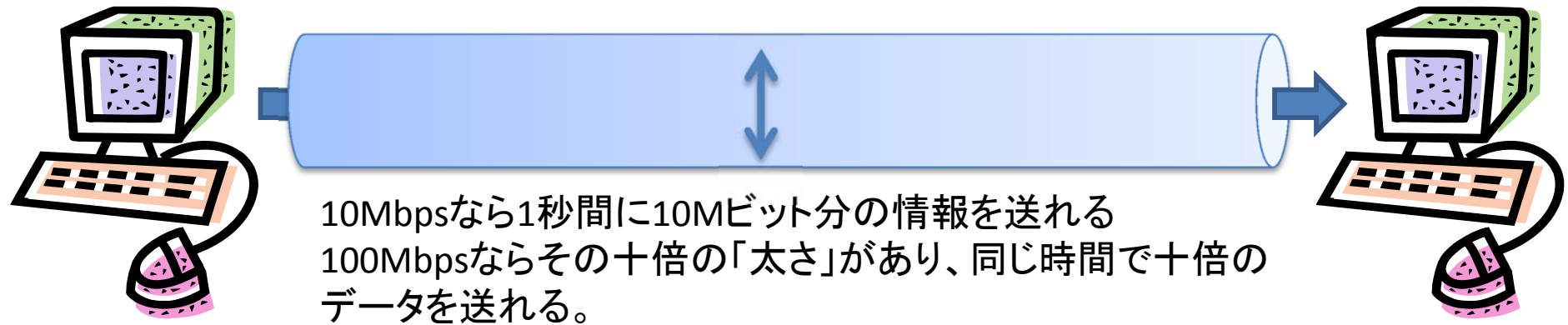
(後略)

ビットレート

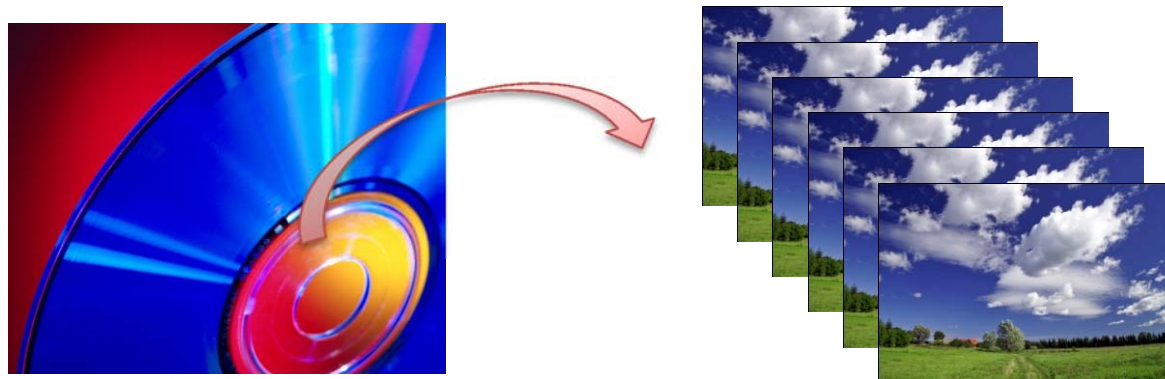
- ビットレート (bit rate)
 1. 通信容量の一つ。単位時間に送信(受信)できるビット数
 2. 音声データ、動画像データ等を圧縮する際の、単位時間あたりのデータ量(ビット数)
- bps(bit per second)
 - 1秒間に送ることができるビット数。ビットレートの単位の一つ。
 - K(キロ),M(メガ),G(ギガ)
 - 1Kbps: 1秒間に1000ビット (10^3)
 - 1M bps: 1秒間に100万ビット(10^6)
 - 1G bps: 1秒間に10億ビット(10^9)
 - 2^{10} をK, 2^{20} をM, 2^{30} をGとする流儀もあるが、通信容量においては、上記が普通。

ビットレート

- 通信容量(通信速度): 単位時間に送信(受信)できるビット数
 - 通信路の「太さ」や「幅」に例えられる



- 動画像等の単位時間当たりのデータ量
 - 一秒あたりのフレーム数(画面数)は決まっているので、ビットレートが高いと一画面当たりのデータ量が大きくなる。⇒きれいな映像



入出インタフェースのビットレート

森が今使っているコンピュータ(DELL E6400)を例題にして

それぞれの入出インタフェースのビットレートを理論上の最大値で示すと...

- USB 2.0 : 480Mbps
- LAN
 - 有線: ギガビットイーサネット: 1Gbps
 - ワイヤレス
 - IEEE 802.11 a: 54Mbps
 - IEEE 802.11b: 11Mbps
 - IEEE 802.11g: 54Mbps
 - IEEE 802.11n: 600Mbps
- IEEE 1394 : 400Mbps
- eSATA: 3.0 Gbps

参考：地デジとBSデジタル

- 地デジ(地上デジタル放送)
 - 解像度: 1440 × 1080i (1画面あたり155.5万画素)
 - フレームレート: 29.97fps (1秒当たり何画面(フレーム)か)
 - ビットレート: 最大16.85Mbps
 - 参考
 - 上記は圧縮がなされている。非圧縮の場合には、1画素16bit(8bit YCbCr422)とすると、
 - $16\text{bit} \times 1440 \times 1080 \times 29.97 = 746\text{Mbps}$
 - 地デジの映像を一時間録画すると、
 - $16.85\text{Mbps} \times 3600\text{秒} / 8\text{bit} = 7\text{GB強}$ (B=byte, 1byte = 8bit)
- BSデジタル
 - 解像度: 1920 × 1080i
 - フレームレート: 29.97fps
 - ビットレート: 最大24Mbps



通信距離

- USB 2.0 (480Mbps): 標準で5m。機器を使って延長すると20～30m。
 - LAN
 - 有線: ギガビットイーサネット(1Gbps): 標準で100m。
 - ワイヤレス
 - IEEE 802.11 a(54Mbps) : 15m～20m程度
 - IEEE 802.11b(11Mbps): 25m～35m程度
 - IEEE 802.11g(54Mbps):25m～35m程度
 - IEEE 802.11n(600Mbps): IEEE 802.11a/b/gの二倍程度
 - IEEE 1394(400Mbps): 4.5m。
 - eSATA(3.0 Gbps): 2m。
- ※LANでは、ネットワーク間を相互接続するルータと呼ばれる機器を用いて、長距離の通信が可能。
(例: インターネット)



LAN機能による ネットワーク接続に注目

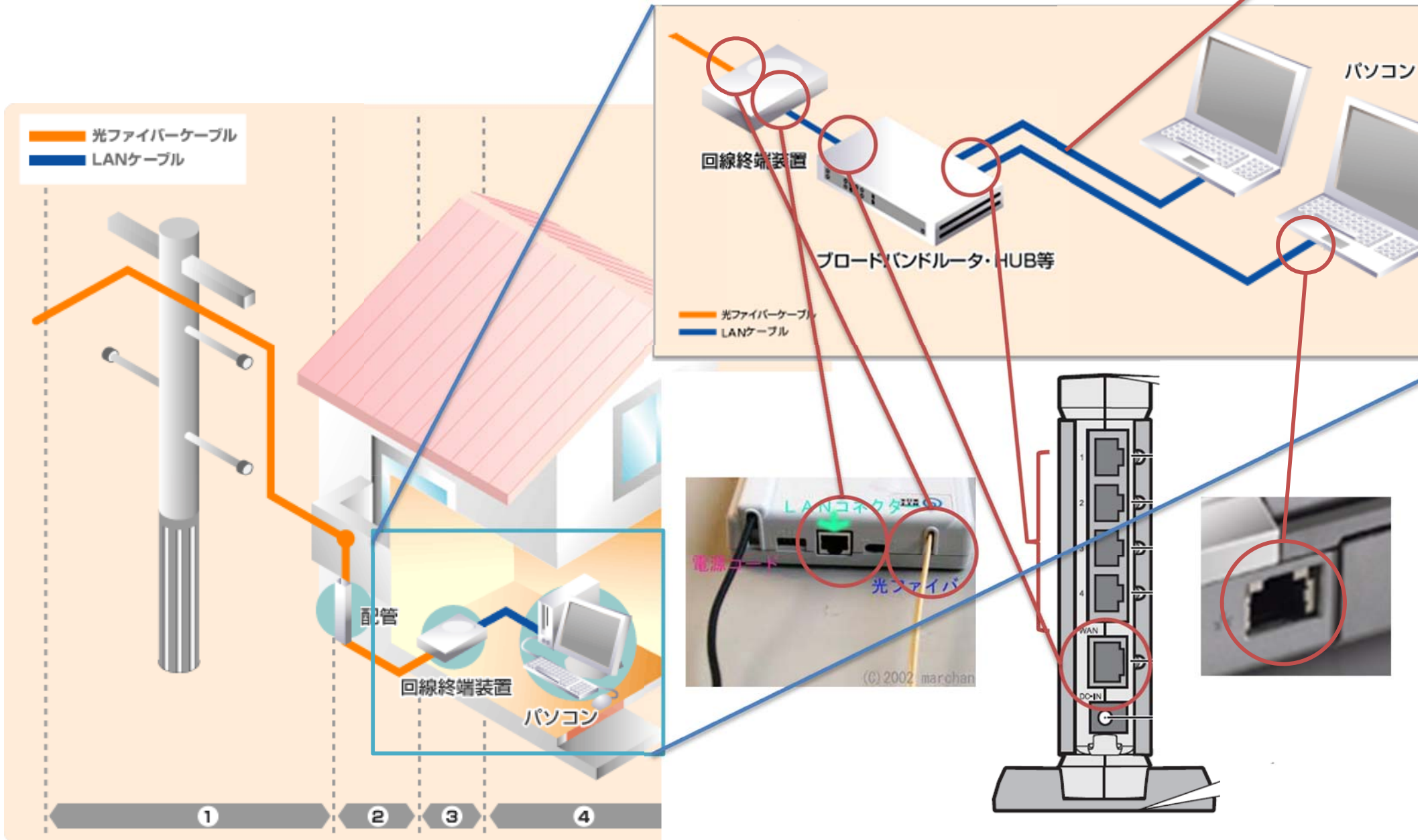
無線LAN
IEEE 802.11
a/b/g/n



ギガビット
イーサネット

インターネット接続の例

(光ファイバー接続の場合)



技術的な側面からの インターネット入門



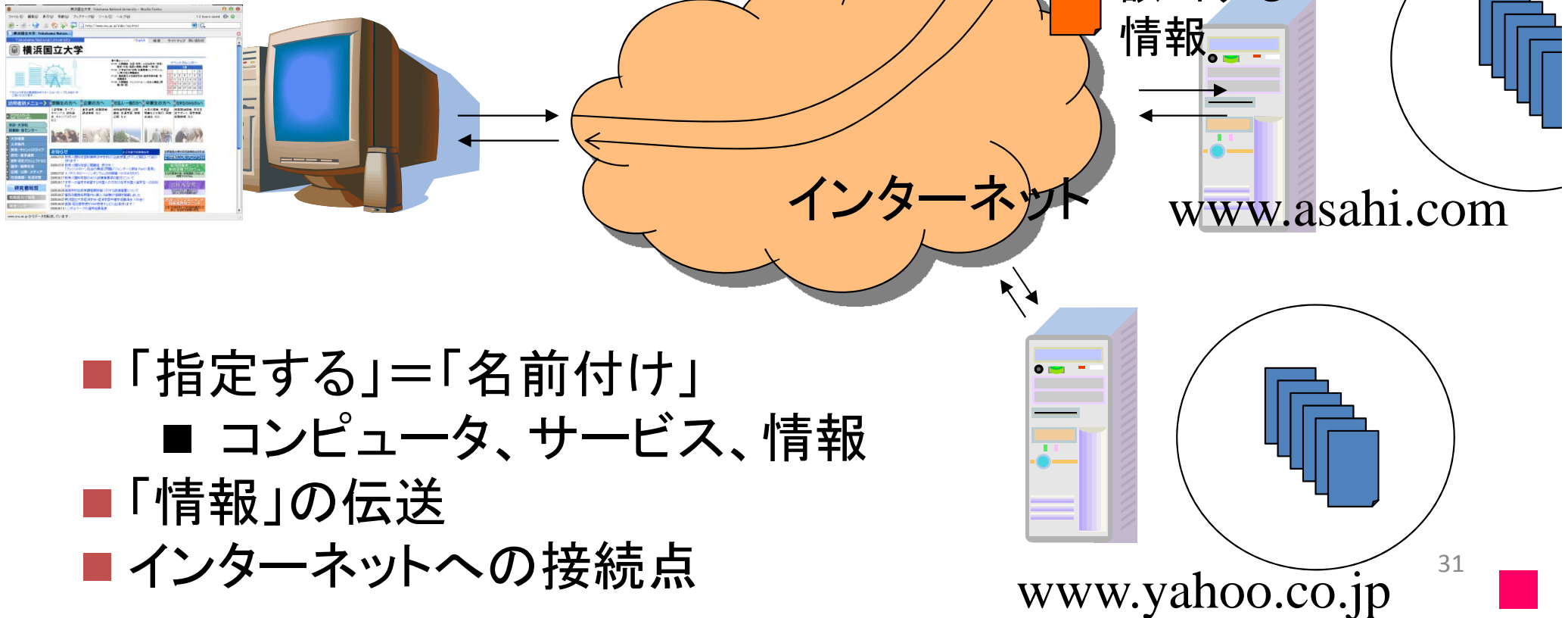
利用者の視点から見たインターネット(1/2)

- インターネット(Internet)
 - 世界最大のコンピュータネットワーク
 - 様々な規模のネットワークが相互接続された「**ネットワークのネットワーク**」
 - inter+net
 - 様々な種類の情報を流通させる「公道」
 - 特定のサービスを指し示す名前ではない！！
 - より詳細な技術については次回以降で紹介



利用者の視点から見たインターネット(2/2)

1. 「指定した」コンピュータにインターネットを通じて「指定した」サービスにおける指定した情報を要求
2. そのコンピュータが結果をインターネットを通じてサービスの結果(何らかの「情報」)を送信

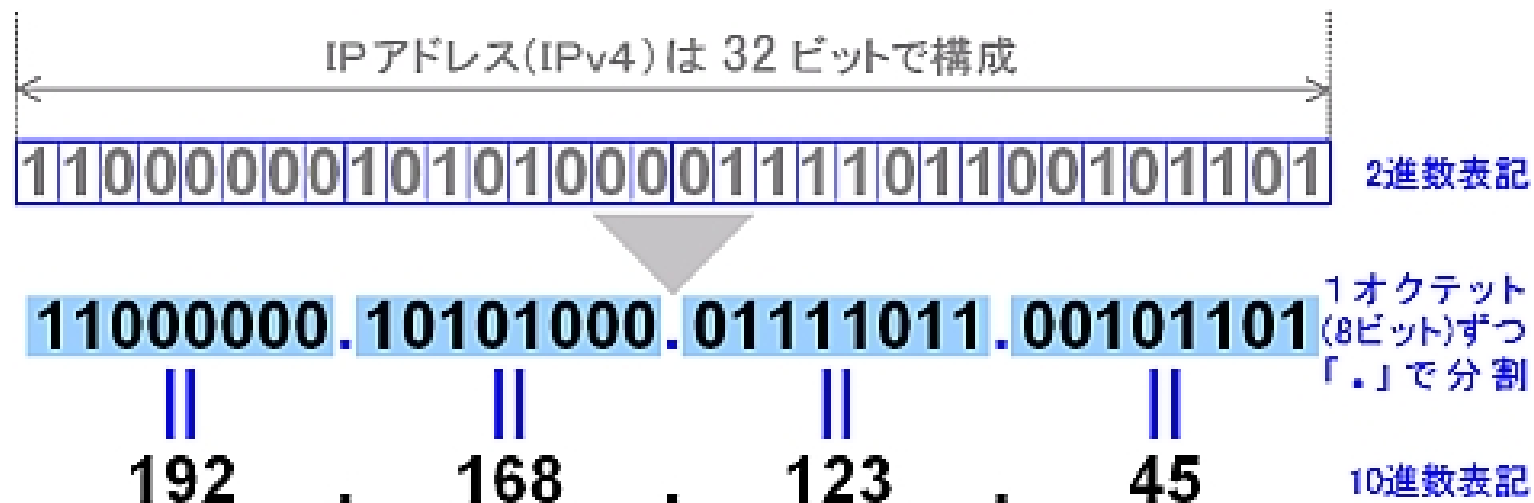


インターネットにおける「資源」の「名前付け」

- 「資源」＝利用価値のあるモノ・情報・サービス
- 「名前付け」＝インターネット内で有る特定のコンピュータやサービス、情報を一意に指定する仕組み。
- コンピュータの名前付け
 - － **IPアドレス** (Internet protocol address)
 - プロトコル(Protocol): あるサービスを実現するために決められた通信規約。各種通信手順、通信するデータなどを規定する(次回以降で解説予定)。
 - IP (Internet Protocol): インターネット上の通信において基盤となるプロトコル。
 - － **ドメイン名**
- サービスの名前付け
 - － **ポート番号**。特定のサービス(正確にはプロトコル)に結び付けられた番号と考えても良い。
- 情報の名前付け
 - － **URL** (Uniform Resource Locator)
 - － より一般的な概念であるURI (Uniform Resource Identifier)

IPアドレス

- 個別のコンピュータやルータに付与される識別子
- 全世界でただ一つの番号
- 4バイト(32ビット)の数 ビット---2進数1桁で表現できるデータ量. バイト---2進数8桁で表現できるデータ量.
- 1バイトごとに区切ってそれぞれを10進数表記し, 「.」(ドット) でつなぐ.
- IPアドレスは前半と後半の2つの部分に分けられ, それぞれ, 「ネットワークの名前(番号)」, 「(そのネットワークの中の)コンピュータの名前(番号)」を表す.



ドメイン名

- IPアドレスに結び付けられた階層構造を持つ記号列。人間にも覚えやすい。
- これもインターネット上で唯一
- DNS (Domain Name System) : IPアドレスとドメイン名の変換を行う

例: gate.eis.ynu.ac.jp.
(環境情報研究院所有のコンピュータのひとつ)

局 所 ↑ ↓ 広 域	gate	コンピュータの名前(狭義)
	eis	環境情報研究院
	ynu	横浜国立大学
	jp	日本

URL (Uniform Resource Locator)

- 情報の在処を示す記号列
- 「サービスの名前」+「コンピュータの名前」+「コンピュータ内での情報の名前」
- 例：横浜国立大学のWebページのURL

http://www.ynu.ac.jp/index.html

式の
この
サービス
という
方

www.ynu.ac.jp
という名前の
コンピュータ

/index.htmlという名前の
情報(ファイル)



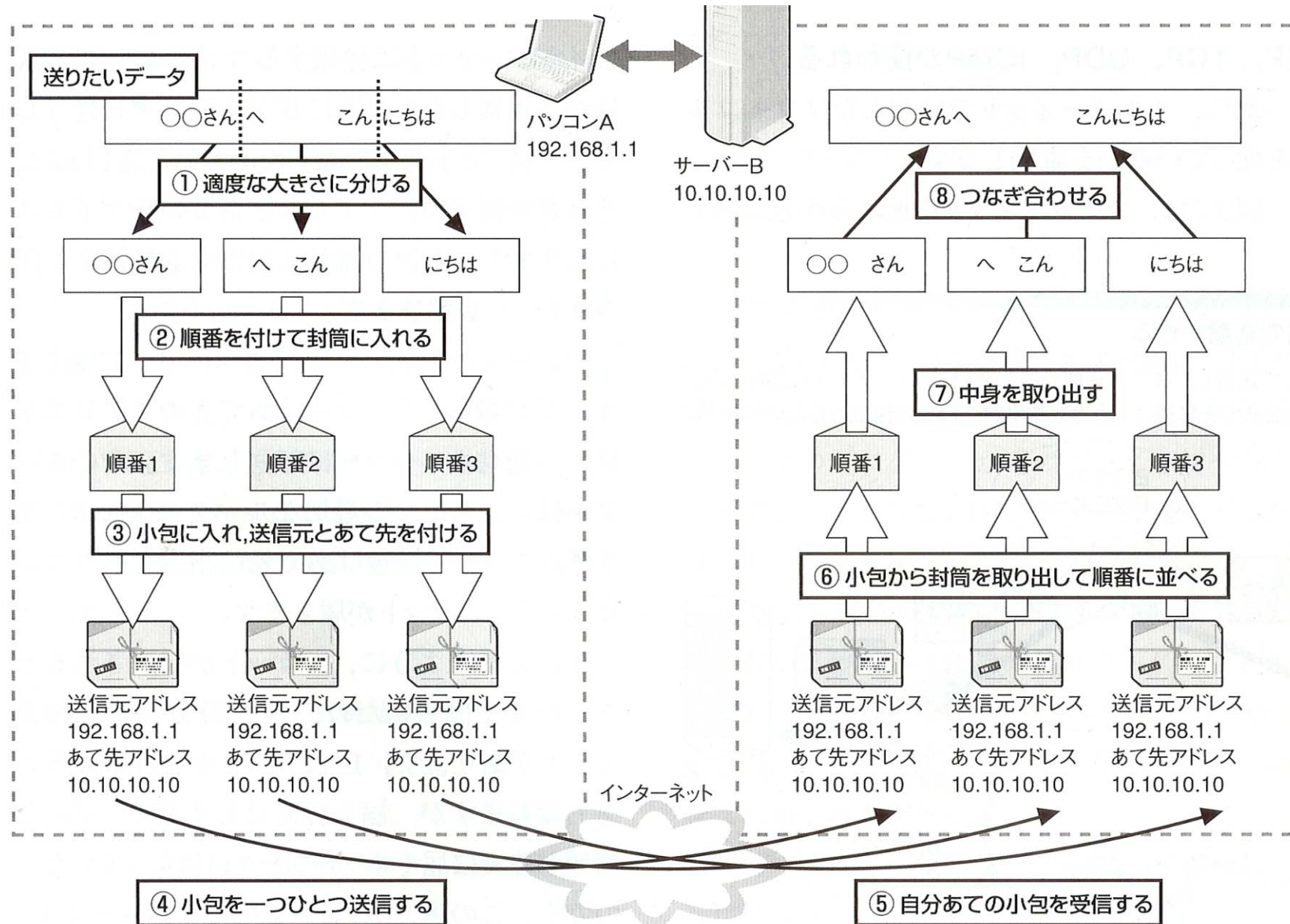
インターネットにおける情報の伝送

- ネットワーク上でやり取りされている情報は「ビットの列」
 - デジタル通信
- **パケット通信**
 - 「パケット(packet)」＝「小包」
 - 伝送すべき情報(数字の列)を一定の大きさ(長さ)のデータ断片に「細切れ」にし、これを一つの塊(単位)として通信を行う。
- 1つの通信路を多数の利用者が同時に利用可能
 - パケット1つ1つについてみると、それを送るときには通信路が占有される
 - しかし、パケットの大きさが小さいので、各利用者のパケットを順番に送ることで、公平に送ることができる

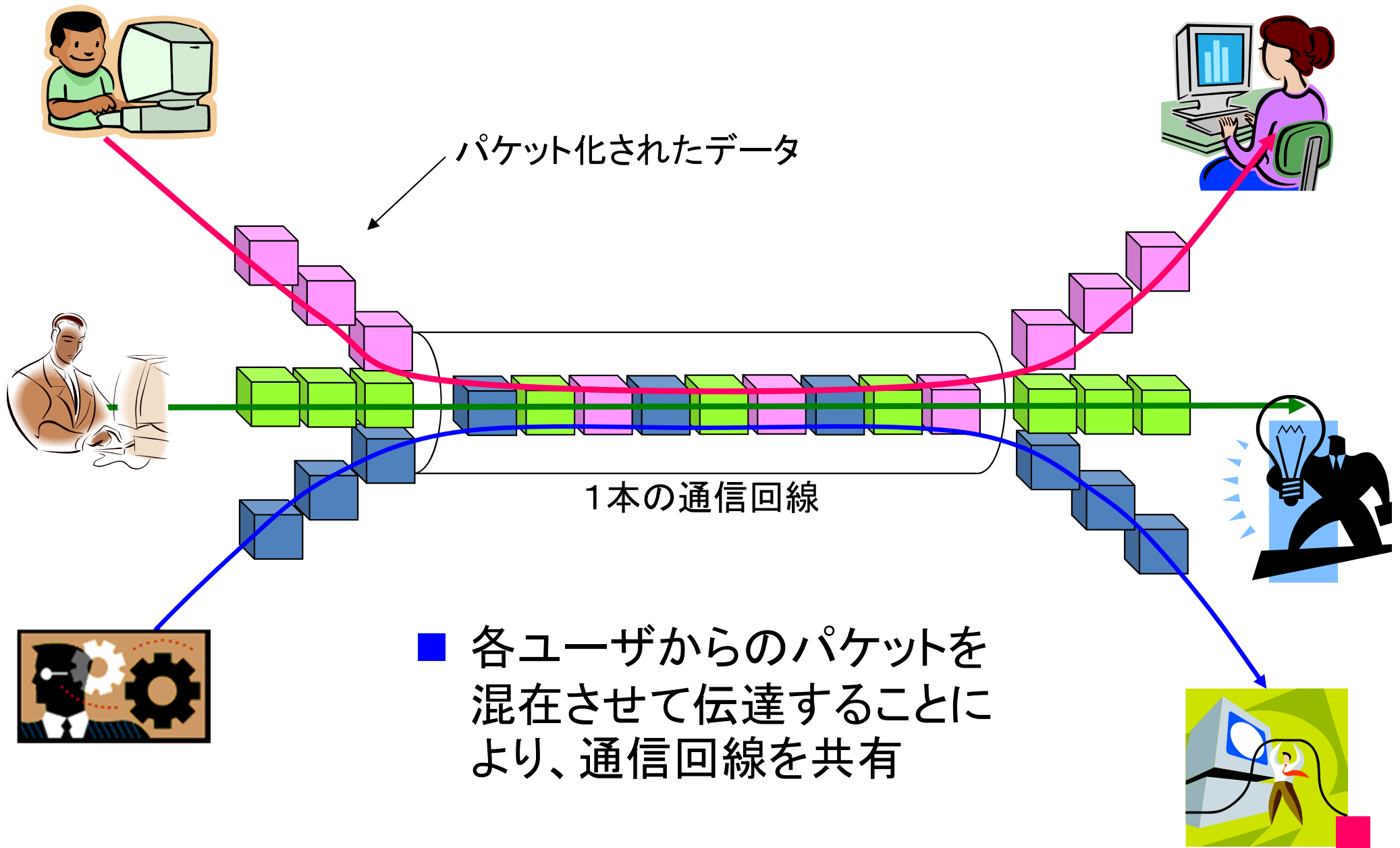


パケット通信

出典 日経ネットワーク2005年10月号



パケット通信による回線の共有化



ネットワークを支える ハードウェア

LAN(らん)とWAN(わん) (1)

- コンピュータネットワークはその規模により区別されることがある
 - 規模に適した、ネットワーク構成法があるから
- LAN(Local Area Network,構内ネットワーク)
- WAN(Wide Area Network,広域ネットワーク)

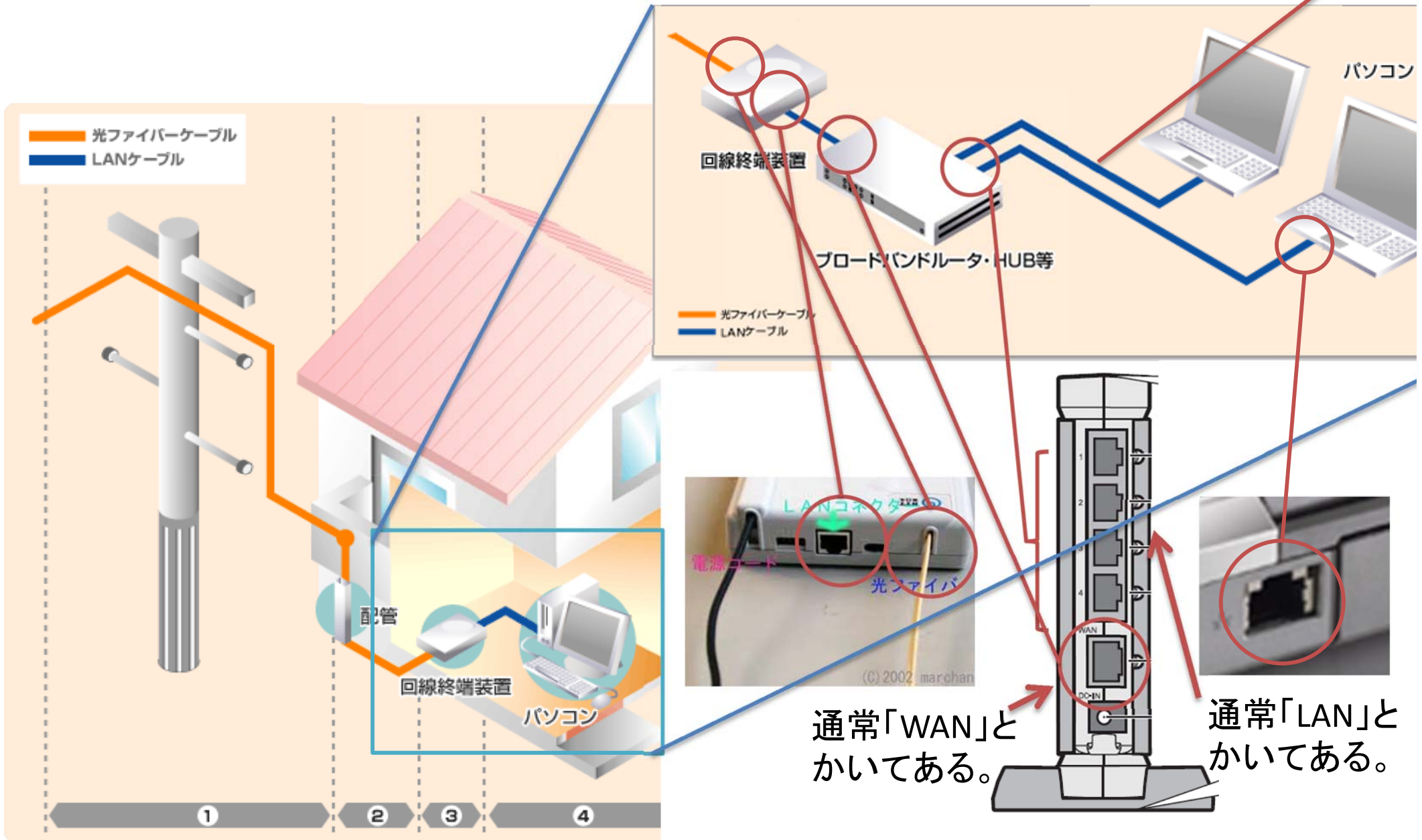
LAN(らん)とWAN(わん) (2)

- LAN(Local Area Network,構内ネットワーク)
 - 組織などを単位に敷設された小規模ネットワークである.
 - 小規模とはいえ, いくつかの建物から構成される事業所や大学などの敷地全体をカバーするものもある.
 - 通常, 数km以下の総延長を持つ.
 - 通信速度は100Mbps以上とWANに比べると高速であることが多い.
 - 多重アクセス方式のネットワーク, すなわち, 1つの伝送媒体を多数のコンピュータで共有する方式が用いられることが多い.
 - 最も普及しているのがCSMA/CD方式. イーサネット(Ethernet)が代表例であり, その中でも撚り線対をケーブルとする方式が広く使われている.

LAN(らん)とWAN(わん) (3)

- WAN(Wide Area Network, 広域ネットワーク)
 - 複数の組織を跨るような広い範囲のネットワークであり, 通常, LANを相互接続する形で存在する.
 - LANが利用者側で構築するのに対して, WANでは電気通信事業者が提供する回線を用い, 長距離間を結ぶ.
 - 家庭でインターネット接続をする場合、回線提供業者側がWAN

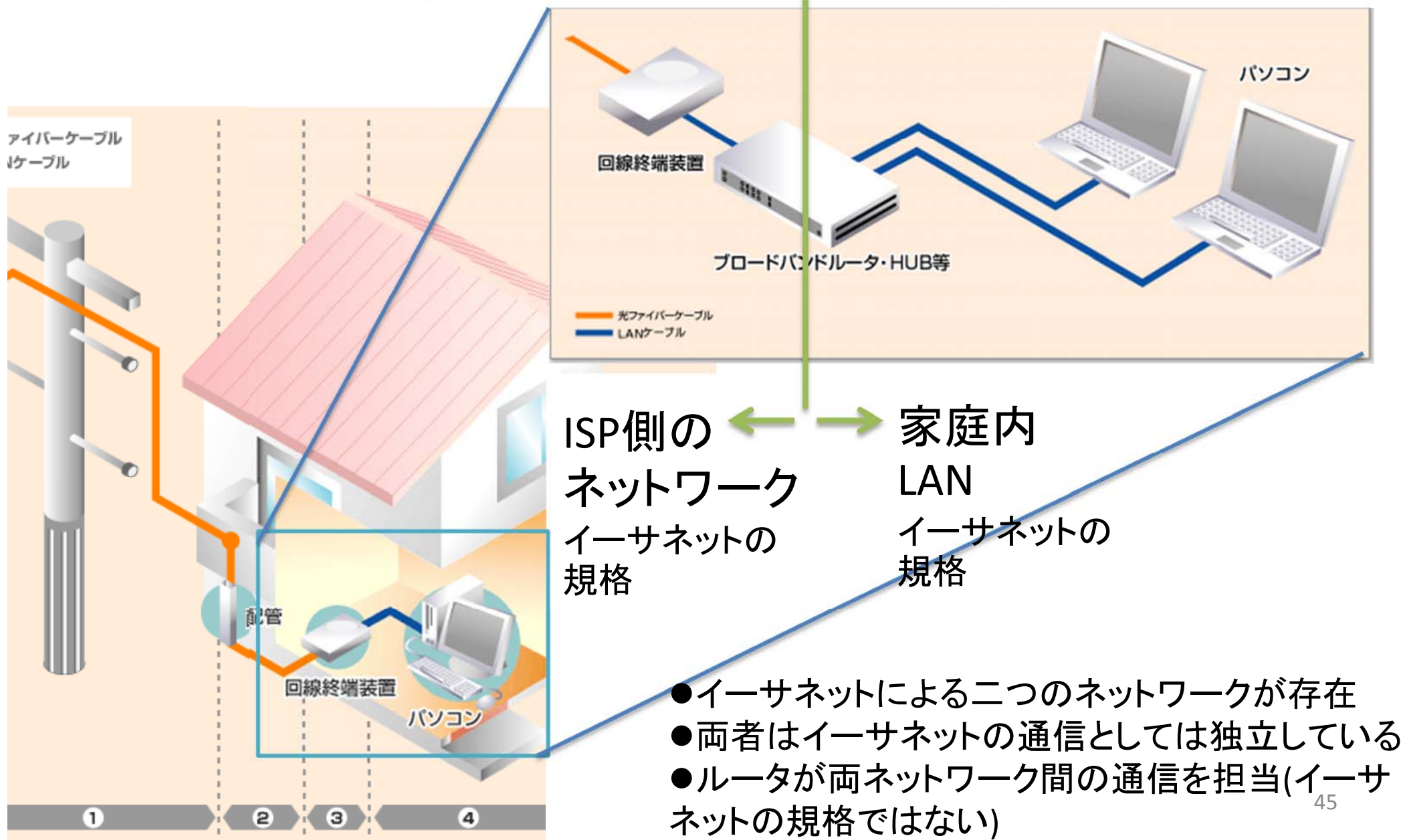
家庭内LANとインターネット接続 (光ファイバー接続の場合)



この実例を LANの構成の観点から見ると...

- 2つのネットワークがある
 - 家庭内のLAN
 - インターネットサービスプロバイダ(ISP)側のネットワーク
 - これも技術的にはLANのそれと同じ
- 2つのネットワーク(LAN)がルータにより接続されている.
- 異なるネットワークに属するコンピュータ同士の通信はどうなるか?
 - 直接通信することはできない
 - 異なるネットワーク(LAN)に属するコンピュータ同士の通信をできるようにする仕組みがインターネットの仕組みの基本
 - 異なるLANに属するコンピュータ同士の通信を, ルータが中継してくれる.

二つのネットワーク (光ファイバー接続の場合)



関連用語

- インターネットサービスプロバイダ(Internet Service Provider, ISP)
 - インターネット回線提供者。加入者に対してインターネットへの接続の「口」を用意してくれる会社。
- (光)回線終端装置 (Optical Network Unit, ONU)
 - 次の二種類の通信を電氣的に相互変換する装置。
 - 光ファイバによる通信
 - LANで良く用いられているイーサネットによる通信
- ルータ (router)
 - ネットワークとネットワークを接続するための装置
 - この場合は、家庭内にあるLANとISP側に存在するネットワーク(インターネットの一部)を接続している
 - 高速ルータは「ブロードバンドルータ」(広帯域ルータ)とも呼ばれる。
 - イーサネット(Ethernet)により構築された独立した二つのネットワークをつなぐものが多い。
 - イーサネットハブ(Ethernet HUB)の機能を備えているものも多い
- イーサネット (Ethernet)
 - 後述
- イーサネットハブ (Ethernet hub)
 - 後述

イーサネット(1)

- LANを構築するための規格の一つ。最も広く使われている。
- Ether=エーテル。その昔「宇宙空間に充満していて、光を伝える物質」が存在すると信じられていたが、その物質の名前がエーテル。



イーサネット(2)

- もともとは Xerox社を中心とするグループが開発したものであるが、IEEE(米電気電子学会)によりIEEE802.3という名前の規格として標準化.
- 通信速度や利用するケーブルの種類などによって、10Base-2, 10Base-5, 10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-Tなどがある.



イーサネットの仕組み

- 一つの伝送線路をすべてのコンピュータで共有する.
- CSMA/CD方式. Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection. 伝送信号(Carrier)を調べ(Sense)て, 同時に複数のコンピュータがデータを送信できる(multiple access)方式であるが, データ送出の衝突(Collision)を検出(Detection)し, その回避を行なう機能がある.

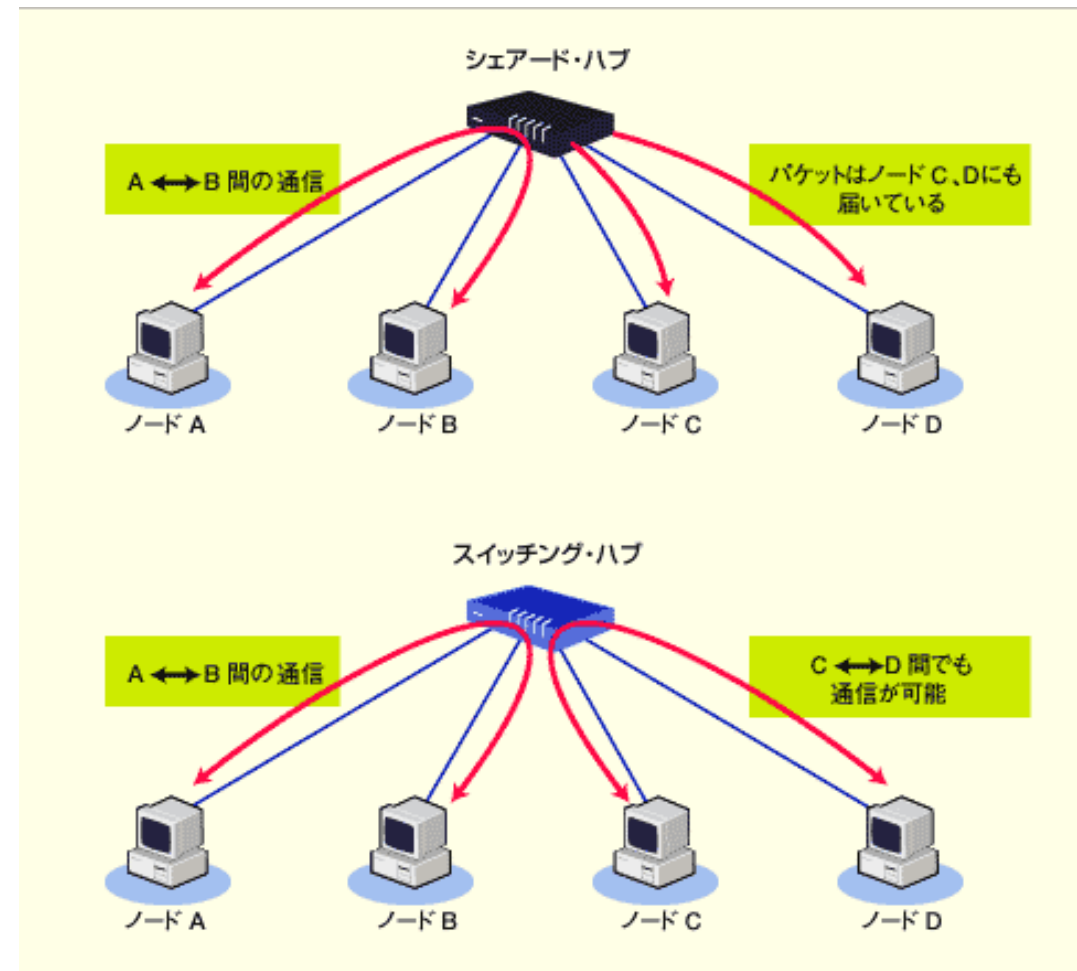
Web経由での
配布資料用
画像非表示

イーサネットの役割

- 同一ネットワークに接続されているコンピュータ間で「パケット (パケット化されたデータ)」を確実に運ぶ.
- パケットに付加情報をつけた「フレーム」という単位で伝送を行なう.
 - 付加情報には「宛先」と「送り主」の識別子が含まれる.
- 識別子は「MACアドレス」と呼ばれる番号
 - MAC=Media Access Control(メディアアクセス制御)
 - 「MACアドレス」は「イーサネットアドレス」, 「物理 (Physical) アドレス」とも呼ばれる.

イーサネットハブ(Ethernet Hub)

- イーサネットの多くの規格で利用される集線装置の総称.
- 例えば, 100Base-TXで用いられる接続ケーブル(UTPケーブル)は2台の機器を結ぶことしかできないので, 3台以上の機器を接続する時には集線装置が必要である.



ネットワークを支える ソフトウェア

何が必要か

A) 「プロトコル」

B) 通信目的に応じたソフトウェア

- その「プロトコル」を「理解」し、「しゃべる」プログラム

A) プロトコル(1)

- ネットワーク上の計算機同士がどのようなやり取りで情報を交換するかについて決めた規則.
- コンピュータ同士が連絡をとるために喋る「言葉(の文法)」に対応. 通常以下のものを規定している.
 - メッセージ(=送信する情報)の形式
 - メッセージを受け取った時の(コンピュータの)動作

Web経由での
配布資料用
画像非表示

A) プロトコル (2)

- 通信する手段や目的に応じて異なるプロトコルを使用するのが普通。つまり、プロトコルは複数ある。仕事に応じて「業界用語」があるのと同じ。
 - たとえば、電子メールを扱うときにはそれ専用のプロトコルを利用する。その中では、例えば、送り主や受け手を指定するための「決まり文句」が決められている。
- 言葉がきまってもそれを話す人がいないと情報が伝わらないように、プロトコルが決まってもそれを「理解」したり「話」したりするコンピュータプログラムがないと意味がない。

A) プロトコル (3)

• プロトコルの例

プロトコルの名前(略称と本名)	役割
HTTP (HyperText Transfer Protocol)	World Wide Web において文書データを受け取るためのプロトコル
SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)	電子メールサーバに電子メールを送信するためのプロトコル
POP (Post Office Protocol)	電子メールサーバから電子メールを受信するためのプロトコル
IMAP (Interim Mail Access Protocol)	POPとは別の電子メールサーバから電子メールを受信するためのプロトコル
FTP (File Transfer Protocol)	ファイルを送受信するためのプロトコル
NTP (Network Time Protocol)	時間を管理しているサーバに時間合わせをする(同期をとる)ためのプロトコル

B)通信目的に応じたソフトウェア

- ある「プロトコル」を「理解」し、「喋る」プログラム
 - 複数のプロトコルを同時に使うプログラムもある
- 同じプロトコルを「喋る」プログラム同士で通信し、目的のことをなす.
 - 例えば、電子メールを利用するためのプログラムは電子メールをやりとりするためのプロトコルを使って電子メールを送信/受信する.

電子メールソフトウェアの場合



A) プロトコル

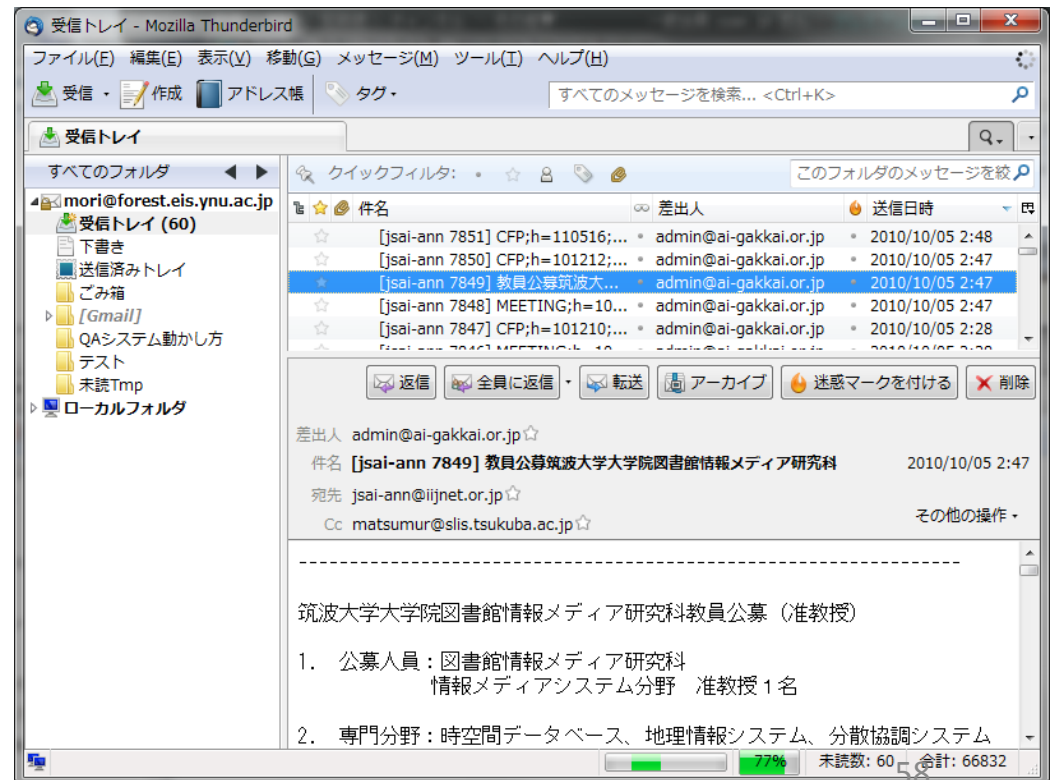
複数のプロトコルが使われる

- 送信用プロトコル
 - SMTP
- 受信用プロトコル
 - POP3
 - IMAP4

B) ソフトウェア

電子メール用のソフトウェア

- 右図は、Thunderbird



特定のプロトコルを用いた通信の例(1)

- アプリケーションプログラムが使うプロトコルの一例を紹介. プロトコルの内容は人間にも読める記号列であることが多い.
- 例: 電子メールの配送に使われるSMTP(Simple Mail Transfer Protocol)というプロトコルを用いて, 2台のコンピュータが通信をしている様子.
 - 送信元(クライアント)がforest7.forest.eis.ynu.ac.jp
 - 送信先(サーバ)が debussy.forest.eis.ynu.ac.jp
- サーバクライアントモデルは次週

特定のプロトコルを用いた通信の例(2)



クライアントからの要求	サーバからの返事	説明
(クライアントがサーバと通信開始)	220 debussy.xxx.jp ESMTP Sendmail xxx	クライアントがサーバに接続するとサーバがクライアントにグリーティングメッセージを返す.
HELO forest7.forest.eis.ynu.ac.jp		クライアントが自分の名前を名のる.
	250 debussy.xxx.jp Hello forest7.xxx.jp [133.34.xx.xx], pleased to meet you	サーバが返事をしている
MAIL FROM: mori@forest.eis.ynu.ac.jp		クライアントが差出人の情報を提示
	250 2.1.0 mori@forest.eis.ynu.ac.jp... Sender ok	サーバが差出人の情報を了承
RCPT TO: tmori@ynu.ac.jp		クライアントが宛先の情報を提示
	250 2.1.5 tmori@ynu.ac.jp... Recipient ok	サーバが宛先の情報を了承

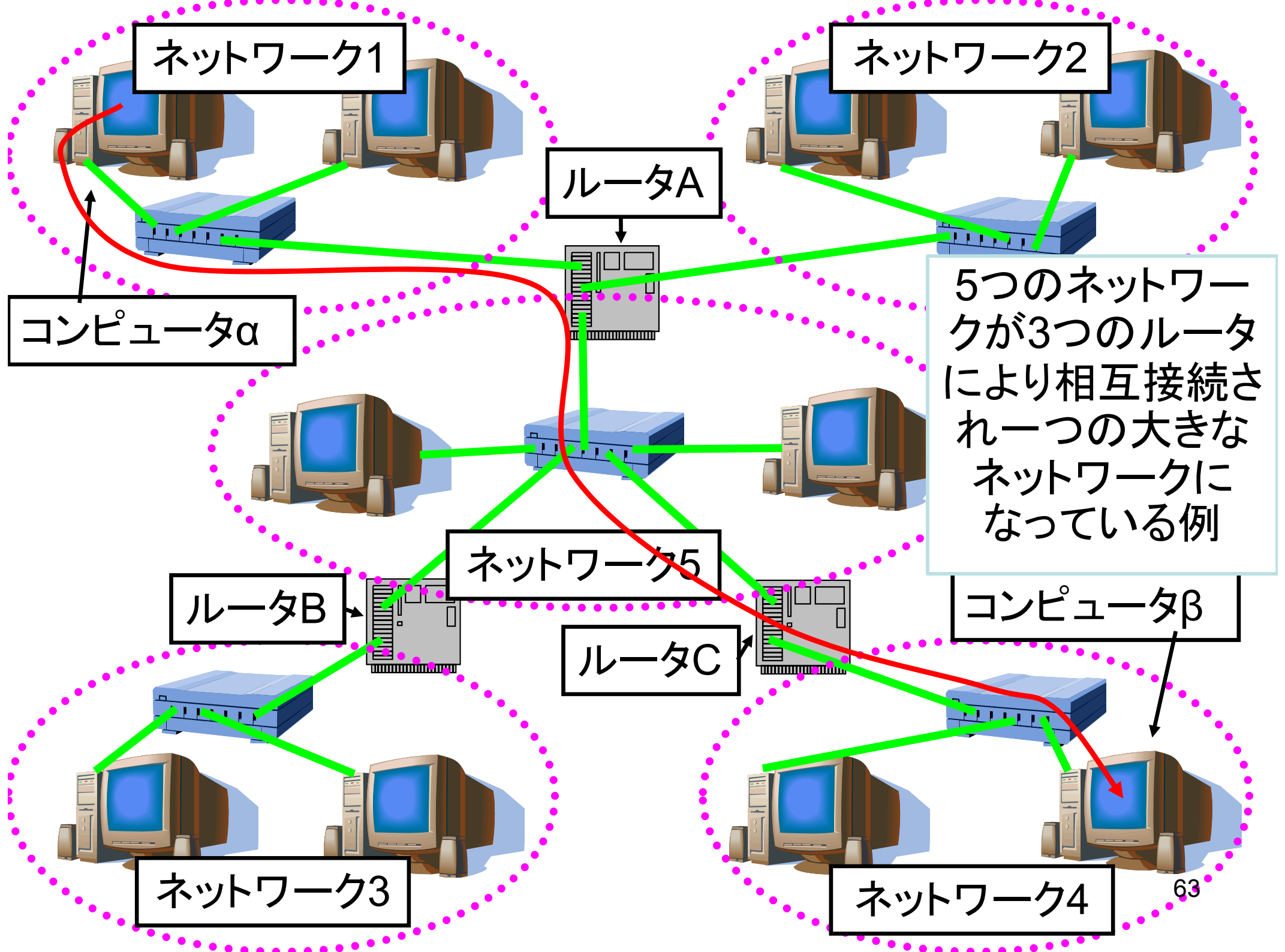
特定のプロトコルを用いた通信の例(3)



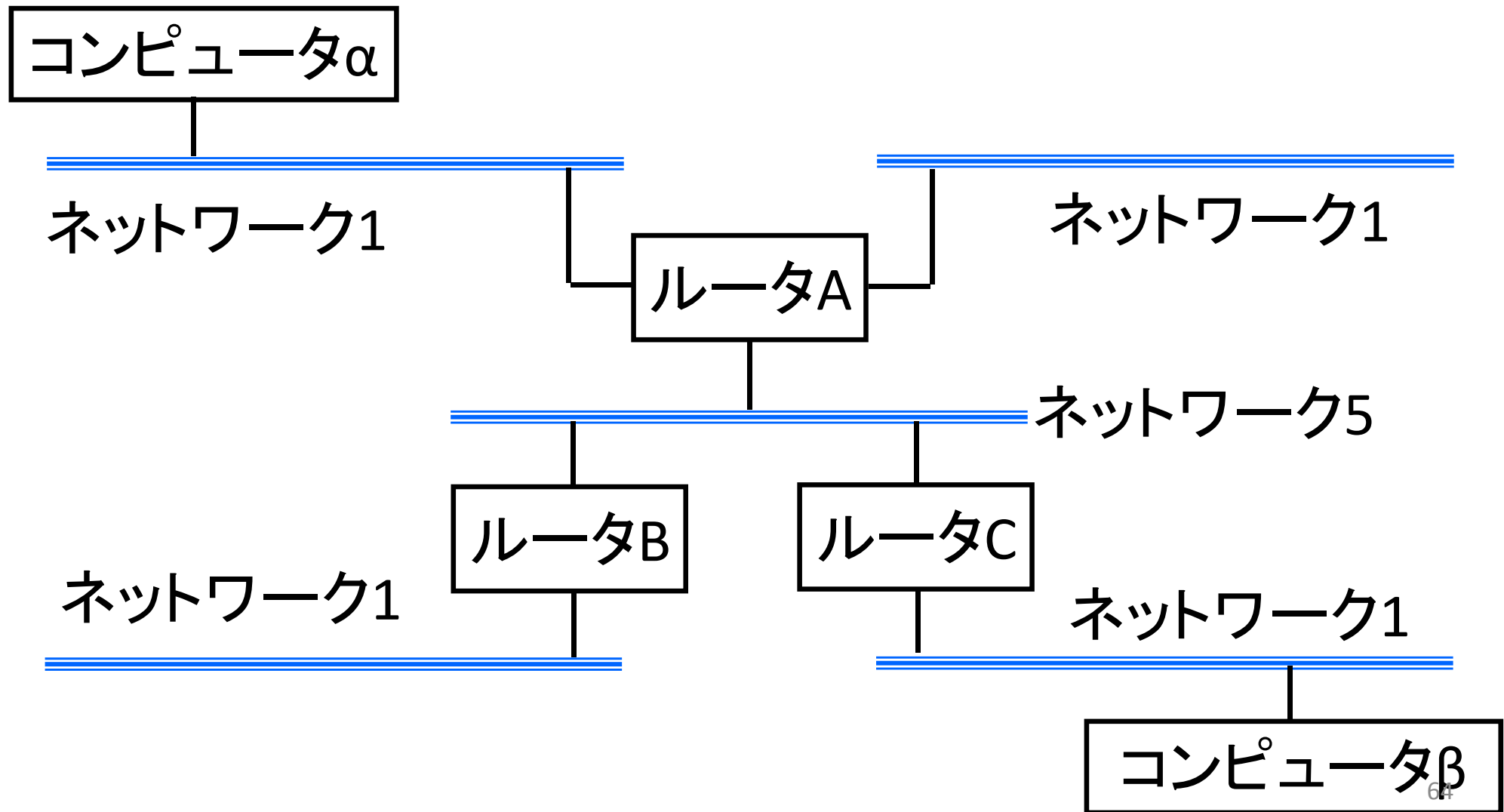
DATA		クライアントが「これからメッセージをおくるよ」とサーバに通知
	354 Enter mail, end with "." on a line by itself	サーバが「メッセージを送れ」と指示.
From: mori@forest.eis.ynu.ac.jp		クライアントがメッセージ1行目をサーバに送る.
To: tmori@ynu.ac.jp		メッセージ2行目
Subject: Test		メッセージ3行目
		メッセージ4行目
This is a test message.		メッセージ5行目
.		メッセージ終了
	250 2.0.0 h9F7mdDe013657 Message accepted for delivery	サーバが「送信用にメッセージを受け付けた」とクライアントに報告
QUIT		クライアントがサーバとの接続終了を要求
	221 2.0.0 debussy.forest.eis.ynu.ac.jp closing connection	サーバが接続終

インターネット (Internet)

- Inter + net = ネットワークのネットワーク
- 個別のネットワークを「ルータ」と呼ばれる機器で相互接続をすることを繰り返し、総体として全世界規模となった「通信路」

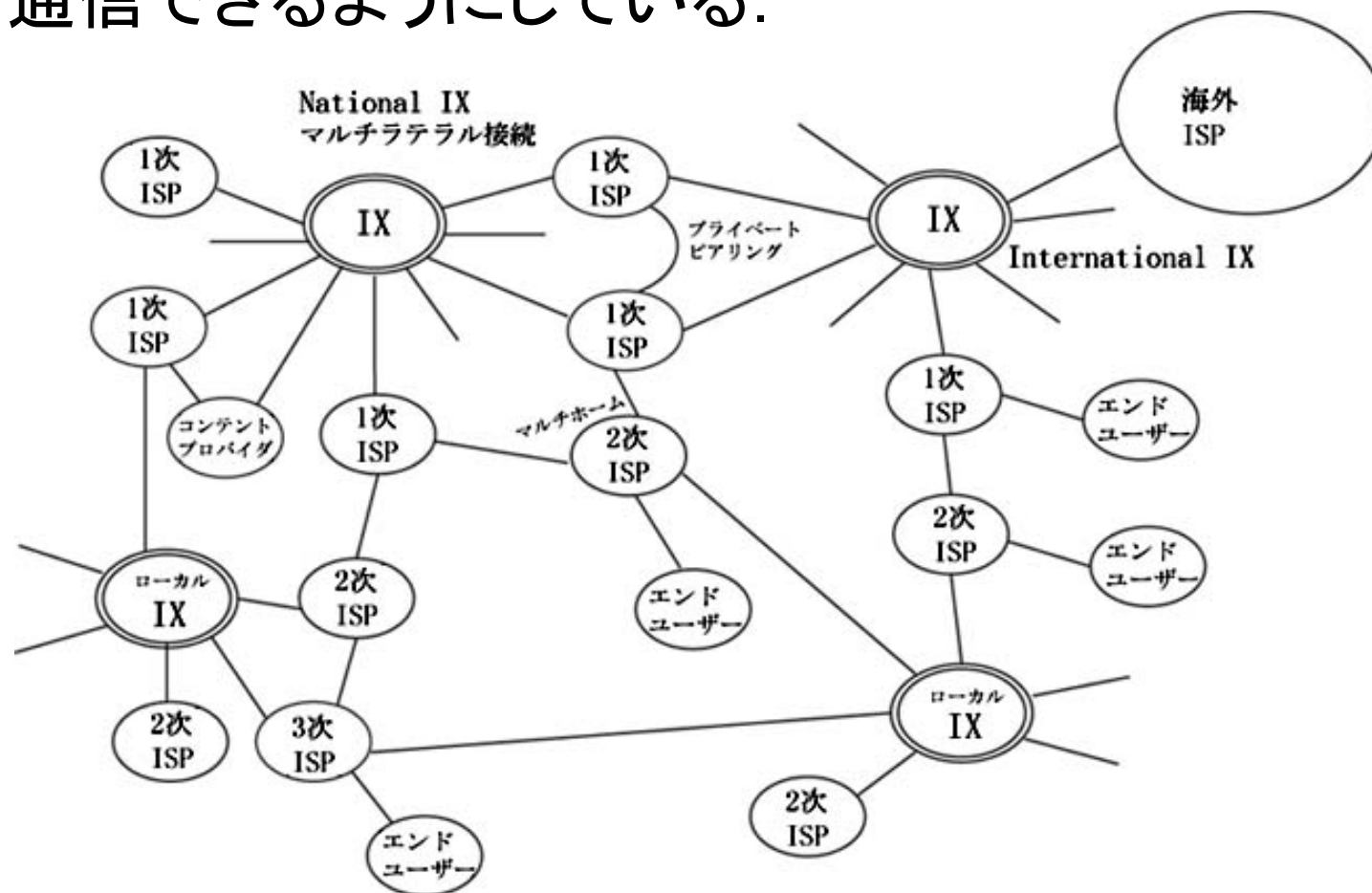


5つのネットワークが3つのルータにより
相互接続され一つの大きなネットワーク
になっている例 (模式図)



実際のインターネットの構造

- 利用者にインターネット接続サービスを提供するインターネット サービスプロバイダ (ISP) のネットワークを
- 相互接続ポイント (Internet eXchange, IX) が結びつけ、相互に通信できるようにしている。



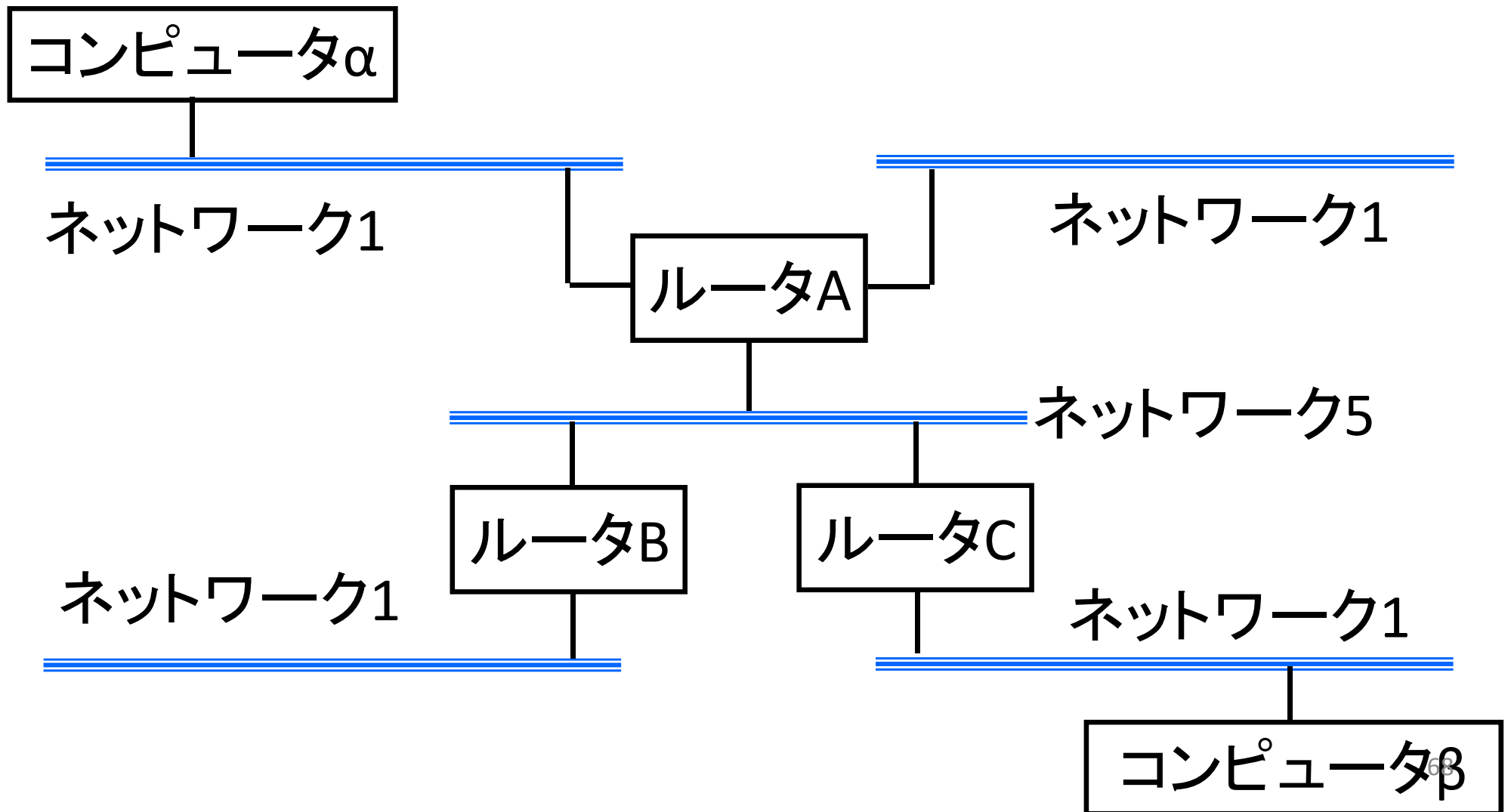
インターネットの特徴

- TCP/IPと呼ばれるプロトコルの組(プロトコルスイートという)を基礎とする. (TCP = Transmission Control Protocol, IP = Internet Protocol)
- 企業, 大学, 研究所, インターネットサービスプロバイダ etc.
- 各種サービス
 - インターネット上のサービス全体を管理する組織はない
(標準や名前等を管理する組織はある)
 - よって, サービスは接続された各組織が自主的に.
利用者はそのサービスを有料/無料で利用できる.

インターネット利用のための 基礎知識

問題設定

- コンピュータ α がコンピュータ β と通信をしたい。
コンピュータ α ではどのような情報が必要か？



コンピュータ α で必要な情報

- コンピュータ β を指定する方法
 - 他のコンピュータと β を区別するために,「世界中で唯一の名前」をつける.
- コンピュータ β に行きつく方法
 - コンピュータ α からのネットワーク1以外への通信はルータA(ルータ=ゲートウェイ)がやってくれる
 - ネットワーク1内はEthernet等のLANの機能でできる。
 - 以下の組み合わせ
 - ルータ(ゲートウェイ)の名前
 - いま通信したいコンピュータが自分のネットワーク(ネットワーク1)にあるのか, それ以外のネットワークにあるのかを区別する方法

設定すべき情報

- ネットワークを使用する前に、使用するコンピュータに以下に示す情報を設定しなければならない。
 - IPアドレス(使用するコンピュータの)
 - DNSサーバのIPアドレス
 - ゲートウェイ(ルータ)のIPアドレス (コンピュータを接続するネットワークの)
 - サブネットマスク (コンピュータを接続するネットワークの)
- ネットワークを管理者に相談すること
 - インターネットプロバイダと契約する場合には、これらの情報が知らされるか、あるいは、接続時に自動設定されるようになっているはず。

ドメイン名システム

DNS(Domain Name System)

- ドメイン名を管理するための仕組み
- 主にコンピュータのドメイン名とIPアドレスを結びつける
- ドメイン名サーバというプログラム(コンピュータ)がその情報を管理
- 利用者はネットワーク管理者に指定されたドメイン名サーバのIPアドレスを自分のコンピュータに設定する.

ゲートウェイ (あるいはルータ)

- 自分のネットワークからの「出口」となるコンピュータ(あるいは, ネットワーク接続用専用機)
- ネットワーク管理者からそのIPアドレスなどをきき, コンピュータに設定する.

サブネットマスク (1)

- IPアドレスは2つの部分に分けられ、以下の二つのものを特定する機能を持つ。
 - ネットワークの名前(番号)
 - (そのネットワークの中の)コンピュータの名前(番号)
- 通信したい相手方のコンピュータが自分のネットワークにあるのか、他のネットワークにあるのかを知るには、そのコンピュータのIPアドレスのネットワークの名前(番号)の部分と比較すればよい。
- サブネットマスクは、IPアドレスにおいて、ネットワークの番号がどこにはいつているかを指定している
 - 厳密にいうと、本来の1つのネットワークを「サブネットワーク」という小さい部分に分割していて、その分割の仕方を決めるのが「サブネットマスク」。

サブネットマスク (2)

- IPアドレスと同じ形式の表記で、二進数に直した時に「1」になっている部分に対応するIPアドレスの部分を合わせたものがネットワークの名前(番号)
 - IPアドレスと同じように、1バイト(=8ビット)ごとに区切りそれぞれ10進数表記、「.」で繋ぐ表記が主に利用される。
- 例: サブネットマスクが255.255.255.0である場合の、IPアドレス192.168.123.45の解釈

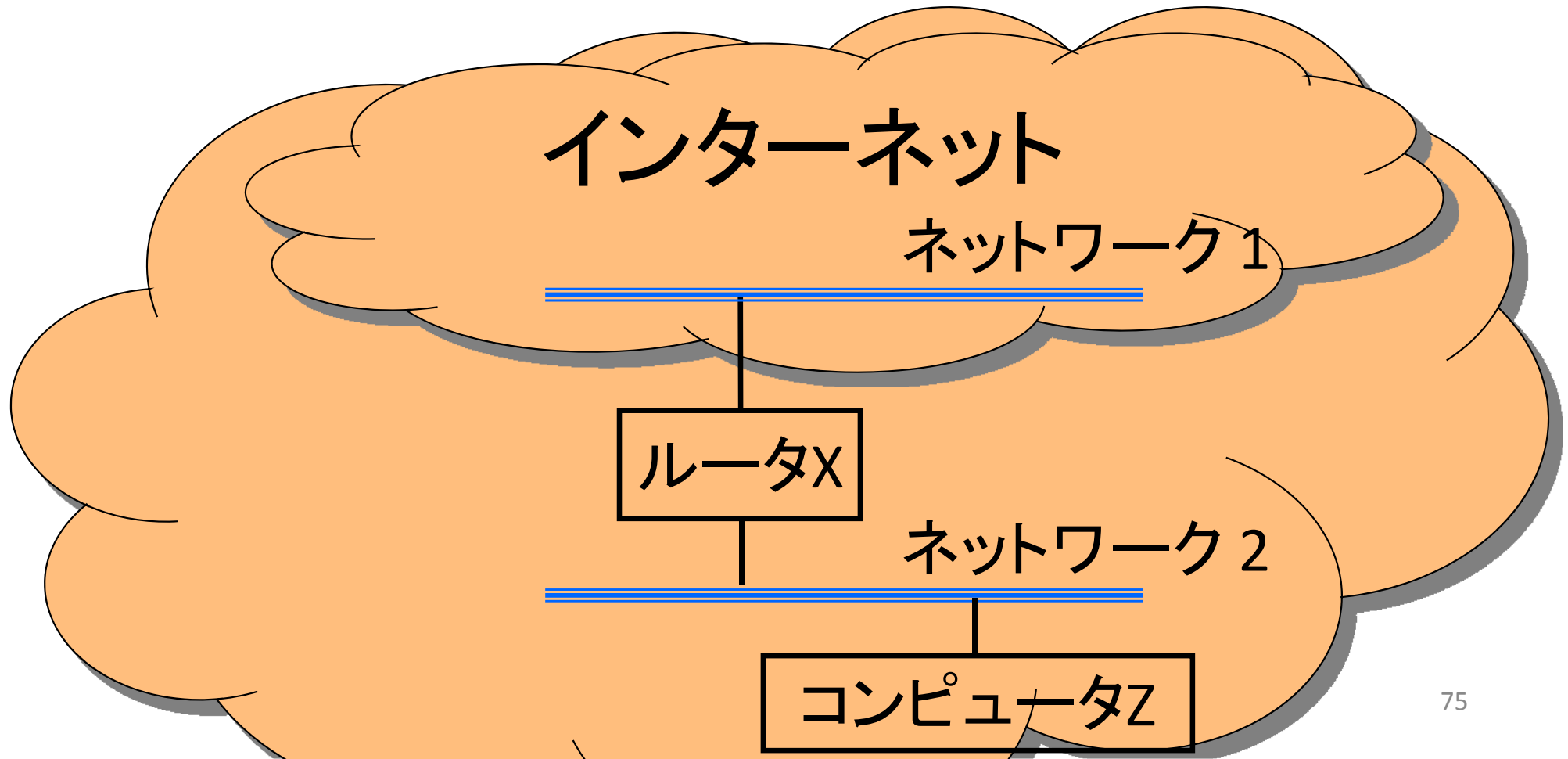


192 . 168 . 123 . 45 / 24 (CIDR表記)

上位24ビットがネットワークアドレスであることを表している

連鎖網モデル

- すでにインターネットの一部になっているネットワーク1に、
- 新しいネットワーク2をルータXにより接続すると、
- その新しいネットワーク2もインターネットの一部になれる

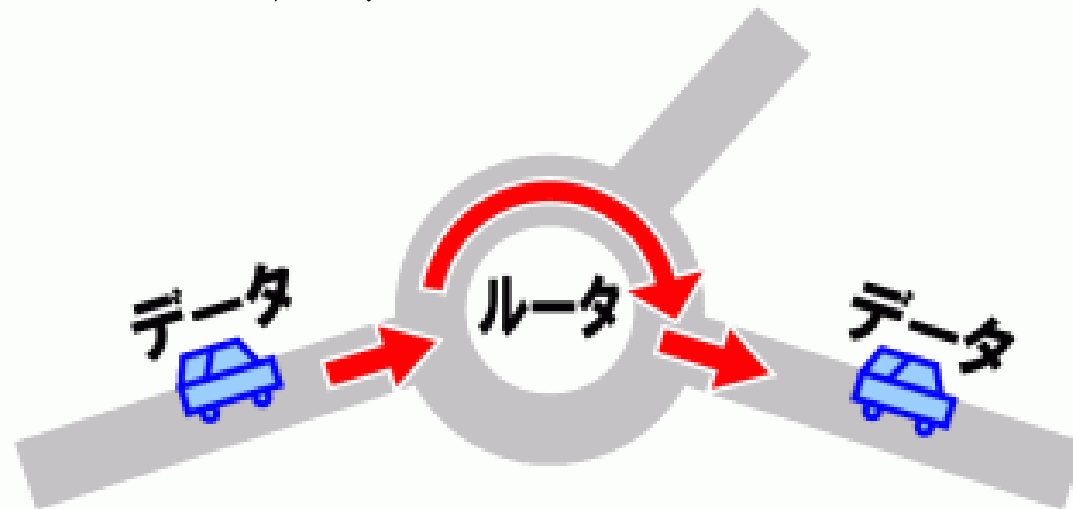


ルータとInternet Protocol

- 異なるネットワークの間でデータのやりとりをできるようにするために...
 - ルータ
 - Internet Protocol

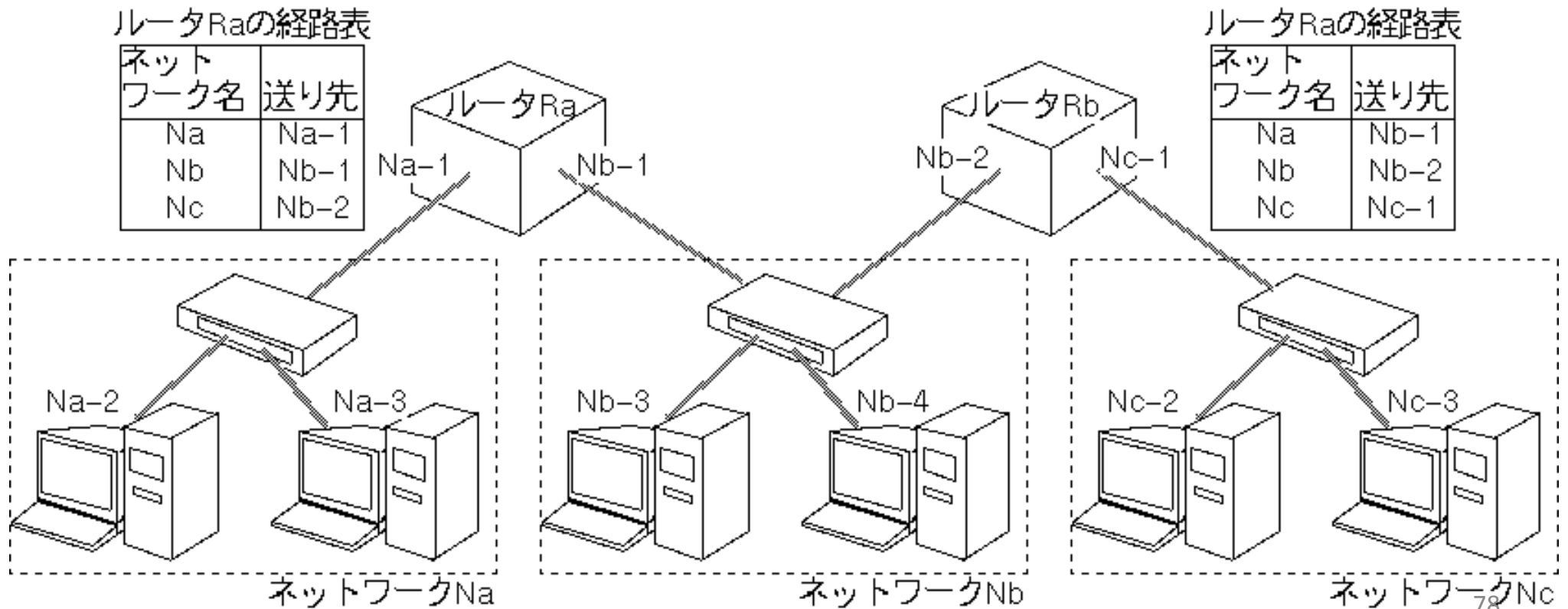
ルータの働き(1)

- 異なる2つ以上のネットワーク同士を相互接続する装置
- 相互接続をするネットワークの各々に対して1つの接続口(インタフェース)を持つ.
- その仕事は, 情報の経路制御(routingという)をすることである. 情報はパケット単位で切り刻まれている.
- 経路制御とは, ある接続口に送られてきたパケットについて, どのネットワークのどのコンピュータ(あるいはルータ)に転送すべきかをパケットについている送信先情報から決定し, そちらに配送すること.



ルータの働き(2)

- 経路制御のためにルータは経路表(ルーティングテーブル)を管理する。経路表は「ネットワーク名」と「送出する接続口」の関係を表にしたもの。



Internet Protocol

- ルータがあればネットワークを跨いで通信できるようになるはずであるが、LAN用のプロトコル(イーサネット用のプロトコル等)では当然対応できない。
- ルータによりネットワークの相互接続がなされた環境で通信するための新しいプロトコルが作られた。
- それが **Internet Protocol** (通称 IP)
- Internet Protocol が扱うデータはパケット単位。
 - IPパケットもしくはIPデータグラムと呼ばれる。
- 個別のコンピュータやルータにはIPアドレスという識別子が割り当てられる。

演習

- この教室にいる、友人に封筒に入ったチョコレートを渡したい。ただし、
 - 授業中なので歩いて友人のところに行くことはできない。
 - 友人と携帯電話により電子メールのやりとりはできる。
 - この教室にいる学生さんは、すべて
 - 前後左右の人にのみ物を渡すことができる。また、簡単のために、すべての席が埋まっているとする。
 - 自分の席の位置(前から何列目か、右からいくつ目か)を知っている
 - 授業中なのでしゃべってはいけない。
- このとき、次のこと考えてみよう。
 - 封筒の表(おもて)にはなんと書くか？
 - 事情の分からない周りの学生さんにもわかるように書かないと届かない。ここでは、「周りの学生さんは書かれていることしかできない」とする。たとえば、簡単な計算程度はできるが、「渡す方向を自分で判断して渡す」など、「どう判断したらよいか」が書かれていない場合は行動できない。
 - 封筒の表に書いてある情報を元に、各々の学生さんはどのような動作をすることを期待するか。
 - ルータの仕組みと上記の方法はどこが同じで、どこが異なるか。