

4. インターネットとインターネット・プロトコル (IP)

要点

- IP (インターネット・プロトコル) は世界中の多数のコンピュータをつなぐのに適したネットワーク標準
 - ◆ 億単位のコンピュータがつなげるネットワーク標準 (規格) はほかにない.
- IP のアドレスは位置でまとめられている
 - ◆ ネットワーク上でちかくに位置する PC はアドレス上位が一致している.
- ネットワークにループがあってもよい (ネットワークは任意のグラフ構造)
 - ◆ 障害 (断線など) が起こっても通信がきれにくい.
- パケットはルータによって転送される
 - ◆ 転送先はルーティングによってきまる.

インターネットとは？

- IP (インターネット・プロトコル) は IETF という標準化組織で標準化された, 世界中をつなぐためのネットワーク標準である.
 - ◆ IETF = Internet Engineering Task Force
- IP は世界中の多数のコンピュータをつなぐのに適したプロトコルである.
 - ◆ 億単位のコンピュータがつなげるネットワーク標準はほかにない.
- インターネットは「ネットワークのネットワーク」といわれる
 - 地域ごとのネットワークをつなぎあわせて, つくられている.

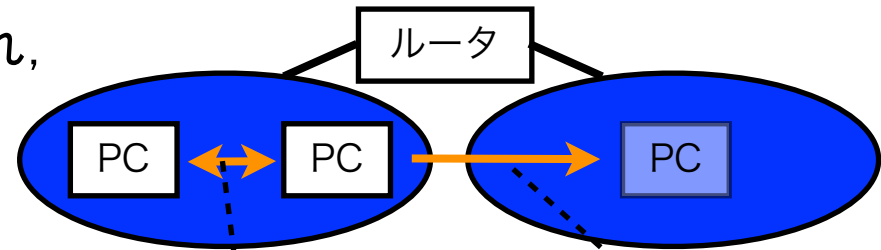
IP アドレス

■ インターネットのアドレスを IP (Internet Protocol) アドレスという。

■ ちかい位置にあるコンピュータの IP アドレスは上位が共通

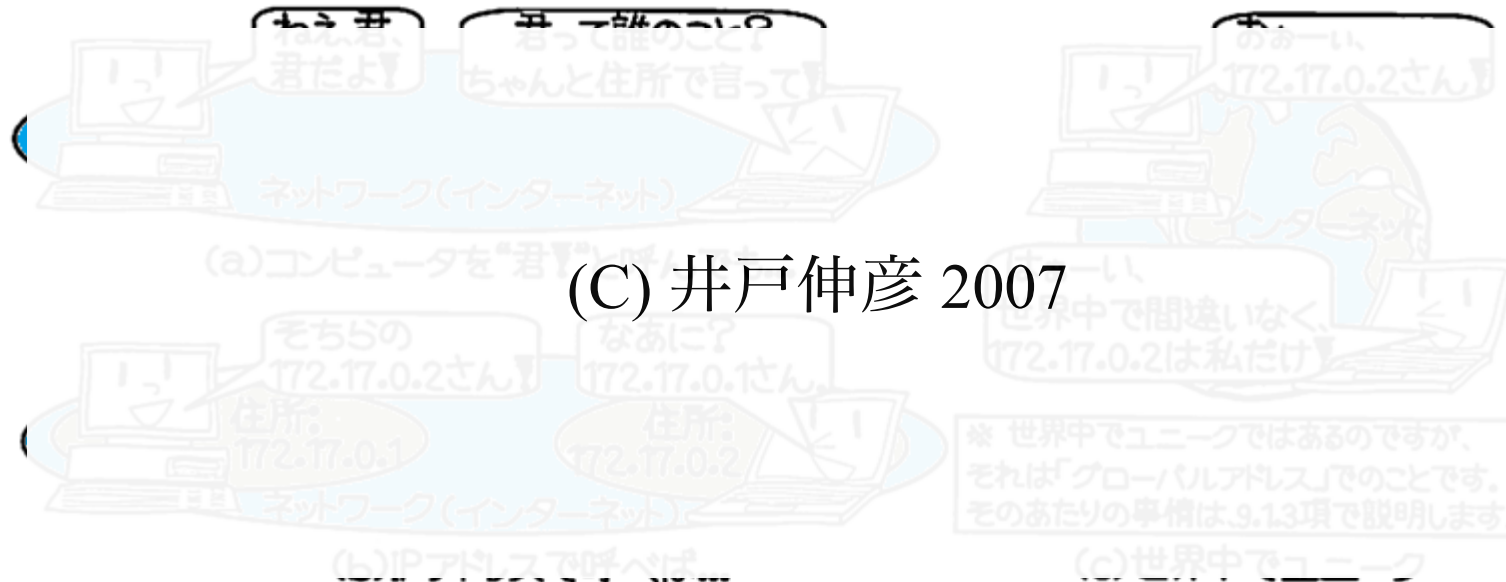
◆ ネットワークはセグメントに分けられ、セグメント内では IP アドレス上位 (サブネット) が共通。

◆ 他の位置に移動すると IP アドレスを変更する必要がある。



アドレス上位がおなじ (たとえば 133.144....)

移動したらアドレス変更が必要



(C) 井戸伸彦 2007

IP アドレス (つづき)

世界中のひとに1個ずつわりあてることもできない。

■ IP アドレスには2つのバージョンがある。

- ◆ IP バージョン 4 (IPv4) -- 現在でも主流だが、アドレス空間は32 bitしかないなので、昨年、枯渇した(新アドレスをIANAから配布できない)。
- ◆ IP バージョン 6 (IPv6) -- アドレス空間が128 bitある(天文学的な数のアドレスがある)ので、枯渇する心配がない。

Internet Assigned Numbers Authority

■ IPv4 の IP アドレス



プチ演習: IP アドレス

■ IP アドレスの記法

◆ つぎの IP アドレスを 2 進数および 16 進数で記述せよ.

10 進: 192.168.1.9

10.232.50.81

2 進:

--	--	--	--

--	--	--	--

16 進:

--	--	--	--

--	--	--	--

◆ つぎの IP アドレスを 10 進表現になおせ.

16 進: 0x 85 90 0C 62

0x CA 98 93 3A

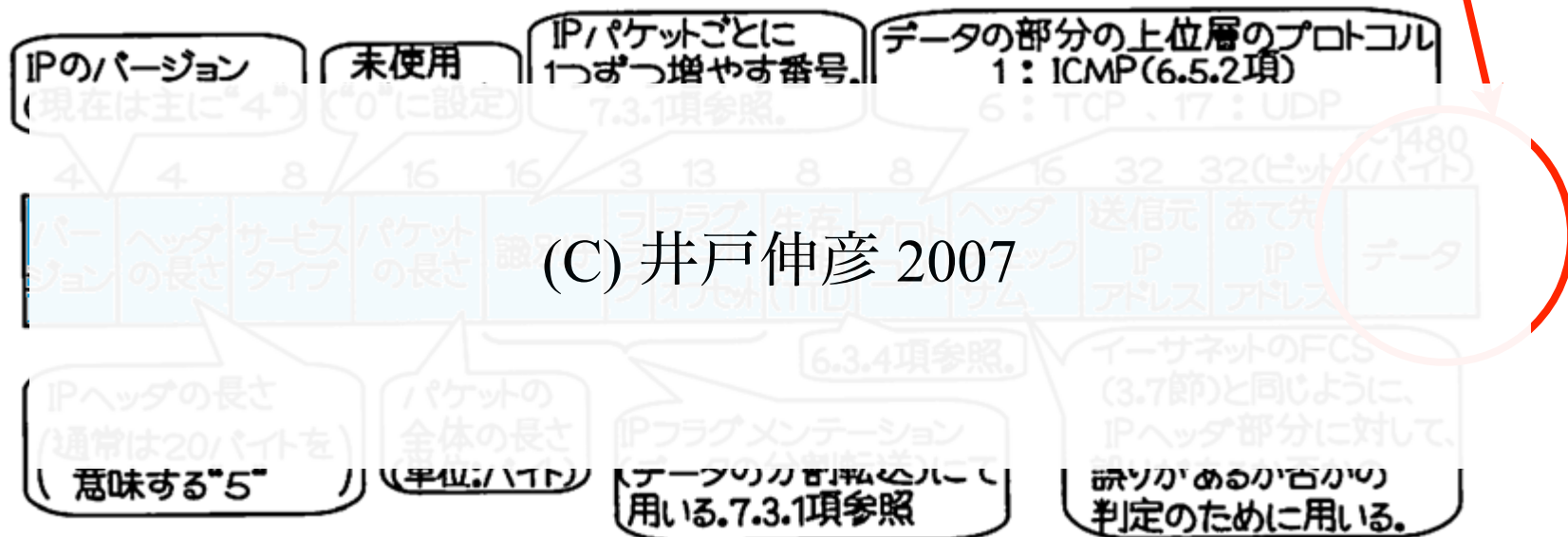
10 進: — — — —

— — — —

IP パケットのフォーマット

■ IP パケットは IP ヘッダとペイロード（内容）とで構成される。

■ IPv4 ヘッダの構造

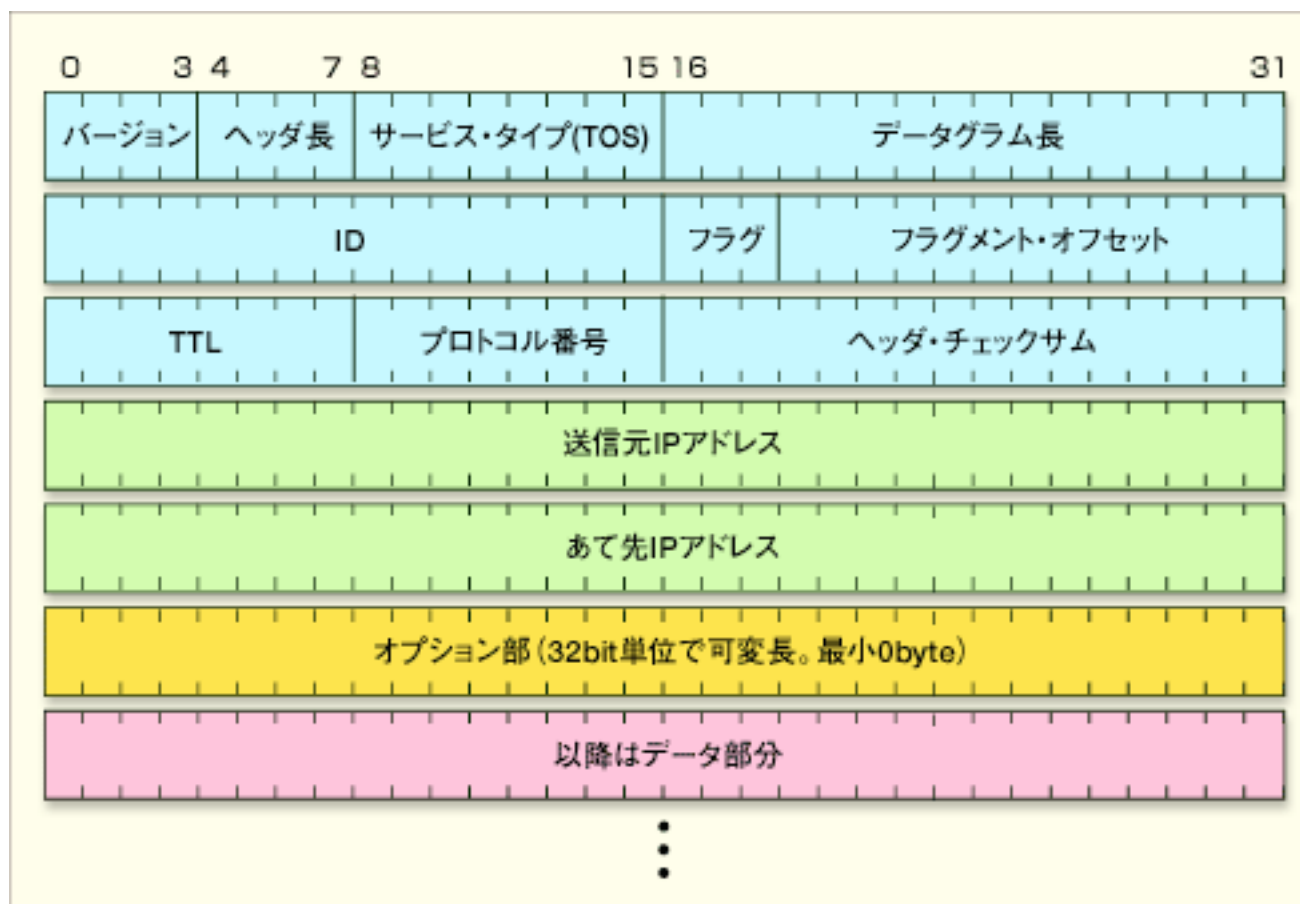


(C) 井戸伸彦 2007

図5-17 IPヘッダの形式

パケット・フォーマットの記述法と実際

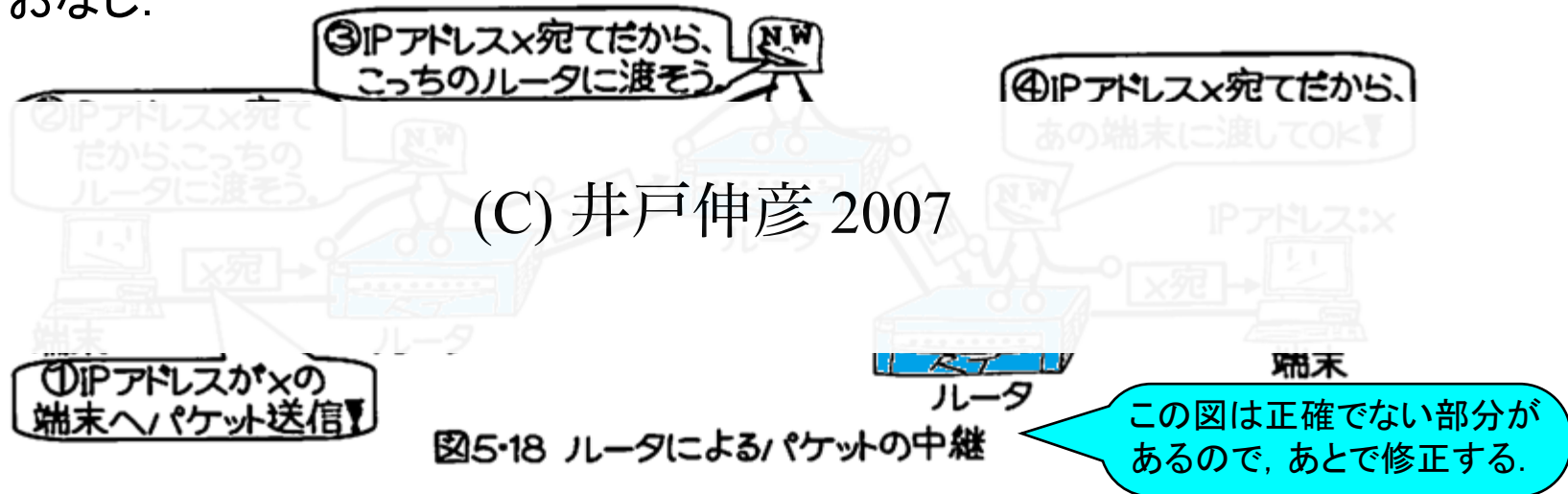
■ 4 バイトごとに改行するのが流儀



IP パケットの転送とルータ

■ IP パケットはルータによって転送される.

- ◆ パケットに受信者と送信者のアドレスがふくまれているのはイーサネットとおなじ.



- ◆ しかし、イーサネットとはちがって「サブネット」を単位として転送される.
- ◆ ただし、同一 LAN セグメント内はルータを経由せず直接または LAN スイッチ経由でとどけられる.
(このようなイーサネットと IP とのくみあわせは 5 章であつかう.)

IP アドレスの構造とサブネット

■ IP アドレスはネットワーク・アドレスとホスト ID とで構成される。

◆ ネットワーク・アドレスはちかくに位置する PC 間で共通
(サブネット内で共通)。

◆ ネットワーク・アドレスのビット数(アドレス空間のひろさ, アドレス数) はサブ
ネット (LAN) ごとにことなる。



普通はこういう接続はしない(ルータ間のネットワークに PC はつながない -- 次ページ)。

同じLAN内
(=ブロードキャストドメイン)
(=ARPにより通信できる範囲)



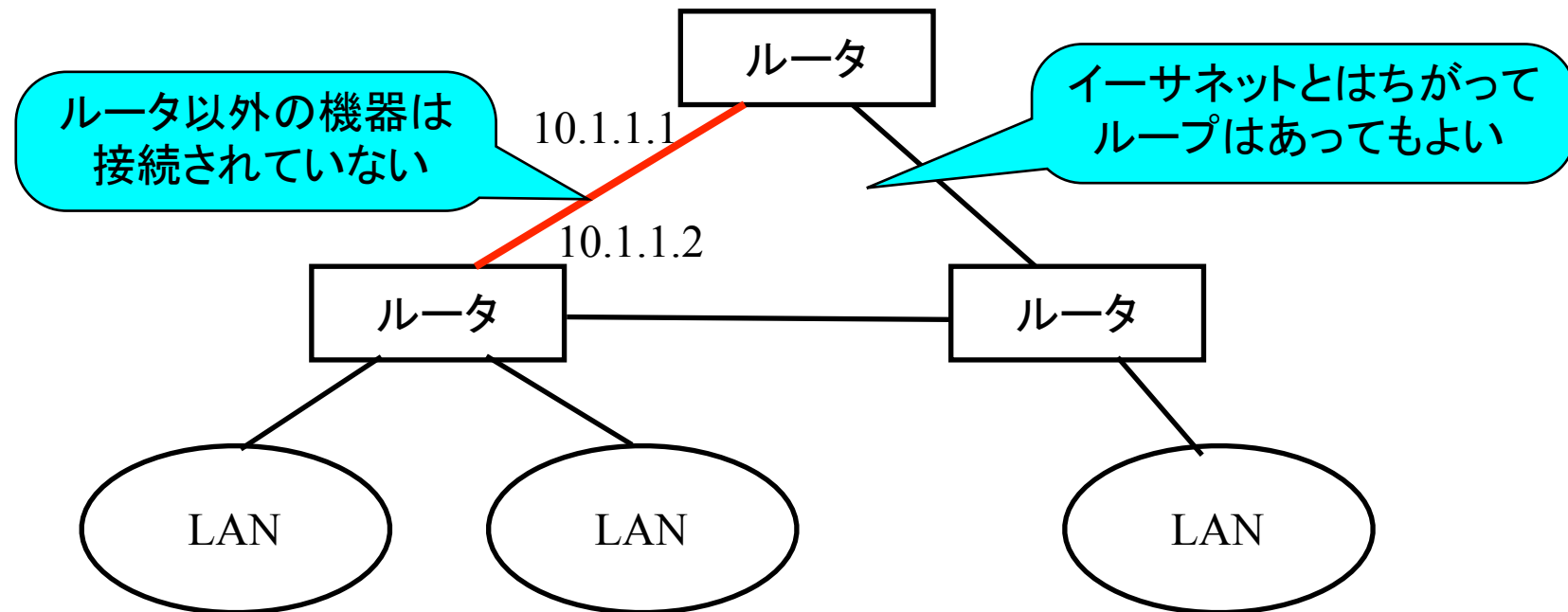
(C) 井戸伸彦 2007

(b) LANの構成
図6-1 IPアドレスの構造とLANの構成

*1: 正しくは“192.168.1/24”
と書く(6.2.3項参照)。

ルータとルータ, LAN の接続

- LAN は 1 個だけのルータに接続するのが基本.
- ルータ間をつなぐのは Ethernet とはかぎらない.
 - ◆ さまざまなメディア (L2 ネットワーク) がつかわれる: ATM, 光パス, 他.
- ルータ間を Ethernet でつなぐときも 1 本のリンクだけがあるのが普通.



3 とおりのサブネットの表現法

■ビット長による表現

- ◆ サブネットが 24 ビット, ホストアドレスが 8 ビットるとき: /24 をつける.
- ◆ 例: 192.168.1/24 または 192.168.1.0/24

■サブネット・マスクによる表現

- ◆ サブネット・マスクをつける.
- ◆ 例: 192.168.1.0/255.255.255.0

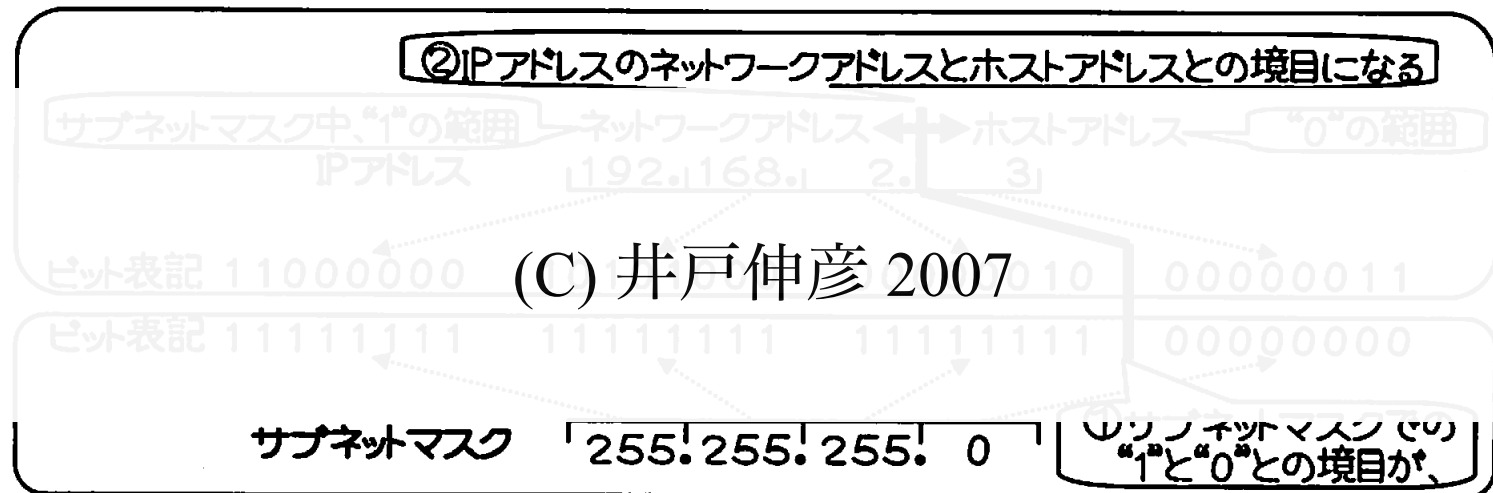


図6-2 サブネットマスク

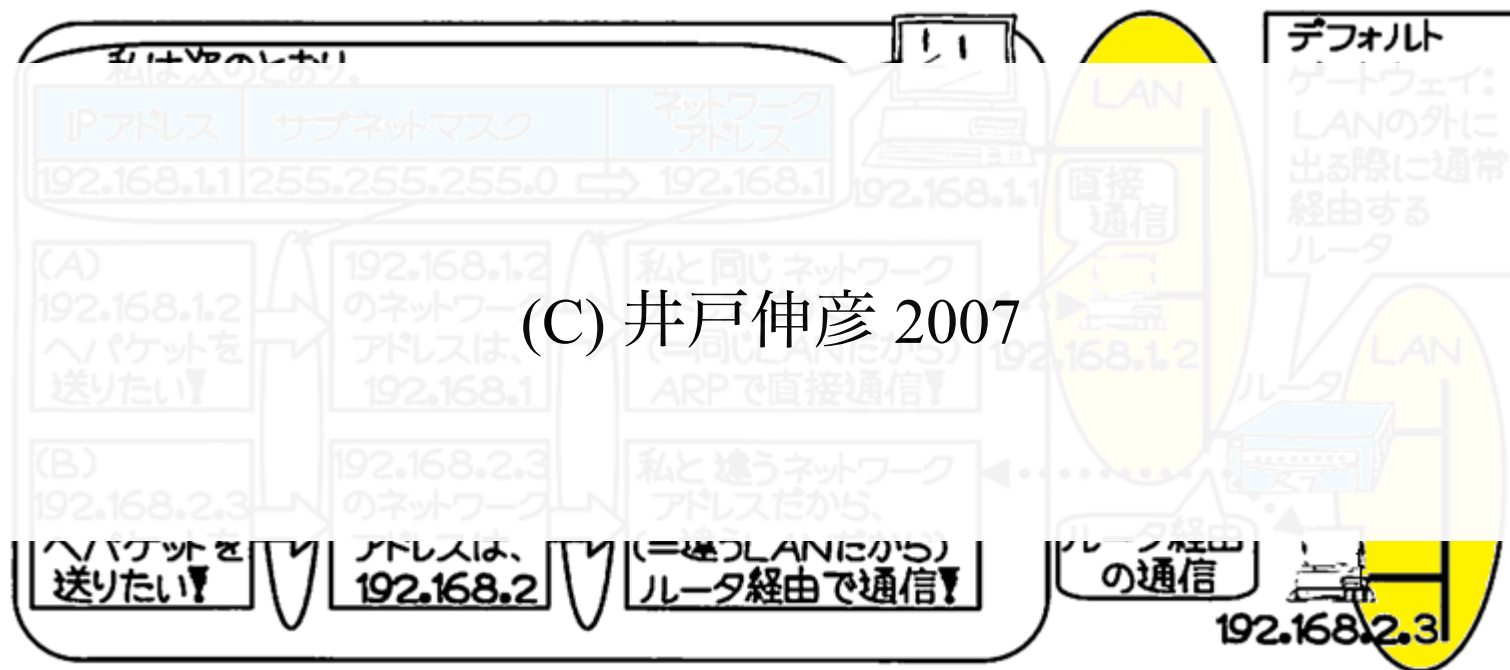
■ワイルドカードによる表現 (正規表現)

- ◆ ホストアドレスの部分をワイルドカード (*) で表現する
- ◆ 例: 192.168.1.*
- ◆ ホストアドレスが 8, 16, 24 ビットるときだけしかつかえない.

むかしはこれでだいたいいつでも表現できた

サブネット内外との通信

- サブネット内は直接, 通信する (ルータを経由しない).
- サブネット外とはデフォルト・ゲートウェイ (LAN につながったルータ) 経由で通信する.



(C) 井戸伸彦 2007

図6-3 サブネットマスクを使っての通信経路の判定

プチ演習: サブネットとホストアドレス

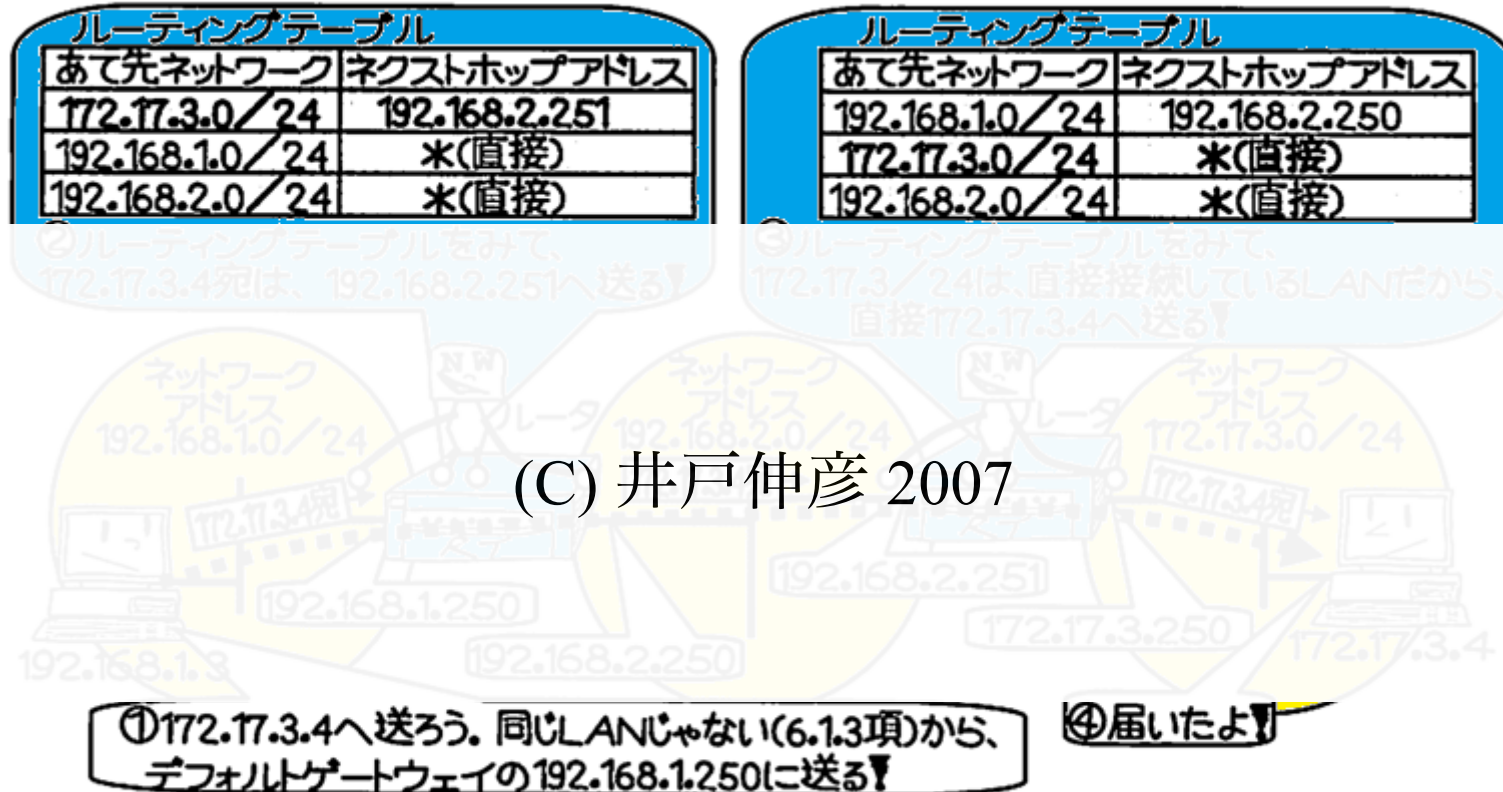
- IP アドレスが 192.168.4.3, ネットワークアドレスが 24 ビットの時, つぎの値をもとめよ.
 - ◆ サブネットマスク _____
 - ◆ ネットワークアドレス _____ / 24
 - ◆ ホストアドレス (8 ビット) ____
- ネットワークアドレスが 10.50/16, ホストアドレスが 20.100 の時, つぎの値をもとめよ.
 - ◆ サブネットマスク _____, IP アドレス _____
- IP アドレスが 192.168.4.3, ネットワークアドレスが 20 ビットの時, つぎの値をもとめよ.
 - ◆ サブネットマスク _____
 - ◆ ネットワークアドレス _____ / 24
 - ◆ ホストアドレス (8 ビット) ____
- ネットワークアドレスが 10.50.128/18, ホストアドレスが 5.20.100 の時, つぎの値をもとめよ.
 - ◆ サブネットマスク _____, IP アドレス _____

ルーティングとは?

- ルータはルーティング・テーブルにしたがってパケットの転送先（ネクストホップ）をきめる.
- パケットの経路をきめる（ルーティング・テーブルを生成する）ことを「ルーティング（経路制御）」という.
 - ◆ パケットの「転送」はパケットを直接あつかう（データ・プレーンの処理）.
 - ◆ 「ルーティング」はパケット転送のための制御をするだけ（制御プレーンの処理）である.

ルーティング・テーブルと転送

- あらかじめつくったルーティング・テーブルの内容にしたがって、IP パケットを転送する。



(C) 井戸伸彦 2007

図6.7 ルーティングテーブルによるパケットの中継

- 経路はホップごと (1 回の転送ごと) に局所的にきめられる。
 - ◆ ルータは通常はパケットの経路全体を知らない。

ルーティング・テーブルと転送（つづき）

■ 隣接ルータにイーサネットで接続されているときの転送動作

- ◆ ネクストホップ IP アドレスからそれに対応する MAC アドレスをもとめて、イーサネットのしくみにしたがって転送する。
 - MAC アドレスをもとめるには ARP テーブルをつかう -- 5 章であつかう。

ダイナミック・ルーティングとスタティック・ルーティング

■ ルーティングにはつぎの 2 種類がある.

- ◆スタティック (静的) ルーティング: 人手などであらかじめルーティング・テーブルを設定する - 再設定するまでその内容は変化しない.
- ◆ダイナミック (動的) ルーティング: ルーティング・アルゴリズムによってルーティング・テーブルを設定する - その内容はルータの動作中に変化する.

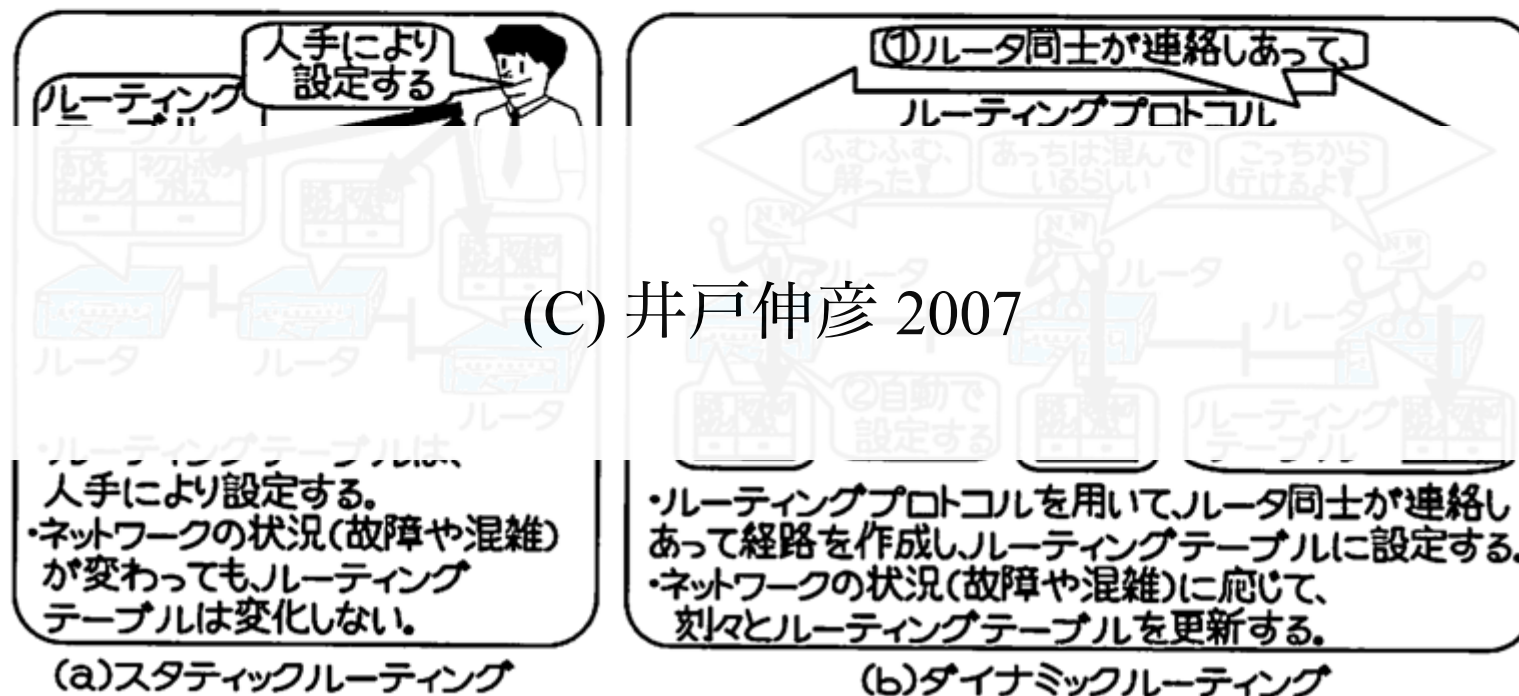


図6.11 スタティックルーティングとダイナミックルーティング

ダイナミック・ルーティングの本質

- ルーティングによってあらかじめ最短路をみつけておく.
 - ◆ パケット転送時に最短路をもとめるのは困難なので事前にもとめる.
 - ◆ みつけた転送先はルーティング・テーブルに保管する.
 - ◆ ループのあるネットワークでもパケットを最短路でとどけることができる.
- ルーティング・アルゴリズムは（近似的に）最短路をみつける.
 - ◆ 最短路探索の基本はダイクストラのアルゴリズム.
- ネットワークの構造は変化するので、最短路をもとめなおす.
 - ◆ ダイナミック・ルーティングはネットワークの変化に応じて再計算するルーティング方式.