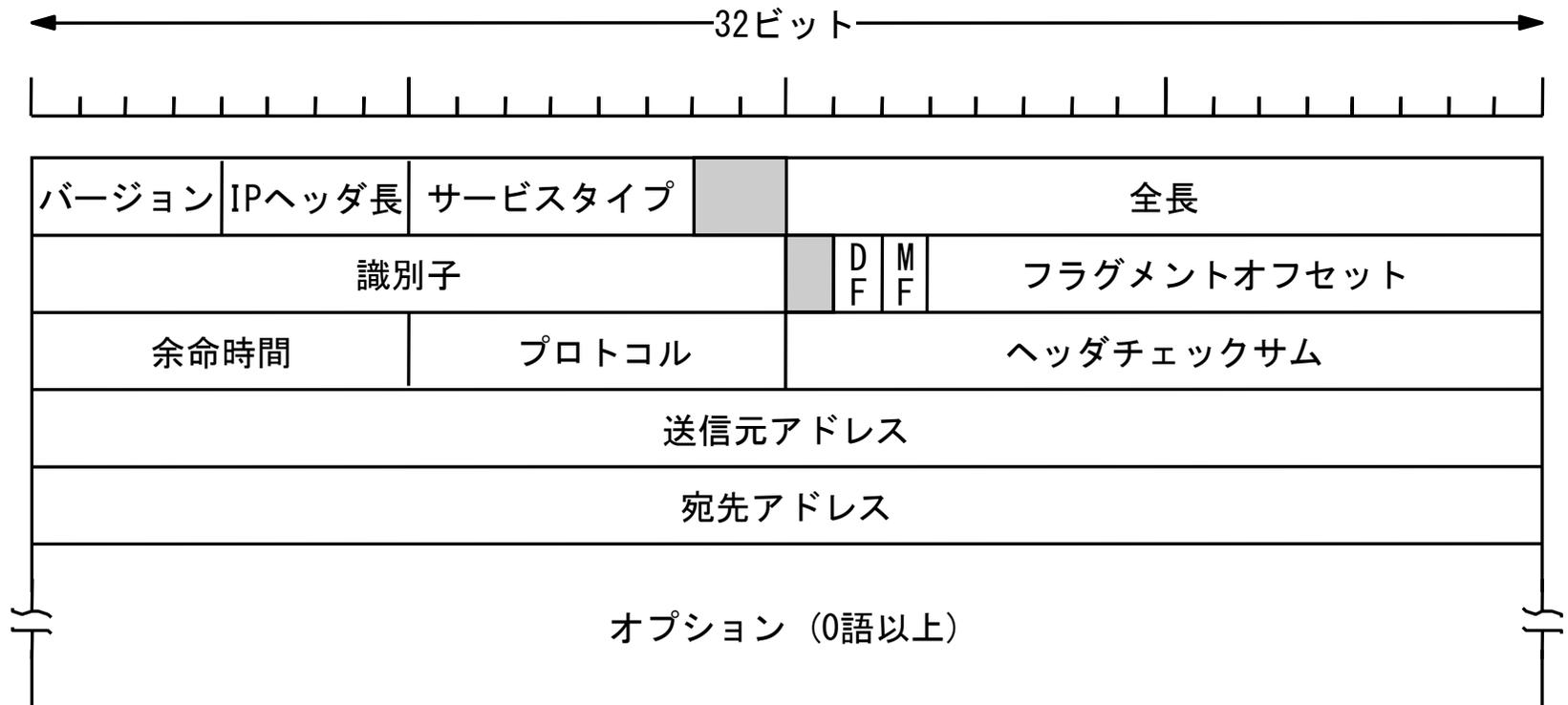


2.4 ネットワーク層(IP)

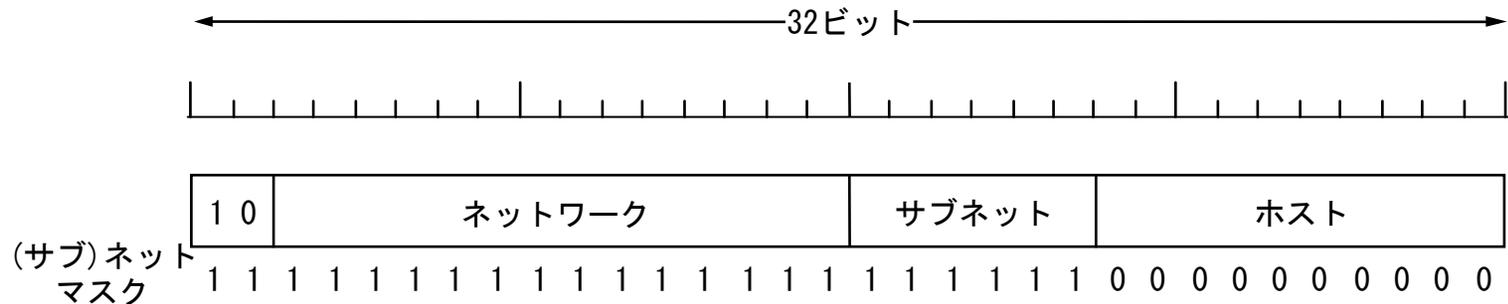
IPヘッダ



IPアドレス

- 32ビットの2進数
 - 例 : 10011101 01010010 11110110 01111000
- 8ビットずつ区切って10進数で表したものをドット(ピリオド)でつないで表記
 - 例 : 157.82.246.120

サブネット



cf. 市外局番—市内局番—加入者番号

- 組織の外からはサブネットは見えない
- ドット表記または「IPアドレス/(サブ) ネットマスク長」で表記

東京大学のサブネットの例

サブネット	アドレス
工学部2号館	133.11.82.0/23
工学部3号館	133.11.64.0/22
工学部14号館	133.11.76.0/22
新領域創成科学研究科物質系専攻	157.82.242.0/23
新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻	157.82.247.0/24
新領域創成科学研究科基盤情報学専攻	157.82.246.0/24
新領域創成科学研究科複雑理工学専攻	157.82.244.0/23

- 可変長サブネットマスク

CIDR

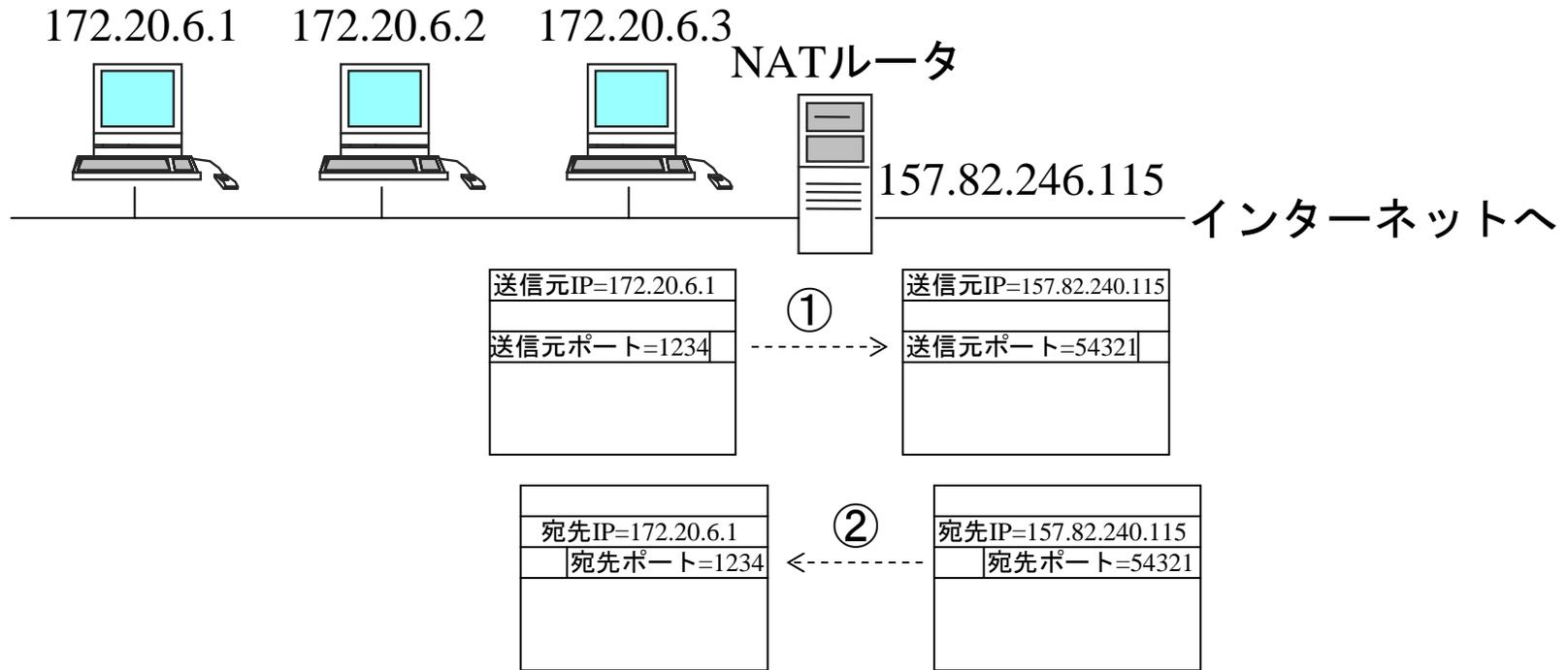
(Classless Inter Domain Routing)

- クラスCより大きな組織に対してクラスBではなく連続する 2^n 個のクラスCを与える
- トポロジ的に近いネットワークに近いアドレスを与える
 - 経路情報をまとめる
 - 194.0.0.0～195.255.255.255 ヨーロッパ
 - 198.0.0.0～199.255.255.255 北米
 - 200.0.0.0～201.255.255.255 中南米
 - 202.0.0.0～203.255.255.255 アジア・太平洋
- プロバイダを変えるとアドレスも変わる

プライベートアドレス

- 10.0.0.0/8 (クラスA×1)
- 172.16.0.0/12 (クラスB×16)
- 192.168.0.0/16 (クラスC×256)

NAT (Network Address Translation)



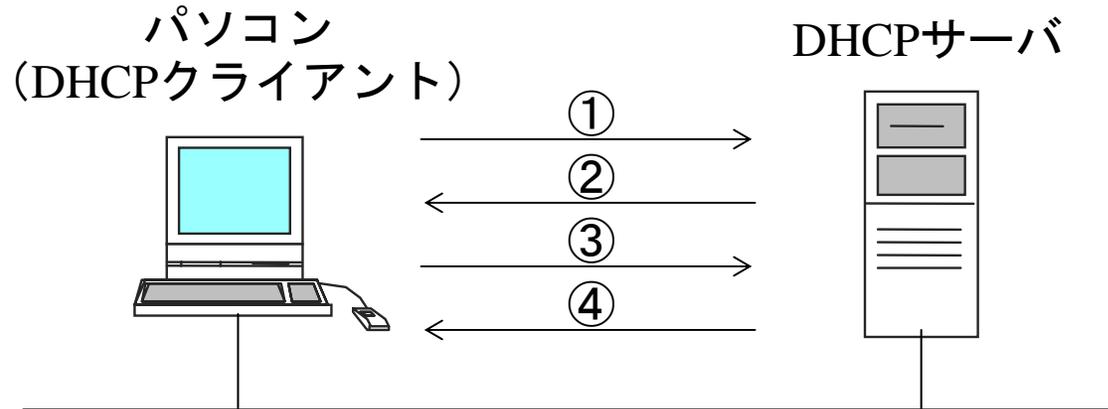
- ① 内から外に向かうパケットがあるとNATルータはポート番号を割当
- ② その後外から来るパケットについてもIPアドレスとポート番号を変換

ARP (Address Resolution Protocol)

- ネットワーク層 (ex. IP) アドレスから MACアドレスを見出す方法
- ネットワークアドレスを格納したパケットをブロードキャスト
→そのアドレスを持つ端末が応答

DHCP

(Dynamic Host Configuration Protocol)



- ① パソコンは接続しているネットワークにDHCP DISCOVERをブロードキャスト
- ② DHCPサーバはDHCP OFFERでIPアドレス、ネットマスク、デフォルトゲートウェイ、DNSサーバアドレス等を返答
- ③ パソコンは使用しようとするIPアドレスをDHCP REQUESTでDHCPサーバに送信
- ④ DHCPサーバはDHCP ACKでIPアドレスの使用を確認

APIPA

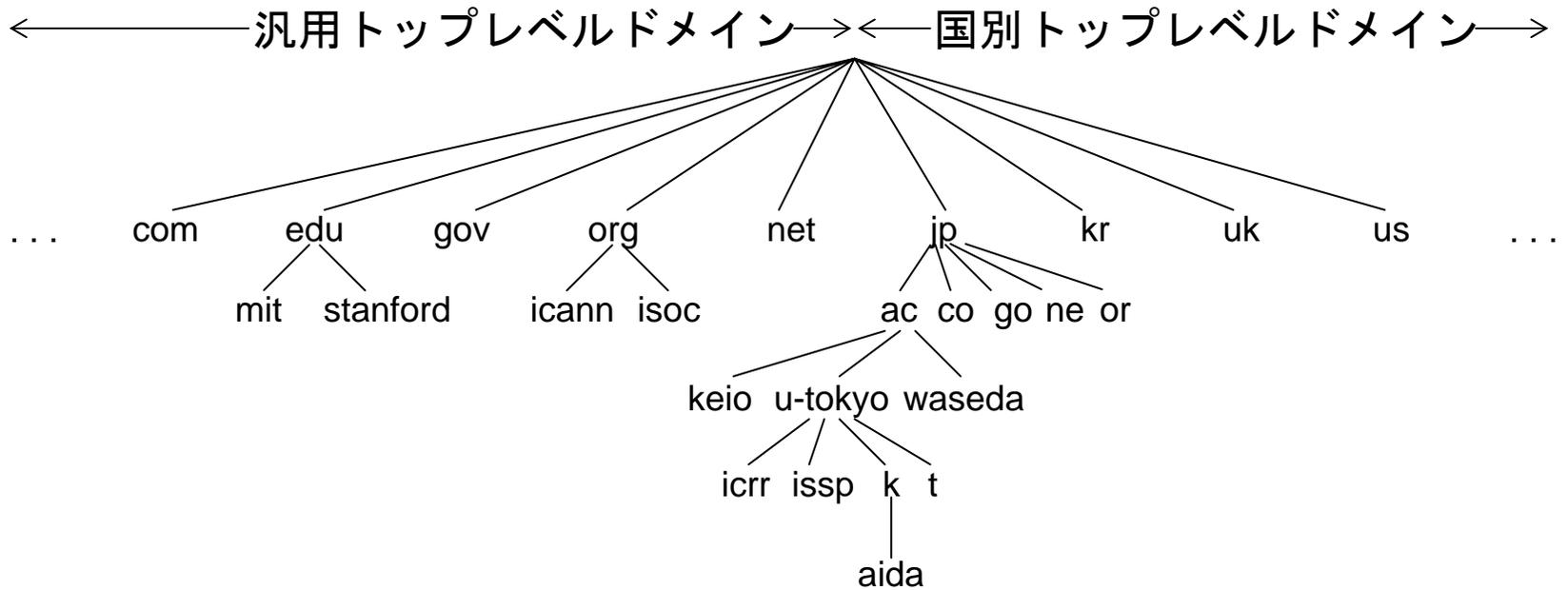
(Automatic Private IP Addressing)

- DHCPサーバからの応答がない場合、169.254.x.y/16のアドレスをランダムに選び、他の端末が使用中でないことを確認して用いる。
- パソコンとネットワークプリンタの間のネットワークなどを設定不要・DHCPサーバ不要で構成可能

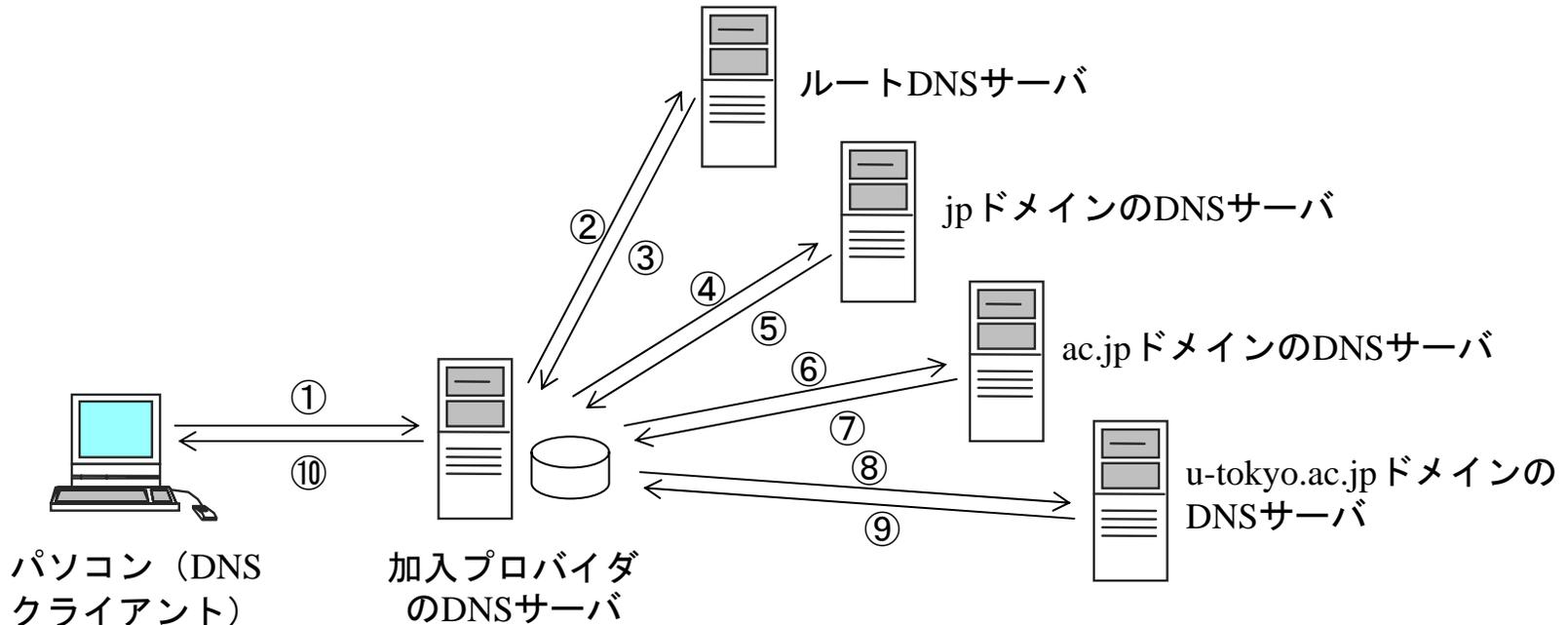
ニックネーム

- IPアドレスは数字のみで覚えにくい
→英数字+ハイフンからなるニックネーム
- NIC (Network Information Center)が世界中のコンピュータのニックネームとIPアドレスの対応表(hosts.txt)をFTPで公開
 - 頻繁に更新する必要
 - ニックネームの衝突

DNS (Domain Name System)



DNSの問い合わせ手順



- ① パソコンは加入しているプロバイダのDNSサーバに問い合わせを送る
- ② プロバイダのDNSサーバはルートDNSサーバに問い合わせを送る
- ③ ルートDNSサーバはjpドメインのDNSサーバのIPアドレスを返す
- ④ プロバイダのDNSサーバはjpドメインのDNSサーバに問い合わせを送る
- ⑤ jpドメインのDNSサーバはac.jpドメインのDNSサーバのIPアドレスを返す
- ⑥ プロバイダのDNSサーバはac.jpドメインのDNSサーバに問い合わせを送る
- ⑦ ac.jpドメインのDNSサーバはu-tokyo.ac.jpドメインのDNSサーバのIPアドレスを返す
- ⑧ プロバイダのDNSサーバはu-tokyo.ac.jpドメインのDNSサーバに問い合わせを送る
- ⑨ u-tokyo.ac.jpドメインのDNSサーバはIPアドレスを返す
- ⑩ プロバイダのDNSサーバはIPアドレスをパソコンに返す

WindowsのIPアドレスの設定

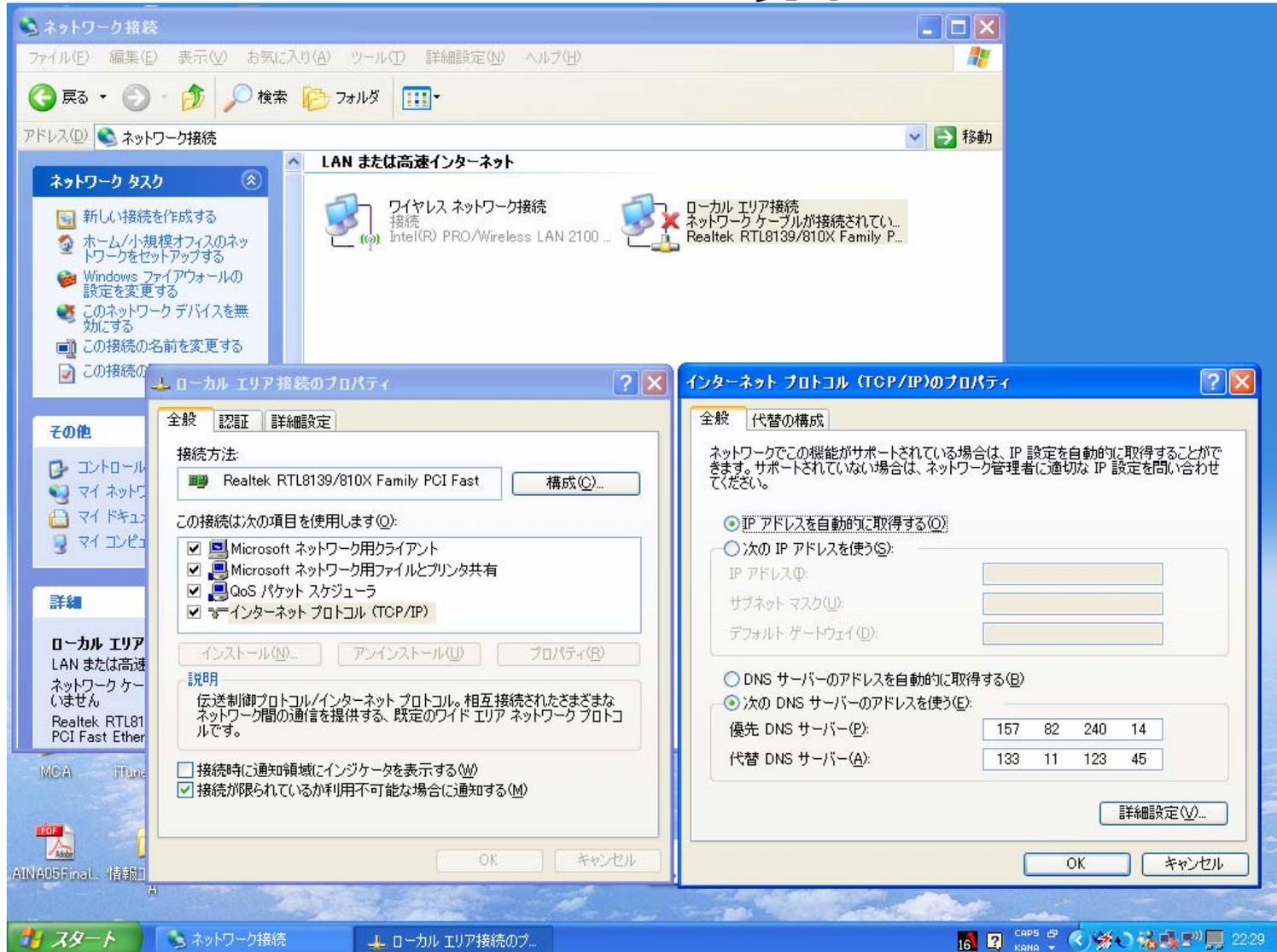
The screenshot displays the Windows XP network configuration interface. The main window is titled "ネットワーク接続" (Network Connections) and shows a "LAN または高速インターネット" (LAN or High-Speed Internet) connection. The connection is identified as "ワイヤレス ネットワーク接続" (Wireless Network Connection) using a Realtek RTL8139/810X Family PCI Fast Ethernet adapter.

Two configuration dialog boxes are open:

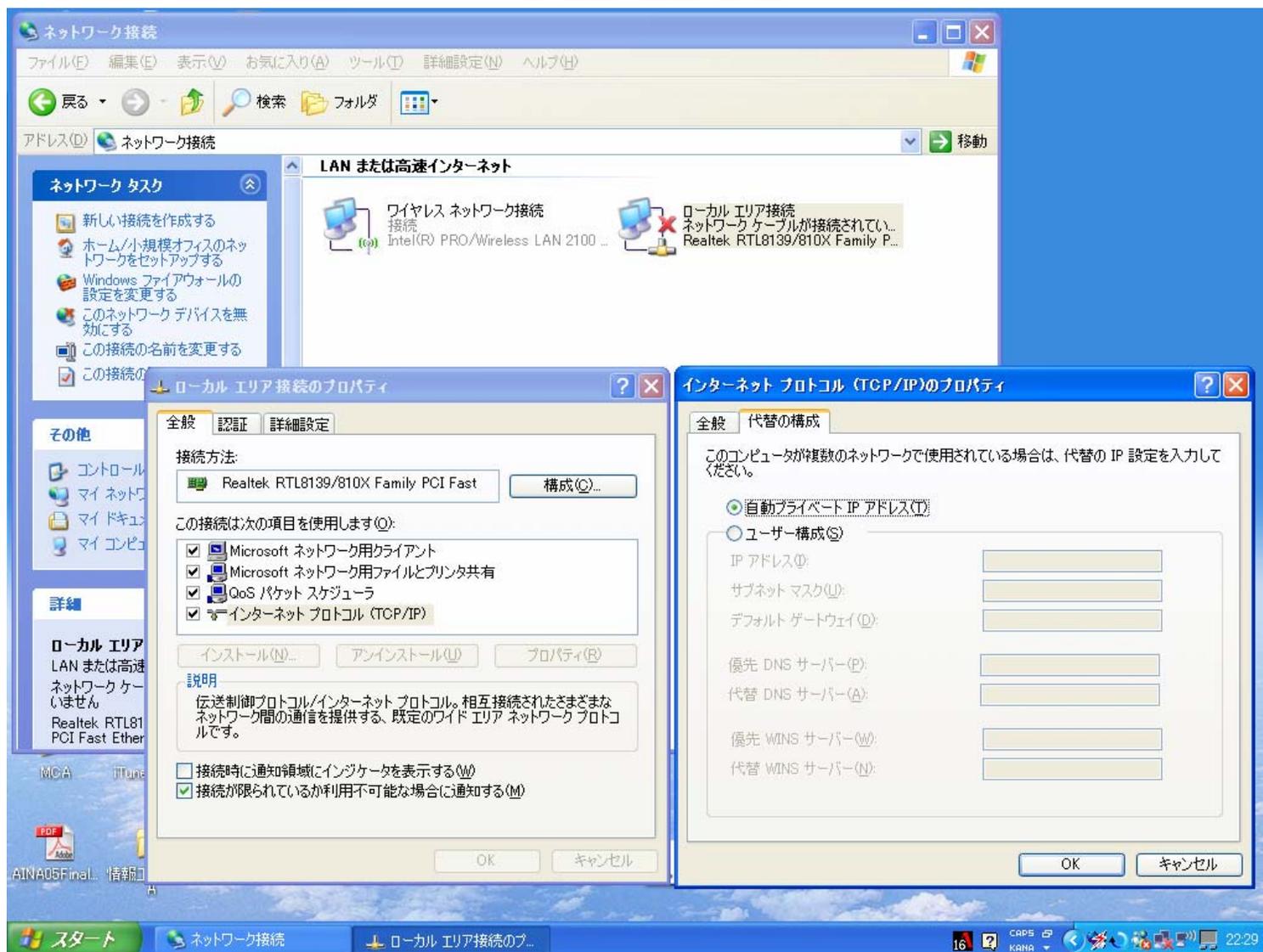
- ローカル エリア接続のプロパティ** (Local Area Connection Properties):
 - 接続方法: Realtek RTL8139/810X Family PCI Fast
 - この接続は次の項目を使用します (この):
 - Microsoft ネットワーク用クライアント
 - Microsoft ネットワーク用ファイルとプリンタ共有
 - QoS パケット スケジューラ
 - インターネット プロトコル (TCP/IP)
- インターネット プロトコル (TCP/IP) のプロパティ** (Internet Protocol (TCP/IP) Properties):
 - 接続方法: Realtek RTL8139/810X Family PCI Fast
 - この接続は次の項目を使用します (この):
 - IP アドレスを自動的に取得する (O)
 - 次の IP アドレスを使う (S):
 - IP アドレス (I): 157 82 246 120
 - サブネット マスク (U): 255 255 255 0
 - デフォルト ゲートウェイ (D): 157 82 246 1
 - DNS サーバーのアドレスを自動的に取得する (B)
 - 次の DNS サーバーのアドレスを使う (E):
 - 優先 DNS サーバー (P): 157 82 240 14
 - 代替 DNS サーバー (A): 133 11 123 45

The taskbar at the bottom shows the Start button, network connection icons, and the system tray with the date and time (22:28).

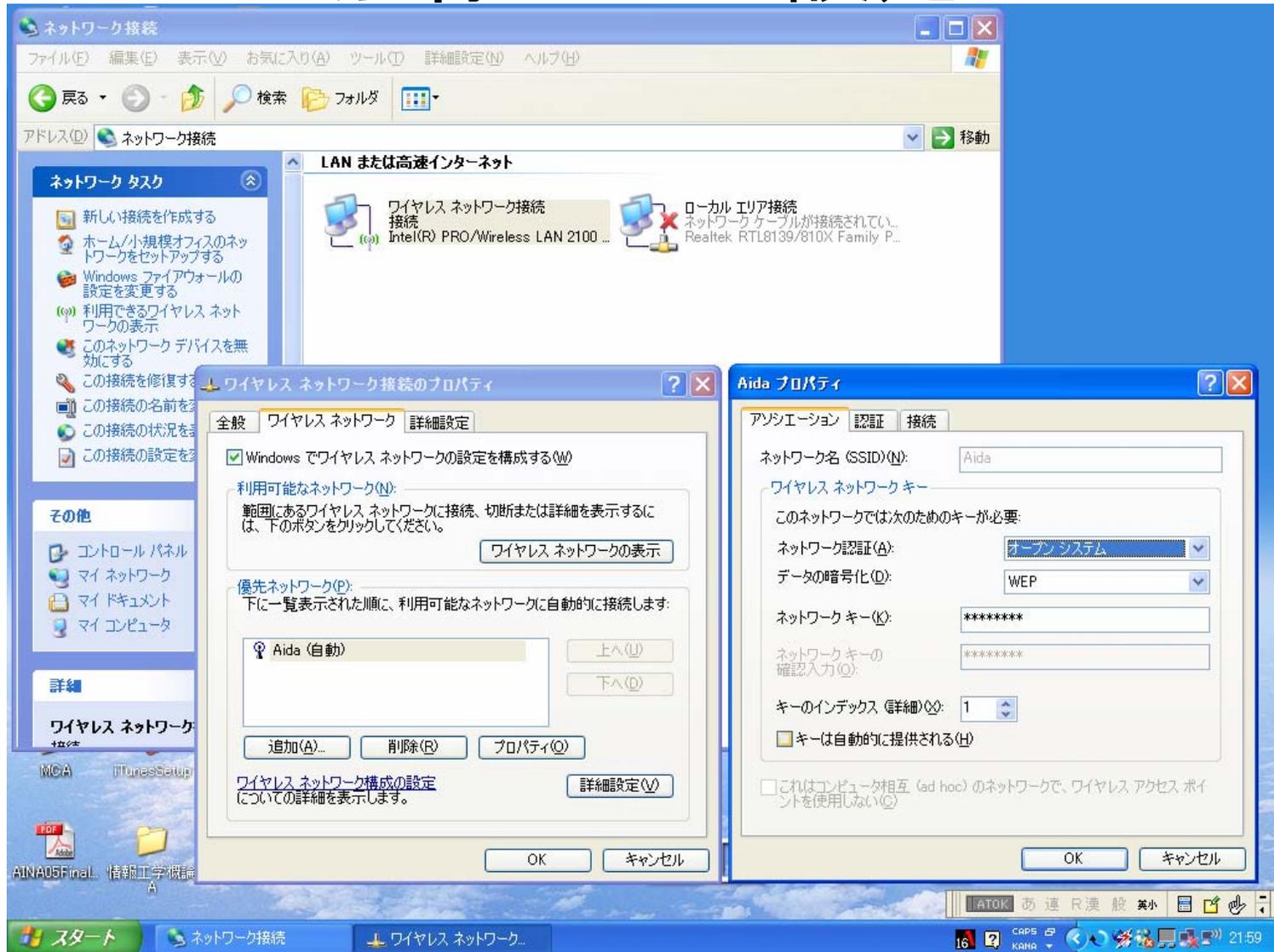
DHCPの場合



APIPA



無線LANの設定



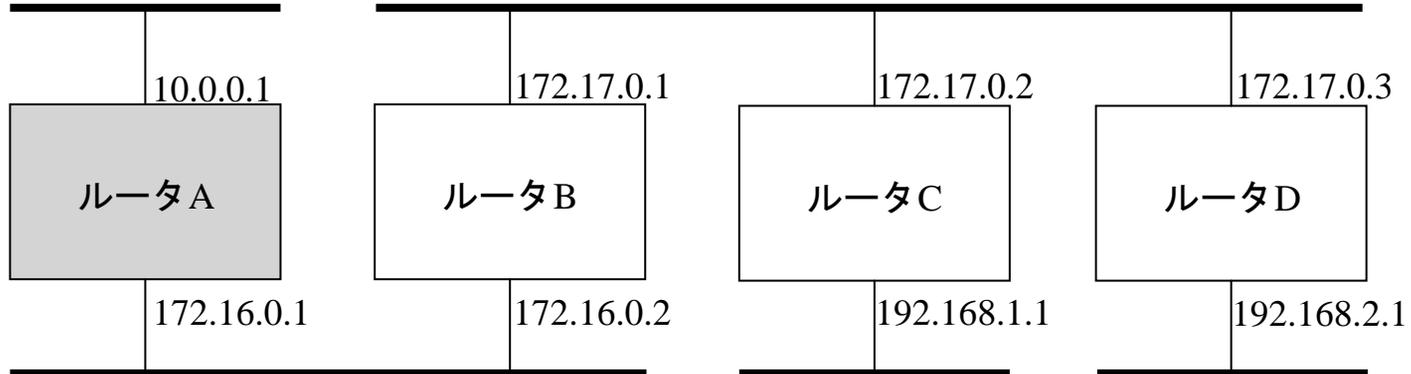
パケットの転送

- パケットを中継する装置：ルータ
- 届いたパケットが自分宛なら処理
- 自分と同じサブネットのホスト宛ならARPで宛先のMACアドレスを見出して転送
- 自分と異なるサブネットのホスト宛なら自分と同じサブネット上にある他のルータに転送

リピータ／ブリッジ／ルータ

リピータ	ブリッジ	ルータ
全てのフレームを中継	MACアドレスの全桁を見て中継	IPアドレスの一部を見て中継
物理層	データリンク層	ネットワーク層
リピータ自体にアドレスは不要	ブリッジ自体にアドレスは不要	ポート毎に異なるサブネットに属するIPアドレス（とMACアドレス）が必要
ブロードキャストを伝搬する	ブロードキャストを伝搬する	ブロードキャストを通常伝搬しない

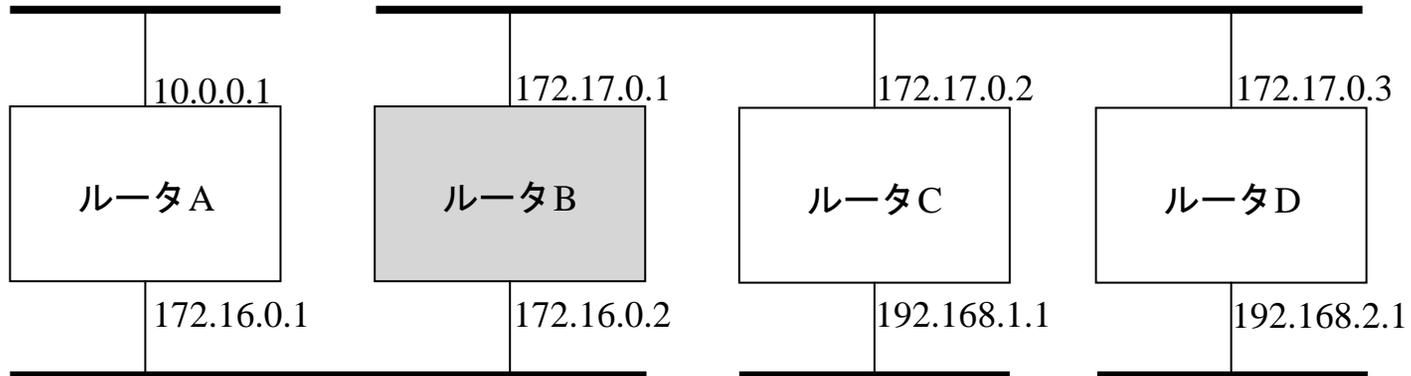
ルーティングテーブル



ルータ A のルーティングテーブル

宛先ネットワーク	ネットマスク	転送先
10.0.0.0	255.0.0.0	10.0.0.1
172.16.0.0	255.255.0.0	172.16.0.1
172.17.0.0	255.255.0.0	172.16.0.2
192.168.1.0	255.255.255.0	172.16.0.2
192.168.2.0	255.255.255.0	172.16.0.2

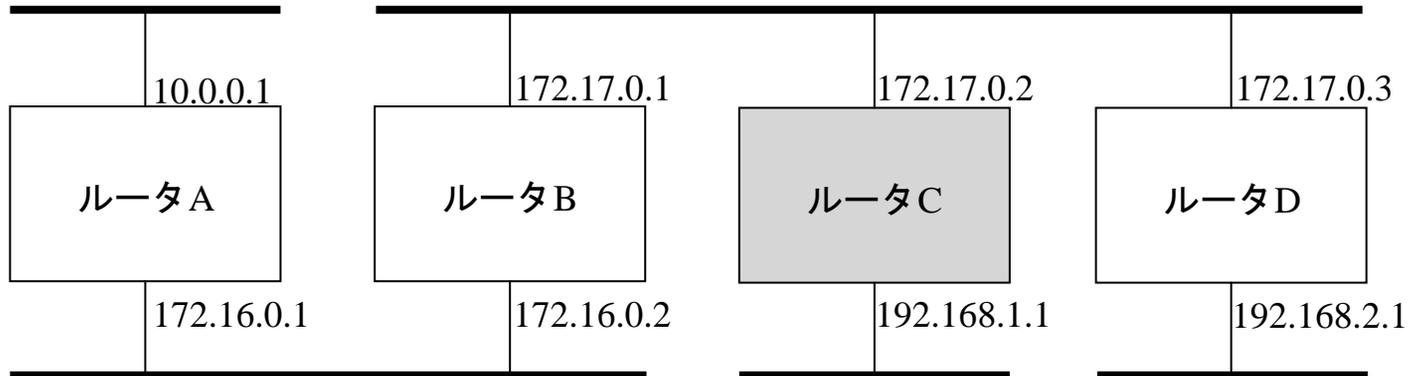
ルーティングテーブル



ルータBのルーティングテーブル

宛先ネットワーク	ネットマスク	転送先
10.0.0.0	255.0.0.0	172.16.0.1
172.16.0.0	255.255.0.0	172.16.0.2
172.17.0.0	255.255.0.0	172.17.0.1
192.168.1.0	255.255.255.0	172.17.0.2
192.168.2.0	255.255.255.0	172.17.0.3

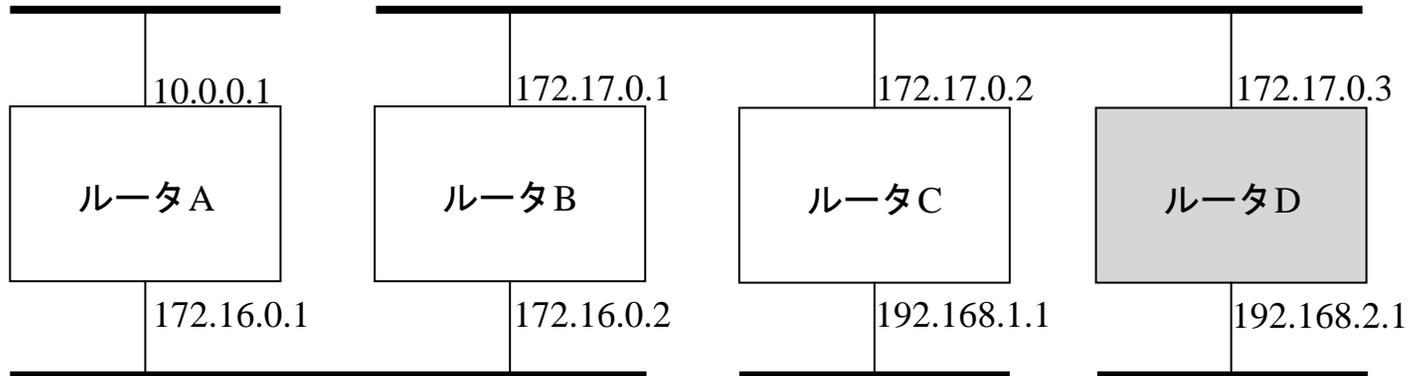
ルーティングテーブル



ルータCのルーティングテーブル

宛先ネットワーク	ネットマスク	転送先
10.0.0.0	255.0.0.0	172.17.0.1
172.16.0.0	255.255.0.0	172.17.0.1
172.17.0.0	255.255.0.0	172.17.0.2
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.1
192.168.2.0	255.255.255.0	172.17.0.3

ルーティングテーブル



ルータDのルーティングテーブル

宛先ネットワーク	ネットマスク	転送先
10.0.0.0	255.0.0.0	172.17.0.1
172.16.0.0	255.255.0.0	172.17.0.1
172.17.0.0	255.255.0.0	172.17.0.3
192.168.1.0	255.255.255.0	172.17.0.2
192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.2.1

デフォルトルート

- インターネット中の全てのネットワークをルーティングテーブルに書くことは困難
- 「その他のネットワーク」を一括してアドレス0.0.0.0、ネットマスク0.0.0.0で表現
- 「デフォルトゲートウェイ」のみ設定することも多い

netstatコマンド

C:\Documents and Settings\aida>netstat -r

Route Table

Interface List

0x1 MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 03 ff ff ff fe Intel 21041-Based PCI Ethernet Adapter (Generic)
- パケット スケジューラ ミニポート

Active Routes:

Network Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.131.254	192.168.131.65	30
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
192.168.131.0	255.255.255.0	192.168.131.65	192.168.131.65	30
192.168.131.65	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	30
192.168.131.255	255.255.255.255	192.168.131.65	192.168.131.65	30
224.0.0.0	240.0.0.0	192.168.131.65	192.168.131.65	30
255.255.255.255	255.255.255.255	192.168.131.65	192.168.131.65	1

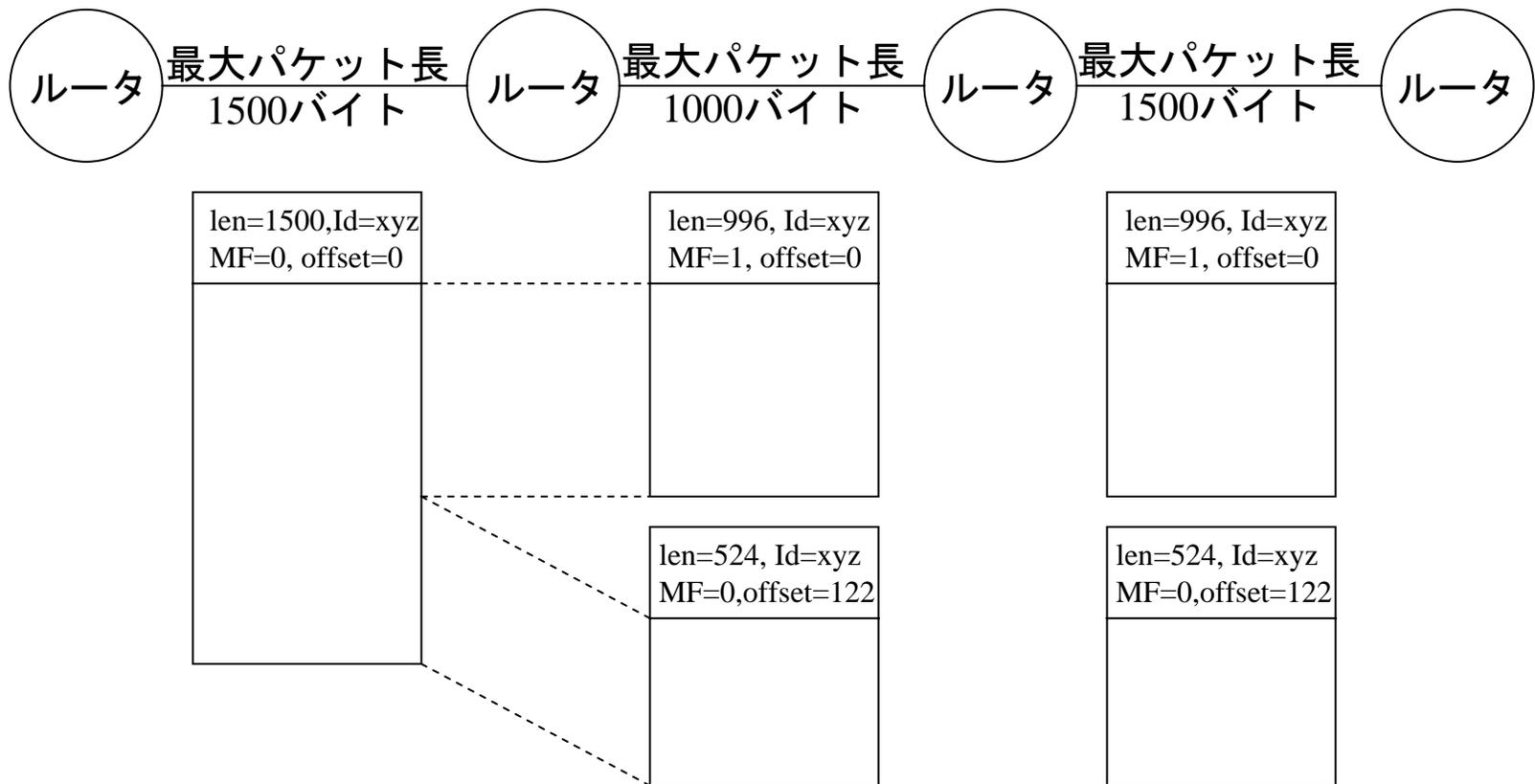
Default Gateway: 192.168.131.254

Persistent Routes:

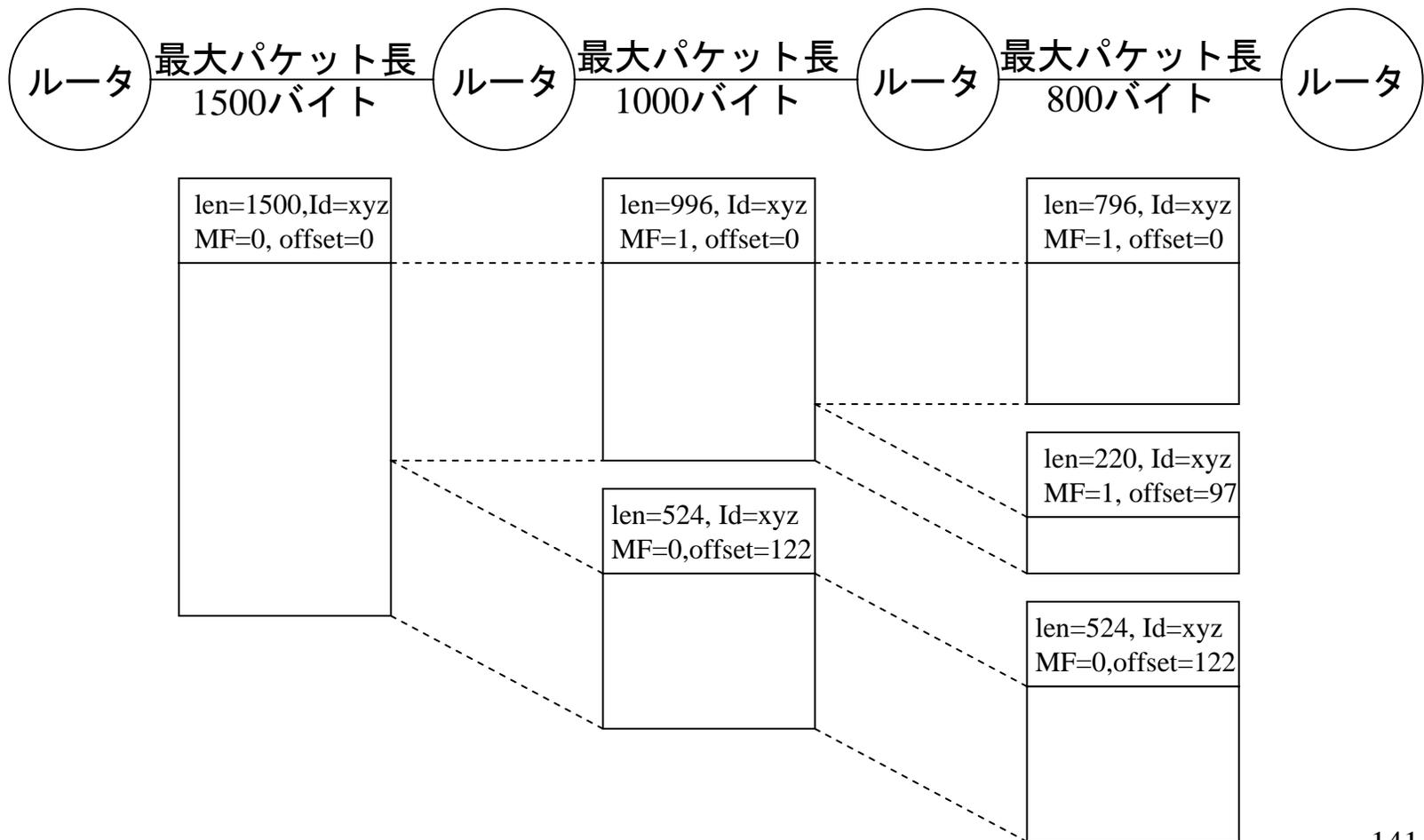
None

C:\Documents and Settings\aida>

パケット分割



パケット分割



ICMP (Internet Control Message Protocol)

タイプ	名称
0	エコー応答
3	宛先到達不能
4	送信元抑制
5	方向変換
8	エコー要求
11	生存時間超過
12	パラメータ障害
13	タイムスタンプ要求
14	タイムスタンプ応答

タイプ=3のコード

コード	説明
0	宛先ネットワーク到達不能
1	宛先ホスト到達不能
2	宛先プロトコル到達不能
3	宛先ポート到達不能
4	Don't Fragmentが指定されたパケットの分割が必要
5	ソースルート失敗
6	宛先ネットワーク不明
7	宛先ホスト不明
8	送信元ホスト隔離中
9	宛先ネットワークとの通信を管理上禁止中
10	宛先ホストとの通信を管理上禁止中
11	このサービス種別では宛先ネットワーク到達不能
12	このサービス種別では宛先ホスト到達不能

tracert(traceroute)コマンド

```
C:\Documents and Settings\aida>tracert www.yahoo.com
```

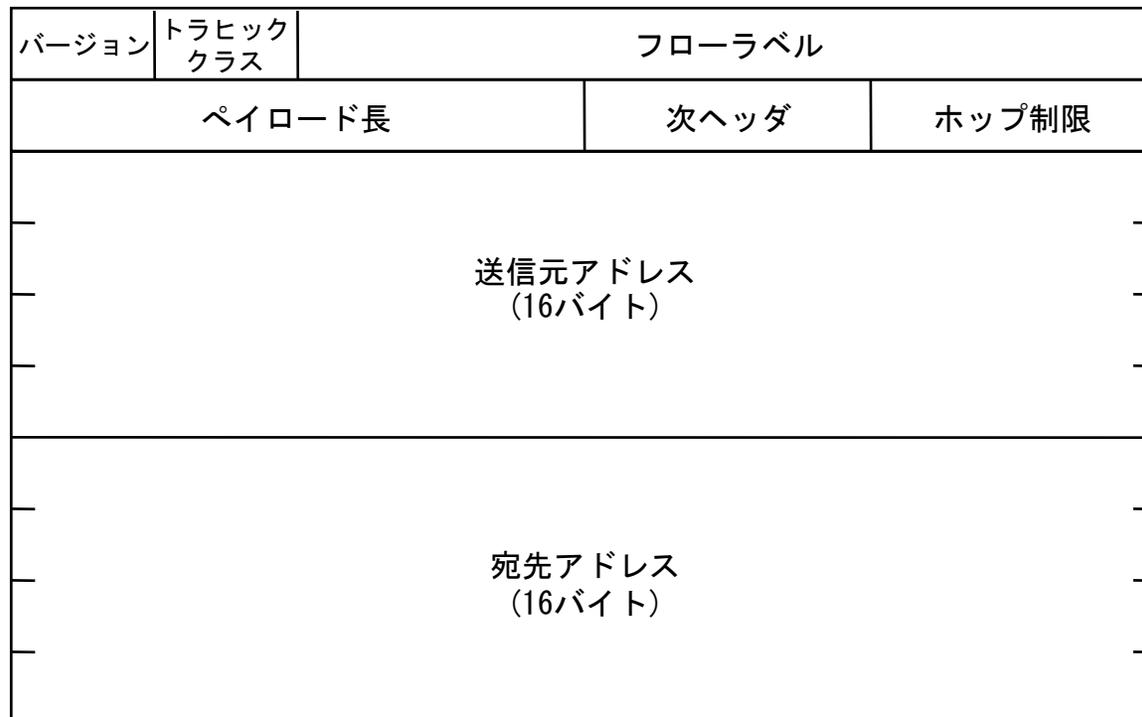
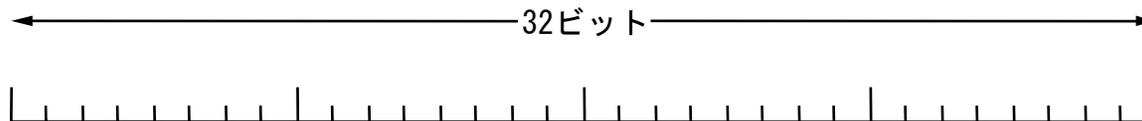
```
Tracing route to www.yahoo.akadns.net [216.109.118.72]  
over a maximum of 30 hops:
```

1	7 ms	2 ms	1 ms	192.168.131.254
2	5 ms	2 ms	2 ms	157.82.246.2
3	5 ms	2 ms	2 ms	157.82.240.60
4	5 ms	4 ms	3 ms	ra37-vlan3.nc.u-tokyo.ac.jp [133.11.127.78]
5	6 ms	4 ms	4 ms	tokyo-S1-G2-0.sinet.ad.jp [150.99.197.169]
6	6 ms	6 ms	4 ms	JT-tokyo-S1-P3-0.sinet.ad.jp [150.99.197.37]
7	7 ms	5 ms	5 ms	nii-S1-P4-0.sinet.ad.jp [150.99.197.22]
8	6 ms	9 ms	5 ms	nii-gate2-P2-0.sinet.ad.jp [150.99.199.174]
9	194 ms	181 ms	193 ms	nii-gate3-p0-3.sinet.ad.jp [150.99.198.254]
10	195 ms	192 ms	183 ms	65.59.192.25
11	196 ms	193 ms	194 ms	ge-0-3-0.bbr2.NewYork1.Level3.net [209.247.9.209]
12	200 ms	199 ms	195 ms	as-1-0.bbr2.Washington1.Level3.net [64.159.1.86]
13	208 ms	196 ms	207 ms	ge-9-0.ipcolo2.Washington1.Level3.net [4.68.121.44]
14	200 ms	189 ms	199 ms	unknown.Level3.net [166.90.148.10]
15	204 ms	208 ms	209 ms	UNKNOWN-216-109-120-207.yahoo.com [216.109.120.207]
16	203 ms	200 ms	201 ms	p9.www.dcn.yahoo.com [216.109.118.72]

```
Trace complete.
```

```
C:\Documents and Settings\aida>
```

IPv6ヘッダ



拡張ヘッダ

拡張ヘッダ	内容
ホップバイホップオプション	ルータに関する様々な情報
宛先オプション	宛先に関する付加情報
ルーティング	訪問すべきルータの厳密でないリスト
フラグメント化	データグラムフラグメントの管理
認証	送信元の身元確認
暗号化された安全ペイロード	暗号化された内容に関する情報