

インターネットの仕組み

情報科学の世界 2
2024 年度前期
佐賀大学理工学部 只木進一

- ① インターネットの仕組み
- ② インターネットデバイスの設定
- ③ MAC アドレス
- ④ IP アドレスとネットワークアドレス
- ⑤ アドレス空間の構造
- ⑥ DNS: Domain Name System
- ⑦ IP Routing
- ⑧ DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol
- ⑨ IPv4/IPv6
- ⑩ 課題

インターネットデバイスの設定

PC に設定しているインターネット関連の情報を見る

- Windows11 で情報を表示する
- コマンドプロンプトの表示
 - 検索窓で「コマンドプロンプト」と入力
- コマンドの実行
 - `ipconfig /all`
- Mac はターミナルで実行
 - `ifconfig`

```

C:\>コマンド プロンプト
Windows IP 構成

ホスト名 . . . . . hirohata017
プライマリ DNS サフィックス . . . . .
ノード タイプ . . . . . バroadcast
IP ルーティング有効 . . . . . はい
WINS プロキシ有効 . . . . . はい
DNS サフィックス検索一覧 . . . . . static, ro.sasg-u.ac.jp

イーサネット アダプター イーサネット:

接続固有の DNS サフィックス . . . . . static, ro.sasg-u.ac.jp
説明 . . . . . Intel(R) Ethernet Connection (3) I219
LM
物理アドレス . . . . . 37-52-12-58-82-F8
DHCP 有効 . . . . . はい
自動構成有効 . . . . . はい
IPv6 アドレス . . . . . 2001:2::22:000:75a0:1100:0000:0000
先)
一時 IPv6 アドレス . . . . . 2001:2::22:330:1517:3300:4065:4200:0000
先)
リンクローカル IPv6 アドレス . . . . . fe80::79a8:4c02:8318:31a2::%{先)
IPv4 アドレス . . . . . 193.49.51.2 (優先)
サブネット マスク . . . . . 255.255.255.0
リース取得 . . . . . 2020年5月26日 12:14:45
リースの有効期限 . . . . . 2020年5月26日 12:14:45
デフォルト ゲートウェイ . . . . . fe80::250:5c0f:fec0:a950
193.49.51.254
DHCP サーバー . . . . . 193.49.51.2
DHCPv6 IAID . . . . . 57244900
DHCPv6 クライアント DUID . . . . . 00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00-00
-F8
DNS サーバー . . . . . 193.49.51.2
193.49.4.1
NetBIOS over TCP/IP . . . . . 有効

```

インターネットデバイスの設定

- MAC アドレス: 通信ハードウェアの ID
- IP アドレス
- ネットマスク
- ブロードキャストアドレス
- デフォルトルートアドレス
- 名前解決のための情報

スマートフォンの設定

- WiFi に接続したスマートフォンにも同様の設定
- 歯車記号 → ネットワークとインターネット → WiFi → 歯車記号 → 詳細設定

MAC (Media Access Control) アドレス

- 通信ハードウェアのアドレス
 - 48 ビット: $2^{48} \simeq 2.8 \times 10^{14}$ (280 兆)
 - 製造元と個体特定のアドレスで構成
- Ethernet プロトコルでは、同一ネットワーク内での識別に利用
- IP アドレスとの関係を見る
 - `arp -a`

サブネットワーク: subnetworks

- インターネットはネットワークの相互接続
- 組織内のネットワークも小さなサブネットワークに分割
 - 管理効率・セキュリティ向上
 - 混雑緩和
- ネットワーク間を結ぶルータ (routers)
- ネットマスクを使ってネットワークを識別
 - 自ネットワークか他ネットワークか

IP アドレスとネットワークアドレス

- 通信デバイスにアドレスを付与
 - 32 ビットアドレス: $2^{32} \simeq 4.3 \times 10^9$ (43 億)
 - 通常は 8 ビット (octet) 毎に分ち書き: 人間が見やすいように
 - 例: 133.49.4.7
- IP アドレスはネットワーク部とホスト部から構成される
 - 分かれる部分は、ネットマスクで指定
 - ピリオドの位置とは違う場合もある

例：24 ビットネットマスク

10 進	255	255	255	0	netmask
16 進	FF	FF	FF	00	
2 進	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	
10 進	133	49	51	12	IP address
2 進	1 0 0 0 0 1 0 1	0 0 1 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 0 1 1	0 0 0 0 1 1 0 0	
2 進	1 0 0 0 0 1 0 1	0 0 1 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 0 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	
10 進	133	49	51	0	Network address

3通りのネットワークアドレス標記

- 133.49.51.0/**24**
- 133.49.51.0/**255.255.255.0**
- 133.49.51.0/**FFFFFF00**

例：22ビットネットマスク

10 進	255	255	252	0	netmask
16 進	FF	FF	FC	00	
2 進	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0	
10 進	133	49	51	12	IP address
2 進	1 0 0 0 0 1 0 1	0 0 1 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 0 1 1	0 0 0 0 1 1 0 0	
2 進	1 0 0 0 0 1 0 1	0 0 1 1 0 0 0 1	0 0 1 1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	
10 進	133	49	48	0	Network address

3通りのネットワークアドレス標記

- 133.49.48.0/22
- 133.49.48.0/255.255.252.0
- 133.49.48.0/FFFFFFC00

24ビットネットワーク4つが一まとまり

ブロードキャストアドレス: Broadcast address

- ブロードキャスト
 - 同一ネットワーク内への一斉送信
- ネットワークアドレス空間の末尾アドレスを使用
 - 133.49.50.0/24 の場合: 133.49.50.255
 - 133.49.48.0/22 の場合: 133.49.51.255

グローバルアドレス: global addresses

- 世界中で一意に設定しなければならない
- 使えるネットワークアドレスの割り当て組織が存在
 - JPNIC : 国内のアドレス割り当てを実施
<https://www.nic.ad.jp/>
 - 佐賀大学は 133.49.0.0/16 を保有
- 組織内のサブネット
 - 組織が自律的に管理
- 世界的に貴重な資源: 国内では有料

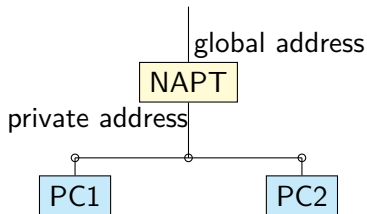
ネットワーククラス

クラス	アドレス範囲	説明
A	0.0.0.0 – 127.255.255.255	8 ビットネットワークアドレス 先頭は 0b0
B	128.0.0.0 – 191.255.255.255	16 ビットネットワークアドレス 先頭は 0b10
C	192.0.0.0 – 223.255.255.255	24 ビットネットワークアドレス 先頭は 0b110

プライベートアドレス: private addresses

- プライベートアドレス
 - 組織内で自由に割り当てて良い
 - 外部に出してはいけない
- 10.0.0.0/8
- 172.16.0.0/12
- 192.168.0.0/16
- 組織内、家庭用

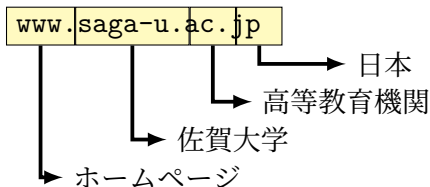
NAPT: Network Address and Port Translation



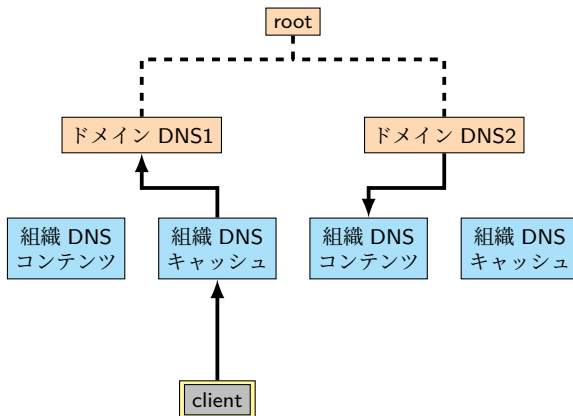
- NAPT の外部アドレスは、グローバルアドレス
- 通信は、外部アドレスからのものになる
- プライベートアドレスは、外部からは見えない
- 通信を識別するために、ポート番号を使用

ドメイン名

- IP アドレスは覚えられない
- 意味のある名前を付ける
- アプリケーションは、IP アドレスで接続することに注意
- 名前から IP アドレスを取得する仕組み: DNS



DNS の階層構造



DNS を試してみる

- コマンドプロンプトから
 - nslookup ホスト名

FQDN : Fully Qualified Domain Name

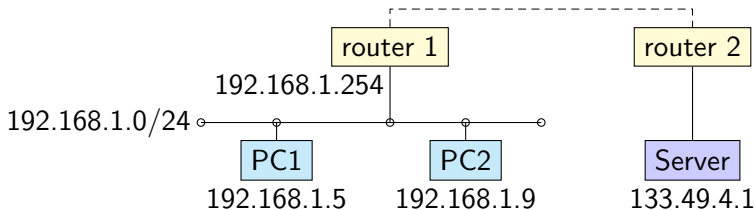
- DNS によって指定されたホスト名
- ドメイン名の重要性
 - go.jp: 日本の政府機関
 - ac.jp: 日本の高等教育機関及び 18 歳以上を対象とする専門学校・各種学校
 - co.jp: 国内で登記している会社組織
- 日本での管理組織: 株式会社日本レジストリサービス
<https://jprs.co.jp/>

IP Routing

- 一つのネットワークには、一つのネットワークアドレス
- ルータ (router) : 異なるネットワークを繋ぐ通信機器
- 宛先 IP アドレスから、宛先ネットワークアドレスを計算
 - ネットワークインターフェースのネットマスクを使用
 - 宛先ネットワークに応じて、パケットを送り出すネットワークインターフェースを選択
- ルーティングテーブル: routing tables
 - ネットワークアドレス毎に使用するインターフェースを定義
 - デフォルトルート (default route): 知らないネットワークアドレス宛に使用する

例：クライアント PC など

- 宛先 IP アドレスから、宛先ネットワークアドレスを計算
 - 自身のネットマスクを使用
- 自身のネットワークでない場合には、デフォルトルートへ
- 自身のネットワークである場合には、イーサネットプロトコルで通信



- PC1 から Server への通信
 - Server のネットワークアドレス 133.49.4.0 は、自ネットワークではない
 - デフォルトルート 192.168.1.254 へパケットを送信
- PC1 から PC2 への通信
 - PC2 のネットワークアドレス 192.168.1.0 は、自ネットワーク
 - イーサネットプロトコルで直接通信

ルータの機能

- ネットワークアドレス毎に次の転送先を保持
 - routing table を保持
 - routing table を router 間で交換するプロトコル
 - 知らないアドレスは、上位（デフォルト）へ転送
- パケット内の転送回数を一つ増やす
- 転送回数を超えたパケットを破棄

デフォルトルートアドレス

Default Route Address

- 次の転送先が分からない場合の転送先
- クライアントの場合には、最近接のルータのアドレス
- ルータの場合には、上位最近接のルータのアドレス

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

- コンピュータへの IP アドレス等の設定
 - ある程度知識が必要
 - 間違えると通信できない
 - 他のデバイスに迷惑がかかる
- エンドユーザが使うクライアントでは正確な設定は無理
 - 移動している端末では更に困難
- 自動的にネットワーク設定をするプロトコル
 - サーバが必要

IPv4/IPv6

- IPv4: 従来のプロトコル
 - IP アドレスは 32 ビット: $2^{32} \simeq 4.3 \times 10^9$
 - アドレスの枯渇: アジア太平洋地域は 2011 年に枯渇
- Ipv6: アドレス枯渇に対応した新プロトコル
- 128 ビットアドレス: $2^{128} \simeq 3.4 \times 10^{38}$

- IPv6 の利点
 - 全てのデバイスに IP アドレスを
 - IP アドレス設定の自動化
- IPv6 の課題
 - IPv4 からの完全移行が困難
 - 現状では共存
- 最近のブラウザ等のアプリケーションは、IPv6 に対応
- 佐賀大学総合情報基盤センターのホームページも IPv6

課題

自宅のインターネット回線がある人は、そこで使われているアドレスを確かめなさい。