

計算機通信基礎(3)

2014年度

九州工業大学大学院
情報工学研究院
尾家祐二、川原憲治



前回の授業の内容について

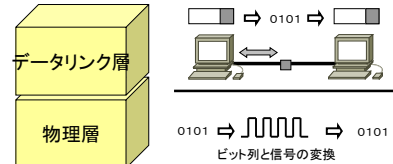


Kyushu Institute of Technology

◆インターネットに接続するためのプロトコル

- 通常私たちが用いる計算機(ホスト)は、大学や企業等におけるLAN(Local Area Network)と呼ばれるネットワークに接続されており、私たちのホストは、LANを経由してインターネットに接続される

→ TCP/IPプロトコルスイート以外のプロトコルが必要



Kyushu Institute of Technology

4

今日の授業の概要



Kyushu Institute of Technology

◆前回の授業の内容について

◆1. インターネットの体験

- 1.1 インターネットの効用
- 1.2 WWW
- 1.3 電子メール
- 1.4 インターネットサービスを支える仕組み
- 1.5 インターネット接続

Kyushu Institute of Technology

2

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

- ◆(a) ローカルエリアネットワーク(LAN)
- ◆(b) データリンクプロトコル
- ◆(c) インターネット接続のための各種設定

Kyushu Institute of Technology

5

前回の授業の内容について



Kyushu Institute of Technology

◆WWWや電子メールに代表される様々なインターネットサービスを支える仕組みを見た

- IPアドレス
 - ホストの数字で表現される識別子
- ドメインネームシステム(DNS)
 - 名前解決(ホスト名とIPアドレスの対応付け)の実行
- ネームサーバとリゾルバ
- プロトコル
- プロトコルの階層化
 - TCP/IPプロトコルスイート

Kyushu Institute of Technology

3

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆(a) ローカルエリアネットワーク(LAN)

- ウェブページの閲覧や電子メールの送信のためには、まず計算機(ホスト)をインターネットに接続する必要がある
- 大学や会社等においては、計算機ネットワークが構築され、それがインターネットに常時接続していることも多い
- 大学や会社等における計算機ネットワークのように、限られた領域のネットワークは、LAN(Local Area Network)と呼ばれる
- LANに接続する計算機は、ルータ(Router) (別の呼び方:ゲートウェイ(Gateway))と呼ばれる中継機器を介してインターネットに接続されている

Kyushu Institute of Technology

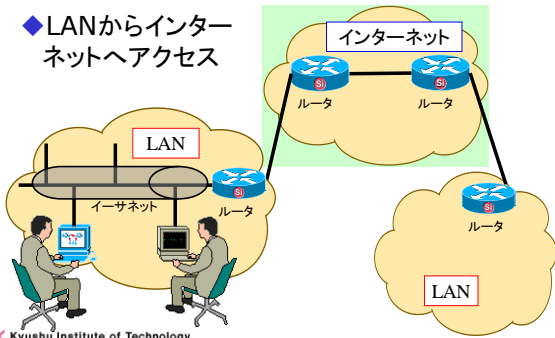
6

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ LANからインターネットへアクセス



Kyushu Institute of Technology

7

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ イーサネット(Ethernet)

- 1987年、DEC(後にCompaqが買収)とインテル(Intel)とゼロックス(Xerox)の3社で作成・公開
- イーサネットとIEEE802.3は、規格内容に多少違いがあるが、区別無く説明されることが多い
→ これから先、まとめてイーサネットと呼ぶ
- イーサネットのインターフェースを標準的に備えた計算機が大変普及

Kyushu Institute of Technology

10

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ 計算機とLANを接続する装置

- ネットワークインターフェースカード(Network Interface Card: **NIC**)あるいは、ネットワークアダプタ(network adaptor)と呼ばれる
- # インターフェースとは
 - 情報通信技術(ICT)分野では、2つのもの間で、情報のやり取りを仲介するもの、あるいは、その規格の意味



Kyushu Institute of Technology

8

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ LANの伝送速度

- デジタル通信のデータは2進数で表現されており、その単位はビット(binary unit, bit)
- 伝送速度は1秒間に送信できるビット数で表現
 - b/s (bits per second) または bps
 - 現在、10Mb/s, 100Mb/s, 1Gb/s, 10Gb/s, 100Gb/s などのものがある
 - 1Kb=1000ビット、1Mb=1000Kb、1Gb=1000Mb、1Tb(Tera bits)=1000Gb
- 1ビットを伝送するのに要する時間=伝送速度の逆数
 - 1Mb/sのとき、1マイクロ秒 (10の-6乗)
 - 1Gb/sのとき、1ナノ秒 (1マイクロ秒の1000分の1、10の-9乗)
 - 1ナノ秒は、光が最大で約30cm進む時間 #光は真空中で約30万km/s

Kyushu Institute of Technology

11

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ LANの中で通信するためのプロトコル

- 国際的な標準化組織であるIEEE802委員会において、LAN関連の標準化がなされている
→ IEEE (Institute of Electronic and Electrical Engineering) = 米国電子電気学会
- IEEE802.3
 - プロトコルの一つ
 - **イーサネット**(Ethernet)と呼ばれる広く普及したプロトコルをもとに標準化

Kyushu Institute of Technology

9

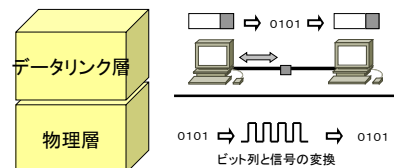
1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ LANにおけるデータリンク層と物理層

- 機器間で直接データを送受信するための規約を定める
→ データリンク層のプロトコル
- 電気的および物理的な規約を定める
→ 物理層のプロトコル



Kyushu Institute of Technology

12

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆物理層

- 電気信号または光信号を伝えるための線が必要
→ **伝送媒体**と呼ばれる
 - 銅線、同軸ケーブル、光ファイバなどが伝送媒体となる
 - **ツイストペア線**(twisted pair)
 - 1対の銅線を撚って(よって)作った線
 - 銅線の中を電気信号が流れると、電磁が生じ、それが電気信号の波形に影響を与え、正しく読み取れなくなる場合があるが、撚ることによって、1対の線の間の電磁的干渉が少なくなり、電磁干渉から生じる電気信号の誤りが小さくなる
 - 電話網における加入者線に使用されている

Kyushu Institute of Technology

13

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ツイストペアケーブルを用いたLANの構築

- 各ホストをツイストペアケーブルで**ハブ**(hub)と呼ばれる機器に接続し、ハブ同士がまた接続するような形態や、あるいは、ハブ同士が**スイッチングハブ**(switching hub)と呼ばれる機器に接続する形態などがある
- **ハブ**とは、**何本ものツイストペアケーブルを収容し、それらを内部で接続し、送られてきた信号を全てのケーブルに伝える機器**
- ハブ間を接続する際に同軸ケーブルで接続されたり、スイッチングハブが同軸ケーブルで接続されたりする場合がある

Kyushu Institute of Technology

16

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ツイストペアケーブル(twisted pair cable)

- **ツイストペア線**複数本を束にしたもの
- **イーサネット**およびIEEE802.3において使用
- 4組のツイストペア線(合計8本の銅線)
- イーサネットの規格
 - 10Base-T、100Base-TX、1000Base-T、10GBase-Tなど
 - 最初の数字"10"や"100"は伝送速度(例えば、"10"は10Mb/s)を表し、"BASE"は電気信号の伝送方式がベースバンド(baseband)であることを表し、"T"はケーブルの種類が**ツイストペアケーブル**であることを表す
 - このケーブルは、銅線の周りに絶縁体などの遮蔽物を備えていない**非遮蔽ツイストペアケーブル**(Unshielded Twisted Pair, UTP)で、最大長100m

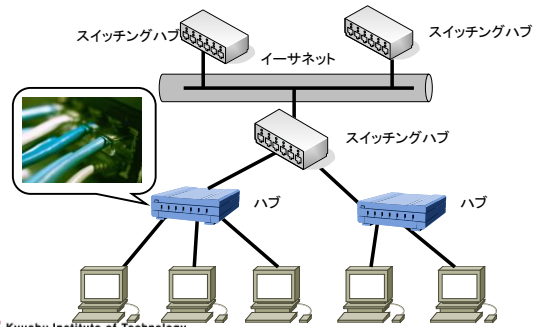
Kyushu Institute of Technology

14

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology



Kyushu Institute of Technology

17

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆伝送媒体の例



ツイストペア線

ツイストペアケーブル

光ファイバ

RJ45(コネクタの形状)と呼ばれる8芯のモジュラジャックが取り付けられている。このモジュラジャックは、電話用のものに類似しているが、それよりも少し大きめである

Kyushu Institute of Technology

15

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆バス型LAN

- 全てのホストが、ハブやスイッチングハブを介して、一つの伝送媒体に接続する形態
- さらに、ハブをルータと呼ばれる機器に接続し、LANの別のサブネットワークに接続することもよく行われる
- 機器間の距離が長くなると光ファイバもよく用いられる

ネットワークのトポロジ

- ネットワークの接続形態、構成形態のことをトポロジ(Topology)といい、**バス型**、リング型、スター型、メッシュ型などがある

Kyushu Institute of Technology

18

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ 伝送媒体としての光ファイバ

- 光ファイバは、主に光の点滅によってビット伝送を行う
- 送信側では、電気信号を光に変換し発光させ、その光が光ファイバ内を伝わり、受信側ではそれを受光し電気信号に変換する
- 発光器としては、発光ダイオード(Light Emitting Diode, LED)やレーザダイオードが用いられる
- 光ファイバは特殊なガラス繊維であり、光の伝搬特性の違いにより、マルチモードとシングルモードの2種類がある
 - 比較的近距离で数百Mb/sの伝送であれば、安価なマルチモードの光ファイバがよく利用される
 - マルチモードでは、LEDなどの光源から出た光が光ファイバの中を屈折しながら伝搬していく。シングルモードではレーザ光が直線的に伝搬していく

Kyushu Institute of Technology

19

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ イーサネットアドレスとIPアドレス

- ルータの中継を必要としない場合
 - ホスト間の直接通信が可能であるので、宛先ホストのイーサネットアドレスを付与して送信すれば、宛先ホストはそのデータを直接受信できる
 - 各ホストは、通常他のホストのイーサネットアドレスを蓄積していない
 - IPアドレスからそのイーサネットアドレスを取得する機構が存在し、そのためのプロトコルがARP(Address Resolution Protocol)
 - その逆(イーサネットアドレスからIPアドレス取得)のためのプロトコルがRARP(Reverse ARP)
 - イーサネットとハブ(#スイッチングハブはハブよりも高機能)を用いて構成されたLANのようなネットワークにおいては、いったん送信されたデータは全てのホストに届き、宛先のイーサネットアドレスを調べて、自分宛であればそのデータを取り込む

Kyushu Institute of Technology

22

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ (b) データリンクプロトコル

- 伝送媒体の上で、ホストが直接通信するためのプロトコルがデータリンクプロトコル
- ルータからルータへ
 - IPでは、宛先ホストのIPアドレスだけを指定して、中継機器間については何も指定しない
 - ルータから次のルータにIPデータグラムを転送するのがデータリンクプロトコルの役割
 - ルータ間には多くの場合、専用回線で接続されており、その場合は、データは確実に宛先ルータに届けられる
- LAN内
 - LANにおいては、複数のホストが伝送媒体を共有しており、送信したデータを目的とする相手のホストが受信するためには、**データリンク層におけるホスト識別子**が必要

Kyushu Institute of Technology

20

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ イーサネットアドレスとIPアドレス

- ルータの中継を必要とする場合
 - データが宛先ホストに届くまでに、少なくともルータがいったん受信する
 - データリンク層は、ホスト間や中継機器間の直接通信を担当しており、この場合、宛先ホストへの通信ではなく、まずは、その**最初のルータ**までの通信を行う
 - LANにおけるデフォルトゲートウェイあるいはデフォルトルータ
 - そのルータのイーサネットアドレスを調べて、そのアドレスを書いてデータを送信する
 - 最終目的地である宛先ホストについては、そのIPアドレスが記されている

Kyushu Institute of Technology

23

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ データリンク層におけるホスト識別子

- イーサネットでは、各ホストは、IPアドレスとは独立に、**イーサネットアドレス**を持つ
 - IEEE802.3では、これを**MAC(Media Access Control)アドレス**と呼ばれる
- イーサネットアドレスは**48ビット**のアドレス
- ネットワークインターフェースカード(NIC)にそのアドレスは予め書き込まれており、**変更は不可**

Kyushu Institute of Technology

21

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ イーサネットにおけるデータの衝突

- **バス型**の接続形態のイーサネットでは、一つの伝送媒体に多くのホストが接続する
- 同時に複数のホストが電気信号を送信すると、伝送媒体上でそれらが互いに干渉し、ビット(0もしくは1)が正しく受信されなくなる
- データが同時に伝送媒体上に送信されることを**衝突(collision)**と呼ぶ
- 衝突が生じにくく、生じた場合には速やかにそれを検出し、伝送媒体を効率よく利用する技術が必要
- イーサネットでは、**データリンクプロトコルにおいて**、そのような処理を行っている
- それを規定したプロトコル: **CSMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 方式

Kyushu Institute of Technology

24

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

- ◆ CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
 - イーサネットにおいてデータリンクプロトコルとして用いられている
 1. 送信する前にキャリアを検知する(他のホストが送信していないか調べる)(carrier sense)
 2. 送信中、衝突が発生しないか調べる(collision detection)
 3. 衝突が発生すると送信を中止する
 4. ランダムな時間後、再送する

Kyushu Institute of Technology

25

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

- ◆ その他の必要な設定
 - デフォルトゲートウェイのIPアドレス
 - ゲートウェイ(別の呼び方ではルータ)は、データを目的ホストに届けるための中継装置
 - 宛先ホストとの通信がルータによる中継を必要とする場合、最初の中継を依頼するルータがある
 - このルータを、デフォルトゲートウェイあるいはデフォルトルータと呼び、そのIPアドレスが必要
 - DHCPサーバが利用可能な場合、それがデフォルトゲートウェイのIPアドレスも自動的に設定する
 - サブネットマスク
 - 4章で詳しく説明。どの部分がネットワークアドレスを示す

Kyushu Institute of Technology

28

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

- ◆ (c) インターネット接続のための各種設定
 - インターネットに接続するためには、計算機において各種設定が必要になる
 - これまでに登場した用語に関係する必要な設定
 - 自分が使用するホストのIPアドレスの設定
 - ホストが属する組織内のネットワーク管理者から割り当てられたものを使用
 - ネームサーバのIPアドレスの設定
 - ドメインネームシステム (DNS) のリゾルバが使用

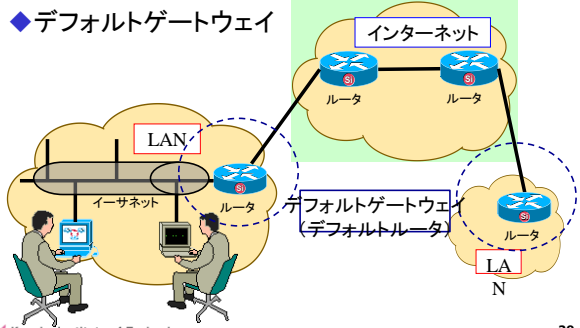
Kyushu Institute of Technology

26

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology



Kyushu Institute of Technology

29

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

- ◆ 設定の自動化
 - DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) サーバ
 - ホストをネットワークに接続するとき、利用可能なIPアドレスや、ネームサーバのIPアドレスを、自動的に割り当てる
 - 限られた数のIPアドレスを効率よく割り当てるために、使用しなくなったIPアドレスを速やかに回収する
 - ホストに与えられたIPアドレスは、限られた期間だけ利用可能とし、その期間を延長してネットワークを利用する場合は、IPアドレスの再割当が行われる

Kyushu Institute of Technology

27

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

- ◆ 各種設定の一例 (Mac OS X 10.6)



Kyushu Institute of Technology

30

1.5 インターネット接続



Mac OS X Network Utility and System Preferences screenshots showing network configuration steps. A red circle highlights the 'Apply' button in the Network Utility window.

1.5 インターネット接続



```
vivaldi:~ kei$ cat /etc/resolv.conf
#
# Mac OS X Notice
#
# This file is not used by the host name and address resolution
# or the DNS query routing mechanisms used by most processes on
# this Mac OS X system.
#
# This file is automatically generated.
#
nameserver 10.0.1.35
vivaldi:~ kei$
```

Terminal screenshot showing the contents of /etc/resolv.conf. A callout points to the line 'nameserver 10.0.1.35' with the label 'ネームサーバ' (Nameserver).

1.5 インターネット接続



◆ 設定の確認 (Mac OS X 10.6)

```
vivaldi:~ kei$ /sbin/ifconfig -a
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> mtu 16384
    inet6 ::1 prefixlen 128
    inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x1
    inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
    inet6 fd86:4f67:148a:8c5b:21f:5bff:fe34:2f7c prefixlen 128
gif0: flags=8810<POINTOPOINT,MULTICAST> mtu 1280
stf0: flags=0<> mtu 1280
en0: flags=8863<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:1f:5b:34:2f:7c
    inet6 fe80::21f:5bff:fe34:2f7c%en0 prefixlen 64 scopeid 0x4
    inet 10.0.1.237 netmask 0xfffff000 broadcast 10.0.1.255
    media: autoselect <full-duplex,flow-control>
    status: active
en1: flags=8863<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:1f:5b:34:2f:7d
```

Terminal screenshot showing the output of the 'ifconfig -a' command. A callout points to the IP address '10.0.1.237' with the label 'IPアドレス' (IP Address).

1.5 インターネット接続



◆ 各種設定の一例 (Windows Vista)

Windows Vista Network Connections control panel screenshot showing network configuration options for a LAN connection.

1.5 インターネット接続



```
vivaldi:~ kei$ /usr/sbin/netstat -nr
Routing tables

Internet:
Destination          Gateway             Flags          Re
default              10.0.1.4           UGSc          UC
10.0.1/24            link#4             UCS           UC
10.0.1.2             10.0.1.237        UH          UH WT
```

Terminal screenshot showing the output of the 'netstat -nr' command. A callout points to the gateway '10.0.1.4' with the label 'デフォルトゲートウェイ' (Default Gateway).

1.5 インターネット接続



Windows Vista Network Connections control panel screenshot showing IP address configuration for a LAN connection.

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ 設定の確認 (Windows XP)

- スタートボタン ⇒ ファイル名を指定して実行
- コマンドプロンプトを起動



Kyushu Institute of Technology

37

今日のまとめ



Kyushu Institute of Technology

◆ WWWや電子メールに代表される様々なインターネットサービスを受けるためにまず必要なインターネットへの接続の仕組みを見た

- ローカルエリアネットワーク (LAN)
- データリンクプロトコル
- インターネット接続に必要な各種設定

Kyushu Institute of Technology

40

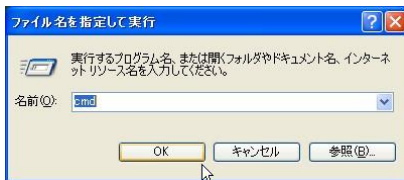
1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology

◆ 名前に「cmd」と入力してOKを押す

- コマンドプロンプトを実行



Kyushu Institute of Technology

38

「1. インターネットの体験」のまとめ



Kyushu Institute of Technology

◆ インターネットを体験する立場で会う様々な用語の説明を通じて、インターネットの仕組みを概観

- 1.1 インターネットの効用
- 1.2 WWW
 - (a) クライアントとサーバ
 - (b) URL
 - (c) ブラウザとHTML
- 1.3 電子メール
 - (a) メールの構成
 - (b) 電子メールの配送
 - (c) MIMEと文字コード

■ 1.4 インターネットサービスを支える仕組み

- (a) IPアドレス
- (b) ドメインネームシステム
- (c) ネームサーバとリゾルバ
- (d) プロトコル
- (e) プロトコルの階層化

■ 1.5 インターネット接続

- (a) ローカルエリアネットワーク (LAN)
- (d) データリンクプロトコル
- (c) インターネット接続のための各種設定

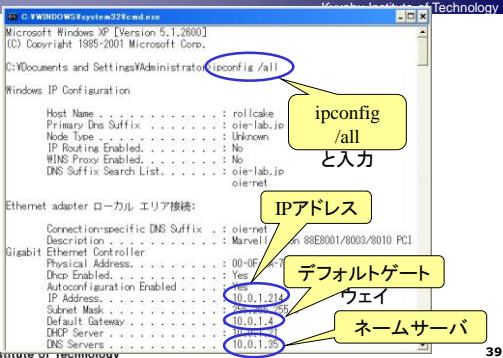
Kyushu Institute of Technology

41

1.5 インターネット接続



Kyushu Institute of Technology



Kyushu Institute of Technology

39