



## 第9回: 情報ネットワーク

花田 英輔  
hanada@cc.saga-u.ac.jp  
情報部門

Internet

2026/6/16

1

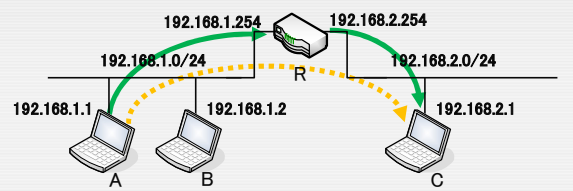
### 前回: 経路制御(ルーティング)

- 送信元から送信先までIPパケットをどのような経路で届けるかの決定方法
  - ◆ ルーティングとも呼ばれる
- ◆ 送信元およびルータが経路表と呼ばれる表をもとにパケットを配送
- ◆ 経路表はルーティングテーブルとも呼ばれる
  - ルートテーブルとも
- ◆ 経路表自体は、OS等によって表記が若干異なる
  - 経路制御の方法は基本部分は同じ

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

2

### 前回: 経路制御(ルーティング)



経路表 A	ネットワーク宛先	ネットマスク	ゲートウェイ	インタフェース
	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.254	192.168.1.1
	192.168.1.0	255.255.255.0	リンク上	192.168.1.1
	192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.1.254	192.168.1.1

経路表 R	ネットワーク宛先	ネットマスク	ゲートウェイ	インタフェース
	192.168.1.0	255.255.255.0	リンク上	192.168.1.254
	192.168.2.0	255.255.255.0	リンク上	192.168.2.254

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY


3

### 前回: 経路制御(ルーティング)

- その他: 経路表の決め方
  - ◆ 静的経路制御
    - ネットワークの状態に関係無く管理され、一定
    - ネットワークの構成が変わった場合に対応できない
    - PCなどで良く用いられる
  - ◆ 動的経路制御
    - ネットワークの状況に応じて表の内容が書き換わる
      - RIP: 最短経路(経由するルータの数)で評価
    - ルータなどで良く用いられる

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

4



## 情報ネットワーク

### 物理層・データリンク層

Internet

2026/6/16

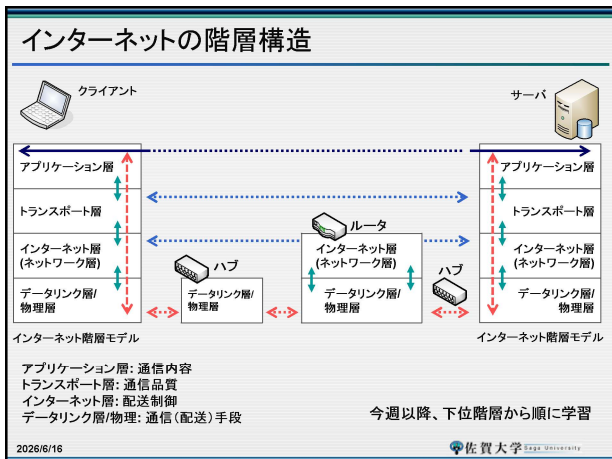
5

### IPパケットの配送

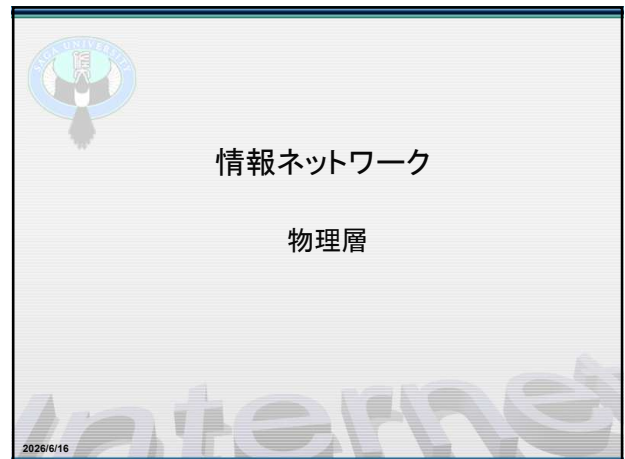
- ルーティング
  - ◆ 次にどの機器に届けるかを判断
- 実際にどうやって届けるか?
  - ◆ 有線、無線?
    - ケーブル形状、無線周波数...
    - 電気信号のやり取り方法...
  - ◆ 同一リンク内(同一LAN内)における伝送
    - 物理層、データリンク層
    - 結びつきが強いため、一緒に語られることが多い

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

6



7



8

### 物理層・データリンク層

- この授業では、イーサネットについて取り上げる
  - ◆最も多くの場所で利用されている
  - ◆その他には、トークンリング、FDDI等  
参考図書 P.67 ~

2026/6/16      佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

9

### 物理層・データリンク層

- 有線
  - ◆ツイストペアケーブルが主流
    - 撚り(より)対線
    - UTP/STPケーブル等とも呼ばれる
      - U: Unshielded, S: Shielded
    - 100BASE-TX/1000BASE-Tが主流  
長さの制限がある(100mなど)
  - ◆光ファイバケーブルなども
    - 長距離にはこちらが用いられる
    - 建物間・都市間等で利用

2026/6/16      佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

10

### 物理層・データリンク層

- ツイストペアケーブル
  - ◆一件見た目が一緒でも、いくつか種類がある
  - CAT5: 100BASE-TX
  - CAT5e: 100BASE-TX, 1000BASE-T
  - CAT6: 1000BASE-TXなど
  - 他: CAT6a, 7, 7a, 8 など

カテゴリ名	最大転送速度
カテゴリ 5	100Mbps
カテゴリ 5e	1Gbps
カテゴリ 6	10Gbps
カテゴリ 6A	10Gbps
カテゴリ 7	10Gbps
カテゴリ 8	40Gbps

CAT(カテゴリ)  
性能もそれぞれことなる

2026/6/16      佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

11

### 物理層・データリンク層

- 無線LAN
  - ◆製品化された著名なもの
    - IEEE802.11シリーズ
    - Bluetooth
    - ZigBee
  - ◆製品化がまだ、もしくはイマイチ知られていないもの
    - IEEE802.15.6 (MBAN)
  - ◆“Wi-Fi”は「規格」ではない
  - ◆“WiMAX”は「規格」としても存在する
    - WAN向け, IEEE802.16a

2026/6/16      佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

12


### 物理層・データリンク層

- IEEE802.11シリーズ
  - ◆ いろいろな規格が乱立状態
    - IEEE 802.11b 2.4GHz帯 11Mbps
    - IEEE 802.11g 2.4GHz帯 54Mbps
    - b の上位互換
  - 別名 ▪ IEEE 802.11a 5.0GHz帯 54Mbps
  - Wi-Fi4 ▪ IEEE 802.11n 2.4/5.0GHz帯 600Mbps
  - Wi-Fi5 ▪ IEEE 802.11ac 5.0GHz帯 6.9Gbps
  - Wi-Fi6 ▪ IEEE 802.11ax 2.4/5.0GHz帯 9.6Gbps
  - Wi-Fi7 ▪ IEEE 802.11be 2.4/5.0GHz帯 46Gbps

2.4GHz帯 は電子レンジ等と干渉の可能性あり  
5.0GHz帯 は屋外では使えない場合も  
2022年秋から6GHz帯が使えるようになりました！

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

13

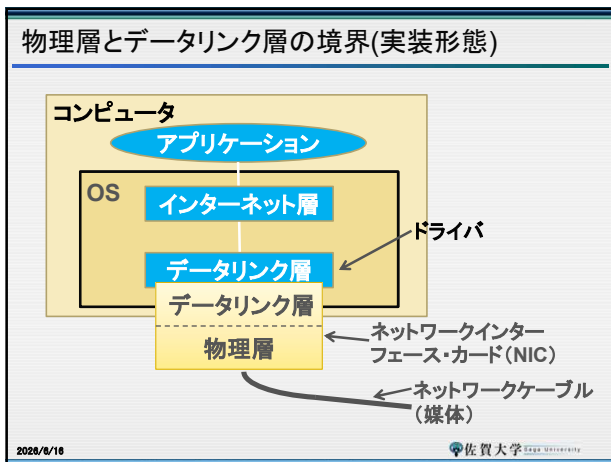


## 情報ネットワーク

### データリンク層

2026/6/16

14



15

### 物理層・データリンク層

- ネットワークインターフェース(NIC)の物理的な識別
  - ◆ MAC(Media Access Control)アドレス
    - 基本的に固定: 変わらない
    - これによってNICを一意に識別
    - 48ビット(6バイト)

**f0:bf:97:0a:50:d9**  
ベンダーコード ベンダー内で一意

- ◆ ベンダーコード
  - NICの製造会社を識別するコード

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

16

### 物理層・データリンク層

- MACアドレス
  - ◆ 実は表記方法がいろいろあるため注意
  - ◆ 区切り文字 - : .
  - ◆ 小文字, 大文字
  - ◆ 0省略...

**f0:bf:97:a:50:d9**  
**F0:BF:97:0A:50:D9**  
**F0-BF-97-0A-50-D9**  
**f0bf.970a.50d9**  
⋮

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

17

### 物理層・データリンク層

- Ethernet フレーム(DIX仕様)

プリアンブル	宛先 MAC アドレス	送信元 MAC アドレス	タイプ	データ (IP/パケット等)	FCS
8バイト	6バイト	6バイト	2バイト	46~1500バイト	4バイト

- ◆ プリアンブル
  - Ethernet フレームの始まりを表すビット列
  - 10の繰り返しで最後のみ11
- ◆ タイプ
  - データ(IP/パケット等)の種類を表す
  - IPv4:0800, IPv6: 86DD など
- ◆ FCS
  - エラー検知
  - CRCを用いる

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

18

物理層・データリンク層

- 送信方式
  - ◆有線
    - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)
    - 搬送波感知多重アクセス/衝突検出方式
  - ◆無線
    - CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)
    - 搬送波感知多重アクセス/衝突回避方式

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

19

物理層・データリンク層

- CSMA/CD
  - ◆通信前に他者が通信していないかを確認 (CS)
  - ◆同じ回線を共有、使用されてないと通信開始 (MA)
  - ◆他者の送信を検知したら、ランダムな時間待って再度送信 (CD)
    - 現在はCSMA/CDはほぼ見られない(全二重通信化のため)
- CSMA/CA(MACA)
  - ◆CSMA は、上記と一緒に
  - ◆回線を他者が利用していても送信時にランダムな時間待って送信 (CA)
    - 必ずしも利用が検知できるとは限らないため

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

20

全二重通信と半二重通信

- 前提
  - ◆1つの通信路には1つのデータしか流せない
  - ◆同時に両方向にデータを流せるのが「全二重」(=2つの通信路が確保されている)
  - ◆無線通信は(赤外線も)1つの周波数を用いるので原則「半二重」

半二重通信 ( Half Duplex ) - CSMA/CD 発動

全二重通信 ( Full Duplex ) - CSMA/CD 不要

(https://www.infraexpert.com/study/ethernet5.htmlより)

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

21

物理層・データリンク層

- IPアドレスとMACアドレス
  - ◆どこに配送するかは決定はIPアドレス
    - ルーティング
  - ◆同一リンク内での実際の配送はMACアドレス
    - イーサネットフレーム
  - ◆IPアドレスとMACアドレスの対応を把握しておく必要
    - ARP

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

22

物理層・データリンク層

- ARP (Address Resolution Protocol)
  - ◆IPアドレスからMACアドレスを調べるためのプロトコル
  - ◆ブロードキャスト 通信を用いて問い合わせを行う
  - ◆ブロードキャストMACアドレス

ff:ff:ff:ff:ff:ff

  - ◆ARPテーブルで情報を管理
  - ◆MACアドレスからIPアドレスへの変換 (RARP) を行うことも
- IPv6ではNDP が同等以上の役割を担う
  - ◆Neighbor Discovery Protocol
  - ◆近隣探索(発見)プロトコル

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

23

物理層・データリンク層

- ARPテーブル
  - ◆FreeBSDやWindowsでは、arp -a で確認可能

```

C:\Users\yotani>arp -a

インターフェイス: 133.49.50.140 --- 0x0
インターネット アドレス      物理アドレス      種類
133.49.50.113      00-16-36-e7-8b-7b      動的
133.49.50.141      00-50-56-bc-55-2a      動的
133.49.50.152      70-71-bc-83-67-ec      動的
133.49.50.179      10-9a-cd-fa-dd-35      動的
133.49.50.218      00-16-17-00-01-13      動的
133.49.50.237      00-50-56-bc-12-60      動的
133.49.50.254      00-26-0a-25-b0-40      動的
133.49.50.255      ff-ff-ff-ff-ff-ff      静的
224.0.0.22        01-00-5e-00-00-1b      静的
224.0.0.251       01-00-5e-00-00-1b      静的
224.0.0.252       01-00-5e-00-00-1c      静的
239.255.255.250  01-00-5e-7f-ff-fa      静的
255.255.255.255  ff-ff-ff-ff-ff-ff      静的
    
```

2026/6/16 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

24

## まとめ

- 物理層・データリンク層
  - ◆ 同一リンク内での実際の配送を担う
  - ◆ 有線、無線
    - ツイストペアケーブル、IEEE802.11a,b,g,n...
  - ◆ Ethernet フレーム
  - ◆ CSMA/CD,CSMA/CA
  - ◆ MACアドレス
  - ◆ ARP

2026/6/16

佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

25

## 本日の課題

1. 本日の講義のまとめを記せ
  2. CSMA/CDとCSMA/CAを用いる目的と、その違いについて記せ
- 提出はeラーニングシステムを通じて行うこと
  - 締め切り:6月21日(日) 18:00
  - 本講義に関する情報は(この講義資料も)次のWebpageに掲載するので、時々参照すること  
<http://www.ai.is.saga-u.ac.jp/~hanada/IN/>

2026/6/16

佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

26