



第10回: 情報ネットワーク

花田 英輔
hanada@cc.saga-u.ac.jp
数理・情報部門

Internet

2026/6/23

1

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, ARP: 0806 など
- ◆ FCS
 - エラー検知
 - CRCを用いる

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

2

物理層・データリンク層

- ネットワークインタフェース(NIC)の物理的な識別
 - ◆ MACアドレス
 - 基本的に固定: 変わることがない
 - 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

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

3

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)
- CSMA/CA
 - ◆ CSMA は、上記と一緒
 - ◆ 回線を他者が利用してなく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

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

4

先週: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
 - ◆ Hub (今週)

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

5



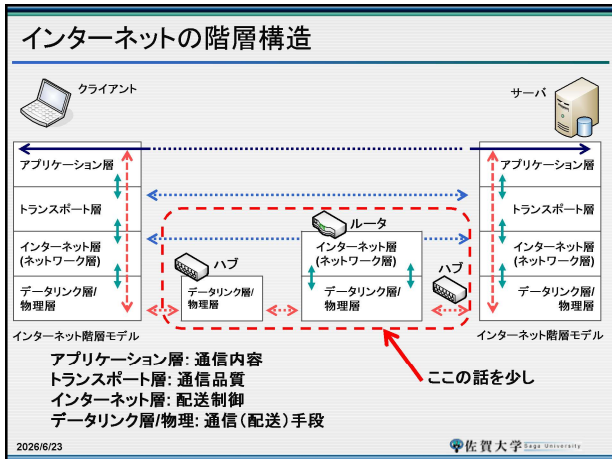
情報ネットワーク

接続機器

Internet

2026/6/23

6



7

物理層/データリンク層

- Hub(ハブ)
 - ◆ 物理層データリンク層等における集線装置
 - ◆ スター型等の構成を取るネットワークで用いられる
 - ◆ 見た目はほぼ同様だが、機能によっていくつか違いが
 - ◆ 呼び方も様々
 - ◆ リピータ(ハブ)
 - L2スイッチングハブ
 - L3スイッチングハブ など..
 - ◆ ブリッジ

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

8

物理層/データリンク層

- リピータハブ(物理層)
 - ◆ 一つのホストから受信したデータをそのまま他の端末すべてに送信するハブ(単に結線)
 - ◆ 接続する台数が増えると常にコリジョン(衝突)が発生し、通信ができなくなる
 - ◆ 接続台数に制限
 - 10Mbps で 4台
 - 100Mbps で 2台まで
 - ◆ 近年ではほぼ売っていない
 - ◆ ダムハブと呼ばれることも

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

9

物理層/データリンク層

- L2スイッチングハブ(物理層/データリンク層)
 - ◆ 様々な呼び方がされている
 - L2スイッチングハブ、スイッチングハブ
 - インテリジェントハブ(広義)
 - 単にスイッチ、ハブ と呼ばれることも
 - ◆ 家庭向けに売られているスイッチのほとんどがこれ
 - ◆ 通信相手同士のみを繋いで(スイッチ)コリジョンを防ぐ

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

10

物理層/データリンク層

- L3スイッチングハブ(物理層/データリンク層/インターネット層)
 - ◆ L2スイッチにプラスしてインターネット層も担当
 - インターネット層 = (7階層モデル)Layer 3
 - ◆ スイッチ(多くのポート) + ルータ の機能を持つ
 - スイッチ自身がIPアドレスを持つ
 - ◆ ファイアウォールの機能を持っているものも
 - ◆ ネットワークの基幹部で用いられることが多い

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

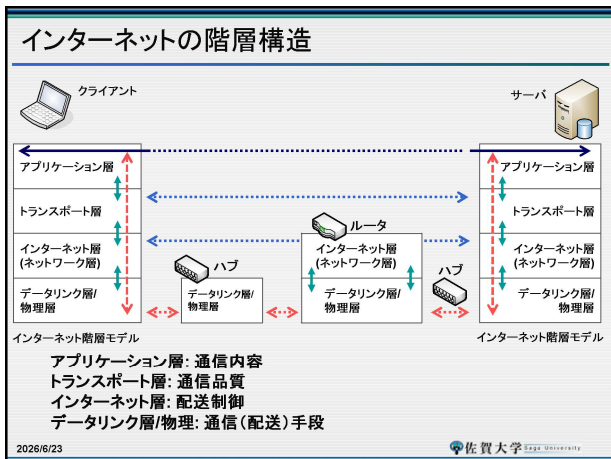
11

情報ネットワーク

ネットワーク層(インターネット層)

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

12



13

ネットワーク層(インターネット層)

- ネットワーク層
 - ◆ 通信相手までデータをどのように届けるかを担当
 - ◆ 次にどのルータに送るかなどIPアドレスで制御
 - ◆ IPパケットと呼ばれる形式で、通信相手に届く

フレーム

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

(タイプがパケットなら) ここがパケット

2026/6/23 佐賀大学

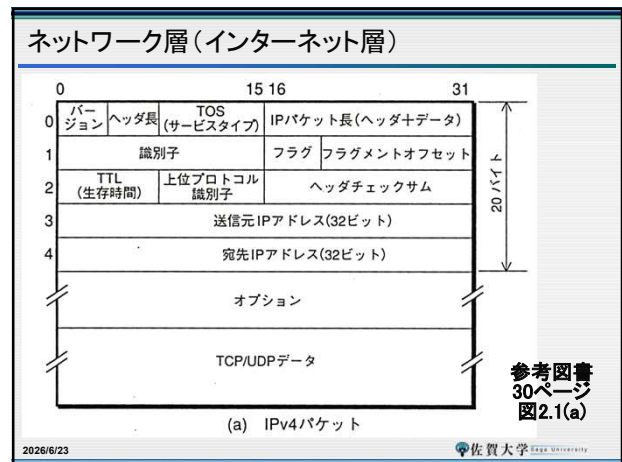
14

ネットワーク層(インターネット層)

- パケット
 - ◆ IPを用いた通信における通信の基礎的単位
 - TCP/IP以外にも「パケット」という単位はある
 - ◆ ヘッダ+オプション+データで構成
 - ヘッダ
 - ・ 通信のために必要なデータ
 - ・ ネットワーク層でデータの前に付加
 - ・ 固定長
 - データ
 - ・ 上位層から来たデータ
 - ・ パケットにする際に分割されることも

2026/6/23 佐賀大学

15



16

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv4パケット
 - ◆ バージョン(4ビット)
 - IPパケットのバージョン
 - 通常 4 (0100)
 - ◆ ヘッダ長(4ビット)
 - ヘッダ(オプションまで)の長さ
 - 4バイト(32ビット)単位で表される
 - オプションがない場合のヘッダ長

20バイト / 4バイト(32ビット) = 5

(a) IPv4パケット

2026/6/23 佐賀大学

17

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv4パケット
 - ◆ TOS (Type Of Service) (8ビット)
 - サービスのタイプを表す
 - 扱うデータの種類の種類や優先順位ごとに値が決められる
 - この値によってルータがどう処理するか決める
 - ◆ ただ、現在のインターネットでは利用されていない
 - ・ ルータがこの処理に対応していない場合が多い
 - ・ 狭いエリア内だけで利用されることはある

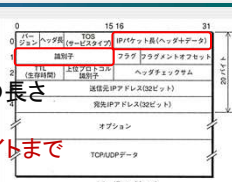
(a) IPv4パケット

2026/6/23 佐賀大学

18

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv4パケット
 - ◆ IPパケット長(16ビット)
 - ヘッダを含めたIPパケットの長さ
 - 8ビット単位で表される
 - 最大 $2^{16} = 65,535$ バイトまで
 - ◆ 識別子(16ビット)
 - IPパケットごとに違う値をもつ
 - 送信元が付加
 - データ部が大きいなどの理由で分割される場合、元が同じパケットであることを区別するために利用
 - この値を使ってIPパケットを元に戻す

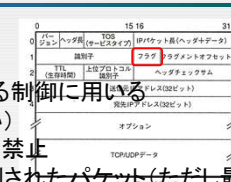


2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

19

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv4パケット
 - ◆ フラグ(3ビット)
 - IPパケットの分割に関する制御に用いる
 - 1ビット目: 予約(使わない)
 - 2ビット目(DF): 1なら分割禁止
 - 3ビット目(MF): 1なら分割されたパケット(ただし最後なら0)
 - ◆ フラグメントオフセット(13ビット)
 - 分割されている場合、始めから何バイト目のパケットか
 - 8バイト(64ビット)単位
 - 32バイト目 なら、 $32/8=4$ で、4が格納




2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

20

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv4パケット
 - ◆ TTL(Time To Live) (8ビット)
 - パケットの生存時間(実際には「時間」ではない)
 - ルータを通過するごとに 1減らす
 - 0になったらパケット自体が破棄される
 - パケットが永遠にネットワークをさまようのを防ぐ
 - OSIによって初期値が違い
 - Windows 64, FreeBSD 128 など

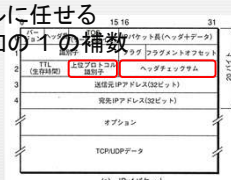


2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

21

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv4パケット
 - ◆ 上位プロトコル識別子(8ビット)
 - データ部のデータ種別を表す識別子
 - TCP 6, UDP 17, ICMP 1 など
 - ◆ ヘッダチェックサム(16ビット)
 - ヘッダ部の誤りをチェックするためのフィールド
 - データ部は上位プロトコルに任せる
 - 16ビットごとの1の補数



2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

22

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv4パケット
 - ◆ 送信元IPアドレス(32ビット)
 - 送信元のIPアドレス
 - 相手先に届くまで変わらない
 - ◆ 宛先IPアドレス(32ビット)
 - 相手先のIPアドレス
 - (基本的に変わらないが例外あり)

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

23

まとめ

- 物理層・データリンク層
 - ◆ リピータハブ
 - ◆ スイッチングハブ
 - L2スイッチングハブ
 - L3スイッチングハブ
- インターネット層(ネットワーク層)
 - ◆ IPv4パケットヘッダ

2026/6/23 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

24

本日の課題

1. 本日の講義のまとめを記してください
 2. IPv4パケットの「オプション」について調べなさい
 - ◆ 本やネットを参考にした場合は、参考文献として記すこと
 3. 本日の講義内容の感想(質問があれば質問も)
 - レポート提出に関するものなど急ぎの質問は直接メールで行ってください
 - ファイル名は“学籍番号-IN10.docx”(例:24238000-IN10.docx)としてください
- 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28日(日) 18:00

2026/6/23

 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY