



第11回: 情報ネットワーク

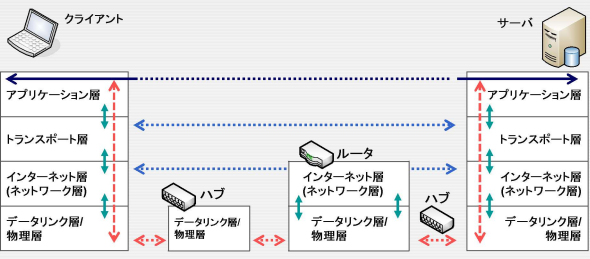
花田 英輔
hanada@cc.saga-u.ac.jp
数理・情報部門

Internet

2026/6/30

1

前回: インターネットの階層構造



インターネット階層モデル


- アプリケーション層: 通信内容
- トランスポート層: 通信品質
- インターネット層: 配送制御
- データリンク層/物理層: 通信(配送)手段

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

2

前回: 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)
 - ◆ ブリッジ
 - L2スイッチングハブ
 - L3スイッチングハブ など..



スター型

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

3


前回: ネットワーク(インターネット層)

0	15	16	31	20 バイト
0	バージョン	ヘッダ長 (サービスタイプ)	TOS (サービスタイプ) IPパケット長(ヘッダ+データ)	
1	識別子		フラグ フラグメントオフセット	
2	TTL (生存時間)	上位プロトコル 識別子	ヘッダチェックサム	
3	送信元 IP アドレス(32ビット)			
4	宛先 IP アドレス(32ビット)			
オプション				
TCP/UDP データ				

(a) IPv4パケット

2026/6/30 参考図書 30ページ 図2.1(a)
佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

4



情報ネットワーク

ネットワーク(インターネット層) (2)

Internet

2026/6/30

5

ネットワーク(インターネット)層

- IPv6の packets
 - ◆ 基本的な配送に関してはIPv4と同じ
 - ◆ ただし、パケットがIPv4に比べて簡略
 - ◆ 一部新しい種類の内容も

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

6

ネットワーク層(インターネット層)

IPv6パケットフォーマット

0 15 16 31

0 バージョン(4ビット) | トラフィッククラス(8ビット) | フローラベル(20ビット)

1 | ペイロード長(16ビット) | 次ヘッダタイプ(8ビット) | ホップリミット(8ビット)

2

5 送信元IPアドレス(128ビット)

6

9 宛先IPアドレス(128ビット)

オプション

TCP/UDPデータ

(b) IPv6パケット

参考図書
30ページ
図2.1(b)

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

7

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv6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 6 (0110)
 - ◆ トラフィッククラス(8ビット)
 - IPv6パケットの優先度を指定
 - IPv4のToS に相当
 - 通常は0 (0000 0000)
 - 実用的にはまだ使われていない

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

8

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv6パケット
 - ◆ フローラベル(20ビット)
 - 同一のフロー(通信)を識別するためのラベル
 - ・ 同一通信のパケットに同じ処理を行えるように
 - 同一ラベルのものは、基本的に送信元/送信先が同じ
 - IPv6独自
 - 実用的にはまだ使われていない

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

9

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv6パケット
 - ◆ ペイロード長(16ビット)
 - IPv6のペイロード(データ部分)のサイズ
 - ・ IPv4はIPパケット長で、ヘッダ部分も含むので注意
 - 8ビット=バイト単位(最大: 65,535バイト)
 - ・ これ以上大きなものはオプションで対応
 - ◆ 次ヘッダタイプ(8ビット)
 - IPv6ヘッダに続く、次のヘッダ(データ部内)を記述
 - 基本的にIPv4と同じ値を用いる
 - TCP 6, UDP 17, ICMP 1 など

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

10

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv6パケット
 - ◆ ホップリミット(8ビット)
 - パケットの転送限界を指定する
 - ・ パケットがネットワークをさまようのを防ぐ
 - ルータを通過するごとに1減らし、0で破棄
 - IPv4のTTLと同じ
 - ・ 動作の実際に合わせ名称変更
 - OSIによって初期値が異なる
 - ・ Windows: 64, FreeBSD: 128 など

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

11

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv6パケット
 - ◆ 送信元IPアドレス(128ビット)
 - パケットを送信した機器のIPv6アドレス
 - ◆ 宛先IPアドレス(128ビット)
 - パケットを送る相手の機器のIPv6アドレス

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

12

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv4パケットとIPv6パケットの違い
 - ◆ IPv6にはフラグメント(分割)のヘッダがない
 - IPv6では途中のルータでパケットを分割しない
 - これによってルータでの処理を高速化
 - 送り出す際に分割不要なサイズで送り出す
 - Path MTU Discovery(経路MTU探索)で調べる
MTU: Maximum Transmission Unit(最大転送単位)
 - 最小MTUは、1280バイト
 - オプションヘッダを使うと分割も可能

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

13

ネットワーク層(インターネット層)

- IPv4パケットとIPv6パケットの違い
 - ◆ IPv6にはチェックサムのヘッダがない
 - IPv6ではパケットの間違いを検知しない
 - ◆ チェックしなくて大丈夫?
 - データリンク層と上位層(TCP,UDP)でもチェックしている
 - そちらに任せて、ルータでの処理を高速化

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

14

ネットワーク層(インターネット層)

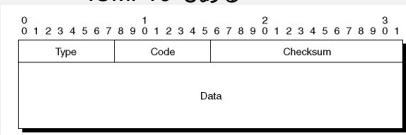
- IPv4パケットとIPv6パケットの違い
 - ◆ IPv6パケットのヘッダ長縮小
 - IPアドレス長(4倍)の割に、ヘッダ長は短い
 - IPv4ヘッダ: 20バイト
 - IPv6ヘッダ: 40バイト
 - ◆ フラグメントとチェックサムを廃止
 - ルータでの処理時間をIPv4と同等程度に

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

15

ネットワーク層(インターネット層)

- IPパケットはルーティングによって相手先まで
 - ◆ IPパケットが破棄されたり、届かなかった場合、どうやってそれを知るのか?
 - ICMP(Internet Control Message Protocol)
 - IPパケットの配信状況を把握するためのプロトコル
 - IPのデータ部に付加(つまり1つ上の層のプロトコル?)
 - ICMPv6もある



ICMPパケット

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

16

ネットワーク層(インターネット層)

- タイプ(8ビット)
 - ◆ 0 - エコー応答通知
 - 相手に返事を送信
 - ◆ 3 - 宛先到達不可能通知
 - コード(8ビット)
 - 0 - ネットワーク到達不可
 - 1 - ホスト到達不可
 - 2 - プロトコル到達不可
 - 3 - ポート到達不可
 - ◆ 8 - エコー要求通知
 - 相手に返事を要求
 - ◆ 11 - 時間切れ通知
 - パケットの破棄を通知

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

17

ネットワーク層(インターネット層)

- その他
 - ◆ IPオプション
 - ソースルーティングオプション
 - 送信元が経由するルータを指定できる
 - インターネットタイムスタンプ
 - 経由した時刻を記録
 - レコードルート
 - 経由したルータを記憶(≠tracert)
 - ◆ IPv6のオプションも含めて他にもいろいろ

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

18

情報ネットワーク

ネットワークアーキテクチャ

2026/6/30

19

インターネットの階層構造

インターネット階層モデル

- アプリケーション層: 通信内容
- トランスポート層: 通信品質
- インターネット層: 配送制御
- データリンク層/物理層: 通信(配送)手段

2026/6/30

20

層とインターフェース

3/2層間インターフェース

2/1層間インターフェース

物理媒体

2026/6/30

21

層とインターフェース

社長層

秘書層

社員層

2026/6/30

22

プロトコルとサービス

- プロトコル (Protocol)
 - ◆ 同じ層同士でのやり取り(通信)時のデータフォーマットや送信順序、送受信の確認などを決めた規則の集合
- 層間インターフェース (Interface)
 - ◆ 異なる層の間での情報記述(組立/分解)の手順や規則を集めたもの
- サービス (Service)
 - ◆ ある層が上位層に向けて提供する一連の操作の集合

2026/6/30

23

層・インターフェース・サービス

2026/6/30

24

ネットワーク参照モデル

- ネットワークアーキテクチャには参照モデルがある
 - ◆ 1970年代までは各社が独自に提案
 - IBM: SNA、富士通: FNA、日立: HNA、NEC: DINA、電電公社: DCNA等
 - ◆ TCP/IP参照モデル(現在も使用)
 - 4層から構成される

アプリケーション層
 トラnsポート層
 インターネット層
 データリンク/物理層

「情報ネットワーク」講義はこちらが基準

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

25

参照モデルの標準化

- OSI参照モデル
 - ◆ OSI: Open Systems Interconnection
 - ◆ 国際標準化機構(ISO)が提案
 - JISにもなっている(JIS X 5003)
 - ◆ 7層から構成される

ユーザ

アプリケーション層
プレゼンテーション層
セッション層
トラnsポート層
ネットワk層
データリンク層
物理層

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

26

OSI参照モデルの層別機能(1)

- 第7層 アプリケーション層
 - ◆ 具体的な通信サービスを提供
 - ◆ 例) ファイル・メールの転送、遠隔データベースアクセス等
- 第6層 プレゼンテーション層
 - ◆ データの表現方法
 - ◆ 例) EBCDICコードのテキストファイルをASCIIコードのファイルへ変換
- 第5層 セッション層
 - ◆ 通信プログラム間の通信の開始から終了までの手順
 - ◆ 例) 接続が途切れた場合、接続の回復を試みる

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

27

OSI参照モデルの層別機能(2)

- 第4層 トラnsポート層
 - ◆ ネットワークの端から端までの通信管理
 - ◆ 例) エラー訂正、再送制御等
- 第3層 ネットワk層
 - ◆ ネットワークにおける通信経路の選択(ルーティング)
 - ◆ データ中継
- 第2層 データリンク層
 - ◆ 直接的(隣接的)に接続されている通信機器間の信号の受け渡し
- 第1層 物理層
 - ◆ 物理的な接続(コネクタのピン数や形状の規定等)
 - ◆ 例) 銅線-光ファイバ間の電気信号の変換

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

28

まとめ

- IPv6ヘッダフォーマット
 - ◆ バージョン、トラフィッククラス...
- IPv4ヘッダとIPv6ヘッダの違い
 - ◆ チェックサム、フラグメント、ヘッダ長...
- IPオプション
 - ◆ ソースルーティング、タイプスタンプ...
- ネットワークアーキテクチャ
 - ◆ 層、層間インターフェース、プロトコル、サービス...
 - ◆ 4階層モデルと7階層モデル
- 次回の予定
 - ◆ トラnsポート層(TCP, UDP)

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

29

本日の課題

1. 本日の講義のまとめを記せ
2. イーサネットにおいてMACアドレスとIPアドレスの対応を把握するのに「ARP」プロトコルが用いられる。これについて調べて概要を記せ
 - ◆ 本やWebを参考にした場合は参考文献として記すこと

- A4 2~3ページ程度(少し長くてもよい)でまとめること
- 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: 7月5日(日) 18:00
- 本講義に関する情報は(この講義資料も)eラーニングと次の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/>

2026/6/30 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

30