



第12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

2026/7/7

1

前回:ネットワーク(インターネット)層

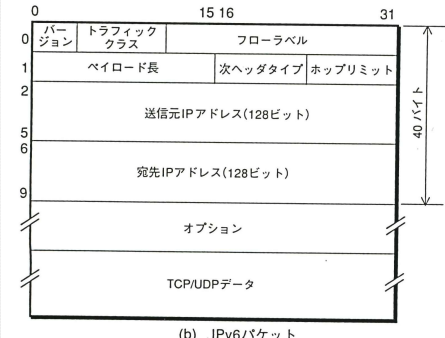
- IPv6のパケット
 - ◆ 基本的な配送に関してはIPv4と同じ
 - ◆ ただし、パケットがIPv4に比べて簡略
 - ◆ 一部新しい種類の内容も

2026/7/7



2

前回: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

40 バイト

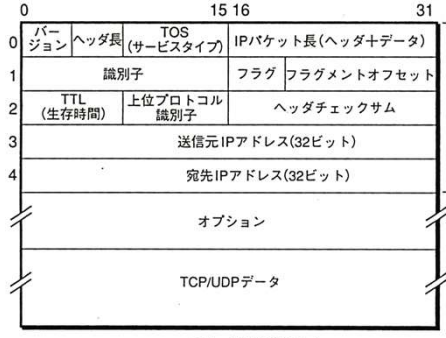
(b) IPv6/パケット

2026/7/7



3

前回:ネットワーク(インターネット層)



IPv4/パケットフォーマット

20 バイト

(a) IPv4/パケット

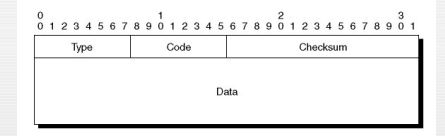
2026/7/7



4

前回: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、届かなかった場合は、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
 - ICMPv6もある



ICMP/パケット

2026/7/7



5

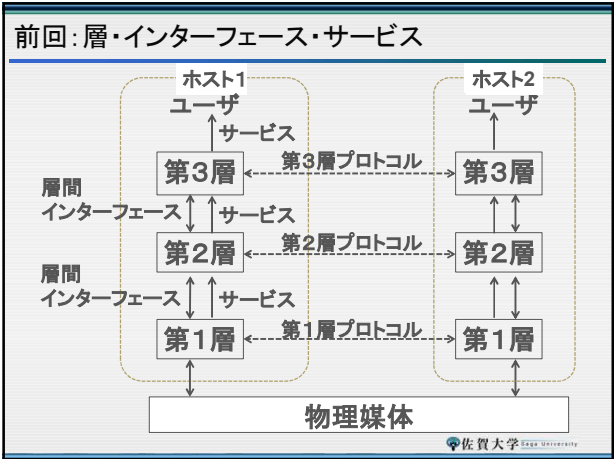
前回:ネットワーク層(インターネット層)

- 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

2026/7/7



6



7

前回: 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

8

前回: 参照モデルの標準化 (7階層モデル)

- 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

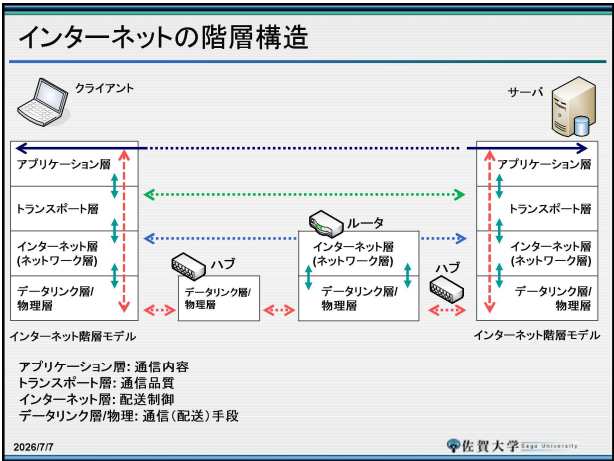
ユーザ
アプリケーション層
プレゼンテーション層
セッション層
トランスポート層
ネットワーク層
データリンク層
物理層

9

情報ネットワーク

トランスポート層 (1)

10



11

トランスポート層

- ネットワーク層は、パケットの配送経路を制御
 - ◆ 相手までどうやって届けるか
 - ◆ 途中で失ってもネットワーク層では再送の判断をしない
 - ◆ 基本的に、送りっぱなし
- トランスポート層は何をする？
 - ◆ 実際にやり取りするデータの中身について制御
 - フロー制御や輻輳制御
 - IPパケットが喪失した際の再送
 - データのエラーチェック
 - 受け取ったデータをアプリケーションへ など

12

トランスポート層

- トランスポート層では主に二つのプロトコルを利用
 - ◆要求する通信品質によってどちらかを選ぶ
 - TCP (Transmission Control Protocol)
 - UDP (User Datagram Protocol)
 - SCTP と呼ばれるものもある (一部OSで実装)
 - ICMPは前回説明済



- ◆ここでの通信品質とは
 - データの通信速度よりもデータの正確さを
 - データの中身より通信速度(リアルタイム性)を ...

2026/7/7

佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

13

トランスポート層 (TCP)

- TCP
 - ◆データの正確さを重視
 - ◆どこまで届いたかを相手と確認しながら通信
 - コネクション型プロトコル
 - 仮想の通信路(コネクション)を確立
 - ◆データの正確さと、順番を保証
 - 届いていないもの、間違っているものがあれば再送を行う
 - データの損失や順番などを、アプリケーションで対応しなくて良い
 - 多くの通信はTCPで行われる

2026/7/7

佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

14

トランスポート層 (TCP)

- TCP
 - ◆どこまで届いたかを相手と確認しながら通信
 - 通信の最初にお互いに挨拶(握手)をおこなう
 - 3ウェイハンドシェイク
 1. クライアント: 通信を開始したいんですが...
 2. サーバ: 了解です、こちらからもお願いします
 3. クライアント: はい、わかりましたこれによって双方向の通信(データのやり取り)が可能

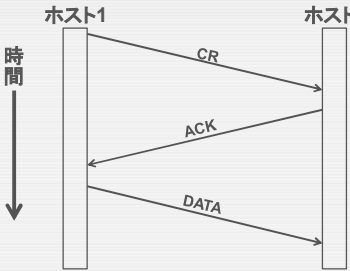
ちなみに終了時は4段階

2026/7/7

佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

15

コネクションの確立 (3ウェイハンドシェイク)



CR: Connection Request
ACK: Acknowledge

2026/7/7

佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

16

トランスポート層 (TCP)

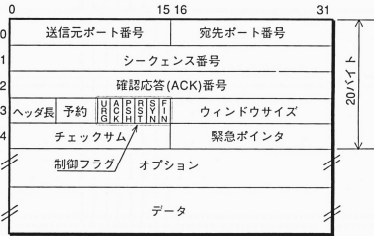
- TCP
 - ◆フロー制御、輻輳制御
 - ウィンドウサイズ
 - ◆受信の確認を受けないまま送信するサイズの量を調整
 - ◆徐々に送信するデータ量を増やしながら、送信量を制御
 - ◆スロースタート
 - ◆受け取れなくなったらまた、データ量を減らすなど...

2026/7/7

佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

17

トランスポート層 (TCP)



ACK: Acknowledgement Field Significant, FIN: No More Data From Sender, PSH: Push Function, RST: Reset the Connection, SYN: Synchronize Sequence Numbers, URG: Urgent Pointer Field Significant

図 4.2 TCP パケットの構成

2026/7/7

佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

参考図書 P.84

詳細は次回

18

トランスポート層 (UDP)

- UDP
 - ◆ データのリアルタイム性(なるべく早く)を重視
 - 相手に届いたかの確認を行わない
 - コネクションレス型プロトコル
 - ◆ **データの正確さよりも早さを重視**
 - 届いていないものは再送しない(届いたかどうか分からない)
 - 音声や映像など、一部欠損(音質、画質の低下)してもよいものなどに利用される

2026/7/7 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

19

トランスポート層 (UDP)

- UDP
 - ◆ 相手に届いたかの**確認を行わない**
 - 相手が存在しているかどうかの確認も行わない
 - 送ったデータの順番の保証もない
 - 間違ってるかどうかのチェックは行う
 - ・ 間違っていたら破棄する
 - 通信環境が良い場合には、手軽に通信ができる
 - ・ 破棄等が発生しないため

2026/7/7 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

20

トランスポート層 (UDP)

参考図書 P.96
詳細は次回

図 4.9 UDP パケットの構成

2026/7/7 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

21

トランスポート層 (ポート)

- ポート番号
 - ◆ トランスポート層において、アプリケーションを識別するための番号(宛先ポート)
 - <http://www.saga-u.ac.jp> 80 ← **これ!**
 - 例: サーバ側
 - ・ HTTP: 80, HTTPS: 443, SSH 22, TELNET 23, SMTP: 25, POP3: 110, IMAP: 143 ...
 - ◆ クライアント側は?
 - 49152番以降のポート番号を使用

2026/7/7 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

22

ポートを使用した通信

2026/7/7 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

23

トランスポート層 (ポート)

- ポート番号
 - ◆ 一般利用されるサービスは、あらかじめ番号を決定
 - では、自分で新たなサービス(サーバを作って)公開する場合は?
- ポート番号の種類
 - ◆ ウェルノウンポート番号
 - ◆ 登録済みポート番号
 - ◆ 自由に利用できるポート番号

2026/7/7 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

24

トランスポート層(ポート)

- ウェルノウン(Well known)ポート番号 (0 – 1023)
 - ◆ HTTP,SSH など一般利用されるサービスが利用
 - ◆ UNIXなどでは、rootの権限でないと利用できない
- 登録済みポート番号 (1024 – 49151)
 - ◆ ウェルノウンポート以外で、特定のアプリケーションのために予約されたポート番号
- 自由に利用できるポート番号 (49152 – 65535)
 - ◆ 通常の権限で、自由に利用できるポート
 - ◆ クライアント側のポート番号としても利用

2026/7/7 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

25

トランスポート層(ポート)

- ポート番号とサービス名
 - ◆ サービスごとのポート番号を覚えるのは大変
 - ポート番号とサービスの対応付けはファイルで管理

FreeBSDの場合: /etc/services
→ IPアドレスとホスト名の関係と同等

ちなみに、DNSに登録するまでもないようなホスト名は個別にファイル管理が可能
FreeBSDの場合: /etc/hosts

2026/7/7 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

26

まとめ

- トランスポート層
 - ◆ 要求する通信品質によってどちらかを選ぶ
 - TCP
 - データの正確さ
 - UDP
 - リアルタイム性
 - ◆ ポート番号
 - トランスポート層において、アプリケーションを識別するための番号(宛先ポート)

2026/7/7 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

27

本日の課題

1. 本日の講義のまとめを記してください
2. TCPにおけるフロー制御と輻輳制御について、簡単にまとめなさい
 - ◆ 参考にしたURLや本は参考文献として載せること

A4 2～3ページ程度でまとめること
提出はeラーニングシステムを通じて行うこと
締め切りは7月12日(日) 18:00 (締切厳守!)

2026/7/7 佐賀大学 SAGA UNIVERSITY

28