

インフォマティックス 1

# ネットワーク

---

情報学研究科  
情報システム学専攻

村瀬 勉

## [ 本講義のねらい

- ネットワークという技術が、どのような要素技術でできているか、またそれはなぜなのかという理由とともに理解する。

本講義内容の詳細は、  
3年次対象の  
「情報ネットワーク」(ナンバリングコード SIS-13-3026-J  
「ネットワークセキュリティ」)(ナンバリングコード SIS-13-3027-J)  
で学ぶ。

このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。



このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

# パケット交換ネットワーク

## [ The Internet

- 今は。
- 昔は、いろいろな種類のネットワークがあった。

# ネットワーク

[ インターネット

▣ イン트라ネット

[ MANET/VANET

[ LAN/MAN/CAN



©pixabay

[ ものともものをつなぐもの→ネットワーク

▣ ニューラル、IoT、ビッグデータ

# インターネット

## [ The Internet

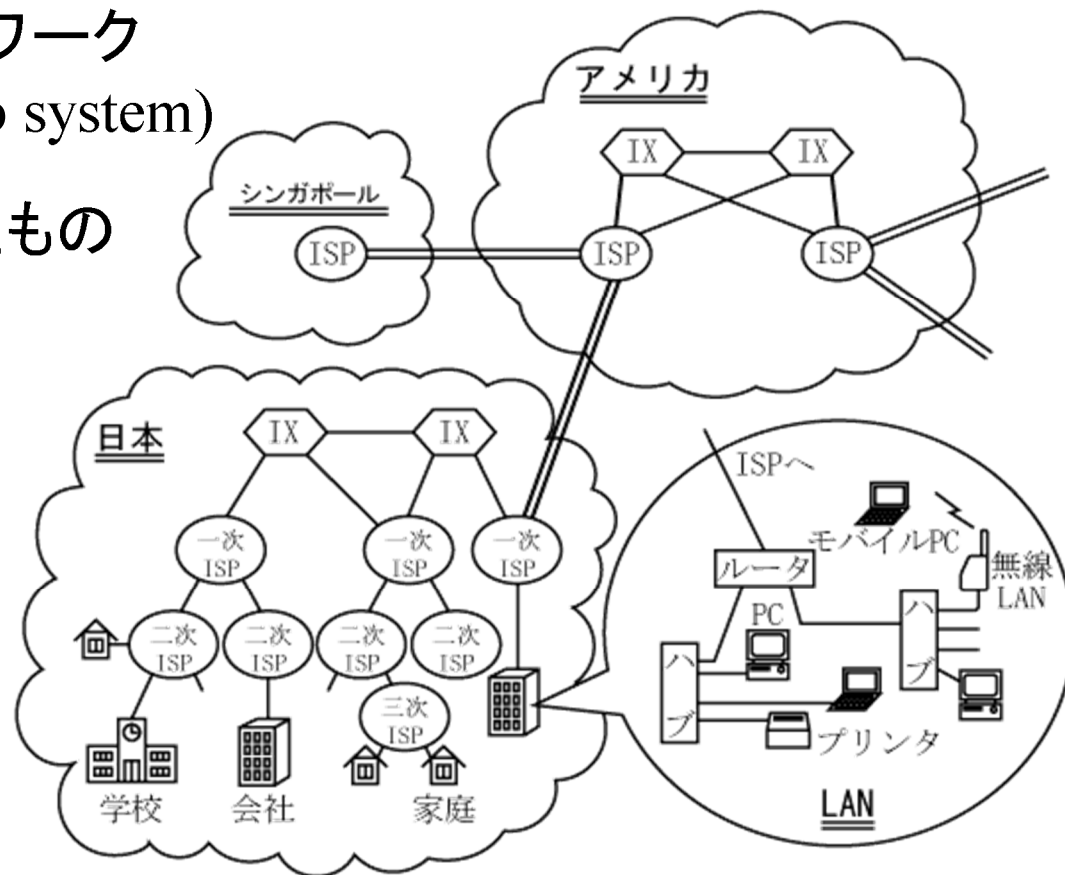
## [ 複数のサブネットワークが接続したものの

### ■ サブネットワーク: 運営主体が管理するネットワーク

- OCN, Biglobe 等がサブネットワーク
- 正確には、AS(autonomous sub system)と呼ばれる部分ネットワークが相互接続(internetworking)したものの

## [ 商用ネットワーク

- 全世界を1つの企業がサービスすることは難しい。
- 通信は、各国独自の運営方針・法律がある。
  - 電波の周波数
  - サービス

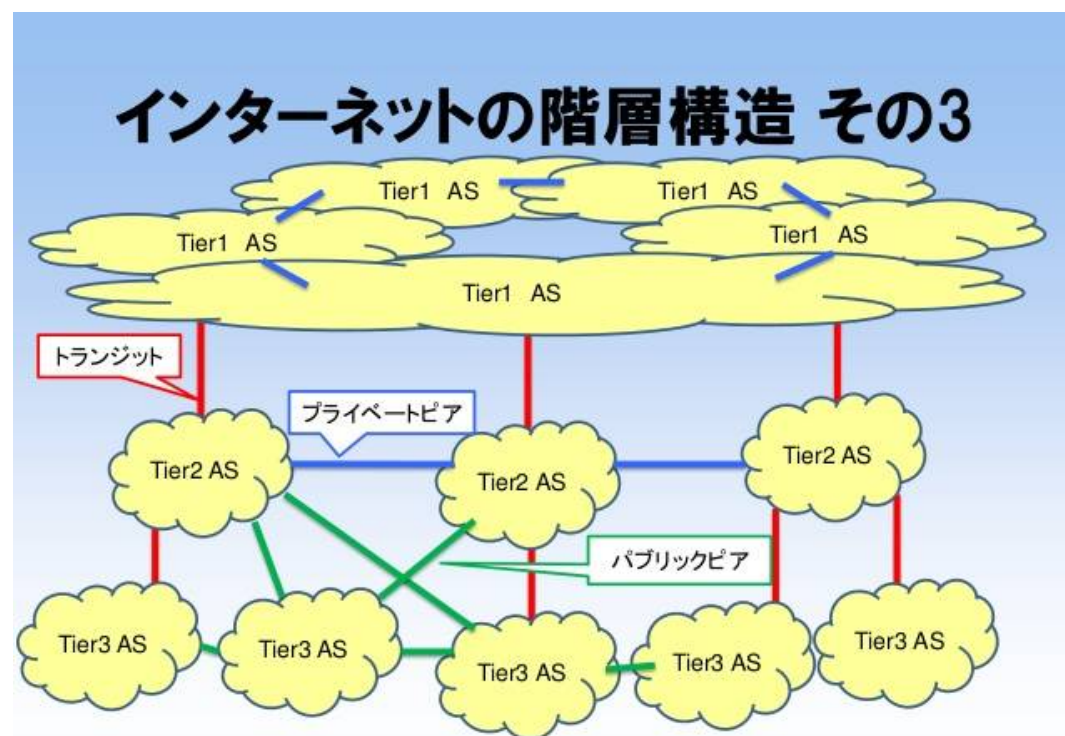


図の出典 <http://www.jeea.or.jp/course/contents/01402/>

# インターネットの管理

## [ ISOC という民間団体が管理

- ❖ 米国人が中心
  - 米国発祥
  - 米国のネットワークが基盤となっている
- ❖ インターネットに接続できるかどうかについては、明確なルールは無い。



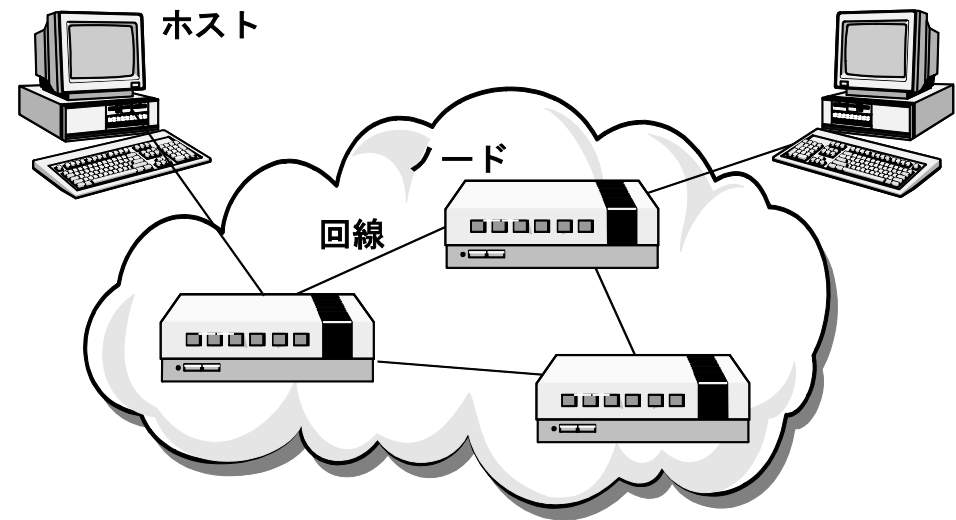
右図出典 <https://www.slideshare.net/tajitsuchiya5/wakamonog6-tsuchiya-public>

wakamonog6

18

# インターネットの構成要素

- [ 端末
- [ TCP/IPプロトコル
- [ ルータ
- [ 回線
- [ ルーティングプロトコル



## 通信アプリケーション

図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>



# 今日のネットワーク

## [ 物理ネットワーク

- 階層構造: アクセス、エッジ、コア

## [ アクセスネットワーク

- FTTH、ADSL
- LTE/3G、WLAN

## [ エッジネットワーク

## [ コアネットワーク

## [ 物理媒体

- 光、電線、無線

# ネットワーク・通信の歴史

## [ ★人間の通信

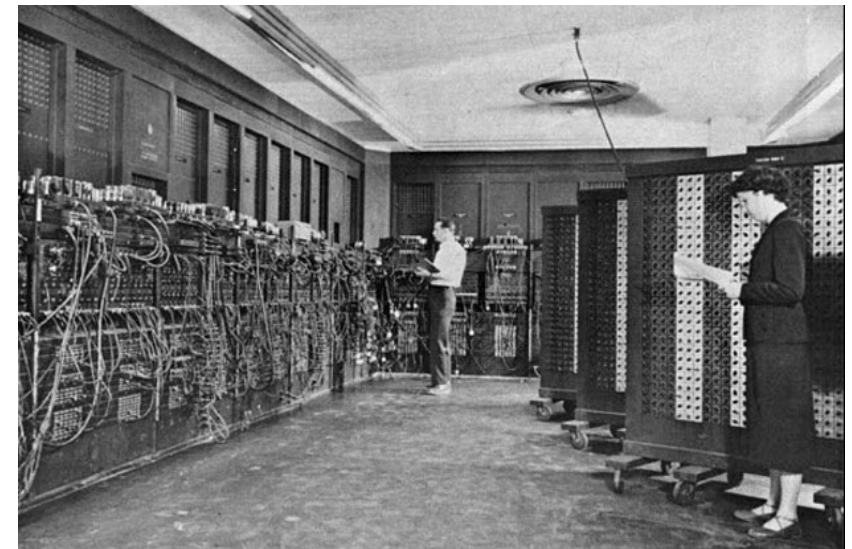
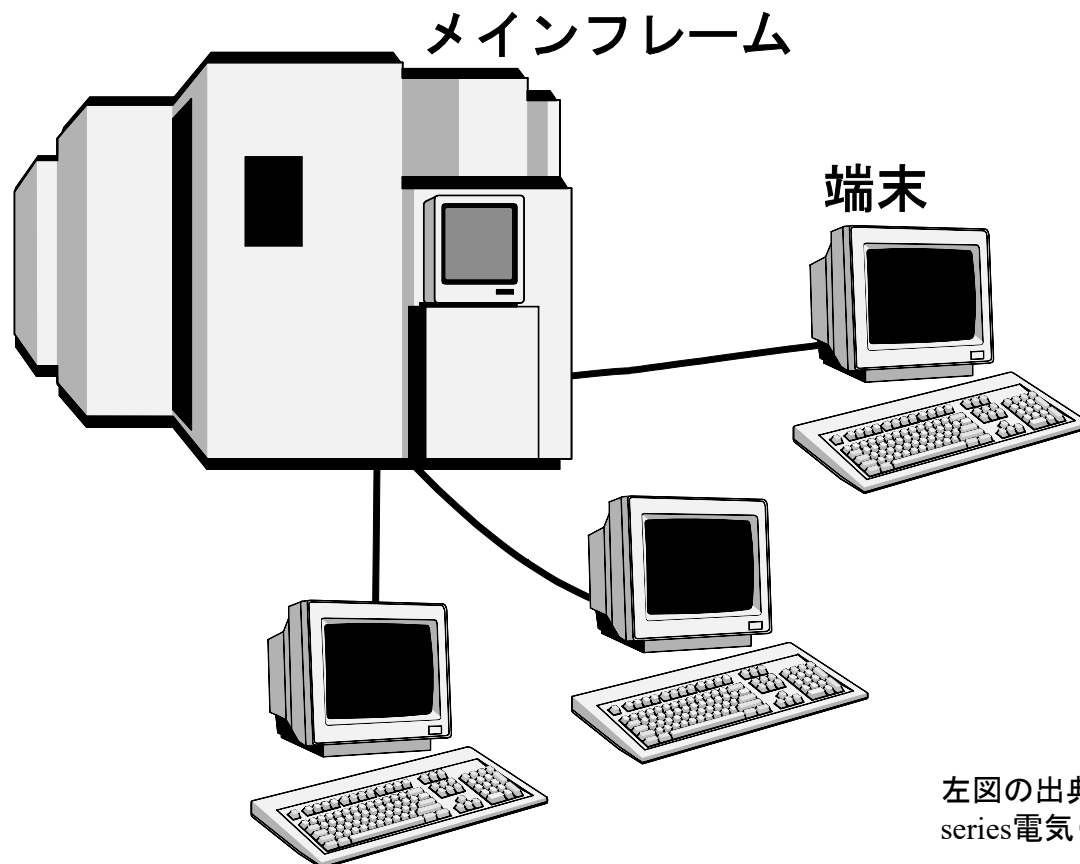
- ❖ のろし -----→ 遠地との通信
  - 定点でしか通信できない。正確な通信ができない。天候に左右される。
- ❖ 電報・モールス信号 -----→ 文字情報の通信
  - 限られた情報量。
- ❖ 電話 -----→ リアルタイム情報の通信
  - 固定地。相手の準備が必要。
- ❖ 携帯電話 -----→ 場所を選ばない通信
  - ○ ○ ○ ○ ○

## [ ★データ通信

- ❖ パケット交換方式 -----→ データ通信
  - 限られた情報量。
- ❖ ATM -----→ 携帯電話基盤
  - 特殊用途。
- ❖ IP -----→ クライアントサーバ通信
  - 低効率なリアルタイム通信。

# 一番はじめのコンピュータネットワーク

「メインフレーム」という大型計算機を、表示など入出力に特化した「端末」から操作する形態  
多数の端末で1つのメインフレームを共有するTSS(Time Sharing System)であった。



<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B3%E3%83%B3%E3%83%94%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%82%BF>  
2019/8/19

左図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

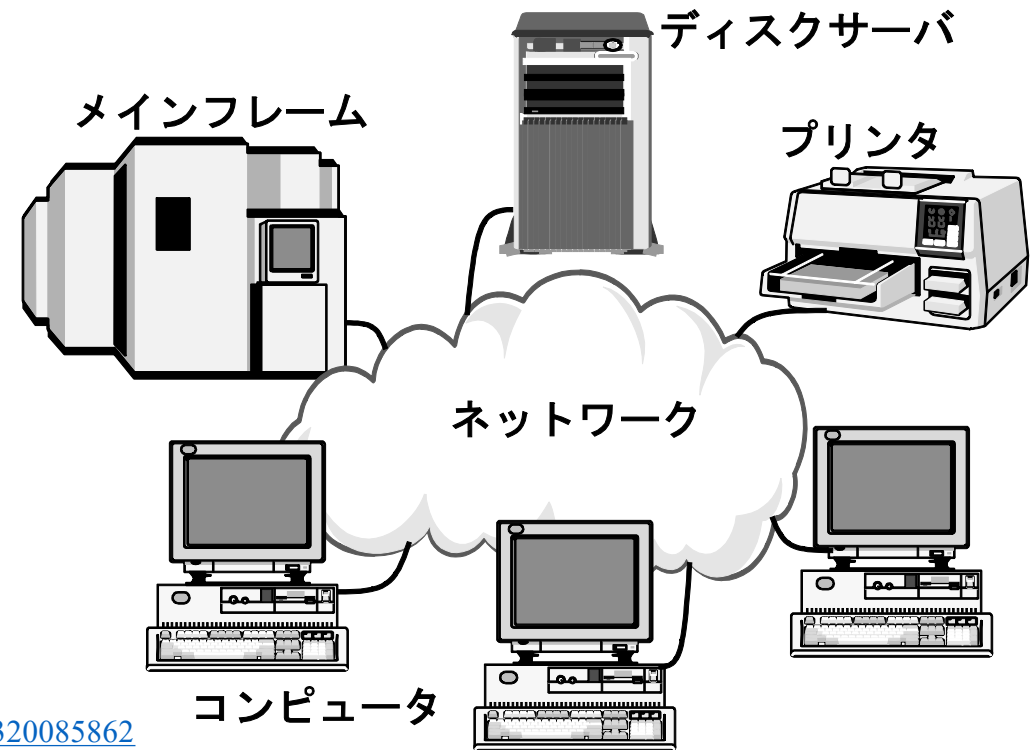
# 資源の共有

資源を複数のユーザが共有するために、ネットワークが用いられるようになった。

ネットワーク=何か(端末など)と何か(端末など)を(固定的ではなく)柔軟に接続する手段



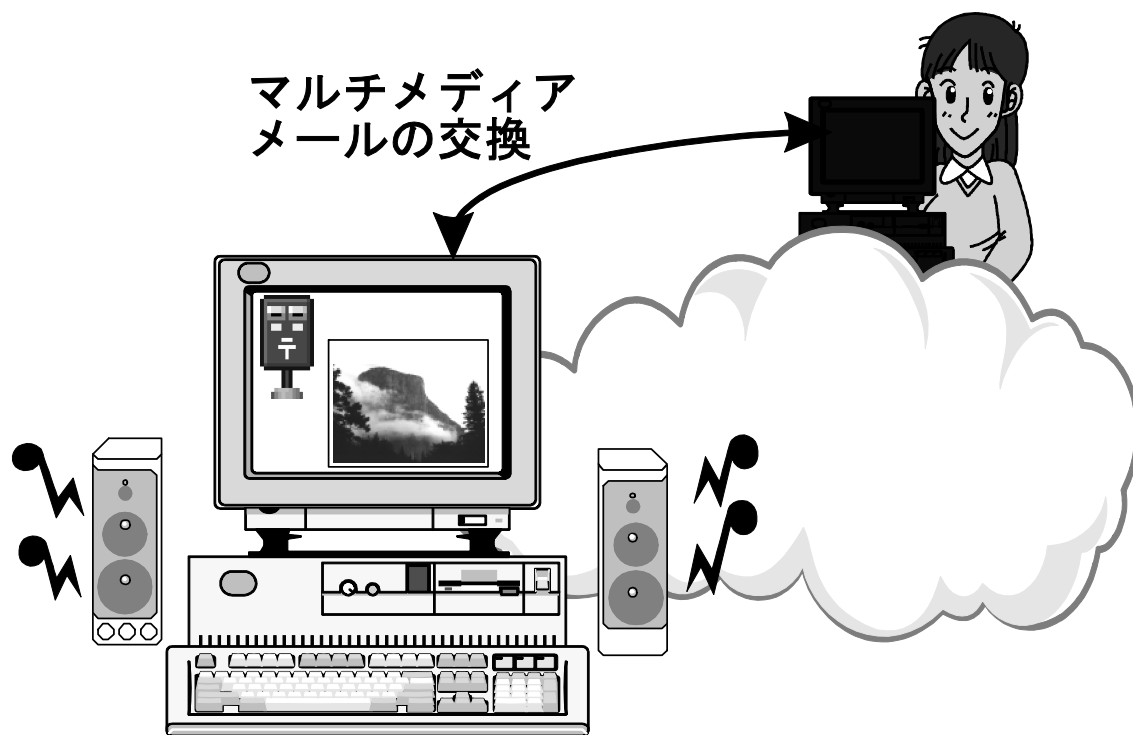
©pixabay



右図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

# 人と人とのコミュニケーション

コンピュータ同士の情報交換から発展して、人同士の情報交換に



©pixabay

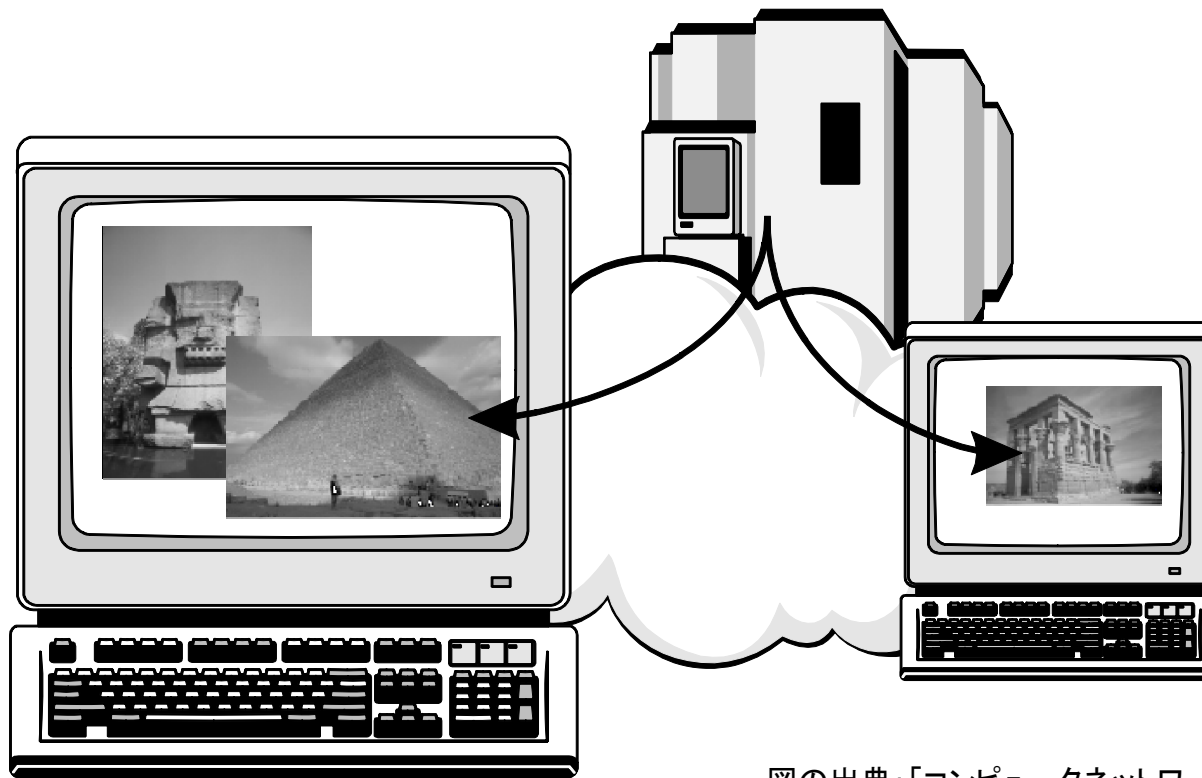


左図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

# マルチメディア通信

マルチメディアを共有したいという要求から、マルチメディアの通信が可能となってきた

マルチメディアデータベース



図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>



# ネットワークの発展

1970年頃

オフィスでのLANなどによる資源の共有

1980年頃

オフィスでの電子メールなどによる情報の共有

1990年頃

インターネットによる世界規模の情報共有

©pixabay

2000年頃

市民レベルでの  
情報共有

オンラインショッピング

eコマース

→ ライフライン化



このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。



このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

# データ通信

## [ コンピュータ間通信

- CPU～メモリ
- CPU～CPU
- コンピュータ～コンピュータ

[ 様々な種類のコンピュータ機種・アーキテクチャ・用途に対応するために、  
プロトコル(通信規定)が規定された。

- しかし、標準のプロトコルというのを一つに決めるのは非常に難しい。
  - ビジネス、各国のポリシー、政治・政策

# プロトコル

## [ プロトコルレイヤ

- ❖ いろいろな機能を組み合わせるために、抽象度に応じて階層が定義された。
- ❖ 国際標準のレイヤ
  - 7レイヤモデル
- ❖ インターネットでのデファクト標準
  - 4レイヤモデル

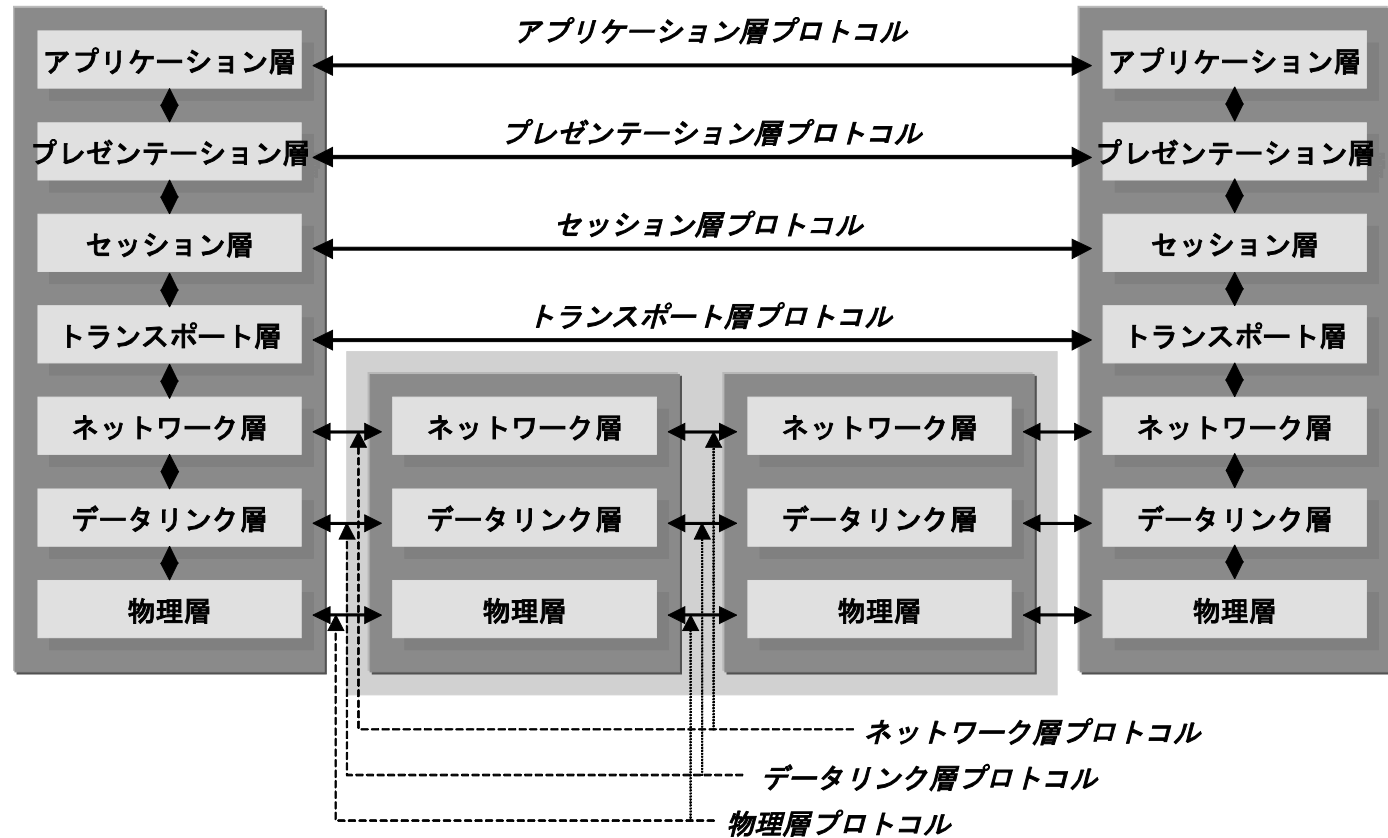
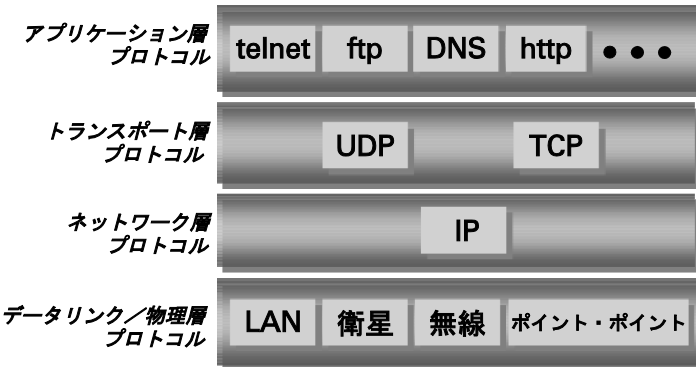
©pixabay



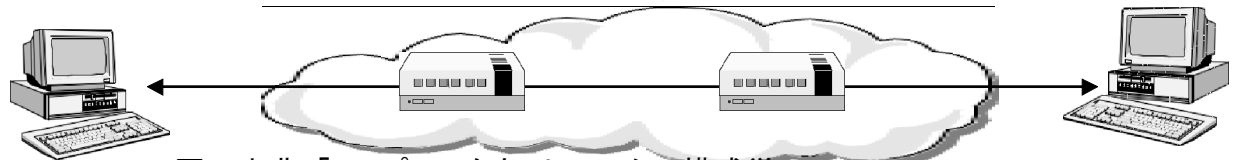
# プロトコルレイヤ

7レイヤのOpen system interconnection reference model

4レイヤのTCP/IP reference model



下から3レイヤは  
ネットワーク内部とされている

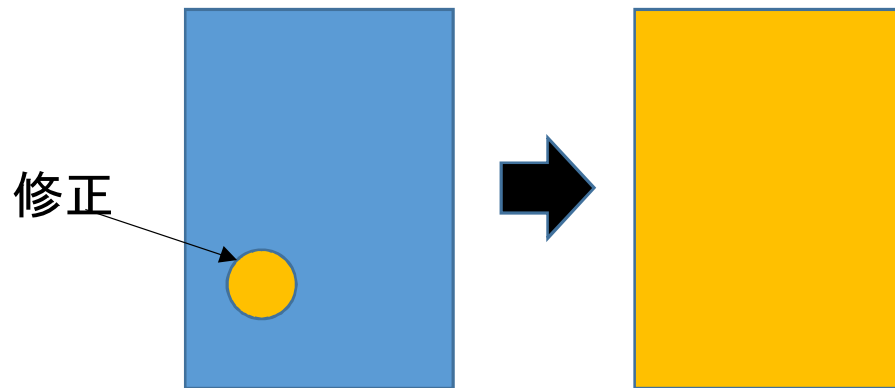


図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」

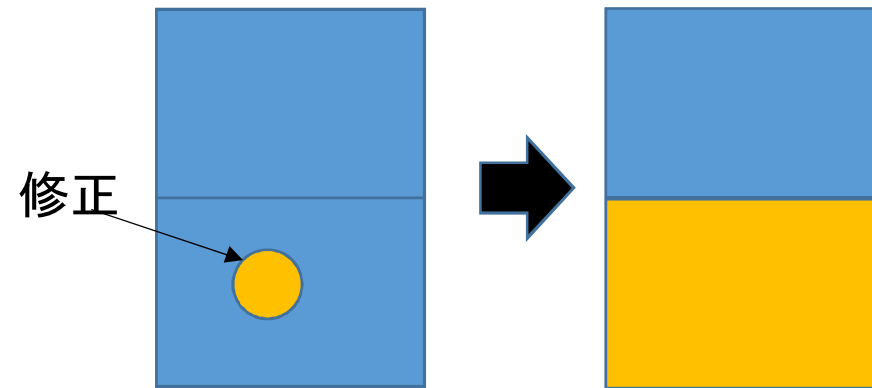
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

# 階層化の利点

- ◉ レイヤがなかったら、プロトコルに追加修正を行ったときに、実装開発がコスト・開発期間において非常に困難になる。
- ◉ レイヤがあるので、例えば、イーサでも無線LAN(WLAN)でもつながるようにするのが容易。
  - ◻ イーサネット + TCP/IP
  - ◻ WLAN + TCP/IPのどちらにおいてもTCP/IPは共通。



モノリシック プロトコル



レイヤード プロトコル

# 階層化 損得

なぜ、階層化なのか？

階層化の利点・欠点

機能の分割により、ある機能をupdateしたときに、そのupdateが全体に及ぼす影響を小さくできる

修正が容易

部分的最適化になる恐れ

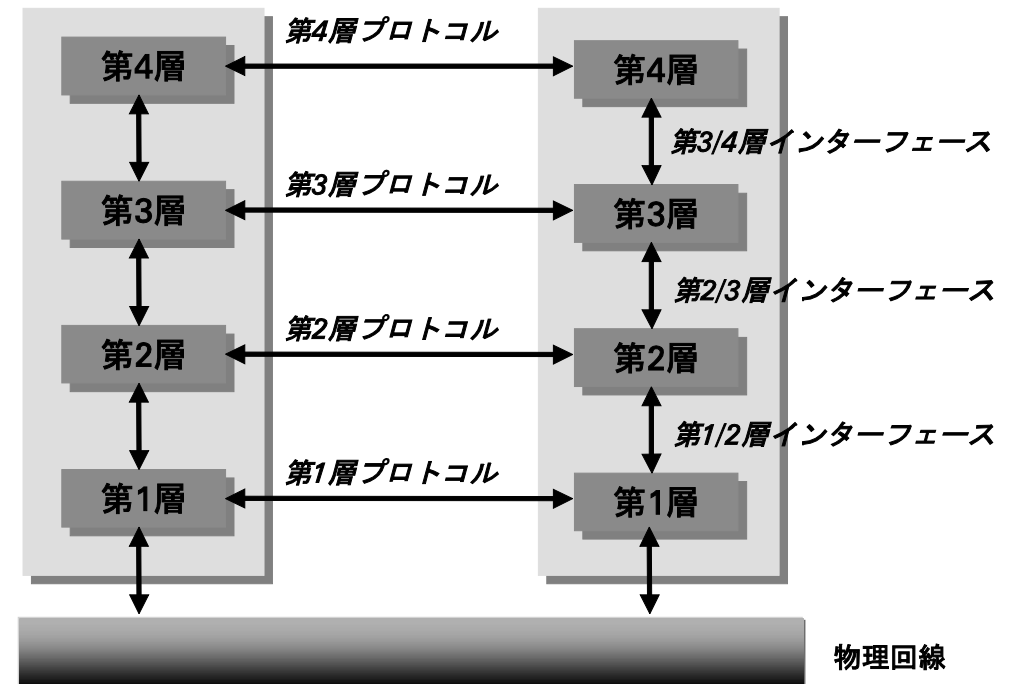
# ネットワーク機能の階層化

機能が複雑になるのを避けるため、階層(レイヤ)という考えを元にネットワーク機能が分類され、実装されている

下位レイヤは、上位レイヤに対して、サービスを行う

例  
無線LANのMACフレームは、  
IPパケットなどを運ぶ  
IPパケットは、  
TCPのデータなどを運ぶ

相手とのやりとりの約束事がプロトコル  
もしも  
はい  
～～さんのお宅ですか？



図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>



# レイヤリングの例

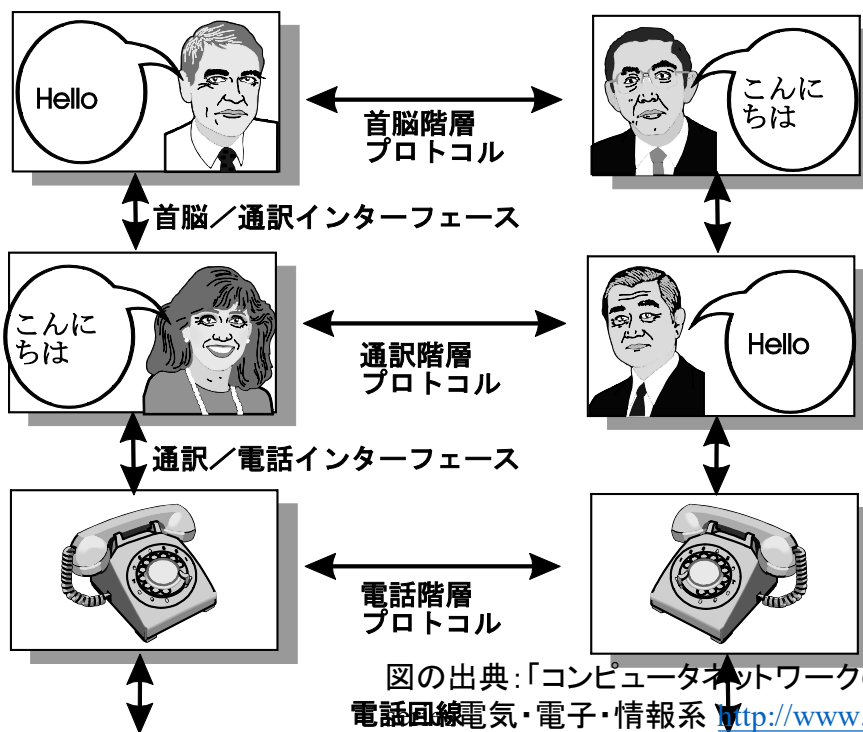
## 首脳同士のホットライン

首脳レイヤは、この電話が、電話なのか、VoIPなのか、海底ケーブル経由なのか、衛星経由なのか、知る必要が無い。

通訳レイヤは、その話をしているのが、首脳同士なのか、学生同士なのか、知る必要はない。

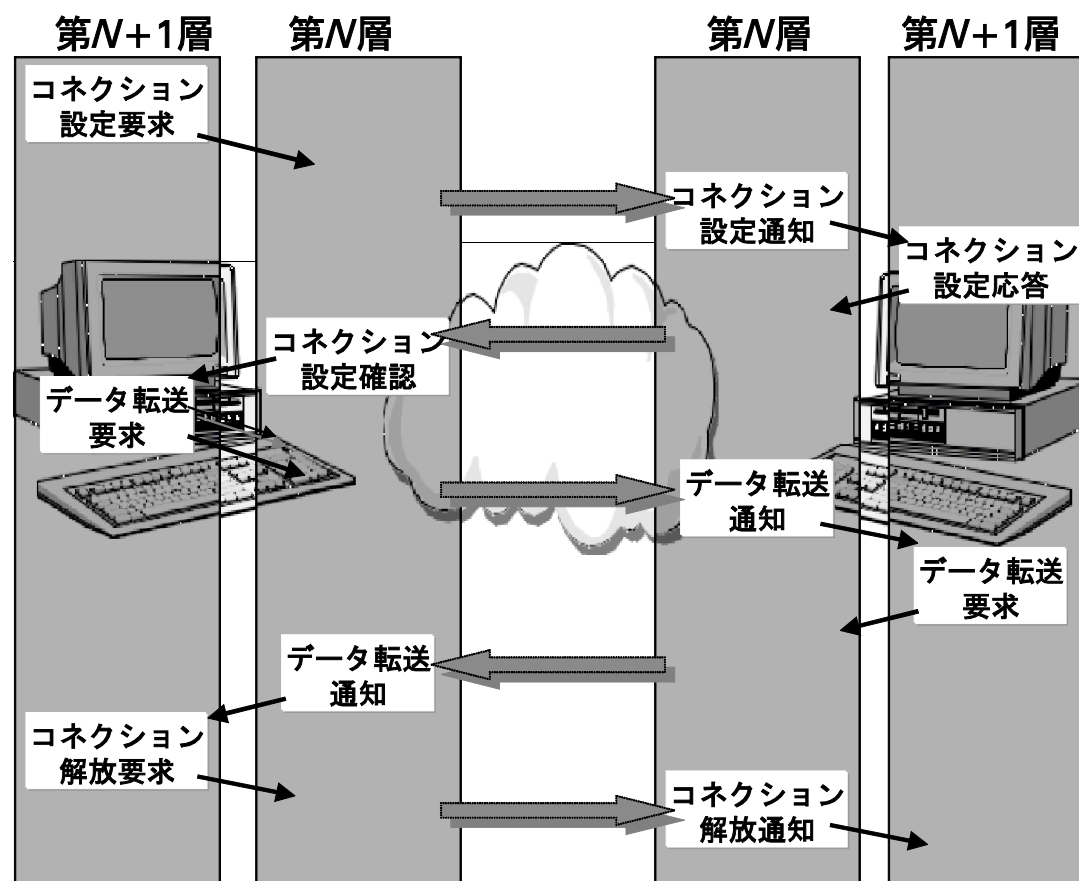


<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%89%E3%83%8A%E3%83%AB%E3%83%89%E3%83%BB%E3%83%88%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%83%97> 2019/8/19



図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
電話回線電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

# レイヤ間のやりとり



図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

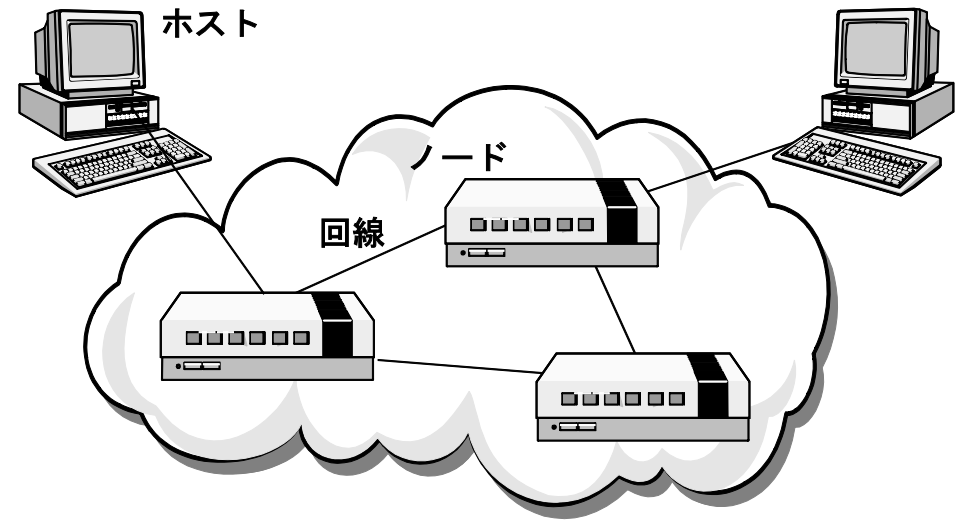
このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。



このスライド内容は講義日当日発表するため、  
あえて白紙になっています。

# ネットワーク 構成要素

## ネットワーク構成要素



### ホスト

通信の対象となる情報発生源あるいは情報を受け取るもの  
いわゆる端末のこと

### ノード

ネットワーク内部で情報を中継する通信装置  
端末と端末、ノードとノードを柔軟に接続する意味合いから  
交換機とも呼ばれる

### 回線

ノード間、ホスト～ノード間を接続する手段  
その能力を回線容量(または帯域)と呼ぶ

図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

# 用語

リンク

ノード間を結ぶモノをリンクと呼ぶ

パス

リンクの集合で、端末間を結ぶ経路を物理的な意味でパス、

ルート

パスを論理的な意味でルートと呼ぶ

ネットワーク

1つの管理主体が持つネットワーク

インターネットワーク

ネットワークがネットワーク化しているもの

The Internet

インターネットワークの1つの実現形態

# ネットワークの接続形態(ブロードキャスト)

## ブロードキャスト型

ある一端末の送信をネットワークの全員が聞くことができる

## ブロードキャスト通信

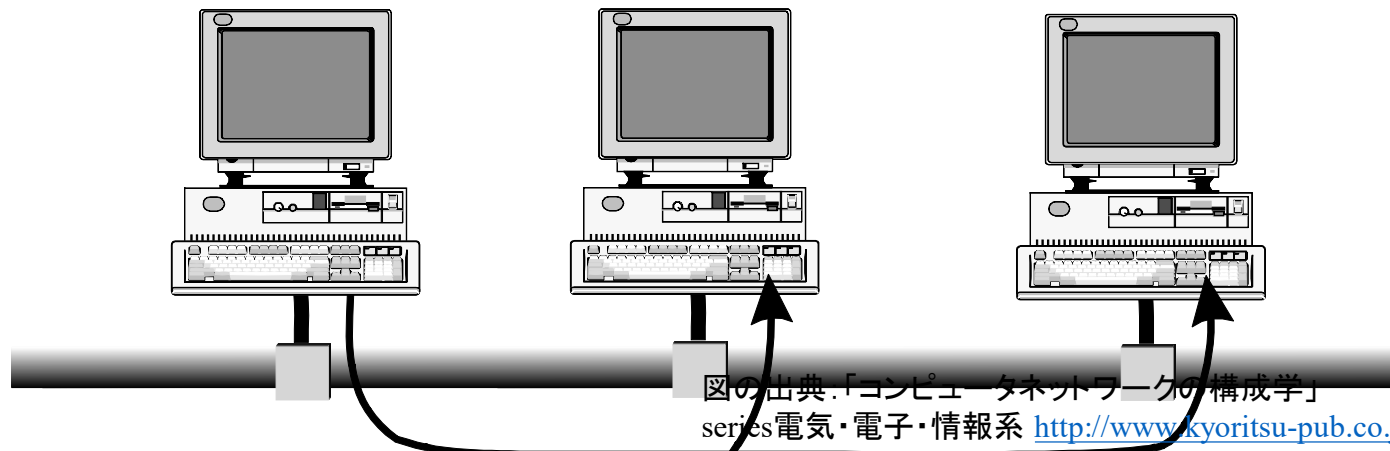
全員に情報を送るときに用いる

## ユニキャスト通信

特定の指定した相手に情報を送るときに用いる

## ユニキャスト+ブロードキャスト型トポロジ

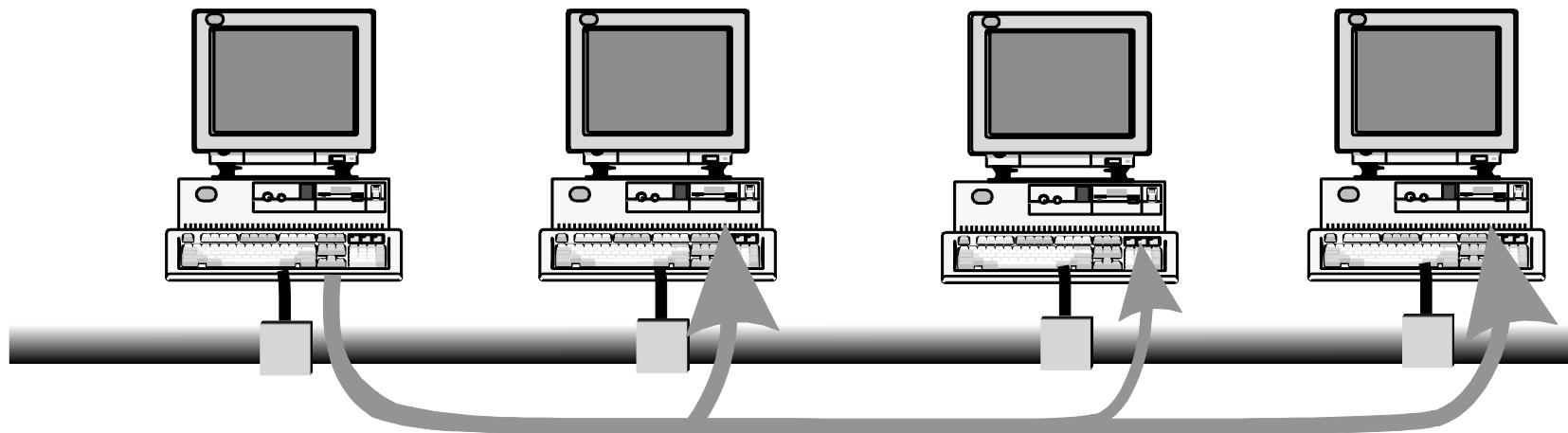
指定された相手以外は、聞こえるけど無視する



# ネットワーク(リンク)トポロジ

## バス型

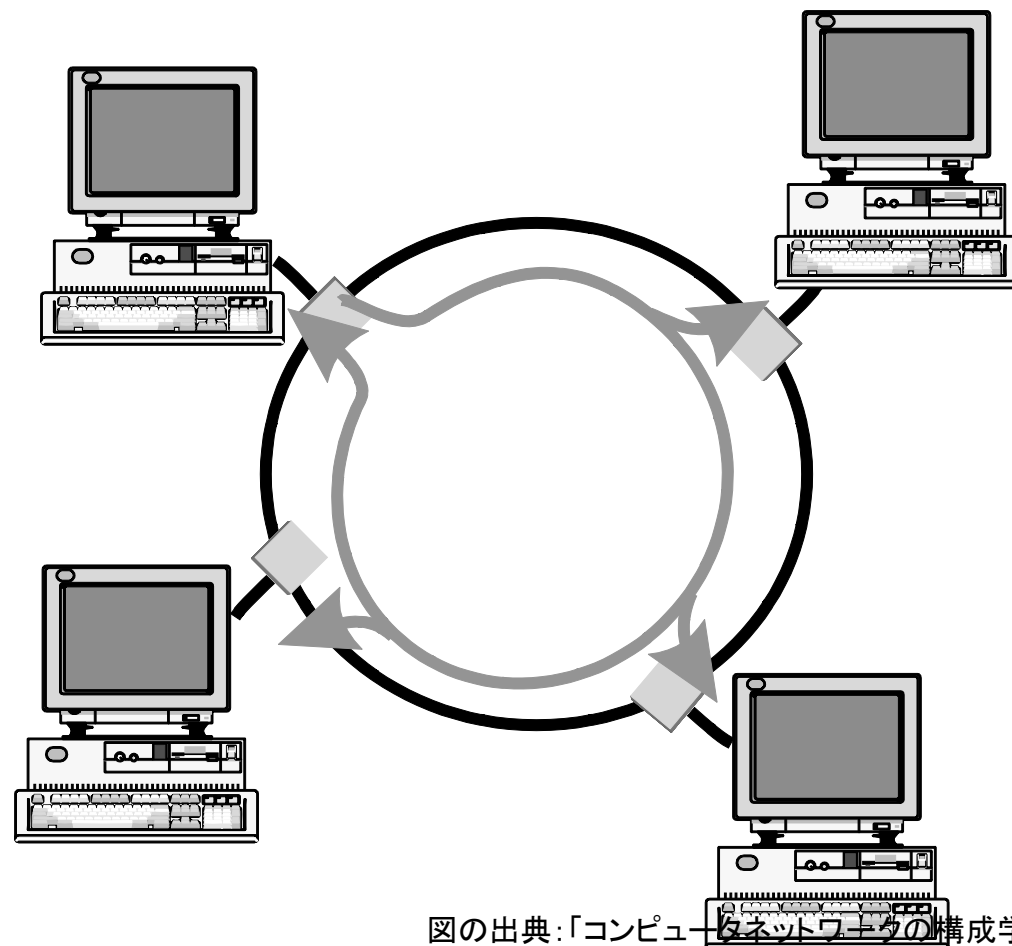
物理的信号的に全てが1本の媒体でつながっていることが多い



図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

# リング型

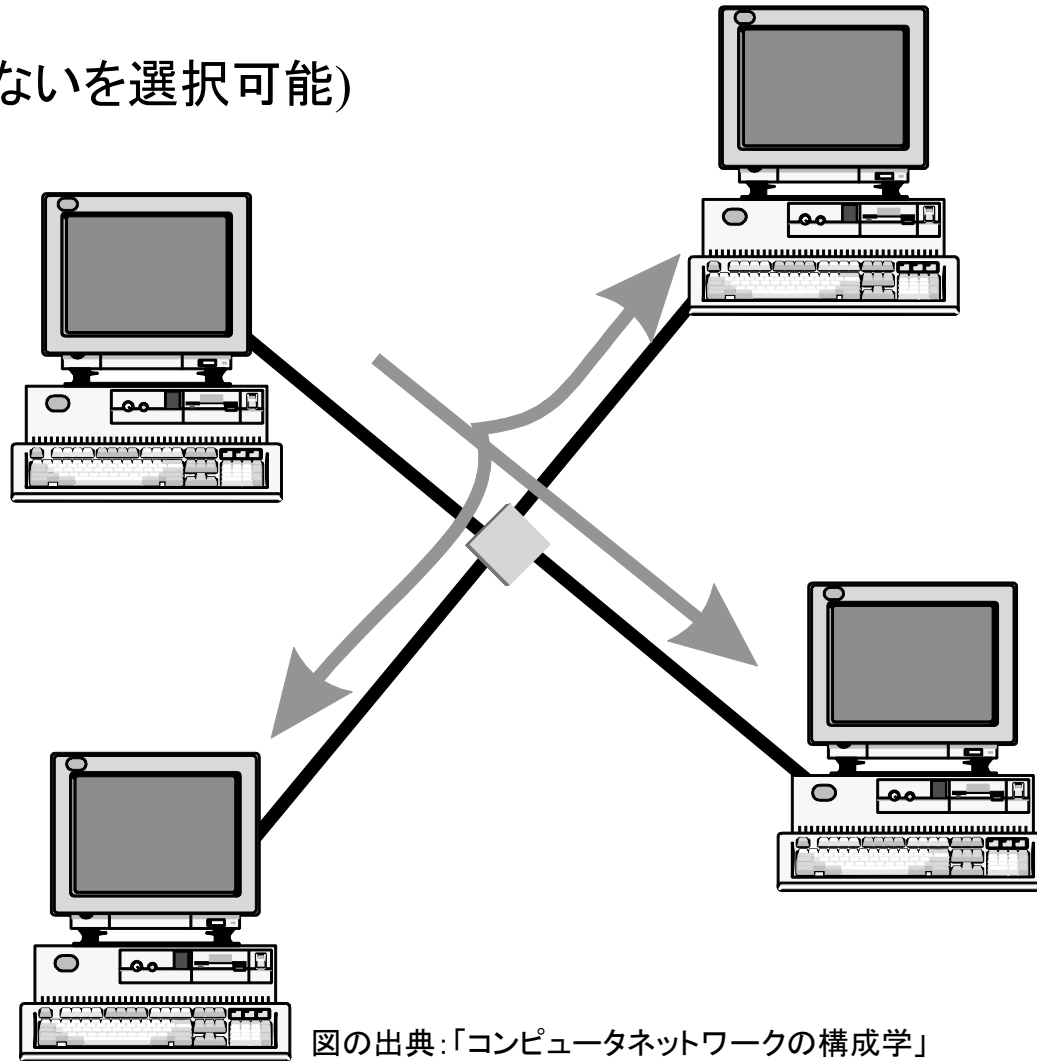
双方向も可能



図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

## スター型

効率良くコピー(する・しないを選択可能)



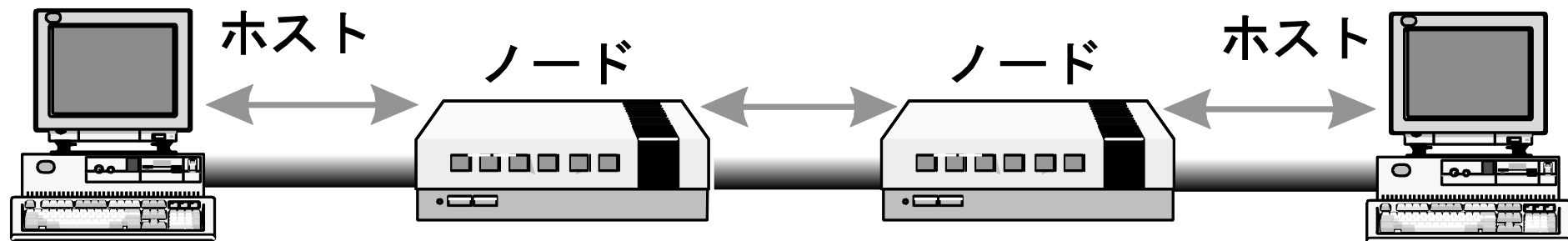
図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

# ネットワークの接続形態(ポイント・ポイント型)

ポイント・ポイント型

ノード間をいろいろな形(トポロジ)で接続する

可能な限りの全ての接続→フルメッシュトポロジ



図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」

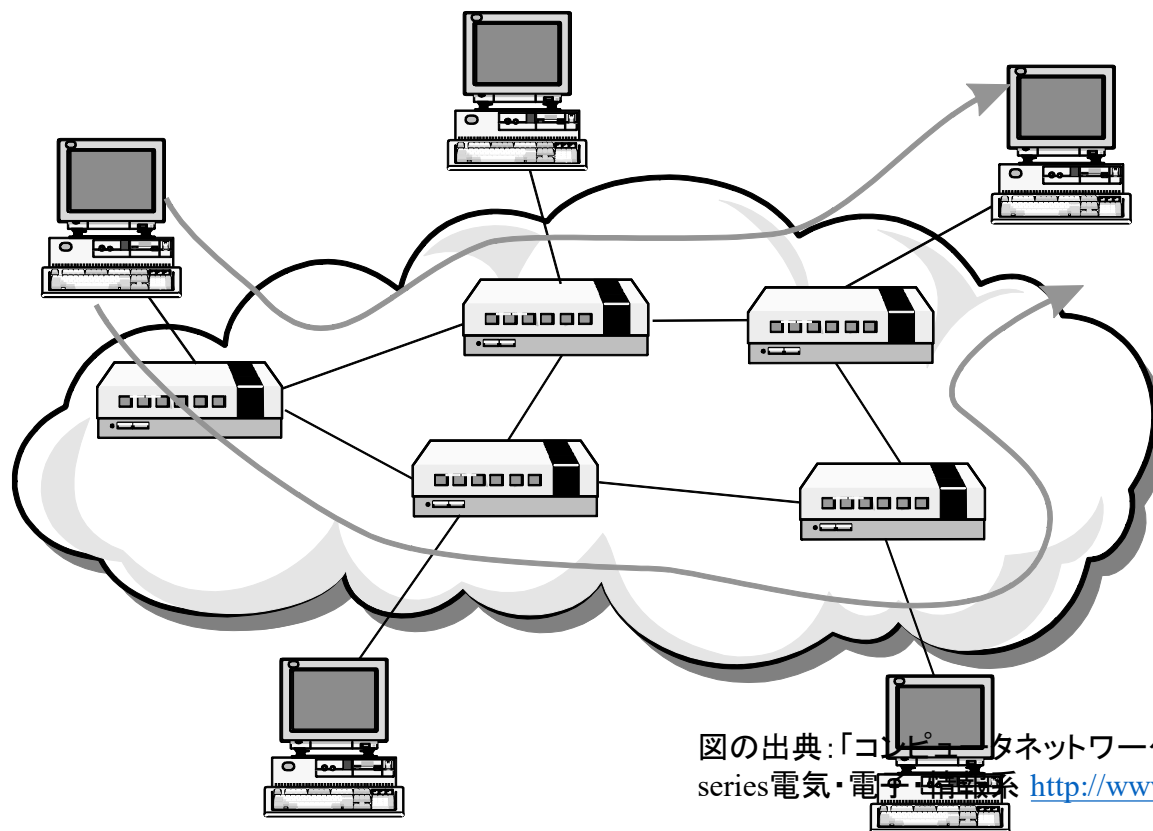
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>



## メッシュ型

目的地に向けて、情報を転送(バケツリレー)していく

そのルートを決める→ルーティング



図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

# ネットワークの接続形態の特徴

## ブロードキャスト型

位置などに制約がないので、比較的物理的構成に関して自由度が高い  
情報が全てに配送されてしまうので、効率が悪い

## ポイントポイント型

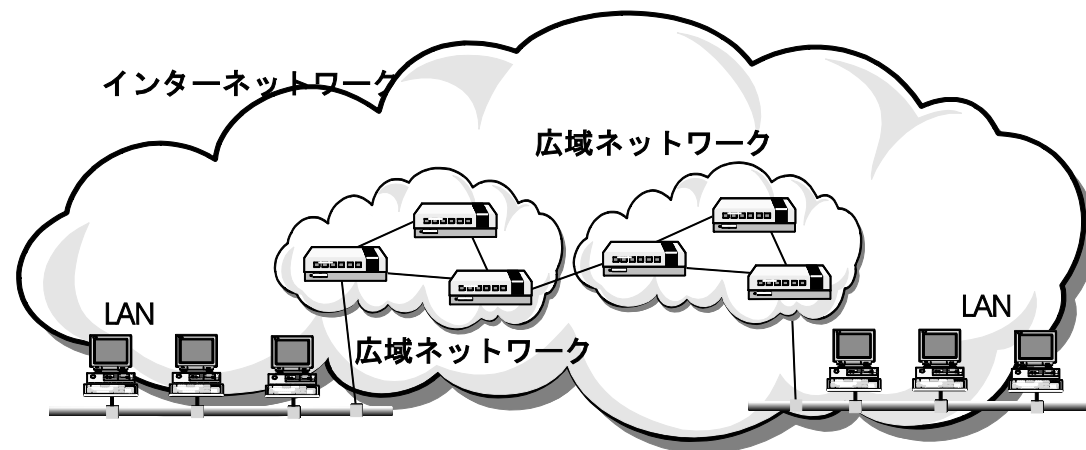
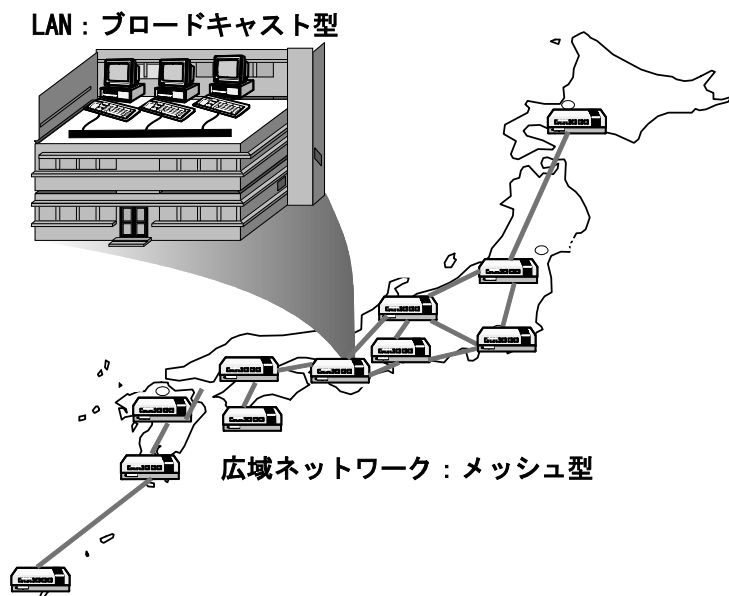
情報がピンポイントで送られるので、効率がよい  
物理構成が変更されると、ルーティングや様々な変更が  
起こりオーバーヘッドが大きい

©pixabay



# 長所を組み合わせ合わせた典型的なネットワーク構成

LANはブロードキャスト  
WANはポイントポイント



図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」

series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

# 規模によるネットワークの呼び方

WAN

Wide area network  
広域網(都市レベル、全国レベル)

MAN

Metropolitan area network  
都市レベル

LAN

Local area network  
建物レベル

PAN

Personal area network  
そのへんまで

BAN

Body area network  
スマートウォッチとスマホ間

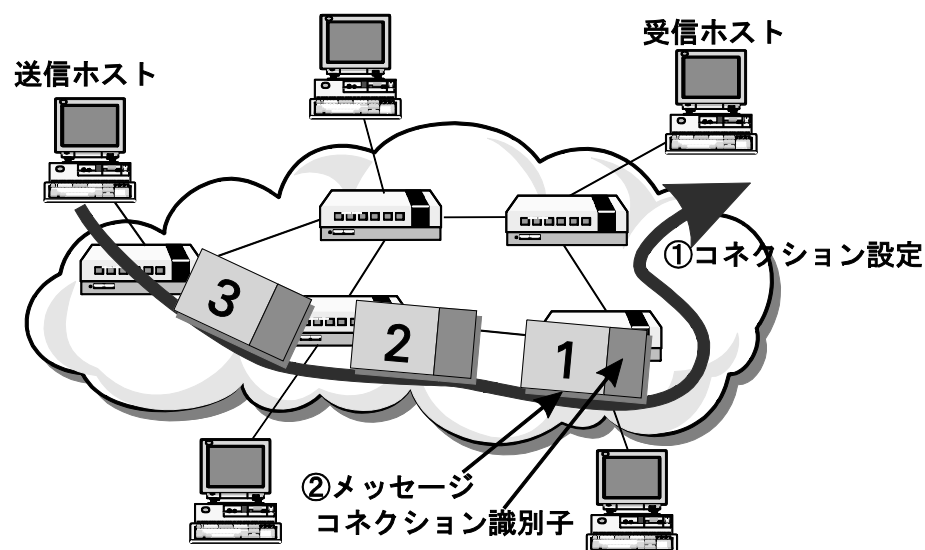
©pixabay



# コネクションとコネクションレス

コネクション：相手との接続

コネクション型：相手とのデータ交換の前に、相手と接続するやりかた



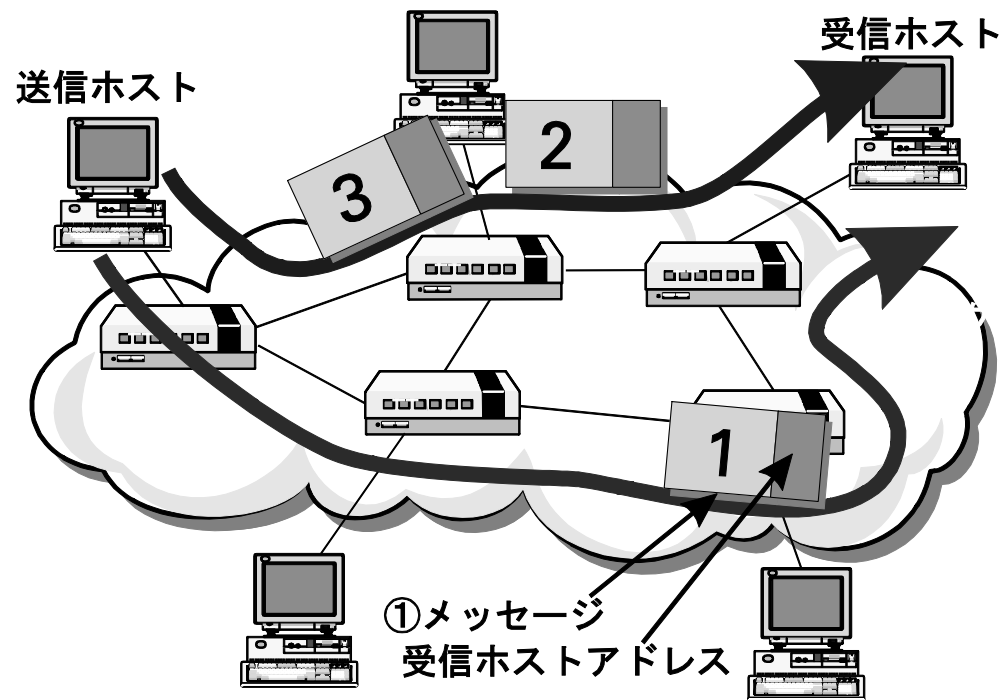
一度相手とのコネクションが確立すれば、  
あとは、そのコネクションを明示して、データを流すだけ。

電話など

図の出典：「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>



コネクションレス型: 相手とのデータ交換の前に、相手と接続しない



パケット毎に、相手に届くような情報(アドレスとか)を持たなければいけない

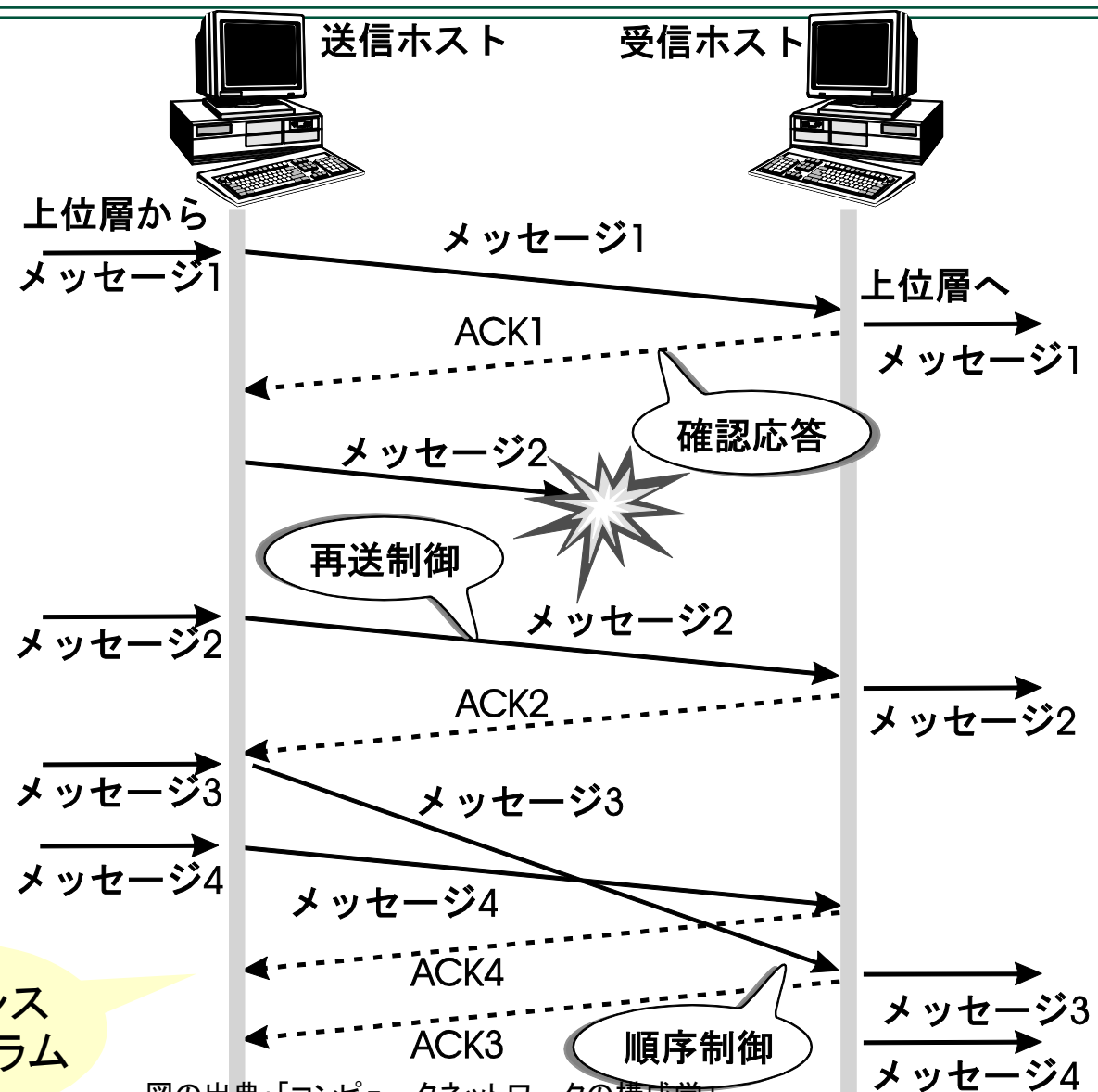
郵便など

図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>

# 再送と順序制御

確実に受信されるとは限らない。  
そこで、そのための「制御」がある。  
情報の欠落 → 再送制御  
情報の順序違い → 順序制御

しかし、必ずしも、  
上記制御がなされるとは限らない



シーケンス  
ダイアグラム

図の出典:「コンピュータネットワークの構成学」  
series電気・電子・情報系 <http://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320085862>