

# 最低限 internet ～ internetの仕組み ～

---

伊藤 旭人

神戸大学大学院 理学研究科惑星学専攻

2022 年 8 月 7 日

ITPASS 実習 2 日目

# ここで話すこと

- ✓ インターネットはどのような仕組みか？
- ✓ インターネットでの通信に必要な情報は何か？

# 目次

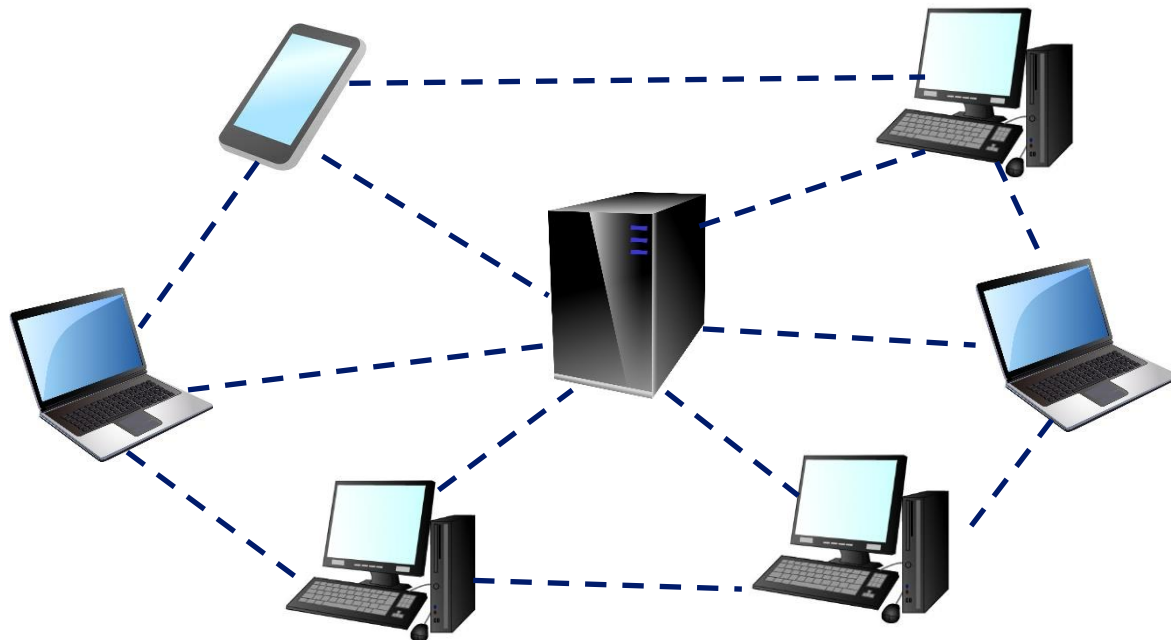
- コンピュータ・ネットワークの概要
- インターネットと通信モデル
- インターネットの通信規約
- ネットワークを用いた通信に必要な情報
- インターネットの「電話帳」

# 目次

- コンピュータ・ネットワークの概要
- インターネットと通信モデル
- インターネットの通信規約
- ネットワークを用いた通信に必要な情報
- インターネットの「電話帳」

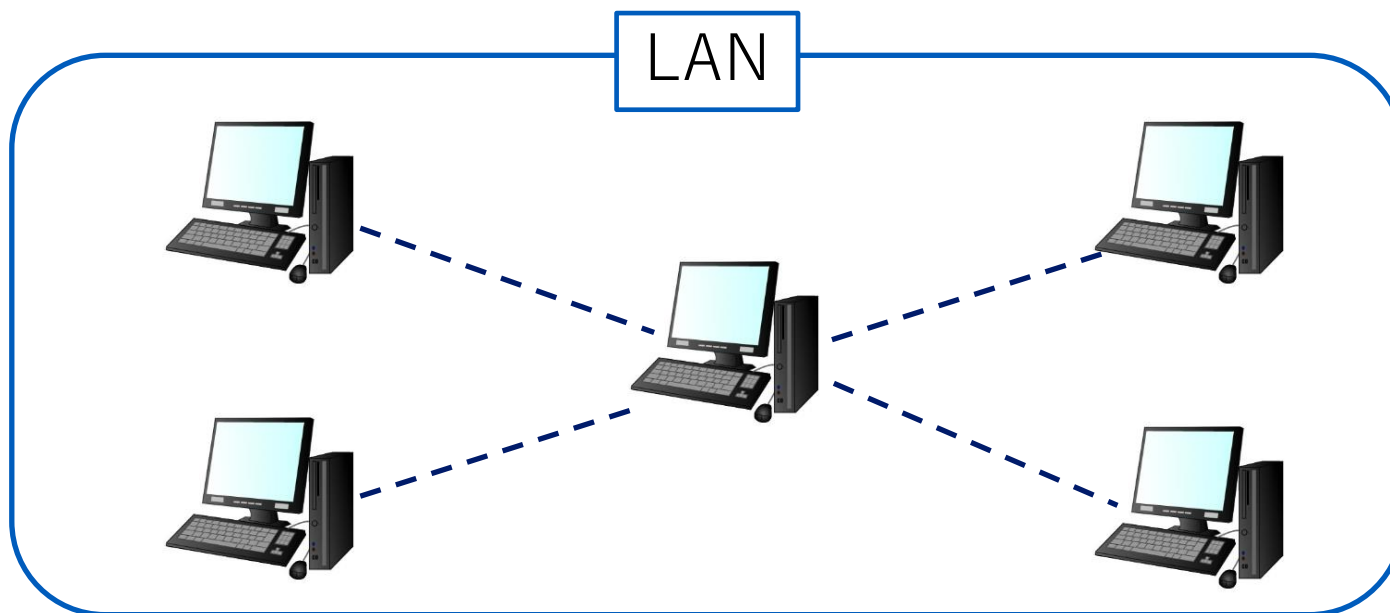
# コンピュータ・ネットワーク

- 複数のコンピュータを接続する技術. あるいは, その接続されたシステム全体のこと
  - ノード(点): コンピュータ
  - リンク(経路): ネットワークケーブル, 電波
  - 通信回線を通して, 電気信号をやりとりする



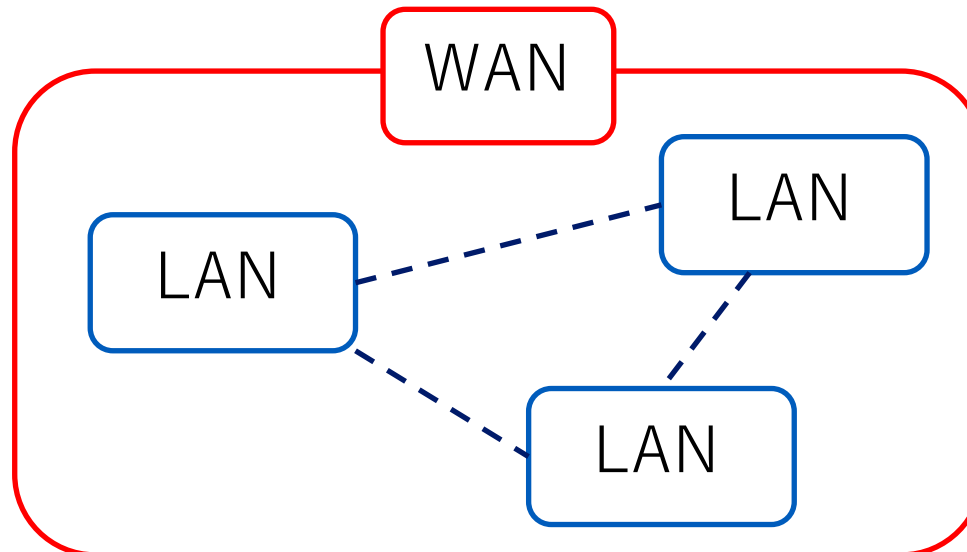
# LAN

- Local Area Network (LAN)
  - 一施設内程度の規模 (家庭, オフィス, 研究所など) で用いられるネットワーク
  - 有線LAN: 電話線, 光ファイバーなどで配線するもの
  - 無線LAN: 電波を用いるもの



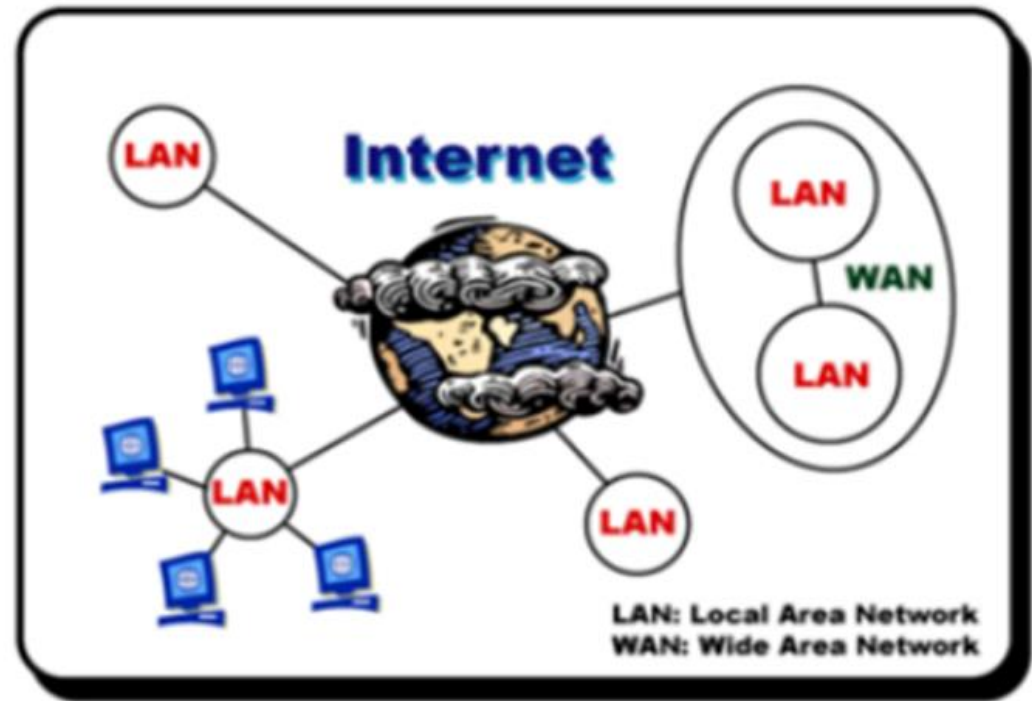
# WAN

- Wide Area Network (WAN)
  - LAN に比べて広範囲(都市間, 県間など)をつなぐネットワーク
    - 電話線や光ファイバーなどで LAN 同士を繋いだネットワークを意味する
    - インターネットは世界規模で実現された WAN
  - 家庭や企業では, 電気通信事業者などによって提供されるサービスを利用している



# インターネット

- 広義の internet
  - 複数のコンピュータネットワークを相互接続したネットワーク
- 狭義の Internet
  - 広義のインターネットのうち、地球規模で相互接続されているネットワーク
  - 始まりは、アーパネット (ARPANET) (1960年代後半)
    - <https://www.nic.ad.jp/timeline/> も参照の事.
  - **TCP/IP** という通信規約に基づき通信を行う



ネットワークは、個人の計算機から、LAN, WANを通じて internet へ

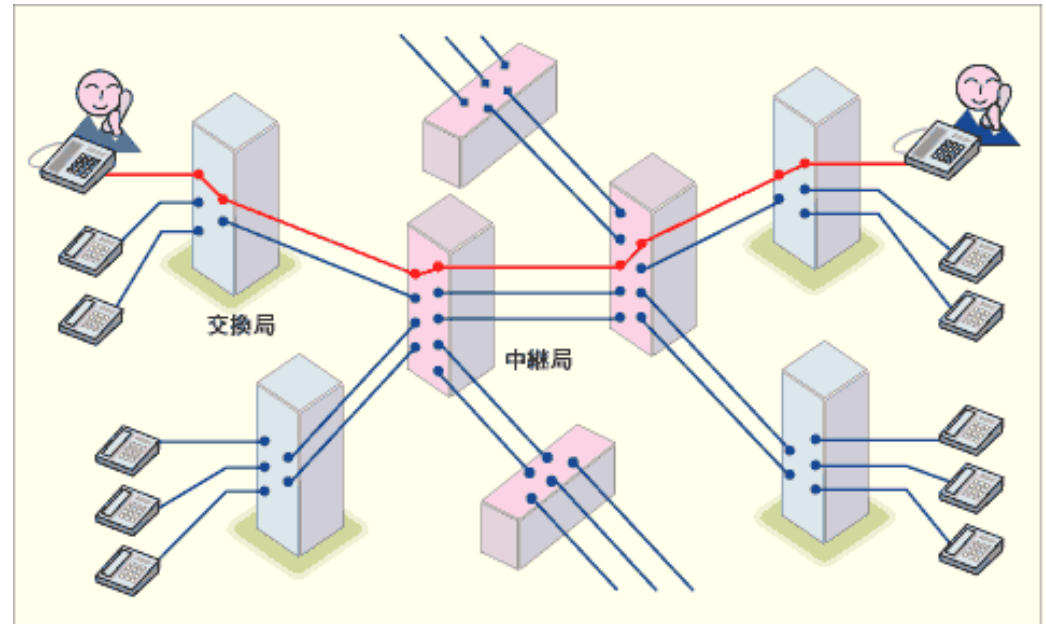


# 目次

- コンピュータ・ネットワークの概要
- インターネットと通信モデル
- インターネットの通信規約
- ネットワークを用いた通信に必要な情報
- インターネットの「電話帳」

# 回線交換ネットワーク

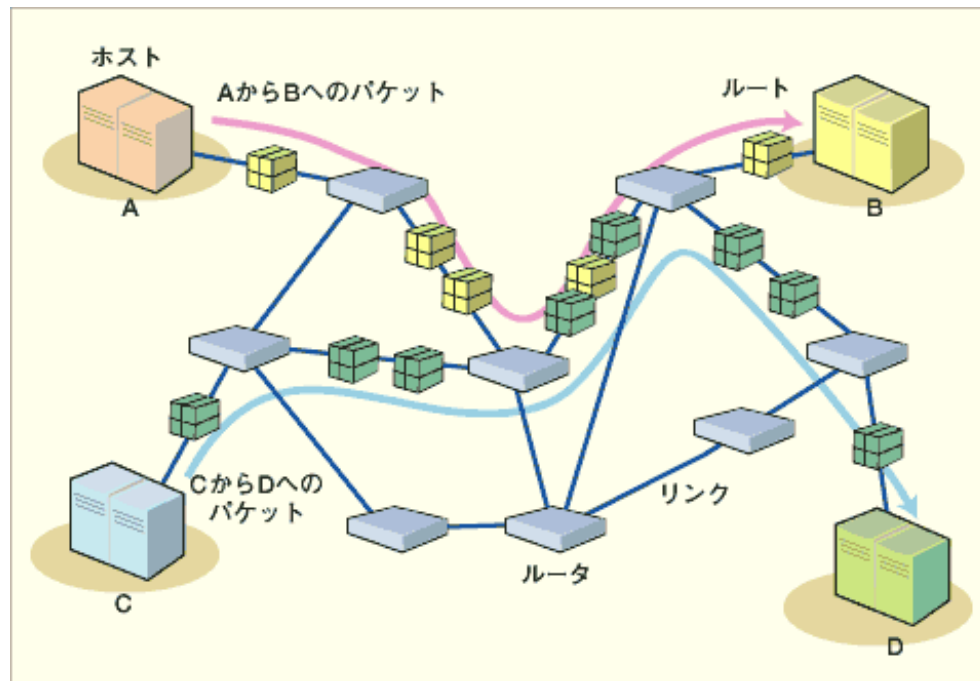
- 相手と直接つながる回線を用いてデータを届ける通信モデル
  - 例: 電話
  - 長所
    - 他の通信の影響を受けにくい
    - 一定の通信量が保証される
  - 短所
    - 回線数以上は接続不可
    - 通信量と無関係に回線を占有



<http://www.atmarkit.co.jp/fwin2k/network/tcpip001/tcpip04.html>

# パケット交換ネットワーク(1)

- 通信したいデータを, 小さなデータの塊である**パケット** (IPパケット) に分けて送受信する
  - 送信元でパケットに分割されて, 送信先でパケットを結合し, 元データを復元する
  - パケットには, TCP/IP に基づいて付加的な情報が加えられる
    - 送信元, 送信先の住所
    - パケットを分割した順番



<http://www.atmarkit.co.jp/fwin2k/network/tcpip001/tcpip04.html>

# パケット交換ネットワーク(2)

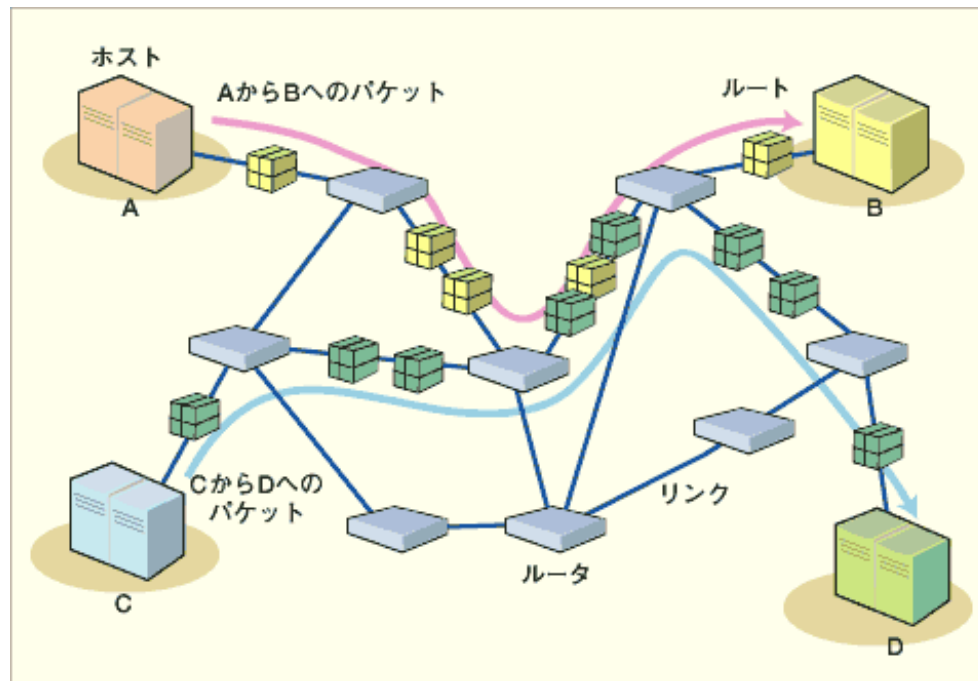
- データをパケット単位でリレーしながら、相手に届ける通信モデル

- 長所

- 任意の経路を通る
- 他者と経路を共有する
  - ネットワークの資源を有効活用できる
  - 経路の多様性のため、ネットワークのトラブルに強い

- 短所

- パケットロスの可能性はある
- パケットの届く順序やタイムミングは保証されない



<http://www.atmarkit.co.jp/fwin2k/network/tcpip001/tcpip04.html>

# 目次

- コンピュータ・ネットワークの概要
- インターネットと通信モデル
- **インターネットの通信規約**
- ネットワークを用いた通信に必要な情報
- インターネットの「電話帳」

# 通信プロトコル

- 通信を行うためには規約(=プロトコル)が必要

例えば…誰かと電話で通話するためのプロトコル

- 電話番号を打ち込む
- 相手が出る
- 「もしもし, ○○です. …」
- 電話を切る

- 同じプロトコルを使っていれば, 計算機の種類やアプリケーションの種類が異なっていても通信できる

# TCP/IP

- Transmission Control Protocol / Internet Protocol
- ネットワークに用いるプロトコルの集まり
  - 機能的に分類し，階層表現でまとめてある
- インターネットで標準的に使われる通信プロトコル
  - UNIX に標準で実装されたため急速に普及した

# TCP/IP のプロトコル構造

- アプリケーションや階層によって異なるプロトコルを用いる





# アプリケーション層

階層	プロトコル
アプリケーション層	SMTP , HTTP , FTP , POP
トランスポート層	TCP , UDP
インターネット層	IP
リンク層	Ethernet

- TCP/IP アプリケーションがサービスを提供するために使用するプロトコルが含まれる層
- サービスごとに異なるプロトコルが使われる
- 属するプロトコルの例
  - HTTP (Hypertext Transfer Protocol)
    - HTMLコンテンツの送受信
  - FTP (File Transfer Protocol)
    - ファイルの転送
  - SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
    - メール転送
  - POP (Post Office Protocol), IMAP (Internet Message Access Protocol)
    - メール受信

# トランスポート層

階層	プロトコル
アプリケーション層	SMTP , HTTP , FTP , POP
トランスポート層	TCP , UDP
インターネット層	IP
リンク層	Ethernet

- ホスト PC の OS 上のプロセス間でデータを運搬する層
  - 送るデータの packets 化
  - 受け取った packets の結合
- 宛先のプロセスは, ポート番号で指定する
- 属するプロトコルの例
  - TCP
    - 転送効率は低い, 確実に相手に届けたいときに使う
  - UDP
    - 多少のデータの欠落があっても, 高速性や即時性(リアルタイム性)を重視するとき(放送や通話など)に使う

# インターネット層

階層	プロトコル
アプリケーション層	SMTP , HTTP , FTP , POP
トランスポート層	TCP , UDP
インターネット層	IP
リンク層	Ethernet

- 異なるホスト間の通信を実現する層
- 宛先は IP アドレスで指定する
- 属するプロトコルの例
  - IP (Internet Protocol)
    - アドレッシング (addressing)
      - IP アドレスを割り振るルール
      - IP アドレスは, ICANN (The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) が管理
    - ルーティング (routing)
      - パケット経路の選択
  - ARP (Address Resolution Protocol)
    - IP アドレスから MAC アドレスを取得する

# リンク層

階層	プロトコル
アプリケーション層	SMTP , HTTP , FTP , POP
トランスポート層	TCP , UDP
インターネット層	IP
リンク層	Ethernet

- 異なるホスト間，ホストとルータ間の物理的・電氣的な通信を実現する層
- データを電気信号に変換する
- 宛先は MAC アドレスで指定する
- 属するプロトコル…物理的・電氣的な接続方法を規定
  - Ethernet
    - 一般的に使われる LAN で採用されている技術規格

# リンク層

階層	プロトコル
アプリケーション層	SMTP , HTTP , FTP , POP
トランスポート層	TCP , UDP
インターネット層	IP
リンク層	Ethernet

- 情報実験機のネットワーク機器

- インターフェース

- NIC (Network Interface Card)

- コンピュータを LAN に接続するための拡張カード

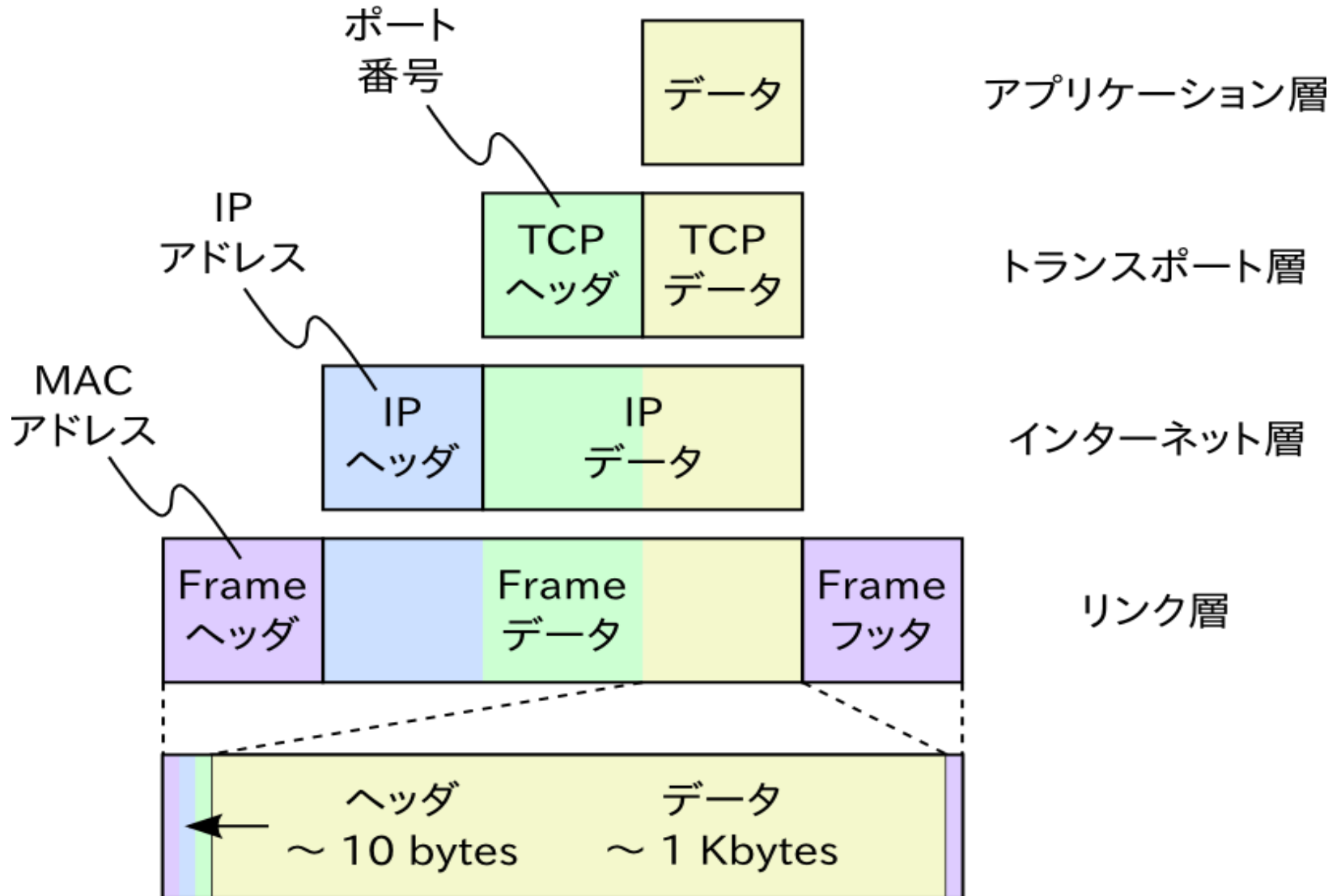
- » Ethernet カード

- 中継機器

- ハブ



# IP パケットの構造



# 前半のまとめ：インターネットはどんな仕組み？

- コンピュータ・ネットワーク
  - 多くのコンピュータを繋いだシステム全体, そのための技術
  - ネットワークの規模 (LAN, WAN)
  - The Internet
- インターネットと通信モデル
  - 回線交換ネットワーク
  - パケット交換ネットワーク
- インターネットの通信規約
  - TCP/IP
    - プロトコル群は 4 階層に分類

# 目次

- コンピュータ・ネットワークの概要
- インターネットと通信モデル
- インターネットの通信規約
- ネットワークを用いた通信に必要な情報
- インターネットの「電話帳」



# 基本知識

- bit
  - コンピュータが扱う情報の最小単位
  - 英語の binary digit (2進数字) の略
  - 2つの選択肢から1つを特定するのに必要な情報量が1ビット
    - 0 (off) か 1 (on) の2通りの情報
- octet
  - 通信におけるデータの最小単位
  - 1 octet = 8 bit =  $2^8$  = 256通りの情報
    - 正確に8bitを表現する
    - 1 byte も8bitを表すが, 1980年代頃までは byte が何ビットを表すかはシステムによって異なっていた

# 相手と通信するのに必要なこと

## 1. 送信先の特定

- 相手がネットワーク上のどこにいるか

## 2. 最適（最短）な通信経路の選択

- TCP/IP では以下のネットワークパラメータを用いて、送信先と最適な通信経路の情報を得る
  - MAC アドレス
  - IP アドレス
  - サブネットマスク
  - ゲートウェイアドレス
  - ブロードキャストアドレス

# MAC アドレス

- Media Access Control Address
- ネットワーク機器のハードウェアに割り振られている固有の物理アドレス
- 例
  - Ethernet カードの MAC アドレス
    - 00 : 33 : AA : CC : 2D : 11
  - リンク層で通信に利用される



階層	プロトコル
アプリケーション層	SMTP , HTTP , FTP , POP
トランスポート層	TCP , UDP
インターネット層	IP
<b>リンク層</b>	<b>Ethernet</b>

# IP アドレス

- Internet Protocol Address
- ネットワークに接続されたコンピュータや通信機器に割り振る識別子
  - プライベート IP アドレス
    - インターネットに直接接続していないコンピュータに割り当てられる IP アドレス
    - 家庭や企業内の LAN によく見られる
    - インターネットにアクセスする時には, 1 つの LAN のグローバル IP アドレスのみで済む
    - 例: 192.168.16.1 (32 bit)
  - グローバル IP アドレス
    - インターネットに直接接続していない LAN 内のコンピュータが WAN に接続するために必要なアドレス
    - ほかのアドレスと重複しない一意の IP アドレス
    - 例: 133.30.109.22 (32 bit)
- いわば, 計算機のネットワーク上の「住所」
- ネットワークアドレスとホストアドレスからなる

# サブネットマスク

- subnet mask
- IP アドレス中のネットワークアドレスとホストアドレスを識別し, 分離するための数値
- 例:
  - 上位 24 bit をネットワークアドレスとする場合のサブネットマスク
    - 255.255.255.0
- IP アドレスと論理積をとって識別, 分離する
  - 論理積 **【AND】**
    - 論理回路が行う最も基本的な論理演算の一つ
    - すべての入力が「真」(あるいは「1」)の場合だけ出力が「真」(あるいは「1」)になり, それ以外の場合には出力が「偽」(あるいは「0」)となるような演算
      - $0 \times 0 = 0, 0 \times 1 = 0, 1 \times 0 = 0, 1 \times 1 = 1$

# サブネットマスクの具体例

IP アドレス : 133.30.109.203  
サブネットマスク : 255.255.255.0

- 上記のとき,
  - ネットワークアドレス : 133.30.109.0 / 24
    - 属しているネットワークを表すアドレス
  - ホストアドレス : 203

## 2 進数表示

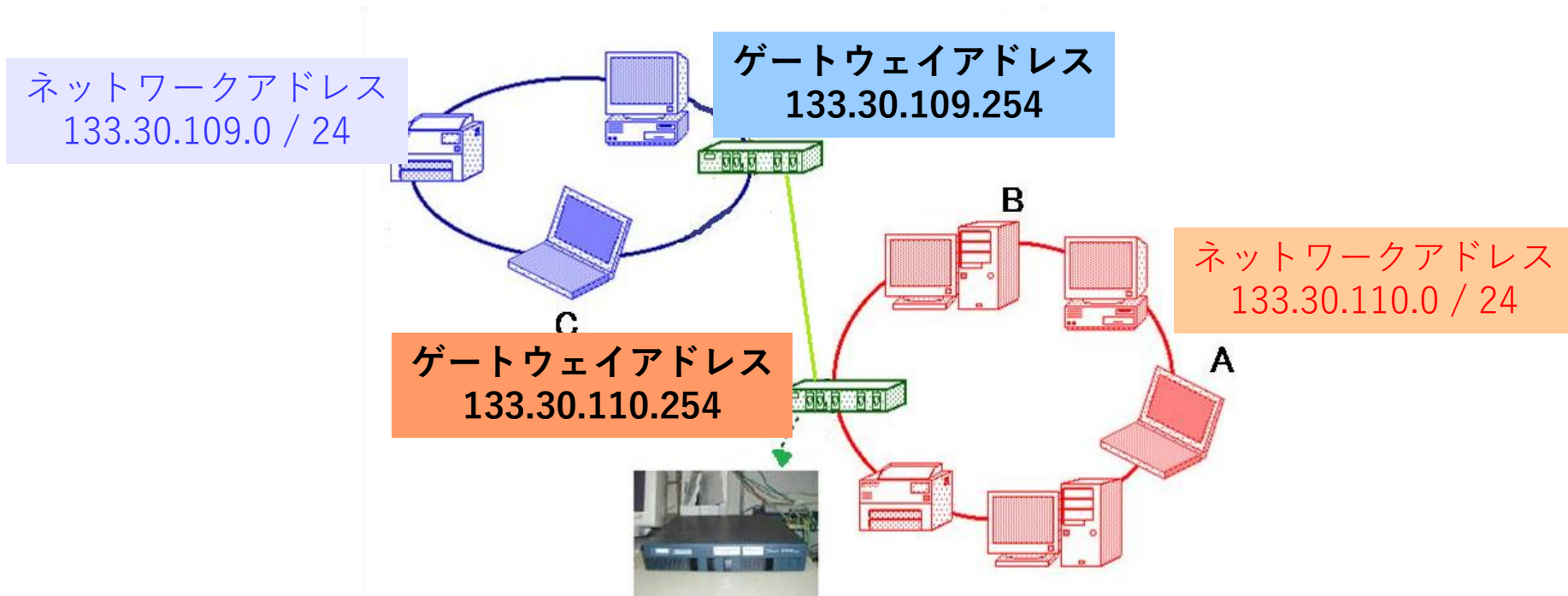
IP アドレス	10000101	00011110	01101101	11001011
サブネットマスク	11111111	11111111	11111111	00000000
ネットワーク部	10000101	00011110	01101101	00000000

## 10 進数表示

IP アドレス	133	30	109	203
サブネットマスク	255	255	255	0
ネットワーク部	133	30	109	0

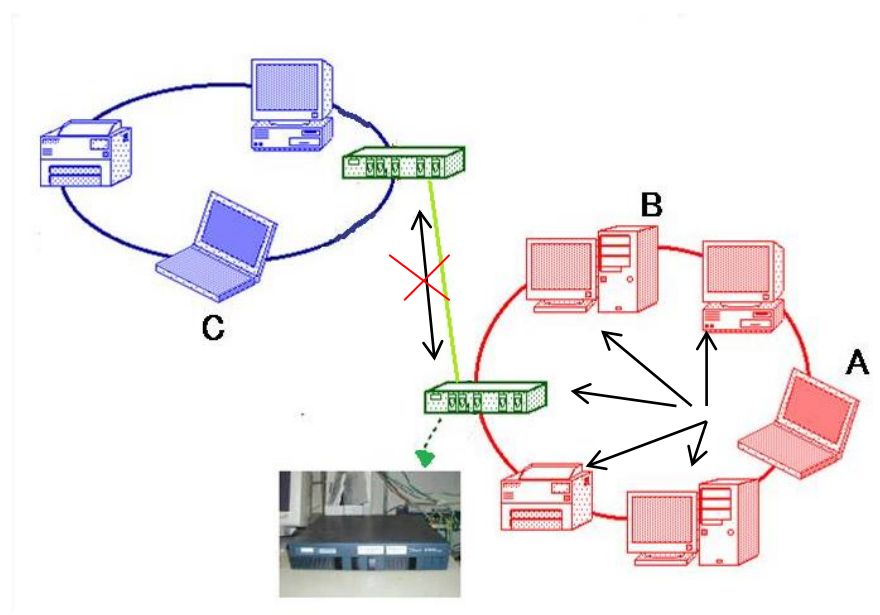
# ゲートウェイアドレス

- Gateway Address
- Gateway (ネットワーク同士の仲介者)の IP アドレス



# ブロードキャストアドレス

- broadcast address
- ネットワーク内の全てのホストにデータを送信するための特殊なアドレス
  - ホストアドレス部の全てのビットを1としたもの





# ブロードキャストアドレス

- broadcast address
- ネットワーク内の全てのホストにデータを送信するための特殊なアドレス
  - ホストアドレス部の全てのビットを 1 としたもの

	ネットワークアドレス			ホストアドレス
<b>2 進数表示</b>				
IP アドレス	10000101	00011110	01101101	11001011
サブネットマスク	11111111	11111111	11111111	00000000
ブロードキャストアドレス	10000101	00011110	01101101	11111111
<b>10 進数表示</b>				
IP アドレス	133	30	109	203
サブネットマスク	255	255	255	0
ブロードキャストアドレス	133	30	109	255

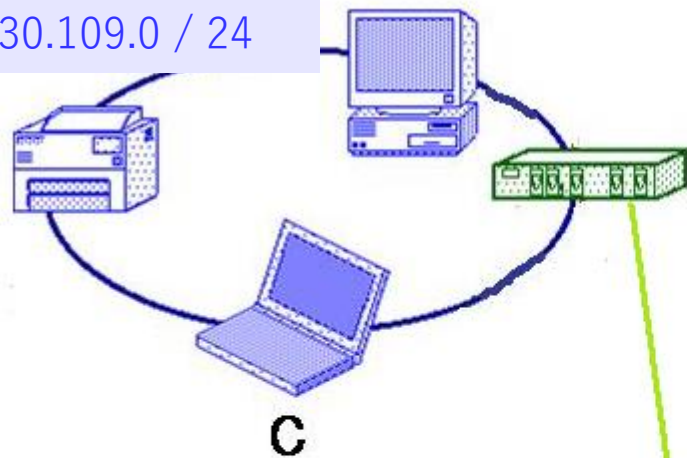
# 実際の通信の手順

- ① 同じネットワーク内の計算機  
に情報を送信するとき

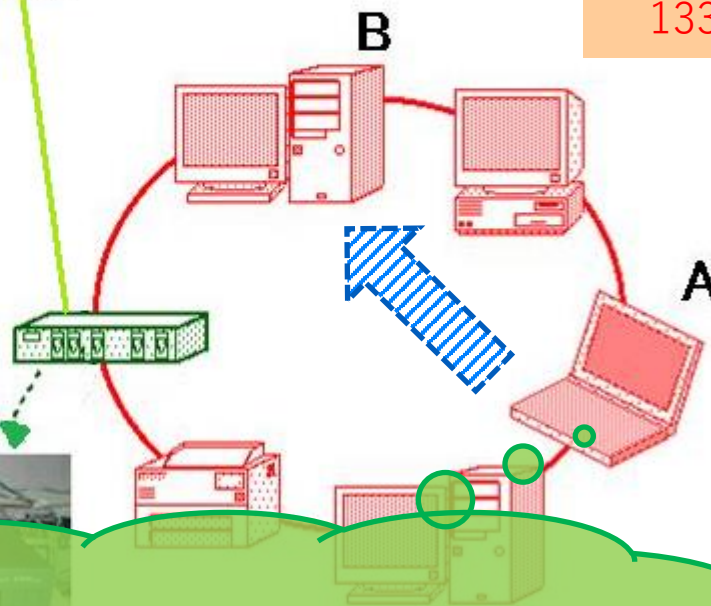
# 通信の手順

## A が B (同ネットワーク内) に情報を送信

ネットワークアドレス  
133.30.109.0 / 24



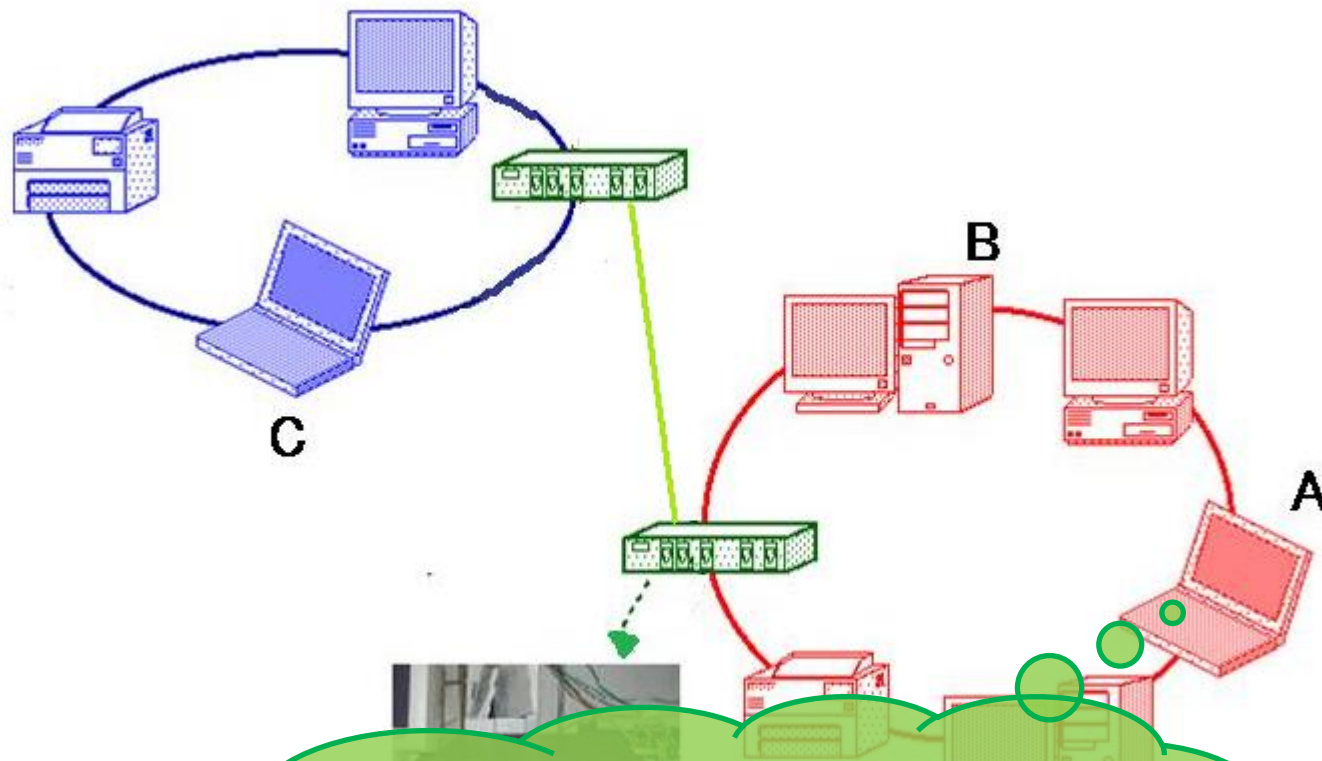
ネットワークアドレス  
133.30.110.0 / 24



同じネットワーク内の B (133.30.110.XXX) に  
情報を送りたい

# 通信の手順

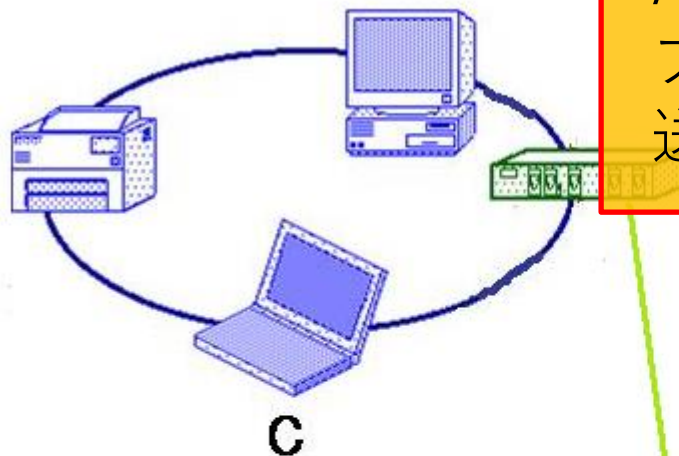
## A が B (同ネットワーク内) に情報を送信



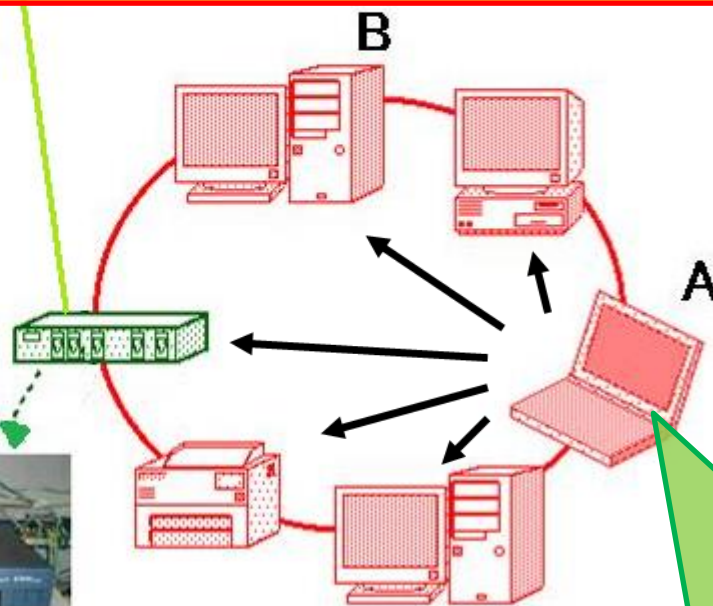
B の IP アドレスは知っているが、MACアドレス(どの計算機か)は知らない

# 通信の手順

## A が B (同ネットワーク内) に情報を送信



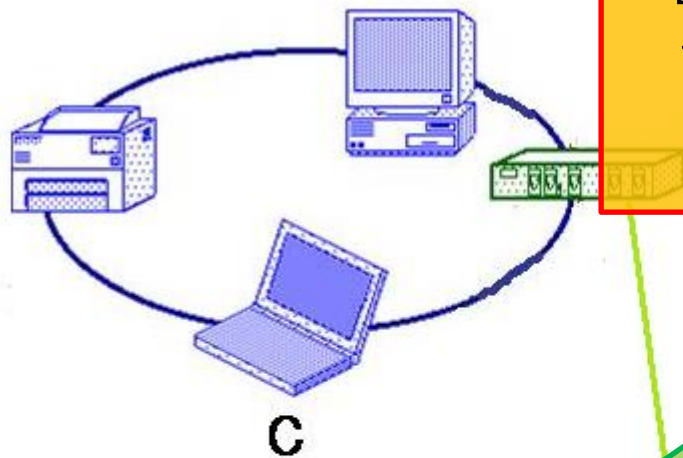
A は B の IP アドレス情報を  
ブロードキャストアドレスへ  
送信



「133.30.110.XXX」は  
どの計算機?

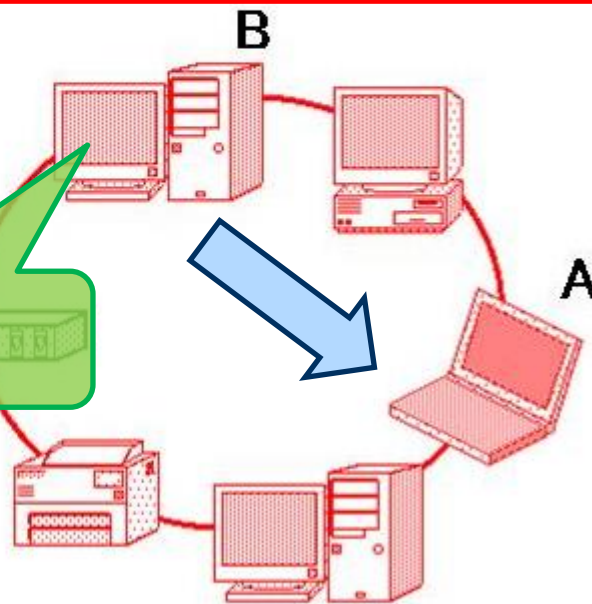
# 通信の手順

## A が B (同ネットワーク内) に情報を送信



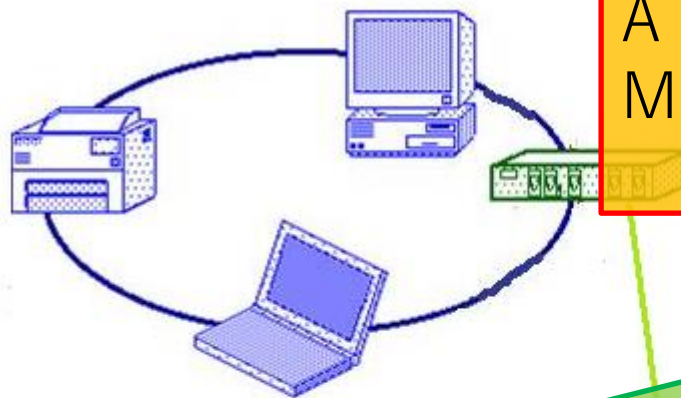
B は受け取った情報が自分宛だと知り、B 自身の MAC アドレスを含む情報を A に返送

僕ですよ



# 通信の手順

## A が B (同ネットワーク内) に情報を送信



A は送信したい情報を取得した  
MAC アドレスへ送信する

C

ありがとう



B

A



あなたに情報を送ります

# 実際の通信の手順

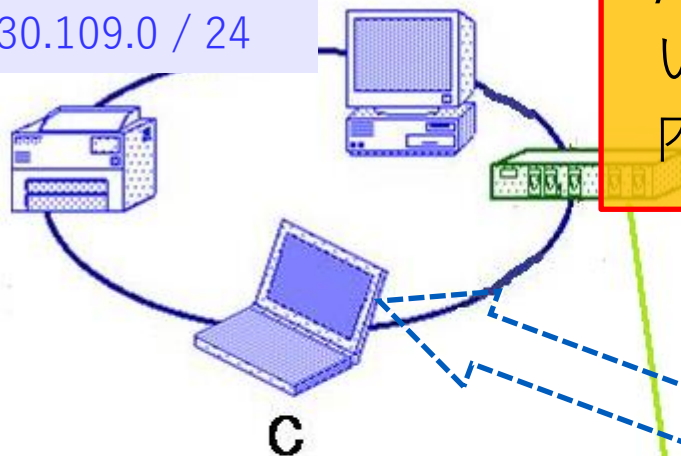
- ② 自分のいるネットワーク外  
の計算機に情報を送信する  
とき



# 通信の手順

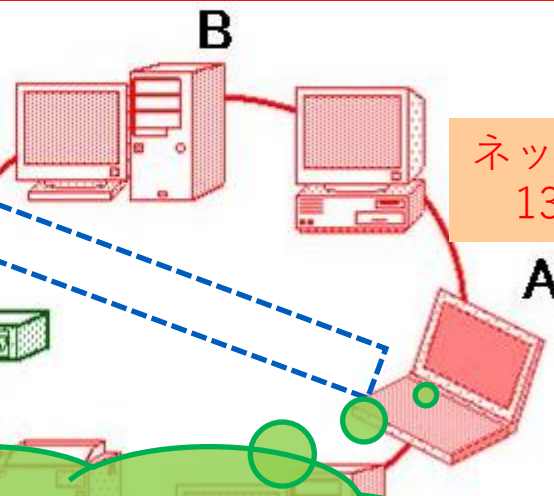
## A が C (別ネットワーク内) に情報を送信

ネットワークアドレス  
133.30.109.0 / 24



A は C の IP アドレスを知っていて, C が自分のネットワーク内には存在しないことが分かる

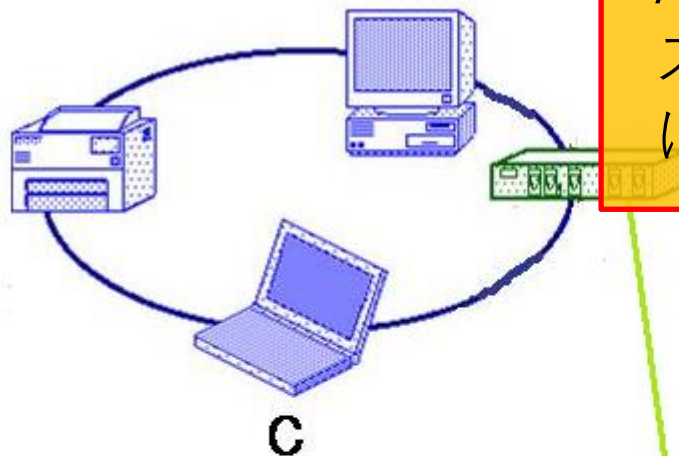
ネットワークアドレス  
133.30.110.0 / 24



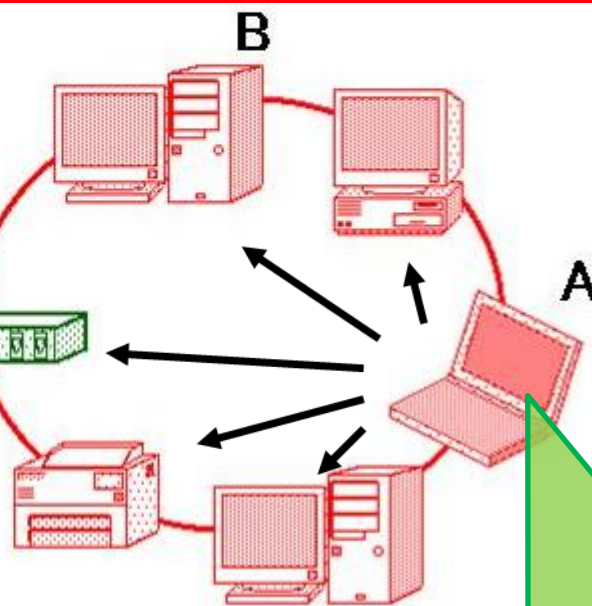
「133.30.109.YYY」は  
自分のネットワークにいないので  
ゲートウェイに頼む

# 通信の手順

## A が C (別ネットワーク内) に情報を送信



A はゲートウェイの IP アドレスをブロードキャストアドレスに送信する

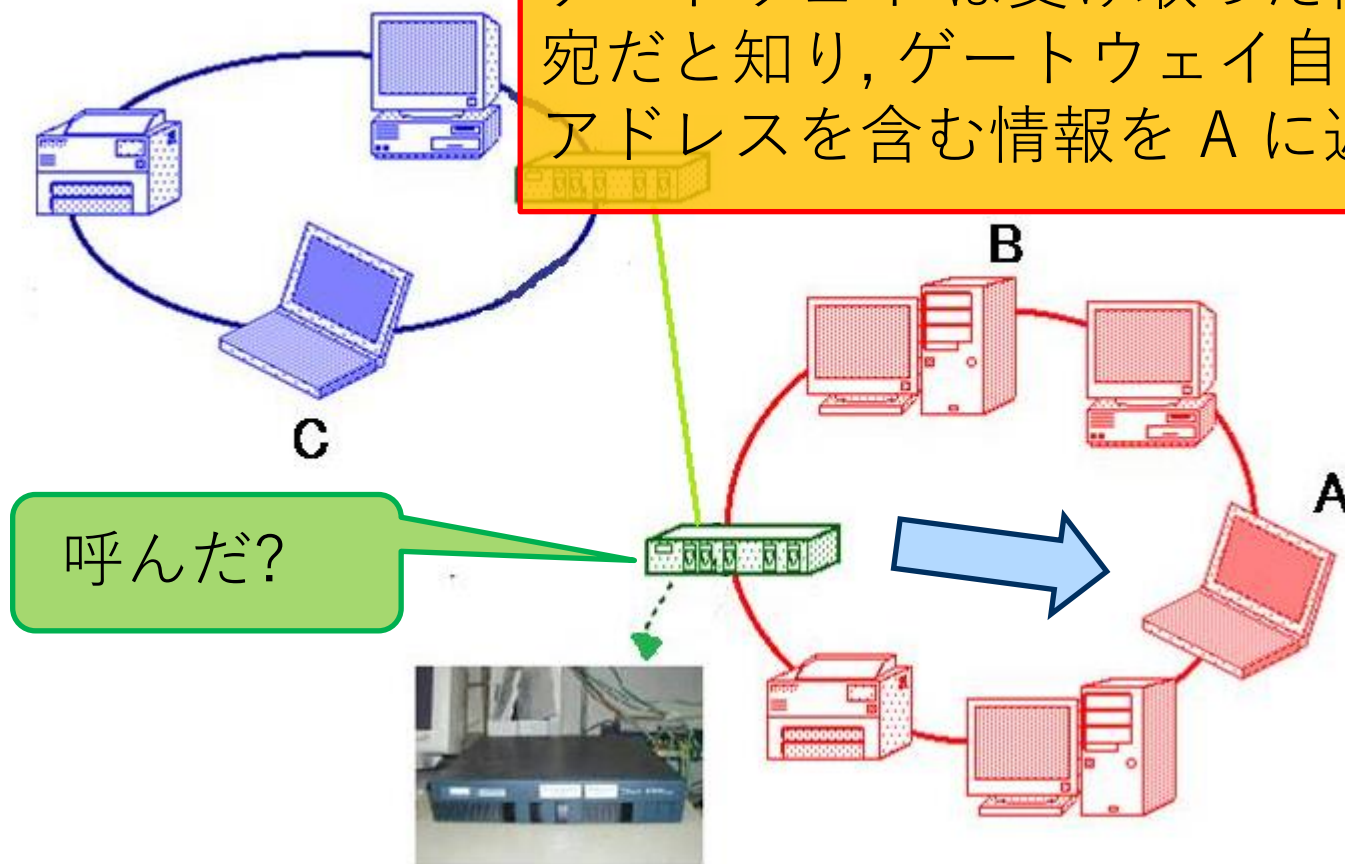


ゲートウェイは誰?

# 通信の手順

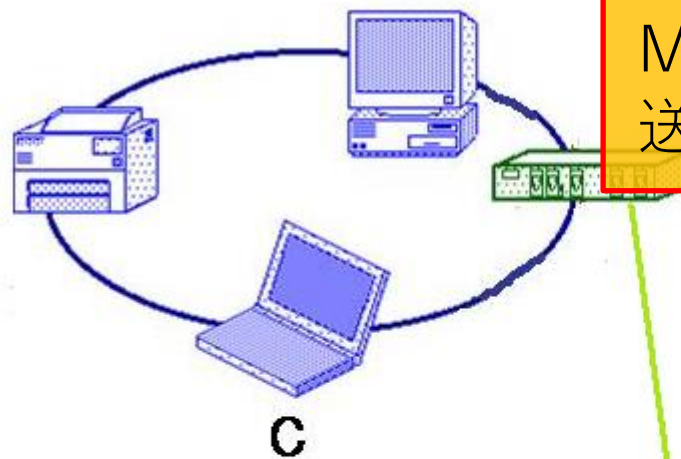
## A が C (別ネットワーク内) に情報を送信

ゲートウェイは受け取った情報が自分宛だと知り、ゲートウェイ自身の MAC アドレスを含む情報を A に返送



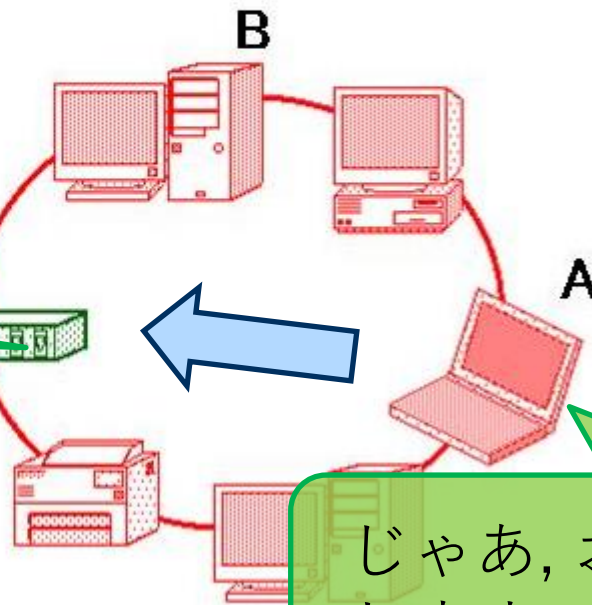
# 通信の手順

## A が C (別ネットワーク内) に情報を送信



A は送信したい情報を受け取った MAC アドレス(ゲートウェイ)に送信する

わかりました



じゃあ, お願いします

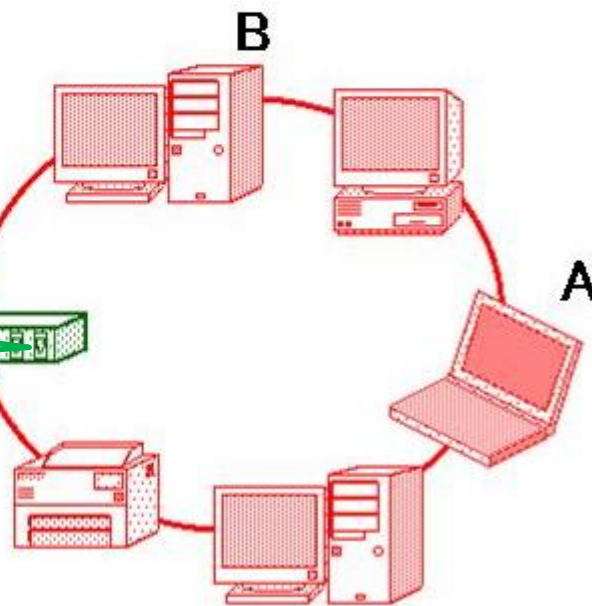
# 通信の手順

## A が C (別ネットワーク内) に情報を送信

ゲートウェイは受け取った情報を C を含むゲートウェイへと送信する

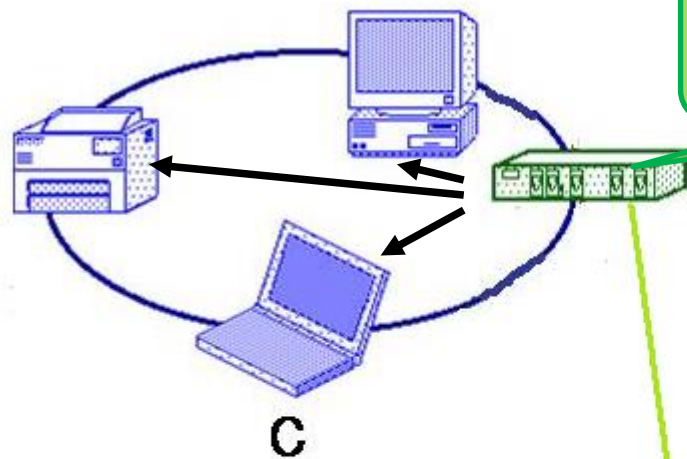
わかりました

あなたのネットワークですよ

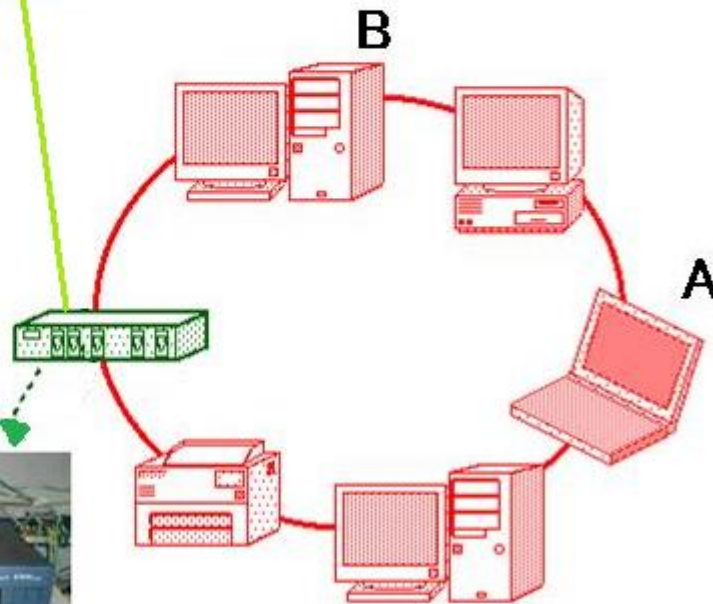


# 通信の手順

## A が C (別ネットワーク内) に情報を送信



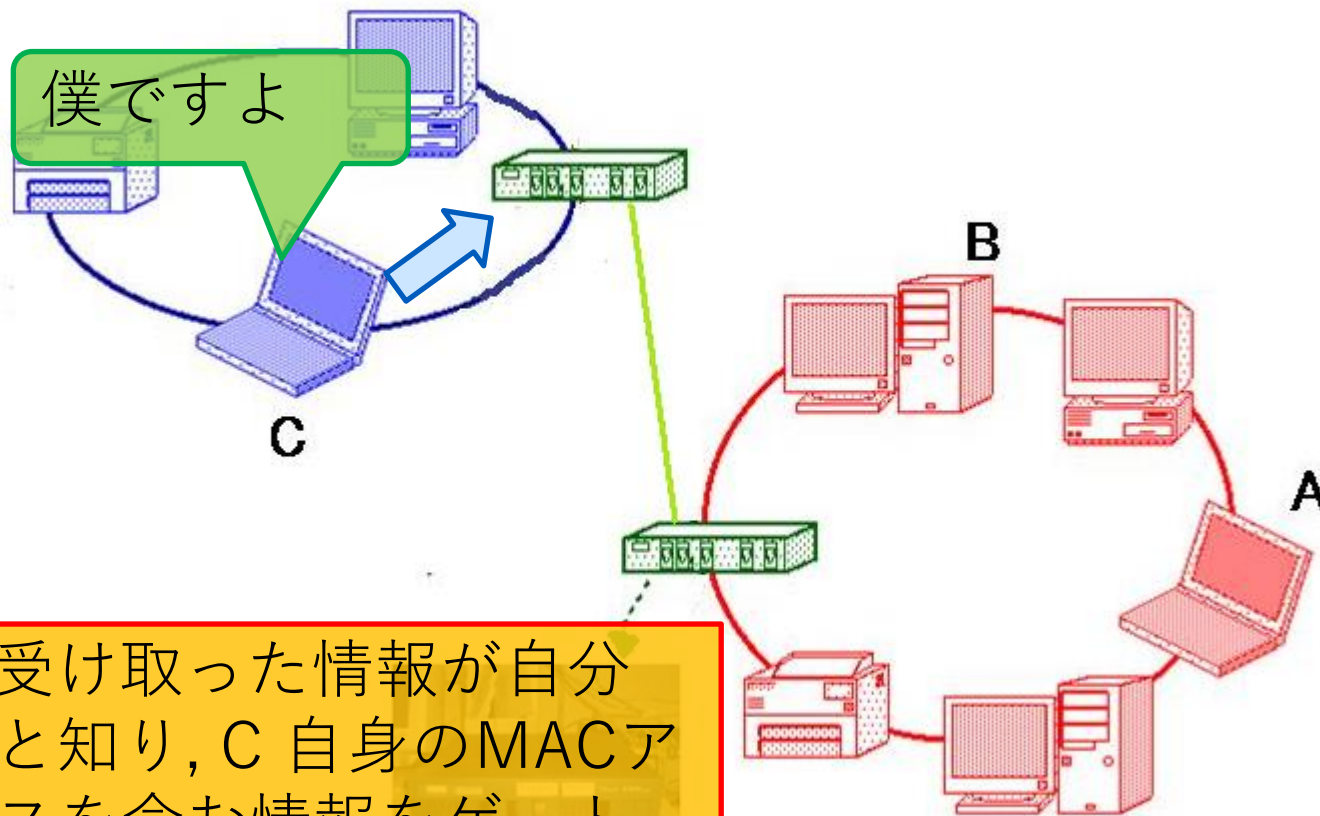
「133.30.110.YYY」は誰?



ゲートウェイは受け取った C の IP アドレスの情報をブロードキャストアドレスに送信する

# 通信の手順

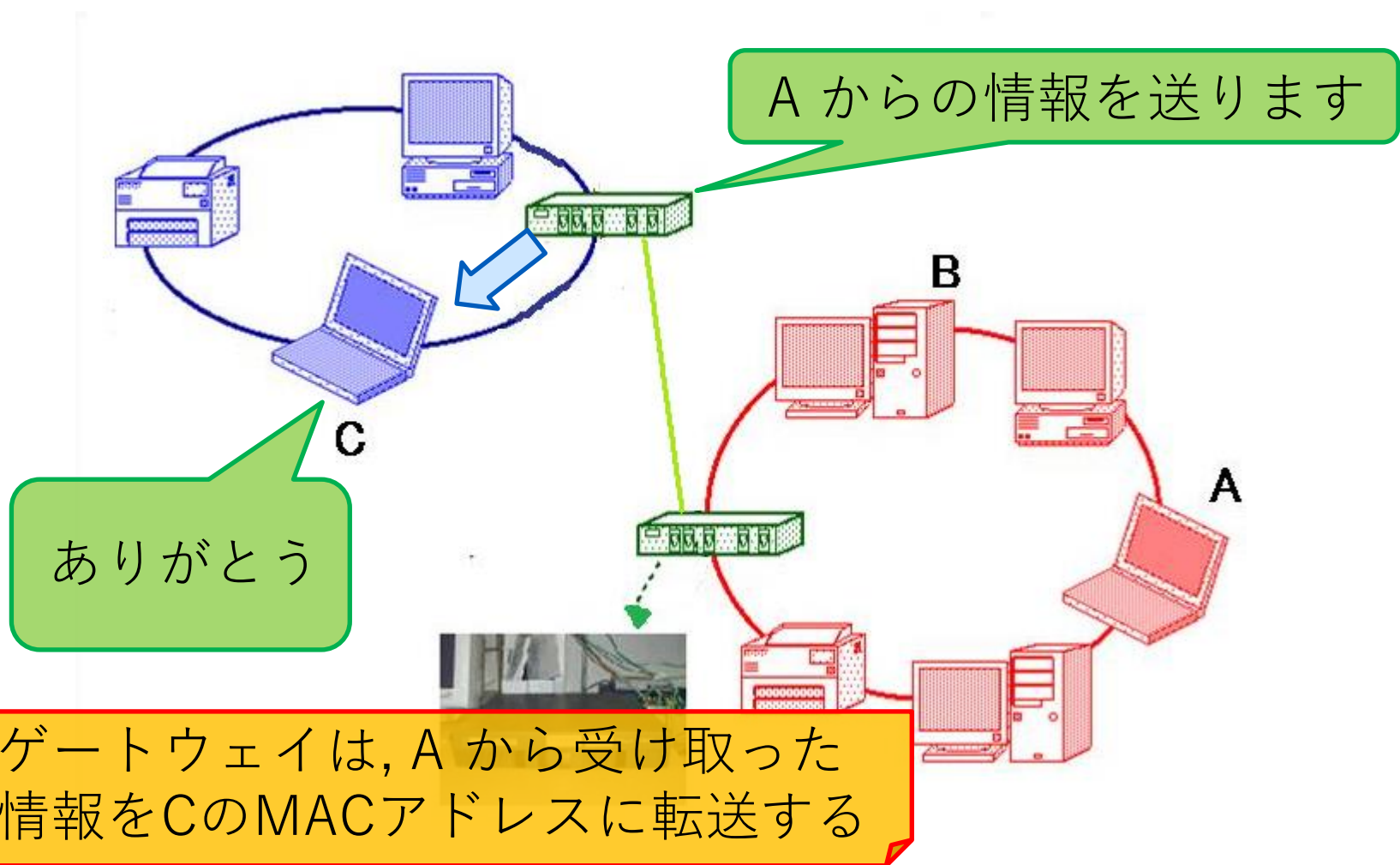
## A が C (別ネットワーク内) に情報を送信



C は受け取った情報が自分宛だと知り, C 自身のMACアドレスを含む情報をゲートウェイに返送する

# 通信の手順

## A が C (別ネットワーク内) に情報を送信





# DHCP

- Dynamic Host Configuration Protocol
  - ーネットワーク内の機器 (PC, スマートフォンなど) に DHCP サーバが IP アドレスなどの情報を動的に割り振る仕組み
  - ー機器がネットワークを通して情報をやり取りするためには IP アドレスなどのネットワーク情報が設定されていなければならない。
  - ー ネットワーク情報を手動で設定することもできるが, DHCP を利用すれば, ネットワーク情報が自動的に設定される
  - ー例えば, スマートフォンを無線 LAN 接続するとき IP アドレスを手動で入力しなくてもネットワークにつながるのは DHCP のおかげ。
- 長所
  - ー ネットワーク設定を手動で行う必要がない
- 短所
  - ーネットワーク接続するたびに割り振られる IP アドレスが変化する
  - ーサーバとしては使いにくい

# IPv6

- Internet Protocol version 6
  - これまで使われてきたのは version 4 (IPv4)
- IPv4 の次世代版 となる通信プロトコル
  - 90年代後半から2000年代前半に主な仕様策定
  - BSD系Unix上での実装(WIDE KAMEプロジェクト ; 1998-2005)
  - IPv4アドレス枯渇問題に対する解 (大量のアドレス空間)
    - 32 bit から 128 bit へ ( 43 億個から 10 の 38 乗個へ)
  - IPv4と似ているが、互換性がないのがデメリット
  - 現在, 世界的に普及途上である (World IPv6 Launch; 2012/6/6)
- 例
  - IPv4 : 133.30.110.203
  - IPv6 : 2002:851e:6d8e:000a:020e:0cff:fed0:5318

# 目次

- コンピュータ・ネットワークの概要
- インターネットと通信モデル
- インターネットの通信規約
- ネットワークを用いた通信に必要な情報
- インターネットの「電話帳」

# DNS

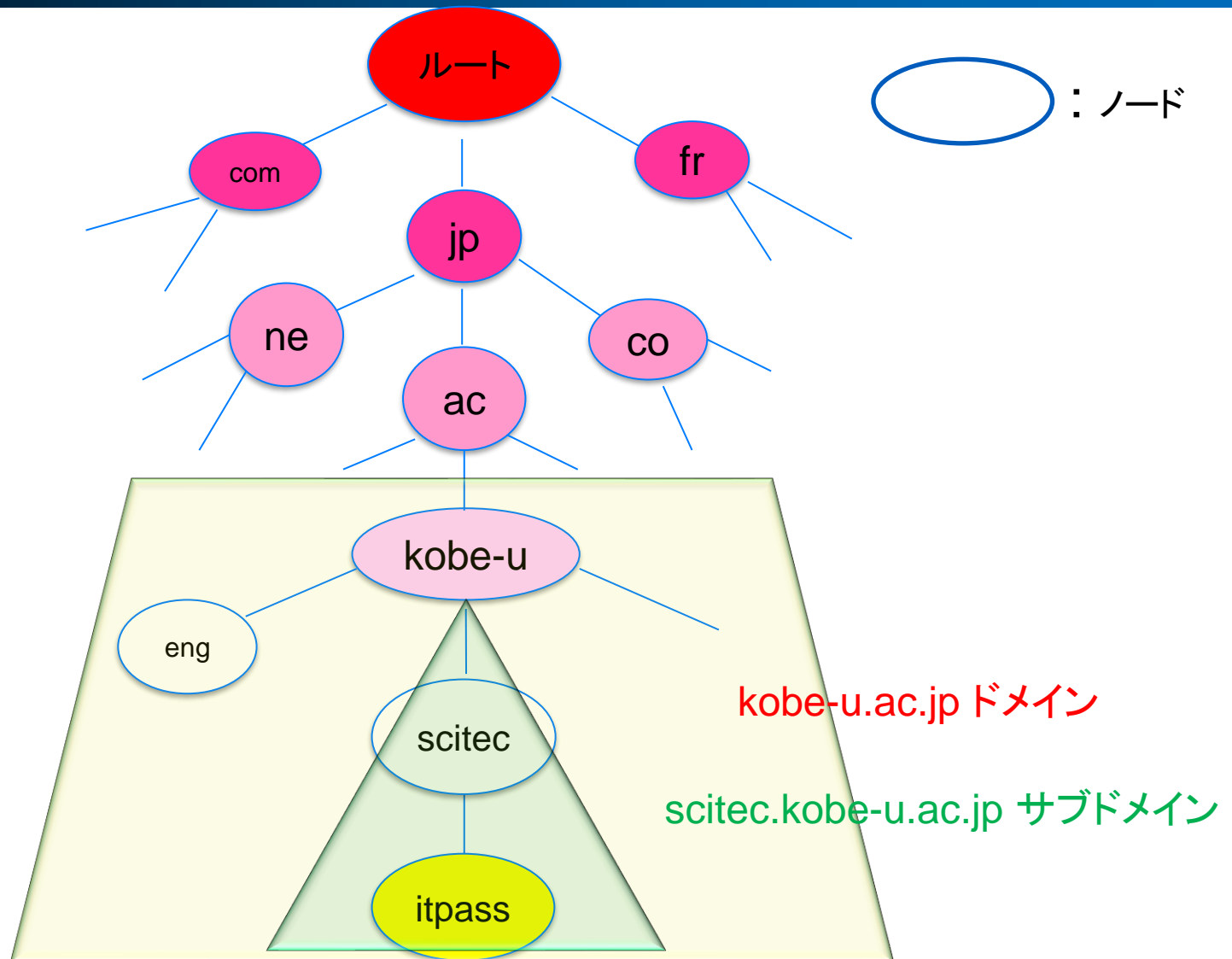
- Domain Name System
- ホスト名やドメイン名と IP アドレスを対応付けるためのシステム
  - ドメイン名: 例, itpass.scitec.kobe-u.ac.jp
    - 人間が各コンピュータを識別しやすくするための名前
    - 多くの場合, ドメイン名はその下位に 1 つまたは複数のホスト名を連ね, それ自身もホスト名である
- インターネットを使った階層的な分散型データベースシステム

# ドメイン名の構造

- ホスト部
  - 計算機の名前
  - 管理者が自由に決定
  - 例: ika-itpass , tako-itpass , joho08-itpass
- ドメイン部
  - ホストが所属している組織のネットワークの名称
  - 階層構造をもつ

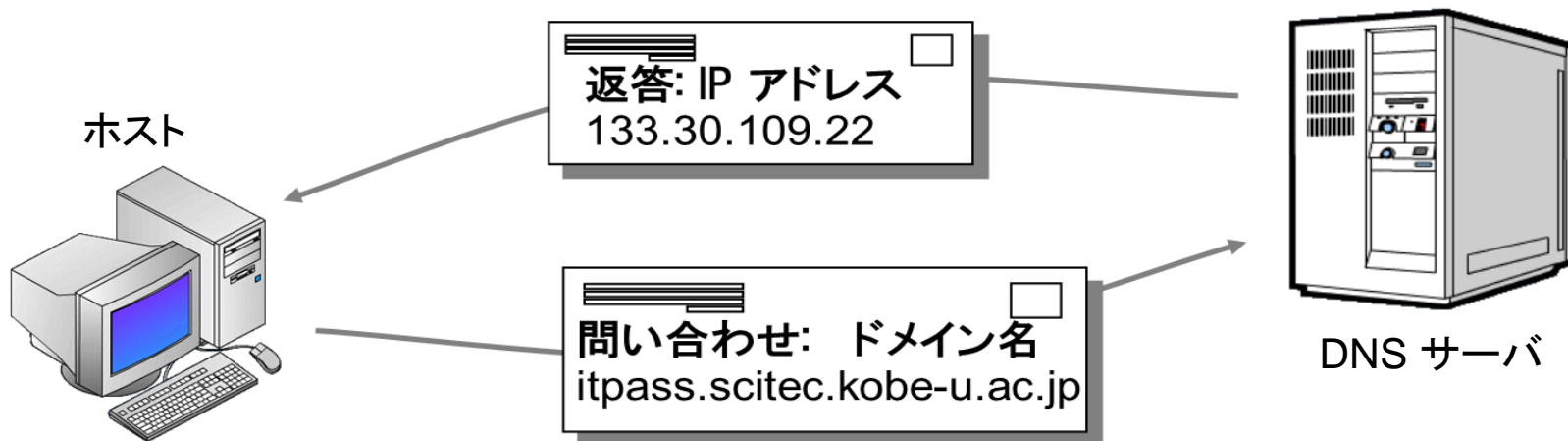
プロトコル	ホスト部	ドメイン部			
http://	itpass.	scitec.	kobe-u.	ac.	jp
	計算機名	自然科学 研究科	神戸大学	学術関係	日本

# ドメイン名空間



# DNS サーバ

- DNS サービスを提供するコンピュータ
- ホストからドメイン名の問い合わせを受ける
  - itpass.scitec.kobe-u.ac.jp
- DNS サーバは IP アドレスを返す
  - 133.30.109.22
- ホストが DNS サーバに問い合わせるには、DNS サーバの IP アドレスが必要となる



# 後半のまとめ : インターネットに必要な情報は何?

- ネットワークパラメータ
  - ネットワーク上で通信するために必要な情報
    - MAC アドレス
    - IP アドレス
    - サブネットマスク
    - ゲートウェイアドレス
    - ブロードキャストアドレス
- DNS
  - ホスト名やドメイン名と IP アドレスを対応付けるシステム



# 参考文献

- 神戸大学 ITPASS 実習 2021 年度「最低限 Internet」
  - [https://itpass.scitec.kobe-u.ac.jp/exp/fy2021/210808/lecture\\_Internet/pub/itpass\\_20210808\\_lecture\\_internet.pdf](https://itpass.scitec.kobe-u.ac.jp/exp/fy2021/210808/lecture_Internet/pub/itpass_20210808_lecture_internet.pdf)
- 北海道大学 情報実習 2017 年度「最低限 UNIX(Linux) III - ネットワークの仕組み」
  - <http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~inex/y2017/0512/lecture/pub/>
- 神戸大学 ITPASS サーバ再構築(2015年度) レクチャー資料「DNS」
  - <https://itpass.scitec.kobe-u.ac.jp/seminar/lecture/fy2015/150928/pub/>
- Windows Server Insider
  - <http://www.atmarkit.co.jp/fwin2k/serial/index/index.html>
- DNS の仕組みと運用
  - <http://www.atmarkit.co.jp/fnetwork/rensai/dns01/dns01.html>
- IT 用語辞典
  - <http://e-words.jp/>

# 本日の一冊

- 戸根 勤(著), 日経 NETWORK(監修), 2007, ネットワークはなぜつながるのか 第2版 知っておきたいTCP/IP, LAN 光ファイバの基礎知識, 日経BP社, ISBN 978-4822283117

