

# インターネットの仕組み

長崎大学

工学部

情報システム工学科

小栗 清

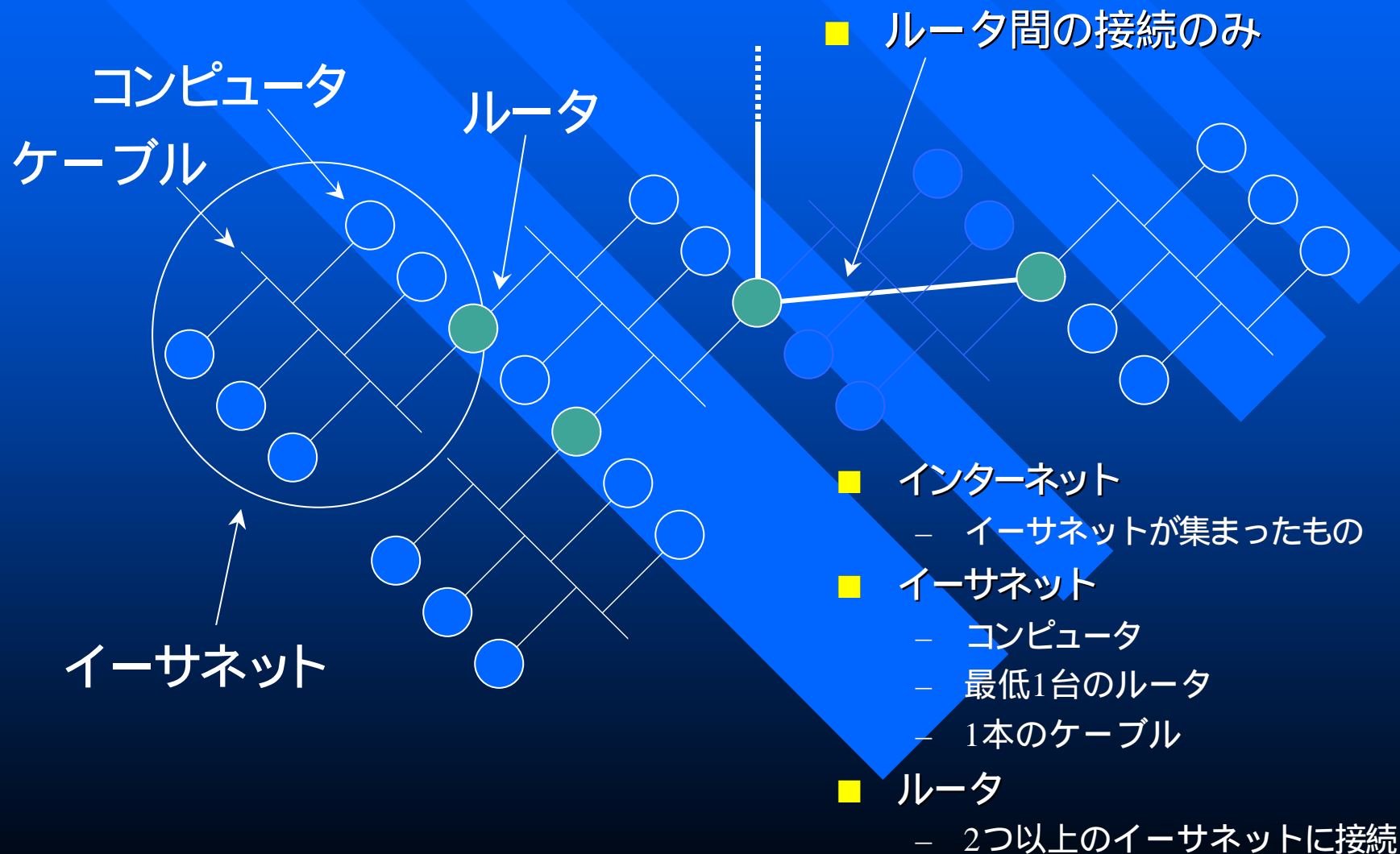
# 仕組みを理解すること

- 電話, テレビ
  - 使い方があらかじめ決まっている
  - 提供者側が全てをうまくやってくれている
- 車
  - どこにどうやって行くかはあらかじめ決められない
  - 運転技術を学び, 車の仕組みを学ぶ
  - 車の仕組みは変化しない, 改造の必要は無い
- インターネット
  - 次々に新しい使い方が提案される
  - 改造が必要
  - 手順書では応用が利かない

# インターネットの重要性

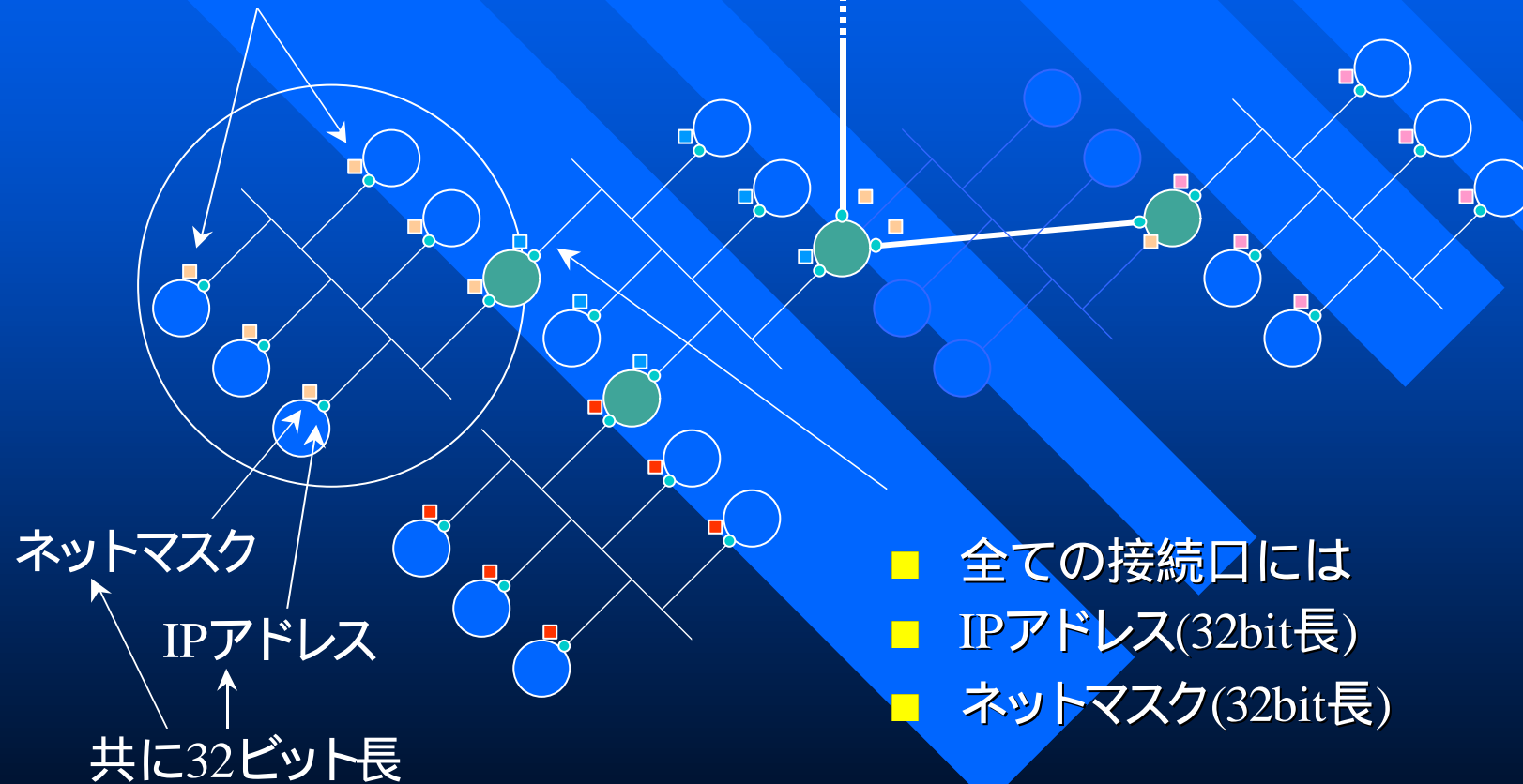
- ブロードバンドの普及
  - ADSLや光ファイバによる高速常時接続
- 接続時間を気にせず、高速通信
- 様々なコミュニティの成立
- 多様な情報発信
- 検索エンジンの高度化
  - 見知らぬ人と情報や知見の共有
- 知的生産のやり方や効率を変革

# インターネットの基本形



# 接続口にはIPアドレスとネットマスク

- ネットマスクはイーサネット内で共通



- 全ての接続口には
- IPアドレス(32bit長)
- ネットマスク(32bit長)

# IPアドレスとネットマスクの役割

- 前が1, 後が0

ネットマスク 255.255.255.0

11111111-11111111-11111111-00000000

ネットワークアドレス

ホストアドレス

IPアドレス 133.45.242.192

10000101-00101101-11110010-11000000

申請によりJPNICが割り当て  
イーサネット毎に異なる

イーサネット内のホスト毎に異なる値を設定

全てのIPアドレスは異なる  
インターネットの通信はこれで

- アドレス:何かを指定する番号

# 最初の判断

## ■ あて先のIPアドレスが指定されると

自分のネットマスク 11111111-11111111-11111111-00000000

自分のIPアドレス 10000101-00101101-11110010-11000000

宛先のIPアドレス 10000101-00101101-11110010-11000100

一致すれば同じイーサネット内なので直接通信する

この部分と比較

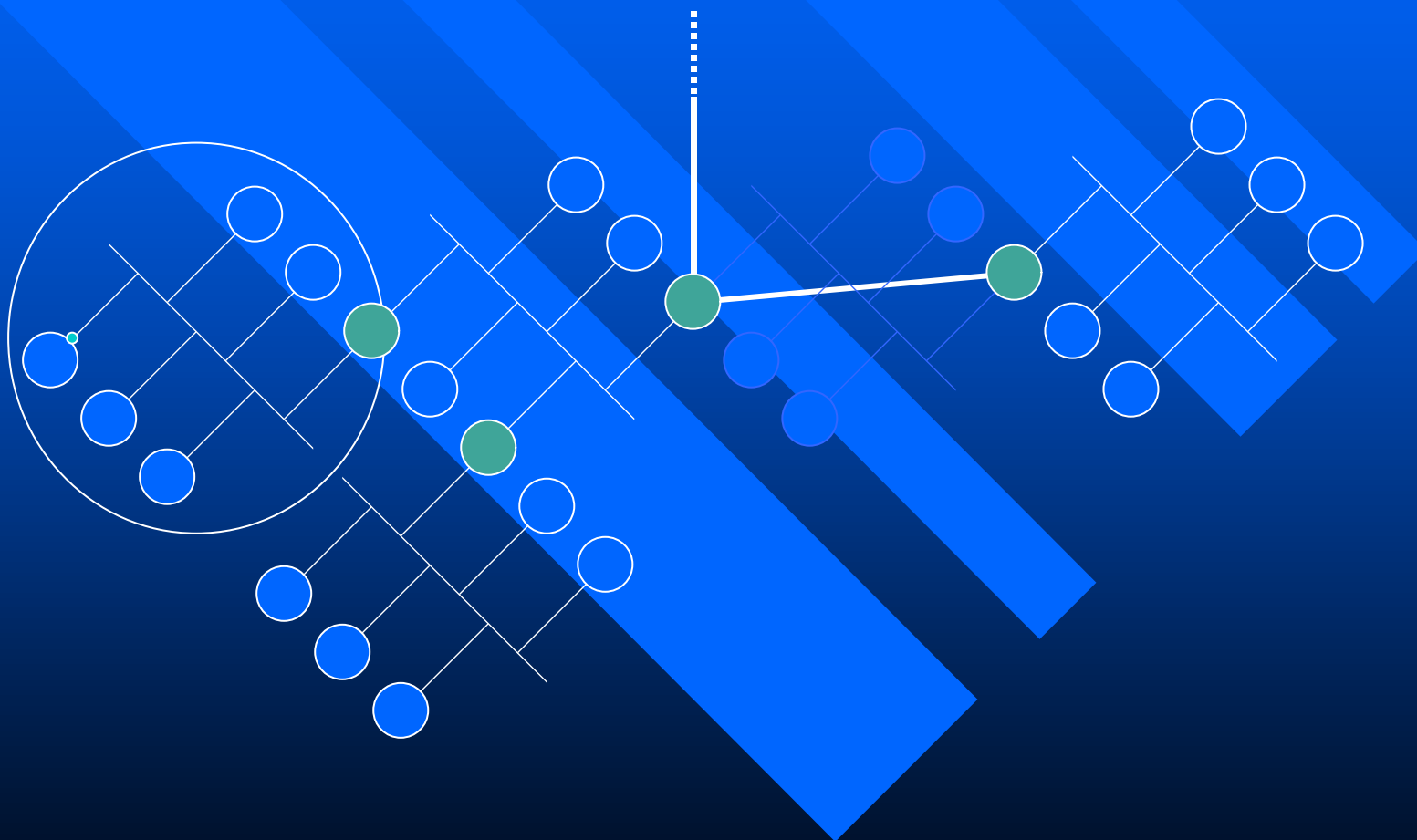
■ ネットワークアドレス 一致しなければイーサネット内のルータに情報の転送を依頼

- コンピュータに設定されている値
  - 自ネットマスク
  - 自IPアドレス
  - デフォルトゲートウェイのIPアドレス



2 転送依赖于 7 (H) 1  
1 直接通信自分宛先

# 直接通信 or 転送依赖宛先



# インターネットはパケット通信

## ■ パケット通信(コネクションレス型通信)

- 情報がある塊(パケット)にして配送
- すべてのパケットに宛先をつける
- 情報が多い場合は複数のパケットで
- 手紙

## ■ 回線通信(コネクション型通信)

- 宛先まで信号の通路を確保
- 電話

# パケットの配送

- 直接通信できるルータの中から

ルータは宛先IPアドレス  
により転送先ルータを決定



- ルータはどのようなネットワークアドレスがどの方向にあるかを知っている

- すべてのルータはどのようなネットワークアドレスがどの方向にあるかを知っている
- 非現実的？
  - ほんとは違うが、今のところ“そうだ”とする
- ルーティングプロトコル
  - この情報をルータに知らせる方法
- この情報を経路情報という

# パケットの仕様

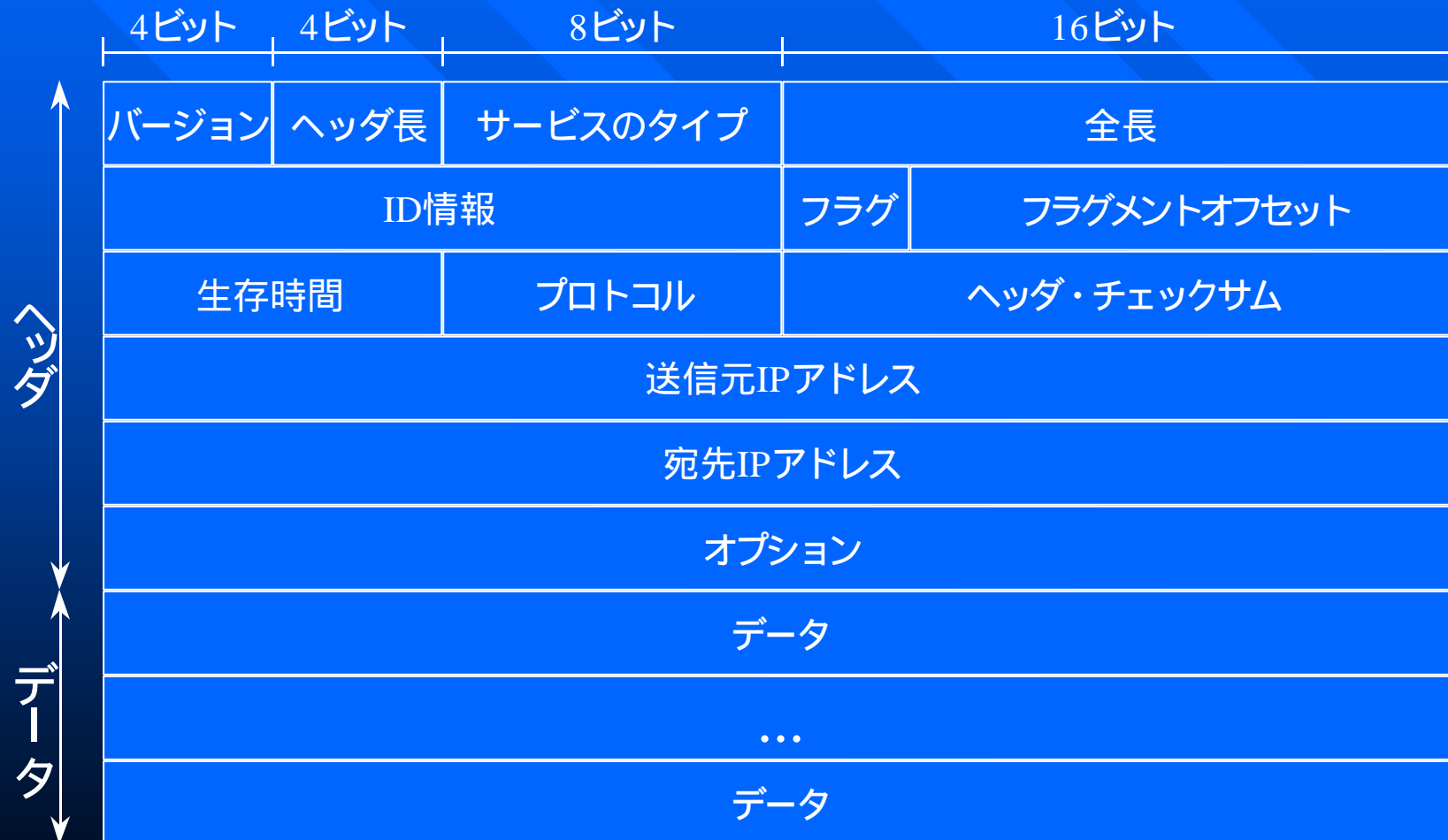
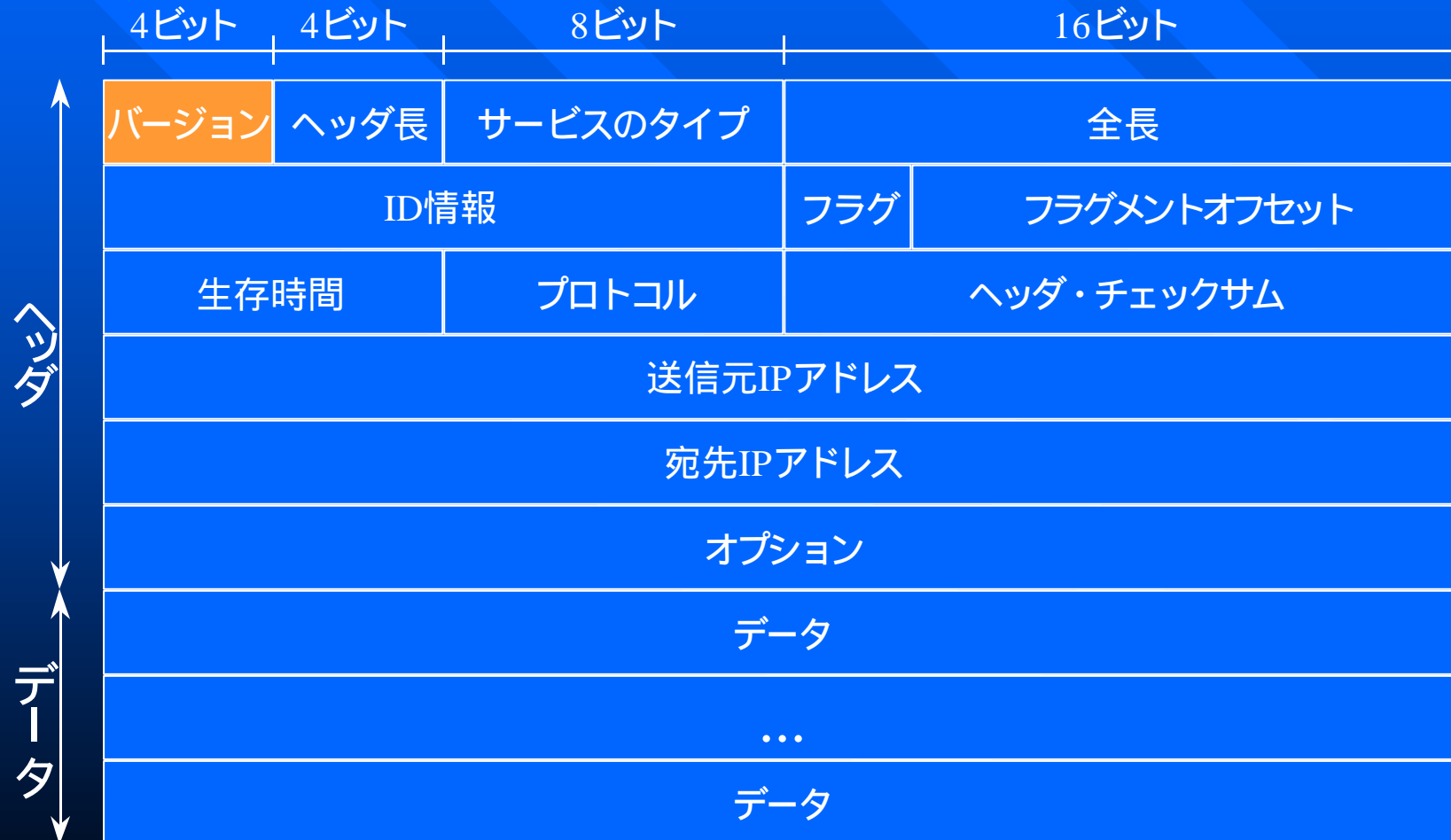


図5

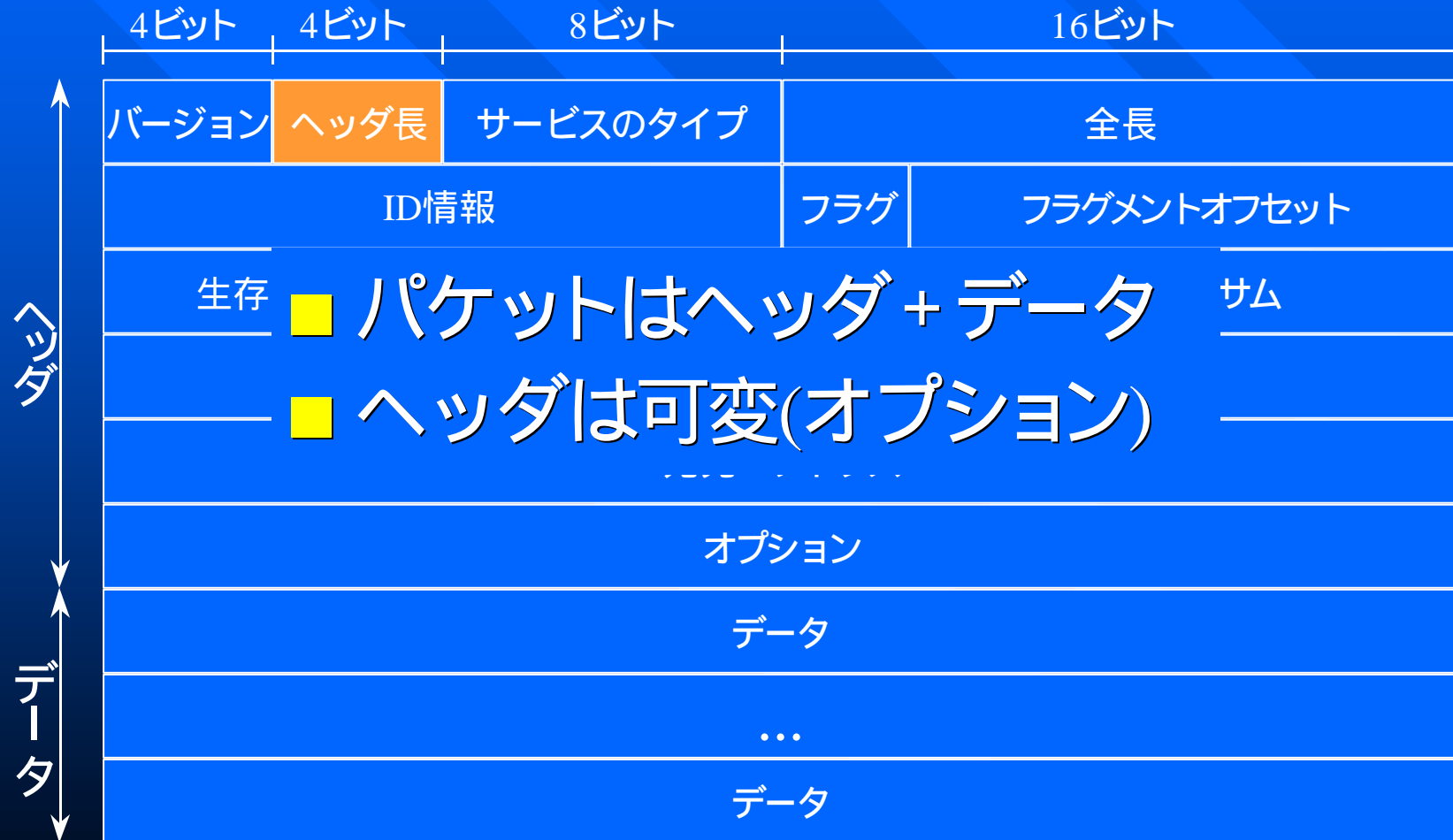
# あるレベルの情報だけを考える

- この情報が具体的にどのような送られてきたのか
- この情報をどうするのか
- は考えない

# バージョン番号=4

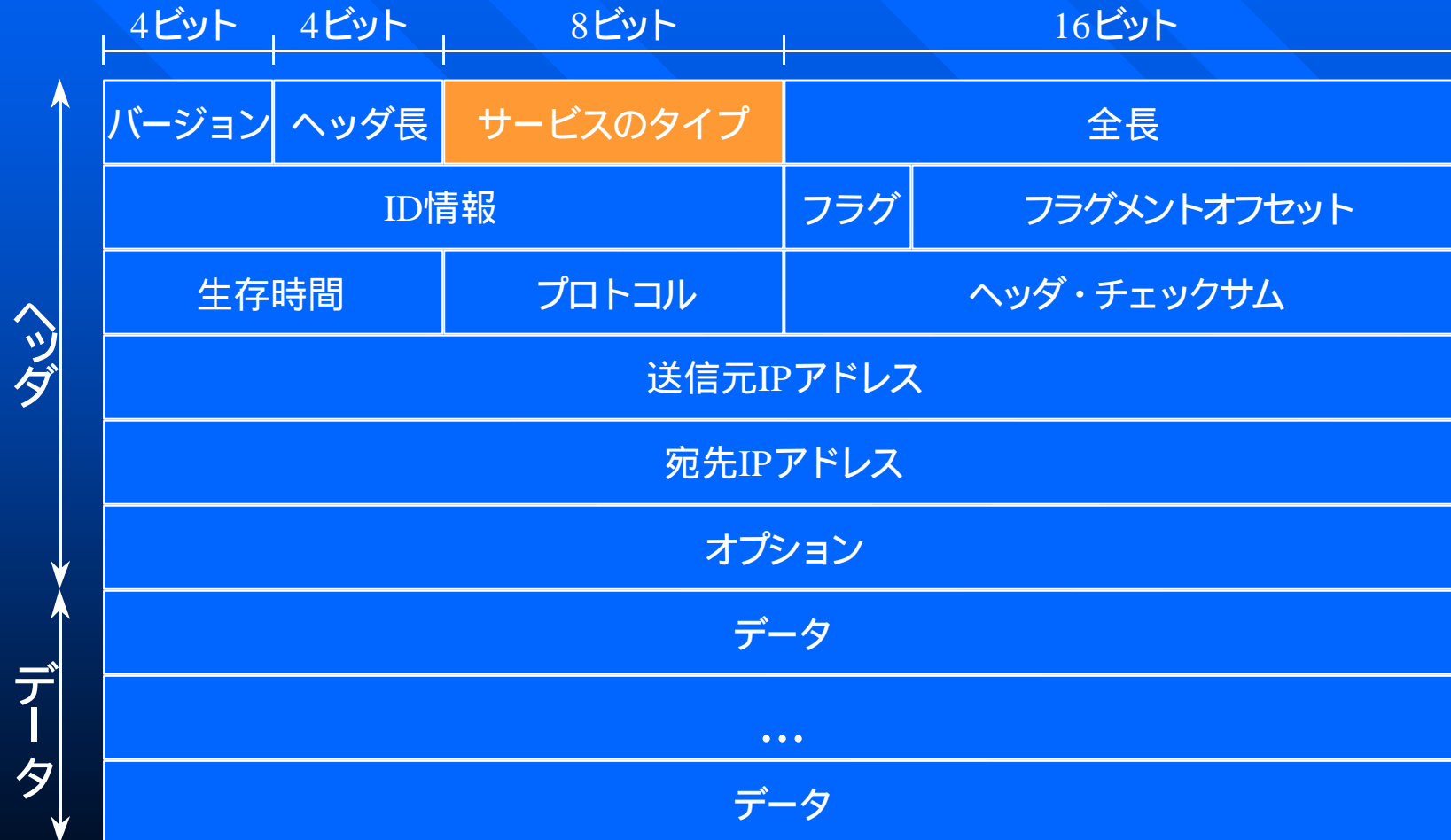


# ヘッダ長

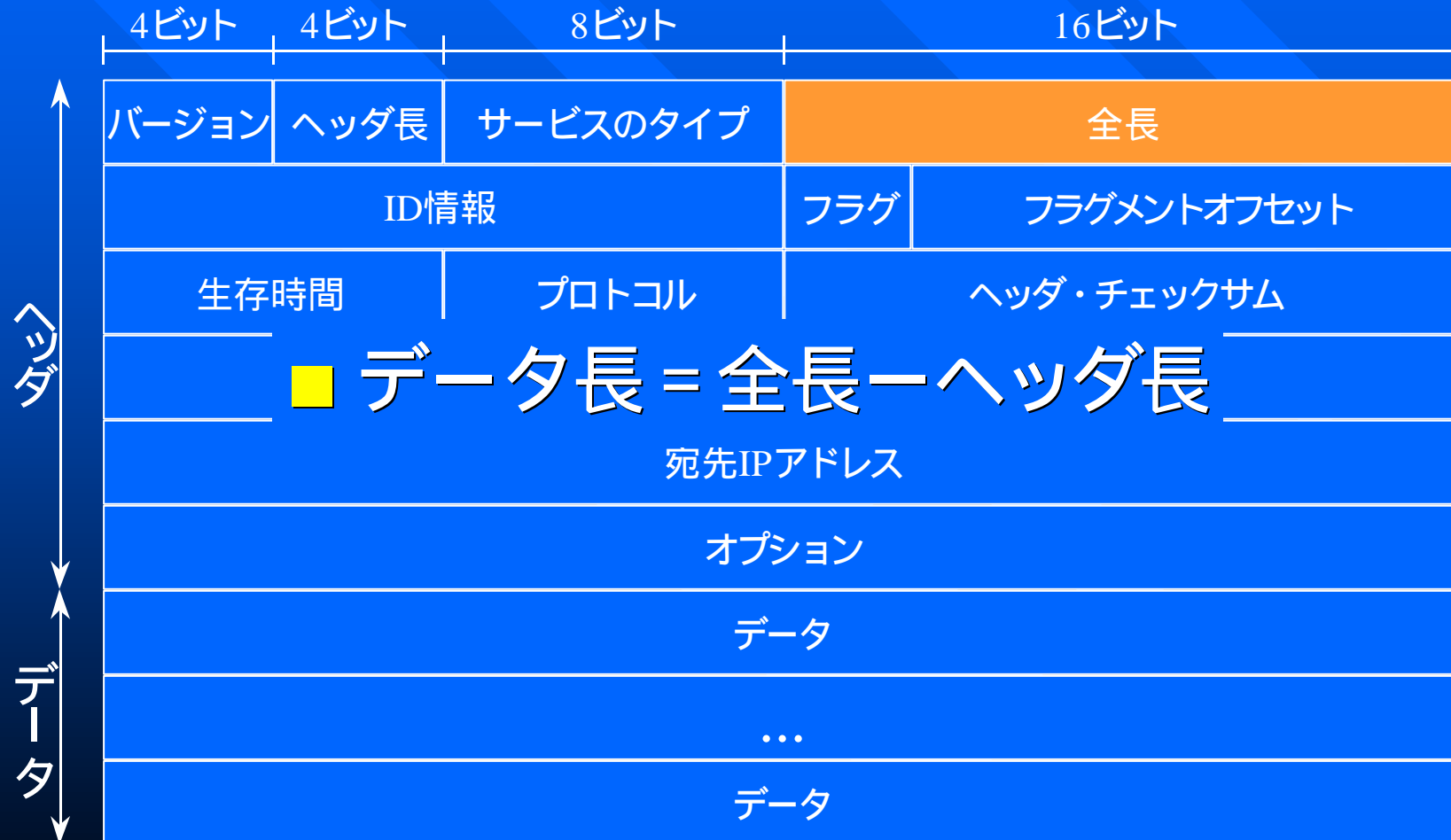




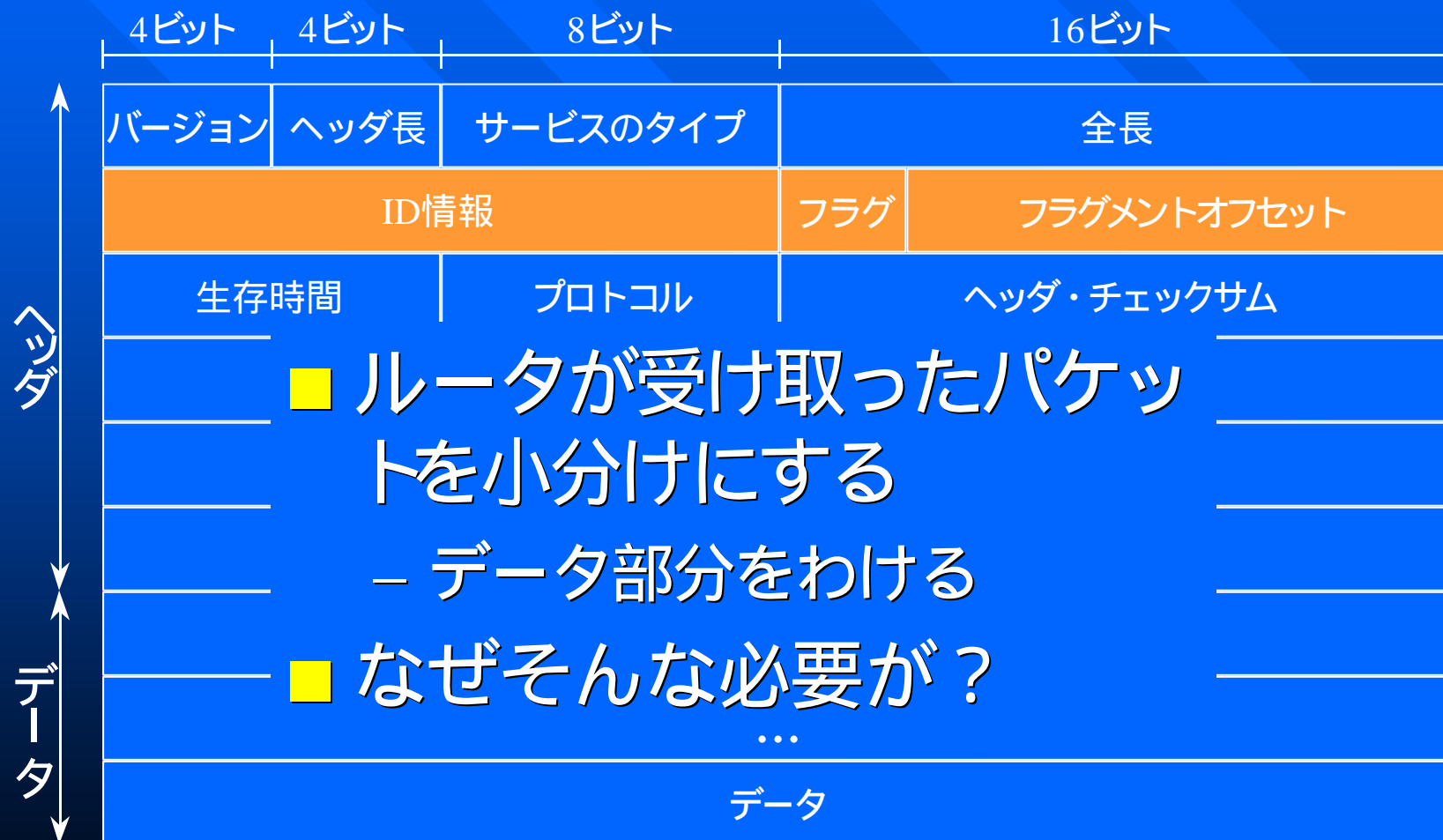
# サービスのタイプ = 未使用



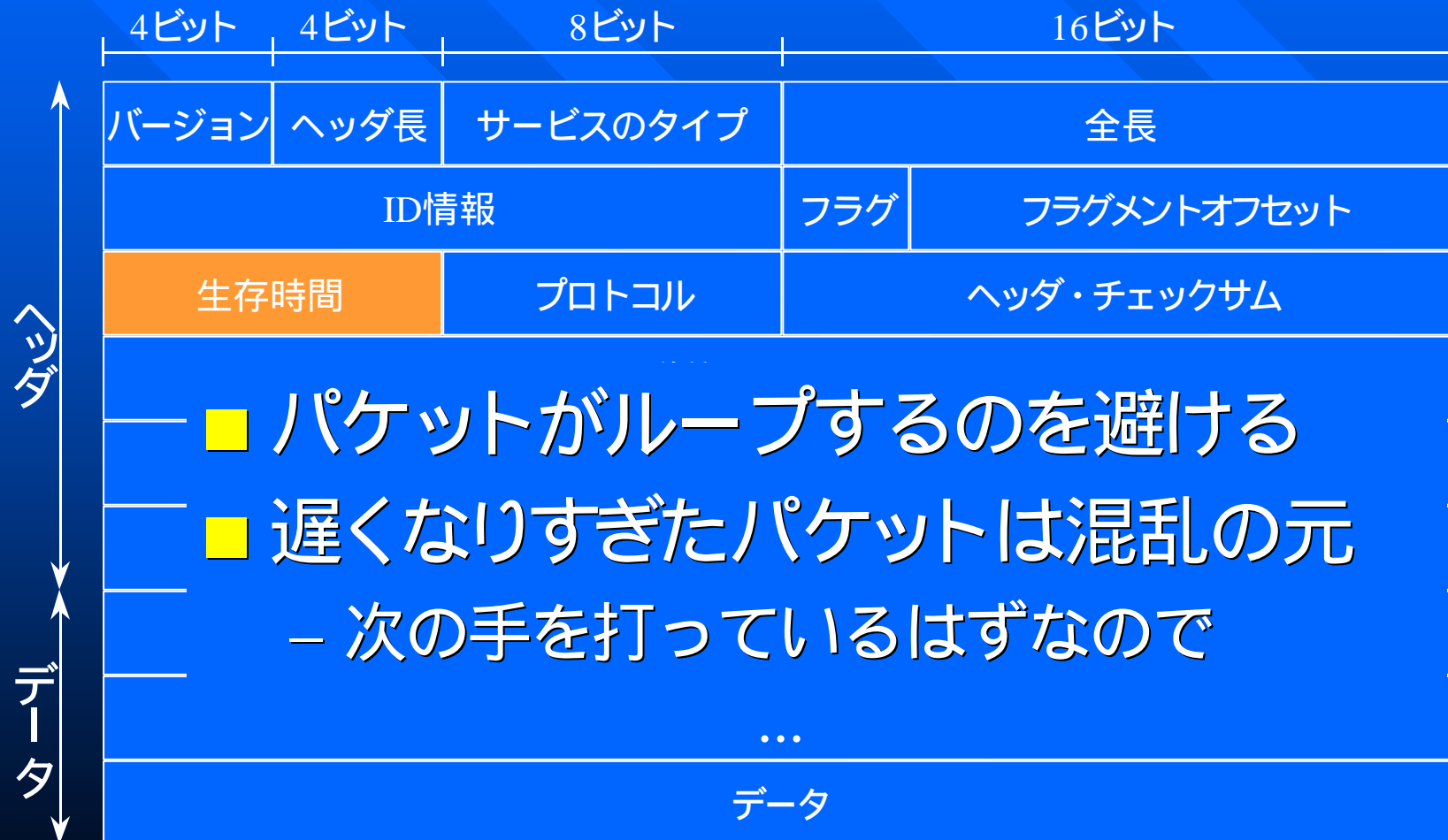
# 全長



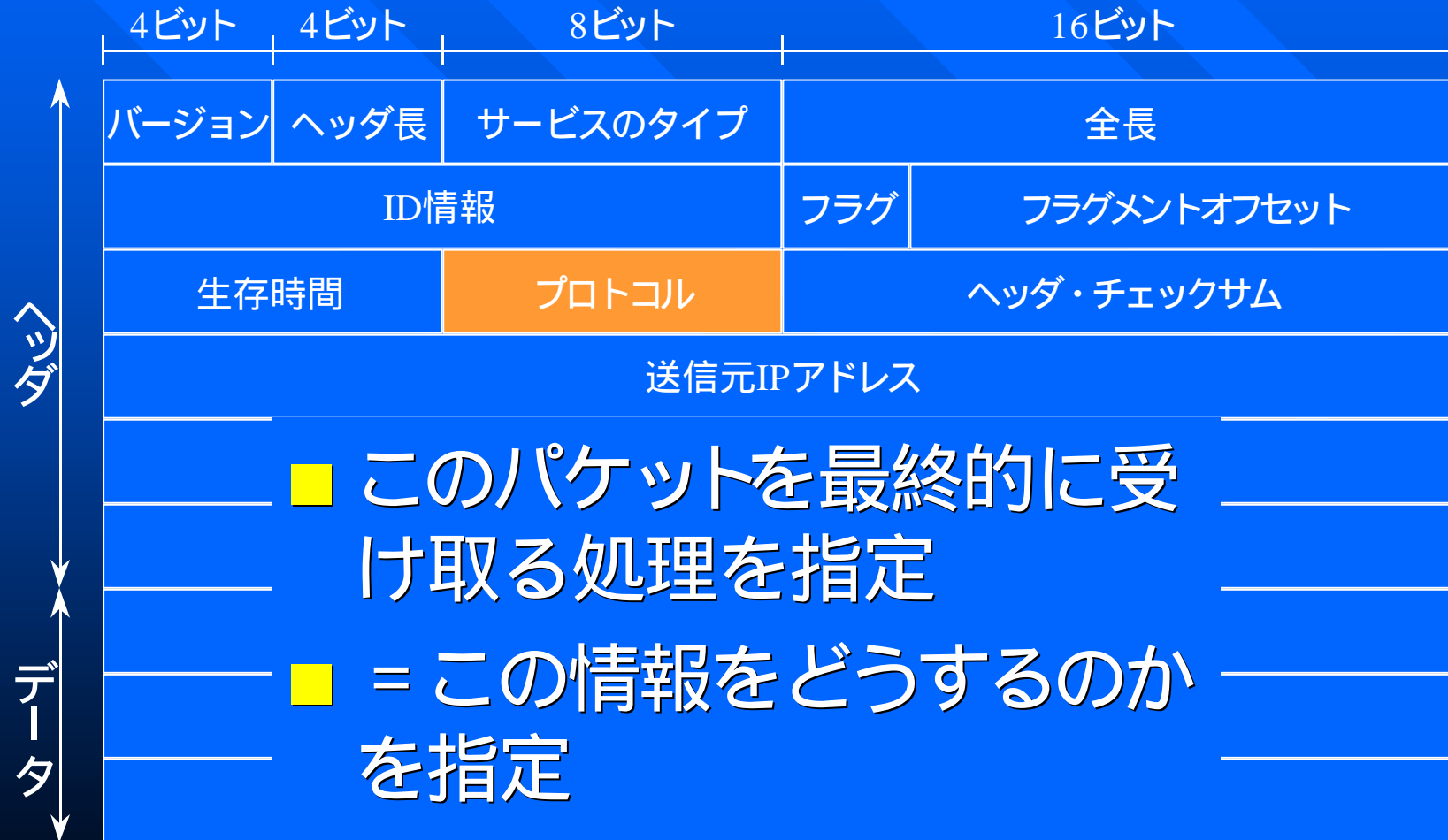
# ID情報, フラグ, フラグメントオフセット



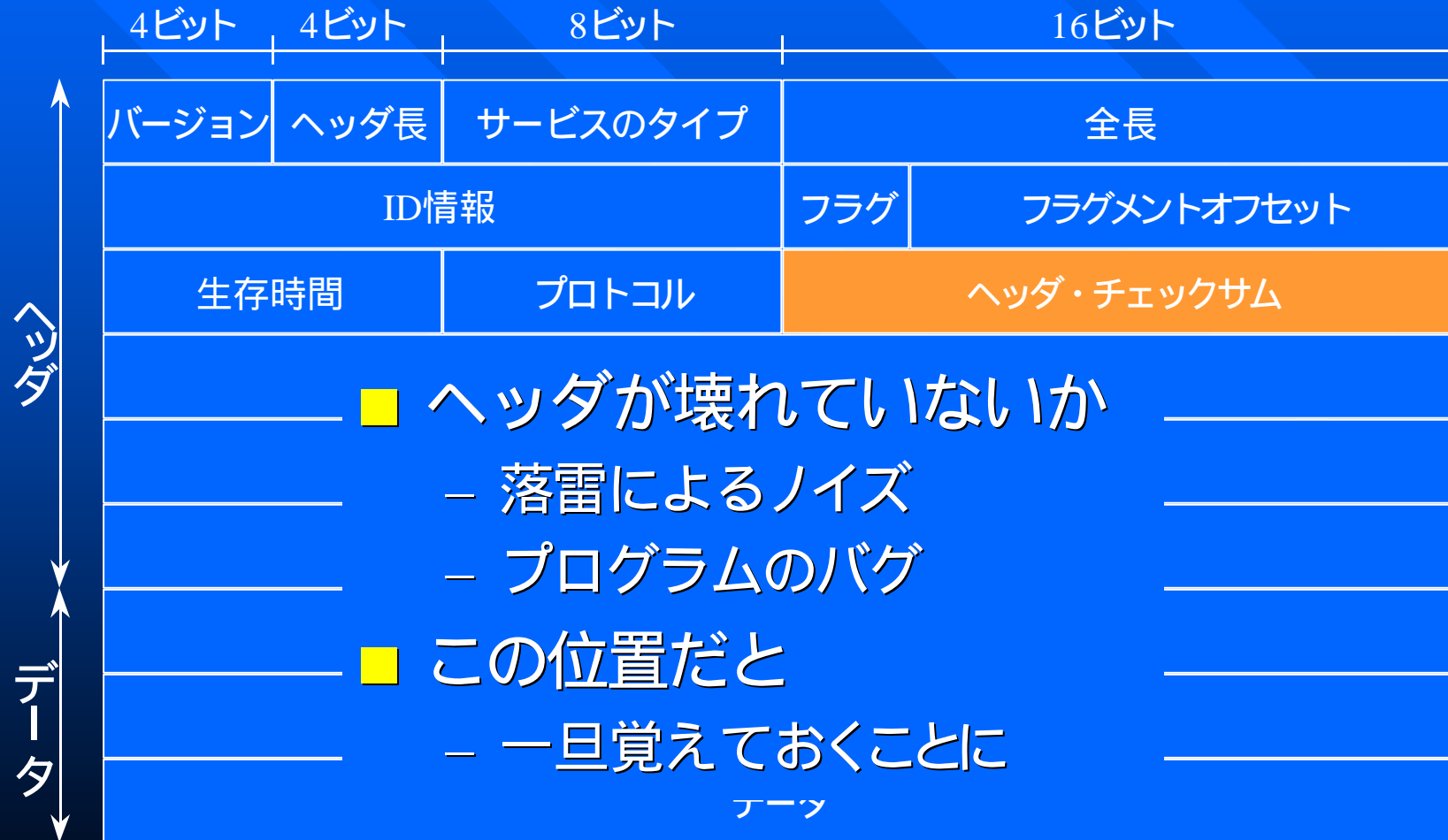
# 生存時間



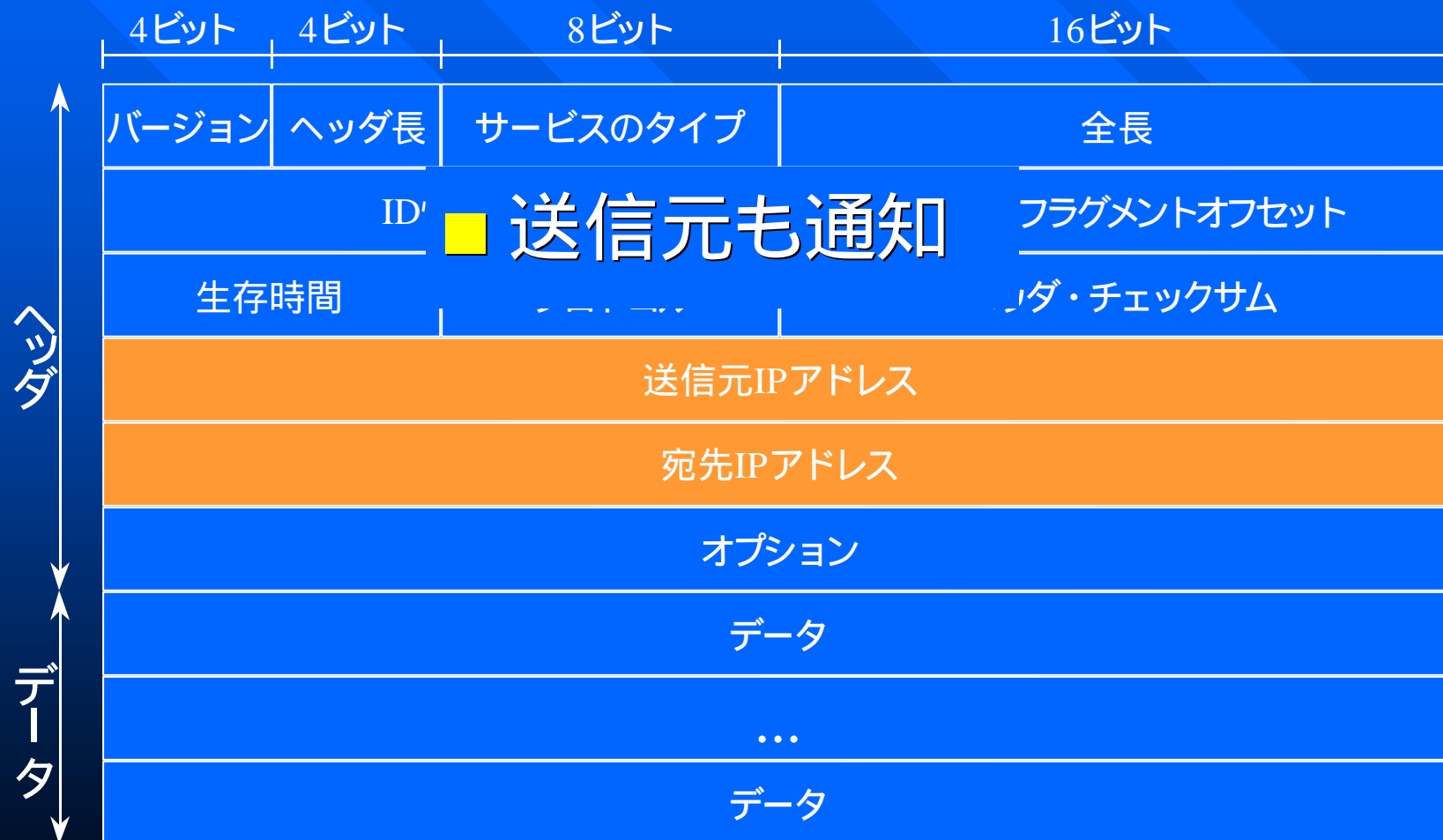
# プロトコル



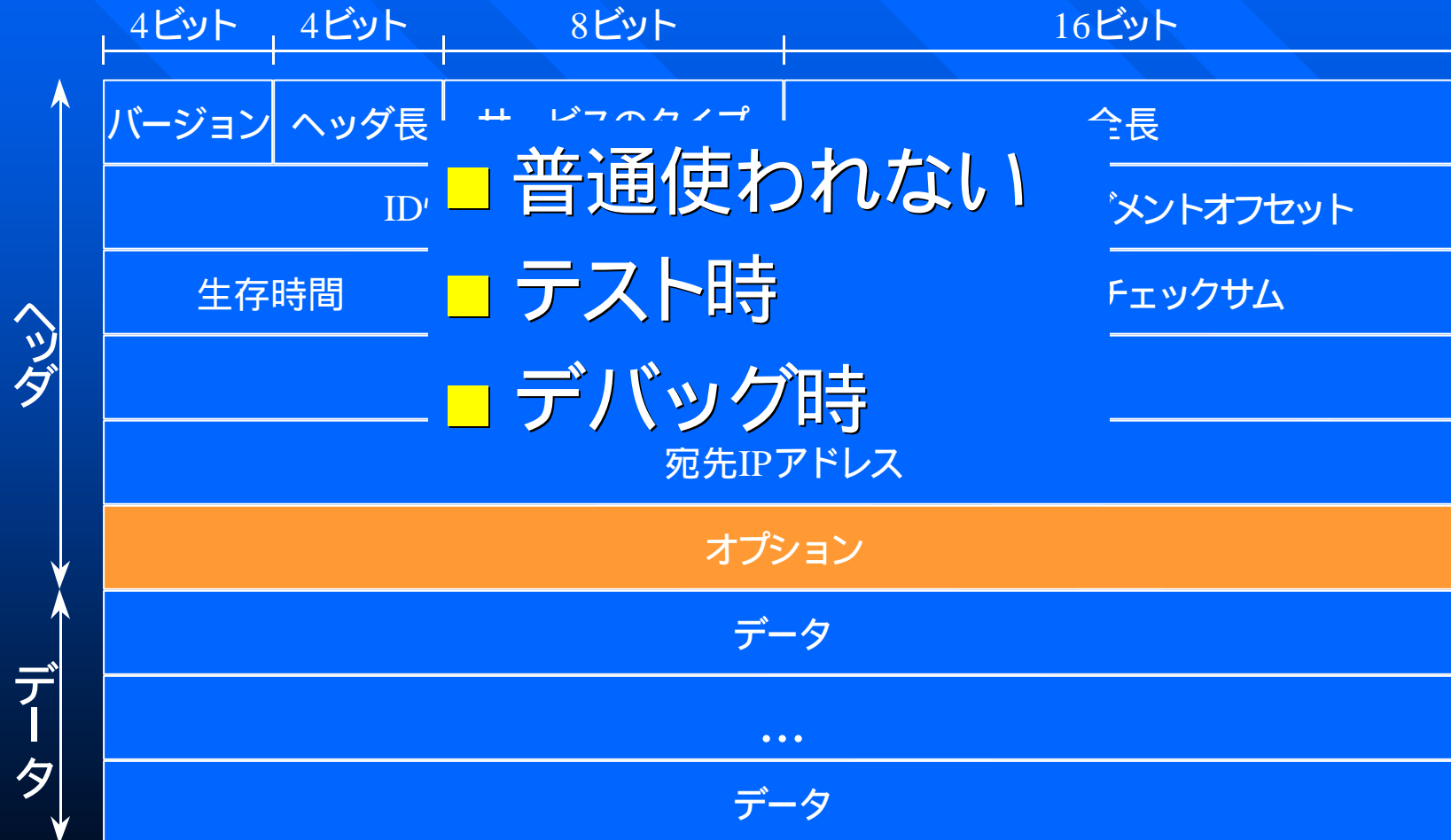
# ヘッダ・チェックサム



# 送信元, あて先IPアドレス



# オプション

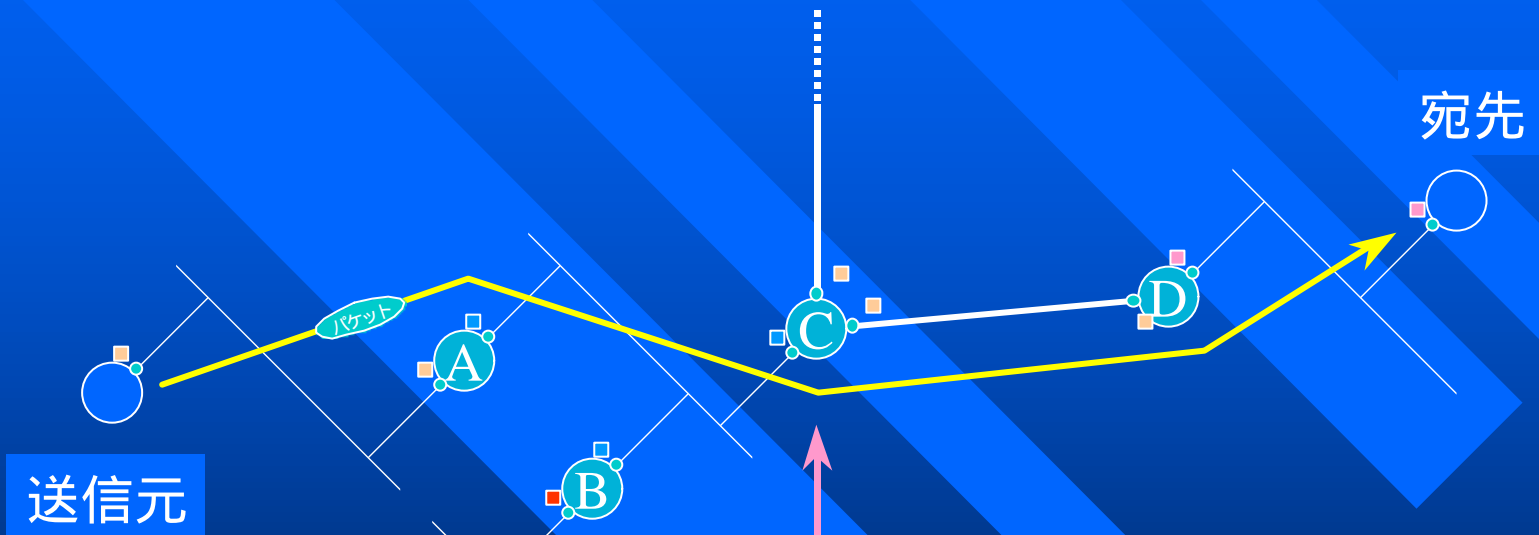




# データ



# パケットをどうやって送る？ ルータの立場で考える



このルータCは

- ・イーサネットとの接続口が3個あること
- ・その先にルータA,B,D...があること
- ・ルータA,B,D...のIPアドレス
- ・(転送先を選ぶための)経路情報を知っている。

でもパケットには  
・転送先ルータを指定する  
エントリは無い。

# MACアドレス

- イーサネット内での宛先を示すアドレス



# フレーム



## ■ フレーム

- この接続口に
- このルータを指定する
- フレームを出力

プリアンブル	宛先MACアドレス	送信元MACアドレス	タイプ	パケット	フレーム チェック 番号
--------	-----------	------------	-----	------	--------------------

# 次々と詳細情報が必要に

- データを送りたい
  - ヘッダをつけてパケットに
- パケットを送りたい
  - ヘッダをつけてフレームに
- 1と0を送りたい
  - 光のあるなしにして
- そこで

# 機能の階層化

- 機能のレベル分けが適切であれば
- 特定の機能に専念して設計可能
  - 設計の効率化
- 同じ機能であれば異なる仕組みを採用できる
  - 技術の変化に対応容易
- 機能のレベル分けの指針
  - 国際的に合意
  - OSI参照モデル
    - » Open Systems Interconnection

# OSI参照モデル

	層	機能
7	アプリケーション層	メールやWWWのようにユーザが直接使う機能
6	プレゼンテーション層	漢字コードの変換, 画像表現形式の変換
5	セッション層	持続的通信の開始切断
4	トランスポート層	データを正しい順序で確実に届ける
3	ネットワーク層	ルータを介してコンピュータ間でデータを届ける
2	データリンク層	直接接続された機器間でデータを届ける
1	物理層	電圧の高低や光の点滅, ケーブル, コネクタ

# ネットワーク層

	層	機能
7	アプリケーション層	メールやWWWのようにユーザが直接使う機能
6	プレゼンテーション層	データの形式を変換
5	セッション層	接続の確立と維持
4	トランスポート層	データの分割と再組み立て
3	ネットワーク層	ルータを介してコンピュータ間でデータを届ける
2	データリンク層	直接接続された機器間でデータを届ける
1	物理層	電圧の高低や光の点滅, ケーブル, コネクタ

- パケットを受け付け
- 転送先のルータのIPアドレスを決め
- そこに送るパケットをつくる



# データリンク層

	層	機能
7	アプリケーション層	メールやWWWのようにユーザが直接使う機能
6	プレゼンテーション層	データの形式を相手側が理解できるように変換
5	セッション層	通信の開始、終了、接続の維持
4	トランスポート層	データを正しい順序で確実に届ける
3	ネットワーク層	ルータを介してコンピュータ間でデータを届ける
2	データリンク層	直接接続された機器間でデータを届ける
1	物理層	電圧の高低や光の点滅, ケーブル, コネクタ

■ 転送先のルータのIPアドレスから  
MACアドレスを求め

■ パケットをフレームに収める

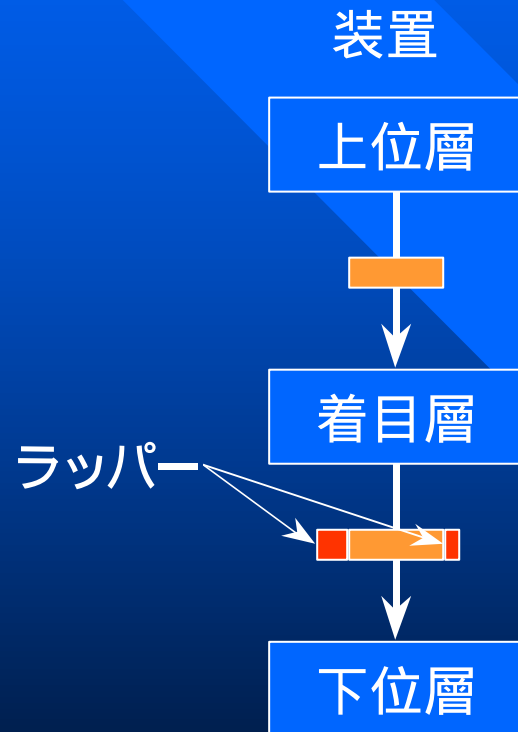
# 物理層

	層	機能
7	アプリケーション層	メールやWWWのようにユーザが直接使う機能
6	プレゼンテーション層	漢字コードの変換, 画像表現形式の変換
5		
4		
3		
2	データリンク層	直接接続された機器間でデータを届ける
1	物理層	電圧の高低や光の点滅, ケーブル, コネクタ

- フレームの1と0を電気信号として出力
- ケーブルやコネクタの形状を規定

# 機能の階層化と 送られる情報の関係

# ラッピング



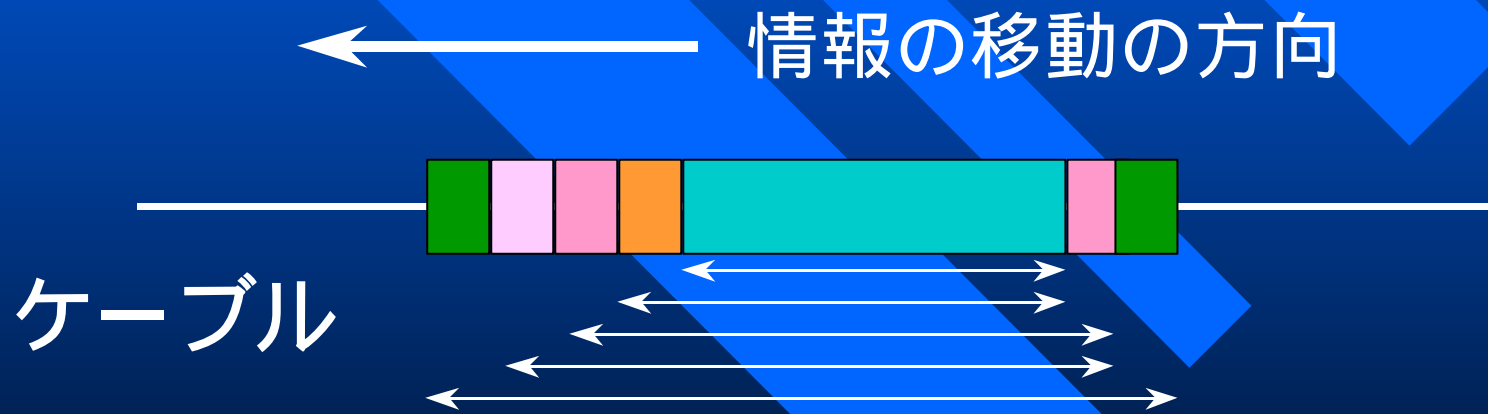
- 上位の層から送るべきデータもらう
- その層の機能を実現するための情報でくるんで  
- ラッピング
- 下位の層へ転送を依頼する

# ヘッダ, トレイラ

- 通信は信号を次々と送るという方法で行われるので
- くるむとは前と後ろに何かをつけること
- 前 = ヘッダ, 後ろ = トレイラ
- 内容は層の機能と仕組みによる
- 位置は処理のしやすさ
  - エラー無しの確認 最後が簡単
- トレイラなしも多い

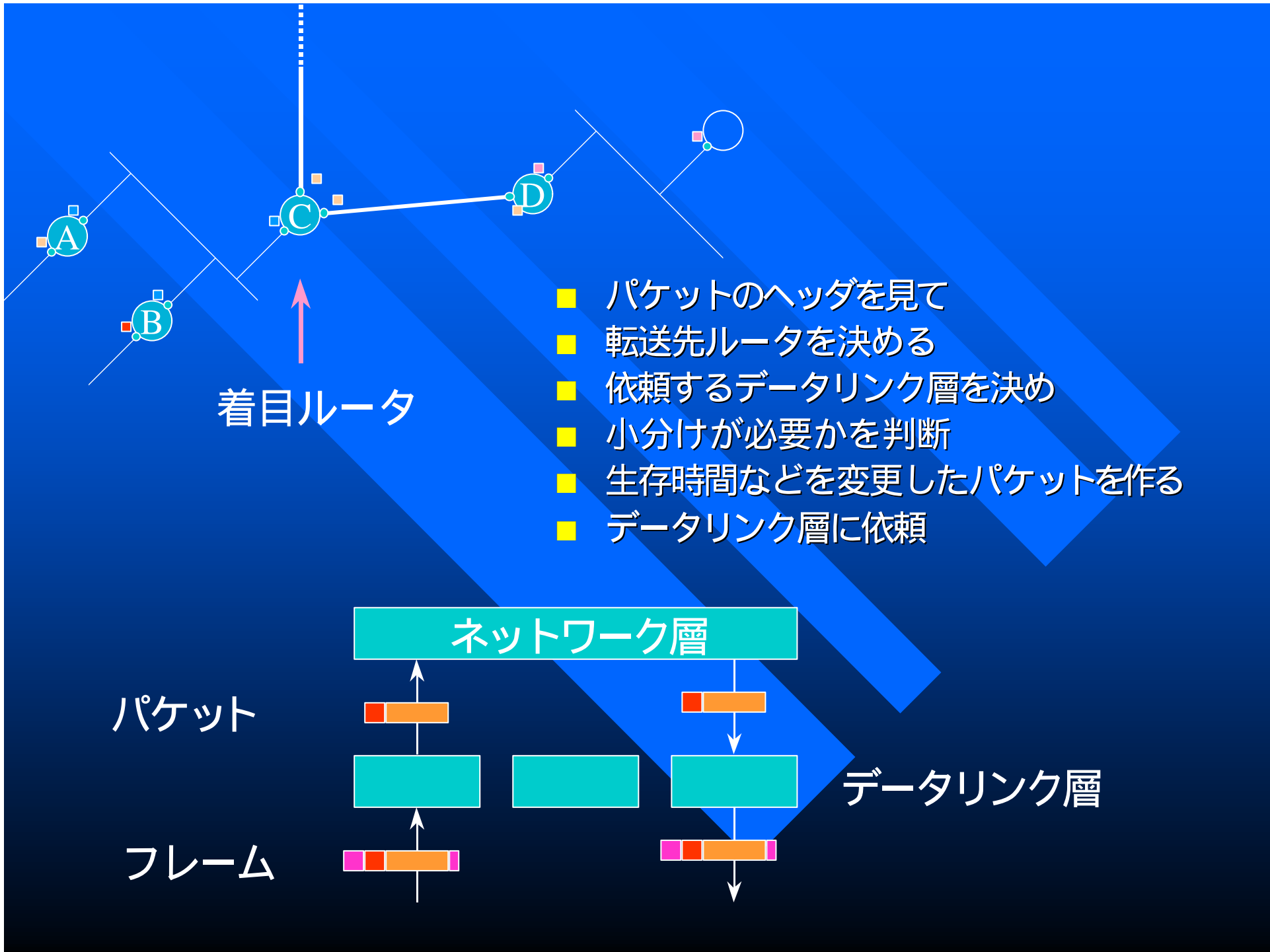
# 物理媒体上のデータ

- ラッピングを繰り返しもっとも大きくなったものが転送される

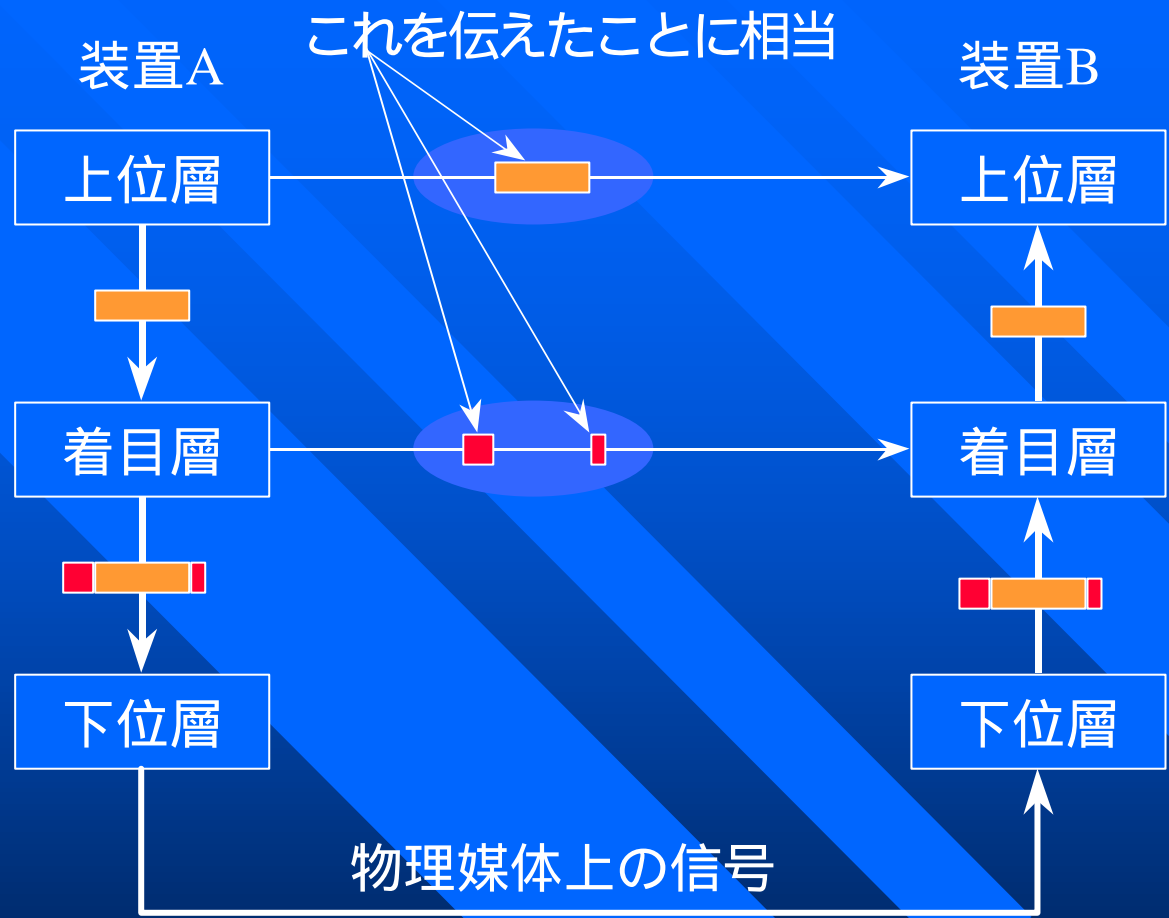


# ラッピングを解くのは

- ラッピングを解くのはラッピングを行った層
  - その層の機能を実現するためにラッピングしたのだから
- 例：ネットワーク層の先ほどのルータについて考えてみる

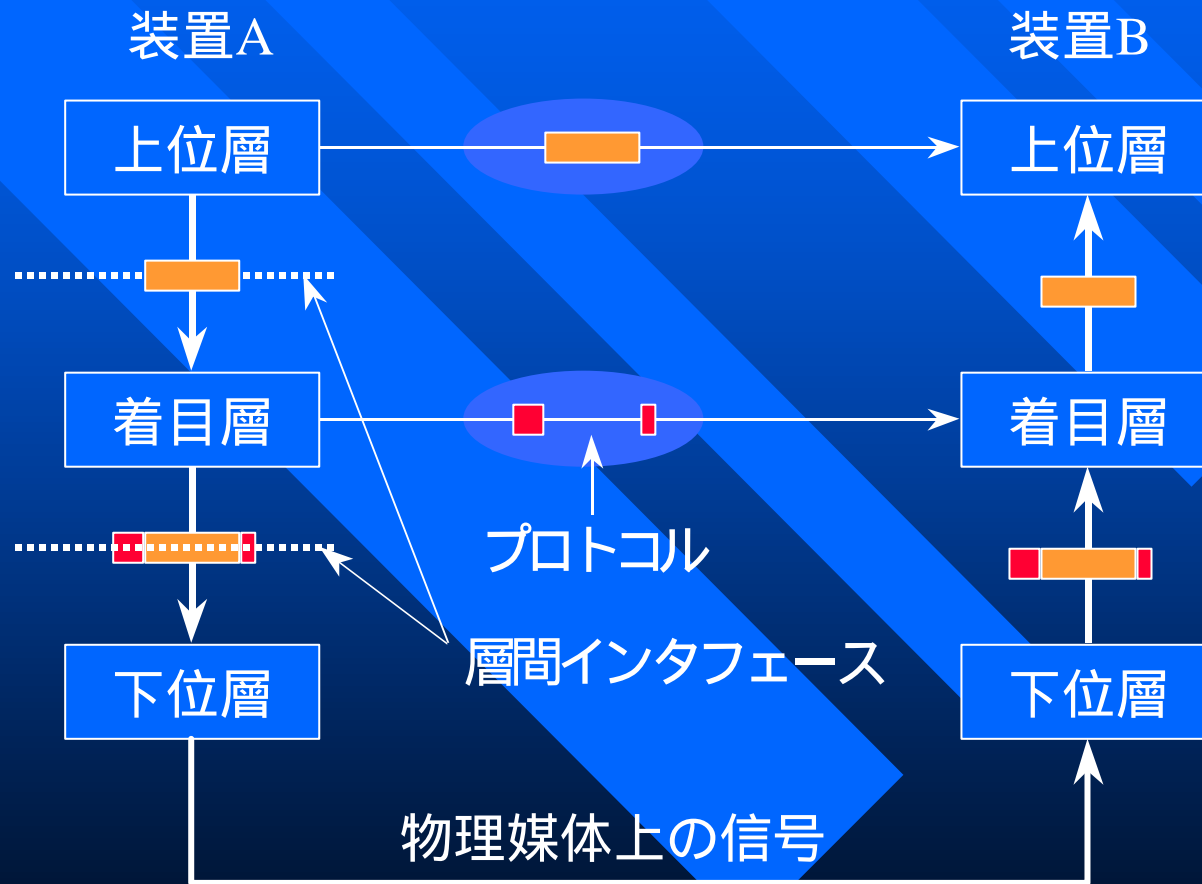






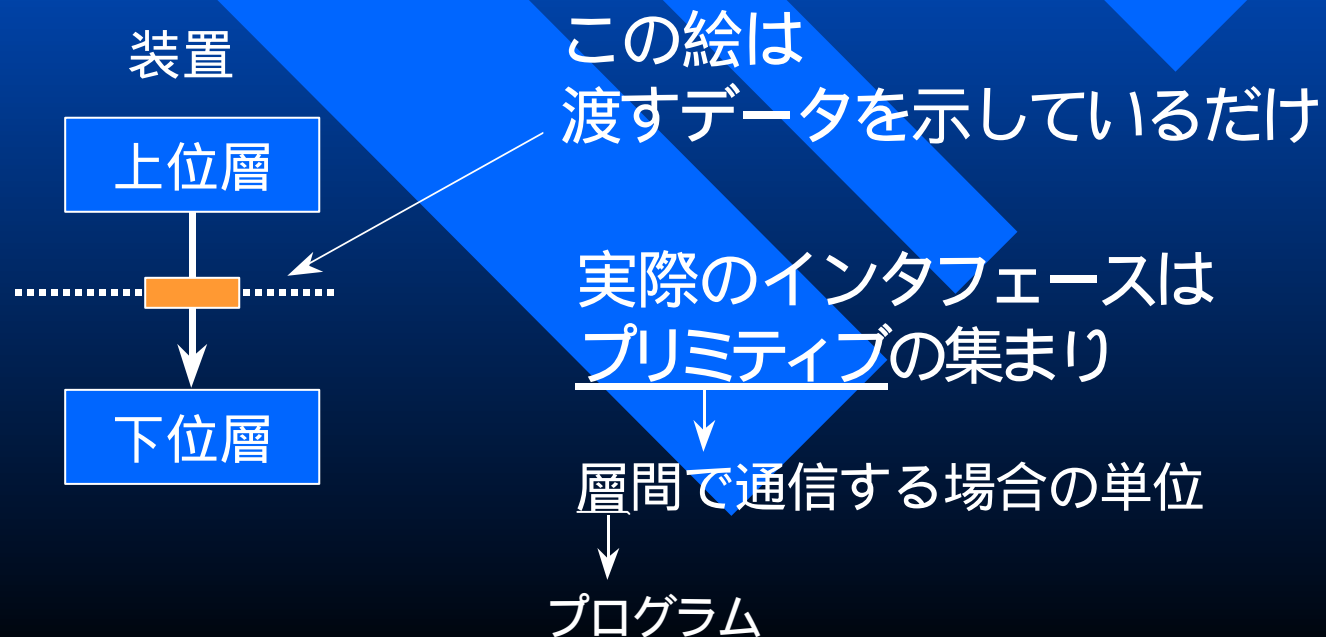
- 実際の受け渡しは上下
- 意味上は同じ層間

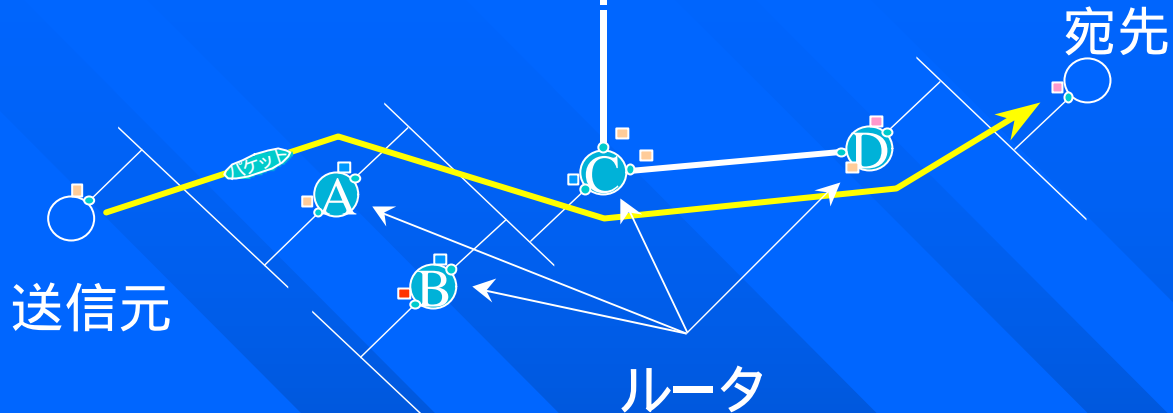
# プロトコルとインタフェース



# プロトコルとインタフェース

- プロトコルは全体で共通
- インタフェースは装置ごとに異なっても良い





# ラッピングの標準形



エラー・チェック・コードは後ろにあるほうが便利

上位層が1種類とは限らないので必要

自分の機能を実現するために必要

上位層のデータを見なくても自分の守備範囲が分かるために必要

# もう一度イーサネットへ

## ■ イーサネットのフレーム

プリアンブル	宛先MACアドレス	送信元MACアドレス	タイプ	パケット	フレーム チェック 番号
--------	-----------	------------	-----	------	--------------------

- 長さがない
  - おしりは特別な電圧で
- プリアンブルは物理層回路の調整用
  - 1111111が7つに11111110
- イーサネットは
  - データリンク層 + 物理層

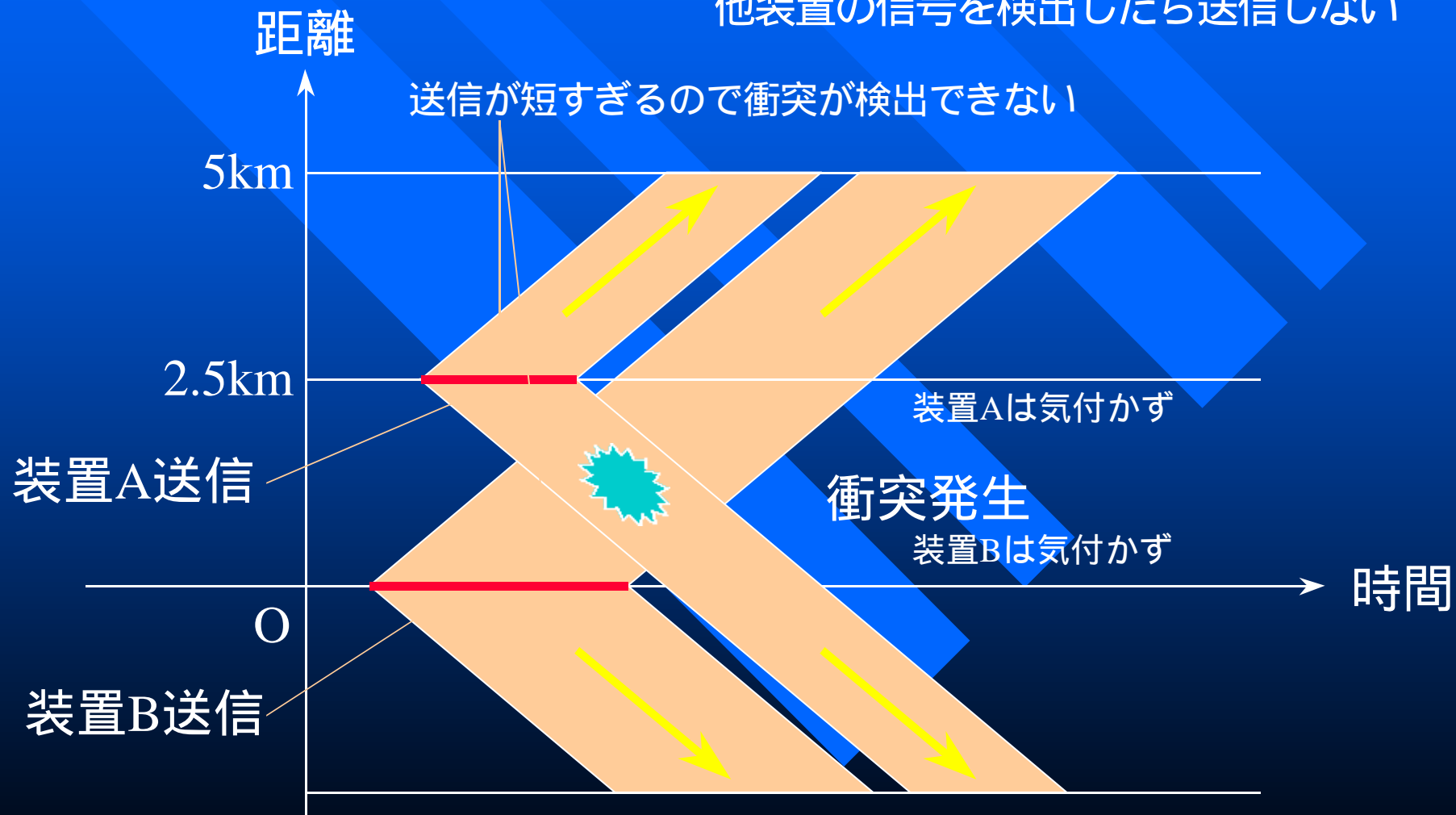
# イーサネット

CSMA/CD

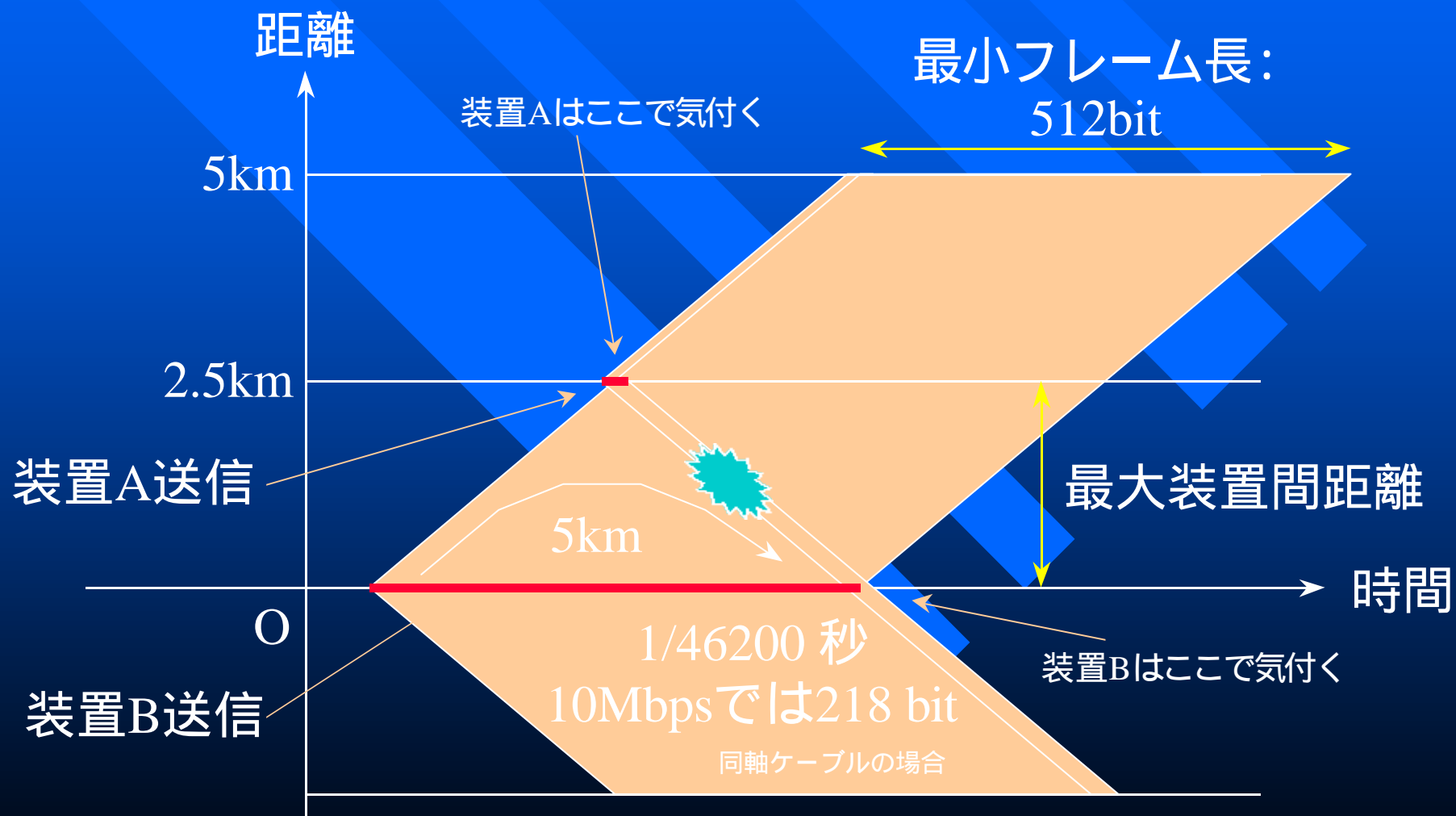
Carrier Sense Multiple Access  
with Collision Detection

衝突を検出する

他装置の信号を検出したら送信しない



# 最悪の場合を考える





# PPP(Point-to-Point Protocol)

- データリンク層
  - イーサネットと異なり物理層はなし
- 1対1接続用
  - アドレスなし
  - 認証機能
  - 上位プロトコルの指定
- ルータ間を接続
- 個人宅コンピュータを接続

# TCP(Transmission Control Protocol)

- トランスポート層のプロトコル
- 機能
  - コネクションの設定・解放
  - フロー制御
  - 順序制御
  - 再送制御
  - 輻輳制御
- ポート番号というアドレスの存在

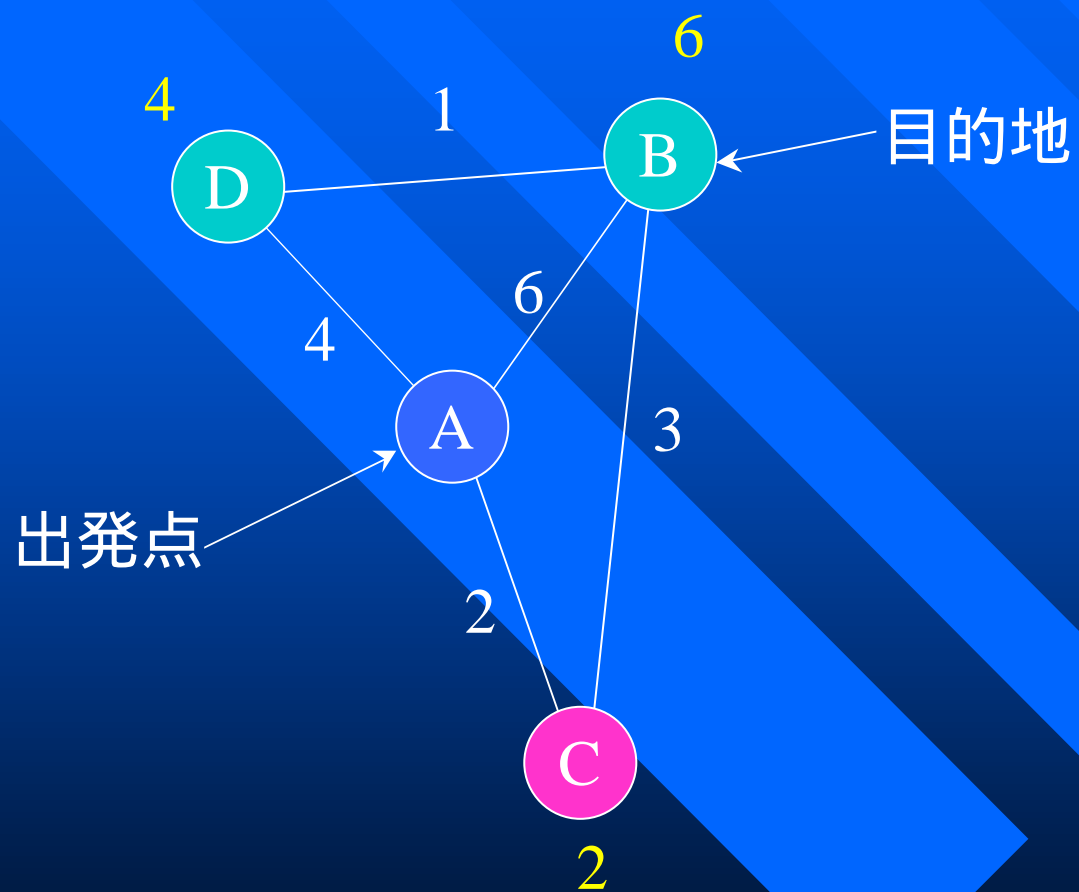
# アプリケーション

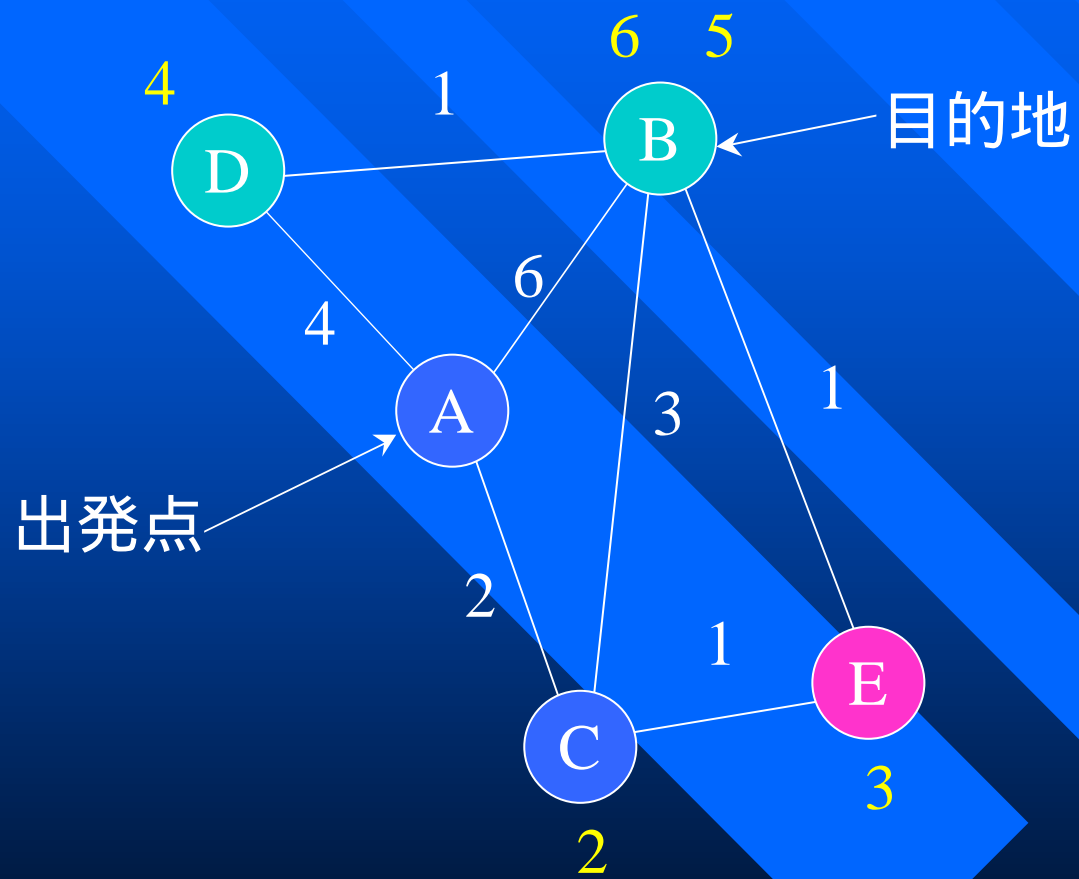
- 電子メール
- WWW
- FTP
- Telnet
- サーバクライアント方式
- インターネットではOSI参照モデルのプレゼンテーション層, セッション層は他の層に含まれる

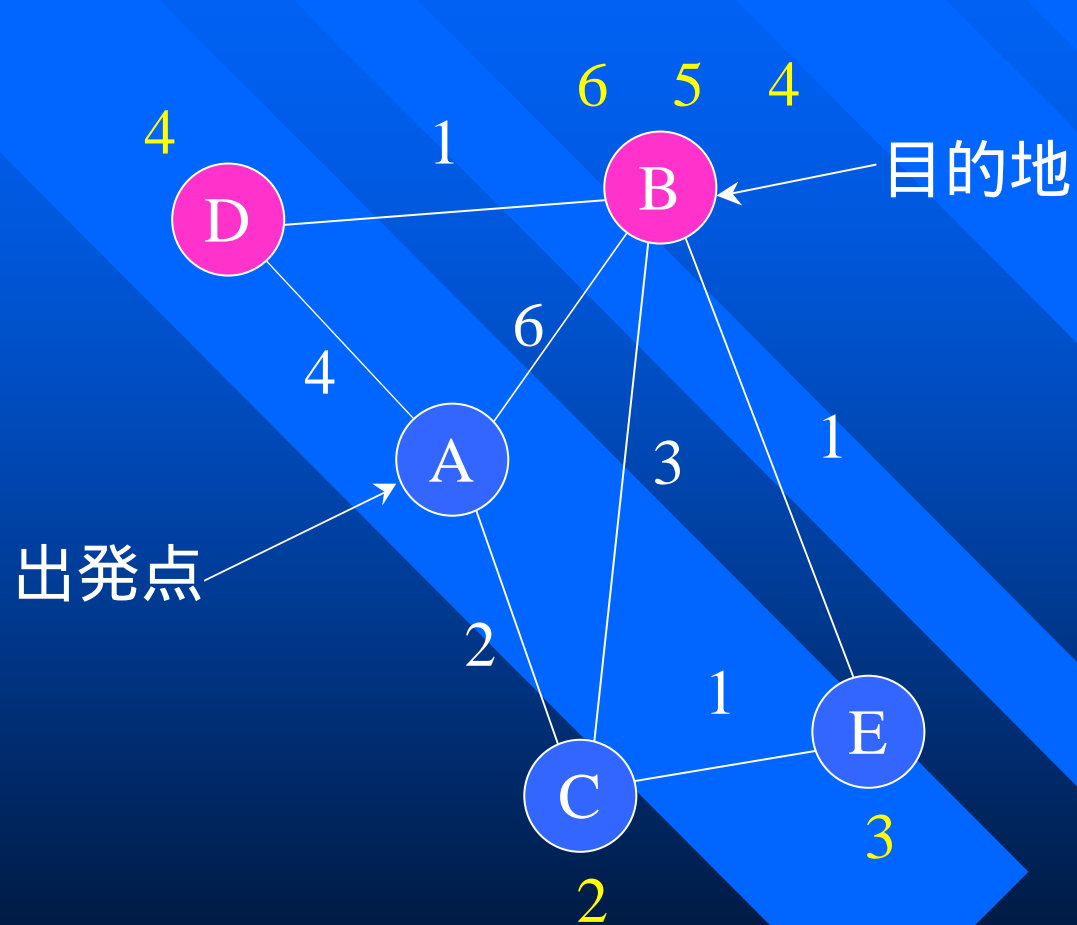
# OSPF(Open Shortest Path First)

- ルーティングアルゴリズムの代表
- 洪水プロトコル
  - ルータは自分の周りのルータを時々チェック
  - その情報を次々と伝える
    - » ID(IPアドレスと時刻)をつけ同じ情報は破棄
  - ルータの接続関係を把握
  - 変化があれば即
  - ダイクストラを実行
- ダイクストラの最短経路発見アルゴリズム

# ダイクストラのアルゴリズム







経路は  
逆算して  
見つけること  
ができる

目的地まで  
だけの経路を  
もっと簡単に  
見つけること  
はできない

計算量は $O(\text{ノード数}^2)$

# IPアドレスの付与方法 とルータの経路情報

## ■ 初期のインターネット

- 地域とは無関係にIPアドレスを付与
- 階層的なルータ配置を排除
- > 全てのルータに膨大な経路情報が必要

## ■ 現状

- NTTのOCNや日本テレコム(NTT)のODNなどの組織に合わせルータを階層配置
- CIDR(Classless Inter-Domain Routing)
- アドレス集約



# ルータの階層配置

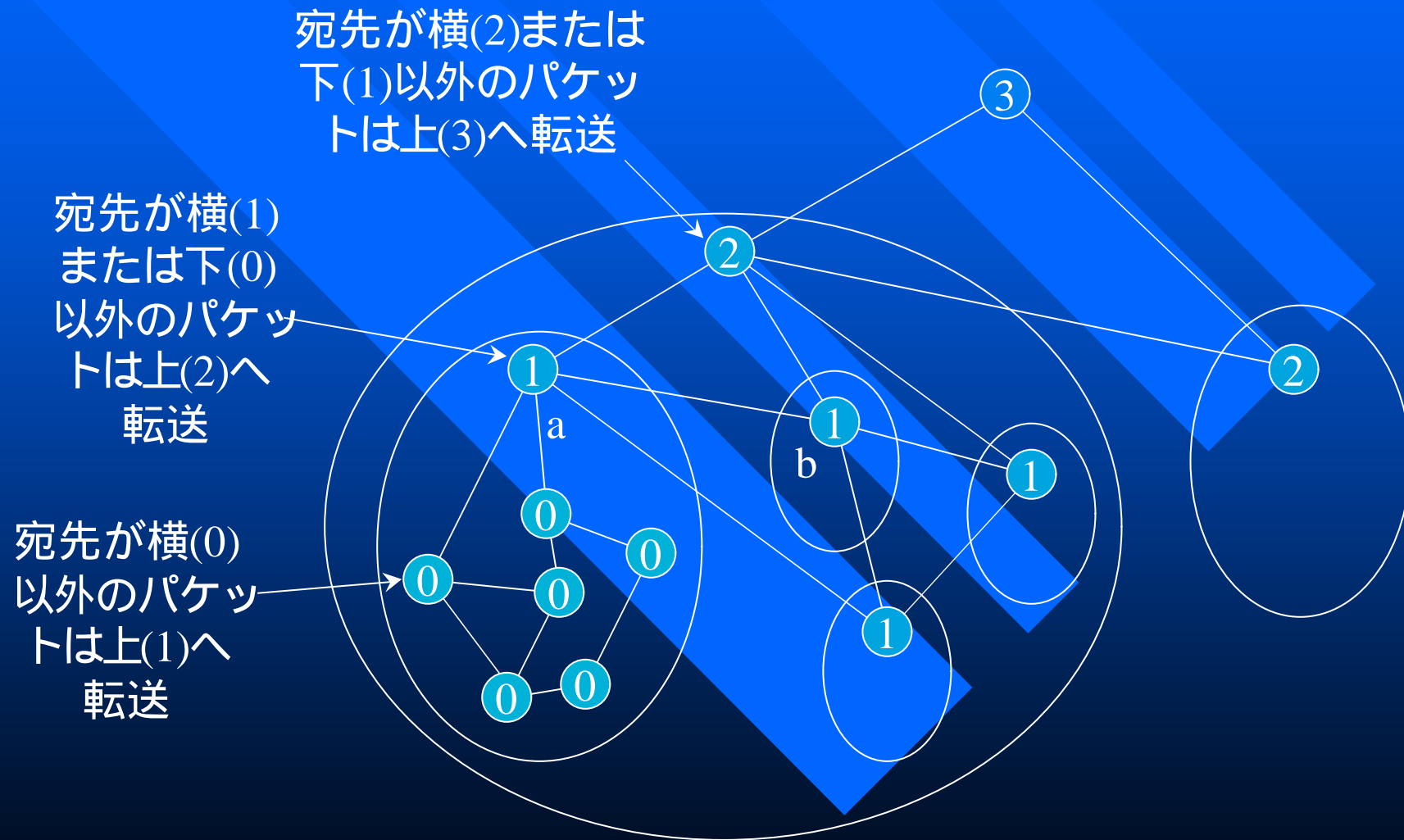


図10

# アドレス集約

近く

ネットマスク

11111111-11111111-11111111-00000000

8つのネット  
ワークアドレス

10000101-00101101-11110000-.....  
10000101-00101101-11110001-.....  
10000101-00101101-11110010-.....  
10000101-00101101-11110011-.....  
10000101-00101101-11110100-.....  
10000101-00101101-11110101-.....  
10000101-00101101-11110110-.....  
10000101-00101101-11110111-.....

遠くからは

ネットマスク  
1つのネット  
ワークアドレス

11111111-11111111-11111000-00000000  
10000101-00101101-11110.....

CIDR(ネットマスクを柔軟に使うこと)の適用

