

情報ネットワーク

伊藤 嘉浩

講義内容

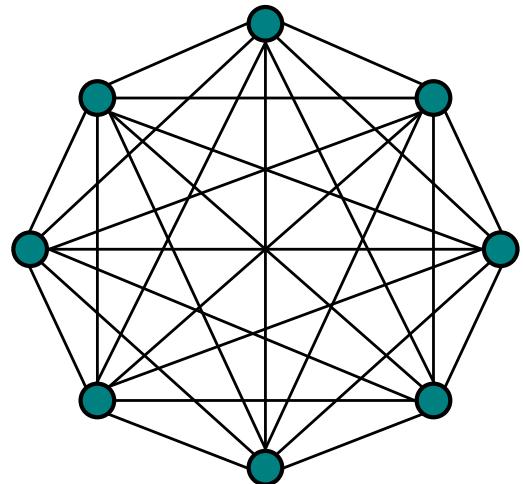
- ▶ 1) 序論
- ▶ 2) 3) ネットワークアーキテクチャ
- ▶ 4) 5) 伝送路と物理層
- ▶ 6) 誤り制御方式
- ▶ 7) MACプロトコル
- ▶ 8) 中間試験
- ▶ 9) データリンク層プロトコル
- ▶ 10) 11) データ交換とネットワーク層
- ▶ 12) 13) 14) 15) TCP/IP
- ▶ 16) 期末試験

10) データ交換と ネットワーク層(1)

データ交換と ネットワーク層

交換方式：回線交換，パケット交換，ATM交換

交換方式

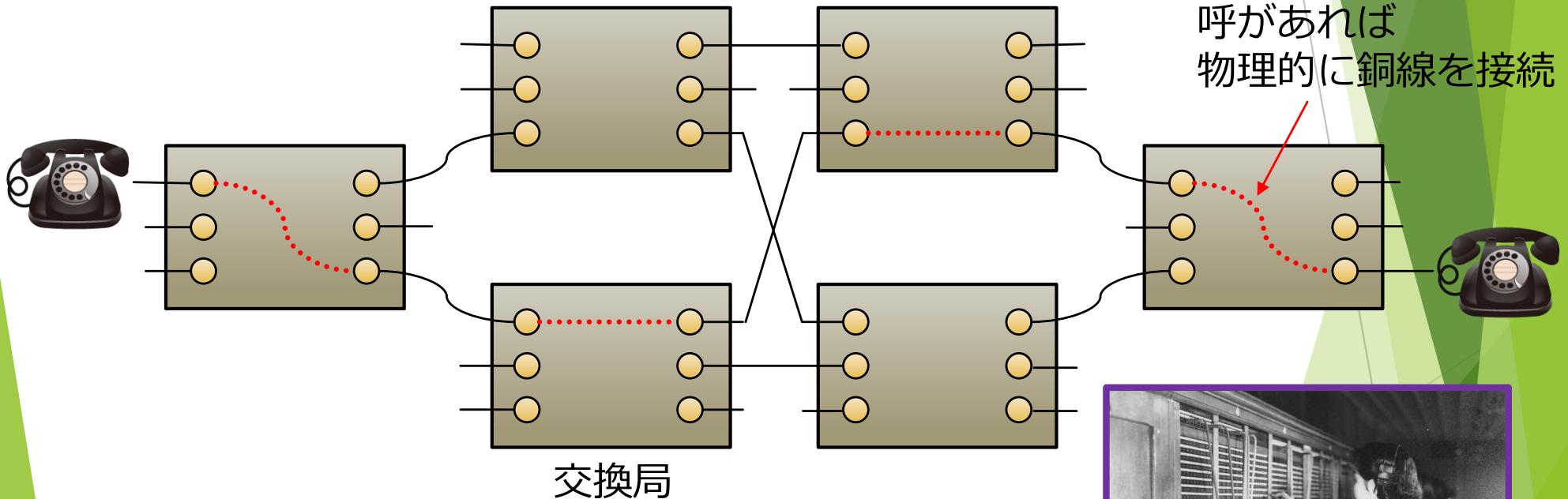


- 完全結合のネットワークトポロジーでは不経済
- ノードでの中継・交換が経済的

- ▶ 回線交換(circuit switching)
- ▶ パケット交換(packet switching)
- ▶ 狹帯域ISDN(N-ISDN)：回線交換+パケット交換
- ▶ ATM交換(Asynchronous Transfer Mode switching)

回線交換

呼 (call) 每にエンドツーエンドで
ネットワーク資源を予約

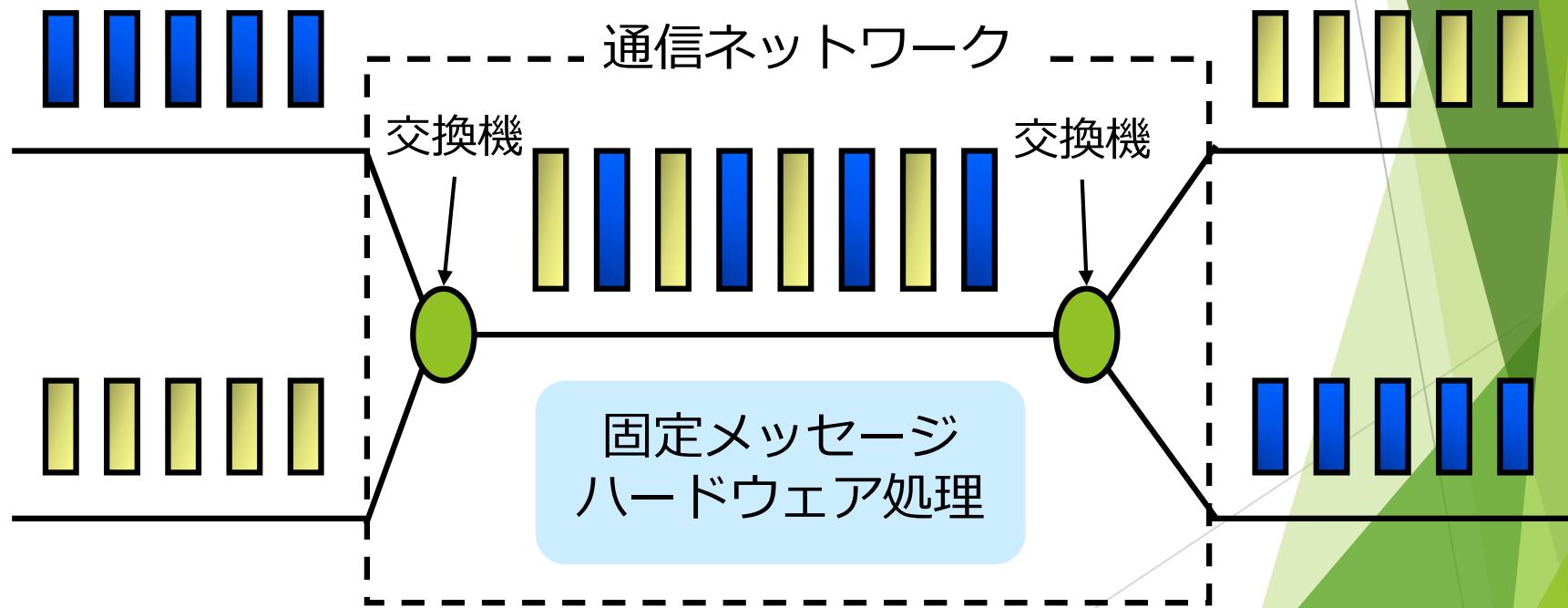


- ▶ 通信回線容量、交換機の処理能力の予約
- ▶ 占有使用で、他の呼との共有はない



回線交換

- ▶ 物理的または論理的に、通信ごとに端末間に物理的な資源を確保



回線交換の特徴

▶ 利点

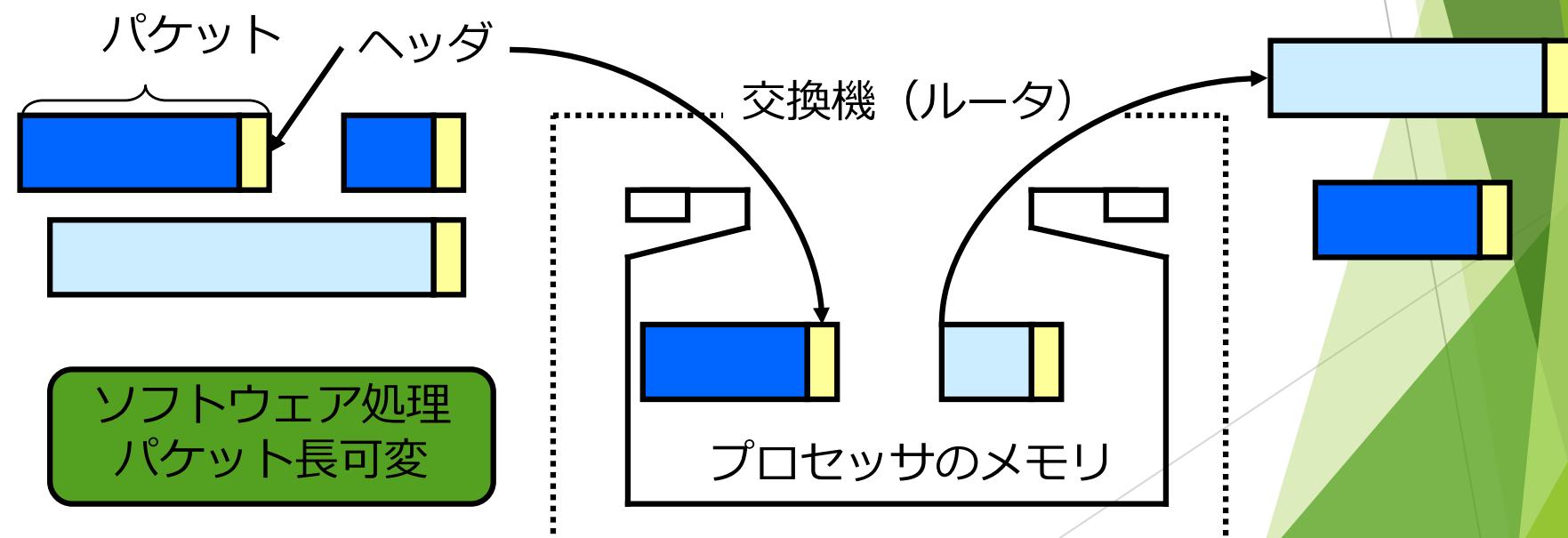
1. メッセージのフォーマットや用いる符号などに制約がない：伝送系はトランスペアレント
2. 網内遅延がない：時間的にトランスペアレント
3. 長メッセージ・高密度の通信に適している

▶ 欠点

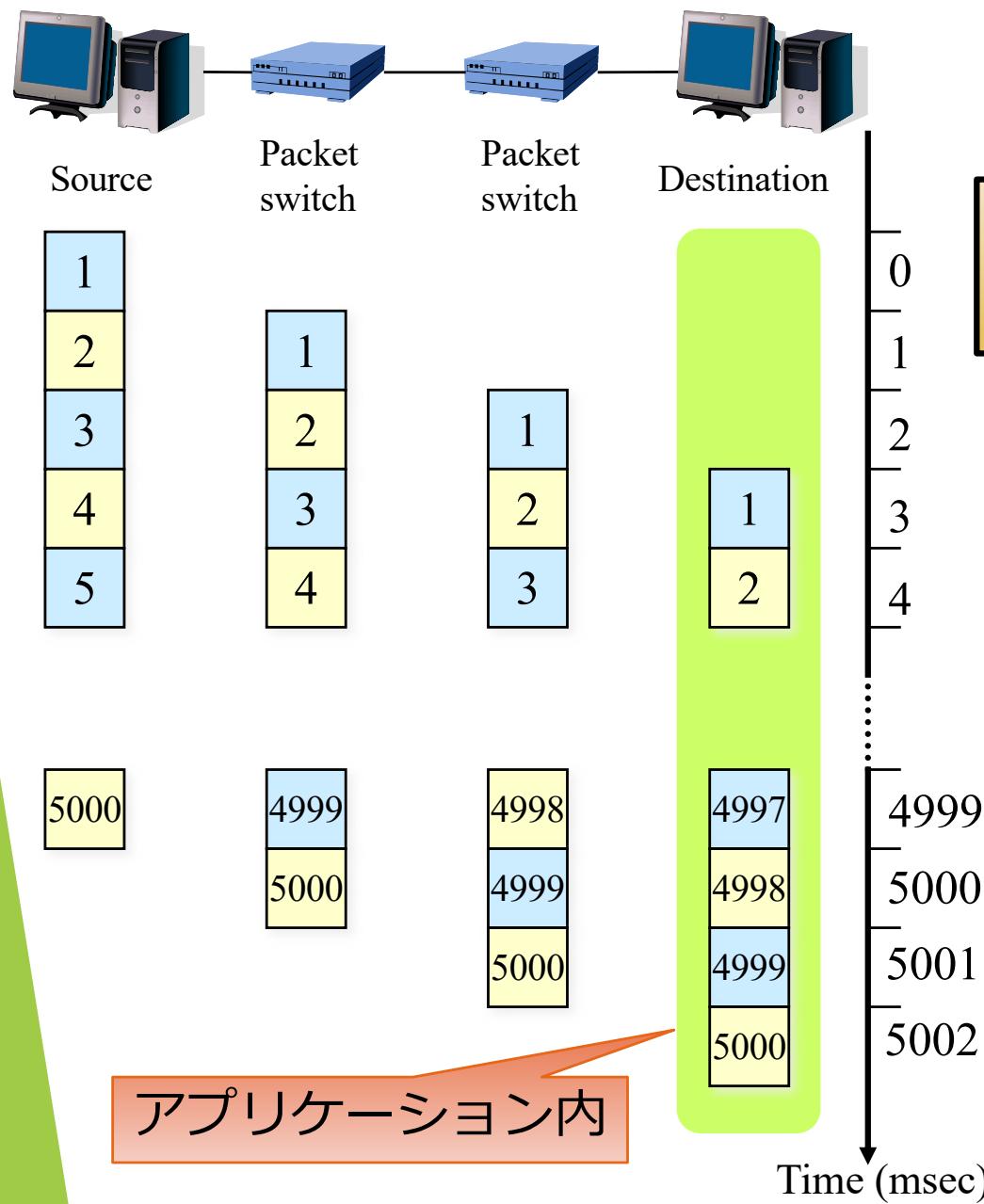
1. プロトコルや通信速度などの異なる端末間の通信はできない
2. 回線を設定した端末対が回線を使用していなくても他の端末は使用できない

パケット交換

- ▶ メッセージを一定の長さのブロック（パケット）に分割して送信
- ▶ パケットにはヘッダ（宛先アドレスと制御情報）を付与
- ▶ 交換機では、パケットは一度メモリに蓄積され、ヘッダが解読される。



パケット交換：メッセージの分割と網内遅延



【例】一つのメッセージを
5000個のパケットに分割

- 1つのリンクにおいて、
1つのパケットの
送信時間は、 1 msec
- **パイプライン効果
(pipelining):**
各リンクは並行して動作
する

パケット交換の特徴

▶ 利点

1. 論理多重

一本の回線で多数の端末と通信可能

→ 計算機内部の多重処理と親和性が高い

2. プロトコルや通信速度などの異なる端末と通信可

3. 情報量比例課金が可能

→ 短メッセージ・低密度の通信に適す

▶ 欠点

1. 網内遅延がある(パケット毎にメモリに蓄積するため)

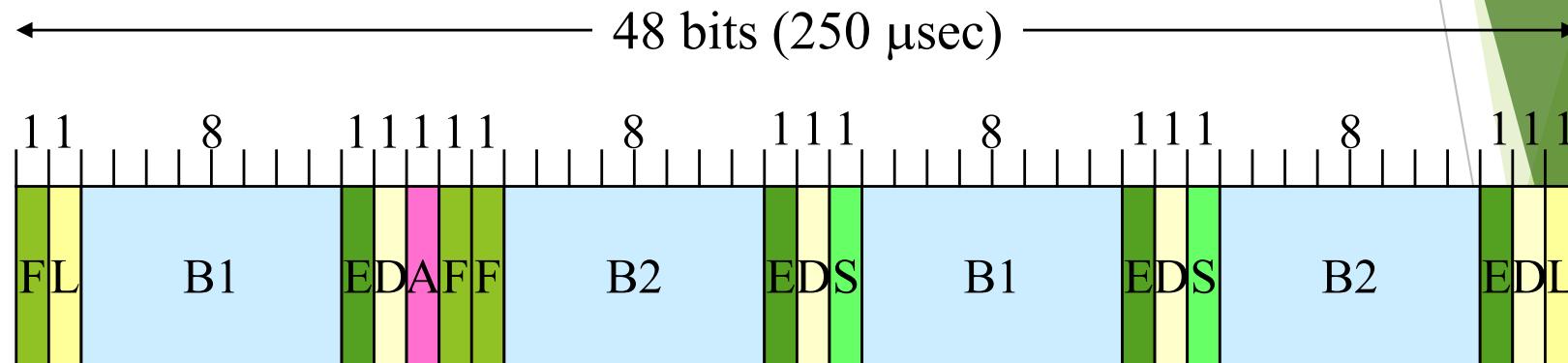
2. プロトコルのオーバヘッドがある

ISDN

- ▶ Integrated Services Digital Network
- ▶ デジタル化された **(音声) 電話網と非電話系のデジタル網を統合**し、複数のサービスに利用できるように構成されたデジタル網
- ▶ CCITT（現在のITU-T）で1984年に標準化
- ▶ 狹帯域ISDN（Narrowband ISDN; N-ISDN）：64kbpsを基本として、192kbps～2Mbps
- ▶ 広帯域ISDN（Broadband ISDN; **B-ISDN**）：156Mbps, 622Mbps～
- ▶ パケット交換や回線交換のデータ通信にも対応

N-ISDN基本インタフェースの物理層 チャネルフレームフォーマット

STM(Synchronous Transfer Mode)



B1, B2: $16\text{bits}/250\mu\text{sec} = 64\text{kbps}$

F = Framing bit

L = DC load balancing

E = Echo of previous D bit (for contention resolution)

D = D channel ($4 \text{ bits} \times 4000 \text{ frames/sec} = 16\text{kbps}$)

A = Activation bit

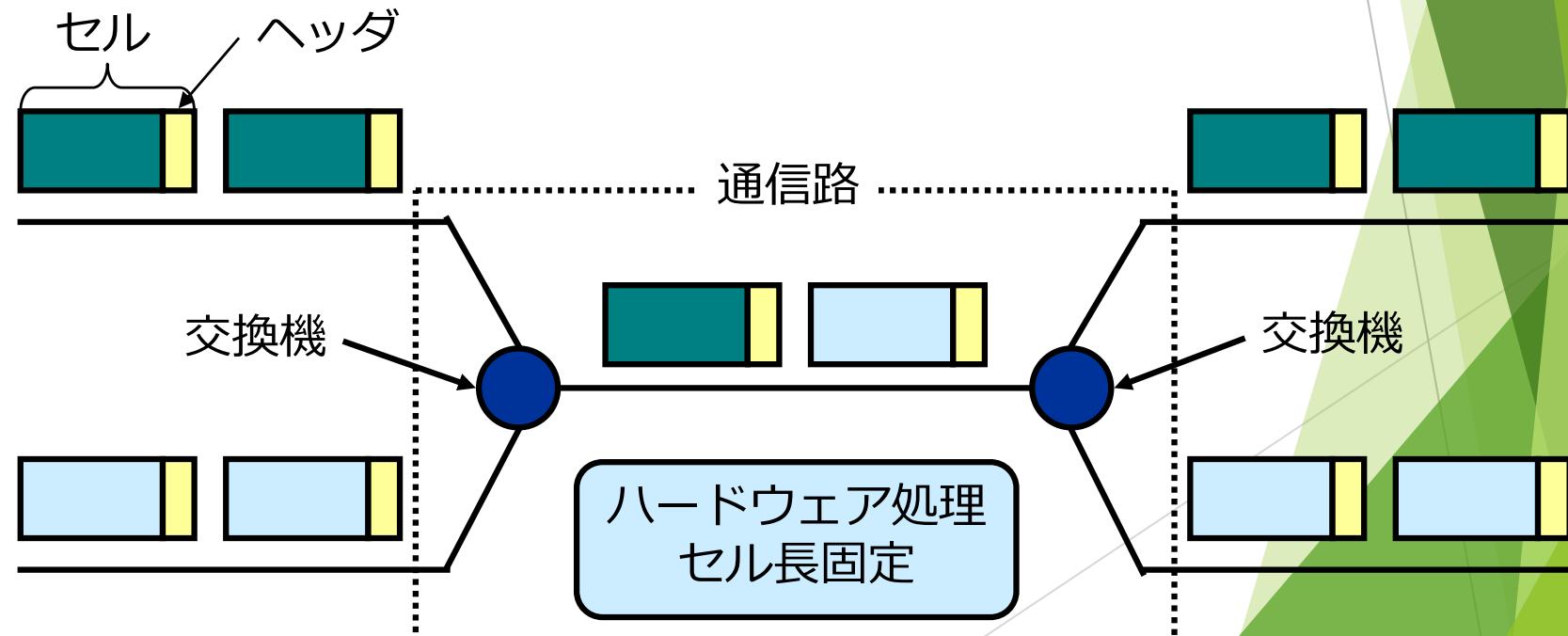
S = Spare bit

音声・データ
回線交換, パケット交換

制御信号・データ
回線交換, パケット交換

ATM交換

- ▶ セル（5バイト長ヘッダ + 48バイト情報）による一種のパケット交換
- ▶ パケット長を固定することでハードウェア処理も可能



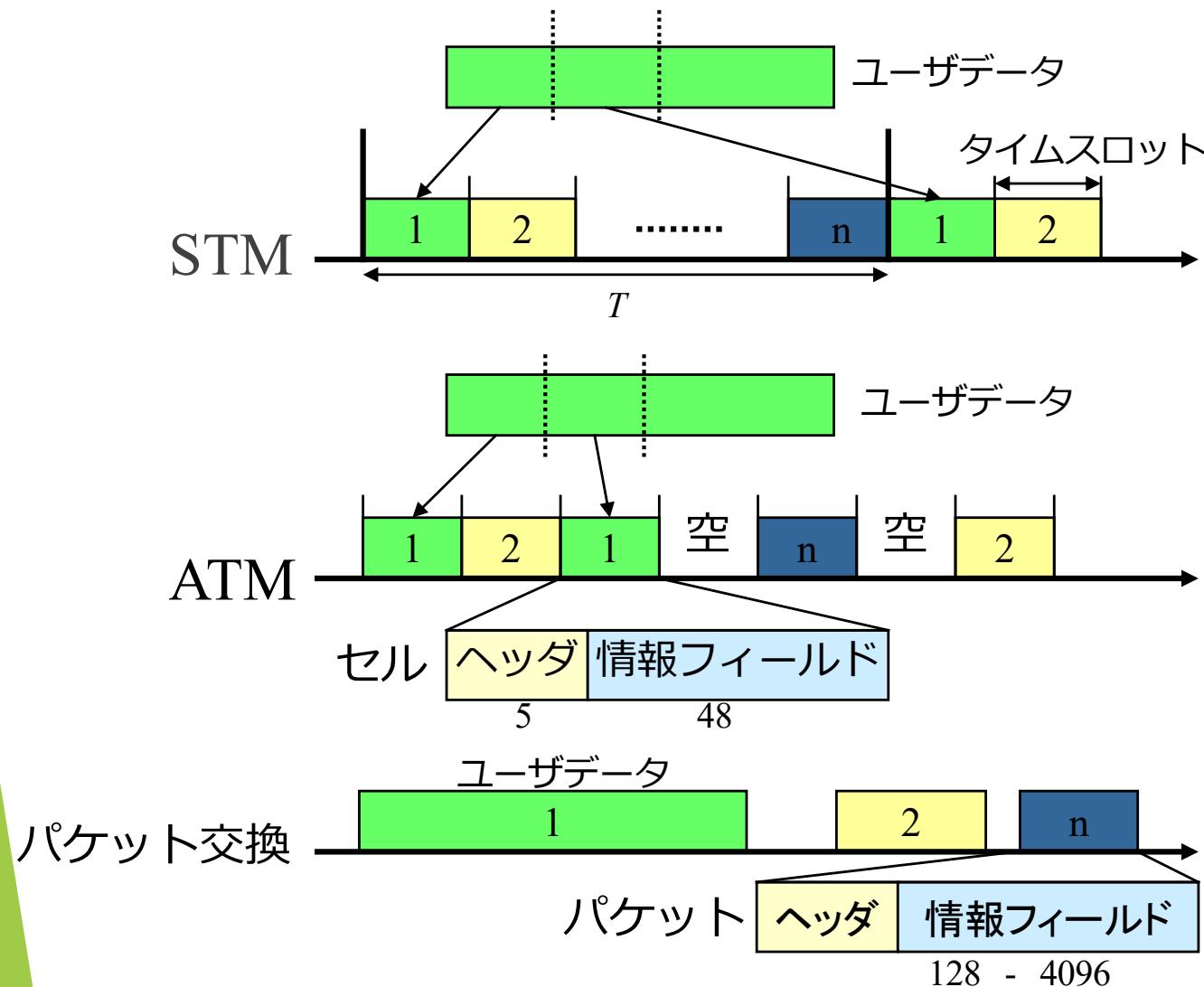
ATM交換の特徴

- ▶ 広帯域ISDN(B-ISDN)を提供するための交換方式
- ▶ パケット交換の利点を持ちつつ、
ハードウェアスイッチングにより交換遅延は小。
- ▶ 異なる情報メディアをセルにより統一的に扱える
 - ▶ 多様な帯域要求に対応可能

比較

- ▶ 狹帯域ISDN(N-ISDN)の交換方式
 - ▶ フレーム構成のチャネルを、
回線交換とパケット交換の時間領域に固定的に分割

各交換方式の比較



各種多重化方式

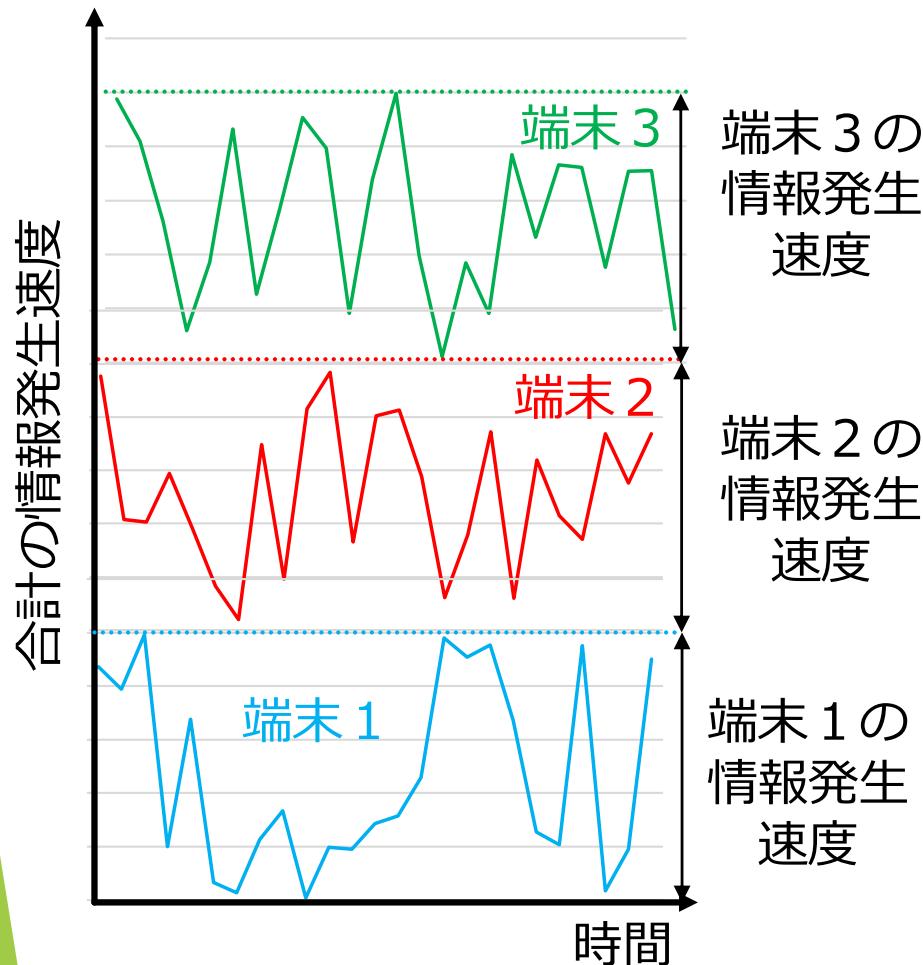
同期転送モード
(時間位置多重)

非同期転送
モード
(ラベル多重)

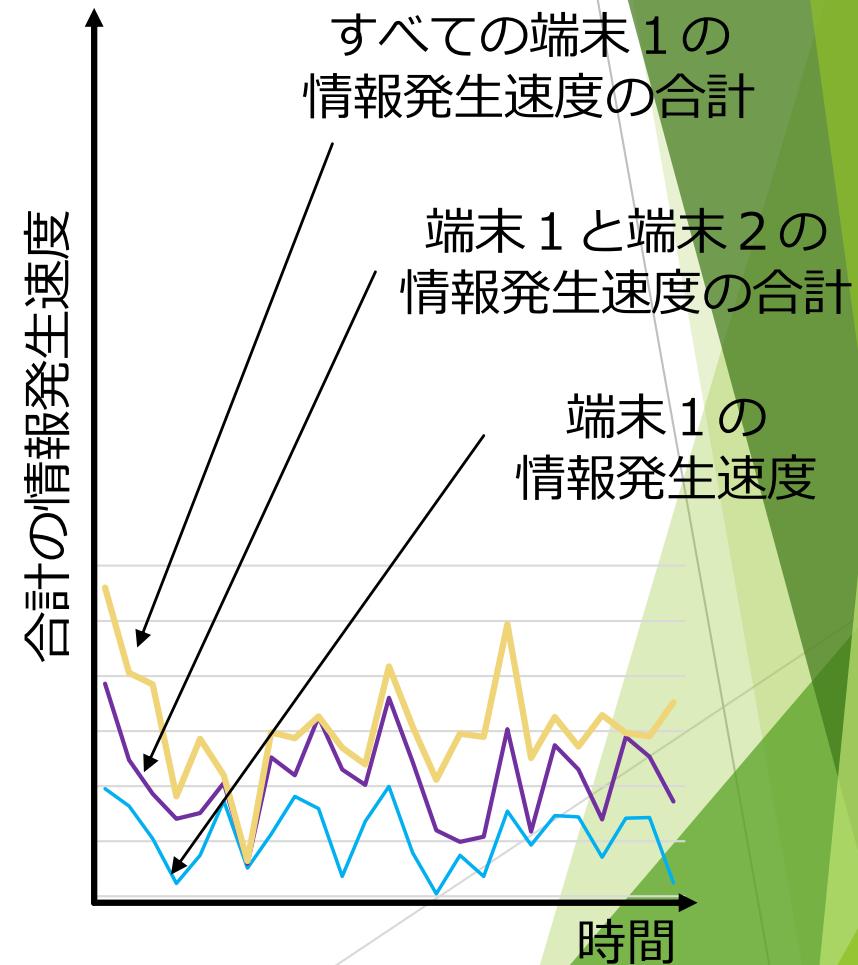
パケットモード
(ラベル多重)

ラベル多重による統計多重化効果

統計多重化効果



端末ごとにピーク速度で多重化



統計多重化

パケット交換における技術課題

1. コネクション制御は？

- ▶ コネクション型とコネクションレス型のどちらを用いるのか？

2. ルーティング(経路制御)は？

- ▶ どのルートを通って相手端末までパケットを伝送するか？

3. フロー制御は？

- ▶ エンド・ツー・エンドでいかにしてフロー制御を行うか？

4. 輪替制御は？

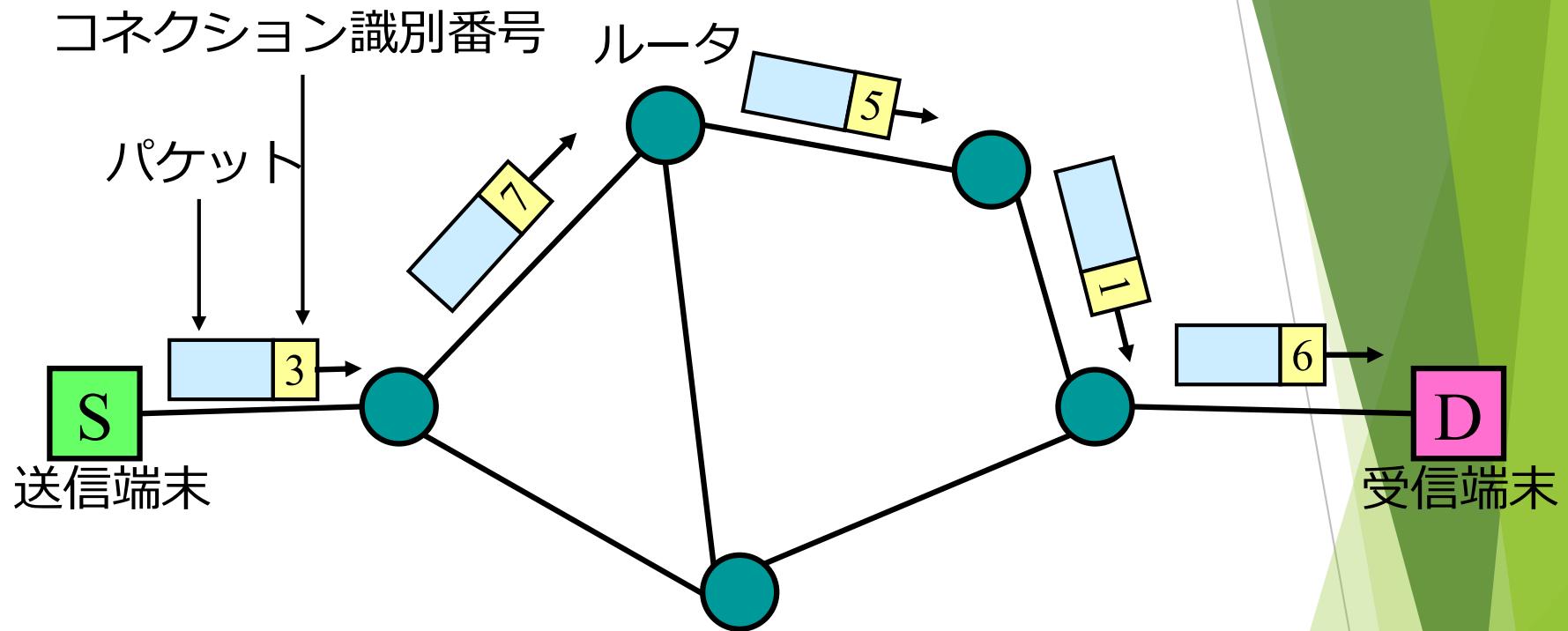
- ▶ 網内で輪替が生じる(混雑する)のをいかに防止するか？また輪替が生じたらいかに解除するか？

パケット交換における コネクション制御

- ▶ コネクション型
 - ▶ バーチャルサーキット(Virtual Circuit: VC)またはバーチャルコール(Virtual Call: VC)と呼ばれる
 - ▶ 【例】ITU-T X.25 : DDX-P, VENUS-Pなどの公衆網で用いられていた
- ▶ コネクションレス型
 - ▶ データグラム(Datagram: DG)と呼ばれる
 - ▶ 【例】インターネットのIP(Internet Protocol)

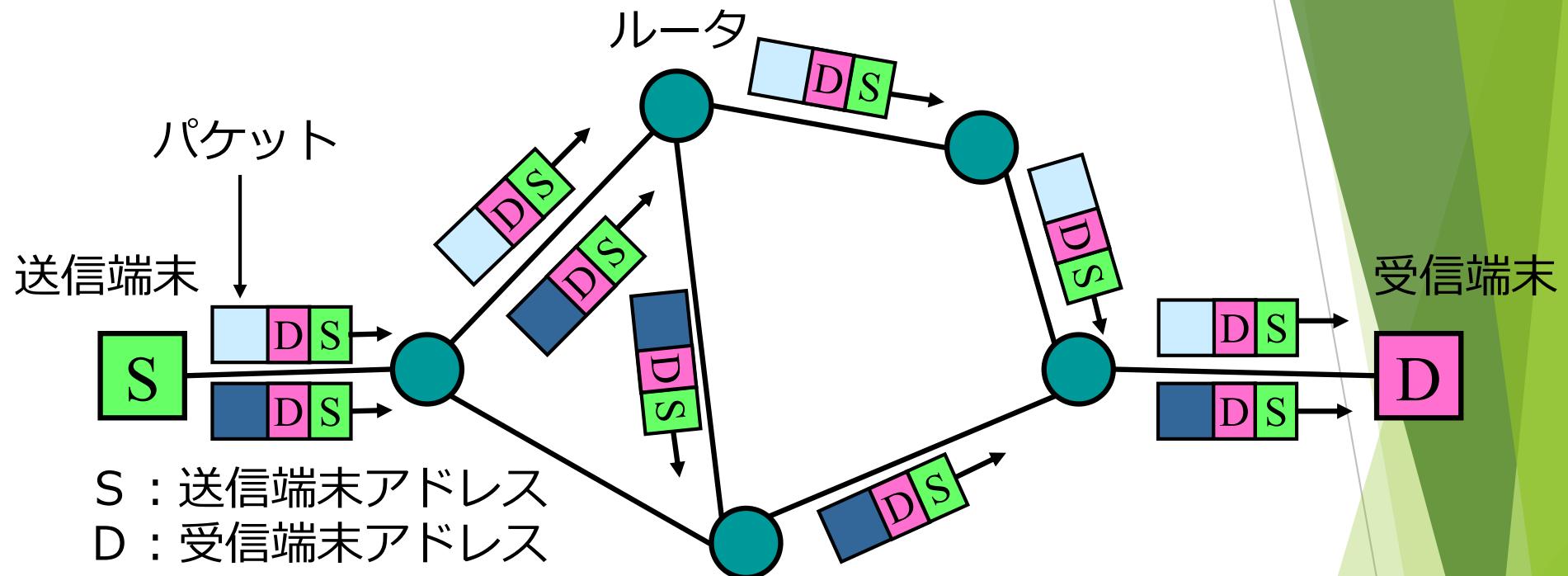
歴史的

コネクション型パケット交換



- 同一のコネクションに属するパケットは、いつも同じルートを取る
- ラベルとして、コネクション識別番号を付与
- 一つのパケットのコネクション識別番号はホップごとに変わり得る

コネクションレス型パケット交換



- ラベルとして,送信端末と受信端末のアドレスを付与
- パケット毎に通るルートが異なる可能性がある