

# 第1章

## 電話ネットワークとインターネット(1)

2011年10月17日(月)

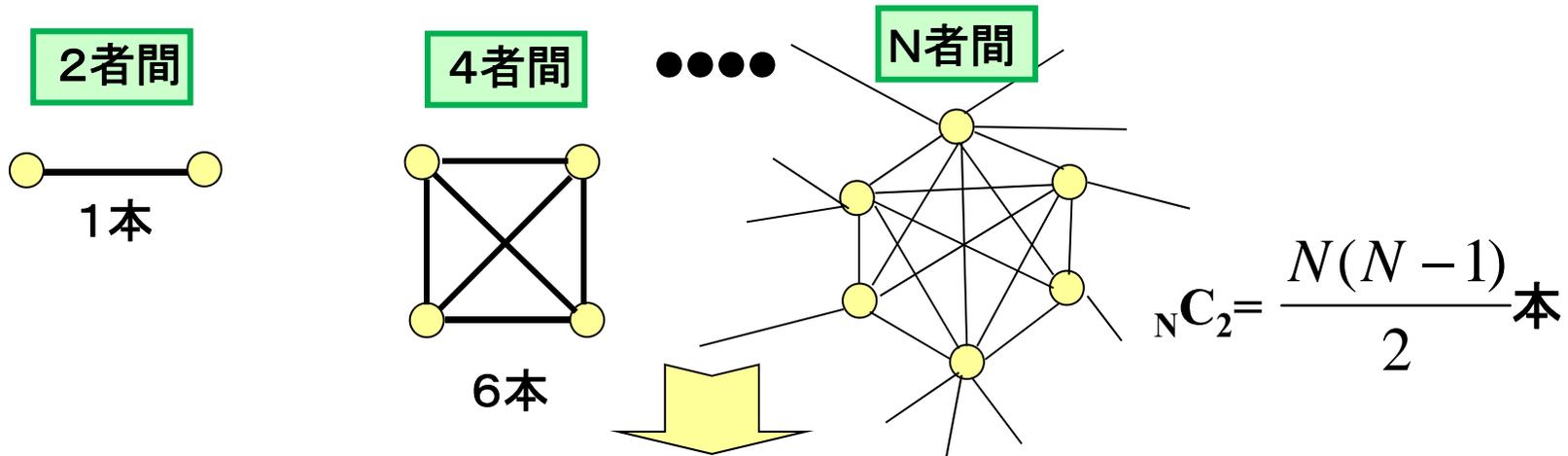
1. デジタル交換の原理
2. デジタル交換の基本技術
3. 構成例
4. IP電話への流れ
5. インターネットのパケットの復習
6. IP電話の仕組み

# (光)ネットワークにおけるスイッチング機能の必要性

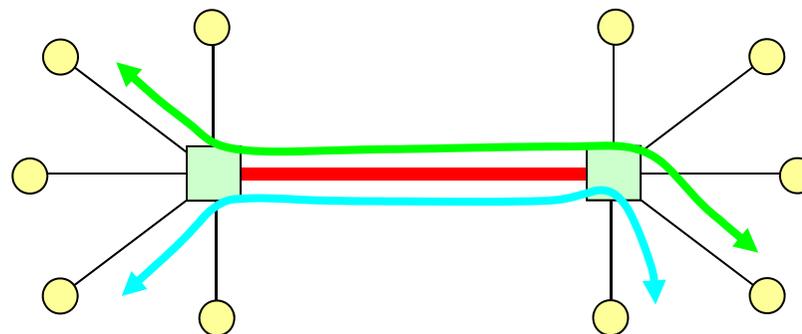
1対1通信から1対多、多対多通信への拡張

スイッチングによる配線・装置の経済的  
配置が可能

ユーザ同志をスター配線した場合の通信路の必要数

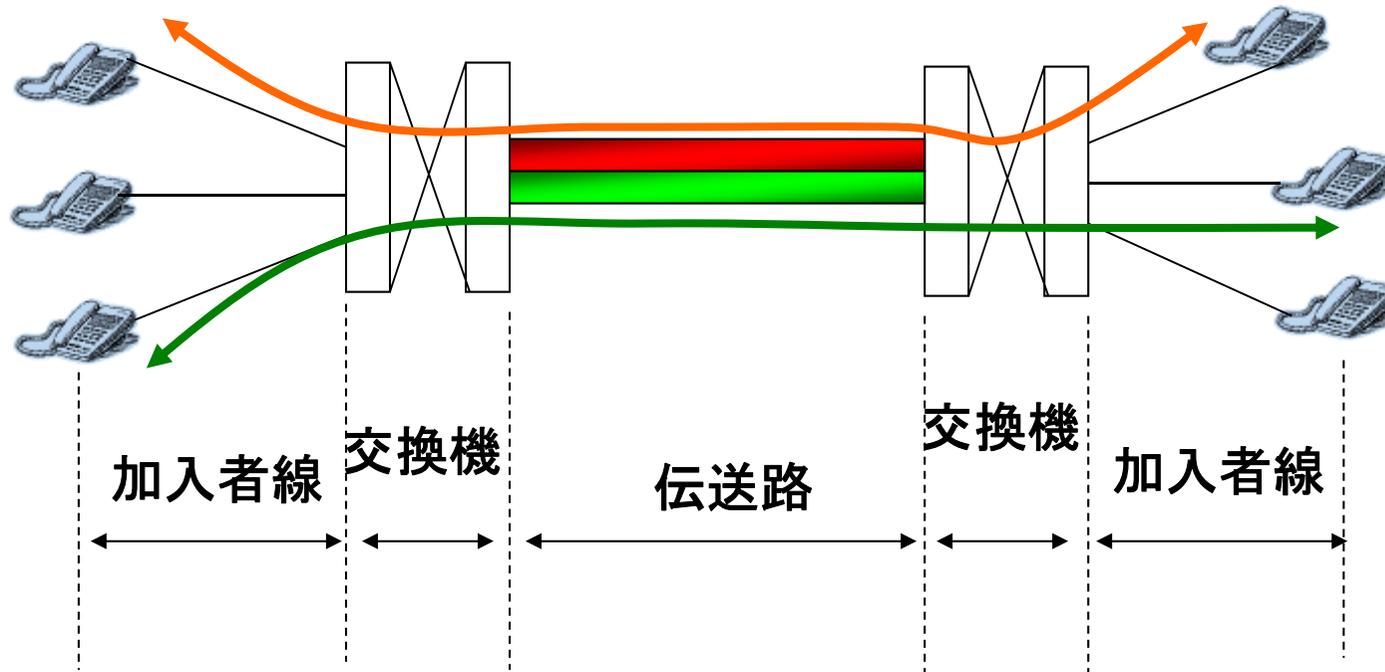


スイッチング・階層構成の導入



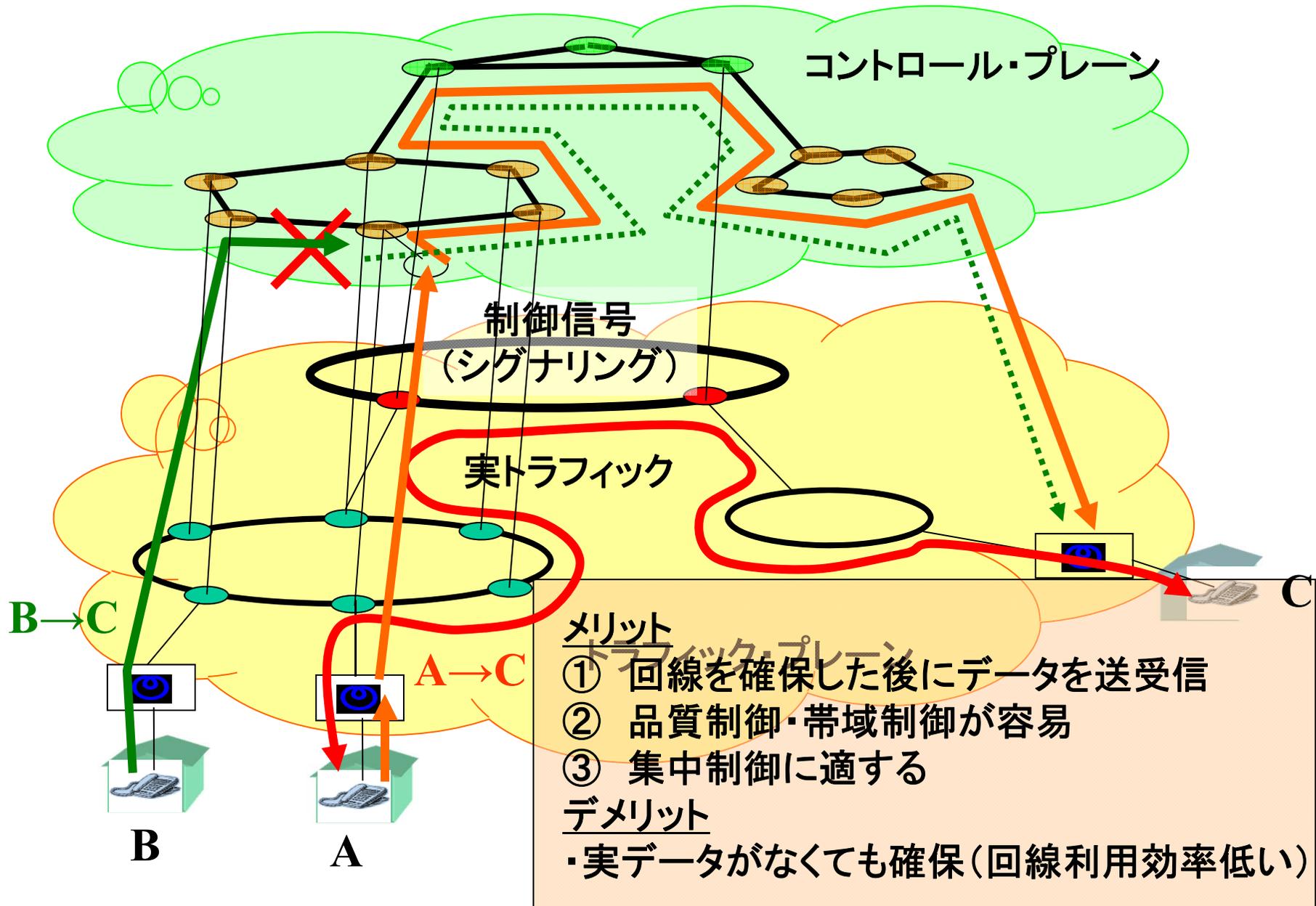
- 通信路の必要数低減
- 装置規模の縮小

# 電話交換網の基本構成

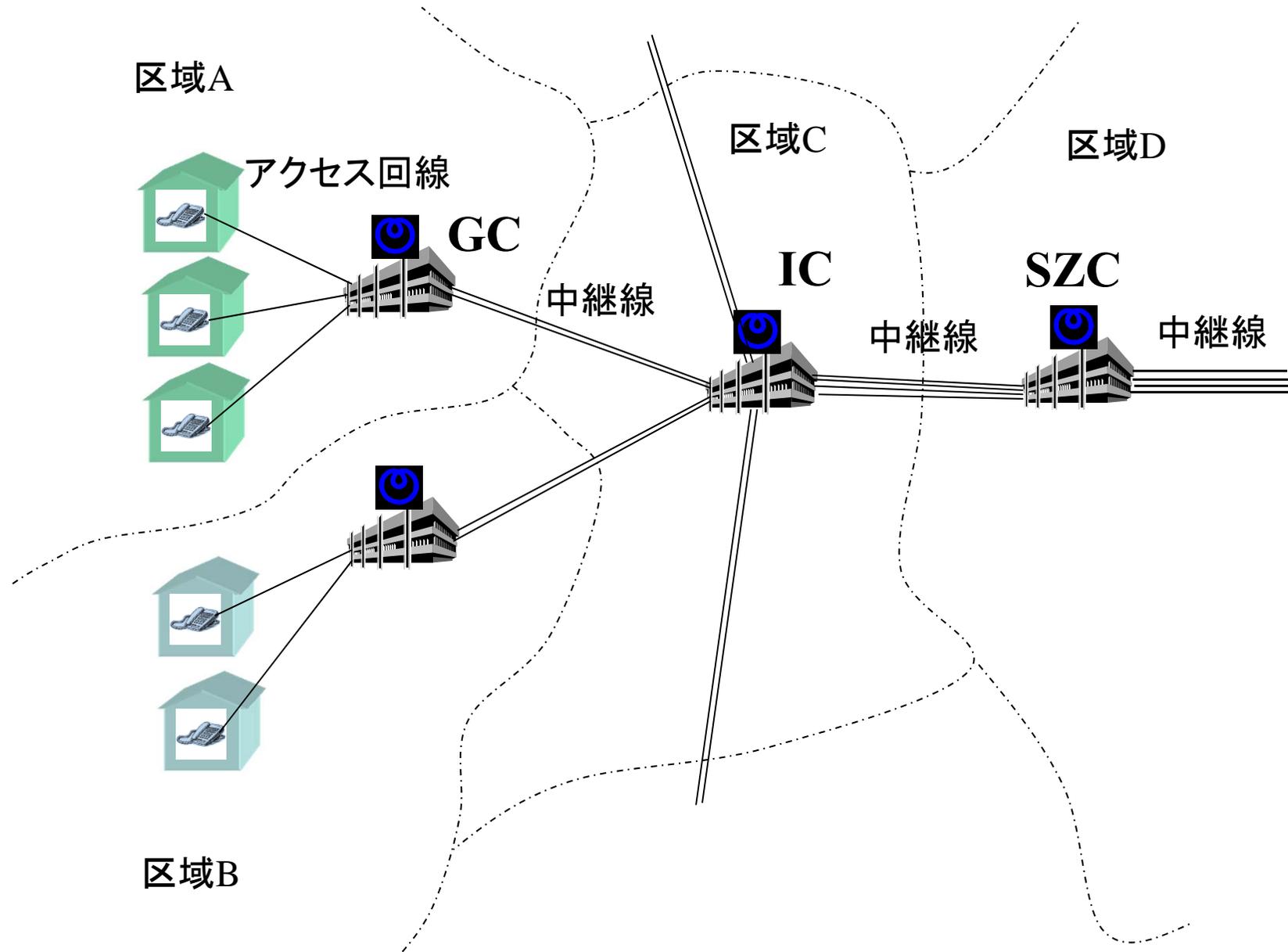


**PSTN(加入電話網): Public Switched Telephone Network**

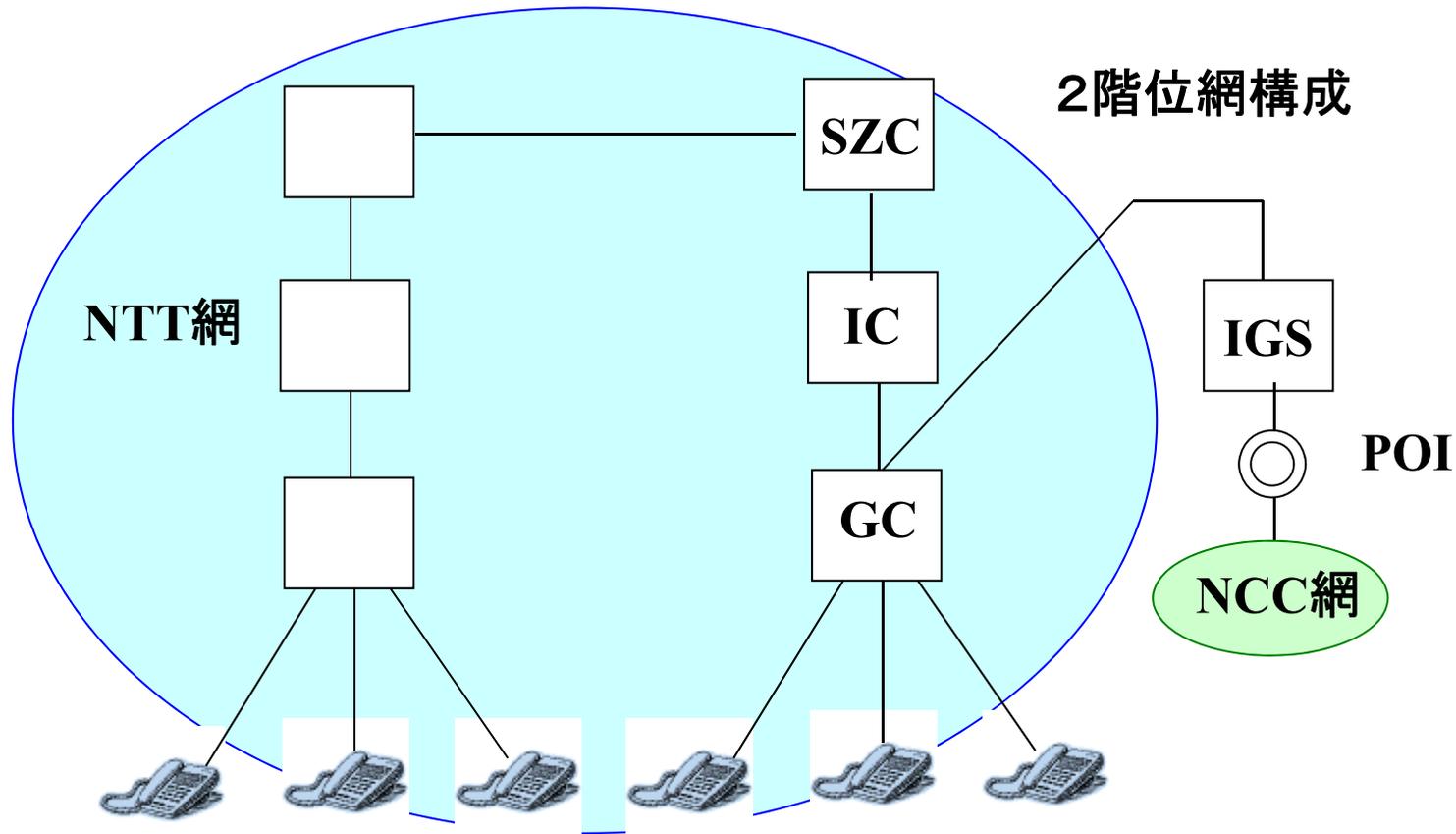
# 電話の通信の方式



# NTT網の中継線による交換局間接続



# 電話網(デジタル交換網)の階層構成



**GC : Group Unit Center (旧称ZC, Zone Unit Center), 群局**

**IC : Intrazone Tandem Center, 区域内中継局**

**SZC : Special Zone Center, 特定中継局**

**IGS : Interconnecting Gateway Switch, 相互接続用閥門交換機**

**POI : Point of Interconnection, 相互接続点**

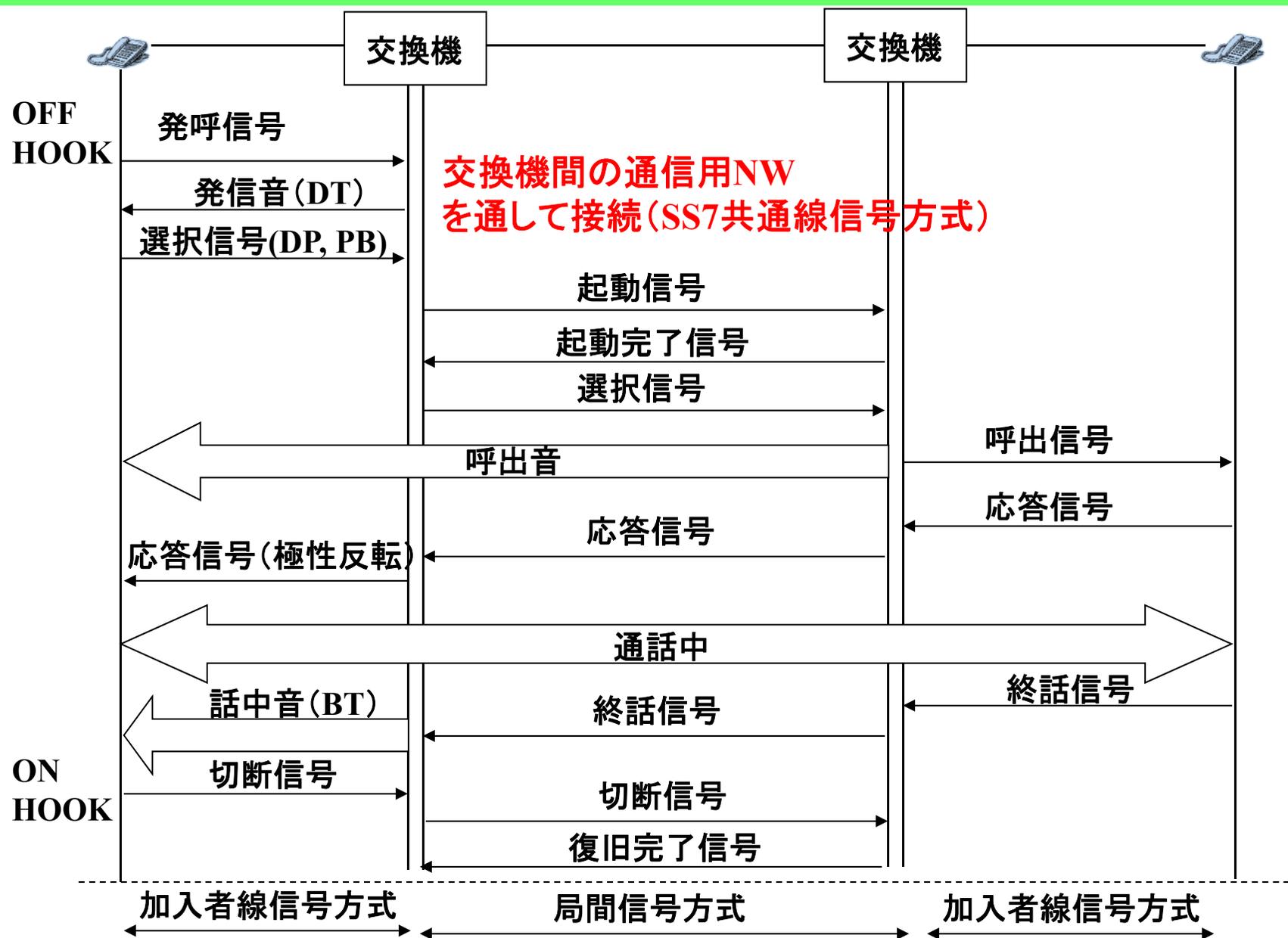
**NCC : New Common Carrier, 新規事業者**

## デジタル交換網の局階位

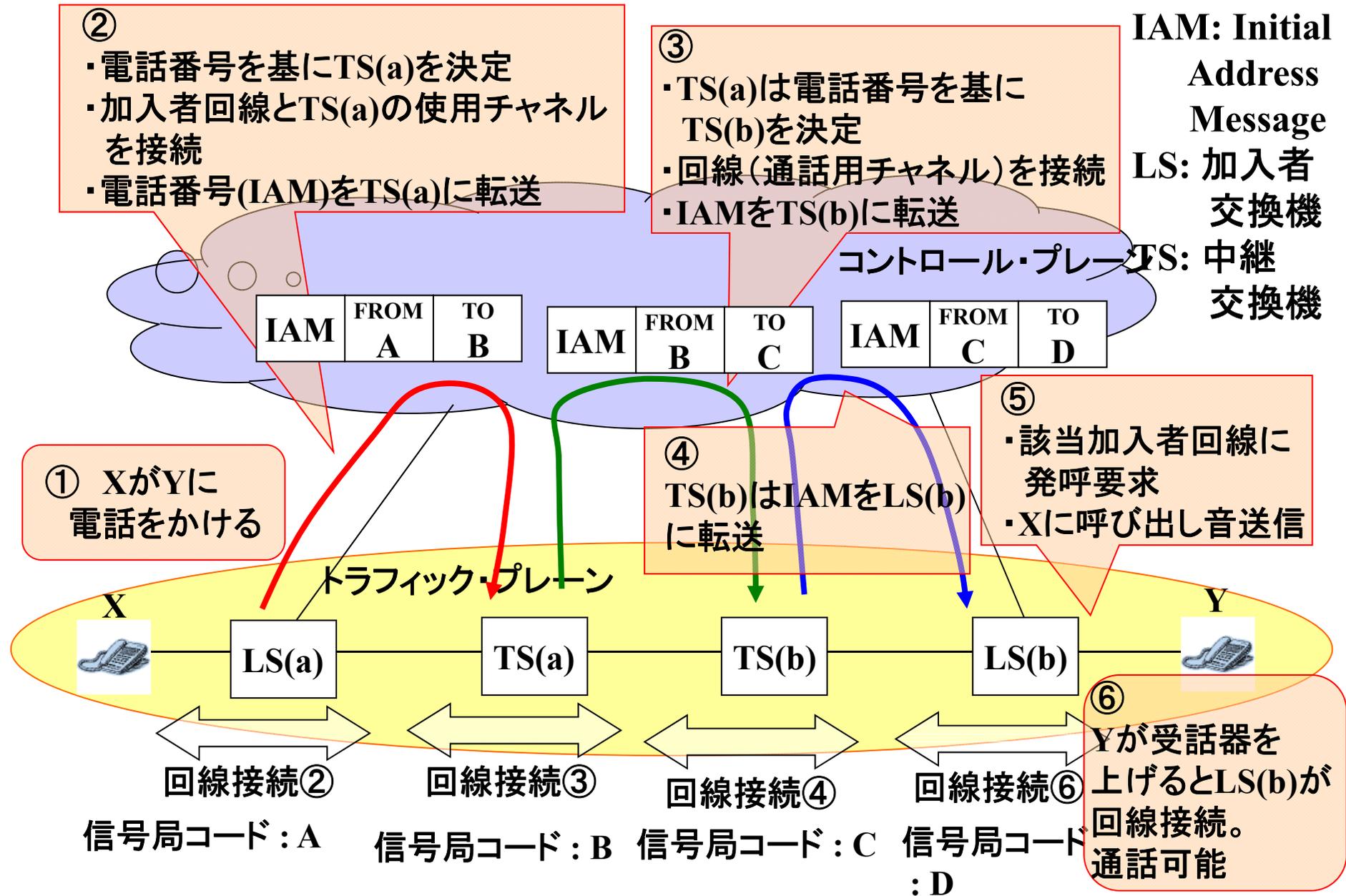
---

局階位	機能
SZC(特定中継局)	中継区域間の トラフィックを交換する交換局
IC(区域内中継局)	中継区域のトラフィックを中継する 交換局
GC(群)局	ユーザを直接收容し、中継局へトラフィックを 中継する交換局

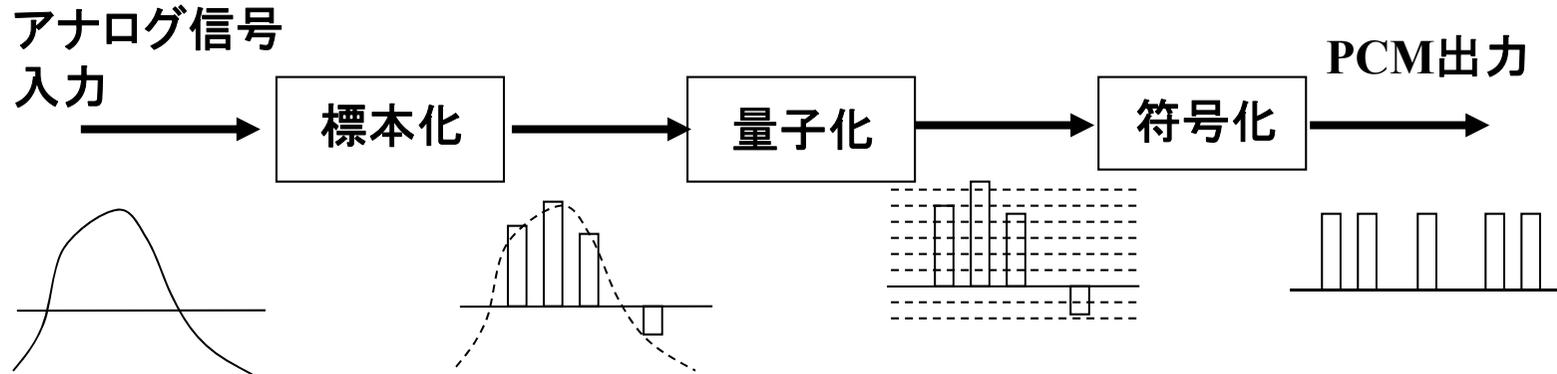
# 電話網の信号の流れ



# No.7(SS7)共通線信号方式



## PCM変調 (Pulse Coded Modulation)



### ① 標本化 (Sampling)

- ・シャノンの標本化定理により、原信号の最高周波数の2倍以上の速度で標本化を行えば、再生可能。
- ・音声信号帯域 (可聴周波数範囲) は 0.3~3.4kHz であるため、8kHz でサンプリング

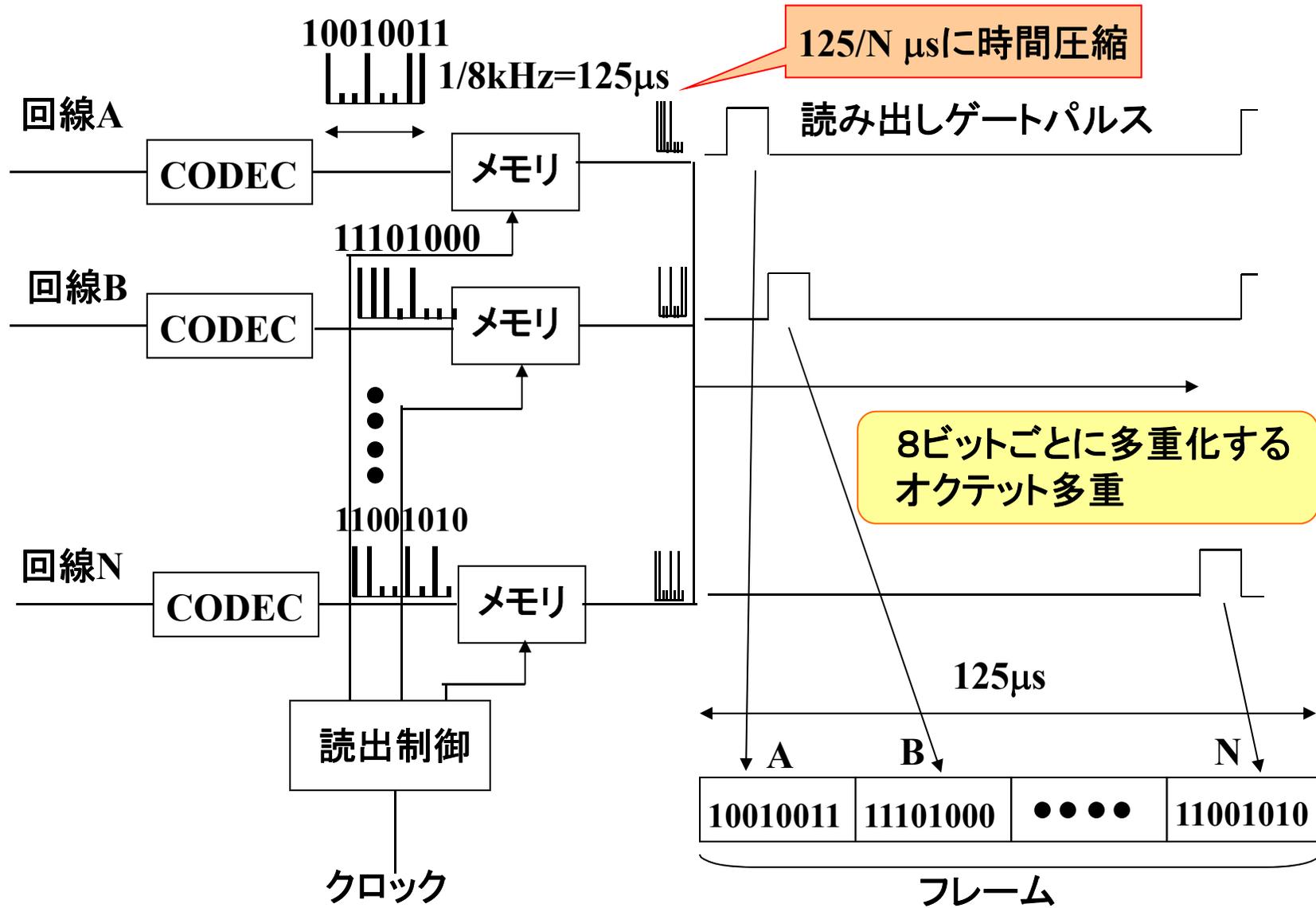
### ② 量子化 (Quantization)

- ・8ビット量子化により、 $2^8=256$ 階層の振幅値を使用
- ・ダイナミックレンジは  $20\log 2^8 = 48\text{dB}$

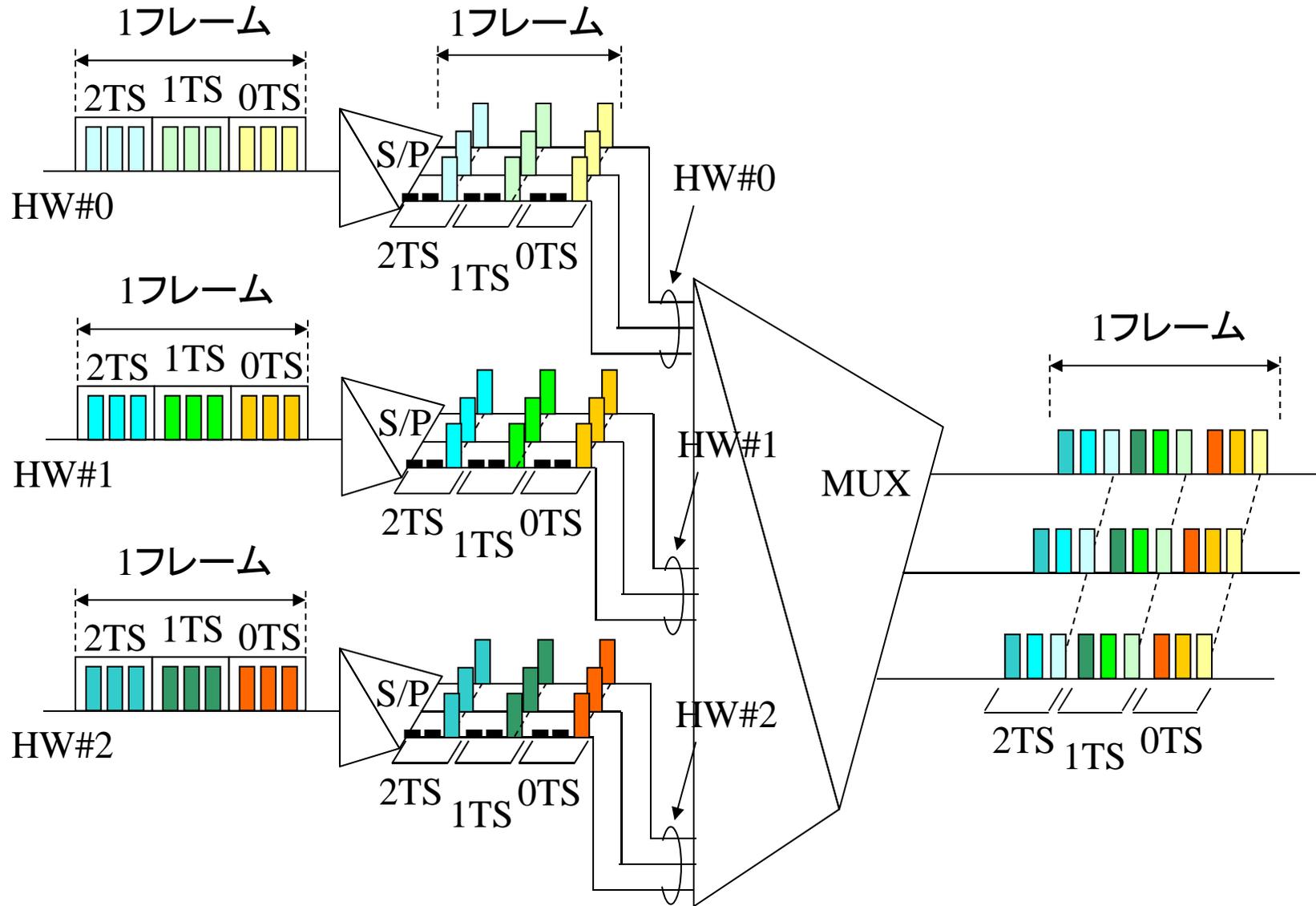
### ③ 符号化 (PCM)

- ・音声1チャンネルの伝送速度は、 $8\text{kHz} \times 8\text{ビット} = 64\text{kHz}$  (-> Bチャンネル帯域)

# 信号の多重化



# 並列ビットによる多重化

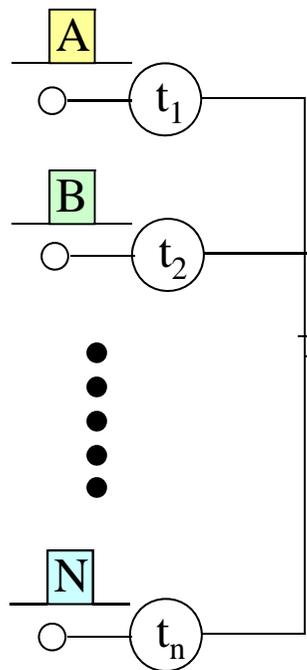




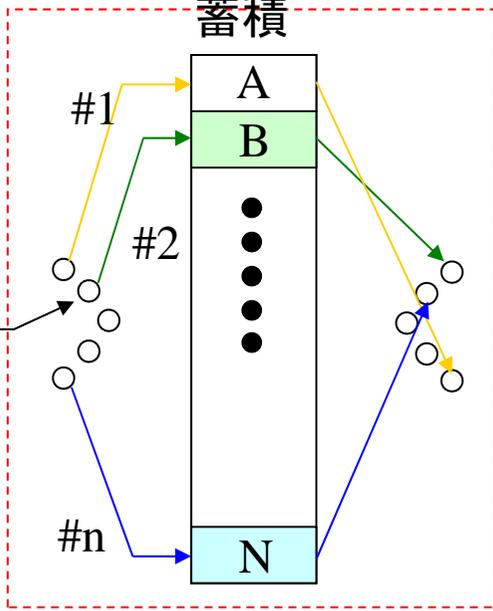
# デジタル交換の時分割多重 (位相変換制御)

## 時分割交換方式

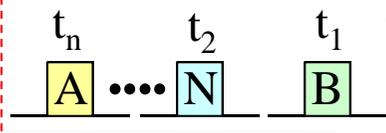
多重化



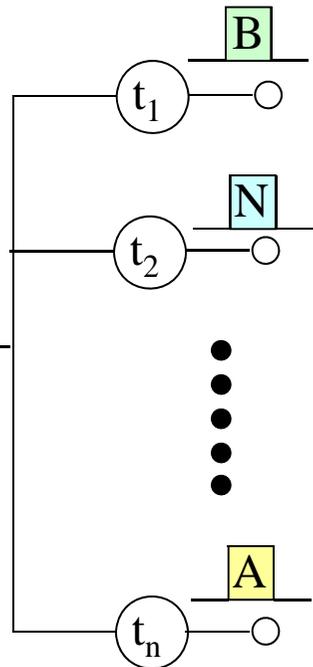
順序入換  
(位相変換)



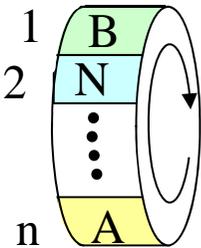
時間スイッチ  
(Tスイッチ)



分離

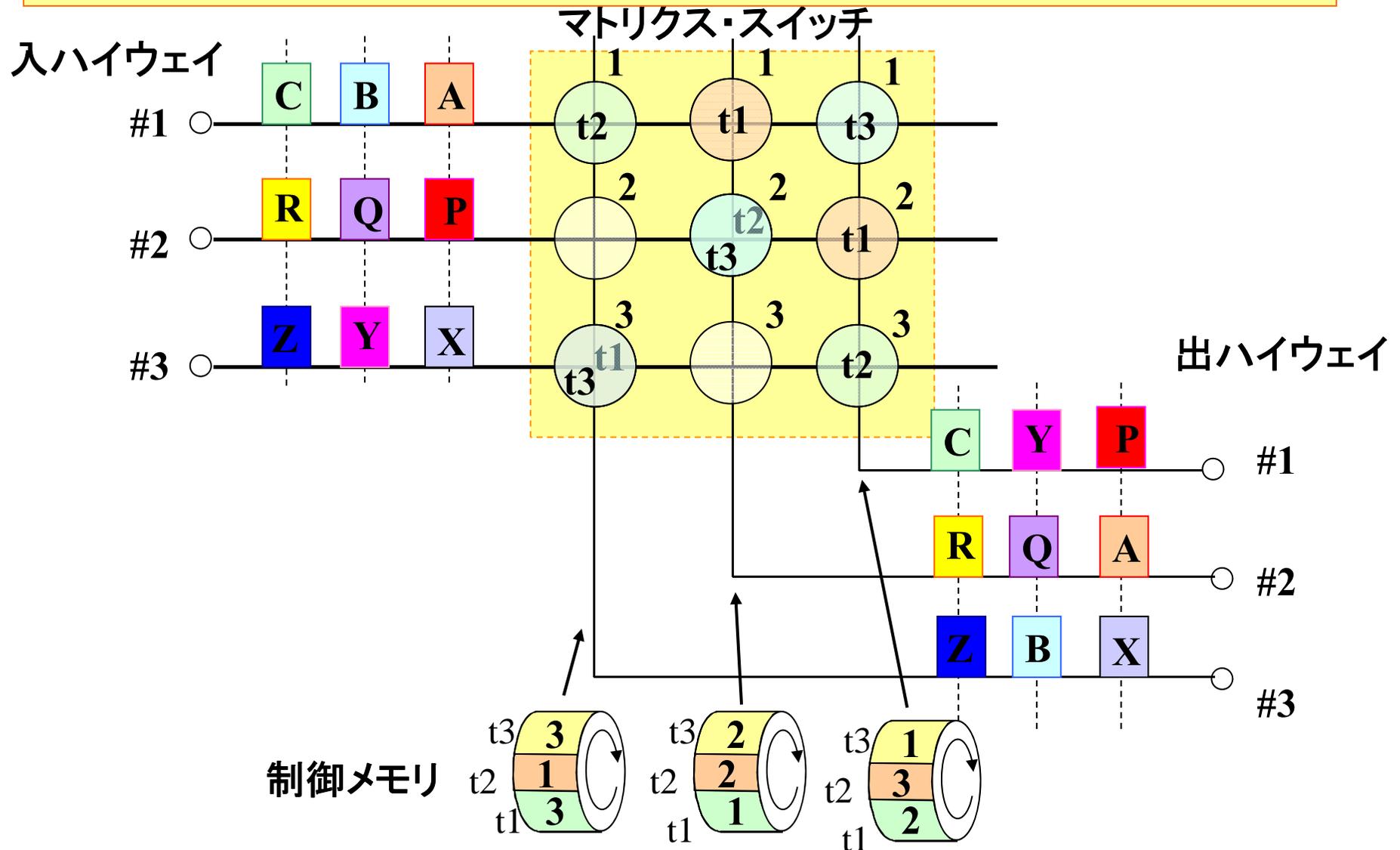


ハイウェイ:  
信号が多重化される物理線  
制御メモリ



# 空間スイッチング

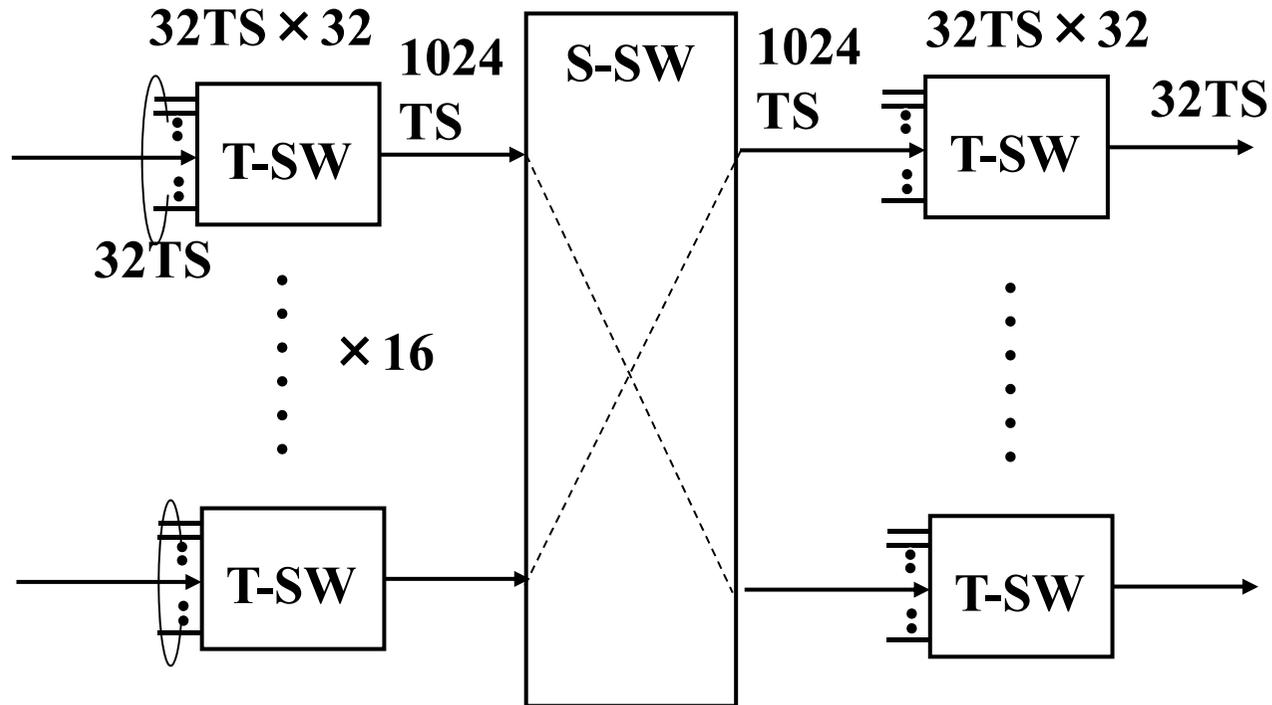
スイッチ拡張時のメモリサイズ・速度の限界により**空間スイッチ(Sスイッチ)**を  
組み合わせて拡張



# T-Sピラミッド

**T-Sピラミッド:**  
スイッチ規模を拡張する時のTスイッチ・Sスイッチの組み合わせ

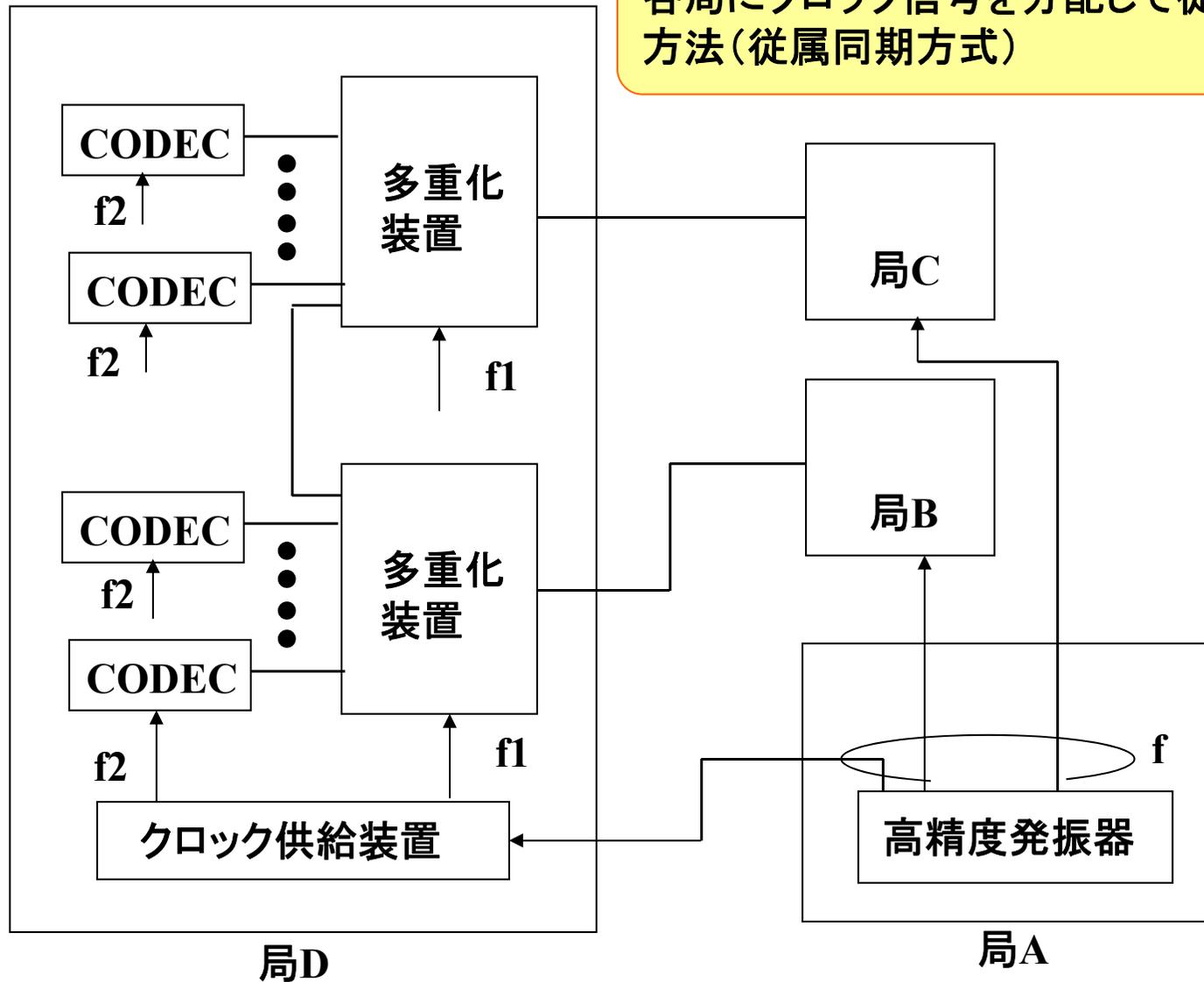
選択経路数の増加度・通話路網の使用能率向上の観点より  
T-S-T系列が用いられる。



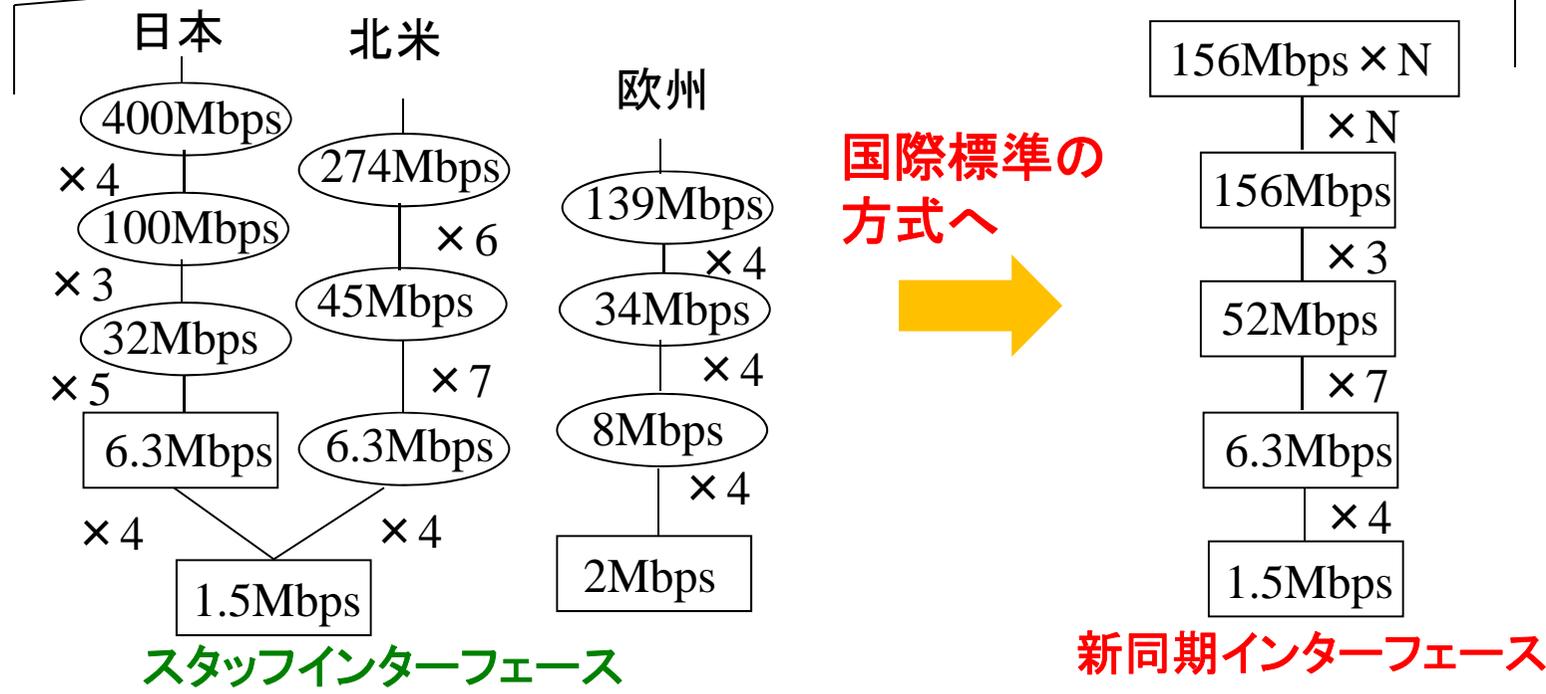
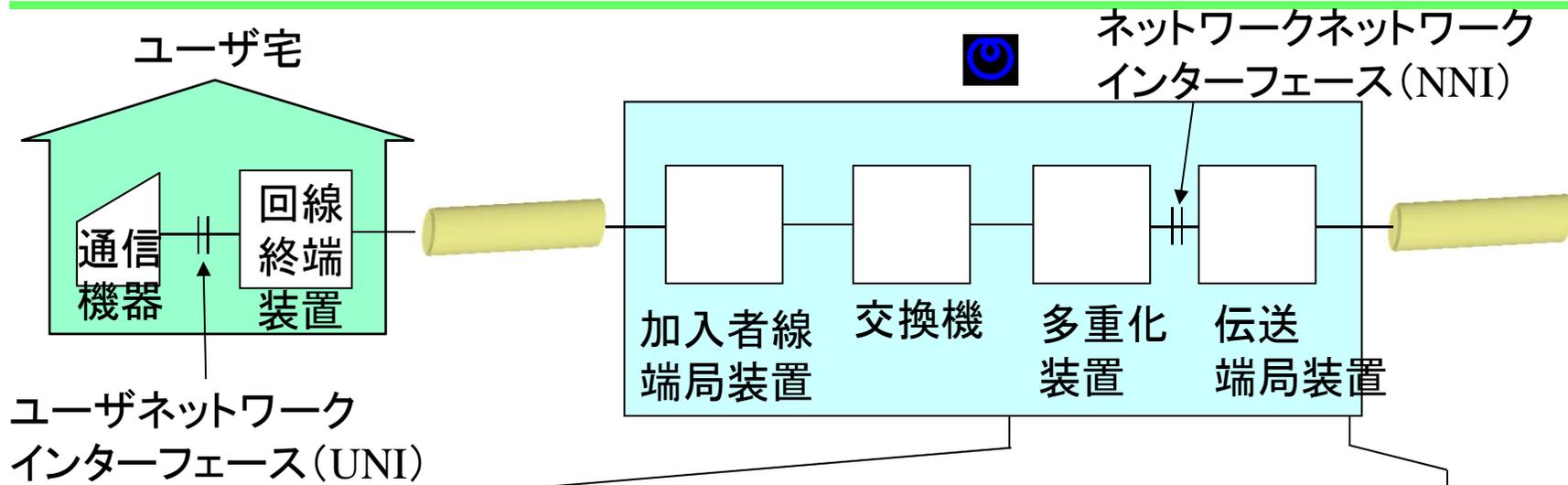
TS : Time Slot (多重・分離の単位となっている1組のビット列の時間領域)

# 同期化の方法(網同期)

各局にクロック信号を分配して従属動作させる方法(従属同期方式)

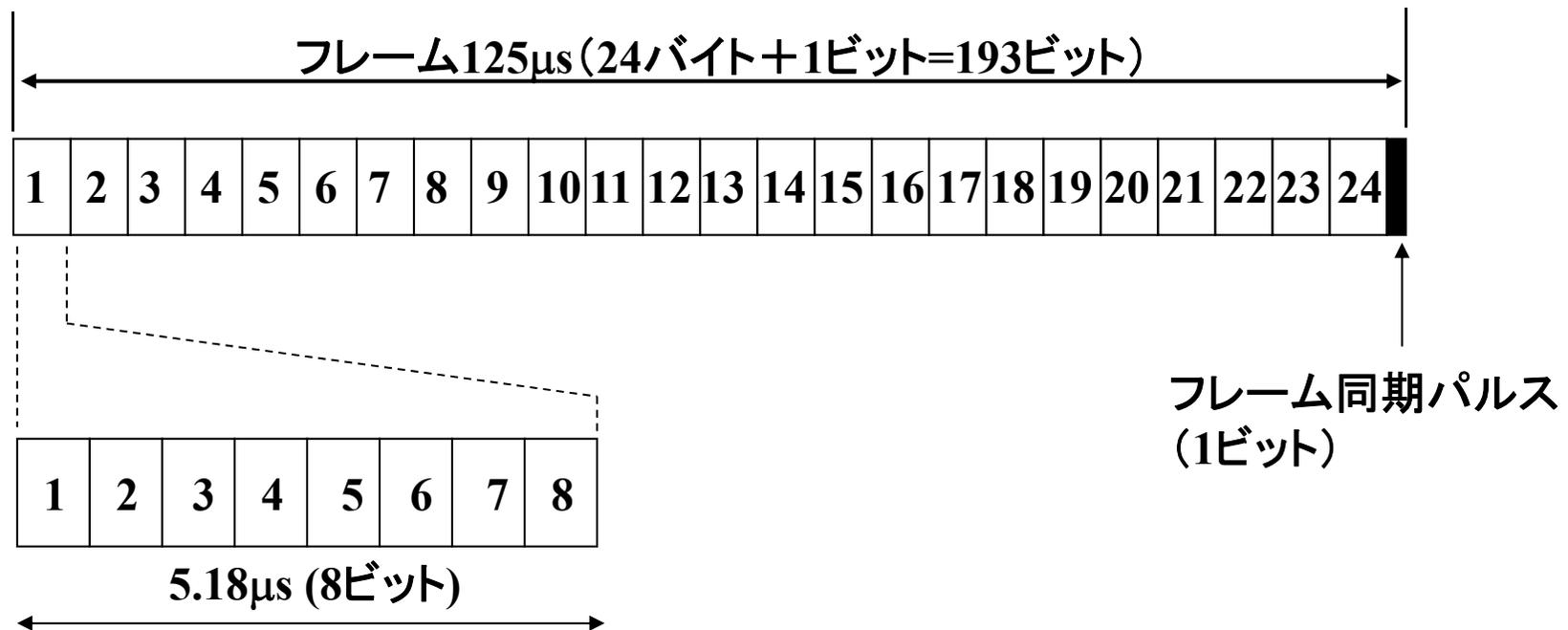


2011年度  
光通信システム **新同期網 (Synchronous Digital Hierarchy : SDH)**



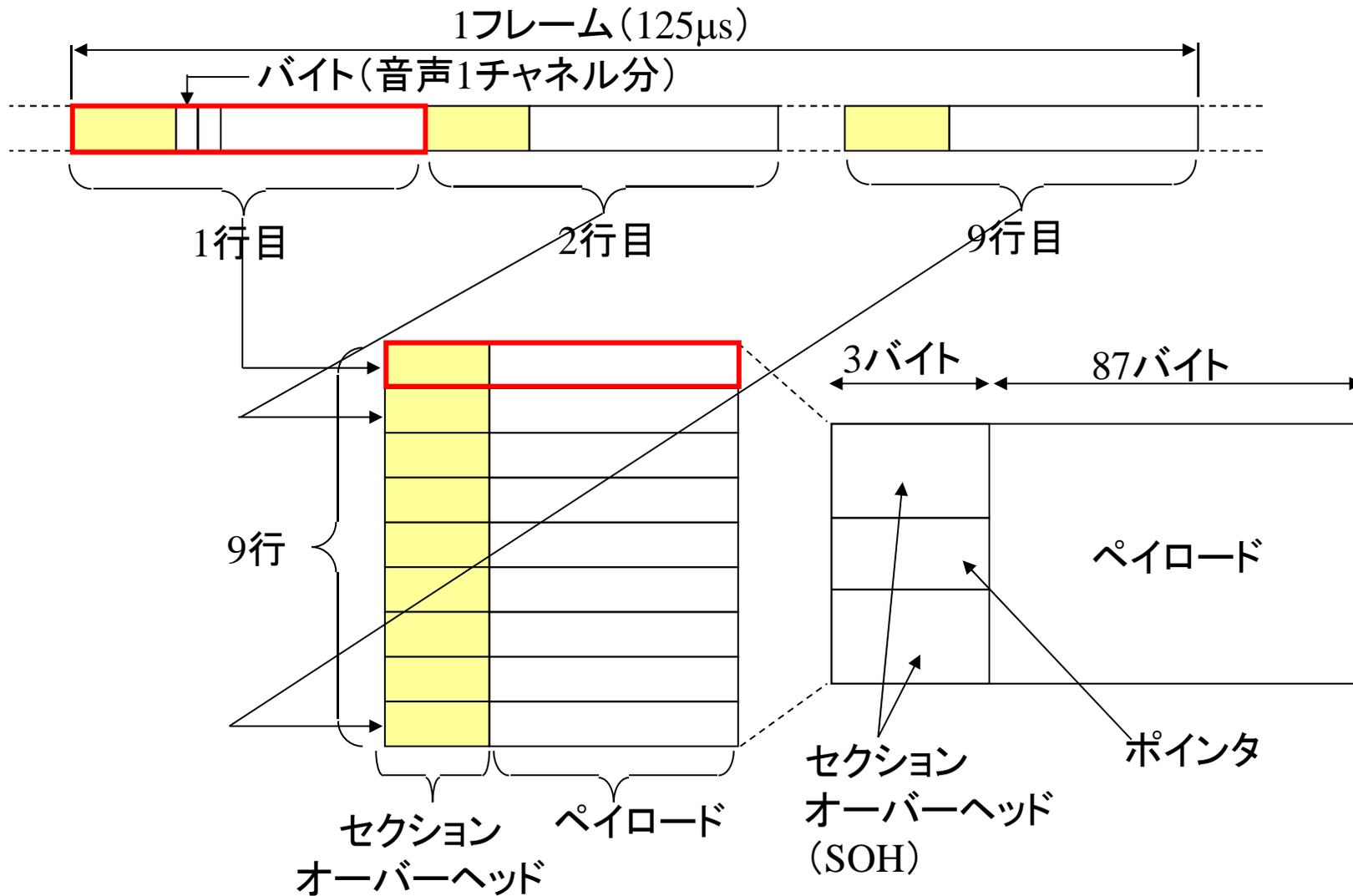
# 信号のフレーム構成

## 1.544Mbpsの信号フレーム構成



# SDHインターフェースの表現方法 (STM-0)

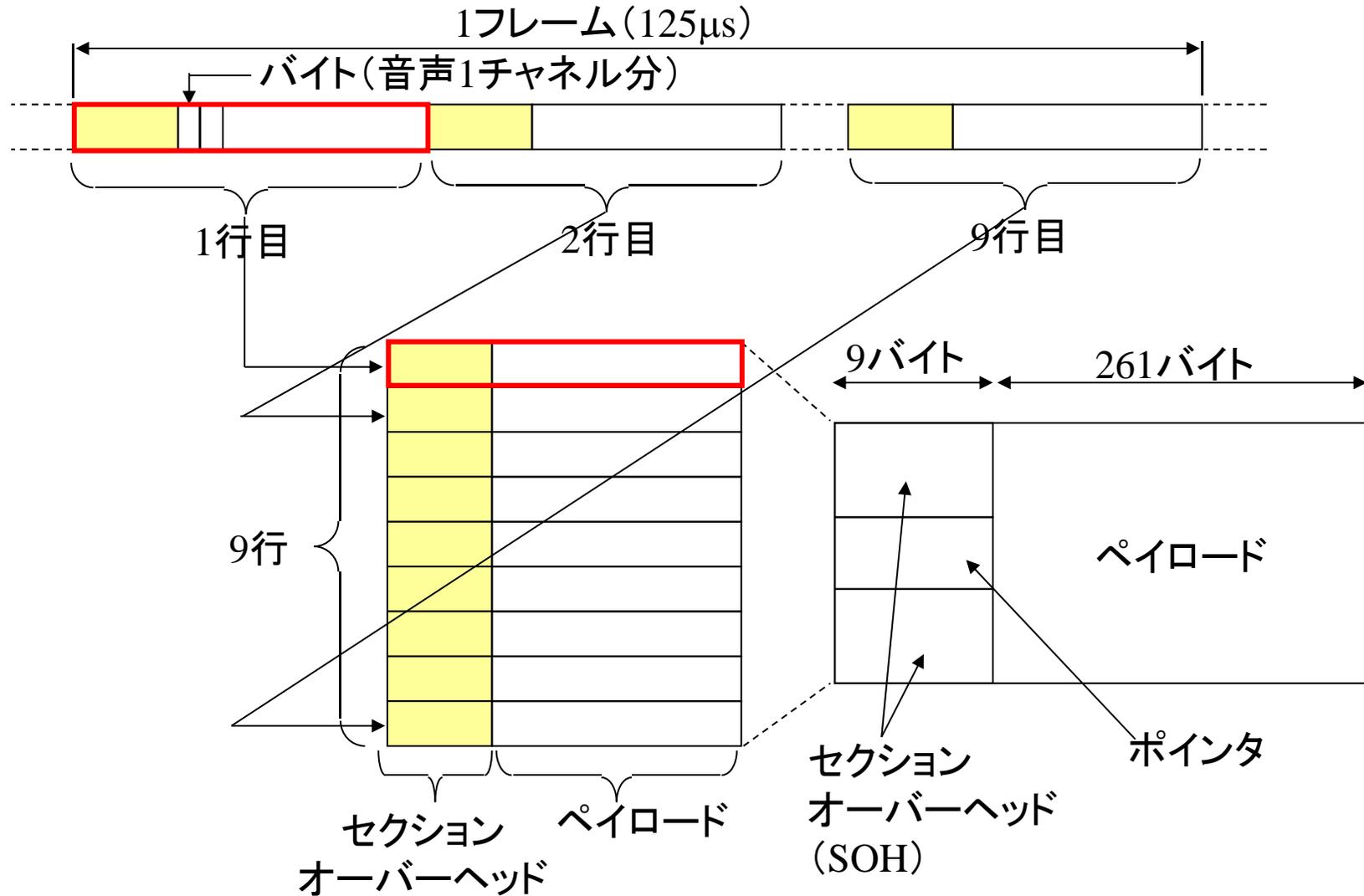
## STM-0(51.84Mbps)インターフェースのフレーム構成



$$90列 \times 9行 \times 8ビット / 125\mu s = 51.84Mbps$$

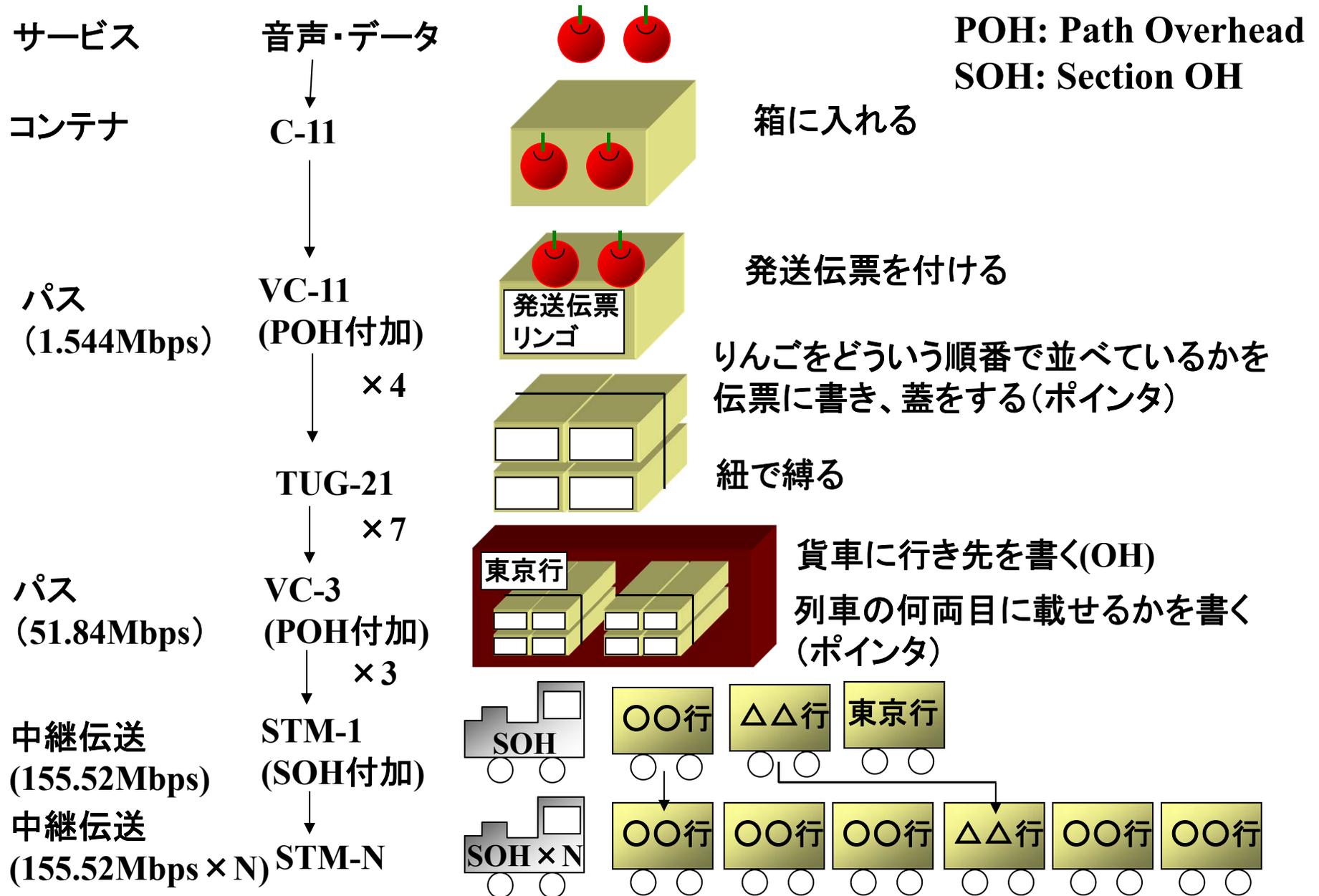
# SDHインターフェースの表現方法 (STM-1)

## STM-1(155.52Mbps)インターフェースのフレーム構成



$$270\text{列} \times 9\text{行} \times 8\text{ビット} / 125\mu\text{s} = 155.52\text{Mbps} = 51.84 \times 3 \text{ Mbps}$$

# SDHインタフェースへの多重化イメージ



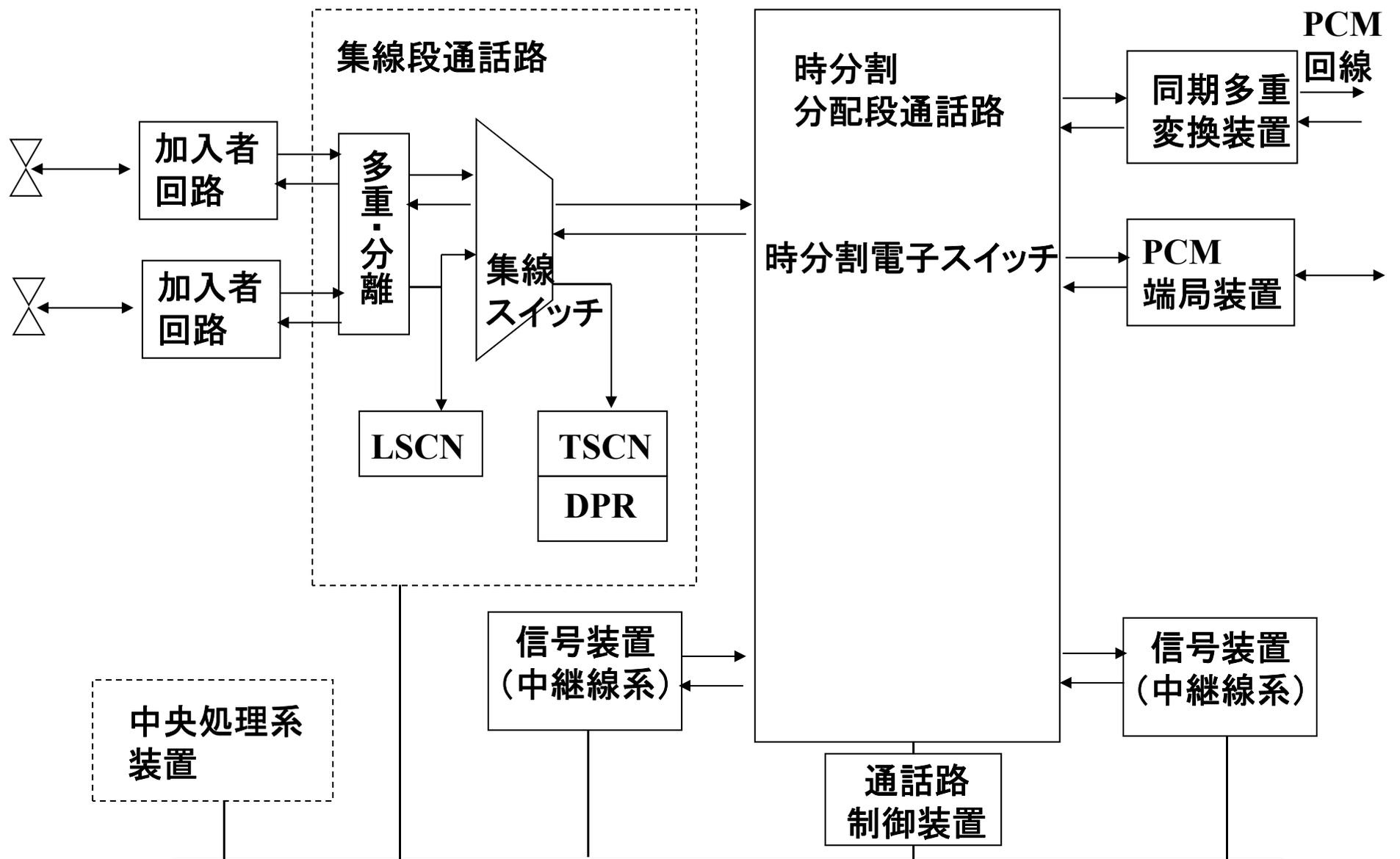
## SDHインタフェース速度と収容電話ch数

	インタフェース 速度	電話換算 ch数	参考 (SONETとの対応)
<b>STM-0</b>	<b>51.84Mbps</b>	<b>672ch</b>	<b>OC-1</b>
<b>STM-1</b>	<b>155.52Mbps</b>	<b>2016ch</b>	<b>OC-3</b>
<b>STM-4</b>	<b>622.080Mbps</b>	<b>8064ch</b>	<b>OC-12</b>
<b>STM-16</b>	<b>2488.32Mbps</b>	<b>32,256ch</b>	<b>OC-48</b>
<b>STM-64</b>	<b>9953.28Mbps</b>	<b>129,024ch</b>	<b>OC-192</b>
<b>STM-256</b>	<b>39813.12Mbps</b>	<b>516,096ch</b>	<b>OC-768</b>

1.544Mbpsあたり

$$24\text{ch} \times 4 \times 7 \times 3 = 2016\text{ch}$$

# デジタル交換機の基本構成



### ① 時分割分配段通話路

- ・時分割多重度を上げることにより、ブロック率の全くない大容量の格子（1000×1000、4000×4000など）が可能（完全非閉塞スイッチ）。
- ・メモリスイッチやゲートスイッチなどの電子部品構成のため、高速動作可能。SMM形スイッチやXS形スイッチなどの電磁部品が不要となった。

### ② 集線段通話路

- ・集線機能：高効率の分配段通話路の使用のため、加入者線の呼率に応じて集線を行う。
- ・多重化機能：分配段通話路で使用する時分割多重度まで多重化する。

### ③ 加入者回路

- ・通話電流の供給
- ・過電圧流入阻止用保護回路
- ・呼出信号送出
- ・ループオン／オフ監視
- ・デジタル／アナログ信号の変換
- ・2線／4線変換
- ・試験引き込み

### ④ デジタル信号装置

- ・監視信号、選択信号、可聴信号音をデジタル的に処理する。

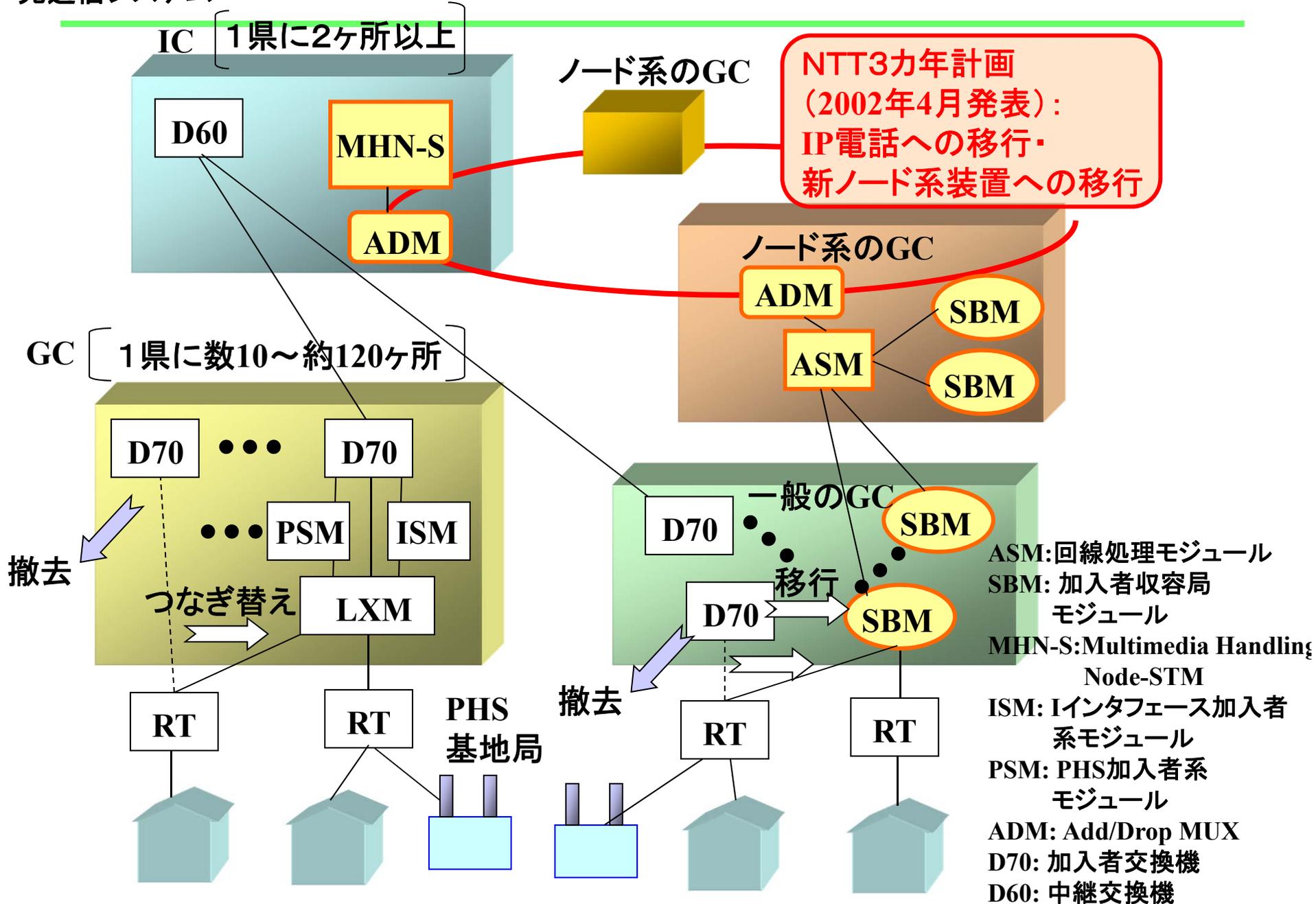
#### (1) 加入者線系

- ・加入者回路でデジタル信号に変換されたPB信号をデジタル信号のまま信号装置に引き込み周波数を弁別する。
- ・可聴信号音(DT, BT, RBT等)をデジタル信号の形で発生し、送出。

#### (2) 中継線系

- ・各回線対応の監視信号を信号装置に集め、デジタル信号のまま受信／送信。
- ・可聴信号音をデジタル信号の形で発生・送出。

# 現在の加入電話網の集約状況



# IP電話への流れ

## もうIP化の流れは止められない(1)(2004年時点)

2002年 4月 NTT3カ年計画

IP電話への移行・新ノード系装置への移行

2004年 8月 **英BT**が固定電話網のIP化計画発表

- 2006年よりIP化に着手

- 2008年頃にIP網の構築を完了。

新IP網に全加入者の半数(約1000万ユーザ)を移行

- 2010年頃に全ユーザの移行を完了

9月 **KDDI**が固定電話網のIP化計画発表

- 2005年よりIP化に着手

- 2008年3月までに交換機の置き換え

- 2008年以降、専用線・携帯電話網も統合(フルIP化)

11月 **NTT**が固定電話のIP化宣言

光アクセス・次世代ネットワーク構築を発表

- 2010年以降に加入電話網を廃止の予定

投資額:6年間で5兆円(次世代ネットワーク構築に3兆円)

## もうIP化の流れは止められない(2)(2008年時点)

日経コミュニケーション2008年7月1日号『固定電話網、消滅か延命か』より抜粋  
<http://www.ntt.co.jp/about/keieisenryaku.html>の情報を追記

### NTT

- 2008年3月末 NGN(Next Generation Network)商用化
- 2008年5月 新・中期経営戦略を公表  
「PSTNのマイグレーションについては、以下の課題を検討した上で2010年度に概括的展望を公表」(三浦社長)
- ①PSTNの交換機(D70と新ノード)の活用可能な期間  
→ **D70は2015年度までに撤廃、PSTNは新ノードが運用できるまでが期限**
- ②光化エリアにおいてメタル回線をIP化装置でNGNに收容する方法と、電話サービスの光アクセスによるNGN收容の経済性比較
- ③マイライン・ユニバーサル基金といった固定電話の存在を前提とした制度
- ④政府や自治体によるデジタルデバイド対策の方向性
- 2010年度 固定／移動ともにフルIPのネットワーク基盤を構築
- 2012年度 地域IP網とひかり電話網をNGNに統合  
→ **ブロードバンド・ユビキタスサービスの本格展開へ**

### KDDI

- 2008年4月 フルIP化再開を公表(固定網の2007年度末までのフルIP化を技術的課題を理由に延期)  
(選択中継サービスもソフトスイッチで収容し、電話交換機を全廃へ)

### ソフトバンクテレコム

- 2008年 統合コアIP網の構築を開始  
年度内:おとくラインの中継網の一部をIP化開始予定  
(順次、グループ会社のサービルを統合IP網に集約。  
加入者交換機は残す)

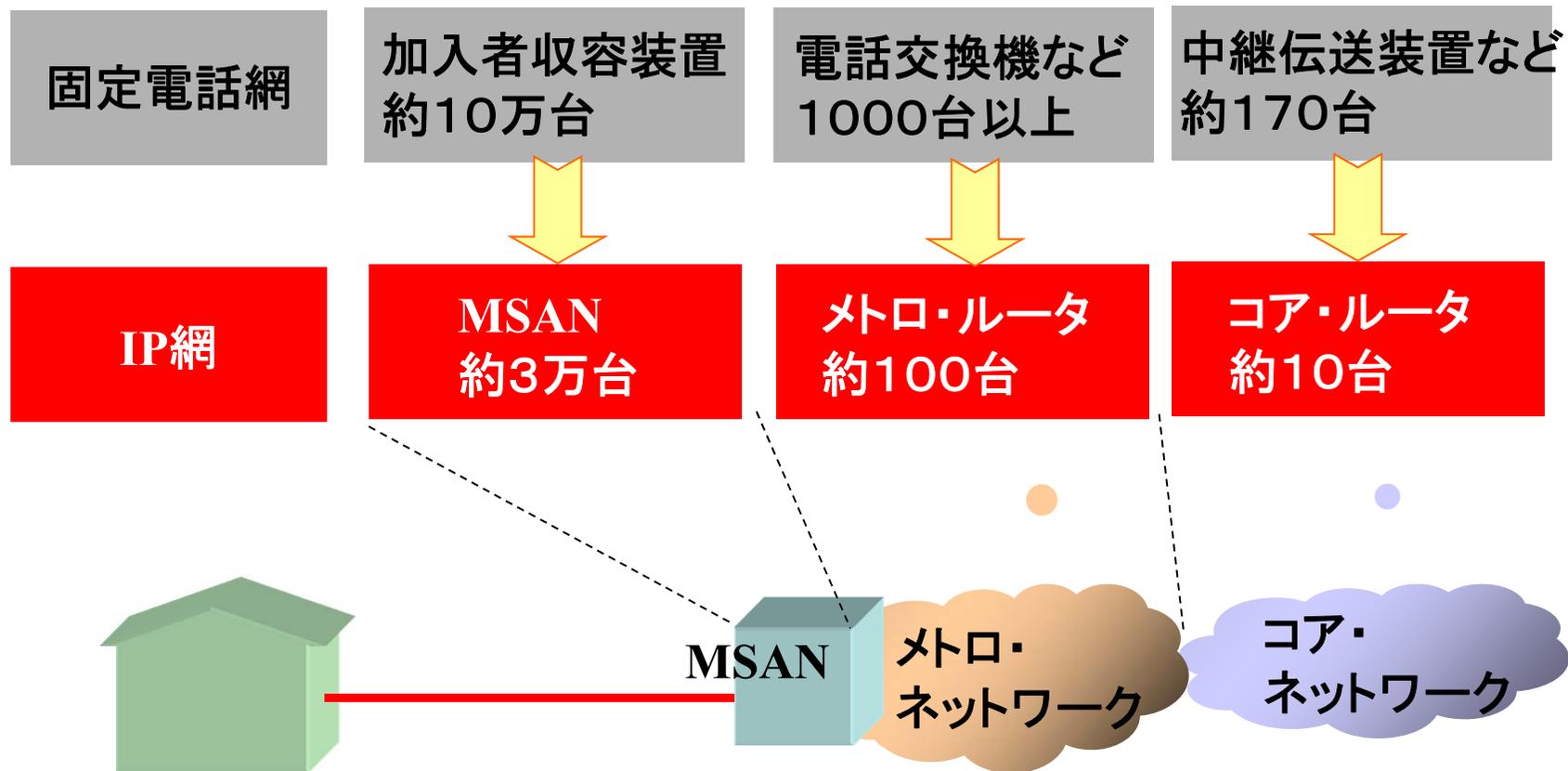
### 英BT

- 2008年4月 商用サービスへの本格移行を開始  
(2008年度 1000万ユーザを収容可能なIP電話網を構築。  
収容替えは需要見合い)
- 2010年度 電話交換機を段階的に廃止。PSTNを使ったサービスも強制終了

# BTのIP化によるコスト削減計画

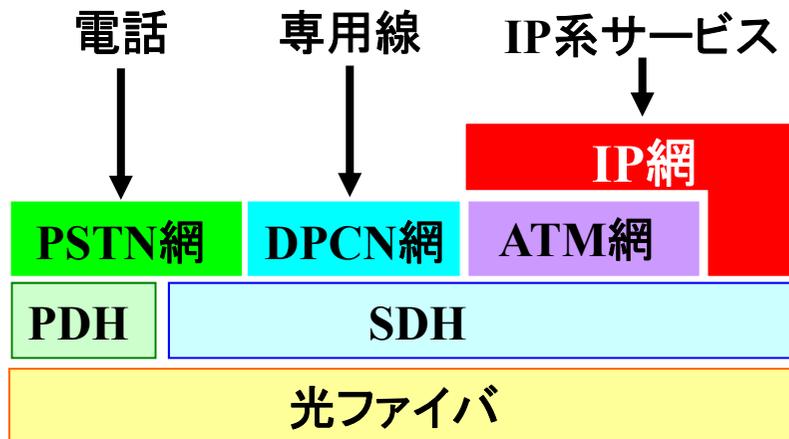
日経コミュニケーション2005年1月15日号『電話網はこう捨てる』より抜粋

## IP網の装置削減によるコストダウンを狙う

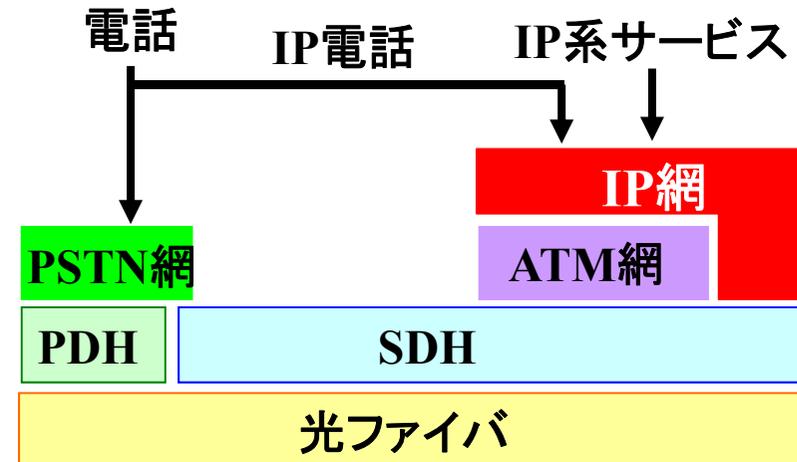


# BTのネットワーク移行計画(1) (階層モデルの観点から)

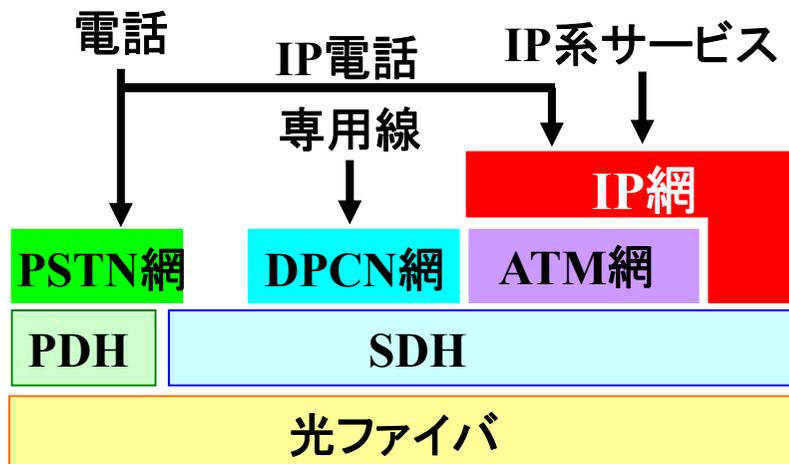
## ①現在のネットワーク



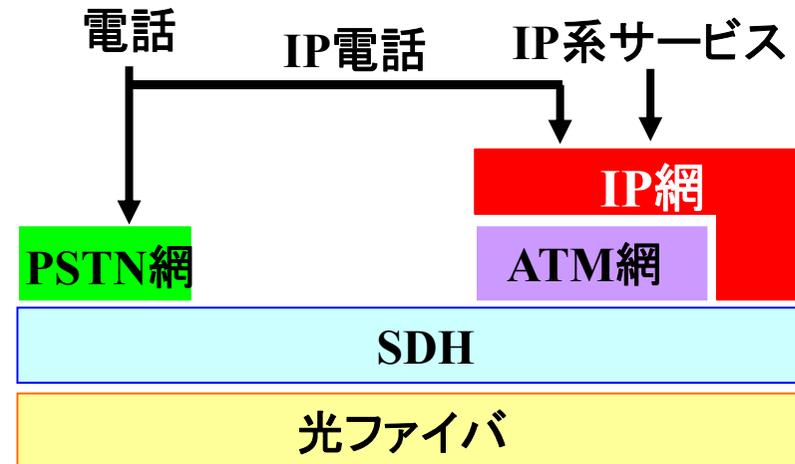
## ③DPSN網の撤去(専用線廃止)



## ②PSTNをIP網へ(IP電話)



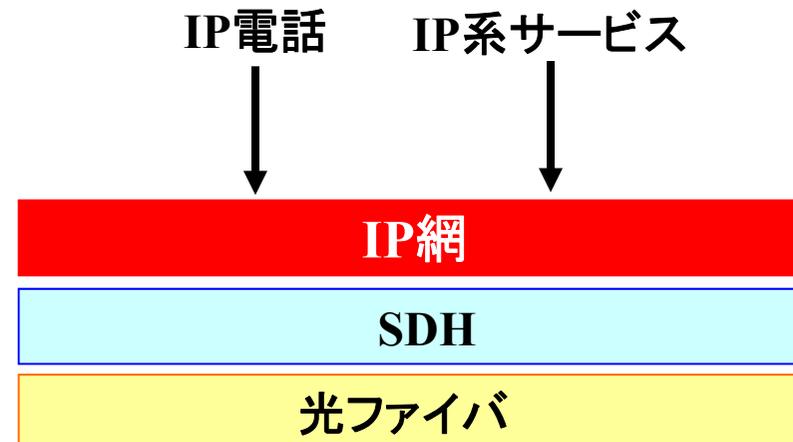
## ④PDH網の撤去



## BTのネットワーク移行計画(2) (階層モデルの観点から)

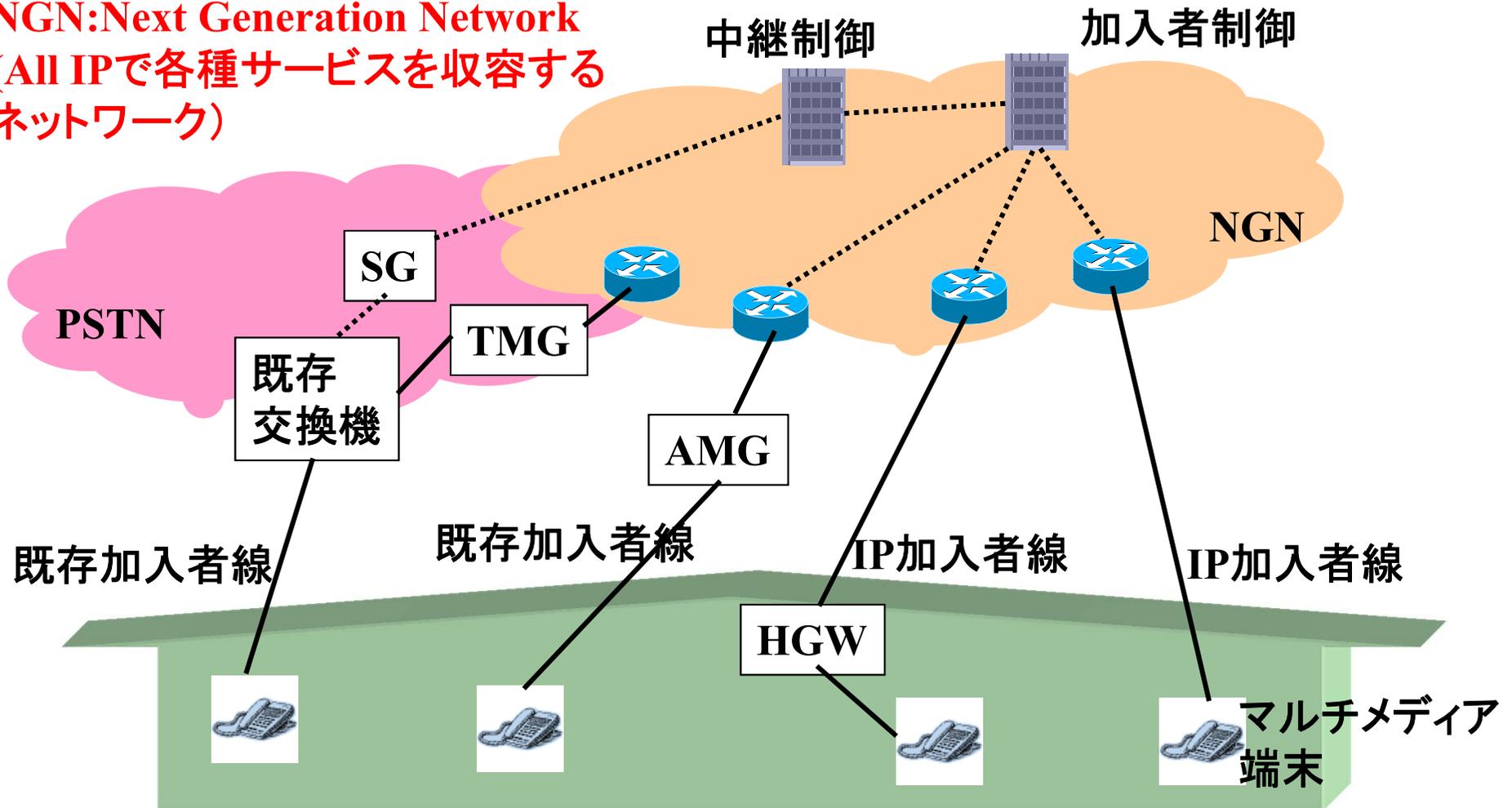
---

### ⑤PSTN網の撤去(MPLS網に完全移行)



# 固定電話網のNGNへの移行のシナリオ

**NGN:Next Generation Network**  
(All IPで各種サービスを収容するネットワーク)



ケースA:  
中継交換網のIP化

ケースB:  
加入者交換網からIP化

ケースC:  
加入者宅までIP化