

# 電話交換網と携帯電話

- 電話交換網と携帯電話について勉強します。

## < 電話交換網 >

- (A1) 電話交換ってなんだ？
- (A2) スイッチ
- (A3) デジタル交換機、SPC交換機
- (A4) パケット交換機との違い
- (A5) 信号方式
  - (A5.1) 加入者線信号方式
  - (A5.2) 中継線信号方式
- (A6) 加入者系スイッチの構成
- (A7) 中継交換機の配置
- (A8) 米国の電話網
- (A9) 電話網をめぐる動き
- (A10) 電話会社の競争

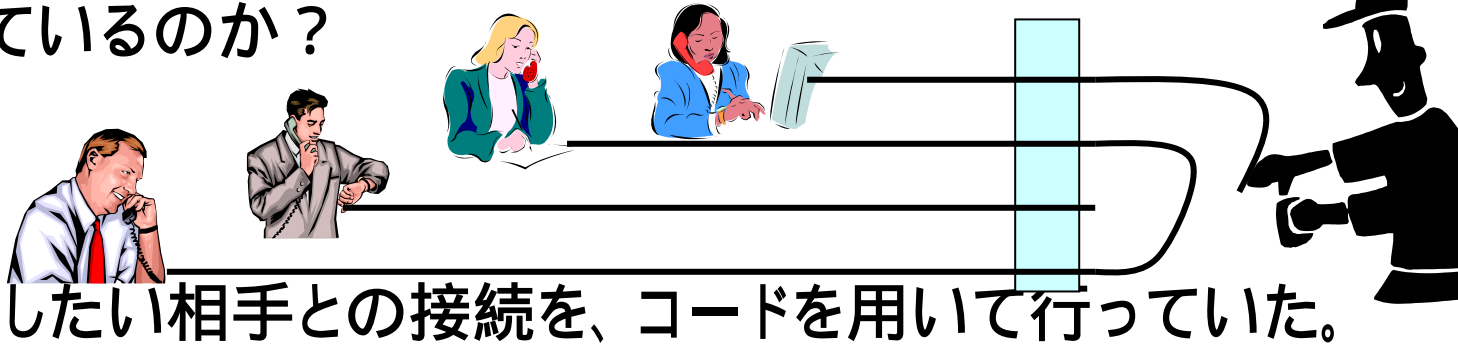
## < 携帯電話 >

- (B1) 大空は有限
  - (B1.1) ゾーンを分ける
  - (B1.2) 電波を分ける
- (B2) 携帯電話のネットワーク
- (B3) PHS
- (B4) Iモード
- (B5) 移動データ通信
- (B6) 第3世代携帯電話
  - (B6.1) CSMA
  - (B6.2) 第3世代携帯の状況
- (B7) IP電話
- (B8) PDAと無線LAN

# (A1) 電話交換ってなんだ？

## ■手動交換機(大昔の電話交換機)

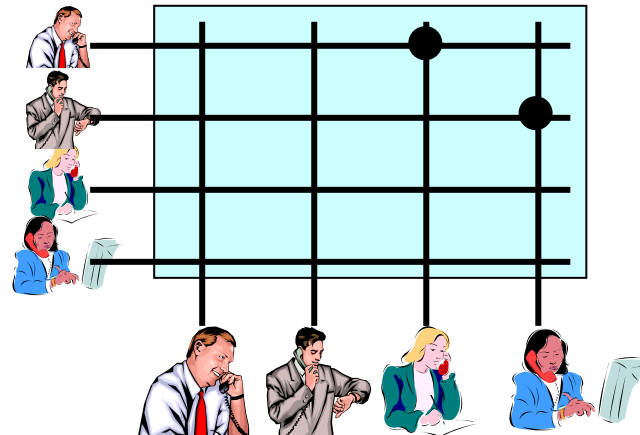
- 映画などで見たことありませんか？
- 声にて接続先を聞き、大きな盤の前で、コネクタのついたコードを差し込んでいる映像。
- 何をしているのか？



話したい相手との接続を、コードを用いて行っていた。

## ■やっていることは。。。。

- 格子状のつなぎ目を、ON(●) / OFF(+ )している
- 現在のスイッチ(空間スイッチ)も同じことを電子回路でやっている。



# (A2) スイッチ

## ■スイッチの要件

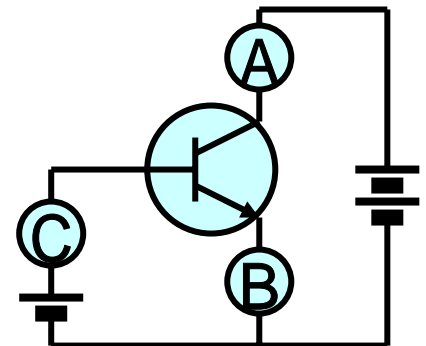
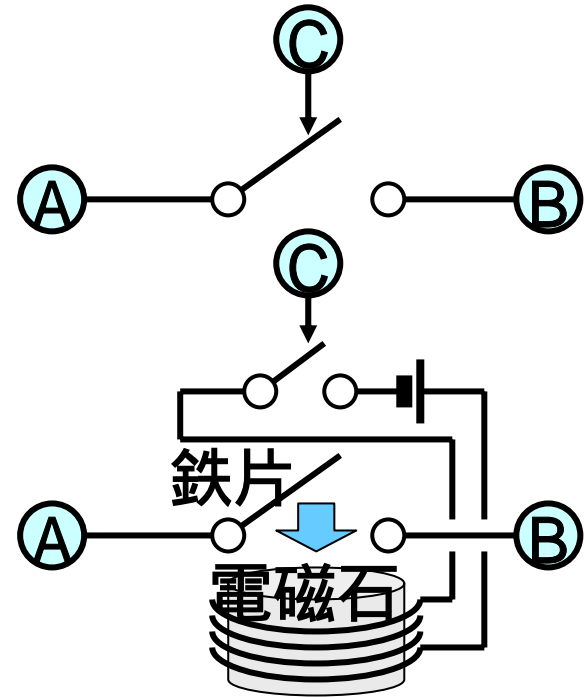
- ③ をONにすると、① から ② へ通じるようになる。

## ■いろいろなスイッチ

- リレー (電磁スイッチ)
  - ◆ ③ を閉じると、電磁石が鉄片を引き寄せ、① から ② へ通じる。
- トランジスタ
  - ◆ ③ をつなげると、① から ② へ通じるようになる。

## ■スイッチが出来ると。。

- 交換機が出来る。
- コンピュータも出来る (リレーで作った計算機も昔はあった)。

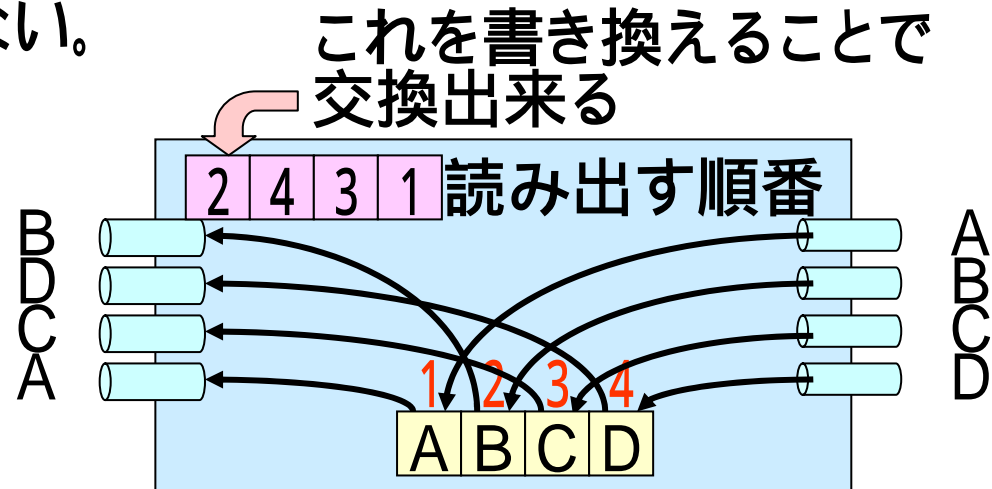


# (A3) デジタル交換機、SPC交換機

## ■ デジタル交換機

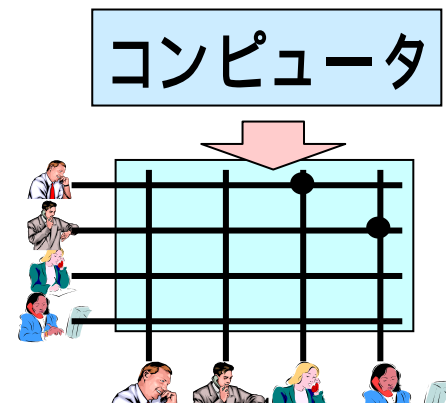
- アナログ交換機: 金属の接点が開閉するスイッチを使用
- デジタル交換機: トランジスタを集積したLSIにて実現し、機械的な接点を持たない。

- 時間スイッチ:
  - ◆ LSIメモリへの書き込みと読み出し順序によりスイッチを実現



## ■ SPC (Stored Program Control) 交換機

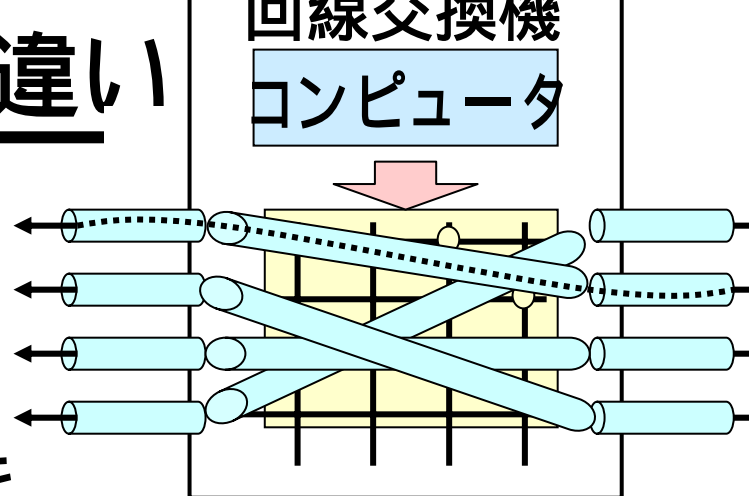
- コンピュータで制御する交換機。
- プログラムを入れ替えることで、多彩な機能を実現出来る。



# (A4) パケット交換機との違い

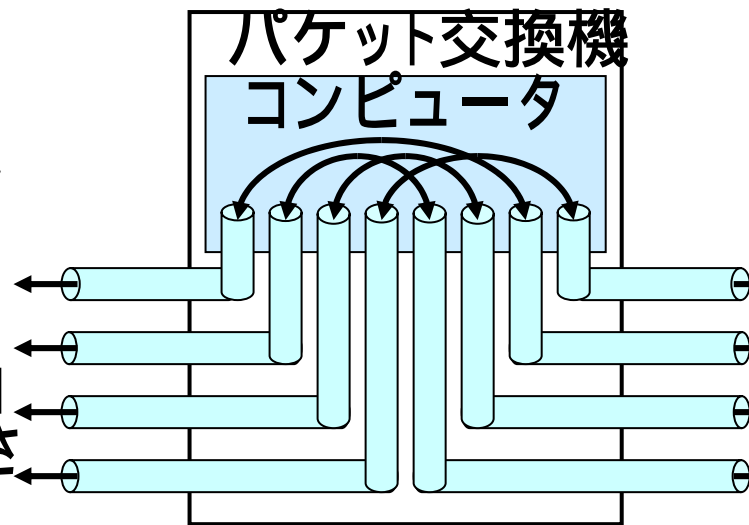
## ■回線交換機

- コンピュータは、通信の最初にスイッチを設定するだけ。通信中にはなにもしない。
- 通信されるデータは、スイッチ内を素通りしていく。



## ■パケット交換機(ルータ)

- コンピュータは、通信されるデータ(パケット)ごとに、宛先の経路へ振り分けを行う。
- 通信されるデータ(パケット)は、コンピュータ内でそのヘッダを判定されて処理される。



	回線交換	パケット交換
高速処理	: ハードウェアの処理	× : ソフトウェアの処理
遅延	: 待ち合わせなし	× : 待ち合わせあり
回線使用効率	× : 回線を独占	: 回線を共用

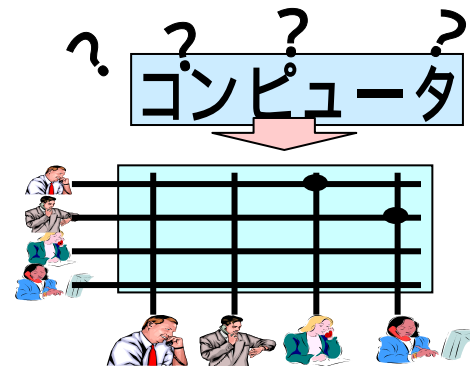
# (A5) 信号方式

## ■ 交換機のコンピュータ

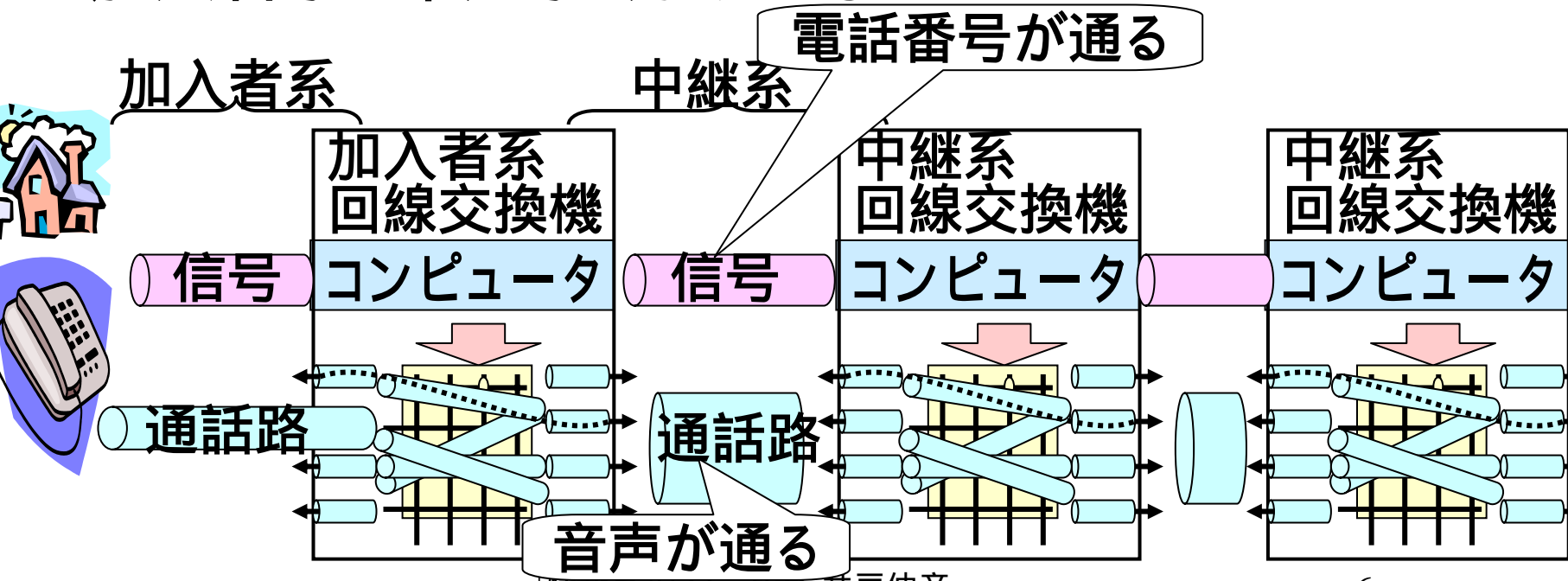
- 何を元にして、スイッチの設定を行っているのか？

信号、その方法である、信号方式

(電話を掛けたこと、切ったこと、電話番号などを伝える方法)



## ■ 加入者系と中継系：分けて考える



# (A5.1.1) 加入者系信号 - 1 -

## ■ 家庭の電話線に、信号線ってあるの？

- いえ、通話を流す同じ線に、信号も流しています。



声も、電話番号も  
同じ線を通る

“もしもし、”

0584-77-xxxx



## ■ ダイヤルパルス式

- ダイヤル式の電話、見たことありますか？
- 例えば、受話器を上げて、“2”、“3”、“4”、と回すと。

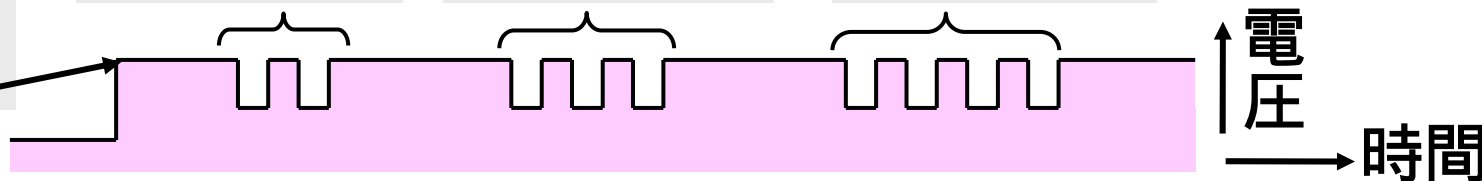


受話器を  
上げる

“2”を回す

“3”を回す

“4”を回す



- “ぶち、ぶち、”という音ができるのは、このパルスの音。





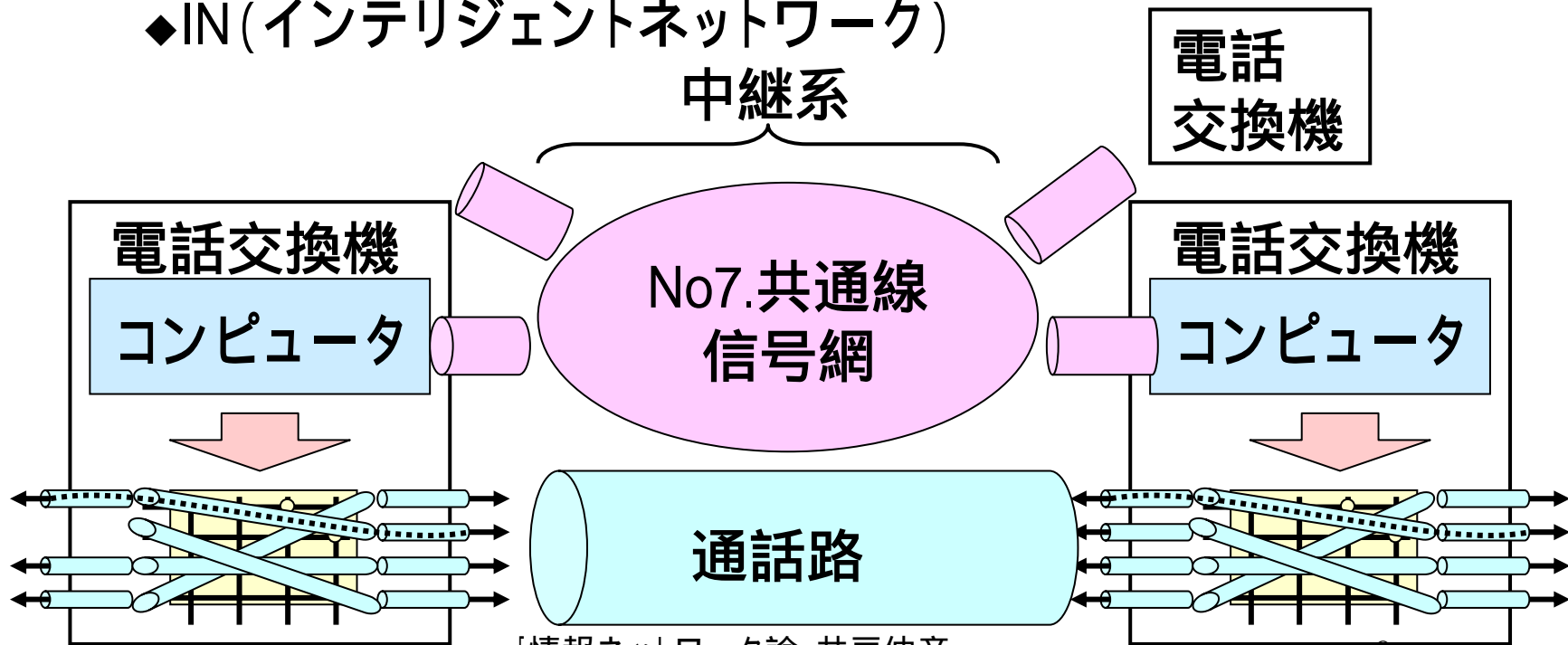
# (A5.2) 中継線信号

## ■No.7共通線信号網

- 通話路とは独立の、信号網(パケット交換網)を持っている。

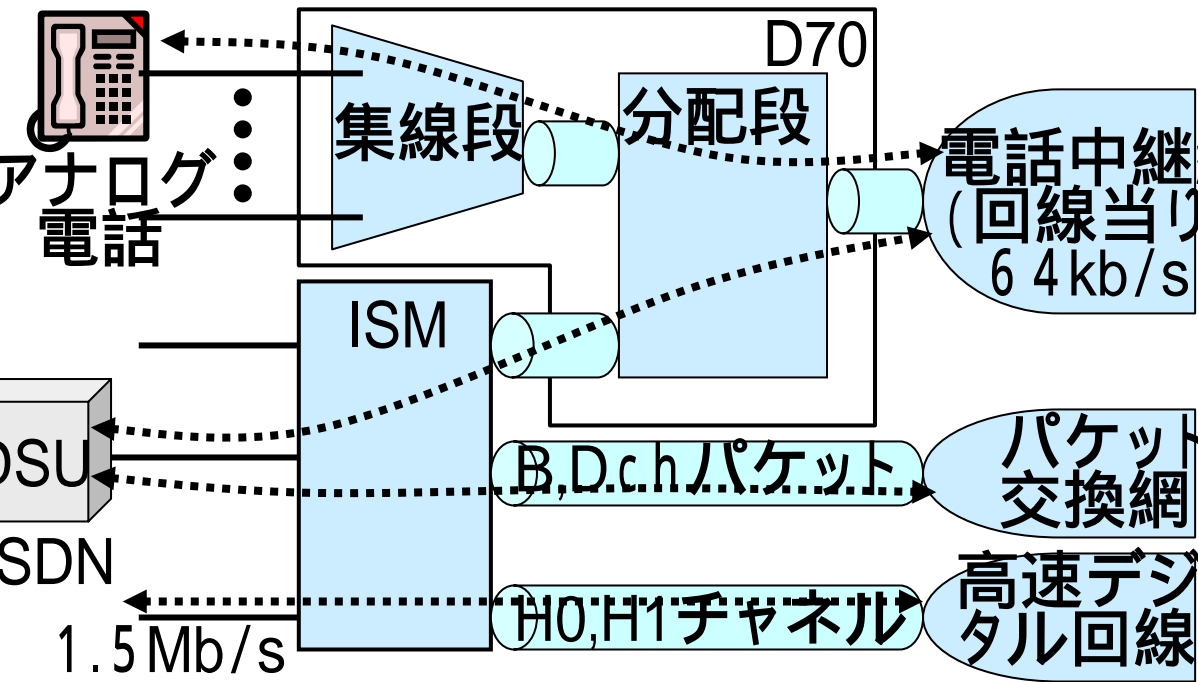
### No.7共通線信号網

- 通話に直接関係のない交換機間での通信により、さまざまなサービスが実現出来る。
  - ◆ 三者通話、キャッチ(割り込み)電話、着信転送
  - ◆ IN(インテリジェントネットワーク)



# (A6) 加入者系スイッチの構成

## ■NTTのD70型デジタル加入者線交換機の構成

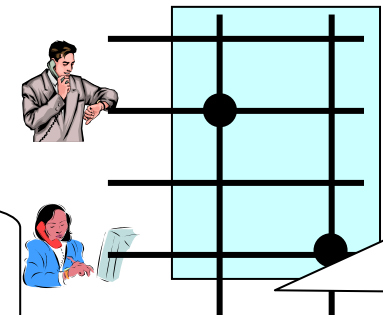


- ・ISM: インタフェース加入者系モジュール
- ・分配段: スイッチ
- ・集線段: 集線を行うスイッチ
- ・1.5 Mb/s, H0, H1チャネル ISDNサービスの中の、高速回線サービス

## ■集線

- 電話はいつも使っている訳ではない。
- 使っている回線のみを取り出して、接続する回線を少なくする。

4加入者でも、



2本で足りる

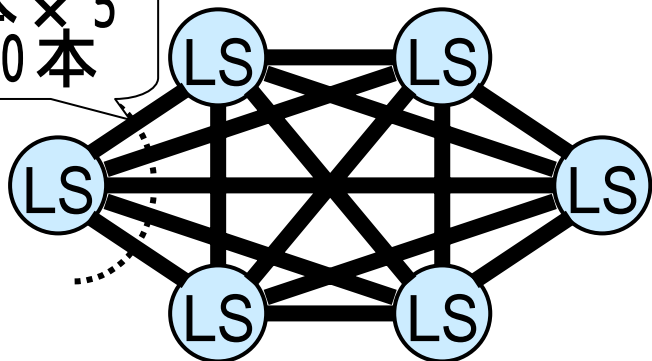
# (A7) 中継交換機の配置

## ■中継交換機の必要性

LS : 加入者線交換機

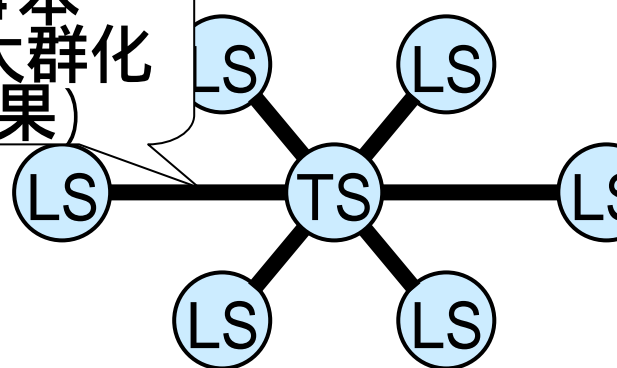
TS : 中継交換機

6本 × 5  
= 30本



同じ使い方で中継交換機を入れると...

24本  
(大群化効果)



## ■どのように配置するか？ 網設計の問題

- 近年は、交換機の数減らし、光ファイバ敷線を増やす方向。

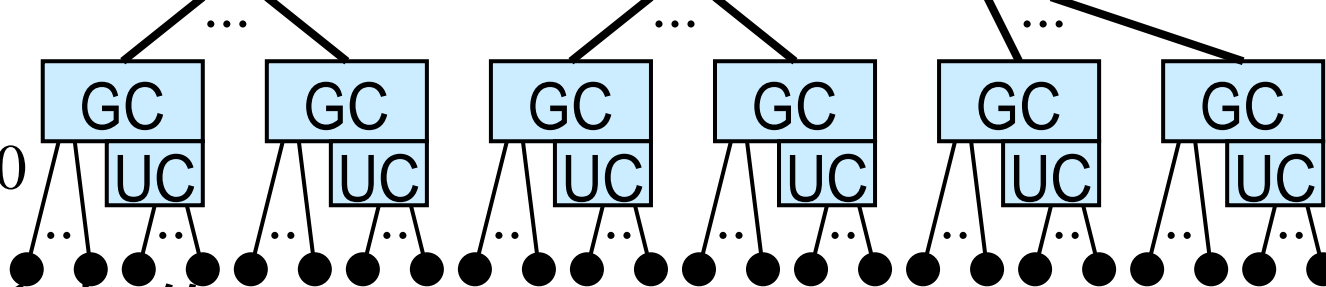
全国で7局



53局



約600



- GC Group Center
- UC Unit Center
- ZC Zone Center

加入者(約600万)

# (A8) 米国の電話網

## ■米国の電話会社

- 地域電話会社は全部で4つ
- 歴史

- ◆ 最初から民間(1400社)

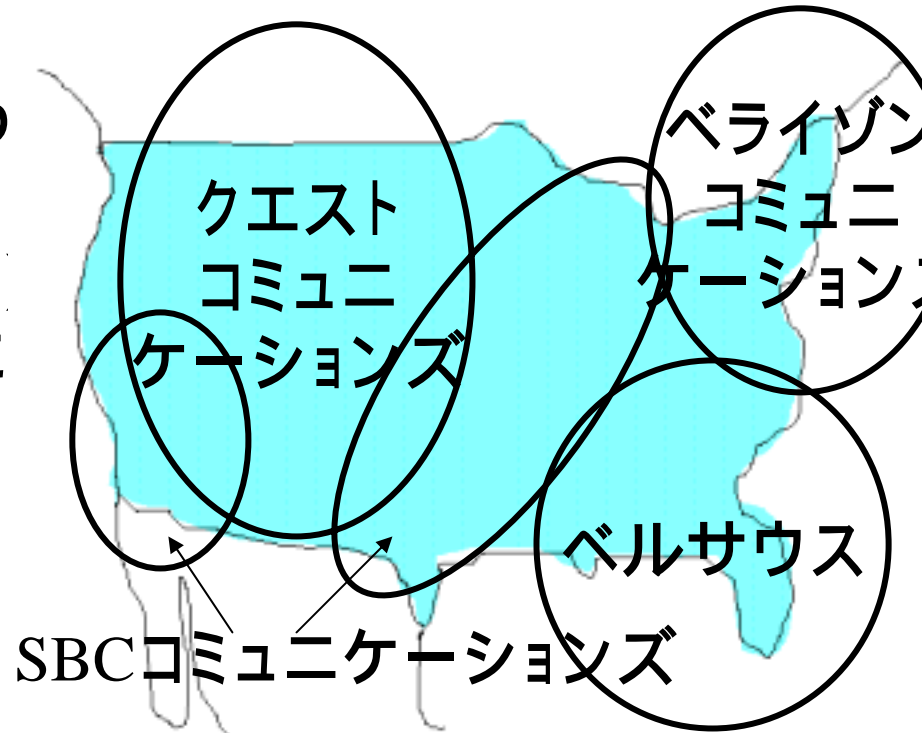
- ◆ 1984年:反トラスト法により、ATTが7つの地域通信会社と長距離通信(新ATT)に分割。

- ◆ 近年の規制緩和により、

- 長距離と地域との相互参入が可能に。

- 再編が進んで、

- 4つの地域通信会社(RBOC)に。



言い訳: 利用可能で適当な地図が見つから  
井戸がフリーハンドで書いた地図です。  
正確な地図は色々な本・Webサイトにあります

## ■競争原理

- 通信産業での自由競争を実現するための、長年にわたる訴訟があった。

# (A9) 電話網をめぐる動き

## ■日本では。。。

- 昔は国が電話網を運営(日本電信電話公社:電々公社)。
- 1985年民営化、NTT誕生。NCC(NewCommonCarrier)参入。さらに、NTTを東西に分割。
- NTTとNCCの攻防

◆ 2003年4月:総務省は新電電や携帯電話会社などがNTTと接続する際の料金の引き上げを認可。

□ [http://www.soumu.go.jp/s-news/2003/030422\\_6.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2003/030422_6.html)

◆ 2003年7月:KDDI、日本テレコムなどの新電電5社が監督官庁である総務省を相手取り、料金引き上げ取り消しを求め、東京地裁に訴訟を起こす。

□ <http://japan.cnet.com/column/market/story/0,2000047993,20060159,00.htm>

◆ 孫正義氏「固定電話事業の開始で独占市場に乗り込む」

□ <http://internet.watch.impress.co.jp/cda/news/2004/08/30/4433.html>

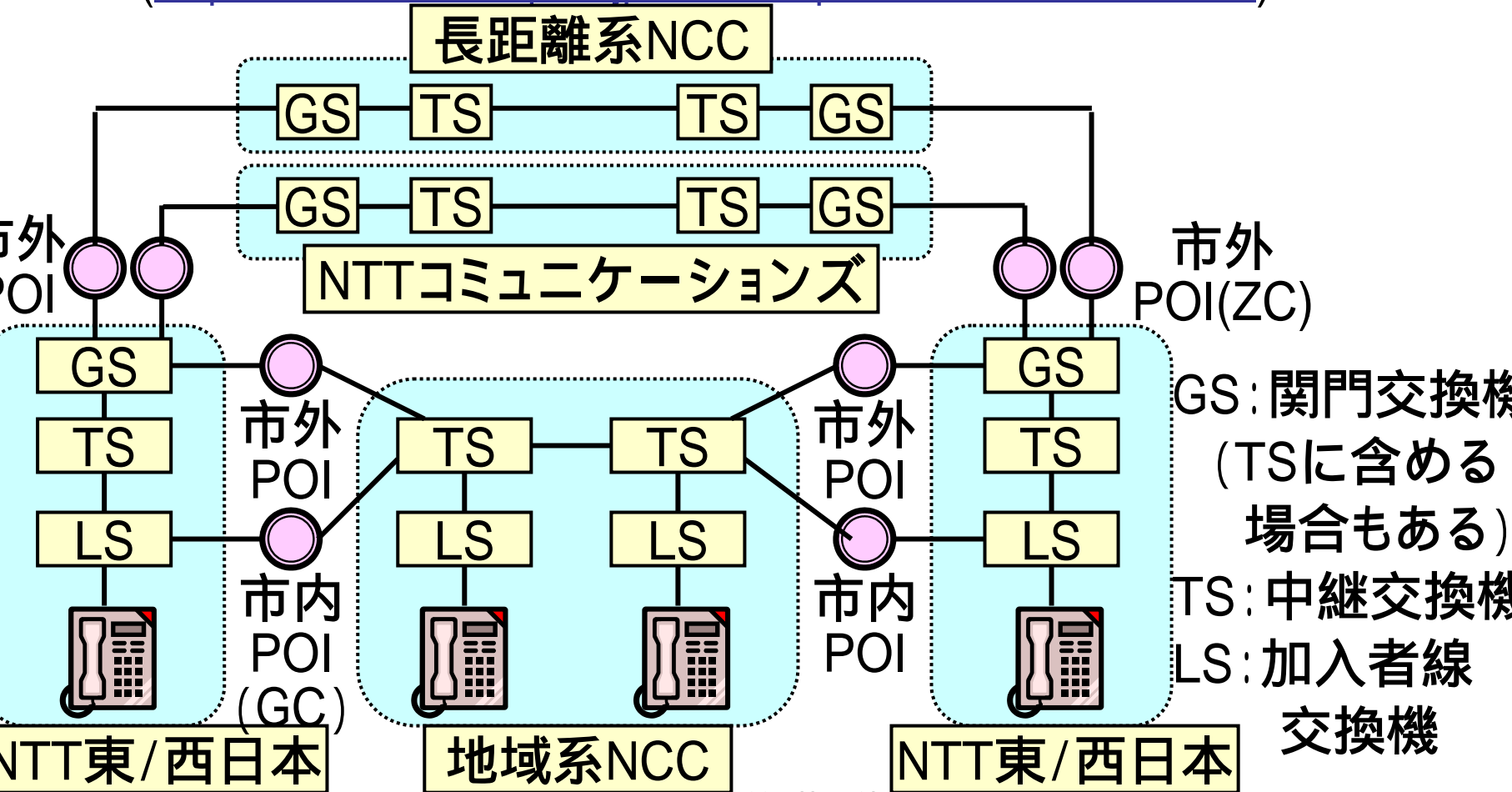
## ■世界を巻き込む、通信業界再編成

- 電話に限らず、通信業界全体の再編。しかしながら、主役は、各国の巨大な電話会社。

# (A10) 電話会社の競争

## ■電話会社がどうやって競争するのか？

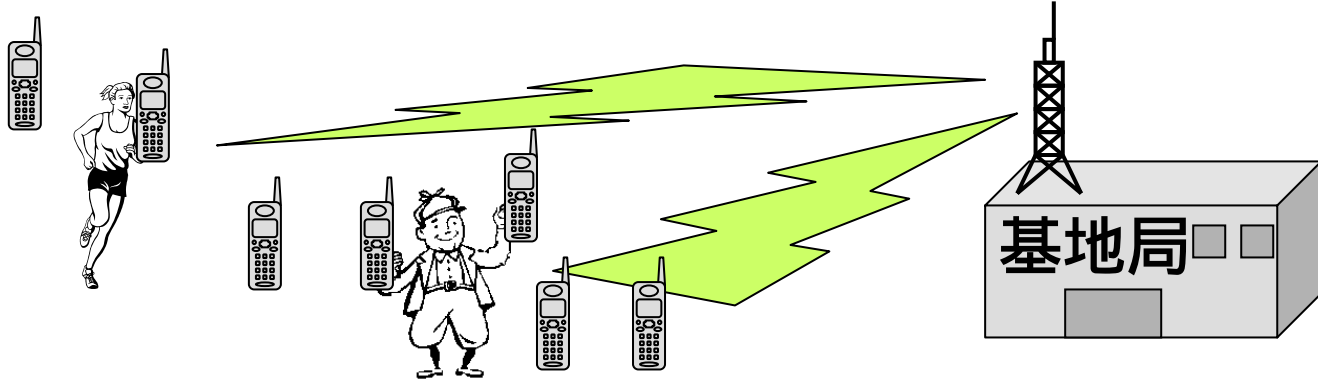
- POI: ネットワーク間を相互に接続するための接続点。
- ([http://www4.nikkeibp.co.jp/NCC/top10\\_news/ncc3095.html](http://www4.nikkeibp.co.jp/NCC/top10_news/ncc3095.html))



# (B1) 大空は有限

## ■大空は有限

- 大量に市中に出回る携帯電話、みんなが話して大丈夫？



## ■移動通信に利用出来る電波の使用状況

150MHz	250MHz	400MHz	800MHz	1.5GHz	1.9GHz	2GHz
警察消防用無線 各種事業用無線 漁業用無線 国際沿岸無線電話 航空管制無線 その他	沿岸無線電話 無線呼び出し コードレス電話 その他	警察用無線 コードレス電話 列車用無線電話 各種事業用無線 タクシー無線 小型船舶用無線 その他	携帯電話 MCAシステム CRP 港湾無線電話 航空機電話 テレターミナル 地震防災無線 その他	携帯電話 海事衛星通信 衛星移動通信 その他	PHS その他	IMT-2000 その他

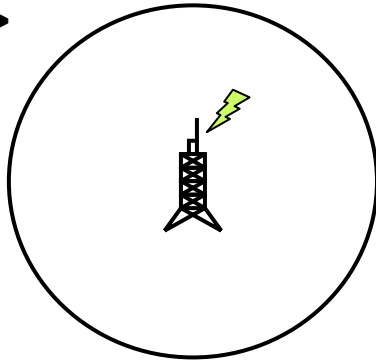
# (B1.1) ゾーンを分ける

## ■サービスエリアのカバーの仕方

ローミング: ゾーンを跨いで通信を続けること

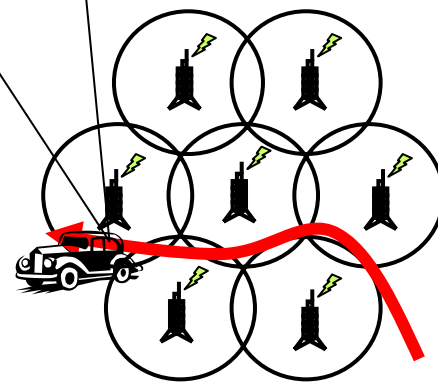
### <大ゾーン方式>

- ・大きなゾーンでエリアをカバー
- ・電波: 強
- ・チャンネル数: 少
- ・施設: 1つでOK、制御簡単
- ・ポケットベル



### <小ゾーン方式>

- ・小さなゾーンでエリアをカバー
- ・電波: 弱
- ・チャンネル数: 多
- ・施設: 多数必要、制御複雑
- ・携帯電話、PHS



利用者の多い無線通信(携帯・PHS)は小ゾーン方式

## ■セル、セルラー

- ・セル: 小ゾーン方式での、ひとつのゾーンを指す。
- ・セルラー: 小ゾーン方式のこと。

セルラー電話の名称は、ここからきている。



# (B1.2) 電波を分ける

## ■ デジタル

- 当初はアナログが有利と見られたが、圧縮技術によりデジタル化が有利となる。日本では全てデジタル。
- 利点: 雑音や干渉妨害に強い、装置の小型化が可能、etc.

## ■ 電波を分ける

### • 周波数で分ける: FDMA

◆ Frequency Division Multiple Access

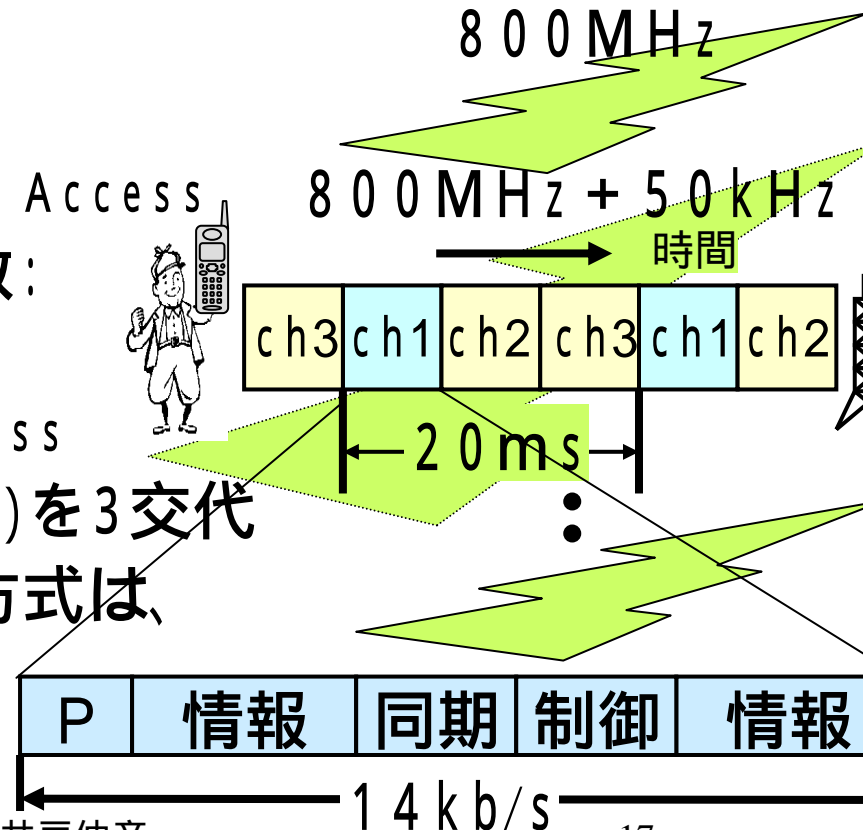
◆ 例えば、ラジオ局の周波数:

### • 時間で分ける: TDMA

◆ Time Division Multiple Access

◆ 20ms (ms: 1秒の1000分の1) を3交代

- 日本で採用されているPDC方式は、FDMA/TDMA両方を使用。



# (B2) 携帯電話のネットワーク構成

どうやって電話を繋ぐかを、ここで連絡しているよ。

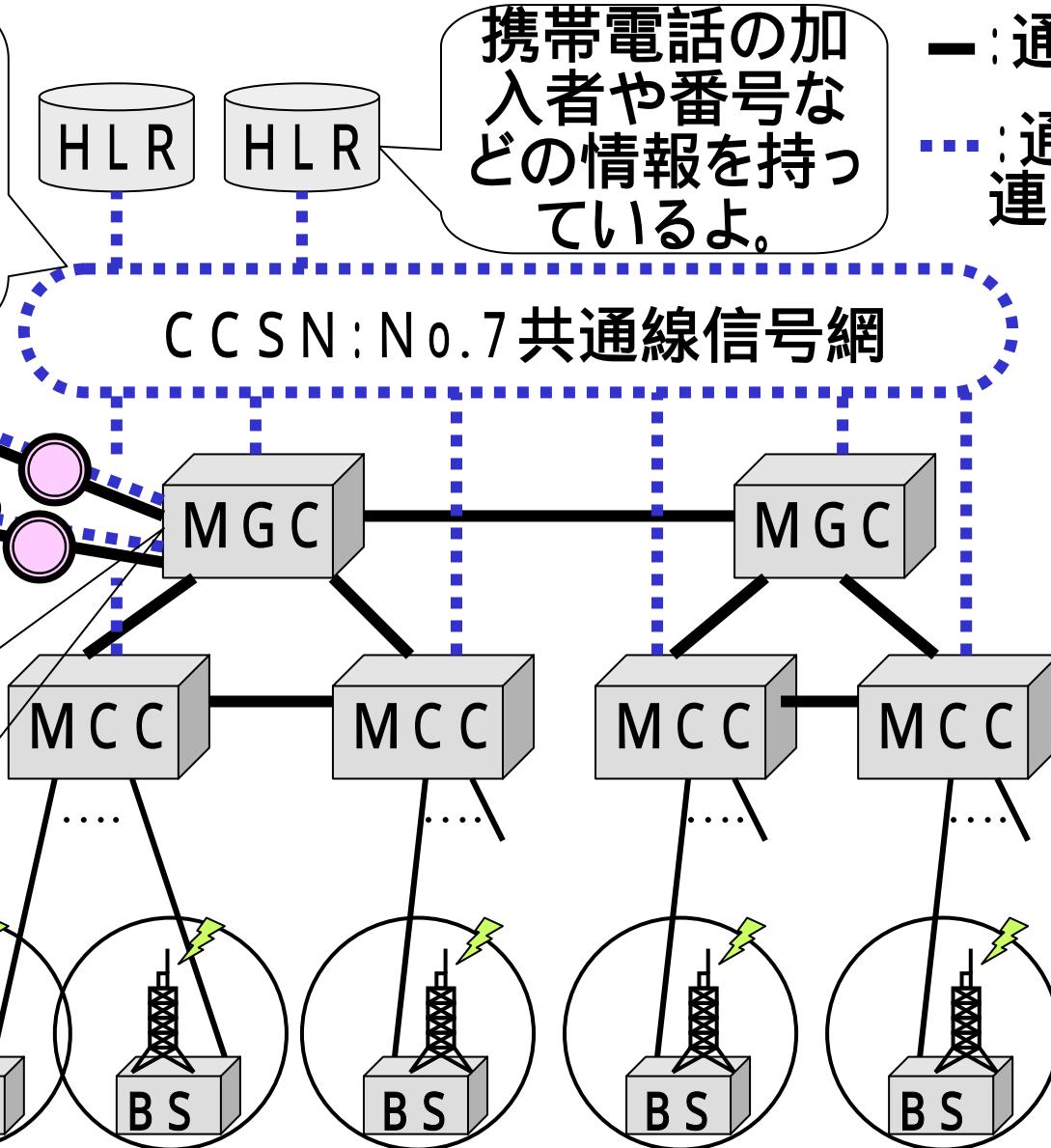
携帯電話の加入者や番号などの情報を持っているよ。

— : 通話音声が通る線  
 - - - : 通信機器同士が連絡するための線

普通電話のネットワーク

他社の携帯電話ネットワーク

全部のMCCを繋ぐのは大変だから、私が仲介するよ。



MGC : 関門中継系移動通信制御局

MCC : 加入者系移動通信制御局

HLR : ホームロケーションレジスタ

BS : 無線基地局

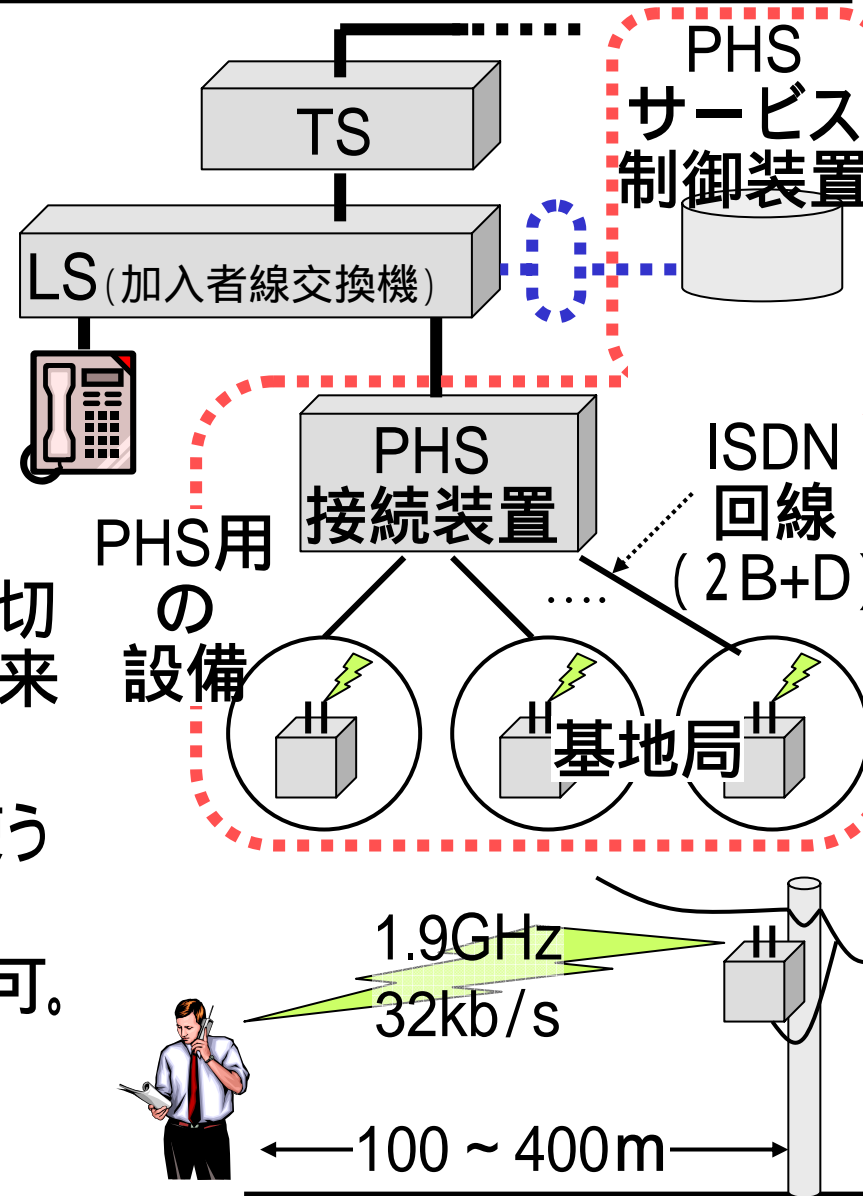
# (B3) PHS

## ■PHSの発想

- コードレス電話を、デジタル方式にして、屋外でも使う。
- 従って、従来の電話網設備を出来る限り使う。

## ■小さなゾーン

- 高速で移動すると、基地局の切り替えが追いつかず、通話出来なくなる。
- ドラエフォン: 所在の確認に使うことができる。
- 地下街等への基地局の設置可。



# (B4.1) iモード

## ■大ヒット！

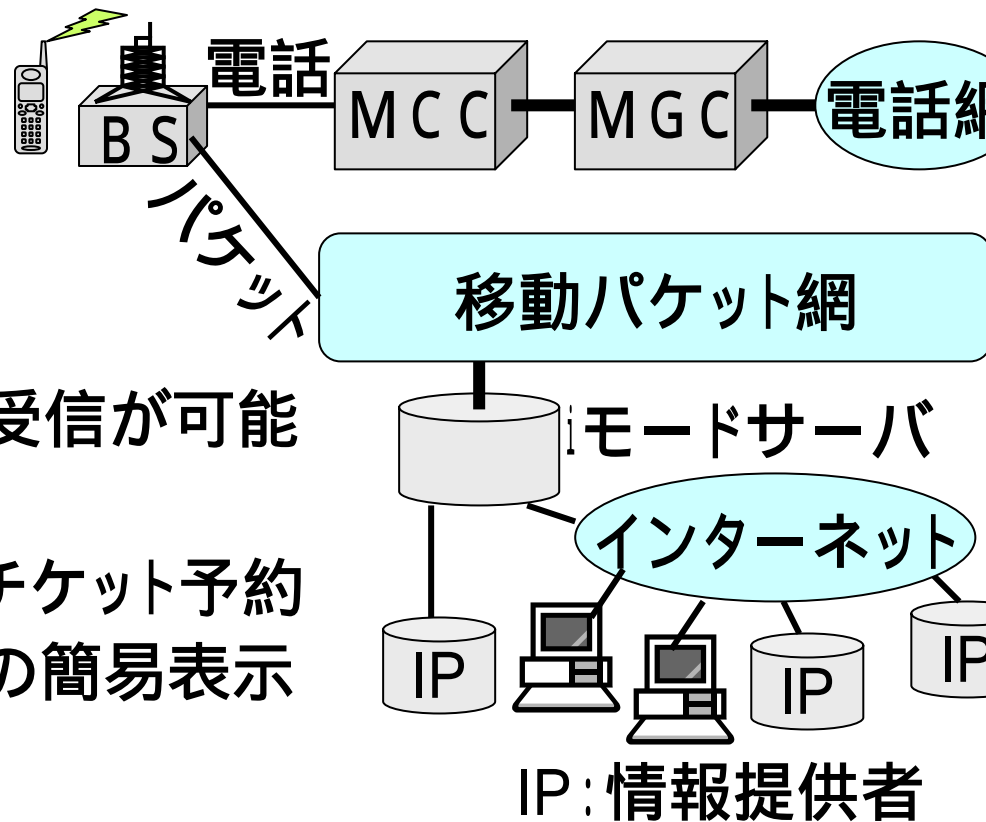
- 空前の大ヒット商品。

## ■サービス

- 電子メール機能
  - ◆インターネットへの送受信が可能
- 情報コンテンツ
  - ◆ニュース・天気予報・チケット予約
- インターネットWebサイトの簡易表示

## ■iモードの仕様

- NTTの独自仕様。
- これより先に、世界標準であるWAP (Wireless Application Protocol) が出たが、サービスとしてはiモードが先行。
- KDDI系のEZウェブは、WAPサービス



# (B4.2) Java

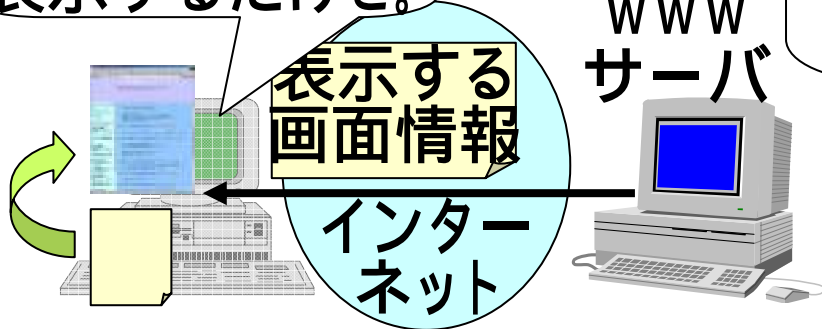
## ■シャバドゥビ、ドゥバ、Java、Java(ジャバ)

- インターネットに絡めて、急速に普及したプログラミング言語。

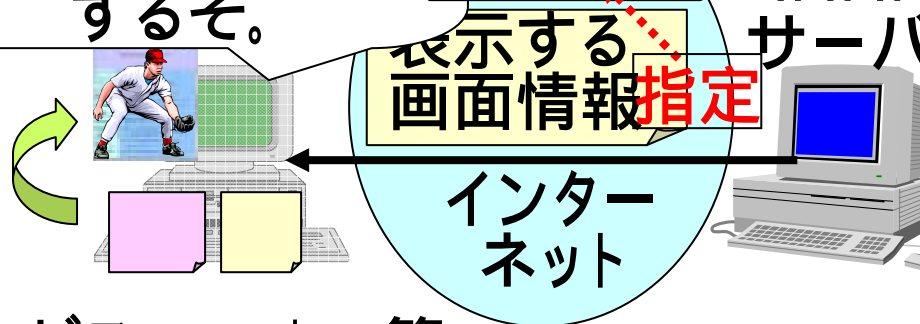
<旧来のwebサービス>

<Javaを用いたwebサービス>

言われた通り、  
表示するだけさ。



指定されたネット上の  
プログラムを動か  
かして画面を表示  
するぞ。



## ■iアプリ、J-PhoneのJavaサービス、ezplus等

- 携帯電話で、Javaプログラムが実行出来る。だから。。。



ゲームが動く！

3Dアニメが動く！

PS2にも  
Javaプラット  
フォーム搭載

# ( B 4 . 3 ) BREW

---

## ■ BREW ( Binary Runtime Environment for Wireles ) とは ?

- QUALCOMM社により発表された、CDMA方式の携帯電話のワイヤレス・アプリケーション・プラットフォーム。
- すなわち、CもしくはC++で開発したプログラムを携帯電話で実行するための環境。
- CDMAを採用するKDDIが本格導入。

<http://www.itmedia.co.jp/mobile/articles/0404/28/news008.html>

## ■ Javaに比べて。。。

- 高速で、処理内容に制限がない(CとJavaの違いに近い)。
- 処理内容に制限がないので、Javaのような安全性へのガードがない。

携帯電話上で動くプロフェッショナルなソフトウェアでは  
Brewが優位か？

# (B5) 移動データ通信

## ■最近良く見かける光景

- ノートパソコンに、小さなアンテナのついたカードを差し込んで使っている人。  
カードはPHSの端末。

## ■ どうしてPHS？ 携帯は？

- 携帯の場合もあるけど、PHSの方が高速。
- 元々、デジタルだけど、速さは様々。
  - ◆ NTTの携帯 : 9.6 kb/s
  - ◆ auのcdmaOne : 14.4 kb/s
  - ◆ PHS(PIAFS) : 29.2 kb/s
  - ◆ NTTのDoPa(3ch使用) : 28.8 kb/s、  
PHS(2ch使用) : 58.4 kb/s

## ■ もっと速くならないのか。。。。



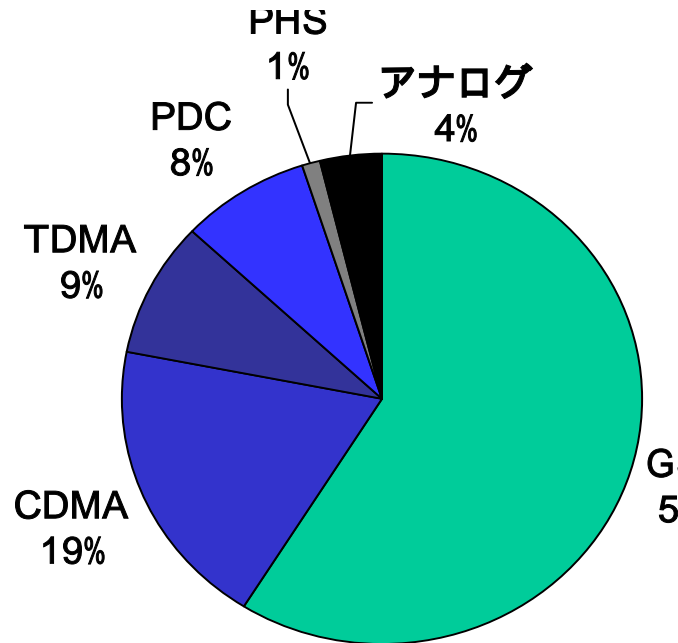
# (B6) 第3世代携帯電話: IMT-2000

## ■現在の主力携帯電話

- 第2世代と呼ばれる。  
(第1世代: アナログ携帯電話)
- 各国にて、バラバラの方式。

## ■第3世代携帯電話: IMT-2000

- 世界共通仕様を目指す。実際は。。。
  - ◆ 日本・ヨーロッパ: W-CDMA
  - ◆ 米国: cdma2000 (クアルコム社)
  - ◆ さらに、cdmaOneの設備が利用出来るHDR、GSMの"GPRS"がある。
- 音声向けの速度を超えた、高速通信を提供。
  - ◆ マルチメディア端末として、様々な機能の搭載が期待されている。



## ■定義は。。。

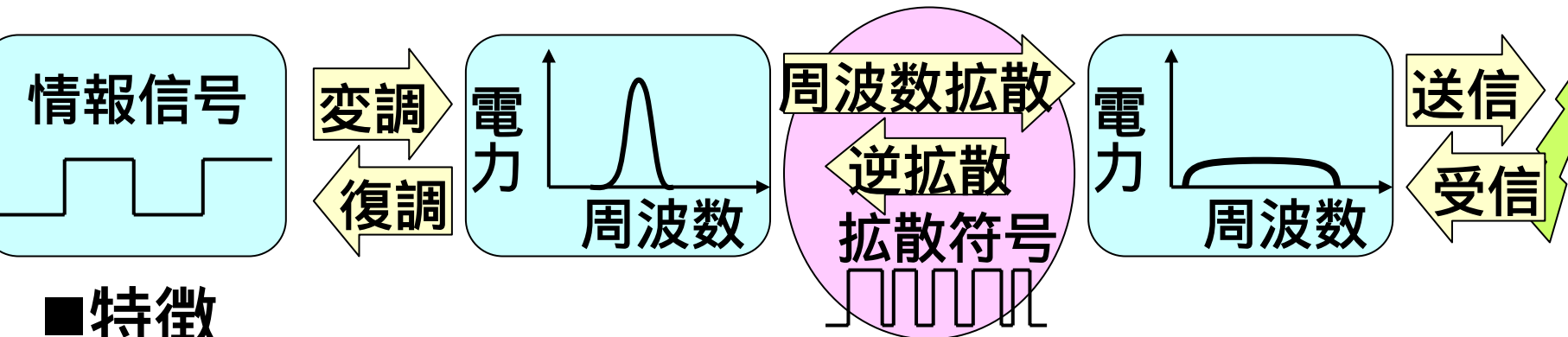
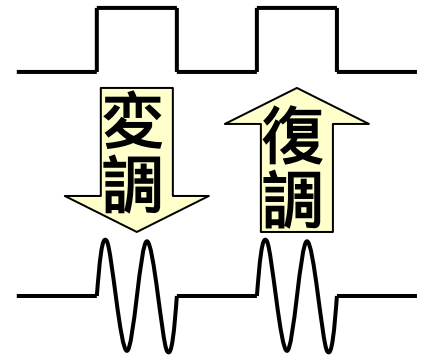
- やや曖昧だが、固定電話並みの音質、144 Kbps以上のデータ通信、国際ローミング



# (B6.1) CDMA (W-CDMA)

## ■ CDMA (Code Division Multiplex Access)

- 電波を分けて使う方法。  
(FDMAやTDMAなどの分類のひとつ。)
- IMT-2000で採用 (cdmaOneでもauが採用)。
- 周波数拡散: 予め定められた拡散符号で電波をかき混ぜ、デジタル技術で元にもどす。



## ■ 特徴

- 電波の区切りが自由なため、高速広帯域信号に使いやすい。
- 電波の利用効率が低い。

# (B6.2) 第3世代携帯の状況

## ■各社の第3世代携帯、出揃う

キャリア	通信方式	利用周波数帯	通信速度	加入者数(1月)
ドコモ	W-CDMA	2GHz帯	384Kbps	2,013,700
ボーダフォン	W-CDMA	2GHz帯	384Kbps	122,800
au	CDMA2000 1x	800MHz帯	144Kbps	12,264,200
	CDMA2000 1x	800MHz帯	平均600Kbps	
	EV-DO	2GHz帯	(データのみ)	

## ■各社の事情

- auは、従来のcdmaOneと互換性があり、開始当初から音声および64Kbpsのデータ通信については全国エリアで利用できた。
- ドコモFOMAが伸び悩んだ原因は、(1)バッテリーのもちが悪い(2)サービスエリアが不十分(3)端末ラインアップの不足だと言われたが、巻き返しつつある。
- 国際ローミングでは、KDDがリード(北米等cdmaOneと互換)。ドコモ・ボーダフォンは、海外でのW-CDMA方式の普及まち。ボーダフォンは、GSM(ヨーロッパ方式)とのデュアルモード方式にて、実現。

# (B7) IP電話

## ■例：BBフォン

- YahooBB (ブロードバンドのプロバイダ) が提供する電話サービス。
- 契約者同士での通話は無料。
- 公衆電話網への接続については市内 / 市外を問わず一律3分7.5円。米国との通話も同様。

## ■なぜ安く出来る？

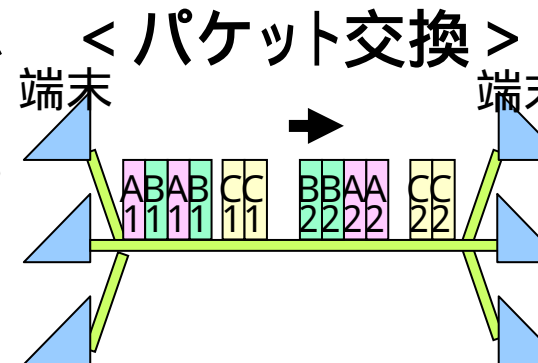
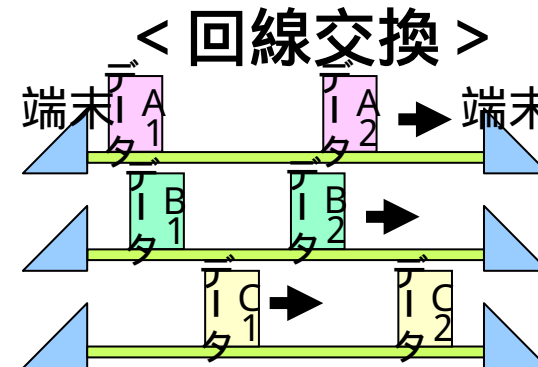
- IP電話は、パケット交換により実現される。回線利用効率が高い
- ブロードバンドインターネットのインフラを利用する。

音声は動画などに比べれば情報量が少なく、新たな設備投資は最小限となる。

## ■将来は？

- 将来はすべてIP電話になるはず。

<http://allabout.co.jp/computer/ipphone/closeup/CU20041115A/>



# (B8) PDAと無線LAN

## ■PDA

- 携帯性を重視した個人用の情報端末。
- 一般的には手のひらに収まるサイズの電子機器で、液晶表示、ペン入力、外部データ利用などの機能を備えており、バッテリーで駆動するもの。
- シャープの「ザウルス」、[ソニーの「クリエ」](#)、米国ではAppleの「NEWTON」、Motorolaの「ENVOY、MARCO」、ソニーの「MAGICLINK」など。
- PDA用のOSとして、Windows 95のサブセットであるWindows CEがある。

## ■無線LAN

- 有線ケーブルを使わず、電波や光などの無線で通信を行なうLAN。
- 2000年にIEEE802.11b対応の製品が各社から発売され、普及を始めた。

## ■無線LAN装備のPDA

- 高機能携帯電話と無線LAN装備PDA、何が違うの？
  - ◆ 違いは小さい、もしくは、無くなる。
  - ◆ <http://biz.ascii24.com/biz/news/article/2002/10/21/639409-000.html>
- 将来的な需要を、携帯電話・PDAのいずれが主導するのか、今後の展開に注目。Sonyは米国から撤退。
  - ◆ <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0406/02/news020.html>