

情報通信システム概論

第8回
～ディジタル変調とパルス変調～

2020-11-7

情報システム工学科
福田 浩



はじめに

- ・ 第1回目から多くの質問を頂きありがとうございます。
- ・ 質問にはなるべく素早く回答するようにしていますが、一部で遅れがあり申し訳ありませんでした。

- ・ 皆さんの質問は、無線通信(特に携帯電話網)に関することが多いように見受けられます。
- ・ 加えて、携帯電話網の仕組みに対して正確でないイメージを持っているような印象を受けます。
- ・ 今回のディジタル変調の枠を借りて、少し携帯電話網の説明を行うこととします。



ゴールイメージ

- ・ 携帯電話網の概要を説明できる
- ・ コード拡散多重接続(CDMA)のイメージを説明できる
- ・ パルス変調の考え方を説明できる





目次

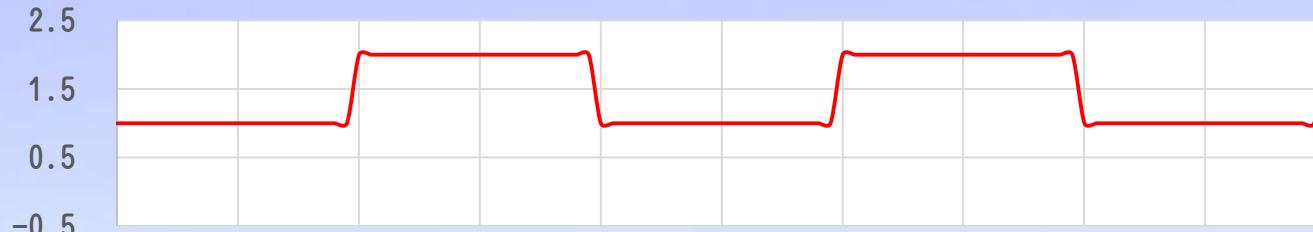
- ・ 前回の復習(変調とは)
- ・ 変調方式ラインナップ
- ・ ディジタル変調の特徴(特長)
- ・ ディジタル化を支える電子回路技術
- ・ 携帯電話網の概要
- ・ ラストワンマイル
- ・ 二次変調
 - 携帯電話通信で用いられる音声符号化技術
 - CDMA
 - 固定電話通信で用いられる音声符号化技術
 - PCM（第9回に続く）



変調とは

搬送波の振幅・周波数・位相を信号波で変化させること

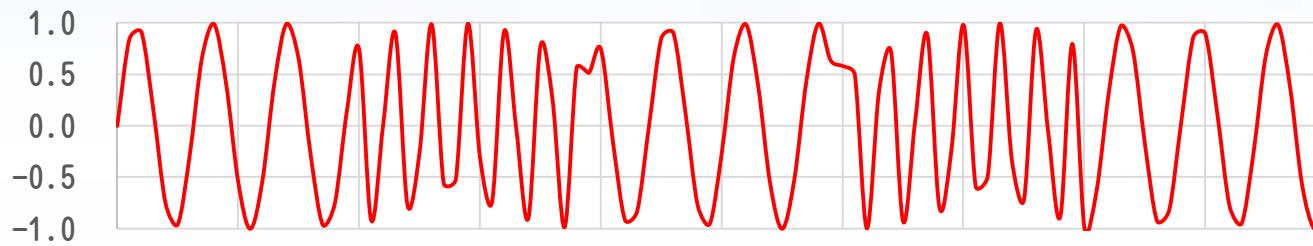
信号波



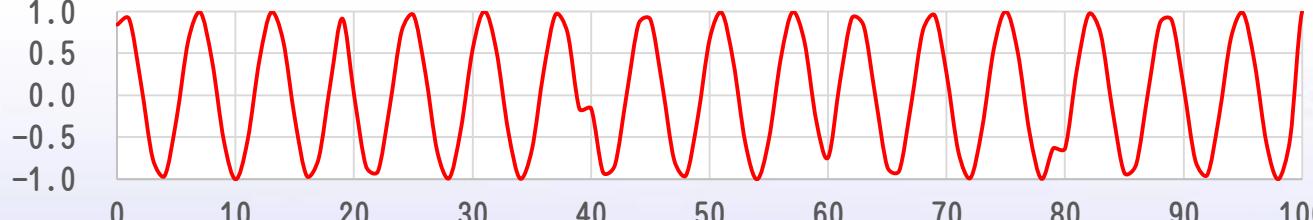
振幅変調
Amplitude
Modulation



周波数変調
Frequency
Modulation



位相変調
Phase
Modulation



変調方式ラインナップ

第6回
講義

	振幅	周波数	位相
アナログ	振幅変調 Amplitude Modulation AM	周波数変調 Frequency Modulation FM	位相変調 Phase Modulation PM
デジタル	振幅偏移変調 Amplitude Shift Keying ASK	周波数偏移変調 Frequency Shift Keying FSK	位相偏移変調 Phase Shift Keying PSK
上記の比較、特長			
パルス	パルス振幅変調 Pulse Amplitude Modulation PAM	パルス幅変調 Pulse Width Modulation PWM	パルス位置変調 Pulse Position Modulation PPM

第9回
講義

パルス符号変調
Pulse Code Modulation
PCM



ディジタル変調の特徴(特長)

- ・ ディジタル信号の本質
 - 雑音に強い
- ・ ディジタル“信号処理”の長所
 - 暗号化可能
 - データレートを削減するための情報源符号化(第5回講義)を利用可能
 - 誤りを低減するための通信路符号化(第6回講義)を利用可能
 - 性能改善のための信号処理技術を利用可能

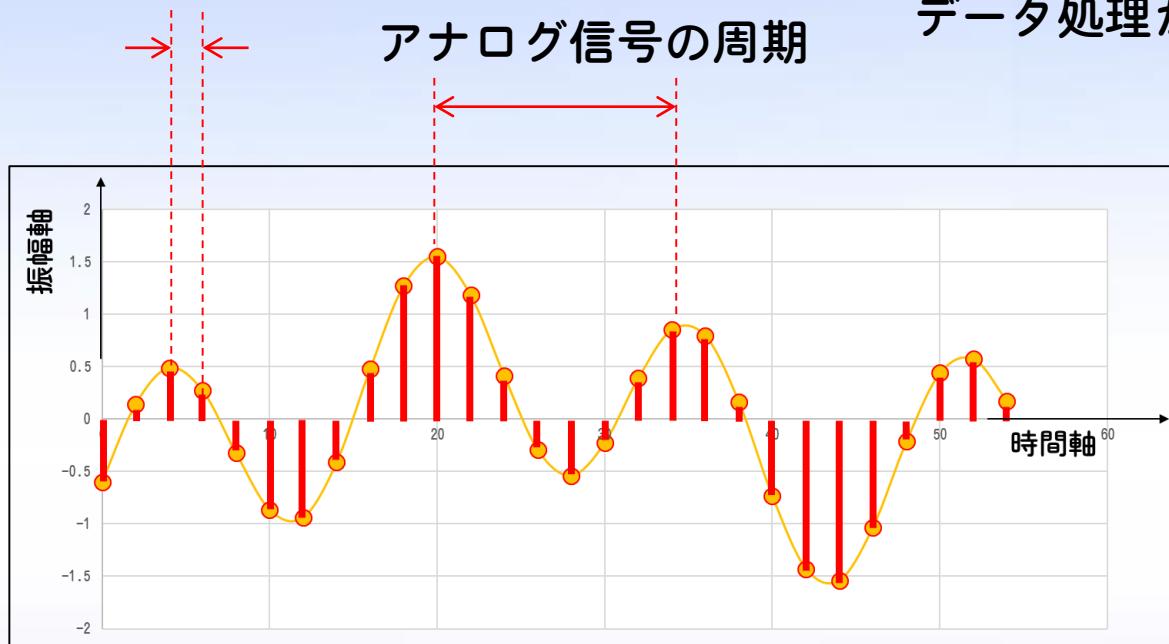
ディジタル化を支える電子回路技術

情報通信のデジタル化が進んだのは、電子回路が進歩し、高速大容量なデータを取り扱えるようになってきたため

デジタル信号の周期

アナログ信号の周期

標本化に対応するために
データ処理が**高速化**



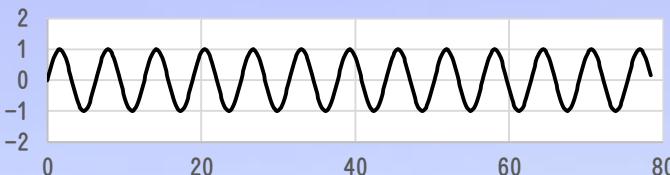
信号の標本化（第5回講義資料 P.18より）

更に
量子化、符号化により
データが**大容量化**

4QAM (QPSK)

搬送波

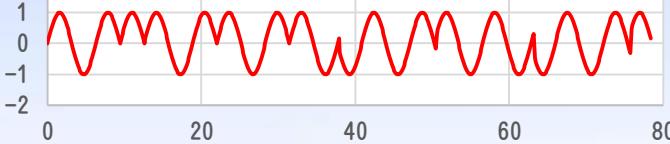
Q-channel



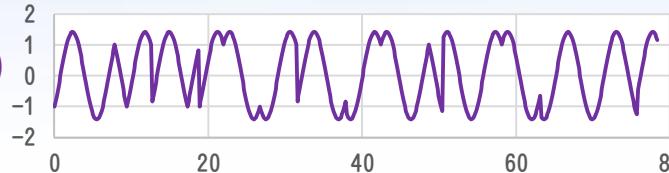
信号



変調波

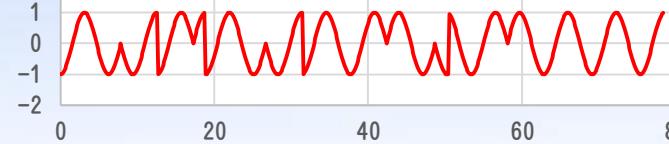
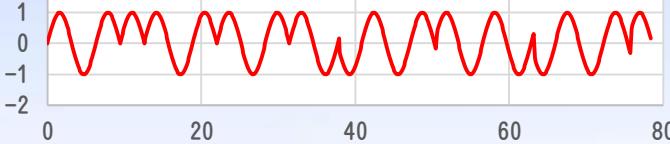
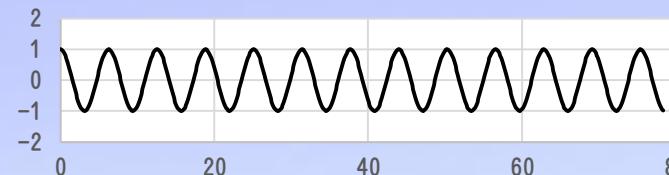


(通信路で伝送される信号)
QとIを混ぜた信号

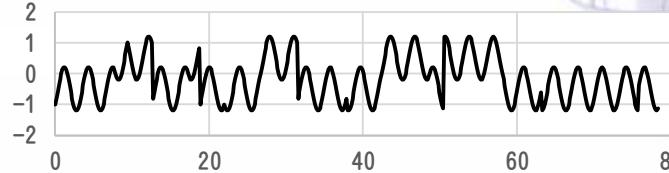
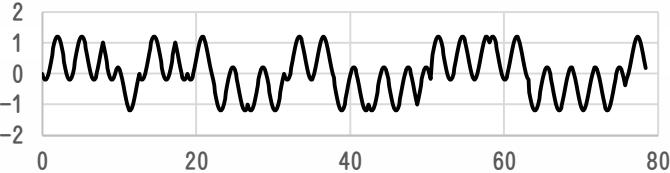


復調後

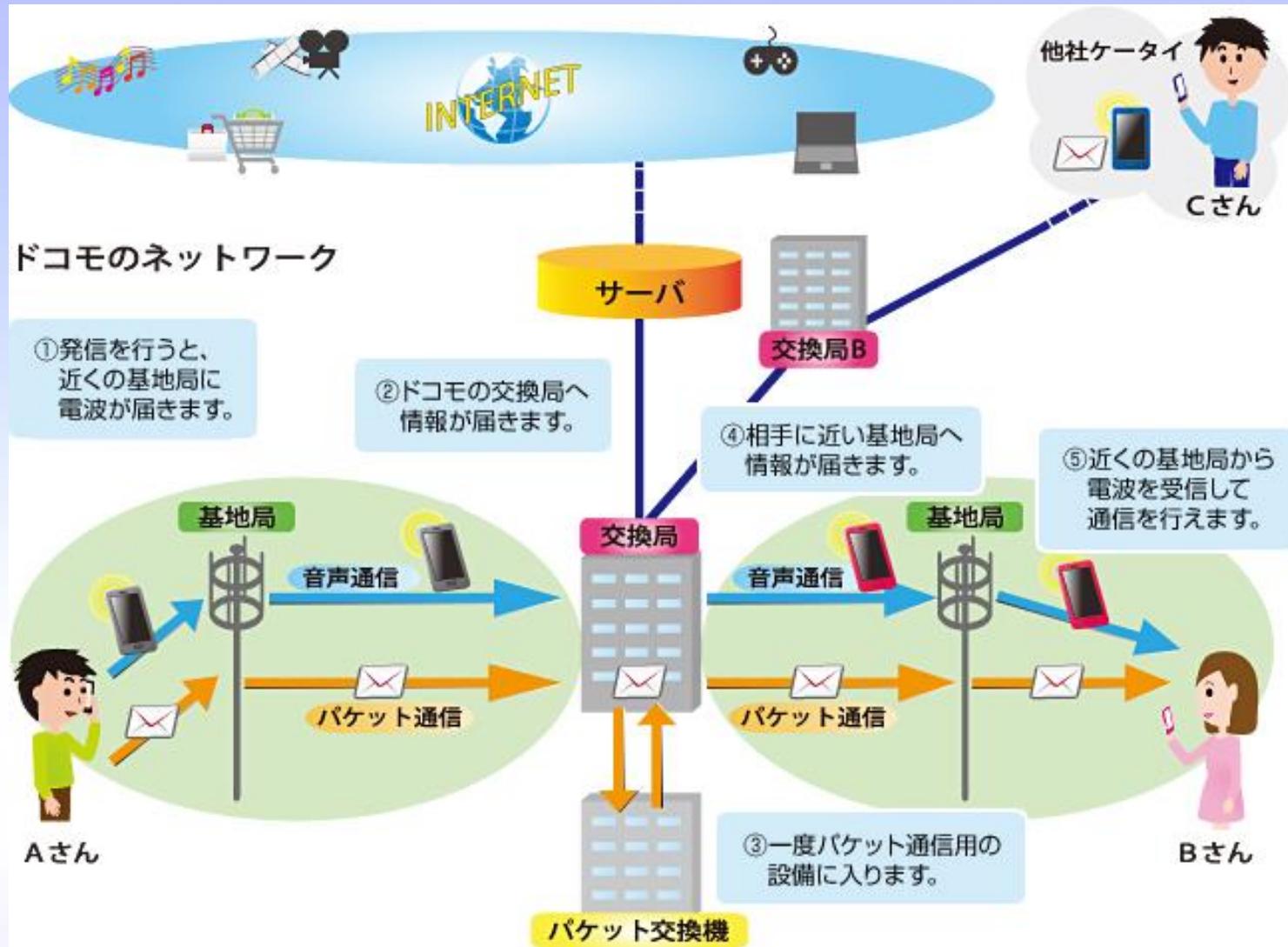
I-channel



復調により
取り出された
信号

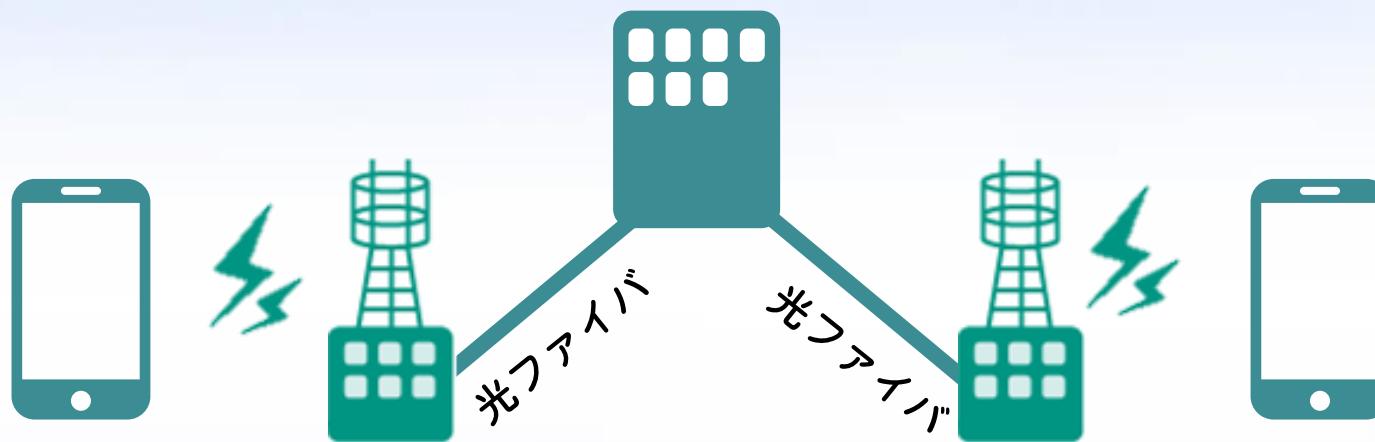
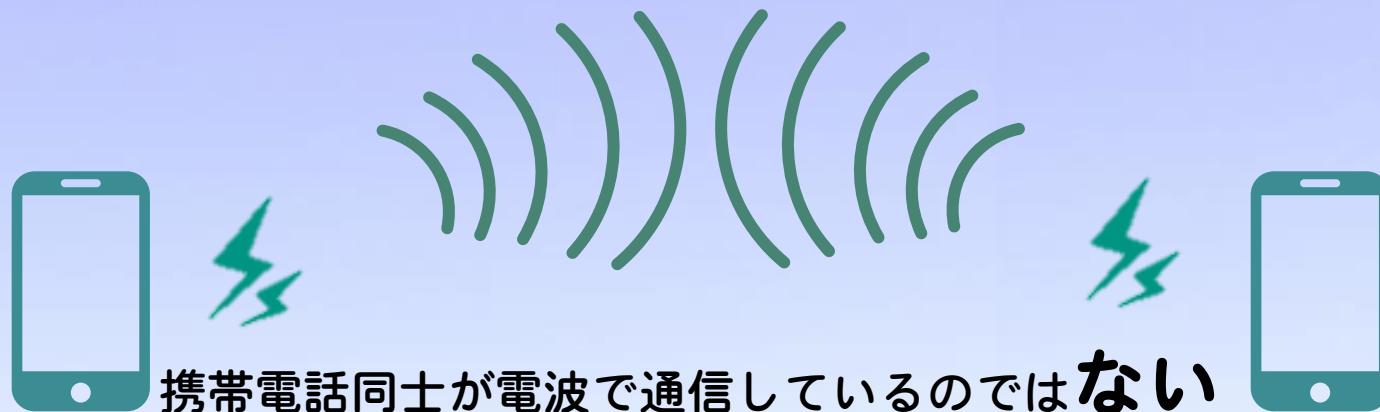


携帯電話網の概要



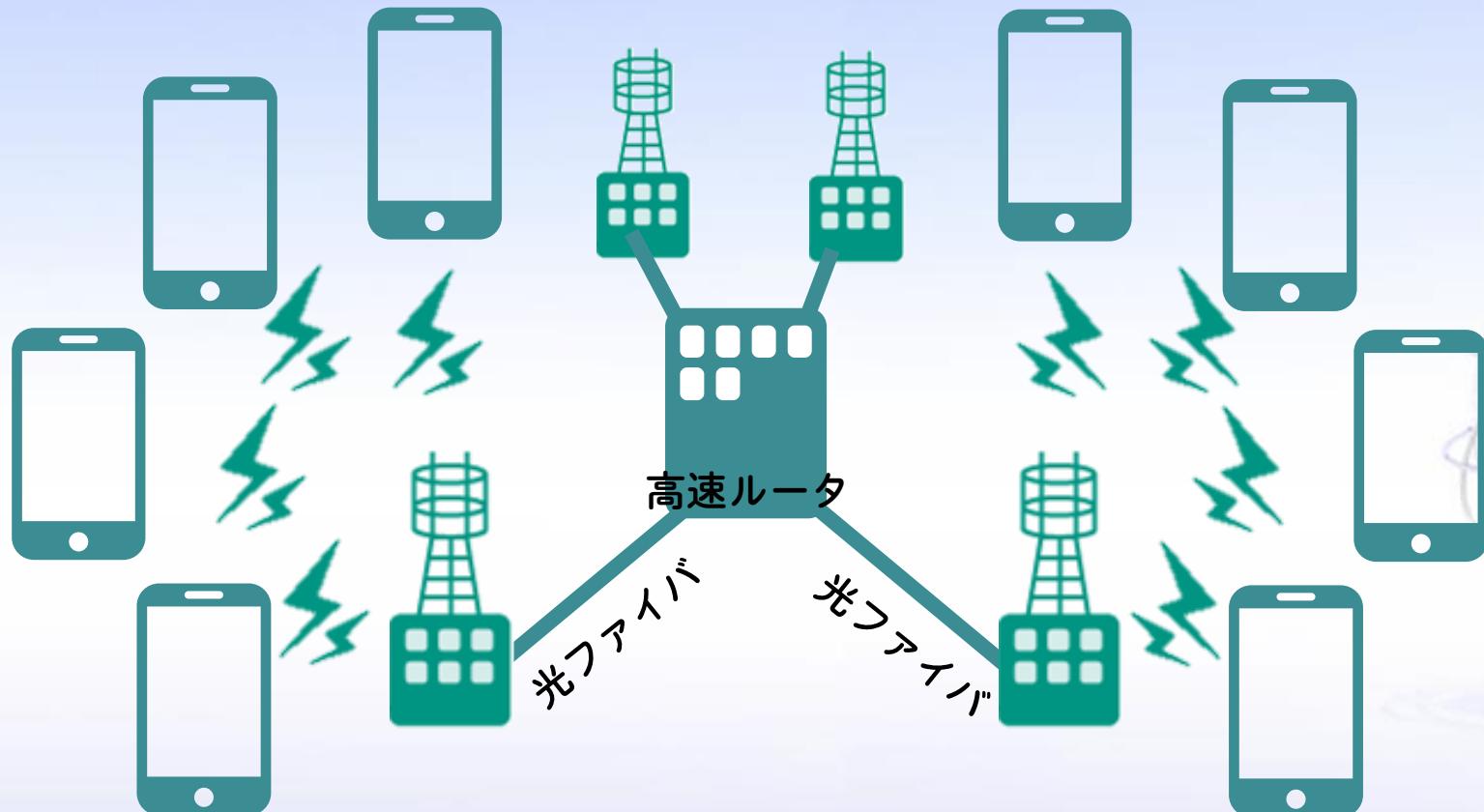
<https://www.nttdocomo.co.jp/area/network/>

携帯電話は有線通信が支えている



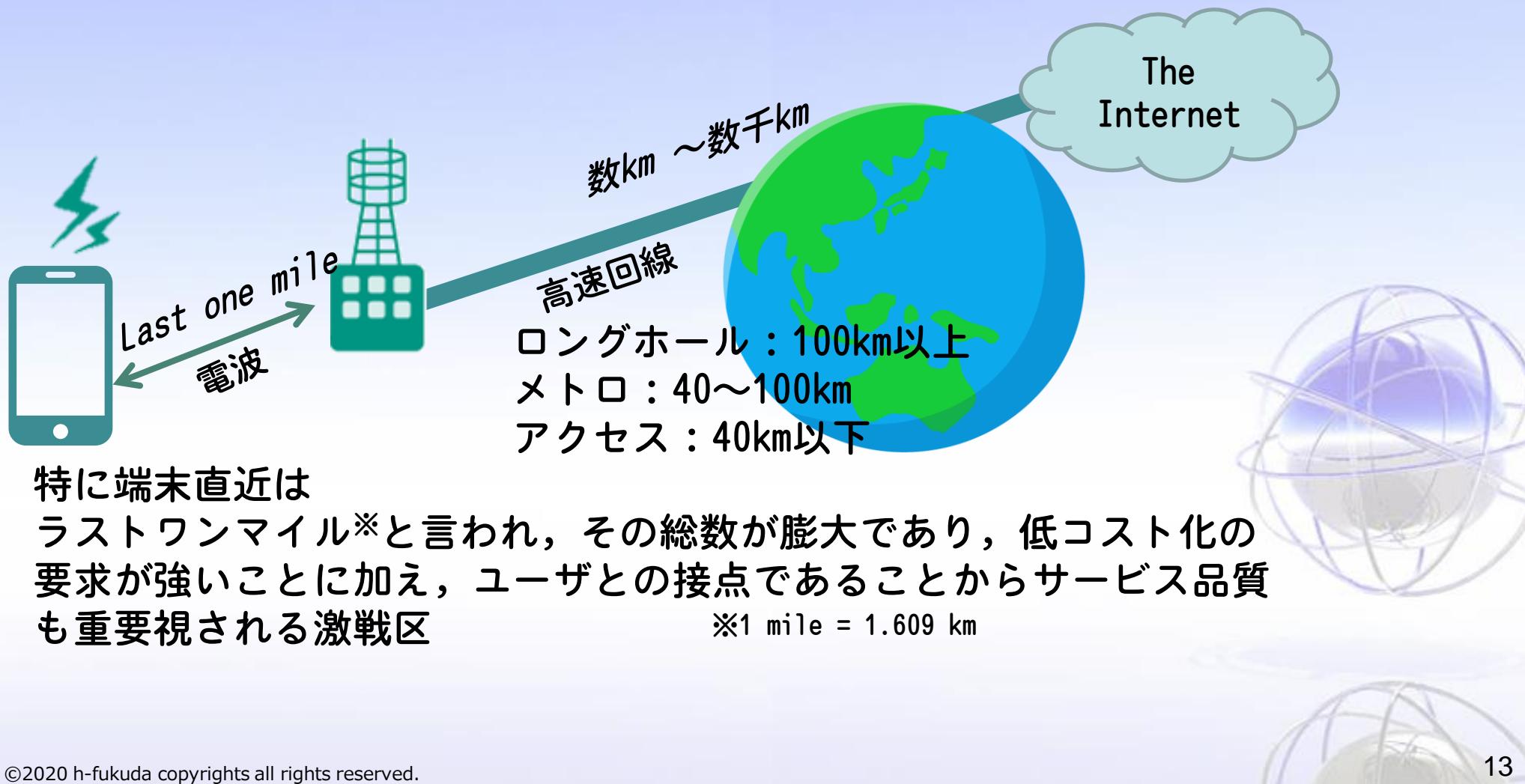
携帯電話は有線通信が支えている

膨大な数の携帯電話・スマートフォンの通信を支えているのは、高速処理が可能なルータや大容量伝送が可能な光ファイバと、各種の符号化・多重化技術



無線通信のラストワンマイル

無線通信によるラストワンマイルは激戦区

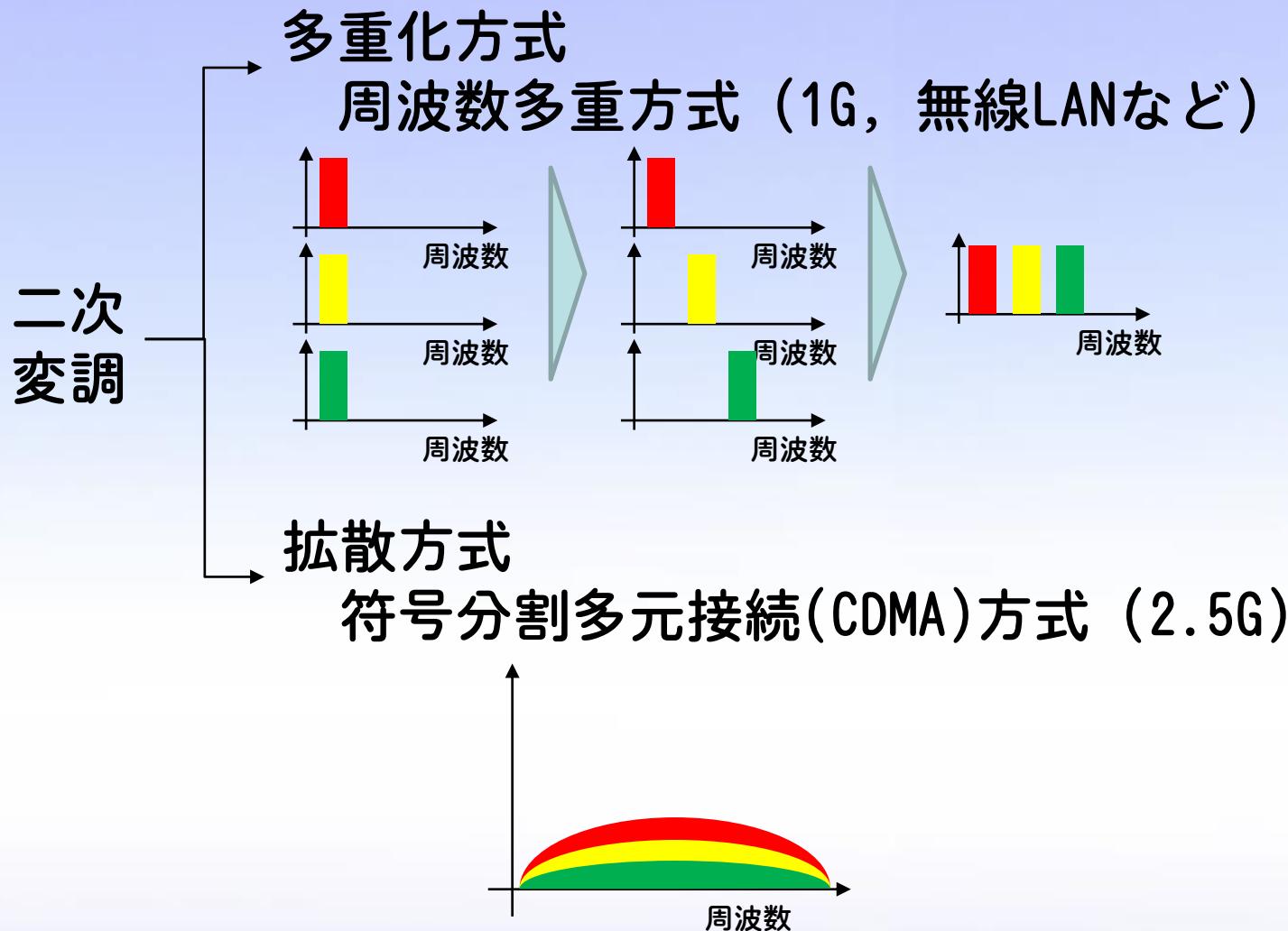


ケータイのアンテナ



図49 地下鉄ホームの屋内用アンテナ

二次変調：多くの携帯電話の接続を効率良く処理する技術



符号拡散多元接続 (Code Division Multiple Access: CDMA)

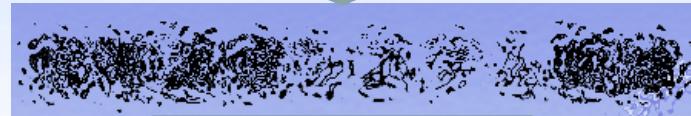
CDMAは 送信者・受信者で取り決めた特別な符号で二次変調することで、微弱な信号であっても送信者と受信者のみが通信可能となる方式



喧騒の中でも知人の声は聞き分けることが出来る。人間には聞き親しんだ知人の声だけに反応し、それを拾い上げる能力があるため（カクテルパーティ効果の一種）

情報通信システム概論

符号拡散



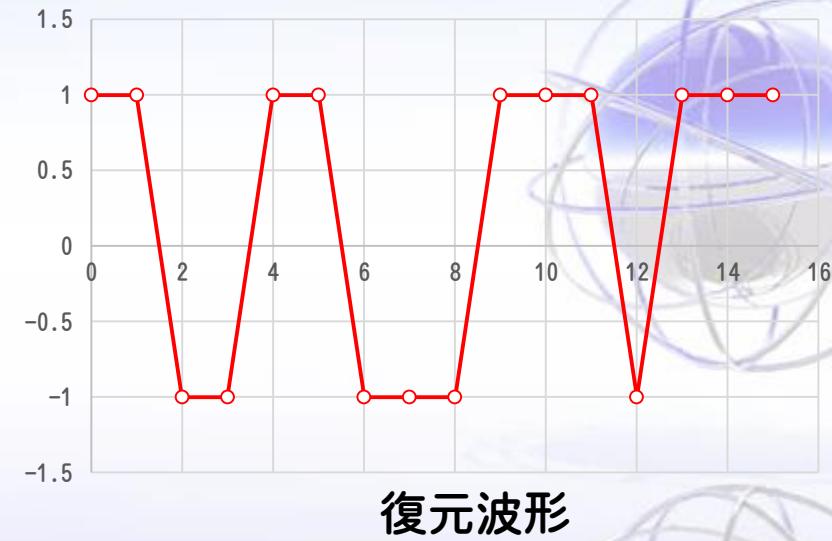
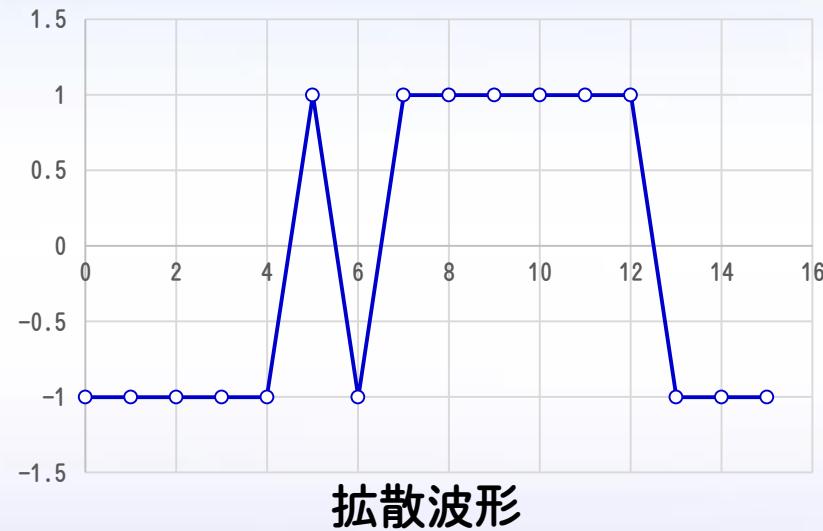
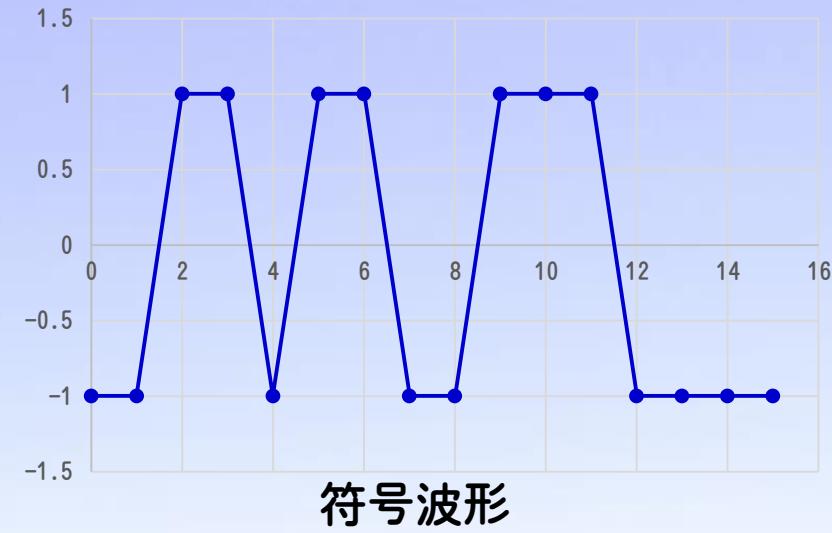
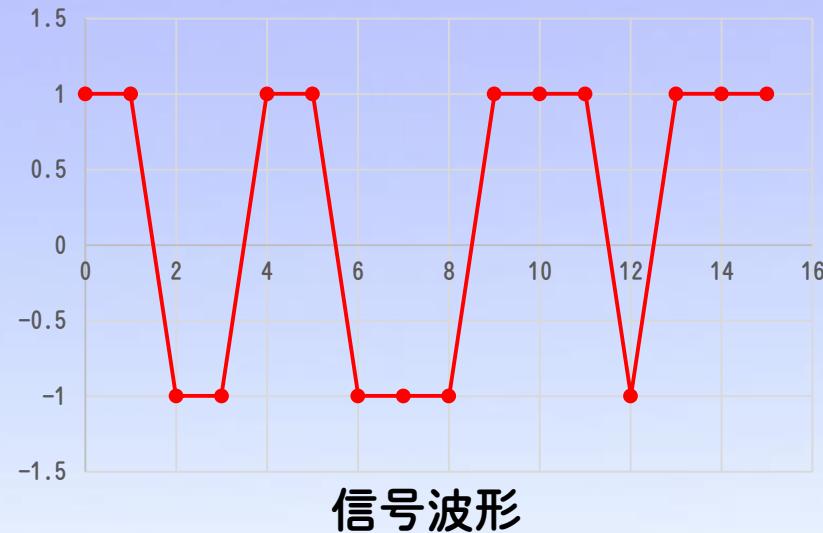
伝送



復元

情報通信システム概論

CDMAの例



多くの音声通話を効率良く処理する技術

音声符号化方式

パルス符号変調

適応多重レート

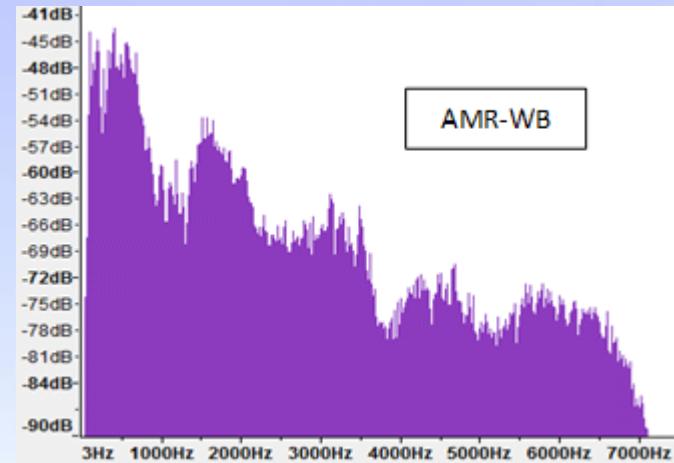
デルタ変調

分析合成符号化

⋮

⋮

固定電話
携帯電話



PCM: 固定電話で使われている音声信号処理技術

変調方式ラインナップ

		振幅	周波数	位相
第6回 講義	アナログ	振幅変調 Amplitude Modulation AM	周波数変調 Frequency Modulation FM	位相変調 Phase Modulation PM
第7回 講義	デジタル	振幅偏移変調 Amplitude Shift Keying ASK	周波数偏移変調 Frequency Shift Keying FSK	位相偏移変調 Phase Shift Keying PSK
第8回 講義	上記の比較、特長			
第9回 講義	パルス	パルス振幅変調 Pulse Amplitude Modulation PAM	パルス幅変調 Pulse Width Modulation PWM	パルス位置変調 Pulse Position Modulation PPM
		パルス符号変調 Pulse Code Modulation PCM		

詳細は
次回

まとめ

情報通信のデジタル化が進んだのは、電子回路が進歩し、高速大容量なデータを取り扱えるようになってきたため

膨大な数の携帯電話・スマートフォンの通信を支えているのは、高速処理が可能なルータや大容量伝送が可能な光ファイバと、各種の符号化・多重化技術

無線通信によるラストワンマイルは激戦区

CDMAは 送信者・受信者で取り決めた特別な符号で二次変調することで、微弱な信号であっても送信者と受信者のみが通信可能となる方式