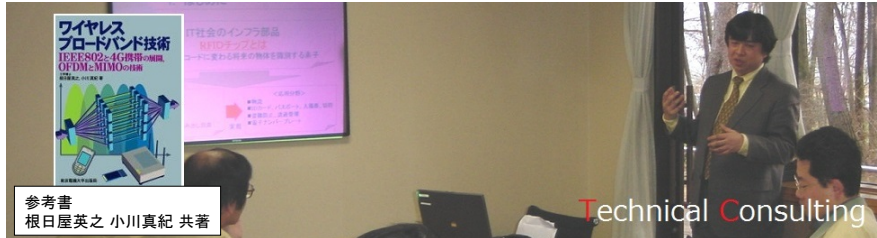


## 第13回 高度化する情報通信 … 通信方式と多元接続技術について

TDU



参考書  
根日屋英之 小川真紀 共著

Technical Consulting

講義資料は  
<http://amplet.tokyo/tdu>  
からダウンロードできます。

初版：2017年3月19日

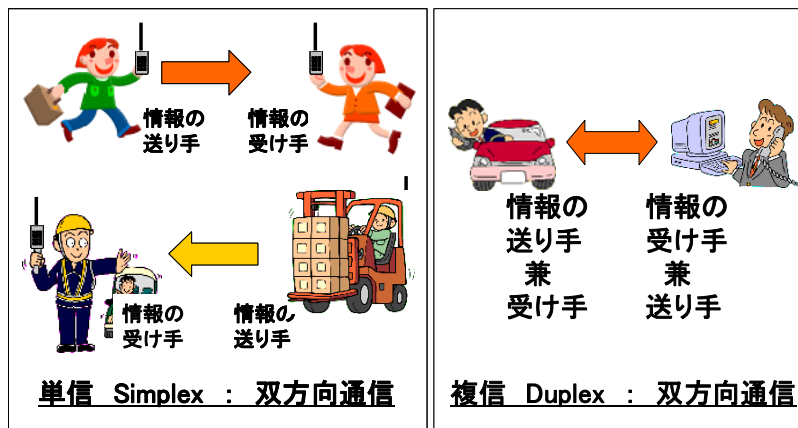
ユビキタス無線工学  
担当：根日屋 英之

2016年7月6日

1

## 単信と複信

TDU

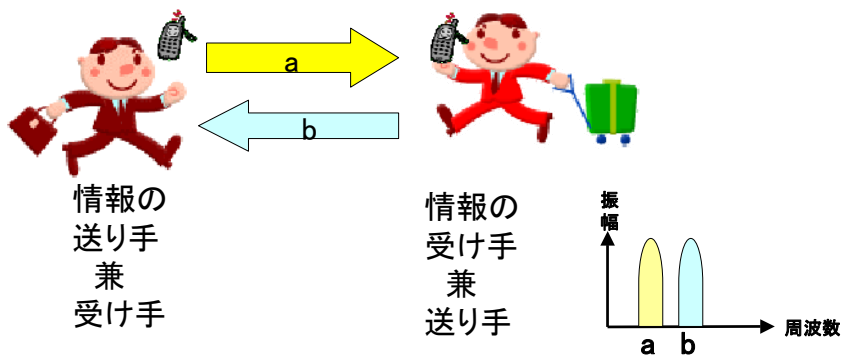


2016年7月6日

2

## 周波数分割複信 (FDD)

TDU

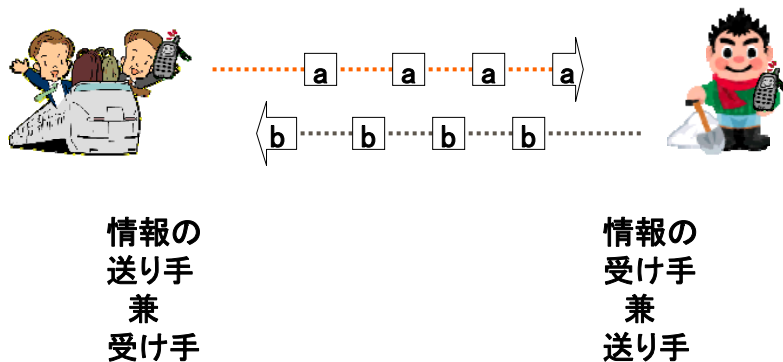


2016年7月6日

3

## 時分割複信 (TDD)

TDU



2016年7月6日

4

## 多元接続方式

TDU

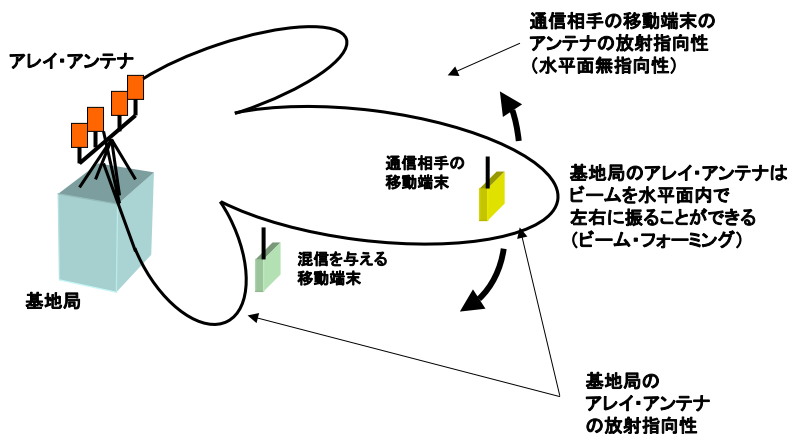
空間分割多元接続方式	SDMA (Space Division Multiple Access)
周波数分割多元接続方式	FDMA (Frequency Division Multiple Access)
時間分割多元接続方式	TDMA (Time Division Multiple Access)
符号分割多元接続方式	CDMA (Code Division Multiple Access)
偏波面分割多元接続方式	PDMA (Polarization Division Multiple Access)

2016年7月6日

5

## 空間分割多元接続(SDMA)方式

TDU

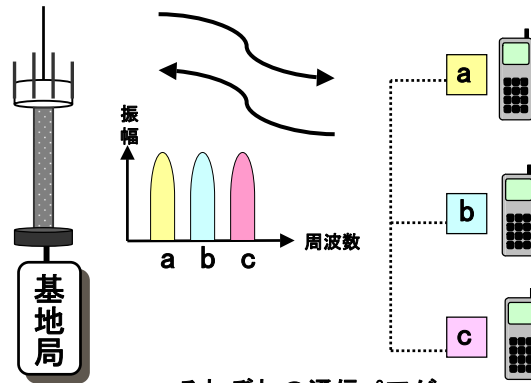


2016年7月6日

6

## 周波数分割多元接続(FDMA)方式

TDU



それぞれの通信ペアが異なる周波数を使用する

2016年7月6日

7

## 時分割多元接続(TDMA)方式

TDU



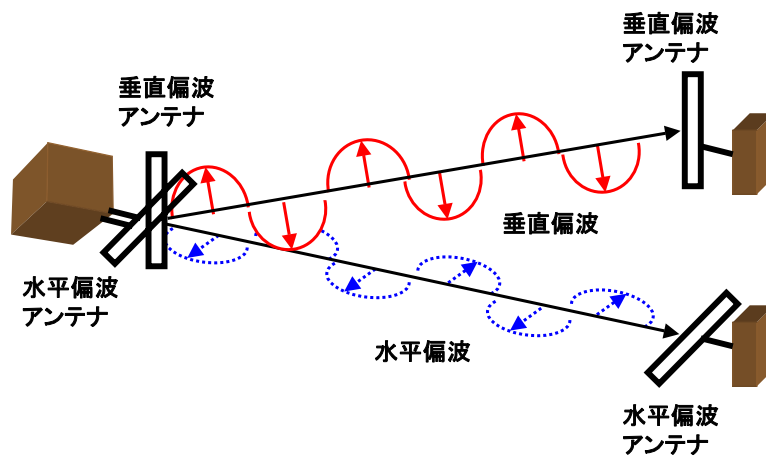
同じ周波数を時間で分割する

2016年7月6日

8

## 偏波面分割多元接続(PDMA)方式

TDU

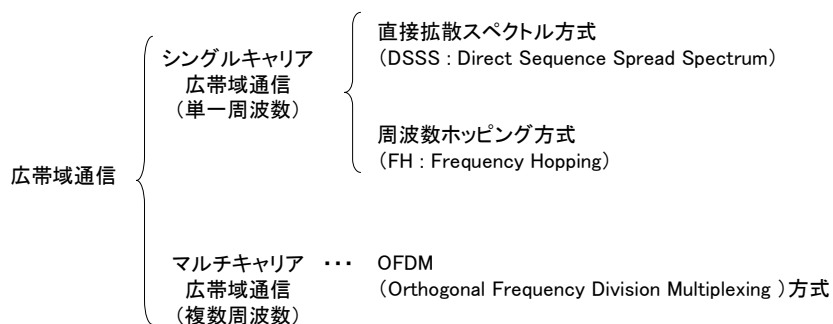


2016年7月6日

9

## 広帯域通信の分類

TDU



2016年7月6日

10

## シングルキャリア広帯域通信 (単一周波数)

直接拡散スペクトル方式  
(DSSS : Direct Sequence Spread Spectrum)

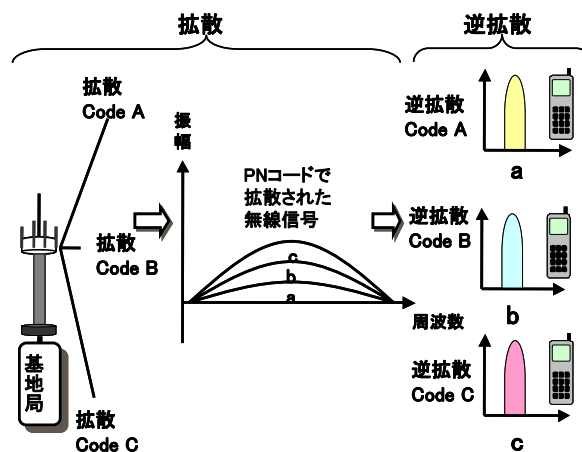
周波数ホッピング方式  
(FH : Frequency Hopping)

2016年7月6日

11

## 直接拡散方式の符号分割多元接続(CDMA)方式

TDU

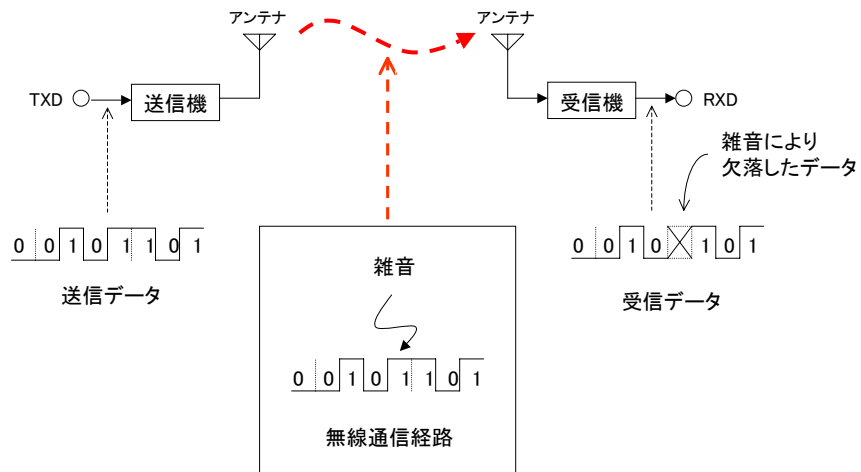


2016年7月6日

12

# 狭帯域無線通信の概要

TDU



2016年7月6日

13

# スペクトル拡散通信

2016年7月6日

14

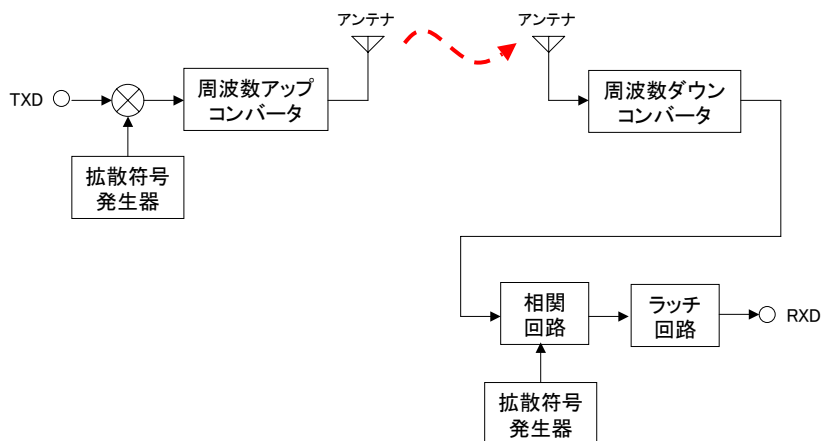
## スペクトル拡散(直接拡散方式)の概要

2016年7月6日

15

## スペクトル拡散(直接拡散方式)の概要

TDU



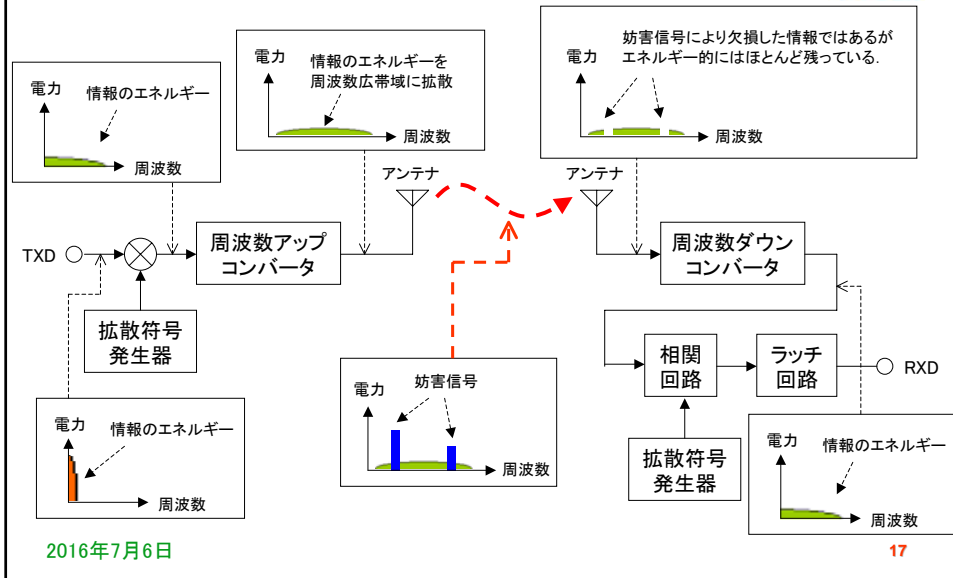
2016年7月6日

16



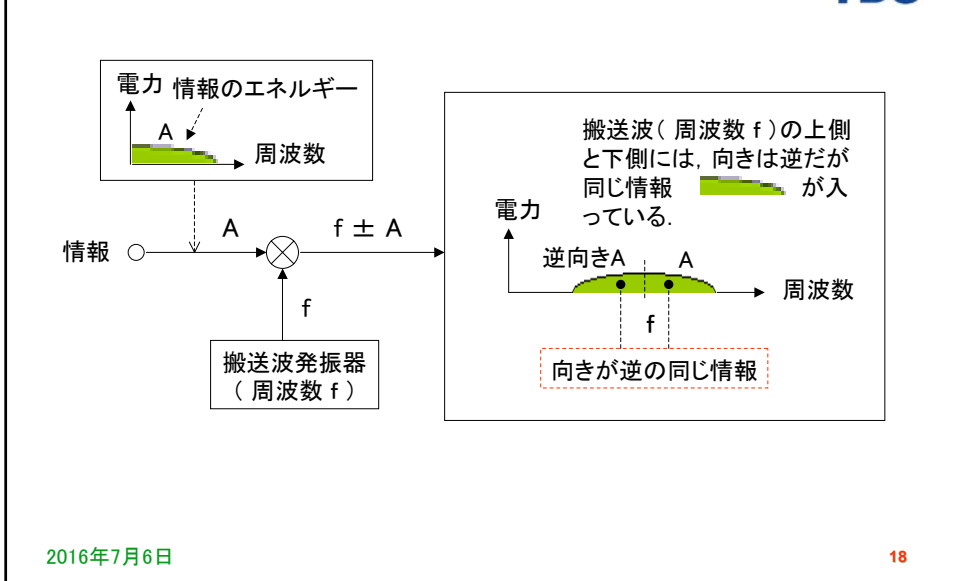
# スペクトル拡散(直接拡散方式)の概要

TDU



# 周波数アップコンバータ

TDU



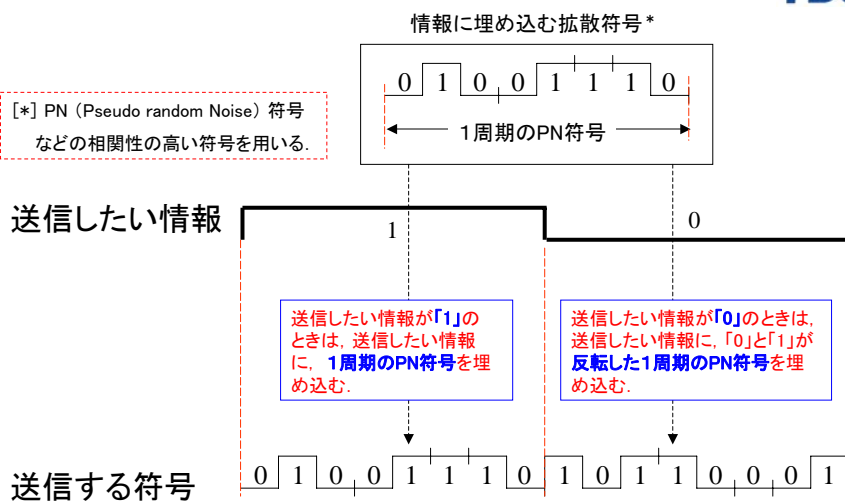
## スペクトル拡散 … 送信側の動作

2016年7月6日

19

## スペクトル拡散 … 送信側の動作

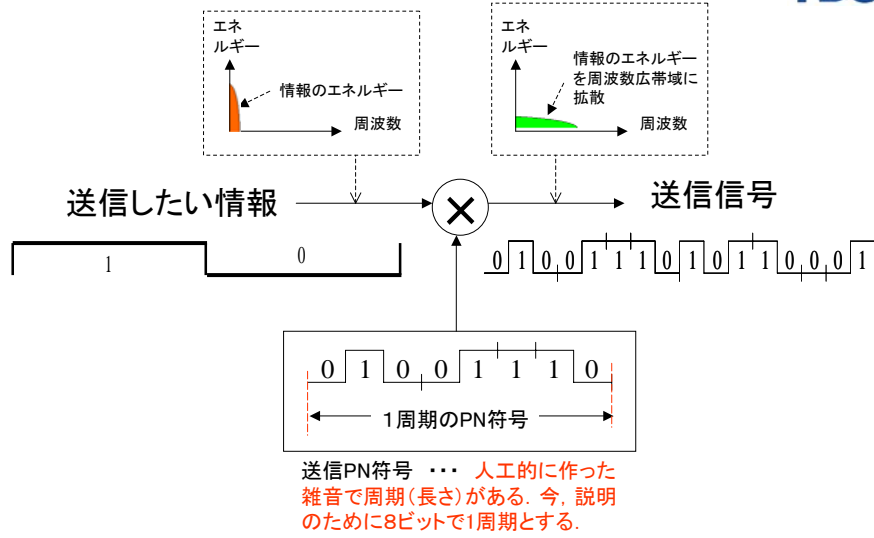
TDU



2016年7月6日

20

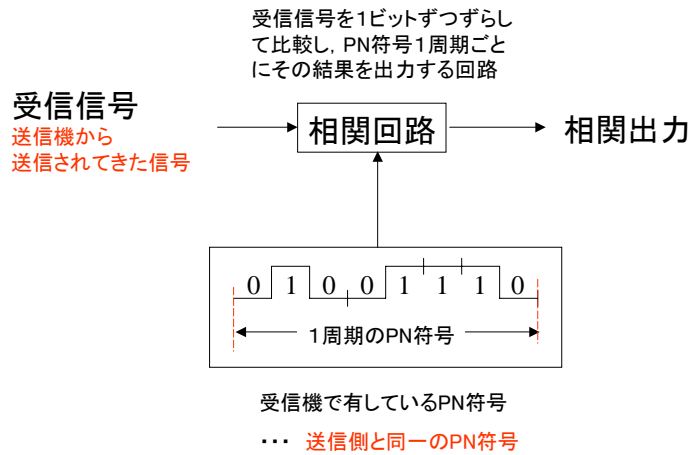
# スペクトル拡散 …… 送信側の動作



# スペクトル拡散 …… 受信側の動作

## スペクトル拡散 …… 受信側の動作

TDU

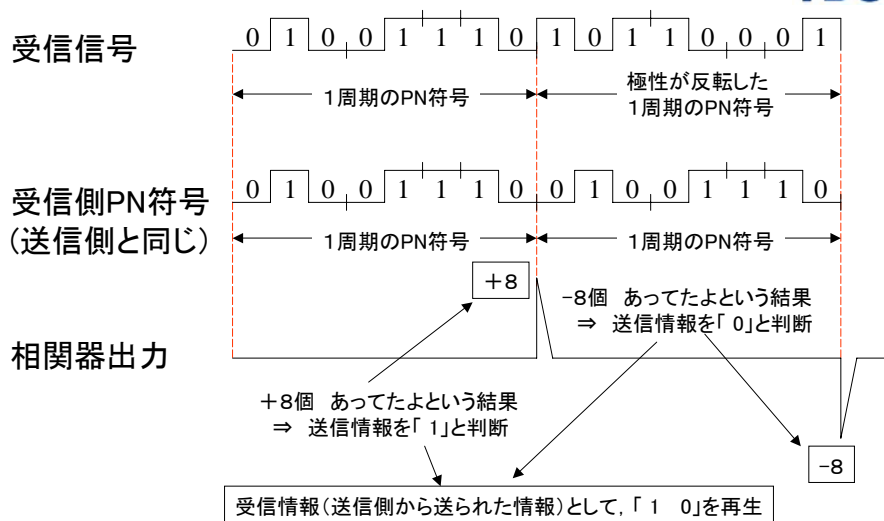


2016年7月6日

23

## スペクトル拡散 …… 受信側の動作

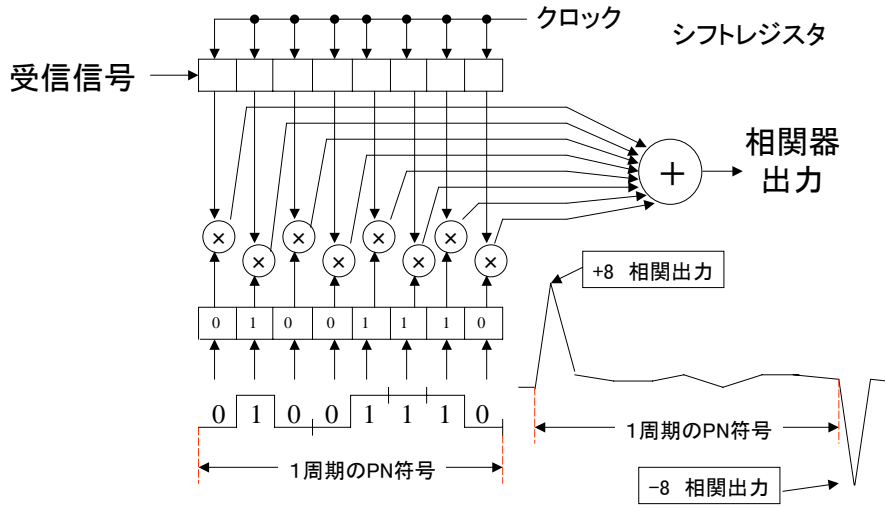
TDU



2016年7月6日

24

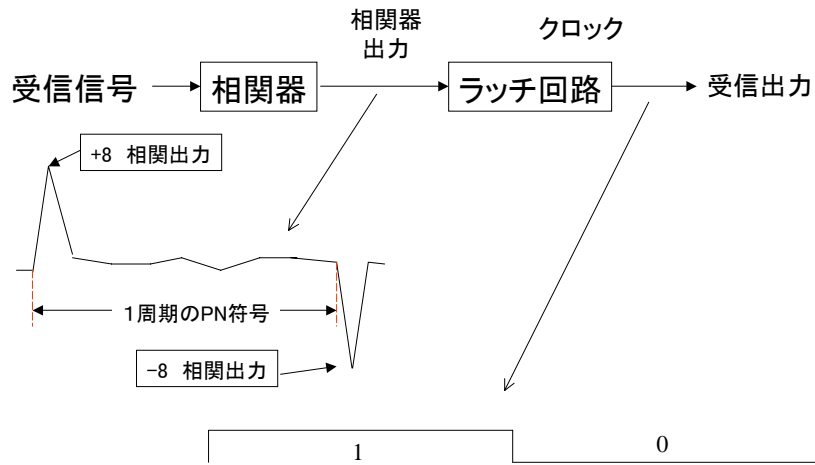
# スペクトル拡散 …… 受信側の動作



2016年7月6日

25

# スペクトル拡散 …… 受信側の動作

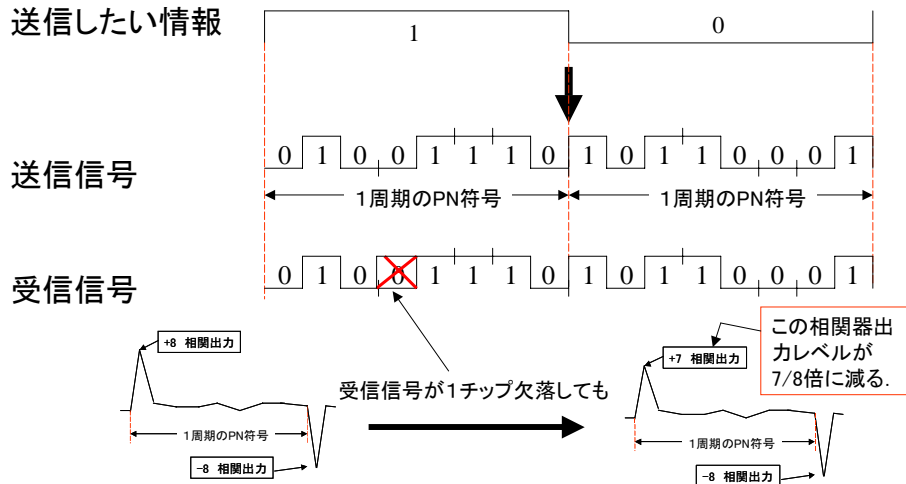


2016年7月6日

26

## スペクトル拡散 …… 受信側の動作

TDU



2016年7月6日

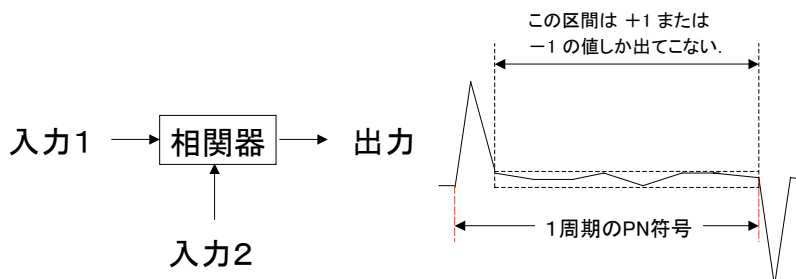
27

## PN符号は相関性の高い符号

TDU

### PN符号の特徴 (PN符号を使う理由)

- ① nビット長の同じPN符号を相関器に入力すると, nビット1回(1ビット長)だけ大きな相関出力値が出てくるが, それ以外の期間は+1または-1の値しか出てこない.
- ② 異なるPN符号を相関器に入力すると, 相関器の出力は+1または-1の値しか出てこない.



2016年7月6日

28

# シングルキャリア広帯域通信 (単一周波数)

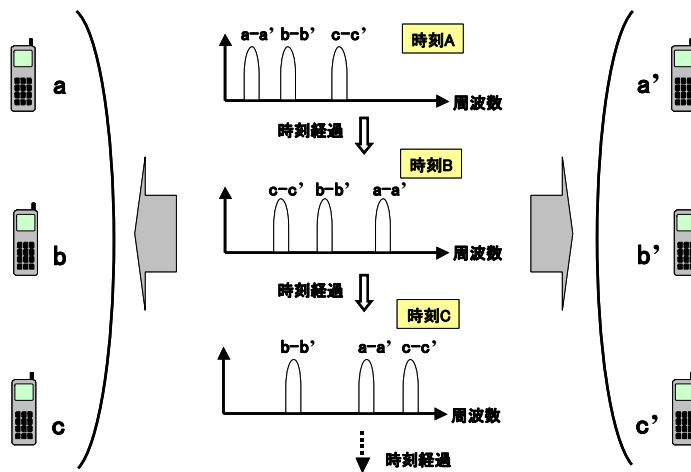
- 直接拡散スペクトル方式  
(DSSS : Direct Sequence Spread Spectrum)
- 周波数ホッピング方式  
(FH : Frequency Hopping)

2016年7月6日

29

## 周波数ホッピング(FH)方式の概要

TDU

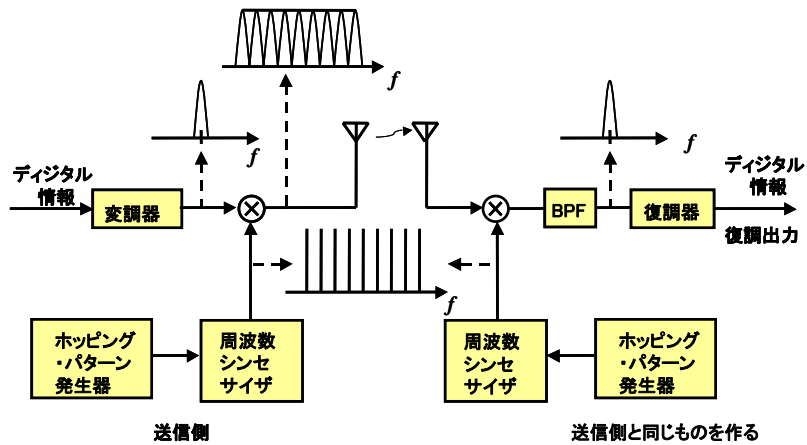


2016年7月6日

30

## 周波数ホッピング(FH)方式の概要

TDU

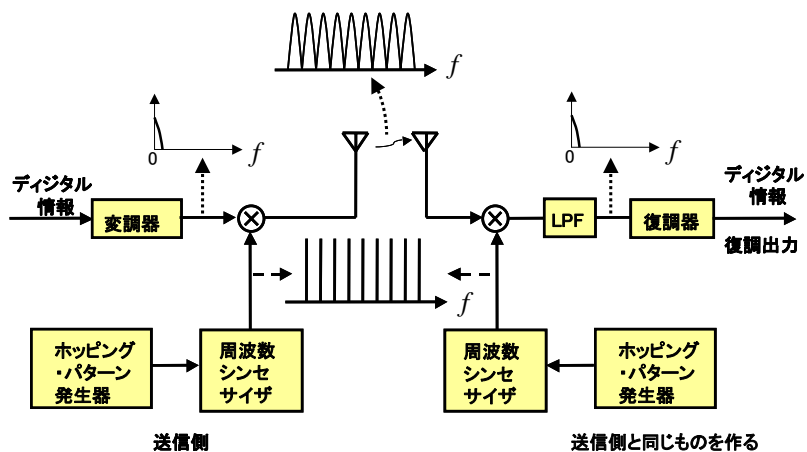


2016年7月6日

31

## 周波数ホッピング(FH)方式の概要

TDU



2016年7月6日

32



# マルチキャリア広帯域通信 (複数周波数)

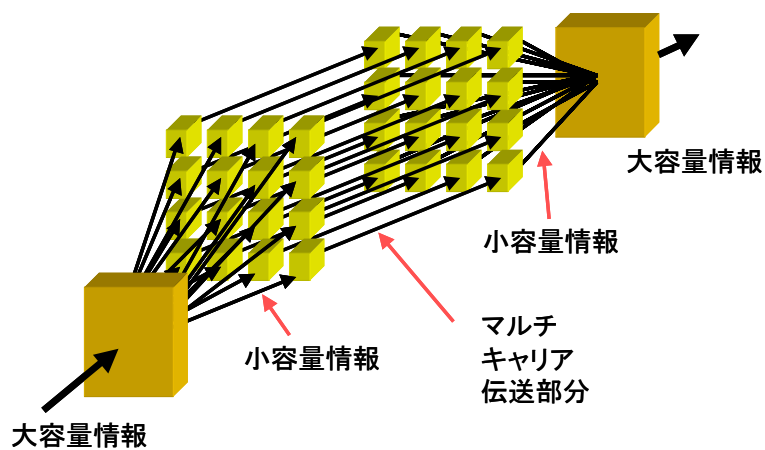
OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式

2016年7月6日

33

## OFDM方式の概要

TDU

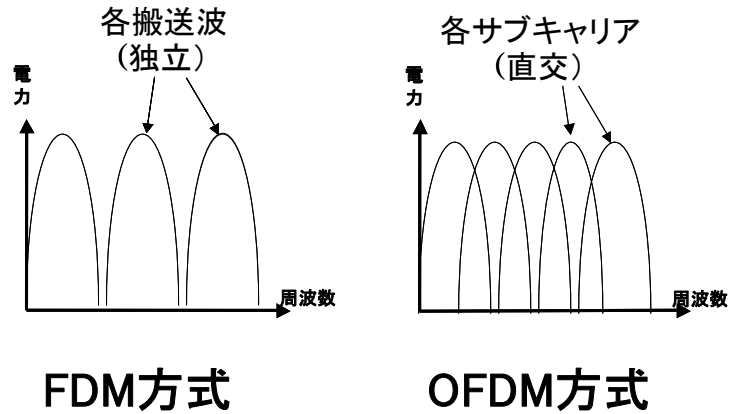


2016年7月6日

34

## OFDM方式の概要

TDU



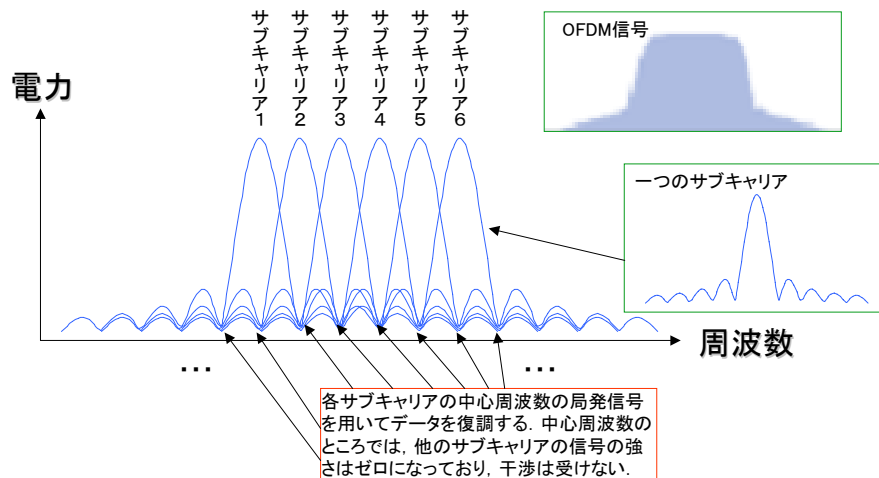
2016年7月6日

35

## OFDMで送受信する信号の波形

TDU

OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing



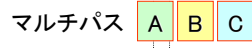
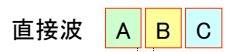
2016年7月6日

36

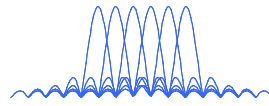
# OFDMで送受信する信号の波形



PSK

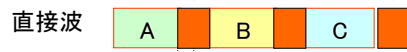


符号間干渉有り



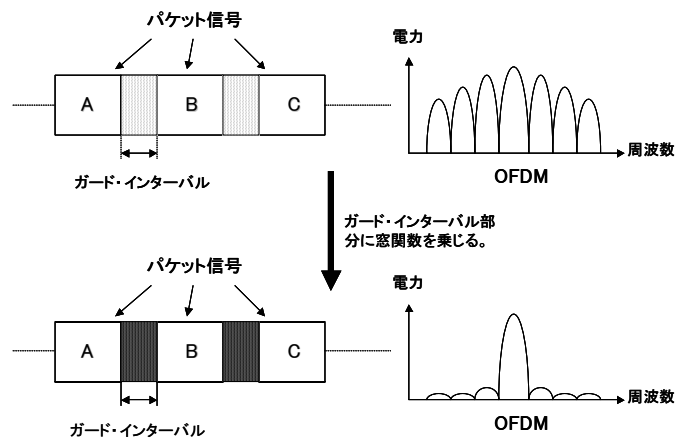
OFDM

ガードインターバルを挿入



符号間干渉無し

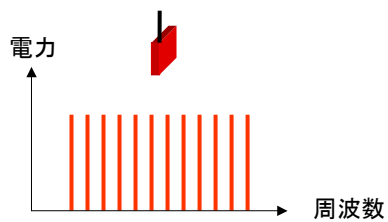
# 隣接スプリアス対策



# OFDM と OFDMA

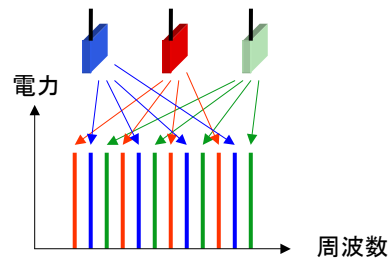
**OFDM (直交周波数分割多重)**  
Orthogonal Frequency Division Multiplex

- ・ 1台の移動端末が全てのサブキャリアを使う.
- ・ 同時に通信できる移動端末は1台



**OFDMA (直交周波数分割多元接続)**  
Orthogonal Frequency Division Multiple Access

- ・ 複数の移動端末がサブキャリアを分け合う.
- ・ 同時に複数の移動端末が通信可能 (1:n)



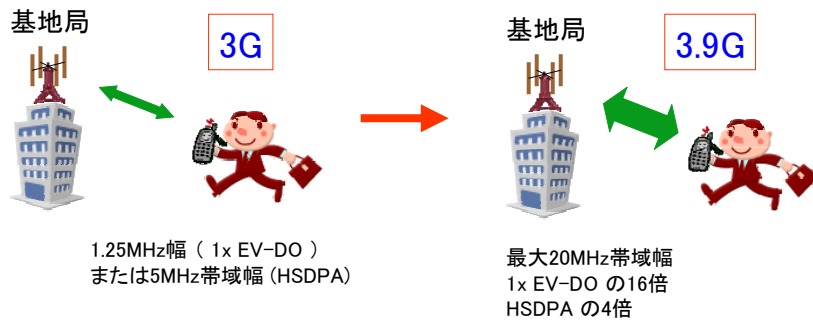
# 高速化を実現する技術の総括



## 高速化を実現する技術の総括（その1）

TDU

### 占有帯域周波数の広帯域化



2016年7月6日

41

## 高速化を実現する技術の総括（その2）

TDU

### MIMOによる多重化



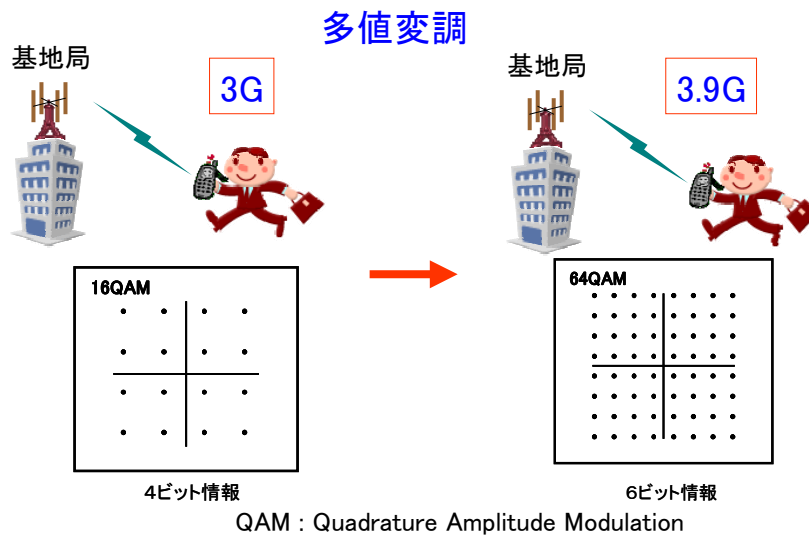
MIMO : Multiple Input Multiple Output

2016年7月6日

42

## 高速化を実現する技術の総括（その3）

TDU



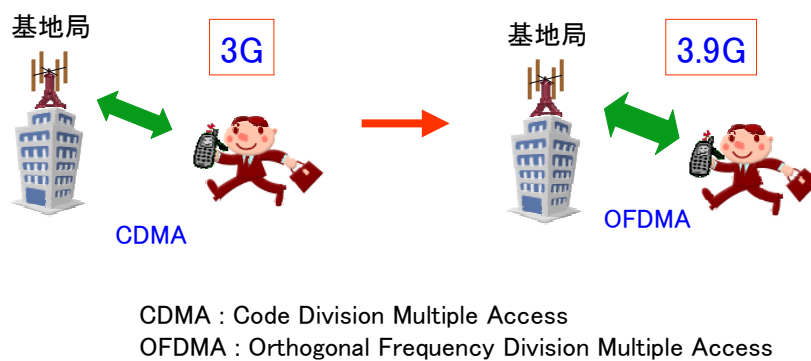
2016年7月6日

43

## 高速化を実現する技術の総括（その4）

TDU

### 多元接続技術



2016年7月6日

44

## 国際標準化の重要性

2016年7月6日

45

## 日本が先か，世界が先か

TDU

### ● 日本市場で成功してから，世界市場へ

キャリアと供給する端末ベンダーの発想 ... 事業者免許を与える主官庁の存在，自国内のユーザーがまずは顧客，日本語のユーザーを対象。



世界戦略で日本の携帯電話が弱い。

### ● 最初から世界を目指す

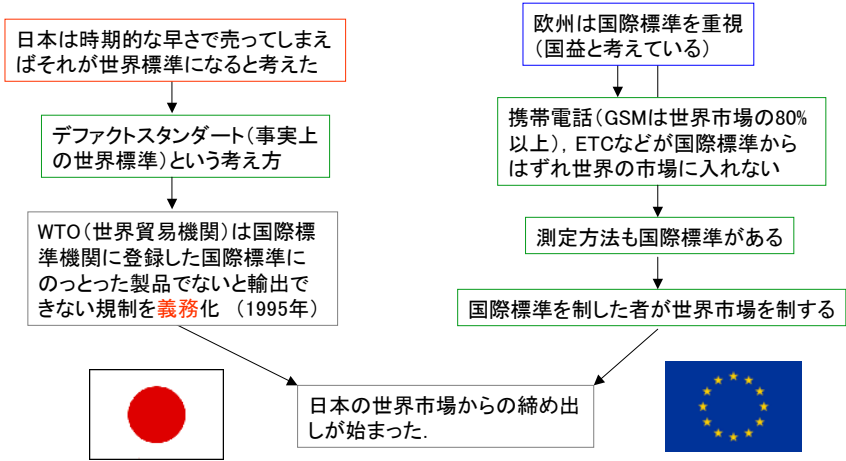
半導体メーカーやパソコンメーカーの発想 ... たくさん売れば製品価格がさがり，製品価格に占める開発費の比率は低くなる。この業界から出てきた iPhone は，HTML5 や 多言語対応。

2016年7月6日

46

1995年のWTO (世界貿易機関) 決定により,  
日本は国際ビジネス戦略が鈍化した

TDU

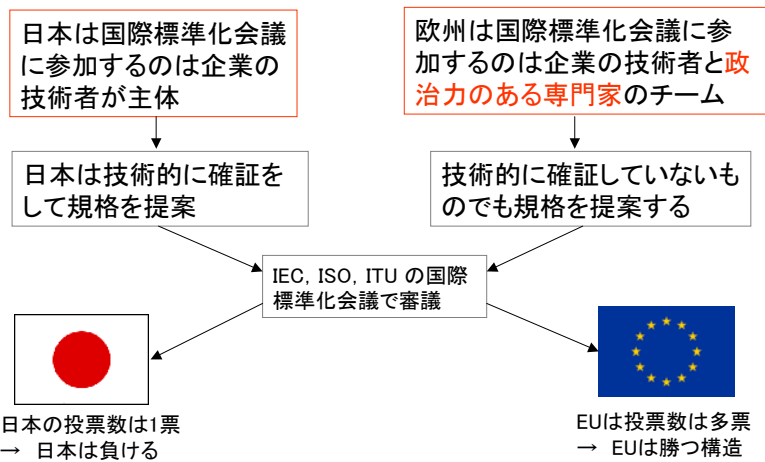


2016年7月6日

47

1995年のWTO (世界貿易機関) 決定により,  
日本は国際ビジネス戦略が鈍化した

TDU



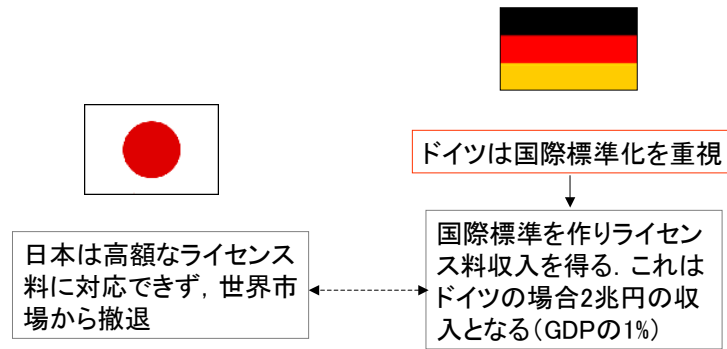
2016年7月6日

48



# ドイツの国際ビジネス戦略

TDU



2016年7月6日

49