

# 第十章

## スペクトル拡散通信の基礎

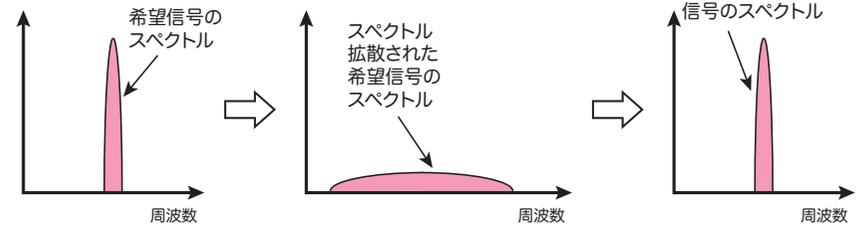
## スペクトル拡散通信

### 🎯 スペクトル拡散 (spread spectrum: SS) 通信

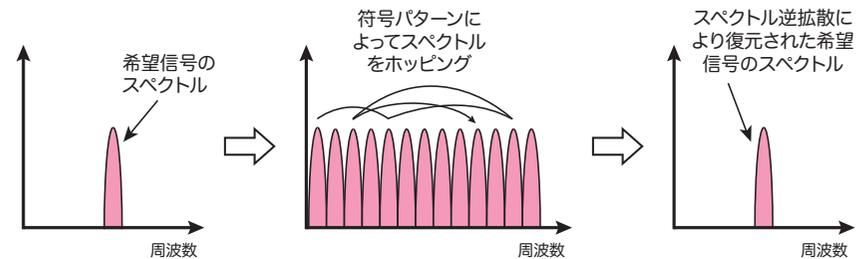
- 🎯 情報と無関係な符号を使って、情報を伝達するのに必要な周波数帯域よりも大幅に広い帯域に情報のスペクトルを拡散して信号を送信する変調方式
- 🎯 受信側では、拡散に用いた符号や信号の複製を使ってスペクトルの逆拡散を行う
- 🎯 符号を直接乗算してスペクトルを拡散
- 🎯 符号によって搬送波周波数をホッピングさせる

## スペクトル拡散通信 (cont'd)

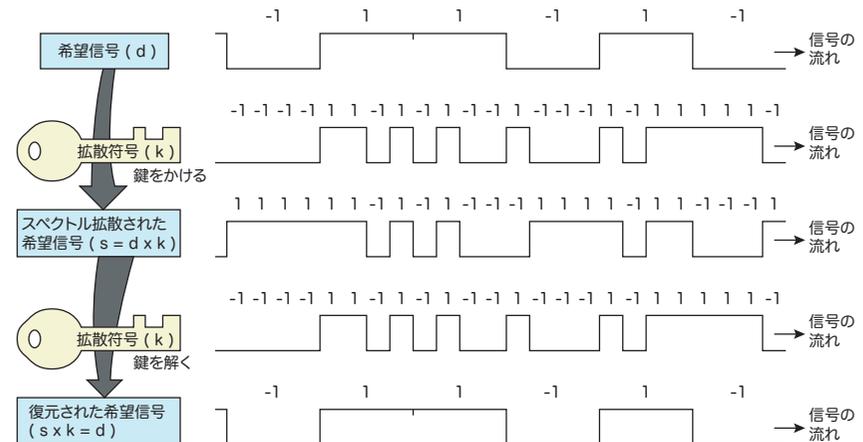
### 直接拡散 (DS) 方式



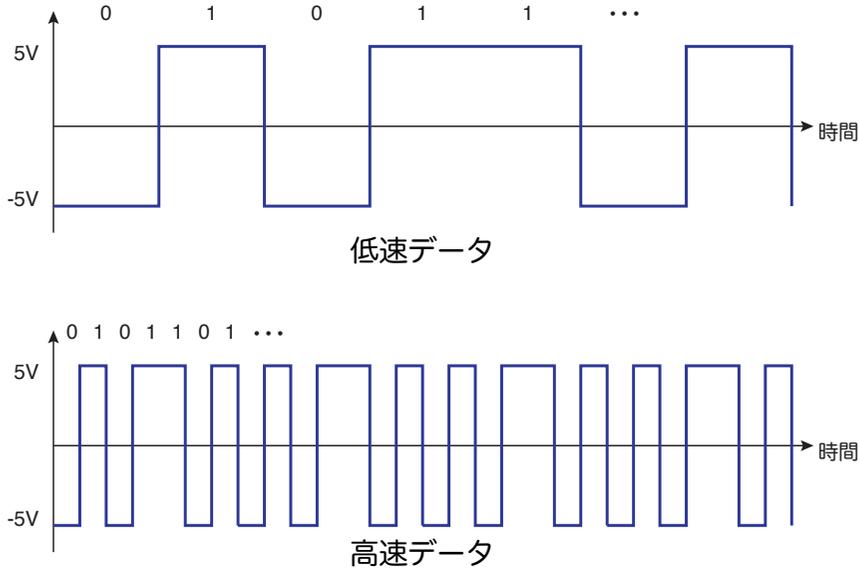
### 周波数ホッピング (FH) 方式



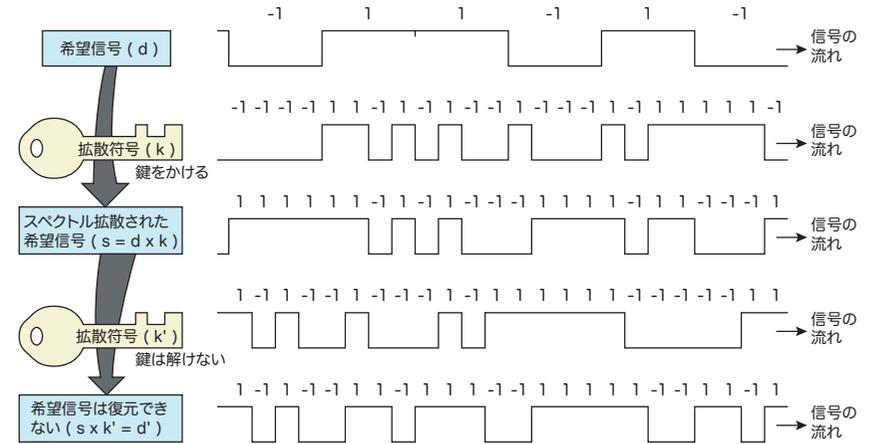
## 拡散/逆拡散の原理 (符号が一致)



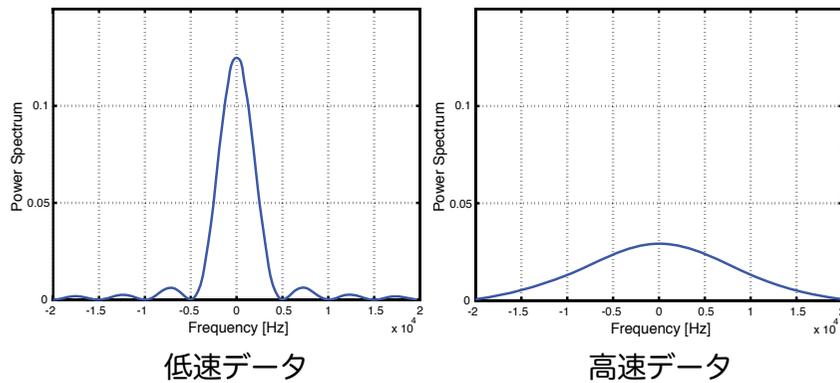
## ベースバンド信号の速度と帯域幅



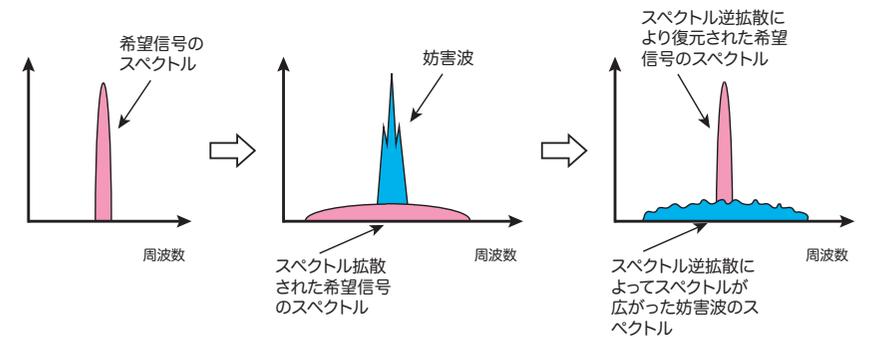
## 拡散／逆拡散の原理（符号が不一致）

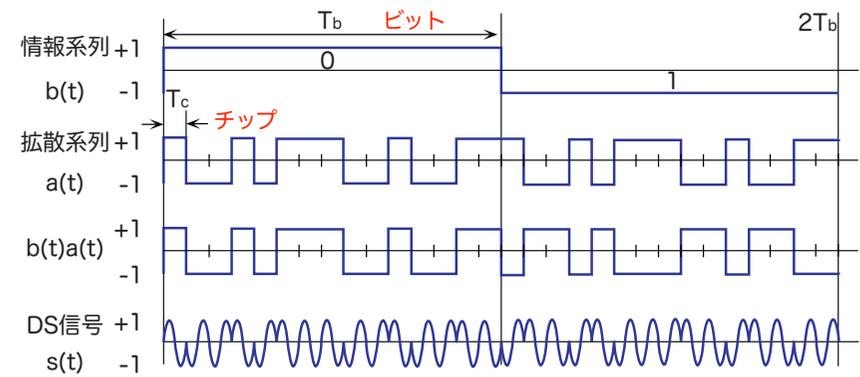
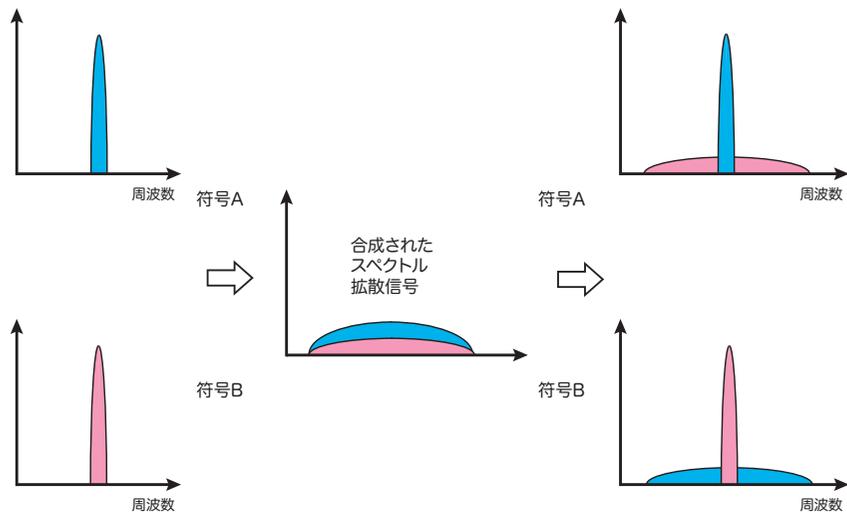
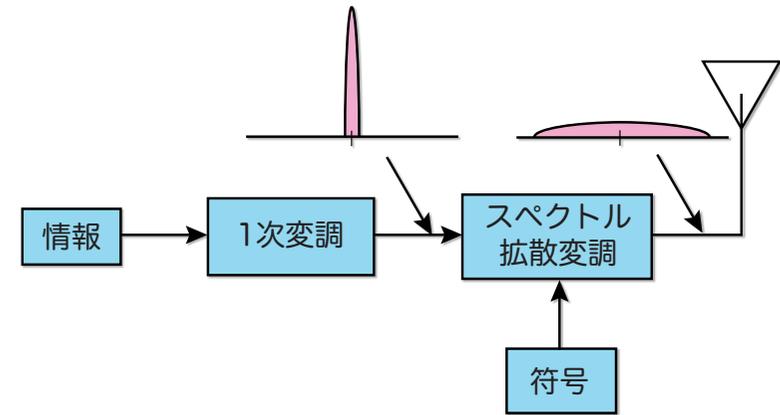
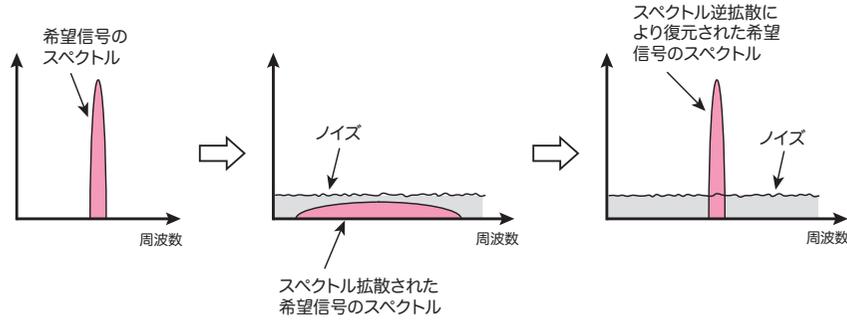


## ベースバンド信号のスペクトル概略



## 耐妨害性

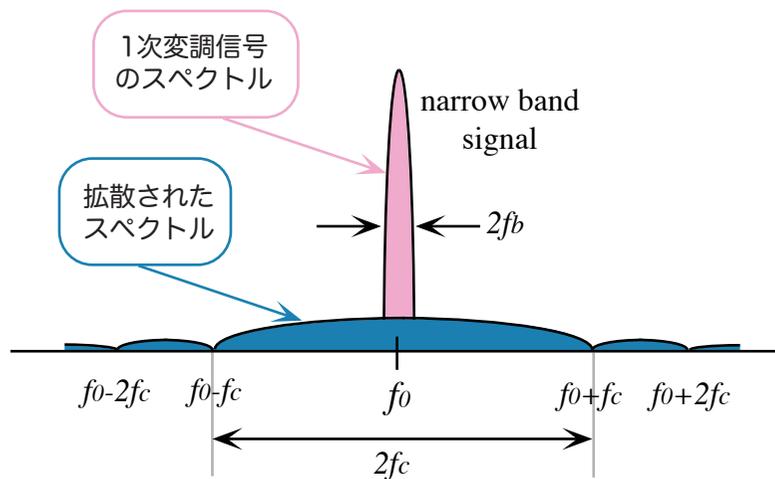




拡散率 = 15

## DS信号のスペクトル

13

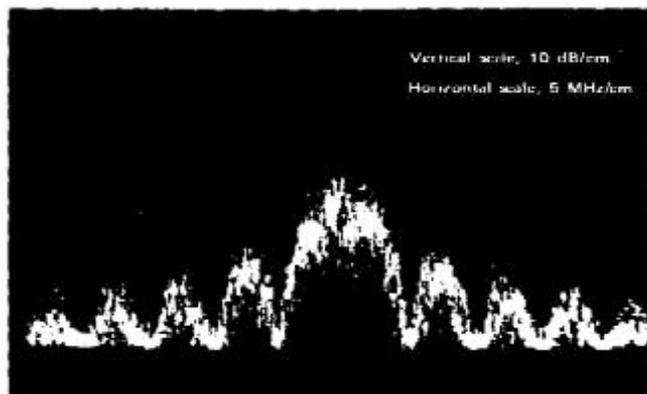


Takahiko Saba

Dept. of Computer Science, C.I.T.

## 直接拡散(DS)方式のスペクトル例

14



Takahiko Saba

Dept. of Computer Science, C.I.T.

## SS = 高速通信?

15

- ☺ スペクトル拡散 (SS) 通信それ自体は高速通信を実現するものではない
- ☺ 干渉に対する耐性
- ☺ 低電力スペクトル密度 (通信の秘匿)
- ☺ 秘話性 (拡散符号による)
- ☺ 多元接続
- ☺ 測位能力 (GPS)
- ☺ 広帯域に拡散するが、シンボル (データ) レート自体は狭帯域のときと同じ (ただし、CDMによる高速化は可能)
- ☺ スペクトル拡散通信で高速通信を実現するには、数十MHzの帯域幅を必要とする (これだけ使えば、通常のQPSK方式でも相当高速な通信が実現できる)

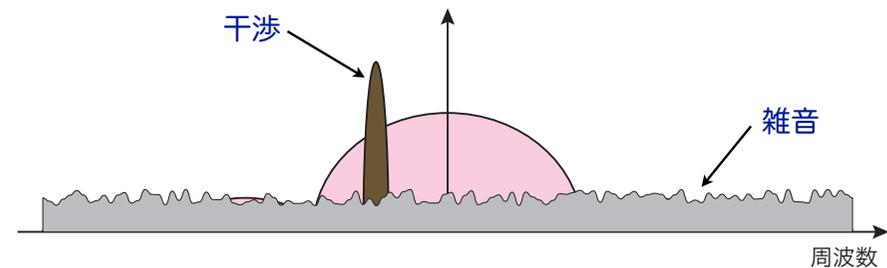
Takahiko Saba

Dept. of Computer Science, C.I.T.

## 高速シンボルレートによる広帯域通信

16

- ・簡単に高速通信が可能だが、干渉の影響を強く受ける



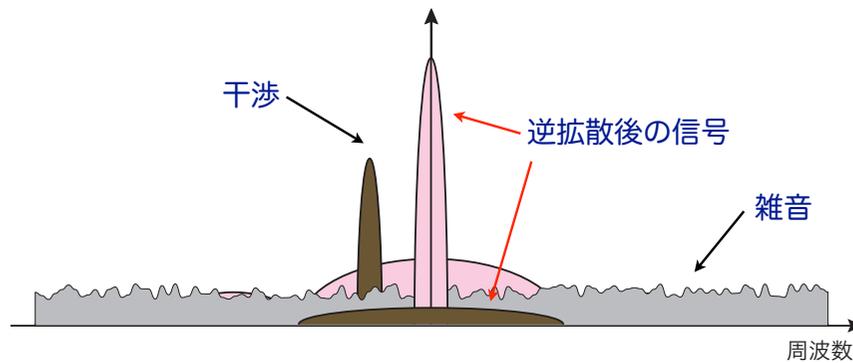
Takahiko Saba

Dept. of Computer Science, C.I.T.

## DS-SSによる広帯域通信

17

- ・逆拡散によって干渉（狭帯域／広帯域）に耐性ができる
- ・高速通信するには多重化 or さらに広帯域化

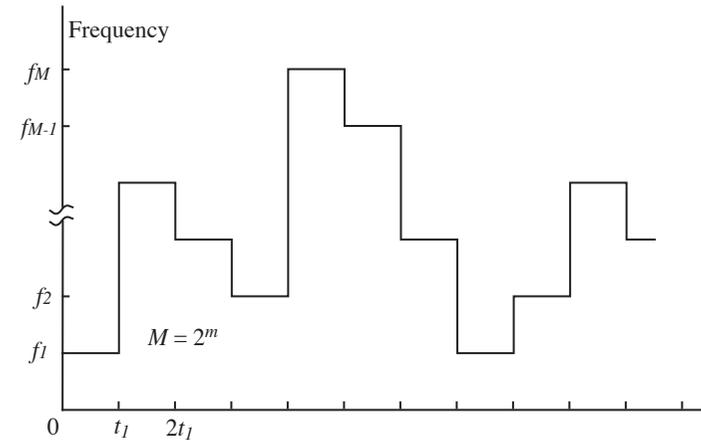


Takahiko Saba

Dept. of Computer Science, C.I.T.

## 搬送波周波数の切り替えパターン例

19

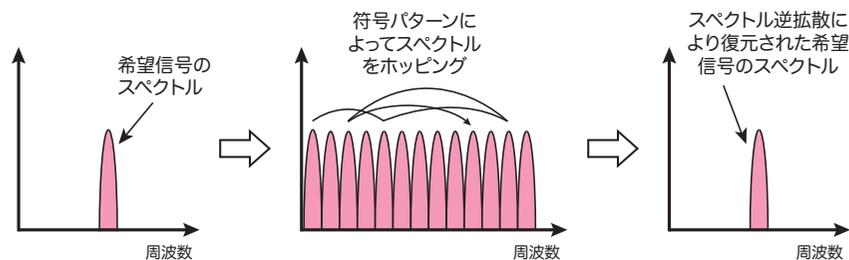


Takahiko Saba

Dept. of Computer Science, C.I.T.

## 周波数ホッピング(Frequency Hopping) <sup>18</sup>

- 📍 初期の無線LAN (IEEE 802.11) , Bluetoothで使用
- 📍 符号によって決まるホッピングパターンで搬送波周波数を高速に切り替えることで、擬似的に広帯域化
- 📍 送信側と同一位相の同一符号によって決まるホッピングパターンで受信周波数を切り替えることで、狭帯域信号に復元した後、復調

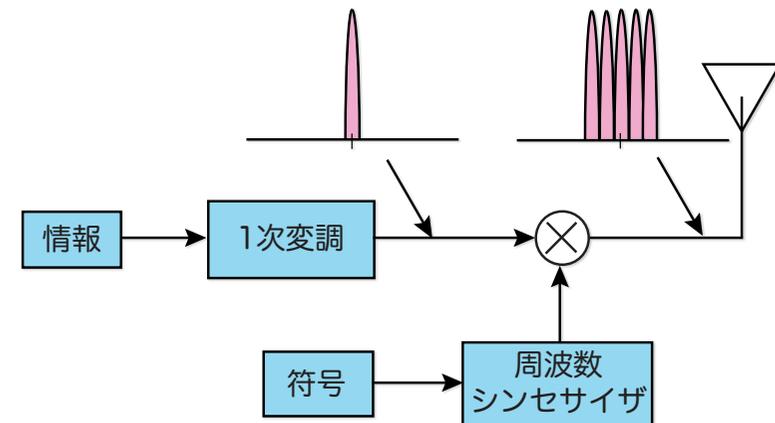


Takahiko Saba

Dept. of Computer Science, C.I.T.

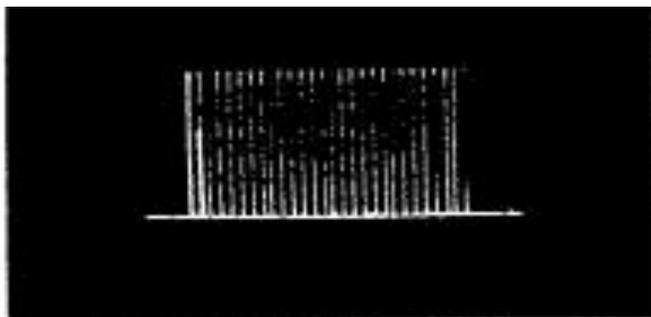
## FHシステム

20



Takahiko Saba

Dept. of Computer Science, C.I.T.



## 無線LAN

○ IEEE802.11b

➡ DS方式

- 無線LANの標準規格として爆発的に普及
- 伝送速度: 11 Mbps, 周波数: 2.4 GHz帯

○ IEEE802.11g: 54 Mbps/2.4 GHz帯

○ IEEE802.11n: 600 Mbps/2.4&5.2 GHz帯

○ IEEE802.11ac: 3.6 Gbps/2.4&5.2 GHz帯

} ➡ OFDM方式

## Bluetooth

➡ FH方式

- 伝送速度: 約 1Mbps, 周波数: 2.4 GHz, 伝送距離: 10 m
- PCやその周辺機器, 携帯電話などで採用

