

1 はじめに

移動体通信の通信量（トラフィック）は10年で1000倍の割合で増大^[1]しており，通信の高速・大容量化は今後ますます重要となる。これにともない効率の良い通信システムがますます重要となる。

シャノンによれば，熱雑音環境下のチャネルを伝送できる信号の周波数利用効率 C/W (bit/s/Hz) の限界値は次式で与えられる^[2]。

$$\frac{C}{W} = \log_2(1 + \text{SNR}) = \log_2 \left(1 + \frac{E_b}{N_0} \frac{C}{W} \right) \quad (1.1)$$

ここで， C ; 単位時間当りのチャネル容量（ビット数） (bit/s)

W ; チャネルの周波数帯域幅 (Hz)

SNR ; 信号電力対雑音電力比

E_b/N_0 ; 1ビット当りの信号エネルギー対雑音電力密度比

図1.1に種々の変調方式に対する周波数利用効率 C/W を示す^[3]。現実のシステムはシャノンによる限界値に及ばないが，その中であって周波数利用効率 C/W の良いものとして MQAM デジタル変調による線形変調方式がある。

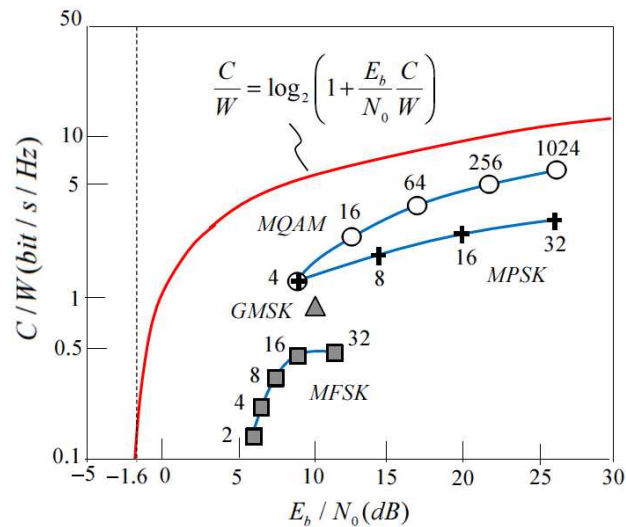


図 1.1 種々の変調方式の周波数利用効率 C/W （文献[3]による）
（同期検波，誤り訂正符号なし， $\text{BER} = 10^{-4}$ における E_b/N_0 ）

移動体通信システムでは大気を伝送媒体として用いるため、気象条件や地理的条件により伝搬路特性が変化するフェージング問題があり、また、さまざまな他システムやチャネルからの干渉があり、これを防ぐ必要がある。このような環境の中で、限られた範囲の通信リソース（周波数、時間、符号、空間、電力）を用いて、多数のユーザが高速・大容量で、かつ、高品質な通信を同時に行えるようにする必要がある。

このため、システム的には、帯域拡大（高速・高周波化）による周波数リソースの増大を図るとともに、効率良い通信リソースの活用、および、フェージングおよび他からの干渉を防ぐ無線アクセスのための取り組みが行われてきた。システム要求から、送受信機に用いられる無線回路デバイスに対する要求性能が決められる。

図 1.2 に移動体通信システムの一般的な送受信機構成を示す。図にはシステムおよび回路デバイスに対して検討すべき項目と課題も示している。なお、回路デバイスに関しては別に表わす姉妹書「無線通信回路デバイス」を参照されたい。

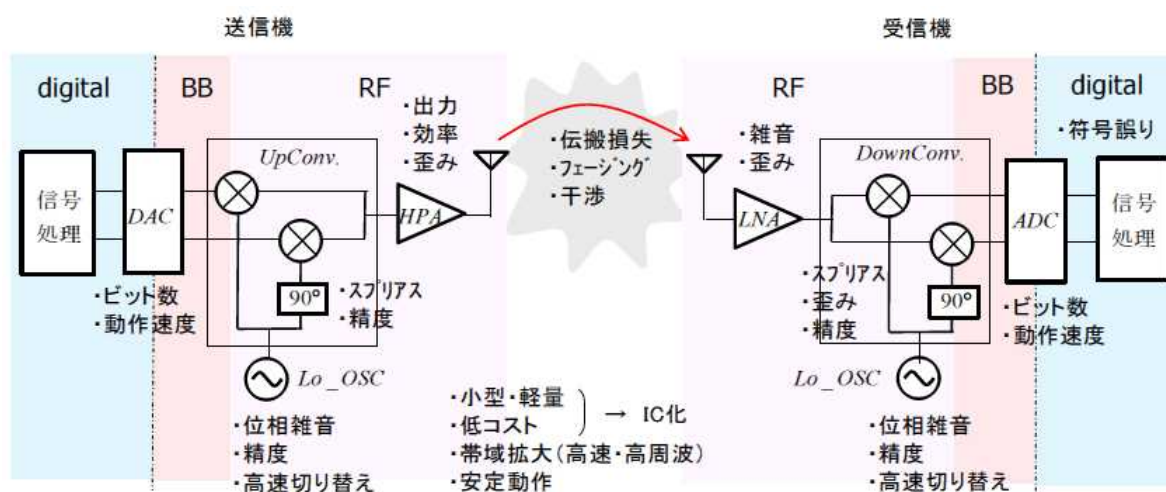


図 1.2 移動体通信システムの一般的な送受信機構成と検討すべき項目・課題

ここでは、移動体通信に対応するデジタル無線通信のシステム技術について述べる。以下に各章の概要を示す。

2 章 デジタル無線通信の基礎

デジタル無線通信技術の基礎を述べる。具体的には、前半ではフーリエ変換によるデジタル変調信号の波形およびスペクトル解析を中心に述べ、後半では

ガウス統計に従う熱雑音が存在する状態での信号解析技術について述べる。最後に無線送受信システムの構成と信号の流れを概説する。

3 章 デジタル変調信号のビット誤り率 BER

MQAM (*QPSK*, *BPSK* を含む) デジタル線形変調信号の熱雑音環境下での信号解析および符号誤り率 (BER; Bit Error Rate) について述べる。

4 章 電波伝搬と無線アクセス

無線環境での電波伝搬, フェージング問題とその抑制技術, および, 他からの干渉を防ぐとともに効率良い通信リソースの活用を図る無線アクセス技術について述べる。

5 章 OFDM/OFDMA 通信

周波数利用効率に優れ, 耐フェージング性能に優れることから現在の携帯電話システムに実用されているマルチキャリア OFDM/OFDMA 通信技術について述べる。OFDM 変調信号の生成および復調動作, フェージング問題とガードインターバル, および OFDM 変調を用いた送受信機の構成と動作を述べる。

6 章 SC-FDE 通信

今後の高速通信に使用されていくと考えられる SC-FDE (Single Carrier Systems using Frequency Domain Equalization) 技術について述べる。シングルキャリア (SC) 通信への周波数領域等化 (FDE) の適用, および送受信機の構成と動作を述べる。

7 章 適応型周波数領域等化 -構成と動作-

パイロット信号を用いた適応型周波数領域等化 (Adaptive FDE) の構成例と動作メカニズムを述べる。

参考文献・図書

- [1] ドコモ 5G ホワイトペーパー, Sep. 2014.
https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/whitepaper_5g/DOCOMO_5G_White_PaperJP_20141006.pdf
- [2] C. E. Shannon, "A Mathematical Theory of Communication," Bell Syst. Tech. J., vol. 27, pp379-423 and 623-656, July and Oct. 1948.
- [3] 斉藤洋一, "ディジタル無線通信の変復調," 電子情報通信学会, 1996.