

第1章

周波数が高くなるにつれて影響の大きい

高速通信に求められる 低位相雑音化と低ジッタ化

1

2

3

4

5

1979年12月に、日本では800 MHz帯を用いたアナログ・セルラ方式の自動車電話サービスが始まりました。その後、移動通信システムはPDCやPHSなどのデジタル方式に移行し、外出先で電話をするだけでなく、メールする、ウェブを閲覧する、音楽と映像を楽しむ、動画やオンライン・ゲームも円滑に楽しむことを可能にし、目覚ましい進歩を遂げてきました。

そして現在、通信技術は5G(第5世代移動通信システム)として、さらなる発展を遂げ、私たちの生活を変えようとしています。5Gでは、携帯端末間だけの通信でなく、IoT(Internet of Things)として、自動車、インフラ、ロボットなどのあらゆる物体(モノ)が通信機能を持ち、インターネット接続を通じて情報のやり取りを可能にします。

4Gまでの基地局と携帯端末だけの通信では、通信速度が一時的に遅くなっても、致命的な問題にはなりませんでしたが、5Gでは機械の制御などリアルタイムの通信が要求されます。この場合は、通信速度の一時的な低下や遅延は許されません。さらなる通信速度の向上と安定化が求められます。

通信速度と品質は発振器の位相雑音/ジッタに影響されます。さらに、5Gではより高い周波数帯が用いられます。周波数が高くなるほど発振器の位相雑音は必然的に悪化しますので、発振器自身の低位相雑音/低ジッタ化がより求められます。このことが、5Gモバイル通信の大きな課題となります。

通信速度の向上と安定化

移動通信システムは「情報を電波に乗せる」変調をして、「電波から情報を降ろす」復調をします。そして、一度に多くの情報量を変調して復調できれば、高速/大容量の通信が可能となります。

情報の伝送は、人が飛行機で海外旅行することに似ています。飛行機(電波)に乗るときは、持ち物をできるだけ小さく軽くしたいですが、カバンにはできるだけ多くの物(情報)を詰め込みたいです。

同様に、情報を電波に乗せるとき、持ち物はできるだけ軽くしたいので、音声や画像の伝送速度を低速化します。それらをいっぱい詰め込むために、多値化した変調方式や多重化の工夫がされ続けています。

● 変調する方法

情報を運ぶ高周波の信号を「搬送波」と呼び、その搬送波を変調する低周波の情報信号、またはベースバンド信号を「変調信号」と呼びます。そして、変調後の波形、すなわち「搬送波」+「変調信号」を「被変調波」と呼びます。

$$f(t) = A \cos(2\pi f + \phi) \dots\dots\dots (1)$$

①振幅
②周波数
③位相

式(1)は搬送波 $f(t)$ (正弦波)の瞬時値を表しています。ここで、搬送波に情報を乗せるには3つの方法があります。搬送波の

- ① 振幅(Amplitude)
- ② 周波数(Frequency)
- ③ 位相(Phase)

を変調信号に応じて変化させる方式で、それらを振幅変調、周波数変調、位相変調と呼びます。

そして、変調信号が音声のように連続して変化するアナログ変調方式と、アナログ量を符号化したパルス系列で変化するデジタル変調方式とに分かれます。

● 変調器の基本形

図1は変調器(非線形変調)の基本構成です。はじめに、アナログ信号による振幅変調(Amplitude Modulation; AM)の原理を見ます。

アナログ変調信号 $m(t)$ は帯域制限されて乗算器(ミキサ)に入り掛け算されます。バンド・パス・フィルタ(BPF)を通して高周波分を取り出し、被変調波 $s(t)$ となります。

図2にアナログ変調波形を示しました。理解しやすいように、変調信号の周波数の10倍ほどの搬送波周波数とし、振幅は $1V_{\text{peak}}$ です。変調信号は1Vを中心

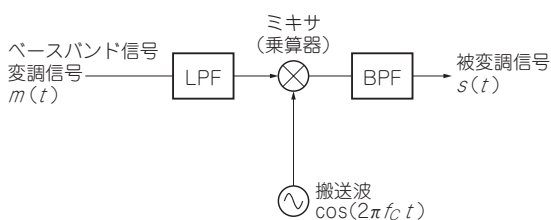


図1 変調器の基本構成