



実は知らない・解っていない——
高周波の振る舞い

高周波回路のお話

パート1：高周波と低周波や直流の違い

藤田 昇
Noboru Fujita

1 高周波とは何だろう

ひとくちに「高周波」といっても、無線通信や放送用の電波(搬送波)として使う無線周波数(RF: Radio Frequency)を指す場合と、相対的に高い周波数(HF: High Frequency)を指す場合があります。無線技術者は搬送波の周波数を高周波と呼びますが、一般に電波の周波数は高いのが通例なので、両者は混同して使われることが少なくないようです。

1.1 搬送波の周波数(RF)

● 高周波と低周波

図1を見てください。無線通信や放送用の電波は、音声やデータなどの信号を運ぶという意味で、搬送波(キャリア)と呼ばれています。それに対して運ばれる信号を変調信号といいます。音声通信や放送が始まったころは、搬送波としてMF帯(300 k ~ 3 MHz)が使われました。変調信号としての音声信号の周波数帯は300 Hz ~ 3 kHz程度なので、文字通り搬送波は「高周波」、音声信号は「低周波」と呼ばれました。

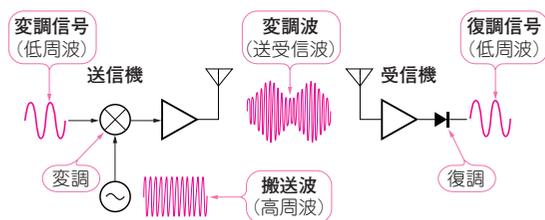
その後、使用する搬送波の周波数範囲が広がり、深海に潜む原子力潜水艦との通信に使われる極く低い周波数(商用電源周波数より低い45 Hz)から、高速ミリ波帯通信の100 GHz以上まで、表1のようないろいろ

な周波数の電波が使われています。つまり、音声周波数(低周波)より低い周波数も搬送波として利用されるようになりました。とはいえ、無線通信システムでは、搬送波周波数をすべて「高周波」(RF)と呼んでいます。

なお、当初の低周波とは音声信号の周波数(AF: Audio Frequency)を指していましたが、音声以外の信号でも音声帯域信号の場合は低周波信号と呼ばれています。同じ変調信号ですが、デジタル通信の場合は「ベースバンド」(BB: Base-Band)、映像信号の場合は「ビデオ信号」と呼ぶのが一般的です。

● スーパーヘテロダイン方式と中間周波数

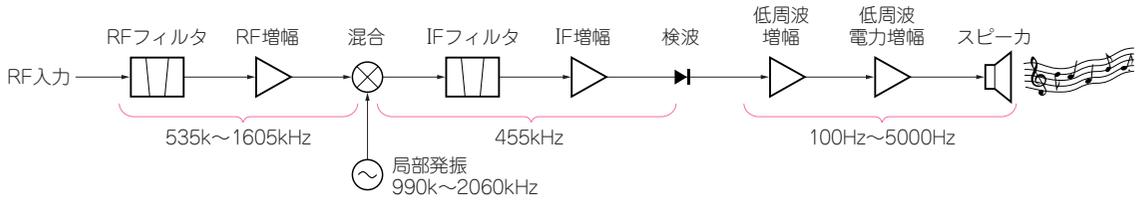
ところで現在のほとんどの受信機は、受信周波数を別な周波数に変換して増幅・処理するスーパーヘテロダイン方式super-heterodyneを採用しているため、受信機内部に中間周波数(IF: Intermediate Frequency)と呼ばれる信号



〈図1〉搬送波(高周波)と変調信号(低周波)

〈表1〉無線周波数と主な用途

周波数	波長	略称	呼称	主な用途
30 Hz ~ 300 Hz	1000 k ~ 10000 km	-	-	潜水艦通信
300 Hz ~ 3 kHz	100 k ~ 1000 km	ULF	極超長波	潜水艦通信
3 k ~ 30 kHz	10 k ~ 100 km	VLF	超長波	位置標識
30 k ~ 300 kHz	1 k ~ 10 km	LF	長波	位置標識, 標準電波
300 k ~ 3 MHz	0.1 k ~ 1 km	MF	中波	中波ラジオ放送, 船舶通信
3 M ~ 30 MHz	10 ~ 100 m	HF	短波	短波ラジオ放送, 船舶通信
30 M ~ 300 MHz	1 ~ 10 m	VHF	超短波	テレビ放送, 各種移動通信
300 M ~ 3 GHz	0.1 ~ 1 m	UHF	極超短波	テレビ放送, 携帯電話, 無線LAN
3 G ~ 30 GHz	1 ~ 10 cm	SHF	センチ波	衛星通信, レーダ, 多重無線, 無線LAN
30 G ~ 300 GHz	1 ~ 10 mm	EHF	ミリ波	衛星通信, 地球探査, 電波天文
300 G ~ 3 THz	0.1 ~ 1 mm	-	サブミリ波	-



〈図2〉中波ラジオの内部周波数

が存在します。スーパーヘテロダイン方式の代表例として図2に中波ラジオの系統図を示します。この例では高周波(RF)が535 k ~ 1605 kHz, 中間周波(IF)が455 kHz, 低周波(AF)が100 ~ 5000 Hzになっています。

一般に高周波信号より中間周波信号の周波数が低いのですが、なかには中間周波信号の方が高い場合もあります。例えば、全波受信機(100 kHz程度の高波帯から30 MHzまでの短波帯を連続して受信できる)では、最高受信周波数の2倍以上にあたる70 MHz程度を中間周波数にしています。これは、中間周波数を高くした方が耐イメージ混信性能を上げやすいからです。ただし、高い中間周波数では選択度を上げにくいので、再度周波数変換して、より低い第2中間周波数に落としています。このように周波数を2回変換する方式をダブル・スーパーヘテロダインといいます。

ここでいうイメージ混信とは、スーパーヘテロダイン方式の特徴(欠点)で、局部発振周波数よりIF周波数だけ離れた上下の周波数(一方が希望信号で、もう一方がイメージ信号となる)を受信してしまう現象です。

このように、搬送波(RF)という意味の高周波は、必ずしも高い周波数とは限らず、目的や装置によって異なります。例えば、最近の高速無線データ通信システム(無線LAN)はベースバンドが10 MHzを越え、中間周波数も数百MHz以上ものがありますが、それでも中波ラジオの535 k ~ 1605 kHzは高周波信号といえます。

1.2 相対的に高い周波数(HF)

さて、相対的に高い周波数ですが、相対させるものによって考え方が3通りあります。

● 通常使用している周波数より高い周波数

一つは、通常使用している周波数に対して高い周波数という意味です。例えば、オーディオ・アンプなら、通常使われる周波数が音声周波数なので、おおむね20 kHz以上が高周波といえます。もっとも、最近のオーディオ・アンプは周波数特性がよくなっているので、100 kHz程度以上を高周波とする場合もあります。一般人(高周波を専門としていない人)の感覚もこの程度で、20 k ~ 100 kHz以上の周波数を高周波ととる人

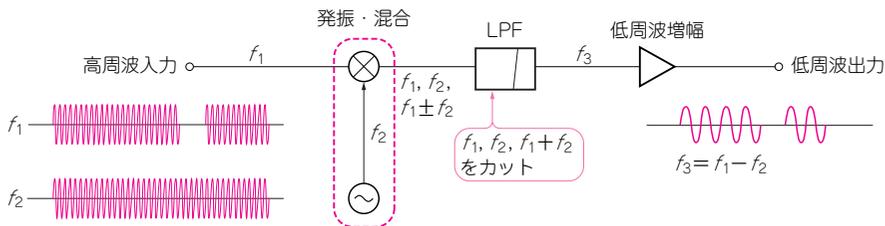
超でないヘテロダイン方式

「スーパーヘテロダイン方式」というくらいですから、スーパーの付かない「ヘテロダイン方式」が存在するはずですが、実際には使われていません。

実は、スーパーヘテロダイン方式が発明された1918年より前にヘテロダイン方式が存在したのです。それは図Aのように、受信キャリア周波数(f_1)に近いローカル周波数(f_2)と混合して、無変調キャ

リアの断続である電信信号を音声帯域の信号として聞くことができる方式でした。働きとしては、後のBeat Frequency Oscillatorによる検波と同じです。実際の回路では真空管1本で混合と発振を兼ねていました。

また、Direct Conversion System方式は現代のヘテロダイン方式といえるでしょう。



〈図A〉ヘテロダイン検波法