

7 変調方式の原理とテレビ放送

7.1 変調方式の原理

(1) 振幅変調のしくみ

振幅変調は、一定周期の電波（搬送波）を送信信号の波形を包絡線に持つような波に変化させて（変調波）送信します。すると、波の性質上、搬送波を変調すると、周波数が変化して上側と下側に変動します。この幅のことを**帯域幅**と呼んでいます。実際に、計算して確かめましょう。

$$\begin{array}{ll} \text{信号波} & V_s = A_s \cos 2\pi f_s t \\ \text{搬送波} & V_c = A_c \sin 2\pi f_c t \\ \text{振幅変調波} & V_{am} = (A_c + \boxed{V_s}) \sin 2\pi f_c t \end{array}$$

(2) テレビジョン信号の最高画周波数

1周期の信号波に1つの情報を対応させて変調すると、日本のNTSC方式のテレビ放送では、1秒間に送信したい情報量は、**4.2 MHz**（周波数分）となります。なぜでしょうか。

(3) NTSC方式の変調方式のしくみ

振幅変調の場合では、1つの波に1つの情報のみしか載せられないので、4.2 MHzの2倍の帯域幅が必要になりますが、NTSC方式では、電波の有効利用のために片方の**側波帯 (sideband)**¹²を少し残してあとは抜き取って送信しています（残留側波方式、VSB; Vestigial Side Band）。片方の側波帯を少し残すのは、画面の直流分を確実に伝送するためです。また、音声信号も同時に周波数変調して、映像信号とともに送っています。このとき、映像信号の搬送波周波数を中心にして、1.25MHz 下の下側波帯と4.2MHz 上の上側波帯、および4.5MHz 上の音声信号搬送波を幅250KHzの合計6MHzのビデオ信号として多重送信しています。

7.2 テレビ放送

(1) チャンネルはどのように決められたか？

側波帯の脚注で説明したように、変調を行うとどうしてもいくらかの帯域幅が必要となり、上で考察したようにNTSC方式では、4.2MHzの帯域幅は最低確保しなければいけません。また、シャノンの標本化定理により、約10倍程度の周波数を使えば、同程度の品質に復元できるとされています（ $4.2\text{MHz} \times 10 \leq 42\text{MHz}$ 、VHF帯（30–300MHz）の電波）。また、**アンテナ**を利用する場合、**半波の原理**により、波長が短い方がアンテナの長さも短くて済みます。よって、日本では**90MHz**（中心周波数は93MHz）からテレビ放送用の電波使用領域となっているようです。ただし、残留側波方式と音声信号の部分も含めて、**6MHz**あれば十分ですので、6MHz刻みでチャンネルを決めているようです。つまり、1チャンネルは90MHz～96MHz、2チャンネルは96MHz～102MHzという具合です。

¹²周波数 f_0 の搬送波を $f_1 \sim f_2$ ($f_1 < f_2$) の周波数帯を持った信号波で変調すると、搬送波の周波数を中心として、これより低い周波数成分 $f_0 - f_2 \sim f_0 - f_1$ と、これより高い成分 $f_0 + f_1 \sim f_0 + f_2$ が生ずる。これが側波帯である。周波数が低い方を下側波帯 (LSB)、高いほうを上側波帯 (USB) という。

(2) テレビ放送とチャンネルの歴史¹³

日本では90MHz からテレビ放送用の電波を使用しています。FM ラジオ放送は、76MHz ～90MHz を使用しています。現在のテレビ電波としては、波長 10–1m (周波数 30–300MHz) の超短波 (Very High Frequency) である VHF と波長 1m–10cm (周波数 300MHz–3GHz) の極超短波 (Ultra High Frequency) である UHF を利用していますが、50 年前は VHF だけだったので、各放送局のチャンネル権争いは激しいものでした。

そもそも電波の利用は、政府の専有を原則としていましたが、昭和 25 年 4 月 26 日に電波三法 (電波法、放送法、電波管理委員会設置法) が成立し、同年 5 月 2 日公布、6 月 1 日施行に至ったことで、広く国民に解放されました。それまでは、大正 12 年 12 月 20 日に公布施行された無線電信法によって規律されていました。しかし、放送事業の経営主体の要件について特に規定していなかったため、民間業者から多数の申請がされるようになり問題化していったようです。まず、1950 年 (昭 25) 11 月 10 日に NHK 東京テレビ実験局が定期実験放送を開始しました。昭和 31 年、「テレビジョン放送用周波数の割当計画基本方針の決定」により 6 チャンネル制が確立しましたが、その後すぐに足りなくなって、昭和 32 年「テレビジョン放送用周波数の割当計画表 (第 1 次チャンネルプラン)」により 11 チャンネル制に移行しました。現在の 12 チャンネルの周波数帯には、GHQ の使用する帯域があり、当時は最大 11 チャンネルしか計画できなかったようです。

CH	周波数	放送事業所 (現在名)	開局年月日とコールサイン
1	90～ 96	日本放送協会 (NHK)	1953 年 (昭 28) 2 月 1 日 NHK 東京テレビジョン (JOAK-TV) ¹⁴
2	96～102	日本放送協会 (NHK)	1959 年 (昭 34) 1 月 10 日 NHK 東京教育テレビ (JOAB-TV)
3	102～108		
4	170～176	日本テレビ放送網 (NTV)	1953 年 (昭 28) 8 月 28 日 JOAX-TV
5	176～182	東京放送 (TBS)	1955 年 (昭 30) 4 月 1 日 現在 JORX-TV ¹⁵
6	182～188		
7	188～194	フジテレビジョン (CX)	1959 年 (昭 34) 3 月 1 日 JOCX-TV
8	192～198		
9	198～204	テレビ朝日 (EX)	1959 年 (昭 34) 2 月 1 日 JOEX-TV ¹⁶
10	204～210		
11	210～216	科学テレビ	1964 年 (昭 39) 4 月 12 日 科学技術学園工業高等学校の授業放送 (財団法人日本科学技術振興財団 ¹⁷)
12	216～222		
	～	テレビ東京	1968 (昭 43) 7 月 1 日 JOTX-TV 東京 12 チャンネルプロダクション設立 ¹⁸

¹³本資料をまとめるにあたって、財団法人電気通信振興会発行『電波・放送五十年の軌跡』，フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』を参考にしました。

¹⁴GHQ が第 1，第 2 チャンネルを使用していたため，NHK 総合テレビは，最初は第 3 チャンネルとして開局し，その後，第 1 チャンネルに変更されました。

¹⁵最初は「ラジオ東京テレビ」(JOKR-TV)として開局

¹⁶最初は「日本教育テレビ」として開局

¹⁷平成 23 年 4 月 1 日から公益財団法人として認定されました。

¹⁸テレビ東京は，最初は財団法人日本科学技術振興財団テレビ事業本部が運営していましたが，その後，1969 年 (昭 44) 10 月 27 日から日本経済新聞社に引き継がれました。また，1973 年 (昭 48) 10 月には，株式会社東京 12 チャンネルに社名を変更し，財団法人日本科学技術振興財団から放送事業を譲り受けました。