



**第4章** 130年生き続ける  
狭帯域&高S/N通信技術

# モールスに学ぶ 遠距離通信の基本中の基本

加藤 隆志 Takashi Kato

信号がノイズに埋もれてしまうと、受信はできません。無線通信の距離を伸ばすためには、まず何より信号とノイズの比であるS/N(Signal to Noise)を高めなければならないのです。

現代のような優れた無線通信技術をもっていなかった19世紀は、無線電話は存在せず、長点(ツー)と短点(トン)という2値の符号(モールス符号)を使う通信しかありませんでした。しかし、このモールス通信こそが、狭帯域と高S/Nで通信距離を伸ばす出発点です。

本章では、信号帯域とS/Nとの関係を解説します。  
(編集部)

## 通信距離を伸ばすには

### 1 帯域は狭く

#### ● 信号の帯域とS/Nの関係

交流信号の波形には、振幅のほかに周波数(または位相)の情報も含まれています。これを周波数軸で表すと、縦軸が振幅(電圧)、横軸が周波数になります(図1)。

図1の①に示すように、正弦波のスペクトルは1本です。一方図1の②に示すノイズは、スペクトラムが一樣に広がっています。このタイプのノイズを**ホワイト・ノイズ**と呼び、すべての周波数成分を同じ量だけ

含んでいます。ホワイト・ノイズは、自然界に多く存在しており、**熱雑音**が代表的です。

ホワイト・ノイズは、その瞬間瞬間では、図2のように偏りがありますが、長時間平均化すると、図1の②のように一定値に収束します。波形で見ると振幅はゼロに収束します。

#### ● 帯域を狭めてS/Nを高めた例

##### ▶ 信号とのノイズを区別しにくいS/N = 0 dBの信号

図1の①と②のスペクトラムからは、正弦波とノイズは明確に区別できそうです。

実際は、図1の信号(①)の電力トータル(振幅×周波数)とノイズの電力トータル(②)は同じ、つまりS/N = 0 dBで、区別は簡単ではありません。計算式で書くと次のようになります。

$$S/N \text{ [dB]} = 10 \times \log_{10}(P_S/P_N) \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 $P_S$ : 信号の電力 [W],  $P_N$ : ノイズの電力 [W]

##### ▶ 帯域1/10でS/N = 10 dBにアップ

信号を聞き取りやすくするためには、図3のように、**帯域を狭めてノイズの電力を削減します**。正弦波はそのまます。

図3の例では、信号の電力はそのまま帯域を1/10に狭めているので、ノイズの電力は-10 dBに低減します。結果、S/N = 10 dBになります。信号の電力は

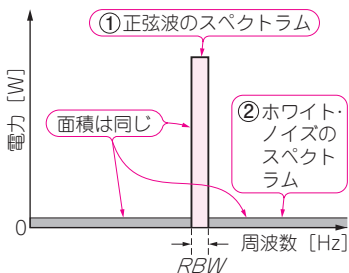


図1 信号とノイズのスペクトラム  
この図の帯域内では、正弦波のスペクトルとホワイト・ノイズのスペクトラムは同じ電力

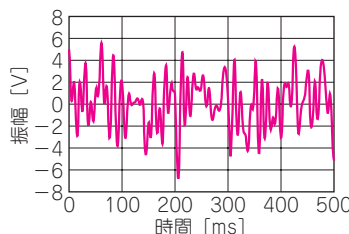


図2 ホワイト・ノイズの波形  
さまざまな周波数の信号を一樣に含んでいる

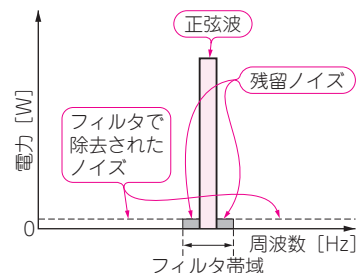


図3 システムの帯域を狭めるとノイズ電力が除去されてS/Nが改善する

【セミナー案内】[演習あり] 実習・基礎から理解するデジタル・フィルタ入門  
—— デモ・プログラムを動かしながら学ぶデジタル・フィルタの基礎  
【講師】 三上 直樹 氏, 5/15(水) 23,000円(税込み) <https://seminar.cqpub.co.jp/>