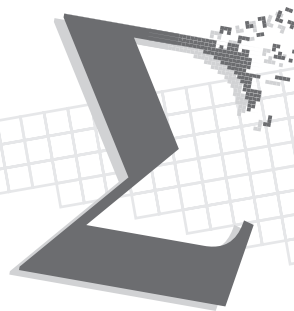


# やり直しのための 伝送数学



三谷 政昭

連載第6回の今回は、デジタル・データ伝送時に発生するひずみ(符号間干渉、雑音など)による影響を評価する際に頻出する基本用語の、同期(信号を検出するときのタイミングを合わせること)、エラーが発生する状態を視覚的に把握するためのアイ・パターンについて解説する。  
(編集部)

## 第6回 データ伝送ひずみとアイ・パターン

前回(2009年12月号, pp.176-187)は、アナログ信号のデジタル化における「標準化(サンプリング)定理」を示し、デジタル通信における“無ひずみ伝送”の基礎として「符号間干渉が0になる」デジタル信号波形について説明した。

今回は、デジタル通信における伝送ひずみの取り扱い方を中心に解説する。

まず、データ伝送システムの構成について概要を紹介したあと、データの送受信間における同期の重要性を説明する。続いて、符号間干渉や雑音の影響をビジュアル化するテクニックとして、アイ・パターンと呼ばれる表示手法を紹介し、物理的な意味や数式表現を示す。

### 1. 簡単なデータ伝送システムの構成

一般に、M値のデータを伝送する場合、ある周波数のキャリア(Carrier; 搬送波)としての正弦波(cos波, sin波)にデータを乗せて送受信を実現する(図6.1)。

#### ● 変調回路と送信

M通りの区別ができるように、キャリア周波数 $f_m$  [Hz]の正弦波における振幅や周波数、あるいは位相を変えて送信する。こうした‘正弦波に変化を与えること’が変調である。ちょうど、人前で話をするときに、声に抑揚をつけた

り、声色を使ったり、適当な間を取ったりと、単調な話し方に変化を与えて、言いたいことを相手に伝えているのを考えれば理解しやすい。

たとえば $f_m$  [Hz]のキャリアに当てはめてみると、図6.1の送信側では、 $f_m$  [Hz]の周波数が発振回路で作成され、M値の送信データに応じたデジタル変調が施される。

続いて、デジタル変調された信号を増幅して、送信信号として通信路に送り出すのである。

#### ● 受信と復調回路

図6.1の受信側では、通信路を介して受信した信号をいったん増幅してデジタル復調し、M値の送信データを得る。変調によってもたらされる‘正弦波の変化を読み取ること’が復調である。

前述の人の声に戻ると、変化の与えられた話し声を耳で受け、声の抑揚、声色などの違いを見つけ、その違いの意味を取り出して、相手の言いたいことを読み取るようすが復調といった感じになるだろう。

### 2. 伝送データの呼び方 (ビットとシンボル)

Mレベル伝送では、一度に多数のビット情報を伝送できることを思い起こしてもらいたい(第5回, 2009年12月号)

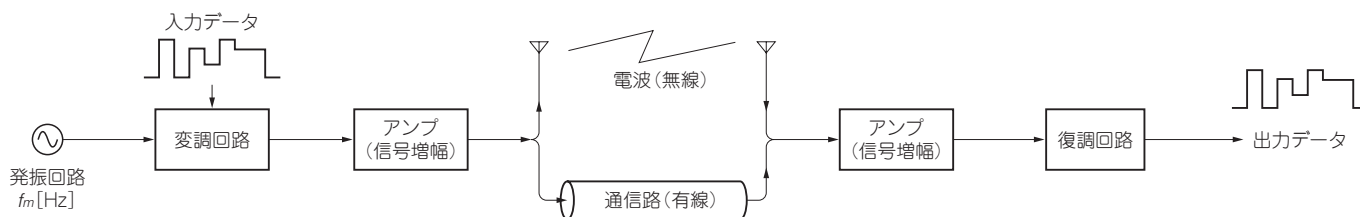


図6.1 デジタル・データ伝送システムの簡略化した構成図