



## 第4章 周波数帯域幅，立ち上がり時間，サンプリング方式を理解しよう！

# オシロスコープの動作原理

渡辺 勝彦  
Katsuhiko Watanabe

オシロスコープは信号の電圧波形を観測するための測定器で、回路動作の確認やトラブルシューティングなどに幅広く使われています。異常が生じた場合だけでなく、正常な回路であっても、まずオシロスコープを接続して信号波形を確認することが重要です。

近年はアナログからデジタルに移行し、デジタル・オシロスコープが主流になっています。デジタル・オシロスコープは強力なトリガ機能を備え、単発現象を捕らえて記録できるばかりでなく、デジタル演算処理能力によって各種の波形を解析できます。

ここでは、下記の項目について説明します。

- アナログ・オシロスコープとデジタル・オシロスコープの動作原理
- 測定信号に適したオシロスコープを選択する方法
- デジタル・オシロスコープのサンプリング方式

### オシロスコープの動作原理



オシロスコープには、従来からあるアナログ・オシ

ロスコープと、最近主流になってきているデジタル・オシロスコープの2種類があります。それぞれの動作原理を説明します。

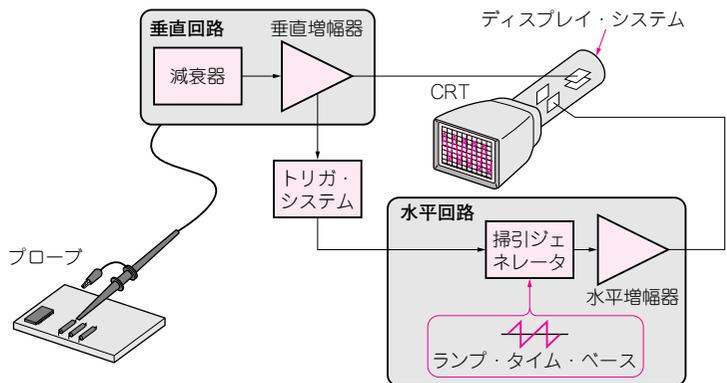
### ■ アナログ・オシロスコープ

動作原理を図1に示します。入力した信号はプローブを通してオシロスコープの垂直回路に伝えられます。信号は垂直感度(V/div.)の設定に応じて垂直回路で減衰・増幅され、CRTの垂直偏向板に伝わります。偏向板に加えられた電圧によって電子ビームが上下に移動します。

また、入力信号はトリガ回路に入り、水平方向への掃引が開始されます。掃引とは電子ビームを水平方向に移動する動作でのことで、トリガで水平回路の掃引ジェネレータが起動して、掃引時間(sec/div.)の設定に応じた速度で電子ビームが左から右へ移動します。

図2に示すようにトリガは、波形を安定して表示するために必要な機能です。繰り返し信号の同じポイントで掃引を確実に開始させ、明確な信号波形を表示します。

〈図1〉アナログ・オシロスコープの動作原理



### Keywords

垂直感度，垂直偏向板，掃引ジェネレータ，A-Dコンバータ，メモリ，デジタル・ストレージ・オシロスコープ，DSO，帯域幅，立ち上がり時間，リアルタイム・サンプリング，データ補間，ランダム等価時間サンプリング，シーケンシャル等価時間サンプリング，差動信号，差動プローブ，フローティング，微小信号，グリッチ，対地容量。

高速に変化する信号をリアルタイムで表示したい場合は、アナログ・オシロスコープが適しています。またCRTは輝度を連続的に表示できる特性があり、頻度が多い信号ほど明るく表示されます。この明るさの違いからも信号の詳細を観測できます。

## ■ デジタル・オシロスコープ

### ● アナログ・オシロスコープにA-Dコンバータやメモリを搭載したもの

デジタル・オシロスコープは、図3のように入力信号をA-D変換したデジタル・データを記憶し、波形として表示します。測定可能な周波数帯域内の信号であれば、明るく鮮明な波形表示が得られます。

測定できる周波数帯域は繰り返し信号の場合、オシロスコープ内部の増幅器などのアナログ帯域(-3dB点)で決まります。パルスやステップなどの単発現象や過渡現象の場合は、サンプリング・レートで制限されます。

デジタル・オシロスコープは、サンプリング手法の違いや、波形データ処理表示の違いなどによっていくつかに分類されます。ここでは最も一般的なディジ

Digital Storage Oscilloscope  
タル・ストレージ・オシロスコープ(DSO)の動作原理について説明します。

### ● DSOの動作原理

図4に示します。DSOは単発現象を取り込んで観測できるだけでなく、取り込んだ信号の波形データをオシロスコープ内部や外部のコンピュータで処理し、解析・保存・出力できます。ただし、DSOは一般的にリアルタイムの階調表示ができません。

#### ▶ DSOの入力部分

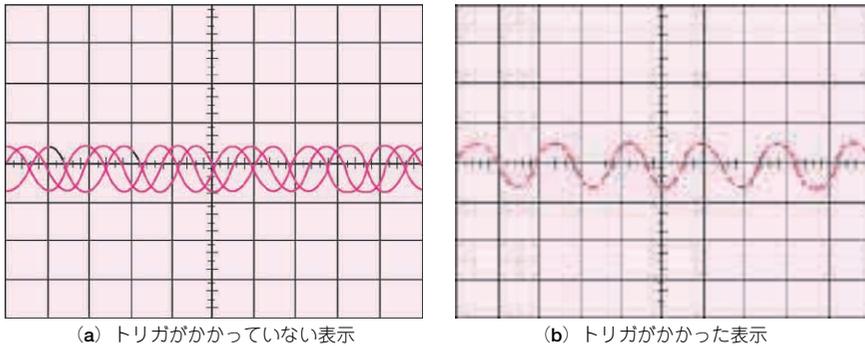
入力信号はアナログ・オシロスコープと同じ垂直増幅器で増幅します。水平回路内のA-Dコンバータが一定間隔で信号をサンプリングし、デジタルに変換します。サンプリング間隔は水平回路のクロックで決まります。

#### ▶ A-Dコンバータから出力されたデータ

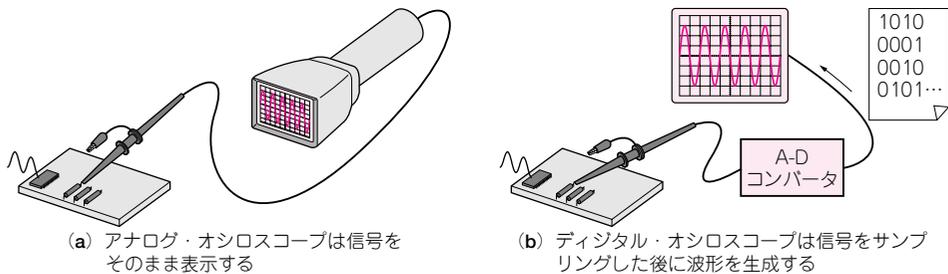
波形ポイントとしてメモリに保存されます。複数のサンプルで一つの波形ポイントを構成する場合があります。複数の波形ポイントが集まって波形レコードが構成され、波形レコードの開始点と終了点はトリガで決められます。

#### ▶ メモリに保存された波形ポイント

〈図2〉表示を安定させるトリガ機能(イメージ)



〈図3〉アナログ・オシロスコープとデジタル・オシロスコープの違い



〈図4〉DSOの動作概要

