



フィルタ設計のブレークスルー!

# 数式なしで分かる デジタル・フィルタ入門

吉澤 清

Kiyoshi Yoshizawa

## 第7回 オーバーサンプリングの基礎技術 「インターポレーション」

今回から数回にわたって、オーバーサンプリング技術について詳しく解説します。

オーバーサンプリング技術を実現するには、デジタル信号のサンプリング周波数を上げたり下げたりする必要があります。

デジタル信号のサンプリング周波数を上げるための操作を「インターポレーション」、デジタル信号のサンプリング周波数を下げる操作を「デシメーション」と呼びます。今回は、インターポレーション技術について説明します。

### サンプリング周波数を上げ下げする オーバーサンプリングのメリットと応用

#### ● メリット

CDプレーヤなどのオーバーサンプリング・システムは、本来のサンプリング周波数より高いサンプリング周波数(元のサンプリング周波数の2の $n$ 乗倍とすることが多い)を利用するデジタル信号処理系です。高性能なアナログ信号とデジタル信号の変換を低コストで実現しています。現在の5インチCD(Compact Disc)による高音質なオーディオ再生装置は、オーバーサンプリング技術に支えられています。

▶ 遮断特性が穏やかで位相変化の小さいシンプル/低コストなアナログ・フィルタを使って高音質を実現

60分間の20 kHzの16ビット・ステレオ音声をCDの容量(約600 Mバイト)に記録するには、サンプリング周波数を44.1 kHzという低い値に抑えなければな

りません。従来の(非オーバーサンプリング)A-D変換技術で音質を改善するには、数倍高いサンプリング周波数で記録する必要があります。しかし、ディスク径を8インチにするか、記録時間を短かくする以外に方法がありません。

現在の技術では、CDにデータを記録するとき、まず、遷移域が広く位相特性の良いアンチエイリアシング・フィルタに音声信号を通過させたのち、オーバーサンプリングA-D変換します。このA-Dコンバータの出力を44.1 kHzにまびいて(デシメーション)、CDに記録します。CDプレーヤに搭載されたD-Aコンバータは、CDから読み出される44.1 kHzの信号を補間して高サンプリング・レートで出力します(図7-1)。この高サンプリング・レートのデジタル信号は、遷移域が広く位相特性の良いスムージング・フィルタに入力されアナログ信号となって再生されます。

CDに記録されているデジタル信号は、ある意味データ圧縮されたもので、最大で $0.4534 f_s$  (20 kHz,  $1 f_s = 44.1$  kHz)にも達し、これを零次ホールドした波形は、正弦波ではなくビート波形状になっています[図7-2(a)]。

このデータから聴くに耐えうる信号を得るために、オーバーサンプリングD-Aコンバータによるデータ伸長が行われます。例えば8倍オーバーサンプリングD-A変換を行うと、デジタル信号の信号成分はそのままでサンプリング周波数(データのピッチ)だけが $8 f_s$ に上昇します。その結果信号波形は、 $1 f_s$ に対

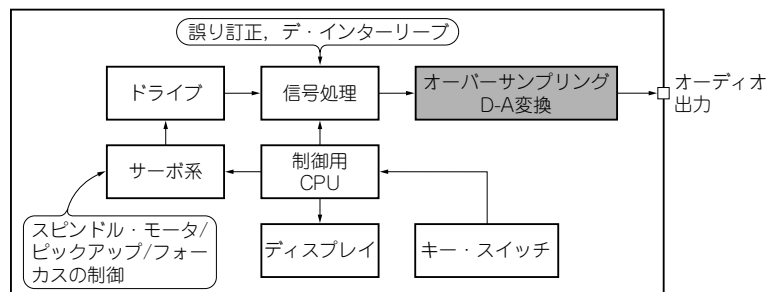


図7-1 オーバーサンプリング処理回路はCDプレーヤのD-Aコンバータに搭載されている