

3大方式の特徴を理解して使い分け!

マイコン内蔵 A-Dコンバータの基礎知識

林 輝彦

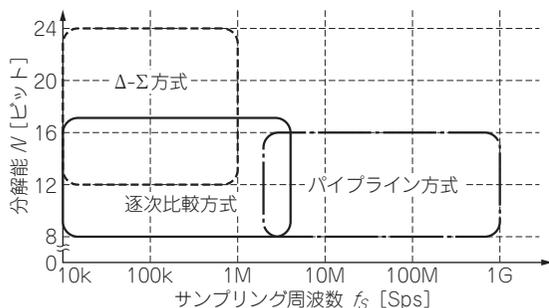


図1 代表的な3種類のA-Dコンバータの守備範囲

逐次比較方式とパイプライン方式、 Δ - Σ 方式のそれぞれ的方式で実現可能なサンプリング周波数と分解能の目安

現在では、ほとんどのワンチップ・マイコンに何らかのA-Dコンバータが搭載されています。ここではマイコンに集積されることの多い3タイプのA-Dコンバータに絞って、その簡単な動作原理を確認します。A-Dコンバータの精度を理解する上で、最低限必要なスペックの読み方を紹介します。

マイコン内蔵A-Dコンバータの3大タイプ

マイコンに搭載される代表的なA-Dコンバータのタイプを図1と表1に示します。

基本的には、良好な精度を達成しながら製造しやすいなどの理由から、容量アレイを使った逐次比較方式が中心です。今後も使いやすさから、逐次比較方式が中心であることはしばらく変わらないと思われますが、パイプライン方式や Δ - Σ 方式のA-Dコンバータを搭載したマイコンも見かけるようになりました。

図1は、3種類のA-Dコンバータが一般的に扱うことのできるサンプリング周波数、分解能を示しています。表1は動作速度、消費電力、精度(分解能)の三つの観点で3種類のA-Dコンバータを順位付けしてみたものです。

逐次比較方式を「基本」に考え、より高速動作を狙うならパイプライン方式、低消費電力、高分解能が必要なら Δ - Σ 方式のA-Dコンバータの利用を考えるのがよいかと思います。

表1 3種類の内蔵A-Dコンバータ方式の特徴と順位付け

すべての項目において性能が高いA-Dコンバータは存在しない。逐次比較方式を「基本」に考え、より高速動作を狙うならパイプライン方式、低消費電力、高分解能が必要なら Δ - Σ 方式のA-Dコンバータが利用できないかを検討する(それぞれはトレード・オフの関係)

項目	高速動作	低消費電力	高分解能
	広帯域な信号のサンプリング(エンコード)	電池による電源で長時間動作	高精度なデータ処理、信号処理
逐次比較方式	2	2	2
パイプライン方式	1	3	2
Δ - Σ 方式	3	1	1

その1: 逐次比較方式…消費電力が小さく使いやすい

● 基本構成

マイコンにペリフェラルの一つとして逐次比較方式のA-Dコンバータが搭載されたのはかなり古く、筆者が学校を卒業して駆け出しのICの設計者になった1980年台にはすでにいくつかの製品が市場に出ていました。当時、まだマイコンという呼び方は一般的ではありませんでした。

逐次比較方式というのは、アナログ値に対応するデジタル値を決定するために、デジタル値をMSB側から1ビットずつ「仮決め」して、その仮定した値と実際のアナログ入力電圧とを比較することで、1ビットずつ変換結果を順番(逐次)に決定していく方法です(バイナリ・サーチを使っている方式と考えてもよい)。

多くの教科書では、逐次比較方式のA-Dコンバータは、図2に示すような、SAR (Successive Approximation Register) から駆動されたD-Aコンバータと、アナログ入力とこのD-Aコンバータの出力を比較するためのコンパレータから構成されるA-Dコンバータのことと紹介されています。