

第1章 A-D変換の基礎と変換方式の違いによるICの得手、不得手

アナログ信号をデジタル信号に するということ

中村 黄三
Kozo Nakamura

A-Dコンバータ事はじめ

■ 正確にA-D変換する技術は何故重要か？

● A-DコンバータはCPUやDSPの窓

A-Dコンバータ(以下、ADC)はCPUやDSPがアナログ世界の情報を取り入れる大切な窓です。CPUやDSPで高精度な演算処理をするには、それに見合った窓の大きさ(ビット幅)と、光の通過に対する透明度(雑音レベル)や直進性(ひずみ率)が必要です(図1)。

身近な例として、エアコンの動作で考えてみましょう。CPUは、ADC越しにセンサでとらえたフィールド、つまり空調をする部屋の情報(温度や湿度)を見ます。この大事な情報がADCという窓を通過した結果、ひずんでしまったり、雑音混じりになってしまったのでは、高性能なCPUによる計算結果や判断分岐も台無しです。結果として、信頼性のないデータを基に間違った制御を行い、蒸し風呂のような部屋へ暖房による



(a) 窓と窓の間隔が広く、分解能が低い。外の情報が伝わらない



(b) 窓が汚れていたりゆがんでいたりしている。外の情報が正確に伝わらない

図1 A-Dコンバータはアナログの世界を見るための窓

Keywords

MSB, LSB, 量子化, 分解能, 逐次比較型, SAR, 同時サンプリング, ミッシング・コード, フラッシュ型, パイプライン型, ダウン・コンバータ, $\Delta\Sigma$ 型, オーバー・サンプリング, ノイズ・シェーピング, SINCフィルタ, デシメーション比, ADS8505, ADS8345, ADS5546, ADS1208

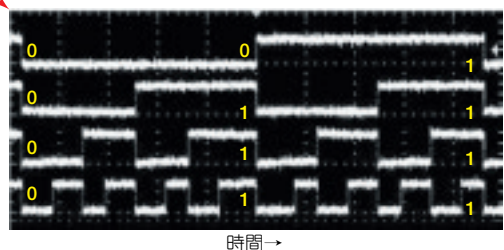
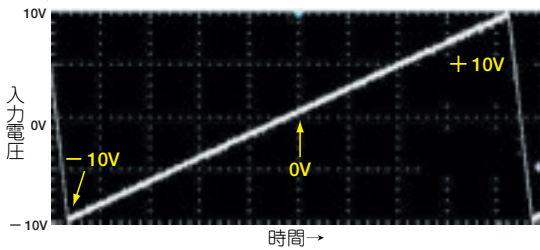
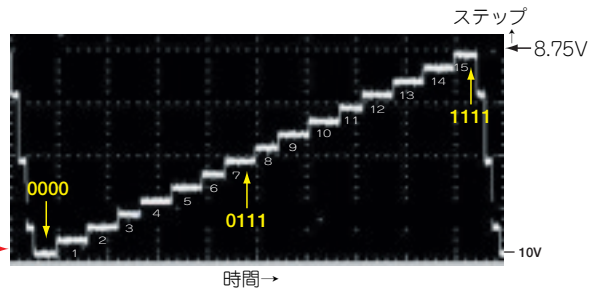
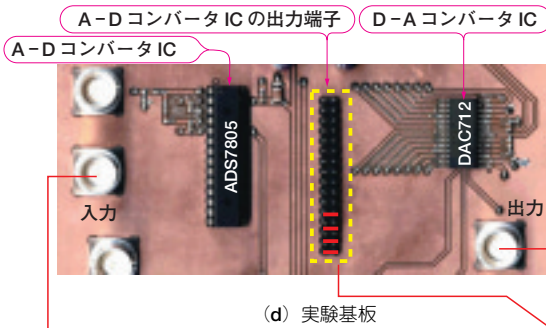


写真1 アナログ信号をデジタル化(4ビットA-D変換)する実験

A-D変換して出力されたデジタル・コードをD-A変換すると、もとは直線だったアナログ信号が、15ステップ、16レベルの階段状のアナログ信号となって出力される

追い討ちをかけるという笑い話のような状況に陥ります。

- 自動制御は正しいA-D変換なくては成り立たない
自動制御システムの制御精度は、センサ、計測回路、そしてCPUによる計算・制御アルゴリズムの過程に

おける最も貧弱な部分によって決まります。一方、制御部はパワーさえあれば、ONとOFFつまり冷やすか暖めるかの1ビット制御でも何とかできます。無論、制御部をないがしろにしても良いということではありません。低精度な計測部に精密な制御部をつけても期待された性能は得られない、つまり宝のもち腐れだということです。

■ アナログ信号をデジタル化するとどうなる？

- アナログ信号を4ビットでA-D変換してみる

ADCが連続したアナログ量を離散的なデジタル量へ変換する役割上、量子化やサンプリングといった、リニア・アンプとは異なる概念が必要になります。

写真1は、時間とともに直線的に電圧振幅が増大するアナログ信号をADCでいったんデジタル変換して、D-Aコンバータ(以下、DAC)でアナログ信号に戻した信号をオシロスコープで観測した波形です。使用したADCとDACは、±10V(20V_{P-P})の入出力レンジをもつ16ビットのコンバータですが、これらの波形は上位4ビットだけを使ったもので、4ビットのコンバータとして見立ててください。

▶それぞれのコードが重みの違う電圧値をもつ

中央の波形[写真1(b)]はADCからの出力コードです。最上段のビットは一番大きな重みをもち、MSB(Most Significant Bit)と呼びます。MSBの'0'から

