

10/12/16ビットA-D変換データをExcelで統計して「有効分解能」を定量評価

A-Dコンバータ内蔵マイコンのノイズ性能 検証・実験

中村 黄三 Kozo Nakamura

一昔前では、マイコンが内蔵するA-Dコンバータ(以下、ADC内蔵マイコン)の分解能はせいぜい12ビットでしたが、今では $\Delta\Sigma$ 型24ビットADCを内蔵する国産マイコンもリリースされています。しかもデータシートを見る限りでは、記載されている24ビット分解能(以下、製品分解能と呼ぶ)ではなく、24ビットADCに相応しいノイズ性能と直線性を有しています。

しかし、メーカー資料にはいまだに製品分解能だけしか記載されていないことがあります。実際に高分解能/高性能でも、プリアンプなどのアナログ系のデバイスがマイコン周辺にある場合は、図1のようにマイコンから発生するクロック・ノイズの回り込み対策が必要です。本稿では、

(1)ADC内蔵マイコンが白色ノイズ(後述)の影響で、実際にどれくらいの分解能で機能するか…その「ノイズ性能」の定義

(2)マイコン周辺に高分解能のADC専用デバイス(以下、単体ADC)を配置することも考えて、A-D変換後の結果をもとに、マイコンから発生するクロック・ノイズの影響があるか・ないかを調べる方法を解説します。

■ ADCのノイズ性能の定義

ADCのノイズ性能とは、ADC内部で発生するノイズがADCのもつ分解能に対して、下位何ビットまで影響を与えるかを示すスペックです。ノイズ性能を表す方法として、ノイズを実効値で規定する有効分解能、あるいはピーク・ツー・ピークで規定するノイズ・フリー・ビットなどがあります。

● ノイズ性能を評価するメリット

アナログ量を数値化するADCは、民生機器から計測/制御機器まで幅広く使われます。用途によって必要な分解能の目安ですが、図2のように「有効分解能」の値で切り分けれます。

民生機器の場合、例えば電気炊飯器などの温度管理

に必要な有効分解能は、温度表示が $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲で 1°C ステップなので10ビットあれば十分です。産業機器の場合、半導体製造工程で使う拡散炉では、温度表示が $1000^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ なので最低でも16ビット必要です。

このように用途がハッキリしていれば、民生機器がADC内蔵マイコン、産業機器が性能を重視する単体ADC、と選択できます。民生機器でも高分解能が必要だったりする場合はどうでしょうか? 必要な有効分解能として、図2の12~16ビットのような区間は、どうしてもグレー・ゾーンになります。これをはっきりさせるには、候補とするADCのノイズ性能で決まる実質の分解能(有効分解能)を、定量的に評価する必要があります。そうすることで、ADC内蔵マイコンでもOKなのか、または外付けの単体ADCでないかダメなのか判断がつかます。

● ノイズ発生頻度を表す「有効分解能(ENOB)」

図1のマイコン内部には、主に2つのノイズ源があります。1つは、マイコン内部のクロック発生回路です。マイコン周辺のアナログ回路にとってのノイズ源となります。クロック信号がノイズとして伝わります(空

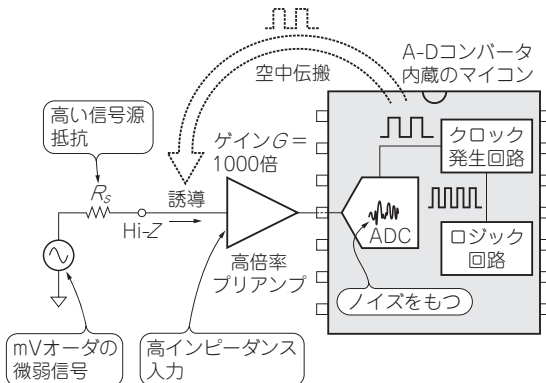


図1 本稿の目的…ADC内蔵マイコンの実力「ノイズ性能」を評価して、目的の用途(民生/産業用計測機器など)への採用可能/不可能を判断できるようにする