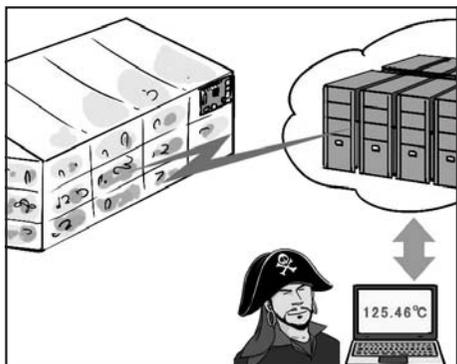


# ベストアンサー・コーナ



## インダストリ4.0に向けて！ 工業センサ計測Q & A 24ビットA-Dコンバータの 性能を100%引き出す テクニック

中村 黄三  
Kozo Nakamura

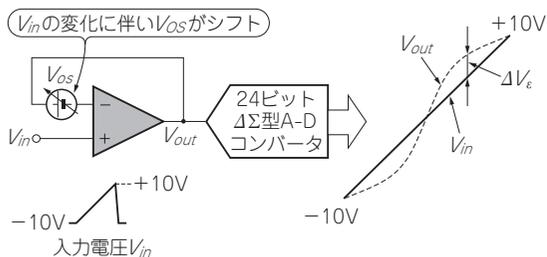
工場内での製品製造プロセスは、IoTを活用したデジタル・データ化が進んでいます。

製品の品質や稼働状況、機械の状況などを正しくチェックするために重要となるデバイスが工業センサやA-Dコンバータです。最近では24ビット分解能のA-Dコンバータでも数百円で入手できるようになっています。A-Dコンバータ用の前置アンプをうまく選べば、誤差の少ない計測が期待できます。本稿ではそのためのテクニックを紹介します。〈編集部〉

**【質問】**24ビットA-D変換器を使っているのですが、16ビット精度しか得られません

**【ベストアンサー】**前置アンプの非直線ひずみが悪影響を及ぼしている可能性があります

A-Dコンバータのドライブは、図1に示すようにゲイン1倍のボルテージ・フォロワで行います。ボルテージ・フォロワの入出力関係は直線的ではありません。実際にはOPアンプの入力電圧の変化に伴い、入力オフセット電圧  $V_{OS}$  がシフトするので、非直線性誤差  $V_e$  が発生します。A-Dコンバータの性能を100%活用するには、 $V_e$  の大きさが、A-Dコンバータ自体の積分



(a) A-Dコンバータのドライブは、通常OPアンプを利用したボルテージ・フォロワで行う (b) OPアンプの入力電圧  $V_{in}$  と出力電圧  $V_{out}$  の関係

図1 ボルテージ・フォロワはOPアンプの入力電圧の変化に伴い、入力オフセット電圧  $V_{OS}$  がシフトするので、出力には非直線性誤差  $V_e$  が生じる

24ビットA-Dコンバータの性能を100%活用するには、A-Dコンバータの積分非直線性誤差 ( $INL$ : Integral Non-Linearity) に比べ、 $V_e$  が小さいOPアンプを選ぶ。本稿ではOPアンプの非直線性誤差を測定する方法を紹介する

非直線性誤差 ( $INL$ : Integral Non-Linearity) より小さいOPアンプをドライバとして選ぶ必要があります。

OPアンプの非直線性の大きさが  $2m \sim 3mV$  でも、高精度なA-D変換では無視できない誤差になります。

24ビット分解能A-Dコンバータで入力レンジが  $5V$  のときは、 $1LSB$  の重みが  $0.3 \mu V$  です。誤差  $0.3 \mu V$  を確実に検出するときは、8桁表示に対応する数十円のデジタル・マルチメータ (DMM: Digital Multi Meter) などがが必要です。

ここでは、測定用補助回路を製作し、3万円の汎用オシロスコープやメーカ専用の評価ボードを利用して、OPアンプの  $\mu V$  オーダの非直線性誤差を測定する方法を解説します。

### ● 次にA-Dコンバータの $INL$ が重要

24ビットA-Dコンバータを利用する高精度な計測回路では、ビット分解能に見合う  $INL$  も大切です。図2に示す  $INL$  はフルスケール・レンジ ( $V_2 - V_1$ ) に対する理想直線からの最大のずれを意味します。単位は [%] や [ppm] または [LSB] で表されます。

図2で示した  $INL$  はエンド・ポイント法と呼ばれる誤差の見積もり手法を利用しています。エンド・ポイント法は、始点と終点を結んで理想直線を描いた後、

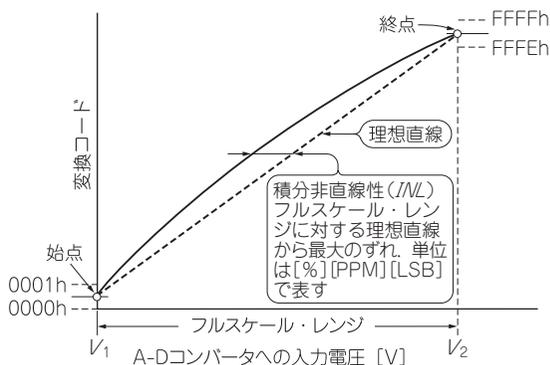


図2 エンド・ポイント法による  $INL$  の定義  
エンド・ポイント法による  $INL$  は、理想直線とA-Dコンバータの実際のゲイン・カーブとの最大偏差

【セミナー案内】 [講師実演] 装置におけるシールド/グラウンド設計法 [講師による実験実演付き] —— ノイズに強い電子装置を開発するための基礎知識と実務への展開  
【講師】 斉藤 成一 氏、6/30(日) 19,000円(税込み) <https://seminar.cqpub.co.jp/>