



第3章 熱電対, 測温抵抗体, 測温用サーミスタ, ワンチップ温度センサ IC など

温度センサとセンサ IC の実用知識

小川 実吉/幾島 康夫
Miyoshi Ogawa/Yasuo Ikushima

熱電対, 測温抵抗体, 測温用サーミスタ

ここでは産業分野で使用実績が多い電気式温度計に使われる温度センサである, 熱電対, 測温抵抗体, 測温用サーミスタについて説明します。

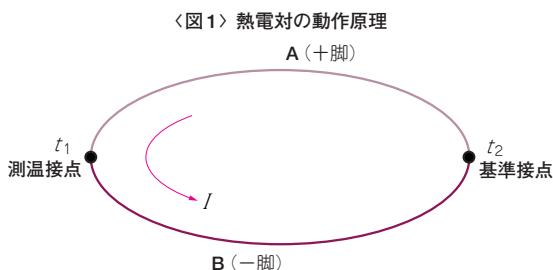
熱電温度計——熱電対がセンサ

これは, 熱電対をセンサとする温度計です。熱電対は金属線2本の構成で温度センサとして手軽に使用でき, 実用的な性能が得られるので, 長年にわたり多数使用されています。

■ 熱電対の動作原理

図1に示すようにAとBの2種類の導体で閉回路を作り, 両端の温度 t_1 ℃と t_2 ℃に差が生じると回路内に電流 I が流れる現象を利用します。温度値と起電力の関係を調べておき, 発生する起電力から温度値を求めるものです。この現象は, 1821年に発見され, 発見者の名を冠して「ゼーベック効果」と呼ばれています。

2本の金属線を「熱電対素線」といい, +脚と-脚



の材質は規格に規定されています。接続点の名称は, 温度を測定する側を「**测温接点**」といい, もう一方は「**基準接点**」といい0℃に保持するのが原則です。

ゼーベック効果とは, 熱的エネルギーを電気的エネルギーに変換する物理的効果ですが, これを利用した熱電対は図2に示すように入力信号を温度とし, 出力信号を直流電圧とする変換器とみなすこともできます。

■ 熱電対の特徴

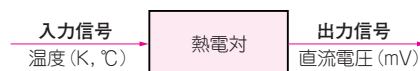
特徴としては下記があげられます。

- 原理的には, 接点の大きさ程度の空間温度を測定できる
- 応答性が良い
- 振動や衝撃に強い
- 温度差が測定できる
- 高温での測定ができる
- 基準接点が必要である

■ 種類

熱電対素線に使う金属線の組み合わせに応じて特性が異なります。永年の研究成果に基づき, 適正な素線の組み合わせによる熱電対が規格で標準化されています。実用化されている熱電対の種類と使用温度範囲は,

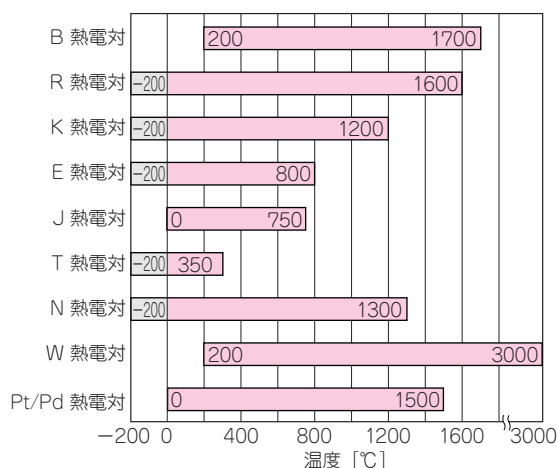
〈図2〉熱電対は温度を入力すると電圧を出力する変換器とみなせる



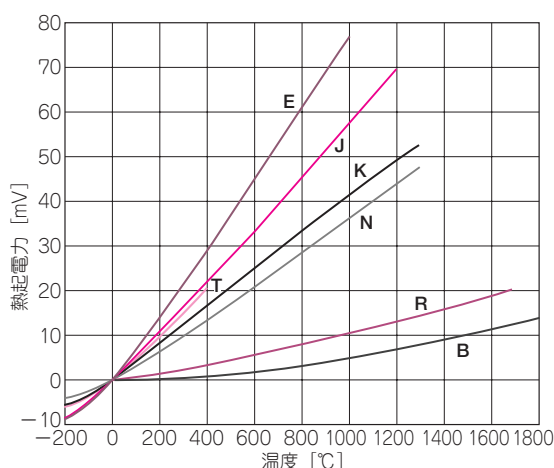
Keywords

熱電温度計, ゼーベック効果, 熱電対素線, 测温接点, 基準接点, ショート・レンジ・オーダリング, シース熱電対, 白金测温抵抗体, Pt100, JPt100, 抵抗温度計, 自己加熱, サーミスタ温度計, サーミスタ测温体, NTC サーミスタ, LM35, LM70, DS18S20, SPI, Microwire, I²C, SMBus, 1-Wire.

〈図3〉各種熱電対の使用温度範囲



〈図4〉熱電対の標準熱起電力特性



〈写真1〉工業用熱電対の外観 [林電工(株)]

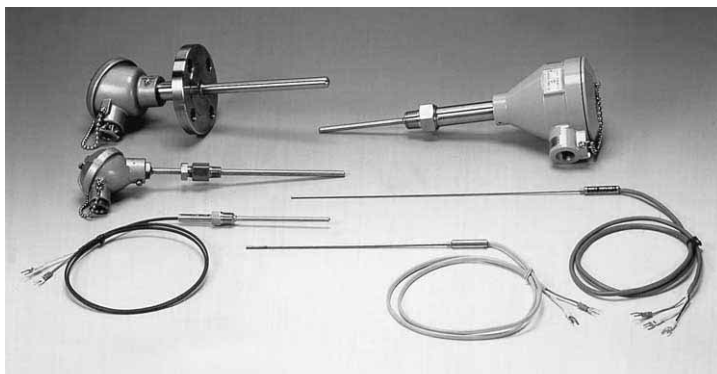


図3のとおりです。温度と熱起電力の関係は、「**標準熱起電力値**」として図4のように標準化されています。

熱電対の種類は、1文字の記号で規定されています。古いJISでは、素線両脚の材質の頭文字を引用して、意味のある文字の記号でしたが、規格の国際整合化に合わせて現行の記号に変更されました。各種熱電対の特徴を表1に示します。

構成材料は大別して、**貴金属(白金系)**と**卑金属**があります。

● 貴金属熱電対と卑金属熱電対

貴金属は高温に曝されても酸化しにくいこと、高価であるなどの理由で素線径は0.5 mmに限定されて、主に1000℃以上の高温領域に使用します。

卑金属熱電対は、高温域で酸化しやすいので線径を細いものから太いものまで用意して、使用温度に応じて選択します。

● 1000℃以下の領域ではK熱電対を使う

一般的な使い方は、1000℃以下の領域ではK熱電対が多く使用されます。この熱電対は、熱起電力特性の直線性がよく、高温の酸化雰囲気でも使用できる利点があります。

表1の特徴欄に記した「**ショート・レンジ・オーダリング**」は、この熱電対特有の現象で、450℃付近で連続使用すると、短時間で熱起電力特性が変化する欠点があります。したがって、450℃付近で連続使用する用途にはJ熱電対の使用を勧めます。

● 常温付近の領域ではT熱電対を使う

常温付近(氷点下を含む)の使用には、T熱電対が適しています。T熱電対は「**被覆熱電対**」と称して、平行2芯のビニールやテフロンなどの被覆加工されたものが簡単に入手できます。長尺物を必要な長さに切断し、測温接点を手作りで加工すれば熱電対として使用できます。

■ シース熱電対

各種熱電対の外観を写真1に紹介します。熱電対は、素線むき出しのままだと現場で使用できないので、いろいろな構造が考案されています。使用実績が多いのは**シース熱電対**です。シース熱電対は、金属管(金属シース)と一対の熱電対素線の間に、粉末状の無機絶縁物(MgO)を充填封入して一体となった構造に加工された熱電対で、図5はその構造の概略です。