

# Readout

HORIBA Technical Reports

特集 半導体計測システム

September 1998 ■ No.17

---

ハンディ放射温度計 IT-540 シリーズ

Handheld Infrared Thermometer IT-540 Series

野村俊行・早川昇

Toshiyuki NOMURA, Noboru HAYAKAWA

(Pages 65-68)

---

株式会社 堀場製作所



# ハンディ放射温度計 IT-540 シリーズ

## Handheld Infrared Thermometer IT-540 Series

野村俊行 早川昇

### 要旨

このほど開発した低価格のハンディ放射温度計IT-540シリーズについて紹介する。本シリーズにはユーザーが用途に応じて選ぶことができるように、照準機能を持つIT-540SおよびIT-540Nと、照準機能を持たないIT-540Eの合計3つのタイプがある。Sタイプは距離30mmにおける測定エリア 2.5mmの小スポット測定、NおよびEタイプは距離500mmにおける測定エリア 40mmの狭視野測定に対応する。本稿では、これらの製品の原理、構成および特長な機能について解説するとともに、正しく温度測定するためのポイントについても説明する。

### Abstract

In order to ensure that the user can select a product to meet his application needs our newly developed, low-priced handheld infrared thermometer IT 540 Series is described. Series comes in three types: IT-540S and IT-540N, both with a sighting function, and IT-540E, without the sighting function. The S Type is designed for use in measurements of a spot as small as 2.5mm at a distance of 30mm, while the N and E types are intended for measurements of an area as narrow as 40mm at a distance of 500mm.

This paper describes the principles, structure and features of these products, together with explanatory information concerning how to conduct correct temperature measurements.

## 1. はじめに

当社では、約10年前に低温域のハンディ放射温度計IT-330を発売した。当時、放射温度計の価格帯が数十万円であったものを十万円を下回る価格で発売したため、大きな反響を呼んだ。その結果、ゴム、プラスチック、印刷などの多くの分野で使用されるようになり、用途がますます拡大されるとともに、当社においては設置型放射温度計の開発を含め、種々のニーズに応えてきた。最近では製造物責任法(PL法)により、食品の製造時および保管時の温度管理や食品輸送時、受け渡し時の温度検査に使用されているが、特に食品業界における危害分析と重要管理点(HACCP)の導入がこれに拍車をかけている。これに伴い放射温度計に関する専門知識を持たない人でも容易に扱え、また、より廉価なものへの要望が増えてきた。当社ではこれらのニーズに応え、IT-540シリーズ(図1)を製品化した。



図1 ハンディー放射温度計 IT-540N  
Handy Infrared Thermometer IT 540

## 2. 赤外線放射と温度計測

地球上の全ての物体は、その温度と表面の性状に応じた電磁波(可視光線や赤外線などの総称)を放射している。絶対温度  $T$  K(T Kelvin)にある物体の分光放射輝度  $W$  はプランクの放射則で与えられる。

$$W = C_1 \cdot \lambda^{-5} [\exp(C_2 / T) - 1]^{-1} \quad (1)$$

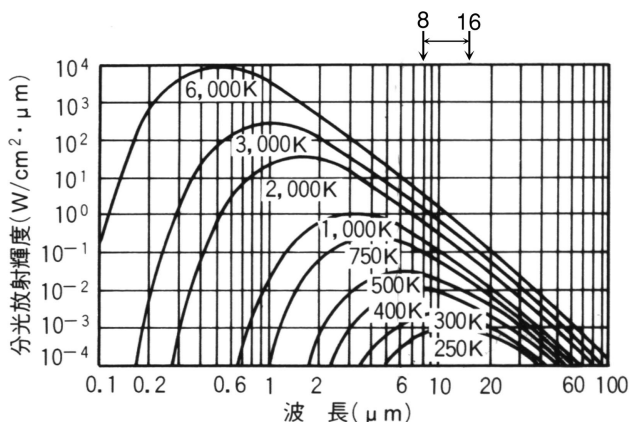


図2 黒体の温度と分光放射輝度  
Blackbody temperature and spectral radiance

図2は、常温から6000 Kまでの温度範囲において、黒体から放射される電磁波の分光放射輝度を示したものである。

IT-540シリーズは、物体から放射される電磁波の中でも比較的長い波長(赤外線)だけを選択的に取込んで、500 以下の低温域を測定する。すなわち、多層膜干渉フィルタを用いて波長範囲8 ~ 16 μmの赤外線だけを利用しているため、大気中の水蒸気等の吸収の影響が少なく精度の高い温度計測が可能である。

### 3 .放射温度計の構成とキーコンポーネンツ

#### 3.1 IT-540の全体構成

ハンディ放射温度計の構成を図3に示す。物体から放射された赤外線はレンズ で赤外線センサ へ集光される。赤外線センサでは、入射した赤外線エネルギー量に応じた電気信号が発生し、この赤外線センサ自身の温度を測る基準温度補償用温度センサの信号とともに、アナログ信号をデジタル信号に変換する回路 を通ってマイクロコンピュータ に入力される。マイクロコンピュータでは、基準温度の補正やセンサ感度の補正および放射率の補正などが施された後、温度に換算され、液晶に表示される。

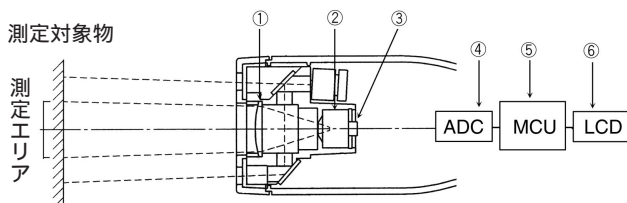


図3 IT-540Nの構成  
Structure of IT-540N

#### 3.2 干渉フィルタと光学レンズ

当社では多層膜干渉フィルタや赤外透過窓等を自社で生産している。IT-540シリーズの設計にはこのノウハウを生かし、高品質・低価格の実現を可能にした。波長範囲8 ~ 16 μmの赤外線のみを透過する多層膜干渉フィルタはサーモパイル型赤外線センサの窓に使用している。

ところで、最近ではプラスチックレンズを使用した超低価格の放射温度計がある。しかし、レンズの汚れを拭き取るとき、プラスチックレンズはキズが付きやすく、精度や視野特性の劣化が生じる恐れがある。IT-540シリーズは、光学系に耐久性の高いSiレンズを採用しており、長期間安心して使用することができる。

#### 3.3 サーモパイル型赤外線センサと周囲温度の補正

IT-540シリーズに使用しているサーモパイル型赤外線センサは、複数の熱電対を直列に接続し、熱電対列の温接点側 を受光部としている(図4)。受光部には黒化処理が施され、赤外線を吸収しやすいようにしてある。また、冷接点側 は、熱が逃げやすいようにヒートシンク上に配置されている。

センサの受光部へ赤外線が入射すると、入射した赤外線の量に応じて温接点と冷接点との間に温度差が生じ、熱起電力が発生する。絶対温度を知るためには、熱電対と同様に冷接点側の基準温度による補正が必要である。例えば放射温度計を、気温の異なる場所に持込んで測定を行うと指示温度にドリフト(ずれ)を生じることがある。これは主に、急激な温度変化によってサーモパイル型赤外線センサの冷接点の温度と、基準温度補償用温度センサが検知する温度がずれるためである。そこで当社では、図4のようにセンサケースとヒートシンクとを接触させることによってケースと冷接点との熱伝導を良くし、周

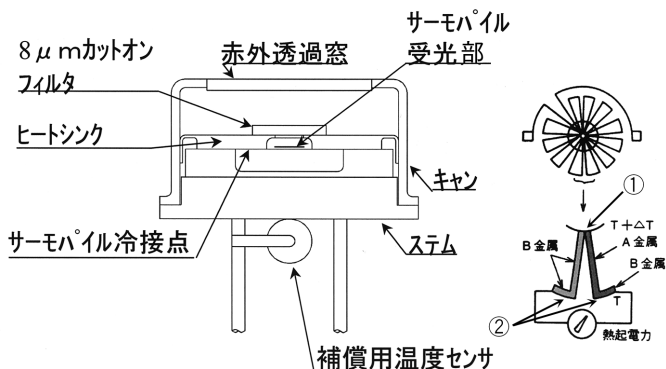


図4 サーモパイル型赤外線センサの構造  
Structure of thermopile

周囲温度変化による温度差が生じにくい構造を採用している。このため、急激な周囲温度変化に対しても、高い安定性を実現している。

図5はIT-540と温度補償が適切でないセンサの温度ドリフトの実測例である。

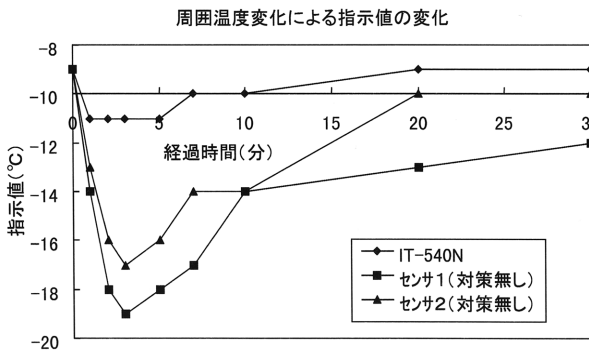


図5 IT-540の温度ドリフト実測例  
Example of temperature fluctuation measurements for IT-540

#### 4 . IT-540の特長機能

表1はIT-540シリーズの主な仕様である。以下に、本シリーズの特長について、仕様および機能を追いつながりながら説明する。

表1 IT-540シリーズの仕様  
Specifications of IT-540 Series

型 式	Eタイプ	Nタイプ	Sタイプ
検 出 素 子	サーモパイル (TO-5型容器)		
測定温度 範囲	-50~500°C		
測 定 精 度	± (読み取り値の絶対値の1.0%+2) °C以内 (-50~-1°C) ± 2°C以内 (0~200°C) ± (読み取り値の1%) °C以内 (201~500°C)		
応 答 時 間	1.5 s以内 (95%応答)		
標 的 サイズ	φ 4.0 mm以下 (距離500 mmにて)		φ 2.5 mm以下 (距離30 mmにて)
放 射 率 設 定	0.10~1.00 (0.01ステップ)		
照 準	マーカ無し	2点レーザーマーカ	LEDスポットマーカ
外 形 寸 法	170 L × 40 W × 36 H mm		
重 量	約 140 g (電池含む)		
機 能	上下限警報 (-55~505°C、1°Cステップ) 最大値/最小値表示、測定値ホールド、バッテリーアラーム オートパワーオフ、°C/°F切替		

##### (1)測定温度範囲

IT-540シリーズの測定温度範囲は、-50 ~ 500 °Cである。センサの安定性が高いため、冷凍庫内の食品から、熱したフライパンまで広範囲の温度測定が可能である。

##### 面積効果の測定

標的サイズの1.5倍以上の開口をもつ黒体炉または安定した熱源の前に、規定の標的サイズに相当する開口のしぼりとその1.4倍以上の開口径をもつしぼりを設置して、それぞれのしぼりに対する放射温度計の指示値の差を求めることによって行う。

##### (2)照準機能

この価格帯では他に例を見ない特長機能として、NおよびSタイプの照準機能がある。Nタイプでは測定箇所を示すだけでなく、測定領域がわかるように2ビームレーザーマーカ(図6-a)を搭載してい

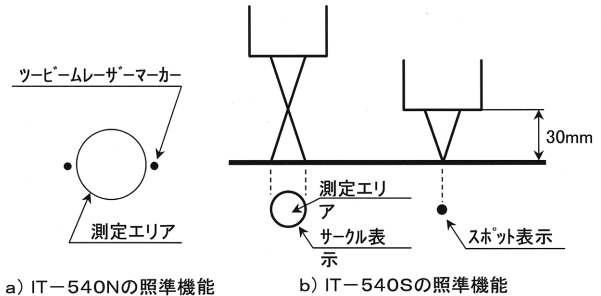


図6 IT-540Nの照準機構  
Pinpointing mechanism of IT-540N

る。また、Sタイプのスポットマーカは最小スポットとなる側定位置を示すばかりでなく、測定距離を前後させたときでも測定エリアがわかるようにしたものである(図6-b)。放射温度計では温度を計測するために観測するエリアを、その測定距離における標的サイズとして表している。測定に当たっては、対象物の大きさは標的サイズより大きい必要がある。放射温度計の視野を被測定物が満たしていない状態は「視野欠け」と呼ばれ測定誤差の原因のひとつであるが、測定エリアがわかる照準機能はこの視野欠けを未然に防ぐのに大変有効である。

「視野欠け」とは反対に「面積効果」という現象がある。JIS C 1612 放射温度計性能表示方法通則によると、「測定物体の面積の違いによって、放射温度計の出力が変化すること」と説明されている。両者の関係は図7に示すとおりで、熱源の前のしぼり径が放射温度計の標的サイズより小さい領域が視野欠け、大きい領域が面積効果である。図7はIT-540Nの面積効果の実測例であるが、この図よりIT-540Nの面積効果を計算すると1%未満と非常に小さい値であることがわかる。

##### (3)その他の便利な機能

その他、耳と目で知らせる上下限アラーム機能、最高・最低温度表示、電池残量表示、オートパワーオフなど便利な機能を搭載している。

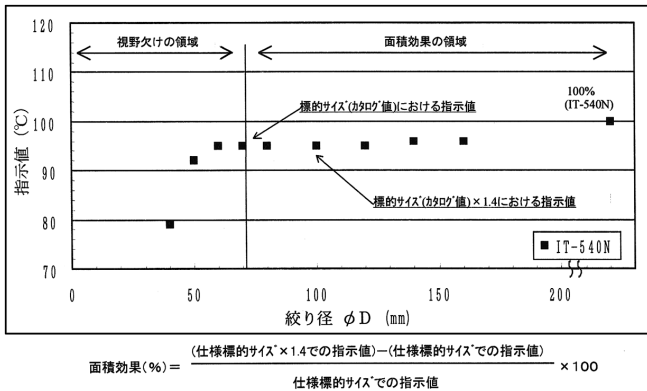


図7 IT-540Nの視野特性  
Size of source effect of IT-540N

## 5. 正確な温度測定を行なうために

### 5.1 測定領域の設定

放射温度計の測定エリアはカメラで覗いたようにははっきりと区切ることは難しい。そこで、仕様書には、測定視野を「対象物から90%の放射エネルギーを取り込むことができる領域(90%エネルギー・リミット)」として記載している。したがって、実際に測定を行う場合にはこの大きさの1.5～2倍またはそれ以上の大きさを確保できるように測定距離を設定することが望ましい。もし、測定対象物の大きさに余裕がない場合は、測定距離を一定にして、放射率設定値で補正することによって測定を行うことも可能である。

### 5.2 放射率の設定

物体から放射される放射エネルギーの強度は、物体の温度だけでなく「放射率」と呼ばれる物体固有の係数によって決まる。このため、放射温度計で温度を測定する際には、あらかじめこの値を調べ、放射温度計に放射率補正值を設定しておく必要がある。以下に、黒体スプレーまたは黒体テープを利用して簡単に放射率を求める方法を示す。

被測定物の一部に黒体スプレーを塗った後、被測定物を加熱する。

黒体スプレーの放射率の値を放射率設定値とした放射温度計で、黒体スプレーを塗った部分を測定する。

続けて黒体スプレーを塗っていない部分を測定し、先に測った黒体スプレーを塗った部分の温度と指示値が等しくなるように、放射率設定値を調整する。

調整によって得られた放射率をこの測定物の放射率とする。

黒体テープを貼る場合も、同様の手順で放射率を求めることができる。

なお、放射率を求める際には、測定物の温度が周囲の室温より50程度高くなるように加熱する(安全のため、黒体スプレーまたは、黒体テープの耐熱温度を超えないように注意する)。

## 6. おわりに

対象物に触れることなく、かつ、接触式温度計では考えられないようなスピードで温度測定ができる放射温度計は、低価格になるにつれて用途が広がっている。一方、正確に温度をはかるためには、測定対象に合わせた放射率の設定や測定視野の確認などが必要である。我々メーカーは、高品質で適正な価格の放射温度計を作る一方で、正しく使用していただくための努力が必要であると考えている。そして、それらの中から、さらに新しい使い方、利用方法を発見し、有効に活用していただくことを常々願っている。今回製品化したIT-540シリーズがそのために大いに役立つことを期待している。

### <参考文献>

- 1) 温度計の正しい使い方, (社)日本電気計測器工業会編, (1997)
- 2) 簡易型放射温度計(2), 日本赤外線学会誌, 研究ノート, Vol.6, No.2, 1996
- 3) ハンディ型赤外線放射温度計(IT-340), Readout No.2(1991)



野村俊行  
Toshiyuki NOMURA

科学計測開発部  
チームリーダー



早川昇  
Noboru HAYAKAWA

国際営業部



