

(360) 放射スペクトル解析による温度測定法

東北大学選鉱製錬研究所 ○小林三郎 徳田昌則

1. 目的 物体表面温度の非接触測定器として普及している放射温度計の测温精度は、多かれ少かれ放射率に関する詳細な知見に依存する。他方、多重反射による測定面の黒体化を行う方法は高精度の测温を可能とするが、測定環境に関する制約を受けると思われる。本報告の目的は熱放射スペクトルを測定し、放射率に関する制約条件を緩和して测温する方法の可能性とその限界を解明することである。

2. 温度測定原理 未知の温度 T_s および垂直放射率 $\epsilon_n(\lambda)$ の面からの垂直放射強度 $i_n(\lambda)$ は、Wienの式によれば測定される放射エネルギーに対応する電気量 $E(\lambda)$ と(1)式のように関係づけられる。
 $i_n(\lambda) = C(\omega, \lambda) E(\lambda) = \epsilon_n(\lambda) \cdot 2c_1 / (\lambda^5 \exp(c_2/\lambda T_s)) \dots (1)$ ここで、 c_1, c_2 は普遍定数、 $C(\omega, \lambda)$ は視野立体角 ω および波長 λ に関する光学的装置定数。任意温度 T_b の黒体を用いて $C(\omega, \lambda)$ を求めると、 ω が両測定で同じとき(1)式より $\epsilon_n(\lambda) = D(\lambda) \exp(\theta_s/\lambda) \dots (2)$ を得る。ここで $D(\lambda) \equiv \exp(-c_2/\lambda T_b) \cdot E(\lambda)/E_{T_b}(\lambda)$ 、 $\theta_s \equiv c_2/T_s$ 。 $D(\lambda)$ は分光測定により得られる放射エネルギーに対応する無次元量である。

$D(\lambda)$ のみから θ_s を求める手順は以下の通りである。

- ① $y \equiv D(\lambda) \exp(\theta/\lambda) \dots (3)$ とおき、 θ について走査する。
- ② 走査温度ごとに y を $y_f = \sum_{k=0}^m a_k \lambda^k$ にてあてはめる。
- ③ $S = \sum_{i=1}^N (1 - y_f/y)^2$ (N は測定波長数) の θ に関する極値を見出す。④ S が十分低値となるときに次数 m を ϵ_n に対する最適次数とし、このときの S の極値に対応する θ を θ_s とする。

ϵ_n が λ の3次関数の場合、設定した温度 $T_s (=1300\text{K})$ から(2)式を用いて得た $D(\lambda)$ について①~④を行った場合の S の変化を Fig.1 に示す。 $m \geq 3$ で S は十分低値であること、1300Kで極値をとることが明白である。しかし ϵ_n が4次以上の関数形の場合には本法の有効性は失われる。

3. 测温精度 Fig.2 に示す ϵ_n は一部にす

ぎないが、設定温度 ($T_s = 900, 1300\text{K}$) に対する評価温度の標準偏差 σ を Table 1 に、粉体試料 (アルミナ, 黒鉛, 石灰石, 鉄鉱石) と白金板についての $D(\lambda)$ を用いて得た温度の熱電対温度 (850~1250K) に対する標準偏差を Table 2 に示す。

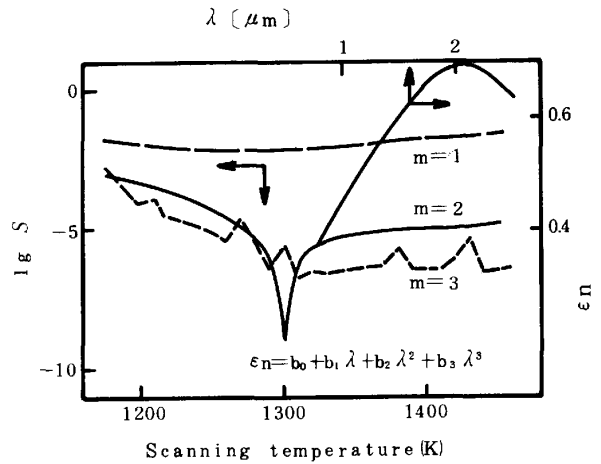


Fig.1 Change of S ($T_s=1300\text{K}$)

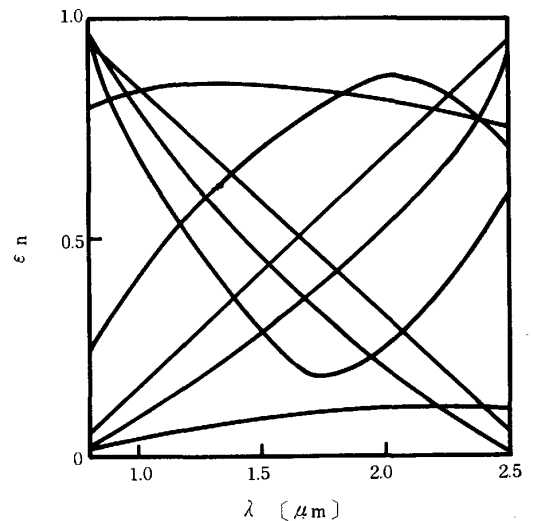


Fig.2 Examples of ϵ_n -curves

Table 1 Standard variance σ (K)

ϵ -curves	linear lines (8)	monotonic curves (11)	curves having one ultimate value (9)
σ	9	19	37

Table 2 Standard variance

	powders (31)	Pt plate (4)
σ	7.6	18.7