

二色温度測定に及ぼす実効波長の役割

(二色温度と真温度の関係-III)

中初工業大学 藤田清比古 ○山口隆生

自動二色温度計は波長λにおける分光透過率が $\tau_{\omega}^{RZ}(\lambda)$, $\tau_{\omega}^{VS}(\lambda)$ なる2枚のフィルタRZ-U, VS-Wを用いて測定光を二色に分離し、その放射輝度の比から二色温度を知る構造となっている。したがって温度指示計器の指針はその比に依存して振れているが、フィルタの特性と単色光を得ることができないので、実際に指針を振らせているのは、各フィルタを透過した放射輝度を積分したものの比である。それゆえ、タングステンリボンの(真)温度 T_1^W なる輝度温度標準電球を用いて目盛り定のものとしてすると、そのとき指針の指す位置に(10)式を満足する F_1^A という二色温度値を目盛らべきである。これを理想の目盛り定の温度と呼ぶ。

$$\frac{\int_0^{\infty} E^{\omega}(\lambda, T_1^W) \cdot P(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{RZ}(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{VS}(\lambda) \cdot N(\lambda, T_1^W) d\lambda}{\int_0^{\infty} E^{\omega}(\lambda, T_1^W) \cdot P(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{VS}(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{RZ}(\lambda) \cdot N(\lambda, T_1^W) d\lambda} = \frac{\int_0^{\infty} P(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{RZ}(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{VS}(\lambda) \cdot N(\lambda, F_1^A) d\lambda}{\int_0^{\infty} P(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{VS}(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{RZ}(\lambda) \cdot N(\lambda, F_1^A) d\lambda} \quad (10)$$

ただし本報で $N(\lambda, Y)$ と記してあれば波長λ、温度Yにおける完全放射体の分光放射輝度、 $E^{\omega}(\lambda, Y)$ はS物質のλ、Yにおける分光放射率、 $P(\lambda)$ は光電子増倍管のλにおける比感度、 $\tau_{\omega}^{Lg}(\lambda)$ はλにおける測定レンズ L_g の分光透過率である。なお E^{ω} の ω はタングステンを意味する。

しかしながら自動二色温度計は理想の目盛り定の温度を目盛ることには必ずしも有利ではない。なぜならば、第1報(鉄と鋼、講演概要集 55 (1969) 5458)で考察したごとく二色温度は被測温度の放射率を媒介として容易に真温度に換算できるといふ特長があったが、理想の目盛り定の温度から真温度は簡単に求まらなかつて不便となるからである。そのための第2報(鉄と鋼、講演概要集 55 (1969) 5459)にも記したごとく二色のフィルタおのおのに対し、被測温度の分光放射輝度特性、光電子増倍管の比感度特性さらに必要であればレンズその他の温度計を構成している光学系の分光透過率特性を加味して λ_1, λ_2 なる単色光で等価される波長を選定し、これを二色の実効波長とした。そして目盛り定めとしては、前記の T_1^W なる温度のタングステンリボンを用いたとき、指針の指した位置に λ_1, λ_2 という実効波長を用いて(3)式で算出した二色温度 F_1^I を目盛ることになる。これを読み温度、または実効二色温度と呼ぶ。

$$\frac{E^{\omega}(\lambda_1, T_1^W) \cdot N(\lambda_1, T_1^W)}{E^{\omega}(\lambda_2, T_1^W) \cdot N(\lambda_2, T_1^W)} = \frac{N(\lambda_1, F_1^I)}{N(\lambda_2, F_1^I)} \quad (3)$$

F_1^I と(10)式で求めた F_1^A は一致するとは限らない。これは一見不都合のように思えるが二色温度を測定するのは多くの場合真温度を知ることが目的であるので、不都合か否かは真温度との関係において考察しなければならない。すなわちいふ分光放射率 $E^{\omega}(\lambda, T_2^S)$ 、温度 T_2^S なるS物質の温度を実効二色温度で目盛り定めに二色温度計で測温したとする。この場合の指針は(10)式の考えから(11)式に依存して振れ、そこに目盛り定られている温度は(3)式と同様に(12)式で求まる F_2^I となる。したがって F_2^I と F_1^I が等しくなくても実用上は F_2^I から(13)式により換算した温度 T_2^S とS物質の真温度 T_2^S が一致すればよい。

$$\frac{\int_0^{\infty} E^{\omega}(\lambda, T_2^S) \cdot P(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{RZ}(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{VS}(\lambda) \cdot N(\lambda, T_2^S) d\lambda}{\int_0^{\infty} E^{\omega}(\lambda, T_2^S) \cdot P(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{VS}(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{RZ}(\lambda) \cdot N(\lambda, T_2^S) d\lambda} = \frac{\int_0^{\infty} P(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{RZ}(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{VS}(\lambda) \cdot N(\lambda, F_2^I) d\lambda}{\int_0^{\infty} P(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{VS}(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{RZ}(\lambda) \cdot N(\lambda, F_2^I) d\lambda} = \frac{\int_0^{\infty} E^{\omega}(\lambda, T_2^S) \cdot P(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{RZ}(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{VS}(\lambda) \cdot N(\lambda, T_2^S) d\lambda}{\int_0^{\infty} E^{\omega}(\lambda, T_2^S) \cdot P(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{VS}(\lambda) \cdot \tau_{\omega}^{RZ}(\lambda) \cdot N(\lambda, T_2^S) d\lambda} \quad (11)$$

$$\frac{E^{\omega}(\lambda_1, T_2^S) \cdot N(\lambda_1, T_2^S)}{E^{\omega}(\lambda_2, T_2^S) \cdot N(\lambda_2, T_2^S)} = \frac{N(\lambda_1, F_2^I)}{N(\lambda_2, F_2^I)} \quad (12)$$

$$\frac{N(\lambda_1, F_2^I)}{N(\lambda_2, F_2^I)} = \frac{E^{\omega}(\lambda_1, T_2^S) \cdot N(\lambda_1, T_2^S)}{E^{\omega}(\lambda_2, T_2^S) \cdot N(\lambda_2, T_2^S)} \quad (13)$$

以上を検討するにS物質として溶鉄、 $\lambda_{1,2}$ として江森ら[計測と制御 1 (1962) 57]の提唱する実効波長を用いこれらの関係を求め、たとえば二色温度変換フィルタを挿入したときでも実効二色温度は実用性のあることを立証した。