

(69) 二色温度測定に及ぼす光学系の透過率の影響について

(二色温度と真温度の関係—II—)

中部工業大学 藤田清比古 ○山口隆生

京都大学工学部 諸岡 明

自動二色温度計の測定値から真温度を求めるときの補正值に系統的に導入されるもののなかから、測定レンズなどの测温用光学系の透過率に関係するものを取り上げ、考察を加えた。江戸ら【計測と制御 1 (1962) 57】は温度計の2つの実効波長は(2)式を満足する λ_e を各フィルタにより求めたものであるとした。そしてこれをそれぞれのフィルタに対し λ_1, λ_2 と呼ぶ。

$$I = \alpha \int P(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot \varepsilon(\lambda, T) \cdot N(\lambda, T) d\lambda = \beta \cdot \varepsilon(\lambda_e, T) \cdot N(\lambda_e, T) \quad (2)$$

ただし α, β は比例定数、 $P(\lambda)$ は光電子増倍管の波長 λ における分光感度、 $\tau(\lambda)$ は二色に分けるためのフィルタの λ における分光透過率、 $\varepsilon(\lambda, T)$ は λ と温度 T における分光放射率、 $N(\lambda, T)$ は λ, T における完全放射体の分光放射輝度である。温度計の目盛りの校正は一般に輝度温度標準用タングステンリボン電球で行なわれる。すなわち二色温度計でこれを测温し、このときの標準輝度温度値よりタングステンの真温度 T_1 を求め、これに対する二色温度 F_1^I を(3)式で計算し、指針のふれた位置に F_1^I と目盛るのでこれが読み温度となる。 $R_E^W(\lambda_1/\lambda_2, T_1) \cdot R_N(\lambda_1/\lambda_2, T_1) = R_N(\lambda_1/\lambda_2, F_1^I)$ (3)

ただし $R_E^W(\lambda_1/\lambda_2, T)$ とはA物質のD温度におけるB条件で求めた実効波長 λ_1, λ_2 の分光放射率の比、 $R_N(\lambda_1/\lambda_2, T)$ はD温度の完全放射体のB条件での λ_1, λ_2 における分光放射輝度の比とする。もしこの場合の λ_1, λ_2 を理想のレンズ L_0 (λ_1, λ_2 における分光透過率の比 $R_E^L(\lambda_1/\lambda_2) = 1$)で完全放射体を測定したとして計算された λ_1^0, λ_2^0 を用いたとすれば、指示する温度(読み温度)は正しい二色温度ではない。なぜならば実際には完全放射体(同色体)でないタングステンを $R_E^L(\lambda_1/\lambda_2) \neq 1$ なる L_1 レンズを使用して测温しているからである。正しい二色温度 F_1^W は(4)式で求められる。

$$R_E^{L_1}(\lambda_1/\lambda_2^{(W-L_1)}) \cdot R_E^W(\lambda_1/\lambda_2^{(L_1)}, T_1) \cdot R_N(\lambda_1/\lambda_2^{(L_1)}, T_1) = R_N(\lambda_1/\lambda_2^{(L_1)}, F_1^W) \quad (4)$$

このように L_1 レンズを用いて実効波長を λ_1^0, λ_2^0 とし、タングステンリボン電球で校正した温度計のレンズを L_2 に変えて、 $\tau(\lambda)$ なる分光透過率を持った色温度変換フィルタで测温レンジを変更し、真温度 T_2 のX物質を、 $\varepsilon(\lambda)$ なる分光放射率を持ったガラス窓を通して测温した場合、変換フィルタによって変更された見掛けの二色温度 F_2^X は(5)式で求められる。

$$R_E^{L_2}(\lambda_1/\lambda_2^{(X-L_2-C-G)}) \cdot R_E^L(\lambda_1/\lambda_2^{(L_2)}, T_2) \cdot R_E^G(\lambda_1/\lambda_2^{(G)}, T_2) \cdot R_E^X(\lambda_1/\lambda_2^{(X)}, T_2) \cdot R_N(\lambda_1/\lambda_2^{(X)}, T_2) = R_N(\lambda_1/\lambda_2^{(X)}, F_2^X) \quad (5)$$

F_2^X に相当する分光放射輝度の比は(6)式のごとく真温度 T_2^W のタングステンリボンで測定したときに等しい。 $R_N(\lambda_1/\lambda_2^{(X-L_2-C-G)}, F_2^X) = R_E^{L_1}(\lambda_1/\lambda_2^{(W-L_1-C-G)}) \cdot R_E^L(\lambda_1/\lambda_2^{(L_1)}, T_2^W) \cdot R_E^W(\lambda_1/\lambda_2^{(L_1)}, T_2^W) \cdot R_N(\lambda_1/\lambda_2^{(L_1)}, T_2^W)$ (6)

したがって指示する温度、すなわち読み温度は(7)式より F_2^I となる。

$$R_E^W(\lambda_1/\lambda_2, T_2^W) \cdot R_N(\lambda_1/\lambda_2, T_2^W) = R_N(\lambda_1/\lambda_2, F_2^I) \quad (7)$$

なおこのときの正しい二色温度より波長 $\lambda^{(X-L_2-C-G)}$ で L_2 レンズ、 ε ガラス窓を通したときの二色温度は(8)より F_2^X 、真の二色温度すなわち波長 $\lambda^{(X-L_2-C-G)}$ に対する二色温度は(4)式より F_2^W となる。 $R_E^{L_2}(\lambda_1/\lambda_2^{(X-L_2-C-G)}) \cdot R_E^L(\lambda_1/\lambda_2^{(L_2)}, T_2) \cdot R_E^X(\lambda_1/\lambda_2^{(X)}, T_2) \cdot R_N(\lambda_1/\lambda_2^{(X)}, T_2) = R_N(\lambda_1/\lambda_2^{(X)}, F_2^X)$ (8)

$$R_E^X(\lambda_1/\lambda_2^{(X-L_2-C-G)}, T_2) \cdot R_N(\lambda_1/\lambda_2^{(X)}, T_2) = R_N(\lambda_1/\lambda_2^{(X)}, F_2^I) \quad (9)$$

各種レンズ、ガラス窓などの透過率の実測値をもとに、仮想の二色温度計を想定し、これをタングステンおよび溶融純鉄を測定した場合の二色温度の関係を上記の各式で計算し整理したところ、実在の放射体を测温したときは、実効波長の移動量よりも $|\lambda_1 - \lambda_2|$ の値の変動が λ_1, λ_2 における透過率の比が1から離れるほど系統誤差が大いことがわかった。さらに計算結果と実在の二色温度計の測定結果を比較し、以上の考え方が妥当なことを確かめた。