536.52: 535.243

'72－S379

(96) 自動二色温度計と光高温計の測定値に及ぼす諸因子の影響とその比較
(二色温度と真温度の関係－V)

中部工業大学　藤田清比古　山口隆生
大学院　○中津川達雄

1.緒言　実効二色温度F^zを指示する自動二色温度計と輝度温度Sを指示する光高温計は共に放射を利用した温度計である。したがってある放射体のF^zまたはSからその真温度Tを求めるには，各々の温度計の実効波長，放射体の分光放射率，定数C_2［以下これらを間接観測量と称す］を知らなければならない。いまWienの放射式を用いるとこれらの関係は次式のようになる。

$$\frac{1}{S}=\frac{1}{T}-\frac{\lambda_e}{C_2}\cdot\ln\varepsilon(\lambda_e,T) \qquad (1)$$

$$\frac{1}{F^z}=\frac{1}{T}-\frac{1}{C_2}\cdot\frac{\lambda_{e1}\cdot\lambda_{e2}}{\lambda_{e2}-\lambda_{e1}}\ln\frac{\varepsilon(\lambda_{e1},T)}{\varepsilon(\lambda_{e2},T)}=\frac{1}{T}-\frac{1}{C_2}\cdot\frac{\lambda_{e1}\cdot\lambda_{e2}}{\lambda_{e2}-\lambda_{e1}}\ln E \qquad (2)$$

ただし，λ_eは光高温計の実効波長；λ_{e1}，λ_{e2}は二色温度計の2つの実効波長；$\varepsilon(\lambda_e,T)$，$\varepsilon(\lambda_{e1},T)$，$\varepsilon(\lambda_{e2},T)$は$\lambda_e$，$\lambda_{e1}$，$\lambda_{e2}$，温度Tにおける放射体の分光放射率，そして$E=\varepsilon(\lambda_{e1},T)/\varepsilon(\lambda_{e2},T)$とする；$C_2$はプランクの第2放射定数である。ここで(1)，(2)式の右辺の各間接観測量の値の見積りを誤ったり，途中で変動した場合のS，F^zへ与える影響［誤差ΔS，ΔF^z］を調べ，さらにこれらの影響の程度について両者を比較した。ついでPlanckの式とWienの式を用いた場合の温度の違い，測定可能な微小温度変化，測定方向それに測定距離の影響についても検討を加えた。　**2.基準値の設定**　まず間接観測量の基準になる値を決める必要がある。光高温計の実効波長は$\lambda_e=0.65$(μm)を，二色温度計の実効波長としては$\lambda_{e1}=0.63$(μm)，$\lambda_{e2}=0.49$(μm)を，一方分光放射率は固相タングステンや，溶鉄の推定値を参考に$\varepsilon(\lambda_e)=0.35$，$E=\varepsilon(\lambda_{e1})/\varepsilon(\lambda_{e2})=0.2964/0.3112=0.95$という値を選び，そして$C_2=14387.9$(μm·K)を基準値とした。

3.結果　3-1)間接観測量の微小変化に対するΔS，ΔF^zの関係式を1次近似で表1に示した。これらの式に具体的な数値を代入して検討したところつぎのことが明らかになった。　i)TがΔTだけ変化した場合$\Delta T\fallingdotseq\Delta F^z$でかつ$\Delta S<\Delta F^z$となり微小温度変化に対する分解能は二色温度が高い。ii)C_2の値は歴史的に変遷しているがどの値を用いても実用上影響はない。iii)二色温度は実効波長，分光放射率が2つずつ関係する。この2つが個々に独立して同時に変動する場合，その変化量の符号が同一であれば，これらの一方だけが変動したときの誤差の差となり誤差は減少して好都合であるが，異符号の場合は和となり増大するので注意が肝要である。　3-2)その他の影響　i)基準値に用いた実効波長の場合T=3000°C以下ならばWienの式を用いた温度はPlanckの式のそれより1.3°C低いが実用上無視できる。ii)測定可能な微小温度変化，測定方向，測定距離の影響についても考察したが，二色温度計を光高温計と比較した場合2つの分光放射輝度の比を検出する原理上二色温度計はこれらの諸因子の影響が消去されやすいことすなわち真温度に近い温度を指示すること，さらに分解能が高くなること，この2つの特徴が明確になった。

表1. 間接観測量の微小変化とΔS，ΔF^zの関係式

間接観測量の微小変化(Δ)	光高温計の場合 (Δ)の内容	 ΔS	自動二色温度計の場合 (Δ)の内容	 ΔF^z
ΔT	$T+\Delta T$	$\Delta S=\frac{1}{T^2}\cdot S^2\cdot\Delta T=\left(\frac{S}{T}\right)^2\cdot\Delta T$ [1]	$T+\Delta T$	$\Delta F^z=\frac{1}{T^2}\cdot F^{z2}\cdot\Delta T=\left(\frac{F^z}{T}\right)^2\cdot\Delta T$
ΔC_2	$C_2+\Delta C_2$	$\Delta S=-\frac{\lambda_e}{C_2^2}\cdot\ln\varepsilon(\lambda_e)\cdot S^2\cdot\Delta C_2$ [1]	$C_2+\Delta C_2$	$\Delta F^z=-\frac{1}{C_2^2}\cdot\frac{\lambda_{e1}\cdot\lambda_{e2}}{(\lambda_{e2}-\lambda_{e1})}\cdot\ln\frac{\varepsilon(\lambda_{e1})}{\varepsilon(\lambda_{e2})}\cdot F^{z2}\cdot\Delta C_2$
$\Delta\lambda$	$\lambda_e+\Delta\lambda_e$	$\Delta S=\frac{1}{C_2}\cdot\ln\varepsilon(\lambda_e)\cdot S^2\cdot\Delta\lambda_e$ [1]	$\left\{\begin{matrix}\lambda_{e1}+\Delta\lambda_{e1}\\ \lambda_{e2}+\Delta\lambda_{e2}\end{matrix}\right\}$	$\Delta F^z=\left[\frac{1}{C_2}\cdot\frac{\lambda_{e2}^2}{(\lambda_{e2}-\lambda_{e1})^2}\cdot\ln\frac{\varepsilon(\lambda_{e1})}{\varepsilon(\lambda_{e2})}\right]F^{z2}\cdot\Delta\lambda_{e1}-\left[\frac{1}{C_2}\cdot\frac{\lambda_{e1}^2}{(\lambda_{e2}-\lambda_{e1})^2}\cdot\ln\frac{\varepsilon(\lambda_{e1})}{\varepsilon(\lambda_{e2})}\right]\cdot F^{z2}\cdot\Delta\lambda_{e2}$
$\Delta\varepsilon$	$\varepsilon(\lambda_e)+\Delta\varepsilon(\lambda_e)$	$\Delta S=\frac{1}{C_2}\cdot\frac{1}{\varepsilon(\lambda_e)}\cdot\Delta\varepsilon(\lambda_e)\cdot S^2$	$E+\Delta E$ $\left\{\begin{matrix}\varepsilon(\lambda_{e1})+\Delta\varepsilon(\lambda_{e1})\\ \varepsilon(\lambda_{e2})+\Delta\varepsilon(\lambda_{e2})\end{matrix}\right\}$	$\Delta F^z=\left[\frac{1}{C_2}\cdot\frac{\lambda_{e1}\cdot\lambda_{e2}}{(\lambda_{e2}-\lambda_{e1})}\cdot\frac{1}{E}\right]\cdot F^{z2}\cdot\Delta E$ $\Delta F^z=\left[\frac{1}{C_2}\cdot\frac{\lambda_{e1}\cdot\lambda_{e2}}{(\lambda_{e2}-\lambda_{e1})}\cdot\frac{1}{\varepsilon(\lambda_{e1})}\right]F^{z2}\cdot\Delta\varepsilon(\lambda_{e1})-\left[\frac{1}{C_2}\cdot\frac{\lambda_{e1}\cdot\lambda_{e2}}{(\lambda_{e2}-\lambda_{e1})}\cdot\frac{1}{\varepsilon(\lambda_{e2})}\right]\cdot F^{z2}\cdot\Delta\varepsilon(\lambda_{e2})$

文献　1)西川甚太：「温度」(工業計測大系1)(1965) P248　日刊工業新聞社