'74－S 680

(342)

669.184.236: 536.5

理想的な色度温度を持つ放射体
（二色温度と真温度の関係－VII）

中部工業大学　藤田清比古　○山口隆生
オハイオ大学大学院　伊藤昌広

色温度は分布温度と色度温度に大別できる。このうち前者は比較的解析が容易であるが，後者は肉眼で判定しうる温度であるにもかかわらず，理論的な取扱いに困難な面が多いため未検討の部分が多い。色度温度は，温度を知ろうとするある放射体からの光に等しいか，または近似的に等しい色度を持つ完全放射体の温度で定義されているが，著者らは厳密に等しい場合と近似的に等しい場合を区別して考え厳密に等しいときを理想の色度温度と呼び，そのような放射体を理想的な色度温度を持つ放射体と称することを提案した。今回は理想的な色度温度を持つ放射体の特性を，実在に近い条件を想定して，分光放射率を媒介に吟味し，それと分布温度，二色温度，真温度の関係を検討し，さらに鉄鋼の色度温度についても考察したので報告する。

いま（真）温度Tのある放射体が理想的な色度温度を持つ放射体である場合，これと等しい色度を持つ完全放射体が存在することになり，その温度T_cがこの放射体の理想の色度温度である。等しい色度とはその各々の色度座標x，yが両者について完全に一致することを意味するので，(1)，(2)式の連立方程式が成立する。

$$x=\frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}\varepsilon(\lambda,T)\cdot N(\lambda,T)\cdot\bar{x}\cdot d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}\varepsilon(\lambda,T)\cdot N(\lambda,T)\cdot\bar{x}\cdot d\lambda+\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}\varepsilon(\lambda,T)\cdot N(\lambda,T)\cdot\bar{y}\cdot d\lambda+\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}\varepsilon(\lambda,T)\cdot N(\lambda,T)\cdot\bar{z}\cdot d\lambda}=\frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}N(\lambda,T_c)\cdot\bar{x}\cdot d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}N(\lambda,T_c)\cdot\bar{x}\cdot d\lambda+\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}N(\lambda,T_c)\cdot\bar{y}\cdot d\lambda+\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}N(\lambda,T_c)\cdot\bar{z}\cdot d\lambda} \quad (1)$$

$$y=\frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}\varepsilon(\lambda,T)\cdot N(\lambda,T)\cdot\bar{y}\cdot d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}\varepsilon(\lambda,T)\cdot N(\lambda,T)\cdot\bar{x}\cdot d\lambda+\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}\varepsilon(\lambda,T)\cdot N(\lambda,T)\cdot\bar{y}\cdot d\lambda+\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}\varepsilon(\lambda,T)\cdot N(\lambda,T)\cdot\bar{z}\cdot d\lambda}=\frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}N(\lambda,T_c)\cdot\bar{y}\cdot d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}N(\lambda,T_c)\cdot\bar{x}\cdot d\lambda+\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}N(\lambda,T_c)\cdot\bar{y}\cdot d\lambda+\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}N(\lambda,T_c)\cdot\bar{z}\cdot d\lambda} \quad (2)$$

ただし$\bar{x}$，$\bar{y}$，$\bar{z}$はスペクトル3刺激値，$\varepsilon(\lambda,T)$は波長λ，温度Tにおけるその放射体の分光放射率，$N(\lambda,T)$，$N(\lambda,T_c)$は波長λ，温度TまたはT_cにおける完全放射体の分光放射輝度を示す。ここで$\varepsilon(\lambda,T)$については，金属の場合その波長依存性は色度温度に関係のある可視域のような狭い波長域に限定した場合，1次式で近似できるものが多いので，これを$\varepsilon(\lambda,T)=a\lambda+b$とおいた。ただし$a$ [μm^{-1}]，bは定数で，λの単位はμmとする。いま$a=0$のときは$\varepsilon(\lambda,T)=b$となり，これは完全放射体か灰色体となるが，これを(1)，(2)式に代入すると$T=T_c$という関係が求められる。さらに$T=T_c=F$（Fは理想的な分布温度）という関係も導かれる。したがって完全放射体，灰色体は理想的な色度温度を持つ放射体で，その色度温度は真温度，理想的な分布温度（二色温度も含む）とも一致する。つぎに$a\neq0$の場合，$\varepsilon(\lambda,T)$の関係を(1)，(2)式に代入し，それぞれa/bについて解き，数値解析で理想の色度温度を持つ条件を求めると，その条件は必ず存在し，a/bはTが定まると定数となることがわかった。この値は1200～1800℃ではa/b [μm^{-1}]$=-0.000068$ [$\mu m^{-1}\cdot{}^{\circ}C^{-1}$]$\times T$ [℃]-3.60 [μm^{-1}]と近似できた。なお$\varepsilon(\lambda,T)$の物理的条件その他から$a>0$である。たとえば1600℃ではa/bは$-3.71\ \mu m^{-1}$，$T_c=1367$℃で当然T_cはTと一致しない。またこれは理想的な分布温度を持たないが，a/bがTに対して一定であるため，真温度の等しい理想的な色度温度を持つ放射体の二色温度は測定波長さえ同じであれば常に一定であり，二色温度の特長の一つと考えられる。またこれを2種類の市販の二色温度計で測定すると二色温度はいずれもT_cにほとんど等しいことも確かめた。一方実在の金属でa/bが-3.7近傍にあるものとなると存在しないと考えられるが，$a>0$であることから酸化物などではこの条件を満足する可能性も予想される。つぎに1100～1800℃の鉄の分光放射率を$\varepsilon^{Fe}(\lambda,T)=-0.0929$ [μm^{-1}]$\times\lambda$ [μm]$+0.375$と近似すると，a/bは$-0.248\ \mu m^{-1}$となり，理想の色度温度を持たないが，たとえば1600℃における色度温度を色度図から求めたら1623℃となり，市販の二色温度計で測定した二色温度ときわめて近いことがわかった。