

(ウイーンの法則の適用 (filename=wien-law1-qa140818.tex))

ウイーンの変移則によれば、絶対温度 T の物体から放射される電磁波の強度が最大になる波長 λ_{\max} とは次の関係がある。(数値は有効数字は2桁の精度とする。)

$$\lambda_{\max} T = \text{constant} = 2.9 \times 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}. \quad (1)$$

1. 太陽から地球表面に到達する可視光 (例、青色の場合の波長を $4.8 \times 10^3 \text{\AA}$, $1 \text{\AA} \equiv 10^{-10} \text{m}$) を最大強度の波長と見なして、太陽表面の温度を計算せよ。
2. 1965年、アメリカのベル電話研究所(当時)の電波科学者ペンジャスとウィルソンは、日時と季節と天候をとわず、宇宙のあらゆる方向からやってくる波長 $0.97 \times 10^{-3} \text{m}$ の電波雑音の意味は何かという解釈に苦しんでいた。しかし、彼らが相談した理論物理学者から、その電波は超高温の初期宇宙の残光(余熱)ではないかと解釈された。この残光(余熱)を温度を計算せよ。

(解答例)

1. 題意より

$$\begin{aligned} T &= \frac{2.9 \times 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}}{\lambda_{\max}} \\ &= \frac{2.9 \times 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}}{4.8 \times 10^{-7} \text{m}} = \frac{2.9}{4.8} \times 10^{-3+7} \text{K} \\ \rightarrow T &= 0.60 \times 10^4 \text{K} (6000 \text{K}) \end{aligned} \quad (2)$$

となる。

2. 題意より、電波雑音の波長を最大強度の波長 λ_{\max} とみなして、絶対温度 T を計算する。

$$\begin{aligned} T &= \frac{2.9 \times 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}}{\lambda_{\max}} \\ &= \frac{2.9 \times 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}}{0.97 \times 10^{-3} \text{m}} \\ \rightarrow T &= 3.0 \text{K} \quad (-270^\circ \text{C}) \end{aligned} \quad (3)$$

(備考: これは通常、3度 K 宇宙背景放射と呼ばれる。)