

問題 15 宇宙空間物理学 (125点)

温度 T の黒体の単位面積当たり毎秒放出されるエネルギーは (σT^4) で表される。ただし、 σ はステファン・ボルツマン定数 $(5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4})$ で、太陽や惑星は黒体であるとみなす。以下の問い (問 1~問 4) に答えよ。また、解答の根拠となった計算式も書け。

問 1 今、太陽表面 (光球) 温度を 5780K 、太陽半径を $6.96 \times 10^8 \text{ m}$ とすると、太陽の輝度 (全表面から単位時間当たり放出するエネルギー) はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

問 2 太陽定数 (C_s) は、地球軌道 ($1\text{AU} = 1.50 \times 10^{11} \text{ m}$) 上の単位面積・単位時間当たりの太陽の熱放射エネルギーで表される。太陽定数はいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。

問 3 地球の平衡温度 (T_E) は、地球の昼側全面に降り注ぐ太陽からの熱放射エネルギーと平衡温度 (T_E) である地球から宇宙空間へ放射される全熱エネルギーとのバランスで決まる。太陽からの熱放射エネルギーが地球により反射される割合 (アルビード) を考慮した平衡式から求めた地球の平衡温度が 255K であったとすると、アルビードは何%であるか。ただし、小数点 1 桁目を四捨五入した値を求めよ。

問 4 太陽から R 天文単位の距離にある惑星の平衡温度 T_R は、惑星の大きさに関係なく $T_E/R^{1/2}$ になることを示せ。ただし、惑星のアルビードは地球の値と等しいと仮定する。