

理工 (9組) 940482 G 木下 雄斗

## 第2問

恒星からの放射が、黒体放射スペクトルで近似でき、温度  $T$  のみの関数として、単位時間、単位面積、単位立体角あたり振動数  $\nu$  と  $\nu + d\nu$  の間にくるエネルギーの量 (エネルギーフラックス) が

$$B_\nu(T) d\nu = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{d\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (2.1)$$

と表せ、 $B_\nu(T)$  はプランク分布である。この  $B_\nu(T)$  をすべての振動数および上半面の立体角  $d\Omega$  に対して積分すると単位時間、単位面積あたりに入ってくるエネルギーの総量 (エネルギーフラックス) が得られ、

$$f = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} T^4 = \sigma T^4 \quad (\sigma \text{ は } \sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} \text{ のステファンボルツマン定数})$$

となりこの  $f$  を用いて、この星から単位時間に出て来るエネルギーの総量 (光度)  $L$  が、この星の表面積  $4\pi R^2$  なのだ

$$L = 4\pi R^2 f = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

と表せる。この星の表面温度  $T$  はこの星のスペクトル型でわかり、また  $L$  もこの星までの距離  $D_{\text{star}}$  がわかれば、この星の見かけの等級  $m_{\text{star}}$  と太陽のみかけの等級  $m_{\text{sun}}$  および太陽の光度と太陽までの距離  $L_{\text{sun}}, D_{\text{sun}}$  を用いて

$$m_{\text{star}} = m_{\text{sun}} - \frac{5}{2} \lg \left( \frac{L}{L_{\text{sun}}} \cdot \left( \frac{D_{\text{sun}}}{D_{\text{star}}} \right)^2 \right)$$

よりわかる。故に望遠鏡の分解能でも大きさが分からない恒星の半径が求まる。

## 第3問

水素を消費する核反応として

重い星では中心部で主に CNO サイクルが働いていることが下の図からわかり、また CNO サイクルは温度が少しでも高くなるとエネルギー発生率が大きく増加することが下の図からわかる。

(つまり温度上昇に敏感) 一方、軽い星では pp チェイン反応が主体である。CNO サイクルは pp チェインにくらべて 1 サイクルの反応時間が速く、また前述のことより温度が高くなれば反応率がより一層上昇していく。故に重い星の方が速く水素を消費して寿命が尽きてしまう。