

Chapt. 3. 恒星の組成

この章では、これまで概要を述べてきた理論を組み合わせて恒星の水素とヘリウムの相対量の知識がどうして得られるかを示そう。平衡方程式から導かれた質量－光度－半径の関係と、観測光度が既知の恒星エネルギー源（ここでは炭素循環）で説明されるという要求から、この目的のために必要な2式を与える。恒星の組成を推定する方法を次の計算例で示そう。

§ 9. 質量－光度－半径関係

前述のように太陽類似の主系列星に対しては、不透明度 κ の法則として Schwarzschild の近似 (§ 4.8) , 即ち

$$\kappa = 10^{25}(1 + X)(1 - X - Y)\rho^{0.75}T^{-3.5} \quad (1)$$

を用いるのが便利である。この近似に基づけば、今の議論に適切な恒星モデルは表 14.7; 14.8 の中で、“ $\alpha = 0.25$ ” と示した欄のものである。それに対応する質量－光度－半径関係は、(5.22) , (5.34) , 表 14.7 を参照して数値的に書けば

$$\begin{aligned} -5.5167 &= -30.726 + 0.0819 + 25 \\ &+ \log[(1 + X)(1 - X - Y)] + \log[LR^{1.25}/M^{5.75}\mu^{7.5}] \end{aligned} \quad (2)$$

である。この式の μ に(2.15)を代入すれば

$$\begin{aligned} \log[M^{5.75}/LR^{1.25}] \\ = -0.126 + \log[(1 + X)(1 - X - Y)(1.5X + 0.25Y + 0.5)^{7.5}] \end{aligned} \quad (3)$$

を得る。この式をもっと便利な形で書けば

$$\begin{aligned} (1 + X)(1 - X - Y)(0.75X + 0.125Y + 0.25)^{7.5} \\ = 7.41 \times 10^{-3}(M^{5.75}/LR^{1.25}) \end{aligned} \quad (4)$$

(2), (3), (4)式で, L , R , M は太陽単位で表わしてあることを留意せよ.

(4)式は L , R , M が既知の恒星に対しては, X と Y との間の1つの関係: 質量-光度-半径の関係を与え, このような関係を満たすことが平衡方程式によって要求されるのである. 太陽と Sirius A の場合に対して(4)式で表わされている X と Y との間の関係を図 14.7; 14.8 に示す.

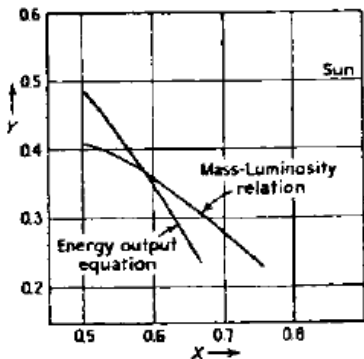


FIG. 14.7. The relation between the hydrogen (X) and the helium (Y) content in the sun required by the mass-luminosity-radius relation and the energy-output equation. It is seen that $X = 0.583$ and $Y = 0.362$ satisfy both relations.

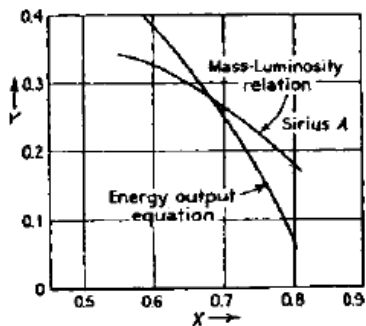


FIG. 14.8. The relation between the hydrogen (X) and the helium (Y) content in Sirius A required by the mass-luminosity-radius relation and the energy-output equation. It is seen that $X = 0.68$ and $Y = 0.28$ satisfy both relations.