

基礎宇宙物理学 II : 電磁流体力学 レポート 11

この授業に関するページ : <http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/~tamazawa/lecture/astrophysics2.html>

温度が一定でない場合の太陽風 (Parker, E. N. (1958) ApJ 128, 664, 太陽風予言の歴的論文におけるやり方) を考える

1. 1次元球対称を仮定する。熱伝導によるエネルギーフラックス F_{cond} 、エネルギー保存は次の式で与えられる。

$$F_{cond} = \kappa_0 T^{\frac{5}{2}} \frac{dT}{dr} \quad (1)$$

$$\nabla \cdot F_{cond} = \frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} (r^2 F_{cond}) = 0 \quad (2)$$

このとき、温度は次の式で与えられることを示せ。ただし、境界条件として、星の表面 $r = r_0$ で $T = T_0$ 、無限遠 $r \rightarrow \infty$ で $T \rightarrow 0$ とする。

$$T = T_0 \left(\frac{r_0}{r} \right)^{\frac{2}{7}} \quad (3)$$

2. 静水圧平衡、点源重力を仮定する (式 45)。前問で求めた温度分布 3、状態方程式 6 から圧力 p を r の関数として表せ。

$$\frac{dp}{dr} + \rho g = 0 \quad (4)$$

$$g = \frac{GM}{r^2} \quad (5)$$

$$p = \frac{\rho RT}{\mu} \quad (6)$$

3. 以下の表の値を用いて、 $p(r = \infty) > p_{interstellar}$ を示せ。これより、コロナが静止しているという仮定が成り立たないことがわかる。

太陽表面の圧力	$p_0 = 1[\text{dyn/cm}^2]$
星間空間の圧力	$p_{interstellar} = 10^{-12}[\text{dyn/cm}^2]$
コロナの温度	$T_0 = 2 \times 10^6[\text{K}]$
太陽の質量	$M = 2 \times 10^{33}[\text{g}]$
太陽の半径	$r_0 = 7 \times 10^{10}[\text{g}]$
平均分子量	$\mu = 0.5$
重力定数	$G = 6.7 \times 10^{-8}[\text{dyn} \cdot \text{cm}^2/\text{g}^2]$
気体定数	$R = 8.3 \times 10^7[\text{erg/mol/K}]$