銀河系の質量

陶山徹

1 銀河系の質量

太陽系より内側に存在する質量 M_r を求める。太陽系が銀河系（自身より内側にある質量）から受ける重力と遠心力のつり合いから M_r は以下のように書ける。

$$G\frac{mM_r}{r^2} = mr\omega^2 \tag{1.1}$$

$$M_r = \frac{r^3\omega^2}{G} \tag{1.2}$$

一方、太陽質量 M_s と地球太陽間の距離 r_e、地球の公転角速度 ω_e も重力と遠心力のつり合いから以下の関係にある。

$$G\frac{mM_s}{r_e^2} = mr_e\omega_e^2 \tag{1.3}$$

$$M_s = \frac{r_e^3\omega_e^2}{G} \tag{1.4}$$

ここで、r は銀河中心から太陽系までの距離、m は太陽系の質量、$\omega = (2\pi/T)$ は太陽系の銀河中心に対する角速度、G は重力定数である。簡単のため、質量を太陽質量で、時間を 1 年で、距離を 1 天文単位で規格化する。(1.2) 式を (1.4) 式で割ると、

$$\frac{M_r}{M_s} = \left(\frac{r}{r_e}\right)^3 \left(\frac{\omega}{\omega_e}\right)^2 \tag{1.5}$$

$$= \left(\frac{r}{1\mathrm{AU}}\right)^3 \left(\frac{T}{1\mathrm{yr}}\right)^{-2} \tag{1.6}$$

こうすると、重力定数が消えて、計算が楽になる。いま、$r = 1.9\times10^9\mathrm{AU}, T = 2.2\times10^8\mathrm{yr}$ なので、

$$\frac{M_r}{M_s} = \left(\frac{1.9\times10^9\mathrm{AU}}{1\mathrm{AU}}\right)^3 \left(\frac{2.2\times10^8\mathrm{yr}}{1\mathrm{yr}}\right)^{-2} \tag{1.7}$$

$$= 1.4\times10^{11}M_s \tag{1.8}$$