宇宙背景放射とオールトの雲

新村公剛（Kimitake Shinmura）
新村公剛公認会計士事務所

太陽の放射エネルギーと宇宙背景放射の温度平衡から、オールトの雲の距離を求める。ここで、音源が壁に囲まれている拡散音場をイメージする。拡散音場では、直接、音が壁に当たる分と壁に跳ね返って、あちこちの壁に当たる拡散音とがある。この拡散音場と同様に、限られた広さを持つ太陽系内では、放射エネルギーの発生源の太陽から、惑星等が直接受光する直接光と惑星等の物体に衝突して、四方八方に拡散した拡散光（散乱光）から成る太陽系を考える。前者の直接光から、太陽定数を導き、後者の拡散光と宇宙背景放射の温度平衡から、オールトの雲の距離を求める。

太陽から放射する直接光の直射エネルギーの密度ε_1と拡散光のエネルギー密度ε_2の合計が太陽系の全放射エネルギー密度εとすると、以下の式が成り立つ。

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \qquad (1)$$

さらに、（1）式の両辺に光速度cを乗じると、$E = c\varepsilon$，$E_1 = c\varepsilon_1$及び$E_2 = c\varepsilon_2$ とおくと、

$$E = E_1 + E_2 \qquad (2)$$

である。（2）式は、直接光と拡散光の太陽定数の式である。一般に太陽定数は、地球の直接光のことを指すがここでは最広義に解する。太陽の放出エネルギーW（$w = J/s$），太陽からの距離r（m），光速度c（$= m/s$）及び光源の指向性の係数Dとして、直接光の直射エネルギー密度ε_1は自由空間では、$D = 1$より、

$$\varepsilon_1 = \frac{W}{4\pi r^2 * c} * D = \frac{W}{4\pi r^2 * c} \ (J/m^3 = N/m^2) \qquad (3)$$

である。（3）の両辺に光速度cを乗じると、直接光の太陽定数E_1は

$$E_1 = c\varepsilon_1 = \frac{W}{4\pi r^2} \quad (w/m^2 = J/m^2 \cdot s) \qquad (4)$$

である。太陽系内の拡散光について、x，y，z極座標を考える。体積V（m^3）の球内にエネルギー源があり、このエネルギー密度（圧力）をE_0（$J/m^3 = N/m^2$）とする。xy平面上の一部dS（面積）を原点にとり、原点から距離r（m）の任意の点（r、θ、ϕ）に微小体積dVを、dV中のエネルギー$E_0 dV$（J）の放射を考える。このエネルギーは、dV中心の半径rの球表面に向けて広がる。このエネルギーのうち、面dSに入射するエネルギーは面dSのr方向成分$\cos\theta\, dS$より、全表面積に対して面dSへの入射エネルギーdwは

$$dw = E_0 dV \frac{\cos\theta\, dS}{4\pi r^2} \qquad (5)$$

微小体積dVとして、$dV=(r\,d\theta)*(dr)*(r\sin\theta\,d\phi)$　（6）

面dSへの入射するエネルギーdw_iは、（5）と（6）式より

$$dw_i=\int_0^{2\pi}d\phi\int_0^{\pi/2}E_0(r\,d\theta)*(dr)*(r\sin\theta)*\frac{\cos\theta\,dS}{4\pi r^2}=\frac{E_0\,dS}{4}\,dr \qquad (7)$$

単位時間dtごと面dSへ入射するエネルギーdWはdr/dt＝光速度cより

$$dW=\frac{dw_i}{dt}=\frac{E_0\,dS}{4}*\frac{dr}{dt}=\frac{1}{4}cE_0\,dS \qquad (8)$$

この面dSの吸収エネルギーは面の吸光率をα（ただし$0<\alpha\leqq 1$）とすると、$\alpha\,dW$で球内全表面Sが単位時間に吸収するエネルギーW_aは、

$$W_a=\frac{1}{4}\alpha cE_0S \qquad (9)$$

球内の単位時間当たりのエネルギーの増加量$V\dfrac{dE_0}{dt}$は､太陽の放出エネルギーWと（9）式のW_aより

$$V\frac{dE_0}{dt}=W-W_a=W-\frac{1}{4}\alpha cE_0S \qquad (10)$$

$$\frac{dE_0}{dt}+\frac{1}{4V}\alpha cE_0S=\frac{W}{V} \qquad (11)$$

この微分方程式の解に、初期条件$t=0$のとき、即ち、$E_0=0$、さらに、$t=\infty$、表面積$S=4\pi r^2$を代入すると、太陽系内及び境界面で、反射を繰り返して、平衡状態になるエネルギー密度ε_2は、

$$\varepsilon_2=\frac{4W}{\alpha c*4\pi r^2}=\frac{W}{\alpha c*\pi r^2}\quad (\mathrm{J/m^3}) \qquad (12)$$

さらに、両辺をc倍すると、

$$E_2=c*\varepsilon_2=c*\frac{4W}{\alpha c*4\pi r^2}=\frac{W}{\alpha\pi r^2}\quad (\mathrm{J/m^2\cdot s}) \qquad (13)$$

この拡散光の**太陽定数の式(13)と**ステファン・ボルツマンの法則と等しくおくと、

$$\frac{W}{\alpha\pi r^2}=5.6696*10^{-8}*T^4 \qquad (14)$$

上記の（１４）式に、吸光率$\alpha=1$、太陽が単位時間の放射エネルギー$W=3.85*10^{26}$（w）及び宇宙背景放射の温度$T=2.725$（K）を代入して､太陽からオールトの雲の距離$r=41852.45$（AU）を導いた。以　上