

LBL 法で求める光学パラメタ

光学的厚さ, 単一散乱アルベド, 非対称因子について, Liou 著, 藤枝, 深堀訳 (2014) を参考にまとめる.

放射伝達方程式

光学パラメタについてまとめる前に, その準備として放射伝達方程式と, そこに登場するパラメタを紹介しておく. ここで考える放射過程は次の 4 つである.

- (i) 消散過程による減衰
- (ii) 単一散乱による $(-\mu_0, \phi_0)$ から (μ, ϕ) への直達太陽放射フラックスの増加
- (iii) 多重散乱による (μ, ϕ) から (μ, ϕ) への拡散放射強度の増加
- (iv) 層内からの射出による (μ, ϕ) 方向への増加

このとき, 単位体積当たりの消散, 散乱, 吸収量として**体積消散係数**, **体積散乱係数**, **体積吸収係数**が次のように定義されたとする.

$$\beta_{e,s,a} = \int_{\Delta z} \sigma_{e,s,a}(z)n(z)dz/\Delta z. \quad (1.1)$$

また, 微粒子の形状などにより決まる**位相関数** P を定義する. 以上の量を導入することで, 放射伝達方程式は次のように表される.

$$\frac{\Delta I}{\Delta z/\mu} = -\beta_e I + \beta_s F_{\text{stellar}} e^{-\tau/\mu} P(\mu, \phi; -\mu_0, \phi_0)/4\pi \quad (1.2)$$

$$+ \beta_s \int_0^{2\pi} \int_{-1}^1 IP(\mu, \phi; \mu', \phi')/4\pi d\mu' d\phi' + \beta_a B[T(z)] \quad (1.3)$$

光学的厚さ

この小節の内容は, Liou 著, 藤枝, 深堀訳 (2014) の 1.4.3 節 (P31) に従う. 点 s と点 s_1 の間の媒質の光学的厚さは次の式で定義される.

$$\tau(s_1, s) = \int_s^{s_1} k \rho ds' = \int_s^{s_1} k du. \quad (1.4)$$

du は光路長である. これを用いると, 透過率 T が簡単に表現できる.

$$T = e^{-\tau}. \quad (1.5)$$

単一散乱アルベド

この小節の内容は, Liou 著, 藤枝, 深堀訳 (2014) の 3.4.1 節 (P105 以降) に従う. 単一散乱アルベドとは**体積消散係数に対する体積散乱係数の比**である. すなわち,

$$\bar{\omega} = \frac{\beta_s}{\beta_e}, 1 - \bar{\omega} = \frac{\beta_a}{\beta_e} \quad (1.6)$$

となる.

非対称因子

放射伝達方程式の解法を目的としたとき, 位相関数 P を既知の数学関数として表現することがある. 特に放射伝達問題を解くにあたっては, 位相関数 P としてルジャンドル多項式 P_l で展開した形がしばしば用いられる.

$$P(\cos \Theta) = \sum_{l=0}^N \bar{\omega}_l P_l(\cos \Theta) \quad (1.7)$$

ここで, 展開係数はルジャンドル多項式の直交性より,

$$\bar{\omega}_l = \frac{2l+1}{2} \int_{-1}^1 P(\cos \Theta) P_l(\cos \Theta) d \cos \Theta (l = 0, 1, \dots, N) \quad (1.8)$$

$l = 1$ の場合を考えると,

$$\bar{\omega}_1 = \frac{3}{2} \int_{-1}^1 P(\cos \Theta) \cos \Theta d(\cos \Theta) \quad (1.9)$$

非対称因子は $\bar{\omega}_1$ を 3 で割ったものである.

$$g = \frac{\bar{\omega}_1}{3} = \frac{1}{2} \int_{-1}^1 P(\cos \Theta) \cos \Theta d(\cos \Theta) \quad (1.10)$$