

---

# 地殻厚を求める

課題演習 -1-

★★★★

★★★★

密度コントラストや拘束条件を変更し推定される地殻厚（モホ面形状）がどのように変化するか議論せよ。また、衝突盆地の地下構造について考察せよ。余裕がある場合は、火星等の天体と比較すること。

# ブーゲ重力異常

- \* ある基準面上の構造がもたらす重力効果をフリーエア重力異常から減算したもの。
- \* ブーゲ（板）補正・地形補正が完璧になされたとするなら、ブーゲ重力異常は地下の密度構造を反映する。

# 密度構造と重力効果 (1)

\* 有限振幅を持つ密度境界による重力効果

\* 直交座標系についてのフーリエ表現 Parker [1972]

$$F[U(r)] = 2\pi\Delta\rho G e^{-|k|z_0} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{|k|^{n-2}}{n!} F[H^n(r)]$$

F : Fourier Transform

$r$  : Position vector

$k$  : wave number

$G$  : Gravitational constant

$\Delta\rho$  : density contrast

$z_0$  : interface depth from observation plane

$H^n$  : topography raised  $n$ th power

# 密度構造と重力効果 (2)

- \* 有限振幅を持つ密度境界による重力効果
- \* 球関数表現への拡張 Wicczorek & Phillips [1998]

$$U(r, \theta, \phi) = \frac{GM}{r} \sum_{ilm} \left( \frac{D}{r} \right)^l C_{ilm}^+ Y_{ilm}(\theta, \phi)$$

$$C_{ilm}^+ = \frac{4\pi\Delta\rho D^3}{M(2l+1)} \sum_{n=1}^{l+3} \frac{{}^n h_{ilm}}{D^n n!} \frac{\prod_{j=1}^n (l+4-j)}{l+3}$$

$D$ : reference radius of interface

$Y_{ilm}$ :  $4\pi$  normalized Spherical harmonic function of degree  $l$  and order  $m$

# 地下密度境界面の推定

\* SHTOOLSのHilmルーチンの計算内容

$$\Phi = \left[ C_{ilm}^{BA} - C_{ilm}^D \left( \frac{D}{R} \right)^l \right]^2 + \lambda (h_{ilm})^2$$

$C_{ilm}^{BA}$  : Bouguer anomaly coefficients

$C_{ilm}^D$  : potential coefficients due to relief  $h_{ilm}$

$\lambda$  : Lagrange multiplier

上式をミスマットと求める密度境界面形状の構成方程式として、高次項を無視しすると下記の式となる。(初項は下方接続フィルタ)

$$h_{ilm} = \left\{ 1 + \lambda \left[ \frac{M(2l+1)}{4\pi\Delta\rho D^2} \left( \frac{R}{D} \right)^l \right]^2 \right\}^{-1} \left[ \frac{C_{ilm}^{BA} M(2l+1)}{4\pi\Delta\rho D^2} \left( \frac{R}{D} \right)^l - D \sum_{n=2}^{l+3} \frac{{}^n h_{ilm}}{D^n n!} \frac{\prod_{j=1}^n (l+4-j)}{l+3} \right]$$

# SHTOOLSで 地殻厚を計算する

\* 今回は海玄武岩の寄与を無視するので、SHTOOLSの examples ディレクトリにある MarsCrustalThickness という例題のプログラムが殆どそのまま使用可能です。