

# SELENE-2/月電磁探査装置 LEMSの検討状況

### 松島政貴(東工大)·清水久芳(東大地震研)·藤 浩明(京大)·吉村令慧(京大防災研)· 高橋 太·綱川秀夫(東エ大)·渋谷秀敏(熊本大)·松岡彩子(ISAS/JAXA)· 小田啓邦(産総研)・飯島祐一・小川和律・田中 智(ISAS/JAXA)

#### 1. 概要

2007年9月14日に打ち上げられた SELENE (Kaguya) は月面からの (1) 月磁気異常の詳細構造と成因 高度 100 km で月の極軌道を周回した. 搭載されていた月磁場観測 装置 (Lunar Magnetometer: LMAG) の目的は, 月の磁場を観測するこ とにより、(1)月の磁気異常の詳細構造と成因、(2)月の電気伝導度 構造、そして(3)月の磁場環境と太陽風プラズマとの相互作用を明ら かにすることであり、多くの成果を上げた.

次期月探査ミッションである SELENE-2 では, 着陸機による月面で

2. SELENE (Kaguya) → 月の進化 (2)月の電気伝導度構造 (3)月の磁場環境と太陽風プラズマとの相互作用

フラックスゲート型磁力計(精度 < 0.1 nT) マスト:12m (衛星からの磁場干渉回避)

月外部起源

Apollo 12

内部起源の磁場の観測

の観測を通してのサイエンスおよび月の利用調査が計画されている. 本発表では、月面および月周回において磁場の時間変化を観測する ことにより、月内部の電気伝導度構造を推定することを目的とした月 電磁探査装置(LEMS)の検討状況を紹介する.

3.月の内部構造~起源と進化 5.アポロ時代の電磁探査

熱的構造 弾性的構造 月震観測 熱流量観測 電気的構造 磁場時間変化の観測

4. 電磁探査法

月外部起源磁場の時間変化 月内部誘導電流の時間変化  $\Rightarrow$ 

Dyal, P., Parkin, C. W., and Daily, W. D., Magnetism and the interior of the Moon, *Rev. Geophys. Space Phys.*, **12**, 568-591, 1974.

Sonett, C. P., Schubert, G., Smith, B. F., Schwartz, K., and Colburn, D. S., Lunar electrical conductivity from Apollo 12 magnetometer measurements: Compositional and thermal







Apoapsis 7,886 km

Periapsis

764 km



第11回宇宙科学シンポジウム

- 月内部起源磁場の時間変化  $\Rightarrow$ 長周期ほど深部まで浸透
- 月面および月周回において磁場観測 月の電磁応答
  - 月内部の電気伝導度構造  $\Rightarrow$ 月内部の物性・温度  $\Rightarrow$ ⇒ 月の起源と進化

## 6.月の電気伝導度構造

コア半径:340 ± 90 km (Hood et al., 1999) Dyal et al. (1976) Hood et al. (1982) CONDUCTIVI 10-3 10-4

### 7. 主要鉱物の電気伝導度の温度依存性

Arrhenius Plot Constable, S., 5.07 Geomagnetism, in Treatise on Geophysics, 237-276, 2007.

# 8. 月電気伝導度モデルに対する応答関数







Hood, L. L., Herbert, F., and Sonett, C. P., The deep lunar electrical conductivity profile: structural and thermal inferences, J. Geophys. Res., 87, 5311-5326, 1982.

$$\mathbf{B}^{(e)} = -\nabla\Phi \qquad \Phi = a \sum_{l=1}^{\infty} \sum_{m=-l}^{l} \left\{ \left( \frac{a}{r} \right)^{l+1} i_l^m + \left( \frac{r}{a} \right)^l e_l^m \right\} Y_l^m(\theta, \phi) \exp(i\omega t)$$
Magnetic field outside the Moon
$$\mathbf{B}^{(i)} = \nabla \times \mathbf{A} = \nabla \times \nabla \times \left( \sum_{l=1}^{\infty} \sum_{m=-l}^{l} S_l^m(r,t) Y_l^m(\theta, \phi) \hat{\mathbf{r}} \right)$$
is coefficients of internal origin
$$e : \text{ coefficients of external origin}$$
Magnetic field inside the Moon
$$\frac{d^2 S_l^m}{dr^2} - \left\{ i\omega\mu\sigma(r) + \frac{l(l+1)}{r^2} \right\} S_l^m = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{l(l+1)}{R_m} S_l^m(r) = R_m = -l^m - l^m - l^m$$

Min. Temperature ~ 85 K Max. Temperature ~375 K at the Apollo 17 landing site

Magnetic diffusion equation

Boundary conditions at the lunar surface

 $\int_{1}^{m} - le_{1}^{m}$