

SELENE 2における月誘導磁場観測・月内部電気伝導度構造探査のフィージビリティ

*廣嶋 友継 [1], 松島 政貴 [1], 渋谷 秀敏 [2], 綱川 秀夫 [1]

東京工業大学大学院理工学研究科 [1] 熊本大学理学部 [2]

Feasibility of the SELENE-2 observation of lunar magnetic induction for the investigation of the electrical conductivity of the moon's interior.

*Tomotsugu Hiroshima [1], Masaki Matsushima [1], Hidetoshi Shibuya [2]

Hideo Tsunakawa [1]

Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology [1]

Department of Earth Sciences, Kumamoto University [2]

For the SELENE-2 mission, we propose the observation of magnetic induction to estimate the electrical conductivity of the moon's interior. According to the previous studies, the moon has a metallic core of 200-500km radius and also the electrical conductivity of the mantle have been estimated but it has large uncertainty of the order of +/-1. Therefore, the problem in the proposed mission is how much the precision and accuracy of the estimation of interior structures is improved. We plan the following two possibilities of the magnetic induction experiment of the moon.

- 1) Several penetrators and a lander will mount the magnetometers.
- 2) The magnetometer will be set up on the lander and also on the orbiter and a subsatellite. We will discuss these feasibility.

月探査衛星SELENE2が2006年以降に計画されており、我々は誘導磁場の観測による月内部電気伝導度構造探査を提案している。本研究では、そのフィージビリティを調べるために、観測・解析方法の検討を行った。ここで月内部電気伝導度は半径方向の一次元構造を考える。過去に行われた研究では、アポロ12, 15, 16号での月面磁力計による観測結果とエクスポーラ35号による外部磁場観測結果が用いられている。月内部電気伝導度の最も大きな構造は、金属核（ 10^{-1} S/mのオーダー）とマントル・地殻と考えられる。マントル深部から上層に向かって電気伝導度は小さくなり、地殻で 10^{-6} S/mのオーダーにあると推定されている。しかし、それらの研究で得られた月内部電気伝導度構造には誤差が ± 1 桁近くある。また、従来の研究では核の半径は200-500kmと大きなばらつきがあり、新たな誘導磁場観測で核の大きさをより精度良く推定できるかどうかの検討が必要となる。誤差の原因と

して、外部磁場推定の不正確さ、月面の少ない観測点、内部構造のモデル化における構造情報（弾性波構造など）の少なさ、などが挙げられる。これらを考慮した上で、SELENE2で行われる誘導磁場観測を考えていかななくてはならない。観測方法は2通り考えられている。<1>正確な磁場時間変化を知ることのでき、内外起源磁場分離が可能な「多点同時月面観測」、<2>「ランダー月面一点観測+周回衛星・サブサテライト2点外部磁場観測」である。これら両方を視野に入れて、本研究では誘導磁場観測が行われる際に考慮すべきこと、いくつかの条件下で得られると考えられる月内部電気伝導度構造などを報告する。ただし以下の議論は、入力磁場が次数1の球面調和関数で表すとができ、月外部の電気伝導度は0という場合を考えている。

まず月の核半径を変えたときに、外部起源磁場（入力磁場）と内部起源磁場（誘導磁場）の比（内外比）がどのような変化を示すかを計算した。その際に使用したモデルは核の影響を判断しやすくするために2層構造を考え、過去の研究から考えられる値として、核の電気伝導度を 1×10^{-1} S/m、その外側の電気伝導度を 1×10^{-4} S/mとした。月核半径を0から600kmまで変えることで内外比が有意に変化するのには周期10000sの入力磁場の場合のみであった。そのときの内外比は1/100であり、核半径が300kmから500kmまでの間に約数十%変化した。つまり外部磁場太陽風磁場変動である数nTレベルでの誘導磁場はほとんどノイズ(0.1nTのオーダー)に埋もれてしまっていて見えない上に、核半径が100kmのオーダーで簡単に変わってしまうことになる。よって、誘導磁場観測から核の半径を \pm 数十kmの精度で推定するのは困難であると考えられる。したがって、月マントル電気伝導度構造をより詳しく調べることが現実的であると思われる。次に月内部外部起源磁場比の月中心からの距離依存性を調べた。内部電気伝導度構造は過去の研究から考えられる値を用いて、4層で考えた。結果として、月中心からの距離が4RM以上（RM：月平均半径1738km）ならば、誘導磁場の影響はノイズレベルであると判断できることが分かった。さらに、月磁気異常の影響についても考慮する必要がある。また誘導磁場が観測された際に、月内部電気伝導度構造を計算するインバージョン・プログラムを作成している。これにより、観測誤差が月面観測点分布によってどのように電気伝導度構造推定誤差へ伝播するのか検討する予定である。