

太陽風中における月磁気異常の解析：ミニ磁気圏存在の可能性

Lunar magnetic anomalies in the solar wind: A possibility of mini-magnetosphere

蔵田 真彦[1]; 綱川 秀夫[1]; 斎藤 義文[2]; SELENE 月探査計画磁場プラズマ観測班 綱川 秀夫[3]

Masahiko Kurata[1]; Hideo Tsunakawa[1]; Yoshifumi Saito[2]; Tsunakawa Hideo Magnetic Field and Plasma Experiment Group of the SELENE Project[3]

[1] 東工大・理・地惑; [2] 宇宙研; [3] -

[1] Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [2] ISAS; [3] -

アポロ計画以降の月探査によって、現在の月は地球と異なりグローバルな磁場を持たないが、局所的な磁気異常が存在することが知られている。

Lin et al. (1998) は、高度 100km におけるルナ・プロスペクタ (以下、LP) 磁場データを使用して、インブリウム対蹠点付近の磁気異常の太陽風下流地域にミニ磁気圏が存在していたことを示唆している。LP が磁気異常上空になく太陽風中に位置している状態で、15~20 nT の磁場強度増加が観測され、磁気異常の磁場が太陽風プラズマ粒子によって圧縮されて伸びていたとして説明された。また、Harnett et al. (2000, 2002) が、MHD シミュレーション、粒子シミュレーションによって月面におけるミニ磁気圏が形成可能であることを示した。さらに、磁気異常と月面の高アルベド地域との対応が報告されており (e.g. Hood et al. 2001; Richmond et al. 2003) 高アルベドは太陽風プラズマが入り込みづらい事に由来するとも考えられている。もし、磁気異常地域で形成されたミニ磁気圏が太陽風プラズマのバリアになりうるならば、その地域は月面基地設置の一つの候補とも考えられる。

このように、月磁気異常地域のミニ磁気圏存在の有無については、科学的見地のみならず実用的見地からも興味深い。しかしながら、磁気異常観測により適していると考えられる LP 低高度観測データに基づく詳細な解析例は報告されていない。そこで、本研究は LP 低高度データを用いて、太陽風中における磁気異常の磁場を調べた。

LP は 1998 年 1 月から 1999 年 7 月にかけて月周回観測を極軌道で行った。1999 年 1 月以降は、高度 15~40km という低高度で周回しており磁気異常の観測に適しているため、本研究ではこの期間の磁場データを使用した。解析に使用した磁場データは level1 のものであり、5 秒間隔の時系列データである。一つの半周回軌道に対して 2 次曲線をフィッティングさせることで、外部磁場による寄与を取り除いた (Hood et al. 1981)。地球磁気圏尾部中あるいは月ウェイク中での磁場データから磁気異常を解析し、同地域上空の太陽風中における磁場構造をそれらと比較・検討した。

本研究では、代表的な磁気異常として、クリシウム対蹠点 (~122W, ~18S)、デカルト (~16E, ~12S)、ライナーガンマ (~58W, ~8N) の 3 地域について解析した。このうち、クリシウム対蹠点、ライナーガンマの 2 つの地域では、太陽風にさらされている期間でも磁気異常が明確に確認できた。特に、ライナーガンマ地域上空の磁場 3 成分 (X: 東方向、Y: 北方向、Z: 動径方向) を詳細に検討した。LP が地球磁気圏尾部中あるいは月のウェイク中に位置するときと比較すると、X、Y の水平方向成分の強度が Z よりも相対的に大きくなっている傾向が見られた。また、磁気異常強度を等高線で表すと、太陽風中であっても観測期間によって磁気異常ピークの形状が異なっている場合が見られた。このような相違は、観測期間によって LP 高度が異なるため空間分解能の差が現れたためという可能性が挙げられる。しかし、太陽風中での水平成分の増大は、磁気異常上空の磁力線が太陽風プラズマの圧力を受けるような格好で月面に押し付けられたためとも解釈できる。また、太陽風中での磁気異常パターンの観測期間依存性は、太陽風プラズマの密度、速さ、入射方向が異なったためとも考えられる。このようなことは、月磁気異常地域におけるミニ磁気圏存在の可能性を示唆する。

今後、磁場変化の様子についての詳細な解析や、太陽風プラズマの密度、速さ、方向との相関についての解析を行い、ミニ磁気圏存在の可能性を検討する。さらに、SELENE 計画における磁場・プラズマ観測の科学的意義についても言及する予定である。