

## 太陽風-月地殻磁気異常の相互作用の粒子シミュレーション

### Full-Particle simulation of the solar wind interaction with lunar crustal magnetic anomalies

津川 靖基<sup>1\*</sup>, 寺田 直樹<sup>1</sup>, 杉山 徹<sup>2</sup>, 加藤 雄人<sup>1</sup>, 小野 高幸<sup>1</sup>

Yasunori Tsugawa<sup>1\*</sup>, Naoki Terada<sup>1</sup>, Tooru Sugiyama<sup>2</sup>, Yuto Katoh<sup>1</sup>, Takayuki Ono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東北大学大学院理学研究科, <sup>2</sup>独立行政法人海洋研究開発機構

<sup>1</sup>Tohoku University, <sup>2</sup>JAMSTEC

月には局所的な地殻起源の磁気異常帯が存在し、これと太陽風が直接相互作用することで特徴的なプラズマ現象が起こっていると考えられている。これはApollo衛星、Lunar Prospector衛星などの観測で取り上げられ、Kaguya衛星のトピックスの一つとしても注目されている話題である。これまでの観測によって磁気異常帯における微弱な衝撃波構造やイオン反射、その機構などが論じられており、またシミュレーション研究もさかんに行われてきた。ここで強調すべきはその特性スケール長であり、それがイオンスケールに近いことからMHD近似がどれくらい成り立つかが問題となっている。加えて月特有のプラズマ環境（薄い電離圏や地表面の反射/吸収）なども影響し、どのような物理が支配的であるかという議論を難しくしている。

これまでのシミュレーション研究では (Hall) MHDコードや粒子コードによって主にミニ磁気圏のマクロ構造のパラメータ依存性などが調べられてきた。他には、例えば電磁ハイブリッド (粒子イオン/流体電子) コードによって磁気異常の磁場強度と衝撃波の相関や運動論的なイオンの扱いによる衝撃波構造の時空間変化などが詳細に調べられてきたが、波動-粒子相互作用のようなマイクロな物理過程に関する詳しい議論が電子スケールまで掘り下げられた例はない。しかし、Lunar Prospectorの観測では磁気異常帯近傍でULF波と数十-百eVの電子加熱の関連が示唆されており、我々は太陽風と月磁気異常の相互作用において電子-イオンスケールの波動-粒子相互作用が重要と考えている。

そこで本研究では1次元と2次元の粒子シミュレーションを行い、太陽風と月磁気異常の相互作用のマイクロ過程を調べている。初期条件はKaguya衛星の磁気異常帯における観測にもとづいており、シミュレーション結果を観測された波動と粒子の振る舞いについて照らし合わせている。また今回の発表では先行研究と比べたコードの妥当性の評価についても報告する。

キーワード: 月, 磁気異常, 相互作用, シミュレーション

Keywords: moon, anomaly, interaction, simulation