

月周回衛星「かぐや」に搭載された電子分析器 (MAP-PACE-ESA) の評価と初期データ解析

Evaluation of the Electron Spectrum Analyzer(ESA) onboard Kaguya (SELENE) satellite and first Analysis of its data

山本 忠輝 [1]; 齋藤 義文 [2]; 横田 勝一郎 [3]; 浅村 和史 [4]; 田中 孝明 [5]; 西野 真木 [1]; 綱川 秀夫 [6]; 寺沢 敏夫 [7]; 「かぐや」MAP-LMAG 班 綱川 秀夫 [8]; 「かぐや」MAP-PACE 班 齋藤 義文 [8]

Tadateru Yamamoto[1]; Yoshifumi Saito[2]; Shoichiro Yokota[3]; Kazushi Asamura[4]; Takaaki Tanaka[5]; Masaki Nishino[1]; Hideo Tsunakawa[6]; Toshio Terasawa[7]; TSUNAKAWA, Hideo KAGUYA MAP-LMAG Team[8]; Yoshifumi Saito KAGUYA MAP-PACE Team[8]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 宇宙研; [3] 宇宙機構; [4] 宇宙研; [5] 東大・理・地球惑星; [6] 東工大・理・地惑; [7] 東工大・理・流動機構/物理学専攻; [8] -

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [2] ISAS; [3] ISAS/JAXA; [4] ISAS/JAXA; [5] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.; [6] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [7] Dept. Phys., Tokyo Tech.; [8] -

月は地球の周りを公転することにより、太陽風中と地球磁気圏という2つの異なった環境にさらされる。また、月そのものにも異常磁場やそれによってできる小さな「磁気圏」とその前面のショック、月のWAKE部分のポテンシャルなど粒子の運動に影響を及ぼすような構造が存在する。これらの影響は月の位置によっても大きく変化するので、月周辺では様々な条件下での粒子観測が可能となり、月周回衛星「かぐや」での粒子観測は、粒子加速、加熱などの物理を考える上で非常に重要である。特に電子観測は、電子反射法（地球磁気圏あるいは太陽風中電子が月表面の磁場によって反射される際に生じる電子のピッチ角異方性を利用して、月の表面磁場を測定する）による月表面磁場の観測という面でも期待される。

月にはグローバルなダイポール磁場は存在しないことが知られている。しかし、Apollo Programのサンプルリターンに強く、安定した残留磁場が見つかったことや、着陸点付近でも数百nTの磁場が観測されたことなどによって、月に表面磁場が存在することが明らかになった。また、Apollo 15,16 Subsatelliteは月の赤道面上、高度100kmから電子反射計を用いて月表面の20%を観測した。その結果、ある時期に形成された、大きなImpact basinの対蹠地にあたる場所で強い表面磁場が多く観測されることがわかった。後にLunar Prospectorによって月全体にわたる同様の観測が行われたが、ほかの地形的特長との相関は否定され、磁気異常は過去のある時期に形成されたImpact basinの半径方向が、対蹠地においてよく見られるという結果となり、月の異常磁場の起源を示唆するものとなった。また、強い磁気異常を持った場所は月表面のアルベドとも相関しており、これは強い磁気異常の周りに小さな「磁気圏」のようなものが形成され、表面が太陽風にさらされなかった結果だと考えられている。この「磁気圏」前面のショック起源と思われる、電子の加熱も観測されている。

「かぐや」には、電子分析器 (ESA: Electron Spectrum Analyzer) が2台搭載されている。これは、衛星が3軸姿勢制御衛星であるためスピンしないので、月面側 (ESA-S1)、反月面側 (ESA-S2) にそれぞれ設置することで、4の視野を持たせるためである。ESAは基本的にはTop-Hat型の静電分析器であるが、荷電粒子の入射口に45°方向を中心に±45°の掃引を行う視野角掃引電極を置くことで、2の視野を持つ。これらは、電子反射計として使用することで、月全体の表面磁場を観測することが期待される。開発段階でのシミュレーションは、10km程度の磁気異常を世界最高レベルの時間分解能1秒で観測できることを示した。なお、電子反射法を用いる際、衛星側の磁場を測定するのに、かぐや搭載の磁力計LMAGを使用する。

実際に電子分析器を使用して様々な観測を行うためには、得られたデータを用いて感度などを評価する必要がある。今回、この評価作業について報告するが、具体的には、ESA-S2の観測視野内に存在するハイゲインアンテナ等の物理的要因で感度が低くなっているようなデータを取り除くか、あるいは補正した。その際ピッチ角についてソーティングを行い、検討した。特に、以前の観測で磁気異常が存在するとされているような場所でのデータを用いての比較も行った。まず空間分解能最大の場合であるPolar × Azimuth: 16 × 64のデータについて行い、次にこの結果がそれ以下の分解能の場合 (4 × 16) において足しあわされた場合にも適用できるか検討した。この評価作業のほかに、電子観測の初期データの解析結果などについても報告する。