

PEM035-01

会場: 303

時間: 5月26日13:50-14:10

固有磁場を持たない天体と太陽風プラズマの相互作用「かぐや」による 月周辺プラズマ観測の最新成果

Interaction between solar wind and non-magnetized solar system objects

斎藤 義文^{1*}, 横田 勝一郎¹, 浅村 和史¹, 田中 孝明¹, 西野 真木¹, 山本 忠輝¹, 上村 洸太¹,
綱川 秀夫²

Yoshifumi Saito^{1*}, Shoichiro Yokota¹, Kazushi Asamura¹, Takaaki Tanaka¹,
Masaki N Nishino¹, Tadateru Yamamoto¹, Kota Uemura¹, Hideo Tsunakawa²

¹宇宙科学研究本部, ²東京工業大学

¹ISAS, ²TOKYO TECH

宇宙空間には様々な天体があり、その天体周囲のプラズマの様子は固有磁場を持つ持たない、濃い大気を持つ持たないで大きく異なっている。月はグローバルな固有磁場を持たず、濃い大気も持たない天体の最も身近な例であるが、その周囲のプラズマについては低エネルギーイオンのデータが殆ど無かった事から意外なほど良くわかっていなかった。「かぐや」衛星搭載プラズマ観測装置MAP-PACE (MAGnetic field and Plasma experiment - Plasma energy Angle and Composition Experiment)は高度100kmの月周回軌道で低エネルギーイオンの連続観測を約1年半にわたって行なった。MAP-PACEは「かぐや」に搭載された14の観測装置のうちの一つであり、電子観測器ESA (Electron Spectrum Analyzer)-S1, S2、イオン観測器IMA (Ion Mass Analyzer)とIEA (Ion Energy Analyzer)の4種類のセンサーで構成されている。各センサーは半球面の視野を持っており、2台の電子観測器と2台のイオン観測器で低エネルギー電子とイオンの3次元分布関数を計測することができる。イオン観測器のうち、月面方向に視野を持つIMAは質量分析器であり、高度100kmの月周回軌道でこれまで観測された事の無かったイオンの質量分析を行った。

MAP-PACE-IMAの観測で月周辺低エネルギーイオンの分布が初めて明らかとなった。月昼側の低エネルギーイオンの分布は太陽風を別にすると次の4種類の特徴的な分布に大別できる1) 月表面で散乱された太陽風プロトン: これらの太陽風プロトンのフラックスは入射太陽風フラックスの1%以下であり、月表面との衝突でエネルギーを失うため入射した太陽風よりエネルギーは低い。太陽風にはプロトンの次に多いイオンとしてHe++が含まれているが、月表面で反射/散乱されたイオンには殆どHe++は存在しない。2) 月面磁気異常によって反射された太陽風プロトン: かぐやが強い磁気異常の上空を通過する際には、磁気異常によって反射された太陽風イオンが観測される。月表面で反射/散乱されたプロトンとは異なり、これらのイオンは、入射する太陽風のエネルギーとほぼ等しいエネルギーを持っており、フラックスも入射太陽風イオンの10%以上と高い。これらの反射イオンが観測される時、同時に観測される電子は加熱を受け、入射する太陽風イオンは減速を示す事があり、このことは月表面磁気異常と太陽風が高度100kmでも既に相互作用をしていることを示している。3) 月面で反射/散乱されたプロトンが太陽風中の電場によってピックアップされ、加速されたもの: 月表面で反射/散乱されたイオンは、太陽風中の電場によってピックアップされ、月固定系から見ると加速される。これらの月表面で反射/散乱されたイオンは、ピックアップされる際にすでに初速度を持っているため、可能な最大加速量は、太陽風速度の3倍にもなる。これらは中性粒子がイオン化して初速度0でピックアップされ、可能な最大加速は太陽風速度の2倍までとなる通常の意味のピックアップ加速とは異なっている。4) 月面/月面近傍の月大気を起源とするイオン: 太陽風によるスパッタリング、太陽光による光脱離、微小隕石衝突などによって作られたイオンは、太陽風電場によって加

速されてIMAによって観測される。これらのイオンの質量プロファイルを見ると、C⁺, O⁺やNa⁺, K⁺, Ar⁺などの重いイオンが含まれている。これらのイオンは、太陽風イオンなどの高強度のイオン流が月面に衝突することの無い、地球磁気圏中でも観測されることがわかった。

MAP-PACEの観測で月のウェイク領域でもイオンのウェイクへの侵入に関して新たな現象が見つかった。1) Type-Iエントリー：太陽風イオンは高度100 kmでは太陽風磁場に垂直な方向に飛行してウェイクに侵入するが、片方の極ではエネルギーを獲得し、もう片方の極ではエネルギーを失うことがわかった。2) Type-IIエントリー：太陽風プロトンは、ウェイク中心部（100 km高度の反太陽地点付近）に侵入することが可能であり、それらが月ウェイクの強い非対称を作り出すことがわかった。

「かぐや」による観測で得られた月周辺プラズマに関する知識は、非磁化天体周辺のプラズマの様子を理解するためにおおいに役立つものと期待している。

キーワード:月,プラズマ,磁気異常,アルカリ大気,磁気圏,太陽風

Keywords: moon, plasma, magnetic anomaly, alkali atmosphere, magnetosphere, solar wind