

かぐや (SELENE) 衛星によるプラズマ観測が明らかにした月希薄大気の構造

田中 孝明 [1]; 斎藤 義文 [2]; 横田 勝一郎 [3]; 浅村 和史 [4]; 綱川 秀夫 [5]; 「かぐや」MAP-PACE 班 齋藤 義文 [6]; 「かぐや」MAP-LMAG 班 綱川 秀夫 [6]
[1] 東大・理・地球惑星; [2] 宇宙研; [3] 宇宙機構; [4] 宇宙研; [5] 東工大・理・地惑; [6] -

Structure of the lunar exosphere deduced from the ion observation by SELENE (KAGUYA) MAP-PACE

Takaaki Tanaka[1]; Yoshifumi Saito[2]; Shoichiro Yokota[3]; Kazushi Asamura[4]; Hideo Tsunakawa[5]; Yoshifumi Saito KAGUYA MAP-PACE Team[6]; TSUNAKAWA, Hideo KAGUYA MAP-LMAG Team[6]
[1] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.; [2] ISAS; [3] ISAS/JAXA; [4] ISAS/JAXA; [5] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [6] -

Surface-bounded exosphere of the Moon has been observed by ground-based telescopes on many occasions since its discovery. The alkali components such as Na or K have been observed in order to understand the generation process and the transport mechanisms. The continuous ground-based observations and laboratory experiments have confirmed that the alkali exospheric components are produced by ion-induced desorption (sputtering), photon-stimulated desorption, meteorite-induced vaporization and/or thermal desorption from the surface. The major loss process of the exospheric particles is photoionization and ion-pickup process. The ion-pickup process is quite simple because the Moon has no global dipole magnetic field. The ionized exospheric particles are transported by the motional electric field $E = -V \times B$ where V is the solar-wind bulk velocity and B is the interplanetary magnetic field. It enables us to trace back the ion trajectory and to know where these ions are produced.

Japanese lunar orbiter SELENE (KAGUYA), which was launched on September 14, 2007, has in-situ plasma analyzers named MAP-PACE (MAGnetic field and Plasma experiment - Plasma energy Angle and Composition Experiment) in order to investigate the plasma environment at 100km altitude around the Moon. IMA (Ion Mass Analyzer), one of the MAP-PACE sensors, has observed heavy ions that are probably related to lunar exosphere. The order of observed pick-up Na^+ ions flux is approximately consistent with the estimation considering the several major generation mechanisms, and the observed exospheric ion flux has the dependence on the solar zenith angle of the SELENE orbit. In this study, we will report the results of the exospheric ion observation by IMA. The obtained data show that IMA has detected heavy ions which contain Na^+/Mg^+ and $Ar^+/K^+/Ca^+$ components when the Moon is in the solar wind. We will discuss the structure and the generation mechanism of the lunar exosphere.

月の希薄大気は、1980年代のNa及びK大気の発見を契機に、幾度となく地上からの観測が行われてきた。これらのアルカリ大気の生成過程としては、(1) 周辺のプラズマによるスパッタリング、(2) 太陽光(紫外線)による光脱離、(3) 微小隕石の衝突による気化、(4) 太陽光直下点付近の月面の熱による放出(熱脱離)、などが主な過程として考えられている。こうした希薄大気から太陽光電離によって生成されたイオンや、中性大気と同様の生成過程を経て月面から放出されたアルカリイオンは月が太陽風中にある場合は、惑星間空間磁場(IMF: Interplanetary Magnetic Field)と太陽風との相対速度によって作られる電場($E_{sw} = -V \times B_{sw}$)によって輸送される。輸送されたイオンは月半径に比べて十分大きなラーマー半径を持つので、その殆どが月軌道から離脱していく。太陽風によって輸送されるこうした重イオンはピックアップイオンと呼ばれ、月由来のピックアップイオンを人工衛星搭載用のプラズマ観測器で直接観測した例は非常に少ない。僅かな直接観測の例は、月から数万キロメートル以上離れた地点でのもので、これらの結果では地上観測から予測されるようなアルカリイオンは殆ど検出されていなかった。

2007年12月中旬から定常観測に入ったKAGUYA(SELENE)衛星搭載プラズマ観測器の一つ、MAP-PACE-IMAは月100km高度で、月由来の重イオンの観測を行い、これまでの観測で Na^+/Mg^+ や $Ar^+/K^+/Ca^+$ などの重イオンの検出に成功した。その検出量は月周辺のプラズマ環境によって変化しているものの、観測される Na^+ のフラックスは考える放出プロセスを仮定した見積もりと、同程度である。また観測されるピックアップイオンのフラックスは太陽天頂角に依存して変化しており、これは太陽光のフラックスの太陽天頂角依存性に対応しているものと考えられる。本研究ではIMAによって検出された重イオンの観測結果を報告するとともに、月大気の平均的な構造とその生成過程について議論を行う。