

月周辺イオン観測と月希薄大気の構造

田中 孝明 [1]; 齋藤 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] -

The structure of lunar exosphere deduced by ion observation

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] -

The Moon is surrounded by extremely tenuous alkali atmosphere. The atmosphere is enough thin to be regarded as exosphere which called surface-bounded exosphere. It has been observed by ground-based technique on many occasions since its discovery. In-situ observation of the lunar ions by satellite-borne plasma instruments is another complementary way to study the lunar exosphere because the detected ions include information of the exosphere. However, while there is frequent occasion of the ground-based observation, there have been few measurements of the Moon-originating ions.

Japanese lunar orbiter SELENE (KAGUYA), which was launched on September 14, 2007, has the 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 Moon-originating ions for more than 1 year.

When the Moon is in the solar-wind, generated Moon-originating ions are accelerated and transported by an interplanetary electric field $E = -V \times B$ where V is the solar-wind bulk velocity and B the interplanetary magnetic field. At 100km altitude, these pick-up ions are presumably not fully accelerated and have the energy below several hundred electron volts under typical solar-wind condition. The observed ion energy represents the acceleration path length, and the energy distribution reflects the altitude distribution of the lunar exosphere. In this study, we analyzed the Moon-originating ion data observed by IMA, and made the altitude distribution and the solar zenith angle dependence of the lunar exosphere making use of the solar-wind motional electric field. We will report the results of data analysis and discuss the structure 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。こうした希薄大気が太陽光によってイオン化されものや、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口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、これらの非常に少ないデータでは地上観測から為されるような、希薄大気の構造を議論するには、不十分であった。

2007年12月中旬から定常観測に入った「かぐや」(SELENE)衛星搭載用プラズマ観測器の一つ、MAP-PACE-IMAは月100km高度で、約1年半に渡って、定常的に月由来の重イオンの観測を行っており、これまでの観測で Na^+ 、 Si^+/Al^+ 、 K^+ 、 Ar^+ などの重イオンが検出されていた。観測されるピックアップイオンのエネルギーは太陽風電場によって規定されており、そのエネルギー分布は希薄大気の高高度分布を反映しているものと考えられる。また、太陽天頂角等に依存してピックアップイオンのフラックスが変化する傾向が見られている。本研究において、我々は、ピックアップイオンのデータ解析を行うことによって求められた、希薄大気の高高度分布や太陽天頂角依存などから、希薄大気生成のプロセスについて議論を行う。