

SELENE 衛星搭載 UPI-TEX 撮像観測による酸素イオン散逸量と太陽風および地磁気変動との関連性

麻生 直希 [1]; SELENE UPI チーム 吉川一朗 [2]; 田口 真 [3]; 菊池 雅行 [4]; 三宅 互 [5]; 中村 正人 [6]
[1] 東大・理・地惑; [2] -; [3] 立教大; [4] 極地研; [5] 東海大工; [6] 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部

Relationship between the outflow oxygen ions and the solar wind and geomagnetic activity observed from UPI-TEX on board SELENE

Naoki Aso[1]; Ichiro Yoshikawa SELENE UPI Team[2]; Makoto Taguchi[3]; Masayuki Kikuchi[4]; Wataru Miyake[5];
Masato Nakamura[6]
[1] EPS,Tokyo Univ.; [2] -; [3] Rikkyo Univ.; [4] NIPR; [5] Tokai Univ.; [6] ISAS/JAXA

In 1960s, hydrogen ions, helium ions, and electrons generated in the ionosphere are theoretically thought to outflow into the magnetosphere from the earth due to the pressure gradient in the polar cap region where the magnetic field is open. In 1980s and 1990s, the existence of these plasma outflows was verified due to the plasma in-situ observation operated by polar orbit satellites such as Dynamic Explorers and Akebono. On the other hand, oxygen ions outflow was observed much more than expected amount even though it was thought few oxygen ions would outflow because of its heavy mass. In previous studies, great amount of oxygen ions outflow was discovered at the cleft region and the auroral region or in the polar wind at the polar cap and energization mechanism caused by ambipolar electric field and wave are introduced. However, it is not obvious when and how much outflow ions are produced and it is difficult to solve this problem only by the in-situ observation.

To solve this problem, it is important to conduct in-situ observations and imaging observations at the same time so as to observe ions comprehensively. In order to observe circum-terrestrial plasma from moon orbit, Upper Atmosphere and Plasma Imager - Telescope of Extreme ultraviolet (UPI-TEX) on board the lunar orbiter, SELENE (KAGUYA) operated imaging observations of the resonance scattering emission from oxygen ions and helium ions. Since it can observe both temporal and spatial variations of circum-terrestrial plasma comprehensively, it can be a significant measurement to understand the mechanism of the outflow. UPI-TEX took images of oxygen outflow where the magnetic field is open and several R_E far from the earth every 2 hours so that it is possible to understand the temporal variation of outflow ions amount result from the magnetospheric variation of a few hours scale.

The purpose of this study is to evaluate the temporal variation of the outflow ions amount depending on the solar wind condition and understand what produce the outflow ions and when the outflow ions are produced. In this analysis, we focused on the relationship between solar wind condition and geomagnetic activity and the amount of outflow oxygen ions. Since the UPI-TEX instrument observes the resonance scattering emission from oxygen ions in 2 dimensional images, we can see comprehensive variation of the circum-terrestrial outflow oxygen ions. However, there are contaminations of the emission from hydrogen atoms called geocorona near the wavelength of the resonance scattering emission from oxygen ions. Especially, the emission of Lyman-beta 102.5 nm was detected comparable to the resonance scattering emission from oxygen ions. In this study, we assumed atomic hydrogen distribution as spherically symmetric Chamberlain model to calculate the intensity from atomic hydrogen by solving radiative transfer equations and subtracted the counts from the obtained image. In the obtained images, we calculated the intensity of the resonance scattering emission from outflow oxygen ions along the open magnetic field given by the Tsyganenko 96 model, compared its temporal variation with the temporal variation of the solar wind parameters and geomagnetic activity. As a result, we couldn't find a good correlation between outflow oxygen ions and geomagnetic activity. On the other hand, we found that the timing of the increase of the intensity of the resonance scattering emission from oxygen ions corresponded to that of the dynamic pressure of the solar wind.

1960年代、地球電離圏で生成された水素イオン、ヘリウムイオン、電子は極域では磁力線が開いているため、圧力勾配によって電離圏から磁気圏へ散逸すると理論的に考えられていた。1980年代、1990年代になると、Dynamic Explorers や Akebono といった極軌道衛星によるプラズマ粒子のその場観測により、これらの散逸プラズマの存在が実証された。一方で、質量が重たいため散逸量が限られると考えられていた酸素イオンも多量に散逸されていることがわかった。これまでの先行研究によって、極域でみられる Polar Wind やクレフト領域およびオーロラ帯領域で多量の散逸酸素イオンが発見され、分極電場や波動による加速メカニズムが考えられている。しかし、どの程度の量の散逸イオンがどのようなタイミングで生成されているかは明らかになっておらず、従来の1点観測では解決することは困難である。

この問題を解決するためには、その場観測を行うと同時に撮像観測により大局的に散逸イオンを追跡することが重要である。月周回衛星 SELENE (かぐや) に搭載されている超高層大気プラズマイメージャー (Upper-Atmosphere and Plasma Imager - Telescope of Extreme ultraviolet : UPI-TEX) は、月軌道から地球周辺プラズマの分布をヘリウムイオンおよび酸素イオンの共鳴散乱光を用いて撮像観測を行った。地球周辺での散逸イオン分布の空間変化および時間変化を大局的に観測することができるため、散逸イオンの散逸経路・散逸過程を知るための大きな手がかりとなる。UPI-TEX 酸素イオン撮像は、地球から数 R_E までの磁力線の開いた領域において、2時間おきに観測を行うため、数時間程度の長い時定数の磁気圏応答に関連する散逸イオンの散逸量時間変化を理解することが可能である。

研究の目的は、太陽風の条件による散逸イオンの散逸量時間変化を見積もり、散逸イオンの生成要因やタイミングを理解することである。我々は、太陽風条件および地磁気活動度と酸素イオン散逸量の因果関係に着目した。UPI-TEX は散逸酸素イオンの共鳴散乱光を二次元撮像しているため、地球近傍に存在する散逸酸素イオンの大局的な変動を知ることができる。ただし、酸素イオンの共鳴散乱光の近傍波長域には、ジオコロナと呼ばれる水素原子の発光が存在するためにノイズが混在する。特に 102.5nm のライマン α のカウント数は酸素イオン共鳴散乱光と同程度検出される。そこで本研究では、水素原子は地球外圏に球対称に存在すると仮定する Chamberlain モデルを用いてライマン α の輝度値を放射伝達方程式を解くことで求め、検出カウントを計算し取得画像から除去した。そしてその画像から Tsyganenko96 磁場モデルによる開いた磁力線上での散逸酸素イオン共鳴散乱光輝度値を求め、その時間変化と太陽風条件および地磁気活動度の時間変化を比較した。結果、散逸酸素イオンと地磁気活動度との相関はあまり見られなかったが、一方で太陽風動圧の増加のタイミングと散逸酸素イオン共鳴散乱光輝度値の増加のタイミングが一致している事がわかった。