

リモートセンシング高層中性大気観測のための実験室模擬

Laboratory Demonstration on Remote Sensing of Neutral Particles in the Upper Atmosphere using Artificial Ion Beam

坂本 佑介 [1]; 國中 均 [2]

Yusuke Sakamoto[1]; Hitoshi Kuninaka[2]

[1] 東大・工・航空宇宙; [2] 宇宙研

[1] none; [2] ISAS/JAXA

<http://www.ep.isas.ac.jp/>

太陽風やリングカレント起源の高速プロトンと高層中性大気から生成された高速中性粒子 (Energetic Neutral Atom, ENA) の宇宙観測が実施されている。この方式では、高速プロトンと高層中性大気の両方の情報が混在するため、それぞれを独立に抽出することはできない。

本提案は、既知の人工イオンビームで高層中性大気を直接観測することにある。図に示すように、地球低高度軌道上の赤道面近傍にあるイオン源から放出されたイオンビームは、地球磁場に捕らえられ螺旋運動をしながら高緯度方向に移動する。1,000km 規模の平均自由行程を進むにつれて、高層中性大気と電荷交換衝突を起し、ENA となる。もはや磁力線には拘束されず、弾道飛行にて放射状に四散する。これを高高度軌道に滞在する観測器で捕らえて識別すれば、磁力線に沿った領域の中性大気密度を高い時間・空間分解能で取得することができる。人工イオンビームに、大気組成と異なる粒子を用いれば、観測器における粒子識別に有利である。クリプトンイオンは原子状酸素と、またアルゴンイオンは窒素分子と選択的に反応を起すため、粒子種の同定も可能である。高度 500km において、よくコリメートされた 1keV のクリプトンビーム 10A を 1 秒間放射すれば、その上方 5,000km で待ちかまえる観測器 (有効面積 0.01 平方 m) に 15,000 個の信号を得ることができて、このデータを分析すれば、約 10km の空間分解能で原子状酸素密度を決定できると試算される。このリモートセンシング法を実用化するには、高速中性粒子撮像装置とイオンビーム発生装置が必須である。現在運用されている高速中性粒子撮像装置は、プロトンや水素を主に取り扱うが、これを多ガス種へ発展させ、感度・空間分解能・エネルギー分解能を向上させる必要がある。一方、イオンビーム発生装置には宇宙推進機関であるイオンエンジンをそのまま流用することができる。

本提案の実現可能性を評価するため、地上実験を行っている。キセノンイオンとキセノンガス、アルゴンイオンとアルゴンガス、クリプトンイオンとクリプトンガスを、それぞれ共鳴反応させて、生成した ENA 量から、ターゲットガスの粒子密度を算出して、圧力測定の結果とのよい一致を示した。次に、酸素分子に感度のあるキセノンイオンビームを、酸素・窒素混合ガスに照射して、生成された ENA から、酸素分圧を特定することに成功した。さらに進めて、クリプトンイオンによる原子状酸素との電荷交換反応を実験室にて再現するために、原子状酸素発生器の作成を進めている。

文献

田中、山極、國中、「イオンスラスト排出イオンビームの ENA 観測への応用に関する研究」、日本航空宇宙学会論文集、Vol.51、No.593、2003、pp.285-292.

S. Sugimoto, H. Kuninaka, K. Toki and Y. Arakawa: The Measurement of Energetic Neutral Atoms from Ion Thruster Beam, 24th International Symposium on Space Technology and Science, Miyazaki, Japan, May 30-June 6 2004.

S. Sugimoto, H. Kuninaka, K. Nishiyama and Y. Sakamoto: Ground Experimental Demonstration on Remote Sensing of Neutral Particles in the Upper Atmosphere using Artificial Ion Beam, will be published in Journal of Geophysical Research - Space Physics -.

