

衛星搭載型電離圏イオン質量分析器の開発

Development of a space-borne ion mass spectrometer for measurements of ionospheric ions

栗原 宜子^{1*}, 栗原 純一², 早川 基¹

Yoshiko Koizumi-Kurihara^{1*}, Junichi Kurihara², Hajime Hayakawa¹

¹宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部, ²北海道大学

¹ISAS/JAXA, ²Hokkaido University

最近の人工衛星による観測から、極域電離圏から流出する水素・ヘリウム・酸素などの原子イオンは、磁力線に沿って磁気圏尾部に輸送されていることもわかってきたが、その流失メカニズムは非常に複雑である。これらのイオン流出現象のメカニズムを解明するために特に重要なのは、電離圏下部で熱的なエネルギーを持つ各イオン種がそれぞれどのような過程で非熱的なエネルギーを獲得するかを明らかにすることである。その意味で、熱的エネルギーを超えた超熱的エネルギー領域のイオンを、質量分析によって個別のイオン種ごとに観測することには大きな意義がある。

本研究グループが開発した、2010年冬に打ち上げられるカナダの「CASSIOPE」衛星に搭載される中性気体質量分析器は、イオン流失メカニズムと深い関わりのある非熱的な中性気体粒子の観測を目指したもので、この測定器を改良することでイオン質量分析に応用することにした。本研究では、極域電離圏からのイオン流失に関わる超熱的イオンの観測を目指して、衛星搭載用イオン質量分析器を開発することを目的とする。また、その開発には実験室で超熱的エネルギーを持つイオンを作り出す必要があることから、新たな低エネルギーイオンビーム発生装置の開発も併せて行った。

今回開発するイオン質量分析器の特徴として、飛行時間法による質量分析と2次元位置検出技術による速度測定を同時に行うことができるため、時間分解能が極めて高いことが挙げられる。従来の超熱的イオン質量分析器に比べて本研究の質量分析器は、イオン流出現象の空間分解能が10倍程度向上することが見込まれる。また、一般的に室内実験で用いられるイオンビーム発生装置では、数eV以下の超熱的エネルギーを持つイオンビームの発生は非常に困難である。本研究で開発した低エネルギーイオンビーム発生装置は、ノズルを利用して超音速を持つ中性気体のビームを作り出し、その中性気体ビームを電子銃で電離することでイオンビームに変換する装置である。

本研究発表では、イオン質量分析器の開発状況を中心に、新規開発を行った低エネルギーイオンビーム発生装置について発表する。