

R005-14

Zoom meeting C : 11/1 PM1 (13:45-15:30)
14:15-14:30

観測ロケット搭載用イオンドリフト速度測定器の内部メッシュ構造設計および性能評価

#葉柴 隆斗¹⁾, 尾原 咲穂²⁾, 阿部 琢美³⁾

¹⁾北海道大学, ²⁾東海大学, ³⁾JAXA宇宙科学研究所

Internal mesh structure design and performance evaluation of ion drift velocity analyzer for sounding rocket

#Ryuto Hashiba¹⁾, Sakiho Ohara²⁾, Takumi Abe³⁾

¹⁾Hokkaido University, ²⁾Tokai University, ³⁾ISAS/JAXA

In the ionosphere, the neutral particles and plasmas coexist. The momentum transfer between the neutral particle and plasma is the important process in elucidating phenomena in the lower ionosphere such as ionospheric dynamo and plasma density disturbance. However, since satellites cannot fly below 250 km altitude for a long time, the observation data are limited, and there are only a few reports based on in-situ observations. On the other hand, the sounding rocket enables in-situ observation in the lower ionosphere. In order to elucidate the phenomena in the lower ionosphere, it is necessary to observe the neutral atmosphere and ionospheric plasma using an analyzer on the sounding rocket.

We are developing an ion analyzer for the sounding rocket that enables estimation of ion drift velocity and density in the ionosphere. The analyzer is composed of a combination of RPA (Retarding Potential Analyzer) and IDM (Ion Drift Meter), which have been used for ionospheric ion observation.

The RPA section enables ion energy analysis by applying voltage to metal mesh grid, and the section is composed of five mesh grids. The ions are accelerated or decelerated by the voltage applied to the mesh grid. Inside the RPA, it is desirable that the potential distribution between the meshes is uniform in the tangential direction. However, it is concerned to be non-uniform. In the case of non-uniform potential distribution, the magnitude of acceleration or deceleration differs depending on the ion trajectory, which affects the velocity estimation error. Therefore, the potential distribution in the vicinity of grid was estimated using SIMION, which is software that can calculate the trajectories of charged particles. In this study, a variation of the potential distribution in a space between two wires and in the direction vertical to the mesh was examined by changing the wire diameter of the grid, the number of meshes, the aperture ratio, the applied voltage, and the distance. The aperture ratio is the ratio of the area of the opening to the entire mesh. The results of the voltage error estimation showed that the error changed linearly depending on the wire diameter and the number of meshes under condition for estimating the same aperture ratio and the center of the opening. In addition, on the SIMION, the transmittance of charged particles flowing into the grid was calculated and compared with the aperture ratio of the grid. The particle transmittance and particle trajectories were estimated when the wire diameter and applied voltage were changed at the same aperture ratio.

It is also necessary to generate ions that move at a specific velocity on the ground to evaluate the performance of the analyzer. Therefore, we are developing a low energy ion source. The characteristics of the ions generated by the ion source are evaluated using the Langmuir probe. Compared to the analyzer, the probe can simply measure the current caused by electrons and ions flowing into the electrode. The source and the probe were installed in the vacuum chamber, and the voltage applied to the source was changed to generate ions flow. Then, the change of the current-voltage characteristic of the probe was investigated. The electron saturation current is usually determined only by electrons, but if the ion source works properly, the current value in this region is expected to change due to the inflow of low-energy ions.

In this presentation, the estimation and verification results of the potential distribution of the mesh grid using SIMION and the electrode design will be discussed. The results of the experiments with the ion source and our future work will also be discussed.

電離圏には電離大気と中性大気が共存している。電離大気-中性大気間の運動量輸送は電離圏下部（高度約 80-300 km）において顕著であるが、人工衛星は高度 250 km 以下の領域を長時間飛行することは出来ないため観測データが限られており、直接観測した報告例は少ない。一方、観測ロケットは、人工衛星が飛行できない高度領域におけるその場観測を可能とする。電離圏下部においては中性大気とプラズマの相互作用により、電離圏プラズマ密度擾乱など様々な現象が存在するが、未解明の問題を解決するためには、観測ロケットに搭載可能な測定器を用いて電離大気と中性大気を観測する必要がある。

我々は電離圏下部においてイオンドリフト速度および密度の推定を可能にする、観測ロケット搭載用イオン測定器の開発を進めている。測定器は、電離圏イオン観測用として用いられてきた RPA (Retarding Potential Analyzer) と IDM (Ion Drift Meter) を組み合わせた構成になっている。

測定器の RPA 部では金属メッシュグリッドに電圧を印加することによりイオンのエネルギー分析を行うことが可能であり、RPA 部は 5 枚のメッシュグリッドにより構成される。メッシュグリッドにかけた電圧によりイオンは加速あるいは減速されるが、この時メッシュ間の電位分布は接線方向で均一であることが望ましいのに対し、不均一であることが予想される。不均一な電位分布の場合、イオンの軌道に応じて加速/減速の大きさが異なり、速度推定誤差

に影響を与える。そこで、荷電粒子の軌道を計算するソフトウェアである SIMION を用いて、グリッド付近の電位分布の推定を行った。特に、メッシュグリッドの線径、メッシュ数、開口率、印加電圧、配置場所を変えて、グリッド接線方向の開き目中央とグリッド鉛直方向の電位分布を推定した。開口率はメッシュ全面に対する開口部の面積の割合である。電圧誤差の推定結果から、同じ開口率かつ開き目中央を推定する条件のもとでは線径とメッシュ数の違いにより、電圧誤差は線形に変化することが分かった。想定される条件の下で、印加電圧と誤差の間に一定の関係があることが分かった。加えて、SIMION 上においてメッシュグリッドに流入させたイオンの通過率を求め、メッシュグリッドの開口率と比較した。グリッドの線径や印加電圧を変えた場合の、透過率の違いを調べたとともに、荷電粒子の軌道の変化を推定した。

また、イオン測定器の動作確認のために特定の速度で運動するイオンを地上で生成する必要があることから、低エネルギーイオン加速装置の開発を進めている。イオン加速装置によって生成されるイオンの特性を、ラングミュアプローブを用いて評価している。測定器に比べプローブは電極に流れ込む電子およびイオンによる電流を単純に測定できる。真空チャンバー内に加速装置とプローブを設置し、加速装置に印加する電圧を変更してイオンの流れを生成して、プローブで得られる電流電圧特性の変化を調べた。電子飽和電流は通常電子のみにより決まるが、イオン加速装置が正常に動作すれば低エネルギーイオンの流れ込みにより、この領域の電流値に変化が現れることが予想される。本発表では、SIMION を用いたメッシュグリッドの電位分布の推定・検証結果、電極設計について述べる。そして、イオン加速装置により生成されたプラズマの測定により得られた結果を紹介するとともに、今後の取り組みについても述べる。