

R005-37

Zoom meeting C : 11/2 AM2 (10:45-12:30)

12:00~12:15

電離圏イオンドリフト測定器開発のための低エネルギーイオン加速装置の開発

#尾原 咲穂¹⁾, 阿部 琢美²⁾, 三宅 亙³⁾

(¹⁾東海大, (²⁾JAXA宇宙科学研究所, (³⁾東海大・工

Development of a low energy ion source for ion drift measurements

#Sakiho Ohara¹⁾, Takumi Abe²⁾, Wataru Miyake³⁾

(¹⁾Tokai Univ, (²⁾ISAS/JAXA, (³⁾Tokai Univ.

The ionosphere is the region from about 70 km to 1000 km above the Earth's surface. It is composed of neutral particles without charge, and charged particles (plasmas) generated by extreme ultraviolet and X-ray radiation from the Sun. The motion of plasma particles in the ionosphere is influenced by the Earth's magnetic field, while collisions between ions and neutral particles are also important. Such collisions result in a momentum transport between ion particles and neutral particles, and are related to various phenomena such as ionospheric disturbance in the ionosphere.

In the F region of the ionosphere, the F1 layer has the largest electron density, while ion and electron tend to diffuse through the atmosphere in the F2 layer. Ambipolar diffusion occurs because of the unbalance of gravity and pressure. Ions in this region have a drift motion in the direction perpendicular to the electric and magnetic fields. Thus, ions are known to make complex movement due to momentum transport occurring in this region.

The purpose of this study is to develop an advanced instrument to measure 3D ion drift velocity in the lower ionosphere. ISAS/JAXA has been developing such an instrument which can be installed on sounding rocket. To calibrate a performance of the instrument, it is necessary to prepare plasma environment in which ion particles are coming into the instrument with a speed of several km/s, which corresponds to the speed of a sounding rocket or satellite.

The average temperature of ion particles in the ionosphere is known to be about several hundred K, which corresponds to several hundred m/s in terms of thermal velocity. Considering the speed of the sounding rocket is about 1~2 km/s during its ballistic flight, it is an assumed situation that the ions are coming into the instrument with a bulk velocity of 1~2 km/s. Therefore, for this purpose, we will have to develop a source that can generate drifting ions with a velocity of several km/s (kinetic energy of several eV).

We have so far tried to generate drifting ions by applying a voltage to a mesh grid in the ion accelerator, and to make measurements of the ion current with a Langmuir probe. As a result, when the voltage applied to the accelerator was changed, the electron temperature and density obtained from Langmuir probe current-voltage characteristics seemed unchanged, but the saturated electron current changed significantly depending on the applied voltage. Since ions with relatively large energy (more than 1 eV) may affect the saturation electron current, the change observed in the saturation electron current region may be due to the accelerated ions. To further study this possibility, we are going to measure the energy distribution of the accelerated ions in detail using the instrument under development.

Next, we are going to use a simulation program to investigate the reason why the saturation electron current changed with the applied voltage and to simulate a trajectory of the ions accelerated by the electric field which is generated by applying the voltage to the mesh grids. In addition, we will discuss in detail the conditions on which an ion drift velocity becomes close to that of the sounding rocket.

電離圏は高度約 70km から約 1000km までの空間で、電荷を持たない中性大気と、太陽からの極端紫外線や X 線放射等によって生成されたイオンと電子により構成される電離大気から成る。電離圏に存在するプラズマ粒子の運動は地球の磁場によって支配され、更にイオン粒子と中性大気の衝突が顕著にある。このため、2 種類の粒子間衝突による運動量の輸送現象が起こる。この輸送現象は、電離圏における電子擾乱をはじめとする多様な現象に係っている。

電離圏 F 領域では、最大の電子密度を持つ F1 層と、イオンや電子が中性大気中を拡散し、重力と圧力勾配を釣り合わせようとする両極性拡散が起こる F2 層が存在する。この領域に存在するイオン粒子は、電場と磁場に垂直な方向で $(E \times B)/B^2$ ドリフトを始める。中性大気はイオン粒子の抗力によってイオン粒子と同じ速さ、同じ向きで運動をしようとするが、イオンの密度成分により急速に抑制され、運動は水平方向成分が卓越する。このような運動量輸送により電離圏 F 領域ではイオン粒子は複雑な運動を行なっている。

本研究の目的は上記の諸現象が顕著である電離圏下部において、イオンドリフトを直接観測出来るような精度の高い測定器の開発である。電離圏中のイオンドリフト運動を測定するために海外ではイオンドリフトメータが用いられてきた。JAXA 宇宙科学研究所ではこの類の飛翔体搭載用の測定器開発を行っている。測定器の性能を確認するためには、飛翔体上でのイオン測定時に予測される環境、すなわち飛翔体の速度である数 km/s の速度でイオン粒子が測定器に向かって飛び込んでくる状況を作り出す必要がある。

電離圏中に分布するイオンの平均的な温度は数 100K であることが知られており、熱速度に換算するとおよそ数 100m/s に相当する。これに対し、観測ロケットの飛翔速度はおよそ 1~2km/s であり、ロケット上では見かけ上、イオンが 1~2km/s のバルク速度をもって測定器に向かってくと捉えることができる。よって本研究では数 km/s の速度 (数 eV の運動エネルギー) を持ち、ドリフト運動をするイオンの生成が可能な加速装置の開発を行う。

これまで、イオン加速装置内のメッシュグリッドに電圧を印加し、設置してあるラングミュアプローブで電流を測定

する基礎実験を行ってきた。その結果、加速装置の印加電圧を変えた場合にラングミュアプローブの電流電圧特性から得られる電子温度、密度に変化は見られなかったが、印加電圧に応じて飽和電子電流領域に変化が見られた。エネルギーが比較的大きな (1eV 以上) イオンは飽和電子電流に影響を及ぼす可能性があることから、これまでの実験で確認された飽和電子電流領域の変化は加速されたイオン粒子による影響である可能性が考えられる。これを確認するため、開発中の測定器を用いて加速されたイオンのエネルギー分布を詳しく測定することになっている。

また、今後はシミュレーションプログラムを用いて加速装置に印加する電圧毎にプローブによって得られる電流値の変化を調べると共に、電極に電圧を印加した際に電界により加速されるイオン粒子の軌道シミュレーションを行う。更に、飛翔体上で観測するときの条件に近いイオン流れを生成するための条件について詳しく解析していく予定である。