

R005-45

Zoom meeting C : 11/2 PM2 (15:45-18:15)

16:00~16:15

## 観測ロケット搭載超高層大気密度測定用真空計の開発

#田中 勇人<sup>1)</sup>, 阿部 琢美<sup>2)</sup>, 三宅 亙<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup>東海大・工, (<sup>2)</sup>JAXA 宇宙科学研究所

## Development of a pressure gauge for study of upper atmosphere on sounding rocket

#Yuto Tanaka<sup>1)</sup>, Takumi Abe<sup>2)</sup>, Wataru Miyake<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup>Tokai Univ., (<sup>2)</sup>JAXA/ISAS

We are developing a pressure gauge for installing on the sounding rocket to estimate a number density of neutral atmospheric particles in the lower thermosphere. A brief overview of our instrument development will be presented in this paper.

Both charged particles and neutral particles are known to coexist in the lower thermosphere. Many characteristic phenomena occur because of those different behaviors against electromagnetic force. While radar and other remote sensing technique measure the upper atmosphere indirectly, sounding rocket is the only way which enables in-situ measurement. We are developing two types of vacuum gauge containers with structures such that are sensitive/insensitive to the relative velocity of the neutral atmosphere observed on the sounding rocket. The values obtained from these containers will be compared to estimate the number density of neutral atmosphere. In general, the velocity of the sounding rocket is faster than the thermal speed of the thermospheric neutral particles, and therefore the container structure must be designed so that the translational energy of the particles produced by the rocket movement can be lost.

The first container is designed on basis of Patterson probe, which is known as a close-type spherical container with long tube. In this shape, the translational energy can be lost once the incoming gas collides with the inner wall of the tube. If it can be assumed that the temperature of the incoming particles is the same as that of the container, we can estimate the number density of neutral atmosphere from the pressure by using the gas state equation. The second container is open-type cylindrical container. This container is designed so that the pressure obtained by ion gauge inside the container can change depending on incident angle of the gas to the orifice on the container surface. The possibility of estimating the direction of the neutral gas with this pressure gauge system is now being considered. In this presentation, the second container design will be discussed in detail.

To determine the shape of the cylindrical container, we carried out the pressure measurement using Space Science Chamber in JAXA Sagami Campus. This facility provides an environment of the lower thermosphere with a pressure of  $10^{-5}$  Pa. The container was placed inside the chamber and nitrogen gas flow was blown towards the orifice of the container. Then, the pressure inside the container was continuously monitored while it was rotated on a spin table to examine the pressure variation with a change in the incident angle of gas. If the pressure change is relatively large, it will be useful for estimating the incident angle. Then, we have made three prototypes of cylindrical containers to find a suitable structure.

Crystal ion gauge consisting of crystal gauge and B-A gauge is adapted as the pressure gauge in our development. Crystal gauge can measure pressure above 4 Pa. When the pressure decreases down to 4 Pa, the pressure gauge changes from crystal gauge to B-A gauge mode automatically. The B-A gauge is a vacuum gauge suitable for observation in high vacuum environments and can measure down to  $10^{-6}$  Pa. This vacuum gauge can be used for a wide range of measurements from atmospheric pressure environments to high vacuum environments.

These pressure gauge will be installed on the top side of payload section of the sounding rocket. In this presentation, We will focus on results of pressure measurements.

我々は観測ロケットに搭載し、熱圏下部領域の中性ガス密度の測定ができる真空計の開発を行っている。本稿では、この開発概要について述べる。熱圏下部領域は中性粒子と電離粒子が混在している。中性大気は電磁気的な力を受けないが、電離大気は影響を受けることからこの領域には様々な特有の現象が発生している。本研究では、観測ロケットへの搭載を前提にした真空計を開発する。熱圏下部の大気観測手法として地上に設置されたレーダーによる手法や人工衛星のリモートセンシング技術を用いた方法などがあるのに対し、観測ロケットはこの領域をその場観測する唯一の手段である。ここでは、ロケット上で観測される中性大気の総裁速度を受けにくい受けやすい構造の2種類の真空計容器を搭載し、それぞれから中性ガスの数密度の推定を行うこととした。一般に観測ロケットの飛行速度は熱圏大気粒子の熱速度よりも速いが、ロケットの飛行により生じる粒子の並進エネルギーが圧力測定に影響を与えないような容器の設計を行わなければならない。

真空計容器の一つはパターンプローブを参考にし、球形容器に粒子の流入口を持つパイプが球形容器に連結された形で流入口以外は閉じられている。この形では流入してくるガスが一度パイプの壁に当たることで、並進方向の運動エネルギーが失われ、内部の大気温度が容器の温度と等しいと仮定すれば、中性ガス密度の正確な測定が可能になる。もう一つは円筒形で、先端部が漏斗のようにすぼまっている形状である。前者とは異なり、ガスの入射角度による圧力変化が測定できる。このような設計を行うことで、中性風の方向の推定可能性について議論したい。今回のプレゼンテーションでは後者の円筒形の設計について詳細に述べる。

真空型センサを収納する容器形状を決定するため JAXA 相模原キャンパス内の熱圏下部環境である  $10^{-5}$  Pa を再現

できるスペースサイエンスチャンバーを利用し実験を行った。高真空にしたチャンバー内に容器を設置し、容器正面からガスを噴射させて容器内の真空計で圧力を測定する。容器を回転させて、ガスの入射角度による圧力変化を調べた。圧力変化が大きいほうが入射角度の推定には有利と考えられるが、適した構造を見つけるためにこの実験では容器の流入口付近の構造が異なる3種類の円筒形容器を試作してデータを取得した。試作した3種類の容器はいずれも3Dプリンターで作成した。

使用する真空計は、クリスタルゲージとB-Aゲージの2つのセンサで構成されるクリスタルイオンゲージである。クリスタルゲージでは大気圧から4 Paまでを測定し、圧力が4Pa以下になると自動的にB-Aゲージに切り替わる。B-Aゲージは高真空環境の観測に適した真空計で、 $10^{-6}$ Paまで測定可能である。この真空計を用いることで、大気圧環境下から高真空環境まで幅広く測定が可能である。

これらの真空計は観測ロケットの開頭部に搭載される予定である。搭載部分には様々な制約があるため、これを考慮したデザインにする必要がある。発表では圧力の測定結果を中心に述べる。