

## 惑星探査用飛行時間計測型中性粒子質量分析器の開発

# 福山 代智 [1]; 斎藤 義文 [2]; 浅村 和史 [3]; 横田 勝一郎 [4]  
[1] 東大・理・地球惑星; [2] 宇宙研; [3] 宇宙研; [4] 阪大

## Development of a neutral particle TOF-MS for future planetary explorations

# Daichi Fukuyama[1]; Yoshifumi Saito[2]; Kazushi Asamura[3]; Shoichiro Yokota[4]  
[1] Earth and Planetary Science, The University of Tokyo; [2] ISAS; [3] ISAS/JAXA; [4] Osaka Univ.

In-situ material measurement in planetary exploration is quite important in understanding the evolution of the planets and their atmosphere. For the purpose of performing in-situ elemental analysis, mass spectrometers were installed, for example, on NASA's Curiosity rover and the ESA's Rosetta spacecraft. In Japan, however, we still do not have a neutral particle mass spectrometer for the future planetary exploration. Therefore, we have decided to develop a neutral particle Time Of Flight Mass Spectrometer (TOF-MS) aiming at using for the future planetary exploration.

Incident neutral particles into TOF-MS are ionized for the further analysis of mass identification. The effects of the initial position and initial energy of the ionized ions on the mass analysis should be minimized to get a fine mass resolution. We decided to adopt two-stage acceleration and single-stage reflector. From the analytical solution obtained on the condition that the TOF converges regardless of the variation of the initial position and energy of ions, we have optimized the size and potential of the electrodes in the instrument. We are now trying to improve the performance of the prototype TOF-MS with two-stage acceleration and single-stage reflector.

In parallel with improving the performance of the prototype TOF-MS, we are developing a multi-reflector type TOF-MS which has the potential to increase mass resolution under the size constraint. Compared to the single-reflector type TOF-MS, the flight path becomes about three times longer which makes the mass resolution of the TOF-MS improved. However, as the flight length increases, effects of variations in the flight path of the ions increase and the detection rate decreases. Therefore we have to determine the analytical solution in order to identify the parameters that control the performance and carefully optimize the size and voltages of the multi-reflector TOF-MS by using a software that simulates the particle motion in the instrument.

We will report on the test results of the prototype TOF-MS and the optimized design of the multi-reflector type TOF-MS.

月・惑星探査において、中性大気や月・惑星表面物質のその場での質量分析は、惑星大気の変遷や月・惑星の進化を理解する上で重要である。これまでの多くの惑星探査機には惑星周辺空間で中性粒子を計測するための質量分析器が搭載されてきたほか、近年の太陽系探査において、NASAの火星探査機「Curiosity」やESAの彗星探査機「Rosetta」には天体表面物質のその場元素分析を行うための質量分析器が搭載されている。しかしながら、日本では中性粒子を計測するための質量分析器の開発が遅れており、将来の惑星探査や月・惑星への着陸探査に向けた開発を加速する必要性が高まっている。そこで我々は月・惑星探査を想定した中性粒子質量分析用リフレクトロン型 TOF-MS (Time-Of-Flight Mass Spectrometer: 飛行時間計測型質量分析器) の開発を進めている。

TOF-MS においては装置に取り込んだ中性粒子をイオン化するが、イオンの初期位置や初期エネルギーのばらつきによる質量分解能の低下を抑えるために、イオンを反射させるリフレクター方式を採用している。イオンの初期位置や初期エネルギーのばらつきに依らず飛行時間が収束することを条件にして求めた解析解から装置の寸法や印加電圧等のパラメータの最適値を決定、イオン加速部2段・イオン反射部1段構成の試験モデルを設計・製作し、試験・改良を進めている。

並行して、我々は、限られた容積で質量分解能を向上させることを目指し、反射を複数回行うマルチリフレクター型の TOF-MS の開発を行っている。これまでの1回反射のリフレクトロンと比較して、3回反射のマルチリフレクター型 TOF-MS はイオンの飛行時間が約3倍となり、分解能の向上が期待される。一方で、イオンの飛行経路はイオンの飛行距離が長くなるにつれて分散するため、検出効率の低下が懸念される。そこで、1回反射の TOF-MS の設計と同様に解析解を導出し、計算機シミュレーションによる装置寸法と印加電圧の最適化を慎重に行うことで、装置の総合的な性能を最適化した試験モデルを製作する準備を進めている。

本発表ではこれまで改良を進めてきた1回反射 TOF-MS 試験モデルの性能試験の結果と、マルチリフレクター型 TOF-MS の最適化設計について報告する。