

惑星圏での同位体計測用 multi-turn time-of-flight 型質量分析器の開発

横田 勝一郎 [1]; 豊田 岐聡 [2]; 斎藤 義文 [1]; 栗原 純一 [3]
[1] 宇宙研; [2] 阪大理; [3] 北大・理・宇宙

Development of a spaceborne multi-turn time-of-flight mass spectrometer for isotope analysis

Shoichiro Yokota[1]; Michisato Toyoda[2]; Yoshifumi Saito[1]; Junichi Kurihara[3]
[1] ISAS; [2] Osaka Univ. Science; [3] CosmoSciences, Hokkaido Univ.

For the future isotope measurements around moons, planets and asteroids, we are developing a high-mass-resolution mass analyzer. One of the scientific objects is to measure the Martian atmospheric escape and evolution in MELOS mission. Although mass resolution ($m/\Delta m$) of 100 is generally needed for the isotope analysis of planetary particles, the Martian atmospheric escape and evolution science requires $m/\Delta m$ of 3,000 to discriminate N_2 from CO .

ISAS particle measurement group has developed a time-of-flight(TOF) ion mass analyzer with mass resolution of about 20 for KAGUYA, which succeeded in measuring ions originating from the lunar exosphere and surface. It is also preparing a TOF mass analyzer with mass resolution of 40 for the BepiColombo mission. Multi-turn TOF mass spectrometers(MULTUM), where ions are stored in a fixed orbit within electrostatic sectors and allowed to propagate the same orbit numerous times, have been developed by Osaka Univ. mass spectrometry group. One of the MULTUM series achieves the mass resolution over 30000 with the size of 20cm x 20cm. Our isotope analyzer in development for the future planetary mission employs the MULTUM system. We will show the spaceborne MULTUM analyzer and report the development schedule.

我々は将来惑星探査での同位体計測を目的とした高分解能質量分析器の開発を行っている。具体的な観測対象の一つとして、現在検討中の火星探査計画 MELOS による火星の大気散逸・進化過程の解明が挙げられる。惑星起源粒子の同位体計測には一般的に $m/\Delta m > 100$ といった非常に高い質量分解能が必要である。MELOS 火星大気散逸観測の場合は、 N_2 と CO の分別に必要な分解能として $m/\Delta m > 3,000$ まで求められている。

ISAS の粒子計測グループはこの 10 年間で月探査衛星 KAGUYA 搭載の TOF(Time Of Flight) 型低エネルギーイオン質量分析器 ($m/\Delta m \sim 20$) を開発し、Na や K など月起源イオンの直接観測に成功した。現在はその発展型として、水星探査計画 BepiColombo 用イオン分析器 ($m/\Delta m \sim 40$) を開発している。一方で、地上での質量分析・同位体計測の技術として、大阪大学が multi-turn 型 TOF 質量分析器の開発に成功していて、20 cm 四方のコンパクトなイオン光学系で $m/\Delta m \sim 30,000$ という高分解能を実現している。我々は検討の結果、1) 周囲の粒子を効果的に取り込むインレット部の導入と、2) パルス電源の宇宙環境への耐性と小電力化の実現によって、マルチターン方式を利用した $m/\Delta m > 3,000$ の小型・軽量の宇宙機用質量分析器の開発が可能であると判断した。今回はこの質量分析器の概要と開発計画について報告する