

第5章 宇宙でタンパク質を測れるかもしれない？  
磁場型とは異なる方法

# 小型高性能な TOF 質量分析器

馬上 謙一 Ken-ichi Bajo

飛行時間(time-of-flight: TOF)型質量分析法は、1970年代以降、主要な質量分析法の1つとして、幅広い分野の研究を下支えしています。

飛行時間型質量分析法は、測定できる質量範囲に原理的な制限がなく、全質量範囲のイオンを同時に検出することが可能という長所をもっています。質量数が10万に迫るような巨大なタンパク質の測定などにも用いられています。

今回は「同位体ナノスコープ」と名付けられた2次中性粒子質量分析装置に搭載されている飛行時間型質量分析計を例として、飛行時間型質量分析法を紹介し、隕石の分析を通して、太陽系の成り立ちを理解するための研究を行っています。

## TOF 型質量分析計の動作原理

一定の電圧  $V$  で加速した質量  $m$  の1価のイオンは、

$(1/2)mv^2 = eV$  によって与えられる運動エネルギーをもち、真空中を速度  $v$  で等速飛行します。  $e$  は電気素量です。このとき飛行時間  $T$  は次の式で表せます。

$$T = L \sqrt{\frac{m}{2zeV}}$$

ただし、  $L$  は飛行距離、  $z$  はイオンの価数

すなわち、飛行時間を測定することにより、イオンの質量と電荷の比である  $m/z$  を測定できます。

実際の分析では、イオン源でイオンをパルス化し、検出器に到着するイオン種のそれぞれの強度と飛行時間との関係(飛行時間スペクトル)を測定します。

質量分解能  $M/\Delta M$  は、飛行時間スペクトルのピーク幅  $\Delta T$  と次の関係にあります。

$$M/\Delta M = T/\Delta T$$

この関係から、質量分解能を向上させるためには、  $T$  を大きくする、すなわち飛行距離を伸ばすか、  $\Delta T$  を狭める必要があります。

## マルチターン飛行時間型 質量分析計のしくみ

● 同位体の比率を求められるくらい質量を高分解能に測定できるマルチターン飛行時間型質量分析計

隕石などの地球外物質を試料として惑星科学を研究するとき、大事な点は、測定試料とほぼ同じ元素・同位体組成をもつ標準物質を作ることと、試料を質量分析する際に、検出した信号が物質中のどの元素・同位体に対応しているかを注意深く同定することです。そのため、高い質量分解能での分析が必要です。

そこで私たちの研究グループでは質量分解能が可変のマルチターン飛行時間型質量分析計 MULTUM II (写真1)で分析を行っています。

MULTUM シリーズは、大阪大学大学院理学研究科質量分析グループが開発した小型で高性能な質量分析計です<sup>(1)</sup>。1号機は、彗星探査機ロゼッタに搭載するための小型質量分析計として1996年に開発が始まりました。同一空間を何度も飛行させるマルチターン型であることを特徴とします。

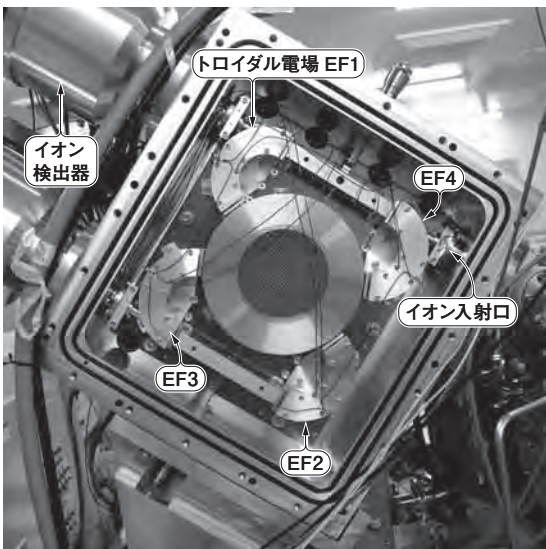


写真1 マルチターン飛行時間型質量分析器 MULTUM II