

2 連回転電場を用いた新方式質量分析器の開発

Development of a New Type Mass Analyzer introducing Two Rotating Electric Fields

○堀田 昌直¹、野島 雅²、胡桃 聡³、鈴木 薫³、足立 達哉⁴、草柳 高志⁴、盛谷 浩右⁵

(1. (同)オフィスタンデム、2. 東京理科大学、3. 日本大学、4. ㈱アンペール、5. 兵庫県立大学)

○M. Hotta¹, M. Nojima², S. Kurumi³, K. Suzuki³, T. Adachi⁴, T. Kusanagi⁴, K. Moritani⁵

(Office TANDEM L.L.C.¹, Tokyo University of Science², Nihon University³,
Ampere Inc.⁴, University of Hyogo⁵)

E-mail: sam.hotta@nethome.ne.jp

1. 背景：質量分析は物質の特性を知るための重要な手段であり、近年、生物科学や医療科学の研究分野においても測定手法の進化に伴い革新的な成果が発表されている。我々はそれらの研究領域を広げることを目指して新方式の質量分析器を開発した。両手で持てる大きさと重量でありながら 1 Da から 40,000 Da 以上の広範囲の質量分析に対応することを目標とし、動作原理の解析及び試作機による実験を行った。その結果を一連のデータと共に報告する。

2. 原理：本質量分析器の構造は同寸法の 2 個の回転電場ユニット（各ユニットは中心軸の周りに配置した 8 枚の電極板よりなる）を前段と後段に分けて同軸状に縦列配置する。前段に入射したイオンビームは電場の力を受け、サイクロイド曲線を描いて外周方向に移動する。回転電場の周期を目的質量イオンの回転電場通過時間と一致するように選ぶと、当該イオンは前段終端で横方向速度が 0 となり、中心軸に平行に出射される。後段では前段で受けた力とは逆方向の力が働くように回転電場の位相を設定することで、前段で受けた変位が打ち消されるため該イオンは中心軸に収束して再び 1 本のビームとなって出てくる。

一方、該イオンと異なる質量のイオンは前段から傾きを持って出るので、後段の電場では前段での変位が打ち消されず、中空円筒状のビームとなって出てくる（図 1）。後段出口の中心軸上にアパーチャーを配置することにより目的とする質量のイオンのみを通させ、周波数を走査することでビームに含まれる各種イオンの質量分析を行い、スペクトルの採取が可能となる（図 2）。目的質量がどれだけ大きくても該イオンは中心軸上の 1 本のビームとなって出てくるので、両手で持てる大きさと重量でありながら、本分析器は極めて広い質量範囲を有する。

3. 実験と結果：本実験では回転電場の長さを 150 mm, 電極板間距離を 20 mm, 前段と後段の間隔を 70 mm とし、10kV に加速した Ga イオンビームの光軸と回転電場質量分析器の中心軸を一致させている。周波数を 1,090 kHz から 1,120 kHz まで 1 kHz ステップで変化させ、⁶⁹Ga と ⁷¹Ga のスペクトルを採取した(図 2)。この時の質量分解能は 85 でありピーク位置精度は±0.03 Da であった。

4. 謝辞：本開発は JST の SENTAN プログラムの支援を受け実施した。

5. 参考文献

- 1) J.Krammer and J.B. Le Poole, A new high frequency mass spectrograph, *Ind. Chim. Belge*, **19**, 705-706(1954).
- 2) J.H.Clemmons *et al.*, Mass spectroscopy using a rotating electric field, *Rev.Sci.Instrum.* **69**, 2285-2291 (1998).
- 3) K.Ohwaki *et al.*, Development of a new cluster size selector, *Nucl. Instrum. Meth, B*, **241**, 614-617(2005)



図 1. スペクトログラフ例
中心部：⁷¹Ga、外周部：⁶⁹Ga

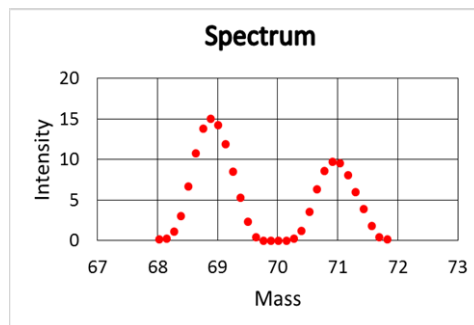


図 2. スペクトル例：⁶⁹Ga と ⁷¹Ga