

Title	The investigation of the toroidal electric sector multi-turn time-of-flight mass spectrometer 'MULTUM II'
Author(s)	奥村, 大輔
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45588
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	おくむらだいすけ 奥村大輔
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 19186 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	The investigation of the toroidal electric sector multi-turn time-of-flight mass spectrometer 'MULTUM II' (トロイダルセクター電場を用いたマルチターン飛行時間型質量分析計 'MULTUM II' の研究)
論文審査委員	(主査) 教授 交久瀬五雄 (副査) 教授 木下 修一 教授 野末 泰夫 助教授 石原 盛男 助教授 藤田 佳孝

論文内容の要旨

阪大質量分析グループでは、小型でありながら高分解能を得るために、閉じた軌道内でイオンを複数回周回させることができるマルチターン飛行時間型質量分析計 (TOF-MS) を開発してきた。本論文ではその 2 号機である 'MULTUM II' の性能評価、改良、MALDI 法を用いた生化学関連分野への応用について述べている。

'MULTUM II' の立ち上げ、性能評価を行った。EI イオン源を用いて Xe および CO/N₂ ダブルレットの測定を行った。イオンを 150 周回させることに成功し、分解能は周回数に比例して向上していくことが分かり 150 周で分解能 33,000 を得た。またイオンは真空容器内の残留ガスとの衝突によって失われることを確かめた。イオン強度が最大になるときのトロイダル電場は、理論計算と良い一致を示した。以上のことから周回部では、完全収束条件が満たされていると結論できる。

上記の実験結果をふまえて、'MULTUM II' の改良を行った。EI イオン源での初期イオンパケットの広がりを抑えるため、電子ビームスリットで電子線を細くした。またターンアラウンドタイムを小さくするために加速電圧をこれまでの 3 倍である 4.5 kV にあげた。周回部の電極にはパルス電圧を印加するため、電圧を安定させるのが難しかったが、シリーズレギュレーターを用いることで解決できた。イオンミラーが取り付けられていたが、イオン強度の低下の原因となっていたので取り外した。また検出器の位置をイオン源に近づけることで、ターンアラウンドタイムを小さくしている。これらの改良および実験条件の最適化により、分解能 25 万 (m/z 28) を達成した。また TOF-MS では初めてとなる $m/\Delta m=54,162$ のダブルレットピークを実際に分離することに成功した。

MALDI 法を用いて、生体分子をイオン化し 'MULTUM II' で測定した。 m/z 443~1601 までの試料を測定し、6 万以上の分解能を達成することができた。分解能が高いだけでなく、イオンの選択能力が高いことが分かった。今後 MS/MS 測定に応用への応用が期待される。

MALDI 法の場合で、外部標準を用いた質量較正法を開発した。飛行距離が一定の装置では、サンプルスポットの凹凸やサンプル位置の違いが飛行距離の違いとなり質量決定精度が悪くなる。この影響をなくすために、周回の異なる二つのスペクトルを取得し、飛行時間の差をとることで、周回部のみの飛行時間を利用した。パルス電圧が一定と

なった後 (1 ms 後) の飛行時間を利用することで予想される誤差の範囲内~13 ppm で質量を決めることができた。イオンの運動エネルギーを等しくすれば、質量較正精度が飛躍的に向上することに着目した。すべてのイオンについて、エネルギーを等しく出来ることを示唆する実験結果を得ることができた。

論文審査の結果の要旨

奥村大輔君は飛行時間型質量分析計“MULTUM II”の開発を行い、ガスサンプルでは分解能 20 万以上を、有機物サンプルでは 6 万以上を得た。ちなみに市販の飛行時間型質量分析計の分解能は 2 万程度である。

この装置はイオンを閉軌道を何回も周回させることによって高い分解能を得るという全く新しい原理の装置である。この高い分解能によって質量決定精度が上がり、ペプチド、蛋白質の分析が容易になる可能性がある。

よって、本論文は博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。