

Title	高性能飛行時間型質量分析計の研究
Author(s)	櫻井, 達
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35329
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・(本籍)	さくら 櫻	い 井	とある 達
学位の種類	理	学	博 士
学位記番号	第	7619	号
学位授与の日付	昭和62年3月26日		
学位授与の要件	理学研究科物理学専攻 学位規則第5条第1項該当		
学位論文題目	高性能飛行時間型質量分析計の研究		
論文審査委員	(主査)		
	教授	松田	久
	(副査)		
	教授	池上 栄胤	教授 岡野 純 教授 大塚 颯三
	教授	松尾 武清	

論文内容の要旨

飛行時間型質量分析法 (Time-of-Flight Mass Spectrometry) は、測定質量範囲に限界が無く、また生成したイオンを有効に測定に利用できるという特徴を有する。そのため、特に生体試料のように極微量でかつ分子量の大きな物質に対し有効な分析法である。質量分解能および感度を改善する目的で、イオン飛行部に扇形電場を用いた高性能飛行時間型質量分析計の開発を行なった。

まず、飛行時間型質量分析計のイオン光学系の設計を行なった。特に扇形電場2組、3組、4組を対称的に配置したイオン光学系について詳細に調べた。イオンの入射位置、入射角、エネルギーの広がりによる飛行時間のずれを打ち消す、時間に関する三重収束性を持ち、空間的にも立体二重収束およびエネルギー収束の三重収束性を満足する、高分解能、高感度なイオン光学系の例を示した。また、その装置中を飛行するイオンの飛行時間の計算を三次の近似で行なった。その結果、偏向角269度のトロイダル扇形電場を4組用いたイオン光学系が優れた性能を持つ事を示した。

その設計に基づき、飛行距離172cmの装置を試作した。長い飛行距離にもかかわらず、装置全体が直径41cmの真空容器に収まるコンパクトな設計である。飛行時間スペクトル測定のために、電子衝撃型パルスイオン源および二次イオン分析用パルスイオン源を開発した。質量数132のケセノンイオンの質量スペクトルを測定し、質量ピークの時間幅として18nsが得られた。イオン源の動作時間17nsを考慮すると、本装置による飛行時間の補正は十分に満足している。高分子量有機化合物であるペプチド (グラミシジンS) を試料として用い、質量数1142のイオンにおいて、質量分解能2000を達成した (時間幅19ns)。また一方で、本装置のイオン透過率の測定を行なった。その結果、1mmのスリット幅で最大入射角 ± 0.01 ラジアン of イオンビームにおいて90%のイオン透過率を得て、本装置の空間的な収束性を立証

した。また、フォスファジン系の試料を用いて質量数4000程度の飛行時間質量スペクトルを得て、本装置の高分子料物質分析の可能性を示した。

以上の結果より、新考案の質量分析計は装置を大型化し、イオン源を改良することにより、極微量生体試料の質量分析を可能とする高性能な装置であることが立証された。

論文の審査結果の要旨

最近、イオン化技術の進歩により、ペプチド糖脂質といった生体高分子量物質をイオン化して質量分析をすることが可能となってきた。ところが従来の磁場型質量分析計は磁場強度の関係で分析し得る質量数に上限があり、また質量走査している間、連続的にイオン化が行われるので試料を無駄に消費するという欠点があった。

これに対し、パルスでイオン化して加速し、一定距離を飛行する時間を測定することにより質量スペクトルを得る飛行時間型(TOF)質量分析計は原理上分析可能質量数に上限はなく、またイオン化したすべてのイオンを検出し得るので試料を無駄に消費しないという長所を有する。しかし、これまでの装置では分解能が低く、またイオン透過率が悪いため、その長所が生かされない状況にあった。桜井君はTOF質量分析計の性能を改善するため扇形電場を利用することに着目し、これを用いるイオン光学系について詳細に調べ、その結果、イオンの入射位置、入射角、エネルギーの拡がり等に関し、飛行時間のずれを打ち消す時間に関する3種収束、さらに空間的に3種収束性を満足するイオン光学系を多数見出した。ついで2次および3次近似の検討も加え、偏向角 269° のトロイダル扇形場を4組用いたユニークなTOF質量分析計を提案した。

桜井君はこの自ら考案した原理に基づく装置を試作し、その特性を実験的に調べ、イオン透過率90%、質量分解能2000を得て高性能であることを実証した。この装置は172cmという長い飛行距離にもかかわらず直径41cmの真空容器に収納され、コンパクト性においてもすぐれている。

以上の成果は質量分析国際会議においてもモーターウエイ型、或はクローバ型質量分析計と名づけられて高く評価されており、理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。