

奨 励 賞

桜 井 達 氏 (北陸先端科学技術大学院大学, 理学博士)



〔業績〕 扇形電場を用いた高性能飛行時間型質量分析装置の開発

桜井 達氏は、1981 年より大阪大学、1996 年より北陸先端科学技術大学院大学において、質量分析の基礎と応用について研究を行っている。特に、扇形電場を用いた高性能飛行時間型質量分析装置の開発についてめざましい業績を上げている。

桜井氏の研究の内容は、次の 3 種類に分けられる。

- (1) イオン光学の研究。
- (2) 高性能質量分析装置の開発。
- (3) 飛行時間質量分析によるメタステーブルイオンの研究。

(1) イオン光学の研究^{3), 4), 6), 7), 9)}

質量分析装置や粒子線分析装置の設計は、イオンが電磁分析場中を飛行するときの軌道の精密な計算に基づく。桜井氏は仲伏広光助教授(現住友重工業)、松田 久教授(現名誉教授)と共同で、扇形電磁分析場の中を進むイオンの軌道と飛行時間の精密な理論計算を行なった。扇形電磁分析器の入出射位置付近の複雑な形状の電磁場が、イオンの軌道におよぼす影響を精密に計算した。また、ソレノイドコイルと静電イオン反射器中のイオン軌道の計算を行ない、従来の電磁分析場と同様に取り扱えるようにした。

(2) 高性能質量分析装置の開発^{1), 2), 10)~12)}

桜井氏は、高い性能の質量分析装置として飛行時間型質量分析のもつ高い将来性に着目し、装置内に扇形電場が 4 組配置された飛行時間型質量分析装置を開発した。まず、扇形電場中のイオンの飛行時間の計算を 3 次近似まで拡張して計算の精度を高めた。設計においては、扇形電場の配置を電場 1 組から 4 組の組み合わせ、まですべて探索し、性能を理論分解能と装置のサイズの両面から比較検討した。最終的に提案した装置は、偏向角 269 度の扇形電場 4 組を対称的に配置したまったく独自の設計となった。この装置は、イオンビームの収束性と飛行時間の同時性の両方を満足し、かつコンパクトで有効飛行距離の長い画期的なデザインとなった。試作した装置の実験で、高い質量分解能および広い質量域が達成され、設計性能とイオン光学的考察の正確さが実証された。この新型飛行時間質量分析計の設計、試作、および実験による検証により 1987 年に理学博士(大阪大学)の学位が授与された。また、静電イオン反射器やウィーンフィルターを用いた高性能質量分析装置の設計を行った。

(3) 飛行時間質量分析によるメタステーブルイオンの研究^{5), 8), 13)}

扇形電場を用いた飛行時間型質量分析装置を利用して、メタステーブルイオンの分解反応の研究を行った。イオンが飛行中に分解してできる生成イオンの運動エネルギーとその飛行時間を同時に測定し、生成イオンの種類および分解の反応時間を決定する手法を開発した。実験の結果、水銀クラスターのメタステーブルイオンが数十 μs の時定数で分解していくことが判明した。また、分解で生成したイオンが再び数十 μs の時定数で分解していくことが明らかになった。今回、本装置により、1 個のメタステーブルイオンの飛行中の 2 回の分裂が実際に測定された。それにより、桜井氏は、TOF-MS/MS/MS マススペクトルの測定に、世界でいちばん最初に成功した研究者となった。

以上の業績および、日頃の研究会での非常にわかりやすい講演、講義などで、MS 学会の発展に非常に寄与している。今後は、育てられた大阪大学から移られた北陸先端科学技術大学院大学で新たなテーマでさらに飛躍されると期待される。また、北陸の地に願ってもない MS 研究者を迎え、新たなネットワークができたことと喜べる人材である。

主要文献リスト

- 1) T. Sakurai, T. Matsuo, and H. Matsuda, Ion Optics for Time-of-Flight Mass Spectrometers with Multiple Symmetry. *Int. J. Mass Spectrom. Ion Processes*, **63**, 273 (1985).
- 2) T. Sakurai, Y. Fujita, T. Matsuo, H. Matsuda, I. Katakuse, and K. Miseki, A New Time-of-Flight Mass Spectrometer. *Int. J. Mass Spectrom. Ion Processes*, **66**, 283 (1985).
- 3) T. Sakurai, T. Matsuo, and H. Matsuda, Particle Flight Times in a Toroidal Condenser and an Electric Quadrupole Lens in the Third-Order Approximation. *Int. J. Mass Spectrom. Ion Processes*, **68**, 127 (1986).
- 4) T. Sakurai, T. Matsuo, and H. Matsuda, The Vertical Component of an Ion Trajectory in a Homogeneous Magnet to a Third-Order Approximation. *Int. J. Mass Spectrom. Ion Processes*, **91**, 51 (1989).
- 5) T. Sakurai, H. Ito, T. Matsuo, and I. Katakuse, The Mass Spectrum of Mercury/Cesium Complex Clusters $(\text{Hg})_n\text{Cs}^+$ Ranging up to $m/z=118,000$. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, **5**, 437 (1991).
- 6) T. Sakurai, Ion Trajectories and Focusing Properties of a Solenoid Represented by Transfer Matrices to a Third-Order Approximation. *Int. J. Mass Spectrom. Ion Processes*, **114**, 73 (1992).
- 7) T. Sakurai and M. Baril, The Influences of the Extended Fringing Fields of an Electrostatic Ion Mirror on Ion Trajectories and Flight Times. *Int. J. Mass Spectrom. Ion Processes*, **120**, 231 (1992).
- 8) T. Sakurai, H. Ito, and T. Matsuo, Mass Spectrometry/Mass Spectrometry and MS/MS/MS Analyses in a Multi-Sector Time-of-Flight Mass Spectrometer. *Anal. Chem.*, **66**, 2313 (1994).
- 9) T. Sakurai and M. Ishihara, The Influences of Fringing Fields of an Electrostatic Sector Analyzer in Fifth Order Aberration Coefficients. *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, **43**, 9 (1995).
- 10) T. Sakurai, H. Ito, and T. Matsuo, Ion Optics of Time-of-Flight Mass Spectrometer with Electrostatic Sector Analyzers. *Nucl. Instrum. Meth.*, **A363**, 426 (1995).
- 11) T. Sakurai and M. Baril, Ion Optics of High Resolution Multipassage Mass Spectrometer with Electrostatic Ion Mirror. *Nucl. Instrum. Meth.*, **A363**, 473 (1995).
- 12) T. Sakurai, M. Toyoda, H. Hayashibara, and T. Matsuo, Third Order Ion Trajectory Calculations of Wien Filters. *Int. J. Mass Spectrom. Ion Processes*, **146/147**, 217 (1995).
- 13) 桜井 達, 扇形電場を用いた TOF 質量分析計によるメタステーブルイオンの分析. *J. Mass Spectrom. Soc. Jpn.*, **44**, 407 (1996).