

原子過程科学教室

1 2 段デフレクターを用いた簡易質量分析法の提案

宇山 知里

本研究室では、イオン付着飛行時間質量分析法(TOFIA)を用いたフラグメントフリー質量分析法の開発を最終目的とした研究を行っている。TOFIA 法では、イオンのパルス化にイオン偏向法を用いるが、それが低速イオンである場合、質量分析部に進入するイオンは直線的な軌道をもたない。そこで本研究では、2 段デフレクターを用いる方法を考えた。C 言語を用いた様々な条件の下でのイオンの軌道計算の結果、この2 段デフレクター方式は、直線的なパルスイオン導入に加え、質量分離を同時にできる簡易質量分析法となることが示された。

2 星間分子負イオン輸送率向上のためのイオン軌道シミュレーション

佐藤 来海

近年、真空など孤立環境下における分子の冷却過程の1つとして逆内部転換後に放出される「ポアンカレ蛍光」の存在が確認された。東邦大学原子過程科学教室ではポアンカレ蛍光精密分光を目指したイオン蓄積装置「T-POT」を開発しポアンカレ蛍光の詳細な波長データの取得を目指している。

本研究では分子の内部転換後に放出されるポアンカレ蛍光を観測するために、T-POT へのイオン輸送効率向上を目指す。ポアンカレ蛍光研究装置のイオン輸送部に用いる 90°イオン偏向部を 90°デフレクターと四重極偏向器のイオン輸送率をシミュレーションにより比較して、実際の T-POT に搭載するにはどちらが適しているかを検討した。また、アインツェルレンズをイオン輸送部に導入してイオン輸送の軌道修正を行った。実験で用いるイオンの運動エネルギーなどのパラメーターから偏向器の各部電極の電圧決定を行った。

3 高効率なイオンビーム輸送を目指したイオンビーム位置モニター製作

篠原 小雪

近年、宇宙空間のような孤立環境下での分子冷却過程として、振動励起状態から電子励起状態へ逆内部転換し、その後電子遷移のより蛍光（ポアンカレ蛍光）を放出する急激な冷却過程が確認され、星間分子の合成進化にも影響の大きい重要な事象と注目を集めている。

本研究では、光検出に特化したイオントラップ装置“T-POT”を用いたポアンカレ蛍光の精密分光を目指し、レーザーアブレーションを用いて生成したイオンの輸送効率改善に必要なイオンビーム位置モニターを導入、ビーム軌道を観察し、イオンビーム輸送の最適化を試みた。

4 散乱電子-イオン同時計測装置の装置改善と調整についての研究

野本 愛里

原子・分子は何らかのエネルギーを受け取ると、それを内部エネルギーとしてさまざまな励起状態へと遷移することがある。このうち分子の軌道内電子が、二つ同時に励起した二電子励起状態は不安定であり、分子イオンを生成する自動イオン化過程、それに解離を伴う解離性自動イオン化過程、あるいは中性解離過程により崩壊する。本研究ではこれらの崩壊過程の解明を目的とするためにメタン (CH₄) を対象に散乱電子-イオン同時計測に挑んだ。装置の調整を慎重に行い、CH₄の電子エネルギー損失スペクトルと飛行時間スペクトルを得ることができた。

5 散乱電子- イオン同時計測装置によるメタン分子の解離過程の研究

山脇 優太

エネルギーをもった電子と衝突した分子は超励起状態となることがある。超励起状態は、イオン化しきい値よりも高い内部エネルギーをもつ状態で、イオン化解離、中性解離等によりエネルギー的に緩和する。本研究では、メタン分子のイオン化解離過程を明らかにすることを目的とし、メタンの電子衝撃実験を行った。生成された散乱電子とイオンを電子エネルギー分析器と飛行時間質量分析器で同時に検出する。この同時計測から、イオン化解離に必要なエネルギーとそれに対応するイオンの生成量をあわせて同時測定スペクトルを得ることができた。

6 反射型飛行時間質量分析のための単一イオン検出

貞金 実菜

質量分析計は現代社会において隕石の成分分析や医薬品の試験など様々なところで利用されている。その中でも原子や分子の質量を精密に測定できる手法の1つが飛行時間質量分析計である。しかし、飛行時間質量分析計ではイオンを形成する過程で同じ重さのイオンでも、飛行時間に差が出てしまう。その問題を解決するために開発されたものが反射飛行時間質量分析計である。本研究では反射型飛行時間質量分析計に用いる2種類の単一イオン検出器を準備・導入し、その性能についての評価を行った。

7 反射型飛行時間質量分析器の設計及び製作

山 采加

質量分析は医療や科学など様々な分野で利用されている。その中で、飛行時間質量分析器は加速されたイオンの飛行時間を測定しイオン種を同定するものである。電場によって反射される反射型飛行時間質量分析器は初期エネルギーのばらつきによる飛行時間の差を埋めることが出来る本研究では私が装置の設計を担当し、共同研究者である貞金がイオンの検出を行った。本論文では私が担当した設計及び装置でイオンを検出した結果の性能評価をする。炭素ターゲット及び洋白ターゲットの測定から得られた質量スペクトルを解析することによって、高精度な反射領域を作成することが出来た。

8 MRTOF 質量分析器による超ウラン核種精密質量測定のための同 A/q 質量参照イオン源の開発

笹沼 初音

超ウラン元素領域($Z>92$)において、安定性の増大により半減期 100 年以上ともされる原子核の領域「安定の島」の存在が予言されている。安定の島の存在領域や最適な生成核反応の予測精度向上のため、原子核の安定性を直接反映した物理量である質量の当該領域における系統的な精密測定が必須である。現在、多重反射型飛行時間式質量分析器 MRTOF を用いた超重核の精密質量測定において、質量未知核の質量導出のためには質量既知核の同 A/q 質量参照イオンが不可欠である。本研究では、 ^{238}U - ^{294}Og などの超ウラン核種の 2 価イオン(A/q=119-147)に対応する同 A/q 質量参照イオンを効率的かつ同時に生成するイオン源を開発し、イオン生成および飛行時間質量分析法によるイオン種の同定を行った。

9 炭素分子負イオン C_{10}^- の構造異性体分離に向けたイオン源製作とイオン輸送

佐藤 颯太

炭素分子負イオン C_{10}^- は、直鎖構造と環状構造が競合する最小の分子負イオンである。近年に星間空間で発見された巨大炭素クラスター C_{60} の生成モデルでは、直鎖から環状への構造異性化が生成過程に影響を与えると考えられ、 C_{10}^- が注目されている。本研究では、 C_{10}^- の構造異性体分離を目指したトラップ型イオン移動能装置の性能評価に使用するエレクトロスプレーイオン源 (ESI 源) の製作とイオンの真空中への輸送を行った。内径 0.19、0.3、0.5 mm の 3 種類の SUS 製キャピラリーを使用して ESI 源から真空中に引き込まれるイオン量と到達圧力を観測し、それぞれ平均 3 pA と 22 Pa、平均 39 pA と 80 Pa、平均 190 pA と 240 Pa となり、真空中へのイオン引き込みを確認することに成功した。