

論文審査の結果の要旨

氏名 鈴木 貴裕

本論文は4章からなる。第1章は、イントロダクションであり、イオントラップを用いることによってイオンを質量選択的に捕捉し、蓄積することが可能であること、そして、質量選択的に捕捉されたイオン種に対するイオントラップ飛行時間型質量分析法や捕捉イオン電子回折 (trapped ion electron diffraction; TIED) 法について紹介している。

第2章は、TIEDを用いた近赤外光によって誘起される $[\text{Ar-N}_2]^+$ 錯体イオン内での電荷移動反応について述べられている。電子基底状態 $\text{Ar}(^1\text{S})\text{-N}_2^+$ の $[\text{Ar-N}_2]^+$ 錯体イオンは可視および紫外光によって電子励起状態 $\text{Ar}^+(^2\text{P}_{3/2})\text{-N}_2(\text{X } ^1\Sigma_g^+)$ へと励起され、解離する。解離反応過程において、 $[\text{Ar-N}_2]^+$ 錯体イオン内で電荷移動が誘起され、光解離生成物イオンとして Ar^+ と N_2^+ が生成するが、その収量を測定することによって、波長 800 nm のレーザー光による $[\text{Ar-N}_2]^+$ 錯体イオン内電荷移動反応について調べている。 Ar^+ と N_2^+ の収量の合計に対する N_2^+ の収量の比率は 0.62 であり、波長 270–650 nm での光解離実験にて報告されている N_2^+ の収量の比率 0.2 よりも大きく増加した。さらに、この増加の機構および錯体イオン内電荷移動の励起波長依存性を調べるために数値シミュレーションを行った。光子エネルギーが低くなったことに伴って、 $\text{Ar}^+(^2\text{P}_{3/2})\text{-N}_2(\text{X } ^1\Sigma_g^+)(v=0)$ と $\text{Ar}(^1\text{S})\text{-N}_2^+(\text{X } ^2\Sigma_g^+)(v_{\text{ion}}=6)$ の間での断熱遷移が大きく促進され、錯体内振動エネルギー再分配によって N_2^+ の振動エネルギーが Ar と N_2^+ 間の伸縮振動エネルギーへと移動し解離したことが示された。

第3章は CCl_3^+ イオンの幾何学構造決定のための TIED 装置の開発について述べられている。これまで TIED 法によって実際、幾何学構が決定されたイオン分子種は、電子散乱断面積の大きなクラスターイオンのみであった。しかしイオントラップによって捕捉されたイオンの試料密度は真空チャンバー内の残留ガスの密度と同程度であるため、電子散乱断面積が小さい分子イオンに対する TIED 法の場合、幾何学構造の決定は極めて困難である。そこで、残留ガスを減少させるとともに、ファラデーカップからの後方散乱電子と二次電子を減少させることによって背景信号を抑制し、分子イオンの幾何学構造決定のための TIED の装置開発が行われた。そして、質量選択的に捕捉された CCl_3^+ イオンの電子回折像の測定に成功し、得られた回折像から CCl_3^+ イオンが平面構造を取ることを確認している。

第4章は以上の研究のまとめと今後の展望について述べられている。

なお、本論文第2章は、歸家令果、山内 薫との共同研究であり、第3章は加藤景子、田中秀昂、磯山和基、歸家令果、山内 薫との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。