

論文審査の結果の要旨

氏名 古川 裕介

本論文では、強光子場中での水素原子を含む簡単な多原子分子の解離性イオン化過程をフラグメントイオンの運動量分布および放出角度の分布を測定することによって実験的に明らかにしている。特に高速で起こる水素原子の分子内移動に伴う分子構造の変形、水素原子マイグレーション、そして水素分子イオン脱離について解析を行っている。

本論文は5章から成り、第1章では強光子場における分子のイオン化過程および解離過程の概要について説明している。特に、多原子分子中の水素原子の挙動に着目し、独創的な研究課題を設定している。

第2章では、強光子場中におけるメタノールの解離性イオン化過程において分子内水素原子交換過程が、水素分子イオン (H_3^+ および H_2^+) 脱離過程と競争的に進行することを、それぞれの過程の速度定数を求めることによって明らかにしている。そして、強光子場による CH_3OH の解離性イオン化過程において $\text{CH}_3\text{OH}^{2+}$ から H_3^+ が生成することを初めて観測している。また、重水素置換メタノール CD_3OH を試料分子として実験を行い、 CD_3 基から直接脱離した D_3^+ の角度分布の異方性と、 CD_3 基と OH 基の間で分子内水素原子交換が起こった後に脱離した HD_2^+ の角度分布の異方性が異なることを初めて見出し、この異方性の違いが分子内水素交換過程の反応速度に起因することを示している。

第3章では、アセトン分子について、強光子場中における解離性イオン化過程について調べ、 H_3^+ および H_2^+ の脱離を観測している。 H_3^+ の3 eVのピークと H_2^+ の3 eVのピークおよび7 eVのピークについて放出角度の分布を測定することによって、 H_3^+ の脱離が主に2価のアセトンイオンから生成するのに対して、 H_2^+ の脱離は2価アセトンイオンからだけでなく3価のアセトンイオンからも生成することを明ら

かにしている。

第 4 章では、強光子場による H_2O の多重イオン化過程を 10 fs を切る超短パルスレーザー光を用いた実験によって明らかにしている。超短強光子場に曝された H_2O においては、O-H結合が伸長するとともに多重イオン化が進行することを示している。そして、パルス幅が 8 fs の場合には、電子再衝突過程による二重イオン化が主たるイオン化過程であるのに対して、パルス幅が 20 fs に達すると核間距離の増加に伴ってイオン化確率が増強する効果がより強く現れることを実験的に明らかにしている。

なお、本論文第 2 章は、星名賢之助、山内薫、中野秀俊との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験及び解析、考察を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。また、第 4 章は、星名賢之助、山内薫、中野秀俊との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験及び解析、考察を行ったもので、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。