

論文審査の結果の要旨

氏名 長谷川 宗良

本論文は4章からなり、第1章は強光子場における原子・分子の挙動および従来の研究の問題点、第2章は強光子場における分子の挙動を詳細に調べるために本研究にて作成されたコインシデンス画像装置に関する説明、第3章はコインシデンス画像法を用いて観測された強光子場におけるCS₂分子の構造およびダイナミクス、第4章は本論文の結論について述べられている。

本論文は、強光子場中の分子において従来の研究結果からは明らかとされていなかった分子内運動の相関の観測、様々なクーロン爆発解離経路を分離して測定し強光子場における分子の構造およびダイナミクスの詳細を調べることを目的としたものである。

このため、過去の研究において用いられていたイオン検出器を用いず、2次元位置敏感型検出器を用いる事によって、強光子場下の一つ一つの分子の事象をとらえ、生成したフラグメントイオンの運動量ベクトルを3次元的に測定できるコインシデンス画像装置を開発している。コインシデンス画像法を用いた強光子場における多原子分子を研究する例は今までにはなく、この手法を用いて強光子場中の分子ダイナミクスを調べる点で、本論文は独創的なものであると言える。

さらに、このコインシデンス画像法を用いての具体例として、0.36 PW/cm²の強光子場におけるCS₂分子のダイナミクスを調べている。2体解離経路 $(m,n) : \text{CS}_2^{z+} \rightarrow \text{CS}^{m+} + \text{S}^{n+} (z = m + n)$ および3体解離経路 $(p,q,r) : \text{CS}_2^{z+} \rightarrow \text{S}^{p+} + \text{C}^{q+} + \text{S}^{r+} (z = p + q + r)$ のうち、(1,1), (1,2), (1,1,1), (1,1,2)を分離して観測した。こ

これは、従来は分離して観測することが不可能であった強光子場中の3原子分子からのクーロン爆発解離過程を初めて分離したものである。そして、解離経路を分離して得られた運動量ベクトル分布をもとに、 CS_2^{3+} イオンのクーロン爆発直前の分子構造およびダイナミクスを解析し、強光子場において CS_2 分子は結合距離が伸びながら変角運動が誘起するという相関運動の存在を明らかとした。また、電子基底状態の CS_2 の分子構造分布からは異なった結合距離に関する非対称性の存在が初めて発見された。さらに、観測された運動量ベクトルを再現するように強光子場中の CS_2 分子の構造を仮定し、フィッティングにより分子構造パラメーターの決定を行っている。その結果、強光子場において CS_2 分子は、電子基底状態の構造（結合距離 $r = 1.555 \text{ \AA}$ 、結合角 $\gamma = 174.0^\circ$ ）に比べ結合距離が伸び（ $r = 2.6 \text{ \AA}$ ）、屈曲した構造（ $\gamma = 167^\circ$ ）をとっていることが明らかとされた。

このような解離経路を分離した強光子場中分子の分子構造パラメーターの決定や、単一親分子内における結合距離と結合角間の相関運動の発見は、本研究において開発されたコインシデンス画像法を用いる事で初めて明らかにされたもので、強光子場における分子ダイナミクスの研究において本論文の意義は非常に大きいものである。

なお、本論文第2章、第3章は、菱川明栄・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。