

論文審査の結果の要旨

氏名 山田 佳奈

本論文では、数十 nm の波長を持つ高次高調波を発生させ、それを希ガス原子に照射することにより誘起される二重イオン化過程を、放出された光電子のコインシデンス測定によって調べた結果についてまとめている。さらに、アト秒からフェムト秒の時間スケールで起こる原子および分子の超高速イオン化過程を観測するための装置開発について述べている。

本論文は 5 章から構成されている。第 1 章では、導入として、光イオン化過程における原子内の電子状態を調べるために適した光源である高次高調波について、その発生手法のこれまでの発展に着目して説明している。さらに、フェムト秒の時間スケールで起こる様々な光イオン化過程の時間追跡に高次高調波が用いられてきたことを紹介している。

第 2 章では、Ar および Kr 原子に高次高調波を照射した際に観測された、中間励起状態を経由する二光子二重イオン化過程について述べている。この過程においては、複数存在する二価イオンの電子状態のうち、一つの電子状態のみが選択的に生成されることを、光電子コインシデンス分光によって明らかにしている。さらに、観測された選択性から、イオン化の前後で電子配置の変化が最も少なくなるようにイオン化が起ることを説明している。さらに、放出される二つの電子が一重項状態を取ることから、最外殻に一電子をもつ原子を一光子二重イオン化する場合、放出される二電子は一重項状態となる傾向があることを、過去の理論研究との比較に基づいて説明している。

第 3 章においては、Ar 原子に高次高調波と遅延時間を付けた赤外光を照射し、光電子コインシデンス分光を行ったところ、レーザー場誘起オージェ崩壊過程に帰属される可能性が高い信号が観測されたことを報告されている。

第 4 章においては、高次高調波と赤外光を用いて、原子および分子の超高速過程をアト秒の高時間分解能で観測するための装置の開発について述べている。また、装置の現状確認のために行った、高調波スペクトルと光電子スペクトルの観測結果も示されている。

第 5 章においては、以上の研究成果がまとめられており、さらに今後の展望について述べている。

なお、本論文の第 2 章と第 3 章は、山内 薫、緑川克美、岩崎純史、佐藤堯洋との共同研究であり、第 4 章は山内 薫、緑川克美、岩崎純史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を行なったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

よって、博士（理学）の学位を授与できるものと認める。