

論文審査の結果の要旨

氏名 石田 角太

本論文は4章からなる。第1章は、序論であり、レーザー場における電子散乱過程であるレーザーアシステッド弾性電子散乱 (laser-assisted elastic electron scattering; LAES) を利用することによって、分子中の電子や原子核のダイナミクスをフェムト秒・アト秒の時間スケールで追跡することが可能となることを紹介している。

第2章では、高次多光子遷移を伴う LAES 過程の観測について記述している。高強度フェムト秒レーザー場における Xe 原子による電子散乱実験を行い、散乱電子の散乱角度分布とエネルギー分布を測定した結果、散乱電子が6光子分までのエネルギーを吸収した高次多光子 LAES 過程が観測されたことを報告している。さらに、散乱電子のエネルギースペクトルに現われるプラトー構造を古典力学的に取り扱うことによって、それぞれの次数の LEAS 過程における電子と Xe 原子の衝突時刻の差がアト秒の精度で求められ、この手法が原子や分子の高速電子ダイナミクスの研究に応用できることを示している。

第3章では、LAES 信号を高感度で観測するために開発された、第二世代フェムト秒 LAES 観測装置について記述している。装置は、光電陰極型パルス電子銃、ガス導入ノズル、角度分解飛行時間型電子エネルギー分析器、および、電子検出器によって構成されており、この装置の性能を評価するために、レーザー場が存在しない条件の下での Xe 原子を標的とした電子散乱実験を行い、散乱電子の散乱角度分布とエネルギー分布を測定したことを報告している。実験の結果、エネルギー分解能が LAES 信号を観測するために十分に高いこと、そして、散乱電子の検出効率が第一世代の装置よりも約50倍向上していることを説明している。さらに、今後、この第二世代装置を用いて時間分解レーザーアシステッド電子回折測定を行うことによって、フェムト秒の時間分解能で気体分子の幾何学的構造の変化を追跡することが可能であることを述べている。

第4章には、以上の研究のまとめと今後の展望を記述している。

なお、本論文第2章は、森本 裕也、歸家 令果、山内 薫との共同研究であり、第3章は石川 源基、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。