

2021 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	山崎 優一
研究機関名	東京工業大学
所属部署名	理学院
役職名	准教授
研究課題名	電子・原子の運動量顕微鏡による化学動力学研究
研究実施期間	2021 年 4 月 1 日～2022 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、我々独自の電子散乱分光技術と最先端レーザー等を高度に融合させ、分子内の電子や原子の運動の様子を自由自在に観測する「運動量顕微鏡」を実現し、電子と原子の波動関数形状の変化に立脚した新しい化学反応学を開拓することを目指している。2021 年度は「運動量顕微鏡」の実現のために試作を要する実験設備の開発を進めた。具体的には、分子軌道ごとの電子運動量分布を測定する電子運動量分光と原子質量ごとの原子運動量分布を与える原子運動量分光を、共通の電子エネルギー分析器で実現するための新規マルチチャンネル型装置の設計を行い、それに合わせた真空チャンバーの仕様を決定した。電子エネルギー分析器については、荷電粒子光学に基づくシミュレーションを援用して、2 keV から 6 keV にまでわたる幅広い入射電子エネルギー範囲に対して、0.5 eV 以下のエネルギー分解能を達成する減速レンズ系を設計し、従来法よりも研究対象を大きく拡大できる指針を得た。また、電子運動量分光を行うために、電子衝撃イオン化で生成した散乱二電子の検出事象を判定する同時計測回路を新たに開発し、製作中の装置に組み込んで実験に利用するための準備を整えた。

上記と並行して、「反応顕微鏡」として知られる光電子・光イオン同時計測画像分光装置とフェムト秒レーザーとを組み合わせた形の新規計測システムの立ち上げを行った。これまでの予備的実験により、キセノン原子、キセノン二量体、および四フッ化炭素分子などのフェムト秒レーザーによるイオン化を対象として、光電子と光イオンの同時計測運動量画像の観測に成功している。本装置により、実空間における光電子の分布や分子構造の変化を調べることができるため、「運動量顕微鏡」と相補的な情報を得る上で基礎となる成果が得られた。