

科学研究費助成事業（特別推進研究）研究進捗評価

課題番号	15H05696	研究期間	平成27(2015)年度 ～令和元(2019)年度
研究課題名	サブフェムト秒分子イメージング		
研究代表者名 (所属・職)	山内 薫（東京大学・大学院理学系研究科・教授）		

【平成30(2018)年度 研究進捗評価結果】

該当欄		評価基準
	A+	当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる
○	A	当初目標に向けて順調に研究が進展しており、期待どおりの成果が見込まれる
	A-	当初目標に向けて概ね順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれるが、一部に遅れ等が認められるため、今後努力が必要である
	B	当初目標に対して研究が遅れており、今後一層の努力が必要である
	C	当初目標より研究が遅れ、研究成果が見込まれないため、研究経費の減額又は研究の中止が適当である

（評価意見）

本研究は、強レーザー場における分子の超高速ダイナミクスを明らかにすることを目的に、搬送波包絡線位相（Carrier Envelope Phase）が制御された数フェムト秒幅の単一パルスを発生させ、また光学遅延の差を0.1フェムト秒の時間分解能で制御するなど、光源と計測のシステムの開発を行い、加えて新現象の探索とその理論的解明を行っている。

コインシデンス分子イメージング法を用いて六原子分子の三体解離過程を解析するとともに、トンネルイオン化により生成した電子が更に二重イオン化を起こすことを示している。レーザーアシステッド電子回折法においては、電子が標的原子分子に衝突する時間をアト秒精度で決定し、瞬間的電子構造変化を観察することを可能にしている。このような実験の進展に対応して、Born-Oppenheimer 近似を超える量子動力学理論の開発にも取り組んでいる。

今後は高度なレーザー光源と測定システムを駆使して、軽い分子のサブフェムト秒イメージングを系統的に進め、理論的解析と統合することにより、強レーザー場における分子の運動機構の新概念を提案することを期待する。

【令和2(2020)年度 検証結果】

検証結果	当初目標に対し、概ね期待どおりの成果があったが、一部十分ではなかった。
A-	本研究は、コインシデンス分子イメージング(CMI)、レーザーアシステッド電

子回折(LAED)、及び量子動力学計算手法(Ex-MCTDHF)により強レーザー場中での分子の超高速ダイナミクスの解明を目的としている。CMI法によりメタノールや水分子におけるクーロン爆発過程での核ダイナミクスを明らかにした点は本研究の主要な成果である。

一方、LAEDでは電子散乱を観測することにより電子と標的分子との衝突時刻をアト秒精度で決定することに成功しているが、対象は希ガス原子にとどまり、本来目指していた構造変化している分子の電子回折像をサブフェムト秒の時間分解能で観測するまでには至っていない。また、BO近似を越えるEx-MCTDHF量子動力学理論でも一定の進展は見られたが、メタノールなどについての本研究での実験結果との直接比較からサブフェムト秒領域での電子・原子核相関運動を解明することには至っていない。