

電子衝突による多重同時計数実験を目指して —空間電荷効果を補正した電子モノクロメーターの開発—

A space-charge-compensated Electron Monochromator
for Electron-impact multi-coincidence Measurements

H29海自20

派遣先 第30回光・電子・原子衝突国際会議（オーストラリア・ケアンズ）

期 間 平成29年7月24日～平成29年8月2日（10日間）

申請者 東京工業大学 理工学研究科 化学専攻

博士3年 奥村 拓馬

海外における研究活動状況

研究目的

電子と分子が衝突して引き起こされる反応、中でも反応性の高い化学種が生成される分子の解離性イオン化過程は、様々な分野で重要な役割を果たしている。我々は、上記過程の反応速度を決定する物理量である衝突断面積の絶対値を、解離チャンネルを指定して測定する手法の開発を目指している。本研究の目的は、上記の断面積測定を可能とするための、極めて新しいタイプの高性能な電子モノクロメーターを開発することである。

海外における研究活動報告

国際会議について

今回私が参加した“The 30th International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions”（ICPEAC XXX）は衝突物理分野では最も権威ある国際会議として知られ、今回も基礎過程の研究者のみならずプロセスプラズマを始めとする広い分野の研究者らも多く参加した。ICPEAC XXXは、オーストラリアのケアンズにて7/26～8/1の7日間に渡り開催された。

会議は“Photons”、“Leptons”、“Heavy particles”の3つのセッションから構成され、“Photons”では光と原子・分子の相互作用に関する研究、さらに近年注目されている強光子場科学やX線自由電子レーザーに関する研究、“Leptons”では電子・陽電子と原子・分子の衝突過程や弱电離プラズマから核融合プラズマまで含むプラズマ科学に関する研究、“Heavy particles”では極低温原子気体や多価イオン衝突、化学反応に関する研究について発表・議論が行われた。私は特に“Photons”と“Leptons”のセッションの発表を拝聴したが、様々な分野の最先端研究を一望することができ、自身の研究の視野を広げる大きな助けとなった。また、普段自分が携わっている研究が具体的にどのように応用されるのかを強く認識することができ、今後の研究を進める上で非常に有意義であった。

発表について

私は、会議2日目（7/27）に“Leptons”のセッションにて、気体分子を標的とした電子-分子衝突実験で使用する新型の電子モノクロメーターの開発に関してポスター発表を行った。

電子と分子が衝突して引き起こされる反応、

中でも反応性の高い化学種が生成される分子の解離性イオン化過程は、様々な分野で重要な役割を果たしており、上記過程の衝突断面積の絶対値を、解離チャンネルを指定して測定することが強く求められている。しかし、解離性イオン化過程の断面積は非常に小さく、また解離チャンネルの特定には相応のエネルギー分解能 (~ 100 meV) が必要である。解離性イオン化過程の断面積絶対値測定には、小さい断面積を正確に測るだけの強度 (数10 nA) と解離チャンネルを分離するだけの単色性 (エネルギー幅30 meV 程度) を併せ持った入射電子ビームを利用しなければならない。従来の電子モノクロメーターでは、エネルギー幅30 meVに対して電流値約1 nAが限界である。解離性イオン化過程の衝突断面積の測定には、入射電子ビームの電流値を1桁増大させる更なる技術革新が必要である。そこで私は、既存の電子モノクロメーターの設計理論では今まで考慮されてこなかった空間電荷効果に着目して、従来にない、新しいタイプの電子モノクロメーターを設計・製作した。新たなモノクロメーターでは、空間電荷効果による電子ビームの品質の悪化を防ぐため i) 従来のモノクロメーターとは異なる形状を採用し、ii) 新たに補助電極を設けた。新型電子モノクロメーターの性能を実験的に確認したところ、従来の電子モノクロメーターと比べて、エネルギー分解

能を損なうことなくビーム強度を約30倍まで引き上げることに成功した。

実際のポスター発表では、主に電子衝突に携わっている研究者の方々が聴きに来てくださり、特に空間電荷効果が電子モノクロメーターに与える影響と新型電子モノクロメーターの設計理論について重点的に議論を行った。新型電子モノクロメーターの性能に関しては非常に評判が良く、様々な研究者の関心を引くことができた。また、今後の研究計画についても、幾つかのアドバイスを頂くことができた。

謝辞

以上のように、今回の国際会議出席では、本研究の成果を海外の研究者に公表し、さらに深い議論ができてだけでなく、今後の研究の方向性を決める良い機会となった。この場をお借りし、今回の国際会議発表をご支援いただいた村田学術振興財団の皆様方に深くお礼申し上げます。

この派遣の研究成果等を発表した 著書、論文、報告書の書名・講演題目

T. Okumura, Y. Mori, H. Akasaka, K. Hosaka, M. Kitajima and N. Kouchi

“A space-charge-effect-compensated electron monochromator for electron-impact multi-coincidence measurements”,

Journal of Physics: Conference Series **875**, 062021 (2017).