

低エネルギー電子とフッ素化合物の衝突における 励起素過程と衝突断面積データセット

星野 正光, 菱山 直樹, 田中 大

上智大理工

近年, プラズマ中のエッチングプロセスでは, 材料ガスとして使用される原子・分子種の多様性も増し, プラズマを用いた微細加工技術発展のため, 原子・分子レベルでのプラズマ挙動の理解が求められている。プラズマ生成生成する引き金が, 外部電場により加速された電子と原子・分子との衝突であることを考えると, 電子衝突による励起素過程の理解, すなわち衝突断面積の定量測定がプラズマ生成機構についての重要な情報を与えると考えられる。そこで当研究室では, 交差ビーム法による低エネルギー電子分光実験を行い, 様々な気相原子・分子標的の衝突励起断面積の定量測定を行ってきた。今回は, 特にプロセスプラズマ中で重要なフッ素原子を含む分子の電子衝突励起断面積に着目し, プラズマ中の複雑な衝突・反応機構の基礎となる電子衝突断面積データについて, 最近の実験結果を交えて報告する[1,2]。

実験は, 当研究室で従来から使用されてきた交差ビーム法による高分解能電子分光装置を用いて行われた。入射電子エネルギーは, 1.5 eV – 300 eV, 散乱角度は, 入射ビーム軸に対して 1.0 度から 130 度の範囲で測定可能であり, 典型的なエネルギー分解能は, 35 – 45 meV 程度である。相対値である散乱電子強度を Relative Flow 法によって微分散乱断面積 (DCS) が既知である He の絶対値に規格化することで, 標的分子の DCS を得た。また, DCS を散乱角度について積分することにより励起積分断面積 (ICS) も見積もった。

本研究では, 低エネルギー電子衝突において最も支配的な弾性散乱過程に加え, 振動励起断面積, さらに入射電子エネルギー 100 eV 程度で電離断面積に次いで重要な電子励起過程過程, 特に光学的許容遷移の非弾性散乱断面積[3]にも着目し, 測定を行ってきた。その結果, これまで過去の報告例では, 全衝突断面積と電離断面積のデータのみが主流であったフッ素化合物分子の電子衝突断面積データに対し, 弾性散乱過程, および振動励起と電子励起過程の非弾性散乱断面積を新たに加えることで, 電子衝突断面積データセットを広い入射電子エネルギー範囲で作成した。詳細については当日報告する。

[1] M. Hoshino et al., J. Chem. Phys. 143, 024313 (2015).

[2] N. Hishiyama et al., J. Chem. Phys. *accepted*.

[3] H. Tanaka et al., Rev. Mod. Phys. 88, 025004 (2016).

星野正光

2004年3月上智大学理工学研究科物理学専攻において博士(理学)を取得後、独立行政法人理化学研究所山崎原子物理研究室の基礎科学特別研究員を経て、2005年4月より上智大学理工学部物理学科に助手として着任、2010年4月より現職に至る。