

しきい光電子を用いた Cold Collision 実験の現状

^A東工大理工、^B上智大理工、^CKEK-PF黒川 学^A、北島 昌史^A、小田切 丈^A、河原 弘朋^B、加藤 英俊^B星野 正光^B、田中 大^B、伊藤 健二^C

近年、レーザーや放射光を用いた原子の光電離により生成する、光電子を電子源として利用することにより衝突エネルギーがミリサブミリeV領域という超低エネルギー領域の電子衝突実験、すなわち Cold Collision実験を行うことが可能となった[1]。これらの研究では、電子-分子衝突における全断面積値が理論による予想と大きく異なる場合があるという興味深い結果が得られた。しかしながら、Cold Collisionにおける、散乱電子の角度分布やエネルギー分布といった衝突・散乱過程の基本的な情報を与える角度微分断面積の測定は、これまでにほとんど行われていない。そこで、本研究グループでは、超低エネルギー電子衝突における微分断面積測定を行うことで、Cold Collisionに関する詳細な知見を得ることを目指している。本研究では、Cold Collision実験を行うための新しい実験手法として“しきい光電子”を電子源とする超低エネルギー電子ビーム生成装置を開発した。また、これを用いた透過減衰法による全断面積測定装置を開発し、電子エネルギー0.4eV～16eVにおいてXeの全断面積を測定し過去の測定例[2,3]と比較するとともに、Feshbach共鳴領域の測定で得られた全断面積に対してphase shift analysisを適用することで電子ビームの性能を評価した。

本実験手法の特徴はエネルギーがほぼ“0”のしきい光電子を電子源とすることである。エネルギーがほぼ“0”であるため、従来の光電子を電子源とする方法と比べ、光電子を捕集する際のポテンシャル勾配を小さくすることが可能となる。その結果、電子ビームのエネルギー分解能を高くすることが可能になると期待される。さらに、電子を捕集して生成した電子ビームのエミッタンスは原理的に小さく、電子ビームの減速時の発散を抑えることが可能になると考えられる。

図1(a)に、本研究にて開発した実験装置を用いて測定した、Xeの全断面積を示す。0.7eV近傍に観測されるRamsauer Townsend極小を含め、過去の結果[2,3]を良く再現している。また図1(b)に示すように、 $Xe^- 5p^{-1} ({}^2P_{3/2}) 6s^2$ Feshbach共鳴に起因した構造を全断面積としてはじめて観測することに成功した。Feshbach共鳴領域で得られた全断面積に対して、phase shift analysisに基づくフィッティングを行った結果、装置のエネルギー分解能は $\sim 46\text{meV}$ と見積もられた。発表では実験装置の詳細及びエネルギー分解能の評価方法について報告する。

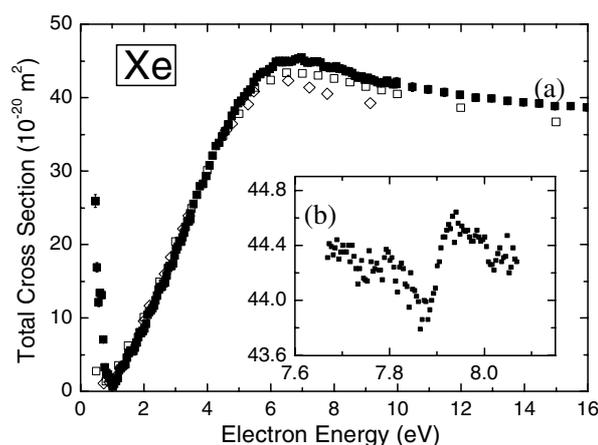


図1. (a)入射電子エネルギー0.4～16eVにおけるXeの全断面積。■：本研究，□：Ref [2]，○：Ref [3]。

(b) $Xe^- 5p^{-1} ({}^2P_{3/2}) 6s^2$ Feshbach共鳴近傍の全断面積。

- [1] D. Field *et al.*, Acc. Chem. Rev., **34**, 291, (2001)
- [2] K. P. Subramanian and V. Kumar, J. Phys. B **20**, 5505 (1987)
- [3] Cz. Szymkowski and K. Maciag, Phys. Scr. **54**, 271 (1996)