

## しきい光電子を用いた Cold Electron Collision 実験の現状

A 東工大院理工・B 上智大理工・C KEK-PF

北島昌史<sup>A</sup>、黒川 学<sup>A</sup>、平野佑一朗<sup>A</sup>、小田切 丈<sup>A</sup>、加藤英俊<sup>B</sup>、河原弘朋<sup>B</sup>、  
星野正光<sup>B</sup>、田中 大<sup>B</sup>、伊藤健二<sup>C</sup>

衝突エネルギーがミリ eV 程度の電子-原子・分子衝突は“Cold Electron Collision”とよばれ、超低エネルギー電子のド・ブロイ波長が極めて長くなることに起因した特異的な量子論的効果の出現が期待される、興味深い研究対象である。近年のレーザーや放射光の著しい発達により、超低エネルギー電子ビームを生成・制御する実験技術が確立されつつある。Fieldらは、専用の放射光ビームラインを用いて、Arを光イオン化し、放出されたエネルギーの揃った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10meVという超低エネルギー領域の電子衝突実験を実現した[1]。Fieldらの実験手法は、挿入光源からの高輝度光を非常に小さなビームサイズとして用いることにより成り立っており、分光器を含めて専用ビームラインを有することで、これを達成している。

我々のグループでは、放射光による希ガス原子の光イオン化で生成する光電子を電子源とする超低エネルギー電子衝突実験装置の開発を行っている。本開発では、専用のビームラインを用いる必要の無い、より汎用性の高いものを目指したものである。本実験手法の特徴は、超低エネルギー電子ビームの電子源として、しきい光電子を利用することである。しきい光電子のエネルギーはほぼ“0”であるため、緩いポテンシャル勾配で捕集する事が可能になり、放射光のビームサイズを絞らずに、高いエネルギー分解能を有する電子ビームの生成が可能である。また、電子ビームのエミッタンスを比較的小さくする事が容易なため、減速時に電子ビームの発散をより抑えることが可能である。実験装置は、KEK-PFのBL20Aに設置し、ビームタイムごとに他のユーザーの実験装置と入れ替えて実験を行っている。本実験手法では、しみ出し電場法[2]により、非常に緩いポテンシャル勾配によって捕集されたしきい光電子を、電子レンズ系によりビーム状に成形し、加・減速した後、衝突セルに導く。セル透過後の電子ビームを電子検出器で検出し、減衰透過法を用いて、衝突エネルギーの関数としての全断面積を得る。今年度は、光イオン化領域を大きく改良したことで、電子ビーム強度を大幅に大きくすることに成功し、さらに衝突エネルギーの下限値を25meVまで引き下げることに成功した。また、電子ビームの分解能も10meV以下であり、気体標的の電子衝突実験としては非常に高い分解能を達成した。

図1に改良した実験装置により得られたKrの全断面積の測定結果を示す。これまでの報告例よりもはるかに低い衝突エネルギーでの測定が可能となり、さらに、Feshbach共鳴に起因する構造を全断面積上に見いだす事にも成功している。

- [1] D. Field *et al.*, Acc. Chem. Rev. **34**, 291 (2001)  
 [2] S. Cvejanović and F. H. Read, J. Phys. B **7**, 1180 (1974)  
 [3] K. P. Subramanian and V. Kumar J. Phys. B **20**, 5505 (1987)  
 [4] S. J. Buckman and B. Lohmann, J. Phys. B **20**, 5807 (1987)  
 [5] Cz. Szmytkowski *et al.*, Phys. Scr. **54**, 271 (1996)

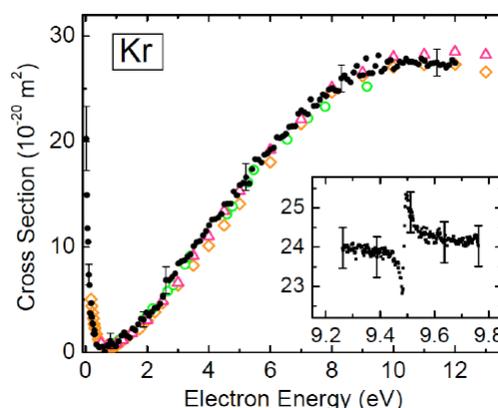


図1 Krの全断面積。●本研究，○Ref[3]，  
◇Ref[4]，△Ref[5]による。