

2P019

## 放射光を用いた低エネルギー電子と D<sub>2</sub> との衝突全断面積測定

(東京工業大学大学院・理工<sup>1</sup>, 上智大学・物理<sup>2</sup>)○重村 圭亮<sup>1</sup>, 奥村 拓馬<sup>1</sup>, 小林 尚正<sup>1</sup>, 森 湧真<sup>1</sup>, 北島 昌史<sup>1</sup>, 小田切 丈<sup>2</sup>, 星野 正光<sup>2</sup>, 田中 大<sup>2</sup>

Total cross section measurements for electron scattering from D<sub>2</sub> employing threshold photoelectron source.

(Tokyo institute of Technology Department of chemistry<sup>1</sup>, Sophia University Department of Materials and Life Sciences<sup>2</sup>)

○Keisuke Shigemura<sup>1</sup>, Takuma Okumura<sup>1</sup>, Naomasa Kobayashi<sup>1</sup>, Yuma Mori<sup>1</sup>, Masashi Kitajima<sup>1</sup>, Takeshi Odagiri<sup>2</sup>, Masamitsu Hoshino<sup>2</sup>, Hiroshi Tanaka<sup>2</sup>

### 【序】

電子と原子・分子の衝突は、その相互作用が既知であるために量子力学における少数多体系の複雑なダイナミクスを検証する格好の場である。本研究グループでは、しきい光電子としみ出し電場法を用いた全くユニークな電子ビーム生成手法を確立し、衝突エネルギー 100 meV を下回るような極めてエネルギーの低い電子衝突実験に成功しており、種々の希ガスの電子衝突全断面積を 20 eV~10 meV 程度のエネルギー範囲までに渡って測定し、報告してきた[1-3]。これらの測定により、超低エネルギー領域での直接的な断面積測定と理論計算による予測との比較がはじめて可能になり、理論モデルの検証をすることができた。その結果、He, Ne の比較的簡単な電子数の少ない原子標的に対しては既存の理論計算が超低エネルギー領域まで実験を再現していたが、Kr, Xe などの電子数の多い原子標的に対しては理論計算が実験を再現しないことが明らかになった。

本研究では、最も簡単な分子である H<sub>2</sub> 及びその同位体である D<sub>2</sub> を標的とし、その電子衝突全断面積を測定したので報告する。

### 【実験】

一般的な電子衝突実験手法、すなわち熱フィラメントからの熱電子を電子源とする実験手法では 100 meV 程度が実験可能な衝突エネルギーの下限であった。電子が生成時に有しているエネルギー拡がりや空間電荷効果のために、電子を減速させた際に電子ビームが発散してしまうのが主な原因である。本研究は電子生成時に電子の有する運動エネルギー拡がりを減らし、さらに、電子の運動エネルギーも極めて小さなものとするために、光イオン化で生成する光電子、中でもしきい光電子を電子源に採用した。しきい光電子とはイオン化ポテンシャルとほぼ等しいエネルギーでイオン化されることにより生成する運動エネルギーがほとんど 0 の光電子のことである。図 1 に本研究で用いた装置の概略図を示した。Ar の第一イオン化ポテンシャルとほぼ等しいエネルギーの単色化された放射光を Photoionization Cell に充填させた Ar に照射することにより、しきい光電子を生成させている。これを、しみ出し電場法を用いて高率かつエネルギー選択的に捕集

する。捕集された電子を電子レンズ系により電子ビームに整形するし、エネルギー制御して Collision Cell に導入する。標的粒子に散乱されずに Collision Cell を通過した電子のみ電子増倍管により電子ビーム強度を測定した。Collision Cell に導入する標的ガスの圧力を変化させながら電子ビームの吸収強度を測定することにより Lambert-Beer の法則に従う衝突全断面積を得た。この装置では電子捕集の際に選択的にしいき光電子のみを捕集し電子ビームに整形しているため超低エネルギーかつ高分解能な電子ビーム実験を行うことができる。

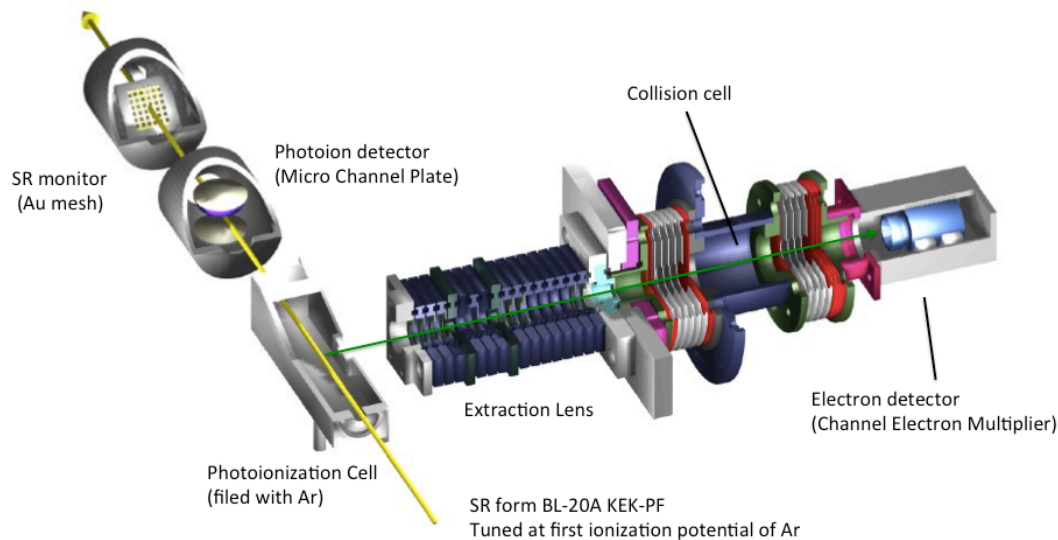


図1 実験装置図の概略図

希ガスの測定では、全断面積上に存在するエネルギーの精度良く知られた共鳴に由来する構造があり、これを用いてエネルギー校正を行った。 $H_2$ ,  $D_2$  ではそのエネルギーの精度良く知られた構造が全断面積上に存在しないためエネルギー校正が困難であった。本研究では、 $Kr$  との混合ガスでの測定をすることにより  $H_2$ ,  $D_2$  の全断面積上に存在する非常に小さな構造のエネルギー位置を決定し、エネルギー校正された全断面積を得た。

### 【結果】

$H_2$ ,  $D_2$  の電子衝突全断面積を 20 eV~10 meV の領域で測定した。また 10~12 eV のエネルギー領域に存在する Feshbach 共鳴に由来する非常に小さい構造を全断面積上に観測することに成功した。この共鳴に由来する構造は非常に小さな構造であるため高分解能測定でないと見えない構造である。 $H_2$ ,  $D_2$  の両者の低エネルギーにおける全断面積と Feshbach 共鳴に由来する共鳴構造の比較を行った。

### References

- [1] M. Kurokawa *et al.*, Phys. Rev. A 82 062707 (2010)
- [2] M. Kurokawa *et al.*, Phys. Rev. A 84 062717 (2011)
- [3] K. Shigemura *et al.*, Phys. Rev. A 89 022709 (2014)