

ポジトロニウム負イオンとポジトロニウムビーム Positronium Negative Ions and an Energy Tunable Positronium Beam

長嶋泰之
Yasuyuki Nagashima*

¹Department of Physics, Tokyo University of Science, 1-3 Kagurazaka, Shinjuku, Tokyo 162-8601, Japan.

*e-mail: ynaga(at)rs.kagu.tus.ac.jp

We observed the photodetachment of positronium negative ions in the Slow Positron Facility in KEK. Efficient formation of the ions using a Na coated tungsten surface has enabled the observation. We have also succeeded in the production of an energy-tunable positronium beam using this technique.

陽電子は電子と束縛して水素原子様の束縛状態であるポジトロニウムを形成する。さらにもう1つの電子と束縛して、水素負イオン様の束縛状態であるポジトロニウム負イオンを形成することもある。近年、アルカリ金属を1原子層程度蒸着したタングステン表面に低速陽電子ビームを入射すれば、1%以上が表面からポジトロニウム負イオンとして放出されることがわかってきた [1]。アルカリ金属としてナトリウムを用いれば、その効果は数日間持続する [2]。

我々は、この手法を用いてポジトロニウム負イオンを生成して加速し、レーザー光を照射して光脱離させる実験を、KEK 低速陽電子実験施設で行った [3]。ポジトロニウム負イオンの寿命は 479ps と短いので、光脱離させるためには高強度パルスレーザーが必要である。また、このレーザーに同期させて使用可能な低速陽電子ビームを用いてポジトロニウム負イオンを生成する必要もある。低速陽電子実験施設で得られる陽電子ビームは、ショートパルスモードではパルス幅 1-10ns、繰り返し周波数は 50Hz で、パルスレーザーと同期して用いるには最適である [4]。

ナトリウムを蒸着したタングステンから放出されるポジトロニウム負イオンを加速してレーザー光を照射し、ポジトロニウム負イオンの数がレーザー光の照射によって減少する様子から、ポジトロニウム負イオンが光脱離されることを確認した。さらに、ポジトロニウム負イオンの光脱離断面積を見積もり、その下限値が理論計算の結果 [5] と矛盾しないことを見出した。

その後、ポジトロニウム負イオンの光脱離によって生成されるポジトロニウム

を、エネルギー可変ポジトロニウムビームとして取り出すことに成功した [6]。さらに、ポジトロニウム生成量のレーザー強度依存性から、ポジトロニウム負イオン光脱離断面積の値を得ることに成功した。

こうして得られるエネルギー可変ポジトロニウムビームは、物性実験のための新たなプローブとして利用できると思われる。ポジトロニウムは電氣的に中性であるため、生成してから電場で加速することは不可能である。これまでに得られているエネルギー可変ポジトロニウムビームは、気体標的に低速陽電子ビームを入射し、下流から得られるポジトロニウムをビームとして利用するもののみであった。ポジトロニウム負イオンの光脱離によって得られるポジトロニウムビームは、気体を用いて生成されるポジトロニウムビームと比べると

- (1) 生成効率が低い
- (2) 超高真空中で得られる
- (3) エネルギーが高い

等の特徴を有する。今後はこのビームを用いて、絶縁体表面における回折の実験を行っていきたいと考えている。ポジトロニウムは電子あるいは陽電子を中性化した粒子と見なすことができるため、荷電粒子では苦手な絶縁体表面の解析に威力を発揮するはずである。また同時に、ポジトロニウム負イオンに関する基礎研究も行っていく予定である。特に、光脱離における共鳴現象 [5] の観測を、2013 年度からスタートする。

References (参考文献)

- [1] Y. Nagashima *et al.*: *New J. Phys.* **10**, 123029 (2008).
- [2] H. Terabe *et al.*: *New J. Phys.* **14**, 015003 (2012).
- [3] K. Michishio *et al.*: *Phys.Rev. Lett.* **106**, 153401 (2011).
- [4] K. Wada *et al.*: *Eur. Phys. J. D* **66**, 37 (2012).
- [5] A. Igarashi *et al.*: *New J. Phys.* **2**, 17 (2000).
- [6] K. Michishio *et al.*: *Appl. Phys. Lett.* **100**, 254102 (2012).