

0度電子分光法による多価重イオン電子構造と電子過程の研究

Study on Electronic Structure and Processes for Highly Charged Heavy-ions by Zero-degree Electron Spectroscopy

川面 澄¹⁾ 高廣克己¹⁾ 左高正雄²⁾ 今井 誠³⁾ 須貝宏行²⁾
Kiyoshi KAWATSURA, Katsumi KATAHIRO, Masao SATAKA, Makoto IMAI, Hiroyuki SUGAI,
小牧研一郎⁴⁾ 尾崎孝一¹⁾ 柴田裕実³⁾
Ken-ichiro KOMAKI, Koichi OZAKI, Hiromi SHIBATA

¹⁾京都工芸繊維大学 ²⁾原子力機構 ³⁾京都大学 ⁴⁾大学入試センター

12.1 MeV Ne^{q+} ($q=1, 5-7$) + C 及び 14 MeV N⁺ + He の系において入射イオンから放出される Auger 電子および Coster-Kronig 電子を、0度電子分光法を用いて、高分解能で測定した。得られたスペクトル線に対して、理論と比較しながら遷移エネルギーの同定を行った。

キーワード : 0度電子分光、コスター・クロニッヒ電子、N イオン、Ne イオン

1. 目的

宇宙物理や天体物理、放射線化学や放射線物理において、重要な役割を果たす、C、N、O を含めた軽元素について、中性原子だけではなく、その原子イオン状態における電子構造や電子過程を明らかにすることがこの分野の重要な研究課題のひとつである。

本研究では、0度電子分光法により、高電離イオンの Auger 遷移や、Coster-Kronig 遷移に関する原子イオンの構造や 2電子の関与する電離・励起過程の実験的研究を行う。原子構造理論との比較により、高電離イオンの原子構造を決定する。

2. 方法

高エネルギー高電離重イオンの発生には、ECRIS を備えたタンデム加速器を利用した。イオンの電荷を変化させながら、イオンのエネルギー（イオンの速度）が一定になるように加速電圧を調整した。高分解能電子スペクトルを測定するために、H₂ ビームラインの超高真空中に設置された 0電子分光装置を用いた[1]。標的には He ガスまたは C 薄膜を使用して、1電子のみの励起/電離が起きる実験条件とした。入射イオンには、N 及び Ne イオンを用いて、高分解能電子スペクトルを測定した。

3. 研究成果

²²Ne^{q+}イオンを用いた研究では、C 薄膜を標的として実験を行い、Ne イオンの電荷 $q+$ を 1+ および 5+～7+まで変化させて測定した。入射 Ne イオンのエネルギーは 12.1 MeV と一定にして、ポストストリッパーを用いて電荷を変化させた。すべてのスペクトルに、4 電子系の Coster-Kronig (C-K) 遷移線を確認した。ただし、7+イオンの C-K 遷移線は非常に弱いものであった。

¹⁴N⁺イオンを用いた研究では、He ガスを標的として、1 電子励起/電離過程による Auger 遷移および C-K 遷移スペクトル線を観測した。現在、スペクトルの同定を行っている。

4. 結論・考察

12.1 MeV Ne イオンの C 薄膜通過後の平均電荷数は、6.7 である。薄膜通過のイオンは 3 または 4 電子をもつ Ne^{6+, 7+}イオンである。そのために、主に 4 電子系の CK 遷移線が確認された。入射エネルギーを下げるにより、他の遷移線が確認できると思われる。この結果の 1 部は、ベルリン工科大にて開催された固体内原子衝突国際会議において発表した[2]。

He ガスを標的とした、14 MeV N⁺イオンを用いた実験では、1 電子励起/電離過程による Auger 遷移および C-K 遷移スペクトル線を観測した。現在、スペクトルの同定を行っている。

5. 引用(参照)文献等

[1] K. Kawatsura et al., Nucl. Instr. Meth. B 48 (1990) 103; 53 (1991) 421.

[2] K. Kawatsura et al., Abstracts of ICACS-2006, p. 124 (2006, Berlin).