

電荷交換を利用した内殻励起リチウム様イオンの 軟X線スペクトル測定

沼舘直樹、田沼肇

首都大理工

内殻励起状態の主な緩和過程として Auger 電子放出と輻射脱励起がある。1980 年代から Auger 電子分光や原子コードを用いた計算によって内殻励起状態にある多価イオンの緩和過程に関する研究が行われてきた [1, 2]。内殻励起状態からの Auger 電子や特性 X 線の放出過程は、固体表面の元素解析や高温プラズマ診断 [3]、衝突後相互作用を通じた非束縛準位にある電子の電子相関 [4]の研究などに用いられてきた。輻射遷移速度は原子番号の 4 乗に比例して大きくなるため、軽元素の内殻励起状態では Auger 過程が、重元素では輻射過程が支配的に起きる [5]。そのため、軽元素の内殻励起状態の緩和に関する研究は Auger 電子分光を利用したものが圧倒的に多い。しかし、本研究では軟 X 線分光による緩和過程の観測を行った。

ECR イオン源で生成した準安定 He 様 C, N, O イオン($1s2s^3S$)を 15 kV の電位差で加速し、ビーム状に引き出す。その後、中性粒子との電荷交換衝突により生成された内殻励起 Li 様イオンの脱励起に伴い放出された軟 X 線を、斜入射型分光器を用いて観測した。標的粒子には He, Ne, Ar, Kr, Xe, N₂, O₂, CO₂を用いた。Cowan code [6]を用いた遷移計算と比較することで観測された輝線を同定した。その結果、単純な 1 電子捕獲に加えて、電子捕獲と同時に入射イオンが励起される過程 (transfer-excitation) が起きていることがわかった。また、内殻励起 Li 様イオンの脱励起過程として共鳴遷移と異重項間遷移に加えて、2 電子が同時に遷移することで 1 光子を放出する過程 (two-electron one-photon transition) も観測された。これは原子番号の大きい希ガス標的において顕著であり、同じイオン化ポテンシャルをもつ分子標的では観測されなかったことから、スピン軌道相互作用の寄与と考えられる。講演では観測結果をもとに、準安定多価イオンの電子捕獲過程と内殻励起多価イオンの脱励起過程について考察する。

- [1] M. Mack *et al.*, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B* 23 (1987) 109.
- [2] M. H. Chen *et al.*, *Phys. Rev. A* 27 (1983) 544.
- [3] A. Burgess, *Astrophys. J.* 139 (1964) 776.
- [4] R. B. Barker *et al.*, *Phys. Rev.* 151 (1966) 14.
- [5] R. W. Fink *et al.*, *Rev. Mod. Phys.* 38 (1966) 513.
- [6] R. D. Cowan, *The Theory of Atomic Structure and Spectra* (Berkeley, CA: University of California Press, 1981).