

原子分子科学

磁気ボトル付き電子エネルギー分析器による 内殻・内殻二重電離状態 $Xe4d^{-2}$ の生成過程に関する研究

彦坂泰正、金安達夫、繁政英治（分子研）、P.Lablanquie、F.Penent（パリ大学 VI）、J.H.D. Eland（オクスフォード大）、青戸智浩、伊藤健二（PF）

原子や分子の軟 X 線領域の光吸収は、内殻電子の励起や電離に特徴付けられる。軽元素に形成された内殻空孔は専らオージェ電子を放出し崩壊する。エネルギー関係が許せば、複数のオージェ電子が放出されることがある。では、このような多価イオン生成は、どのような経路で進行しているのだろうか？ 通常のオージェ電子分光でも、中間状態や終状態が限定されている場合には、得られるスペクトルからその経路を決定できる可能性がある。しかし、一般には複数の経路が競合しており、それらのピークが重畳したオージェスペクトルから多重オージェ崩壊のメカニズムを得ることは不可能に近い。そのため、特定の多重イオン化経路において放出される電子群について、その個々の運動エネルギーを定め、対応する崩壊経路を決定することが必要となる。

電子分光で広く用いられる半球型分析器の観測立体角はせいぜい全立体角の 1% である。このような低検出効率の電子分析器での多重同時計測測定は成功し得ない。そこで、我々は多重同時計測のために磁気ボトル付飛行時間型電子分析器を製作した。採用している理由がある。磁気ボトル付飛行時間型電子分析器では、永久磁石とソレノイドコイルによって作った磁場勾配によって、放出された電子を全立体角にわたって捕集する。実際、0-200eV の範囲の電子に対する検出効率は、ほぼ検出器 MCP の検出効率（60% 程度）によって決定されており、磁場による捕集の取りこぼしは見られない。2.5m の飛行管を用いることにより、200eV 以下の電子に対して $E/\Delta E=50$ 以上の分解能が達成できている。以下、私たちが開発した磁気ボトル付飛行時間型電子エネルギー分析器を用いて得られた結果について報告する。

我々は、原子分子の二重電離過程（double photoionization:DPI）について研究を行ってきており、今回は特に生成断面積が小さいとされる内殻・内殻の DPI について紹介する。ここでは、30 年前に提唱されている“virtual” Super Coster-Kronig 遷移の理論的説明[1]と関係付け、 $Xe4d^{-2}$ 生成の観測に関する新しい知見が得られた[2]。

本手法によって得られる知見は、多価イオンの分光的情報に留まらない。多重電離過程のメカニズムについても詳細な知見を与えることが出来る。従って、軟 X 線の照射によって引き起こされる原子分子の多重電離過程全般がその研究対象となる。一方、測定原理からすれば、観測対象を孤立系の原子分子に限る必然性はない。試料周りを工夫すれば、表面、吸着系、或いはバルクの多重電離過程への応用も可能であり、今後の展開が大いに期待される。

[1] G. Wendin and M. Ohno, Phys. Scr. 14, 148 (1976). [2] Y. Hikosaka et al., Phys. Rev. Letters, 98, 183002 (2007).