

中性高励起状態を利用した窒素の K 吸収端付近のスペクトル測定

田村 孝、下條 竜夫、本間 健二、彦坂 泰正^a、繁政 英治^a、為則 雄祐^b
 兵庫県立大学、^a分子研、^b高輝度光科学研究センター

【序】窒素分子の K 吸収端付近の電子構造については、これまで吸収スペクトル、角度分解イオン収量スペクトル、しきい電子スペクトルなどの観測による研究が行われてきた。吸収スペクトルでは、1s 電子が励起した Rydberg 状態、1s 電子と電子が励起した二電子励起状態、光電子が一時的に束縛される形状共鳴などのピークが観測される。また、角度分解イオン収量スペクトルでは遷移と遷移が分離することができ、これを基に電子構造について議論されている。

本研究では、光励起後生成する中性高励起状態を観測することで、これまで得られなかった分子の励起状態に関する情報を得た。更に中性高励起状態生成を対称性分離して観測し、電子構造のより詳細な理解を目指した。高励起した中性フラグメントの観測は多電子励起状態に敏感であると考えられる。即ち、一方の励起電子はそのまま、他方の励起エネルギーによって分子が解離した場合、イオンと高励起中性フラグメントが生成できるからである。

【実験】実験は SPring-8, BL27SU で行った。分解能は $E'/E=10000$ 。内殻励起するとオージェ過程を経て主にイオンが生成するが、同時に中性高励起原子・フラグメントを生成する経路がある。この経路を選択的に観測するためには、イオン、電子、軟 X 線発光などの寄与を取り除く必要がある。中性高励起状態を検出するために MCP の前に + および - の電圧のかけたメッシュを置き、電荷をもった粒子を取り除いた。また軟 X 線発光は寿命が短く放射光とほぼ同期していると考えられるので、TCA/SCA を使い SPring-8 の bunch と同期したシグナルを取り除いた。実験装置概略図を図 1 に示す。

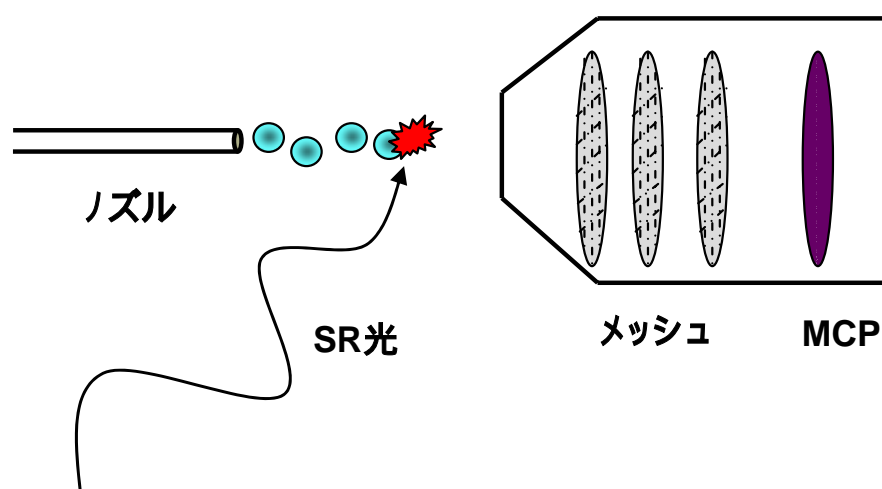


図 1：実験装置図

【結果と考察】得られたスペクトルを図 2 と図 3 に示す。スペクトルにおいて(1)詳細な Rydberg 状態の同定がなされ(2)イオン化しきい値(409.9eV)付近に今までの実験結果では見られなかったピークが観測された(紫の点線)。また(3)より高いエネルギー領域に 2 電子/3 電子励起状態に対応するバンドが観測された。

しきい値付近でのピークは大きな主量子数をもつ Rydberg 状態への励起後、窒素分子が解離するときに高励起した窒素原子を生成する過程が起きていると解釈される。また Rydberg 状態や 2 電子/3 電子励起状態については、放射光の偏光方向に対して平行/垂直方向のフラグメントを選択的に観測することで、これらの励起状態の対称性を分離することができ、理論的に予測されている電子状態(図中の縦線)と明確に対応をつけることで、より詳細な電子構造が明らかとなった。

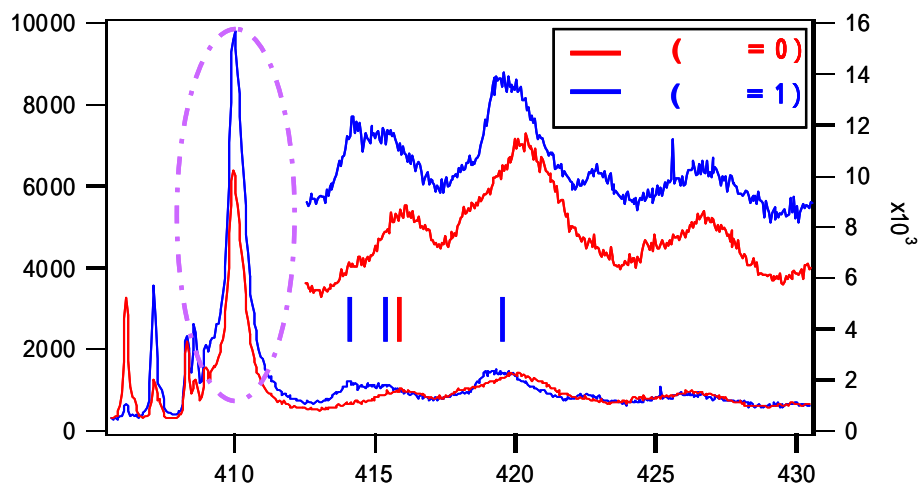


図 2 : N₂ の対称性分離中性高励起フラグメント収量スペクトル

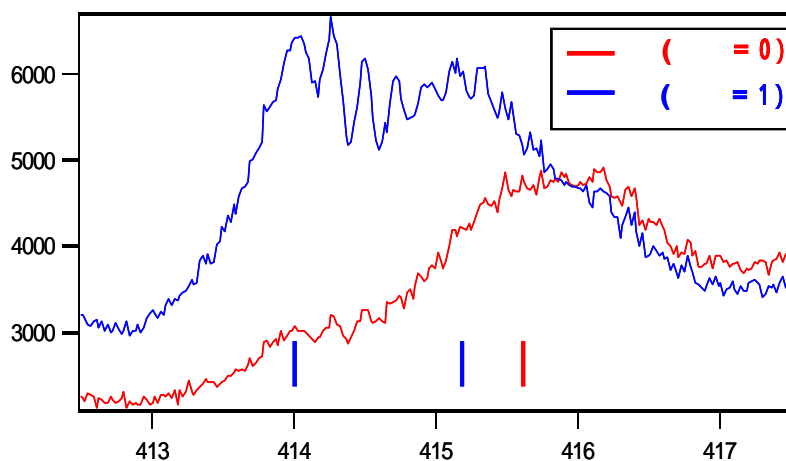


図 3 : 2 電子励起状態