

最近の SPring-8 での原子分子研究について

下條 竜夫

(兵庫県立大大学院物質理学研究科)

【序論】 SPring-8 での軟 X 線をつかった原子分子研究と実験は主に BL27SU (共用ビームライン) と BL17SU (理研ビームライン) の 2 つのビームラインで行われてきた。BL17SU では、軟 X 線発光分光器 (HEPA)、高分解能光電子分光装置 (SCIENTA、SES2002)、COLTRIMS が現在常駐している。また、BL27SU には、光電子分光装置 (SCIENTA、SES2002)、大気圧環境下軟 X 線吸収分光測定装置がある。しかし、BL27SU で従来行われてきたクラスター分光装置は撤去され、また COLTRIMS は BL17SU に移設された。本発表では、これらをつかってどのような原子分子実験が可能であるかを、我々のグループが行ってきた実験を例として紹介したい。また、今後予定している HAXPES の実験についても簡単に述べる。

【2次元光電子分光実験】 BL27SU では、高分解能光電子分光装置とビームラインの分光器の連動が可能であるため、二次元光電子分光と呼ばれる励起エネルギーと光電子エネルギーの 2 つの座標で表現したスペクトルが簡便にとれる。我々はこの手法を、水分子から生成する低エネルギー電子に対して用いた。水分子は $1s$ 電子のイオン化しきい値近傍のエネルギーの光 (~ 540 eV) を吸収して、光イオン化解離する。この時、解離生成物の一部は、高リユードベリ状態にある中性励起酸素原子(以下 O^* とあらわす) となって生成する。この O^* 原子は、最終的にイオンコアの電子状態を変化させ、リユードベリ軌道にいる電子を自動イオン化により放出する。そこで、我々は軟 X 線を用いて、イオン化しきい値近傍において励起光エネルギーを変化させながら、 O^* から放出される電子の光電子スペクトルを測定し、励起エネルギーと O^* の電子状態との関係性を求めた。

【軟 X 線発光分光実験】 酸素は基底状態が三重項状態であるため、 $1s$ 電子が励起されイオン化した場合、二重項状態 ($^2\Sigma^-$) と四重項状態 ($^4\Sigma^-$) をつくる。また吸収スペクトルにはリユードベリ状態に起因する多くの細かいピークも見られ、 σ^* 励起状態と Rydberg-*valence* 混合を起こすため、バンド構造が極めて複雑である。我々はこれらの電子状態を調べるために軟 X 線発光分光法を適応した。発光は $g-u$ 選択性があるため、 g 性の $3s\sigma$ と u 性の σ^* では違う 2 つの発光スペクトルが期待できる。

【時間分解発光とイオンのコインシデンス実験】 我々は、アルゴンおよびアルゴンクラスターを試料として時間分解ケイ光測定を行うことにより、比較的寿命の長いケイ光成分が存在することを数年前に発見した。この起源を明確にするため、時間分解したケイ光とイオンの飛行時間を同時測定することにより、時間分解ケイ光-イオンコインシデンススペクトルを 1 ns 以下の時間分解能で測定した。

【その他】 HAXPES と呼ばれる硬 X 線をつかった光電子分光が現在、固体を試料として積極的に行われている。これは従来、表面敏感であった光電子分光を固体内部の電子状態測定として使用する方法である。我々は現在、SACLA の光をつかって原子分子の HAXPES を予定している。