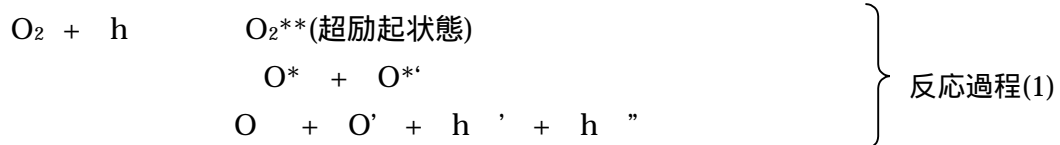


## 入射光子エネルギー30-40eVにおけるO<sub>2</sub>の(γ, 2γ)実験

(東工大院化学) ○宮城晴英, 小田切丈, 村田誠, 福澤宏宣, 北島昌史, 河内宣之

【序】多電子励起分子は1電子平均場近似とBorn-Oppenheimer近似が共に成立しにくく、複雑な崩壊過程を有する、物理的に興味深い系である。本研究室では、分子の光励起により生ずる中性解離フラグメントからのけい光放出断面積を入射光子エネルギーの関数として測定することにより、その分子の2電子励起状態を研究している[1]。しかし、けい光を放出する中性解離フラグメント生成を伴う解離性直接イオン化の閾値以上では、その大きな寄与の為に、多電子励起状態に起因する構造が隠されてしまう。そこで我々は、それらの解離性直接イオン化の閾値以上のエネルギー領域における多電子励起分子の研究方法として(γ, 2γ)法を開発した[2]。これは分子の光励起によって生ずる2つの中性解離フラグメントそれぞれからの2つのけい光光子を同時計数する方法であり、本研究室ではすでにこの(γ, 2γ)法によりH<sub>2</sub>[2]やN<sub>2</sub>[3,4]の多電子励起状態をこれまでになく詳細に研究することに成功している。

今回の研究では(γ, 2γ)法をO<sub>2</sub>に適用し、次の反応過程(1)に対する真空紫外域2光子放出の2重微分断面積  $d^2 \sigma_{ij} / d\Omega_i d\Omega_j$  を、入射光子エネルギー(30-40eV)の関数として測定した。



また、従来法によって解離O原子からの真空紫外域けい光放出1重微分断面積  $d\sigma_i / d\Omega_i$  の測定も行った。

【実験】実験は高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光科学研究施設BL20Aにて行った。O<sub>2</sub>の光励起に起因する2光子放出の2重微分断面積  $d^2 \sigma_{ij} / d\Omega_i d\Omega_j$ 、及びけい光放出1重微分断面積  $d\sigma_i / d\Omega_i$  は、共に図1に示した実験装置を用いて測定した。放射光をガスセルに導入することによりO<sub>2</sub>を励起し、LiF窓とマイクロチャンネルプレート(MCP)から構成される光子検出器(filter range: 105 - 165nm)を用いて、O原子からの真空紫外域けい光光子を検出する。入射光子エネルギーを掃引しながら一方の光子検出器でけい光光子を計数することにより、断面積  $d\sigma_i / d\Omega_i$  を入射光子エネルギーの関数として得た。入射光子エネルギーを固定し、両方の光子検出器を用いて同時計数測定を行うことにより、その入射光子エネルギーに対する断面積  $d^2 \sigma_{ij} / d\Omega_i d\Omega_j$  を得た。これを様々な入射光子エネルギーに対して繰り返すことにより、その断面積を入射光子エネルギーの関数として得た。

【結果と考察】図1(a)に断面積  $d^2 \sigma_{ij} / d\Omega_i d\Omega_j$  を、図1(b)に断面積  $d\sigma_i / d\Omega_i$  をそれぞれ入射光子エネルギーの関数として示す。図1(a)中の縦線は[5,6]より求めた過程(1)の解離極限を、縦の破線はO<sub>2</sub><sup>2+</sup>(X<sup>1g+</sup>, v=0)のエネルギー[7]を示す。d<sup>2</sup>σ<sub>ij</sub>/dΩ<sub>i</sub>dΩ<sub>j</sub>曲線には36eV付近にO<sub>2</sub>の励起状態に起因するピークが出現するが、従来法で測定したdσ<sub>i</sub>/dΩ<sub>i</sub>曲線においてはこのピークは現れていない。36eVピークの起源となる励起状態は、O<sub>2</sub>の2重イオン化連続状態

に埋もれた特異な状態である。

それでは、この特異な  $O_2$  の励起状態を考察しよう。しかしながら、このエネルギー領域での  $O_2$  超励起状態に関する研究は皆無である。そこで、 $d^2 \sigma_2 / d\Omega_i d\Omega_j$  曲線を、図 1(c) に示した  $O_2$  の閾光電子スペクトル[8]と比較しよう。図 1(a) の 36eV ピークの起源となる  $O_2$  の励起状態は、図 1(c) の 39eV 付近に位置する  $O_2^+$  イオン状態 ( $4g^-, 2g^-$ ) に電子が 1 つ束縛された状態と考えられる。

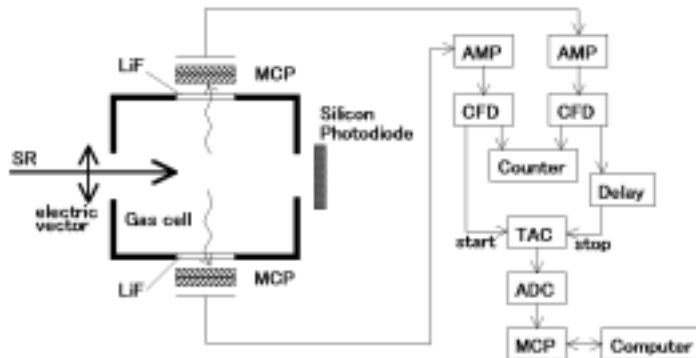


図 1  $O_2$  の光励起に起因する 2 光子放出の 2 重微分断面積  $d^2 \sigma_2 / d\Omega_i d\Omega_j$ 、及びけい光放出 1 重微分断面積  $d \sigma_1 / d\Omega_i$  測定に用いた実験装置。

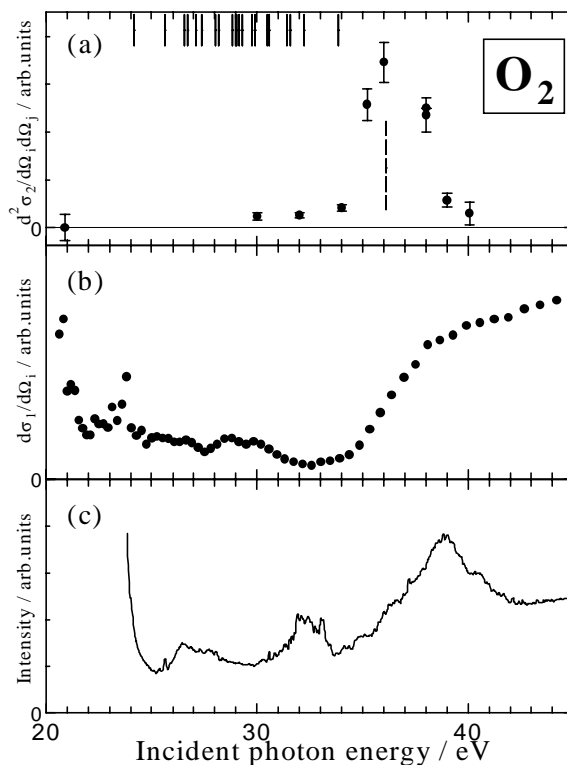


図 2  $O_2$  の光励起に起因する 2 光子放出の 2 重微分断面積  $d^2 \sigma_2 / d\Omega_i d\Omega_j$  (a)、けい光放出 1 重微分断面積  $d \sigma_1 / d\Omega_i$  (b) と入射光子エネルギーの関係。  $O_2$  の閾光電子スペクトル[8]も示す (c)。 (a) 中の縦線は [5,6] より求めた反応過程 (1) の解離極限を、縦の破線は  $O_2^{2+}(X^1g^+, v=0)$  のエネルギー [7] を示す。なお、(a), (b) とも入射光子のバンド幅は 0.13nm である (入射光子エネルギー 35eV で 130meV のエネルギー幅を与える)。一方、(c) のエネルギー分解能は  $E / \Delta E \sim 500$  である (35eV において 70meV のエネルギー幅を与える)。

## References :

- [1] M. Kato *et al.*, J. Phys. B **35**, 4383 (2002), *ibid.* **36**, 3541 (2003), *ibid.* **37**, 3127 (2004)
- [2] T. Odagiri *et al.*, J. Phys. B **37**, 3909 (2004)
- [3] M. Murata *et al.*, J Electron Spectrosc. Relat. Phenom. **144**, 147 (2005)
- [4] M. Murata *et al.*, J. Phys. B, in preparation
- [5] A. R. Striganov *et al.*, *Tables of Spectral Lines of Neutral and Ionized Atoms*, (IFI/Plenum, New York, 1968)
- [6] A. A. Radzig *et al.*, *Reference Date on Atoms, Molecules, and Ions*, (Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1985)
- [7] R. I. Hall *et al.*, Phys. Rev. Lett. **68**, 2751 (1992)
- [8] Y. Hikosaka *et al.*, J. Chem. Phys. **119**, 7693 (2003)