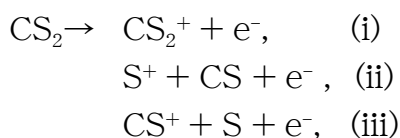


4C13

イオン-電子コインシデンス画像法による強レーザー場中分子イオン化

(分子研¹, 総研大², JST さきがけ³)松田晃孝¹, 伏谷瑞穂^{1,2}, ○菱川明栄^{1,2,3}

【序】強レーザー場中におかれた分子はレーザー場との相互作用によって複数の電子を放出し、多重イオン化や解離を起こす。このような強レーザー場における分子ダイナミクスの研究はこれまで主に生成した解離イオンの運動量相関を元に調べられてきた[1,2]。一方、レーザー場との相互作用によって生成される光電子には分子のイオン化過程を直接反映した情報が含まれるが、複数のイオン化過程を伴う場合、各々の過程を区別して光電子スペクトルを観測する必要がある。本研究では強レーザー場におけるCS₂のイオン化過程、



に着目し、イオン-電子同時画像計測を行なうことで、イオン種(CS₂⁺, CS⁺, S⁺)を区別した光電子スペクトルの観測を行った。

【実験】イオン-電子運動量画像計測装置の概要を図1に示す。チタンサファイア再生増幅器からのレーザー出力(800 nm, 35 fs, 1 kHz)を凹面銀ミラー(f = 75mm)を用いて超高真空内に導入されたCS₂分子線に集光した(~10¹³ W/cm²)。相互作用領域で生成した電子およびイオンを4枚の静電極板によってお互いに反対方向に引き出した後、位置敏感型粒子検出器(PSD)を用いて検出した。イオンおよび電子のPSDにおける位置(x, y)および飛行時間(t)をもとに、イオンの運動量を3次元ベクトルとして、電子の運動量を2次元ベクトルとしてイオン化事象ごとに決定した。相互作用領域におけるレーザー場強度は、円偏光強レーザー場におけるイオン化によって生成した重水素分子イオン(D₂⁺)の反跳運動量に基づいて決定した[3]。

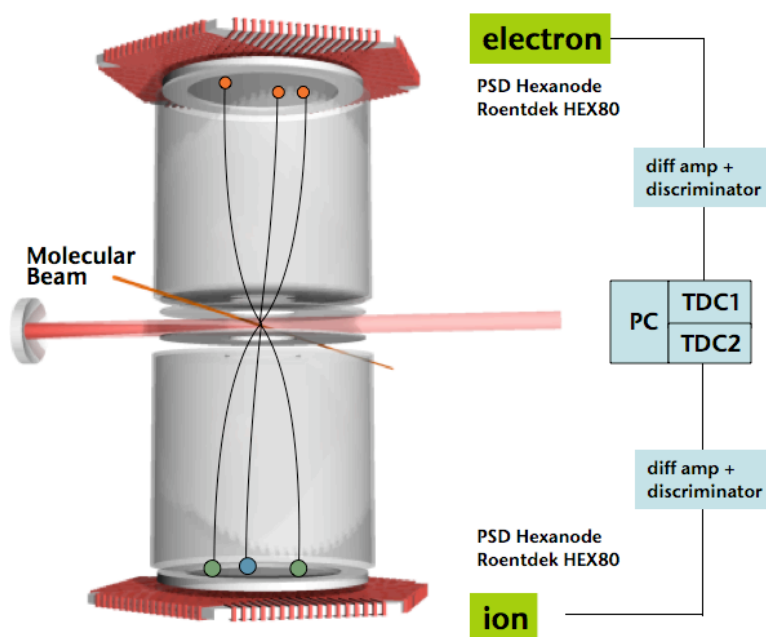


図1：静電場引き出し型イオン-電子運動量画像計測装置。対向して設置されたPSDからの電子およびイオンの位置および飛行時間に関する信号は、2つの時間-デジタル変換器を経由して、レーザーパルス毎に記録される。

【結果と考察】 レーザー場強度 $1.4 \times 10^{13} \text{ W/cm}^2$ における CS_2 の光電子画像 (図 2(a)) には多光子吸収に起因する超閾イオン化 (above-threshold ionization: ATI) を反映した、エネルギー間隔約 1.5 eV のはっきりとした同心円状の分布が観測された。これは生成イオン総量 90%以上を占める CS_2^+ イオンの生成に由来する光電子を反映している。一方、解離を伴うイオン化過程(ii)によって生成した S^+ フラグメントイオンとのコインシデンスによって得られた光電子画像 (図 2(b)) は、明瞭な構造のないブロードな分布を示すことが明らかとなった。同様の分布は CS^+ フラグメントイオンに対しても観測された。このことは強レーザー場における解離性イオン化過程が、親分子イオン CS_2^+ を経由せずに起こることを示唆している。

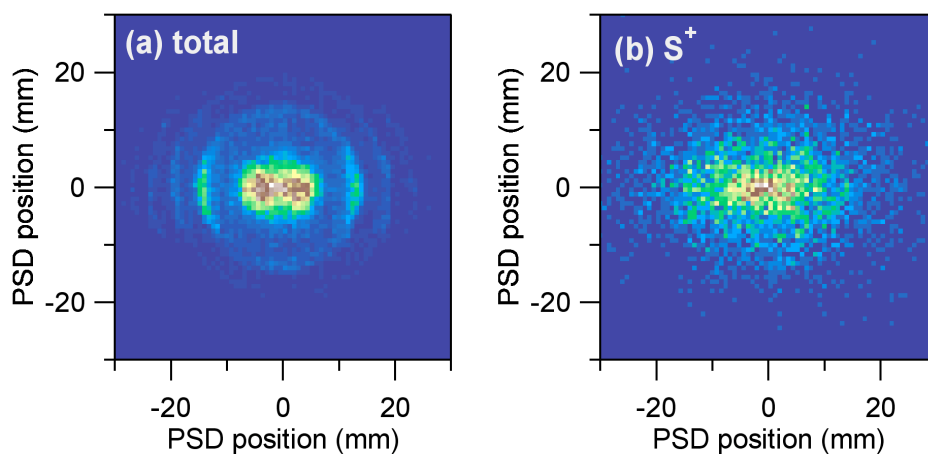


図 2 : (a) 光子場強度 $1.4 \times 10^{13} \text{ W/cm}^2$ における CS_2 の光電子画像。(b) 解離性イオン化過程 (ii) によって生成した S^+ フラグメントイオンとのコインシデンス光電子画像。

【参考文献】

- [1] A. Hishikawa et al., Phys. Rev. Lett. **97**, 243002 (2006).
- [2] A. Matsuda et al., J. Chem. Phys. **127**, 114318 (2007).
- [3] A. S. Alnaser et al., Phys. Rev. A **70**, 023413 (2004).