



Title	光分解生成物の2次元画像解析
Author(s)	松見, 豊
Citation	電子科学研究, 3, 51-53
Issue Date	1996-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24343
Type	departmental bulletin paper
File Information	3_P51-53.pdf



光分解生成物の 2 次元画像解析

光電子物性研究分野 松見 豊

気体分子の動きを観測する 2 次元画像観測装置を製作し、それを用いて光分解で生成する原子の速度分布を解析した。tert-butyl hypochlorite 分子の 235 nm 光分解で生成する Cl 原子の画像を計測し、その速度ベクトルの 3 次元の分布を求めた。そこから詳細な速度分布と角度分布を求めた。従来の 1 次元ドップラー分光と比較して、この光分解生成物の 2 次元画像計測ははるかに多くの情報を一度に得ることができることを示した。

1. はじめに

われわれは気体分子・原子の動きを画像で観測するという試みを行っている。気体分子の動きとしては、本報告の気相分子の光分解生成物以外にも、たとえば気相反応生成物や固体表面から脱離する分子の動きなどにも適用できる。気相反応解析、表面反応解析などに有力な手段となると考えている。分子 AB が光を吸収し電子励起状態 AB^* が解離する際、各フラグメント A と B は、速度ベクトル並びに内部エネルギーを持つ。光解離生成物の運動の解析から、 AB^* の対称性及び、解離性ポテンシャル上での AB^* の動力学を解明することができる。解離生成物を画像で検出することにより従来の 1 次元ドップラー分光法に比べてはるかに多くの情報を一度に得ることができる。この 2 次元画像解析装置を製作し、いくつかの分子の光解離過程について研究を行った。

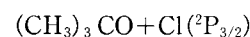
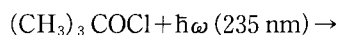
2. 実験

図 1 に製作した装置を示す。親分子 AB の分子線を紫外光レーザー光を照射して解離させる。生成したフラグメント A をレーザー光で共鳴多光子イオン化し、 A^+ を平行電極により加速し、自由飛行領域を通過させた後、円板型 2 次元検出器 (MCP, Multi-Channel Plate) に導き、増幅されたイオン信号を蛍光板にて発光信号として TV カメラでとらえる。カメラの前部に高速のシャッター (5 ns 最小) を装備しているので、

特定の質量 m/e をもつイオンの画像を選択的に検出する。共鳴波長 λ を選択することにより、フラグメント A の内部状態 (振動・回転・電子) を選択することが可能である。得られる画像は、もともとの 3 次元速度分布を加速電極方向に 2 次元投影 (Projection) したものである。もとの 3 次元速度分布をフィルタ補正逆投影法 (Filtered BackProjection method) を用い、円筒対称の条件で計算する。

3. 結果および考察

Tert-butyl hypochlorite の光分解過程を調べた。



$(\text{CH}_3)_3\text{COCl}$ を 235 nm レーザー光で光分解して、生成する基底状態塩素原子 $\text{Cl}(^2P_{3/2})$ を光解離光と同じ波長のレーザーで (2 + 1) 共鳴多光子イオン化する。図 2 は実験で得られた Cl の 2 次元投影画像であり、図 3 は図 2 を 2 次元フィルターで処理した後 3 次元に復元したそのスライス画像である。3 次元分布は円筒対称である。図 3 に示されるように、Cl のフラグメントは、図の左右方向に向いている光解離レーザー光の電気ベクトルに沿って分布しており、上下方向や中心部分にはあまり存在しない。これはこの Cl が大きな並進エネルギーを持ち、なおかつ大きな角度異方性を持つためである。半径の大きさがそのまま光分解生成 Cl の速度に対応する。光分解生成物の速度ベクトルの空間分布は次の式で表される。

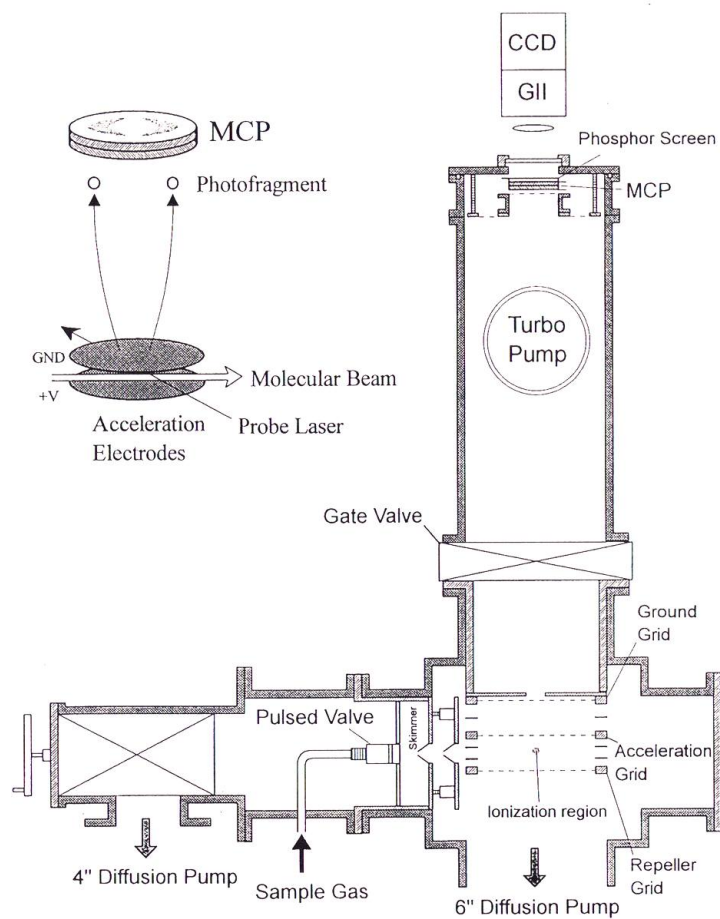


図1 反応生成物の2次元画像解析装置

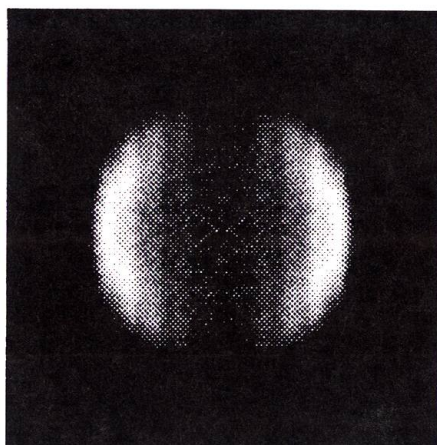


図2 光分解生成 Cl の 2 次元画像
tert-butyl hypochlorite の 235 nm 光分解

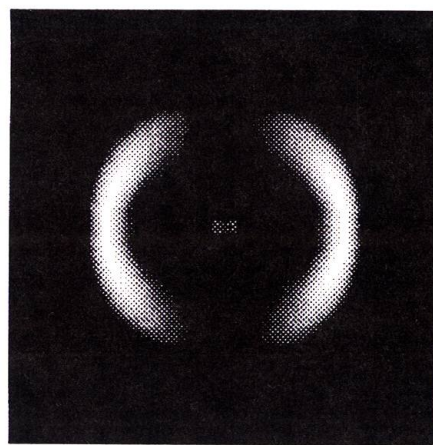


図3 図2を3次元に復元したスライス画像

$$I(v, \theta) = f(v)/(4\pi)[1 + \beta P_2(\cos\theta)]$$

ここで、 v は速度、 $f(v)$ は速度分布、 θ は分解光の偏光ベクトルと飛行方向のなす角度、 $P_2(x) \equiv (3x^2 - 1)/2$ である。 β は異方性パラメーターと呼ばれるもので、光吸収の遷移モーメントが解離する分子軸にたいして垂直の場合に -1 となり、平行の場合に 2 となる。図 3 の実験結果から、 2 に非常に近い β 値が得られ、光励起の遷移モーメントの方向が解離する O-Cl 結合に平行であることをがわかった。また細い円周上のピークを示していることは、Cl のもつ速度がほぼ一定であることを示している。このように、光分解生成物を画像でとらえることにより、従来の 1 次元ドップラー分光に比べて、正確に速度分布と角度分布を計測することができた。