

分子座標系におけるヨウ化メチル分子の C 1s 光電子放出角度分布

(東北大・多元研¹, 理研・放射光科学総合研究センター², 京大・院理³,
産総研・計測標準⁴)

○山田周平^{1,2}, 福澤宏宣^{1,2}, 立花徹也^{1,2}, 伊藤雄太^{1,2}, 永谷清信^{2,3}, 西山俊幸^{2,3},
酒井司^{2,3}, 八尾誠³, 大浦正樹², 齋藤則生^{2,4}, 上田潔^{1,2}

C 1s photoelectron angular distribution from iodomethane molecules in the molecular frame

(IMRAM, Tohoku Univ.¹, RSC², Kyoto Univ.³, AIST, NMIJ⁴)

○Shuhei Yamada^{1,2}, Hironobu Fukuzawa^{1,2}, Tetsuya Tachibana^{1,2}, Yuta Ito^{1,2},
Kiyonobu Nagaya^{2,3}, Toshiyuki Nishiyama^{2,3}, Tsukasa Sakai^{2,3}, Makoto Yao³,
Masaki Oura², Norio Saito^{2,4}, Kiyoshi Ueda^{1,2}

【序】

分子座標系における光電子放出角度分布 (Molecular-Frame Photoelectron Angular Distribution, MFPAD) の測定は分子の光イオン化ダイナミクスの詳細を理解するの有効な研究手段である。最近 Williams らはメタン分子 (CH₄) の MFPAD を測定し、数 eV の光電子放出では光電子は C-H 結合軸方向に放出されることを見出した [1]。本研究ではヨウ化メチル分子 (CH₃I) を標的試料として MFPAD を測定し、ヨウ素置換効果の観測を目指した。

【実験】

実験は SPring-8 の BL17SU で行った。超音速分子線として真空中に導入した試料分子線に直線偏光軟 X 線を照射し、ディレイライン型位置敏感検出器を備えた二台の飛行時間型運動量分光計により、全立体角に放出される電子とイオンを検出した。光子エネルギーは、CH₃I の C 1s イオン化ポテンシャル (291.43 eV [2]) よりも約 6 eV 高い 297 eV に設定した。CH₃I は内殻イオン化後に直ちにオーグメント過程により 2 価分子イオンとなり、イオン対に解離する。本実験では CH₃⁺ と I⁺ 3 次元運動量を同時計測し、分子軸の向きを axial recoil 近似により決定した。さらに光電子の 3 次元運動量を同時計測することで MFPAD を得ることが可能である。本研究では“プロジェクション法” [3,4] を用いて MFPAD を得た。

【結果と考察】

図 1 に実験データのプロジェクション解析により得られた 4 つの F 関数 [5] を示した。この F 関数を用いて得られる MFPAD を図 2 に示した。分子軸と入射光の電気ベクトル (E ベクトル) が張る平面上の光電子放出方向を示している。入射光の E ベクトルと C-I 軸のなす角が約 80 度のときに、C-I 軸に対して約 80 度の方向に強く光電子が放出されることが分かった。この結果は C-H 軸と入射光の E ベクトルが平行な時に C-H 軸方向に光電子が強く放出されることを示唆している。この点を明確にするために 3 個のイオンの同時計測により分子を完全に固定する解析を進行中である。

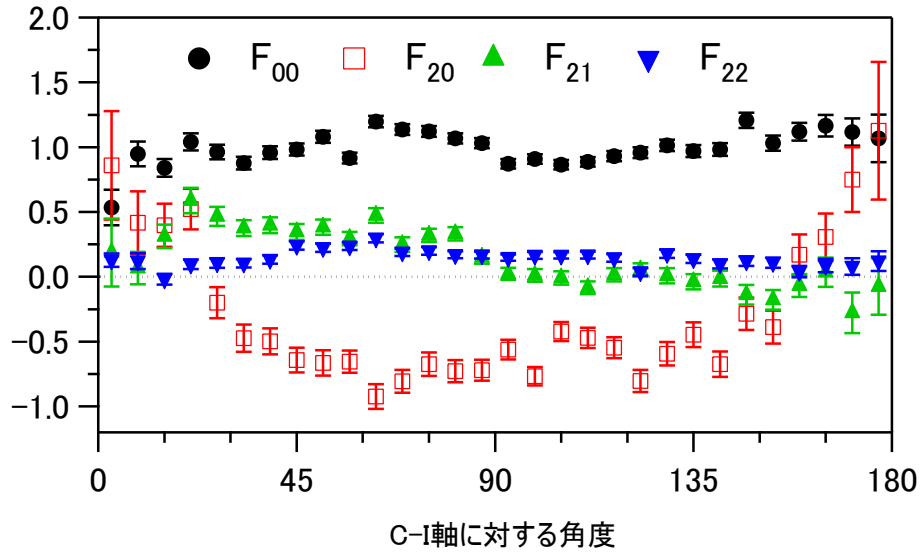


図 1. 実験データのプロジェクトン解析により得られた 4 つの F 関数。

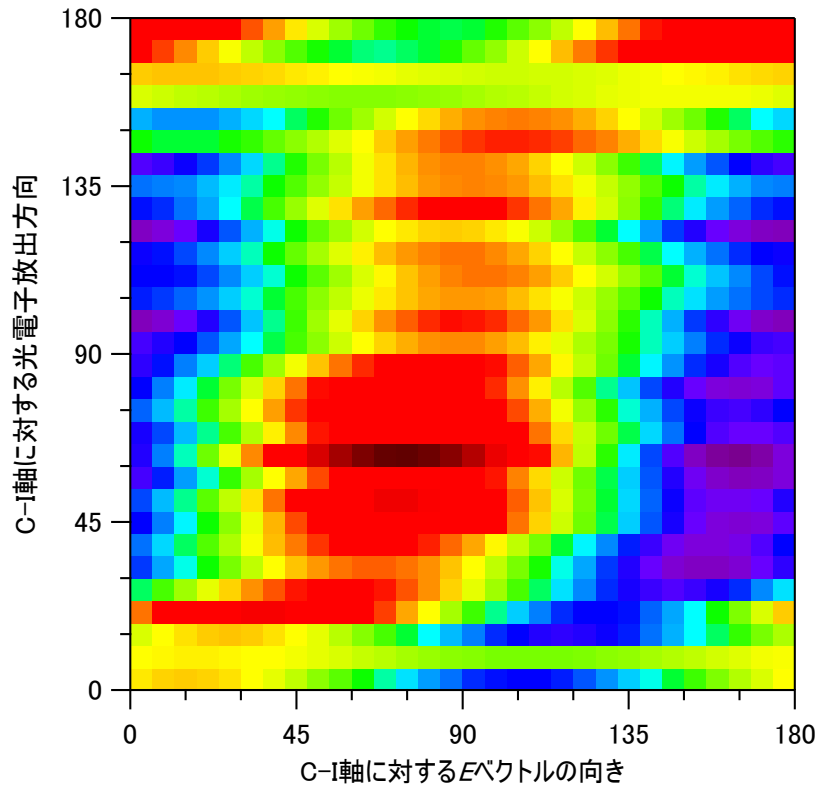


図 2. CH_3I 分子の C 1s 光電子放出における MFPAD。横軸は C-I 軸に対する E ベクトルの向き、縦軸は C-I 軸に対する光電子放出方向である。角度は CH_3^+ の反跳方向を 0° 、 I^+ の反跳方向を 180° と定義している。

参考文献

- [1] J. B. Williams *et al.*, Phys. Rev. Lett. **108**, 233002 (2012).
- [2] W. L. Jolly, *et al.*, At. Data Nucl. Data Tables **31**, 433 (1984).
- [3] R. R. Lucchese *et al.*, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. **155**, 95 (2007).
- [4] X.-J. Liu *et al.*, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **40**, 485 (2007)
- [5] R. R. Lucchese *et al.*, Phys. Rev. A **65**, 020702 (2002).