

2P015

赤外レーザーパルスを用いた C_2H_4 および C_2H_6 分子の角度分解再散乱電子スペクトルの測定と電子・イオン微分散乱断面積の抽出

(東北大・多元研¹、テキサス A&M 大学²、電通大・先進理工³) ○伊藤雄太¹、奥西みさき¹、嶋田浩三¹、Robert R. Lucchese²、森下亨³、上田潔¹

Extraction of electron-ion differential scattering cross sections from angle-resolved rescattering photoelectron spectra of C_2H_4 and C_2H_6 measured using IR laser pulses

(Tohoku Univ.¹, Texas A&M Univ.², Univ. of Electro-Communications³) ○Y. Ito¹, M. Okunishi¹, K. Shimada¹, Robert R. Lucchese², T. Morishita³, K. Ueda¹

【序】高強度レーザーを気相中の原子・分子に照射するとイオン化が起こる。イオン化によって放出された電子はレーザー電場の向きの反転に伴って進行方向を変え、親イオンと再衝突する。再衝突電子が親イオンと弾性衝突することで、親イオンの構造に関する情報を含んだ再散乱電子が放出される。この電子の再散乱過程はレーザー電場の 1 周期 (波長 800 nm の光で約 2.7 fs) 未満の短時間で起こることから、原子・分子の超高速ダイナミクスをフェムト秒の時間分解能で観測できることが期待される。当研究室ではこれまで、波長 800 nm のフェムト秒レーザーパルスを用いて再散乱電子スペクトルを測定し、実験結果から抽出した電子・イオン微分散乱断面積と、理論計算により求めた微分散乱断面積が良い一致を示すことから、この手法の有効性を確認してきた。[1] 問題点としては、800 nm 励起の場合では、レーザー電場の実効的な強度を上げることが限界に来ていることがあげられる。この問題は、レーザー光を長波長化することにより再衝突電子の運動量を増大させることで解決できると期待される。そこで本研究では、より長波長のレーザーパルスを用いた C_2H_4 および C_2H_6 分子の再散乱電子スペクトルの測定を行った。

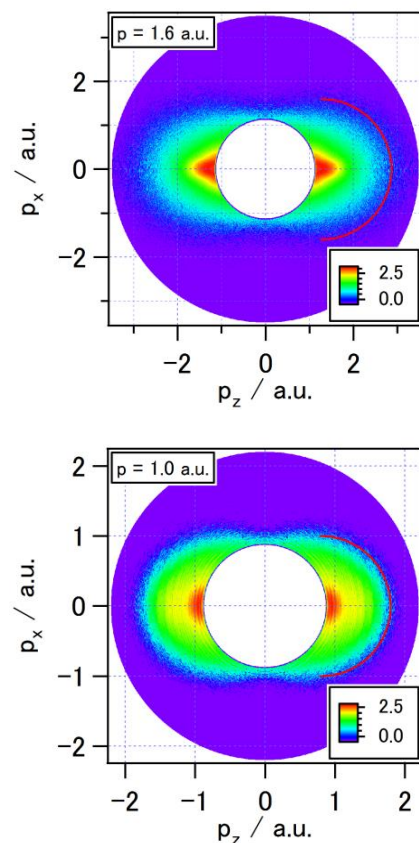


Fig. 1 C_2H_4 分子の角度分解再散乱電子スペクトル(上:波長 1.3 μm , 下: 波長 800 nm で測定)

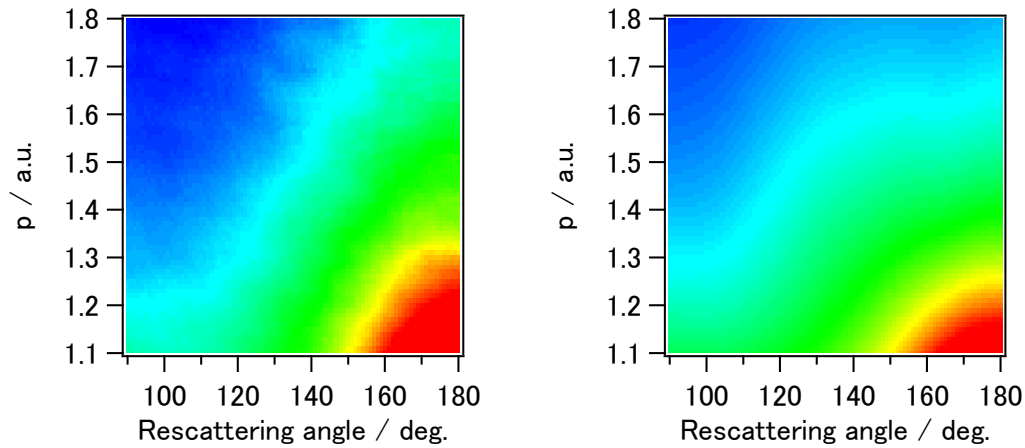


Fig. 2 各衝突運動量(p)において実験(左)および理論計算(右)から求めた C_2H_4 分子の微分散乱断面積の比較(2次元表示)

【実験】Ti:Sapphire レーザー(800 nm, 1 kHz, 1.5 W, 100 fs)の出力光を OPA により波長 1.3 μm に変換し、超高真空槽内に導入した試料ガスに集光照射した。試料には C_2H_4 および C_2H_6 を用いた。イオン化に伴い放出された電子を飛行時間型電子エネルギー分析器で検出した。 $\lambda/2$ 板を用いて入射光の偏光方向を回転させながら測定することで、エネルギースペクトルの角度分布を得た。

【結果と考察】Fig. 1 に波長 1.3 μm および 800 nm のレーザー光を用いて測定した C_2H_4 分子の角度分解再散乱電子スペクトルを示す。波長 800 nm のレーザー光を用いたときには衝突運動量(p)が 1.0 a.u.程度までの再散乱電子しか観測できなかったのに対し、1.3 μm では $p=1.6$ a.u.付近までの再散乱電子が観測された。Fig. 2 および Fig. 3 に C_2H_4 分子の実験および理論計算から求めた微分散乱断面積(DCSs)を示す。両者は同じような傾向を示しており、より大きな衝突運動量の領域においても本研究の手法の有効性を確認することができた。

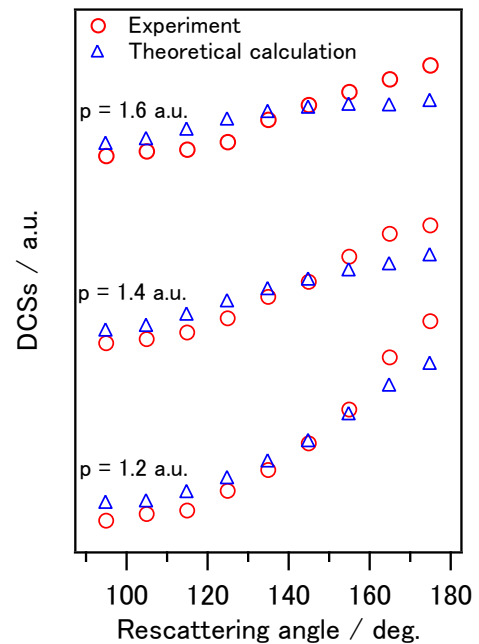


Fig. 3 ある衝突運動量(p)において実験および理論計算から求めた C_2H_4 分子の微分散乱断面積の比較(1次元表示)

References [1] M. Okunishi *et al.*, Phys. Rev. Lett. **100**, 143001 (2008); M. Okunishi *et al.*, Phys. Rev. Lett. **106**, 063001 (2011); C. Wang *et al.*, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **45**, 131001 (2012).