

菱 川 明 栄 (准教授) (2003 年 4 月 1 日着任)

A-1) 専門領域：光子場物理化学、原子分子光物理学

A-2) 研究課題：

- a) 極短パルス光による強レーザー場中分子ダイナミクスの解明
- b) クーロン爆発イメージングによる超高速反応追跡
- c) 高次高調波による極短パルス軟X線の発生と応用

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 9 fs および 40 fs 超短パルス強レーザー場 (2×10^{15} W/cm²) におけるオゾン (O₃) の 3 体クーロン場爆発過程, $O_3^{3+} \rightarrow O^+ + O^+ + O^+$, をコインシデンス運動量画像法を用いて測定した。Dalitz プロットに基づいた運動量ベクトル相関の解析から, レーザー場のパルス幅が長くなるにつれて, 対称伸縮振動及び屈曲振動座標方向に加えて非対称伸縮振動座標方向への構造変形が誘起されることが示された。
- b) マイケルソン干渉計によって得た高強度 9 fs レーザーパルス対 (1.3×10^{14} W/cm²) を重水素化アセチレンに照射し, これによって生成した C₂D₂³⁺ からのクーロン爆発過程をコインシデンス運動量画像法によりモニターした。パルス対の時間遅延を 30 fs から 90 fs に変化させたところ, D⁺ および C⁺ イオンの運動量がなす角の分布ピークが 30 度から 120 度に変化し, その後 280 fs で再び 30 度にピークを示すことが見いだされた。このことは, 水素原子が片方の炭素サイトから他方へ極めて高速 (~90 fs) にシフトした後, 元の炭素サイトへ再移動することを意味しており, 強レーザーパルスによって生成したアセチレン 2 価イオンにおいて水素移動反応が再帰的に起こる様子を可視化することに成功した。
- c) 希ガス非線形媒質 (Ne, Ar) を用いて発生させた高調波を, 希ガス圧, セル長, 集光強度を制御変数として最適化を行い, その特性を評価をした。その結果, 59 次高調波 (波長: 13.5 nm) において単位時間あたり光子数 10⁹ 程度, ビーム広がり 1.5 mrad の高強度短パルス軟X線を得ることに成功した。また, 特定次数の高調波を取り出すための誘電多層膜ミラーと, ポンプ・プローブ時間遅延部を備えたビームラインを構築した。

B-1) 学術論文

A. HISHIKAWA, A. MATSUDA, M. FUSHITANI and E. J. TAKAHASHI, "Visualizing Recurrently Migrating Hydrogen in Acetylene Dication by Intense Ultrashort Laser Pulses," *Phys. Rev. Lett.* **99**, 258302 (4 pages) (2007).

A. MATSUDA, E. J. TAKAHASHI and A. HISHIKAWA, "Dalitz Plot Analysis of Coulomb Exploding O₃ in Ultrashort Intense Laser Fields," *J. Chem. Phys.* **127**, 114318 (6 pages) (2007).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

A. HISHIKAWA, A. MATSUDA, M. FUSHITANI and E. J. TAKAHASHI, "Visualizing Recurrently Migrating Hydrogen by Few-Cycle Intense Laser Pulses," *J. Phys.: Conf. Series* **88**, 12056 (6 pages) (2007).

B-3) 総説、著書

A. HISHIKAWA and K. YAMANOUCHI, “Coulomb Explosion Imaging of Molecular Dynamics in Intense Laser Fields,” in *Progress in Ultrafast Intense Laser Science II*, K. Yamanouchi, S. L. Chin, P. Agostini and G. Ferrante, Eds., Springer; Heidelberg, pp. 1–24 (2006).

B-4) 招待講演

A. HISHIKAWA, “Real-time reaction imaging by ultrashort intense laser pulses and high-order harmonics,” International Symposium on Spectroscopy, Reaction Dynamics and Manipulation of Atoms and Molecules, Sendai (Japan), February 2007.

A. HISHIKAWA, “Visualizing recurrently migrating hydrogen in acetylene dication by Sub-10-fs Intense Laser Pulses,” COAST One-day Symposium on Ultrafast Intense Laser Science 3, Tokyo (Japan), May 2007.

A. HISHIKAWA, “Visualizing Recurrently Migrating Hydrogen in Acetylene Dication by Ultrashort Intense Laser Pulses,” XXV International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions, Freiburg (Germany), July 2007.

A. HISHIKAWA, “Visualizing Molecular Dynamics by Ultrashort Intense Laser Pulses,” 29th International Symposium on Free Radicals, Montana (U.S.A.), August 2007.

A. HISHIKAWA, “Visualizing Chemical Reactions by Laser Coulomb Explosion Imaging,” Asian CORE Symposium on Advanced Laser Spectroscopy, Kobe (Japan), September 2007.

菱川明栄, 「レーザー高次高調波によるレーザー場反応追跡: 現状と展望」第20回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム「シード光を用いた短波長コヒーレント光発生技術の現状と展望」広島国際会議場, 広島, 2007年1月.

菱川明栄, 「高次高調波によるレーザー場反応追跡: 現状と展望」UVSOR 研究会「自由電子レーザー開発の現状と将来～利用研究に向けて～」分子科学研究所, 岡崎, 2007年3月.

菱川明栄, 「極短パルスレーザー場における分子」第4回AMO 討論会, 電通大, 調布, 2007年6月.

菱川明栄, 「サブ10フェムト秒強レーザー場における分子過程」理研・分子研合同シンポジウム「エクストリームフォトリクス研究」ホテル竹島, 蒲郡, 2007年11月.

B-6) 受賞、表彰

菱川明栄, 原子衝突研究協会若手奨励賞 (2000).

菱川明栄, 日本分光学会賞論文賞 (2001).

菱川明栄, 平成19年度分子科学奨励森野基金 (2007).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

日本分光学会企画委員 (1999–2003).

原子衝突研究協会企画委員 (2001–2003, 2006–2008).

分子科学研究会委員 (2002–2006).

日本分光学会中部支部幹事 (2003–).

強光子場科学懇談会企画委員 (2004–2007).

強光子場科学懇談会幹事 (2007-).

日本化学会東海支部代議員 (2007-).

学会の組織委員

分子構造総合討論会プログラム委員 (2000).

分子構造総合討論会シンポジウム「レーザー場による分子過程コントロール」主催者 (2000).

日本分光学会装置部会・理研合同シンポジウム「強光子場の科学とその応用」主催者 (2000).

日本分光学会装置部会・理研合同シンポジウム「超短パルス電子線・X線技術の現状と新展開」主催者 (2002).

第8回東アジア化学反応ワークショップ主催者 (2004).

第22回化学反応討論会実行委員 (2005-2006).

原子衝突研究協会第31回研究会実行委員 (2005-2006).

レーザー学会第28回年次大会プログラム委員 (2007-2008).

Asia Pacific Laser Symposium (APLS) 2008 プログラム委員 (2007-2008).

B-8) 大学での講義、客員

総合研究大学院大学物理科学研究科, 「光化学」 2007年 8月 23日-25日.

京都大学大学院理学研究科化学専攻, 連携併任准教授, 2005年 4月-2008年 3月.

B-10) 外部獲得資金

松尾学術助成, 「強光子場中分子の電子相関ダイナミクス」 菱川明栄 (1999年).

基盤研究(C), 「多原子分子ドレスト状態の高分解能干渉ドップラー分光」 菱川明栄 (1999年).

基盤研究(B)(2), 「同時計数運動量測定による強光子場中多原子分子ドレスト状態の解明」 菱川明栄 (2000年-2001年).

若手研究(A), 「電子-イオンコインシデンス運動量計測による強光子場中分子ダイナミクス」 菱川明栄 (2002年-2004年).

特定領域研究(公募), 「分子ドレスト状態における核波束実時間追跡: コインシデンス画像法によるアプローチ」 菱川明栄 (2004年-2005年).

科学技術振興機構戦略的創造事業さきがけ, 「光電子ホログラフィーによるレーザー場反応追跡」 菱川明栄 (2005年-2009年).

C) 研究活動の課題と展望

- a) 強レーザー場中における基礎的な分子過程のうちイオン化を取り上げ, 特にトンネルイオン化領域における電子励起状態の寄与について研究を進める。
- b) クーロン爆発イメージングを利用した光誘起反応過程の実時間追跡および, 強レーザー場における分子過程の「その場」観測を行う。
- c) レーザー高次高調波が有する高い時間分解能と, 軟X線領域の高い光子エネルギーを利用した実時間反応追跡のための新規手法の開発を行い, 超高速核ダイナミクスの追跡だけにとどまらず, 反応過程を決定づける電子の運動を明らかにしたい。