

菱川明栄(准教授)(2003年4月1日着任)

A-1) 専門領域：強レーザー場科学

A-2) 研究課題：

- a) 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) 強レーザー場における分子の核および電子ダイナミクスを明らかにするために下記の研究を行った。
 - (i) 強レーザー場 (8×10^{14} W/cm²) におけるアセチレン (C₂H₂) の異性化反応 HCCH → CCH₂ を、3体クーロン爆発過程, C₂H₂³⁺ → H⁺ + C⁺ + CH⁺, に着目して調べた。レーザーパルス幅が 9 fs と極めて短い場合はアセチレン型構造がほぼ保たれているのに対して、パルス幅を 35 fs とした場合にはピニリデン型への構造変形が誘起されることが見いだされ、この異性化反応が極めて短い時間でおこることを明らかにした。
 - (ii) 9 fs 強レーザー場 (1×10^{15} W/cm²) によって生成した C₆D₆³⁺ からの3体解離が、すべて C₄D₄²⁺ 等の生成を経由した段階的な過程によること、RRKM 理論による統計的な予想には従わない特異な過程であることを見いだした。
 - (iii) 新たに電子-イオンコインシデンス運動量画像計測系の構築を行った。親イオン CS₂⁺ の光電子画像には多光子吸収を反映した同心円状の分布が観測されたのに対して、解離性イオン化によって生成した S⁺ および CS⁺ イオンとのコインシデンス光電子画像は、明瞭な構造のないブロードな分布を示すことを見だし、強レーザー場における解離性イオン化過程が 従来考えられてきたような親分子イオン CS₂⁺ の光吸収によるものではないことを初めて示した。
- b) 希ガス非線形媒質 (Ne) 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。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。これによって得られた単一次数 (59 次) 高調波を用いて、Xe および CH₃I からの内殻光電子およびオージェ電子の観測に成功した。

B-1) 学術論文

A. HISHIKAWA, A. MATSUDA, M. FUSHITANI and E. J. TAKAHASHI, "Acetylene-Vinylidene Isomerization in Ultrashort Intense Laser Fields Studied by Triple-Ion Coincidence Momentum Imaging," *J. Chem. Phys.* **128**, 084302 (5 pages) (2008).

B-3) 総説, 著書

菱川明栄, 「アト秒ダイナミクス」, *パリティ* vol. 23, No. 01, pp. 13-15 (2008).

菱川明栄, 松田晃孝, 伏谷瑞穂, 高橋栄治, 「クーロン爆発イメージングによる分子内水素移動反応の実時間可視化」, *レーザー加工学会誌* **15**, 46-49 (2008).

B-4) 招待講演

A. HISHIKAWA, “Visualizing Chemical Reactions by Few-cycle Intense Laser Pulses,” 11th International Conference on Multiphoton Processes, Heidelberg (Germany), September 2008.

M. FUSHITANI, A. MATSUDA, E. J. TAKAHASHI and A. HISHIKAWA, “Time-resolved Reaction Imaging by using Intense Few-cycle Laser Pulses and Laser High Order Harmonics,” 8th Asian International Seminar on Atomic and Molecular Physics, Perth (Australia), November 2008.

菱川明栄, 「極短パルス強レーザー場における分子過程」東京工業大学応用セラミックス研究所&物質材料研究機構ナノ計測センター合同シンポジウム「凝縮系の超高速現象とコヒーレント制御」東京工業大学, 大岡山, 2008年2月.

菱川明栄, 「サブ10フェムト秒クーロン爆発イメージングでみる超高速分子過程」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」理化学研究所, 和光, 2008年5月.

菱川明栄, 「高強度極短レーザーパルスによる実時間反応イメージング」応用物理学学会シンポジウム「アト秒量子ダイナミクス」中部大学, 春日井市, 2008年9月.

伏谷瑞穂, 「レーザー高次高調波を用いた超高速反応イメージング法の開発」日本分光学会先端レーザー分光部会, 第4回先端的レーザー分光の若手シンポジウム, 理化学研究所, 和光市, 2008年12月.

菱川明栄, 「極短パルス強レーザー場における分子過程」分光学会中部支部平成20年度講演会, 名古屋大学, 名古屋, 2008年12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

学協会役員等

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, 2006–2007).

分子科学研究会委員 (2002–2006).

日本分光学会中部支部幹事 (2003–2008).

強光子場科学懇談会企画委員 (2004–2007).

日本化学会東海支部代議員 (2007–2008).

強光子場科学懇談会幹事 (2007–).

学会の組織委員等

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).

東京工業大学応用セラミクス研究所&物質材料研究機構ナノ計測センター合同シンポジウム「凝縮系の超高速現象とコヒーレント制御」主催者 (2008).

B-8) 大学での講義，客員

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) 競争的資金

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(公募研究)「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) 非共鳴強レーザー場中分子における電子励起過程を明らかにするため，解離性イオン化過程に着目し，電子 - イオン多重相関計測からその理解を進める。特に繁政グループと共同で進めている多重電子 - イオン同時計測は，これまでにない新しいアプローチを提案するものと期待している。
- 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。