

菱 川 明 栄 (助 教 授) (2003 年 4 月 1 日 着 任)

A-1) 専門領域：光子場物理化学

A-2) 研究課題：

- a) 運動量相関計測による強光子場中分子ダイナミクスの解明
- b) 極短パルス光による反応イメージングと制御

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 強光子場中分子ダイナミクスの解明:分子内のクーロン場に匹敵するほどの極めて強い光子場における分子は摂動領域に比べて本質的に大きく異なったふるまいを示す。特に、光子場と分子との強い結合によって生じる「光ドレスト状態」においては、そのポテンシャル曲面の形状が光パルス形状に応じて刻一刻と変化するため、これを利用した化学反応コントロールや新奇反応経路の開拓へ向けた新たな展開が期待されている。このような強光子場における分子ダイナミクスを明らかにするために、これまで用いてきたコインシデンス運動量画像法とポンプ・プローブ計測を組み合わせることによって、その核ダイナミクスの実時間追跡(133 fs–3 ps)を行った。その結果、強光子場(0.2×10^{15} W/cm², 60 fs)において生成したCS₂²⁺においては2体解離過程CS₂²⁺ → CS⁺ + S⁺に加えて、エネルギー的には不利な3体解離過程CS₂²⁺ → S⁺ + C + S⁺が効率よく起きていることが見いだされ、強光子場におけるポテンシャル曲面変化に伴って対称伸縮振動方向への核波束の運動が誘起されることがわかった。
- b) 極短パルス光による反応イメージングと制御:光パルス照射後の分子のふるまいを構造の変化として実時間計測するために、サブ10フェムト秒レーザーパルスによるクーロン爆発イメージング、および超短パルス軟X線を用いた内殻光電子のホログラムを利用した新規手法の開発を進めている。これによって光吸収に伴う化学反応過程の理解へ向けた新たなアプローチを創出するとともに、レーザー場と分子の相互作用に関する新たな原理の発見と高効率な分子反応制御手法の探索を目指している。現在のところ、高強度短パルスレーザーの改良を行い、サブ10フェムト秒極短パルス(~8 fs, 400 μJ/pulse)の発生に成功しており、この光源を利用したポンプ・プローブ計測を進めている。

B-1) 学術論文

A. HISHIKAWA, M. UYAMA and K. YAMANOCHI, “Probing the Ultrafast Nuclear Motion in CS₂²⁺ in Intense Laser Fields,” *J. Chem. Phys.* **122**, 151104 (4 pages) (2005).

M. UYAMA, A. HISHIKAWA and K. YAMANOCHI, “Concerted and Sequential Coulomb Explosion Process of N₂O in Intense Laser Fields by Coincidence Momentum Imaging,” *J. Chem. Phys.* **123**, 154305 (8 pages) (2005).

B-4) 招待講演

A. HISHIKAWA, “Polyatomic molecules in intense laser fields studied by coincidence momentum imaging,” 9th East Asian Workshop on Chemical Reactions, Daejeon (Korea), March 2005.

菱川明栄, 「サブ10フェムト秒強光子場における分子過程」, 第1回『粒子相関と配向・偏極で探る有限量子系のダイナミクス』研究会, 高エネルギー加速器研究機構, つくば, 2005年6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).

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).

分子科学研究会委員 (2002-).

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-).

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).

B-8) 他大学での講義、客員

京都大学大学院理学研究科, 「光子場物理化学」, 2005年11月16日, 12月5日.

京都大学大学院理学研究科化学専攻, 客員助教授, 2005年4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

高強度極短パルスフェムト秒レーザーおよびレーザー高次高調波を用いた超高速分子ダイナミクスの解明に取り組む。