

見 附 孝一郎（助教授）

A-1) 専門領域：化学反応素過程、軌道放射分子科学

A-2) 研究課題：

- a) レーザーと軌道放射を組合せたポンプ・プローブまたは2重共鳴分光
- b) 高分解能斜入射分光器の研究開発とフラーレン科学への利用
- c) 極端紫外超励起状態や高励起イオン化状態の分光学と動力学
- d) 原子・分子・クラスターの光イオン化研究に用いる粒子同時計測法の開発
- e) 極端紫外域の偏極励起原子の光イオン化ダイナミクス

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 紫外モードロックレーザーとアンジュレータ光を組み合わせ、電子振動励起分子の光イオン化や光解離のダイナミクス、イオンの前期解離ダイナミクスなどに関する研究を行った。レーザーパルスとマルチバンチ放射光を厳密に同期させることで、分解能約500 psの時間分解ポンププローブ測定が可能である。また、レーザー誘起蛍光励起分光やレーザー多光子イオン化分光を起用することによって、超励起状態から解離生成したイオンまたは中性フラグメントの内部状態の観測を初めて実現した。フラグメントの回転分布から、解離の際のエネルギー分配について議論した。また、特定の化学結合を選択的に切断したり、特異的な化学反応を起こすような光励起過程を実現するための方法論の開発と実用化を目標としている。具体的には可視又は近赤外レーザーで生成する振動励起した水分子に放射光(20-1000 eV)を照射して、振動基底分子の放射光解離とは全く異なる反応分岐比や分解確率を得るという実験を開始している。
- b) 軌道放射光施設に、気相光励起素過程の研究を目的とした高分解能高フラックスの斜入射分光器を建設した。25から160 eVの光子エネルギーの範囲で、フラックス 10^{10} 光子/秒と分解能3000が同時に達成された。SまたはBr原子を含む分子のそれぞれ2p電子と3d電子を励起して、偏光に対して水平または垂直方向に飛来した解離イオンを検出することで、励起状態の対称性を分離した吸収スペクトルの測定を行った。続いて平成13年度から「フラーレンの軟X線分光専用ビームライン」の実用化を目指して、実験ステーションの改良と調整を施した。現在、他大学グループと共同して、フラーレンや金属内包フラーレンの吸収および光電子スペクトルの測定を開始している。特に、遷移金属原子の4d電子励起軟X線巨大共鳴が、炭素ケージの中でどのような影響を受けるかに興味を持っている。
- c) 軌道放射光施設に分子線光解離装置を製作し、CO₂、SO₂、ハロゲン化メチル、フロンなど20種余の分子についてイオン対を生成する過程を初めて見いだした。また、同施設の直入射分光器ラインに2次元掃引光電子分光装置を建設し、NO、C₂H₂、OCS、SO₂、CS₂、HI等の2次元光電子スペクトルを測定した。さらに、アンジュレータ斜入射分光器ラインで、OCSやH₂Oの極端紫外励起状態の緩和過程で放出される可視・紫外発光を検出し、蛍光分散および蛍光励起スペクトルを測定した。以上、得られた負イオン解離効率曲線、2次元光電子スペクトル、蛍光スペクトル等から、超励起状態のポテンシャルエネルギー曲面を計算しイオン化状態との電子的結合を評価したり、自動イオン化や前期解離のダイナミクスおよび分子の2電子励起状態や解離性イオン化状態の特質などについて考察した。
- d) 正イオン・負イオン同時計測法を初めて開発し、複数の光解離過程の識別と放出されるイオンの並進エネルギーの測定を可能とした。また、光電子・イオン飛行時間同時計測法により始状態が選別されたイオンの光解離の研究を行った。

- e) 直線偏光した放射光を用いて、基底状態原子をそのイオン化ポテンシャルより低いリユドベリ状態へ共鳴遷移させ、放射光の偏光方向に偏極した特定量子状態の励起原子を高密度で生成させる。この偏極原子(≒始状態)を、直線偏光した高出力レーザーによってイオンと電子にイオン化させる(≒終状態)。光電子角度分布の解析と理論計算を併用して、選択則で許される複数の終状態チャンネルの双極子遷移モーメントの振幅と位相差を決定した。究極的には、希ガス偏極原子の光イオン化における「量子力学的完全実験」を目指している。このテーマに関連して、円錐型の高効率角度分解電子エネルギーアナライザーを設計・製作し、感度や各種分解能などの性能を評価した(特許出願中)。

B-1) 学術論文

- S. MIYAKE, I. SHIMIZU, R. MANORY, T. MORI and G. KIMMEL**, “Structural Modifications of Hafnium Oxide Films Prepared by Ion Beam Assisted Deposition under High Energy Oxygen Irradiation,” *Surf. Coat. Technol.* **146-147**, 237 (2001).
- S. SAKABE, K. NISHIHARA, N. NAKASHIMA, J. KOU, S. SHIMIZU, V. ZHAKHOVSKII, H. AMITANI and F. SATO**, “The Interactions of Ultra-Short High-Intensity Laser Pulses with Large Molecules and Clusters: Experimental and Computational Studies,” *Phys. Plasmas* **8**, 2517 (2001).
- K. IWASAKI and K. MITSUKE**, “Development of a Conical Energy Analyzer for Angle-Resolved Photoelectron Spectroscopy,” *Surf. Rev. Lett.* **9**, 583 (2002).
- H. NAKANO, T. MORI, T. HORIKUBI and N. KAMEGASHIRA**, “Structural Analysis of a New Layered Compound: $\text{La}_{0.05}\text{Sr}_{0.95}\text{MnO}_3$,” *J. Am. Ceram. Soc.* **85**, 1576 (2002).
- T. MORI, N. KAMEGASHIRA, K. AOKI, T. SHISHIDO and T. FUKUDA**, “Crystal Growth and Crystal Structures of the LnMnO_3 Perovskites: $\text{Ln} = \text{Nd, Sm, Eu and Gd}$,” *Mater. Lett.* **54**, 238 (2002).
- R. MANORY, T. MORI, I. SHIMIZU, S. MIYAKE and G. KIMMEL**, “Growth and Structure Control of HfO_{2-x} Films with Cubic and Tetragonal Structures Obtained by Ion Beam Assisted Deposition,” *J. Vac. Sci. Technol., A* **20**, 549 (2002).
- K. MITSUKE**, “UV and Visible Dispersed Spectroscopy for the Photofragments Produced from H_2O in the Extreme Ultraviolet,” *J. Chem. Phys.* **117**, 8334 (2002).
- M. ONO and K. MITSUKE**, “Anisotropy of Fragment Ions from SF_6 by Photoexcitation between 23 and 210 eV,” *Chem. Phys. Lett.* **366**, 595 (2002).

B-4) 招待講演

- 見附孝一郎,「水の解離性サテライト状態とその崩壊過程」, 分子研研究会「原子分子の価電子素過程ダイナミクス」, 分子科学研究所, 岡崎, 2002年2月.
- 見附孝一郎,「極紫外原子分子分光」, 物性研究所研究会「極紫外・軟X線高輝度光源実現に向けて」, 物性研究所, 柏, 2002年2月.
- 見附孝一郎,「高感度蛍光分光法による真空紫外光解離機構の研究」, 日本化学会第81春季年会, BCSJ賞受賞講演, 早稲田大学, 東京, 2002年3月.
- 見附孝一郎,「極端紫外域の分子動力学と反応制御——大強度アンジュレータの利用研究」, フォトンファクトリー研究会「VUV領域放射光を用いた物性基礎研究の最前線」, 高エネルギー加速器研究機構, つくば, 2002年5月.
- 見附孝一郎,「放射光を利用した価電子領域のダイナミクス研究」, 広島大学理学部化学教室講演会, 東広島, 2002年7月.

K. MITSUKE, "Photoion yield spectrum of C₆₀ in the region of 23–210 eV," IMS Research symposium on Current Status and Future Prospect of Dynamics of Photon, Electron and Heavy-Particle Collisions, Okazaki, July 2002.

江潤卿,「フラーレンの光吸収測定と光電子分光」, 物性研究所ワークショップ「VUV・SX原子分子科学・生命科学の展望」, 柏, 2002年9月.

見附孝一郎,「フェムト秒パルス放射光源の開発と新しいサイエンスの展開」, フォトンファクトリー将来計画に関する研究会, 高エネルギー加速器研究機構, つくば, 2002年10月.

K. MITSUKE, "Development and recent results of synchrotron radiation and laser two-color experiments," The 8th User's Meeting of the Synchrotron Radiation Research Center (SRRC), Hsinchu (Taiwan), October 2002.

B-5) 受賞、表彰

見附孝一郎, 日本化学会欧文誌BCSJ賞 (2001).

B-6) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

原子衝突研究協会委員 (1987, 1998-).

原子衝突研究協会, 企画委員 (1996-).

学会等の組織委員

質量分析連合討論会, 実行委員 (1993).

第9回日本放射光学会年会, 実行委員 (1995-1996).

第12回日本放射光学会年会, 組織委員およびプログラム委員 (1998-1999).

第15回化学反応討論会, プログラム委員および実行委員長 (1998-1999).

International Symposium on Photo-Dynamics and Reaction Dynamics of Molecules, Okazaki, Cochair (1998-1999).

原子衝突協会第25回研究会, 実行委員 (1999-2000).

International Workshop on the Generation and Uses of VUV and Soft X-ray Coherent Pulses, Lund, Sweden, Member of the Program Committee (2001).

その他の委員

東京大学物性研究所高輝度光源計画推進委員会測定系小委員会委員 (1998-).

SeperSOR高輝度光源利用者懇談会幹事 (1999-2002).

All Japan高輝度光源利用計画作業委員 (2002-).

B-7) 他大学での講義、客員

東京大学物性研究所嘱託研究員, 2000年4月-2002年3月.

広島大学大学院理学系研究科集中講義, 2002年7月.

C) 研究活動の課題と展望

光電子分光, 蛍光分光, 質量分析, 同時計測法などを用い, 気相分子やクラスターの光イオン化過程の詳細を研究する。また, 真空紫外領域の中性超励起状態の分光学的情報を集積しその動的挙動を明かにしたい。近い将来の目標としては,

軌道放射と各種レーザーを組み合わせ、振動励起分子の放射光解離による反応分岐比制御、偏極原子の光イオン化ダイナミクスを角度分解光電子分光法で研究し、放出電子とイオン殻内の電子との相互作用の本質を理解すること、励起分子や解離フラグメントの内部状態を観測し、発光・解離・異性化・振動緩和などの過渡現象をポンプ・プローブ法や2重共鳴法で追跡することの3つが挙げられる。