

6-3 光分子科学研究領域

光分子科学第一研究部門

岡 本 裕 巳（教授）（2000 年 11 月 1 日着任）

A-1) 専門領域：分子分光学，物理化学

A-2) 研究課題：

- a) 先端的な近接場分光法の開発
- b) メソスコピックな構造を持つ有機分子集合体の構造とダイナミクスの観測
- c) 金属微粒子の素励起波動関数のイメージングと微粒子内ダイナミクス
- d) 金属微粒子及びその凝集体，配列体における電場増強効果

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 分子・分子集合体におけるナノ構造の観察と，特徴的な光学的性質，励起状態の（超）高速ダイナミクス等を探るための，近接場時間分解分光装置の開発を行い，並行して試料の測定を行っている。基本的な測定システムは既に数年前に完成し，光学像の横方向分解能は 50 nm 程度，時間分解能は 100 fs 以上を同時に実現している。現在は，更に短いレーザーパルスと空間位相変調による分散補償を導入した装置を開発中で，これにより金微粒子のプラズモンの緩和を，近接場領域で実時間で観測すること等が可能になると予測している。
- b) 所内外との共同研究として，鎖状ポルフィリン化合物や，LB 膜を生成するポリジアセチレン系化合物およびポルフィリン系化合物，糖鎖とカーボンナノチューブの複合体等に関して，近接場分光法に基づいた研究を進行中である。ポリジアセチレン LB 膜では，膜の色相の差によるモルフォロジーの違いや近接場光照射による構造変化，多光子重合反応を分光学的に検討中である。ポルフィリン LB 膜ではモルフォロジーに対応する光学的性質の差を検出すべく実験を開始した。糖鎖とカーボンナノチューブの複合体では，ナノチューブ単体では見られない特徴的な分光学的性質を解析中である。
- c) 各種形状金属微粒子の分光及びダイナミクスの測定を，単一微粒子内で空間を分解して行っている。貴金属微粒子の近接場分光測定により，プラズモンモードの波動関数の二乗振幅に対応するイメージが得られることを見いだしていたが，その理論的解釈について，所外との共同研究を行っている。また電子線描画等による任意形状の 2 次元金属ナノ構造で，プラズモン共鳴の特性の解明と制御を目指した研究を行い，特徴的なプラズモンモードが観察されている。また超高速測定とその解析から，光励起後の電子温度上昇がプラズモンモードを変形させることを見いだした。
- d) 貴金属微粒子を凝集・配列した試料の近接場領域での光学的性質に関する研究を，所外との共同研究で行っている。我々は近接場イメージングによって，微粒子凝集体における微粒子間空隙に生じる強い光電場とその表面増強ラマン散乱への寄与を，初めて実験的に実証することに成功している。これを発展させ，微粒子の形状・サイズと凝集状態による電場増強の違い，周囲のクロモフォア分子との相互作用に関して研究を進めている。また金属微粒子を用いた新たなイメージング法の開発，光反応場の研究への展開の可能性を探っている。

B-1) 学術論文

M. K. HOSSAIN, T. SHIMADA, M. KITAJIMA, K. IMURA and H. OKAMOTO, “Raman and Near-Field Spectroscopic Study on Localized Surface Plasmon Excitation from the 2D Nanostructure of Gold Nanoparticles,” *J. Microsc.* **229**, 327–330 (2008).

K. IMURA and H. OKAMOTO, “Ultrafast Photoinduced Changes of Eigenfunctions of Localized Plasmon Modes in Gold Nanorods,” *Phys. Rev. B* **77**, 041401(R) (4 pages) (2008).

T. SHIMADA, K. IMURA, M. K. HOSSAIN, H. OKAMOTO and M. KITAJIMA, “Near-Field Study on Correlation of Localized Electric Field and Nanostructures in Monolayer Assembly of Gold Nanoparticles,” *J. Phys. Chem. C* **112**, 4033–4035 (2008).

M. K. HOSSAIN, T. SHIMADA, M. KITAJIMA, K. IMURA and H. OKAMOTO, “Near-Field Raman Imaging and Electromagnetic Field Confinement in the Self-Assembled Monolayer Array of Gold Nanoparticles,” *Langmuir* **24**, 9241–9244 (2008).

N. N. HORIMOTO, K. IMURA and H. OKAMOTO, “Dye Fluorescence Enhancement and Quenching by Gold Nanoparticles: Direct Near-Field Microscopic Observation of Shape Dependence,” *Chem. Phys. Lett.* **467**, 105–109 (2008).

B-3) 総説, 著書

井村考平, 岡本裕巳, 「近接場顕微分光イメージングによる貴金属微粒子のプラズモンモードの研究」, *表面科学* **29**, 336–343 (2008).

K. IMURA and H. OKAMOTO, “Development of Novel Near-Field Microspectroscopy and Imaging of Local Excitations and Wavefunctions of Nanomaterials,” *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **81**, 659–675 (2008).

H. OKAMOTO and K. IMURA, “Near-Field Optical Imaging of Nanoscale Optical Fields and Plasmon Waves,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **47**, 6055–6062 (2008).

岡本裕巳, 「ナノの世界まで光で見えてしまう近接場光学」, 「自然科学研究機構シンポジウム講演収録集1 見えてきた! 宇宙の謎。生命の謎。脳の謎。」, 立花 隆編, 自然科学研究機構監修, (株)クバプロ, pp. 157–170 (2008).

B-4) 招待講演

岡本裕巳, 井村考平, 「近接場による金ナノ微粒子上のプラズモンの可視化」, 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研究シンポジウム「凝縮系の超高速現象とコヒーレント制御」, 東京, 2008年2月.

H. OKAMOTO and K. IMURA, “Near-field imaging of enhanced optical fields and plasmon waves,” The OSA Topical Conference on Nanophotonics 2008, Nanjing (China), May 2008.

H. OKAMOTO, “Potentiality of Scanning Near-Field Optical Microscopy,” 39th NIPS International Symposium & 7th OIB Symposium “Frontiers of Biological Imaging—Synergy of the Advanced Techniques,” Okazaki (Japan), November 2008.

井村考平, 岡本裕巳, 「貴金属ナノ構造体の近接場顕微分光研究」, 日本分光学会 高感度表面・界面分光部会 第一回シンポジウム, 筑波, 2008年12月.

B-6) 受賞, 表彰

岡本裕巳, 光科学技術研究振興財団研究者表彰 (1994).

岡本裕巳, 分子科学研究奨励森野基金 (1999).

井村考平, 応用物理学会講演奨励賞 (2004).

井村考平, ナノオプティクス賞 (2005).

井村考平, 分子構造総合討論会奨励賞 (2005).

井村考平, 光科学技術研究振興財団研究者表彰 (2007).

井村考平, 日本化学会進歩賞 (2007).

井村考平, 日本分光学会賞(奨励賞) (2007).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等員

日本化学会トピックス小委員会委員 (1993-1996).

日本分光学会編集委員 (1993-2001).

日本分光学会東海支部幹事 (2001-).

日本化学会東海支部常任幹事 (2003-2005).

分子科学研究会事務局 (2004-2006).

分子科学会運営委員 (2006-2008).

学会の組織委員等

The International Symposium on New Developments in Ultrafast Time-Resolved Vibrational Spectroscopy (Tokyo), Organizing Committee (1995).

The Tenth International Conference on Time-Resolved Vibrational Spectroscopy (Okazaki), Local Executive Committee (2001).

The Twentieth International Conference on Raman Spectroscopy (Yokohama), Local Organizing Committee (2006).

International Workshop on Soft X-ray Raman Spectroscopy and Related Phenomena (Okazaki), Local Organizing Committee (2006).

The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Frontiers of Molecular Science (Jeju), Co-chair (2007).

その他

スーパーサイエンスハイスクール(愛知県立岡崎高等学校)活動支援 (2003, 2004).

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, 「精密構造化学」, 2008年6月9日-11日.

北海道大学大学院共通講義, 「ナノテクノロジー・ナノサイエンス概論(ナノテクノロジー・ナノサイエンスと光科学)」, 2008年12月15日.

B-10) 競争的資金

萌芽的研究,「近接場光学による液相の励起状態ダイナミクス観測の可能性」,岡本裕巳(1999年).

分子科学研究奨励森野基金,「高速ダイナミクス解明のための分光手法の開発と応用」,岡本裕巳(1999年).

基盤研究(B),「電荷分離した励起状態の分子構造とダイナミクス:ピコ秒赤外分光法による研究」,岡本裕巳(1999年-2000年).

基盤研究(B),「動的近接場分光法による励起伝播ダイナミクスの分子科学」,岡本裕巳(2004年-2005年).

若手研究(B),「メソスコピック領域における金微粒子を用いた空間的エネルギー伝播の直接観測」,井村考平(2004年-2005年).

倉田奨励金,「時空間コヒーレンス観測に向けた超高速近接場分光システムの開発」,岡本裕巳(2005年).

萌芽研究,「近接場分光法による素励起の波動関数イメージング」,岡本裕巳(2005年-2007年).

特定領域研究(極微構造反応),「極微構造における素励起の時空間コヒーレンスの超高時間分解近接場分光」,岡本裕巳(2005年-2007年).

基盤研究(A),「ナノ微粒子系の波動関数と励起状態の動的挙動」,岡本裕巳(2006年-).

若手研究(A),「励起と検出の時空間を制御した時間分解近接場分光手法の構築」,井村考平(2006年-).

池谷科学技術振興財団研究助成,「固体表面・界面歪みの利用を目的とした2次元高精度歪み検出系開発」,成島哲也(2007年).

特定領域研究(光-分子強結合場),「近接場顕微分光に基づく光反応場の動的可視化・制御」,岡本裕巳(2007年-).

住友財団基礎科学研究助成,「開口散乱型近接場光学顕微鏡の開発」,井村考平(2007年-2008年).

科学技術振興機構さきがけ研究,「プラズモン物質の波動関数の光制御とその応用」,井村考平(2008年-).

C) 研究活動の課題と展望

数年前から、静的・動的近接場分光装置を用いた、メソスコピックな分子系・微粒子系に関する研究が進展している。有機分子系では所内外との共同研究も数件行い、他の方法では得難い情報を引き出すこと、微小空間での反応の誘起等が可能になっており、今後もこのような方向を一つの軸として行く。そのための新たな手法の開発も行う予定である。また金属微粒子に関しては波動関数や光電場の空間分布をイメージし、時間変化を追跡するという独自の研究領域を拓く事ができ、現在これを次のフェーズに発展させつつある。これが今後の研究の今一つの軸と考えている。時間分解近接場分光の時間分解能を格段に向上させ、励起直後の励起のコヒーレントな空間伝播や緩和の空間挙動の研究を目指しており、今少しの努力で20 fs程度の時間分解能が可能な段階に来ている。またこれまでの金属微粒子の研究によって、金属ナノ構造の性質・機能(特に光電場増強に基づく光学特性、新たな光反応場としての機能)の新たな可能性や、プラズモン電場、波動関数の空間特性に関する新たな可能性を見だしつつあり、それらを発展させる方向も継続して積極的に進める。

大 島 康 裕 (教授) (2004 年 9 月 1 日着任)

A-1) 専門領域：分子分光学，化学反応動力学

A-2) 研究課題：

- a) 非断熱相互作用による量子固有状態分布移動の実現
- b) 非断熱励起によって生成する量子波束の実験的特定
- c) 大振幅な構造変形運動に関する量子波束の生成と観測
- d) 右／左方向に回転する量子波束の生成と観測
- e) 高分解能非線形コヒーレント分光の開発
- f) 強レーザー場イオン化ダイナミクスについての分光学的研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 高強度な極短パルス光と分子との相互作用によって量子状態分布を非断熱的に移動する手法の開発を行なっている。特に、非共鳴光によるインパルスラマン励起と状態選択的プローブを組み合わせた実験手法を独自に開発し、回転運動に関する非断熱励起の実現と励起プロセスの詳細な追跡に利用してきている。これまでの2原子分子に関する研究に加えて、多原子分子の典型例としてベンゼンについて重点的に研究を行なっている。初期回転状態によって励起経路が顕著に変化することが理論的に予想されており、現在、ダブルパルス励起を用いた実験的検証を進めている。
- b) 前項で述べた非断熱回転励起では、高強度極短パルス光による多段階のラマン過程によって回転波束が生成する。この波束生成は極めて鋭敏に光強度に左右されるため、量子波束の実験的な特定が本質的に重要となる。そこで、ダブルパルス励起後の状態選択的プローブに基づいた新規決定法を提案し、さらに、ベンゼンを対象として実験を行なうことにより、回転量子波束の振幅および位相情報を初めて決定した。
- c) 上記 a) の非断熱励起は分子の分極に起因する現象であるため振動に関しても実現可能であり、特に、分子間振動のような低波数の振動モードの励起に有効と考えられる。このような発想に基づいて、ベンゼンクラスターを対象として実験を行い、分子間振動状態分布の非断熱移動を初めて実現した。さらに、振動量子波束の干渉を実時間領域のスペクトルとして直接観測することにも成功した。特に、通常のポンププローブ法ではイオン化後の解離によって中性クラスターのサイズ選別が困難であるのに対して、状態選択的プローブの利点を活用することにより、2量体と3量体のスペクトルを明確に分離して測定することができた。
- d) 通常の非断熱励起では、古典的な右もしくは左回転に対応する量子波束の生成は不可能である。チャープした円偏光パルスを用いる手法が提案されているが、実験的な検証例はない。今回始めて、直線偏光を利用しても適切にタイミングと偏光面を調節すれば、右／左方向回転の量子波束が生成できることを理論的に明らかにした。さらに、提案したスキームに則って回転励起した後に円偏光プローブによってスペクトルを観測することにより、空間的な orientation が実現されていることを実験的に検証した。
- e) 分子間相互作用ポテンシャルの詳細決定などへの展開を目指した高分解能非線形コヒーレント分光用光源として、半導体レーザー出力をシード光とするパラメトリック発振レーザーの製作を行なっている。光学系に様々な改良を加えることにより、 ~ 7 mJ/pulse という十分な出力のもとに安定に単一縦モード発振するシステムを完成した。

- f) 強レーザー場中における分子のトンネルイオン化過程について、分光学的手法を活用して解明する研究を行っており、イオン化の影響によって回転状態分布が有意に変化することを実験的に明らかにした。

B-1) 学術論文

H. HASEGAWA and Y. OHSHIMA, “Nonadiabatic Rotational Excitation of Benzene by Nonresonant Intense Femtosecond Laser Fields,” *Chem. Phys. Lett.* **454**, 148–152 (2008).

H. HASEGAWA and Y. OHSHIMA, “Quantum State Reconstruction of a Rotational Wave Packet Created by a Nonresonant Intense Femtosecond Laser Field,” *Phys. Rev. Lett.* **101**, 053002 (4 pages) (2008).

P. ANTOINE, E. FOUMOUO, B. PIRAUX, T. SHIMIZU, H. HASEGAWA, Y. NABEKAWA and K. MIDORIKAWA, “Two-Photon Double Ionization of Helium: An Experimental Lower Bound of the Total Cross Section,” *Phys. Rev. A* **78**, 023415 (11 pages) (2008).

B-4) 招待講演

Y. OHSHIMA, “Quantum-state manipulation of molecular motions with intense coherent light pulses,” The 2008 Asian-Core Symposium and Annual Meeting, Biomedical Research Center, KAIST, Deajeon (Korea), March 2008.

Y. OHSHIMA, “Coherent rotational dynamics of molecules in intense laser field,” The 15th International School on Quantum Electronics “Laser Physics and Applications,” Bourgas (Bulgaria), September 2008.

Y. OHSHIMA, “Coherent rotational/vibrational dynamics of molecules induced by intense ultrafast laser fields,” 8th Symposium on Extreme Photonics, Gamagori (Japan), November 2008.

Y. OHSHIMA, “Coherent rotational/vibrational dynamics of molecules induced by intense ultrafast laser fields,” 8th Asian International Seminar on Atomic and Molecular Physics, Perth (Australia), November 2008.

B-6) 受賞，表彰

大島康裕, 分子科学研究奨励森野基金 (1994).

北野健太, 第23回化学反応討論会ベストポスター賞 (2007).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本分光学会装置部会企画委員 (1995–1999).

日本化学会近畿支部幹事 (2001–2003).

日本化学会東海支部幹事 (2005–2006).

分子科学研究会委員 (2004–2006).

分子構造総合討論会運営委員 (2004–2006).

分子科学会運営委員 (2006–).

分子科学会幹事 (2008–).

日本分光学会先端レーザー分光部会幹事 (2006–).

学会の組織委員等

The East Asian Workshop on Chemical Reactions, Local Executive Committee (1999).

分子構造総合討論会実行委員 (2002-2003).

化学反応討論会実行委員 (2005-2006).

分子科学討論会実行委員 (2008-2009).

学会誌編集委員

日本化学会誌(化学と工業化学), 編集委員 (2001-2002).

その他

総研大アジア冬の学校実行委員 (2006-2007).

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, 「精密構造化学」, 2007年7月9日-10日.

東京大学教養学部, 大学院総合文化研究科「基礎科学特別講義 XIII, 相関基礎科学特殊講義 VIII (光と分子のコヒーレントダイナミクス)」, 2008年7月15日-17日.

横浜市立大学理学専攻, 「基盤科学序説(レーザー光で分子の運動を制御する)」, 2008年11月17日.

B-10) 競争的資金

三菱油化学研究奨励基金, 「分子配置の量子波束制御と化学反応コントロール」, 大島康裕 (1998年).

基盤研究(B), 「微視的溶媒和による無輻射過程の制御機構の解明」, 大島康裕 (1998年-2000年).

日本証券奨学財団研究調査助成, 「1重項酸素生成機構の分子論的解明」, 大島康裕 (2000年-2001年).

旭硝子財団研究助成, 「1重項酸素生成機構の分子論的解明」, 大島康裕 (2000年-2001年).

日本原子力研究所黎明研究, 「気体分子の配向完全制御と動的構造決定への応用」, 大島康裕 (2002年).

住友財団基礎科学研究助成, 「気体分子の配向完全制御と動的構造決定への応用」, 大島康裕 (2002年).

基盤研究(B), 「孤立少数自由度系における構造相転移の実験的探索」, 大島康裕 (2002年-2004年).

光科学技術振興財団研究助成, 「コヒーレント光による分子運動の量子操作」, 大島康裕 (2003年-2004年).

特定領域研究(公募研究)「強光子場分子制御」, 「強光子場による分子配列・変形の分光学的キャラクターゼーション」, 大島康裕 (2003年-2005年).

基盤研究(A), 「高輝度コヒーレント光によるコンフォメーションダイナミクスの観測と制御」, 大島康裕 (2006年-2009年).

三菱財団自然科学研究助成, 「量子準位分布制御を利用した分子間相互作用の精密決定」, 大島康裕 (2006年-2007年).

若手研究(B), 「気相分子の回転固有状態の波動関数イメージング」, 長谷川宗良 (2006年-2007年).

萌芽研究, 「マルチカラー同時発振レーザーの開発とコヒーレント分子科学への展開」, 大島康裕 (2008年-2009年).

特定領域研究(公募研究)「高次系分子科学」, 「非線形コヒーレント分光による分子間相互作用の精密決定」, 大島康裕 (2008年-2009年).

C) 研究活動の課題と展望

非共鳴な高強度極短パルス光との非断熱相互作用によって、振動自由度に関しても量子状態分布や量子波束の操作を実現できたことは、極めて大きな前進であったと言える。当研究グループ独自の方法論は、多様な分子系への適用の可能性を有しており、特に、サイズを明確に規定した分子クラスターにおける分子間振動の実時間ダイナミックスの研究に威力を発揮すると期待される。ベンゼンを含むヘテロクラスターへと対象を広げ、汎用性を実際に検証したい。また、回転励起の場合同様に、多段階のラマン過程が関与した量子波束生成も可能のはずである。光強度の制御や多重パルス励起の利用などによって実際に多段階励起を実現し、高振動励起分子の生成や構造異性化の誘起などへ繋げたい。また、右／左方向回転の量子波束を生成する方法論は実験的にも確立したので、イオンイメージング技術と結合することによって量子力学的な「右もしくは左回転」の画像化に取り組む。一方、高分解能レーザーを用いた非線形コヒーレント分光に関しては、複数のコヒーレントパルス光源の開発・整備がようやく完了したので、高い状態選択性を保持した断熱的分布移動の実現に早急に着手する。

光分子科学第二研究部門

大 森 賢 治（教授）（2003 年 9 月 1 日着任）

A-1) 専門領域：超高速コヒーレント光科学

A-2) 研究課題：

- a) アト秒精度のコヒーレント制御法の開発
- b) 量子論の検証実験
- c) コヒーレント分子メモリーの開発
- d) 分子ベースの量子情報科学
- e) 強レーザー場非線形過程の制御
- f) 高精度の化学反応制御

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) コヒーレント制御は、物質の波動関数の位相を操作する技術である。その応用は、量子コンピューティングや結合選択的な化学反応制御といった新たなテクノロジーの開発に密接に結び付いている。コヒーレント制御を実現するための有望な戦略の一つとして、物質の波動関数に波としての光の位相を転写する方法が考えられる。例えば、二原子分子に核の振動周期よりも短い光パルスを照射すると、「振動波束」と呼ばれる局在波が結合軸上を行ったり来たりするような状態を造り出す事ができる。波束の発生に際して、数フェムト秒からアト秒のサイクルで振動する光電場の位相は波束を構成する各々の振動固有状態の量子位相として分子内に保存されるので、光学サイクルを凌駕する精度で光の位相を操作すれば波束の量子位相を操作することができる。我々はこの考えに基づき、独自に開発したアト秒位相変調器（APM）を用いて、二つのフェムト秒レーザーパルス間の相対位相をアト秒精度で操作するとともに、このパルス対によって分子内に発生した二つの波束の相対位相を同様の精度で操作する事に成功した。さらに、これらの高度に制御された波束干渉の様子を、ピコメートルレベルの空間分解能とフェムト秒レベルの時間分解能で観測する事に成功した。
- b) APMを用いて、分子内の2個の波束の量子干渉を自在に制御する事に成功した。また、この高精度量子干渉をデコヒーレンス検出器として用いる事によって、熱的な分子集団や固体中の電子的なデコヒーレンスを実験的に検証した。
- c) 光電場の振幅情報を分子の振動固有状態の量子振幅として転写する量子メモリーの開発を行なった。ここでは、フェムト秒光パルス対によって分子内に生成した2個の波束間の量子位相差をアト秒精度で操作し、これらの干渉の結果生成した第3の波束を構成する各振動固有状態のポピュレーションを観測することによって、光電場の振幅情報が高精度で分子内に転写されていることを証明することができた。また、フェムト秒光パルス対の時間間隔をアト秒精度で変化させることによって波束内の固有状態のポピュレーションの比率を操作できることを実証した。
- d) 分子メモリーを量子コンピューターに発展させるためには、c)で行ったポピュレーション測定だけでなく、位相の測定を行う必要がある。そこで我々は、c)の第3の波束の時間発展を別のフェムト秒パルスを用いて実時間観測した。これによって、ポピュレーション情報と位相情報の両方を分子に書き込んで保存し、読み出すことが可能であることを実証した。振動固有状態の組を量子ビットとして用いる量子コンピューターの可能性が示された。さらに、分子波束を用いた量子フーリエ変換を開発した。

- e) 分子の振動波束を構成する振動固有状態の振幅と位相を強レーザー場で制御することに成功した。
- f) アト秒精度のコヒーレント制御法を開発したことによって電子励起状態を介した反応制御が可能になった。今後、多原子分子の光解離過程への応用を計画している。

B-2) 総説, 著書

K. OHMORI, "Development of Ultrahigh-Precision Coherent Control and Its Applications," *Proc. Jpn. Acad. Ser. B* **84**, 167–175 (2008).

大森賢治, 「コヒーレンスの極限と制御～量子のさざ波を光で制御する～」, *化学と工業* **61**, 108–111 (2008).

香月浩之, 大森賢治, 「アト秒精度の波束干渉制御」, *レーザー研究* **36**, 31–36 (2008).

B-4) 招待講演

大森賢治, 「アト秒ピコメートル精度の時空間コヒーレント制御」, 平成20年度(社)日本分光学会年次講演会, 仙台, 2008年11月.

K. OHMORI, "Ultrafast Coherent Control of Picometric Quantum Ripples in Molecules," 8th Symposium on Extreme Photonics "Ultrafast Meets Ultracold," Gamagori (Japan), November 2008.

大森賢治, 「Visualizing and Controlling Picometric Quantum Ripples in Molecules」, 第四回量子情報未来テーマ開拓研究会, 南城, 2008年9月.

大森賢治, 「量子さざ波をアト秒精度で制御する」, 2008年秋季第69回応用物理学会, 春日井, 2008年9月.

大森賢治, 「量子さざ波: 量子の波を光で制御する」, 池上研究会(先端科学セミナー), 名古屋, 2008年8月.

大森賢治, 「アト秒ピコメートル精度の時空間コヒーレント制御」, ERATO 上田マクロ量子プロジェクト研究戦略セミナー, 東京, 2008年7月.

大森賢治, 「量子さざ波: 量子の波を光で制御する」, 名古屋大学グローバルCOEプログラム「分子性機能物質科学の国際教育研究拠点形成」講義[化学系セミナー], 名古屋, 2008年6月.

大森賢治, 「アト秒ピコメートル精度の時空間コヒーレント制御」, 第2回分子科学会シンポジウム, 大阪, 2008年5月.

K. OHMORI, "Visualizing and Controlling Picometric Quantum Ripples in Molecules," Norman Hascoe Distinguished Lecture Series, University of Connecticut, Storrs (U.S.A.), March 2008.

大森賢治, 「分子の中のピコメートルスケールの量子さざ波を可視化して制御する」, 物質・材料研究機構ナノ計測センター——東京工業大学応用セラミックス研究所シンポジウム「凝縮系の超高速現象とコヒーレント制御」, 東京, 2008年2月.

K. OHMORI, "Ultrafast Coherent Control of Picometric Quantum Ripples in Molecules," The 6th Asia Pacific Laser Symposium, Nagoya (Japan), January 2008.

K. OHMORI, "Quantum Coherence in Molecules; Observation and Control," COAST/CORAL Winter School on Advanced Laser Science, Echigo Yuzawa (Japan), January 2008.

K. OHMORI, "Tailoring Picometric Quantum Carpets by Controlling Ultrafast Wave-Packet Interference," 38th Winter Colloquium on The Physics of Quantum Electronics, Snowbird (U.S.A.), January 2008.

H. KATSUKI, "Influence of Strong Laser Pulses on the Amplitudes and Phases of Vibrational Wave Packets; Model Study of Decoherence," 5th Asian Conference on Ultrafast Phenomena, National university of Singapore (Singapore), January 2008.

B-6) 受賞, 表彰

香月浩之, 光科学技術研究振興財団研究表彰 (2007).

大森賢治, 日本学士院学術奨励賞 (2006).

大森賢治, 日本学術振興会賞 (2006).

大森賢治, 光科学技術研究振興財団研究表彰 (1998).

大森賢治, 東北大学教育研究総合奨励金 (1995).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

分子科学研究会委員 (2002–2006).

分子科学会設立検討委員 (2005–2006).

分子科学会運営委員 (2006–2008).

原子衝突研究協会運営委員 (2006–2008).

学会の組織委員等

International Conference on Spectral Line Shapes 国際プログラム委員 (1998–).

21st International Conference on the Physics of Electronic and Atomic Collisions 準備委員, 組織委員 (1999).

The 5th East Asian Workshop on Chemical Reactions 組織委員長 (2001).

分子構造総合討論会実行委員 (1995).

第19回化学反応討論会実行委員 (2003).

原子・分子・光科学(AMO)討論会プログラム委員 (2003–).

APS March meeting; Focus Topic Symposium “Ultrafast and ultrahighfield chemistry” 組織委員 (2006).

APS March meeting satellite “Ultrafast chemistry and physics 2006” 組織委員 (2006).

第22回化学反応討論会実行委員 (2006).

その他

平成16年度安城市シルバーカレッジ「原子のさざ波と不思議な量子の世界」.

岡崎市立小豆坂小学校 第17回・親子おもしろ科学教室「波と粒の話」.

立花隆+自然科学研究機構シンポジウム 爆発する光科学の世界—量子から生命体まで—「量子のさざ波を光で制御する」.

B-8) 大学での講義, 客員

名古屋大学グローバルCOE プログラム「分子性機能物質科学の国際教育研究拠点形成」講義, 「化学系セミナー (量子さざ波; 量子の波を光で制御する)」, 2008年6月10日.

Sokendai Asian Winter School “Molecular Sciences on Different Space-Time Scales,” “Quantum Ripples in Molecules; Observation and Control,” 2008年12月11日.

東京工業大学応用セラミックス研究所, 客員教授, 2007年4月–2008年3月.

B-10) 競争的資金

基盤研究(B),「遺伝アルゴリズムを用いたデコヒーレンスの検証と制御法の開発」, 大森賢治 (2006年-2007年).

基盤研究(A),「サブ 10 アト秒精度の量子位相操作と単一分子量子コンピューティング」, 大森賢治 (2003年-2005年).

特定領域研究(2)「強レーザー光子場における分子制御」計画班,「単一原子分子のアト秒コヒーレント制御」, 大森賢治 (2003年-2005年).

基盤研究(B),「アト秒波束干渉制御法の開発と量子コンピューティングへの応用」, 大森賢治 (2001年-2002年).

特定領域研究(A)「物質設計と反応制御の分子物理化学」,「ファンデルワールス半衝突反応のフェムト秒ダイナミクスと超高速光量子制御」, 大森賢治 (1999年-2001年).

基盤研究(C),「強レーザー場中の金属クラスターのクーロン爆発および高調波発生の実時間観測と制御」, 大森賢治 (1999年-2000年).

C) 研究活動の課題と展望

今後我々の研究グループでは, APM を高感度のデコヒーレンス検出器として量子論の基礎的な検証に用いると共に, より自由度の高い量子位相操作技術への発展を試みる。そしてそれらを希薄な原子分子集団や凝縮相に適用することによって,「アト秒量子エンジニアリング」と呼ばれる新しい領域の開拓を目指している。当面は以下の4テーマの実現に向けて研究を進めている。

- ① デコヒーレンスの検証と抑制: デコヒーレンスは, 物質の波としての性質が失われて行く過程である。量子論における観測問題と関連し得る基礎的に重要なテーマであるとともに, テクノロジーの観点からは, 反応制御や量子情報処理のエラーを引き起こす主要な要因である。その本質に迫り, 制御法を探索する。
- ② 量子散逸系でのコヒーレント制御の実現: ①で得られる知見をもとにデコヒーレンスの激しい凝縮系でのコヒーレント制御法を探索する。
- ③ 分子ベースの量子情報科学の開拓: 高精度の量子位相操作によって分子内の振動固有状態を用いるユニタリ変換とそれに基づく量子情報処理の実現を目指す。さらに, 単一分子の操作を目指して, 冷却分子の生成を試みる。
- ④ レーザー冷却された原子集団のコヒーレント制御: レーザー冷却された原子集団への振幅位相情報の書き込みと空間的に隔たった別の原子集団への転送法の実現を目指す。

これらの研究の途上で量子論を深く理解するための何らかのヒントが得られるかもしれない。その理解はテクノロジーの発展を促すだろう。我々が考えている「アト秒量子エンジニアリング」とは, 量子論の検証とそのテクノロジー応用の両方を含む概念である。

光分子科学第三研究部門

小 杉 信 博（教授）（1993 年 1 月 1 日着任）

A-1) 専門領域：軟X線光化学，光物性

A-2) 研究課題：

- a) 軟X線内殻分光による分子間相互作用の研究
- b) 内殻励起を利用した禁制価電子状態の研究
- c) 内殻励起の理論的アプローチの開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 軟X線内殻分光による分子間相互作用の研究：孤立分子，分子クラスター，マトリックス分離した分子，低温で凝縮させた分子，液体・溶液（溶質，溶媒）分子の電子構造を比較するために，種々の実験を行っている。内殻分光では内殻励起した原子のサイトで局所的に射影した電子構造（電子構造そのものが局在しているわけではない）がわかる。最近の分光技術では 100 eV を越える軟X線領域でも 1 meV 精度の高分解能実験が可能になり，注目した原子サイトに影響を及ぼしている弱い相互作用を抜き出して明らかにできる。例えば，サイズに依存したいろいろなサイト（角，末端，面，クラスター内部など）での分子間相互作用を区別でき，それらの成分比からクラスターの大きさや構造が推定できる。分子イオンの電荷分布が電子状態により違うこともわかる。さらに，内殻励起軟X線吸収エネルギーのシフト量（赤方，青方の違いもある）から分子間の配向までわかる。
- b) 内殻励起を利用した禁制価電子状態の研究：これまで内殻電子の大きなスピン軌道相互作用を利用して1重項基底状態分子から1光子イオン化で4重項状態を観測する共鳴光電子分光法，および1重項基底状態分子から1光子励起で3重項励起状態を観測する軟X線共鳴ラマン分光法の開発を行ってきた。これら全く新しいスピン禁制光電子放出，スピン禁制価電子励起は軟X線を利用することで初めて可能となる2次光学過程に基づく。特に軟X線発光を観測する装置は従来のものと全く違う新しい発想でデザインしたものである。現在，有機デバイス材料の評価に利用を開始した。
- c) 内殻励起の理論的アプローチの開発：本グループで開発した軟X線吸収スペクトルの量子化学計算コード GSCF3 は世界の放射光施設（スウェーデン MAX，米 ALS，独 BESSY，独 DESY，カナダ CLS，米 Aladdin，伊 Elettra など）の利用者によって簡単な分子から高分子などの大きな分子まで 10 年以上前から活用されてきた。ところが，ここ 10 年ほどの間に放射光源の性能向上によって内殻励起の実験研究が大きく進み，多電子励起，スピン軌道相互作用，円偏光度などの新たな観測データに対して理論支援が要求されるようになった。そのため，実験家のための使いやすい内殻励起計算用量子化学 CI コード GSCF4 を引き続き開発・整備している。

B-1) 学術論文

B. WINTER, E. F. AZIZ, N. OTTOSSON, M. FAUBEL, N. KOSUGI and I. V. HERTEL, "Electron Dynamics in Charge-Transfer-to-Solvent States of Aqueous Chloride Revealed by Cl^- 2p Resonant Auger-Electron Spectroscopy," *J. Am. Chem. Soc.* **130**, 7130–7138 (2008).

M. YAMAZAKI, J. ADACHI, Y. KIMURA, A. YAGISHITA, M. STENER, P. DECLEVA, N. KOSUGI, H. IWAYAMA, K. NAGAYA and M. YAO, “Decay Channel Dependence of the Photoelectron Angular Distributions in Core-Level Ionization of Ne Dimers,” *Phys. Rev. Lett.* **101**, 043004 (4 pages) (2008).

A. LINDGREN, N. KOSUGI, M. GISSELBRECHT, A. KIVIMÄKI, F. BURMEISTER, A. NAVES de BRITO and S. L. SORENSEN, “Core Localization and σ^* Delocalization in the O 1s Core-Excited Sulfur Dioxide Molecule,” *J. Chem. Phys.* **128**, 114311 (10 pages) (2008).

I. L. BRADEANU, N. KOSUGI, R. FLESCH and E. RÜHL, “Site-Dependent Spectral Shifts in Core-to- π^* Excitations of Pyridine Clusters,” *J. Phys. Chem. A* **112**, 9192–9199 (2008).

M. NAGASAKA, T. HATSUI and N. KOSUGI, “Exchange Interaction in Kr 3d Excitations of Small Krypton Clusters,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **166-167**, 16–20 (2008).

M. NAGASAKA, H. KONDOH, K. AMEMIYA, T. OHTA and Y. IWASAWA, “Proton Transfer in a Two-Dimensional Hydrogen-Bonding Network: Water and Hydroxyl on a Pt(111) Surface,” *Phys. Rev. Lett.* **100**, 106101 (4 pages) (2008).

B-4) 招待講演

N. KOSUGI, “Resonant Auger spectra of Kr clusters and aqueous chlorides,” 21th International Conference on X-ray and Inner-shell Processes X’08 Paris (France), June 2008.

B-6) 受賞、表彰

小杉信博, 分子科学研究奨励森野基金研究助成 (1987).

初井宇記, 日本放射光学会奨励賞 (2006).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本放射光学会評議員 (1994–1995, 1998–1999, 2002–2003, 2006–2008), 庶務幹事 (1994), 特別委員会委員 (将来計画 2001–2003, 先端的リング型光源計画 2005–2006).

日本化学会化学技術賞等選考委員会委員 (2001–2002).

学会の組織委員等

VUV 真空紫外光物理国際会議国際諮問委員 (2004–2008).

X線物理及び内殻過程の国際会議国際諮問委員 (2006–2008).

VUVX 真空紫外光物理及びX線物理国際会議国際諮問委員 (2008–2012).

VUV-12, VUV-14 真空紫外光物理国際会議プログラム委員 (1998, 2004).

SRI シンクロトロン放射装置技術国際会議国際諮問委員 (1994, 1997, 2000, 2003, 2006, 2009).

ICESS 電子分光及び電子構造国際会議国際諮問委員 (2006–).

ICESS-II 電子分光及び電子構造国際会議・共同議長, 国際プログラム委員長 (2007–2009).

ICESS-8,9,10 電子分光及び電子構造国際会議国際プログラム委員 (2000, 2003, 2006).

IWP 光イオン化国際ワークショップ国際諮問・プログラム委員 (1997, 2000, 2002, 2005, 2008).

COREDEC 内殻励起における脱励起過程国際会議プログラム委員 (2001).

ICORS2006 第20回国際ラマン分光学会議プログラム委員 (2006).

IWSXR 軟X線ラマン分光及び関連現象に関する国際ワークショップ組織委員長 (2006).

XAFS X線吸収微細構造国際会議実行委員(1992), 組織委員(2000), プログラム委員(1992, 2000), 国際諮問委員(2003).

ICFA-24 次世代光源に関する先導的ビームダイナミクス国際ワークショップ組織委員 (2002).

日仏自由電子レーザーワークショップ副組織委員長 (2002).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

文部科学省科学技術・学術審議会専門委員(研究計画・評価分科会) (2005-2007).

文部科学省放射光施設の連携・協力に関する連絡会議作業部会委員 (2007-2008).

文部科学省大学共同利用機関法人準備委員会自然科学研究機構検討委員 (2003-2004).

日本学術振興会国際科学協力事業委員会委員 (2002-2003), 科学研究費委員会専門委員 (2007-2008).

科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業(さきがけ)領域アドバイザー (2008-).

大学共同利用機関法人自然科学研究機構教育研究評議員 (2004-2006).

高エネルギー加速器研究機構運営協議員会委員 (2001-2003), 物質構造科学研究所運営協議員会委員 (2001-2003), 加速器・共通研究施設協議会委員 (2001-2003).

東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設運営委員会委員 (1994-).

日本学術会議放射光科学小委員会委員 (2003-2005).

学会誌編集委員

Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena, Editorial Board member (2005-2006), Editor (2007-).

その他

アジア交流放射光国際フォーラム組織委員及び実行委員 (1994, 1995, 2001, 2004).

アジア・オセアニア放射光フォーラム AOFSSR Cheiron School 国際諮問委員 (2007).

極紫外・軟X線放射光源計画検討会議光源仕様レビュー委員会委員 (2001-2002).

SPring-8 評価委員会委員 (2002, 2003, 2004), 専用施設審査委員会委員 (2007-), 登録機関利用活動評価委員会委員 (2008).

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光共同利用実験審査委員 (1997-2001), 放射光研究施設評価分科会委員 (2001-2002), 放射光戦略ワーキンググループ会議委員 (2007-), 放射光科学国際諮問委員会電子物性分科会委員 (2008).

台湾放射光科学国際諮問委員会委員(2008-).

B-8) 大学等での講義, 客員

総合研究大学院大学物理科学研究科, 共通専門基礎科目「基礎光化学」, 2008年12月.

Université Pierre et Marie Curie, Laboratoire de Chimie Physique-Matière et Rayonnement, 客員教授, 2008年-2009年.

B-10) 競争的資金

基盤研究(B), 「内殻励起による分子性遷移金属化合物の光物性研究」, 小杉信博 (1999年-2001年).

基盤研究(B), 「内殻励起を利用したスピン禁制イオン化・励起状態の研究」, 小杉信博 (2003年-2005年).

基盤研究(B), 「軟X線内殻分光による分子間相互作用系の局所電子構造研究」, 小杉信博 (2008年-2010年).

科学技術振興調整費(若手任期付研究員支援),「次世代軟X線発光分光器の開発」, 初井宇記 (2003年-2006年).

科学技術振興機構戦略創造事業さきかけ,「価電子をその場観測する顕微軟X線発光分光法の開発」, 初井宇記 (2006年-2008年).

C) 研究活動の課題と展望

昨年度まで4年ほど掛けた方法論の開発研究もほぼ終了し, 測定を順次, 開始している。測定対象の現象としてはこれまでの内殻励起過程から脱励起過程に研究の重点をシフトし, 測定対象の物質系としてはこれまでの孤立分子系や分子固体を中心とした研究からクラスターや液体・溶液の研究に重点をシフトしつつある。そのため, 基底状態からの直接過程では見ることのできない価電子領域のイオン化・励起状態の研究を液体・溶液のようにこれまで困難とされてきた系に展開すべく実験装置と理論計算コードを整備した。内殻励起状態を中間状態とする二次光学過程では, 寿命の短い内殻励起状態の寿命幅に支配されない高分解能分光が可能となるが, 遷移確率の少ない過程でもあるので, 高輝度で高分解能軟X線分光の最新技術を導入することが不可欠である。そこで, 高度化されたUVSOR 光源の性能をフルに引き出せるように, アンジュレータ, 分光器, 測定装置のマッチングを最適にした最新の軟X線ビームラインを建設し, 光電子分光システムと高分解能軟X線発光分光システムの開発に取り組んだ。現在, 完全に入れ替わった新しい研究室メンバーによって, 測定試料の状態に依らないその場観測可能な分光法としての方法論の確立と弱い相互作用系における基礎過程の研究を展開している。

見 附 孝一郎（准教授）（1991 年 4 月 1 日着任）

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) 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
- b) 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
- c) 極端紫外励起状態や高励起イオン化状態の分光学と動力学

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 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。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を測定した。続いて，「フラーレンの極端紫外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。そしてフラーレン類の質量分析と光電子分光を展開している（装置に関し特許取得）。最近は気相及び凝縮相の C_{60} や C_{70} の絶対光吸収断面積を測定し，巨大共鳴ピーク（ ~ 20 eV）に付随する形状共鳴遷移を初めて観測した。また，遷移金属原子の 4d 電子励起軟巨大共鳴が，金属内包フラーレンの炭素ケージの中でどのような影響を受けるかを検討した。さらに，多価イオンやフラグメントの収量曲線を精密に測定し，求めたしきい値や極大値を検討した結果，通常の分子では前例のない特異な単分子解離現象を見出した。解離遷移状態のポテンシャルエネルギー曲面の情報を得るための画像観測装置を製作し，第一段階として C_{60} 分子線の3次元速度分布画像を直接測定し解析・評価した（特許出願中）。
- b) 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て，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して，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。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，偏極励起原子の光イオン化ダイナミクスの研究を行った。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指している。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行った。
- c) 軌道放射光施設に分子線光解離装置と正イオン・負イオン同時計測装置を製作し， CO_2 ， SO_2 ，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 ， C_2H_2 ， OCS ， SO_2 ， CS_2 ， 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 H_2O 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。

B-1) 学術論文

B. YANG, Y. Y. LI, L. X. WEI, C. HUANG, J. WANG, Z. Y. TIAN, R. YANG, L. S. SHENG, Y. W. ZHANG and F. QI, “An Experimental Study of the Premixed Benzene/Oxygen/Argon Flame with Tunable Synchrotron Photoionization,” *Proc. Combust. Inst.* **31**, 555–563 (2007).

B. P. KAFLE, H. KATAYANAGI, MD. S. I. PRODHAN, H. YAGI, C. HUANG and K. MITSUKE, “Absolute Total Photoionization Cross Section of C_{60} in the Range of 25–120eV: Revisited,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **77**, 014302 (5 pages) (2008).

H. KATAYANAGI, B. P. KAFLE, J. KOU, T. MORI, K. MITSUKE, Y. TAKABAYASHI, E. KUWAHARA and Y. KUBOZONO, “The $4d \rightarrow 4f$ Dipole Resonance of the Pr Atom in an Endohedral Metallofullerene, $Pr@C_{82}$,” *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **109**, 1590–1598 (2008).

M. HASHIMOTO, T. YOSHIDA, H. YAGI, M. TAKIZAWA, A. FUJIMORI, M. KUBOTA, K. ONO, K. TANAKA, D. H. LU, Z. -X. SHEN, S. ONO and Y. ANDO, “Doping Evolution of the Electronic Structure in the Single-Layer Cuprate $Bi_2Sr_{2-x}La_xCuO_{6+\delta}$: Comparison with Other Single-Layer Cuprates,” *Phys. Rev. B* **77**, 094516 (9 pages) (2008).

B-4) 招待講演

見附孝一郎, 「フラーレンの運動量画像分光——装置の設計, 製作と所期性能」, 理研シンポジウム 原子衝突から生体分子分析までに広がる化学反応研究の最前線, 理化学研究所, 和光, 2008年1月.

見附孝一郎, 片柳英樹, 「電気化学の基礎とその実生活への利用」, 科学技術振興機構 平成20年度サイエンスパートナーシッププロジェクト, 海陽中等教育学校, 蒲郡, 2008年6月及び11月.

見附孝一郎, 「色素増感太陽電池の基本原理解」, 講演と実習指導, 東海北陸地区国立大学等法人技術職員研修, 分子科学研究所, 岡崎, 2008年9月.

B-5) 特許出願

特願 2008-113645, 「原子／分子ビームの3次元速度分布測定方法及び装置」, 見附孝一郎, 片柳英樹 (自然科学研究機構), 2008年.

B-6) 受賞, 表彰

見附孝一郎, 日本化学会欧文誌BCSJ 賞 (2001).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

原子衝突研究協会委員 (1987, 1998–2003).

原子衝突研究協会企画委員 (1996–2003).

原子分子データベース協会設立準備委員 (2004–2008).

学会の組織委員等

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) (真空紫外・X線コヒーレント光の発生と利用に関する国際集会, プログラム委員).

XIV International Conference on Vacuum Ultraviolet Radiation Physics, Cairns, Australia, Member of the Program Committee (2003–2004) (第14回真空紫外光物理国際会議プログラム委員).

IV International Conference on Atomic and Molecular Data and their Applications, Toki, Japan, Member of the Program Committee (2003–2004) (第4回原子分子データとその利用に関する国際会議プログラム委員).

第19回日本放射光学会年会組織委員, 実行委員およびプログラム委員長 (2005–2006).

第22回化学反応討論会プログラム委員および実行委員 (2005–2006).

原子衝突研究協会第31回研究会実行委員 (2005–2006).

第3回分子科学討論会実行委員 (2008–).

学会誌編集委員

原子衝突研究協会誌編集委員 (2006–).

その他

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 (1998–2003).

SuperSOR 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 (2002–2004).

サイエンスパートナーシッププロジェクト連携担当機関実施責任者 (2007–).

B-8) 大学での講義, 客員

The Winter School of Sokendai/Asian Core Program “Frontiers of Material, Photo-, and Theoretical Molecular Sciences,” “Electronic structures and electron dynamics of free molecules,” 2008年1月24日–26日.

B-9) 学位授与

Bhim P. Kafle, “Study of Photoionization and Dissociation Dynamics of the Fullerene C₆₀,” 2008年3月, 博士(理学).

B-10) 競争的資金

井上科学振興財団, 井上フェロー研究奨励金, 「レーザーと軌道放射の同時吸収による化学結合の選択的開裂」, 見附孝一郎 (1997年–1999年).

分子科学研究奨励森野基金, 学術集会開催援助金, 「International Symposium on Photo-Dynamics and Reaction Dynamics of Molecules」, 見附孝一郎 (1999年).

大幸財団, 学会等開催助成金, 「International Symposium on Photo-Dynamics and Reaction Dynamics of Molecules」, 見附孝一郎 (1999年).

基盤研究(C), 「放射光とレーザーの同時照射による分子の多光子電子励起」, 見附孝一郎 (1998年–2000年).

松尾科学振興財団, 学術研究助成, 「放射光励起で生成した偏極原子のレーザー光イオン化——光イオン化完全実験を目指して」, 見附孝一郎 (1998年).

基盤研究(B), 「レーザーと放射光を組合わせた振動高次倍音励起分子の光解離制御」, 見附孝一郎 (2002年-2004年).

光科学技術研究振興財団, 研究助成, 「ナノ分子場中の原子と光の相互作用——金属内包フラーレンに軟X線巨大共鳴は存在するか?」, 見附孝一郎 (2002年-2003年).

独立行政法人科学技術振興機構, 平成17年度シーズ育成試験研究, 「新奇高沸点物質の質量分析装置の開発と実用化試験」, 見附孝一郎 (2005年-2006年).

若手研究(B), 「放射光を用いた“イオン液体”の液体および気体状態での光電子分光」, 片柳英樹 (2005年-2006年).

基盤研究(B), 「炭素ナノチューブに貯蔵された物質の放射光共鳴制御」, 見附孝一郎 (2006年-2007年).

特定領域研究, 「放射光を用いたイオン液体のドメイン構造の検証と磁性イオン液体の構造解析」, 片柳英樹, 見附孝一郎 (2006年-2007年).

基盤研究(C), 「フラーレンの光解離で生成する中性フラグメント散乱分布の状態選択的画像観測」, 片柳英樹 (2008年-2010年).

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, ポンプ・プローブ分光などを用い, 気相分子やクラスターの光イオン化過程を詳細に研究する。また, 真空紫外領域の中性超励起状態の構造や電子状態に関する情報を集積しその動的挙動を明らかにする。将来の目標は次の通りである: ①フラーレンの波長掃引光電子分光と高励起フラーレンイオンの解離ダイナミクスの解明, ②励起分子や解離フラグメントの内部状態観測と, 発光・解離・異性化・振動緩和などの過渡現象の追跡, ③有機太陽電池の発電メカニズム解明とエネルギー変換効率の向上。

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 $\rightarrow$ CCH₂ を、3体クーロン爆発過程, C₂H₂³⁺ $\rightarrow$ 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 とした場合にはビ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回先端の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」, 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。

光源加速器開発研究部門（極端紫外光研究施設）

加 藤 政 博（教授）（2000 年 3 月 1 日着任，2004 年 1 月 1 日昇任）

A-1) 専門領域：加速器科学，放射光科学，ビーム物理学

A-2) 研究課題：

- a) シンクロトロン光源加速器の研究
- b) 自由電子レーザーの研究
- c) 相対論的電子ビームを用いた光発生法の研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 2003 年度の大幅な改造により世界最高レベルの高性能光源へと生まれ変わった光源加速器 UVSOR-II の更なる性能向上に向けた開発研究を継続している。UVSOR-II の高輝度という優れた特徴は一方でビーム寿命の短縮をもたらす。この問題に対する究極的な解決策となるトップアップ入射の導入を進めている。ハードウェアの整備はほぼ完了し、試験的なトップアップ運転を開始した。入射効率，放射線遮蔽，放射光利用実験への影響低減などの課題に取り組んでいる。
- b) 自由電子レーザーでは施設の最短波長記録を更新し続けており，発振波長は 199 nm に達した。所内外の複数のユーザーグループが利用実験を開始しており，成果も挙がり始めている。一方，将来の高品質電子ビームを使った短波長コヒーレント光生成の基礎研究として，電子ビームを用いたコヒーレント高調波発生の研究を進めている。これまでに TiSa の三倍波の発生に成功し，さらに円偏光高調波の発生にも成功した。
- c) 外部レーザーを用いて電子パルス上に微細な密度構造を形成することでコヒーレント放射光をテラヘルツ領域において生成することに成功しているが，特に，周期的な密度構造を形成することで準単色のコヒーレント放射光を一様磁場中で生成することに世界で初めて成功した。

B-1) 学術論文

S. BIELAWSKI, C. EVAIN, T. HARA, M. HOSAKA, M. KATOH, S. KIMURA, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, C. SZWAJ, T. TAKAHASHI and Y. TAKASHIMA, “Tunable Narrowband Terahertz Emission from Mastered Laser–Electron Beam Interaction,” *Nat. Phys.* **4**, 390–393 (2008).

M. LABAT, G. LAMBERT, M. E. COUPRIE, M. SHIMADA, M. KATOH, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, T. HARA and A. MOCHIIHASHI, “Coherent Harmonic Generation Experiments on UVSOR-II Storage Ring,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **593**, 1–5 (2008).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

M. LABAT, C. BRUNI, G. LAMBERT, M. E. COUPRIE, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, M. KATOH, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA and T. HARA, “Electron Beam Dynamics under Coherent Harmonic Generation Operation at UVSOR-II,” *Proc. 29th Internat. Free Electron Laser Conf.* 236–239 (2007).

M. LABAT, G. KHALILI, M. E. COUPRIE, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, M. KATOH, M. HOSAKA and N. YAMAMOTO, “Operation of the UVSOR-II CHG FEL in Helical Configuration,” *Proc. 11th Euro. Particle Accel. Conf.* 106–108 (2008).

N. YAMAMOTO, M. KATOH, M. ADACHI, M. SHIMADA, S. KIMURA, A. MOCHIIHASHI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, S. BIELAWSKI, C. SZWAJ, C. EVAIN, T. HARA and T. TAKAHASHI, “Microfabrication of Relativistic Electron Beam by Laser and Its Application to THz Coherent Synchrotron Radiation,” *Proc. 11th Euro. Particle Accel. Conf.* 163–165 (2008).

M. ADACHI, M. KATOH, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA and N. YAMAMOTO, “Status of UVSOR-II and Light Source Developments,” *Proc. 11th Euro. Particle Accel. Conf.*, 2046–2048 (2008).

B-3) 総説, 著書

加藤政博, 島田美帆, 持箸 晃, 安達正浩, 保坂将人, 高嶋圭史, 山本尚人, 「UVSOR-IIにおけるコヒーレントシンクロトロン光の研究」, *放射光 (Journal of Japanese Society for Synchrotron Radiation Research)*, **21**, No.5, 262–268 (2008).

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

加速器科学研究発表会世話人 (2001–2003).

加速器学会設立準備委員会委員 (2003).

加速器学会組織委員 (2004–).

日本加速器学会評議員 (2008–).

日本放射光学会評議員 (2006–).

学会誌編集委員

放射光学会誌編集委員 (2000–2002).

競争的資金等の領域長等

科学研究費補助金基盤研究(B)(2) 代表者 (2003–2004).

科学研究費補助金基盤研究費(B) 代表者 (2005–2007).

科学研究費補助金基盤研究(B) 代表者 (2008–).

その他

日中拠点大学交流事業(加速器科学分野)国内運営委員会委員 (2000–2005).

佐賀県シンクロトロン光応用研究施設・光源装置設計評価委員 (2001).

むつ小川原地域における放射光施設整備に係る基本設計等調査評価会(加速器)委員 (2001).

理化学研究所X線自由電子レーザー安全性評価委員会委員 (2006–).

B-8) 大学での講義, 客員

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所, 客員教授, 2004年–.

名古屋大学大学院工学研究科, 客員教授, 2006年–.

B-10) 競争的資金

基盤研究(B)(2),「電子蓄積リングによる遠赤外コヒーレント放射光の生成」,加藤政博(2003年-2004年).

基盤研究(B),「レーザーと電子ビームを用いたテラヘルツコヒーレント放射光の生成」,加藤政博(2005年-2007年).

基盤研究(B),「電子ビームのレーザー微細加工によるコヒーレント光発生」,加藤政博(2008年-).

文部科学省光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発プロジェクト 量子ビーム基盤技術開発プログラム,高度化ビーム技術開発課題,「リング型光源とレーザーを用いた光発生とその応用」,加藤政博(2008年-).

C) 研究活動の課題と展望

UVSOR は2003年度の大規模な改造を中心とする一連の高度化により,低エネルギーのシンクロtron光源としては世界的にも最高レベルの性能を有するに至った。現在,高度化された加速器群の性能を最大限引き出す努力を継続している。ビーム寿命の問題を究極的に解決するためのトップアップ運転の導入に向けて,シンクロtronのフルエネルギー化を実現,現在は,試験運転を通じて,入射効率の向上,漏洩放射線の低減,放射光利用実験への影響の低減に関する技術開発に取り組んでいる。

自由電子レーザーに関しては,深紫外での高出力発振に成功し,利用実験が始まっている。調整の省力化,安定性の向上,実験ステーションへのレーザー光の輸送などに取り組んでいる。利用実験の拡大と並行して,より短波長の真空紫外域での発振実現を目指して研究を進めていく。これまでに199nmでの発振に成功したが,今後更に短波長化を試みる。

極短パルスレーザーと蓄積リングの電子ビームを併用した,テラヘルツ領域でのコヒーレント放射の生成,真空紫外領域でのコヒーレント高調波発生の研究を進めている。準単色のテラヘルツ光を一樣磁場中で生成することに世界で初めて成功した。今後は実用化を意識して,更に研究を進めていきたいと考えている。この研究テーマは,量子ビーム基盤技術開発プログラムに採択され,2008年度から5年間の予定で委託研究として実施されることが決まった。電子蓄積リングの一部改造を含むシステムの増強により,大強度化,安定化,利用法の開拓を進めていく予定である。

光物性測定器開発研究部門（極端紫外光研究施設）

木 村 真 一（准教授）（2002 年 4 月 1 日着任）

A-1) 専門領域：物性物理学，放射光科学

A-2) 研究課題：

- a) 機能性固体・薄膜の電子状態の分光研究
- b) 低エネルギー放射光を使った新しい分光法の開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 機能性固体・薄膜の電子状態の分光研究：磁性と伝導が複雑に絡み合うことにより，新しい機能性が期待できる物質について，低温・高圧・高磁場下の赤外・テラヘルツ分光と高分解能三次元角度分解光電子分光を行うことにより，機能性の起源である電子状態を詳細に決定している。また，それらの実験条件に合わせた第一原理電子状態計算を組み合わせることで，機能性固体・薄膜の電子状態の総合的な情報を得ている。本年度実施した研究内容は，以下の通りである。
 - ①巨大磁気抵抗物質電子ドーパ EuO 単結晶薄膜の育成と電子状態の評価
 - ②低温・高圧下テラヘルツ分光による SmS の excitonic instability による絶縁体金属転移
 - ③重い電子系 CeIn₃ の高圧下赤外分光による局在から遍歴に至る電子状態
 - ④強相関層状物質 CeTe₂ の CDW の三次元効果
 - ⑤強相関系 YbIr₂Si₂, Yb₁₄MnSb₁₁, Ba₈Ga₁₆Ge₃₀ の電荷ダイナミクス
- b) 低エネルギー放射光を使った新しい分光法の開発：これまでに開発してきた UVSOR-II 三次元角度分解光電子分光 (BL5U) と赤外・テラヘルツ顕微分光 (BL6B), SPring-8 の多重極限環境下赤外分光 (BL43IR) は順調に結果を出している。新しいアイデアで開発してきた UVSOR-II 真空紫外高分解能角度分解光電子分光ビームライン (BL7U) では, $h\nu = 6 \sim 40$ eV のエネルギー範囲で, 実用分解能では世界トップレベルの性能が得られ, 昨年度後期からユーザー利用が進行している。この分光器の特徴は, UVSOR-II 光源の高輝度性を使って入射スリットをなくすことにより, 光電子分光に必要な高フラックスかつ高分解能が実現できるようにした点である。このビームラインは, 光源の性能に依存するため, 今後予定されている UVSOR-II のトップアップ運転によって, さらなる性能アップが期待できる。

B-1) 学術論文

H. J. IM, T. ITO, H. -D. KIM, S. KIMURA, K. E. LEE, J. B. HONG, Y. S. KWON, A. YASUI and H. YAMAGAMI, “Direct Observation of Dispersive Kondo Resonance Peaks in a Heavy-Fermion System,” *Phys. Rev. Lett.* **100**, 176402 (4 pages) (2008).

T. MIZUNO, T. IIZUKA, S. KIMURA, K. MATSUBAYASHI, K. IMURA, H. S. SUZUKI and N. K. SATO, “Excitonic Instability in the Transition from the Black Phase to the Golden Phase of SmS under Pressure Investigated by Infrared Spectroscopy,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **77**, 113704 (4 pages) (2008).

S. KIMURA, T. ITO, H. MIYAZAKI, T. MIZUNO, T. IIZUKA and T. TAKAHASHI, “Electronic Inhomogeneity EuO: Possibility of Magnetic Polaron States,” *Phys. Rev. B* **78**, 052409 (4 pages) (2008).

- S. BIELAWSKI, C. EVAIN, T. HARA, M. HOSAKA, M. KATOH, S. KIMURA, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, C. SZWAJ, T. TAKAHASHI and Y. TAKASHIMA**, “Tunable Narrowband Terahertz Emission from Mastered Laser-Electron Beam Interaction,” *Nat. Phys.* **4**, 390–393 (2008).
- J. ONOE, T. ITO and S. KIMURA**, “Time Dependence of the Electronic Structure of an Electron-Beam-Irradiated C_{60} Film,” *J. Appl. Phys.* **104**, 103706 (3 pages) (2008).
- K. E. LEE, C. I. LEE, H. J. OH, M. A. JUNG, B. H. MIN, H. J. IM, T. IIZUKA, Y. S. LEE, S. KIMURA and Y. S. KWON**, “Optical Properties of the Charge-Density-Wave Compound $CeTe_2$,” *Phys. Rev. B* **78**, 134408 (5 pages) (2008).
- K. E. LEE, C. I. LEE, H. J. OH, H. J. IM, T. PARK, S. KIMURA and Y. S. KWON**, “Optical Evidence for a Change in the Heavy Electron Fermi Surface at a Magnetic Quantum Critical Point of $CeNi_{1-x}Co_xGe_2$,” *J. Phys.: Condens. Matter* **20**, 285202 (5 pages) (2008).
- G. FUNABASHI, H. FUJIWARA, A. SEKIYAMA, M. HASUMOTO, T. ITO, S. KIMURA, P. BALTZER and S. SUGA**, “Ultrahigh-Resolution Vacuum Ultraviolet Light Source System for Extremely Low Energy Photoelectron Spectroscopy,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **47**, 2265–2269 (2008).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

- S. KIMURA, H. OKAMURA, T. NANBA and H. KIMURA**, “Preface,” *Infrared Phys. Tech.* **51**, 361–362 (2008).
- T. YAJI, Y. YAMAMOTO, T. OHTA and S. KIMURA**, “A New Beamline for Infrared Microscopy in the SR Center of Ritsumeikan University,” *Infrared Phys. Tech.* **51**, 397–399 (2008).
- Y. Y. SONG, K. E. LEE, J. B. HONG, H. J. IM, S. KIMURA and Y. S. KWON**, “Dramatic Change of Optical Properties at a Quantum Critical Point in the Heavy Fermion System $CeNi_{1-x}Co_xGe_2$,” *Infrared Phys. Tech.* **51**, 485–487 (2008).
- C. I. LEE, K. E. LEE, Y. Y. SONG, H. J. IM, S. KIMURA and Y. S. KWON**, “Hybridization Gap-Open in $CeIn_3$,” *Infrared Phys. Tech.* **51**, 488–490 (2008).
- S. KIMURA, T. MIZUNO, K. MATSUBAYASHI, K. IMURA, H. S. SUZUKI and N. K. SATO**, “Infrared Study on the Electronic Structure of SmS in the Black Phase,” *Physica B* **403**, 805–807 (2008).
- H. MIYAZAKI, T. ITO, S. OTA, M. KATO, S. YAGI, K. SODA, H. J. IM and S. KIMURA**, “Angle-Resolved Photoemission Study on the Ferromagnetic Ordering of EuO Thin Films,” *Physica B* **403**, 917–918 (2008).
- J. SICHELSCHMIDT, S. KIMURA, C. KRELLNER, C. GEIBEL and F. STEGLICH**, “Optical Properties of $YbRh_2Si_2$ and $YbIr_2Si_2$: A Comparison,” *Physica B* **403**, 775–777 (2008).

B-4) 招待講演

- S. KIMURA**, “Infrared Synchrotron Radiation,” India-Japan Workshop on Quantum Beam Science, Kolkata (India), March 2008.
- S. KIMURA**, “Optical and photoelectrical studies on the electronic structure of Ce-compounds,” The First Nagoya Summer School on Science of Molecular Assembly and Biomolecular Systems, Okazaki (Japan), August 2008.
- S. KIMURA**, “Origin of Middle-Infrared Peaks in Cerium-Compounds,” Joint Workshop on Heavy Fermion Systems 2008, Suwon (Korea), October 2008.

S. KIMURA, “Optical and photoelectrical studies on the electronic structure of rare-earth compounds across the quantum critical point,” JAEA Actinide Network 1st International Workshop on Synchrotron Radiation Light Source for Actinide Research, Tokai (Japan), October 2008.

木村真一, 「大強度THz 光源への期待」, 第21回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム, 草津, 2008年1月.

木村真一, 「強相関電子系の量子臨界点近傍の電子状態」, 名古屋大学物理教室セミナー, 名古屋市, 2008年5月.

木村真一, 高橋俊晴, 「相対論的電子ビームからの大強度THz コヒーレント放射光」, 第69回応用物理学会学術講演会, THz 電磁波技術研究会企画「高強度テラヘルツ波光源開発の最先端」, 愛知県春日井市, 2008年9月.

木村真一, 「赤外放射光の利用」, 電気学会「量子ビームによるナノバイオエレクトロニクス技術調査専門委員会」, 愛知県岡崎市, 2008年11月.

木村真一, 「重い電子系の角度分解光電子分光」, PF 研究会「高分解能角度分解光電子分光研究と将来展望」, つくば市, 2008年12月.

T. ITO, “Evidence of Three-Dimensional Charge-Density-Wave Formation on CeTe₂: VUV Three-Dimensional Angle-Resolved Photoemission Study,” Joint Workshop on Heavy Fermion Systems 2008, Suwon (Korea), October 2008.

伊藤孝寛, 「光電子分光によるf 電子系の電子物性」, 平成19年度東工大原子炉研・COE-INES ワークショップ「f 電子系の化学と物理」, 東京, 2008年1月.

伊藤孝寛, 「放射光を用いた光物性実験による強相関電子系の電子状態」, エクストリームフォトリクスセミナー, 和光, 2008年7月.

H. J. IM, “Variation of Bulk Ce 4f-Fermi Surface in Heavy Fermion Systems,” Joint Workshop on Heavy Fermion Systems 2008, Suwon (Korea), October 2008.

寺嶋健成, “Autocorrelation Analyses of Photoemission Data and FT-STs Experiments,” 日本物理学会2008年秋季大会, 盛岡市, 2008年9月.

T. IIZUKA, “Infrared Spectroscopy on CeIn₃ under Pressure,” Joint Workshop on Heavy Fermion Systems 2008, Suwon (Korea), October 2008.

B-6) 受賞, 表彰

木村真一, 平成20年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞(研究部門) (2008).

木村真一, 平成20年度森田記念賞 (2008).

木村真一, 日本放射光学会・第5回若手奨励賞 (2001).

宮崎秀俊, 第17回学生による材料フォーラム奨励賞 (2007).

宮崎秀俊, 第21回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム学生会員口頭発表賞 (2008).

宮崎秀俊, 第18回学生による材料フォーラム奨励賞 (2008).

宮崎秀俊, PF 研究会「高分解能角度分解光電子分光研究と将来展望」優秀ポスター賞 (2008).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本放射光学会評議員 (2006–2008).

日本放射光学会行事幹事 (2005–2006).

日本放射光学会渉外幹事 (2003–2004).

日本放射光学会行事委員 (2003–2004, 2007–2010).

日本物理学会名古屋支部委員 (2007–).

VUV・SX 高輝度光源利用者懇談会幹事 (2006–2007, 2008–2010).

UVSOR 利用者懇談会世話人 (2000–2001).

学会の組織委員等

11th International Conference on Electronic Spectroscopy and Structure, Member of International Program Committee (Nara, Japan, October 2009).

5th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources, International Advisory Board (Banff, Canada, September 2009).

3rd Asia Oceania Forum for Synchrotron Radiation Research, Member of Program Advisory Committee, (Melbourne, Australia, December 2008).

第21回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム組織委員, 実行委員 (2007).

4th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources, Co-chair, International Advisory Board (Awaji Island, Japan, September 2007).

UVSOR Workshop on Terahertz Coherent Synchrotron Radiation, Co-Chair (Okazaki, Japan, September 2007).

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組織委員長, プログラム委員, 実行委員 (2006).

第3回次世代光源計画ワークショップ——先端的リング型光源が開くサイエンス—— 実行委員長 (日本放射光学会主催, 岡崎, 2006年8月).

第19回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム組織委員長, プログラム委員, 実行委員 (2005).

次世代光源計画ワークショップ——未来光源が開くサイエンス—— 実行委員長 (日本放射光学会主催, 岡崎, 2005年8月).

International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator Based Sources 2005, International Advisory Board (Rathen, Germany, June 2005).

第18回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムプログラム委員 (2004).

第17回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム組織委員, プログラム委員 (2003).

第16回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム組織委員, プログラム委員 (2002).

第15回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムプログラム委員 (2001).

第14回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム組織委員, プログラム委員 (2000).

第13回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムプログラム委員 (1999).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

(財)高輝度光科学研究センター・利用研究課題選定委員会分科会委員 (2003–2008).

(財)高輝度光科学研究センター・ナノテク支援課題審査委員会委員 (2003–2008).

学会誌編集委員

真空誌編集委員 (2007–2009).

Proceedings of 4th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator-Based Sources, Special Issue of Infrared Science and Technology **Vol. 51**, Elsevier, Editor (2008).

B-8) 大学での講義, 客員

名古屋大学物理教室学生向けセミナー, 「シンクロtron光を用いた固体電子物性」, 2008年5月23日.

名古屋大学大学院理学研究科, 客員准教授, 2008年4月-2009年3月.

立命館大学グローバル・イノベーション研究機構, 特別招聘准教授, 2008年4月-2009年3月.

東京大学物性研究所, 嘱託研究員, 1995年4月-.

(財)高輝度光科学研究センター, 外来研究員, 1999年4月-.

東京大学物性研究所, 嘱託研究員, 2003年4月-.(伊藤助教)

(財)理化学研究所播磨研究所, 非常勤連携研究員, 2003年4月-.(伊藤助教)

B-10) 競争的資金

基盤研究(B), 「強相関 4f 電子系の量子臨界点における電子状態の光学的・光電的研究」, 木村真一 (2006年-2008年).

(財)光科学技術研究振興財団・助成金, 「リング型電子加速器からの大強度テラヘルツ光の発生と制御」, 木村真一 (2006年-2007年).

特定領域研究(公募研究), 「モット転移系有機超伝導体の高圧・高磁場下の電子状態」, 木村真一 (2004年-2005年).

若手研究(A), 「電子相関が強い系の多重極限環境下における物性発現メカニズムの分光研究」, 木村真一 (2002年-2004年).

萌芽研究, 「シンクロtron放射光を使ったテラヘルツ顕微分光法の開発」, 木村真一 (2002年).

(財)ひょうご科学技術協会・奨励研究助成, 「多重極限環境下における物質の電子状態の赤外分光」, 木村真一 (2001年).

(財)ひょうご科学技術協会・海外研究者招聘助成金, 「CeSbNi_x ($x > 0.08$) の金属絶縁体転移の光学的研究」, 木村真一 (2000年).

科学技術振興事業団・さきがけ研究21, 「赤外磁気光学イメージング分光による局所電子構造」, 木村真一 (1999年-2002年).

日本原子力研究所・黎明研究, 「赤外・テラヘルツ磁気光学素子としての低密度キャリアf電子系の基礎研究」, 木村真一 (1999年).

(財)稲森財団・助成金, 「テラヘルツ磁気光学材料としての少数キャリア強相関伝導系の研究」, 木村真一 (1999年).

(財)島津科学技術振興財団・研究開発助成金, 「テラヘルツ磁気光学分光法の開発」, 木村真一 (1999年).

(財)実吉奨学会・研究助成金, 「赤外イメージング分光による磁性体の局所電子構造の研究」, 木村真一 (1999年).

(財)マツダ財団・研究助成金, 「テラヘルツ磁気光学素子としての強相関 4f 電子系の基礎研究」, 木村真一 (1998年).

奨励研究(A), 「赤外磁気光学効果による強相関伝導系物質の低エネルギー励起の研究」, 木村真一 (1997年-1998年).

若手研究(B), 「マイクロ機能イメージングによる強相関電子系のフェルミオロジー」, 伊藤孝寛 (2008年-2009年).

若手研究(B), 「角度分解光電子分光によるスピン配列した磁性薄膜における電子状態」, 伊藤孝寛 (2005年-2007年).

特別研究員奨励費, 「低エネルギー高輝度放射光励起光電子分光による高温超伝導体電子・ホール対称性の研究」, 寺嶋健成 (2008年-2010年).

C) 研究活動の課題と展望

2006年から建設してきた真空紫外高分解能角度分解光電子分光ビームライン(BL7U)が稼働しはじめ, これまでに立ち上げた三次元角度分解光電子分光ビームライン(BL5U)と赤外・テラヘルツ顕微分光ビームライン(BL6B)を使った研究の場が整備され, 物性をつかさどるフェルミ準位極近傍の電子状態(フェルミオロジー)の研究が順調に進んでいる。また, 機能性薄膜試料を育成し, そのままの状態での電子状態を評価する手法(in-situ 光電子, X線磁気円二色性)も確立しつつある。これらの方法を用いて, 今後は電子状態を評価することによる新奇物質開発への道を切り開いていく方針である。

光化学測定器開発研究部門（極端紫外光研究施設）

繁 政 英 治（准教授）（1999 年 5 月 1 日着任）

A-1) 専門領域：軟X線分子分光，光化学反応動力学

A-2) 研究課題：

- a) 内殻励起分子の光解離ダイナミクスの研究
- b) 内殻電離しきい値近傍における多電子効果の研究
- c) 電子多重同時計測法による原子分子の多重電離過程の研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 内殻励起分子の解離ダイナミクスの詳細を解明するためには，振動分光が可能な高性能分光器が必要不可欠である。2008 年夏，高分解能斜入射分光器を有する新しいアンジュレータビームラインとして，BL6U の建設を行い，現在，ビームラインの調整作業を進めている。BL6U は，30 ～ 600 eV の光エネルギー範囲で，分解能 10000 以上を達成する事を目指している。分光器は，UVSOR では初めての導入となる不等刻線平面回折格子を用いた可変偏角タイプである。このビームラインでは，主として気体の高分解能光電子分光を行う予定であり，関連する装置の準備も合わせて進めている。
- b) 分子の多電子励起状態の電子構造とその崩壊過程を詳細に調べる実験研究を継続して行っている。具体的には，二次元光電子分光法を用いた共鳴オージェ電子スペクトル及び低速電子スペクトルの光エネルギー依存性の観測である。これらを通じて，二原子分子については，多電子励起状態の崩壊過程における複雑な脱励起過程が明らかにされた。これらの実験研究は，現在，SPring-8 の BL27SU で行っているが，これを BL6U がカバーする低エネルギー領域に拡張し，新たな国際共同研究を実施するべく，高分解能電子エネルギー分析装置の開発を開始した。
- c) 国際共同研究の一つの柱として，磁気ボトル型電子エネルギー分析器を利用した，原子分子の多重光電離過程の解明に関する研究を継続している。一つの光子の吸収により内殻電子と価電子が同時に放出される過程，或いは光二重電離過程における段階的過程の検出，更には，内殻電子が二つ放出される過程や価電子の三重光電離過程の観測にも成功した。これらの実験研究は，KEK-PF やドイツの放射光施設 BESSY で行われてきたが，2007 年度に同様の磁気ボトル型分析器を UVSOR に整備し，テスト実験を行ってきた。フェムト秒レーザーによる多重電離過程の直接観測を目指して，菱川グループとの共同研究も継続して行っている。

B-1) 学術論文

- Y. HIKOSAKA, P. LABLANQUIE, E. SHIGEMASA, T. AOTO and K. ITO, "Sub-Natural Linewidth Spectroscopy on Core-Valence Doubly Ionized States of OCS," *J. Phys. B* **41**, 025103 (4 pages) (2008).
- T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, P. LABLANQUIE, F. PENENT and K. ITO, "Auger Decays of 1s Shake-Up and Shake-Off States in N₂ Molecules," *J. Phys. B* **41**, 135101 (6 pages) (2008).
- Y. HIKOSAKA, Y. VELKOV, E. SHIGEMASA, T. KANEYASU, Y. TAMENORI, J. LIU and F. GEL'MUKHANOV, "X-Ray Absorption Measured in the Resonant Auger Scattering Mode," *Phys. Rev. Lett.* **101**, 073001 (4 pages) (2008).

- Y. HIKOSAKA, T. AOTO, K. ITO, Y. TERASAKA, R. HIRAYAMA and E. MIYOSHI, “Threshold Photoelectron Spectroscopy on Inner-Valence States of NO,” *J. Chem. Phys.* **128**, 044320 (6 pages) (2008).
- Y. VELKOV, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, S. GAVRILYUK and F. GEL’MUKHANOV, “X-Ray Absorption Spectroscopy Measured in Resonant X-Ray Scattering Mode: How Unnatural Is the Resolution beyond the Natural Width?” *Chem. Phys. Lett.* **465**, 153–156 (2008).
- T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, P. LABLANQUIE, F. PENENT, L. ANDRIC, G. GAMBLIN, J. H. D. ELAND, Y. TAMENORI, T. MATSUSHITA and E. SHIGEMASA, “Mechanisms of Spontaneous Two-Electron Emission from Core-Excited States of Molecular CO,” *Phys. Rev. Lett.* **101**, 183003 (4 pages) (2008).
- Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU and E. SHIGEMASA, “Formation of Metastable Fragments around the Cl 2p Ionization Thresholds of HCl,” *J. Korean Phys. Soc.* **53**, 3798–3801 (2008).

B-4) 招待講演

- 彦坂泰正, 「多電子同時計測による原子分子の多重イオン化の研究」, 理研シンポジウム「原子衝突から生体分子分析まで広がる化学反応研究の最前線」, 理化学研究所, 2008年1月.
- 彦坂泰正, 「PF シングルバンチ運転を利用した原子多重光電離ダイナミクスの研究」, 第25回PF シンポジウム, 高エネルギー加速器研究機構, 2008年3月.
- 彦坂泰正, 「多電子同時計測による原子分子の多重イオン化の研究」, 日本物理学会第63回年次大会, 第2回(2008年)日本物理学会若手奨励賞受賞講演, 近畿大学, 2008年3月.
- 彦坂泰正, 「磁気ボトル型電子エネルギー分析による原子分子の多重電離の研究」, PF 研究会「PF リングのトップアップ・シングルバンチ運転利用研究と今後の発展について」, 高エネルギー加速器研究機構, 2008年11月.
- Y. HIKOSAKA, “Electron coincidence study on multiple photoionization dynamics in atoms,” The International Workshop on Photoionization (IWP) 2008, SättraBrunn (Sweden), June 2008.

B-6) 受賞, 表彰

- 彦坂泰正, 日本物理学会若手奨励賞 (2008).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

- 日本放射光学会渉外委員 (2005–2006).
- 日本放射光学会評議員 (2006–2008).
- 日本放射光学会渉外幹事 (2007–).

学会の組織委員等

- 日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム組織委員 (1999–2001).
- 第13回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム実行副委員長 (1999).
- 第13回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウムプログラム委員 (1999).
- 第19回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム実行委員 (2005).
- SRI06 シンクロトロン放射装置技術国際会議プログラム委員 (2005).

第22回化学反応討論会実行委員 (2006).

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プログラム委員 (2006).

第21回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウムプログラム委員 (2007).

第2回AOFSRR (放射光研究アジア-オセアニアフォーラム) プログラム委員 (2007).

学会誌編集委員

Synchrotron Radiation News, Correspondent (2001-).

日本放射光学会学会誌編集委員 (2005-2006).

日本放射光学会学会誌編集委員 (2008-). (彦坂泰正)

その他

東京大学物性研究所共同利用施設専門委員 (2005-2006).

B-8) 大学での講義, 客員

名古屋大学小型シンクロトン光研究センター, 客員准教授, 2007年9月-.

B-10) 競争的資金

基盤研究(B)(2), 「内殻励起分子に特有な分子構造変化を伴う緩和過程の研究」, 繁政英治 (2000年-2002年).

基盤研究(B), 「分子の内殻電離しきい値近傍における多電子効果の研究」, 繁政英治 (2003年-2005年).

若手研究(B), 「同時計測法で探る分子 2価イオン状態の解離ダイナミクス」, 彦坂泰正 (2004年-2005年).

松尾学術研究助成, 「分子クラスターを用いたイオン-分子反応の立体ダイナミクスの解明」, 彦坂泰正 (2006年).

基盤研究(B), 「多重同時計測法で探る内殻励起分子の超高速緩和ダイナミクス」, 繁政英治 (2007年-2008年).

若手研究(B), 「分子配向を制御した低速イオン-分子反応実験」, 彦坂泰正 (2007年-2008年).

若手研究(B), 「多電子相関解析で探る原子分子の多重電離ダイナミクス」, 金安達夫 (2007年-2008年).

島津財団研究開発助成, 「超高効率・高分解能電子エネルギー分析器の開発研究」, 彦坂泰正 (2008年).

C) 研究活動の課題と展望

我々の専用ビームラインとして建設計画を立案した新しいアンジュレータライン, BL6U は, 当初の予定通り, 2008年の夏期シャットダウン中に, 全てのビームライン構成要素の設置作業が終了した。その後, 光学素子のインストール, 真空系の立ち上げ, 及びインターロック・ビームライン制御系の構築における UVSOR 技術職員の献身的な努力の結果, 2008年最後のユーザー利用の週に, 最初のアンジュレータ放射をビームラインに導入することが出来た。今後, 光学系の調整作業を進めながら, 制御系の不具合の洗い出しや, 計測システム及びビームライン全体の整備を進めて行く予定である。このビームラインでは, 分子の多電子励起状態の電子構造とその崩壊過程を二次元電子分光法によって解明することを計画している。そのために必要となる実験システムの構築を行っている。これにより, SPring-8で行っている 300 eV 以上の光エネルギー領域での電子分光実験を, 低エネルギー領域に拡張することが可能となる。また, BL6U の分光性能を活かして, 高励起一価分子イオンや二価分子イオンの分光情報を取得する実験手法の開発も併せて行う予定である。

先端レーザー開発研究部門（分子制御レーザー開発研究センター）

平 等 拓 範（准教授）（1998 年 2 月 1 日着任）

A-1) 専門領域：量子エレクトロニクス，光エレクトロニクス，レーザー物理，非線形光学

A-2) 研究課題：マイクロ固体フォトニクスの研究

- a) マイクロドメイン構造制御に関する研究
- b) マイクロドメイン光制御に関する研究
- c) マイクロ固体フォトニクスの展開

A-3) 研究活動の概略と主な成果

近年のマイクロ固体フォトニクスの進展 [マイクロチップ Nd:YVO₄ レーザー（1990 年），Yb:YAG レーザー（1993 年），セラミックレーザー（1997 年），バルク擬似位相整合 (QPM) 素子：大口径周期分極反転 MgO:LiNbO₃ (PPMgLN)] を先導すると共に，固体レーザー，非線形光学波長変換に関し最も権威ある Advanced Solid-State Photonics (OSA のトピカルミーティング) を初めてアジアに誘致し，奈良で開催することで研究室の成果を世界に紹介すると共に日本の当該分野における先進性を世界に示した。

- a) マイクロドメイン構造，界面（粒界面，結晶界面，さらには自発分極界面）を微細に制御する固相反応制御法の研究であり，レーザーセラミックス，レーザー素子，分極反転素子の作製プロセスの高度化を図っている。
- b) 光の発生，増幅，変換の高度制御を可能とする為の研究として，希土類イオンの発光・緩和機構の解明，固体中の光，エネルギー伝搬，さらにはマイクロドメイン構造と光子及び音子の相互作用機構解明，非線形光学過程の解明，モデル化を進めている。Yb レーザーの機構解明，Nd レーザーの直接励起可能性，希土類レーザーの励起光飽和特性，YVO₄ の高熱伝導率特性の発見，実証に繋がったばかりでなく，マイクロ共振器の高輝度効果，レーザー利得と非線形光学過程の量子相関などの興味深い展開も見せている。
- c) 開発した光素子を用いた新規レーザー，波長変換システムの開発と展開を図っている。エッジ励起セラミック Yb:YAG マイクロチップレーザーにおける連続波 (CW) 414W 発生（出力密度 200 kW/cm³），手のひらサイズ高輝度温度マイクロチップ Q スイッチレーザー（エネルギー：~4 mJ，光強度：~16 MW），200mJ 級の高効率・高出力のナノ秒光パラメトリック発生，波長 5 ~ 12 μm に至る広帯域波長可変中赤外光発生，マイクロチップレーザーからの UV 光（波長：266 nm）からテラヘルツ波（波長：~200 μm），さらには 2 サイクル中赤外光からのコヒーレント軟 X 線（波長：~5 nm）・アト秒（200–300 as）発生などをマイクロ固体フォトニクスで実証した。さらには，新素子は高品質スクイーズド光の高効率発生も可能と期待されており，量子テレポーテーションなどの量子光学などの分野へも展開されつつある。

B-1) 学術論文

R. BHUSHAN, H. YOSHIDA, K. TSUBAKIMOTO, H. FUJITA, M. NAKATSUKA, N. MIYANAGA, Y. IZAWA, H. ISHIZUKI and T. TAIRA, "Generation of High Efficiency 2μm Laser Pulse from a Periodically Poled 5 mol% MgO-Doped LiNbO₃ Optical Parametric Oscillator," *Appl. Phys. Express* **1**, 022007 (3 pages) (2008).

- R. BHUSHAN, H. YOSHIDA, K. TSUBAKIMOTO, H. FUJITA, M. NAKATSUKA, N. MIYANAGA, Y. IZAWA, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “High Efficiency and High Energy Parametric Wavelength Conversion Using a Large Aperture Periodically Poled MgO:LiNbO₃,” *Opt. Commun.* **281**, 3902–3905 (2008).
- J. SAIKAWA, M. MIYAZAKI, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “High-Energy, Broadly Tunable, Narrow-Bandwidth Mid-Infrared Optical Parametric System Pumped by Quasi-Phase-Matched Devices,” *Opt. Lett.* **33**, 1699–1701 (2008).
- H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Mg-Doped Congruent LiTaO₃ Crystal for Large-Aperture Quasi-Phase Matching Device,” *Opt. Express* **16**, 16963–16970 (2008).
- K. XU, P. LOISEAU, G. AKA, R. MAILLARD, A. MAILLARD and T. TAIRA**, “Nonlinear Optical Properties of Ca₅(BO₃)₃F Crystal,” *Opt. Express* **16**, 17735–17744 (2008).
- H. SAKAI, H. KAN and T. TAIRA**, “>1 MW Peak Power Single-Mode High-Brightness Passively Q-Switched Nd³⁺:YAG Microchip Laser,” *Opt. Express* **16**, 19891–19899 (2008).
- Y. SATO, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Novel Model of Thermal Conductivity for Optical Materials,” *Rev. Laser Eng. Supplemental Volume 2008*, **36**, 1081–1084 (2008).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

- M. TSUNEKANE, T. INOHARA, A. ANDO, K. KANEHARA and T. TAIRA**, “High Peak Power, Passively Q-Switched Cr:YAG/Nd:YAG Micro-Laser for Ignition of Engines,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MB4 (2008).
- Y. OISHI, T. DASCALU, K. MIDORIKAWA and T. TAIRA**, “Thermal-Birefringence-Induced Local Depolarization in Thin YAG Ceramics,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MC15 (2008).
- K. YAMAOKA, M. SASAKI, R. KOSEKI and T. TAIRA**, “AO Q-Switching Operation in Edge-Pumped Composite All-Ceramic Yb:YAG Microchip Laser,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MC17 (2008).
- R. BHUSHAN, H. YOSHIDA, K. TSUBAKIMOTO, H. FUJITA, M. NAKATSUKA, N. MIYANAGA, Y. IZAWA, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Efficient Wavelength Conversion Based on Periodically Poled MgO:LiNbO₃ Optical Parametric Oscillator,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MC27 (2008).
- S. HAYASHI, T. SHIBUYA, H. SAKAI, H. KAN, T. TAIRA, Y. OGAWA, C. OTANI and K. KAWASE**, “Tunable Terahertz-Wave Parametric Generation Pumped by Microchip Nd:YAG Laser,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MC30 (2008).
- J. SAIKAWA, M. MIYAZAKI, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Tunable, Narrow-Bandwidth Mid-IR Generation in ZnGeP₂ Crystals Pumped by a Large Aperture Periodically Poled Mg Doped LiNbO₃ Optical Parametric System,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MC46 (2008).
- X. GU, G. MARCUS, Y. DENG, N. ISHII, T. FUJI, M. SCHULTZE, T. TAIRA, R. HARTMANN, S. ROITHER, M. KITZLER, A. BALTUSKA, R. KIENBERGER and F. KRAUSZ**, “A Few-Cycle Sub-Millijoule Infrared OPCPA System and its Application in High-Harmonic Generation,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, TuA4 (2008).
- T. SUZUDO, M. HIROI, Y. HIGASHI, Y. SATOH, Y. SATO, H. ISHIZUKI, T. TAIRA and Y. FURUKAWA**, “9.6-W CW Green Output from Diode Edge-Pumped Composite Vanadate Microchip Laser with Small Packaged Volume,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, WD4 (2008).

- K. XU, P. LOISEAU, G. AKA and T. TAIRA**, “A Promising NLO Crystal for UV Light Generation: $\text{Ca}_5(\text{BO}_3)_3\text{F}$,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, WD5 (2008).
- T. FUJIKAWA, K. AKIHAMA, M. EBINA and T. TAIRA**, “Laser-Induced Breakdown of Air with Double-Pulse Excitation,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, WE1 (2008).
- Y. SATO, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “A Study of a Thermal Conductivity: a General Model for Optical Materials,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, WE19 (2008).
- K. TOJO, N. ISHIGAKI, A. KADOYA, K. WATANABE, Y. IDO and T. TAIRA**, “Intra-Cavity Frequency Tripling in Actively Q-Switched Miniature Nd:YVO₄ Laser for MALDI/TOFMS,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, WE35 (2008).
- H. SAKAI, A. SONE, H. KAN and T. TAIRA**, “High Brightness Diode-Pumped Passively Q-Switched Nd:YAG Microchip Laser with Amplifier,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, WE38 (2008).
- Y. SATO, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Novel Model of Thermal Conductivity for Optical Materials,” *The 6th Asia Pacific Laser Symposium (APLS 2008)*, 31Bp8 (2008).
- J. SAIKAWA, M. MIYAZAKI, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Tunable, Narrow-Bandwidth Difference Frequency Generation in ZnGeP₂ Crystals Pumped by a Large Aperture Periodically Poled Mg Doped LiNbO₃ Optical Parametric System,” *ILLMC2008*, 23-TP1-3 (2008).
- M. TSUNEKANE, T. INOHARA, A. ANDO, K. KANEHARA and T. TAIRA**, “Compact, High Peak Power, Passively Q-Switched Micro-Laser for Ignition of Engines,” *CLEO 2008*, CFJ4 (2008).
- Y. SATOH, Y. HIGASHI, M. HIROI, T. SUZUDO, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Over 10W Single-Pass Second Harmonic Green Light Generation with Periodically Poled MgO Doped Congruent LiNbO₃,” *CLEO 2008*, CFK2 (2008).
- Y. PETIT, B. BOULANGER, P. SEGONDS, P. BRAND, C. FELIX, B. MENAERT, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Angular Quasi-Phase-Matching in MgO:PPLN,” *CLEO 2008*, CFK7 (2008).
- Y. OISHI, T. DASCALU, K. MIDORIKAWA and T. TAIRA**, “Thermally Induced Local-Depolarization in Thin YAG Ceramics for High-Power Lasers,” *CLEO 2008*, CFQ5 (2008).
- K. TOJO, N. ISHIGAKI, A. KADOYA, K. WATANABE, K. TOKUDA and T. TAIRA**, “Intra-Cavity Frequency Tripling in Actively Q-Switched Ceramic Nd:YAG Micro-Laser,” *CLEO 2008*, CThX3 (2008).
- S. HAYASHI, T. SHIBUYA, H. SAKAI, T. TAIRA, C. OTANI, Y. OGAWA and K. KAWASE**, “Palmtop Terahertz-Wave Parametric Generator with Wide Tunability,” *CLEO 2008*, CTuHH7 (2008).
- J. SAIKAWA, M. MIYAZAKI, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Narrow-Bandwidth Mid-IR Generation Based on a Large Aperture Periodically Poled Mg-Doped LiNbO₃ Optical Parametric Pump System,” *CLEO 2008*, CTuII4 (2008).
- Y. SATO, J. AKIYAMA and T. TAIRA**, “Novel Model on Thermal Conductivity in Laser Media: Dependence on Rare-Earth Concentration,” *CLEO 2008*, CTuQ7 (2008).
- H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Mg-Doped Congruent LiTaO₃ Crystal for Large-Aperture Quasi-Phase Matching Device,” *CLEO 2008*, CWG1 (2008).
- K. XU, P. LOISEAU, G. AKA, R. MAILLARD, A. MAILLARD and T. TAIRA**, “Nonlinear Optical Properties of $\text{Ca}_5(\text{BO}_3)_3\text{F}$,” *3rd EPS-QEOD Europhoton Conference*, tUp.11 (2008).

Y. PETIT, B. BOULANGER, P. SEGONDS, P. BRAND, C. FELIX, B. MENAERT, H. ISHIZUKI and T. TAIRA, “Angular Quasi-Phase-Matching : A New Concept,” *3rd EPS-QEOD Europhoton Conference*, thp.20 (2008).

M. TSUNEKANE, T. INOHARA, A. ANDO, K. KANEHARA and T. TAIRA, “Compact and High-Brightness Passively Q-Switched Cr:YAG/Nd:YAG Laser for Ignition of Engines,” *3rd EPS-QEOD Europhoton Conference*, frob.2 (2008).

B-3) 総説, 著書

T. TAIRA and Y. SATO, “Thermal Conductivity Model of Optical Materials,” *SPIE Defense & Security 2008*, 6952-13 (2008).

T. TAIRA, “Giant Micro Photonics,” *Rev. Laser Eng.* **36**, 109 (2008).

T. TAIRA and Y. SATO, “A General Model of a Thermal Conductivity for Optical Materials,” *Proc. SPIE*, **6952**, E-1~3 (2008).

平等拓範, 「光シンセサイザーをてのひらに——マイクロ固体フォトリクスの新展開——」, 「自然科学研究機構シンポジウム収録集② 爆発する光科学の世界——量子から生命体まで——」, (株)クバプロ, pp. 35-66 (2007).

R. WON, “Ceramic Future,” *Nat. Photonics* **2**, 216-217 (2008).

D. G. ROWE, “Lasers for Engine Ignition,” *Nat. Photonics* **2**, 515-517 (2008).

B-4) 招待講演

T. TAIRA, “Micro Solid-State Photonics for Brightness and Wavelength Converters,” Max-Planck-Institut fuer Quantenoptik, Munich (Germany), October 2007.

T. TAIRA, “Ceramic Microchip Lasers,” University of Applied Science, Munster (Germany), February 2008.

T. TAIRA and Y. SATO, “Thermal Conductivity Model of Optical Materials,” SPIE Defense & Security 2008, Orland (U.S.A.), March 2008.

T. TAIRA, “The Promise of Giant Micro-Photonics,” NIPS-JST International Workshop, Okazaki (Japan) April 2008.

T. TAIRA, “Ceramic Lasers and Ceramic-Crystal Lasers,” 4th International Workshop on Crystal Growth Technology (IWCGT-4), Beatenberg (Switzerland), May 2008.

T. TAIRA, “Ceramic Microchip Lasers,” 17th International Laser Physics Workshop (LPHYS’08), NTNU, Trondheim (Norway), June-July 2008.

T. TAIRA, “High Brightness Ceramic Microchip Laser and its Application,” 4th Laser Ceramics Symposium (2008LCS), Shanghai (China), November 2008.

T. TAIRA, “Ceramic Lasers,” The 110th Microoptics Meeting, Microoptics News 26, Tokyo (Japan), December 2008.

B-6) 受賞, 表彰

斎川次郎, 応用物理学会北陸支部発表奨励賞 (1998).

平等拓範, 第23回(社)レーザー学会業績賞(論文賞)(1999).

平等拓範, 第1回(財)みやぎ科学技術振興基金研究奨励賞 (1999).

池末明生, 平等拓範, 吉田國雄, 第51回(社)日本金属学会金属組織写真奨励賞 (2001).

庄司一郎, 第11回(2001年秋季)応用物理学会講演奨励賞 (2001).

池末明生, 鈴木敏之, 佐々木優吉, 平等拓範, (社)日本ファインセラミックス協会技術振興賞 (2002).
 平等拓範, 平成16年度文部科学省文部科学大臣賞(第30回研究功績者) (2004).
 NICOLAIE PAVEL, The ROMANIAN ACADEMY Awards, The “Constantin Miculescu” Prize (2004).
 斎川次郎, 佐藤庸一, 池末明生, 平等拓範, 第29回(社)レーザー学会業績賞(進歩賞)(2005).
 秋山 順, 愛知県若手研究者奨励事業第2回「わかしゃち奨励賞(優秀賞)」(2008).
 平等拓範, 第24回光産業技術振興協会櫻井健二郎氏記念賞 (2008).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

レーザー学会レーザー素子機能性向上に関する専門委員会幹事 (1997-1999).
 レーザー学会研究会委員 (1999-).
 電気学会高機能全固体レーザと産業応用調査専門委員会幹事 (1998-2002).
 レーザー学会レーザー用先端光学材料に関する専門委員会委員 (2000-2002).
 光産業技術振興協会光材料・応用技術研究会幹事 (2004-).
 NEDO 評価委員 (2005).
 レーザー学会評議員 (2005-).
 レーザー学会「マイクロ固体フォトンクス」専門委員会主査 (2006-2009).

学会の組織委員等

OSA, Advanced Solid-State Photonics (ASSP 2008), 国際会議プログラム委員会共同議長 (2007-2008).
 OSA, Nonlinear Optics (NLO 2009), 国際会議プログラム委員会共同議長 (2008-2009).
 CLEO/PacificRim 2009, 国際会議分科委員会共同議長 (2008-2009).
 OSA, Advanced Solid-State Photonics (ASSP 2009), 国際会議プログラム委員会共同統括議長 (2008-2009).
 LASERS 2001, 国際会議プログラム委員 (2001).
 レーザー学会学術講演会プログラム委員 (2001, 2004, 2006).
 CLEO/PacificRim 2005, 国際会議プログラム委員 (2005).
 Advanced Solid-State Photonics, 国際会議プログラム委員 (2005-).
 23rd International Laser Radar Conference, 国際会議実行委員 (2005-2006).
 Int. Conf. “Micro- to Nano-Photonics—ROMOPT 2006,” プログラム委員 (2005-2006).
 CLEO, Nonlinear Optics Application, 国際会議分科委員 (2006-).
 OSA, Nonlinear Optics, 国際会議プログラム委員 (2006-), グループ議長 (2008-).
 3rd International Laser Ceramics Symposium, プログラム委員 (2006-2007).
 APLS 2008, 国際会議プログラム委員 (2007-2008).
 3rd EPS Europhoton Conference on Solid-State and Fiber Coherent Light Sources, 国際会議分科委員 (2007-2008).
 レーザー学会学術講演会第28回年次大会実行委員会委員 (2007-2008).
 レーザー・光波・マイクロ波国際会議 2008 (ILLMC2008)国際学会諮問委員 (2007-2008).
 International Workshop on Holographic Memories (IWHM) 2008, プログラム委員会委員 (2008).
 OECC2008「CLEO Focus: Frontiers in Photonics」, プログラム分科委員会委員 (2008).

応用物理学会日本光学会レーザーディスプレイ技術研究グループ 顧問 (2008-).

4th Laser Ceramics Symposium: International Symposium on Transparent Ceramics for Laser, 国際会議諮問委員 (2008-).

Int. Conf. “ Micro- to Nano-Photonics II —ROMOPT 2009,” プログラム委員 (2008-2009).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員及び国際事業委員会書面審査員 (2008-2009).

文部科学省科学技術政策研究所科学技術動向研究センター専門調査員 (2006-).

日本学術振興会第130委員会委員 (2007-), 幹事 (2008-).

その他

愛知県産業労働部愛知県若手奨励賞審査員 (2007-).

日本原子力研究開発機構研究業績評価委員会委員 (2008).

B-8) 大学での講義, 客員

豊橋技術科学大学先端フォトニック情報メモリリサーチセンター, 客員教授, 2008年.

東京工業大学統合研究院, 統合研究院ソリューション研究教員, 2008年.

B-10) 競争的資金

奨励研究(A), 「波長多重高密度記録光メモリのための新型青緑域波長可変高コヒーレントレーザーの提案」, 平等拓範 (1998年-1999年).

基盤研究(B)(2) (展開), 「広帯域波長可変超短パルス光源のための高出力Yb:YAG モードロックレーザーの開発」, 平等拓範 (1998年-2000年).

特別研究員奨励費, 「非線形波長変換に適した高輝度レーザーシステムの開発研究」, 平等拓範 (1999年-2000年).

基盤研究(B)(2) (一般), 「大出力小型固体レーザーによる広帯域赤外光発生に関する研究」, 平等拓範 (1999年-2001年).

地域連携推進研究費(2), 「界面制御による高機能光計測用波長可変クロマチップレーザーの開発研究」, 平等拓範 (2000年-2002年).

基盤研究(A)(2) (一般), 「次世代セラミックレーザー」, 平等拓範 (2003年-2005年).

科学技術振興機構福井県地域結集型共同事業, 「光ビームによる機能性材料加工創成技術開発」, サブグループ研究代表 平等拓範 (2000年-2005年).

産学官共同研究の効果的な推進, 「輻射制御直接励起マイクロチップレーザー」, 平等拓範 (2002年-2004年).

地域新生コンソーシアム, 「ヒートシンク一体型Yb:YAG マイクロチップデバイスの開発」, 平等拓範 (2004年-2005年).

NEDO, 「カラーリライタブルプリンタ用高効率小型可視光光源“ Tri Color Laser ”の研究開発」, 再委託(研究代表 リコー) (2004年-2006年).

科学技術振興機構研究成果活用プラザ東海, 実用化のための育成研究, 「光波反応制御内燃機関をめざしたマイクロレーザーの研究開発」, 平等拓範 (2006年-2008年).

科学技術振興機構先端計測分析技術・機器開発事業, 「イオン化光源としてのマイクロチップレーザーの開発」, 再委託(研究代表 東京工業大学) (2007年-).

若手研究(B), 「マグネシウム添加タンタル酸リチウムを用いた高効率・高出力中赤外レーザー発生」, 石月秀貴 (2007年-2008年).

科学技術振興機構産学共同シーズイノベーション化事業, 育成ステージ, 「車載型マイクロレーザ点火エンジンの低燃費・高出力特性の実証研究」, 研究リーダー, 平等拓範(シーズ育成プロデューサー (株)日本自動車部品総合研究所)(2008年-).

B-11) 産学連携

(株)島津製作所, 「小型高輝度UV光源の研究」, 平等拓範(2008年).

(株)コンボン研究所, 「マイクロ固体フォトニクス基礎研究」, 平等拓範(2008年).

浜松ホトニクス(株), 「マイクロチップレーザの光増幅に関する研究」, 平等拓範(2008年).

(株)リコー, 「側面励起型小型高出力レーザ光源の研究」, 平等拓範(2008年).

共栄社化学(株), 「超短パルスレーザを使ったホログラム記録」, 平等拓範(2008年).

(株)日本自動車部品総合研究所, 「中赤外 4.3 μm CW レーザの研究」, 平等拓範(2008年).

三菱電機(株)情報技術研究所, 「導波路型レーザ用固体レーザ材料の研究」, 平等拓範(2008年).

C) 研究活動の課題と展望

先端的レーザ光源の中で, 特にビーム高品質化(空間特性制御)ならびに短パルス化(時間特性制御)などの高輝度化, そしてスペクトルの高純度化を広い波長領域(スペクトル特性制御)でコンパクト化と同時に実現することは, 極めて重要な課題である。すでに, マイクロ固体フォトニクスは, 医療, バイオ, エネルギー, 環境, ディスプレー, 光メモリ分野での展開が図られつつある。一方で, コヒーレントX線からテラヘルツ波発生, 超高速レーザの極限であるアト秒発生, さらに量子テレポーテーション等の光科学の最先端分野も, このキーワードで深化しつつあり, その学術的拠り所としての基盤構築が必要な時期となっている。

極限精密光計測研究部門（分子制御レーザー開発研究センター）

松 本 吉 泰（教授）（2003 年 4 月 1 日～2007 年 3 月 31 日）＊）

A-1) 専門領域：表面科学，分子分光学

A-2) 研究課題：

- a) 時間分解第二高調波発生による固体表面核波束ダイナミックスの研究
- b) 金属表面上での反応の時間・空間発展に関する研究
- c) 和周波顕微分光による埋もれた界面の構造とダイナミックスの研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) フェムト秒領域でのポンプ・プローブ表面第二高調波発生による金属表面上に吸着した原子の振動核波束のダイナミックスの研究の一環として，本年度は Cu(111) 表面におけるアルカリ金属吸着系 (Na, K, Cs) について系統的な測定を行った。特に，K/Cu(111) 吸着系について詳しい実験を行った。この系では被覆率増大に伴って六方晶形の超構造が圧縮され，基本的には下地とは整合しない構造をとっているため，Na/Cu(111) とは異なり吸着サイトはさまざまである。このような不均一な吸着サイトにもかかわらず，観測された K-Cu 伸縮振動モードはほとんど Cu のバルクフォノンと結合せず，また，その位相緩和は Na に比べて遅いことが判明した。この結果，K-Cu 伸縮振動が下地のモードと非常に弱く結合していることが明らかとなった。
- b) 表面反応は不均一反応の典型的な例であり，巨視的に平均化された反応速度論的な知見と共に，どのように空間的に反応が進行するかを研究することが必要である。本研究課題では，Ag(110) 表面上に準備した擬一次元化合物である AgO 鎖が CO との反応において鎖端の反応効率が著しく高いという実験結果の原因を明らかにするために，AgO 鎖の鎖端の構造と AgO 鎖の鎖長分布の温度依存性について密度汎関数法とモンテカルロシミュレーションを用いて研究を行った。その結果，鎖端は O 末端である可能性が高く，また，鎖間の遠距離反発力が鎖長分布と表面での AgO 鎖の配置にとって重要な役割を果たしていることがわかった。
- c) 可視・赤外和周波は，中心対称性が崩れた場所で発生するため，これを利用した分光法は表面や界面に鋭敏な振動分光である。本年度は，ペンタセンを用いた有機電界効果トランジスターにおける有機半導体・誘電体界面における和周波分光を行った。その結果，ゲート電圧を印可することにより和周波発生が著しく増強されることを見だし，これが注入されたキャリアの局所電場に由来するものであることを明らかにした。

B-1) 学術論文

I. NAKAI, Y. MATSUMOTO, N. TAKAGI and S. OKAZAKI, "Structure and Thermal Fluctuation of One-Dimensional AgO Chains on Ag(110) Surfaces Studied with Density Functional Theory and Monte Carlo Simulations," *J. Chem. Phys.* **129**, 154709 (8 pages) (2008).

B-4) 招待講演

松本吉泰, 「超高速非線形分光による吸着種振動ダイナミックスの観測」, レーザー学会第28回年次大会, 名古屋, 2008年1月.
松本吉泰, 「非線形分光で観る表面・界面の分子の構造とダイナミックス」, マイクロ化学懇話会, 京都, 2008年6月.

Y. MATSUMOTO, "Excitation mechanism and decay dynamics of coherent phonons at metal surfaces adsorbed by alkali-metal atoms," The 6th Conference on Ultrafast Surface Dynamics, Kloster Banz (Germany), July 2008.

B-6) 受賞, 表彰

松本吉泰, Hanse Wissenschaftskolleg (Fellow of Hanse Institute for Advanced Studies), Germany (2002).

松本吉泰, 日本化学会学術賞 (2006).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本化学会東海支部代議員 (1993-1994).

日本化学会近畿支部代議員 (2008-).

学会の組織委員等

第1回日米分子科学若手ワークショップ組織代表者 (1991).

第51回岡崎コンファレンス組織委員 (1994).

IMS International Conference 組織委員 (1997).

Ninth International Conference on Vibrations at Surfaces 組織委員 (1997).

2000環太平洋国際化学会議組織委員 (2000).

第2回表面エレクトロニクス研究会実行委員長 (2000).

第2回分子科学研究会シンポジウム組織委員 (2003).

10th Interanational Workshop on Desorption Induced Electronic Transition プログラム委員 (2004).

分子構造総合討論会運営委員会幹事 (2004-2006).

5th Symposium on Ultrafast Surface Dynamics 組織委員長 (2004-2006).

The tenth ISSP International Symposium (ISSP-10) on Nanoscience at Surfaces 組織委員 (2005-2006).

分子科学研究会幹事 (2005-2006).

第22回化学反応討論会実行委員長 (2005-2006).

表面・界面スペクトロスコーピー2008幹事 (2008).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

日本学術振興会学術参与 (1999-2004).

科学技術・学術審議会学術分科会科学研究費補助金審査部会理工系委員会委員 (2003-2005).

日本学術振興会科学研究費専門委員 (2006).

科学技術振興機構「戦略的創造研究推進事業」領域アドバイザー (2006-).

日本学術会議連携会員 (2006-).

競争的資金等の領域長等

総合研究大学院大学グループ研究「光科学の新展開」研究代表 (1997-1999).

その他

総合研究大学院大学光科学専攻長 (1999-2001).

総合研究大学院大学先端科学研究科科長 (2001-2005).

B-10) 競争的資金

基盤研究(A)(2),「表面ナノ構造物質を用いた反応制御」, 松本吉泰 (1999年-2001年).

特別研究員奨励費,「金属表面上の自己組織化膜におけるフェムト秒電子移動ダイナミクス」, 松本吉泰 (2001年-2002年).

基盤研究(B)(2),「表面光反応の2次元サブナノマッピング」, 松本吉泰 (2002年-2003年).

特定領域研究(A)(2),「金属酸化物単結晶・色素吸着系における電子ダイナミクス」, 松本吉泰 (2001年-2004年).

特定領域研究(A)(2),「チタニア表面上での金ナノ構造物質の電子状態と電子ダイナミクス」, 松本吉泰 (2005年-2006年).

基盤研究(S),「時空間マッピングによる固体表面反応機構の解明」, 松本吉泰 (2005年-2010年).

特定領域研究(A),「表面フォノンによる表面反応制御機構の解明」, 松本吉泰 (2007年).

特定領域研究(A),「表面反応ダイナミクスにおける電子-格子相互作用の役割の解明」, 松本吉泰 (2008年).

C) 研究活動の課題と展望

表面科学反応研究としては「固体表面上でのレーザー誘起反応ダイナミクス」の研究課題のもとで金属や半導体の清浄表面に吸着した分子種の光誘起過程に関する研究に従事してきた。これをさらに発展させる方向で、表面第2高調波発生、赤外・可視和周波発生分光などの非線形分光により固体表面における超高速現象の解明、表面コヒーレントフォノンの実時間観測と制御など、新しい観点から光誘起過程の機構と動的挙動に関する分子論的な理解を深めることに研究の主眼を置いている。また、和周波発生分光などを用いた化学種を識別する能力を持った時間・空間分解スペクトロスコープやマイクロコピーの手法を新たに開発したので、これを埋もれた界面に応用し、従来では観測が困難であった埋もれた界面における分子構造や電荷ダイナミクスを明らかにする。

※) 2007年4月1日京都大学大学院理学研究科教授、分子科学研究所教授兼任