

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、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。鎖状ポルフィリンでは、鎖内の長距離エネルギー移動を示唆する結果を得た。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を分光学的に検討中である。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、特徴的なプラズモン共鳴の解明と制御を目指した研究を開始している。
- 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-2) 国際会議のプロシーディングス

K. IMURA and H. OKAMOTO, “Ultrafast Near-Field Microscopy of Single Gold Nanoparticles,” *Proc. SPIE* **6471**, 647103-1–647103-9 (2007).

H. OKAMOTO and K. IMURA, “Imaging of Optical Field Distributions and Plasmon Wavefunctions in Metal Nanoparticles,” *Proc. SPIE* **6642**, 66420A-1–66420A-9 (2007).

B-4) 招待講演

K. IMURA and H. OKAMOTO, “Ultrafast near-field microscopy of single gold nanoparticles,” SPIE Photonics West, Ultrafast Phenomena in Semiconductors and Nanostructure materials XI (Conference 6471A), San Jose (U.S.A.), January 2007.

岡本裕巳, 「貴金属微粒子の波動関数イメージングと動的近接場分光」日本分光学会中部支部平成18年度講演会 分子・ナノ・バルクをつなぐスペクトロスコピー, 名古屋, 2007年1月.

岡本裕巳, 井村考平, 「金属ナノ粒子系のプラズモンダイナミクス: 近接場イメージングによる研究」日本物理学会2007年春季大会, 鹿児島, 2007年3月.

井村考平, 「近接場分光イメージングの新手法の開拓とナノ物質の局所励起と波動関数の研究」日本化学会第87春季年会, 吹田, 2007年3月.

岡本裕巳, 井村考平, 「金属微粒子系における光電場分布とプラズモン波動関数の近接場イメージング」日本化学会第87春季年会, 吹田, 2007年3月.

H. OKAMOTO and K. IMURA, “Imaging of Optical Field Distributions and Plasmon Wavefunctions in Metal Nanoparticles,” SPIE Optics & Photonics 2007, Plasmonics: Nanoimaging, Nanofabrication, and their Applications III (Conference 6642), San Diego (U.S.A.), August 2007.

岡本裕巳, 井村考平, 「近接場光学イメージング: 貴金属微粒子系における局在光電場とプラズモン」分子研研究会「放射光と表面電子顕微鏡——顕微ナノ材料化学のあたらしい進展」岡崎, 2007年9月.

H. OKAMOTO and K. IMURA, “Near-field imaging of optical fields and plasmon wavefunctions in metal nanoparticles,” The Colloquium Spectroscopicum Internationale XXXV (35th International Conference on Spectroscopy), Xiamen (China), September 2007.

井村考平, 「近接場イメージングによる貴金属微粒子の表面プラズモンの研究」平成19年度日本分光学会年次講演会, 東京, 2007年11月.

岡本裕巳, 井村考平, 「ナノ分光イメージング: 金属ナノ構造における光電場分布と波動関数」東京大学物性研究所短期研究会, 柏, 2007年11月.

岡本裕巳, 井村考平, 「金属微粒子系における局在光電場の近接場イメージング」日本光学会年次学術講演会シンポジウム, 吹田, 2007年11月.

H. OKAMOTO and K. IMURA, “Near-field optical imaging of nanoscale optical fields and plasmon waves,” 14th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM14), Atagawa (Japan), December 2007.

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、委員

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–).

学会の組織委員

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).

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, 「分子分光基礎論」 2007年12月10日–12日.

B-10) 外部獲得資金

基盤研究(C), 「超高時間分解指紋領域赤外分光法による電子励起状態の特異な分子構造の研究」 岡本裕巳 (1997年–1998年).
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-).

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-).

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かなり進展している。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が引き出せており、今後もこのような方向を一つの軸として行く。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る段階に入っている。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行いたい。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、波動関数の空間制御等の可能性を見いだしつつあり、それらを発展させる方向も積極的に進める。今年度は諸般の事情でプロダクティビティーが見かけ上落ちてしまったが、次年度はこれを是非とも挽回したい。

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) 大振幅な構造変形運動に関する量子波束の生成と観測
- b) 非断熱相互作用による量子固有状態分布移動の実現
- c) 非断熱励起によって生成する量子波束の実験的特定
- d) 高分解能非線形コヒーレント分光の開発
- e) 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) 大振幅なねじれ運動のプロトタイプであるメチル基の内部回転について、その振動量子波束の実時間観測に取り組んでいる。既に、各種のトルエン置換体に対して非線形フェムト秒時間分解分光を適用し、電子励起状態ならび電子基底状態における波束生成とその時間発展を実験的に明らかにしている。本年度は、これまでの実測結果を解析するために動力学計算を進め、測定に用いる共鳴フェムト秒パルスの波長と観測される量子干渉信号との相関関係を定量的に再現することができた。
- b) 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っており、最も基本的な系である 2 原子分子については非断熱回転励起の実現に成功している。本年度は、この方法論をさらに推し進めて多原子分子であるベンゼンに適用した。動力学計算も併用することによって、初期状態の回転量子数によって非断熱励起の経路が顕著に変化することを明らかにした。
- c) 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。新たな波束特定法として、ダブルパルス励起と状態選択的プローブを組み合わせた方法を提案し、モデル計算によってその有効性を検証した。現在、ベンゼンを対象とした実験に着手したところである。
- d) 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て、高分解能非線形コヒーレント分光の開発を行っている。そのために不可欠な光源の 1 つとして、連続発振 Ti:Sapphire レーザーの出力をパルス的に増幅するシステムの整備を完了した。ベンゼンの高分解能電子スペクトル測定を行い、紫外領域におけるバンド幅は ~300 MHz であり、測定システム全体として ~30 MHz の精度で遷移周波数を決定できることが確認された。また、ベンゼンを含む幾つかの分子クラスターに関して、高分解能電子スペクトルの測定も行った。さらに、もう 1 つの独立な光源として、半導体レーザーの出力をシード光とするパラメトリック発振レーザーを自作した。単一縦モード発振を実現し、~5 mJ/pulse という十分な出力が得られることを確認した。
- e) 強レーザー場中における分子のトンネルイオン化過程を、特に、分子の配向や回転状態との相関に着目して、分光学的手法を活用して解明する研究を開始した。上記 b), c) で展開している非断熱回転励起に関する動力学計算に、分子の配向に依存したイオン化過程を取り込んだ解析コードの開発を行っている。

B-1) 学術論文

T. OKINO, K. YAMANOUCHI, T. SHIMIZU, K. FURUSAWA, H. HASEGAWA, Y. NABEKAWA and K. MIDORIKAWA, “Attosecond Molecular Coulomb Explosion,” *Chem. Phys. Lett.* **432**, 68 (6 pages) (2006).

T. SHIMIZU, T. OKINO, K. FURUSAWA, H. HASEGAWA, Y. NABEKAWA, K. YAMANOUCHI and K. MIDORIKAWA, “Observation and Analysis of an Interferometric Autocorrelation Trace of an Attosecond Pulse Train,” *Phys. Rev. A* **75**, 033817 (12 pages) (2007).

B-4) 招待講演

Y. OHSHIMA, “Nonadiabatic rotational excitation by nonresonant intense ultrafast laser fields,” The 2nd Canada-Japan SRO-COAST Symposium on Ultrafast Intense Laser Science, Quebec (Canada), March 2007.

Y. OHSHIMA, “Methyl internal-rotation wavepackets probed by femtosecond time-resolved spectroscopy,” Institute of Atomic and Molecular Sciences, Taipei (Taiwan) and National Tsing Hua University, Hsinchu (Taiwan), March 2007.

H. HASEGAWA, “Rotational-state control by nonadiabatic excitation with nonresonant intense femtosecond laser fields,” Institute of Atomic and Molecular Sciences, Taipei (Taiwan) and National Tsing Hua University, Hsinchu (Taiwan), March 2007.

K. SUMA, “Spectroscopic studies of transient molecules relevant to the atmospheric chemistry,” Institute of Atomic and Molecular Sciences, Taipei (Taiwan) and National Tsing Hua University, Hsinchu (Taiwan), March 2007.

H. HASEGAWA, “Generation and control of rotational wave-packet by intense nonresonant femtosecond laser fields,” Asian CORE Symposium on Advanced Laser Spectroscopy, Kobe (Japan), September 2007.

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、委員

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–).

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

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).

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

京都大学大学院理学研究科,「化学特別講義(分子クラスターの構造と反応)」, 2007年 6月 26日-27日.

神戸大学大学院理学研究科,「特別講義(分子クラスターの構造と反応)」, 2007年 7月 11日-12日.

総合研究大学院大学物理科学研究科,「分子分光基礎論」, 2007年 12月 10日-12日.

B-10) 外部獲得資金

一般研究(B),「溶媒とクラスター内エネルギー散逸過程の実時間領域測定」, 大島康裕(1996年-1997年).

三菱油化化学研究奨励基金,「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(強光子場分子制御)(公募)「強光子場による分子配列・変形の変光学的キャラクター化」, 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).

C) 研究活動の課題と展望

分子研で新たに研究室を立ち上げてから3年が経過し,非共鳴な高強度極短パルス光との非断熱相互作用を利用した量子状態分布や量子波束の操作について,基本的な原理検証ならびに実験施設の整備はほぼ完了した。ただし,これまでの一連の研究を通じて,高精度の操作を行なう上で極短パルス光の空間的不均一性が大きな問題となることが明らかになった。均一なレーザー場中での観測を可能とする測定系へと早急に改良し,量子波束の完全な特定や高効率な状態分布移動の実現を目指す。また 時間依存偏光回転などの高度な光パルス制御技術の確立にも取り組みたい。その上で より多様なターゲットへの展開や,光解離や光イオン化などの化学反応ダイナミクス研究への適用をはかる。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つつあり,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したい。特に,クラスターにおける分子間振動準位構造の詳細決定への適用を図る。

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) 光子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、光子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-1) 学術論文

H. KATSUKI, K. HOSAKA, H. CHIBA and K. OHMORI, “Read and Write Amplitude and Phase Information by Using High-Precision Molecular Wave-Packet Interferometry,” *Phys. Rev. A* **76**, 013403 (13 pages) (2007).

B-4) 招待講演

H. KATSUKI, “Designing molecular wave-packets by attosecond precision interferometry,” Canada-Japan Bilateral Meeting in Ultrafast Intense Laser Science, Québec (Canada), March 2007.

H. KATSUKI, “Weaving Picometric Quantum Carpets by Ultrafast Wave-Packet Interferometry,” Atomic and Molecular Dynamics: Observation and Control, Toulouse (France), March 2007.

H. KATSUKI, “Visualizing and Controlling Ultrafast Vibrational Wave-Packet Interference,” 11th East Asian Workshop on Chemical Dynamics, Tokyo (Japan), May 2007.

K. OHMORI, “Some applications of ultrahigh-precision coherent control,” COAST One-day Symposium on Ultrafast Intense Laser Science 3, Tokyo (Japan), May 2007.

K. OHMORI, “Visualizing and Controlling Picometric Quantum Ripples in Molecules,” International Symposium on Molecular Science of Ultrafast Electronic Dynamics, Sendai (Japan), May 2007.

J. C. DELAGNES, K. HOSAKA, H. KATSUKI, H. CHIBA, K. OHMORI, K. WATANABE, Y. MATSUMOTO, K. ISHIOKA, M. KITAJIMA and K. G. NAKAMURA, “Optical Control of Coherent Phonons in Bismuth,” 3rd Asian Symposium on Intense Laser Science, Kuala Lumpur (Malaysia), July 2007.

H. KATSUKI, “Visualizing and Controlling Quantum Interference in Molecules,” 「日韓分子科学合同シンポジウム」光分子科学の最前線と将来」 Jeju (Korea), July 2007.

K. OHMORI, “Visualizing and Controlling Picometric Quantum Ripples in Molecules,” XXV International Conference on the Physics of Electronic and Atomic Collisions (ICPEAC), Freiburg (Germany), July 2007.

K. OHMORI, “Visualizing and Controlling Picometric Quantum Ripples in Molecules,” Workshop on Coherent Control of Ultracold Molecular Processes, Vancouver (Canada), August 2007.

K. OHMORI, “Visualizing and Controlling Picometric Quantum Ripples in Molecules,” Gordon Research Conference on “Quantum Control of Light and Matter,” Newport (U.S.A.), August 2007.

K. OHMORI, “Visualizing and Controlling Picometric Quantum Ripples in Molecules,” The Brijuni 2007 Conference on Laser Pulse Shaping and Coherent Control of Molecules, Brijuni (Croatia), August 2007.

H. KATSUKI, “Visualizing and Controlling Picometric Quantum Ripples in Molecules,” CLEO Pacific Rim, Seoul (Korea), August 2007.

K. HOSAKA, "Quantum Fourier transform with high-precision molecular wave-packet interferometry," Asian CORE Symposium on Advanced Laser Spectroscopy, Kobe (Japan), September 2007.

香月浩之,「アト秒精度の波束干渉を用いた振動波束の制御と観測」物性研短期研究会「短波長コヒーレント光と物質中のコヒーレンスの生成・消滅」東大物性研, 柏, 2007年11月.

香月浩之,「アト秒精度の波束干渉を用いた振動波束の制御と観測」日本分光学会先端レーザー分光部会, 東京大学, 本郷, 2007年12月.

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、委員

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–).

原子衝突研究協会運営委員 (2006–).

学会の組織委員

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

総合研究大学院大学物理科学研究科,「電子状態動力学・分子エネルギー変換」2007年1月9日-2月20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) 外部獲得資金

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。

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。

量子散逸系でのコヒーレント制御の実現: 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。

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。

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，分子イオンを含む分子結晶や高分子鎖等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り，ほぼ完成させた。評価の結果，エネルギー分解能 5000 を越えていることを確認した。
- 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 を開発・整備している。

B-1) 学術論文

I. NAKAI, H. KONDOH, T. SHIMADA, R. YOKOTA, T. KATAYA, T. OHTA and N. KOSUGI, "Geometric and Electronic Structures of NO Dimer Layers on Rh(111) Studied with Near Edge X-Ray Absorption Fine Structure Spectroscopy," *J. Chem. Phys.* **127**, 024701 (6 pages) (2007).

V. KIMBERG and N. KOSUGI, “Calculation of K-Edge Circular Dichroism of Amino Acids: Comparison of Random Phase Approximation with Other Methods,” *J. Chem. Phys.* **126**, 245101 (10 pages) (2007).

M. FURUKAWA, H. S. KATO, M. TANIGUCHI, T. KAWAI, T. HATSUI, N. KOSUGI, T. YOSHIDA, M. AIDA and M. KAWAI, “Electronic States of the DNA Polynucleotides Poly(dG)-Poly(dC) in the Presence of Iodine,” *Phys. Rev. B* **75**, 045119 (9 pages) (2007).

Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, Y. TAMENORI and N. KOSUGI, “Autoionization Dynamics of Core-Valence Doubly Excited States of N_2 ,” *Phys. Rev. A* **75**, 042708 (5 pages) (2007).

T. GEJO, A. MACHIDA, K. HONMA, E. SHIGEMASA, E. NAKAMURA, N. KOSUGI and Y. TAMENORI, “The Vibrational Structure of a Conjugated Shake-Up Satellite Band in the C 1s Core-Level Photoemission of CO,” *J. Electron Spectrosc.* **156**, 274–278 (2007).

B-4) 招待講演

N. KOSUGI, “Molecular Inner-shell Spectroscopy: Experiment and Theory,” 12th Korea-Japan Joint Symposium on Frontiers of Molecular Science “Leading-Edge and the Future of Photo-Molecular Science,” Jeju (Korea), July 2007.

N. KOSUGI, “Energy shift in inner-shell ionization of molecular clusters,” 52nd IUVESTA International Workshop on Structure and Dynamics of Free and Supported Nanoparticles Using Short Wavelength Radiation, Erice (Italy), July 2007.

N. KOSUGI, “Intermolecular Interaction and Multi-electron Processes in Photoionization of Free Molecular Clusters,” The 4th Workshop on Advanced Spectroscopy of Organic Materials for Electronic Applications ASOMEA-IV, Chiba (Japan), October 2007.

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、委員

日本放射光学会評議員 (1994–1995, 1998–1999, 2002–2003, 2006–2008)、庶務幹事 (1994).

日本放射光学会特別委員会委員 (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

VUV 真空紫外光物理国際会議国際諮問委員 (2004–2012).

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

X線及び内殻過程の国際会議国際諮問委員 (2006–).

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).

ICESS 電子分光及び電子構造国際会議国際諮問委員 (2006–).

ICESS-11 電子分光及び電子構造国際会議共同議長 (2007–).

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, 2007–).

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、学術振興会等の役員等

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).

日本学術振興会国際科学協力事業委員会委員 (2002–2003).

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).

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所運営協議員会委員 (2001–2003).

高エネルギー加速器研究機構加速器・共通研究施設協議員会委員 (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–).

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).

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研究施設評価分科会委員 (2001–2002).

B-8) 大学等での講義、客員

第1回アジア・オセアニア放射光フォーラム Cheiron School 2007,「Photoemission(1) Spectroscopy」2007年9月14日.

B-10) 外部獲得資金

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).

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がけ,「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

ここ4年ほど方法論の開発に集中したため成果発表の機会があまりなかったが、その開発研究もほぼ最終段階になってきた。我々はこれまで孤立分子系や分子固体を中心に直線偏光軟X線を励起源として内殻励起過程とその脱励起過程の研究で貢献してきた。特に最近は脱励起過程の研究に重点をシフトし、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・励起状態の研究を展開すべく実験装置と理論計算コードの開発に着手した。内殻励起状態を中間状態とするこの種の二次光学過程では、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、クラスター研究用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。研究室のメンバーも完全に入れ替わったところなので、今後、これらの装置を利用し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新たに展開する。

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) 極端紫外超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）。最近では 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た。
- 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、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. P. KAFLE, H. KATAYANAGI and K. MITSUKE, “Photofragment Imaging Apparatus for Measuring Momentum Distributions in Dissociative Photoionization of Fullerenes,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 1809–1812 (2007).

K. KANDA, K. MITSUKE, K. SUZUKI and T. IBUKI, “Photodissociation of Butyl Cyanides and Butyl Isocyanides in the Vacuum UV Region,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 1817–1820 (2007).

K. MITSUKE, H. KATAYANAGI, C. HUANG, B. P. KAFLE, MD. S. I. PRODHAN, H. YAGI and Y. KUBOZONO, “Relative Partial Cross Sections for Single, Double and Triple Photoionization of C_{60} and C_{70} ,” *J. Phys. Chem. A* **111**, 8336–8343 (2007).

T. WANG, S. LI, B. YANG, C. HUANG and Y. LI, “Thermal Decomposition of Glycidyl Azide Polymer Studied by Synchrotron Photoionization Mass Spectrometry,” *J. Phys. Chem. B* **111**, 2449–2455 (2007).

K. NISHIKAWA, S. WANG, H. KATAYANAGI, S. HAYASHI, H. HAMAGUCHI, Y. KOGA and K. TOZAKI, “Melting and Freezing Behaviors of Prototype Ionic Liquids, 1-Butyl-3-Methylimidazolium Bromide and Its Chloride, Studied by Using a Nano-Watt Differential Scanning Calorimeter,” *J. Phys. Chem. B* **111**, 4894–4900 (2007).

B-4) 招待講演

見附孝一郎, 「フラーレンと放射光科学」原子分子の内殻励起および軟X線技術共同研究会, SPring-8, 兵庫県佐用町, 2007年2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19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, 2007年10月及び11月.

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、委員

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.

学会の組織委員

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)(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).

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

総合研究大学院大学物理科学研究科,「極端紫外光分光光学」2007年10月,11月.

B-10) 外部獲得資金

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).

日本学術振興会, 重点研究国際協力派遣研究員,「米国バークレー研究所 ALS 施設への派遣」見附孝一郎 (1998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).

大幸財団, 海外学術交流研究助成,「XIV International Conference on Vacuum Ultraviolet Radiation Physics」見附孝一郎 (2004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).

基盤研究(B),「炭素ナノケージ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).

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： 振動励起分子の放射光解離による反応分岐比制御， フラレーンの波長掃引光電子分光と高励起フラレーンイオンの解離ダイナミクスの解明， 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。

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。

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4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に向けて準備を進めている。入射器のフルエネルギー化と放射線遮蔽の増強，更に入射路のフルエネルギー化が完了し，蓄積リングへのフルエネルギー入射に成功した。光源リングでは4台目となるアンジュレータである可変偏光アンジュレータの立ち上げ調整が完了し，利用実験に供されている。
- 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フランスのグループと共同で進めている。これまでに TiSa レーザーの三倍波の発生に成功しているが，現在，その特性の計測を進めている。
- 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樣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

T. NAKAGAWA, T. YOKOYAMA, M. HOSAKA and M. KATOH, “Measurements of Threshold Photoemission Magnetic Dichroism Using Ultraviolet Lasers and a Photoelastic Modulator,” *Rev. Sci. Instrum.* **78**, 023907 (2007).

A. MOCHIHASHI, M. KATOH, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA and Y. HORI, “Touschek Lifetime Measurement with a Spurious Bunch in Single Bunch Operation in the UVSOR-II Electron Storage Ring,” *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A* **572**, 1033–1041 (2007).

M. LABAT, M. HOSAKA, A. MOCHIHASHI, M. SHIMADA, M. KATOH, G. LAMBERT, T. HARA, Y. TAKASHIMA and M. E. COUPRIE, “Coherent Harmonic Generation at UVSOR-II Storage Ring,” *Eur. Phys. J. D* **44**, 187–200 (2007).

M. SHIMADA, M. KATOH, S. KIMURA, A. MOCHIHASHI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, T. HARA and T. TAKAHASHI, “Intense Terahertz Synchrotron Radiation by Laser Bunch Slicing at UVSOR-II Electron Storage Ring,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **46**, 7939–7944 (2007).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

A. MOCHIIHASHI, M. KATOH, M. HOSAKA, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, Y. TAKASHIMA and H. SUZUKI, “Upgrade of Main RF Cavity in UVSOR-II Electron Storage Ring,” *Proc. 10th Euro. Particle Accel. Conf.*, 1268–1270 (2006).

M. KATOH, M. HOSAKA, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, S. KIMURA, T. HARA, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, “Observation of Intense Terahertz Synchrotron Radiation Produced by Laser Bunch Slicing at UVSOR-II,” *Proc. 10th Euro. Particle Accel. Conf.*, 3377–3379 (2006).

A. MOCHIIHASHI, M. KATOH, M. HOSAKA, M. SHIMADA, S. KIMURA, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, “Observation of THz Synchrotron Radiation Bursts in UVSOR-II Electron Storage Ring,” *Proc. 10th Euro. Particle Accel. Conf.*, 3380–3382 (2006).

M. LABAT, G. LAMBERT, M. E. COUPRIE, D. NUTARELLI, M. HOSAKA, A. MOCHIIHASHI, J. YAMAZAKI, M. SHIMADA, M. KATOH, Y. TAKASHIMA and T. HARA, “Coherent Harmonic Generation Experiment on UVSOR-II Storage Ring,” *Proc. 10th Euro. Particle Accel. Conf.*, 50–52 (2006).

A. MOCHIIHASHI, M. HOSAKA, M. KATOH, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, Y. TAKASHIMA and Y. HORI, “Ion-Related Phenomenon in UVSOR/UVSOR-II Electron Storage Ring,” *Proc. 10th Euro. Particle Accel. Conf.*, 1265–1267 (2006).

M. KATOH, M. HOSAKA, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, T. HARA, J. YAMAZAKI and K. HAYASHI, “Present Status of UVSOR-II,” *Proc. 10th Euro. Particle Accel. Conf.*, 3374–3376 (2006).

M. KATOH, M. HOSAKA, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, S. KIMURA, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, “Coherent Terahertz Radiation at UVSOR-II,” in *The Ninth Internat. Conf. on Synchrotron Radiation Instrumentation, AIP Conf. Proc.* **879**, 71–73 (2007).

M. KATOH, E. SHIGEMASA, S. KIMURA and N. KOSUGI, “Present Status of UVSOR-II,” in *The Ninth Internat. Conf. on Synchrotron Radiation Instrumentation, AIP Conf. Proc.* **879**, 192–195 (2007).

S. KIMURA, T. ITO, E. NAKAMURA, M. HOSAKA and M. KATOH, “Design of a High Resolution and High Flux Beamline for VUV Angle-Resolved Photoemission at UVSOR-II,” in *The Ninth Internat. Conf. on Synchrotron Radiation Instrumentation, AIP Conf. Proc.* **879**, 527–530 (2007).

M. KATOH, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, J. YAMAZAKI, K. HAYASHI, M. HOSAKA and Y. TAKASHIMA, “Recent Developments at UVSOR-II,” *Proc. 22nd Particle Accel. Conf.*, 1028–1030 (2007).

B-3) 総説、著書

加藤政博、原 徹、保坂将人, 「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」*放射光 (Journal of Japanese Society for Synchrotron Radiation Research)* **20**, No.4, 226–232 (2007).

B-4) 招待講演

M. KATOH, “FEL and CSR at UVSOR-II,” The second Workshop of the Asia/Oceania Forum for Synchrotron Radiation Research, Shinchu (Taiwan), November 2007.

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員

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).

科学研究費の研究代表者、班長等

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–).

その他の委員

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).

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) 外部獲得資金

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–).

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トン光源としては世界的にも最高レベルの性能を有する施設となった。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実現に向けて, シンクロトンのフルエネルギー化を実施し, 放射線遮蔽増強も完了した。入射効率の向上, 漏洩放射線の低減に関する研究開発に取り組み, 早期のトップアップ運転実現を目指す。一方, 高度化で増設された直線部へのアンジュレータの導入も進んでおり, 昨年建設された4台目となる可変偏光型のアンジュレータは既にユーザー利用に供されている。更に, 2本のアンジュレータが設置可能であるが, 予算的な問題で建設の目処は立っていない。施設の性能を100%引き出すために, 早期の実現が望まれる。

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。今年度は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様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。大強度化、安定化が今後の課題である。自由電子レーザー光、シンクロトロン光、コヒーレントテラヘルツ光の同期性を活用した利用法の開拓も課題である。

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。

巨大磁気抵抗物質 EuO 単結晶薄膜の育成と電子状態の評価

高圧下テラヘルツ分光による SmS の excitonic instability

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

強相関層状物質 CeTe₂ の CDW の三次元効果

スピン揺らぎが強い系（ZrZn₂, SrFe₄Sb₁₂, YnIr₂Si₂）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。昨年度から今年度にかけて開発してきた 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、 $h\nu = 7 \sim 40$ eV の狭い範囲ではあるが、実用分解能では世界トップレベルの性能が得られ、2007 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、次年度予定されている 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

S. KIMURA, N. KIMURA and H. AOKI, “Low-Energy Electrodynamics of Heavy Quasiparticles in ZrZn₂,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **76**, 084710 (5 pages) (2007).

S. KIMURA, H. J. IM, T. MIZUNO, S. NARAZU, E. MATSUOKA and T. TAKABATAKE, “Infrared Study on the Electronic Structure of the Alkaline-Earth-Filled Skutterudites AM₄Sb₁₂ (A = Sr, Ba; M = Fe, Ru, Os),” *Phys. Rev. B* **75**, 245106 (6 pages) (2007).

- T. NISHI, S. KIMURA, T. TAKAHASHI, H. J. IM, Y. S. KWON, T. ITO, K. MIYAGAWA, H. TANIGUCHI, A. KAWAMOTO and K. KANODA**, “Magnetic-Field-Induced Superconductor–Insulator–Metal Transition in an Organic Conductor: An Infrared Magneto-Optical Imaging Spectroscopic Study,” *Phys. Rev. B* **75**, 014525 (5 pages) (2007).
- Y. SAKURAI, S. KIMURA and K. SEKI**, “Infrared Reflection-Absorption Spectroscopy of Alq_3 Thin Film on Silver Surface Using Synchrotron Radiation,” *Appl. Phys. Lett.* **91**, 061922 (3 pages) (2007).
- K. MATSUBAYASHI, K. IMURA, H. S. SUZUKI, T. MIZUNO, S. KIMURA, T. NISHIOKA, K. KODAMA and N. K. SATO**, “Effect of Single Crystal Composition on Electrical, Optical, Magnetic and Thermodynamic Properties of SmS ,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **76**, 064601 (6 pages) (2007).
- M. SHIMADA, M. KATOH, S. KIMURA, A. MOCHIIHASHI, M. HOSAKA, Y. TAKASHIMA, T. HARA and T. TAKAHASHI**, “Intense Terahertz Synchrotron Radiation by Laser Bunch Slicing at UVSOR-II Electron Storage Ring,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **46**, 7939–7944 (2007).
- J. ONOE, T. ITO, S. KIMURA, K. OHNO, Y. NOGUCHI and S. UEDA**, “The Valence Electronic Structure of a Peanut-Shaped C_{60} Polymer: In Situ High-Resolution Photoelectron Spectroscopic and Density-Functional Studies,” *Phys. Rev. B* **75**, 233410 (4 pages) (2007).
- J. ONOE, T. ITO, S. KIMURA and K. OHNO**, “In Situ High-Resolution Valence Photoelectron Spectra of a Peanut-Shaped C_{60} Polymer,” *Eur. Phys. J. D* **43**, 141–142 (2007).
- T. TAKEUCHI, D. FUKAMAKI, H. MIYAZAKI, K. SODA, M. HASEGAWA, H. SATO, U. MIZUTANI, T. ITO and S. KIMURA**, “Electronic Structure and Stability of the Pd-Ni-P Bulk Metallic Glass,” *Mater. Trans.* **48**, 1292–1298 (2007).
- I. OUCHI, I. NAKAI, M. ONO and S. KIMURA**, “Features of Fluorescence Spectra of Polyethylene 2,6-Naphthalate Films,” *J. Appl. Polym. Sci.* **105**, 114–121 (2007).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

- J. ONOE, Y. OCHIAI, T. ITO, S. KIMURA, S. UEDA, Y. NOGUCHI and K. OHNO**, “Electronic and Electron-Transport Properties of Peanut-Shaped C_{60} Polymers,” *J. Phys.: Conf. Series* **61**, 899–903 (2007).
- S. KIMURA and T. MIZUNO**, “Application of Terahertz Synchrotron Radiation at UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **902**, 67–70 (2007).
- H. J. IM, T. ITO, H. D. KIM, S. KIMURA, J. B. HONG and Y. S. KWON**, “Electronic Structure of $\text{CeNiGe}_{2-x}\text{Si}_x$ Studied by Resonant Photoemission,” *J. Magn. Magn. Mater.* **310**, 411–413 (2007).
- Y. S. KWON, K. E. LEE, M. A. JUNG, E. Y. SONG, H. J. OH, H. J. IM and S. KIMURA**, “Hybridization Gap Collapse at a Quantum Critical Point of $\text{CeNi}_{1-x}\text{Co}_x\text{Ge}_2$,” *J. Magn. Magn. Mater.* **310**, 310–312 (2007).
- T. ITO, H. J. IM, S. KIMURA and Y. S. KWON**, “Three-Dimensional Fermi Surface of CeTe_2 Studied by Angle-Resolved Photoemission,” *J. Magn. Magn. Mater.* **310**, 431–433 (2007).
- S. KIMURA, T. NISHI, T. TAKAHASHI, T. MIZUNO, K. MIYAGAWA, H. TANIGUCHI, A. KAWAMOTO and K. KANODA**, “Pressure Dependence of Phase Separation in Deuterated $\kappa\text{-(ET)}_2\text{Cu[N(CN)}_2\text{]Br}$ at the Mott Boundary,” *J. Magn. Magn. Mater.* **310**, 1102–1104 (2007).
- T. ITO, S. KIMURA, H. J. IM, E. NAKAMURA, M. SAKAI, T. HORIGOME, K. SODA and T. TAKEUCHI**, “BL5U at UVSOR-II for Three-Dimensional Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 587–590 (2007).

M. KATOH, E. SHIGEMASA, S. KIMURA and N. KOSUGI, “Present Status of UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 192–195 (2007).

M. KATOH, M. HOSAKA, A. MOCHIIHASHI, M. SHIMADA, S. KIMURA, Y. TAKASHIMA and T. TAKAHASHI, “Coherent Terahertz Radiation at UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 71–74 (2007).

S. KIMURA, T. ITO, E. NAKAMURA, M. HOSAKA and M. KATOH, “Design of a High-Resolution and High-Flux Beamline for VUV Angle-Resolved Photoemission at UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 527–530 (2007).

S. KIMURA, Y. SAKURAI, E. NAKAMURA and T. MIZUNO, “Terahertz Microspectroscopy and Infrared Reflection-Absorption Spectroscopy Apparatuses at UVSOR-II,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 595–598 (2007).

B-4) 招待講演

S. KIMURA, “Infrared Magneto-Optical Imaging on Correlated Materials,” 4th International Workshop on Infrared Spectroscopy and Microscopy with Accelerator Based Sources, Awaji Island (Japan), September 2007.

S. KIMURA, “Closing Remark,” UVSOR Workshop on Terahertz Coherent Synchrotron Radiation, Okazaki (Japan), September 2007.

S. KIMURA, “Electrodynamics on spin fluctuation materials,” Berichte aus der Physik, Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden (Germany), July 2007.

S. KIMURA, “Application of terahertz synchrotron radiation at UVSOR-II,” 2nd International Symposium on Portable Synchrotron Light Sources and Advanced Applications, Kusatsu (Japan), January 2007.

T. ITO, “Angle-resolved photoemission study on strongly correlated f electron systems,” Festkörperphysikalisches Kolloquium, Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden (Germany), July 2007.

木村真一, 「テラヘルツ放射光の現状と大強度CSRの利用」 ERL 研究会「コンパクトERL が拓く世界」物構研, 2007年7月.

木村真一, 「空間分解能とエネルギー分解能を上げたARPESでの展望」物性研究所短期研究会「高輝度軟X線放射光が拓く物質科学の新たな地平」東大物性研, 2007年7月.

木村真一, 「放射光赤外利用研究の現状と今後の方向」立命館大学SRセンター成果報告会, 草津市, 2007年6月.

木村真一, 「分子性導体の赤外磁気光学イメージング」「分子性導体の機能・構造相関の研究と放射光利用」研究会, 兵庫県佐用郡, 2007年6月.

木村真一, 「テラヘルツ放射光利用の現状と大強度CSR テラヘルツ光への期待」放射光セミナー, 物構研, 2007年4月.

B-6) 受賞、表彰

木村真一, 日本放射光学会・第5回若手奨励賞 (2001).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

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, 2007–2009).

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).

UVSOR 利用者懇談会世話人 (2000-2001).

学会の組織委員等

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

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).

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、学術振興会等の役員等

(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 (2003-2007).

(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 (2003-2007).

学会誌編集委員

真空誌編集委員 (2007-2009).

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,「極端紫外光分光光学」2007年10月6日-20日.

立命館大学 COE 推進機構特別招聘准教授, 2007年4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)外部獲得資金

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)「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,「シンクロトロン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),「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).

C) 研究活動の課題と展望

分子研着任の際に提案してい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)が完成し,これまでに立ち上げてき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)と合わせて,本格的に研究の場が整備されたところである。これらの装置を用いることで,これまで以上に高いレベルの研究が遂行できるものと期待される。今後,これらのビームラインと第一原理電子状態計算を併せて行うことで,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)の研究を行っていく。

一方で,機能性薄膜試料を育成し,そのままの状態でも電子状態を評価する手法も確立しつつある。この方法を用いて,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光電離過程の研究

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。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の建設計画を策定し、来年度後半からの利用研究開始を目指して物品調達を進めている。このビームラインは、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おり、分光器は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非常に複雑な脱励起過程が明らかにされた。現在、三原子分子へと研究の展開を図っている。
- c) 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国際共同研究を継続中である。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三重光電離過程の観測にも成功している。最近、同様の磁気ボトル型分析器をUVSORにも整備し、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進めている。

B-1) 学術論文

Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU and E. SHIGEMASA, "Ion Pair Formation in the Vacuum Ultraviolet Region of NO Studied by Negative Ion Imaging Spectroscopy," *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **154**, 43–47 (2006).

T. AOTO, K. ITO, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, F. PENENT and P. LABLANQUIE, "Properties of Resonant Interatomic Coulombic Decay in Ne Dimers," *Phys. Rev. Lett.* **97**, 243401 (4 pages) (2006).

Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, Y. TAMENORI and N. KOSUGI, "Autoionization Dynamics of Core-Valence Doubly Excited States in N₂," *Phys. Rev. A* **75**, 042708 (5 pages) (2007).

Y. HIKOSAKA, P. LABLANQUIE, F. PENENT, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, J. H. ELAND, T. AOTO and K. ITO, "Double Photoionization into Double Core-Hole States in Xe," *Phys. Rev. Lett.* **98**, 183002 (4 pages) (2007).

- Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, P. LABLANQUIE, F. PENENT and K. ITO**, “Multielectron Coincidence Spectroscopy for Core-Valence Doubly Ionized States of CO,” *J. Chem. Phys.* **127**, 044305 (4 pages) (2007).
- T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, F. PENENT, P. LABLANQUIE, T. AOTO and K. ITO**, “State-Selective Cross Sections of Multiple Photoionization in Ne,” *Phys. Rev. A* **76**, 012717 (7 pages) (2007).
- Y. HIKOSAKA, P. LABLANQUIE, F. PENENT, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, J. H. D. ELAND, T. AOTO and K. ITO**, “Single, Double, and Triple Auger Decay of the Xe 4p Core-Hole States,” *Phys. Rev. A* **76**, 032708 (6 pages) (2007).
- Y. HIKOSAKA, T. GEJO, T. TAMURA, K. HONMA, Y. TAMENORI and E. SHIGEMASA**, “Core-Valence Multiply Excited States in N₂ Probed by Detecting Metastable Fragments,” *J. Phys. B* **40**, 2091–2097 (2007).
- T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, F. PENENT, P. LABLANQUIE, T. AOTO and K. ITO**, “Autoionization of the Ne⁺ Rydberg States Formed via Valence Photoemission,” *J. Phys. B* **40**, 4047–4060 (2007).
- P. LABLANQUIE, T. AOTO, Y. HIKOSAKA, Y. MORIOKA, F. PENENT and K. ITO**, “Appearance of Interatomic Coulombic Decay in Ar, Kr, and Xe Homonuclear Dimers,” *J. Chem. Phys.* **127**, 154323 (9 pages) (2007).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

- T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA and E. SHIGEMASA**, “Development of Auger-Electron-Ion Coincidence Spectrometer on Decay Dynamics of Core-Excited Molecules,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 1793–1796 (2007).
- E. SHIGEMASA, T. KANEYASU, Y. TAMENORI and Y. HIKOSAKA**, “Photoelectron Recapture through Post-Collision Interaction in N₂,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **156-158**, 289–293 (2007).
- Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU, Y. TAMENORI and E. SHIGEMASA**, “Negative Ion Formation Following Inner-Shell Photoexcitation in CO₂ Studied by Velocity Imaging Spectroscopy,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **156-158**, 284–288 (2007).
- T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA and E. SHIGEMASA**, “Electron-Ion Coincidence Spectrometer for Studies on Decay Dynamics of Core-Excited Molecules,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **156-158**, 279–283 (2007).
- T. GEJO, M. MACHIDA, K. HONMA, E. SHIGEMASA, E. NAKAMURA, N. KOSUGI and Y. TAMENORI**, “The Vibrational Structure of a Conjugate Shake-Up Satellite Band in the C 1s Core-Level Photoemission of CO,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **156-158**, 274–278 (2007).

B-4) 招待講演

- 彦坂泰正, 「分子内殻領域の多電子励起状態の分光と崩壊ダイナミクス」原子分子の内殻励起および軟X線実験技術共同SPRING-8研究会, 高輝度光科学研究センター, 2007年2月.
- 金安達夫, 「多電子同時計測法を用いた多重イオン化過程の研究」原子分子の内殻励起および軟X線実験技術共同SPRING-8研究会, 高輝度光科学研究センター, 2007年2月.
- T. KANEYASU**, “Multi-Electron Spectroscopy for Double Photoionization Study of Atoms and Molecules,” International Symposium on (e,2e), Double Photoionization and Related Topics, Königstein (Germany), August 2007.

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

日本放射光学会渉外委員 (2005–2006).

日本放射光学会評議員 (2006–).

日本放射光学会渉外幹事 (2007–).

学会の組織委員

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 AOFSSR (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).

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

総合研究大学院大学物理科学研究科, 「光化学」 2007年 7月 23日–25日.

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

B-10) 外部獲得資金

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).

C) 研究活動の課題と展望

我々のグループでは、放射光を利用した開発要素の強い研究や予備的な実験は UVSOR の BL4B で集中的に実施し、分解能や光強度が必要な実験に関しては、他施設を含めたアンジュレータビームラインで適宜行う方針で研究を進めて来た。しかし、

現状ではビームタイムの確保や効率的な装置の運用が難しい。そこで、2008年度後半からの利用開始を目指して、我々が主として利用する新しいアンジュレータライン，BL6U の建設計画を立案した。現在，ビームライン構成要素の調達が進んでおり，2008年8月末にはビームラインの建設が終了する予定である。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光電子分光法によって解明するという研究を中心に行いたいと考えている。これにより，現在 SPring-8 で行っている研究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，高励起一価イオン状態や二価イオン状態の分光情報を取得する実験手法の開発にも取り組んで行きたい。

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ンニクスの研究

- 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ンニクスの展開

A-3) 研究活動の概略と主な成果

先鞭をつけたマイクロチップ 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）は、高機能非線形波長変換可能とするバルク擬似位相整合（QPM）素子である大口径周期分極反転 MgO:LiNbO₃（PPMgLN）の展開と相まって研究が大きく広がりとつある。

- 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として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/cm²）、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、パルス幅：500 ps、光強度：～8 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ンニクスで実証した。さらには、新素子は高品質スクイ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

M. TSUNEKANE and T. TAIRA, “High-Power Operation of Diode Edge-Pumped, Composite All-Ceramic Yb:Y₃Al₅O₁₂ Microchip Laser,” *Appl. Phys. Lett.* **90**, 121101 (3 pages) (2007).

I. SHOJI, T. TAIRA and A. IKESUE, “Thermally-Induced-Birefringence Effects of Highly Nd³⁺-Doped Y₃Al₅O₁₂ Ceramic Lasers,” *Opt. Mater.* **29**, 1271–1276 (2007).

Y. SATO, J. SAIKAWA, T. TAIRA and A. IKESUE, “Characteristics of Nd³⁺-Doped Y₃ScAl₄O₁₂ Ceramic Laser,” *Opt. Mater.* **29**, 1277–1282 (2007).

- J. SAIKAWA, Y. SATO, T. TAIRA and A. IKESUE**, “Femtosecond Yb³⁺-Doped Y₃(Sc_{0.5}Al_{0.5})₂O₁₂ Ceramic Laser,” *Opt. Mater.* **29**, 1283–1288 (2007).
- M. TSUNEKANE and T. TAIRA**, “Design and Performance of Compact Heatsink for High-Power Diode Edge-Pumped, Microchip Lasers,” *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **13**, 619–625 (2007).
- Y. SATO, A. IKESUE and T. TAIRA**, “Tailored Spectral Designing of Layer-by-Layer Type Composite Nd:Y₃ScAl₄O₁₂/Nd:Y₃Al₅O₁₂ Ceramics,” *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **13**, 838–843 (2007).
- J. SAIKAWA, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “High-Energy, Narrow-Bandwidth Periodically Poled Mg-Doped LiNbO₃ Optical Parametric Oscillator with a Volume Bragg Grating,” *Opt. Lett.* **32**, 2996–2998 (2007).
- Y. PEITIT, B. BOULANGER, P. SEGONDS and T. TAIRA**, “Angular Quasi-Phase-Matching,” *Phys. Rev. A* **76**, 063817 (2007).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

- M. TSUNEKANE and T. TAIRA**, “>400W CW Operation of Diode Edge-Pumped, Composite All-Ceramic Yb:YAG Microchip Laser,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MA2 (2007).
- H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Comparative Study on the Coercive Field in Undoped and MgO-Doped Congruent LiNbO₃,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MB7 (2007).
- J. SAIKAWA, M. MIYAZAKI, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Difference Frequency Generation in a ZnGeP₂ Crystal Pumped by a Large Aperture Periodically Poled MgO:LiNbO₃ Optical Parametric System,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, MB8 (2007).
- T. SUZUDO, Y. SATOH, M. HIROI, H. MIFUNE, Y. SATO, H. ISHIZUKI, T. TAIRA, O. NAKAMURA, S. WATANABE and Y. FURUKAWA**, “Diode-Pumped Nd:GdVO₄ Microchip Laser with a Single-Pass Green Generation in PPMgLN,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, TuC3 (2007).
- S. HAYASHI, T. SHIBUYA, H. SAKAI, H. KAN, T. TAIRA, Y. OGAWA, C. OTANI and K. KAWASE**, “Terahertz-Wave Parametric Generation Pumped by Microchip Nd:YAG Laser,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, TuC7 (2007).
- Y. SATO and T. TAIRA**, “Thermal Conductivities of Polycrystalline Nd³⁺- and Yb³⁺-Doped Y₃Al₅O₁₂ Ceramics,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, WB16 (2007).
- M. MATSUKURA, O. NAKAMURA, S. WATANABE, A. MIYAMOTO, Y. FURUKAWA, Y. SATO, T. TAIRA, T. SUZUDO and H. MIFUNE**, “Core-Clad-Type Composites of Nd:GdVO₄ Single Crystal Grown by the Double Die EFG Method,” *OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics*, WC3 (2007).
- T. TAIRA**, “High Brightness-Temperature Micro-Lasers,” *Defense & Security Symposium 2007*, 6552-13 (2007).
- M. TSUNEKANE and T. TAIRA**, “High-Power CW Operation and Beam Quality of a Diode Edge-Pumped, Composite All-Ceramic Yb:YAG Microchip Laser,” *CLEO 2007*, CThDD3 (2007).
- Y. SATO and T. TAIRA**, “Thermo-Optical and -Mechanical Parameters of Nd:GdVO₄ and Nd:YVO₄,” *CLEO 2007*, JWA87 (2007).
- J. SAIKAWA, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “High-Energy Periodically Poled MgO:LiNbO₃ Optical Parametric System with a Bragg Grating,” *CLEO 2007*, CTuK5 (2007).

- Y. SATO, T. TAIRA, T. SUZUDO and H. MIFUNE**, “Laser Properties of Composite Nd:GdVO₄ Single Crystal Grown by the Double Die EFG Method,” *CLEO 2007*, CFA2 (2007).
- N. ISHII, X. GU, T. FUJII, M. SCHULTZE, V. PERVAK, R. HOLZWARTH, R. BUTKUS, H. ISHIZUKI, T. TAIRA, R. HARTMANN, S. ROITHER, M. KITZLER, A. BALTUSKA, A. PISKARSKAS and F. KRAUSZ**, “Development of a Few-Cycle Infrared OPCPA System and Its Use in High-Harmonic Generation,” *CLEO 2007*, CMK2 (2007).
- M. TSUNEKANE and T. TAIRA**, “Highly Thermal-Shock-Resistant Operation of Diode Edge-Pumped, Composite All-Ceramic Yb:YAG Microchip Lasers,” *CLEO/Europe 2007*, CA-6-MON (2007).
- T. DASCALU, Y. OISHI, M. TSUNEKANE, K. MIDORIKAWA and T. TAIRA**, “Thermally Induced Birefringence in Edge-Pumped Microchip Yb:YAG Ceramic,” *CLEO/Europe 2007*, CA-32-MON (2007).
- Y. SATO and T. TAIRA**, “The Study of Thermo-Mechanical and -Optical Properties of GdVO₄ and YVO₄,” *CLEO/Europe 2007*, CA7-5-WED (2007).
- H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Mg-Doped Congruent LiTaO₃ for High Power Quasi-Phase Matching Device,” *CLEO/Europe 2007*, CE7-3-THU (2007).
- T. TAIRA**, “Ceramic Lasers,” *Journées Nationales des Cristaux pour l’Optique (JNCO), OPTIQUE Grenoble 2007*, JNCO-JE1 (2007).
- Y. PETIT, B. BOULANGER, P. SEGONDS and T. TAIRA**, “Le Quasi-Accord de Phase Angulaire dans PPLN,” *Journées Nationales des Cristaux pour l’Optique (JNCO), OPTIQUE Grenoble 2007*, JNCO-JE6 (2007).
- H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “Study on the Field-Poling Dynamics in Mg-Doped LiNbO₃ and LiTaO₃,” *Nonlinear Optics: Materials, Fundamentals and Applications (NLO)*, WE35 (2007).
- J. SAIKAWA, M. FUJII, H. ISHIZUKI and T. TAIRA**, “High-Energy, Narrow-Bandwidth Periodically Poled MgO:LiNbO₃ Optical Parametric Oscillator with a Volume Bragg Grating,” *Nonlinear Optics: Materials, Fundamentals and Applications (NLO)*, FA3 (2007).

B-3) 総説、著書

- T. TAIRA**, “Ceramic YAG lasers,” *Comptes Rendus Physique* **8**, 138–152 (2007).
- 平等拓範, 「マイクロチップレーザー」 *O PLUS E* **29**, 374–380 (2007).
- T. TAIRA**, “RE³⁺-ion-doped YAG ceramic lasers,” *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* **13**, 798–809 (2007).
- 平等拓範, 「Advanced Solid-State Photonics 2007国際会議報告」 *レーザー研究* **35**, 402–406 (2007).
- 平等拓範, “Conference report on advanced solid-state photonics 2007,” *オプトニュース* **1**, 37–40 (2007).

B-4) 招待講演

- T. SUZUDO, Y. SATOH, M. HIROI, H. MIFUNE, Y. SATO, H. ISHIZUKI, T. TAIRA O. NAKAMURA, S. WATANABE and Y. FURUKAWA**, “High power green laser development for new type of printing system using full-color rewritable paper,” Technical Report of IEICE, EID2006-22, 35-38 (2006).
- 平等拓範, 「マイクロ固体フォトリソの新展開」 大型スペクトログラフ研究会「大型スペクトログラフ高度化装置を利用した研究成果に関わる討論会」 自然科学研究機構, 岡崎, 2007年 3月.
- 平等拓範, 「マイクロチップレーザー技術の進展」 日本光学会名古屋講演会「最近のレーザー応用技術」, 名古屋大学, 名古屋, 2007年 3月.

T. TAIRA, “High power, tunable microchip lasers,” CLEO/Europe 2007, Munich (Germany), June (2007).

T. TAIRA, “Ceramic lasers,” Journées Nationales des Cristaux pour l’Optique (JNCO), OPTIQUE Grenoble 2007, Campus universitaire de St-Martin d’Hères, Grenoble (France), July 2007.

B-5) 特許出願

特願 2007-220951, 「固体レーザーモジュール」 常包正樹、平等拓範(JST、自然科学研究機構) 2007年.

特願 2007-293255, 「レーザー点火装置、内燃機関、及びレーザー点火方式」 平等拓範、藤川武敏、秋濱一弘、蝦名正輝(自然科学研究機構、(株)豊田中央研究所) 2007年.

特願 2007-306233, 「周期分極反転用電極及び周期分極反転素子の製造方法」 平等拓範、石月秀貴(自然科学研究機構) 2007年.

特願 2007-340019, 「配向多結晶材料及びその製造方法」 平等拓範、秋山順、浅井滋生、原 邦彦(自然科学研究機構、名古屋大学、(株)コンパソ研) 2007年.

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).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

(社)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).

(社)レーザー学会研究会委員 (1999–).

(社)電気学会高機能全固体レーザーと産業応用調査専門委員会幹事 (1998–2002).

(社)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).

(財)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).

(社)レーザー学会評議員 (2005–).

(社)レーザー学会「マイクロ固体フォトリクス」専門委員会主査 (2006–2009).

学会の組織委員

LASERS 2001, 国際会議プログラム委員 (2001).

(社)レーザー学会学術講演会プログラム委員 (2001, 2004).

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 (2007-).

NLO, 国際会議プログラム委員 (2007-).

3rd International Laser Ceramics Symposium, プログラム委員 (2006-2007).

ASSP 2008, 国際会議プログラム委員会委員長 (2007-2008).

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).

(社)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).

文部科学省、学術振興会等の役員等

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-).

その他

愛知県産業労働部愛知県若手奨励賞審査員 (2006-).

B-8) 大学での講義、客員

理化学研究所, 客員研究員, 1999 年 4 月-2007 年 3 月.

福井大学大学院工学研究科, 「電気・電子工学特別講義第三」2007 年 12 月 13 日-14 日.

豊橋技術科学大学先端フットニック情報メモリリサーチセンター, 客員教授, 2007 年後期.

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, 2007 年後期.

B-10) 外部獲得資金

重点領域研究(2), 「有機材料による近赤外域多機能マイクロチップ光パラメトリック発振器の研究」平等拓範 (1995 年-1997 年).

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).

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, 「ヒートシンカー体型 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).

(独)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).

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).

B-11)産学等共同研究

澁谷工業(株)「高出力 100W 級 Yb:YAG マイクロチップレーザーの開発」平等拓範(2007年).

(株)コンパン研究所,「マイクロ固体フォトニクスの基礎研究」平等拓範(2007年).

浜松ホトニクス(株)「マイクロチップレーザーの光増幅に関する研究」平等拓範(2007年).

(株)リコー,「側面励起型小型高出力緑/青色レーザー光源の研究」平等拓範(2007年).

(株)豊田中央研究所,「レーザー点火最小パルスエネルギー低減に関する研究」平等拓範(2007年).

(株)日本自動車部品総合研究所,「自動車エンジン用レーザーイグニッションの研究」平等拓範(2007年).

(株)日本自動車部品総合研究所,「中赤外 4.3 μ m CW レーザの研究」平等拓範(2007年).

三菱電機(株)情報技術研究所,「Nd:YVO₄(GdVO₄) 固体レーザー材料の研究」平等拓範(2007年).

C) 研究活動の課題と展望

先端的レーザー光源の中で,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,ディスプレイ,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,超高速レーザーの極限であるアト秒発生,さらには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) 和周波顕微分光装置の試作とその応用
- d) チタニア表面での金ナノクラスターの構造と反応

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 本研究グループは金属表面上に吸着した原子の振動をコヒーレントに励起でき（振動核波束の生成）、その振動核波束のダイナミックスを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り研究している。本年度は振動核波束の生成がどのような電子状態間の遷移によって誘起されるのかについて集中して実験をした。注目した吸着系は Cu(111) 表面に吸着したナトリウムである。この吸着系の表面電子状態は実験、計算ともよく研究されている。励起光のエネルギーを変えながらコヒーレントフォノンに基づく振動の初期強度を測定したところ、この作用スペクトルは基板である銅の吸収スペクトルに極めて近いことが分かった。したがって、コヒーレント振動励起の初期過程は表面近傍の基板の電子励起であ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 鎖と水との反応がどのように時間・空間発展するかを走査型トンネル顕微鏡によって観測した。その結果、この反応はある誘導時間の後に、突如、反応が迅速に起きる反応フロントが出現し、これが表面上を移動するという極めて珍しい空間発展を捉えることができた。
- 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として、また、不整炭素を持つキラルな分子への応用など幅広い応用が考えられる。そこで、より局所的なプローブとしてこの分光法を用いるために和周波顕微分光装置を開発、試作した。本年度は、これを用いて、金属メッシュ試料における和周波信号の空間分布をイメージングし、また、赤外光と可視光パルスを遅延させることにより、和周波信号の遅延時間依存性を測定した。
- d) チタニア表面上の金ナノクラスターは CO の酸化反応などにおいて触媒能を示すことで注目されている。佃グループとの共同研究によりサイズ選択されたアルカンチオールを保護基とした金ナノクラスターをチタニア単結晶表面にコートし、これを真空中で酸素、および、水素プラズマエッチングにより保護膜を除去して、金ナノクラスターを準備した。また、これを酸素エッチングにより酸化した試料に紫外光を照射すると酸化物が容易に還元されることを見出した。

B-1) 学術論文

T. MATSUMOTO, P. NICKUT, T. SAWADA, H. TSUNOYAMA, K. WATANABE, T. TSUKUDA, K. AL-SHAMERY and Y. MATSUMOTO, “Deposition and Fabrication of Alkanethiolate Gold Nanocluster Films on TiO₂(110) and the Effects of Plasma Etching,” *Surf. Sci.* **601**, 5121–5126 (2007).

T. MATSUMOTO, P. NICKUT, H. TSUNOYAMA, K. WATANABE, T. TSUKUDA, K. AL-SHAMERY and Y. MATSUMOTO, “Thermal and Photochemical Reactivity of Oxygen Atoms on Gold Nanocluster Surfaces,” *Surf. Sci.* **601**, 5226–5231 (2007).

H. TSUNOYAMA, P. NICKUT, Y. NEGISHI, K. AL-SHAMERY, Y. MATSUMOTO and T. TSUKUDA, “Formation of Alkanethiolate-Protected Gold Clusters with Unprecedented Core Sizes in the Thiolation of Polymer-Stabilized Gold Clusters,” *J. Phys. Chem. C* **111**, 4153–4158 (2007).

Y. MATSUMOTO, “Photochemistry and Photo-Induced Ultrafast Dynamics at Metal Surfaces,” *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **80**, 842–865 (2007).

O. NAKAGOE, N. TAKAGI, K. WATANABE and Y. MATSUMOTO, “Explosive Evolution of Hydrogen Abstraction of Water on Oxidized Ag(110) Surfaces Studied by Scanning Tunnelling Microscopy,” *Phys. Chem. Chem. Phys.* **9**, 5274–5278 (2007).

M. FUYUKI, K. WATANABE, D. INO, H. PETEK and Y. MATSUMOTO, “Electron–Phonon Coupling at an Atomically Defined Interface: Na Quantum Well on Cu(111),” *Phys. Rev. B* **76**, 115427 (4 pages) (2007).

B-4) 招待講演

Y. MATSUMOTO, “Ultrafast dynamics of coherent phonons at metal surfaces covered by alkali metals,” DIET XI, Berlin (Germany), March 2007.

松本吉泰, 「超高速非線形分光による吸着種の振動ダイナミクス」物性研究所短期研究会「物性化学のフロンティア2007」, 千葉, 2007年11月.

渡邊一也, 「表面における超高速分光」第27回表面科学講演大会, 東京, 2007年11月.

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、委員

日本化学会東海支部代議員 (1993–1994).

学会の組織委員

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8回化学反応討論会プログラム委員 (1992).

第51回岡崎コンファレンス組織委員 (1994).

分子研研究会「分子 - 表面ダイナミクス」組織委員 (1995).

大阪大学50周年記念シンポジウム「固体表面動的過程」組織委員 (1995).

IMS International Conference 組織委員 (1997).

分子構造総合討論会プログラム委員 (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).

文部科学省、学術振興会等の役員等

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–).

科学研究費の研究代表者、班長等

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導科学研究科科長 (2001–2005).

B-9) 学位授与

冬木正紀, “Coherent surface phonon dynamics at alkali-metal-covered surfaces,” 2007年3月, 博士(理学)

B-10) 外部獲得資金

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).

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、2光子光電子分光、表面第2高調波発生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、原子・分子レベルの分解能を持つ走査型トンネル顕微鏡による実空間観測により、吸着種の幾何学的構造と固体表面における反応の空間・時間発展を明らかにすることも主要な研究課題の一つである。さらに、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スコープの手法を新たに開発し、不均一反応の根源的な理解を促進する。

*) 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