

大森賢治教授にアメリカ物理学会フェロー表彰

江原正博教授に APATCC から 2009 年度 Pople メダル及び
CMOA から 2009 年度 QSCP Promising Scientist Award

邨次智助教に英国王立化学会 (Royal Society of Chemistry) Dalton Transactions Poster Prize 及び
第 26 回井上研究奨励賞

中川剛志助教に日本物理学会若手奨励賞

山根宏之助教に第 14 回日本放射光学会奨励賞

秋山順研究員に第 26 回応用物理学会講演奨励賞

西條純一助教に分子科学会優秀講演賞

大森賢治教授にアメリカ物理学会フェロー表彰



光分子科学研究領域教授、分子制御レーザー開発研究センター長の大森賢治博士に、アメリカ物理学会フェローの称号が授与されました。これは、大森教授の以下の業績が評価されたものです。

“For his pioneering development of spatiotemporal wave-packet

engineering in which the ultrafast wave-packet interference in a molecule is visualized and controlled with precisions on the picometer spatial and attosecond temporal scales.”

本表彰は、既存のアメリカ物理学会フェローからの推薦を受けて、ディヴィジョン（レーザー科学）、アメリカ物理学会フェローシップ選考委員会、アメリカ物理学会評議会による3段階の厳正な選考を経て決定されました。大森教授にとっては、一昨年の日本学士院学術奨励賞、日本学術振興会賞に続き、初めての国際的に権威ある表彰となりました。表彰式は、アメリカ物理学会 Division of Laser Science の年次会議 (LASER SCIENCE XXVI: APS/DLS 26th ANNUAL MEETING, October 24-28 2010, Rochester, NY) にて行われます。分子科学研究所、また分子科学の分野にとって、たいへん喜ばしいことであり、心よりお祝い申し上げます。

ます。

近年、光を用いて物質の波動関数を操作しようとする試みが物質科学や情報科学など様々な分野で行なわれるようになりました。このような量子制御は「コヒーレント制御」と呼ばれ、原子からナノ構造に至る様々な階層において、結合選択的な化学反応制御を可能とする他、量子コンピューティングなどの先端的な量子テクノロジーに結びつくものとして注目されてきました。大森教授は、このコヒーレント制御において、2つの光パルスの位相差をアト秒 (10^{-18} 秒) スケールの精度で調節することが何よりも大切であるということを見抜き、「アト秒位相変調器 (APM)」を自らの着想の下に設計し製作されました。さらに、それを用いて「分子の中を動き回る二つの原子波（振動波束）が衝突し干渉する様子」を世界で初めて観測し制御することに成功しました。これまでの量子力学的波動性の検証実験では、有名なヤングの実

験を始めとして、主に波が重なった後にできた定常的な干渉縞を測定し、それに基づいて議論がなされて来ました。大森氏は、その干渉現象を、時間と共に発展する現象として捉えることに成功したのです。これは、従来の干渉縞計測という手法を超えた、量子干渉実験の新たな方法論を開拓したものと位置づけられます。

さらに大森教授は、このような分子内の波束干渉がつくりだすピコメートル (10^{-12} メートル) スケールの波動関数の空間模様を、APMによって多彩にデザインすることに成功しました。この波動関数の模様はタペストリーのように美しく、量子の世界の芸術のように感じられます。これは恐らく「これまでで最も微細な空間領域での加工」と考えられ、それが量子波の干渉によって成し遂げられた点は、量子科学に携

わる多くの研究者にインパクトを与えました。最近では、このような波束の精密干渉を応用して、分子の中の波動関数に情報を書き込み、これを一定時間保存した後に読み出すとともに、論理ゲートを実行するための開発研究を進められています。同様に、環境との相互作用によって波動関数が乱される様子を検証し制御するための基礎研究も推進されています。これら一連の研究成果は、**Science**誌や**Physical Review Letters**誌など超一流の学術雑誌に相次いで発表されたばかりでなく、多数の新聞各紙やYahooトピックスあるいはTV番組等で取り上げられ、社会的にも反響を呼びました。

以上のように、大森教授のこれら一連の研究成果は、これまでに無い新しい概念を分子科学に導入するものであり、これによって「アト秒時空間波束

エンジニアリング」という新たな学術分野が開拓されました。分子科学の分野で独創性の顕著な業績として認められており、物理化学、物性科学、量子光学、あるいは情報科学などの様々な学術分野においても重要な「学際的な成果」として国際的に注目を集めています。それは、大森教授がゴードン会議、アメリカ物理学会、アメリカ化学会を始めとする世界の主要な国際会議にしばしば招待されていることでも明らかです。今後、アト秒時空間波束エンジニアリングが、従来の分子科学の枠組みを越え、物性科学や情報科学などより多くの分野を融合した学際的な研究領域を形成し、化学反応制御や量子情報処理などの量子テクノロジーの開発や量子論の基礎的な検証の新たな扉を開いていくものと大いに期待されます。
(岡本 裕巳 記)

江原正博教授に APATCC から 2009 年度 Pople メダル及び CMOA から 2009 年度 QSCP Promising Scientist Award

計算科学研究センター・理論計算分子科学研究領域（併任）の江原教授が、2009年度の APATCC (Asia-Pacific Association of Theoretical & Computational Chemists) の Pople メダルを受賞した。APATCC はアジアおよび環太平洋の理論化学と計算化学を進展させるために 2004 年に設立された学会で、Pople メダルは毎年 1 名の 45 歳以下の優れた若手研究者に贈られる栄誉ある賞である (<http://www.apatcc.org/>)。また、スペイン El Escorial で開催された理論・量子化学分野の国際会議である第 14 回 QSCP (Quantum Systems in Chemistry and Physics) においては、

QSCP Promising Scientist Award of CMOA (Centre de Mecanique Ondulatoire Appliquee) を受賞した。

江原教授は、分子の励起状態を高精度に記述する電子状態理論を開発し、理論精密分光の分野を開拓し、光物性化学の分野にも研究を展開した。今回の二つの受賞はこれまでのこれらの研究成果が高く評価されたものである。分子の励起状態には複雑な電子構造をもつ状態が多く存在する。江原教授は、このような多様な電子状態を精度よく記述する SAC-CI General-R 法を開発し、複雑な励



起状態の理論研究を可能にした。さらに、General-R 法のエネルギーグラジエント法を開発し、励起状態における構造緩和や発光に関する精密な理論研究を行った。また、最先端の実験と共同研究を行い、励起状態の関与する様々

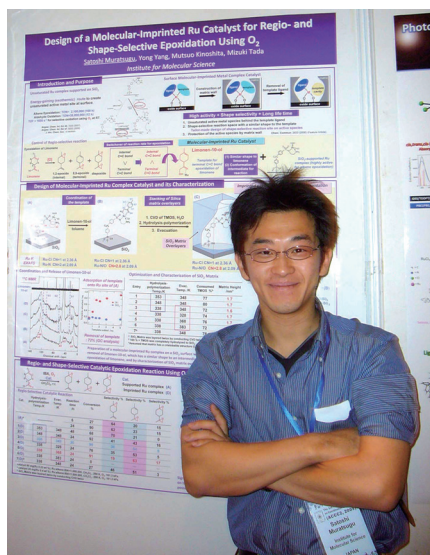
な化学現象について研究を行ってきた。とくに内殻電子過程の研究では、多電子過程のスペクトルやその振動構造について最新の実験結果の解析を行い、価電子・リドベルグ混合やその温度効果等の本質を明らかにした。さらに、工学的にも重要である光機能性分子を

研究し、有機EL分子の光吸収や発光過程、バイオセンサーの光電子過程の解明を行った。定量的な解析が難しい長鎖共役分子の励起エネルギーや構造変化を精密に評価し、熱分布による統計性を考慮することによって、光物性の精密な理論予測に成功した。表面光

化学と表面触媒作用に関する理論的な研究も展開している。今回の二つの受賞を心からお祝いすると同時に、さらなる大きな研究の進展を期待します。

(永瀬 茂 記)

邨次智助教に英国王立化学会 (Royal Society of Chemistry) Dalton Transactions Poster Prize 及び 第26回井上研究奨励賞



物質分子科学研究領域・電子構造研究部門の邨次智助教が、第2回アジア錯体化学会議 (11月1日～4日、中国 (南京)) において英国王立化学会 (Royal Society of Chemistry) の Dalton Transactions Poster Prize を受賞しました (発表者360人中、受賞者6人)。受賞題目は「Design of a Molecular-Imprinted Ru Catalyst for Regio- and Shape-Selective Epoxidation Using O₂」(モレキュラーインプリンティングRu (ルテニウム) 錯体触媒の設計と酸素によるエポキシ化反応の位置選択性制御) です。

今回の受賞研究は、触媒反応における分子内位置選択性制御を目指して、シリカ表面に固定化したRu錯体に、反応中間体と類似形状の分子を鑄型配位子として導入することで、新しい表面モレキュラーインプリンティングRu触媒を設計したものです。表面モレキュラーインプリンティング法は、酸化物表面に固定化した金属錯体の配位子を鑄型分子とすることで、触媒反応活性点である金属種の近傍に鑄型分子の形状を記憶した反応空間キャビティを構築する手法です。今回触媒反応 (エポキシ化反応) の対象とした有機分子、リモネンは、一つの分子の中に、内部および末端の二ヶ所にアルケン (C=C 二重結合) を有する分子です。しかし、末端アルケンより内部アルケンより反応活性が低くエポキシ化反応速度が遅いため、一般に末端アルケンのみを選択的にエポキシ化することは大変困難です。今回、リモネンの末端アルケンエポキシ化の中間体に類似した構造を有する分子を鑄型配位子として、リモネンの末端アルケンエポキシ化のための反応空間を有する表面モレキュラーインプリンティングRu触媒を設計しました。触媒調製各段階の構造を各種表面

構造解析を駆使して決定し、リモネンエポキシ化において末端アルケンが優先的にエポキシ化されることを明らかにし、エポキシ化反応の位置選択性制御、形状選択性の発現に初めて成功しました。

このような触媒反応における形状選択性、位置選択性の自在制御は、医薬品などの複雑な分子の合成のような現代社会で必要とされる様々な有用物質を選択的に創り出す新しい触媒設計に指針を与えるものであり、触媒設計における斬新なアイデアと一連の研究成果が高く評価されました。

また、井上科学振興財団第26回井上研究奨励賞を受賞しました。本奨励賞は理学、医学、薬学、工学、農学等の分野で過去3年の間に優れた博士論文を提出した毎年30名の若手研究者に対して贈呈されるもので、今回の受賞は邨次助教の東京大学大学院理学系研究科博士課程における研究成果をまとめた博士論文「新規レドックス多核遷移金属錯体の創製と核間電子相互作用の制御」に対するものです。以下にその内容の概略を示します。

電子移動反応は生体内における光合成システム、導電性ポリマーなどの

機能性分子や多電子触媒反応など様々な化学系において重要な役割を果たしています。本研究では、電子移動の担い手であるレドックス核間を連結する架橋部位が、電子移動の本質に大きく関与していることに着目し、それ自身が構造変化を起こす架橋部位 (**active bridging unit**) を組み込んだ新規なレドックス多核遷移金属錯体系を創製し、架橋部位の構造変化が電子移動に摂動を与える系の構築に成功しました。1例目では、モリブデンカルボニル錯体をコバルトおよびロジウムジチオラト錯体間に **active bridging unit** として組み込んだ異種金属三核錯体において、ジチオラト錯体間の電子的相互作用を電

極上の多電子移動の変化として取り出すことに初めて成功しました。また、本系の電極電子移動の多様性は、架橋部位のカルボニル基の構造変化、錯体自身の基底スピン状態変化に溶媒一支持電解質の外的効果が絡んだものであることを理論計算と実験を組み合わせで実証しました。2例目では、閉環⇔開環の光異性化率が極めて高く、さらに自身のレドックス活性のオン/オフが異なる波長の光により実現できるフォトクロミック分子、ジメチルジヒドロピレンを **active bridging unit** としてフェロセンと組み合わせた新規錯体系の合成に初めて成功し、光によるフェロセン核間の電子的相互作用の可逆変

換を達成しました。さらに、フェロセン部位の酸化により光を用いずに開環体から閉環体への異性化が起こることを新規に見出しました。

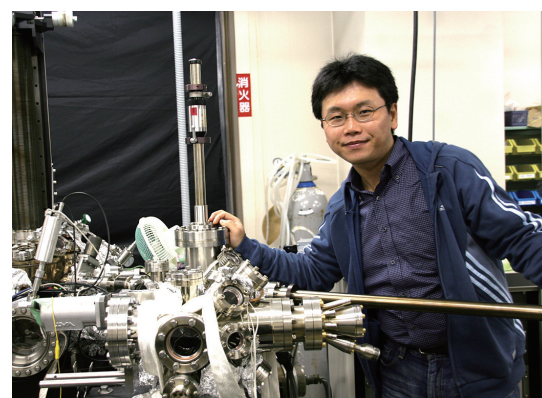
これらの研究は、電子移動に摂動を与える **active bridging unit** を導入した新しいコンセプトに基づく分子系を提案したものであり、1電子、多電子移動系の構築とその制御が可能となる指針を示した意義は極めて大きく、今後厳密な電子移動制御が求められる分子エレクトロニクスや電子移動材料、触媒等多くの分野に貢献することが期待され、井上研究奨励賞に選定されました。

(唯 美津木 記)

中川剛志助教に日本物理学会若手奨励賞

物質分子科学研究領域・電子構造研究部門の中川剛志助教が、第4回(2010年)日本物理学会若手奨励賞(領域9)を受賞した。受賞内容は、磁性超薄膜におけるレーザー光電子磁気二色性に関してであり、一連の3論文[(1) *Phys. Rev. Lett.* **96** (2006) 237402; (2) *Rev. Sci. Instrum.* **78** (2007) 023907; (3) *Phys. Rev.* **B79** (2009) 172404]が対象論文とされた。中川氏は、磁性薄膜試料から放出される光電子の磁気円二色性を測定すると、ちょうど仕事関数程度のエネルギーの光を照射した際に、磁気円二色性感度が通常の状態よりも約2桁も向上することを発見した[論文(1)]。この発見によれば、現在、磁気ナノ構造を観測する分光学的手段として活用されている第3世代シンクロトロン放射光源を用いたX線磁気円二色性光電子顕微鏡法が、紫外光を用

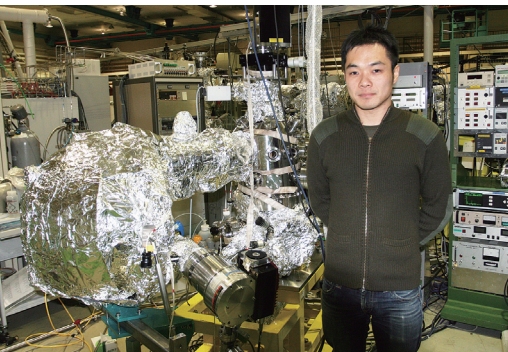
いてもある程度同様に遂行可能であることを示唆しており、これまで紫外光利用はX線利用に比べて感度が2桁程度低く、磁気円二色性光電子顕微鏡法の適用が困難とされていたが、本研究により2桁の向上が見込めればX線と同程度の感度での計測が可能となる。実際、中川氏は、Ni薄膜のナノ磁気構造の紫外磁気円二色性光電子顕微鏡像の観測に、紫外レーザーを用いて見事成功した[論文(2)]。さらに、レーザー光電子法では光子エネルギーが小さいため、より一般的な手法とするには二光子励起の利用が必須であるが、中川氏は、二光子光電子磁気円二色性の初観測にも一光子と同程度以上の高感度で成功し、光電子顕微鏡像も観測した[論文(3)]。これらの一連



の成果に対して同賞が受賞された。中川氏の一連の成果は、本賞以外にも既に日本表面科学会若手講演奨励賞が与えられ、また、国際会議での招待講演(3回)、日本物理学会誌ほかの総説(3篇)でも取り上げられるなど、広く国内外の各方面から注目を集めている。今後のさらなる発展が期待できる最先端研究である。

(横山 利彦 記)

山根宏之助教に第14回日本放射光学会奨励賞



日本放射光学会では、放射光科学分野において優れた研究成果をあげた35歳未満の若手研究者の功績を称えるとともに、今後の更なる活躍を奨励するために、毎年3名以内で奨励賞が授与されます。歴代の受賞者は全員大きく飛躍をしている人ばかりです。このたび、平成21年度（第14回）受賞者として光分子科学研究領域の山根宏之助教が選ばれ、平成22年1月の日本放射光学会年会で受賞講演を行うことになりました。タイトルは「高度構造制御による有機薄膜・界面電子状態の精

密実験」で、UVSOR施設における光電子分光研究の成果が認められたものです。対象となった研究内容は<http://www.ims.ac.jp/topics/2009/091209.html>をご覧ください。現在、山根助教はUVSOR施設の新たなツールである軟X線発光測定を手がけるとともに、有機・無機薄膜用精密電子分光装置を日韓の国際協力で立ち上げています。賞の趣旨に違わず今後の大きな飛躍を期待しています。

（小杉 信博 記）

秋山順研究員に第26回応用物理学会講演奨励賞



分子制御レーザー開発研究センター先端レーザー開発研究部門の秋山順研究員が、2009年9月に開催された第70回応用物理学会学術講演会において、第26回応用物理学会講演奨励賞を受賞した。対象となった講演タイトルは「異方性材料による新たなレーザーセラミックスに向けた検討」である。秋山氏はレーザー媒体の母材に光学活性元素として添加された希土類イオンにより顕在化する結晶磁気異方性に着目し、電磁場による光学材料の配向組織形成手法を確立すると共に、2at.%ネオジム添加フッ素アパタイト材料を用いた実証実験において従来不可能とされてきたレーザーグレードの異方性

透明セラミックスの創成に世界で初めて成功した。なお、本成果に関しては、米国光学会（OSA）のトピカルミーティングであるAdvanced Solid-State Photonics (ASSP) 2009(Denver, USA, Feb 1-4)のPost deadline Paperの一位に採択される等、現在多くの研究者から注目を集めている。今後、本研究独自の材料組織制御手法である電磁場を用いたマイクロドメイン構造制御による新規レーザー媒体の創成、更にそれらを駆使した“ジャイアントマイクロフォトンクス”というべき新たな光科学の展開が期待される。

（平等 拓範 記）

西條純一助教に分子科学会優秀講演賞

有機ラジカルや遷移金属錯体などの分子からなる磁性体は分子性磁性体と呼ばれていますが、これらの分子は特定の部位で隣接分子と接触した場合のみスピン間での相互作用が強くなるため、擬低次元磁性体が容易に得られるなど古典的な無機磁性体とは大きく異なる特徴を持ち磁気物性の研究上重要な役割を担っています。西條純一君は遷移金属アセチリド錯体が磁性材料としてかなりの可能性を秘めているという立場から、スピン $S = 3/2$ のアセチリド錯体 $[\text{CrCyclam}(\text{C}\equiv\text{C-R})_2]^+$ ($\text{R} = 3\text{-thiophene, Ph, Cyclam} = 1,4,7,11\text{-tetraazacyclotetradecane}$) をカチオンに用いた物質探索を行ない、

$S = 1/2$ の磁性アニオンである $[\text{Ni}(\text{mdt})_2]^-$ ($\text{mdt} = 1,3\text{-dithiole-4,5-dithiolate}$) との組み合わせにより $[\text{CrCyclam}(\text{C}\equiv\text{C-3-thiophene})_2][\text{Ni}(\text{mdt})_2]$ (1) および $[\text{CrCyclam}(\text{C}\equiv\text{C-Ph})_2][\text{Ni}(\text{mdt})_2](\text{H}_2\text{O})$ (2) という遷移金属アセチリド錯体からなる初の弱強磁性体を構築することに成功しました。今回の例では隣接するフェリ鎖同士の磁気モーメントが完全な反平行にはならず、互いに少し傾くことによってわずかな自発磁化が外部に現れていることを意味しています。この弱強磁性の発現機構として、本来なら結晶の持つ中心対称な対称性によって禁制となるはずのジャロシンスキー-守谷相互作用



が、結晶水分子の **disorder** によって局所的に対称性が破られるために許容となりスピンを傾けている、というモデルを提唱しました。本研究は新奇な磁性体を提供することにとどまらず、遷移金属アセチリド錯体の分子性磁性体としての可能性を実証することで新たな物質群への道を開いており、今後多様な物質開発が行われることが期待されます。

(西 信之 記)