

6-5 生命・錯体分子科学研究領域

生体分子機能研究部門

青野重利（教授）（2002年5月1日着任）

A-1) 専門領域：生物無機化学

A-2) 研究課題：

- a) コリネバクテリアのヘム取り込み反応に関与するタンパク質の構造機能相関解明
- b) 細胞内の遷移金属イオン濃度恒常性維持に関与するタンパク質の構造機能相関解明

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) コリネバクテリア中に含まれるヘム取り込み系は、コリネバクテリアの細胞表層に存在し、ヘムの結合・輸送に関与する HtaA-HtaB タンパク質と、細胞内へのヘム輸送に関与する HmuT-HmuU-HmuV タンパク質から構成されている。HtaA はリンカーでつながれた N 末端ドメイン (HtaA-N) と C 末端ドメイン (HtaA-C) から、HtaB は1つのドメインから構成されている。HtaA-N, HtaA-C, HtaB は、いずれもホロ型 (ヘム結合型) として単離精製された。本年度の研究で決定した HtaA-C および HtaB の全体構造は、以前に構造決定した HtaA-N と高い相同性を示した。いずれの構造においても、Tyr が第 5 配位子としてヘム鉄に配位しており、Tyr は近傍の His と水素結合を形成していた。また、HtaA-N で観測されていた、ヘムプロピオン酸と Ser 間での水素結合、Phe とヘムピロール環の間の π - π スタッキングも、HtaA-N, HtaA-C, HtaB すべてで保存されており、これらの相互作用が、ヘム認識に重要な役割を果たしていることを示唆している。HtaA-N, HtaA-C, HtaB の全体構造が高い相同性を示す一方、結合するヘムの配向やヘム結合部位周辺のループの長さには、違いが見られた。黄色ブドウ球菌のヘム取り込み系では、ヘム結合部位周辺のループがヘム結合タンパク質間の特異的な認識に寄与することが報告されており、HtaA/HtaB においてもループの長さの違いがヘムの輸送に関わっている可能性が考えられる。ヘム獲得・輸送反応において、ヘム軸配位子である Tyr と近傍の His 間での水素結合が果たす役割を明らかにするため、His を Ala に置換した HtaA-N, HtaA-C, HtaB の変異型タンパク質を調製した。いずれの変異体も、アポ型として単離精製されたことから、これら変異体ではヘムへの結合親和性が低下していることが分かった。これら変異体の結晶化条件のスクリーニングを行った結果、HtaA-C の H434A 変異体の結晶が得られ、その結晶構造を決定した。HtaA-C の H434A 変異体の結晶構造では、非対称単位中の 2 分子が N 末端の β -strand のドメインスワップによって二量体を形成していた。この二量体構造では、ヘムの軸配位子となる Tyr が隣り合う分子のヘム結合領域に入り込んでいることが分かった。現在、HtaA/HtaB 間でのヘム輸送反応において、タンパク質がダイナミックに構造変化 (ドメインスワッピングが起こる) することにより、ホロ型 HatA とアポ型 HtaB 間で同様な二量体構造を過渡的に形成し、ヘム輸送反応が進行するという作業仮説を立て、検証を進めている。
- b) 新生児の細菌性髄膜炎や敗血症の原因菌である連鎖球菌 *Streptococcus agalactiae* は、ヘム生合成のための酵素系を有しておらず、宿主から獲得したヘムを利用して生育する。宿主から獲得したヘムは、ヘムトランスポーターにより細胞内に取り込まれるが、フリーなヘム分子による細胞毒性を回避するために、細胞内ヘム濃度は厳密に制御される必要がある。*S. agalactiae* は、細胞内の過剰なヘム分子を感知し、それらを細胞外へ排出するヘムエクスポーター

を発現することにより、ヘムの細胞毒性を回避している。本研究では、このヘム分子感知に関与しているセンサータンパク質 PefR の構造機能相関解明を目的とした。本年度は、PefR の発現・精製系を構築し、PefR の結晶構造解明を試みた。その結果、X線結晶構造解析に適したアポ型 PefR の結晶を得ることができ、2.6Å 分解能で構造解析に成功した。PefR は、MarR ファミリーに属する転写調節因子と相同なホモ二量対構造を有しており、それぞれのサブユニットの N 末は、winged HTH (helix-turn-helix) を DNA 結合モチーフとする DNA 結合ドメインを構成していた。in vitro DNA 結合アッセイの結果、アポ型 PefR が標的 DNA に対する結合能を有しているのに対して、ヘムを結合したホロ型 PefR では、DNA 結合能が失われていることが分かった。これらの結果より、アポ型 PefR は、ヘムエクスポーター遺伝子の上流に結合することにより、ヘムエクスポーターの発現を抑制していると考えられる。また、細胞内のフリーなヘム分子が PefR に結合することによりホロ型 PefR が生成すると、標的 DNA から PefR が解離することにより、ヘムエクスポーターの発現が誘導され、その結果、過剰なヘムが細胞内から細胞外へと輸送されることで、細胞内ヘム濃度を制御していると考えられる。

B-1) 学術論文

A. PAVLOU, A. LOULLIS, H. YOSHIMURA, S. AONO and E. PINAKOULAKI, “Probing the Role of the Heme Distal and Proximal Environment in Ligand Dynamics in the Signal Transducer Protein HemAT by Time-Resolved Step-Scan FTIR and Resonance Raman Spectroscopy,” *Biochemistry* **56**, 5309–5317 (2017).

B-3) 総説, 著書

青野重利, 「フロンティア生物無機化学」, 錯体化学会フロンティア選書, 三共出版, 430–456 (2016).

B-4) 招待講演

S. AONO, “Structural characterization of heme uptake system in Corynebacteria,” 231st The Electrochemical Society Meeting, New Orleans (U.S.A.), May 2017.

青野重利, 「遷移金属が関与するシグナルセンシングとシグナル伝達」, 第 44 回生体分子科学討論会, 秋田, 2017 年 6 月.

青野重利, 「Structural basis for the heme-dependent transcriptional regulation」, 第 55 回日本生物物理学会年会, 熊本, 2017 年 9 月.

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

触媒学会生体関連触媒研究会世話人 (2002–).

日本化学会生体機能関連化学部会幹事 (2007–2014).

日本化学会東海支部常任幹事 (2009–2010).

日本化学会生体機能関連化学・バイオテクノロジーディビジョン幹事 (2014–2015).

日本化学会生体機能関連化学・バイオテクノロジーディビジョン主査 (2016–2017).

学会の組織委員等

14th International Conference on Biological Inorganic Chemistry 組織委員会総務委員長 (2009).

The first International Symposium on Biofunctional Chemistry 組織委員 (2012).

Japan-Korea Seminar on Biomolecular Sciences—Experiments and Simulations 組織委員 (2008–2010, 2012–2016).
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 (2005–2007).
日本学術振興会国際事業委員会書面審査員 (2005–2007).
日本学術振興会科学研究費委員会専門委員 (2010–2012, 2014–2015).
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委員・書面評価員 (2016–2017).
大阪大学蛋白質研究所専門委員会委員 (2016).
大阪大学蛋白質研究所専門委員会委員長 (2017).
学会誌編集委員
J. Biol. Inorg. Chem., Editorial Advisory Board (2002–2004).
Biosensors, Editorial Board (2010–).
Chemistry Letters, Section Editor (2013–).
その他
総合研究大学院大学物理科学研究科構造分子科学専攻長 (2016–).

B-10) 競争的資金

科研費基盤研究(B), 「気体分子を生理的エフェクターとする金属含有センサータンパク質の構造と機能」, 青野重利 (2007年–2009年).
科研費特定領域研究(公募研究), 「ガス分子により駆動される新規なセンサータンパク質の機能発現機構」, 青野重利 (2007年–2010年).
ノバルティス科学振興財団研究奨励金, 「ガス分子により駆動される生体内シグナル伝達の分子機構解明」, 青野重利 (2010年).
野田産業科学研究所研究助成, 「ヘムをシグナル分子とする *Lactococcus lactis* における遺伝子発現制御」, 青野重利 (2011年).
科研費挑戦的萌芽研究, 「環境汚染物質検出用の高感度蛍光プローブを装備したホーミングセルの創製」, 青野重利 (2011年–2012年).
科研費基盤研究(B), 「ガス分子による生体機能制御に関するセンサータンパク質の構造と機能」, 青野重利 (2011年–2013年).
科研費挑戦的萌芽研究, 「生物の環境センシング機能を基盤とした高感度な環境汚染物質検出システムの構築」, 青野重利 (2013年–2014年).
科研費若手研究(B), 「ビタミン B12 を感光色素とする新規光センサーの構造機能研究」, 村木則文 (2014年–2016年).
科研費挑戦的萌芽研究, 「環境汚染物質に対する自発集積能を有する高感度汚染検出システムの構築」, 青野重利 (2015年–2016年).
科研費若手研究(B), 「過渡的複合体に着目したヘムリレー輸送の分子機構の解明」, 村木則文 (2017年–2018年).
科研費基盤研究(B), 「新規な遷移金属含有型センサータンパク質の構造機能相関解明」, 青野重利 (2017年–2020年).

C) 研究活動の課題と展望

生物は、様々な外部環境の変化に応答・対応しながら、生体内の恒常性を維持している。我々の研究グループでは、生物にとって最も重要な遷移金属イオンである鉄イオンの細胞内恒常性維持に興味をもち、細胞内の鉄イオンの恒常性維持機構解明を目的とした研究に取り組んでいる。なかでも、鉄イオンを含む化合物であるヘム分子に着目し、細胞内ヘム濃度の恒常性維持に関与している転写調節因子やヘム分子取込み・排出に関与する一連のタンパク質の構造機能相関解明に関する研究に重点を置き、研究を進めている。本研究は、細胞中における遷移金属イオン濃度の恒常性維持機構の解明という、大きな研究目標への出発点ともいえる研究である。今後は、構造生物学的、ならびに生化学・分子生物学的な実験手法を活用し、ヘムを含む遷移金属イオンの細胞内濃度恒常性維持に関与するタンパク質群の構造機能相関解明を進めていきたいと考えている。

加藤 晃一（教授）（2008年4月1日着任）

A-1) 専門領域：構造生物学，タンパク質科学，糖鎖生物学，NMR 分光学

A-2) 研究課題：

- a) NMR 分光法をはじめとする物理化学的手法による複合糖質およびタンパク質の構造・ダイナミクス・相互作用の解析
- b) 生化学・分子生物学・超分子化学的アプローチによる生命分子の構造機能解析

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 私たちは、糖鎖がタンパク質の細胞内における運命を決定する標識として機能していることを見出してきた。小胞体では、タンパク質に結合したN型糖鎖の末端に付加されるわずか1残基のグルコース残基の有無を目印として、タンパク質の品質（フォールディング状態）が見分けられている。2017年度は、この品質管理システムにおいて、フォールディングセンサーとしての機能を果たしている酵素に着目して構造研究を行った。X線結晶構造解析、X線小角散乱法およびクライオ電子顕微鏡解析を組み合わせた構造解析により、本酵素は柔軟なモジュール構造をもつマルチドメインタンパク質であることが判った。さらに高速AFM解析により、センサー領域と触媒ドメインが柔軟なリンカーによって繋がれたダイナミックな分子構造動態を可視化することに成功した。以上の結果から、本酵素は可動性のマルチドメインを介して、多種多様な構造をもつ変性糖タンパク質を認識していることが推測された。一方、糖タンパク質である免疫グロブリンG（IgG）を対象とした構造解析にも取り組んだ。レプリカ交換分子動力学計算により抗体上の糖鎖の3次元構造ダイナミクスを解析し、糖鎖が抗体の機能部位の高次構造に及ぼす影響を定量的に評価した。また、中性子小角散乱法を用いて、受容体が結合した際のIgGのFc領域の構造変化を捉えることに成功した。さらに、血清中におけるIgGのNMR解析を実施し、血清成分との相互作用を明らかにした。これにより、抗体が実際に機能する多成分系におけるNMR解析の道筋をつけることができた。
- b) 細胞膜上の糖鎖は、均一に分散するのではなくクラスターを形成して集積化し、動的な分子認識場として機能している。こうした糖鎖の機能メカニズムの解明やその制御を行うためには、生体膜上に集積する糖鎖クラスターを模倣した化合物を合成することが不可欠である。私たちは、人工設計に基づく超分子と生命分子を融合した、サイボーグ分子の創生に取り組んでおり、今年度は、神経細胞の分化に関わる糖鎖をハイブリッドしたサイボーグ超分子を合成し、これを用いて細胞膜上糖鎖クラスターの高次機能発現メカニズムの構造基盤を解明した。NMR分光法および動的散乱法によって本超分子の溶液内挙動を観測したところ、この超分子はカルシウムイオン依存的な糖鎖間相互作用によって、水中でより大きな自己組織化クラスターを形成することが判明した。

B-1) 学術論文

T. SUZUKI, M. KAJINO, S. YANAKA, T. ZHU, H. YAGI, T. SATOH, T. YAMAGUCHI and K. KATO, “Conformational Analysis of a High-Mannose-Type Oligosaccharide Displaying Glucosyl Determinant Recognised by Molecular Chaperones Using NMR-Validated Molecular Dynamics Simulation,” *ChemBioChem* **18**, 396–410 (2017).

T. YOSHIMURA, A. HAYASHI, M. HANDA-NARUMI, H. YAGI, N. OHNO, T. KOIKE, Y. YAMAGUCHI, K. UCHIMURA, K. KADOMATSU, J. SEDZIK, K. KITAMURA, K. KATO, B. D. TRAPP, H. BABA and K. IKENAKA, “GlcNAc6ST-1 Regulates Sulfation of N-Glycans and Myelination in the Peripheral Nervous System,” *Sci. Rep.* **7**, 42257 (10 pages) (2017).

M. NAGAE, S. K. MISHRA, M. NEYAZAKI, R. OI, A. IKEDA, N. MATSUGAKI, S. AKASHI, H. MANYA, M. MIZUNO, H. YAGI, K. KATO, T. SENDA, T. ENDO, T. NOGI and Y. YAMAGUCHI, “3D Structural Analysis of Protein *O*-Mannosyl Kinase, POMK, a Causative Gene Product of Dystroglycanopathy,” *Genes Cells* **22**, 348–359 (2017).

S. SAWAGUCHI, S. VERSHNEY, M. OGAWA, Y. SAKAIDANI, H. YAGI, K. TAKESHITA, T. MUROHARA, K. KATO, S. SUNDARAM, P. STANLEY and T. OKAJIMA, “*O*-GlcNAc on NOTCH1 EGF Repeats Regulates Ligand-Induced Notch Signaling and Vascular Development in Mammals,” *eLife* **6**, e24419 (2017).

E. KURIMORO, T. SATOH, Y. ITO, E. ISHIHARA, K. OKAMOTO, M. YAGI-UTSUMI, K. TANAKA and K. KATO, “Crystal Structure of Human Proteasome Assembly Chaperone PAC4 Involved in Proteasome Formation,” *Protein Sci.* **26**, 1080–1085 (2017).

T. KATO, N. KAKO, K. KIKUTA, T. MIYAZAKI, S. KONDO, H. YAGI, K. KATO and E. Y. PARK, “*N*-Glycan Modification of a Recombinant Protein via Coexpression of Human Glycosyltransferases in Silkworm Pupae,” *Sci. Rep.* **7**, 1409 (10 pages) (2017).

G. YAN, T. YAMAGUCHI, T. SUZUKI, S. YANAKA, S. SATO, M. FUJITA and K. KATO, “Hyper-Assembly of Self-Assembled Glycoclusters Mediated by Specific Carbohydrate–Carbohydrate Interactions,” *Chem. –Asian J.* **12**, 968–972 (2017).

T. KATO, K. KIKUTA, A. KANEMATSU, S. KONDO, H. YAGI, K. KATO and E. Y. PARK, “Alteration of a Recombinant Protein *N*-Glycan Structure in Silkworms by Partial Suppression of *N*-Acetylglucosaminidase Gene Expression,” *Biotechnol. Lett.* **39**, 1299–1308 (2017).

H. YAGI, H. TATENO, K. HAYASHI, T. HAYASHI, K. TAKAHASHI, J. HIRABAYASHI, K. KATO and M. TSUBOI, “Lectin Microarray Analysis of Isolated Polysaccharides from *Sasa veitchii*,” *Biosci., Biotechnol., Biochem.* **81**, 1687–1689 (2017).

R. YOGO, S. YANAKA, H. YAGI, A. MARTEL, L. PORCAR, Y. UEKI, R. INOUE, N. SATO, M. SUGIYAMA and K. KATO, “Characterization of Conformational Deformation-Coupled Interaction between Immunoglobulin G1 Fc Glycoprotein and a Low-Affinity Fc γ Receptor by Deuteration-Assisted Small-Angle Neutron Scattering,” *Biochem. Biophys. Rep.* **12**, 1–4 (2017).

T. SATOH, C. SONG, T. ZHU, T. TOSHIMORI, K. MURATA, Y. HAYASHI, H. KAMIKUBO, T. UCHIHASHI and K. KATO, “Visualisation of a Flexible Modular Structure of the ER Folding-Sensor Enzyme UGGT,” *Sci. Rep.* **7**, 12142 (10 pages) (2017).

S. KITAZAWA, M. YAGI-UTSUMI, K. KATO and R. KITAHARA, “Interactions Controlling the Slow Dynamic Conformational Motions of Ubiquitin,” *Molecules* **22**, 1414 (12 pages) (2017).

S. YANAKA, T. YAMAZAKI, R. YOGO, M. NODA, S. UCHIYAMA, H. YAGI and K. KATO, “NMR Detection of Semi-Specific Antibody Interactions in Serum Environments,” *Molecules* **22**, 1619 (8 pages) (2017).

Y. SAKAE, T. SATOH, H. YAGI, S. YANAKA, T. YAMAGUCHI, Y. ISODA, S. IIDA, Y. OKAMOTO and K. KATO, “Conformational Effects of *N*-Glycan Core Fucosylation of Immunoglobulin G Fc Region on Its Interaction with Fc γ Receptor IIIa,” *Sci. Rep.* **7**, 13780 (10 pages) (2017).

T. TAKENAKA, T. NAKAMURA, S. YANAKA, M. YAGI-UTSUMI, M.S. CHANDAK, K. TAKAHASHI, S. PAUL, K. MAKABE, M. ARAI, K. KATO and K. KUWAJIMA, “Formation of the Chaperonin Complex Studied by 2D NMR Spectroscopy,” *PLoS One* **12**, e0187022 (15 pages) (2017).

T. KOZAI, T. SEKIGUCHI, T. SATOH, H. YAGI, K. KATO and T. UCHIHASHI, “Two-Step Process for Disassembly Mechanism of Proteasome $\alpha 7$ Homo-Tetradecamer by $\alpha 6$ Revealed by High-Speed Atomic Force Microscopy,” *Sci. Rep.* **7**, 15373 (9 pages) (2017).

B-3) 総説, 著書

Y. YAMAGUCHI, H. YAGI and K. KATO, “Stable Isotope Labeling of Glycoproteins for NMR Study,” in *NMR in Glycoscience and Glycotechnology*, K. Kato and T. Peters, Eds., RSC Publishing; Cambridge, 194–207 (2017).

M. YAGI-UTSUMI, T. YAMAGUCHI, Y. UEKUSA and K. KATO, “NMR Characterization of the Conformations, Dynamics, and Interactions of Glycosphingolipids,” in *NMR in Glycoscience and Glycotechnology*, K. Kato and T. Peters, Eds., RSC Publishing; Cambridge, 161–178 (2017).

H. YAGI and K. KATO, “Functional Roles of Glycoconjugates in the Maintenance of Stemness and Differentiation Process of Neural Stem Cells,” *Glycoconjugate J.* **34**, 757–763 (2017).

B-4) 招待講演

K. KATO, M. YAGI-UTSUMI, S. YANAKA, T. SUZUKI, H. YAGI, T. SATOH and T. YAMAGUCHI, “NMR views of functional roles of glycoconjugates of biological and pharmaceutical interest,” 7th Asia Pacific NMR Symposium & 23rd Annual Meeting of NMRS-India, Bangalore (India), February 2017.

K. KATO, “Structural glycobiology by stable isotope-assisted NMR spectroscopy,” Advances Isotopic Labeling Meeting for Integrated Structural Biology 2017, Grenoble (France), March 2017.

加藤晃一, 「タンパク質の運命決定と機能発現の分子構造ダイナミクス研究」, 細胞・システム作動機構の理解に向けた, 生体タンパク質分子の構造と機能のダイナミクス研究の拠点形成平成 28 年度末シンポジウム, 岡崎, 2017 年 3 月.

加藤晃一, 谷中冴子, 矢木宏和, 「バイオ医薬品への構造生物学的アプローチ」, 日本薬学会第 137 年会, 仙台, 2017 年 3 月.

K. KATO, “Structural insights into dynamic orchestration of biomolecular systems,” Frontier Bioorganization Forum 2017: Dynamical ordering and integrated functions of biomolecular systems, Taipei (Taiwan), April 2017.

M. YAGI-UTSUMI, A. SIKDAR, T. SATOH and K. KATO, “Versatile structural architectures of archaeal homolog of proteasome assembly chaperone,” Frontier Bioorganization Forum 2017: Dynamical ordering and integrated functions of biomolecular systems, Taipei (Taiwan), April 2017.

矢木-内海真穂, 「タンパク質の動的構造と分子集合メカニズムの理解を目指して」, 第 169 回薬学談話会, 名古屋, 2017 年 5 月.

加藤晃一, 「生体分子の集合離散が織りなす細胞機能研究の最前線」, 第 69 回日本細胞生物学会大会, 仙台, 2017 年 6 月.

加藤晃一, 「抗体と糖鎖の NMR」, NMR 共用プラットフォームシンポジウム——高磁場 NMR を核としたプラットフォームの新たな展開——, 横浜, 2017 年 8 月.

加藤晃一, 「プロテアソーム分子集合の構造生物学」, 大阪大学蛋白質研究所セミナー・SPring-8 先端利用技術ワークショップ「SPring-8 における蛋白質構造生物学研究の現状と将来」, 吹田, 2017 年 8 月.

K. KATO, “Structural basis of quality control and trafficking of glycoproteins,” 24th International Symposium on Glycoconjugates (GLYCO24), Jeju (Korea), August 2017.

加藤晃一, 「糖鎖の生命分子科学の探究」, 第 11 回分子科学討論会, 仙台, 2017 年 9 月.

加藤晃一, 「抗体を源流とする生命分子構造学の展開」, 静岡県立大学薬学部第 264 回月例薬学セミナー, 静岡, 2017 年 9 月.

S. YANAKA, “Integrative approach for exploration and creation of dynamical ordering of biomolecular systems,” 14th HORIZONS in Molecular Biology, Göttingen (Germany), September 2017.

K. KATO, “Structural views of fate determination of glycoproteins in cells,” Seminar at Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, Göttingen (Germany), September 2017.

S. YANAKA, “Stable isotope labeling for NMR observation of antibody glycoproteins in serum environments,” Seminar at Max Planck Institute for Biophysical Chemistry, Göttingen (Germany), September 2017.

K. KATO, M. YAGI-UTSUMI, S. YANAKA, T. SUZUKI, H. YAGI, T. SATOH and T. YAMAGUCHI, “Structural mechanisms of carbohydrate functions,” 2017 Taiwan-Japan Biomedical Symposium on Magnetic Resonance, Tainan (Taiwan), October 2017.

K. KATO, “Dynamic ordering of biomolecular systems coupled with creation of integrated functions,” The NANOTEC-IMS Joint Research Meeting, Pathum (Thailand), October 2017.

K. KATO, “Dynamic ordering of biomolecular systems coupled with creation of integrated functions,” CU-IMS collaborative seminar, Bangkok (Thailand), October 2017.

K. KATO, “Isotope Labeling Approaches for Carbohydrates and Glycoproteins,” 第56回NMR討論会, 八王子, 2017年11月.

K. KATO, “Structural aspects of glycosylation as potential drug target,” The 19th Symposium on Advanced Concepts in New Drug Development :1st Ewha-NCU Joint Symposium, Seoul (Korea), November 2017.

加藤晃一, 「抗体への挑戦から始まった生命分子構造学の展開」, 鹿児島大学理学部先端科学講演会平成 29 年度第3回生命化学セミナー, 鹿児島, 2017 年 12 月.

矢木真穂, 「糖脂質膜上におけるタンパク質のアミロイド線維形成」, 第2回秩序化分子ワークショップ, 奈良, 2017 年 12 月.

B-6) 受賞, 表彰

加藤晃一, 日本薬学会奨励賞 (2000).

神谷由紀子, 特定領域研究「タンパク質の社会」全体班会議ポスター優秀賞 (2008).

西尾美穂, 第 73 回日本生化学会中部支部例会奨励賞 (2009).

神谷由紀子, 糖鎖科学名古屋拠点若手研究者奨励賞 (2009).

矢木真穂, 第 74 回日本生化学会中部支部例会奨励賞 (2010).

西尾美穂, 糖鎖科学名古屋拠点第8回「若手のカフォーラム」奨励賞 (2010).

加藤晃一, 日本薬学会学術振興賞 (2011).

矢木真穂, 第 11 回蛋白質科学会年会若手奨励賞 (2011).

山本さよこ, The International Symposium on Nuclear Magnetic Resonance 2011 (ISNMR 2011) 若手ポスター賞 (2011).

加藤晃一, 第 48 回ベルツ賞1等賞 (2011).

山口拓実, 日本化学会第 92 春季年会優秀講演賞 (学術) (2012).

Y. ZHANG, 平成 24 年度総合研究大学院大学学長賞 (2012).

雲井健太郎, 第 12 回日本蛋白質科学会年会ポスター賞 (2012).

山口拓実, 第 15 回日本糖質学会ポスター賞 (2013).

Y. ZHANG, 糖鎖科学中部拠点奨励賞 (2013).

山口拓実, 第7回バイオ関連化学シンポジウム講演賞 (2013).

山口拓実, 第3回自然科学研究機構若手研究者賞 (2014).

T. ZHU, 第 87 回日本生化学会大会若手優秀発表者賞 (鈴木紘一メモリアル賞) (2014).

矢木真穂, The 3rd International Symposium of “Dynamical ordering of biomolecular systems for creation of integrated functions” Poster Presentation Award (2015).

A. SIKDAR, The Winter School of Sokendai/ Asian CORE Program, Poster Presentation Award (2015).

T. ZHU, 第 12 回「若手の力」フォーラム平成 27 年度糖鎖科学中部拠点奨励賞 (2015).

T. ZHU, The 4th International Symposium of “Dynamical ordering of biomolecular systems for creation of integrated functions” Poster Presentation Award (2015).

谷中冴子, 第 32 回井上研究奨励賞 (2016).

谷中冴子, 第 80 回日本生化学会中部支部例会奨励賞 (2016).

與語理那, OIIB retreat 2016 Best Poster Award (2016).

柚木康弘, 第 4 回将来を見据えた生体分子の構造・機能解析から分子設計に関する研究会優秀発表賞 (2016).

谷中冴子, The 5th International Symposium of “Dynamical ordering of biomolecular systems for creation of integrated functions” Poster Presentation Award (2017).

柚木康弘, 第 81 回日本生化学会中部支部会奨励賞 (2017).

與語理那, 第 81 回日本生化学会中部支部会奨励賞 (2017).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

日本バイオイメーキング学会評議員 (1995–), 理事 (2012–2016).

日本生化学会評議員 (2002–), 代議員 (2005–).

日本糖質学会評議員 (2003–), 理事 (2013–).

日本核磁気共鳴学会評議員 (2006–2012, 2016–), 理事 (2008–2012, 2014–), 副会長 (2016–2017).

NPO バイオものづくり中部理事 (2008–2017).

日本蛋白質科学会理事 (2010–2014, 2015–), 副会長 (2016–).

日本糖鎖科学コンソーシアム幹事 (2012–), 常任幹事 (2016–).

日本生物物理学会委員 (2013), 代議員 (2014–2015).

日本生化学会中部支部幹事 (2014–), 副支部長 (2016–).

学会の組織委員等

The 71st Okazaki Conference “New perspectives on molecular science of glycoconjugates” 組織委員 (2011).

第 51 回 NMR 討論会運営委員 (2012).

第 27 回生体系磁気共鳴国際会議 (ICMRBS) 実行委員 (2013–2016).

第 13 回糖鎖科学コンソーシアムシンポジウム世話人代表 (2015).

第 25 回バイオイメーキング学会組織委員・大会長 (2016).

第 81 回日本生化学会中部支部例会・シンポジウム世話人代表 (2017).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

日本学術振興会科学研究費委員会専門委員 (2009–).

日本学術振興会先端科学シンポジウム事業委員会プランニング・グループ・メンバー (2009–2011).
生物系特定産業技術研究支援センターイノベーション創出基礎的研究推進事業書類審査専門委員 (2009–).
大阪大学蛋白質研究所専門委員会委員 (2014–), 同委員長 (2015).
大阪大学蛋白質研究所「共同利用・共同研究」委員会超高磁場NMR 共同利用・共同研究専門部会委員 (2012–).
独立行政法人科学技術振興機構戦略研究推進部外部評価委員 (2012–2014).
経済産業省第3者委員会委員 (2013).
文部科学省研究振興局委員会評価者 (2013–).
独立行政法人大学評価・学位授与機構教育研究評価委員会専門委員 (2015–2016).
公益財団法人水谷糖質科学振興財団選考委員 (2016–).
理化学研究所NMR 施設NMR 利用研究ワーキンググループ委員 (2016).
公益財団法人薬学研究奨励財団選考委員 (2016–), 選考委員会幹事 (2017).
公益財団法人農林水産・食品産業技術振興協会一次書面審査専門評価委員 (2016–).
日本学術会議連携会員 (2017–).

学会誌編集委員

Open Glycoscience, Editorial board member (2008–).
Glycoconjugate Journal, Editorial board member (2009–).
World Journal of Biological Chemistry, Editorial board member (2010–).
Journal of Glycomics & Lipidomics, Editorial board member (2010–2015).
Glycobiology, Editorial board member (2011–).
The Journal of Biochemistry, Associate Editor (2014–2017).
Scientific Reports, Editorial board member (2015–).
International Journal of Molecular Sciences, Editorial board member (2017–).

競争的資金等の領域長等

新学術領域研究「生命分子システムにおける動的秩序形成と高次機能発現」領域代表者 (2013–).

その他

(株) グライエンス科学技術顧問 (2004–2014), 取締役 (2005–2013).
(株) 医学生物学研究所科学技術顧問 (2014–2016).
総合研究大学院大学統合生命科学特別委員会委員長 (2013–2015).
出前授業「身近な化学反応で学ぼう! タンパク質のかたちとはたらき」, 矢作北中学校 (2016). (矢木真穂)
広報誌OKAZAKI 第53号「出前授業:身近な化学反応から学ぼう! タンパク質のかたちとはたらき」, 矢木真穂, 2017年3月.

B-8) 大学での講義, 客員

名古屋市立大学薬学部, 大学院薬学研究科, 特任教授, 2008年4月–.
名古屋市立大学薬学部, 「構造生物学」「薬学物理化学II」「生命薬科学研究入門」「薬学概論」「テーマ科目 創薬と生命」「免疫学」「バイオインフォマティクス」「創薬科学・知的財産活用論」, 2017年.
名古屋市立大学大学院薬学研究科, 「創薬生命科学基礎II」「生命分子構造学特論」, 2017年.
理化学研究所, 客員研究員, 2009年4月–.

国立長寿医療研究センター認知症先進医療開発センター, 客員研究員, 2011年4月-.

名古屋大学大学院理学研究科, 非常勤講師, グリーン自然科学国際教育研究プログラム(博士課程リーディングプログラム自然科学連携講義)「構造生物学特論I・II」, 2017年.

静岡県立大学薬学研究院, 非常勤講師, 第264回特別講義月例薬学セミナー, 2017年9月22日.

鹿児島大学大学院理工学研究科, 「大学院先端科学特別講義」, 2017年12月19日.

B-9) 学位授与

Arunima Sikdar, “Multiple structural architectures of archaeal homolog of proteasome-assembly chaperone,” 2017年3月, 博士(理学).

Gengwei Yan, “Characterization of the dynamic structures and interactions of Lewis X-carrying oligosaccharides and their cluster,” 2017年9月, 博士(理学).

B-10) 競争的資金

科研費新学術領域研究「揺らぎが機能を定める生命分子の科学」(計画研究), 「NMRを利用したタンパク質および複合糖質の揺らぎの検出とその機能連関の探査」, 加藤晃一(2008年-2013年).

科研費基盤研究(B), 「ポスト小胞体品質管理における細胞内レクチンの分子認識と超分子形成の構造基盤の解明」, 加藤晃一(2009年-2011年).

科研費研究活動スタート支援, 「アミロイド線維末端の特異構造の解明に基づく線維伸長メカニズムの理解」, 矢木真穂(2011年-2013年).

科研費挑戦的萌芽研究, 「分子シャペロン機能を有するシャトル型プロテアソーム活性化因子の同定と構造機能解析」, 加藤晃一(2012年-2014年).

科研費基盤研究(A), 「糖鎖認識系を標的とする創薬を目指した複合糖質機能の構造基盤の解明と分子設計」, 加藤晃一(2012年-2015年).

科研費新学術領域研究「生命分子システムにおける動的秩序形成と高次機能発現」(総括班), 「生命分子システムにおける動的秩序形成と高次機能発現の研究に関する総括」, 加藤晃一(2013年-).

科研費新学術領域研究「生命分子システムにおける動的秩序形成と高次機能発現」(計画研究), 「生命分子の動的秩序形成におけるマイクロ-マクロ相関の探査と設計原理の探求」, 加藤晃一(2013年-).

科研費挑戦的萌芽研究, 「機能性ネオ糖脂質クラスターを利用した神経幹細胞の幹細胞性制御」, 加藤晃一(2014年-2016年).

科研費若手研究(B), 「ガングリオシド糖脂質クラスター上におけるアミロイド β の構造転換の精密解析」, 矢木真穂(2015年-2016年).

科研費基盤研究(A), 「多元的構造生物学アプローチによるプロテアソーム形成機構の解明と創薬への展開」, 加藤晃一(2015年-).

科研費新学術領域研究, 「生命分子システムにおける動的秩序形成と高次機能発現の研究推進のための国際活動支援」, 加藤晃一(2015年-).

宇宙航空研究開発機構「きぼう」利用フィジビリティスタディ, 「神経変性疾患の発症機構解明に向けた微小重力環境下でのアミロイド線維形成と性状評価」, 加藤晃一(2016年).

科研費若手研究(B),「アミロイド線維の伸長末端の3次元構造情報に基づく重合機構の理解および創薬展開」, 矢木真穂 (2017年-).

科研費新学術領域研究「動的構造生命科学を拓く新発想測定技術——タンパク質が動作する姿を活写する——」(公募研究),「抗体の分子認識を契機とする補体系の活性化を活写する」, 谷中冴子 (2017年-).

B-11) 産学連携

協和発酵キリン(株)抗体研究所,「ヒトIgG1とヒトFcγ受容体IIIaとの結合状態の構造解析」, 加藤晃一 (2017年).

味の素(株)ライフサイエンス研究所,「味覚変調蛋白質の立体構造形成と機能発現に関する研究」, 加藤晃一 (2017年).

大陽日酸(株),「タンパク質の安定同位体標識技術の開発」, 加藤晃一 (2017年).

C) 研究活動の課題と展望

2018年は、これまでに取り組んできた生命分子システムの動秩序形成の研究成果に基づき、その特質を持った分子システムを創成することを目指した研究を展開する。既に超分子化学者との共同研究を通じて、生命分子と人工超分子のハイブリッド化を通じた機能性サイボーグ超分子の設計・創生に取り組んでいるが、これをさらに発展して超分子化学と生命分子科学の融合研究と国際共同研究を推進していく。さらに、複雑な生命分子システムの中における各構成要素のダイナミックな振る舞いを探査するアプローチ法を開拓するとともに、多角的な機能解析を併せて実施し、外部環境の変動の中で秩序創発していくロバストな生命の本質を統合的に理解することを目指していきたい。

飯野亮太(教授)(2014年6月1日着任)

A-1) 専門領域：生物物理学，分子機械，分子モーター，1分子計測，構造解析

A-2) 研究課題：

- a) リニア分子モーターセルラーゼ，キチナーゼのエネルギー変換機構の解明
- b) 回転分子モーター V-ATPase のエネルギー変換機構の解明
- c) 先端的生体1分子計測法の開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) キチナーゼは結晶性キチンを加水分解しながら直進運動するリニア分子モーターである。金ナノ粒子の修飾方法の改善と酵素への結合箇所の検討により一方向性の長い運動を観測する事に成功した。運動速度は蛍光標識したキチナーゼとはほぼ同等であり，運動への金ナノプローブの影響はないと結論した。二次元ガウス関数フィットで求めた座標の軌跡をメディアフィルター処理してノイズを除去し，運動ステップの検出を行った。これにより 1.1 nm の前進ステップ運動と 1.2 nm の後退ステップ運動を検出する事に成功した。1.1 nm の前進ステップ運動について，ステップ前の停止時間の分布を解析すると2つの時定数が得られた。重水環境中で同様の解析を行った結果，遅い反応の時定数は変化しなかったのに対し速い反応のそれは 3.8 倍遅くなり，大きな同位体効果が観測された。ステップ運動の間には加水分解と生成物解離，およびキチン分子鎖の 90° ツイストと結晶表面からの脱結晶化という2つの共同的な反応素過程が起こると考えられる。これらの素過程のうち，加水分解では水素，酸素原子間の結合の組み換えが起こるため，同位体効果が大きく出ると考えられる。よって，反応の律速段階はキチン分子鎖の 90° ツイストと結晶表面からの脱結晶化であると結論づけられた。また，後退ステップ運動と後退から復帰する前進ステップ運動の時定数はほぼ同じであった。即ち，2つの状態の自由エネルギーはほぼ等しいと推測された。ドッキングモデルにより活性中心の結合エネルギーを推定すると，ステップ運動後のミカエリスコンプレックスの結合エネルギーが非常に高く，これにより脱結晶化した後のキチン分子鎖を安定化していると考えられた。
- b) 腸内連鎖球菌由来 V₁-ATPase (EhV₁) の回転運動を詳細に解析した結果，3つの触媒部位に由来する 120° のステップが 40° と 80° のサブステップから構成されている事が明らかとなった。サブステップ前の持続時間の ATP と ADP への濃度依存性を調べた所，40° ステップは ATP 結合で起こることが明らかとなった。また，加水分解が遅くなる ATP_γS を基質に用い，加水分解は 40° ステップ前に起こることが明らかとなった。さらに，ATP_γS に ADP を混合すると，80° のバックステップをする事が明らかとなった。同様に，ATP 加水分解反応に重要なアミノ酸残基アルギニンフィンガーに変異を導入した変異体を用いて ATP と ADP を混合して観測すると，80° のバックステップが観測された。80° バックステップ前の停止の持続時間は ADP 濃度に依存する事から，80° ステップは ADP の解離により起こると結論した。以上の解析により，EhV₁ の化学力学共役機構をほぼ完全に明らかにした。
- c) 金ナノ粒子をプローブに用いた生体1分子計測の位置決定精度，および時間分解能の改善に取り組んだ。金ナノ粒子の粒径，照明用レーザーの強度，画像のピクセルサイズ，輪帯照明光学系の導入により，100 μs の時間分解能で 3 Å の位置決定精度を達成した。また，金ナノ粒子と銀ナノ粒子の単粒子散乱スペクトルの取得，および金・銀ナノ粒子をプローブに用いた二色同時観察を達成した。

B-1) 学術論文

M. TACHIOKA, A. NAKAMURA, T. ISHIDA, K. IGARASHI and M. SAMEJIMA, “Crystal Structure of Family 6 Cellobiohydrolase from the Basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*,” *Acta Crystallogr., Sect. F: Struct. Biol. Cryst. Commun.* **73**, 398–403 (2017).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

K. FUJIMOTO, Y. MORITA, R. IINO, M. TOMISHIGE, H. SHINTAKU, H. KOTERA and R. YOKOKAWA, “Linear zero mode waveguides for the study of chemo-mechanical coupling mechanism of kinesin,” *2017 IEEE 30th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)*, 64–67 (2017).

J. ANDO, T. SEKIYA, DEN KA, H. YAMAKOSHI, K. DODO, M. SODEOKA, S. KAWATA and K. FUJITA, “Surface-enhanced Raman scattering (SERS) imaging of alkyne-tagged small molecule drug in live cells with endocytosed gold nanoparticles,” *SPIE BiOS 2017 Proceedings*, 1004606-1 (2017).

B-3) 総説, 著書

飯野亮太, 「分子モーターの1分子イメージング」, *生体の科学* [特集: 細胞多様性解明に資する光技術一見で, 動かす], **68**, 388–389 (2017).

立岡美夏子, 中村彰彦, 石田卓也, 高橋幸子, 巖 斌, 田仲広明, 古林直樹, 伊中浩治, 五十嵐圭日子, 鮫島正浩, 「水素原子の可視化を目指したセルラーゼの大型結晶作製」, *宇宙における高品質タンパク質結晶化技術の伝承と可能性*, **34(1)**, 340108 (6 pages) (2017).

安藤 潤, 藤田克昌, 「ラマン分光顕微鏡とライフサイエンス応用」, *光アライアンス*, **28(6)**, 52–57 (2017).

飯野亮太, 安藤 潤, 中村彰彦, 「金ナノプローブでタンパク質分子モーターのダイナミックな動きを観る」, *JSMI Report* **11(1)**, 11–16 (2017).

B-4) 招待講演

R. IINO, “High-speed single-molecule imaging analysis of protein molecular motors probed by gold nanoparticles and nanorods,” DAC seminar on dynamical ordering and integrated functions of biomolecular systems, Department of Applied Chemistry, National Chiao Tung University, Hsinchu (Taiwan), November 2017.

R. IINO, “Chitinase A is 1-nm stepping Brownian motor decomposing crystalline polysaccharide,” NANOTEC-IMS joint research meeting, Pathum Thani (Thailand), October 2017.

R. IINO and A. NAKAMURA, “Stepping motion and chemo-mechanical coupling of chitinase resolved by single-molecule analysis,” IUPAB2017 “Molecular Machinery,” Edinburgh (U.K.), July 2017.

R. IINO, “High-speed single-molecule measurement of molecular motors with metallic nanoprobe,” KAKENHI International symposium on “Studying the function of soft molecular systems,” Sapporo (Japan), June 2017.

R. IINO, “Chemo-mechanical coupling mechanisms of linear and rotary molecular motors revealed by high-speed single-molecule imaging analysis,” Frontier bioorganization forum 2017: Dynamical ordering and integrated functions of biomolecular systems, Taipei (Taiwan), April 2017.

R. IINO, “Single-molecule dynamics of natural and engineered molecular motors,” The 5th international symposium on “Dynamical ordering & integrated functions,” Komaba, Tokyo (Japan), January 2017.

飯野亮太, 「高速1分子イメージング解析で明らかとなったタンパク質分子モーターの化学力学共役機構」, 高分子討論会シンポジウム「「柔らかな」生体および合成高分子系の解明と構築」, 愛媛大学, 松山, 2017年9月.

飯野亮太, “Chemo-mechanical coupling mechanisms of linear and rotary molecular motors revealed by high-speed single-molecule imaging analysis,” 第55回生物物理学会年会シンポジウム「Softness and functions of biological molecules under various environments」, 熊本大学, 熊本, 2017年9月.

飯野亮太, 「機動分子科学: 生体分子, 人工分子を超えて」, 第17回蛋白質科学学会年会ワークショップ「機動分子科学」, 仙台国際センター, 仙台, 2017年6月.

飯野亮太, 「金ナノプローブで生体分子モーターのダイナミックな動きを観る」, 分子イメージング学会学術集会シンポジウム「生命の神秘に迫る分子イメージング」, 横浜港大さん橋ホール, 横浜, 2017年5月.

飯野亮太, 「生体分子機械を観る, 操る, 壊す, 創る」, 海洋研究開発機構第13回新機能研究開拓研究グループセミナー, 海洋研究開発機構, 横須賀, 2017年5月.

飯野亮太, 「金ナノプローブでタンパク質1分子の動きはどこまで見えるか」, 研究会「分子観察による生命の階層横断的な理解」, 分子科学研究所, 岡崎, 2017年3月.

中村彰彦, 五十嵐圭日子, 「反転型セルロース加水分解酵素のプロトン伝達経路を含んだ反応機構」, 分子研研究会「触媒反応であるタンパク質反応を分子科学的観点から捉える」, 分子科学研究所, 岡崎, 2017年6月.

中村彰彦, 「1分子解析によりセルラーゼ/キチナーゼの何が見えるのか」, セルラーゼ研究会, 佐久平プラザ 21, 佐久, 2017年7月.

A. NAKAMURA and R. IINO, “Direct Observation of 1 nm Steps of Chitinase A Molecules with Gold Nano Probes,” Selected short talk in Gordon Research Conference Cellulases & Other Carbohydrate-Active Enzymes, Proctor Academy, Andover (U.S.A.), July 2017.

J. ANDO, M. SODEOKA and K. FUJITA, “Alkyne-tag Raman imaging and screening of small molecules in biological systems,” Biomedical Molecular Imaging 2017, Taipei (Taiwan), November 2017.

安藤 潤, 藤田克昌, 袖岡幹子, “Raman scattering microscopy and alkyne-tag for imaging and screening of bio-active small molecules,” 第55回生物物理学会年会シンポジウム「Softness and functions of biological molecules under various environments」, 熊本大学, 熊本, 2017年9月.

B-5) 特許出願

Application number: US15/351,522, “Kit for sealing beads and detecting target molecule,” H. NOJI, R. IINO and S. ARAKI (JST), Publication date: Apr 27, 2017, Filing date: Nov 15, 2016.

B-6) 受賞, 表彰

石渡大貴, 日本化学会東海支部長賞 (2017).

安藤 潤, 日本分光学会平成 29年度年次講演会若手講演賞 (2017).

R. IINO, Emerging Investigator. Lab on a Chip., The Royal Society of Chemistry, U.K. (2012).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

- 日本生物物理学学会代議員 (2014–2016).
- 日本生物物理学学会分野別専門委員 (A-13. モータータンパク質) (2014).
- 日本生物物理学学会分野別専門委員 (E-04. タンパク質工学) (2016).
- 日本分光学会中部支部幹事 (2017.10–). (安藤 潤)

学会の組織委員等

- 第 25 回日本バイオイメーキング学会学術集会副大会長 (2016).

学会誌編集委員

- 日本生物物理学学会学会誌「生物物理」編集委員 (2014–2015).
- Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, Associate Editor (2015.4.29–).

その他

- 公益財団法人新世代研究所バイオ単分子研究会委員 (2012.4.2–2018.3).
- 日本生物物理学学会小中高校への講師派遣サポート事業講師 (2016.11–).
- 出前授業「温度と分子の状態」, 岩津中学校 (2017). (中村彰彦)

B-8) 大学での講義, 客員

- 京都大学大学院農学研究科, 非常勤講師, 「応用生命科学特論 IV」, 2017 年 7 月 6 日–7 日.
- 名古屋大学大学院理学研究科, 非常勤講師, 「物性生物物理学総合講義」, 2017 年 11 月 6 日.

B-10) 競争的資金

- 科研費挑戦的研究(萌芽), 「結晶性多糖表面を動きながら連続的に分解する酸化還元型酵素を創る」, 飯野亮太 (2017 年–2018 年).
- 自然科学研究機構新分野創成センターイメーキングサイエンス研究分野プロジェクト, 「プラズモニックナノ粒子による生体分子のマルチカラー 1 分子イメーキング法の開発」, 安藤 潤 (2017 年).
- 自然科学研究機構新分野創成センターイメーキングサイエンス研究分野プロジェクト, 「金ナノプローブ表面の電場増強を利用した生体分子モーターの動きと化学反応の複合 1 分子計測法の開発」, 飯野亮太 (2016 年).
- 科研費新学術領域研究「動的秩序と機能」(公募研究), 「糖質加水分解サイボグリア分子モーターの創生」, 飯野亮太 (2016 年–2017 年).
- 科研費新学術領域研究「柔らかな分子系」(公募研究), 「金属ナノプローブを用いた分子モーターの運動と構造変化の高速 1 分子計測」, 飯野亮太 (2016 年–2017 年).
- 科研費若手研究(B), 「高速高精度一分子観察による結晶性糖質分解機構の解明」, 中村彰彦 (2016 年–2017 年).
- 科研費新学術領域研究「動的構造生命」(公募研究), 「高時空間分解能一分子観察と理論解析を組み合わせた分子モーター運動解析法の開発」, 中村彰彦 (2016 年–2017 年).
- 自然科学研究機構新分野創成センターイメーキングサイエンス研究分野プロジェクト, 「金ナノロッドの高速高精度光学イメーキングによる生体分子モーターの複合 1 分子計測」, 飯野亮太 (2015 年).
- 科研費基盤研究(B), 「ナトリウムイオン輸送性 V-ATPase のエネルギー変換機構の解明」, 飯野亮太 (2015 年–2017 年).

科研費研究活動スタート支援,「セルロース分解酵素のモーター運動に寄与する構造要素の解明」,中村彰彦(2015年–2016年),
科研費新学術領域研究「動的秩序と機能」(公募研究),「ATP 駆動サイボグ回転分子モーターの創生」,飯野亮太(2014年–2015年).

科研費新学術領域研究「柔らかな分子系」(公募研究),「金ナノロッドを用いた分子モーター構造ダイナミクスの高速1分子計測」,飯野亮太(2014年–2015年).

科研費特別研究員奨励費,「ダブルドメインセルラーゼの吸着バランス制御による結晶性多糖構造分解反応の促進」,中村彰彦(2013年–2014年).

科研費基盤研究(B),「リニアモータータンパク質糖質加水分解酵素の1ナノメートルステップの1分子計測」,飯野亮太(2012年–2014年).

科研費挑戦的萌芽研究,「生体・人工ハイブリッドナノモーターの創製」,飯野亮太(2012年–2013年).

科研費新学術領域研究「揺らぎと生体機能」(公募研究),「分子モーターの構造揺らぎを調べる超高速配向イメージング法の開発」,飯野亮太(2011年–2012年).

科研費特定領域研究「高次系分子科学」(公募研究),「生細胞内1分子FRET 法による回転モータータンパク質のダイナミクス計測」,飯野亮太(2010年–2011年).

科研費新学術領域研究「揺らぎと生体機能」(公募研究),「モータータンパク質の揺らぎと性能の相関を調べる超高速光学顕微鏡の開発」,飯野亮太(2009年–2010年).

科研費若手研究(B),「プロトン駆動力で回転するATP 合成酵素を1分子技術とマイクロデバイスで可視化する」,飯野亮太(2009年–2010年).

科研費若手研究(B),「プロトン駆動力で回転する生体分子モーターATP 合成酵素の1分子計測」,飯野亮太(2006年–2008年),
日本学術振興会二国間交流事業共同研究,「生細胞内で働くATP 合成酵素の回転速度を1分子技術で計測する」,飯野亮太(2010年–2011年).

大阪大学産業科学研究所リーダーシップ支援経費,「1細菌培養・観察・回収用マイクロドロプレットアレイの開発」,飯野亮太(2009年).

C) 研究活動の課題と展望

セルラーゼ,キチナーゼは,運動方向が逆の分子を同時に作用させると結晶性多糖の分解活性が大きく上昇する「シナジー効果」が報告されている。*TrCel6A* と *TrCel7A*, および *SmChiA* と *SmChiB* の混合によるシナジー効果の機構を明らかにする。セルラーゼについてはさらに,各ドメインの役割が分かっている *TrCel6A* と *CfCel6B* をベースに用いてドメイン交換したキメラ酵素の作製を行う。キチナーゼについては *SmChiA* と運動方向が逆である *SmChiB* の運動機構の解明,および運動に必要な構造要素の解明を行う。解明した運動機構を基に *SmChiA* と *SmChiB* を組み合わせたハイブリッド酵素の作製を行う。回転分子モーター V-ATPase は, V_1 のサブステップのトルクの測定, および V_0V_1 複合体の1分子計測を行う。また,分子科学研究所古賀グループとの共同研究により, V_1 の A サブユニットにATP 結合能を付加した非天然型モーターの創成を行っている。1分子計測で回転速度, ATP, ADP の親和性, およびサブステップの角度等を野生型と比較する。先端的生体1分子計測法の開発については,位置決定精度と時間分解能の更なる改善,合金ナノ粒子を用いたマルチカラーイメージング,プラズモンカップリングを用いたプラズモンルーラーの開発に取り組む。

栗原 顕 輔 (特任准教授(岡崎オリオンプロジェクト)) (2014年5月1日着任)

A-1) 専門領域：界面化学, 超分子化学

A-2) 研究課題：

- a) 増殖に最適な組成選択を行うベシクル系の構築
- b) 粒子を内包したベシクルにおける混みあいと自発的偏在

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 有機化学を基礎とした細胞モデルに代謝機能, すなわち酵素を構成するタンパク質をベシクル内部で形成し, しかも増殖が可能な人工細胞はいまだ構築されていない。そこで, 本研究は, ベシクル外部に存在しているアミノ酸を輸送体が捕捉することで, ベシクルの内部へと輸送し, ペプチドを化学合成する人工リボソームシステムを内包する細胞モデルの構築を目的とする。またアミノ酸を取り込んでペプチドを合成する油滴と, 境界膜に化学変換できる油滴の2つの油滴システムを利用し, 内部で高分子を合成するベシクル型人工細胞を構築する。現在, 高分子重合のための単量体のうち一種について, 設計・合成を完了しつつある。
- b) 細胞の内部の生体高分子は, 自由に動ける領域を増大するよう自身や周囲の構造を変化させ, このエントロピックな作用は「排除体積効果」と呼ばれる。我々は, 排除体積効果を示すモデルとして, 大小二種のポリスチレンビーズを稠密に封入したベシクルを調製した。大粒子を高密度に内包したベシクルを作成し, その挙動を粒子集団の自由エネルギー変化に基づき解析した。

B-1) 学術論文

Y. NATSUME, H. WEN, T. ZHU, K. ITOH, L. SHENG and K. KURIHARA, “Water-in-Oil Emulsion Centrifugation Method to Prepare Giant Vesicles Encapsulating Micrometer-Sized Particles,” *J. Vis. Exp.* **119**, e55282 (2017).

B-3) 総説, 著書

K. KURIHARA, M. MATSUO, T. YAMAGUCHI and S. SATO, “Synthetic Approach to Biomolecular Science by Cyborg Supramolecular Chemistry,” *Biochim. Biophys. Acta, Gen. Subj.* **1862**, 358–364 (2017).

B-4) 招待講演 (* 基調講演)

栗原顕輔, 「化学的人工細胞が提案する生命起源への戦略」, ABC ミニワークショップ「低温度周りの光合成」, 東京, 2017年3月.

K. KURIHARA, “Basic Research on Primitive Cell Model Based on Lipid World Hypothesis,” The 4th Astrobiology Workshop, Tokyo (Japan), March 2017.

K. KURIHARA, “Strategy for Origin of Life Proposed by Chemical Artificial Cell,” ELSI International Workshop “Reconstructing the Phenomenon of Life—To Retrace the Emergence of Life—,” Tokyo (Japan), May 2017.

栗原顕輔, 「化学的リボソームシステムを内包するジャイアントベシクルの創成」, 花王・芸術科学財団助成研究発表会, 東京, 2017年6月.

K. KURIHARA, “Chemical Cell Models Based on Self-Reproducing Vesicles,” Japan-China Joint Interdisciplinary Symposium on Coordination-Based Hybrid Materials, Okazaki (Japan), June 2017.

栗原顕輔,「化学的人工細胞モデルで探る生命起源」,第19回進化学会年次大会,京都,2017年8月.

K. KURIHARA, “Development of the Vesicle-type Artificial Cell,” 6th International Conference on Biology, Chemistry and Agronomy, Guadalajara (Mexico), September 2017.*

栗原顕輔,「油滴-ベシクル変換システムを基盤とする人工細胞の創成」,第2回秩序化分子システムワークショップ,奈良,2017年12月.

B-7) 学会および社会的活動

その他

あいち科学技術教育推進協議会発表会「科学三昧 in あいち 2014」英語発表指導 (2014).

愛知教育大学付属岡崎中学校取材 (2015).

第6回CSJ 化学フェスタ 2016 ポスター審査 (2016).

朝日新聞「先端人」取材 (2016).

国際芸術祭「虹のキャラヴァンサライ・あいちトリエンナーレ 2016」(2016).

B-8) 大学での講義, 客員

総合研究大学院大学,「統合生命科学教育プログラム」,2017年10月-11月.

B-10) 競争的資金

科研費若手研究(B),「交差触媒系を内包するベシクル型人工細胞の構築」,栗原顕輔 (2015年-2017年).

科研費若手研究(A),「表現型と遺伝子型が連携する人工細胞モデルの創成」,栗原顕輔 (2017年-2021年).

自然科学研究機構新分野創成センター宇宙における生命研究分野プロジェクト,「生命材料物質の組み立て場としてみた原始細胞膜の基礎的研究」,栗原顕輔 (2016年-2017年).

花王芸術・科学財団化学・物理学分野助成,「化学的リボソームシステムを内包するジャイアントベシクルの創成」,栗原顕輔 (2016年-2017年).

自然科学研究機構アストロバイオロジーセンタープロジェクト研究,「原始的なタンパク質を内包する原始細胞モデルの創成とその挙動解析」,栗原顕輔 (2017年-2018年).

C) 研究活動の課題と展望

本研究では生物再構成の考えから,既知の分子で生命らしい機能や挙動を示すシステムを創成することを目標とする。課題 a) では不定形な状態から代謝に必要なたんぱく質モデルを合成したのちに,人工細胞の境界膜であるベシクルを形成する概念を提案した。現在は,システインを基本骨格とした自発的ペプチド形成を軸にしているが,他のアミノ酸や高分子でも検討している。課題 b) では細胞内のこみあい状態を表現したモデルを作成したが,サンプル調製や各ベシクルについての解析に時間がかかっている。今後はより作成しやすい液滴などベシクル以外のソフトマテリアルにも挑戦したいと考えている。また剛体球内包型のベシクルモデルだけでなく,内部に封入する物質も柔らかい高分子などについても取り組みたいと考えている。

生体分子情報研究部門

古 谷 祐 詞 (准教授) (2009年3月1日着任)

A-1) 専門領域：生物物理学, 生体分子科学

A-2) 研究課題：

- a) 哺乳動物カリウムイオンチャネルの環境依存的構造変化の解析
- b) 環形動物の脳内光受容機能を担うタンパク質の解析
- c) アゲハチョウ尾端光受容機能を担うタンパク質の探索
- d) 回転セルを用いた光受容タンパク質の赤外分光解析

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 細胞が機能するためには、カリウムイオンを選択的に透過するイオンチャネル（カリウムチャネル）が重要である。一方で TWIK-1 というカリウムチャネルは、細胞外環境に応じて適度にナトリウムイオンを透過し、細胞の静止膜電位の調節に関係している。昨年までに、TWIK-1 タンパク質を脂質小胞に再構成した試料を用いて、アミド I 領域のスペクトル変化が、イオン選択性を生み出す選択フィルタ部位周辺の構造的特徴を反映していることを見出した。今年度は、名古屋大学の内橋貴之教授との共同研究として高速原子間力顕微鏡を用いた構造動態解析を行った。さらに琉球大学の東雅大助教との共同研究として基準振動計算も行った。得られた結果から、アミド I 領域のスペクトル変化が、TWIK-1 の選択フィルタ部位に由来することを、より明確にすることができた。
- b) 多くの動物は、視覚以外にも概日時計の調節などの用途に光情報を用いており、種々の動物で、脳が直接外界の光環境を感知することが知られている。とりわけ、環形動物ゴカイの脳ではたらく光受容タンパク質 Opn3 が、紫外光を感知することを見出し、また紫外光受容をもたらすアミノ酸残基も特定した (*J. Biol. Chem.* 誌に発表)。ゴカイの幼生は動物プランクトンとして活動し、太陽からの紫外光ダメージを避けるために日中は深部に移動することが知られている。すなわち Opn3 による紫外光感知は、プランクトンの生態を理解するためにも重要だと思われる。塚本助教は、このような知見を基に JST さきがけ研究として、脳機能を光でコントロールするツールとして Opn3 を利用する研究プロジェクトを開始した。
- c) 昆虫のアゲハチョウは尾端（お尻の先）に光受容細胞を持ち、それが交尾や産卵などの生殖行動に関与していることを、総合研究大学院大学の蟻川謙太郎教授らが報告している。学融合推進センターの公募型研究事業として、この尾端光受容機能を担う光受容タンパク質の同定をめざしている。蟻川教授と東京農工大学の内山博允博士と共同でアゲハチョウ尾端組織について RNA-seq 解析を行い、その組織で多く発現している光受容タンパク質候補を見出した。さらに、その候補タンパク質を培養細胞で発現し、このタンパク質が尾端受容器と同様に、紫外光を主に吸収することを見出した。
- d) 光受容タンパク質は光反応後に構造変化を経て機能発現を行うが、その後、失活したり、初期状態に戻るまで長時間を要するものがある。これまで装置開発室と共同して、光受容タンパク質試料を連続的に計測点に送り出す回転セルの開発を進めている。自然科学研究機構の若手分野間連携プロジェクトとして、基礎生物学研究所の得津隆太郎助教および河合寿子博士ならびに岡山大学の梅名泰史准教授に光化学系 II の試料を提供いただき、その光反応を赤外分光計測により解析している。

B-1) 学術論文

G. KASUYA, Y. FUJIWARA, H. TSUKAMOTO, S. MORINAGA, S. RYU, K. TOUHARA, R. ISHITANI, Y. FURUTANI, M. HATTORI and O. NUREKI, “Structural Insights into the Nucleotide Base Specificity of P2X Receptors,” *Sci. Rep.* **7**, 45208 (10 pages) (2017).

H. TSUKAMOTO, I-S. CHEN, Y. KUBO and Y. FURUTANI, “A Ciliary Opsin in the Brain of a Marine Annelid Zooplankton is Ultraviolet-Sensitive, and the Sensitivity is Tuned by a Single Amino Acid Residue,” *J. Biol. Chem.* **292**, 12971–12980 (2017).

S. HAESUWANNAKIJ, T. KIMURA, Y. FURUTANI, K. OKUMURA, K. KOKUBO, T. SAKATA, H. YASUDA, Y. YAKIYAMA and H. SAKURAI, “The Impact of the Polymer Chain Length on the Catalytic Activity of Poly(*N*-vinyl-2-pyrrolidone)-Supported Gold Nanoclusters,” *Sci. Rep.* **7**, 9579 (8 pages) (2017).

B-4) 招待講演

古谷祐詞, 「赤外分光法によるイオンチャネルタンパク質の分子機構解析」, 平成 28 年度末シンポジウム (主催: 自然科学研究機構) 自然科学研究における機関間連携ネットワークによる拠点形成事業生理学研究所プロジェクト「細胞・システム作動機構の理解に向けた, 生体タンパク質分子の構造と機能のダイナミクス研究の拠点形成」, 生理学研究所, 岡崎, 2017 年 3 月。
古谷祐詞, 「イオンチャネルへの赤外差分分光計測の適用」, 研究会「分子観察による生命の階層横断的な理解」 (主催: 自然科学研究機構) 自然科学研究における機関間連携ネットワークによる拠点形成事業「分子観察による物質・生命の階層横断的な理解」, 分子科学研究所, 岡崎, 2017 年 3 月。

Y. FURUTANI, “Time-Resolved FTIR Spectroscopy on Microbial Rhodopsins and Other Membrane Proteins,” International Symposium on Biophysics of Rhodopsins, Kyoto University, Kyoto (Japan), May 2017.

Y. FURUTANI, “Application of Infrared Spectroscopy to Study the Ion Selectivity of Potassium Ion Channels,” The 6th Asian Spectroscopy Conference (ASC6), Tsing Hua University, Hsinchu (Taiwan), September 2017.

H. TSUKAMOTO, “Molecular Mechanisms Regulating Functional Properties of Non-Visual Opsins in Animals,” International Symposium on Biophysics of Rhodopsins, Kyoto University, Kyoto (Japan), May 2017.

塚本寿夫, I-Shan Chen, 久保義弘, 古谷祐詞, 「動物プランクトンの脳ではたらく紫外光受容体の分光・電気生理解析」, 第2回イオンチャネル研究会, 東北大学, 仙台, 2017 年 8 月。

B-6) 受賞, 表彰

古谷祐詞, 平成 19 年度名古屋工業大学職員褒賞優秀賞 (2007).

古谷祐詞, 平成 24 年度分子科学研究奨励森野基金 (2012).

古谷祐詞, 第6回 (2013 年度) 分子科学会奨励賞 (2013).

古谷祐詞, 木村哲就, 岡本基土, 第1回 BIOPHYSICS Editor's Choice Award (2014).

古谷祐詞, 清水啓史, 浅井祐介, 老木成稔, 神取秀樹, 第3回 Biophysics and Physicobiology Editor's Choice Award (2016).

塚本寿夫, 平成 24 年度日本生物物理学会中部支部講演会優秀発表者 (2013).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

- 日本生物物理学会理事 (2015–2016).
- 日本生物物理学会代議員 (2015–2016, 2017–2018), 委員 (2010–2011, 2012–2013).
- 日本生物物理学会分野別専門委員 (2010–2013, 2015–2016).
- 日本物理学会領域12運営委員 生物物理 (2011–2012).
- 日本化学会東海支部代議員 (2011–2012, 2013–2014).
- 分子科学会顕彰委員会委員 (2014–2016).
- 日本分光学会中部支部幹事 (2012–2017).
- 日本生物物理学会分野別専門委員 (2012). (塚本寿夫)

学会の組織委員等

- 第15回レチナルタンパク質国際会議実行委員 (2012–2014).

学会誌編集委員

- 日本生物物理学会中部地区編集委員 (2007, 2010).
- 日本生物物理学会「生物物理」誌編集委員 (2017–2019). (塚本寿夫)

B-8) 大学での講義, 客員

- 豊橋技術科学大学, 「環境・生命工学大学院特別講義II」, 2017年11月15日.
- 総合研究大学院大学物理科学研究科, 「構造生体分子科学」, 2017年12月7日, 8日.

B-10) 競争的資金

- 科研費特定領域研究「革新的ナノバイオ」(公募研究), 「光駆動プロトンポンプの動作機構の解明」, 古谷祐詞 (2007年–2008年).
- 科研費特定領域研究「細胞感覚」(公募研究), 「古細菌型ロドプシンの新奇情報伝達機構の解明」, 古谷祐詞 (2007年–2008年).
- 科研費特定領域研究「高次系分子科学」(公募研究), 「孤立ナノ空間に形成された水クラスターの水素結合ダイナミクス解析」, 古谷祐詞 (2008年–2009年).
- 科研費特定領域研究「革新的ナノバイオ」(公募研究), 「光駆動イオン輸送蛋白質の動作機構の解明」, 古谷祐詞 (2009年–2010年).
- 科研費特定領域研究「細胞感覚」(公募研究), 「古細菌型ロドプシンの新奇情報伝達機構の解明と光応答性カリウムチャネルの開発」, 古谷祐詞 (2009年–2010年).
- 科研費特定領域研究「高次系分子科学」(公募研究), 「孤立ナノ空間を有する有機金属錯体での特異な光化学反応の分光解析」, 古谷祐詞 (2010年–2011年).
- 科研費若手研究(B), 「赤外差スペクトル法によるイオン輸送蛋白質の分子機構解明」, 古谷祐詞 (2010年–2011年).
- 自然科学研究機構若手研究者による分野間連携研究プロジェクト, 「膜輸送蛋白質によるイオン選択・透過・輸送の分子科学」, 古谷祐詞 (2010年).
- 自然科学研究機構若手研究者による分野間連携研究プロジェクト, 「イオンチャンネル蛋白質のイオン認識および開閉制御の分子機構解明」, 古谷祐詞 (2011年).

科学技術振興機構さきがけ研究,「様々な光エネルギー変換系における水分子の構造・機能相関解明」,古谷祐詞(2011年-2014年).

科研費挑戦的萌芽研究,「哺乳動物イオンチャネルの機能的発現と分子機構解析」,古谷祐詞(2012年-2013年).

自然科学研究機構若手研究者による分野間連携研究プロジェクト,「イオンチャネル蛋白質の物理・化学刺激によるゲート開閉の分子機構解明」,古谷祐詞(2013年).

科研費挑戦的萌芽研究,「膜電位存在下での膜タンパク質の赤外分光解析系の開発」,古谷祐詞(2014年-2016年).

科研費若手研究(A),「膜タンパク質の分子機構解明に資する新規赤外分光計測法の開発」,古谷祐詞(2014年-2017年).

総合研究大学院大学学融合推進センター公募型研究事業事業枠II「学融合共同研究」,「動物が「見えない光」を受容するメカニズム——化学と生理学を融合したアプローチ——」,古谷祐詞(2015年-2016年).

ノバルティス科学振興財団研究奨励金,「部位特異的蛍光標識を用いたGタンパク質共役受容体の動的構造変化の解析」,塚本寿夫(2012年).

科研費若手研究(B),「哺乳動物が環境光を感知するためのメラノプシンの分子特性の解明」,塚本寿夫(2013年-2014年).

上原記念生命科学財団研究奨励金,「メラノプシンを用いたカルシウムシグナリングの光制御」,塚本寿夫(2015年).

科研費若手研究(B),「哺乳類カリウムチャネルの環境依存的イオン透過制御メカニズムの解明」,塚本寿夫(2017年-2018年).

総合研究大学院大学学融合推進センター公募型研究事業「萌芽的共同研究」,「アゲハチョウの眼外紫外光受容タンパク質と生殖行動との連関」,塚本寿夫(2017年).

科学技術振興機構さきがけ研究,「内在受容体を利用した生命機能の新規光操作手法の開発」,塚本寿夫(2017年-2020年).

C) 研究活動の課題と展望

これまで膜タンパク質の分子機構について、赤外分光計測を主要な手法として研究を行ってきた。哺乳動物細胞を用いた試料調製系を用いることで、カリウムチャネル TWIK-1、紫外光センサーである Opn3 など、タンパク質研究でよく用いられている大腸菌では試料調製が困難な膜タンパク質の解析に成功している。また、装置開発室との共同で、回転セルを用いた時間分解赤外分光計測系の開発にも取り組んでいる。塚本助教はこれまでの研究成果を基に JST のさきがけ研究を開始している。また、藤 貴夫准教授を代表とする JST の CREST 研究も開始され、古谷は主たる共同研究者として、新規赤外分光計測の生体試料への応用を担当している。今後は、得られている成果を着実に論文にまとめ、新たな実験手法を構築するなどし、膜タンパク質の分子機構研究をさらに発展させていきたい。

錯体触媒研究部門

魚 住 泰 広 (教授) (2000 年 4 月 1 日着任)

A-1) 専門領域：有機合成化学，有機金属化学

A-2) 研究課題：

- a) 不均一反応メディア中での触媒反応システムの構築
- b) 自己集積型金属錯体触媒の設計・開発
- c) 新しい遷移金属錯体触媒・ナノ構造触媒の創製

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) パラジウム，ロジウム，銅錯体触媒などを両親媒性高分子に固定化するとともに機能修飾することで，これら遷移金属錯体触媒有機変換工程の多くを完全水系メディア中で実施することに成功した。水中不均一での高立体選択的触媒反応の開発を世界にさきがけて成功した。
- b) 金属架橋高分子の自己集積触媒（架橋構造と触媒機能のハイブリッド）を開発し，さらにマイクロ流路内の層流界面での自己集積錯体触媒膜の創製に成功した。前項で開発した高分子触媒をカラムカートリッジ化することで実用性に富む連続フロー反応システムを構築した。
- c) 新しいピンサー錯体の合成方法論を確立し，それらピンサー錯体分子が自発的に集積することで形成する分子集合体の三次元高次構造に立脚した新しい触媒機能システムの開拓に注力しつつある。
- d) 水中での反応加速，連続フローシステムに依る効率化，ピンサー錯体触媒化学における新しい反応形式などに立脚して各種反応の ppm-ppb 触媒化を進めつつある。

B-1) 学術論文

Y. M. A. YAMADA, H. YOSHIDA, A. OHNO, T. SATO, T. MASE and Y. UOZUMI, “Huisgen Cycloaddition with Acetylene Gas by Using an Amphiphilic Self-Assembled Polymeric Copper Catalyst,” *Heterocycles* **95**, 715–721 (2017).

Y. UOZUMI, Y. MATSUURA, T. SUZUKI, T. ARAKAWA and Y. M. A. YAMADA, “Palladium-Catalyzed Asymmetric Suzuki–Miyaura Cross Coupling with Homochiral Phosphine Ligands Having Tetrahydro-1*H*-imidazo[1,5-*a*]indole Backbone,” *Synthesis* **49**, 59–68 (2017).

G. HAMASAKA, T. MUTO, Y. ANDOH, K. FUJIMOTO, K. KATO, M. TAKATA, S. OKAZAKI and Y. UOZUMI, “Detailed Structural Analysis of a Self-Assembled Vesicular Amphiphilic NCN-Pincer Palladium Complex by Wide-Angle X-Ray Scattering and Molecular Dynamics Calculations,” *Chem. –Eur. J.* **23**, 1291–1298 (2017).

A. SAKON, R. II, G. HAMASAKA, Y. UOZUMI, T. SHINAGAWA, O. SHIMOMURA, R. NOMURA and A. OHTAKA, “Detailed Mechanism for Hiyama Coupling Reaction in Water Catalyzed by Linear Polystyrene-Stabilized PdO Nanoparticles,” *Organometallics* **36**, 1618–1622 (2017).

F. K.-C. LEUNG, F. ISHIWARI, Y. SHOJI, T. NISHIKAWA, R. TAKEDA, Y. NAGATA, M. SUGINOME, Y. UOZUMI, Y. M. A. YAMADA and T. FUKUSHIMA, “Synthesis and Catalytic Applications of a Triptycene-Based Monophosphine Ligand for Palladium-Mediated Organic Transformations,” *ACS Omega* **2**, 1930–1937 (2017).

T. S. SYMEONIDIS, A. ATHANASOULIS, R. ISHII, Y. UOZUMI, Y. M. A. YAMADA and I. N. LYKAKIS, “Photocatalytic Aerobic Oxidation of Alkenes into Epoxides or Chlorohydrins Promoted by a Polymer-Supported Decatungstate Catalys,” *ChemPhotoChem* **1**, 479–484 (2017).

T. OSAKO, K. TORII, S. HIRATA and Y. UOZUMI, “Chemoselective Continuous-Flow Hydrogenation of Aldehydes Catalyzed by Platinum Nanoparticles Dispersed in an Amphiphilic Resin,” *ACS Catal.* **7**, 7371–7377 (2017).

S. PAN, S. YAN, T. OSAKO and Y. UOZUMI, “Batch and Continuous-Flow Huisgen 1,3-Dipolar Cycloadditions with An Amphiphilic Resin-Supported Triazine-Based Polyethyleneamine Dendrimer Copper Catalyst,” *ACS Sustainable Chem. Eng.* **5**, 10722–10734 (2017).

B-4) 招待講演

Y. UOZUMI, “Development of Novel Heterogeneous Catalytic Systems,” IMS-IPCMS Joint Symposium, Strasubourg (France), May 2017.

Y. UOZUMI, 「未来の化学合成を支える超活生グリーン触媒を目指して」, 第6回JACI/GSC シンポジウム, 東京(日本), 2017年7月.

Y. UOZUMI, 「連続フロー触媒反応システムの開発：エステル化および Huisgen 環化反応」, 新学術領域第4回公開成果報告会, 京都(日本), 2017年7月.

Y. UOZUMI, “Molecular architecture-based administration of catalysis in water via self-assembly of amphiphilic palladium pincer complexes,” 6th Gratama Workshop, Groningen (Netherlands), October 2017.

Y. UOZUMI, “A Showcase of Novel Immobilized Catalysis for Organic Transformations,” Department Seminar, Three Gorges University, Yichang (China), November 2017.

B-6) 受賞, 表彰

魚住泰広, 有機合成化学協会研究企画賞 (1992).

魚住泰広, 日本薬学会奨励賞 (1997).

山田陽一, 日本薬学会奨励賞 (2005).

魚住泰広, 第6回グリーン・サステイナブル・ケミストリー賞, 文部科学大臣賞 (2007).

魚住泰広, 平成 18 年度日本化学会学術賞 (2007).

山田陽一, 文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2008).

山田陽一, Thieme Chemistry Journal Award (2008).

魚住泰広, 井上学術賞 (2010).

浜坂 剛, 第1回「名古屋大学石田賞」(2012).

大迫隆男, 有機合成化学協会研究企画賞 (2013).

魚住泰広, 文部科学大臣表彰科学技術賞 (2014).

大迫隆男, 第4回自然科学研究機構若手研究者賞 (2015).

大迫隆男, Thieme Chemistry Journal Award (2017).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

地球環境産業技術研究機構(RITE)技術評価分科会委員会(2002–2004).

コンビナトリアル・ケミストリー研究会代表幹事(1998–2009).

有機合成化学協会支部幹事(1998–).

学会の組織委員等

名古屋メダル実行委員(2000–).

International Conference on Organic Synthesis 実行委員(2002–2004).

IUPAC meeting “Polymer in Organic Chemistry 2006” 実行委員(2004–2006).

OMCOS 14組織委員(2006–2007).

触媒学会創設50周年記念国際シンポジウム組織委員(2007–2009).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

日本学術振興会第116委員会委員(1998–).

日本学術振興会科学研究費補助金第一次審査員(2002–2006).

科学振興調整費審査委員(2003–2004).

振興調整費「新機能材料開発に資する強磁場固体NMR」研究運営委員(2004–2007).

学会誌編集委員

日本化学会速報誌編集委員(2001–2002).

SYNLETT 誌アジア地区編集主幹(2002–).

Tetrahedron Asymmetry 誌アドバイザーボード(2002–2017).

SYNFACTS 誌編集委員(2005–).

ACS Combinatorial Science 誌エディトリアルアドバイザーボード(2010–).

The Chemical Record 編集委員(2010–).

その他

科学技術振興機構CREST 研究「水中での精密分子変換を実現するナノ遷移金属触媒創製」研究リーダー(2002–2007).

理化学研究所研究チームリーダー(2007–).

経済産業省グリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発プロジェクト 研究チームリーダー(2008–2012).

科学技術振興機構CREST 研究「反応媒体駆動原理の確立と革新的触媒プロセスの開発」研究副リーダー(2011–2016).

科学技術振興機構ACCEL 研究「超活性固定化触媒開発に立脚した基幹化学プロセスの徹底効率化」研究代表(2014–2019).

B-8) 大学での講義, 客員

中国湖北省三峡大学, 楚天学者講座教授, 2014年8月–.

B-10) 競争的資金

科研費基盤研究(A) (一般研究), 「水中で機能する高分子分散型複合金属ナノ触媒の創製」, 魚住泰広 (2003年–2007年).
科研費特定領域研究(計画研究: 研究項目番号 A03), 「理想化学変換プロセスを実現する新しい水中機能性個体触媒の開発」, 魚住泰広 (2006年–2009年).
経済産業省・戦略的技術開発グリーンサステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発, 「高機能不均一触媒の開発と環境調和型化学プロセスの研究開発」, 魚住泰広 (2009年–2012年).
科学技術振興機構CREST 研究, 「水中での精密分子変換を実現するナノ遷移金属触媒創造」, 魚住泰広 (2002年–2008年).
科研費若手研究(B), 「水中分子変換を実現する高分子担持銅触媒の創製」, 大迫隆男 (2010年–2011年).
科学技術振興機構CREST 研究, 「反応媒体駆動原理の確立と革新的触媒プロセスの開発」, 魚住泰広 (2011年–2016年).
科研費新学術領域研究(研究領域提案型), 「触媒膜導入マイクロ流路反応デバイスの創製」, 魚住泰広 (2010年–2013年).
科研費挑戦的萌芽研究, 「ユビキタス金属ナノ粒子の触媒機能開発」, 魚住泰広 (2014年–2015年).
科研費若手研究(B), 「ポリマー担持ユビキタスメタル触媒による高環境調和型水中フロー酸素酸化工程の開発」, 大迫隆男 (2014年–2015年).
科学技術振興機構ACCEL 研究, 「超活性固定化触媒開発に立脚した基幹化学プロセスの徹底効率化」, 魚住泰広 (2014年–2019年).
科研費新学術研究, 「高活性高分子触媒の創製と連続フローシステム化」, 魚住泰広 (2016年–).
科研費基盤研究(C), 「二酸化炭素を用いた有機分子変換の環境調和型高効率フロー反応化」, 大迫隆男 (2016年–).

C) 研究活動の課題と展望

2000年にゼロからのスタートを切った精密有機分子変換反応のaqueous-switching, heterogeneous-switching の試みも十分な成果と蓄積を得てきた。理想の有機分子変換を標榜した当研究室の歩みの中で多くの水中機能性固定化錯体触媒, 水中機能性固定化ナノ金属触媒を開発し, その幾つかは汎用性ある触媒として市販されるに至っている。これらの研究は科学研究費補助金(基盤研究, 新学術研究など)にくわえ, 多くの競争的外部研究費を得て推進してきた。即ちこれまでに水中機能性固定化触媒に関する「グリーンナノ触媒」CREST 研究(2002年10月–2008年3月), 続いてその成果を実践的に発展させるMETI-NEDO プロジェクト(2008年9月–2012年2月), 稀少元素の元素循環・元素減量・元素代替に焦点を当てた「元素戦略」CREST 研究(2011年10月–2017年3月)を展開してきた。さらに2014年12月からACCEL 研究(5年間)に採択され「超活性固定化触媒開発に立脚した基幹化学プロセスの徹底効率化」研究を進めつつある。また自己集積錯体触媒研究は2007年以降, 理化学研究所フロンティア研究に指名され, 現在同研究所・環境資源科学研究センターにて展開中である。現時点では競争的研究資金の獲得も順調であり, 大学院生ならびに博士研究員の確保も問題ない。魚住の本拠地である分子科学研究所に於いては, 次の研究の萌芽を見だし育てる研究にも大いに注力しており, 幾つかの新機軸候補課題の中から大きな発展に繋がる新課題を見いだしたいと考えている。なかでも最近は無開拓元素群の触媒反応性(とくにCu, Fe, Ag)の探索と確立, さらには分子の自己集積化に立脚した触媒機能の自発的獲得など目指した研究開発を推進しつつある。加えてこれまでの高活性触媒の設計概念と駆動原理を駆使し, 従来パーセント量の利用が常識であった化学変換触媒をppm-ppb 量のレベルへと転換すべく研究に取り組んでいる。これは触媒活性の 10^4 – 10^7 向上を意味し, 「改善」を凌駕する「飛躍」が要求される圧倒的な高活性化であり, 学術的にも大きなチャレンジである。

楳山 儀 恵 (准教授) (2014年6月1日着任)

A-1) 専門領域：有機合成化学

A-2) 研究課題：

- a) プロトンを触媒とする不斉骨格転位反応
- b) 水素結合を鍵とする不斉分子触媒の設計・開発
- c) ヨウ化ペルフルオロアリアルを母骨格とするハロゲン結合供与体触媒の設計・開発
- d) ハロゲン結合を活用する分子インプリント高分子触媒反応場の開発
- e) エチニルビスピリジンを配位子とするヨードニウム錯体触媒の開発
- f) 触媒材料および炭素材料の開発に向けたペルフルオロペリレン化合物の合成研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) カンファスルホン酸触媒存在下、窒素上に2,2-置換ペンテニル基を有するアルジミンの形式的1,3-転位反応に成功した。光学的に純粋な反応基質を用いた場合に極めて高い不斉転写率で転位反応が進行することを見出した。また、HPC SYSTEMS, 鈴木グループとの共同研究により、本反応の反応機構を明らかにした。
- b) 異なる2つの酸性官能基を有するキラルプレンステッド酸触媒として、ホスフィン酸-リン酸を設計・合成した。合成した触媒が、アルデヒド水和物とジエン類とのヘテロ Diels-Alder 反応において、良好なエナンチオ選択性を与えることを見出した。
- c) ペンタフルオロヨードベンゼンが、ピリジンとアリルシラトランとのアリル化反応、クロチル化反応、プレニル化反応の触媒として機能することを見出した。また、江原グループとの共同研究により、本反応の触媒作用機構を明らかにした。
- d) ハロゲン結合供与部位を有する高分子担体を用いて、DMAPを鋳型とする鋳型重合により、DMAPインプリント高分子を合成した。合成したDMAPインプリント高分子が、アシル基転移反応の疎水性触媒反応場として有効であることを見出した。
- e) エチニルビスピリジンを配位子とするヨードニウム錯体触媒の合成に成功した。また、本錯体触媒が、ピコリンとケテンシリルアセタールとの向山アルドール反応において、高い触媒活性を示すことを見出した。
- f) 触媒材料および炭素材料の開発を目的として、ペルフルオロペリレン化合物の合成研究を開始した。本研究課題は、鈴木グループとの共同研究として進めている。構成素子となるテトラフルオロナフタレンやヘキサフルオロナフタレンの合成を行い、合成経路の確立に向けて有益な知見を得た。

B-4) 招待講演

楳山儀恵, 「ハロゲン結合とペルフルオロアリアルで拓く合成化学」, 統合物質創製化学推進機構第3回国内シンポジウム, 京都大学化学研究所, 京都, 宇治, 2017年10月.

N. MOMIYAMA, "Anion-Binding Catalysis via Hydrogen and/or Halogen Bonding," The 8th International Meeting on Halogen Chemistry, Inuyama, Aichi, September 2017.

N. MOMIYAMA, "Catalysis via Hydrogen and/or Halogen Bonding," Japan-China Joint Interdisciplinary Symposium on Coordination-Based Hybrid Materials, Okazaki, Aichi, June 2017.

N. MOMIYAMA, "Anion Transport Catalysis via Halogen Bond Interaction," International Symposium on Pure and Applied Chemistry 2017, Ho Chi Minh City (Vietnam), June 2017.

榎山儀恵, 「ペルフルオロアリーの分子修飾と有機分子変換への活用 水素結合からハロゲン結合への新展開」, セントラル硝子株式会社化学研究所, 埼玉, 川越, 2017年5月.

榎山儀恵, 「分子建築の匠をめざして」, 市民公開講座第111回分子科学フォーラム・特別編, 岡崎コンファレンスセンター, 岡崎, 2017年2月.

B-5) 特許出願

特願 2016-253620, 「環上に置換基を有する含窒素環状化合物の製造方法」, 榎山儀恵, 泉閣督人(自然科学研究機構), 2016年.

B-6) 受賞, 表彰

榎山儀恵, 大学女性協会第17回守田科学研究奨励賞 (2015).

榎山儀恵, 有機合成化学協会セントラル硝子研究企画賞平成26年度 (2014).

榎山儀恵, Thieme Chemistry Journals Award (2008).

榎山儀恵, Damon Runyon Cancer Research Foundation Post Doctoral Research Fellowship (2005).

榎山儀恵, Abbott Laboratories Graduate Fellowship (2005).

榎山儀恵, The Elizabeth R. Norton Prize for Excellence in Research in Chemistry (2003).

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 (2015, 2016).

学会の組織委員等

総研大アジア冬の学校主催 (2015, 2016).

分子研シンポジウム主催 (2017).

学会誌編集委員

日本化学会化学と工業編集委員 (2017).

その他

出前授業愛知県立岡崎北高等学校 (2016, 2017).

出前授業「中学生のためのサイエンスセミナー」岡崎市立翔南中学校 (2015).

B-10) 競争的資金

平成 29年度研究助成金・アステラス病態代謝研究会, 「非金属錯体触媒による医薬品構成素子合成法の開発」, 榎山儀恵 (2017年-2018年).

平成 29年度調査研究助成・鈴木謙三記念医科学応用研究財団, 「ヨードニウム錯体触媒による抗悪性腫瘍薬スピロ環状ラクトンの環境調和合成法の開発」, 榎山儀恵 (2017年-2018年).

科研費基盤研究(C) (一般),「ホスフィン酸を活性中心とする新規キラルプレンステッド酸触媒の開発」, 榎山儀恵 (2017年–2019年).

2016年度学術・研究助成・住友電工グループ社会貢献基金,「多点間水素結合相互作用を活用する高活性キラル分子性触媒の創製」, 榎山儀恵 (2016年–2017年).

2016年度基礎科学研究助成・住友財団,「異種酸性官能基複合型キラル分子性触媒による触媒的不斉連続反応の開発」, 榎山儀恵 (2016年–2017年).

公益財団法人豊秋奨学会平成 28年度研究助成,「異なる酸性官能基の隣接位導入による超高活性キラル分子性触媒の開発」, 榎山儀恵 (2016年–2017年).

平成 28年度(第 26回)自然科学系学術研究助成・大幸財団,「異種酸性官能基複合型キラル分子性触媒の創製と精密合成反応の開発」, 榎山儀恵 (2016年–2017年).

2015年度内藤記念科学奨励金・研究助成,「ペルフルオロピナフチル誘導体の分子修飾に基づくキラルハロゲン結合供与体触媒の設計・開発」, 榎山儀恵 (2016年–2017年).

第 28回ノバルティス研究奨励金,「不斉1,3-アルキル移動反応の開発を基軸とする医薬品候補化合物の合成」, 榎山儀恵 (2015年–2016年).

平成 27年度徳山科学技術振興財団研究助成,「ハロゲン化ペルフルオロアリアルルの創製と触媒機能創出」, 榎山儀恵 (2015年–2016年).

2015年度ヨウ素研究助成金,「キラルヨウ素結合供与体触媒の設計・開発を基盤とする不斉合成」, 榎山儀恵 (2015年–2016年).

科研費基盤研究(C),「有機分子アリル化剤の開発を基軸とする革新的不斉有機分子触媒反応の開拓」, 榎山儀恵 (2011年–2013年).

科研費若手研究(B),「ペルフルオロフェニル基の特性を利用した不斉有機酸触媒の開発とアリル化反応への応用」, 榎山儀恵 (2009年–2010年).

科研費特定領域研究「協奏機能触媒」,「 π -アリル・O価鉄複合体—キラルプレンステッド酸触媒による新規アリル化反応の開発」, 榎山儀恵 (2008年–2009年).

科研費若手研究(スタートアップ),「酵素模倣型キラル求核触媒の設計および不斉反応の探索」, 榎山儀恵 (2007年–2008年).

公益信託林女性自然科学者研究助成基金,「アゾール／グアニジン2成分系キラル求核触媒の設計開発および不斉反応の探索」, 榎山儀恵 (2007年–2008年).

住友財団基礎化学研究助成,「アザ-コープ転位を基盤とする触媒的不斉炭素-炭素結合形成反応の開発」, 榎山儀恵 (2007年).

東北大学理学研究科若手奨励研究基金,「アザ-コープ転位を基盤とする触媒的不斉アリル化反応の開発」, 榎山儀恵 (2007年).

分子系高次構造体化学国際教育研究拠点若手奨励費研究,「高次構造アルカロイドの合成を指向した鍵中間体ピロリジンの触媒的不斉合成反応の開発」, 榎山儀恵 (2007年).

C) 研究活動の課題と展望

地球上に生存する生命を特徴付ける性質のひとつがキラリティーである。ほとんど全ての生体系は、本来的にキララでありエナンチオマー的に純粋である。このことは、物質のキラリティーが至るところで私たちの日常に浸透している所以である。私たちの社会に欠かすことのできない物質・材料にキラリティーを組み入れること、それを可能にする一連の方法論を開発することは、次世代の純粋化学と応用化学の両面、そして材料科学において、極めて大きな意味をもつ。

当グループでは、キララ分子を供給する方法論の開拓とその確立を目指し、不斉分子触媒の設計・合成と触媒的不斉合成反応の開発を進めている。これまでに、不斉空間の構築ならびに不斉反応において「金属-配位子錯結合」よりも弱い相互作用である「水素結合」や「ハロゲン結合」の潜在的有用性を明らかにしつつある。2017年度は、従来困難であったいくつかの有機分子変換に成功し、国際学会での招待講演で発表した。また、学術誌への投稿に向けて、準備を整えることができた。水素結合やハロゲン結合の「強さ」と「方向性」を利用する戦略を不斉分子触媒・不斉合成反応の開発において確立することを目標に、引き続き研究を遂行する。将来的には、機能性物質合成としてのキララ化学からキララ分子の振る舞いを明らかにするキララ分子科学への応用展開を目指したい。

錯体物性研究部門

正岡重行（准教授）（2011年2月1日着任）

A-1) 専門領域：錯体化学

A-2) 研究課題：

- a) 多電子酸化還元反応を促進する金属錯体触媒の開発
- b) 金属錯体の規則配列によるフレームワーク触媒の開発
- c) 金属錯体触媒と有機触媒との複合によるハイブリッド触媒系の開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 鉄やルテニウムなどの8族金属イオンを有する金属錯体を対象に、多電子酸化還元反応に対する触媒の開発に取り組んだ。その結果、同一の分子骨格を有する一連の8族金属錯体群が創製され、金属イオンの性質が酸素発生触媒能に与える影響に関する知見が得られた。また、分子中に広い π 共役性の置換基を導入した錯体触媒についても研究を展開した。得られた触媒分子においては、導入した置換基が基質の認識として機能し、置換基を有しない触媒分子と比較し、二酸化炭素還元能が向上することが見出された。
- b) 自己集合作用を利用した金属錯体の規則配列と反応場構築を試みた。具体的には、反応活性点と高い対称性とを併せ持つパドルホイール型二核錯体に対し、分子間相互作用サイトを導入した触媒モジュールを開発し、モジュールの自己集合により反応場を有するフレームワークの構築に成功した。このフレームワークの触媒能について評価を行ったところ、高い耐久性を有し、簡便な分離操作により再利用可能な光水素発生触媒として機能することが判明した。更に、触媒モジュールならびにフレームワーク触媒の物性測定からその触媒反応機構に関しても明らかにした。
- c) 金属錯体・有機触媒・光触媒を組み合わせたハイブリッド触媒系を開発し、室温・可視光の温和な条件下で有機分子のCatalytic acceptorless dehydrogenation (CAD) に成功した。またそれぞれの触媒分子単独ならびに各種触媒及び基質の共存条件において光化学・電気化学測定を行い、触媒反応機構に関する知見を得ることに成功した。

B-1) 学術論文

S. KATO, Y. SAGA, M. KOJIMA, H. FUSE, S. MATSUNAGA, A. FUKATSU, M. KONDO, S. MASAOKA and M. KANAI, "Hybrid Catalysis Enabling Room-Temperature Hydrogen Gas Release from *N*-Heterocycles and Tetrahydronaphthalenes," *J. Am. Chem. Soc.* **139**, 2204–2207 (2017).

Y. OKABE, S. K. LEE, M. KONDO and S. MASAOKA, "Syntheses and CO₂ Reduction Activities of π -Expanded/Extended Iron Porphyrin Complexes," *J. Biol. Inorg. Chem.* **22**, 713–725 (2017).

M. WANG, V. ARTERO, L. HAMMARSTRÖM, J. MARTINEZ, J. KARLSSON, D. GUST, P. SUMMERS, C. MACHAN, P. BRUEGGELLER, C. D. WINDLE, Y. KAGESHIMA, R. COGDELL, K. R. TOLOD, A. KIBLER, D. H. APAYDIN, E. FUJITA, J. EHRMAIER, S. SHIMA, E. GIBSON, F. KARADAS, A. HARRIMAN, H. INOUE, A. KUDO, T. TAKAYAMA, M. WASIELEWSKI, F. CASSIOLA, M. YAGI, H. ISHIDA, F. FRANCO, S. O. KANG, D. NOCERA, C. LI, F. D. FONZO, H. PARK, L. SUN, T. SETOYAMA, Y. S. KANG, O. ISHITANI, J.-R. SHEN, H.-J. SON and S. MASAOKA, "Molecular Catalysts for Artificial Photosynthesis: General Discussion," *Faraday Discuss.* **198**, 353–395 (2017).

M. YOSHIDA, M. KONDO, M. OKAMURA, M. KANAIKE, S. HAESUWANNAKIJ, H. SAKURAI and S. MASAOKA, "Fe, Ru, and Os Complexes with the Same Molecular Framework: Comparison of Structures, Properties and Catalytic Activities," *Faraday Discuss.* **198**, 181–196 (2017).

B-3) 総説, 著書

岡村将也, 正岡重行, 「酸素発生触媒の開発——金属錯体によるアプローチ——」, *月刊機能材料* **37(4)**, 51–59 (2017).

近藤美欧, 正岡重行, 「錯体化学的アプローチ2——酸素発生反応」, 「光触媒/光半導体を利用した人工光合成——最先端科学から実装技術への発展を目指して——」, エヌ・ティー・エス, pp. 99–106 (2017). (ISBN: 978-4-86043-477-9)

近藤美欧, 「Bio-relevant な金属錯体を用いた酸素発生触媒の開発」, *化学と工業* **70(10)**, 888–889 (2017).

B-4) 招待講演

S. MASAOKA, "Pentanuclear Iron Catalysts for Water Oxidation," 4th Japan-Taiwan-Singapore-Hong Kong Quadrilateral Symposium on Coordination Chemistry, Hong Kong (China), December 2017.

正岡重行, 「太陽系外惑星において起こり得る光合成反応の分子科学的考察」, 2017年度生命科学系学会合同年次大会 (ConBio2017) ワークショップ「アストロバイオロジー: 地球と宇宙での生命探査」, 神戸ポートピアホテル, 神戸, 2017年12月.

S. MASAOKA, "Pentanuclear Iron Catalysts for Water Oxidation," the 4th Japan-Canada Joint Symposium on Coordination Chemistry, Fukuoka and Miyazaki (Japan), November 2017.

S. MASAOKA, "Pentanuclear Iron Catalysts for Water Oxidation," American Chemical Society (ACS) Asia-Pacific International Chapters Conference, Jeju (Korea), November 2017.

S. MASAOKA, "Pentanuclear Iron Catalysts for Water Oxidation," The NANOTEC-IMS Joint Research Meeting, NANOTEC, Klong Nueng (Thailand), October 2017.

S. MASAOKA, "Pentanuclear iron catalysts for water oxidation," 11th Japan-China Joint Symposium on Metal Cluster Compounds, Nagoya University, Nagoya (Japan), October 2017.

正岡重行, 「金属錯体を触媒とする酸素発生反応」, 第10回ChemBio ハイブリッドレクチャー, 東京大学浅野キャンパス, 東京, 2017年9月.

S. MASAOKA, "Pentanuclear iron catalysts for water oxidation," The 2nd Japan-US Bilateral Meeting on Coordination Chemistry, Hokkaido University, Sapporo (Japan), September 2017.

S. MASAOKA, "Pentanuclear iron catalysts for water oxidation," The 6th Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC6), Melbourne (Australia), July 2017.

正岡重行, 「金属錯体を触媒とする酸素発生反応」, 奈良女子大学講演会, 奈良女子大学, 奈良, 2017年7月.

S. MASAOKA, "Pentanuclear iron catalysts for water oxidation," Molecular Technology: "Energy and electron transfers in molecular engineered materials," Strasbourg (France), June 2017.

S. MASAOKA, "Molecular catalysts for water oxidation," Japan-China Joint Interdisciplinary Symposium on Coordination-Based Hybrid Materials, Okazaki Conference Center, Okazaki (Japan), June 2017.

S. MASAOKA, "Pentanuclear Iron Catalysts for Water Oxidation," International Symposium on Pure & Applied Chemistry (ISPAC) 2017, Ho Chi Minh City (Vietnam), June 2017.

正岡重行, 「金属錯体を触媒とする酸素発生反応」, 先端科学・材料技術部会高選択性反応分科会講演会, 新化学技術推進協会 (JACI) 会議室, 東京, 2017年6月.

正岡重行,「水分子の特異な触媒的変換反応の開発」,日本化学会第 97 春季年会特別企画「精密設計反応場を利用した高難度変換反応の開発」,慶応義塾大学日吉キャンパス,横浜,2017年3月.

正岡重行,「金属錯体の機能連動による触媒創出」,分子研研究会「金属錯体の情報制御と機能連動」,分子科学研究所,2017年3月.

S. MASAOKA, “A Penta-iron Water Oxidation Catalyst,” 2017 International Conference on Artificial Photosynthesis, Ritsumeikan University, Kyoto (Japan), March 2017.

S. MASAOKA, “Fe, Ru, and Os Complexes with the Same Molecular Framework: Comparison of Structures, Properties and Catalytic Activities,” Faraday Discussion: Artificial Photosynthesis, Ritsumeikan University, Kyoto (Japan), March 2017.

正岡重行,「鉄五核触媒の分子構造制御に基づく低過電圧酸素発生」,新学術領域「人工光合成」第5回公開シンポジウム,東工大蔵前会館,東京,2017年1月.

S. MASAOKA, “Water Oxidation Catalyzed by Transition Metal Complexes,” 第7回「フォーラム：人工光合成」,東工大蔵前会館,東京,2017年1月.

正岡重行,「人工光合成への挑戦～金属錯体を用いた酸素発生触媒の開発～」,教育研究評議会(第50回),自然科学研究機構,2017年1月.

S. MASAOKA, “Molecular Catalysts Designed for Water Oxidation—Challenges to Artificial Photosynthesis—,” Welcome Visit of Dalian University of Technology to IMS & SOKENDAI, Institute for Molecular Science, Okazaki (Japan), January 2017.

近藤美欧,「鉄5核錯体による高活性酸素発生触媒の創製」,平成29年度膜タンパク質研究会,淡路夢舞台国際会議場,兵庫県淡路市,2017年10月.

M. KONDO, “Asymmetric assembly of metal ions in multinuclear complexes,” 錯体化学会第67回討論会,北海道大学,北海道札幌市,2017年9月.

近藤美欧,「分子モジュールの自己集合による超分子フレームワークの創製」,第11回超分子若手懇談会,箱根路開雲,神奈川県足柄下郡箱根町,2017年9月.

M. KONDO, “Molecular modules for framework catalysts,” Thirteenth International Workshop on Supramolecular Nanoscience of Chemically Programmed Pigments (SNCP17), Ritsumeikan University, Kusatsu, Shiga, June 2017.

近藤美欧,「生体機能模倣による高活性な酸素発生触媒の開発」,分子研研究会「触媒反応であるタンパク質反応を分子科学的観点から捉える」,分子科学研究所,愛知県岡崎市,2017年6月.

B-6) 受賞, 表彰

S. K. LEE, 4th Japan-Taiwan-Singapore-Hong Kong Quadrilateral Symposium on Coordination Chemistry, Chemistry Letters Young Award (2017).

伊豆 仁, 第50回酸化反応討論会ポスター賞 (2017).

Pondchanok Chinapang, 錯体化学会第67回討論会ポスター賞 (2017).

榎本孝文, 錯体化学若手研究会「錯体化学若手の会夏の学校 2017」優秀ポスター賞 (2017).

近藤美欧, 第19回守田科学研究奨励賞 (2017).

Pondchanok Chinapang, Energy & Environmental Science Outstanding Student Presentation Award (2017).

Pondchanok Chinapang, International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2017), Excellent Poster Award (2017).

伊豆 仁, International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2017), Excellent Poster Award (2017).
正岡重行, 平成 28 年度日本学術振興会賞 (2016).
岡村将也, 正岡重行, 近藤美欧, 第5回ネイチャー・インダストリー・アワード特別賞 (2016).
榎本孝文, Dalton Transactions Prize (2016).
榎本孝文, 錯体化学会第 66 回討論会ポスター賞 (2016).
榎本孝文, 日本化学会東海支部長賞 (2016).
S. K. LEE, The Winter School of Asian-Core Program, Poster Award (2016).
榎本孝文, 第 27 回配位化合物の光化学討論会ポスター賞 (2015).
榎本孝文, 2015 年度総研大物理科学学生セミナー Adobe 賞 (2015).
榎本孝文, 伊豆 仁, 深津亜里紗, 2015 年度総研大物理科学学生セミナー優秀発表賞 (2015).
深津亜里紗, International Conference on Artificial Photosynthesis (ICARP2014), Excellent Poster Award (2014).
伊豆 仁, 第4回CSJ 化学フェスタ 2014 優秀ポスター発表賞 (2014).
伊東貴宏, CrystEngComm Poster Prize (2014).
伊東貴宏, 錯体化学会第 64 回討論会ポスター賞 (2014).
岡村将也, 錯体化学会第 63 回討論会学生講演賞 (2013).
中村 豪, 平成 25 年度 (第4回) 総合研究大学院大学学長賞 (2013).
吉田将己, 第2回CSJ 化学フェスタ 2012 優秀ポスター賞 (2012).
中村 豪, 第2回CSJ 化学フェスタ 2012 優秀ポスター賞 (2012).
岡村将也, 第2回CSJ 化学フェスタ 2012 優秀ポスター賞 (2012).
村瀬雅和, 第2回CSJ 化学フェスタ 2012 優秀ポスター賞 (2012).
近藤美欧, 第5回資生堂女性研究者サイエンスグラント (2012).
正岡重行, 若い世代の特別講演会講演賞 (2011).
正岡重行, 第53回錯体化学討論会ポスター賞 (2003).
正岡重行, 日本化学会第83回春季年会学生講演賞 (2003).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員等

錯体化学会副事務局長 (2015–).
錯体化学会理事 (2015–).
錯体化学会ホームページ委員 (2013–).
錯体化学会若手部会九州支部世話人 (2006–2010).
錯体化学会若手部会事務局 (2006).

学会の組織委員等

分子研研究会「Cutting-Edge Researches in Coordination Chemistry and Photochemistry」主催 (2017).
アジア連携分子研研究会「日中合同若手学際シンポジウム～配位化学を基盤とした次世代複合材料」主催 (2017).
分子研研究会「触媒反応であるタンパク質反応を分子科学的観点から捉える」所内対応 (2017).
分子研研究会「金属錯体の情報制御と機能運動」主催 (2017).

分子研研究会「金属錯体の非対称配位圏設計と異方集積化が拓く新物質創成科学」所内対応 (2016).
日本化学会第5回CSJ 化学フェスタ実行委員 (2015).
総研大アジア冬の学校 2013 主催 (2013).
錯体化学若手の会夏の学校 2008 主催 (2008).
分子情報科学若手セミナー主催 (2006).
学会誌編集委員
Scientific Reports, Nature Publishing Group, Editorial Board (2015–).
日本化学会「化学と工業」編集委員 (2013–).

B-8) 大学での講義, 客員

名城大学理工学部, 非常勤講師, 「錯体化学」, 2017 年度後期.
名古屋大学大学院理学研究科, 客員准教授, 2013 年 4 月–.

B-9) 学位授与

伊東貴弘, 「Design, Construction and Reactivity of Porous Frameworks with Substitution—Labile Sites」, 2017 年 3 月, 博士(理学).
岡部佑紀, 「Synthesis, Properties and Catalytic Activities for CO₂ Reduction of Porphyrins and Porphyrin Complexes Bearing π -Conjugated Substituents」, 2017 年 3 月, 博士(理学).

B-10) 競争的資金

科研費新学術領域研究(計画研究), 「光化学的刺激/電気化学的刺激による金属錯体触媒のオンデマンド活性化」, 正岡重行 (2017 年–2021 年).
科研費新学術領域研究(公募研究), 「アシンメトリック金属イオン集積に立脚した新奇機能性分子群の創製」, 近藤美欧 (2017 年–2018 年).
科研費挑戦的研究(萌芽), 「結晶性ホストへの戦略的機能統合による革新的触媒システムの構築」, 近藤美欧 (2017 年–2019 年).
徳山科学技術振興財団研究助成, 「多核異種金属錯体のオンデマンド合成による高効率な二酸化炭素還元触媒系の創出」, 近藤美欧 (2016 年–2017 年).
科研費基盤研究(B), 「クラスター錯体によるエネルギーキャリアのテーラーメイド合成」, 正岡重行 (2016 年–2018 年).
科研費研究活動スタート支援, 「多核錯体への柔軟なプロトン移動能の導入と水の酸化反応への影響」, 岡村将也 (2016 年–2017 年).
科研費新学術領域研究(公募研究), 「鉄五核触媒の分子構造制御に基づく低過電圧酸素発生」, 正岡重行 (2015 年–2016 年).
科研費若手研究(A), 「反応性超分子フレームワーク: 反応場の構築と反応の可視化」, 近藤美欧 (2015 年–2018 年).
自然科学研究機構若手研究者による分野間連携研究プロジェクト, 「光合成モジュールの人為的再構成によるサイボーグ植物の創出」, 正岡重行 (2015 年).
自然科学研究機構新分野創成センター宇宙における生命研究分野プロジェクト, 「低温度星まわりの生命居住可能惑星において起こり得る光合成反応の分子科学的考察」, 正岡重行 (2015 年).
科研費挑戦的萌芽研究, 「異種金属多核錯体による革新的電気化学物質変換」, 正岡重行 (2014 年–2016 年).
自然科学研究機構若手研究者による分野間連携研究プロジェクト, 「酸素発生型光合成への挑戦: 機構理解と新機能創出」, 正岡重行 (2014 年).

科研費若手研究(A),「配位不飽和な自己集合性多核錯体を触媒とする多電子酸化還元反応」,正岡重行(2013年–2015年).
科研費新学術領域研究(公募研究),「水の酸化の超高効率化を目指した超分子錯体触媒の創製」,正岡重行(2013年–2014年).
自然科学研究機構若手研究者による分野間連携研究プロジェクト,「酸素発生型光合成への挑戦:機構理解と新機能創出」,
正岡重行(2013年).

科学技術振興機構先導的物質変換領域,「超分子クラスター触媒による水を電子源としたCO₂還元反応系の構築」,近藤美欧(2012年–2017年).

科研費挑戦的萌芽研究,「二次元反応場への金属錯体集積と水を基質とする革新的多電子物質変換」,正岡重行(2012年–2013年).

科研費若手研究(B),「高効率触媒界面の構築を目指した錯体プラットフォームの開発」,近藤美欧(2012年–2013年).

第5回資生堂女性研究者サイエンスグラント,「界面電子移動プログラミングによる水の完全光分解系の構築」,近藤美欧(2012年–2013年).

学融合推進センター公募研究事業事業枠③女性研究者支援,「界面電子移動反応を利用した水の完全光分解システムの創成」,近藤美欧(2012年).

科学技術振興機構さきかけ研究「光エネルギーと物質変換」領域,「水の可視光完全分解を可能にする高活性酸素発生触媒の創製」,正岡重行(2009年–2012年).

科研費若手研究(B),「水の分解反応に対する非貴金属系高活性金属錯体触媒の創製」,正岡重行(2009年–2010年).

科学技術振興機構重点地域研究開発推進プログラム「シーズ発掘試験A(発掘型)」,「有機–無機複合型超高活性酸素発生錯体触媒の創製」,正岡重行(2009年).

九州大学教育研究プログラム・研究拠点形成プロジェクト,「混合原子価2核錯体を用いた量子セルオートマトン材料の開発」,正岡重行(2009年).

(財)鉄鋼業環境保全技術開発基金第29回環境助成研究,「鉄–硫黄系金属錯体を用いた安価高活性水素発生触媒の創成」,正岡重行(2008年–2009年).

(財)日産科学振興財団環境研究助成,「水の完全光分解を実現可能とする高活性酸素発生触媒の創成」,正岡重行(2008年).

科研費若手研究(B),「高度に組織化された球状水素発生触媒の創製」,正岡重行(2006年–2007年).

C) 研究活動の課題と展望

我々の研究グループでは、太陽光エネルギーを貯蔵可能な化学エネルギーに変換できる次世代科学技術「人工光合成」の達成に向けて、金属錯体を対象とした基礎研究を進めている。2017年は、a) 多電子酸化還元反応を促進する金属錯体触媒の開発、b) 金属錯体の規則配列によるフレームワーク触媒の開発、c) 金属錯体触媒と有機触媒との複合によるハイブリッド触媒系の開発、を並行して推進し、それぞれ重要な研究成果を得ることができた。今後は、a) に関しては、8族金属イオンを有する錯体のみならず、他の金属イオンを有する金属錯体触媒の開発に着手し、水の四電子酸化反応、還元、N₂還元等の多岐にわたる多電子酸化還元反応に対する高活性な触媒の創出に取り組みたい。b) については、様々な構造・反応性を有する分子モジュールを用いて種々のフレームワークを開発し、特異な反応場が触媒機能に与える影響について追究したい。c) では、2017年までに構築したハイブリッド触媒系ならびに反応機構解析により得られた知見を礎に、新たな反応性を有するハイブリッド触媒系の創出に向けた研究を展開する。以上の研究を推進し、錯体型人工光合成システムの創出に向けた学術基盤を確立したい。