バイオ・テクノミメティック分子科学研究室

（写真左から）
教授：ラッペン　ゲナエル gwenael-rapenne@ms.naist.jp
准教授：安原　主馬 yasuhara@ms.naist.jp
助教：西野　智雄 t-nishino@ms.naist.jp
特任助教：尾本　賢一郎 omoto@ms.naist.jp

生き物に学び、世界をあっといわせる分子マシンを生み出す

研究を始めるのに必要な知識・能力

有機化学・錯体化学・高分子化学・生体関連化学に関する基礎的な知識を習得し、多段階の有機合成（反応・精製・解析）を行い、学際的研究を行う意欲。また、研究ディスカッションに必要な英語および日本語の能力。

研究室の指導方針

自主的な研究テーマの遂行を通じて、研究者としての自信を養うことができる研究指導を行います。また、国際学会発表や論文執筆を通じて、国際的な舞台で活躍できる人材を育成します。日常的な研究室活動では、互いを研究者として尊敬し、信頼できる関係を構築することで、研究に専念できる環境作りを行います。研究ミーティングは基本的に英語で実施することで、海外へも情報発信できる基礎的なコミュニケーション能力を身につけると同時に、研究室内アクティビティ（研究室旅行・パーティなど）を通じて教員・学生の連帯感を高めます。

この研究で身につく能力

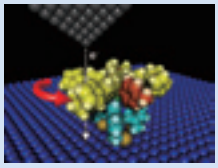
研究チームの一員として、機能性分子を設計・合成・評価することができる能力
研究テーマに関して、英語もしくは日本語によって学会等でプレゼンテーションできる能力
挑戦的な有機合成および最先端の学際的研究を達成する能力

修了生の活躍の場

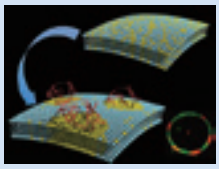
産業界：化学メーカー、素材メーカー、食品メーカー、電機メーカー、機械メーカーなど
アカデミア：大学（国内外）、公的研究機関など

研究内容

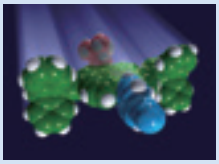
バイオミメティックスおよびテクノミメティクスを融合することで、新しい分子マシンの創成とナノ機械工学および生物応用に関する研究を行っています。



・テクノミメティック分子マシン
テクノミメティック分子マシンとは、巨視的な機械の機構にヒントを得て、ミクロスケールもしくはナノスケールで機械的な動きを実現する分子です。有機合成化学および超分子化学の手法を用いることで、光や熱、電子に応答してナノメートルスケールでエネルギー生産や通信、情報伝達を行うことのできる分子マシンの設計と合成を行っています。具体的なターゲットとして、分子モーター、分子ギヤ、ナノカーを開発しています。



・バイオミメティック分子マシン
外部刺激に応答して誘導される、細胞膜の形態変化や細胞膜内での分子集合体の形成は多くの細胞機能や疾病と関連する重要な分子機構です。膜タンパク質など、天然に存在する分子マシンを規範として、有機化学および高分子化学の手法をもとに、細胞膜のダイナミクスを誘導することのできる人工分子をデザイン・合成し、生きた細胞の機能を制御する方法論を開発しています。また、生体内での自己組織化からヒントを得た新しい分子材料の創成にも取り組んでいます。



・ハイブリッド分子マシン
テクノミメティク分子マシンとバイオミメティック分子マシンを融合することで、次世代の分子マシンの開発を行っています。例えば、光もしくは電子によって応答する分子マシンをデザインし、生体へと適用することで、ナノメートルスケールでの機械的な動きをトリガーとした生理活性の誘導や生体機能の制御をめざした研究を行っています。

研究設備

分光分析装置（紫外可視、円二色性、DLS、蛍光など）、合成機器一式（リサイクル分取HPLC、フラッシュ自動精製装置など）、超高感度示差走査熱量分析計、ゼータ電位計、全反射蛍光顕微鏡、電気化学測定装置、生体分子間相互作用測定装置など

研究業績・共同研究・社会活動・外部資金など

[1] Controlled clockwise and anticlockwise rotational switching of a molecular motor U.G.E. Perera, F. Ample, H. Kersell, Y. Zhang, J. Echeverria, M. Grisolia, G. Vives, G. Rapenne, C. Joachim, S.-W. Hla, *Nature Nanotech.* **2013**, *8*, 46-51.
[2] Dipolar Nanocars Based on a Porphyrin Backbone T. Nishino, C. J. Martin, H. Takeuchi, F. Lim, K. Yasuhara, Y. Gisbert, S. Abid, N. Saffon-Merceron, C. Kammerer, G. Rapenne, *Chem. Eur. J.* **2020**, *26*, 12010-12018.
[3] A chiral molecular propeller designed for unidirectional rotations on a surface Y. Zhang, J. P. Calupitan, T. Rojas, R. Tumbleson, G. Erbland, C. Kammerer, T. M. Ajayi, S. Wang, L. A. Curtiss, A. T. Ngo, S. E. Ulloa, G. Rapenne, S.-W. Hla, *Nature Commun.* **2019**, *10*, 3742.
[4] Spontaneous Lipid NanodiscFomation by Amphiphilic PolymethacrylateCopolymers, K. Yasuhara, J. Arakida, T. Ravula, S. K. Ramadugu, B. Sahoo, J. Kikuchi, and A. Ramamoorthy, *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, *139*, 18657-18663.

アルゴンヌ国立研究所、オハイオ大学、ミシガン大学、カリフォルニア大学サンフランシスコ校（米国）、ドレスデン工科大学（ドイツ）、グラーツ大学（オーストリア）ほかフランス、チリ、ベルギーとの共同研究および東京大学、京都大学、東京医科歯科大学など国内大学および学内他研究室との共同研究
日本学術振興会（科学研究費補助金）、科学技術振興機構、フランスおよびEUからの公的研究費、企業との共同研究など