

研究室名

18-3-5 機能分子化学研究室(林田研究室)

最近の研究課題とその取り組みの概要

生命現象では酵素と基質やレセプターとリガンドなどが相互作用して分子認識され、時間や空間的に連携することで生命活動の重要な働きを司っている。一方、天然には極めて弱い認識能をもつ生体分子が寄り集まったクラスターが、より強い認識能を発揮することもある。例えば、細胞表層の糖鎖がクラスターを形成することに端を発する細胞接着や分化などは、巧みな分子認識現象の多重繰返から成り立っている。このような天然の仕組みを人工系で機能的にシミュレーションしようと、分子内空洞をもつ分子（ホスト）の開発研究が進められている。これまでに我々は、ホストとしてのシクロファンを集積したシクロファン多量体がクラスター効果によってゲストを強く捕捉できることを見出している。これら基盤ホストに係わる分子技術を展開させることで、更に精巧な分子認識能や新たな機能を発現させることを研究目的としている。具体的な研究課題としては、(i)薬剤性ゲストの捕捉・送達・放出を制御できるホスト多量体の分子設計と機能開発、(ii)動的共有結合としてジスルフィド結合などを利用した還元応答性ホストの開発、(iii)ダブルジスルフィド部位を有する水溶性シクロファンの合成とホスト機能および会合挙動の制御、(iv) PNIPAMを導入したシクロファン多量体の合成と温度刺激によるゲスト捕捉・分離、(v) 非天然アミノ酸型シクロファン2量体の合成およびゲスト捕捉能のpH依存性、(vi)ジスルフィド結合で連結した色素2量体の合成と蛍光特性の評価などに取り組んだ。得られた研究成果は、国際学術雑誌への論文発表や学術シンポジウムでの学会発表などを通じて情報発信を行った。

キーワード：分子認識・ホストゲスト・シクロファン・クラスター効果・薬剤送達・蛍光センシング・糖結合・タンパク質表面認識

研究室の構成員

林田 修（教授）・博士（工学）
宮崎 隆聡（助教）・博士（理学）（2020年4月から）

2020年度の大学院生および卒論生の人数と研究テーマ

大学院生 M2：2名、M1：1名、4年次生：3名

研究テーマ

- ・ 機能性ホストの合成と性質
- ・ 機能性ホストの分光学的研究
- ・ 機能性ホストの蛍光特性
- ・ 機能性ホストの会合特性
- ・ 蛍光センシング分子の合成と性質
- ・ 蛍光センシング分子の合成と評価

教員の担当科目

林田 修：(学部) 自然界と物質の化学、生活と環境の化学、ナノサイエンス入門、
構造有機化学、機能新素材科学、ナノ材料科学実験 I、卒業論文
(大学院) ナノ化学特論 II、有機生物化学特論 IV、化学講究 III、化学講究 V、
化学特別実験 III、化学特別実験 V

宮崎 隆聡：(学部) 基礎化学演習、化学実験、基礎有機化学実験、ナノ材料科学実験 I

教員の所属学会

林田 修：日本化学会、有機合成化学協会、アメリカ化学会、ホストゲスト・超分子研究会

宮崎 隆聡：日本化学会、有機合成化学協会

最近 5 年間の学術論文

T. Miyazaki, M. Watanabe, T. Matsushima, C.-T. Chien, C. Adachi, S.-S. Sun, H. Furuta, T. J. Chow, Heptacene: Synthesis and its hole-transfer property in stable thin films, *Chemistry A European Journal*, in press

O. Hayashida, T. Tomita, T. Miyazaki, Self-aggregation, temperature-responsive agglutination, and pH-induced disaggregation of amphiphilic cyclophane dimer having a PEG linkage, *Chem. Lett.*, in press.

O. Hayashida, Y. Tanaka, T. Miyazaki, Synthesis and guest-binding properties of pH/reduction dual-responsive cyclophane dimer, *Molecules*. 2021, 26, 3097-3106.

O. Hayashida, K. Shibata, Stimuli-responsive supramolecular coaggregation and disaggregation of host-guest conjugates having a disulfide linkage, *J. Org. Chem.* 2020, 85, 5493-5502.

O. Hayashida, H. Tanaka, Guest capture and separation by temperature responsive cyclophane-PNIPAM conjugates, *Chem. Lett.* 2020, 49, 605-608.

S. Kusano, Y. Ichikura, K. J. Fujimoto, S. Konishi, Y. Yamada, O. Hayashida, Exciton-coupled circular dichroism-based glucose and galactose selective sensing in aqueous media with an anthracene-appended benzoxaborole dimer, *Chem. Lett.* 2020, 49, 764-767.

O. Hayashida, T. Sueoka, Synthesis, aggregation, and stimuli-responsive disaggregation of an amphiphilic cyclophane having an alkyl disulfide moiety, *Fukuoka University Science Reports*, 2020, 50, 101-107. (査読無し)

O. Hayashida, C. Nada, K. Shibata, Synthesis, guest-binding, and effective fluorescence quenching behaviors of a dabsyl-appended cyclophane tetramer, *Fukuoka University Science Reports*, 2020, 50, 13-19. (査読無し)

S. Kusano, S. Miyamoto, A. Matsuoka, Y. Yamada, R. Ishikawa, O. Hayashida, Benzoxaborole catalyst for site-selective modification of polyols, *Eur. J. Org. Chem.* 2020, 1598-1602.

S. Kusano, K. Matsumoto, O. Hayashida, Modular design for fluorophore homodimer probes using diethylenetriamine as a common spacer, *Org. Biomol. Chem.* 2019, 17, 3599-3603.

O. Hayashida, C. Nada, S. Kusano, Synthesis of branch-type cyclophane tetramers having a multivalently enhanced guest-binding ability, *Adv. Chem. Eng. Sci.* 2019, 4, 76-86.

- S. Kusano, S. Konishi, Y. Yamada, O. Hayashida, Synthesis of water-soluble anthracene-appended benzoxaboroles and evaluation of their cis-1,2-diol recognition properties, *Org. Biomol. Chem.* 2018, 16, 4619-4622.
- S. Kusano, S. Konishi, R. Ishikawa, N. Sato, S. Kawata, F. Nagatsugi, O. Hayashida, Synthesis of water-soluble triazinophanes and evaluation of their molecular recognition properties, *Eur. J. Org. Chem.* 2017, 12, 1618-1623.
- O. Hayashida, K. Nishino, S. Kusano, Synthesis of A Cysteine-Linked Cyclophane Dimer Having Two Rhodamine Moieties and Its Reduction-Responsive Degradation as Studied by Fluorescence Spectroscopy, *J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.* 2017, 87 (3), 267-274.
- S. Kusano, O. Hayashida, Development of tetraphenylethylene-appended tetraazacyclophanes: the evaluation of aggregation-induced emission property and the application for biomolecular sensing, *Chem. Lett.* 2016, 45 (9), 1084-1086.
- O. Hayashida, T. Matsuo, K. Nakamura, S. Kusano, Synthesis of water-soluble cyclophane hexamers having a triphenylene core and their enhanced guest-binding behavior, *J. Org. Chem.* 2016, 81 (10), 4196-4201.
- K. Nakamura, S. Kusano, O. Hayashida, Synthesis of a water-soluble macrocyclic anthracenophane and its size-selective molecular recognition, *J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.* 2016, 85 (1), 121-126.
- O. Hayashida, K. Matsushita, S. Kusano, Synthesis and effect of linker length on guest-binding affinity of water-soluble Tetraazacyclophane Dimers, *J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.* 2016, 84 (3), 237-243.

最近5年間の学術著書

- 御園 雅俊、林田 修：「大環状化合物の高分解能分光」福岡大学研究部論集、推奨研究プロジェクト成果報告書、8巻 pp. 7-9 (2020)
- 塩路 幸生、林田 修、松原 公紀：「新規有機化合物による生体分子イメージング」福岡大学研究部論集、推奨研究プロジェクト成果報告書、5巻 pp. 7-12 (2018)
- 林田 修、松原 公紀、草野 修平：「機能性分子によるクラスター効果の発現とその制御に関する研究」*Research*、22巻3号 pp. 41-43 (2017)

最近5年間の学術国際会議での発表

- O. Hayashida, K. Shibata, K. Nishino, Synthesis and reduction-responsible host-guest properties of functionalized water-soluble cyclophanes, *CEMSupra 2019*, Tokyo University, Tokyo, 2019年12月
- O. Hayashida, Syntheses and host-guest properties of functionalized cyclophanes, 2017 Global Research Efforts on Energy and Nanomaterials, Taipei, Chinese Taipei, 2017年12月

最近5年間の代表者としての学外資金導入実績

宮崎 隆聡：日本学術振興会・科研費・若手研究・「Y字型縮環多環芳香族化合物の合成と機能発現」・代表・320万円（直接経費）・2019～2021年
林田 修：日本学術振興会・科研費・基盤研究（C）・「複数の外部刺激に応答して薬剤の放出を放出すると共に蛍光を発する分解型多環状ホストの開発」・代表・330万円（直接経費）・2019～2021年
林田 修：日本学術振興会・科研費・基盤研究（C）・「薬剤の放出を蛍光で追跡するための多環状ホストの開発」・代表・380万円（直接経費）・2016～2018年
草野 修平：日本私立学校振興・共済事業団 学術振興資金 若手研究者奨励金「タンパク質間相互作用の制御を目指した自己組織化分子の開発」・代表・50万円・2016年4月～2017年3月

最近5年間の代表者としての学内資金導入実績

林田 修：福岡大学推奨研究プロジェクト（一般）・「DDSへの展開を目指した核酸結合型人工ホストの合成」・66万円・2020年度～2022年度（分担者：福田 将虎）
古賀 裕二：福岡大学領域別研究部理工学研究部研究チーム・「クラスター効果を利用した新たな高効率超分子触媒の開発」・2017年度～2019年度（分担者：林田 修）
御園 雅俊：福岡大学推奨研究プロジェクト（一般）・「シクロファン超高分解能レーザー光分解能分光」・60万円・2017年度～2019年度（分担者：林田 修）
林田 修：福岡大学領域別研究部理工学研究部研究チーム・「機能性分子によるクラスター効果の発現とその制御に関する研究」・30.8万円（2014年度）、36.6万円（2015年度）・2014年度～2016年度（分担者：松原 公紀・草野 修平（2015年～））

最近5年間の学会等学術団体における役職など

林田 修：日本化学会九州支部 常任幹事、万有福岡シンポジウムアドバイザーボード

最近5年間の一般向け論文と著書、行政報告書など

該当なし

最近5年間の一般（非学術）集会での発表論文

該当なし

最近5年間の学術団体以外の団体での啓蒙活動や社会貢献活動とその役職など

該当なし