

## 機能有機化学研究室

https://mswebs.naist.jp/LABs/env\_photo\_greenmat/index.html



(写真左から)

教授：山田 容子 hyamada@ms.naist.jp

准教授：荒谷 直樹 aratani@ms.naist.jp

助教：林 宏暢 hhayashi@ms.naist.jp

助教：松尾 恭平 kmatsuo@ms.naist.jp

## 世界を変える有機エレクトロニクス材料の創成にチャレンジ

## 研究を始めるのに必要な知識・能力

「世界を驚かす新しい分子を自分の手で作りたい!」という意欲。「化学と研究が好きだ!」という素直なところ。「新しいことに挑戦したい!」という好奇心。チームの一員として協力できる協調性・コミュニケーション力。

## 研究室の指導方針

有機電子材料、発光性材料などの機能有機材料の開発を通じて、融合分野で活躍し社会に貢献できる研究者を育成します。研究背景の理解、目的達成のための分子設計、有機化学合成、物性評価によるフィードバック、問題点の洗い出しと解決策の提案、学会・論文・特許などによる成果発表という一連のステップを実施することで、問題提起・実験遂行・問題解決する力とプレゼンテーション能力を有する研究者を育成します。さらに博士後期課程では、情報収集、研究テーマの提案と遂行、論文執筆を通じて世界で活躍する研究者として自立できるよう指導します。

## この研究で身につく能力

機能有機材料の開発を通じて、研究開発に必要な基礎知識、専門知識および技術を身につけます。具体的には、計算科学を用いた分子設計、最新かつ多彩な設備を使った有機合成と構造解析・分光特性評価、化合物の集積プロセス開発とデバイス作製、導電性などのデバイス特性評価を自ら行うことで、有機合成化学から有機エレクトロニクスにわたる幅広い知識と技術を、原理からテクニックまで習得します。さらに博士後期課程の学生は、異分野の研究者との共同研究によるコミュニケーション力、学会発表や外部資金獲得申請によるプレゼンテーション能力、論文の執筆による英語力・論理展開能力など研究遂行能力を身につけ、国際性などを兼ね備えた自立した研究者、技術者を目指します。

## 修了生の活躍の場

材料化学メーカーを中心とした幅広い理系職 (詳細はHPに記載)

## 研究内容

有機薄膜太陽電池、有機薄膜トランジスタなどに利用可能な有機半導体材料、分子性グラフェン・グラフェンナノリボンや近赤外領域に吸収をもつ色素、発光材料の開発を目的に、新規 $\pi$ 共役拡張芳香族化合物を設計・合成し、物性評価と機能開拓を行っています。

## (1) 有機エレクトロニクス材料の開発

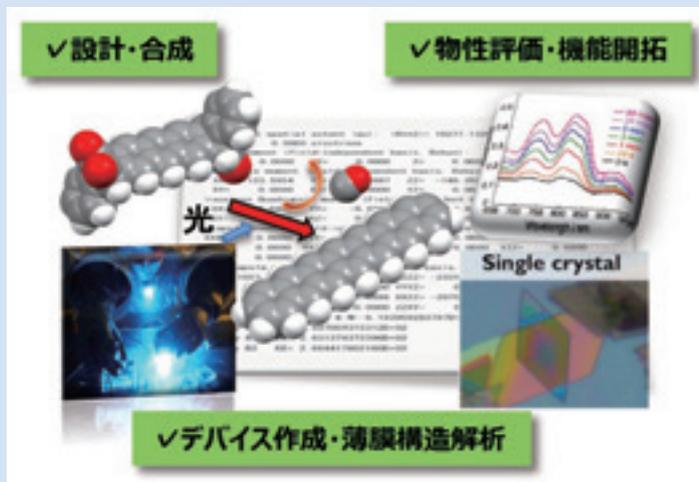
太陽電池やトランジスタなどへの応用をめざし、革新的な有機半導体を開発しています。特に、可溶性前駆体を基板に塗布した後、光照射や加熱することで不溶性低分子半導体薄膜へと変換するユニークな「前駆体法」を基軸に、材料合成～デバイス作成を網羅する包括的な研究を行っています [1,2]。

(2) 斬新な形状・機能性を有する $\pi$ 共役分子の構築

十分に $\pi$ 共役系が拡がりかつ化学的に安定な、ユニークな形状をもつ分子性グラフェン・オリゴアセンなどの多環芳香族炭化水素の新規合成法を開拓しています。またその材料の特長を活かした光機能的素子・電子素子の開発および高効率の近赤外発光材料の合成を行っています [3]。

## (3) 新規ナノカーボン材料の合成と機能開拓

次世代デバイスの基幹材料になる、新規ナノカーボン材料の創成を目指しています。特に、優れた電子物性が予想されるグラフェンナノリボンに着目し、ボトムアップ有機合成によるグラフェンナノリボン前駆体の合成と、原子レベルでの構造・物性を評価できる技術を組み合わせた材料開発を展開しています [4]。



## 研究設備

可視近赤外分光計測装置、絶対蛍光量子収率測定装置、MALDIおよびAPCI質量分析装置、走査型プローブ顕微鏡、偏光顕微鏡、グローブボックス、昇華精製装置、電気化学アナライザー、蒸着装置、各種光源、疑似太陽光光源、プローバー、GPC、HPLC、低温恒温槽など

## 研究業績・共同研究・外部資金など

- H. Hayashi, H. Yamada, R. Fasel et al., On-surface light-induced generation of higher acenes and elucidation of their open-shell character. *Nat. Commun.*, 2019, 10, 861.
- K. Takahashi, M. Suzuki, Q. Miao, H. Yamada et al., Engineering Thin Films of a Tetrabenzoporphyrin toward Efficient Charge-Carrier Transport: Selective Formation of a Brickwork Motif. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2017, 9, 8211.

- R. Kurosaki, H. Hayashi, M. Suzuki, J. Jiang, M. Hatanaka, N. Aratani, H. Yamada, A remarkably strained cyclopyrenylene trimer that undergoes metal-free direct oxygen insertion into the biaryl C-C  $\sigma$ -bond. *Chem. Sci.*, 2019, 10, 6785. (Selected as an Inside Back Cover)
- J. Yamaguchi, H. Hayashi, H. Yamada, S. Sato et al., Small bandgap in atomically precise 17-atom-wide armchair-edged graphene nanoribbons. *Commun. Mater.*, 2020, 1, 36.

・共同研究：東大、京大、阪大、神戸大、愛媛大、千葉大、新潟大、関西学院大、富士通研究所、Empa (スイス)、香港中華大、UC Santa Barbara (米国)、National University of Singapore など

・学術革新領域研究 (A) 「動的エキシトン」(R2~R6年度) 計画班