

錯体物性研究部門

瀬川 泰知（准教授）（2020 年 4 月 1 日着任）

張本 尚（助教）
杉山 晴紀（特別訪問研究員）
廣田 宗士（大学院生）
渡邊 幸佑（大学院生）
吉田 瑠（大学院生）
加納 春華（大学院生）
中野 さち子（技術支援員（派遣））
平田 直（技術支援員（派遣））
谷分 麻由子（事務支援員）

A-1) 専門領域：有機合成化学，構造有機化学

A-2) 研究課題：

- a) 3次元幾何構造をもつ機能性有機構造体の合成と機能
- b) トポロジカル π 共役分子の創製
- c) 電子回折結晶構造解析の有機機能性材料開発への活用

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 我々は、フタロシアニンの類縁体であるテトラピラジノポルフィラジン（TPyzPz）が3次元的に縮環構造で組み上がったネットワークポリマーの合成に成功した。TPyzPzを鞍状にひずませる大きさの置換基を量子化学計算より特定し、これを置換基にもつモノマーの重合によってネットワークポリマーを得た。得られたポリマーはTPyzPz分子よりも長波長である近赤外領域に吸収をもつことから、 π 共役が伸長した電子構造をもつことが分かった。二酸化炭素ガスの吸着能があることから、ナノ空孔を有するネットワークポリマーであることが示唆された。この成果は縮環 π 共役ポリマーの化学を3次元周期構造へと拡張させるものであり、「パズルのように空間を敷き詰める」有機合成化学を体現するものである。
- b) 生理学研究所村田研究室との共同研究によって、透過型電子顕微鏡を用いた電子回折構造解析（MicroED）の実施に成功した。合成中間体として得られた不溶性の π 共役分子2種について、カラムクロマトグラフィーや再結晶といった精製操作をせず直接MicroEDを行ったところ、分子構造および結晶中における配列様式を決定することに成功した。本研究は不溶性 π 共役分子の構造決定という点で画期的であり、様々な不溶性・難溶性分子の合成化学の発展に資する成果である。
- c) テキサス大学オースティン校の鳥居教授、関西学院大学の村上准教授らによる「気孔発生司令因子の機能を妨害する化合物の発見」に関する研究に協力した。当グループがもつ単結晶X線構造解析技術および分子科学研究所のX線結晶構造解析装置を用いることで、鍵となる化合物の構造決定に成功し研究の進展に寄与した。

B-1) 学術論文

K. WATANABE, J. USUBA, Y. HIJIKATA, T. TOYA, Y. TOYOTA, Y. KOBAYASHI, R. MATSUDA, K. NISHIMURA, H. SUGIYAMA and Y. SEGAWA*, “Synthesis of Fully Fused Tetrapyrazinoporphyrazine Polymers Bearing Three-Dimensional Structures Controlled by Steric Repulsion,” *Chem. Commun.* **61**, 2822–2825 (2025). DOI: 10.1039/d4cc06293k

A. NAKAGAWA, K. M. SEPURU, S. J. YIP, H. SEO, C. M. COFFIN, K. HASHIMOTO, Z. LI, Y. SEGAWA, R. IWASAKI, H. KATO, D. KURIHARA, Y. AIHARA, S. KIM, T. KINOSHITA, K. ITAMI, S.-K. HAN, K. MURAKAMI* and K. U. TORII*, “Chemical Inhibition of Stomatal Differentiation by Perturbation of the Master-Regulatory bHLH Heterodimer via an ACT-Like Domain,” *Nat. Commun.* **15**, 8996 (2024). DOI: 10.1038/s41467-024-53214-4

H. SUGIYAMA*, K. WATANABE, C. SONG, K. MURATA and Y. SEGAWA*, “Structure Determination of Tweezer-Shaped π -Extended Tetraphenylenes by Microcrystal Electron Diffraction,” *Chem. Lett.* **53**, upae192 (2024). DOI: 10.1093/chemle/upae192

B-3) 総説, 著書

T. HARIMOTO and Y. ISHIGAKI, “Recent Advances in NIR-Switchable Multi-Redox Systems Based on Organic Molecules,” *Chem. –Eur. J.* **31**(3), e202403273 (2025). DOI: 10.1002/chem.202403273

B-4) 招待講演

瀬川泰知, 「ひずみを乗り越える3次元 π 共役構造の合成戦略」, 光機能物理化学セミナー, 滋賀県草津市, 2024年5月.

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

第34回基礎有機化学討論会実行委員会 (2024). (張本 尚)

理科教育活動

出前授業「自然科学研究機構による授業」愛知県立岡崎北高等学校 (2024).

三重県立伊勢高等学校見学対応 (2024).

B-8) 大学等での講義, 客員

名城大学理工学部, 非常勤講師, 2024年9月–2025年3月.

B-9) 学位授与

廣田宗士, 「含8員環 π 共役分子の設計・合成・性質解明および三次元有機構造体への展開」, 2025年3月, 博士(理学).

渡邊幸佑, 「Theoretical, synthetic, and crystallographic studies on three-dimensional polycyclic π -systems」, 2025年3月, 博士(理学).

B-10) 競争的資金

科研費基盤研究(B),「トポロジカル π 共役構造体の創製」瀬川泰知(2022年度–2024年度).

科学技術振興機構創発的研究支援事業(受託研究),「革新的有機半導体を指向した周期的3次元 π 共役構造体の創製」, 瀬川泰知(2022年度–2024年度).

村田学術振興・教育財団研究助成,「細くしなやかで強い半導体性有機材料の開発」, 瀬川泰知(2024年度–2025年度).
立松財団研究助成,「計算法学スクリーニングを併用した3次元電荷輸送材料の効率的探索と開発」, 瀬川泰知(2024年度–2025年度).

科研費研究活動スタート支援,「電荷移動相互作用を鍵とする π 共役分子の三次元集積の実現」, 張本 尚(2024年度–2025年度).

(公財)戸部眞紀財団研究助成,「酸化還元活性な有機分子ユニットをもちいた三次元集積体の精密構築」, 張本 尚(2024年度–2025年度).

C) 研究活動の課題と展望

今年度は、当グループとして初となる3次元ネットワーク高分子の論文発表を行うことができた。

今後はさらに複雑なトポロジーをもつ有機分子や3次元ネットワーク高分子の合成および機能開拓を行い、既存の有機合成の限界を突破した物質創製研究を遂行していく。3次元的に複雑で、かつ非常に高い対称性をもった構造に着目し、有機合成化学によって幾何学的に要請される構造をもつユニットを精密に設計・合成し、さらにこれを高効率反応によって重合させることで、これまでにない物質創製を行っていく。また、当グループがもつ構造解析の技術・知見を活かして、今後も大学共同利用機関としての役割を果たしていく。