

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）
平田 直（特任専門員）
吉田 瑠（大学院生）
加納 春華（大学院生）
小藤 夏生（大学院生）
中野 さち子（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) 2つの平面をねじった形をもつ非平面芳香族分子は，それぞれの平面が分子間で π - π スタックすることで3次元的なつながりをもった固体構造を取りうることが知られている。3次元 π - π スタック構造は配向制御の必要のない半導体材料として有用である一方で，ねじれ構造にはひずみがかかるために平面分子と比較して合成が困難な場合が多い。我々は，チオフェン環およびベンゼン環からなる平面分子に対して合成最終段階で立体障害となるメチル基を導入することで，簡便にねじれ構造を作ること成功した。得られた分子はねじれ構造によって2つの π 平面が異なる向きに向いており，その中でもジチエノチオフェン誘導体は結晶中で3次元的な π - π スタックが見られた。OFET特性評価によって，この分子が半導体として利用可能であることを明らかにした。本成果は，EurekAlert!，日経テクニクスサイトなど複数のメディアで取り上げられた。

我々は，2つのメシチル（2,4,6-トリメチルフェニル）基を有するテトラシアノジヒドロジピラジノピラジンが，15種類の有機溶媒とクラスレート結晶を形成することを発見した。理論計算によると，これらのホストネットワークは π - π 相互作用とCN- π 相互作用によって構築されていると示唆された。これらの分子間相互作用は比較的弱いいため，ホストネットワークはゲスト分子に応じて柔軟に変化することができる。ゲストフリーの結晶は，溶媒蒸気の吸着・脱着を介した結晶間相転移によって，クラスレート結晶へと可逆的に転移することができる。

B-1) 学術論文

K. NORO, A. TANI, T. TADOKORO, T. HARIMOTO, K. SUGAWARA, T. SUZUKI, T. ONO and Y. ISHIGAKI, "Dual-State Mechano- and Electrochromic Responses Enabled by Sterically Strained Diazaanthraquinodimethanes," *J. Org. Chem.* **90**(36), 12727–12733 (2025). DOI: 10.1021/acs.joc.5c01545

M. NAGASE, R. YOSHIDA, S. NAKANO, T. HIROSE and Y. SEGAWA, “Synthesis, Structure, and Properties of Twisted π -Conjugated Molecules Featuring Three-Dimensional π - π Interactions in Solid States,” *Chem. Commun.* **61(60)**, 11187–11190 (2025). DOI: 10.1039/D5CC02387D

T. HARIMOTO, M. KIKUCHI, T. SUZUKI and Y. ISHIGAKI, “Diverse Redox-Mediated Transformations to Realize the para-Quinoid, σ -Bond, and ortho-Diphenquinoid Forms,” *Nat. Commun.* **16(1)**, 4088 (2025). DOI: 10.1038/s41467-025-59317-w

K. WATANABE, H. SUGIYAMA and Y. SEGAWA, “Diverse Tetracyanodihydrodipyrzazinopyrazine Clathrate Crystals Assembled from Weak Intermolecular Interactions,” *CrystEngComm* **27(21)**, 3552–3559 (2025). DOI: 10.1039/D5CE00289C

B-7) 学会および社会的活動

理科教育活動

三重県立津高等学校 SSH 課題研究に係る指導・助言 (2025).

三重県立津高等学校 SSH 課題研究に係る指導・助言 (2025). (張本 尚)

B-8) 大学等での講義, 客員

名城大学理工学部, 非常勤講師, 2025 年 9 月–2026 年 3 月.

B-10) 競争的資金

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–2025 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, 「計算化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).

矢崎科学技術振興記念財団一般研究助成, 「パドル型 π 共役分子を用いた高機能有機半導体の開発」, 瀬川泰知 (2025 年度).

科研費基盤研究(B), 「トポロジカル π 共役化学の 3 次元空間展開」, 瀬川泰知 (2025 年度–2028 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).

科研費若手研究, 「3D 集積を実現する π 共役多面体分子の創製」, 張本 尚 (2025 年度–2026 年度).

C) 研究活動の課題と展望

2025 年 4 月–2026 年 3 月の 1 年間で, 2 報の学術論文および 2 報のプレプリントを発表した。これらは我々が目指す π 共役ネットワーク構築法の開発や, 電子回折結晶構造解析の構造有機化学分野への応用, さらにこれらから派生したクラスレート結晶の発見や非平面 π 共役半導体分子の開発など多岐に渡る。複数のメディアで取り上げられるなど注目度の高い成果となっている。

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。