

テーマ名：構造柔軟性を有する含硫黄半導体高分子の開発とフレキシブルデバイスへの応用

代表研究者名：秋吉 亮平

テーマ（英文）：Development of Sulfur-Containing Semiconductive Coordination Polymers with Structural Flexibility

研究内容（概要）：

シリコンを中心とした半導体産業は、その高速演算性能を活かし、今日までのエレクトロニクス社会に貢献してきた。一方で、現行の無機化合物から構成される無機半導体は、高いキャリア移動度や優れた熱・化学的安定性を有する反面、構造が硬く脆いため応用範囲に制約がある。近年、これら無機半導体に代わる新たな半導体材料として、有機化合物を物質基盤とした有機半導体が活発に研究されている。有機半導体は、高い設計の自由度のため“柔軟性”や“溶液プロセスへの適性”を容易に付与することが

可能であり、これらの特徴を活かしてフレキシブルデバイスやウェアラブルデバイスの作製など、無機半導体では実現不可能な応用が実証されている。しかしながら、既存の有機半導体の大半は、分子間のホッピングによりキャリアが移動するため、無機半導体に比べてキャリア移動度が乏しい。もし、無機半導体の“高いキャリア移動度”と有機半導体の“柔軟性”の両者を兼ね備えた半導体材料を開発できれば、半導体研究領域の飛躍的な発展に繋がるが、現状そのような材料は極めて限定的である。そこで本研究課題は、無機半導体の“高いキャリア移動度”と有機半導体の構造柔軟性の両方を併せ持つ全く新しい概念の半導体材料の開発を目指す（図 1）。特に、金属イオンと有機配位子の無限架橋により構成される配位高分子に着目し、既存の無機・有機半導体では実現不可能な半導体材料を創成する。更に、液晶特性や弾性特性を始めとする構造柔軟性を活かして、フレキシブルな半導体デバイスの開発へと展開していく。

配位高分子は、金属イオンと有機架橋配位子から成る結晶性材料であり、それらの組み合わせによって磁気・誘電・発光・レドックス特性など多種多様な機能物性が発現する。申請者は、硫黄を配位原子に用いることで、金属-硫黄ネットワークを有する含硫黄半導体配位高分子の合成に成功している¹。第一原理計算より、これらの化合物群は、金属-硫黄の連結から成る低次元無機構造に立脚した高いキャリア移動特性（バンド伝導）および狭いバンドギャップを示すことが明らかになっている。本研究課題では、これらの研究成果を足掛かりに、申請者が培ってきた“ソフトマテリアル型金属錯体”に関する知見^{2,3}を統合することで、フレキシブルな半導体材料の開発へと展開していく。当日は、詳細な研究計画および現在までに得られている予備的な研究成果についても併せて発表する予定である。

Reference

1. R. Akiyoshi *et al.*, *CrystEngComm*, **2023**, 25, 2990–2994.
2. R. Akiyoshi *et al.*, *Chem. Sci.*, **2019**, 10, 5843–5848.
3. R. Akiyoshi *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2021**, 60, 12717–12722.

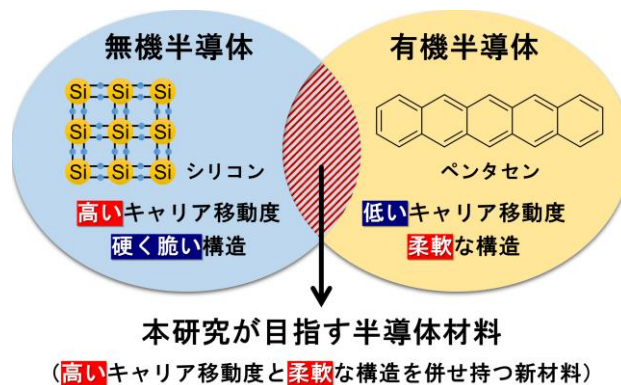


図 1. 本研究が目指す半導体材料.