

物質探索空間の拡大による未来材料の創製
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

藤野 智子

東京大学 物性研究所
助教

異種混合配列オリゴマーによる超高伝導性材料の創製

研究成果の概要

本研究では、従来の有機伝導体材料である低分子材料と高分子材料の間のミッシングリンクであるオリゴマー型材料を用いた高キャリア輸送性・塗布型伝導体材料の開発を目的としています。高キャリア輸送特性を発現させるには、高秩序かつ高次元性の積層状態を可能にする高い結晶性と、優れた薄膜加工性を実現させる高い溶解性という、一見矛盾する性質を両立させる必要があります。本年度は、こうした厳しい構造的な要請を満たす分子設計指針を見出し、塗布型高伝導性材料を実現するための戦略を確立させることができました。

塗布型材料のモデル材料として注目したのは、正孔と電子の双方を輸送するアンバイポーラ型半導体として理想的な電子状態をもつ d/π 共役系錯体です。錯体の示す剛直な骨格と柔らかい側鎖の組み合わせの中から、結晶性と溶解性の両者を両立させる d/π 共役系錯体群を見出すことができました(文献 1)。ここではさらに、側鎖上の炭素の数のわずかな違いによって、単結晶中での積層構造が劇的に変化することを発見しました。炭素数が 1 の置換基を導入したものは 1 次元的な積層様式をとり、炭素数が 2 もしくは 3 の置換基を導入したものはデバイスの安定駆動に有利な 2 次元的な電子構造を持つヘリングボーン型の積層様式を示しました。後者の積層様式は、溶液塗布により構成した数十ナノメートルの厚みの薄膜においても再現され、高秩序な結晶性薄膜を実現させることができました。得られた薄膜を半導体層として挿入した電界効果トランジスタデバイスは、アンバイポーラ型の電荷輸送特性を示し、その性能の指標となるキャリア移動度とオン・オフ比のどちらにおいても高い水準を示しました。これらの性能は、水や酸素を厳しく排除することのない開放環境において示されたものです。高安定・溶液塗布可能・高移動度の新しいアンバイポーラ型半導体材料を実現させることができました。

【代表的な原著論文情報】

1) "Ambipolar Nickel Dithiolene Complex Semiconductors: from One- to Two-dimensional Electronic Structures based upon Alkoxy Chain Lengths," Ito, M.; Fujino, T.*; Zhang, L.; Yokomori, S.; Higashino, T.; Makiura, R.; Takeno, K. J. Ozaki, T.; Mori, H.* *J. Am. Chem. Soc.*, **145**, 2127–2134 (2023).