

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	渡邊峻一郎
研究機関名	東京大学
所属部署名	大学院新領域創成科学研究科
役職名	准教授
研究課題名	コンデンスドプラスチックの電子論と機能性の創成
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究の目標は、有機半導体に無機結晶材料と同様の周期的結晶ポテンシャルを設計し、金属の特徴的な電子の性質を模倣・卓越するような「コンデンスドプラスチック」を創製することにある。フェーズ 1 の最大の成果は、低分子系半導体材料及び、高分子系半導体材料のいずれの材料においても、**金属的な基底状態を実験的に見出したこと**にある(代表的な成果として S. Watanabe, *Nature Materials* (2021))。この革新的成果は、あらかじめデザインされた分子構造を乱すことのない**クリーンかつ汎用的なドーピング手法の開発**によって達成されたと言える(代表的な成果として S. Watanabe, *Nature* (2023))。「結晶中を波として振る舞う電子が、協同的に外場に応答する」ことが固体物理学における金属的電子状態の定義である。その**標準理論から予想される金属的な物性を須く満たす有機材料群を一挙に開拓**できたことで、フェーズ 1 における最大の課題が達成された。本研究の詳細な計画は以下の 3 項目から構成され、それぞれが有機・超分子化学、固体電子論、社会実装学に対応する。

(A)「物質」と「電子」の凝縮を実現する革新的プラスチックの開発

(B) プラスチック中で波として振る舞う電子の新奇機能性の開拓

(C) 新材料・新機能性をイノベーションに繋げる実装性の検証

各研究項目には、サブテーマ 1:道筋が明確で確実な勝算を備えた研究課題と、サブテーマ 2:より難易度の高い挑戦的研究課題を設定した。フェーズ 1 では(A)から(C)すべての項目のサブテーマ 1 が達成できた。サブテーマ 1 の原理検証について早い段階で期待以上の成果が得られたことで、サブテーマ 2 の挑戦的課題に対して一定以上の成果が得られた。創発の枠組みの中で、特に安定した研究費・人件費のサポートの下、フェーズ 1 の研究課題に取り組むことができた。