

2024年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」

調査研究報告書(公開版)

【研究題目】エレクトロクロミック超薄膜デバイスの開発

【整理番号】TK24-10

【代表機関】NIMS

【調査研究代表者（氏名）】

樋口昌芳

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

東京大学：松久直司

【TIA 外連携機関】

【報告書作成者】

樋口昌芳

【報告書作成年月日】

2025 年 5 月 9 日

【連携推進（具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等）】

7 月に採択決定後、基本的に月 1 回の頻度で研究打ち合わせを実施

- 研究の進捗報告と課題の確認
- 打ち合わせ参加者：樋口、松久、博士研究員、（必要に応じて）博士課程学生

2024 年 8 月 1 日	東大生産研にて研究打ち合わせ
2024 年 9 月 10 日	東大生産研にて研究打ち合わせ
2024 年 11 月 22 日	東大生産研にて研究打ち合わせ
2024 年 12 月 23 日	東大生産研にて研究打ち合わせ
2025 年 1 月 28 日	東大生産研にて研究打ち合わせ
2025 年 2 月 25 日	東大生産研にて研究打ち合わせ
2025 年 3 月 24 日	東大生産研にて研究打ち合わせ

【調査研究内容（研究背景・課題解決の内容と結果）】

1. 研究背景

エレクトロクロミックデバイス（電気化学的酸化還元により着色状態と透明状態の間で変化する表示デバイス）は、液晶や有機 EL ディスプレイと異なり、電源を切っても表示が続く特性（メモリ性）を有することから、省電力消費表示デバイスとして調光ガラス（スマートウインドウ）などとしての実用化が期待される。一方、酸化タングステンなどの従来の無機系エレクトロクロミック材料は、蒸着などにより基板に製膜するた

め基板を高温に加熱する必要があり、基板は耐熱性のあるガラスに限定されている。また、材料の色も紺色など特定の色しかない。

一方、フレキシブル表示デバイスは、有機 EL や LED 等の表示方法において近年著しく研究が進んでいるが、フレキシブル基材として PET など耐熱性が高くない高分子を使用するため、上記の理由により、エレクトロクロミックデバイスのフレキシブル化はほとんどなされていない。

本調査研究では、化粧に置き換わる新しい皮膚修飾方法として、塗布により 100℃ 以下で製膜可能で、多彩な色を有するエレクトロクロミック材料（メタロ超分子ポリマー）を用いて、フレキシブルデバイス、特に皮膚のしわにも追従できるほどの超薄膜フィルムデバイスの開発を目的とした。

2. 実施内容

- 赤色などの暖色を電気化学的に表示でき、かつ皮膚のしわにも追従できる超極薄のエレクトロクロミックフィルムデバイスの開発を目指した。
- 皮膚の色になじむ暖色系のエレクトロクロミック材料開発を樋口（NIMS）が担当
- 超薄膜エレクトロクロミックデバイス開発を久松（東大）が担当
- 樋口と松久、および各グループの学生と博士研究員が密に連携
- 両グループが密に連携することで学術的にも新規性の高い材料・デバイス創製を推進した。

（なお、実験結果については論文発表等での公表前につき非公開）

3. 実験内容に関する補足事項

NIMS の樋口らが開発した新エレクトロクロミック材料（メタロ超分子ポリマー）は、材料に含まれる金属種や有機配位子の構造の違いにより、紫、青、赤、黄、緑、黒など様々な色を有し、またスプレー塗布により製膜できる特徴がある（図 1）。

一方、松久らは、フレキシブル表示デバイス、特に皮膚のしわにも追従できるほどの超薄膜フィルムデバイスの研究において、これまで世界的にも優れた成果を挙げている。

両者の独創的な材料とデバイスの経験を組み合わせ、共同研究を推進することで、皮膚に貼り付けても違和感なく、無電力で色が保持される皮膚色可変超薄膜フィルムデバイスの開発を目指している。本デバイスは、化粧に変わる皮膚表面修飾法として、単なるファッションや美容としてだけでなく、紫外線や可視光の遮断による皮膚の保護といった健康・医療への利用も将来的に期待される。

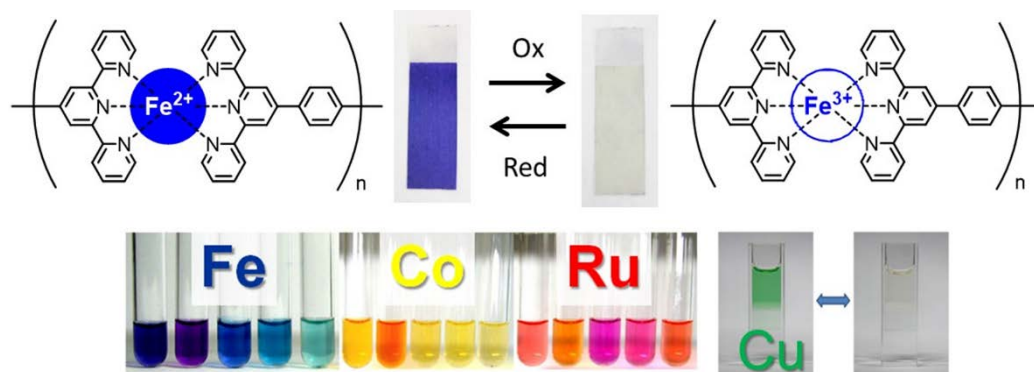


図 1 メタロ超分子ポリマーのエレクトロクロミック特性とカラーバリエーション

【今後の活動予定】

- 2024 年度に得られた研究成果を更に発展させる（本プログラムの延長を申請中）
- 得られた成果をまとめ、日本化学会春季年会などでの発表、及び学術誌への投稿
- 科研費等への申請