



平成 28 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】メタロ超分子ポリマーの高効率製造法開発

【整理番号】TK16-35

【代表機関】物質・材料研究機構

【調査研究代表者（氏名、連絡先 TEL & Mail）】

樋口 昌芳 TEL: 029-860-4744; E-Mail: HIGUCHI.Masayoshi@nims.go.jp

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】産業技術総合研究所 長畑 律子

【TIA 外連携機関】国立台湾大学、及び民間企業

【報告書作成者】樋口昌芳

【報告書作成年月日】平成 29 年 4 月 6 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）】

本プロジェクトは、連携推進により、エレクトロクロミック特性（電気化学的酸化還元で物質の色が変わる特性）を有するメタロ超分子ポリマーの大量合成のための新規な高効率製造法の開発を目指した。平成 28 年度において、以下の活動を行った。

1) 本プロジェクトの公開講演会を開催した。

「メタロ超分子ポリマーの高効率製造法開発」プロジェクト 第 1 回公開講演会
(平成 28 年 8 月 26 日、NIMS 並木地区 事務・研究棟 2 階 203)

講演題目及び講演者：

プロジェクト紹介（樋口昌芳 NIMS）、メタロ超分子ポリマーの電子機能（樋口昌芳 NIMS）、無機-有機複合体の光物性（江口美陽 NIMS）、マイクロ波合成の基礎（竹内和彦 AIST）、マイクロ波を用いた高分子合成（長畑律子 AIST）

2) 本研究課題に関する共同研究を推進し、マイクロ波を用いたメタロ超分子ポリマーの高効率製造方法の開発に成功した。また、得られたポリマーは、従来の油浴による加熱で得られるポリマーに比べ、優れたエレクトロクロミック特性を示すことを見出した。
(共同特許出願 1 件、学会発表 2 件 (発表予定 1 件含む))

3) 本プロジェクトに関連する国際ワークショップを共催した。

The 1st International Workshop on Chromogenic Materials and Devices
(平成 29 年 3 月 15 日、NIMS 並木地区 共同棟 4 階 409/410)

招待講演者：

Prof. Kuo-Chuan Ho (NTU, Taiwan), Prof. Kazuki Nakamura (Chiba Univ.), Prof. Shuichi Maeda (Tokai Univ.), Dr. Yoshihiro Hotta (Ricoh), Prof. Shinsuke Takagi (TMU), Dr. Yasuhiro Ishida (Riken), Prof. Yanlei Yu (Fudan Univ., China), Dr. Hiroshi Fudouzi (NIMS), Prof. Toshimitsu Kanai (YNU), Prof. Kiyofumi Katagiri (Hiroshima Univ.), Prof. Yutaka Matsuo (Univ. Tokyo / USTC, China), Prof. Hideyuki Maki (Keio Univ)



【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

【背景】 エレクトロクロミック材料は、ボーイング787の遮光窓や、車の防眩ミラーなどに利用されており、機能材料として注目されている。NIMS で開発した新しいエレクトロクロミック材料（メタロ超分子ポリマー）は、10万回を超える高い繰り返し駆動耐久性と、青、赤、黄、緑色などの豊富なカラーバリエーションを兼ね備えた優れた材料であり、実用化が期待される。

（SAT テクノロジーショーケース（平成 29 年 1 月 31 日）において「ベスト産業実用化賞」を受賞）

【課題】 実用化のためには、本材料の大量合成が不可欠であるが、従来の油浴による加熱方法では、反応完了に1日程度必要であり、また1回の合成で得られるポリマーの量も10グラム程度に留まっていた。本プロジェクトは、NIMS と（マイクロ波加熱合成を専門とする）AIST の研究者が連携することで、メタロ超分子ポリマーの高効率合成法を開発することを目的としている。

【課題解決の内容と結果】 今回、ルテニウムを含むメタロ超分子ポリマーの合成において、マイクロ波加熱により原料を直接加熱することで反応効率が向上し、反応時間を1時間程度に短縮することに成功した。また、得られたポリマーのエレクトロクロミック特性が、従来法で合成したポリマーに比べ優れていることを見出した。本成果に基づき、下記の共同特許出願1件、及び学会発表2件（発表予定1件）を行った。現在、論文作成中。

【業績リスト】

特願 2017-039171（提出日：平成 29 年 3 月 2 日）

新規なメタロ超分子ポリマー含有組成物、並びにマイクロ波を用いたメタロ超分子ポリマー含有組成物の高効率製造法

出願人：国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所

樋口昌芳、ラナ ウトパル、チャクラボルティ チャンチャル（以上 NIMS）、長畑律子、竹内和彦、斎藤優子（以上 AIST）

日本化学会 第 97 春季年会（慶應義塾大学、2017 年 3 月 16～19 日）

Microwave Synthesis of Metallo-Supramolecular Polymers

（Utpal Rana, Yuko Saito, Kazuhiko Takeuchi, Ritsuko Nagahata, Masayoshi Higuchi）

第 66 回高分子学会年次大会（幕張メッセ、2017 年 5 月 29～ 31 日）（発表申込済み）

メタロ超分子ポリマーのマイクロ波合成法

（RANA Utpal、斎藤優子、竹内和彦、長畑律子、樋口昌芳）

【今後の予定】

【研究計画】 平成 28 年度に得られた成果を基に、イリジウムなど様々な金属種を含むメタロ超分子ポリマーの合成に本マイクロ波加熱法を展開し、メタロ超分子ポリマーの高効率合成法を確立する。また、本手法により合成したポリマーが優れたエレクトロクロミック特性を示したのは、ポリマー構造の違いに起因していると考えられるため、放射光を用いた XAFS 解析により、ポリマー構造の違いを詳細に分析する。

【新たな資金獲得に向けた方針・施策】 次回（平成 29 年 11 月）の科研費の募集に申請予定。

【連携推進計画】 これまでの NIMS（ポリマーのデザイン、ポリマーの電子機能解析）と AIST（ポリマーのマイクロ波加熱合成）の連携に加え、ポリマーの構造解析のため、KEK の研究者との共同研究を新たに開始する。また、ポリマーの大量合成と、それを用いたデバイスの作製と評価は、TIA 外連携機関との共同研究により推進する。

以上。