

京都大学教育研究振興財団助成事業  
成果報告書

令和6年 9月 30日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会長 藤 洋 作 様

所属部局・研究科 工学研究科

職名・学年 博士後期課程3年

氏 名 谷村 和哉

助成の種類	令和6年度 ・ 在外研究助成			
研究課題名	共役系分子のスマートドロップレット化による新奇機能性の開拓			
受入機関	マサチューセッツ大学アマースト校 (UMassAmherst, アメリカ合衆国)			
渡航期間	2024年 6月 18日 ~ 2024年 9月 17日			
成果の概要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有( )			
会計報告	交付を受けた助成金額	1,015,000 円		
	使用した助成金額	1,015,000 円		
	返納すべき助成金額	0 円		
	助成金の使途内訳	費 目	金 額 (円)	
		旅券交付/査証手数料	177,310	
		滞在費	814,740	
		保険料	22,950	
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 貴財団の助成によって、金銭的な不安を感じることなく本在外研究活動に集中することができました。特に、渡航前に煩雑な手続きの必要もなく、その分現地での研究計画立案や生活の準備に充てることができたのが非常に良かったと感じています。ぜひ今後も引き続き、自身のように成長できる助けを提供していただけると幸いです。ご支援いただき、誠にありがとうございました。			

## 成果の概要 / 谷村和哉

### 【研究背景と目的】

$\pi$  共役系分子・高分子は高輝度発光やキャリア輸送性を有しており、有機 EL などの電子デバイスのみならず、生体内外のイメージング材料など、多岐にわたり利用されている。近年では、情報化社会に伴う社会的なニーズから、新たな分子設計や成型加工技術による新機能の開拓と応用範囲の拡大が目指されている。現在材料化の際には、蒸着やスピン/スプレーコートによる成膜化などが主流である。一方で、材料化方法の開拓と足場材料への複合方法を開拓・創案することで上記の社会的要請に応えることができる。加えて、これまで実現されていない構造体を構築・複合できれば、未知の物性発現による革新的機能を持つ新素材創出に向けた設計指針確立という学術的意義も同時に達成可能といえる。

報告者はこれまでに、高周期典型元素を有する  $\pi$  共役系分子の合成とそれを用いた機能性開拓に取り組んでいる。得られた化合物群は、元素に由来した特異な光学特性を示すだけでなく、元素がもつ反応性によって刺激応答性を発現することを確認している。そのため、このような  $\pi$  共役系分子を機能性材料として応用利用するためには、材料への複合手法の開拓が必要不可欠であると考え。本渡航先であるマサチューセッツ大学アマースト校の PSE (Polymer Science and Engineering) に所属する Emrick 教授の研究グループでは、合成分子・高分子の複合による機能性材料について研究を行っている。そこで、自身の合成技術を用いた新奇  $\pi$  共役系分子の合成と、派遣先研究室の材料複合の知見を組み合わせることで、複合化技術を学びながら新材料創出を目的とした。

本研究活動では、複合化の対象としてペロブスカイトナノクリスタル (PNC) を対象とした。PNC は主に鉛イオン・一価カチオン・ハロゲン陰イオンから構成される結晶構造を持つ数十マイクロメートルの微小結晶である。これらは、その組成やサイズに応じた高輝度な光学特性を示すことが知られており、実際にテレビの発光層に用いられるなど実用化もされている。また、さらなる機能化を目標として、PNC 表面を被膜する配位子である有機分子を変化させることで、安定性や溶解性・光学特性などを変化させることができる。そこで、本渡航では一般的な PNC 合成と配位子交換手法について学ぶと同時に、現地で新奇  $\pi$  共役系分子を合成して表面修飾を実際に行うことで機能性材料創出に取り組んだ。

### 【研究成果】

はじめに、PNC を被覆する有機分子として、汎用的に知られるアルキル長鎖を有する双性イオン分子の合成に取り組んだ。双性分子は、PNC 表面のカチオンおよびアニオンサイトに対してキレート効果を用いて非常に強く相互作用することによって、安定性が向上することが知られている。一方で、双性イオンは水との親和性が非常に高く、その合成および精製には多くのノウハウが必要であり、その手法について学ぶことができた。さらに、自身で合成した双性イオン分子を用いて、PNC の合成を行った。PNC 合成はホットインジェクシ

ヨン法を用いており、反応時間や用いる試薬によってそのサイズや発光特性が変わることから、多くのトレーニングを通じてその手法を身につけるだけでなく、どの条件を変化させることでどの物性が変化するのかについても自身の実験を通じて学ぶことができた。続いて、現地の学生と Emrick 教授との議論を通じて、自身の合成する新奇  $\pi$  共役系分子を決定した。この際に、自身の意図や問題点について非常に有意義な議論をすることができ、実際に設計した分子について合成に取り組んだ。この際には、日本での設備と共通した点や全く異なる点を感じながら、現地の環境で実験に従事することができた。最後に得られた分子を用いて、PNC 合成についても取り組み、光学特性評価をすることでその導入を確認した。導入した分子は、その分子の形状や置換基に依存して、溶解性や光学特性が大きく異なることが明らかとなった。

滞在中には研究室の定例ミーティングにも参加し、同世代の研究者の試行錯誤など学会発表では聞くことのできない研究の進め方や課題解決の手法について知ることができた。自身もミーティングで進捗を発表するなど、非常に貴重な経験を得ることができ、自身の英語での発表能力や問題解決能力の向上にもつながっていると感じている。滞在した研究科では研究室間のつながりも強く、滞在中には様々な研究室の研究発表を聞き、高分子分野での応用手法や物性評価手法についても多数学ぶことができた。特に、Emrick 教授の計らいで自身の日本での研究を講義室で話す機会をいただくことができ、滞在先での研究のみならず自身の研究についても質疑応答を通じて貴重な議論をすることができた。



図. 合成した PNC と学内での研究発表の様子

### 【謝辞】

貴財団の助成をいただくことで在外研究留学中に金銭的な不安を感じることなく、現地での研究活動および交流に集中することができました。研究における学術的な知見を得ることにとどまらず、現地の学生との日常的な研究議論や生活慣習・文化の違いなど日本国内では決して経験することができない貴重な時間を過ごすことができました。厚く御礼申し上げます。