

先端国際共同研究推進事業

2023 年度採択

次世代のための ASPIRE

マテリアル分野

2023 年～2024 年度

年次報告書（公開版）

研究課題名	サステイナブルな発光デバイスを志向した究極の高効率発光 dendrimer 材料の創製
日本側研究代表者	アルブレヒト 建 九州大学 准教授
相手側研究代表者	・ Rubén Costa, Professor, Technical University of Munich ・ Andrew Monkman, Professor, Durham University
研究期間	2024 年 2 月 1 日～2027 年 3 月 31 日

1. 研究成果の概要

① 研究構想にかかる成果

<実施したこと>

- ・ 研究代表者が 2024 年 2－3 月に実施したイギリスダラム大学への渡航で Monkman 教授と今後のプロジェクト運営について協議すると共にイギリス側参加者である博士研究員・学生とも打ち合わせを行った。
- ・ 2024 年 6 月にドイツで ASPIRE 課題参加者のみの ASPIRE Meeting を実施して研究課題や今後実施予定の課題について検討ディスカッションを実施した。
- ・ Slack に関係者が参加したチャンネルを作り、研究上のディスカッションや渡航計画等について打ち合わせできる体制を構築した等、実施中の研究や渡航して行った研究について理論も含めた共同研究が可能な体制を整え、共同研究論文の執筆に向けた体制を構築した。
- ・ 新規な TADF 材料を合成し、LEC をデバイスへの適用を実施した。得られた成果を元に理論計算や分光測定を実施した。アルブレヒトが開発した発光ラジカルについて LEC デバイスへの適用を試みた。
- ・ 機械学習による材料スクリーニングを実現するためのデータベース作成を行った。予備的な取り組みとして機械学習モデルの作成も行い、精度向上のための学習条件の検討も進めた。
- ・ ASPIRE 採択のアルブレヒト・細貝・佐藤での共同研究を複数実施し、これにより国外の研究者と連結するための ASPIRE の国内基盤を強化した。

<得られた成果>

- ・ Slack チャンネルは特に学生の渡航・招聘の詳細等について打ち合わせをする際に有用であったことに加え、関係者が一同に介するミーティングは、関係者の認識をすり合わせてプロジェクトを推進するのに有用な効果があった。
- ・ TADF やラジカル材料の開発と物性理解のためにアルブレヒト・細貝・佐藤が連携して合成・測定・理論という強固な日本側共同研究体制を構築して複数の共著論文を発表した。ここに Monkman の分光へ Costa のデバイス評価が加わる体制についても複数の渡航・招聘を通じて構築出来た。現在は複数の共同研究論文の執筆が進んでいる。
- ・ 青色発光を示す dendritic 材料を LEC に適用して青色 LEC を実現した。新規構造のオレンジ色-緑色発光 dendritic 材料を LEC に適用して特性を評価した。ラジカル材料については LEC に適用を試み、発光は観測されなかったが今後の研究推進に重要な情報が得られた。

② 国際頭脳循環の促進にかかる成果

<実施したこと>

- ・ 2024 年 6 月には日本側参加者 8 名でミュンヘン工科大学に渡航して Costa 教授・Monkman 教授と共に Kyushu-TUM: Workshop on non-conventional Emitter and Mechanisms in Lighting Devices と題するワークショップを主催した。ワークショップには 6 名の外部研究者も招聘した。同時に ASPIRE 関係者のみの会議を 1 日間開催し、今後の研究推進についてのディスカッションを行った。ワークショップ後には日本側参加者全員でドレスデンで開催された国際会議 International Conference on Science and Technology of Synthetic Electronic Materials (ICSM2024) に参加して発表を行った。ICSM2024 には ASPIRE イギリス側 PI にも参加しており、今後に向けた打ち合わせも実施した。
- ・ 日本側からはドイツに 2 ヶ月程度の派遣を 2 度実施し、イギリスへの派遣も 2 ヶ月程度を 1 度実施した。

ドイツでは LEC デバイスの作製、イギリスでは材料の分光測定を中心に共同研究を実施した。

- ・ ドイツ側参加者を 2025 年 3 月-5 月にかけて招聘し、新規発光材料の合成と評価を実施した。ドイツ側 PI を 2024 年 11 月と 3 月に招聘して打ち合わせやセミナーを実施するとともに研究打ち合わせを行った。11 月の打ち合わせにはイギリス側研究代表者や参加者も国際会議での来日を利用して参加した。2025 年 3 月の ASPIRE の成果報告会にもドイツ側研究代表者と来日中であったドイツ側学生が参加した。2025 年 3 月の日本化学会春季年会に招聘中のドイツ側学生が参加して発表した。
- ・ アルブレヒトが 2024 年 6 月から 7 月に掛けて国際会議やセミナーを複数実施する講演ツアーを実施した。

<得られた成果>

- ・ 2024 年度にアルブレヒトが 9 件（うち招待 7 件）の国際会議発表を行い、参加者全員では 20 件以上の国際会議発表を通じてグループの国際的な認知度を上げることが出来た。アルブレヒトは海外大学でのセミナーも 4 件実施した。これにより新たな共同研究先の獲得や著名な国際会議（MRS Meeting）への招待を受けるといった成果が得られたほか、翌年度に日本で開催するワークショップに招待する予定の研究者との関係構築も出来た。全体で延べ出張日数 300 日以上、延べ招聘日数 100 日以上、発表 30 件以上（国際 20 以上、招待 11 件）を実施した。日本側の海外渡航により相手先学生との意思疎通が容易になり、Slack やメールを通じて再現実験などについてのコミュニケーションが可能となった。
- ・ ドイツ側学生が来日中に参加した日本の国内学会において学生講演賞を受賞した。
- ・ 対面でのワークショップを開催し、関係者のみの会合を実施したことでプロジェクトへの参加意識と研究内容に関する意思統一が図られた。参加者が複数名参加する国際会議の場を利用することで多人数での会合を実施することが出来、プロジェクト推進に寄与するすり合わせが出来た。

2. 研究実施体制

研究テーマ	中心となる研究者氏名	所属機関・部署・役職名
テーマ 1 究極の塗布型デ ンドリマー TADF 材料を用いた長 寿命 LEC 素子	アルブレヒト 建 Ruben Costa	九州大学・先導物質化学研究所・准教授 Technical University of Munich・Chair of Biogenic Functional Materials・ Professor
テーマ 2 世界初の発光ラ ジカルを用いた LEC 素子	アルブレヒト 建 Ruben Costa Andrew Monkman	九州大学・先導物質化学研究所・准教授 Technical University of Munich・Chair of Biogenic Functional Materials・ Professor Durham University・Department of Physics・Professor
テーマ 3 計算科学を用い た究極の発光材 料設計とデバイス 化	佐藤 徹 細貝 拓也	京都大学・福井謙一記念研究センター・ 教授 産業技術総合研究所・物質計測標準研 究部門・主任研究員

3. 代表的な業績（原著論文、プレスリリース、表彰など）

<原著論文>

- [1] Water-soluble luminescent tris(2,4,6-trichlorophenyl) methyl radical-carbazole dyad
Kosuke Anraku, Kenshiro Matsuda, Satoshi Miyata, Hikaru Ishii, Takuya Hosokai*, Satoshi Okada, Kazuhiro Nakamura, Kohei Nakao, Ken Albrecht*
J. Mater. Chem. B, **2024**, 12, 6840-6846.
Journal of Materials Chemistry B HOT Paper に選定
- [2] Generation-Dependent Intramolecular Charge Transfer Excited-State Dynamics in Thermally Activated Delayed Fluorescence Carbazole Dendrimers
Ami Takada, Eri Hisamura, Keiko Yamaoka, Tomohiro Ogawa, Ken Onda*, Ken Albrecht*, Kiyoshi Miyata**J. Phys. Chem. C*, **2024**, 128, 18820-18827.
- [3] Aluminum Complex-Core Carbazole Dendrimers Exhibiting Thermally Activated Delayed Fluorescence
Kohei Nakao, Minori Furukori, Guanting Liu, Takuya Hosokai*, Takuma Yasuda*, Ken Albrecht**ACS. Appl. Opt. Mater.*, **2024**, 2, 1393–1402.