

令和7年度愛媛大学若手研究活動支援事業
成果報告書

-令和8年5月-

はじめに

平素より愛媛大学の研究活動について格別のご理解と温かいご支援を賜り、心より感謝申し上げます。

本学では、若手研究者支援基金を活用させていただき、若手研究者の研究力の向上および研究環境の改善による研究業績の向上を図るため、研究費を助成する「若手研究活動支援事業」を令和6年度に開始いたしました。令和7年度は42件の応募の中から、厳正な審査を経て学生8名、ポストドクター2名の計10名が採択され、1件につき50万円を上限として研究費を支援しました。

支援を受けた若手研究者10名の研究成果を本報告書にてご紹介しております。ご覧いただけますと幸いです。

【若手研究者支援基金概要】

本学の学生又は不安定な雇用状態である研究者に対する研究への助成又は研究者としての能力の向上に対する支援を行うことを目的として、以下の事業のため有効に活用させていただきます。

- (1)学生又は不安定な雇用状態にある研究者が公募により選定されて参加する研究に関するプロジェクトにおいて、その学生又は不安定な雇用状態にある研究者が自立した研究者として行う研究活動に要する費用を負担する事業
- (2)論文の刊行に要する費用、学会等への参加に要する旅費その他の費用で研究活動の成果を発表するために必要なものを負担する事業
- (3)大学院に在学する学生又は不安定な雇用状態にある研究者のその専門とする分野に係る研究者としての能力及び資質の向上を主たる目的として、異分野の研究者との交流その他の他の研究者又は実務経験を有する者との交流を促進する事業

目 次

成果報告書

谷岡 雄真 (理工学研究科理工学専攻 博士後期課程1年).....	1
福井 堂子 (理工学研究科理工学専攻 博士後期課程2年).....	3
杉原 貴仁 (医学系研究科医学専攻 博士課程 3 年).....	5
坂本 裕司 (医学系研究科医学専攻 博士課程4年).....	7
松田 哲平 (理工学研究科理工学専攻 博士後期課程 1 年).....	9
光井 和輝 (理工学研究科理工学専攻 博士後期課程3年).....	11
御崎 智也 (理工学研究科理工学専攻 博士後期課程3年).....	13
平田 峻也 (連合農学研究科生物生産資源学専攻 博士課程 2 年).....	15
善本 真梨那 (理工学研究科 特定研究員).....	17
高松 さくら (農学研究科 研究員).....	19

令和7年度 若手研究活動支援事業 研究成果報告書①

所属研究科・専攻コース・学年 (ポスドクの場合は部局・職名)	理工学研究科・理工学専攻・博士後期課程1年
氏名	谷岡 雄真

研究課題	プロペラキラリティー制御を志向したプロペラ状分子の創出
------	-----------------------------

研究実績の概要

①研究成果

本研究では、PDIのイミド上置換基を精密に設計・制御することで、分子が示すプロペラキラリティーの発現機構を明らかにし、さらにその反転挙動を外部環境に応じて自在に操作することを主要な目的とした。特に、置換基の構造や立体配置、電子的性質がキラリティーにどのように影響を与えるかを体系的に検討し、ジアステレオピュアな分子の構築を通じてプロペラキラリティー制御の指針を確立することを目指した。

本助成金による支援を受けたことで、当初計画していた分子設計・合成・物性評価を着実に進めることができ、以下に示すように、学术论文の公表、国際・国内学会での発表、さらには新規アプローチの開拓など、多面的な成果を挙げることができた。

【学术论文（査読あり）】

- 1-A) Y. Tanioka et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2025, e202509190. (Fig. 1)
- 1-B) Y. Tanioka et al., *RSC Adv.*, 2026, 16, 1988.
- 1-C) K. Wada, Y. Tanioka et al., *Chem. Commun.* in press.
- 1-D) 申請書②で記述した課題に関して現在原稿を作成中である。

【国際学会（ポスター・査読なし）】

- 2-A) Yuma Tanioka, Mashiro Hamasu, Kohei Hashimoto, Shogo Hata, Masayoshi Takase, Shigeki Mori, Tetsuo Okujima, Hidemitsu Uno, "Synthesis and Solvent-Reversible Chiroptical Properties of PDI Oligomers", The 19th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry (ISMSC 2025), (Kyoto, Japan, May, 2025)
- 2-B) Yuma Tanioka, Mashiro Hamasu, Kohei Hashimoto, Shogo Hata, Masayoshi Takase, Shigeki Mori, Tetsuo Okujima, Hidemitsu Uno, "Synthesis and Solvent-Dependent Interconversion of Chiroptical Properties of Propeller-Shaped Molecule", Pacificchem 2025, (Hawaii, USA, December, 2025)

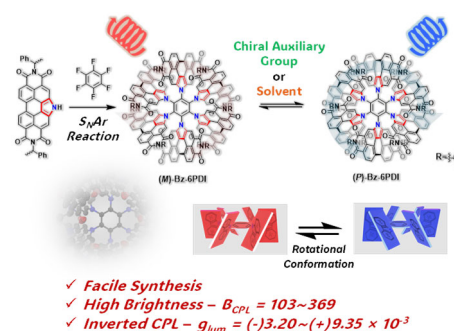


Fig. 1 1-A に記載した学术论文の概要図

【国内学会（査読なし）】

口頭発表 3 件

ポスター発表 4 件、内 1 件ポスター賞

②達成度

本研究では、PDI のイミド上置換基を精密に制御することで、プロペラキラリティーの発現および反転挙動を自在に操作することを目的とした。申請時の計画書で掲げたとおり、プロペラキラリティーを制御してジアステレオピュアな分子を構築することに成功し、従来分子と同様に溶媒によるプロペラキラリティー反転も確認できた。さらに、当初計画とは異なる新たなアプローチによってもジアステレオピュアな分子の合成に成功し、プロペラキラリティー制御に向けた有効な設計指針を得ることができた。一方、申請書で掲げたキラル物質に対する応答分子の開発については、分子の合成には成功した。今後、物性調査を進めていく予定である。これらの成果は、今後のキラル光学材料の開発に向けて重要な基盤となるものである。

謝辞

本研究は、令和 7 年度愛媛大学基金若手研究活動支援事業の助成金により遂行することができました。心より深く感謝申し上げます。本事業からのご支援を受け、プロペラキラリティーに関する理解を一層深めるとともに、得られた成果を学会にて発表する機会にも恵まれました。これらの経験は、今後の研究活動を進めるうえで大きな励みとなっております。本事業のご支援に心より御礼申し上げますとともに、今後の研究活動に活かしてまいります。

令和7年度 若手研究活動支援事業 研究成果報告書②

所属研究科・専攻コース・学年 (ポストクの場合は部局・職名)	理工学研究科・理工学専攻・博士後期課程2年
氏名	福井 堂子

研究課題	熱水性閃長岩の研究から新たに紐解く、マグマ性熱水流体活動の時間スケール
------	-------------------------------------

研究実績の概要

①研究成果

本研究では、原岩（花崗岩）がマグマ性熱水流体（450°Cを超える超臨界流体）と反応することにより形成した「熱水性閃長岩」について、①原岩の形成期、②熱水性閃長岩の形成開始期、③熱水性閃長岩の形成完了期の各年代を制約し、これまで検討が困難であった「マグマ性熱水流体活動の時間スケール」を明らかにすることを目指した。

①・③についてはそれぞれの岩石から分離した鉱物を用いて、①原岩中のジルコン、③熱水性閃長岩中のチタナイトの U-Pb 年代測定を実施し、①は約 9200 万年前、③は約 8400~8000 万年前に起こった現象であることが明らかとなった。また、②については岩石粉末試料を用いた同位体組成分析を行い、得られたデータの解析と Rb-Sr 全岩アイソクロン年代の算出によって、 $83.8 \pm 1.7 \text{ Ma}$ (83 80±170 万年前)の具体的な値を得ることができた。このことから、①から②③の間、つまり原岩ができてから流体が関与するまでに約 800 万年の時間間隙があることが明らかとなった。なお、①③の具体的な年代値については現在データをいただき、解析中である。

本研究で得られた一部の成果については、学会・研究集会にて成果発表を行い(1-3)、うち2件では発表賞を受賞した(2, 3)。

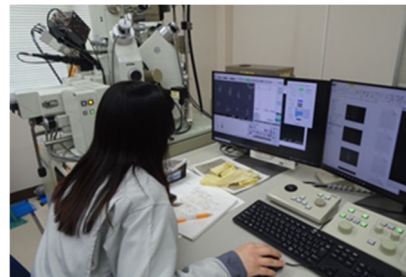
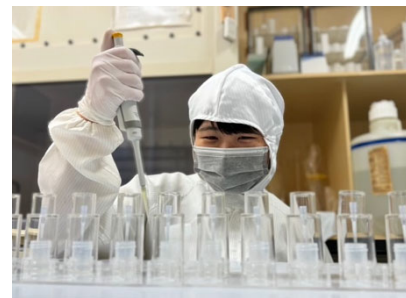


写真1: 電子顕微鏡（日本原子力機構設置）でジルコンを観察している様子



【学会・研究会での成果発表】

- (1) The 3rd IAGC (International Association of GeoChemistry) International Conference, “Contrasting episyenite formation in Cretaceous volcanic arc granitoid: an example from the Hakata-jima Island, southwest Japan”, ポスター発表, 2025 年 6 月
- (2) 日本鉱物科学会 2025 年年会、“愛媛県伯方島に産するエピ閃長岩の形成過程における岩石組織の変化”、ポスター発表、2025 年 9 月 (研究発表優秀賞 受賞)
- (3) 日本地質学会第 132 年学術大会（熊本大会）、“愛媛県芸予諸島伯方島に産するエピ閃長岩：高温熱水流体による花崗岩類の変質と元素の移動・濃集”、口頭発表、2025 年 9 月 (学生優秀発表賞 受賞)
＜その他 3 件＞

②達成度

本研究の目的である「マグマ性熱水流体活動の時間スケール」解明に向けた年代制約について、①・②については、事前に観察していた記載情報とも調和的な値を得ることができた。一方、③については、分析鉱物が特殊な産状を示しているため、引き続き測定粒子の産状を観察し、適切なデータ解析を行なう必要がある。しかし、議論に必要なデータは計画通り取得でき、研究課題としては目的を概ね達成できたといえる。本研究での成果については、データ解析および学術誌へ論文投稿準備をすすめており、来年度初頭の論文投稿を目指している。

謝辞

寄附者の皆様の温かいご支援により、本研究を大きく進展させることができましたこと、心より感謝申し上げます。本事業の採択を受け、研究対象である「熱水変質閃長岩」の形成プロセスについて、年代測定を通じた地球内部での流体活動の時間スケールの解明など、重要な成果を得ることができました。また、地熱エネルギー開発といった資源的観点における重要性についても新たな知見を得て、複数の学会で成果を発表いたしました。今回の成果を糧に、今後もさらなる研究の発展に向け精進してまいります。引き続きご支援・ご鞭撻のほど、よろしくお願い申し上げます。

令和7年度 若手研究活動支援事業 研究成果報告書③

所属研究科・専攻コース・学年 (ポスドクの場合は部局・職名)	医学系研究科・医学専攻・博士課程3年
氏名	杉原 貴仁

研究課題	がん悪性化の根底原理を理解するための遺伝子転写制御解析技術の開発
------	----------------------------------

研究実績の概要

①研究成果

本研究では任意のゲノム領域に集積する転写因子群を網羅的に同定する新規解析手法 TFBioL (Transcription Factors Biotin-Labeling)法の確立を目的とし、PD-L1 遺伝子プロモーターをモデルに基盤技術の検証を行った。まず、当該プロモーター付近の塩基配列を元に設計したガイド RNA(gRNA)は、Cas9 nuclease を用いた DNA 切断活性試験により、標的ゲノム領域へ正確にリクルートされることが分かった。次に、dCas9-AirID と設計した gRNA を 293T 細胞へと共発現させ、蛍光免疫染色により細胞内局在性を評価したところ、高い効率で両者が同一細胞内で共局在化することを確認した。続いて、dCas9-AirID および gRNA を導入した細胞に対して、interferon- γ (IFN- γ) 刺激による PD-L1 遺伝子プロモーターに集積するタンパク質をビオチンラベルし、抗ビオチン抗体を用いたウエスタンブロットによりそのバンドパターン解析した。その結果、IFN- γ 添加群で、IFN- γ 非添加群に比べて新たにビオチンラベルされるタンパク質を複数見出した。リアルタイム PCR 解析でも、当該細胞においては IFN- γ 刺激後 3 時間から 12 時間にかけて PD-L1 mRNA の有意な発現上昇を認めていることから、本手法により IFN- γ 刺激依存的に PD-L1 プロモーター近傍で転写因子群を網羅的にビオチンラベルできている可能性が高い。現在、TFBioL 技術の確立に向けて、質量分析によりそれらタンパク質の同定を進めている。

②達成度

本研究の達成度は、当初計画していた基盤技術の確立という段階において「おおむね順調に進展している」と評価できる。具体的には、TFBioL 法の成立に必要な(1)設計 gRNA の標的ゲノム領域へのリクルートメントの確認、(2)dCas9-AirID と gRNA の同一細胞内共発現の確認、(3) IFN- γ 刺激依存的なビオチン化タンパク質の検出確認を達成した点は、TFBioL 法確立に向けた重要な成果である。

現在、質量分析を用いたビオチン化タンパク質の網羅的同定解析を進行中であり、今後は質量分析により同定された候補因子に対してノックダウン実験や過剰発現実験による機能的検証を多角的に進め、TFBioL 法技術の有用性を検討する。また、将来的には PD-L1 のみならずがん進展に関わる遺伝子の転写制御を包括的に理解できる技術へと発展させたいと考えている。

謝辞

寄附者の皆様には、本研究に対して温かいご支援を賜り、心より御礼申し上げます。本事業のご支援により、TFBioL法の基盤構築に必要な実験を着実に進めることができました。がん細胞における転写制御の仕組みを解明することは、新たな治療標的の発見や創薬研究の発展につながる可能性があります。本研究の成果をさらに発展させ、がんをはじめとするさまざまな疾患の理解と治療法の開発に貢献できるよう、引き続き研究に取り組んでまいります。皆様のご支援に深く感謝申し上げます。

令和7年度 若手研究活動支援事業 研究成果報告書④

所属研究科・専攻コース・学年 (ポストクの場合は部局・職名)	医学系研究科・医学専攻・博士課程4年
氏名	坂本 裕司

研究課題	空間トランスクリプトミクスから見出した大動脈弁狭窄症発症因子の機能的解析
------	--------------------------------------

研究実績の概要

①研究成果

大動脈弁狭窄症 (Aortic stenosis: AS) は先進国を中心に世界で最も有病率が高い弁膜症である。適切な治療介入がない場合の5年生存率は10%とも言われる。現時点で薬物的治療法は確立されておらず、侵襲の大きい外科的大動脈弁置換術あるいは経カテーテル的大動脈弁置換術が唯一の治療法である。創薬開発のためにはAS初期における病態解明が必要であるが、網羅的な遺伝子発現を中心とした解析は十分になされていない。本研究ではマウスASモデルを作製し、世界で初めてAS発症初期の大動脈弁に対して空間トランスクリプトーム解析を行うことによりAS発症初期から重症化に関わるkey regulator候補となる遺伝子を同定し、今後の創薬開発に繋げていくことを目的としている。

我々の研究室ではすでにマウスAS発症早期モデルに対する空間トランスクリプトームを野生型コントロール、野生型病態モデルについて行い、発症早期における病態key regulatorとなる遺伝子候補分子を複数同定することに成功した。特に、これまで既報で論じられてこなかった分子Xについては、ノックアウトマウスを作製し、野生型同様にAS病態モデルを作製した。病理学的には、慢性期における石灰化が遺伝子Xノックアウトにより増悪したことを確認し、この分子XがAS発症・進行の過程で保護因子である可能性が高いことを突き止めることができた。

分子XがASに対してどのような役割を果たすか、*in vivo*で解析した研究は存在しない。そこで我々は、遺伝子Xノックアウトマウス病態モデルについても空間トランスクリプトーム解析を実施し野生型マウスから得られるデータと比較した。結果として、ノックアウトマウス群においてAmeboidal type cell migrationに関わるシグナル関連遺伝子の有意な富化が認められた。Differentially Expressed Genes解析では*ApoE*、*Plin2*、*Lgal3*、*Trem2*のノックアウトマウス群で有意な発現亢進を認め、タンパク質レベルでもその発現上昇を確認した。すなわち、分子Xがノックアウトされることにより泡沫マクロファージ浸潤が増加し、それを起点としたdystrophic calcificationが増悪することが確認できた。さらなるPathway解析でも、泡沫マクロファージの遺伝子発現亢進とともに細胞変性、アポトーシス、石灰化に関わるシグナル経路の活性化を確認できた。以上の結果より、本研究では、分子Xを適切に制御することにより石灰化を伴う重症化を予防できる可能性があることを明らかにすることができた。

【国際学会発表】

1. Hiroshi Sakamoto, Tomohisa Sakaue, Yosuke Kiriyama, Takuma Fukunishi, Takashi Nishimura, Shunji Uchita, and Izutani Hironori. Spatial transcriptomics reveals early pathological mechanisms in aortic valve stenosis. 39th EACTS annual meeting in Denmark, Copenhagen, moderated e-Poster. (2025)

②達成度

遺伝子改変マウスに対する空間トランスクリプトーム解析により、AS 病態進行における生体内での新たな分子機能を明らかにすることができた。また、当該研究を発表した国際学会では、各国の研究者・外科医と積極的にディスカッションすることができた。今後、査読プロセスを経て研究成果を公開する予定である。

謝辞

トランスクリプトーム解析を駆使した病態理解は、基礎医学研究にとって非常に有用な研究ツールであるが、動物実験などを通じた疾患治療標的分子の機能解析はトランスレーショナルサイエンスには重要である。基礎研究を臨床へと繋げ、さらに現代医療へと貢献を目指す上では若手研究活動支援事業による研究助成は本研究推進にとって非常に有意義なものとなりました。助成を頂きました関係者の皆様、研究をサポートいただきました全ての関係者の皆様へ厚く御礼申し上げます。今後とも若手研究者達への継続的な支援を賜りますようお願いいたします。

令和7年度 若手研究活動支援事業 研究成果報告書⑤

所属研究科・専攻コース・学年 (ポスドクの場合は部局・職名)	理工学研究科・理工学専攻・博士後期課程1年
氏名	松田 哲平

研究課題	DNA アプタマーの創出による新規がんバイオマーカー検出系の確立
------	----------------------------------

研究実績の概要

①研究成果

RNA はアデニン、ウラシル、グアニン、シトシンの4種の塩基から構成されるが、生体内ではこれらに多様な化学修飾が付加され、170種以上の修飾ヌクレオシドが存在する。これらの修飾ヌクレオシドは分解後に再利用されず血清や尿中へ排出されるため、その濃度変動はがんや感染症などの病態を反映するバイオマーカーとして注目されている。しかし、従来の解析法は質量分析法や免疫沈降法などに依存しており、高価な装置や専門技術を必要とする。このため、より簡便・迅速・低コストで修飾ヌクレオシドを検出可能な新規手法の開発が求められている。本研究では、修飾ヌクレオシドに特異的に結合するアプタマーを創出することで、修飾ヌクレオシドを高感度かつ低コストで迅速に検出する新規スクリーニング系を構築することを目的とした。検出対象としては、がん細胞中での高発現が報告されている修飾ヌクレオシドとして **ac⁴C**、RNA 修飾の中でも最も普遍的であるメチル化の反応産物である **S-アデノシル-L-ホモシステイン (SAH)** を選択した。さらに、高親和性かつ選択性の高いアプタマーを創出するために、RNA アプタマープールを使用して試験管内進化法を行った。2種類の方法論に基づき計12回の選抜を行った結果、それぞれ56.8%(ac⁴C)、42.6%(SAH)の選択性を持つプールが得られた。現在これらのプールについて次世代シーケンサーによる配列解析を行なっている。

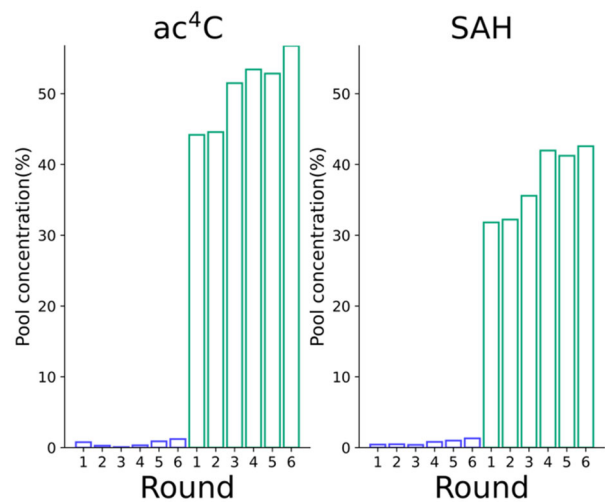


図1 アプタマープールの濃縮割合

②達成度

最終目標である修飾ヌクレオシドの高感度検出系の確立には現時点では至っていないものの、試験管内進化法を用いたアプタマー選抜において、**ac⁴C**および**SAH**に対して選択性を示すアプタマープールの獲得に成功した。これらの成果は、質量分析法や抗体法に依存しない検出系構築に向け

た重要な基盤である。さらに、本研究で確立した選抜プロセスは汎用性を有し、他の修飾ヌクレオシドや低分子化合物への展開も期待される。現在は次世代シーケンサーによる配列解析を進めており、今後の高機能アダプターの同定および検出系構築への展開が期待される。以上から、本研究課題は当初の計画に基づき概ね計画通りに進行していると考えられる。

謝辞

本研究の遂行にあたり、ご支援を賜りました寄附者の皆様に、心より深く御礼申し上げます。本事業経費により、修飾ヌクレオシドを簡便・迅速・低コストで検出する新規スクリーニング技術の検討を進めることができ、研究基盤の整備と実験の推進に大きな助けとなりました。本支援は、研究活動を支えるのみならず、新たな学術的知見の創出に向けた大きな励みとなっております。ここに改めて深く感謝申し上げますとともに、本研究成果をさらに発展させ、学術および社会へ還元できるよう一層努めてまいります。

令和7年度 若手研究活動支援事業 研究成果報告書⑥

所属研究科・専攻コース・学年 (ポスドクの場合は部局・職名)	理工学研究科・理工学専攻・博士後期課程3年
氏名	光井 和輝

研究課題	光電融合デバイス応用に向けたガラス薄膜の導電率測定方法の確立
------	--------------------------------

研究実績の概要

①研究成果

我々は、透明で高い電気伝導性を持つ酸化物ガラスの創製を目指し、電気を流さない「絶縁体」と信じられていた酸化物ガラスにおいて、金属並みに高い電気伝導性を実現した。

窓ガラスを代表とする酸化物ガラスは電気を流さない絶縁体である。しかし、酸化物ガラスが電気をよく流すようになれば、「光」と「電気」の両方の機能性を兼ね備えた新しい電子デバイス「光電融合デバイス（光変調素子や光センサーなど）」として応用できる。光電融合デバイスは電気信号の代わりに光信号を用いることで、消費電力を1/10以下に抑え、通信速度は最大5倍に向上する。このような背景から、光学的透明性と高い電気伝導性を両立する新しい酸化物ガラスの創製に取り組んだ。

今回、タングステンリン酸塩 ($\text{WO}_3\text{-P}_2\text{O}_5$) 系ガラスを作製した。作製プロセス中に水素雰囲気還元熱処理することでガラス内部に電子を生み出し、金属のような高い電気伝導性を示す。電気の流れやすさ（導電率）を評価するために、ガラス試料と電極の安定した接触が不可欠である。そこで、本申請で購入させていただいた「テストポジショナー」を使用した。これはマイクロメートル単位で電極位置を調整できる装置である。ガラス試料と電極の接触が安定したことで測定の際のばらつきが減り、導電率の高精度測定が可能になった。その結果、室温で $\sim 10 \text{ S/cm}$ という非常に高い導電率を安定して測定できた。酸化物ガラスとしては、これまでの報告において最も高い値である。

「テストポジショナー」を用いて交流導電率およびSeebeck係数を測定した結果、電子が金属に近い挙動を示す「縮退伝導」であることをバルクガラスで初めて実証した。また作製したガラスは、一部可視光の透過率を保持しつつ、近赤外域で高い透過率を有する。

以上の成果は、透明性と電気伝導性という相反する性質を同時に実現した新しい酸化物ガラスであり、光導波路や電極、光スイッチを一体化した次世代デバイスの基盤技術として応用できる。2025年12月には、国際誌 *Journal of Physics and Chemistry of Solids* に受理された。

【投稿論文】

1. K. Mitsui, S. Imada, S. Inoué, G. Tricot, K. B. Tayeb, H. Vezin, M. Mori, T. Katase, H. Hiramatsu, and A. Saitoh, “Degenerate n-type electrical conductivity in $\text{WO}_3\text{-P}_2\text{O}_5$ glasses with embedded WO_3 nanocrystals”, *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, Vol. 211 (2026) pp. 1134641-11346410.
2. K. Miyake, K. Mitsui, S. Imada, S. Inoué, M. Mori, and A. Saitoh, “Fluorine-doped tin borate semiconducting glasses with room temperature conductivity and visible light transmission”, *Journal of Non-Crystalline Solids*, Vol. 669, (2025) pp. 1238171-1238179.

【学会発表】

1. 光井和輝, 今田壮太, フゾンシュ, 井上紗綾子, 片瀬貴義, 平松秀典, 斎藤 全, “無毒元素のみで実現する酸化物バルクガラスのn型伝導”, 第86回応用物理学会秋季学術講演会, 口頭, 愛知, 2025年9月.

②達成度

申請時に掲げた「光電融合デバイス応用に向けたガラス薄膜の導電率測定方法の確立」は達成した。テストポジショナーによる精密な電極接触により、高精度測定が可能になった。特に、本研究は測定法の確立にとどまらず、縮退n型伝導を示す酸化物ガラスを実現した。今後は「透明で電気を流すガラス」の応用として、光と電気の機能性を兼ね備えた光電融合デバイスの実現を目指す。

謝辞

本研究は、若手研究活動支援事業によるご助成なくして遂行することはできませんでした。心より御礼申し上げます。ご支援を賜りましたおかげで、酸化物ガラスの光電融合デバイス応用に向けた先駆的な実験をおこない、国際原著論文2報、国内学会1件の成果を得ました。今後とも変わらぬご支援を賜りますよう、何卒よろしくごお願い申し上げます。

所属研究科・専攻コース・学年 (ポストクの場合は部局・職名)	理工学研究科・理工学専攻・博士後期課程3年
氏名	御崎 智也

研究課題	レアメタルフリー正極材料の開発:高容量・高サイクル特性を実現する革新的有機材
------	--

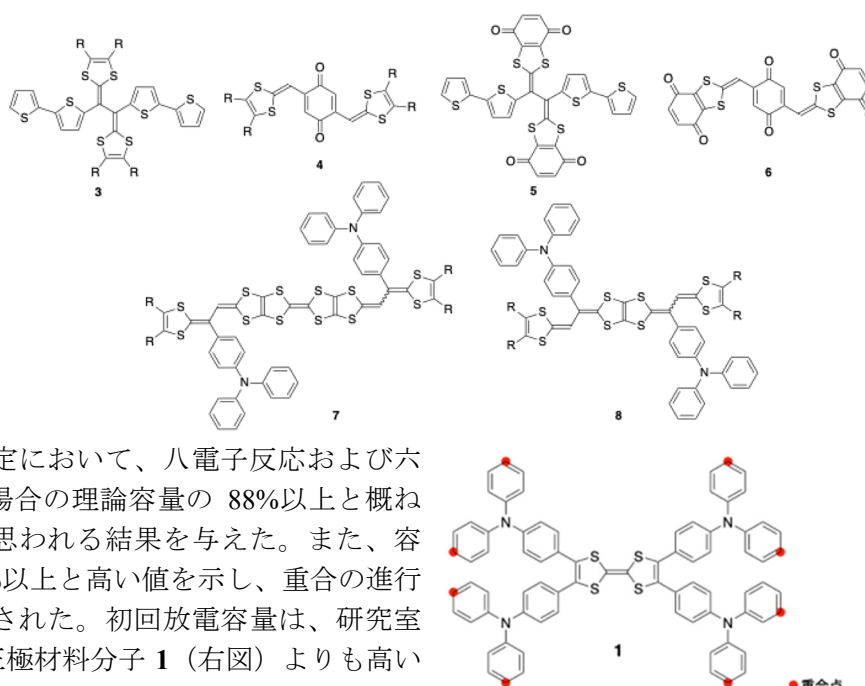
研究実績の概要

①研究成果

右下図の分子 **3-6** は申請時に有機正極材料の候補として提案した分子であり、実際に合成検討を行い、**3** と **4** の合成に成功した。それらのうち、ビチオフエン部位を重合部位とした分子 **3** を用いて充放電測定試験を行ったところ、初回放電容量は四電子反応を利用すると仮定した場合の理論容量の概ね全電子を利用できていると思われる結果を与えた。しかし、2回目から5回目にかけて放電容量が大幅に低下した。これはビチオフエン部位が充放電時に壊れたことが原因であると考えられる。この結果によりビチオフエンを重合部位として用いるのは困難であることが示唆された。次に **BQ** 部位を用いて高容量化を目指した分子 **4** を用いて充放電試験を行ったところ、分子 **3** 同様に2回目から放電容量の大幅な低下が確認された。これは **BQ** 部位の還元状態でアニオンとなった酸素と重合の際に脱離したプロトンが反応することで、**BQ** 部位の酸化還元が行えなくなったことが原因であると考えられる。その為、**BQ** 部位による高容量化は困難と結論づけた。

これらの結果を踏まえ、重合の進行が確認されているトリフェニルアミン (TPA) 部位を用いた右図の分子 **7**、**8** を新たに設計した。この分子は分子量の大きいTPA部位の数を減らし、1, 3-ジチオール環の比率を増やすことで高容量化を試みた構造である。本研究では、充放電測定を行うため様々な置換基を導入した **7**、**8** の合成を行った。

これらの分子は、充放電測定において、八電子反応および六電子反応を利用すると仮定した場合の理論容量の **88%以上** と概ね全ての電子を利用できていると思われる結果を与えた。また、容量保持率は100回充放電時に **66%以上** と高い値を示し、重合の進行による容量保持率の向上が観測された。初回放電容量は、研究室で開発した既存の重合可能有機正極材料分子 **1** (右図) よりも高い



値を示し、高容量化させることに成功した。

以上の結果のうち、分子 **7**、**8** の合成と酸化還元挙動ならびに充放電特性の結果について、下記の学会発表を行った。また、その内容を学術論文に投稿すべく、原稿を執筆中である。

御崎智也・瀬野太翔・芳野雄一郎・清水駿之介・吉村彩・白旗崇・林実・八尾勝・御崎洋二
“重合部位を有する新規TTF類の合成と性質”
第34回基礎有機化学討論会、2C04、名古屋、2025年9月(口頭発表、査読なし)

②達成度

研究計画に記載した、分子 **3** はピチオフェン部位が充放電測定中に壊れていることから重合部位として用いることは困難である。分子 **4** は **BQ** 部位が還元状態にて、重合時に発生したプロトンと反応する為、酸化還元が起こらなくなることが示唆された。しかし、**TPA** 部位を減らし、ジチオール環を増やすことで、電池内重合可能な分子の高容量化に成功した。これはこれまでの電池内重合可能な分子の欠点を克服し、今後の有機二次電池の研究開発に大きく貢献したと考えられる。

謝辞

本研究の遂行にあたり、多大なるご支援をいただき、心より御礼申し上げます。多大なご支援により本研究は円滑に推進され、有機二次電池の高容量化に成功し、意義ある成果を得ることができました。本成果は電池内重合の研究において重要な結果であると考えており、今後の研究に大いに貢献できるものと思われまます。この成果を基盤として研究を一層深化させ、学術的な発展に寄与できるよう、今後も一層努めてまいります。ここに深く感謝の意を表します。

令和7年度 若手研究活動支援事業 研究成果報告書⑧

所属研究科・専攻コース・学年 (ポスドクの場合は部局・職名)	連合農学研究科・生物生産資源学専攻・博士課程2年
氏名	平田 峻也

研究課題	エピゲノム編集技術の実用化と愛媛県農業生産物への社会実装を目指して
------	-----------------------------------

研究実績の概要

①研究成果

エピゲノム編集技術とは、特定の遺伝子のエピゲノム状態（DNAに付く目印やDNA配列の巻き取り方）を人為的に操作する技術である。エピゲノム状態は遺伝子が「いつ・どこで・どの程度」機能するかを決める役割を担っており、これを制御することで、DNA配列そのものに手を加えることなく、遺伝子の働きのみを調整することができる。遺伝子組換え技術やゲノム編集技術といったDNA配列を改変する従来技術とは異なるアプローチである。

植物におけるエピゲノム状態は、開花時期、果実成熟、病害や高温への応答など、様々な生命現象に深く関与している。そのため、エピゲノム編集技術は、地球温暖化などによる栽培環境の劇的な変化に対応し、気候変動や病害虫に強い新品種を迅速に開発するための有望な手法として期待されている。

現在私は、エピゲノム編集技術の実用化を目指して研究に取り組んでいる。これまでに、従来技術での課題であった「影響範囲の広さ」を改善するため、編集技術の構造を抜本的に見直すことで、従来の半分以下の範囲に抑えた高精度なエピゲノム編集を実現した。本成果については、ベルギーで開催された国際シロイヌナズナ会議(ICAR2025)にてポスター発表を行うとともに(図1)、論文として植物科学分野で上位25%(Q1)に分類される国際学術誌 *Plant and Cell Physiology* 誌に受理された。現在は、さらなる実用化を見据えて、イネなどへの応用を進めている。新たに、モデル植物のシロイヌナズナにおいてDNAメチル化誘導によって開花時期を遅らせることに成功している(図2)。その成果については、2本目の論文として発表に向けた準備を進めている。

将来的には、愛媛県ブランド柑橘「紅まどんな」への応用を目指し、花成時期を精密に制御することで、安定供給の実現に貢献したいと考えている。



図1. 国際学会の会場入り口にて

②達成度

申請時に掲げた技術開発の目標は概ね計画通り進行中である。加えて、国際学会での発表および学術誌への論文受理を通じて、研究成果を国内外へ発信することができている。現在は、当初計画を進展させた応用研究を進めている。

謝辞

本研究の遂行にあたり、多大なるご支援をいただき、心より御礼申し上げます。皆様のご支援のおかげで、エピゲノム編集植物の DNA 全体のメチル化状態を解析し、その影響範囲を高解像度で明らかにすることができました。その成果は論文として国際学術誌に受理されました。さらに、念願であった国際学会での成果発表の機会をいただき、海外研究者との交流を通じて新たな研究の視点を得ることができました。これらの成果と経験を活かし、今後もエピゲノム編集技術の発展に取り組むとともに、愛媛県ブランド作物への応用を通じて、地域をはじめとした社会への還元に努めてまいります。

令和7年度 若手研究活動支援事業 研究成果報告書⑨

所属研究科・専攻コース・学年 (ポストクの場合は部局・職名)	理工学研究科 特定研究員
氏 名	善本 真梨那

研究課題	最新鋭の X 線天文衛星 XRISM を用いたブラックホール降着・噴出現象の解明
------	--

研究実績の概要

①研究成果

ブラックホール (BH) や中性子星 (NS) の周囲では、極めて強い重力によって物質が円盤を形成しながら落ちていく。その過程で電磁波を放射し、ガスが噴き出すこともある。これらの降着・噴出現象は、宇宙の進化において重要な役割を果たしたと考えられている。本研究ではこれらの解明を目的として、以下の研究を実施した。

1.我々は X 線天文衛星 XRISM を用いて、BH 候補天体 SS433 について Fe 蛍光 X 線の精密分光を行った。輝線幅をケプラー回転によるものと仮定すると、これらは降着円盤の外縁部に由来することがわかった。また、輝線エネルギーの変動が軌道運動に由来する可能性を示唆した。さらに我々は、せいめい望遠鏡を用いた可視光観測を実施した。

論文: T. Takagi, M. Shidatsu, M. Yoshimoto (9th), et al., 2026, PASJ, 78, L8
Y. Sakai, S. Yamada, M. Yoshimoto (39th), et al., 2026, PASJ, psaf152

2.申請者は XRISM 搭載機器を用いた突発天体の探査・速報プロジェクト XRISM/Xtend Transient Search (XTS)を推進し、これまでに 56 天体の突発現象について速報してきた。本年度は、BH 候補天体の状態遷移と考えられる現象等を報告した。また、電波・可視光観測装置との連携観測網の構築を進めた。

国際研究会: M. Yoshimoto et al., XRISM International Conference 2025, poster #48, Oct. 2025
M. Yoshimoto et al., 同上, talk #2&poster #97, Oct. 2025 等

3.周辺環境が天体にもたらす影響に着目し、低重元素量矮小銀河に存在する I Zw 18 ULX の長期変動を調査した。XMM-Newton 衛星による最新の観測データを解析したところ、過去の観測から状態遷移していることを発見した。その特性より、本天体が太陽の数十倍の質量を持つ BH である可能性を示唆した。

国内学会: 善本他、日本天文学会 2026 年春季年会、京都産業大学、W20a、2026 年 3 月

4.標準降着の限界の明るさを超えて輝く NS の NGC 7793 P13 について長期変動を調査した。その結果、2021 年までに減光したものの 2022 年以降に増光に転じ、さらに自転周期の加速率が 2 倍に増加したことを発見した。また、これに伴い降着流の形状が変化したことを示唆した。

論文: M. Yoshimoto et al., 2025, ApJL, 993, L26

プレスリリース: 善本他、愛媛大学他、2025年10月等

5. これまで携わった装置開発の共著論文を複数出版した。また、XRISMの次期公募観測についても観測提案書を提出し更なる研究の拡張に努めた。

論文: H. Awaki, M. G. Baring, M. Yoshimoto (39th), 2025, ApJ, 994, 37 等



図1. 国際研究会での発表の様子

②達成度

XRISMを用いたBH候補天体SS433の観測について、解析結果を共著論文として出版した。また、申請者の率いるXTSでは日々の運用業務を行い、BH候補天体の状態遷移を速報することができた。また、国際研究会にて成果発表を行なった。以上より、当初の目標を達成することができた。

謝辞

このたびは若手研究者支援事業にご寄附いただき誠にありがとうございました。おかげさまで論文投稿、国内学会、国内・国際研究会、プレスリリースを通して成果を報告し、愛媛大学のプレゼンス向上に貢献することができました。また、次期観測公募への応募や新たな観測の実施など、これから始めようとする研究テーマについても準備を着実に進めることができました。未知なる宇宙の探究や発見を通して、皆様に宇宙の魅力を伝えられるよう精進いたしますので、今後ともよろしく願いいたします。

所属研究科・専攻コース・学年 (ポストクの場合は部局・職名)	農学研究科・研究員
氏名	高松 さくら

研究課題	歴史的沈香標本に基づく高級沈香の科学的プロファイル構築
------	-----------------------------

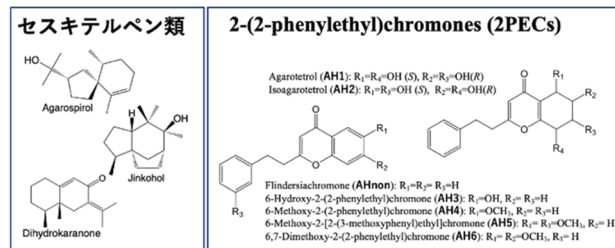
研究実績の概要

①研究成果

沈香は、ジンチョウゲ科 *Aquilaria* 属等植物 (ジンコウジュ) の幹の損傷部位に生成する芳香性樹脂であり、古来より香料や薬として高値で取引されてきた。しかし、その希少価値ゆえに過剰採取が進み、近年は特に高品質な天然沈香が市場から姿を消しつつある。

本研究は国際共同研究であり、フランスの博物館に保存される19世紀ごろに収集された歴史的沈香標本数点を対象とし、「真に高級な沈香とはどのような化学組成を持つのか」をテーマに成分プロファイルの解析を行った。

試料について各種溶媒抽出を行い、HPLC等により沈香特有の成分である2-(2-phenylethyl)chromone類(2PECs)の定性・定量分析を実施した。さらにGC-MSを用いてセスキテルペン類をはじめとする揮発性成分を分析し、香氣との関連を検討した。その結果、精油からは標本ごとに多様なセスキテルペン類が検出され、沈香の香氣の多様性が化学的に裏付けられた。一方で、2PECsについては予想に反して含有量が少ない試料も認められた。調査を進めると、先行研究では樹脂化が進行した沈香では2PECsが減少する例もあることが報告されており、本結果は高級沈香の特徴を反映している可能性がある。しかし、減少した2PECsがどのような成分へ変換され、香氣に寄与しているかについては不明点があり、現在も解析および論文化に向けた検討を進めている。なお、本研究の一部は学会にて報告した。また、昨年度にフランスに訪問したことが本研究の出発点となったが、その際の博物館訪問記録をこの度記事として執筆した。さらに助成期間中にはインドネシアを訪問し、沈香生産の現状視察と現地研究者との意見交換を行った。天然品沈香の採取が難しい現在、現地では栽培した沈香に人為的な傷をつけて沈香を生産する手法が取られるが、その品質は天然品に遠く及ばないという。本研究で得られた高級沈香の成分プロファイルは、今後の沈香品質改善に向けた重要な指針となることも期待された。



沈香から検出の報告がある化合物の一例

【発表等】

記事：高松さくら. フランスの医薬関連博物館および植物園見学報告. 薬史学雑誌第60巻2号, 157-160. 2025年12月掲載.

学会発表：Nicolas Baldovini, Sakura Takamatsu, Sylvie Michel, Olivier R.P.David. Analytical studies on ancient agarwood samples. 第69回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会. 2025年11月, 徳島.

②達成度（申請時の計画と比較して記載してください。）

概ね達成し、研究の進捗として満足のいく結果が得られた。しかし、研究結果から新たな調査課題も生じたため、引き続き調査が必要である。また、フランスとインドネシアの研究者との強固な共同研究関係を構築できたことは研究者の今後のキャリアにも資する非常に大きな収穫であった。



インドネシア訪問時に見せていただいた大きな沉香と共に。

謝辞

多大なるご支援を賜りました寄付者の皆様に、心より御礼申し上げます。貴重な歴史的沉香標本の分析および海外研究機関との連携を実現することができ、新たな知見の獲得へとつながりました。また、特に海外で様々な知識や刺激を得ながら研究を進めることは、若手研究者として貴重な機会となりました。ここに改めて深く感謝申し上げるとともに、今後も研究を発展させてまいります。