

東北大学附置研究所 若手アンサンブルプロジェクト 2024年度活動報告書

東北大学附置研究所・センター連携体
東北大学附置研究所若手アンサンブル
プロジェクトワーキンググループ



1. プロジェクトの経緯と活動の概要

東北大学では、金属材料研究所、加齢医学研究所、流体科学研究所、電気通信研究所、多元物質科学研究所、災害科学国際研究所、東北アジア研究センター、学際科学フロンティア研究所、材料科学高等研究所を東北大学研究所群として、その研究所長、センター長で構成される研究所長会議が、研究所連携プロジェクトを主導してきました。平成27年度には、研究所長会議において、これらの部局間の連携組織に「東北大学附置研究所・センター連携体」と新たに名称が付与されております。2017年10月より、新たに先端量子ビーム科学研究センター（旧：電子光理学研究センター）および未来科学技術共同研究センターが本連携体に加わりました。さらに、2021年度より、新たに国際放射光イノベーション・スマート研究センターが本連携体に加わりました。

本年度（2024年度）の各研究所長、センター長は下記のとおりで、研究所長会議代表は未来科学技術共同研究センターの湯上浩雄センター長です。

金属材料研究所 所長 佐々木 孝彦 教授
加齢医学研究所 所長 田中 耕三 教授
流体科学研究所 所長 丸田 薫 教授
電気通信研究所 所長 羽生 貴弘 教授
多元物質科学研究所 所長 福山 博之 教授
災害科学国際研究所 所長 栗山 進一 教授
東北アジア研究センター センター長 高倉 浩樹 教授
学際科学フロンティア研究所 所長 早瀬 敏幸 教授
材料科学高等研究所 所長 折茂 慎一 教授
先端量子ビーム科学研究センター センター長 大西 宏明 教授
未来科学技術共同研究センター センター長 湯上 浩雄 教授
国際放射光イノベーション・スマート研究センター センター長 千葉 大地 教授

2015年度より、東北大学附置研究所・センター連携体の活動の一環として、若手研究者を中心とする研究交流・連携、および研究所間共同研究の促進を目的に、東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクト（以下、研究所若手アンサンブルプロジェクト）が発足しました。上記の各研究所・センター・機構（以下、各研究所）からワーキンググループのメンバーが集まり、博士研究員や大学院生を含む若手研究者を主とした学内研究者ネットワークの強化、および部局間共同研究の支援、外部研究費獲得の促進を目的として、研究所間の連携を深める活動を企画・運営してきました。

2024年度は、ワーキンググループメンバー3名の交代があり、新たな体制で活動を行いました。

これまで研究所若手アンサンブルプロジェクトでは、本学附置研究所・センター連携体所属の若手研究者を中心とする部局間共同研究を促進・強化することを目的とし、ワークショップを実施してきました。2024年度は、昨年度までのコロナ禍の影響が緩和され、ワークショップ内での懇親会の形式についても議論を深めました。とくに若手研究者からの要望もあり、懇親会をワー

クシヨツプ後の夕刻ではなく、昼に実施するランチ懇親会を新たに実施しました。参加者からも概ね好評な意見をいただいております、今後も継続して実施できればと考えています。また昨年度同様にワークショップを5月・12月の2回開催とすることで、研究者間交流の促進に努めました。なお例年に則し、12月に開催したワークショップでは、本年度グラント採択課題の中間成果報告も兼ねて実施しました。

また、これまでの研究所若手アンサンブルプロジェクトに則り、研究支援の一環として、若手研究者アンサンブルグラント新規課題の公募を4月に開始し、抽選方式により6月に採択課題を決定しました。また、若手研究者アンサンブルグラント新規課題によって生まれた研究の芽を伸ばすため、継続した研究を支援する若手研究者アンサンブルグラント継続課題の公募を12月に開始しました。継続課題では審査会を2月に開催し、口頭発表・議論を行った上で、一人2票の投票で上位2課題を採択する形式を採用しました。

本報告書に、これらの実施内容および資料等をまとめます。今後、これらの活動をさらに充実させて、研究所間の連携を深化させていきたいと考えております。引き続き、皆様のご理解とご協力をいただけますようお願い申し上げます。

2. 2023 年度研究所若手アンサンブルグラント新規課題 成果報告書

研究所間の共同研究の促進を目的として、複数研究所の所属研究者で構成される共同研究グループに対して研究費を支援する「2023 年度若手研究者アンサンブルグラント新規課題」の公募を企画・実施しました。採択課題 17 件の成果報告を掲載します。なお、ここでは、提出された報告書から、申請中および申請予定の外部研究費の情報を削除しています。

これらの共同研究の実施により、報告書提出の時点（2024 年 7 月）で、5 報の論文掲載、31 件の学会発表、3 件の受賞の成果が挙げられたことが報告されました。また、外部研究費に関しては、11 件総額 159,130 千円が獲得されました。

表 2-1 2023 年度若手研究者アンサンブルグラント新規課題採択結果

エントリー 番号	研究課題名	◎研究代表者 共同研究者	所属・職名
3	新奇準一次元半導体 NbTe ₄ を用いた異 方性電界効果トランジスタの創出	◎唐 超	学際フロンティア研究所・助教
		双 逸	材料科学高等研究所・助教
4	腎性貧血マウス ISAM を用いた新規酸 素感知機構の解明	◎関根弘樹	加齢医学研究所・講師
		鈴木教郎	未来科学技術共同研究センター・教授
		中井琢	医学系研究科・助教
7	Search for Stable, Active, and Cost- effective TMXA/TMXB Heterostructure Materials for Electrocatalysis	◎Hao Li	材料科学高等研究所・准教授
		Xintong Zhao	農学研究科・助教
		Li Wei	The University of Sydney・講師
9	Exploring Next-generation Closo-type Complex Hydride Electrolytes Based on Machine Learning Prediction and Experiments	◎Egon Campos dos Santos	材料科学高等研究所・特任助教
		Kazuaki Kisu	金属材料研究所・助教
17	乳児の睡眠と社会情緒的発達	◎Chia-huei Tseng	電気通信研究所・准教授
		Sachiko Kiyama	文学研究科・准教授
20	陸産貝類における這跡粘液と種認識に 関する研究	◎木村一貴	東北大学東北アジア研究センター・助教
		岩寄航	東北大学生命科学研究科・特任助教
		清水啓介	早稲田大学教育・総合科学学術院・技官
22	Proteomics analysis-aided photocatalytic global profiling of RNA G-quadruplex- protein interactions	◎Ahmed Mostafa Ahmed Ibrahim Abdel Hady	多元物質科学研究所・助教
		Shinichi Sato	学際フロンティア研究所・助教

23	強相関有機導体の非平衡電子物性の開拓—強電場誘起された低抵抗状態のキャリアダイナミクス—	◎井口 敏	金属材料研究所・准教授
		伊藤弘毅	理学研究科・助教
24	ガス拡散電極からなる CO2 電解触媒電極の精密設計と電極構造解析	◎岩瀬 和至	多元物質科学研究所・講師
		轟 直人	環境科学研究科・准教授
26	Exploring the Activity Origin of Cobalt Sulfides for Electrocatalytic NH3 Synthesis	◎Tianyi Wang	材料科学高等研究所・ポスドク
		Zijun Yin	農学研究科・学生（博士）
28	高効率光カソード構築を志向した p 型半導体膜作製法の開発	◎押切 友也	多元物質科学研究所・准教授
		菅居 高明	学際フロンティア研究所・教授
		庄司 衛太	工学研究科・准教授
32	空気中の酸化物固体電解質の加水分解のリアルタイム視覚化	◎程建鋒	材料科学高等研究所・准教授
		柿沼洋	金属材料研究所・助教
33	金属錯体ナノ粒子を用いた高輝度高速シンチレータの開発	◎鈴木龍樹	多元物質科学研究所・助教
		藤本 裕	工学研究科・准教授
37	酵素中心模倣キラル五座配位子／金属錯体を触媒とする不斉酸素添加反応の開発	◎田原 淳士	学際科学フロンティア研究所・助教
		笹野 裕介	薬学研究科・講師
		権 垠相	理学研究科 巨大分子解析研究センター・准教授
39	数学トポロジーと流体科学の融合による複雑構造内の流動特性評価	◎宮永 潤	流体科学研究所・ポスドク
		宇田 智紀	材料科学高等研究所・助教
		鈴木 杏奈	流体科学研究所・准教授
40	超伝導-キラルらせん磁性二層系で探る渦糸格子と磁気ソリトンの協奏的ダイナミクス	◎岡田 達典	金属材料研究所・助教
		正木 祐輔	工学研究科・助教
41	アラスカ先住民コミュニティの貝毒問題に対するリスクコミュニケーションモデルの構築	◎石井 花織	東北アジア研究センター・学術研究員
		中野 久美子	医学部医学系研究科・助教
		岩花 剛	アラスカ大学・国際北極研究センター・特任助教

新奇準一次元半導体 NbTe₄ を用いた異方性電界効果トランジスタの創出

研究代表者名、および共同研究者名
唐 超^{1,2}、双 逸³

所属部局

¹学際科学フロンティア研究所 (FRIS)、²電気通信研究所 (RIEC)、³材料科学高等研究所 (AIMR)

1. 研究目的

近年、モノのインターネット (IoT) の発展が顕著であり、超スマート社会の実現が強く期待されていることから、高性能且つ低消費電力の電子デバイス集積技術と高速メモリ材料が求められている。申請者が研究している NbTe₄ 薄膜は相変化材料でありながらトポロジカル絶縁体でもある特異な性質を示す。現段階では相変化メモリの開発に取り組んでいるが、同時にそのトポロジカル絶縁体の異方性を調査すれば、NbTe₄ の低次元方向におけるキャリア輸送のメカニズムを解明することができるだけでなく、超伝導効果による超低消費電力デバイスへの展開も期待できる [1]。

本研究は、NbTe₄ の異方性電界効果トランジスタ (AFET) の作製と、そのゲート効果と電気特性の結晶方向依存性の考察と共に、AFET の異方性を応用した次世代相変化メモリ集積化の実現を目的とする。具体的には以下の三つを主軸として研究を展開する：

①AFET 電気特性及び相変態温度依存性の考察：NbTe₄ はトポロジカル絶縁体であり、低温状態で Mott 転移が起こり、超伝導性が現れる。AFET チャンネル電流の低温温度依存性を測定することにより、その超伝導転移温度が考察でき、更に転移温度と結晶異方性の依存性も考察する。

②相変化メモリデバイスの集積化：NbTe₄ の相変化において、300°Cでアモルファス相から結晶相に相変化し、抵抗が大きく変化する。その特性を利用した相変化メモリの開発に期待ができる。本研究ではプロトタイプ AFET を試作・評価することで、将来的に AFET を集積化する際の最適結晶方位を見極める。また、成膜の結晶方位評価・制御技術を開発し、最適方向に電極を集積化する方法を模索する。

③NbTe₄ 異方性に関する学理構築：AFET に異なるゲート電圧を印加し、チャンネル内のキャリア密度を制御しながら、前述の電気特性異方性と転移温度を測定する。異方性と相変化温度とキャリア密度の依存関係を分析することにより、NbTe₄ の電気輸送特性とトポロジカル絶縁性・超伝導性のメカニズムを見極め、関連の学理を構築する。

2. 研究方法

申請者が成膜させた薄膜 NbTe₄ 結晶は、b 軸の配向があり、[001] 方向から観察すると原子が一行に並ぶ一次元材料となっており、[100] 方向からは二次元層状化合物となるような、原子配列の次元が方向により変わる準一次元半導体である。そのため、NbTe₄ の光学特性と電気特性が強い方向依存性を有していることが容易に予想できる。本研究は電気特性の評価から着手し、その異方性を考察する。以下の計画に沿って研究を推進する。

①NbTe₄ 薄膜結晶成長：RF スパッタを用いて NbTe₄ 薄膜を成膜し、アモルファスの NbTe₄ を成長させる。その後、300~400 度熱処理によりアモルファス薄膜を Tetragonal 相に結晶化

させる。基板垂直方向の透過電子顕微鏡 (TEM) 像に示しているように、各結晶ドメインが [010] 方向に一致しているが、面内にランダムに核生成・成長している。

②各結晶粒の面方位評価：走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて①で成長させた NbTe₄ 結晶を観察する。図 (C) のように各ドメインの位置を確定する。その後、SEM 中の後方散乱電子回折 (EBSD) マッピングを用いて各ドメインの結晶方位を測定する。

③AFET のデバイス作製：②で測定した結晶方位に合わせ、UV リソグラフィ及び電子ビームリソグラフィを用いて二次元構造の結晶方位と一次元構造の結晶方位に沿って電極パターンを描画し、電子ビーム金属蒸着装置を用いてソース、ドレイン電極を成形する。その後、原子層堆積 (ALD) を用いて誘電膜 (アルミナ、SiN 化合物など) を成膜させる。再度 UV リソグラフィ、電子ビームリソグラフィ及び電子ビーム金属蒸着装置を駆使してゲート電極を形成し、AFET デバイスを作製する。

④NbTe₄ の電気異方性考察：③で作製した AFET のソースドレイン電流電圧特性を測定する。その方向依存性を定量的に考察する。その後、ゲート電圧を印加しながらソースドレインの電流電圧特性を測定し、ゲート変調の様子を分析することによりチャンネルのキャリア輸送特性を定量的に考察する。

⑤メモリデバイスとする AFET の異方性考察：AFET チャンネルを相変化させる電圧シングルパルス印加し、チャンネル導電率の変化により相変化に必要な閾電圧及び相変化の応答速度を考察する。異なる結晶方位を持つ AFET において再度実験を行い、より速い応答速度と低い閾電圧の結晶方向を特定する。最後に、ゲート電圧でチャンネル内のキャリア密度を制御しながら応答速度と閾電圧の温度依存性を考察する。キャリア密度と相変化特性の相関を分析することにより、NbTe₄ の相変化メカニズムを見極める。

3. 結果および考察

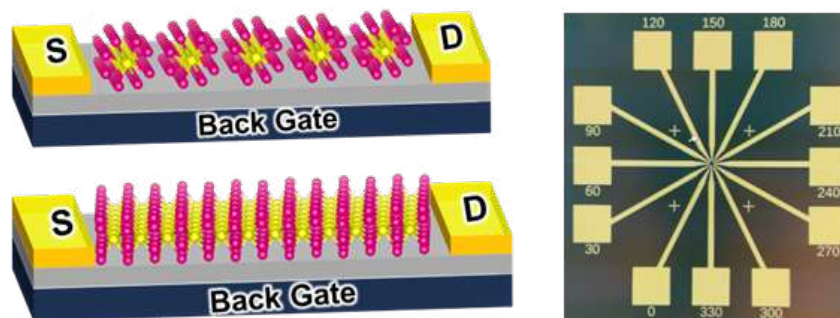


図1 AFET の概念図とその顕微鏡写真

本研究では、NbTe₄ 結晶をあらゆる方向から接続する電極を持つ特殊な異方性電界効果トランジスタ (AFET) を開発した。この AFET セットアップにより、NbTe₄ の異方性特性を包括的に探索することが可能になり、異なる方向における NbTe₄ のユニークな電子的および光学的特性に光を当てることができる (図 1)。また、NbTe₄ の光学特性についても考察し、角度依存のラマン分光法により各格子振動モードを調査した。励起光源は偏方向付きの 532nm レーザーを選択し、落射方向のからのラマン散乱強度を考察した。入射電磁波の水平方向において、B1U モードが顕著となりながら、電磁波の垂直入射方向において、A1G モードの強度が大きいと示されている。それが NbTe₄ の原子鎖の垂直方向と水平方向による格子振動に由来するものと考えられる (図 2)。以上の結果は、NbTe₄ は結晶構造由来の巨大異方性を有していることを明らかにした。

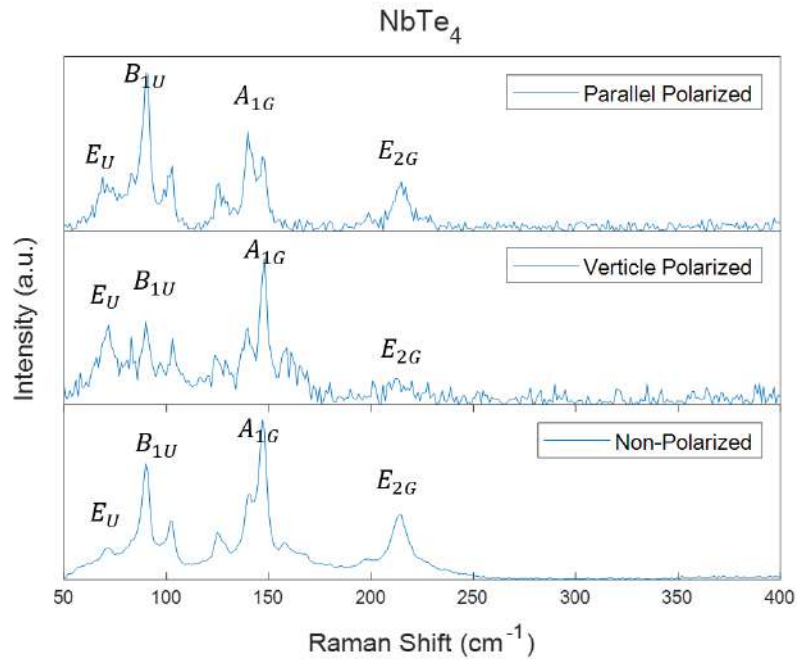


図 2. NbTe₄ の異方性ラマン分光測定、上：水平偏光方向、中：垂直偏光方向、下：円偏光の励起光源により測定したラマンスペクトル

4. 結論

本研究において、異方性トランジスタ AFET の作成と励起光偏光角度依存のラマン分光測定を行い、NbTe₄ は結晶構造由来の巨大異方性を有していることを明らかにした。

5. 参考文献

1. Shuang, Yi, et al. "NbTe₄ Phase-Change Material: Breaking The Phase - Change Temperature Balance in 2d Van Der Waals Transition - Metal Binary Chalcogenide." *Advanced Materials* (2023): 2303646.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

関連結果を一回国内学会に発表する予定である。

7. 外部研究費等申請

獲得：該当なし

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費	0	
消耗品費	0	
旅費	0	
謝金・人件費	0	
その他	500,000	2"LT-GaAs Wafer (ウエハ) 2 個

腎性貧血マウス ISAM を用いた新規酸素感知機構の解明

関根弘樹¹、鈴木教郎^{2,3}、中井琢³

所属部局

¹加齢医学研究所、²未来科学技術共同研究センター、³医学系研究科

1. 研究目的

酸素は多くの生物が生存するために必須の元素であるので、酸素濃度の低下を感知するための分子機構を細胞は備えている。その最も代表的な機構として PHD (Prolyl Hydroxylase Domain Containing Protein)-HIF (Hypoxia inducible factor) 経路が知られている。しかしながら HIF による低酸素に対する応答は、特に長く続く低酸素(慢性低酸素; 1% O₂ > 24hrs) などでは減弱していることが報告されており(参考文献 1)、PHD-HIF を介さない新たな酸素感知機構の存在も示唆されていた。

そこで私たちは慢性低酸素と密接な関わりが指摘されている炎症系での酸素感知機構とりわけ慢性的な低酸素(1% O₂, 6days)での炎症反応を調べることにした。慢性低酸素に曝されたマクロファージでは LPS (LipoPolySaccharide) による炎症性サイトカインの発現誘導が、通常酸素(20% O₂, 6days)のマクロファージに比較して顕著であることを発見した。さらに急性低酸素(1% O₂, 12hrs)にした場合も同様に検討したところ、HIF の標的遺伝子は、急性、慢性低酸素のどちらでも上昇している一方で、急性低酸素でのサイトカイン発現は通常酸素の場合と同等であった。この慢性低酸素による炎症性サイトカインの過剰な活性化が HIF1alpha を介しているかを調べるためノックアウトマクロファージを用いて解析したところ、HIF の標的遺伝子である Bnip3 は HIF1alpha 抑制により顕著に抑制される一方、炎症性サイトカイン I16 は、慢性低酸素での過剰な発現を抑制できなかった。これらの結果は慢性低酸素では PHD-HIF を介さない新たな酸素感知機構があることを強く示唆する。そこでマクロファージにおいてメタボローム解析を行なったところ、活性型ビタミン B6 であるピリドキサル、PLP の著しい低下を認めた。活性型ビタミン B6 である PLP は、PNPO 依存的に合成されるが、この酵素は反応に酸素を用いる。そのため PNPO は新規の酸素感知分子として同定された。

PNPO-PLP 軸による新たな酸素感知機構を生体レベルで調べるために、慢性低酸素モデル動物の使用が必須であった。共同研究者の鈴木先生のグループは、赤血球成熟に必須のホルモンであるエリスロポエチンが、主要な産生臓器である腎臓で作ることができなくなったマウス Inherited Super-Anemic Mice (ISAM) を作製した(参考文献 2)。ISAM は腎性貧血となり全身性に慢性低酸素を呈しており、私たちの研究を推進する上で最適の動物モデルであるため、共同研究を行なった。

2. 研究方法

慢性低酸素モデルマウス ISAM とコントロールマウスから腹腔内にチオグリコレートを注射した 3 日後に、無菌的に誘導した腹腔内マクロファージを採取した。慢性低酸素モデルマウスの血漿成分のメタボローム解析を行い、変動している代謝物を網羅的に調べた。

3. 結果および考察

研究目的に記した慢性低酸素で分化させた骨髄性マクロファージの結果から予想される通り、慢性低酸素モデルマウスの腹腔内マクロファージでは、コントロールマウスに比較して LPS 処理後の I16 などの炎症性サイトカインの有意な上昇が確認された(図 1)。一方で両マウス

から採取した骨髄由来マクロファージを通常酸素下で分化させた場合には、両者の違いは見出されないので、遺伝子的な違いではなくマクロファージが分化する時の酸素濃度が重要であることが慢性低酸素を呈するマウス個体においても確かめられた。

ISAM の血漿成分のメタボローム解析において、PLP の有意な現象が認められた。これも慢性低酸素のマウスでは、PNPO の活性低下が全身的に引き起こされ PLP 量の減少が引き起こされるものと考えられた。

4. 結論

本研究から PHD-HIF 経路での低酸素応答分子機構とは独立したビタミン B6 合成を介した低酸素感知機構が貧血を呈する慢性低酸素モデルマウスでも機能していることが明らかとなった(図2)。比較的長く続く低酸素では、酸素依存的な活性を示す PNPO の酵素活性が低下し PLP の合成が低下する。結果細胞内の PLP 濃度が減少し、PLP 依存的に合成される超硫黄の細胞内存在量が低下、リソソーム活性の低下を引き起こし炎症性サイトカインの活性化の亢進が引き起こされる。今回の ISAM を用いた結果を含めて最近 Nature Metabolism 誌に論文を発表することができた。

5. 参考文献

- Ulrike Bruning et al. MicroRNA-155 promotes resolution of hypoxia-inducible factor 1alpha activity during prolonged hypoxia *Mol Cell Biol.* 2011 Oct;31(19):4087-96. doi: 10.1128/MCB.01276-10. Epub 2011 Aug 1.
- Shun Yamazaki, Tomokazu Souma, Ikuo Hirano, Xiaoqing Pan, Naoko Minegishi, Norio Suzuki, Masayuki Yamamoto A mouse model of adult-onset anaemia due to erythropoietin deficiency *Nat Commun.* 2013;4:1950. doi: 10.1038/ncomms2950.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

論文

*Hiroki Sekine, Haruna Takeda, Norihiko Takeda, Akihiro Kishino, Hayato Anzawa, Takayuki Isagawa, Nao Ohta, Shohei Murakami, Hideya Iwaki, Nobufumi Kato, Shu Kimura, Zun Liu, Koichiro Kato, Fumiki Katsuoka, Masayuki Yamamoto, Fumihito Miura, Takashi Ito, Masatomo Takahashi, Yoshihiro Izumi, Hiroyuki Fujita, Hitoshi Yamagata, Takeshi Bamba, Takaaki Akaike, Norio Suzuki, Kengo Kinoshita, *Hozumi Motohashi PNPO-PLP axis senses prolonged hypoxia in macrophages by regulating lysosomal activity *Nat Metab.* 2024 May 31. doi: 10.1038/s42255-024-01053-4. (* corresponding authors)

学会発表

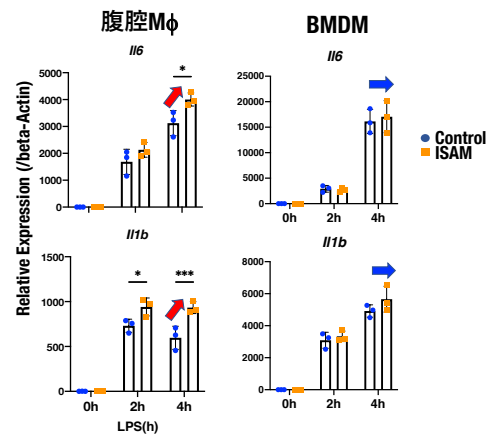


図 1 ISAM とコントロールマウスから採取した腹腔内マクロファージと骨髄由来マクロファージでの LPS 誘導性炎症性サイトカインの発現

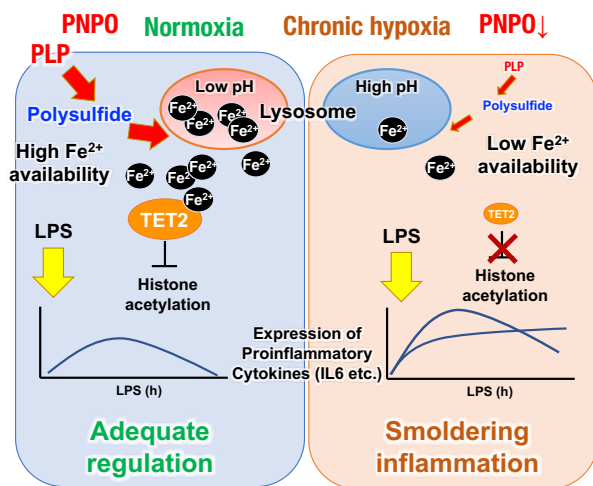


図 2 PNPO-PLP 制御軸による慢性低酸素におけるマクロファージ炎症応答の変化

1. 関根弘樹「代謝物を介した新規低酸素感知システム」 第9回 がん代謝研究会 2023年6月1日
2. 関根弘樹「慢性低酸素の感知機構」第82回日本癌学会学術総会 2023年9月22日
3. 関根弘樹「Molecular oxygen sensing mechanism through supersulfides in prolonged hypoxia」第96回日本生化学会大会 2023年11月1日
4. 関根弘樹「PNPO-PLP システムによる低酸素感知機構。」第46回日本分子生物学会年会. 2023年12月7日

7. 外部研究費等申請

獲得：基盤研究B「新規酸素感知機構 PNPO-PLP システムによる生体内低酸素への応答・適応機構の解明」関根弘樹 2000万円

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費	0円	
消耗品費	464640円	窒素ボンベ 充填・7リユベイ など
旅費	30520円	9月9日：旅行先:東京, 目的:低酸素研究会参加など
謝金・人件費	0円	
その他	4840円	Value Read シーケンス プレミックス 8連チューブ 8本

Search for Stable, Active, and Cost-effective TMXA/TMXB Heterostructure Materials for Electrocatalysis
Principal investigator and co-investigators Hao Li, Xintong Zhao, Li Wei
Advanced Institute for Materials Research; 農学研究科; The University of Sydney

1. Goals of the project

Electrochemical conversion technologies are promising strategies to achieve sustainable energy in the future, utilizing green energy to catalyze conversions of abundant molecules into value-added products. Effective catalysts are vital in facilitating their industrial application, but exploring high-performance and low-cost catalysts is an open challenge. Current experimental and theoretical screening are trial-and-error processes, which are time-consuming and resource-intensive. This research project combined data mining, experimental verification, electrochemical surface state analyses, and pH-field coupled microkinetic modeling to accelerate catalyst design. Following the results of data mining, experimental and theoretical studies verified that Sb_2WO_6 has superior performance under oxygen reduction reaction (ORR) in acidic media.

2. Methods

Python codes were developed based on the Python Materials Genomics (Pymatgen) library to conduct data mining of the Materials Project database. The “from pymatgen. ext. matproj import MPRester” can activate the Materials Project Applicant Programming Interface (API) to obtain materials’ information from the database.¹⁻² The data mining for stable MO catalysts was enabled by comparing phase diagrams and Pourbaix diagrams obtained from “pymatgen.analysis.phase_diagram” and “pymatgen.analysis.pourbaix_diagram”, respectively. An open-source app framework, Streamlit, was employed to build the search engine of our results. All calculations were performed using the density function theory (DFT) implemented in the Vienna Ab initio Simulation Package (VASP).³
⁴ In addition, XRD and three-electrode configuration investigate the catalysts’ characterization and ORR performance.

3. Results and discussion

This project integrates data mining with experimental validation to identify stable electrocatalysts and propose an efficient strategy to investigate novel catalysts in electrochemical reactions. After analyzing the opportunities and challenges of data mining, the strategy combined data mining and experiments to identify low-cost metal oxide (MO) electrocatalysts. A series of MO electrocatalysts were identified (Fig. 1a-c) as potential candidates by data mining for various reactions through computational materials databases. These candidates were selected based on their predicted stability at specific pH and potentials. The results show that Sb_2WO_6 exhibits high stability under oxygen reduction reaction (ORR) in acidic media while demonstrating instability under high-pH conditions (Fig.1 d). This finding highlights the importance of pH in the stability and performance of MO electrocatalysts.

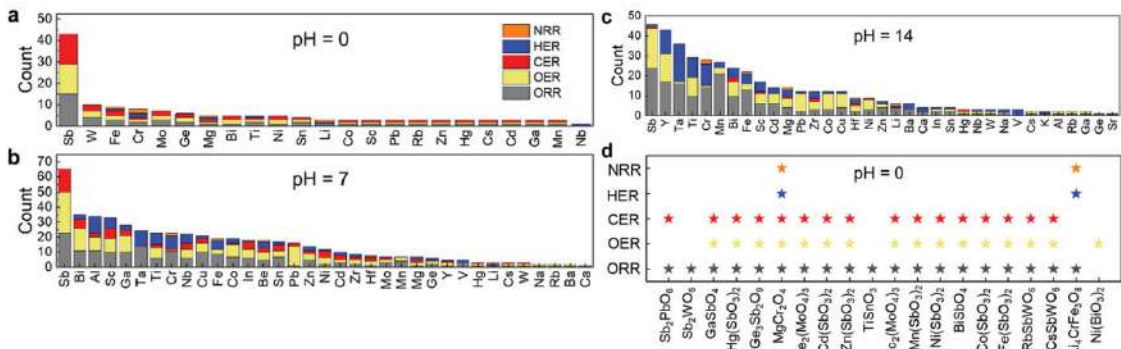


Fig. 1 Statistical analysis of the defined stable catalysts after data mining. Statistics of the metal elements from the defined stable MOs at a) pH 0, b) pH 7, and c) pH 14 for NRR, HER, CER, OER, and ORR. d) Identified stable MOs under pH 0 for the five electrochemical reactions.

However, this contradicts the subsequent experimental observation in alkaline conditions. Based on the post-catalysis characterizations, surface state analysis and an advanced pH-field coupled microkinetic modeling are developed, it is found that the Sb_2WO_6 surface will undergo electrochemical passivation under ORR potentials and form a stable and 4e-ORR active surface. Sb_2WO_6 surfaces tend to be covered by O-containing molecules at moderate or high potentials, while they form hydrogen vacancies coverage at low potentials. In the ORR potential window, the Sb_2WO_6 surface is occupied by up to 1/2 monolayer (ML) HO^* (Fig. 2). This suggests an electrochemical oxidation process of Sb_2WO_6 , leading to the blockage of some surface cation sites under ORR potentials. This results in a semi-passivation layer that prevents the leaching of the cations. Theoretical results agree with experimental observation, suggesting that data mining is promising for exploring electrocatalysts. A refined strategy is necessary to be further developed by considering the electrochemistry-induced surface stability and activity. Theoretical results agree with experimental observation, suggesting that data mining is promising for exploring electrocatalysts. A refined strategy will be further developed by considering the electrochemistry-induced surface stability and activity.

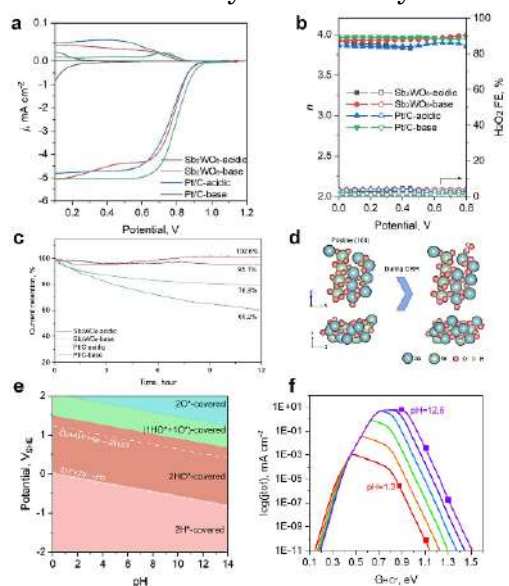


Figure 2 ORR activity and stability in acidic and alkaline electrolytes. a) ORR LSV curves, and b) the calculated electron transfer number (n) and H_2O_2 Faradaic efficiency obtained

in acidic and alkaline electrolytes. c) Chronopotentiometry curves of the catalyst in different electrolytes collected for 12 h. d) The stoichiometric pristine surface of $\text{Sb}_2\text{WO}_6(100)$ and its identified electrochemistry-induced surface state under ORR conditions from different views. e) Calculated surface Pourbaix diagram of Sb_2WO_6 . f) pH-dependent microkinetic modeling of the ORR process at 0.8 V_{RHE} .

4. Conclusions

Traditional experimental and theoretical methods are inadequate for meeting the evolving demands of catalyst design. Integrating data mining and first-principles calculations could effectively refine strategies for investigating electrochemistry-induced surface stability and activity to overcome limitations. Data-driven methods present novel opportunities for predicting substrate-catalyzed growth and comprehending catalytic performance. In the future, our focus lies in leveraging other AI techniques (such as machine learning) to tackle complex challenges and expedite progress within the catalysis community from both experimental and theoretical perspectives and through the synergistic integration of experimental data and theoretical insights, offering powerful AI-driven models and tools for advancing catalytic research and accelerating the development of innovative catalyst materials.

5. References

1. O. Vinogradova, D. Krishnamurthy, V. Pande, V. Viswanathan, *Langmuir* 2018, 34, 12259.
2. S. Lutfalla, V. Shapovalov, A. T. Bell, *J. Chem. Theory Comput.* 2011, 7, 2218.
3. T. Lim, G. Y. Jung, J. H. Kim, S. O. Park, J. Park, Y.-T. Kim, S. J. Kang, H. Y. Jeong, S. K. Kwak, S. H. Joo, *Nat. Commun.* 2020, 11, 412.
4. W. T. Hong, M. Risch, K. A. Stoerzinger, A. Grimaud, J. Suntivich, Y. Shao-Horn, *Energy Environ. Sci.* 2015, 8, 1404.

6. Publication, presentation, awards, and patents

X. Jia, Z. Yu, F. Liu, H. Liu, D. Zhang., E. C. D. Santos, H. Zheng, Y. Hashimoto, Y. Chen, L. Wei*, and H. Li*, "Identifying Stable Electrocatalysts Initialized by Data Mining: Sb_2WO_6 for Oxygen Reduction", *Advanced Science*, 2024, 11, 2305630.

7. Application for other grants

8. Expenses

Items	Amount (JPY)	Details
Equipment	1,423,596	RC C-Server 2U Intel XeonGold6338 128GB 一式
Supplies	NA	NA
Travel expense	76,404	May 9th to May 16th., Shanghai, invited talk
Personnel expense	NA	NA
Other	NA	NA

Exploring Next-generation Closo-type Complex Hydride Electrolytes Based on Machine Learning Prediction and Experiments

©Egon Campos dos Santos ¹
材料科学高等研究所¹

Kazuaki Kisu ¹
金属材料研究所 ¹

1. Goals of the project
2. Methods
3. Results and discussion
4. Conclusions
5. References
6. Publication, presentation, awards, and patents
7. Application for other grants

8. Expenses

Items	Amount (JPY)	Details
Equipment		
Supplies		
Travel expense		
Personnel expense		
Other		

乳児の睡眠と社会情緒的発達

Chia-huei Tseng¹ & Sachiko Kiyama²

¹Research Institute for Materials Research, ²Department of Linguistics,
Graduate School of Arts and Letters

1. Goals of the project

社会的文脈で適切にふるまうためには、他者の意図を正しく把握し、その社会的スキーマを適切に構築していく必要がある。こうした能力が発達しなければ、社会的孤立を招き心身の健康維持に支障が出る恐れがある。米国の国立精神衛生研究所によれば、社会的情緒に関連する疾病（不安障害等）が児童期から青年期にかけてもっとも支配的であるという。乳児は、典型的には生後数か月で視線・顔の表情といった社会的・感情的・言語的刺激を使って他者の意図を読み取ったり社会的ステレオタイプを形成していくことが知られている。継続的なストレスやトラウマが乳児の脳発達に影響を与え、身体的、認知的、感情的、言語的発達に支障をきたす（Schore, 2001）ことを考えれば、そうした社会情緒的発達障害の高リスク群を早期に発見し、適切な介入を行うことはきわめて重要である。しかし、現在乳児研究で適用されている高度な技能や侵襲を要する特殊な実験パラダイムでは、簡便な検査として一般に適用することは難しい。

乳児の社会情緒的発達の問題を予測しうる様々な指標の中で、本研究では、把握の容易な睡眠習慣に注目する。社会的情緒の発達における睡眠習慣の役割は、成人や児童期の子どもにおいて明らかにされている。睡眠の問題は、成人の感情判断の低下をもたらし、子どもの不安や怒りを招きやすい（Walker, 2009）という。とくに1日の70%を睡眠に費やし、急速な脳の発達が見込まれる乳児では、睡眠の訓練が乳児の社会情緒的発達の遅延を補うことが示唆されている（Mundy & Newell, 2007）。したがって、睡眠と社会情緒的発達の関係を解明することは、その後の心身の発達を促すために不可欠である。

本研究は、乳児の社会情緒的発達を把握するための簡便な行動検査を開発することを目的とし、乳児期の社会情緒的発達の視線計測による基礎実験を実施し、睡眠覚醒測定器および質問紙を用いて、睡眠習慣と発達に関する縦断的調査を行うものである。

2. Methods

① 社会情緒言語認知実験（視線計測）

各乳児参加者に視聴覚刺激を提示し、その注意過程をコード化・評価するために、刺激課題中の視線および瞳孔を計測する。顔やモノ、言葉を含む多様な刺激を見ている間の視線を評価し、定型児と自閉症等の発達障害の高リスク群とを峻別する基準策定を目指す。視線計測には、Tobii TX30（Tobii Technology 社, Danderyd, Sweden）およびEyelink1000 PLUS（SR Research, Canada）を用い、得られたデータはMatlab上で自動的に解析される。

課題実施時は、乳児参加者は母親の膝の上に座りながら、視線計測装置が設置されたコンピュータの画面に提示される写真を見る。1セッション5分程度の課題を4回行う。セッションの間には数分の休憩を含め、全体で30分程度の所要時間を見込んでいる。

②睡眠と発達の調査（質問紙）

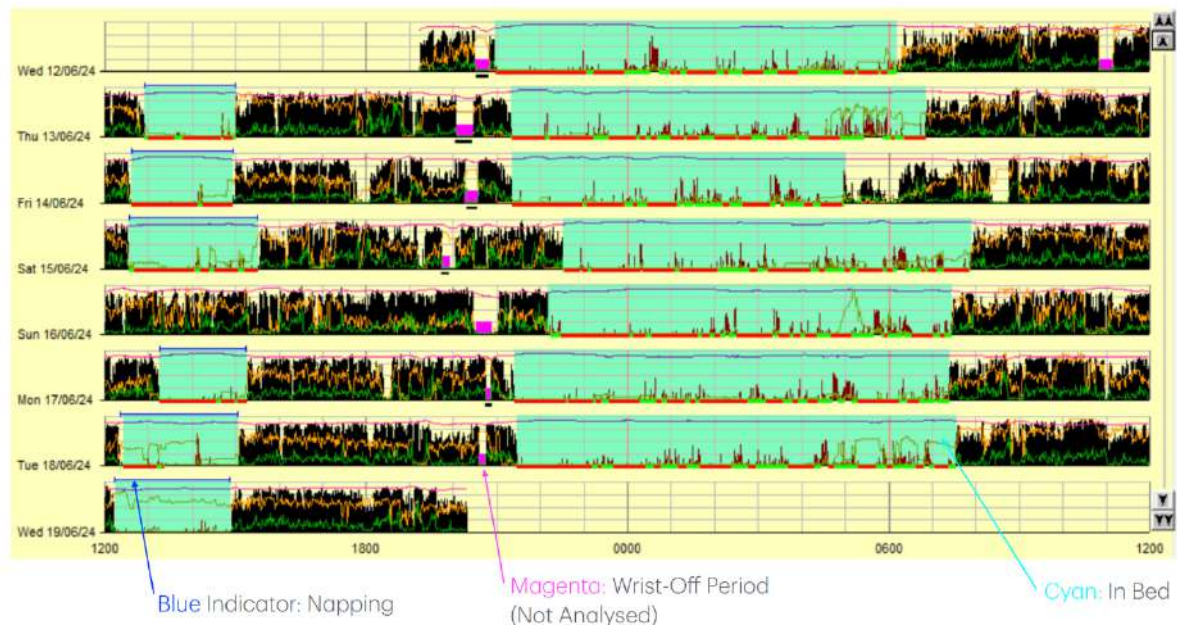
標準的な新生児コホート研究の手続きに則り、生後6週間、3、6、9、12、18、24か月児に調査を行う。各時点で、母親に別添の「子どもの睡眠アンケート」にインターネットを通じて回答してもらう。所要時間は合計で約30分を見込んでいる。

③生活リズム調査（睡眠覚醒測定）

睡眠については、乳児を対象として、身体部位に設置して睡眠覚醒判別を行う Actigraph (Micro Motionlogger, Ambulatory Monitoring, Inc., Ardsley, New York) による計測を行う。この計測は、装置（腕時計のように継続的に装着することが可能）を貸与し、自宅で7日間装着し記録してもらう。

3. Results and discussion

Actigraphy Data (Sampled from P001)



We have successfully tested the paradigm and extracted quantitative wake-and-sleep data from the sleep watch devices. These results are to be compared with the digital subjective reports obtained from nursery diary or parents' record. This will be later computed to associate with participating infants' development indexes.

4. Conclusions

Our results have provided promising association between our quantitative measures and participants' ability in abstract rule learning and social attention tasks. Furthermore, we also showed that the digital diary and sleep data are complementary to each other to provide a more complete picture of an infant's sleep pattern.

Comparison of Actigraphy vs Subjective Data: P001

Actigraphy (Objective)				vs	Subjective	
Starting Date	Starting Time	Ending Date	Ending Time		Starting Time	Ending Time
6/12/2024	20:58:00	6/13/2024	6:12:00		20:50	6:30:00
6/13/2024	12:56:00	6/13/2024	15:01:00		12:45:00	15:00:00
6/13/2024	21:20:00	6/14/2024	6:52:00		21:00:00	6:30:00
6/14/2024	12:38:00	6/14/2024	14:56:00		12:30:00	15:00:00
6/14/2024	21:22:00	6/15/2024	6:18:00		21:00:00	6:50:00
6/15/2024	12:35:00	6/15/2024	15:31:00		12:30:00	15:00:00
6/15/2024	22:33:00	6/16/2024	7:54:00		N/A	N/A
6/16/2024	22:12:00	6/17/2024	7:27:00		22:00	7:30:00
6/17/2024	13:16:00	6/17/2024	15:15:00		13:00:00	15:00:00
6/17/2024	21:25:00	6/18/2024	7:24:00		21:00:00	7:30:00
6/18/2024	12:27:00	6/18/2024	15:04:00		12:20:00	15:00:00
6/18/2024	21:29:00	6/19/2024	7:33:00		21:30:00	7:30:00
6/19/2024	12:16:00	6/19/2024	14:53:00		12:15:00	15:00:00

5. References

- Schore, A. N. (2001). The effects of early relational trauma on right brain development, affect regulation, and infant mental health. *Infant Mental Health Journal: Official Publication of The World Association for Infant Mental Health*, 22(1-2), 201-269.
- Walker, M. P., & van Der Helm, E. (2009). Overnight therapy? The role of sleep in emotional brain processing. *Psychological bulletin*, 135(5), 731.
- Mundy, P., & Newell, L. (2007). Attention, joint attention, and social cognition. *Current directions in psychological science*, 16(5), 269-274.

6. Publication, presentation, awards, and patents

Under review

7. Application for other grants

8. Expenses

Items	Amount (JPY)	Details
Equipment	50,000	Brain model
Supplies	330,000	Journal Submission Fees
Travel expense	0	
Personnel expense	120,000	Participants' fees, Student RAs

陸産貝類における這跡粘液と種認識に関する研究

木村一貴¹、岩寄航²、清水啓介³

所属部局

¹東北大学東北アジア研究センター、²東北大学生命科学研究科、³早稲田大学
教育・総合科学学術院

1. 研究目的

同一の種であった個体の集まりが異なる種に分化する現象（種分化）は、自然界における生物多様性創出の根源であり、そのメカニズムの理解は進化生物学の取り組んでいる大きな主題の一つである。種認識の機構（他個体を自己と同種か他種か識別する機構）は、種分化に大きく関与するものであるが、各生物分類群に特異的であることが多い。土壌の無脊椎動物における種認識機構については、研究が進んでおらず未解明の部分が多く残されている。本共同研究では、土壌無脊椎動物の中でも顕著に多様性の高い分類群の一つである陸産貝類をモデル系として種認識がどのように行われているかに着目する。

これまでの DNA 解析の結果、東北地方に生息する 2 種間（ヒダリマキマイマイ・アオモリマイマイ）では雑種形成している地域もあればしていない地域もあることが判った（eg., Richards et al. 2017）。「種認識が十分で雑種が生じない地域」と「不十分で雑種が生じる地域」が混在するケースはとても珍しい。このようなケースは雑種形成地域・非形成地域間で各種がどのような特性を持つかを比較することで、2 種間での種認識において何が重要な要素になっているかを知ることができる非常に良い系となる。本研究の目的は、ヒダリマキマイマイ・アオモリマイマイ間での種認識に利用されている要素を明らかにすることである。本研究では、陸産貝類の種認識のメカニズムとして想定されているもの（Liegertova & Maly 2023）の中で、這った跡として残る粘液を介したメカニズムに着目した。

2. 研究方法

雑種形成地域・非形成地域において 2 種間に這跡粘液を介した種認識機構が成立しているのかを行動実験により調査した。実験は以下のステップから成る：

(1) 1 個体 (A) をプラスチックケース (1000ml) 内に入れ、ケース全体に這跡が残るように、30 分間自由に移動させる。(2) 個体 A をケースから除いた後、別の個体 (B) をケースに入れ、1 時間の間に個体 B が性的興奮状態に至るか観察する。

また、這跡粘液中の物質組成の違いを調べるため、雑種形成地域・非形成地域由来の陸産貝類個体の足部における含有タンパクと発現しているタンパク生成遺伝子の種間比較・地域間比較を行った。

3. 結果および考察

行動実験では、雑種非形成地域の個体において他種の這跡粘液には全く反応しない、もしくはほとんど反応しないという結果が得られた。このことから、対象とした 2 種において這跡粘液は種認識に関与していることが明らかになった。雑種形成地域の個体を用いた行動実験では、這跡粘液を介した種認識の程度が比較的弱いことが判明した。つまり、対象とした 2 種間で見られる雑種形成の地域的モザイク性は這跡粘液を介した種認識程度の違いによって引き起こされている可能性が高いと考えられる。

這跡粘液中のタンパク・タンパク生成遺伝子発現に関する解析から、対象とする 2 種間で共通する物質・固有に持つ物質が判明し、その固有性に関する知見が得られた。

4. 結論

本研究により、陸産貝類の種認識のメカニズムとして想定されているものの中でも、這跡粘液を介したメカニズムの重要性が高く広範なものである可能性が示唆された。また、這跡粘液に含まれる様々な物質の中で種認識メカニズムを支えている物質の候補を絞ることに成功した。本研究にて着目した種・個体群を用いたバイオアッセイを今後行うことで、候補物質の中で種認識メカニズムの成立の鍵となる物質を特定できると考えられる。また、同様に雑種形成の有無にバラつきの生じている種ペアを調査することで、その鍵物質の鍵としての一般性や種認識メカニズムの成立しやすさについての知見が得られると期待している。

5. 参考文献

1. Richards, Morii, Kimura, Hirano, Chiba, & Davison (2017) *Evol Lett* 1: 282-291.
2. Liegertova & Maly (2023) *ACS Biomater Sci Eng* 9: 5567-5579.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

該当なし

7. 外部研究費等申請

獲得：該当なし

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費		
消耗品費	232700	タンパク抽出用試薬・チューブなど
旅費		
謝金・人件費		
その他	267300	NGS 解析の外部委託

Photocatalytic profiling of G-quadruplex-interacting proteins by proteomics analysis

Principal investigator and co-investigators

AHMED MOSTAFA AHMED IBRAHIM ABDEL HADY¹, Shinichi Sato²

Affiliation

¹Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials

²Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences

1. Goals of the project

G-quadruplexes (G4s) are four-stranded nucleic acid structures folded under physiological conditions within guanine (G)-rich regions; they comprise two or more stacked G-tetrads. G4 plays a critical role in fundamental biological processes, and its interacting proteins are proposed to regulate these functions.¹⁻³

DNA G4s have been found enriched in several genomic regions, including telomeres and promoters of oncogenes. Therefore, G4s play a critical role in essential biological processes such as telomere elongation and DNA replication, repair, and transcription. It was suggested that the functions of G4s are associated with their interacting proteins.⁴⁻⁶ Therefore, highly specific and accurate profiling methods for G4-protein interactions are required to unravel the underlying mechanisms of G4-interacting proteins (G4IPs)-related biological processes and molecular functions.

In this project, we developed a photocatalytic proximity labeling (PPL) approach for the investigation of DNA G4IPs.

2. Methods

We modified a human telomere (HT) DNA G4 sequence with either a Ru complex or BDP as a photocatalyst. MAUra-desthiobiotin (DTB) conjugate was employed as a free labeling reagent. The G4-interacting proteins (G4IPs) interacted with this modified G4 and were labeled selectively with the labeling reagent upon irradiation with blue light (455 nm) for a few seconds to minutes. We examined our labeling approach with nuclear proteins prepared from cell lysate, and our method was found to be successful. A quantitative nano LC-MS/MS proteomic analysis was conducted and identified the captured proteins (Figure 1).

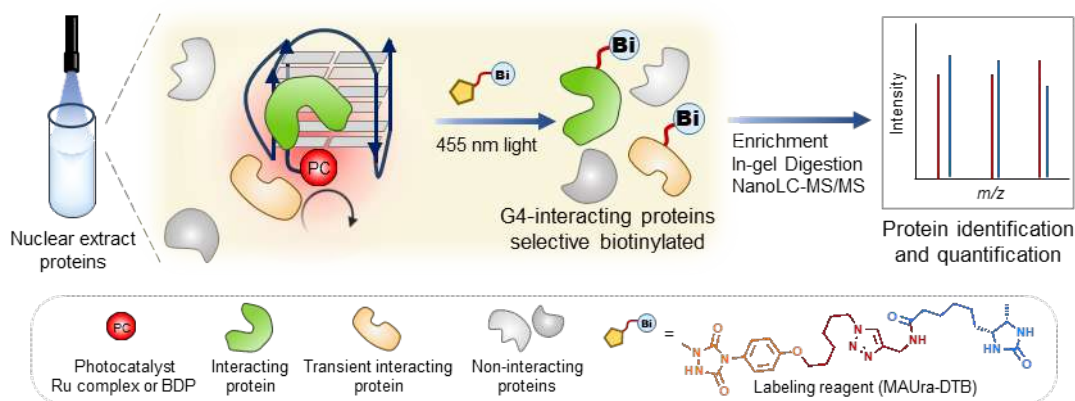


Figure 1. Schematic of our PPL approach. PPL concept for the profiling of DNA G4IPs using photocatalyst (Ru complex or BDP)-modified DNA-G4 with a free labeling reagent MAUra-DTB conjugate.

3. Results and discussion

Using this method, the G4-binding protein UP1 was efficiently and selectively labeled in a mixture of UP1 and BSA. Moreover, mutant UP1 was less labeled, indicating the high selectivity of the proposed labeling approach. Labeling mainly occurred on histidine residues. In terms of catalysis, the Ru complex was more suitable than BDP because of the quenching of the latter by guanine bases.

The application of this approach to nuclear extract proteins resulted in plentiful G4-binding protein candidates being significantly enriched for G4-cat over the controls, free cat, or ds-cat. The candidate proteins overlapped with the majority of G4IP candidates identified using other methods, supporting the accuracy of our method.

Among the G4-binding protein candidates, HK1 was identified as a novel G4IP, and its selective binding with G4 DNA over dsDNA was confirmed via EMSA. Our findings considering the G4 DNA–HK1 protein interactions would be helpful to reveal essential subcellular G4-mediated functions of HK1. Recently, KRAS4A was discovered to be a direct regulator of HK1 activity. KRAS4A is one of the two proteins generated by KRAS gene, the most frequently mutated oncogene. G4 structures may also be involved in HK1 function regulation, or HK1 may regulate G4-related gene expression. Further studies are needed to clarify the biological relationship between HK1 and G4 structures. Another hexokinase isozyme, HK2, was recently reported to be localized in the nuclei of acute myeloid leukemia normal hematopoietic stem and progenitor cells and was found to maintain stemness. Thus, the determination of the binding affinity of other isoforms of hexokinase and binding domains toward G4 structures is of substantial scientific interest. Furthermore, there will be unknown and attractive proteins such as HK1 in the list of candidate G4-binding proteins. This list will contribute to the discovery of novel G4IPs and the elucidation of their interactions.⁷⁻⁸

Although the PPL approach aided in discovering more G4IPs, not all candidate proteins would be considered direct G4-binding proteins because this method also detects indirect interacting proteins as a part of protein complex. However, this limitation may be addressed in future studies.

4. Conclusions

Herein, we developed a PPL approach to detect DNA G4IPs. In this method, the photocatalyst was covalently bound to G4, mediating the labeling of the interacting proteins with MAUra.

The initial investigation of the labeling reaction of photocatalyst-modified G4 was conducted using unwinding protein 1 (UP1) as a model of the G4-interacting protein. The SDS-PAGE analysis confirmed the efficient labeling of UP1 with MAUra-azide under photoirradiation. Mass spectrometry revealed that histidine in UP1 was selectively labeled. We utilized this labeling approach for nuclear extract proteins and identified the labeled proteins using quantitative proteomics analysis. Abundant unknown G4 binding protein candidates were identified. Notably, hexokinase-1 (HK1) protein, which catalyzes the first, rate-limiting step of glucose metabolism, was identified as a G4IP, and its selective binding toward G4 DNA was confirmed via electrophoretic mobility shift assay. This finding could be used to highlight the essential subcellular G4-mediated functions of HK1.

We believe that our PPL approach is a promising tool for investigating higher-order structural motifs of nucleic acid–protein interactions and functional nucleic acid–protein interactions.

5. References

1. Hudson, W.H. and Ortlund, E.A. (2014) *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.*, **15**, 749-760.
2. Aebersold, R. and Mann, M. (2016) *Nature*, **537**, 347-355.
3. Ummethum, H. and Hamperl, S. (2020) *Frontiers in Genetics*, **11**.
4. Spiegel, J., Adhikari, S. and Balasubramanian, S. (2020) *Trends in Chemistry*, **2**, 123-136.
5. Hänsel-Hertsch, R., Beraldi, D., Lensing, S.V., Marsico, G., Zyner, K., Parry, A., Di Antonio, M., Pike, J., Kimura, H., Narita, M. *et al.* (2016) *Nat. Genet.*, **48**, 1267-1272.
6. Shu, H., Zhang, R., Xiao, K., Yang, J. and Sun, X. (2022) *Biomolecules*, **12**, 648.
7. Amendola, C.R., Mahaffey, J.P., Parker, S.J., Ahearn, I.M., Chen, W.-C., Zhou, M., Court, H., Shi, J., Mendoza, S.L., Morten, M.J. *et al.* (2019) *Nature*, **576**, 482-486.
8. 45. Thomas, G.E., Egan, G., García-Prat, L., Botham, A., Voisin, V., Patel, P.S., Hoff, F.W., Chin, J., Nachmias, B., Kaufmann, K.B. *et al.* (2022) *Nat. Cell Biol.*, **24**, 872-884.

6. Publication, presentation, awards, and patents

1. Abdelhady AM, Sato S, Masuzawa T, Deguchi K, Nakane K, Liu Z, *et al.* Photocatalytic proximity labeling for the identification of G-quadruplex DNA-interacting proteins. *ChemRxiv*. 2024; doi:10.26434/chemrxiv-2024-909gq This content is a preprint and has not been peer-reviewed.
 - 01/11/2023 – 03/11/2023 – Miyazaki, Japan
The 50th International Symposium on Nucleic Acids Chemistry (ISNAC)/The 7th Annual Meeting of Japan Society of Nucleic Acids Chemistry (Poster presentation)
 - 13/12/2023 – Sendai, Miyagi, Japan
The 11th Tohoku University Young Researchers Ensemble Workshop (Poster presentation) – I obtained the *Outstanding Poster Award*

7. Application for other grants

Received: Not applicable

8. Expenses

Items	Amount (JPY)	Details
Equipment		
Supplies	386,297	Reagents, centrifuge tube, quartz cell etc.
Travel expense	83,703	10.31-11.3, Miyazaki, ISNAC2023
Personnel expense		
Other	30,000	Conference participation fee (ISNAC2023)

強相関有機導体の非平衡電子物性の開拓 —強電場誘起された低抵抗状態のキャリアダイナミクス—

研究代表者名、および共同研究者名
井口 敏¹、伊藤 弘毅²

所属部局
¹金属材料研究所、²理学研究科

1. 研究目的

申請を開始した2020年当初、有機強相関電子系である単斜晶 α' -(BEDT-TTF)₂RbCo(CSN)₄等の強電場下での電子物性や、Hall効果測定によりキャリア情報を知ることが主な目標であった。ところが、コロナ禍で自宅待機が増える中で実験方法の計画をする過程で重要なことに気づいた。単斜晶や直方晶のように異方性のある結晶のHall効果の測定から、より物性を議論可能な非対角伝導度を算出しようとする、必然的に縦方向と横方向の両方の縦抵抗率が必要となることである。絶縁体の場合、磁気光学 Kerr 効果(MOKE)がホール効果の替わりとなり、MOKEでも同様のことが起こると考えられるものの、異方性物質においてはそのような公式が存在しないようである。つまり、分光学や電磁気学の基礎に立脚した、異方性物質のMOKE測定から非対角光学伝導度を知るための一般的な方法がないのである。そのため、異方性物質のMOKEをどのように測定しどのように解析すれば非対角光学伝導度が得られるのかについて発展的な課題として研究した。また、磁場で反転するため非対角応答が判別しやすい磁気光学を考えているが、この研究の本質は異方性を持つ物質のテンソル応答そのものの正確な計測と理解である。

このようにして得られたテンソル成分の電場変化を検出できれば、低抵抗状態などの非平衡電子物性を開拓することができる。それを見据え、テラヘルツ周波数帯の強電場下における(二次の)電気感受率テンソル変化を捕捉するための測定手法を開発し、また、強相関鉄酸化物を用いた実証実験を行った。

2. 研究方法

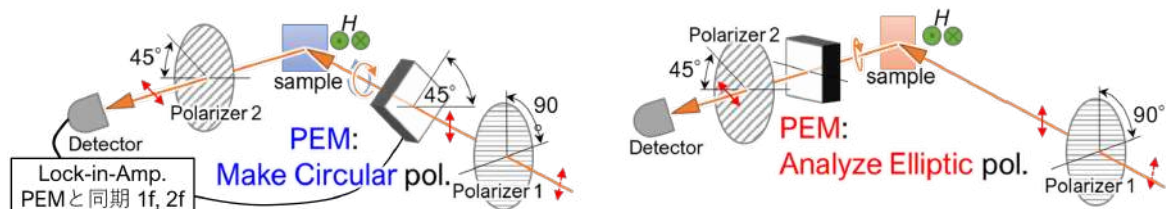


図 1. (左): 等方性物質に適した円偏光を用いる方法. (右): 異方性物質に適した直線偏光を用いる方法. 等方性物質に対してこの方法を取っても測定可能.

等方性物質では、円偏光が固有ベクトルとなるが、異方性物質では非対角項に依存する楕円偏光が固有ベクトルとなる。そのため、等方性物質では円偏光を入射し左右の円偏光の吸収差と位相差を測定する(図 1, 左)。一方、異方性物質では、直線偏光を入射光に用いて楕円偏光となった反射光を PEM によって偏光解析することが直感的に分かりやすい方法となる(図 1 右)。この測定方法を適用するにあたり、最初の物質として単斜晶系では難しいと判断

し、立方晶 CeSb で測定系の確認を行い、直方晶の有機反強磁性体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl (以下、 κ -Cl) で試した。この物質は、反強磁性体であるが磁気秩序に伴った MOKE が出現する交代磁性体の 1 つとして、理論的に提案[1]されており、この方法を試すのに非常に適した系である。

物性のテラヘルツダイナミクス捕捉に向け、チェレンコフ位相整合方式を用いたテラヘルツ強電場光源に光学遅延回路を組み込み、光第二高調波発生 (SHG) の時間分解測定系を開発した。典型的電子強誘電体である LuFe₂O₄ を用いて実験を行い、SHG 異方性のフィッティング解析によってテンソル成分を抽出して、その時間変化を精査した。

3. 結果および考察

磁気光学応答については、立方晶 CeSb による測定系の確認は問題なく行え、文献値[2]とほぼ同じ結果を得た。 κ -Cl については磁気秩序に伴って出現し、磁場に対して非線形な磁気光学効果を得ることができた。磁気光学効果から非対角伝導度を得る方法についても確立でき、 κ -Cl の非対角伝導度のスペクトルに関しても問題なく算出できている。特に、理論で示唆されているようなスピンバンド分裂や対角伝導度にも従う非対角伝導度を検出出来たと考えられる。

LuFe₂O₄ における SHG 異方性のテラヘルツ電場変化が検出でき、結晶点群と電場方位を加味したフィッティング解析によりテンソル成分の抽出に成功した。そのピコ秒時間発展から、強相関電子の協力現象の存在が示唆された。

4. 結論

異方性のある物質において、Hall 効果を光に拡張した磁気光学効果を考察した結果、異方性のある有機分子性結晶にも適用可能な反射率や屈折率、誘電率テンソルを算出する公式を見だし、それを元にした測定手法も開拓できた。これを用いて低対称な有機物質等のテンソル応答に適用しているところである。この方法は磁性体に限らず、非対角の光学応答を持つさまざまな物質に適用できる。特に、強相関電子系や磁性体などの分野で近年注目されている交替磁性体では異方性がある磁性体も多く、今後の研究において非常に有益な測定、解析方法になると期待できる。また、スペクトルの行列を求めることで三斜晶などより対称性の低い有機結晶における新しい分光的知見や解析方法が得られると期待できる。

開発した測定手法(テラヘルツポンプ-SHG プロブ分光)を用いれば、二次の電気感受率テンソルの超高速応答が評価できることが解った。空間分解測定とも組み合わせれば、低抵抗状態ドメインなどの非自明構造の探索も可能になると期待できる。

5. 参考文献

- [1] M. Naka, S. Hayami, H. Kusunose, Y. Yanagi, Y. Motome, and H. Seo, Physical Review B 102, 075112(2020).
- [2] F. Salghetti-Drioli, K. Mattenberger, P. Wachter, L. Degiorgi, Solid State Comm. 109, 687-691(1999).

6. 論文・学会発表、受賞、特許

論文等発表:

- 1) S. Iguchi, Y. Ikemoto, H. Kobayashi, H. Kitazawa, H. Itoh, S. Iwai, T. Moriwaki, and T. Sasaki, JPS Conf. Proc. **38**, 011148 (2023).
- 2) Itoh et al., submitted.

学会等発表:

- 日本物理学会 2024 年春季大会(オンライン), 「直方晶 κ -(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Cl の磁気光学カー効果」, 井口敏, 3 月 18 日
- インフォーマル研究会「反強磁性スピン分裂物質と物性応答」(東京大学本郷キャンパス) 「異方性物質における磁気光学 Kerr 効果」, 井口敏, 2023 年 12 月 9 日
- 第 145 回 金属材料研究所講演会(金属材料研究所), (一般講演)「光と異方性物質の非対角応答」, 井口敏, 12 月 6 日
- SMS2023&GIMRT User Meeting 2023, “Infrared Magneto-optical Kerr Effect in Anisotropic Materials”, Satoshi Iguchi, 11 月 20 日
- UVSOR/SPring-8 赤外ビームライン 合同ユーザーズミーティング(分子研, オンライン), 「BL43IR における赤外磁気光学スペクトル測定: 円二色性と旋光性」, 井口敏, 9 月 29 日
- 第 11 回 東北大学若手研究者アンサンブルワークショップ (ポスター), 「等方性および異方性結晶における赤外磁気光学カー効果」井口敏, 伊藤弘毅, 12 月 13 日
- 第 34 回光物性研究会(大阪大学豊中キャンパス), 「電子強誘電体 LuFe₂O₄における分極異方性の超高速制御」, 水上龍星, 鶴岡稜平, 伊藤弘毅, 川上洋平, 干洪武, 腰原伸也, 沖本洋一, 井上直希, 西田銀一, 池田直, 藤原孝将, 岩井伸一郎, 12 月 9 日
- 日本物理学会 2023 年秋季大会(青葉山キャンパス), 「LuFe₂O₄における電子強誘電分極のコヒーレント異方性制御」, 水上龍星, 鶴岡稜平, 伊藤弘毅, 川上洋平, 干洪武, 腰原伸也, 沖本洋一, 井上直希, 西田銀一, 池田直, 藤原孝将, 岩井伸一郎, 9 月 18 日
- International Conference on Quantum Liquid Crystals 2023 (QLC2023) (Hokkaido Univ., Sapporo Campus), “Sub-picosecond manipulation of electronic-ferroelectric polarization in a rare-earth ferrite at room temperature”, H. Itoh, R. Minakami, R. Tsuruoka, Y. Kawakami, H. Yu, S. Koshihara, Y. Okimoto, N. Inoue, G. Nishida, K. Fujiwara, N. Ikeda, S. Iwai

7. 外部研究費等申請

獲得:

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費	0	なし
消耗品費	474,580	レーザーモジュール, ステージなどの光学部品, PC, ディスプレイ等, ドライバー, ネジ等の工具類.
旅費	25,420	12 月 9 日(日帰り): 旅行先 東京大学(本郷キャンパス), 目的 研究会での本課題に関する発表(井口)
謝金・人件費	0	なし
その他	0	なし

ガス拡散電極からなる CO₂ 電解触媒電極の精密設計と電極構造解析

岩瀬和至¹、轟直人²

Kazuyuki Iwase¹、Naoto Todoroki²

所属部局

¹多元物質科学研究所、²環境科学研究科

1. 研究目的

電気化学的二酸化炭素還元反応 (CO₂RR) は、工場等から排出される二酸化炭素を高付加価値物質 (一酸化炭素 (CO) など) へと還元、再資源化する手法として注目される。特に、燃料電池で用いられてきたガス拡散電極 (GDE: gas diffusion electrode) を CO₂RR に適用することにより飛躍的な特性向上が報告されたことを契機とし、CO₂RR の社会実装に向け、近年は触媒担持 GDE を用いた研究開発が盛んに行なわれている。

GDE は、ガス拡散層 (GDL) およびマイクロポーラス層 (MPL) からなり、MPL 上に触媒を担持して触媒層 (CL) を形成させ CO₂RR 電極とする (図 1)。

反応場である三相界面を形成する触媒層にガス状 CO₂ が直接供給されるため、実用的な CO₂ 処理速度となる大きな電流密度 (数百 mA/cm²) で CO₂RR を進行させることが可能である。特にナノ粒子触媒は、その高い比表面積と特異な触媒活性を有する低配位数サイトの存在により、高活性触媒として有望である。しかしながら、ナノ粒子は容易に凝集しやすく GDE 上に均一に担持する手法はこれまで存在しない。学術的な観点及び CO₂RR の社会実装という観点両面から、GDE 上にナノ粒子を担持する手法の開発、その CO₂RR 活性の評価により得られる知見は有用である。そこで本研究提案では、GDE 上にスパッタリングによりナノ粒子を直接担持する手法を開発し、担持した触媒ナノ粒子層 (触媒層) の構造を解析し、CO₂RR 活性との相関をとることで、高効率で CO₂RR を進行させる GDE 電極の構造を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

本研究は、ナノ触媒触媒の開発及び GDE を用いた CO₂RR 電解の分野で成果を出してきた岩瀬と、単結晶をはじめとする精密に構造制御された触媒を軸として電極触媒の分野で成果を挙げてきた轟が共同で研究を行った。触媒層形成の手法として本研究では、轟が確立し CO₂RR を含む様々な電極触媒反応に応用可能なスパッタリング法 を用いた。スパッタリングの条件を検討したうえで、岩瀬が確立している GDE を作用極として用いたセルにより CO₂RR 活性を評価した。触媒層の構造が制御された電極において、構造と CO₂RR 活性のその相関を取ること高効率 CO₂RR を進めることが可能な電極の作製指針を得た。CO₂RR 活性評価には 1 M の重炭酸カリウム (KHCO₃) の溶液を用いて、定電位測定により活性を評価した。

3. 結果および考察

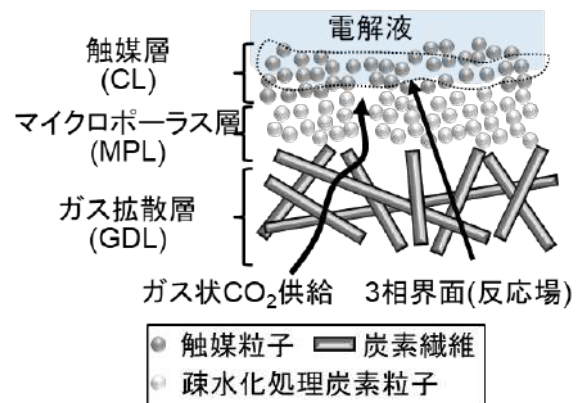


図 1 本研究で注目するガス拡散電極 (GDE) の模式図。

本研究ではまず担持する触媒元素として、CO₂RRにより合成ガスの原料であるCOを生成し、触媒層形成のノウハウを轟が十分有している金(Au)を用いて実験を行った。その知見を用いて、より付加価値の高いエチレン(C₂H₄)を生成する元素をとして注目されている銅(Cu)について実験を行った。

以下結果を示す。AuをGDE上にスパッタリングにて担持することで、緻密かつ均一なナノ粒子触媒層が形成されることを見出した(図2)。

また、従来法である「合成したナノ粒子を含む懸濁液をGDE上に塗布する方法」では、粒子が凝集していることが確認された。このことは、スパッタリングを用いた触媒粒子の担持方法は、ナノ粒子触媒をGDE上に均一に分散担持する方法として有望であることを示す[1]。得られた電極はCO₂RRにおいて生成物としてCOを生成することを明らかにした。

特に担持量が少ないサンプルにおいては、既報の厚さ200nmのAuの触媒層をスパッタリングで堆積した電極と比較して、およそ1/6の担持量にも関わらず、ほぼ同等のCO生成効率を示した[2]。また、最も活性の高い電極では世界最高のCO生成に対するAuの重量比活性(1800A/g以上の)を示した[1]。別途放射光によるX線吸収構造(XAS)による構造解析を行ったところ、担持されたAuは0価であり、かつ1-5nm程度のナノ粒子であることがわかった。この結果は、スパッタリングの手法を用いることで目的と通りナノ粒子が分散して担持されているGDEが合成できることを示し、その手法が高いCO₂RR活性を示す電極の作製に有用であることを示す。

また、得られた知見を用いて同様にCuを担持したGDEを作製しそのCO₂RR活性を評価したところ、適切な条件設定により高いC₂H₄、及びエタノールの生成効率を示すことがわかった。この結果から、スパッタリングによる電極作製はCO生成だけでなく、C₂H₄生成の向上にも有用であることがわかった。

4. 結論

本研究では、スパッタリングによるナノ粒子担持GDEの作製がCO₂RR電極の作成手法として有望であることを明らかにした。今後はさらなる条件検討により、電極の3次元構造の制御や担持量の精密制御を行い、CO₂RRの社会実装に資する触媒担持GDEの作製手法を確立する。

5. 参考文献

1. T. Yamada, K. Iwase, N. Todoroki, I. Honma, manuscript in preparation.
2. M. Sassenburg *et al.*, *ACS Appl. Energy Mater.*, 5 (2022) 5983–5994.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

1. T. Yamada, K. Iwase, N. Todoroki, I. Honma, “High Specific Activity for Electrochemical CO₂ Reduction through Homogeneous Deposition of Gold Nanoparticles on Gas Diffusion Electrodes”, *manuscript in preparation*.
2. (招待講演)○岩瀬和至「新規無機ナノ材料の開発と二酸化炭素還元電極触媒への応用」、電気化学会第91回大会、口頭発表、S2_1_15、2024年03月14日、名古屋、愛知。
3. ○山田 拓哉、岩瀬和至、轟 直人、本間 格「金担持ガス拡散電極の開発とそのCO₂還元特性」、電気化学会第91回大会、口頭発表、S16_2_03、2024年03月15日、名古屋、愛知。
4. ○山田拓哉、岩瀬和至、轟直人、本間格、「CO₂電解におけるAu薄膜担持ガス拡散電極の特性評価特性評価」、日本化学会東北支部80周年記念国際会議(International Symposium for the 80th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical

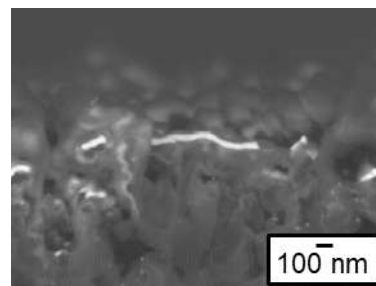


図2 スパッタリングでAuを堆積したGDEの断面の反射電子像。明るい部分がスパッタ堆積されたAu、暗い部分が下地のMPL。

Society of Japan (2023 Joint Meeting of the Tohoku Area Chemistry Societies))、ポスター発表、2P176、2023/09/10日、仙台、宮城。

5. ○山田拓哉、岩瀬和至、轟直人、本間格、「スパッタリング法による金ナノ薄膜担持ガス拡散電極の作製とそのCO₂還元特性」、第5回東北大学環境科学討論会、ポスター発表、B-11、2023年10月27日、東北大学環境科学研究科。
6. ○山田拓哉、岩瀬和至、轟直人、本間格、「Auナノ薄膜を担持したガス拡散性電極のCO₂還元特性評価」、2023年電気化学秋季大会、口頭発表、S10_2_07、2023年09月12日、伊都、福岡。

7. 外部研究費等申請

獲得：JST 2023年度戦略的創造研究推進事業（さきがけ）、「触媒から電極構造の一貫制御による高効率電気化学的二酸化炭素変換」、岩瀬和至、4000万円

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費	222255	マスフローコントローラー
消耗品費	84930	触媒活性評価、材料合成消耗品
旅費	0	該当なし
謝金・人件費	0	該当なし
その他	193355	構造解析、生成物分析共通装置利用料

The origin of magnetic properties influencing electrochemical catalytic performance for ammonia synthesis

Principal investigator and co-investigators
Tianyi Wang

Advanced Institute for Materials Research (WPI-AIMR)

1. Goals of the project

Ammonia (NH_3) is an indispensable chemical feedstock to facilitate global economic development and demographic expansion, which is also a carbon-neutral medium for realizing the hydrogen economy. Electrochemical nitrogen reduction reaction (ENRR) is a promising and sustainable alternative to conventional Haber–Bosch ammonia (NH_3) synthesis. Pursuing high-performance and cost-effective ENRR catalysts is an open challenge for achieving commercial-scale ambient NH_3 production. Less-precious transition metal disulfides (TMS_2) are promising catalysts that can be highly active for ENRR. However, the origin of their high ENRR performance is not well understood. This project aimed to analyze the origin of TMS_2 activity by probing their electrochemistry-induced surface states.

2. Methods

Spin-polarized density functional theory calculations were employed to optimize structural geometries and calculate free energy changes via the Vienna ab initio simulation package.^{1,2} Initio molecular dynamics simulations were used to analyze the stability of the vacancy-containing surface at 300 K. The climbing-image nudged elastic method was employed to calculate the transition states.³

3. Results and discussion

Based on previous studies, it is easy to find that these experimentally identified high-Faradaic efficiency (FE) potentials are located in the S-vacancy formation potential range, which means that in situ-formed S-vacancy generation is prone to occur on the TMS_2 surface in experiments. The S-vacancy formation window and high activity of ENRR identified on the S-vacancy sites are linked to the experimental potential where a high ENRR FE is located (Fig. 1).

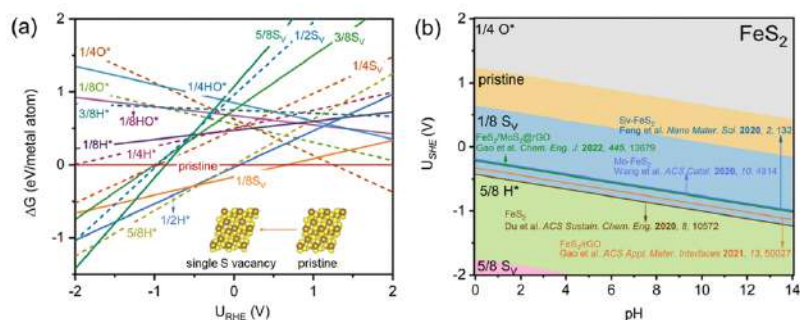


Fig.1 Calculated (a) 1D and (b) 2D surface Pourbaix diagrams of $\text{FeS}_2(111)$ considering different coverages of SV, O^* , H^* , and HO^* . The experimental potentials at the highest

faradaic efficiencies of reported FeS₂-based catalysts are plotted for a direct comparison.

This study deeply analyzed the free energy pathways of the ENRR reaction over pristine FeS₂ and FeS_{2-x} surfaces. The Fe active site of FeS_{2-x}(111)-1S_v yields a smoother and lower energy diagram in the alternating pathway. Notably, the reaction mechanisms are widely discussed in some previous studies (*e.g.*, studies by Nørskov and colleagues) that the formation and desorption of NH₃* may be coupled into one step. Therefore, based on this mechanism, the rate-determining step may still be the formation of NNH* instead of NH₃* desorption on S_v. After the formation of NH₃, NH₄⁺ can be further formed easily, which will provide a further driving force to make NH₃ less likely to get stuck on an S_v. In addition, the NH₃ desorption energy on the S_v site shows that the energetics of NH₃ desorption from NH₃* are lower than for the formation of NNH*. Additionally, the projected density of states (PDOS) and charge density difference upon N₂ adsorption were calculated to analyze the electronic structure of the N₂* intermediate (Fig.2). N₂* has a strong peak in the deep valence band of N₂ on pristine FeS₂(111), while the S_v formation encourages electron transfer between N₂ and FeS_{2-x}(111)-1S_v. The robust N₂ bonding is weakened and serves as an electron donor, promoting N₂ fixation and hydrogenation.

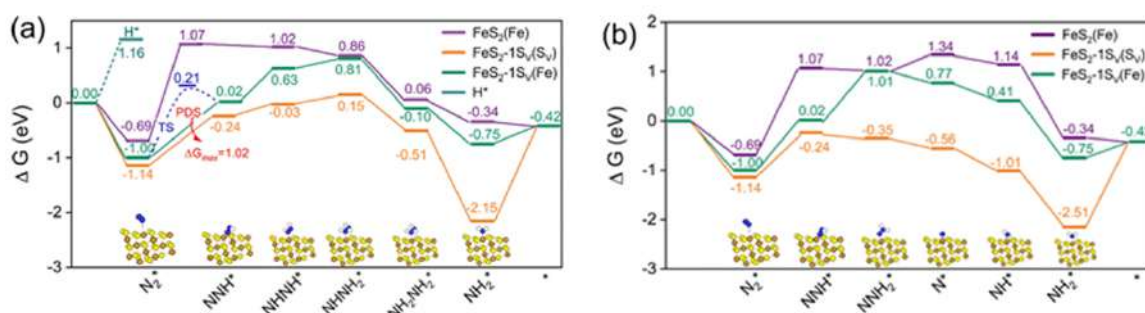


Fig.2 Calculated Gibbs free energy diagrams of ENRR over FeS₂(111) and FeS_{2-x}(111)-1S_v surfaces. (a) and (b) demonstrate the energy profiles through the alternating and distal pathways, respectively.

As Fig. 3 shows, this project expanded the theoretical analysis to other TMS₂ catalysts. In-situ S_v generation on all these TMS₂ catalysts is energetically favorable within the ENRR potential range, which may regulate the electronic structure and enhance catalytic activity. Various theoretical and experimental studies can support the idea that S_v sites of TMS₂ generally show better ENRR performance than a pristine surface. Thus, it is crucial to investigate a more realistic surface state for a TMS₂ ENRR catalyst, gaining a deeper understanding of catalytic performance and reaction mechanisms. Our study also guides designing promising TMS₂ catalysts for ENRR, where the capacity to form S-vacancies is a key performance indicator. TMS₂ surfaces are prone to forming surface S-vacancies spontaneously under ENRR operating conditions, and better N₂ adsorption and reduction capacity are observed. However, the bonding strength of its surface-S should neither be too strong nor too weak. Too strong S-binding is difficult for highly active S-vacancies, while too weak S-binding indicates low activity under operating conditions.

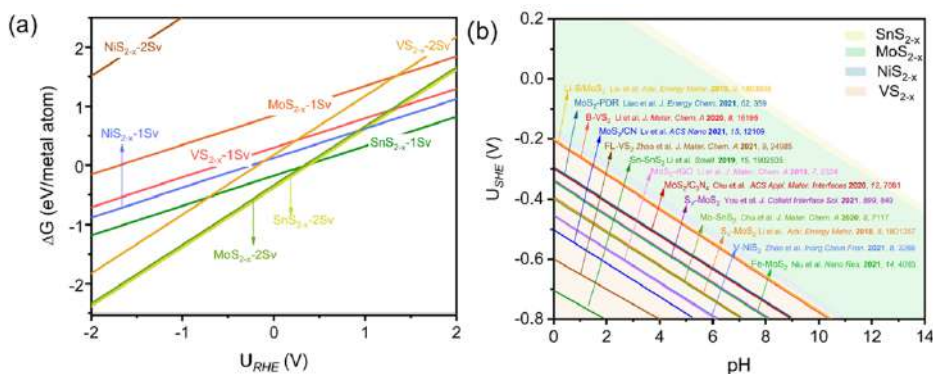


Fig. 3 (a) 1D surface Pourbaix diagrams of different transition metal disulfide (TMS₂) surfaces. (b) 2D surface Pourbaix diagram of Sv formation as a function of pH and potential. The color-coded segments demarcate the potential windows of Sv generation on the respective instances of TMS₂.

4. Conclusions

The electrochemistry-driven “*in situ*” generation of S-vacancies possesses a significantly higher ENRR activity than stoichiometric pristine FeS₂ due to the stronger N–N adsorption and activation capacity of a lower-coordination-number S-vacancy site. Such an “*in situ*” S-vacancy generation phenomenon is universal in other TMS₂ under ENRR potentials. Thus, the electrochemistry-induced surface states of ENRR catalysts should not be dismissed before analyzing the activity of an ENRR catalyst. The capacity to form S-vacancies is a key performance indicator in designing TMS₂ catalysts.

5. References

1. G. Kresse and J. Furthmüller, *Phys. Rev. B: Condens. Matter Mater. Phys.*, 1996, 16, 11169.
2. J. P. Perdew, K. Burke and M. Ernzerhof, *Phys. Rev. Lett.*, 1996, 18, 3865.
3. S. Grimme, J. Antony, S. Ehrlich and H. Krieg, *J. Chem. Phys.*, 2010, 132, 154104.

6. Publication, presentation, awards, and patents

Wang, T., Guo, Z., Oka, H., Kumatani, A., Liu, C. and Li, H., Origin of the Electrocatalytic Nitrogen Reduction Activity over Transition Metal Disulfides: The Critical Role of the In Situ Generation of S Vacancy. *Journal of Materials Chemistry A*, 2024, **12**, 8438-8446.

7. Application for other grants

Received: KAKENHI (granted 2023)

8. Expenses

Items	Amount (JPY)	Details
Equipment		
Supplies	500,000	エレコムキーボードワイヤレス (レーザー付属) 他 ノートパソコン Lenovo 製 Yoga 770i 1 台 モニタ/フル HDDell 製 E2318H2 個 エレコム キーボードワイヤレス (レーザー付属) 1 個 エレコム キーボードワイヤレス (レーザー付属) 1 個 コピー用紙 A41 冊・4 個 レザーポインター ELP-GP301 個

		ノートパソコン Lenovo 製 Yoga 770i1 台	
		ノートパソコン Lenovo 製 IdeaPad Slim 360i1 台	
		モニター HDHP 製 M22f 1 台	
		エレコム電源タップ 1 個	
		エレコム キーボードワイヤレス (レーザー付属) 1 個	
Travel expense		Date, place, purpose	
Personnel expense			
Other			

高効率光カソード構築を志向した p 型半導体膜作製法の開発

研究代表者名、および共同研究者名
押切 友也¹、菅居 高明²、庄司 衛太³

所属部局

¹多元物質科学研究所、²学際科学フロンティア研究所、³工学研究科

1. 研究目的

太陽光エネルギーを化学エネルギーに高効率に変換する人工光合成反応の開発は、エネルギー資源に乏しい本邦において近年ますます重要となっている。太陽光中の紫外光を用いて水から水素・酸素を製造する方法論による反応効率は、ほぼ理論的限界に到達しつつあるが、太陽光エネルギーの 50%を占める可視光の利用は不十分である。従って、従来型の光触媒による光化学反応プロセスに加え、新たな方法論の導入が求められている。その一つとして、プラズモンをはじめとした増感機構からの電荷移動を利用した可視光応答光電極の開発が進められてきた(参考文献 1) が、そのほとんどは n 型半導体とプラズモン機構を組み合わせた光アノードを用いた研究であった。これは、光カソード構築のための好適な p 型半導体の作製技術が不十分であることが一因である(参考文献 2)。

本研究の目的は、押切が有する光化学・近接場科学に基づく光触媒設計技術、菅居が有する超臨界流体を用いたナノ結晶の合成技術、庄司が有するナノ粒子溶液の塗膜・乾燥プロセス解析技術を結集し、高い結晶性と低い結晶粒子間空隙を両立し、連続生産に適用可能な p 型半導体薄膜の作製方法を確立することにある。そのためのモデル物質として、酸化ニッケル (NiO) を用いる。NiO はワイドバンドギャップの p 型半導体であり、酸素発生助触媒などにも用いられるなど、広範な用途展開が期待されているが、その単結晶は極めて高額であり、本研究を通して、大面積かつ高品質な NiO 膜を安価に製造可能な方法論が確立できれば、産業上の波及効果も計り知れない。

2. 研究方法

2-1) 超臨界水熱合成を用いた NiO ナノ結晶の合成

NiO 膜を構成する NiO 粒子の結晶性を向上し、粒径を制御するため、超臨界水熱合成による NiO ナノ結晶の合成を試みた。例えば、前駆体として硝酸ニッケル水溶液、分散媒としてオクタンを用い、種々の有機修飾剤存在下バッチ式リアクター中、超臨界状態である 400°C、39.5 MPa で反応した。有機修飾剤としては、オレイン酸、デカン酸、デシルアミン等を用いた。

2-2) NiO ナノ結晶薄膜形成法の検討

(2-1) で合成した NiO ナノ結晶を光カソードとして活用するためには、均一かつ高密度にナノ結晶が充填された NiO 薄膜の作製法が望まれる。本研究では主に、極性溶媒上に非極性溶媒中に NiO ナノ結晶を分散した分散液を展開し、非極性溶媒の揮発に伴うナノ粒子の自己組織化膜を形成、転写する Langmuir-Schaeffer (LS) 法と、低極性溶媒が透過可能なポリジメチルシロキサン (PDMS) のモールドでナノ結晶分散液を押印成形する push-coating (PC) 法の 2 種類について比較検討した。いずれも薄膜形成後、UV-O₃ 処理にて NiO ナノ結晶の有機修飾分子を取り除き、600°C、大気下で焼成することでナノ結晶薄膜を作製した。

3. 結果および考察

図 1 に超臨界水熱合成に基づく NiO ナノ結晶の作製工程と、その特性について示す。図 1b は有機修飾剤非存在下、図 1c は修飾剤としてオレイン酸を共存させて反応させたナノ結晶の透過型電子顕微鏡 (TEM) 像である。修飾剤非存在下では結晶は形成するものの粒子のサイズ、形状は不均一であったのに対し、オレイン酸存在下では粒径 10-20 nm 程度の均質な球状ナノ

結晶が得られた。また、その X 線回折 (XRD) パターン (図 1c) から、高い結晶性を有する NiO ナノ結晶が得られたことがわかった。

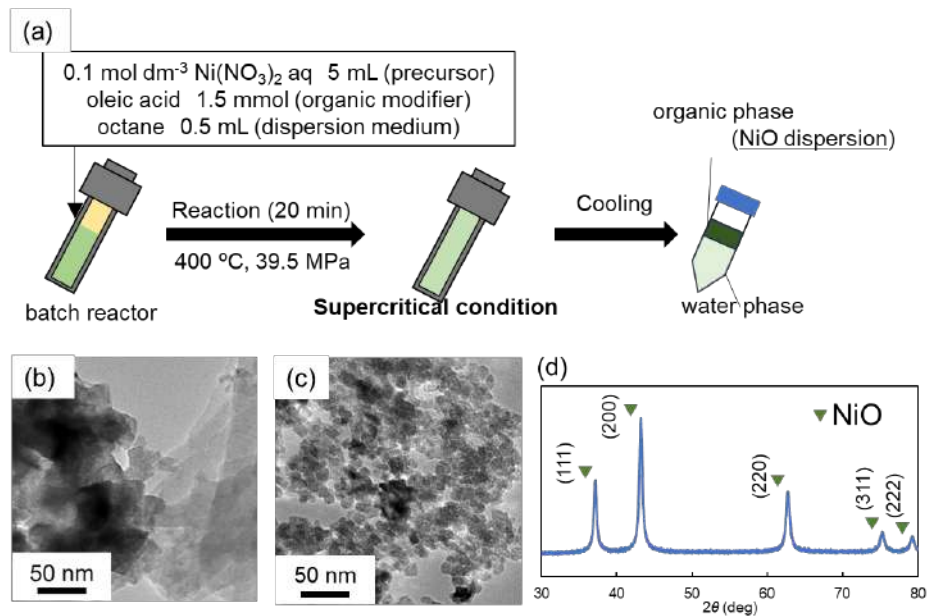


Figure 1. (a) Schematic of NiO synthesis via supercritical hydrothermal synthesis. (b, c) TEM images of NiO crystals prepared without (b) and with (c) oleic acid. (d) XRD pattern of NiO nanocrystal prepared with oleic acid.

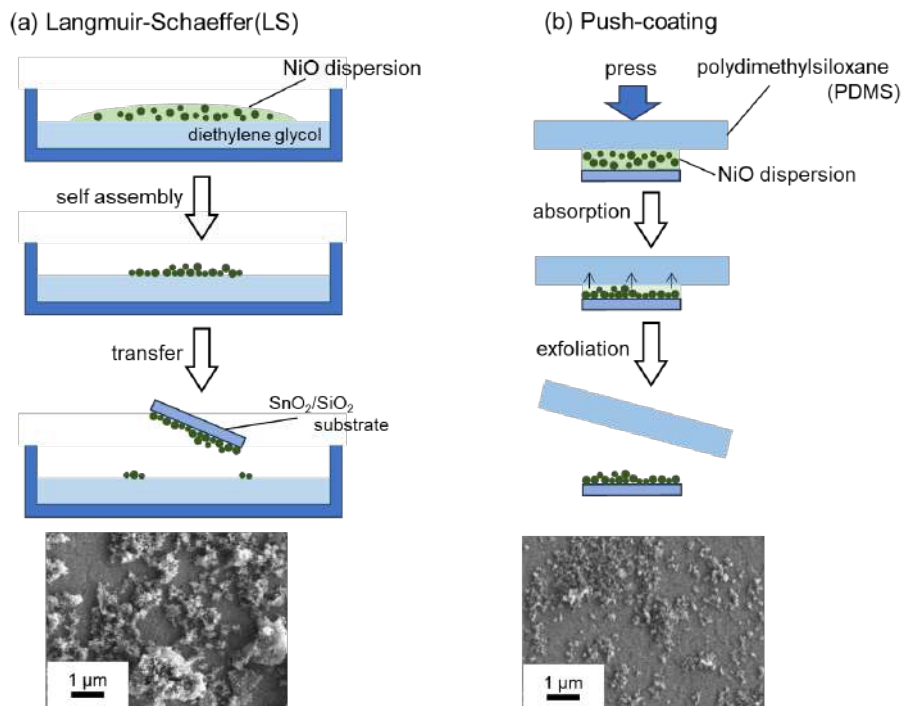


Figure 2. Schematic of NiO thin film formation and the SEM images of the NiO films. (a) LS method. (b) PC method.

図 2 に LS 法と PC 法の概要と、成膜後の NiO 膜の表面走査型電子顕微鏡 (SEM) 像を示す。LS 法を用いた場合、数 μm サイズの凝集塊が観測されたのに対し、PC 法では凝集塊サイズは 1 μm 以下であり、よりナノ結晶が分散して膜形成されたことがわかった。その表面被覆率は LS 法で 66%、PC 法で 44% と、LS 法の方が高かった。また、触針式表面形状測定器で計測した膜厚は LS 法で 180 ± 70 nm、PC 法で 100 ± 50 nm であり、この結果からも LS 法が面直方向にナノ

結晶が凝集した膜を形成していることが明らかとなった。また、得られた NiO 膜を作用電極とし、3 電極系 (0.1 mol dm⁻³ Na₂SO₄aq.、-1.0 V vs. Ag/AgCl) で求めた波長 330 nm での還元電流に基づく入射光電流変換効率は、LS 法で 0.07%、PC 法で 0.11%であり、双方共に光カソードとして機能することを確認した。また、PC 法はナノ結晶による表面被覆率が低いにもかかわらず、高い光電変換効率を示したことから、LS 法では凝集したナノ結晶間のキャリア移動が抑制された結果、光電変換効率が低下したものと推察した。従って、粒子間の空隙が小さく、緻密な膜形成を行うことにより、光電変換効率の向上に繋がると期待される。

4. 結論

本研究を通して粒径の比較的そろった NiO ナノ結晶を合成可能なこと、またそれを用いて NiO 光カソードを作製可能なことを実証した。さらに、LS 法と PC 法の比較から、ナノ結晶凝集塊の少なく、緻密な膜を形成することが光カソードの電荷分離効率向上に対して重要であるという設計指針が示された。今後、ナノ結晶分散液の分散安定性、成膜時の塗布、乾燥条件の改良により、上記課題が克服可能であると期待される。

5. 参考文献

1. T. Oshikiri, K. Ueno, H. Misawa, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, *55*, 3942-3946.
2. T. Oshikiri, H. Jo, X. Shi, H. Misawa, *Chem. Eur. J.* **2022**, *28*, e202200288.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

学会発表

1. 川瀬智暉, 押切友也, 筈居高明, 中川勝
Synthesis of nickel oxide nanocrystals by supercritical hydrothermal method
第 50 回東北地区高分子若手研究会夏季ゼミナール, 蔵王 (2023. 7. 14-15)
2. 川瀬智暉, 押切友也, 筈居高明, 中川勝
有機修飾剤を用いた超臨界水熱法による酸化ニッケルナノ結晶の合成と物性
2023 年度高分子学会東北支部研究発表会, 秋田 (2023. 11. 9-10)
3. 川瀬智暉, 押切友也, 筈居高明, 中川勝
超臨界水熱法による酸化ニッケルナノ結晶合成に向けた有機修飾剤の探索第 23 回東北大学多元物質科学研究所研究発表会, 仙台 (2023. 12. 7-8)
4. 川瀬智暉, 押切友也, 筈居高明, 新家寛正, 中川勝
超臨界水熱法による酸化ニッケルナノ結晶の合成と薄膜形成法の検討
日本化学会第 104 春季年会, 船橋 (2024. 3. 18-21)

7. 外部研究費等申請

該当なし

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費		
消耗品費	497,930	チップトレイ、データ解析用 PC、表面観察ランプ、データ記録ノート
旅費		
謝金・人件費		
その他	2,070	研究発表ポスター印刷費

Ensemble Project 2023 Report

Eric Jianfeng Cheng (程建鋒)¹ and Hiroshi Kakinuma (柿沼洋)²

¹Advanced Institute for Materials Research (AIMR), ²IMR

1. Goals of the project

Real-time visualization of oxide solid electrolyte hydrolysis in air (空気中の酸化物固体電解質の加水分解のリアルタイム視覚化)

2. Methods

We prepared highly dense garnet-type polycrystalline oxide solid electrolyte $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZO) by sparking plasma sintering and hot-pressing techniques. To visualize the hydrolysis process of LLZO in humid air. We set up an optical in-situ microscope. The surface of the LLZO specimen was coated with a conductive polymer, polyaniline (PANI), sensitive to hydrogen atoms. Once reduced by hydrogen, PANI will show a color change [1].

3. Results and discussion

Our observation confirmed the color change of LLZO in humid air, indicating hydrolysis. However, further research is needed to elucidate the underlying mechanism of this process.

Meanwhile, we studied the relation between the hardness and ionic conductivity of another oxide solid electrolyte, $\text{Na}_3\text{Zr}_2\text{Si}_2\text{PO}_{12}$ (NZSP), and found a positive correlation between the two properties. This study culminated in one publication:

4. Conclusions

Hydrolysis of LLZO occurred in humid air. Further investigation is necessary to confirm the underlying mechanism of this process, especially the role of moisture.

5. References

[1] H. Kakinuma, S. Ajito, T. Hojo, M. Koyama, E. Akiyama, In situ visualization of misorientation-dependent hydrogen diffusion at grain boundaries of pure polycrystalline Ni using a hydrogen video imaging system, *Acta Materialia* 263 (2024) 119536.

6. Publication, presentation, awards, and patents

Correlation between mechanical properties and ionic conductivity of polycrystalline sodium superionic conductors: a relative density-dominant relationship, **Eric Jianfeng Cheng***, Tao Yang, Yuanzhuo Liu, Linjiang Chai, Regina Garcia-Mendez, Eric Kazyak, Zhenyu Fu, Guoqiang Luo, Fei Chen, Ryoji Inada, Vlad Badilita, Huanan Duan, Ziyun Wang, Jiaqian Qin, Hao Li, Shin-ichi Orimo, Hidemi Kato, Materials Today Energy, **Accepted** on June 30.

7. Application for other grants

Received: (TEPCO Memorial Foundation, title of the project, Basic Research Grant, Eric Jianfeng Cheng, 10 million yen)

8. Expenses

Items	Amount (JPY)	Details
Equipment	245,501	天びん・比重測定キット(12,3750) 研磨機(12,1751)
Supplies	254499	白金線 (99.95%) (44800), 白金 (99.95%) 板 (105,199), Ni ターゲット $\phi 50.8 \times 3t$ (104,500)
Travel expense		
Personnel expense		
Other		

金属錯体ナノ粒子を用いた高輝度高速シンチレータの開発

研究代表者名、および共同研究者名
鈴木龍樹¹、藤本裕²

所属部局

¹多元物質科学研究所、²工学研究科

1. 研究目的

シンチレータとは、放射線検出に用いられる蛍光体であり、入射放射線のエネルギーを紫外・可視光に変換する材料である。図1に示した放射線検出器の概略の通り、検出器はシンチレータと光検出素子から構成され、放射線のエネルギーをシンチレータの発光プロファイルに対応した電気信号に変換することで検出を行う。シンチレータの性能として重要となるのが発光の寿命と強度であり、寿命の短縮は検出の高速化、高い輝度は高感度化を意味する。特に高速応答性を求める場合、早い蛍光寿命（シングルナノ秒程度）を持つ有機シンチレータが用いられる。しかし、有機物は放射線との相互作用する確率が低く、その結果、発光量が小さいことが多い[1]。従来、トルエンやキシレンを溶媒とする液体シンチレータやポリスチレンなど芳香族分子をベースとするプラスチックシンチレータが開発されてきたが、有機物は高濃度条件や固体化に伴い消光するものが多く、高速且つ高輝度の発光を得る材料化手法が求められる。

そこで本研究では、液体やポリマーに分散させることを想定し、固体発光を示す有機物を配位子として持つ難溶性の金属錯体についてナノ粒子化を施すことで、従来の有機物を持つ消光の問題を克服した高速且つ高輝度を示すシンチレータ材料の開発を目指した。

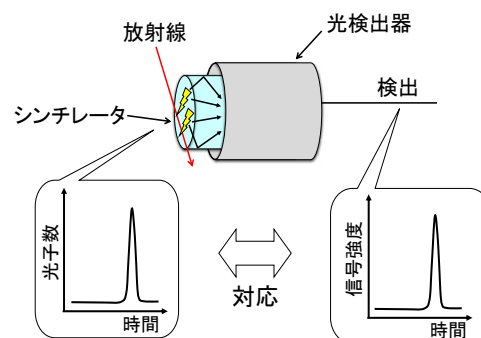


図1 放射線検出器の概略図

2. 研究方法

固体発光を示すテトラフェニルエチレン誘導体 1,1,2,2-Tetrakis(4-(pyridin-4-yl)phenyl)ethene (TPPE) を配位子として持つ亜鉛錯体 Zn(TPPE) [2]を対象化合物とした(図2a) これまでに Zn(TPPE)は、激しく攪拌した TPPE-トルエン溶液に ZnCl₂-メタノール溶液を滴下し、その後、2時間室温で静置することで 40 nm 程度の球形ナノ粒子として生成することを明らかにしている(図2b)。得られた、Zn(TPPE)ナノ粒子は 466 nm に極大発光波長を持ち(図2c)、その発光量子収率は 75%と高輝度発光を示した。さらに、発光寿命も 1.39 ns とシングルナノ秒オーダーであり、高輝度で早い蛍光寿命を持つ材料として期待が高い発光体である。

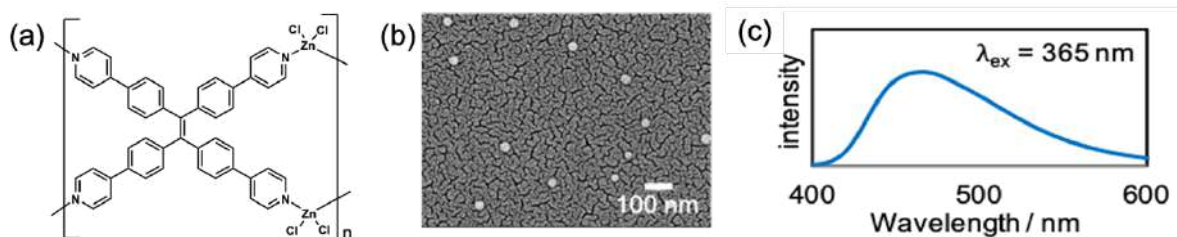


図2 Zn(TPPE)の(a)化学構造、(b)ナノ粒子のSEM像および(c)発光スペクトル

本研究では、Zn(TPPE)ナノ粒子をポリスチレンに 25 wt%分散させ、3 種の波長変換剤(2,5-ジフェニルオキサゾール(DPO), p-ターフェニル, 9,10-ジフェニルアントラセン)をそれぞれ 1-3 wt%溶解させたプラスチックシンチレータ (PS) を作製した。得られた PS について、放射光励起における発光寿命およびシンチレーション特性を評価した。

3. 結果および考察

γ 線励起における発光減衰曲線を取得したところ、いずれの波長変換剤でも 2.5~3.8 ns 程度の発光寿命を示し、また波長添加剤の量に依存しないことがわかった。ポリスチレンとのコンポジット化、波長変換剤を介したエネルギー移動が起きていても、シングルナノ秒の高速減衰を維持することが示された。続いて、X 線ラジオリミネッセンススペクトル (放射線源: Mo ターゲット, 80 kV, 1.2 mA) を取得したところ、いずれの波長変換剤を添加した場合においても、発光極大波長が 550 nm 程度の良好なスペクトルが得られた。発光量の評価では、波高 (PH) スペクトル (γ 線源: 241Am 59.5 keV) を取得した。波長変換剤として p-ターフェニルを 3 wt%溶解させた際に、発光量が 6160 MeV となり検討した中では最大値となった (図 3, 表 1)。一方で、対照実験として、波長変換剤を添加しない場合には、発光量が著しく低下することがわかった。Zn(TPPE)は、金属有機構造体であり、その結晶格子には多数の孔が存在しているため、波長変換剤はこの孔の中に取り込まれるものと考えられる。放射線によって励起されたポリスチレンから波長変換剤、次いで Zn(TPPE)へとエネルギー移動していき発光すると考えられるが、波長変換剤と Zn(TPPE)の距離が近いことが高効率なエネルギー移動を実現し、高輝度発光に繋がったものと考えられる。また、この発光量は、鉛化合物を添加した市販の PS の一つである NE142 (発光量:5200 MeV) [3]よりも大きいことがわかった。

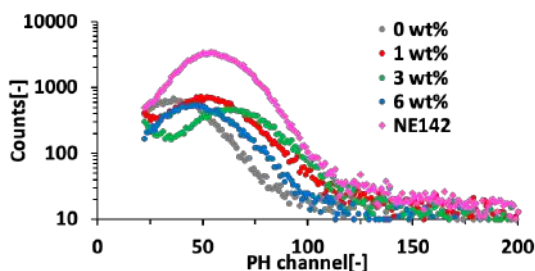


図 3 p-ターフェニルを添加した PS の波高スペクトル

表 1 添加した波長添加剤の種類と量に対する PS の発光量

波長変換剤	DPO	p-terphenyl	9,10-diphenyl anthracene
0 wt%	3470	3470	3470
1 wt%(0.17eq.)	3470	4620	5100
3 wt%(0.50eq.)	3950	6160	5500
6 wt%(1.0eq.)	4810	4430	4430
NE142	5200	5200	5200

4. 結論

本研究では、発光団として高輝度でシングルナノ秒の発光寿命を有する Zn(TPPE)ナノ粒子をポリスチレンに分散させ、波長変換剤を添加することで短い発光寿命を維持しながら市販のシンチレータを凌駕する発光量を持つプラスチックシンチレータが作製できる可能性を見出した。今後は、波長変換剤の種類など作製条件を検討しながら、詳細な構造を解析し、考案した材料設計における発光メカニズムを解明しながら、より高速で高輝度な発光を示すシンチレータの開発を進める予定である。

5. 参考文献

1. Y. Hong *et al.*, *Chem. Soc. Rev.*, **2011**, 40, 5361-5388
2. S. L. Jackson *et al.*, *Cryst. Growth Des.*, **2016**
3. Yan Sun, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **2014**, 104, 17, 174104.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

学会発表

- 1) “Fabrication of zinc complex nanoparticles for development of high-performance scintillator”, Masahiro Tominaga, Ryuju Suzuki, Yoshitaka Koseki, Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, Hitoshi Kasai, International Symposium for the 80th Anniversary of the Tohoku Branch of the Chemical Society of Japan (2023 Joint Meeting of the Tohoku Area Chemistry Societies), (Miyagi), (2023.9).
- 2) 「シンチレータ材料として利用する固体発光性亜鉛錯体ナノ粒子の作製」, 富永征宏、鈴木龍樹、小関良卓、藤本裕、越水正典、笠井均, 第 23 回東北大学多元物質科学研究所研究発表会, 宮城, 2023.12
- 3) 「固体発光性亜鉛錯体ナノ粒子を用いたプラスチックシンチレータの開発」, 鈴木龍樹、富永征宏、藤本裕, 第 11 回東北大学若手アンサンブルワークショップ, 宮城, 2023.12
- 4) 「発光性亜鉛錯体ナノ粒子を分散させたプラスチックシンチレータの開発」, 富永征宏、鈴木龍樹、小関良卓、藤本裕、越水正典、笠井均, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会, 東京, 2024.3

受賞 (いずれも研究協力者の学生：富永征宏が取得)

- 1) 令和 5 年度化学系学協会東北大会および日本化学会東北支部 80 周年記念国際会議ポスター賞, 「Fabrication of zinc complex nanoparticles for development of high-performance scintillator」, 2023.9.10
- 2) 第 18 回籾野奨学基金多元物質科学研究奨励賞 第 18 回, 「亜鉛錯体ナノ粒子を用いた有機シンチレータの開発」, 2023.12.8

7. 外部研究費等申請

獲得：なし

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費	0 円	
消耗品費	304,039 円	試薬等
旅費	0 円	
謝金・人件費	0 円	
その他	195,961 円	共通機器使用量等

酵素中心模倣キラル五座配位子／金属錯体を触媒とする不斉酸素添加反応の開発

研究代表者名、および共同研究者名
 田原淳士^{1,2}、笹野裕介²、権 根相³

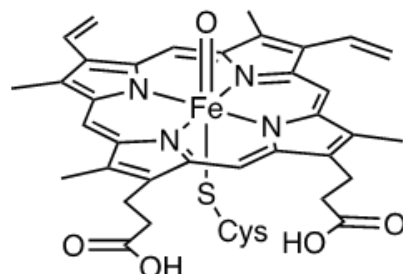
所属部局

¹学際科学フロンティア研究所、²大学院薬学研究科、³大学院理学研究科

1. 研究目的

医薬や農薬等のファインケミカルは、比較的単純な構造をもつ化合物から多段階の反応を経て一般に合成される。近年医薬や農薬にはより選択的な薬理活性と高度な安全性が求められ、この需要を満足させるべく分子構造が複雑化している。よって、今日の有機合成化学には複雑な分子合成を効率的に実現する、高度に選択的な反応の開発が求められている。

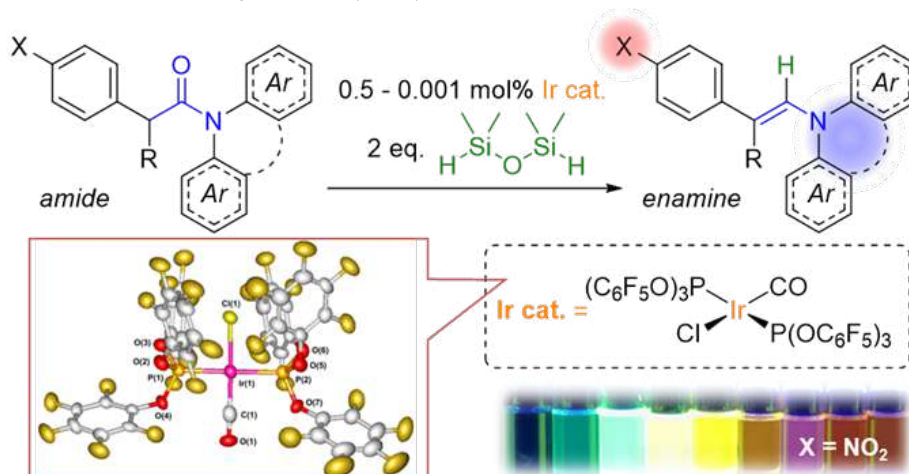
シトクローム P450（以下、P450 と略記）は、有機分子に酸素原子を添加する（酸素化する）酵素群で、生体内において薬物代謝やホルモンの生合成などを担っている。P450 は、約 500 のアミノ酸残基からなり、活性部位にヘム-チオラート（鉄ポルフィリン錯体）をもつ。P450 は、酸素を還元的に活性化して高反応性の鉄オキシ種（右図参照）を発生させ、タンパク質が発現する基質特異性の高い反応場を活用して、高選択的な酸素添加反応を実現する。しかし、P450 そのものは基質特異性が高すぎる（基質適用範囲が狭い）



iron-oxo complex in P450

）ためにファインケミカル合成において使い勝手の良い触媒ではない。そこで、P450 を模倣した錯体の合成とこれを用いた触媒反応の開発が活発に研究されてきた。しかし、高度な選択性を示す錯体触媒の例はごく一部に限られている。これは、錯体化学者は多段階の配位子合成を避けるため、高度な活性と選択性を示す錯体を設計できても合成できないという問題点に基づくと考えられる。よって、タンパク質ほど基質特異性は高くないが、望む選択性を発現する配位子をいかに合成するかが鍵となる。

研究代表者の田原は、学位取得以前から錯体化学に従事し、遷移金属複核錯体を用いた小分子活性化を報告してきた (*ACIE* **2010**, *49*, 5898 ほか)。また学位取得後は培った錯体合成力を活かして、アミドのヒドロシラン還元用高活性イリジウム触媒の合成および電子材料への応用などを報告している (*JOC* **2019**, *84*, 15236 ほか)。



一方で、共同研究者の笹野は、独自のニトロキシラジカル触媒を用いるアルコール酸化反応において顕著な業績を挙げてきた (*ACIE* **2014**, *53*, 3236 ほか)。また、精密設計・合成したキラル触媒を用いてアルコールの不斉酸化反応に成功している (*JACS* **2014**, *136*, 17591)。研究代表者が得意とする錯体触媒化学に、研究分担者が合成する精密合成配位子を組み合わせた新規錯体触媒創生を着想した。更に本連携に権准教授を共同研究者として加え、薬学部および学際研が保有しない単結晶 X 線回折装置を用いて錯体の構造解析を行う。

本研究では P450 を模倣した錯体触媒を創生し、既存の触媒では困難であった選択的酸素添加反応を開発することで、錯体触媒反応開発に新機軸を打ち出すことを目的とする。

2. 研究方法

申請者らは、新規キラル五座配位子/鉄錯体を設計した (構造式は未発表のため記載しない)。設計コンセプトは以下の通りである。

(1) 同志社大学の人見らは、アニオン性五座配位子/鉄錯体が既存の鉄錯体よりも高い酸素添加反応触媒活性をもつことを報告している。¹ しかし、これをキラル触媒へ展開した例は報告されていない。

(2) 笹野らは、キラルオキサゾリン構造をもつ三座配位型ニトロキシラジカルと銅塩を触媒とする不斉アルコール空気酸化反応に成功しており、錯体の不斉反応場に相当する部分構造の合成に既に成功していることになる。

以上に基づき、人見らの錯体のうち、アミダートイオン構造をカルバゾリドイオンへと置き換え、ピリジン部位をキラルオキサゾリンに代替することで、キラルな配位子場の構築が可能になるものと設計した。

3. 結果および考察

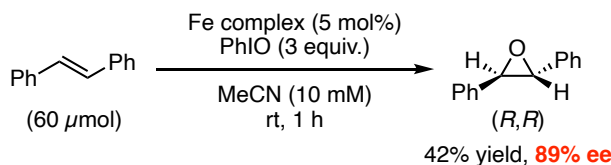
<配位子および鉄錯体の合成>

文献に従って合成したカルバゾールジオージドと光学活性なアミノアルコールをパラジウム触媒を用いて一酸化炭素雰囲気下カップリングさせ、その後数工程の変換を経てキラル配位子を得た。

合成した配位子と鉄塩を混合して錯形成を行い、錯体を得た。

<合成した鉄錯体を用いた不斉酸化反応の検討>

合成した錯体を用いて、*trans*-スチルベンの不斉エポキシ化反応を実施した。その結果、89% ee という高い光学純度で対応するエポキシドを得ることに成功した。



4. 結論

今回設計した触媒系が、酸化反応の不斉化に有効な設計指針であることを確認した。今後は更なる酸化反応への応用を随時検討する。

5. 参考文献

1. Y. Hitomi, K. Arakawa, T. Funabiki, M. Kodera, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2012**, *51*, 3448.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

- ・[受賞]田原淳士、東北大学薬学研究科、第17回薬学研究科長賞、

7. 外部研究費等申請

獲得：

- ・科研費(基盤B)、不安定活性種を指向したBNNB配位子含有錯体による配向基不要な分子変換反応、田原淳士、17,680千円
- ・科研費(学変A公募)、硫黄の柔軟な電子授受の制御による二酸化炭素の還元および次世代製鉄法への学際研究、田原淳士、7,150千円 ほか
- ・科研費(基盤B)、酵素模倣・レドックス活性キラル多座配位子の精密設計を基盤とする不斉酸化反応の開発、笹野裕介、18,850千円
- ・科研費(学変A計画)、電気化学分析と電気泳動一質量分析の連結を活用する化学選択的触媒的酸化反応の開発、笹野裕介、36,920千円 ほか

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費	0	
消耗品費	227,720	有機化学実験器具 研究データ解析用デバイス機器および周辺機器
旅費	270,980	9月1-2日：名古屋大学、学会参加、笹野 3月23日：東京工業大学、研究討論、田原 3月24-31日：横浜パシフィコ、学会参加、田原 3月28-30日：京都大学、学会参加、権 3月28-31日：横浜パシフィコ、学会参加、笹野
謝金・人件費	0	
その他	1,300	中央機器室(NMR)装置利用料

数学トポロジーと流体科学の融合による複雑構造内の流動特性評価

研究代表者名、および共同研究者名

宮永 潤¹、宇田智紀²、鈴木杏奈¹、井元佑介³、蓮見 登冨^{1, 4}

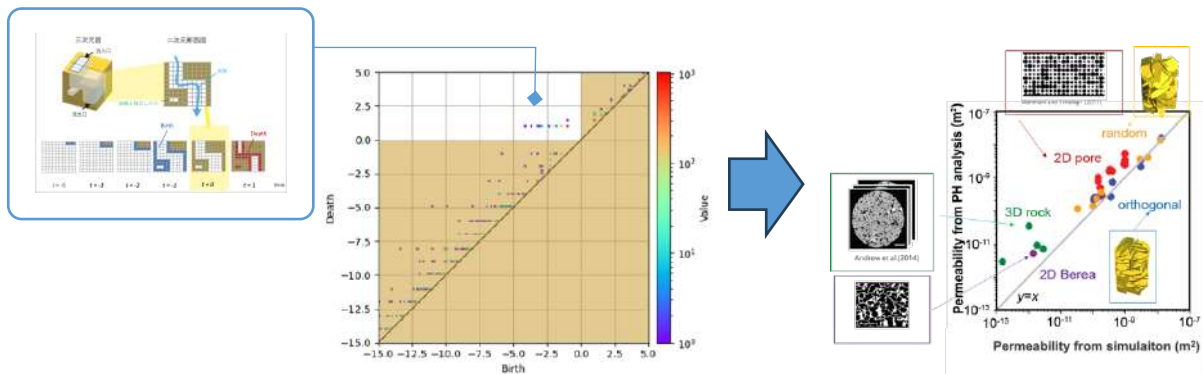
所属部局

¹流体科学研究所、²東北大学材料科学高等研究所、³京都大学高等研究院 ASHBI、⁴東北大学工学部

1. 研究目的

地熱資源などの地下資源開発において、岩石内の流体流動を理解することは最も重要な課題である。地下の流動は複雑な岩石のき裂構造に支配されているため、複雑な構造をいかに把握・特徴づけるかが開発の鍵となる。従来の研究において、岩石構造はき裂の幅や数などに基づいて評価されてきた。しかし、流路となりうるのは流入口から流出口までの連結した構造であるため、流路の連結性を評価できる手法が望ましい。先行研究では、パーシステントホモロジーを用いてき裂構造の画像データから流路の数と最小の開口幅を抽出し、流れ特性として浸透率を推定できる可能性を示した¹(図1参照)。一方、地熱開発では、流路を流れる水が岩石から受け取る熱の供給量を把握することが必要であり、流路の幅だけでなく、表面積の情報を取得することも求められる。そこで本共同研究では、岩石画像データから、流路の表面積情報を取得する新たな解析手法の提案を目的とする。

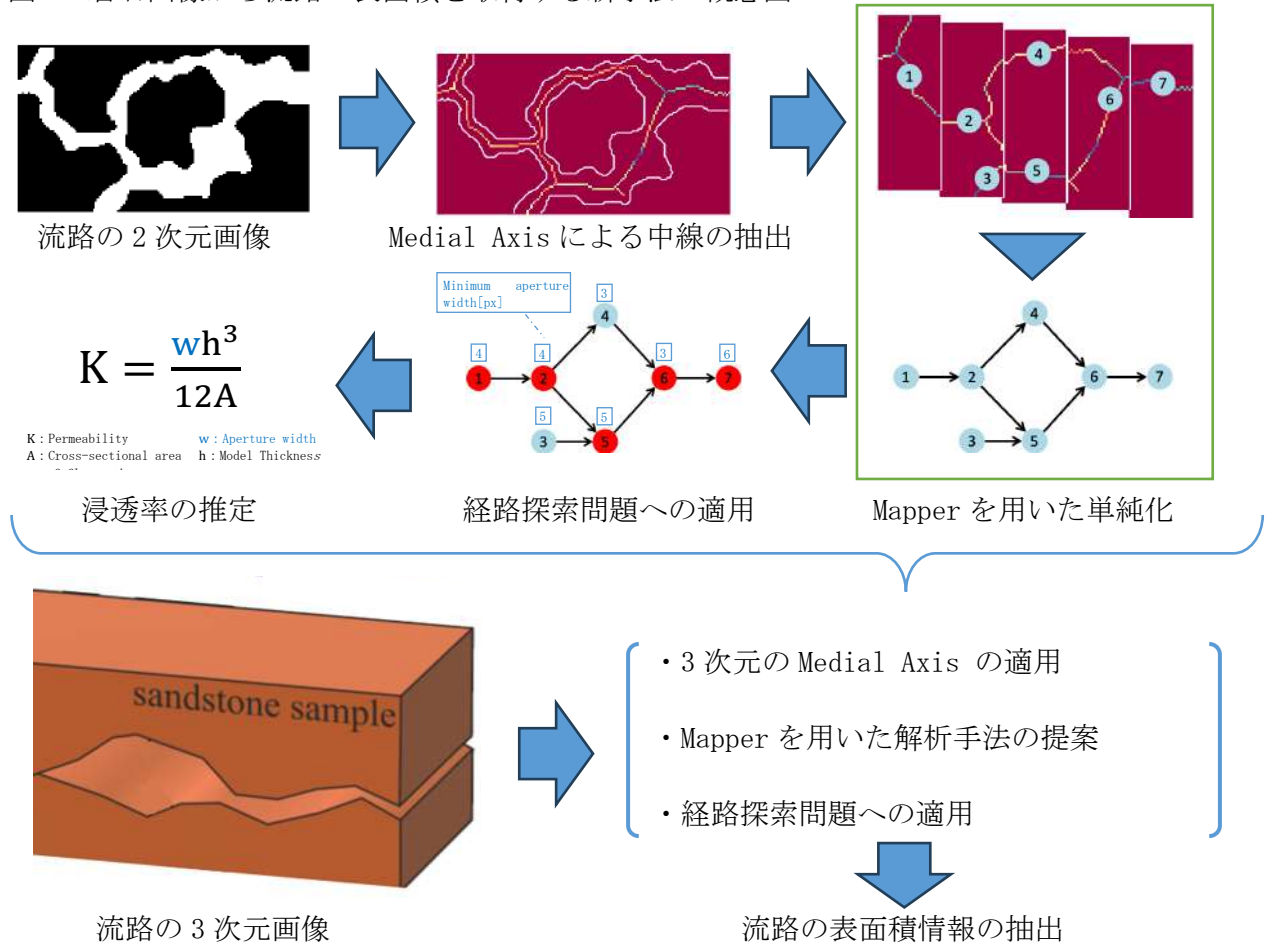
図1: パーシステントホモロジーを用いた、き裂構造の流路数と最小の開口幅の抽出と浸透率の推定の模式図



2. 研究方法

本研究では、中線を抽出する Medial Axis 法とデータのトポロジー構造をグラフで記述する Mapper に基づいて、き裂の画像データから流動特性を推定する手法を提案し、シミュレーションとの比較により提案手法の適用性を確認する。具体的には、まずき裂画像データから Medial Axis 法を用いてき裂形状を線である中心軸として表現する。次に、き裂の中心軸情報をもとに、Mapper グラフを作成する。このとき、流路となる複雑なき裂構造は、流路の形状の情報を保ちながら単純なグラフへと変換され、グラフに含まれる情報から流路に関する構造評価を行うことが可能となる。得られた Mapper グラフに対し、流れやすさを反映した最短経路探索を用いて優先流路の探索を行う。最後に解析対象の流動特性を推定する。流動特性として2次元画像に対しては浸透率を計算する。また、同様の手法を3次元画像へと展開する。ただし、3次元画像に対しては流動特性として流路表面積の推定を行うものとする。(図2参照)

図 2：岩石画像から流路の表面積を取得する新手法の概念図



3. 結果および考察

本研究での提案手法について、2次元画像としてベレア砂岩の画像を用いて、浸透率のシミュレーション結果²との比較を行った(図3参照)。シミュレーションの値に最も近い値になったのは Mapper を適応する際の分割の幅が 50px のときであった。しかし分割幅をさらに小さくするとシミュレーションの値を超えて増大することが確認された。これは分割数が多くなることで、それまで最小でなかった幅が最小の幅として検知されたのが原因と考えられる。

また、3次元画像においても、表面積が推定されている3Dモデルについて適用したところ、画像から推定された表面積は予測の範囲に収まることが示された。一方で、単純なモデルにおいて楕円柱などの形状では推定値の誤差が大きくなった。これは円柱により表面積の近似を行っていたためと考えられる。

図 3：ベレア砂岩の画像における浸透率のシミュレーション結果との比較



4. 結論

本研究では、き裂画像データに対して Medial Axis 法とトポロジカルデータ解析の一つである Mapper を組み合わせて用いることで、先行研究と比べて高い精度で流動特性を推定できる可能性があることを示した。特に浸透率においては、従来法と比べてシミュレーションの値に近い値を得ることができた。さらに、提案手法は、Medial Axis 法で計算された中線からの距離情報を Mapper グラフに埋め込み最短経路探索を行うことで、き裂の幅の情報を考慮した主要な流路を従来の方法と比べて高速に計算することが可能となった。他方、本研究では解析に必要な分割幅の定め方などの各種パラメタの基準が定まっておらずパラメタ決定の最適化について検討することや、3次元画像における流路が楕円などの複雑な流路の形状をとる場合に対する表面積の変化への対応が求められる。

5. 参考文献

1. Suzuki, A., Miyazawa, M., Minto, J.M., Tsuji, T., Obayashi, I., Hiraoka, Y., Ito, T., 2021. Flow estimation solely from image data through persistent homology analysis. Sci Rep 11, 17948.
2. Mehmani, Y., Tchelepi, H.A., 2017. Minimum requirements for predictive pore-network modeling of solute transport in micromodels. Adv. Water Resour. 108, 83-98.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

- ・2023年度 ICFD ポスター発表 発表者：蓮見
- ・第11回東北大学若手研究者アンサンブルワークショップ ポスター発表 発表者：宮永

7. 外部研究費等申請

獲得：なし

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
消耗品費	288160	周辺機器類、書籍
旅費	90420	7月30日：旅行先 京都 目的 研究発表・情報収集
旅費	28550	1月22日：旅行先 仙台 目的 学外者の招聘
旅費	75287	3月3日：旅行先 長岡 目的 研究発表・情報収集
その他	22500	学会参加費・参加登録費

超伝導-キラルらせん磁性二層系で探る 渦糸格子と磁気ソリトンの協奏的ダイナミクス

研究代表者名、および共同研究者名
岡田 達典¹、正木 祐輔²

所属部局
¹金属材料研究所、²工学研究科

1. 研究目的

第2種超伝導体を磁場中に置くと、量子化された渦糸が侵入して三角格子(Abrikosov Vortex Lattice、“AVL”)を形成する^[1]。通電電流による電磁力で渦糸が駆動されると、電磁誘導によって電気抵抗が生じてしまうため、量子渦糸の運動の理解が重要となる。AVLと同様に空間周期構造を伴う現象として、キラルらせん磁性体中のソリトン状スピン配列(Chiral Soliton Lattice^[2,3]、“CSL”)が挙げられる。AVLは2次元かつ磁場印加で格子間隔が狭まるのに対し、CSLは1次元的で磁場で間隔が広がるという対照的な挙動を示す。

では、AVLとCSLという2つの異なる周期構造が出会った場合何が起きるだろうか？この問いに関連する研究として、キラルらせん磁性体 CrNb₃S₆へ超伝導体の炭化タングステンを電極とした際、磁気抵抗の特異な振動が観測された^[4]。この磁気抵抗振動はAVLとCSLの周期構造の非整合性に起因していると考えられるが、その起源は未解明である。

本研究では、AVLとCSLの異なる周期構造がもたらす協奏現象を数値シミュレーションによって探ることを目的とした。

2. 研究方法

本研究では、「超伝導体/キラルらせん磁性体の2層構造」を考え、一様な外部磁場で期待されるCSLの周期的磁場分布上のAVL形成と通電による渦糸の運動をtime-dependent Ginzburg-Landau (tdGL)理論^[5]に基づきシミュレートした。

本研究では、簡単のため、CSLによる周期的磁場分布の z 成分

$$\mu_0 h_{\text{CSL}}(\mathbf{r}, t) = M_{\text{CSL}} \left[1 - 2\text{cn}^2 \left(\frac{\pi^2 x}{2L_0 E(k^2)}, k^2 \right) \right]$$

は変動しないとみなした。また、第1・第2 tdGL方程式

$$\begin{cases} \tau_{\Delta}(T) \left(\frac{\partial}{\partial t} - i \frac{e^* \varphi(\mathbf{r}, t)}{\hbar} \right) \Delta(\mathbf{r}, t) = \left(1 - \frac{T}{T_c} \right) \left(1 - |\Delta(\mathbf{r}, t)|^2 \right) \Delta(\mathbf{r}, t) + \xi_0^2 \left(\nabla + i \frac{e^* \mathbf{A}(\mathbf{r}, t)}{\hbar} \right)^2 \Delta(\mathbf{r}, t) \\ \tau_{\mathbf{A}}(T) \left(\frac{\partial \mathbf{A}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} + \nabla \varphi(\mathbf{r}, t) \right) = \left(1 - \frac{T}{T_c} \right) \text{Im} \left[\Delta^*(\mathbf{r}, t) \left(\nabla + i \frac{e^* \mathbf{A}(\mathbf{r}, t)}{\hbar} \right) \Delta(\mathbf{r}, t) \right] - \nabla \times [\mathbf{b}(\mathbf{r}, t) - \mu_0 \mathbf{h}(\mathbf{r}, t)] \end{cases}$$

において、外部磁場を印加磁場・キラルらせん磁性体による実効磁場・通電電流が成す磁場の和 $\mathbf{h}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{e}_z [h_{\text{ex}} + h_{\text{CSL}}(\mathbf{r}, t) + J_{\text{ex}}/w]$ とした (w は試料幅)。更に、 $\varphi = 0$, $\mathbf{A}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{r} \times \mu_0 \mathbf{h}(\mathbf{r}, t)/2$ なるゲージを採用し、簡単のため絶対零度に着目した。

超伝導体として Nb (超伝導転移温度 $T_c = 9.2$ K、上部臨界磁場 $B_{c2} = 0.24$ T、コヒーレンス長 $\xi_0 = 37$ nm、磁場侵入長 $\lambda_0 = 40$ nm) を想定した。一方、キラルらせん磁性体としては CrNb₃S₆ (飽和磁化 $M_{\text{CSL}} = 0.0862$ T、ゼロ磁場らせん周期 $L_0 = 48$ nm、磁場中らせん周期 $L = 49$ nm [$\mu_0 h_{\text{ex}} = 0.0739$ T 相当]、楕円関数モジュライ $k = 0.748163$ [$L = 49$ nm 相当]) を想定した。試料サイズは $L_x = L_y = 20L$, $L_z = 0$ の薄膜形状とした。

3. 結果および考察

図1に外部電流を通電する前の平衡状態での局所磁場分布を示した。CSLがない場合(図1左)、凡そ三角格子状のAVLが見られる。正三角形から歪んでいるのは、正方形の試料形状由来の形状効果を受けたと考えられる。CSLによる1次元磁場分布を取り入れた場合(図1中)、量子化渦糸の位置が凡そCSLによる局所磁場分布最大の位置に合致しており、CSLがAVLに影響しているように見える。CSLを考慮することで実効的な外部磁束密度が増大(約1.19倍)していることから、CSLなしで外部印加磁場を1.19倍したのが図1右である。磁束密度が増大したことから形状効果をより強く受け、AVLが歪む。このため、CSLありの場合(図1中)で見られたAVLの変化が、(i) CSLがもたらす局所的な外部磁場変調の影響なのか、(ii) CSLによって実効的な外部磁場が増大し形状効果が増強された結果なのかは不明である。今後、形状効果を受けにくい大きな試料サイズでのシミュレーションが必要である。

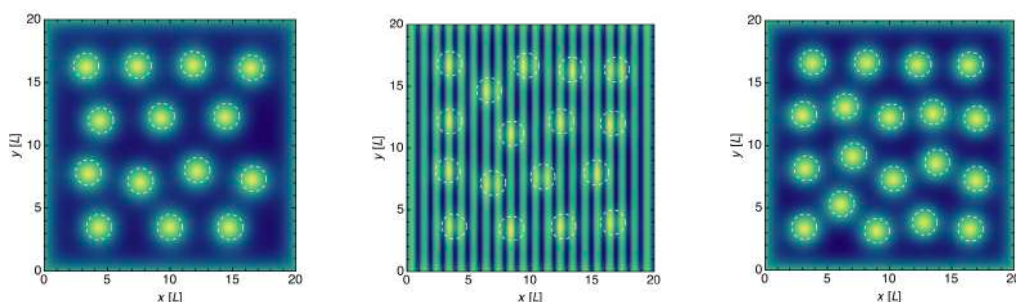


図1. 通電前の局所磁場分布(濃青:ゼロ磁場、黄:高磁場)。左:CSLなしの場合、中:CSLありの場合、右:CSLなしで外部磁場を1.19倍に増大した場合。

図1中の状態から、キララらせん軸と並行方向に外部電流を印加した場合の局所磁場のスナップショットを並べたのが図2である。電磁力の方向に渦糸格子がシフトしていく様子が見られ、電磁誘導による抵抗状態(渦糸フロー)が実現していることが分かる。

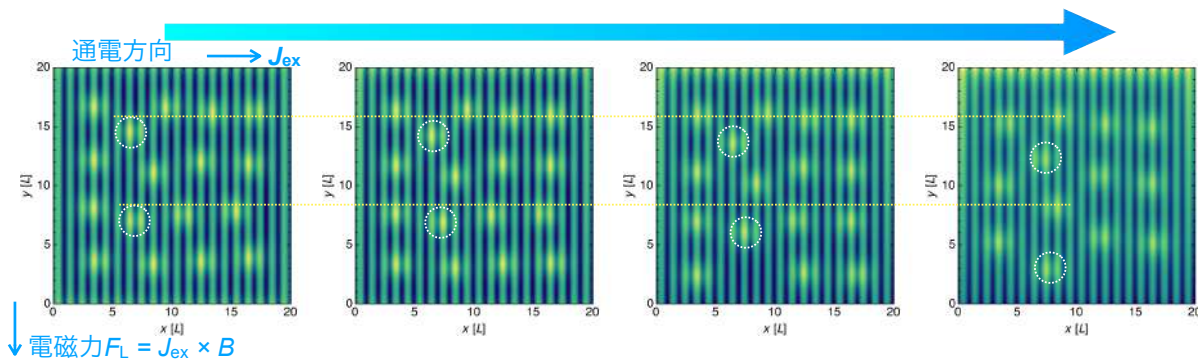
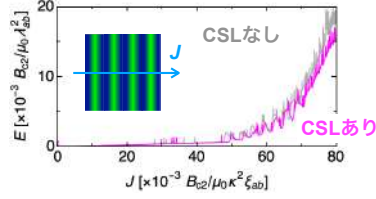


図2. 通電による局所磁場分布の変化。通電前(最左)の状態から外部電流に伴って渦糸が電磁力方向にシフトしており、渦糸フローによる抵抗状態が生じている。

渦糸フローで発生した電場を外部電流密度に対してプロットしたのが図3である。ただし、上段はCSLのらせん軸と並行に通電した場合、下段はらせん軸と垂直に通電した場合である。CSLの成す周期的な凝縮エネルギー(超伝導状態における自由エネルギー利得)の変調に直行する方向の渦糸フロー(変調)と、変調に沿った渦糸フローとでは違いが生じることが予想されたが、本研究のシミュレーション結果ではCSLの有無・らせん軸に対する通電方向の違いによらず、得られた電流-電圧特性に大きな違いは見られなかった。ただし、本研究で用いたパラメータでは渦糸のサイズとCSLの空間周期が同程度であるため、凝縮エネルギーの変調が渦糸の運動へ十分に影響していない可能性がある。今後、外部印加磁場を変えた条件下での渦糸の運動を調べることで、CSLの成す周期構造とAVLとの相関をより詳しく調べる必要がある。

らせん軸平行方向への通電



らせん軸垂直方向への通電

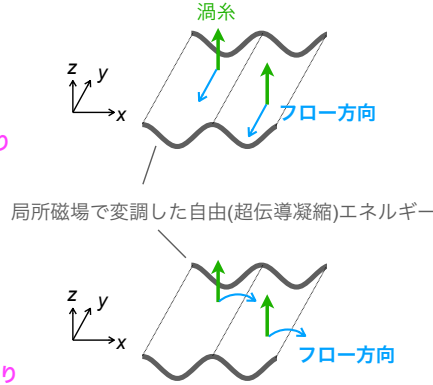
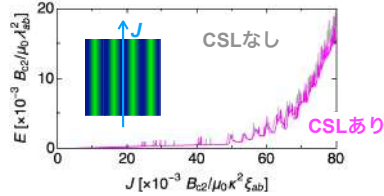


図3. 電場-電流密度特性と量子化磁束(渦糸)フローの概念図。上段: CSLのらせん軸に並行に通電した場合、下段: らせん軸に垂直に通電した場合。それぞれ、灰色の実線がCSLなし場合で、桃色の実線がCSLありの場合の特性を表す。

4. 結論

CSLとAVLとの協奏現象を探る第一歩として、超伝導体/キラルらせん磁性体二層構造における磁場中通電特性をtdGL理論で数値シミュレートした。その結果、CSLに影響されたと見られる渦糸分布の変化などを確認した一方、本研究で使用した物性値・計算条件の下では、電流-電圧特性にCSLの有無による大きな違いは見られなかった。今後は本研究の実施内容を拡張し、電流駆動したAVLとCSLが織りなす特異な電気・磁気特性を追究したい。

5. 参考文献

1. A.A. Abrikosov, J. Phys. Chem. Solids., **2** (1957) 199.
2. I.E. Dzyaloshinskii, Sov. Phys. J. Exp. Theor. Phys., **19** (1964) 960.
3. Y. Togawa *et al.*, Phys. Rev. Lett., **108** (2012) 107202.
4. 戸川欣彦ら, 日本物理学会 2014年秋季大会.
5. A. Schmid, Phys. Kondens. Materie, **5** (1966) 302.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

- 発表) 岡田達典、正木祐輔、“キラルらせん磁性体が成す周期磁場中における超伝導量子渦糸”、第11回若手アンサンブルワークショップ、2023年12月13日、東北大片平。
- 発表) T. Okada *et al.*, “Numerical Evaluation of Elementary Pinning Force due to Spherical and Segmented Columnar Pinning Centers in REBCO Coated Conductors,” 2023年12月11日-16日、国立京都国際会議場、D2-0303-03。

7. 外部研究費等申請

獲得: 科学研究費助成金若手研究、“空間周期構造をもつ量子液晶としての超伝導体の磁束フローダイナミクス”、正木祐輔、直接経費 360万円。

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費	0	なし
消耗品費	346,749	MacBook Air11 交換用バッテリー、MacBook Pro14 など
旅費	76,251	12月11日-16日 旅行先: 京都 目的: 国際会議 MRM2023 参加 (招待講演・座長・情報収集)
謝金・人件費	0	なし
その他	77,000	MRM2023 参加費、応用物理学会秋季学術講演会 (講演会参加費・チュートリアル参加費)

食の安全の不確実性とリスクコミュニケーション: アラスカ貝採集と日本の養殖業の貝毒への対応の事例から

研究代表者名、および共同研究者名
石井花織¹、中野久美子²、岩花剛³

所属部局

¹東北アジア研究センター(現東北メディカル・メガバンク機構)、²医学部医学系研究科公衆衛生看護学分野、³アラスカ大学フェアバンクス校 国際北極圏研究センター

1. 研究目的

本研究では、人間社会と自然環境が複雑に絡み合った人新世的な課題に対して行われる、多主体間でのリスクコミュニケーション（消費者、生産者、行政、科学者等の関係者が、リスクに関する情報や意見を交換するプロセス）に着目する。気候変動や人畜共通感染症など、近年食の安全のリスクが増加しており、リスクに対する生態学的・文化的適応手段（加熱や塩蔵、アク抜き、地下貯蔵、民俗分類、腸内細菌など）に加え、公的主体による規制や検査、科学知の介入が大きくなっている。

ここで対象とした貝毒は、有毒藻類を取り込んだ二枚貝等を喫食することによる食中毒であり、死に至ることもある中毒症状、漁業者への深刻な経済被害をもたらす。北米東西海岸などで古くから存在が知られ、見た目では毒性を判別できないため在来知（桐の花の咲くころに採取を止める¹（三陸地方）ニシンの産卵期の頃に採取を止める²（アラスカ）等）による予防も試みられてきた。しかしながら近年、発生域の拡大や頻度増、発生時期長期化が生じており、海水の富栄養化や水温上昇、グローバルな海運の増加等がその要因とされる^{3,4}。そのため、ローカルな文化的適応に加え、毒化プロセスの解明や有毒藻類のモニタリングに携わる自然科学の研究者や、二枚貝の生産や市場での流通を規制する行政機関の存在が大きくなっている。こうした状況をふまえて本研究では、貝毒とそれを取りまく自然・社会環境の変化を対象にリスク管理の実態を調査し、今後のリスクコミュニケーションの在り方を探索的に検討することを目的とした。

2. 研究方法

上流の施策は漁業の現場にいかなる影響を与えるのか。またモニタリングが及ばない自給自足の貝食にはいかなる対策がなされているのかを、日本の養殖産業とアラスカの採集を事例に、貝毒を主とした環境変化や制度が人々にもたらす影響について、現地でのインタビュー調査および文献調査を行い、両事例を比較検討した。

3. 結果および考察

	(a) 採集（アメリカ合衆国 アラスカ）	(b) 養殖産業（日本 宮城）
被害の概要	1993-2021年にかけ132件の症例が発生し、最近の死亡者は2020年。州人口の約15%に過ぎない先住民の患者数が53%を占める。	市場に流通する二枚貝の安全性は極めて高いが、補償がないため出荷停止による漁業関係者への打撃は大きい。
貝毒が問題化されるようになった時期	18C後半にムラサキイガイを食した約100名の死亡記録など古くから知られ 'Poison cove'（州南東部）などの地名も。気候変動の影響によ	1970年代に中毒事例が頻発し80年以降国としての監視体制を構築。北海道・東北で主に生じていたPSPが90年代以降全国。地元漁民は「30

	り被害地域の拡大や深刻化が懸念される。	年ほど前に地中海から来た」等と認識。
リスクコミュニケーションの様相	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住民間 貝毒に関する在来知や地名が存在 ・ 行政-科学者-住民 HABネットワーク等多主体間の情報共有の取り組みが存在。モニタリング地点や期間は場所によって異なり、地域の自発性や助成金の有無に左右される ・ 医療従事者-住民 僻地医療の特徴を示す象徴的な例として扱われた例 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 行政-科学者-漁民 目視した赤潮の調査依頼や(漁民→行政)、震災後プランクトン発生地点の変化等に関する情報交換 ・ 行政-漁民-医療従事者 「貝毒」という名づけへの疑問(漁民)。ノロウイルス=貝という診断プロトコルや周知の在り方への反発(漁民→行政、医師)

4. 結論

貝を自家消費する人々、養殖する人々ともに貝毒をはじめとする環境変化とそれを受けた制度の変化によって文化的・栄養学的・経済的影響を受けていると考えられた。しかしながら海洋環境変化が人間社会に与える影響は一方的なものではない。「貝毒が在る」ことは、ヒトの中毒原因となる毒性物質の有無だけでなく、食の選好や検査の拡大等社会的要因によっても構築されていた。今後は、より具体的な主体間の交渉に着目することで、問題認識の共有や利害の調整がどのようになされているのかを観察し、よりよいリスクコミュニケーションの在り方を検討したい。そのためアラスカでは、検査のニーズがどのように生じ、住民に情報が利用されているか、在来知と科学知の併存の在り方について、また日本では、漁民-行政-科学者間のコミュニケーションや意思決定のプロセスを調査する必要がある。

そのほか注目すべき点として、アラスカ僻地に点在する村々の衛生への取り組みが、地域の自発性や助成金獲得の有無等により多様である点だ。つまり、衛生環境の地域間格差や、取り組みの持続可能性の問題が生じていることが考えられる。今後は、① 地域の衛生状況についてどのような差異が生じているのかを把握し、② 差の背景にある社会的・地理的要因ならびに、③ 成功しているリスクコミュニケーションの事例を分析したい。それらをもとに、地域衛生の向上にむけたより効果的なリスクコミュニケーションの在り方と、それを促進/阻害すると考えられる要因についての考察を導出することが課題である。

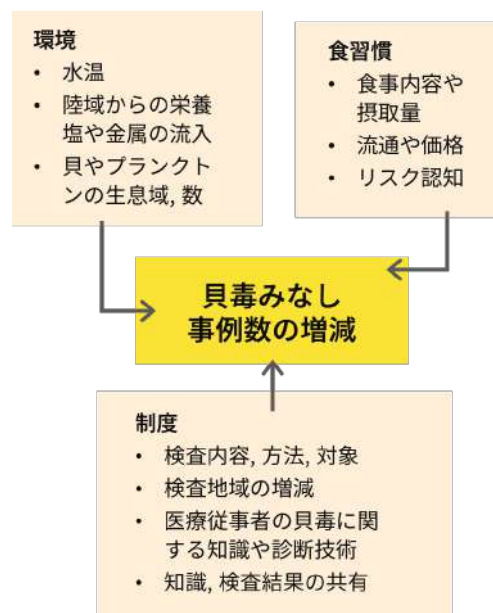


図. 貝毒とされる現象の増減に係る要因の例

5. 参考文献

1. 渡邊龍一 (2023) 「麻痺性貝毒を中心とした海洋生物毒の機器分析法導入のための基礎研究」『日本水産学会誌』 89(3): 232-235. 2.
2. Climate Adaptation Science Centers. Combining Local Traditional Knowledge and Machine Learning to Predict the Future Safety of Alaskan Shellfish Harvests in a Changing Climate. [https://cascprojects.org/#/project/4f831626e4b0e84f6086809b/600f20f4d34e162231fec95] (2024/3/18 閲覧)
3. Landrigan, P.J. et al. (2020) Human Health and Ocean Pollution. Annals of Global Health, 86(1), p.151.
4. Anderson et al. (2021) Evidence for massive and recurrent toxic blooms of Alexandrium

catenella in the Alaskan Arctic. Biological Sciences. 118 (41) e2107387118.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

石井花織, 中野久美子, 岩花剛「アラスカの二枚貝採集と日本の貝養殖にみる海洋環境の変化と人々の対応」生態人類学会第29回研究大会、2024年3月、福井県あわら市.

7. 外部研究費等申請

獲得：(1) 科学研究費助成事業 若手研究、「アラスカ遠隔地村における廃棄物処理の地域間の差異と社会文化的要因の解明」石井花織、4,680千円

(2)2024年度TUMUGネクストステップ研究費、「地理情報システム（GIS）を用いた貝毒問題の日米リスク評価とリスクコミュニケーション・モデルの最適化」中野久美子、250千円

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費		
消耗品費	312,260	書籍、メモリーカード、ほか
旅費	187,740	9月：大阪府吹田市、資料収集 10月：宮城県塩釜市、現地調査 3月：福井県あわら市、学会参加
謝金・人件費		
その他		

3. 2023 年度研究所若手アンサンブルグラント継続課題 成果報告書

研究所間の共同研究の促進を目的として、複数研究所の所属研究者で構成される共同研究グループに対して研究費を支援する「2023 年度若手研究者アンサンブルグラント継続課題」の公募を企画・実施しました。「グラント継続課題」は「グラント新規課題」により取り組んでいる萌芽的な学術研究課題を基にして、さらなる発展が見込まれる継続的な研究に対して助成を行うものです。採択課題 2 件の成果報告を掲載します。なお、ここでは、提出された報告書から、申請中および申請予定の外部研究費の情報を削除しています。

これらの共同研究の実施により、報告書提出の時点（2024 年 7 月）で、3 報の論文掲載の成果が挙げられたことが報告されました。

表 3-1 2023 年度若手研究者アンサンブルグラント継続課題採択結果

採択課題（2 件）

発表 番号	課題名	研究者 (◎：研究代表者)	所属・役職
1	歴史史料から探る過去の気象 および天文現象	市川 幸平 ◎	学際科学フロンティア研究 所・助教
		程 永超	東北アジア研究センター・准 教授
		村田 光司	筑波大学・助教
		佐野 栄俊	岐阜大学・助教
		藤井悠里	京都大学・助教
		川本悠紀子	名古屋大学・准教授
		小坂俊介	愛知教育大学・講師
		呂沢宇	東京大学・博士研究員
		早川尚志	名古屋大学・助教
3	Explore the Performance of <i>Closo</i> -type Metal Hydride Electrolytes with Large-size Neutral Molecules	Hao Li ◎	材料科学高等研究所・准教授
		Kazuaki Kisu	金属材料研究所・助教
		Egon Campos dos Santos	材料科学高等研究所・特任助 教

歴史史料から探る過去の気象および天文現象

程永超¹、市川幸平²、呂沢宇³、村田光司⁴、佐野栄俊⁵、藤井悠里⁶、川本悠紀子⁷、小坂俊介⁸、早川尚志⁷

所属部局

¹東北アジア研究センター、²早稲田大学（元東北大学学際科学フロンティア研究所）、³文学研究科、⁴筑波大学、⁵岐阜大学、⁶京都大学、⁷名古屋大学、⁸愛知教育大学

1. 研究目的

我々が住む宇宙はどのように誕生し、どのように発展してきたのだろうか？ これは人類がその誕生からいつも心のなかに宿している究極の問いの一つである。天文学者は、望遠鏡を大型化することでその問いの理解を深めてきた。その結果、現在では今から 130 億年以上前（これは宇宙年齢 138 億年のうち 94%の時間を占める）の銀河や天体の爆発現象でさえも観測が可能となっている。

その一方で、現在の天文学をもってしても、地球上で過去に観測された現象をもう一度観測することは不可能である。ところが、太古の人々がしたための精度の高い史料を参照することにより、我々は過去の事象を間接的に再観測することが可能となる。本研究課題では、天文学者と歴史学者が協力しあうことにより、歴史史料に記載された過去の天文現象を抽出し、現在の天文学の技術が確立されるより前の、100 年以上に及ぶ長期的な時間軸の天文現象の情報を抜き出すことをゴールとする。

2. 研究方法

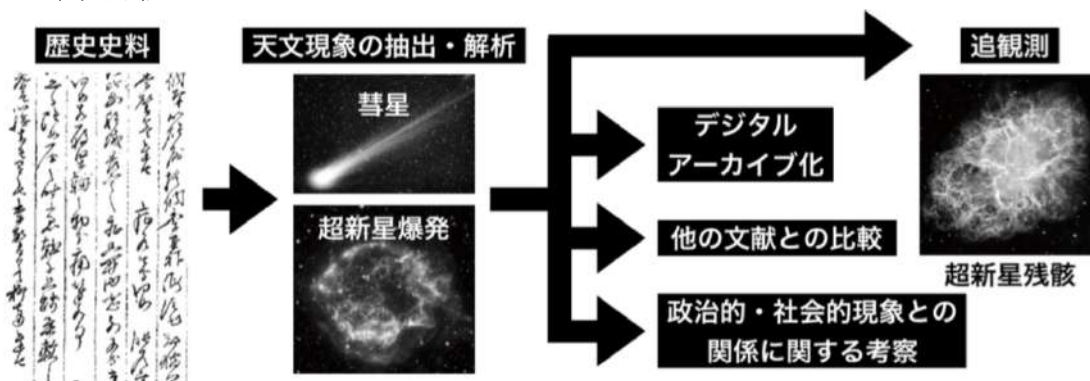


図 1 本研究課題の研究計画フローチャート。承政院日記については約 300 年分の天気情報をデジタルアーカイブ化し、過去 300 年の晴天率の変動を調査可能にした。

本研究は、歴史史料に記載されている天文現象を発掘・解析することを主眼とし、以下の 3 つのステップによって、研究を遂行する（図 1 参照）。

1. 歴史史料から天体現象の抽出、該当部分の翻訳
2. 天文現象の解析、他の文献との比較、追観測の実行
3. 天体現象のさらなる抽出、政治的・社会的現象との関係に関する考察

本研究では、歴史史料内における天文現象（オーロラ・彗星・日食・月食・新星・超新星爆発など）および気象情報（天気・旱魃・大雨など）を抽出し、天文学者が分析・解釈、必要があれば現在可能なものについては追観測を行うことで達成される。本研究メンバーは、天

文学と歴史学という全く異なる分野にいるものの、それぞれの専門性をお互いに生かして研究遂行を行う。

具体的には、東アジアを専門とする程が中心となり歴史史料内における天文現象（オーロラ・彗星・流星・新星など）の抽出を行い、翻訳を行う。程が専門分野としない西洋中世および古代史における歴史史料内における天文現象の抽出については、適宜学外の共同研究者に協力を仰ぐ。具体的には名古屋大学の川本悠紀子氏（西洋史）・つくば大学の村田光司氏（中世史）などにその情報を元に天文学を専門とする市川が時刻を元に天文現象の解析を行い、新星の長周期光度変動の発掘や、オーロラ・彗星の明るさ等の観測情報から当時の太陽活動を精査する。また、史料によっては長期に渡って天気情報なども記述されており、一日という時間分解能で100年以上に渡って天候を追跡することも可能である。このことから、すでに知られている太陽活動と晴天率などの天候の関係についても理解を深めることが可能である。

3. 結果および考察

3.1. 承政院日記の280年分の気象情報のデータベース化 (Lyu, Ichikawa, Chen et al. 2023, Geoscience Data Journal)

我々は、これまで未開拓であり、漢文で書かれた朝鮮史料・王朝記録である承政院日記に着目した。承政院日記は1623年から1894年までの李氏朝鮮時代に承政院と呼ばれる国王の秘書室のような官庁に仕えた官僚たちが、280年にも渡って国政全般を記録した最高機密記録である。その質・量ともに圧倒的であり、3243冊、約2億5000万文字におよぶ世界最大の年代記録物と言われている東アジア史料のフロンティアである。

承政院日記の素晴らしい点は、280年にも渡って毎日の天気の記録が残っており、その日記のフォーマットも統一されていることから、高時間分解能・uniform・長期間(>100年以上)の3点が揃った貴重な気象データとなっている点である。そこで、我々は承政院日記のデータから1620年から1890年頃までの約300年にも及ぶ夜空の情報・天気の記録をまとめることに成功した。これにより、朝鮮半島における晴天率の長期的変化を調べることが可能となった。我々がまとめたこの膨大な天気データベースについてはカタログ論文としてデータをまとめ、現在気象学の国際誌にて論文を出版した。(Lyu, Ichikawa, Chen et al., *Geoscience Data Journal*, DOI: <https://doi.org/10.1002/gdj3.227>)。

3.2. 承政院日記のデータベース天気を元にした詳細研究

上記の280年分の日々の気象データを用いることで、主に気象トレンドについて2つの詳細研究を進めることが可能となった。

3.2.1. 早魃と春季・初夏天気の相関

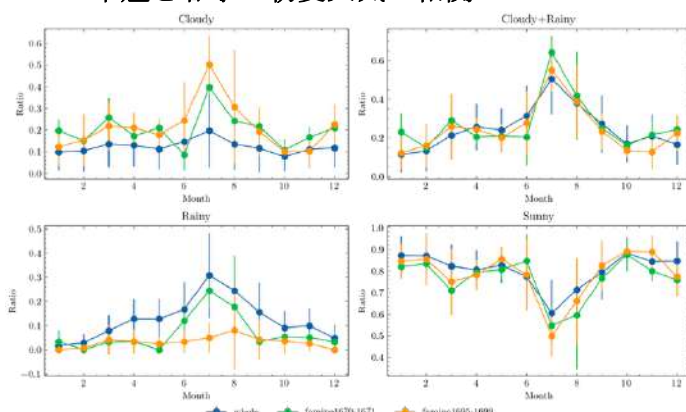


図2: 承政院日記内の平均的な曇天率・雨天率・晴天率の月ごとの推移。青は280年全体の平均、緑が庚申大飢饉(1670-1671)、オレンジが乙丙大飢饉(1695-1699)におけるもの。

承政院日記は 280 年間の天気をカバーしているため、朝鮮半島における飢饉の前後の天候状況を調べるのにも格好のデータベースとなっている。朝鮮半島の大飢饉のうち、承政院日記がカバーしているものとしては、庚辛大飢饉（1670～1671）や乙丙大飢饉（1695～1699）がある。これらの時期の晴天率・曇天率を月ごとに表したのが図 2 である。左下の図を見ると、本来ある程度雨が想定されている春-初夏（青線、3-5 月）において、飢饉の年は雨がまったく降っていないことが見て取れる。特に乙丙大飢饉は初夏から秋にかけても降水がまったく起きておらず、これらの大飢饉が旱魃由来であること、特に春の最も水を必要とする稲作開始時にまったく降水がおきなかったことが飢饉につながっていることが見て取れる（Lyu, Tokuno, Ichikawa, et al. in prep.）。

その一方で、承政院日記全体で似たような旱魃が数年続く現象はいくつか見られ、それをまとめたのが図 3 である。

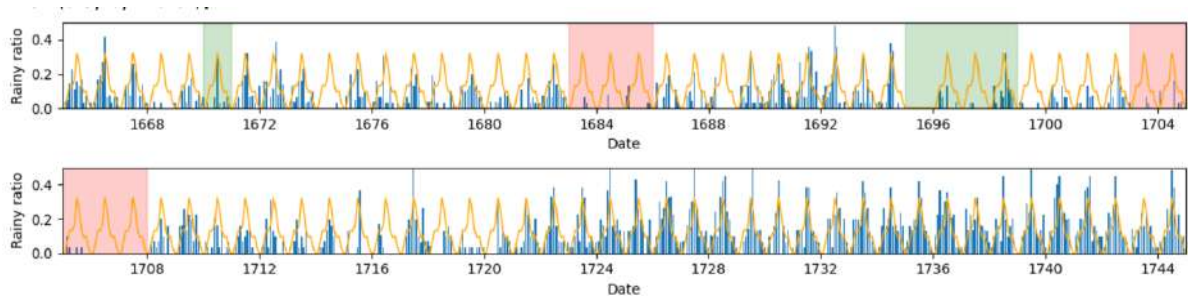


図 3: 承政院日記 280 年における、全体の降水トレンド。オレンジ線が 280 年平均であり、緑色の背景が上記 2 つの大飢饉の時期を表している。その一方で、赤色背景の部分は長期的な降水不足のトレンドが見られる場所。

これら図 3 においては、赤色背景の年（1683-1686, 1703-1708）は複数年にわたり降水が非常に少ないことがわかるが、これらの年には大規模な飢饉の報告は見つかっていない。現状では「飢饉⇒春季の旱魃」は確認されたが、「春季の旱魃⇒飢饉」は必ずしも成り立っていないのか、あるいはそれらの史料を見逃しているだけなのか、過去の史料を確認中である（Tokuno, Lyu et al. in prep.）。

3.2.2. 冬季の雪報告数の変化からたどる長期的な暖冬トレンド

280 年分の晴天率トレンドから、どうやら 1750 年ごろから 1900 年ごろにかけて晴天率が上昇傾向にあることから、我々はこの 150 年間に於いて、おおまかな気温上昇トレンドがあったのではないかと推察した。それを議論するために、冬における、天気「雪」の報告割合がどのように変化しているのかを確認した。

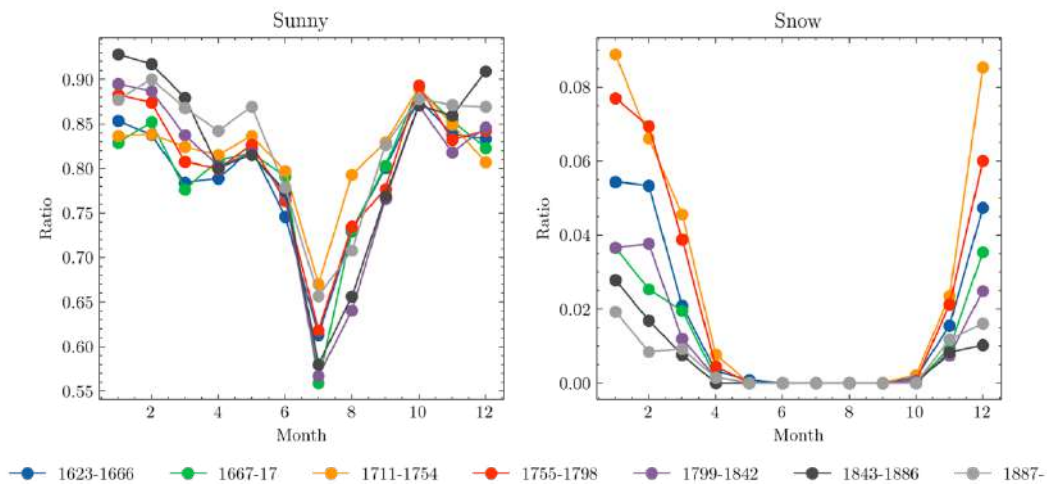


図 3 承政院日記の天気で「晴」を含む記述が報告されている割合 (left) と「雪」が報告されている割合

合 (right) の 1623 年から 1900 年ごろまでの変化。各 curve は約 44 年ごと (太陽周期 x4 回) でまとめている。

その結果が図 4 である。図 4 右からわかるように、1750 年頃 (オレンジ or 赤) から 1900 年ごろ (灰色) にかけて、冬季 (Month=11, 12, 1, 2, 3) における雪の報告割合が各月おおよそ 8% から 2% 以下に大きく減少していることがわかった。これらは、日本の江戸時代、特に 1700 年頃において平均気温が現在と比べて低い傾向にあったことが報告されていること [2] と同様の傾向であると言え、我々の研究はそれらを月レベルにまで時間分解して定量的に傾向を追うことができた非常にユニークな結果であると言える。

4. 結論

承政院日記のデータベース作成により、280 年にもおける長期的な天候トレンドを一日という時間分解能で調査することが可能となった。本データベースを用いて、現在は主に旱魃と飢饉の関係、長期的な温度上昇トレンドについてサブ研究グループを立ち上げて、それぞれ解析を進行中である。これらの研究をさらに促進するため、我々は”SPinACH” (Specialists in Astronomy, Classics, History) として天文学・気象と歴史学の学際的研究グループを立ち上げ、ウェブサイトも構築した [3]。今後はこれらについても国際査読誌”Climate of the Past” などに投稿を検討している。

5. 参考文献

1. Lyu, Ichikawa, Chen et al. 2023, Geoscience Data Journal, DOI: <https://doi.org/10.1002/gdj3.227>
2. <https://www.asahi.com/ads/tankyu-sdgs/summit/pdf/pdf07.pdf?1209>
3. <https://sites.google.com/view/spinach-group/en>

6. 論文・学会発表、受賞、特許

1. Lyu, Ichikawa, Chen et al. 2023, Geoscience Data Journal, DOI: <https://doi.org/10.1002/gdj3.227>

7. 外部研究費等申請

8. 研究費使用内訳 / Breakdown of expenses

費目	金額 (円)	明細
設備費	171,700	LG モニターディスプレイ 1 台
	703	USB Type C ケーブル
消耗品費	69,912	書籍 (10 冊)
	1,000	コピーカード
旅費	55,220	7.6-7.8 東京-仙台 (津村 耕司) 打ち合わせ
	40,420	11.17-11.18 仙台-東京 (CHENG YONGCHAO) 資料調査 + 打ち合わせ
	40,420	11.17-11.18 仙台-東京 (呂 沢宇) 打ち合わせ
	53,720	1.22-1.24 仙台-東京 (呂 沢宇) 打ち合わせ
	64,741	1.21-1.23 仙台-東京 (CHENG YONGCHAO) 資料調査 + 打ち合わせ
	55,420	3.12-3.14 仙台-東京 (CHENG YONGCHAO) 資料調査 + 打ち合わせ
	40,420	3.13-3.14 仙台-東京 (呂 沢宇) 打ち合わせ
謝金・人件費	100,000	ウェブサイト制作に係る謝金
その他	16,314	Slack プロ 1 件
	272,058	論文投稿料 1 件 / ①WILEY ②Geoscience
	9,929	文献複写代

Explore the Performance of *Closo*-type Metal Hydride Electrolytes with Large-size Neutral Molecules

Hao Li¹, Kazuaki Kisu², Egon Campos dos Santos¹

¹Advanced Institute for Materials Research (WPI-AIMR), ²Institute for Materials Research (IMR)

1. Goals of the project

Exploring new energy storage materials is critical to building a sustainable society. As an energy storage device, the battery could harvest energy from renewable energy sources, which has been widely employed in portable electric devices, electric vehicles, and energy storage.¹ The lithium-ion battery is widely applied for electrical storage devices; however, it can not satisfy the performance and cost requirements for large-scale applications. Investigating safer and cheaper alternatives is a global challenge for energy-storage devices, and all-solid-state batteries (ASSBs) are promising alternatives because of mechanical flexibility, safety, variety, and high energy density. Especially, multivalent *closo*-type metal hydrides (CTMHs) are promising material candidates for ASSBs, and adding neutral molecules into the lattice of CTMHs can promote battery performance. The neutral molecules in the CTMH lattice can improve ion conductivity. However, neutral molecules affect the local structure of the electrolytes, thereby mixtures and multiple-phase systems are commonly obtained. Theoretical studies elucidate the structure of the *closo*-type boron hydrides, and a global optimization strategy is applied to generate unveiled structures. After a single system test, the individual phase effect of the CTMH complex mixtures is obtained.

This project aims to develop a dynamic database of solid-state electrolytes (DDSE) by large-scale data mining and subsequent data analysis. According to the statistics from the DDSE, many divalent cation-conducting SSEs with high ionic conductivity have been reported recently, providing a distinct opportunity to derive new viewpoints that can drive the development of SSEs. The big-data-driven analysis also discusses the challenges and opportunities for developing next-generation SSEs in terms of the materials' properties and operating mechanisms, which further generates essential insights and design guidelines for developing next-generation divalent ion SSEs in batteries

2. Methods

The SSEs database (namely, DDSE) was developed with the ionic conductivity from available experimental reports. By searching literature containing the keywords related to solid-state electrolytes and the dynamic data mining from typical experimental literature reported to date, this database collects the SSEs with various mono- and divalent cations and advanced anions from experimental reports. The correlations among various features in the database were investigated via data mining. Besides, users can evaluate the performance of their materials by inputting new experimental data to the panel, and the DDSE will display the performance ranking of users' new materials among the previously reported SSEs.

3. Results and discussion

All-solid-state batteries (ASSBs) are a class of safer and higher-energy-density materials compared to conventional devices, from which solid-state electrolytes (SSEs) are their essential components. To date, investigations to search for high ion-conducting solid-state electrolytes have attracted broad concern. However, obtaining SSEs with high ionic conductivity is challenging due to the complex structural information and the less-explored structure-performance relationship. To address these challenges, this project developed a database containing typical SSEs from available experimental reports, which pave a new avenue to understanding the structure performance relationships and propose efficient SSEs design guidelines. The established dynamic experimental database contains >2000 materials in a wide range of temperatures (132.40 - 1261.60 K), including mono- and divalent cations (e.g., Li^+ , Na^+ , K^+ , Ag^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , and Zn^{2+}) and various anions (e.g., halide, hydride, sulfide, and oxide). The data mining also explored the relationships among different variates (e.g., transport ion, composition, activation energy, and conductivity). This database provides essential guidelines for the design and development of high-performance SSEs in ASSB applications. Moreover, this database is an open-source online system with dynamic updates. Importantly, the online surface of this database is user-friendly with dynamic updates. This database covers critical performance indicators (i.e., ionic conductivity and ionic diffusion activation energy) of SSE materials in a wide range of temperatures. Based on the statistical analysis from this database, SSEs with mono- and divalent cations present different distributions of conductivity, with the $\log_{10}(\sigma)$ values of monovalent concentrating on the range of -5 to -2 $\log_{10}(\text{S/cm})$. Moreover, recent studies demonstrated that divalent materials have high conductivity, indicating materials with higher energy density prefer to have better performance in SSEs. According to machine learning and feature analyses, this database provides an opportunity to explore diverse SSE materials, which also proposes reliable structure-performance relationships. Overall, this dynamic database accelerates the discovery of novel SSEs materials with improved electrochemical performance and guides the design of optimal SSEs.

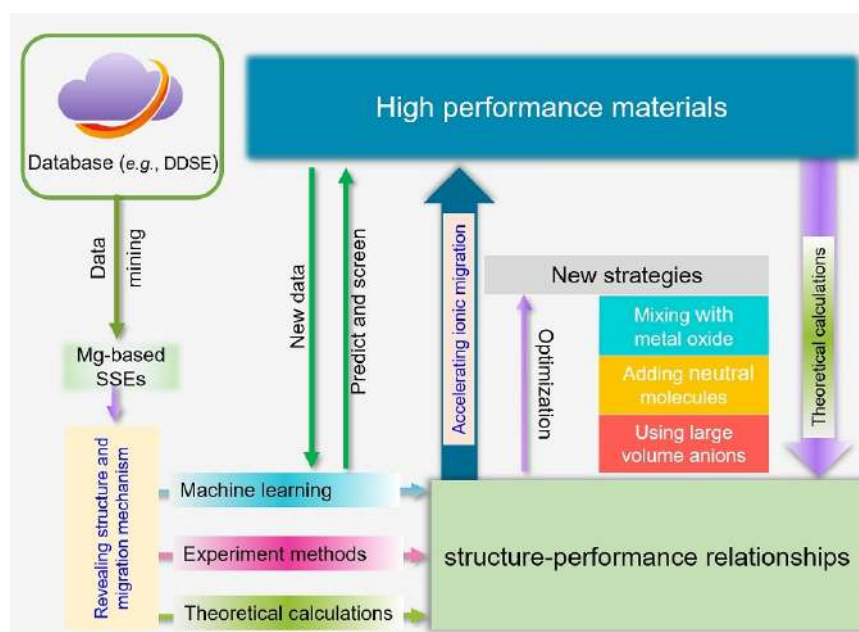


Fig. 1. A proposed scheme for obtaining high-performance SSEs from a complex material

space of divalent ion SSEs. Data mining will play a key role in capturing promising divalent ion SSE materials as the basis, and an integrated strategy across subsequent data mining, theoretical calculations, and modeling, and experiments will be used to reveal the ionic migration mechanism and structure-performance relationships of the potential SSEs. Finally, the ionic migration of these SSEs will be accelerated by considering various optimization strategies.

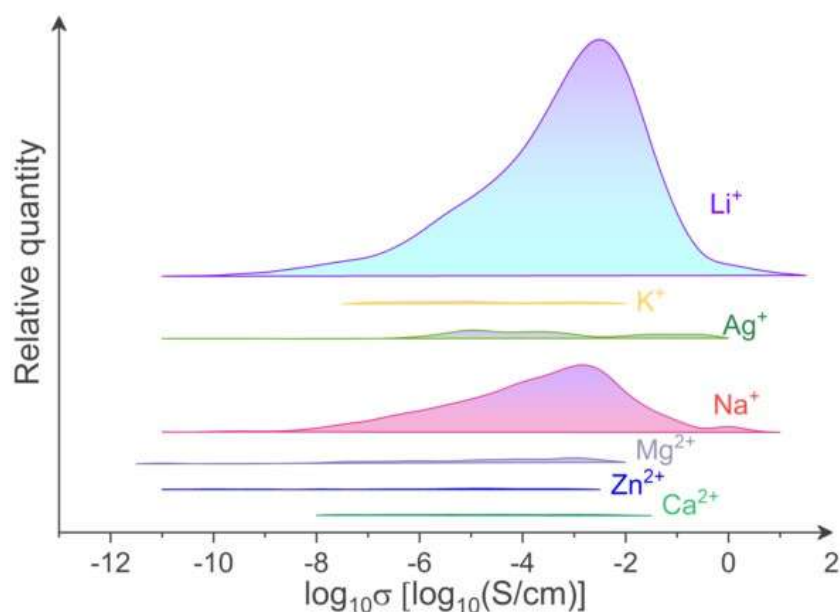


Fig. 2. Performance of the cation conductivity (unit: S/cm) of the SSE materials summarized based on the DDSE database. The horizon axis presents $\log_{10}(\sigma)$ with the unit of $\log_{10}(\text{S/cm})$. The relative quantity (without unit) indicates the number of materials in the corresponding range.

4. Conclusions

Data mining from the available typical experimental literature published was performed to acquire data including the SSE materials consisting of mono- and divalent cation components and various types of anions. A dynamically updated database (namely, the DDSE) with a user-friendly online interface was developed. Based on the statistical analysis from this database, SSEs with mono- and divalent cations present different conductivity distributions, suggesting an extensive space for researching excellent materials with a higher energy density. Our database provides an opportunity to explore diverse SSE materials and picture the structure-performance relationships. We expect this dynamic database can accelerate the discovery of novel materials with improved electrochemical performance and guide the design of optimal solid-state electrolytes.

5. References

1. Yoshinari, N., Yamashita, S., Fukuda, Y., Nakazawa, Y., & Konno, T. Mobility of hydrated alkali metal ions in metallosupramolecular ionic crystals. *Chemical science*, 2019, 10(2), 587-593.

6. Publication, presentation, awards, and patents

1. Yang F, dos Santos E C, Jia X, et al. A dynamic database of solid-state electrolyte (DDSE) picturing all-solid-state batteries. *Nano Materials Science*, 2024, 6(2): 256-262.
2. Yang F, Sato R, Cheng E J, et al. Data-Driven Viewpoints for Developing Next-Generation Mg-Ion Solid-State Electrolytes, *Journal of Electrochemistry*, 2024, 30(7), 2415001.
3. <https://ddse-database.org/>

Note: The above two papers, and the homepage of the DDSE database have acknowledged this grant in the Acknowledgement section.

7. Application for other grants

N/A

8. Expenses

Items	Amount (JPY)	Details
Equipment	1,000,000	Equipment/ RC C-Server
Supplies		
Travel expense		Date, place, purpose
Personnel expense		
Other		

4. 2024 年度研究所若手アンサンブルグラント公募の報告

2024 年度の若手研究者アンサンブルグラントは前年度に引き続き、新規課題と継続課題の 2 種類の枠を設定しました。

新規課題に関しては前年度と同様、申請書の優劣や充実度で審査するのではなく、ワーキンググループによるスクリーニング（応募要項を満たしている申請であるかのチェック）を行った後にランダム抽選によって採択する方式を導入しました。萌芽的な研究や初期段階の異分野融合研究について正しく公平に評価することは困難であることと、申請書作成の労力を軽減することで応募のハードルを下げ、参加者の間口を広げることを目指して本方式を導入しました。2024 年 4 月～6 月に公募を行い、36 件の応募がありました。スクリーニングの結果 33 件がランダム選択に進み、17 件が採択されました（表 5-1）。配分額は 1 件 50 万円で研究期間は 2024 年 6 月～2025 年 3 月です。募集要項と申請書の様式を本章の末尾に掲載しています。

また、継続課題では研究成果と計画の評価において幅広い分野の研究者による自由かつフェアな議論と熟考がなされることが望ましいという考えのもと、継続計画の発表および参加者との公開の議論を行ったうえで、研究所若手アンサンブルプロジェクトワーキンググループ委員、および申請のあった研究グループからの投票による課題の採択を行いました。昨年度と同様に、2025 年度初頭からスムーズに研究を始められるように、2024 年 12 月～2025 年 1 月に公募を行いました。5 件の応募があり、2025 年 2 月 19 日（水）に開催したアンサンブルグラント審査会にて各申請グループによる発表と質疑応答を行い、投票により 2 件を採択しました（表 5-2）。配分額は 1 件あたり 100 万円、研究期間は 2025 年 4 月～2026 年 3 月です。募集要項と申請書の様式を本章の末尾に掲載しています。

表 4-1 2024 年度若手アンサンブルグラント新規課題採択課題一覧

エントリー 番号	研究課題名	◎研究代表者 共同研究者	所属・職名
3	Probing multipolar excitations in the quantum spin liquid candidate NaCaNi ₂ F ₇ by resonant inelastic x-ray scattering at NanoTerasu	◎鈴木博人	学際科学フロンティア研究所・助教
		Rico Pohle	金属材料研究所・特任助教
4	Investigating Mechanisms and Mitigating Strategies for Hydrogen Boil-off in Cryogenic Storage Systems	◎Linda Zhang	学際科学フロンティア研究所・助教
		Qingxin Zheng	工学研究科・助教
5	異元素添加 NbO ₂ の光誘起相転移挙動の結晶性 相変化 材料への応用	◎谷村洋	金属材料研究所・助教
		石井暁大	工学研究科・助教
6	大規模オミックスデータを用いた口腔状態とメタボロームとの関連	◎木内 桜	学際科学フロンティア研究所・助教
		寶澤 篤	東北メディカル・メガバンク機構・教授
7	disclose the pH-dependent surface state for transition metal carbides towards oxygen evolution reaction	◎Heng Liu	材料科学高等研究所・特任助教
		Chao Gai	工学研究科・ポスドク
8	Chemical reaction regulation by ultrasound-enhanced plasma within bubble-droplet systems for biomedical applications	◎Siwei Liu	流体科学研究所・助教
		Shota Sasaki	工学研究科・助教
9		◎Wang Lu	流体科学研究所・助教

	Laboratory investigation on velocity dependence of friction for slow earthquakes	Sando Sawa	高度教養教育・学生支援機構・助教
14	Integrating Nanofluids and Nanoengineering Structures for Advanced Cooling Applications	◎Truong Thi Kim Tuoi	材料科学高等研究所・助教
		Nguyen Van Toan	工学研究科・准教授
17	親子の脳の類似性が持つ機能的意義の解明	◎松平泉	学際科学フロンティア研究所・助教
		山口涼	医学系研究科・大学院生
		新田史暁	教育学研究科・大学院生
18	粒子の構造理解における数学的手法の構築	◎新川恵理子	材料科学高等研究所・助教
		藤木結香	学際科学フロンティア研究所・助教
		横哲	国際放射光イノベーション・スマート研究センター・准教授
21	レドックス活性な機能性錯体を用いたアモルファスエアロゲルの創出	◎芳野遼	金属材料研究所・助教
		岡弘樹	多元物質科学研究所・講師
22	地熱環境下におけるき裂へのCO2圧入誘発すべり挙動の解明および誘発地震リスクを低減する貯留層刺激技術の開発	◎椋平祐輔	流体科学研究所・助教
		末吉和公	環境科学研究科・助教
28	バイオマス資源の原料とするシクロペンテン化合物の合成法の開発	◎小関良卓	多元物質科学研究所・助教
		藪下瑞帆	工学研究科・助教
		Sanjay Kumar	多元物質科学研究所・博士研究員
31	コヒーレント光検波を用いたアンモニア燃焼モニタリング技術の研究	◎横田信英	電気通信研究所・准教授
		早川晃弘	流体科学研究所・准教授
		近藤広海	流体科学研究所・大学院生
32	2次元材料におけるゲート誘起周期構造の開発	◎篠崎基矢	材料科学高等研究所・特任助教
		河野竜平	国際放射光イノベーション・スマート研究センター・助教
		五十嵐純太	産業技術総合研究所・研究員
34	高温水中での積層造形によるその場合金化ODSステンレス鋼の腐食挙動に関するその場電気化学インピーダンス分光法による調査	◎鍾祥玉	未来科学技術共同研究センター・特任准教授
		周偉偉	工学研究科・准教授
35	視覚イメージのないところを探る：アフアンタジアとメンタルローテーション	◎齋藤五大	電気通信研究所・特任助教
		荒井崇史	文学研究科・准教授

表 4-2 2025 年度若手アンサンブルグラント継続課題採択課題一覧

発表番号	課題名	研究者 (◎：研究代表者)	所属・役職
1	木質バイオマスの精密分解および分解物から100%バイオマス由来樹脂材料の創出	Qu Chen ◎	材料科学高等研究所 ・特任准教授
		熊谷 将吾	工学研究科応用化学専攻 ・准教授
		岸本 崇生	京大大学生存圏研究所・教授
2	多孔性機能と酸化還元特性が共存したアモルファスエアロゲルの多様な触媒機能開拓	芳野 遼 ◎	金属材料研究所・助教
		岡 弘樹	多元物質科学研究所・講師

2024 年度若手研究者アンサンブルグラント新規課題の公募について

東北大学研究所長会議 代表

未来科学技術共同研究センター 湯上 浩雄

東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクト

ワーキンググループリーダー

流体科学研究所 神田 雄貴

東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクトでは、学内の若手研究者による連携を促進するために、複数部局の研究者で構成された共同研究グループへ研究費を配分いたします。本研究費は全研究領域を公募対象とし、個人の自由な発想に基づく部局間連携によって生み出される萌芽的な学術研究課題に対して助成を行うものです。新たな研究のスタートアップ、あるいはこれまでのテーマの幅を広げる新展開への試行を奨励する課題を公募します。若手研究者による応募を歓迎しますが、共同研究者として研究グループへ参画する方については、要項に記載された所属の要件を満たしていれば身分等は問いません。新しい着想や視点（研究内容はもちろん、他部局設備の利用による研究の効率化なども対象となりえます）を基に積極的な応募をお待ちしております。

公募要項

【研究期間】

2024年6月1日（予定）から2025年3月31日。

【支援内容】

1 課題最大50万円、15 課題程度。採択後一定の期間を経て、研究代表者の所属する東北大学附置研究所・センター連携体の各部局に対して、配分されます。

【対象となる課題】

本学の複数部局（研究所、センター、研究科等）に所属する教員・研究員で構成される研究グループによる研究課題。全領域の研究を対象とします。異分野融合研究、学際研究が必須条件ではありません。

【対象となる申請者】

申請者（研究代表者）の対象は、東北大学附置研究所・センター連携体の各部局に所属するポスドク、助手、助教、講師、准教授（特任・特定を含む）とします。特に若手研究者の応募を歓迎します。研究代表者以外の共同研究者については、職名・身分の制限はありません（学外の研究者も可とします）が、学生の卒業・修了などにより複数部

局のグループが研究期間の大半に構成されなくなる見込みが明確な場合は、対象となりません(後期課程などへ進学希望、ポスドクとして在籍予定などの場合は対象とします)。

【申請に関する注意事項】

<グループ構成について>

- 「東北大学附置研究所・センター連携体の各部局」とは以下を指します。
 - ・ 金属材料研究所
 - ・ 加齢医学研究所
 - ・ 流体科学研究所
 - ・ 電気通信研究所
 - ・ 多元物質科学研究所
 - ・ 災害科学国際研究所
 - ・ 東北アジア研究センター
 - ・ 学際科学フロンティア研究所
 - ・ 材料科学高等研究所
 - ・ 先端量子ビーム科学研究センター
 - ・ 未来科学技術共同研究センター
 - ・ 国際放射光イノベーション・スマート研究センター

- 研究代表者は上記の各部局のいずれかにおいて本学の予算管理システムを使用可能であることが必須です。
- 研究グループは東北大学附置研究所・センター連携体の部局に所属する研究者を代表とし、学内の複数部局にわたるグループである必要があります。主な活動拠点(例：研究室)が同一部局である場合は複数部局とはみなされません（補足資料1を参照）。上記を満たしていれば他大学のメンバーを含んでいても構いません。また、人数に制限はありません。
- 学生を共同研究者とする場合、学生の所属が申請代表者と異なる場合でも、主な活動拠点(例：研究室)が同一部局である場合は複数部局とはみなしません。
- 申請代表者・分担者のメンバー構成が申請対象に該当するかどうか判断が難しい場合は、締切前に余裕を持って若手アンサンブルプロジェクトワーキンググループ (WG) にご確認ください。

<申請の制限について>

- 応募は1人1件のみ（研究代表者・共同研究者あわせて）とします。
- 本年度から新しい制限として、昨年度に新規課題および継続課題に採択された研究代表者および共同研究者を選考の対象から除外します(表1)。

表 1 重複制限(過去の採択)について

申請者の状況 \ 申請先	新規課題	継続課題
新規課題(過去 1 年以内に採択なし)	OK	OK
新規課題(昨年度に採択)	NG	OK
継続課題(昨年度に採択)	NG	NG

<その他>

- 提出後の申請書の修正は原則認めません。書き間違い等にご注意ください。
- 申請内容に虚偽がある場合、ランダム抽選から除外し、今後一切の申請を認めません。

【選考】

萌芽的な研究を発掘し多様な研究を支援するために、研究内容についてスクリーニングを WG で行ったのち 15 件程度をランダムに採択し、研究所長会議で決定の上、2024 年 6 月下旬頃に選考結果を通知します。申請内容のスクリーニングでは、下記のいずれかに該当する申請は採択の対象外となります。

- 募集要項を満たしていない申請

- ▶ メンバー構成が複数部局に該当しない場合。申請者自身で明確に判断できない場合は、締切前に余裕を持って WG に確認してください。
- ▶ 申請代表者が東北大学附置研究所・センター連携体の各部局に所属するポスドク、助手、助教、講師、准教授（特任・特定を含む）でない場合。
- ▶ 申請書が 3 ページ以上の場合。
- ▶ 以前に採択された自身の研究と同一または酷似する内容の申請。以前に採択された自身の研究と類似していると判断されうる研究課題の申請は、以前の課題との違いを申請書の「過去の採択課題の研究期間と概要・相違点」欄に記入してください。
- ▶ 最低限の研究内容が示されていない申請。
- ▶ 必要経費内訳に正当性の無い申請。

【来年度の研究継続】

(i)本年度の採択課題のうち希望するグループ、および(ii)新たに申請された研究課題を対象に 2024 年 2 月頃に開催予定のシンポジウムにおいて参加者全員と世話教員によるピアレビューを行い、来年度の継続課題（研究期間：2025 年 4 月～2026 年 3 月、研究費上限 100 万円）として 2～3 件程度を採択し、2025 年 4 月に決定する予定です。なお、同一課題での継続は 1 年度まで（新規課題 1 年度＋継続課題 1 年度）とします。

【応募方法】

所定の書式を用いて申請書を作成し、PDF に変換の上、締切日までに研究代表者が下記 URL のフォームより送信してください。

<https://forms.gle/VkNcBCnV9JSt6udd7>

〆切：2024 年 6 月 4 日（火）

【成果報告】

研究期間終了後、所定様式の成果報告書の提出が義務づけられます。成果報告書の内容は若手研究者アンサンブルプロジェクトのウェブサイトで公開されます。また、本年度中に開催予定のワークショップで研究の着想と研究成果を発表していただきます。なお、成果の公表の際には、本公募プログラムの支援によるものであることを記載してください。なお、成果報告書の未提出、ワークショップへの発表が無い場合は、継続課題および次年度以降の新規課題の審査において不利になる場合があります。

【研究代表者および共同研究者の所属機関変更について】

研究期間中に研究代表者や共同研究者の所属が変更になった場合は、出来るだけ早く東北大学研究所若手アンサンブルプロジェクト WG までご連絡をお願いします。

なお、申請前の時点で、研究期間中に研究代表者や共同研究者の所属機関変更が明ら

かであり、募集要項を満たさなくなることが明白な場合は、申請をお控えください。

【研究期間の変更について】

研究代表者の海外赴任や休暇等に係る研究期間の延長は認めておりません。ただし、研究代表者の交代など、柔軟に対応させていただきますので、東北大学研究所若手アンサンブルプロジェクト WG までご連絡をお願いします。

【取扱い】

安全衛生管理ならびにネットワーク管理、研究不正防止、法令順守などについて、本学ならびに所属部局にて実施運用しているすべての規則・指導に準拠して研究を実施していただきます。なお、これらを逸脱していると判断される場合には支援を中止させていただきます。

【連絡先】

本公募に関してご不明な点は、東北大学研究所若手アンサンブルプロジェクト WG (ensemble_secretariat [at] grp.tohoku.ac.jp) までご照会ください。

(補足資料 1) 研究グループ構成の詳細

研究グループは東北大学附置研究所・センター連携体の部局に所属する研究者を代表とし、学内の複数部局にわたるグループである必要があります。主な活動拠点が同一部局である場合は複数部局とはみなされません。上記を満たしていれば他大学のメンバーを含んでいても構いません。また、人数に制限はありません。

【研究グループ構成の例】

	NG	OK
例	研究代表者（電気通信研究所）	研究代表者（電気通信研究所）
	共同研究者 1（電気通信研究所）	共同研究者 1（金属材料研究所）
理由	複数部局から構成されていない	複数部局から構成されている

	NG	OK
例	研究代表者（電気通信研究所）	研究代表者（電気通信研究所）
	共同研究者 1（電気通信研究所）	共同研究者 1（工学研究科）

	共同研究者 2 (他大学)	共同研究者 2 (他大学)
理由	学内の複数部局から 構成されていない	学内の複数部局から 構成されている

	NG	OK
例	研究代表者 (電気通信研究所)	研究代表者 (電気通信研究所)
	共同研究者(学生含む) (工学研究科/電気通信研究所)	共同研究者(学生含む) (工学研究科/流体科学研究所)
理由	複数部局から構成されていない	複数部局から構成されている

	NG	OK
例	研究代表者 (電気通信研究所、XX 研究室)	研究代表者 (電気通信研究所、XX 研究室)
	共同研究者(学生含む) (工学研究科、XX 研究室)	共同研究者(学生含む) (工学研究科、YY 研究室)
理由	いずれの研究者も主な活動拠点が同 じ研究所であり学内の複数部局から 構成されていない	複数部局から構成されている

	NG
例	研究代表者（電気通信研究所）
	共同研究者 1（金属材料研究所、電気通信研究所） ※主な活動拠点は電気通信研究所
	共同研究者 2（材料科学高等研究所、電気通信研究所） ※主な活動拠点は電気通信研究所
理由	いずれの研究者も主な活動拠点が同じ研究所であり 学内の複数部局から構成されていない

【研究代表者が学際科学フロンティア研究所である場合】

本プロジェクトワーキンググループでは学際科学フロンティア研究所の研究者は「メンター部局」が主な活動拠点であるとみなします。また、学際科学フロンティア研究所同士のグループは他部局同様に対象外です。グループ構成の際にはご注意ください。

	NG
例	研究代表者（学際科学フロンティア研究所） ※メンター部局は工学研究科
	共同研究者 1（工学研究科）
理由	複数部局から構成されていない

	NG
例	研究代表者（学際科学フロンティア研究所） ※メンター部局は工学研究科
	共同研究者 1（学際科学フロンティア研究所） ※メンター部局は理学研究科
理由	複数部局から構成されていない

申請書の書き方について

申請書は適宜字数を調節して1~2ページに収めてください。

1. 研究組織

- 本学の複数部局（研究所、センター、研究科等）に所属する教員・研究員・技術職員で構成される研究グループとしてください。これ以外に、分担者であれば学外者を含んでも結構です。
- 研究代表者名の前に、◎を付加してください。
- 兼任や兼務などで所属部局が複数ある場合は「所属・研究室名・職位（兼業・兼務先がある場合）」の欄に必ず記載して下さい。学際科学フロンティア研究所所属の方はメンター部局および研究室名を同欄に記載して下さい。また、複数部局に所属している場合は、居室がある主な活動部局を「主な活動部局（兼業・兼務先がある場合）」に記載して下さい。

2. 研究経費

- 研究経費は設備費、消耗品費、旅費、謝金・人件費で本研究の遂行に必要なものに限ります。研究室運営のための経費や、他の研究の経費として計上することがふさわしいと考えられる支出は認められません。
- 研究設備の工事費用に係る経費は、支出の可否を確認するため、事前に若手アンサンブルプロジェクトワーキンググループ（WG）へ理由書の提出を求めます。

3. 研究内容

- 以前に若手研究者アンサンブルグラントに採択された自身の研究と類似していると判断されうる研究課題の申請については、以前の課題との違いを申請書の「過去の採択課題の研究期間と概要・相違点」欄に明確に記入してください。
- 継続を前提とせず1年分を記載して下さい。

4. 他の研究費申請について

- 本グラントは本プロジェクト以外の研究費との重複申請を制限しませんが、他研究費に制限がある場合には考慮のうえ申請してください。

応募課題のランダム選択の手順

1. 申請書を受理した順番で、1 から始まり 1 ずつ増加するエントリー番号 1, 2, 3, ..., N をすべての申請書に付与する。

- 期間内に再送信した場合や、提出後取り下げた場合についても、最初に申請書を提出したタイミングでエントリー番号を付与する。
- エントリー番号は受理あるいは募集締切りの時点で申請者に通知される。

2. 募集要項に基づいて申請書のスクリーニングを WG により行う。その後、採択予定件数 M ($M=15$ 程度) を決定する。スクリーニングを通過した課題数が 15 件を大きく超えない場合は金額を調整の上、全件を採択する場合がある。スクリーニングおよび採択予定件数の決定は 2024 年 6 月 10 日(月)までに行う。

3. スクリーニングを通過した申請書のエントリー番号について、添付の Python スクリプト (Python 3.7) を使用してランダムに順位付けをして、上位の M 件を採択する。

- 3.1. ビットコインブロックチェーンにおける、2024 年 6 月 11 日(火)午前 8 時 00 分 (日本時間) 以降で一番早い順に 5 個のブロックのブロックハッシュの和を乱数シード S とする。random.seed(S) により乱数を初期化する。

3.2. エントリー番号を昇順に並べたリスト ENTRIES を用意する。

3.3. `number_order = random.sample(ENTRIES, len(ENTRIES))` によって
発表番号 ENTRIES の順番をシャッフルする。

3.4. `number_order` の順に M 件を採択する。

4. 採択課題の決定・通知時に、2.のスクリーニングを通過したエントリー番号の一覧と、

3.1.で使用した乱数シードは公開される。

【補足】

1. ビットコインのブロックは約 10 分おきに新しく生成される。ブロック生成のたびに

block height は 1 ずつ増加し、ブロック固有のハッシュ値 (32 バイトの数値) が決ま

る。ブロックハッシュ値は以下のような性質を有するため、ランダム選択の乱数シー

ドとして適している。

- 将来生成されるブロックハッシュを知ったり、望みの値に設定したりすることが非常に困難 (数千万円の費用がかかるため、実質上不可能)。そのため、ランダム選択の結果を締切り前に予想したり、不正に操作したりすることが (実質上) 不可能である。
- 一度ブロックハッシュが決まれば、その値を誰でも知ることが可能である。そのため、ランダム選択のプロセスに不正や誤りが無いことをブロックハッシュ値から計算した乱数シードを用いることで誰でも後から検証可能である。

2. 添付の Python スクリプトでは「ビットコインの block height 629530-629534 の 5 個

のブロックハッシュの和」を乱数シードとした例を示している。

- ブロックハッシュ値は、[https://explorer.btc.com/btc/block/\[block height\]](https://explorer.btc.com/btc/block/[block height]) から取得できる。例: block height 629530 の場合 <https://explorer.btc.com/btc/block/629530>。
- Python スクリプトを実行すると下記の結果が出力される。乱数シードが同じ限り

は何度実行しても同じ結果が得られる。

```
Entries: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16,  
17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 28, 29, 31, 33] (26 in total)
```

```
Random seed:
```

```
3328922384685780924223003444097241387041554684534517140
```

```
Result
```

```
Selected entries: [1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18,  
21, 23, 25]
```

【ランダム選択を行う Python コード : <https://ideone.com/IrZVK5>】

```
import random
import platform

assert platform.python_version()[0:3] == "3.7", "Python version 3.7 must be used."

# The number of selections
NUM_SELECTED = 15
# Entry numbers that passed the screening process (example is shown)
ENTRIES = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 28, 29, 31, 33]
assert NUM_SELECTED < len(ENTRIES), "Selection must happen"

# Block hashes from certain block heights that were previously announced:
# Below is the example by block heights 629530-629534.
hashes = [
    0x000000000000000000000006F349AA480F67A2B603496DA07FD0F566680293B2D3E4,
    0x00000000000000000000000E4BF1CA971D88B29D31B84751AE6BDF8F2F5F25E5D99E,
    0x000000000000000000000003A91B8D6D37940269AE8DE9219176DCD6BA448CE0AC75,
    0x00000000000000000000000137A2AC232E19D2163A4A28B2F1F49CCD35052579451E,
    0x000000000000000000000008A17371C0F62112227C28B83DD88C5218CAD648484E7F,
]

seed = sum(hashes)
random.seed(seed)
print("Entries:", ENTRIES, "(%d in total)" % len(ENTRIES)) print("Random seed: %d" % seed)
print()

number_order = sorted(random.sample(ENTRIES, len(ENTRIES))[0:NUM_SELECTED])

print("Result")
print("Selected entries:", number_order)
```

2024 年度「若手研究者アンサンブルグラント 新規課題」計画申請書

研究代表者	氏名 (ふりがな)	()	Eメール	
プロジェクト 題目				
要求額	〇,〇〇〇千円			
研究組織 (研究代表者および 共同研究者)	氏名	所属・身分 (兼業・兼務先がある場合、 その所属と主な活動部局を明記)	研究の役割分担	
	◎代表者 共同研究者	例：若手 太郎 (流体研・〇研究室・助教) 例：附置 花子 (学際研・金研・□研究室・准教授) (主な活動部局：金研・□研究室)		
必要経費内訳	設備費：	円 (〇〇〇〇装置 一式)		
	消耗品費：	円 (〇〇〇等)		
	旅費：	円 (〇月頃：旅行先	目的)
	謝金・人件費：	円 ()
	その他：	円 ()

申請書は1~2ページで作成してください。各セクションのスペースを適宜調整して、簡潔に記述してください。青斜体字の注を削除した後、PDFに変換して提出してください。

【共同研究の背景と目的】

(図表を用いても可。)

【研究計画・方法】

(図表を用いても可。研究期間は2024年6月(予定)~2025年3月です。)

【過去の採択課題の研究期間と概要・相違点】

(申請者の以前の若手アンサンブルグラント採択課題と類似していると判断されうる申請については、今回の申請の相違点について記入してください。)

例：2022年度 新規課題採択 〇〇に関する研究、本研究とは研究対象が違い、全く異なる研究である。

Call for Proposals: Ensemble Grants for Early Career Researchers 2024

Hiroo Yugami

Professor

Chairperson of Tohoku University Research Institutes' Director Meeting

Director of New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University

Yuki Kanda

Assistant Professor

Leader of Tohoku University Research Institutes' Ensemble Project Working Group

Institute of Fluid Science, Tohoku University

The Ensemble Project for Early Career Researchers in Tohoku University will fund joint research groups consisting of researchers from several departments in order to promote collaboration among early career researchers in Tohoku University. The grants are intended to support budding academic research projects that are created through interdepartmental collaboration based on free individual ideas.

Proposals are invited to encourage new research start-ups or attempts at new developments that broaden the scope of existing research. Early career researchers are welcome to apply, but those who participate in the research group as co-investigators are not required to have any status, as long as they meet the requirements for affiliation described in the guidelines. We welcome applications based on new ideas and perspectives (not only the content of research, but also the use of facilities in other departments to improve research efficiency).

Application guidelines

1. Period of research

From June 1, 2024 (scheduled) to March 31, 2025.

2. What is funded

We will provide research funds up to 500,000 yen for about seventeen projects. After a certain period, the grants will be distributed to the departments of the Alliance of Research Institutes and Centers, Tohoku University.

3. Eligible research projects

Collaborative research between multiple departments. The grants are open to research in all fields. Interdisciplinary research is not a prerequisite.

4. Eligible applicants

Applicants (principal investigators) should be postdocs, research assistants, assistant professors, lecturers, and associate professors (including special appointments) who belong to each department of the Alliance of Research Institutes and Centers, Tohoku University. We especially welcome applications from early career researchers. Co-investigators other than the principal investigator are not subject to any restrictions on job title or status, but they are not eligible if it is clear that the group in more than one department will no longer be included in the majority of the research period due to graduation or completion of the course.

- Herein, the “Alliance of Research Institutes and Centers” refers to Institute for Materials Research (IMR), Institute of Development, Aging, and Cancer (IDAC), Institute of Fluid Science (IFS), Research Institute of Electrical Communication (RIEC), Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (IMRAM), International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Center for Northeast Asian Studies (CNEAS), Frontier Research for Interdisciplinary Sciences (FRIS), Advanced Institute for Materials Research (AIMR), Research Center for Accelerator and Radioisotope Science (RARIS), and New Industry Creation Hatchery Center (NICHe), International Center for Synchrotron Radiation Innovation Smart (hereinafter the same).
- In the case of concurrently serving or concurrently serving (including the mentoring system of the Interdisciplinary Research Institute), it is not considered to be more than one department by itself, even if you are a member of a group with researchers belonging to a department of the Alliance of Research Institutes and Centers, Tohoku University, which is your main activity base. Please refer to “Supplementary material 1 Details of Research Group” and carefully

ensure your research members.

- The applicant (principal investigator) must be able to use the university's budget management system at one of the above departments.
- When students are selected as joint researchers, even if the student's affiliation is different from that of the principal investigator, if the main activity base (e.g. laboratory) is in the same department, it will not be considered as multiple departments.
- Only one application per person (including the principal investigator and co-investigator) is allowed.
- As a new rule, the principal investigator and co-investigator who were selected for this or continuing grants last year will be excluded from the selection process.
- In principle, amendments to the application form after submission are not permitted. Please be careful not to make any typos.
- If your application contains false information, you will be excluded from the random selection and no further applications will be accepted.
- If it is difficult to determine whether the composition of the members of the applicant's representative/associate is eligible for the application, please check with the Young Ensemble Project Working Group (WG) well in advance of the deadline.

5. Selection process

In order to discover budding research and support various researches, we will screen the content of researches as a working group, and about 15 research projects will be randomly selected. After the random selection, the decision will be officially approved by the Tohoku University Research Institutes' Director Meeting. Applications that fall under any of the following categories will not be accepted for screening.

- Applications that do not meet the eligibility and requirement in this guideline.
 - The member composition does not correspond to multiple departments. If the applicant is unable to make a clear judgment by himself/herself, please check with the WG well in advance of the deadline.
 - The applicant is not a postdoctoral researcher, assistant professor, assistant professor, lecturer, or associate professor (including specially-appointed/specified professor) belonging to one of the departments of the Alliance of Research Institutes and Centers.
 - The application is more than two pages long.
 - Applications that are identical or very similar to previously awarded proposals. If you are applying for a research proposal that may be judged to be similar to your own previously accepted research, please indicate the differences from your previous proposal in the "Research period and outline/differences of past selected proposal " section of the application

form.

- Applications that do not show the minimum research content.
- Applications without justification in the necessary expense breakdown

6. Continuation of research in the next fiscal year

We will conduct a peer review at a symposium to be held around February 2024 by all participants and invited faculty members, and select two or three proposals for continuation in the next fiscal year (April 2024-March 2025, with a maximum research grant of 1,000,000 yen) in April 2023. The same proposal can be continued for up to one year (one year of new proposal plus one year of continuation).

7. Application form and submission

Please prepare the application form using the distributed application form, convert it to PDF, and the prepared application should be submitted by the principal investigator using the web form below by the deadline. Submissions in a different format or overdue will not be accepted.

<https://forms.gle/VkNcBCnV9JSt6udd7>

Deadline: Tuesday, June 4, 2024

8. Reporting

At the end of the research period, the grant awardees are **required** to submit a report of their research results in the prescribed format (the contents of the report are available on the website of the Ensemble Project for internal use only). They are also invited to present their research ideas and results at a symposium to be held during this fiscal year. When you publish your results, please indicate that they were supported by this program.

Please note that if you do not submit an achievement report or make a presentation at the workshop, you will have a disadvantage in judging continuing research and next grants.

9. Change affiliated institution of the representative or co-researchers

If the affiliation of the representative or co-researchers changes during the research period, please contact Tohoku University Research Institutes' Ensemble Project Working Group as soon as possible. Please hesitate to apply if you have already known that the affiliation of the representative or co-researchers will change during the research period before the application.

10. Changes research period

Extensions of the research period due to the principal investigator's overseas assignment or vacation etc. are not permitted. However, we will respond flexibly, such as by changing the principal investigator, please contact the Young Ensemble Project Working Group (WG).

11. Management

You are expected to conduct your research in accordance with all the rules and instructions of the university and your department regarding safety and health management, network management, prevention of research fraud, and legal compliance. Please note that we will discontinue the support if it is judged that you have deviated from the above.

12. Notes

In the event of discrepancy between the English version and the Japanese version of the application guidelines, the Japanese version shall prevail.

If you have any questions about the application guidelines, please contact us.

Tohoku University Research Institutes' Ensemble Project Working Group

ensemble_secretariat [at] grp.tohoku.ac.jp

(Supplementary material 1) Details of research group

The research group must consist of the researcher affiliated with the departments of “Alliance of Research Institutes and Centers, Tohoku University” as the principal investigator and the researcher(s) from multiple departments within Tohoku University. If the principal activity departments of all members are same, it is not considered as a multi-departmental group. If they meet the above criteria, members from other universities may be included. There is no limit to the number of members.

- Examples of research group

	NG	OK
e.g.	Principal investigator (RIEC)	Principal investigator (RIEC)
	Co-investigator1 (RIEC)	Co-investigator1 (IMR)
Reason	The group is not composed of multiple departments.	The group is composed of multiple departments.

	NG	OK
e.g.	Principal investigator (RIEC)	Principal investigator (RIEC)
	Co-investigator1 (RIEC)	Co-investigator1 (Graduate School of Engineering)

	Co-investigator2 (Other university)	Co-investigator2 (Other university)
Reason	The group is not composed of multiple departments in Tohoku University.	The group is composed of multiple departments in Tohoku University.

	NG	OK
e.g.	Principal investigator (RIEC)	Principal investigator (RIEC)
	Co-investigator (including students) (Graduate School of Engineering /RIEC)	Co-investigator (including students) (Graduate School of Engineering /IFS)
Reason	The group is not composed of multiple departments in Tohoku University.	The group is composed of multiple departments in Tohoku University.

	NG	OK
e.g.	Principal investigator (RIEC, XX lab.)	Principal investigator (RIEC, XX lab.)
	Co-investigator (including students) (Graduate School of Engineering /XX lab.)	Co-investigator (including students) (Graduate School of Engineering /YY lab.)
Reason	The principal activity departments of all members are same, and the group is not composed of multiple departments in Tohoku University.	The group is composed of multiple departments in Tohoku University.

	NG
e.g.	Principal investigator (RIEC)
	Co-investigator1 (IMR, RIEC) ※The principal activity departments is RIEC
	Co-investigator2 (AIMR, RIEC) ※The principal activity departments is RIEC
Reason	The principal activity departments of all members are same, and the group is not composed of multiple departments in Tohoku University.

- The case of research group members affiliated with FRIS

The project working group consider that the “mentor department” of researchers affiliated with FRIS is as principal activity departments. Please note that even if their mentor departments are different, groups consisting of researchers belonging to only FRIS are not eligible.

	NG
e.g.	Principal investigator (FRIS) ※The mentor department is Graduate School of Engineering
	Co-investigator1 (Graduate School of Engineering)
Reason	The group is not composed of multiple departments.

	NG
e.g.	Principal investigator (FRIS) ※The mentor department is Graduate School of Engineering
	Co-investigator1 (FRIS) ※The mentor department is Graduate School of Science
Reason	The group is not composed of multiple departments.

How to prepare the application

The application form should be one or two pages.

1. Research group

- The research group should be composed of faculty, researchers, and technical staff members belonging to multiple departments of Tohoku University (research institutes, centers, laboratory, graduate schools, etc.). In addition to the above, external members may be included as co-investigators. Please add © in front of the principal investigator's name.
- If the department to which you belong and the department in which you are mainly active are different (e.g., if you hold concurrent positions in multiple departments), please list both the department to which you belong and the department in which you are mainly active.

2. Research expenses breakdown

- Research expenses are limited to equipment, supplies, travel expenses, honoraria, and personnel expenses necessary to carry out this research. (Expenditures that are considered appropriate for running a laboratory or for other research projects are not allowed.)
- Regarding expenses related to construction costs for research equipment, etc., we will ask you to submit a statement of reasons in advance to the Young Ensemble Project Working Group (WG).

3. Plan of research

- If you are applying for a research proposal that may be judged to be similar to your own previously accepted research, please indicate the differences from your previous proposal in the "Research period and outline/differences of past selected proposal" section of the application form.
- Please describe the plan for one year, not assuming continuation.

4. Other research grant applications

- This grant does not restrict duplicate applications with other research funds, but if there are restrictions on other research funds, please apply with consideration.

Procedures for random selection of proposals

1. All applications will be assigned entry numbers 1, 2, 3, ..., N , starting from 1 and increasing by 1, in the order in which the applications are received.
 - The entry number will be assigned at the time the application is first submitted, even if the application is resubmitted within the period or withdrawn after submission.
 - The entry number will be notified to the applicant at the time of acceptance or closing of the call.
2. Screening of applications will be done by the WG based on the application guidelines. The WG determines M , the number of proposals to be adopted ($M \sim 15$). If the number of proposals that pass the screening does not significantly exceed 15, all proposals may be accepted after adjusting the amount. The screening and the decision on the number of proposals to be adopted will be made by June 10, 2024.
3. The entry numbers of the applications that passed the screening will be randomly ranked using the attached Python script (Python 3.7), and the top M applications will be accepted.
 - 3.1. Let the sum of the block hashes of the first five blocks in the Bitcoin blockchain after 8:00 a.m. (Japan time) on June 11, 2024, be the random seed S . Initialize the random number with `random.seed(S)`.
 - 3.2. Prepare a list `ENTRIES` with the entry numbers in ascending order.
 - 3.3. Shuffle the order of the presentation numbers `ENTRIES` by `number_order = random.sample(ENTRIES, len(ENTRIES))`.
 - 3.4. In the order of `number_order`, M proposals will be accepted.
4. The list of entry numbers that have passed the screening in 2. and the random number seed used in 3.1 will be made public when the approved proposals are decided and notified.

Notes

1. A new Bitcoin block is created approximately every 10 minutes. Each time a block is created, the block height is increased by one, and the block-specific hash value (a 32-byte number) is determined. The block hash value is suitable as a random seed for random selection because it has the following properties
 - It is very difficult to know the block hash to be generated in the future and to set it to the desired value (virtually impossible due to the cost of tens of millions of yen). Therefore, it is (virtually) impossible to predict or manipulate the results of random selection before the deadline.
 - Once the block hash is determined, its value can be obtained by anyone. Therefore, anyone can verify later that the random selection process is not fraudulent or erroneous by using a random seed calculated from the block hash value.
2. The attached Python script shows an example of using "the sum of five block hashes of bitcoin block height 629530-629534" as a random seed.
 - The block hash value can be obtained from [https://explorer.btc.com/btc/block/\[block height\]](https://explorer.btc.com/btc/block/[block height]) (e.g., for block height 629530, see <https://explorer.btc.com/btc/block/629530>).
 - When you run the Python script, you will get the following results. As long as the random number seed is the same, the same result is obtained no matter how many times the script is run.

```
Entries: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 28, 29, 31, 33] (26 in total)
```

```
Random seed:
```

```
3328922384685780924223003444097241387041554684534517140
```

```
Result
```

```
Selected entries: [1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 21, 23, 25]
```

Python script for random selection : <https://ideone.com/IrZVK5>

```
import random
import platform

assert platform.python_version()[0:3] == "3.7", "Python version 3.7 must be used."

# The number of selections
NUM_SELECTED = 15
# Entry numbers that passed the screening process (example is shown)
ENTRIES = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 28, 29, 31, 33]
assert NUM_SELECTED < len(ENTRIES), "Selection must happen"

# Block hashes from certain block heights that were previously announced:
# Below is the example by block heights 629530-629534.
hashes = [
    0x000000000000000000000006F349AA480F67A2B603496DA07FD0F566680293B2D3E4,
    0x00000000000000000000000E4BF1CA971D88B29D31B84751AE6BDF8F2F5F25E5D99E,
    0x000000000000000000000003A91B8D6D37940269AE8DE9219176DCD6BA448CE0AC75,
    0x00000000000000000000000137A2AC232E19D2163A4A28B2F1F49CCD35052579451E,
    0x000000000000000000000008A17371C0F62112227C28B83DD88C5218CAD648484E7F,
]

seed = sum(hashes)
random.seed(seed)
print("Entries:", ENTRIES, "(%d in total)" % len(ENTRIES)) print("Random seed: %d" % seed)
print()

number_order = sorted(random.sample(ENTRIES, len(ENTRIES))[0:NUM_SELECTED])

print("Result")
print("Selected entries:", number_order)
```

Ensemble Grants for Early Career Researchers 2024 Application Form

Principal investigator	Name		E-mail	
Project title				
Requested budget	〇,〇〇〇 yen			
Research group (Principal investigator and co-investigators)	Name	Affiliation, job title, Principal activity department (if you are concurrently engaged in other departments):		Role in the proposed project
	◎ principal investigator co-investigator	<i>Ex. : Taro Wakate</i> <i>(IFS · xx lab. · Asst. Prof.)</i> <i>Ex. : Hanako Huchi</i> <i>(FRIS · IMR · yy lab. · Assoc. Prof.)</i> <i>(Principal activity department : IMR · yy lab.)</i>		
Budget breakdown	Equipment:	yen (the name of equipment)		
	Supplies expense:	yen (details)		
	Travel expense:	yen (schedule, purpose)		
	Personnel expense:	yen (details)		
	Other:	yen (details)		

The application form should be one to two pages long. Please be concise, adjusting the space for each section as appropriate. Please delete the notes in blue italics and convert to PDF for submission.

【Background and purpose of the joint research】

(Figures and tables may be used.)

【Research plan and methods】

(Figures and tables may be used. The research period is from June 2024 (tentative) to March 2025)

【Research period and outline/differences of past selected proposal】

(For applications that may be considered similar to the applicant's previously accepted Ensemble Grants for Early Career Researchers, please describe the differences in the current application.)

Ex. Ensemble Grants for Early Career Researchers 2022, Research of XX, the research targets are different from...

2025 年度若手研究者アンサンブルグラント継続課題の公募について

東北大学研究所長会議 代表

未来科学技術共同研究センター 湯上 浩雄

東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクト

ワーキンググループリーダー

流体科学研究所 神田 雄貴

東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクトでは附置研究所・センター連携体
所属の若手研究者を中心とする部局間連携を促進するために、研究費の助成を行います。
本「グラント継続課題」は「グラント新規課題」により取り組んでいる萌芽的な学術研
究課題を基にして、さらなる発展が見込まれる継続的な研究に対して助成を行うもので
す。また、ランダム抽選である「グラント新規課題」では残念ながら不採択となってい
ましたプロジェクト（2023 年度または 2024 年度に応募したグループが対象）であって
も「グラント新規課題」応募時よりもテーマの幅を広げる新展開が見込まれる場合は応

募することができます。若手研究者による応募を歓迎しますが、共同研究者として研究グループへ参画する方については募集要項に記載された所属の要件を満たしていれば、身分等は問いません。積極的なご応募をお待ちしております。

公募要項

【研究期間】

2025年4月1日（予定）から2026年3月31日

【支援内容】

1 課題最大100万円、2 課題程度。採択後一定の期間を経て、研究代表者の所属する東北大学附置研究所・センター連携体の各部局に対して、配分されます。

【選考方法】

2025年2月19日（水）にオンラインにて開催される審査会においてピアレビューを行い、投票により決定します。詳細は「(補足資料2) 審査会の開催方法」をご確認下さい。

【対象となる研究課題】

下記の2ついずれかを満たす研究グループにより実施される研究課題が対象となります。

- ・ 2023年度または2024年度の「若手アンサンブルグラント新規課題」に採択され

た研究グループ

- ・ 2023 年度または 2024 年度の「若手アンサンブルグラント新規課題」のランダム抽選で不採択となった研究グループ（スクリーニングを通過しなかったグループは除く）

なお、上記を満たした上で「グラント新規課題」応募時よりもさらなる発展や、テーマの幅を広げるような新展開が見込まれることが必須となります。全領域の研究を対象とし異分野融合研究や学際研究は必須条件ではありません。また、既に同じ研究課題で他の研究費を獲得している場合は対象外です。また、応募は研究代表者・共同研究者を合わせて、1 人 1 件のみとします。

【研究代表者の対象】

申請者（研究代表者）の対象は、東北大学附置研究所・センター連携体の各部局に所属するポスドク、助手、助教、講師、准教授（特任・特定を含む）とします。特に若手研究者の応募を歓迎します。研究代表者以外の共同研究者については、職名・身分の制限はありません（学外の研究者も可とします）が、学生の卒業・修了などにより複数部局のグループが研究期間の大半に構成されなくなる見込みが明確な場合は、対象となりません（後期課程などへ進学希望、ポスドクとして在籍予定などの場合は対象とします）。

【申請に関する注意事項】

<グループ構成について>

- 「東北大学附置研究所・センター連携体の各部局」とは以下を指します。
 - ・ 金属材料研究所
 - ・ 加齢医学研究所
 - ・ 流体科学研究所
 - ・ 電気通信研究所
 - ・ 多元物質科学研究所
 - ・ 災害科学国際研究所
 - ・ 東北アジア研究センター
 - ・ 学際科学フロンティア研究所
 - ・ 材料科学高等研究所
 - ・ 先端量子ビーム科学研究センター
 - ・ 未来科学技術共同研究センター
 - ・ 国際放射光イノベーション・スマート研究センター

- 研究代表者は上記の各部局のいずれかにおいて本学の子算管理システムを使用可能であることが必須です。

- 「グラント新規課題」応募時の研究グループに新しいメンバーを追加することが可能です。また、主要なメンバーが存続するのであれば、一部のメンバーが離脱していても構いません。メンバー変更の理由は申請書に記載して下さい。
- 「グラント新規課題」応募時にスクリーニングを通過している場合は、本「グラント継続課題」においても申請対象となります。メンバー変更がある場合は「(補足資料 3) 研究グループ構成の詳細」をよく読み、研究グループ構成に問題がないかご確認下さい。
- 学生を共同研究者とする場合、学生の所属が申請代表者と異なる場合でも、主な活動拠点(例：研究室)が同一部局である場合は複数部局とはみなしません。
- 申請代表者・分担者のメンバー構成が申請対象に該当するかどうか判断が難しい場合は、締切前に余裕を持って若手アンサンブルプロジェクトワーキンググループ (WG) にご確認ください。

<申請の制限について>

- 応募は1人1件のみ（研究代表者・共同研究者あわせて）とします。
- 昨年度に継続課題に採択された研究代表者および共同研究者を選考の対象から除外します(表1)。

表 1 重複制限(過去の採択)について

申請者の状況 \ 申請先	2024 年度 新規課題	2025 年度 継続課題
継続課題(昨年度に採択)	NG	NG

<その他>

- 提出後の申請書の修正は原則認めません。書き間違い等にご注意ください。
- 申請内容に虚偽がある場合、選考から除外し、今後一切の申請を認めません。
- 募集要項を満たしていない申請
 - メンバー構成が複数部局に該当しない場合。申請者自身で明確に判断できない場合は、締切前に余裕を持って WG に確認してください。
 - 申請代表者が東北大学附置研究所・センター連携体の各部局に所属するポスドク、助手、助教、講師、准教授（特任・特定を含む）でない場合。
 - 申請書の様式が守られていない場合。
 - 最低限の研究内容が示されていない申請。
 - 必要経費内訳に正当性の無い申請。

【応募方法】

所定の書式を用いて申請書を作成し、PDF に変換の上、締切日までに研究代表者が下記 URL のフォームより送信してください。申請書の詳細については「(補足資料 1) 申請書の書き方」をご確認下さい。

<https://forms.gle/oJqr99xbj1DMUajj7>

〆切：2025 年 1 月 31 日（金）

【成果報告】

研究期間終了後、所定様式の成果報告書の提出が義務づけられます。提出〆切は 2026 年 5 月を予定しています。成果報告書の内容は若手研究者アンサンブルプロジェクトのウェブサイトで公開されます。また、2025 年度中に開催予定のワークショップで研究の着想と研究成果を発表していただきます。なお、成果の公表の際には、本公募プログラムの支援によるものであることを記載してください。なお、成果報告書の未提出、ワークショップへの発表が無い場合は、今後の若手アンサンブルグラントの審査において不利になる場合があります。

【研究代表者および共同研究者の所属機関変更について】

研究期間中に研究代表者や共同研究者の所属が変更になった場合は、出来るだけ早く東北大学研究所若手アンサンブルプロジェクト WG までご連絡をお願いします。

なお、申請前の時点で、研究期間中に研究代表者や共同研究者の所属機関変更が明らかであり、募集要項を満たさなくなることが明白な場合は、申請をお控えください。

【研究期間の変更について】

研究代表者の海外赴任や休暇等に係る研究期間の変更は認めていません。ただし、研究代表者の交代など、柔軟に対応させていただきますので、事前に東北大学研究所若手アンサンブルプロジェクト WG までご連絡をお願いします。

【取扱い】

安全衛生管理ならびにネットワーク管理、研究不正防止、法令順守などについて、本学ならびに所属部局にて実施運用しているすべての規則・指導に準拠して研究を実施していただきます。なお、これらを逸脱していると判断される場合には支援を中止させていただきます。

【連絡先】

本公募に関してご不明な点は、東北大学研究所若手アンサンブルプロジェクト WG (ensemble_secretariat [at] @grp.tohoku.ac.jp) までご照会ください。

(補足資料1) 申請書の書き方

1. 研究題目

簡潔に研究内容がわかる題目にして下さい。

2. 研究グループ構成

研究代表者と共同研究者について、氏名と所属・職位、主な活動部局（研究所および研究室など）を記載してください。「共同研究者」の欄は必要に応じて増減して下さい。兼任や兼務などで所属部局が複数ある場合は「所属・職位（兼業・兼務先がある場合）」の欄に必ず記載して下さい。

学際科学フロンティア研究所所属のメンバーはメンター部局を同欄に記載して下さい。また、主として研究を実施している活動部局を「主な活動部局」に記載して下さい。本項目のページ制限はありません。

3. 研究内容

「グラント新規課題」応募時の内容をもとに、これまで行ってきた研究の背景、研究内容、進捗状況を記載して下さい。研究グループ構成に関して、チームを組む必要性和各メンバーの担当内容を説明して下さい。「グラント新規課題」応募時からメンバーの

変更がある場合は本項目に理由を記載して下さい。また、本グラントにより取り組む研究の計画、研究方法、期待される成果等を記載して下さい。同様の研究課題で他の研究費を獲得している場合は、適当な箇所に本申請との違いを述べて下さい。本項目は2ページ以内にまとめて下さい。図表を用いても構いません（カラー可）。

4. 研究経費

研究経費は設備費、消耗品費、旅費、謝金・人件費、その他の費目に分け、各費目について、金額と内訳を入力してください。本研究の遂行に必要なものに限り、研究室運営のための経費や、他の研究の経費として計上することがふさわしいと考えられる支出は認められません。本項目のページ制限はありません。

(補足資料2) 審査会の開催方法

審査会は下記の通り、開催されます。

【審査会】

- ・ 日程：2025年2月19日（水）
- ・ 場所：オンライン（URLは参加者にお知らせします）
- ・ 申請申込〆切：2025年1月31日（金）

【発表方法】

- ・ 申請書は事前に参加者全員に公開されます。
- ・ 各申請課題につき、発表20分+質疑応答10分とします。
- ・ 発表者は研究代表者か共同研究者のいずれかである必要があります。

【投票方法】

- ・ 審査は投票により実施し、投票権は、①若手アンサンブルプロジェクトワーキンググループ委員、②継続課題に申請のあった研究代表者または共同研究者にあります。
- ・ 研究代表者と共同研究者はご自身の研究課題には投票することはできません。

- ・ なお、投票の条件はすべての発表を聴講していることです（発表ごとに出欠を確認します）。
- ・ 研究課題を申請したグループは1研究グループにつき1件の投票が義務です（投票者が研究代表者であるか共同研究者であるかは問いません）。投票がない研究グループは選考外となります。なお、研究グループ内で複数投票してしまった場合は取り消しできませんのでご注意ください。

(補足資料 3) 研究グループ構成の詳細

研究グループは東北大学附置研究所・センター連携体の部局に所属する研究者を代表とし、学内の複数部局にわたるグループである必要があります。主な活動拠点が同一部局である場合は複数部局とはみなされません。上記を満たしていれば他大学のメンバーを含んでいても構いません。また、人数に制限はありません。

【研究グループ構成の例】

	NG	OK
例	研究代表者（電気通信研究所）	研究代表者（電気通信研究所）
	共同研究者 1（電気通信研究所）	共同研究者 1（金属材料研究所）
理由	複数部局から構成されていない	複数部局から構成されている

	NG	OK
例	研究代表者（電気通信研究所）	研究代表者（電気通信研究所）
	共同研究者 1（電気通信研究所）	共同研究者 1（工学研究科）
	共同研究者 2（他大学）	共同研究者 2（他大学）
理由	学内の複数部局から 構成されていない	学内の複数部局から 構成されている

	NG	OK
例	研究代表者（電気通信研究所）	研究代表者（電気通信研究所）
	共同研究者(学生含む) (工学研究科/電気通信研究所)	共同研究者(学生含む) (工学研究科/流体科学研究所)
理由	複数部局から構成されていない	複数部局から構成されている

	NG	OK
例	研究代表者 (電気通信研究所、XX 研究室)	研究代表者 (電気通信研究所、XX 研究室)
	共同研究者(学生含む) (工学研究科、XX 研究室)	共同研究者(学生含む) (工学研究科、YY 研究室)
理由	いずれの研究者も主な活動拠点が同じ研究所であり学内の複数部局から構成されていない	複数部局から構成されている

	NG
例	研究代表者（電気通信研究所）
	共同研究者 1（金属材料研究所、電気通信研究所） ※主な活動拠点は電気通信研究所
	共同研究者 2（材料科学高等研究所、電気通信研究所） ※主な活動拠点は電気通信研究所
理由	いずれの研究者も主な活動拠点が同じ研究所であり 学内の複数部局から構成されていない

【研究代表者が学際科学フロンティア研究所である場合】

本プロジェクトワーキンググループでは学際科学フロンティア研究所の研究者は「メンター部局」が主な活動拠点であるとみなします。また、学際科学フロンティア研究所同士のグループは他部局同様に対象外です。グループ構成の際にはご注意ください。

	NG
例	研究代表者（学際科学フロンティア研究所） ※メンター部局は工学研究科
	共同研究者 1（工学研究科）
理由	複数部局から構成されていない

	NG
例	研究代表者（学際科学フロンティア研究所） ※メンター部局は工学研究科
	共同研究者 1（学際科学フロンティア研究所） ※メンター部局は理学研究科
理由	複数部局から構成されていない

2025 年度 若手研究者アンサンブルグラント継続課題 申請書

1. 研究題目

研究題目	
------	--

2. 研究グループ構成

研究代表者	氏名：
	所属・職位：
	主な活動部局（研究所および研究室など）：
	所属・職位（兼業・兼務先がある場合）：
共同研究者	氏名：
	所属・職位：
	主な活動部局（研究所および研究室など）：
	所属・職位（兼業・兼務先がある場合）：
共同研究者	氏名：
	所属・職位：
	主な活動部局（研究所および研究室など）：
	所属・職位（兼業・兼務先がある場合）：

3. 研究内容

【これまで行ってきた研究の背景、研究内容、進捗状況】

【チームを組む必要性、各メンバーの担当内容】

【本グラントにより取り組む研究の計画、研究方法、期待される成果等】

4. 研究経費

費目	金額 (円)	内訳
設備費		
消耗品費		
旅費		
謝金・人件費		
その他		
合計		

Call for Proposals: Ensemble Continuation Grants for Early Career Researchers 2025

Hiroo Yugami

Professor

Chairperson of Tohoku University Research Institutes' Director Meeting

Director of New Industry Creation Hatchery Center, Tohoku University

Yuki Kanda

Assistant Professor

Leader of Tohoku University Research Institutes' Ensemble Project Working Group

Institute of Fluid Science, Tohoku University

The Ensemble Project for Early Career Researchers in Tohoku University will provide research grants “Ensemble Continuation Grants for Early Career Researchers 2025” to promote joint research between several departments, mainly among early career researchers affiliated with the “Alliance of Research Institutes and Centers, Tohoku University”. The “Ensemble Continuation Grants for Early Career Researchers 2025” provides grants for ongoing research that is expected to develop further, based on the budding research proposal “Ensemble Grants for Early Career Researchers”. In addition, the research groups that were unfortunately not selected for the “Ensemble Grants for Early Career Researchers” by random selection may also apply if the research proposals are expected to develop further. We welcome applications from early career researchers, but we also welcome researchers regardless of their status if their affiliation meets the requirements in the application guidelines. We look forward to receiving your active application.

Application Guidelines

1. Period of research

From April 1, 2025 (scheduled) to March 31, 2026.

2. What is funded?

We will provide research funds up to 1,000,000 yen for about two projects. After a certain period, the grants will be distributed to the departments of the Alliance of Research Institutes and Centers, Tohoku University.

3. Selection process

At a review meeting to be held online on February 19, 2025, a decision will be made by vote. For details, please refer to “(Supplementary material 2) Review meeting”.

4. Eligible research projects

Research proposals conducted by research groups that fulfill either of the following two conditions are eligible.

- Research groups that were selected for the “Ensemble Grants for Early Career Researchers” in FY2023 or FY2024.
- Research groups that were not selected in the random drawing for the “Ensemble Grants for Early Career Researchers” in FY2023 or FY2024. (excluding groups that did not pass the screening process).

In addition to meeting the above criteria, the research group must be expected to further develop or expand the scope of the research theme from the research proposal application of “Ensemble Grants for Early Career Researchers”. Research proposals in all fields are eligible, but interdisciplinary or interdisciplinary research is not required. The research project that has already been funded by other grants is not eligible. Only one application per person, including the principal investigator and co-investigator, will be accepted.

5. Eligible principal investigator

Applicants (principal investigators) should be postdocs, research assistants, assistant professors, lecturers, and associate professors (including special appointments) who belong to each department of the Alliance of Research Institutes and Centers, Tohoku University. We especially welcome applications from early career researchers. Co-investigators other than the principal investigator are not subject to any restrictions on job title or status, but they are not eligible if it is clear that the group in more than one department will no longer be included in the majority of

the research period due to graduation or completion of the course.

6. Notes regarding application

<Group Composition>

- Herein, the “Alliance of Research Institutes and Centers” refers to Institute for Materials Research (IMR), Institute of Development, Aging, and Cancer (IDAC), Institute of Fluid Science (IFS), Research Institute of Electrical Communication (RIEC), Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (IMRAM), International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Center for Northeast Asian Studies (CNEAS), Frontier Research for Interdisciplinary Sciences (FRIS), Advanced Institute for Materials Research (AIMR), Research Center for Accelerator and Radioisotope Science (RARIS), and New Industry Creation Hatchery Center (NICHe), International Center for Synchrotron Radiation Innovation Smart (hereinafter the same).
- In the case of concurrently serving or concurrently serving (including the mentoring system of the Interdisciplinary Research Institute), it is not considered to be more than one department by itself, even if you are a member of a group with researchers belonging to a department of the Alliance of Research Institutes and Centers, Tohoku University, which is your main activity base. Please refer to “Supplementary material 2 Details of Research Group” and carefully ensure your research members.
- The applicant (principal investigator) must be able to use the university's budget management system in one of the above departments.
- New members can be added to the research group which you applied for the “Ensemble Grants for Early Career Researchers”. It is also acceptable if some members leave the group, as long as the main members remain. The reason for the change of members should be stated in the application.
- If your proposal was screened out in when you applied for the “Ensemble Grants for Early Career Researchers”, you are also eligible to apply for this “Ensemble Continuation Grants for Early Career Researchers 2025”. If there are any changes in members, please refer to “(Supplementary material 3) Details of Research Group” and carefully ensure your research members. If you are not sure whether your research group is eligible to apply or not, please contact the Project Working Group in advance of the deadline.
- When students are selected as joint researchers, even if the student's affiliation is different from that of the principal investigator, if the main activity base (e.g. laboratory) is in the same department, it will not be considered as multiple departments.
- If it is difficult to determine whether the composition of the members of the applicant's representative/associate is eligible for the application, please check with the Ensemble Project

Working Group (WG) well in advance of the deadline.

<Restrictions>

- Only one application per person (including the principal investigator and co-investigator) is allowed.
- The principal investigator and co-investigator who were selected for the continuing grants last year will be excluded from the selection process (Table 1).

Table 1 Duplication restrictions

Where to apply	FY2024 Ensemble Grants	FY2025 Ensemble Continuation Grants (this proposal)
Applicant's status		
Ensemble Continuation Grants (adopted last year)	NG	NG

<Other>

- In principle, amendments to the application form after submission are not permitted. Please be careful not to make any typos.
- If your application contains false information, you will be excluded from the random selection and no further applications will be accepted.
- Applications that do not meet the application requirements.
 - When the member composition does not fall under multiple departments. If you cannot make a clear judgment, please check with the Working Group well before the deadline.
 - When the representative of the application is not a postdoc, assistant, assistant professor, lecturer, or associate professor (including specially appointed or designated) belonging to any department of the Tohoku University Affiliated Research Institutes and Centers Collaboration.
 - When the application form format is not followed.
 - Applications that do not indicate the minimum research content.
 - Applications without a valid breakdown of necessary expenses

7. Application form and submission

The application form must be completed in the prescribed format and converted to PDF format. Please submit the application form by the deadline from the URL below. For details of the application form, please refer to “(Supplementary material 1) How to fill out the application form”.

<https://forms.gle/oJqr99xbj1DMUajj7>

Deadline: January 31, 2025

8. Report on results

After the research period, you must submit a report on results. The deadline for submission is scheduled for May 2025. The report will be published on the website. In addition, the applicants will be required to present the research progress and results at a workshop scheduled to be held during the FY2025. When you publish your results, you should mention that your work was supported by the “Ensemble Continuation Grants for Early Career Researchers 2025”.

Please note that if you do not submit an achievement report or make a presentation at the workshop, you will have a disadvantage in judging for the future Ensemble Grant.

9. Change affiliated institution of the representative or co-researchers

If the affiliation of the representative or co-researchers changes during the research period, please contact Tohoku University Research Institutes' Ensemble Project Working Group as soon as possible. Please hesitate to apply if you have already known that the affiliation of the representative or co-researchers will change during the research period before the application.

10. Change research period

Changing the research period due to the principal investigator's overseas assignment or vacation etc. are not permitted. However, we will respond flexibly, such as by changing the principal investigator, please contact the Ensemble Project Working Group (WG).

11. Management

You are required to conduct your research in accordance with all regulations and guidance provided by the Tohoku University and your department regarding health and safety management, network management, prevention of research misconduct, compliance with laws and regulations, and so on. If any deviations from these rules are found, the support will be terminated.

12. Contact us

Ensemble Project for Early Career Researchers in Tohoku University Working Group

Email: [ensemble_secretariat \[at\] grp.tohoku.ac.jp](mailto:ensemble_secretariat@grp.tohoku.ac.jp)

(Supplementary material 1) How to fill out the application form

1. Research subject

The research subject should be brief and understandable your research.

2. Research group

Please list the names, affiliations, positions of the principal investigator and co-Investigator(s), and principal activity departments (research institutes, laboratories, etc.). Increase/decrease the “co-researcher” column as necessary.

If you are concurrently engaged in other departments due to dual appointments or concurrent positions, please be sure to list them in the “Affiliation and position (if you are concurrently engaged in other departments)”. For members affiliated with Frontier Research for Interdisciplinary Sciences (FRIS), please indicate the department of the mentor in the same column. If the member belongs to more than one department, please list the main department in which you reside in the “Principal activity department (if you are concurrently engaged in other departments)” section. There is no page limit for this item.

3. Research project

Based on the application for the “Ensemble Grants for Early Career Researchers”, please provide the background, details, and progress of the research you have conducted to date. Please explain the need to assemble a team and the responsibilities of each member. If there have been any changes in the members of the research group since you applied for the “Ensemble Grants for Early Career Researchers”, please explain the reasons in this section. Moreover, describe the research plan, methods, and expected results of the research to be conducted under this grant. If you have already received other research funding for a similar research project, please explain the differences between this application and the previous one in the appropriate section. The maximum length of this item is 2 pages. You may use figures and tables (color is acceptable).

4. Budget

Research expenses should be divided into the following categories: equipment, supplies, travel, honorarium/personnel expenses, and other expenses, and enter the amount and breakdown for each category. The expenses are limited to those necessary for the execution of this research in the following categories. Only those expenses that are necessary for the execution of this research should be included. Expenses for laboratory operations or expenses that are considered appropriate to be recorded as expenses for other research funds are not acceptable. There is no page limit for this item.

(Supplementary material 2) Review meeting

The review meeting will be held as follows.

1. The review meeting

- Date: February 19, 2025
- Venue: Online (The Zoom URL will be informed to participants)
- Deadline for application: January 31, 2025

2. Method of presentation

- The application form will be made available to all participants in advance.
- Each proposal has 30 minutes (20 minutes for presentation + 10 minutes for Q&A).
- Presenters must be either principal investigator or co-investigator
-

3. How to vote

- The review will be conducted by voting, and voting rights will be given to: (1) Ensemble project committee members and (2) Principal investigator or co-researcher who applied for the continuing project.
- Principal investigators and co-researchers are not allowed to vote for their own research proposals.
- You can only vote if you are attending all presentations (attendees will be identified for each presentation).
- One vote per research group is obligatory (regardless of whether the voter is the principal investigator or co-investigators). Research groups that do not vote, their application will be cancelled. Please note that votes cannot be cancelled if more than one vote is cast within a research group.

(Supplementary material 3) Details of research group

The research group must consist of the researcher affiliated with the departments of “Alliance of Research Institutes and Centers, Tohoku University” as the principal investigator and the researcher(s) from multiple departments within Tohoku University. If the principal activity departments of all members are the same, it is not considered as a multi-departmental group. If they meet the above criteria, members from other universities may be included. There is no limit to the number of members.

- Examples of research group

	NG	OK
e.g.	Principal investigator (RIEC)	Principal investigator (RIEC)
	Co-investigator1 (RIEC)	Co-investigator1 (IMR)
Reason	The group is not composed of multiple departments.	The group is composed of multiple departments.

	NG	OK
e.g.	Principal investigator (RIEC)	Principal investigator (RIEC)
	Co-investigator1 (RIEC)	Co-investigator1 (Graduate School of Engineering)

	Co-investigator2 (Other university)	Co-investigator2 (Other university)
Reason	The group is not composed of multiple departments in Tohoku University.	The group is composed of multiple departments in Tohoku University.

	NG	OK
e.g.	Principal investigator (RIEC)	Principal investigator (RIEC)
	Co-investigator (including students) (Graduate School of Engineering /RIEC)	Co-investigator (including students) (Graduate School of Engineering /IFS)
Reason	The group is not composed of multiple departments in Tohoku University.	The group is composed of multiple departments in Tohoku University.

	NG	OK
e.g.	Principal investigator (RIEC, XX lab.)	Principal investigator (RIEC, XX lab.)
	Co-investigator (including students) (Graduate School of Engineering /XX lab.)	Co-investigator (including students) (Graduate School of Engineering /YY lab.)
Reason	The principal activity departments of all members are the same, and the group is not composed of multiple departments in Tohoku University.	The group is composed of multiple departments in Tohoku University.

	NG
e.g.	Principal investigator (RIEC)
	Co-investigator1 (IMR, RIEC) ※The principal activity departments is RIEC
	Co-investigator2 (AIMR, RIEC) ※The principal activity departments is RIEC
Reason	The principal activity departments of all members are same, and the group is not composed of multiple departments in Tohoku University.

- The case of research group members affiliated with FRIS

The project working group consider that the “mentor department” of researchers affiliated with FRIS is as principal activity departments. Please note that even if their mentor departments are different, groups consisting of researchers belonging to only FRIS are not eligible.

	NG
e.g.	Principal investigator (FRIS) ※The mentor department is Graduate School of Engineering
	Co-investigator1 (Graduate School of Engineering)
Reason	The group is not composed of multiple departments.

	NG
e.g.	Principal investigator (FRIS) ※The mentor department is Graduate School of Engineering
	Co-investigator1 (FRIS) ※The mentor department is Graduate School of Science
Reason	The group is not composed of multiple departments.

Application for Ensemble Continuation Grants for Early Career Researchers 2025

Research subject	
-------------------------	--

■ **Research group**

Principal Investigator	Name:
	Affiliation and position:
	Principal activity departments (research institutes, laboratories, etc.)
	Affiliation and position (if you are concurrently engaged in other departments):
Co-investigator	Name:
	Affiliation and position:
	Principal activity departments (research institutes, laboratories, etc.)
	Affiliation and position (if you are concurrently engaged in other departments):
Co-investigator	Name:
	Affiliation and position:
	Principal activity departments (research institutes, laboratories, etc.)
	Affiliation and position (if you are concurrently engaged in other departments):

■ **Research project**

【Research background, details, and progress of the previous research】

【The need to assemble a team and responsibilities of each member】

【Research plan, methods, and expected results of the research to be conducted under this grant】

■ Budget

Expense item	Amount [JPY]	Details
Equipment expense		
Supplies expense		
Travel expense		
Honorarium/personnel expense		
Other		
Total amount		

5. 東北大学若手研究者アンサンブルワークショップ 開催報告

5-1 第 12 回東北大学若手研究者アンサンブルワークショップ

2024 年 5 月 20 日（月）、片平さくらホールにて、第 12 回若手アンサンブルワークショップが開催されました。焼野藍子助教（流体科学研究所）と Aakanksha Sud 助教（学際フロンティア研究所）による招待講演に加え、12 件のポスター講演が行われました。招待講演では、焼野助教からは「Superlayer fluid science near the surface of objects for more effective transportation」と題した流体力学に関する研究の紹介があり、Aakanksha 助教からは「Electrical control of nonlinear coupling between magnon modes in synthetic antiferromagnetic thin films」のタイトルで合成反強磁性体に関する研究紹介がありました。ポスター講演では東北大学附置研究所・センター連携体所属の研究者を中心とする部局間・異分野研究者間の交流や他分野の研究を理解するという目的のもと、活発な議論が行われました。ポスター発表件数は例年と比べ申込件数が少なく、ポスターセッションを当初予定していた 2 セッションから 1 セッションに変更しました。しかしながら、参加者は 31 名と多くの方々にご参加いただき、新たな学際的共同研究に向けた議論も複数見受けられました。

表 5-1 講演リスト

招待講演	
I-1	Superlayer fluid science near the surface of objects for more effective transportation 焼野 藍子（流体科学研究所）
I-2	Electrical control of nonlinear coupling between magnon modes in synthetic antiferromagnetic thin films Aakanksha Sud（学際フロンティア研究所）

ポスター講演		講演賞 応募
P-1	弾性率を画像化する動的 X 線エラストグラフィの基礎的検討 亀沢知夏（国際放射光イノベーション・スマート研究センター）	○
P-2	Understanding Geometric Characteristics of Graphs through Discrete Differential Geometry 新川恵理子（材料科学高等研究所）	-
P-3	ネットワークの連結成分：クリークサイズ揺らぎによる影響 藤木結香（学際科学フロンティア研究所）	○
P-4	そして「僕」が「在る」：親の人生経験と子の脳発達の関係性の探索 松平泉（学際科学フロンティア研究所）	○
P-5	負の影響が連鎖する -子どもの脳に対する親の逆境体験の世代間伝達- 山口涼（医学系研究科）	○
P-6	Risk Assessment for Type-A Aortic Dissection Patients Using Machine Learning J V Ramana Reddy（材料科学高等研究所）	○

P-7	大規模冷却システムに向けた周期温度摂動による伝熱促進 高木松誠（流体科学研究所）	○
P-8	Transnational Migration and the Life-Worlds of Korean-Chinese Communities along the China-North Korea Border（中朝国境をめぐる朝鮮族のトランスナショナルな移動と生活世界） 朴歆（東北アジア研究センター）	○
P-9	電磁浮遊法を用いた Ti-Nb 合金融液の熱物性測定 安達正芳（多元物質科学研究所）	○
P-10	超音速ジェット of 3次元時間超解像計測 李忠日（流体科学研究所）	○
P-11	周期加熱によるがん温熱療法確立に向けた生体内熱浸透深さの数値シミュレーション 谷知輝（流体科学研究所）	○
P-12	Aerodynamic Characteristics of Plant Plane Micro Air Vehicle RASHMI KANT（流体科学研究所）	○

ポスター講演からは下記の2件が参加者の投票により優秀講演賞として選出されました（順不同）。

- 松平泉（学際科学フロンティア研究所）
「そして「僕」が「在る」：親の人生経験と子の脳発達の関係性の探索」
- 高木松誠（流体科学研究所）
「大規模冷却システムに向けた周期温度摂動による伝熱促進」



図 5-1 現地参加者の集合写真



図 5-2 ランチ懇親会の様子

第12回

東北大学

若手研究者アンサンブル

ワークショップ

Call for Abstracts

The 12th Early Career Researchers Ensemble Workshop, TOHOKU UNIV



5.20 2024 MON

会場：片平キャンパス さくらホール
Venue: Sakura Hall, Katahira Campus

ポスター発表申込締切：5月13日(月) Application deadline for poster presentation: 13th, May

招待講演

Invited Lectures

Aakanksha Sud 助教 学際科学フロンティア研究所

Dr. Aakanksha Sud | Assistant Professor, FRIS

焼野藍子 助教 流体科学研究所

Dr. Aiko Yakeno | Assistant Professor, IFS

参加対象者

- 研究者間の交流や学際研究に興味のある研究者・大学院生
- 附置研究所・センター連携体以外の部局、学外からの参加も歓迎！

開催趣旨・目的

本学附置研究所・センター連携体所属の若手研究者を中心とする部局間共同研究の促進・強化を目的として開催します。新しい研究者の仲間を作る機会として、学際研究への理解を深める場として、お気軽にご参加ください。

参加費 Participation fee

無料 / Free

ランチ懇親会費 Lunch

教員 Staff ¥2,000

学生 Student ¥500

※ポスター賞あり

Awards will be given for the best poster presentations.



詳細・参加/発表申込 Registration

<https://x.gd/FHiY3>

主催 | 東北大学附置研究所・センター連携体、研究所長会議
実行委員会 | 東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクト
お問い合わせ For inquiries | ensemble_wg@grp.tohoku.ac.jp



RARIS

ONICHE



10:00
10:05
10:10
10:15
10:20
10:25
10:30
10:35
10:40
10:45
10:50
10:55
11:00
11:05
11:10
11:15
11:20
11:25
11:30
11:35
11:40
11:45
11:50
11:55
12:00
12:05
12:10
12:15
12:20
12:25
12:30
12:35
12:40
12:45
12:50
12:55
13:00
13:05
13:10
13:15
13:20
13:25
13:30
13:35
13:40
13:45
13:50
13:55
14:00
14:05
14:10
14:15
14:20
14:25
14:30
14:35

2024年5月20日(月)		
10:00-10:30	受付	
10:30-10:40	開会挨拶	
10:40-10:50	プロジェクトの概要紹介	
10:50-11:20	I-1	招待講演 (1): 焼野 藍子 (流体科学研究所 助教)
11:20-11:30	休憩	
11:30-12:30	ポスターセッション	
12:30-13:30	懇親会	
13:30-13:50	休憩、写真撮影	
13:50-14:20	I-2	招待講演 (2): Aakanksha Sud (学際科学フロンティア研究所 助教)
14:20-14:40	ポスター賞発表、閉会挨拶	

(2014.5.16 更新)

5-2 第13回東北大学若手研究者アンサンブルワークショップ

2024年12月11日(水)、片平さくらホールにて、第13回若手アンサンブルワークショップが開催されました。大塚 朋廣 准教授(材料科学高等研究所 / 電気通信研究所)と筈居 高明 教授(学際科学フロンティア研究所 / 多元物質科学研究所)による招待講演に加え、24件のポスター講演が行われました。開会式では、2024年度東北大学所長会議代表である未来科学技術共同研究センター 湯上浩雄センター長からご挨拶をいただきました。招待講演では、大塚准教授からは「An ensemble of new materials and quantum technologies」と題した量子デバイスに関する研究の紹介があり、筈居教授からは「研究所若手アンサンブルプロジェクトは如何にして始まったのか?」のタイトルで若手アンサンブルプロジェクトの経緯や歴史に関するご発表がありました。ポスター講演では東北大学附置研究所・センター連携体所属の研究者を中心とする部局間・異分野研究者間の交流や他分野の研究を理解するという目的のもと、活発な議論が行われました。参加者は46名と多くの方々にご参加いただき、新たな学際的共同研究に向けた議論も複数見受けられました。

また、本ワークショップは2024年度のグラント新規/継続課題採択者の中間報告も兼ねていましたが、プロジェクトは順調に実施されており今後の大きな発展が期待される研究が数多くありました。講演リストは下表のとおりです。

表 5-1 講演リスト

招待講演	
I-1	An ensemble of new materials and quantum technologies 大塚 朋廣 (材料科学高等研究所 / 電気通信研究所)
I-2	研究所若手アンサンブルプロジェクトは如何にして始まったのか? How did Ensemble Project begin? 筈居 高明 (学際科学フロンティア研究所 / 多元物質科学研究所)

ポスター講演	
P-1	陰イオン交換による α 線内用療法用核種 ^{225}Ac 精製法の検討 横北卓也 (先端量子ビーム科学研究センター)
P-2	Development of Mathematical Methods for Understanding Particle Structures 新川恵理子 (材料科学高等研究所)
P-3	Non-contact evaluation of liquid thermal effusivity toward spatial mapping of salinity 山崎匠 (金属材料研究所)
P-4	2次元材料におけるゲート誘起周期構造の開発 篠崎基矢 (国際放射光イノベーション・スマート研究センター)
P-5	Physical Reservoir Computing with Spin Hall Nano-Oscillators: Harnessing Transient Dynamics for Neuromorphic Applications Aakanksha Sud (学際科学フロンティア研究所)
P-6	お金はごみ問題を解決するのか? アラスカ遠隔地の衛生状況の地域差に係る社会的・地理的要因の検討 石井花織 (東北メディカル・メガバンク機構)

P-7	過保護の連鎖は子どもを悩ませるか？ 山口涼（医学系研究科）
P-8	異元素添加 NbO ₂ の光誘起相転移挙動の結晶性相変化材料への応用 谷村洋（金属材料研究所）
P-9	STF as a Potential Buffer for Induced Seismicity Mitigation Lu Wang（流体科学研究所）
P-10	Nonreciprocal Electronic Transport Induced by Current-induced Deformation of Helimagnetic Structure in YMn ₆ Sn ₆ 増田英俊（金属材料研究所）
P-11	In-situ electrochemical impedance spectroscopy investigations on the corrosion behavior of ODS stainless steel via additively manufacturing 鍾祥玉（未来科学技術共同研究センター）
P-12	脳が似ている親子は振る舞いも似ているか？ 松平泉（学際科学フロンティア研究所）
P-13	CO ₂ and water injection-induced shear-slip of fracture in volcanic rock under geothermal environment 椋平祐輔（流体科学研究所）
P-14	レドックス活性な機能性錯体を用いたアモルファスエアロゲルの創出 芳野遼（金属材料研究所）
P-15	アフエンタジア：視覚イメージのないところを探る 齋藤五大（電気通信研究所）
P-16	大規模オミックスデータを用いた口腔とメタボロームとの関連 木内桜（学際科学フロンティア研究所）
P-17	Probing multipolar excitations in the quantum spin liquid candidates by resonant inelastic x-ray scattering at NanoTerasu 鈴木博人（学際科学フロンティア研究所）
P-18	バイオマス資源を原料とするシクロペンテノン化合物の合成法の開発 小関良卓（多元物質科学研究所）
P-19	Advanced Cooling and Heating Systems Utilizing Nanofluids Truong Thi Kim Tuoi（材料科学高等研究所）
P-20	Theoretical identification of surface states of metal X-ides under electrocatalytic conditions Heng Liu（材料科学高等研究所）
P-21	Modification of reactive chemical species by ultrasound-enhanced plasma Siwei Liu（流体科学研究所）
P-22	コヒーレント光検波を用いたアンモニア燃焼モニタリング技術の研究 横田信英（電気通信研究所）
P-23	Baby Sleep and Development: A Pilot Study of Infant Sleep Measurements Chia-huei Tseng（電気通信研究所）
P-24	局所構造の定量化法の探求：高エントロピー合金とチタン合金の研究例 池田陽一（金属材料研究所）

ポスター講演からは下記の4件が参加者の投票により優秀講演賞として選出されました(順不同)。

- 新川恵理子 (材料科学高等研究所)
「Development of Mathematical Methods for Understanding Particle Structures」
- 石井花織 (東北メディカル・メガバンク機構)
「お金はごみ問題を解決するのか? アラスカ遠隔地の衛生状況の地域差に係る社会的・地理的要因の検討」
- 山口涼 (医学系研究科)
「過保護の連鎖は子どもを悩ませるか?」
- Chia-huei Tseng (電気通信研究所)
「Baby Sleep and Development: A Pilot Study of Infant Sleep Measurements」



図 5-1 現地参加者の集合写真

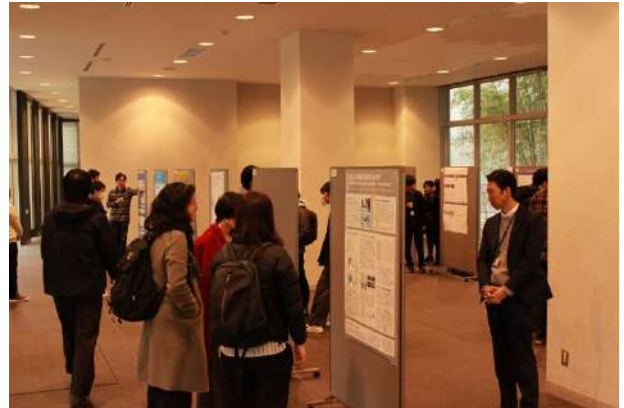


図 5-2 ポスターセッションの様子

The 13th Early Career Researchers Ensemble Workshop, TOHOKU UNIV Call for Abstracts

第13回

東北大学

若手研究者アンサンブル

ワークショップ



Dec. 11 2024 **WED** 会場：片平キャンパス さくらホール
Venue: Sakura Hall, Katahira Campus

招待講演

Invited Lectures

笈居高明 教授 学際科学フロンティア研究所 / 多元物質科学研究所
Prof. Takaaki Tomai | Professor, FRIS / IMRAM
大塚朋廣 准教授 材料科学高等研究所材 / 電気通信研究所
Prof. Tomohiro Otsuka | Associate Professor, AIMR / RIEC

参加費 Participation Fee
無料 / Free

ランチ懇親会費 Lunch
教員 Staff ¥2,000
学生 Student ¥ 500

※ポスター賞あり
Awards will be given for the best poster presentations.

参加対象者

- ・2024年度若手研究者アンサンブルグラント採択者（※発表必須）
- ・研究者間の交流や学際研究に興味のある研究者・大学院生
- ・附置研究所・センター連携体以外の部局、学外からの参加も歓迎！

開催趣旨・目的

本学附置研究所・センター連携体所属の若手研究者を中心とする部局間共同研究の促進・強化を目的として開催します。新しい研究者の仲間を作る機会として、学際研究への理解を深める場として、お気軽にご参加ください。

詳細・参加/発表申込 Registration

<https://x.gd/Xp5Fr>



締切 Deadline

ポスター発表：11月27日(水) Poster Submission: Nov 27 (Wed)
参加登録：12月4日(水) Registration: Dec 4 (Wed)

主催

東北大学附置研究所・センター連携体、研究所長会議
実行委員会
東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクト
お問い合わせ For inquiries
ensemble_wg@grp.tohoku.ac.jp

2024. 12. 11 (Wed.)		
10:00-10:30	Registration	
10:30-10:40	Welcome Greeting (Prof. Hiroo Yugami, NICHe)	
10:40-10:50	Introduction	
10:50-11:20	I-1	Invited lecture 1 Dr. Tomohiro Otsuka (AIMR / RIEC)
11:20-11:30	Break	
11:30-12:30	Poster Session1 (Odd numbers)	
12:30-13:30	Lunch party	
13:30-13:40	Break+ Photo	
13:40-14:40	Poster Session2 (Even numbers)	
14:40-14:50	Break	
14:50-15:20	I-2	Invited lecture 2 Dr. Takaaki Tomai (FRIS / IMRAM)
15:20-15:40	Poster Award, Closing Remarks	

おわりに

本プロジェクトは部局間連携および共同研究を促進して、学内の研究者の研究業績向上や外部研究費の獲得に資する目的で進められておりますが、加えて研究者の流動性の高まる状況にあつては、研究者ネットワークの強化が大学の地力を増すことにつながるという面での評価も受けております。数値で測れる成果と、また、数値で測るのが難しい研究者の繋がりや、学内外において研究者が自由闊達に創造的な活動をするための豊かな「土壌」の形成の両方を念頭に、今後も積極的な活動を行っていきたいと考えております。

2024年度は、昨年度までのコロナ禍の影響が緩和され、ワークショップ内での懇親会の形式についても議論を深めました。とくに若手研究者からの要望もあり、若手研究者が参加しやすい昼に懇親会を実施するランチ懇親会を新たに実施しました。参加者からも概ね好評な意見をいただいております。今後も継続して若手研究者間の交流の場として提供ができればと考えております。

来年度は、附置研究所・センター連携体の主管が先端量子ビーム科学研究センターとなります。研究所長会議代表となる所長をはじめとして、事務部にはご負担をおかけすることになると思いますが、どうぞよろしくお願い申し上げます。

東北大学にて研究活動を行う教職員・学生はもとより、活動にご関心をお持ちいただけます学内外の皆様には、引き続き、東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクトへのご理解、ご協力をお願い申し上げまして、本報告書の結びといたします。

2025年3月

2023 年度東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクト ワーキンググループ

リーダー	神田 雄貴 助教	(流体科学研究所)
サブリーダー	安達 正芳 講師	(材料科学高等研究所)
広報	横北 卓也 助教	(電子光理学研究センター)
HP 管理	二宮 翔 助教	(国際放射光イノベーション・スマート研究センター)
会計	相田 努 講師	(未来科学技術共同研究センター)
	増田 英俊 助教	(金属材料研究所)
	家村 顕自 助教	(加齢医学研究所)
	古市 朋之 助教	(電気通信研究所)
	原 裕太 助教	(災害科学国際研究所)
	藤 媛媛 助教	(東北アジア研究センター)
	村越 ふみ 助教	(学際科学フロンティア研究所)
	松平 泉 助教	(学際科学フロンティア研究所)
	新川 恵理子 助教	(材料科学高等研究所)
	篠崎 基矢 助教	(材料科学高等研究所)

東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクト
2024 年度活動報告書

2025 年 3 月 発行

東北大学附置研究所・センター連携体
東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクト
ワーキンググループ

2024 年度主管：未来科学技術共同研究センター
〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 6-6-10