

東北大学附置研究所 若手アンサンブルプロジェクト 活動報告書 2020

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

研究所若手アンサンブル



東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクト 活動報告書 2020

目次

1. プロジェクトの経緯と活動の概要	2
2. 2019年度研究所若手アンサンブル Grant 採択課題の成果報告	4
3. 2020年度若手研究者アンサンブル Grant 実施報告	75
4. 第6回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	96
5. 本年度の活動総括	100

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。平成 29 年 10 月より、新たに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。本年度（令和 2 年度、2020 年度）における各研究所長、センター長は、次の通りで、研究所長会議代表は、学際科学フロンティア研究所の早瀬敏幸所長です。

金属材料研究所 所長 古原 忠 教授
加齢医学研究所 所長 川島 隆太 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 塩入 諭 教授
多元物質科学研究所 所長 寺内 正己 教授
災害科学国際研究所 所長 今村 文彦 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
電子光理学研究センター センター長 濱 広幸 教授
未来科学技術共同研究センター センター長 長谷川 史彦 教授

平成 27 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・運営しました。

研究所若手アンサンブルプロジェクトは、令和元年度で一期 5 年間の区切りに際して、活動を振り返り、総括を行いました。令和 2 年度からは、新たな一步を踏み出すにあたり、ワーキンググループのリーダーが交代し、年間の活動計画や、複数研究所間の共同研究課題を公募する『若手研究者アンサンブルプロジェクト』の実施方法について新機軸を検討することとして始動しました。また、折しも新型コロナウイルスの感染拡大の影響を受けて、対面でのセッションをベースとす

る研究イベントの企画が困難な状況が続き、例年のような形態でのワークショップや研究会の開催が不可能となりました。

そのような状況の下で、本年度は、若手研究者アンサンブルグラントの公募を5月に開始し、抽選により7月に採択課題を決定しました。今回は研究者の申請書作成の負荷を軽減するために、申請書の内容を簡略化しました。また、従来審査員より訴えられていた多分野にわたる申請課題の審査の難しさを解消するため、および結果に対して研究者に与える不公平感を回避するために、ランダム選択（乱数による抽選）という方法を採用することとしました。

2月には、研究所所属研究者や学内各部局の研究者の研究内容を相互に知り合う交流とグラント採択課題の成果報告を目的として、第6回東北大学若手研究者アンサンブルワークショップをオンラインで開催しました。今回は、学際科学フロンティア研究所・学際高等研究教育院のジョイントワークショップとの合同開催とすることにより、多くの大学院生の参加もあり、難しい状況下でも一定の活動成果と効果を得られたと考えております。さらに、本イベントの一環として、本年度のグラント申請課題の中から次年度の継続課題を選抜するための審査会も実施しました。

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. 2019 年度研究所若手アンサンブルグラント採択課題の成果報告

昨年度（平成 31 年度・令和元年度）、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「2019 年度若手研究者アンサンブルグラント第 1 ステージ」の公募を企画・実施しました。採択課題を表 1-1 に示します。続いて、21 件の研究課題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（令和 2 年 6 月末）で、14 報の論文掲載、28 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、9 件総額 24,380 千円が獲得され、他に 8 件総額 33,450 千円が申請中および申請予定とされております。

表 1-1 2019 年度若手研究者アンサンブルグラント（第 1 ステージ）の採択課題一覧

◎ 研究代表者 研究分担者	所属・職名	研究課題名
◎樋田浩一 山本浩輔 齋藤五大 坂本修一	加齢研・学術研究員 通研・助教 文学研究科・助教 通研・准教授	四畳半の練習室から大規模ホールまでの合奏を可能にする認知メカニズム ～聴覚フィードバックを用いた身体制御の予測手がかりの解明～
◎鎌形清人 鈴木勇輝 Reid C. Johnson	多元研・准教授 学際研・助教 UC ロサンゼルス・教授	DNA オリガミ技術を用いた DNA 結合タンパク質の機能解析法の開発
◎岡島淳之介 深谷 碧 井上雄介 山田昭博	流体研・助教 東北文化学園大学・助手 加齢研・助教 加齢研・助教	機械循環装置のせん断流による血中タンパク変性および出血合併症の機序解明
◎鈴木隆哉 阿部博弥	加齢研・助教 学際研・助教	ハニカム構造を利用した簡易な肺・気道上皮培養環境の構築
◎安田 容子 峠 嘉哉 井上 瑠菜	災害研・助教 工学研究科・助教 東北ア・学術研究員	江戸時代の大火を対象とした季節変動と水文学的要因分析
◎谷村 洋 須藤祐司	金研・助教 工学研究科・准教授	相変化材料 MnTe の超高速光励起挙動の研究
◎新居 陽一 谷口 耕治 岡 博	金研・助教 金研・准教授 AIMR・助教	キラル有機分子における巨大なスピントラップ機能の研究

◎BERNARD Chrystelle 栗田大樹 阿部直樹	学際研・助教 工学研究科・助教 農学研究科・助手	高強度セルロースナノファイバー強化生分解性プラスチックの創製とサステナブル性評価
◎阿部博弥 簡梅芳	学際研・助教 環境科学研究科・助教	微生物の付着・抗付着を簡便に制御可能な基板の創製
◎竹本大策 菅原章公	スマート・エイジング学際重点研究センター・助教 薬学研究科・助教	モデル生物を用いたハイコンテントスクリーニングによるケイ素原子含有医薬リードの探索と最適化
◎鈴木隆哉 鈴木杏奈	加齢研・助教 流体研・助教	トポロジー解析を用いた、毛細血管ネットワーク構築の最適化
◎山本雅納 山崎 馨	多元研・助教 金研・助教	計算化学と実験化学の融合による三次元炭素材料の分子論的理解と包括的研究完成
◎吉松公平 丸山伸伍	多元研・講師 工学研究科・助教	急峻な有機液体/酸化物ヘテロ界面の形成による強相関酸化物の相転移制御
◎中安祐太 丸岡伸洋 鈴木杏奈 峠 嘉哉 大野 肇 木下 睦	学際研・助教 多元研・助教 流体研・助教 工学研究科・助教 工学研究科・助教 工学研究科・学術研究員	温泉排水熱と未利用バイオマスの活用による青根温泉でのカカオ栽培のポテンシャル開拓
◎田中利和 峠 嘉哉	東北ア・学術研究員 工学研究科・助教	エチオピア天水農業地帯を対象とした湯水災害と人びとの在来適応戦略の研究
◎鈴木龍樹 三木佑太郎 越水正典	多元研・助教 工学研究科・B4 工学研究科・准教授	ナノ結晶化した有機色素会合体の超放射を利用したシンチレータの開発
◎海邊健二 Hansen Marc 武田浩太郎 高橋 亮 湯本道明 鈴木一行 瀧川裕貴	AIMR・特任准教授 URA センター・特任助教 工学研究科・講師 理学研究科・特任准教授 金研・特任教授 学際研・特任准教授 文学研究科・准教授	多様な観点に基づく研究力分析・評価のための評価指標・手法の開発とイノベーション創出に向けた提言
◎佐々木大輔 地引泰人	災害研・助教 理学研究科・准教授	火山災害における経済被害額の算定手法の精緻化に向けて：インドネシア・クラカタウ火山を事例に
◎杉安和也 横田信英	災害研・助教 通研・助教	次世代通信規格による日常・非常時の横断的運用を想定した定点観測防災 IoT 機器開発

中安祐太	学際研・助教	に関する共同研究
奥村知世 ◎藤田昂志	多元研・助教 流体研・助教	火星探査航空機向け誘電エラストマアクチュエータに対するポリアミドの適用可能性検討
◎岩瀬和至 阿部博弥	多元研・助教 学際研・助教	新規金属フタロシアニン錯体を用いた二酸化炭素固定触媒の開発

四畳半の練習室から大規模ホールまでの 合奏を可能にする認知メカニズム ～聴覚フィードバックを用いた身体制御の予測手がかりの解明～

樋田 浩一¹、山本 浩輔²、齋藤 五大³、坂本 修一²

¹加齢医学研究所、²電気通信研究所、³文学研究科

1. 研究目的

オーケストラの奏者たちは、どのようにして楽団全体の同期を図り、演奏をしているのだろうか。奏者間には物理的な距離が存在するため、離れた位置の奏者の演奏音は、距離に依存した音速の分だけ遅延して到来する。従って、他者の演奏音は、必ずしも自分の演奏と同期して聞こえているわけではない。大規模なコンサートホールとして、サントリーホールでの演奏を仮定すると、ステージの間口は21 mにも至る。ステージ全体にオーケストラが配置された場合、上手の奏者は指揮者位置まで10 mほど離れており、指揮者位置に演奏音が到達するまでに、約29.4 msの音速に起因した遅延を要する。更に、20 mほど先にいる下手の奏者の演奏音は、約58.8 ms遅延して到来することになる。果たしてこのような困難の中で、オーケストラの演奏はどのようにして実現されているのだろうか。

そこで本研究では、オーケストラの奏者がどのように同期のタイミングを合わせ演奏しているのかについて、インタビュー調査を実施した。調査を通じ、実際の演奏音の聞こえ方についてのコメントを得ると共に、いかにして同期を図っているのか、同期の起点や手掛かりに利用している情報についても検討を行った。

2. 研究方法

2019年9月から2020年3月にかけて、音楽関係者にインタビュー調査を実施した。調査対象者は、音楽的背景やオーケストラ内での役割の異なる4名とし、アマチュア指揮者(指揮歴5年)、プロの指揮者(指揮歴12年)、プロのヴァイオリン奏者(演奏歴12年)、プロのコントラバス奏者(演奏歴30年)とした。ヴァイオリン奏者については、楽団内の統率の役割を担うコンサートマスターとしても12年の経験があった。インタビューは、対面ないしはビデオ通話の形で実施し、得られたコメントを筆者らで整理を行った。

3. 結果および考察

インタビュー調査の結果、各々の担当位置において「演奏音はどのように聞こえているのか」という質問について、いずれの回答者からも、ごく僅かではあるが離れた位置の奏者の演奏音は遅れて聞こえているというコメントが得られた。

上述の回答を踏まえ、音がずれて聞こえている環境下において「楽団全体としてどのようにして同期を図っているのか」という質問をした結果、奏者のコメントとして、コンサートマスターのアイコンザッツ(音の出だしを示す身振り等の合図)を手掛かりとしているとの回答が得られた。また、「演奏中は楽譜から目を離さないが、常に周りの状況を捉えている」との回答もあり、視覚情報を手掛かりにして演奏の同期を図っている可能性が示唆された。

4. 結論

本研究では、オーケストラの奏者に着目し、どのように演奏のタイミングを合わせているのかについて、インタビュー調査を実施した。その結果、離れた位置の奏者の演奏音はわずかに遅れて聞こえており、視覚的な手がかりを利用して同期を図っているというコメントが得られた。今後、心理実験を実施し、より精緻な検証を行う予定である。

5. 参考文献

- ・長尾翼, 渡邊珠希, 池田雄介, 上野佳奈子, 伊勢史郎 (2012) “音の遅延条件がアンサンブル演奏に与える影響に関する検討”, 日本音響学会講演論文集(春), pp. 997-998.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

論文

- ・樋田浩一, “Effect Before Cause”, 東北医学雑誌, vol. 132(1), 2020年6月

学会発表

- ・樋田浩一, 山本浩輔, 齋藤五大, 坂本修一, “インタビュー調査に基づくオーケストラにおける演奏音の同期方略の検討”, 日本認知科学会第37回大会, 2020年9月(投稿済)
- ・樋田浩一, “拍手より先に知覚される拍手音の錯覚メカニズム”, 第9回東北脳科学ウィンタースクール, pp. 21, 2020年2月

受賞

- ・樋田浩一, 第9回東北脳科学ウィンタースクール, 最優秀口頭発表賞・優秀ポスタ賞(同時受賞), 2020年2月

7. 外部研究費等申請

獲得

- ・科学研究費(若手研究), 「一体感のある同期演奏を実現する室内音響特性の解明」, 樋田浩一, 4,160千円

DNA オリガミ技術を用いた DNA 結合タンパク質の機能解析法の開発

鎌形清人¹、鈴木勇輝²

¹多元物質科学研究所、²学際フロンティア研究所

1. 研究目的

本研究では、DNA オリガミ技術を用いて、細胞環境での DNA 結合タンパク質の機能解析法の開発を目的とした。

2. 研究方法

細胞内の環境を模倣した DNA の迷路を DNA オリガミ基板上に再現するように、DNA ナノチップの設計および評価を行った。

3. 結果および考察

DNA ナノチップ平面の上に、2 本鎖 DNA を立体的に固定する設計法を検討した。いくつかのパターンを設計し、実際に、DNA を発注し、それらを混ぜ合わせ、DNA ナノチップを作成した。電気泳動と原子間力顕微鏡によって、DNA ナノチップの評価を行った。DNA ナノチップ上に、立体的に 2 本鎖 DNA を固定化できたが、その成功率は低いことが分かった。今後、設計法を改善し、固定化の成功率を上げることが課題となるであろう。

4. 結論

DNA ナノチップの設計と実験的検証を行い、その設計に部分的に成功した。

5. 参考文献

該当しない。

6. 論文・学会発表、受賞、特許

【論文】

[1] “How p53 Molecules Solve the Target DNA Search Problem: A Review”

***Kamagata K**, Itoh Y, Subekti DRG

International Journal of Molecular Sciences 21(3) 1031 2020年2月

[2] Liquid-like droplet formation by tumor suppressor p53 induced by multivalent electrostatic interactions between two disordered domains

***Kamagata K**, Kanbayashi S, Honda M, Itoh Y, Takahashi H, Kameda T, Nagatsugi F, Takahashi S

Scientific Reports 10 580 2020年1月

- [3] “Rational design using sequence information only produces a peptide that binds to the intrinsically disordered region of p53.”

***Kamagata K**, Mano E, Itoh Y, Wakamoto T, Kitahara R, Kanbayashi S, Takahashi H, Murata A, *Kameda T

Scientific reports 9(1) 8584 2019年6月

- [4] “The mechanosensitive channel YbdG from *Escherichia coli* has a role in adaptation to osmotic up-shock.”

Amemiya S, Toyoda H, Kimura M, Saito H, Kobayashi H, Ihara K, **Kamagata K**, Kawabata R, Kato S, Nakashimada Y, Furuta T, Hamamoto S, *Uozumi N

The Journal of biological chemistry 2019年6月

- [5] 「がん抑制タンパク質 p53 はどのように標的 DNA 配列探索問題を解いているのか？」

***鎌形清人**, 伊藤優志, Subekti Dwiky Rendra Graha

日本物理学会誌 74(7) 472 - 475 2019年7月

【学会発表（招待講演に限る）】

- [1] TRANSIENT BINDING AND NON-ROTATIONAL COUPLED MOTION OF P53 REVEALED BY SUB-MILLISECOND RESOLVED SINGLE-MOLECULE FLUORESCENCE TRACKING.

Dwiky R.G. Subekti, Satoshi Takahashi, **Kiyoto Kamagata**

64th Annual Meeting of the Biological Society 2020年2月19日

- [2] RATIONAL DESIGN OF PEPTIDE TARGETING INTRINSICALLY DISORDERED PROTEIN p53 -REGULATION OF FUNCTION AND PHASE SEPARATION.

Kiyoto Kamagata, Ryo Kitahara, Tomoshi Kameda

64th Annual Meeting of the Biological Society 2020年2月19日

- [3] がん抑制タンパク質はどのように標的 DNA 探索問題を解くのか？ 一単分子計測的アプローチ

鎌形清人

DNA 損傷・修復と高強度レーザー化学の交差点 2020年1月23日

- [4] DNA・タンパク質の複合系の単分子計測

鎌形清人

核酸科学懇談会 2020 2020年1月9日

- [5] “How does tumor suppressor p53 search for target DNA sequence? -single molecule approach- ”

鎌形清人

第43回日本分子生物学会年会 2019年12月4日

- [6] “Rational design of peptide targeting intrinsically disordered protein p53 -regulation of function and phase-separation-”

Kiyoto Kamagata, Eriko Mano, Yuji Itoh, Saori Kanbayashi, Masaya Honda, Ryo Kitahara, Tomoshi Kameda

第57回日本生物物理学会年会 2019年9月25日

- [7] “Current trend of phase separation”

Kameda T, Kurumida Y, Nakamichi N, Ikeda K, Kitahara R, **Kamagata K**

第57回日本生物物理学会年会 2019年9月24日

[8] 「がん抑制タンパク質 p53 の液液相分離と人工設計ペプチドによる制御 」

鎌形清人

大阪大学蛋白研セミナー・第3回 LLPS 研究会 2019年9月13日

[9] 「天然変性タンパク質 p53 を標的としたペプチドの人工設計ー液液相分離の制御ー 」

鎌形清人, 間野絵梨子, 伊藤優志, 上林さおり, 本多優也, 北原亮, 亀田倫史

第19回蛋白質科学会年会 2019年6月24日

[10] 「天然変性タンパク質 p53 は液-液相分離するのか? 」

鎌形清人

第2回 LLPS 研究会 2019年4月3日

7. 外部研究費等申請

獲得:

基盤研究 (C) (一般)、「DNA 上を動く! 速くて正確なゲノム編集タンパク質の合理的設計」

(代表) 3,300,000 円 (直接経費) (2020年4月~2023年3月)

機械循環装置のせん断流による血中タンパク変性 および出血合併症の機序解明

岡島 淳之介¹、深谷 碧²、井上 雄介³、山田 昭博³

¹流体科学研究所、²東北文化学園大学、³加齢医学研究所

1. 研究目的

世界の死因トップの心疾患（1000 万人）の治療には人工心臓などの機械循環による治療が必要不可欠であり、国内でも年間数万人に行われる一般的な治療となり、長期生存も出来るようになった。近年、このような血流ポンプ内の高せん断流において血中タンパクの変性（後天性 von Willebrand 症候群(AVWS)）が生じ、出血に至る可能性が示されている[1-2]。機械循環装置のせん断による von Willebrand 因子(VWF)の切断の詳細な機序は未解明であり、新しいポンプの設計指針が立たないことが課題である。また人工心肺などに用いるローラーポンプでは適正にチューブ流路内ギャップの設定を行わなければ溶血が生じ、流量特性も悪化する。このように、血流ポンプ内の流体力学的な作用、特にせん断力が血球やタンパク質などへ与える影響を明らかにすることが課題とされている。連続体近似が成立するスケールであるポンプ内流れ場が細胞・分子スケールへ及ぼす作用については未知の領域である。そこで本研究では、流動場中のせん断が血中タンパクへ与える影響を解明することを最終目的とし、駆動方式の異なる二つの血液ポンプの CFD 解析モデルを確立する。二種類の血流ポンプの CFD モデルの確立を通じて、高せん断力領域を CFD により評価し、並行して行う実験で血液の損傷とせん断力との関連を評価することで、CFD モデルを血流ポンプの革新的な設計に繋げることを目指す。

2. 研究方法

患者や実験室で計測可能な圧力や流量はセンサを配置可能な 1 点か平均値または推定値であり、最もせん断が強くなると考えられるポンプのインペラ周辺の値を包括して詳細に実測することは現実的でない。そこで、血液ポンプの内部の血液流れとそのせん断を詳細に調査するために CFD 解析を行う。ポンプの作動流体は血液であり、均質な単成分の流体ではなく、血球成分が約 50%、残りが液体成分である血漿で、血中タンパクは血漿中の 7%を占める。このように血液は液体と固体を含む混相流でありニュートン流体とは異なる挙動を示すため解析は困難であった。本研究では回転数は早い溶血が少ない遠心ポンプと、回転数は緩やかだが溶血は生じるローラーポンプの血中タンパクへの影響を調査する。ローラーポンプはオープンライセンスの流体解析ライブラリを用いて解析モデルを構築する。遠心ポンプは回転流体機械の解析で実績のある汎用熱流体解析ソフトを利用する。

3. 結果および考察

ローラーポンプは軟質材料のチューブを円形のローラーで押しつぶして内部の流体を流動させる。図 1 にこの状況をシミュレーションした結果を示す。半円状の部分がローラーであり、それが左から右に動いて流動を発生させる。この解析結果よりローラーとチューブの間

間において大きなせん断力が発生するとともに、ローラー前方に流れの変動が大きい領域が、ローラー後方に弱い圧力変動が発生することが示された。今後、これらの流動変動と血液に付与される力の関係を評価していく。

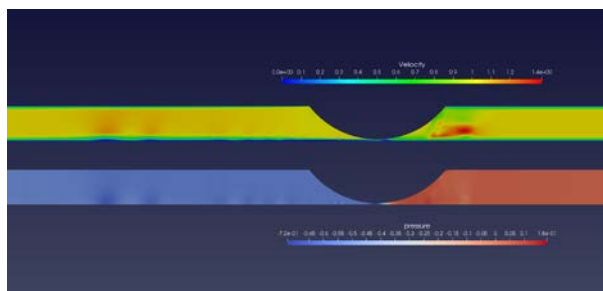


図1. ローラーポンプにおけるチューブ内の流れ場（上：速度場、下：圧力場）

遠心ポンプについては、共同研究を行っている企業と情報を共有しながら、解析モデルを構築した。結果については未発表のため、掲載を見送る。

4. 結論

流動場中のせん断が血中タンパクへ与える影響を解明することを最終目的とし、駆動方式の異なる二つの血液ポンプの CFD 解析モデルを確立することを目標とした。今回の共同研究により、二種類の血流ポンプの流体解析モデルを構築することができた。今後、高せん断力領域を CFD により評価し、並行して行う実験で血液の損傷とせん断力との関連を評価することで、CFD モデルを血流ポンプの革新的な設計に繋げることを目指す。

5. 参考文献

1. Sakatsume Ko, et al. "Intractable bleeding tendency due to acquired von Willebrand syndrome after Jarvik 2000 implant." JAO, 2016
2. Bartoli Carlo R., et al. "Left ventricular assist device design reduces von Willebrand factor degradation: a comparative study between the HeartMate II and the EVAHEART Left Ventricular Assist System." The Annals of thoracic surgery, Vol. 103, pp. 1239-1244, 2017

6. 論文・学会発表、受賞、特許

なし

ハニカム構造を利用した簡易な肺・気道上皮培養環境の構築

鈴木隆哉¹、阿部博弥²

¹加齢医学研究所呼吸器外科学分野、²学際フロンティア研究所

1. 研究目的

この研究ではマイクロメートルレベルでの臓器構造の再現にあたってハニカム構造フィルムに注目した。ハニカム構造フィルムは溶媒の蒸発時に表面で形成された結露水滴を鋳型とすることで形成された小胞が列をなす基材で、数 10 μ m の小胞が規則正しく整列している(1)。これまでこのハニカムフィルム(HCF)はその表面で培養することにより様々なタイプの細胞の増殖を制御することがわかってきている(2)。本研究では、このハニカム構造そのものが気管粘膜の足場材料として適していること、またその小胞スケールと配列が末梢肺胞構造に極めて類似していることに着目している。

この研究の目的は、デザイン可能な足場材料を用いて呼吸器の主要コンパートメントである気管と肺胞構造の3次元的再現を目指すものである。また特に臓器・組織の局所血流の維持に必須な毛細血管ネットワークの再現を共培養によって再現することを目指す。研究代表者の鈴木はこの実験に必要な iPS 細胞・ヒト成体細胞を提供し、また細胞の遺伝子発現解析やイメージングを行う。

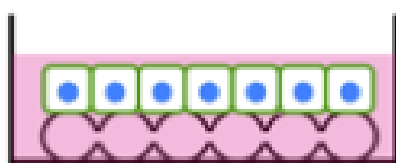
2. 研究方法

実験はまず簡便な市販のヒト培養細胞を用いることで実験系を確立する。その後 iPS 分化誘導細胞へと材料を進展させる。ヒト培養細胞としては気道系として BEAS2B (不死化気道上皮細胞)・初代気管上皮細胞(Normal Human Bronchial Epithelial Cell/NHBE)を、内皮系としてヒト臍帯静脈血管内皮(Human Umbilical Vein Endothelial Cell/HUVEC)を、間葉系として間葉系幹細胞(Mesenchymal Stem Cell/MSC)を使用する。HCF/eHCF の基材としてはポリスチレンないし Biodegradable な Polycaprolactone・ゼラチン・Polydyacetilene を使用する。HCF に気道上皮細胞を培養した報告はかつて無いため、単純な培養系から気相液相境界培養・共培養へと実験を展開していく。またそれぞれの実験系において細胞接着促進効果があるポリドーパミンのコーティング効果についても検討する。

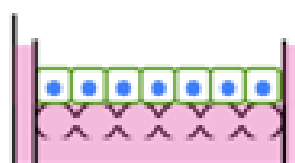
(実験1) HCF 培養は気道上皮細胞に影響を与えるか？

この実験ではまず BEAS2B あるいは気道上皮細胞 NHBE を HCF 表面で培養し(図1)、通常の細胞培養プレート状の培養との違いを測定する。評価項目としては細胞増殖曲線・細胞の形状・遺伝子発現変化(p63/Cytokeratin/Ecadherin/ARL13B/CCSP)・線毛振動数の変化を検証する。同様の実験を気相液相境界培養(図2)、HUVEC との共培養(図3)によってどのように変化するかを検討する。また一つの小胞の径を変化させ、細胞がどのように応答するかを検討する。

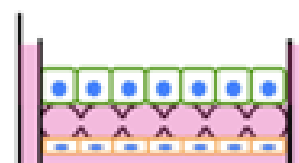
(図1)



(図2)



(図3)



(実験2) eHCFはiPS細胞を末梢肺組織へ分化誘導するか？

これまで多能性幹細胞 (ES/iPS 細胞) を増殖因子や薬剤のみで肺胞上皮細胞へ分化することは非常に困難と考えられてきた。そこで近年では iPS 細胞に最適化されたジェル状マトリックスに数日の分化誘導を施した細胞を撒き、3次元的な培養で分化を促進する手法 (オルガノイド培養) が考案されてきた。しかしこの方法で分化誘導を行っても、分化マーカーの発現は低レベルで、非常に単純な小胞状の構造しかとらない。

eHCF (図5) は (実験1) で用いる HCF をさらに3次元的に発展させた基板で細胞の3次元培養にも使用可能な構造となっている。(実験2) は、この eHCF が構造パターンにおいてもスケールにおいても肺胞に類似していることを着眼点にしている。肺胞組織を模倣した構造と考えられる eHCF を用いることで、これまでのオルガノイド培養よりも高効率な肺胞上皮細胞への分化誘導が可能かどうか検証する。

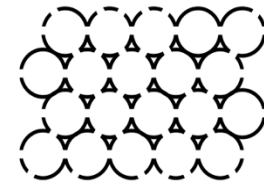


図5 eHCF

iPS 細胞の呼吸器系細胞への分化誘導は Snoeck らの方法を使用する (Chen YW et al. Nat Cell Biol 2017)。Wnt3a/BMP4/Y23632/Activin 等により 2D で "ventralization" を 8 日間行う。リカバーした肺前駆細胞群をそのまま eHCF コンストラクトへ播種する。まず eHCF 内で自然に形成されるオルガノイドの形状・遺伝子発現・蛋白発現を 2 週間ごとに測定し、マトリゲル培養と比較する。eHCF に細胞接着が起こらない場合は eHCF をポリドーパミンでコーティングする、(2)eHCF をマトリゲルの中に埋め込む、などの方法を取り、eHCF が肺胞の自己組織化を誘導するかどうか形態学的な観察を行う。

3. 結果および考察

まず実験系確立のために A549/BEAS2B 細胞を培養し十分な数を確保した。12 ウェルフォーマットでの培養系を想定し、ハニカム構造のパネルをいくつか試作した。最も作成が用意な 7um 径の Pore-size ハニカムフィルムをポリスチレン素材で作成した。この 7um のハニカムフィルム状に A549 細胞を培養したところ、細胞形態変化、および気道上皮径の遺伝子発現変化が認められた。

4. 結論

ハニカム構造基板状で呼吸器系細胞を培養した報告はないが、比較的検討されている間葉系幹細胞の研究では、増殖能が亢進する/特定系統 (特に軟骨) への分化が促進されるなどの報告がある(3)。気道上皮細胞は細胞極性が強く、培養環境の変化に応じた影響を捉えやすい。増殖能・繊毛運動・細胞接着などのパラメーターに何らかの変化を起こすことが考えられる。さらにハニカム構造を介した上皮・間葉・血管内皮相互作用により気道上皮細胞の分化 (細胞極性の成熟・繊毛運動の増強・細胞接着の亢進) がおこると考えられる。これまでの共培養系は厚いコラーゲンゲル・マトリゲルなどに間葉系細胞を撒くことにより行われていたが、HCF ではより直接的な細胞間相互作用を起こすと考えられる。

5. 参考文献

1. Calejo MT, Ilmarinen T, Jongprasitkul H, Skottman H, Kellomaki M. Honeycomb porous films as permeable scaffold materials for human embryonic stem cell-derived retinal pigment epithelium. J Biomed Mater Res A. 2016;104(7):1646-56.
2. Yao B, Zhu Q, Yao L, Hao J. Fabrication of honeycomb-structured poly(ethylene glycol)-block-poly(lactic acid) porous films and biomedical applications for cell growth. Appl Surf Sci. 2015;332(Trends Biotechnol. 16 1998):287-94.
3. Fukuhira Y, Kaneko H, Yamaga M, Tanaka M, Yamamoto S, Shimomura M. Effect

of honeycomb-patterned structure on chondrocyte behavior in vitro. Colloids Surfaces Physicochem Eng Aspects. 2008;313-314:520-5.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

なし

7. 外部研究費等申請

獲得：(科学研究費補助金、誘導性肺前駆細胞を用いた Bioengineered Lung の作成、鈴木隆哉、4,290,000)

江戸の大火を対象とした季節変動と 水文学的要因分析

安田容子¹、峠嘉哉²、井上瑠菜³

¹災害科学国際研究所、²工学研究科、³東北アジア研究センター

1. 研究目的

江戸時代の日本は、木材を中心とした街並みから世界で有数の火災大国であり、大火は深刻な災害の一つと考えられていた。その上に識字率が高かったことから火災資料が世界的に多く、18-20世紀に火災記録が多く残された稀有な地域の一つとなっている。大火の多くは人為的な着火を原因とするため人災と考えられているが、乾燥・強風の気象条件では、火種が制御できる規模を超える過程（火災の発生）、発生した火災が拡大する過程（火災の延焼）の双方が強まるため、自然災害としての理解も必要である。そこで本研究の最終的な目的は、江戸時代の大火を自然災害として再評価することである。

大火事例を水文学的に評価するにあたっては、江戸時代の災害記録を精査し火災の発生数・規模を季節・地域ごとにまとめ、その時空間的な傾向を地形・気候条件から水文学的に考察する必要がある。しかし火災の事例数は多いため、大規模事例のみを対象にした日本全国での大局的傾向と、特定地域のみを対象に記録されている全火災事例の詳細分析という二つの空間スケールに切り分けて議論することが現実的である。本研究は後者を目的とし、岩手県と宮城県を対象にした詳細な検討を行うことで、現在でも林野火災の多い地域を有する同地域における火災の発生傾向を明らかにすると共に、数年分の歴史書を実際に読むことで収集可能な情報についての初期検討を行った。

2. 研究方法

(1) 宮城県における検討（長期的季節変化）

宮城県では、『仙台藩歴史事典』に掲載された主要大火一覧を基に、最も古い大火事例1620年から、最も新しい事例1867年までの約250年間における大火の季節変化を確認した。大火は江戸時代における主要な災害の一つであったため、日本全国の市史でも主要事例一覧として整理されている場合が多い。このような比較的収集しやすい災害情報から火災の発生特性がどのように読み取れるかを検討する。特に、大火一覧には確実に掲載される災害発生日の情報を長期に整理することで、その季節変化から大火の水文学的特性の検討可能性を評価する。

(2) 岩手県における検討（詳細情報の記録）

岩手県では、実際に火災が多いと見込まれる数年を対象として、実際に歴史書を読むことで対象期間中の全火災事例についての詳細な記録収集を行うと共に、収集可能な情報の検討を行う。

調査では『雑書』を用いる。『雑書』は盛岡藩の藩政の参考資料として日々記録された1644年から1840年までの約200年間分からなる家老席日記である。この資料は領内から家老席に報告された各種情報が当日担当の家老によって取捨選択され、家老席の祐筆（書記）によって記録されたものであり、藩内各地で発生した火災の情報も含まれている。

(3) 水文気象学的評価

収集された江戸時代の火災記録を基に、発生傾向についての水文学的評価を行う。本研究

の対象である東北地方の太平洋側は大規模林野火災の多い地域であり，乾燥する春季（3～5月）に林野火災が多発する傾向にある（図1）．南北に連なる奥羽山地の影響で，土壤の乾燥やフェーン現象など火災を増加・強化させる気象要因は宮城県・岩手県を含む太平洋側の領域で共通している．現に2017年5月には，図2の強風・乾燥条件が東北太平洋側で広がり，岩手・宮城・福島の前3県で同日同時刻に林野火災が発生するという東北同時多発火災が発生した．“自然災害としての火災”を評価する上で重要な地域の一つと考えられる．

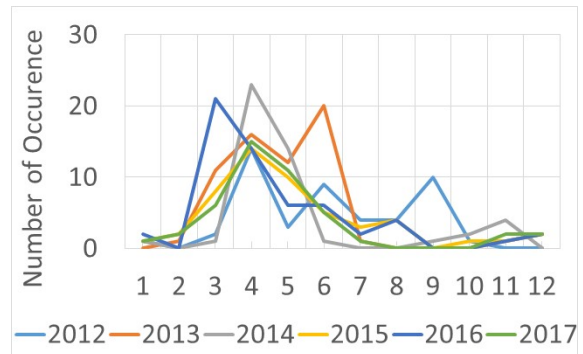


図1 岩手県の林野火災生起数 (Touge et al. 2019)

3. 結果および考察

まず、「主要大火一覧」に掲載された火災事例を月ごとに集計すると，旧暦2～4月に火災発生件数が多いという極めて明瞭な季節変化が見られた．新暦の3～5月に多い傾向として，図1に示される現在の火災傾向とも共通しており，火の利用が多い冬季よりも春季の方が火災が多いことは人為的要因よりも気象要因の影響が強いことを示唆している．今回は主要な大火のみを対象とした記録ではあるが，明瞭に火災の発生傾向を示しており，今後は他地域でも同様の季節変化の記録を収集することで気候の違いを確認することが期待される．

今回は主要火災一覧から読み取れる大規模な事例のみを対象とした．火災の延焼過程は風速や乾燥度に影響しやすいが，同時に火災の発生過程においても乾燥時には着火温度が下がるため，火災は増加する．元々の生起数が季節変化をするために主要な火災事例も増加したのか，火災発生数は明瞭な季節変化をしないが大規模化するかに自然条件が強く影響するのか，現状では切り分けることができない．主要火災としてまとめられた情報のみならず，小規模の火災についても情報の収集が必要である．

ここで，宮城県では宝永四年2月13日と20日には，連続火災により仙台市中の2000軒以上が消失，宝永五年閏1月24日には城下のほとんどを焼失する火災が発生しただけでなく，この二年間の春先には，京都市で大きな被害を出した宝永大火が発生したほか，熊本県熊本市でも市街地を焼失する火災があり，宮城県だけでなく全国的にも大火が生じた記述が見られた（『仙台市史通史編5近世3』，『日本災変通志』，『新熊本市史通史編第3巻』）．そこで，岩手県の『雑書』を用いた特定期間の詳細な記録収集は，この宝永四年（1707）と宝永五年（1708）の二年間を対象とした．対象期間中の『雑書』を全て読み込み，火災事例のみを取り出して記録した．なお，宝永四年は10月4日に南海トラフを震源とした大地震大津波が発生し，余震が続くなか11月23日に富士山の宝永大噴火があった年である．

『雑書』には，主要な火災事例のみでなく，小規模の火災についても反映されており，貴重な記録資料である．火災発生件数だけを見ると，宝永大噴火の翌年は特に1～2月の火事が多く生じていた．盛岡藩では，宝永四年は4月に火災が多く，二戸および五戸で30軒以上焼失の火災が発生した．宝永五年は3月28日に二戸曲田村で24軒焼失，10月8日に田名部大畑で66軒焼失の火災が発生した．主な火災発生地域は，城下町で家屋が密集していた二戸のほか，沿岸部に位置する宮古や田名部であった．

また，記録された火災被害の規模はさまざまであるが，『雑書』には日付・天候・風向き・出火時刻・出火場所・焼失家数・被害者人数などの状況が詳細に記録されていた．火災事例

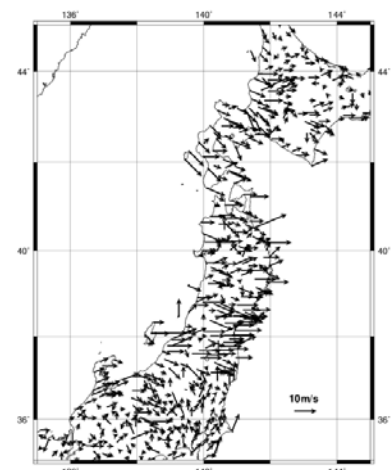


図2 東北同時多発火災時における平均風速分布（峠ら 2018）

によっては西大風との記述もあり、フェーン現象の影響が示唆される。今回は盛岡藩の記録のみを示したが、図 2 に示すようにフェーン現象を含む乾燥・強風は広域で生じる現象であるため、前述の大火が発生した宮城県や福島県等での火災記録も同様に確認することで、広域で火災が多発する傾向が見えると期待される。今後は近隣の県の主要大火とその期日などを確認する必要がある。

4. 結論

本研究では、江戸時代の大火を自然災害として再評価することを最終的な目的としており、そのために特定地域を対象とした詳細な火災傾向について検討した。

宮城県では約 250 年間の主要火災一覧を月ごとに集計することで、明瞭な季節変化が示された。当該地域の大火の発生傾向が現在気候と同様であり、人為的影響よりも気象要因が強く影響したことが示唆された。また、宝永四年と五年には全国的に火災が多かったことが示された。そこで、その二年間について盛岡藩の『雑書』を詳細に読み解くことで、小規模な火災も含めた全火災事例について記録すると共に、歴史書を読み込む作業の中で抽出可能な情報について検討した。『雑書』から得られた情報は火災が多かった数年間のみを対象とした記録である。今後は周辺の宮城県・福島県等で記録される大火の情報と共にまとめ、宝永の大火事例として自然災害としての考察を深めることが期待される。

以上の成果は、歴史資料にも多く記録がある日本での火災史研究として、災害史上で貴重な研究事例となる。当時の都市計画にも火災が考慮されるなど、大火への理解は当時の文化の理解にも繋がると期待される。18-19 世紀は小氷期と呼ばれ世界的に気温が低い時代であることから、気候変化による火災の発生傾向の変化は我が国だからこそ可能な研究としても期待される。

5. 参考文献

1. 峠嘉哉, Grace Puyang Emang, 風間聡, 高橋幸男, 佐々木健介: 2017 年東北山林火災における岩手県釜石市・宮城県栗原市の被害概要, 自然災害科学, 36(4), 361-370, 2018.
2. Yoshiya Touge, Grace Puyang Emang, So Kazama: Evaluation of soil moisture dryness using land surface model in the case of forest fires in Tohoku 2017, IAHR, 3822-3828, 2019.
3. 仙台郷土研究会: 仙台藩歴史事典 改訂版, 2012.
4. 仙台市史編さん委員会: 仙台市史通史編 5 近世 3, 2004.
5. 池田正一郎: 日本災変通志, 新人物往来社, 2004.
6. 熊本市史編纂委員会: 新熊本市史通史編第 3 巻, 2001.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

学会発表

Runa Inoue, Yoko Yasuda, Yoshiya Touge: Hydrological Analysis for seasonal change of fire event in Edo era in Miyagi Prefecture, The 7th International Symposium on Water Environment Systems with Perspective of Global Safety

相変化材料 MnTe の超高速光励起挙動の研究

谷村洋¹、須藤裕司²

¹金属材料研究所、²工学研究科、

1. 研究目的

水が 100°Cにおいて沸騰し気化するように、一般に物質は特定温度でより安定な相へ相転移する。特定の物質は固体状態を維持したまま結晶構造が変化する相転移挙動を示すが、その際両相間に電氣的・光学的特性の大きい差異が発生する場合、この特性差を利用しデジタル情報の不揮発的な記録を行うことが可能である。このような材料は相変化材料と呼ばれ、DVD や Blu-ray ディスクの作動原理として採用されているとともに、従来のフラッシュメモリよりも高速な動作が可能な、相変化メモリと呼ばれる新不揮発性メモリへの実用化が始まっている。

研究分担者である須藤の研究グループは、時間幅数十ナノ秒のパルス電圧の印加によるジュール熱によって相変化する材料として、遷移金属カルコゲナイド化合物である MnTe に着目した。この物質は、熱平衡状態では約 900°Cにおいて、低温相である α 相から高温相である β 相へ転移する。(図 1) 研究の結果、MnTe は数十ナノ秒のジュール加熱により、特定の結晶面に存在する原子が格子定数の数%変位することのみで進行する変位型相転移を生じる事を見出した。この MnTe は、相転移に大きな原子拡散を伴わないため、熔融過程を経る結晶-アモルファス相間の変化を利用している現行材料よりも高速かつ省エネルギー動作を実現できる。実際、サイクル特性は劣るものの、現行材料の 2%程度という小さなエネルギーにより相変化を誘起することが可能であることが明らかになった [1]。

一方で、この材料が超高速な光励起相変化を示すかどうかは現在不明であり、この測定のためには時間幅がより短い、光パルスを用いた測定を行う必要がある。本研究ではこの点に対し、研究代表者である谷村の専門である時間分解分光法を利用することにより、MnTe の $\alpha \rightarrow \beta$ 相変化を光パルス照射により誘起することが可能か、およびその相変化過程の機構を調査することを目的とする。MnTe の α 相と β 相間を光照射によって制御することができれば、既存の材料よりもより高速・かつ省エネルギーの光記録デバイスの実現が可能となる。

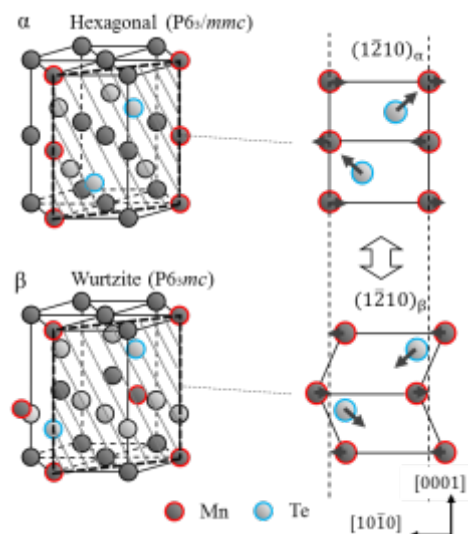


図 1: MnTe₂ の相転移時の原子変位

2. 研究方法

図 2 に、本研究の主要な測定法である時間分解分光法の概略図を示す。この手法ではフェムト秒レーザーを光源として用いる。一つの光パルスを 2 つに分割し、高強度の一方をポンプ光をとし、試料に照射することにより物質を光励起する。低強度のもう一方のパルスをプローブ光とし、ポンプ光と時間差をつけて同一箇所照射してその反射率、透過率を測定する。基底状態と光励起状態では観測される反射率および透過率に変化が観測され、その変化量、時間応答から光励起挙動の観測が可能である。本研究でポンプ光とプローブ光に同一波長の光パルスを用いる通常的手法とは異なり、プローブ光に白色光を用いることで、広いエ

エネルギー領域における MnTe の光励起挙動を一挙に得ることが可能である。励起波長として 400nm の光を用いた。

3. 結果および考察

図 3 に、スパッタリング法により作成した α 及び β 相の MnTe 薄膜試料の定常透過率のスペクトルを示す。 α 相と比較して、 β 相は可視光領域の透過率が高いことがわかる。この結果は、両相のバンドギャップエネルギー E_g を反映していると考えられる。 α 相の E_g は 1.5eV 程度とされており [2]、このエネルギーは波長 820nm 程度に相当する。これより短い波長では光の透過率が低下しており、電子励起による光吸収が発生していることがわかる。一方で、 E_g が 2.5eV 程度とされている β 相 [3] では、この領域の透過率も比較的高い。図 3 の結果から、両相間の光学特性の差異は、400~700nm に最も顕著に現れていることが明らかになった。

α 相、 β 相のうち後者はスパッタリング法により作成された室温における準安定相であるため、光励起によって大きくより大きく応答するのは β 相であると期待される。図 4 に、 β 相を対象として行った時間分解分光測定の結果を示す。(a)には光励起後の透過率を α 相の透過率と比較可能なように示し、(b)には変化を捉えやすいように拡大をした図を示す。(a)から読み取れるように、図 3 で最も顕著な違いが現れていた波長領域の透過率はほとんど変化が観測されず、逆に長波長領域において透過率が減少するという挙動が観測された。短波長領域に変化が見られていないため、バンドギャップの変化及び原子変位が発生していることは期待されず、光励起によって準安定相である β 相が α 相へ転移するような挙動は発生していないことがわかる。長波長領域で透過率が減少していることについては、変化が 10ps 程度という比較的短時間で緩和していることから、相転移によるものというよりも、光照射によって価電子帯から伝導帯へ励起した電子が光を吸収する「自由キャリア吸収」によるものと考えられる。 α 相を対象とした測定も行ったが、結果を議論・解析中であり、論文投稿も視野に入れて結果は割愛する。

4. 結論

本研究では、電気的な加熱によって結晶-結晶相転移をする MnTe を対象として、光照射によって相転移挙動が観測されるかについて研究を行った。光学特性についてはこれまでにほとんど報告がなされていなかったが、本研究で透過率を測定した結果、短波長領域において両相間で顕著な差が見られることが明らかになった。一方で、 β 相は準安定相であり、大きな

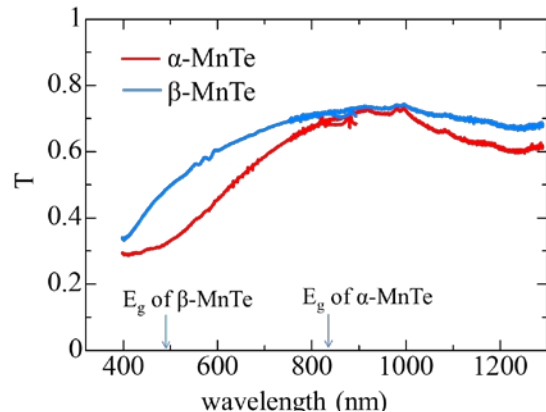


図 3: α -及び β -MnTe 薄膜試料の光透過率スペクトル

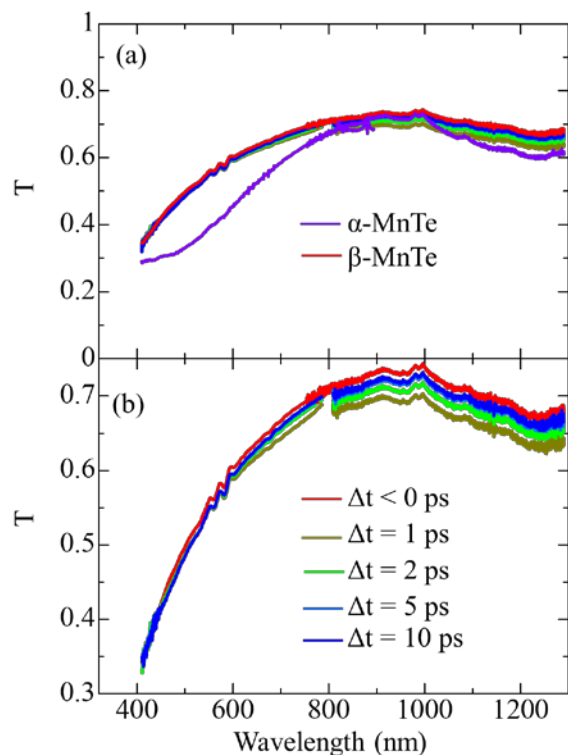


図 4: 波長領域で示した、 β -MnTe を対象として行った時間分解分光測定の結果。(a): 光励起後の β 相の透過率と α 相の定常透過率の比較 (b): 光励起後の β 相の透過率変化の拡大図

光応答を示すと期待したが、測定を行った励起強度範囲において、相転移挙動を示すような光学応答は観測されなかった。現在、 α 相に対して測定を行った結果を解析、議論を行っている。

5. 参考文献

- [1] S. Mori, S. Hatakeyama, Y. Shuang, D. Ando, and Y. Sutou, *Nature Commun.* **11**, 85 (2020)
- [2] S. Mori, Y. Sutou, D. Ando, and J. Koike, *Mater. Trans.* **59**, 1506 (2018)
- [3] S. Siol, Y. Han, J. Mangum, Philip Schulz, A. M. Holder, T. R. Klein, M. F. A. M. van Hest, B. Gorman, and A. Zakutayev, *J. Mater. Chem. C* **6**, 6297 (2018)

6. 論文・学会発表、受賞、特許

現在のところ無し

キラル有機分子における巨大なスピフィルター機能の研究

新居 陽一¹, 谷口 耕治¹, 岡 博文²

金属材料研究所¹、AIMR²

1. 研究目的

右手と左手のように、互いに鏡写しの関係にある一対を鏡像異性体と呼ぶ。鏡像異性体は（右手を平行移動や回転操作しても左手にならないように）鏡に映さない限り互いに移り変わらないキラリティと呼ばれる性質を持っている。キラリティが反対の世界は単に鏡写しの関係にあるにもかかわらず、しばしば物理的・化学的に全く異なる性質を示すことがある。とくに最近、化学分野においてキラリティに由来する巨大なスピフィルター機能が報告された[1]。スピフィルター機能とはキラル分子を透過してきた電子が、キラリティの符号に応じて大きくスピン偏極している効果のことである。この現象におけるキラリティの効果は、物性分野で観測されたものと比べて桁違いに大きく、また量子トンネル効果が関連した質的に新しい現象でもある。加えて、いわゆるホモキラリティーやスピントロニクスといった研究分野とも関連していることもあり現在大きな関心を集めている。しかしながらメカニズムに関してはほとんどわかっていない。

本研究では、化学・物理の多角的見地から物質合成や先端計測を行い、スピフィルター機能の微視的な起源を明らかにし、これにより巨大化の指針を与えることを目的とする。

2. 研究方法

本研究ではスピフィルター機能の更なる巨大化やメカニズム解明のため、(a)新しいキラル分子の合成、(b)量子トンネルデバイスや(c)走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いた電子状態の研究を行った。

3. 結果および考察

(a) 重元素を含むキラル分子の合成

スピフィルターの絶縁体層に用いる物質として、非磁性の希土類元素 (La, Lu) を含むキラル金属錯体を一つの候補とし、スピン軌道相互作用の増強を目指した。スピフィルター作製時にはキラル金属錯体を薄膜化する必要があるが、本研究ではデバイス化の際に Au 電極上に自己組織化単分子膜を形成することを考慮し、Au 電極と強い結合を形成するチオール基 (-SH) を含むシステイン誘導体を配位子として、キラル希土類錯体を開発した (図 1(a))。粉末 X 線回折から、目的とした物質の生成は確認されたが、同時に不純物相も生成していることが分かった。希土類錯体では、希土類イオン周りの配位数が色々な値を取りうる為、生成自由エネルギーが近い系が存在し、不純物相として現れたものと考えられる。一方、もう一つの候補物質として、層状ペロブスカイト構造を有する有機・無機ハイブリッド金属ハロゲン化物に着目した。無機層の金属として重元素の Pb を選択し、無機層間に挿入されている有機分子カチオン部分にキラリティを導入した化合物を開発した。ヨウ化水素酸と PbI₂ の混合溶液を用いて蒸発法により単結晶試料の育成に成功した。得られた新規化合物に対しては単結晶 X 線構造解析による結晶構造の決定を行い、キラリティの導入に成功したことを確認した (図 1(b))。また、育成した単結晶試料を原料として、スピコート法による薄膜の作製を試みたところ、*c* 軸配向した単相の多結晶薄膜を得ることに成功した。

(b) トンネル接合デバイスの作成

スピフィルター機能が磁気キラル効果によって生じている場合は、電流と磁場の相対角度に依存して抵抗率が異なると予想される。そこで本研究ではシステイン分子を用いて既知のトンネルデバイスを作成し、磁気キラル効果との関連性を調べた。幾つか作成したデバイスに関して磁場角度を変えながら電気抵抗を測定したが、現時点では報告されている整流効果が観測するに至っていない。原因としては絶縁層のシステイン分子やアルミナのピンホールが考えられ、今後この条件を最適化する予定である。

(c) システイン分子の STM 観察

本研究では、STM を用いて、スピフィルター機能の微視的な起源を探った。先行研究でスピフィルター効果を示すことが報告されているシステイン分子を、Au(110) 基板に超高真空中で抵抗加熱蒸着した。室温で蒸着した場合、図 2 の STM 像 (形状像) に示すように、システイン分子は凝集してクラスターを形成し、そのクラスター構造がキラリティに依存して異なることがわかった。さらに、この試料を 100 度で 10 分間熱処理すると、2 つのシステイン分子からなるダイマーが形成され、ダイマー構造もキラリティに依存して異なることがわかった。これらの結果から、STM 像によりシステインクラスターとシステインダイマーのキラリティを同定できることが明らかになった。今後スピ分解能を有するスピ偏極 STM を作成したデバイスに関して磁場角度を変えながら電気抵抗を測定したが、現時点では報告されている整流効果が観測するに至っていない。原因としては絶縁層のシステイン分子やアルミナのピンホールが考えられる。

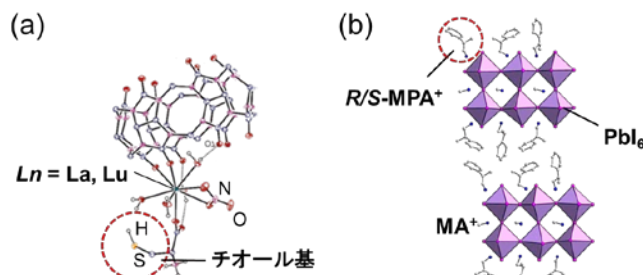


図 1 (a) チオール基を含む配位子から成る希土類キラル錯体, (b) キラリティを導入した有機・無機ハイブリッドペロブスカイト型鉛ヨウ化物。

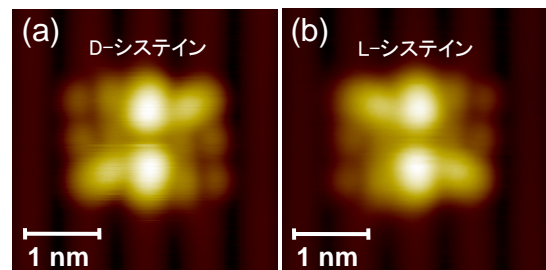


図 2. (a) D-システインクラスターと (b) L-システインクラスターの STM 像 (形状像)

4. 結論

本研究では新物質合成から STM 観察まで多角的に評価を研究した。今後は得られた成果を皮切りに、スピ偏極電流を用いて電子状態を明らかにしたり、新規キラル分子のデバイス化によって巨大化を検証する。

5. 参考文献

1. B. Gohler *et al.*, *Science* **331**, 894 (2011)

高強度セルロースナノファイバー強化生分解性プラスチックの創製とサステナブル性評価

研究代表者名、および共同研究者名

BERNARD Chrystelle¹, 栗田大樹², 阿部直樹³

所属部局

¹学際科学フロンティア研究所, ²大学院工学研究科, ³大学院農学研究科

1. 研究目的

近年、プラスチック廃棄物の削減と化石燃料の消費抑制は世界各国の急務の一つとなっている。しかし、低環境負荷である生分解性プラスチックの機械特性は汎用プラスチックとして利用するには不十分であり、実用化に至っていないのが現状である。一方で、近年注目を集めているセルロースナノファイバー(CNF)は優れた機械特性を有するだけでなく、環境に与える負荷が少ないことから、研究代表者は生分解性プラスチックを CNF で強化することで極低環境負荷高強度プラスチックが作製できると考えた。しかし、生分解性プラスチックの機械特性および生分解性は、CNF の分散状況、そして CNF 存在下でのポリマー鎖の構造によって大きく変化すると考えられる。したがって、高強度 CNF 強化生分解性プラスチックの開発には、材料作製プロセスの検討、強度および内部構造評価・数値解析、生分解性評価の3つの有機的な連携が必須である。そこで本研究では、CNF 強化生分解性プラスチックの将来的な実用化を念頭に生分解性プラスチックの作製から、機械特性評価とその解析、生分解性評価までを一貫して実施することを目的とする。

2. 研究方法

ポリ乳酸(PLA)の原料として PLA ペレット(ユニチカ テラマック樹脂 TE-2000N, ユニチカ製), CNF として乾燥 CNF 粉末(株式会社スギノマシン, BiNF-i-s WFo-UNDP)を用いた。PLA ペレットと乾燥 CNF を体積分率 0, 0.1, 0.3, 0.5 vol. %の割合で、10 分間粉碎・混合し、ステージの温度を変えながら成形して CNF 分散 PLA プラスチックを作製した。

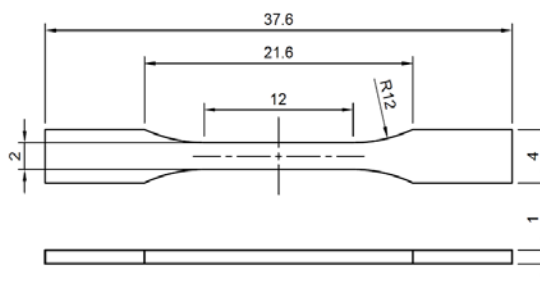


Fig.1 JIS K 7161 1BA 号試験片の寸法

引張試験片の寸法は JIS K 7161 1BA 号試験片(図 1)に従って決定した。引張試験は、精密万能試験機オートグラフ(AG-Xplus, 島津製作所)で実施した。引張試験片の破断面観察及び断面観察は走査型電子顕微鏡(SEM)によって行った。観察時の加速電圧は 3 kV とした。破断面側から長さ 12mm 程度に切断し、エポキシ樹脂に埋入した。次に、長手方向に切断し、切断面を#1500、#2400 にて研磨、さらに 6 μ m、1 μ m のダイヤモンドスラリーで鏡面仕上げをした。中性洗剤で洗浄、乾燥後に表面をイオンミリング処理した。最後に Pt をスパッタリングによってコーティングし、観察を実施した。

3. 結果および考察

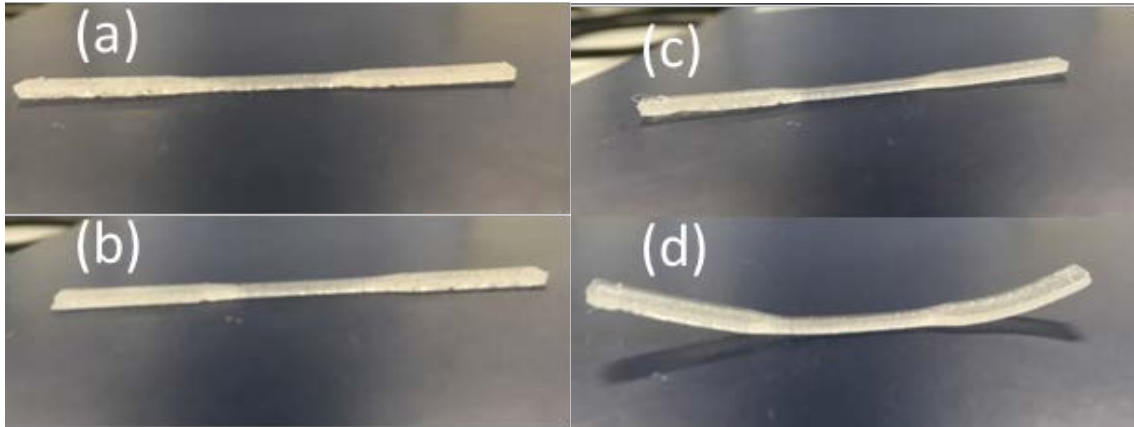


Fig.2 成形ステージ温度と反りの関係

印刷結果を Fig.2 に示す．テーブル温度が低いほど，反りが少なかった．これは熱収縮と冷却速度の差により生じるものと考えられる．従ってテーブルの温度は 40 °C が最もよいと考えた．

各印刷方向における真応力-真ひずみ線図を Fig. 3 に示す．CNF の添加によってわずかではあるが引張強度の向上が見られた．一方で，CNF 分散 PLA プラスチックの内部には CNF の凝集物が観察された(Fig.4)．これは，使用した CNF 粉末がある程度凝集していたことに加えて，PLA が疎水性であり CNF 表面との界面結合性が悪いことから，CNF が PLA 中で均一に分散しなかったと考えられる．

現在，PLA への CNF 分散方法を検討すると同時に，液体クロマトグラフィを用いた CNF 分散 PLA プラスチックの分解性に関する実験を引き続き実施している．

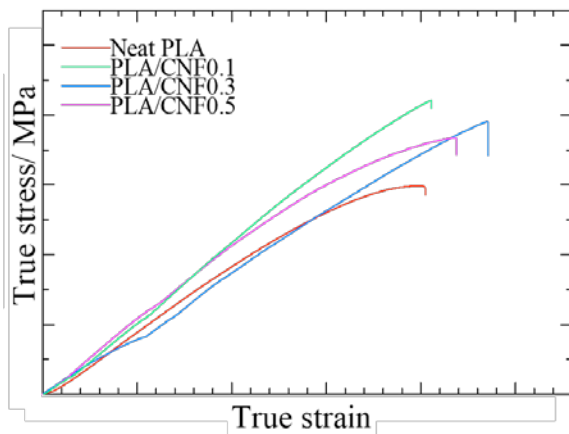


Fig.3 真応力-真ひずみ曲線

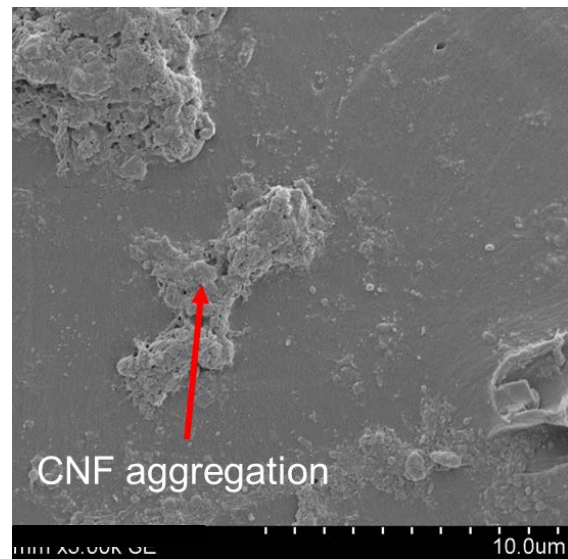


Fig.4 PLA 内部における CNF の凝集

微生物の付着・抗付着を簡便に制御可能な基板の創製

研究代表者名、および共同研究者名
阿部博弥¹、簡梅芳²

所属部局

¹学際科学フロンティア研究所、²環境科学研究科

1. 研究目的

細菌などに代表される微生物は、様々な壁面に付着しバイオフィームと呼ばれる微生物集団群を作り出す。微生物がバイオフィームを形成することで、新たな代謝経路の獲得や、薬剤耐性、力学強度の向上といった新たな機能を創出することができる。その一方で、バイオフィームは配管内部に形成することで詰まりや送液のコンタミネーションといった悪影響を及ぼす。一度バイオフィームが基板上に形成してしまうと、その高い薬剤耐性や力学特性から、基板上からバイオフィームを除去することは困難であった。そのため、基板への微生物付着の段階でバイオフィーム形成を抑制する必要がある。近年、これらの基板に対する付着・抗付着の制御は、基板の構造や表面特性を変えることで大幅に改善することが明らかになってきたが¹、その基板を作製するには煩雑な製造過程を要した。

一方、阿部はこれまでに基板の構造や表面特性を簡便に制御可能な高分子多孔質膜作製技術²を報告している。そこで本研究では、① バイオフィーム形成の促進（微生物付着）および② バイオフィーム形成の抑制（微生物抗付着）を簡便に可能とする高分子多孔質基板の創出および制御を目的とする。① この高分子多孔質膜は微生物が好む $10 \sim 20 \mu\text{m}$ 程度の空孔を有し、さらに毛管力を利用した微生物堆積技術も応用することで、微生物付着を促進するだけでなく、微生物を濃縮させた基板を創出できる。② マイクロ孔を有する高分子膜に少量（厚さ： $10 \sim 30 \mu\text{m}$ ）の油層を担持させると、基板に微生物懸濁液が付着することを防ぎ、結果として抗付着基板として機能することが期待できる。

以上のように、申請者が有する多孔質膜作製技術と簡助教が有する微生物操作技術を組み合わせることで、微生物制御に最適な基板表面環境やシステムを創出する。

2. 研究方法

本研究では、高分子多孔質膜を用いた① バイオフィーム形成の促進（微生物付着）および② バイオフィーム形成の抑制（微生物抗付着）の制御を目的としている。

本研究では、比較的安定なバイオフィームを形成することで知られる大腸菌（*E. Coli*）および枯草菌（*B. subtilis*）を用いて微生物付着および抗付着の評価を行う。

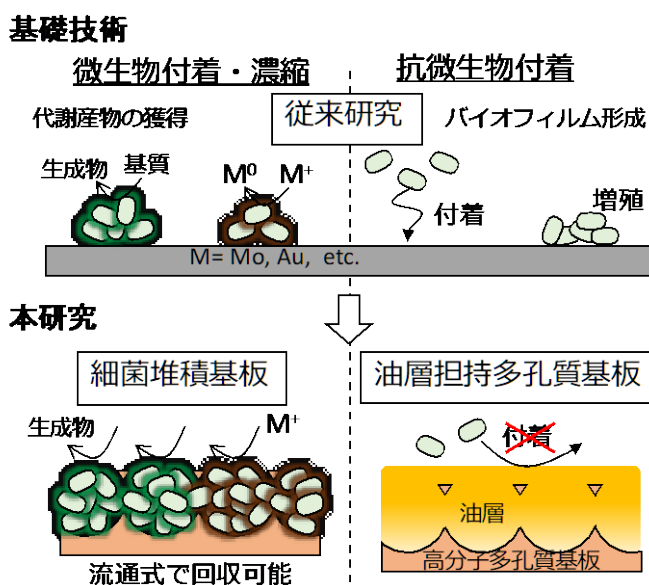


図1. 本研究の目的（微生物の付着・抗付着基板）

① バイオフィーム形成の促進（微生物付着）：

初めに比較的高濃度の微生物懸濁液（ $10^8 \sim 10^{10}$ cells/mL）を作製し、多孔質高分子膜への堆積化を検討する。その後、堆積した微生物集団から得られる代謝産物の生産効率やバイオフィームの活性評価を行う。活性評価は、染色を用いた生死判別・バイオフィーム形成の評価や、阿部が有する電気化学的手法³による局所的な呼吸活性や代謝産物の評価が適用可能である。

② バイオフィーム形成の抑制（微生物抗付着）

高分子多孔質膜に担持させる油は、化学的に安定かつ安価なシリコンオイルを用いる。比較として微細構造を有さない基板、非油担持高分子多孔質膜での評価を行い、本油層担持高分子多孔質膜の優位性を検討する。高分子多孔質膜として用いる高分子の素材は、汎用的な高分子であるポリスチレンを用いる。

以上の2つの基板への付着・抗付着に関する研究を通し、最適な基板創製条件を見出すことを目指す。さらには、得られた条件を元に、ガラスやステンレス、シリコンなどの配管内に多孔質基板・油層担持多孔質基板を作製し、流通式バイオリクターや抗微生物付着医療器具としての応用可能性を検討する。

3. 結果および考察

1) デモンストレーション

微生物付着基板の予備実験として、直径 $1 \mu\text{m}$ 程度の蛍光微粒子を擬似微生物として用いた多孔質膜内への堆積化を検討した（図2左）。写真から、密に膜内に蛍光粒子が堆積している様子が確認されている。

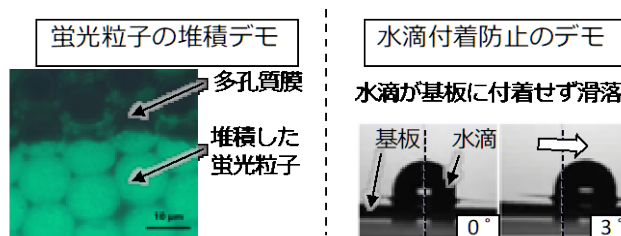


図2. 微生物付着および抗付着のデモ

微生物抗付着基板の予備実験として油層担持高分子多孔質膜を作製し、水滴非接着特性を調べた（図2右）。通常、ガラス基板やポリスチレンなどのプラスチック基板では、水滴が一度基板に付着すると、基板 90° 以上傾けても落ちる様子が確認できない。一方で本フィルムは 3° 程基板を傾けるだけで、液滴が自重で滑り落ちていく様子が確認できる。

2) 微生物を使った試験

ポリスチレンを使った多孔質高分子膜（HCF）を作製し、E. Coli 懸濁液を導入することで、膜上への微生物付着の度合いを調べた（図3C）。平らな基板（FF）と比較して、微生物導入後より多くの微生物が膜上へ付着している傾向が確認された。同様に、B. subtilis を膜上に滴下し、接着した微生物量を比較した結果、FF と比べて10倍近く微生物が接着していることが分かった。これらのことから、HCF のようなマイクロサイズの微細な孔構造を有する膜は微生物付着の促進に効果的であると言える。

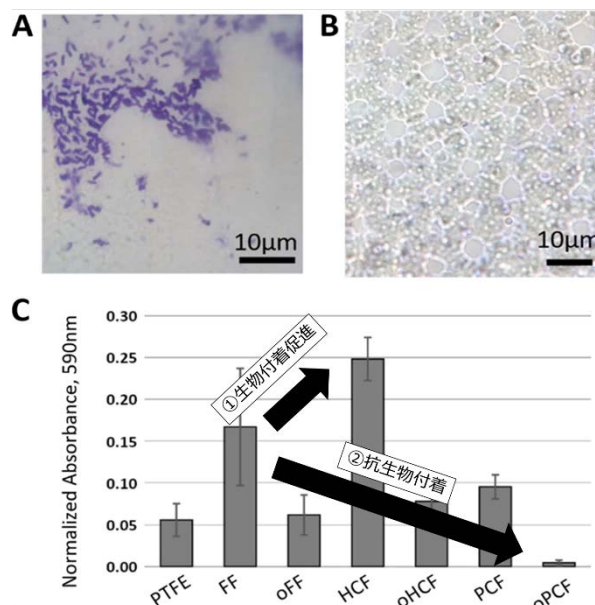


図3. 平らな基板 (A) および油層担持高分子膜 (B) への微生物付着後の光学顕微鏡写真。(C) 各フィルムの E. coli 付着評価結果

微生物付着に使用した基板に、シリコーンオイルを少量滴下し、膜上に油膜を形成させた (oPCF)。E. Coli の懸濁液を滴下し数日間培養結果、FF では付着しバイオフィルムを形成していることが確認されたが (図 3A)、油層担持高分子多孔質膜 (oPCF) ではほとんど微生物の付着は確認されなかった。吸光度の結果 (図 3C および図 4) から、FF と比較し十分低い微生物付着特性が確認された。さらに、医療用として広く使用されているフッ素系樹脂 (PTFE) と比較しても E. Coli および B Subtilis のどちらも高い抗付着特性を示したことから、医療用途としても十分適用可能であることが分かる。

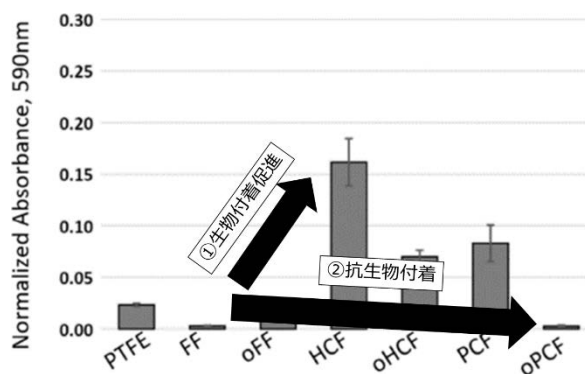


図 4. 各フィルムの B. subtilis 付着評価結果

4. 結論

高分子多孔質膜およびその油層担持膜を微生物付着・微生物抗付着材料として適用することで、優れた付着・抗付着特性を示した。特に油層担持膜では医療用途で使われるフッ素樹脂よりも高い抗付着特性を示し、医療用への応用が期待される。抗付着特性に関する研究をまとめて学術誌に投稿している⁶⁻¹。同時に付着特性については、機能面と合わせて評価し、学術誌への投稿を検討している。

5. 参考文献

1. T-S. Wong *et al.*, *Nature*, 477, 443-447 (2011)
2. H. Abe *et al.*, *Macromolecular Materials and Engineering*, 301, 523-529, (2016)
3. H. Abe *et al.*, *Anal. Chem.*, 87, 6364-6370 (2015)

6. 論文・学会発表、受賞、特許

1. Shimura, R. *et al.* “Biomimetic antibiofouling oil infused honeycomb films fabricated using breath figures.” *Polymer Journal* (2021) accepted
2. 志村龍之介, 阿部博弥, 簡梅芳, 藪浩, 井上千弘, “油層担持高分子膜のアンチファウリング特性評価” 第9回CSJ化学フェスタ 2019, 2019年10月15-17

モデル生物を用いたハイコンテンツスクリーニングによるケイ素原子含有医薬リードの探索と最適化

研究代表者名、および共同研究者名
竹本大策¹、菅原章公²

所属部局

¹スマートエイジング学際重点研究センター、²薬学研究科

1. 研究目的

本共同研究の目的は、モデル生物を用いたハイコンテンツスクリーニングによって、独創性の高いケイ素原子含有天然物様化合物ライブラリから、疾患の予防・治療に有効な医薬候補分子を見出すことである。

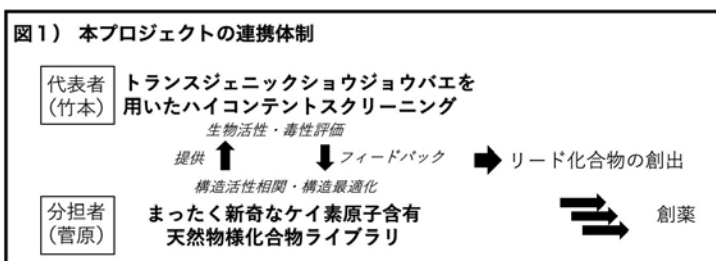
分担者（菅原助教・薬学研究科）は、母骨格にケイ素原子を組み込んだ独創的な有機化合物ライブラリを設計・構築している。ケイ素原子は炭素原子と同様の結合様式（原子間結合の腕の数）をとる一方で、炭素原子とは異なる化学反応性を示す。菅原助教はこの性質を利用して、既存の化合物とは異なる化学的・構造的多様性を含有した、まったく新奇なケイ素原子含有化合物ライブラリを構築している。これらの化合物は、従来の化合物とは異なる生物活性を発現する新規医薬化合物のリードになると期待できる。

代表者（竹本助教・スマート・エイジング学際重点研究センター）は、トランスジェニックショウジョウバエを用い、個体レベルでの疾患モデルの構築と疾患治療法の開発に取り組んでいる。ショウジョウバエはヒトの疾患に関連する遺伝子の約70%を共通して持っており、疾患のメカニズム解析および治療法の開発に対してきわめて有用である。特に、代表者が用いているショウジョウバエ遺伝的モザイク法は、がんやアルツハイマー等の生体内の局所的な異常の発生が原因となる疾患を個体レベルでよく再現できるものであり、毒性や副作用も同時に評価可能なハイコンテンツな創薬スクリーニングに応用できる。

これらの経緯から、本共同研究では、分担者が構築したまったく新奇なケイ素原子含有化合物ライブラリの生物活性を、応募者が独自のハイコンテンツスクリーニング系で評価し、真に有用な医薬リード化合物の発見を目指す。

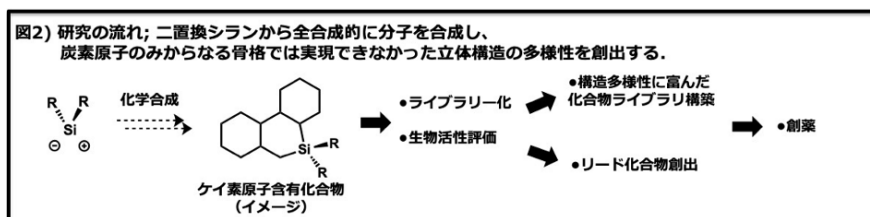
2. 研究方法

本共同研究は、分担者（菅原助教・薬学研究科）が構築するケイ素原子含有化合物ライブラリを、代表者（竹本助教・スマート・エイジング学際重点研究センター）が疾患生物モデルを用いてスクリーニングした。（図1）。



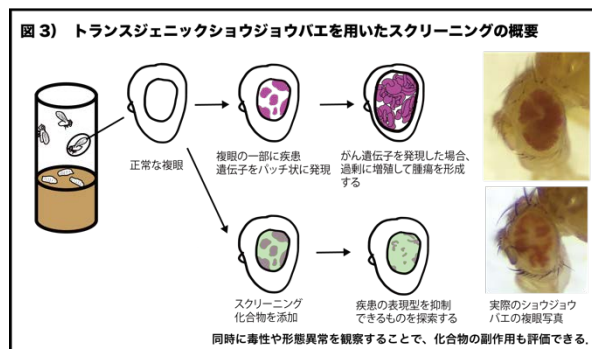
分担者は、複雑な天然有機化合物の全合成や誘導體化を達成できる高度な化学合成技術を有している。この技術に基づき、分担者は、独自のケイ素含有化合物ライブラリを構築するための合成経路を確立し、いくつかの新奇化合物の合成をすでに完了している。

本研究ではこのライブラリをさらに充足させつつ、合成できた化合物を、代表者が実施する疾患モデル生物を用いたスクリーニングへ供給する。有望な活性を示した化合物については合成による供給量を増やすとともに、側鎖官能基を置換した類縁化合物を合成し、活性発現のための構造最適化も検討する。



代表者は、分担者の調製した化合物を、トランスジェニックショウジョウバエを用いた評価系に供し、疾患の表現型を改善・抑制できる化合物を探索する (図 3)。

今年度は、自然免疫活性およびがん原性細胞の排除活性を評価できるトランスジェニックショウジョウバエを用いて、化合物の活性を評価する。

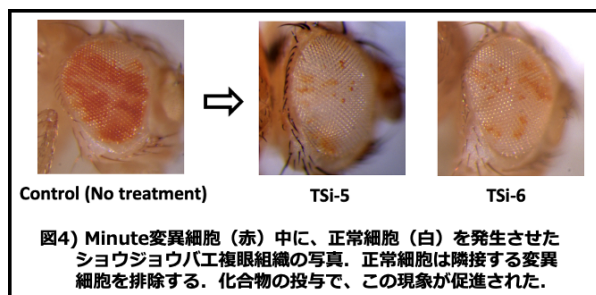


3. 結果および考察

菅原グループで合成された新規ケイ素原子含有化合物のうち、必要量が確保できた 7 化合物について竹本 (代表者) がスクリーニングを行った。

自然免疫活性を介して変異細胞が排除される細胞競合ショウジョウバエ (Minute 細胞競合、参考文献 1) に化合物を投与したところ、1.0 mg/mL (寒天培地中) の濃度において、2 つの化合物 (TSi-5, 6) に細胞競合現象を促進する活性を見出した (図 4)。これらの化合物は側鎖のみが異なる同一母骨格を有する化合物であったため、共通した活性を発現していると考えられる。

このアッセイ系では、その他の天然化合物ライブラリからも、1 次スクリーニングで 2 つの化合物に同様の活性を認めている。



また、新規ケイ素原子含有化合物 7 つについて、上皮組織においてがん原性細胞が排除される細胞競合ショウジョウバエ (scrib 細胞競合、参考文献 2、3) に投与した。しかしながら、1.0 mg/mL の濃度では顕著な影響は認められなかった。このアッセイ系では、その他の天然化合物ライブラリからも、がん原性細胞の排除を促進する化合物を見出すことはできなかった。

自然免疫活性を介した細胞競合では、4 つの化合物が 1 次スクリーニングで競合を促進する活性を示しており、そのうち 2 つは新規ケイ素原子含有化合物である。数段階の濃度を設定した 2 次スクリーニングの実施を検討したが、安定した結果は得られていない。化合物の濃度を確保するために試験スケールの小スケール化を検討したことが原因かもしれない。細胞競合現象は、2 種類遺伝的に異なる細胞クローン間の接触点において、確率的に起こる現象である。そのために、実験においても個体差が出やすく、n 数の確保は重要である。また、ショウジョウバエは飼育スケールを小さくすると個体の密度が高くなるために、各個体の体サイズが小さくなる傾向にある。本実験の細胞競合現象は、ショウジョウバエが幼虫から蛹になるまでの成長過程で起こる。体サイズが十分に大きくなっていない場合には、正常細胞と変異細胞 (Minute 細胞) のタンパク質合成速度の差が小さくなり、競合が起こりにくくなるということも考えられる。

がん原性細胞が排除される細胞競合 (scrib 細胞競合) の試験系では、これを促進する化合物を見出すことはできなかった。遺伝学スクリーニングでは、複数の遺伝子にこの競合を促進/逆転させる活性が見出されているため、適切な活性調節ができれば、この競合現象は調節可能と考えられる。そのため、スクリーニングに用いた化合物に十分な活性がない、あるいはスクリーニングで採用した化合物の濃度が十分ではなかったことが理由として考えられる。

4. 結論

本研究では、ショウジョウバエモデルを用いて、構造的にまったく新奇なケイ素原子含有化合物の活性評価を行った。1次スクリーニングにおいて期待の持てる結果が得られた。しかしながら、詳細な解析を進めるには必要とする化合物量が多いため、研究計画を再考している。たとえば、ショウジョウバエ遺伝学スクリーニングから責任遺伝子を同定しタンパク質レベルでのスクリーニングに落とし込むこと、あるいは/および培養細胞によるスクリーニング系を構築することが考えられる。その上での高次スクリーニングとしてショウジョウバエを用いることで、生物個体における化合物の活性を効率的に検証できると考えられる。

5. 参考文献

1. Meyer, S. N. et al. An ancient defense system eliminates unfit cells from developing tissues during cell competition. *Science* 346, 1258236 (2014).
2. Igaki, T. et al. Intrinsic tumor suppression and epithelial maintenance by endocytic activation of Eiger/TNF signaling in *Drosophila*. *Dev. Cell* 16, 458-465 (2009).
3. Ohsawa, S. et al. Elimination of oncogenic neighbors by JNK-mediated engulfment in *Drosophila*. *Dev. Cell* 20, 315-328 (2011)

6. 論文・学会発表、受賞、特許

1. 菅原 章公, 前野 勝光, 宮 有希, 大島 吉輝, 菊地 晴久, ケミカルスペースの拡大を指向したケイ素原子含有天然物様ライブラリーの構築, 第61回天然有機化合物討論会 2019/09/11-13.
2. Sugawara A. Invited Seminar, Construction of Silicon Containing Natural Product-like Libraries toward Expanding Chemical Space, 2nd Tohoku University Sichuan University Pharmaceutical Sciences Collaboration Symposium, 2019/09/24.

トポロジー解析を用いた、毛細血管ネットワークの最適化

鈴木隆哉¹、鈴木杏奈²

¹加齢医学研究所呼吸器外科学分野、²流体科学研究所

1. 研究目的

組織工学的手法による再生医療は、人工気管・人工血管などの作成から始まり、近年はより微細で複雑な構造をもつ臓器を構築することへの関心が高まっている。腎臓・肺・肝臓などの巨大な臓器についても、脱細胞化・再細胞化技術による自己細胞を利用した拒絶反応のない人工臓器作成が試みられている。臓器の脱細胞化とは、臓器の主に血管系から界面活性剤を注入し、細胞膜を溶出することで臓器から細胞成分だけを取り除く技術である。この処理を臓器に施すと、微細な細胞外基質の構造のみを残した「臓器構造の足場」が得られる。この足場に幹細胞等を注入して還流培養することにより新たに臓器を作り上げることができる(1)。

このような組織工学の分野で大きな課題となっているのが再生したコンストラクトの「再血管化」である。移植を前提とした人工臓器・組織には血栓形成や出血のない完全な血管網が形成されている必要がある。これを実現するためには複雑に組み上げられた毛細管構造に均等かつ十分な数の血管内皮細胞を供給する必要がある。しかしこの最適化のために試行すべき条件はほぼ無限と言ってよいほど多岐に渡っており、単純な試行錯誤の積み上げではなく、適切なモデリングによって最適条件に理論的根拠を与える必要がある。

複雑な構造の特徴を表現する手段としてトポロジー理論が用いられることがある。例えば最近になって急速に用いられるようになってきたパーシステントホモロジーと呼ばれる手法は、構造内構成単位のトポロジカルな特徴を定量化するもので、例えば同じ構成単位による異なる原子構造（ガラスと液体）の構造上の違いを定量化することや、岩盤内の亀裂パターンを解析して地下水の流れを定量化することができる。

本研究では組織工学で課題となっている毛細血管ネットワークの再構築のために、再構築過程の細胞の振る舞いをトポロジーの理論によりモデリングし、再血管化に最適な細胞密度や還流速度などを明らかにすることを目的としている(2)。

2. 研究方法

本研究はまずPDMSで作成されたマイクロ流路基板 SynVivo Microfluidics Chips (SMN1-C002) を用いる。これは生体の毛細血管ネットワークを模倣するように作成されたチップでスライドガラス上に展開されている(3)。幅 $100\mu\text{m}$ ほどの流路がネットワーク状に張り巡らされ(図1)、その流路の形態は生体組織の毛細血管網を模倣している。この流路にトレーサーとして蛍光ビーズや蛍光標識をしたヒト臍帯静脈由来血管内皮細胞 (Human Umbilical Vein Endothelial Cells, HUVECs) を注入し、静止培養あるいは還流培養を行う。培養中の血管内皮細胞群を経時的・あるいはリアルタイムに撮影し、パーシステントホモロジー等の手法を使って解析する。ライブイメージングは共焦点レーザー顕微鏡 TCS-SP8 を用いて行う。

■ (実験1) 最も早く血管内皮細胞を敷き詰める条件を検討する。

組織の再血管化を最適化するという課題は、複雑なネットワーク流路にいかにか細胞を敷き詰めるかという問題に置き換えることができる。マイクロ流路内に細胞浮遊液を還流すると、流路内でまばらに接着し、そこから細胞増殖をすることにより島状になった内皮集団細胞が流路を埋め尽くしていくことが予想される。流路内に離散的に存在する血管内皮集団が流路

を埋め尽くす過程をイメージし、解析に用いる。(実験1)ではまずいくつかの細胞濃度(104/mL, 106/mL, 108/mL等)の細胞浮遊液を作成し、チャンネルから一定の流速(1 μ l/min, 10 μ l/min, 100 μ l/min等)でマイクロ流路内へHUVECを注入する。

- a) まず還流なしの状況を検証する。細胞密度のことなる培養液をBolusで流路内を満たすように注入する。ポンプは使用せずに静止培養を続ける。HUVECは流路壁に接着し、増殖を始めると予想される。最終的に流路をすべて敷き詰めるまでイメージを取得しながら観察をつづけ、その時間を計測する。
- b) 次に流路内にローラーポンプによってマイクロ流路内に定常流を発生させながら細胞浮遊液を注入する。ポンプ開始後から経時的にイメージを取得する。イメージ取得時間はa)で決定した時間を参考にする。
- c) 複雑な流路内での細胞接着にはおそらくある傾向が発生することが予想される。取得されたイメージをもとにパーシステントホモロジー解析によってトポロジカルな情報を取得する。その情報に基づいて細胞流動ネットワークをモデル化する。このモデル化より得られた予想最適細胞密度・最適流量を用いて、同じマイクロ流路基板を用いて予測を検証する。

■ (実験2) 至適条件下における血管内皮機能の評価

(実験1)で明らかになる条件が血管内皮細胞にとって最適の生存条件かどうかはわからない。例えば細胞密度が高くなるほど、流路内で塞栓を起こしたり、高すぎる細胞密度によって栄養飢餓・細胞死が誘導されたりする可能性がある。また低い細胞密度であれば細胞間のGap Junctionが疎になったり細胞老化を起こしたりする可能性がある。

この実験では(実験1)で最適化された条件でマイクロ流路を「再血管化」し、その血管内皮機能を解析する。具体的には遺伝子発現解析により血管内皮特異的遺伝子の定量・細胞死の定量・血管内皮の代謝評価(乳酸産生・培地のpHの計測)Gap Junction蛋白の定量などを行う。さらに再血管化したマイクロ流路に蛍光ビーズを流し、その流れに偏りがどうかを検証する。

■ (実験3) さまざまな流路形状・他の性質をもつ細胞への応用

生体の各臓器はそれぞれに異なった構造を持っている。様々なネットワーク形態における最適条件が本研究で開発されたモデリングにより予測可能かどうかを検証する。また増殖能の異なる細胞(肺毛細血管内皮細胞、肝類洞内皮細胞など)によっても予測が可能かどうか検証することにより、モデルの汎用性を確認する。

3. 結果および考察

流体デバイスとしてまず市販のマイクロ流路SynVivo Microfluidics Chips (SMN1-C002)を用いた。このデバイスの流路は100 μ m幅であり、生体毛細血管網より若干幅が広いものであるが、毛細血管のパターンを模した複雑な流路構造をとっている。まず蛍光ビーズを一定の濃度および速度により注入した。蛍光ビーズ径により様々な偏りが生じているのが判明したが、ばらつきの幅が大きく、現在その定量化に取り組んでいる。

4. 結論

これまで臓器再生や細胞治療における最適な細胞注入法や還流培養法について、網羅的な経験的データや根拠となる理論はなかった。また細胞の特徴や臓器の形状によっても、最適な細胞注入法は異なることが予想されるが、このような違いも定量的に検証する方法はなかった。本研究により、複雑な構造内で流れる細胞がどのように振る舞うのか、その定量的な検証・予測が可能になり、数学的な根拠をもった組織再構築法・細胞治療法が確立できるようになると考えられる。

5. 参考文献

1. Calle EA, Ghaedi M, Sundaram S, Sivarapatna A, Tseng MK, Niklason LE. Strategies for whole lung tissue engineering. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2014;61(5):1482-96.
2. Bendich P, Marron JS, Miller E, Pieloch A, Skwerer S. Persistent Homology Analysis of Brain Artery Trees. *Ann Appl Stat.* 2016;10(1):198-218.
3. Smith AM, Prabhakarandian B, Pant K. Generation of shear adhesion map using SynVivo synthetic microvascular networks. *J Vis Exp.* 2014(87).

6. 論文・学会発表、受賞、特許

なし

7. 外部研究費等申請

獲得：(科学研究費補助金、誘導性肺前駆細胞を用いた **Bioengineered Lung** の作成、鈴木隆哉、4,290,000)

計算化学と実験化学の融合による三次元炭素材料の分子論的理解と包括的研究完成

研究代表者名、および共同研究者名
山本 雅納¹、山崎 馨²

所属部局
¹多元物質科学研究所、²金属材料研究所

研究目的

規則性三次元グラフェンの実現は、1991年に Mackey らにより報告されて以来[1]いまだ達成できていない。そこで実験化学を専門とする多元物質科学研究所の山本と、計算化学を専門とする金属材料研究所の山崎が協力することで規則性三次元グラフェン材料を実現するとともにその包括的理解を達成するのが、本共同研究の目的である。このプロジェクトの過程で、すでに、三次元グラフェン成長における速度論的理解が一部達成されたことから、今年度は、本件を主に検討した。

結果および考察

グラフェンメソスポンジ (GMS) ^[2]は連続した単層グラフェンが三次元的に成長した炭素材料であり、本研究課題である「三次元炭素材料」の一種である。GMS は、ナノ細孔に起因する多孔性に加え、その連続性に起因する高い電気化学的安定性や、柔軟性^[3]など、魅力的な物性を有している。GMSはアルミナナノ粒子を鋳型とし、メタンを900度にて作用させることで合成されるが、その詳細は不明であった。そこで申請者らは、炭素化過程の速度論を検討した。855度~900度でのアルミナナノ粒子へのメタンCVDの結果より、反応はメタン分圧に擬一次的に進行し、一層目被覆の前後で反応速度が2倍程度変化することが分かった。これは、最初の1層目の炭素被覆においてはアルミナナノ粒子表面が反応を介在しているのに対して、1層目の炭素被覆が終わってからは、アルミナ表面が直接介在できていないことを示唆する。

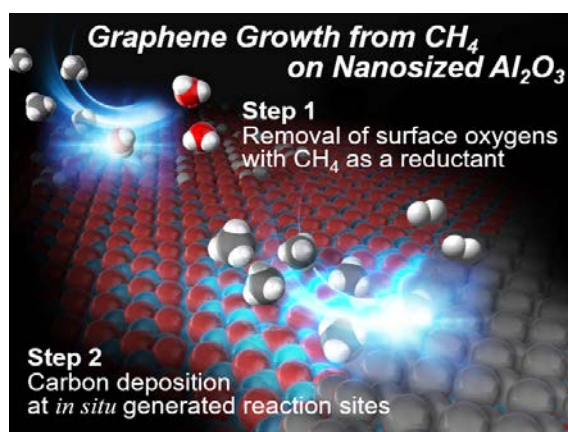


Figure. Schematic of the gas-phase reaction of CH₄ into single-walled carbon sheet on an ANP.

実際、反応速度の温度依存性よりアレニウスプロットを得たところ、最初の炭素被覆においては活性化エネルギーは 121 kJ mol^{-1} 、二層目積層の活性化エネルギー 274 kJ mol^{-1} と求まっており、後者については、炭素膜へのメタン堆積の活性化エネルギーとして報告されている 300 kJ mol^{-1} と良い一致^[4]を示している。他方、前者の値については、Ni(111)面上でのメタン分子の C-H 活性の活性化エネルギーの計算値 (129 kJ mol^{-1}) と同程度^[5]であった。これは、アルミナナノ粒子表面が遷移金属と同程度に効率よくメタンを活性化出来ていることを示唆する。

以上より、単層被覆および引き続き 2 層目炭素被覆における活性化エネルギーおよび反応速度の差より、アルミナナノ粒子表面は単層グラフェンを優先的に作り分けるうえで有利であることを明らかにした。現在は、メタン解離吸着（炭素化初期過程かつ律速過程）の活性化エネルギーを密度汎関数法を用いて計算することで、実験的に得られた反応機構の計算化学的な検証を行っているとともに、九州大学の共同研究者と協力し、鋳型材料の電子顕微鏡観測を検討中である。

参考文献

- [1] Mackay, A. L. *et al. Nature* 1991, 352, 762-762.
- [2] Nishihara, H. *et al. Adv. Funct. Mater.* **2016**, 26, 6418.
- [3] Nishihara, H. *et al. Nat. Commun.* **2019**, 10, 2559.
- [4] R. Venkateswaran, *et al. Carbon* **1994**, 32, 911-919.
- [5] D. W. Blaylock, *et al. J. Phys. Chem. C* **2009**, 113, 4898.
- [6] Adschiri, T. *et al. Small* **2018**, 14, 1801093.

急峻な有機液体/酸化物へテロ界面の形成による強相関酸化物の相転移制御

吉松 公平¹、丸山 伸伍²

¹多元物質科学研究所、²工学系研究科応用化学専攻

1. 研究目的

Si を基本とする半導体エレクトロニクスは微細化限界を迎えており、強相関酸化物の相転移を利用した酸化物エレクトロニクスが代替として注目されている。相転移に多量なキャリアが要求される強相関酸化物では、固体絶縁層に変わり有機液体がゲート材料として提案されている。急峻な有機液体/酸化物へテロ界面の形成による強相関酸化物の相転移制御を目指し、本研究では酸化チタンの相転移発現とデバイスプロセスの構築を行った。

2. 研究方法

● 酸化チタン薄膜の合成

酸化チタン薄膜はパルスレーザー堆積法を用いて合成した。薄膜は *c* 面サファイア基板の上に TiO₂ 多結晶ターゲットを用いて合成した。基板温度を 400~1000°C、酸素分圧を $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-5}$ Torr の範囲で制御した。合成した薄膜は X 線回折測定とラマン分光測定により結晶相を同定した。なお本装置の Load Lock に本研究費で購入した中空 Z ステージを導入した。

● 相転移制御に向けた微細加工プロセスの構築

相転移観測のため合成した酸化チタン薄膜の微細加工を行った。加工にはフォトリソグラフィを用いた。(株)アームシステムの顕微鏡露光装置を用いた集光光学系により、微細なパターンを描いた。

● 抵抗率の温度依存性による相転移の観測

合成・加工した薄膜に Au/Ti 電極をスパッタリング法で堆積し、4 端子法にて薄膜の抵抗率を測定した。低温の測定には PPMS を、高温 ($300 \text{ K} < T < 600 \text{ K}$) の測定には (株)パスカルの PPHL-800 を用いた。高温での抵抗率の温度依存性測定を全自動で行うため、ソースメータと温度調節器を LabVIEW により制御し、その制御用ボードを本研究費にて購入した。

3. 結果および考察

● パルスレーザー堆積法を用いた酸化チタン薄膜の合成

図 1 上に合成した酸化チタン薄膜の X 線回折パターンを示す。合成条件の違いにより、観測される薄膜ピークの位置が異なっており、それぞれ別の結晶相を持つ酸化チタン薄膜が合成できていることを示唆している。これら薄膜の結晶相の同定にラマン分光法を用いた。図 1 下に Sample C のラマンスペクトルを示す。超伝導を示す酸化チタンのラマンスペクトルと一致しており、 γ -Ti₃O₅ 相であることが明らかとなった[1]。同様に、その他のサンプルについても X 線回折とラマン分光測定により結晶相を同定し、TiO、Ti₂O₃、TiO₂ の形成を明らかにした。

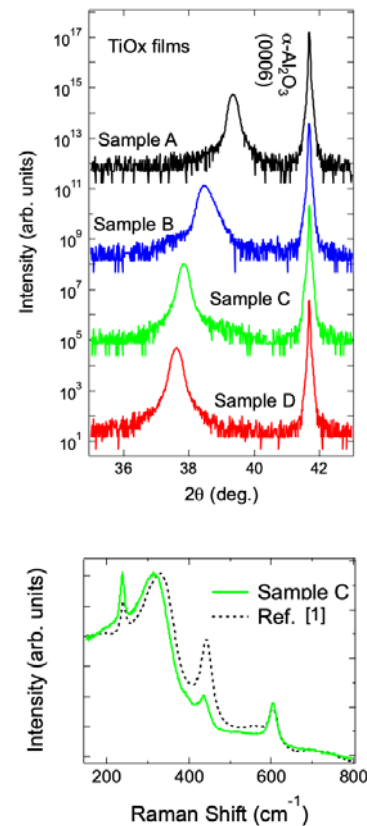


図 1.酸化チタン薄膜の X 線回折パターン (上) とラマン

● 相転移制御に向けた微細加工プロセスの構築

合成した酸化チタン薄膜の微細加工に向けて、Si 基板を用いてフォトリソグラフィプロセスの確立を行った。レジストは AZ5214E Image Reversal レジストを用いた。本レジストは通常はポジ型であるが露光後のベーキングとさらなる露光によりネガ型へと性質を変えることができる。エッチングとリフトオフの両プロセスが必要なことから、ポジネガ両方のプロセス構築を行った。×20 倍の対物レンズを用いることで、最小線幅 3 μm の微細パターンの形成プロセスを実現した。

本プロセスの最適化後に酸化チタン薄膜へと適用した。イオン液体を用いた電界効果のため、サイドゲート型のトランジスタパターンをレジストで形成し、Au/Ti 金属をスパッタリング法で堆積後にリフトオフで不要な部分の電極を取り除いた。得られた微細パターンを図 2 に示す。ソース、ドレーン、ゲート電極を持つチャンネル幅 50×150 μm のパターンが形成していることがわかる。

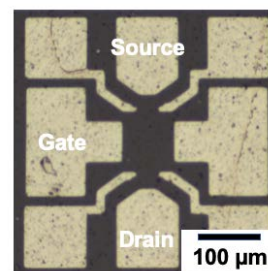


図 2. フォトリソグラフィプロセスで作製したサイドゲート型のデバイスパターン。

抵抗率の温度依存性による相転移の観測

図 3 に合成した酸化チタン薄膜の抵抗率の温度依存性を示す。Sample C では 130 K 付近で抵抗率が急激に上昇する振舞いが見られている (図 3 上)。これは過去の結果と一致している [2]。また、極低温では $T_{C, onset} = 5.6$ K の超伝導が発現し、X 線回折やラマン分光の結果と合わせ、 γ -Ti₃O₅ 薄膜の形成を示している。また Sample B は室温以上の 360 K 付近で急激な抵抗率変化を示した (図 3 下)。この温度領域での相転移はバルクの酸化チタンでは報告されておらず、新規材料の可能性を示唆している。

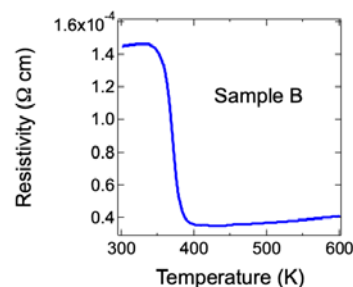
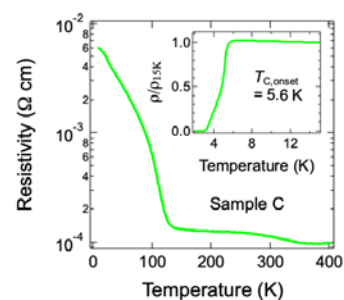


図 3. 酸化チタン薄膜の抵抗率の温度依存性。低温領域 (上) と高温領域 (下)。

4. 結論

本研究では強相関酸化物として酸化チタンに着目し、薄膜合成と相転移観測と外場による相転移制御を目指した微細加工プロセスの構築を行った。酸化チタン薄膜合成では、単一の TiO₂ 多結晶ターゲットを用いて様々な組成を持つ酸化チタンの合成に成功した。X 線回折やラマンスペクトルから TiO₂, Ti₂O₃, γ -Ti₃O₅, TiO₂ 薄膜の形成を明らかにした。抵抗率の温度依存性による相転移の観測では、 γ -Ti₃O₅ に特有の低温での相転移に加え、室温を超える 360 K での相転移を観測した。

本研究で得られた成果を元に、今後は酸化チタン薄膜の電界効果トランジスタによる相転移の外場制御に取り組んでいく計画である。

5. 参考文献

1. Y. Li *et al.*, NPG Asia Materials 10, 522 (2018).
2. K. Yoshimatsu *et al.*, Scientific Reports 7, 12544 (2017).

6. 論文・学会発表、受賞、特許

原著論文

1. T. Soma, **K. Yoshimatsu**, and A. Ohtomo, “P-type transparent superconductivity in two-dimensional Li_{1-x}NbO₂ with strongly correlated electrons at isolated *d* band” Science Advances *accepted*.
2. J. Mizushiro, **K. Yoshimatsu**, N. Ohashi, M. Tanaka, O. Sakata, and A. Ohtomo, “Optical and

structural investigations on titanium oxynitride films for visible-UV photocatalytic applications”
J. Appl. Phys. 127, 135301 (2020).

3. **K. Yoshimatsu**, J. Ishimaru, K. Watarai, K. Yamamoto, Y. Hirata, H. Wadati, Y. Takeda, K. Horiba, H. Kumigashira, O. Sakata, and A. Ohtomo, “Magnetic and electronic properties of *B*-site-ordered double-perovskite oxide $\text{La}_2\text{CrMnO}_6$ thin films” Phys. Rev. B. 99, 235129 (2019).

学会発表

1. **K. Yoshimatsu**, “Investigation of Electronic and Magnetic Properties for Complex Transition-Metal Oxides using Soft X-ray Spectroscopy ” GP-Spin Student Organized Seminar 2020 (2020) 2020/2/20-21 AIMR Tohoku University, Japan (*Invited*).
2. **K. Yoshimatsu**, “Superconducting titanate films, epitaxial growth and distinction of crystal phases” 19th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-19), Symposium on Epitaxy of Complex Oxides: Binary Oxides 3(2019) 2019/7/29–8/2 Keystone Colorado, USA (*Invited*).
3. **K. Yoshimatsu**, O. Sakata, A. Ohtomo, “Superconductivity in higher titanates of $\gamma\text{-Ti}_3\text{O}_5$ and Ti_4O_7 films” 26th International Conference on Oxide Electronics A05 (2019).
4. **K. Yoshimatsu**, “Electrochemical modulation of superconductivity in oxide thin films” Colloquium in Physical Chemistry 1, Joint Meeting of the Tohoku Area Chemistry Societies (2019). (*招待講演*)

受賞

1. 第30回トーキン科学技術賞「低価数を示す酸化チタン薄膜の創生と新規電子物性開拓」(2020).

7. 外部研究費等申請

獲得：(名称、題目、代表者、金額)

1. 公益財団法人旭硝子財団「室温下で可視光相転移を示す新しい酸化チタンの単結晶薄膜合成」(令和2年度) 代表者：吉松 公平 (2,000千円)
2. 公益財団法人双葉電子記念財団「準安定な酸化チタンによる相転移メモリへの応用検証」(令和2年度) 代表者：吉松 公平 (1,000千円)
3. 公益財団法人マツダ財団「電子相転移を示す酸化チタン薄膜の絶縁相安定化に関する研究」(平成31年度) 代表者：吉松 公平 (1,000千円)

温泉排水熱と未利用バイオマスの活用による青根温泉でのカカオ栽培のポテンシャル開拓

中安祐太¹、丸岡伸洋²、鈴木杏奈³、峠嘉哉⁴、大野肇⁴、木下睦⁴

¹学際研、²多元研、³流体研、⁴工学研究科

1. 研究目的

世界のカカオ豆の需給量は年々増加しており、今後も増加する見通しである。カカオ豆の栽培には年間平均 27°C 以上の高温多湿環境が求められるため、通常栽培は赤道近傍の国々に限られている。一方、日本では温室空間を保つ工夫をすることにより、小笠原諸島や伊豆半島でのハウス栽培や奥飛騨での温泉熱栽培の 3 事例が実施されている。

宮城県川崎町は、日本人で初めてチョコレートを口にした支倉常長のふるさとの地であり、チョコレートをモチーフにしたゆるキャラを採用していることから窺えるように、町のアイデンティティとしてそれを強く主張している。一方で、現状では町にチョコレートを製造している業者が無いことから、町内でチョコレートを製造しブランド化する動きが近年出始めている(中安の現地調査より)。川崎町には、森林や河川などの多様な資源に溢れていることに加え、町内にも地域資源を活用した活動が盛んにおこなわれていることから、川崎町の自然資源の活用に対する関心は非常に高いといえる。そのなかでも山合にある青根温泉地区は、単純温泉と豊富な森林資源を有していることから、利用しやすい熱源の供給に優れた地域である。この恵まれた自然熱資源を活用することで、“Bean to Bar” (カカオ豆の選定からチョコレートの製造・販売までの全工程を一貫して行うこと)を超える、Heat to Bar (熱源の選定からチョコレートの製造・販売)を環境にやさしく低コストで、川崎町で実施可能であると考えた。

そこで本研究では、①温泉排湯熱を利用することで、どの程度の温室空間が実現できるのかを、シミュレーションと実地実験の双方から調査すること、②ヒートポンプや薪ボイラーなどの加温設備の導入も含めた、トータルでの GHG 排出量を、Life Cycle Assessment (LCA) を用いて求め、実際にカカオを赤道近傍諸国から輸入した場合と比較することを目的とする。

2. 研究方法

1. 温室空間・配管の最適設計と計測方法

温室内を温暖に保つためには、暖房・断熱・遮熱の特性が優れた温室としなければならない。空気と温水との交換熱量は接触面積に比例するため、暖房効率を高めるためには、温水を温室内床面に広く流すことが有効であると判断した。また、熱帯植物であるカカオ栽培においては 70%以上の湿度が求められるが、温水を広く流すことによって容易に、湿度条件を達成することができる。断熱・遮熱については、温室のビニールを二重にし、天井にはアルミ蒸着シートを配置することで放射冷却を抑制するとともに遮光性を高めることを検討した。日陰は、カカオ栽培において求められるポイントである。アルミ蒸着シートは熱放射をほぼ 100%遮ることが可能である。この温室における暖房特性を明らかにするため、図 1 に示す通り、18 点における温度と 2 点における湿度を計測した。室内温度については、地表からの高さ 50cm、100cm、160cm の位置を計測した。カカオへの影響が大きい高さ 100cm での温度を室内温度として計測し、その他の高さの温度と比べることで室内の温度分布を把握する。湿度は高さ 1m において計測する。床温度は中央や端部など、



図 1. ハウスの設置位置の写真と温度/湿度センサーの設置場所の概略図

位置によって温度の差が現れるため、中央を中心に9点の温度を計測した。床温度としては、それぞれの位置の温度に重みを付けて平均することで床全体の平均温度を評価することにする。また、熱の流れを評価するため、温室フィルムの内側に温度センサーを設置した。流入する熱量を評価するため、温室への流入口と貯湯槽、流出口において温水温度を計測した。室外については、空気の温度と湿度、温室から離れた地点の地表温度の計測を行った。

2. CO₂排出量のLCAを用いた試算、経済コストの算出

ハウスを年間29°CでキープしたシナリオでGHG排出量を評価した。1年目には燃料のみではなくハウス建造や暖房器具設置などに係るGHG排出量も考慮する必要がある。暖房器具(薪ストーブ、灯油ストーブ)製造の排出量はLCAデータベースを参照した。温泉の有無・暖房の違いの組み合わせ別として、①温泉無し+薪ストーブ、②温泉無し+灯油ストーブ、③温泉有り+薪ストーブ、④温泉有り+灯油ストーブ、を採用した。

表1. ハウスの条件とその際の温度と湿度の実測値

	一重	二重	二重+遮熱
期間	12/17 - 1/31	2/2 - 2/13	2/15 - 2/27
室外温度(avg.)	1.8 °C	-0.4 °C	2.9 °C
室内温度(avg.)	15.1 °C	16.8 °C	19.2 °C
給湯温度(avg.)	31.9 °C	31.3 °C	31.7 °C
排湯温度(avg.)	24.0 °C	23.5 °C	24.5 °C
床温度(avg.)	28.2 °C	26.9 °C	27.6 °C
室内外温度差(avg.)	+13.3 °C	+17.2 °C	+16.3 °C
給排湯温度差(avg.)	7.9 °C	7.7 °C	7.2 °C

3. 結果および考察

ビニールハウスの条件を、①一重フィルム、②二重フィルム、③二重フィルムに遮熱を加えた断熱特性とした3期間の計測値を表1にまとめる。室外気温、室内気温、給湯温度、排湯温度、床温度の平均値と、暖房特性を見るために室内外温度差と給排湯温度差の平均値も示した。2/1と2/14は温室ハウスの工事日であり、対象からは外した。最も大きな暖房効果、つまり室内外温度差が得られているのは二重フィルムとした期間である。続いて、図2(左)に室外温度に対するハウス内温度をプロットした。ただし、特に外乱が大きかった日として、最大瞬間風速が10m/sを越えている日については白抜きで表わし、参考に留めることにした。また、図2(右)に示す通り、室外気温に対する室内温度を予測できるモデル式を構築した。設定できる条件は、日射による暖房効果、風による冷却効果、ハウスの大きさとして床面積とフィルム面積、フィルムが一重または二重に加えて遮熱の有無、供給温水量とその温度である。パラメータとしてはフィルム面での熱伝達率、床流水と室内空気との熱伝達率、地中への熱伝導量である。パラメータは実験により決定を行った。図2(左)においてモデル式と実測値が良好な相関を示した。こうして構築された計算モデルは、通年および数年に渡るLCA評価やハウス規模拡大による効率化のシミュレーションに用いられる。さらに、2月2日から3日にかけての実験データについてシミュレーションによる再現を試みた(図3)。気象によって変化する室内気温と排湯温度は非常によく再現されて、この計算モデルの有用性が示唆された。

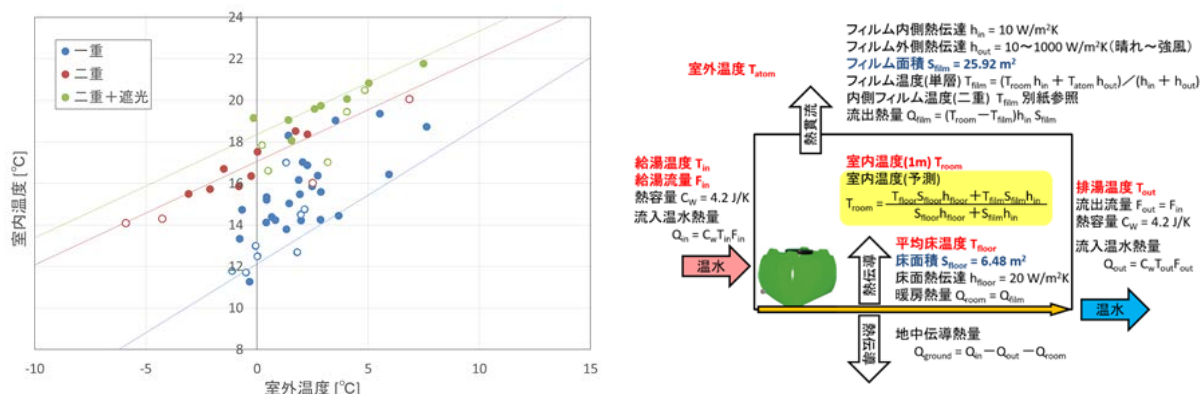


図2. (左)温室ハウス設置様式別室外温度と室内温度の相関の実測値のプロットとシミュレーションによる近似直線 (右)ハウス内シミュレーションに用いた条件式

最後に、LCA を用いた 29℃シナリオでの GHG 排出量の比較を行った。その結果、温泉あり+薪ストーブの組み合わせが最小であり、1035 kg-CO₂eq/year であった。それでも、カカオ1kg生産あたりのGHG排出量を比べるならば、ガーナ産カカオと同等とするためには 381 kg、コートジボアール産に対しては 412 kg、インドネシア産に対しては 211 kg の年間生産量が必要になる。6.5m² の小さな面積で生産可能な量ではない。2年目以降には設備に係る GHG 排出は発生しないので、生産を継続することで生産量あたりの GHG 排出量は減っていく。そこで、10年間継続して行う場合を検討した。気温は毎年 2019 年蔵王と同じと仮定し、ビニール更新を4年周期、他設備更新なしと想定した。その結果、10年継続して年間生産量 101 kg を達成すればインドネシアからの輸入品と同等にできることがわかった。

4. 結論

今回、温泉の排水を床下に直播したビニールハウスを構築し、室内外に温度/湿度センサーを取り付け、実測を行った。その結果、ハウスを二重フィルムにし遮熱シートを入れた状態では、ビニールハウス内の温度は、19度に保たれた。構築したモデル式と実測値が高い相関を示したことから、このモデル式に従えば、青根温泉における最低温度である-10℃の時さえ、ハウス内の温度は13℃以上に保たれる。実際、2/1よりカカオをハウス内に投入したが、枯れることはなかった。また、ハウス内温度 29 度シナリオにおいて、年間 101kg のカカオの生産をしなければ、GHG 排出量でインドネシアからの輸入より有利にならないことから、年間設定温度が 20 度であっても十分にカカオが生育することを確かめる必要がある。今後は、園芸学、作物学の研究者と連携していくとともに、スケールアップのための用地の確保、住民の理解、さらなるデータ収集が必要とされる。

5. 参考文献

6. 論文・学会発表、受賞、特許

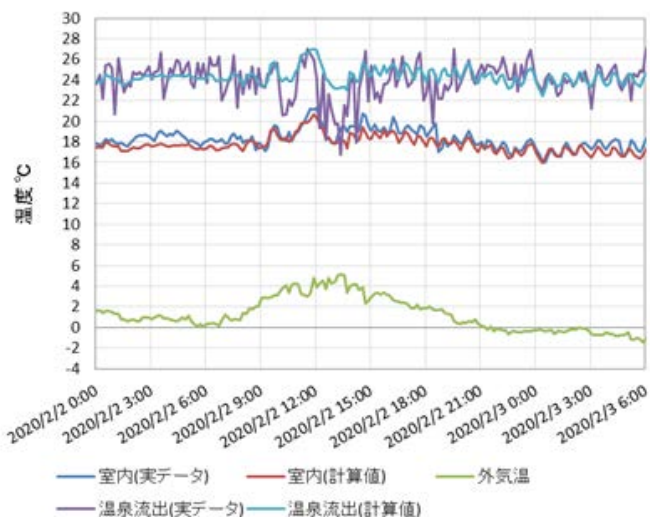


図 3. 室内温度予測シミュレーションと実測値

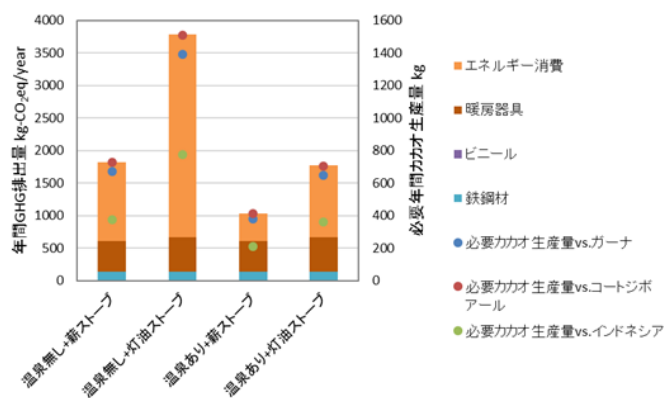


図 4. 各条件における二酸化炭素排出量の比較と、各国からカカオを輸入した場合の二酸化炭素総排出量と等しくなる当システムでのカカオ生産量

エチオピア天水農業地帯を対象とした渇水災害と人びとの在来適応戦略の研究

田中利和¹(異動後³)，峠嘉哉²

¹東北大学東北アジア研究センター，²東北大学工学研究科，
³龍谷大学経済学部

1. 研究目的

エチオピア中央高原はナイル川やシェベリ川，オモ川等，複数の国際河川の最上流域に位置し，東アフリカの水源となっている．しかし，近年エチオピア国内では水資源開発のためのダム建設が活発に行われ，灌漑地の拡大等による水需要量の増加が危惧されている．その結果，ナイル川では水資源を巡って下流のエジプトと国際問題に発展しており，オモ川ではケニア領内にある最下流のトゥルカナ湖の縮小が問題視されている．本域における水利用・土地利用の動態を把握すること，また気候変動や人為的開発の影響を推定することは，当該地域のみならず流域として繋がれた広大な周辺領域に及ぼす重要な課題である．

本域では雨水のみに依拠した伝統的天水農業が2000年以上続いているが，気象災害に弱い天水農業を長期に持続する過程では，作物種や収入源の多様化や作付期の変化等の適応策も報告されるように¹⁾，自然の状況に適応し，継承された災害適応対策ともよべる在来知がある．本研究では，本域における渇水災害を主な対象として在来天水農業における人と環境の相互的作用を調査する．

2. 研究方法

2. 1 対象領域と聞き取り調査の概要

対象領域は中央高原オロミア州ウォリソ市である．標高が約2000mで平均年降水量1125mmの冷涼な気候にあり，年間に二度の雨期がある(2～3月：小雨期，6～8月：大雨期)．同市は大陸性内陸湖トゥルカナ湖への流入量の9割を涵養する，オモ川の最上流域にあたる(図1)．コムギ，ソルガム，トウモロコシ，テフ，エンセーテ，チャット等が天水で栽培されているが，内畑の一部でチャット等に水入れを行っている．田中は2007年から同市に長期滞在し，地域社会と信頼関係が形成されており，牛耕を中心とした地域社会の在り様を調査してきた³⁾．

今回の調査は，2020年1月29日から2月3日に行い，地域の文化に配慮した上で，「人と環境の相互作用」についての聞き取りを現地語(オロモ語)で行った．聞き取りの主な内容は，過去の気象災害や被害，対応策，地域の気候変動の状況等である．

2. 2 乾燥度評価

過去の渇水災害の状況を把握するために，土壌水分量の再現計算を陸面過程モデル SiBUC を用いて行った⁴⁾．本モデルでは降水量・蒸発散量・地下浸透等の一連の水循環を鉛直次元モデルから物理的に解析し土壌水分量を計算する．降水量データには人工衛星からの推定値である GSMaPv6 を用い⁵⁾，他の気象要素には JRA55 再解析データを用いた⁶⁾．解析期間は GSMaPv6 が利用可能な2001年以降とした．

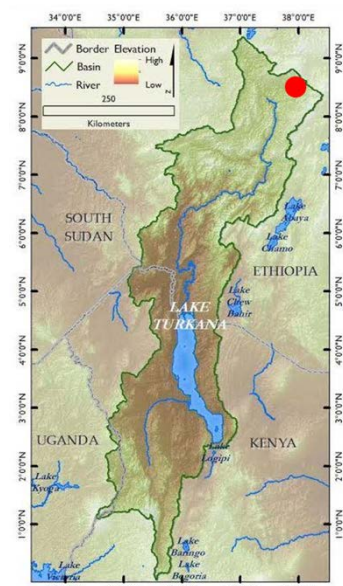


図1 ウォリソ市とトゥルカナ湖流域²⁾



(a) 聞き取り調査



(b) 農地



(c) 土水路

図 2 現地調査

3. 結果および考察

3. 1 現地調査 [2019年1月29日～2月3日]

渇水災害について過去最も深刻な事例は、1985年のサバサバ(エチオピア歴で1977年という意味)と呼ばれる渇水で、当時の農地の大部分にソルガムが作付されていた中で、その生育に必要な6～8月の降水量が極端に少なかったことで深刻な被害に至った。多年生のエンセーテやバナナの根等で凌いだり、穀類が不足したことで特に子供に被害が出た。現地の農業は雨期・乾季の明瞭な違いを強く想定しており、雨期での少雨や乾季での降雨は共に被害をもたらしている。

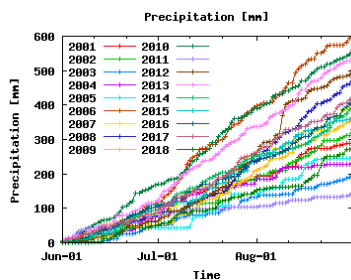
この大規模な渇水被害を受け、作物種の多様化が国主導で行われた。1985年の渇水時にも6～8月以外の時期では降水があったため、降雨が必要な時期が異なる作物を混在させることでリスクを分散させる狙いがある(図2(b))。ソルガムは味が好まれているものの、鳥害も深刻で収量が不安定だったこともあり、約10年前からは作付面積が大きく減少した。

現地農家には気候変動への実感があり、落雷の増加や雨期の開始期の早期化、雹の影響も挙げられた。雨期の開始期の早期化について実際の被害は限定的であるが、近年では牛耕の時期等も変化させている。雷や雹については積乱雲性の対流の変化が原因と考えられるため、大気安定度や雨期初期の大気場についての検討が必要である。

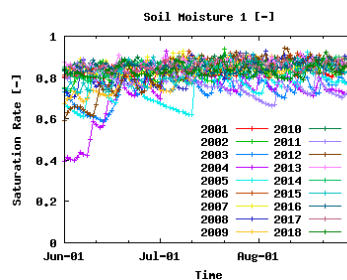
3. 2 乾燥度評価結果

大雨期にあたる6～8月を対象に、積算雨量の変化や土壌水分量の変化を示したものが図3である。GSMapv6が利用可能となる2000年以前の降水量データの精度が悪かったため、深刻な渇水害のサバサバは1985年に生じたものの、2001年以降のみを解析期間としている。

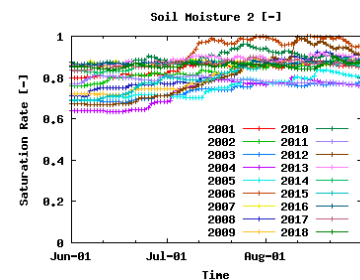
積算降水量を見ると雨量の増加傾向が年によって大きく異なる。2003年や2011年は雨期を通して降水量が低く土壌水分量は比較的低い状態が見られたが、降雨時に土壌水分量が容易に涵養されるため強く乾燥された時期は解析上見られなかった。2005年は降水量が低い状態が7月半ばまで続き雨期の開始期が遅い年である。乾季が長期化したことで土壌水分量に継続的な減少がみられるが、7月半ばに生じたまとまった降雨で直ちに土壌水分量が涵養されていた。以上は、湿潤な当該地域ではモデルにおいて降雨の影響が強く、長期的な乾燥の影響でも数10mmの降雨で涵養されることを示している。現実の作物の生育状況とも照合しな



(a) 積算降水量



(b) 土壌水分量 (第一層)



(c) 土壌水分量 (第二層)

図 3 乾燥度評価結果

がら、このような物理的な水文モデルの適用可能性や必要な改良に検討が必要である。

4. 結論

エチオピア中央高原における伝統的天水農業地帯において、過去の気象災害や対策についての現地調査を行った。その結果、雨期での少雨や乾季での降雨の双方が問題であることや、過去の渇水害やその対策、気候変動の状況等が示された。作物種の多様化や、雨期開始期の早期化を受けて伝統的な天水農業の中でも農業形態を大きく変化させており、気候変化や災害対策の中で「人と環境の相互作用」が示された。

水文モデルである陸面過程モデルを用いると、長期的な乾燥の影響でもまとまった降雨で直ちに涵養される傾向があった。本モデルの適用性を検討するため、解析期間である2001年以降の土壌水分量変化と実際の生育状況の比較が必要である。本調査で内畑における作付領域を記録したため、Landsat等を用いた衛星解析により、その作付領域の年変化や作物ごとの生育状況の推定が期待される。また、図4に示すように現地農場に定点の土壌水分量を設置したため、その結果を用いたモデルの検証が今後期待される。



図4 土壌水分センサー

5. 参考文献

1. Melese Gezie: Farmer' s response to climate change and variability in Ethiopia: A review, Cogent Food & Agriculture, 5:1, 1613770, 2019.
2. African Great Lakes, <https://www.africangreatlakesinform.org/page/lake-turkana>, (last accessed: June 30, 2020).
3. 田中利和, 牛とともに耕す: エチオピアにおける在来犁農耕の未来可能性, 京都大学アフリカ研究シリーズ23, 2018.
4. Tanaka K., "Development of the new land surface scheme SiBUC commonly applicable to basin water management and numerical weather prediction model doctoral dissertation", Doctoral Dissertation, Graduate School of Engineering, Kyoto University, pp.239., 2004.
5. Kubota, T. et al., Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) products in the GPM era, Satellite precipitation measurement, Springer, 2020.
6. Kobayashi S. et al., The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics. J. Meteor. Soc. Japan, 93, 5-48, 2015.

6. 論文・学会発表, 受賞, 特許

Toshikazu Tanaka, Yoshiya Touge, Jacqueline Muthoni Mbugua: Introduction of Collaborative Fields Projects in Eastern Africa, The 7th International Symposium on Water Environment Systems --with Perspective of Global Safety, Sendai, 15th Nov. 2019. (Poster).

7. 外部研究費等申請

ナノ結晶化した有機色素会合体の超放射を利用したシンチレータの開発

鈴木龍樹¹、三木佑太郎¹、越水正典²

¹多元物質科学研究所、²工学研究科

1. 研究目的

シンチレータは発光型の放射線センサーであり、光電子増倍管などの光検出素子と組み合わせることにより、リアルタイムに放射線を計測可能となる。放射線がシンチレータに入射すると、シンチレータがそのエネルギーを吸収し、紫外から可視域の多数の光子へと変換する。この光子を光検出素子が電気信号へと変換する。この電気信号の幅が小さいほど、不感時間が短く、なおかつ時間決定精度の高い検出器であると言える。現状の光検出素子の性能を鑑みると、シンチレーション検出器のこの特性は、シンチレータの蛍光減衰寿命によりほぼ決定されると言える。また発光強度が強いほどノイズと見分けが付きやすくなるため、検出限界の下限を下げるができる。そこで申請者らは、シンチレータにおける超放射の利用を考案する。超放射とは、Dickeにより1954年に提示された概念であり¹⁾、図1に示すように、複数の分子(原著論文では原子)に広がるコヒーレントな励起状態からの発光では、その放射寿命が劇的に短縮されるという理論的予見であった。その後、超放射は、色素会合体を初めとする多くの物質系で観測されてきた。以上本研究では、超放射の特徴である励起密度とともに放射寿命が短くなる点を利用することで、高感度かつ時間決定精度が高い超高速シンチレータの開発を目指した。

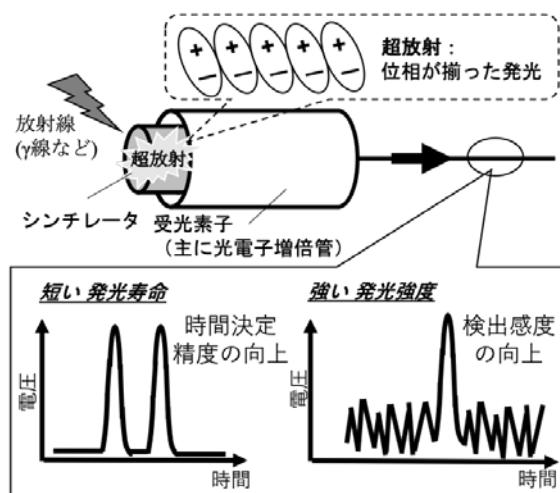


図1 超放射を用いたシンチレーション検出器の模式図

2. 研究方法

シンチレータ材料として有機色素を用い、その会合状態を制御したナノ粒子の集積体という形で開発を検討した。現状、市販されている無機シンチレータでは、その減衰時定数は速いもので数十 ns であり、一方、有機シンチレータでは 2 ns 程度と短いため、従来より 10 倍以上早い高速検出を可能とする。また、これまで超放射を起こす物質はサイズの大きい単結晶が多く、充填できる量が限られるため、材料として用いることは困難であった。しかし、ナノ粒子集積体にすることで任意の量が充填可能な材料設計指針である。

有機色素として、イソシアニン色素やメロシアニン色素を対象とし、J 会合体を形成するナノ粒子の構造制御および光学特性評価を行った。ナノ粒子の構造制御には再沈法²⁾を適用した。得られたナノ粒子を濾過しペレット状にし、X線励起によるシンチレーションスペクトルの取得も試みた。実際には、X線管(Mo ターゲット、80 kV、1.2 mA)からX線を照射し、その間の蛍光を CCD 検出器を用いて測定した。

3. 結果および考察

まず、J 会合体を形成する代表的な色素である PIC と TDBC (図2) のナノ粒子の作製を試みた。PIC および TCBC 共に水への溶解度が比較的高いため、食塩を添加し塩析効果を利用し

た手法と有機溶媒を分散媒とする手法を検討した。塩析効果を利用した手法ではナノ粒子化に成功した。水分散媒中において J 会合体に特徴的な吸収ピークの先鋭化を確認した。しかし、濾過しペレット化すると先鋭化した吸収ピークは消失し、J 会合体が崩壊したことが示唆された。また、添加した食塩の除去も困難であった。一方、有機溶媒を分散媒とした場合には、マイクロサイズの粒子が得られたが、J 会合体由来の吸収ピークを観測することはできなかった。

そこで、水溶性が低いイソシアニン色素 JC-1 (図 2) のナノ粒子化を検討した。5 mM JC-1 DMSO 溶液 (100 μ L) を激しく攪拌した蒸留水 (10 mL) に素早く注入することで、JC-1 は粒径 50 nm 前後の球形粒子として得られた (図 3)。JC-1 のナノ粒子分散液、バルク結晶および DMSO 溶液の吸収・発光スペクトルを図 4 に示す。ナノ粒子では 580 nm 付近に溶液、バルク状態では見られない先鋭化した吸収ピークおよび発光ピークが現れ、J 会合体が形成したことを確認した。さらに、濾過によりペレット化しても、JC-1 ナノ粒子で現れた先鋭化した吸収ピークおよび発光ピークは保持された。ペレット状にした JC-1 ナノ粒子について X 線励起によるシンチレーションスペクトルの取得を試みたが、良好なスペクトルは取得することができなかった。この原因は、有機分子が X 線を吸収しにくいことが原因であり、今後、ペレットの膜厚をより厚くすることで X 線の付与エネルギーを高め、検出可能な発光強度を目指す。また、金属ナノ粒子とコンポジットとし、吸収強度の高い金属からのエネルギー移動を利用し発光強度の向上についても検討する。

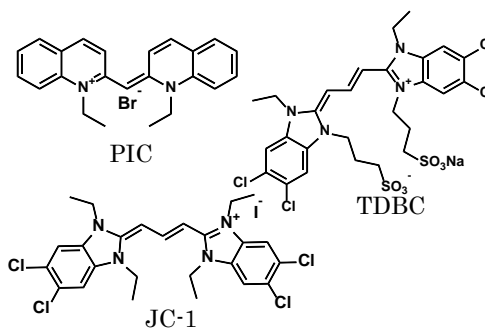


図 2 PIC, TDBC, JC-1 の化学構造

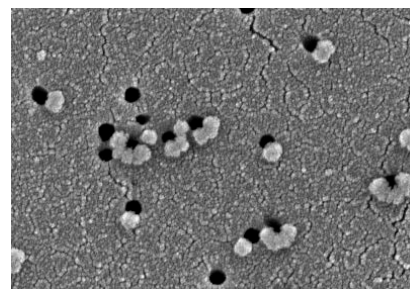


図 3 JC-1 ナノ粒子の SEM 像

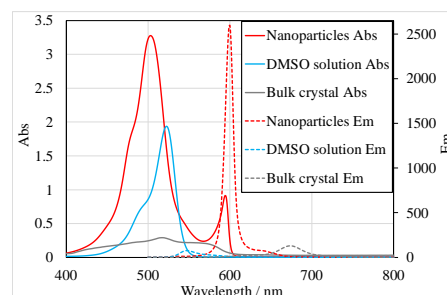


図 4 JC-1 の吸収/発光スペクトル

4. 結論

イソシアニン色素 JC-1 において、J 会合体で形成されたナノ粒子の作製に成功した。さらに、濾過しペレット状にすることで、シンチレータとして使用可能な固体素子化が可能であることも示した。しかし、超放射励起に関しては依然として課題が残った。今後は、ペレットの膜厚の検討や金属ナノ粒子とコンポジット化することで吸収強度の増大を試みる予定である。十分な発光強度が得られ次第、シンチレーションのスペクトルや減衰について解析を進める。

5. 参考文献

1. R.H. Dicke, *Phys. Rev.*, 93, 99-110 (1954).
2. H. Kasai *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **31**, L1132-L1134 (1992).

6. 論文・学会発表、受賞、特許

学会発表

1. 鈴木龍樹 (ポスター発表)

「ナノ結晶化した有機色素会合体の超放射を利用したシンチレータの開発」
アンサンブルプロジェクト リコレクションシンポジウム, 講演番号 P16, 宮城,
2019. 12. 19

2. 三木佑太郎、丸岡清隆、鈴木龍樹、越水正典、笠井均（口頭発表）
「超放射に基づくシンチレータの開発に向けたJ会合体ナノ粒子の作製」
第67回応用物理学会春季学術講演会, 講演番号 13p-A4040-4, 東京, 2020, 03. 12

7. 外部研究費等申請

多様な観点に基づく研究力分析・評価のための評価指標・手法の開発とイノベーション創出に向けた提言

海邊健二¹、Hansen Marc²、武田浩太郎³、高橋亮⁴、湯本道明⁵、鈴木一行⁶、瀧川裕貴⁷

¹材料科学高等研究所、²URA センター、³工学研究科、⁴理学研究科、⁵金属材料研究所、⁶学際科学フロンティア研究所、⁷文学研究科

1. 研究目的

本研究ではより精緻かつ適切な研究力分析・評価を行うための環境基盤を整備した上で、多様な観点から研究力を分析し評価するための指標及び分析手法の開発に向けた調査研究を実施した。具体的な研究内容は以下のとおり。

(1) 研究力分析・評価のための環境基盤整備

研究業績データベースでは機関名、部局名、住所、氏名等の表記に揺らぎがある。現状ではその揺らぎがデータベース(以下、「DB」)化されていないため、データの捕捉範囲(抽出条件)が担当者によって異なっている。本研究では研究力を同一的に分析・評価するための環境整備の一環として、①本学に関する表記揺らぎをDB化し、②データ抽出のためのツール・検索式を開発して、学内・部局間で同一条件のもとにデータを抽出できる環境基盤を整備する。

(2) 研究力分析・評価のための指標・手法の開発

同一条件にて抽出されたデータを用いて以下の評価指標・分析手法の開発・試算を行う。

①分析・評価のための指標選定と分析手法の開発

研究力分析・評価に資する指標の抽出と指標間の相関性(クラスタリング)を算出し、多様な観点による研究力評価手法の開発可能性について予備的分析・調査研究を実施する。特に近年では「学際的研究」が重要視されてきているため、「研究の学際性」というキーワードのもと次世代の科学技術イノベーション創出が期待できる研究力を適切に評価する新たな指標と分析手法を開発する。

②研究者ネットワークの有効性評価

本研究では、研究者が有するネットワークと研究活動の相関性を評価する要素の抽出と相関性を可視化する手法や、融合研究の有効性を定量化して評価する手法の開発に向けた調査研究を行う。本研究により研究者の前向きな頭脳循環の促進に向けた新たな戦略提案の他、アンサンブルプロジェクトをはじめとした分野融合研究の効果・重要性、研究者ネットワークの構築度合いと頭脳循環の関係性を検討するための基礎的な知見を得る。

2. 研究方法

以下の方法にて実施する。①論文DB: クラリベイトアナリティクス社 Web of Science (WoS) 及びエルゼビア社 Scopus, 研究者DB: JST Researchmap, NII 科学研究費助成DB等の研究関連DBを基に東北大学研究者の関連情報及び評価指標になる可能性が高いと推測される項目の情報を検討し、抽出する。②基盤環境整備では抽出されたデータを基に機関名、部局名、住所、氏名等の表記をDB間で比較を行い、同異判断や要素の紐づけによる表記揺らぎDBを構築する。またこれらの表記揺らぎを考慮した検索式を構築する。③研究分野の学際性の定量化の検討にあたり、まず各研究分野の分野間親和性を定量化する。本研究では、分野間親和性を「研究分野間における学際的研究の行われ易さ」と定義した。Scopusに収録されている学術雑誌には、最低1つの分野が付与されていることを活用し、Scopusに収録されている全ての学術雑誌の研究分野を集計し、その結果から研究分野のマトリックスを得て、分野間親和性を定量化する。④過去のアンサンブルグラントの各採択課題について、研究者グループの部局の相関表を作成する。また、個々の研究者の発表論文のScopusにおける分野別割合を調べて、新たに定義した計算手法により各グループの異分野融合度を算出する。

3. 結果および考察

(1) 研究力分析・評価のための環境基盤整備

WoS 及び Scopus に登録されている論文書誌情報を対象として、学内部局名及び住所の表記揺らぎに関する DB「部局名辞書」を csv 形式で整備した。続いて当該 DB を利用する分析データ抽出のためのツール・検索式を構築し、学内・部局間で同一条件のもとにデータを抽出できる環境基盤を python 言語により構築した。

(2) 研究力分析・評価のための指標・手法の開発

①分析・評価のための指標選定と分析手法の開発

研究の学際性を検討するにあたり、まず Scopus に収録されている全ての学術雑誌の研究分野を集計することで、各研究分野の分野間親和性の定量化を行った。下図は学術雑誌の集計（※集計方法：1つの分野しか付与されていない雑誌は、該当の分野の対角成分に「1」を加算。2つの分野を付与されている雑誌は、該当の分野の2つの非対角成分に「1」を加算。3つ以上の分野を付与されている雑誌は、そのうち2つの研究分野の全ての組み合わせを選び、該当の全ての非対角成分に「1」を加算。）後に、各対角成分で行方向に規格化したものである。これにより、「各研究分野（行成分）から他の研究分野（列成分）への学際研究の行い易さ」と「他の研究分野（行成分）から対象とする研究分野（列成分）への学際研究の参入のし易さ」を、測ることができる。本研究で開発した「分野間親和性」を用いることで、研究の学際性をより高い精度で評価することが可能となる見通しが示唆された。

	General	Agricultural and Biological Sciences	Arts and Humanities	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	Business, Management and Accounting	Chemical Engineering	Chemistry	Computer Science	Decision Sciences	Earth and Planetary Sciences	Economics, Econometrics and Finance	Energy	Engineering	Environmental Science	Immunology and Microbiology	Materials Science	Mathematics	Medicine	Neuroscience	Nursing	Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	Physics and Astronomy	Psychology	Social Sciences	Veterinary	Dentistry	Health Professions
General	1.000	0.015	0.053	0.008	0.015	0.015	0.015	0.030	0.000	0.008	0.008	0.000	0.075	0.000	0.000	0.000	0.030	0.008	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	0.053	0.000	0.000	0.008
Agricultural and Biological Sciences	0.001	1.000	0.012	0.152	0.015	0.016	0.021	0.009	0.003	0.072	0.016	0.007	0.042	0.209	0.035	0.016	0.012	0.081	0.008	0.018	0.013	0.008	0.006	0.040	0.037	0.000	0.000
Arts and Humanities	0.001	0.007	1.000	0.002	0.017	0.000	0.001	0.019	0.002	0.007	0.022	0.000	0.024	0.010	0.000	0.003	0.008	0.025	0.006	0.004	0.000	0.003	0.039	0.581	0.000	0.000	0.006
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	0.000	0.144	0.004	1.000	0.002	0.054	0.073	0.022	0.000	0.004	0.001	0.005	0.052	0.037	0.084	0.029	0.019	0.431	0.048	0.007	0.094	0.021	0.007	0.010	0.006	0.002	0.013
Business, Management and Accounting	0.001	0.023	0.043	0.003	1.000	0.025	0.010	0.074	0.098	0.007	0.027	0.013	0.144	0.035	0.001	0.059	0.014	0.022	0.001	0.003	0.003	0.003	0.042	0.250	0.001	0.000	0.003
Chemical Engineering	0.002	0.043	0.002	0.153	0.045	1.000	0.323	0.046	0.001	0.035	0.003	0.098	0.294	0.093	0.042	0.254	0.034	0.066	0.002	0.000	0.032	0.092	0.001	0.016	0.000	0.000	0.001
Chemistry	0.002	0.048	0.006	0.174	0.015	0.272	1.000	0.033	0.000	0.025	0.002	0.039	0.112	0.046	0.003	0.280	0.029	0.066	0.000	0.000	0.063	0.189	0.001	0.012	0.000	0.001	0.005
Computer Science	0.002	0.012	0.043	0.032	0.067	0.024	0.020	1.000	0.064	0.016	0.013	0.013	0.327	0.014	0.002	0.027	0.234	0.037	0.017	0.000	0.006	0.040	0.019	0.164	0.000	0.000	0.010
Decision Sciences	0.000	0.015	0.018	0.002	0.402	0.002	0.000	0.289	1.000	0.004	0.017	0.004	0.157	0.015	0.000	0.002	0.371	0.024	0.000	0.002	0.002	0.009	0.024	0.157	0.000	0.000	0.004
Earth and Planetary Sciences	0.000	0.091	0.015	0.005	0.006	0.016	0.014	0.015	0.001	1.000	0.002	0.042	0.125	0.376	0.001	0.019	0.013	0.018	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.101	0.000	0.000	0.000
Economics, Econometrics and Finance	0.001	0.035	0.082	0.002	0.336	0.002	0.002	0.021	0.042	0.003	1.000	0.014	0.011	0.043	0.000	0.004	0.042	0.012	0.001	0.001	0.002	0.000	0.015	0.329	0.001	0.000	0.000
Energy	0.000	0.031	0.002	0.023	0.037	0.156	0.074	0.040	0.003	0.144	0.026	1.000	0.342	0.202	0.002	0.097	0.028	0.017	0.000	0.000	0.002	0.087	0.000	0.071	0.000	0.000	0.000
Engineering	0.002	0.023	0.023	0.031	0.053	0.061	0.028	0.133	0.014	0.055	0.003	0.044	1.000	0.059	0.003	0.174	0.065	0.045	0.002	0.000	0.006	0.104	0.001	0.061	0.000	0.000	0.004
Environmental Science	0.000	0.239	0.018	0.044	0.026	0.039	0.023	0.011	0.003	0.337	0.022	0.053	0.119	1.000	0.011	0.026	0.010	0.076	0.003	0.001	0.037	0.009	0.001	0.168	0.002	0.000	0.002
Immunology and Microbiology	0.000	0.114	0.000	0.288	0.001	0.050	0.005	0.006	0.000	0.004	0.000	0.001	0.015	0.030	1.000	0.005	0.013	0.575	0.032	0.005	0.091	0.001	0.000	0.005	0.028	0.002	0.006
Materials Science	0.000	0.025	0.009	0.046	0.060	0.144	0.189	0.031	0.001	0.023	0.003	0.035	0.479	0.037	0.002	1.000	0.026	0.023	0.000	0.000	0.005	0.270	0.001	0.005	0.000	0.002	0.001
Mathematics	0.002	0.019	0.022	0.031	0.015	0.020	0.021	0.274	0.096	0.016	0.030	0.010	0.187	0.014	0.006	0.027	1.000	0.022	0.005	0.001	0.005	0.081	0.010	0.047	0.000	0.000	0.004
Medicine	0.000	0.017	0.009	0.094	0.003	0.005	0.006	0.006	0.001	0.003	0.001	0.001	0.017	0.014	0.036	0.003	0.003	1.000	0.032	0.038	0.038	0.004	0.034	0.033	0.003	0.006	0.030
Neuroscience	0.000	0.029	0.039	0.189	0.003	0.003	0.000	0.047	0.000	0.001	0.001	0.000	0.011	0.009	0.036	0.000	0.012	0.583	1.000	0.017	0.042	0.001	0.196	0.055	0.000	0.000	0.021
Nursing	0.000	0.061	0.024	0.027	0.006	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.002	0.005	0.000	0.002	0.625	0.016	1.000	0.010	0.000	0.443	0.011	0.001	0.000	0.051
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	0.000	0.031	0.002	0.233	0.004	0.028	0.066	0.011	0.001	0.000	0.003	0.001	0.026	0.076	0.066	0.008	0.007	0.438	0.026	0.007	1.000	0.000	0.008	0.013	0.004	0.002	0.029
Physics and Astronomy	0.001	0.015	0.010	0.042	0.003	0.066	0.161	0.056	0.003	0.062	0.000	0.039	0.359	0.015	0.001	0.340	0.098	0.034	0.001	0.000	0.000	1.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.005
Psychology	0.000	0.011	0.129	0.015	0.054	0.001	0.001	0.026	0.008	0.001	0.013	0.000	0.005	0.002	0.000	0.001	0.012	0.312	0.101	0.025	0.006	0.000	1.000	0.371	0.001	0.000	0.030
Social Sciences	0.001	0.015	0.055	0.004	0.060	0.002	0.002	0.043	0.009	0.029	0.053	0.006	0.040	0.054	0.001	0.001	0.011	0.057	0.005	0.011	0.002	0.003	0.070	1.000	0.001	0.000	0.013
Veterinary	0.000	0.349	0.000	0.068	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.020	0.081	0.000	0.000	0.159	0.000	0.003	0.017	0.000	0.003	0.020	1.000	0.000	0.003
Dentistry	0.000	0.040	0.000	0.029	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.008	0.004	0.008	0.016	0.000	0.321	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.004	0.000	1.000	0.004
Health Professions	0.002	0.002	0.046	0.064	0.010	0.002	0.010	0.034	0.003	0.000	0.000	0.000	0.031	0.008	0.008	0.002	0.011	0.672	0.026	0.069	0.057	0.011	0.071	0.166	0.002	0.002	1.000

②研究者ネットワークの有効性評価

アンサンブルプロジェクトのワーキンググループの協力を得て、2015~2019年度のアンサンブルプロジェクトの各採択課題における研究者所属部局の相関表を作成した(表は割愛)。(1)の分析手法が部局間連携にも適用可能であり、今後共同研究で挙げられた各種研究成果の質・量の数値との相関性を検討できるようになった。また、発表論文の相対被引用度や研究領域開拓につながる注目度と研究者ネットワーク形成の相関性を分析・評価する指標開発に向けた端緒となる数値を得ることができた。

4. 結論

(1) 研究力分析・評価のための環境基盤整備

この基盤を用いて、例えば、金研を対象に調査したところ金研論文全体の約3%程度に表記ゆらぎが生じていることが判明した。書誌情報に記述されている所属機関については、論文によっては大学名と住所の記述されているものの、部局名が含まれていないものがある。部局ごとの研究力分析を行う場合、部局名がないものに対しては、氏名や Researcher ID, Scopus EID を用いる方法があるが、これらのデータセットの整備が不可欠となる。

(2) 研究力分析・評価のための指標・手法の開発

①分析・評価のための指標選定と分析手法の開発

研究の学際性を検討するにあたり、本研究で開発した分野間親和性には、「各研究分野から他の研究分野への学際研究の行い易さ」と「他の研究分野から対象とする研究分野への学際研究の参入のし易さ」という2つの異なる親和性を測ることができる。以下にその特徴的な例を挙げる。(a) 双方向で最も親和性の高い分野となる分野の組み合わせは、[Arts and Humanities と Social Science], [Biochemistry, Genetics and Molecular Biology と Medicine], [Earth and Planetary Sciences と Environmental Sciences], [Engineering と Materials Science]の4つに限られる、(b)最も分野間親和性の高い分野は、NursingにおけるMedicineであり、分野間親和性は0.672である(Nursing分野の学術雑誌のうち、67.2%がMedicine分野を付されている)、(c)他の分野から見て、最も親和性の高い分野はMedicineであり、7つの分野において親和性の高い分野1位となっている、(d)NatureやScience等の科学分野全般を含む雑誌に付されるGeneral分野を除き、最も親和性の高い分野の分野間親和性の最小値は、EngineeringにおけるMaterials Sciencesの0.174である。

②研究者ネットワークの有効性評価

今回、アンサンブルグラントの採択課題を例として研究者所属部局の相関表を作成したが、部局間連携状況をさらに詳細に検討するために、①で行った分野間親和性の分析手法を部局間に適用することや、さらに一般の論文に対して著者所属研究機関に拡張して分析することも可能である。また、個々の研究者の発表論文のScopusにおける分野別割合を調べて、新たに定義した計算手法により各グループの異分野融合度を算出することができる。今後、この異分野融合度と研究成果論文情報、研究者ネットワークの相関性を表す指標の開発によって、異分野研究者の連携(ネットワーク形成)の有効性を定量的に評価できるようになる。

5. 参考文献

①Springer Handbook of Science and Technology Indicators, Wolfgang Glaenzel et al, Springer, 2019, ②Handbook of Bibliometric Indicators: Quantitative Tools for Studying and Evaluating Research, Roberto Todeschini et al, Wiley-VCH, 2016 他

6. 論文・学会発表, 受賞, 特許

(学会発表)

- ①○高橋亮, 海邊健二, 鈴木一行, 高橋さやか, 瀧川裕貴, 武田浩太郎, Marc Hansen, 湯本道明, 科学技術イノベーションの創発に向けた指標開発~研究の学際性を軸として~, 萌芽的セッション(ポスター報告) I, 9., 第69回数理社会学会大会(JAMS69)(新型コロナウイルスのため中止。)
- ②○K. Suzuki, K. Kaibe, M. Hansen, K. Takeda, R. Takahashi, Y. Takikawa, M. Yumoto, Analytical methods for research activities, 第4回FRIS若手研究者学際融合領域研究会, 2019年11月28日, 宮城県蔵王町

7. 外部研究費等申請

①獲得: 新技術振興渡辺記念会科学技術調査研究助成, 科学技術イノベーション創発促進のための指標開発~研究の学際性を軸として~, 高橋亮/本若手アンサンブル参加者, 91万円

火山災害における経済被害額の算定手法の精緻化に向けて：インドネシア・クラカタウ火山を事例に

佐々木 大輔¹，地引 泰人²

¹災害科学国際研究所，²大学院理学研究科

1. 研究目的

2015年に採択された仙台防災枠組により，各国政府は災害被害統計のデータベースを構築し，災害被害を量的に把握することが求められている．インドネシアは，データベース構築の「先進事例」とされるが，実際には被害データにばらつきが見られる等，収集過程の精査が必要と考えられている．加えて，2018年12月22日に発生したクラカタウ火山の火山性津波は，噴火，山体崩壊の衝撃による津波，噴石・灰の飛散という複合的な様相を呈しており，災害被害の量的な把握が容易ではないことが改めて認識された．

本共同研究は，クラカタウ火山を事例として，現在インドネシアで主に採用されている経済被害額の算定過程及び手法について体系的な整理を行うとともに，別途申請者らがこれまでの研究成果等に基づいて試算した結果との比較分析を通して，当該算定手法の精緻化に向けた政策提言を行うことを目的としている．

2. 研究方法

本共同研究は，自然災害の1つである火山噴火・火山性津波に関する事例を取り扱うと同時に，経済被害額の算定といった社会科学的な分析を行うものであり，極めて学際的・分野融合的な研究である点が特徴的である．この点を踏まえ，佐々木（災害科学国際研究所）が経済被害の量的試算及び比較分析を，地引（理学研究科）が防災・火山噴火・津波を所管する機関等へのヒアリング（質的調査）及びデータ解析を担当することにより，互いの専門性を生かした相互補完的な連携となるよう研究組織を組成した．

なお，佐々木が所属している災害科学国際研究所・災害統計グローバルセンターでは，2016年からインドネシア政府の国家防災庁及び中央統計庁とネットワークを形成しており，ヒアリング・データ収集等を円滑に実施できる土台がすでに構築されている．さらに，地引は，2017年からクラカタウ火山近傍での調査研究を開始しており（インドネシア大学公衆衛生学部ファトマ・レストリ教授との共同研究：東北大学はインドネシア大学と大学間学術交流協定を締結済），地質庁（火山当局）等とのネットワークを既に構築している．

クラカタウ火山の事例における最大の特徴として，噴火，山体崩壊の衝撃による津波，噴石・灰の飛散という複合的かつ長期的な様相を呈し，災害被害を量的に把握することが容易ではない点が挙げられる．クラカタウ火山の近傍に位置するチレゴン市（図1参照）では，中央政府機

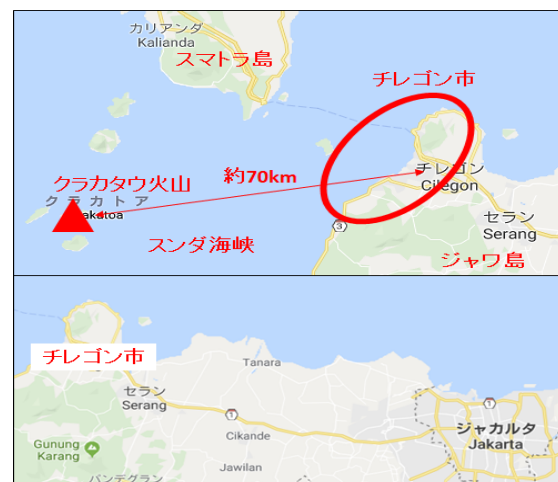


図1 調査フィールドの位置図
（出所）Google Map を基に筆者らが加筆

関（国家防災庁）と協議しつつ、こうした事態を想定した対策を進めてきた。そこで本共同研究では、チレゴン市、州政府（日本の都道府県庁に相当）、国家防災庁等にヒアリングを行い、基礎データである被害情報の収集過程や、算定プロセスの調整手法等を明らかにするとともに、その結果を基に、経済被害額の算定手法について体系的な整理に着手する。その際には、インドネシア大学の研究者等とも連携し、研究遂行の円滑な実施に務める。

3. 結果および考察

2019年11月25-26日に、現地（インドネシア）のチレゴン市防災当局（BPBD in Kota Cilegon）・バンテン州防災当局（BPBD in Province Banten）・国連開発計画（UNDP）インドネシア事務所等において、関係者からのヒアリング等を実施した。



図2 現地調査（ヒアリングの実施）

[チレゴン市防災局（左）、バンテン州政府防災局（中央）、UNDP インドネシア事務所（右）]

調査実施時点において、経済被害額の算定が終わっておらず、算定作業自体が長期化していることが判明した。また、中央政府が関与する場合には、通常、標準化された被害額推計手法（DALA : Damage and Loss Assessment）を使用するが、ヒアリングの結果からは、今次災害において使用されていない可能性が示唆された。すなわち、DALA は中央政府（例えば国家防災庁（BNPb）等の機関）が評価プロセスに共同で取り組む場合にのみ使用されるものであり、今次災害では代わりに"Quick Count Task Force"が設置され、経済被害額の算定・評価に当たったとのことである。当該論点については、今後、更なる検証が必要である。

実際の経済被害額の算定では、被災建物の被害を3分類し、分類ごとに被害額を簡易的に当てはめている可能性が示唆された。ただ、"Quick Count Task Force"において具体的に採用された算定手法（計算式等）の詳細について、今般のヒアリングでは確定的な情報を得るに至らなかった。

4. 結論

本共同研究では、インドネシア・クラカタウ火山の噴火に伴う災害における経済被害額の算定において、標準化された被害額推計手法（DALA）が使用されず、独自の算定手法が採用された可能性が示唆されている。算定手法の精緻化を図る観点からは、本事例で独自の算定手法を採用するに至った経緯、及び、もしDALAを使用したと仮定した場合に想定される隘路等について、今後、明らかにすることが必要であるものと思料される。また、自然災害による経済被害額の算定過程における行政組織間関係がどのように調整されているのか解明し、特に課題とされている住民移転と生計手段を失うことに伴う間接的な経済被害額の算定についても、将来的に政策提言を行っていきたくと考えている。

5. 参考文献

1. Lassa, J. A. (2013). Disaster Policy Change in Indonesia 1930-2010: from Government to Governance?. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 31(2), 130–159.
2. Putra, D. I., & Matsuyuki, M. (2019). Disaster Management Following Decentralization in Indonesia: Regulation, Institutional Establishment, Planning, and Budgeting. *Journal of Disaster Research*, 14(1), 173–187.

6. 論文・学会発表, 受賞, 特許

【論文】

1. Sasaki, D., Okumura, M., & Ono, Y. (in press). Measurement of Disaster Damage Utilizing Disaster Statistics: A Case Study Analyzing the Data of Indonesia. *Journal of Disaster Research*.
2. Jibiki, Y., Pelupessy, D., Sasaki, D., & Iuchi, K. (2020). *Implementation of Post Disaster Needs Assessment in Indonesia: Literature Review*. Manuscript submitted for publication.

7. 外部研究費等申請

獲得：科学研究費助成事業（基盤研究(C)）（研究課題/領域番号: 20K12340），「経済被害額の算定過程を事例としたインドネシアにおける防災行政の組織間関係の再検討」，地引泰人，4,420 千円

次世代通信規格による日常・非常時の横断的運用を想定した定点観測防災 IoT 機器開発に関する共同研究

杉安 和也¹、横田 信英²、中安 祐太³

¹災害科学国際研究所、²電気通信研究所、³学際フロンティア研究所

1. 研究目的

東日本大震災からの知見による大規模災害への被害低減施策として、2線堤に代表される土地利用方法の根本的な改善は、「物的被害のリスク低減」に飛躍的な効果をもたらした。一方で、被災リスクの高い沿岸部と、安全な内陸部を隔てる壁となり、互いの現状を直視・確認することを困難にしている現状がある。この結果、避難者（海水浴客や観光客等）と、防災役職者（見回りを担う地域の消防団や区役員等）の双方に「人的被害のリスク増大」をもたらしている。このような背景から、人的被害リスクの低減策を模索することを目的に、災害対応にも適した次世代通信規格を用いた定点観測防災 IoT 機器（屋外 Web カメラ等）を開発・地域実装することで、非常時のリスク低減効果と、24時間観測の利点を生かした日常時の運用方法を提案する。これにより、横断的・多面的な IoT 観測機器の活用方法を創出することが、本共同研究の目的である。

2. 研究方法

①研究計画・方法（要件選定、開発フェイズ：令和元年9月～11月）

研究機器の開発に向けて、要求する機能要件の整理、および各種機能の設計を以下の項目に基づき推進した。

(A) ポスト東日本大震災における土地利用構造の調査・分析

東北地域における災害復興後の土地利用構造について調査し、本研究機器を導入する上で想定される土地利用構造をパターン化、各事例における設置課題、要求機能の特徴について整理する。

(B) 非常時運用における機能要件の選定・分析

地震発生後の津波避難を想定した災害下での運用を主なものとし、本研究機器で観測すべき対象（歩行者、車両、潮位変化等）や、それを捉える上で必要とされる観測機器のセンサ要件等を選定する。

(C) 日常時運用における機能要件の選定・分析

農耕期、海水浴シーズン、催事期間等、日常時において生じうる多様な場면을想定・整理し、24時間観測の利点から地域活動支援に結び付く活用方法と、それを実現する上で必要とされる観測機器のセンサ要件等を選定する。

(D) 観測・通信機器の開発・映像伝送用の通信回線確保

開発機器メーカー、通信キャリアに協力を要請し、全天候対応を目標に、観測カメラスペック（動体センサ・赤外線観測機能）を検討し、災害時に強い自立型独立電源、5G回線等の開発、地域実装前の運用試験を行う。

②研究計画・方法（実証実験・フィードバックフェイズ：令和元年10月～令和2年3月）

(E) 実証実験先自治体・住民組織とのコーディネーション・意見集約

実証実験先を選定し、自治体・住民組織の双方への設置交渉、日常時/非常時の観測ニーズ等について意見収集を行う。

(F) 実証実験と成果のまとめ

避難訓練・地域の催事等の日常・非常時双方の場面において実際に実証実験を行う。この際、地域住民にも段階的に観測動画を開示、回線負荷実験も平行して行う。これらを通じて生じた課題・改善点を集約、随時観測機器の改良を行い、通信・防災分野の各種学会発表を通じて、研究成果を公開していく。

3. 結果および考察

(1) 津波避難訓練の機会を活用した実証実験

非常時で観測機器運用を検討するため、2019年10月26日に福島県いわき市薄磯区で開催された津波避難訓練の際に、本研究の構想に基づく実証実験を行った。本実験では、非常時において、自由に稼働するドローンカメラと定点観測カメラとの観測範囲の違いを、2台のドローン (DJI 社製 MAVIC 2 ENTERPRISE DUAL および Phantom 4) を運用して再現することを試みた。1台は“ドローンカメラ”としての役割を担い、避難訓練会場を飛び回り、もう1台は“定点観測カメラ”として、指定高度・指定方向の観測を行い、どちらも沿岸部で逃げ遅れている避難残存者の観測を行った (図1)。

このドローンカメラと定点観測カメラを運用する上での利点・欠点は、死角・機材の起動時間の違いなどから評価できる。ドローンカメラでの観測を行う場合、法的規制に基づき、操縦者がドローン本体を目視でき、航空法の制約内の高度の範囲での観測が原則となるが、2-4km 四方・人口 200 人規模の沿岸集落であれば、ドローン本体を随時移動させることでほぼ死角を生じない観測が可能である。一方で、機材の起動準備に数分の準備時間が必要となる。地震発生から数分後に津波が襲来するような集落の場合は、この準備時間の影響は非常に大きい。

他方で、定点観測カメラを用いた場合、ネットワークの輻輳が起きていないという前提で、常時観測が行われているのであれば、準備時間の大幅な短縮することが可能である。しかしながら、これらを取り付ける一般的な電柱の地上高が 10m~12.5m とされている日本の環境下において、防災緑地等を設けた東日本大震災後の土地利用構造では、ドローンと比較すると多くの死角が生じてしまう。これを解決するためには、観測対象の集落内に複数の定点観測カメラを設けるか、もしくは定点観測カメラを地上高 30m 前後の高さに設置する必要があることが今回の実証実験の中で明らかとなった (図2)。これらを統合すると、非常時の運用を想定するのであれば、ドローンもしくは定点観測カメラのどちらかに観測手段を限定するのではなく、双方の利点を生かし、複数の観測手段を用いるべきであると考えられる。

(2) 非常時限定運用の観測機器とは異なる常設観測機器のあらたな運用手段の示唆

非常時のみではなく、日常時の運用方法について議論するために、外部研究者を招聘した研究会を 2020 年 2 月 21 日に開催した。この研究会では、前述の先行実証実験の結果も含め、各分担者が取り組む研究について情報交換・議論を行った。このうち、外部招聘者のひとりである金沢大学 藤生慎准教授らは、ドローン等に搭載した超高解像度カメラの画像を用いた橋梁の画像診断の可能性に関する研究を行って



図1 津波避難訓練での実証実験

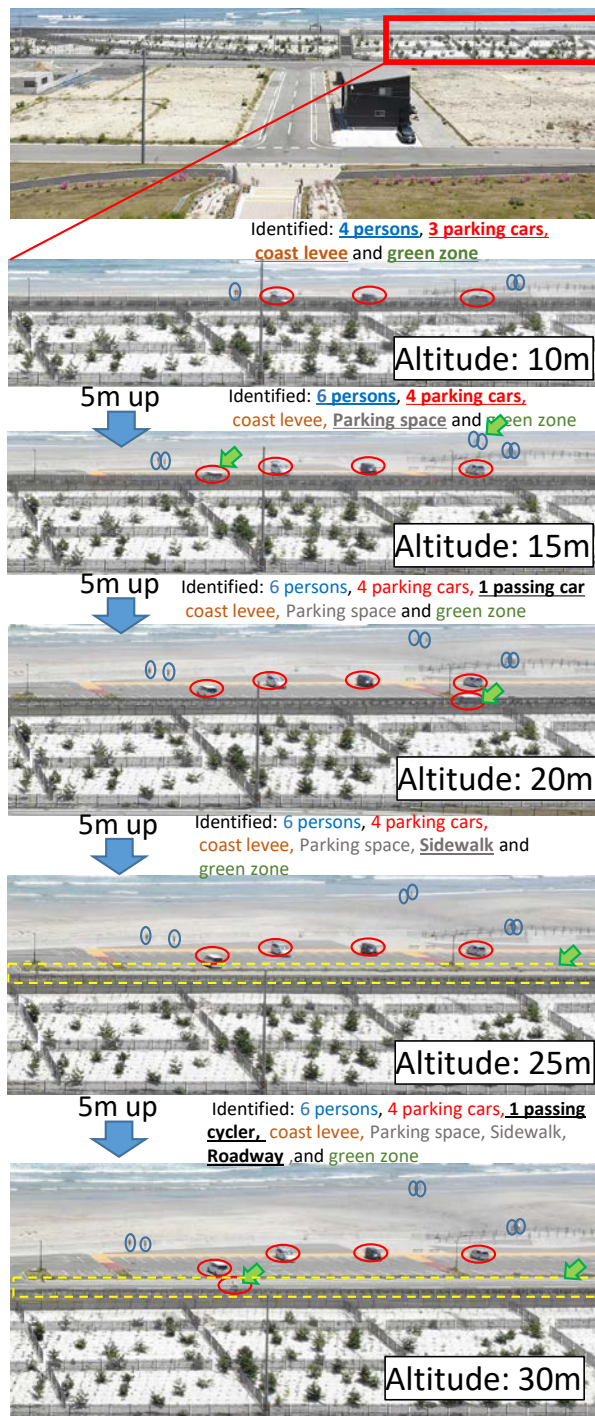


図2 各観測高度の違いによる死角の変化

いる¹⁾。これは従来であれば点検用足場の組み立てが必要となる橋梁点検を、簡素化できる可能性を秘めた取り組みである。藤生らは、さらに超高解像度カメラの画像を5Gネットワーク回線によって転送し、転送先のサーバー内でそれを自動解析することで、橋梁のひび割れ・鋼材の腐食の観測を定期的に行うことができるシステムの構築に取り組んでいる。これは、診断技術を持つ専門職員を現場に派遣する必要がなくなり、現在においても沿岸部の主要な橋梁には、交通量や潮位観測を行うための定点観測カメラが設置されている事例があることから、これらのスペック・配置場所を調整することで、橋梁の老朽化点検にも活用できる可能性が、研究会内での議論を通じて示された。

4. 結論

本研究では、定点観測防災IoT機器を導入するにあたって、防災用ドローン等の既存技術と比較したうえでの日常・非日常時運用の利点・欠点についての整理を行った。

今後の展開として、本研究では「非常時」とは、災害等が発生した直後の短期間をイメージしており、それ以外の時間を「日常時」と見なしていたが、ウィズ/アフターコロナのニューノーマル様式の支援策として、「長期におよぶ非常事態下」という状況も想定していく必要がある。本プロジェクトの先行実証実験にご協力いただいた福島県いわき市薄磯区では、ドローンや観測カメラ等を活用した登校見守り活動を行うことが検討されている。この実装に向けて今後支援活動を展開していく予定である。

5. 参考文献

1. 南貴大, 藤生慎, 他 超高解像度カメラで撮影された画像を用いた橋梁点検の実施可能性に関する基礎的検討, 社会技術研究論文集 Vol.15, pp54-64, 2018

6. 論文・学会発表、受賞、特許

(1) N. Yokota, H. Yasaka, K. Sugiyasu, and H. Takahashi, "Spatial Distribution Extraction of Visible Light IDs for Supporting Robotic Rescue Efforts," 2019 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp. 7-8, Osaka, Japan, 15-18 Oct. 2019. (Excellent Paper Awardを受賞).

(2) K. Sugiyasu, H. Takahashi, N. Yokota, K. Sugiyama, and K. Onodera, "Method of Decreasing Dead Angle Zone under the Tsunami Evacuation Patrol used by UAVs," 2019 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp. 1060-1061, Osaka, Japan, 15-18 Oct. 2019.

(3) 杉安和也, 高橋秀幸, 横田信英, 橋一光, 松本行真, "ドローンによる残存者探索を組み込んだ津波避難訓練の取り組み-2019年福島県いわき市薄磯区の事例-", 令和元年度東北地域災害科学研究集会, Dec. 2019.

新規金属フタロシアニン錯体を用いた二酸化炭素固定触媒の開発

岩瀬和至¹ 阿部博弥²

¹多元物質科学研究所、²学際科学フロンティア研究所

1. 研究目的

近年、温室効果ガスである二酸化炭素(CO₂)の排出量が増大していることから、CO₂を再資源化する手法の開発が急務である。そこで温和な条件で進行し、再生可能エネルギーにより得られる電力を用いることが可能な「CO₂の電気化学的還元による固定化(Carbon dioxide reduction reaction, 以下 CO₂RR と表記)」が注目されている。CO₂RR の触媒反応条件では、二酸化炭素の還元反応のみならず、水素の発生反応が副反応として起こる。つまり、CO₂RR 触媒においては、目的とする反応を選択的に進行させ、副反応である水素生成を抑える必要がある。これまでの研究から、金属活性中心を有する電極触媒では、活性中心の金属種やその配位構造、及び電子状態が触媒活性及び生成物選択性を決める支配因子であるということが知られている。つまり、高活性な CO₂RR 触媒を得るためには、上述の要素を適切に選択、制御する必要がある。

本研究では、高活性な CO₂RR 触媒として機能しうるものとして、金属フタロシアニン錯体及び、その配位子の一部を置換した金属フタロシアニン錯体類縁体に着目した。有機錯体は、その金属中心の金属種、及び有機配位子の高い設計自由度を有することから、高活性を示しうる CO₂RR 触媒の候補として有望である。これまでの研究において、有機錯体からなる電極触媒では、金属活性中心の金属種及び錯体の有機配位子の構造が CO₂RR 反応の活性及び選択性を決める重要な因子であることが報告されている。目的とする反応を高効率で反応させる生体酵素においても、金属活性中心の金属種とその配位環境を精密に制御することでその高い反応活性及び選択性を達成している。そこで本研究では、金属フタロシアニンの類縁体を用いて、高活性 CO₂RR 触媒の開発及び高活性 CO₂RR 触媒として機能しうる材料の設計指針を得ることを目的として研究を行った。本研究の概略を図 1 に示す。

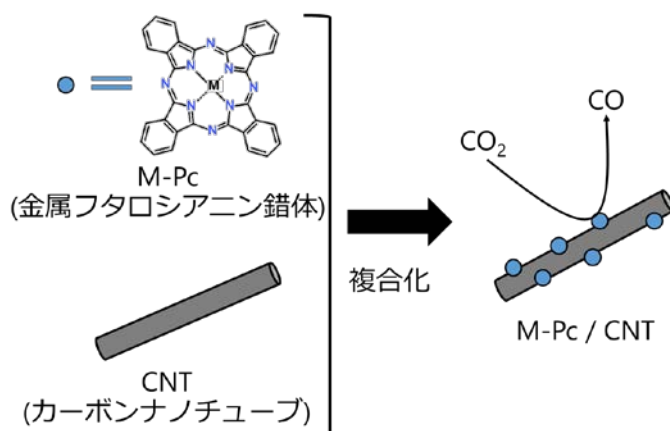


図 1. 本研究の概略

2. 研究方法

本研究で用いる有機金属錯体(金属フタロシアニン)は、既報を参考に合成する[1]、もしくは市販品を購入することにより得た。電気化学測定に用いる触媒は、既報を参考に金属錯体及びカーボンナノチューブ(CNT)を有機溶媒中で混合、乾燥することによって得た。電気化学測定は、アルゴンを飽和させたリン酸緩衝溶液(PBS)もしくは二酸化炭素を飽和させた0.1 M KHCO_3 水溶液(pH 6.8)にて行った。ナフィオン膜で隔離した自作の2室セルを電気化学測定に用いた。参照極には銀/塩化銀電極、作用極にはグラッシーカーボン電極、対極には白金線を用いた。生成物はガスクロマトグラフィーにより定量した。

3. 結果および考察

走査型電子顕微鏡による構造解析の結果、前駆体である金属フタロシアニン由来と見られる大きな凝集体は見られなかった。また、X線吸収微細構造分析により、担持した金属錯体の電子状態を解析した。その結果、有機溶媒中で処理した金属錯体の電子状態は酸化物やバルク金属(金属0価の凝集体)と異なっていることが明らかとなった。これらの結果及びその他分光分析による解析の結果から、これまでの研究と同様に金属フタロシアニン錯体 / CNT複合体が触媒として得られたことが示唆された。

続いて、サイクリックボルタンメトリー(CV)の測定を行った。アルゴン飽和させたPBSにて測定を行ったところ、全ての錯体について、担持金属由来の酸化還元対が観測された。また、異なる有機配位子を用いることで酸化還元対のピーク電位がシフトしており、本研究の目的通り配位子の適切な選択により金属活性中心の電子状態が制御可能であることがわかった。次に、二酸化炭素飽和溶液にてCV測定を行ったところ、全てのサンプルにおいて還元電流が観測された。

還元電流の生じている領域でCO₂RRが進行しているかを確認するために、定電位測定を行い、そのCO₂RR生成物をガスクロマトグラフィーにより定量した。その結果、CO₂RR生成物として一酸化炭素(CO)が生成していることがわかった。また配位子の種類により、CO生成活性が異なることも測定の結果より明らかとなった。副生成物として水素の生成が確認された。

研究代表者の岩瀬の研究室で所有している理論計算用ワークステーションにおいて、第一原理計算に依る反応メカニズム解析を行った。その結果、有機配位子の違いにより金属中心の電子状態が異なること、それによりCO₂RRによるCO生成エネルギーが異なっていることが示された。今後は詳細な反応メカニズムの解析や、生成物選択性の違いの起源について検討していく。

4. 結論

本研究提案では、金属フタロシアニン及びその類縁体をベースにして、有機配位子がCO₂RR活性に与える影響を調べた。実際に、配位子の選択により金属活性中心の電子状態、ひいては二酸化炭素還元活性(CO₂RR活性)が異なることがわかった。本研究の成果は、高活性・選択性を有するCO₂RR触媒開発の分子設計に有用な知見を提供できる。本研究の成果は現在論文に取りまとめているところであり、今後は本研究の知見を本研究で測定した金属フタロシアニン錯体だけでなく、他の有機錯体にも展開していく予定である。

5. 参考文献

1. H. Abe *et al.*, *NPG Asia Mater.* **2019**, 11:57.

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：(科研費 若手研究、層状化合物を担体とした単原子状金属活性中心を有する高活性電極触媒の開発、岩瀬和至(研究代表)、¥3,300,000-)

火星探査航空機向け誘電エラストマアクチュエータ に対するポリアミドの適用可能性検討

研究代表者名、および共同研究者名

藤田昂志¹、奥村知世²

所属部局

¹流体科学研究所、²多元物質科学研究所

1. 研究目的

本研究では最終的に、誘電エラストマアクチュエータを活用した革新的な火星探査航空機の開発を目指している。それに向けたこの研究での目的は、誘電エラストマアクチュエータへのポリアミド系材料の適用可能性を明らかにすることである。

2. 研究方法

本研究では、誘電エラストマアクチュエータを翼に適用した火星探査航空機の実現を目指し、ポリアミド系材料の誘電エラストマアクチュエータへの適用可能性を検討する。そのために、奥村が誘電エラストマアクチュエータ向けにポリアミドの材料開発を行い、藤田がそれを用いて火星探査機の駆動機構への適合性を評価する。

<2019年2Q>

- ・奥村：文献調査
(誘電エラストマアクチュエータの要求物性、ポリアミドでの過去検討、改質の方向性の探索)
- ・藤田：先行研究を利用した従来材料による誘電エラストマアクチュエータの作製、評価法の検討

<2019年3Q>

- ・奥村：誘電エラストマアクチュエータ向けのポリアミド材料の作製
(材料作製は既存設備を利用予定)
- ・藤田：奥村からの提供材料による誘電エラストマアクチュエータの作製、評価

<2019年4Q>

- ・奥村：材料作製継続。高分子物理調査のため学会参加
- ・藤田：評価継続、採用・検討継続可否判断

3. 結果および考察

今年度の研究では、主に(1)ポリアミド材料に関する研究、および(2)誘電エラストマアクチュエータ駆動システムの開発、の2点を行ってきた。

(1)のポリアミド材料に関する研究としては、ポリアミドの強誘電性と内部分子構造の関係を調査した。また、誘電エラストマアクチュエータ用のポリアミドを試作した(図1)。しかし試作したポリアミドは柔軟性が不足しており、今回の期間中に誘電エラストマアクチュエータとして試験することはできなかった。

(2)の誘電エラストマアクチュエータ駆動システムの開発では、高電圧配線等システム一式を選定し、図2のような試験装置を開発し、試験運転を行った。製作した試験装置は、誘電エラストマアクチュエータを正常に駆動させることができた。



図1 試作した誘電エラストマアクチュエータ用のポリアミド



図2 試作したアクチュエータ

4. 結論

本研究では、火星探査航空機への適用を目指して、誘電エラストマアクチュエータに対するポリアミド材料の適用可能性を検討した。今回初めて試作した誘電エラストマ用のポリアミドは残念ながらアクチュエータとしては使用できないものだったが、今後の開発に向けて有効な知見が得られた。また、誘電エラストマアクチュエータの開発・試験環境を整えることができ、今後の共同研究開発に対して有意義な活動を展開することができた。

5. 参考文献

なし

6. 論文・学会発表、受賞、特許

なし

岩瀬報告書

奥村藤田報告書

次に、「平成 30 年度若手研究者アンサンブルグラント第 2 ステージ」の採択課題を表 1-2 に示します。続いて、採択された 2 件の研究課題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（平成 2 年 6 月末）で、10 件の学会発表があり、外部研究費 1 件総額 3,380 千円が獲得され、他に 3 件総額 8,000 千円が申請中および申請予定とされております。

表 1-2 平成 30 年度若手研究者アンサンブルグラント（第 2 ステージ）の採択課題一覧

◎ 研究代表者 研究分担者	所属・職名	研究課題名
◎田邊亜澄 羽鳥康裕 石橋 遼	加齢研・助教 通研・助教 スマートエイジング学際重点研 究センター・特任助教	“いらんことしい”の行動原理 ーサリエンシーが高い情報への注意制御が記憶 パフォーマンスに及ぼす影響
◎田中利和 甲斐洋行 伊藤大亮 是恒さくら 井上雄太	東北ア・学術研究員 AIMR・助教 医工学研究科・助教 東北ア・学術研究員 Duke University・MBA candidate	履いて身体を理解・表現するアフリカ地下足袋 協奏の実践的研究

“いらんことしい”の行動原理—サリエンシーが高い情報への注意制御が記憶パフォーマンスに及ぼす影響

田邊亜澄¹、羽鳥康裕²、石橋遼¹

¹加齢医学研究所、²電気通信研究所

1. 研究目的

われわれヒトは多くの情報に取り囲まれて生活している。しかしヒトが一度に注意を向け処理できる情報量は限られているため、すべての情報を処理することは難しく、われわれは常に情報の取捨選択を迫られている。もし不要な情報を取り入れてしまえば、その分必要な情報に注意を向けることが難しくなってしまう。本研究では、一時的に情報を処理・保持する認知機能である「ワーキングメモリ」の観点に基づき、不要な情報に対する注意制御が情報の処理・保持に対しどのように影響するのかを検討する。ワーキングメモリとは、情報の一時的な処理と保持を行う認知システムであり、音韻情報を保持する音韻ループや視空間情報を保持する視空間スケッチパッドといった情報保持コンポーネントを中央実行系と呼ばれる制御コンポーネントが管理していると考えられている[1]。

本研究の前身となる研究では、研究代表者の田邊が開発した視覚的ワーキングメモリ課題「ピクチャースパンテスト」[2]を用いた検討を行った。具体的には、課題材料としての様々な光景画像内における各空間的位置への注意の惹きつけられやすさをサリエンシーマップという手法から数量化して変数とし、ワーキングメモリパフォーマンスへの影響を一般化線形混合モデルにて検討した。その結果、注意を惹きつけやすいが課題に不要な情報を誤って記憶してしまう個人はワーキングメモリ容量が小さい傾向にあると示唆された。同様に、注意を惹きつけやすいが課題に不要な情報を誤って記憶してしまう傾向があると、複数の課題目標を達成する課題において無関係な行動をとってしまう傾向（これがいわゆる「いらんことしい」に相当する）があることが示された。つまり、現前の目標に無関係な情報処理・保持が目標達成行動において不利に働いていると考えられる。

では、現前の目標に無関係な情報は、課題処理のどの時点で影響を生じているのであろうか。光景内において視線を奪われるような目立つ部分はそうでない部分に比べて覚えやすいといわれている[3]ことから、目標に無関係な情報はその目立ちやすさから注意を惹きつけ、一度情報を処理・保持されてからその情報を抑制される可能性がある。そこで本研究では、「ピクチャースパンテスト」を遂行するときの眼球運動を測定し、用いた光景画像のどの部分が見られ情報処理されているのか、よく見られた部分は実際に情報が保持されているのかを検討した。

2. 研究方法

ワーキングメモリ課題としてピクチャースパンテストを用い、課題遂行中の眼球運動をTobii Eye Tracker 4Cによって測定し、注視点位置や注視点数、注視時間を記録した。ピクチャースパンテストにおいては、光景画像を見ながらその光景場面に文脈的にふさわしくない物体がないかを判断し、また同時に画面の中の赤枠で指示される部分を記憶するよう教示した（実験刺激例として図 1a を参照）。記憶した部分は画像掲示直後に強制選択型再認によって正しく記憶しているかどうか確認した（再認選択肢例として図 1b を参照）。再認選択肢には、光景画像提示時に画像の中に含まれていたものの記憶するよう指示されていない部分が含まれており、これを選択した場合を侵入エラーとした（図 1b の例では下側の例が侵入エ

ラーの選択肢となる)。侵入エラーはワーキングメモリ課題において、「記銘時に掲示されるものの記憶することは求められていない情報」を誤って記憶し、再生/再認するエラーであると定義され、このエラーが少ないほどワーキングメモリでの情報制御が十全に行われていると考えられている[4, 5]。本研究ではワーキングメモリの容量を推定するために、同時に覚えることができたオブジェクトの数（スパンサイズ）を算出した。スパンサイズ算出は言語性ワーキングメモリのスパンテストを開発した Daneman と Carpenter の手法に基づいた[6]。

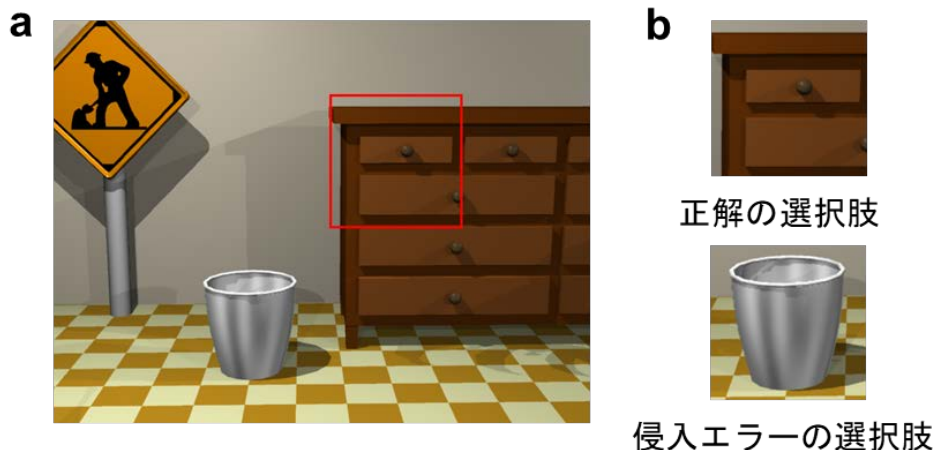


図 1 ピクチャースパンテストで用いた実験材料の例。a は記銘時の、b は再認選択肢の例

実験材料の光景画像はそれぞれ、MATLAB のツールボックスである Graph-Based Visual Saliency toolbox[7]を用いてサリエンシーマップを算出し、画像ごとに z 正規化した。その上で再認時の正答選択肢になる部分（以下記憶対象と呼ぶ）と侵入エラー選択肢になる部分（以下侵入領域と呼ぶ）のサリエンシーマップの値の平均値を算出した。また各画像において、注視点とサリエンシーマップの相関を見る Normalised Scanpath Saliency[8]（以下NSSと略す）を算出した。

現時点で実験参加者 26 人分のデータを得た。実験参加者は自発的に参加した東北大学の学生であり、実験参加に際してその内容に同意を得た。

3. 結果および考察

ピクチャースパンテスト遂行時の注視点の分布については、侵入領域が注視されるパターンとそうでないパターンの両方があった。目立ちやすさとの関係においても、目立ちやすい領域を注視していた場合と、目立ちやすい領域であってもほぼ注視していない場合の両方があった。図 2a に目立ちやすい領域を注視していた例を、図 2b に目立ちやすい領域を注視していなかった例を示す。図 2 中の各円はそれぞれ注視点を表し、黒い円が最初の注視点、青い円が最後の注視点となる。光景画像中赤-緑で着色されているところはサリエンシーマップの値の高いところをさし、赤いエリアが最もサリエンシーが高い部分となる。

また NSS とピクチャースパンテストのスパンサイズについては有意な相関が得られなかった。NSS は注視点が高サリエンシーの高い領域にあるかどうかの指標になることをふまえると、サリエンシーの高い領域自体を注視していればその情報が保持されるとは限らないと考えられる。しかし、NSS は画像によって高くなるものとそうでないものが混在しており、被験者ごとに提示された画像の特性を考慮せねばならない可能性がある。

注視点数・注視時間とスパンサイズについては、記憶対象、侵入領域ともに注視時間とスパンサイズに弱い負の相関がみられた。つまり、特定の領域を注視している時間が長いほどワーキングメモリにおける情報の保持量が小さくなる傾向があると考えられる。ピクチャースパンテストをはじめワーキングメモリ課題では限られた時間内に情報の処理と保持を行う必要があることから、特定の領域に対し長く注視して処理を行っている、そのほかの部分

の領域の処理につかえる時間が減少し、結果的に課題目的に沿った情報の保持がしにくくなるのではないかと考えられる。Barrouillet らがワーキングメモリに保持できる量を推定する際に、保持する項目の量だけを数えるのではなく個々の情報処理過程にかけられる時間も考慮すべきだと主張している[9]ことから、光景画像でみられるような複数の情報を持つ状況下でも各要素の処理を短時間でを行うことが効率のよい情報保持を可能にし、目標達成行動に資するのではないかといえる。

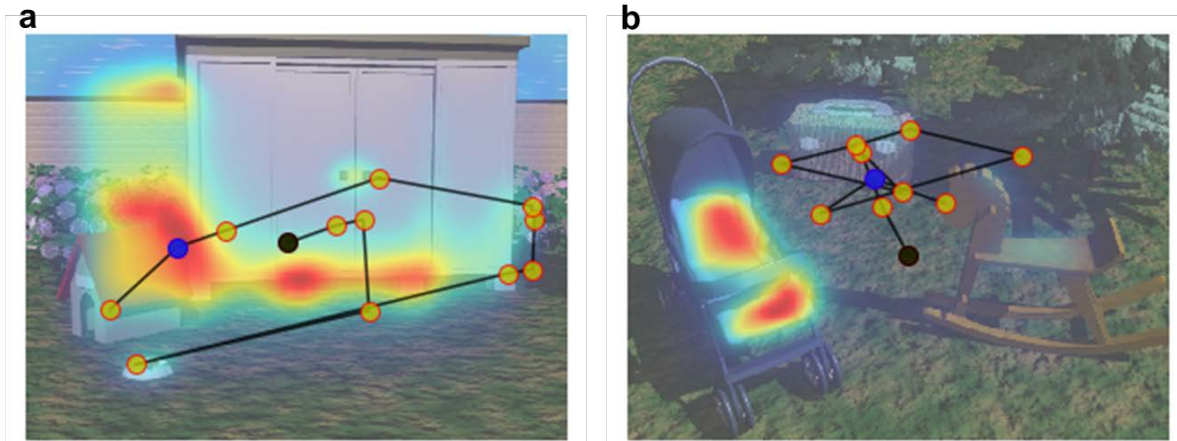


図 2 実験画像の注視例。a はサリエンシーの高いところを注視していた例。b はサリエンシーの高いところを注視しなかった例。

4. 結論

本研究では、視覚的ワーキングメモリ課題であるピクチャースパンテストにおいて、課題目標に関する情報・関係しない情報の目立ちやすさを算出し、課題遂行中の眼球運動を測定することによって目立ちやすさが情報の処理・保持に与える影響を検討した。その結果、目立ちやすい部分を注視する傾向と課題成績に有意な相関がみられなかったことから、目立ちやすい領域自体を注視していればその情報が保持されるというような単純な関係ではなく、個々の情報処理に着目する必要があることが示された。また、画像領域を分割して検討すると、課題目標に関する領域・関係しない領域の双方について、領域内の注視時間が長いと課題成績が低くなる傾向がみられた。このことから、個々の情報処理に時間をかけてしまうと効率的な情報の処理・保持が損なわれる可能性が示唆された。

今後はさらに実験参加者の人数を増やして結果の信頼性を高め、また正答指標だけでなくエラーの指標も含めて分析することを予定している。

5. 参考文献

1. Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29.
2. Tanabe, A. & Osaka, N. (2009). Picture span test: Measuring visual working memory capacity involved in remembering and comprehension. *Behavior Research Methods*, 41, 309-317.
3. Santangelo, V., & Macaluso, E. (2013). Visual salience improves spatial working memory via enhanced parieto-temporal functional connectivity. *Journal of Neuroscience*, 33, 4110-4117.
4. De Beni, R., Palladino, P., Pazzaglia, F., & Cornoldi, C. (1998). Increases in intrusion errors and working memory deficit of poor comprehenders. *Quarterly*

Journal of Experimental Psychology, 51A, 305-320.

5. Osaka, M., Nishizaki, Y., Komori, M., & Osaka, N. (2002). Effect of focus on verbal working memory: Critical role of the focus word in reading. *Memory & Cognition*, 30, 562-571.
6. Daneman, M. & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
7. Harel, J., Koch, C. & Perona, P. (2006). Graph-based visual saliency. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 19, 545-552.
8. Peters, R.J., Iyer, A., Itti, L., Koch, C. (2005). Components of bottom-up gaze allocation in natural images. *Vision Research*, 45, 2397-2416.
9. Barrouillet, P., Bernardin, S. & Camos, V. (2004). Time constraints and resource sharing in adults' working memory spans. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 83-100.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

(学会発表)

- ・石橋（田邊）亜澄 展望記憶課題遂行におけるモダリティ特異的認知資源配分, 公募シンポジウム SS-045 展望的記憶:「あっ! やらなきゃ」を支える未来の自発的認知 日本心理学会第 83 回大会
- ・Tanabe-Ishibashi, A., Ishibashi, R. & Hatori, Y. (2019). Salient items intrude in visual working memory. the 21st Conference of European Society for Cognitive Psychology

7. 外部研究費等申請

獲得: 該当なし

履いて身体を理解・表現する アフリカ地下足袋協奏の実践的研究

田中利和^{5(異動前1)}、甲斐洋行²、伊藤大亮³、是恒さくら¹、井上雄太⁴

¹東北アジア研究センター,²AIMR,³大学院医工学研究科,⁴Duke University,
⁵龍谷大学経済学部

1. 研究目的

第1ステージ採択課題「足を護りセンシングするアフリカ地下足袋の協創に関する研究」の目的は、「足を護り生体センシングするウェアラブルデバイスとしてのエチオピア産地下足袋=エチオタビセンシング」の開発と普及の実現可能性について、「アフリカ地下足袋」文化、「生体センサー」技術、「公衆衛生」医学の異分野・文理連携による共同研究によって総合的にあきらかにすることであった。

2019年3月11-17日の7日間エチオピア・ウォリソでのフィールドワークでは、人類史上・アフリカ大陸で初の足裏の圧力と温度を測定可能なインソールを組み込んだ、ウェアラブル生体センサ搭載の地下足袋=エチオタビセンシングを7足、現地の人びとと協創した。この実績により今後エチオピアや日本・世界の人びとが必要とする情報をセンシングできる地下足袋を柔軟に制作できる体制を構築した。

日本の発明品である地下足袋とセンシング技術がエチオピア文化と融合する過程で、軽量かつ安価で作成でき労働作業者の足を「護る」という地下足袋の本来の役割(近藤 1979;潮田 1973)のみならず、安価で高品質の素材(羊革など)とアフリカ独自の優れたデザインで、人間の足に優しい機能を有す「健康」日常履物としての表現可能性が浮き彫りになってきた。そこで、本第2ステージでは、地下足袋を履いて身体を理解・表現する協奏研究の実践=エチオタビセンシングアンサンブルの特質解明を目的とした。エチオタビセンシングというテーマと各専門家が、東北大学若手研究者アンサンブルという舞台上で協奏することで、有機的に調和し、あらたな形で持続的な地下足袋文化と学際研究が創造されていくというのが本研究の仮説である。そのために地下足袋文化が芽吹くエチオピア中央高原ウォリソを検証のフィールドワークの場とし、エチオタビセンシングにまつわる 1.煮る 2.図る 3.解る 4.表る 5.贈る、をテーマとした実践的な調査をする。この協奏研究の成果を多角的に評価し、今後の持続的な研究・実装・表現の発展に必要な知識・役割・制度などについて具体的にあきらかにする。本事例研究の成果をふまえ、多様な専門や価値を編みこむことによって創生される学際研究の意義、醍醐味、機能をあきらかにしていくことも本協奏研究の目的である。

2. 研究方法

A. 専門分野相互作用発展のパーティー

図1は、各専門分野の役割と相互作用的発展のイメージである。1.田中(地域研究・文化人類学)はエチオピアにおける牛と作物と人が協働作業によりともに成長する実践としての牛耕の文化人類学的研究(田中:2019)を通じて、作業時の(地下足袋)の有用性を見出した。その後地下足袋協創の地域研究を開始し、本グラント申請を通じた人との巡り会いによって研究を組織した。センシングを専門とする2.甲斐(工学・ウェアラブルデバイス)、と医療データ・経営分析を専門とする5.井上(公衆衛生学・経営学)の3人で、エチオタビセンシングの開発・普及に関する研究を第1ス



図1. 研究体制と相互連関

ページでは開始した。第2ステージでは、人間の運動機能分析を専門とする 3.伊藤 (医学・運動機能解析) の参加によって、センシングで測るデータを健康情報として医学の側面から解釈可能となる。エチオタビセンシングの意義や価値の深化・多様化という点では、芸術冊子『ありふれたくじら』を個展と出版によって発表してきた美術家の 4.是恒 (芸術・デザイン工学) の加入によって、表現可能性を拡張する。元 Deloitte Tohatsu Consulting 所属の 5.井上 (公衆衛生学・経営学) が、Duke University(MBA 課程に所属)に留学のため、アメリカから人類の健康履物の共有という点について考察が可能となる。エチオタビセンシングというテーマをめぐる、5人のメンバーが対話と協働の実践を通じて相互連関的に各専門がアンサンブルによってブレンドされ、あらたな要素を互いに取り入れることで、ともに発展していける構成となっている。

B. 東北大学界限における若手研究者ブレンド促進の仕掛け

第2ステージでは、本研究会による定期的な顔をあわせての打ち合わせ(井上はスカイプ等でアメリカより参加)に加えて、東北大学界限主催の学際交流企画：アカトークや、是恒の個展、京都大学などの他大学での学際研究交流会にともに参加し、協奏研究パーティー内・外との対話を日常的に活性化する。

C. 展示を主とした協奏のフィールドワーク

田中は東アフリカに位置するエチオピアの標高 2000m で冷涼な気候である中央高原オロミヤ州ウォリソ市で 2007 年から調査開始し、19 回の渡航合計 1150 日滞在してきた(本フィールドワーク前まで)。地域社会のこれまでの長年の協働のフィールドワークの経験と実績によって、精度の高い情報を現地語(オロモ語)で得ることができる。地縁もあるため、実践的なフィールドワークを実施するにあたっての現地の理解もすでに得られている。田中が 2020 年 1 月に伊藤と是恒との 3 人による共同のフィールドワークを実施するために現地協働者の起業家・皮革職人カッバラ氏はじめ、農村の人びとと交渉し段取りをする。

3. 結果および考察

A. B. 日常的交流による協奏の「ごった煮」概念の創出

協奏研究推進のための国内における様々な交流機会の創出をつうじて、さまざまなインスピレーションを互いに得られた。2019 年 7 月 7 日は是恒の「閼-いき-を編む」の展示へ田中・甲斐が訪れ、是恒の展示や表現を体感する機会を得られた。東北大学金属材料研究所の富松氏が主催する「アカトーク」というイベントでのコラボ企画では、2019 年 11 月 8 日に Vol.5 エチオタビ特集を組み(図 2.)、田中・伊藤・是恒の各々のこれまでの活動と、フィールドワークの計画について参加者と対話をした。2020 年 1 月 17 日におこなわれた、第 7 回、京都大学学際研究着想コンテストフォローアップ大会では、甲斐がアンサンブル第 1 ステージのフィールドワークで制作したセンサ搭載地下足袋=エチオタビセンシングをデモンストレーションし、是恒が現地フィールドワークで展示するために作成した「風呂敷」をもって、ともに発表した。京都大学界限の学際研究との交流をつうじて、さまざまな分野が、それぞれの専門の音色・具材をもちよって、協奏・混ざりあう東北の芋煮会のような「ごった煮」という、本協創研究を比喻する概念の種をえることができた。



図 2. 研究体制と相互連関

C. エチオピアの人びととの展示・身体に関するフィールドワーク [2020年1月20-26日]

田中・伊藤・是恒でフィールドワークをおこなった。田中が現地職人のカップラ氏に日本から注文をしておいた展示用100足のエチオタビは、出発前には完成の報告をうけていた。しかし、実際にウォリソ市の工房に1月22日に到着してみると1足も完成しておらず、現地との協奏の難しさを実感する始まりとなった。縫製職人のヨナス氏と首都アディスアベバから応援に駆けつけた吊り込み職人のムスタ氏の協力も得られ、展示当日の1月25日までに、28足を用意することができた。あわせて、日本の地下足袋老舗企業の岡山の「丸五」に提供をいただいた、日本製の地下足袋もあわせて、展示の準備をおこなった。

是恒を中心に展示デザインをした。首都アディスアベバに到着した際にティムカットという祭日を祝う3色の三角旗の街中を飾る装飾にインスピレーションを受けて、農村の住民とともに生活をしながら、協働制作をおこなった。現地の生活風景である特徴的な家屋や家畜、道具や植物、人物等を、農村の人びとに絵で三角の画用紙に表現してもらった(例、図3.4.5)。合計141枚の絵を街中の三角旗の装飾のように、吊るし、エチオタビを地面に並べて展示・鑑賞の場を設けた(写真1.)。1月25日、26日の展示撮影会では、展示スペースを用いて、農民たちに履いて身体をさまざまな形で表現してもらった(写真2.)。

伊藤を中心に、生活体験を共にしながら住民らの日常生活における行動・身体の動きの特徴や健康状態を分析し、田中が音頭をとってエチオピアの現地職人と開発・普及に取り組んできたエチオタビと、エチオタビセンシングの活用と改良点をともに考察した。



写真1. 展示発表の様子



図3.4.5 エチオタビ・去勢牛・人



写真2. 履いて表現する農民

4. 結論

第2ステージの本協奏研究では、人類史上初、アフリカ大陸における、エチオタビと身体にまつわる展示を農村で、実現することに成功した。現在の挑戦は、第1ステージのエチオタビセンシングの成果と、この第2ステージの展示成果のごった煮を試みることである。

この両協奏ステージを通じて考えた、アンサンブル研究の特徴の1つは、各自の専門と世界を、持ち寄って、心地よく「いきぬく」ことができる時間と、空間を、あらたな仲間と、共有できるという点である。私達は、芋煮会のように、それぞれの知や力を持ち寄って「ごった煮」になることによって、実にうまい「しる(汁・知る)」をともに味う、贅沢な体験をできるのである。この「ごった煮の協奏研究」経験は、それぞれの気付きや、課題解決、応用の着想といった実りをもたらしてくれるのみならず、各自の研究や活動の発展への、希望を見いだす種となって育っていくと確信している。私達の第3ステージの舞台でも、アンサンブルの音色を奏でながら、心地よく、引き続き楽しんでいきたいと考えている。

5. 参考文献

近藤四郎(1979)『足の話』岩波新書.

潮田鉄雄(1973)『はきもの』ものと人間の文化史.

田中利和(2018)『牛とともに耕す：エチオピアにおける在来犁農耕の未来可能性』松香堂書店.

6. 論文・学会発表、受賞、特許

学術界限口頭・ポスター発表

井上雄太, 甲斐洋行, 田中利和, カツバラレグゲサ「エチオピアと作る地下足袋の健康視点での価値探求」第33回人類生態学研究会, 2019年7月29日.

田中利和「エチオピア地下足袋をめぐる協奏の実践的研究」第2回COI学会, 2019年9月18日.

甲斐洋行, Kebere Legesse, 井上雄太, 田中利和「地下足袋型ウェアラブルセンサのプロトタイプピング」第36回電気学会「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 2019年11月20日.

田中利和, 甲斐洋行, 伊藤大亮, 是恒さくら, 井上雄太「フィールドワークによるアフリカ地下足袋協創の超学際研究」第3回COI学会, 2020年7月2日.

田中利和, 甲斐洋行, 伊藤大亮, 是恒さくら, 井上雄太「アフリカとの知の共有 Jika-Tabi をつうじた新たな技術文化の創造と革新過程の研究」第7回京都大学学際着想コンテスト・フォローアップ大会, 2020年1月17日.

田中利和, 甲斐洋行, カツバラレグゲセ, 井上雄太「Ethio-Tabi の創造に関する実践的地域研究④地下足袋ウェアラブルセンサの共創フィールドワーク」第29回日本ナイル・エチオピア学会, 2020年4月19日.

田中利和, 甲斐洋行, 伊藤大亮, 是恒さくら, 井上雄太「フィールドワークによるアフリカ地下足袋協創の超学際研究」第3回COI学術交流会 2020年7月2日.

学術誌通信など

田中利和(2019)「アフリカと地下足袋をめぐる東北大学若手研究者アンサンブル共同研究活動」『東北大学東北アジアニューズレター』82:8.

7. 外部研究費等申請

採用

科学研究費(若手研究)「現代エチオピア高地における役畜農耕文化複合とローカルイノベーションの地域研究」代表・田中利和:4年338万

3. 2020 年度若手研究者アンサンブルグラント実施報告

2020 年度の若手研究者アンサンブルグラントは、新規課題（2019 年度以前の「第 1 ステージ」に相当）と継続課題（2019 年度以前の「第 2 ステージ」に相当）の 2 種類の枠を設定しました。それぞれについて、前年度までの審査方式から一新した形式で募集を行いました。

新規課題に関しては、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簡単なスクリーニングを行った後にランダム選択（抽選）によって採択する方式を導入しました。根底にあったのは、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という認識と、申請の労力軽減のための方法の模索、さらに、アンサンブルプロジェクトにこれまで以上に多様な研究者が参加することによる一層の活性化への期待です。そのような問題意識のもと、多様な研究を予断なく支援することと、申請のハードルを下げて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。

また、継続課題に関しては、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元に、自由参加のオープンな審査会における研究成果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、参加者の投票による課題の採択を行うこととしました。

アンサンブルグラント新規課題（第 1 ステージ）は 2020 年 5 月～6 月に募集し、47 件の応募がありました。スクリーニングの結果 41 件がランダム選択に進み、20 件が採択されました（表 3-1）。継続課題（第 2 ステージ）は 2020 年 12 月～2021 年 2 月に募集し、8 件の応募がありました。2020 年 2 月 22 日（月）にアンサンブルグラント審査会をオンライン開催し、各申請課題についての発表と質疑応答、および優秀な申請課題 2 課題を選抜する投票を行いました（最終決定は 2021 年 4 月の予定）。

本年度は昨年度に比して、新規課題（第 1 ステージ）、継続課題（第 2 ステージ）ともに申請数が増加したため、若手研究者にとってアンサンブルグラントがより申請しやすく魅力的になったのではないかと考えられます。本年度のアンサンブルグラントをきっかけとした今後の研究の発展が期待されます。

表 3-1 2020 年度若手アンサンブルグラント新規課題 (20 件) の一覧

◎研究代表者 共同研究者	所属・職名	研究課題名	配分額 (千円)
◎星野 哲久 朱 慧娥 吉田 直輝	多元物質科学研究所・助教 工学研究科・助教 工学研究科・大学院生	新規ポリ環状シロキサンハイブリッ ド材料の低温合成法の開発及び機能 化	500
◎岩瀬和至 小嶋隆幸 轟直人	多元物質科学研究所・助教 学際科学フロンティア研究所・助教 環境科学研究科・准教授	ホイスラー合金からなる高活性電極 触媒の開発	500
◎小林弘明 福島潤	多元物質科学研究所・助教 工学研究科・助教	極小ナノスピネル触媒を利用したマ イクロ波誘起 CO2 接触還元プロセ スの開発	500
◎吉野将生 石徹白晃治	金属材料研究所・助教 ニュートリノ科学研究センター・准教授	軽い暗黒物質探索のためのフッ化物 単結晶の育成と評価	500
◎阿部 圭晃 安達 正芳 石原 真吾	流体科学研究所・助教 多元物質科学研究所・助教 多元物質科学研究所・助教	ガス浮遊融体のマルチフィジックス 解析とその熱物性測定に向けた検討	500
◎平野尚浩 陶山佳久	東北アジア研究センター・助教 農学研究科・准教授	絶滅集団の系統推定:軟体動物の博 物館標本・劣化遺骸を用いた MIG- seq 法による遺伝解析	500
◎佐々木大輔 地引泰人	災害科学国際研究所・助教 理学研究科・准教授	観光客の火山防災に関する知識構造 の解明-九州阿蘇山を事例に-	500
◎船本 健一 菊地 晴久 廣瀬 理美	流体科学研究所・准教授 薬学研究科・准教授 医工学研究科・大学院生	酸素濃度制御マイクロ流体デバイ スを用いた細胞性粘菌の走気性の解明	500
◎海邊 健二 高橋 さやか 高橋 亮 Hansen Marc 武田 浩太郎 鈴木 一行	材料科学高等研究所・特任准教授 生命科学研究所・特任助教 理学研究科・特任准教授 URA センター・特任助教 工学研究科・講師 学際科学フロンティア研究所・特任准教授	情報発信媒体による論文被引用度等 への影響評価研究	500
◎Fan Zhang Huakang Bian	材料科学高等研究所・助手 金属材料研究所・助教	Mechanistic origin of the high strength in the refractory high entropy alloys at extremely high temperature	500
◎松崎 元紀 横山 武司 奥村 正樹	多元物質科学研究所・学振 PD 生命科学研究所・助教 学際科学フロンティア研究所・助教	小胞体ストレス応答を制御する IRE1 活性型ジスルフィドオリゴマ ーの形成と解離の分子機構解明	500

◎椋平 祐輔 宇野 正起	流体科学研究所・助教 環境科学研究科・助教	群発地震の逆解析による沈み込み帯の流体ダイナミクスの解明	480
◎鈴木龍樹 梶本真司	多元物質科学研究所・助教 薬学研究科・講師	ラマン分光法を用いたその場観察が解明するナノ薬剤の細胞内動態	500
◎山田昭博 石澤由紀江 佐原玄太 近藤貴大 井上雄介	加齢医学研究所・助教 未来科学技術共同研究センター・教育研究補助職員 東北大学病院・医員 医学系研究科・大学院生 旭川医科大学・講師	電気刺激を用いた骨格筋線維タイプ変換機序の解明	500
◎長井広樹 布施直之 川名裕己	学際科学フロンティア研究所・学術研究員 薬学研究科・助教 薬学研究科・分野研究員	情報学的アプローチによる若齢期シヨウジョウバエの飢餓耐性変動メカニズム解明	500
◎甲斐洋行 峠嘉哉	材料科学高等研究所・助教 工学研究科・助教	フラクタル開放型マイクロ流路を用いた雨滴収集による、雨量計の濡れ損失に関する検討	500
◎Joerg Froemel Sven Stauss Gildas Diguët	材料科学高等研究所・准教授 多元物質科学研究所・准教授 流体科学研究所・Research Fellow	Wearable autonomous health monitoring system, that is fully bendable and stretchable.	500
◎李善姫 小川真理子 デレーニ アリーン 坂口奈央 ゲルスタ ユリア フルコ フラヴィア	東北アジア研究センター・助教 男女共同参画推進センター・准教授 東北アジア研究センター・准教授 国立民族学博物館・学振PD 災害科学国際研究所・助教 災害科学国際研究所・助教	東日本大震災から10年、ジェンダー平等と多様性の視点から見た復興の課題と可能性	500
◎増田英俊 森川大輔 高橋弘紀	金属材料研究所・助教 多元物質科学研究所・助教 金属材料研究所・助教	磁場と熱流を用いた結晶キラリティー制御の試み	500
◎杉安 和也 新谷 直己 山田 修司 横田 信英 高橋 秀幸	災害科学国際研究所・助教 理学研究科・助教 文学研究科・大学院生 電気通信研究所・助教 東北学院大学・准教授	ニュー・ノーマル社会下での避難行動・避難所運営支援教育ツールの開発	500

2020 年度若手研究者アンサンブルグラントの公募について

東北大学研究所長会議 代表
学際科学フロンティア研究所 所長 早瀬 敏幸

研究所若手アンサンブルプロジェクトWG リーダー
材料科学高等研究所 甲斐 洋行

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

1. 対象研究グループ

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

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、対象とはなりません(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)。

*ここで「東北大学附置研究所・センター連携体の各部局」とは、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(AIMR), 電子光理学研究センター, 未来科学技術共同研究センター(NICHe)を指します(以下, 同じ)。

*なお本公募では、兼任・兼担などの場合(学際研のメンター制も含む)、在籍するあるいは主な活動拠点である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研究者とグループを構成しても、それ自体では複数部局とはみなされません。

*申請者(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。

***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。

2. 研究内容

複数の部局間で連携する研究

*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。

3. 採択決定時期と研究期間

2020年7月中旬頃に採択課題を決定します。研究期間は2020年7月1日(予定)から2021年3月31日までとします。

4. 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、2021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:2021年4月~2022年3月, 研究費上限100万円)として2~3件程度を採択する予定です(2021年3月頃)。また来年度もこれらの審査採択課題に加えて、15件程度の新規課題(研究期間予定:2021年7月~2022年3月, 研究費上限50万円)を採択する予定です。なお、同一課題での継続は

1 年度まで(新規採択1年度+継続1年度)とします。

2020, 2021年度アンサンブルグラント

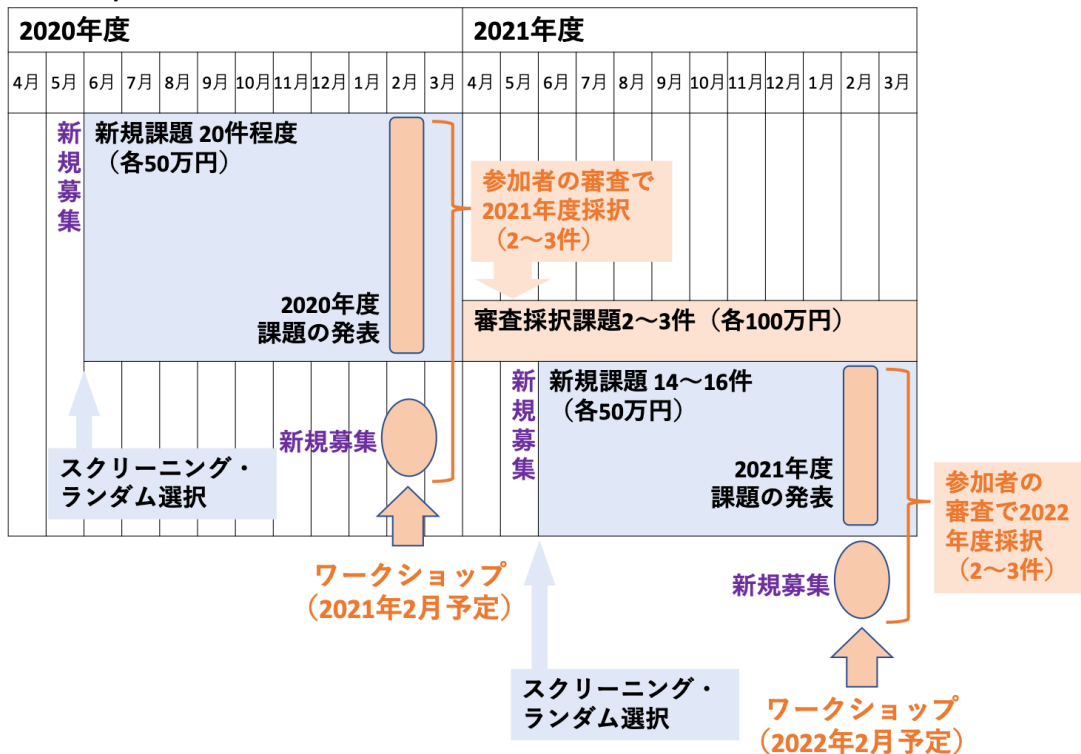


図1 採択プロセスと研究期間

5. 支援内容

50 万円を上限として研究費を支給します。研究費は採択件数によって減額されることがあります。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、本年度の世話部局である学際科学フロンティア研究所から配分されます。

6. 応募方法

所定の書式を用いて申請書を作成し、PDF に変換のうえ、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/yMVvffCC31kLgYkU7>

締切日:2020年6月12日(金)

異なる書式によるもの、あるいは提出期限をすぎたものは受理されません。

7. 採択件数

20 件程度

8. 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で行ったうえで、20件程度をランダムに採択し、研究所長会議で決定します。

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
- ・以前採択された研究と同一または酷似する内容の申請
- ・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

9. 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のウェブサイトで学内限定公開されます)。また、本年度中に開催予定のシンポジウムで研究の着想と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。

10. 取り扱い

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。

11. その他

本公募に関しご不明な点は、

- ・ 材料科学高等研究所 甲斐洋行助教 kai@tohoku.ac.jp
- ・ 学際科学フロンティア研究所鈴木特任准教授(URA) suzukik@fris.tohoku.ac.jp

までご照会ください。

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。

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。)

3. 他の研究費申請について

本グラントは他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。

応募課題のスクリーニングと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 $1, 2, 3, \dots, N$ 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。
- 3 スクリーニングを通過した課題から、添付の Python スクリプト (Python 3.7) を使用して 20 件をランダム選択で絞り込む。なお、スクリーニングを通過した課題数が 20 件を大きく超えない場合は、金額を調整のうえ全件を採択する場合がある。
 - 3.1 ビットコインブロックチェーンにおける、6 月 26 日午前 8 時 0 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。
 - 3.2 `random.randint(1,N)` によって $1 \leq n \leq N$ となる整数 n を得る。
 - 3.3 得られた番号 n がスクリーニングを通過した申請書のエントリー番号に一致し、かつ、まだ採択されていないならば、その番号の課題を採択する。それ以外の場合 (スクリーニングを通過しなかった課題、応募後に取り下げられた課題、すでに採択された課題) は何もしない。
 - 3.4 20 課題が採択されるまで 3.2-3.3 を繰り返す。
- 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 (数百万円の費用がかかるため、実質上不可能)
 - 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
 - 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
 - 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て、誰でも後から検証可能

- 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://www.blockchain.com/btc/block/\[block height\]](https://www.blockchain.com/btc/block/[block height]) から取得可能である。(例えば、block height 629530 のブロックハッシュであれば <https://www.blockchain.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、何度実行しても同じ結果が得られる。
 - Selected: [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 23, 28, 29, 31, 33]
 - Not selected: [1, 2, 11, 16, 20, 25]

ランダム選択を行う Python コード

<https://ideone.com/tgi6lF>

```
import random
import platform

# The maximum entry number
N = 35
# The number of selections
NUM_SELECTED = 20
# 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,
    0x0000000000000000000000003A91B8D6D37940269AE8DE9219176DCD6BA448CE0AC75,
    0x00000000000000000000000137A2AC232E19D2163A4A28B2F1F49CCD35052579451E,
    0x000000000000000000000008A17371C0F62112227C28B83DD88C5218CAD648484E7F,
]

PYTHON_VERSION = platform.python_version()
if PYTHON_VERSION[0:3] != "3.7":
    print("Python version 3.7 must be used.")
    exit(0)

seed = sum(hashes)
random.seed(seed)
print("Entries:", ENTRIES, "(%d in total)" % len(ENTRIES))
print("The maximum entry number, N:", N)
print("The number of entries to select:", NUM_SELECTED)
print("Random seed: %d" % seed)
print()
selected = set()
count = 0
while True:
    s = random.randint(1, N)
    if s not in selected and s in ENTRIES:
        count += 1
        print("#%d:\t%d" % (count, s))
        selected.add(s)
    if count == NUM_SELECTED:
        break

entries = set(ENTRIES)
```

```
not_selected = entries.difference(selected)

print("\nResult")
print("Selected:", sorted(list(selected)))
print("Not selected:", sorted(list(not_selected)))
```

2020 年度「若手研究者アンサンブル Grant」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	研究の役割分担	
	◎代表者			
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 ()

【共同研究の背景と目的】

(図表を用いても可. 適宜スペースを調整して, 簡潔に記述してください.)

【研究計画・方法】

(図表を用いても可. 適宜スペースを調整して, 簡潔に記述してください.)

2021 年度若手研究者アンサンブルグラント「継続課題」 募集要項

東北大学研究所長会議 代表
学際科学フロンティア研究所 所長 早瀬 敏幸

研究所若手アンサンブルプロジェクトWG リーダー
材料科学高等研究所 甲斐 洋行

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「継続課題」の研究費は、全研究領域を公募対象とし、若手アンサンブルにおいて取り組んだ萌芽的な学術研究課題を元に、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。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。新しい着想や視点を基に、積極的な応募をお待ちしております。

【研究期間】

2021 年 4 月～2022 年 3 月

【金額・採択課題数】

1 課題 100 万円, 2 課題

【継続課題の対象】

下記のいずれかに該当する、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のうち、以前の研究課題の継続課題の審査を希望するグループによる研究課題

- ・ 2020 年度の若手アンサンブルグラントに採択された研究グループ
- ・ 2020 年度の若手アンサンブルグラントのランダム選択で不採択になった研究グループ
- ・ 2019 年度の若手アンサンブルグラント第 1 ステージに採択された研究グループ

以前の課題の研究進捗に伴うグループへの新しいメンバーの参画を歓迎します。また、以前の研究グループと主要なメンバーに重複がある限り、以前の課題から一部のメンバーが離脱していても構いません。

【申請者の対象】

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、対象とはなりません（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）。

- ここで「東北大学附置研究所・センター連携体の各部局」とは、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（AIMR）、電子光理学研究センター、未来科学技術共同研究センター（NICHe）を指します（以下、同じ）。
- なお本公募では、兼任・兼担などの場合（学際研のメンター制も含む）、在籍するあるいは主な活動拠点である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研究者とグループを構成しても、それ自体では複数部局とはみなされません（判断が難しい場合は、申請前にWGに確認してください）。
- 申請者（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。
- 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。
- 申請対象に該当するかどうか判断が難しい場合は、申請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）にご確認ください。

【審査方法】

「アンサンブルグラントコンテスト」を開催し、審査を希望するチームがプレゼンテーションと質疑応答を行います。その後、参加者（発表者・聴講者・WGメンバー）全員が投票権を有する一人2票の最終投票を行い、得票順に2課題を採択します（投票の詳細については下記を参照）。

【アンサンブルグラントコンテストの流れ】

日程：2021年2月22日（月）

会場：片平さくらホールでのオンサイト・オンラインのハイブリッド開催
（オンラインのみに変更する可能性あり）

1 申請

2021年2月1日（月）正午を〆切として、A4サイズ2ページ以内の発表要旨を提出します（記載内容：研究チーム構成・研究の着想・研究の計画・研究の進捗）。

- 様式：（別途添付）

提出 URL： <https://forms.gle/W5w41L6P2pjMehTb9>

2 事前アピール・交流

2.1 2021年2月12日～21日の期間、オンラインでポスター発表を行います。

- バーチャルポスターセッション (<https://www.virtual-poster.net/>) を利用します。
- URL は後日参加登録者にお知らせします。
- ポスターに記載する内容： 研究チーム構成・着想・研究計画・進捗
（縦長サイズ1枚、様式は自由）
- ポスターに加えて、動画へのリンクなどの任意の URL も記載可能です。
- 期間中、テキストチャットによる質疑応答やコメントのやり取りが可能です。

2.2 2021年2月18日～19日、オンサイトでのポスター掲示を行います。

- 会場： 材料科学高等研究所，多元物質科学研究所

3. コンテスト当日（2021年2月22日10時～12時，13時30分～16時30分を予定）

3.1 1グループ15分間（予定，審査対象のグループ数によって若干変化）の口頭発表を行います。

3.2 発表内容に対して，参加者が項目別に評価し，自由記述のコメントを記します。

- 評価項目の例： 科学的妥当性，新規性（既存の他者や自分の研究と比べて），実現の可能性，他の研究への影響，チームを組む必然性，発表のわかり易さ
- この評価・コメントは後の発表グループからの回答のために用いるものであり，課題の採択を決定するものではありません。

3.3 評価・質問・コメントに対して，発表グループから口頭で回答します（1グループ10分間）。

3.4 口頭での回答を聞いた後，参加者全員が一人2票の投票権を有する記名投票によって2課題を採択し，後日，所長会議で決定します。

- 審査基準は「チームを組むことで達成される優れた研究」です。
- 投票権を得るためには，コンテストですべての発表を聴講する必要があります。
- 投票に「なぜその課題を選んだか」についてのコメントを付記していただきます。
- 自分自身のチーム，あるいは自分の所属する研究室のメンバーが属するチームに投票することはできません（そのような投票は無効票になります）。
- 最終投票内容は WG 内のみで共有され，他の参加者や外部に公開されることはありません。
- 得票数が同じ場合は，抽選で採択します。

2021 年度「若手研究者アンサンブルグラント継続課題」審査 発表要旨

プロジェクト 題目		
研究組織 (研究代表者および 共同研究者)	氏名	所属・身分
	◎代表者	

- ・必要に応じて図表も含め、全体で2ページ以内に収めてください。
- ・上記の枠や下記の各セクションは適宜サイズ・分量を変更して構いません。
- ・青字斜体の部分は提出前に削除してください。
- ・内容はアンサンブルグラントコンテスト（審査会）の参加者全員に事前に公開されます（公開日については後ほどアナウンスします）。

【研究チーム構成】

これまで研究を行ってきたチーム、および現在計画しているチームの構成について、各メンバーの担当内容および、継続課題で新しくメンバーを追加する意義を記してください。

【以前の研究の着想・計画・進捗】

これまでのチームの研究の着想・計画・進捗を記してください。

【今後の研究の構想・計画】

今後アンサンブル Grant 継続課題で取り組む研究の構想・計画について記してください。

2021 年度若手研究者アンサンブルグラント
「継続課題」 審査会について

2021 年 2 月 4 日

研究所若手アンサンブルプロジェクトWG

【研究期間】

2021 年 4 月～2022 年 3 月

【金額・採択課題数】

1 課題 100 万円, 2 課題

【継続課題の対象】

募集要項の通り

【申請者の対象】

募集要項の通り

【審査方法】

審査を希望するチームがプレゼンテーションと質疑応答を行います。その後, 参加者(発表者・聴講者・WG メンバー) 全員が投票権を有する一人 2 票の最終投票を行い, 得票順に 2 課題を採択します(投票の詳細については下記を参照)。

課題申請者は 2 月 12 日午前 0 時まで(厳守) にポスター画像を掲示してください。

【アンサンブルグラント審査会のスケジュール】

日時： 2021年2月22日(月) 10:00~16:00

会場：オンライン開催 (Zoom)

URL: <https://zoom.us/j/93500261765?pwd=WjhQUWFLbFl3eFp3cWVJL2p6N3dnZz09>

ミーティング ID: 935 0026 1765

パスコード: 312533

10:00-12:00 口頭発表(1)

- 15分(発表10分・質疑5分) × 8グループ

12:00-14:00 昼休み

- バーチャルポスターセッション内で、各課題について参加者がコメント・質問を書き込み(記名式)
- 発表内容に対して、参加者が項目別に評価し、自由記述のコメントを記します。
 - 評価項目の例：科学的妥当性、新規性(既存の他者や自分の研究と比べて)、実現の可能性、他の研究への影響、チームを組む必然性、発表のわかり易さ
 - この評価・コメントは申請グループからの回答のために用いるものであり、課題の採択を決定するものではありません。

14:00-15:20 口頭発表(2)

- 申請課題へのコメント・質問への発表者からの返答、および追加のアピール(発表10分 × 8グループ、質疑なし)

15:20-15:30 休憩

15:30-16:00 最終投票

- 一人2票の記名投票です。
- 審査基準は「チームを組むことで達成される優れた研究」です。
- 投票権を得るためには、審査会ですべての発表を聴講する必要があります。Zoom上での出席を随時確認します。
- 投票には「なぜその課題を選んだか」についてコメントを付記していただきます。
- 自分自身のチーム、あるいは自分の所属する研究室のメンバーが属するチームに投票することはできません(そのような票は無効となります)。
- 最終投票内容はWG内のみで共有され、他の参加者や外部に公開されることはありません。
- 2課題を採択し、後日、所長会議で決定します。
- 得票数が同じ場合は、抽選で採択します。

【発表順】

1. エアロタクシスチップを用いた細胞性粘菌の走気性の解明
廣瀬理美, 菊地晴久, 船本健一
2. 情報発信媒体による論文被引用度等への影響評価研究
海邊 健二, 高橋 さやか, 高橋 亮, Hansen Marc, 武田 浩太郎, 鈴木 一行,
湯本道明
3. 溶融金属フーフーボールの物理に迫る：ガスジェット浮遊法による熱物性測定技術の
高度化
阿部 圭晃, 安達 正芳, 石原 真吾
4. 培養筋肉電気刺激システムを発展させ、運動の in vitro 解析プラットフォームを
創出する
久保純, 山田昭博, 石澤由紀江, 佐原玄太, 近藤貴大, 井上雄介, 小嶋勝
5. Wearable autonomous health monitoring system, that is fully bendable and stretchable.
Joerg Froemel, Sven Stauss, Gildas Diguët
6. 東日本大震災から 10 年・ジェンダー平等と多様性の視点から見た災害伝承の課題と可
能性
李善姫, 小川真理子, デレーニ アリーン, 坂口奈央, ゲルスタ ユリア
7. ショウジョウバエモデルと情報学的アプローチで挑む食事量に合わせて腸管のサイズ
が変わる仕組み
長井広樹, 布施直之, 川名裕己
8. 極小ナノスピネル触媒を利用したマイクロ波誘起 CO₂ 接触還元プロセスの開発
小林弘明, 福島潤

4. 第6回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

第6回東北大学若手研究者アンサンブルワークショップを2月12日（金）～22日（月）の期間に開催しました。当初はオンラインとオンサイトのハイブリッド開催として企画していましたが、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の流行拡大に伴い、完全オンライン開催に変更しました。ワークショップのオンラインポスターセッションでは、「バーチャルポスターセッション」システム(AIMRの甲斐洋行助教が開発 <https://www.virtual-poster.net/>)を用いて、ポスター閲覧とテキストチャットによる交流を行いました(図4-1)。15の学内外の部局・組織から、37件の発表がありました(表4-1)。また、Zoomのブレイクアウトルームを利用してポスター発表者が発表と交流を行う「ポスター&交流セッション」と、オンライン懇親会もあわせて開催しました。



図4-1 バーチャルポスターセッションによるオンラインでの交流の様子
(画像の一部に処理を施しています)

表 4-1 第 6 回東北大学若手研究者アンサンブルワークショップの発表者の所属

所属	人数
材料科学高等研究所	6
学際科学フロンティア研究所	5
東北アジア研究センター	5
多元物質科学研究所	3
流体科学研究所	3
工学研究科	3
金属材料研究所	2
災害科学国際研究所	2
加齢医学研究所	2
電気通信研究所	1
医学系研究科	1
理学研究科	1
環境科学研究科	1
スマート・エイジング学際重点研究センター	1
龍谷大学 (学外)	1
合計	37

※ 太字は研究所・センター連携体所属部局、斜体は学外。

第6回東北大学若手研究者アンサンブルワークショップおよび
アンサンブルグラント審査会のご案内

若手研究者の皆様

2020年12月25日

(2021年1月18日改訂)

東北大学研究所若手アンサンブルワーキンググループ

この度、第6回東北大学若手研究者アンサンブルワークショップおよびアンサンブルグラント審査会をオンライン開催することとなりました。アンサンブルワークショップは学内での連携研究や交流を促進することを目的として毎年開催していますが、本年度はオンラインのバーチャルポスターセッションとなり、各自の好きなタイミングで自由・気軽にご参加いただけるものとなっています。また、2021年度のアンサンブルグラント継続課題2件を、公開の審査会において参加者の投票によって採択します。この場を活用して新しい繋がりが生まれ、自由闊達な議論が広がることを願っています。皆様お誘い合わせのうえ、ぜひご参加ください。

1. 対象者

- 学内での連携研究や交流に興味のある東北大学の研究者・大学院生
- 本年度アンサンブルグラントに採択された研究グループ（ポスター発表必須）
- アンサンブルグラント2021年度継続課題の審査対象グループ（ポスター発表必須）
- 以前に若手アンサンブルのイベントに参加した学外の研究者（OG・OB）

2. 発表・聴講申込

<https://forms.gle/eDErmD6uRDypcAi59>

発表・聴講申込〆切：2021年1月31日（日）

3. 詳細

先日ご案内した内容から変更があり、新型コロナウイルス感染症流行の状況と東北大学のBCPレベルに鑑みて、オンラインのみの開催とすることに決定しました。

(1) バーチャルポスターセッション

【日程】2021年2月12日（金）～22日（月）

【URL】<https://ensemble.virtual-poster.net>

【ポスター】A0～A4縦サイズのPNG画像あるいはPDF文書をアップロード

【補足】

- オンラインゲーム風の画面内を好きなタイミングで自由に動き回り、ポスターを見つ

けて閲覧できます。ポスターへのコメント書き込みやグループチャットによって他の参加者と交流できます。

- 参加者がそれぞれ興味のあるポスターを見つけて投票したうえで、下記の(2)ポスター&交流セッションにおいて興味のある方同士が交流しやすいように、ワーキンググループによるマッチングを図る予定です。
- 2月12日には同じURLにて、FRIS/DIARE joint workshop のポスターセッション (http://www.fris.tohoku.ac.jp/feature/study_group_info/detail---id-866.html) を同時開催します(13:10-16:40 予定)。学際研(FRIS)の助教や学際高等研究教育院(DIARE)の院生と交流できます。
- 参加者の投票によってポスター賞を決定し授与します(ポスター賞に応募した方のみ)。

(2) ポスター&交流セッション

【日程】 2021年2月18日(木)・19日(金)

この日程中に時間帯を複数設定します。日程調整を後日行い、都合のいい時間帯を皆様に各自選んでいただきます。したがって、2日間予定を確保していただく必要はありません。

【URL】 参加登録者に後日ご案内 (Zoom を使用予定)

(3) アンサンブルグラント審査会

【日程】 2021年2月22日(月)

【概要】 アンサンブルグラント 2021年度継続課題の提案について、学内での公開審査会で開かれた議論を行い、参加者全員による投票によって2件を採択します。

【詳細 URL】

http://web.tohoku.ac.jp/aric/news/images/20201211/FY2021_continuation_guidelines_ja.pdf

(上記の募集要項からの変更点：審査会は完全オンライン開催となります)

(4) オンライン懇親会

【日程】 2021年2月18日(木) 19:00~21:00

【URL】 参加登録者に後日ご案内 (Remo を使用予定)

4. 連絡先

- 東北大学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
ensemble_secretariat@fris.tohoku.ac.jp
- 材料科学高等研究所 (AIMR) 甲斐洋行 kai@tohoku.ac.jp
- 学際科学フロンティア研究所 鈴木一行 suzukik@fris.tohoku.ac.jp

5. 本年度の活動総括

本年度の研究所若手アンサンブルプロジェクトの活動の企画・運営においては、研究所長会議、およびその代表を務められました学際科学フロンティア研究所所長の早瀬敏幸教授、学際科学フロンティア研究所事務部門の方々に多大なるご支援をいただきました。また、各イベント、およびグラント公募の実施において、各研究所・センターの世話教員をはじめとする教職員の皆様には、ご多忙な中、様々なご協力をいただきました。プロジェクトワーキンググループの一同より感謝申し上げます。本年度ご指導いただいた各研究所・センターの世話教員は、次の方々です。

金属材料研究所 藤原 航三 教授
加齢医学研究所 魏 范研 教授
流体科学研究所 大林 茂 教授
電気通信研究所 石山 和志 教授
多元物質科学研究所 笠井 均 教授
災害科学国際研究所 越村 俊一 教授
東北アジア研究センター 寺山 恭輔 教授
学際科学フロンティア研究所 才田 淳治 教授
材料科学高等研究所 平野 愛弓 教授
電子光理学研究センター 大西 宏明 教授
未来科学技術共同研究センター 鈴木 高宏 教授

活動の結果は、以上に報告した通りですが、研究イベント参加者数とグラント応募件数をまとめて再掲しますと、表 5-1 の通りとなります。

表 5-1 令和 2 年度の研究イベント参加者数とグラント応募件数

第 6 回若手研究者アンサンブルワークショップ	
参加者数	47
発表件数	37
若手研究者アンサンブルグラント新規課題	
応募件数	47
採択件数	20
若手研究者アンサンブルグラント継続課題	
応募件数	8
採択件数	2

アンサンブルワークショップでは、多くの参加者数と発表により、盛会となりました。対応いただいた方々に深く感謝申し上げます。

アンサンブルグラントでは、本年度より新しい採択方式を導入しましたが、昨年度を上回る応募がありました。アンサンブルグラントの新制度の目的のひとつである、申請の間口を広げることが達成されつつあると考えられます。

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っては、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。

現在、国内外における新型コロナウイルスの感染拡大の影響を受けている最中にあり、来年度の活動にも引き続き工夫が必要になります。来年度は、附置研究所・センター連携体の主管が加齢医学研究所となります。研究所長会議代表となる川島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。

令和3年3月

令和2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	甲斐 洋行 (材料科学高等研究所 助教)
サブリーダー	谷村 洋 (金属材料研究所 助教)
	林 陽平 (加齢医学研究所 助教)
	阿部 圭晃 (流体科学研究所 助教)
	新屋 ひかり (電気通信研究所 助教)
	安達 正芳 (多元物質科学研究所 助教)
	佐々木 大輔 (災害科学国際研究所 助教)
	磯貝 真澄 (東北アジア研究センター 助教)
	当真 賢二 (学際科学フロンティア研究所 准教授)
	武藤 俊哉 (電子光理学研究センター 助教)
	相田 努 (未来科学技術共同研究センター 助教)
事務局支援	鈴木 一行 (学際科学フロンティア研究所特任准教授 URA)

東北大学附置研究所若手アンサンブルプロジェクト
活動報告書 2020

令和3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

令和2年度主管：学際科学フロンティア研究所
〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3