

2022年度 SIT総合研究所 研究センター・S-SPIRE事業 研究成果報告書

1) グリーンエレクトロニクス国際研究センター

財団法人新機能素子研究開発協会からの寄付金を基金とし、同財団で実施されてきた新機能素子の研究などエレクトロニクスを中心に、持続可能な社会を実現する鍵であるグリーンエレクトロニクスに関して、人材育成を図りながら学内および学外との国際的な共同研究を推進する。

2) 社会システム科学研究センター

社会システム科学分野の研究をリードする拠点を構築し、分野横断的な社会課題について、以下の技術・方法論を用いて解決を目指す。

1. 大規模データとデータサイエンスによる現象（因果）の理解
2. 因果を組み込んだモデルの構成と未来の予測
3. モデルのシミュレーションによる未来のシナリオの作成・政策提言
4. 必要に応じてアンケートやハードウェアを用いたデータ収集

3) グローバル建築技術研究センター

次のテーマを主軸に、体系的に設定した研究課題を解決するために研究活動を行う。

- 1) 建築生産やストック活用に関わる法制度の課題抽出及び改革の提言
- 2) 設計から施工にかけた建築生産プロセスやマネジメント手法の再定義とBIMとの関連
- 3) 多能工やICTなど施工計画・管理や施工の生産性向上や人材育成の課題抽出及び提言

4) サステナブル居住工学センター

ゼロエネルギー建築技術や木質建築研究等、持続可能な都市実現のための建築技術进行研究する「グリーン建築領域」と国際的な持続可能な社会実現を担う技術进行研究する「アジア・アフリカ工学領域」の2領域を設置し、サステナブル社会実現を目的に、人々の居住に関わる技術を軸にした研究活動を進めている。

5) インフラメンテナンスDXセンター

国民生活を守る各種インフラの老朽化対策技術を確立し、次の1-4を主軸としたDXを駆使した東京都内から情報発信する研究活動を行う。

- 1) 地域連携型インフラメンテナンス研究
- 2) 劣化原因特性・予測を可能とする分析を応用した遠隔インフラドクターの確立
- 3) マルチフィールド研究会の活用による情報発信
- 4) 国内技術の海外普及

6) 地域共創基盤研究センター

ビヨンド・“ゼロカーボン”の実現に向けた地域・大学・企業による共創を進めるための基盤を構築する手法について研究開発を行う。(1)地域・大学・企業の共創手法の開発と実証、(2)地域・大学・企業が共創する場の構築手法の開発と実証、(3)地域の社会変革を担う人材育成手法の開発と実証、(4)地域のニーズに基づく技術・システムの先制的ライフサイクルマネジメントと実証実験等の支援、を行う。

7) 先進製造プロセス研究センター

本研究センターは、日本の産業基盤を支える製造プロセス（切削、研削、積層、成形など）の研究領域を連結し、IoTとデータサイエンスによって製造プロセスのDX・GX化とそれを促進できる人材育成に貢献する研究拠点になることを目的とする。①加工技術の高度化・適正化・自動化、

②工場運営にかかわる周辺技術（IoT・サイバーフィジカル）、③双方に必須なデータサイエンス活用の3つを研究主題として、製造プロセスのデジタル変革を主導的に研究し、未来型生産工場のモデルケースを目指す。

S-SPIRE(Supporting Program for Innovative Research)事業

8) 過酷な実環境におけるねじ締結体の遠隔自動軸力検出

緩んでも緩まなくても困る、矛盾している機械要素がねじ締結体である。軸力の管理は、打音試験法、トルクレンチ法、超音波法などにより行われている。どれも検査員の重労働に依存しており、遠隔かつ自動による軸力検出が期待されている。本研究では、過酷な環境で用いるための表面処理（数百 μm 程度）が施されたねじ締結体の軸力検出を、過去に検討されてきた方法で実現できるのかを調べ、軸力検出を遠隔かつ機械学習により自動化する。

9) 水資源有効利用のための水圏微粒子・生態系の広域モニタリングシステムの開発

ガラス球内に海洋観測機とマイクロプラスチックのその場計測システムを実現・統合・発展させ、運河から海水までの広域かつ多様な水圏において、マイクロプラスチック、金属微粒子から環境DNAまで分析可能なモニタリングシステムの実現を目指す。

10) Bio-Intelligence for Well-beingコンソーシアム2 (BIW the 2nd)～化学感覚受容の統合的理解とその応用

視覚・聴覚・触覚・味覚・嗅覚・痛覚・圧覚・機械感覚・運動感覚などの感覚すなわちBio-Intelligence (BI) に関する基礎研究と応用研究を融合し、ヒトが近い未来において、身体的・精神的・社会的に良好な状態、すなわちwell-being な社会を実現するために役立つ新たな技術開発を目指す。

1 1) カーボンニュートラル社会実現に向けた既設コンクリート構造物の維持管理と再資源化に関する研究～LCCO2の確立を目指して～

カーボンニュートラル社会実現のために、NEDOのGI事業を補完する形で、コンクリート構造物が貢献できることを建設から維持管理、再資源化までをとらえて研究する。大きく(1)既存構造物の維持管理・診断（地域連携と遠隔診断）、(2)解体コンクリート塊を有効に再資源化する検討（再生骨材の改質と新たな利用方法の検討）、(3)LCCO2の算定方法と維持管理の有効化への取組み、の3つの柱で同時並行的に検討を進める。

【書面評価のみ】

12) VR建築教育のための3Dアーカイブ作成に関する研究

本研究は建築の複数分野において既にVRを用いた研究を行っている教員が協働し、新しい良質な建築教育コンテンツの制作を行う。最終的には授業コンテンツの要となる3次元データをアーカイブ化し、その利用を容易とするプラットフォーム策定のための指針をまとめることを目指す。

13) City as a Serviceを実現する情報ネットワーク基盤

これからのまちづくりにおいては情報ネットワーク基盤が主役になる。スマートシティ概念の中でも特にCaaS (City as a Service) では、スマホアプリと同じように暮らしに必要な「まちサービス」を個人で取捨選択できる。本プロジェクトでは、情報ネットワーク分野の7名の教員が学部学科の枠を超えてチームで取り組む実質的な共同研究体制を確立し、CaaS実現のための情報ネットワーク基盤技術の研究開発を精力的に行う。

14) テクノロジーを活用する新たなスポーツの創出と本学体育科目への実践

センシング技術や情報提示技術を活用した、運動を伴う新たなスポーツが提案されている。それらのスポーツを本学の体育科目に導入することで、教育効果の向上と本学のブランド力向上を図る。さらにeスポーツを含む別のスポーツの創出および開発フレームワークの構築を

進めていくことで、体育科目と情報系科目あるいは他の科目が融合した新たな体育科目の確立を目指す。

15) 月・惑星探査ローバの走行制御に関する研究

探査ロボット、制御、デジタル解析、デザイン工学等の各専門を集約させて、先端的な月・惑星探査システムを構築していく。また、この研究に関連させて宇宙開発人材育成を行っていく。数年以内に開拓される月面や火星において先端的な技術提案やミッションに関わっていくこと、そしてそういった関連組織・企業で活躍できる人材育成を行っていく。

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 グリーンエレクトロニクス国際研究センター
2. 研究組織所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5, 埼玉県さいたま市見沼区深作 307
3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
上野 和良	工学部電子工学科	教授

4. プロジェクト参加研究者数 16 名

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
上野 和良	電子工学科・教授	材料・デバイス	ナノカーボンデバイス (ハーベスタ、高周波、不揮発メモリ)
Mele, Paolo	先進国際課程・教授	材料・デバイス	エネルギーハーベスト用熱電薄膜
Miryala, Muralidhar	先進国際課程・教授	材料・デバイス	低コスト超電導材料
関 宏範	SIT 総研・特任准教授	材料・デバイス	ナノ・マイクロ加工
重宗 宏毅	電気工学科・准教授	材料・デバイス	3次元ペーパーアンテナ(フレキシブル)
弓野 健太郎	材料工学科・教授	材料・デバイス	低温 Ge 成長 (トランジスタ、太陽電池)
石川 博康	電子工学科・教授	材料・デバイス	オール酸化物、オールカーボン太陽電池
横井 秀樹	電子工学科・教授	材料・デバイス	光集積回路、ナノカーボン集積、ファイバーセンサ
山口 正樹	電子工学科・教授	材料・デバイス	圧電体ナノキューブによるセンサ、ハーベスタ
小池 義和	電子工学科・教授	回路・システム	風力発電、海洋モニター、超音波応用
前多 正	電子工学科・教授	回路・システム	電波エネルギーハーベスト
田中 慎一	情報通信工学科・教授	回路・システム	高効率レクテナ素子、左手系小型高周波デバイス
宇佐美 公良	情報工学科・教授	回路・システム	低消費電力 LSI、不揮発メモリ
柴田 英毅	学外・客員教授	デバイス・システム	IoT デバイス・システム

谷本 智	学外・客員教授	デバイス・システム	パワーデバイス
Gomasang, Ploybussara	学外・客員研究員	材料・デバイス	ナノカーボンデバイス

研究の概要

A 計画の概要

世界的に地球温暖化の防止に向けた具体的な活動の重要性が高まっている。本学では、財団法人新機能素子研究開発協会からの寄付金を基金とし、2013年からグリーンイノベーション研究センターにおいて、エレクトロニクスを中心に低炭素化に向けた研究推進と人材育成、研究基盤の整備を行い、所属する研究室の研究活動がさかんになってきた。この基盤を活かし、また研究室間の共同によってさらなる成果の実現が期待される。そこでFig.1に概念を示すように、本学に新たに赴任した若手や先進国際課程（IGP）所属の教員を加え、IGP教員の国際的なネットワークの活用と学内研究者との連携を図り、研究室間の協力による共著論文、共同発明、共同での外部資金獲得等を目指し、グローバルな課題である地球温暖化の防止に向けた本学研究力の向上とブランド力の向上を図る。

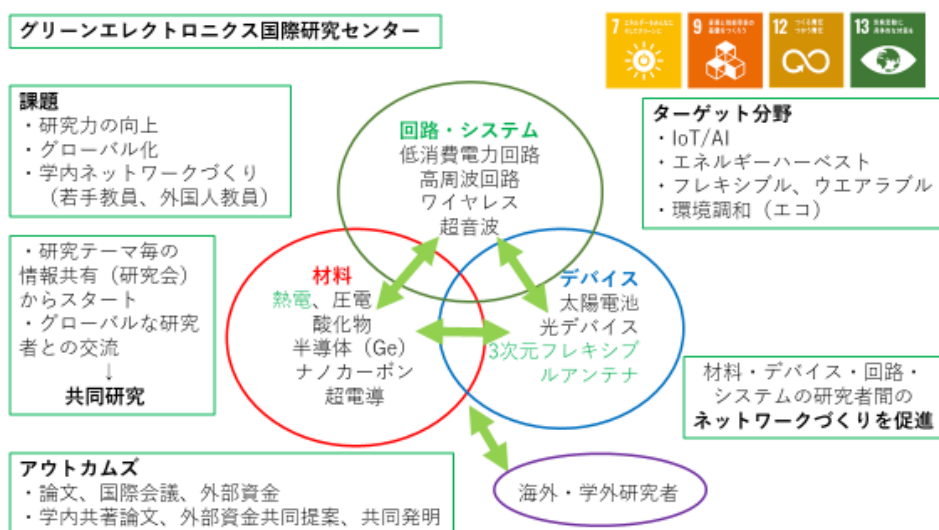


Fig. 1. グリーンエレクトロニクス国際研究センター概念図.

B 成果の概要

【概要】

初年度は、ワークショップや定期ミーティングを通じて、各研究員の研究活動に関する情報の共有化を図り、共同研究テーマの発掘と立案を行った。2022年度は、それに続いて具体的な共同研究テーマを設定・開始し、月一度の定例会議で進捗状況を確認しながら

ら研究を実施した。共同研究テーマは①熱電材料を用いた無給電IoTセンサは(Mele, 宇佐美)、②フレキシブルな紙の上に熱電モジュールを印刷でつくる技術(重宗, Mele)、③ MgB_2 などの高温超電導材料の低コスト化と高性能化(Miryala、学外国際共同研究)、④グラフェンを使った高周波デバイスの小型化と高性能化(上野、田中、前多)である。その他にも、各研究員が太陽電池や光デバイス、環境モニター等の幅広いテーマで研究を実施した。またタイ国立シルパコーン大学より、Gomasang 博士を共同研究のため受け入れた。またイベントとして、6回のセミナーを開催し、2023年2月16日にセンターの研究成果発表を主とする第2回国際グリーンエレクトロニクスシンポジウムを英語で開催する予定である。

【共同研究テーマ】

- ① 無給電IoTセンサでは、図1に示すような熱電モジュールによるエネルギーハーベストによって動作するIoTセンサのモチーフとして、無給電で温度を計測しデータを送信するシステムの実現を目指す。そのためには、熱電モジュールの発電性能向上と、センサの低消費電力化が必須で、前者をMeleが担当し、後者を宇佐美が担当する。実現には具体的に、熱電モジュールの発電能力を nW レベルから μW レベルに向上し、センサ回路を 0.15V 、 $2\mu\text{W}$ 以下に低消費電力化する必要がある。今年度、熱電モジュールに関しては、図2のようなモジュールを試作し、作製条件を検討することによって従来の3倍の $0.53\mu\text{W}$ を得た。センサ回路では、図3のような新回路を考案し、SPICEシミュレーションで従来は 0.2V が限界であったところ、 0.15V 、 $2\mu\text{W}$ 以下で動作することを確認した。

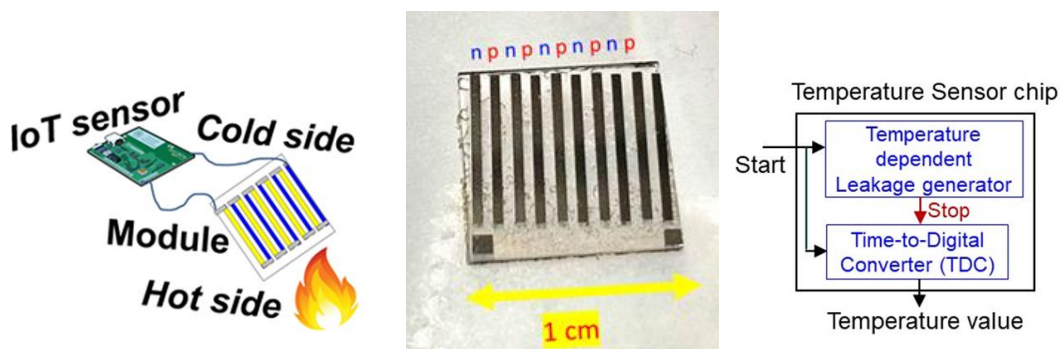


図1. 無給電IoTセンサ(概念図) 図2. 試作した熱電モジュール. 図3. 低電圧低電力センサ.

- ② 紙に印刷で形成する熱電モジュールによって、フレキシブルで大面積のエネルギーハーベスティングが期待できる。今年度は、写真紙の上にインクジェットとスクリーン印刷を使って 4cm^2 の面積のPEDOT:PSSを使った熱電モジュール(図4)を試作し、 70°C で最大で約 22nW の出力を得た(図5)。

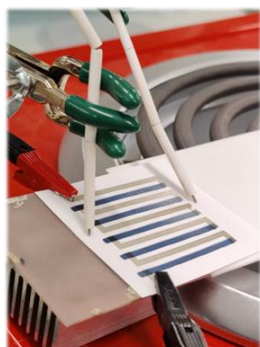


図 4. 紙に印刷で作製した熱電モジュール.

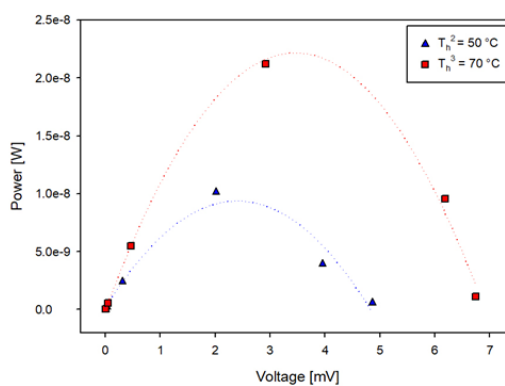


図 5. 熱電モジュールの出力特性.

③ MgB_2 など実用化が期待される高温超電導材料の低コスト化および高性能化では、岩手大学、Normandy 大学（フランス）、UPM（マレーシア）との国際共同研究や、日立との共同研究などを Miryala が実施し。スパークプラズマや超音波を使ったプロセスにより、低コストで超電導材料の特性向上を実現した。

④ グラフェンを用いた高周波デバイスの高性能化では、新しい導電材料として期待されるインターカレーションドープ多層グラフェン (I-MLG) の高周波デバイス応用を目指して、インダクタやアンテナを試作し、高周波特性を評価した。図 6 に示すような高周波アンテナやインダクタパターンを上野が試作し、高周波デバイス設計や特性評価において田中や前多の協力を得た。高周波デバイスの試作では、図 7 に示すように MLG 膜の結晶性 (G/D が高いほど良い) の向上を図り、試作したアンテナで設計した 18GHz 付近での発信特性が得られた。

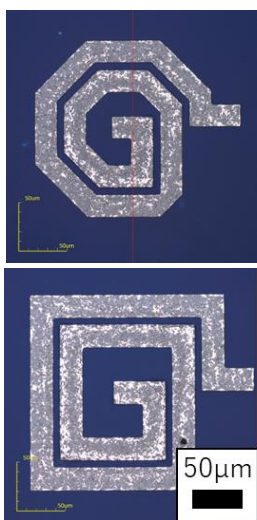


図 6, 試作した MLG インダクタ (左) とアンテナ (右).

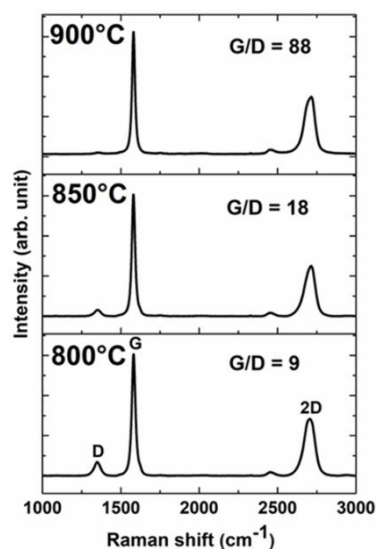


図 7. MLG 結晶性の向上.

【セミナー及びシンポジウム開催】

2nd IRCGE Seminar, June 3 (Fri.), 2022, 13:30-14:30, online

Research & Development for Application of Thermoelectric Power Generation

Lecturer: **Dr. Ryoji Funahashi**, Prime Senior Researcher
Nanomaterials Research Institute

National Institute of Advanced Industrial Science & Technology (AIST)

Power generation from unuseful waste or natural heat contributes to energy saving and reduction of CO₂ emissions. Although thermoelectric generation is a promising technology, the fragility of the modules against the mechanical or the thermal impact and the oxidation restricts practical applications. The modules composed of the p-type $\text{Ca}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_{0.9}$ and n-type CaMnO_3 based materials show the good durability at high temperature in air. The lifetime testing and the measurement of the mechanical properties for the oxide thermoelectric devices and modules are progressing. After the brief introduction of the oxide materials, the relationship between the mechanical properties and the durability of the modules, which are investigated recently, will be talked. The seminar will be closed by some examples for the thermoelectric applications.

Coordinator: Prof. Paolo Mele (IRCGE, SIT)

第2回セミナー (6月3日)



Speaker: Prof. Josep Nogués (Catalan Institute of Nanoscience and Nanotechnology (ICN2), CSIC and BIST, ICREA, Barcelona, Spain)

Location: Shibaura Institute of Technology, Toyosu Campus, Research Building

Hybrid format: onsite in Classroom 502 plus zoom broadcast

Date and time: September 12 2022, 11:45~12:30

Zoom link: <https://shibaura-it.zoom.us/j/99070966933> Meeting ID: 990 7096 6933

ABSTRACT: Nanoparticles have attracted an enormous interest during the last decades due to their appealing properties which have led to countless applications in very widespread fields. Interestingly, the physicochemical properties of nanoparticles can be efficiently tuned by designing not only their size but also their shape. For biomedical applications, magnetic iron oxides, either magnetite (Fe_3O_4) or maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), are the most promising candidates because of their biocompatibility, biodegradability and relatively high magnetic moment. However, most of the research performed in maghemite/magnetite nanoparticles has been carried out on isotropic spherical particles. Here we present a rationally designed synthesis to obtain high quality anisometric Fe_3O_4 nanoparticles, nanorods and nanorings, over a wide range of sizes. Below certain sizes both nanorods and the nanorings exhibit a high degree of crystallinity and a well-defined morphology. The nanorods are an excellent magnetic hyperthermia and NMR relaxivity performance (better than their spherical counterparts), making them excellent candidates for potential applications in nanotherapeutics. In addition, the Fe_3O_4 nanoparticles are outstanding heat mediators for photothermal in the near infrared (NIR) region (680–1350 nm), with heating efficiencies similar to, or better than, the best photothermal agents.



BIOGRAPHY: Professor Josep Nogué earned a degree from the Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) in 1986. After obtaining his PhD at the Kungliga Tekniska Högskolan (Royal Institute of Technology) in Stockholm (Sweden) in 1993, he moved to the University of California San Diego (UCLA) to complete his postdoctoral studies. Four years later he returned to the UAB as an associate researcher, becoming an ICREA research professor in 2007 and a founding member of the former Catalan Institute of Nanotechnology (ICN) shortly thereafter. He is now a group leader of the Catalan Institute of Nanoscience and Nanotechnology.

During his scientific career, Nogues has extensively worked on the magnetic characterization of different types of materials, particularly nanoparticles and nanostructures. Moreover, in recent years he has also been involved in the study of plasmonic and magneto-plasmonic nanostructures. His current research interests are related to the synthesis of magnetic nanoparticles; the development of novel measuring approaches, based on microscopy, synchrotron or neutrons, to gain enhanced magnetic structure/morphological information at the nanoscale; one of his main present activities is the design of magneto-plasmonic and magnetoplasmonic structures for the detection of chemical and biological species by optical actuation. Moreover, he is working in different types of magneto-optic-electrochemical structures for environmental remediation (e.g., degradation of persistent organic pollutants or antibiotics), or hydrogen or bioethanol production.

ORGANIZER:
Prof. Paolo Mele, Shibaura Institute of Technology, College of engineering /Innovative Global
program (IGP) and International Research Center for Green Electronics (IRCGE)
Email: pmele@shibaura-it.ac.jp Phone: 03-5859-9710
Website: https://www.shibaura-it.ac.jp/en/research/lab/engineering/materials/paolo_mele.html



Prof. Davide Peddis

Department of Chemistry and Industrial Chemistry, University of Genoa, (Genoa, Italy) and
Institute of Structure of Matter-CNR (Rome, Italy)

Location: Shibaura Institute of Technology, Toyosu Campus, Research Building Classroom 505

Date and time: October 14 2022, 15:00-15:45

Zoom <https://shibaura-it.zoom.us/j/96768783644?pwd=QS9ZNFoMURUMlJXV0pTckt5aytUQT09>

ABSTRACT: Magnetic materials (MMs) are unique complex objects whose physical properties differ greatly from their parent massive materials. In fact, the magnetic properties are particularly sensitive to the particle size, being determined by finite size effects on the core properties, related to the reduced number of spins cooperatively linked and by the surface effects. The size of the particles is a key factor in the design of magnetic materials, which are generally much more interesting because of their possibilities for applications in high density data storage, thermofluidic catalysis, environmental technology, and biomedicine (e.g., drug delivery, contrast enhanced MRI). To synthesize magnetic materials with a controlled size, shape, and composition, the use of nanotechnology is required. In this review, multifunctional materials, MMs confined in a magnetic core embedded in an *inert* matrix that may be composed of polymers, mesoporous structures (e.g., silica, zeolites, zeolites, mesoporous framework) or even molecules, are discussed. The properties of these materials are determined by the size of the particles, the nature of the matrix, and by those of the constituent components. When the individual components, themselves, are complex systems belonging for example to the family of correlated electron or to quasi-crystalline systems, it becomes non-trivial to understand the properties of the materials. In this review, we will discuss the properties of these materials, and this talk will focus on the design of MMs that can be used to control the motion of the anions/cations, controlling magnetic properties, micro- and meso-structure and molecular conformation. Some recent results on synthesis of magnetic materials, their properties, and their applications in data storage, e.g., perovskite magnets, their productivity, biomedicine, and other technological field will be discussed.



BIOGRAPHY: Darko Prodić (DP) graduated magna cum laude in Physical Chemistry (2003) and obtained his PhD in Physical Chemistry (2007) at the University of Zagreb, where DP is Associate Professor of Physical Chemistry at University of Zagreb and associate researcher at CNR-Istec. In the years 2007-2009 he worked as Research Fellow at University of California at LSA - CNR, then Senior Scientist at Viroc Institute, University of Belgrade between December 2014 and February 2017, where he was team leader for a *pro-p* focused on synthesis and functionalization of magnetic nanoparticles for biomedical application. He has extensive experience in collaborations with international orgs. He was visiting professor at the Jeju National University.

1. *Abstracts* (P. M. G. de Groot, Editorial Director, *Abstracts of the Applied Chemistry Division with the Royal Society of Chemistry*, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671,

ORGANIZER:
Prof. Paolo Mele, Shibaura Institute of Technology, College of Engineering / Innovative Global
program (IGP) and International Research Center for Green Electronics (IRCGE)
Email: pmele@shibaura-it.ac.jp Phone: 03-5859-9710
Website: http://www.shibaura-it.ac.jp/en/research/ab/engineering/materials/paolo_mele.html



第3回セミナー (9月12日)

第4回セミナー（10月14日）

5th IRCGE Seminar, December 6, 2022 at 9:30 am

Location: SIT, Toyosu Campus, Room No: 2305, Centennial Main Building (3F)

Functional Materials and Surface Coating Technologies for Energy and Sustainability

Lecturer: Prof. Dr. M. S. Ramachandra Rao, IITM, Chennai, India

In this talk, I will highlight our group's research activities on functional nano- materials with examples related to doped ZnO for light emission and whispering gallery mode (WGM) generation. I will highlight our recent results on the development of a method to realize large area PZT thin films, by PLD, that are useful for energy harvesting and various other applications. I will talk about our solar-hub established at IITM. I will give an outline of the activities of this centre that focuses on harnessing solar energy.

My research group is also involved in the development of various tools using diamond coatings developed in our laboratory using a CVD technique. Our diamond coatings have many other applications including diamond electrodes for water purification.



Coordinator: Prof. Muralidhar Miryala (IRCGE, SIT)

第5回セミナー（12月6日）

6th IRCGE Seminar, December 7, 2022 at 10:00 am
 Location: SIT, Toyosu Campus, Room No: 2304, Centennial Main Building (3F)

Applications of Superconductivity

Lecturer: Prof. Dr. Soo Kien Chen, UPM, Malaysia

Superconductivity remains as one of the most puzzling phenomena in solid state physics since its discovery more than a century ago. To date, numerous superconducting materials have been discovered partly thanks to the scientific and technological advances. They are materials displaying a variety of properties ranging from metallic to insulating or even magnetic. Below the critical transition temperature, zero electrical resistivity and Meissner effect are the key characteristics of the materials. To benefit mankind, the properties of superconductors can be tailored for different usage. In this regard, enormous effort has been put forward to realize superconductors into large- and small-scale applications. As a matter of fact, superconductors are green materials for efficient power transmission contributing to the UNESCO and Sustainable Development Goal for affordable and clean energy. In this talk, selected applications of superconductors and their relevance to environmental and human wellness are presented.



Coordinator: Prof. Muralidhar Miryala (IRCGE, SIT)

第6回セミナー (12月7日)

7th IRCGE Seminar, December 8, 2022 at 10:00 am
 SIT, Toyosu Campus, Room No: 2304, Centennial Main Building (3F)

1. Oil spill and Sorbents

Lecturer: Prof. Dr. Oon Jew Lee, UPT, Malaysia

Massive leakage of oils resulting from human activity is a significant stressor to the contamination of water bodies. Excessive hydrocarbon and hydrogenated fats from petroleum and non-petroleum products have caused instant and lasting biological damage to aquatic ecosystems. This rising concern has urged the authority to impose high penalties and strict regulations for oil production operations. Hence, the demand for selective and effective removing oil pollutants from contaminated water is boosted. Conventional oil removal techniques have considerable drawbacks, such as low efficiency, secondary pollution, time-consuming, costly, poor mechanical stability, and complex fabrication procedures, significantly limiting their practical application. In recent years, functional sorbent with high oil sorption and excellent oil retention has been pivotal to remediating oil spills and avoiding revenue loss. Superoleophilic hydrophobic nanoporous fibre as an effective oil sorbent is demonstrated herewith. The carbonaceous kapok fibres showed tunable oil sorption capacities of 34.0 g/g – 35.5 g/g for 12 oils with different densities and viscosity. These carbonaceous kapok fibres selectively absorbed oil slick and repelled water even under vigorous water vortex, indicating distinctly 100% oil retention under gravitation force. The surface roughness and intrinsic graphite phase of kapok fibres were tunable by varying the carbonization temperature, enhancing their oil sorption and retention. The adsorption-desorption isotherms deduced that these nanoporous kapok fibres fell into the H3 IUPAC classification, showing the presence of non-rigid lamellar pores appearing on each fibre. Multiple oil sorption-desorption cycles held a considerable promise of the carbonaceous kapok fibres for high reusability with low environmental impact for oil spill recovery.



2. 2D semiconductors: Promising candidates for next-generation optoelectronics

Lecturer: Prof. Dr. Tejendra Dixit, IITM, India

The scientific community is currently paying a great deal of attention to 2D semiconductors due to the unique promise that these materials hold for the development of electrical and optoelectronic devices for the next generation. 2D semiconductors are one of the most promising candidates for the next generation of electronic devices as a result of their huge exciton binding energy, bandgap tunability, and strong photon-exciton interaction. Recent research utilizing ultrafast exciton dynamics has uncovered the presence of an electron-hole liquid in 2D semiconductors that is stable at ambient temperature. In addition, information regarding 2D materials, including its optoelectronic capabilities, will be given in detail. Some examples of these qualities are photoluminescence and nano-lasing characteristics. During the presentation, some information regarding dark excitons and higher order excitons will also be provided.

Coordinator: Prof. Muralidhar Miryala (IRCGE, SIT)

第7回セミナー (12月8日)

【研究員毎の成果】

IGP, Miryala, Muralidhar

High-temperature superconductors (HTS) with good performance are in high demand due to the shortage of helium. MgB_2 is a type of HTS that offers excellent performance without relying on helium cryogenics, although it must be used at lower temperatures than other HTS such as perovskites. Despite this limitation, MgB_2 has

SIT
SRIHARANA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

The 2nd International Green Electronics Symposium

February 16, 2023 13:00 ~ 17:00
 Shriharana Institute of Technology
 Toyosu Campus Room 403, 404 and Online (zoom)
Fee : Free
Registration: <https://forms.gle/2b5im2wmpjcd4B6A>
Application deadline: Tuesday, February 14th

13:00 Opening remark : H. Nishikawa, Director of SIT Research Labs.

13:05 Plenary Talk 1 Chair : M. Muralidhar
Dr R Gopalan, FNAE, FIIM, FTAS, FASC, FEMS, FISAS
 International Advanced Research Centre for Powder Metallurgy & New Materials (ARCI), DST, Govt. of India
"Science and Technology of the Materials driving Electric Mobility"

13:10 IRCGE Activity Topics Chair : K. Ueno

Topic 1 : Battery-less low-power IoT sensor powered by thermoelectric module

Topic 2 : Flexible paper devices integrated with thermoelectrics

Topic 3 : Low-cost fabrication processes for novel superconductors

P. Mele, K. Usami
 H. Srinivasan, P. Mele
 M. Muralidhar

14:20 10 min Break

Student presentations < Session 1 > and < Session 2 > are in parallel

< Session 1 > Materials, Devices, and Systems Co-chairs : P. Mele and K. Usami Room 403

14:30 Stability Improvement of Low-Temperature Sputter-Deposited Boron Nitride Film by Post-Annealing N. Kamada

14:40 Thermoelectric thin film devices for localized heat harvesting G. Latrasco

14:50 An Ultra-low voltage Temperature Sensor with Time-to-Digital Converter K. Nagai

15:00 Paper-based self-folded honeycomb device H. Minamide

15:10 Stiffness evaluation of self-folded corrugated structures fabricated by ink-jet printing and mounting compression sensors Y. Fukutaka

15:20 Evaluation of Mechanically-Induced Long-Period Fiber Grating Devices by Use of Optical Power Meter R. Watanabe

15:30 A Study of an Optical- and Wireless-energy Hybrid-harvesting Circuit R. Saito

15:40 1.6-2.2 GHz Band Continuous Class-BJ Power Amplifier Considering PVT Parasitic Elements S. Aomura

< Session 2 > Materials and Processes Co-chairs : M. Miryala and K. Kyuno Room 404

14:30 Numerical Modelling of Critical Current Properties of IG processed Ternary RE-123 Summa Miryala

14:40 Effect of Liquid Phase on Growth and Microstructure of Bulk Ternary (Ga,V,Er)-123 A. Garg Agarwa

14:50 Size Reduction of Boron Particles by Ball Milling for High Performance Bulk MgB_2 M. Shadab

15:00 Optimization of a Heating Pattern for Single Grain (Y,Er)Ba₂Cu₃O_{7-x} by Infiltration Growth (IG) process A. N. B. Kumaradha

15:10 Improved Critical Current Density's in Bulk MgB_2 using High Power Ultrasonication P. Roshan

15:20 Revolutionizing Material Development: Fabrication of MgB_2 Cryo-magnet Superconductors for Medical Applications Santosh Miryala

15:30 Crystallization of Si Thin Film at Low Temperature by MIC Method using Gold Catalyst R. Yoneda

15:40 Characterization of H-doped Amorphous Carbon Thin Films for Solar Cells K. Suzuki

15:50 Optimization for Current-Enhanced Solid-Phase Deposition of Multi-Layer Graphene with High Crystallinity and Uniformity R. Tsuchida

16:00 10 min Break

16:05 Plenary Talk 2 : Chair: Paolo Mele
Prof. Marco Antonio de la Torre Hidalgo
 University of Castilla-La Mancha, Ciudad Real, Spain
"Measuring Techniques of Thermal Conductivity in Nanostructured Thermoelectrics: Problems and Challenges"

16:10 Closing remark : K. Ueno, Director of International Research Center for Green Electronics (IRCGE)

第2回シンポジウム (2月16日)

6

several advantages that make it appealing for widespread use, including a simpler fabrication process, lower cost base materials, and strong superconducting parameters. One method for producing bulk MgB₂ is the ultrasonication of commercial-grade boron to produce nano boron. Many experiments have demonstrated that ultrasonication can improve the critical current density (J_c) of MgB₂. The mechanism behind this improvement is thought to be the cavitation caused by high-intensity ultrasonic waves, which break down the boron particles to a nanoscale, around 100nm. This is a dramatic improvement in controlling the boron particle size, which led to 34% improvement in J_c compared to the previous year. Further, we also controlled the particle size using the ball milling technique. On the other hand, the cryomagnets with 20 mm in size was developed by SPS technique, which led to high critical current density 10^5 A/cm² at 10K and the trapped field values around 3.15T at 15K. This clearly indicates that high trapped field cry-magnet development will soon be proposed as having potential application in projects such as super-conducting motors and medical devices. The summary of the achievements are given below:

(i) Recent results on compact bulk MgB₂ magnets produced by spark plasma sintering (SPS)

The critical current density and flux pinning force need a considerable improvement, especially at elevated temperatures, 20-30 K. Recently, the high-density bulk MgB₂ material produced by spark plasma sintering (SPS) utilizing the nano-scale amorphous boron and 1.5wt% carbon coated boron precursors. The critical current density of MgB₂ material produced by amorphous nano boron exhibited the highest J_c , around 10^8 A/cm², at 10K and self-field and 4T (see Fig.1, left), which is the highest so far reported value in bulk MgB₂. As a result, the trapped field reaches 3.15 T at 15 K in the 20 mm in diameter and 10 mm high bulk (see Fig.3, middle), which is twice the value obtained in the same size of material produced in sintering process. Microstructural observations by transmission electron microscopy (TEM) exhibit high density and nano meter in MgB₂ grain formation (see Fig.3, right). Current results indicate that the bulk MgB₂ magnets will be produced around 5T class which will be useful for several applications in motors, medical sector etc.,

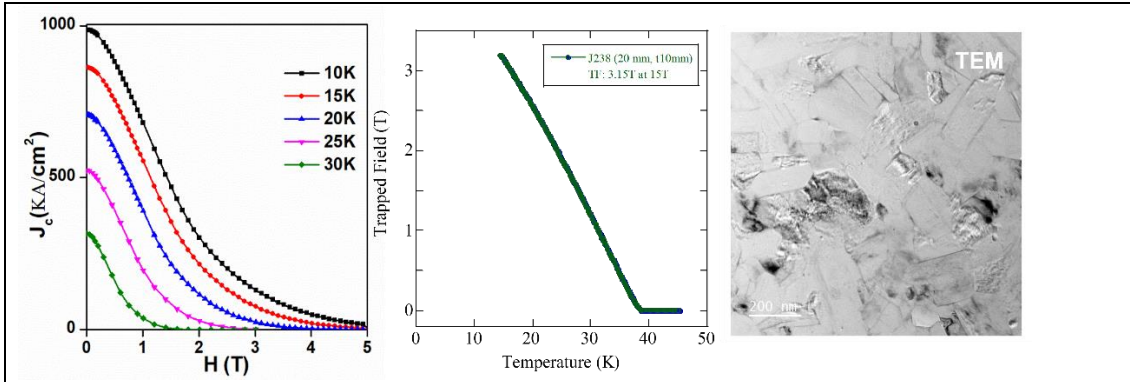


Fig. 1. Extremely high critical current densities up to 10^8 A/cm² in self-field and above 10^4 A/cm² at 4 T were measured at 10 K, indicating that vortex pinning is very strong (left), high trapped at 15T and nano sized MgB₂ grain formation by SPS process.

(ii) Improvement of critical current density through ultrasonication of commercial boron

Commercial boron was ultrasonicated using a Mitsui UX-600 homogenizer in water at 100% power for different periods to reduce particle size and improve the critical current (J_c) of MgB₂. The water medium was chosen for its *low cost* and *minimal environmental impact*, although more viscous solutions have been shown to improve J_c , they also create issues with isolating the boron powder and can have negative economic and environmental effects. The ultrasonicated boron was then mixed with magnesium in a glove box and compacted using uniaxial pressure before being sintered for 3 hours at 775°C. The resulting MgB₂ bulk was characterized using FE-SEM, XRD, and SQUID.

The results showed that J_c was significantly improved compared to the reference sample, with the highest J_c of 371 kA/cm² being obtained after 2 hours of ultrasonication at 100% power, an improvement of 34% (Fig.2, left). XRD analysis revealed no inclusion of impurities and a sharp transition width in the samples. Particle size was also reduced from an average of 400-600 nm to around 100 nm (Fig.2, right) for samples with high J_c . Further optimization of parameters such as temperature, boron concentration, dopants, and the sintering technique may improve the superconducting properties of MgB₂.

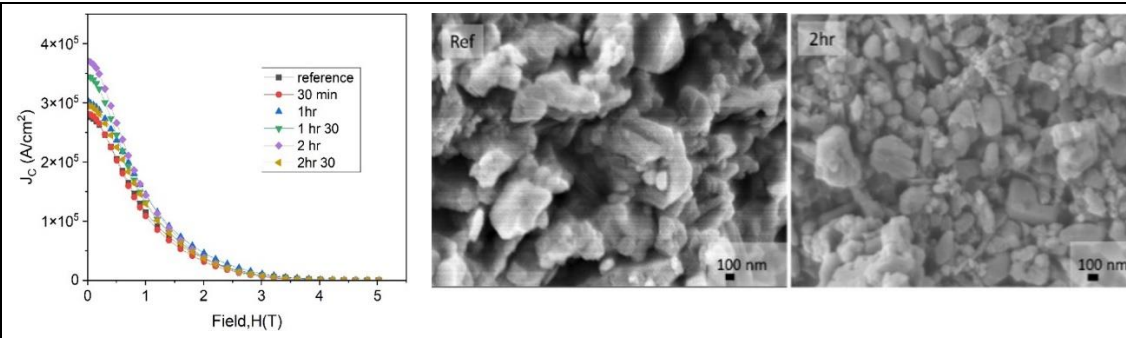


Fig. 2 Critical current densities (J_c) as a function of magnetic field (left), SEM images of un-ultrasonicated and 2hr ultrasonicated boron samples

(iii) Optimization and production of nano boron for MgB₂ bulk using the ball milling process

MgB₂, also known as magnesium diboride, is a high-temperature superconductor material that is synthesized through a solid-state technique involving high-energy ball milling and subsequent low-temperature sintering. To improve output performance and product quality, optimizing the machining process parameters is necessary.

The Taguchi optimization process was used in this study to optimize the cutting parameters when machining boron with a purity of 95% using the ball milling process. The milling parameters examined were RPM, BPR, and milling time. An orthogonal array, signal-to-noise ratio, and analysis of variance were used to evaluate the impact of these parameters on the critical current density (J_c) of the resulting MgB₂ material. The results of the study showed that the combination of RPM, BPR, and milling time at certain levels produced the best results for J_c . The Taguchi method was also used to analyze the interaction between the milling parameters.

The L9 Taguchi orthogonal array was chosen for the experiment, with three parameters and three levels. The main effects plot demonstrated how the process variables affected the J_c , with the optimal combination being a speed of 400 rpm, milling time of 3 hours, and a ball powder ratio of 5:1. The M-H loop measurements and the Bean model were used to calculate the J_c of all the samples at 20 K. Figures 3 show the J_c -H and normalized susceptibility versus temperature for the MgB_2 samples, respectively.

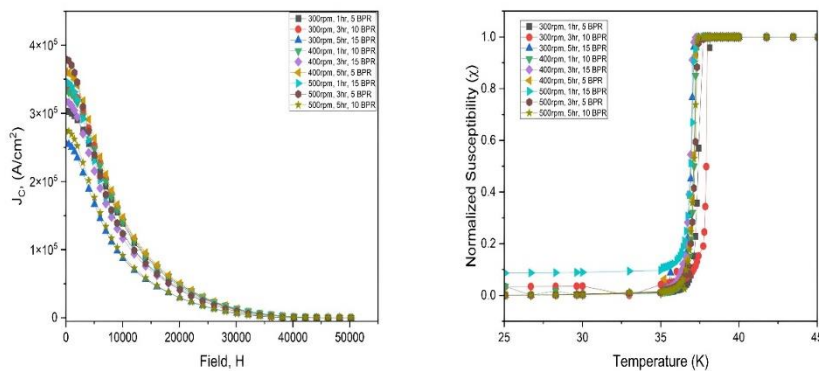
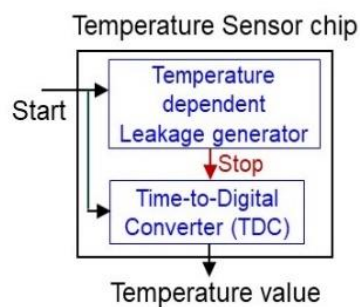


Fig.3. Magnetic critical current density (J_c) vs field (H) curves of MgB_2 at 20K (left); Normalized susceptibility (χ) vs temperature of MgB_2 bulks.

情報工学科 宇佐美公良

Mele 先生の TE モジュールとつないで動かす超低電圧温度センサの新回路を考案、設計し、SPICE シミュレーションで 0.15V、 $2\mu W$ 以下で動作することを確認。(従来回路では 0.2V が限界)



- Low-voltage/Low-power temperature sensor chip
- After Start, Stop signal activation is delayed based on generated temperature-dependent leakage current
- TDC detects time interval between Start and Stop, converts to temperature
- Works at 0.15V and $<2\mu W$ (simulated with SPICE)

材料工学科 弓野健太郎

フレキシブル基板上に Ge の良質な結晶薄膜を作製することを目的として、Au 触媒を用いた低温での結晶成長に関する研究を行っている。Au と Ge の組み合わせは 300℃以下で結晶成長が可能であることから盛んに研究が行われてきたが、Ge の結晶薄膜上に、島状に 2 層目が生成してしまい、表面粗さが大きいことが課題となっている。

今年度の研究では、結晶成長の様子を詳細に調べることにより、2 層目の成長が 1 層目に比べて高温で起きていることを見出した。実際、1 層目の成長のみが優先的に起こる 170℃という低温で成長を行うことにより、2 層目の成長を抑制し、平坦性に優れた薄膜を得ることに成功した。Ge の結晶薄膜は III V 族半導体を用いた多層型太陽電池の下地層として期待されており、今回の成果はその実現に寄与するものと考えている。

IGP, Mele, Paolo

In AY2022 two topics were studied in my laboratory.

- 1) Thin films of n-type and p-type RE-based skutterudites $\text{Sm}_y(\text{Fe}_x\text{Ni}_{1-x})_4\text{Sb}_{12}$ deposited on fused silica substrates by pulsed laser deposition (PLD) and modules based on them. The output power of a 1 cm² module with 5 n-type legs and 5 p-type legs was improved from 0.16 μW (previous year) to 0.53 μW (this year) at T = 200 °C.
- 2) Thin films of PEDOT:PSS prepared by screen printing and ink-jet printing on paper scaffolds, and 4 cm² modules based on them with Ag and PEDOT:PSS legs. The best module, based on 5-layered PEDOT:PSS legs and ink-jet printed Ag legs, generated a power output of 22 nW at T = 70 °C.

The results were published in peer-reviewed journals and presented in online and onsite international conferences.

電気工学科 重宗宏毅

An origami honeycomb device with wireless strain sensor that contributes to green electronics has been successfully developed. The honeycomb structure is formed autonomously by using reaction with the printed solution. A wireless strain sensor using LC resonance was successfully implemented on a paper substrate. The deformation of the strain sensor is detected by the shift of the resonant frequency obtained from a network analyzer. Finally, by pre-mounting the wireless strain sensor on paper, we have successfully developed a wireless self-folded honeycomb device that detects the impacts. The device has also been successfully

implemented in wired, and can be used both wired and wireless depending on the application.

In addition, the development of maintenance-free battery-less devices is attracting attention toward the realization of Society 5.0. Therefore, we have started to develop biodegradable and disposable thermoelectric devices based on a paper substrate to apply for agriculture, forestry, and medical applications. The project is a joint research project started from the center. The thermoelectric device is fabricated by printing thin-film electrodes on the paper substrates, with PEDOT:PSS as the p-leg and silver nanoparticles as the n-leg. The solutions are formed on paper substrates by screen printing and inkjet printing, respectively. The output characteristics specific to the thermoelectric devices was confirmed by measuring the output under a thermal gradient. In the course of evaluation experiments, it was found that the surface roughness peculiar to paper material affects the output performance of the device.

情報通信工学科 田中慎一

(次世代移動体システム向け高効率・広帯域 GaN 増幅器)

昨年度は、周波数が変化しても連続的に高調波処理を行うことで広帯域・高効率を実現する連続モード増幅器として、独自の 1 ポート左手／右手系複合 (CRLH) 線路を用いる手法を提案した。今年度は F 級および逆 F 級で連続動作をする増幅器を試作して良好な結果を得た。試作回路は 10W GaN FET 増幅器で、1.6-2.2GHz の 600MHz の帯域で 70%以上のドレイン効率を示すことを確認した。今回は、ベンチマーク性能に匹敵する性能を、従来よりも 1 桁小さな回路面積 (従来比 1/5~1/7) で実現することができた。連続モード増幅器は性能的には期待されながらも回路サイズが課題であったが、今回の成果は実用化の大きな可能性を示したものである。

(エネルギーハーベスト向けマイクロ波整流器)

都市部を中心に資源が豊富な環境電波を用いる RF エネルギーハーベスティングが注目されている。これまで 500MHz 帯以上の周波数にて、共振コイルを用いて微弱な環境電波を整流するダイオード整流器を報告してきたが、この整流器は低周波数ほど原理を活かせることに注目して、200MHz 帯の整流器を検討した。一方、従来の共振コイル付整流器は、-20dBm 以下の微弱電波領域にて一定の電力変換効率を出すことはできても出力電圧が 2 次電池の充電に必要な 1V を大きく下回っていた。そこで、200MHz 帯の倍電圧整流器に共振コイルを導入して回路設計方法を検討した結果、48%の電力変換効率と 1.3V の出力電圧を両立することを実験で確認することができた。

電子工学科 前多正

昨年度試作した、抵抗圧縮回路を利用した地デジ(500MHz 帯)及び、無線 LAN(2.4GHz 帯)のデュアルバンド環境電波エネルギーハーベスト回路を引き続き検討中。整流回路のリアクタンス成分の変動に対して出力電圧から整合状態を読みとり、最適な整合状態を探索するアルゴリズムを考案した。また、プリント基板の寄生効果及び整流回路の終端の状態により、整合回路を内蔵した回路でも入力インピーダンスが大きく変化してしまうことが明らかになったために、対策を検討中である。

電子工学科 石川博康

①酸化物薄膜 (CuO) : CuO 薄膜中 Cu の酸化度向上を目的に、プレカーサー薄膜を酸化して CuO 薄膜作製した。プレカーサーとしてスパッタ Cu₃N 薄膜 (CuO(Cu₃N)) 及び MOCVD Cu₂O (CuO(Cu₂O))) 薄膜を用いた。全ての試料で熱起電力 (高温側が負の p 型) が観察された。これまで最も低抵抗であった O₂ アニール MOCVD CuO 薄膜と比較し、CuO(Cu₃N) はさらに低い抵抗値/膜厚を示した。また、p-CuO/n-Si(111)基板太陽電池を試作し、白熱電球照射下で発電することを確認した。

②窒化物薄膜 (Cu₃N) : 太陽電池用新規半導体として Cu₃N の研究を始めた。スパッタ法 (Cu ターゲット、Ar+N₂ ガス) により作製した。ノンドープ試料は真性半導体の特性を示したが N₂ アニールすると p 型伝導となり低抵抗化した。C 及び F の p 型ドーピングを期待して CF₄ プラズマ処理+N₂ アニールを行ったところ、熱起電力測定でわずかであるが高温側が正となる n 型を示した。

③a-C 薄膜 : スパッタ法の堆積条件を検討し、従来比~2 倍程度の堆積レートとすることができた。従来の膜厚 200nm 程度のノンドープ膜は 10⁹ Ω・cm 台の高抵抗であったが、膜厚を 400nm 程度と厚くなると 10⁵~10⁶ Ω・cm 台まで低下した。表面空乏の影響が示唆される。さらに、薄膜の p 型低抵抗化および光導電性改善のため、a-C への Al 及び B₄C ドーピング実験を行った。グラファイト粉末をベースに Al 粉末または B₄C 粉末を混合したものをターゲットに用いた。両者共にドーピングにより低抵抗化と光導電性の向上を確認することができた。

電子工学科 横井秀樹

電力消費が少ない光配線・光導波路技術のさらなる高機能化、高集積化を目的として、波長多重通信用光マルチプレクサ、導波路型光非相反素子に関する研究を行った。さらに、光導波路の応用として光流体工学に基づいたマイクロ/ナノ粒子の検出機器について検討した。光マルチプレクサに関する研究では、FDTD 法を用いて素子を構成する MMI カプラ、交差光導波路を設計し、光波の伝搬特性を明らかにした。光非相反素子に関する研究では、超音速フリージェット PVD 法を用いて Si 基板上に磁気光学導波路を製作した。製作した磁気光学導波路に、導波光学により光波を結合し、出射光の近視野像を観測

した。これまでスラブ導波路構造の磁気光学導波路のみを対象として非相反移相量を計算してきたが、三次元導波路構造の磁気光学導波路における非相反移相量を計算するモデルを新たに構築した。マイクロ／ナノ粒子の検出機器に関する研究では、感光性構造形成材料を用いて光導波路を製作した。

電子工学科 山口正樹

集束プロトンビームを用いた圧電材料の微細加工に関する検討を行うなかで、従来から広く研究が行われている電子線誘起反応との感光感度の比較、ならびに照射プロトンの試料内部における残留状況に関する調査が課題となっていた。そこで本年度は、この2点について重点的に検討を行ってきた。

特に照射プロトンの残留状況に関しては、水素化アモルファスシリコンにおいて結合水素量推定に用いられる赤外吸収スペクトル法を適用し、ほとんどすべての照射プロトンが基板内で結合状態を保ったまま残留していること、圧電材料の結晶化思慮温度以下での加熱処理により除去可能であることを明らかにした。また、圧電材料の集束プロトンビーム加工に使用する溶液材料に対する感光感度については、一桁程度高くなることを確認した。

電子工学科 上野和良

グラフェンのデバイス応用を目指して、グラフェン成膜やドーピングプロセス、デバイス試作を実施した。グラフェン成膜では、デバイス試作への適用を視野に、CVDによる結晶性の良い多層グラフェン（MLG）パターンの形成を行い、デバイス応用に必要と考えられるG/D比20以上の結晶性の良いMLGパターンを作製する条件を見出し、インダクタやアンテナの試作に応用した。また、低温プロセス（400℃以下）でのMLG膜質と均一性の改善を図るため、転写のいらない固相析出法において電流をかけながら固相析出する独自の 방법으로、加熱速度や膜厚を制御することで、400℃以下で良好な膜質のMLG膜を得ることができた。

グラフェン関連材料のアモルファスカーボン（a-C）や窒化ホウ素（BN）に関して、Cu配線などに用いられる金属の表面酸化を抑制するキャップ膜や、電流印加による抵抗変化型の人工シナプス素子への応用を目指して、成膜プロセスの改善によるa-Cの耐湿バリア性の改善や、a-BN膜の安定性の向上と抵抗変化動作の確認を行った。またa-Cを使った抵抗変化メモリにおいて、電流によるa-Cの構造変化を直接観察することを目的に、観察に適したデバイス作製法を検討した。

SIT 総合研究所 関宏範

近年マイクロプラスチックによる海洋汚染が問題視されている。特に350μm以下のサイズのマイクロプラスチックは物理的なメッシュ状のフィルタで捕集するこ

とが困難であるため、我々は海洋 MP に見立てた 1 μm サイズのポリスチレン粒子の捕集に焦点を当て、下記の研究活動を行った。

(1) 昨年度、誘電泳動現象を用いた新しいサンドイッチ構造デバイスの作製を行い、マイクロプラスチックに見立てたポリスチレン粒子の捕集実験に成功した。これを受け、捕集ピットサイズが捕集効率に及ぼす影響を調べた。

(2) 昨年度作製したマイクロプラスチックの連続回収システムを用いて得た豊洲運河のサンプルおよび海洋大学荒川先生より頂いた海洋マイクロプラスチックサンプルに対してアルカリ処理方法とフェントン処理方法の影響を調べた。

(3) マイクロプラスチックの観察のための大面積検鏡デバイスの作成に成功した。また高解像度大面積スキャナーを用いてマイクロプラスチックの観察に成功した。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】(査読有)

1. Sai Srikanth Arvapalli, Muralidhar Miryala, Naomichi Sakai, Masato Murakami, Milos Jirsa, “Novel ultra-sonic boron refinement in distilled water for cost-efficient fabrication of MgB_2 bulk ceramic superconductors”, 2022 *Journal of Ceramics International* Vol. 48, pp. 28102-28111. (**Impact Factor: 4.527**)
2. Yiteng Xing, Pierre Bernstein, Muralidhar Miryala and Jacques G. Noudem “High Critical Current Density of Nanostructured MgB_2 Bulk Superconductor Densified by Spark Plasma Sintering”, 2022 *Journal of Nanomaterials* Vol. 12, 2583 pp.8 (**Impact factor: 5.719**)
3. Sumanth Arigeaa, Vikash Mishra, Muralidhar Miryala, M.S. Ramachandra Rao Tejendra Dixit, “Plasmon-coupled sub-bandgap photoluminescence enhancement in ultra-wide bandgap CuO through hot-hole transfer”, 2022, *Journal of Optical Materials* Vol. 134, 113149pp.8 (**Impact factor: 3.018**).
4. Ankit Arora, Kolla Lakshmi Ganapathi, Tejendra Dixit, Muralidhar Miryala, Murakami Masato, M. S. Ramachandra Rao, and Ananth Krishnan, “Thickness-Dependent Nonlinear Electrical Conductivity of Few-Layer Muscovite”, 2022 *Phys. Rev. Appl.*, Vol. 17, 064042pp.8 (**Impact Factor: 4.931**).
5. Muralidhar Miryala, Kotaro Kitamoto, Sai Srikanth Arvapalli, Dhruva Das, et al., “Enhancing Critical Current Density of Bulk MgB_2 via Nanoscale Boron and Dy_2O_3 Doping”, 2022, *Advanced Engineering Materials*. Vol. 24, 2200487 pp.7. (**Impact factor: 4.122**)
6. Nur Athirah Che Dzul-Kifli, Mohd Mustafa Awang Kechik, Hussein Baqiah, Abdul Halim Shaari, Kean Pah Lim, Soo Kien Chen, Safia Izzati Abd Sukor, Muhammad Kashfi Shabdin, Muhammad Khalis Abdul Karim, Khairul Khaizi Mohd Shariff and Muralidhar Miryala, “Superconducting Properties of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ with a Multiferroic Addition Synthesized by a

- Capping Agent-Aided”, 2022 *Journal of Nanomaterials* Vol. 12, 3958 pp.15 (**Impact factor: 5.719**)
7. Nurhidayah Mohd Hapipi, Soo Kien Chen, Abdul Halim Shaari, Mohd Mustafa Awang Kechik, Kean Pah Lima, Kar Ban Tan, Oon Jew Leed and Muralidhar Miryala, “Enhancing critical current density of ex-situ MgB_2 via control of Mg associated sintering”, 2022 *J Mater Sci: Mater Electron*, Vol. 33 pp.11257-11268 (**Impact factor: 2.478**)
 8. M. Santosh, A. Sai Srikanth, M. Muralidhar, “Enhanced Flux Pinning Performance of Bulk MgB_2 via Immersion of Synthetic Motor Oil”, 2022 *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*, Vol. 35, pp. 2785-2791. (**Impact Factor: 1.675**)
 9. Yohann Thimont, Yiteng Xing, Pierre Bernstein, Muralidhar Miryala and Jacques Noudem, “Joining Superconducting MgB_2 Parts by Spark Plasma Sintering: A New Technique with High Potential for Manufacturing Future Superconducting Devices”, 2022 *Journal of Coatings* Vol. 12, 1151 pp.6. (**Impact factor: 3.12**)
 10. T.R. Rajalekshmi, Vikash Mishra, Tejendra Dixit, Muralidhar Miryala, M.S.Ramachandra Rao and K.Sethupathi, “Near white light and near-infrared luminescence in perovskite Ga:LaCrO_3 ”, 2022 *Journal of Scripta Materialia*, Vol. 210, pp. 114466 (**Impact Factor: 5.661**).
 11. Aliah Nursyahirah Kamarudin, Mohd Mustafa Awang Kechik, Siti Nabilah Abdullah, Hussein Baqiah, Chen Soo Kien, Muhammad Khalis Abdul Karim, Aima Ramli, Lim Kean Pah, Abdul Halim Shaari, Muralidhar Miryala, Masato Murakami and Zainal Abidin Talib, “Effect of Graphene Nanoparticles Addition on Superconductivity of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ Synthesized via the Thermal Treatment Method”, 2022 *Journal of Coatings*, Vol. 12, 91pp.13 (**Impact Factor: 3.12**)
 12. Nurhidayah Mohd Hapipi, Soo Kien Chen, Abdul Halim Shaari, Mohd Mustafa Awang Kechik, Kean Pah Lim, Kar Ban Tan, Oon Jew Lee, Sai Srikanth Arvapalli, Masato Murakami, and Muralidhar Miryala, “Mg assisted sintering for enhancing critical current density of ex-situ MgB_2 ”, 2022 In: *Journal of Material Science*. (**Impact Factor: 4.22**).
 13. Sai Srikanth Arvapalli, Muralidhar M, Saki N, Murakami and Jirsa M, “Quick boron ultra-sonic refinement in distilled water for a cheap and mass production of enhanced bulk MgB_2 ”, 2022, *Journal of SSRN*, 3967332.
 14. Sai Srikanth Arvapalli, Milos Jirsa, M. Murakami, Muralidhar M, “Effect of boron precursor ultra-sonicated in hexane medium on the critical current density of sintered bulk MgB_2 ”, 2022 *Journal of Physics: Conference Series*. (**Impact Factor: 0.55**)
 15. M. Murakami, M. Muralidhar, S. Chida, K. Takahashi, and A. Iwamoto, “Tensile Properties of (Gd, Y, Er) BaCuO Superconducting Bulk Material Fabricated by Infiltration Growth Technique”. 2022 *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol. 32, pp.6800605 (**Impact factor; 1.704**)

16. J. Longji Dadiel, S. Naomichi, Y. Kazuya, T. Kento, O. Tetsuo, N. Jacques, M. Muralidhar and M. Masato , “Field-Trapping Performance of Drilled MgB₂ Bulk Superconductor Embedded with Bi-In-Sn Alloy and Al-rod Using Pulse-Field Magnetization Processes”, 2022 *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol. 32, 3800106 pp.6 (**Impact factor; 1.704**)
17. Chirag Alreja, Sathyan Subbiah, and M. Muralidhar, “Residual stress-free surface at ductile-brittle transition while scratching silicon”, *Journal of Precision Engineering* (under review 2022) (**Impact Factor 3.156**)
18. Muralidhar Miryala, Sai Srikanth Arvapalli, Naomichi Sakai, Masato Murakami, et al., “Complex Pulse Magnetization Process and Mechanical Properties of Spark Plasma Sintered Bulk MgB₂”, 2021 *Material Science and Engineering B*, Vol.273, pp.115390 (**Impact Factor: 4.051**).
19. Giovanna Latronico, Paolo Mele, Chihiro Sekine, Pan Sian Wei, Saurabh Singh, Tsunehiro Takeuchi, Cédric Bourges, Takahiro Baba, Takao Mori, Pietro Manfrinetti, Cristina Artini, “*Effect of the annealing treatment on structural and transport properties of thermoelectric Sm_y(Fe_xNi_{1-x})₄Sb₁₂ thin films*” *Nanotechnology* 34 (2023)115705 DOI 10.1088/1361-6528/aca980
20. A.M. Darwish, S.S. Sarkisov, D.N. Patel, P. Mele, G. Latronico, S. Wilson, K. Cho, *Nanocolloid simulators of luminescent solar concentrator photovoltaic windows*” *Nanotechnology Reviews* 11 (2022) 1167
<https://doi.org/10.1515/ntrev-2022-0064>
21. Abdalla M Darwish, Sergey S Sarkisov, Darayas N Patel, Simeon Wilson, Rachel Jackson, Nichols Moody, Paolo Mele, Giovanna Latronico, Brent Koplitz “*Polymer nanocomposite spectrum down-convertors for UV sensing*” *Proc. SPIE 12229, Photonic Fiber and Crystal Devices: Advances in Materials and Innovations in Device Applications XVI – (2022) 1222902 DOI: 10.1117/12.2630722*
22. Karuppiyah Deva Arun Kumar, Paolo Mele, Sergii Golovynskyi, Aslam Khan, Ahmed M El-Toni, Anees A Ansari, Ravindra K Gupta, Hamid Ghaithan, S AlFaify, Prashantha Murahari, “*Insight into Al doping effect on photodetector performance of CdS and CdS: Mg films prepared by self-controlled nebulizer spray technique*” *J. of Alloys and Comp.* 892 (2022) 160801
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.160801>
23. Karuppiyah Deva Arun Kumar, Paolo Mele, Prashantha Murahari, Ahmed A Abdeltawab, Sayed Z Mohammady, Mohd Ubaidullah, Mohammad Shahzad Samdani, S AlFaify, “*Enhancement of performance of Ga incorporated ZnO UV photodetectors prepared by simplified two step chemical solution process*”

Sensors and Actuators A: Physical 333 (2022)

<https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.113217> 113217

24. Narin Sunthornpan, Kenjiro Kimura, Kentaro Kyuno, “Crystallization of Ge thin films by Au-induced layer exchange: effect of Au layer thickness on Ge crystal orientation”, Japanese Journal of Applied Physics 61, SB1029 (2022)
25. Narin Sunthornpan, Kenjiro Kimura, Kentaro Kyuno, “Morphology of Ge thin films crystallized by Au-induced layer exchange at low temperature (220 °C)”, Journal of Vacuum Science and Technology B 40, 030601 (2022)
26. Naritomi, D., Hosoya, N., Ando, G., Maeda, S., & Shigemune, H. “Creation of origami-inspired honeycomb structure using self-folding paper”. Materials & Design (IF2022: 9.417), 223, 111146. (2022).
27. Fukatsu, Y., & Shigemune, H. “Development of Self - Folded Corrugated Structures Using Automatic Origami Technique by Inkjet Printing”. Advanced Intelligent Systems (IF2022: 7.298), 2100260. (2022).
28. Abe, K., Seki, Y., Kuwajima, Y., Minaminosono, A., Maeda, S., & Shigemune, H. “Low-Voltage Activation Based on Electrohydrodynamics in Positioning Systems for Untethered Robots”. Journal of Robotics and Mechatronics (IF2022: 0.885), 34(2), 351-360. (2022).
29. Kuwajima, Y., Seki, Y., Yamada, Y., Awaki, S., Kamiyauchi, S., Wiranata, A., H. Shigemune & Maeda, S. “Electrochemical Dual Transducer for Fluidic Self-Sensing Actuation”. ACS Applied Materials & Interfaces (IF2022: 9.229), 14(2), 3496-3503. (2022).
30. Murakami, T., Kuwajima, Y., Wiranata, A., Minaminosono, A., Shigemune, H., Mao, Z., & Maeda, S., “A DIY Fabrication Approach for Ultra-Thin Focus-Tunable Liquid Lens Using Electrohydrodynamic Pump”. Micromachines, 12(12), 1452. (2021)
31. Takuya Taniguchi, Kazuki Ishizaki, Daisuke Takagi, Kazuki Nishimura, Hiroki Shigemune, Masahiro Kuramochi, Yuji Sasaki, Hideko Koshima, and Toru Asahi, “Superelasticity of a photo-actuating chiral salicylideneamine crystal”, Communications Chemistry, in press. (2021)
32. Kamiyauchi, S., Yokoyama, Y., Kuwajima, Y., Seki, Y., Awaki, S., Maeda, S., & Shigemune, H. “Fabrication of Soft and Wearable Electrostatic Generator Based on Streaming Electrification”. Advanced Intelligent Systems, 2100131. (2021).
33. Shigemune, H., Pradidarcheep, K., Kuwajima, Y., Seki, Y., Maeda, S., & Cacucciolo, V. Wireless “Electrohydrodynamic Actuators for Propulsion and

- Positioning of Miniaturized Floating Robots”. Advanced Intelligent Systems, 2100004. (2021).
34. Minaminosono, A., Shigemune, H., Murakami, T., & Maeda, S. “Untethered rotational system with a stacked dielectric elastomer actuator”. Smart Materials and Structures, 30(6), 065007. (2021).
 35. 青沼奏志, 田中慎一「FET 寄生成分を考慮した連続 J/B 級増幅器の設計方法に関する検討」, 電子情報通信学会和文論文誌, Vol.J106-C, no.1, pp. 55-59, Jan. 2023.
 36. S. Tanaka, H. Asami and T. Suzuki, " (Invited) Class-E Power Amplifier with Improved PAE Bandwidth Using Double CRLH TL Stub for Harmonic Tuning", IEICE Trans. on Electronics, Vol.E105-C, pp. 441-448, Oct. 2022.
 37. Hironori Seki, Keiya Kawamura, Hidetaka Hayashi, Yasuyuki Ishii, Nitipon Puttaraksa, Hiroyuki Nishikawa, “Utilizing a photosensitive dry film resist in proton beam writing” Japanese Journal of Applied Physics 61, SD1006 (2022)
 38. M.Yamaguchi, K.Watanabe, H.Nishikawa, Y.Masuda, Fabrication of BIT thick films patterned by proton beam writing, JKPS, 71, 88, 2017.
 39. Kazuyoshi Ueno, “Advances in graphene processes for metallization and high frequency devices”, Jpn. J. Appl. Phys. 62 (2022) SA0802..
 40. Kazuyoshi Ueno, “Present status and prospect of graphene interconnect applications”, Trans. IEICE-E105-C, No.10 (2022) 572..
 41. Ekkaphop Ketsombun and Kazuyoshi Ueno, “Optimization of MoCl₅ intercalation for low-resistance and low-damage exfoliated highly oriented pyrolytic graphite”, Microelec. Eng. 252 (2022) 111666.

【雑誌論文】（査読無）

1. Maeda, S., Shigemune, H., & Sawada, H. “Self-Actuating and Nonelectronic Machines”. Journal of Robotics and Mechatronics, 34(2), 249-252 (2022).
2. P. Mele, “ *Conference Report: XXX International Materials Research Congress (IMRC2022) and International Conference on Advanced Materials (ICAM2021)*” Journal of Thermoelectric Society of Japan (TSJ) 19 (2022) 89

【図書】

1. P. Mele (guest editor) “*Recent Advances in Thermoelectric Materials for High Efficiency Energy Conversion and Refrigeration*” Special issue of “Materials” (MDPI) –2022 <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-3504-3>
2. M.Yamaguchi, K.Watanabe, Y.Masuda, Microscale materials design using focused proton-

beam writing, Nanoscale ferroelectric-multiferroic materials for energy harvesting applications, Chapter 5, 2019.

【学会発表】

1. G. Latronico, P. Mele, C. Artini, P. Manfrinetti, Y. Kawamura, C. Sekine, T. Takeuchi, C. Bourges, T. Mori, “*Co-Free Skutterudite Thin Films: Optimization of the Annealing Conditions and Thermoelectric Module Measurements*” November 26 2022, Rare Earth Workshop 2022 –(REWS2022) Muroran, Japan (invited)
2. P. Mele, A. M. Darwish, S.S. Sarkisov, J. Shiomi, “*Thermoelectric properties of Al-doped ZnO composite films with polymer nanoparticles prepared by pulsed laser deposition*”, International Conference on Organic and hybrid Thermoelectrics (ICOT2022) October 24 2022, Kitakyushu, Japan.
3. G. Latronico “*Developing of a printed thin-film thermoelectric device on a paper substrate*”, International Conference on Organic and hybrid Thermoelectrics (ICOT2022), October 25 2022, Kitakyushu, Japan
4. P. Mele, “*On-chip thermoelectric modules based on Sm-filled Fe, Ni skutterudite thin films*”, August 18 2022, IMRC 2022/IUMRS-ICAM 2021, Cancun, Mexico
5. G. Latronico, P. Mele, C. Artini , P. Manfrinetti, S. Singh, T. Takeuchi, C. Bourges, T. Mori, Y. Kawamura, S.W. Pan, C. Sekine, “*High Power Factor and Annealing Study of Fe,Ni-Based Skutterudites Thin Films*” August 18 2022 IMRC 2022/IUMRS-ICAM 2021, Cancun, Mexico
6. G. Latronico, P. Mele, C. Artini, S.W. Pan, Y. Kawamura, C. Sekine , T. Takeuchi, C. Bourges, T. Mori, “*Thermoelectric Co-free skutterudite: thin film characterization and on chip module*” August 8 2022, 19th Thermoelectric Society of Japan Annual Meeting, Nagaoka, Japan
7. P. Mele, “*Nanoengineered Al-doped ZnO thin films for heat harvesting*” July 5 2022, XLVIII National congress of Physical Chemistry, Genova, Italy (invited)
8. G. Latronico, P. Mele, “*Fe,Ni-Based Skutterudites PLD Thin Films and On-Chip Device*”, July 5 2022, , XLVIII National congress of Physical Chemistry, Genova, Italy
9. P. Mele, “*Nanoengineered Al-doped ZnO thin films for heat harvesting*”, Nanovision 2022 (hybrid) organized by Suresh Gyan Vihar University, India, 19 April 2022 (keynote)

10. P. Mele, “*Thermoelectric properties of nanostructured Al-doped ZnO thin films*” P Mele, Minerals, Metals, and Materials Society Meeting (TMS) 2022 (Hybrid) 27 February 2022 (invited)
11. 青沼奏志, 田中愼一、「FET 寄生成分を考慮した GaN HEMT 連続 B/J 級増幅器の設計および試作評価」電子情報通信学会技術研究報告 MW2022-xxx (2023.3.2 発表予定 鳥取市)
12. S. Tanaka and E. Tsuji, "A 1.6-2.2 GHz Continuous Class-F Power Amplifier with Compact Harmonically Controlled Networks", European Microwave Conference (EuMC2022), Milan, Sept. 2022.
13. E. Tsuji and S. Tanaka, "1.8-2.2 GHz Continuous GaN HEMT Class-F Amplifier Using 1-Port CRLH TL", Topical Workshop on Heterostructure and Microelectronics (TWHM2022), Hiroshima, Sept. 2022.
14. 辻恵梨, 青沼奏志, 田中愼一、「1 ポート CRLH 線路を用いる連続 F 級/逆 F 級動作 2GHz 帯 GaN HEMT 電力増幅器」電子情報通信学会技術研究報告 MW2022-109 (2022.11.15 発表 長崎県五島市)
15. 最上椋太, 辻恵梨, 田中愼一、「1 ポート CRLH 線路の分散制御による高効率電力増幅器の帯域改善」電子情報通信学会技術研究報告 MW2022-110 (2022.11.15 発表 長崎県五島市)
16. 辻恵梨, 田中愼一、「連続高調波処理 CRLH 線路を用いた 1.6-2.2GHz 帯 10W 高効率増幅器」(電子情報通信学会ソサイエティ大会 C-2-6 2022 年 9 月 6 日 仙台)
17. 照井隆史, 田中愼一、「RF 環境発電に向けた共振コイル装荷型 235MHz 倍電圧整流器」(電子情報通信学会ソサイエティ大会 C-2-9 2022 年 9 月 7 日 仙台)
18. 藤中, 中村, 片桐, 石川, ” RF マグネトロンスパッタリング法による Cu₃N 薄膜の作製と n 型伝導の観測”, 2022 年第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 21p-B202-7 (2022 年 9 月).
19. 中村, 藤中, 片桐, 石川, ” RF マグネトロンスパッタリング法による Cu₃N 薄膜の作製と N₂ 雰囲気アニールによる p 型伝導の観測”, 2023 年第 70 回応用物理学会春季学術講演会 発表予定 (2023 年 3 月発表予定).
20. 伊勢, 金井, 石川, ” Cu₃N 薄膜及び Cu₂O 薄膜の O₂ アニール処理による電気抵抗低減”, 2023 年第 70 回応用物理学会春季学術講演会 (2023 年 3 月発表予定).
21. 関宏範, 松本悠佑, プッタラクサ ニティポン, 八木一平, 内田諭, 石井保行, 西川宏之 “水環境中のポリスチレン微粒子の捕集に及ぼす誘電泳動用ピットサイズの影響” 2022 年度電気学会 A 部門大会 2022 年 9 月 13-15 日種子島西之表市民会館/Online

22. **Oral: Miryala** “” Development of compact bulk MgB₂ magnets for sustainable development goal 13” 2022 Applied Superconductivity Conference (ASC 2022), October 23-28, Honolulu Convention Center, United States.
23. **Public Talk: Miryala** Superconducting technology and its importance for day to life, March 25, 2022, JNTU University Students, online.
24. **Invited: Miryala** “Superconducting technologies and its impact on reversal of climate change”, SDG13: 1st Climate Action Workshop on how Novel Materials Can Disrupt Climate Change, World Technology University Network (WTUN), March 3, 2022, online.
25. **Public Talk: Miryala** Superconducting super-magnets and its importance for the sustainable developmental goals, March 4, 2022, BVR University Students, online.
26. **Oral: Miryala** Development of cost efficient MgB₂ bulk superconductors, SIT-IITM-IITD-UPM advanced Project Based Learning Program, March 11, 2022, SIT (online).
27. **Invited: Miryala** “Superconducting Technology and Its Role in Disrupting Climate Change”, The 3rd INDIAN MATERIALS CONCLAVE and the Annual General Meeting of MRSI", December 20-23, 2021, IITM, India.
28. **Oral: Miryala** “Development of Cost-Efficient Bulk MgB₂ Superconductors for Sustainable Technology Applications, 1st Green Electronic Symposium, SIT, Tokyo, Feb. 25, 2022.
29. 川岸大己、重宗宏毅、「任意の場所・機会で自律構造形成する折紙トリガメカニズムの提案」、計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2022) 2022-12-14、
30. 北條千聖、重宗宏毅、津村遼介、「差動容量を用いた物体形状センサの設計検討」、
31. 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2022) 2022-12-14、
32. 重宗宏毅、山下翔嗣、松本睦希、「COMSOL Multiphysics を用いた円形切紙の応力解析」、Multiphysics Conference 2022-12-09,
33. 松本睦希、重宗宏毅、「パラメトリック解析による磁気流体力学推進器の設計パラメータ調査」、Multiphysics Conference 2022-12-09,
34. Fukatsu, Y., Shigemune, H. “Stiffness investigation depending on wavenumber of Self-folded Corrugated Structure by analytical solution”, International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science 2022-11-29.
35. Matsumoto, M., Kuwajima, Y., & Shigemune, H. “Soft-Skin Actuator Capable of Seawater Propulsion Based on MagnetoHydroDynamics”, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems 2022-10-26、
36. Naritomi, D., Waragai, N., Minamide, H., Ueno, S., Shigemune, H. “Paper cushioning structure with an embedded printed sensor”, Global Conference on

- Consumer Electronics 2022-10-18、
37. Okamoto S., Premachandra, C., Shigemune, H. “Development of lightweight soft gripper for quadcopter-based grasping operations、”, Global Conference on Consumer Electronics 2022-10-18、
 38. 高島峻、重宗宏毅、「紙の自律構造形成メカニズムに基づいたアクチュエータの湿度応答性能評価」、ROBOMECH2022 2022-06-02
 39. 成富大智、細矢直基、重宗宏毅、「自己折り畳み切り折り紙ハニカム構造の復元力評価」、ROBOMECH2022 2022-06-02
 40. 深津侑希、重宗宏毅、「インクジェット印刷による紙の自己強化に厚薄さが与える影響調査」、ROBOMECH2022 2022-06-02
 41. 松下純士、松本睦希、阿部圭太、桑島悠、重宗宏毅、「Electrowetting on dielectric を用いた液体輸送システムによる紙の自律構造形成」、ROBOMECH2022 2022-06-02
 42. 松本睦希、桑島悠、重宗宏毅、「磁気流体力学推進装置の推力特性調査」、ROBOMECH2022 2022-06-02
 43. 山下翔嗣、重宗宏毅、「円形切り紙構造の提案と応力解析による破断条件の調査」、ROBOMECH2022 2022-06-02
 44. 阿部圭太、桑島悠、松本睦希、重宗宏毅、「発光したワイヤレス LED の電気流体現象による自律位置制御」、電気情報通信学会 2022 年総合大会 2022-03-15
 45. 西村一紀、細矢直基、重宗宏毅、「動作認識を目的とした帯電物体表面電位と人体表面電位の関係調査」、電気情報通信学会 2022 年総合大会 2022-03-15
 46. 上野 聡司、重宗宏毅、「帯電物体を用いた非接触型動作検出システムにおける特徴量選択が与える影響」、情報処理学会 第 84 回全国大会 2022-03-03
 47. 星野大地、重宗宏毅、「動作認識を目的とした帯電物体表面電位と人体表面電位の関係調査」、情報処理学会 第 84 回全国大会 2022-03-03
 48. 深津侑希、Vito Cacucciolo、重宗宏毅、「印刷パターンによる剛柔さを併せ持つ波状自己強化構造の解析」、第 22 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2021-12-15、2E1-04
 49. Hiroki Shigemune、”Origami Mechatronics Composed of a Self-folded Paper”、2021 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science
 50. 重宗宏毅、「紙の自律構造形成技術にて作製した折り紙構造体のメカニクス」、Dynamics and Design Conference 2021
 51. 重宗宏毅、「インクジェットプリンタを用いた折り紙メカトロニクス設計法」、一般社団法人日本印刷学会 第 145 回 研究発表会
 52. 阿部 圭太、関 夢太、南之園 彩斗、桑島 悠、前田 真吾、重宗宏毅、「電気流体

- 現象による物体位置制御の低電圧駆動」、ROBOMECH2021 in Osaka 2021-06-29
53. 上谷内 翔太、横山優希、桑島悠、関夢太、栗木理志、前田真吾、重宗宏毅、「帯電現象を利用した発電システムの提案」、ROBOMECH2021 in Osaka 2021-06-29
54. 西村一紀、山田賢杜、岩名紘基、澤田秀之、重宗宏毅、「形状記憶合金ワイヤスプレーカーの開発に向けた予歪み付加方法の検討」、「ROBOMECH2021 in Osaka 2021-06-29
55. 星野大地、武者茜、西村一紀、澤田秀之、重宗宏毅、「画像解析を用いた切り紙 Physical Reservoir Computing の検討」、ROBOMECH2021 in Osaka 2021-06-29
56. 上野聡司、平野夢得、澤田秀之、重宗宏毅、「動作認識を目的とした帯電物体表面電位と人体表面電位の関係調査」、情報処理学会 第 83 回全国大会 2021-03-19
57. 森脇航、重宗宏毅、「紙の自律構造形成メカニズムにおけるインク浸透の観察と評価」、情報処理学会 第 83 回全国大会 2021-03-19
58. 高橋裕完、折笠達哉、前多正「環境電波エネルギーハーベスト用適応制御整合回路に関する検討」、2022 年 電子・情報・システム部門大会、GS-12-2
59. S. Wang, K. Usami, “Thermal Transient Analysis and Dynamic Temperature Control Algorithm for 3-D Stacked Chips”, The 37th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2022), pp. 614-617, July 8, 2022.
60. T. Michino, A. Yumoto, and H. Yokoi, “Magneto-optic waveguides with Si guiding layer fabricated by supersonic free-jet PVD”: Advances of Functional Materials Conference, January 2023.
61. 小里優太朗、横井秀樹, “光導波路を用いた液体中のマイクロプラスチックの分析に関する研究”: 第 83 回応用物理学会学術講演会, 22p-P01-4, September 2022.
62. 山口, 平出, 木村, 「強誘電体材料の PBW 加工における残留水素量推定」, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 2023. (予定)
63. J.Hirade, M.Yamaguchi, “Experimental Approach to Residual Hydrogen Content in Silicon Substrates by Proton Beam Writing”, CJFma-14, P-22, 2022.
64. 平出, 山崎, 山口, 木村, 「PBW による強誘電体材料の直接パターンニング」, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 25p-E305-17, 2022.
65. R. Tsuchida, K. Ueno, “Optimization for Current-enhanced Solid-phase Deposition of Multi-layer Graphene with High Crystallinity and Uniformity” , 7th Int. Conf. Nano Mat. Sci. (ICNMS) January 14, 2023, Singapore, E23-1039.
66. N. Kameda, K. Ueno, “Stability Improvement of Low-temperature Sputter-deposited

- Boron Nitride Film by Post-annealing”, January 14, 2023, Singapore. E23-1052A.
67. S. Nakajima,, Y. Wasai, K. Kawahara, N. Nabatova-Gabain, H.i Ago, H. Akinaga,, and K. Ueno, “Assessment for mixture resistance reliability of graphene-cpped copper structures by spectroscopic ellipsometry”, International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM), September 2022, 2-2-01. Sep. 28.
 68. K. Ueno, **Invited**, “Recent progress in graphene processes for metallization and RF applications”, Proc. Int. Interconnect Technology Conf. (IITC2022), June 2022,,p.37.
 69. J. Tokida, R. Hasumi, and K. Ueno, “Effect of current on Ni catalyst layer used for current-enhanced CVD of multilayer graphene”, Proc. Int. Interconnect Technology Conf. (IITC2022), June 2022, p.85.
 70. 土田 龍太郎, 上野 和良, 「多層グラフェンの電流印加層交換成長における昇温速度依存性」、2022 年第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 (2022 年 9 月 21 日) 21p-P12-14.
 71. 蓮見玲乃, 上野和良, 「パターン Ni 触媒を用いた多層グラフェンの選択 CVD 成長」、第 86 回半導体・集積回路技術シンポジウム (2022 年 8 月 30 日オンライン) P6.
 72. 松永 健太, 秋本 知輝, ケトソンブン エッカフォップ, 上野 和良, 「ドーブ多層グラフェンを用いたパッチアンテナの作製」、電気化学会 2022 年電気化学春季大会 (2022 年 3 月 15 日ハイブリッド) 1R15.
 73. 時田 純平, 上野 和良, 「電流印加多層グラフェン CVD の Ni 触媒層における電流の影響」、電気化学会 2022 年電気化学春季大会 (2022 年 3 月 15 日ハイブリッド) 1R16.
 74. 土田 龍太郎, 上野 和良, 「電流を印加した多層グラフェンの層交換成長」電気化学会 2022 年電気化学春季大会 (2022 年 3 月 15 日ハイブリッド) 1R17.

【特許等出願】

1. Production of Nano Boron, M. Muralidhar and A. Sai Srikanth, Patent Ref. JP1386, Patent Application 2022-101724, Date of filling: April 25, 2022 (Japan)
2. (特許) 紙含有構造体および紙含有構造体の製造方法、特願 2022-166403 号、2022 年 10 月 17 日、重宗宏毅、川岸大己、岡本修汰、芝浦工業大学
3. (特許) 紙含有立体構造体の製造方法、PCT/JP2021/019718、2021 年 5 月 25 日、重宗宏毅、細矢直基、前田真吾、三枝優弥、芝浦工業大学
4. (特許、意匠) 緩衝材、水性媒体付き緩衝材展開体、及び緩衝材の製造方法、特願 2021-070566 号、2021 年 4 月 19 日、重宗宏毅、前田真吾、細矢直基、安藤元輝、芝浦工業大学
5. (特許) 紙含有立体構造体を作製するための塗布型容器及び塗布型容器セットと

それを用いた紙含有立体構造体の製造方法」、特願 2021-042407 号、芝浦工業大学、株式会社マルアイ

D 共同研究

	学科	学内研究代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	情報通信工	田中愼一	次世代高出力増幅器のシミュレーション	国内メーカー	300
2	情報通信工	田中愼一	メタマテリアル回路を用いるプラズマ加工装置	国内メーカー	500
3	College of Engineering (IGP)	Miryala, Muralidhar	Ultra-light superconducting rotating machines for next-generation transport & power applications	Prof. Dr. T. Naito (Iwate University) Prof. Dr. N. Jacques (University of Normandy, France) Prof. Chen, UPM, Malaysia	3,500
4	College of Engineering (IGP)	Miryala, Muralidhar	Development of low cost and high performance MgB2	Hitachi	-
5	電気工学科	重宗宏毅	青果物の選別省力化に向けたウェアラブルデバイスと包装容器	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構	6500
6	電気工学科	重宗宏毅	フレキシブルな医療機器の設計開発	国立研究開発法人産業技術総合研究所	1500
7	電気工学科	重宗宏毅	展開可能折紙スピーカーの開発	早稲田大学	1100
8	電気工学科	重宗宏毅	生分解性熱電素子の開発	芝浦工業大学	3000

9	電気工学科	重宗宏毅	折紙デバイスの 利活用	J 社	1000
10	College of Engineering/IGP, IRCGE	Mele, Paolo	Out-of-the grid IoT sensors powered by thermoelectric modules based on thin films	Prof. Usami (IRCGE)	5,000 FY2022, 5,000 FY2023
11	Department of Electric Engineering, IRCGE	Shigemune, Hiroki	Development of a printed thin- film thermoelectric generator on a paper substrate	Paolo Mele (IRCGE), G. Latronico (SRL)	4,070 FY2022; 2,260 FY2023
12	電子工学科	山口正樹	多鉄性材料智能 設計と応用研究	煙台大学（中 国）	-
13	電子工学科	上野和良	グラフェンの高 周波デバイス応 用	IRCGE（田中、 前多）	-
14	電子工学科	上野和良	グラフェンへの ドーピングに関 する研究	国内装置メー カ	-

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	情報通信工	田中慎一	次世代高効率増幅 器に向けた CRLH 線路のみで構成さ れる超小型高調波 処理回路の実現	科研費（基盤 C）	1,200
2	SIT 総合研 究所	関宏範	海洋マイクロプラ スチックの表面形 態観察と分析によ るナノ粒子化の機 構解明	日 本 学 術 振 興 会 研究活動スタート 支援	3,120 (2 年間)

3	SIT 総合研究所	関宏範	透明マイクロ構造シートによるマイクロプラスチックの環境モニタリングへの挑戦	科研費（基盤 C）	4,290 (3 年間)
4	材料工学科	弓野健太郎	金属触媒を利用した半導体結晶薄膜の低温形成	科研費（基盤 C）	3,300
5	電気工学科	重宗宏毅	任意の機会で作自律構造形成する折紙デバイスの利活用（代表）	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）	6500
6	電気工学科	重宗宏毅	青果物の選別省力化に向けたウェアラブルデバイスと包装容器（分担）	生物系特定産業技術研究支援センター(BRAIN)	6500
7	電気工学科	重宗宏毅	緩衝性能を有する熱を使わずフィットする紙パッケージの開発（代表）	フジシール財団	3000
8	電気工学科	重宗宏毅	Interactive Paper Wear 実現のためのマルチマテリアルプリンタ（代表）	科研費（若手研究 B）	1300
9	電気工学科	重宗宏毅	Interactive Paper Wear 実現のためのマルチマテリアルプリンタ（代表）	科研費（独立基盤形成支援）	1950
10	電気工学科	重宗宏毅	プリンテッドスマート緩衝材の開発（代表）	国立研究開発法人科学技術振興機構	1540
11	電気工学科	重宗宏毅	可逆的アクチュエーションによって自律的に駆動する印刷紙ロボットの開発（代表）	科研費	700

12	電気工学科	重宗宏毅	形状記憶合金の高速変態制御による触覚提示と双方向触覚コミュニケーションの実現（分担）	科研費	600
13	電気工学科	重宗宏毅	化学反応に基づく油滴の内部対流を使った自走制御と水上物体搬送への適用（分担）	科研費	250
14	電子工学科	横井秀喜	超音速フリースペット PVD 法を用いた磁性薄膜集積型光非相反素子の創成	科研費（基盤 C）	1,300
15	電子工学科	前多正	トリプルバンド無線／光エネルギーのコンカレント・ハイブリッドハーベスト技術の開発	科研費	780
16	電子工学科	上野和良	電流印加によるナノカーボンの構造変化と抵抗変化の関係解明	科研費（基盤 C）	700
17	電子工学科	上野和良	配線技術動向の調査	荏原製作所	1,200

今後の計画

【センター全体】

今年度スタートした4つの共同研究テーマについて、毎月の定例会議で進捗をフォローしながら進め、共同研究により共著論文、共同発明、外部資金の共同獲得などの具体的成果の実現を目指す。また個別テーマの情報共有を図り、さらに新たな共同研究テーマの可能性検討を行う計画である。また、セミナーやシンポジウムの開催や国際学会への参加、国内外の大学や企業との交流や共同研究、学生の国際学会発表を推進する。

【研究員各自の計画】

IGP, Miryala, Muralidhar

A). From the previous experiments, it can be seen that Critical current density (J_c) improves when the particle size of the boron is reduced. This increase in J_c is accompanied without any increase in critical temperature. Till date, two parameters for water medium ultrasonication are studied and optimal parameters have been determined.

(a) To further improve the J_c values of the sample following changes to the current sample making process are to be studied

- i. Use of denser medium for ultrasonication
- ii. Change of concentration of boron powder in the medium
- i. Change of ultrasonication temperature

Apart from these parameters sintering conditions have also been observed to determine the superconducting properties of the MgB_2 bulk. To further improve upon the J_c optimized by selecting the proper conditions sintering parameters and process will also be observed.

B). To develop progressive technology for preparation of reliable high-density (pore-free), light weight bulk MgB_2 superconductors using nanometer-size boron powders compacted by spark plasma sintering.

C). Develop the 5T class cryo-magnet around 10-20K.

D). To study ways to prepare the bulk MgB_2 superconductors without flux jumps and to improve mechanical properties of the compound.

E). Probe thick MgB_2 films and optimization of their superconducting properties to make them suitable for applications

F). Investigate the effect of dopants such as *c*-based, oxides etc. on the superconducting properties of MgB_2 .

The production of large MgB_2 cryo-magnets for scale up and the adequate devices will be designed

IGP, Mele, Paolo

In FY2023 my laboratory will study 3 topics

- 1) Systematic study of bulk skutterudites $REy(Fe_xNi_{1-x})_4Z_{12}$ with $RE = (Nd+Sm)$ and $(La+Sm)$, and $Z = (Sb, Sn)$ to investigate the effect of double filler and Sn doping on the thermoelectric properties. The content of Fe will be systematically changed. The best samples will be used to prepare a bulk module.
- 2) Synthesis (PLD) and characterization of thin films of $REy(Fe_xNi_{1-x})_4Z_{12}$ with $RE = (Nd+Sm)$ and $(La+Sm)$, and $Z = (Sb, Sn)$ and modules based on them, using fused silica substrates. The best bulk samples will be chosen to prepare targets for PLD ablation. The purpose is to enhance the thermoelectric performance of the materials and the power output of the modules to be connected to IoT sensor in the framework of joint research “Out-of-the grid IoT sensors powered by thermoelectric modules based on thin films”.
- 3) Preparation by screen printing on paper scaffold and characterization of n-type PEDOT films without the PSS component, to improve thermoelectric

performance. Individuation of sustainable, nontoxic p-type polymer and preparation of the thin films on paper by screen printing, followed by thermoelectric characterization. Preparation of all-polymer based modules with ink-jet Ag electrodes, and power output characterization. This topic is in the framework of joint research “Development of a printed thin-film thermoelectric generator on a paper substrate”

電気工学科 重宗宏毅

For the self-folded paper cushioning material equipped with the wireless sensor, we will attempt to estimate the amount of impact from the sensor value. To estimate the amount of impact, a correlation between the amount of deformation due to impact and the sensor value is required. By improving the reproducibility of the deformation direction through the design of folding, we will develop a self-folded cushioning device that can estimate the amount of impact from the wireless sensor value.

We will improve the performance of the paper thermoelectric device from both the viewpoints of material and design. P-leg material, PEDTO:PSS, has been reported to improve the performance by removing PSS, therefore we will attempt to remove PSS with mixing the polymer solution. At the same time, we will select n-legs that can achieve biodegradable thermoelectric devices. Since the sensor device is expected to be used for environmental surveys and to be massively dispersed, we will consider selecting low-cost and low-hazardous materials. The final goal is to extract power from the biodegradable thermoelectric element that can drive the sensor devices.

材料工学科 弓野健太郎

「成果の概要」に記載したように、今年度は結晶 Ge 薄膜の表面の平坦化に成功したが、依然として Ge の結晶粒が小さいことが課題となっている。結晶粒のサイズを大きくすることで、表面のさらなる平坦化が期待できるだけでなく、薄膜トランジスタをチャネル層等として使用した場合の移動度の向上にもつながると考えている。

金属触媒を用いた Ge 薄膜の結晶化においては、Ge 結晶の核生成が Au の結晶粒界で起きているという指摘があり、このことは Au 薄膜の構造に変化を加えることで、Ge の結晶性を改善できる可能性があることを示唆している。今後はアニールによる Au 薄膜の組織の変化を試み、これが Ge の結晶化に与える影響について調査する予定である。

情報通信工学科 田中慎一

連続モード増幅器については、一層の帯域拡大を検討する。RF エネルギーハーベスト整流器については、さらに微弱な電波に対応できるよう高感度化を継続検討する。

電子工学科 石川博康

- ①酸化物薄膜 (CuO) : プレカーサーの酸化による CuO 薄膜の作製について、他の銅酸化物をプレカーサーとして用いてみる。 CuO 太陽電池について、構造・プロセスを最適化して特性向上を図る。また、 $\text{CuO}(\text{Cu}_3\text{N})$ を用いた太陽電池の試作も行う。
- ②窒化物薄膜 (Cu_3N) : スパッタ法で作製した Cu_3N 薄膜は真性半導体の特性を示すが、as-depo.での pn 制御が課題である。そこで、スパッタ中に CF_4 ガスを流して薄膜を作製、C および F のドーピングを試みる。
- ③a-C 薄膜 : 400 nm 以上の厚膜として、引き続き Al 及び B_4C ドーピング実験を行う。ドーピングによる低抵抗化と光導電性の向上が観察することができたが、pn 制御が課題である。作製条件を最適化し、熱起電力により pn 判定できる薄膜の作製を試みる。

電子工学科 横井秀樹

光配線技術のさらなる高機能化、高集積化をめざして、波長多重通信用光マルチプレクサ、導波路型光非相反素子に関する研究を継続する。光マルチプレクサに関する研究では、FDTD 法を用いた MMI カプラの設計を進めるとともに、設計が完了した素子を製作する。光非相反素子に関する研究では、超音速フリージェット PVD 法を用いて製作される Si 導波層を有する磁気光学導波路を用いた素子を設計し、試作する。磁気光学導波路として、Si 導波層をリブ導波路に加工し、その上に磁性ガーネットを堆積して得られる構造を利用する。三次元導波路構造の磁気光学導波路における非相反移相量を計算するモデルに関して、異なる導波路構造におけるモデルを構築する。光導波路へのグラフェンの応用を目的として、グラフェンの光学特性を評価する。

電子工学科 前多正

2022 年度に試作したデュアルバンドエネルギーハーベスト回路の周波数ずれの原因究明と、修正設計を引き続き検討する。さらに、今年度は、太陽電池とのハイブリッド回路の実証に注力する。

電子工学科 山口正樹

集束プロトンビームを用いた圧電材料の微細加工においては、通常の物理的・化学的エッチングによる加工とは異なり、加工ダメージの抑制効果を期待することができ

る。しかし現状では、結晶化処理時に組成ずれが生じることがわかっており、高速熱処理法による結晶化処理を検討するための準備を進めている。

一方で、プロトン照射試料の各種電気的特性（電流-電圧、容量-電圧、容量-周波数、強誘電特性、圧電特性など）については、試料の絶縁耐性の問題から、系統的な比較・検討を行うまでには至っていなかった。現在は電極形成法に関する検討を進めており、比較的絶縁耐性の高い試料を得ることができてきている。

したがって今後は、圧電材料の各種電気的特性の測定もあわせ、組成・結晶性ならびにプロトン照射の効果について検討していく予定である。

電子工学科 上野和良

グラフェンを使った高周波アンテナやインダクタの特性と、グラフェン膜質やドーピング濃度などのプロセス条件との関係を調べ、性能向上を図る。また、エネルギーハーベストやIoTチップへの応用展開を検討する。また a-C の電流による構造変化の直接観察を実現し、構造変化と抵抗変化の関係を調べる。またグラフェンの光デバイスなど、新たなデバイス応用の可能性を検討する。

SIT 総合研究所 関宏範

誘電泳動原理を利用したマイクロプラスチックの捕集デバイスについて、捕集ピット間距離の影響、印加電圧および周波数の影響、捕集する粒子のサイズの影響など捕集に及ぼす諸条件について定量的に調べる。

電子顕微鏡（SEM）及びそれに付随するエネルギー分散型分光法（EDS）を用い、マイクロプラスチック表面に付着する物質の分析など、ミクロ的な視点からマイクロプラスチックの観察と分析を行う。

以 上

添付 1：公開イベントリスト

	月日	イベント名	主催	参加メンバー (敬称略)	場所
1	2月16日	第2回グリーンエレクトロニクスシンポジウム	グリーンエレクトロニクス国際研究センター	グリーンエレクトロニクス国際研究員、学生、一般	豊洲とオンライン (zoom)のハイブリッド

F 評価指標の集計

	件数（金額）		備考
論文数	41 件		他査読無 2
特許出願件数	5 件		
共同研究件数	14 件	26,470 千円	
外部資金獲得数	17 件	38,280 千円	
参加学生数	69 名（内留学生 12 名）		
参加企業数	5 社		
公開イベント数	1 件		

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

4

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 社会システム科学研究センター

2. 研究組織所在地 337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作 307

3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
市川 学	システム理工学部 環境システム学科	准教授

4. プロジェクト参加研究者数 10 名

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
長谷川 浩志	システム理工学部 機械制御システム学科	社会システム科学	最適システム
澤田 英行	システム理工学部 環境システム学科	社会システム科学	建築システム
後藤 裕介	システム理工学部 電子情報システム学科	社会システム科学	経営情報学
原田 拓弥	システム理工学部 電子情報システム学科	社会システム科学	社会情報学
村上 嘉代子	工学部 電子工学科	社会システム科学	観光学
Manahan Siallagan	研究所・客員准教授	社会システム科学	経営システム
村田 忠彦	研究所・客員教授	アドバイザ	
高橋 真吾	研究所・客員教授	アドバイザ	
寺野 隆雄	研究所・客員教授	アドバイザ	

6. 研究の概要

A 計画の概要

近年、我が国の社会は、世界に先駆けた少子高齢化、環境問題に由来する自然災害の甚大化、長期低迷する経済・産業活動、国家間のパワーバランスの変化に伴う国際関係の複雑化、さらには、Covid-19 による行動制限と経済復興など、大変革期の中にあり、様々なレベルの社会的な課題が山積している。一方で、人工知能、IPS 細胞、新素材・エネルギー、IoT 技術など、多くの革新的な科学技術が生まれつつあり、諸課題の解決の切り札として期待されつつある。

複雑な社会の諸課題の解決は、従来の専門領域における知識・手法だけでは解決が難しいこと多く、革新的技術を活用した分野横断的な取り組みの必要性が長く叫ばれてきた。この難しさの根源には、社会の諸課題の因果構造の複雑化がある。

近年では、計算能力の向上を背景にデータサイエンス・シミュレーション技術が飛躍的に発展し、この根源的課題に挑戦しうる具体的な筋道が見え初めてきている。以下に挙げるような研究プロセスによって、社会の諸課題解決に向けた糸口が見えつつある（社会システム科学の研究プロセスの高度化）。

- ① 大規模データとデータサイエンスによる現象（因果）の理解
- ② 因果を組み込んだモデルの構成と未来の予測
- ③ モデルのシミュレーションによる未来のシナリオの作成・政策提言
- ④ 必要に応じてアンケートやハードウェアを用いたデータ収集

社会システム科学研究センターでは、本学の関連する研究者を中心に、社会システム科学分野の研究をリードする拠点を構築し、分野横断的な社会課題の解決を目指す。また、創世記における社会システム科学の領域において、一定の成果をこれまでに挙げてきた研究者がアドバイザーとして参画することで、次世代の社会システム科学者の育成も行う。合わせて、インドネシア・バンドン工科大学ビジネススクールと連携し、アジアにおける社会システム科学研究を発展に貢献する。

B 成果の概要

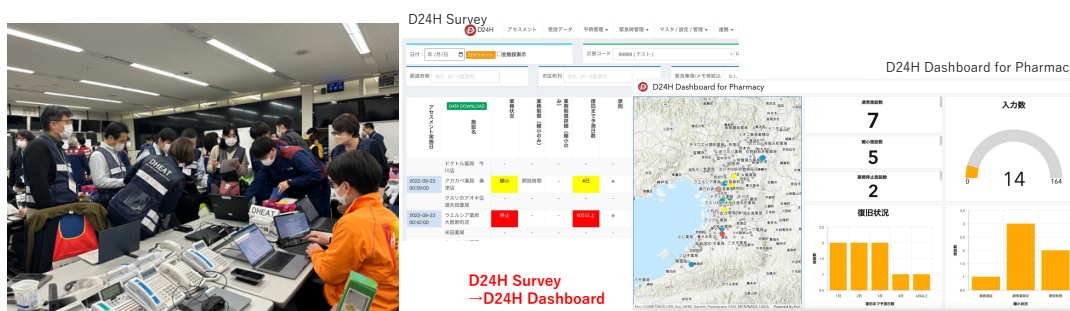
社会システム科学研究センター3年目の2022年度は、新型コロナウイルス感染症の行動制限が緩和されつつあったこともあり、本格的な研究活動を再開した。本センターの中核を担う市川研究室、後藤研究室に所属する大学院生・学部生を中心に、社会問題解決に向けたデータ分析、システム構築、シミュレーションによる予期・予測、ハードウェアを用いたデータ収集、教育ツールの開発などの研究を行った。

1) 防災

災害時に保健・医療・福祉の領域において被災地で活動する支援チームに対して、被災地の保健・医療・福祉の状況及び需要が可視化されるシステム、災害時保健医療福祉

活動支援システム（D24H・Disaster/Digital information system For Health and well-being）の構築を終えた。構築されたシステムを用いて保健・医療・福祉の各研修で活用した。被災地の医療機関や避難所、社会福祉施設の情報が1つのデータベースに集約され、地理情報システムを用いて地図上で可視化されるようになったシステムを用いて、厚生労働省の事業における研修（都道府県の行政職員向け）やDMATに代表される医療チームの研修、DHEATに代表される保健チームの研修、九州ブロックにおける医療活動訓練、沖縄県南城市の防災訓練のほか、全国の都道府県、保健所の防災訓練にてシステムが活用された。

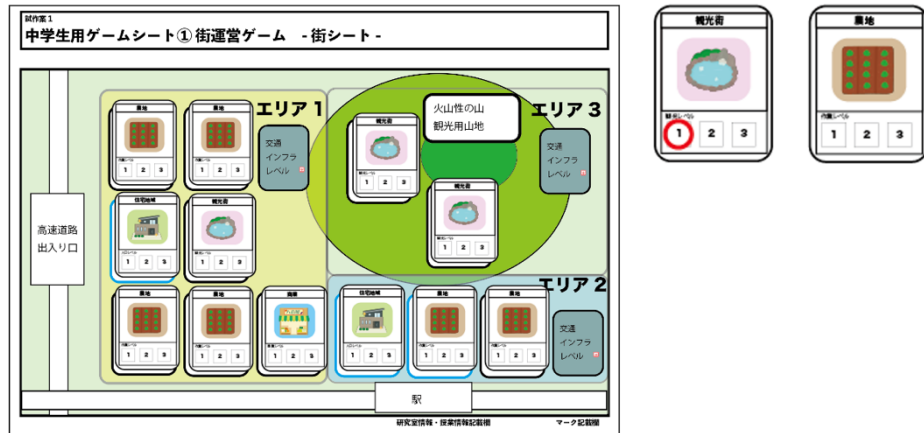
なお、日本赤十字社および薬剤師へは構築したシステムの改変版を提供した。



2) 教育教材

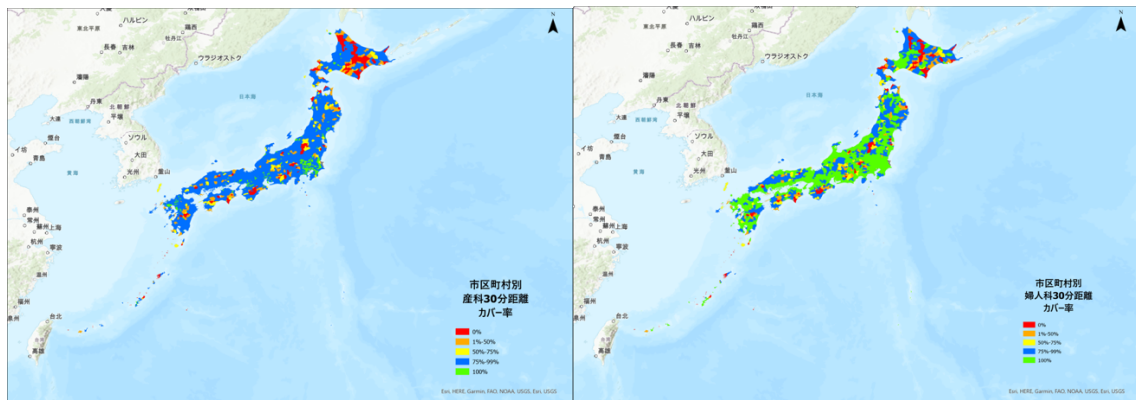
教育に関しては、既存の教育業界のニーズである課題探究型学習と Society5.0 になる技術に対する親のニーズを汲み取るコンテンツを融合し、既存の PBL (Program/Project Based Learning) を発展させた、「小中高大連携を前提とした授業モデル及び教材」の設計を開始した。

小学生から高校生までが参加し、大学生が進行するこのモデルは各学校種間の異なる到達目標を設定し、グループワークにおいて上級生が下級生を教えるという相互的な学習が連なるように設計されている。例えば、高校生は中学生と小学生を指導し、中学生は小学生を指導し、それらを大学生が統括することで一連のフローが完成する。持続的に開催することで一人の生徒が小学校から高校まで異なる役割や問題を体験し、人間的な成長と AI をはじめとする技術、探究力等を同時に引き上げるなどの目標に合わせて設計した。

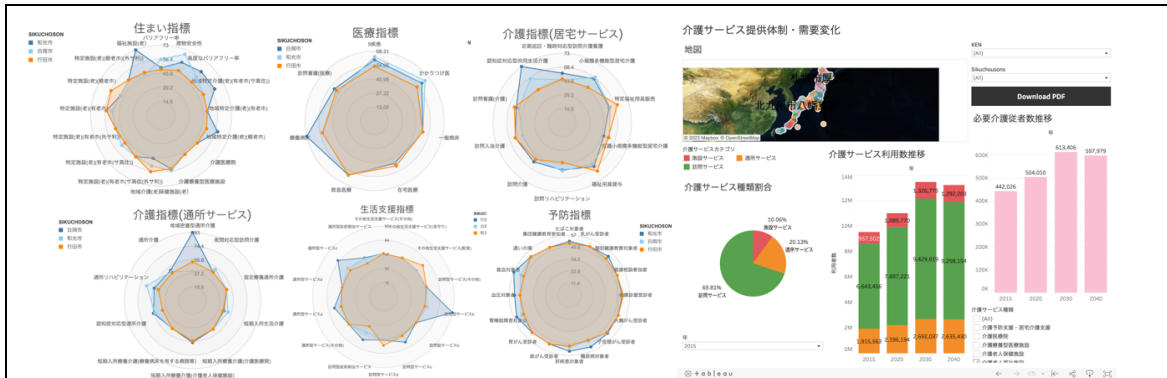


3) 保健医療福祉データサイエンス

医療については、人口減少化における産婦人科医の全国的な配置について、産婦人科医の需要に基づいた地理情報分析を行い、産婦人科の需要と供給を明らかにすることで、医療提供サービスの現状を把握した。



また、福祉については、地域包括ケアシステムにおける評価軸が定まっていないことと、地域によりサービス提供や抱える需要が異なることから、地域包括ケア指標の定義と将来需要予測を可能にする研究を行なった。地域包括ケア指標においては、73 項目の指標を 1889 市区町村を対象に評価したことで、各市町村の偏りや強みを把握、他地域との比較や類似する地域の発見が可能となった。将来推計においては、人口構造の変化に伴う介護需要の変化について、1889 市区町村を対象にサービス利用状況等を踏まえた推計を行った。本研究では、2030 年をピークに要介護認定者数が増えることが示された。今後、75 歳以上人口の増加から、重度要介護者が増えることから介護サービス需要・介護従事者需要の増加が示唆され、施設サービス利用者拡大が示された。また、市区町村により、人口構造・サービス利用構造が異なることから、各地域で将来負担のかかる介護サービス種類は異なり、各地域が行うべき政策が示唆された。



4) ビジネス・データサイエンス

製パン企業の工場出荷データを用いてパン商品を推薦するシステム開発の前段階として既存の推薦システムを用いて潜在売行予測の研究を行った。製パンは多種多様な商品が取り扱われているため、購買が似ているユーザーを参考にする一般的な推薦システムである協調フィルタリングでは、多種多様なパン商品を単品で推薦するのは難しい。そこで、本研究では商品に対して出荷パターンという潜在的類似性を考慮したクラスタリングを行い商品の種類数を減らすことで、出荷数量を評価値とした既存の推薦手法による潜在的な売行を予測する手法の検討を行った。

5) 社会シミュレーションプラットフォーム D2J

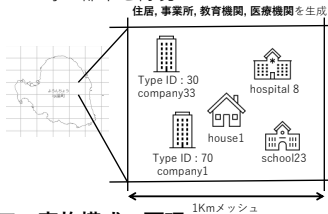
社会シミュレーションの領域において、社会に存在する課題や問題解決を試みようとした場合、エージェントベースのアプローチ（マルチエージェントのアプローチ）が用いられることが多い。対象とする課題が存在する地域を仮想世界として表現し、そこに住む住民を意思決定主体であるエージェントに見立て、社会課題を仮想社会に実装することでエージェントにどのような影響が起こりうるかをシミュレーション上で確認する。このプロセスにおいて、「対象とする課題が存在する地域を仮想世界として表現し、そこに住む住民を意思決定主体であるエージェントに見立て」の部分はさまざまなモデルで共通する項目であり、該当箇所をプラットフォームとして共有化することを試みた。プラットフォーム名を **Digital Twin Japan(D2J)** と名づけ、社会シミュレーションにおけるエージェントベースの共通プラットフォームにすべく、1億2千万の人口がうごくシミュレーションモデルの完成させた。なお、2022年度は人口動態モデルを実装し、エージェントベースによる未来人口を計算することが可能となった。

D2J(Digital twin Japan)

コア技術（既存技術）

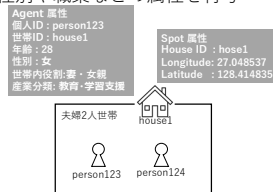
都市構造の再現

国土数値情報、経済センサスを用い
1km毎で都市を再現



人口、家族構成の再現

模擬個票*を用いて国勢調査と同
様な人口と家族構成を再現し、
性別や職業などの属性を付与

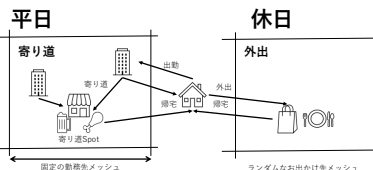


人々の生活の再現

国民生活時間調査*を使用し
職業、年齢、性別より100パターン
のスケジュールを作成



確率的に行う日常的な行動を実装



社会課題・問題 (シミュレーション対象)



D2Jプラットフォーム (仮想日本モデル)

人口1200万人まで
シミュレーション可能

6) その他

本センターに関係する研究を下記に列挙する

- 小中高大学連携を想定した探索カリキュラムの開発
- 社会経済課題のメカニズム解析のための経済プラットフォーム構築
- 電力消費行動をベースとした電力需給シミュレーション
- 労働社会モデルの構築と労働生産性向上のための労働施策の検討
- 救急医療シミュレーションプラットフォーム構築
- 地域経済循環システムにおける地方創生策の有効性の検証
- より良い地域包括ケアシステム構築のための指標定義と需要予測
- エージェントベースシミュレーションによる地域別将来人口の予測
- 大学を対象とした災害対策本部訓練の開発と実践
- エージェントベース社会シミュレーションによる社会保障の制度設計
- HPV 感染シミュレーションの構築と HPV 根絶シナリオの検討
- ベーシックインカムの実現性評価のためのマクロ経済モデルの構築
- 高齢者の生活習慣病及び介護予防における研究の現況と予防政策の効果分析
- 大学進学における人口移動モデルの構築
- 大学の就職先に着目した学問の興廃分析
- データを用いた地域を豊かにできる建築計画を”京島にある銭湯の建て替え”
- 組織における育児休業取得者の発生を考慮した施策の検討
- 地域医療構想の適用シナリオにおける社会的影響の検討
- 脱炭素専攻地域の政策評価

● 鉄道赤字路線の線区評価による鉄道路線存廃の指標の提案 ● 地域に即した公共交通導入のためのシミュレーションモデル構築 ● これからの時代における持続可能性 ● Factor Analysis of Educational Disparity in Junior High School Years ● Construction of Risk Analysis for Natural Hazards ● Development of Land Use Analysis System for Strategic Architectural and Urban Planning ● コロナ禍に起因する自宅時間の変化による家庭内の節電意識変化の影響分析 ● コンピテンシー評価における評価関係者の意見抽出・集約を可能とする行動様式決定方法の開発 ● ベーカリーにおける欠品時情報を考慮したパンの代替性分析方法の開発 ● 新商品受注量の短期間予測における特徴量の検討 ● 面接選考において応募者のパーソナリティを効果的に測定するための選考データの活用法の開発 ● 回遊情報を考慮した顧客評価方法による潜在優良顧客の行動特性分析 ● 個票データを用いた社会シミュレーションによる高等学校の授業料無償化制度の分析 ● 投票率低下抑制を目的とした最適化による投票所削減と投票所移動 ● 多目的最適化社会シミュレーションにおける解集合の形状生成要因特定と決定変数空間分析の手法の提案 ● 個人の回遊特徴を考慮した小売店舗内回遊予測手法の開発 ● 施設内構造を考慮した AED の配置分析 ● 家庭内の津波てんでんこの理念共有がもたらす津波災害時の地域避難行動への影響分析 など

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有）

1. 後藤裕介，森田裕之，白井康之，市川尚，濱田直希，原田智広，“社会シミュレーションによる経済支援施策の設計—進化計算コンペティション 2021 の結果報告，”進化計算学会論文誌，Vol.13, No.1, pp.023-039, 2022 年.
2. K. Takahashi and Y. Goto, “Embedding-based Potential Sales Forecasting of Bread Product,” Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.26, No.2, pp.236-246, 2022.

3. Y. Ishimaru, H. Morita, and Y. Goto, "In-Store Journey Model with Purchasing Behavior Based on In-Store Journey Data and ID-POS Data," The Review of Socionetwork Strategies, Vol.15, No.1, pp.215-237, 2021.
 4. Yui Miyagawa, Kayoko H. Murakami, and Hiroshi Hasegawa. Research on the Use of Low-Cost Carriers and Regional Airports: Changing Long Layovers to New Value of Tourism. Journal of Global Tourism Research, International Society for Tourism Research, Vol. 5, No. 1, 2020.04
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgtr/5/1/5_31/article/-char/ja/
 5. 中井豊, 瀧川裕貴, 大谷仁哉, 雨宮俊貴. クラウドファンディングにおける過去の行為が支援獲得に及ぼす影響: 計算社会科学によるクラウドファンディング内部の社会関係資本形成の研究. 数理社会学会, 「理論と方法」 34 巻 2 号 pp.124-137, 2019.8
 6. Kondo Yuji, Ichikawa Manabu, Kondo Hisayoshi, Koido Yuichi, Otomo Yasuhiro. Current Disaster Medicine in Japan and the Change Brought by Information Sharing . Journal of Disaster Research 14(2) 292-302 2019 年
 7. 小田中悠, 中井豊, 意味世界の計算社会科学的分析に向けて: 社会学におけるトピックモデルの意義の検討. 数理社会学会, 「理論と方法」 34 巻 2 号 pp.68-83, 2019.8
 8. 市川学. 医療分野におけるリスクマネジメント 地理情報分析と社会シミュレーション技術を用いた検討 , 計測と制御 57(6) 407-412 2018 年
- 【雑誌論文】(査読無)
1. 後藤裕介, “エージェントベース社会シミュレーションによる社会共創アプローチ,” 感性工学, Vol.21, No.2, 8 pages, 2023 年.
 2. 喜多一, 市川学, 後藤裕介, 山田広明, 吉田孝志, 嶋田佳明, “社会シミュレーションとその担い手,” 計測と制御, Vol.62, No.1, pp.49-52, 2023 年.
 3. 後藤裕介, 市川尚, 白井康之, 森田裕之, “社会政策立案のためのエージェントベース社会シミュレーションにおける深い不確実性分析,” 計測と制御, Vol.62, No.1, pp.21-26, 2023 年 1 月.
 4. 市川 学, 原田 奈穂子, 近藤 祐史. 「災害医学・医療への先端技術の活用」 避難所ラピッドアセスメントシステムの開発 人工知能を用いた文字認識機能の活用 , Japanese Journal of Disaster Medicine 23(3) 291-291 2019 年 2 月
- 2.
- 【図書】
1. 高橋真吾, 後藤裕介, 大堀耕太郎「社会システムモデリング」 共立出版, 2022 年 4 月. ISBN:978-4-320-09651-6
 - 2.
- 【学会発表】

1. 安藤匡人, 後藤裕介, “ベーカリーにおける欠品時情報を考慮したパンの代替性分析方法の開発,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 31 回社会システム部会研究会, 8 pages, 沖縄, 2023 年 3 月.
2. 伊藤真人, 後藤裕介, “多目的最適化社会シミュレーションにおける解集合の形状生成要因特定と決定変数空間分析の手法の提案,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 31 回社会システム部会研究会, 8 pages, 沖縄, 2023 年 3 月.
3. 岡村萌菜美, 後藤裕介, “コンピテンシー評価における評価関係者の意見抽出・集約を可能とする行動様式決定方法の開発,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 31 回社会システム部会研究会, 8 pages, 沖縄, 2023 年 3 月.
4. 廣沢柊平, 後藤裕介, “商品の出荷パターンに基づく集約を用いた商品の潜在売行予測方法の検討,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 31 回社会システム部会研究会, 5 pages, 沖縄, 2023 年 3 月.
5. 高岡桃香, 後藤裕介, “個票データを用いた社会シミュレーションによる高等学校の授業料無償化制度の分析,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 31 回社会システム部会研究会, 8 pages, 沖縄, 2023 年 3 月.
6. 内海寛晴, 後藤裕介, “直近の回遊履歴に基づく小売店舗内回遊予測手法の開発,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 31 回社会システム部会研究会, 1 page, 沖縄, 2023 年 3 月.
7. 工藤大輝, 市川尚, 後藤裕介, “多目的最適化社会シミュレーションの結果に不確実性が及ぼす影響の分析,” 情報処理学会東北支部研究会, 4 pages, 岩手 (オンライン), 2022 年 12 月.
8. 高橋耕平, 市川尚, 後藤裕介, “コロナ共生社会におけるテレワーク導入に関する多目的最適化社会シミュレーション,” 情報処理学会東北支部研究会, 2 pages, 岩手 (オンライン), 2022 年 12 月.
9. 楠木祥文, 河合亜矢子, 後藤裕介, 白井康之, 森田裕之, “出産育児コミュニティサイトにおける共感と経験に関する分析,” 経営情報学会 2022 年全国研究発表大会, 4 pages, 新潟 (ハイブリッド), 2022 年 11 月.
10. 内海寛晴, 後藤裕介, “回遊履歴と回遊データを用いた店舗内回遊の予測方法の開発,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 30 回社会システム部会研究会, 1 page, 神奈川, 2022 年 8 月.
11. 伊藤真人, 後藤裕介, “シミュレーションに基づく自治体分類法を対象とした決定木代理モデルを用いた分析方法の開発,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 30 回社会システム部会研究会, 1 page, 神奈川, 2022 年 8 月.
12. 安藤匡人, 後藤裕介, “ベーカリーの POS データを用いたパン商品の代替性の分析,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 30 回社会システム部会研究会, 1 page, 神奈川, 2022 年 8 月.

13. 坂川竜都, 後藤裕介, “コロナ禍によって家族時間が増加した家庭内の相互作用による節電意識変化の分析,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 30 回社会システム部会研究会, 1 page, 神奈川, 2022 年 8 月.
14. 高岡桃香, 後藤裕介, “高等学校の授業料無償化における地方自治体の支援制度の分析,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 30 回社会システム部会研究会, 1 page, 神奈川, 2022 年 8 月.
15. 廣沢柊平, 後藤裕介, “クラスタリングと協調フィルタリングによる製パン商品推薦システムの開発,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 30 回社会システム部会研究会, 1 page, 神奈川, 2022 年 8 月.
16. 水谷雄成, 後藤裕介, “「津波てんでんこ」の理解を深める津波避難シミュレーションの開発,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 30 回社会システム部会研究会, 1 page, 神奈川, 2022 年 8 月.
17. 石田聖悟, 後藤裕介, “スーパーにおける効果的な店舗プロモーションに向けた購買時間と購買行動の特徴分析,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 30 回社会システム部会研究会, 1 page, 神奈川, 2022 年 8 月.
18. 岡村萌菜美, 後藤裕介, “システム開発企業のキャリアパスにおけるコンピテンシー評価の支援,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 30 回社会システム部会研究会, 1 page, 神奈川, 2022 年 8 月.
19. 吉田樹, 後藤裕介, “面接選考に置いて応募者のパーソナリティを効果的に測定するための事前選考書類の活用法の開発,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第 30 回社会システム部会研究会, 1 page, 神奈川, 2022 年 8 月.
20. 藤田楓, 市川学, 地理情報を用いた産婦人科医の需要と供給の現状分析. 第 31 回 地理情報システム学会 学術研究発表大会 講演論文集 B-3-5 2022 年 10 月
21. 市川学. 災害時の情報共有システム～薬剤支援の可能性～第 32 回日本医療薬学会年会 抄録集 23-06-S09-4 2022 年 9 月
22. 東條航, 市川学. 電力消費行動をベースとした 電力需給シミュレーション. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 1B-4 2022 年 8 月 28 日
23. 田邊渉, 市川学. 地域医療構想の適用による社会的影響の評価. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 1B-2 2022 年 8 月 28 日
24. 山崎佑太, 市川学. 小中高大学連携を想定した探求型教材の開発. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 2A-3 2022 年 8 月 28 日
25. 宮西寅史, 市川学. 地域に即した公共交通導入支援のための シミュレーションモデルの構築とその評価. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 2A-5 2022 年 8 月 28 日
26. 小平和, 市川学. 労働社会モデルの構築と労働生産性向上のための労働施策の検討. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 2B-5 2022 年 8 月 28 日
27. 柴田友輝, 市川学. 脱炭素先行地域に対する政策評価. 第 30 回社会システム部会研

- 研究会 資料 2B-8 2022 年 8 月 28 日
28. 荻野慎吾, 市川学. 中学校における教育格差の要因分析. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 3A-4 2022 年 8 月 28 日
 29. 齋藤嵩, 市川学. 病院薬剤師のシフト最適化プログラムの構築. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 3A-6 2022 年 8 月 28 日
 30. 長田桃子, 市川学. 育児休業取得者の発生が他の社員に及ぼす負担に関する定量的評価. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 3A-7 2022 年 8 月 28 日
 31. 片山陽和太, 市川学. オールハザードに対応するリスク分析システムの構築. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 3B-3 2022 年 8 月 28 日
 32. 亀井雄貴, 市川学. 救急医療シミュレーションプラットフォームの構築. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 3B-5 2022 年 8 月 28 日
 33. 関颯太, 市川学. 戦略的な建築・都市計画策定のための土地利用分析システムの開発. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 4A-2 2022 年 8 月 28 日
 34. 中嶋涼斗, 市川学. 経済社会課題のメカニズム解析と実証分析のための経済プラットフォーム構築. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 4A-3 2022 年 8 月 28 日
 35. 黒澤孝史, 市川学. 鉄道赤字路線・廃止路線の類型化による鉄道路線存廃の指標の提案. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 4B-1 2022 年 8 月 28 日
 36. 塚本純也, 市川学. AI の発展による学科の盛衰分析. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 6-3 2022 年 8 月 28 日
 37. 中村和希, 市川学. 大学進学における人口移動モデルの構築. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 6-5 2022 年 8 月 28 日
 38. 藤田楓, 市川学. より良い地域包括ケアシステム構築のための指標定義とシミュレーション評価. 第 30 回社会システム部会研究会 資料 6-7 2022 年 8 月 28 日
 39. Y. Goto, H. Morita, Y. Shirai, H. Ichikawa, “Simulation-Based Classification in Multi-Objective Optimization Problems with Social Simulation,” Social Simulation Conference, 4 pages, 2022(August)
 40. Y. Goto, H. Ichikawa, H. Morita, and Y. Shirai, “Toward Simulation Analysis of Subsidy Payment Policies Amid COVID-19 Pandemic: Multi-Objective Optimization in Agent-Based Simulation,” IEEE CYBCONF 2021, p.127, online, 2021(June)
 41. K. Takahashi and Y. Goto, “Forecasting Potential Sales of Bread Products at Stores by Network Embedding,” IEEE CYBCONF 2021, pp.114-119, online, 2021(June) <https://doi.org/10.1109/CYBCONF51991.2021.9464142> Best Paper Award
 42. 天井義人, 浅名竜之介, 松山侑生, 工藤大輝, 高橋耕平, 桑原龍一, 猪鼻翔, 釜崎玲, 松浦宏瑛, 後藤裕介, 白井康之, 石原正彦, “子育てママ QA サイトにおける応答数に影響を与える特徴語の抽出,” 日本計算機統計学会第 36 回大会, 4 pages, ハイフレ

- ックス, 2022 年 5 月.
43. 河合亜矢子, 楠木祥文, 白井康之, 森田裕之, 後藤裕介, “ママ達の Q&A 型オンラインコミュニティにおける「共感」の重要性,”日本経営工学会 2022 年春季大会, 2 pages, ハイフレックス, 2022 年 5 月.
 44. 塚本純也, 市川学. 交通視点における高齢者が生活しやすい都市評価, 第 24 回社会システム部会研究会 2021 年 3 月 7 日
 45. 佐藤陽, 市川学. 避難所への食糧物資支援の最適支援方法の選定. 第 24 回社会システム部会研究会 2021 年 3 月 7 日
 46. Kanokporn Boonjubut and Hiroshi Hasegawa. Multivariate Time Series Analysis Using Recurrent Neural Network to Predict Bike-Sharing Demand. Smart Transportation Systems 2020, Proceedings of 3rd KES-STIS International Symposium, Smart Innovation, Systems and Technologies Vol. 185, Springer, 2020.06
 47. 嶋直紀, 松井陽太郎, 市川学. 国内の COVID-19 感染シミュレーション. 第 24 回社会システム部会研究会, 2021 年 3 月発表予定.
 48. 松井陽太郎, 嶋直紀, 渡邊康平, 市川学. SOARS Toolkit を用いた社会シミュレーションプラットフォームの構築. 第 24 回社会システム部会研究会, 2021 年 3 月発表予定.
 49. 渡邊康平, 小田中悠, 中井豊, 市川学. エージェントベースモデルによる避難行動シミュレータの構築. 第 24 回社会システム部会研究会, 2021 年 3 月発表予定.
 50. 関海斗, 中井豊. 在宅勤務就業者数予測マップの作成. 第 24 回社会システム部会研究会, 2021 年 3 月発表予定.
 51. 山中宏幸, 田口尚樹, 中井豊. ベイジアンネットワークを用いた高齢者の社会参加の因果関係の探索. 第 24 回社会システム部会研究会, 2021 年 3 月発表予定.
 52. 高田晃大, 山中宏幸, 中井豊. 高齢者の社会参加予測マップの作成. 第 24 回社会システム部会研究会, 2021 年 3 月発表予定.
 53. 濱田咲紀, 市川学. 局所的空間における感染シミュレーション. 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会, GS1-4-1.
 54. 渡邊康平, 佐藤陽, 小田中悠, 中井豊, 市川学. エージェントベースモデルによる避難行動シミュレータの構築と避難者推計への活用. 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会, GS6-2-2.
 55. 松井陽太郎, 嶋直紀, 小田中悠, 市川学. 感染症まん延時の行動変容を加味した感染症シミュレーションの構築. 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会, GS6-2-6.
 56. 塚本純也, 中村和希, 藤田楓, 市川学. マクロとミクロの視点からみる都市評価指

標. 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会, GS6-3-3.

57. 小野功, 市川学, 出口弘. 大規模エージェントベースシミュレーションのための SOARS Toolkit の提案. 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会, GS6-4-5.

58. 市川学, 中井豊. 大阪市浄水場におけるビックデータの解析-水質の異常 検知と影響予測-. 第 79 回日本公衆衛生学会総会, C2-4-3, p.192.

59. 渡邊康平, 佐藤陽, 小田中悠, 中井豊, 市川学. 災害発生時の避難行動に影響を与える要因に関する調査. 第 79 回日本公衆衛生学会総会, O-13-2-3, p.275.

60. 松井陽太郎, 嶋直紀, 小田中悠, 市川学. 感染症まん延時の予防行動選択に影響する要因の整理. 第 79 回日本公衆衛生学会総会, O-13-2-4, p.276.

61. 夏目恵子, 市川学, 岡田まゆみ. 保健所プロジェクトチームによる災害対応訓練の実践報告. 第 79 回日本公衆衛生学会総会, P-13-3-6, p.438.

62. 鈴木隆介, 鈴木啓太, 長谷川浩志. MaaS に向けたステークホルダー顧客ニーズを考慮した観光ルート最適化. 日本計算工学会 第 25 回日本計算工学講演会, 2020.06

63. 田口尚樹, 中井 豊. オープンデータを用いた医療機関単位での医療需要のベイズ推計. 第 23 回社会システム部会研究会.

64. 山中宏幸, 中井豊. 高齢者の社会参加モデル構築による地域社会と政策の評価. 第 23 回社会システム部会研究会

65. 関海斗, 中井豊. テレワーク就業推計マップの作成構想. 第 23 回社会システム部会研究会

66. 鈴木貴洋, 中井豊. テキストマイニングによる感染症予防アプリ COCOA の普及課題の検討. 第 23 回社会システム部会研究会

67. Yutaka NAKAI, Hiroki TAKIKAWA. “Buddy Effect to Facilitate Backings in Crowdfunding.” *Workshop “The Incentive System in the Moral AI society”, The 52nd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-52)*, Grand Wailea, Hawaii, USA. 2019.1

68. Yutaka NAKAI, Hiroki TAKIKAWA. “Triadic Social Structure Facilitates Backing for Crowdfunding Projects.” *Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2018*, Seattle, USA, No 8621987, P4346-4351. 2018.12

【特許等出願】

- 1.
- 2.

D 共同研究

	学科	学内 研究	共同研究 テーマ	共同研究先	研究費 (千円)

		代表者			
1	環境システム学科	市川学	発話データの活用に関する研究	株式会社ピックアンドミックス	2,000
2	環境システム学科	市川学	地域包括ケアシステムに関する研究	地域医療振興協会	2,000
3	電子情報システム学科	後藤裕介	工場出荷データを用いた製パン需要予測に関する研究	白石食品工業株式会社	200
4	電子情報システム学科	後藤裕介	システム開発人材におけるコンピテンシー評価に関する研究	アールアイ・ソフトウェア株式会社	1200

E 外部資金

	学科	学内研究代表者	プロジェクト名	委託元	研究費(千円)
1	環境システム学科	市川学	戦略的イノベーション創造プログラム	内閣府	50,000
2	環境システム学科 電子情報シス	市川学 後藤裕介	未来社会創造事業	JST	3,000

	テム学科				
3	電子情報システム学科	後藤 裕介	調査研究助成	公益財団法人 科学技術融合振興財団	980
4	電子情報システム学科	後藤 裕介	科学研究費補助金基盤研究(C)および独立基盤形成支援(試行)	日本学術振興会	2,930

F 評価指標の集計

	件数（金額）		備考
論文数	12 件		
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	4 件	5,400 千円	
外部資金獲得数	4 件	56,910 千円	
参加学生数	40 名（内留学生 名）		
参加企業数	5 社		
公開イベント数	2 件		

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

4

今後の計画

1) 短期的目標

2022 年度は新型コロナウイルス感染症の制約も緩和され始め、参画する研究者ごとで社会システム科学の枠組みの中で研究活動を再開した（コロナ禍前の活動レベル）。2023 年度は、複数研究者が参画する研究課題を開始することを目標とする。また、社会システム科学研究センターで扱う研究課題は、短期的スケジュールで解決できるものが多い（社会問題は、早期に解決すべきものが多い）、得られた研究成果については、対象とした社会問題の特徴に応じて分類化しホームページや SNS、動画を通じた研究成果の発信を行う。また、インドネシア・バンドン工科大学のビジネススクールとアジアにおける社会システム科学の発展に向けた意見公開、共同授業などを開始する。研究の成果を 2023 年度中に書籍として公刊し、成果を社会に還元すると

もに、人材育成に活用する。

2) 外部資金獲得に向けた助成事業への応募

社会システム科学は横断的な側面を持っていることから、複合領域を対象とする助成事業への応募を継続して行う。なお、対象を絞った研究については、引き続き研究者個人による外部資金獲得を目指す。獲得した外部資金の未来社会創造事業については、2023 年度から本格ステージに入るが、他の外部資金獲得を見据え、定例会議内で議論を重ね応募内容の検討を行う。

3) 共同研究の獲得

企業では社会問題に絡んだ課題を持ち合わせていることも多く、システム構築、データサイエンス、シミュレーションの技術での解決可能性を示し、共同研究による解決を新たに複数社で行うことを目指す。

4) 育成

社会システム科学研究センターに所属する研究者研究室の学生の研究のうち、社会システム科学に関連するテーマを当研究センターの研究課題として紐付けて研究活動を行う社会システム科学研究会の活動を開始した。関係する学生には、対象とした社会問題について単なる技術による解決だけを示すのではなく、社会問題の背景、課題、社会実現の可能性、研究を行う社会的意義・貢献を意識した研究活動が行えるよう支援を行い、社会において分野横断的な取り組みができる人材となるよう育成を継続して行う。

以 上

添付 1：公開イベントリスト

	月日	イベント 名	主催	参加メ ンバー (敬称 略)	場所
1	2022 年 8 月 28～29 日	第 30 回 社会シス テム部会 研究会	公益社 団法人 計測自 動制御 学会 シ ステ	市川 学、後 藤裕 介、原 田拓弥	マホ ロボ マイ ンズ 三浦 ＋ オン

			ム・情報部門		ライン
2	2023 年 3 月 5～7 日	第 31 回 社会システム部会 研究会	公益社 団法人 計測自動制御 学会 シ ステ ム・情 報部門	市川 学、後 藤裕 介、原 田拓弥	アー トホ テル 石垣 島＋ オン ライ ン
3					
4					
5					
6					
7					
8					

SIT 総合研究所 研究センター・ブランディング事業
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 グローバル建築技術研究センター

2. 研究組織所在地 _____

3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
蟹澤 宏剛	建築学部 建築学科	教授

4. プロジェクト参加研究者数 2 名 (+大学院生等)

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

	氏名	所属	
センター長	蟹澤 宏剛	建築学部建築学科	
研究所兼任教員	志手 一哉	建築学部建築学科	
客員教授	安藤 正雄		千葉大学名誉教授
客員教授	平野 吉信		広島大学名誉教授
客員准教授	小笠原正豊	東京電機大学	准教授
客員准教授	後藤田 中	香川大学	准教授
客員研究員	岩松 準	建築コスト管理システム研究所	主席研究員
客員研究員	橋本 真一	株式会社エムズラボ	本学非常勤講師
客員研究員	曾根 巨充	前田建設工業株式会社	本学博士課程学生
客員研究員	中島 貴春	株式会社フォトラクション	本学博士課程学生
客員研究員	染谷 俊介	株式会社竹中工務店	本学博士課程学生
客員研究員	Tan Zi Yi	Universiti Tunku Abdul Rahman	本学博士課程学生
客員研究員	大越 潤	清水建設株式会社	本学博士課程学生

6. 研究の概要

A 計画の概要

日本の建設産業は、技術者・技能者の不足、国際競争力の不足、ICT導入の遅れ、建設ストックの余剰など様々な問題を抱えているが、旧態依然とした体制を変えられず未来に対する活路を見いだせない状況にある。それに対して本研究センターは、下記の目的を達成するため、豊富な知見を有するベテラン層に支援を受けながら博士・修士の学生も参加して多様な視点から日本の建設産業のグローバル化、生産性向上、持続性のあるストック活用に関する研究を遂行している。

- ・ 建築生産やストック活用に関わる法制度の課題抽出及び改革の提言
- ・ 建築生産プロセスやマネジメント手法と BIM との関連の再定義
- ・ 多能工や ICT など生産性向上や人材育成の課題抽出及び提言

設立年度はセンターとしての活動の方向性を検討し、本年度からは下記に示す 4 つの分科会に分かれて研究を遂行することにした。

1. 建築生産のグローバル化
2. 建築仕様書や BIM を中心とした建築生産プロセスの再定義
3. ストック社会に向けた課題の再整備
4. ICT を活用した生産性向上施策の検討
5. その他

2022年度の活動：センターの体制

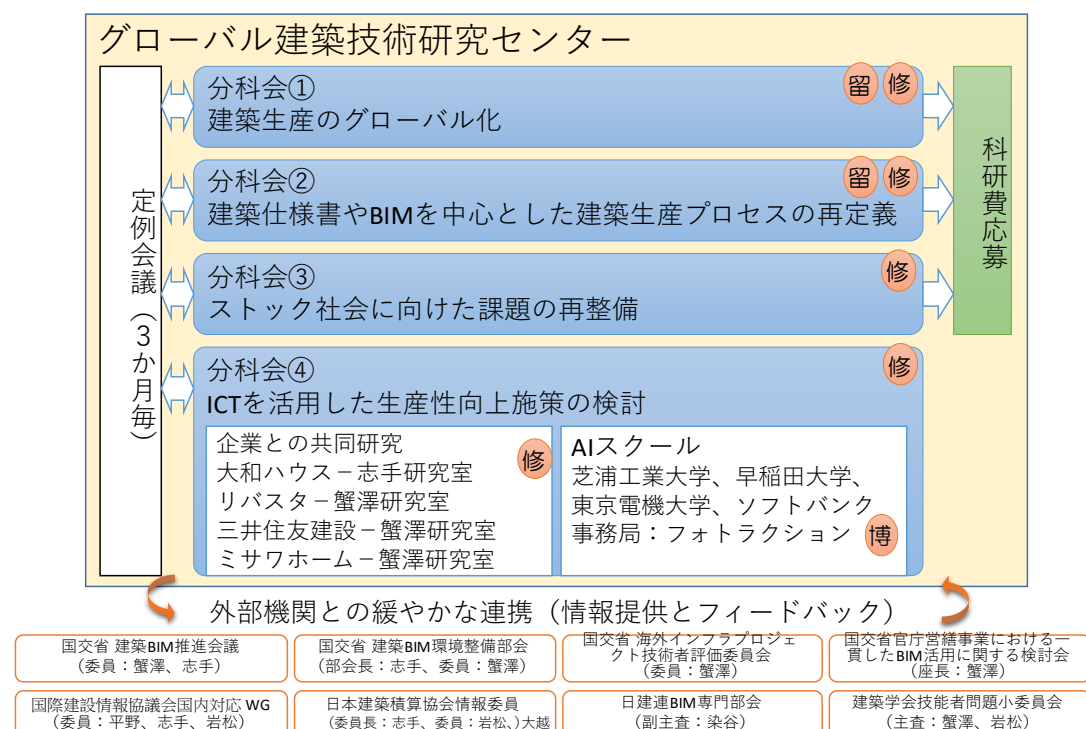


図 2022年度の活動の概要

B 成果の概要

1. 研究センター全体

コロナ禍により中断していた海外調査を再開し、ベトナム（ハノイ・ホーチミン）および英国（ロンドン）にて調査を実施した。定期ミーティングに関しても、昨年度の全面オンラインから対面へ戻し、議論を活発化することができた。また、マレーシアの TAN 研究員が来日し、博士論文テーマである建設現場の安全衛生にかかわる調査を実施した。

2. 分科会

1) 建築生産のグローバル化

- ・日本とマレーシアの建設労働安全衛生管理実態の比較の研究を実施（Tan 客員研究員、三根元客員教授、蟹澤、志手、染谷客員研究員）
- ・日本とベトナムの建築生産システムの比較（蟹澤、志手、D1 キエウ：8 月 25 日から 9 月 1 日にベトナム・ハノイ、ホーチミンにて調査を実施）。
- ・2022/8/29 に MOU を締結した UTC（University of Transport and Communications）と毎月 1 回の共同研究を実施し、その成果を含めたオンラインセミナーを 2023/2/22 に予定（蟹澤、志手、D1 キエウ、M2 石原、B4 武田）。
- ・韓国における外国人労働者の状況と ICT の導入状況調査を実施（2023/3/12 から 17）

2) 建築仕様書や BIM を中心とした建築生産プロセスの再定義

- ・ファセット型分類体系を用いた WBS の構築におけるテーブル間連携の可能性に関する分析（志手科研、D1 キエウ：日本建築学会技術報告集 28 巻 69 号 p.986-991 に掲載）
- ・英国を訪問し BIM 政策や標準化の進展状況について調査（蟹澤、志手、安藤、小笠原、大越、M2 石原：2022/10/28-11/5）
- ・建築生産における BIM データの活用方策の検討（大成建設と連携した研究：志手、大越客員研究員、M1 渡邊：日本建築学会第 37 回建築生産シンポジウムに投稿）
- ・BIM を活用したコストマネジメントの可能性検討（志手、橋本客員研究員、M2 内藤：日本建築学会第 37 回建築生産シンポジウムに投稿）
- ・BIM 情報の更なる課長を目指す BIM 情報構築の研究（大和ハウスとの共同研究：志手、D1 キエウ）

3) ストック社会に向けた課題の再整備

- ・市場価値からみたマンションストックの特性に関する研究（志手、橋本客員研究員 日本建築学会第 37 回建築生産シンポジウムに投稿）

4) ICT を活用した生産性向上施策の検討

- ・鉄筋工事への ICT 導入の可能性を把握するための研究（曾根客員研究員：日本建築学会賞受賞）
- ・建設 × テクノロジーに関する調査や環境整備などを目的とした一社建設テック協会を設立し、その一環として建設テックゼミ（旧 AI スクール）を実施（中島客員研究員、小笠原客員准教授、志手、M1 渡邊）
- ・建築生産における点群データ活用の可能性検討（染谷客員研究員、M1 藤井、B4 萩

原)

- ・建物のライフサイクルマネジメントを目的とした 3 次元点群データを用いた BIM データ自動構築システムの開発を開始 (エリジオンとの共同研究: 志手、M1 藤井、B4 萩原、B4 福村)
- ・スポーツ科学を応用した技能の見える化に関する研究 (香川大学との共同研究: 蟹澤、後藤田: 電気情報通信学会教育工学研究会に投稿、2023 年度科研申請)
- ・PCa 工場の生産性向上に関する研究 (三井住友建設との共同研究: 蟹澤、M2 仲村)
- ・多能工を活用した生産性向上に関する研究 (J foces one Holdings との共同研究: 蟹澤、M2 松村、M1 金澤)
- ・トータルステーションを用いた建築現場管理と生産性向上策、仮設電源の見直しによる CO2 削減の可能性検討 (ミサワホームとの共同研究): 蟹澤、M2 松竹

5) その他 (外国人研究者の支援)

TAN 研究員が来日し、2022/10/12-10/27 にて建設現場の安全衛生にかかわる調査を実施

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】(査読有)

1. 安藤正雄, 西野加奈子, 平野吉信, 「米国における Progressive Design Build の展開とその特性」, 日本建築学会第 37 回建築生産シンポジウム論文集, 2022.8
2. 渡邊圭太郎, 志手一哉, 大越潤, 萱嶋誠, 「IFC の属性情報を用いた建築確認自動化の可能性に関する研究 建築部材の防耐火適合判定を対象として」, 日本建築学会, 第 37 回建築生産シンポジウム論文集, pp.263-270, 2022.8
3. 橋本真一, 志手一哉, 堤洋樹, 内藤海斗, 岡本遙奈, 「工事費内訳書の主要細目データ活用と概算法に関する一考察」, 日本建築学会, 第 37 回建築生産シンポジウム論文集, pp.43-50, 2022.8
4. KIEU Tri Cuong, 志手一哉, 「ファセット型分類体系を用いた WBS の構築におけるテーブル間連携の可能性に関する分析 -OmniClass と Uniclass2015 を対象として-」, 日本建築学会技術報告集 28 巻 69 号 p.986-991, 2022.6
5. 高木星子, 蟹澤宏剛: 英国の建設業における資格および職業訓練制度に関する研究, 日本建築学会技術報告集, 28 巻 68 号 pp.436-441, 2022.2
6. 千葉 拓, 榎藤 智之, 林 盛, 鎌田 展輝, 蟹澤 宏剛: 日本における複雑形状 RC 建築の型枠施工の変遷に関する研究, 日本建築学会技術報告集, 28 巻 68 号 pp.457-460
7. KIEU TRI CUONG, 志手一哉, 「ファセット型分類体系を用いた WBS の構築におけるテーブル間連携の可能性に関する分析 -OmniClass と Uniclass2015 を対象として」, 日本建築学会技術報告集, 2022 年 6 月以降の掲載予定
8. KIEU TRI CUONG, 志手一哉, 「建設情報標準分類体系を利用した WBS による BIM 情報データの利活用に関する考察 -OmniClass の UniFormat と

- MasterFormat、Uniclass2015 の Element/Function と Systems 及び Products を対象として－」, 日本建築学会, 第 44 回情報・システム・利用・技術シンポジウム, R102, 2021.12
9. KIEU TRI CUONG, 志手一哉, 「OmniClass と Uniclass2015 を利用した WBS の比較および、実務的適用や BIM とその WBS の連携に関する考察－ OmniClass の UniFormat と MasterFormat 及び、Uniclass 2015 の Elements/Function や Systems と Products を対象とした－」, 日本建築学会, 第 36 回建築生産シンポジウム論文集, pp.211-218, 2021.8
 10. 朱正路, 志手一哉, 「BIM データ標準仕様である IFC の情報解析」, 日本建築学会, 第 36 回建築生産シンポジウム論文集, pp.203-210, 2021.8
 11. 橋本真一, 志手一哉, 堤洋樹, 内藤海斗, 「ストック管理に向けた工事費内訳書の継続的活用に関する研究」, 日本建築学会, 第 36 回建築生産シンポジウム論文集, pp.141-148, 2021.8
 12. 平野吉信: 米国における「専門工事業者による設計」を組み込んだ建築プロジェクト運営方式の動向, 第 36 回建築生産シンポジウム論文集
 13. 林至仁, 小林達宏, 太原豊, 志手一哉, 「ハウスメーカーを事例としたモジュール化および DfMA に関する考察」, 日本建築学会, 第 36 回建築生産シンポジウム論文集, pp.17-22, 2021.8
 14. 後藤田中, 蟹澤宏剛: スポーツ科学を応用した建築技能の見える化に関する研究－その 1 モーションキャプチャの適用可能性に関する検討－, 日本建築学会第 36 回建築生産シンポジウム論文集
 15. 松村千裕, 蟹澤宏剛, 番尚雄, 村山正丞, 謝子茜, 高木星子: 多能工の生産性に関する研究, 日本建築学会第 36 回建築生産シンポジウム論文集, 日本建築学会第 36 回建築生産シンポジウム論文集
 16. 仲村弥夏, 蟹澤宏剛, 桑名遥香, 蓮尾孝一: プレキャスト部材の製造工程の改善に関する研究,
 17. 曾根巨充, 遠藤裕太, 志手一哉, 「鉄筋加工場の不具合発生要因に関する調査研究－不具合事象と加工工程および加工情報の関連性を対象として－」, 日本建築学会計画系論文集 第 85 巻 第 773 号, pp1535-1546, 2020.7
 18. 遠藤裕太, 曾根巨充, 志手一哉, 「鉄筋工事の加工と組み立てにおける作業能率に関する研究」, 日本建築学会計画系論文集 第 86 巻 第 783 号, pp1528-1539, 2021.5
 19. 篠原廉; 権藤智之; 蟹澤宏剛; 林盛; 保坂至, 複雑形状の RC 建築生産における設計と施工の合理化, 日本建築学会計画系論文集 85 巻 773 号, 2020.7
 20. 曾根巨充, 田中大士, 志手一哉, 「鉄筋工事における生産情報のマネジメントに関する考察－総合建設会社と専門工事会社の事例を題材として－」, 日本建築学会計画系論文集 第 83 巻 第 754 号, pp.2359-2369, 2018.12

21. 前川剛範, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 西夏実, 「シンガポールの外国人労働者受入関連諸制度に関する研究」, 日本建築学会計画系論文集 第 82 巻 第 752 号, pp.1743-1753, 2018.10
22. 榎藤智之, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 金容善, 「ベトナム・ハノイ市におけるペンシル住宅生産の実態調査」, 日本建築学会技術報告集, 第 24 巻第 56 号, pp.397-402, 2018.2
23. 志手一哉, 朱正路, 洪流, 李雪菲, 蟹澤宏剛, 「中国における BIM の普及動向に関する考察－南部地域の現地調査を踏まえて－」, 日本建築学会, 第 35 回建築生産シンポジウム論文集, pp.131-138, 2019.7
24. 田中大士, 志手一哉, 曾根巨充, 渡邊寛也, 「鉄筋工事における ICT の活用に関する考察 2」, 日本建築学会, 第 34 回建築生産シンポジウム論文集, pp.55-62, 2018.7
25. 伊井夏穂, 志手一哉, 「多様化する発注契約方式の実態に関する研究 その 2－日英米の比較を通して－」, 日本建築学会, 第 34 回建築生産シンポジウム論文集, pp.203-208, 2018.7
26. 三上智大, 田澤周平, 安藤正雄, 平野吉信, 蟹澤宏剛, 岩松準, 小笠原正豊, 志手一哉, 「英国の BIM に関連する社会システムに関する研究」, 日本建築学会, 第 34 回建築生産シンポジウム論文集, pp.209-216, 2018.7
27. 羽田圭佑, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 佐藤秀昂, 「インドネシアの建築生産システムに関する研究」, 日本建築学会, 第 34 回建築生産シンポジウム論文集, pp.11-16, 2018.7
28. 田中大士, 志手一哉, 曾根巨充, 「鉄筋工事における ICT の活用に関する考察」, 日本建築学会, 第 33 回建築生産シンポジウム論文集, pp.239-244, 2017.7
29. 伊井夏穂, 志手一哉, 「多様化する発注契約方式の実態に関する研究－ヒアリング調査を通して－」, 日本建築学会, 第 33 回建築生産シンポジウム論文集, pp.137-144, 2017.7
30. 田澤周平, 濱地和雄, 小笠原正豊, 岩松準, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 平野吉信, 安藤正雄, 「米国における Integrated Project Delivery (IPD)に関する研究－民間 IPD 約款の比較－」, 日本建築学会, 第 33 回建築生産シンポジウム論文集, pp.17-24, 2017.7
31. 西夏実, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 安藤正雄, 井上淳, 前川剛範, 「シンガポール建設プロジェクトにおける諸制度運用に関する研究－建設プロジェクト主体者へのヒアリング調査を通じて－」, 日本建築学会, 第 33 回建築生産シンポジウム論文集, pp.11-16, 2017.7
32. 原佑介, 蟹澤宏剛, 清水郁郎, 志手一哉, 「東南アジア大陸部における住居形態の変容に関する研究」, 日本建築学会, 第 33 回建築生産シンポジウム論文集, pp.5-10, 2017.7

33. 石田航星, 志手一哉, 壹岐健章, 「建設会社の組織形態が BIM の導入に与える影響に関する研究」, 日本建築学会計画系論文集 第 81 巻 第 726 号, pp.1743-1753, 2016.8
34. 横貝拓哉, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 安藤正雄, 「米国ユニオンにおける建設技能者の教育・訓練、評価、処遇のシステムに関する研究ーセントルイス及び周辺地区の事例ー」, 日本建築学会, 第 32 回建築生産シンポジウム論文集, pp.263-268, 2016.7
35. 前川剛範, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 権藤智之, 金容善, 西夏実, 松本有未子, 「シンガポールの建設業における外国人労働者受け入れ制度に関する研究」, 日本建築学会, 第 32 回建築生産シンポジウム論文集, pp.257-262, 2016.7
36. 西夏実, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 権藤智之, 金容善, 前川剛範, 松本有未子, 「生産性向上に向けた制度設計に関する研究ーシンガポールを事例としてー」, 日本建築学会, 第 32 回建築生産シンポジウム論文集, pp.217-222, 2016.7
37. 林晃士, 田澤周平, 井上淳, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 安藤正雄, 「米国における BIM を活用した民間発注者主導のプロジェクト運営に関する研究」, 日本建築学会, 第 32 回建築生産シンポジウム論文集, pp.169-174, 2016.7
38. 田澤周平, 林晃士, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 安藤正雄, 「米国建築産業における BIM に関連する標準・制度に関する研究」, 日本建築学会, 第 32 回建築生産シンポジウム論文集, pp.133-138, 2016.7
39. 志手一哉, 千葉優斗, 田村祐也, 橋本圭介, 出口弘, 市川学, 「エージェントベースモデルを用いた工程シミュレーションに関する研究」, 日本建築学会, 第 32 回建築生産シンポジウム論文集, pp.15-22, 2016.7
40. 渡辺千晴, 権藤智之, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 金容善, 岡安大地, 「ベトナムにおける町場の建築生産システムに関する研究ーチューブハウス施工チームの実態調査ー」, 日本建築学会, 第 31 回建築生産シンポジウム論文集, pp.161-166, 2015.7
41. 志手一哉, 権藤智之, 金容善, 吉川來春, 蟹澤宏剛, 「シンガポールの建築生産システムに関する研究ー日韓 6 プロジェクトへのヒアリングを通じてー」, 日本建築学会, 第 31 回建築生産シンポジウム論文集, pp.137-144, 2015.7
42. 市川学, 出口弘, 田澤周平, 志手一哉, 「ABM を用いた集合住宅内装工事モデルの構築」, 日本ソフトウェア学会, コンピュータソフトウェア第 31 巻第 3 号, pp.222-233, 2014.9
43. 【雑誌論文】(査読無)
44. 志手一哉, 「BIM モデルの属性情報の標準化」, 建築設備技術者協会, 建築設備士 2020 年 10 月号 第 52 巻 第 10 号 通巻 617 号, 【特集】BIM の最新動向 2020, pp.2-7, 2020.10
45. 志手一哉, 「つくるための建物情報とつかうための建物情報」, 日本建築学会, 建

築雑誌 2020 年 10 月号 第 135 集 第 1742 号, 【特集 10】 BIM・建築情報の拡張と進化, pp10-11, 2020.10

46. 安藤正雄, 「公共工事設計労務単価について考えるーISO 12006-2 : 2015、Uniclass 2015 の読解を中心にー」, 建築コスト研究 No.110, pp54-65, 2020.7
47. 蟹澤宏剛, ポストコロナ禍の働き方考, 高速道路と自動車 VOL.63 NO.10, 公益財団法人 高速道路調査会, 2020.10,
48. 蟹澤宏剛, 働き方改革と建設安全, 建設機械施工 vol.72 No.3, 一般社団法人 日本建設機械施工協会, 2020.3
49. 蟹澤宏剛, 担い手確保と人材育成, 建設マネジメント技術, 一般財団法人 経済調査会, 2019.4
50. 蟹澤宏剛, '働き方改革と建設業の安全問題, 建設業災害防止協会、2019.4
51. 蟹澤宏剛, 公共工事における働き方改革と生産性向上, 公共建築 Vol.60 No.215, 一般社団法人 公共建築協会, 2018.11

【図書】

52. 藤本隆宏, 野城智也, 安藤正雄, 吉田敏 (編), 「建築ものづくり論- Architecture as “Architecture”」, 分担部分 pp.296-358, 有斐閣, 2015.7.9

【学会発表】

53. 藤井駿史, 志手一哉, 「大規模建築の内部空間の点群取得と活用方法に関する研究」, 日本建築学会大会 (北海道) 学術講演梗概集. 情報システム技術, pp.7-8, 2022.9
54. 石原喜平, 志手一哉, 「英国における BIM の変化に関する研究 BS/PAS1192 と ISO19650 シリーズの比較を通じて」, 日本建築学会大会 (北海道) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.219-220, 2022.9
55. 内藤海斗, 志手一哉, 「PFI 事業における維持管理指標を用いた評価に関する研究」, 日本建築学会大会 (東海) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.39-40, 2021.9
56. 林至仁, 志手一哉, 「日本の工業化工法とシンガポールの DfMA 技術の比較」, 日本建築学会大会 (東海) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.97-98, 2021.9
57. 石原喜平, 志手一哉, 「英国の BIM 政策に関する研究 英国の各種レポートを通じて」, 日本建築学会大会 (東海) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.101-102, 2021.9
58. KIEU Tri Cuong, 志手一哉, 「BIM における 米国の分類体系及び工程計画表の関連性に関する一考察 その 2 UniFormat と MasterFormat を利用した WBS の構造化に関する考察」, 日本建築学会大会 (東海) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.103-104, 2021.9
59. 岩本祐来, 志手一哉, 「建築空間におけるトイドローンの自律飛行に関する研究 単眼カメラによる深度推定技術の検討」, 日本建築学会大会 (東海) 学術講演梗概

- 集. 建築社会システム, pp.167-168, 2021.9
60. 萱嶋誠, 志手一哉, 大越潤, 下田浩平, 「BIM による建築確認業務の効率向上に関する研究 その 1 建築確認の構造適判における現状と課題」, 日本建築学会大会(東海) 学術講演梗概集. 情報システム技術, pp.173-174, 2021.9
 61. 大越潤, 志手一哉, 下田浩平, 萱嶋誠, 「BIM による建築確認業務の効率向上に関する研究 その 2 部材配置情報・断面情報のデータ取得方法」, 日本建築学会大会(東海) 学術講演梗概集. 情報システム技術, pp.175-176, 2021.9
 62. 下田浩平, 志手一哉, 大越潤, 萱嶋誠, 「BIM による建築確認業務の効率向上に関する研究 その 3Dynamo による部材配置・断面情報の整合確認アルゴリズムとその検証」, 日本建築学会大会(東海) 学術講演梗概集. 情報システム技術, pp.177-178, 2021.9
 63. 林至仁, 志手一哉, 「シンガポール政府の DfMA 政策に関する研究 建設技能者削減の可能性に着目して」, 日本建築学会大会(関東) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.163-164, 2020.9
 64. 李雪菲, 志手一哉, 「中国と日本の発注方式に関する研究 EPC 方式と DB 方式の比較を通して」, 日本建築学会大会(関東) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.177-178, 2020.9
 65. 遠藤裕太, 志手一哉, 曾根巨充, 渡邊寛也, 「建築工事における改善促進に関する考察 鉄筋工事を対象に作業員ごとに見た稼働分析を通して」, 日本建築学会大会(関東) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.205-208, 2020.9
 66. 岩本祐来, 志手一哉, 「深層学習を用いた建物部位の検出に関する研究 セマンティックセグメンテーションによる認識」, 日本建築学会大会(関東) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.231-232, 2020.9
 67. 池田開, 小笠原正豊, 安藤正雄, 志手一哉, 岩松準, 「スウェーデンの建設情報分類体系の歴史と動向に関する研究」, 日本建築学会大会(関東) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.235-236, 2020.9
 68. 馬天元, 志手一哉, 「IFC プロパティセットの構成に関する考察」, 日本建築学会大会(関東) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.245-246, 2020.9
 69. 李曉琳, 志手一哉, 「RIBA Plan of Work 2020 における BIM の位置づけに関する考察」, 日本建築学会大会(関東) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.247-248, 2020.9
 70. 齊藤由姫, 志手一哉, 小笠原正豊, 平野吉信, 安藤正雄, 「米国におけるスペックライターの役割と現状に関する調査報告 実務者へのヒアリングを通じて」, 日本建築学会大会(北陸) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.75-76, 2019.9
 71. 李雪菲, 志手一哉, 「中国における EPC 発注方式に基づいて BIM 技術の応用」, 日本建築学会大会(北陸) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.107-108, 2019.9
 72. 峠貴基, 志手一哉, 「BIM モデルを利用した工程計画の自動作成に関する研究」,

- 日本建築学会大会(北陸)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.135-136, 2019.9
73. 遠藤裕太, 志手一哉, 曾根巨充, 渡邊寛也, 「集約化された鉄筋加工場における加工計画の合理化に関する研究」, 日本建築学会大会(北陸)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.179-180, 2019.9
74. 洪流, 志手一哉, 「中国における BIM の標準に関する動向調査」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.115-116, 2018.9
75. 齊藤由姫, 志手一哉, 「ガイドラインから見る BIM 普及傾向に関する考察 日本とフィンランドのガイドライン比較分析」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.117-118, 2018.9
76. 田澤周平, 三上智大, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 安藤正雄, 岩松準, 小笠原正豊, 平野吉信, 「英国の BIM に関連する社会システムに関する研究 その 1 BIM Mandate と関連する標準文書」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.119-120, 2018.9
77. 三上智大, 田澤周平, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 安藤正雄, 岩松準, 小笠原正豊, 平野吉信, 「英国の BIM に関連する社会システムに関する研究 その 2 NBS デジタルツールと BIM ワークフローに関して」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.121-122, 2018.9
78. 大場巧巳, 曾根巨充, 田中大士, 志手一哉, 「鉄筋工事の実態分析 その 1 加工図作成に必要な情報」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.143-144, 2018.9
79. 田中大士, 曾根巨充, 大場巧巳, 志手一哉, 「鉄筋工事の実態分析 その 2 加工図作成の手順」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.145-147, 2018.9
80. 伊井夏穂, 志手一哉, 「米国における発注方式の多様化に関する研究 CM 方式の多様化および IPD 方式との比較を通して」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.147-148, 2018.9
81. 羽田圭佑, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 佐藤秀昂, 「インドネシアの建築生産に関する研究 その 3 戦後賠償との関係性」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.151-152, 2018.9
82. 佐藤秀昂, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 羽田圭佑, 「インドネシアの建築生産に関して その 4 日系ゼネコンによる海外発注者案件獲得への工夫」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.153-154, 2018.9
83. 下河邊早紀, 田中麻紀子, 蟹澤宏剛, 「英国と日本の職業訓練及び見習い制度に関する研究」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.149-151, 2018.9
84. 高橋紡花, 蟹澤宏剛, 「タイの建築生産システムに関する研究 2」, 日本建築学会大会(東北)学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.155-156, 2018.9

85. 横貝拓哉, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 安藤正雄, 「米国ユニオンにおける建設技能者の教育・訓練、評価、処遇のシステムに関する研究 建設現場の実態調査」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.351-352, 2017.9
86. 田中大士, 曾根巨充, 志手一哉, 「鉄筋工事における ICT の活用に関する研究 その 2 建設現場の考察」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.339-340, 2017.9
87. 曾根巨充, 田中大士, 志手一哉, 「鉄筋工事における ICT の活用に関する研究 その 1 専門工事会社の考察」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.337-338, 2017.9
88. 伊井夏穂, 志手一哉, 「発注契約方式の多様化における役割の変化に関する研究 実務者へのヒアリングを通して」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.325-326, 2017.9
89. 田澤周平, 濱地和雄, 井上淳, 小笠原正豊, 岩松準, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 安藤正雄, 「米国における BIM を活用した民間発注者主導のプロジェクト運営に関する研究 その 3 Big Room(大部屋制度)の概要」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.323-324, 2017.9
90. 三上智大, 志手一哉, 「BIM を活用した建築マネジメントに関する研究 OmniClass Classification System の考察」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.213-214, 2017.9
91. 山崎主税, 志手一哉, 「BIM オブジェクトのプロパティに関する研究 National BIM Library を題材として」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.211-212, 2017.9
92. 朱正路, 志手一哉, 牧野能久, 「BIM による構工法計画に関する研究 設計モデルから構法モデルの自動変換に着目して」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.209-210, 2017.9
93. 志手一哉, 「BIM の多面性に関する一考察」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.203-204, 2017.9
94. 佐藤秀昂, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 羽田圭佑, 「インドネシアの建築生産に関する研究 その 2 発注者の変化による主体者間の関係の変化」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.201-202, 2017.9
95. 羽田圭佑, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 佐藤秀昂, 「インドネシアの建築生産に関する研究 その 1 施工現場の実態把握」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.199-200, 2017.9
96. 前川剛範, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 安藤正雄, 井上淳, 西夏実, 「シンガポールの建設業における外国人労働者受入制度に関する研究 外国人労働者の処遇と実情」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.197-198, 2017.9

97. 西夏実, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 安藤正雄, 井上淳, 前川剛範, 「シンガポールの建築生産に関する研究 その 4 Quantity Surveyor の役割について」, 日本建築学会大会 (中国) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.191-192, 2017.9
98. 横貝拓哉, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 安藤正雄, 「米国ユニオンにおける建設技能労働者の教育・訓練、評価、処遇のシステムに関する研究」, 2016 年度第 87 回日本建築学会関東支部研究発表会研究報告, CD-ROM, 2017.2
99. 前川剛範, 蟹澤宏剛, 志手一哉, 西夏実, 「シンガポールの建設業における外国人労働者受入制度に関する研究」, 2016 年度第 87 回日本建築学会関東支部研究発表会研究報告, CD-ROM, 2017.2
100. 西夏実, 志手一哉, 蟹澤宏剛, 前川剛範, 「シンガポールの建設産業における諸制度の運用に関する研究」, 2016 年度第 87 回日本建築学会関東支部研究発表会研究報告, CD-ROM, 2017.2
- 【特許等出願】
101. 特願 2017-140993 (特開 2019-21190) 「施工支援方法、および、施工支援システム」 発明者: 曾根巨充, 細川浩, 尾澤聡, 志手一哉

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	建築	蟹澤宏剛	建築工事における 労務状況の分析手 法の研究	三井住友建設株式 会社	1,100
2	建築	蟹澤宏剛	建設現場の生産性向 上、ならびに建設現場 に従事する技能者の 利益に資する仕組み	株式会社リバスタ	1,980
3	建築	蟹澤宏剛	建設現場の生産性 向上に関する研究	株式会社ミサワホ ーム総合研究所	1,000
4	建築	志手一哉	BIM の情報の更なる 活用を目指す BIM 情報構築の研究	大和ハウス工業株 式会社	1,148

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	建築	志手一哉	BIM を利用した施 設のライフサイク ルマネジメントの 高度化に関する研 究	科研費（基盤 B）	14,300
2	建築	志手一哉	建物のライフサイ クルマネジメント を目的とした 3 次 元点群データを用 いた BIM データ 自動構築システム の開発	国土交通省 令和 4 年度建設技術研究 開発助成制度（政策 課題解決型技術開 発公募（中小 企業タイプ））	3,000
3					

F 評価指標の集計

	件数（金額）	備考
論文数	101 件	

特許出願件数	1 件		
共同研究件数	4 件	千円	2022 年度
外部資金獲得数	2 件	17,300 千円	2019～
参加学生数	15 名（内留学生 2 名）		
参加企業数	8 社		
公開イベント数	件		

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

4

今後の計画

1) 各分科会の研究促進

2023 年度は、「建設業界の変革に向けた提言をするために活動 5 年目（2023 年）に出版を想定した報告書を書き上げる」という目標年なので、2019 年度に設置した分科会において積極的に研究を進める。

2023 年度は、①建築生産のグローバル化、②建築仕様書や BIM を中心とした建築生産プロセスの再定義、③ストック社会に向けた課題の再整備、④ICT を活用した生産性向上施策の検討の 4 分野における研究をさらに促進するために、メンバー構成を再構築し体制を強化。分科会における研究の進捗は定例会議にて確認する仕組みとし、関連する学協会と連携しする。

2) 外部資金獲得に向けた戦略的な助成事業への応募

民間企業との共同研究に関しては引き続き十分な外部資金を確保することができているが、BIM、生産性向上など民間企業が推進している研究が多いので、さらなる共同研究費の獲得に務めることとする。また、定例会議を中心に議論を重ね、分科会を主体とした新たな科研費の獲得を目指す。

3) 海外調査

海外渡航が叶う状況になったので、建築生産システムの研究、BIM の標準化に関する動向調査を 2022 年度以上に進める。視察の費用は現在獲得している科研費のほか、蟹澤・志手の研奨から拠出して実施する。調査には大学院生を同行させ、調査結果を論文としてまとめさせ、建築学会の大会やシンポジウム等で積極的に公表する。2023 年度は、ドイツ、ベトナム、シンガポール他数か国を調査予定。

4) 共同研究の拡充

当研究センターと企業が共同して研究できるテーマを検討する。実施体制は、共同研究契約のほか、コンソーシアム形式も視野に入れて検討を進める。また、研究メンバーが委嘱を受けている各種委員会の調査研究を支援する活動を実施する。

5) 研究者育成

建築生産系研究室所属の大学院生の研究を、当研究センターのテーマと関連つけて実施し、研究及び学術論文執筆の支援を当研究センターで行う。また、社会人博士課程、留学生を積極的に受け入れ、当研究センターで研究・論文執筆の指導を行う。2023 年度は社会人博士課程 2 名が新たに加わる予定。また、マレーシア UTAR とのワークショップ、AI スクールなどグローバル、データサイエンス人材の育成活動も継続する。

以 上

2022 年度 SIT 総合研究所
研究センター・ブランディング事業 研究成果報告書

1. 研究組織 サステナブル居住工学センター
 グリーン建築領域, アジア・アフリカ工学領域
2. 研究組織所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学豊洲キャンパス
3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
秋元 孝之	建築学科	教授

4. プロジェクト参加研究者数 13 名

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
志手一哉	建築学科 教授	グリーン建築領域	建築生産システム
古賀純子	建築学科 教授	グリーン建築領域	建築材料
山代悟	建築学科 教授	グリーン建築領域	建築設計
青笹健	客員研究員 ((株) アルテップ)	グリーン建築領域	建築設備・環境工学
岩城朱美	客員研究員 (安田女子大学)	グリーン建築領域	建築設備・環境工学
清水郁郎	建築学科 教授	アジア・アフリカ 工学領域	建築計画
伊藤洋子	建築学科 名誉教授	アジア・アフリカ 工学領域	建築史
伊藤和寿	機械制御システム学科 教授	アジア・アフリカ 工学領域	機械システム制御
岡崎瑠美	建築学科 准教授	アジア・アフリカ 工学領域	建築史
青島啓太	客員准教授 (追手門学院大学)	グリーン建築領域, アジア・アフリカ工学領域	建築設計・構法計画
石崎浩之	マレーシアサテライトオフィス 客員 教授	アジア・アフリカ 工学領域	技術マネジメント
古崎陽子	メレ大学 客員研究員	アジア・アフリカ 工学領域	人材育成・マネジ メント

6. 研究の概要

A 計画の概要

<グリーン建築領域>

エネマネハウス等のゼロエネルギー建築モデル実証をはじめ、低炭素社会に向けた建築に関する建築技術の研究を担う。建築・都市のゼロエネルギー化に資する技術開発を中心に、建築物の木質化など、CO₂削減に向けた関連技術の実証的研究を行った。

現在進行中のプロジェクトは以下の通り。

- ① ゼロエネルギー建築に関する実践的研究
- ② 都市木造の実現に関する研究
- ③ CLT 等の大型木質材料を用いた建築構法の開発に関する研究
- ④ 中大規模木造建築の普及モデルの開発と情報ポータルサイトに関する研究

<アジア・アフリカ工学領域>

アジア・アフリカ各国で人口増加や経済成長により都市化が進む中、持続可能な開発を進めていく上で重要な、現地の都市特性や建築技術、社会背景を尊重した開発を進めるための基礎研究を行う。建築都市分野や機械制御分野をはじめとして、工業発展を目指すこれらの国をフィールドに、研究分野の展開を担う。

現在進行中のプロジェクトは以下の通り。

- ① 【科研・国際 B】 アフリカ型都市建築保存手法の開発 都市における互助的ネットワークを使った試み（2019～23 年度）
- ② 【学内助成 S-SPIRE】 VR 建築教育のための 3D アーカイブ作成に関する研究
- ③ 【国際交流基金】 イラン「間」展及びワークショップの準備
- ④ 東京都内における外国人居住空間の研究
- ⑤ 東南アジアのメガシティにおける高密度集住の現在の様態に関する研究

B 成果の概要

<グリーン建築領域>

前身のゼロエネルギー建築研究センターにおけるこれまでの研究を継続する形で、研究を進めている。大きくは環境工学に関する分野と、グリーン建築を先導する木質材料を活用した木造建築を中心とした環境型建築の開発や研究を行っている。

① ゼロエネルギー建築に関する実践的研究

エネマネハウス等のモデル建設に始まる研究成果を生かして、宿泊施設等の環境性能向上と省エネルギー化、炭素貯蔵量や LCA の評価を目指した実践的なプロジェクトに展開する活動を行っている。

② 都市木造の実現に関する研究

NPO 法人 HEAD 研究会における「木の国際化 TF」を主体としたオンライン講演会

やディスカッションを企画し、国内外の都市木造の可能性に関する研究を行った。また、WOODRISE 京都 国際会議を受けて東京で開催されたビジネスセッションへの参加（発表者として山代教授らが参加）や、Ki-time ワークショップ（8月に京都で日仏越からの参加者により開催）、日仏都市会議の開催など、国際的な研究議論の場を設け、研究展開を図った。

③ CLT 等の大型木質材料を用いた建築構法の開発に関する研究

また、CLT 等木質建築部材技術開発普及事業として、日本 CLT 協会「CLT による持続可能な社会実現に関する普及事業」委員会（主査 青島啓太）、NRI「木材の再利用による CE×CN の同時達成方策評価検証に関する協議会委員」等へ参加し、構法開発や基礎研究を行った。

④ 中大規模木造建築の普及モデルの開発と情報ポータルサイトに関する研究

ウッドチェンジ協議会中規模ビルWG および中規模ビル木造化モデル検討委員会（委員長 山代悟）の取り組みとしてコロナ禍後の新たなワークスタイルと延床面積 3000m²ほどのオフィスビルの試設計を提案し、参加企業の木造ホテル案の取りまとめなどを行った。（山代悟）

国土交通省発注による日本住宅木造技術センター受託事業による中大規模木造建築ポータルサイト」の検討委員会および運営 WG 主査としてサイトの立ち上げ運用に参加した。現在公開運用中。（山代悟）

<アジア・アフリカ工学領域>

今年度は COVID-19 の影響で海外での調査活動ができなかったことから、文献調査やウェブ会議を通じた情報収集を主軸とした研究調査活動を行った。

① 【科研・国際 B】アフリカ型都市建築保存手法の開発

11 月にアジスアベバにてフィールドワークを実施。

② 東京都内における外国人居住空間の研究

国内の無国籍クルド人コミュニティの居住実態調査を行った。

③ 【学内助成 S-SPIRE】VR 建築教育のための 3D アーカイブ作成に関する研究

国内外で 3D データの収集、VR 空間デザインコンペ、VR 環境実験、VR 入門講座等を実施。

④ イラン「間」展及びワークショップの準備

2023 年度に計画されているイラン「間」展の準備及びデータ収集のため 9 月にテヘラン及びタブリーズを訪問。

⑤ 東南アジアのメガシティにおける高密度集住の現在の様態に関する研究

8 月にタイのチェンライにおいて、高密度集住商店街の実態把握調査、山地社会における COVID-19 下の村落空間の開き方/閉じ方の実態把握調査を行なった。

⑥ 【科研・基盤 B】東南アジア水辺集落の居住文化・景観の再生とリバーズ・イノ

バージョンによる発信（2018～22 年度）
9 月にラオスでフィールドワークを実施した。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有）

<論文>

1. Watanabe Ito, Y., Ogashiwa, N., Okazaki, R., Oba, Y., Ito S., Ishikawa, N., Takahashi, C., Research on Architectural Survey Using Photogrammetry of Mitsumine Shrine Zuishin Gate, Proceedings of the 16th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC), 2022 年 2 月
2. Ikuro SHIMIZU, The New Normal in Peripheral Societies in Southeast Asia, An Attempt to Extend the Range of Focus in Architecture” Proceedings of the 13TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ARCHITECTURAL INTERCHANGES IN ASIA (ISAIA): 155-159.
3. Patiphol YODSURANG, Yasufumi UEKITA, Ikuro SHIMIZU, ‘Water-Based Settlement and the Loss of Community Water Resilience’ in Interiority, Vol. 5, No. 2, 179-196.
4. 「周縁社会のニューノーマル タイのフィールドにおけるフィールドワーク拡張の試み」 2022 年度日本建築学会大会（北海道）建築計画委員会オーガナイズドセッション 建築フィールドワークの拡張 ニューノーマルにおける居住文化の再構築を新たな方法で捉える『2022 年度大会学術講演梗概集（北海道）』：795-798.
5. Takuya Abe and Ikuro Shimizu, ‘Mutual relationship between taboo of faith and house space: A case study of “licit architecture” in 70 Rai, Khlong Toei, slum improvement project area, Bangkok, Thailand’. in Japan Architectural Review, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2475-8876.12242>, 2021
6. 大型木質パネルを用いたユニット型居住空間の構法計画に関する研究, 青島 啓太, 博士論文（東京理科大学）, 2020 年 9 月
7. Study on Environment Conscious Technologies at a super tall building: Evaluation of PV Performance considering Aerological Climate, Ryosuke Inomata, et al., REHVA 13th World Congress CLIMA 2019, Bucharest, Romania, 2019.5.26-29.
8. The Evaluation of Air Blowing Method of Variable-Air-Conditioning-System using Coanda Effect by Computational Fluid Dynamics, Hikari Sakakibara, et al., SBE19 TOKYO, 2019.8.7.
9. Investigation of Toilets with Reduced Ventilation Frequencies and Odor Simulation, Madoka Kimura, et al., SBE19 TOKYO, 2019.8.7.
10. The Examination of Air Blowing Method and Thermal Comfort of Variable Air

- Conditioning System using Coanda Effect, Hikari Sakakibara, et al., REHVA 13th World Congress CLIMA 2019, Bucharest, Romania, 2019.5.26-29.
11. The Effects of an Air Conditioning System using the Coanda Effect on an Indoor Office Environment, Hitomi Igarashi, et al., REHVA 13th World Congress CLIMA 2019, Bucharest, Romania, 2019.5.26-29.
 12. Odor Problems in Toilets with Reduced Ventilation Frequencies, Madoka Kimura, et al., REHVA 13th World Congress CLIMA 2019, Bucharest, Romania, 2019.5.26-29.
 13. Renovating a house to aim for net-zero energy, thermal comfort, energy self-consumption and behavioural adaptation: A method proposed for ENEMANE HOUSE 2017, Reina Oki, et al., *Energy & Buildings* 201 (2019) 183–193.
 14. Comfortability of Tigray Traditional House, Keita Aoshima and Nobuhiro Shimizu, 20th International Conference of Ethiopian Studies (ICES20) 2018
 15. 岩城 朱美, 秋元 孝之, 古橋 拓也, 知的生産と作業効率向上に適した上下温度差と局所気流に関する研究 夏期の室内温熱気流環境が人体に与える影響, 日本建築学会環境系論文集 (764), 927-936, 2019-10
 16. 中川 純, 秋元 孝之, 他, 既存工業化住宅を用いた改修型ゼロ・エネルギーハウスの提案, 日本建築学会技術報告集 (59), 239-242, 2019-02
 17. 青島 啓太, 志手 一哉, 岩岡 竜夫, 低層集合住宅における CLT 導入による施工効率化に関する研究: いわき CLT 復興公営住宅におけるパネル設計と労務工数の検証, 日本建築学会計画系論文集 84(765), 2271-2279, 2019
 18. Rumi Okazaki, "Deterioration of Heritage by Informal Urbanization in Mekelle, Ethiopia", *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, vol.10 no.2, pp.343-350, 2011 年 11 月
 19. Rumi Okazaki, Riichi Miyake, "A Study on the Living Environment of Harar Jugol, Ethiopia", 日本建築学会計画系論文集 第 77 巻 第 674 号, pp.951-957, 2012 年 4 月
 20. Rumi Okazaki, "A Study on the Formation of an Imperial city in Tigray, Ethiopia, at the Turn of the 20th Century: Construction of Mekelle During and After the Reign of Yohannes IV", 日本建築学会計画系論文集 第 79 巻 第 702 号, pp.1753-1759, 2014 年 8 月
 21. Nobuhiro Shimizu, Alula Tesfay, Rumi Okazaki, Ephrem Telele, and Riichi Miyake, "How Has A Local Settlement Urbanized in Mekelle, Ethiopia? Case of Īnda Mesqel's Development as One of the Aspects of Urbanization Process", *Annales d'Éthiopie n°32*, 2018-2019
 22. Nobuhiro Shimizu, Ephrem Telele, Rumi Okazaki, Riichi Miyake, "URBAN" FORMATION OF MEKELLE, ETHIOPIA, AS APPLICATION OF

TRADITIONAL SETTLEMENT TECHNIQUES, 日本建築学会計画系論文集
第 83 巻 第 750 号, pp. 1579-1589, 2018 年 8 月

23. Keita Aoshima and Nobuhiro Shimizu, Comfortability of Tigray Traditional House, *Proceedings of 20th International Conference of Ethiopian Studies (ICES20)*, 2018

<雑誌>

24. 「いわき CLT 復興公営住宅」新建築 2018 年 8 月号 | 集合住宅特集, 新建築社, 2018 年, pp88-
25. 秋元孝之・青島啓太「ゼロ・エネルギー・ハウスの標準化-「エネマネハウス 2014」5 大学と企業による実証」新建築社住宅特集、2014 年 5 月号、pp134,141-143
26. エネマネハウス 2017(最終回)この郊外の片隅に：わたしと家の約 80 年のものがたり：改修型ゼロ・エネルギーハウスの提案と実証評価, 田辺 新一, 秋元 孝之, 中川 純, 建築技術 (822), 50-53, 2018-07
27. 秋元孝之・青島啓太「ゼロ・エネルギー・ハウスの標準化-「エネマネハウス 2014」5 大学と企業による実証」建築資料研究社、住宅建築、2014 年第 445 号、pp106-117
28. ゼロエネルギーハウスへの憧憬—60 年後の住環境はどうなってゆくのか」日仏工業技術会誌、創立 60 周年記念特集号、第 60 号、28-32、2014

【図書】

29. 環境デザインマップ 日本, (一社) 建築設備総合協会 環境デザインマップ編集委員会 編 監修：秋元孝之, 2018 年 6 月 25 日発行, 株式会社 総合資格
30. 境界から考える都市と建築, 三宅理一監修, 2017 年 8 月 15 日 鹿島出版会 出版 (青島啓太, 岡崎瑠美 執筆・編集)

【学会発表】

31. 山根佑介, 西山健太郎, 岡崎瑠美, 上川アイヌにおけるチセの 3 次元計測による図面作成, 日本写真測量学会学術大会, 2022 年 11 月 10 日 (オンライン発表)
32. 西山健太郎, 山根佑介, 岡崎瑠美, 余市町における建築遺産の 3D アーカイブ, 日本写真測量学会学術大会, 2022 年 11 月 10 日 (オンライン発表)
33. 山根佑介, 西山健太郎, 岡崎瑠美, 余市町における石蔵に関する研究, 2022 年度日本建築学会大会 (北海道) 学術講演会, 2022 年 9 月 7 日 (オンライン発表)
34. 藤井駿史, 志手一哉, 大規模建築の内部空間の点群取得と活用方法に関する研究, 日本建築学会大会 (北海道) 学術講演梗概集. 情報システム技術, pp.7-8, 2022 年 9 月 (オンライン発表)

35. 岡崎瑠美, アルラ・テシファイ・アシファ, 清水郁郎, 山根佑介, 青島啓太, 清水信宏, エチオピア・セコタとその周辺における建築遺産の目録：エチオピア歴史地区における基礎研究 その 12, 2022 年度日本建築学会大会（北海道）学術講演会 2022 年 9 月 6 日（オンライン発表）
36. Rumi Okazaki, Alula Tesfay, Ikuro Shimizu, Keita Aoshima, Nobuhiro Shimizu, Melsew Tefera, Amsalu Woldie Yalew, Mapping Urban Heritages: The Case of Sekota, Ethiopia, 第 31 回日本ナイルエチオピア学会, 2022 年 4 月（オンライン発表・最優秀発表賞）
37. 岡崎瑠美, 山代悟, 篠崎道彦, 志手一哉, 秋元孝之, 3D Digital Archiving of Ainu Houses, 16th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC), 2022 年 2 月 24 日（オンライン発表, Silver prize, Track 3: Informatics, Innovative Poster Award 受賞）
38. 西山健太郎, 山根佑介, 岡崎瑠美, 3D Digital Archiving of Masonry Warehouses: Case of Yoichi, Hokkaido, 16th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC), 2022 年 2 月 24 日（オンライン発表, Bronze prize, Track 3: Informatics, Innovative Poster Award 受賞）
39. 庄司栄介・清水郁郎・山田協太・阿部拓也「東南アジアメガシティにおけるスラムの現代的様態に関する研究 その 2 現代のアジールの居場所としてのスラム試論」日本建築学会『2022 年度大会学術講演梗概集（北海道）』:929-930
40. 眞田壱星・清水郁郎「在留外国人の異文化適応に関する研究 その 1 埼玉県蕨市、川口市の在留クルド人を事例として」日本建築学会『2022 年度大会学術講演梗概集（北海道）』:941-942.
41. 魏蕎・清水郁郎「中国の文化的景観の変化とその保全—上海市嘉定区における南翔古鎮を事例として—」日本建築学会『2022 年度大会学術講演梗概集（北海道）』:953-954.
42. Hussien Ali Mahdi・Ikuro Shimizu 「The relationship between sustainable tourism and the cultural landscape in Sakishima Islands, Okinawa Prefecture Mythology reflections in architecture」日本建築学会『2022 年度大会学術講演梗概集（北海道）』:925-926.
43. Pranom Tansukanun, Wittaya Duangthima, Ikuro Shimizu. 'Stronger together: The cultural landscape sustainability through the social bonds of the Mae Chaem Muang Fai system', 14th International Conference on Thai Studies, April 29 – May 1, 2022, Kyoto
44. Patiphol Yodsuran, Yasufumi Uekita, Ikuro Shimizu. 'The Changing of Flood and Flow: River flow changing and the loss of resilient-ability in Ayutthaya, Thailand', 14th International Conference on Thai Studies, April 29 – May 1, 2022, Kyoto
45. Ikuro SHIMIZU, Yasufumi UEKITA, Phisith SIHALARTH. 'Rethinking the

- Cultural Landscape after the Changes in Livelihoods. Case in Waterfront Villages in Luang Prabang and Pakse, Lao PDR', 14th International Conference on Thai Studies, April 29 – May 1, 2022, Kyoto
46. Marie Nakamura, Ikuro Shimiz, Sitthixai Insisiengmay. 'An anthropological study of the Phi Pop purification rites and cultural landscape of a waterfront village in Southern Laos', 14th International Conference on Thai Studies, April 29 – May 1, 2022, Kyoto
 47. 岡崎瑠美, 三宅理一, 20 世紀初頭のアジスアベバにおける公使館地区の形成と公使館建築 エチオピアにおける外交施設の研究 その 1, 2021 年度日本建築学会大会学術講演会 2021 年 9 月 7 日
 48. 眞田壱星, 清水郁郎, 岡崎瑠美, 青島啓太, 在留エチオピア人の異文化適応に関する研究 その 1 -生活財の調査による文化的行為の再現性の考察-, 2021 年度日本建築学会大会学術講演会 2021 年 9 月
 49. 西山健太郎, 上野山波稔, 上野美紀, 岡崎瑠美, 青島啓太, 清水 郁郎, 渡辺洋子, 聖ミカエル東京エチオピア正教会における教会コミュニティの形成に関する研究, 2021 年度日本建築学会大会学術講演会 2021 年 9 月
 50. 眞田壱星, 中川海人, 岡崎瑠美, 清水郁郎, 在留エチオピア人の文化的行為の再現に関する研究: 東京都葛飾区を対象として 日本ナイル・エチオピア学会第 30 回学術大会 2021 年 4 月 18 日
 51. 西山健太郎, 眞田壱星, 中川海人, 岡崎瑠美, 清水郁郎, 聖ミカエル東京エチオピア正教会の設立と運営, 日本ナイル・エチオピア学会第 30 回学術大会 2021 年 4 月 18 日
 52. 岡崎瑠美, 三宅理一, New Building Program During the Egyptian Rule in Harar, Ethiopia: Reconstruction of Rauf Pasha Mansion, 日本ナイル・エチオピア学会第 30 回学術大会 2021 年 4 月 18 日
 53. 清水郁郎「なぜスラムは改善されないのか? タイ、バンコクのクロントーイを事例に考える」『都市インフォーマリティから導く実践計画理論』2021 年度日本建築学会大会 (東海) [若手奨励] 特別研究部門パネルディスカッション資料: 118-119, 2021
 54. 庄司栄介・清水郁郎・山田協太・阿部拓也「東南アジアメガシティにおけるスラムの現代的様態に関する研究 その 1—最貧困層による商店経営の実態—」『2021 年度日本建築学会大会 (東海) 学術講演梗概集』: 311-312, 2021
 55. 林至仁, 志手一哉, 「日本の工業化工法とシンガポールの DfMA 技術の比較」, 日本建築学会大会 (東海) 学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.97-98, 2021.9
 56. 林至仁, 小林達宏, 太原豊, 志手一哉, 「ハウスメーカーを事例としたモジュール化および DfMA に関する考察」, 日本建築学会, 第 36 回建築生産シンポジウム論文集,

pp.17-22, 2021.8

57. 坪崎伊吹, 渡辺洋子, 矢野航大, 青島啓太, 岡崎瑠美, 清水郁郎, アデイスアベバ大統領府内日本庭園茶室の現状, 2020 年度日本建築学会大会 (関東), 2020 年 7 月
58. 既存工業化住宅を用いた改修型ゼロ・エネルギーハウスの提案と実証評価 その 1~5, 秋元 孝之, 2018 年度日本建築学会大会学術講演会, pp311-320, 2018-07
59. 日本建築学会大会 (国内) 発表「国内における CLT を用いた建築物の実態, 高橋遼平 (東京理科大)・細野拓哉・大村高広・堀越一希・青島啓太・片桐悠自・岩岡竜夫, 2018
60. WOODRISE AGORA (国外) Learning from wood, learning for wood, WOODRISE BORDEAUX 2017, 口頭発表 2017 年 9 月 12 日
61. 日本建築学会広島大会 発表「エチオピア・メケレ周辺における「図面なしの建築」のつくり方と人体寸法 エチオピア歴史地区における基礎研究 その 11」○清水 信宏, 青島 啓太, 三宅 理一
62. 日本建築学会大会 (国内) 発表「エチオピア・メケレ周辺における、図面なしの建築のつくり方と人体寸法 エチオピア歴史地区における基礎研究 その 11」清水 信宏 / 青島 啓太 / 三宅 理一, 2017, pp951-952
63. 日本建築学会大会 (国内) 発表「BIM を用いた情報の一元管理とその可視化に関する研究」志手 一哉 / 牧野 能久 / 青島 啓太, 学術講演梗概集 2016, pp27-28
64. 日本建築学会大会 (国内) 発表「エチオピア・ティグレ地方における、建築工具の変遷に見る石造建築構法の変容 エチオピア歴史地区における基礎研究 その 10」清水 信宏 / 青島 啓太 / 三宅 理一, 2016, pp767-768
65. 日本建築学会大会 (国内) 発表「エネマネハウス 2015 継ぎの住処」青島 啓太 / 五寶 智美 / 千葉 麻貴 / 林 晃士 / 志手 一哉 / 赤堀 忍 / 秋元 孝之, 2016, pp200-201
66. 日本建築学会大会 (国内) 発表「CLT パネル工法建築物の力学的挙動解析 実験棟の FEM 解析」高木 謙心 / 五十嵐 颯 / 青島 啓太 / 栢山 健二 / 隈澤 文俊, 2016, pp289-290
67. 日本建築学会大会 (国内) 発表「エネマネハウスで見た未来の住まい: ゼロエネルギーのその先へ(第 1 部 5 色の理想の家-エネマネハウスで見る未来の住まい,<特集> 建築を愉しむ-未来を変える力)」青島 啓太 / 粕谷 淳司 / 小林 恵吾 / 五明 遼平 / 丸毛 遼 / 樋山 恭助 / 水石 仁 / 川久保 俊, 1680, pp8-13
68. 日本建築学会大会 (国内) 発表「母の家 2030(エネマネハウス 2014, 建築デザイン, 青島 啓太 / 秋元 孝之, 2014 年度日本建築学会大会(近畿)学術講演会・建築デザイン発表会 2014, pp100-101

他多数

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1					

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	建築学科	岡崎瑠美	アフリカ型都市建築保存手法の開発 都市における互助的ネットワークを使った試み	科研費	18,200
1	建築	岡崎瑠美	地方都市における文化遺産のデジタルアーカイブ活用に関する研究	公益財団法人戸田育英財団	500
2	建築	岡崎瑠美	上川アイヌのチセにおける建設技術の記録作成に関する研究	一般財団法人住総研	1200
3	建築	岡崎瑠美	国際シンポジウム日本の時空間	国際交流基金	141
4	建築学科	岡崎瑠美	地域文脈を継承する非正規市街地改善モデルの構築と危機的課題の複合する地域への適用	科研費	150

F 評価指標の集計

	件数 (金額)		備考
論文数	6 件		査読論文
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	件	千円	

外部資金獲得数	5 件	20,191 千円	
参加学生数	20 名（内留学生	名）	
参加企業数		0 社	
公開イベント数		0 件	

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

2

今後の計画

2015 年度から 5 年間の活動を行ったゼロエネルギー建築研究センターでの研究成果を継承する形で、持続可能な社会実現に帰する要素技術の研究と実践的な研究を続ける。特に木質建築に関する研究の必要性からグリーン建築研究領域として、より具体的な研究課題を追行していく予定である。

また持続可能な社会実現には、当研究センターが着目している人口増加や経済成長著しいアジア・アフリカ諸国における工学技術が必須であり、科研研究を中心とした調査研究を継続していく予定である。

<グリーン建築領域>

来年度も研究内容は継続する予定である。WOODRISE などの国際会議や国外の研究機関とも連携して、木造・木質化のプロジェクトに関する研究を進める予定である。

<アジア・アフリカ工学領域>

2022 度は COVID-19 による渡航制限も緩和され徐々に国内外でフィールドワークを再開することができた。2023 年度は 2022 年度の活動を継続し発展させる予定である。

本研究組織は研究のテーマや対象地域が広範囲に及ぶため、外部のネットワークを強化しながらサステナブル工学に結び付く研究成果を上げることを目指したい考えである。

以 上

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 インフラメンテナンス DX センター

2. 研究組織所在地 芝浦工業大学豊洲キャンパス

3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
伊代田 岳史	工学部先進国際課程	教授

4. プロジェクト参加研究者数 5 名（学生は除く）

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
勝木 太	工学部土木工学科・教授	テーマ(1), (3)の責任者・社会実装	既存構造物調査 マルチフィールド研究会
濱崎 仁	建築学部建築学科・教授	テーマ(1)の社会実装	既存構造物調査
中川 雅史	工学部土木工学科・教授	テーマ(1)の実装	既存構造物調査
Michael Henry Ward	工学部土木工学科・准教授	テーマ(4)の実装	総合的維持管理 維持管理国際展開

研究の概要

A 計画の概要

大きく 4 つの柱を設置し、有機的に組み合わせる。1) で得られた技術やどのような情報が必要かなどを精査して、2) に展開をする。一方で、2) のデータが蓄積されてきたら、1) で構築したシステムなどへの適用や構築を行う。さらに、これらを3) の研究会メンバーでの共有および議論を通じ、必要に応じて共同研究の締結や共同のテーマ設定などにもつなげていく。これらを4) の情報・国際発信において、web を活用した発信をする。情報は、ホームページに集約して公開・配信する。その際、英語化も試みて、海外にも発信する。コンテンツは、論文・PR 文書に加え YouTube を用いた動画など、わかりやすいものとする。もちろん、国内外で情報を相互に活用し、海外での問題も検討に加え、1, 2) へ適用する。情報があればオンラインを使って3) の研究会で海外の技術者からの講演も検討する。このようにやり取りを密に行うことで、相互に補い新しい情報のやり取りをしながら、また DX を活用した新たな方法を検討していく。また、必要に応じて学内外・国内外の研究者の参画を検討していく。特に iCT や情報分野、自動点検などには、分野横断が必要不可欠であるため、3) の研究会では学内も含め、他分野の情報を入手、活用できるイメージを持って、講師を選定していく。

1) 【地域】地域連携型インフラメンテナンス研究（勝木・中川）

◎芝浦工大周辺の江東区、墨田区、江戸川区、中央区と連携したメンテナンス手法の確立

①勝木先生が橋梁長寿命化修繕計画に参画しており、各自治体の点検データを統合化し、地域特有の維持管理計画の策定を行うことが可能で、より効率的な精度の高い維持管理計画を構築する。

②立地条件が類似していることから、ドローンを利用した橋梁点検技術の運用方法を統一化し、新しい橋梁定期点検技術を構築する。

③災害時緊急時において、迅速に走路交通網の状況を把握することが要求されるが、空中からの 3D 画像取得を広域に撮影し活用する手法を検討する（アジア航測との連携）

2) 【広域・遠隔】遠隔インフラドクター（伊代田）

遠隔でインフラの診断、相談ができる窓口の開設

電子カルテ、カメラの利用による遠隔での操作_将来事業化をめざす

*インフラネットワークの構築

1),2)を組み合わせ、相談から専門家の紹介、材料提供等、専門家による緊急点検データの検証

2-1) 劣化原因・劣化予測を目的とした分析をもとにした研究

*所有している化学分析機材を用いたコンサルティング業務

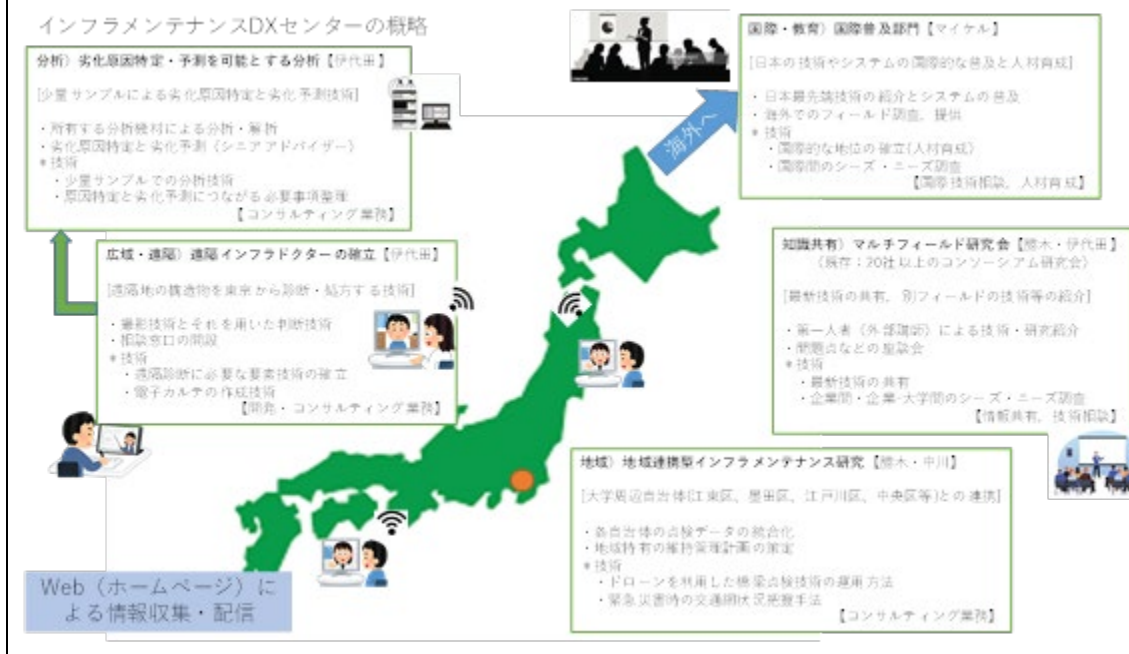
3) 【情報発信・知識共有】勉強会（マルチフィールド研究会の活用）：最新技術の共有化（伊代田・勝木）

①外部講師による講演により、技術情報の共有と研鑽を行う。

②技術相談や共同研究の推進を図る。

4) 【国際・人材育成】国際技術相談（マイケル）

日本で得られたノウハウを今後維持管理技術が必要となる海外へどのように展開するのが効率的か、なにを伝えるべきかを整理して実装する。



B 成果の概要

上記4つの柱ごとの進捗を報告する。

1) 【地域】地域連携型インフラメンテナンス研究（勝木・中川）

芝工大近隣東京都特別区（江東区、墨田区、中央区、江戸川区）4区に対して、維持管理データのデータオープン化、維持管理業務の一括発注の実装化のための意見集約をアンケートにより実施した。

すでに維持管理データのオープン化や一括発注を行っている自治体の調査を実施した結果、特別区4区とそれら自治体の地域属性（技術者1人当たりの橋梁負担率、維持管理予算）が大きく異なり、特別区4区は橋梁負担率が低く予算も大きいことから、地域連携型の大きなメリットを意識できず、不評であった。そのため、地域属性を活かしたメリットの具体化を取りまとめ、さらに提案し理解を得ながら実装に向けて特別区4区と協議を行う。

2) 【広域・遠隔】遠隔インフラドクター（伊代田）

遠隔インフラドクター設立のために、まずは実務者およびシニアからのヒアリングを実施している。どのような観点で判断しているのか、何がキーとなるのかなどの洗い出しを実施している。

2-1) 分析技術による検討

各社に協力を仰ぎ、各種環境にさらされたコンクリート構造物からのコアを採取して、深部を用いた分析を加えることで情報を特定することを試みている。また、これらを統合させたシステムの構築に向けて問題点を整理している。

3) 【情報発信・知識共有】マルチフィールド研究会（伊代田・勝木）

従来通り、2022 年度も 5 回の開催を予定している。現在 4 回終了。

第 81 回 令和 4 年 5 月 13 日【オンライン】

(1) 内村 裕教授（芝浦工業大学工学部機械工学科）

「土木施工自動化のための AI（深層強化学習）の応用」

(2) 中村 光教授（名古屋大学）

「ひび割れがコンクリート構造物の構造性能に与える影響」

第 82 回 令和 4 年 9 月 8 日【オンライン】

(1) 田原 一光様（元三井住友建設、現 KITAGAWA）

「Speed, Beatuy with Safty」

(2) 酒井 雄也准教授（東京大学生産技術研究所）

「コンクリートの新たなリサイクル手法と植物や砂を主原料とする建設材料の開発」

第 83 回 令和 4 年 11 月 10 日【ハイブリット開催】分野横断領域（土木とのコラボ）

(1) 楽 奕平准教授（芝浦工業大学土木工学科）

「情報技術と交通分野の学際的研究の実践」

(2) 谷田川 ルミ教授（芝浦工業大学土木工学科）

「社会科学は土木工学にどのように寄与できるのかー社会学、教育学の実践事例より」

第 84 回 令和 4 年 12 月 15 日【ハイブリット開催】

(1) 松實 崇博様（国土交通省道路局国道・技術課技術企画室）

「構造物の定期点検等における新技術の活用促進とその一環としてのメンテナンスに係るデータのデジタル化」

(2) 河合 研至教授（広島大学大学院）

「セメント・コンクリートの環境影響とカーボンニュートラルへ向けて」

第 85 回（予定） 令和 5 年 2 月 22 日【対面】

大学院生の成果報告会（予定）

最先端技術や維持管理の情報収集と交換を継続的に実施。

(4) 【国際・人材育成】国際技術相談（マイケル）

現在、知見などを収集している。今後の方針も含めた調整の検討。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有） 1. 2. 【雑誌論文】（査読無） 1. 2. 【図書】 1. 2. 【学会発表】 1. 2. 【特許等出願】 1. 2.
--

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1					
2					
3					

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1					
2					
3					

F 評価指標の集計

	件数（金額）		備考
論文数	0 件		
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	23 件	2,300 千円	
外部資金獲得数	件	千円	

参加学生数	10 名（内留学生 0 名）	
参加企業数	社	
公開イベント数	件	

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

3

今後の計画

テーマ1）芝工大近隣東京都特別区（江東区、墨田区、中央区、江戸川区）4区における地域連携型維持管理方法の具体的案を整理し、各自治体との協議を進めていく予定である。特に、維持管理データのオープン化の有効性、また維持管理業務の一括発注型による維持管理費用のコスト縮減効果や作業効率化について提案する予定である。

テーマ2）遠隔インフラドクターの可能性を見出すべく、2023 年度はヒアリングに加え、具体的なツールを開発する予定である。どのような機材があれば、実現可能か。また判断においては AI などの導入が必要なのかを明らかにしていく予定である。

コア採取による分析については、システムの構築の信頼度を上げるために、各企業とのコラボも含めた検討を進める。

テーマ3）マルチフィールド研究会は、2023 年度も計画通り 5 回を予定して、少しでもテーマ 1, 2) に合致した内容で検討を加える。ただし、今後必要不可欠となるカーボンニュートラルや新規技術、さらに施工の合理化や分野融合など様々な観点で幅広いテーマを選定していく。また、学生にもメリットのあるような講演会を検討する。さらに、広がりを見せられるよう、建設の魅力発見についての検討も加える。

テーマ4）成果が得られてきたら、web ページの構築なども検討する。国際展開については、必要性も踏まえて、どのような分野が重要かを考えていく。

以 上

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 地域共創基盤研究センター
2. 研究組織所在地 豊洲校舎本部棟 07K10 室
3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
栗島 英明	建築学部建築学科	教授

4. プロジェクト参加研究者数 6 名 (学生は除く)

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
栗島 英明	建築学科・教授	グループ 1, 2, 3, 4	研究総括, 各種手法開発
山代 悟	建築学科・教授	グループ 2, 3	共創の場構築・人材育成 手法開発
猪熊 純	建築学科・教授	グループ 2, 3	共創の場構築・人材育成 手法開発
蟹澤 宏剛	建築学科・教授	グループ 2, 3	共創の場構築・人材育成 手法開発
谷田川 ルミ	土木工学科・教授	グループ 1, 3	共創手法・人材育成手法 開発
中村 昭史	SIT 総研・客員研究員	グループ 1	共創手法開発

6. 研究の概要

A 計画の概要

2022 年度は以下の研究を行う。

グループ 1：「地域・大学・企業との共創手法の開発と実証」

地域の様々な主体が参加するミニ・パブリクス手法に関する文献調査。地域の未来ビジョンを作成するゼミ・ワークショップ手法の事例地域での実証と課題把握。

グループ 2：「地域・大学・企業が共創する場の構築手法の開発と実証」

事例地域での Co-learning の場のコンセプトや必要条件の抽出。仮想的な Co-learning の場におけるテレプレゼンスシステム活用方法の検討。

グループ 3：「地域の社会変革を担う人材育成手法の開発と実証」

事例地域での中高生を対象としたワークショップや従来開発した地域人材育成手法の事例学校での実践と効果検証。大学の正課を活用した地域人材育成手法の検討。

グループ 4：「地域のニーズに基づく技術・システムの先制的ライフサイクルマネジメントおよび実証実験等の支援」

事例地域における各種再生可能エネルギーの導入評価。再生可能エネルギーを用いた V2G (V2H) システムの評価モデル作成。

B 成果の概要

2022 年度は以下の成果を得た。

グループ 1：「地域・大学・企業との共創手法の開発と実証」

欧州のプランニング・セルに関する文献調査と整理を行った。種子島において地域の未来ビジョンを作成するゼミ・ワークショップを開催し、課題の把握を行った。

グループ 2：「地域・大学・企業が共創する場の構築手法の開発と実証」

種子島で教員・学生のフィールドワークを行い、Co-learning の場のコンセプトや必要条件の抽出を行った。テレプレゼンスシステム「窓」を種子島・佐渡島・豊洲に設置し、活用方法の検討を行った。

グループ 3：「地域の社会変革を担う人材育成手法の開発と実証」

佐渡島・種子島・奄美大島・千葉県白井市において中高生を対象としたワークショップを開催して効果測定を行った。種子島および山形県米沢市の中学・高等学校で従来開発した地域人材育成手法の実践と効果検証を実施した。建築学科「プロジェクトゼミ」「国内プロジェクト」、建築学科・土木工学科「卒業研究」等の授業を活用した

地域人材育成手法の検討を行った。

グループ 4：「地域のニーズに基づく技術・システムの先制的ライフサイクルマネジメントおよび実証実験等の支援」

種子島における太陽光・農業系バイオマスエネルギーの活用、札幌市における廃棄物系バイオマスエネルギーの活用についての簡易評価を実施した。種子島において、太陽光・風力エネルギーを用いた V2G (V2H) システムの評価モデルの作成を行った。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有）

1. 五十嵐和樹, 栗島英明, 菊池康紀: 種子島における再生可能エネルギーを用いた Vehicle-to-Grid システムの評価. 環境情報科学論文集, 36, pp87-92, 2022.
2. 栗島英明, 谷田川ルミ, 倉阪秀史: 気候変動緩和策に関する基礎自治体の現状と課題. 公共研究, 18, pp60-80, 2022.
3. 栗島英明, 谷田川ルミ: 学校教育における ESD の実施状況と教員の意識: 中学校、高等学校に対する全国調査の結果から. 公共研究, 18, pp81-99, 2022.
4. Y. Shimada, K. Tokimatsu, T. Asawa, Y. Uchida, A. Tomigashi and H. Kurishima: Subsurface utilization as a heat sink for large-scale ground source heat pump: Case study in Bangkok, Thailand. Renewable Energy, 180, pp.966-979, 2021.
5. Y. Shimada, Y. Uchida, I. Takashima, S. Chotpantarat, A. Widiatmojo, S. Chokchai, P. Charusiri, H. Kurishima and K. Tokimatsu: A Study on the Operational Condition of a Ground Source Heat Pump in Bangkok Based on a Field Experiment and Simulation. Energies, 13, 274, 2020.
6. 栗島英明, 中村昭史: 人口減少社会における地域のソーシャルキャピタルの傾向と対策: リソースジェネレータ調査を踏まえて. 地球環境, 24-2, pp127-135, 2019.
7. 谷田川ルミ, 栗島英明: 学習指導要領における持続可能な開発のための教育の位置づけと今後の課題. 地球環境, 24-2, pp137-144, 2019.
8. H. Kurishima, A. Nakamura, H. Kurasaka: Development of Social Capital Management Approach with Resident Participation Using Improved Resource Generator Method. Selected Conference Proceedings: 3rd International Conference on Urban Sustainability and Resilience, pp107-116, 2018.
9. 石河正寛, 松橋啓介, 有賀敏典, 金森有子, 栗島英明: 空家の地域内分布に関する

現況および将来推計一世帯数と住宅数の差分に着目して. 都市計画論文集, 51(3), pp833-pp838, 2016.

10. 栗島英明, 佐藤 峻, 倉阪秀史, 松橋啓介: Resource generator による地域住民のソーシャル・キャピタルの測定と地域評価との関連分析—千葉県市原市を事例に—. 土木学会論文集 G(環境), 71(6), II_91-II_98, 2015.
11. 栗島英明, 小澤健史, 菊池康紀: 季節別・時間別の需給構造から見た地域の再生可能エネルギーシステムの分析. 環境情報科学学術研究論文集, 27, pp.91-96, 2013.

【雑誌論文】(査読無)

1. 栗島英明: 地域のレジリエンスをどのように評価するか. NETT, 115, pp4-9, 2022.
2. 中井美和, 栗島英明, 倉阪秀史, 菊池康紀: 産学公の協創による柔軟な地域づくりへの挑戦. 環境経済・政策研究, 11(2), pp65-69, 2018.
3. 栗島英明, 中村昭史: 社会関係資本のマネジメント手法の開発について. 公共研究, 13, pp55-68, 2017.

【図書】

なし

【学会発表】

1. R. Yatagawa and H. Kurishima: Development of Career Education Program for Sustainable Community on Remote Island in Japan. HICE2023 (Honolulu, USA), 2023/1
2. 五十嵐和樹, 栗島英明, 菊池康紀: 種子島における再生可能エネルギーを用いた Vehicle-to-Grid システムの評価. 2022 年度環境情報科学 研究発表大会(オンライン), 2022/12.
3. 佐藤南帆, 下江信之介, 谷田川ルミ, 栗島英明, 倉阪秀史, 宮崎文彦, 尾下優子, 菊池康紀: 種子島における Co-learning による人と知の循環. 化学工学会第 53 回秋季大会(長野市), 2022/9.
4. H. Kurishima, R. Yatagawa, and H. Kurasaka: Development and Trial of Climate Change Education Program Featuring “Carbon-neutral Simulator” for School. WEEC2022(Prague, Czech), 2022/3.
5. R. Yatagawa and H. Kurishima: Introduction of the Carbon-Neutral Simulator (CNS) to School Education in Japan and its Educational Effect. WEEC2022 (Prague, Czech), 2022/3.
6. 谷田川ルミ, 栗島英明: 持続可能な地域社会を実現するキャリア教育プログラム

の開発－離島の中学校における教育実践と効果検証－. 日本キャリア教育学会(オンライン), 2021/11.

7. 栗島英明, 谷田川ルミ: 未来ワークショップを中心とした「総合的な学習／探究の時間」プログラムの開発と実践－鹿児島県種子島の中学校、高等学校での取り組み. 日本環境教育学会第 32 回年次大会(オンライン), 2021/8.
8. 谷田川ルミ, 栗島英明: 未来ワークショップを中心とした「総合的な学習／探究の時間」プログラムの教育効果の検証－鹿児島県種子島の中学校、高等学校での取り組み. 日本環境教育学会第 32 回年次大会(オンライン), 2021/8.
9. R. Yatagawa and H. Kurishima, H. Kurasaka and F. Miyazaki: Development of an Educational Program for Sustainable Community on a Remote Island in Japan. WEEC2019 (Bangkok, Thailand), 2019/11.

【特許等出願】

なし

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	建築学科	栗島英明	鹿児島県瀬戸内町における脱炭素・未来ワークショップを用いた未来世代の将来ニーズ把握に関する調査研究	一般社団法人バーチュデザイン	1,300

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	建築学科	栗島英明	ビヨンド・"ゼロカーボン"を目指す"CO-JUNKAN"プラットフォーム研究拠点	科学技術振興機構「共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)」	19,318
2	建築学科	栗島英明	地域人材育成に資する持続可能性の	日本学術振興会科学研究費補助金(基盤	2,132

			専門知を学校教育 にどのように実装 するか	B)	
--	--	--	-----------------------------	----	--

F 評価指標の集計

	件数（金額）		備考
論文数	15 件		
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	1 件	1,300 千円	
外部資金獲得数	2 件	21,450 千円	
参加学生数	29 名（内留学生 0 名）		
参加企業数	33 社		COI- NEXT の本 拠点参画企 業
公開イベント数	3 件		

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

4

今後の計画

今後は以下の研究を行う。

グループ 1：「地域・大学・企業との共創手法の開発と実証」

2023 年度：地域の様々な主体が参加するミニ・パブリクス手法に関する事例調査。
地域の未来ビジョンを作成するゼミ・ワークショップ手法の改良と事例地域での実証。

2024 年度：実際に技術・システムを社会実装する状況下での開発した Co-learning 手法の実践と効果検証。それを踏まえた地域の未来ビジョンを作成するゼミ・ワークショップ手法のマニュアル化と普及拡大。

グループ 2：「地域・大学・企業が共創する場の構築手法の開発と実証」

2023 年度：事例地域での Co-learning の場の構築と課題抽出、効果測定。

2024 年度：別の事例地域での Co-learning の場の構築と課題抽出、効果測定。構築手法の体系化と普及拡大に向けた検討。

グループ 3：「地域の社会変革を担う人材育成手法の開発と実証」

2023 年度：中高生を対象としたワークショップや前年度実施した地域人材育成手法

の改良と事例学校での実践・効果検証。工作機械等を利用した現地ワークショップの実施・効果検証。建築学部「国内プロジェクト」の事例地域での実施と効果検証。
2024 年度：開発した学校教育での地域人材育成プログラムの公開。他大学の地域派遣プログラムとの連携方法の検討とその効果検証。

グループ 4:「地域のニーズに基づく技術・システムの先制的ライフサイクルマネジメントおよび実証実験等の支援」

2023 年度：前年度開発したモデルを用いた事例地域における V2G (V2H) システムの導入評価の実施

2024 年度：V2G (V2H) 評価モデルのツール化と普及拡大

以 上

添付 1：公開イベントリスト

	月日	イベント名	主催	参加メンバー (敬称略)	場所
1	2022/8/9	さど脱炭素・未来ワークショップ	佐渡市、Co-JUNKAN プロジェクト	栗島・谷田川	アミューズメント佐渡
2	2022/8/26	たねがしま脱炭素・未来ワークショップ	西之表市、中種子町、南種子町、Co-JUNKAN プロジェクト	栗島・谷田川・山代・猪熊	種子島中央体育館
3	2022/12/17	せとうち脱炭素・未来ワークショップ	瀬戸内町	栗島・谷田川	瀬戸内町役場

SIT 総合研究所
研究センター，重点分野研究支援プログラム（S-SPIRE 事業）
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 先進製造プロセス研究センター
 2. 研究組織所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5
 3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
澤 武一	デザイン工学科	教授

4. プロジェクト参加研究者数 4 名（学生は除く）

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
澤 武一	デザイン工学科・教授	加工技術	加工技術の高度化と自動化
酒井康德	機械制御システム学科・准教授	知能機械	高エネルギー材料加工，機能性材料 3D プリント，工作機械送り駆動系の動特性予測および監視システム
内山祐介	株式会社 MAZIN・取締役	データサイエンス	IoT・工場運営にかかわる周辺技術
薮井将太	東京都市大学・准教授	データサイエンス	IoT・工場運営にかかわる周辺技術

6. 研究の概要

A 計画の概要

加工技術は工作機械や加工方法の種類が多く、加工される製品も多様で、工具形状や加工条件などの狭い範囲の研究だけでは全体の底上げが難しい。そのため、様々な加工技術を得意とする企業が参画した研究体制が必要であり、その中でデータ解析による理論に裏付けられたノウハウを獲得し、応用できる解に展開していくことが加工技術全体の底上げと次世代製造・生産加工技術の創生につながると考える。また、生産年齢人口の減少やカーボンニュートラル実現など製造業全体として RPA（Robotic Process Automation）の促進が急務となっている。

本研究センターは本学周辺地域や埼玉県に立地する様々な高度加工企業を巻き込んだ研究体制を構築し、各企業が連携してサイバーフィジカルシステムに繋がった加工工場群を模したスマートサプライチェーンによる未来製造工場の在り方を考究する。本センターが国内製造業のモデルケースになることを目指す。具体的には図 1 に示すように、加工技術とデータサイエンスの融合（エッジ AI の開発）、シームレスな工作機械の連携、DX・GX に関する研究に取り組む。また、研究を通じてデジタル人材の育成にも努める。

先進製造プロセス研究センター（機械加工とデータサイエンスの融合による未来型生産工場プロジェクト）

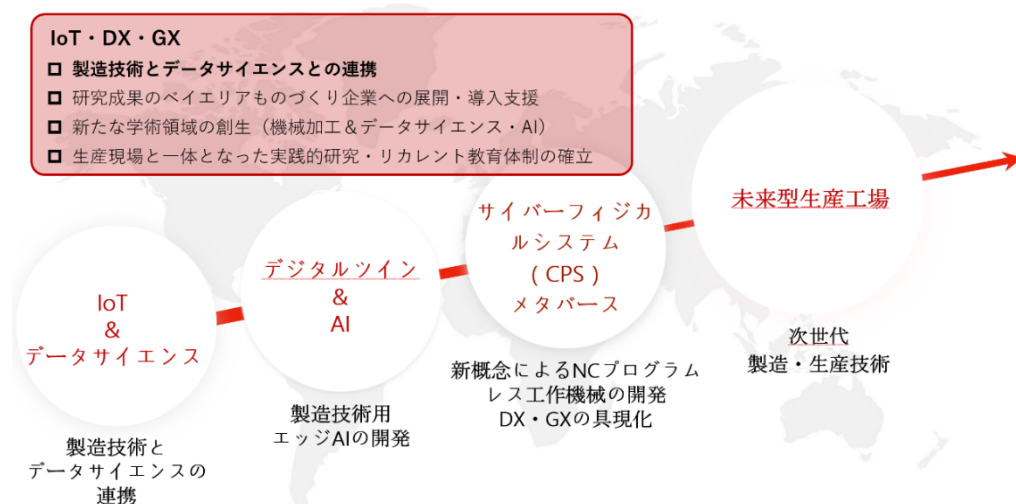


図 1 先進製造プロセス研究センターの概念図

B 成果の概要

先進製造プロセス研究センターは 2022 年 9 月 1 日に発足し、研究環境と各研究者の連携を整えつつある。現状の研究成果は後述する C に示す通りである。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有）

1. 大平倭, 内山祐介, 澤武一, 数値流体力学を用いた射出成形金型内樹脂粘度の経時的空間分布, 精密工学誌, (投稿中)
2. Yasunori SAKAI, Ryo Kinouchi, Yuta Toki, Tomohisa Tanaka, (2021), “Novel non-traditional mechanical drilling process with squeeze motion”, Materials Letters, No. 289, pp. 129444-129444.

【雑誌論文】（査読無）

1. Yu Chen, Takekazu Sawa, study on the cutting performance of boring bar manufactured by metal additive manufacturing, Proceedings of the 4th International Conference on Machining, Materials and Mechanical Technologies

【図書】

1. Yasunori SAKAI, Tribology in Materials and Manufacturing(CHAPTER 12: Nonlinear Frictional Dynamics on Rolling Contact), Intech, pp.1-30, 2021.

【学会発表】

1. 大平倭, 内山祐介, 澤武一, 数値流体力学を用いた射出成形金型内樹脂粘度の経時的空間分布, 2023 年精密工学会春季大会
2. 五十嵐勇太, 澤武一, エンドミルを用いたポケット加工隅 R の高精度加工に関する一考察, 2023 年精密工学会春季大会
3. Naoki Ishida, Yasunori SAKAI, (2023), Investigation of the effect of forming parameters on formability in ultrasonic, The 17th South East Asian Technical University Consortium, 1-4.
4. Tsubasa Kato; Yasunori SAKAI, (2023), Robot-Aided Copy-Cutting Based On Real-Time Point Cloud Processing, The 17th South East Asian Technical University Consortium,1-4.
5. Akio Tsukamoto, Yasunori SAKAI, (2023), Development of high-precision force control of industrial robots based on model prediction and torque estimation information, The 17th South East Asian Technical University Consortium,1-4.
6. Yuta Arakawa, Yasunori SAKAI, (2022), Investigation of the relationship between hot carrier injection conditions and the refractive index of semiconductors in nano-plasmonic, The Proceedings of the Symposium on Micro-Nano Science and Technology, 1-4.
7. Mitsuki Tatsuno, Yasunori SAKAI, (2022), Influence of Design Variables on Impact Absorption Performance of an Enclosed "Structural Damper, The Proceedings of the Materials and Mechanics Conference, 1-2.
8. Masahiro KOSEKI, Yasunori SAKAI, (2022), Texture fabrication on large-areas and curved surfaces by ultrasonic vibration-assisted plastic working, Proceedings of Abrasive Technology

Conference2022, pp.1-2.

9. Yutaka Ando, Yasunori SAKAI, (2022), Influence of welding parameters on the micro friction stir welded Aluminum and Copper ultra-thin sheets, Proceedings of Abrasive Technology Conference2022, pp.1-2.
10. Yoshiki Kaneko, Yasunori SAKAI, (2022), Influence of Visual Information on Pseudo-Pain Perception by Haptic Devices Influence of visual information on pseudo-perception of pain by haptic devices, Proceedings of the 27th Annual Conference of the Virtual Reality Society of Japan, 1-6.
11. Yuta Arakawa, Yasunori SAKAI, (2022), Development of Metamaterials Based on Photochemical Reaction, The 16th South East Asian Technical University Consortium, 1-4.
12. Masahiro Koseki; Yasunori SAKAI, (2022), Texture Fabrication on Large-Areas Surface by Ultrasonic Vibration-Assisted Plastic Working, The 16th South East Asian Technical University Consortium,1-4.
13. Yutaka Ando, Yasunori SAKAI, (2022), Influence of Welding Parameters on the Micro Friction Stir Welded Aluminum and Copper Ultra-Thin Sheets, The 16th South East Asian Technical University Consortium,1-4.
14. Mitsuki Tatsuno, Yasunori SAKAI, (2022), Development of Clad Core Shape Memory Alloy-Gel Composite 3D Printing Method for Latticed Structure, The 16th South East Asian Technical University Consortium,1-4.
15. Kakeru Suzuki, Yasunori SAKAI, (2022), Development of Structure-Embedded Force Sensor with Bucking Negative Stiffness, The 16th South East Asian Technical University Consortium, 1-4.

【特許等出願】

1. フライス加工のエンゲージ角・ディスエンゲージ角表示シート（出願検討）

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	デザイン工 学科	澤 武一	高能率加工用エン ドミルに関する研 究	株式 MOLDINO	1,500
2	デザイン工 学科	澤 武一	切削における工具 管理（選定・寿命） の合理的評価に関 する研究	株式会社大日製作 所	1,300

3	デザイン工学科	澤 武一	工作機械稼働データの分析および情報抽出に関する研究	株式会社 MAZIN	1,300
4	デザイン工学科	澤 武一	機械加工における潤滑油の効果	ENEOS 株式会社	1,100
5	デザイン工学科	澤 武一	ウルトラファインバブルの機械加工への応用	株式会社丸山製作所	1,300
6	デザイン工学科	澤 武一	湿式バーチカル研削工程の合理化を目的として、研削磁石および研削条件の適正化を探る。	有限会社中村金属工	1,300
7	機械制御システム学科	酒井康德	非回転ドリルを用いた微細穴加工の原理解明	東京工業大学	0
8	機械制御システム学科	酒井康德	非回転ドリルの大口径化に関する研究	日東工器	0
9	機械制御システム学科	酒井康德	超音波塑性加工による微細マイクロテクスチャリング創成	東京都立産業技術高等専門学校	0

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	機械制御システム学科	酒井康德	クラッドコア構造を有する形状記憶複合材の傾斜機能3D プリンティング技術の開発	科研費（若手研究）	4,290

F 評価指標の集計

	件数（金額）		備考
論文数	2 件		1 件投稿中
特許出願件数	1 件		準備中
共同研究件数	6 件	7,800 千円	
外部資金獲得数	1 件	4,290 千円	
参加学生数	37 名（内留学生 2 名）		
参加企業数	7 社		
公開イベント数	1 件		

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

2

今後の計画

製造プロセスの DX・GX を目的として、以下のテーマで研究を行う。 ・加工現象のリアルタイムセンシング／データサイエンス（分析）による状態把握 ・適正加工条件の抽出と機械学習によるエッジ AI による工作機械の知能化 ・省人化のための自動化技術の構築検討（センシング，抽出データを取り込んだナビゲーションシステムの構築） ・新概念による NC プログラムレス工作機械の開発 ・製造プロセスの DX・GX を促進するためのデータ活用できるデジタル人材の育成

以 上

添付 1：公開イベントリスト

	月日	イベント名	主催	参加メンバー （敬称略）	場所
1	2023/2/9	品川区・産学連携情報 交流会	品川区	品川区企業など 20 名程度	豊洲キャンパス
2					
3					

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 過酷な実環境におけるねじ締結体の遠隔自動軸力検出
 2. 研究組織所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5
 3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
細矢 直基	機械機能工学科	教授

4. プロジェクト参加研究者数 5 (学内) 名 (学生は除く)

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
橋村 真治	機械機能工学科・教授		超音波を活用した締結法
石井 康之	機械工学科 (物理)・教授		表面処理
プレマーチャンドラ チンタカ	電子工学科・教授		機械学習による軸力検出
吉田 慎哉	機械機能工学科・准教授		軸力検出のための計測法

6. 研究の概要

A 計画の概要

緩んでも緩まなくても困る，矛盾している機械要素がねじ締結体である．軸力の管理は，打音試験法，トルクレンチを用いた増し締め法，超音波法などにより行われている．どれも検査員の重労働に依存しており，遠隔かつ自動による軸力検出が期待されている．過去に，多くの軸力検出手法が検討されてきた．研究代表者も同様である．しかし，これらの研究では，極めて理想的な状態において軸力検出を検討してきた．洋上風力発電機をはじめ，多くのインフラ構造物のねじに施されている表面処理（メッキ等）を無視している．表面処理は，締結時の摩擦特性など，軸力管理に大きな影響を及ぼす．本研究の鍵は，過酷な環境で用いるための表面処理（数百 μm 程度）が施されたねじ締結体の軸力検出を，過去に検討されてきた方法で実現できるのか，これを遠隔で行い，機械学習により自動化できるのか，である．そこで，イギリス，Edinburgh 大学の Giorgio-Serchi 助教らの研究チームの機械学習と，細矢らのレーザーアブレーション(Laser Ablation: LA)加振による非接触遠隔計測を融合する．そして，実構造物に用いられる表面処理が施されたねじ締結体を有する実機モデルに対して，軸力検出を試みる．

B 成果の概要

本研究組織は，2022 年度に正式に開始された．細矢，橋村らが公表している学術論文[Measurement 162, 2020, 107914]では，ねじ締結体に締結されているボルト本数を 1 とした最も単純なテストピースを用いていた．実構造物におけるねじ締結体の軸力検出を実現するための第一歩として，本年度は，ねじ締結体に締結されているボルト本数を 3 とし，振動実験による軸力検出を試みた．被締結物の大きさを 35 mm $\times$ 35 mm $\times$ 35 mm の立方体から，150 mm $\times$ 50 mm $\times$ 38 mm に拡大した．ボルトの大きさを M12 とした．このボルトの軸力は，これに埋め込まれたひずみゲージを用いて計測した．適正軸力を 12 kN とし，これを 100%と定義した．3 本のうち，1 本のみ軸力が低下している（緩んでいる）状態を想定し，その軸力を 5%, 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%の 7 種類変化させ，振動実験を実施した．加振力はインパルスハンマにより作用させ，その方向は，ねじの軸方向およびねじの軸に対して直交する方向とした．加振点数は 54 点とした．振動応答の計測は，加速度センサによる接触式デバイス，マイクロホンによる非接触式デバイスの 2 通りとした．計測におけるサンプリング周波数，サンプリング点数，平均化回数はそれぞれ，102.4 kHz, 32768, 5 とした．

本実験により，ねじ締結体の軸力が低下するに従い，その固有振動数が低下することがわかった．これにより，ねじの本数が増加しても，既報[Measurement 162, 2020, 107914]と同様の傾向を示すことがわかった．また，応答計測にマイクロホンを用いても軸力と固有振動数との間には相関があることがわかった．

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有）

1. D. Naritomi, N. Hosoya, G. Ando, S. Maeda, H. Shigemune, Creation of origami-inspired honeycomb structure using self-folding paper, *Materials & Design*, 223, 2022, 111146.
2. N. Hosoya, K. Nishiguchi, H. Saito, S. Maeda, Chemically cross-linked gel storage for fuel to realize evaporation suppression, *Chemical Engineering Journal*, 444, 2022, 136506.
3. S. Wakata, N. Hosoya, N. Hasegawa, M. Nishikino, Defect detection of concrete in infrastructure based on Rayleigh wave propagation generated by laser-induced plasma shock waves, *International Journal of Mechanical Sciences*, 218, 2022, 107039.
4. A. Wiranata, M. Kanno, N. Chiya, H. Okabe, T. Horii, T. Fujie, N. Hosoya, S. Maeda, High-Frequency, low-voltage oscillations of dielectric elastomer actuators, *Applied Physics Express*, 15, 2022, 11002.
5. N. Hosoya, T. Katsumata, A. Kanda, I. Kajiwar, Measurement of S0 mode Lamb waves using high-speed polarization camera to detect damage in transparent materials during non-contact excitation based on laser-induced plasma shock wave, *Optics and Laser in Engineering*, 148, 2022, 106770.
6. N. Hosoya, T. Niikura, S. Hashimura, I. Kajiwar, F. Giorgio-Serchi, Axial force measurement of the bolt/nut assemblies based on the bending mode shape frequency of the protruding thread part using ultrasonic modal analysis, *Measurement*, 162, 2020, 107914.
7. N. Hosoya, J. Kato, I. Kajiwar, Spherical projectile impact using compressed air for frequency response function measurements in vibration tests, *Mechanical Systems and Signal Processing* 134 (2019) 106295.
8. N. Hosoya, T. Hosokawa, I. Kajiwar, S. Hashimura, F. Huda, Evaluation of the clamping force of bolted joints using local mode characteristics of a bolt head, *Journal of Nondestructive Evaluation*, 37, 2018, 75.
9. F. Huda, I. Kajiwar, N. Hosoya, Damage detection in membrane structures using non-contact laser excitation and wavelet transformation, *Journal of Sound and Vibration*, 333(16), 2014, 3609–3624.
10. F. Huda, I. Kajiwar, N. Hosoya, S. Kawamura, Bolt loosening analysis and diagnosis by non-contact laser excitation vibration tests, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 40, 2013, 589–604.

11. I. Kajiwar, D. Miyamoto, N. Hosoya, C. Nishidome, Loose bolt detection by high frequency vibration measurement with non-contact laser excitation, *Journal of System Design and Dynamics*, 5(8), 2011, 1559–1571.
12. S. Hashimura, H. Sakai, K. Kubota, N. Ohmi, T. Otsu, K. Komatsu, Influence of configuration error in bolted joints on detection error of clamp force detection method, *International Journal of Automation Technology*, 15(4), 2021, 396–403.
13. H. Morodomi, Y. Nishihara, S. Matsubara, S. Hashimura, H. Hori, A study of high-speed joining method using spiral nails, *Journal of Manufacturing Processes*, 59, 2020, 500–508.
14. T. Otsu, K. Komatsu, S. Hashimura, Discussion on shear properties and flow model in screw tightening lubricant PIB under low sliding speed conditions, *Tribology International*, 151, 2020, 106474.
15. S. Hashimura, T. Miki, T. Otsu, K. Komatsu, S. Inoue, S. Yamashita, Y. Omiya, Robustness of polyisobutylene for friction coefficients between bearing surfaces of bolted joints, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 234(1), 2019, 50–62.
16. T. Otsu, K. Komatsu, S. Hashimura, Effect of surface roughness on film formation properties of screw tightening lubricant PIB, *Tribology International*, 136, 2019, 1–22.
17. S. Hashimura, K. Kamibeppu, T. Nutahara, K. Fukuda, Y. Miyashita, Effects of clamp force on fatigue strength of aluminum alloy bolts, *Procedia Structural Integrity*, 19, 2019, 204–213.
18. S. Hashimura, T. Nutahara, K. Kamibeppu, An influence of tightening torque stored in tightening process on fatigue strength of aluminum bolts, *Key Engineering Materials*, 774, 2018, 229–234.
19. T. Otsu, K. Komatsu, S. Hashimura, K. Imado, Shear properties under the starved condition of polyisobutylene lubricant for use in screw tightening-effect of operating condition on lubrication properties, *Tribology International*, 122, 2018, 133–142.
20. 大津健史, 小松恭一, 橋村真治, 今戸啓二, ねじ締結用潤滑剤 PIB のスターブ条件における油膜形成とせん断特性, *日本機械学会論文集*, 83(855), 2017, 1–12.
21. 橋村真治, 小松恭一, 大津健史, 関戸裕二郎, ボルト締結体のゆるみに及ぼす潤滑剤とボルト座面形状の影響, *トライボロジスト*, 62(3), 2017, 205–216.
22. 橋村真治, 伊藤隼人, 小松恭一, 大津健史, ボルト座面直角度が座面摩擦係数と締付け精度に及ぼす影響, *トライボロジスト*, 61(12), 2016, 882–892.
23. 大津健史, 小松恭一, 橋村真治, ねじ締結用潤滑剤ポリイソブチレンのトライボロジー特性に関する研究, *トライボロジスト*, 61(12), 2016, 866–873.
24. S. Hashimura, T. Torii, T. Otsu, Fatigue characteristics of nonferrous bolts at elevated temperature, *Key Engineering Materials*, 627, 2015, 265–268.

25. S. Hashimura, T. Torn, Y. Miyashita, S. Yamanaka, G. Hibi, Fatigue characteristics of nonferrous bolts, *Key Engineering Materials*, 577–578, 2014, 417–420.
26. S. Sujatanond, Y. Miyashita, S. Hashimura, Y. Mutoh, Y. Otsuka, Bolt load loss behavior of magnesium alloy AZ91D bolted joints clamped with aluminum alloy A5056 bolt, *Applied Mechanics and Materials*, 313–314, 2013, 135–139.
27. S. Hashimura, Y. Miyashita, Y. Kurakake, S. Yamanaka, G. Hibi, Tightening characteristics of nonferrous bolts and usefulness of magnesium alloy bolts, *SAE Technical Paper*, 2012-01-0476, 2012.
28. 橋村真治, 山田直樹, 戸田均, ボルト・ナット締結体の軸直角方向疲労強度へのナット形状の影響, *日本機械学会論文集 A 編*, 78(791), 2012, 1013–1022.
29. S. Hashimura, Y. Kurakake, Y. Miyashita, S. Yamanaka, G. Hibi, The tightening characteristics of magnesium alloy bolts, *Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering*, 5(12), 2011, 732–741.
30. S. Hashimura, Y. Kurakake, S. Umeno, Fatigue characteristics of bolted joint under transverse vibration –Influence of bolt tightening conditions on transverse fatigue strength–, *Key Engineering Materials*, 452–453, 2010, 609–612.
31. 橋村真治, 小松恭一, 植村紫帆, 松藤泰輔, 潤滑油によるねじ締結体の締付け精度向上に関する研究, *設計工学*, 45(10), 2010, 498–505.
32. S. Hashimura, Y. Kurakake, A study to predict fatigue limits of bolted joints under transverse vibration, *SAE Technical Paper*, 2010, 2010-01-0964.
33. 橋村真治, 梅野慎一, 倉掛優, ボルト締結体における軸直角方向疲労強度への締結条件の影響, *日本機械学会論文集 A 編*, 76(771), 2010, 1436–1443.
34. 橋村真治, 倉掛優, 梅野慎一, ボルト締結体における軸直角方向疲労強度予測法, *日本機械学会論文集 A 編*, 76(772), 2010, 1659–1666.
35. S. Hashimura, K. Komatsu, C. Inoue, T. Nakao, A new tightening method of bolt/nut Assembly to control the clamping force, *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, 2(5), 2008, 896–902.
36. 橋村真治, 中尾哲也, 石丸良平, 軸直角方向振動によるボルト締結体とボルトナット締結体の疲労特性, *日本自動車技術会論文集*, 39(6), 2008, 193–197.
37. S. Hashimura, A study of self-loosening and fatigue failure of bolted joint under transverse vibration –Influences of property class of bolt and plastic region tightening–, *Progresses in Fracture and Strength of Materials and Structures*, *Key Engineering Materials*, 353–358, 2007, 2037–2040.
38. S. Hashimura, Influences of various factors of bolt tightening on loosening-fatigue failure under transverse vibration, *SAE Technical Paper*, 2007, 2007-01-0807.
39. S. Hashimura, K. Komatsu, Development of new detecting method of clamping force of

- bolted joint, SAE Technical Papers, 2007, 2007-01-3524.
40. 橋村真治, D.F. Socie, 軸直角方向振動下におけるボルト締結体のゆるみと疲労に関する研究, 日本機械学会論文集 C 編, 72(716), 2006, 1297–1304.
 41. S. Hashimura, D.F. Socie, A Study of Loosening and Fatigue of Bolted Joints under Transverse Vibration, SAE Technical Paper, 2007 ,2005-01-1320.
 42. K. Mori, S. Hashimura, Y. Murakami, K. Mineki, A new tightening method for bolted joints by the simultaneous application of torque and compressive force, SAE Technical Paper, 2001, 2001-01-0978.
 43. 橋村真治, 森和也, 村上敬宜, 嶺木邦彦, トルクと圧縮力の同時負荷によるボルト締付け管理法の回転角法への適用, 65(635), 1999, 2898-2904.
 44. 森和也, 村上敬宜, 橋村真治, 今井良一, 松井悟, トルクと圧縮力の同時負荷によるボルト締付け力の新しい検出法, 日本機械学会論文集 C 編, 64(622), 1998, 2212–2217.
 45. I. Diddeniya, I. Wanniarachchi, H. Gunasinghe, C. Premachandra, H. Kawanaka, Human-robot communication system for an isolated environment, IEEE Access, 10, 2022, 63258–63269.
 46. H. Matsumura, C. Premachandra, Deep-learning-based stair detection using 3D point cloud data for preventing walking accidents of the visually impaired, IEEE Access, 10, 2022, 56249–56255.
 47. S. Thenuwara, C. Premachandra, H. Kawanaka, A multi-agent based enhancement for multimodal biometric system at border control, Array, 14 (6), 2022, 100171.
 48. H. W. H. Premachandra, M. Yamada, C. Premachandra, H. Kawanaka, Low-computational-cost algorithm for inclination correction of independent handwritten digits on microcontrollers, Electronics, 11(7), 2022, 1073.
 49. Y. Kunisada, C. Premachandra, High precision location estimation in mountainous areas using GPS, Sensors, 22(3), 2022, 1149.
 50. S. Ono, C. Premachandra, Generation of panoramic images by two hemispherical Cameras independent of installation location, IEEE Consumer Electronics Magazine, 11(1), 2022, 17–25.
 51. Y. Endo, C. Premachandra, Development of a bathing accident monitoring system using a depth sensor, IEEE Sensors Letters, 6(2), 2022, 6000404.
 52. X. Qi, S. Yoshida, S. Tanaka, Sputter deposition and characterization of Sm-doped $\text{Pb}(\text{Mg} \frac{1}{3}, \text{Nb} \frac{2}{3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$ epitaxial thin film on Si toward giant-piezoelectric thin film for MEMS actuator application, IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control, 69(5), 2022, 1821–1828.
 53. Z. Liu, S. Yoshida, D. A. Horsley, S. Tanaka, Fabrication and characterization of row-

column addressed pMUT array with monocrystalline PZT thin film toward creating ultrasonic imager, Sensors Actuators A Phys., 342, 2022, 113666.

【雑誌論文】（査読無）

54. 橋村真治, ボルト締結体の締付け軸力の直接管理,自動車技術, 76, 2022, 64–71.
55. 橋村真治, ねじ締結体の疲労設計法, 設計工学, 57(3), 2022, 111–117.
56. 吉田慎哉, 高性能圧電薄膜を用いた MEMS 超音波撮像システムの開発, 機械の研究, 74(3), 2022, 171–176.
57. 吉田慎哉, 最近の進歩, 飲み込み型センサ, 人工臓器, 51(3), 2022, 169–172.

【図書】

58. 橋村真治, わかる！使える！ねじ入門, 日刊工業新聞社, 2019.
59. 川井謙一, 萩原正弥, 橋村真治, 岡田学, 高強度ねじ締結の体系的計算方法, 日本ねじ研究協会, 2018.
60. 橋村真治, トラブルを未然に防ぐ「ねじ設計法と保全対策」, 日刊工業新聞社, 2014.

【学会発表】

61. Y. Kuwajima, Y. Yamada, N. Hosoya, S. Maeda, Active suction cup with detecting softness, 2022 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Paper TuC-PO.37, Kyoto, Japan, 23-27 Oct, 2022.
62. A. Minaminosono, R. Toyoda, N. Hosoya, S. Maeda, Fabrication of a stretchable electroadhesive pad, 33rd 2022 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (From Micro & Nano Scale Systems to Robotics & Mechatronics Systems) MHS 2022, TP1-1-3 2, Nagoya, Japan, 2022.
63. T. Inozume, T. Ogasawara, H. Saitoh, N. Hosoya, Impulse testing with a combustion actuator for huge structures, Proceedings of ISMA 2020 - International Conference on Noise and Vibration Engineering and USD2020 - International Conference on Uncertainty in Structural Dynamics, 1139–1147, KU Leuven, Leuven, Belgium, 2022.
64. **<Keynote Talk 11 (OS4)>** N. Hosoya, Vibration / acoustic tests with a laser technology or a soft actuator, 33rd 2022 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (From Micro & Nano Scale Systems to Robotics & Mechatronics Systems) MHS 2022, Nagoya, Japan, 2022.
65. 磯貝航, 梶原逸朗, 前田真吾, 細矢直基, 誘電エラストマーアクチュエータを用いたアボカドの硬さ評価, Maturity evaluation of avocados using dielectric elastomer actuators, 505, [No.22-9] 日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2022, 秋田,

2022.

66. 栗木理志, 南之園彩斗, 毛澤兵, 細矢直基, 前田真吾, 磁性流体を用いた DEA の開発, 2P1-R12, 日本機械学会, No. 22-2 Proceedings of the 2022 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Sapporo, Japan, 2022.
67. 成富大智, 細矢直基, 重宗宏毅, 自己折り畳み切り折り紙ハニカム構造の復元力評価, 2P1-S04, 日本機械学会, No. 22-2 Proceedings of the 2022 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Sapporo, Japan, 2022.
68. 大杉裕之介, 南之園彩斗, ワイラナタ・アルディ, 大貫亮悟, 山口雄也, 細矢直基, 前田真吾, 高電圧環境下で使用可能なストレッチセンサの開発, 2P1-S09, 日本機械学会, No. 22-2 Proceedings of the 2022 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Sapporo, Japan, 2022.
69. 岡部秀真, ワイラナタ・アルディ, 村上泰智, 毛澤兵, 細矢直基, 前田真吾, 液体電極を用いた修復駆動 DEA の提案, 2P2-P01, 日本機械学会, No. 22-2 Proceedings of the 2022 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Sapporo, Japan, 2022.
70. 大貫亮悟, 南之園彩斗, 大杉裕之介, ワイラナタ・アルディ, 桑島悠, 細矢直基, 前田真吾, 非安定マルチバイブレータ回路の静電アクチュエータへの活用, 2P2-P04, 日本機械学会, No. 22-2 Proceedings of the 2022 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Sapporo, Japan, 2022.
71. 神澤俊輔, 坂上信太郎, 毛澤兵, 細矢直基, 前田真吾, 複雑な形状の熱重合 Belousov Zhabotinsky ゲル, 2P2-P06, 日本機械学会, No. 22-2 Proceedings of the 2022 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Sapporo, Japan, 2022.
72. 豊田涼真, 南之園彩斗, 細矢直基, 前田真吾, 静電吸着機能を付与したジャミンググリップ, 2P2-P07, 日本機械学会, No. 22-2 Proceedings of the 2022 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Sapporo, Japan, 2022.
73. S. Hashimura, K. Kamibeppu, K. Horinouchi, Prediction of tightening strength for aluminum alloy bolts, JSME International Conference on Materials and Processing, Okinawa, Japan, 2022.
74. 山下海飛, 高原慎二, 田村将吾, 橋村真治, らせん溝を有する高速打鋌接合体の疲労強度に関する研究, 日本機械学会 2022 年度年次大会, 富山, 2022.
75. 渡邊忠俊, 福田真弘, 村井絢香, 橋村真治, ボルト締結した薄板にせん断負荷を与えた際のボルトの変形挙動について, 日本機械学会 2022 年度年次大会, 富山, 2022.
76. マグネシウム合金製ボルトの疲労強度における平均応力の影響, "竹迫 風斗, 橋村 真治, 福田 憲治, 山中 茂", 日本機械学会 2022 年度年次大会, 富山, 2022.
77. ゼロ磁場 μ SR による κ -(d8-BEDT-TTF) $2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Br}$ の反強磁性相の冷却依存性の評価, 只野涼, 石川瑠偉, 小林拓矢, 谷口弘三, 石井康之, 渡邊功雄 日本物理

学会, オンライン, 2022.

78. D. Wijesundara, L. Gunawardena, C. Premachandra, Human recognition from high-altitude UAV camera images by AI based body region detection, Proc. of 2022 Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS), Nov. 2022.
79. Y. Kunisada, C. Premachandra, Sound-to-sound translation using generative adversarial network and sound U-Net, Proc. of 2nd International Conference on Image Processing and Robotics, Colombo, Sri Lanka, 2022.
80. S. Thenuwara, H. Kawanaka, C. Premachandra, Border control by multi-biometric identification using face and ear images, Proc. of 2nd International Conference on Image Processing and Robotics, Colombo, Sri Lanka, 2022.
81. S. Kaneda, C. Premachandra, AI Based Object Recognition Performance between General Camera and Omnidirectional Camera Images, Proc. of 2nd International Conference on Image Processing and Robotics, Colombo, Sri Lanka, 2022.
82. 國貞有吾, Premachandra Chinthaka, UAV を使用した被災者早期発見のための GAN ベースのノイズ抑制システム, 2022 年電子情報通信学会総合大会, オンライン, 2022.
83. 金田正太, Premachandra Chinthaka, 機械学習を利用した一般カメラ対全天球カメラ画像における物体認識の比較, 2022 年電子情報通信学会総合大会, オンライン, 2022.
84. T. Sekiguchi, S. Yoshida, Y. Kanamori, S. Tanaka Epitaxial $P_B(Z_R, T_I)O_3$ -based piezoelectric micromachined ultrasonic transducer fabricated on silicon-on-nothing (SON) structure, The 36th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (IEEE MEMS 2023), Munich, Germany, 2023
85. <招待講演> 吉田慎哉, Si 基板上への圧電薄膜のエピタキシャル成長と高性能圧電 MEMS デバイスの創出, 第 186 回電子セラミック・プロセス研究会, オンライン, 2022.
86. <招待講演> 吉田慎哉, 摂取型センサ用ハードウェアプラットフォームと『飲む体温計』thermopill の開発, 2022 センシング技術応用セミナー, オンライン, 2022.
87. <招待講演> 吉田慎哉, 圧電 MEMS のための鉛複合酸化物のスパッタエピタキシー, スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会 (SP 部会) 第 171 回定例研究会, 東京, 2022.
88. <Invited> S. Yoshida, Development of Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducer with PZT-based Monocrystalline Thin Film”, Piezoelectric Materials and Applications in Actuators 2022 (IWPMMA2022), 2022, October 24th ~ 26th, (Invited)

【特許等出願】

89. 梶原逸朗, 細矢直基, 特許第 5750788 号, 2015.5.29, 非接触式レーザー加振による構造物の振動特性の測定方法, 北海道大学, 芝浦工業大学
90. Itsuro Kajiwara, Naoki Hosoya, METHOD FOR MEASUREMENT OF VIBRATION PROPERTY OF STRUCTURE, AND VIBRATION PROPERTY MEASUREMENT DEVICE, US 9,291,604 B2, 2016.5.22, Hokkaido University, Shibaura Institute of Technology.
91. Itsuro Kajiwara, Naoki Hosoya, PROCÉDÉ DE MESURE D'UNE PROPRIÉTÉ VIBRATOIRE D'UNE STRUCTURE ET DISPOSITIF DE MESURE DE PROPRIÉTÉ VIBRATOIRE, 11795411.5, EP 2 584 335 B1, 2019.3.27, Hokkaido University, Shibaura Institute of Technology.
92. Itsuro Kajiwara, Naoki Hosoya, VERFAHREN ZUR MESSUNG DER SCHWINGUNGSEIGENSCHAFTEN EINER STRUKTUR SOWIE VORRICHTUNG ZUR MESSUNG VON SCHWINGUNGSEIGENSCHAFTEN, 11795411.5, EP 2 584 335 B1, 2019.3.27, Hokkaido University, Shibaura Institute of Technology.
93. 細矢直基, 梶原逸朗, 振動特性計測用の発射装置、加振力入力具、振動特性計測システム及び振動特性計測方法, 特願 2018-125879, 2018.7.2, 芝浦工業大学, 北海道大学.
94. 細矢直基, 前田真吾, 増田紘明, 三次元誘電エラストマ構造体、三次元誘電エラストマ構造体を用いたスピーカ、および三次元誘電エラストマ構造体の製造方法, 特願 2019-132812, 2019.7.18, 芝浦工業大学.
95. 細矢直基, ねじ部材の軸力評価方法, 特願 2020-81421, 2020.5.1, 芝浦工業大学
96. 重宗宏毅, 前田真吾, 細矢直基, 三枝優弥, 紙含有立体構造体の製造方法, 特願 2020-090550, 2020.5.25, 芝浦工業大学.
97. 細矢直基, 果物の損傷検出装置および青果物の損傷検出方法, 特願 2020-201244 号, 2020.12.3, 芝浦工業大学.
98. 重宗宏毅, 前田真吾, 細矢直基, 安藤元輝, 緩衝材、水性媒体付き緩衝材展開体、及び緩衝材の製造方法, 特願 2021-070566 号, 2021.4.19, 芝浦工業大学.
99. 小松恭一, 橋村真治, 伊藤聖司, 特開 2019-070533, 2019.5.9, 引張装置用の補助部品, 株式会社東日製作所, 芝浦工業大学.
100. 小松恭一, 橋村真治, 伊藤聖司, 被締結部材のばね定数の推定方法, 特開 2019-070532, 2017.10.5, 株式会社東日製作所, 芝浦工業大学.
101. 緒方智博, 小松恭一, 橋村真治, 伊藤聖司, ボルト及びナットの締付け方法及び締付け装置, 特許 6501965, 2019.4.17, 株式会社東日製作所, 芝浦工業大学.
102. 堀久司, 橋村真治, 鋸打ち方法および鋸, 特開 2019-039535, 2019.3.14, 日本軽金属株式会社, 芝浦工業大学.

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	機械機能工 学科	細矢直基	－	JAXA-東京大学	0
2	機械機能工 学科	細矢直基	－	QST	0
3	機械機能工 学科	橋村真治	－	T 社	1,500
4	機械機能工 学科	橋村真治	－	S 社	2,576
5	機械機能工 学科	橋村真治	－	M 社	1,107
6	電子工学科	プレーマ チャンド ラ チン タカ	－	A 社	3,300
7	電子工学科	プレーマ チャンド ラ チン タカ	－	三重大学	0

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	機械機能工 学科	細矢直基	レーザー誘起プラズマ 衝撃波加振と偏光干渉 計による大型構造物の 広域非破壊検査	科研費（基盤 研究(B)）	13,800
2	機械機能工 学科	細矢直基	電気駆動型ハイパワー ソフトアクチュエータ の創成	科研費（基盤 研究(B)）（分 担）	13,200
3	機械機能工 学科	細矢直基	レーザー誘起プラズマ による航空機複合材構 造の完全非接触損傷同	科研費（基盤 研究(B)）（分 担）	13,000

			定技術の構築		
4	機械機能工学科	細矢直基	レーザー技術による海洋構造物の実環境を考慮したねじ締結体の遠隔自動軸力検出	科研費（国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）	15,400
5	機械機能工学科	橋村真治	リサイカブル高速打鋸接合の開発	科研費（基盤研究(B)）	13,300
6	機械工学科	石井康之	第一原理計算と融合した μ SR 法の開発と強相関電子系の特異な磁気的基底状態の解明	科研費（基盤研究(B)）（分担）	13,500
7	機械工学科	石井康之	2 バンド系 1 次元伝導体におけるバンド間相互作用による特異な電子相の系統的研究	科研費（基盤研究(C)）（分担）	2,700
8	電子工学科	プレーマ チャンド ラ チン タカ	画像と音声の相補的利用を導入した被災者探索用 UAV の開発	科研費（基盤研究(C)）	2,800
9	電子工学科	プレーマ チャンド ラ チン タカ	全方位可視光通信の実現により COVID 患者用車椅子の赤外線フリー全方位遠隔操作	公益財団法人電気通信普及財団 研究調査助成	2,200
10	機械機能工学科	吉田慎哉	単結晶の巨大圧電性と多結晶の強靱性を併せ持つ革新的圧電トランスデューサ薄膜の創出	科研費（基盤研究(B)）	12,900

F 評価指標の集計

	件数（金額）		備考
論文数	14 件		2022 年度
特許出願件数	14 件		現在までの総数
共同研究件数	7 件	8,483 千円	2022 年度
外部資金獲得数	10 件	102,800 千円	代表，分担

			問わず総額 で表示
参加学生数	3 名（内留学生 0 名）		エジンバラ 大学に博士 課程生が 1 名
参加企業数	0 社		
公開イベント数	0 件		

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

3

今後の計画

今年度は、ねじ締結体に締結されているボルト本数を 3 として、振動実験による軸力検出を試みた。軸力とねじ締結体の固有振動数との相関を、あえて最も単純な状態とするために、軸力低下のボルトを 1 本、被締結物の摩擦などの影響を極力排除するために被締結物を一体成形されたブロックとした。

今後は、被締結物を 2 枚のブロックに分割し、被締結物間に作用する摩擦の影響を考慮する。軸力低下のボルトを複数とし、様々な組み合わせとする。そして、振動実験により、軸力とねじ締結体の固有振動数との相関を明らかにしていく。また、機械学習による軸力検出を試みる。さらに、レーザーアブレーションを利用した軸力検出を検討する。

機械学習を適用した軸力検出の自動化、ねじ締結体の締結工程の最適化、ねじ締結体の表面処理と軸力検出精度との関係、ねじ締結体の軸力検出のための計測法などについて検討していく。

外部資金としては、基盤研究(A)のような大型予算獲得を目指していく。

橋村先生、石井先生、プレマーチャンドラ先生、吉田先生には、Edinburgh 大学に来ていただき、人脈形成、研究打ち合わせなどを行っていただく。

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 水資源有効利用のための水圏微粒子・生態系の
広域モニタリングシステムの開発

2. 研究組織所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5

3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
小池義和	工学部・電子工学科	教授

4. プロジェクト参加研究者数 11 名（学生は除く）

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
小池 義和	電子工学科・教授	ガラス球観測機の開発	代表者、観測機の開発
二井 信行	機械工学科・教授	ガラス球開発・マイクロ流体システムの開発	観測機の開発・マイクロ流体システムの開発
長澤 純人	機械機能工学科・教授	マイクロ流体システムの開発	マイクロ流体システムの開発
Umamaheswari Rajagopalan	機械工学科・教授	ガラス球観測機の開発	観測機の開発
横井 秀樹	電子工学科・教授	粒子観測	観測機の開発、光学検出器の開発
當麻 浩司	電子工学科・准教授	粒子観測、分析方法の開発	微粒子の観察、分析方法の開発
Puttaraksa, Nitipon	電気工学科・准教授	マイクロ流体システムの開発・粒子観測	微粒子の観察、分析方法の開発
関 宏範	SIT 総合研究所・准教授	粒子観測、分析方法の開発	微粒子の観察、分析方法の開発
WANGWIWATTANA SITTICHAH	奨励研究員(2022 年 10 月より)	ガラス球観測機の開発	観測機の開発
荒川 久幸	東京海洋大学・海洋環境科学部門・教授	アドバイザー	養殖技術と微粒子観測に関する方式に関する検討
清水 悦郎	東京海洋大学・海洋電子機械工学部門・教授	アドバイザー	モニタリングに関する行政との運用の検討

6. 研究の概要

A 計画の概要

本学はその立地上、豊洲運河という水資源に容易にアクセスでき、景観・安全性・研究活動の面で恩恵を受けるとともに、相応の貢献が求められている。豊洲運河に限らず、現代の水資源は、水生生物（魚類、プランクトン、藻類）と微細な汚染物質（微生物、マイクロプラスチック(MP)、金属粒子）が混在する複雑な環境であり、MPなどの粒子と水生生物の分布を示す環境 DNA などを水中で採取し、水圏環境の動態を広域に分析・監視するシステムは、本学のみならず、国内外の海洋においても、実現が求められている。小型のセンサを監視が必要な全ての場所に配置するセンサネットワークのような運用が提案されているが、配置作業が煩雑、かつ、監視できるのが従来の水質の測定項目に限られるという問題がある。

さらに、近年、都市型の養殖などが試みられるようになっており、将来的には豊洲運河のような環境で海産資源の確保が必要になってきている。養殖には微生物、プランクトンが重要な役割をはたすことから水圏微粒子・生態系の広域モニタリングの実現の要求が高まっている。

そこで、申請者らが競争的研究費で推進している2プロジェクト（ガラス球で海洋観測機、MPのその場計測システム）を統合・発展して、運河から海水までの広域かつ多様な水圏において、MP・金属微粒子から環境 DNA まで分析可能なモニタリングシステムの実現を目指す。

B 成果の概要

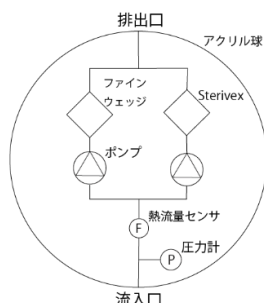
今年度がプロジェクト初年度となり、以下の実施目標を設定している。

1. 【原理確認・コア技術】水中 MP/eDNA 採取システムを組み込んだ1球探査機の試作完了。ならびに豊洲運河の MP/魚類 eDNA 解析データの蓄積
2. 【原理確認・コア技術】ピンチフローマイクロ流体システムによるプランクトン捕獲+分解調製システムの構築
3. 【原理確認・コア技術】表面プラズモン共鳴(SPR)によるインラインタンパク分析システムの構築

それぞれの目標に対する成果を以下に示す。

1. 「水中 MP/eDNA 採取システムを組み込んだ1球探査機の試作と豊洲運河の MP/魚類 eDNA 解析データの蓄積」に対する成果として、まず図1に示す探査機を試作した。直径300mmアクリル半球2個の内部空間に、圧力センサ、熱流量センサ、MP/eDNAの濾過のためのフィルタを配置した。フィルタとして、eDNA採取用として一般的な

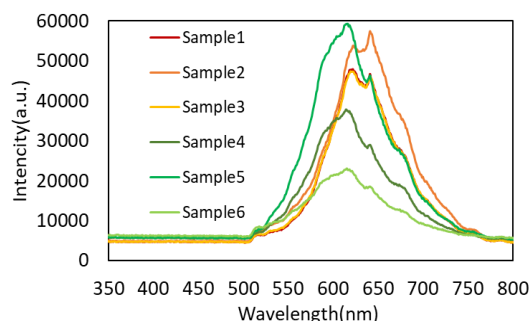
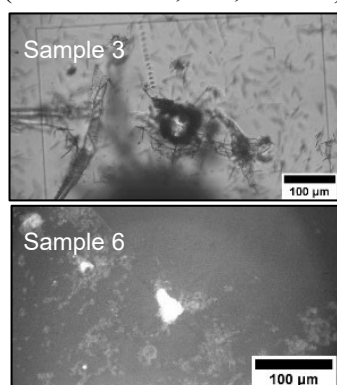
Sterivex (Millipore, $0.22\mu\text{m}$) に加え、目詰まりしにくくより大量のろ過ができることから探査機による自動採取に有利と期待されるファインウェッジフィルタ(FWF, 東洋スクリーン, $\square 50\text{mm}$ 目開き $30\mu\text{m}$)に個別のチューブポンプで海水を送液した。



(a) 内部構成. 直径 25cm のアクリル球内に (b) 豊洲運河における MP/eDNA 採取実験
にフィルタ・ポンプ・センサを有する における運用(2022/8/26 撮影)

図 1 水中 MP/eDNA 採取用 1 球探査機の試作

図 2(a)に、各フィルタで豊洲運河より捕集できた典型的な MP を示す。Sterivex®では $30\mu\text{m}$ 未満の MP も確認できた。図 2b に、代表 MP の Nile Red 蛍光分光結果を示す。全粒子のピーク波長が $600\sim 650\text{nm}$ 付近にある。これを既報の Nile Red 蛍光スペクトル(Mar Poll Bull, **159**, 111475)と照合し、PVC と推測した。



(a) 粒子の光学顕微鏡像 (b) 粒子の Nile Red 蛍光スペクトル

図 2 試作探査機により捕集された MP (Sample1~3 : FWF, Sample4~6 : Sterivex)

図 3 に、Sterivex と FWF によって捕集できた単位濾過水量あたり全 DNA 量と魚類 DNA 量 (MiFish-U プライマーを用いた qPCR における C_q 値)を示す。全 DNA, 魚類 DNA とともに、FWF の濾過体積当たり捕集 DNA 量(捕集効率)は Sterivex とほぼ同等であることがわかった。加えて FWF は Sterivex より大容量の濾過が可能のため、FWF の採用により大量の魚類 DNA を捕集できる見通しである。また、Sterivex にて豊洲運河から捕集した魚類 DNA を実際にシーケンシング(MiFish 法)にて魚種まで同定したところ、コノシロ、ボラ、スズキ、マハゼ、クロダイの DNA が顕著に検出された。

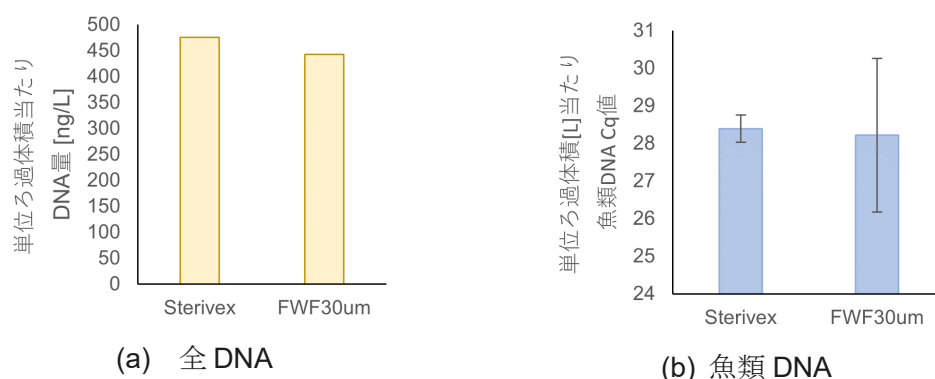


図3 Sterivex および FWF により採取された全 DNA ならびに魚類 DNA の濾過水量当たり捕集量

2.「ピンチフローマイクロ流体システムによるプランクトン捕獲+分解調製システムの構築」の成果として、河川、海洋で運用可能な連続分級デバイスを光造形 3D プリンターを用いて流路を作製し、マイクロプラスチックを模した標準粒子で動作を検証している。

3.「表面プラズモン共鳴(SPR)によるインラインタンパク分析システムの構築」の成果として、マイクロ流路と接続・統合可能な SPR を構築した。現状は 3.のマイクロ流路ではなく、簡易的な流路(厚さ 100 μm)を作製し、装着した。本簡易流路は、厚さ 100 μm のシリコーンゴムシートを、セルの形状に沿って CO_2 レーザーマーカで切り出して作製した。SPR システムは Kretschmann 配置による attenuated total reflection 法を採用しており、励起光の全反射によって SPR が生じる。システムでは励起光の入射角 θ を変えながら励起光の反射率 R を測定できるようになっており、その角度-反射率スペクトルから SPR が発生する入射角 θ_{SPR} を確認することができる。本システムでは、先述のフローセル用シートをガラスプリズムに取り付けた金基板の表面に置き、その上に流路の入口と出口となる 2 つの穴 ($\phi 1 \text{ mm}$) を設けた石英ガラスで蓋をすることで、ポンプにて送液されたサンプル溶液が表面プラズモンの生じる金基板表面上を流れる。初期特性評価として、2%グリセリン水溶液を用いてバルク屈折率変化に対する感度を評価した。その結果、超純水中でベースラインを得た後、グリセリン水溶液を負荷すると屈折率の増加に伴い反射率の上昇が観察された(図 5)。その後再び超純水に置換すると、ベースラインへの回復が観察された。ベースラインとグリセリン水溶液負荷後の反射率安定値との差をセンサ出力として、本測定を 5 回繰り返したところ、センサ出力の変動係数は 1.17%と高い再現性が得られた。

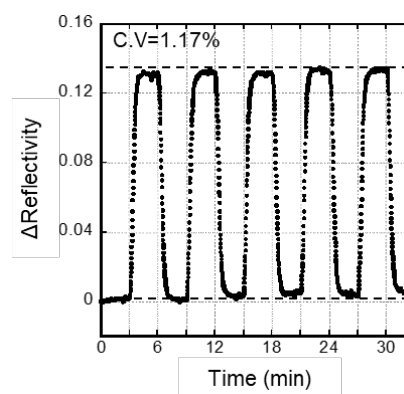


図5 構築した SPR システムによるグリセリン水溶液の繰り返し測定

今後は、本 SPR システムのバルク屈折率に対する感度を評価し、抗体などの分子を金属薄膜上に固定化し、プランクトンから抽出したタンパク濃度を定量する方法を検討する。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有）

1. Hironori Seki, Keiya Kawamura, Hidetaka Hayashi, Yasuyuki Ishii, Nitipon Puttaraksa, Hiroyuki Nishikawa, “Utilizing a photosensitive dry film resist in proton beam writing”, Japanese Journal of Applied Physics 61, SD1006 (2022)
2. Koji Toma, Koki Oishi, Kenta Iitani, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi “Surface plasmon-enhanced fluorescence immunosensor for monitoring cardiac troponin I. Sensors and Actuators B: Chemical 368, 132132 (2022).
3. Koji Toma, Yui Satomura, Kenta Iitani, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi “Long-range surface plasmon aptasensor for label-free monitoring of vancomycin”, Biosensors and Bioelectronics 222, 114959 (2023).
4. Daiki Endo, Takahiro Kono, Yoshikazu Koike, Hirofumi Kadono, Jun Yamada, and Uma Maheswari Rajagopalan, “Application of laser speckles and deep learning in discriminating between the size and concentrations of supermicroplastics”, Opt. Continuum 1(11), 2259-2273 (Nov. 2022)

【雑誌論文】（査読無）

1. 小池義和、森野博章、“深海 8,000 m に挑んだ「江戸っ子 1 号プロジェクト」に関わって”、電子情報通信学会通信ソサエティマガジン B-plus, No.63, pp.231-237 (2022))

【図書】

1. なし

【学会発表】

1. 進裕貴、戸田純実、有村光弘、小池義和、荒川久幸、下田平遼、MEMS 慣性センサを用いた船上でのアクティブ除振台の性能評価、日仏海洋学会(2022.6).
2. 芦川和希、石山拓実、山岸優晴、小池義和、長谷川夏旺、二井信行、関 宏範、海洋マイクロプラスチック観測にセンサネットワークを用いるための画像処理の検討、B-15-26、電子情報通信学会ソサイエティ大会(2022.9)
3. M. Yamamoto, K. Kimura, S. Suzuki and Y. Koike, "Investigation on Frequency characteristic of Fiber Optic Probe Hydrophone," 2022 27th OptoElectronics and Communications Conference (OECC) and 2022 International Conference on Photonics in Switching and Computing (PSC), (2022.7).
4. Y. Kurosaki, N. Hasegawa, Y. Koike, H. Arakawa, N. Futai, “Microfluidic Device for Fluorescence Spectroscopy-based Sorting of Marine Microplastics,” 26th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and

Life Sciences (μ TAS 2022) (2022.10)

5. 土井内太暉, 望月康弘, 児玉龍政, 小池義和, 荒川久幸, 二井信行, "フリーフォー
ル型海中探査機に対応したマイクロプラスチック+環境 DNA 採取装置", 令和 4
年度日本水産学会秋季大会 (2022.9)
6. 長谷川 夏旺, 黒寄 由佳, 荒川 久幸, 小池 義和, 二井 信行, "ファインウェッジ
®フィルタによる海洋 MP 粒子の高効率捕集の検討", 日本海洋学会 2022 年度秋
季大会 (2022.9)
7. 木下 隼, ラジャゴパラン ウママヘスワリ, 小池 義和, 河野 貴裕, 山田 純, "レ
ーザースペックルを用いたマイクロプラスチックの深海用測定装置の提案", 第
70 回応用物理春学術講演会発表予定 (2023.3)
8. H. Yokoi, Y. Kozato, and Y. Koike, "Fabrication of optical waveguides with flow
channel for analysis of super-microplastics": World Congress on
Nanotechnology, (2022.11).
9. T. Michino, A. Yumoto, and H. Yokoi, "Magneto-optic waveguides with Si
guiding layer fabricated by supersonic free-jet PVD": Advances of Functional
Materials Conference, (2023.1).
10. 福井つぐみ, 横井秀樹, 渡邊良祐, 村野倫也, "機械的誘導型長周期光ファイバグ
レーティングにおける線形的な圧力推定手法の検討": 令和 5 年電気学会全国大
会, (2023.3).
11. 関宏範, 松本悠佑, プッタラクサ ニティポン, 八木一平, 内田諭, 石井保行, 西
川宏之, 水環境中のポリスチレン微粒子の捕集に及ぼす誘電泳動用ピットサイズ
の影響、2022 年度電気学会 A 部門大会 (2022.9)
12. Koji Toma, Koki Oishi, Kenta Iitani, Takahiro Arakawa, Kohji Mitsubayashi,
Surface plasmon-enhanced fluorescence immunosensor with a regeneratable
surface for monitoring cardiac markers, The 22nd International Vacuum
Congress (IVC-22), (2022.9).
13. Koji Toma, Surface plasmon polaritons for label-free bioimaging and
continuous biosensing, Nano and Photonics 2023, (2023.3).
14. 當麻 浩司, 表面プラズモンによる生体の連続バイオセンシング, 電子情報通信
学会総合大会 企画講演セッション(CI-6 最先端光計測とバイオ・医療応用),
(2023.3).

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	電子工	小池義和	顕微ラマン光度計を用いた海	環境研究総合推	4,500

			洋マイクロプラスチックの連続計測システムの開発	進費（分担，代表：荒川久幸）	
2	電子工	小池義和	顕微ラマン光度計を用いた海洋マイクロプラスチックの連続計測システムの開発	日本学術振興会基盤研究(B)	4,200
3	電子工	横井秀樹	超音速フリージェット PVD 法を用いた磁性薄膜集積型光非相反素子の創成	科学研究費補助金基盤研究(C)	1,300
4	SIT 総合研究所	関宏範	海洋マイクロプラスチックの表面形態観察と分析によるナノ粒子化の機構解明	日本学術振興会研究活動スタート支援	1,560
5	SIT 総合研究所	関宏範	透明マイクロ構造シートによるマイクロプラスチックの環境モニタリングへの挑戦	日本学術振興会基盤研究(C)	2,150
6	機械工	二井信行	長期灌流培養系と成熟血管網からなる統合オルガノイドシステム	日本学術振興会基盤研究(C)	737
7	機械機能	長澤澄人	組込型 LiDAR システムを搭載したマイクロロボット協調制御プラットフォーム	日本学術振興会基盤研究(C)	1,430
8	電子工	當麻浩司	間質液中薬剤の極低侵襲モニタリングを目指したマイクロニードル型光免疫センサの開発	日本学術振興会基盤研究(B)	4,290

F 評価指標の集計

	件数（金額）		備考
論文数	4 件		
特許出願件数	2 件		
共同研究件数	2 件	2,500 千円	
外部資金獲得数	8 件	20,167 千円	
参加学生数	20 名（内留学生 1 名）		
参加企業数	0 社		
公開イベント数	1 件		

今後の計画

次年度の目標として当初の計画通り以下を予定している。

1. 【コア技術・プロトタイピング】水深 50m・複数地点対応の水中 MP/eDNA 採取用 1 球探査機の試作完了と東京近海における評価
2. 【コア技術・プロトタイピング】レーザースペックル+マイクロ流体+SPR によるプランクトン栄養価評価システムの構築と豊洲運河・東京近海における評価
3. 【課題探索】豊洲運河の MP/魚類 eDNA 解析データの蓄積の継続と、データの分析結果に基づく都市型養殖の提言

以 上

添付 1：公開イベントリスト

	月日	イベント名	主催	参加メンバー (敬称略)	場所
1	11 月 14 日	芝浦工業大学オープンテクノカレッジ、「海を見る！？どこまで見る！？～豊洲で始める海洋観測～」	芝浦工業大学地域連携・生涯学習センター	二井信行、小池義和	芝浦工業大学・豊洲校舎
2					

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究テーマ Bio-Intelligence for Well-being コンソーシアム 2
(BIW the 2nd)

～化学感覚受容の統合的理解とその応用～

1. 研究代表者

研究者名	所属	職名
越阪部奈緒美	生命科学科	教授

2. プロジェクト参加研究者数 6 名

3. 研究プロジェクトに参加する研究者と研究体制

研究者名	所属・職名	参画研究テーマ等役割分担
越阪部 奈緒美	生命科学科・教授	代表者
吉村 建二郎	機械制御システム学科・教授	クラミドモナスを用いた <i>in vitro</i> 評価
須原 義智	生命科学科・教授	新規化合物合成
佐藤 大樹	生命科学科・教授	介入試験（主として脳機能）
赤木 亮太	生命科学科・教授	介入試験（主として体組成・骨格筋機能）
藤井 康之	SIT 総研・特任研究員	実験動物を用いた評価

4. 研究の概要

A 計画の概要

申請者らは 2019~2021 年度に採択された第一期 BIW コンソーシアムにおいて、生物が環境に存在する化学物質に晒された場合に生ずる「感覚」の計測・評価技術を開発してきた。また開発した方法を用いて「感覚」を行動科学的・神経科学的・分子生物学的に評価することで、多くの成果を挙げてきた。具体的には、Transient Receptor Potential (TRP) チャネル(2021 年ノーベル医学生理学賞)を対象に多面的に研究を進めたところ、本コンソの目標である Well-being を実現する新規な利用法を見出した。実際には、実験動物やヒトに対して、中枢神経への興奮作用や交感神経刺激による循環・代謝計の亢進作

用を確認してきた。第二期である本申請では、まずこの知見の詳細を明らかにし、その過程で得られたデータをもとに知的財産を創出すること、次に共同研究先と連携して実用化することを目標に研究を進める。TRP チャネルに関する技術が実装化された例は極めて少ないことから、本研究は各方面に大きなインパクトを与える。

1. TRP チャネル活性化物質の統合的な理解

1.1. TRP チャネル活性化物質の作用強度と Redox 特性の関連性の解明(越阪部・伏見)

苦味・渋味を呈するポリフェノール類の消化管 pH に依存した Redox (prooxidant /antioxidant)特性を評価し、計算化学的手法を用いてその詳細を明らかにする。

1.2. TRP チャネル発現モデル細胞系を用いた相互作用の解明(吉村)

第一期で開発済みのヒト型 Transient Receptor Potential Ankyrin (TRPA)1 を強制発現させたクラミドモナスを用いて、TRP チャネル活性化物質の作用強度を観察する。

2. TRP チャネル活性化物質の応用と知財化

2.4. TRP チャネル活性化物質の介入試験(佐藤・赤木・共同研究企業)

共同研究先と連携し、TRP チャネル活性化物質を含む画分・食品を用いた脳機能に対する臨床研究を実施する。認知課題は、既存の認知機能検査を基にし、また認知課題に伴う脳活動変化は光トポグラフィ法(NIRS)を用いる。また骨格筋に対する TRP 活性化物質の作用について、臨床試験プロトコルを策定する。

3. 化学感覚受容の新規評価法の開発

3.2. 実験動物への経皮・経鼻投与による暴露方法の確立(越阪部・藤井)

実験動物に対する感覚刺激物質暴露方法として、皮膚への塗布経路、吸引あるいは経鼻投与方法を確立する。

5. アウトリーチ活動

- ・2022/10/21(土) 第三回 BIW 研究会シンポジウム
- ・10/4-31 イノベーション・ジャパン 2022～大学見本市&ビジネスマッチング
- ・10/14 食品開発展 2022 記念セミナー
- ・10/末 「健達ねっと」取材 メディカル・ケア・サービス(MCS)株式会社
- ・SEATUC を含む大学主催イベント

B 成果の概要

1. TRP チャネル活性化物質の統合的な理解

1.1. TRP チャネル活性化物質の作用強度と Redox 特性の関連性の解明(越阪部・伏見)

苦味・渋味を呈するポリフェノール類 30 種を口腔内あるいは小腸内を模した pH7.0 においてインキュベーションし、pH 依存的な Redox 特性(prooxidant/antioxidant)を O₂・と定量的に反応するイミダゾピラジノン系発光試薬(MPEC)を用いて評価した。その結果、①antioxidant 活性のみを示す化合物、②prooxidant 活性と antioxidant 活性を示す化合物、③どちらも示さない安定な化合物の 3 グループに分類することができ

た。Antioxidant 活性を示す化合物はカテコール基、ピロガロール基、レゾルシノール基のいずれかを有すること、prooxidant/antioxidant 活性を示すものはB環がカテコール基である flavanol や anthocyanin であること明らかになった。更に (-)-epicatechin のメチル化体を合成し、これらの活性を比較したところ、(-)-epicatechin で見られた prooxidant /antioxidant 活性はメチル化体では消失した。またこれらのことから、化学構造と Redox 特性の関係性について、HOMO/LUMO 解析を行ったところ、HOMO-LUMO ギャップが高い化合物ほど prooxidant/antioxidant 活性を示し、低いものほど安定であることが分かった。

加えてモデル化合物である(-)-epicatechin 四量体をラットに投与した後に観察される挙動筋細動脈血流の顕著な増加は、抗酸化物質である N-アセチルシステインあるいは TRPV 1 チャネル阻害剤 (カプサゼピン)・TRPA1 阻害剤 (HC003031) の併用により、顕著に抑制された。引き続きカプサイシン受容体である TRPA1 あるいはワサビの辛み成分であるアリルイソチオシアネートの受容体である TRPA1 と(-)-epicatechin 四量体との結合親和性を、*in silico*におけるドッキングシミュレーション法によって観察した。その結果、(-)-epicatechin 四量体は既報のドッキングサイトには結合しないことが明らかとなった。これらのことから、ポリフェノール類が摂取後に晒される消化管環境下において酸化分解される際に産生される活性酸素が、これらのチャネルが開口し細胞内への Ca^{2+} イオンの流入を促すこと、その刺激が中枢へ伝達され、交感神経活動が亢進し、循環・代謝系が活性化することが示唆された。

1.2. TRP チャネル発現モデル細胞系を用いた相互作用の解明(吉村)

第一期で開発済みのヒト型 Transient Receptor Potential Ankyrin (TRPA)1 を強制発現させたクラミドモナスを用いて、TRP チャネル活性化物質と考えられるポリフェノール類の評価を行った。TRPA1 発現クラミドモナスにおける鞭毛を観察したところ、ポリフェノール類を添加しても脱毛は見られなかった。対照実験として、TRPA1 を発現していないクラミドモナスにポリフェノール類を添加しても脱毛や走光性の性質の変化は見られず、本実験系において、クラミドモナスを使用して有効性を評価することの妥当性が明らかとなった。TRPA1 を発現しているクラミドモナスでのポリフェノールの効果を見るための実験条件の検討を進めた。

2. TRP チャネル活性化物質の応用と知財化

2.4. TRP チャネル活性化物質の介入試験(佐藤・赤木・共同研究企業)

TRP チャネル活性化物質を含む画分・食品として高ポリフェノールココアを用いて、中高齢者 (40-65 歳) の脳機能に対する臨床研究を実施した。認知課題には、注意や認知抑制に関連するフランク-タウゼン課題および言語性ワーキングメモリー課題を選択し、課題実施中の前頭葉活動を機能的近赤外分光法 (fNIRS) により計測した。ダブルブラインドクロスオーバーデザインで検討した結果、高ポリフェノールココアを摂取した条件において背外側前頭前野の一部が強く活動する傾向が見られた。ただし、課題成績変化

における個人差が大きく、最終的な結論を得るためには更なる検討が必要である。
また次年度へ向けて、骨格筋に対する TRP チャネル活性化物質の作用についての臨床試験プロトコルを策定した。

3. 化学感覚受容の新規評価法の開発

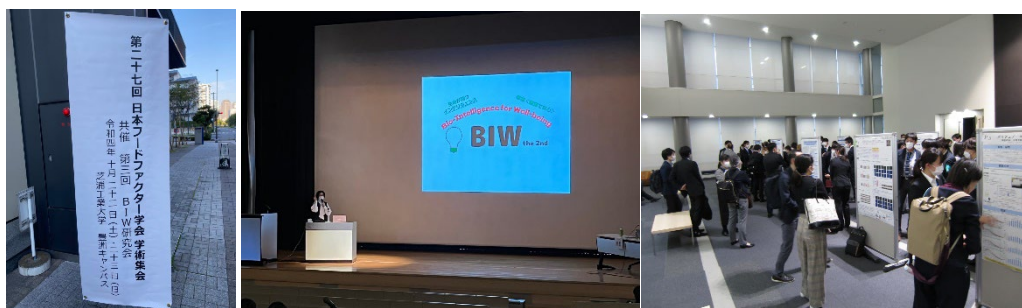
3.2. 実験動物への経皮・経鼻投与による暴露方法の確立(越阪部・藤井)

実験動物に対する感覚刺激物質暴露方法として、加湿器を用いて黒豆由来ポリフェノール吸引暴露法を検討した。黒豆由来ポリフェノールは経口投与した場合には、交感神経活性化に伴うカテコールアミン尿中排泄量を顕著に上昇させたが、吸入暴露ではその作用は微弱であった。引き続き、ポリフェノール類の経鼻投与や経皮投与による生体への影響について観察する。

4. アウトリーチ活動

・2022/10/21(土)に 第三回 BIW 研究会シンポジウム～食感覚の理解とその評価～（共催：2022 年日本フードファクター学会学術集会）を豊洲キャンパスにおいて以下のように開催し、200名の聴衆が対面で参加した。

- ＊BIW 研究会とは（越阪部奈緒美/芝浦工業大学・システム理工学・生命科学科）
- ＊ポリフェノールの統合的理解のための計算化学の利用（伏見太希/芝浦工業大学大学院・理工学研究科・機能制御システム専攻）
- ＊単細胞藻類が教えてくれるトウガラシとワサビの辛さ（吉村建二郎/芝浦工業大学・システム理工学部・機械制御システム学科）
- ＊イメージング質量分析と機能性食品（平修/福島大学・農学群・食農学類）
- ＊脳活動計測による機能性食品の評価に向けて：機能的近赤外分光法によるアプローチ（佐藤大樹/芝浦工業大学・システム理工学部・生命科学科）



・10/14 食品開発展 2022 記念セミナーにおいて、講演を行った（ポリフェノール研究最前線「ポリフェノールの官能特性と機能性のクロストーク」）

・10/末 「健達ねっと」（メディカル・ケア・サービス(MCS)株式会社）の取材を受けた。

・10/4-31 にイノベーション・ジャパン 2022～大学見本市&ビジネスマッチングに参加した。

・SEATUC 参加（学生発表・四報）

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有）

1. Chen X, Furukawa N, Jin DY, Liu Y, Stafford DW, Williams CM, Suhara Y, Tie JK. Naturally occurring UBIAD1 mutations differentially affect menaquinone biosynthesis and vitamin K-dependent carboxylation. FEBS J. 2022, 289(9), 2613-2627. doi:10.1111/febs.16291.
2. Furukawa N, Chen X, Asano S, Matsumoto M, Wu Yuxin, Murata K, Takeuchi A, Tode, C, Homma T, Koharazawa R, Usami K, Tie JK, Hirota Y, Suhara Y. Synthesis of new vitamin K derivatives with a ketone group at the C-1' position of the side chain and their conversion to menaquinone-4. J Mol. Struct. 2023, 1276, 134614.
3. Akagi R, Sato H, Hirayama T, Hirata K, Kokubu M, Ando S. Effects of Three-Dimension Movie Visual Fatigue on Cognitive Performance and Brain Activity. Frontiers in Human Neuroscience, 16: 974406, 2022
4. Ema R, Saito I, Akagi R. Association between interindividual variability in training volume and strength gain. Frontiers in Physiology, 13: 983478, 2022.
5. Hirata K, Akagi R. Contribution of muscle stiffness of the triceps surae to passive ankle dorsiflexion stiffness in young and older adults. Hirata K, Akagi R. Frontiers in Physiology, 13: 972755, 2022.
6. Hirata K, Ito M, Nomura Y, Yoshida T, Yamada Y, Akagi R. Can phase angle from bioelectrical impedance analysis associate with neuromuscular properties of the knee extensors? Frontiers in Physiology, 13: 965827, 2022.
7. Hirata K, Ito M, Nomura Y, Kawashima C, Tsuchiya Y, Ooba K, Yoshida Y, Yamada Y, Power GA, Tillin NA, Akagi R. Muscle quality indices separately associate with joint-level power-related measures of the knee extensors in older males. European Journal of Applied Physiology, 122: 2271-2281, 2022.
8. Yamada Y, Hirata K, Iida N, Kanda A, Shoji M, Yoshida T, Miyachi M, Akagi R. Membrane capacitance and characteristic frequency are associated with contractile properties of skeletal muscle. Medical Engineering and Physics, 106: 103832, 2022.
9. Tsuchiya Y, Hirata N, Asama T, Osakabe N, Hirata K, Akagi R. Can a short term daily oral intake of propolis improve muscle fatigue and recovery? International Journal of Sports Medicine, 43: 859-864, 2022.
10. Hirata K, Iida N, Kanda A, Shoji M, Yoshida T, Yamada Y, Akagi R. Association of age-related decrease in intracellular-to-total water ratio with that in explosive strength of the plantar flexors: a cross-sectional study. Journal of Physiological Anthropology, 41: 10, 2022
11. Akagi R, Nomura Y, Kawashima C, Ito M, Oba K, Tsuchiya Y, Power GA, Hirata K. Journal Trade-off between maximal power output and fatigue resistance of the knee extensors for older men.

of Aging and Physical Activity, 30: 1003-1013, 2022.

12. Nakamura M, Akagi R. Ultrasonic shear-wave elastography: A novel method for assessing musculoskeletal soft tissue and nerves. Clinical Neurophysiology, Online ahead of print

13. Davidson B, Hinks A, Dalton BH, Akagi R, Power GA. Power attenuation from restricting range of motion is minimized in subjects with fast RTD and following isometric training. Journal of Applied Physiology (1985), 132: 497-510, 2022.

14. Taiki Fushimi, Shiori Oyama, Ryo Koizumi, Yasuyuki Fujii, Naomi Osakabe. Impact of cyanidin 3-O-glucoside on rat micro-and systemic circulation, possibly thorough angiogenesis, J Clin Biol Nutr. In press.

15. Hormetic response to B-type procyanidin ingestion involves stress-related neuromodulation via the gut-brain axis: Preclinical and clinical observations. Osakabe N, Fushimi T, Fujii Y..Front Nutr. 2022 Sep 7;9:969823

16. Jasni N.A., Sato H . Basic Examination of Haemoglobin Phase of Oxygenation and Deoxygenation in Resting State and Task Periods in Adults Using fNIRS, In: Scholkmann, F., LaManna, J., Wolf, U. (eds) Oxygen Transport to Tissue XLIII. Advances in Experimental Medicine and Biology, vol 1395. Springer, Cham. 2022

17. 須原義智. ビタミン K の生物化生の増強を目指した誘導体研究 ビタミン, 2022, 96(8), 354-360.

【図書】

1. 越阪部奈緒美 ポリフェノールの機能と応用 第 8 章 脳—消化管軸を介したポリフェノールの神経系への作用 シーエムシー出版 2022 年 11 月 30 日

2. 越阪部奈緒美 ポリフェノールの科学 XI. 神経系との関わり 朝倉書店 in press

【学会発表】

(国際学会)

1. Yoshimura, K. A variety of mechanoresponses mediated by a TRP channel in Chlamydomonas. 4th International Symposium on Mechanobiology (2022 年 11 月 6-9 日、Sydney, アメリカ合衆国)

2. Saga, K., Oshima, D., Itoh, N., Yoshida, M., Isu, A., Wakabayashi, K., Yoshimura, K. TRP channel responsible for the responses to collision, agitation, and shear in Chlamydomonas. 67th Biophysical Society Annual Meeting (2023 年 2 月 18-22 日、San Diego, アメリカ合衆国)

3. Naomi Osakabe, Flavan-3-ols Induces Browning of Adipose Tissues through Sympathetic Nerve Activation, Polyphenols Applications 2022 Congress, September 28-30, 2022 - Valencia, Spain.

4. Naomi Osakabe, Hormetic response to B-type procyanidin ingestion may involve stress-related neuromodulation via the gut-brain axis: preclinical and clinical observations. 22nd IUNS-ICN International Congress of Nutrition, Dec 6-11 Tokyo, Japan

5. Taiki Fushimi, Chie Hirahata, Kento Hiroki, Daichi Shinmura, Ikuro Kobayashi, Hideaki Koshino, Ori Muta, Yasuyuki Fujii, Naomi Osakabe, COMPREHENSIVE UNDERSTANDING OF BIOACTIVITY OF POLYPHENOLS BY QSAR AND MD SIMULATION, The 17th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) • 2023/2/23-24
6. Ori Muta, Yasuyuki Fujii, Yuta Osada, Taiki Fushimi, Naomi Osakabe, DIFFERENCE BETWEEN SHORT TERM SINGLE- AND PAIR-HOUSING ON ENDOCRINE AND BEHAVIOR OF MICE, The 17th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) • 2023/2/23-24
7. Chie Hirahata, Daichi Shinmura, Taiki Fushimi, Yasuyuki Fujii, Naomi Osakabe, VERIFICATION OF REDOX PROPERTIES OF POLYPHENOLS, The 17th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) • 2023/2/23-24
8. Yasuyuki Fujii, Jun Sakata, Kazuki Sakata, Taiki Fushimi, Shu Taira, Naomi Osakabe, Arousal inducing ability of procyanidin and caffeine, the difference to the mechanism of action, The 22nd International Congress of Nutrition (ICN) • 2022/12/6-11 •
9. Taiki Fushimi, Shiori Oyama, Ryo Koizumi, Yasuyuki Fujii, Naomi Osakabe, The hemodynamics effect of single or repeated doses of cyanidin-3-glucoside • The 22nd International Congress of Nutrition (ICN) • 2022/12/6-11 •
10. Ori Muta, Minayu Odaka, Yasuyuki Fujii, Taiki Fushimi, Naomi Osakabe, Impact of short-term isolation stress on urinary stress hormone excretion, The 22nd International Congress of Nutrition (ICN) • 2022/12/6-11
11. Yasuyuki Fujii, Relationship between food sensation and food function: elucidation of the cognitive improvement by astringent, The 23rd Japan Society for Food Engineering (JSFE) • 2022/8/24-26
(国内学会)
1. 吉村建二郎, 単細胞藻類が教えてくれるトウガラシとワサビの辛さ。第 27 回日本フードファクター学会学術集会、シンポジウム「食感覚の理解とその評価」(2022 年 10 月 22-23 日、芝浦工大、東京)
2. 吉村建二郎, 単細胞生物は猪突猛進: ぶつかるまで目の前の障害物にも気がつかない。名古屋大学遺伝子実験施設公開セミナー「光合成生物の環境感知〜接触応答の最先端〜」(2022 年 12 月 20 日、名古屋大学、名古屋)
3. 吉村建二郎, シロイヌナズナの機械受容チャネルの電気生理学。第 64 回日本植物生理学会。シンポジウム「植物の環境センシングと信号伝達における研究最前線」(2023 年 3 月 15-17 日、東北大学、仙台)
4. 嵯峨康佑、大島大地、伊藤音緒、吉田愛美、井須敦子、若林憲一、吉村建二郎, クラミドモナスのさまざまな機械反応における TRP11 の役割の解明。日本動物学会 93 回大会 (2022 年 9 月 8-10 日、早稲田大学、東京)
5. Kimura, M., Saga, K., Oshima, D., Itoh, N., Yoshida, M., Isu, A., Wakabayashi, K., Yoshimura,

- K. Roles of a TRP channel, TRP11, in mechanoresponses in Chlamydomonas 日本比較生理生化学会 第 44 回大会 (2022 年 11 月 26-27 日、高知県立高知県民ホール)
6. Takita, Y., Itoh, N., Yoshimura, K. Genetic and physiological analysis of the Chlamydomonas mutant ppr3 defective in photophobic response. 日本比較生理生化学会第 44 回大会 (2022 年 11 月 26-27 日、高知県立高知県民ホール)
7. 嵯峨康佑、大島大地、吉田愛美、井須敦子、若林憲一、吉村建二郎、TRP チャネルの機械受容による繊毛運動の制御。生体運動研究合同班会議 (2023 年 1 月 6-8 日、東京大学、東京)
8. 水野司麻, 利根川滉太, 茂福亮太, 矢嶋伊知郎, 須原義智、肝細胞がん増殖抑制作用の向上を目指した新規 ACR 誘導体の合成と生物活性評価、日本ビタミン学会第 74 回大会、2022 年 6 月 25 日
9. 水野司麻, 利根川滉太, 茂福亮太, 矢嶋伊知郎, 須原義智、肝がん細胞に対して増殖抑制作用を示す非環式レチノイド誘導体の合成と活性評価、第 66 回日本薬学会 関東支部大会、2022 年 9 月 17 日
10. 小原沢諒人、廣田佳久、須原義智、抗ウイルス作用を有するビタミン 3 誘導体の合成、第 66 回日本薬学会関東支部大会、2022 年 9 月 17 日
11. 小原沢諒人(発表者)、早川真由、廣田佳久、須原義智、第 27 回日本フードファクター学会学術集会、ビタミン K とその誘導体の抗 3CLprotease 活性の評価、2022 年 10 月 23 日
12. 古澤知樹, 平田浩祐, 宮本直和, 赤木亮太、足関節背屈動作における関節位置覚及び関節を素早く動かす能力と瞬発的な関節角度調整能力の関係第 35 回日本トレーニング科学会大会 2022 年 12 月 3 日
13. 越阪部奈緒美、消化管に発現する渋味受容体を介したプロシアニジンの恒常性調節作用
【BBB 連携シンポジウム】プロシアニジン ; 介入試験結果とそのメカニズム仮説、2023.3.16 農芸化学会 2023 年度学術大会 オンライン
14. Yasuyuki Fujii, Jun Sakata, Orii Muta, Kazuki Sakata, Minayu Odaka Shu Taira, Naomi Osakabe. Flavan 3-ols improve cognitive function via the locus coeruleus-noradrenergic systems・第 70 回質量分析総合討論会・2022/6/22-24
15. 伏見太希、平嶋千会、小林育朗、廣木健登、新村大地、藤井靖之、越阪部奈緒美、食品成分の活性酸素を介した循環刺激作用の解明 第 75 回日本酸化ストレス学会学術集会 2022/5/25-26
16. 平嶋千会、村松里莉、伏見太希、藤井靖之、越阪部奈緒美、ポリフェノールは抗酸化物質か？スーパーオキシド捕捉能・産生能の検証 第 75 回日本酸化ストレス学会学術集会 2022/5/25-26
17. 藤井靖之、坂田純、坂田和生、伏見太希、平修、越阪部奈緒美 食成分の覚醒維持作用メカニズムの検証～プロシアニジンとカフェインの差異～ 第 76 回日本栄養食糧学会 2022/6/10-12
18. 伏見太希、小川未来、藤井靖之、越阪部奈緒美、渋味ポリフェノールの数理モデルを用いた構造活性相関解析 第 76 回日本栄養食糧学会 2022/6/10-12
19. 牟田織江、尾高南結、藤井靖之、伏見太希、越阪部奈緒美尿中カテコールアミンを指標としたプロシアニジンの交感神経活動亢進作用の検証、第 76 回日本栄養食糧学会、2022/6/10-12
20. 牟田織江、石井結子、尾高南結、藤井靖之、伏見太希、越阪部奈緒美、Flavan3-ols 投与による交感神経活動亢進作用と脂肪組織への作用の検証、日本ポリフェノール学会第 15 回学術集会、2022/08/26

21. 平島千会、村松里莉、伏見太希、藤井靖之、越阪部奈緒美. ポリフェノール類の Redox 特性の検証<1>日本ポリフェノール学会第 15 回学術集会, 2022/08/26.
22. 伏見太希、藤井靖之、須原義智、越阪部奈緒美. ポリフェノールの生理活性・官能特性・化学構造の関連性解析 日本ポリフェノール学会第 15 回学術集会、2022/08/26
23. 牟田織江、尾高南結、藤井靖之、伏見太希、長田裕太、越阪部奈緒美. 尿中ストレスホルモンを指標とした flavan3-ols 投与によるストレス反応の検証 日本農芸化学会関東支部 2022 年度大会, 2022/08/27
24. 伏見太希、平島千会、藤井靖之、越阪部奈緒美 エピカテキン重合物の活性酸素を介した循環刺激作用の解明 フードサイエンスフォーラム第 25 回学術集会, 2022/09/15
25. 藤井靖之、坂田純、大和悠希、大西くるみ、伏見太希、越阪部奈緒美. 新規物体認識試験を用いた食品成分の脳機能評価法の開発 第 27 回日本フードファクター学会学術集会, 2022/10/22-23
26. 伏見太希. ポリフェノールの統合的理解のための計算化学の利用, 第 27 回日本フードファクター学会学術集会 2022/10/22-23
27. 牟田織江、長田裕太、藤井靖之、曾我部隆彰、富永真琴、阿部啓子、越阪部奈緒美. プロシアニジンは消化管 TRP チャネルによって受容される？エピカテキン四量体の交感神経活動亢進作用の野生型と KO マウスの比較 日本フードファクター学会学術集会, 2022/10/22-23.
28. 平島千会、伏見太希、藤井靖之、越阪部奈緒美 ポリフェノール類の Redox 特性の検証<2> 第 27 回日本フードファクター学会学術集会, 2022/10/22-23
29. 大和悠希、藤井靖之、坂田純、佐藤史隆、大西くるみ、坂田和生、越阪部奈緒美. カテキンオリゴマー単回摂取による認知機能への影響 第 27 回日本フードファクター学会学術集会, 2022/10/22-23
30. 坂田和生、篠田佳亮、藤井靖之、曾我部隆彰、富永真琴、阿部啓子、越阪部奈緒美. プロシアニジンは消化管 TRP チャネルによって受容される？エピカテキン四量体の覚醒維持作用の野生型と KO マウスの比較 第 27 回日本フードファクター学会学術集会, 2022/10/22-23.
31. 坂田和生、篠田佳亮、藤井靖之、曾我部隆彰、富永真琴、阿部啓子、越阪部奈緒美. プロシアニジンは消化管 TRP チャネルによって受容される？エピカテキン四量体の覚醒維持作用の野生型と KO マウスの比較 第 27 回日本フードファクター学会学術集会, 2022/10/22-23
32. 伏見太希、平島千会、廣木健登、新村大地、小林育朗、藤井靖之、越阪部奈緒美. 計算科学的アプローチによる食品成分の Redox 作用の検証 日本農芸化学会 2023 年度大会, 2023/3/14-17
33. 平島千会、伏見太希、藤井靖之、越阪部奈緒美. ポリフェノール類の Redox 特性の検証<4>日本農芸化学会 2023 年度大会, 2023/3/14-17
34. 廣木健登、平島千会、伏見太希、藤井靖之、越阪部奈緒美. フラボノイド系ポリフェノールの骨格筋細動脈血流に対する影響 日本農芸化学会 2023 年度大会, 2023/3/14-17

【特許等出願】

1. 須原義智、抗 SARS-CoV-2 剤及び化合物の使用 出願番号：特願 2022-070303 令和 4 年 4 月 21 日
2. 越阪部奈緒美、藤井靖之、伏見太樹、中枢神経賦活組成物、出願番号：17/913,259 (PCT/JP2021/012174) 2022.9.21 米国出願

【受賞】

1. 藤井靖之 食成分による覚醒促進・維持作用の検証、カテキンオリゴマーとカフェインの比較、日本カテキン学会研究奨励賞 2022.12.3.
2. 牟田織江 ストレス応答反応の検証メソッドの開発及び flavan 3-ols 投与による交感神経活動亢進作用の検証、日本カテキン学会研究奨励賞 2022.12.3.
3. 伏見太希. ポリフェノールの生理活性・官能特性・化学構造の関連性解析 日本ポリフェノール学会 第15回学術集会奨励賞、2022/08/26

E 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	生命科学科・ 機械制御シス テム学科	越阪部奈緒 美・吉村建 二郎	新規スキンケアコンセ プトの開発	合同会社シャネル R&I	800
2	生命科学科	越阪部奈緒 美	茶カテキンの Redox 特 性調査法に関する情報 提供	株式会社伊藤園	510
3	生命科学科	佐藤大樹	脳科学の知見を活用し た商品開発支援	株式会社 NeU	1,000
4	生命科学科	佐藤大樹・ 越阪部奈緒 美	機能性食品摂取による 脳活性度の評価法開発	森永株式会社	600
5	生命科学科	赤木亮太	炭酸ガスハイドレート を用いた骨格筋のアイ シングに関する研究	日本液炭株式会社 日本シグマックス株式 会社	500

F 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	機械制御シス テム学科	吉村建二 郎	繊毛運動を制御する機 械受容チャネルの生理 機能と分子機構の解明	科学研究費 基盤研究 (C)	1,700
2	機械制御シス テム学科	吉村建二 郎	環境因子によって覚醒 する単細胞生物の温度 に対する行動の研究	科学研究費 学術変革 領域研究(A)	2,000
3	生命科学科	須原 義智	ニューロンを再生して	基盤研究(C)	1,170

			脳機能を回復させる神経分化誘導物質の創製		
4	生命科学科	佐藤 大樹	神経生理学的「あがり」指標の開発とニューロフィードバックトレーニングへの応用	基盤研究(C)	800
5	生命科学科	赤木 亮太	筋疲労の機序の解明ー筋力トレーニングに伴う筋疲労耐性向上を考慮したアプローチ	国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化)	(14,430,2021)
6	生命科学科	越 阪 部 奈 緒美	食品成分による”場違い脂肪”制御法の開発	公益財団法人 高橋産業 経済研究財団 研究助成金	1,600
7	生命科学科	越 阪 部 奈 緒美	渋味刺激の消化管感覚神経による認識メカニズムの解明	農芸化学会 農芸化学 女性研究者チャレンジ 研究助成	970(2021)
8.	SIT総合研究所	藤井靖之	渋味による神経可塑性誘導機構の解明	特別研究員奨励費	1,500

G 公開イベント

	月日	イベント名	主催	参加メンバー (敬称略)	場所
1	10/21	第三回 BIW 研究会シンポジウム	BIW 研究会 (共催：日本フードフ ァクター学会)	越阪部奈緒美・伏 見太希・吉村建二 郎・佐藤大樹	豊洲キャン パス
2	10/14	食品開発展 2022 記念セミナー	インフォーマ マ ーケッツ ジャパ ン株式会社	越阪部奈緒美	東京ビッグ サイト
3	10/4-31	イノベーション・ジャパ ン 2022	J S T	越阪部奈緒美	オンライン

H 対外広報

	月日	タイトル	メディア
1	10 月末	ポリフェノール研究最前線(越阪部奈緒美)	健達ねっと

2	2月25日 (土)	『現役教授と考える付度なしの「食と健康」～ポリフェノールの最新研究と機能性食品～』	芝浦工業大学オープンカリキュ ル
---	--------------	---	---------------------

以上

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 カーボンニュートラル社会実現に向けた既設コンクリート構造物の
維持管理と再資源化に関する研究～LCCO2 の確立を目指して～

2. 研究組織所在地 芝浦工業大学豊洲キャンパス

3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
伊代田 岳史	工学部先進国際課程	教授

4. プロジェクト参加研究者数 6 名（学生は除く）

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
勝木 太	工学部土木工学科・教授	テーマ(1)の責任者・社会実装	既存構造物調査
濱崎 仁	建築学部建築学科・教授	テーマ(1), (3), (4), (5)の社会実装	既存構造物調査 既存構造物解体・再利用
中川 雅史	工学部土木工学科・教授	テーマ(1)の実装	既存構造物調査
Michael Henry Ward	工学部土木工学科・准教授	テーマ(5), (6)および(7)の実装	総合的維持管理 維持管理国際展開
石川 英理香	芝浦工大伊代田研究室研究員	テーマ(4), (5)の共同研究, 実務	既存構造物解体・再利用

大項目	小項目テーマ	責任者	学内連携	アドバイザー	学外連携（共同研究）	学内（学生）
既存構造物の調査	(1)近隣（ドローンなど）	勝木	中川 濱崎	魚本 (東大名誉教授)	東電設計 IHI 江東区等自治体	学部学生 (Katsuki.lab) (Nakagawa.lab)
	(2)遠隔ドクター	伊代田		魚本	静岡県等自治体 静岡_フィールド 三協, その他	修士学生: 井上・八尋 (lyoda.lab)
	(3)余寿命予測	伊代田	濱崎	後藤 羽原	西武建設_白川 オリエンタル白石	修士学生: 宮脇 (lyoda.lab)
既存構造物の解体・再利用	(4)再生骨材利用	伊代田	濱崎		東急建設_前原 飛鳥建設_横島 佐藤工業_小山 竹中工務店	研究員: 石川 (lyoda.lab) 博士学生: 松田 (lyoda.lab) 修士学生: 湯屋 (lyoda.lab) 学部学生(lyoda.lab) (Hamasaki.lab)
	(5)新規材料開発	伊代田	濱崎 Michael	後藤 羽原	同上	同上
総合的維持管理法	(6)LCCO2算出	伊代田	Michael		加藤教授(東京理科大)	修士学生(lyoda.lab)
維持管理国際展開	(7)国際展開	Michael		魚本	加藤教授(東京理科大)	修士・学部学生 (Michael.lab)

6.研究の概要

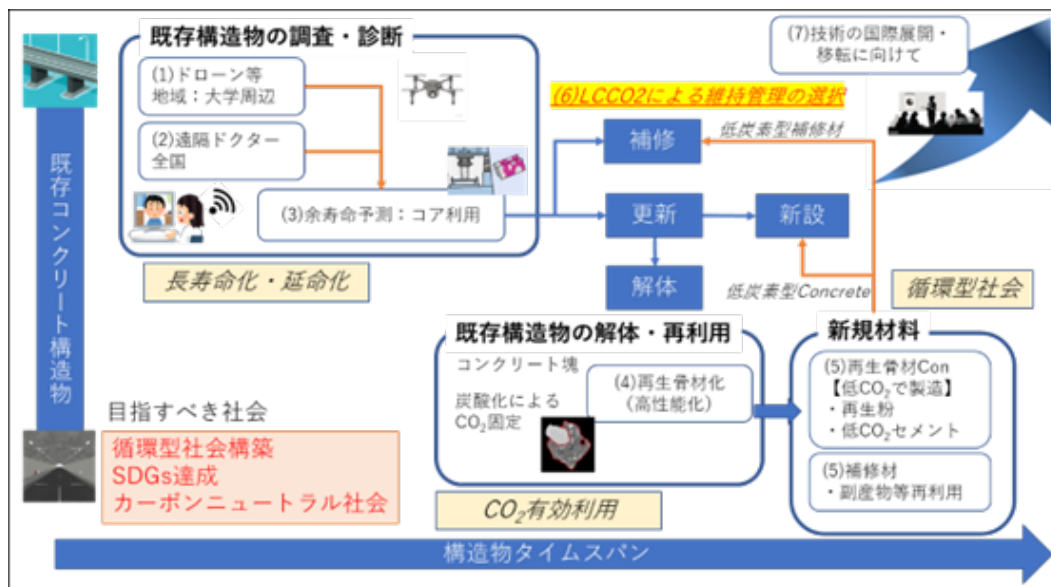
A 計画の概要

社会基盤構造物の維持管理・延命化は、今後の社会構築において非常に大きなテーマである。また、カーボンニュートラル社会の実現のためには、既存及び新設のコンクリート構造物のあり方を考える必要がある。そこで、本研究では、既存構造物の調査方法の確立、既存構造物の解体塊の有効利用、その両者を合わせた維持管理計画の策定手法を検討することを目的としている。既存構造物の調査方法の確立においては、点検方法とそのデータの集約方法、遠隔地からの診断手法の確立を検討する。解体塊の有効利用としては、再生骨材を利活用し、かつ二酸化炭素の吸着技術を活用した再生骨材コンクリート技術の確立を目指す。維持管理計画の策定においては、構造物全体の LCCO₂ の算出方法を模索することとする。

●カーボンニュートラル社会実現に向けた

既設コンクリート構造物の維持管理と再資源化サイクルイメージ

～LCCO₂ を目指して～



B 成果の概要

2022 年度は各担当が、個別に研究計画を策定し実施する。年度末に各テーマでの成果を確認しながら、連携を試みる。

(1) 既存構造物調査（近隣・ドローン）は、勝木が主体となり、各所との打合せを開始している。今年度は地域連携を行う 4 区（江東区、墨田区、中央区、江戸川区）に対してアンケートの調査を行っており、その結果をもとにドローンを利用した点検などの実装に向けたメリットの具体化について検討した。また卒業研究などを通じて成果が得られた段階で議論を行う。

(2) 既存構造物調査（遠隔ドクター）は、伊代田が主体となり、遠隔診断において重要なことを見極め、実際の遠隔を含めた調査方法とネックになることの調査を開始した。今後、その整理を進めていく。

(3) 既存構造物調査（代寿命予測）は、伊代田が主体となりについては、コアの収集を進めており、大学院生が分析方法を工夫して実際に調査を開始している。二か所程度のコアによる分析を終え、原因究明に結びついている。今後は異なった環境に置かれた構造物からのコアを用いてさらに調査を実施する。

【コアの深部を用いた劣化判定手法の開発】

採取したコアは通常、中性化深さや圧縮強度などを測定するために用いられ、深部のコアを用いることはない。ただし、表層からの劣化以外の(1)材料の不良、(2)施工等の不良、(3)凍害や ASR に代表されるコンクリート劣化など、内部のコンクリートの不具合がある場合には、不具合の検出をしてその度合いを見極めることが困難である。内部の不具合を見逃せば、大きなミスジャッジをしてしまい、劣化の進行に影響を及ぼしかねない。そこで、コアの深部を利用した劣化判定手法の開発を行った。図 1 はその方法を図化したものである。

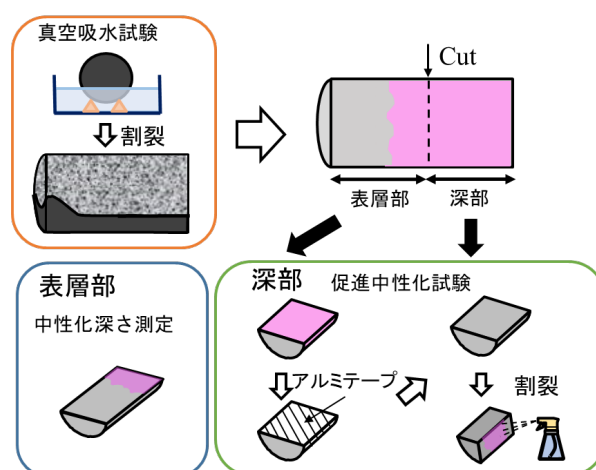


図 1 コア深部を用いた劣化判定手法の提案

今回は、図 2 にあるような山形県に実在する構造物からのコアを西武建設に依頼して採取した。構造物を目視検査したところ、特に外部からの変状は見当たらなかった。コアを 3 つの部位から採取したコアを用いて図 1 の判定を実施したところ、中性化速度において、門柱雪無で非常に大きな中性化速度係数ならびに水分浸透が認められた。これは、この部位は凍害が生じており、内部劣化が著しく進行しているためであった。

現在、別途止水協会（静岡）、オリエンタル白石、東洋建設、西武建設から別のコアを入手しており、分析を継続している。またこの方法の有用性について、実際にコア分析を実施している、コンステック社などのコンサルタントへのヒアリングも行い、必要性について議論を重ねている。このような分析手法を浸透させて、データを蓄積することで、よい精緻な構造物の診断が可能になると考える。

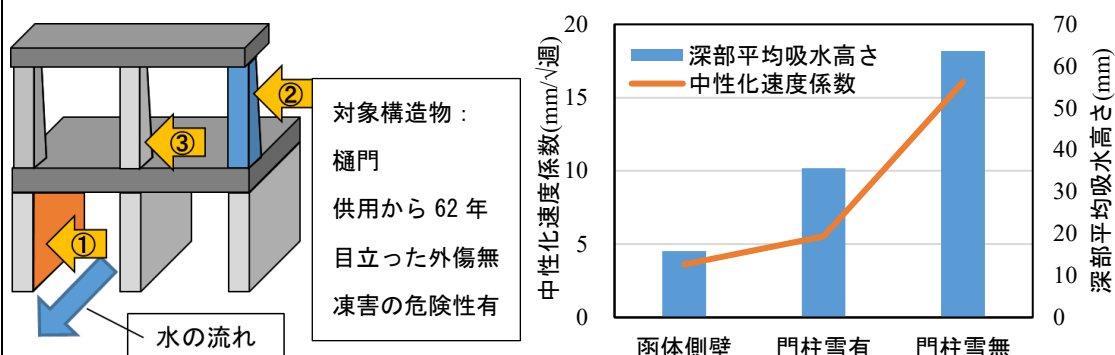


図 2 採取した構造物コアとシステムにより分析した試験結果

【新たな分析機材の有用性】

表層の劣化や物質移動抵抗性の確認のために、新たな非破壊検査手法の有用性についても議論している。構造物を破壊しないでその度合いを評価するために、図 3 に示したような機材を用いた検討を進めている。養生を大きく変化させた試験体を作り、その表層の物質移動特性を小型の超音波試験で超過するものである。同時に水分給水試験を行い、評価を行った。図 4 に示した結果のようにばらつきはあるものの、おおむね超音波速度が小さいほど品質が悪く、超音波速度が高くなると品質が良くなることを示すことができた。今後も利用可能な測定手法となるように検討をする必要がある。



図 3 新たな測定装置

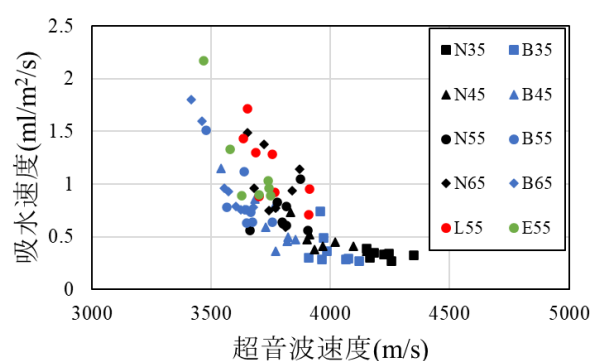


図 4 超音波速度の測定結果

(4) 既存構造物の解体・再利用（再生骨材利用）は、伊代田が主体となり、精力的に卒論・修論テーマに設定し、現在 4 テーマほどを稼働している。NEDO の GI 事業とも連携の上、具体的に CO₂ の計測方法や改質骨材コンクリートによる改質度を定量的に評価中である。今後、試験結果を取りまとめていく。

【CO₂ 吸収量の簡易測定法の開発】

セメント硬化体は CO₂ を吸収することが知られている。その吸収量は、セメント種類や W/C などの配合に大きく依存することが考えられる。そこで、セメントペー

スト硬化体を用いた CO₂ 吸収量の定量化を試みた。まず、TG-DTA 法を用いて硬化体内の CaCO₃ 量を定量し、CO₂ 吸収量を算出した結果が図 5 である。これより、N（普通ポルトランドセメント）を用いた硬化体が最も CO₂ を吸収することがわかる。また高炉スラグ微粉末の添加量が多くなるほど、その吸収量は低下した。一方、W/C においてはあまり大きな影響がみられなかった。これは、今回すべての試験を粉体で行っていること、および材齢が短いため、水和率に差が見られないことが原因であると考えられる。そこで、硬化体に含まれる CaO 量と CO₂ 吸収量の関係を図 6 に示した。これより、硬化体内に含まれる CaO 量が多いほど、CO₂ を吸収できることが分かった。また、W/C によりその直線関係が異なることがわかる。さらに簡易の測定方法を検討するために、質量変化率を求めた。図 7 はその結果を示しているが、質量増加は TG-DTA で計測した CO₂ 吸収量と直線関係が認められ、質量の変化をとることで CO₂ 吸収量が推測できることが明らかとなった。

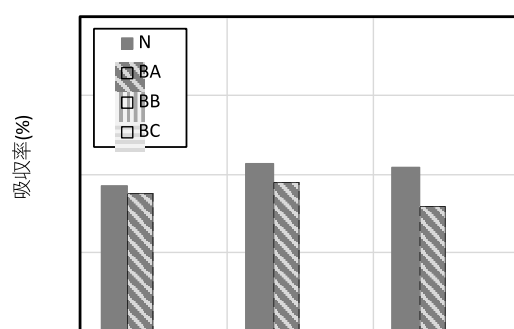


図 5 W/C と CO₂ 吸収率の関係

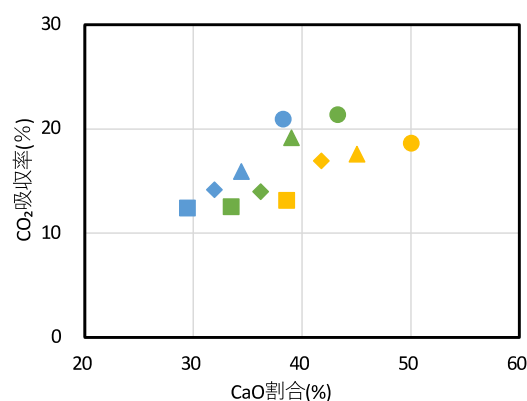


図 6 CaO 量と CO₂ 吸収率の関係

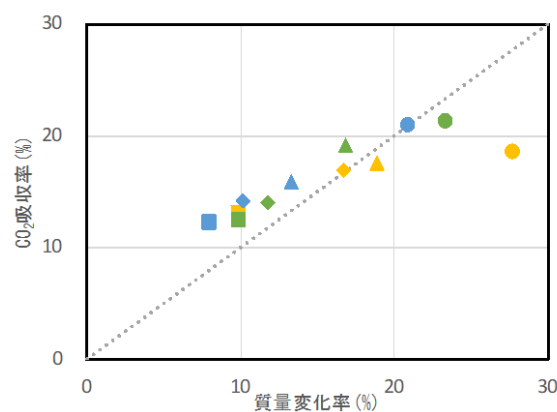


図 7 質量変化率と CO₂ 吸収率の関係

(5) 既存構造物の解体・再利用（新規材料開発）は、伊代田が主体となり、一部でスラッジや再生骨材粉の湿式・乾式炭酸化による具体的な粉体を製造した。また、モルタルでの強度や耐久性などを確認している。

【再生骨材コンクリートの製造】

再生骨材を炭酸化させた再生コンクリートにおいて、高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートでの適用性について、検討を行った。表 1 に示すように普通骨材に加え、再生細骨材・再生粗骨材ならびにそれらを炭酸化させたものに、表 2 に示すように、セメントを 4 種類用いてコンクリートを製造した。それぞれ、圧縮強度ならびに物質移動抵抗性について検討を加えた。

表 1 使用骨材の一覧

記号	骨材種類	炭酸化	表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	空隙率 (%)
OS	普通細骨材	-	2.60	2.55	1.92	5.01
LS	再生細骨材	なし	2.19	1.94	13.03	25.33
LSC	再生細骨材	あり	2.25	2.03	10.79	21.94
OG	普通粗骨材	-	2.70	2.69	0.32	1.00
LG	再生粗骨材	なし	2.40	2.25	6.77	15.23
LGC	再生粗骨材	あり	2.41	2.29	5.58	12.92

表 2 作製したコンクリートの一覧

配合名	改質方法	使用骨材		W/B (%)	s/a (%)	air (%)
		細骨材	粗骨材			
ON, OB30, OB50, OB70	-	OS	OG	50	48	4.5
RN, RB(30,50,70)	-	LS	LG			
CRN, CRB(30,50,70)	骨材炭酸化	LSC	LGC			
CRN-ACX, CRB(30,50,70)-ACX	骨材炭酸化+ACX	LSC	LGC			

圧縮試験の結果を図 8 に示す。普通骨材を用いたコンクリートに対する比率で示しているが、再生骨材を用いた場合、普通セメントでは強度が低下し 6-7 割となった。一方、高炉スラグ微粉末を大量に用いたものでは、低下率が 85%程度にとどまった。一方で、それを炭酸化させたものでは、普通セメントでは強度回復が認められたが、高炉スラグ微粉末を添加したものでは、強度回復が認められず、さらに高炉スラグ微粉末が大量に含まれているものでは、強度が低下する結果となった。この強度低下は特殊な混和剤を用いることで、ある程度抑制できることが分かった。この原因を探るべく、図 9 に示すように空隙の計測結果を示すが、再生骨材中の空隙が強度低下の原因であるのに対し、炭酸化により空隙を減少させることができた。一方で、遷移帯を含むマトリックスの空隙は、高炉スラグ微粉末を大量に添加したものでは、増加する形となり、今後も検討を進める必要がある。

表 3 に示す細骨材を用いてモルタルを作製し、その強度と空隙の関係を検討した。ここで、炭酸化による骨材改質（CO₂ 吸収）に加え、水酸化カルシウムを添加して、さらに炭酸化により炭酸カルシウムを積極的に生成させたものを作製した。

図 10 にモルタルの強度発現と空隙の関係を示す。炭酸化により骨材中の空隙が改

質すること、それに応じて総空隙量が減少し、強度発現が生じることを確認できた。炭酸化で CO₂ を吸収し、さらに強度発現に大きく寄与できることが確認できた。

図 8 再生骨材コンクリートの強度比率

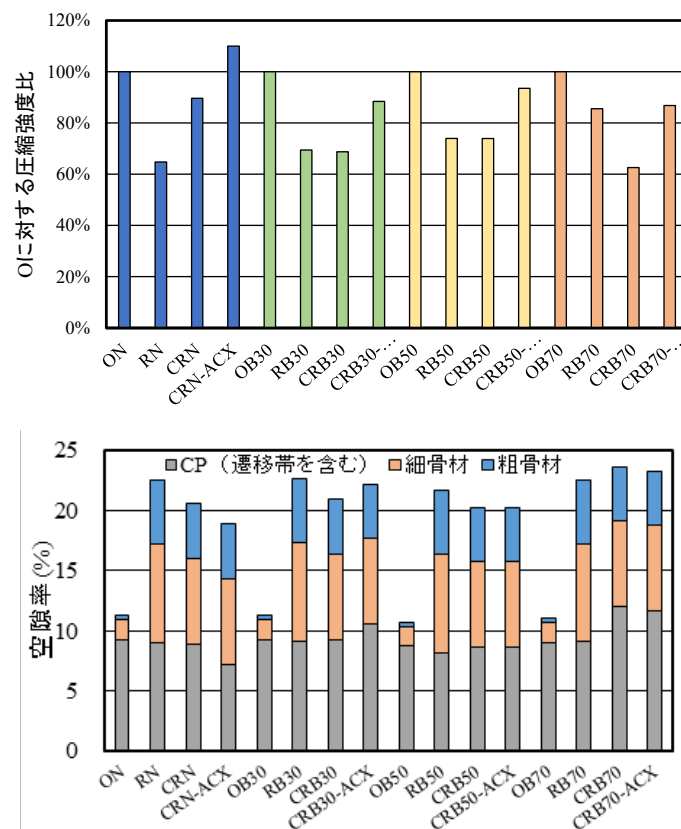


図 9 再生骨材コンクリートの空隙分布の結果

表 3 モルタルに用いた再生細骨材のリスト

種類	配合名	改質	表乾密度	絶乾密度	吸水率
			(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)
再生細骨材 A	A	なし	2.2	1.94	13.24
	AC-7	炭酸化(7日)	2.24	2.02	10.75
	AC-28	炭酸化(28日)	2.27	2.06	10.22
	A-CH	CH含浸	2.23	1.98	12.59
	A-CHC	CH含浸+炭酸化	2.25	2.04	10.58
再生細骨材 B	B	なし	2.25	2.04	10.45
	BC	炭酸化	2.31	2.11	9.45
再生細骨材 C	C	なし	2.19	1.94	13.03
	CC	炭酸化	2.25	2.03	10.79

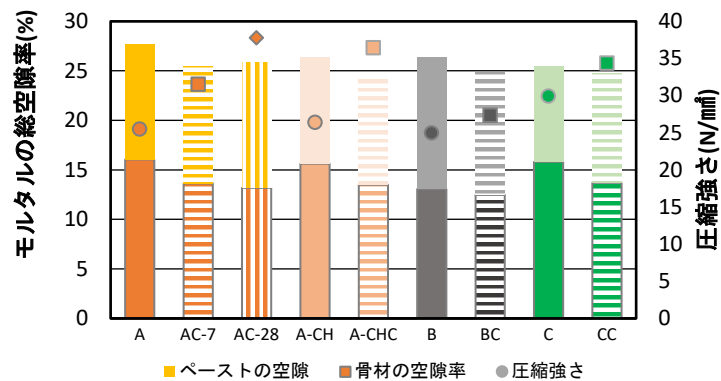


図 10 再生細骨材を用いたモルタルの強度と空隙の関係

【新たなコンクリートの提案（環境配慮型 TSC）】

コンクリートは要求性能に応じて多様なものが用意されれば、環境負荷を低減できると考える。ここでは、解体コンクリート塊に積極的に CO₂ を吸収させ、CO₂ をキャプチャーした CCU 材料を先に敷き詰め、そこに環境負荷低減したグラウト材を流し込むことで硬化させる TSC を提案した。図 11 はプレミックス材として使用するグラウト材の 1t あたりの CO₂ 排出量をインベントリーデータから算出したものであるが、高炉スラグ微粉末で高置換することで、大きく削減が可能となる。このようなグラウトを用いた TSC の圧縮強度の結果を図 12 に示すが、グラウト材の強度は様々異なるにもかかわらず、TSC の強度は大きく異ならないことが示された。グラウト強度を少しでも抑え、環境負荷を低減したものをを用いることで硬化体を製造できることを示すことができた。

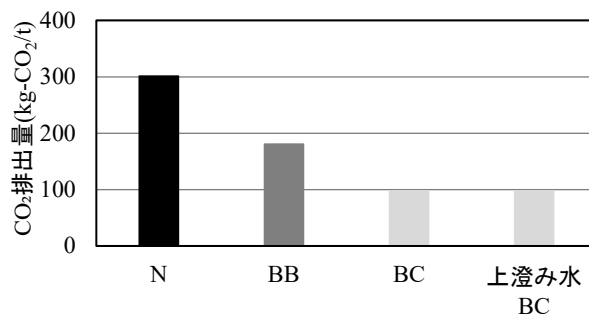


図 11 プレミックスグラウトの CO₂ 排出量

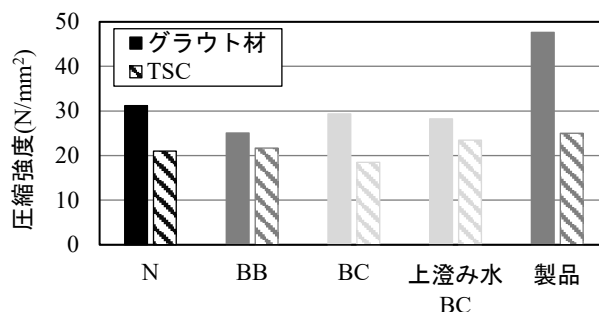


図 12 グラウト材および TSC の圧縮強度の比較

【スラッジや再生骨材微粉の有効利用】

図 13 のように再生骨材製造時の微粉やコンクリートから発生するスラッジスラリーを炭酸化して再利用することも必要である。それらの粉体を大気で炭酸化させたものの XRD の結果を図 14 にまた TG-DTA により定量した Ca(OH)₂ および CaCO₃

量を表 4 に示す。これにより、スラッジ（CSW）を炭酸化させることは、炭酸カルシウムを生成させることができることが確認できる。また図 15 にはこれらの粉を 15%砂に置換して作製したモルタルの圧縮強度を示す。

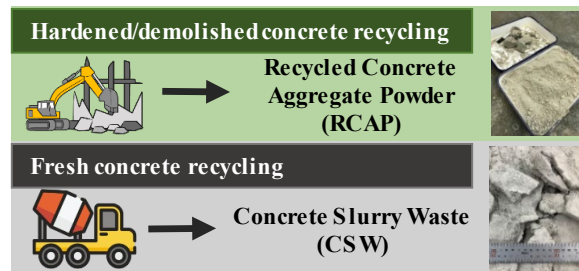


図 13 利用した再生骨材製造時の微粉とコンクリートスラリーの廃棄物

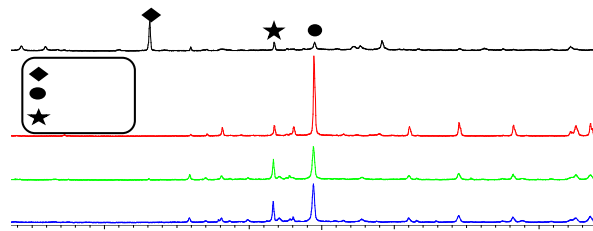


図 14 炭酸化前後での粉体の XRD 結果

表 4 それぞれの粉体の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ および CaCO_3 含有量

Content	LSP	RCAP	CRCAP	CSW	CCSW
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	0%	0%	0%	10%	0%
CaCO_3	99%	37%	37%	7%	35%

モルタルは普通ポルトランドセメント及び高炉セメントを用いた。これより RCAP（再生骨材微粉）を添加することは強度発現に寄与することがわかる。また、それを炭酸化させたものはあまり強度増進していない。一方で、CSW（スラッジ）は添加すると強度が低下するが、それを炭酸化させることで高い強度発現が認められた。このような廃材をうまく利用することで強度の高いモルタルを作製することが可能であると言える。

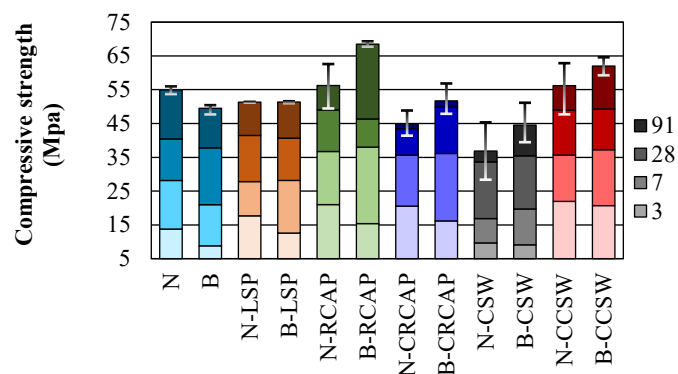


図 15 モルタルの圧縮強度比較

(6) 総合的維持管理法（LCCO2 算出方法）は、伊代田が主体となり、上記の検討の結果が生じてから、LCCO2 の本質的な意味を考えていく予定であり、今年度は未着手である。

(7) 維持管理国際展開（国際展開）は Michael が主体となりの海外展開は、現在の研究の進捗が生じてから検討を進めるため、未着手である。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有）

1. 宮脇正嗣, 杉山明希, 伊代田岳史: 精緻な維持管理手法の提案に向けた養生不足による水和停滞領域とその大きさの検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No.1, pp.418-423, 2022
2. 湯屋蓮, 松田信広, 小島正朗, 伊代田岳史: 低品質再生骨材コンクリートの強度および耐久性向上を目的とした複数の改質方法の効果と改質メカニズムの検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No.1, pp.994-999, 2022
3. 中島隆, 伊代田岳史: 簡易な超音波速度計測によるコンクリート表層品質推定法の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No.1, pp.1318-1323, 2022
4. Karen Midori MASUNAGA, 伊代田岳史: カーボンニュートラルに向けた廃棄コンクリート微粒の各種炭酸化手法の効果に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No.1, pp.1240-1245, 2022
5. 湯屋蓮, 松田信広, 杉山知己, 伊代田岳史: 低品質再生細骨材を用いたモルタルの強度や耐久性向上方法の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.43, No.1, pp.965-970, 2021
6. 名古屋智樹, 伊代田岳史: 従来のコンクリートと同程度の強度や耐久性を有する Two Stage Concrete の実現に向けた一考察, コンクリート工学年次論文集, Vol.43, No.1, pp.989-994, 2021

【雑誌論文】（査読無）

1. R. Yuya, N. Matsuda, M. Kojima, T. Iyoda: Study of Methods for Improving Strength and Durability of Low-Quality Recycled Aggregate Concrete, The 17th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering & Construction, 2022
2. Y. Inoue, N. Matsuda, Y. Nishioka, T. Iyoda: A Study on Strength and Durability of Mortar Using Low-Quality Recycled Fine Aggregate with Accelerated Carbonation, The 17th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering & Construction, 2022
3. Karen Midori Masunaga, Takeshi Iyoda: CO2 Uptake of Concrete Recycled Fines Carbonated Using Solid-Air and Aqueous Carbonation, The 16th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) Symposium, 23-24 February 2022, pp. 1-5
4. Karen Midori Masunaga, Tomoki Nagoya, Takeshi Iyoda: Experimental Study to Improve Performance of Two-Stage Concrete without Injection Focusing on the Interfacial Transition Zone, The 17th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering & Construction, 2022
5. Karen Midori Masunaga, Tomoki Nagoya, Takeshi Iyoda. 2022. Experimental Study to Improve Physical Properties and Mechanical Performance of Two-

Stage Concrete, *63 Congresso Brasileiro do Concreto - Jubileu de Ouro do IBRACON*, Brasilia, 11-14 October 2022.

6. Karen Midori Masunaga, Takeshi Iyoda. 2022. Experimental Investigation of Accelerated Carbonation Methods applied to Concrete Recycled Powder in Contribution to the Carbon Neutral, *63 Congresso Brasileiro do Concreto - Jubileu de Ouro do IBRACON*, Brasilia, 11-14 October 2022.
7. T. Iyoda, N. Matsuda: Study for re-ASR Behaviour of Recycled Concrete Using ASR Generated Concrete and Considering Countermeasure Technology, fib International Conference on Concrete Sustainability, ICCS21, 2021
8. A. Shibuya, N. Matsuda, T. Iyoda: Improvement Mechanism of Recycled Concrete Using C-S-H Type Accelerator and Modifying Recycled Aggregate by Carbonation Technology, ICCS21, 2021
9. Tetsu Yamaguchi, Hina Matoba, Masafumi Nakagawa, Anomaly Detection with Autoencoder for Concrete Deformation Extraction from Images, The 43rd Asian Conference on Remote Sensing, 6 pages, 2022. (アブストラクト査読)
10. Masafumi Nakagawa, Yuichiro Yamaguchi, Efficient Image Matching using IMU Stereo Camera in SfM/MVS, The 43rd Asian Conference on Remote Sensing, 4 pages, 2022. (アブストラクト査読)

【学会発表】

1. 田 人瑞, 湯屋蓮, 伊代田岳史: 複数の空隙改質手法による低品質再生骨材コンクリートの耐久性向上方法の検討, 土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会, 2022
2. 湯屋蓮, 池尾陽作, 伊代田岳史: セメントペースト硬化体における CO₂ 吸着量の簡易測定方法の一検討, 土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会, 2022
3. 中島隆, 名古屋智樹, 伊代田岳史: 養生の延長による表層コンクリートへの影響範囲と品質の改善効果の把握, 土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会, 2022
4. 大橋優樹, 宮脇正嗣, 白川順菜, 伊代田岳史: 実在コンクリート構造物における劣化原因推定及び各種手法の適用, 第 7 回コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム, 日本非破壊検査協会, pp.105-108, 2022
5. 中島隆, 伊代田岳史: 簡易な超音波測定装置を用いた表層品質推定方法の検討, 第 7 回コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム, 日本非破壊検査協会, pp.119-122, 2022
6. 井上優作, 名古屋智樹, 伊代田岳史: 表面吸水試験を用いた養生による表層品質の改善効果の検討, 第 7 回コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム, 日本非破壊検査協会, pp.123-128, 2022
7. 大橋優樹, 宮脇正嗣, 伊代田岳史, 白川順菜: 実構造物の部位ごとにおける環境条件とコア分析による劣化推定, 第 76 回セメント技術大会, pp.84~85, 2022
8. 坂井一貴, 池尾陽作, 伊代田岳史: セメント硬化体の水分保持状態による CO₂ 吸着メカニズムの一考察, 第 76 回セメント技術大会, pp.36~37, 2022
9. 井上優作, 松田信広, 西岡由紀子, 伊代田岳史: 低品質再生細骨材の粒度に着目した炭酸化によるモルタルの改善効果の違い, 第 76 回セメント技術大会, pp.70~71, 2022
10. 湯屋蓮, 松田信広, 小島正朗, 伊代田岳史: 複数の改質方法による低品質再生骨材コンクリートの強度や耐久性発現メカニズムの検討, 第 76 回セメント技術

大会, pp.170~171,2022 【特許等出願】 1. 2.
--

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	土木工学科	伊代田岳史・ Michael Henry Ward	持続可能なインフラ 整備に資するコンク リート技術の開発に 関する共同研究	東京理科大学・東急 建設・飛島建設・港 湾空港技術研究所	共 同 研 究 協 定 書 を 締 結 し、推 進 中
2	土木工学科	伊代田岳 史	高炉スラグ、フライアッ シュ等の混和材でセメント を大量置換した低炭素型 コンクリートを用いた構 造物の CO2 吸着量の評価 手法とそのコンクリート の普及に関する研究	佐藤工業	1,100
3	土木工学科	伊代田岳 史	環境負荷低減材料 の研究	飛島建設	500

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	土木工学科	伊代田岳 史・濱崎仁	CO2 排 出削減・固 定量を最大化 でき る使用材料の選定 に 関する研究開発	NEDO (竹中工務店)	78,200
2					
3					

F 評価指標の集計

	件数 (金額)		備考
論文数	26 件		
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	3 件	千円	
外部資金獲得数	1 件	千円	
参加学生数	12 名 (内留学生 2 名)		
参加企業数	10 社		
公開イベント数	2 件		学会発表等

今後の計画

各テーマでの今後の計画

(1) 地域連携型インフラメンテナンス研究

地域属性を活かしたメリットの柱を構築するが、①橋梁集約による小規模橋梁の点検データの省力化によるコスト縮減、②超高齢化橋梁に対する維持管理データや新技術のデータオープン化による対応策の効率化、③地域住民への区境界にある緊急災害避難所のデータオープン化によるサービス向上、の3つの柱を基本とし、さらに必要なことを整理して、4つの特別区に提案・協議していく予定である。

(2) インフラドクターの確立に向けては、2023年度に技術者からのヒアリングや必要性、電子カルテの提案、必要機材の洗い出しなど、具体的に実施していく予定である。

(3) 余寿命予測システムの構築については、2022年度にいただいたコアの分析を進めながら、2022年度の研究結果をもとに、システムの有用性や今後の検討課題などを整理して、更なる検討を加える。また多くの実績が必要になることから実際に行っている企業との連携を進める。また微量分析の可能性も検討する。

(4) 再生骨材利用技術については、吸着したCO₂量の定量化と高炉セメントに利用した際の問題点の解消、静弾性係数低下の原因究明など、具体的な研究テーマに落とし込まれてきたことがあるので、検討を加える。

(5) 新規コンクリート開発では、TSC用の環境負荷低減グラウトの検討を数社の会社と既に連携しながら方向性の検討を進める。(未確定のため会社名は非公表)。この実現とともにTSCでの性能の確認を急ぐ。

(6) LCCO₂算定に向けて、伊代田が所属しているJCI委員会での議論なども含めどのような算出方法がベストなのかを、引き続き検討する。

(7) 国際展開に向けては、まだ成果が得られていないが、webページの構築に加え、国際的に必要な情報の精査などをさらに進める。

以 上

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 VR 建築教育のための 3D アーカイブ作成に関する研究
2. 研究組織所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5
3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
岡崎 瑠美	建築学科	准教授

4. プロジェクト参加研究者数 5 名 (学生は除く)

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
岡崎瑠美	建築学科・准教授	建築史研究室	3D アーカイブ VR 環境実験 VR 空間デザインコンペ VR 入門講座
秋元孝之	建築学科・教授	建築環境設備研究室	
志手一哉	建築学科・教授	建築精算マネジメン ト研究室	
篠崎道彦	建築学科・教授	空間デザイン研究室	
山代悟	建築学科・教授	プロジェクトデザイ ン研究室	

6. 研究の概要

A 計画の概要

3次元空間のデータ収集は技術の進歩や関連機器の低価格化により誰でも手軽に行えるようになってきている。特に2020年度は新型コロナウイルスの影響で観光地や建物のバーチャルツアーが急増し、インターネット上で多くのコンテンツを無料で閲覧することが可能になった。3次元データが溢れる時代になりつつあるが、それを用いて教育に活かす方法については試行錯誤が行われている状況である。

本研究は建築の複数分野において既にVRを用いた研究を行っている教員が協働し、新しい良質な建築教育コンテンツの制作を行う。最終的には授業コンテンツの要となる3次元データをアーカイブ化し、その利用を容易とするプラットフォーム策定のための指針をまとめることを目指す。コロナ禍を経てオンライン教育が普及した今、授業における「体験」がより一層問われるようになってきている。VRを使い従来と異なる体感型授業を様々な観点から検討することにより、新しい「体験」を味わせる授業をつくることを目指す。特に建築分野では初学者が大きな3次元空間を2次元の教材で理解をすることは難しく、従来の教育内容を分かりやすく初学者に説明するためにもVRを積極的に活用することを検討する。

B 成果の概要

① 作成：3Dデータの作成

初年度は3Dデータの作成を重点的に行ったが、今後もそれを継続する。企業との共同研究を行いながらより難易度の高いデータ収集にも挑戦した

＜フィールドワーク＞

- ・芝浦工業大学豊洲キャンパス本部棟 7-9 階（2022 年 4 月）
- ・芝浦工業大学豊洲キャンパス本部棟 レストラン、カフェ（2022 年 5 月）
- ・島根県温泉津地区（2022 年 4,11 月）
- ・北海道旭川市, 上川町（2022 年 5, 7 月）
- ・北海道余市町（2022 年 5, 9 月）, ライフマイルワークスと共同
- ・東京都足立区（2022 年 7 月）, 足立区銭湯組合, 銭湯もりあげた〜いと共同
- ・沖縄県本部町（2022 年 9 月）, 観光協会と共同
- ・イラン・タブリーズ・市登録文化遺産（2022 年 9 月）タブリーズ市, タブリーズイスラム芸術大学「間」展実行委員会と共同
- ・イラン・テヘラン・ゴレスタン宮殿（2022 年 9 月）「間」展実行委員会と共同
- ・エチオピア・アジスアベバ（2022 年 11 月）アジスアベバ大学と共同

<情報収集、セミナー参加>

- ・写真測量学会・講習会参加（2022 年 7, 9 月）
- ・建築ドローン技術セミナー参加（2022 年 9 月）
- ・フォトグラメトリーワークショップ参加予定（2023 年 2-3 月）

② 活用：3D データを活用した授業の実施

2022 年度はこれまで収集したデータの活用を積極的に行い、教育に効果的なデータの使用方法について実際に授業を行いながら検討する。学内イベントとして VR 建築コンペを実施した。

- ・学内授業で試験的に 3D データを活用（2022 年度前期）
 - 大学院の授業でこれまでの 3D データの収集手法や 3D データを共有
 - VR を利用した建築設計
- ・VR 空間を用いて設計の授業を実施（2022 年度後期）
- ・VR 空間デザインコンペ（2022 年 10 月）→本学広報記事あり
- ・建築学生のための VR 入門講座（2022 年 11 月）

VR 環境実験も継続予定である。2021 年度は、空間とラポールとの関係（人が信頼を感じる空間）についての実験を行った。2022 年度も、空間と人の関係に注目して実験を行った。

- ・実験①（運営：学生 3 人、実験参加者：学生 100 人、2022 年 5 月）
- ・実験②（運営：学生 5 人、実験参加者：学生 108 人、2022 年 10 月）

③ 共有：3D データを活用した授業を共有するプラットフォーム構築への指針策定

初年度に収集したデータを少しずつプラットフォームにアップし、一部公開できるようにする。データ公開の許可取りについては関係先へ相談する必要あり。S-SPIRE 特設のウェブサイトも立上げ、プラットフォームを結ぶゲートウェイとする。

①～③の活動を国際会議や学会発表、論文としてまとめ発信する。

- ・企業と共同で 3D プラットフォームを使用した 3D アーカイブの作成中。
- ・S-SPIRE 特設ウェブサイト立上げ未完了。
- ・データ公開にあたり法制度の整理が必要。
- ・学会発表や論文は数本投稿済み。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有）

1. Watanabe Ito, Y., Ogashiwa, N., Okazaki, R., Oba, Y., Ito S., Ishikawa, N., Takahashi, C., Research on Architectural Survey Using Photogrammetry of Mitsumine Shrine Zuishin Gate, Proceedings of the 16th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC), 2022 年 2 月

【雑誌論文】（査読無）

1. 無し

【図書】

1. 無し

【学会発表】

1. 山根佑介, 西山健太郎, 岡崎瑠美, 上川アイヌにおけるチセの 3 次元計測による図面作成, 日本写真測量学会学術大会, 2022 年 11 月 10 日（オンライン発表）
2. 西山健太郎, 山根佑介, 岡崎瑠美, 余市町における建築遺産の 3D アーカイブ, 日本写真測量学会学術大会, 2022 年 11 月 10 日（オンライン発表）
3. 山根佑介, 西山健太郎, 岡崎瑠美, 余市町における石蔵に関する研究, 2022 年度日本建築学会大会（北海道）学術講演会, 2022 年 9 月 7 日（オンライン発表）
4. 藤井駿史, 志手一哉, 大規模建築の内部空間の点群取得と活用方法に関する研究, 日本建築学会大会（北海道）学術講演梗概集. 情報システム技術, pp.7-8, 2022 年 9 月（オンライン発表）
5. 大津一輝, 染谷俊介, 志手一哉, 蟹澤宏剛, VR 技術を活用した安全教育に関する研究 その 1 心拍数を用いた効果検証手法, 日本建築学会大会（北海道）学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.213-214, 2022 年 9 月（オンライン発表）
6. 染谷俊介, 大津一輝, 志手一哉, 蟹澤宏剛, VR 技術を活用した安全教育に関する研究 その 2 心拍数を用いた効果検証実験の結果と考察, 日本建築学会大会（北海道）学術講演梗概集. 建築社会システム, pp.215-216, 2022 年 9 月（オンライン発表）
7. 岡崎瑠美, 山代悟, 篠崎道彦, 志手一哉, 秋元孝之, 3D Digital Archiving of Ainu Houses, 16th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC), 2022 年 2 月 24 日（オンライン発表, Silver prize, Track 3: Informatics, Innovative Poster Award 受賞）
8. 西山健太郎, 山根佑介, 岡崎瑠美, 3D Digital Archiving of Masonry Warehouses: Case of Yoichi, Hokkaido, 16th South East Asian Technical University Consortium (SEATUC), 2022 年 2 月 24 日（オンライン発表, Bronze prize, Track

3: Informatics, Innovative Poster Award 受賞)

【特許等出願】

1. 無し

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
	非公表	非公表	非公表	非公表	

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	建築	岡崎瑠美	地域文脈を継承する非正規市街地改善モデルの構築と危機的課題の複合する地域への適用	日本学術振興会	150
2	建築	岡崎瑠美	アフリカ型都市建築保存手法の開発都市における互助的ネットワークを使った試み	日本学術振興会	18,200
3	建築	岡崎瑠美	地方都市における文化遺産のデジタルアーカイブ活用に関する研究	公益財団法人戸田育英財団	500
4	建築	岡崎瑠美	上川アイヌのチセにおける建設技術の記録作成に関する研究	一般財団法人住総研	1,200
5	建築	岡崎瑠美	国際シンポジウム日本の時空間	国際交流基金	141

F 評価指標の集計

	件数 (金額)	備考
--	---------	----

論文数	1 件	投稿中 1 件
特許出願件数	0 件	
共同研究件数	3 件	973 千円
外部資金獲得数	5 件	20,191 千円
参加学生数	50 名（内留学生 2 名）	実験参加者 208 名、海外 学生 20 名
参加企業数	3 社	海外大学 2 件、自治体 3 件
公開イベント数	3 件	

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

4

今後の計画

① 作成：3D データの作成

今後も上記プロジェクトを継続予定。データの数が集まりつつあるため、今後は公開や活用方法に重点を置きたい。本学大学図書館とデータの公開方法について相談中。

② 活用：3D データを活用した授業の実施

①で作成したデータを活用して授業を実施予定。3D データの見せ方やインターフェースの作り方等について検討が必要。ヘッドマウントディスプレイを使用する場合は数に限りがあるため少人数で行う授業で実施。

③ 共有：3D データを活用した授業を共有するプラットフォーム構築への指針策定

データを収集し、プラットフォームに移行する中で公開に関する課題が見えてきた。今後は課題とそれらを克服する方法について検討する必要がある。共同研究先の企業もいくつか出てきたため彼らともディスカッションを重ねる。その他外部専門家によるレクチャーの機会を設けたい。

④ その他：イベント等の企画

学生より来年度も引き続き VR 空間デザインコンペ及び VR 入門講座を開催したいという声が上がっている。S-SPIRE のチームを中心に VR に興味を持つ学生有志が集まり盛り上がりを見せているため、楽しみながら学習及び研究活動に取り組める環境づくりを継続したい考えである。

以 上

添付 1：公開イベントリスト

	月日	イベント名	主催	参加メンバー (敬称略)	場所
1	11 月 19, 26 日	建築学生のための VR 入門講座	(仮称) SIT Immersive Design Center	<参加学生> 運営 5 名 参加者 10 名	豊洲キャンパス
2	10 月 29 日	第 1 回 VR 空間デザイン コンペ	(仮称) SIT Immersive Design Center	<審査員> 秋元孝之 岡崎瑠美 志手一哉 篠崎道彦 山代悟 <参加学生> 運営 5 名 参加者 8 名	豊洲キャンパス
3	9 月 13,14 日	Tabriz Historical Houses Workshop	MA Exhibition Executive Committee	岡崎瑠美	イラン・ タブリーズ

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 SIT-NRU (Network Research Unit)

2. 研究組織所在地 豊洲キャンパス・大宮キャンパス

3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
三好 匠	システム理工学部 電子情報システム学科	教授

4. プロジェクト参加研究者数 7 名 (学生は除く)

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
三好 匠	電子情報システム学科 教授	A・B・D・E 代表幹事	位置情報に基づいた通信方式・通信サービスの提案と開発
新熊 亮一	情報工学科 教授	C・D・F 予算・渉外	LiDAR を用いた高精度かつリアルタイムなオブジェクト検出およびデータ登録方式
宮田 純子	情報通信工学科 准教授	A・D・F 幹事(豊洲)	大容量 IoT データの配送制御方式, および秘密情報の通信方式
山崎 託	電子情報システム学科 准教授	A・C・E・F 幹事(大宮)	デバイス間通信制御方式, およびユーザ情報収集技術
上岡 英史	情報通信工学科 教授	B・D・F	ユーザに優しい情報提供技術, および大容量データ配送制御方式
行田 弘一	情報通信工学科 教授	A	自律マシンによるネットワーク構築技術
森野 博章	情報通信工学科 教授	A・B・C	車両ネットワークの制御方式, および検知技術に基づいた交通予測と最適移動経路提示

6. 研究の概要

A 計画の概要

研究の目的

従来のまち(街あるいは町)づくりにおいては政策が主役であったが、今後は情報通信、特に情報ネットワーク基盤が主役になる。スマートシティという広い概念の中でも、特に CaaS(City as a Service)においては、自分のスマートフォンのアプリを取捨選択するように、個人個人がまちでの暮らしに必要な「まちサービス」を取捨選択できる。例えば、今後の我が国においては、配車サービスや、カー・バイクシェアリング、自動運転タクシーといった MaaS(Mobility as a Service)に代表されるように「モビリティ」が鍵である。人々の移動は交通機関の利用や種々の消費行動を生むため経済活性化の源である。しかし、移動により事故や、犯罪、ウイルス感染といったリスクも生じる。そこで、異常な接点を検知し事故や犯罪を予測したり、ウイルス感染の経路を推定したりといったことが求められる。本研究では、モビリティ以外の多様な領域を含めたさまざまなまちサービスを実現するための以下の技術の研究に取り組む。

- A. 自律マシンの協調: 例)複数の自動運転車, ロボット, ドローン群の協調
- B. モビリティ: 例)自動車や人(健常者, 障害者)のナビも含む
- C. 見守り・リアル空間モニタリング
- D. IoT データ流通プラットフォーム
- E. 仮想空間・拡張空間サービス
- F. セキュリティ・プライバシー保護

図 1 のように、人々の移動以外にも、宅配や見守りのロボット・ドローンが自律的に移動し、効率的かつ安全に人々の生活をサポートしている。こういったまちサービスを実現するためには、上記 A や B といったモビリティに直接関係する技術だけでなく、C や D, E といった周辺データを収集し活用可能な形に集約して可視化する技術が必要になる。また、データ収集・活用時には F の課題にも合わせて取り組む必要がある。

これらの 6 つの課題分野に対し、学部学科の壁を越えて 7 名の教員がタッグを組み、実質的な共同研究を実施することとした。各教員の研究分野を図 2 に示す。各課題分野に複数の教員がすでに従事していることが確認されており、個々の教員が個別に研究する現状のスタイルから複数教員による有機的な共同研究へと発展させることで、研究業績の大きな進展が望めると同



図 1: CaaS による「まち」の姿

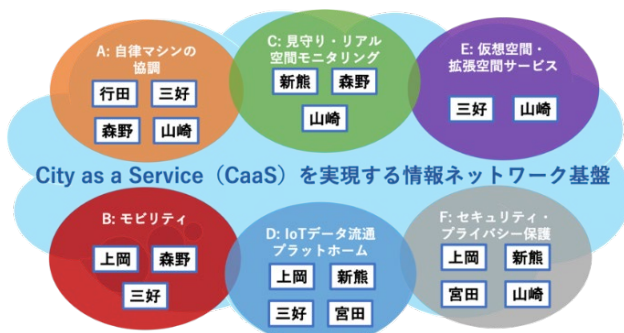


図 2: 本研究で取り組む研究課題と担当者分担

時に、本学の情報ネットワーク研究の拠点を形成してブランド力の向上にもつながると考えられる。

研究計画の概要

本チームは 2021 年度に活動を開始した。これまで各教員が独立に研究室を運営してきたが、本学に在籍する情報通信ネットワーク分野の教員がそれぞれの研究内容を共有し、協力して課題に取り組むことにより、シナジー効果を生み出すことを目標としている。また、各教員はそれぞれ独立に活動してきたとはいえ、研究内容がかなり重なっていることも分かっている。そこで、活動の最初の段階として A に記載した技術課題 A～F(中テーマ)について、本チームで検討すべき要素技術(小テーマ)を以下のとおり洗い出し、方法論や実現されるサービスなどについて検討した。

- A. 移動経路制御, 通信経路制御, 自律ノード間情報共有
- B. 位置推定, 位置情報提示, 位置情報共有, 位置依存形通信
- C. 位置推定, 生体情報センシング, 3D イメージセンシング
- D. アクセス制御, マルチホップ, トラフィック制御, 分散コンピューティング
- E. AR・VR の品質評価・制御
- F. 秘密通信, プライバシー情報制御, ブロックチェーン

表 1: 各教員が担当する要素技術

中テーマ	小テーマ	中テーマの構成要素として小テーマで何を達成/確立するか	小テーマの成果をIntegrateすることで実現されるモノやサービス
A. 自律マシンの協調 (行田、宮田、三好、森野、山崎)	移動経路制御	ネットワーク技術に基づくドローンの自律管制御(山崎) 車両間での情報共有に基づく自律的な速度制御と経路制御(森野)	高密度ドローン下において中央集権に囚われない誰でも参加できる自動車の道路網のような制御の実現(山崎)
	通信経路制御	高速通信無線ネットワークを維持するための移動端末経路制御(宮田)	ドローンを介して取得する映像データを途切れずに伝送させるシステムの実現(宮田)
	自律ノード間情報共有	自律飛行ドローンを用いたネットワーク構成技術の確立(行田)	災害時における被災状況等の映像データ伝送を実現(行田)
B. モビリティ (上岡、森野、三好)	位置推定	盲目者への障害物位置提示(上岡)	Cityとしてunpredicted objectsの発見と通知を行い、それをあらゆるユーザに通知する環境を整備(上岡)
	位置情報提示	プローブデータによる交通流予測・人流予測と最適移動経路提示(森野)	車両と公共交通機関の利用を組み合わせた移動において所要時間最短かつ「密」を避ける移動経路を提示する(森野)
	位置情報共有	位置情報に基づいた論理ネットワークの構築(三好)	車車間通信・歩車間通信による交通事故防止システム(三好) 災害時などに近距離通信システムの実現(三好)
C. 見守り・リアル空間モニタリング (新熊、三好、山崎)	位置推定		屋内外の事故予測と人や車両へのアラート送信(新熊)
	生体情報センシング	ユーザによる受動と能動を活用したユーザ情報収集技術の確立(山崎) WiFi信号やセンサ情報を用いた非接触でのユーザの異常検知(転倒検知など)(森野)	高齢者や一人暮らし世帯の人々が負担と感じないような見守りを行うスマートホームの実現(山崎)
	3Dイメージセンシング	複数LIDARを用い高精度かつリアルタイムに人や車両を検知する方式の確立(新熊)	屋内外の事故予測と人や車両へのアラート送信(新熊)
D. IoTデータ流通プラットフォーム (上岡、新熊、宮田、三好、森野)	アクセス制御	ストリーミングデータのレート制御方式の確立(宮田)	ユーザごとに満足する品質でストリーミング通信を途切れず配信(宮田)
	マルチホップ	位置依存形通信を用いたデバイス間マルチホップ通信(三好)	位置情報を効率的に利用してマルチホップ通信の経路最適化を行う(三好)
	トラフィック制御	大量に発生する様々なIoTデータをスムーズに配送する方式の確立(宮田) 公平性を維持したストリーミングデータ配送制御方法の確立(上岡)	リアルタイムデータを含むIoTデータを低遅延で配送(宮田)
E. 仮想空間・拡張空間サービス (三好、山崎)	分散コンピューティング	エッジコンピューティングにおいて負荷分散方式の確立(宮田)	適切なエッジコンピューティング負荷分散を用いて低速にデータ処理を実現(宮田)
	AR・VRの品質評価・制御	位置情報やユーザ情報に基づいて動的かつ柔軟に通信相手を選択する技術の確立(山崎) 5Gを利用した際のAR・VR通信品質評価(三好)	人々の行動や状況に応じて柔軟に相手やグループを選択するコミュニケーション技術の実現(山崎) 5Gに対するユーザの要求品質の検討(三好)
F. セキュリティ・プライバシー保護 (上岡、新熊、宮田、山崎)	秘密通信	誤りなく秘密情報の埋め込み及び抽出を行う方式の確立(宮田)	プライバシーを守りつつ、IoTサイバートロなどの脅威に対して強固な情報流通網
	プライバシー情報制御	ユーザやデバイスの情報を秘匿したまま互いに協力して通信を行う技術の確立(山崎) 予期せぬ写真撮影に巻き込まれないように通知する技術の確立(上岡)	ユーザや設置した端末の情報を秘匿したままそれらに基づいた効率的な制御の実現(山崎)
	ブロックチェーン	LIDARやカメラで取得されるストリームデータをリアルタイムに登録する方式の確立(新熊)	

各教員が担当する具体的な研究課題を表 1 に示す。2021 年度の研究活動では、それぞれの課題について仮説検証を目的とするため、主に理論と計算機シミュレーションでの定量評価を行ってきた。A や D では 2 ノードを想定し、シンプルなモデルを用いて有効性を示したり、簡単なプロトタイプ実装を行ってサービスとしての動作検証を行ってきた。B, C, E では、研究用に入手可能なデータセットを用いて評価を行ってきた。F については理論的な検討を行ってきた。

以降、3 か年の研究計画の概要を述べる。

● 2021 年度

技術課題 A～F について、それぞれ以下の要素技術について方法論を検討し方式設計を行う。それぞれの要素技術について、仮説検証を目的とするため、主に理論と計算機シミュレーションでの定量評価を行う。A や D では 2 ノードを想定し、シンプルなモデルを用いて有効性を示す。B や C, E では、研究用に入手可能なデータセットを用いて評価を行う。F については理論的な検討を行う。

定例会ならびにオンラインの手段を通じて研究室間の連携を強化し、性能と社会実装視点での価値向上に取り組む。得られた研究成果を学会で発表する。立ち上げ期の成果であるが新規性が十分高いため、査読付国際会議や論文誌での発表を目指す。

● 2022 年度

前記の A～F について、2021 年度に設計した方式の「性能」を数値評価し、性能の改善に取り組む。性能の指標は方式によって異なる。以下に指標を示す。

- 通信経路制御 (A), 自律ノード間情報共有 (A), 位置情報共有 (B) : 遅延, 帯域利用効率
- マルチホップ (D), トラフィック制御 (D) : スループット, 遅延
- 位置推定 (B), 生体情報センシング (C), 3D イメージセンシング (C) : 推定精度
- 移動経路制御 (A), 分散コンピューティング (D) : トラフィック負荷, 遅延
- 位置情報提示 (B), アクセス制御 (D), AR・VR の品質評価・制御 (E) : 主観評価
- 秘密通信 (F), プライバシー情報制御 (F), ブロックチェーン (F) : 頑強性, 遅延

2022 年度も 2021 年度と同様、主として理論解析と計算機シミュレーションによる評価を行う。ただし、上記の指標により定量評価を行い、実用性も視野に入れた数値目標を設定する。具体的には、サービスレベルでのリアルタイム性を保証するのであれば、遅延は 0.1～0.5 秒程度におさめる必要がある。また、推定精度に関しても最低でも 75%以上が求められる。

一部の成果については実機でのプロトタイピングを行い、技術展示会での出展を目指す。

● 2023 年度

最終年度である 2023 年度には将来的な社会実装を視野に入れ、2 年間で得られた理論・計算機シミュレーションによる研究成果をプロトタイピングする。以下がプロトタイピングの案である。

- A. Raspberry Pi など小型マシンを複数用いた自律移動マシンの協調
- B. 自律移動マシンの最適移動経路制御
- C. LIDAR (3D イメージセンサ) を複数用いたスマートモニタリングシステム

D. 分散配置された多数のノードの位置情報とセンサデータの共有プラットフォーム

E. センサが取得した情報を空間上に提示する AR

F. LIDAR の取得データのブロックチェーンでの管理

一方で、2022 年度に引き続き、性能の改善に挑戦し、将来的な実用性を視野に入れ、遅延として数百ミリ秒、推定精度として 85%以上を目指す。

プロトタイピングは、基本的に研究室で行うが、センサデバイス的高速化・省エネルギー化、機械学習の GPU 環境構築、自律移動マシン駆動制御など、一部の開発支援については外部のエンジニアへの業務委託を行う。

産業界との接点を獲得するため、技術展示会にプロトタイプを出展する。その際、産業界の興味を惹きつけるためのポスターのデザインを行う。

得られた成果を学会で発表する。最終年度は十分な成果が見込めるため、査読付の国際会議ならびに論文誌での積極的な発表を目指す。

2022 年度と同様の合同研究会を開催し、コミュニティの確立を進める。

B 成果の概要

1. 学内および学外共同研究に関する成果

上記中テーマの A～F について、2022 年度は特にチームワークを重視し、「スマートシティ実現のための情報ネットワーク基盤」の研究を推進する本チームの認知度を高め、芝浦工業大学のブランディング力を強化するため、これまでの「教員個人の研究活動」から「**チームとしての研究活動**」へと変身することを最大の目標に定めた。類似の研究課題をもつ教員間で意識や情報を共有し、共同で研究を進めるスタイルに変えるべく、チーム内のみならず学内および学外の教員・研究者と共同研究を積極的に推進した。

新熊は、システム理工学部 伊東敏夫教授と共同研究を実施し、それが更に NEC との共同研究「センサデータ通信制御およびロボット遠隔管制の研究」に至り、2022 年度実施した。また、新熊が大学発ベンチャーとして株式会社ハイパーデジタルツインを設立し、伊東教授を代表取締役、自らを取締役として、本学工学部 廣瀬敏也准教授らと共同で NICT Beyond 5G 研究開発促進事業（一般型）に採択された。採択課題「**多重自律マイクロモビリティのためのハイパーデジタルツイン基盤**」（研究費総額 3 億円）において、研究開発ならびにその成果の社会実装を進めている（プレスリリース：<https://www.shibaura-it.ac.jp/news/nid00002621.html>）。これらの研究内容は主に C に関わるものである。羽田イノベーションシティにおける実験では鹿島建設と、京都リサーチパークでの実験では京都スマートシティ推進協議会とそれぞれ連携している。更には、2023 年 1 月に米国・ラスベガスで開催された世界最大規模の家電見本市「CES 2023」において、ハイパーデジタルツイン株式会社による技術展示を行った。

D に関連しては、山崎、宮田、新熊、三好が早稲田大学、東京工科大学、株式会社ガイアックス、福岡大学と共同で NICT Beyond 5G 研究開発促進事業に採択され、「City as a Service を支えるデジタルツインを持続可能な状態で自己成長させるエコシステム」（研究費総額 6,170 万

円，本学配分額）の研究を開始した（プレスリリース：<https://www.shibaura-it.ac.jp/news/nid00002616.html>）。本研究課題において、スマートシティを支えるためのセンシングを行うための機構を考案するため、宮田を中心に早稲田大学との連携を深めている。また、早稲田大学と定例の研究内容の報告会を実施しており、学生を中心とした研究内容発表と議論を行っている。その中の一つのテーマに関して、共同研究の成果として国内研究会で発表予定である。また、2023 年度に福岡大学が開発したデバイスをスマートポールに搭載して実験を行うため、KOIL MOBILITY FIELD での実験を実施するための検討を開始している。

F については、新熊、宮田、山崎が KDDI 総合研究所と共同で NICT Beyond 5G 研究開発促進事業に採択され、「デジタルツインによるサイバー・フィジカル連携型セキュリティ基盤」（研究費総額 3.2 億円，本学配分額）の研究をスタートした（プレスリリース：<https://www.shibaura-it.ac.jp/news/nid00002631.html>）。モビリティシステムのセキュリティについて、KDDI 総合研究所と連携して研究を進めており、スタンドアローン型手動運転から、デジタルツインによる自動運転までモビリティシステムの 9 つの型に対する実験計画を立案し、2022 年度は 3 つの型について実験システムの実装を行い、実験を実施している。

2. スマートポール、LIDAR などを利用した陸空ネットワークに関する研究成果

2021 年度での定例ミーティングによる教員間での議論をふまえ、2022 年度は、空のセンサネットワーク基盤も含めた理論解析、および実験を実施した。これは、地上のネットワーク基盤だけでなく、低空に構築した空のセンサネットワーク基盤も利用することで、A から F の各テーマにおける効率的なデータ取得・配信を実現することが可能となるからである。

山崎と三好は、2021 年度および 2022 年度に購入した、空のセンサネットワーク実験用スマートポール 5 本を用いて、簡易的に空のセンサネットワークを構築する環境を整えた。このスマートポールは、上部に小型マシンを載せて様々なデータを計測可能となるため、深層学習用小型 GPU マシン、無線通信ノード用小型マシン、無線 WiFi アクセスポイント、小型軽量 LIDAR など載せてデータ計測を行うことが可能である。2022 年度は、スマートポール上のデバイス、地上のデバイス、ユーザデバイスを連携させ、自律した無線ネットワークを構築する実験に成功した。また、スマートポールを用いて構築した陸空ネットワークを用いて、デバイス間で連携して分散機械学習を行う連合学習の実装に成功した。浮動するドローンの付近にユーザが近づくと自律的にネットワーク接続が確立し、ユーザのモバイル端末が連合学習に動的に参加するスポット型連合学習の手法を提案した。

新熊は、C, D, F に関して、7 月と 9 月に大田区のスマートシティである羽田イノベーションシティ(大田区)2 階屋外コリドーにて、多数の LIDAR を設置しデータを取得するとともに、ブロックチェーンに登録する実験を行った。10 月には第 12 回おおた研究・開発フェアに出展するとともに、屋外常設化を目指して LIDAR 設置ポールの試作機を用いたデータ取得実験を行った。試作は、八千代エンジニアリングとの共同研究の一環として行った。また、機器の放熱まで考慮したポールの制作のため、大田区から紹介されたテック大洋工業との共同制作に取り組んでい

る。ボールの試作品を豊洲キャンパスに設置する検討を行っている。更には、11 月に京都リサーチパーク(京都市下京区)で、京都スマートシティ街区 WGの一環として、十数箇所に LIDARを設置し、取得したデータから生成されるマップを用いて、アールティ社の中型搬送ロボットを用いた実験を行った。キッチンカーと京都リサーチパーク従業員の協力を得て、テイクアウトフードの 60～80m の自動搬送を実現した。

新熊は、C の研究として、豊洲キャンパス大階段前広場にて LIDAR を複数台設置し、LIDAR のデータにより 1 人乗りモビリティ車両を検知し追跡する技術の実験を継続実施している。現在のところ、LIDAR は実験の際に一時的に設置しているが、今後はテック大洋工業と共同制作中のボールを用いて大階段への LIDAR の設置常設化も検討し、施設課などとの調整を行っている。

山崎、三好は、A, C, E を中心として、研究課題全体と関連する基盤技術である空のセンサネットワークを再現する実験を実施している。この研究では、自立するスマートボールを用いることで、様々な機器を搭載し浮動するドローンを再現することに成功している。これを活かし、ドローンによる空撮の再現実験、ドローン間での通信実験、ドローンによる配信や無線アクセスポイントを模擬した通信実験を実現できた。これらにより得られたデータから通信特性を解析したり、実サービスを空で実証するための検討を進めている。なお、実験により得られた結果を査読付き国際ジャーナル論文に招待論文として投稿し、採録が決定した。

宮田も、風の影響などでドローンの軌道が変動した際のトラヒック推定に関する基本的な理論解析が完了し、その結果を国内研究会で発表する予定である。2023 年度には、山崎が行っているスマートボールの風による影響特性を理論解析に反映させる予定である。

三好と山崎は、A, B, C に関して、東京都立大学 朝香卓也教授とともに東京版 Society 5.0 「スマート東京」による共同研究を実施している。2022 度は、LIDAR による空間センシングと各ユーザの端末位置情報を集約して交差点のデジタルツインを構築する検討を開始し、共同で科学研究費補助金に申請している。また、LIDAR による空間センシングデータから位置情報を取得し、コンピュータ上の仮想空間にマッピングする基礎的な実装に成功した。得られた研究成果について、2023 年 3 月に開催される国内大会で発表する予定である。

三好、山崎は、スマートボールを利用した無線通信とともに、ミリ波帯を利用する新しい通信方式を併用した無線ネットワークの実験を柏の葉 KOIL MOBILITY FIELD で実施する予定で準備を進めている。ミリ波機材の動作確認は、早稲田大学と福岡大学と連携しながら実施している。また、上記共同研究の中で、ミリ波通信機器の実環境における通信特性が確認できている。

3. 研究成果を公開するための広報活動

本研究活動において得られた研究成果を広く公開するための広報活動についても積極的に実施した。陸空ネットワークを実現する自立型スマートボールの実験デモンストレーションに関して、宮田、山崎を中心に、2022 年 10 月 18 日～21 日に幕張メッセで開催された CEATEC2022 大学・教育機関ブースに、(株)空撮技研と共同で出展した。我々のブースにはおよそ 900 名が

訪れ、本学および本研究チームの認知度向上に成功したと考えられる。(プレスリリース:
<https://www.shibaura-it.ac.jp/news/nid00002694.html>).

2023 年 3 月 7 日～10 日には、延べ参加者が 1 万人規模に上る電子情報通信学会総合大会が大宮キャンパスで開催される予定となっている。本学が共同主催となっており、広報活動のチャンスであると捉えている。大会委員会に対して、本研究チームの研究活動をアピールするための特別セッションを企画・提案し、3 月 8 日、9 日の 2 日間、第 1 体育館においてデモ展示を行うことが決定した。陸空ネットワークを構築するための自立型スマートポール、デジタルツインによるモビリティ技術、自動運転シニアカー、自律型ロボット、スポット型機械学習、LIDAR による空間センシングなどのデモンストレーションを実施予定である。

宮田は、スマートシティの研究構想についての研究内容について、第 5 回キャピラー STEM 最優秀賞を受賞した。この賞の学生最優秀賞も、行田研究室の 3 年生が受賞している。

新熊は、2023 年 1 月 3 日～8 日に米国・ラスベガスで開催された世界最大規模の家電見本市である CES において、C に関するデジタルツインによるモビリティ技術の技術展示を行った。また、三好、新熊、宮田、山崎は 2023 年 1 月 8 日～11 日に同じくラスベガスで開催された国際会議 IEEE CCNC (Consumer Communication and Network Conference) において論文発表を行った。

新熊は、日本経済新聞社の取材を受け、2022 年 10 月 12 日付でデジタルツインによる自動運転について、日経産業新聞に記事が掲載されるとともに、翌日には電子版日本経済新聞にも掲載された。また、2022 年 11 月 22 日付で「自律走行型ロボットによるテイクアウトフード運搬の実証実験」について、京都リサーチパークと合同で本学からプレスリリースを発信した。これについて、2022 年 11 月 29 日に京都新聞、2022 年 12 月 20 日に読売新聞に記事が掲載された。

4. 個々の教員の成果

【新熊】

- C について、ラスベガスにて CES と同時期に開催された IEEE の国際会議 CCNC で 6 件の発表を行った。デモセッションで準優勝を受賞した。また、査読付き国際ジャーナルである Springer の Journal 特集に論文 1 件が採択された。
- D について、多数のドローンによる自律分散コンピューティング・ネットワークに関する研究について国際会議 IEEE CCNC で 1 件の発表を行った。
- F について、ブロックチェーンによる三次元イメージデータや、機械学習モデルの保護に関する研究について、国際会議 IEEE CCNC で 2 件の発表を行った。

【宮田】

- A について、移動端末における無線アクセスポイントへの移動経路選択手法をゲーム理論を用いて行い、その成果を国際会議 IEEE CCNC にて発表を行った。
- D について、インセンティブを用いたデータ流通方式を、山崎および早稲田大学と共同で研究を行い、その成果を国内研究会で発表予定である。

- F について, KDDI 研究所との共同で行っている IoT データトラヒックを解析することで, 不正 AP 検知の手法を考案し, その特性を解析した. この結果は 2023 年 3 月に開催される国内研究会にて発表する予定である. また電子透かし方式についても, その耐性の検証を行い, 国内研究会で発表を行った.

【山崎】

デジタル空間と実空間を融合した音声コミュニケーションアプリについて, 国際会議 IEEE CCNC に採択され, ポスター発表を実施した.

【上岡】

- B について, 盲目者の歩行支援技術として, 足元の 2 つの障害物を 2 か所の眼内閃光で提示するための手法を考案し, シミュレーションによって評価を行った. 成果として査読付き国際ジャーナルに投稿し, 採択された.
- D について, 航空機内乗客の体質に応じたパーソナル空調システムの自動温度調整法提案し, 制作したプロトタイプシステムによって評価を行った. 成果として査読付き国際ジャーナルに投稿し, 採択された.

【行田】

- A について, 自律飛行ドローンを用いた無線アドホックネットワーク制御プロトコルを提案し, シミュレーションにより性能評価を行った結果を国際会議で発表した.

【森野】

- B について, プローブカーから収集される車両速度に基づく時系列予測から渋滞の発生をリアルタイム(分単位)で予測し, 自動運転車両が車両速度を適切に制御することで渋滞を緩和する手法を考案し, シミュレーションで評価を行った. 査読付き国際会議で発表予定である.
- C について, 部屋に入る人のドア開閉動作を非接触の WiFi センシングで検知して個人を識別する手法を考案し, 基礎的な実験で実現の見通しを得た.

【三好】

- A について, 日本大学 上田清志教授との共同研究において, 地上の無線基地局を UAV の誘導網として利用する手法を検討している. UAV 自律飛行経路問題を電気通信網の経路問題と同等に扱う手法を提案し, 3 件の論文が査読付きレター誌に, 1 件の論文が査読付き国際会議 ACM ICCCM2022 に採録された.
- B について, 位置情報に基づいてモバイル端末間で近距離ネットワークを構築する手法を検討しているが, LIDAR による空間センシングにより発見したユーザを仮想的にネットワーク内に投影する手法を提案し, 実装に成功した. 2023 年 3 月の国内大会にて発表予定である. また, 道路網を考慮して車両および歩行者間で近距離ネットワークを構築する手法についても検討を行い, 査読付き国際会議 IEEE GCCE2022 に採録された.
- B について, 山崎と協力し, 東京都立大学 朝香卓也教授との共同研究において LIDAR によりセンシングした情報を用いてローカルなデジタルツインを構築するための基礎検討を実

施した。2023 年 3 月の国内大会にて発表予定である。

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】（査読有）

1. Yuna Matsumoto, Manami Kanamaru, Phan Xuan Tan, Eiji Kamioka, “Clarifying Optimum Setting Temperatures for In-Flight Personal Air Conditioning System Considering Individual Thermal Sensitivity Characteristics,” *Electronics*, Vol. 12, Issue 2, 371, pp.1-17, 2023.
2. Manami Kanamaru, Phan Xuan Tan, Eiji Kamioka, “Simulation-based Designing of Suitable Stimulation Factors for Presenting Two Phosphenes Simultaneously to Lower Side of Field of View,” *Bioengineering*, Vol. 9, Issue 12, 752, pp.1-21, 2022.
3. Ai Oishi, Eiji Kamioka, Phan Xuan Tan, Manami Kanamaru, “Improvement of Presence in Live Music Videos and Alleviation of Discomfort of Viewers by Zooming Operation,” to appear in *Journal of Image and Graphics (JOIG)*, Accepted on September 20, 2022.
4. Tho Nguyen Duc, Chanh Minh Tran, Nguyen Gia Bach, Phan Xuan Tan, Eiji Kamioka, “Repetition-Based Approach for Task Adaptation in Imitation Learning,” *Sensors*, Vol. 22, No. 18, 6959, pp. 1-19, 2022.
5. Nguyen Gia Bach, Chanh Minh Tran, Tho Nguyen Duc, Phan Xuan Tan, Eiji Kamioka, “Novel Projection Schemes for Graph-based Light Field Coding,” *Sensors*, Vol. 22, No. 13, 4948, pp.1-28, 2022.
6. Chanh Minh Tran, Tho Nguyen Duc, Nguyen Gia Bach, Phan Xuan Tan, Eiji Kamioka, “Sprinkle Prebuffer Strategy to Improve Quality of Experience with Less Data Wastage in Short-form Video Streaming,” *Electronics*, Vol. 11, No. 13, 1949, pp.1-18, 2022.
7. Ai Oishi, Eiji Kamioka, Phan Xuan Tan, Manami Kanamaru, “Improving Presence Experience in Live Music Videos by Using Adaptive Zooming,” *Journal of Image and Graphics (JOIG)*, Vol. 10, No. 2, pp.70-75, 2022.
8. Taku Yamazaki, Sumiko Miyata, and Takumi Miyoshi, “A City Airspace Testbed for Drone Networks in Future Smart Cities,” to appear in *Advances in Engineering and Information Science toward Smart City and Beyond*, Springer, 2023.
9. Haruki Gunji, Taku Yamazaki, Ryo Yamamoto, Takumi Miyoshi, and Kiyoshi Ueda, “Methods for Constructing Collision Avoidance Route for Multiple Unmanned Aerial Vehicles Using OLSR-based Link Hierarchization,” *IEICE Communications Express (ComEX)*, Vol. 12, No. 1, pp. 7-12, January 2023.
10. Yuto Kokubun, Taku Yamazaki, Ryo Yamamoto, Takumi Miyoshi, and Kiyoshi Ueda, “Reactive Route Construction for UAV Delivery Considering Travel Time and Safety Using

Wireless Multi-hop Network,” *IEICE Communications Express (ComEX)*, Vol. 11, No. 7, pp. 405-410, July 2022.

11. Haruki Gunji, Taku Yamazaki, Ryo Yamamoto, Takumi Miyoshi, and Kiyoshi Ueda, “Reactive Route Construction for UAV Delivery Considering Travel Time and Safety Using Wireless Multi-hop Network,” *IEICE Communications Express (ComEX)*, Vol. 11, No. 7, pp. 411-416, July 2022.
12. Hajime Ozawa and Ryoichi Shinkuma, “Watch-from-inside: 3D Sensing System to Monitor the Outside from Inside,” to appear in *Advances in Engineering and Information Science toward Smart City and Beyond*, Springer, 2023.

【雑誌論文】（査読無）

1. 新熊亮一, 「デジタルツイン×AI が世界を変える」, 岩波書店, 科学, 2022 年 9 月.

【学会発表】

招待講演等

1. 宮田純子, “[招待講演] ユーザ行動のモデル化とトラヒック制御の融合による高満足な通信ネットワーク制御,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 146, IN2022-21, pp. 33-38, August 2022.
2. 新熊亮一, “[招待講演] 機械学習によりデータから抽出された特徴に基づく通信ネットワーク制御とその応用例,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 48, IN2022-6, pp. 26-31, May 2022.
3. 新熊亮一, “[招待講演] スマートシティにおけるスマートモニタリングのための 3D センサネットワーク,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 56, ICTSSL2022-9, pp. 45-49, May 2022.
4. 新熊亮一, “[招待講演] 3D センサネットワークによるモビリティのためのデジタルツイン基盤,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, BI-6-6, September 2022.
5. 山崎 託, “[招待講演] 未来のスマートシティに向けた低空域デジタルツインを実現するための取り組み,” 新潟大学若手データサイエンティストコロキウム 2023, January 2023.
6. 山崎 託, “[招待講演] City as a Service を実現するドローンサービステストベッド,” 第 27 回関西大学先端科学技術シンポジウム, January 2023.
7. 矢島大路, 三好 匠, 山崎 託, 小野翔多, “[依頼講演] 連合学習における蒸留を用いた処理負荷と通信量の削減,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 198, NS2022-83, pp. 8-11, October 2022.

査読あり(国際会議)

1. Tetsuo Fukumaru and Hiroaki Morino, “Traffic congestion mitigation by deceleration control

- with short-term velocity forecasting using V2X,” to appear in IEEE PerCom Workshop, PerVehicle, March 2023.
2. Yu Kato, Jiquan Xie, Tutomu Murase, Sumiko Miyata, “AP Connection Method Considering Interference for Maximizing System Throughput Using Potential Game,” IEEE CCNC 2023, Work-in-Progress Session, January 2023.
 3. Kazufumi Suzuki, Ryoichi Shinkuma, Gabriele Trovato, and Naoko Nakamura, “Spatial Model for Capturing Size and Shape of Object from Point Cloud data for Robot Vision System with LIDAR Sensors,” IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2023), January 2023.
 4. Koki Kizawa, Ryoichi Shinkuma, and Gabriele Trovato, “Estimation of Physical Activities of People in Offices from Time-series Point-cloud Data,” IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2023), January 2023.
 5. Katsuki Teraoka, Kenta Azuma, Ryoichi Shinkuma, and Gabriele Trovato, “Automation of Spatial Calibration for Heterogeneous Multi-LIDAR Network,” IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2023), January 2023.
 6. Jumpei Negishi, Kenta Azuma, Ryoichi Shinkuma, and Gabriele Trovato, “Edge System for Providing Blind-spot Information Using Multi-LIDAR Network, IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2023), January 2023.
 7. Takemaru Kudo, Kenta Azuma, Ryoichi Shinkuma, and Gabriele Trovato, “Edge System with Multi-LIDAR Sensor Network for Tracking Micro-mobility Vehicles, IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2023), January 2023.
 8. Masaki Wago, Kuon Akiyama, Ryoichi Shinkuma, Gabriele Trovato, Koichi Nihei, and Takanori Iwai, “Prototype of Edge Sensing and Computing System with Multi-LIDAR Network for Autonomous Micro-mobility, IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2023), January 2023.
 9. Kensei Hirai, Kuon Akiyama, Ryoichi Shinkuma, and Aramu Mine, Real-time hash aggregation for blockchain system with 3D sensor network, IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2023), Jan 2023
 10. Yoshiki Tsuruta, Kuon Akiyama, Ryoichi Shinkuma, and Aramu Mine, “Blockchain Framework for Managing Machine-learning Models for 3D Object Detection,” IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2023), January 2023.
 11. Ryusei Sugano, Ryoichi Shinkuma, Takayuki Nishio, Narayan Mandayam, “Watch from Sky: Machine-learning-based Multi-UAV Network for Predictive Police Surveillance,” IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2023), January 2023.
 12. Kuon Akiyama, Ryoichi Shinkuma, and Jun Shiomi, “Real-time Adaptive Data Filtering with Multiple Sensors for Indoor Monitoring,” IEEE NOMS 2022, Demo Session, April 2022.

13. Kuon Akiyama, Ryoichi Shinkuma, Chotaro Yamamoto, Mai Saito, Toshio Ito, Koichi Nihei and Takanori Iwai, "Edge Computing System with Multi-LIDAR Sensor Network for Robustness of Autonomous Personal-mobility," IEEE ICDCS Workshop, WISARN 2022, July 2022.
14. Yuki Fujii and Koichi Gyoda, "Performance Evaluation of Routing Protocols iFORP-3DD for Drone Ad Hoc Network," ITC-CSCC2022, July 2022.
15. Riko Suzuki and Koichi Gyoda, "Performance Evaluation of an Information Collection and Delivery System for Disaster Evacuation Guidance Using Message Ferries in Urban Areas," ITC-CSCC2022, July 2022.
16. Ryu Yamada and Koichi Gyoda, "Performance evaluation of MANET protocol PAR-AODV-SOS for Disaster Relief Communication Considering Terminal Battery Life and Number of Terminals." ITC-CSCC2022, July 2022.
17. Ryo Itagaki and Koichi Gyoda, "Performance Evaluation of Wireless Ad Hoc Network for Train Control System," WSCE2022, pp.119-123, September 2022.
18. Long Doan, Tho Duc Nguyen, Chuanzhe Jing, Eiji Kamioka, and Phan Xuan Tan, "Automatic Keyword Extraction for Viewport Prediction of 360-degree Virtual Tourism Video," 2nd IEEE International Conference on Computing 2022 (ICOCO 2022), Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia, November 2022.
19. Chuanzhe Jing, Tho Nguyen Duc, Phan Xuan Tan, Eiji Kamioka, "Subtitle-based Viewport Prediction for 360-degree Virtual Tourism Video," 13th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications 2022 (IISA2022), Corfu, Greece, July 2022.
20. Shota Nemoto, Eiji Kamioka, Manami Kanamaru and Tan Phan Xuan, "Correcting Ambiguous Japanese Sentences Based on Japanese Dependency Analysis," Applied Informatics International Conference 2022 (AiIC2022), Malaysia (Online), May 2022.
21. Taku Yamazaki, Wataru Amishiro, Takumi Miyoshi, and Takuya Asaka, "A Peer-to-Peer Group Conversation System Based on Location and Direction," IEEE CCNC 2023, Las Vegas, USA, 2 pages, January 2023.
22. Eri Hosonuma, Yuuki Nishiyama, Kaoru Sezaki, Takumi Miyoshi, and Taku Yamazaki, "Enabling Block Transmission on Backoff-based Opportunistic Routing," IEEE CCNC 2023, Las Vegas, USA, 2 pages, January 2023.
23. Shota Ono, Taku Yamazaki, Takumi Miyoshi, Yuuki Nishiyama, and Kaoru Sezaki, "Cooperative Local Distributed Machine Learning Considering Communication Latency and Power Consumption," IEEE CCNC 2023, Las Vegas, USA, 2 pages, January 2023.
24. Taku Yamazaki, Kotaro Iwama, Ayumi Takemoto, and Takumi Miyoshi, "Analyzing Situational Stress Using Multiple Wearable Devices," IEICE ICETC 2022, Tokyo, Japan,

4 pages, December 2022.

25. Hiroki Hanawa, Takumi Miyoshi, and Taku Yamazaki, “V2X Network Design Method Based on Peers' Location and Road Information,” 11th IEEE GCCE 2022, Osaka, Japan, pp. 651-654, October 2022.
26. Takuma Yamazaki, Eri Hosonuma, Taku Yamazaki, and Takumi Miyoshi, “Fast Confirmation of Link Symmetry in Backoff-based Opportunistic Routing,” APNOMS 2022, Takamatsu, Japan, 4 pages, September 2022.
27. Haruki Gunji, Kiyoshi Ueda, Taku Yamazaki, Ryo Yamamoto, and Takumi Miyoshi, “A Method for Constructing Collision Avoidance Route for Multiple UAVs Using OLSR-based Link Hierarchization,” ICCCM 2022, Okayama, Japan, 10 pages, July 2022.
28. Tatsumi Nagai, Kiyoshi Ueda, Takumi Miyoshi, Taku Yamazaki, and Ryo Yamamoto, “Indoor Positioning Using BLE Beacons for Care History Collection,” ICIET 2022, Matsue, Japan, pp. 420-424, April 2022.

査読なし(国内学会発表)

1. 上田智之, 宮田純子, “トラフィック混雑時における RTT の分散を考慮した Evil-Twin 攻撃検知,” 電子情報通信学会 CCS 研究会 (to appear), March 2023.
2. 田 啓文, 宮田純子, “SDNトラフィックに基づく条件付きエントロピーを用いた DDoS 攻撃検知法,” 電子情報通信学会 CCS 研究会 (to appear), March 2023.
3. 横田侑紀, 宮田純子, “M/M/1 待ち行列モデルにおける非協力ゲーム理論を用いたクラウドレットの負荷分散法,” 電子情報通信学会 CCS 研究会 (to appear), March 2023.
4. 高梨怜音, 宮田純子, “確率進化ゲーム理論を用いた UAV トラフィックの特性解析,” 電子情報通信学会 CCS 研究会 (to appear), March 2023.
5. 金澤宏哉, 宮田純子, “セルの異種超高密度配置における滞在時間に基づくハンドオーバー制御,” 電子情報通信学会 CCS 研究会 (to appear), March 2023.
6. 和氣智慶, 宮田純子, 北口善明, 馬場健一, 山岡克式, “音声ペイロードサイズがトラフィックに及ぼす影響,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
7. 相川 真莉子, 宮田純子, 木下宏揚, “相関型ステガノグラフィにおける JPEG 圧縮耐性の検証,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
8. 横田侑紀, 宮田純子, “非協力ゲーム理論を用いたクラウドレット間のオフローディングによる負荷分散法,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
9. 保戸山英俊, 渡部 仁, 宮田純子, 金井謙治, 山崎 託, “共創型デジタルツイン実現に向けた提携形ゲームに基づくデータ取引モデル,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
10. 高梨怜音, 宮田純子, “確率進化ゲーム理論による AP 選択法を用いた UAV トラフィックの予測,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.

11. 柴田航季, 宮田純子, “利用率のばらつきおよび距離に着目したエッジサーバ配置選法,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
12. 小川晃平, 宮田純子, “異種エッジサーバ環境における K-means++を用いたサーバ初期配置決定法,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
13. 金澤宏哉, 宮田純子, “異種超高密度ネットワークにおけるセル滞在時間に基づくセル選法,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
14. 上田智之, 宮田純子, “トラフィック負荷を考慮した Evil-Twin 攻撃検知手法の提案,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
15. 小川晃平, 宮田純子, “K-means++による転送確率低下のためのエッジサーバ初期配置決定法,” 電子情報通信学会 IN 研究会 (to appear), March 2023.
16. 保戸山英俊, 渡部 仁, 宮田純子, 金井謙治, 山崎 託, “共創型デジタルツイン実現に向けた提携形ゲームによるデータ取引のモデル化とその数値解析,” 電子情報通信学会 IN 研究会 (to appear), March 2023.
17. 和氣智慶, 宮田純子, 北口善明, 馬場健一, 山岡克式, “可変ペイロードサイズに対する有限状態数 VoIP トラフィックモデル,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 305, IN2022-49, pp. 32-38, December 2022.
18. 成清壮太, 宮田純子, 馬場健一, 山岡克式, “非常時三元呼受付閾値制御における平均パケットロス率特性,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 305, IN2022-44, pp. 7-12, December 2022.
19. 相川真莉子, 宮田純子, “相関型ステガノグラフィにおける JPEG 圧縮耐性の検証,” 画像符号化シンポジウム (PCSJ), PCSJ2022, No. P2-20, November 2022.
20. 小川晃平, 宮田純子, “異種エッジサーバ間の転送確率を考慮したジョブ集中回避法,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 255, CCS2022-62, pp. 97-102, November 2022.
21. 柴田航季, 宮田純子, “利用率の分散および離心中心性を用いたエッジサーバ配置決定法,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 255, CCS2022-61, pp. 91-96, November 2022.
22. 加藤 祐, 謝 済全, 村瀬 勉, 宮田純子, “協力行動を基とする全ユーザの到着位置を考慮した AP のシステムスループット特性,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 255, CCS2022-50, pp. 36-41, November 2022.
23. 成清壮太, 宮田純子, 馬場健一, 山岡克式, “パケットバースト性を考慮した緊急通信受付制御におけるパケットロス率の解析,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, N-2-6, September 2022.
24. 柴田航季, 宮田純子, “エッジコンピューティングにおけるサーバの利用率のばらつきを考慮した配置決定およびタスク割り当て,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, N-2-5, September 2022.

25. 加藤 祐, 宮田純子, 謝 済全, 村瀬 勉, “全ユーザの伝送レートを考慮したシステムスループット特性,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, N-2-3, September 2022.
26. 成清壮太, 宮田純子, 馬場健一, 山岡克式, “緊急音声通話のマルコフ変調ポワソン過程を考慮したパケットロス率の特性解析,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 145, CCS2022-28, pp. 10-15, August 2022.
27. 宮田純子, 滝根哲哉, “多元トラヒックを収容する EPON の DRMPCP における平均待ち時間の近似式,” 日本 OR 学会第 303 回待ち行列研究部会, June 2022.
28. 田 啓文, 宮田純子, “条件付きエントロピーを用いた SDN における DDoS 攻撃検知法,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 66, CCS2022-1, pp. 1-6, June 2022.
29. 平井賢誠, 秋山久遠, 新熊亮一, 峯 荒夢, “イメージセンサネットワークのリアルタイムストリームデータのためのブロックチェーンシステムの実証,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 46, SeMI2022-8, pp. 36-39, May 2022.
30. 根岸純平, 東 健太, 新熊亮一, “LIDAR ネットワークにより走行車両にリアルタイムに死角情報を提供するエッジシステム,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 46, SeMI2022-17, pp. 79-82, May 2022.
31. 寺岡克起, 東 健太, 新熊亮一, “異種の複数 LIDAR で取得した点群データの空間キャリブレーションの自動化,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 46, SeMI2022-18, pp. 83-86, May 2022.
32. 高橋千彩季, 森野博章, “スマートウォッチを用いた書籍の試し読み動作の検出,” 電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
33. 岩瀬一樹, 森野博章, “Wi-Fi の CSI 情報によるドア開閉動作の個人識別に向けた基礎検討,” 電子情報通信学会東京支部学生発表会 (to appear), March 2023.
34. 高橋千彩季, 森野博章, “スマートウォッチを用いた書籍の試し読み動作の検出,” 電子情報通信学会 SeMI 研究会 (to appear), March 2023.
35. 福丸哲矢, 森野博章, “高速道路における路車間通信を用いた短時間車速予測と速度制御による渋滞軽減手法の評価,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 122, no. 46, SeMI2022-11, pp. 59-64, May 2022.
36. 鹿毛悠誠, 森野博章, “自動運転・手動運転車両混在環境における協調合流制御による事故渋滞の緩和,” 電子情報通信学会 MIKA2022, Oct 2022.
37. 浅野陽介, 上岡英史, 金丸真奈美, “学習者の眼球運動に基づく主観的難易度推定によるオンライン授業支援手法,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.122, No.348, ET2022-59, pp. 17-22, January 20, 2023.
38. 黒川達也, 上岡英史, 金丸真奈美, Phan Xuan Tan, “音楽の小節周期を考慮したヒートマップによる BPM 推定,” 日本音響学会, 音楽音響研究会, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.122, No.95, EA2022-16, pp.12-18, July 2022.
39. 山崎拓真, 細沼恵里, 小野翔多, 山崎 託, 三好 匠, “サーバによる宛先探索を用いた転

- 送待機時間に基づく Opportunistic Routing,” 電子情報通信学会 ICM 研究会 (to appear), March 2023.
40. 長谷川亮太, 小野翔多, 山崎 託, 三好 匠, “分散機械学習のための位置情報に基づくグループ構築手法,” 電子情報通信学会 ICM 研究会 (to appear), March 2023.
 41. 細沼恵里, 山崎 託, 三好 匠, 田谷昭仁, 西山勇毅, 瀬崎 薫, “広域屋内空間における人の滞在が受信信号強度に与える影響の解析,” 電子情報通信学会 ICM 研究会 (to appear), March 2023.
 42. 小野翔多, 山崎 託, 三好 匠, 田谷昭仁, 西山勇毅, 瀬崎 薫, “スポット型連合学習におけるユーザ滞在時間が学修性能に与える影響の評価(奨励講演),” 電子情報通信学会 ICM 研究会 (to appear), March 2023.
 43. 渡邊海斗, 山崎 託, 三好 匠, “エージェント型 IoT によるプライバシーを考慮した地域見守りシステム,” 電子情報通信学会 ICM 研究会 (to appear), March 2023.
 44. 浅野瑞稀, 三好 匠, 山崎 託, “2 段階クラスタリングを用いた IoT トラフィックの時系列特徴解析,” 電子情報通信学会 ICM 研究会 (to appear), March 2023.
 45. 小野翔多, 山崎 託, 三好 匠, 田谷昭仁, 西山勇毅, 瀬崎 薫, “無線アドホックネットワークにおけるユーザ参加型連合学習の実装実験,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
 46. 細沼恵里, 三好 匠, 山崎 託, 西山勇毅, 瀬崎 薫, “LPWA による屋内空間の混雑領域推定に向けた検討,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
 47. 佐久間勇悟, 三好 匠, 山崎 託, “位置依存形 P2P における動的モジュールを利用したサービス実現手法,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
 48. 塙 大樹, 三好 匠, 山崎 託, “V2X 環境における道路情報を考慮した位置依存形 P2P の実装,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
 49. 矢島大路, 小野翔多, 三好 匠, 山崎 託, “蒸留を用いた連合学修における機械学習モデルのサイズが与える影響,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
 50. 范 哲瑄, 三好 匠, 山崎 託, 上田清志, “無線信号源探索を用いた被災者発見のための UAV 動的ルーティング手法,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
 51. 山下晋吾, 三好 匠, 山崎 託, “LiDAR 点群データと端末位置情報を利用した位置依存形 P2P システム,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
 52. 杉山大季, 小野翔多, 細沼恵里, 西山勇毅, 瀬崎 薫, 山崎 託, 三好 匠, “大規模農場向け LPWA センシングシステムの提案,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
 53. 原口隆彦, 片田寛志, 山崎 託, 三好 匠, 山本 嶺, 上田清志, “ネットワーク技術を応用した UAV 分散管理手法,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.

54. 渡邊直人, 山崎 託, 三好 匠, 中原正隆, 奥井宣広, 窪田 歩, “自己適応型 IoT トラフィック異常検知システムにおけるモデル更新が検知に与える影響,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
55. 青木優翔, 山崎 託, 三好 匠, 朝香卓也, “ジェスチャを用いた位置と向きに基づく P2P グループ会話システム,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
56. 大嶽一輝, 渡邊直人, 山崎 託, 三好 匠, “IoT ゲートウェイにおけるブロックチェーンに基づく連合学習のモデル管理,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
57. 神尾祐樹, 山崎 託, 三好 匠, “道路特性に基づく事故リスクに応じた歩車間危険通知手法,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
58. 齋田浩生, 山崎 託, 三好 匠, “ゲーミフィケーションによる 3 次元空間のモバイルクラウドセンシング,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
59. 田中伸幸, 山崎拓真, 細沼恵里, 山崎 託, 三好 匠, “Opportunistic Routing を用いた機械学習の処理分散割当手法,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
60. 西澤知希, 山崎 託, 三好 匠, “自立型スマートポールを用いた低空域の通信実験,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
61. 前田尚輝, 山崎 託, 三好 匠, 朝香卓也, “点群情報のリアルタイム共有に向けた無線伝送実験,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
62. 渡邊海斗, 山崎 託, 三好 匠, “位置情報に基づくノード協調を用いた地域見守りシステム,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
63. 後藤聡介, 三好 匠, 山崎 託, 矢守恭子, “ユーザの移動経路に基づいた通信品質可視化システム,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
64. 橋本 樹, 三好 匠, 山崎 託, 朝香卓也, “都市 OS における通信管理機能の実装,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
65. 小菅竜太郎, 三好 匠, 山崎 託, “LiDAR の入射角変化による反射強度差を用いた水たまり検知手法,” 2023 年電子情報通信学会総合大会 (to appear), March 2023.
66. Mizuki Asano, Takumi Miyoshi, and Taku Yamazaki, “IoT Traffic Pattern Analysis with Two-stage Clustering,” 2023 IEICE General Conference, English Session (to appear), March 2023.
67. Yuxuan Shi, Takumi Miyoshi, and Taku Yamazaki, “An Intrusion Prevention System for Smart City Infrastructure Based on Deep Neural Network and Container Orchestration,” 2023 IEICE General Conference, English Session (to appear), March 2023.
68. Shinyo Ryu, Shota Ono, Takumi Miyoshi, and Taku Yamazaki, “A Method to Share Intermediate Layers in Split Learning,” 2023 IEICE General Conference, English Session (to appear), March 2023.
69. 郡司遥輝, 山崎 託, 山本 嶺, 三好 匠, 上田清志, “無線マルチホップネットワークを用い

- た無人移動機経路構築における中継ノードの選定方法,” 電子情報通信学会 NS 研究会 (to appear), March 2023.
70. 國分悠斗, 山崎 託, 山本 嶺, 三好 匠, 上田清志, “無人移動機の移動時間と安全性を考慮した複数経路構築法の多様なノード配置による評価,” 電子情報通信学会 NS 研究会 (to appear), March 2023.
71. 郡司遥輝, 山崎 託, 山本 嶺, 三好 匠, 上田清志, “リンク階層化を用いた OLSR ベースの複数無人移動機経路構築法の評価(奨励講演),” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 274, NS2022-117, pp. 97-102, November 2022.
72. 國分悠斗, 山崎 託, 山本 嶺, 三好 匠, 上田清志, “無人移動機の移動時間と安全性を考慮した AODV ベースの複数経路構築法,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 274, NS2022-118, pp. 103-108, November 2022.
73. 渡邊直人, 山崎 託, 三好 匠, 山本 嶺, “スマートホーム環境における IoTトラヒックの異常検知システム,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 198, NS2022-87, pp. 29-32, October 2022.
74. 原口隆彦, 片田寛志, 山崎 託, 三好 匠, 山本 嶺, 上田清志, “ネットワーク技術を応用した UAV 分散管理手法の性能解析,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 170, NS2022-72, pp. 66-69, September 2022.
75. 細沼恵理, 三好 匠, 山崎 託, 西山勇毅, 瀬崎 薫, “LPWA による屋内混雑度推定に向けた基礎検討,” 2022 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 分冊通信 2, B-6-1, p. 1, September 2022.
76. 小野翔多, 山崎 託, 三好 匠, 西山勇毅, 瀬崎 薫, “無線マルチホップ連合学習へ向けた実装実験,” 2022 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 分冊通信 2, B-6-30, p. 30, September 2022.
77. 山本祥平, 山崎 託, 三好 匠, 新津善弘, シルバーストン トーマス, “分散データベースにおける近隣ノード協調形パケット損失回復手法の性能解析,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 105, NS2022-53, pp. 127-130, July 2022.
78. 小林侑太, 細沼恵里, 山崎 託, 三好 匠, 新津善弘, シルバーストン トーマス, “Opportunistic Routing を用いた LPWA メッシュネットワークにおける転送待機時間の解析,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 105, NS2022-56, pp. 143-146, July 2022.
79. 山崎拓真, 細沼恵里, 山崎 託, 三好 匠, シルバーストン トーマス, “転送待機時間に基づく Opportunistic Routing におけるリンク対称性確認手法の性能解析,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 105, NS2022-57, pp. 147-150, July 2022.
80. 橋本 樹, 三好 匠, 山崎 託, シルバーストン トーマス, 朝香卓也, “通信管理機能を備えたスマートシティサービス基盤の提案,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 32, ICM2022-3, pp. 12-15, May 2022.

81. 磯田知来, 三好 匠, 山崎 託, シルバーストン トーマス, “端末の移動性と端末間距離を考慮した位置依存形 P2P ネットワーク構築手法,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 32, ICM2022-4, pp. 16-19, May2022.
82. 郡司遥輝, 上田清志, 三好 匠, 山崎 託, 山本 嶺, “リンク階層化を用いた OLSR ベースの複数無人移動機衝突回避経路構築法,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 16, NS2022-9, pp. 6-11, May 2022.
83. 國分悠斗, 上田清志, 三好 匠, 山崎 託, 山本 嶺, “無人移動機の移動時間と安全性を考慮した AODV ベースの経路構築法,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 16, NS2022-10, pp. 12-16, May 2022.
84. 草野拓己, 行田弘一, “ブロックチェーン技術を用いた電子版お薬手帳システムの提案,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 122, No. 232, ICTSSL2022-18, pp. 6-11, October 2022.

【特許等出願】

1. イメージセンサデータ制御システム, PCT 出願 (本学承認済み)
2. 特願 2023-460, 機械学習データ管理システム, 新熊/峯, 芝浦工業大学/ガイアックス
3. 特願 2023-1045, 空間モデル構築システム, 新熊/福井, 芝浦工業大学/ハイパーデジタルツイン

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	情報工学科	新熊亮一	センサデータ通信制御およびロボット遠隔管制の研究	NEC (株)	2,200
2	情報工学科	新熊亮一	LIDAR を用いた人流解析技術の研究	(株)大阪メトロアドエラ	1,000
3	情報工学科	新熊亮一	電子杭によるデジタル空間の付加価値向上に関する研究	八千代エンジニアリング(株)	1,650

E 外部資金

	学科	学内研究	プロジェクト名	委託元	研究費
--	----	------	---------	-----	-----

		代表者			(千円)
1	情報工学科	新熊亮一 (ベンチャーとして)	Beyond 5G 研究開発 促進事業	NICT	300,000
2	情報工学科	新熊亮一	Beyond 5G 研究開発 促進事業	NICT	320,000 本学配分額
3	電子情報システム学科	山崎 託	Beyond 5G 研究開発 促進事業	NICT	61,700 本学配分額

F 評価指標の集計

	件数 (金額)		備考
論文数	査読付きジャーナル論文 12 件 査読付き国際会議論文 28 件		招待講演 7 件 国内発表 84 件
特許出願件数	3 件		
共同研究件数	3 件	4,850 千円	
外部資金獲得数	3 件	681,700 千円	2022～2024 年度
参加学生数	80 名 (内留学生 6 名)		
参加企業数	10 社		NEC KDDI 総合研究所 ガイアックス 大阪メトロアドエラ 八千代エンジニアリング 空撮技研 鹿島建設 エンブフォー 京都リサーチパーク ハフト
公開イベント数	5 件		

G 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

5

今後の計画

前述のとおり、2022 年度は NICT の研究開発促進事業に 3 件の大型プロジェクトが採択され、各プロジェクトにおいてジャーナル論文や国際会議発表、デモ展示を実施するなど、当初の予定を大幅に上回る研究成果、研究業績を挙げることができた。

2023 年度もこの勢いを失わないようにチームメンバ 7 名が一丸となって共同研究を推進する予定である。

A～F の研究分野については、これまでどおりのペースで研究を進める。プロジェクトの 3 年目ということで、個々の研究課題における成果が十分に蓄積されてくる頃である。そこで、特に査読付きジャーナル論文や国際会議などへの投稿を推進していく。

採択となった 3 件の国プロ案件が 2 年目に入る。これらのプロジェクトを成功に導くため、それぞれのプロジェクトの共同提案者である企業・大学との連携を更に深めていく予定である。特に 2023 年度は、共同提案者の大学との連携をもとに、共同でのフィールド実験を積極的に推進する。また、得られた研究成果について、共著・連名でのジャーナル論文、国際会議への投稿を行う予定である。

また、すでに実施しているさまざまな共同研究においても、2023 年度に向けて活動を継続する。一部の研究では、新たに 2023 年度科研費に共同で申請しており、採択された暁には更なる研究の進展が期待される場所である。学内外の共同研究者との連絡、研究打合せを密に行い、研究の進捗管理と共同でのフィールド実験、ならびに共著・連名での論文執筆を推進する予定である。

更には、S-SPIRE の研究チームで協力しながら、学内外の様々な分野の教員・研究者と共同研究の輪をますます広げることにも注力する。本学のブランド力向上に尽力したい。

大学発ベンチャーとして新熊が立ち上げた株式会社ハイパーデジタルツインが S-SPIRE 発の研究成果の社会実装を進める予定である。特に、大田区の羽田イノベーションシティなどで社会実験を行い、2024 年 1 月に米国・ラスベガスで開催される CES 2024 に出展する予定である。本学豊洲キャンパスに新たにオープンしたベイエリア・オープンイノベーションセンターBOICE を起点として、他企業との連携も進めていく予定である。

以 上

添付 1：公開イベントリスト

	月日	イベント名	主催	参加メンバー (敬称略)	場所
1	2022/9/16-17	羽田スマートシティ EXPO 秋	羽田イノベーションシティ	新熊亮一 新熊研究室学生	羽田イノベーションシティ
2	2022/10/18-21	CEATEC ジャパン	一般社団法人電子情報技術産業協会 (JEITA)	S-SPIRE 教員 各教員の研究室学生	幕張メッセ

3	2022/10/20	第 12 回おおた研究・開発フェア	大田区	新熊亮一 新熊研究室学生	羽田イノベーションシティ
4	2023/1/5-1/8	CES 2023	Consumer Technology Association (CTA)	株式会社ハイパーデジタルツイン(新熊)	ラスベガスコンベンションセンターなど
5	2023/3/8-3/9	電子情報通信学会総合大会	電子情報通信学会	S-SPIRE 教員 各教員の研究室学生	芝浦工業大学大宮キャンパス
6					
7					
8					

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 S-SPIRE 事業「テクノロジーを活用する新たなスポーツの創出と本学
体育科目への実践」

2. 研究組織所在地 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学

3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
真鍋宏幸	工学部情報工学科	教授

4. プロジェクト参加研究者数 5 名（学生は除く）

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
石崎 聡之	情報工学科・教授	石崎グループ	体育科目への展開
井尻 敬	情報工学科・准教授	井尻グループ	新たなスポーツの提案, 情報系科目との融合検討
浜野 学	電子工学科・教授	石崎グループ	体育科目への展開
深野 真子	機械工学科・准教授	石崎グループ	体育科目への展開
真鍋 宏幸	情報工学科・教授	井尻グループ	新たなスポーツの提案, 情報系科目との融合検討

6. 研究の概要

A 計画の概要

テクノロジーの進展により、スポーツの概念が広がりつつある。例えば、2019 年の国体でコンピュータゲームを用いた e スポーツ大会が実施され、義手や義足などを利用するパラリンピックもオリンピック同様に大きな注目を集めている。本研究では、(1)テクノロジーを活用する新たなスポーツを創出すること、(2)それを大学での体育科目へと展開することを目指す。(1)では、古典的なスポーツで重視される個々人の身体能力だけでなく、アダプテッドスポーツや超人スポーツなどのように、テクノロジーを用いて個人の身体能力を制限あるいは拡張して行う新たなスポーツの創出を行う。また、(2)では、大学における体育教育の再定義を試みる。つまり、学生の身体的能力・運動スキルの向上、運動に関する知識の習得、運動習慣の獲得にとどまらない体育教育の実現を目指す。具体的には、他分野と融合した体育教育を行っていく。例えば、情報工学分野と融合させ、どのような UI/UX デザインやゲーミフィケーション技術を適用すれば、より魅力的なスポーツを創出できるのかを考えさせたり、そのためのデバイスやシステムの構築を行わせたりすることを想定している。また、人文科目と融合させることで、ダイバーシティやインクルーシブなどについて身近に考え、具体的にに取り組む機会とすることも考えている。

B 成果の概要

本プロジェクトは 2021 年 7 月に S-SPIRE 事業に採択され、そこから具体的な活動を開始した。2021 年度の主な成果は、既存の HADO や SASSEN の導入、授業導入に向けた授業設計、プレスリリースおよび PR 動画の配信であった。

2022 年度の主な成果は、体育科目・情報科目への実践、新たなスポーツの開発、公開イベントへの参加であり、具体的には以下の通りである。

1. HADO を取り入れた体育授業を前期 2 コマ、後期 2 コマ実施
2. VR スポーツ創出を課題とする情報系演習科目を後期に実施 (2 コマ×5 回)
3. 新たなスポーツの創出に関する研究を実施 (学会発表 4 件)
4. ニコニコ超会議、一般向け講演会などの公開イベントへの参加 (計 6 件)、体験会など学内イベントの実施 (計 15 回)
5. 読売新聞オンラインなどプレス掲載 (計 6 件)

C 研究発表等の状況

【雑誌論文】(査読有)

- 1.
- 2.

【雑誌論文】(査読無)

1.
2.
【図書】
1.
2.
【学会発表】
1. 齊藤 翼, 井尻 敬, “3 人称視点 VR アプリケーションにおけるアバターの大きさとユーザ動作の関係の調査”, 情報処理学会 HCI 研究会 HCI201, 2023 年 1 月 16 日
2. 兼井 あかり, 真鍋 宏幸, “パンデミック禍における大学体育のためのエクサゲーム”, 情報処理学会 HCI 研究会 HCI201, 2023 年 1 月 16 日
3. 齊藤 翼, 井尻 敬, “3 人称視点 VR アプリケーションにおけるアバターの大きさとユーザ動作の関係の予備調査”, VC2022, 2022 年 10 月 6 日
4. 本田 悠貴, 齊藤 翼, 井尻 敬, “加加速度センサを利用したスマートダンベルによるトレーニング種目とユーザの推定”, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2022, 2022 年 9 月 1 日
【特許等出願】
1.
2.

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1					
2					
3					

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1					
2					
3					

F 評価指標の集計

	件数（金額）		備考
論文数	0 件		
特許出願件数	0 件		
共同研究件数	0 件	0 千円	
外部資金獲得数	0 件	0 千円	
参加学生数	0 名（内留学生 名）		
参加企業数	0 社		
公開イベント数	0 件		

G 研究の達成率（1（低） ～ 5(高)）

5

今後の計画

2022 年度は、(1) 新たなスポーツの創出、(2) 大学体育への展開、いずれの点においても、ほぼ予定通りの進捗状況であった。さらに、公開イベントやプレス対応などに積極的な関与を行い、(3) 本学のブランド価値向上に貢献できたと考えている。

2023 年度の計画としては、(1)から(3)全てをさらに進めていく予定である。(1)の具体例として、パンデミック禍における体育科目に適合したスポーツ、スマートジム（フィットネスジムへのテクノロジーの導入）、スポーツ創出を題材とする情報系科目と体育科目が融合した授業の展開などがある。(2)では、現在は豊洲キャンパスでしか開講していない本プロジェクトの体育科目（HADO 体育）を、大宮キャンパスでも開講することを目指す。これにより、本学工学部の 1～2 年生が HADO 体育を履修することができるようになる。また、HADO 体育による効果を取りまとめ、論文あるいは学会発表等を通じて積極的に発表していく。さらに、2022 年度に試行を始めた情報系科目と体育科目が融合した授業をさらに洗練させ、両者を融合させることによる価値や意義を明確化させていく。(3)では、依頼されたイベント等には対応するだけでなく、大学広報を通じたプレスリリースや、公開・学内イベントを自らが企画するなど、積極的な関与を行っていく。

以 上

添付 1：公開イベントリスト

	月日	イベント名	主催	参加メンバー (敬称略)	場所
1	4 月 29, 30 日	ニコニコ超会議 2022	ニコニコ超会議 実行委員会	石崎, 真鍋, ほ か学生 8 名	幕張メッ セ
2	8 月 20, 21 日	芝浦工業大学オープン キャンパス (豊洲)	芝浦工業大学	石崎, 真鍋, ほ か学生 7 名	芝浦工業 大学 豊洲 キャンパ ス
3	9 月 20 日	芝浦工業大学豊洲キャン パス完成お披露目会	芝浦工業大学	石崎, 真鍋, ほ か学生 5 名	芝浦工業 大学 豊洲 キャンパ ス
4	11 月 13 日	ひらく 日本の大学 ウェビナー (寺子屋朝 日 for teachers)	朝日新聞社	石崎	オンライ ン
5	12 月 10 日	芝浦工業大学 公開講 座 オープンテクノキ ッズ	芝浦工業大学	石崎, 真鍋, ほ か学生 2 名	芝浦工業 大学 豊洲 キャンパ ス
6	12 月 11 日	eFootball DREAM CUP	東日本連携推進 会議	石崎	まるまる ひがしに ほん
7					
8					

SIT 総合研究所
研究センター、重点分野研究支援プログラム (S-SPIRE 事業)
2022 年度 研究成果報告書

1. 研究組織 月・惑星探査ローバの走行制御に関する研究
 2. 研究組織所在地 芝浦工業大学大宮キャンパス(埼玉県さいたま市見沼区深作 307)
 3. 研究代表者

研究者名	所属	職名
飯塚 浩二郎	システム理工学部 機械制御システム学科	教授

4. プロジェクト参加研究者数 11 名 (学生は除く)

5. 研究プロジェクトに参加する主な研究者と研究組織

研究者名	所属・職名	研究グループ	参画研究テーマ
飯塚 浩二郎	機械制御システム学科 教授	接触状態表現 G・アル ゴリズム G	ローバの脚ひずみ検知システム の構築と外部環境(軟弱地盤)と の接触状態表現化)および宇宙探査 人材教育
川上 幸男	機械制御システム学科 教授	シャシーの解析 G・ア ルゴリズム G	特殊シャシーの解析および 計測
伊藤 和寿	機械制御システム学科 教授	アルゴリズム G	内部環境情報を用いた自律移動シ ステム
渡邊 大	機械制御システム学科 准教授	デジタル解析 G	探査ローバと軟弱地盤のデジタル 現象解析
高木 基樹	生命科学科 准教授	センシングユニット G	複数ひずみのデータ取得システム の構築
池田 裕一	湘南工科大学 機械工学科 准教授	接触状態表現 G	軟弱地盤移動システムの構築(ス リップ制御)
岩野 優樹	福井工業大学工学部 機械工学科 教授	接触状態表現 G	軟弱地盤移動システムの構築(横 断走行システム)
藤原 大佑	諏訪東京理科大学 機械工学科 助教	アルゴリズム G	軟弱地盤移動システムの構築(特 殊移動機構)
水上 憲明	東京専門職大学 准教 授	アルゴリズム G	軟弱地盤移動システムの構築 (車輪と地盤間のメカニズム解析)
牛越 弘彰	株式会社牛越製作所 社長	接触状態表現 G	自律車両の製作
渡邊 智洋	日本学術振興会研究員 (PD, 飯塚研)	センシングユニット G	軟弱地盤移動の方法論と実証実験

6. 研究の概要

A 計画の概要

2022 年度

全体目的：外部環境と筐体の不均一状態を表現し，その表現を用いた月・惑星探査ローバの走行制御アルゴリズムを構築する．また宇宙探査ミッション立案教育の実施する．

当該年度フェーズ：原理確認，プロトタイピング，コア技術

当該年度の具体的目標：

本申請に掲げている目標に沿って，以下のように目標設定を行う．

- (1) ローバの脚の形状についてバリエーションを持たせた検知実験の実施
- (2) 宇宙探査ミッション立案教育:数グループによって，学生自らのミッション立案体験機会を当たえ，試作やプレゼンテーションを実施する．※例年以上に入念に準備中

B 成果の概要

(1) ローバの脚の形状についてバリエーションを持たせた検知実験の実施

(1)-A:月惑星探査ローバのシャーシに生じる曲げ歪み情報を利用した地盤推定

1. 概要

ローバ走行時にシャーシに生じる曲げ歪みを利用した地盤推定手法の提案（図 A-1）を本研究の目的とする．人間は歩くときに深部感覚と呼ばれる筋，腱，関節などに対する接触刺激およびその運動から生じる感覚を利用することで，手足の相対的な位置や運動を検知している⁽¹⁾．これをローバに置き換えて，シャーシに生じる曲げ歪みを検知することで，深部感覚的に地盤の状況をセンシングすることを目指す．

2. ローバ脚部の曲げ歪み測定

走行する地盤とシャーシの曲げ歪みの関係性を実験により検証する．図 A-2 に実験環境，図 A-3 に実験システム，表 A-1 に実験条件を示す．パラメータは車輪が走行する地盤の種類，変形部の板厚，車輪にかかる垂直荷重，牽引負荷とする．曲げ歪みの測定にあたり，図 A-4(a)に示すようにアルミフレームとヒンジで構成され，ピッチ方向に運動が制限された脚を提案する．図 A-4(b)に示すようにヒンジ部に歪みゲージを貼った変形する部材を取り付けることで，曲げ歪みのみを測定することができる．

3. 研究成果

変形部の厚さが 1mm のとき，走行中に測定部に降伏点以上の応力が加わり塑性変形したため，弾性変形の歪み値を取得することが不可能となった．

変形部の厚さが 3mm のときの曲げ歪みの平均値および RMS 値を図 A-5 に，垂直荷重 147N で珪砂 5 号上を走行した時の歪み値の時間変化を図 A-6 に示す．図 A-7 に垂直荷重を変化させた時，図 A-8 に牽引負荷を変化させた時の FFT 解析結果を示す．

図 A-6, A-7 より, 剛体地盤では 28Hz 付近に顕著なスペクトルが立ち, 軟弱地盤では同じ周波数付近に目立つスペクトルが表われないことを確認した. これは, 剛体地盤と車輪の接地面の間で生じた振動であると考えられる. 軟弱地盤上を走行しているときは, 振動が珪砂 5 号に吸収されてしまったとすれば, 剛体地盤上でのみ 28Hz の周波数成分が多く含まれることとも矛盾しない.

3. 地盤推定手法の提案

今回は 28Hz 付近に顕著なスペクトルが確認できたが, シャーシやローバの形状によりこの値は変化すると予想される. このように, 剛体地盤のときのみに顕著に大きい周波数成分を地盤判定周波数 f_{rigid} とする. 地球上や現地での走行で求められた f_{rigid} のスペクトルの大きさによって, 地盤がレゴリスか岩盤か判定できると思われる. 以上より, 本研究では, 月・惑星探査ローバのシャーシに生じる歪みから走行状態を推定する手法を提案した. 歪みの計測に適したシャーシを提案し, それを用いて地盤, 垂直荷重, 牽引負荷を変化させた時の曲げ歪みを計測した. この実験により, 曲げ歪みから地盤を推定できることが示唆された.

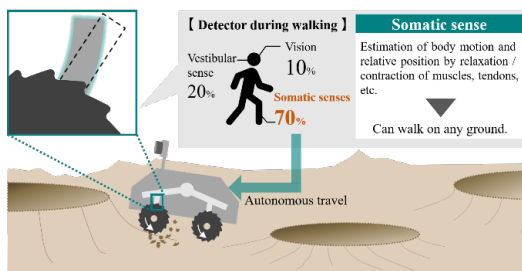


Fig. A-1 Overview of estimation system of traveling condition for rovers based on bending strain

Fig. A-3 Experimental system

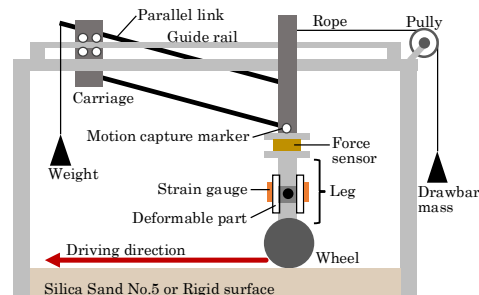


Fig. A-2 Experimental environment

Fig. A-4 Proposed chassis

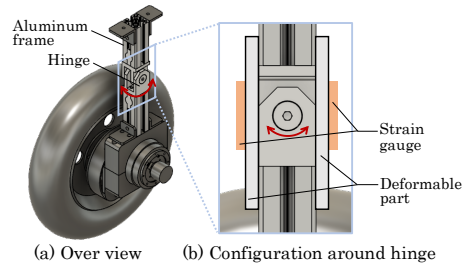
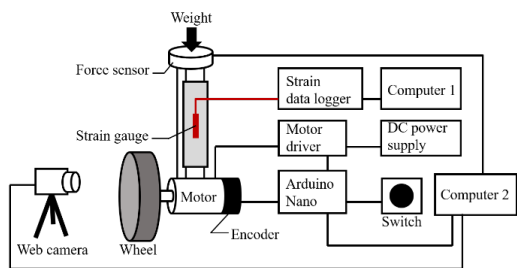


Table A-1 Experimental condition

Item	Condition	
Ground	Silica Sand No.5, Rigid Surface	
Weight [N]	98, 147, 196, 392	147
Drawbar mass [N]	0	0, 10, 20
Thickness of deformable part [mm]	1, 3	
Rotation speeds [rpm]	5	
Number of trials	5	

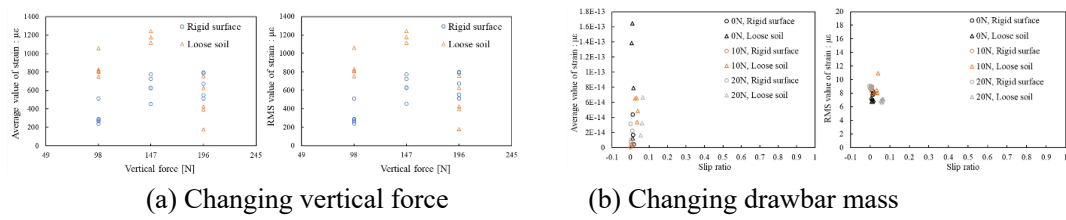


Fig.A-5 Average value and RMS value of strain

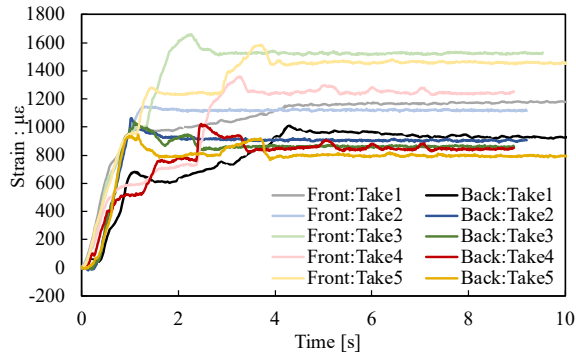


Fig. A-5 State of strain value changing vertical force

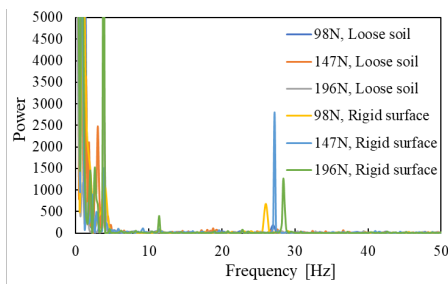


Fig.A-6 Value of FFT changing vertical force

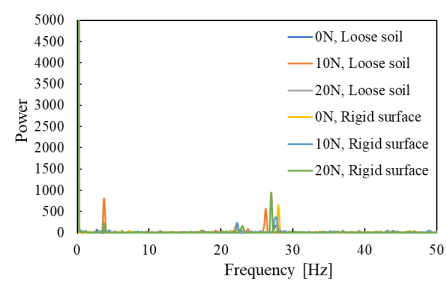


Fig.A-7 Value of FFT changing drawbar mass

(1)-B: トレッドミル走行試験機を用いた月・惑星探査ローバの脚部微小ひずみセンシングおよび車輪スリップ-ひずみ情報間の相関起因の考察

1. 概要

惑星探査に用いられる車輪型のローバには目標経路を正しく追従するためのスリップ軽減という課題がある。今後探査を行う未知環境ではロバスト性が高く、いち早く微小なスリップを検知することが求められる。そのような状況において、車輪と地盤の間の状況を直接とらえて各車輪のトラクションを検知する方法が必要だと考えた。そこで、人間の深部感覚を応用して、一つの車輪の脚部に取り付けたひずみゲージによるセンシングを行う。このセンシングを実現するにあたって、図 B-1 に示すようにトレッドミルを用いた車輪走行試験機を作製し車輪の走行を模擬した。本研究ではこの試験機を用いて車輪走行実験を行い走行中のひずみ値を測定する。取得したひずみ値を脚部の伸縮としてとらえ、振動解析を行い、車輪のスリップ状況の推定に必要となる特徴を捉えることを目的

とする。

2. 成果

図 B-2 に示すトレッドミル走行試験機を用いて単輪走行試験を行った。走行時のスリップ率を変え、スリップ率ごとの脚部微小ひずみを測定した。測定したスリップ率 0.6 のときの垂直荷重 96 N、板厚 3 mm、走行速度 150 mm/s のときの 2 回目の試行の結果を図 B-3 に示す。実験結果よりすべての試行において、ひずみ値がある一定の範囲に収束する傾向がみられた。しかし、収束する範囲にはばらつきが大きかったため、ひずみ値、またはその平均値のみでスリップ状態を推定するのは困難であると考えられる。次に、このひずみ値の FFT 解析を行い、スリップ時に発生する特徴的な周波数の振動を見た。図 B-4 に図 B-3 と同様の条件の FFT 解析結果を示す。解析結果からスリップ率が大きくなるにつれて 40~60 Hz の周波数帯域のスペクトルが大きくなる傾向があることがわかった。したがって、この周波数帯の振動がスリップ時に生じる脚部の変形に関係していると考えられる。よって、このような FFT 解析によるひずみ値の振動の評価によってスリップ率を推定できることが示唆された。以上より、トレッドミル走行試験機を用いて単輪走行実験を行い、車輪脚部ひずみのセンシングと解析を行った。解析結果より、スリップ率によってスペクトルの大きさが変化する周波数帯域が存在することが判明し、これをもとにスリップ状態の推定が行えることが示唆された。

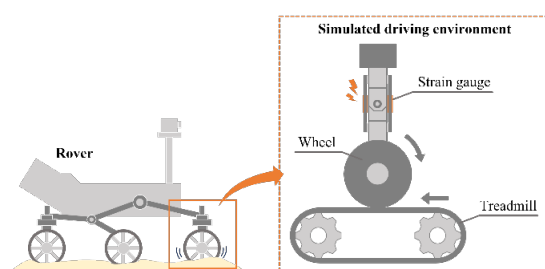


Fig. B-1 Driving environment on rover wheels

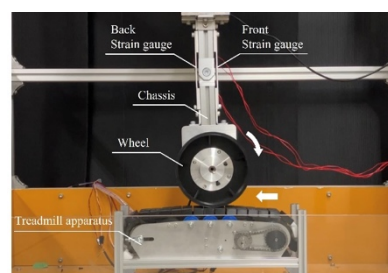


Fig. B-2 Treadmill traveling equipment

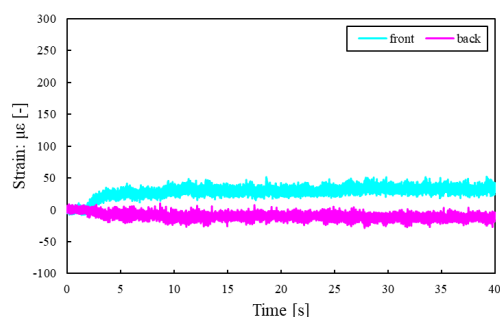


Fig. B-3 Chassis strain values (slip ratio: 0.6, 96 [N], 150 [mm/s], 3 [mm])

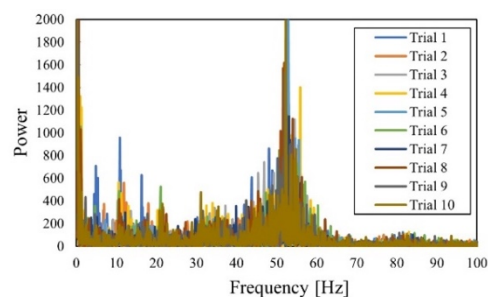


Fig. B-4 FFT analysis result (slip ratio: 0.6, 96 [N], 150 [mm/s], 3 [mm], front)

(1)-C: 実時間力学情報とテラメカニクスモデルを用いた月・惑星探査ローバの軟弱斜面旋回運動解析

1. 概要

近年、不整地面における機械性能と土壌との力学的な相互関係を明確にするテラメカニクスと呼ばれる、車輪や地盤の走行性を関連付ける研究が積極的に行われてきた。このテラメカニクスモデルによって車輪と地盤の相互関係が明確化され、車輪のスリップ量や沈下量、垂直抗力、走行抵抗、推進力などを推定することが可能となり、探査ローバの挙動を予測することができる。

ローバの主な探査箇所とされるクレータなど傾斜地での走行は姿勢変化や滑り等によって、各車輪に異なる力が発生する。これまでの研究ではローバの車輪が一体の滑りを起こすという条件のもとで議論が進められており、走行状態の非定常性が考慮されていない。ローバのそれぞれの車輪に働く複雑な力関係を観測し、走行時の姿勢変化や斜面変化を伴う際の各車輪に働く力を解析的に求めることができれば、テラメカニクス観点からスリップを起こすことのない最適なトラクションを推定することが可能となる。それによってローバの安定性を大きく向上させることが期待される。

そこで本研究では傾斜地を旋回走行する 4 輪ローバを対象に、実時間変化における各車輪に働く力を計測し、テラメカニクスの観点から、斜面旋回運動時の走行安定性について検証を行う。

2. 成果

2-1. 単輪試験機による走行実験

4 輪ローバが旋回走行を行う際に各車輪に働く力の明確化を行うため、単輪試験機を用いて旋回走行状態を模擬した走行実験を行う。図 C-1 に本実験における実験環境を示す。車輪上部にはフォースセンサを取り付け車輪に発生する 6 軸の力を測定する。また、図 C-2 に示すように、旋回時のスリップ角を模擬するため車輪を 0, 15, 30, 45 [deg]と回転させ、旋回角度を発生させる。また、車輪に働く垂直荷重を 100, 125, 150 [N]と変化させることで荷重変化による影響を検証する。実験条件の詳細を表 C-1 に示す。図 C-3 に任意のスリップ角度を与え車輪を走行させた際の車輪に働くサイドフォースの様子を示す。スリップ角度が大きくなるにつれてサイドフォースも増加し、また、垂直荷重が大きくなるにつれてサイドフォースの値が大きくなることを確認した。

2-2. 4 輪ローバを使用した斜面旋回実験

単輪試験機での実験結果を元に、4 輪のテストベットを使用した斜面旋回走行実験を行い、走行状態と車輪に働く力の相互関係を検証する。

図 C-4 に実験環境を示す。4 輪ローバの各車輪上にはフォースセンサが取り付けられており、旋回中に車輪に働く力を計測することが可能である。斜面の角度は 0, 5, 10 [deg]に設定し、テストベットに貼り付けたモーションキャプチャマーカーにより走行軌跡を計測することが可能である。実験条件を表 C-2 に示す。

図 C-5 に斜度 0 度と 5 度で入力スリップアングルを 30 度になるように設定し、ローバが旋回走行を行った際の旋回軌跡を示す。斜面角度が 0 度の際には滑りがほとんどなく正確な旋回を実現しているが、斜度 5 度で旋回走行を行った際には斜面上での滑りが発生し、入力された走行経路とのずれが大きく発生している。図 C-6 には斜度 0 度と 5 度で旋回走行を行った際の車輪に働くサイドフォースの測定値を示す。左山側車輪はサイドフォースの値にほとんど差がないが、斜面谷側の車輪には斜面角度の違いにより大きな差が発生することが確認できる。この差は旋回中の滑りによってヘッド角が変化し、各車輪のスリップ角が変化したことや、滑りに伴う地盤崩壊が発生し、地盤からの反力を得ることが出来なかったと考えられる。

以上のことから、本研究ではローバが斜面で旋回動作を行う際の車輪に働く力を計測し、走行状態と車輪に働く力の関係の検証を行った。今後はこれらの検証結果により、ローバの旋回走行中の滑りについての関係を明確化し、滑りを検知できる手法を構築する。

Table C-1 Details of single wheel experiment

Description [Unit]	Value
Ground condition	Silica sand No.5
Slope angle [°]	0
Rotation speeds [rpm]	5
Slip angle [°]	0, 15, 30, 45
Weight [N]	100, 125, 150

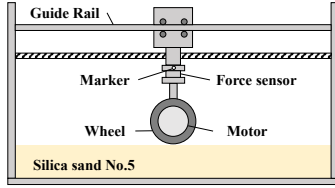


Fig. C-1 Experimental system

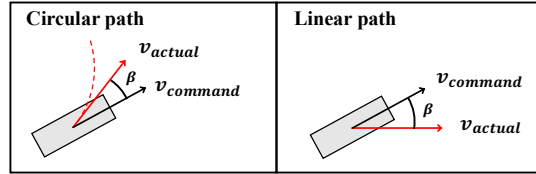


Fig. C-2 Slip angle relative to commanded linear velocity and tangential velocity

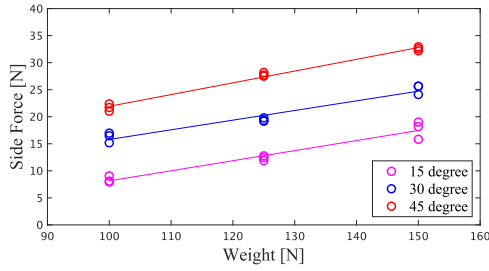


Fig. C-3 Relationship between Vertical Resistance and Slip Angle

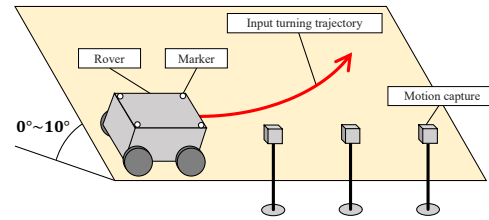
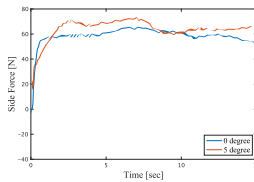


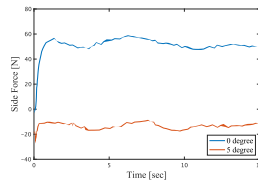
Fig. C-4 Appearance of Experimental System

Table C-2 Details of single wheel experiment

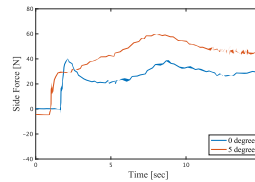
Description [Unit]	Value
Ground condition	Silica sand No.5
Slope angle [°]	0, 5, 10
Rotation speeds [rpm]	5
Input Slip angle [°]	0, 15, 30, 45



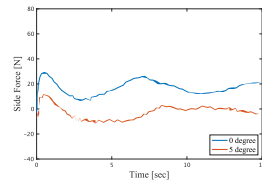
(a) Left front wheel



(b) Right front wheel



(c) Left rear wheel



(d) Right rear wheel

Fig.C-6 Side forces acting on the wheels when turning

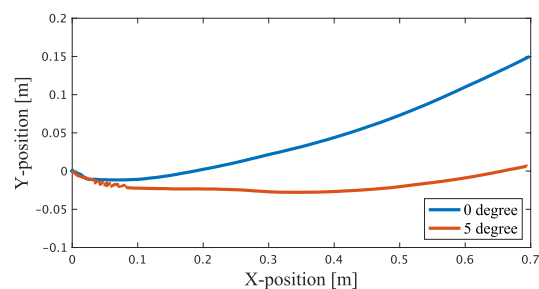


Fig.C-7 Trajectory at input turning angle of 30 degrees

(2) 宇宙探査ミッション立案教育

1. 概要

1, 2 年生といった大学生低次学年に宇宙工学や宇宙ミッション, そしてこれらの知識を使ったミッション立案ワーキングなどを繰り返し, 宇宙探査ミッション教育を実施していく. 図 2-1 に実際に話あっている様子を示す.



図 2-1 学生によるディスカッションの様子

2. 成果

2022 年度第 30 回衛星設計コンテストにエントリー(ミッション解析書の提出が必須)し, 14 件の応募の中, 最終審査に進める 4 件の中に本学メンバーが選出された. 本学メンバーが立案した内容は以下である.

「月面滞在者のより快適な生活を支援するために, レゴリス上への月面基地の固定手法を提案する. 提案する固定手法は, 振動貫入による締固めを利用したものであり, 最小限の輸送コストと短い施工時間で建設可能である. 本ミッションに特化した振動貫入機を作成し, その有効性を示す」

この立案に至り, 実験の様子を図 2-2 に, 実際に制作したロボットを図 2-3 に示す.

そして, 2022 年 11 月 12 日(土)に開催された最終審査の様子を図 2-4 に示す. 最終結果として, 「奨励賞」を受賞することができた(図 2-5).

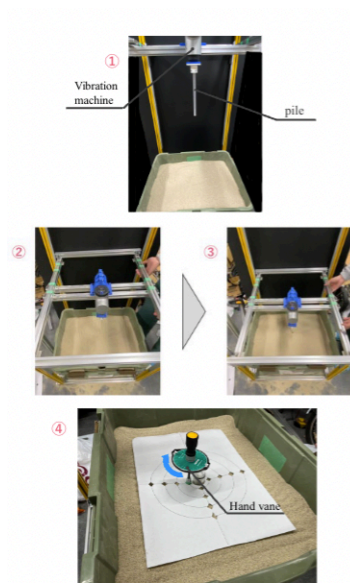


Fig. 2-2 実験の様子

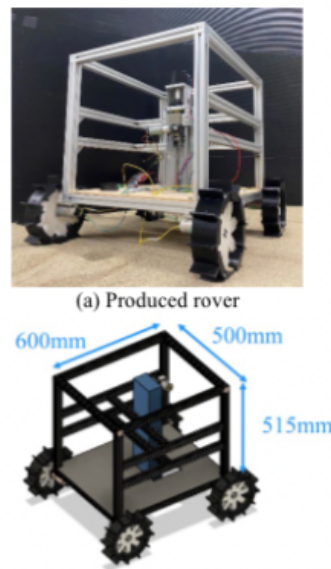


Fig. 2-3 制作したロボット(上:実物, 下:3D-CAD 図)



Fig. 2-4 発表会の様子



Fig. 2-5 受賞の様子

C 研究発表等の状況

【学会発表】

1. 飯塚浩二郎, 橋本穂高, 土田悠斗, Wang Yurang, “アウトリガーアームを用いた畦畔除草車両の横滑り抑制に関する研究”, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集(2022)
2. 佐々木航平, 新井俊希, 飯塚浩二郎 (芝浦工業大学), “被災地走行を目的とした空気レス可変剛性車輪の提案”, 小西雄介, 藤井勝仁 (パーソル R&D 株式会社), ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集(2022)
3. 関圭太郎, 佐々木航平, 新井俊希, 飯塚浩二郎 (芝浦工業大学), 小西雄介, 藤井勝仁 (パーソル R&D 株式会社), “災害救助用 UGV 用空気レス可変剛性車輪の走行性能に関する研究”, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集(2022)
4. 渡邊智洋, 飯塚浩二郎, “振動を与えた際の支持力増加現象と振動振幅の関係性に関する実験的調査”, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集(2022)
5. 藤原大佑, 岩片洋人, 飯塚浩二郎, “ハウレンソウ自動収穫機の根切り刃に作用する地盤反力推定モデルの構築とその評価”, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集(2022)
6. Tomohiro Watanabe and Kojiro Iizuka, “Investigation of Bulldozing Force and Compaction Effect When Running for Small light Planetary Exploration Wheel Typed Rovers with Vibration,” Proceeding of 7th International Conference on Control and Robotics Engineering
7. 加瀬飛鳥, 村山栄治, 川上幸男, “モデルベース開発による空気圧シリンダを用いた小型マニピュレータの制御-第1報 制御設計と検証のためのモデル化と同定”, 秋季フルードパワーシステム講演会論文集, pp. 28-30, (2022).
8. 濱田貴至, 村山栄治, 川上幸男, “モデル予測制御を用いた空気圧サーボシステムの高精度位置決め検討”, 秋季フルードパワーシステム講演会論文集, pp. 103-105, (2022).

D 共同研究

	学科	学内研究 代表者	共同研究テーマ	共同研究先	研究費 (千円)
1	機械制御システム学科	飯塚浩二郎	草刈りロボットの急斜面での走行安定技術の開発	株式会社 牛越製作所	未公開
2	機械制御システム学科	飯塚浩二郎	Transform-wheel (可変剛性車輪) を搭載したモビリティの研究開発	パーソル R&D 株式会社	未公開

3	機械制御システム学科	川上幸男	空気圧駆動システムの実用的な制御手法に関する研究	SMC 株式会社	非公開
4	機械制御システム学科	川上幸男	歯科用オペレーティングスツールの製品化に向けたデータ解析, 及び機構の研究	株式会社モリタ東京製作所	非公開

E 外部資金

	学科	学内研究 代表者	プロジェクト名	委託元	研究費 (千円)
1	機械制御システム学科	飯塚浩二郎	科学研究費助成事業(基盤研究 (C))	日本学術振興会	4,030
2	機械制御システム学科	飯塚浩二郎	国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(A))	日本学術振興会	14,040

F 評価指標の集計

	件数 (金額)		備考
論文数	0 件		投稿中 1 件 投稿準備中 1 件
特許出願件数	0 件		特許出願検討中 1 件
共同研究件数	4 件	千円	
外部資金獲得数	2 件	千円	
参加学生数	10 名 (内留学生 0 名)		
参加企業数	1 社		
公開イベント数	0 件		

G 研究の達成率 (1 (低) ～ 5(高))

5

今後の計画

2023 年度

全体目的：外部環境と筐体の不均一状態を表現し、その表現を用いた月・惑星探査ローバの走行制御アルゴリズムの構築を行う。また宇宙探査ミッション立案教育の実施する。

当該年度フェーズ：原理確認、プロトタイピング、コア技術、知財形成

当該年度の具体的目標：

本申請に掲げている目標に沿って、以下のように目標設定を行う。

- (1) ローバの製作および走行試験
- (2) 走行アルゴリズムの構築および走行試験
- (3) DEM を用いた砂中の車輪(バリエーションを与える)動作シミュレーション(沈下現象の表現等)
- (4) 宇宙探査ミッション立案教育:数グループによって、学生自らのミッション立案体験機会を当たえ、試作やプレゼンテーションを実施する。※前年度の良いところを継承していく。

以 上