

東京都市大学

2022年度 総合研究所 紀要

第19号

2023年6月

東京都市大学総合研究所

巻頭言

本研究所は、2004 年 4 月に武蔵工業大学総合研究所として等々力キャンパスに設置され、2009 年の大学名称変更に伴い、東京都市大学総合研究所となり、本学の特色ある先端的な研究を推進すると共に、大学院生、学部生に教育研究環境を提供して参りました。研究は、文部科学省の大型プロジェクト研究、科学研究費補助金、企業や財団などの支援の下で、外部資金により推進します。その成果は、定期的開催される総合研究所セミナーなどで広く学内外に公開され、情報交換と交流を促進しています。

2022 年度は長かったコロナ禍も漸く出口が見え始め、感染防止を前提としながらも、コロナ禍前の研究活動への復帰を果たす年となりました。2022 年度の研究組織は、研究センターが 11、未来都市研究機構の下では 4 ユニット、卓越教員研究室が 2、重点推進研究ユニットが 6 という研究組織でした。主な研究組織とテーマを挙げると、「ナノエレクトロニクス研究センター」は澤野教授を中心に次世代ゲルマニウム系スピンドバイスの開発に取り組み、「都市基盤施設の再生工学国際研究センター」は都市インフラのモニタリングと AI データ解析、「高効率水素エンジン・エンジントライボロジー研究センター(HEET)」は NEDO や AICE の支援の下で内燃機関のカーボンニュートラルのために熱損失低減やアンモニア燃料等の研究、「応用生態システム研究センター」はグリーンインフラの社会実装、「地盤環境工学研究センター」は地盤の液状化対策、「子ども家庭福祉研究センター」は地域貢献となる渋谷福祉学会の運営、「インテリジェントロボティクスセンター」は高度な制御手法によるビークルやドローンの自動運転、「ミネラル結晶体研究センター」はミネラル結晶体の効用メカニズム解明、「インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター」は内水氾濫被害の解析と対策、「宇宙科学研究センター」はガンマ線バーストや重力波の研究に取り組み、「FUTURE-PV 研究室」は太陽電池で世界をリードする研究を進め、マイクロナノシステム研究室は生体反応を皮膚にディスプレイ表示する研究に取り組みました。

総合研究所の施設については、2022 年度春から夏にかけて、世田谷キャンパスに新 7 号館と 10 号館が竣工したことに伴い、等々力キャンパスの敷地と建物は 2022 年度末を以って閉じるという大きな変化を迎えました。既存の研究組織は世田谷キャンパスに移動し、2023 年度からの本拠地は世田谷キャンパス 6 号館になります。この引っ越しに伴って、総合研究所の規程も整備し、研究センターやユニットの設置条件を厳密に定めました。これにより、ダイナミックな研究組織として発展を目指します。

地球温暖化がだれの目にも明らかなものとなり、国内では人口減が急速に進行し、グローバルには地政学的な変動が日本社会に大きな影響を与える今日に、大学の多様で革新的な研究活動がさらに重要性を増していきます。本研究所への、皆様の一層のご支援をお願い申し上げます。

2023 年 7 月

東京都市大学 総合研究所 所長 野中謙一郎

総合研究所構成員

所長 野中 謙一郎

副所長 澤野 憲太郎

イノベーション研究機構

ナノエレクトロニクス研究センター

センター長 教授	澤野 憲太郎	[理工学部]兼務	(半導体工学)
名誉教授	丸泉 琢也		(半導体工学)
教授	野平 博司	[理工学部]兼務	(電子物性)
教授	三谷 祐一郎	[理工学部]兼務	(半導体工学)
准教授	星 裕介	[理工学部]兼務	(半導体工学)
准教授	石川 亮佑		(電子・電気材料工学)

都市基盤施設の再生工学国際研究センター

センター長 教授	吉田 郁政	[建築都市デザイン学部]兼務	(地盤, 構造, 信頼性)
教授	丸山 収	[建築都市デザイン学部]兼務	(信頼性, 計測)
教授	白旗 弘実	[建築都市デザイン学部]兼務	(鋼構造, 非破壊)
准教授	関屋 英彦	[建築都市デザイン学部]兼務	(維持管理, 計測)
研究講師	Linh Van Hong Bui	専任	(RC構造, 維持管理)
客員教授	Siu-Kui Au	専任	(計測, 信頼性)
客員准教授	Stephen Wu	専任	(データサイエンス, 信頼性)
客員研究員	田井 政行	専任	(鋼構造)
客員研究員	古東 佑介	専任	(鋼構造)
顧問(学長)	三木 千壽	兼務	(鋼構造, 橋梁工学)

高効率水素エンジン・エンジントライボロジー研究センター

センター長 教授	三原 雄司	[理工学部]兼務	(内燃機関工学, トライボロジー)
教授	伊東 明美	[理工学部]兼務	(内燃機関工学, トライボロジー)
講師	及川 昌訓	[理工学部]兼務	(内燃機関工学, 水素エンジン)
客員教授	三田 修三		(内燃機関工学, トライボロジー)
客員准教授	杉村 奈都子		(分子シミュレーション)
客員研究員	浦辺 満		(トライボロジー)
客員研究員	幸島 元彦		(トライボロジー)
特別研究員	加納 眞		(材料工学)
特別研究員	及川 利広		(内燃機関工学)
特別研究員	中村 己喜男		(内燃機関工学, CAE)
特別研究員	小池 正生		(内燃機関工学)

応用生態システム研究センター

センター長 特別教授	涌井 史郎		(造園学, ランドスケープ)
教授	飯島 健太郎	[環境学部] 兼務	(環境緑地学)
教授	横田 樹広	[環境学部] 兼務	(流域環境, 生態系サービス)
客員研究員	堀川 朗彦		(造園学, ランドスケープ)
客員研究員	山崎 正代		(造園学, ランドスケープ)
客員研究員	山下 律正		(育種)

地盤環境工学研究センター

センター長 教授	末政 直晃	[建築都市デザイン学部] 兼務	(地盤工学)
教授	伊藤 和也	[建築都市デザイン学部] 兼務	(地盤工学)
研究講師	サハレ アヌラグ	専任	(地盤工学)
技士	田中 剛	[建築都市デザイン学部] 兼務	(地盤工学)
学外研究員	永尾 浩一	[佐藤工業(株) 技術研究所]	(地盤工学)
学外研究員	佐々木 隆光	[強化土エンジニアリング]	(地盤工学)
客員教授	豊澤 康男	[仮設工業会・元安衛研所長]	(地盤工学)

子ども家庭福祉研究センター

センター長 教授	早坂 信哉	[人間科学部] 兼務	(医療, 医学, 公衆衛生)
教授	井戸 ゆかり	[人間科学部] 兼務	(発達臨床心理学, 保育学)
准教授	園田 巖	[人間科学部] 兼務	(福祉, 社会的養護)
准教授	横山 草介	[人間科学部] 兼務	(教育人間学, 臨床教育学)
准教授	宮川 哲弥	[人間科学部] 兼務	(福祉, 社会的養護)
研究員	亀田 佐知子	専任	(発達心理学, 保育学)

インテリジェントロボティクスセンター

センター長 教授	野中 謙一郎	[理工学部] 兼務	(制御工学)
教授	大屋 英稔	[情報工学部] 兼務	(システム工学)
教授	田口 亮	[情報工学部] 兼務	(知能情報学)
教授	向井 信彦	[情報工学部] 兼務	(メディア情報学)
教授	中野 秀洋	[情報工学部] 兼務	(計算機システム)
教授	包 躍	[情報工学部] 兼務	(画像センシング, AR)
教授	宮地 英生	[メディア情報学部] 兼務	(可視化, VR)
教授	京相 雅樹	[理工学部] 兼務	(医用生体工学)
教授	高柳 英明	[建築都市デザイン学部] 兼務	(空間デザイン, 人間工学)
准教授	佐藤 大祐	[理工学部] 兼務	(ロボティクス)
准教授	関口 和真	[理工学部] 兼務	(制御工学)
准教授	杉町 敏之	[理工学部] 兼務	(自動運転, ITS)
准教授	西部 光一	[理工学部] 兼務	(流体工学)
准教授	藪井 将太	[理工学部] 兼務	(制御工学)
講師	星 義克	[情報工学部] 兼務	(制御工学)
研究講師	徐 福国	専任	(制御工学)

ミネラル結晶体研究センター

センター長 教授	平田 孝道	[理工学部]兼務	(プラズマ理工学, デバイス工学, 物性工学)
客員准教授	秋山 知宏		(統合学, 環境学, 人間学, データマイニング, ナノサイエンス, 高エネルギー物理学)
共同研究者	野邑 奉弘		
共同研究企業	畠山 兼一郎		

インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター

センター長 教授	伊藤 和也	[建築都市デザイン学部]兼務	(自然災害科学, 地盤工学, 社会システム工学, 安全システム)
教授	末政 直晃	[建築都市デザイン学部]兼務	(地盤工学)
准教授	三上 貴仁	[建築都市デザイン学部]兼務	(自然災害科学, 水工水理学)
准教授	関屋 英彦	[建築都市デザイン学部]兼務	(橋梁工学, 鋼構造)
准教授	秋山 祐樹	[建築都市デザイン学部]兼務	(空間情報科学, 都市・交通計画, 都市地理学)
准教授	五艘 隆志	[建築都市デザイン学部]兼務	(建設マネジメント, 災害マネジメント, 行政経営)
技士	田中 剛	[建築都市デザイン学部]兼務	(地盤工学)

宇宙科学研究センター

センター長 准教授	津村 耕司	[理工学部]兼務	(赤外線天文学)
教授	宮坂 明宏	[理工学部]兼務	(宇宙機熱構造)
准教授	渡邊 力夫	[理工学部]兼務	(数値流体力学)
教授	小池 星多	[メディア情報学部]兼務	(情報デザイン)
講師	門多 顕司	[理工学部]兼務	(宇宙線物理学)
准教授	西村 太樹	[理工学部]兼務	(原子核実験)
教授	高木 直行	[理工学部]兼務	(原子炉物理)
教授	高橋 弘毅	[教育開発機構]兼務	(重力波物理学)

未来都市研究機構

スマートインフラマネジメント研究ユニット

ユニット長 教授	白旗 弘実	[工学部]兼務	(構造工学, 非破壊検査)
教授	河合 孝純	[教育開発機構]兼務	(データサイエンス)
特別研究員	田井 政行	[琉球大准教授]	(鋼構造, 維持管理工学)

ソーシャルVR研究ユニット

ユニット長 教授	市野 順子	[メディア情報学部]兼務	(ヒューマンコンピュータインタラクション)
研究員	井出 将弘	[TIS株式会社]	(VRシステムの設計, 開発)
教授	宮地 英生	[メディア情報学部]兼務	(3次元可視化)
教授	岡部 大介	[メディア情報学部]兼務	(認知科学)
准教授	横山 ひとみ	[岡山理科大学・経営学部]	(社会心理学)
准教授	浅野 裕俊	[工学院大学・情報学部]	(生体情報工学)

アジア大都市圏マネジメント研究ユニット

ユニット長 准教授	斉藤 圭	[都市生活学部]兼務	(都市環境デザイン)
教授	沖浦 文彦	[都市生活学部]兼務	(プログラムマネジメント)
准教授	太田 明	[都市生活学部]兼務	(都市開発ビジネス)

QOL指向型都市公共空間マネジメント研究ユニット

ユニット長 准教授	末繁 雄一	[都市生活学部]兼務	(都市プランニング, アクティビティスケープ)
准教授	杉町 敏之	[理工学部]兼務	(自動車工学, 車両挙動評価)
教授	宮地 英生	[メディア情報学部]兼務	(可視化情報工学, コンピュータグラフィクス)

サステナビリティ学連携研究センター

センター長 教授	伊坪 徳宏	[環境学部]兼務	(環境影響評価)
教授	佐藤 真久	[環境学部]兼務	(環境教育)
教授	古川 柳蔵	[環境学部]兼務	(環境イノベーション)
教授	馬場 健司	[環境学部]兼務	(環境政策学, 合意形成論)

卓越教員研究室

FUTURE-PV研究室

特別教授	小長井 誠	専任	(半導体工学)
准教授	石川 亮佑	専任	(電子・電気材料工学)
特別研究員 AF	陶山 直樹	専任	(半導体評価)
特別研究員 AF	齊藤 公彦	専任	(プラズマ工学)
特別研究員 AF	古川 公子	専任	(研究支援)

マイクロナノシステム研究室

特任教授	藤田 博之	[理工学部]兼務	(マイクロナノシステム)
------	-------	----------	--------------

重点推進研究ユニット

先端食品プロセス研究ユニット

ユニット長 教授	黒岩 崇	[理工学部]兼務	(バイオプロセス工学, 食品工学, 乳化・分散工学)
准教授	白鳥 英	[理工学部]兼務	(流体工学, 熱工学)

ウェルビーング・リビングラボ研究ユニット

ユニット長 准教授	坂倉 杏介	[都市生活学部]兼務	(コミュニティマネジメント, 参加型デザイン)
准教授	末繁 雄一	[都市生活学部]兼務	(都市計画, エリアマネジメント)
准教授	ドミニク・チェン	[早稲田大学]	(情報学, ウェルビーイング)
教授	安藤 英由樹	[大阪芸術大学]	(情報通信, ヒューマンインターフェイス)

未来知能研究ユニット

ユニット長 教授	田中 宏和	[情報工学部] 兼務	(計算論的神経科学)
教授	森 博彦	[情報工学部] 兼務	(人工知能)
教授	神野 健哉	[情報工学部] 兼務	(機械学習)
教授	桂 卓成	[情報工学部] 兼務	(ニューロマーケティング)

宇宙航空材料評価技術研究ユニット

ユニット長 教授	三宅 弘晃	[理工学部] 兼務	(計測工学, 電子物性, 宇宙環境)
教授	田中 康寛	[理工学部] 兼務	(計測工学, 電子物性)
准教授	星 裕介	[理工学部] 兼務	(ナノテク・材料: 結晶工学)
教授	澤野 憲太郎	[理工学部] 兼務	(ナノテク・材料: 結晶工学)

デジタル都市空間情報研究開発ユニット

ユニット長 准教授	秋山 祐樹	[建築都市デザイン学部] 兼務	(空間情報科学, 都市地域分析, データサイエンス)
特定助教	馬場 弘樹	[京都大学東南アジア地域研究研究所] 兼務	(都市計画, 住宅政策, 空間解析, 都市の魅力)
副主査	徳富 智哉	[和歌山県データ利活用推進センター] 兼務	
ユニット長補佐	明石 洋祐	[総務省統計局統計データ利活用センター] 兼務	
スマートシティ推進監	谷内田 修	[前橋市未来創造部] 兼務	

エネルギー・コミュニティ研究ユニット

ユニット長 准教授	加用 現空	[環境学部] 兼務	(エネルギー, 建築環境)
教授	大谷 紀子	[メディア情報学部] 兼務	(進化計算アルゴリズム, 帰納学習)
教授	馬場 健司	[環境学部] 兼務	(合意形成, 行動科学, 環境政策)

R A C

コーディネーター	齋藤 公彦	総合研究所 産学官連携コーディネーター
アドバイザー	鈴木 章文	総合研究所 研究推進アドバイザー
U R A	板東 嘉彦	総合研究所 U R A

事務局

部長	大島 智子	研究推進部部長
課長	小檜山 克則	産学官連携センター課長
事務員	清水 真美	産学官連携センター

目 次

1. 2022年度 活動報告	1
----------------	---

2. 2022年度 研究概要

[イノベーション研究機構]

ナノエレクトロニクス研究センター	2
澤野 憲太郎	

都市基盤施設の再生工学国際研究センター	9
吉田 郁政	

高効率水素エンジン・エンジントライボロジー研究センター	15
三原 雄司	

応用生態システム研究センター	21
涌井 史郎	

地盤環境工学研究センター	27
末政 直晃	

子ども家庭福祉研究センター	34
早坂 信哉	

インテリジェントロボティクスセンター	40
野中 謙一郎	

ミネラル結晶体研究センター	46
平田 孝道	

インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター	52
伊藤 和也	

宇宙科学研究センター

61

津村 耕司

[未来都市研究機構]

スマートインフラマネジメント研究ユニット

67

白旗 弘実

ソーシャルVR研究ユニット

73

市野 順子

アジア大都市圏マネジメント研究ユニット

79

斉藤 圭

QOL指向型都市公共空間マネジメント研究ユニット

82

末繁 雄一

[サステナビリティ学連携研究センター]

85

古川 柳蔵

[卓越教員研究室]

FUTURE-PV研究室

91

小長井 誠

マイクロナノシステム研究室

97

藤田 博之

[重点推進研究]

先端食品プロセス研究ユニット

102

黒岩 崇

ウェルビーイング・リビングラボ研究ユニット

106

坂倉 杏介

未来知能研究ユニット

112

田中 宏和

宇宙航空材料評価技術研究ユニット

118

三宅 弘晃

デジタル都市空間情報研究開発ユニット

122

秋山 祐樹

エネルギー・コミュニティ研究ユニット

128

加用 現空

総合研究所 2022年度活動報告

月	日	活 動 内 容
4	7	第196回総研セミナー（未来都市研究機構）
	21	第189回所内会議
	28	第84回総合研究所運営委員会
5	19	第190回所内会議
6	9	第197回総研セミナー 総合研究所研究成果報告会
	16	第191回所内会議
7	5	第85回総合研究所運営委員会
	16	第198回総研セミナー（ナノエレクトロニクス研究センター）
	21	第192回所内会議
8	22	第200回総研セミナー 合同開催（FUTURE-PV研究室、マイクロナノシステム研究室、他）
	24	第201回総研セミナー（宇宙科学研究センター）
9	15	第193回所内会議
10	20	第194回所内会議
	21	第199回総研セミナー（次世代研究者挑戦的研究プログラム）
	28	第202回総研セミナー（都市基盤施設の再生工学国際研究センター）
11	5	第5回都市大研究プレゼンコンテスト
	12	第203回総研セミナー（子ども家庭福祉研究センター）
	13	第204回総研セミナー（応用生態システム研究センター）
	17	第195回所内会議
	29	第205回総研セミナー（インテリジェントロボティクスセンター）
12	22	第196回所内会議
1	18	第206回総研セミナー（FUTURE-PV研究室）
	19	第197回所内会議
2	7	第207回総研セミナー 合同開催（地盤環境工学研究センター、 インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター）
	16	第198回所内会議
	22	第86回総合研究所運営委員会
3	15	第208回総研セミナー（ミネラル結晶体研究センター）
	16	第199回所内会議
	23	第209回総研セミナー（高効率水素エンジン・エンジントライボロジー研究センター(HEET)）
	29	第87回総合研究所運営委員会

ナノエレクトロニクス研究センター

ナノエレクトロニクス研究センター
センター長 澤野 憲太郎

■ センター概要

AI や IoT、ICT を支えるシリコン半導体テクノロジーの微細化限界、消費電力増大といった世界的喫緊の課題を解決すべく、新規高性能材料による次世代の電子・光・スピン・発電デバイスの開発を進めている。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

次世代の光・電子・スピン新規デバイスの実現に向けて、シリコン・ゲルマニウム系材料や原子層材料の新規開発、さらにそのデバイス応用を進めた。独自提案したパターニング手法により歪み SiGe/Ge ヘテロ構造の高品質形成化を達成、欠陥制御メカニズムを解明した。また、歪み SiGe/Ge LED デバイスを開発し、室温において強い電流注入発光を得、光配線や光暗号通信技術応用に向けて、大きな前進となった。

◇ 次年度への展開

シリコンプラットフォーム上の電流注入型レーザーデバイス、スピン注入型受発光デバイスの実現を目指した、歪み SiGe/Ge ヘテロ構造、原子層材料を利用したデバイス開発、さらに新規強誘電体材料による次世代メモリデバイス開発、高品質ペロブスカイト薄膜や原子層材料を導入した次世代高効率太陽電池開発を進める。さらに、これらの次世代材料のデバイス化に必須となる界面制御技術、界面物性の解明を進める。

■ 成果の紹介

【テーマ1】歪み Si/Ge 電子・光・スピンドeviceに向けた高品質 SiGe/Ge ヘテロ構造の形成

電子・光・スピンドeviceに歪み SiGe が非常に重要であり、その高品質成長が必須である。そのために本研究テーマでは、パターニング法を独自に提案・開発してきた。これまでに、Si 基板上に形成した Ge-on-Si 基板にパターニングを行い、その上に歪み SiGe 層を成長することで、完全にクラック発生が抑制されることを明らかにした。今年度は、そのメカニズム解明として、パターニング高さ

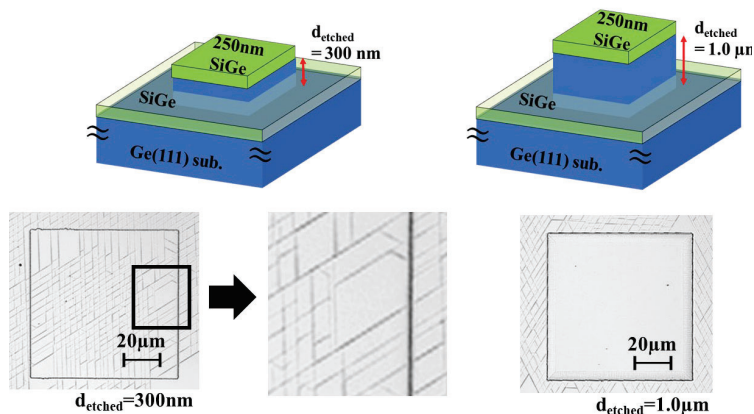


図1 パターンステップ高さ制御により、歪み SiGe 層へのクラック伝搬を完全に抑制

がクラック伝搬に与える影響を系統的に解明した。図1に示すように、パターンニングステップを $1\ \mu\text{m}$ 以上にすると、クラック伝搬が完全に止められ、メサ上部にクラックフリーの高品質歪み SiGe 層が形成できることが分かった。これにより SiGe ヘテロ構造の歪み制御の自由度を大幅に広げ、デバイス応用への有効性が示された。

【テーマ2】歪み SiGe 発光デバイス 開発

シリコンプラットフォーム上の光配線実現に向けて Ge 発光デバイス開発を進めた。図2に示すよう、Si 基板上に形成した Ge 膜の上に、さらに歪み SiGe 層を形成し、縦型の発光ダイオードデバイスを形成した。室温において非常に大きなエレクトロルミネッセンス発光が得られた。発光強度は注入電流と共に非線形的に増加しており、今後のレーザー発振が期待できる。

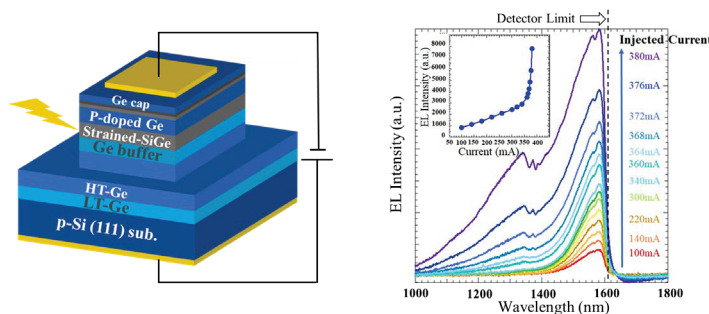


図2 歪み SiGe/Ge LED デバイスからの強い室温 EL 発光

【その他のテーマ】（成果内容は割愛）

- ・ 強磁性体電極を利用した Ge スピン LED 開発
- ・ 歪み SiGe マイクロブリッジ発光デバイス開発
- ・ 2 次元原子層材料を用いた円偏光発生 LED やナノ機械共振器開発
- ・ 貼り合わせによる大面積歪み GOI 基板開発
- ・ 不揮発性メモリ向け薄膜デバイスの作製と評価
- ・ 次世代半導体デバイス (AlGaIn, Ge, ダイヤモンド、IZGO 等) の表面・界面構造評価
- ・ 高品質ペロブスカイト薄膜、及び 2 次元材料を利用した次世代太陽電池開発

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) “Fabrication of SiGe/Ge microbridges based on Ge-on-Si(110) and observation of resonant light emission”
T. Inoue, Y. Wagatsuma, R. Ikegaya, K. Okada, K. Sawano
Journal of Crystal Growth 590, 126682 (2022). DOI: /10.1016/j.jcrysgro.2022.126682
- (2) “Mechanism of crack formation in strained SiGe(111) layers”
Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Rena Kanesawa, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya, and Kentarou Sawano
Journal of Crystal Growth 589, 126672 (2022). DOI: /10.1016/j.jcrysgro.2022.126672
- (3) “Significant effect of interfacial spin moments in ferromagnet-semiconductor heterojunctions on spin transport in a semiconductor”
T. Naito, R. Nishimura, M. Yamada, A. Masago, Y. Shiratsuchi, Y. Wagatsuma, K. Sawano, R. Nakatani, T. Oguchi, and K. Hamaya
Physical Review B 105, 195308 (2022) DOI: 10.1103/PhysRevB.105.195308

- (4) “Strong room-temperature EL emission from Ge-on-Si(111) diodes”
Yuwa Sugiura, Masashi Sasaki, Youya Wagatsuma, Koudai Yamada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano
Journal of Crystal Growth 594, 126766 (2022). DOI: 10.1016/j.jcrysgro.2022.126766
- (5) “Temperature Dependence of Two-Terminal Local Magnetoresistance in Co-Based Heusler Alloy/Ge Lateral Spin-Valve Devices”
Michihiro Yamada, Takahiro Naito, Kazuaki Sumi, Kentarou Sawano, and Kohei Hamaya
IEEE Transactions on Magnetics 58, 4100505 (2022). DOI: 10.1109/TMAG.2022.3145393
- (6) “Strain engineering of heteroepitaxial SiGe/Ge on Si with various crystal orientations”
Md. Mahfuz Alam, Youya Wagatsuma, Kazuya Okada, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya, and Kentarou Sawano
ECS Transactions, 109 (4) 197-204 (2022) DOI: 10.1149/10904.0197ecst
- (7) “Fabrication of Thick SiGe/Ge Multiple Quantum Wells on Ge-on-Si and Their Optical Properties”
Rena Kanesawa, Youya Wagatsuma, Syuya Kikuoka, Yuwa Sugiura, Kentarou Sawano
ECS Transactions, 109 (4) 289-295 (2022) DOI: 10.1149/10904.0289ecst
- (8) “Fabrication of branch-like bridges based on Ge-on-Si (110) and observation of resonant light emission”
Takahiro Inoue, Youya Wagatsuma, Reo Ikegaya, Ayaka Odashima, Masaki Nagao, Kentarou Sawano
ECS Transactions, 109 (4) 297-302 (2022) DOI: 10.1149/10904.0297ecst
- (9) “Numerical simulation of edge effects in silicon hetero-junction solar cells”
Yukimi Ichikawa, Ryosuke Ishikawa, Makoto Konagai
AIP Advances, Vol.12, No. 6 (2022)
- (10) “Significant reduction of crack propagation in the strained SiGe/Ge(111) induced by the local growth on the depth controlled area patterning”
Youya Wagatsuma, Rena Kanesawa, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Takahiro Inoue, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano
Applied Physics Express 16, 015502 (2023) DOI: 10.35848/1882-0786/aca751

◇ 招待講演

- (1) Kentarou Sawano
“Strain engineering of heteroepitaxial SiGe/Ge on Si with various crystal orientations”
The 242nd ECS Meeting, Atlanta, USA, Oct. 9-13, 2022
- (2) 三谷祐一郎
“先端シリコンデバイスにおける信頼性課題とそのメカニズム”
2022 IEEE Reliability Society Japan Joint Chapter Seminar 2022/10/26
- (3) Y. Mitani, R. Kawashima, R. Ishikawa, H. Nohira
“Study on Fluorographene Charge Trapping Layer for Nonvolatile Memory Applications”
IEEE EDS The 2022 International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai 2022/11/29
- (4) Ryosuke Ishikawa
“GRAPHENE IN PEROVSKITE SOLAR CELLS”
8th Korea-Japan Joint Seminar on PV 27-28 May 2022, Korea

◇ 国際会議

- (1) T. Inoue, Y. Wagatsuma, L. Ikegaya, A. Odashima, M. Nagao and K. Sawano
“Epitaxially grown of SiGe on Ge microbridge and observation of strong resonant light emission”
The 242nd ECS Meeting, Atlanta, USA, Oct. 9-13, 2022
- (2) Ayaka Odashima, Takahiro Inoue, Youya Wagatsuma, Reo Ikegaya, Masaki Nagao and Kentarou Sawano
“Fabrication of microbridges based on Ge-on-SOI and observation of strong resonant light emission”
The 242nd ECS Meeting, Atlanta, USA, Oct. 9-13, 2022
- (3) Reo Ikegaya, Takahiro Inoue, Takuya Komazawa, Youya Wagatsuma and Kentarou Sawano
“Fabrication of strained Ge microbridge structures with meshed pads and their optical properties”
The 242nd ECS Meeting, Atlanta, USA, Oct. 9-13, 2022
- (4) Shuya Kikuoka, Youya Wagatsuma, Yuwa Sugiura, Rena Kanesawa, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano
“Strong Room-temperature EL emissions from strained SiGe/Ge-on-Si (111) LEDs”
The 242nd ECS Meeting, Atlanta, USA, Oct. 9-13, 2022
- (5) Rena Kanesawa, Youya Wagatsuma, Syuya Kikuoka, Yuwa Sugiura and Kentarou Sawano
“Fabrication of thick SiGe/Ge multiple quantum wells on Ge-on-Si and their optical properties”
The 242nd ECS Meeting, Atlanta, USA, Oct. 9-13, 2022
- (6) Youya Wagatsuma, Rena Kanesawa, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano
“Evaluation of crack propagation in strained SiGe on Ge(111) patterned with various etching thickness”
The 242nd ECS Meeting, Atlanta, USA, Oct. 9-13, 2022
- (7) Ayaka Odashima, Takahiro Inoue, Youya Wagatsuma, Reo Ikegaya, Masaki Nagao and Kentarou Sawano
“Fabrication of microbridges based on Ge-on-SOI and observation of strong resonant light emission”
The 22nd International Vacuum Congress IVC-22, Sapporo, Japan, Sep. 11-16, 2022
- (8) Rena Kanesawa, Youya Wagatsuma, Syuya Kikuoka, Yuwa Sugiura, Kentarou Sawano
“Light emissions from strained Si_{1-x}Ge_x/Ge MQW formed on Ge-on-Si”
The 22nd International Vacuum Congress IVC-22, Sapporo, Japan, Sep. 11-16, 2022
- (9) Youya Wagatsuma, Rena Kanesawa, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya, and Kentarou Sawano
“Increased critical thickness of strained SiGe layers on Ge-on-Si(111)”
The 22nd International Vacuum Congress IVC-22, Sapporo, Japan, Sep. 11-16, 2022
- (10) T. Inoue, Y. Wagatsuma, R. Ikegaya, A. Odashima, M. Nagao, K. Sawano
“Pumping power dependence of light emissions from strained Ge microbridges”
The 22nd International Vacuum Congress IVC-22, Sapporo, Japan, Sep. 11-16, 2022
- (11) T. Inoue, Y. Wagatsuma, R. Ikegaya, A. Odashima, M. Nagao, K. Sawano
“Fabrication of SiGe/Ge microbridges based on Ge-on-Si(110) and observation of resonant light emission”
APAC Silicide 2022, July 30 - August 1, 2022, online
- (12) Youya Wagatsuma, Rena Kanesawa, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya, and Kentarou Sawano
“Crack formations in SiGe/Ge MQW layers on Ge-on-Si(111) substrates”
APAC Silicide 2022, July 30 - August 1, 2022, online
- (13) Takahiro Inoue, Youya Wagatsuma, Leo Ikegaya, Kentarou Sawano
“Fabrication of branch-like bridges based on Ge-on-Si(110) and observation of strong resonant light emission”
The 2022 Spring Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS), May 30 - June 3, 2022

online

(14) Youya Wagatsuma, Rena Kanesawa, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya, and Kentarou Sawano

“Effects of etching depth on crack generation in strained SiGe films on mesa-patterned Ge”

The 2022 Spring Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS), May 30 - June 3, 2022
online

(15) Y. Odagiri, K. Watanabe, T. Taniguchi, Y. Hoshi

“Effect of thermal treatment on electrical properties of hBN-encapsulated MoTe₂”

European Materials Research Society (E-MRS) spring meeting 2022 (Online, June 2022)

(16) K. Yamase, K. Watanabe, T. Taniguchi, Y. Hoshi

“Twist angle dependence of MoS₂/WSe₂ heterostructures on activation energy of interlayer exciton”

European Materials Research Society (E-MRS) spring meeting 2022 (Online, June 2022)

(17) C. Chiba, S. Sugawara, E. Kitayoshi, K. Watanabe, T. Taniguchi, K. Sawano, H. Fujita, Y. Hoshi

“Piezoelectricity of the hBN/1L-MoS₂ heterostructure membrane”

2022 International Conference on Solid State Devices and Materials (Chiba, September 2022)

(18) R. Kawashima, R. Ishikawa, H. Nohira, Y. Mitani

“Carrier trapping characteristics of Fluorographene for nonvolatile memory applications”

35th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2022) 2022/11/10.

(19) Makoto Konagai, Yukimi Ichikawa, Daichi Ishii, Ryouyuke Ishikawa

“Recent progress of Rib-Si solar cell and application of Rib techniques to see-through bifacial Si heterojunction solar cells”

33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) 13-17 November 2022, Nagoya

(20) Ryouyuke Ishikawa, Naoki Suyama, Makoto Konagai

“Perovskite solar cells on film with current-collection holes” 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) 13-17 November 2022, Nagoya

(21) Kimihiko Saito, Hirotaka Shishido, Ryouyuke Ishikawa, Makoto Konagai

“Fabrication of thin c-Si substrates for perovskite/silicon-heterojunction tandem solar cells” 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) 13-17 November 2022, Nagoya

(22) Gakuto Matsuo, Ryo Sato, Daisuke Ieki, Kimihiko Saito, Ryouyuke Ishikawa

“Semi-transparent perovskite solar cells by low temperature process for tandem application” 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) 13-17 November 2022, Nagoya

(23) Daichi Ishii, Makoto Konagai, Ryouyuke Ishikawa

“Si-heterojunction solar cells with a p-layer deposited at low substrate temperatures” 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) 13-17 November 2022, Nagoya

(24) Makoto Konagai, Kimihiko Saito, Kazuyoshi Nakada, Yukimi Ichikawa, Naoki Suyama, Ryouyuke Ishikawa “Heterojunction Germanium Solar Cells with a Record High Efficiency of 8.6%”

8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC-8) 26-30 September 2022, Italy

(25) Makoto Konagai, Ryouyuke Ishikawa

“Annual Power Generation Characteristics of Vertically Installed Solar Cells for ZEB”

8th Korea-Japan Joint Seminar on PV 27-28 May 2022, Korea

◇ 国内会議 31件

■ 研究体制

◇ 教員

センター長，教授	澤野 憲太郎	[理工学部]兼務	半導体工学
名誉教授	丸泉 琢也		半導体工学
教授	野平 博司	[理工学部]兼務	電子物性
教授	三谷 祐一郎	[理工学部]兼務	半導体工学
准教授	星 裕介	[理工学部]兼務	半導体工学
准教授	石川 亮佑		電子・電気材料工学

◇ 学生数 博士学生：2名、修士課程：47名、学部4年生：38名

■ 主要な外部資金

科学研究費補助金、挑戦的研究（萌芽）2022年度415万円（直接経費：319万円、間接経費96万円） 「多孔質ガラス表面上のGe量子構造創製と光電子融合素子への応用」研究代表（澤野）
科学研究費補助金、基盤研究(C) 2022年度156万円（直接経費：120万円、間接経費36万円）「原子状水素を用いたシリコン窒化薄膜のナノ欠陥制御と信頼性向上に関する研究」研究代表（三谷）
科学研究費補助金、基盤研究（B）2022年度312万円（直接経費：240万円、間接経費72万円） 「原子層材料を用いた究極の薄膜太陽電池の開発」研究代表（石川）（FUTURE-PV 紀要にも記載）
科学研究費補助金、基盤研究(C) 2022年度91万円（直接経費：70万円、間接経費21万円） 「原子層積層構造を利用した近赤外放射する電流注入型円偏光発光素子開発」研究代表（星）
科学研究費補助金、基盤研究（S）2022年度650万円（直接経費：500万円、間接経費150万円） 「ゲルマニウムスピン MOSFET の実証」研究分担（澤野）
科学研究費補助金、基盤研究（A）2022年度169万円（直接経費：130万円、間接経費39万円） 「フォトニクスとのアナロジーで拓くサーマルフォノンエンジニアリング」研究分担（澤野）
科学研究費補助金その他（5件）（澤野、星、石川）2022年度234万円（直接経費：180万円、間接経費54万円）
A-STEP トライアウト 2022年度 直接経費：159万円「マイクロ波励起プラズマ処理によるシリコン窒化膜中水素濃度分布制御と電圧駆動型固体素子ニューロンの開発」研究代表（三谷）
グリーンイノベーション基金事業・次世代型太陽電池の開発 2022年度 直接経費：782万円 「サイズフリー・超薄型の特長を活かした高性能ペロブスカイト太陽電池の実用化技術開発」研究分担（石川）（FUTURE-PV 紀要にも記載）
NEDO・太陽光発電主力電源化推進技術開発 2022年度 直接経費：880万円 「ペロブスカイト太陽電池の新市場創造に向けた高効率化材料技術と製膜技術の開発」研究代表（石川）（FUTURE-PV 紀要にも記載）
受託研究（株）キオクシア 2022年度230万円（直接経費：200万円、間接経費30万円） 「高速CMOS 信頼性のモデリング」研究代表（三谷）
受託研究（株）アビット・テクノロジーズ 2022年度170万円（直接経費：145万円、間接経費25万円） 「次世代半導体デバイス用ゲート絶縁膜に関する研究」研究代表（澤野）
立石科学技術財団 研究助成A 2022年度 直接経費：250万円 「原子層ヘテロ構造共振器を利用した超高感度嗅覚センサーの開発」研究代表（星）

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

査読付き投稿論文：6 件、国際会議：20 件、国内会議：30 件

◇ 学生（大学院生）の主な就職先

富士電機、ルネサスエレクトロニクス、キオクシア、TDK 他

■ 社会貢献

◇ 第 198 回 総研セミナー開催（2022 年 7 月 16 日）

◇ セミコンジャパン 2022 出展 国際展示場（2022 年 12 月 14-16 日）

◇ 学外授業

- ・澤野、青山学院大学、2022 年 7 月 2 日
- ・澤野、名古屋大学、2022 年 7 月 7-8 日
- ・三谷、奈良先端科学技術大学院大学、2022 年 12 月 20 日

◇ 学会委員等

澤野	・応物 代議員 ・応物 結晶工学分科会幹事 ・シリコンテクノロジー分科会 幹事 ・学振 R031 委員会幹事 ・学振 R025 委員会委員 ・応物 プログラム編集委員 ・IWDTF 論文委員
野平	・応物 シリコンテクノロジー分科会 幹事 ・応物 薄膜・表面物理分科会 幹事 ・『表面と真空』編集委員 ・IWDTF 組織委員 ・電子デバイス界面テクノロジー研究会 (EDIT) 運営委員
三谷	・IEEE EDTM Program Committee (Semiconductor Devices) ・IEEE IRPS TPC Vice-chair (Memory +Technology) ・MNC Program Committee (Nanodevices) ・IEEE ICICDT Keynote Chair ・IWDTF 論文委員
星	・SSDM2022 Area 8 Program Committee ・『応用物理』編集委員
石川	・日本太陽光発電学会 理事 ・『応用物理』編集委員 ・応用物理学会 太陽光エネルギー変換機能材料・デバイス開発研究会 監事

都市基盤施設の再生工学国際研究センター

都市基盤施設の再生工学国際研究センター
センター長 吉田 郁政

■ センター概要

都市インフラ構造物の点検、診断、設計のための、非破壊検査を含む各種調査手法、モニタリング技術及びそのデータ処理技術の開発を進めている。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

本センターでは以下箇条書きにて示す研究テーマに取り組んでおり、このうち1,2,3について成果の概要を紹介する

1. 現場計測データに基づく施工中コンクリート橋梁の変形推定
2. 橋梁の通行車両による応答に基づく車両重量および健全度の評価
3. 点検技術者の教育を目的としたシミュレーターに関する研究
4. GPR を用いた基盤面推定及び物性値の空間分布推定
5. 列車走行時におけるシールドトンネルの変形計測
6. 圧電素子センサを用いた疲労損傷検知に関する研究
7. 非接触型センサによる水位計測に関する研究
8. 光ファイバセンシングによる RC 構造物のひずみ分布計測に関する研究

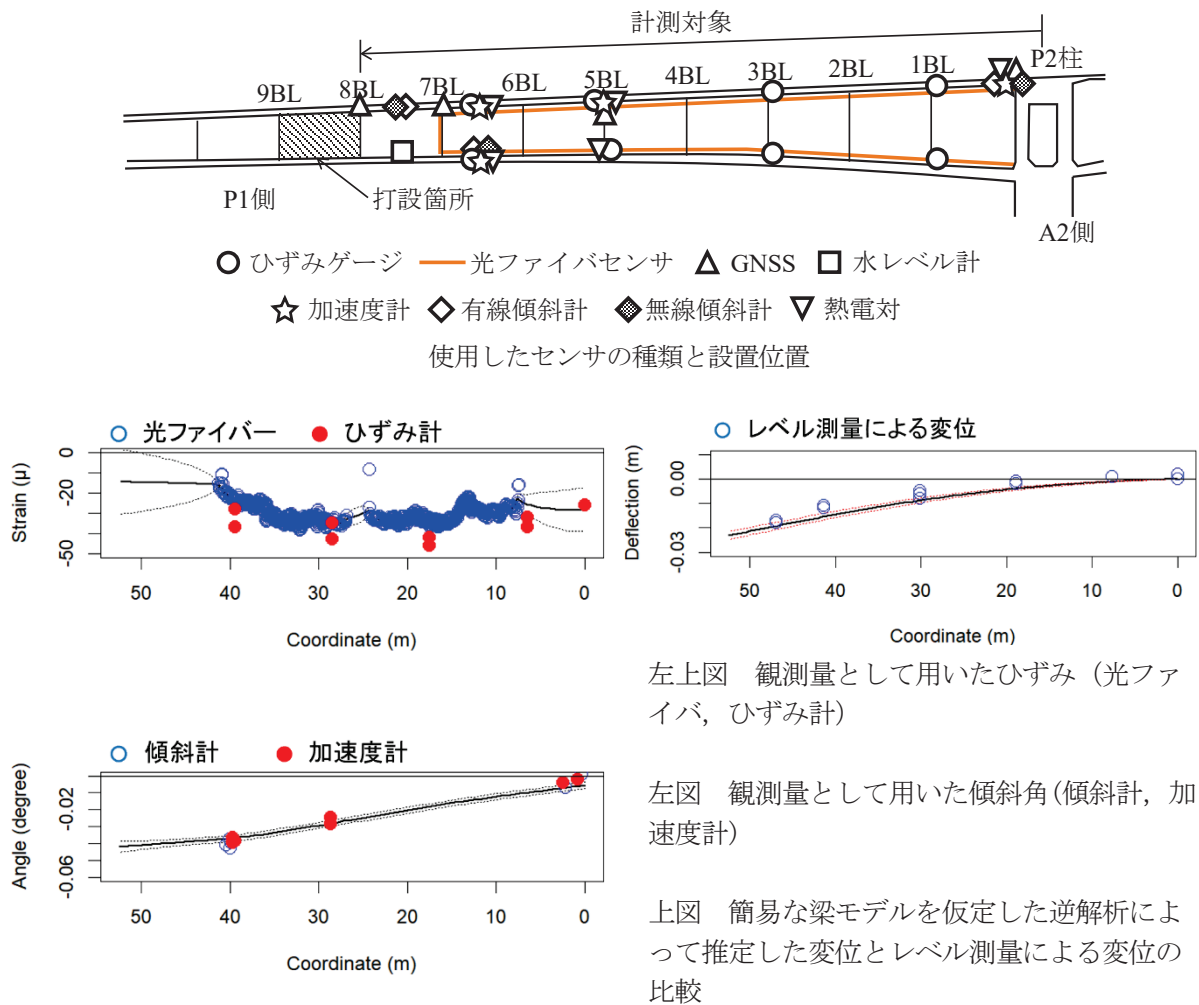
◇ 次年度への展開

1. 構造物のスマートマネジメント;デジタル野帳開発, デジタルツイン作成, AI による状態監視
2. 現場計測データに基づく施工中コンクリート橋梁のリアルタイム変形推定
3. モニタリングに基づく空港の圧密沈下予測
4. 橋梁の通行車両による応答に基づく車両重量および健全度の評価の高精度化
5. シールドトンネルの健全性評価に関する研究
6. インフラの 3D 変位計測
7. FRP 補強した RC 構造物の疲労性能評価に関する研究

■ 成果の紹介

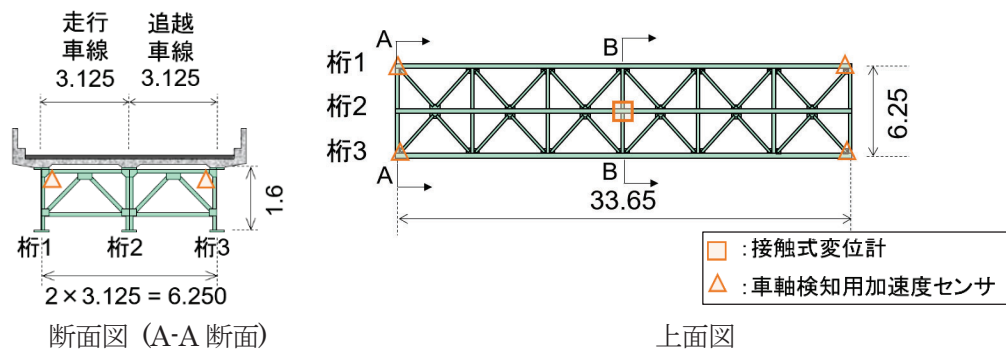
【テーマ1】現場計測データに基づく施工中コンクリート橋梁の変形推定に関する研究

橋梁の張出架設工事において施工中の橋面高さ（鉛直方向の変位）の管理が必要である。現状では日射の影響を受けない早朝の測量に加えて、施工の各段階で測量を行っており、多くの労力を必要としているが、こうした人力による測量の軽減が望まれる。本研究では、光ファイバ、ひずみ計や傾斜計などの各種センサによって計測したデータから張出架設工事における橋梁の変形推定を試みる。図には観測量として用いた各種の計測情報、及び簡易な梁モデルを仮定した逆解析によって推定した変位を示している。変位についてはレベル測量により計測した値も示しており、推定値と良好に一致している。

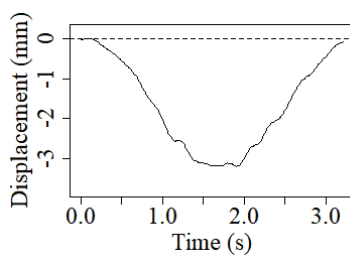


【テーマ2】橋梁の通行車両による応答に基づく健全度の評価（引用：研究業績の査読付き論文2）

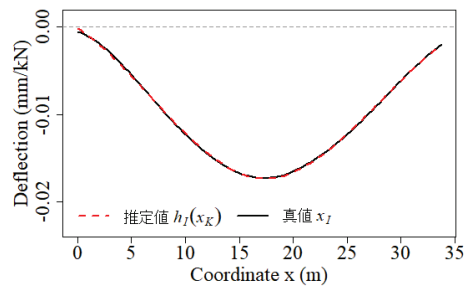
交通インフラ施設の維持管理は、社会的な課題であり、定量的に劣化状態を把握し、効率的に実施することが重要である。本研究では、計算コストが低く容易に現場適用が可能な手法とし、影響線に基づく、支承の回転ばね定数および橋梁の曲げ剛性の推定手法を提案した。支承部での回転への抵抗を示す指数として、支点たわみ角から算出する回転抵抗指数を提案し、数値シミュレーションおよび下の図に示す橋梁の実測データを用いた検討を行った。図に示されているとおり、推定されたばね定数や剛性を用いた梁モデルから影響線を高い精度で再現できている。この梁モデルから維持管理のための回転抵抗指数を算出する。



検討に用いた橋梁の概要（単位：m）



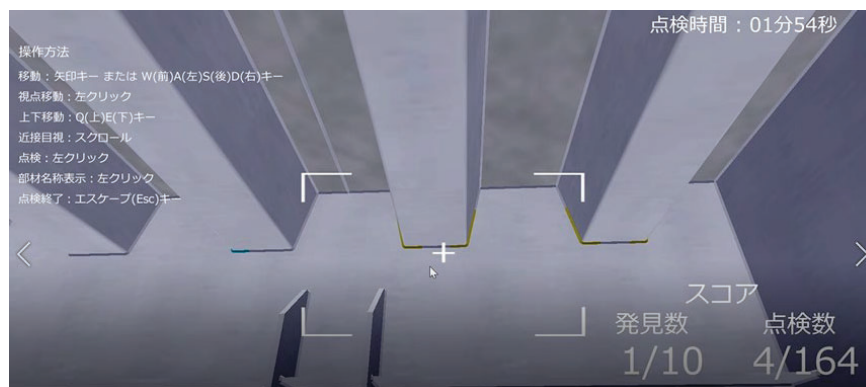
応答変位時刻歴の例



影響線の梁モデルによる再現性

【テーマ3】点検技術者の教育を目的としたシミュレーターに関する研究（引用：研究業績の査読付き論文23）

インフラ構造物の点検は十分な知識および経験を有した点検員が実施する必要があるが、十分な技術・経験を有した技術者数の減少や、点検技術の伝承が課題となっている。座学における講習会は、損傷の原因を学ぶ上で有用であるが、その損傷がどのような部位に生じるのかを経験的に学ぶことが困難である。また、構造物を直接経験できない点も課題である。一方、現場での講習会は、実際の損傷を直接学ぶことができ、さらに、構造物の部材を直接見て経験できる。しかし、現場での講習会では、参加者数の制限や開催できる回数や開催時間に制限を有する。そこで、本研究では、既往研究にて提案された点検訓練シミュレーターを改良することにより、より実用的なシミュレーターとなるように改良した。



鋼床版における点検シミュレーター表示例

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- 1) 中村朋佳, 富澤幸久, 吉田郁政, 鈴木修一: ひび割れの点検情報に基づく鋼材質量減少率の空間分布を考慮した限界状態確率の評価, 構造工学論文集, Vol.69A, 2023.3.
- 2) 丸山晃平, 吉田郁政, 関屋英彦: 影響線に基づく支承部の回転ばね定数の推定に関する基礎研究, 構造工学論文集, Vol.69A, 2023.3.
- 3) 田井政行, 白旗弘実, 河合孝純: 橋梁定期点検用デジタルツイン点検野帳の開発, インフラメンテナンス実践研究論文集, Vol.2, No.1, pp.136-142, 2023.3
- 4) 丸山晃平, 吉田郁政, 関屋英彦, 金哲佑: 影響線を用いた橋梁の剛性評価に関する基礎検討, インフラメンテナンス実践研究論文集, Vol.2, No.1, pp.158-168, 2023.2.

- 5) 大竹雄, 庄司大河, 肥後陽介, 吉田郁政, 自律的な基底選択に基づく即時再構成シミュレーション, 土木学会論文集/79 巻15 号 (応用力学), 2023, <https://doi.org/10.2208/jscej.22-15013>
- 6) Yoshida, I., Nakamura, T., Au, S-K: Bayesian updating of model parameters using adaptive Gaussian process regression and particle filter, *Structural Safety* 102, 102328, 2023.2.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2023.102328>
- 7) Kanno, H., Moriguchi, S., Tsuda, Y., Yoshida, I., Iwanaga, S. and Terada, K.: Method for rockfall risk quantification and optimal arrangement of protection structures at the regional scale, *Engineering Geology*, pp.??, 2022.7.
DOI: [10.2139/ssrn.4169415](https://doi.org/10.2139/ssrn.4169415)
- 8) Ching, J., Yoshida, I., Data-Drive Site Characterization for Benchmark Examples: Sparse Bayesian Learning versus Gaussian Process Regression, *ASCE-ASME J. Risk Uncertainty Eng. Syst., Part A: Civ. Eng.*, 2023, 9(1): 04022064 (2022.11.online)
- 9) 富澤幸久, 吉田郁政, 大竹雄: 深さ方向の非定常性を考慮した地盤物性値の3次元空間分布推定とKronecker積を用いた計算効率の向上, 土木学会論文集A2 (応用力学), 2022.11.
- 10) Yoshida, I., Tomizawa, Y. and Ching, J., Dealing with nonlattice spatially variable data contaminated by white noise using Kronecker-product formulation, *Computers and Geotechnics*.
- 11) 中村朋佳, 堀田海陽, 吉田郁政, 中瀬仁: Particle Filterによるカーリングストーンの軌道予測を対象としたデータ同化の効率化, *AI・データサイエンス論文集*, 3巻, J2号, pp.380-388, 2022.11.
- 12) 富澤 幸久, 中村 朋佳, 吉田 郁政, 鈴木 修一: ガウス過程回帰を用いたRC構造物の腐食ひび割れ幅に基づく鋼材質量減少率の空間分布推定, *AI・データサイエンス論文集*, 3巻, J2号, pp.389-397, 2022.11.
- 13) M. Shinoda, I. Yoshida, K. Watanabe, S. Nakajima, S. Nakamura, and Y. Miyata, Seismic Probabilistic Risk Estimation of Japanese Railway Embankments and Risk-Based Design Strength of Soil and Reinforcement, 2022.5 (投稿)
- 14) Shinoda, M., Nakajima, S., Watanabe, K., Nakamura, S., Yoshida, I. and Miyata, Y., Unified practical seismic fragility estimation of unreinforced and reinforced railway embankments for PGA, PGV and Arias intensity in Japan, *Soil and Foundations*, 2022
- 15) Tomizawa, Y and Yoshida, I, Benchmarking of Gaussian Process Regression with Multiple Random Fields for Spatial Variability Estimation, *ASCE-ASME J. Risk Uncertainty Eng. Syst., Part A: Civ. Eng.*, 8(4), December, 2022. DOI: 10.1061/AJRUA6.0001277.
- 16) J Ching, I Yoshida, KK Phoon, Comparison of trend models for geotechnical spatial variability: Sparse Bayesian Learning vs. Gaussian Process Regression, *Gondwana Research*, 2022.8.
<https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.07.011>
- 17) Kok-Kwang Phoon, Zi-Jun Cao, Jian Ji, Yat Fai Leung, Shadi Najjar, Takayuki Shuku, Chong Tang, Zhen-Yu Yin, Yoshida Ikumasa, Jianye Ching, Geotechnical uncertainty, modeling, and decision making, *soils and Foundations* 62 (2022) 101189
- 18) Hayama, M., H. Sekiya and S. Hirano, “Verification of the Reinforcement Effect of an SFRC Pavement under a Live Load Based on Visualization of Deformation of a Trough Rib of an Orthotropic Steel Deck Using MEMS IMUs and Contact Displacement Gauges,” *Bridge Engineering (ASCE)*, Vol.27, No.5, 04022030, 2022.
- 19) Sekiya, H., K. Masuda, S. Nagakura and S. Inuzuka, “Determination of shield tunnel deformation under train load using MEMS accelerometers,” *Tunnelling and Underground Space Technology incorporating Trenchless Technology Research*, Vol.126, 104535, 2022.

- 20) Zhu, Y., H. Sekiya, T. Okatani, I. Ikumasa and S. Hirano, “Real-time vehicle identification using two-step LSTM method for acceleration-based bridge weigh-in-motion system,” *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, Vol.12, pp.689-pp.703, 2022.
- 21) Sekiya, H., M. Tai and M. Hayama, “Field Investigation of Causes of Fatigue Damage in Web Gap Plate Based on Strain and Displacement Measurements in In-Service Steel Girder Bridge,” *Journal of Steel Structures*, Vol.23, pp.279-pp.291, 2022.
- 22) 森近翔伍, 関屋英彦, 葉山瑞樹, 永井政伸; 鋼橋を対象とした圧電素子センサのみによる簡易な疲労損傷検知システムの提案, 土木学会論文集A2, Vol.79, No.15, 22-15055, 2023.
- 23) 藤原俊輔, 永井政伸, 関屋英彦; 鋼橋の疲労き裂に関する近接目視点検訓練シミュレータの開発, インフラメンテナンス実践研究論文集, Vol.2, No.1, p.1-p.10, 2023.
- 24) 森近翔伍, 関屋英彦, 高橋慶多, 三上貴仁; 非接触型センサとLPWA無線測定器を用いた小河川における水位計測の現場実証, インフラメンテナンス実践研究論文集, Vol.2, No.1, p.151-p.157, 2023.
- 25) 白旗 弘実, 沼津 蓮: 赤外線カメラを用いた排水管漏水箇所検出に対する機械学習の適用, AI・データサイエンス論文集, Vol.3, No.J2, pp. 223-230, 2022.11.

◇ 国際会議及び国内会議

- (1) 国際会議 7 件
- (2) 国内会議 14 件

◇ 受賞

- (1) 構造工学論文集論文賞
- (2) インフラメンテナンス 優秀論文賞

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・教授	吉田 郁政	[学部]兼務	地盤, 構造, 信頼性
教授	丸山 収	[学部]兼務	信頼性, 計測
教授	白旗 弘実	[学部]兼務	鋼構造, 非破壊
准教授	関屋 英彦	[学部]兼務	維持管理, 計測
研究講師	Linh Van Hong Bui	専任	RC 構造, 維持管理
客員教授	Siu-Kui Au	専任	計測, 信頼性
客員准教授	Stephen Wu	専任	データサイエンス, 信頼性
客員研究員	田井 政行	専任	鋼構造
客員研究員	古東 祐介	専任	鋼構造
顧問 (学長)	三木 千壽	兼務	鋼構造, 橋梁工学

◇ 学生数 博士後期課程：4 名, 博士前期課程：9 名、学部 4 年生：16 名

■ 主要な外部資金

- (1) 科学研究費助成事業（科研費）、若手研究、2022 年度直接経費: 90 万円「MEMS センサと圧電素子センサを活用した鋼道路橋の疲労損傷検知システムの構築」研究代表（関屋）
- (2) 科学研究費助成事業（科研費 A,B 分担）（吉田） 150 万円
- (3) 共同研究 1 件, 1,620 万円（白旗）
- (4) 受託研究 4 件 1,777 万円（関屋），寄付金 1 件 50 万円（吉田），寄付金 1 件 50 万円(白旗)

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 14 件（査読中 7 件），国際会議 9 件，国内会議 10 件

◇ 学生の主な就職先

本学大学院進学，鹿島建設，日本工営，建設技術研究所，横河ブリッジ，川田工業，他

■ 社会貢献

◇ 第 202 回総研セミナー (International Workshop) 開催（2022 年 10 月 28 日）

◇ 委員

- (1) 鋼橋技術研究会 鋼橋の性能設計手法に関する検討部会：幹事（関屋）
- (2) 構造ヘルスモニタリングと目視点検の融合に関する研究小委員会：幹事長（関屋）
- (3) 構造工学での AI 活用に関する研究小委員会：委員（関屋），他
- (4) 土木学会 応用力学委員会 委員（吉田）
- (5) 土木学会 原子力土木委員会 委員（吉田）
- (6) 土木学会 データ駆動型の信頼性設計およびリスク評価実装研究小委員会 委員（吉田）
- (7) 土木学会 鋼構造物における先進的非破壊検査・評価技術 に関する調査研究小委員会 委員長(白旗)

高効率水素エンジン・エンジントライボロジー研究センター

高効率水素エンジン・
エンジントライボロジー研究センター
センター長 三原 雄司

■ センター概要

カーボンニュートラル(CN)のため、世界の産業が希求する CN 燃料の次世代発電用・船舶用・産業機械用・商用車用の高効率化とゼロエミッション化の研究を 2014 年度から推進。特に主流の直噴水素内燃機関の熱損失・摩擦損失低減に加え、アンモニア燃料も対象の本学独自の薄膜センサ研究を国プロ/産学連携で 2050 年を見据えて推進。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

- (1) 都市大独自の PCC 水素燃焼が主要な企業の燃焼コンセプトに採用され、噴射圧力など燃焼条件を変える研究を進め、最先端のデータが 2022 年度の産学連携研究得られた。
- (2) 水素エンジン特有のブローバイの特徴及び摩擦・摩耗現象解明用エンジンの開発を進めた。
- (3) エンジンの潤滑油や噴射燃料の挙動を可視化し、燃料希釈・オイル消費機構の解明した。
- (4) 環境負荷を大幅に低減できる生分解性油をエンジンに応用し摩擦低減効果を実証した。
- (5) 高熱効率化に向けた燃焼室の遮熱膜への応用と瞬時断熱特性用薄膜センサを開発した。

◇ 次年度への展開

- (1) (NEDO GI 低フリクション研究) e-fuel や水素内燃機関の摩擦低減・潤滑油消費研究を継続
- (2) (AICE 萌芽研究) 水素燃焼によるブローバイ/凝縮水の発生メカニズム解明の研究
- (3) (NEDO 水素エンジンの研究) 直噴水素エンジンの基礎及び実用化・解析モデル構築の研究
- (4) (NEDO GI モデル基盤研究) 日独連携研究(NEDO~2022FY)の発展・進化と解析モデル構築
- (5) (NEDO GI SI 燃焼研究) 熱効率向上用遮熱膜の瞬時特性を本学独自の薄膜センサで評価。

■ 成果の紹介

【テーマ1】高効率ゼロエミッション水素エンジンの研究(受託研究テーマ)

都市大は図 1 の直噴水素エンジンを用い、独自の過濃混合気塊燃焼(Plume Ignition and Combustion Concept:PCC)コンセプトと、希薄領域の適用や水素噴流形状と噴射時期の最適化で高熱効率と NOx 生成濃度 10 ppm 未満を同時に実現しているが(図 2)、筒内直噴水素エンジンの実用化では噴射圧力の低圧化研究が必要となる。この場合、高圧噴射時に比べ出力が低下することや空気との混合悪化で NOx 排出濃度の増加するため、噴射弁の噴孔形状の評価や低圧噴射における噴孔形状の最適化及び過給試験を行った。水素供給圧力を通常実施する 10 MPa から大幅に低圧化した場合の各 SOI における低圧化が機関性能に与える影響を調べた結果、10 MPa に対して図示熱効率は大幅に下がらず、遅角側では 10 MPa よりも高い値を示すなど低圧噴射の可能性を見出した。

【テーマ2】水素エンジン特有のブローバイガスの特徴及び凝縮水の発生メカニズム研究

水素エンジンは、冷却損失と窒素酸化物(NOx)増加の課題があり、水素ガスを含んだブローバイを吸気管に戻すことはバックファイアの原因や熱効率低下を招く可能性がある。本年度は直噴水素内燃機関を対象とし、ブローバイガス中の水素濃度を計測する手法を検討し、噴射特性や燃焼室形

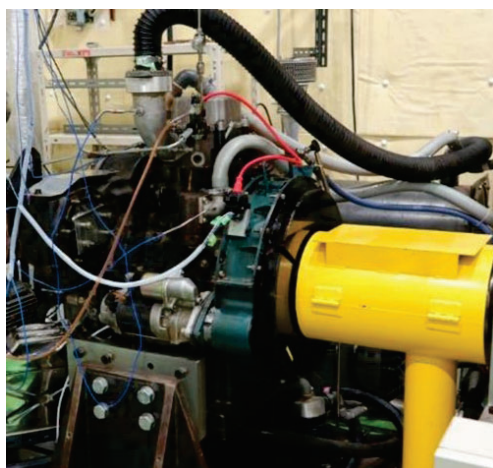


図 1 直噴水素エンジン(研究用)

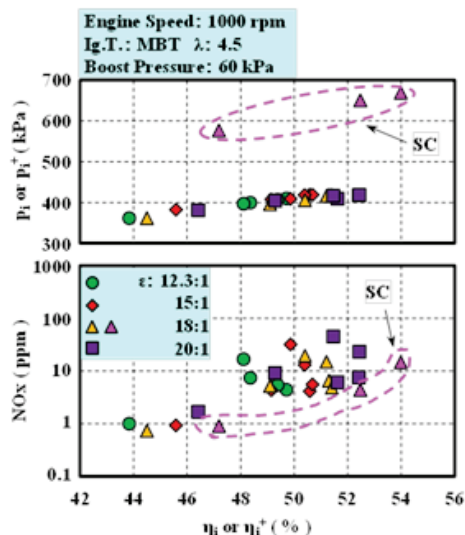


図 2 高圧縮比化で達成した機関性能

状がブローバイガス中の水素濃度に与える影響を主に調べた。図 3 の結果のように、予混合燃焼を狙った SOI 120 度では未燃焼水素及びブローバイガス中の水素濃度が高く、熱効率も低い結果が得られたが、SOI 60 度ではブローバイは低減し高い熱効率を得られることが分かった。図 4 は AICE 萌芽研究における水素燃焼特有のブローバイの発生メカニズムを解明するための都市大独自の実験エンジンの模式図である。水素エンジン化を進め、2023 年 7 月からの実験を予定している。

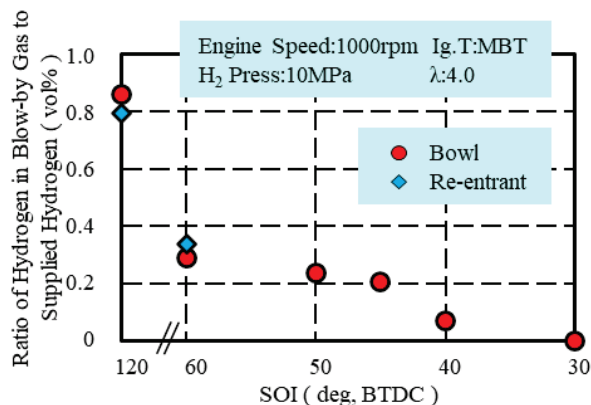


図 3 燃料噴射時期と供給水素に対するブローバイガスの割合

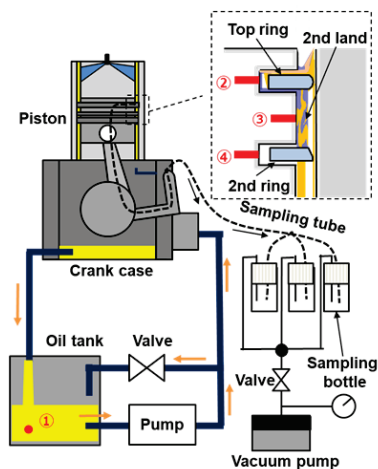


図 4 水素燃焼の凝縮水発生現象解明用エンジン

【テーマ 3】ピストンリング周りの燃料とオイル挙動の明確化研究(国プロ/受託 テーマ)

ディーゼル機関では Diesel Particulate Filter (DPF) で捕集された PM(粒子状物質)の除去・再生のため燃料のポスト噴射が必要だが、ポスト噴射によって潤滑油が燃料希釈される。本研究ではリング周りを経由した潤滑油希釈メカニズム現象の解明のために燃料油膜と潤滑油膜の流れの可視化を行った。図 5 はポスト噴射時期が 30deg. と 60deg. の場合の燃料膜とオイル膜の観察結果である。この結果、図 5(b)のポスト噴射時期 60deg. の場合は、上述のように 1st ランド付近ではオイル膜はほとんど観察されず、ポスト噴射燃料によって潤滑油が押し出された可能性があるが、図 5(a)のポスト噴射 30deg. の場合は潤滑油膜が観察され、2nd ランドにも多くのオイル膜が観察された。また、ポスト噴射 30deg. では筒内圧力や筒内温度が 60deg. や 90deg. に比べて高いため、燃料はシリンダー壁に十分に到達せず、オイルを押し出す現象が減少することが明らかになった。

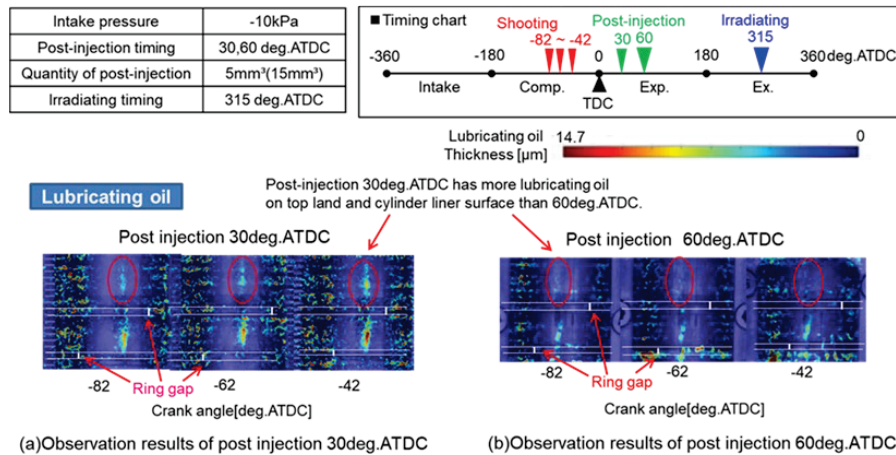


図5 フォトクロミズムによる油膜挙動観測システム

(ページ制限の都合で3つのテーマのみを記載)

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Takumi Iwata, Masakuni Oikawa, Michiyasu Owashi, Yuji Mihara, Keisuke Ito, Yoshinari Ninomiya・The Verification of Engine Analysis Model Accuracy by Measuring Oil Film Pressure in the Main Bearings of a Motorcycle High-Speed Engine Using a Thin-Film Sensor・Lubricants Special Issue "Friction and Wear of Coatings/Films"・Vol.10, No.11, pp.314-・2022年11月・
<https://doi.org/10.3390/lubricants10110314>
- (2) Masakuni Oikawa, Yuki Mogi, Mami Horiguchi, Keisuke Goma, Yasuo Takagi, Yuji Mihara・Effect of modified combustion chamber configuration and enhanced squish flow on improving thermal efficiency in jet-plume-controlled direct-injection near-zero emission hydrogen engines・International Journal of Engine Research・2022年11月・<https://doi.org/10.1177/14680874221135277>
- (3) Takumi Iwata, Michiyasu Owashi, Masakuni Oikawa, Yuji Mihara, Kunihiko Kobayashi, Naoki Yamakawa・Measurement of Piston Pin-Bore Oil Film Pressure under Engine Operation・Lubricants Special Issue "Friction and Wear of Coatings/Films"・Vol.10, No.10, pp.258-・2022年10月・
<https://doi.org/10.3390/lubricants10100258>
- (4) Yuki Mogi, Masakuni Oikawa, Tatsuro Kichima, Mami Horiguchi, Keisuke Goma, Yasuo Takagi, Yuji Mihara・Effect of High Compression Ratio on Improving Thermal Efficiency and NOx Formation in Jet Plume Controlled Direct-Injection Near-zero Emission Hydrogen Engines・International Journal of Hydrogen Energy・Volume 47, Issue 73, pp.31459-31467・2022年8月・
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.07.047>

◇ 依頼論文

- (1) 三原雄司・カーボンニュートラル(CN)社会に向けた内燃機関の動向と産学連携研究・bmt ベアリング&モーション・テック・2023年3月
- (2) 岩田拓実, 千田力, 及川昌訓, 三原雄司・軸受試験機でのAE計測によるすべり軸受の焼付き現象把握・JSAE エンジンレビュー・Vol. 12 No. 7・2022年12月
- (3) 三原雄司・CNに向けた内燃機関の将来動向・潤滑経済・No.685・2022年4月

◇ 招待講演

- (1) 三原雄司, 弘瀬裕也・カーボンニュートラル社会に向けた内燃機関のオイル挙動の研究ーピース

トン及びピストンリング周りの燃料と潤滑油の挙動及びこれらの現象解析のためのフォトリミズム法による可視化ー・東京都市大学ー東海大学合同シンポジウム「自動車のトライボロジー技術における大学間共同研究の進展」・2023年3月

- (2) 三原雄司・瞬時の現象をはかる薄膜センサ技術及び熱流束センサのエンジンへの応用ーディーゼル噴霧火炎の衝突壁面における局所熱流束分布-・JSAE ディーゼル機関部門シンポジウム 07-22「ディーゼル機関の熱効率追求と燃焼改善のための多様なアプローチ」・2023年1月
- (3) 三原雄司・カーボンニュートラルに向けた内燃機関の将来動向・潤滑油製造業地方研修会(資源エネルギー庁補助事業)・2022年12月
- (4) 三原雄司・エンジンのフリクション及び焼付き現象の計測技術とその低減効果について・日本機械学会エンジンシステム部門基礎教育講習会「エンジン技術の基礎と応用 (その35)」・2022年11月
- (5) 三原雄司・カーボンニュートラルに向けた内燃機関の将来動向・潤滑通信社オンラインセミナー「自動車産業におけるカーボンニュートラル (CN) への取り組み」・2022年6月

◇ 国際会議 9件 (ページ数の都合で件数のみ記載)

◇ 国内会議 8件 (ページ数の都合で件数のみ記載)

◇ 受賞

- (1) 吉間達郎・日本マリンエンジニアリング学会「林俊一賞」・2023年3月19日
- (2) 畑航太郎,吉間達郎,杉浦佑典,岡部健人,及川昌訓,三原雄司・2022年度自動車技術会関東支部学術研究講演会「ベスト・ペーパー賞」・2023年3月9日
- (3) 岩田拓実・2022年度「学生論文奨励賞」・2023年2月
- (4) 吉間達郎・Small Engine Technology Conference「The Best Poster Award」2022年11月

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・教授	三原 雄司	[理工学部]兼務	内燃機関工学、トライボロジー
教授	伊東 明美	[理工学部]兼務	内燃機関工学、トライボロジー
講師	及川 昌訓	[理工学部]兼務	内燃機関工学、水素エンジン
客員教授	三田 修三		内燃機関工学、トライボロジー
客員准教授	杉村 奈都子		分子シミュレーション
客員研究員	浦辺 満		トライボロジー
客員研究員	幸島 元彦		トライボロジー
特別研究員	加納 眞		材料工学
特別研究員	及川 利広		内燃機関工学
特別研究員	中村 己喜男		内燃機関工学、CAE
特別研究員	小池 正生		内燃機関工学

◇ 学生数 博士後期課程：3名、修士課程：12名、学部4年生：11名

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額、複数年資金は年割）

①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）・自動車用内燃機関技術研究組合（AICE） 2022 年度経費：（合計）176 万円 「国際研究開発/コファンド事業 日本-ドイツ研究開発協力事業（CORNET）/ピストンリング周りの燃焼とオイル挙動の明確化研究」研究代表（三原）
②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） 2022 年度経費：2,548 万円 「NEDO 先導研究プログラム/エネルギー・環境新技術先導研究プログラム/ゼロエミッションに向けた内燃機関の革新的摩擦損失低減技術」研究代表（三原）
③自動車用内燃機関技術研究組合（AICE） 2022 年度経費：253 万円 「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）/グリーンイノベーション基金事業/C02 等を用いた燃料製造技術開発プロジェクト/乗用車および重量車の合成燃料利用効率の向上とその背反事象の改善に関する技術開発」研究代表（三原）
④共同研究（一般受託）自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）萌芽研究 2022 年度経費：220 万円 「水素エンジンの燃焼ガス及びブローバイからの凝縮水が潤滑油及びエンジントライボロジーに与える影響の基礎研究」研究代表（三原）
⑤共同研究（一般受託）自動車用内燃機関技術研究組合（AICE） 2022 年度経費：1,591 万円 「AICE 燃焼研究」研究代表（三原）
⑥その他共同研究・受託研究 計 7 社で 2,582 万円 研究代表（三原）
⑦自動車用内燃機関技術研究組合（AICE） 2022 年度経費：1,180 万円 「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）/グリーンイノベーション基金事業/C02 等を用いた燃料製造技術開発プロジェクト/乗用車および重量車の合成燃料利用効率の向上とその背反事象の改善に関する技術開発」研究代表（及川）
⑧共同研究（一般受託）自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）萌芽研究 2022 年度経費：220 万円 「直噴水素エンジンの噴射特性と燃焼室形状が筒内気柱振動とブローバイガス中の水素濃度に与える影響」研究代表（及川）
⑨その他共同研究・受託研究 計 4 社で 2737 万円 研究代表（及川）

※2022 年度：国プロ関係合計 4,157 万円、一般受託合計 7,350 万円 総合計 11,507 万円

2023 年度見込み

①自動車用内燃機関技術研究組合（AICE） 2023 年度経費：1,577 万円 「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）/グリーンイノベーション基金事業/C02 等を用いた燃料製造技術開発プロジェクト/乗用車および重量車の合成燃料利用効率の向上とその背反事象の改善に関する技術開発」研究代表（三原）
②共同研究（一般受託）自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）萌芽研究 2023 年度経費：220 万円 「水素エンジンの燃焼ガス及びブローバイからの凝縮水が潤滑油及びエンジントライボロジーに与える影響の基礎研究」研究代表（三原）
③共同研究（一般受託）自動車用内燃機関技術研究組合（AICE） 2022 年度経費：1,280 万円 「AICE 燃焼研究」研究代表（三原）
④共同研究（一般受託）スズキ株式会社 2023 年度経費：840 万円 研究代表（三原）
⑤共同研究（一般受託）スズキ株式会社 2023 年度経費：750 万円 研究代表（三原）
⑥受託研究（一般受託）株式会社椿本チエイン 2023 年度経費：600 万円 研究代表（三原）
⑦受託研究（一般受託）いすゞ自動車株式会社 2023 年度経費：500 万円 研究代表（三原）

⑧共同研究（一般受託）ヤンマーHD 株式会社 2023 年度経費：50 万円 研究代表（三原）
⑨受託研究（一般受託）日産自動車 2023 年度経費：75 万円 研究代表（三原）
⑩受託研究（一般受託）Hyundai Motor Company (Kia Motors Corporation) 2023 年度経費：400 万円 研究代表（三原）
⑪自動車用内燃機関技術研究組合（AICE） 2023 年度経費：652 万円 「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）/グリーンイノベーション基金事業/C02等を用いた燃料製造技術開発プロジェクト/乗用車および重量車の合成燃料利用効率の向上とその背反事象の改善に関する技術開発」研究代表（及川）
⑫共同研究（一般受託）自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）萌芽研究 2023 年度経費：220 万円 「直噴水素エンジンの噴射特性と燃焼室形状が筒内気柱振動とブローバイガス中の水素濃度に与える影響」研究代表（及川）
⑬共同研究（一般受託）川崎重工株式会社 2023 年度経費：1980 万円 研究代表（及川） *NEDO 事業に移行予定, 2024, 2025 年度の経費は 2200 万円予定
⑭共同研究（一般受託）株式会社小松製作所 2023 年度経費：210 万円 研究代表（及川）
⑮共同研究（一般受託）ニッキ株式会社 2023 年度経費：220 万円 研究代表（及川）
⑯共同研究（一般受託）クボタ株式会社 2023 年度経費：132 万円 研究代表（及川）

※2023 年度見込：国プロ関係合計 2,229 万円、一般受託合計 7,477 万円 総合計 9,706 万円

■ 学生教育

- ◇ 学生の論文発表件数 論文 2 件、国際会議 7 件、国内会議 8 件
- ◇ 学生の主な就職先 本田技研工業株式会社、いすゞ自動車株式会社 他

■ 社会貢献

- ◇ 第 209 回 総研セミナー開催（2022 年 3 月 23 日） 研究話題 3 件
「CO2 ニュートラル化加速に向けたエネルギーキャリアとパワートレイン関連技術」他 2 件

◇ 委員

氏名	委員名一覧
三原 雄司	自動車技術会：代議員、関東支部学生担当理事、伝熱技術部門委員会委員
三原 雄司	日本機械学会：ISO/TC123 平軸受国内委員会幹事、日本滑り軸受標準化協議会委員、COMODIA2021 組織委員、エンジンリサーチジャーナル (IJER) 編集委員会委員、機素潤滑設計部門オーガナイザー、RC291 オブザーバ
三原 雄司	日本トライボロジー学会：第三種研究会エンジン潤滑研究会主査
三原 雄司	自動車用内燃機関技術研究組合 (AICE)：ZEM 研究コンソーシアム幹事、研究実施支援事業 Gr. リーダー
三原 雄司	潤滑油協会：潤滑油品質委員会 副委員長
三原 雄司	日本陸用内燃機関協会：ピストンリング JIS 原案作成委員会委員長、
三原 雄司	(公財) 北海道環境財団：和 4 年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金脱炭素社会構築に向けた再エネ等由来水素活用推進事業 審査委員会委員
三原 雄司	(学) 工学院大学：外部評価委員長
及川 昌訓	日本機械学会：ゼロ CO2 エンジン委員会委員、第 33 回内燃機関シンポジウム実行委員会幹事
及川 昌訓	日本トライボロジー学会：第三種研究会エンジン潤滑研究会幹事

応用生態システム研究センター

応用生態システム研究センター
センター長 涌井 史郎

■ センター概要

本学における持続可能な未来社会創造に資する生態的環境分野の研究を発展・進化させるとともに、社会資本と自然資本が均衡・調和した「ネーチャー・ポジティブ」な国土・地方・地域・近隣の空間的創造のための政策科学や技術開発を通じた課題解決を目指し、本学の社会的な役割を向上させることを目的とする。それはまた UNCBD/COP15 で議定された 2030 年目標や 2027 年 YOKOHAMA 国際園芸博に向けての国内外の潮流との応答をも視野に入れ取り組む。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

研究センターでは、グリーンインフラをキーワードに地域の課題解決に立脚した多様な生態系サービスの複合機能化と社会実装を目指すべく、減災、環境修復、健康ストレスマネジメントの体系とその要素技術の研究を行っている。2022 年度は代表的な研究として、ウォークブルな街づくりに資する舗装とグリーンインフラを複合機能化するための研究として、大型の受託研究を通じて、①舗装と歩行に関する臨床研究、②舗装と暑熱環境緩和、流出雨水対策効果に関する研究に向けて計測を開始した。また、③流域環境・社会変容に関する調査、④農林業体験の社会的効果に関する調査を開始した。

◇ 次年度への展開

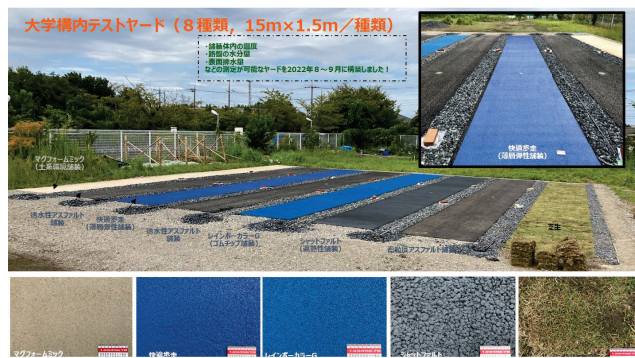
前述の研究について、①舗装と歩行に関する臨床研究について、歩行時の心理・生理的影響、動画解析を通じた重心動揺補正、高齢者を想定した場合の歩行ストレスの軽減効果を追求、②舗装構造による暑熱環境緩和（鉛直温度プロファイルと輻射熱緩和）、流出雨水対策効果（透水性舗装の雨水処理）について明らかにし、未来社会の実装に向けた指針を提案する。また、③流域環境・社会に応じた緑地機能の連結、④環境活用・体験を通じた循環共生モデルの提案にむけた知見を収集する。

■ 成果の紹介（研究推進中）

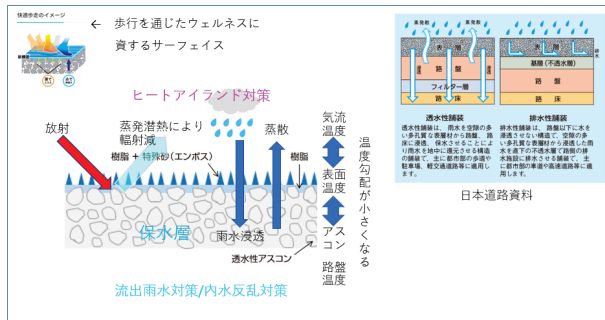
【テーマ1】舗装と歩行に関する臨床研究

まず受託研究契約とともに、日本道路の多大なご協力により YC のグラインド内にテストコースの敷設を実現した。具体的には、アスファルト（密粒、透水、遮熱塗料）、ゴムチップ、ウレタン、土系舗装、芝生である。

各テストコース歩行時の歩行感覚（SD 調査）、歩行後の心理（POMS 2 診断）、生理検査（ストレス検査・唾液アミラーゼ）により、歩きやすさや負荷に関する臨床検査をすすめてきた。また歩行によるバランス感覚を鍛える効果などを検証するために、重心動揺と回復など動画解析に臨んでいる。



グリーンインフラ構造と効果



快適歩道の歩きやすさに関する評価

■研究内容 【第1期研究期間：2022年5月～2023年9月】

快適歩道は「歩行」の健全性に対して、どのような利点があるのか？

▶クランシエ、反応性、熱環境について

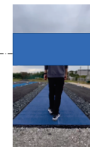
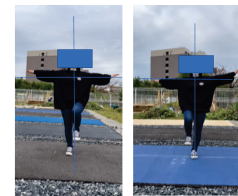
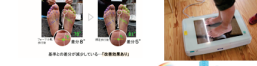
実施事項：異なるサーフェス上を歩行する



▶健歩行と健足歩行のメカニズムについて

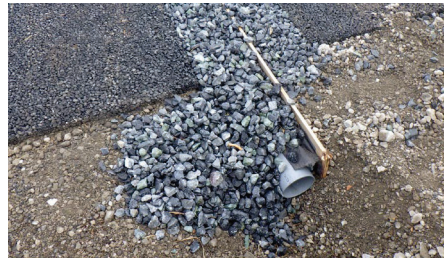
実施事項：異なるサーフェス上を歩行する（夏季日中）

調査内容：足裏、足の甲、脚部の熱画像撮影、放射温度計計測



【テーマ2】舗装と暑熱環境緩和

前述のテストコースには、実験設備として、熱センサーの埋め込み、舗装下部の水分状態を把握するためのコア抜き、さらにコース隣接部のトレンチ管が埋設されている。各舗装面の輻射熱の影響とともに透水性舗装型における輻射熱緩和効果を探る。計測は、鉛直プロフィール計測で行った。降雨等が路盤に浸透し、その保水状態から蒸散が促されれば、表面温度が低下する。その結果、気流温度との勾配を減じることが出来れば、輻射熱緩和を論証することが出来る。



【テーマ3】流域の環境・社会変容を踏まえたグリーンインフラ機能の連結手法に関する研究

都市型水害の減災に寄与するグリーンインフラの実装において、市民の関与がポジティブな影響をもたらしていくためには、流域の環境と地域社会の変容を踏まえた関与方法の構築が必要である。本研究では、横浜市・帷子川流域を対象に、流域の土地環境の変化とそれによる市民の社会変容意識を調査し、グリーンインフラの流出抑制ポテンシャルとの関係を分析する。また、庭や公開空地などの民有地のみどりと、緑道・旧河川などの公有地のみどりを、表流水の浸透・貯留空間として機能的につなげるための環境・社会条件について調査・分析した。



【テーマ 4】農地活用・森林バイオマス資源循環を通じた生態系サービスによる社会的効果の評価

地域循環共生による社会的インパクトとして、都市農地を活用した地域防災や、森林バイオマスの地域内循環を対象に、生態系サービスによる市民・コミュニティへの社会的効果を明らかにした。東京都練馬区における農の風景育成地区を対象に、平常時の農地活用や農業体験が災害時の防災協定農地の機能発揮に与える効果について把握した。また、岐阜県高山市や愛媛県内子町を対象とした森林バイオマス活用を対象に、地域通貨や体験活動による社会的波及効果を明らかにした。



■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 滝澤恭平・池田正・吉原哲・横田樹広：都市部の小流域におけるグリーンインフラ導入に向けた市民協働型計画立案プロセス. 土木学会論文集 D3（土木計画学），77(5), pp. I_333 - I_344., 2022 年 5 月. https://doi.org/10.2208/jscejipm.77.5_I_333
- (2) 山崎慶太・横田樹広・豊田知世・吉田昌幸・宮崎 賢一：「木の駅」活動の地域性に応じたステークホルダーの環境・社会価値構造. 環境情報科学論文集, 36, 6p, 2022 年 12 月.

◇ 論説

- (1) 横田樹広：戸建て住宅の庭による街区の雨水流出抑制の可能性. ランドスケープ研究, 86(1), pp.30-33, 2022 年. <https://doi.org/10.5632/jila.86.30>
- (2) 横田樹広・荒金恵太：流域へのグリーンインフラ実装と環境情報の果たす役割. 環境情報科学, 51(2), pp.14-20, 2022 年.

◇ 紀要

堀川朗彦・涌井史郎・飯島健太郎（2022）：緑化地域制度の接道部緑化がもたらす温熱環境の緩和効

果に関する実測調査研究、東京都市大学環境学部紀要、第9号

・山崎正代・涌井史郎・飯島健太郎（2022）：低層賃貸集合住宅における樹木の生長と緑化空間との関係に関する研究、東京都市大学環境学部紀要、第9号、

◇ 国際会議

◇ 国内会議

(1) 山崎慶太、豊田知世、横田樹広、宮崎賢一：地域内乗数を用いた木質バイオマスエネルギー活用による地域循環共生圏の見える化、環境経済・政策学会年次大会、2022年10月、4p.

(2) 鷲見泰弘、横田樹広、平林聡：i-Tree Ecoによる東京都心部の再開発街区における都市緑地機能の定量的評価、日本造園学会全国大会ポスター発表、2022年6月

(3) 山崎慶太、横田樹広、豊田知世、加藤桜椰風、高口洋人、宮崎賢一：木質バイオマスエネルギーを活用した地域循環システムにおける環境・経済の評価、環境情報科学研究発表大会ポスター発表、2022年12月

◇ 書籍

横田樹広(2022)『産学官民コラボレーションによる環境創出』日本環境学会幹事会 編、pp. 107-113、本の泉社、2022年3月18日（ISBN: 9784780718416）

◇ 招待講演

・涌井史郎：基調講演「緑の魅力の再発見と新たな緑のまちづくりの展開を目指して」2022年4月27日、くまもと花博シンポジウム

・涌井史郎：基調講演「社会資本と自然資本のつなぎ手『都市公園』」2022.5.16 花と緑のまちづくり全国首長会総会

・涌井史郎：【特別公開講座】「NbSの理念に沿った我が国の自然資本財の評価と持続性に対する役割展望～森林の吸収源など多目的公益性の現場から～」、2022年6月20日、企業人のための環境セミナー 2022、一般社団法人ヤマネ・いきもの研究所

・涌井史郎：基調講演「阿寒摩周国立公園が目指すべき持続可能な地域づくり」、2022年6月27日、阿寒摩周国立公園満喫プロジェクトシンポジウム

・涌井史郎、「ウェルビーイングであり持続可能な東京。その都市像を形成するNbSの発想。」2022年9月8日

・涌井史郎：地域資源を活用した高付加価値観光の取組、2022年9月17日、第4回佐渡未来講座

・涌井史郎：「人と自然の空間的共存」～景観十年、風景百年、風土千年～、2022年10月21日、一般社団法人 石川県造園緑化建設協会創立40周年記念講演会

・涌井史郎：基調講演「沖縄のポテンシャルを生かした価値ある跡地利用に向けて」、2022年11月5日、普天間基地の跡地利用を考える県民フォーラム、

・飯島健太郎：（講演）グラウンドカバープランツ緑化から見た芝草学会、2022年6月11日、日本

芝草学会春季大会シンポジウム

- ・飯島健太郎：江東区発・原っぱグリーンインフラ、2022年8月23日、江東区

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・特別教授	涌井史郎		造園学、ランドスケープ
教授	飯島健太郎	[環境学部]兼務	環境緑地学
教授	横田樹広	[環境学部]兼務	流域環境、生態系サービス
客員研究員	堀川朗彦		造園学、ランドスケープ
客員研究員	山崎正代		造園学、ランドスケープ
客員研究員	山下律正		育種

◇ 学生数 博士後期課程：1名、修士課程：3名、学部4年生：9名（飯島）

学生数 博士後期課程：2名、修士課程：3名、学部4年生：12名（横田）

■ 主要な外部資金

大和リース株式会社、臨海部の土壌汚染対策とファイトレメディエーション適用策に関する研究、3,530,000円（2か年）
日本道路、「快適歩走」の歩行感等の性能に関する研究、3,850,000円（2か年）
全国鉢物類振興プロジェクト協議会、都市地域における新たなニーズに対応した鉢物類効用調査、500,000円
東京都、大学研究者による事業提案制度「市民科学プログラムによる都市型水害に備えるアイデアの実践」、11,000,000円（3か年）
JST RISTEX、木質バイオマス熱エネルギーと地域通貨の活用による環境循環と社会共生に向けた政策提案、3,500,000円（4か年）
（一財）川崎新都心街づくり財団、郊外住宅地の緑のストックにおける生態系サービス・ネットワークとその便益の評価、2,500,000円（2か年）
清水建設株式会社、1,500,000円（2か年）

■ 学生教育

◇ 学生の主な就職先（飯島研23卒）

東急建設、東急コミュニティ、箱根植木、カジオカLA、東京中央農業協同組合（JA 東京中央）、東興ジオテック、シナジーマーケティング、港区役所

■ 社会貢献

◇ 第 204 回 総研セミナー開催（2022 年 11 月 13 日）、日本芝草学会公園緑地。GCP 緑化部会共催
暫定空地利用と草地管理／ファイトレメディエーションの可能性

涌井史郎：「NbS」の思想による土地利用の負的要因・植物の力で汚染土壌を蘇生させる！

◇ 横田樹広：東京都 令和 4 年度技術職員研修「技術セミナーI」講師（2022 年 12 月 14 日）
講演タイトル「グリーンインフラ導入に向けた方向性と課題」

◇ 横田樹広：日本芝草学会春季大会グラウンドカバープランツ緑化部会企画集会（2022 年 6 月 11 日）講演タイトル「グリーンインフラとしての緑地・植栽／流出雨水対策の観点から」

◇ 横田樹広：日本環境学会出版記念セミナー（2022 年 8 月 26 日）講演タイトル「協働で取り組む
流域市街地への「グリーンインフラ」の実装」

◇ 委員

氏名	委員名一覧
涌井史郎	岐阜県立森林文化アカデミー学長、なごや環境大学学長、中部大学客員教授、東急不動産ホールディングス取締役、（一社）日本公園緑地協会副会長、都市緑化機構評議員、環境省 国立公園の宿舎事業のあり方に関する検討会座長、首里城再建に向けた有識者会議委員、環境省 自然公園制度のあり方検討会委員、まちなか公共空間等における「芝生地の造成・管理」に関する懇談会委員
飯島健太郎	日本芝草学会副会長・理事・評議員、神奈川県公園等審査会委員、横須賀市環境審議会委員、東日本道路（株）事業評価監視委員会常任委員
横田樹広	日本都市計画学会学術委員、環境情報科学センター編集委員、横浜市公共事業評価委員会委員、相模原市総合計画審議会委員、東京都環境影響評価審議会委員、練馬区緑化委員会副会長

以上

地盤環境工学研究センター

地盤環境工学研究センター
センター長 末政 直晃

■ センター概要

地震や豪雨のような自然外力の脅威を軽減するために、特に液状化や斜面災害のような地盤環境に関わる諸問題に対して、特徴ある実験設備や解析を通して新しい解決法を探るとともに、得られた知見を社会に還元することを目的としています。空気抵抗を極力削減したカップ型遠心模型実験装置やモルタル注入しながら回転圧入することができる地盤改良装置、地中 30m まで貫入可能な SDS 装置などを開発しています。時代の要請に応じて、中心となる課題は変遷していますが、他の大学や企業と連携して課題解決に注力しています。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

微粒子注入工法の開発については、高強度を呈する微粒子配合を明らかにするとともに大型 2 次元注入実験により砂地盤への注入可能性が確認された。また、地盤改良の品質管理を目的とした粘土スラリーの強度測定方法を提案し、SDS による盛土の評価法の検証を行った。洋上風力用テーパーモノパイルでは波浪や風による繰返し荷重を受けた基礎杭の性能について、土構造物の補強方法については擁壁の新しい補強方法について成果を得た。

◇ 次年度への展開

微粒子注入研究については老朽化擁壁の裏込め材への適用性を検討する。テーパーモノパイルについては引き続き水平抵抗について実施する。土構造物の補強に関しては、厚生労働科学研究費（分担研究）に採択された研究課題及び国交省総合プロジェクト研究の支援を引き続き行う。また、新たに導入される遠心模型実験装置について早期に稼働できるように尽力する予定である。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】マイクロバブルと微粒子の注入による液状化対策工法の開発

様々な液状化対策工法があるが、改良費用が安価で住宅地など狭隘地で施工可能な工法の開発が求められる。本研究ではその一つとして微粒子注入工法に着目し、ジオポリマー系およびドロマイト系の材料を地盤内に注入する工法の開発を試みた。ジオポリマー（以下 GP）は、古代ローマ時代の建造物やエジプトのピラミッドなどに建材として用いられていたことで知られ、現代でも高い強度が維持されている。ドロマイトは漆喰の代替としてより高強度材料として知られている。現在、微粒子の固化可能性を探るため、複数の種類の微粒子を混合して、固化可否及び一軸圧縮試験を実施した。現在は、石膏：フライアッシュ：酸化マグネシウムの配合比を変えた混合微粒子を用いて、固化強度を調べている。その結果、フライアッシュの粒径が細かいものの方が高い強度を得ることが確認できた。現在、二酸化炭素吸収型の改良材の開発などを試みている。

【テーマ 2】SDS を用いた地盤の調査技術の確立

地盤沈下や液状化などに見られるように地盤に起因した災害は後を絶たない。これから免れるた

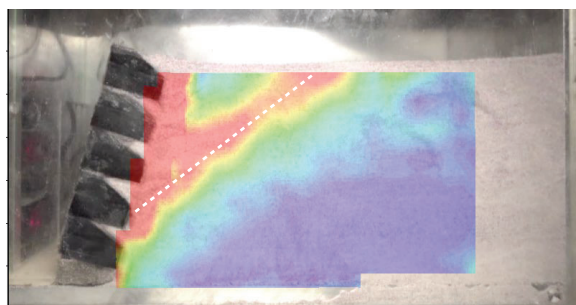
めには事前の調査と、その結果を受けての対策が不可欠だが、費用や時間がネックとなって第一歩であるべき地盤調査が十分に行われないことが多い。このような現状を解決するため、低コストで迅速に実施できる地盤調査法であるスクリュードライビングサウンディング(SDS)ならびにその補助技術を開発している。現在、SDS 孔を利用して透水試験を実施する SDS-Rocket の開発や、同孔に挿入することで土試料を採取できる SD サンプラーの開発も進めている。SDS-Rocket では、送水流量と送水圧の関係から地盤の透水係数を評価できることが明らかとなった。

【テーマ3】洋上風力のための部分テーパークの開発

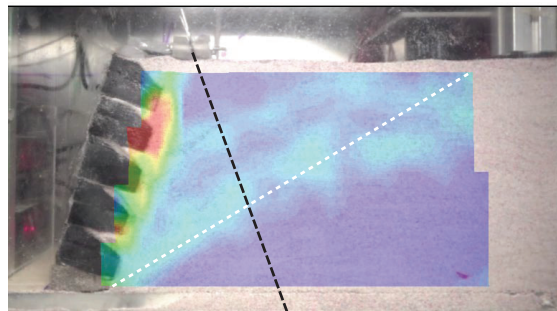
地球温暖化防止の観点から、再生可能エネルギーの獲得の手段として洋上風力発電に熱い視線が向けられている。本研究は、その中でモノパイルといわれる洋上風力の基礎の構造に着目したものである。杭先端にテーパ形状の部材を取り付けることで、通常のストレート杭に比較して大きな支持力が得られることに加え、波や風から受ける水平力に抵抗しうる反力がより大きくなることが明らかになった。しかしながら、その鉛直・水平抵抗力の発現メカニズムに不明な点があることから、模型実験等を通じた現象解明に力を注いでいる。現在は繰り返し波力を受けた杭の挙動を調べている。22年度は、鉛直支持力の発現メカニズムをまとめるとともに、水平抵抗力の評価システムを提案した。

【テーマ4】地盤や土構造物の補強方法に関する研究

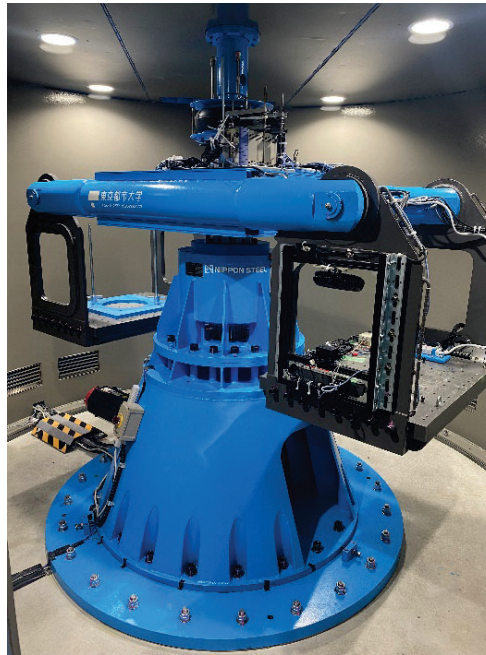
地震や降雨による土砂災害を防止する工法や、軟弱地盤を補強し不同沈下を防止する工法、また不同沈下した構造物を修正する工法、既存不適格擁壁の耐震補強工法の開発など、安心で安全な生活の基盤作りに関する研究を行っています。写真は、遠心模型実験での空石積み擁壁の疑似動的実験による対策の有無による崩壊挙動を示したものである。無対策の擁壁は水平震度 0.47 にて崩壊しているが、新たに開発した形式の補強方法（一体化傾斜補強）では、装置最大でも崩壊しなかった。今後は、新たに導入された遠心模型実験装置による動的実験などを通して様々な対策について検討したい。



無対策
水平震度 0.47 にて崩壊



新たに開発した一体化傾斜補強
装置最大（水平震度 0.58）でも崩壊せず



新たに導入された遠心模型実験装置 TCU-Mark III Centrifuge

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 佐野和弥, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃, 小浪岳治, 谷山慎吾: 宅地の既設空石積擁壁の耐震補強方法に関する遠心場傾斜土槽実験, 土木学会論文集, Vol. 79, No. 3, 2023/03. <https://doi.org/10.2208/jscejj.22-00204>
- (2) 柴田達哉, 伊藤和也, 吉川直孝, 平岡伸隆, 鈴木隆明: 残存型枠を利用した擁壁施工中の斜面崩壊による労働災害防止の有効性, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vo. 78, No.2, p. I_81-I_91, 2023/02. https://doi.org/10.2208/jscejsp.78.2_I_81,
- (3) 友岡亮太郎, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃, 野中隆博, 田中卓也, 笹原克夫: 遠心場降雨発生システムを用いた斜面崩壊挙動の把握とその対策工に関する遠心模型実験, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol.78, No. 1, pp.14-31, 2022/03. https://doi.org/10.2208/jscejge.78.1_14

◇ 国際会議

- 1) K. Sano, K. Itoh, T. Tanaka, N. Suemasa, T. Konami, S. Taniyama: Centrifuge tilting test on the sophistication of reinforcement method in dry masonry retaining wall, International Conference of Physical Modelling in Geotechnics ICPMG 2022, pp. 586-589, 2022.
- 2) K. Tasaki, K. Itoh, T. Tanaka, N. Suemasa, R. Tomooka, T. Nonaka, T. Tanaka, K. Sasahara: Slope failure and a countermeasure by centrifuge rainfall experiment, International Conference of Physical Modelling in Geotechnics ICPMG 2022, pp. 704-707, 2022.
- 3) Mashiko Haruka, Kikkawa Naotaka, Hiraoka Nobutaka, Itoh Kazuya: Study on effect of joints under anisotropic pressure in segmental tunnel models, WORLD TUNNEL CONGRESS 2022 (WTC2022) Underground solutions for a world in change, P2143, 2022.

◇ シンポジウム・紀要等

1. 大和田健樹, 末政直晃, 伊藤和也: 機械学習を用いた擁壁の危険度把握の試み, 安全工学シンポジウム 2022, OS-8-6, 2022
2. 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也: 不連続面勾配の違いによる岩盤斜面の安定性の検討, 安全工学シンポジウム 2022, GS-5-4, 2022
3. 佐野和弥, 伊藤和也, 田中 剛, 末政直晃, 小浪岳治 (岡三リビック), 谷山慎吾: 宅地の既設空石積擁壁に適用可能な補強方法に関する遠心模型実験, 安全工学シンポジウム 2022, GS-9-4, 2022
4. 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也: LightGBM を用いた斜面表層ひずみデータの異常検知手法の検討, 第 63 回地盤工学シンポジウム, 3-1.1, 2022

◇ 国内会議 44 件

1. 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也: 不連続性岩盤斜面の極限平衡法による斜面安定計算に関する研究, 第 57 回地盤工学研究発表会, 21-8-3-03, 2022
2. 大和田健樹, 末政直晃, 伊藤和也: 擁壁の水抜き穴の把握方法・ひび割れ検出の試み, 第 57 回地盤工学研究発表会, 20-7-2-07, 2022
3. 平岡伸隆, 中根良太, 吉川直孝, 伊藤和也: LSTM-Autoencoder による斜面表層ひずみ計測結果の異常検知, 第 57 回地盤工学研究発表会, DS-9-08, 2022
4. 小澤茉莉, 末政直晃, 伊藤和也, 佐野和弥: 対数螺旋法による擁壁に作用する土圧の算定, 第 57 回地盤工学研究発表会, 20-7-2-02, 2022
5. 岩井勝哉, 末政直晃, 伊藤和也, 田中剛: 動的貫入試験に対する波形マッチング解析を援用した地盤評価手法の検討, 第 57 回地盤工学研究発表会, 20-2-3-08, 2022
6. 益子時佳, 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也: 個別要素シミュレーションにおける等方圧載荷除荷時のシールドセグメントの力学挙動, 第 57 回地盤工学研究発表会, 22-5-1-06, 2022
7. 福田果穂, 島野嵐, 伊藤和也, 田代怜: 攪拌翼角度や貫入速度の違いが改良体品質に与える影響, 第 57 回地盤工学研究発表会, 22-8-3-06, 2022
8. 田崎翔, 佐野和弥, 伊藤和也, 野中隆博, 船元勝宏: 降雨継続時間が盛土斜面の崩壊挙動に与える影響に関する遠心場降雨実験, 第 57 回地盤工学研究発表会, 22-12-2-03, 2022
9. 佐野和弥, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃, 小浪岳治, 谷山慎吾: 空石積擁壁の補強材との一体化効果に関する遠心場載荷実験, 第 57 回地盤工学研究発表会, 20-7-2-03, 2022
10. 田崎翔, 伊藤和也, 佐野和弥, 野中隆博, 船元勝宏: 排水パイプの有無による盛土斜面安定性に関する遠心場降雨実験, GeoKanto2022, 防災 2-5, 2022
11. 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也: 表層ひずみデータを用いた線形回帰モデルによる異常検知手法の検討, GeoKanto2022, 防災 4-4, 2022
12. 佐野和弥, 伊藤和也, 末政直晃, 田中剛, 小浪岳治, 谷山慎吾: 補強空石積擁壁の地震時土圧に関する遠心場傾斜土槽実験, GeoKanto2022, 構造 5-5, 2022
13. 福田果穂, 伊藤和也, 島野嵐: 透明地盤を用いた攪拌翼による地盤挙動の検討, GeoKanto2022, 構造 2-5, 2022
14. 大和田健樹, 末政直晃, 伊藤和也: 不安定盛土の経過観察に用いる低コスト傾斜計の開発, GeoKanto2022, 構造 4-6, 2022
15. 益子時佳, 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也: シールドセグメント模型に対する偏圧載荷・除荷における 3 次元個別要素シミュレーション, GeoKanto2022, 構造 4-7, 2022
16. 王シイハン, 伊藤和也, 末政直晃, 佐々木隆光: 薬液注入工法に関する模型振動実験, GeoKanto2022, 防災 1-7, 2022
17. 小澤茉莉, 末政直晃, 伊藤和也, 佐野和弥: 対数螺旋法を用いた主働土圧計算に関する検討,

GeoKanto2022, 構造 6-1, 2022

18. 中條優樹,中根良太,平岡伸隆,吉川直孝,伊藤和也:遠心場掘削シミュレーターを用いた斜面掘削実験, GeoKanto2022, 防災 7-2, 2022
19. 名田駿太郎,岩佐直人,佐野和弥,伊藤和也,石垣拓也,國領ひろし:柔な法面工を用いた地山補強土工法の補強メカニズムに関する遠心模型実験, GeoKanto2022, 防災 7-5, 2022
20. 太田光星,伊藤和也,島野嵐,福田果穂:柱状地盤改良工法の効率的な攪拌工法についての検討, GeoKanto2022, 材料 1-3, 2022
21. 平岡伸隆,中根良太,吉川直孝,伊藤和也:LSTM および LSTM-Autoencoder モデルによる斜面表層ひずみの異常検知の比較, 土木学会第 77 回年次学術講演会, CS14-03, 2022
22. 佐野和弥,伊藤和也,田中剛,末政直晃,小浪岳治,谷山慎吾:空石積擁壁の縦打ち補強に関する遠心場傾斜土槽実験~補強領域の違いが補強効果に与える影響~, 土木学会第 77 回年次学術講演会, III-17, 2022"
23. 福田果穂,島野嵐,伊藤和也,田代怜:機械攪拌工法の模型実験における攪拌翼角度の検討, 土木学会第 77 回年次学術講演会, III-121, 2022
24. 中根良太,平岡伸隆,吉川直孝,伊藤和也:不連続性岩盤斜面の逆算法における安定解析に関する研究, 土木学会第 77 回年次学術講演会, III-194, 2022
25. 名田駿太郎,佐野和弥,田中剛,伊藤和也,末政直晃:緩傾斜な地山に造成された盛土への地下水流入による崩壊現象に関する遠心模型実験, 土木学会第 77 回年次学術講演会, III-204, 2022
26. 益子時佳,吉川直孝,平岡伸隆,伊藤和也:シールドセグメント模型に対する等方圧載荷除荷の個別要素シミュレーション, 土木学会第 77 回年次学術講演会, III-348, 2022
27. 田崎翔,佐野和弥,伊藤和也,野中隆博,船元勝宏:遠心場降雨実験による盛土斜面の崩壊挙動と対策について, 土木学会第 77 回年次学術講演会, III-366, 2022
28. 王シイハン,末政直晃,伊藤和也,遠藤なつみ,佐々木隆光:薬液の浸透固化過程に関する研究, 土木学会第 77 回年次学術講演会, VI-18, 2022

他 16 件

◇ 作品

◇ 特許

◇ 受賞

佐野和弥:第 57 回地盤工学研究発表会優秀論文発表者賞

佐野和弥:第 19 回地盤工学会関東支部発表会 Geo-Kanto2022 優秀発表者賞

福田果穂:第 57 回地盤工学研究発表会優秀論文発表者賞

田崎 翔:第 19 回地盤工学会関東支部発表会 Geo-Kanto2022 優秀発表者賞

中根良太:第 19 回地盤工学会関東支部発表会 Geo-Kanto2022 優秀発表者賞

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・教授	末政 直晃	[建築都市デザイン学部]兼務	地盤工学
教授	伊藤 和也	[建築都市デザイン学部]兼務	地盤工学
研究講師	サハレ アヌラグ	専任	地盤工学
技士	田中 剛	[建築都市デザイン学部]兼務	地盤工学

学外研究員	永尾浩一	佐藤工業株式会社技術研究所	地盤工学
学外研究員	佐々木隆光	強化土エンジニアリング	地盤工学
客員教授	豊澤 康男	仮設工業会・元安衛研所長	地盤工学

◇ 学生数 博士後期課程：3名，修士課程：9名，学部4年生：16名

■ 主要な外部資金

厚生労働科学研究費補助金 労働安全衛生総合研究事業，直接経費 1,200,000 円，間接経費：0 円 「建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究」研究分担（伊藤）
強化土エンジニアリング：6,500,000 万円 2022/10/1～2023/9/30 研究代表（末政）
ハイスピードコーポレーション：1,650,000 円 2022/4/1～2023/3/31 研究代表（末政）
三信建設工業：1,650,000 円 2023/1/1～2023/12/31 研究代表（末政/伊藤）
TRD 工法協会：1,100,000 円 2022/4/1～2023/3/31 研究代表（末政）
アップコン：1,155,000 円 2022/4/1～2023/3/31 研究代表（末政）
佐藤工業：500,000 円 2022/5/1～2023/4/30 研究代表（末政/伊藤）
杭拔研究会：1,182,500 円 2023/1/1～2023/12/31 研究代表（末政）
エスティーエンジニアリング・岡三リビック：2,200,000 円 2022/4/1～2023/3/31 研究代表（伊藤）
JHS：3,000,000 円
寄付金 日鉄建材：500,000 円 地質工学社：100,000 円

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

国際会議 3 件，国内会議 46 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

五洋建設，日本工営，日特建設，大成建設，清水建設，東急建設，熊谷組，鉄建建設，フジタ，中日本ハイウェイエンジニアリング東京，本学大学院（博士前期課程）

■ 社会貢献

◇ 第 207 回 総研セミナー開催（2023 年 2 月 7 日）

講演タイトル

基調講演

「Soil-Pile-Structure-Interactions during an Earthquake Loading: Insights from Centrifuge Modeling and Numerical Simulations」

一般発表

「遠心場掘削シミュレーターを用いた斜面掘削時の表層ひずみの異常検知」

「シールドセグメント模型に対する載荷除荷試験」

「柱状地盤改良工法の効率的な攪拌工法についての検討」

「ソイルセメントスラリーの性状評価のためのボールコーン試験の開発」

「碎石パイルの支持性能確認のための模型実験」

「薬液注入工法に関する模型振動実験」

「簡易原位置透水試験（SDS-Rocket）による透水係数の推定」
「羽根付きロッドによる地盤の締固め効果に関する基礎的研究」
「テーパー杭設計のための動的貫入試験の開発」
「硬質発泡ウレタンを用いた杭状地盤改良工法の支持力検討」
「杭抜き孔の充填材の攪拌に関する研究」
「降雨による水の浸透と排水対策に関する基礎的研究」
「柔な法面工を用いた地山補強土工法の補強メカニズム」
「先端根固め杭の支持力特性に関する研究」
「薬液の浸透固化メカニズムの解明」
「液状化抑止のための微粒子注入工法の開発」

◇ 出張授業

◇ 委員

氏名	委員名一覧
末政	基礎地盤総プロ委員会委員，基礎地盤技術審査委員会委員，洋上風力発電設備に係る海底地盤調査技術検討委員会委員，宅地擁壁の老朽化対策検討委員会委員，相模川水系広域ダム管理事務所総合評価審査分科会委員 他
伊藤	土木学会 地盤工学委員会斜面工学小委員会 委員長，地盤工学会 地盤工学会誌編集委員会 委員長，地盤工学会 未曾有の豪雨により複合化した土砂・水災害に遭遇する時代に突入した地盤技術の今後と社会的な方策に関する研究委員会 副委員長，基礎地盤総プロ委員会委員， 他
田中	CREST2020 実行委員会， 地盤工学会関東支部 会員サービス リーダー幹事

子ども家庭福祉研究センター

子ども家庭福祉研究センター
センター長 早坂 信哉

■ センター概要

福祉・心理・医療分野において、子どもやその保護者、高齢者を取り巻く幅広い課題を研究するため各機関をつなぐ「ハブ」の役割を果たす。問題解決に理系学部や行政、企業の協力も得て、その結果を広く福祉施設等へ還元することを目指す。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

渋谷福祉学会第5回大会をハイブリッド開催（参加者 281 名）。シンポジウム、活動報告、ポスター発表。地域の人々と福祉事業者、行政、学生などが参加。/保育士の職場定着に関する Web 調査（投稿予定）と学童期の家庭への Web 調査（日本健康開発雑誌掲載）。IoT・センシングでは最新センサーの現場調査。/東京都浴場組合と協働して銭湯の活用と健康効果を市民参加型実験の介入研究として測定（日本健康開発雑誌掲載）。

◇ 次年度への展開

渋谷福祉学会開催・運営：今年度で5回目を迎え、会議体の規模は年々拡大し、渋谷区長が毎回挨拶や会場に参加するなどの形で関与するようになる程重要度の高い会議となり、渋谷区と本学との区長対応レベルの福祉分野における連携の基盤として確固たる位置づけとなった。各方面からの継続の要望は大きく来年度以降は地域連携・地域貢献における重点推進プロジェクトへ移行する予定である。

■ 成果の紹介

【テーマ1】渋谷福祉学会開催・運営

渋谷区共催、後援団体は渋谷区障害者団体連合会・渋谷区社会福祉協議会・渋谷区地域福祉サービス事業者協議会。大会責任者は子ども家庭福祉研究センターセンター長早坂信哉、実行委員長は第3回人間科学部准教授園田巖、第4回・第5回人間科学部教授井戸ゆかり。

第3回大会開催（2020年11月14日（土））オンライン開催、渋谷区長長谷部健氏の基調講演「切れ目のない支援を目指して」～渋谷区子育てネウボラ～等。第4回大会開催（2021年11月13日（土））オンライン開催、シンポジウム「切れ目のない支援を目指して一住み慣れたまちで自分らしく生きる」つるかめ診療所所長鶴岡優子氏等。第5回大会（2022年11月12日（土））ハイブリッドで開催、「切れ目のない支援を目指して一地域の人とつながる・つなげる」としてポスターによる実践報告会、シンポジウム等。

第3回大会でオンライン開催が可能となり、参加が徐々に増え、ハイブリッド開催が実現した第5回大会では281名に達した。渋谷区関係者の参加も徐々に増加傾向にある。しかし、福祉活動に

興味のある区民や福祉事業所の方の参加はまだハードルが高いようで、もっと気軽に参加できるポスター発表を充実させ、交流の場となるようさらなる工夫が必要である。

【テーマ2】少子化対策、保育・子育てを取り巻く課題への解決

園田・井戸が全国の保育士を対象した「保育士の職場定着に関するニーズ」について Web アンケート調査を 2023 年 1 月に実施。離職を考える理由は、対保護者や子どもに起因することよりも、職員処遇や業務負担の方が大きな要因となっていることが示唆された。論文投稿予定。

保育現場における IoT・センシングの活用：日立と複数回打ち合わせ現地調査をしていたが、秘密保持契約を終了している。高橋・井戸を中心に最新センサーの現場（保育所、特別養護老人ホーム）を調査。

子育て世代が抱える課題の抽出：「コロナ禍における学童期の子どもをもつ家庭への調査」について Web アンケート調査を実施、公衆衛生学会発表、論文に掲載された。

【テーマ3】高齢世代の健康寿命の延伸への方策

本調査は厚生労働省生活衛生関係営業対策事業費補助金の助成によって実施された。高齢者において銭湯に通うことによる体力・運動能力の変化を介入研究によって明らかにすることを目的とし、70 歳以上の成人一般市民男女 26 名を対象に、体力・運動能力測定（文部科学省新体力テスト、Timed up & Go）を介入前後で行った。週 2 回で 4 週間の銭湯通いの結果、「上体起こし」「開眼片足立ち」の成績が向上し、下肢や腰部、腹部の筋肉の機能やバランス機能が改善したと考えられた。被験者から楽しかったという意見もあり、銭湯の継続的な利用は、高齢者にとって安価で簡便に実行可能な介護予防方法の 1 つであると示唆された。論文を投稿し 2022 年 6 月に日本開発雑誌に掲載された。また、本研究の一部は全国公衆浴場業生活衛生同業組合連合会広報誌（2022 年 1 月 31 日発行）に掲載された。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 亀田 佐知子, 井戸 ゆかり, 園田 巖, 横山 草介, 早坂 信哉. 新型コロナウイルス感染症拡大における学童期の子どもをもつ家庭の現状と課題(原著論文) 日本健康開発雑誌 43 号 Page13-25(2022.06) <https://doi.org/10.32279/jjhr.202243G02>
- (2) 早坂 信哉, 三橋 浩之, 早坂 健杜, 亀田 佐知子, 樋口 善英, 石田 心. 高齢者における一般公衆浴場(銭湯)通所による体力・運動能力の改善(原著論文) 日本健康開発雑誌 43 号 Page45-49(2022.06) <https://doi.org/10.32279/jjhr.202243G05>
- (3) 井戸 ゆかり, 園田 巖 保育士のキャリアラダー（2）一中堅保育士のキャリアラダー構築に必要と思われる視点— 東京都市大学人間科学部紀要 13 23-33, 2022

◇ 招待講演

- (1) 2022/10/4 早坂信哉. 「銭湯は未来社会に 欠かせない資源：研究結果から」東京都浴場組合役員研修会 （場所：東京都）

(2) 2022/11/1 早坂信哉「お風呂で健康 医師が教える最高の入浴法」世田谷区民講座 世田谷区教育委員会 (場所：東京都)

(3) 2023/3/12 早坂信哉 「入浴と健康」 日本石鹸洗剤工業会 技術委員会 (場所：東京都)

◇ 国内会議

(1) 早坂 信哉、全国「新・湯治」効果測定調査事務局：全国「新・湯治」効果測定調査（2018-2020年度）の結果概要と性別主観的变化の比較. 第 87 回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会 2022 年 6 月 11 日 長野県諏訪市

(2) 早坂信哉、井戸ゆかり、園田巖、小番美鈴、渡邊智、奥川洋司、石澤太市、松本圭史、綱川光男：世帯年収と入浴頻度の関連. 第 87 回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会 2022 年 6 月 11 日 長野県諏訪市

(3) 渡邊 智、小番 美鈴、奥川 洋司、松本 圭史、綱川 光男、園田 巖、井戸 ゆかり、早坂 信哉：子育て家庭での浴槽浴頻度、入浴剤使用と入浴嗜好、入浴法意識の関連. 第 81 回日本公衆衛生学会総会. 2022 年 10 月 7 日(金)～9 日(日). 甲府市 (ポスター)

(4) 小番 美鈴、渡邊 智、奥川 洋司、松本 圭史、綱川 光男、園田 巖、井戸 ゆかり、早坂 信哉：未就学児における寝付きに要する時間の実態と入浴習慣との関連要因分析. 第 81 回日本公衆衛生学会総会. 2022 年 10 月 7 日(金)～9 日(日). 甲府市 (ポスター)

(5) 早坂信哉、小番美鈴、渡邊 智、園田 巖、井戸 ゆかり：児の浴槽入浴頻度と風邪、インフルエンザ発症との関連. 第 33 回日本疫学会学術総会 (ポスター). 2023/2/1-2/3. 浜松市.

(6) 秋月拓磨, Boldoo Saikhanbileg, 田中 隆登, 高橋弘毅 装着型加速度センサによる呼吸数計測手法の検討 第 38 回ファジィシステムシンポジウム(FSS2022), pp.795-798 (FE2-2), オンライン開催, 2022.9.16.

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・教授	早坂 信哉	[人間科学部]兼務	医療・医学・公衆衛生
教授	井戸 ゆかり	[人間科学部]兼務	発達臨床心理学・保育学
准教授	園田 巖	[人間科学部]兼務	福祉・社会的養護
准教授	横山 草介	[人間科学部]兼務	教育人間学・臨床教育学
准教授	宮川 哲弥	[人間科学部]兼務	福祉・社会的養護
研究員	亀田 佐知子	専任 (非常勤)	発達心理学・保育学

◇ 学生数 博士後期課程：0名、修士課程：0名、学部4年生：0名
 （ただし、第203回 総研セミナー開催（2022年11月12日）は3年生の特別研究として取り扱った）

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額、複数年資金は年割）

2020年から2022年度まで「渋谷区障がい者福祉に関する理解促進・啓発活動補助金」交付（10万円/年）
2021年度受託研究「高齢者介護予防のための銭湯の活用に関する調査研究」（株式会社草隆社：東京都浴場組合の事務局）（20万円）（令和3年厚生労働省生活衛生関係営業対策事業費補助金より）
外部資金獲得にはつながらず、渋谷福祉学会については学内事業「2023年度 地域連携・地域貢献における重点推進プロジェクト」に採択

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 0 件、国際会議 0 件、国内会議 0 件 作品 0 件

■ 社会貢献

◇ 第203回 総研セミナー開催（2022年11月12日）

渋谷福祉学会第5回大会「切れ目のない支援を目指して一地域の人とつながる・つなげる」
 会場：渋谷区役所大集会室（ハイブリッド開催）

◇ センターに関わる研究結果の報道（Web ニュース）

- 1) 2022/2/23 「新型コロナで子育て中の保護者に負担増、東京都市大学調査」（大学ジャーナル）
- 2) 2022/2/18 「【新型コロナ】子育て家庭へのコロナ禍の影響を調査」（保健指導リソースガイド）
- 3) 2022/2/17 「コロナ禍における子育て家庭の実態調査、親のストレス要因などを明らかにー東京都市大」（QLifePro）

◇ 早坂：テレビ出演・コメント・取材協力・監修

- 1) 2023/3/7 福島テレビ「テレレポートプラス」（サウナを解説）コメント紹介
- 2) 2023/3/7 大阪朝日放送テレビ「news おかえり」（レジオネラ菌対策）コメント紹介
- 3) 2023/3/3 テレビ朝日「羽鳥慎一モーニングショー」スタジオ生出演（レジオネラ）
- 4) 2023/3/1 日テレ「それって!? 実際どうなの課」出演（お風呂でダイエット）
- 5) 2023/2/22 NHK 関西ローカル「おはよう関西」に出演（入浴法）
- 6) 2023/2/15 NHK 茨城県域放送『いば6』「いいお湯見つけました」（温泉部分の監修）
- 7) 2023/2/14 テレビ東京「ありえへん∞世界」（草津温泉部分監修）
- 8) 2023/2/8 interfm 「Otona no Radio Alexandria」に生出演
- 9) 2023/2/6 MBS 毎日放送テレビ「よんちゃんTV」コメント紹介
- 10) 2023/1/30 TBS ラジオ「森本毅郎・スタンバイ！」で研究結果が紹介（介護予防）
- 11) 2023/1/27 テレビ愛知「5時スタ」コメント紹介（ヒートショック）

- 12) 2023/1/25 NHK 長野「イブニング信州」 いいお湯を見つけました（野沢温泉）（監修）
- 13) 2023/1/25 テレビ朝日「グッドモーニング」 パネルでコメント紹介（寒波）
- 14) 2023/1/24 テレビ朝日「スーパーJチャンネル」出演（寒波・ヒートショック）
- 15) 2023/1/24 テレビ朝日「羽鳥慎一モーニングショー」スタジオ出演（寒波・ヒートショック）
- 16) 2023/1/23 フジテレビ「Live News イット！」コメント紹介（寒波・ヒートショック）
- 17) 2023/1/11 NHK「あさイチ」出演（血流）
- 18) 2023/1/9 J-Wave Morning Radio 出演（温泉）
- 19) 2023/1/6 TBS「ひるおび」（コメント紹介 最近の湯の温度）
- 20) 2023/1/5 山口朝日放送「J チャンやまぐち」出演（ヒートショック）
- 21) 2022/12/29 NHK 公式 twitter ヒートショック 動画あり
https://twitter.com/nhk_news/status/1608443969305812992
- 22) 2022/12/26 テレビ東京「ありえへん∞世界」出演 温泉旅館のお菓子の解説
- 23) 2022/12/22 CBC テレビ「チャント！」出演 ゆず湯について解説
- 24) 2022/12/19 札幌テレビ「どさんこワイド179」出演（入浴法）
- 25) 2022/12/19 TBS「Nスタ」コメント紹介（浴室熱中症）
- 26) 2022/12/18 ABC ラジオ「スカウトラジオ」出演（メインゲストとして入浴法など）
- 27) 2022/12/15 日テレ「ZIP!」出演（ヒートショック予防）
- 28) 2022/12/13 名古屋テレビ「アップ！」出演（ヒートショック）
- 29) 2022/12/13 テレビ東京「なないろ日和」スタジオ出演（ヒートショック）
- 30) 2022/12/12 NHK「ニュースウォッチ9」出演（ヒートショック予防）
- 31) 2022/12/12 NHK 京都「ニュース630 京いちにち」冬の入浴 コメント紹介
- 32) 2022/12/8 テレビ朝日「羽鳥慎一モーニングショー」スタジオ生出演（ヒートショック）
- 33) 2022/12/8 NHK「ひるまえほっと」（「いいお湯を見つけました」のコーナー）（協力）
- 34) 2022/12/7 FBS 福岡放送「バリはやッ！ZIP」出演（入浴・湯の温度）
- 35) 2022/12/6 FBS 福岡放送「めんたいワイド」（日テレ系福岡佐賀）（冬の入浴法）出演
- 36) 2022/12/6 TBS「Nスタ」コメントがパネルで紹介
- 37) 2022/12/5 NHK 甲府「ニュースかいドキ」（制作協力：小諸温泉）
- 38) 2022/12/1 日テレ「news every.」出演（高齢者の熱い湯好き）
- 39) 2022/12/1 フジテレビ「ノンストップ」出演（ヒートショック）
- 40) 2022/11/30 日テレ「news every.」出演（ヒートショック）
- 41) 2022/11/28 TBS ラジオ「森本毅郎・スタンバイ！」でコメントが紹介
- 42) 2022/11/25 CBC ラジオ「ドラ魂キング」に出演（入浴時の脱水予防）
- 43) 2022/11/24 NHK「所さん！事件ですよ」にスタジオ出演（温泉解説）
- 44) 2022/11/24 名古屋テレビ「アップ！」出演
- 45) 2022/11/16 NHK 長野「イブニング信州」（制作協力：小諸温泉）
- 46) 2022/11/2 TOKYO FM Blue Ocean「ハンドケア・じぶんケア」に出演
- 47) 2022/11/2 ニッポン放送「ドクターズボイス」で研究結果が紹介（介護予防）
- 48) 2022/10/10 J-wave morning radio 出演
- 49) 2022/10/3 J-wave morning radio 出演
- 50) 2022/9/7 テレビ東京系列「ソレダメ！あなたの常識は非常識！？」出演（温泉）
- 51) 2022/8/23 TBS「Nスタ」（北海道の温泉水柱の解説）出演
- 52) 2022/8/24 TBS「THE TIME」（北海道の温泉水柱の解説）出演
- 53) 2022/8/16 テレビ東京「なないろ日和！」に出演（安全なサウナの利用法）
- 54) 2022/8/7 TBS「日曜日の初耳学」医事監修（入浴部分）
- 55) 2022/8/2 テレビ東京「ありえへん∞世界」に出演（温泉旅館にお茶菓子がある訳）

- 56) 2022/6/1 RCC ラジオ（広島・中国放送）「おひる一な」電話生出演
- 57) 2022/5/29 放送 日本テレビ「シューイチ」銭湯部分 監修
- 58) 2022/5/18 NHK「あさイチ」（お風呂で汗トレ）に出演
- 59) 2022/4/27 NHK 岡山「もぎたて！」コメント・顔写真紹介（入浴法）
- 60) 2022/4/26 福島中央テレビ「ゴジてれ Chu!」コメント・顔写真紹介（入浴法）
- 61) 2022/4/15 NHK「チコちゃんに叱られる！」医事監修（入浴）

◇井戸：横浜市子育てサポートシステム提供・両方会員予定者研修会講師
 2022 年 11 月 25 日 横浜市都筑区あいたいコミュニティルーム
 2022 年 12 月 2 日 横浜市青葉区福祉保健センター

◇井戸：平塚市ファミリーサポートセンター 研修講師
 2022 年 7 月 1 日 および 11 月 17 日 平塚市福祉会館

◇井戸：障害児の巡回指導
 調布市公立保育所巡回指導（調布市子ども生活部保育課より委嘱）年間 22 回

◇出張授業
 2022 年 9 月 28 日 都立田園調布高等学校 「青年期の心理と課題と理解しよう！」（井戸）

◇ 委員

氏名	委員名一覧
早坂 信哉	環境庁 新・湯治の効果に関する協同モデル調査事業審査委員会委員
早坂 信哉	静岡県 ICOI プロジェクトアドバイザー・実証事業審査会委員
早坂 信哉	一般財団法人日本健康開発財団温泉医科学研究所所長・倫理委員長
井戸ゆかり	渋谷区子ども・子育て会議会長
井戸ゆかり	渋谷区社会福祉協議会評議員
井戸ゆかり	渋谷区赤い羽根共同募金推薦委員
井戸ゆかり	（公財）成長科学協会 心の発達研究委員会委員

インテリジェントロボティクスセンター

インテリジェントロボティクスセンター
センター長 野中 謙一郎

■ センター概要

人と共存できるレベルのロボットシステムの構築を目指して、ロボティクス、AI、制御、生体信号計測、信号処理、画像処理、計算システムなどの幅広い分野の研究を統合し、国内外の研究機関との連携も視野に入れた先端的なロボットの研究を進める。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

自律移動体やロボットの推定・制御、メカトロニクス機器の制御技術・モデリング技術の研究を行った。具体的には特異環境での SLAM 精度向上やモバイルマニピュレータの最適動作生成、大型商業車両の確率モデル予測制御の達成や、ヒューマノイドロボットの足部関節を用いた歩行動作、腕振りを伴う前方跳躍動作などの生成、HDD の磁気ヘッド部のアームの位置決め制御、磁気浮上制御の性能向上に成功した。

◇ 次年度への展開

今年度の研究で得られた制御工学、モデリングといった知見を活かし、メカトロニクス機器の更なる高度化を目指す。具体的には自動車、ロボット、磁気浮上型搬送システムへ応用し、その有用性や課題点を明らかにし制御性能を向上することを目指す。さらに社会実装を促進するための共同研究や他大学との連携を強める。また、人の心理やプライバシーへの配慮が可能な新しいホームロボットの研究開発を始める。

■ 成果の紹介

【テーマ1】自律移動ロボットの安全性を向上する運動制御器設計

モバイルマニピュレータのベースとアームの特性を活かした広範囲・高精度の運動生成制御器を提案した[j-2]。また確率モデル予測制御を大型商業車両に適用することで路面の不確かさなどに対してロバストな制御系を構築した[j-3]。さらに数値シミュレーションだけでなく、モデル予測制御ベースの制御器を実機に適用しその有効性を実証した[J-8, I-1, I-3, I-5, I-6,]

【テーマ2】自律移動を支える自己位置・環境認識技術の向上

LiDAR が苦手とする環境における SLAM 精度を向上させるアクティブセンシング技術を開発した[j-3]。自律移動ロボットによる環境認知をもちいた障害物回避や歩行者の位置推定精度の向上、LiDAR と GNSS を組み合わせた市街地から郊外までカバーするロバストな自己位置推定技術を開発した[I-2, I-4, I-7]。

【テーマ3】HDD の磁気ヘッド用アームの制御系設計

最新の 3 段アクチュエータ方式の HDD に加わる外乱を補償する制御方式を開発した[J-5, J-7]。

また、制御系の位置決め性能を最適化する手法の開発に取り組んだ[S-1, I-1, D-1, D-2]

【テーマ4】移動ロボットのマッピングシステムの開発

家庭環境を想定した移動ロボットにおいて、物体位置の認識に加え、物体そのものの意味を認識し、物体操作を考慮した移動が可能なマッピングシステムの開発に取り組んだ[D-13]

【テーマ5】回転機械の軸受部の振動解析と制御手法の開発

回転機械の稼働時の振動問題の解析、及び能動型磁気軸受を用いた回転機械において振動を補償する制御システムを開発した[J-4, J-6, D-14].

【テーマ6】ヒューマノイドのダイナミックな運動制御および人間の運動解析

運動量平衡原理と角運動量の分配を利用したヒューマノイドのダイナミックな全身運動制御コントローラの開発を継続した。基礎的な理論検証は終わっていたが、実環境における実機実験や人間工学分野での応用を目的として、全身運動制御性能の確認、足部関節を有するモデルの導入、効率的な動作生成ソフトウェアの開発などを進め、その実行可能性を高めた。腕振り動作を伴う前方跳躍動作の解析結果については国内講演会に投稿中である。

【テーマ7】OSSを利用したセキュアなロボット制御システムの実現

オープンソースソフトウェアをロボット開発に利用する際、ソフトウェアを公開する開発者の意図に反して、それらを反社会的な活動や非人道的な活動などに悪用されることを防止可能なロボット開発フレームワークの基本構成を確立し、これによる移動ロボットの運動制御を実現した。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文 (J-)

- (1) Kazuma Sekiguchi, Sota Wada, Kenichiro Nonaka, Active sensing control improving SLAM accuracy for a vehicle robot, *Artificial Life and Robotics*, Vol. 23, Issue 1, 2022
- (2) Kento Misawa, Fuguo Xu, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, Model predictive control for mobile manipulators considering the mobility range and accuracy of each mechanism, *Artificial Life and Robotics*, Vol. 22, Issue 4, 2022
- (3) Ryota Nakahara, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, Masahiro Takasugi, Hiroki Hasebe, Kenichi Matsubara, Stochastic model predictive braking control for heavy-duty commercial vehicles during uncertain brake pressure and road profile conditions, *Control Theory and Technology*, Vol. 90, pp. 1-15, 2022
- (4) Atsuhiko Ota, Shota Yabui, Tsuyoshi Inoue, Akira Heya, High-Precision Trajectory Tracking Control of a Multi-Frequency Whirling Orbit Using Adaptive Feedforward Cancellation for the Efficient Experimental Estimation of Fluid Force, *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, Volume 144, Issue 2, 7 pages, 2022.
- (5) Takenori Atsumi, Shota Yabui, Compensation for Fan-Induced Disturbance in Storage Box for Hard Disk Drive, *IEEE Transactions on Industry Applications*, 2022, Volume 142, Issue 4, Pages 330-341
- (6) 杉村章二郎, 井上剛志, 藪井将太, 枯渇した軸受の油膜特性がタービンロータの低周波振動に与える影響の考察, *日本機械学会論文集* 88巻, 910号, ROMBUNNO.21-00370, 2022.
- (7) S. Yabui, T. Atsumi and T. Inoue, "Servo Controller Design for Triple-Stage Actuator in HDD to Compensate for High-Frequency Fan Vibration," in *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 58, no. 1, pp. 1-11, 2022.

- (8) Ryuichi Maki, Isao Okawa, Kenichiro Nonaka, Stochastic Model Predictive Obstacle Avoidance with Velocity Reduction in Accordance with Chance Constraints in Crowded Environments, International Journal of Automotive Engineering, Volume 13, Issue 3, Pages 114-121, 2022.

◇ 招待講演 (S-)

- (1) Takenori Atsumi and Shota Yabui, Loop-Shaping Technique for Quadruple-Stage-Actuator System in Hard Disk Drive, International Power Electronics Conference 2022 / IPEC2022, 18C1-3 (2022-5)

◇ 国際会議 (I-)

- (1) Eisuke Kawaguchi, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, MPC-Based Self-Driving Electric Wheelchair in a Narrow Indoor Environment, SICE Annual Conference 2022, pp. 1107-1110, Sep 2022
- (2) Masahiro Uda, Ryosuke Kotaka, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, On-board 2D LiDAR and obstacle avoidance for a planar leg/wheel mobile robot, SICE Annual Conference 2022, pp. 1335-1336, Sep 2022
- (3) Naoto Kawaguchi, Isao Okawa, Kenichiro Nonaka, Linear Complementarity Model Predictive Control Applied to Vehicle Steering Experiment, SICE Annual Conference 2022, pp. 1299-1300, Sep 2022
- (4) Masato Matsuyama, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Pedestrian Tracking by Ellipse Approximation of Point Cloud Utilizing Random Sample Consensus, SICE Annual Conference 2022, pp. 1111-1112, Sep 2022
- (5) Toma Makino, Fuguo Xu, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Obstacle Avoidance Experiment on Curved Path for Electric Wheelchairs Using Stochastic Model Predictive Control, SICE Annual Conference 2022, pp. 1104-1106, Sep 2022
- (6) Koshi Kudo, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, A Self-Driving System for Electric Wheelchairs Based on LiDAR Point Clouds and Model Predictive Control, SICE Annual Conference 2022, pp. 417-419, Sep 2022
- (7) Takahiro Ochiai, Fuguo Xu, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Robust Localization in Both Urban and Rural Environments for Fusion of LiDAR-SLAM, GNSS, and Odometry, Conference on Control Technology and Applications, pp. 259-264, Aug. 2022
- (8) Haruki Murakami and Shota Yabui, Discussion of Loop Shaping Design for Severe Criteria by Using RCCode Plot in HDD Benchmark Model', The 17th IEEE International Workshop on Advanced Motion Control, AMC22-000004, Mar. 2022

◇ 国内会議

- (1) 入澤俊輔, 関口和真, 野中謙一郎, モバイルマニピュレータによる建設動作生成のための可変制約をもちいたモデル予測制御, 第 10 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, 2023
- (2) 牧野 統真, 関口和真, 野中謙一郎, 電動車椅子の曲線経路上におけるモデル予測障害物回避制御, 第 10 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, 2023
- (3) 澤田翔, 関口和真, 野中謙一郎, GIS データによる都市部火災推移モデルの自動生成, 第 10 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, 2023
- (4) 松山優人, 関口和真, 野中謙一郎, LiDAR による形状を考慮した歩行者追跡, 第 10 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, 2023
- (5) 小高良輔, 関口和真, 野中謙一郎, 平面脚車輪型移動ロボットのモンテカルロモデル予測軌道追従制御, 第 10 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, 2023
- (6) 笠井茉莉, 関口和真, 野中謙一郎, 重み付き空間分割を用いた 3 次元被覆制御による害鳥の侵入対策, 第 10 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, 2023

- (7) 宮寄篤彦, 関口和真, 野中謙一郎, 適用型モデル予測制御による旋回時の横転条件を考慮した大型商用車両の走行安定化, 第10回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, 2023
- (8) 蛭名浩志, 牧野統真, 藪井将太, 鈴木元哉, 深沢慎一郎, 野中謙一郎, 階層構造により計算コスト削減を実現する自動運転トラックの非線形モデル予測制御, 2022 年自動車技術会秋季学術講演会(JSAE-Autumn'22).
- (9) 藪井 将太, 村上 遥輝, HDD benchmark model における制御系の最適化問題について, 第14回最適化シンポジウム (OPTIS2022)
- (10) 永久 航, 関口 和真, 野中 謙一郎, 微分フラット性に基づいた高次微分における直流成分を利用した牽引ドローンのパラメータ推定, 第65回 自動制御連合講演会
- (11) 百瀬 雄真, 関口 和真, 野中 謙一郎, 階層型線形化したクワッドコプタモデルの水平方向への有限整定制御の適用, 第65回 自動制御連合講演会
- (12) 村上 遥輝, 藪井 将太, DISO 系 HDD ベンチマークモデルにおけるアクチュエータ機構ごとのループ整形手法の提案, 第65回 自動制御連合講演会
- (13) 渋谷 啓介, 藪井 将太, 移動ロボットによる物品操作のためのセマンティックマッピングシステム, Dynamics and Design Conference 2022 (D&D2022)
- (14) 藪井 将太, 漸化式型フィルタと伝達関数型フィルタによる振動補償, 令和4年度 電気学会 産業応用部門大会 シンポジウム
- (15) 蜂谷 雄太, 鈴木 俊輝, 野村 耕暉, 佐藤 大祐, 相対角加速度に基づく人型ロボットの前方跳躍動作の運動生成と制御における腕振り動作の有効性の検証, 2A2-I03, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2022.
- (16) 橋本 洸, 佐藤 大祐, 辻田 哲平, 安孫子 聡子, オープンソースソフトウェアを用いたロボットの悪用を防止可能なセキュアプロセッサの試作, 1P1-D07, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2022.

◇ 受賞

- ・令和3年度 ターボ機械論文賞「バランスピストン機構のインペラ弾性変形と音響振動の連成を考慮した軸方向振動の検討」

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・教授	野中 謙一郎	[理工学部]兼務	制御工学
教授	大屋 英稔	[情報工学部]兼務	システム工学
教授	田口 亮	[情報工学部]兼務	知能情報学
教授	向井 信彦	[情報工学部]兼務	メディア情報学
教授	中野 秀洋	[情報工学部]兼務	計算機システム
教授	包 躍	[情報工学部]兼務	画像センシング, AR
教授	宮地 英生	[メディア情報学部]兼務	可視化, VR

教授	京相 雅樹	[理工学部]兼務	医用生体工学
教授	高柳 英明	[建築都市デザイン学部] 兼務	空間デザイン・人間工学
准教授	佐藤 大祐	[理工学部]兼務	ロボティクス
准教授	関口 和真	[理工学部]兼務	制御工学
准教授	杉町 敏之	[理工学部]兼務	自動運転, ITS
准教授	西部 光一	[理工学部]兼務	流体工学
准教授	藪井 将太	[理工学部]兼務	制御工学
講師	星 義克	[情報工学部]兼務	制御工学
研究講師	徐 福国	専任	制御工学

◇ 学生数 博士後期課程： 1 名，修士課程： 23 名，学部 4 年生： 32 名

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額，複数年資金は年割）

科学研究費助成事業 挑戦的研究(萌芽), 2022 年度 195 万円 「群集流動とその不確定性に適応する電動車いすの自動運転」 研究代表 (野中)
科学研究費補助金, 若手研究, 2022 年度 78 万円 「データ駆動型社会を支える磁気ディスク装置のマルチアクチュエータ方式の制御系設計」 研究代表 (藪井)
科学研究費助成事業 基盤研究(B), 2022 年度 416 万円 「ロケットターボポンプのロータダイナミクスの半解析的流体振動連成解析技術の開発」 研究分担 (藪井)
受託研究 株式会社 大林組 359 万円円
受託研究 いすゞ自動車株式会社 850 万円
受託研究 日産自動車株式会社 988 万円
受託研究 東急建設株式会社 500 万円
受託研究 ナブテスコオートモーティブ株式会社 118 万円
受託研究 株式会社 イーグル工業 200 万円
受託研究 株式会社 電業社 100 万円

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 7 件，国際会議 8 件，国内会議 16 件 作品 0 件

◇ 学生の主な就職先

NEC 航空宇宙，日本電気，荏原製作所，東海旅客鉄道，日本精工，日本発条，オムロンソフトウェア，東京電力ホールディングス

■ 社会貢献

◇ 第 205 回 総研セミナー開催（2022 年 11 月 29 日）

講演タイトル「Machine learning in control」

- ◇ 9th IEEJ international workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization (SAMCON2023)
Invited session: “Emerging and Breakthrough Research for Developing Motion Control Technology” (6 papers)
Special session: “Motion Control for High-functional Mechatronic Systems” (12papers)

- ◇ 出張授業
佼成学園女子高校 (関口和真)

- ◇ 委員

氏名	委員名一覧
野中謙一郎	IFAC Technical Committee 2.1 - Control Design / Member, NMPC 2024 /NOC Co-chair 他
関口和真	計測自動制御学会 論文集 AE, 同プラントモデリング部会副主査, 同メカトロニクスシステム部会幹事他
藪井 将太	電気学会 精密サーボシステムによる高付加価値化に関する調査専門委員会 幹事, 電気学会 モーションコントロールの高性能化に関する調査専門委員会 委員, 電気学会 広報委員会 委員, 国際会議 IFAC2023 Industrial committee member, ターボ機械多領域ダイナミクス 委員 他

ミネラル結晶体研究センターセンター

ミネラル結晶体研究センター
センター長 平田 孝道

■ センター概要

本研究センターでは、鉱物、水、温泉水の組み合わせを数百種類作り、特定の組み合わせによってできた溶出液（集積機能性ミネラル結晶体：IFMC.）のメカニズム解明と、それを利用した機能性スポーツウェアや老人用サポーターの開発を進めている。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

IFMC の間接的接触による生体活性効果のメカニズム解明の一環として、血管拡張因子として知られて密接な関係がある NO について詳細な実験的検証を行った。マウス胚線維芽細胞株、ヒト皮膚線維芽細胞、ヒト肺毛細血管内皮細胞の全てにおいて細胞内 NO の産出を確認した。細胞内 NO 産出及び NOS の活性化を確認したが、メカニズムには不明な点が多いため、更なる評価が必要である。

◇ 次年度への展開

次年度への展開は、以下の通りである。1) 間接的作用機序の解明、2) 超音波ドップラー血流計を用いた血流量、血流速、血管直径の変化。

■ 成果の紹介

IFMC の間接的接触による生体活性効果のメカニズム解明

血管拡張因子として知られて密接な関係がある NO について詳細な実験的検証を行った。培養細胞は種差及び部位の違いを考慮した上で、マウス由来上皮細胞 [(図 1 (a))、ヒト由来皮膚細胞 [(図 1 (b))、ヒト由来血管内皮細胞 [(図 1 (c))]を用いた。細胞数： 1.0×10^5 cells/mL のマウス胚線維芽細胞株:NIH-3T3 を培養する培地は、10%ウシ胎児血清、更に 3 種類の抗生物質：ベンジルペニシリンカリウム、硫酸ストレプトマイシン、硫酸カナマイシンをダルベッコ改変イーグル培地：DMEM に添加して作製した。細胞数： 1.0×10^5 cells/mL のヒト皮膚線維芽細胞（成人）は、専用培養培地にて培養した。この培地は、DMEM、ウシ胎児血清、ペニシリン、ストレプトマイシン、およびアムホテリシン B を配合している。細胞数： 1.0×10^5 cells/mL の初代正常ヒト肺毛細血管内皮細胞は、培地キットにて培養した。

IFMC を噴霧法にて含侵させた脱脂綿を両面接着テープで貼り付けたポリエチレン製台座に 96 穴マイクロウェルプレート(培養蛍光発光用)を静置した(図 1 (d))。ここで、噴霧量は脱脂綿に噴霧した IFMC を電子天秤にて測定し、サンプル数：20 の平均値から算定した。脱脂綿への IFMC 噴霧量と単位面積当たりの平均噴霧量は、596.1 mg と 0.0541 mg/mm^2 である。脱脂綿への噴霧面積は、 11008 mm^2 ($128 \text{ mm} \times 86 \text{ mm}$)として算出した。

我々の先行研究によれば、手の甲に IFMC を直接塗布した場合の手表面温度は約 2 分後に上昇が始まり、少なくとも 10 分間以上持続した。更に、IFMC 含侵脱繊維を上腕に接触させた場合の上腕動脈の血流量及び血管直径は 10 分以内に増加した。ゆえに、96 穴マイクロウェルプレート(培養蛍光発光用)と IFMC 含侵脱脂綿の接触時間を 30 分間と設定した。

培養細胞への IFMC の間接接触による細胞内 NO、NOS、Ca²⁺イオンの挙動評価

細胞内の NO、NOS、並びに Ca²⁺イオンの評価には、それぞれ Cell Meter™ Fluorimetric Intracellular Nitric Oxide (NO) Activity Assay Kit (AAT Bioquest, #16350)、EZCell™ Intracellular Nitric Oxide Synthase (NOS) Detection Kit (BioVision, #K207-100)、Screen Quest™ Fluo-8 Medium Removal Calcium Assay Kit (AAT Bioquest, #36308)を用いた。マイクロプレートリーダー (Tecan, Infinite®200SPRO) を NO、NOS、Ca²⁺イオンの評価に使用した。また、光学観察にはオールインワン蛍光顕微鏡 (BZ-X810、キーエンス株式会社) を使用した。各プロトコルは、以下の通りである。

NO 評価プロトコル：96 穴ウェルプレートを IFMC 含侵脱脂綿上に 30 分間静置した後、Nitrixyte™ Orange working 溶液を 100 µL/ウェル添加する。96 穴ウェルプレートを CO₂ インキュベーター (温度：37℃) 内で 30 分間インキュベートする。各ウェルの溶液を除去し、アッセイバッファー溶液を 100 µL/ウェル添加したプレートをマイクロプレートリーダーにて測定する。励起及び蛍光波長は、Ex/Em=540/590 nm である。

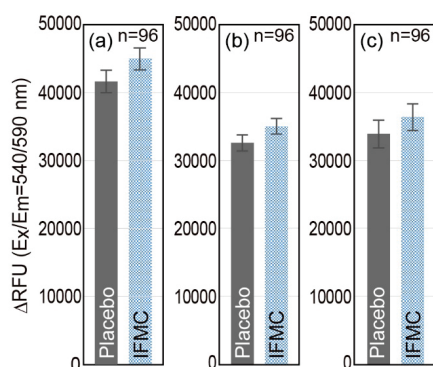


図 2. IFMC 含侵脱脂綿を間接接触させたマウス胚線維芽細胞株、ヒト皮膚線維芽細胞、ヒト肺毛細血管内皮細胞の蛍光強度。N=96. p < 0.001。

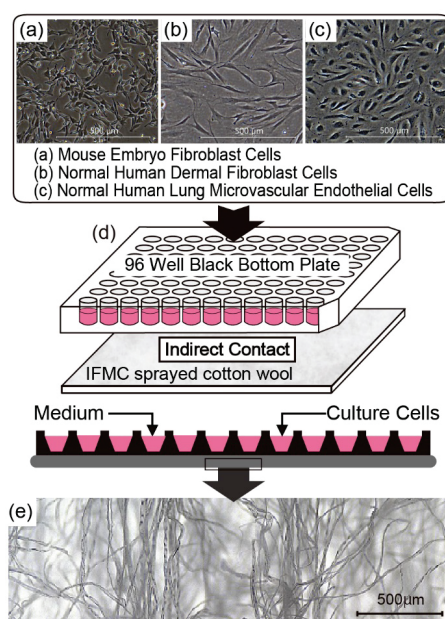


図 1. IFMC と培養細胞間の間接的作用実験の概要図。(a) マウス胚線維芽細胞株 NIH-3T3、(b) ヒト皮膚線維芽細胞、(c)、ヒト肺毛細血管内皮細胞、(d)培養細胞を播種した96穴プレートと IFMC 含侵脱脂綿、(e) 脱脂綿の光学顕微鏡写真

NOS 評価プロトコル：96 穴ウェルプレートを IFMC 含侵脱脂綿上に 30 分間静置した後、細胞を乱さずに培地を除去し、200µl のアッセイバッファーで細胞を 2 回洗浄する。96 穴ウェルプレートに希釈染色色素を 20µl/ウェル添加した後、CO₂ インキュベーター (温度：37℃) 内で 60 分間インキュベートしてからマイクロプレートリーダーにて測定する。励起及び蛍光波長は、Ex/Em=485/530nm である。

Ca²⁺ ion 評価プロトコル：96 穴ウェルプレートを IFMC 含侵脱脂綿上に 30 分間静置した後、各ウェルの培地を除去してから Fluo-8NW 色素ワーキング溶液を 100 µL / ウェル添加する。CO₂ インキュベーター (温度：37℃) 内

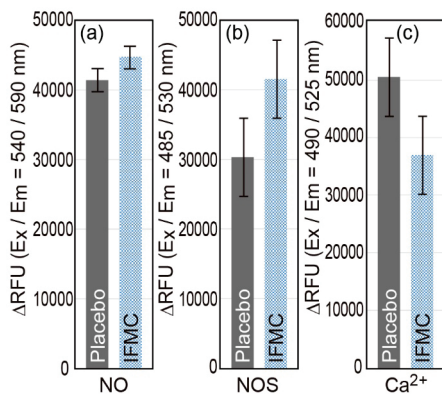


図 3. 細胞内の (a) NO、(b) NOS、(c) Ca²⁺イオンの蛍光強度。N=96. $p < 0.001$.

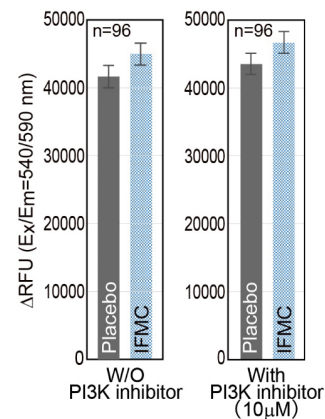


図 4. PI3K 阻害剤を添加した場合の細胞内NOの蛍光強度。N=96. $p < 0.001$.

で 30 分間インキュベートした後、室温で 30 分間インキュベートする。励起及び蛍光波長は、Ex/Em = 490/525nm である。

マウス胚線維芽細胞株、ヒト皮膚線維芽細胞、ヒト肺毛細血管内皮細胞の全てにおいて細胞内 NO の産出を確認した (図 2)。生物種及び組織の違いに関わらずに細胞内 NO の産出が確認された。

細胞内 NO の産出が NOS に由来するものであるかを確認するため、NOS とは密接な関連性のあるカルシウムイオン : Ca²⁺イオンについて評価した。IFMC の間接的接触によって細胞内 NOS が活性化されて NO が産出されることが判明した[図 3(a)及び(b)]。

外部からの刺激により Ca²⁺イオンが放出されて eNOS が活性化されるが、Ca²⁺イオンの蛍光強度には減少する傾向が見受けられた[図 3(c)]。つまり、IFMC による NO 産出はカルシウム依存性とは別の Ca²⁺イオンに依存しない活性化経路が関係しているものと考えられる。

細胞内 NO の産出に關与するシグナル伝達経路の選択的遮断

Ca²⁺イオン非依存性の PI3K-Akt-eNOS シグナル経路の活性化を調べるため、PI3K 阻害剤を用いた実験を行った。

PI3K-Akt-eNOS シグナル経路について、PI3K 阻害剤を用いた選択的遮断実験を行った。細胞数 : 1.0×10^5 cells/mL の NIH-3T3 細胞を播種した 96 holes multiwell plate に強力な PI3K 阻害剤 (LY-294002, Cayman Chemical) を 10 uM 添加した後、CO₂ インキュベーター (温度 : 37°C) 内で 30 分間インキュベートする。細胞内 NO の評価は、アッセイキットを用いた細胞内 NO 産出と同様のプロトコールにて行った。

PI3K 阻害剤を添加したにもかかわらず、細胞内 NO の蛍光強度には大きな違いが見受けられなかった[図 4]。ゆえに、Ca²⁺-Calmodulin-eNOS シグナル経路や PI3K-Akt-eNOS シグナル経路以外の経路が存在することが示唆された。

実験から得られた結果を図 5 に示す。細胞内 NO 産出及び NOS の活性化を確認したが、メカニズムには不明な点が多いため、更なる評価が必要である。

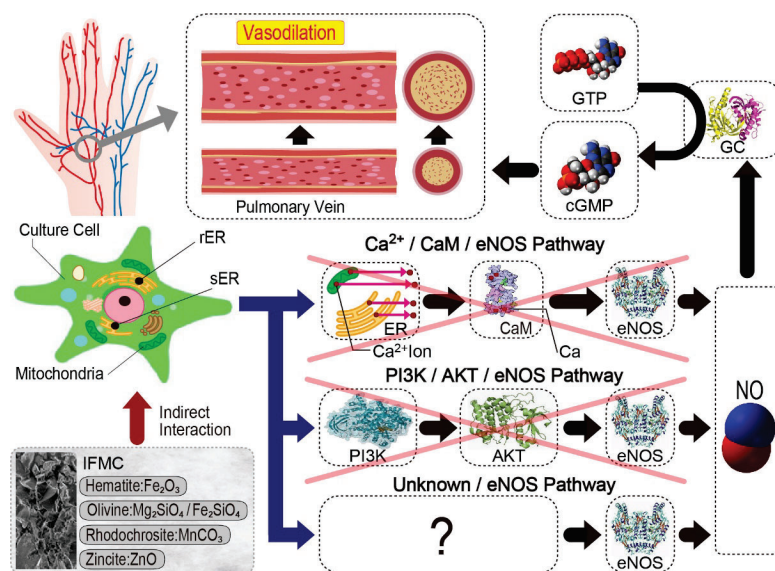


図 5. IFMC の間接的接触による生体活性効果のメカニズム

IFMC の間接的接触による生体活性効果のメカニズム解明に関する論文投稿

前述の IFMC の間接的接触による生体活性効果のメカニズム解明に関する結果を論文化して投稿予定である。投稿直前の論文要旨を以下に示す。

An in vitro experiment to clarify the mechanism of the bioactive nanomaterial IFMC

Takamichi Hirata^{1,2,*,+}, Tomohiro Akiyama^{1,2,3,4,5,+}, and Tomohiro Nomura⁶

¹Advanced Research Laboratories, Tokyo City University, Tokyo, 158-0082, Japan

²Graduate School of Global Environmental Studies, Sophia University, Tokyo, 102-8554, Japan

³Graduate School of Information Technology, Kobe Institute of Computing, Kobe, 650-0001, Japan

⁴School of Social and Behavioral Sciences, Nanjing University, Nanjing, 210023, China

⁵Institute for Humanities in Africa, University of Cape Town, Rondebosch, 7701, South Africa

⁶Osaka City University, Osaka 558-8585, Japan

*corresponding.thirata@tcu.ac.jp

+these authors contributed equally to this work

アブストラクト

複数種類の鉱物抽出液を混合した後に特殊処理を施した天然鉱物ベースの新規ナノ材料 (Integrated Functional Mineral Crystal, IFMC) は、生体に対して様々な作用を与えることが実験によって判明している。我々の研究チームは、IFMC が生体の血管拡張を誘導して血流量増加と血管直径拡張を促すことにより、血行を促進させることを実証した (Akiyama et al., 2020)。この生体作用

は新しいものであるから、詳細な検証が重要である。そこで本研究では、血管拡張因子として知られて密接な関係がある一酸化窒素 (nitric oxide, NO) についての詳細な実験的検証を行った。マウス胚線維芽細胞株 (Mouse Embryo Fibroblast Cells (NIH-3T3))、ヒト皮膚線維芽細胞 (Primary Normal Human Lung Microvascular Endothelial Cells (LME))、ヒト肺毛細血管内皮細胞 (Primary Normal Human Dermal Fibroblast Cells (DFC)) 細胞に絶縁物を介して IFMC を間接的に接触させることによって、NO 合成酵素 (NOS) が活性化し、細胞内 NO が産出することを明らかにした。

イントロダクション

複数種類の鉱物抽出液を混合した後に特殊処理を施した天然鉱物ベースの新規ナノ材料 (Integrated Functional Mineral Crystal, IFMC) は、生体に対して様々な作用を与えることが実験によって判明している。我々の研究チームは、複数種類の鉱物抽出液を混合した後に特殊処理を施した天然鉱物ベースの新規ナノ材料 (IFMC) を生体に接触もしくは近接させることによって血管内一酸化窒素 (nitric oxide, NO) 濃度の増大と血管拡張を誘導し、その結果として血流量の増加と体温上昇を引き起こすという、未知の現象を見出した (Akiyama *et al.*, 2020)。我々の研究チームはまた、IFMC を含浸させた T シャツの着用群と非着用群とに分け、20 分間のトレッドミル走で心拍数、酸素摂取量、最大酸素摂取量、二酸化炭素排出量、呼吸商がどのように変わるかを調べた。その結果、IFMC を含浸させた T シャツの着用すると心拍数の上昇が抑制されることが明らかとなった (Akiyama *et al.*, 2022)。こうした生体作用は新しいものであるから、詳細の検証が重要である。

NO は、細胞内に存在する NO 合成酵素 (nitric oxide synthase, NOS) によりアルギニンから合成される。NOS は、血管内皮に存在する内皮型 NOS (endothelial NOS, eNOS)、炎症性疾患で発現が誘導される誘導型 NOS (inducible NOS, iNOS)、脳や末梢神経系に多く存在する神経型 NOS (neuronal NOS, nNOS) に分類される。特に、内皮型 NOS (Endothelial NOS, eNOS) は、カルシウムイオン (Ca^{2+}) 結合タンパク質であるカルモジュリン結合部位を有している。 Ca^{2+} は NO と同様に細胞内メッセンジャーであり、アポトーシス、神経伝達因子の放出、興奮性伝達、筋収縮、神経情報伝達などの様々な整理機能に関与している (Berridge *et al.*, 2000)。細胞内の Ca^{2+} は、カルシウムストア：小胞体内にあるイノシトール三リン酸受容体 (inositol triphosphate receptor; IP3R) とリアノジン受容体 (ryanodine receptor, RyR) のカルシウムイオンチャネルから放出される。さらに、ミトコンドリアも細胞内カルシウムストアとしても機能する (Palty *et al.*, 2010)。一方、 Ca^{2+} 非依存性の eNOS 活性化経路としては、phosphoinositide 3-kinase (PI3K) を介するプロテインキナーゼ B (Akt) の活性化による PI3K-Akt-eNOS シグナル経路が存在する (Dimmeler *et al.*, 1999)。ここで、PI3K は、イノシトールリン脂質のイノシトール環 3 位のヒドロキシル基 (-OH 基) のリン酸化を行う酵素である。Akt は、代謝、アポトーシス、細胞増殖などの複数の細胞プロセスにおいて重要な役割を果たすセリン/スレオニンキナーゼである。このように、eNOS 活性化経路には、 Ca^{2+} 依存性経路と、PI3K-Akt シグナル経路とがある。IFMC の生体作用を検証する上では、これらの経路との関係を明らかにすることが重要である。

そこで本研究では、培養細胞を用いて IFMC の生体作用を検証した。実験では、マウス胚線維芽細胞株 (Mouse Embryo Fibroblast Cells (NIH-3T3))、ヒト皮膚線維芽細胞 (Primary Normal Human Lung Microvascular Endothelial Cells (LME))、ヒト肺毛細血管内皮細胞 (Primary Normal Human Dermal Fibroblast Cells (DFC)) 細胞に絶縁物を介して IFMC を間接的に接触させることによって、NO 合成酵素が活性化するかどうか、また細胞内 NO が産出するかどうかを調べた。 Ca^{2+} 依存性経路を検討するために、カルシウムアッセイキットを用いた実験を行った。PI3K-Akt-eNOS シグナル経路を検討

するために、PI3K 阻害剤を用いた実験を行った。本論文の構成は以下の通りである：第 2 章では実験の方法論について、第 3 章では結果について、第 4 章では結果の考察について、第 5 章では結論について述べる。

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・教授	平田 孝道	[理工学部] 兼務	プラズマ理工学、デバイス工学、物 性工学
客員准教授	秋山 知宏		統合学、環境学、人間学、データマ イニング、ナノサイエンス、 高エネルギー物理学
共同研究者	野邑 奉弘		
共同研究企業	畠山 兼一郎		

◇ 学生数 博士後期課程：0 名、修士課程：0 名、学部 4 年生：0 名

■ 主要な外部資金

テイコク製薬社（受託研究費）	2022 年度直接経費：900 万円
----------------	--------------------

インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター（MIND）

インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター
センター長 伊藤 和也

■ センター概要

インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター（MIND）は、昨今の激甚化する自然災害と、それに対するインフラ施設の老朽化とが相まって、被災の程度が増大している。このような現状を改善するために大学の研究成果（Academic）を市民（Civil）に届け、そして市民からの情報を大学研究に結びつける枠組みの構築によって、地域貢献可能な災害対策研究拠点を形成することを目的として設立された。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

令和元年東日本台風（2019 年台風 19 号（Hagibis））では、東日本を中心とした各地で浸水による災害が発生しました。多摩川、丸子川、谷沢川の 3 つの川に囲まれた玉堤・田園調布地区でも多くの建物が浸水被害を受け、本学世田谷キャンパスでも大きな被害を受けました。本センターはこのような激甚化する自然災害とインフラ設備の老朽化による被災増大を防止し、地域貢献可能な災害対策研究拠点となることを目指して発足しました。被災直後から、都市工学科を中心として建築学科、都市生活学科とも連携を図りながら、地域全体の浸水状況（浸水深）について、実地調査及び地域住民への聞き取り調査を取りまとめ、学術誌（自然災害科学）に掲載されています。また、丸子川に水位計等を複数個所に設置して簡易計測による住民への河川情報の提供が行えるような仕組みの開発を行っています。

◇ 次年度への展開

自然災害の災害制御について、力学的背景を中心とした技術開発だけではなく、直接的に市民の安全性向上のために、災害情報の共有や避難のあり方、法律、保険・補償等の社会システムを含めた改善点を提示して、激甚化する自然災害に対応できる社会を目指します。まずは、令和元年東日本台風に関係する内水氾濫による浸水被害を中心とした研究に注力しますが、得られた成果を活用して将来的には他地域やアジア諸国等へも展開し、都市域での防災・減災を検討する上で重要な様々な情報を蓄積・可視化することで、国土強靱化に資する防災・減災に貢献していきます。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】2019 年東日本台風による玉堤・田園調布地域における氾濫・流出特性の分析

2019 年台風 19 号時には、多摩川流域の全域に大雨が降ったことにより下流域で水位が大きく上昇し、下流域での多摩川への排水不良にともなって市街地で浸水が発生した。この地域における浸水災害時の浸水の進行や人々の行動の特徴を具体的に把握するために、地域内のある交差点の様子

を記録した防犯カメラの映像を分析した。浸水の進行に関しては、浸水深の時間変化や流れの発生状況を把握することができた。人々の行動に関しては、自動車や歩行者の往来状況や浸水中の歩行速度を把握することができた。過去の他地域での災害や実験による検討で得られた知見を参考にすると、対象とした交差点では自動車も歩行者も移動が危険となる浸水状況に至っていたと考えられる。

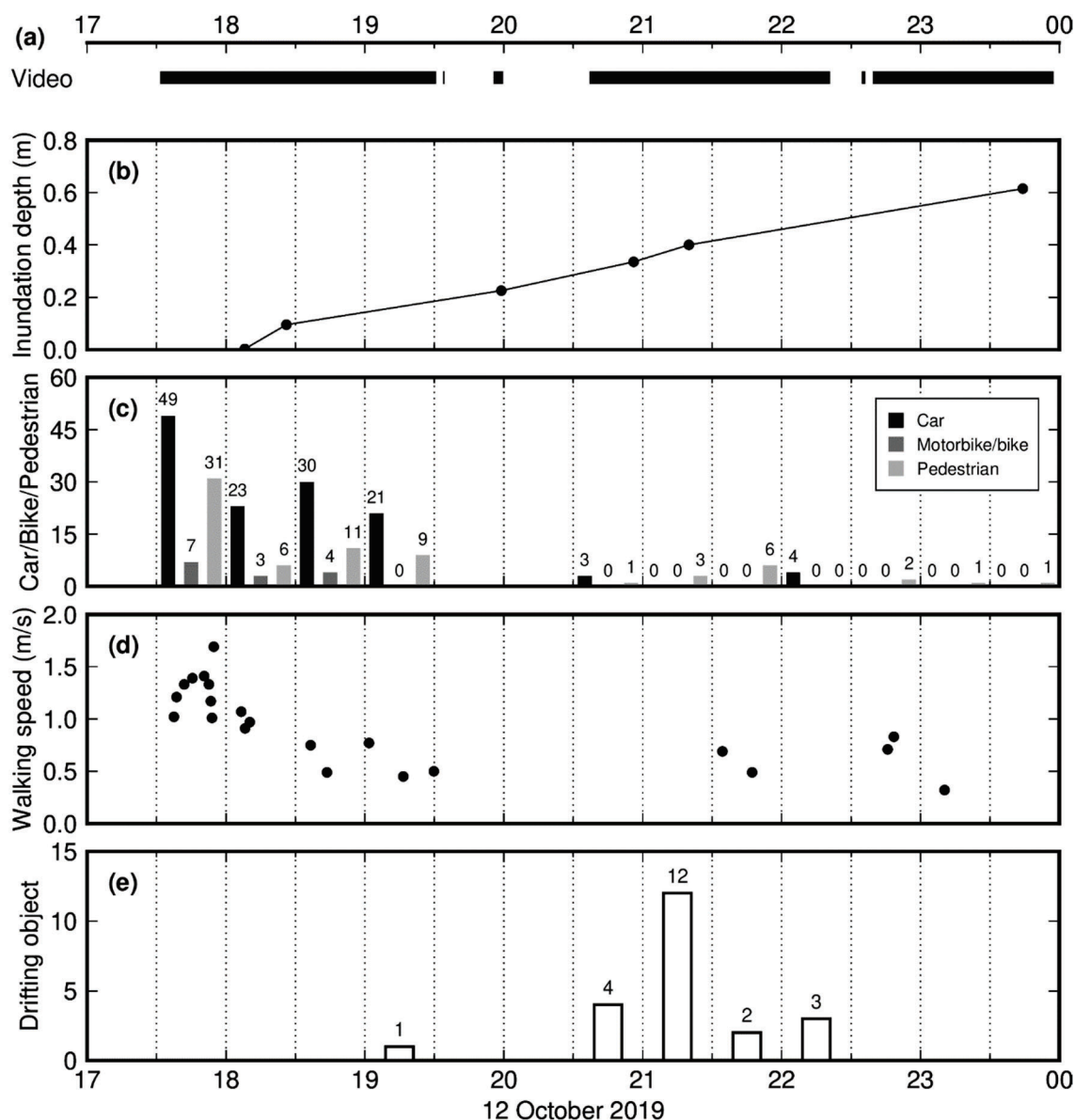


図1 映像から得られた各種データ：(a)映像中で交差点の様子を確認できた時間帯，(b)交差点での浸水深，(c)交差点を通過した自動車／バイク・自転車／歩行者の30分ごとの数，(d)交差点を南北方向に通過した歩行者の歩行速度，(e)交差点を西から東へ通過した漂流物の30分ごとの数

従来、水位の観測が行われていなかった丸子川Bにおいて、世田谷区側に設置した水位計に加えて、2021年度には大田区側にも水位計と流量計を設置することができた(図-2)。現在は計測機器の稼働状況やデータの通信状況などの確認を行っている。



図2 丸子川Bへの観測機器の設置

【テーマ2】市町村別の自然災害に対するリスク指標の開発とその応用

西日本豪雨による土砂災害の犠牲者のうち被災位置が特定できた107人のうち土砂災害警戒区域（イエローゾーン）などの危険な場所での被災者の割合が約9割を占めていることが報告されており、危険な場所に居住しない「免災」という考え方が提案されている。危険な場所に居住しないことによって、防災対策費用の面からも有効であり、一部の自治体では、免災の考え方を立地適正化計画の居住誘導区域に適用する動きもある。しかしながら、その土地が被る可能性がある自然災害は、地域差はあるが複数あるため、これら全てを網羅した形の自然災害に対するリスク指標が必要である。自然災害に対するリスク指標 GNS（Gross National Safety for natural disasters）は東日本大震災による未曾有の地震・津波災害の経験と復興の方向性の議論の過程の観察と考察から着想され、都道府県版の試算から市町村版の開発が進められている。

2022年度は市町村版 GNS の WEB での公開作業（下記図参照）と同時に、各市町村での防災・減災への進捗状況等を可視化できるような仕組み作りを行った。また、GNS の副指標である脆弱性指数の経年変化を詳細に把握することで、改善が必要なポイントが明確となり、他市町村の取組を相互に参考にすることができる。この考え方は、内閣官房国土強靱化室の脆弱性評価の総合指標の取り組みに参照されるなど GNS を使用した取り組みは今後増加するものと考えられる。



図3 市町村版 GNS のWEB 公開ページ (試作)

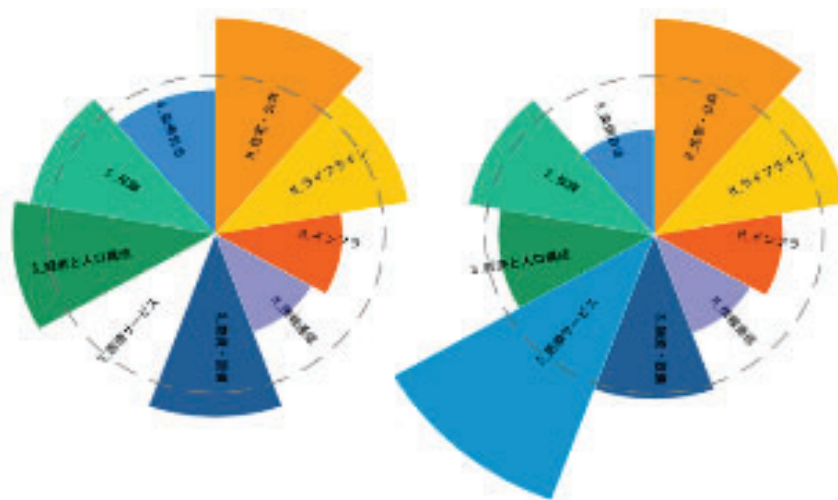


図4 GNS の副指標を用いた市町村別進捗度

※点線が全国平均 グラフが大きいと平均より悪い自治体がどの項目が弱点かが可視化できる

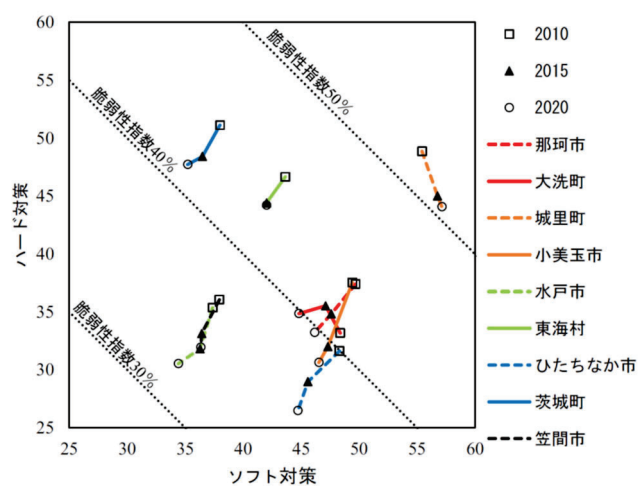


図5 GNS の副指標の脆弱性指数のうちソフト対策とハード対策の経年変化 (茨城県)

左下に下がるほど脆弱性が改善されていることを示している。大洗町だけ横ばい状態であり、原因を探っていくと水施設の耐震化率が低下したことが理由であった

【テーマ3】水害発生時における地域の経済力を考慮した経済的被害評価の推計技術の開発

近年の日本における豪雨災害の頻度や規模の増大に伴い、物理的な被害を減らすだけでなく、経済的被害を小さくするための方策を検討することも重要である。これを実現するためには、個々の住宅の被害額を広域で推定・評価し、流域全体での経済被害を最小化できるよう、流域全体での経済的負担の平準化を目指した対策を検討することが必要となる。

そこで、本研究では様々な統計データや空間情報を AI により解析することで、建物ごとの構造や築年代、貯蓄現在額を推定可能にし、住宅ごとの経済的被害を評価する手法を開発している。2022 年度は、東京都・神奈川県が多摩川流域や、岡山県全域を対象に本研究を実施した。個々の戸建て住宅の分布は、デジタル住宅地図を用いて抽出した。そして、国勢調査や家計調査等の統計情報や国土数値情報の浸水想定区域データ、また昨年度までの研究で得られた技術を発展させることで、建物ごとの構造や築年代、貯蓄高を推定した。さらに、被災した住宅や家財等の損失額を既存の被害推定で使用されている計算書を使用して推計し、住宅ごとの経済的被害額を計算した。これにより、水害による地域の経済的な負担を明らかにした。最後に、この結果を小地域等の任意の空間単位で集計することで、任意の空間単位ごとの住宅への被害額や経済的被害を評価することが可能になった。

本研究の課題は、まず本研究で推定した被害額がどの程度現実の被害に即したものであるかを検証することにより、より正確に負担度を推計できる手法を開発することがあげられる。また、今年度は、3 都県を対象に研究を行ったが、より広域を対象に本研究の手法を適用することで、被害額と経済的被害の大小に何が大きく影響を及ぼしているのかについて把握していきたいと考えている。

なお、本研究は、東京大学 CSIS 共同研究 (No. 1049) による成果の一部でもある。

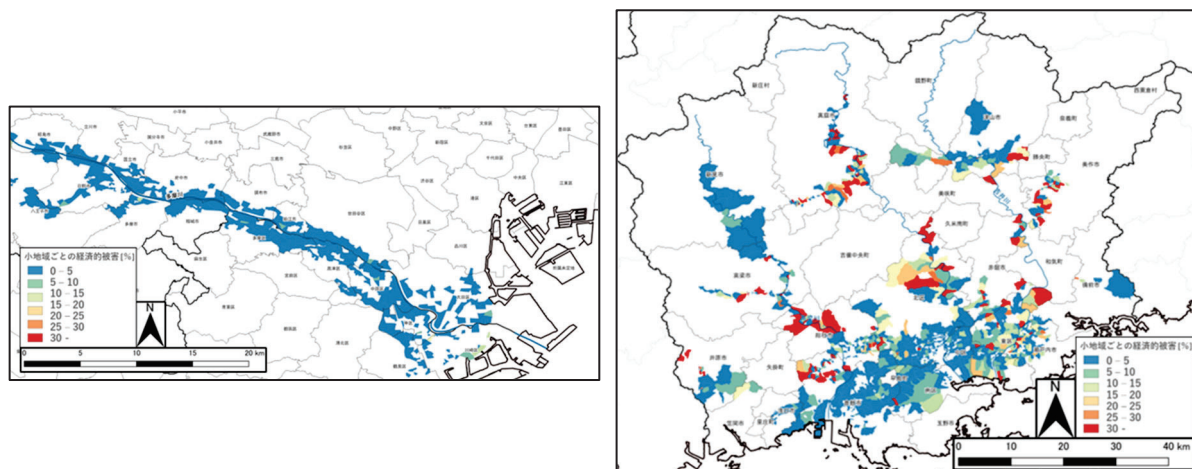


図6 多摩川流域（左）と岡山県全域（右）の経済的被害の推定結果

【テーマ4】基礎自治体の職員がもつ災害対応施策への認識に関する実態調査

基礎自治体職員に対し、各種災害対応施策に関する理解度や自身の役割に関する認識などに関するアンケート調査を実施した。アンケートでは災害のフェーズをⅠ. 事前の防災計画、Ⅱ. 発災時の応急対策、Ⅲ. 発災後の復旧・復興期対策に分け、それぞれに対する各職員の回答を得た。その結果、各種計画の周知はある程度されているものの、理解度には部局ごとの差がみられた。また、建設や消防といった防災に関連が多い部局では各種計画において自身が活動する上での整合性や実効

性に懸念を持っている状況も明らかとなった。今後の計画改定においては、こういった点を十分踏まえる必要があることが示唆された。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 伊藤和也, 三上貴仁, 田中剛, 末政直晃: 令和元年東日本台風による世田谷区・大田区の浸水被害に関する分析～防犯ビデオによる浸水位・流向流速の変化～, 自然災害科学, 掲載決定.
- (2) 三上貴仁, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃: 令和元年東日本台風による世田谷区・大田区における浸水災害時の浸水の進行や人々の行動に関する考察, 自然災害科学, Vol. 41, No. 4, pp.353-362, 2023.
- (3) Takeda, N., Furuya, T. and Akiyama, Y., Development of Estimation Method for Building Structure Using Open Data and Statistics, IGARSS 2022 Proceedings, #3937, 2022. (Acceptance rate: 30%)

◇ シンポジウム・紀要等

- (1) 伊藤和也, 三上貴仁, 末政直晃, 田中 剛: 令和元年東日本台風による世田谷区・大田区の浸水被害に関する検討～防犯ビデオによる浸水位の測定結果～, 安全工学シンポジウム 2022, GS-9-2, 2022
- (2) 安國恭平, 伊藤和也, 小山倫史, 菊本統, 平岡伸隆, 梶谷袈和: 自然災害に対するリスク指標 GNS の開発 ～市町村ごとの脆弱性の可視化について～, 安全工学シンポジウム 2022, GS-9-5, 2022

◇ 国内会議

- (1) 安國恭平, 伊藤和也, 小山倫史, 菊本統, 平岡伸隆: 自然災害安全性指標 GNS による市町村の脆弱性指数の比較～茨城県の市町村について～, 第 50 回土木学会関東支部技術研究発表会, IV-52, 2023.
- (2) 谷中省吾, 三上貴仁: 令和元年東日本台風の降雨分布が多摩川下流域に与える影響, 第 41 回日本自然災害学会学術講演会概要集, pp.85-86, 2022.
- (3) 吉成翔・武田直弥・秋山祐樹・古谷貴史, 豪雨災害における住宅への経済的被害評価, CSIS DAYS 2022 研究アブストラクト集, A02, 2022.
- (4) 水田京佑・武田直弥・秋山祐樹・佐藤亮吾・稲村友彦, 事業所系建物の構造推定を行う機械学習モデルの開発, 第 31 回地理情報システム学会講演論文集, A-2-4, 2022.
- (5) 吉成翔・武田直弥・秋山祐樹・古谷貴史, 豪雨災害における住宅への経済的被害評価, 第 31 回地理情報システム学会講演論文集, D-3-5, 2022.
- (6) 武田直弥・秋山祐樹・佐藤亮吾・稲村友彦, 既存統計を活用した建物ごとの構造および建築年代の推定手法の開発, 第 31 回地理情報システム学会講演論文集, C-4-3, 2022.
- (7) 武田直弥・古谷貴史・秋山祐樹, オープンデータを活用した建物ごとの構造推定手法の開発, 第 65 回土木計画学研究発表会・講演集, p217, 2022.
- (8) 安國恭平, 伊藤和也, 小山倫史, 菊本統: 自然災害安全性指標 GNS における津波災害曝露量指数の変化～標高データと津波浸水想定区域データの差～, GeoKanto2022, 防災 5-2, 2022
- (9) 安國恭平, 伊藤和也, 小山倫史, 菊本統: 自然災害安全性指標 GNS を用いた災害リスクと人口減少の関係について, 第 57 回地盤工学研究発表会, 20-12-2-01, 2022
- (10) 安國恭平, 伊藤和也, 小山倫史, 菊本統: 自然災害安全性指標 GNS の開発～全国市区町村版 GNS の算出と考察～, 土木学会第 77 回年次学術講演会, IV-113, 2022

◇ 国際会議

- (1) Ichizo Okuno, Takashi Goso : Introduction of business continuity plan for small and medium-sized local construction companies and restoration activities in Japan in the event of natural disasters, 8th International Conference of EACEF 2022 (Euro Asia Civil Engineering Forum), IE-007, 2022.10.12
- (2) Ryuji Kasai, Takashi Goso, Tetsuro Osawa : Development of a program for automatic identification of productivity of construction workers, 8th International Conference of EACEF 2022 (Euro Asia Civil Engineering Forum), CM-002, 2022.10.12
- (3) Takashi Goso, Takumi Kakuzaki : Questionnaire on employee awareness of disaster mitigation measures in municipal governments, 8th International Conference of EACEF 2022 (Euro Asia Civil Engineering Forum), CM-017, 2022.10.12 (招待講演)

◇ 受賞

- (1) 第31回地理情報システム学会 大会優秀発表賞(2022年)
 - ・研究題目等：豪雨災害における住宅への経済的被害評価
 - ・受賞者：吉成翔・武田直弥・秋山祐樹・古谷貴史

◇ 雑誌・記事

- (1) 秋山祐樹, 空間ビッグデータを活用した高精細な地震災害リスク評価を実現するデータベースの開発とその応用研究, 日本地震工学会 NEWS LETTER, 32, 4-7, 2022.04.28
- (2) 五艘隆志, 武藤一伸, 濱野満, 大澤徹郎, 笠井琉司: 機械学習を用いた建設現場の労働環境・生産性データ収集分析システムの開発, 舗装, Vol. 57, No.6, 3-8, 2022.6

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長 教授	伊藤 和也	[建築都市デザイン学部] 兼務	自然災害科学, 地盤工学, 社会システム工学・安全システム
教授	末政 直晃	[建築都市デザイン学部] 兼務	地盤工学
准教授	三上 貴仁	[建築都市デザイン学部] 兼務	自然災害科学, 水工水理学
准教授	関屋 英彦	[建築都市デザイン学部] 兼務	橋梁工学, 鋼構造
准教授	秋山 祐樹	[建築都市デザイン学部] 兼務	空間情報科学, 都市・交通計画, 都市地理学
准教授	五艘 隆志	[建築都市デザイン学部] 兼務	建設マネジメント, 災害マネジメント, 行政経営
技士	田中 剛	[建築都市デザイン学部] 兼務	地盤工学

◇ 学生数 博士後期課程：0名, 修士課程：2名, 学部4年生：3名

■ 主要な外部資金

- ・ 伊藤和也, 一般財団法人河川情報センター 令和3年度研究助成金(奨学寄附金) 「内水氾濫による突発・局所災害の時系列発生状況の把握と地域住民への情報伝達方法に関する研究」(2,000,000円)
- ・ 三上貴仁, 科学研究費補助金(基盤研究C, 22K04640) 「小河川を有する市街地における浸水災害の実態と流出特性・氾濫特性の理解」, 2022～2024年度(総額3,770,000円)
- ・ 五艘隆志, 科学研究費補助金(基盤研究C, 21K04218) 「機械学習を用いた建設現場の労働環境・生産性データ収集分析システム構築」, 2021～2023年度(総額4,160,000円)

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 2件, 国際会議 件, 国内会議 7件 作品 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

本学大学院,

■ 社会貢献

◇ 出張授業

◇ 第207回 総研セミナー開催(2023年2月7日)

講演タイトル

基調講演

「Soil-Pile-Structure-Interactions during an Earthquake Loading: Insights from Centrifuge Modeling and Numerical Simulations」

一般発表

「遠心場掘削シミュレーターを用いた斜面掘削時の表層ひずみの異常検知」

「シールドセグメント模型に対する載荷除荷試験」

「柱状地盤改良工法の効率的な攪拌工法についての検討」

「ソイルセメントスラリーの性状評価のためのボールコーン試験の開発」

「砕石パイルの支持性能確認のための模型実験」

「薬液注入工法に関する模型振動実験」

「簡易原位置透水試験（SDS-Rocket）による透水係数の推定」

「羽根付きロッドによる地盤の締固め効果に関する基礎的研究」

「テーパー杭設計のための動的貫入試験の開発」

「硬質発泡ウレタンを用いた杭状地盤改良工法の支持力検討」

「杭抜き孔の充填材の攪拌に関する研究」

「降雨による水の浸透と排水対策に関する基礎的研究」

「柔な法面工を用いた地山補強土工法の補強メカニズム」

「先端根固め杭の支持力特性に関する研究」

「薬液の浸透固化メカニズムの解明」

「液状化抑止のための微粒子注入工法の開発」

◇ 委員

氏名	委員名一覧
伊藤	土木学会 地盤工学委員会斜面工学小委員会 委員長, 地盤工学会関東支部 防災戦略の意思決定プロセスに資する総合的な自然災害安全性指標（GNS）実現に関する研究委員会 委員長, 地盤工学会 地盤工学会誌編集委員会 副委員長, 厚生労働省大臣審査（労働安全衛生法第 88 条）委員会 委員 他
末政	港湾施設の護岸等における簡易・簡便な耐震調査手法及び耐震改修工法に関する検討委員会 委員長, 地盤調査規格・基準委員会 委員長, 地盤・基礎技術審査委員会 委員, 建築基準法に基づく評価委員会評価員 他
三上	日本地震工学会 情報コミュニケーション委員会 委員, 土木学会 海洋開発委員会 幹事, 海洋工学シンポジウム実行委員会 委員 他
五艘	土木学会 建設マネジメント委員会 地方自治体における災害マネジメント研究小委員会 委員長, 防衛省 公正入札調査会議 委員, 内閣府 政府調達苦情検討委員会専門委員 他
秋山	地理情報システム学会 若手分科会 副代表, マイクロジオデータ研究会 会長, 国土交通省土地・建設産業局不動産市場整備課「地域の不動産市場動向把握のための面的データ等活用手法検討委員会」委員 他
田中	CREST2023 実行委員 他

宇宙科学研究センター

宇宙科学研究センター
センター長 津村 耕司

■ センター概要

宇宙をテーマに、理工連携・文理融合の研究・開発・教育体制を構築することを通して、「最先端の宇宙科学研究の実現」と「それを達成するための小型計画を通じた人材育成」を実現する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

- ・ ガンマ線バースト探査衛星 HiZ-GUNDAM の概念検討を実施し、ダウンセクション審査にのぞんだ。
- ・ 「はやぶさ2」拡張ミッションにおける黄道光観測を実施し、惑星間塵の太陽系内3次元分布に関する成果を論文として投稿した
- ・ 重力波望遠鏡 KAGRA による第4次国際共同観測（2023年5月末から開始予定）に向けテスト運用を行った。また、重力波データの新たな解析手法の開発を進めた
- ・ 超小型衛星 TCU-01 の開発を進めた。また、衛星通信用アンテナを横浜キャンパスに設置した。
- ・ 30年間 1kWe の発電を行う回転式宇宙発電用原子炉を提案し概念設計を行った

◇ 次年度への展開

- ・ HiZ-GUNDAM: JAXA 公募型小型科学衛星5号機としてミッションを実現させることを目指す
- ・ 可視光背景放射観測プロジェクト VERTECS: JAXA SMASH プログラムとして 2025 年の打ち上げを目指して衛星の開発を進める
- ・ KAGRA: 国際共同観測を通じて重力波物理学・天文学を開拓
- ・ 惑星間空間での黄道光・背景放射観測プロジェクト: はやぶさ2#、MMX 等を活用し観測を進めると同時に、将来に向けた装置開発を行う
- ・ TAC: 都市大発の超小型衛星 TUC-01 の開発を進めると同時に人材育成を行う

■ 成果の紹介

【テーマ1】宇宙望遠鏡の開発と最先端天文学

ガンマ線バースト観測衛星 HiZ-GUNDAM 搭載の宇宙望遠鏡の開発

本研究計画において、JAXA 宇宙科学研究所に提案中のガンマ線バースト(GRB)を観測する人工衛星計画 HiZ-GUNDAM の開発を進めている(図1左)。GRB とは宇宙最大の爆発現象と呼ばれる現象であり、大質量星の寿命の最期に重力崩壊を起こす際に起こす爆発、および、中性子星連星が合体した際に重力波を伴っておこす爆発現象である。GRB の観測により、初期宇宙における星形成の様子、および、重力波をともし極限的な強重力環境におけるブラックホール形成の物理を観測的に探ることが可能となる。この開発において、本センターの理工連携の枠組みを活かし、津村が搭載する赤外線宇宙望遠鏡開発のとりまとめ、宮坂が搭載装置の熱設計を担当している。

2023年度のHiZ-GUNDAM衛星の開発では、衛星搭載装置製造メーカーと共に搭載装置の概念検討を進め、人工衛星に搭載する赤外線宇宙望遠鏡の実現性を高めることができた。2023年4月に実施されるダウンセクションにてJAXA宇宙科学研究所の公募型小型衛星5号機に採択されれば、JAXAの正式なプロジェクトとなり、2030年頃の打ち上げが現実味を増す。

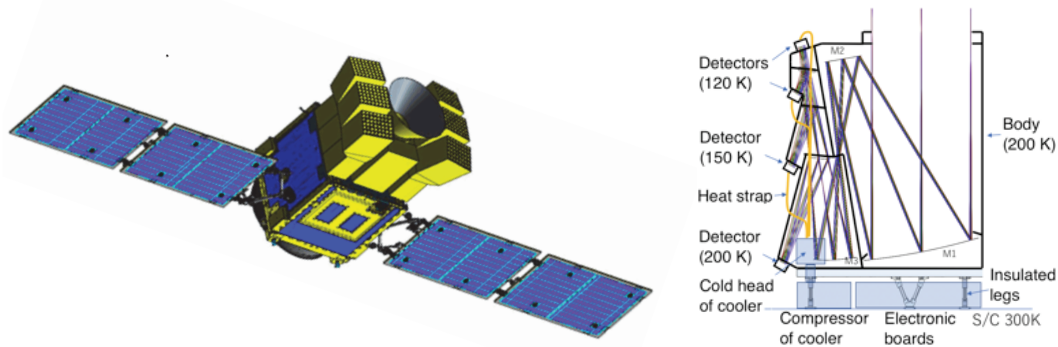


図 1 HiZ-GUNDAM 衛星の全体図(左) と搭載する宇宙望遠鏡(右)

はやぶさ2拡張ミッションにおける黄道光観測の検討

小惑星探査機「はやぶさ2」は、2020年12月6日に小惑星リュウグウのサンプルが入ったカプセルの帰還を成功させた後、はやぶさ2探査機の本体は地球圏を離脱し、10年近くかけて小惑星1998KY26へのランデブーを目指す「拡張ミッション」に突入した。本研究計画では、この「はやぶさ2拡張ミッション」における長期のクルージング期間を活用して、搭載カメラ ONC-T を用いた地球周回軌道の外からの黄道光観測を実施することで、惑星間塵の分布と起源を探ることである。

2022年度には、「はやぶさ2」による多数回の黄道光観測を実現できた(図2)。そのデータを解析した結果、目的とする道光の立体観測による太陽系内の惑星間塵の3次元分布の測定が目標の精度で達成された。この成果は2023年3月に論文を投稿済みであり、現在査読中である。



図2 はやぶさ2で取得した観測画像

【テーマ2】大型低温重力波望遠鏡 KAGRA

KAGRA は、第4次国際共同観測（2023年5月末開始予定）に向けて、より一層の感度向上を目的としたアップグレード作業を進めている。

KAGRA において高橋が担当しているデータ解析やデータ転送システム関連の研究に焦点をおくと、2021年度は、宇宙科学研究センター内にデータ解析用のクラスターの移設を完了させ運用を開始した。また、東京大学宇宙線研究所と協力し KAGRA より観測データを転送するためのソフトウェアの開発を完了させ、運用を開始し安定に稼働している。

データ解析手法の開発に関しては、Hilbert-Huang 変換という新たな信号処理手法のさらなる改良を進め中性子連星合体後の重力波を詳細に解析する方法の開発を進め、その成果を論文として投稿し査読中である。また、重力波望遠鏡における安定的な観測のためには、雷や機器振動などのさまざまな雑音源の影響による突発性雑音を分類する性能の高いシステム構築が求められている。機械学習の「教師なし学習」を応用し、突発性雑音の時間・周波数画像よりその特性を抽出・分類することで突発性雑音を分類しその原因の探査に役立てるアルゴリズムの開発検証を進めた。また、事前に学習データヘラベル（正解）を付与しないため「教師あり学習」に比べ作業の効率化を図ることができ、また、分類における客観性を確保することができ新たに発生した雑音の分類対応も可能となることを確認した。これらの結果をまとめ論文として投稿し出版した。

【テーマ3】文理融合の宇宙教育による人材育成 ハイブリッドロケットの設計と製作

ハイブリッドロケットとは、円筒状にした固体燃料の内側に液体の酸化剤（亜酸化窒素）を流して点火することにより燃焼ガスを生成し、推進力を得るロケットシステムである。東京都市大学学生宇宙団体 TAC (Tokyo City University Aerospace Community) では、2019 年度からハイブリッドロケットの設計製作を開始したが、学外での実施が基本となるロケットエンジン燃焼試験とロケット打上実験は2020 年以降実施が不可能となったため、2022 年度は機体設計と地上試験設備の整備をおこなった。

図4に製作したロケットを示す。製作したロケットは、全長 1920 mm、最大直径 152 mm、全質量 7713 g であり、GPS センサ、気圧高度計、3 軸加速度センサを搭載し、無線通信にてデータの送受信が可能である。最大到達高度は射場の制限から 254 m である。地上試験設備としては亜酸化窒素、酸素、および窒素を供給する配管システムを整備し、地上燃焼試験および打ち上げ実験を自前の設備で実施できるようにした。

研究については、室蘭工業大学との共同研究を実施し、室蘭工業大学白老実験場におけるハイブリッドロケット燃焼特性取得実験に参加した。また、酸化剤である亜酸化窒素の流量係数を数値流体シミュレーションにより算出し、実験値を再現できることを確認した。



図4 ハイブリッドロケット

超小型衛星の設計と製作

2022 年度は以下のことを行った。静岡大学が開発している 50 kg 級衛星である STARS-X に複数の子衛星を搭載して宇宙空間でテザーを使って子衛星を放出するプロジェクトに参加し、超小型衛星 TCU-00 を開発していたが、方針を転換して本学独自で単体の超小型衛星 TCU-01 を開発することにした。現在、TCU-00 の開発経験を活かして TCU-01 の仕様を検討している。図5は検討中の TCU-01 の CAD データである。TCU-01 には、宇宙での運用実績があるソニーセミコンダクタソリューションズのマイクロコンピュータである「Spresense」を採用予定である。また、先立って TCU-01 を宇宙空間に打ち上げた時に使用する衛星通信用アンテナを横浜キャンパスに設置した。2023 年度は、TCU-01 の開発、打ち上げ費用が課題である。

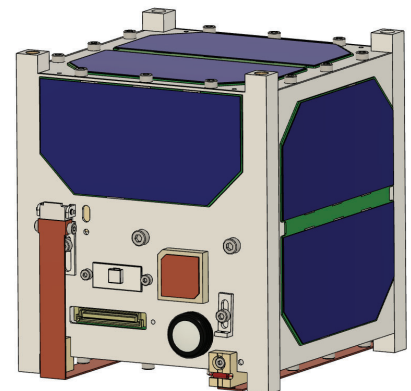


図5 超小型人工衛星 TCU-01

【テーマ4】 回転式宇宙発電用原子炉の開発

太陽光に依存することなく長寿命かつ大出力の発電を行う宇宙用原子炉の概念設計を提案した。この炉は、原子炉の回転で生じる遠心力で熱水に浮力を生じさせ除熱を行い、熱電対によって発電を行う回転式原子炉である（図1）。軽水炉の炉心技術をベースにしているため、実績豊富な材料の応用が可能であり、軽水が減速と冷却の二役を担い炉心を軽量化している。さらに反応度制御も遠心力により行い機械部を排除して信頼性向上を図っている。

本炉は冷却材中にボイドが発生すると未臨界となるため、核熱解析により炉心サイズ、流路の幅

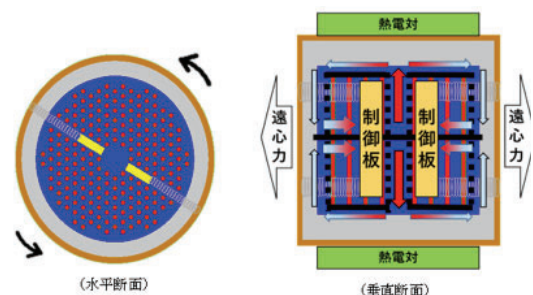


図6 回転式宇宙発電用原子炉の概念図

や形状、冷却材圧力や回転数（遠心力）等を適正化し設計成立条件を検討した結果、熱出力 20kWt、電気出力 1kWe、炉心寿命 12 年を達成しつつ、全重量を 420 [kg]に抑える宇宙用小型炉の設計仕様を得た。

検討実施体制：

- 原子力安全工学科 原子力システム研究室 M2) 長谷川京吾, 教授) 高木直行
- 機械システム工学科 宇宙システム研究室 B4) 芝田英史, 准教授) 渡邊力夫

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Ko Arimatsu, Kohji Tsumura, Fumihiko Usui, Jun-ichi Watanabe (2022) "Detection of an extremely large impact flash on Jupiter by high-cadence multiwavelength observations" The Astrophysical Journal Letters 933(1) L5 DOI: <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac7573>
- (2) Yusuke Sakai, Yousuke Itoh, Piljong Jung, Keiko Kokeyama, Chihiro Kozakai, Katsuko T. Nakahira, Shoichi Oshino, Yutaka Shikano, Hirotaka Takahashi, Takashi Uchiyama, Gen Ueshima, Tatsuki Washimi, Takahiro Yamamoto, Takaaki Yokozawa (2022) "Training Process of Unsupervised Learning Architecture for Gravity Spy Dataset", Annalen der Physik, issue 2200140 DOI: <https://doi.org/10.1002/andp.202200140>
- (3) Yusuke Sakai, Yousuke Itoh, Piljong Jung, Keiko Kokeyama, Chihiro Kozakai, Katsuko T. Nakahira, Shoichi Oshino, Yutaka Shikano, Hirotaka Takahashi, Takashi Uchiyama, Gen Ueshima, Tatsuki Washimi, Takahiro Yamamoto, Takaaki Yokozawa (2022) "Unsupervised Learning Architecture of Classifying Transient Noise for Interferometric Gravitational-Wave Detectors", Scientific Reports, 12, Article number: 9935 DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13329-4>
- (4) Seiya Sasaoka, Yilun Hou, Kentaro Somiya, Hirotaka Takahashi (2022) "Localization of gravitational waves using machine learning", Physical Review D, Vol.105, pp.103030-1-7 DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.105.103030>
- (5) LIGO, Virgo and KAGRA Collaboration (2022) "All-sky search for continuous gravitational waves from isolated neutron stars using Advanced LIGO and Advanced Virgo O3 data", Physical Review D, Vol.106, 102008 DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.106.102008>
- (6) LIGO, Virgo and KAGRA Collaboration (2022) "All-sky search for gravitational wave emission from scalar boson clouds around spinning black holes in LIGO O3 data", Physical Review D, Vol.105, 102001 DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.105.102001>
- (7) LIGO, Virgo and KAGRA Collaboration (2022) "Narrowband searches for continuous and long-duration transient gravitational waves from known pulsars in the LIGO-Virgo third observing run", The Astrophysical Journal, Vol.935, 1 DOI: <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac6ad0>
- (8) LIGO, Virgo and KAGRA Collaboration (2022) "Searches for Gravitational Waves from Known Pulsars at Two Harmonics in the Second and Third LIGO-Virgo Observing Runs", The Astrophysical Journal, Vol.932, 133 DOI: <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab20cb>
- (9) LIGO, Virgo and KAGRA Collaboration (2022) "Search for Gravitational Waves Associated with Gamma-Ray Bursts Detected by Fermi and Swift During the LIGO-Virgo Run O3b", The Astrophysical Journal, Vol.928 186 DOI: <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac532b>
- (10) LIGO, Virgo and KAGRA Collaboration (2022) "First joint observation by the underground gravitational-wave detector, KAGRA, with GEO600", Progress of Theoretical and Experimental Physics, Vol.2022, 063F01 DOI: <https://doi.org/10.1093/ptep/ptac073>

◇ 招待講演

- (1) Kohji Tsumura (2023), "Heliocentric distribution and dust size of IPD based on zodiacal light observations", PERC International Symposium on Dust & Parent Bodies 2023 (IDP2023)
- (2) 高橋弘毅, "Machine learning in gravitational wave data analysis" 第1回 ML@HEP ワークショップ (Workshop on Machine Learning @ High Energy Physics), 東京大学理学部小柴ホール, 2022.7.8-9.

◇ 国際会議

- (1) Hirotaka Takahashi, Mei Takeda, Nobuyuki Kanda, Ken-ichi Oohara, Kazuki Sakai, "Application of the Hilbert-Huang transform for analyzing gravitational waves in a core-collapse supernova", Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop 2022, Melbourne, Australia and online, December 5-9, 2022.
- (2) Yusuke Sakai, Hirotaka Takahashi, "Effectiveness of sparse decomposition on gravitational-wave data analysis", Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop 2022, Melbourne, Australia and online, December 5-9, 2022.
- (3) Keigo Hasegawa (Tokyo City Univ.), Kazumasa Taneda (Tokyo City Univ.), Rikio Watanabe (Tokyo City Univ.), Naoyuki Takaki (Tokyo City Univ.), Conceptual Design of a Rotary Space Reactor with Naturally Circulating Water Driven by Centrifugal Force, Proceedings | Nuclear and Emerging Technologies for Space (NETS-2022) | Cleveland, OH, May 8-12, 2022 | Pages 290-296
- (4) Naoyuki Takaki (Tokyo City Univ.), Hiroki Yaguchi (Tokyo City Univ.), Yuki Sakurai (Tokyo City Univ.), Keigo Hasegawa (Tokyo City Univ.), Alpha Particle Propulsion for Overtaking Voyager-1 in 40 years, Proceedings | Nuclear and Emerging Technologies for Space (NETS-2022) | Cleveland, OH, May 8-12, 2022 | Pages 549-549

◇ 国内会議

- (1) 福井陽喜, 津村耕司, 宮坂明宏, 佐久間彩綾 (東京都市大), 米徳大輔 (金沢大), 土居明広, 松原英雄 (ISAS/JAXA), 松浦周二 (関西学院大), 川端弘治 (広島大), 秋田谷洋 (千葉工業大), 佐野圭 (九州工業大), 篠崎慶亮, 和田武彦 (ISAS/JAXA), 「HiZ-GUNDAM 衛星搭載の近赤外線望遠鏡の熱解析」、日本天文学会 2023 年春季年会 V254b
- (2) 福井陽喜(東京都市大)、津村耕司(東京都市大)、米徳大輔(金沢大)、土居明広(宇宙研)、松原英雄(宇宙研)、松浦周二(関西学院大)、長尾亜美(関西学院大)、川端弘治(広島大)、秋田谷洋(千葉工業大)、宮坂明宏(東京都市大)、佐久間彩綾(東京都市大)、佐野圭(九州工業大)、篠崎慶亮(宇宙研)、和田武彦(宇宙研)、「HiZ-GUNDAM 搭載の近赤外線望遠鏡の開発の現状」、第 23 回宇宙科学シンポジウム P-173
- (3) 高橋弘毅, 坂井佑輔, 伊藤洋介, 苔山圭以子, 中平勝子, 押野翔一, 鹿野豊, 内山隆, 鷺見貴生, 山本尚弘, 横澤孝章, "重力波検出器における突発性雑音の教師なし分類", (Z107b), 日本天文学会 2022 年秋季年会, 新潟大学, 2022.9.13.

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・准教授	津村 耕司	[理工学部] 兼務	赤外線天文学
教授	宮坂 明宏	[理工学部] 兼務	宇宙機熱構造
准教授	渡邊 力夫	[理工学部] 兼務	数値流体力学
教授	小池 星多	[メディア情報学部] 兼務	情報デザイン
講師	門多 顕司	[理工学部] 兼務	宇宙線物理学

准教授	西村 太樹	[理工学部]兼務	原子核実験
教授	高木 直行	[理工学部]兼務	原子炉物理
教授	高橋 弘毅	[教育開発機構]兼務	重力波物理学

◇ 学生数 博士後期課程： 1名、修士課程： 3名、学部4年生：13名

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額、複数年資金は年割）

科学研究費補助金 新学術領域研究(研究領域提案型) 2022年度直接経費：310万円 「重力波源からのガンマ線バーストを観測する衛星搭載赤外線望遠鏡の開発」研究代表（津村）
科学研究費補助金 基盤研究A 2022年度直接経費：25万円 「ロケット実験による近赤外宇宙背景放射の超過解明と原始ブラックホールの探査」 研究分担者（津村）
科学研究費補助金 基盤研究B 2022年度直接経費：5万円 「惑星探査機搭載望遠鏡を用いた深宇宙における光赤外線天文学の創成」研究分担者（津村）
科学研究費補助金 国際共同研究強化(B) 2022年度直接経費：30万円 「ロケット実験 CIBER-2 による近赤外宇宙背景放射の強度とゆらぎ超過の起源解明」 研究分担者（津村）
科学研究費補助金 新学術領域研究(研究領域提案型) 2022年度直接経費：67万円 計画研究A01「重力波データ解析による重力理論の検証」研究分担者（高橋）
科学研究費助成事業 基盤研究（B）2022年度直接経費：30万円 「重力波データ抽出方法の開発：新たな解析手法および分散型コンピューティングの導入」 研究分担者（高橋）
科学研究費助成事業 基盤研究（B）2022年度直接経費：50万円 「重力波望遠鏡のサファイア鏡に潜む非一様な複屈折の診断プログラム開発」研究分担者（高橋）
東京大学 宇宙線研究所 共同利用研究 2022年度予算額：35万円（予算執行は宇宙線研究所） 「機械学習・深層学習を用いたノイズの特徴の分析と干渉計診断への応用」

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 2件、国際会議 1件、国内会議 2件

◇ 受賞

福井陽喜、第5回 都市大研究プレゼンコンテスト（5th TCU R-PresCo）優秀賞(博士前期課程
学生部門)、「極限環境宇宙を探索する天文衛星 HIZ-GUNDAM 搭載の宇宙望遠鏡の熱解析」

◇ 学生の主な就職先

有人宇宙システム株式会社、三共製作所、東映エージェンシー、NTT Data、
NEC 通信システム、マネーフォワード

■ 社会貢献

◇ 第201回 総研セミナー開催（2022年8月24日）テーマ：「惑星間空間へ飛び出す」

◇ 委員

氏名	委員名一覧
津村	日本天文学会 第6期代議員・天文月報編集委員 日本天文教育普及研究会 広報担当理事 国立天文台 研究交流委員
高橋	Associate Editors of ICIC Express Letters (Scopus paper)

未来都市研究機構 スマートインフラマネージメント研究ユニット

マルチモーダルデータ分析による
スマートインフラマネージメント研究センター
ユニット長 白旗 弘実

■ ユニット概要

高度経済成長期に建設された多くの社会基盤施設の老朽化が深刻な問題となっている。日常点検、常設センサのデータなど異種のセンサデータを統合的に監視することによって構造物の異常を早期に検知するシステムの構築を目指す。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

本研究では構造物の維持管理の高度化を目指している。定期点検を効率化するため、実在する橋を対象として、デジタル野帳を開発した。野帳では点検結果を VR 空間に保存することができるものである。点検で検出された板厚減少などの劣化を取り入れることのできる有限要素解析をベースとした力学挙動モデルを作成した。日常巡回点検を高度化するため、センサを選定し、乗用車に取り付けた。巡回し、データ収集を行った。

◇ 次年度への展開

デジタル野帳を現場での使用に適したものになるように改良を行う。2022 年度はタブレット端末で開発しており、点検重点箇所の例示、音声認識の機能を追加する。野帳と有限要素解析モデルとの連携を高度にする。想定される劣化を反映させた解析を行い、構造物の挙動がどのように変化するかを調べる。巡回車についてもセンサ類やデータ収集方法を改善していく。AI を用いての異常検出のプロトタイプもできたので、改善を加えていく。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】定期点検のデジタル化

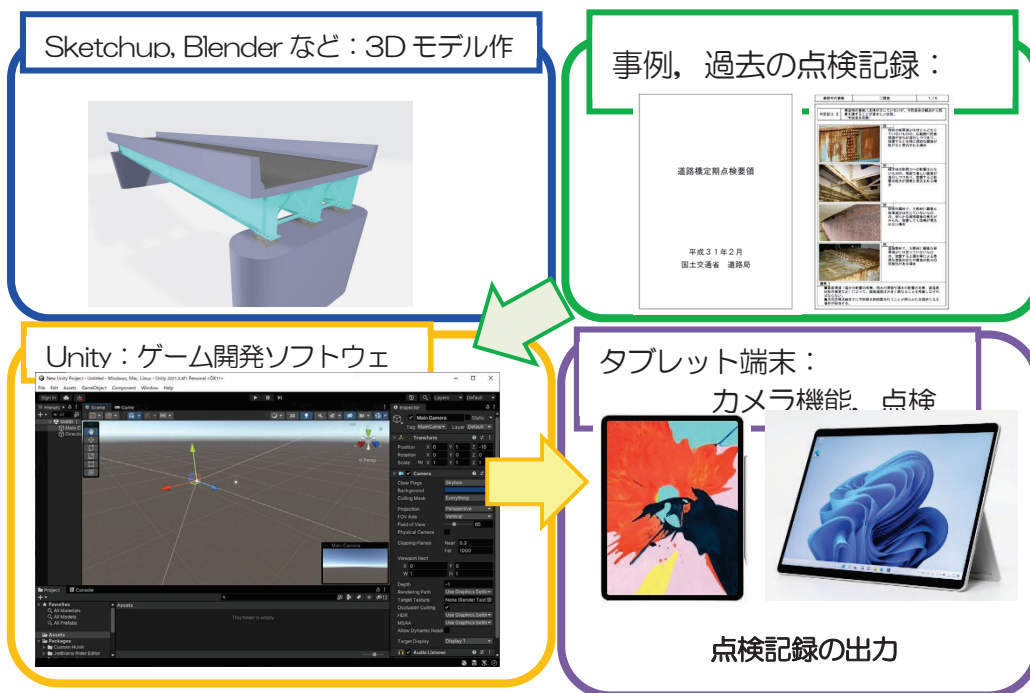
定期点検は 5 年に 1 度、近接目視で行われる。定期点検は 2014 年度より始まったので 1 サイクル目は終わったことになる。結果はウェブなどで公開されているが、判定のばらつきが各道路管理者で大きく異なることがわかった。定期点検は紙媒体が基本となっており、記録性に問題があると考えられる。

橋梁をコンピュータ空間上(VR 上)に構築し、現場で点検した結果をコンピュータ上に記録するシステムを開発した。これをデジタル野帳と呼んでいる。デジタル野帳は SketchUp などの 3D 構築ソフトで構築し、ゲーム開発ソフト Unity で VR 空間を構築している。

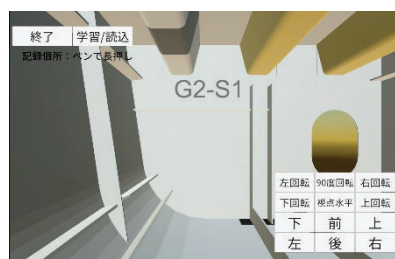
デジタル野帳の特徴は 5 つある。1 つは、点検前に橋梁の形状がどのようになっているか把握することが可能である。これにより部材の板組などがわかるので、どこに劣化が生じやすいかをある程度予想することを可能にする。2 つ目は、点検結果をパソコン空間上に保存できることである。野帳はタブレット端末に実装され、検査員が持ち運ぶ。劣化の写真を撮影した際に、劣化の箇所も

記録することができる。3 つ目は過去の点検データを参照することができる。今回の結果と前回の結果を現場で比較することが可能となる。4 つ目は判定事例集を参照できることである。国土交通省より判定例、検査要領がまとめられており、ウェブで確認することができる。判断の基準も記載されているので、一貫した判断ができるものである。5 つ目は点検重点箇所を示すことができる。点検では溶接箇所など、過去の事例からき裂が発生しやすい部分がある程度わかっており、該当箇所を示すことができる。

橋梁管理者の意見を反映させて今後も野帳を改良していく。



デジタル野帳の概略



モデル橋梁と機能追加などの改善

点検により劣化が検出された場合、劣化により構造物の挙動がどのような影響を受けるのか、あるいは、劣化が進行すると構造物の耐荷性能がどのように変化するのかを把握する必要がある。有限要素解析をベースとした力学解析モデルを作成した。（テーマ3で記述）

【テーマ2】日常巡回点検のスマート化

日常巡回点検はたとえば道路管理者が自動車で管内を走行し、積み荷が路上に落ちていないか、標識など構造物の（目で見える）変状を確認する点検で、数日に1回の頻度で行われる。巡回点検車での目視が基本となる。

巡回点検車にセンサを取り付けることで、目視で得られる以外のデータを得ることにより、点検の精度を向上することが目的である。ここでは車両に、高感度カメラ、赤外線カメラ、加速度計、マイク、RTK-GNSS 受信機を設置し、RTK-GNSS 受信機から得られる高精度の位置情報に紐付けて各種センサデータを収集し、統合的に分析することで種々の異常を高精度で検知することを検討している。高感度カメラや赤外線カメラの画像データを用いることで舗装のひび割れやわだちぼれ、標識や防音壁の変状の検知、さらに、加速度計あるいはマイクによる時系列データの分析によって段差や路面の性状を検出できるが、これらのデータを統合的に分析することによって変状の診断やより高い精度での劣化度を判定を可能にする技術の開発を目指している。

共同研究では、これらのセンサデータに加えて専門車両による路面下レーダー（電磁波）データを上記位置情報に基づいて紐付けし、統合的に分析する検討も進めている。この研究から路面下の変状と表面状態を統合して分析することでその要因を明らかにでき、ドメインナレッジ（専門知）と合わせて対処方法の提案にも繋げることが可能と考えている。

現在、一般車両のルーフキャリアに各種カメラ、センサを設置し搭載したノートパソコンにデータを収集するシステムを構築し、データ収集と合わせて分析を進めている。高感度カメラで取得された動画画像データについて、既存のAIシステム（AI-Patrol）を用いて舗装のひび割れや轍ぼれ、ポットホールを検出できることを確認しており、路面下レーダーデータにおいても舗装と橋梁デッキプレートとの空隙への水分の浸透が示唆される結果を得ている。ここで路面下レーダーデータは従来専門知による分析が必須であったが、得られた異常箇所や異常度などの結果をインバリエント分析によって再現できることが分かってきた。このことは専門家レベルの異常検知結果を点検者の知見・技量に寄らず再現できることを示しており、点検レベルの向上に繋がると考えている。

また、マイクや加速度計の時系列データではインバリエント分析を用いて路面の凹凸、段差の検出を確認しており、今後は特に橋梁の伸縮装置における遊間距離を検出することを目標に新たなデータの収集も含めて分析・検討を進めている。



【テーマ3】マルチモーダルデータを用いた異常検知モニタリング

高度化した日常巡回点検車で得られたデータ、さらには、構造物の常設センサのモニタリングで得られたデータなど異なる様々なデータ（マルチモーダルデータ）を統合的に分析することで橋梁など対象構造物の変状や要因を明らかにすることができる。常設センサでは現在、ひずみ、加速度、温度、変位を継続的に計測することが可能となっている。

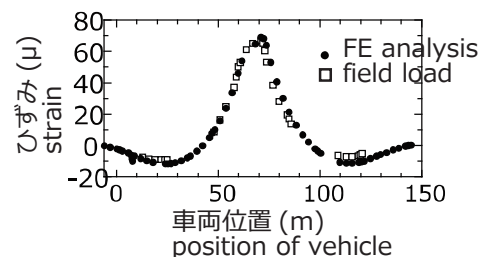
変状を識別・検知するアルゴリズムとしてインバリエント分析やディープラーニングを用いたモデルフリー分析を検討しており、マルチモーダルデータの分析に適応するための前処理やアルゴリズムの改良も進めたいと考えている。

これらの分析技術の適用を検討するため、構造物に常設センサを取り付け、挙動の計測を開始している。選定した構造物は三径間連続桁の鋼橋である。建設年や交通量から判断して、経年劣化損傷はそれほど生じていないと判断されるため、まずは健全な状態において、常設センサでどのような測定値が得られるかを調べた。通常、経年劣化が急激に進行することはないため、有限要素解析を基本とした高精度の数値モデルを構築し、常設センサの変化から想定される損傷を仮想的に与えた際にどのような挙動を示すかをシミュレーションとすることを目指す。

高精度数値解析モデルの妥当性を検証するため、まずは対象とした実橋梁に対して荷重が事前にわかっている車両を用意し、現場载荷する大規模な試験を実施した。ここで载荷においては、車両が橋梁を走行した場合を想定し、一端からもう一端まで車両を徐々に移動させて計測を行った。橋梁の中央径間部の下フランジに生じるひずみを対象として、载荷実測値と解析予測値を比較したところ、歩道のコンクリートや柵を追加するなど、詳細な上部構造を解析モデルに付加し、改良することによって、载荷実測値とシミュレーションによる解析予測値が同等になることを確認した。

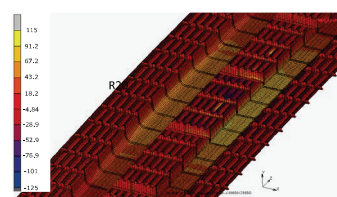
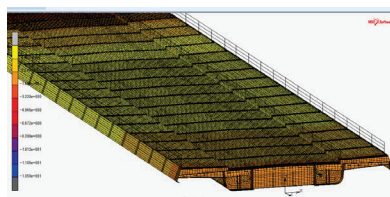
一方で、現場载荷ではわからない構造物の経日変化を把握するため、今回設置したセンサで約1週間、構造物の挙動を監視する実験も行っている。

上記の研究により構造物の高精度数値解析モデル化も可能となり、今後はさらに詳細な分析を実施すると共に分析に必須となるセンサの取捨選択や損傷のシミュレーションなどを計画している。

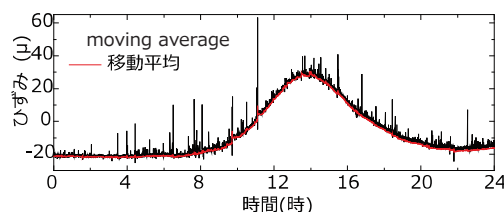


現場载荷
field measurement

現場载荷の状況と数値解析との比較



数値解析モデルと数値解析結果例



常設センサで計測したひずみ

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 田井政行, 白旗弘実, 河合孝純: 橋梁定期点検用デジタルツイン点検野帳の開発, インフラメンテナンス実践研究論文集, Vol.2, No.1, pp.136-142, 2023.3
- (2) 白旗 弘実, 沼津 蓮: 赤外線カメラを用いた排水管漏水箇所検出に対する機械学習の適用, AI・データサイエンス論文集, Vol.3, No.J2, pp. 223-230, 2022.11.

◇ 国内会議

- (1) 橋梁定期点検用デジタルツイン点検野帳の開発, インフラメンテナンス実践研究シンポジウム, 2023 年 3 月
- (2) 赤外線カメラを用いた排水管漏水箇所検出に対する機械学習の適用, AI・データサイエンスシンポジウム, 2022 年 11 月

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
ユニット長・教授	白旗 弘実	[工学部]兼務	構造工学, 非破壊検査
教授	河合 孝純	[教育開発機構]兼務	データサイエンス
総研, 特別研究員	田井 政行	琉球大准教授	鋼構造, 維持管理工学

◇ 学生数 博士後期課程: 0 名、修士課程: 0 名、学部 4 年生: 2 名

■ 主要な外部資金実績 (間接経費や共通管理費を含めた総額, 複数年資金は年割)

パシフィックコンサルタンツ 810 万円 2022～2023 年度 (共同研究)

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 0 件、国際会議 0 件、国内会議 0 件 作品 0 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

横河ブリッジ、JFE エンジニアリング

■ 社会貢献

◇ 委員

氏名	委員名一覧
白旗弘実	土木学会 鋼構造物における先進的非破壊検査・評価技術 に関する調査研究小委員会
田井政行	土木学会 鋼床版の維持管理と更新に関する調査研究小委員会
河合孝純	日本応用数理学会：応用数理ものづくり研究会幹事 日本応用数理学会代表会員

■ ユニット概要

アバターを介した人と人のコミュニケーションに影響を及ぼす要因およびその影響を明らかにし、コミュニケーションインフラとしてのバーチャル空間の基礎的要件を包括的に説明する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

2022 年度は、主に以下のテーマに関する研究を実施した。

- ・ テーマ 1：偶発的コミュニケーションの誘発のためのアバターの視線の提示手法の検討
- ・ テーマ 2：児童虐待対応現場におけるメタバースを介したコミュニケーションの有効性の検証
- ・ テーマ 3：バーチャルイベントの場を盛り上げるためのシステムによるリアクションの先行提示手法の検討

◇ 次年度への展開

テーマ 1 は、2022 年度中に論文投稿まで完了し、現在査読結果待ちである。テーマ 2 は、2022 年度中にシステム設計と予備実験まで終了したため、今後、本実験・データ分析・論文執筆を行う。テーマ 3 は、2022 年度中にデータ分析まで完了し、現在論文執筆中である。また、2023 年度は、新規のテーマ（親密な人間関係の形成を促すためのアバターの表情・ジェスチャー・姿勢の提示手法の検討）も実施する。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】偶発的コミュニケーションの誘発のためのアバターの視線の提示手法の検討

課題解決のヒントの発見やイノベーションの創出は、しばしば偶発的コミュニケーションがきっかけとなって生じるが、オンライン空間ではこの偶発的コミュニケーションが生じにくい。偶発的コミュニケーションが始まる前の人々のインタラクションでは、ソーシャルキューの中でも特に視線に関するキュー（ゲイズキュー）が重要な役割を果たすとされる。既存研究では、コミュニケーションをとることを前提としたユーザー同士のゲイズキューを提示する手法は提案されているが、3 次元バーチャル空間でコミュニケーションの開始を促すために、ゲイズキューの情報をどう提示するかを検討した研究は見当たらない。

本研究は、3 次元バーチャル空間で、ゲイズキューの可視化が偶発的コミュニケーションの開始を促すかを調べるために、3 つの可視化手法を設計、実装した（図 1）。96 人の一般ユーザーに、4 つのゲイズキュー（可視化されていないゲイズキュー、矢印・流れるシャボン玉・ミニチュアのアバターでそれぞれ可視化されたゲイズキュー）のいずれかを、2 つのゲイズタイプ（一方がもう一方を見つめる一方向型と、2 人が同じ対象を見つめる共同型）で使用してもらった。その結果（図 2）、可視化された 3 つのゲイズキューは、可視化されないゲイズキューと比べて、一方向型と共同型いずれの場合も、コミュニケーションの開始を促した。3 つの可視化手法の中では、一方向型では、シャボン玉が最も有効で、ゲイズキューの受け手は、言語や非言語で送り手により反応した。本研究の知見は、バーチャルタウンやバーチャルオフィス等での応用が見込まれる。



図1 提案した3つのゲイズキューの提示手法

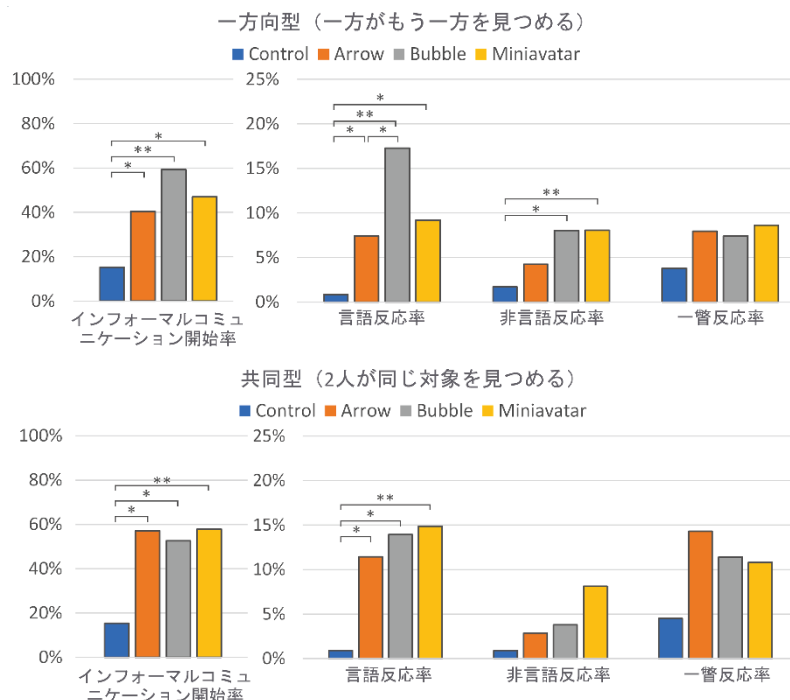


図2 96名によるユーザー評価実験の結果（一部）

【テーマ2】児童虐待対応現場におけるメタバースを介したコミュニケーションの有効性の検証

未来都市第2期の研究課題から得られた知見の一つ（3次元バーチャル空間における、アバタを介したコミュニケーションはビデオチャットよりもユーザーの自己開示を促す。また、このときアバターのユーザーは特段の意識を払うことなく自己を開示する。）が、実際の事例に適用できるかはわかっていない。

本研究は、上述の知見の実社会での適用可能性を、「児童虐待の対応の現場」というフィールドで検証する。3つのコミュニケーションツール（3次元アバター、ビデオチャット、対面）を使用して、実際に過去に児童虐待を受けた経験を持つ人に、話しぶりや生育歴についてのインタビューを行う。既に大学生4人による予備実験を終え、児童虐待経験者21人による本実験を間もなく開始する。

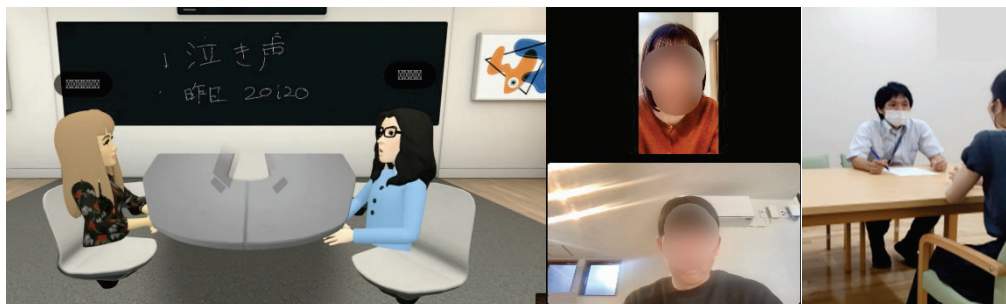


図 3 実際に過去に児童虐待を受けた経験を持つ人へのインタビュー（左：アバター、中央：ビデオチャット、右：対面）

【テーマ3】バーチャルイベントの場を盛り上げるためのシステムによるリアクションの先行提示手法の検討

アバターを用いた3次元バーチャル空間でのイベントが増加している。しかし、イベントの参加者同士や参加者と進行役（あるいは演者）が物理的に離れているため、イベントが盛り上がりにくい。オンラインイベントやバーチャルイベントの支援に関する既存研究は、イベントが盛り上がることを前提とした上で、イベントの盛り上がり参加者間あるいは参加者と演者間で共有する手法を検討するものが多く、イベントを盛り上げるための手法を検討した研究は見当たらない。

本研究は、バーチャルイベントの場を盛り上げるために、ポジティブ感情を表すリアクションマークを用いて、システムによるリアクションの先行提示によって、イベント参加者のリアクション提示を促す2つの手法を設計・実装した（図4、図5）。28組255人の一般ユーザーに、3つの手法——2つの提示手法（参加者と同じリアクションマークを用いるInner、参加者と異なるリアクションマークを用いるOuter）と、システムによる先行提示を行わないControl——のいずれかを実装したシステムを用いてイベントに参加してもらった。その結果（図6）、2つの手法ともControlと比べて、参加者のイベントへの参加行動（システムの先行提示に続いて参加者がリアクションを提示した割合および頻度）を促した。しかし、興味深いことに、参加者の心理状態は2つの手法で異なっており、Innerの参加者はイベントの盛り上がりを感じたが、Outerの参加者は感じなかった。つまり、イベントを盛り上げるためにシステムがリアクションを先行提示する場合は、内集団（参加者と同じ立場）として提示する方が望ましい。提案手法は単純な仕組みであるため、様々なバーチャルイベントでの活用が見込まれる。

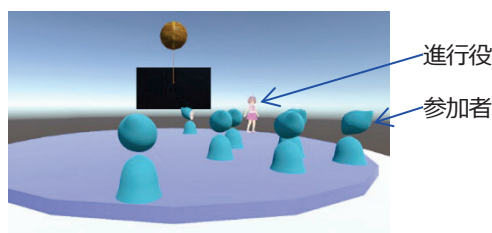


図4 バーチャルイベント会場の様子

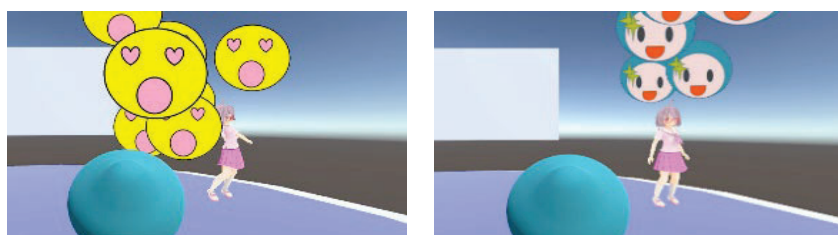
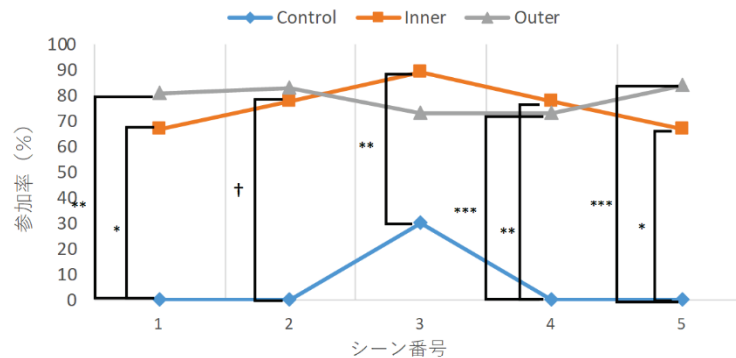
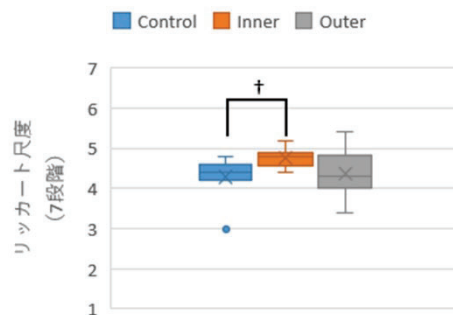


図5 システムによるリアクションマークの先行提示（左：Inner、右：Outer）



システムの先行提示に続いて参加者がリアクションを提示した割合



参加者のアンケート回答（盛り上がりを感じたか？）

図6 28組 255名によるユーザー評価実験の結果（一部）

■ 研究業績

◇ 査読付き論文（査読付き国際会議及び査読付き国内会議論文も含む）

- (1) Junko Ichino, Masahiro Ide, Hitomi Yokoyama, Hirotochi Asano, Hideo Miyachi, and Daisuke Okabe. "I've talked without intending to": Self-disclosure and Reciprocity via Embodied Avatars. PACM on Human-Computer Interaction, Vol. 6, No. CSCW2, Article 482, pp.1-23, 2022. DOI: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3555583>
- (2) Kanami Tsuda1, Junko Ichino, Kouki Shimizu. Gender Effects on Physical Contact in Social VR. In Proceedings of the 25th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII '23), 2023.
- (3) Hirotochi Asano, Junko Ichino, Yusuke Tokunaga and Masayuki Wada. Comparison of Head-Mounted Display versus Four-sided Screen Displays on Passive Viewing Experience for Panoramic Video, In Proceedings of the 28th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2023 (AROB 2023), pp.1267-1276, 2023.
- (4) Yuki Nakano, Junko Ichino, Masahiro Ide, Shiori Fujisawa, Ukou En, Kichi Naitou, Hirotochi Asano. Effects of Physical Contact via Avatar on Users in a VR environment. In Proceedings of the 24th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII '22), LNCS ,vol. 13518, pp.132-142, 2022.7. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21707-4_10
- (5) 井出将弘, 市野順子, 芳木武仁, 横山ひとみ, 浅野裕俊, 宮地英生, 岡部大介. 3次元バーチャル空間におけるインフォーマルな会話の開始を促すためのゲイズキューの可視化手法. 第27回一般社団法人情報処理学会シンポジウム（インタラクシオン2023）, INT23001, pp.1-10, 2023.

◇ 学会誌

- (1) 市野順子: バーチャルアバターを介した対人コミュニケーション, 可視化情報, Vol.43, No.166, pp.7-10, 2023.1

◇ 招待講演

- (1) 市野順子. メタバースで人々は心をオープンにするか? —オンラインコミュニケーションツールと自己開示への影響—. 日本人間工学会ワーク・アーゴノミクス研究部会セミナー 第4回 働く環境「コミュニケーション」. 2022.9.5. <https://www.ergonomics.jp/events/society/14385.html>
- (2) 市野順子. VR アバターが相手だと人は心を開く? —オンラインコミュニケーションツールと自己開示への影響—. ニューメディア開発協会主催の AVATEC (AVAtar TEleportation promotion Consortium) 第15回 オープンセミナー (AVATEC-15) . 2022.7.14. <https://www2.nmda.or.jp/archives/1720/>

◇ 研究会論文

- (1) 市野順子, 井出将弘, 芳木武仁, 横山ひとみ, 浅野裕俊, 宮地英生, 岡部大介: 3次元バーチャル空間におけるインフォーマルコミュニケーションの開始を促すためのゲイズキューの可視化手法, 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会, HCS2022-77, pp. 7-12, 2023.
- (2) 芳木武仁, 市野順子, 井出将弘, 横山ひとみ, 宮川哲弥, 浅野裕俊, 宮地英生, 岡部大介: バーチャルイベント参加者のリアクションを活性化させるシステムリアクションの先行提示, 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会, HCS2022-76, pp. 1-6, 2023.
- (3) 宮崎匠海, 巻幡優花, 市野順子, 井出将弘, 浅野裕俊: 心拍数を基準とした微細な色環境刺激が VR ゲームの没入感に与える影響, 電子情報通信学会メディアエクスペリエンス・バーチャル環境基礎研究会, MVE2022-67, pp.103-108, 2023.
- (4) 井出将弘, 市野順子, 横山ひとみ, 浅野裕俊, 宮地英生, 岡部大介. VR 空間におけるアバターの外見的社会的手がかりがグループディスカッションに与える影響, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービス研究会, 2023-GN-118, No.17, 1-8, 2023.

◇ 受賞

- (1) インタラクション 2023 論文賞 (上記査読付き論文 (5) に対する受賞) <https://www.interaction-ipsj.org/2023/award/>

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
ユニット長・教授	市野 順子	メディア情報学部	ヒューマンコンピュータインタラクション
研究員	井出 将弘	TIS 株式会社	VR システムの設計・開発
教授	宮地 英生	メディア情報学部	3次元可視化
教授	岡部 大介	メディア情報学部	認知科学
准教授	横山 ひとみ	岡山理科大学・経営学部	社会心理学
准教授	浅野 裕俊	工学院大学・情報学部	生体情報工学

◇ 学生数

博士後期課程：1名、修士課程：0名、学部4年生：3名

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額、複数年資金は年割）

民間企業共同研究費（1社） 2022年6月～2023年3月：500万円 「ソーシャル VR 空間におけるアバターの非言語情報を表現する方法及びその影響の評価方法の検討」研究代表（市野）
電気通信普及財団・研究調査助成 2022年度：250万円 「バーチャル空間で親密な人間関係の形成を促すためのノンバーバルキューの提示方法」研究代表（市野）
大川情報通信基金・研究助成 2022年度：100万円 「偶発的コミュニケーションの誘発のためのバーチャル空間におけるゲイズアウェアネス情報の提示手法とその有効性エビデンスの構築」研究代表（市野）

■ 社会貢献

◇新聞

- (1) 日本経済新聞（オンライン）「アバターで『素の自分』出やすく 東京都市大などが分析」（2022年4月25日）

◇テレビ

- (1) TBS テレビ NEWS23「児童相談所バーチャル研修」（2022年9月15日）
- (2) TOKYO MX テレビ バラいろダンディ「自分に似ていないVRアバターが一番『素の自分』をさらけ出すと判明」（2022年5月10日）

◇出版（書籍）

- (1) 日本実業出版社「メタバースで僕たちのコミュニケーションはこんなふうになる」（2023年4月28日）

◇インターネットニュースサイト

- (1) 東洋経済オンライン <https://toyokeizai.net/articles/-/650838>（2023年2月8日）
- (2) FNN プライムオンライン（フジテレビニュースサイト） <https://www.fnn.jp/articles/-/349670>（2022年4月21日）
- (3) nippon.com <https://www.nippon.com/ja/news/fnn2022年421349670/>（2022年4月21日）
- (4) ナゾロジー <https://nazology.net/archives/107701>（2022年4月17日）
- (5) Itmedia <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2204/13/news097.html>（2022年4月13日）
- (6) TECH+ <https://news.mynavi.jp/techplus/article/2022年413-2320742/>（2022年4月13日）
- (7) ねとらぼ <https://nlab.itmedia.co.jp/nl/articles/2204/13/news104.html>（2022年4月13日）

◇人材育成——市区町村の児童相談所でのVRを利用した職員研修講師

2023年2月3日 東京都新宿区（職員4名）
 2023年1月24日 東京都杉並区（職員7名）
 2023年1月20日 東京都大田区（職員21名）
 2022年11月8日 東京都板橋区（職員15名）
 2022年10月21日 東京都中野区

以 上

未来都市研究機構 アジア大都市圏マネジメント研究ユニット

アジア大都市圏マネジメント研究ユニット
ユニット長 斉藤 圭

■ ユニット概要

現在成長を続けるアジアの大都市圏も、今後30年程度で人口減少／縮退フェーズへのシフトが予測されている。目下の「成長への対処と促進」と近い将来の「縮退フェーズへの備え」の両方を視野に入れた都市マネジメントを行うための検討フレームワークの構築を目指す。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

研究初年度である22年度下半期は、初期段階として海外研究者との実施体制構築に努めた。現地・国内における複数回の対面ミーティングを通じた連携強化を図った。また、研究遂行に必要なベースデータ・資料等の整備作業を通じて、今後の分析作業の基礎となる各国都市の統計データ等について、各国で異なるデータ整備状況が明らかとなり、これらも加味しながら対象範囲・優先順位についての調整・ディスカッションを継続している。

◇ 次年度への展開

初年度（2022年下半期）の作業を通じた各国のデータ整備状況や現地視察結果をベースに、2年度目である次年度への展開として、研究対象地のスコープについての再検討を行うとともに、継続中の現地及び国内の統計データ収集の状況を見ながら全体および個々の具体の地域分析への準備を進める予定である。またここまでの成果をベースに、2023年8月（ベトナム）と12月（韓国）の国際会議にて発表・情報交換へと繋げる予定である。

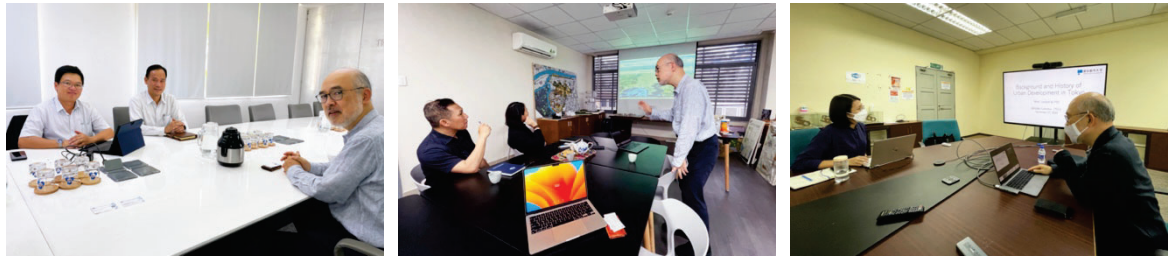
■ 成果の紹介

2022年下半期における研究では、当初の研究計画に基づき以下の点について実施・検討を行った。

(1) 海外研究者との研究体制の構築・強化

- 第1回ミーティング（顔合わせ・キックオフ、2022年11月@海外）（図1および図2）
ホーチミン市工科大学、ホーチミン市建築大学、マレーシア工科大学の各カウンターパートに対して、研究背景・目的、日本国内都市の状況について情報提供、ベースデータ収集の方針、チームビルディング・役割等に関する情報の共有・意見交換を行った。
- 第2回ミーティング（現地調査・データ収集進捗、2022年12月@東京）
第1回目ミーティング時に依頼したデータ収集進捗について状況の確認・共有を行った。ベトナム、マレーシア両国共に、日本国内のようなデータ整備状況にないことの報告があり、コレに基づき、より具体のエリア、具体のデータにフォーカスを当てる調整を行った。
- 第3回ミーティング（現地調査・作業進捗報告、2023年2月@海外）（図2）
具体のデータ（人口動態、建築着工数／ストック数、空き家率等の統計データ、行政界GISデータ）の有無について調査・収集を再依頼。ジョホールバル都市圏及びホーチミン都市圏について、

都市開発の状況・計画や郊外、特に住宅地開発についての現状の視察および関連担当者よりレクチャーを受けた。



ホーチミン市工科大学 (HCMUT) ホーチミン市建築大学 (UAH) マレーシア工科大学 (UTM)
図1. 研究カウンターパートとのキックオフミーティング・研究計画説明・意見交換 (2022年11月)



図2. ホーチミン市郊外新都市開発の視察 (2022年11月および2023年3月)

(2) 統計データ（主に人口動態・建物ストック変化）からみる都市成長状況の把握

統計データおよび空間データの整備状況把握の結果として、各国で入手可能なデータおよびその所在管理の程度にばらつきがあることが分かった。日本では人口統計、建物統計について過去約60年分についてネット上でフリー公開されていることから、データの可視化及び分析作業を先行して行うことができる。

図3は、日本の都道府県別とベトナムの省別における年代別・エリア別平均人口の増減を示している。これより、大都市エリアでの人口増加とその周辺エリアの減少傾向から、人口・経済規模が増加傾向にある年代において、ビジネス集積地である中心部に周辺エリアからの人口流入について定量的に捉えることができた。また、図3(a)と図4より、年代別エリア別の人口増減の傾向と、人口増加分を吸収するための住宅ストックの増加傾向との関係性を明らかにした。今後は更に関連データの収集を進め、人口の増加・移動と住宅需要・供給との関連について、大都市間の比較分析を通して明らかにしていく。(これら結果の一部は研究業績：国際会議(1)および(2)で発表の予定。)

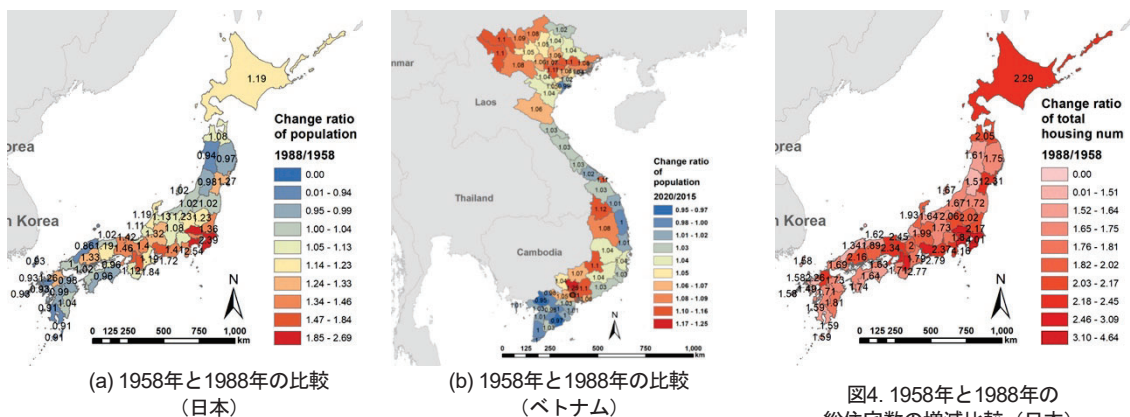


図3. 年代別・エリア別の平均人口増減の推移

■ 研究業績

(二重下線は本ユニット所属の国内研究者、下線は海外共同研究者を示す。)

◇ 国際会議

- (1) Fumihiko Okiura, Akira Ota, and Kei Saito, A Study on Sustainable Urban Management with the Comparison of Cases in Japan and Vietnam through Program Management Framework, *The 7th Asian Conference on Innovative Energy and Environmental Chemical Engineering* (ASCON-IEEChE 2023), Dec. 2023 (Accepted)
- (2) Kei Saito, Akira Ota, Tran Mai Anh, Nguyen Quoc Vinh, Lee Yoke Lai, and Fumihiko Okiura, Implications for Desirable Metropolitan Area Management: Through Comparative Study on Housing Supply Projects between Tokyo and Ho Chi Minh City Metropolitan Areas, *International Conference of Asian-Pacific Planning Societies 2023* (ICAPPS2023), Aug. 2023 (Accepted)

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
ユニット長・准教授	斉藤 圭	[都市生活学部]兼務	都市環境デザイン
教授	沖浦 文彦	[都市生活学部]兼務	プログラムマネジメント
准教授	太田 明	[都市生活学部]兼務	都市開発ビジネス

◇ 学生数 学部4年生： 1名（太田研），学部3年生： 1名（斉藤研）

■ 社会貢献

- ◇ 太田 明：国土交通省「海外不動産官民ネットワーク総会」基調講演
東南アジアのREIT市場 J-REITと比較して（2023年3月）
- ◇ 太田 明：ARES不動産証券化ジャーナル70号 対談
J-REITの開示について考える S-REITを含む海外REITとも比較して（2022年12月）
- ◇ 出張授業
斉藤 圭：川崎市立川崎総合科学高等学校（2022年12月）

■ ユニット概要

公共空間滞留者のアクティビティと、パーソナルモビリティビークル（PMV）の動態を解析し、最終的に人間のアクティビティと PMV が共存する公共空間に対する都市生活者が感じる空間幸福感を評価し、未来都市のあるべき公共空間マネジメントに資する知見を得る。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

2022 年度は、滞留者アクティビティの動態モデルを構築することと公共空間での滞留行為と空間幸福感との関係を整理すること、この 2 つを目的として、実都市フィールドにおける滞留者アクティビティ観測調査・空間幸福感要素抽出基礎調査を実施した。さらに、歩行者と PMV との相対距離が歩行者の心理的負荷に与える影響を評価するためのシミュレーション実験を実施した。

◇ 次年度への展開

2023 年度は前年度の成果を踏まえ、模擬車両を用いた公共空間滞留者と PMV 混在状況再現実験を実施し、公共空間における滞留者と PMV の混在状態の最適共存モデル構築のための資料を得る。また、2024 年度に実施する人間とモビリティの共存状態に対する滞留者・PMV 搭乗者の空間幸福感評価に向けて、まず滞留者と PMV 搭乗者双方の受容性を評価するため、公共空間滞留者および PMV 搭乗者双方の受容性評価を実施する。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】公共空間における滞留者アクティビティと PMV の最適挙動のモデル構築

滞留者アクティビティの動態モデルを構築することを目的として、実都市フィールドにおける滞留者アクティビティ観測調査・空間幸福感要素抽出基礎調査を実施した。具体的には、観察画像の画像解析（OpenPose：AI 深層学習で人間の骨格情報を検出できるプログラム）により滞留者アクティビティの位置座標を取得し、活動領域を算出した。

【テーマ 2】滞留者アクティビティと PMV の共存状態に対する滞留者・PMV 搭乗者の空間幸福感評価

歩行者と PMV との相対距離および車両の挙動が、歩行者の心理的負荷に与える影響を評価するため、HMD を用いてシミュレーション実験を実施した。被験者 10 名が参加し、アンケートによる主観評価と生体計測の解析結果から総合的に歩行者の受容性を評価した。

■ 研究業績

◇ 国内会議

- (1) 三代川光風, 高柳英明, 末繁雄一, 宮地英生: Open Pose を用いた群集流動の検出向上に関する研究, 計算工学講演会論文集(CD-ROM)27, 2022
- (2) 三代川光風, 宮地英生: 姿勢推定 AI を用いた群集映像からの歩行者軌跡の抽出に関する研究, 日本計算工学会第 24 回問題解決環境ワークショップ, 2022.9
- (3) 三代川光風, 宮地英生: 姿勢推定 AI を用いた群集映像からの歩行者軌跡の抽出に関する研究 (続報) 日本計算工学会 第 2 回 PSE 研究会、2022.12
- (4) 宮地英生, 三代川光風: 群衆映像からの歩行者の軌跡追跡に関する研究, 第 49 回テレマージョン技術研究会、2023.3

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
ユニット長・准教授	末繁 雄一	[都市生活学部] 兼務	都市プランニング・アクティビティスケープ
メンバー・准教授	杉町 敏之	[理工学部] 兼務	自動車工学・車両挙動評価
メンバー・教授	宮地 英生	[メディア情報学部] 兼務	可視化情報工学・コンピュータグラフィクス

◇ 学生数 博士後期課程：0 名、修士課程：1 名、学部 4 年生：2 名

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額、複数年資金は年割）

科学研究費補助金、基盤研究（C）2022 年度経費：156 万円 「次世代道路空間マネジメントのための路上滞留者とモビリティの協調モデルの構築」研究代表（末繁）
一般社団法人中目黒駅周辺地区エリアマネジメント、2022 年度経費：14.3 万円、2022 年 「中目黒駅周辺地区エリアマネジメント推進のための調査研究」研究代表（末繁）

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 1 件、国際会議 0 件、国内会議 3 件 作品 0 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

大林ファシリティーズ株式会社、マクセル株式会社、東芝デジタルソリューションズ株式会社

■ 社会貢献

◇ 委員

氏名	委員名一覧
末繁雄一	(一社)中目黒駅周辺地区エリアマネジメント 理事
末繁雄一	(一社)おやまちプロジェクト コアメンバー
末繁雄一	ナカメをデザインする会議。準備会 委員
末繁雄一	都市再生推進法人ジェイ・スピリット 自由が丘のまち運営会議 委員
杉町敏之	自動車技術会 モビリティ社会部門委員会 委員 (幹事)
杉町敏之	SIP モビリティ・イノベーション推進連絡協議会 委員
杉町敏之	(一社)モビリティ・イノベーション・アライアンス 会員
宮地英生	可視化情報学会 理事
宮地英生	VCAD システム研究会 監事
宮地英生	シミュレーション学会 学会誌編集委員会
宮地英生	計算工学会 PSE 研究会 主査

サステナビリティ学連携研究センター

サステナビリティ学連携研究センター
センター長 古川 柳蔵

■ センター概要

東京都市大学総合研究所の「サステナビリティ学連携研究センター」は、本学における持続可能社会構築に向けた研究を発展・進化するとともに、本学の SDGs への研究・教育におけるプレゼンスを高めることを目的とする。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

当センターは 2022 年の設置以来、持続可能社会の構築に不可欠で、かつ、最先端の研究を推進し、本学がリードする SDGs に関連した独自性の高い研究活動を行い、環境学や情報学に関連する研究水準を高めつつ、科学技術の発展と未来社会の構築を、産官学連携を通して研究に取り組んできた。設立初年度では公的研究費 5 件、企業からの外部資金 7 件を採択し、査読付き論文 15 件の成果を挙げた。

◇ 次年度への展開

共創の場形成支援プログラム COI-NEXT「美食地政学に基づくグリーンジョブマーケットの醸成共創拠点」(2023～2032 年度(10 年間))を採択した。今後は本大型プロジェクト実施を基礎に、さらに SDGs 達成・気候変動対策など今日のグローバル課題に広く取り組むことのできる研究組織として基盤を構築し、関連する本学の研究分野の教員が集い・協働する舞台として、人材育成・共同研究・大型外部資金獲得など幅広い研究活動に取り組む。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】シビックテックを目指した気候変動リスクの「自分事化」に基づくオンライン合意形成手法の開発と政策形成プロセスへの実装（馬場健司）

滋賀県と神奈川県小田原市における各セクターの主要なステークホルダーを対象とした聞き取り調査を実施し、その議事録を対象に、テキストマイニング・社会ネットワーク分析等により、地域の気候変動と社会課題を巡る懸念や論点の可視化を行い、これまでに実施した平塚・茅ヶ崎・大磯エリア、鎌倉エリアの結果との比較を行い、ステークホルダー、抽出された論点に関連する科学的知見を持ち合わせている専門家らを招集し、対面/オンラインにてステークホルダー会議を開催して、情報共有を行った。同時に、滋賀県では若手の地球温暖化防止活動推進員からシビックテックの技術開発に対するインプットを得て、シニアの推進員から市民参加モニタリング開始に向けたプログラム開発に対するインプットを得て、最終的に両者が参加して、気候変動影響に関する情報収集とその方法を検討するための市民参加ワークショップを実施した。ここで選定されたデータを用いながら熟議を実施するためのツールとして、市民討議のためのオープンプラットフォームである Decidim を独自に拡張し、これとウェブ GIS との連携をさせる機能の開発を進めた。

【テーマ 2】消費者－生産者をつなぐプラットフォームの提案・実装（古川柳蔵）

近年の急激な環境変化は地域で取り扱う食材供給に変化を引き起こしている。特に水産資源においては、これまで地域で親しまれていた食材の旬の時期や、収穫量が大きく変化し、かつ消費文化の無い水産物が大量に収穫されることで、水産業の生産低下と未利用資源発生増大の要因となつて

いる。これまでの研究で、都市部の消費者がナラティブを通して地方の食を巡る環境の現状を知ること、食に関する価値観や消費行動を変えることが明らかになっている。気候変動に対して生産・消費の両側面から適応するには、地方の生産者と都市の消費者を共創の場でつなぎ、影響しあうことで、食材の適正な選択に行動変容を促す必要がある。2022年度は、東松島市と連携し、『宮城県東松島市の「知られざる食」を味わう美食の会』（対面及び会場ごとはオンライン接続）と題した試食会を開催し、検証を行った。東松島の未利用食材に関するナラティブをモニターに提供したところ、全ての人が共感し、東京会場の人の94%が東松島に行ってみたいと回答した。ナラティブ・アプローチを用いた本ワークショップは参加者の食に関する考え方の変化を促すことが示された。

【テーマ3】生涯探究空間の創出による地域活性化（古川柳蔵、佐藤真久）

本研究では、鉄道や駅等の地域のインフラの役割を踏まえ、地方での生活を豊かにするための地域活動の活性化と地域の良さを都市に伝え、それをきっかけに、都市の人が地方へ向かう人の流れを生み出すしくみを検討する。例えば、地域のインフラを活用し、高校生がSDGs探究・地域探究を地域企業と連携して実施するためのきっかけや発表の場を準備し、地域の人の高校生に対する「温かい目」を活性化させ、ナラティブ・アプローチにより都市住民に発信し、この活動を継続・定着させることなど考えられる。地域の探究活動が高校卒業で終了するのではなく、高校卒業後も世代や職種を超えて探究していくことが常態となるよう促す「生涯探究空間」と呼ぶべき場所を創出する必要性を提唱した。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文（著者名・タイトル・論文集名・ページ・出版年・DOI）

- (1) Kentaro Hayashi, Norihiro Itsubo: Damage factors of stratospheric ozone depletion on human health impact with the addition of nitrous oxide as the largest contributor in the 2000s, The International Journal of Life Cycle Assessment(2023), 2023, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02174-w>
- (2) Yoshihito Yasaka, Selim Karkour, Koichi Shobatake, Norihiro Itsubo, Fumiaki Yakushiji : Life-Cycle Assessment of Refrigerants for Air Conditioners Considering Reclamation and Destruction, Sustainability 2023, 15(473), December 2022, DOI: <https://doi.org/10.3390/su15010473>
- (3) Keiji Nakamura, Norihiro Itsubo: Environmental and Health-Related Lifecycle Impact Assessment of Reduced-Salt Meals in Japan, Sustainability 2022, 14(14), 8265, July 2022, DOI: <https://doi.org/10.3390/su14148265>
- (4) Kayo Murakami, Norihiro Itsubo, Koichi Kuriyama: Explaining the diverse values assigned to environmental benefits across countries, Nature Sustainability(2022), June 2022, DOI: <https://www.nature.com/articles/s41893-022-00914-8>
- (5) 地域における生活者目線での脱炭素社会実現シナリオの構築手法-滋賀県を事例として-, 金再奎, 岩川貴志, 越智雄輝, 木村道德, 馬場健司, 環境科学会誌 35(4) 199-212 2022年7月31日, <https://doi.org/10.11353/sesj.35.199>
- (6) 行政による質的な意識調査を通じた気候変動影響の把握手法の検討と滋賀県での実践, 木村道德, 河瀬玲奈, 金再奎, 岩見麻子, 馬場健司, 環境科学会誌 35(4) 213-226 2022年7月31日, DOI: 10.11353/sesj.35.213
- (7) 気候変動リスクへの対策行動の規定因, 小杉 素子, 馬場 健司, 環境科学会誌 35(4) 227-236 2022年7月31日, DOI: 10.11353/sesj.35.227

◇ 招待講演

- (1) 馬場健司、暑熱分野における気候変動適応策・技術の普及と行動変容の要因、暑熱・健康分野における気候変動影響と適応に関するシンポジウム、関西大学東京センター+オンライン、関西大学主催のシンポジウムでの講演、2022年8月8日
- (2) 馬場健司、パネリスト登壇、環境研究総合推進費シンポジウムシンポジウム「気長良川流域が直面する温暖化にどう適応するか?～生態系の恵みと流域文化・産業を持続可能なものとするには～」、ハイブリッド(長良川国際会議場/オンライン)、岐阜大学主催のシンポジウムでのパネリスト登壇、2022年10月29日
- (3) 馬場健司、京都府内ゼロカーボンシティにおける脱炭素政策の広域展開に向けて、文部科学省「大学の力を結集した、地域の脱炭素化加速のための基盤研究開発」地球研プロジェクト「第2回脱炭素化をめざす京都ラウンドテーブル」での基調講演、2023年2月13日

◇ 国際会議

- (1) Tomoya Kitami, Norihiro Itsubo: Nationwide waste footprint using the Japanese input-output table and impact assessment method, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center + online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (2) Shino Ichihara, Norihiro Itsubo: Carbon footprint for outdoor sports events, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center + online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (3) Takahiro Hashimoto, Maki Shibata, Takumi Abe, Norihiro Itsubo: Effects of environmental labels for packaging on consumer behavior, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center + online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (4) Hayato Suzuki, Norihiro Itsubo: Environmental impact assessment of direct air capture with biogas power plant, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center + online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (5) Yoshihito Yasaka, Koichi Shobatake, Fumiaki Yakushiji, Yoshiki Shimizu, Masahiro Tomita, Norihiro Itsubo: LCA evaluation of freon reclamation and destruction, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center + online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (6) Akihiko Tsutsumi, Norihiro Itsubo: Environmental and social impact assessment of cultural contents considering the economic ripple effect of visits to drama location, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center + online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (7) Ryusei Murata, Issei Kawamoto, Norihiro Itsubo: The carbon footprint of Kishiwada Danjiri Festival, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center + online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (8) Kiichiro Takahashi, Norihiro Itsubo: Biodiversity damage assessment integrating carbon and land footprint, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center + online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (9) Runya Liu, Haruka Ohashi, Akiko Hirata, Tetsuya Matsui, Norihiro Itsubo: The development of LCIA methodology and damage factors for biodiversity loss with extended impact categories, Fukuoka International Congress Center + online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (10) Genta Sugiyama, Tomonori Honda, Norihiro Itsubo: Air conditioning energy analysis

using big data, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center+online, October 30–November 2, 2022, poster session

- (11) Tomoya Kitami, Saori Aoyama, Yuuya Yamashita, Yukio Kobayashi, Yasuo Koseki, Norihiro Itsubo: Carbon footprint of stationary type water server, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center+online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (12) Sayaka Kakiuchi, Norihiro Itsubo: Environmental and social impacts assessment caused by the growing demand for electric vehicles, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center+online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (13) Marika Muramoto, Norihiro Itsubo: Life cycle assessment of alcoholic beverage produced by highly refined Japanese rice, 15th EcoBalance, Fukuoka International Congress Center+online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (14) TOSHIRO Semba, NAOTO Yamamoto, SHINJI Odo, MASASHI Shimizu, GAKU Tomii, NORIHIRO Itsubo: Evaluation of greenhouse gas emissions from bagasse-derived clothing, Fukuoka International Congress Center+online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (15) Shino Ichihara, Norihiro Itsubo: Life cycle assessment of imported jackets, Fukuoka International Congress Center+online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (16) Hiroyuki Nakamura, Norihiro Itsubo: Environmental impact assessment for polyester T-shirts –Prospective LCA for chemical recycling, Fukuoka International Congress Center+online, October 30–November 2, 2022, poster session
- (17) Genta Sugiyama, Tomonori Honda, Norihiro Itsubo: Energy Analysis of Air Conditioners Using Big data and Artificial Intelligence, SETAC Europe 32nd Annual Meeting, Online, 15–19 May 2022, poster session
- (18) Kakiuchi Sayaka, Norihiro Itsubo: Assessment of the Environmental and Social Impacts caused by the Growing Demand for Electric Vehicles, SETAC Europe 32nd Annual Meeting, Online, 15–19 May 2022, poster session
- (19) Kiichiro Takahashi, Norihiro Itsubo: Biodiversity Damage Assessment Integrating Carbon, WATER and Land Footprint, SETAC Europe 32nd Annual Meeting, Online, 15–19 May 2022, poster session
- (20) Runya Liu, Haruka Ohashi, Tetsuya Matsui, Akiko Hirata, Norihiro Itsubo: The Development of Life Cycle Impact Assessment Characterization Factors for Desertification, SETAC Europe 32nd Annual Meeting, Online, 15–19 May 2022, Oral presentation

◇ 国内会議

- (1) 馬場健司, 日本公共政策学会 2022 年度研究大会におけるセッション企画と発表「EBPM の新たな展開に向けて: エビデンス活用の実態をめぐる理論とケースの往復を企図して」2022. 6. 4, 東京大学
- (2) 馬場健司, 第 50 回環境システム研究論文発表会におけるセッション企画と発表「オンライン・オフライン熟議・シチズンサイエンスによる気候変動分野における研究 DX の具現化」2022. 10. 23, 徳島大学
- (3) 三井俊明, 古川柳蔵, 米沢地域におけるものづくり産業の変化と経営者の思考、研究・イノベ

ーション学会、第 37 回年次学術大会、2022 年 10 月 29 日、30 日、オンライン開催、一般講演要旨集、p. 86-89.

- (4) 横山莉緒, 古川柳蔵、くさりかけ野菜の対処行為における概念構造の明示化、第 33 回廃棄物資源循環学会、2022 年 9 月 20 日、宮崎大学 (online)
- (5) 北島直人, 古川柳蔵、循環型の植物利用の概念構造比較-バガス農業を事例として-、第 33 回廃棄物資源循環学会、2022 年 9 月 21 日、宮崎大学 (online)
- (6) 古川柳蔵、未利用資源を活用したライフスタイル変革、令和 4 年度廃棄物資源循環学会東北支部特別講演会、2022 年 7 月 22 日、東北工業大学一番町ロビー 2F ホール
- (7) 古川柳蔵、バックキャスト、7 月度サーキュラーエコノミー研究会、2022 年 7 月 21 日、バックキャストテクノロジー総合研究所

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・教授	伊坪 徳宏	[環境学部]兼務	環境影響評価
教授	佐藤 真久	[環境学部]兼務	環境教育
教授	古川 柳蔵	[環境学部]兼務	環境イノベーション
教授	馬場 健司	[環境学部]兼務	環境政策学，合意形成論

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額，複数年資金は年割）

馬場健司, 科研費基盤研究(B), 「地方自治体における気候変動適応策の実効性と波及性・受容性の構造分析」, 2021～2023 年度 (直接・間接経費の総額 17,160 千円うち都市大分 12,025 千円, 2022 年度の直接・間接経費の総額 5,460 千円, うち都市大分 3,120 千円) (代表)
馬場健司, JST-RISTEX, 「シビックテックを目指した気候変動の「自分事化」に基づくオンライン合意形成手法の開発と政策形成プロセスへの実装」, 2020～2023 年度 (直接・間接経費の総額 27,820 千円, うち都市大分 14,352 千円, 2022 年度の直接・間接経費の総額 8,320 千円, うち都市大分 2,860 千円) (代表)
古川柳蔵, 科研費基盤研究(C), 「ナラティブ・アプローチによるボトムアップ型ライフスタイル転換と定着メカニズム」, 2022～2024 年度 (直接・間接経費の総額 4,160 千円うち都市大分 4,160 千円, 2022 年度の直接・間接経費の総額 1,300 千円, うち都市大分 1,300 千円) (代表)
古川柳蔵, JST COI-NEXT 「美食地政学に基づくグリーンジョブマーケットの醸成共創拠点 (松八重一代)」, 2021～2022 年度 (直接・間接経費の総額 49,790 千円うち都市大分 7,176 千円, 2022 年度の直接・間接経費の総額 24,986 千円うち都市大分 3,536 千円) (分担)
伊坪 徳宏, 7 件民間資金受け入れ, 7 件, 10,730 千円 (2022 年 4 月～2023 年 3 月) 〔2022 年度の受入れ実績額 23,301 千円. その内, 設置要件対象総額 12,571 千円〕

■ 社会貢献

◇ 報告・講演等

- (1) 馬場健司, 黒川温泉地域を対象とした気候変動に関するインタビュー調査の報告会開催 (2022 年 7 月 28 日), 講演タイトル: 馬場健司「気候変動に関する国内の状況」
- (2) 馬場健司, 近江淡水生物研究所 学習会 長浜 MLGs CAFE・C3S-PaaS (気候変動市民参加モニタリングプラットフォーム) の活用に向けたキックオフミーティング開催 (2023 年 2 月 26 日), 講演タイトル: 馬場健司「C3S (Climate Change Citizen Science)-PaaS への招待」

- (3) 馬場健司, 令和4年度気候変動に係るステークホルダー会議(小田原エリア)(2023年3月6日)の開催, 講演タイトル: 小澤はる奈, 馬場健司「相模湾沿岸地域における気候変動影響・適応策に関するステークホルダー調査結果【2022年度】」
- (4) 馬場健司, 令和4年度 JST-RISTEX プロジェクト間連携シンポジウム「気候変動をめぐる市民参加・情報技術・倫理」(2023年3月12日), 講演タイトル: 馬場健司「シチズンサイエンスによる気候変動分野における研究DXの具現化」

◇ 書籍

- (1) モビリティ変革コンソーシアム Future Lifestyle WG 事務局著、『WaaS(Well-being as a Service)モビリティ変革コンソーシアムによる「スマートシティへの挑戦」』、LIGARE、2022年4月27日、184p. ISBN978-4908280337 を古川が関連章を監修
- (2) Climate change adaptation and online deliberation: Changing stakeholder attitudes, Kenshi Baba, Research Features Magazine 141 62-65 2022年5月 ※インタビューを受けての研究紹介
- (3) SDGs 達成に向けたネクサスアプローチ ―地球環境問題の解決のために―, 谷口真人編著(担当:馬場健司が分担執筆, 範囲:186-205), 共立出版 2023年2月 (ISBN: 9784320006133)
- (4) 田村学・佐藤真久編著(2022)『探究モードへの挑戦―高度化・自律化を目指す SDGs 時代の人づくり』、人言洞、pp.268.

◇ 査読なし論文

- (1) 三橋正枝、澤田成章、古川柳蔵、松八重一代、沖永良部島の経済と環境、Journal of Life Cycle Assessment、Vol. 18, No. 3, 152-158(2022).
- (2) 松葉口玲子・佐藤真久・柿野成美・渡部厚志・源氏田尚子・辰野 美和・庄司佳子・奥西麻衣子・岡部雅子(2022)「持続可能なライフスタイルに向けた教育に関するユネスコチェアによる教材の検討 ―日本への受容と課題―」、『教育デザイン研究』、14(1)、横浜国立大学、pp.1-9.
- (3) 佐藤真久・田村学(2022)「解のない時代を生きる力～到来する生涯探究社会に向けて大人も子どもも問いかけ、学び合う環境を」、『先端教育』、対談記事、pp.28-30. 2022年10月
- (4) 佐藤真久(2022)「SDGs 入門(前編)―SDGs の自分ごと化: 自分と関係ないものはない、他者と外部を内部化する」、『産業カウンセリング』、一般社団法人日本産業カウンセラー協会、pp.13-17.
- (5) 佐藤真久(2022)「SDGs の深化と真価: 「自分ごと化」で生む社会と個人の変容の連鎖」、『月刊事業構想』、pp.76-77.

◇ メディア

- (1) 古川柳蔵、日刊工業新聞、未利用資源の活用に関する寄稿等13件
- (2) 馬場健司、「温暖化影響、コメ被害抑制に各地懸命/水管理や虫対策、新品種…」、コメント、南日本新聞 朝刊、2022/07/17、3面3段、枚数(1)ほか計11件
- (3) 佐藤真久(2022)「大きな変動と、複雑な社会のなかでわたしたちができること」、『Sustainable and Rubber』、取材記事、株式会社ポスティコーポレーション、pp.104-107.

◇ 委員

氏名	委員名一覧
Kenshi Baba	Frontiers in Climate, Research Topic Editor
馬場健司	土木学会 環境システム委員会 幹事長
馬場健司	川崎市 環境審議会 脱炭素化部会 副会長
馬場健司	神奈川県 気候変動適応に関する有識者等検討会議 座長

■ FUTURE-PV 研究室の概要

2050 年国内 PV 導入量 3 億 kW を目指し、Si やペロブスカイトを対象とした太陽電池材料開発・ナノ界面制御技術開発、デバイス技術・デバイスシミュレーション法の開発や PV システム技術開発を実施する。また軽量フレキシブル・ペロブスカイト太陽電池を開発する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

界面制御されたヘテロ接合型 Si 太陽電池で変換効率 22~23 %、小面積ペロブスカイト太陽電池で変換効率 16%を得た。これらの成果に基づき、ペロブスカイト/Si タンデム太陽電池を試作し、初期的ながら 22%の変換効率を得た。大面積集積型ペロブスカイト太陽電池実現のためスルーホールを用いたサブセルの直列接続法の開発に着手した。さらに国内で初めて高効率ペロブスカイト太陽電池の信頼性や屋外発電特性に関する初期データを得た。

◇ 次年度への展開

Si 太陽電池の高機能化を目指し、大面積シースルー型太陽電池の実現に向けた要素技術開発を行う。また、グラフェントンネル接合層を用いた軽量・フレキシブルなペロブスカイト/Si タンデム太陽電池を試作する。グリーン事業の一環として、スルーホールを用いたペロブスカイト太陽電池の要素技術開発を行う。今後のペロブスカイト太陽電池の最適設計、信頼性向上に資するため、ペロブスカイト太陽電池の屋外発電特性の計測を継続する。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】ヘテロ接合型 Si 太陽電池の高効率化・高機能化

(1) p 型微結晶 Si の低温形成

これまで、本研究では p 層として p- $\mu\text{c-SiO}_x\text{:H}$ を用いた Si heterojunction (SHJ) 太陽電池で 20% 以上の(1cm²)の変換効率を得ているが、十分な V_{oc} を得るには 20nm の厚さが必要であった。そのため p 層の吸収による短波長感度の低下が課題であった。そこで本年度は、短波長感度の改善を図るため、p- $\mu\text{c-SiO}_x\text{:H}$ ならびに p- $\mu\text{c-Si:H}$ の低温形成を試みた。PECVD を用いて、p- $\mu\text{c-SiO}_x\text{:H}$ あるいは p- $\mu\text{c-Si:H}$ の基板温度(設定値)を 80-260℃の間で変化させ製膜した。特に低温製膜による p 層の微結晶化を狙い、基板温度を 80℃まで下げて実験を試みた。

図 1 は SHJ 太陽電池の変換効率の p 層基板温度依存性である。短絡電流は基板温度の低温化による増加したが、開放電圧 V_{oc} に関しては、160℃付近で最高値を示した。TEM 観察を行った結果、160℃以下の低温製膜では、p- $\mu\text{c-Si:H}$ の結晶化が 100%程度まで

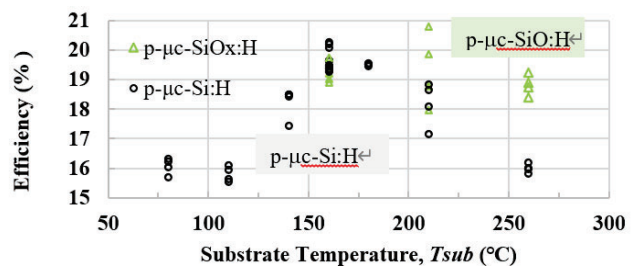


図 1 微結晶 p 層の基板温度と変換効率の関係。

進み、界面で高密度の欠陥が発生するため V_{oc} が大幅に減少することが分かった。現状、SHJ 太陽電池の p 層に p- μ c-Si:H を用いた場合の最適基板温度は、p- μ c-SiO_x:H の場合に比べて 50°C 程低いことが分かった。

(2) Rib 加工技術を用いたシースルーSi 太陽電池の試作

本研究室では、これまで非常に薄い Si HJ solar cells の実現を目指して、Rib 加工技術の開発と変換効率を向上させるためのデバイス技術開発に取り組んできた。本年度は、これらの Rib 技術を発展させたものとして、see-through bifacial SHJ を提案し、その要素技術開発に着手した (図 2)。よく知られているように、最近では ZEB などへの応用を目的に、壁や窓に垂直設置される solar cell の開発が進んでいる。特に、本グループでは、両面受光で see-through の SHJ 太陽電池開発を進めている。これらの solar cells の製造技術が確立されれば、窓のみでなく、ビル屋上の柵の部分や、高速道路の防音壁など、多くの新しい分野に応用される。

本年度は、横幅 1mm ないし 2mm の through-holes の横に面積 4mmx12mm の bifacial solar cell を作製し特性評価を行った。接合構造の製膜後、through-hole 周辺部分でのパッシベーション性能測定のため μ -PCD でキャリアライフタイムのマッピングを行った。しかし、 μ -PCD では解像度が低く、through-hole 部分の影響が正確に解析できないため、PL imaging による評価を行った。その結果、through-hole 周辺でライフタイムが大きく減少している様子はなく、側面が十分にパッシベーションされていることが分かった。初期的な段階ながら、17.5%の変換効率が得られた。

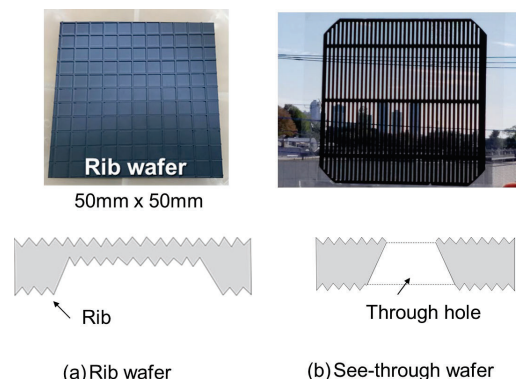


図 2 異方性エッチングを利用した Rib ウェハと、Rib 加工技術を利用したシースルーウェハ

【テーマ2】ペロブスカイト太陽電池開発

(1) 低温プロセスによる半透明ペロブスカイト太陽電池

フレキシブルな樹脂基板やヘテロ接合型 Si 太陽電池上にペロブスカイト太陽電池を作製するためには 250°C 以下程度の低温でセルを作製する必要がある。さらに、タンデム応用などを考えると表面から光入射するためには上部電極も ITO などの透明導電膜で形成した半透明ペロブスカイト太陽電池を開発する必要がある。そこで、低温製膜可能な製膜法の導入や既存プロセスの低温化により、250°C 以下で作製できる半透明ペロブスカイト太陽電池の開発に取り組んだ。

ペロブスカイト太陽電池の電子輸送層として最も広く用いられている多孔質 TiO₂ は 500°C 程度での焼成が必須となる。これを低温で緻密な膜ができる原子層堆積法により堆積した ALD-TiO₂ (もしくは ALD-SnO₂) で代替することを試みた。200°C で良質な TiO₂ 膜が ITO 基板上に製膜可能であることが確認できたが、太陽電池としては特性が非常に悪かった。そこで ALD-TiO₂ 膜の表面を SnCl₂ 溶液で処理、150°C で加熱すると太陽電池特性が飛躍的に向上することを見出した。これは時間分解 PL の評価から、ペロブスカイト/ALD-TiO₂ 界面での再結合が抑制されたことによるものと考えられる。

一般的に ITO を製膜するスパッタリング法は製膜時のダメージが大きい。ペロブスカイト層上に

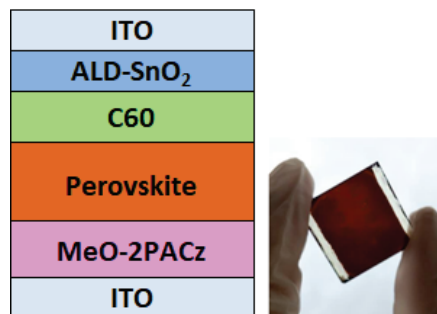


図 3 半透明ペロブスカイト太陽電池

ITO を製膜する際にはスパッタダメージを抑制する必要がある。そこで、スパッタする前の保護層として ALD-SnO₂ 薄膜を導入し、さらにスパッタ条件を DC スパッタから RF スパッタ+DC スパッタの積層構造にすることでスパッタダメージを抑制し、変換効率 12.7%の半透明ペロブスカイト太陽電池が得られた (図 3)。

(2) 軽量・フレキシブルなペロブスカイト/シリコンタンデム型太陽電池

ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池は次世代の高効率太陽電池として期待されている。一方、様々な用途への展開を可能とするペロブスカイト太陽電池のフレキシブル性能を活かすためには、ボトムのシリコンセルにも柔軟性を与える必要がある。そこで、ペロブスカイト太陽電池の形成に都合の良いミラー表面を持ちつつ、裏面側には光閉じ込め効果のためのテクスチャ構造を有する極薄ヘテロ接合太陽電池の作製プロセスについて検討を行った。Rib 加工技術を用いて片面ミラー、片面テクスチャ構造となる薄型基板を作製し、フレキシブルな極薄シリコンヘテロ接合太陽電池を作製した結果、740mV 以上の開放電圧、19.8%の変換効率が得られた。さらにこの極薄シリコンヘテロ接合太陽電池上にバンドギャップ 1.68 eV のマルチカチオン逆構造ペロブスカイト太陽電池を作製し、軽量・フレキシブルなペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池を試作した。まだ各種最適化されていないが、初期データとして開放電圧 1.85 V、変換効率 22.1% が得られた。

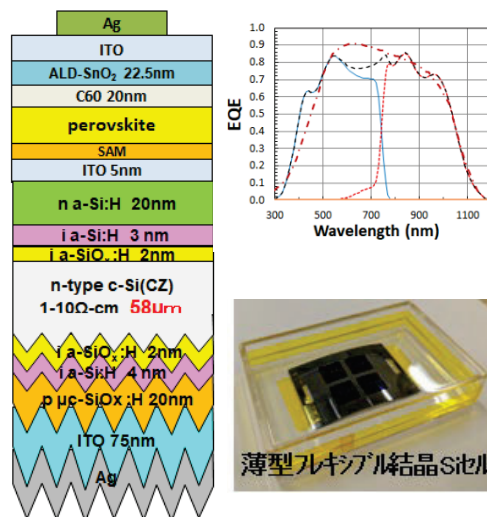


図 4 軽量・フレキシブルなペロブスカイト/シリコンタンデム型太陽電池の構造と量子効率スペクトル、写真は極薄フレキシブルなシリコン太陽電池

【テーマ 3】スルーホールを設けたペロブスカイト太陽電池の要素技術開発

フィルム型ペロブスカイト太陽電池の直列接続構造として、アモルファス Si 薄膜太陽電池で実績のある SCAF 構造を応用したスルーホール集電技術付きフィルム基板ペロブスカイト太陽電池の開発に着手した。本年度は、スルーホール形成とセル特性の関係を明確化するため、スルーホールを形成したフィルム上にペロブスカイト膜を製膜し、ペロブスカイト固有の課題を抽出した。

本研究で用いたスルーホール最適化に向けた小面積セル構造を図 5 に示す。両面電極付きフィルムに直径 1mm φ のスルーホールを形成し、順構造、逆構造のマルチカチオンペロブスカイト太陽電池を作製した。

スルーホール形成にあたり精密パンチ等、各種スルーホール形成方法の検討を行った。スルーホール側壁のダレ、バリ、裏面キズの評価を通じて、小面積セル用として直径 1mm φ のスルーホール形成技術を確認した。形成したスルーホールを用いてペロブスカイトセルを作製し、LIT で検出されたスルーホール周辺の漏れ電流によるものと考えられる発熱の原因調査を行っ

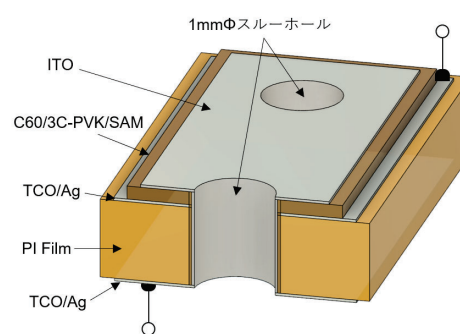


図 5 スルーホール電極を設けたペロブスカイト太陽電池の構造。

た。表面、断面 SEM-EDS 測定より、スルーホール周辺ではペロブスカイト膜の変質およびホール端部のペロブスカイト膜被覆性が低下することがわかった。前者はペロブスカイトの形態変化からフィルムが吸湿した水分によるペロブスカイト膜の分解と考えられ、フィルム脱湿処理の検討を進めた。後者は下地に SAM を用いた逆構造セルでは改善することからペロブスカイト製膜時のフィルム基板における濡れ性の違いと考えられる。

【テーマ4】ペロブスカイト太陽電池の屋外発電特性評価

NIMS（国立研究開発法人物質・材料研究機構）で試作、封止された高効率ペロブスカイト太陽電池の屋外発電特性を、都市大において数か月間測定した。基板上に面積 1.26cm^2 の PVK セルが4個形成されており、樹脂により封止されている。封止セルは南向き設置角度 35° に設置されている。屋内測定では V_{oc} : 1.141(V), J_{sc} : $24.6(\text{mA}/\text{cm}^2)$, FF : 0.661, 変換効率: 18.6%である。今回は、快晴の日の太陽電池パラメータの時間変化、ならびに各パラメータの劣化特性を検討した（図6）。

I_{sc} 、 V_{oc} は安定しているが、変換効率は FF の動きに連動して劣化が生じた。これらの測定結果から、曲線因子劣化の機構解明ならびに、その対策が極めて重要な課題であることが分かった。

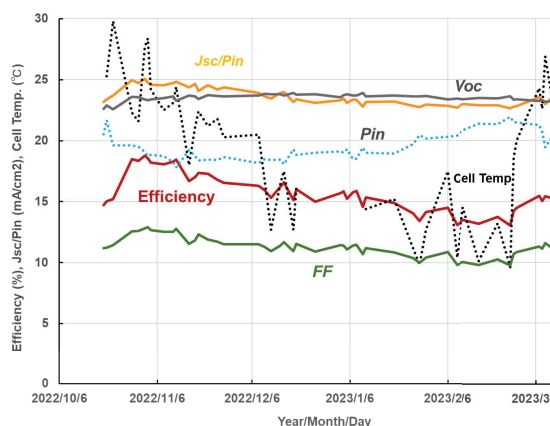


図6 ペロブスカイト太陽電池の屋外発電特性推移。変換効率の劣化は、曲線因子 FF の劣化によるところが大きい。

■ 研究業績

◇ 招待解説論文

- (1) 小長井 誠、総合報告“最近の太陽電池と太陽光発電システムの開発状況”
表面と真空、Vol.66, No.2, pp.1-8, 2023
<https://doi.org/10.1380/vss.66.1>

◇ 査読付き論文

- (1) Yukimi Ichikawa, Ryousuke Ishikawa, and Makoto Konagai,
“Numerical Simulation of Edge Effects in Silicon Hetero-junction Solar Cells”
AIP Advances, 12, 065006 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0094626>
- (2) Makoto Konagai, Kimihiko Saito, Kazuyoshi Nakada, Yukimi Ichikawa, Naoki Suyama,
“Heterojunction Ge Solar Cells with a Record High Efficiency of 8.6%”
Proc. of WCPEC-8, ISSN 2196-100X
- (3) R Kawashima, H NOHIRA, R Ishikawa, Y MITANI,
“Fabrication of metal/oxide/fluorographene/oxide/silicon capacitors and its charge trapping properties”
Japanese Journal of Applied Physics, S1103292

◇ 招待講演

- (1) Makoto Konagai,
“The Role of Photovoltaics for the Realization of the Carbon Neutral Society”
AFORE2022 (The 11th Asia-Pacific Forum on Renewable)

September 27-October 1, 2022, Ramada Plaza, Jeju, Korea

(2) Ryouusuke Ishikawa

“GRAPHENE IN PEROVSKITE SOLAR CELLS”

8th Korea-Japan Joint Seminar on PV 27-28 May 2022, Korea

◇ 国際会議

- (1) Makoto Konagai, Kimihiko Saito, Kazuyoshi Nakada, Yukimi Ichikawa, Naoki Suyama, Ryouusuke Ishikawa,
“Heterojunction Ge Solar Cells with a Record High Efficiency of 8.6%”
WCPEC-8, Milan, Italy, Sept.26-30 (2022)
- (2) Makoto Konagai, Yukimi Ichikawa, Daichi Ishii, Ryouusuke Ishikawa
“Recent progress of Rib-Si solar cell and application of Rib techniques to see-through bifacial Si heterojunction solar cells”
33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-33)
13-17, November 2022, Nagoya, Japan
- (3) Daichi Ishii, Makoto Konagai, Ryouusuke Ishikawa
“Si-heterojunction solar cells with a p-layer deposited at low substrate temperatures”
33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-33)
13-17, November 2022, Nagoya, Japan
- (4) Ryouusuke Ishikawa, Naoki Suyama, Makoto Konagai
“Perovskite solar cells on film with current-collection holes”
33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-33)
13-17, November 2022, Nagoya, Japan
- (5) Kimihiko Saito, Hirotaka Shishido, Ryouusuke Ishikawa
“Fabrication of thin c-Si substrates for perovskite/silicon-heterojunction tandem solar cells”
33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-33)
13-17, November 2022, Nagoya, Japan
- (6) Gakuto Matsuo, Ryo Sato, Daisuke Ieki, Kimihiko Saito, Ryouusuke Ishikawa
“Semi-transparent perovskite solar cells by low temperature process for tandem application”
33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-33)
13-17, November 2022, Nagoya, Japan
- (7) Makoto Konagai and Ryouusuke Ishikawa,
“Annual Power Generation Characteristics of Vertically Installed Solar Cells for ZEB”
8th Korea-Japan Joint Seminar on PV, May 27-28, 2022, Ramada Plaza Jeju, Jeju, Korea
- (8) Shunichi Ito, Yoshiharu Kiriara, Ryouusuke Ishikawa, Hiroshi Nohira
“Surface modification with UV/O₃ for ALD-TiO₂ Deposition for IDM Device”
9th International Symposium on Control of Semiconductor Interface, 5-8 September 2022, Nagoya

◇ 国内会議

- (1) 応用物理学会学術講演会：秋季 2 件、春季 4 件
- (2) 第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム：5 件

◇ 雑誌への掲載

- (1) PV magazine, Heterojunction germanium solar cell with 8.6% efficiency,
December 13, 2022, Emiliano Belline

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
特別教授	小長井 誠	専任	半導体工学
准教授	石川 亮佑	専任	電子・電気材料工学
特別研究員 AF	陶山 直樹	専任	半導体評価
特別研究員 AF	齊藤 公彦	専任	プラズマ工学
特別研究員 AF	古川 公子	専任	研究支援

◇ 学生数 博士後期課程：0名、修士課程：8名、学部4年生：8名

■ 主要な外部資金

NEDO グリーン事業「サイズフリー・超薄型の特長を活かした高性能ペロブスカイト太陽電池の実用化技術開発（大項目）高信頼性デバイス・モジュール技術開発（中項目）スルーホール集電技術の開発（小項目）」（株）カネカからの再委託。2022 年度 900 万円（直接経費：794 万円、間接経費：106 万円）研究代表者（小長井）、研究分担者（石川）
NEDO・太陽光発電主力電源化推進技術開発、2022 年度直接経費：880 万円、間接経費：132 万円 「ペロブスカイト太陽電池の新市場創造に向けた高効率化材料技術と製膜技術の開発」研究分担者（石川）
科学研究費補助金、基盤研究（B）2022 年度直接経費：240 万円、間接経費：72 万円 「原子層材料を用いた究極の薄膜太陽電池の開発」研究代表者（石川）
科学研究費補助金、基盤研究（C）2022 年度直接経費：50 万円、間接経費：15 万円 「電場誘起 pn 接合を利用した近赤外光放射する電流注入型円偏光発光素子の創製」研究代表者（星）、研究分担者（石川）

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

国際会議 4 件、国内会議 3 件

◇ 学生の主な就職先：

ローム、東芝テックソリューションサービス、日立 ICT ビジネスサービスなど

■ 社会貢献

◇ 総合研究所 2022 年度成果報告会

小長井 誠、石川 亮佑、“2050 年の Carbon Neutral Society 実現に向けた太陽電池研究 - FUTURE-PV 研究室の活動状況 -”、2022 年 6 月 9 日、14:35-14:50

◇ 第 206 回 総研セミナー「次世代の太陽光発電システム」開催（2023 年 1 月 18 日）

◇ 委員

氏名	委員名一覧
小長井 誠	日本学術会議 連携会員
小長井 誠	日本学術振興会協力会 理事長(2022.9 まで)
小長井 誠	日本太陽光発電学会 理事
小長井 誠	NEDO・壁面設置太陽光発電システム技術開発・技術検討委員会委員長
小長井 誠	一般財団法人材料科学技術振興財団 評議員
小長井 誠	International PVSEC 国際諮問委員会 委員長
石川 亮佑	日本太陽光発電学会 理事
石川 亮佑	応用物理学会 太陽光エネルギー変換機能材料・デバイス開発研究会 監事

マイクロナノシステム研究室

マイクロナノシステム研究室
教授 藤田 博之

■ 研究室の概要

半導体加工技術を活用してマイクロやナノの機械を作る MEMS/NEMS 技術を、バイオテクノロジー、ナノサイエンスや環境発電エネルギーなどの異分野と融合して、様々の応用に向けたマイクロナノシステムを研究する

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

- ① バイオ：生体の生理学的な情報（例：バイオマーカー）を検出して常時表示するセンサ・ディスプレイの新たな手法を提案し、概念実証した。
- ② ナノ：透過電子顕微鏡内部で MEMS 負荷デバイスを用いた「その場」機械試験を行い、単結晶材料の引張破壊過程を、原子レベルで実時間・直視観察した。
- ③ エネルギー：MEMS 構造に高密度のエレクトレットを付加した振動発電デバイスについて、新たなマイクロマシニング法により従来の数分の一の小型化に成功した。

◇ 次年度への展開

- ① バイオ：実証した概念に基づき、生体内の生理学的情報を実時間で計測するシステムを構成するとともに、計測対象の拡大を目指す。
- ② ナノ：透過電子顕微鏡内部で MEMS 負荷デバイスを用いた「その場」機械試験を行い、ナノ材料の変形の素過程を原子レベルで実時間・直視観察し、極微の材料力学の知見を得る。
- ③ エネルギー：振動発電デバイスを無線センサノードの電源に利用するなど応用を広げる。

■ 成果の紹介

【テーマ1】生体情報を常時表示するセンサ・ディスプレイ

技術の特長

ー 日々の健康の維持や生活の質の向上のため、健康状態を常に把握し早期に対応することが重要であり、生体内情報を個々人が簡単に知ることができるセンシング技術の開発が期待される。そこで本研究では、多様な生体反応に応じた情報を皮膚の表面に表示するリビングディスプレイを作ることを目指して研究を行った。皮膚の細胞に健康維持と密接に関連する生体情報を感知し、光信号に変換する機能を付与する。細胞からの信号を、目視やウェアラブルデバイスで光学的に検知する。生体そのものをセンサに用いるため、多様な生体情報を高感度、非侵襲に測るだけでなく、センサの更新や電力供給が不要な、革新的な生体計測法を実現しヘルスケアに貢献する。

今年度の成果

科学研究費補助金、基盤研究（A）「皮膚の遺伝子改変により生体情報を表示するリビングディスプレイの基礎研究」の研究代表者として研究を実施中である。特許出願準備中のため内容を開示しない。

【テーマ2】MEMS を電子顕微鏡内で動かしナノ材料を調べる

技術の特長

- － ナノ物体の原子レベル構造変化と、機械・熱・電気・バイオ化学特性を同時に測定
- － MEMS 機能を用い同じ TEM ホルダーで力や電界の付加・温度変化・水中観測を実現
- － 市販の *in-situ* 実験系に比べ、安定性、画像分解能、測定精度を一桁向上

今年度の成果

超高真空透過電子顕微鏡内部で MEMS を駆動し、切り欠きを入れた SrTiO_3 単結晶の薄片に引っ張り力を加えることにより、材料試験を行った。図1に示す MEMS 負荷デバイスは、駆動電極に電圧を印加してアームを動かし、その先端に設置した試料に力を加える構造である。写真の右方向と上下方向に駆動することができる。収束イオンビーム装置内で SrTiO_3 単結晶の薄片を二つのアームの間（図中の sample position）に固定し、さらに形状を整える。試料の一端を TEM 観測可能な薄さに削り、そこに切り欠きを入れた。電圧印加が可能な 2 軸回転試料ホルダーに、MEMS デバイスを設置して、原子分解能の走査型透過電子顕微鏡に挿入し、その場観察実験を行った。

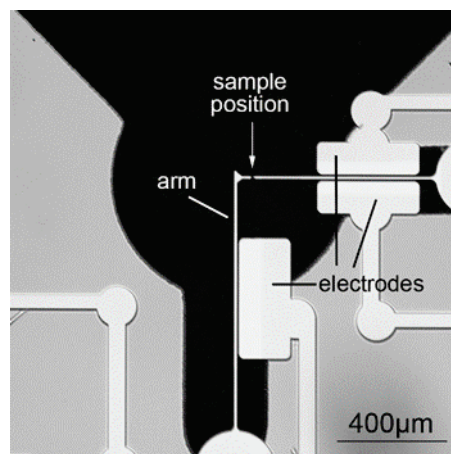


図1 その場 TEM 材料試験用に製作した MEMS 負荷デバイスの駆動部。

図2に $13.3\mu\text{N}$ の力を加えた時の高角度環状暗視野 (HAADF) 像を示す。荷重をかけた状態で、原子列に対応する球状のコントラストがはっきりと可視化された。強い白と弱い白のコントラストはそれぞれ Sr と Ti-O の原子列に対応する。ガイドラインとして赤く描いた長方形と比較すると、 $[110]$ 方向の引っ張り力によって、原子格子が歪んでいることがわかる。

図2の HAADF 画像に対応する歪み分布を図3に示す。ほぼ全域が引張り歪みを示し、切り欠き部には応力が集中するため、黄色で表示される比較強いひずみ分布が広がっている。今回の結果から、我々の *in-situ* TEM 負荷システムは、結晶性材料の力学的応答を原子レベルで可視化できることが示された。この技術は、ナノ力学的挙動を探索する新しい手段を提供するものである。

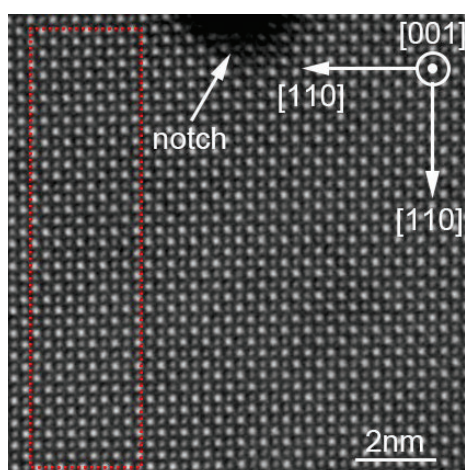


図2 負荷が $13.3\mu\text{N}$ の時の HAADF-STEM 画像。負荷は $[110]$ 方向に印可。

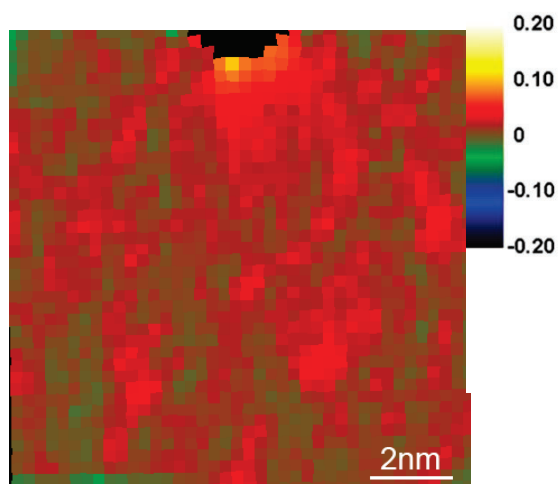


図3 ひずみ分布（図2の負荷時）

【テーマ3】MEMS 振動発電デバイスで環境エネルギーを回収する

技術の特長とこれまでの成果

- － MEMS 製造技術で、シリコン基板上に発電デバイスの大量生産が可能
- － 高電荷密度のエレクトレットと狭くて深いギャップ($9\text{ }\mu\text{m} \times 300\text{ }\mu\text{m}$)で 1mW 以上の発電に成功
- － デバイスをさらに小型化する新しい構造を考案した

今年度の成果

生産現場で製造装置の稼働や劣化の状態を監視するため、自立電源で働く無線センサを利用する方式が有望である。自立電源として振動から発電するデバイスを研究している。製造装置の振動は、電源周波数（関東では 50 Hz ）とその整数倍に主な振動ピークがある。このような低周波の振動からセンサ端末の駆動に必要な発電量を確保するには、静電式の振動発電デバイスが向いている。固定電荷に対して振動する電極に誘導される電流を用いて発電する。小型で高い出力を得るには、間隔が狭くて面積の大きな静電ギャップ、強力な固定電荷（エレクトレット）、コンパクトで低い共振周波数のバネ構造が必要であり、これらを MEMS 技術で実現する。デバイスの構造は、お互いに噛み合った櫛歯構造が左右対称に設置され、中央の櫛歯はバネで支持して可動になっている（外部振動に合わせて動く部分）。シリコンに垂直の細い溝をエッチングする技術を用いて、幅が数マイクロン、深さが数百マイクロンのギャップを加工した。櫛の歯の数は数千本あり、総計として広いギャップ面積を数センチ角のチップ上に作り込んだ。この狭い隙間を作った後、側面に電荷を固定する。従来のコロナ帯電法などでは作れないので、正イオンをドーパした熱酸化膜を、 500°C 程度で分極してから冷やすことでエレクトレットにする独自プロセスを用いている。例えば、 $5\text{ }\mu\text{m}$ のギャップ間に 400 V の電位差が定常的に維持される。

本年度は、振動発電デバイスをダブルデッキ構造とすることにより、デバイスのフットプリントを 62% まで小型化することができた。エレクトレットの被膜で覆われた櫛形電極は、シリコンオンインシュレータ (SOI) ウェハの活性層内に作製されている。一方、可動部を支えるサスペンション（従来は活性層に作っていた）は、支持基板に形成した。このような二階建ての構造とすることで、デバイスを小型化し低コストを実現している。なお、活性層と支持基板の間の電気的相互接続については、活性層の一部をカンチレバーにすることで、犠牲層エッチング時に基板に密着するように設計した。 0.18 G の正弦波加速度でデバイスを機械的に加振すると ($1\text{G}=9.8\text{ m/s}^2$)、 $13.2\text{ }\mu\text{W}$ の電力を発生した。これをデバイスの体積と印可加速度で正規化した電力密度 (NPD) に換算すると、 $1.23\text{ mW cm}^{-3}\text{ G}^{-2}$ に相当する。

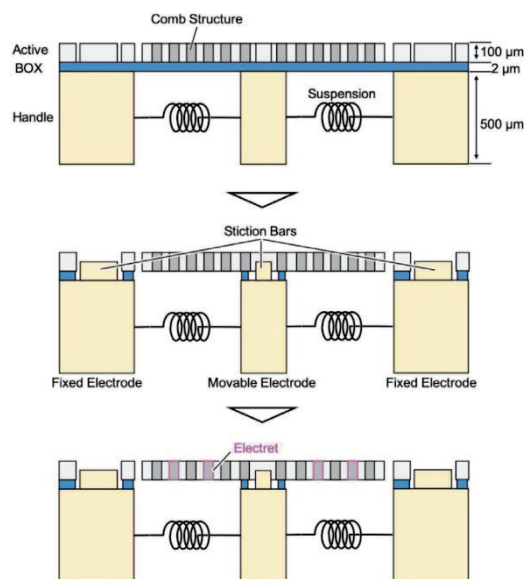


図4 ダブルデッキ構造の振動発電デバイスの作製プロセスを簡易的に示した図

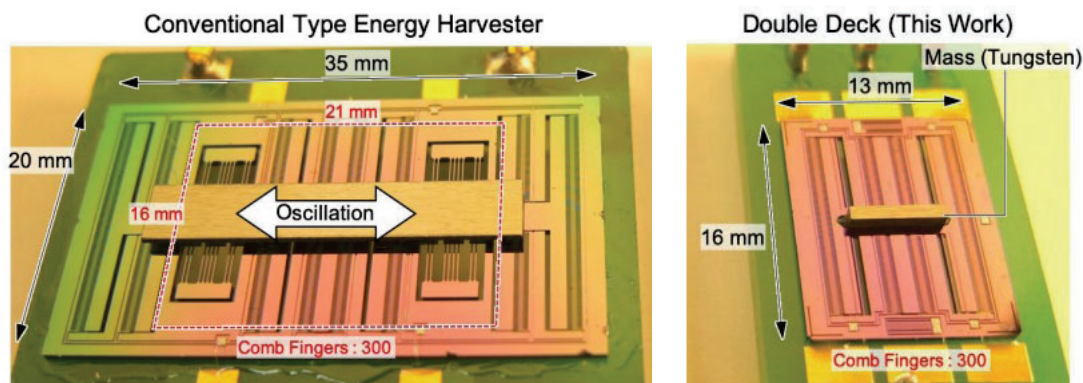


図 5 従来構造とダブルデッキ構造の振動発電デバイスの比較

■ 研究業績

生体情報を常時表示するセンサ・ディスプレイ

◇ 特許出願準備中

MEMS を電子顕微鏡内で動かしナノ材料を調べる

◇ 国際会議

- (1) E. Tochigi, T. Sato, M. Cao, N. Shibata, H. Fujita, Y. Ikuhara, “Analysis of mechanical behavior of ionic crystals by atomic-resolution in situ TEM loading experiment” 6th International Conference on Materials and Reliability, Yamaguchi, Japan, (2022.12.7-9)

MEMS 振動発電デバイスで環境エネルギーを回収する

◇ 査読付き論文

- (1) Hiroaki Honma, Hiroyuki Mitsuya, Gen Hashiguchi, Hiroyuki Fujita, and Hiroshi Toshiyoshi, “Power Generation Demonstration of Electrostatic Vibrational Energy Harvester with Comb Electrodes and Suspensions Located in Upper and Lower Decks”, *Sensors and Materials*, **34**, 4(3), 1527-1538 (2022.4.14) doi.org/10.18494/SAM3785

その他

◇ 査読付き論文

- (1) Benediktus Nixon Hapsianto, Naoshi Kojima, Ryoji Kurita, Hitoshi Yamagata, Hiroyuki Fujita, Teruo Fujii, Soo Hyeon Kim, "Direct capture and amplification of small fragmented DNAs using nitrogen-mustard-coated microbeads", *Analytical Chemistry*, Vol. **94**, no. 21, pp. 7594–7600 (2022.5.16) doi.org/10.1021/acs.analchem.2c00531
- (2) Y. Wu, J. Ordonez-Miranda, L. Jalabert, S. Tachikawa, R. Anufriev, H. Fujita, S. Volz and M. Nomura, “Observation of heat transport mediated by the propagation distance of surface phonon-polaritons over hundreds micrometers”, *Appl. Phys. Lett.* Vol.121, Issue 11 (2022.9.15) DOI: 10.1063/5.01005067
- (3) Masashi Kobayashi, Takashiro Akitsu, Masahiro Furuya, Tetsushi Sekiguchi, Shuichi Shoji, Takashi Tanii, Daiki Tanaka, “Efficient Synthesis of a Schiff Base Copper(II) Complex Using a Microfluidic Device”, *Micromachines*, Vol. **14**, No. 4, pp. 890 - 890 (2023.04)

◇ 国際会議

- (1) Zheng Shengqi, Daiki Tanaka, Hiroyuki Fujita, Takashiro Akitsu, Tetsushi Sekiguchi, Shuichi Shoji, “Selective Chemical Products Separation from Organic Micro Droplets using Surfactant Free Single Micron Droplet Generation” *microTAS 2022*, Qianjiang, China, (2022.10.23-27)

◇ 一般誌紹介記事

掲載誌：Yano E Plus 2022年11月号（11月15日発刊）（株）矢野経済研究所

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	兼務	専門分野
特任教授	藤田 博之	[理工学部]	マイクロナノシステム

◇ 学生数 0 名

■ 主要な外部資金

・科学研究費補助金、基盤研究 (A) 2022 年度 直接経費 (代表) : 1,260 万円「皮膚の遺伝子改変により生体情報を表示するリビングディスプレイの基礎研究」研究代表者 (藤田博之)
・科学研究費補助金、基盤研究 (B) 2022 年度 直接経費 (分担) : 150 万円「階層性多孔構造形成過程の TEM in-situ 観察で解明するガラスのミクロ構造」研究代表者 (藤間卓也)
・科学研究費補助金、基盤研究 (C) 2022 年度 直接経費 (分担) : 10 万円「単一細胞・細胞部位の機械的特性と遺伝子発現情報の相関評価」研究代表者 (久米村百子 : 九州工業大学)
・科学研究費補助金、挑戦的研究 (萌芽) 2022 年度 直接経費 (分担) : 5 万円「多孔質ガラス表面上の Ge 量子構造創製と光電子融合素子への応用」研究代表者 (澤野憲太郎)

■ 客員教授

◇ 台湾国立清華大学 奈米工程與微系統研究所 (Institute of NanoEngineering and MicroSystems) Yushan Honorary Chair Professor (2022 年 2 月 1 日から 3 年間)

■ 社会貢献

- ◇ 総合研究所研究成果報告会講演 (2022 年 6 月 9 日)
「マイクロナノシステム研究室」
- ◇ 第 200 回 総研セミナー講演 (2022 年 8 月 22 日)
「ミクロの機械を作って役に立てる」

◇ 委員

藤田博之	科学技術振興機構 (JST) A-STEP 事業に関する評価委員
藤田博之	科学技術振興機構 (JST) CREST・さがけ「微小エネルギー」アドバイザー
藤田博之	科学技術振興機構 (JST) CREST「熱制御」アドバイザー
藤田博之	NEDO 未踏チャレンジ 2050 プログラム・オフィサー
藤田博之	NEDO 「IoT 社会実現のための革新的センシング技術開発」ステージゲート審査委員会 委員長
藤田博之	科学技術振興機構 (JST) さがけ「熱制御」アドバイザー
藤田博之	科学技術振興機構 (JST) A-STEP 育成型 ICT・電子デバイス、ものづくり分野 評価アドバイザー
藤田博之	日本医療研究開発機構 (AMED) 革新的先端研究開発支援事業 「マルチセンシング」領域 課題評価委員
藤田博之	文部科学省マテリアル先端リサーチインフラプログラム運営委員会専門委員
藤田博之	技術研究組合 NMEMS 技術研究機構 理事長
Hiroyuki Fujita	Singapore National Research Foundation, Competitive Research Program, Expert Panel (Physical Sciences & Engineering)

先端食品プロセス研究ユニット

先端食品プロセス研究ユニット
ユニット長 黒岩 崇

■ ユニット概要

「人生 100 年時代」において多様化する食のニーズを見据え、高機能・高品質な食品の製造技術を研究する。食品の物理的・化学的特性を制御し、工学的な視点から「食品機能をデザインする」ための技術開発を行う。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

多糖類と脂質類を複合化させた「可食性ポリオンコンプレックス微粒子」を開発し、これに植物由来の抗酸化成分を安定保持させることに成功した。この微粒子を包含する可食ゲルおよび可食フィルムを開発し、これらの物理的・化学的特性を明らかにした。さらに、模擬消化試験によりポリオンコンプレックス微粒子の消化特性を明らかにした。

◇ 次年度への展開

重点推進研究ユニットとしての研究期間は 2022 年度で終了となるが、本研究で得られたポリオンコンプレックス微粒子を包含するモデル食品の作製と機能開発、消化特性の制御について引き続き検討を進める。食品物性や消化特性の標準化を視野に入れ、各種試験方法や定量指標についても国内外の研究動向を踏まえて検討する。本研究ユニットを核とした研究チームによる外部資金の獲得、論文の共同発表、および産学連携活動にも積極的に取り組む。

■ 成果の紹介

2022 年度（2022 年 4 月～2023 年 3 月）の研究では、以下の 3 つのサブテーマについて検討を行った。

(1) 多糖類ポリオンコンプレックス微粒子の作製条件の検討および疎水性栄養機能成分の内包化

2022 年度は植物由来の水難溶性抗酸化成分（ α -マンゴスチン、 α -トコフェロール、クルクミンなど）に注目し、これらをポリオンコンプレックス微粒子に内包化させる技術を検討した。本ポリオンコンプレックス微粒子を用いることで、抗酸化成分を保持したまま常温で長期間安定な分散状態を保つことができた。また、各種機器分析手法を駆使してポリオンコンプレックス微粒子による疎水性成分の保持メカニズムを明らかにした。疎水性成分の保持には脂質の疎水部の集合構造が寄与していることを明らかにし、異なる脂肪酸を用いた微粒子形成特性の評価を行った結果、脂肪酸の炭化水素鎖長や不飽和度がポリオンコンプレックスの形成に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。これらの検討により、高齢者向け食品の開発に向けて栄養機能性の強化とおいしさの向上に寄与する基盤技術として、本ポリオンコンプレックス微粒子が有用であることが示された。成果の一部を論文発表するとともに、国際会議を含む関連学会で発表した。

(2) 高齢者向け食品を想定したポリイオンコンプレックス微粒子分散液の物性制御

ポリイオンコンプレックス微粒子を包含する液状サンプルの増粘、ゲル化、およびフィルム化について検討した。本研究で開発したポリイオンコンプレックス微粒子と、セルロース系ポリマーおよびゼラチンなどの可食性高分子の水溶液を混合することで、それぞれの素材単独では見られないユニークな増粘挙動や力学特性が発現することを初めて見出した。高齢者向け食品として重要な、食品のレオロジー特性（流動性、変形性、弾力性など）の制御に向けた重要な知見と位置付けている。また、抗酸化成分（ α -トコフェロール、クルクミン）をポリイオンコンプレックス包含ゲルに安定に保持できることも示した。栄養機能を高めた高齢者向け食品の開発において、本ポリイオンコンプレックス微粒子が有用であることを示した。また、高齢者が咀嚼をせずに摂取できる栄養補助食品（サプリメント）への展開を目指して、ポリイオンコンプレックス微粒子を含むフィルム素材の開発を行った。セルロース系ポリマーおよびゼラチンなどの可食性高分子を用いて、フィルムの作成手法を検討した。その結果、膜厚数十 μm で、かつ高分子ネットワーク内にポリイオンコンプレックス微粒子が分散した複合構造をもつフィルム素材の開発に成功した。合わせて、引張試験によるフィルムの力学強度を測定し、ポリイオンコンプレックス微粒子およびフィルム材（可食性高分子）の微細構造と物性との関連について考察した。さらに、より大面積で均一な膜厚を有するフィルムの製造を目指してスピコートによるフィルム作製手法を検討した。膜材料の物性と塗膜性の予測モデルを活用して様々な実験を行った結果、スピコートに用いる基板の物性が膜材料の塗膜性やフィルムの剥離性に及ぼす影響を明らかにし、高品質なフィルム製造につながる重要な操作設計指針を得た。これらの成果の一部を国内外の関連学会で発表した。

(3) *in vitro* 模擬消化試験による多糖類ポリイオンコンプレックスの消化特製の評価

本研究で開発したポリイオンコンプレックス微粒子を高齢者向け食品に展開するため、その消化特性についても検討を行った。動物実験をはじめとする生体評価の制限が強まる近年の情勢も踏まえ、*in vitro* 環境での消化性評価技術に注目し、消化特性の定量化、標準化を視野に入れた実験手法の開発を行った。人口唾液、人口胃液、人口腸液の国際標準レシピ (Brodkorb *et al.*, *Nature Protocols*, **14**, 991-1014, 2019) にならい、*in vitro* 消化試験による試料の化学的消化性の評価手法を確立し、本ポリイオンコンプレックスの消化特性を評価した。当初の予想に反し、胃環境を模擬した低 pH 条件下においても、ポリイオンコンプレックス微粒子は安定に粒子形状を維持し、かつ栄養機能成分を保持できることが明らかとなった。一方、小腸環境を模擬した実験条件では、本ポリイオンコンプレックスの特性が大きく変化し、保持していた栄養機能成分を速やかに放出することがわかった。これらの結果は、本ポリイオンコンプレックス微粒子がもつ外場応答性を活かした栄養成分の送達技術開発の可能性を示すものである。これらの成果の一部を国内外の関連学会で発表した。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

1. Takashi Kuroiwa, Shiho Hamada: Impact of polyelectrolyte complex layer on the stability of palm oil multiple emulsions encapsulating a water-soluble compound during heating, cooling, and storage processes. *Food Hydrocolloids*, **137**, 108335, 2023.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108335>
2. Takashi Kuroiwa, Hiroki Shino, Taichi Yoshioka, Takahiko Doi, Takeshi Nishinomiya: Flavor

encapsulation into chitosan-oleic acid complex particles and its controlled release characteristics during heating processes. *LWT*, **167**, 113815, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113815>

3. Takashi Kuroiwa, Yoshiki Higuchi: One-step encapsulation of capsaicin into chitosan-oleic acid complex particles: evaluation of encapsulation ability and stability. *Polymers*, **14**, 2163, 2022. <https://doi.org/10.3390/polym14112163>

4. 黒岩 崇: 可食性高分子電解質複合体を利用した食用分散系の高機能化. 化学工学会バイオ部会ニュースレター, **56**, 9-14 (2022).

◇ 国際会議 2 件

◇ 国内会議 11 件

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
ユニット長・教授	黒岩 崇	[理工学部]兼務	バイオプロセス工学、食品工学、乳化・分散工学
准教授	白鳥 英	[理工学部]兼務	流体工学、熱工学

◇ 学生数 博士後期課程：1 名、修士課程：3 名、学部 4 年生：6 名

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 2 件、国際会議 2 件、国内会議 11 件

◇ 学生の主な就職先

(株)フジインコーポレーテッド、ヤマザキビスケット(株)、AGC エレクトロニクス(株)、TDK(株)、ミネベアミツミ(株)、他

■ 社会貢献

◇ 出張授業

神奈川県立金井高等学校(黒岩 崇)、川崎市立南菅小学校(黒岩 崇)

◇ 委員

氏名	委員名一覧
黒岩 崇	日本食品工学会編集委員・学術活動委員（副委員長）、日本化学会コロイドおよび界面化学部会事業企画委員、化学工学会化工誌トピックス委員
白鳥 英	日本マイクログラビティ応用学会理事、日本マイクログラビティ応用学会編集委員(Editorial board member of Int. J. Microgravity Sci. Appl.)

ウェルビーイング・リビングラボ研究ユニット

ウェルビーイング・リビングラボ研究ユニット
ユニット長 坂倉 杏介

■ ユニット概要

尾山台地区に設置した学外研究拠点「おやまちリビングラボ」において個人と社会のウェルビーイングの実現を目指す多様な研究・デザインプロジェクトを実施、コミュニティとの協働により日々の暮らしと社会システムをイノベーションする基盤を構築する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

2022 年度は「おやまちリビングラボ」の実験的運用を行った。6/18 にシンポジウム『「おやまちウェルビーイング・リビングラボ」開設記念シンポジウム&内覧会・交流会』を開催、プロジェクトの関係者や地域住民など、120 人以上の参加があった。おやまちリビングラボは2022 年4月～2023 年1 月までのべ 3000 人以上の利用があり、250 回以上のミーティングやイベント開催、140 人以上の見学・取材を受け入れた。年度内に、JST/Moonshot を含む 10 プロジェクトを行い、2/25 に関係者に成果を報告し次の展開を考える「幸せなウェルビーイング会議フェス」を開催した。

◇ 次年度への展開

3 カ年の重点推進研究は終了するが、2023 年度は重点推進研究（地域連携）のプロジェクトとして、おやまちリビングラボの運用は継続する。さらに研究・デザインプロジェクトの充実、対外的な広報・コミュニケーションの促進、地域住民や専門家のコミュニティ形成を行う。リビングラボは、およびプロジェクトへ移行する予定である。

■ 成果の紹介

【テーマ1】国プロ「Child Care Commons わたしたちの子育てを実現する代替親族のシステム要件の構築」（100 万円）（JST/Moonshot9）ブロックチェーン技術などを用いて、第三者が子育てに関わる社会像とそのシステム要件を研究。ムーンショット目標9（2050 年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現）の研究プロジェクト。

【テーマ2】共同研究「コーポラティブハウスと地域住民とのコミュニティ形成に関する研究」（35 万円）（株式会社コプラス）尾山台に建設中（2023 年7 月入居開始）のコーポラティブハウスの入居予定者と地域をつなげるコミュニティデザインプロジェクト。住民の参加で交流イベントなどを実施した。

【テーマ3】共同研究「コミュニティマネージャーの人材要件に関する研究」（130 万円）（株式会社ファイヤープレイス）共創による価値創造に不可欠な職種として地域づくり

や都市創造、スタートアップビジネス分野で注目が集まるコミュニティマネージャーについて、職域や働き方の要点をさぐるリサーチプロジェクト。

【テーマ4】共同研究「子どものWell-learningを促進するツールと場の設計原理に関する研究」

(100万円)(尾山台中学校、NTT社会情報研究所) 子どもが自律的に自他のウェルビーイングを学び、使いこなせるようになるためのツールとしてデザインしたSuper Happy birthdayを中学校と連携して道徳の授業に活用するなどゲーム以外の可能性を展開した。

【テーマ5】共同研究「はたらくウェルビーイングビジネスゲームの開発」

(250万円)(パーソル総研、パーソルホールディングス)「はたらくウェルビーイング」を理解し、実践できるようになる企業研究で利用可能なゲームを開発。参加者が温泉旅館の従業員になり、さまざまなトラブル状況における「声かけ」のロールプレイを通じて、職場のウェルビーイングについて対話するゲーム。

【テーマ6】共同研究「野毛町公園拡張事業にともなうコミュニティ形成に関する研究」

(世田谷区役所、E-DESIGN、水辺総研) 玉川野毛町公園拡張部分の住民参加設計ワークショップに継続的に参加。使いながら設計し、住民による管理運営コミュニティを形成するプロジェクトを実施。

【テーマ7】「河川敷空間に設けるミーティング施設の効果に関する研究」

(二子玉川エリアマネジメント) 二子玉川エリアマネジメントが多摩川河川敷で実験的に運用している「FUTAKO FUN BASE」にて、焚き火を用いたオープンエア会議室の実証実験を行った。

【テーマ8】地域事業「おやまち暮らしの保健室」

(ふくろうクリニック等々力) リビングラボ1階のタタハウスを拠点に、日常の困りごとを気軽に相談できる暮らしの保健室を実施。区内の多様な住民団体との連携で子育てから高齢者、外国人まで様々な立場の人が集う場づくりを行っている。

【テーマ9】「地域事業おやまちカレー食堂」

(おやまちプロジェクト) 社会的孤立を解消するコミュニティ食堂の実践。おやまちプロジェクトや学生有志、近隣の農家などの協力を得て月に一度の「カレー食堂」を開催している。

【テーマ10】地域事業「ハッピーロード大作戦」

(尾山台商栄会商店街) ハッピーロードをパブリックライフの空間にしていくための商店街のプロジェクト。商店主だけではなく、住民や学生など多様な立場の人たちが関わるミーティングスペースとしての商店街のビジョンを作成し、コミュニティを形成していく。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

◇ 招待講演

◇ 国内会議

- (1) 田中利枝、坂倉杏介「創発的なコミュニティにおけるネットワークの構造に関する研究—東京都世田谷区尾山台『おやまちプロジェクト』を事例に」、コミュニティ政策学会、宮崎県宮崎市、2022年9月

◇ 作品

- (1) 「ウェルビーイングリテラシーゲーム『Super Happy Birthday』」

子どもが自律的に自他のウェルビーイングを学び、使いこなせるようになるためのツールとして、遊戯や授業で使用可能なゲームデザインを行った。中学校と連携して道徳の授業に活用するなどゲーム以外の可能性を展開。

- (2) 「はたらくウェルビーイングを体験するゲームワークショップ『いいゆ』」

カードゲームを用いた組織開発研修のデザインを行った。温泉旅館の従業員のロールプレイを通してウェルビーイングを実現するコミュニケーションを体験するプログラム。

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
准教授	坂倉杏介	都市生活学部	コミュニティマネジメント・参加型デザイン
准教授	末繁雄一	都市生活学部	都市計画・エリアマネジメント
准教授	ドミニク・チェン	早稲田大学	情報学・ウェルビーイング
教授	安藤英由樹	大阪芸術大学	情報通信・ヒューマンインターフェイス

◇ 学生数 博士後期課程：1名、修士課程：2名、学部4年生：9名

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額、複数年資金は年割）

JST/Moonshot09「Child Care Commons：わたしたちの子育てを実現する代替親族のシステム要件の構築、（PM：細田千尋）」、1300千円、2022～2024年度（総額12,000千円）
「コーポラティブハウスと地域住民とのコミュニティ形成に関する研究」坂倉杏介、株式会社コプロス、350千円（2022年7月～2023年6月）
「コミュニティマネージャーの人材要件に関する研究」坂倉杏介、株式会社ファイアープレイス、1200千円（2022年7月～2023年3月）
「子どものWell-learningを促進するツールと場の設計原理に関する研究」坂倉杏介、NTT社会情報研究所、1900千円（2022年9月～2023年3月）
「はたらくウェルビーイングビジネスゲームの開発」坂倉杏介、パーソル総研、パーソルホールディングス、2500千円（2023年1月～2023年3月）

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 0 件、国際会議 0 件、国内会議 1 件 作品 0 件

■ 社会貢献

◇ 寄稿

- (1) 坂倉杏介「ウェルビーイング社会における地域コミュニティ」、『社会システム変容の研究と有識者のコラム集』、NTT 社会情報研究所、2022 年 9 月
- (2) 坂倉杏介「大学の多様性のある居場所づくりと地域コミュニティ」、『三田評論』3 月号、「特集：共に支え合うキャンパスへ」、2023 年 3 月

◇ 講演

- (1) 坂倉杏介「参加と協働でつくる世田谷のまちづくり」、保坂展人政治スクール、2022 年 5 月
- (2) 坂倉杏介「ウェルビーイングと成熟社会デザイン」、滋賀県立大学 近江環人地域再生学座 成熟社会デザイン特論（滋賀県彦根市）、2022 年 5 月
- (3) 坂倉杏介「まちにかかわるイノベーター人材とは <私を生かして、まちを活かす>新しい地域づくりの「主体」をめぐって」、「三鷹「まち活」塾「好きなコト できるコト やりたいコト ×社会にいいコト」をデザインする」、三鷹ネットワーク大学、三鷹市市民協働センター（東京都三鷹市）、2022 年 5 月
- (4) 坂倉杏介「おやまちリビングラボとコミュニティエンゲージメント」、QWS*FCAJ 構想力を高めるリカレント教育プログラム（東京都渋谷区）、2022 年 9 月
- (5) 坂倉杏介「芸術文化の領域横断は何をもたらすか？～越境が生み出す創造的な連携・協働」、芸術文化創造活動の担い手のためのキャパシティビルディング講座、アーツカウンシル東京（東京都千代田区）、2022 年 9 月
- (6) 坂倉杏介「つながりが生み出す学生の学びと地域の元気」、金沢学生のまち市民交流館開館 10 周年記念事業、金沢学生のまち市民交流館（石川県金沢市）、2022 年 10 月
- (7) 坂倉杏介「成功事例に学ぶ・大学等連携の価値と秘訣」、「包括連携協定締結から 10 年 「地域・大学等連携シンポジウム in 豊田市」、豊田市役所（愛知県豊田市）、2022 年 10 月
- (8) 秋山弘子、坂倉杏介、東浦亮典、島裕「リビングラボが生み出す、新しい『つながり』とは？～超生活者起点と企業・自治体・個人の係わり方～」、「QWS FES 2022『問い』に出会える、『問い』でつながる 3 日間」、東急、SHIBUYA QWS（東京都渋谷区）、2022 年 11 月
- (9) 坂倉杏介、島田由香、西村勇哉「働き方の未来」、ROOM Connecting、ミラツク、2022 年 12 月
- (10) 仲隆介、坂倉杏介、篠田真貴子、井口奈保、島村実希「エシカル・プレイスを実現する場の未来」、ミラツク年次フォーラム 2022、ミラツク、日比谷ミッドタウン BASEQ（東京都中央区）、2022 年 12 月
- (11) 坂倉杏介「これからのコミュニティデザインとウェルビーイング」、横浜のこれからの都市デザインを考える未来会議、横浜都市デザイン室、2023 年 3 月

- (12) 坂倉杏介「これからのコミュニティデザインとウェルビーイング」、森の集会所、一般社団法人ユガラボ、長野県軽井沢町、2023年3月
- (13) 坂倉杏介「これからのコミュニティデザインとウェルビーイング」、駅前居場所、一般社団法人ユガラボ、神奈川県湯河原町、2023年3月

◆取材など

- (1) “Is Japan happy? Exploring the nation’s evolving views of well-being.”, the Japan Times, 2022年5月30日
- (2) 「カードゲームで『ウェルビーイング』学ぶ 東京・世田谷区尾山台中学校」、『日本教育新聞』、2022年6月6日
- (3) 「TOKYO 商店街 再生ストーリー1 「つながり」を生み出し続ける「ハッピーロード尾山台」のプロジェクト（前編）」・「TOKYO 商店街 再生ストーリー 「つながり」を生み出し続ける「ハッピーロード尾山台」のプロジェクト（後編）」、『Do well by doing good. imperfect×FRAU』（WEB）、<https://dowellbydoinggood.jp/contents/project/269/>、<https://dowellbydoinggood.jp/contents/project/273/>、imperfect 株式会社、2022年6月14日・23日
- (4) 「OPINION 『地域の大学』として親近感を育み、貢献を広げるには 東京都市大学都市生活学部准教授 坂倉杏介」、『国立大学』64号特集「地域の中核となる大学」、国立大学協会、2022年7月
- (5) 「『越境』がイノベーションを生む～ 東京都市大学 坂倉准教授の目指す地域コミュニティ」、『Linked In』（WEB）、https://www.linkedin.com/pulse/越境がイノベーションを生む東京都市大学-坂倉准教授の目指す地域コミュニティ-linked-in-news-japan/?trk=pulse-article_more-articles_related-content-card&originalSubdomain=jp、2022年11月28日
- (6) 「オープンイノベーションの真髄を小学校の先生から学びましたー。尾山台リビングラボ・坂倉さんに聞く、ともに変化し未知に向きあう関係・場の創発論」、『公共とデザイン』（WEB）、<https://note.com/publicanddesign/n/naed447121cdd>、2023年1月13日
- (7) 「ウェルビーイングの視点から『特別の教科 道徳』の学びを拓く」、「相手のウェルビーイングを想像しながら祝うカードゲーム」、『ふるえ』Vol. 44「子どもたちにとってのウェルビーイング」、NTTコミュニケーション科学基礎研究所、2023年1月
- (8) “Oyamachi Project: The Current Systems need to change”, N Magazine, 02 REGENERATIVE CITY, Neuro magic, Amsterdam, March, 2023.

◆TV、ラジオ出演

- (1) 「ウェルビーイングという生き方をご存じですか?」、『世田谷通信 1130 区長の談話室』、エフエム世田谷、2022年9月4日
- (2) 【コメンテーターとしてスタジオ出演】「あしたも晴れ！人生レシピ 幸せのルーティン 第3弾」NHK Eテレ、2023年2月17日

◇ 委員

氏名	委員名一覧
坂倉杏介	世田谷区教育委員会 教育委員
坂倉杏介	一般財団法人世田谷コミュニティ財団 アドバイザー
坂倉杏介	観光庁「第2のふるさとづくりプロジェクト」モデル実証事業 選定委員
坂倉杏介	世田谷らしい空き家等の地域貢献活用モデル事業 審査委員

未来知能研究ユニット

未来知能研究ユニット
ユニット長 田中 宏和

■ ユニット概要

本研究ユニットでは、深層学習や機械学習に代表される人工知能分野と、認知科学や神経科学といった生物知能分野を学際的に融合することで、実世界問題を解決できる人工知能の手法の開発と生物知能の獲得メカニズムの理解を目指します。そのため、動物知能班（田中・桂）、ヒト知能班（森）、そして人工知能班（神野）に役割分担し研究を推進します。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

動物知能班では仮想世界環境上における動物知能の獲得過程のモデル化と機械学習を用いた動物群行動の解析・モデル化を、ヒト知能班では実空間と仮想環境中でのロボット作業課題の強化学習を、そして人工知能班では深層学習における潜在変数の役割の解明を、それぞれ推進し、動物・ヒト・機械における知能獲得のメカニズムを研究しました。

◇ 次年度への展開

三班で推進している研究を統合し、動物知能・ヒト知能・人工知能の融合である未来知能の分野を開拓します。動物知能班とヒト知能班で得られた実環境での知能獲得過程を新たな人工知能の学習アルゴリズムとして定式化します。また、人工知能班で得られた潜在変数表現が動物・ヒトにどのように用いられているかを検証します。動物・ヒトから機械へ、そして機械から動物・知能へと学際的な知能研究を展開することで、科研費基盤Bの獲得を目指します。

■ 成果の紹介

【テーマ1】動物知能班

本班では仮想世界環境上における動物知能の獲得過程のモデル化と、機械学習を用いた動物群行動の解析・モデル化を行いました。まず動物知能の獲得過程のモデル化では、動物の空間学習の例としてハチドリやマルハナバチの採餌行動を Animal-AI 環境上でモデル化しました。Long-Short Term Memory (LSTM) ネットワークを強化学習アルゴリズムで訓練し、学習前後におけるエージェントの行動変化と先行研究で知られている動物行動の変化を比較しました。次に動物群行動の解析・モデル化では、ゼブラフィッシュの群行動を定量化し、統計力学のイジングモデルでモデル化

することで、個体間の相互作用を推定しました。特に群のサイズに応じて相互作用の強さが系統的に変化することを見出し、秩序だった群行動が生じるメカニズムを明らかにしました。

【テーマ2】ヒト知能班

本班では、実空間に身体を持つ二足歩行ロボットと、使用したロボットと全く同じ構造を持つアバターを仮想空間上に作成し、コップの中に入った小さな玉をこぼさぬよう運ばせる行動を強化学習で学習させました。仮想空間上のアバターはバランスを取る行動を中心に学習していったのに対し、身体性を持つロボットは床から伝わる振動を吸収する行動を中心に学習を進めていくことがわかりました。また、仮想空間上での学習結果をロボットに入れて歩行させたところ、全くうまく歩行できないこともわかりました。すなわち、実空間では、仮想空間ではフレーム問題から表現できない微小な環境要因との相互作用が行動に大きく影響することがわかり、実空間での身体性がヒトの知能に大きな影響を与えていることがわかりました。

【テーマ3】人工知能班

本班では深層学習における潜在変数の役割、その構造を明らかにするため、Auto Encoder の潜在変数について調査を行いました。その結果、潜在変数が入出力画像に含まれる形、もしくはテキストチャによってクラスが形成されることを明らかにしました。更に我々が提案する Encoder-Decoder モデルで画像変換を行った場合に、潜在変数がどのような情報を伝播させているのか明らかにしました。これらの知見を元に異なるモーダル間で潜在変数を介してデータを変換することができるマルチモーダルシステムの構築を始めています。このような結果は人間の情報処理理解の端緒となると考えています。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Ryuhei Motoki, Kenya Jin'no, "Estimating label of data using Fisher Criterion", NOLTA, IEICE, vol. 13 no. 2 pp. 252-257, 2022. DOI: 10.1587/nolta.13.252
- (2) Masanao Yasumuro, Kenya Jin'no, "Japanese Fingerspelling Identification by using Mediapipe", NOLTA, IEICE, vol. 13 no. 2 pp.288-293, 2022. DOI: 10.1587/nolta.13.288
- (3) Tsukasa Saito, Kenya Jin'no, "Consideration of the Output Series Generated by Hysteresis Reservoir Computing", NOLTA, IEICE, vol. 13 no. 2 pp. 258-263, 2022. DOI: 10.1587/nolta.13.258
- (4) Taichi Fukawa, Kenya Jin'no, "Evaluation of the Effect of Phoneme Time Stretching on Speaker Embedding", NOLTA, IEICE, vol. 13 no. 2 pp. 277-281, 2022. DOI: 10.1587/nolta.13.277
- (5) Takumi Genka, Kenya Jin'no, "Relationship between the number of elements in constraint satisfaction problems and the computation time of HNN"
NOLTA, IEICE, vol. 13 no. 2 pp. 282-287, 2022. DOI: 10.1587/nolta.13.282

◇ 招待講演

- (1) Kenya Jin'no, "Artificial Neural Network Research Revisited", The 2022 IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks (NCN'22), pp. 78-81, 2022.

(1)

◇ 国際会議

- (1) Ryuhei Motoki, Kenya Jin'no, "Label Estimation of Data Using the Modified Fisher Criterion", 2022 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2022), pp. 1694-1699, Prague, Czech Republic, 2022. 10. 9-12. DOI: 10.1109/SMC53654.2022.9945463
- (2) Masato Izumi, Kenya Jin'no, "Investigation of the Influence of Datasets on Image Generation Using Sentence-BERT", 2022 International Conference of Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA 2022), pp. 252-255, on-line, 2022. 12.12-12.25. DOI:10.34385/proc.71.B1L-E-03
- (3) Mizuki Dai, Kenya Jin'no, "Toward the realization of lightweight CNN", 2022 International Conference of Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA 2022), pp. 301-304, on-line, 2022. 12.12-12.25. DOI:10.34385/proc.71.B2L-E-04
- (4) Saki Okamoto, Kenya Jin'no, "Feature of Latent Variables in Rotational Transformation of Face Images by U-Net", 2022 International Conference of Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA 2022), pp. 256-259, on-line, 2022. 12.12-12.25. DOI:10.34385/proc.71.B1L-E-04

- (5) Riku Takato, Kenya Jin'no, "Learning a simple multilayer perceptron with PSO", 2022 International Conference of Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA 2022), pp. 470-473, on-line, 2022. 12.12-12.25. DOI:10.34385/proc.71.C3L-C-01
- (6) Yusuke Nakazato, Kenya Jin'no, "Finding the minimum value of a function using the emergence phenomenon of Boids", 2022 International Conference of Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA 2022), pp. 474-477, on-line, 2022. 12.12-12.25. DOI:10.34385/proc.71.C3L-C-02
- (7) Chisato Takahashi, Kenya Jin'no, "Proposal of a new zero-shot evaluation index for simple CNN", 2022 International Conference of Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA 2022), pp. 478-481, on-line, 2022. 12.12-12.25. DOI:10.34385/proc.71.C3L-C-03
- (8) Saki Okamoto, Kenya Jin'no, "A Study of the Role of Latent Variables Using Three-Dimensional Shapes", 2023 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2023), pp. 466-469, Alamoana Hotel, Honolulu, Hawaii, 2023. 2. 28 - 3. 3.
- (9) Chisato Takahashi, Kenya Jin'no
 "Zero-shot evaluation index based on robustness of CNN output"
 2023 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2023), pp. 462-465, Alamoana Hotel, Honolulu, Hawaii, 2023. 2. 28 - 3. 3.
- (10) Shinji Kakei, Masaya Watanabe, Toshiyuki Kondo, Hirokazu Tanaka
 "A Quaternion-Based Analysis of Joint Rotations in Whole-Body Gait Cycles," Neuro 2022, Okinawa, Japan.
- (11) Hirokazu Tanaka
 "Zebrafish meets the Ising model: statistical modeling of collective motion," Neuro 2022, Okinawa, Japan.
- (12) J. Iversen, H. Kim, M. Miyakoshi, H. Kambara, H. Tanaka, T. Kagawa, M. Sato, S. Makeig, N. Yoshimura
 "Mobile Brain/Body Imaging of three-ball juggling: Dynamics of neurobehavioral interactions between motor execution and perception, " Neuroscience 2022, San Diego, U.S.A.
- (13) H. Kambara, W. Cho, H. Kim, R. Oya, Y. Kitami, M. Kobayashi, S. Saetia, T. Kagawa, H. Tanaka, M. Miyakoshi, J. R. Iversen, S. Makeig, M. Sato, N. Yoshimura
 "Juggling skills trained in VR transfer to the real world," Neuroscience 2022, San Diego, U.S.A.
- (14) T. Kagawa, H. Kambara, M. Miyakoshi, S. Saetia, H. Kim, H. Tanaka, J. R. Iversen, N. Yoshimura, "Effects of head movements on EEG while wearing VR goggles," Neuroscience 2022, San Diego, U.S.A.
- (15) Hiroyuki Kambara, Wanhee Cho, Hyeonseok Kim, Rikiya Oya, Yusuke Kitami, Makoto Kobayashi, Supat Saetia, Takahiro Kagawa, Hirokazu Tanaka, Makoto Miyakoshi, John

Iversen, Scott Makeig, Makoto Sato, Natsue Yoshimura, "Juggling on the Moon: A VR Ysystem for Complex Motor Skill Learning," The 30th International Display Workshops, Niigata, Japan (IDW '22 Best Paper Award Winners).

◇ 国内会議

査読付口頭発表： 8 件

査読無効等発表：26 件

◇ 作品

◇ 特許

◇ 受賞

2022 年 10 月 岡本 紗季： 情報処理学会/電子情報通信学会 FIT2022 奨励賞

2023 年 3 月 Chisato Takahashi： RISP NCSP2023 Student Paper Award

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
ユニット長・教授	田中 宏和	情報工学部	計算論的神経科学
教授	森 博彦	情報工学部	人工知能
教授	神野 健哉	情報工学部	機械学習
教授	桂 卓成	情報工学部	ニューロマーケティング

◇ 学生数 博士後期課程： 2 名、修士課程： 24 名、学部 4 年生： 27 名

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額，複数年資金は年割）

科学研究費補助金、基盤研究(C) 2022 年度経費 120 万円（田中）
科学研究費補助金、学術変革領域 B 2022 年度経費 150 万円（田中）
情報通信研究機構 受託研究費 2022 年度経費 60 万円（田中）
奨学寄附金 株式会社ブリヂストン 2022 年度経費 50 万円（田中）
科学研究費補助金、基盤研究(C) 2022 年度経費 117 万円（神野）
科研費基盤(C) 18 年-23 年 科研費基盤(C) 22 年-24 年 昭特科学振興財団一般研究助成（森）
受託研究：消費者庁、スズキ、三菱電機等（森）

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 7 件、国際会議 9 件、国内会議 33 件 作品 0 件

◇ その他

受賞 2 件

◇ 学生の主な就職先

東芝(研究所), NEC, 富士通, ニコン, コーエーテクモ, トッパン, 日立産業制御ソリューションズ, リクナビネクスト

■ 社会貢献

◇ 委員

氏名	委員名一覧
田中宏和	電子情報通信学会 ニューロコンピューティング専門委員会 委員長
森博彦	International Conference on Human-Computer Interaction, Human Interface and Management of Information Thematic Area, Chair
神野健哉	電子情報通信学会 代議員会 代議員
神野健哉	電子情報通信学会 NOLTA ソサイエティ 運営委員

宇宙航空材料評価技術研究ユニット

宇宙航空材料評価技術研究ユニット
ユニット長 三宅 弘晃

■ ユニット概要

サブ μm ～ 数十 nm の位置分解能による絶縁体の空間電荷分布が切望されている。空間電荷分布の標準測定手法であるパルス静電応力法の位置分解能をサブミクロンまで高める事を目標に、MEMS 作製技術を用いた圧電 PZT 薄膜と、半導体の空乏層を圧電素子の分極構造に見立てた半導体センサの開発を行う。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

1 μm 厚の単結晶 PZT にて、150 $^{\circ}\text{C}$ 下においても安定した圧電性を確認し、高温環境下でも使用可能であることが確認できた。さらにこのセンサを既存の帯電計測器(80 $^{\circ}\text{C}$ まで使用可)に組み込んだ結果、空間電荷計測計測が可能である事を確認した。

イオン液体電気二重層キャパシタセンサにおいては、基本構造に hBN/単層 TMDC ヘテロ構造を共振膜として利用し、TMDC の結晶成長技術を開発し、100 μm^2 以上の成膜を可能とし大面積センサ構築への道筋をつけた。

◇ 次年度への展開

高周波・高温用の空間電荷測定装置治具を開発し、その治具に PZT セットすることで、高温下における空間電荷測定を実現する。

AlGaIn/GaN ヘテロ構造 HEMT センサにおいては、今一度基本性能を取得し、また圧力波入力試験の手法について検討し、本センサでの圧力波検出を目指す。

hBN/単層 TMDC ヘテロ構造センサの共振膜の内側に、イオン液体を封入する技術確立し、イオン液体センサの実現を目指す。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】MEMS 製造技術を用いた薄膜センサの開発

1 μm に製膜された単結晶 PZT を用いて、センサの感度評価を行い、そのうえで、空間電荷測定装置のセンサ部に既存のポリマー製圧電素子(P(VDF-TrFE))と置き換える形で空間電荷信号の取得試験を実施した。図 1 にパルス電圧($t_p=5\text{ ns}$, $V_p=200\text{V}$)を印加し 150 $^{\circ}\text{C}$ まで昇温し圧電性の確認試験の実施結果を示す。同図より 150 $^{\circ}\text{C}$ 20 分経過から出力低下が確認されたが、これは PZT 素子を固定している音響整合材(鉛)が 150 $^{\circ}\text{C}$ で軟化したことにより信号が低下したものと考えられる。このため、音響性合材として温度耐性がある適切なものを現在検討中ではあるものの、150 $^{\circ}\text{C}$ 環境下でも圧電性の維持が確認できた為、150 $^{\circ}\text{C}$ 下で PEN(125mm)に直流高電圧を印加した際の空間電荷分布を実施した。その結果を図 2 に示す。同図より、150 $^{\circ}\text{C}$ 時に室温(図中 R.T.)と同様に空間電荷分布測定が可能であることが分かった。しかしながら、分解能が現在のところ向上しておらず、この原因は PZT センサを設置した空間電荷測定治具の構造にあるため、高分解能様に改修を進め、高温下・高分解能の空間電荷測定装置の実現を目指す。

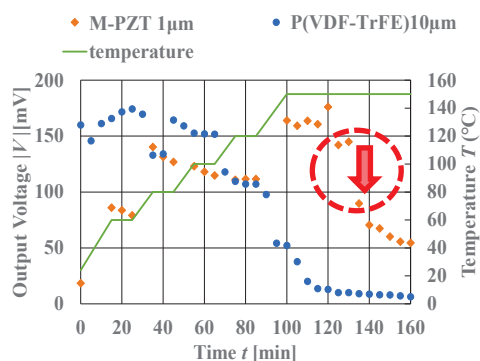


図1 高温下における圧電性確認試験

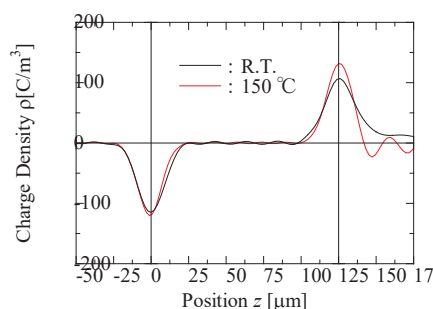


図2 単結晶 PZT を用いた空間電荷測定装置による空間電荷分布測定結果 (PEN(125 μm), 10 kV, 150 $^{\circ}\text{C}$ および室温(R.T.))

【テーマ2】MOS-FET 及び AlGaIn/GaN ヘテロ HEMT 圧力波センサの開発

当方で設計した AlGaIn/GaN ヘテロ HEMT 素子を実施に試作し、製造時の断線等の確認の為に製造確認試験とパルス圧力波に対する感度確認試験を実施した。

まず素子の製造確認にであるが、素子の基本性能の一つであるコンタクト抵抗を測定する事で確認を行った。コンタクト長 10 μm から 60 μm で 80 ~ 320 Ω で線形に増加していることを確認した。

次にパルス圧力波を入力し圧力は観測試験を実施した。しかしながら、音波検出信号を観測する事は出来なかった。数 10 μm の構造であるため、圧力波発生治具の設置時に断線が生じてしまったものと推測する。

【テーマ3】イオン液体電気二重層キャパシタセンサの開発

このテーマではまず、イオン液体を封入するための基本構造の開発を進めている。hBN/単層遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)ヘテロ構造を共振膜として利用する事とし、前年度までに試作した TMDC を用いた機械共振型センサ(図 3(a))の共振周波数測定を行った。図 3(b)に共振周波数の膜厚依存性を示す。本研究にて提案している hBN/単層 TMDC ヘテロ構造を共振膜として利用することで、従来の TMDC 多層膜の場合と比較して共振周波数が増加することを明らかにした。

大面積のセンサ構造を作製するべく、TMDC の結晶成長技術を開発した。結晶成長技術を利用しない従来法では、100 μm^2 以下の面積の結晶がウェハ面内において一箇所しか形成できなかったが、結晶成長技術を開発したことで、図 3(c)の光学顕微鏡像に示す様に、同程度の面積の結晶をウェハ面内においてより広範囲に形成する事に成功した。

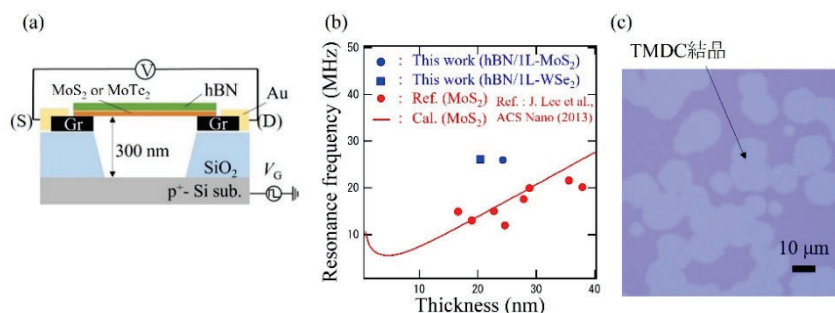


図3 遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)を用いた機械共振型センサ試作結果

(a) TMDC を用いたセンサ構造概略図

(b) 作製したセンサの共振周波数の共振膜厚依存性。青プロットが今回の研究で得られた結果。赤プロットは参考文献からの引用。

(c) 結晶成長技術により作製した TMDC 結晶の光学顕微鏡写真

■ 研究業績

◇ 国際会議

- (1) Miho Kobayashi, Kosuke Sato, Hiroaki Miyake, Yasuhiro Tanaka and Kensuke Kanda, "Development of the space charge measurement system for high temperature using MEMS-PZT", 2022-IEEE-CEIDP, Denver-USA, Oct.30th - Nov. 3rd 2022
- (2) C. Chiba, S. Sugawara, E. Kitayoshi, K. Watanabe, T. Taniguchi, K. Sawano, H. Fujita, and Y. Hoshi "Piezoelectricity of the hBN/1L-MoS₂ heterostructure membrane" 2022 International Conference on Solid State Devices and Materials, Chiba, Sep. 2022.

◇ 国内会議

- (1) 小林美穂, 三宅弘晃, 田中康寛, 神田健介, 「単結晶 MEMS-PZT を用いた圧電センサの温度と圧電性の関係」 令和 4 年電気学会基礎・材料・共通部門大会, 15-P-D-4, 種子島, 2022 年 9 月
- (2) 村中柊都, 小田切優真, 星裕介 "CVD 成長により作製した多層 MoTe₂ の結晶構造評価" 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会、宮城、2022 年 9 月.
- (3) 山村陸斗, 山勢海里, 渡邊賢司, 谷口尚, 星裕介 "金剥離法で作製した大面積な単層 MoTe₂ 構造の光学特性" 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会、宮城、2022 年 9 月.
- (4) 村中柊都, 小田切優真, 星裕介 "熱酸化モリブデン薄膜のテルル化による MoTe₂ 結晶の相転移制御" 第 41 回電子材料シンポジウム、奈良、2022 年 10 月.

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
ユニット長・教授	三宅 弘晃	[理工学部]兼務	計測工学、電子物性、宇宙環境
教授	田中 康寛	[理工学部]兼務	計測工学、電子物性
准教授	星 裕介	[理工学部]兼務	ナノテク・材料：結晶工学
教授	澤野 憲太郎	[理工学部]兼務	ナノテク・材料：結晶工学

◇ 学生数 博士後期課程：1 名、修士課程：2 名、学部 4 年生：3 名

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額、複数年資金は年割）

総務省	2022 年度経費：1035 万円
「ひまわりの高機能化研究技術開発」研究代表（三宅）	
企業との受託研究	2022 年度経費 計 7 社で 2460 万円

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

国際会議 2 件、国内会議 4 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

ニコン、日立製作所、三菱電機、アドバンテスト

■ 社会貢献

◇ 出張授業

多摩大学附属聖ヶ丘中学高等学校(担当者:三宅)

◇ 委員

氏名	委員名一覧
三宅弘晃	電気学会 基礎・材料・共通部門編修委員会 副委員長 電気学会・誘電・絶縁技術委員会 幹事 宇宙航空研究開発機構 衛星設計標準 WG1・WG9 委員 等 経済産業省 宇宙産業プログラム事業評価検討会・第三者審査委員会 委員 等 日本宇宙工業会 SC14/ISO 国際標準化委員 委員

デジタル都市空間情報研究開発ユニット

デジタル都市空間情報研究開発ユニット
ユニット長 秋山 祐樹

■ ユニット概要

本ユニットは都市空間の様々な空間情報を GIS や AI を駆使して解析することで、都市で起こる様々な課題の把握と解決につながる研究を展開することを目的とする。また、これらの成果を国や自治体と連携することで、都市の様々な計画立案の支援と、都市の DX 推進に貢献することを目指す。将来的には様々な都市空間情報を統融合し、都市のデジタルツインの構築とその活用方法、また社会実装を実現するためのスキームの実現を目標とする。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

2022 年度より「政府統計マイクロデータと機械学習を活用した日本全土の将来空き家分布推定デジタルマップの開発」という研究を行っている。2022 年度はまず、本研究で使用する日本全国の政府統計マイクロデータの調達を完了させた。また、オープンデータを活用した空き家の将来分布推定モデルの開発を行うとともに、研究成果を公開するためのウェブサイトを開設した。さらに、研究成果の社会実装に向けた自治体へのヒアリングも実施した。

◇ 次年度への展開

今年度に日本全国の政府統計マイクロデータの調達が完了したため、次年度はマイクロデータを活用した基本調査区単位の将来の空き家数・空き家率推定モデルの開発に着手する。また、今年度得られた市区町村単位の将来の空き家率推定モデル成果の高精度化により中長期的な予測技術の開発を試みるとともに、積極的な研究成果の公開・発信に着手する。さらに、関連研究として自治体データや建物外観画像などを活用した空き家分布推定も引き続き洗練させていく。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】政府統計マイクロデータと機械学習を活用した日本全土の将来空き家分布推定デジタルマップの開発

本テーマの推進には、まず政府統計マイクロデータを調達する必要がある。同データの調達に長時間を要することも珍しくないが、研究体制（メンバー）を充実させたことにより、今年度中に日本全国のマイクロデータの調達が完了させることができた。

また、来年度実施する政府統計マイクロデータを活用した手法に先立ち、現在オープンデータ化されている統計（国勢調査、住宅・土地統計調査）のみを用いた、市区町村単位の空き家将来予測モデルを開発した。その結果、2023 年と 2028 年の日本全国の市区町村単位の空き家率の将来予測が可能となった。同成果は一定の精度を有しており、また政府統計では調査対象外となっている自治

体にも外挿可能なことから、我が国で初めて日本全国の全ての自治体をカバーする将来空き家率マップの整備が実現した（図1）。

さらに、研究成果の発信環境として、日本全国の将来の空き家率を閲覧できるウェブサイトの開発を実施した。そして、同ウェブサイトを用いた成果公開の第一弾として、市区町村単位の将来空き家率マップの公開を開始した（図2）。今後は学会等での発表や本学の広報（プレスリリース）なども活用し、本研究の成果を社会に広く認知させて、産官学民での幅広い利活用につなげていく。

加えて、本研究で得られるような成果を自治体の空き家対策の現場で活用する上で、どのような課題や限界があるか、またどのようなデータをさらに開発するべきか、などについて自治体の空き家に関連する業務を担当する部局に対してヒアリングを行った。今年度は前橋市建築住宅課・にぎわい商業課、和歌山市空き家対策課、田辺市建築課にヒアリングを行った。その結果、本研究で実現を目指す空き家の将来分布推定マップは、特に空き家対策に関する全体計画や、自治体の将来的な都市・交通計画（マスタープラン）の立案を支援できる可能性があることが明らかとなった。

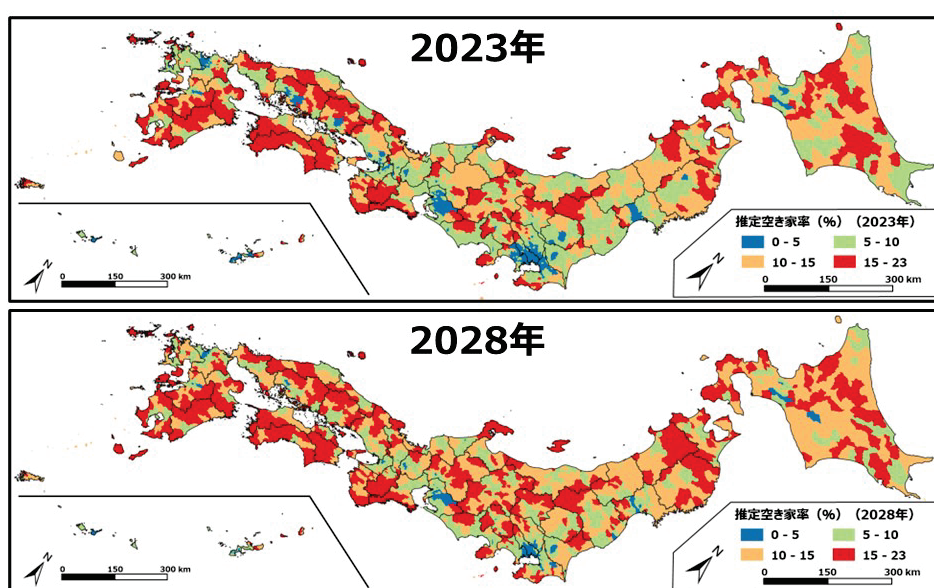


図1 2023年と2028年の日本全土の市区町村ごとの空き家率推定値

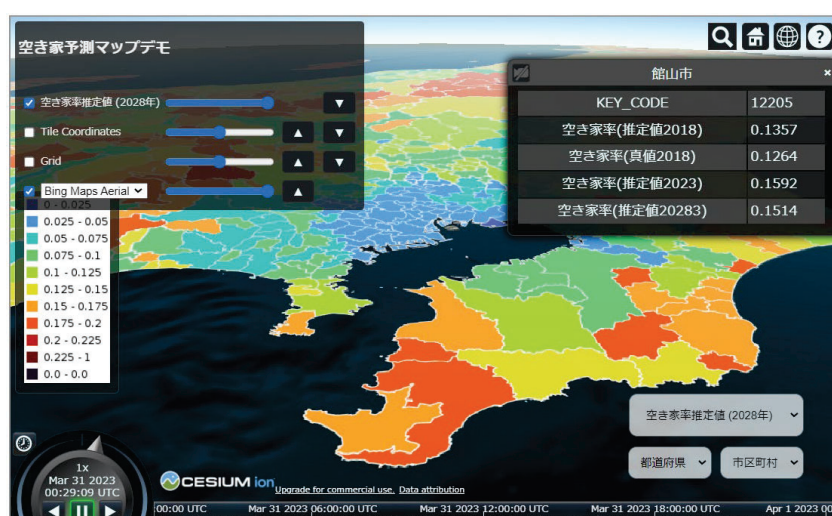


図2 将来空き家分布推定デジタルマップ全国版の閲覧・公開環境
(体験版 URL : <https://www.akiyamap.jp/wp/>)

空き家、非空き家ともにモデルが窓や外壁の状態を根拠として判定されていることが分かった（図4）。今後は他の都市においても、本研究で構築したモデルを用いた空き家の判定が可能かその汎用性を検証していく予定である。また、比較的安価な市販の360度カメラで撮影した画像でも本手法が適用できるようにすることで、全国の自治体で導入できる手法にすることを検討する。

なお、本研究は前橋市から同市の空き家実態調査結果を、株式会社ゼンリンからは前橋市における360度全方位撮影画像の提供を受けることで実現した。また、本研究は東京大学 CSIS 共同研究（No. 992）による成果の一部である。ここに記して謝意を表したい。

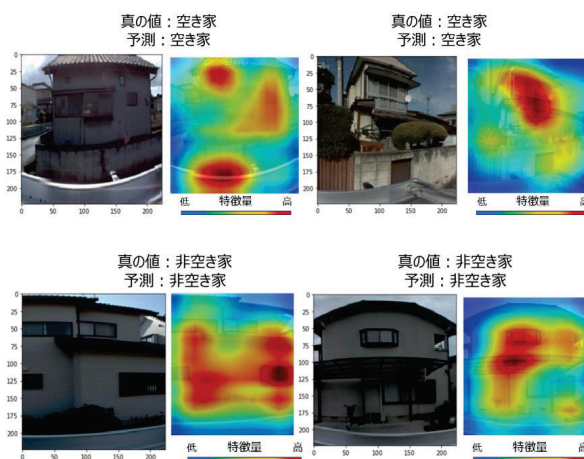


図4：空き家、あるいは非空き家と正しく判定された建物外観画像において Grad-CAM を用いて特徴量を可視化した例

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Sayuda, K., Hong, E., Akiyama, Y., Baba, H., Tokudomi, T. and Akatani, T. (2022) Accuracy of vacant housing detection models: An empirical evaluation using municipal and national census datasets, *Transactions in GIS*. <https://doi.org/10.1111/tgis.12992>
- (2) 馬場弘樹・秋山祐樹・清水千弘（2022）スマートメータを利用した空き家期間と地域特性との関係分析, *GIS-理論と応用*, 30(1), 39-50.
- (3) Tomita, K., Akiyama, Y., Baba, H. and Yachida, O. (2022) Estimating the Spatial Distribution of Vacant Houses with Machine Learning Using Municipal Data, *IGARSS 2022 Proceedings*, #3960. <https://doi.org/10.1109/IGARSS46834.2022.9883609>
- (4) 秋山祐樹（2022）空間情報を活用した自治体のプランニング～自治体における DX による EBPM 実現に向けた取り組み～, *都市計画*, 71(3), 84-87.
- (5) Baba, H., Shimizu, C. (2022) The impact of apartment vacancies on nearby housing rents over multiple time periods: Application of smart meter data. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, <https://doi.org/10.1108/IJHMA-03-2022-0035>
- (6) Baba, H., Ruiz-Varona, A., Asami, Y. (2022) Policies and Tax Systems for Regulating Vacant Houses: A Case Study on Spain and Japan. *Urban and Regional Planning Review*, 9, 153-166. <https://doi.org/10.14398/urpr.9.153>

◇ 招待講演

- (1) 秋山祐樹，産官学のデータを結集した空き家分布把握の取り組みとその課題，国交省令和4年度住宅市場を活用した空き家対策モデル事業 令和4年度将来空き家予測実証実験報告会，招待講演，2023/02/15.

- (2) 秋山祐樹, マイクロジオデータ × AI が拓く地理学の社会実装, G 空間 EXPO2022 日本地理学会主催シンポジウム「地理学の社会実装」, 2022/12/19.
- (3) 秋山祐樹, 自治体保有データを活用した研究と不動産 ID の可能性, 地理情報システム学会第 31 回学術研究発表大会 S-3 企画セッション「オープンで、皆で使える空間データの動向～OGC と日本の研究・実践の連携について」, 2022/10/30.
- (4) 秋山祐樹, マイクロジオデータの紹介とその活用研究および不動産 ID への期待, 第 3 回 不動産情報等の利活用に関する有識者勉強会, 2022/04/28.
- (5) 秋山祐樹, 官民の空間情報を結集した自治体 DX への取組とその課題, 日本写真測量学会関西支部 第 112 回空間情報話題交換会, 2022/04/22.

◇ 国際会議

- (1) Tomita, K., Akiyama, Y., Baba, H. and Yachida, O. (2022) Estimating the Spatial Distribution of Vacant Houses with Machine Learning Using Municipal Data, *IGARSS 2022 Proceedings*, #3960. <https://doi.org/10.1109/IGARSS46834.2022.9883609>
- (2) Baba, H. (2022) Building real estate database and its application to urban studies. *Association of Digital Humanities and Data Science 1st Colloquium*.

◇ 国内会議

計 8 件の発表

◇ 受賞

- (1) 秋山祐樹 (2022) 東京都市大学優秀研究賞 (若手研究者奨励賞), 都市空間情報を活用した日本全国の自治体における空き家分布把握業務を支援する一連の研究
- (2) 冨田健人 (2022) 地理情報システム学会 企画委員会主催マッチングイベント・奨励賞, 自治体保有データ用いた機械学習による空き家の分布推定手法の開発

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
ユニット長・ 准教授	秋山 祐樹	建築都市デザイン学部 都市工学科 兼務	空間情報科学、都市地域分 析、データサイエンス
研究分担者・ 特定助教	馬場 弘樹	京都大学東南アジア地域 研究研究所 兼務	都市計画、住宅政策、 空間解析、都市の魅力
研究分担者・ 副主査	徳富 智哉	和歌山県データ利活用 推進センター 兼務	---
研究分担者・ ユニット長補佐	明石 洋祐	総務省統計局統計データ 利活用センター 兼務	---
研究分担者・ スマートシティ推進監	谷内田 修	前橋市未来創造部 兼務	---

◇ 学生数 博士後期課程：1 名、修士課程：7 名、学部 4 年生：8 名

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額、複数年資金は年割）

科学研究費補助金（基盤研究 B：21H03507） 2022 年度経費：4,290,000 円 「開発途上国における衛星画像を用いた深層学習によるマイクロ人口統計の実現」（2020～2025 年度：総額 17,240,000 円）研究代表（秋山）
科学研究費補助金（挑戦的研究（萌芽）：19K21660） 2022 年度経費：335,000 円 「地理空間情報とビッグデータを活用したダイナミックジオデモグラフィックスの実現」（2018～2022 年度：総額 6,370,000 円）研究代表（秋山）
LocationMind 株式会社からの受託研究 2022 年度経費：1,100,000 円 「Covid-19 感染拡大状況把握のための人流データ分析」（2022～2023 年度：総額 1,100,000 円）研究代表（秋山）
科学研究費補助金（若手研究：19K21660） 2022 年度経費：1,170,000 円 「共同住宅空き家率の推定と住宅特性との相関及び周辺環境に与える影響の分析」（2020～2022 年度：総額 4,290,000 円）研究代表（馬場）

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 4 件、国際会議 3 件、国内会議 13 件 作品 0 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

日本工営株式会社、株式会社建設技術研究所、株式会社オオバ、株式会社オリエンタルコンサルタンツ、株式会社ティーネットジャパン、中央コンサルタンツ株式会社

■ 社会貢献

◇ 第 17 回マイクロジオデータ研究会「空き家問題の最前線～マイクロジオデータで迫る空き家の現在と将来～」開催（2022 年 10 月 29 日）

講演タイトル「産官学の MGD を活用した空き家分布把握の取り組み」、「将来空き家予測による空き家の発生予防施策支援」、「スマートメータを利用した空き家期間と地域特性との関係分析」、「全国版空き家バンクから見る空き家の現状と活用の取り組み」等

◇ エコプロ 2022 （東京ビッグサイト）出展（2022 年 12 月 6-8 日）

◇ 出張授業

◇ 委員

氏名	委員名一覧
秋山 祐樹	マイクロジオデータ研究会 会長、国土交通省土地・建設産業局不動産市場整備課「地域の不動産市場動向把握のための面的データ等活用手法検討委員会」委員、電力データ管理協会 統計データ委員会 委員、地理情報システム学会 代議員 他

エネルギー・コミュニティ研究ユニット

エネルギー・コミュニティ研究ユニット

ユニット長 加用 現空

■ ユニット概要

都市部のエネルギーマネジメントでは、建物側でのエネルギー需要調整が不可欠となる。本研究では、大学キャンパスを「Positive Energy Lab」と位置づけ、都市環境のエネルギー理解促進と、ポジティブなエネルギー行動実証に取り組み、大学・地域を含めた国際的な実践拠点となることを目指す。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

共同研究を行なうアアルト大学（フィンランド）の大学建物エネルギービッグデータを取得し、データの精度検証を行なった。現地調査を通じ、計測値の時間的ずれと誤差が生じていることが明らかとなり、エネルギーマネジメントにビッグデータを活用するためのデータ補正手法の検討を進めている。また、本学横浜キャンパスでは、BEMS の代替として、エネルギー・環境計測システムを企画・導入した。70 点以上の計測点を設けた。

◇ 次年度への展開

本学横浜キャンパスに導入したエネルギー・環境計測システムを活用し今後、計測データの検証を行ないつつ、Positive Energy Lab のための基盤システムとして運用する。進化計算アルゴリズムを用いた計測データ補正に関する方法論を検討し、プロトタイプを作成する。検討・開発する手法は、アアルト大学と本学の両キャンパスで試行し、異なる条件下で適用を試みる。

■ 成果の紹介

【テーマ1】大学建物のエネルギー使用ビッグデータを用いたアルゴリズム開発

アアルト大学の教育棟 VÄRE の研究用オープンデータ（Smart Otaniemi Campus Server）へのアクセスに関して開発担当者と協議し、一式を入手した。データ精度の検証として、実際の計測値とデータベース提供値の差異を検証している。差異を補正する解析手法の必要性が明らかとなり、新たな研究課題として共同研究者と検討を進める。

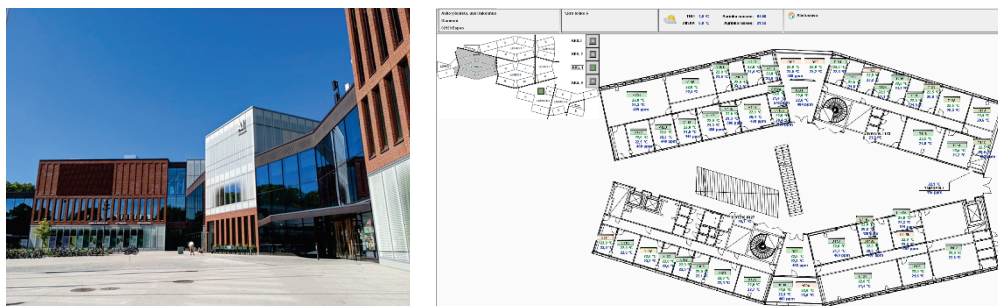


図 Smart Otaniemi Campus Server（フィンランド・アアルト大学）

【テーマ2】IoT 計測センサを用いたエネルギー計測把握ツールの開発

昨年度採択された文科省事業「デジタルと専門分野の掛け合わせによる産業 DX をけん引する高度専門人材育成事業」の一環で、横浜キャンパス 3 号館のエネルギー・環境計測システムを企画・導入した。モニタリングできること、CSV 形式で書出し可能で解析できること、電力使用量計測と環境物理量計測を組み合わせること、拡張性があり、メンテナンスが容易であることをコンセプトに、70 点以上の計測点を設けた。今後、Positive Energy Lab のための基盤システムとして運用する。

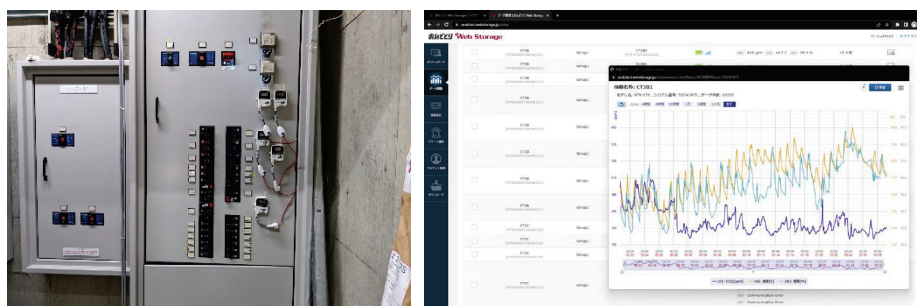


図 エネルギー・環境計測システム（本学 横浜キャンパス）

【テーマ3】3D 都市モデル PLATEAU を用いたエネルギーシミュレータの開発

PLATEAU が公開するデータ内容の調査から取組んだ。CityGML データを建築環境解析に用いるため、Rhino3D プラットフォームに読み込み、対象地域（横浜市都筑区）における日射取得量が算出可能であることを確認した。エネルギーシミュレータ開発に向けた基礎検討として、学内研究 2 題「電力需給ひっ迫状況における需要抑制方針の検討」「大学シャトルバス電動化による災害時電力サイクルの検討」に取組んだ。また、自律型地域エネルギーコミュニティの研究に取り組む Murdoch 大学 Martin Anda 教授の研究チームと意見交換を行ない、Citizen Engagement の観点から将来的共同研究の可能性について議論した。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1)
- (2)

◇ 招待講演

- (1)
- (2)

◇ 国際会議

- (1) Genku Kayo, Wonjun Choi, Masanori Shukuya, Ryoza Ooka, Exergy analysis on district-scale geothermal energy delivery system. IAQVEC 2023
- (2) Genku Kayo, Hironao Matsubara, Makoto Tajima, Tetsunari Iida, Study on district scale renewable-based heat potentials in Tokyo urban region, WREC Congress 2022
- (3) Genku Kayo, Nobue Suzuki, Measurement of air change behaviour at Finnish apartment, Nordic Symposium on Building Physics (NSB2023)

◇ 国内会議

- (1)

◇ 作品

◇ 特許

◇ 受賞

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
准教授	加用 現空	[環境学部] 兼務	エネルギー・建築環境
教授	大谷 紀子	[メディア情報学部] 兼務	進化計算アルゴリズム、帰納学習
教授	馬場 健司	[環境学部] 兼務	合意形成、行動科学、環境政策

◇ 学生数 博士後期課程： 名、修士課程：1名、学部4年生：18名

■ 主要な外部資金実績（間接経費や共通管理費を含めた総額，複数年資金は年割）

産学連携共同研究 2023 年度経費: 250 万円

「エネルギーマネジメントのための在室者動態の情報化－室内環境計測に基づく在室者数推定法の開発－（23TC01）」共同研究代表（加用・永野・高橋）

簡易受託研究 受託研究費 11 万円

「欧州を中心に展開する Positive Energy District に関する調査研究」

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 件、国際会議 件、国内会議 件 作品 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

、

■ 社会貢献

◇ 出張授業

KTH スウェーデン王立工科大学（Prof Ivo Martinac）、AF2507「Sustainable Buildings」での講義と演習

◇ 委員

氏名	委員名一覧
加用 現空	IEA EBC Annex83 – Positive Energy Districts (Francesco Guarino, Francesco Reda, Vicky Albert-Seifried, Caroline Cheng, Sergio Diaz de Garayo, Ursula Eicker, Andrea Gabaldón, Matthias Haase, Hassam ur Rehman, Rosaria Volpe, 他)