

東京都市大学

2021年度 総合研究所 紀要

第18号

2022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。文部科学省の大型プロジェクト研究、科学研究費補助金や本学独自の研究育成制度である重点推進研究などの提案公募研究、そして企業、他大学との共同研究を主に外部資金で推進します。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、研究者間の交流を促進しています。2021年度もCOVID-19感染防止のため、一部期間に使用制限をせざるを得ませんでしたが、組織ごとに工夫しながら研究活動を続けました。

現在の組織は、センターを分野で束ねる研究機構、専任教員の主宰する卓越教員研究室、研究委員会で選定した重点推進研究に取り組む重点推進研究ユニット、起業を目指すインキュベーションラボから構成されます。未来都市研究機構（葉村真樹教授）は2020年度から第2期として、UDXをキーワードに都市の諸問題の学際研究を6研究ユニットで推進し、自治体との連携事業などSDGsに資する未来都市の姿を探求して多くの成果を挙げて第2期を完了しました。2022年度からは新たな体制で第3期に取り組む予定です。

イノベーション研究機構は10センターが所属し、ナノエレクトロニクス研究センター（次世代ゲルマニウム系スピンドバイス）、都市基盤施設の再生工学国際研究センター（橋梁のセンシングや地盤物性の研究）、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）（AICE/CORNET事業）、応用生態システム研究センター（ファイトレメディエーションとグリーンインフラなど）、地盤環境工学研究センター（液状化対策・洋上風力発電のパイル）、子ども家庭福祉研究センター（渋谷福祉学会など）、インテリジェントロボティクスセンター（ロボットと制御）、ミネラル結晶体研究センター（ミネラル結晶体の効用メカニズム）、インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター（内水氾濫被害調査）、宇宙科学研究センター（ガンマ線バーストや重力波）が研究活動を展開しました。また卓越教員研究室のFUTURE-PV研究室（太陽電池）、マイクロナノシステム研究室（MEMS）は国際的に注目を集める活動に取り組みました。インキュベーションラボの応用表現研究室は多くの成果を挙げ本年度で活動を完了しました。重点推進研究は7件を実施し、核燃料・FP先進応用研究ユニット、生態進化古生物学研究ユニット、都市河川流域の防災環境シナジー研究ユニットの3件が成果を挙げて最終年度(3年)を完了しました。2022年度は、サステナビリティ学連携研究センターと重点推進研究2件が加わり活動を始めています。

現在進められている世田谷キャンパスのリニューアルに伴って、等々力キャンパスの総合研究所は2022年度を以って退去することになりました。今後の本拠地は世田谷になりますが、新学部構想がすすめられている横浜キャンパスとの両キャンパスで、学部・研究科と密な連携を築ける体制を取れることとなります。2024年には総合研究所も20周年を迎えますが、エンジニアリングから未来都市・サステナビリティまで、本学の幅広い研究をリードし続ける組織として、時代要請にこたえられるダイナミックな組織を目指してまいります。皆様の一層のご支援をお願い申し上げます。

2022年6月吉日

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)
客員教授	中川 清和		(半導体工学)

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	Jingwen Song	専任	(信頼性, 不確定性評価)
特任研究員	Samim Mustafa	専任	(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	三田 修三		(内燃機関工学, トライボロジー)
准教授	伊東 明美	[理工学部] 兼務	(内燃機関工学)
講師	及川 昌訓	[理工学部] 兼務	(内燃機関工学)
研究講師	石井 大二郎		(内燃機関工学)
客員研究員	浦辺 満		(内燃機関工学)
客員研究員	幸島 元彦		(トライボロジー)
特別研究員	山本 光明		(内燃機関工学)
特別研究員	山内 眞行		(内燃機関工学)
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)

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)
	准教授	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)
	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		(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)
	教授	高橋 弘毅	[教育開発機構/総合研究所宇宙科学研究センター] 兼務	(宇宙物理学・データサイエンス)
	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	(社会福祉)
	助教	秋月 拓磨	[豊橋技術科学大学大学院] 兼務	(信号処理・行動センシング)
	研究員	亀田 佐知子		(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	(知識情報学)
	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	[都市生活学部] 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

機構長	教授	葉村 真樹		(都市イノベーション)
副機構長	教授	丸山 収	[建築都市デザイン学部] 兼務	(信頼性, 計測)

グリーンインフラ研究ユニット

ユニット長	教授	飯島 健太郎	[環境学部] 兼務	(グリーンインフラ, 緑地環境)
	准教授	横田 樹広	[環境学部] 兼務	(都市生態計画)
	准教授	丹羽 由佳理	[環境学部] 兼務	(建築・都市計画)

データドリブン・デザイン研究ユニット

ユニット長	教授	高柳 英明	[都市生活学部] 兼務	(インテリアデザイン, 人間行動解析)
	教授	宮地 英生	[メディア情報学部] 兼務	(可視化情報工学, 移動体センシング)
	教授	高橋 弘毅	[総研]	(データサイエンス, オペレーションズ・リサーチ)
	准教授	関口 和真	[理工学部] 兼務	(ドローン, PV, 自動運転車椅子制御)
	准教授	杉町 敏之	[理工学部] 兼務	(自動車工学, リーンカー開発)
	准教授	末繁 雄一	[都市生活学部] 兼務	(都市プランニング, 滞留空間創造)
	准教授	永野 秀明	[理工学部] 兼務	(環境工学, 温熱快適性評価, 室内空気質)

IoT&情報通信技術研究ユニット

ユニット長	教授	塩本 公平	[情報工学部]兼務	(インターネット, ネットワーク管理)
	教授	柴田 随道	[理工学部]兼務	(センサーネット, シミュレーション)
	講師	瀬戸 謙修	[理工学部]兼務	(AIチップ設計, 設計支援技術)

ヒューマン・センタード・デザイン研究ユニット

ユニット長	准教授	西山 敏樹	[都市生活学部]兼務	(ユニヴァーサルデザイン)
	教授	小見 康夫	[建築都市デザイン学部]兼務	(建築生産, 建築構法)
	准教授	信太 洋行	[都市生活学部]兼務	(住宅の生産と流通)
	准教授	斉藤 圭	[都市生活学部]兼務	(都市環境デザイン)
	准教授	稲垣 具志	[建築都市デザイン学部]兼務	(人間工学・都市交通)
	講師	諫川 輝之	[都市生活学部]兼務	(建築計画, 防災計画)
	学外研究者	西山 里利	目白大学人間学部	(子ども学・子どもの保健)

都市マネジメント研究ユニット

ユニット長	准教授	北見 幸一	[都市生活学部]兼務	(マーケティング)
	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	坂倉 杏介	[都市生活学部]兼務	(コミュニティマネジメント)
	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)
	講師	橋本 倫明	[都市生活学部]兼務	(ダイナミックケイパビリティ)
	教授	葉村 真樹	兼務	(アドバイザー)

VR×社会的交流の場の創生研究ユニット

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)

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)
客員教授	市川 幸美	専任	(プラズマ工学)
特別研究員 AF	濱 敏夫	専任	(半導体工学)
特別研究員 AF	野毛 宏	専任	(量子物性)
特別研究員 AF	古川 公子	専任	(研究支援)
特別研究員 AF	陶山 直樹	専任	(半導体評価)
特別研究員 AF	熊田 昌年	専任	(半導体工学)
特別研究員 AF	中田 和吉	専任	(半導体工学)

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

核燃料・FP先進応用研究ユニット

ユニット長 教授

佐藤 勇

[理工学部] 兼務

(核燃料, 材料工学)

教授

鈴木 徹

[理工学部] 兼務

(熱流動, 原子力安全工学)

准教授

松浦 治明

[理工学部] 兼務

(放射線応用工学)

准教授

山路 哲史

[早稲田大学]

(原子炉物理学)

修士2年

新田 旭

[都市大・大学院]

修士1年

増子 元海

[都市大・大学院]

学部4年

樽見 直樹

[都市大・理工学部]

修士2年

本多 栄輝

[都市大・大学院]

修士1年

佐藤 良一

[都市大・大学院]

学部4年

武井 遥来

[早稲田大学・応用物理学科]

生態進化古生物学研究ユニット

ユニット長 准教授

中島 保寿

[理工学部] 兼務

(古生物学)

教授

福田 達哉

[理工学部] 兼務

(進化生物学)

都心河川流域の防災環境シナジー研究ユニット

ユニット長 准教授

丹羽 由佳理

[環境学部] 兼務

(建築, 都市計画)

准教授

横田 樹広

[環境学部] 兼務

(都市生態計画)

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)

ウェルビーイング・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)

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)

RAC（研究推進アドミニストレーションセンター）

センター長	野中 謙一郎	副学長（研究担当）
コーディネーター	齋藤 公彦	産学官連携コーディネーター
アドバイザー	鈴木 章文	研究推進アドバイザー
URA	板東 嘉彦	URA

事務局

部長	谷萩 香織	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	鈴木 栄里子	産学官連携センター
事務員	吉田 理沙	産学官連携センター

目 次

1. 2021年度 活動報告	1
----------------	---

2. 2021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	8
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	14
三原 雄司	

応用生態システム研究センター	20
涌井 史郎	

地盤環境工学研究センター	25
末政 直晃	

子ども家庭福祉研究センター	31
早坂 信哉	

インテリジェントロボティクスセンター	35
野中 謙一郎	

ミネラル結晶体研究センター	41
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	47
伊藤 和也	

宇宙科学研究センター

5 5

津村 耕司

[未来都市研究機構]

6 1

葉村 真樹

グリーンインフラ研究ユニット

6 2

飯島 健太郎

データドリブン・デザイン研究ユニット

6 8

高柳 英明

IoT&情報通信技術研究ユニット

7 4

塩本 公平

ヒューマン・センタード・デザイン研究ユニット

8 0

西山 敏樹

都市マネジメント研究ユニット

8 6

北見 幸一

VR×社会的交流の場の創生研究ユニット

9 0

市野 順子

[卓越教員研究室]

FUTURE-PV研究室

9 6

小長井 誠

マイクロナノシステム研究室

1 0 2

藤田 博之

[重点推進研究]

核燃料・FP先進応用研究ユニット

1 0 8

佐藤 勇

生態進化古生物学研究ユニット

1 1 3

中島 保寿

都心河川流域の防災環境シナジー研究ユニット

1 1 9

丹羽 由佳理

先端食品プロセス研究ユニット

1 2 5

黒岩 崇

ウェルビーイング・リビングラボ研究ユニット

1 2 8

坂倉 杏介

未来知能研究ユニット

1 3 2

田中 宏和

宇宙航空材料評価技術研究ユニット

1 3 5

三宅 弘晃

総合研究所 2021年度活動報告

月	日	活 動 内 容
4	15	第178回所内会議
5	20	第179回所内会議
6	17	第180回所内会議
	30	第179回総研セミナー（ナノエレクトロニクス研究センター）
7	3	第180回総研セミナー（都市基盤施設の再生工学国際センター）
	15	第181回所内会議
	23	第181回総研セミナー 総合研究所研究成果報告会
8	17	第80回総合研究所運営委員会
9	16	第182回所内会議
	21	第182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）
	24	第81回総合研究所運営委員会
10	21	第183回所内会議
	28	第183回総研セミナー（マイクロナノシステム研究室）
	29	第184回総研セミナー（未来都市研究機構）
11	5	第185回総研セミナー（総合研究所・大学院総合理工学研究科・大学院環境情報学研究科・研究委員会 共催）
	13	第186回総研セミナー（子ども家庭福祉研究センター）
	18	第184回所内会議
	26	第187回総研セミナー（宇宙航空材料評価技術研究ユニット）
12	1	第188回総研セミナー（宇宙科学研究センター）
	3	第189回総研セミナー（応用生態システム研究センター）
	16	第185回所内会議
	17	第191回総研セミナー 未来都市研究機構ヒューマン・センタード・デザイン（人間中心設計）研究ユニット
1	7	第192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）
	19	第190回総研セミナー（FUTURE-PV研究室）
	20	第186回所内会議
	27	第82回総合研究所運営委員会
2	8	第193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）
	17	第187回所内会議
3	10	第194回総研セミナー（未来都市研究機構）
	15	第195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）
	17	第188回所内会議
	17	第83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・スピンド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

次世代のシリコンゲルマニウム(Si/Ge)系光・電子・スピンドバイス実現に向けて、歪み SiGe/Ge ヘテロ構造の高品質形成技術を開発し、特にパターンニング手法による欠陥制御メカニズムを解明した。また、結晶歪み制御を可能とする Ge マイクロブリッジを形成し、その構造最適化により、共振を伴う非常に強い室温発光を得た。さらに、歪み SiGe/Ge LED デバイスを作製し、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、これまでに高品質形成に成功している SiGe/Ge ヘテロ構造、マイクロブリッジ、LED 構造を組み合わせることで、歪み SiGe/Ge マイクロブリッジ LED デバイスの開発を進める。特に、多重量子井戸ヘテロ構造による 2 次元キャリア閉じ込めを導入することで、高効率、波長制御可能な LED デバイスの実現、スピン注入による円偏光発光の実現を目指す。

■ 成果の紹介

【テーマ1】 歪み Si/Ge 電子・光・スピndeバイスに向けた高品質 SiGe/Ge ヘテロ構造の形成

歪み Si/Ge を利用した電子・光・スピントロニクス・デバイスが非常に注目を集めており、Si 基板上への歪み SiGe 層の高品質形成が最重要課題となる。そのために本研究テーマでは、パターニング法を開発しており、これまでに、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、臨界膜厚が 3 倍以上も増加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を進めた。図 1 に示すようなパターニングを行い、二つのメサをこの方法によって、さらに大きな歪みを有し、高品質で十分に膜厚の厚い歪み SiGe チ

チャネル層を実現できることから、歪み Si/Ge スピンデバイスにおいて、スピン伝導の長寿命化による大幅な性能向上が期待できる。

【テーマ2】歪み Ge マイクロブリッジ発光デバイス開発

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に示すようなマイクロブリッジ構造を、Si 基板上に形成した Ge 膜を利用して作製した。マイクロブリック部分に非常に大きな結晶歪みが導入され、歪みが及ぼすバンド構造変調によって Ge が、発光しない間接遷移型半導体から、発光しやすい直接遷移型半導体に近づくことにより、非常に大きな発光が得られた。さらに、共振によるピークが観測され、シミュレーションによってブリッジ幅による共振であることを明らかにした。この共振を利用することで今後のレーザー発振が期待できる。

【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
- ・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

評価

- ・次世代デバイス用半導体 (AlGaIn, Ge、ダイヤモンド、IZGO 等) の表面・界面構造評価

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

(1) “A drastic increase in critical thickness for strained SiGe by growth on mesa-patterned Ge-on-Si”

Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya, and Kentarou Sawano

Applied Physics Express 14, 025502 (2021).

DOI: /10.35848/1882-0786/abd4c5

(2) “Enhanced electroluminescence from Ge-on-Si by precise in-situ doping and post-annealing”

Kodai Yamada, Youya Wagatsuma, Kazuya Okada, Yusuke Hoshi, and Kentarou Sawano

Applied Physics Express 14, 045504 (2021).

DOI: /10.35848/1882-0786/abf0df

(3) “Room-temperature two-terminal magnetoresistance ratio reaching 0.1% in semiconductor-based lateral devices with L21-ordered Co₂MnSi”

K. Kudo, M. Yamada, S. Honda, Y. Wagatsuma, S. Yamada, K. Sawano, and K. Hamaya

Appl. Phys. Lett. 118, 162404 (2021).

DOI: /10.1063/5.0045233

(4) “Effect of Fe atomic layers at the ferromagnet-semiconductor interface on temperature-dependent spin transport in semiconductors”

M. Yamada, Y. Shiratsuchi, H. Kambe, K. Kudo, S. Yamada, K. Sawano, R. Nakatani and K. Hamaya

J. Appl. Phys. 129, 183901 (2021) DOI: /10.1063/5.0048321

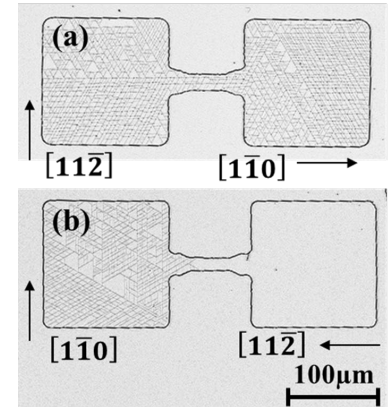
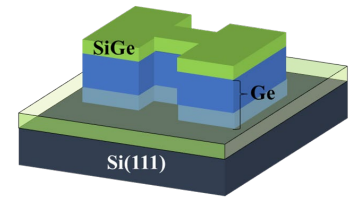


図1 メサ構造による歪み SiGe 層内のクラック伝搬制御

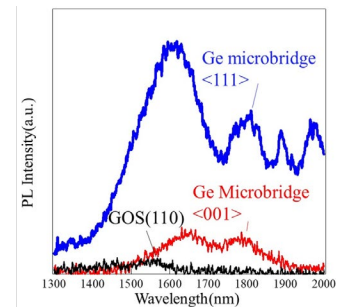
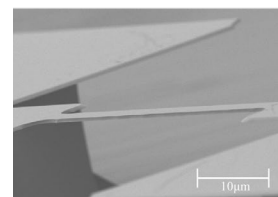


図2 Ge マイクロブリッジ構造からの強い共振発光

(5) “Dependences of the hole mobility in the strained Si pMOSFET and gated Hall bars formed on SiGe/Si(110) on the channel direction and the strained Si thickness”

Keisuke Arimoto, Taisuke Fujisawa, Daichi Namiuchi, Atsushi Onogawa, Yuichi Sano, Daisuke Izumi, Junji Yamanaka, Kosuke O. Hara, Kentarou Sawano, Kiyokazu Nakagawa

Journal of Crystal Growth 571, 126246 (2021). DOI: /10.1016/j.jcrysgro.2021.126246

(6) “Magnetoresistance ratio of more than 1% at room temperature in germanium vertical spin-valve devices with Co₂FeSi”

A. Yamada, M. Yamada, M. Honda, S. Yamada, K. Sawano, and K. Hamaya

Appl. Phys. Lett. 119, 192404 (2021). DOI: /10.1063/5.0061504

(7) “Electrically induced change in HfO₂/1-monolayer TiO₂/SiO₂ metal-oxide-semiconductor stacks: capacitance–voltage and hard X-ray photoelectron spectroscopy studies”

Noriyuki Miyata, Kyoko Sumita, Akira Yasui, Ryouyuke Sano, Reito Wada and Hiroshi Nohira

Appl. Phys. Express 14 071005 (2021). DOI: /10.35848/1882-0786/ac0b08

◇ 招待講演

(1) 三谷 祐一郎 “大シリコン酸化膜とシリコン窒化膜の信頼性に及ぼすフッ素の影響の相違”

電子情報通信学会 シリコン材料・デバイス研究会 (SDM)

◇ 国際会議

(1) Yuwa Sugiura, Masashi Sasaki, Youya Wagatsuma, Koudai Yamada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano

“Strong room-temperature EL emission from Ge-on-Si(111) diodes with ferromagnetic Schottky-tunnel electrodes”

ISNTT2021, December 14-17, 2021 online.

(2) Takahiro Inoue, Youya Wagatsuma, Leo Ikegaya, Kazuya Okada and Kentarou Sawano

“Strong resonant light emission in strained Ge microbridges”

ISNTT2021, December 14-17, 2021 online.

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

“Observation of photoluminescence from SiGe/Ge MQW on Ge-on-Si(111)”

ISNTT2021, December 14-17, 2021 online.

(4) Yuwa Sugiura, Masashi Sasaki, Youya Wagatsuma, Koudai Yamada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano

“Strong room-temperature EL emission from Ge-on-Si(111) diodes”

21st ICMBE 2021, September 6-9, 2021 online.

(5) Takahiro Inoue, Youya Wagatsuma, Leo Ikegaya, Kazuya Okada and Kentarou Sawano

“Epitaxial growth of strained Si_{0.2}Ge_{0.8} on Ge microbridge”

21st ICMBE 2021, September 6-9, 2021 online.

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

“Suppression of crack formation and propagation in strained SiGe by patterning Ge-on-Si substrates”

21st ICMBE 2021, September 6-9, 2021 online.

(7) Yuwa Sugiura, Youya Wagatsuma, Koudai Yamada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano

“Room temperature EL from strained Ge-on-Si(111) diode structures”

EMRS 2021 Spring Meeting, May 31-June 4, 2021 online

(8) Takahiro Inoue, Youya Wagatsuma, Kodai Yamada and Kentarou Sawano

“Effect of uniaxial strain direction on luminescence properties of strained Ge microbridge structures”

EMRS 2021 Spring Meeting, May 31-June 4, 2021 online

(9) Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano “Suppression of crack formation in strained SiGe layers by patterning of Ge-on-Si substrates”

EMRS 2021 Spring Meeting, May 31-June 4, 2021 online

(10) Kairi Yamase, Shunya Hayashida, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Kentarou Sawano, Yusuke Hoshi

“Electroluminescence from hBN-encapsulated bilayer MoTe₂ by dual back-gate voltage modulation”

Compound Semiconductor Week 2021, May 2021

(11) Satoshi Nogamida, Shunya Hayashida, Kousuke O Hara, Kentarou Sawano, Yusuke Hoshi

“Investigation of a defect-assisted-metal formed by annealing MoTe₂ crystals with Ar ion implantation”

The 2022 Spring Meeting of the European Materials Research Society, May 2021

(12) Yusuke Hoshi, Shunya Hayashida, Satoshi Nogamida, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Kentarou Sawano

“Influences of thermal treatment on crystal quality of semiconducting MoTe₂ monolayers encapsulated by hexagonal boron nitrides”

The 2022 Spring Meeting of the European Materials Research Society, May, 2021

(13) Yuma Odagiri, Shunya Hayashida, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Yusuke Hoshi

“Effects of hBN thicknesses on light outcoupling from hBN-encapsulated TMDC monolayers”

2021 International Conference on Solid State Devices and Materials, Sep. 2021

(14) Kairi Yamase, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Yusuke Hoshi

“Layer number dependence of electroluminescence from MoTe₂ p-n junction formed by dual back-gate voltage modulation”

Graphene Week 2021, Sep. 2021

(15) Yusuke Hoshi, Yuma Odagiri, Shunya Hayashida, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Kentarou Sawano

“Improvement of Electrical Properties in hBN-encapsulated MoTe₂ monolayers by Thermal Anneal”
International Symposium on Novel materials and quantum Technologies, Dec. 2021

(16) Yoshiharu Kirihaara, Ryota Tsujiguti, Reito Wada, Akira Yasui, Noriyuki Miyata, and Hiroshi Nohira
“Hard X-ray Photoemission Spectroscopy Study on Interface Dipole Modulation of HfO₂/SiO₂ MIM Device”
2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021)

(17) Ryota Tsujiguchi, Yoshiharu Kirihaara, Kuniyuki Kakushima, Akira Yasui, Hiroshi Nohira
“HAXPES Evaluation of the Chemical Bond State of the Elements in the Polarized AlScN Film”
2019 International Workshop on DIELECTRIC THIN FILMS FOR FUTURE ELECTRON DEVICES

◇ 国内会議 27件

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

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
客員教授	中川 清和		半導体工学

◇ 学生数 修士課程：23名、学部4年生：32名

■ 主要な外部資金

科学研究費補助金、基盤研究（B）2021年度377万円（直接経費：290万円、間接経費87万円） 「光暗号通信へ向けたゲルマニウム円偏光LEDの創製」研究代表（澤野）
科学研究費補助金、挑戦的研究（萌芽）2021年度234万円（直接経費：180万円、間接経費54万円） 「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）2021年度156万円（直接経費：120万円、間接経費36万円） 「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）2021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）2021年度260万円（直接経費：200万円、間接経費60万円） 「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（6件）（澤野、三谷、野平、星）2021年度390万円（直接経費：300万円、間接経費90万円）
受託研究（株）アビット・テクノロジーズ 2021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）
村田学術振興財団・研究助成 2021年度直接経費：288万円 「原子層積層構造を用いた円偏光方向変調可能な近赤外光エレクトロルミネッセンス素子の作製と

その基礎光学特性」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：2 件、国際会議：15 件、国内会議：18 件

◇ 学生（大学院生）の主な就職先

富士電機、トヨタ車体、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング 他

◇ 学生受賞

①「第4回結晶工学×ISYSE 合同研究会」研究発表奨励賞 受賞（2021 年 12 月）

博士課程 1 年 我妻 勇哉

“引っ張り歪み薄膜のヘテロ成長におけるクラック発生とその抑制メカニズム”

② 学生論文奨励賞（学内） 2 件（山田 航大、我妻 勇哉）

■ 社会貢献

◇ 第 179 回 総研セミナー開催（2021 年 6 月 30 日）

講演タイトル「マイクロ波励起高密度ラジカルを用いた新しいデバイス形成技術の 開発」
「歪みエンジニアリングによる電子デバイスの 高性能化」他 3 件、

◇ イノベーションジャパン 2021 出展(Online)（2021 年 9 月）

◇ セミコンジャパン 2021 出展 国際展示場（2021 年 12 月）

◇ 学外授業

- ・三谷、奈良先端科学技術大学院大学、2021 年 10 月 6 日
- ・三谷、東京工業大学、2022 年 2 月 15 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

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1-4について成果の概要を紹介する。

1. Bridge Weigh-In-Motion 技術の高精度化およびその検証
2. 複数の確率場を用いた GPR による地盤物性値の 3 次元空間分布の推定
3. 圧電素子センサを用いた疲労損傷検知に関する研究
4. 非接触型センサによる水位計測に関する研究
5. 光ファイバセンシングによるアスファルト舗装モニタリングに関する研究
6. 変形計測に基づく SFRC 舗装の補強効果に関する研究
7. 車両走行時の応答に基づく影響線算出に関する研究
8. 機械学習によるさび外観評点識別に関する研究

◇ 次年度への展開

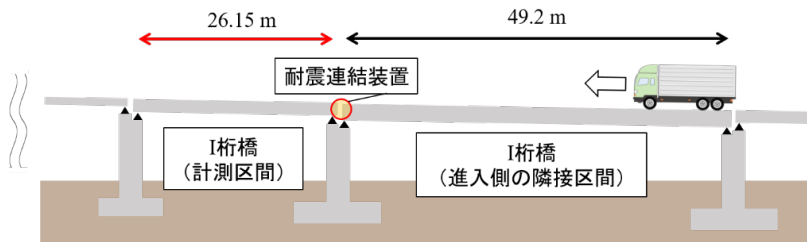
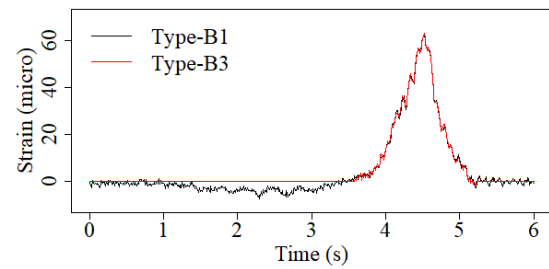
1. Bridge Weigh-In-Motion 技術の高精度化およびトンネル交通荷重への展開
2. GPR を用いた基盤面推定及び物性値の空間分布推定
3. 最新センシング及びデータサイエンス技術による活荷重に対するインフラ応答分析
4. 光ファイバセンシングによる外力情報の同定
5. インフラ構造物の 3 次元変位計測

■ 成果の紹介

【テーマ 1】 Bridge Weigh-In-Motion 技術の高精度化およびその検証

Bridge Weigh-In-Motion(BWIM)は車両通行時の橋梁のひずみや変位などの応答からその車両の重量を推定する方法であり、通常は単純はり仮定した定式化となっている。しかし、日本では耐震補強などにより連続ばりのように計測区間に隣接する区間に車両が通行している時点から計測区間に応答（入退出前後応答と記す）が生じる場合があるが、その効果はこれまでは無視されていた。本研究では入退出前後応答を考慮した BWIM を定式化して車両の重量の推定を行い、推定精度に及ぼす効果について検討を行った。下の図は計測区間と隣接区間の概要を示しており、右の図は侵入

側の隣接応答を考慮した影響線(B1)とそれを無視した従来の影響線(B2)を示している。隣接応答を考慮した影響線を用いた BWIM により車軸の重量推定の精度が向上することを確認し、その成果は構造工学論文集に投稿した。



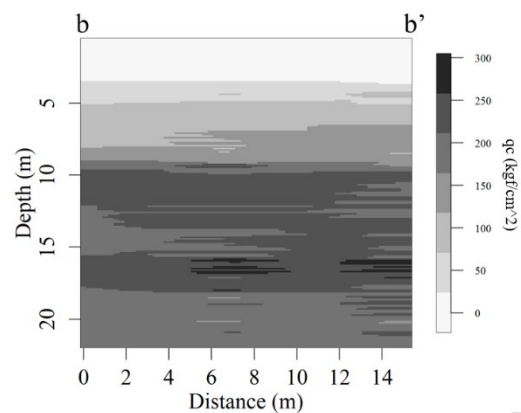
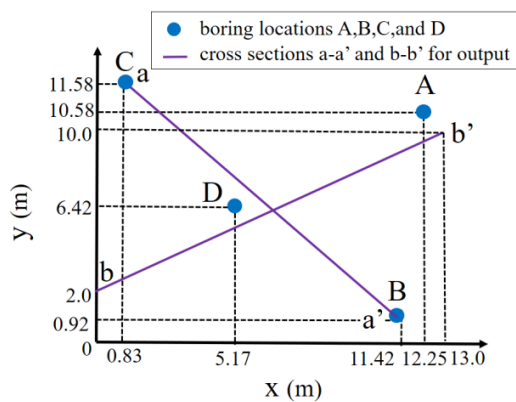
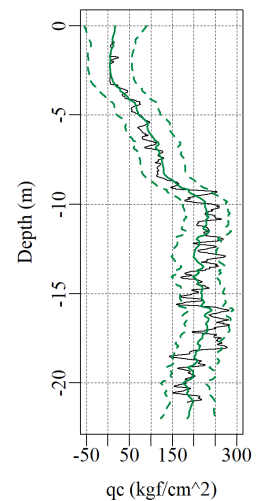
計測区間と隣接区間の概要 (側面図)



【テーマ2】複数の確率場を用いた GPR による地盤物性値の3次元空間分布の推定

確率論に基づく汎用的回帰手法である GPR (Gaussian Process Regression) を用いて、地盤物性値の3次元空間分布を推定する方法の開発を行った。複数の確率場を使うことでより柔軟に空間分布を推定することができる。研究成果は土木学会論文集^{12), 14)}や海外の論文集^{17), 18)}で発表を行った。

左下の図は地盤調査地点 A から D と推定した2次元断面の位置を示している。右下の図は b-b' 断面における物性推定値を、右の図は D 地点の物性値の1次元空間分布を D 以外の A-C のデータから推定したブラインドテストの結果を示している。



【テーマ 3】圧電素子センサを用いた疲労損傷検知に関する研究⁸⁾

鋼橋に生じる疲労損傷は、初期の段階で発見することにより、その補修補強が軽微なものとなるため、極力早く発見することが重要である。

そこで本研究では、圧電素子センサおよび MEMS 加速度センサを活用した鋼橋の疲労損傷検知システムを検討した。このシステムでは、MEMS 加速度センサによって計測した加速度記録から変位応答を算出し、その応答を外力情報として活用することによりランダムな外力が作用する供用中の橋梁においても適用可能である⁸⁾。実橋梁にて計測したデータを分析することにより、提案システムの実用性を検証することができた。

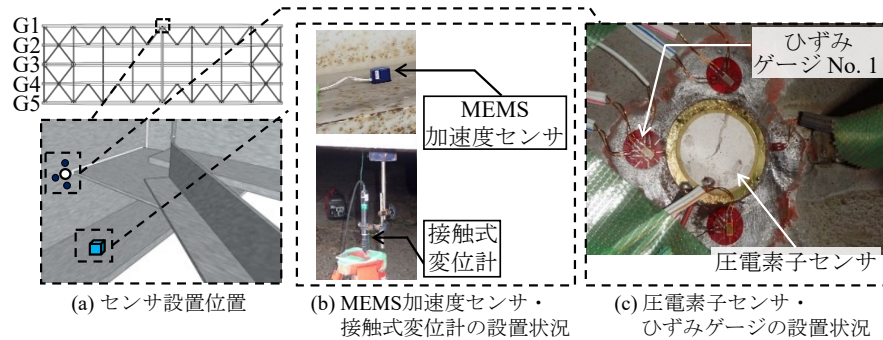


図 実橋梁における圧電素子センサと MEMS 加速度センサの設置状況⁸⁾

【テーマ 4】非接触型センサによる水位計測に関する研究¹⁰⁾

大雨による河川氾濫などに対し、適切な水防活動を行う上で河川の水位データは重要な情報の一つとなる。そこで本研究では、施工性に優れた水位計測システムの開発を目的とし、非接触型センサによる水位計測に関して検討した。下図に示す静水時や水路を流れる水に対し、レーザー式センサと超音波式センサの実用性検証を実施し、計測データの考察を実施した¹⁰⁾。

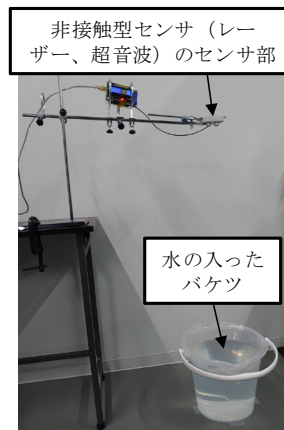


図 静止した水面の計測状況¹⁰⁾

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Zhu, Y., H. Sekiya, T. Okatani, Yoshida, I. and S. Hirano, “Acceleration-based deep learning method for vehicle monitoring,” *IEEE Sensors Journal*, May 2021, Vol.21, No.15, pp.17154-pp.17161.
- (2) 遠山幸也、本間浩章、関屋英彦、年吉洋、山根大輔；低閾値整流昇圧回路を用いた非定常振動下における振動発電、電気学会論文誌E、Vol.141、No.7、2021年7月、p.228-p.232
- (3) Mustafa, S., H. Sekiya, A. Hamajima, I. Maeda and S. Hirano, “Effects of Speeds and Weights of Travelling Vehicles on the Road Surface Temperature,” *Transportation Engineering*, September 2021, Vol.5, 100077.
- (4) Mustafa, S., I. Yoshida and H. Sekiya, “An Investigation of Bridge Influence Line Identification using Time-Domain and Frequency-Domain Methods,” *Structures*, October 2021, Vol.33, pp.2061-pp.2065.
- (5) Mustafa, S., H. Sekiya, I. Maeda, S. Takaba and A. Hamajima, “Identification of External Load Information Using Distributed Optical Fiber Sensors Embedded in an Existing Road Pavement,” *Optical Fiber Technology*, September 2021, Vol.67, 102705.
- (6) 田井政行、関屋英彦、岡谷貴之、中村聖三、清水隆史；耐候性鋼板のさび外観評点識別精度に及ぼすCNNモデルと画像サイズの影響、AI・データサイエンス論文集、Vol.2、No.J2、2021年11月、p.378-p.385
- (7) 丸山晃平、吉田郁政、関屋英彦；複数車両の走行がBWIMを用いた車軸重量推定に与える影響、鋼構造年次論文報告集、Vol.29、2021年11月、p.567-p.574
- (8) 森近翔伍、関屋英彦、葉山瑞樹、Yanjie Zhu、永井政伸；圧電素子センサおよびMEMS加速度センサを活用した鋼橋の疲労損傷検知に関する研究、土木学会論文集A2、Vol.77、No.2、2022年2月、p.I_525-p.I_533
- (9) Mustafa, S., H. Sekiya, S. Morichika, I. Maeda, S. Takaba and A. Hamajima, “Monitoring internal strains in asphalt pavements under static loads using embedded distributed optical fibers,” *Optical Fiber Technology*, February 2022, Vol.68, 102829.
- (10) 関屋英彦、高木真人、三上貴仁、森近翔伍；非接触型センサを用いた水位計測に関する基礎的研究、インフラメンテナンス実践研究論文集、Vol.1、No.1、2022年3月、p.306-p.311
- (11) 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)*, March 2022, Vol.27, No.5, pp.04022030.
- (12) 富澤幸久、吉田郁政、大竹雄；ガウス過程回帰を用いた地盤物性値の空間分布推定におけるランダム成分の自己相関関数の比較、土木学会論文集 A2 (応用力学), Vol.77, No.2, pp. I_485- I_494, 2021.
- (13) 中村朋佳、吉田郁政、珠玖隆行；Particle Filterを用いた圧密沈下予測のためのモデルパラメータと限界状態確率の観測更新、土木学会論文集A2 (応用力学), Vol.77, No.2, pp.I_477-I_484, 2021.
- (14) 富澤幸久、吉田郁政、大竹雄；ガウス過程回帰を用いた複数の地盤物性値間の相関を考慮した空間分布推定、AI・データサイエンス論文集, Vol.2, No.J2, pp. 617-625, 2021.
- (15) 中村朋佳、上田弥来、吉田郁政、中瀬仁；カーリングストーンの軌道予測解析と実測データに基づくデータ同化、AI・データサイエンス論文集, Vol.2, No.J2, pp.528-538, 2021.
- (16) Phoon K. K., Shuku T., Ching J., Yoshida, I. Benchmark examples for data-driven site characterisation, *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, 2022.1, DOI: 10.1080/17499518.2022.2025541
- (17) Yoshida, I., Tasaki, Y., and Tomizawa, Y., Optimal placement of sampling locations for identification of a two-dimensional space., *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems*

- and Geohazards, 2021.9, <http://dx.doi.org/10.1080/17499518.2021.1971255>.
- (18) Yoshida, I, Tomizawa, Y. and Otake, Y., Estimation of trend and random components of conditional random field using Gaussian process regression, Computers and Geotechnics, vol.136, 2021.8 <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2021.104179>
- (19) Yoshida, I. and Shuku, T. Soil Stratification and Spatial Variability Estimated Using Sparse Modeling and Gaussian Random Field Theory, ASCE-ASME J. Risk Uncertainty Eng. Syst., Part A: Civ.Eng. 7(3). 2021.9
- (20) 白旗弘実, 加藤健太, 中村匠吾: 赤外線カメラによる排水管漏水検知に対する機械学習の適用, 画像ラボ, Vol.32, No.8, pp.39-44, 2021.
- (21) Shirahata, H, Hirayama, S, Ono, S. and Yamase, Y., Detection of crack in painted flange gusset welded joint by ultrasonic test, Welding in the World, Vol.65, No.11, pp.2147 – 2156, 2021. <https://doi.org/10.1007/s40194-021-01160-w>

◇ 国際会議及び国内会議

- (1) 国際会議 1 件
(2) 国内会議 5 件

■ 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	Jingwen Song	専任	信頼性, 不確定性評価
特任研究員	Samim Mustafa	専任	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

◇ 学生数 博士後期課程: 2 名、博士前期課程: 5 名、学部 4 年生: 17 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、2021 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）、基盤(c)、2021 年度直接経費: 130 万円「2 次元フェーズドアレイ探触子による高精度非破壊評価と鋼床版リブ交差部への適用」研究代表（白旗）
- (3) 科学研究費助成事業（科研費 A 分担）（吉田）80 万円
- (4) 受託研究 4 件 1,930 万円（関屋）、寄付金 1 件 50 万円

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 8 件、国際会議 1 件、国内会議 3 件

◇ 学生の主な就職先

本学大学院進学、横河ブリッジホールディングス、佐藤工業、東京都特別区、他

■ 社会貢献

◇ 第 180 回 総研セミナー開催（2021 年 7 月 3 日）

- (1) The 180rd TCU-ARL Seminar and 2nd TC304 Forum on Georisk Assessment and Management, July 3rd, 2021

◇ 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) 構造ヘルスマ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）

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

2050 年を見据えた内燃機関のカーボンニュートラルの実現のため、超高効率化とゼロエミッションに向けた熱損失低減・摩擦損失の低減、水素燃料の革新的燃焼研究とその実用化研究、及び独創的な計測技術開発と MBD(Model Base Design)用の解析モデル構築の研究を推進している。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

- (1) 独自の PCC 水素燃焼方式の改良で世界トップの熱効率とゼロエミッションを実現した。
- (2) 潤滑油・燃料の挙動の可視化観測より、燃料希釈・オイル消費機構の一部を明確化した。
- (3) 蛍光油膜計測等によりオイル上り機構の一部を解明した。
- (4) 滑り軸受の摩耗・焼付き機構及びダイヤモンド状炭素膜の耐焼付き特性を解明した。
- (5) 世界初の熱流束センサを開発し、噴霧火炎の動挙動や遮熱膜の瞬時断熱特性を解明した。

◇ 次年度への展開

- (1) NEDO 先導研究での摩擦損失低減・焼付きモデル開発、潤滑油消費低減研究を継続する
- (2) 日独連携研究(ハンブルク工大、東海大)で構築したポスト噴射やオイル消費現象に関わるエンジン実働時の計測技術(フォトリズム)などを継続し、油膜の輸送現象の解析を行う。
- (3) NEDO GI 研究で、e-fuel 対象とした熱流速分布解明、多点熱流束計測法の高精度化を行う。
- (4) カーボンニュートラル実現に向けた水素エンジンの実用化研究を産学連携で実施する

■ 成果の紹介

【テーマ1】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)の装着により排出ガスの浄化が行われるが、DPFで捕集されたPM(粒子状物質)の除去・再生が必要になる。DPFの再生にはポスト噴射によるPMの加熱除去が必要となるが、ポスト噴射によって燃料がシリンダ壁面に付着し、この燃料による潤滑油の希釈現象がエンジンの異常摩耗等を起こす。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を行い、Top リング溝と 2nd ランドの瞬時圧力分布計測(図1)や、ピストン各部とオイルタンクでの希釈率、燃料油膜と潤滑油膜の流れの可視化から、瞬時の各油膜の移動現象の把握と数 μm の油膜厚さ計測に成功し、燃料輸送経路(図2)の具体化を世界で初めて示した。

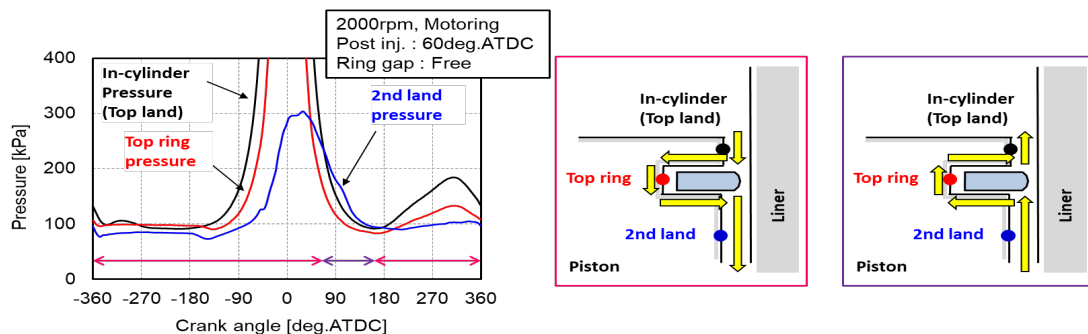


図1 Top リングと2nd ランド圧力計測結果

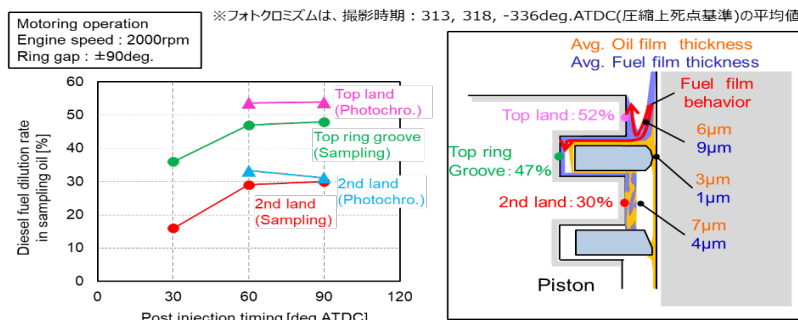


図2 フォトクロミズムとサンプリング結果から予想される燃料経路

【テーマ2】オイル消費機構の解明(国プロ/受託 テーマ)

カーボンニュートラル (CN) に向けた含炭素燃料・e-fuel や水素燃料においても内燃機関の更なる摩擦損失削減が要求されるが、ピストンリングの設定値の変更(張力削減)や潤滑油の粘度低減は効果的な反面、排反現象となる潤滑油消費(LOC)の低減が必要となる。本研究では、実働中のミリ秒オーダーのピストンリングの挙動・圧力計測、油膜挙動の可視化による LOC 解析モデルの構築を進めており、重点項目としたオイルリング近傍の油流れの可視化(フォトクロミズム法(図3))に成功した。ピストン上の油膜挙動の可視化から、ピストン下降行程におけるドレン穴への油流れ(図4)、及びオイルリング上のサイドレール合口からの流出(図5)を捉え、流れの方向や流れるタイミングを明らかにし、オイル上がり計算モデルの構築および検証に大きく貢献した。

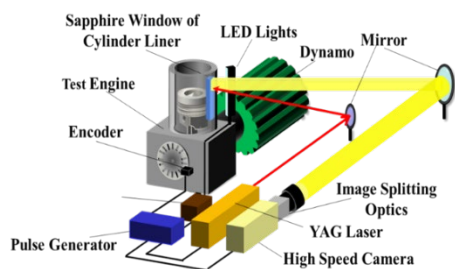


図3 フォトクロミズムによる油膜挙動観測システム

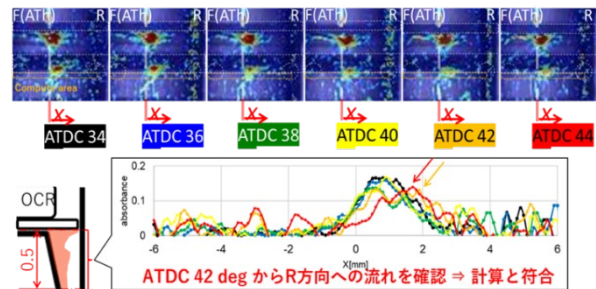


図4 オイルリング直下部におけるドレンホールへの流れの可視化結果(CA 34~44 deg. ATDC 1500 rpm 吸気管圧力 30 kPa)

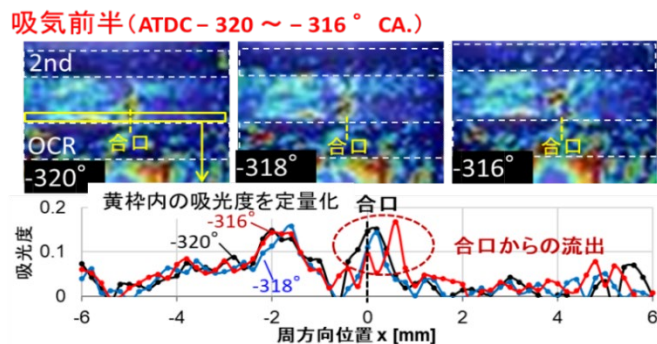


図5 オイルリング上サイドレールからの油流出 可視化結果 (CA -320 deg. ATDC 近傍 1500 rpm 吸気管圧力 30 kPa)

【テーマ3】冷却損失低減技術の研究(国プロ/受託テーマ)

内燃機関の熱効率向上のためには、投入される全熱量(燃料)のうち3割程度を占める冷却損失(熱損失)の低減が重要で、ディーゼル機関の場合は噴霧火炎の衝突による燃焼室壁面への熱移動(冷却

損失)の現象解明が重要となる。本研究では、独自開発の多点型熱流束センサにより、噴霧火炎の衝突による壁面熱流束(熱移動)の実測・解析を進めており、本年度は、世界トップレベルの空間分解能(数ミリ範囲内に $\phi 130\mu\text{m} \times 9$ 点)および応答速度(10kHz以上)を有する多点型熱流束センサを、噴射弁から燃料噴射されて噴霧火炎が衝突する位置に配置し、様々な運転条件で実験を行った(図6)。

この結果、噴霧が衝突する壁面における運転条件の違いによる各計測点での熱流束の立ち上がりや、大きさ及び分布の違いの実測に成功した。水素やe-fuelも見据え、今後の複雑形状の燃焼室での対応のため、独自の薄膜技術を応用したフルフィルム型の熱流束センサも開発を進めた。

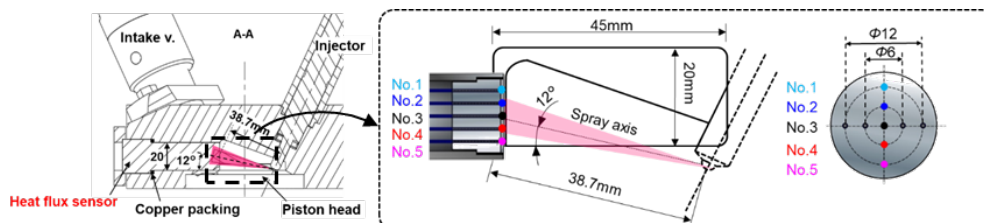


図6 試験用エンジンヘッドと多点型センサの取り付け位置

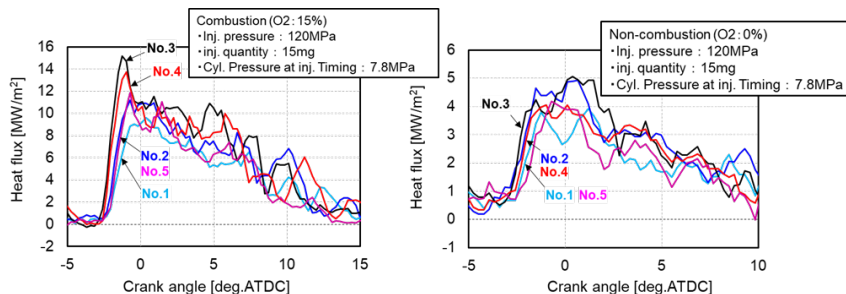


図7 実験で得られた燃焼条件と非燃焼条件の熱流束(多点型センサ)の計測結果例

【テーマ4】高効率ゼロエミッション水素エンジンの研究

CNの実現に向けてCO₂フリーの水素燃料エンジンが注目されるが、高い冷却損失や、高出力運転では窒素酸化物(NO_x)の増加が課題となる。これらの課題に対し、都市大は独自の過濃混合気塊燃焼(Plume Ignition and Combustion Concept:PCC)コンセプト(図8)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NO_x生成濃度10ppm未満を同時に実現した。本年度は、リエントラント燃焼室において圧縮比を12.3:1から最大で20:1とし、この結果、図9のように高圧縮比20:1で52%を超える図示熱効率と一桁ppmのNO_x生成濃度の同時達成に成功した。この成果は多くの企業が注目し、共同研究が加速した。また、高圧縮比化の排反となる筒内気柱振動強度の評価検証も実施し、ノッキング(異常燃焼)は無く、安定燃焼を実現出来ることを確認した。

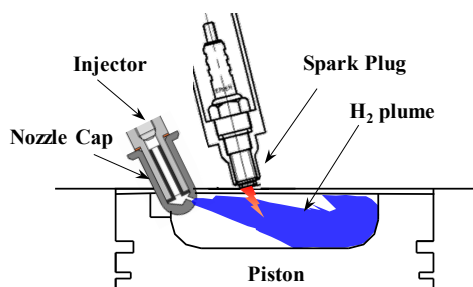


図8 PCC燃焼のイメージ図

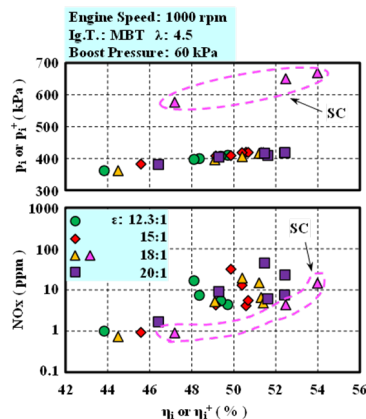


図9 高圧縮比化で達成した機関性能

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Masakuni Oikawa, Yoshihisa Kojiya, Ryota Sato, Keisuke Goma, Yasuo Takagi, Yuji Mihara・Effect of supercharging on improving thermal efficiency and modifying combustion characteristics in lean-burn direct-injection near-zero-emission hydrogen engines・International Journal of Hydrogen Energy・Vol47, Issue2, January, 2022, Elsevier, pp1319-1327・DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.10.061>
- (2) Takumi Iwata, Masakuni Oikawa, Riki Chida, Daijiro Ishii, Hidemi Ogihara, Yuji Mihara, Makoto Kano・Excellent seizure and friction properties achieved with a combination of an a-C:H:Si DLC-coated journal and an aluminum alloy plain bearing・coatings Special Issue: Tribology and Mechanical Behavior of Amorphous Carbon Coatings・11(9), 1055・2021・DOI : <https://doi.org/10.3390/coatings11091055>
- (3) Hidemi Ogihara, Takumi Iwata, Yuji Mihara, Makoto Kano・The effects of DLC-coated Journal on Improving Seizure Limit and Reducing Friction under Engine Oil Lubrication・International Journal of Engine Research・1012934・2021・DOI : <https://doi.org/10.1177%2F14680874211012934>
- (4) Tohyama M., Izumi T. and Sanda S.: Proposition of Thermal-Diffusion-Induced Spiral Model for the Rapid Oil-Film Breakdown Process during Scuffing; Tribology Online, Vol.16 No.2 (2021) p.89-98 DOI: <https://doi.org/10.2474/trol.16.89>

◇ 依頼論文

- (1) 三原雄司・レポート：第32回内燃機関シンポジウム—中島飛行機発祥の地でエンジンの原点を考えよう—潤滑・トライボロジー (1) (2)・JSAE エンジンレビューVol.12 No.1・2022
- (2) 三原雄司, 及川昌訓・水素を燃料とした内燃機関に関する研究・開発動向—発電用途などに対するガスタービン・レシプロ機関への取組み—・月刊トライボロジーNo.414 p.48-53・2022
- (3) 三原雄司・内燃機関のトライボロジーに関する最近の研究開発動向・潤滑経済 2022 年 2 月号 No.683 p.2-11・2022
- (4) 三原雄司・自動車エンジンのトライボロジーに関する最近の研究・開発動向・月刊トライボロジーNo.405 p.12-17・2021
- (5) 三原雄司・エンジントライボロジーと DLC・金属 2021 年 5 月号・2021
- (6) 三原雄司・エンジンの摩擦損失低減の要素研究と焼付きおよびオイル消費予測モデルへのアプローチ・JSAE エンジンレビューVol.11 No.4・2021

◇ 招待講演

- (1) 三原雄司・内燃機関の摺動面及び燃焼室壁面への薄膜センサ技術の応用—圧力、距離、温度および熱流束等の計測事例—・一般社団法人日本機械学会 エンジンシステム部門, 流体工学部門・2022
- (2) 三原雄司・東京都市大学における内燃機関研究の取組み—水素エンジン研究、摩擦・損失・焼付きリスク低減研究及び物理蒸着法による薄膜を応用した熱流束分布や圧力分布の計測法の紹介—・公益社団法人自動車技術会 ガス燃料エンジン部門委員会・2021
- (3) 及川 昌訓・過濃混合気塊点火燃焼による筒内直噴水素エンジンの研究開発・公益社団法人自動車技術会 ディーゼル機関部門委員会主催シンポジウム「ディーゼルエンジンの現在・未来」・2022
- (4) 及川 昌訓・東京都市大学における直噴水素エンジンの研究紹介・公益社団法人自動車技術会 ガス燃料エンジン部門委員会・2021
- (5) 及川 昌訓・エンジンにおける水素利用技術・一般社団法人日本陸用内燃機関協会 第21回技術フォーラム 2021・2021

◇ 国内会議
18 件

◇ 特許

(1) 薄膜センサ・出願番号：特願 2021-061843 号（本田技研工業㈱と共同出願中）

◇ 受賞

- (1) 岩田拓実・専攻代表者「学術研究賞」・2022 年 3 月 19 日
- (2) 岩田拓実・2021 年度「AICE Award・成果表彰」・2022 年 3 月 4 日
- (3) 岩田拓実・2021 年度「学生論文奨励賞」2022 年 2 月 24 日

■ 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	三田 修三		内燃機関工学、トライボロジー
准教授	伊東 明美	[理工学部]兼務	内燃機関工学
講師	及川 昌訓	[理工学部]兼務	内燃機関工学
研究講師	石井 大二郎		内燃機関工学
客員研究員	浦辺 満		内燃機関工学
客員研究員	幸島 元彦		トライボロジー
特別研究員	山本 光明		内燃機関工学
特別研究員	山内 眞行		内燃機関工学
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

◇ 学生数 博士後期課程：1 名、修士課程：12 名、学部 4 年生：12 名、研究生：1 名

■ 主要な外部資金

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)：2021 年度受入れ研究費:717 万円「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）			
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：2021 年度受入れ研究費:2,548 万円「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）			
共同研究（一般受託）自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）2 件：2021 年度受入れ研究費:1,724 万円「AICE 燃焼研究」「AICE 摩擦損失低減研究」研究代表（三原）			
共同研究	2 社	2021 年度受入れ研究費:1,199 万円	研究代表（三原）
受託研究	3 社	2020 年度受入れ研究費:1,114 万円	研究代表（三原）
共同研究	1 社	2021 年度受入れ研究費:1,320 万円	研究代表（及川）
受託研究	1 社	2021 年度受入れ研究費:132 万円	研究代表（及川）

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 2 件、国内会議 13 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 195 回 総研セミナー開催（2022 年 3 月 15 日）

講演タイトル「カーボンニュートラル社会の実現に向けた IHI 原動機への取り組み」

「脱炭素社会に向けた産業用エンジンの取り組み」

「AICE の内燃機関搭載車両におけるカーボンニュートラルに向けた技術シナリオの検討」

◇ 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、SETC 実行委員会委員、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、RC282 研究分科会オブザーバー
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）：ゼロエミッションモビリティパワーソース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、陸内協技術フォーラム委員
三原 雄司	令和 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
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

未来の社会資本として人間社会と生態システムが調和した豊かな環境形成に資する国土、地方、地域、近隣の空間創出のため、造園学、環境緑地学、生理人類学、公衆衛生学を背景として、技術開発研究、計画学的研究を展開している。緑（緑地）のもたらす存在効用、利用効用の視点に立ち、安全で健康なそして持続可能な未来社会のあるべき姿の発信と推進に努めている。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

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。2021年度は代表的な研究として①臨海部の重金属汚染対策とファイトレメディエーション適用策、②高齢者施設における園芸プログラムの心理的効果と作業難易度、③都市公園のマルシェの開催が対人交流の活性化にもたらす影響について研究を行った。

◇ 次年度への展開

グリーンインフラの体系をベースにしつつ、①臨海部の重金属汚染とファイトレメディエーション適用策としての複合技術の検証、②ウォークアブルなまちづくりとライフスタイルに立脚したペープメントの効果、ならびに裸足の健康効用に関する研究を展開し、暫定空地、緑地の利用効用に立脚した社会実装を目指した研究を展開する。

■ 成果の紹介

【テーマ1】臨海部の重金属汚染対策とファイトレメディエーション適用策

これまで Pb 汚染土壌におけるファイトレメディエーションに関する研究として、模擬汚染土壌や現場汚染土壌を供試して、数種野草の吸収効果を明らかにしてきた。しかし土壌の物理的特性や複合的な影響を持つ現場土壌の扱いの難しさから吸収後の土壌中の Pb 濃度、溶出量の減少を確認するには至らなかった。2021年度の研究では川崎臨海部の現場において、対象区画で採取された Pb 汚染土壌を粉砕、粒度調整、攪拌等前処理後に再度区画に充填し、セイロンベンケイ、ヨモギを3か月栽培した。実験終了後に野草の地上部とともに土壌中の Pb 分析を行った結果、従前の成果を追認する形で植物の Pb 吸収を確認するとともに、土壌中の Pb 濃度、溶出量をわずかながらも減少する様相を確認することができた。

【テーマ2】高齢者施設における園芸プログラムの心理的効果と作業難易度

2020年度から2021年度にかけて全国4か所の高齢者施設において、園芸教室（プラスチック容器にカラーサンドの充填しながらミニ観葉植物を寄せ植えする）を実施した。活動前後にアンケートを行い、その効果を確認した。今回、属性別（年齢層、自立度、認知症度合）に園芸教室の心理的影響と園芸教室の難易度について調査を行なった。特徴的な結果としては、要介護度別（要支援1～2、要介護1～2、要介護3、要介護4）に比較した場合、要支援1～2は園芸教室前より後の方が友好に関する設問で「かなりあった」と回答する人数が2倍程度増加していた。「緊張」や「不安」に関する設問において要支援1～2では「少しあった」と回答した入居者が園芸プログラム後に2倍以上増加するなど特に効果が認められた。認知症を発症している入居者は、「活気」に対して活動後に効果が認められた。

また難易度に関しては入居者の属性別に結果を比較した場合、高齢者の自立度がB・Cの入居者と認知症程度が重度の入居者にとってやや難しいという結果となったため、障がいの有無や認知症程度に合わせた園芸プログラムを調整していく必要がある。

【テーマ3】都市公園のマルシェの開催が対人交流の活性化にもたらす影響について

都市公園におけるマルシェの開催が来訪者の会話・交流の活発化を促すきっかけとなる可能性を探ることを目的とした。研究対象は比較的集客力が高くかつ誘致距離の範囲が比較的広い都市部の国営公園（国営昭和記念公園）とした。フラワー＆グリーンマルシェの来訪者を対象としGoogle formまたは紙媒体によるアンケート調査を行い、223件の回答を得た。スタッフとの会話・交流の弾み具合について「そう思う・ややそう思う」と回答した割合は、ワークショップ利用時（計84.9%）がもっとも多く、次いで物販利用時（計66.6%）が多かった。同行者との会話・交流の弾み具合について「そう思う・ややそう思う」と回答した割合は物販利用時（計77.1%）がもっとも多く、次いでワークショップ利用時（計76.8%）が多かった。マルシェ利用中の気分として、他者との交流意欲に関わる心理的効果（気分）に関しては、すべての項目において「そう思う・ややそう思う」と効果を示す回答した割合がもっとも高かったのは物販とワークショップどちらも利用した人であった。本研究全体を通して、マルシェのイベントの中でも物販とワークショップは他者との会話・交流を活発に促し、かつマルシェの利用によって他者との交流意欲が高まることが示唆された。マルシェを人々にとって身近な場所である公園の中でも集客力の高い公園で開催することで、より多くの人々が訪れやすくなりさらにマルシェの利用中は同行者だけでなくスタッフや他の利用客との会話・交流も活発に行われることから他者との交流を図るきっかけとなる。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

(1) 豊田正博・菊川裕幸・野沢百合奈・飯島健太郎(2021)：植物の健康効果に関する情報提供が鉢物に対する集合住宅居住者の購買意欲を向上させる可能性、人間・植物関係学会誌 20(2)、pp.33-47

◇ 総説等記事

・涌井史郎(2021)：東日本大震災復興祈念公園設置に至る経過とその意義、ランドスケープ研究 85 巻 1 号 p. 2-4

・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、東京都市大学横浜キャンパス紀要第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、東京都市大学横浜キャンパス紀要第9号

◇ 招待講演

・涌井史郎（2021）：地球環境の危機と未来の農業、農林中央金庫、2021年4月

・涌井史郎（2021）：持続的未来を確かにするグリーンインフラへの展開、土木学会全国大会、2021年9月8日(水)

・涌井史郎（2021）：世田谷にみどりいっぱい チャリティ講演、世田谷にみどりいっぱいの会・世田谷に33%の緑を！第15回世田谷にみどりいっぱい チャリティ講演会、2021年10月2日(土)

・涌井史郎（2021）：公園緑地における公民連携事業を考えるシンポジウム「公民連携による公園の未来」、日本公園緑地協会・公園緑地公民連携研究会、2021年11月26日

・涌井史郎（2021）：横浜から世界に！・世界が横浜を！～横浜国際園芸博覧会と社会的大変容～、横浜市会・議員研修会、2021年11月29日（月）

・涌井史郎（2022）：社会課題とは何か、大阪経済大学 2021 年度 大樟春秋会寄附講座、2022年1月21日

・涌井史郎（2022）：SDGsを基本とした持続可能な都市：その都市計画・まちづくり、公益社団法人日本都市計画学会・都市計画セミナー、2022年2月10日（木）

・涌井史郎（2022）：令和時代の日本庭園の可能性、（公財）都市緑化機構「グローバル時代の「日本庭園」を考えるシンポジウム、2022年3月12日（土）

■ 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
准教授	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：4名、学部4年生：10名

■ 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）
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

■ 学生教育

◇ 学生の主な就職先

【就職】東京メトロ、アシックス、国土緑化、国際自動車

【進学】本学大学院環境情報学専攻、岐阜県立森林文化アカデミー

■ 社会貢献

◇ 出張授業

飯島健太郎:長野グローバルプロジェクト（NGP）の趣旨に基づく長野高等学校フィールドワークにおいて、都市部のヒートアイランド現象の現状と対策についてグリーンインフラの観点から対応した。担当：長野高校（神津明男）

◇ 講習会（オンライン）（2021年10月7日）

横田樹広:（一社）日本公園緑地協会主催の令和3年度第40回公園緑地講習会において、都道府県・市町村の公園緑地関係部課、公園緑地関係企業等に勤務する職員等90名程度を対象として、「集水域・街区の雨水管理におけるグリーンインフラの管理と活用」に関する講演を行った。

◇ 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

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

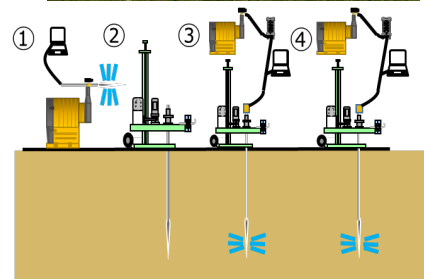
【テーマ 1】マイクロバブルと微粒子の注入による液状化対策工法の開発

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：高炉スラグ：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、図中にあるように 3 者の比が 1:9:1 である混合物で最も高い強度

が発現され、強度増加が続伸する様子が伺える。2次元注入実験により、微粒子の砂地盤への注入が可能であることが明らかになった。

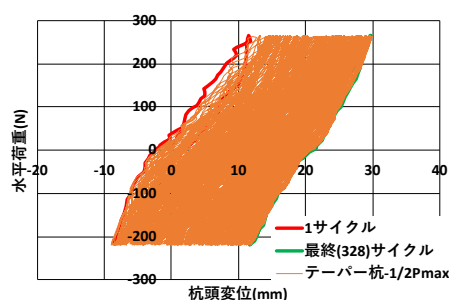
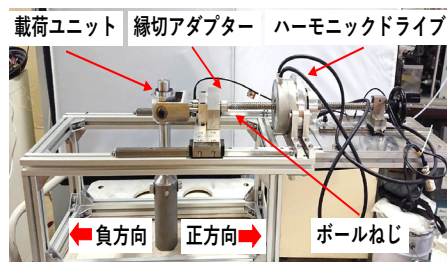
【テーマ2】SDSを用いた地盤の調査技術の確立

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。



【テーマ3】洋上風力のための部分テーパ杭の開発

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。



【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など、安心して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、遠心模型実験での降雨実験による排水パイプの有無による崩壊挙動の違いを示したものである。紫色の線が元の形状を示しているが、排水パイプ設置によって部分的な表層崩壊のみであるのに対し、排水パイプが無い場合には大規模な流動性崩壊となっており、排水パイプ設置の効果が確認された。今後は、配置や経年経過による目詰まりなどについて検討したい。



排水パイプ未設置



排水パイプ設置

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 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
- (2) 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也: 深層学習による斜面表層ひずみの異常検知, AI・データサイエンス論文集, Vol. 2, No. J2, pp. 556-567, 2021/11. https://doi.org/10.11532/jsceiii.2.J2_556
- (3) 岩井勝哉, 田中剛, 末政直晃, 伊藤和也, 内山雅紀・回転貫入式簡易サンプラーの開発および適用事例・地盤材料のボーリング・サンプリングと採取試料の品質評価法に関するシンポジウム・B-8・2021/10
- (4) Katsuo Sasahara, Nobutaka Hiraoka, Naotaka Kikkawa, Kazuya Itoh: Development of the surface displacement velocity in a full-scale loamy model slope under multistep excavation, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 80, 6, pp. 4389-4403, 2021/06. <https://doi.org/10.1007/s10064-021-02226-1>
- (5) 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也: 掘削工事中の地下水位変動による斜面崩壊とその対策, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol.77, No. 2, pp. 140-158, 2021/05. https://doi.org/10.2208/jscejge.77.2_140
- (6) 柴田達哉, 伊藤和也, 杉山竜一: 斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドラインを用いた地質リスク抽出と実際の地山挙動, 土木学会論文集 F6 (安全問題), Vol.77, No.1, pp. 1-13, 2021/05. https://doi.org/10.2208/jscejsp.77.1_1
- (7) Barrios Gonzalo, Uemura Kentaro, Kikkawa Naotaka, Itoh Kazuya, Larkin Tam, Orense Rolando, Chouw Nawawi: Dynamic response of stand-alone and adjacent footing on saturated sand, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol 143, Article 106584, 2021/04. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2021.106584>

◇ 招待講演

- 1) Kazuya Sano: Confirming the seismic behavior of the reinforced dry masonry retaining wall using centrifuge, EXORCESS 2022 (TUAT-WISE online international workshop on experimental geomorphic processes)

◇ 国際会議

1. Mashiko Haruka, Kikkawa Naotaka, Hiraoka Nobutaka, Itoh Kazuya, EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF ANISOTROPIC PRESSURING AND UN-PRESSURING THE TBM-SEGMENTS, GEOMATE2021 Kyoto city Japan , 202110
2. Katsuya Iwai, Naoaki Suemasa, Kazuya Itoh, Tsuyoshi Tanaka, Ground evaluation method by Portable dynamic penetration test based on Wave propagation theory, SEE-Pattaya2021, 202111
3. K. Sano, K. Itoh, T. Tanaka, N. Suemasa, T. Konami, Takeharu Konami, Seismic stability of masonry retaining wall in centrifuge tilting tests ,17WCEE 17th world conference on earthquake engineering, 202109

◇ 国内会議 30 件

1. 田中剛、末政直晃、松谷裕治、深井公、白波瀬雅史、藤原拓也、内山雅紀、大島昭彦・大阪市大正区三軒家での先端ロードセル・トルクセンサーを用いた SWS 試験結果について・第 56 回地盤工学研究発表会・12-2-2-03・2021/07
2. 佐野和弥、伊藤和也、田中剛、末政直晃、小浪岳治、谷山慎吾・空石積擁壁の補強効果に関する遠心場載荷実験・第 56 回地盤工学研究発表会・12-7-3-02・2021/07
3. 田代怜、末政直晃、佐々木隆光、永尾浩一・混合微粒子を用いた地盤注入材の検討・第 56 回地盤工学研究発表会・13-3-2-03・2021/07
4. 福田果穂、伊藤和也、柴崎瑞稀、田代怜、島野嵐・機械攪拌工法で改良された地盤の高品質化に関する模型実験・土木学会第 76 回年次学術講演会・3-88・2021/09
5. 田中剛、末政直晃、佐々木隆光・模型地盤を用いた静的締固め工法における繰返し圧入による地表面隆起量の評価・土木学会第 76 回年次学術講演会・3-149・2021/09
6. 岩井勝哉、末政直晃、河口怜央、木下文男・土の柔らかさを測定する試験方法の開発・土木学会第 76 回年次学術講演会・3-157・2021/09
7. 小澤茉莉、佐野和弥、伊藤和也、田中剛、末政直晃、小浪岳治、谷山慎吾、竹原和夫・空石積擁壁の地震時挙動に関する検討～遠心場傾斜土槽実験と FEM 解析との比較～・土木学会第 76 回年次学術講演会・3-178・2021/09
8. 益子時佳、伊藤和也、吉川直孝、平岡伸隆・鉄筋コンクリートセグメント模型の曲げモーメントと軸力挙動・土木学会第 76 回年次学術講演会・3-189・2021/09
9. 安國恭平、伊藤和也、加藤丈琉、小山倫史、梶谷崇和、菊本統・自然災害に対するリスク指標 GNS の開発～東日本の市町村別の算出と考察～・土木学会第 76 回年次学術講演会・3-211・2021/09
10. 田崎翔、伊藤和也、田中剛、末政直晃、友岡亮太郎、野中隆博、田中卓也、笹原克夫・降雨時の排水パイプ工法の斜面崩壊防止効果に関する遠心模型実験 ～その 1 実験概要と計測結果～・土木学会第 76 回年次学術講演会・3-226・2021/09

他 20 件

◇ 作品

◇ 特許

1. 伊藤和也、佐野和弥、谷山慎吾、小浪岳治：既設石積み擁壁の耐震補強工法，特許第 7029149 号，2022 年 2 月 22 日

◇ 受賞

■ 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
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		地盤工学

◇ 学生数 博士後期課程：3名，修士課程：5名，学部4年生：16名

■ 主要な外部資金

科学研究費補助金，基盤研究（B）2021年度直接経費：2,500,000円 「宅地にも適用可能な液状化対策としての混合微粒子注入工法の確立」研究代表（末政）
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円 2021/10/1～2022/9/30 研究代表（末政）
りんかい日産：10,395,000円 2022/1/4～2022/3/31 研究代表（末政）
ハイスピードコーポレーション：1,650,000円 2021/4/1～2022/3/31 研究代表（末政）
三信建設工業：1,650,000円 2022/1/1～2022/12/31 研究代表（末政/伊藤）
TRD：1,100,000円 2021/4/1～2022/3/31 研究代表（末政）
アップコン：1,155,000円 2021/4/1～2022/3/31 研究代表（末政）
佐藤工業：1,100,000円 2021/5/1～2022/4/30 研究代表（末政/伊藤）
杭拔研究会：1,182,500円 2022/1/1～2022/12/31 研究代表（末政）
エステーエンジニアリング・岡三リビック：1,100,000円 2021/4/1～2022/3/31 研究代表（伊藤）
旭化成建材：10,120,000円 2021/10/1～2023/9/30 研究代表（末政）
寄付金 日本製鉄：1,000,000円/ジオデザイン：500,000円

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

国際会議 5件，国内会議 48件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

相模原市，小田原市，大成建設，五洋建設，熊谷組，西松建設，佐藤工業，応用地質株式会社，中日本ハイウェイエンジニアリング東京，東日本高速道路，本学大学院（博士前期課程，博士後期課程）

■ 社会貢献

◇ 第 193 回 総研セミナー開催（2022 年 2 月 8 日）

講演タイトル

- 「杭抜き孔の埋戻し改良土に対するオーガー攪拌の性能評価」
- 「地山補強土工法による斜面安定性に関する基礎的研究」
- 「ソイルセメントの柔らかさを測定するための重錘貫入試験の開発」
- 「簡易原位置透水試験(SDS-Rocket)による透水係数の推定」
- 「羽根付き杭による繰返し締固め工法の開発」
- 「盛土斜面崩壊抑止のための新しい排水工法に関する研究」
- 「薬液の浸透固化過程に関する研究」
- 「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」
- 「不連続性岩盤斜面の安定性に関する研究」
- 「機械攪拌工法の高品質化に関する模型実験」
- 「砕石パイルの地震時耐力について」
- 「自然災害に対するリスク指標 GNS の開発」
- 「透明地盤を用いた回転圧入杭の打設効率に関する研究」
- 「被災した老朽化擁壁の保有耐力の推定」
- 「発泡ウレタンを用いた杭状地盤改良工法の支持力検討」
- 「機械学習を用いた擁壁の種類・ひび割れ検出の試み」

◇ 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 副委員長，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4回大会」を渋谷区と共催にてオンライン開催を実施し、渋谷の福祉を知る場となった。「子育てを取り巻く課題への解決」では、コロナ禍における学童期の家庭を調査、論文が早期公開された。「高齢世代の健康寿命の延伸への方策」では、全国公衆浴場業生活衛生同業組合連合会より委託を受け「高齢者介護予防のための銭湯の活用に関する調査研究」として介入研究を実施し、論文が採択され掲載予定。

◇ 次年度への展開

「渋谷福祉学会」は第5回大会を開催予定であり、一般の方の参加を促進する工夫をし、福祉の情報を交換できる場となるように努める。また、高校生へも意識した演題やプログラムを提供したい。「保育・子育てを取り巻く課題への解決」では、保育に関わる人材育成のあり方について現地ヒヤリングやWeb調査も合わせて実施したい。「保育現場におけるIoT・センシングの活用」では、保育所の許可が得て、早めに現地実査を実施したい。

■ 成果の紹介

【テーマ1】渋谷福祉学会の運営・開催

第4回大会を渋谷区と共催にて開催する。2021年11月13日（土）13時から16時（オンライン開催）、配信会場は渋谷区役所大集会場。長谷部渋谷区長来場のもと、地域医療で活躍する鶴岡優子先生、渋谷区で活躍する羽深順子氏、小舘隆仁氏による「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」をテーマにしたシンポジウム、研究発表を企画した。当日オンライン事前登録者数 203名（一般参加者 52名、大学関係者 151名）、会場 32名、合計 235名であり、学生や大学関係者だけでなく、渋谷区民や事業者の方々の参加も徐々に増えている。今回は4回目の開催となり、渋谷区と共に着実に定期開催をしていることで渋谷区内からの信頼も得られてきている。今回、障害を持つ方自身が発表する演題もあり、渋谷区関係者内では本学会は福祉分野の関係者がその取り組みを発表できる貴重な機会として一定の地位を確立してきていることを感じられた。本学会を開催することで渋谷区内での福祉分野における本学のプレゼンスを確立しつつあると言える。今回の研究発表では子どもテーブル、地域のボランティア活動、当事者発表、学術的な発

表と多分野に渡り、それぞれの発表内容も充実しており、様々な福祉の形があり、渋谷の福祉を支えていることを知る場となった。

【テーマ2】少子化対策、特に保育、子育てを取り巻く課題への解決

①保育現場における課題の抽出

コロナ禍のため、保育士等への対面ヒヤリングが実施できず、現在延期。時期をみてオンライン等も併用して開始する。

②保育に関わる人材育成の在り方

保育現場の都合がつかず、現地ヒヤリングが実施できていない。オンラインで保育士ヒヤリング実施を調整中。進捗が悪く、①②とも感染症とは無関係に実施できる Web 調査も合わせて実施したい。

③保育現場における IoT・センシングの活用

コロナのため、保育所での民間企業との共同研究としての実地調査の実施ができず延期している。

一方、2021 年 7 月 23 日総合研究所の研究成果報告会（181 回総研セミナー）を機に、本学研究会委員会の了承のもと、総合研究所宇宙科学研究センター高橋弘毅教授とその共同研究者である豊橋技術科学大学 大学院工学研究科 機械工学系 秋月拓磨助教と協働することとなった。高橋教授と川崎市内保育所での現地実査を予定していたが、コロナ感染症第 6 波のため 2021 年度中に実施できず、2022 年度早々に実施調整中である。小型装着型慣性センサを用いたセンシングについて、特に、午睡時の呼吸把握を念頭に置き予備実験を実施し、呼吸の把握が可能であることを確認した。

④子育て世代が抱える課題の抽出

児童期の子どもをもつ家庭の課題を質問紙法で調査を 2021 年 1 月に実施し、コロナ禍における教育・育児に関連して抱えている課題、悩みを抽出し解析の後、論文にまとめた。第 80 回日本公衆衛生学会総会 2021 年 12 月 21-23 日発表。論文は亀田が筆頭著者となって日本健康開発雑誌投稿し 2022 年 1 月に採択され、2022 年 2 月 16 日に早期公開された。

(<https://doi.org/10.32279/jjhr.202243G02>)

本論文掲載はコロナ感染第 6 波中と重なったため、社会的意義が大きいと考え、企画広報室よりプレスリリースを行った。

【テーマ3】高齢世代の健康寿命の延伸への方策

全国公衆浴場業生活衛生同業組合連合会（担当：草隆社）より委託を受け「高齢者介護予防のための銭湯の活用に関する調査研究」として介入研究を実施した。8 月 29 日、9 月 5 日に都内 2 か所の銭湯で 29 名の高齢者へ体力測定を実施し、週 2 回それぞれ銭湯に通った後、9 月 26 日、10 月 3 日に銭湯への通所による体力改善の介入研究を実施した。Timed Up & Go で有意傾向、及び上体おこしと開眼片足立ちでは有意差がみられた。すなわち 8 回の銭湯通いの後、2 回目の測定でバランス能力などの体力が有意に改善した。査読付き原著論文として日本健康開発雑誌に採択、早期公開にて掲載予定。なお、その結果の一部を紹介した全国公衆浴場業生活衛生同業組合連合会の広報誌「調査で判明！週 2 回の銭湯通いで身体機能がアップ!!」（監修：早坂）が 2022 年 1 月 31 日発行された。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 亀田佐知子, 井戸ゆかり, 園田巖, 他. 新型コロナウイルス感染症拡大における児童期の子どもをもつ家庭の現状と課題. 日本健康開発雑誌 43 (2022 年 2 月 16 日 J-stage 早期公開)
<https://doi.org/10.32279/jjhr.202243G02>

- (2) 早坂 信哉,三橋 浩之, 亀田 佐知子, 他. 一般公衆浴場（銭湯）における温浴、温冷交代浴の心身への影響の検討. 日本健康開発雑誌 42: 62-68. 2021 年
<https://doi.org/10.32279/jjhr.202142G07>

◇ 招待講演

- (1) 早坂信哉. 環境省第3回新・湯治セミナー「環境省全国「新・湯治」効果測定調査プロジェクト3年間（平成30年ー令和2年度）結果概要報告」2021年10月8日
 (2) Shinya Hayasaka. Onsen and Home Bath Let's try tonight ! Vichy Japon 2021 : le thermalisme（主催：仏、ヴィシー市）、2021年10月29日

◇ 国際会議

なし

◇ 国内会議

- (1) 早坂信哉 5件
 (2) 井戸ゆかり 1件（日本乳幼児教育学会）

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
教授 センター長	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
教授	高橋 弘毅	[教育開発機構/総合研究所宇宙科学研究センター] 兼務	宇宙物理学・データサイエンス
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	社会福祉
助教	秋月 拓磨	[豊橋技術科学大学大学院] 兼務	信号処理・行動センシング
研究員	亀田 佐知子		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

■ 主要な外部資金

「渋谷区障害者福祉に関する理解促進・啓発活動補助金」（10万円）研究代表者（早坂）
「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（全国公衆浴場業生活衛生同業組合連合会）受託研究（20万円）研究代表者（早坂）

■ 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

渋谷区公立保育士、世田谷区公立保育士、富士フィルムサービスリンク（株）

東京都特別区福祉職、横浜市福祉職、公立保育士、幼稚園、認可保育所、NHK等

■ 社会貢献

◇ 第 186 回 総研セミナー開催（2021 年 11 月 13 日）

講演タイトル「渋谷福祉学会第 4 回大会」切れ目のない支援を目指して一新しい日常における支援のあり方を考える

◇ テレビ・ラジオ 出演・監修：39 回（早坂）

◇ 東京都保育士キャリアアップ研修講師、横浜市子育てサポートシステム研修講師、平塚市子育てサポートシステム研修講師、調布市障害児保育指導スーパーヴァイザー（井戸）

◇ 世田谷区、練馬区、武蔵野市、川崎市、相模原市、千葉県等研修講師（園田）

◇ 委員

早坂	令和 3 年度環境省「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	令和 3 年度大分県「おおいた温泉情報交換会」委員
早坂	一般社団法人日本銭湯文化協会理事
井戸	渋谷区子ども・子育て会議会長
井戸	公益財団法人成長科学協会「心の発達研究委員会」委員
井戸	渋谷区社会福祉協議会評議員
井戸	渋谷区赤い羽根共同募金選考委員
井戸	渋谷福祉学会第 3 回大会実行委員長
園田	相模原市子ども子育て会議副会長、せたがや福祉区民学会副理事長

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

確率的な不確かさを考慮した位置推定・運動制御技術を発展させ電動車いすやドローンなど実機を使った検証実験を進めた。HDD の磁気ヘッドの運動性能を向上する制御技術や、メカトロニクス機器の振動、回転機械の磁気軸受での振動を抑制する制御技術を開発した。人のような躍動的な動作を実現するヒューマノイド制御コントローラを開発した。また、OSS をセキュアに利用するためのロボット開発フレームワークの基礎的な研究を行った。

◇ 次年度への展開

これまで開発してきた技術を実際の運用に近い環境で検証する。この実証実験を行いながら、人との共存を可能にする技術の開発を進めていく。HDD の運動制御や振動機器の振動制御については更に性能を高める制御方策を開発し、実機を使った検証を進めていく。ヒューマノイドやホームロボットの開発を進め、人の住環境を模擬した実験室での実証実験を進め、人との共同・共存が可能なロボットの有用性を実証する。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】統合制御系の構築

交通状況の確率的な不確実性まで考慮したモデル予測制御による車両運動の制御[I-7, D-1, D-3, D-9]や、ロボットの形状まで考慮した柔軟な障害物回避手法[I-3, I-4, I-8, D-5]を開発した。また物体をけん引するドローンについて牽引物体の動きを含め最適となるドローンの運動制御手法[J-1, I-6, D-2, D-7]を開発した。

【テーマ 2】位置推定手法の改良

レーザーセンサやカメラなどの外界センサと衛星測位システム情報を Moving Horizon Estimation という過去の入出力情報を元とした最適化計算で融合する手法を開発した[I-1]。位置

だけでなく環境地図も同時に推定する SLAM 技術を動的な環境やセンサ情報が欠落する環境においても精度を改善する手法[I-2, D-6]を開発した。また, LiDAR センサを用いてポイントクラウドデータとして取得される人の歩行データから歩行者の位置や速度を推定する手法を開発した[I-5]。

【テーマ 3】HDD の磁気ヘッド用アームの制御系設計

HDD の磁気ヘッドを操作するアームの制御系において現行の制御系から制御性能を 30%向上する制御技術を開発した[I-9]。実環境において HDD の磁気ヘッドに加わる外乱を補償する制御方式を開発した[I-10]。

【テーマ 4】メカトロニクス機器の振動問題のモデル化

ロケットなどに用いられるターボポンプで発生する機械流体連成振動をモデル化する技術を開発した[J-2, J-6, J-7, I-11, I-13, D-11]。自動車のパワートレイン部で発生するねじり振動を補償する回転型動吸振器のモデル化と制振性能を最大化する設計手法を開発した[J-6]。

【テーマ 5】回転機械の軸受部の制御

回転機械や浮上型搬送システムに用いられる能動型磁気軸受の電流制御系において、稼働時の振動制御と、その振動振幅を推定するシステムを開発した[J-3, J-5, I-12, D-10]。回転機械特有の回転同期振動の補償において、ボードの積分定理に起因するトレードオフを解消する制御システムを開発した[J-3]。

【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

ヒューマノイドのダイナミックな運動制御の研究テーマにおいては、運動量平衡原理と角運動量の分配に基づいたヒューマノイドのダイナミックな全身運動の生成手法を提案し、それによる運動制御が可能な制御コントローラを開発した。その有効性を評価するため、三次元空間での宙返り動作や立ち幅跳びなどの運動生成と制御をシミュレーションにおいて検証し、それらの研究成果をまとめ、国際会議にて発表した[I-14]。また、この全身運動制御手法を発展させるために、制御モデルにつま先関節を追加し、歩行および階段昇降動作の基本的な動作生成とそのシミュレーションを実現した。この成果は国際会議に投稿中である。さらに、この手法を人間の運動解析に応用し、人間が前方跳躍動作を行う際に自然と行う腕振り動作が跳躍動作全体に対してどのような効果を持つかを検証し、[D-13]へ投稿した。

【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を開発しており、フレームワークでもっとも重要なセキュアプロセッサをFPGA 上で開発し、その基本的な動作検証結果を[D-12]へ投稿した。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Kazuma Sekiguchi, Wataru Eikyu, Kenichiro Nonaka, “Feedback Control for a Drone with a Suspended Load via Hierarchical Linearization”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 33, pp. 274-282, 2021
- (2) R Takeuchi, H Ishimaru, H Yamashita, T Inoue, S Yabui, T Inoue, Numerical Evaluation and High-Speed

Rotating Test on Circular Arc Spring Dampers for Centrifugal Compressors, ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 2021, 143 (12).

- (3) Yabui S, Inoue H, Inoue T, Control scheme of adaptive feedforward cancellation considering of Bode's integral theorem for synchronous vibration suppression in rotating machineries. Journal of Vibration and Control, 2021, 27 (21-22), 2586-2599.
- (4) Yabui, S., Inoue, H., and Inoue, T, Track-Following Controller Design Using an Active Magnetic Bearing for Measurement of the Rotor Dynamics Coefficient of the Annular Seal. ASME. J. Dyn. Sys., Meas., Control. June 2021; 143(6)
- (5) Inoue, T., Okumura, R., Yabui, S., and Jiang, X, Evaluation of Relationship Between Shape of a Rigid Body Unifilar Centrifugal Pendulum Vibration Absorber and Vibration Suppression Performance. ASME. J. Vib. Acoust. June 2021; 143(3)
- (6) R Takeuchi, H Ishimaru, H Yamashita, S Yabui, T Inoue, Experimental Evaluation of Dynamic Characteristics of Circular Arc Spring Dampers for Rotating Machinery, ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 2021, Vol.143 (6)
- (7) 平木 博道, 藪井 将太, 井上 剛志, 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, ターボ機械, 2021 年 04 月号 第 49 巻 第 4 号

◇ 国際会議

- (1) Ryusei Toma, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Improved Vehicle Localization Based on Moving Horizon Estimation with Node Constraints, 2022 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII), pp. 699-704, Jan 2022
- (2) Sota Wada, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, Trajectory tracking model predictive control with SLAM accuracy improvement by velocity information evaluation, AROB-ISBC-SWARM2022, pp. 1013-1018, Jan 2022
- (3) Kento Misawa, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Whole-Body Motion Generation using Model Predictive Control for Mobile Manipulators in Living Room Environment, AROB-ISBC-SWARM2022, pp. 1013-1018, Jan 2022
- (4) Hibiki Matsuura, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Model Predictive Obstacle Avoidance Control for an Electric Wheelchair in Indoor Environments Using Artificial Potential Field Method, 2022 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII), pp. 19-24, Jan 2022
- (5) Masato Matsuyama, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Estimation of pedestrian pose and velocity considering arm swing using point-cloud data, SICE Annual Conference 2021, pp. 99-104, Sep 2021
- (6) Wataru Eikyu, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, Nonlinear control for the extended model of the load-suspended UAV based on the experiments, MICNON 2021, pp. 106-111, Sep 2021
- (7) Ryuichi Maki, Iaso Okawa, Kenichiro Nonaka, Stochastic Model Predictive Control for Vehicles utilizing Chance Constraints adapted to Crowded Environment, FAST-zero'21, pp. , Sep 2021
- (8) Ryosuke Kotaka, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Verification of model predictive control for leg/wheel mobile robots with rigid body dynamics on curved surface, SICE Annual Conference 2021, pp. 748-750, Sep 2021
- (9) Shota Yabui, and Takenori Atsumi, Design Strategy of Head Positioning Control System of HDD based on Amplitude Spectrum', The 17th IEEE International Workshop on Advanced Motion Control, AMC22-000004, (2022-2)
- (10) Takenori Atsumi and Shota Yabui, Track-Following Control Using Resonant Filter for Dual-Stage-Actuator System in Hard Disk Drives', The 17th IEEE International Workshop on Advanced Motion

Control, AMC22-000003, (2022-2)

- (11) K Ura, T Inoue and S Yabui, Experimental Estimation of Friction Characteristic of Annular Plain Seal, Vibration Engineering for a Sustainable Future: Numerical and Analytical Methods to Study Dynamical Systems, Vol. 3 163-169
- (12) H Inoue, S Yabui, T Inoue, The Characteristics of Rotordynamic Forces generated by Mechanical Seals, Journal of Physics: Conference Series 1909 (1), 012077
- (13) T Suzuki, J Chiba, S Yabui, S Tomimatsu, T Inoue, Analysis of Morton Effect Induced Vibration based on Transfer Function Model: Influence of L/D ratio of Journal Bearing and Rotational speed, Journal of Physics: Conference Series 1909 (1), 012079
- (14) Ryo Iizuka, Dragomir N. Nenchev, Daisuke Sato, "Motion Generation and Control of Acrobatic Motion Synergies Emerging from the Momentum Equilibrium Principle", International Conference on Humanoid Robots (HUMANOIDS) Munich, Germany 7/19-7/21, 2021.

◇ 国内会議

- (1) 牧 龍一, 大川 功, 野中 謙一郎, 非線形モデル予測速度制御のための焼き鈍し法による最適化の研究, 第9回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, pp. 3A1-5, Mar 2022.
- (2) 永久 航, 関口 和真, 野中 謙一郎, 物体を牽引するドローンにおける Savitzky-Golay フィルタを用いたパラメータ推定, 第9回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, pp. 2B1-5, Mar 2022.
- (3) 中原 涼太, 関口 和真, 野中 謙一郎, 高杉 昌宏, 北村 毅史, 長谷部 裕樹, 松原 健一, Conditional Value at Risk に基づくセミトレーラ型連結車両の確率モデル予測制動制御, 第9回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム, pp. 1G1-4, Mar 2022.
- (4) 牧野 統真, 野中 謙一郎, 関口 和真, 電動車いすの時間軸状態制御形による曲線経路上の制御, 第64回 自動制御連合講演会, pp. 1E2-3, Nov 2021.
- (5) 和田 聡太, 関口 和真, 野中 謙一郎, 車両モデルのSLAM精度向上を伴う経路追従モデル予測制御, 第64回自動制御連合講演会, pp. 1E2-2, Nov 2021.
- (6) 永久 航, 関口 和真, 野中 謙一郎, 物体を牽引する UAV モデルにおける階層型線形化を用いたパラメータ推定, 第64回自動制御連合講演会, pp. 1I1-2, Nov 2021.
- (7) 関口 和真, ドローンによる森林火災消火活動における燃えやすさを考慮した消火点選択手法について, 第64回自動制御連合講演会, pp. 2I1-1, Nov 2021.
- (8) 中原 涼太, 関口 和真, 野中 謙一郎, 高杉 昌宏, 北村 毅史, 長谷部 裕樹, 松原 健一, モデル予測制御に基づくセミトレーラの車両安定性および車線追従性向上, 2021 年自動車技術会秋季学術講演会 (JSAE-Autumn' 21), Oct 2021.
- (9) 太田 敦大, 藪井 将太, 井上 剛志, 流体力の実験的推定のための AFC を用いた高精度振れ回り軌道追従制御の設計, Dynamics and Design Conference 2021 (D&D2021) , 604.
- (10) 小土橋 宏紀, 藪井 将太, 井上 剛志, 振動データを用いた蒸気タービンの安定性解析, Dynamics and Design Conference 2021 (D&D2021) , 607
- (11) 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.
- (12) 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.

■ 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	[都市生活学部]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 修士課程： 16 名、学部 4 年生： 36 名

※ 高機能機械制御研究室とロボティックライフサポート研究室所属学生のみ

■ 主要な外部資金

科研費補助金 基盤研究(B) 117 万円「動的環境の実時間 SLAM の実現」
株式会社デンソー 200 万円
いすゞ中央研究所 589 万円
株式会社大林組 270 万円
東急建設株式会社 615 万円
ナブテスコオートモーティブ株式会社 250 万円
科学研究費補助金、若手研究 130 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」
科学研究費助成事業 基盤研究(B), 1330 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」
受託研究 イーグル工業 200 万円

科学研究費補助金、基盤研究 (C) 2021 年度直接経費：90 万円「反動零空間に基づくヒューマノイドロボットのモーション・フォース複合制御」研究代表 (佐藤)

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

国際会議 9 件、国内会議 9 件

◇ 学生の主な就職先

本田技研工業, SUBARU, 日野自動車, いすゞ自動車, デンソー, NEC ソリューションイノベーション, セイコーエプソン, アズビル, 日産オートモーティブテクノロジー, THK, 芝浦機械

■ 社会貢献

◇ 第 182 回 総研セミナー開催 (2021 年 9 月 21 日)

講演タイトル

「都市や山林 大規模火災における最適消火点」：関口 和真

「都市環境の中での避難行動とそれを考慮した避難計画」：諫川 輝之

「建築計画学における人間行動モデリングの系譜」：高柳 英明

◇ 第 192 回 総研セミナー開催 (2022 年 1 月 7 日)

講演タイトル

「Leveraging Connectivity and Optimization to Improve Energy Efficiency of Hybrid Electric Vehicles」：Fuguo Xu

◇ SEMICON Japan 2019 (東京ビッグサイト) 出展 (2019 年 12 月 11-13 日)

◇ 出張授業 新羽高校 (藪井 将太)

◇ 委員

氏名	委員名一覧
野中 謙一郎	IFAC TC 2.1 Member 他
関口 和真	計測自動制御学会 プラントモデリング部会副主査, メカトロニクスシステム部会幹事, 会誌出版委員制御小グループ主査, 制御部門委員, SICE 論文集 AE
佐藤 大祐	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会オーガナイザ, つくばチャレンジ実行委員
藪井 将太	電気学会 調査専門委員会 幹事, 電気学会 広報委員会, 国際会議 IFAC2023 Industrial committee member, 国際学会 SAMCON 会計係 他

ミネラル結晶体研究センター

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）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

天然ミネラルベースの新規ナノ材料 IFMC は生体への外部からの接触のみによって身体能力を向上させるという仮説を、IFMC を含侵させた T シャツの着用時と非着用時に分けて、心拍数、酸素摂取量、最大酸素摂取量、二酸化炭素排出量、呼吸商の測定をトレッドミルを用いて行った。測定の結果、IFMC が有酸素運動時の心肺機能を有意に向上させることを明らかにした。

◇ 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) IFMC と細胞内 NO 関連遺伝子との間接的相互作用を調べるためのゲノム解析、3) 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、4) 誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) による溶存成分分析 (高エネルギー加速器研究機構)

■ 成果の紹介

IFMC を生体に接触させた場合の間接的作用（特に、身体能力向上）の実証実験

本研究は、IFMC は生体への外部からの接触のみによって身体能力を向上させるという仮説を、福島大学運動部に所属する学生を対象としたトレッドミル実験に基づいて検証した。実験では、IFMC を含侵させた T シャツの着用時と非着用時に分けて、心拍数、酸素摂取量、最大酸素摂取量、二酸化炭素排出量、呼吸商の測定を行った。

本研究の実験対象は、テイコク製薬社製の天然ミネラルベースの新規ナノ材料 IFMC である[56]。IFMC は、温泉療法を応用して開発されたものであり、鉄分を多く含む温泉水に一定期間浸すことにより製造される。IFMC 溶液は、ヘマタイト (Fe_2O_3)、オリバイン (Mg_2SiO_4 および Fe_2SiO_4)、ロドライト (MnCO_3)、亜鉛鉱石 (ZnCO_3) と、脱イオン水、エタノール、メチルパラベン、メタ亜硫酸ナトリウムなどで構成されている。秋山ほかによる IFMC の電子顕微鏡 (SEM) 観察の結果、ナノサイズの結晶を含め、さまざまなサイズと形態の結晶が観察した。さらに元素マッピング分析からも天然ミネラルから抽出した成分として、硫黄 (S)、マンガン (Mn)、鉄 (Fe)、亜鉛 (Zn)、ネオジム (Nd) の分布が確認された。各々の元素強度は降順に、O, Cl, K, Na, Fe, Zn, Mn, S, Nd であった。

被験者は、福島大学運動部に所属する男子 8 名、女子 10 名であった。各被験者の年齢及び身体的特徴は表 1 に示す。被験者には、予め本研究の目的、方法および安全性についての十分な説明を行

い、実験参加への同意を得た。

なお、本研究は、福島大学における倫理委員会の承諾を得た上で実施した（承認番号：29-18）。実験は、プラセボとのダブルブラインドで行った。IFMC群にはイブミックを含浸させたTシャツを、プラセボ群には

素材も外観も全く同じTシャツを着用させて実験を行った。実験に参加する学生をIFMC群とプラセボ群にランダムに振り分けた結果、IFMC群は48例、プラセボ群は52例となった。男性被験者の内訳は、IFMC群24例、プラセボ群26例で、女性被験者の内訳は、IFMC群24例、プラセボ群26例であった。

実験には、傾斜0%に設定されたトレッドミル（コンビウェルネス社製 パワージョグ JX200）を用いた。室温によって生理学的応答が異なることを考慮し、実験室内の温度をエアコンによって25℃～26℃に調節した。さらに、自作センサーを用いて、実験室内の室温、湿度、CO₂、気圧をリアルタイムで管理した。実験実施前に、各被験者の140拍/分で走行することのできる速度を特定した。実験では、ウォーミングアップを行わせた後に140拍/分で走行させ、酸素摂取が定常になった状態から20分間走行させた。これは、一般に用いられる方法である。これは、最大下運動中の1回拍出量の改善による心拍数低下の影響を回避するための方法である。安静時、ウォーミングアップ時、20分間の実験終了時までの一連の期間に、心拍数、酸素摂取量（VO₂）、最大酸素摂取量（VO_{2max}）二酸化炭素排出量（VCO₂）、呼吸商（RQ）を連続的に測定した。呼気ガス分析には、肺運動負荷モニタリングシステム（ミナト医科学株式会社製 AE-310SRC）を、マスクは（ミナト医科学株式会社製 AE-310SRC）を用いた。心拍数の測定には、スポーツ心拍計（POLAR 社製 A300）を用いた。解析には、酸素摂取が定常になった状態から20分間のデータを用いた。各パラメーターの測定結果から、IFMC群およびプラセボ群の心拍数、酸素摂取量、最大酸素摂取量、二酸化炭素排出量、呼吸商それぞれの平均、標本平均の標準誤差を計算し、それらの比較のために対応のあるt検定を行った。いずれの検定についても、有意水準は5%以下とした。なお、データスクリーニングによって外れた被験者は、測定中に測器がずれて測定が正しく行われなかった5回分と正規分布から外れた1回分である。

Subjects	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Sex	M	M	M	M	M	M	M	M	M	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Age	21	22	20	21	22	22	22	22	21	21	21	21	20	22	22	21	23	20
Height (cm)	175	174	183	169	173	159	173	169	162	162	161	168	158	165	165	171	168	166
Weight (kg)	87	72	86	62	60	63	63	68	54	F	45	65	49	66	F	62	56	58
Type of athlete	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3
Smoking habits	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Medication	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No

表1. 参加者（被験者）の特徴。アスリートの種類には、(1) 野球、(2) 陸上競技、(3) バレーボールが含まれる。

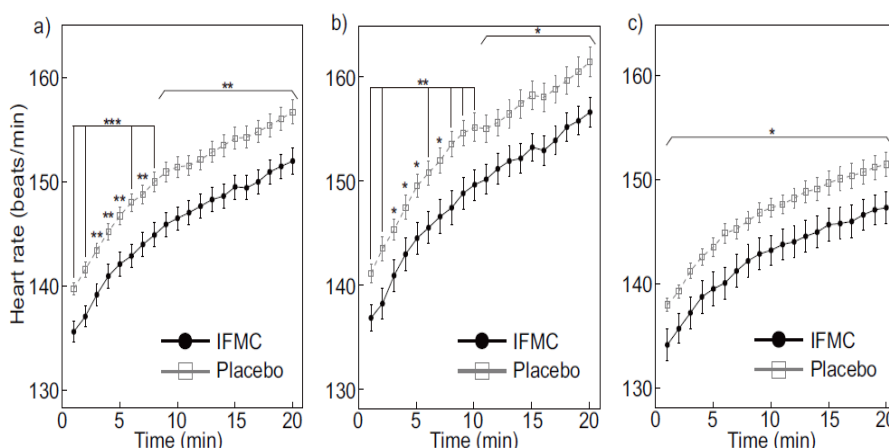


図1. IFMCとプラセボを適用した場合の20分間における (a) 全員、(b) 男性、(c) 女性の心拍数の差。記号*, **, ***はそれぞれ $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$ でIFMCとプラセボ群間の有意差を表す。

結果

1. 心拍数

図1に心拍数の測定結果を示す。図1aは心拍数をIFMC群とプラセボ群で比較したものである。プラセボ群の心拍数は、実験開始1分後は139.7 (回/分)、実験開始20分後は156.7 (回/分) で、20分間の平均は150.3 (回/分) だった。IFMC群の心拍数は、実験開始1分後は135.6 (回

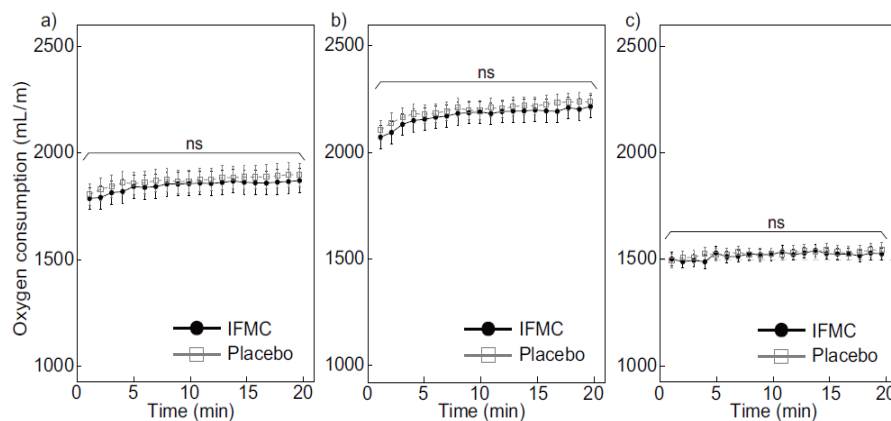


図 2. IFMC とプラセボの 20 分間における(a)全員, (b)男性, (c)女性の酸素消費量の差. ns は「有意ではない ($p > 0.05$)」を意味する.

/分), 実験開始 20 分後は 152.0 (回/分) で, 20 分間の平均は 145.7 (回/分) だった. IFMC 群は, プラセボ群と比較して, 実験開始 1 分後から実験開始 20 分後まで, 全ての時間帯において統計的に有意差が認められた. 図 1b と図 1c は男女別で比較したものであ

る. 男性のプラセボ群の心拍数は, 実験開始 1 分後は 141.2 (回/分), 実験開始 20 分後は 161.6 (回/分) で, 20 分間の平均は 153.8 (回/分) だった. IFMC 群の心拍数は, 実験開始 1 分後は 137.0 (回/分), 実験開始 20 分後は 156.7 (回/分) で, 20 分間の平均は 148.9 (回/分) だった. 女性のプラセボ群の心拍数は, 実験開始 1 分後は 138.1 (回/分), 実験開始 20 分後は 151.5 (回/分) で, 20 分間の平均は 146.7 (回/分) だった. IFMC 群の心拍数は, 実験開始 1 分後は 134.2 (回/分), 実験開始 20 分後は 147.4 (回/分) で, 20 分間の平均は 142.6 (回/分) だった. IFMC 群はプラセボ群と比較して, 男性女性どちらも, 実験開始 1 分後から実験開始 20 分後まで, 全ての時間帯において統計的に有意差が認められた.

2. 酸素摂取量

図 2 に酸素摂取量の測定結果を示す. 図 2a は酸素摂取量を IFMC 群とプラセボ群で比較したものである. プラセボ群の酸素摂取量は, 実験開始 1 分後は 1808.1 (mL/分), 実験開始 20 分後は 1900.7 (mL/分), 20 分間の平均は 1872.8 (回/分) だった. IFMC 群の酸素摂取量は, 実験開始 1 分後は 1789.3 (mL/分), 実験開始 20 分後は 1873.4 (mL/分) で, 20 分間の平均は 1849.1 (回/分) だった. IFMC 群はプラセボ群と比較して, 実験開始 1 分後から実験開始 20 分後まで, 統計的に有意差が認められなかった.

図 2b と図 2c は男女別で比較したものである. 男性のプラセボ群の酸素摂取量は, 実験開始 1 分後は 2108.9 (mL/分), 実験開始 20 分後は 2240.3 (mL/分) で, 20 分間の平均は 2202.9 (mL/分) だった. IFMC 群の酸素摂取量は, 実験開始 1 分後は 2075.0 (mL/分), 実験開始 20 分後は 2218.7 (mL/分) で, 20 分間の平均は 2177.0 (mL/分) だった. 女性のプラセボ群の酸素摂取量は, 実験開始 1 分後は 1495.2 (mL/分), 実験開始 20 分後は 1547.4 (mL/分) で, 20 分間の平均は 1529.4 (mL/分) だった. IFMC 群の酸素摂取量は, 実験開始 1 分後は 1503.6 (mL/分), 実験開始 20 分後は 1528.1 (mL/分) で, 20 分間の平均は 1521.1 (mL/分) だった. IFMC 群はプラセボ群と比較して, 男性女性どちらも, 実験開始 1 分後から実験開始 20 分後まで, 統計的に有意差が認められなかった.

3. 最大酸素摂取量

図 5 に最大酸素摂取量の測定結果を示す. 図 3a は, IFMC 群とプラセボ群で比較したものである. プラセボ群の最大酸素摂取量は, 実験開始 1 分後は 28.3 (mL/分/kg), 実験開始 20 分後は 29.7 (mL/分/kg) で, 20 分間の平均は 29.3 (mL/分/kg) だった. IFMC 群は, 実験開始 1 分後は 27.9 (mL/分/kg), 実験開始 20 分後は 29.1 (mL/分/kg) で, 20 分間の平均は 28.8 (mL/分/kg) だった. IFMC 群はプラセボ群と比較して, 実験開始 1 分後から実験開始 20 分後まで, 統計的に有意差が認められ

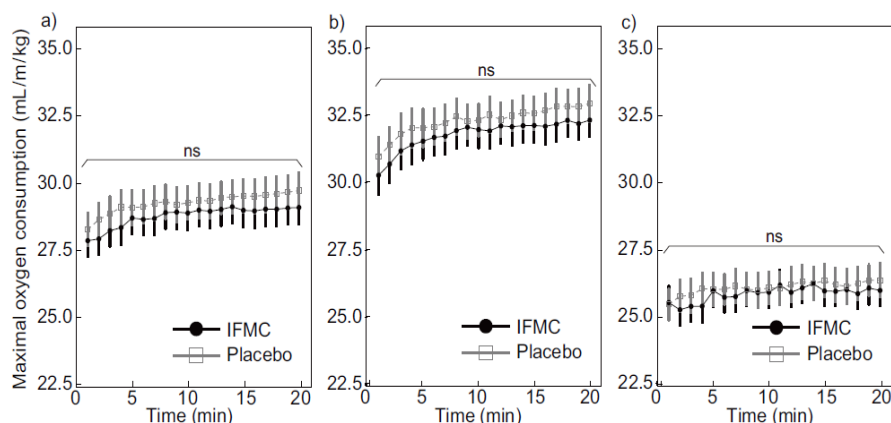


図 3. IFMC とプラセボとの 20 分間の最大酸素消費量における(a)全員, (b)男性, (c)女性それぞれの差. ns は「有意ではない ($p>0.05$)」を意味する.

30.3 (mL/分/kg), 実験開始 20 分後は 32.4 (mL/分/kg) で, 20 分間の平均は 31.8 (mL/分/kg) だった. 女性のプラセボ群の最大酸素摂取量は, 実験開始 1 分後は 25.4 (mL/分/kg), 実験開始 20 分後は 26.4 (mL/分/kg) で, 20 分間の平均は 26.1 (mL/分/kg) だった. IFMC 群は, 実験開始 1 分後は 25.5 (mL/分/kg), 実験開始 20 分後は 26.0 (mL/分/kg) で, 20 分間の平均は 25.8 (mL/分/kg) だった. IFMC 群はプラセボ群と比較して, 男性女性どちらも, 実験開始 1 分後から実験開始 20 分後まで, 統計的に有意差が認められなかった.

4. 二酸化炭素排出量

図 4 に二酸化炭素排出量の測定結果を示す. 図 4a は IFMC 群とプラセボ群で比較したものである. プラセボ群の二酸化炭素排出量は, 実験開始 1 分後は 1643.4 (mL/分), 実験開始 20 分後は 1843.7 (mL/分) で, 20 分間の平均は 1801.1 (mL/分) だった. IFMC 群は, 実験開始 1 分後は 1612.3 (mL/分), 実験開始 20 分後 1800.0 (mL/分) で, 20 分間の平均は 1760.4 (mL/分) だった. IFMC 群はプラセボ群と比較して, 実験開始 1 分後から実験開始 20 分後まで, 統計的に有意差が認められなかった. 図 4b と図 4c は男女別で比較したものである. 男性のプラセボ群の二酸化炭素排出量は, 実験開始 1 分後は 1963.7 (mL/分), 実験開始 20 分後は 2232.4 (mL/分) で, 20 分間の平均は 2169.8 (mL/分) だった. IFMC 群は, 実験開始 1 分後は 1933.1 (mL/分), 実験開始 20 分後は 2201.6 (mL/分) で, 20 分間の平均は 2135.2 (mL/分) だった. 女性のプラセボ群の二酸化炭素排出量は, 実験開始 1 分後は 1310.4 (mL/分), 実験開始 20 分後は 1439.5 (mL/分) で, 20 分間の平均は 1417.7 (mL/分) だった. IFMC 群は, 実験開始 1 分後は 1304.3 (mL/分), 実験開始 20 分後は 1414.5 (mL/分) で, 20 分間の平均は 1400.7 (mL/分) だった. IFMC 群はプラセボ群と比較して, 男性女性どちらも, 実験開始 1 分後から 20 分後まで, 統計的に有意差が認められなかった.

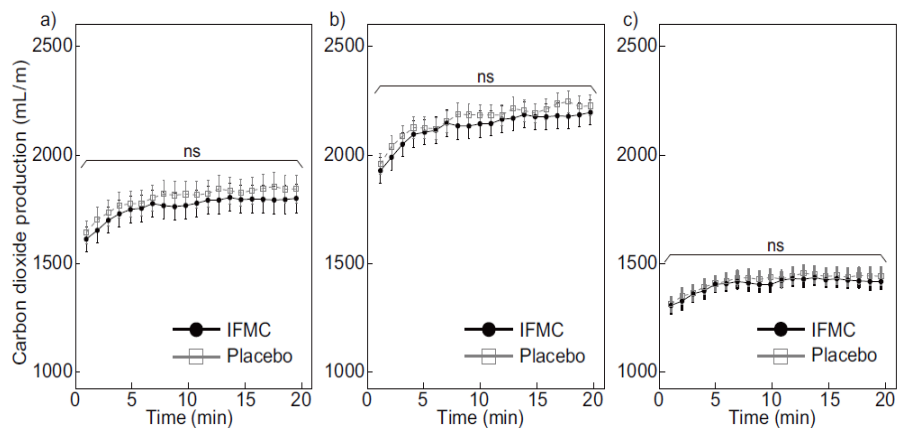


図 4. IFMC とプラセボの 20 分間における(a)全員, (b)男性, (c)女性の CO₂ 生成量の差. ns は「有意ではない ($p>0.05$)」を表す.

2232.4 (mL/分) で, 20 分間の平均は 2169.8 (mL/分) だった. IFMC 群は, 実験開始 1 分後は 1933.1 (mL/分), 実験開始 20 分後は 2201.6 (mL/分) で, 20 分間の平均は 2135.2 (mL/分) だった. 女性のプラセボ群の二酸化炭素排出量は, 実験開始 1 分後は 1310.4 (mL/分), 実験開始 20 分後は 1439.5 (mL/分) で, 20 分間の平均は 1417.7 (mL/分) だった. IFMC 群は, 実験開始 1 分後は 1304.3 (mL/分), 実験開始 20 分後は 1414.5 (mL/分) で, 20 分間の平均は 1400.7 (mL/分) だった. IFMC 群はプラセボ群と比較して, 男性女性どちらも, 実験開始 1 分後から 20 分後まで, 統計的に有意差が認められなかった.

められなかった。

5. 呼吸商

図 5 に呼吸商の測定結果を示す。図 5a は IFMC 群とプラセボ群で比較したものである。プラセボ群の呼吸商は、実験開始 1 分後は 0.91、実験開始 20 分後は 0.97 で、20 分間の平均は 0.96 だった。

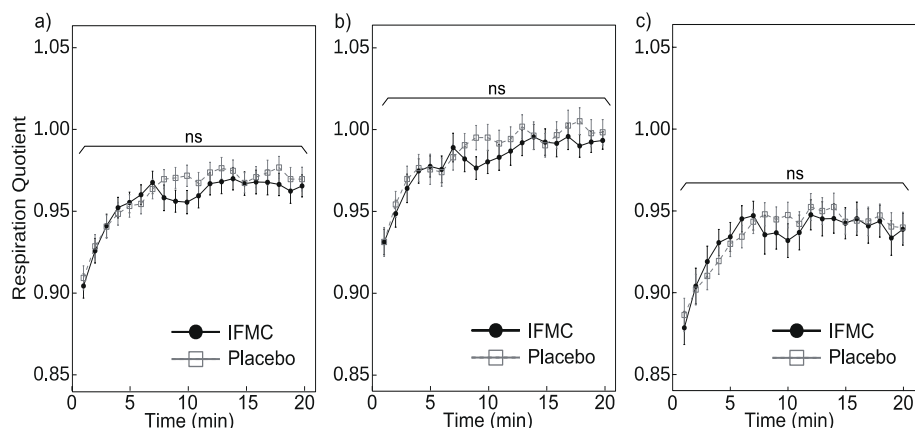


図 5. IFMC とプラセボの 20 分間における (a) 全員, (b) 男性, (c) 女性の呼吸商の違い. ns は「有意ではない ($p>0.05$)」を意味する。

IFMC 群は、実験開始 1 分後は 0.90、実験開始 20 分後は 0.97 で、20 分間の平均は 0.96 だった。IFMC 群はプラセボ群と比較して、実験開始 1 分後から 20 分後まで、統計的に有意差が認められなかった。

図 5b と図 5c は男女別で比較したものである。男性の

プラセボ群の呼吸商は、実験開始 1 分後は 0.93、実験開始 20 分後は 1.00 で、20 分間の平均は 0.99 だった。IFMC 群は、実験開始 1 分後は 0.93、実験開始 20 分後は 0.99 で、20 分間の平均は 0.98 だった。女性のプラセボ群の呼吸商は、実験開始 1 分後は 0.89、実験開始 20 分後は 0.94 で、20 分間の平均は 0.94 だった。IFMC 群は、実験開始 1 分後は 0.88、実験開始 20 分後は 0.94 で、20 分間の平均は 0.93 だった。IFMC 群はプラセボ群と比較して、男性女性どちらも、実験開始 1 分後から実験開始 20 分後まで、統計的に有意差が認められなかった。

結論

本研究は、IFMC が有酸素運動時の心肺機能を有意に向上させることを明らかにした。ナノテクノロジーによって身体能力を向上させたという報告はこれまでにほとんどなく、また安全性に課題がある中で、IFMC が身体能力を向上させる可能性を示唆する本研究は、スポーツ分野におけるナノテクノロジーの発展に寄与するものであると考える。詳細なメカニズムは今回の実験のみからは明らかではない。今後の課題は、(1) 心機能に関連するさまざまな従属変数（心拍数、一回拍出量、拡張末期容積、収縮末期容積、排出率）および血管応答（血流媒介拡張、一酸化窒素、赤血球の変形性と凝集、血中乳酸値、および酸素輸送能力パラメーター）の調査、(2) IFMC による心肺機能の改善の検証、特に低酸素状態での運動中の血中酸素濃度の変化と経皮的酸素飽和度の変化、(3) IFMC を生体に接触または接近させることによる NO 発現のメカニズムの解明、(4) IFMC による他の身体的パフォーマンス指標（筋持久力、瞬間的な力、敏捷性、または柔軟性）の評価、(5) IFMC によるオートノミックバランス（交感神経と副交感神経）改善の検証、および (6) IFMC の他の可能性の調査。こうした将来の研究課題には、学際的研究が必要である。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Tomohiro Akiyama, Shinnosuke Hatakeyama, Kazuhisa Kawamoto, Hideko Nihei, Takamichi Hirata, and Tomohiro Nomura, An Externally-Applied, Natural-Mineral-Based Novel Nanomaterial IFMC Improves Cardiopulmonary Function under Aerobic Exercise, *Nanomaterials* 12(6), 980 (2022), DOI: <https://doi.org/10.3390/nano12060980>.

■ 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） 2021年度直接経費：1,500万円

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、地域住民への情報提供を行う準備を進めています。

◇ 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浸水被害を中心とした研究に注力しますが、将来的には他地域やアジア諸国等へも展開して、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。これらを踏まえて、①多摩川流域での降雨データを用いた下流域の水位の時間変化の計算、および、②建物や道路などの市街地の特徴を考慮した氾濫・浸水過程の計算のための数値シミュレーション手法について検討

を行った。①の多摩川下流域での水位の計算については、多摩川流域全体を対象として流出解析を行うことができる RRI モデルと、平面二次元流を計算することができる iRIC ソフトウェアの Nays2DFlood を組み合わせる手法を構築した。RRI モデル内でのパラメータを調整し、Nays2DFlood で計算格子間隔を 10m 程度とし河道の断面形状が表現されるようにすることで、2019 年台風 19 号時の田園調布（上）における水位変動を概ね再現できることを確認した。②の市街地での氾濫・浸水の計算については、基盤地図情報の数値標高モデル（5m メッシュ）に加えて、基盤地図情報の建築物データに OpenStreetMap の道路データによる補正を加えて作成した「建物占有率」を各計算格子に付与して Nays2DFlood で計算する手法を構築した。これにより、建物が密集した市街地において道路を介して氾濫・浸水が進行していく様子をシミュレーション可能であることを確認できた（図-1）。

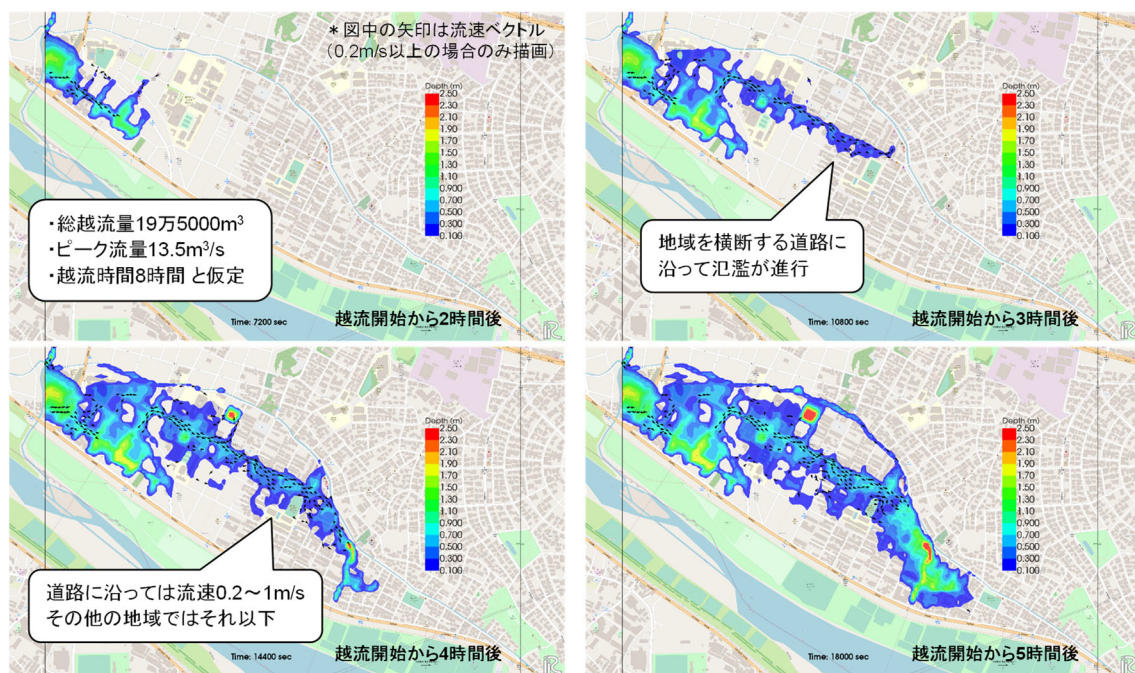


図-1 氾濫・浸水シミュレーションの結果の一例

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。2022 年度中には、世田谷区側と大田区側の観測データを用いて、大雨時の丸子川 B への流出特性について分析を進めたい。



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。

2021年度は市町村版 GNS が完成して、その公開作業を進めると同時に、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。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。

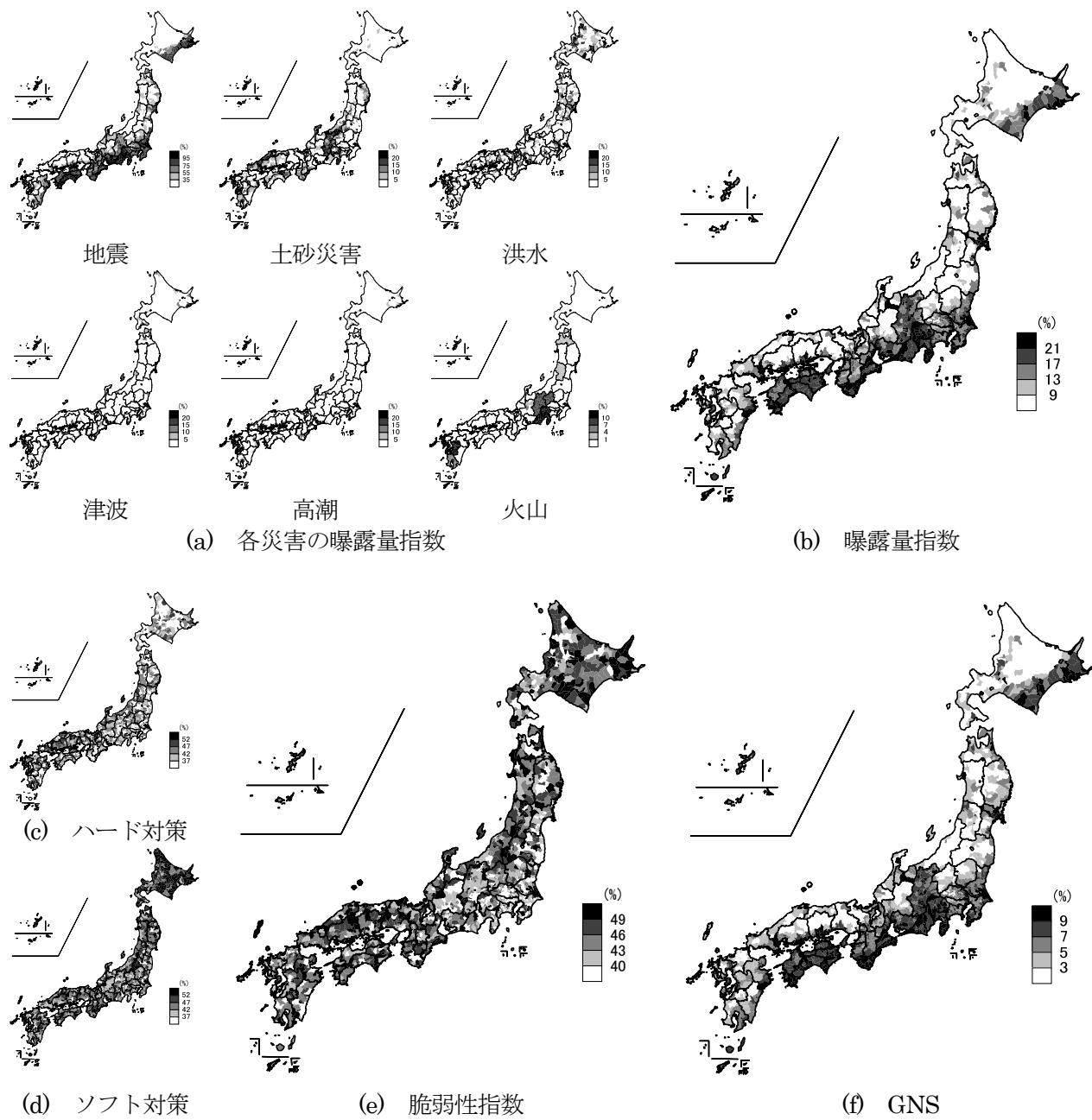


図-3 市町村版 GNS

【テーマ3】地域の経済力を考慮した大規模災害時における住宅単位のミクロな経済的被害評価手法の開発

住宅における経済的被害評価の事例の多くはマクロスケールでの評価にとどまっており、その経済的被害をミクロかつ広域に亘り評価する手法はまだ殆ど確立されていない。また、発災後の住宅復旧における経済的負担は、貯蓄高等の地域の経済力によって地域格差が生じる。そこで本研究は、大規模災害時における住宅単位の地域別の損害額および貯蓄高を推計することで、地域の経済力を考慮した被害評価手法を開発した。同手法により、日本全国で今後 30 年以内または 50 年以内に発生が予測される複数の地震動シナリオにおける経済的被害の評価が可能になった。その結果、50 年間超過確率 2%以上の地震動シナリオが最も経済的被害が大きくなった。さらに全国の町丁字の約半数が、その地域に居住する世帯の貯蓄高を上回る損害額となる可能性があることが分かった(図-4)。

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ある。

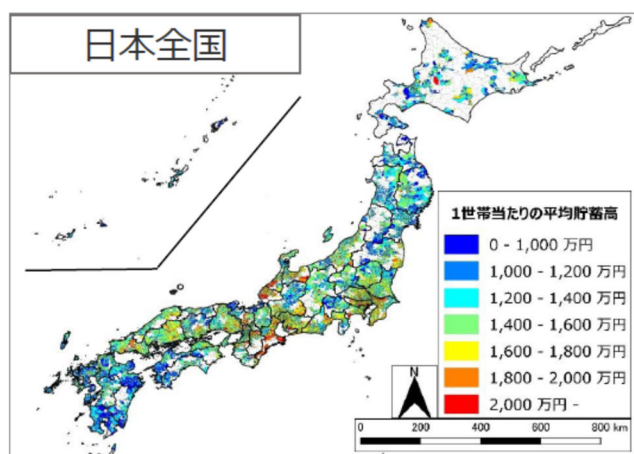


図-4 50 年超過確率 2%以上のシナリオにおける町丁字別の 1 世帯当たりの貯蓄高に対する損害額の負担度

【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) 三上貴仁, 末政直晃, 伊藤和也, 田中剛: 2019 年台風 19 号による世田谷区および大田区における浸水状況の調査, 自然災害科学, Vol. 39, No. 4, pp.377-390, 2021.
https://doi.org/10.24762/jndsj.39.4_377
- (2) Furuya, T. and Akiyama, Y., Damage Assessment of Floods for Broad Urban Areas Based on Insurance Payment Information Using Geo Big Data, CUPUM2021 Conference Proceedings, #15-1, 2021.
- (3) 古谷貴史, 秋山祐樹: 大規模災害時における住宅単位の経済的被害評価手法の開発, CSIS DAYS 2021 研究アブストラクト集, C06, 2021.

◇ シンポジウム・紀要等

- (1) 伊藤和也, 小山倫史, 菊本統: 論説 自然災害に対する防災力の見える化指標「自然災害に対する安全性指標 (GNS)」の利活用, 地域防災, (一財) 日本防火・防災協会, pp.4-7, 2021
https://www.n-bouka.or.jp/local/pdf/2021_08_04.pdf
- (2) 角崎巧, 五艘隆志: 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, 第 39 回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会, 145-148, 2021.
- (3) 伊藤和也, 加藤丈琉, 小山倫史, 梶谷袈和, 菊本統, 平岡伸隆, 大里重人, 日下部治: 市町村レベルでの自然災害リスク指標 GNS の高度化と評価結果の利活用～東日本を対象としたケーススタディ～, 安全工学シンポジウム 2021, pp.356-359, 2021.

◇ 国内会議

- (1) 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 による市町村の脆弱性指数の比較, 第 49 回土木学会関東支部技術研究発表会, IV-58, 2022.
- (2) 安國恭平, 伊藤和也, 益子時佳: 自然災害安全性指標 GNS を用いた災害曝露量と人口の変化～茨城県を対象として～, 第 18 回地盤工学会関東支部発表会 GeoKanto2021, 防災 6-6, 2021.
- (3) 古谷貴史, 秋山祐樹, 武田直弥: 地域の経済力を考慮した大規模災害時における住宅単位のミクロな経済的被害評価手法の開発, 第 30 回地理情報システム学会講演論文集, B31-1-2, 2021.
- (4) 武田直弥, 古谷貴史, 秋山祐樹: オープンデータと機械学習を用いた建物ごとの構造の推定手法の開発, 第 30 回地理情報システム学会講演論文集, B31-1-3, 2021.
- (5) 山中惇矢, 古谷貴史, 秋山祐樹: 住宅土地統計のダウンスケーリングによる地域メッシュ単位の世帯所得データの開発, 第 30 回地理情報システム学会講演論文集, A30-5-2, 2021. (地理情報システム学会 若手分科会奨励賞受賞)
- (6) 折出康輔, 秋山祐樹: モバイルビッグデータを用いた水害時における被害状況の把握および避難者の分布推定-令和元年台風 19 号における長野県千曲川周辺を対象として-, 第 63 回土木計画学研究発表会・講演集, P233, 2021.
- (7) 安國恭平, 伊藤和也, 加藤丈琉, 小山倫史, 梶谷袈和, 菊本統: 自然災害に対するリスク指標 GNS の開発～東日本の市町村別の算出と考察～, 令和 3 年度土木学会全国大会第 76 回年次学術講演会, III-211, 2021

■ 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：1名，学部4年生：3名

■ 主要な外部資金

- ・ 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，（200万円，伊藤・三上）

■ 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

日本工営，本学大学院，名古屋大学大学院，

■ 社会貢献

◇ 出張授業

伊藤和也：2021年11月16日 神奈川県立荏田高等学校「日本の地盤の特徴と自然災害による宅地の地盤リスク」

◇ 第193回 総研セミナー開催（2022年2月8日）

講演タイトル

「杭抜き孔の埋戻し改良土に対するオーガー攪拌の性能評価」

「地山補強土工法による斜面安定性に関する基礎的研究」

「ソイルセメントの柔らかさを測定するための重錘貫入試験の開発」
「簡易原位置透水試験(SDS-Rocket)による透水係数の推定」
「羽根付き杭による繰返し締固め工法の開発」
「盛土斜面崩壊抑止のための新しい排水工法に関する研究」
「薬液の浸透固化過程に関する研究」
「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」
「不連続性岩盤斜面の安定性に関する研究」
「機械攪拌工法の高品質化に関する模型実験」
「砕石パイルの地震時耐力について」
「自然災害に対するリスク指標 GNS の開発」
「透明地盤を用いた回転圧入杭の打設効率に関する研究」
「被災した老朽化擁壁の保有耐力の推定」
「発泡ウレタンを用いた杭状地盤改良工法の支持力検討」
「機械学習を用いた擁壁の種類・ひび割れ検出の試み」

◇ 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 が JAXA プリプロジェクト候補移行審査に合格した
- ・ 「はやぶさ 2」拡張ミッションにおける黄道光観測を開始し、高品質のデータ取得を複数回成功させた
- ・ 重力波望遠鏡 KAGRA による第 4 次国際共同観測（2022 年 12 月以降に実施予定）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
- ・ 都市大初の超小型衛星 TCU-00 の開発を進め、打上げに必要な各種試験を実施した
- ・ 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 衛星の概念検討を進め、ダウンセクションに勝ち残ることを目指す。
- ・ 重力波の第 4 次国際共同観測に KAGRA として参加して観測を実現させる。
- ・ TCU-00 の 2022 年度内の打上げを成功させることを目指す。
- ・ コロナ禍のために今年度の実現できなかったハイブリッドロケットの打上げにむけ、ロケットの機体の設計・製作を進め、ロケット打ち上げ実験を実現させる。

■ 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、重力波をともしなう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。

2021 年度の HiZ-GUNDAM 衛星の開発では、JAXA のプリプロジェクト移行審査に合格するために、衛星の実現性を高めるための各種検討を進めてきた。その成果もあり、2021 年 12 月に審査に合格し、JAXA 内に正式に HiZ-GUNDAM プリプロジェクトチームが発足した。

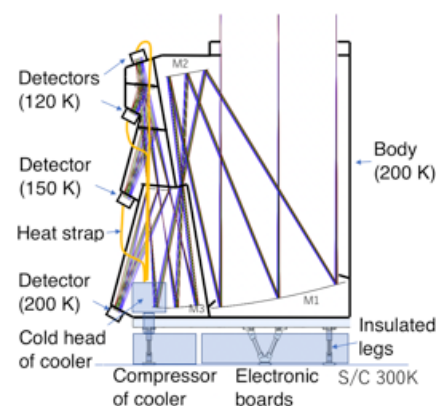
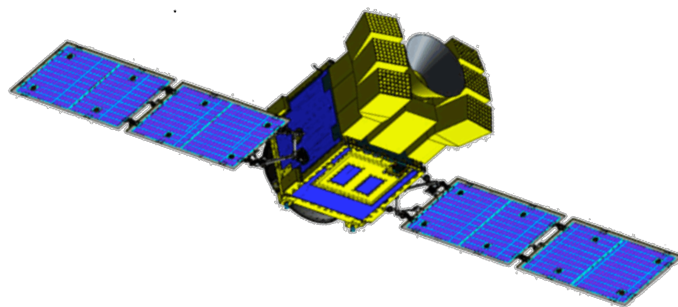


図 1 HiZ-GUNDAM 衛星の全体図(左) と搭載する宇宙望遠鏡(右)

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。

2021年度には、合計6回の「はやぶさ2」による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、目的とする惑星間塵の太陽系内における分布を探るのに十分な質のデータが取得できていることが確認できた。この観測の途中経過については、JAXAのウェブページでの紹介された(https://www.hayabusa2.jaxa.jp/topics/20210818_Mstry/)。



図 2 はやぶさ2で取得した黄道光観測画像

【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(2022年12月以降に実施予定)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ほぼ完了させ、テスト運用を開始し安定に稼働していることを確認した。

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を用いて超新星爆発から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出版した。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、事前に学習データへラベル(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現在査読中である。

【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、2020 年度から 2021 年度にかけては既存機体の再設計とシステム再検討を行った。

図 4 に製作したロケットの胴体部を示す。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。

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供給配管内流れの数値シミュレーションを実施し、燃焼室への亜酸化窒素噴霧状態を明らかにした。

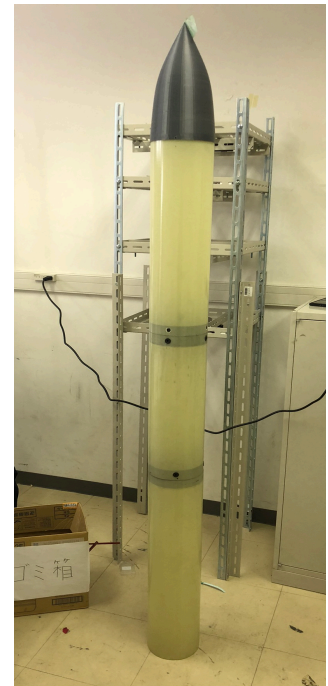


図 4 ハイブリッドロケット

超小型衛星の設計と製作

2021 年度は以下のことを行った。「はしのかけらプロジェクト」に参加して超小型衛星を開発を開始した。本プロジェクトは、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デザーで子衛星を放出する実験を行うものである。本プロジェクトには、本学以外に北海道科学大学、北海道教育大学、長野県駒ヶ根工業高校が参加している。本学では、宇宙科学研究センターの教員の指導のもと、本学の宇宙科学教育コミュニティである TAC の学生を中心に、子衛星である TCU-00 を開発している。TCU-00 は本学初の超小型衛星である。本衛星は、1 辺 10cm の立方体の形状で、430MHz のアマチュア無線帯を使用して地上と通信する。また、小型カメラを搭載し地球の写真を送信する。本衛星の本体と放出機構は、ほぼ完成し、2022 年度の STARS-X の打ち上げに向けて通信など各種テストを行なっている。

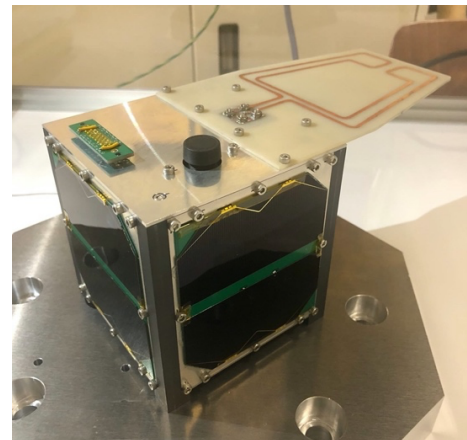


図 5 本学初の超小型人工衛星 TCU-00

【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、密度 1[g/cc]の軽水が減速と冷却の二役を担い炉心を軽量している。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。

遠心力による自然循環冷却や長期発電の成立見通しを得るために、核的特性、熱的特性の観点から解析を行った結果、電気出力 300 [We]、炉心寿命 30 年、全重量 240 [kg] を達成した。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、炉心サイズや圧力条件等を見直しつつ核熱解析を継続し、目標の電気出力 1KWe を達成しながらボイド発生無く自然循環冷却が成立することを確認する必要がある。

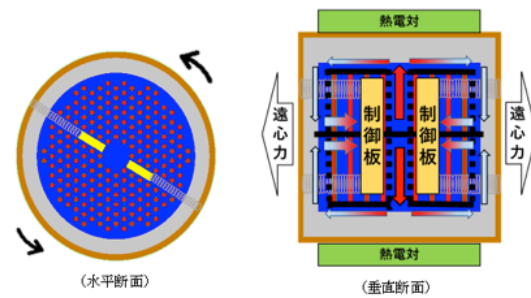


図 6 回転式宇宙発電用原子炉の概念図

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Hirabayashi, Tsumura et al. (2021) "Hayabusa2 extended mission: New voyage to rendezvous with a small asteroid rotating with a short period", *Advances in Space Research* 68(3) 1533-1555
- (2) Cheng, Tsumura et al. (2021) "Probing Intra-Halo Light with Galaxy Stacking in CIBER Images", *The Astrophysical Journal* 919(2) 69
- (3) Takimoto, Tsumura et al. (2022) "Polarization Spectrum of Near-Infrared Zodiacal Light Observed with CIBER", *The Astrophysical Journal* 926(1) 6
- (4) Korngut, Tsumura et al. (2022) "Inferred Measurements of the Zodiacal Light Absolute Intensity through Fraunhofer Absorption Line Spectroscopy with CIBER", *The Astrophysical Journal* 926(2) 133
- (5) M. Takeda, H. Takahashi et al. (2021) "Application of the Hilbert-Huang transform for analyzing SASI induced gravitational waves in a core-collapse supernova", *Physical Review D* 104 084063
- (6) KAGRA Collaboration (2021) "Overview of KAGRA: Detector design and construction history", *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, Vol.2021 No.5. 05A101
- (7) KAGRA Collaboration (2021) "Overview of KAGRA: Calibration, detector characterization, physical environmental monitors, and the geophysics interferometer", *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, Vol.2021 No.5. 05A102
- (8) KAGRA Collaboration (2021) "Overview of KAGRA: KAGRA science", *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, Vol.2021 No.5. 05A103
- (9) DECIGO Collaboration (2021) "Current status of space gravitational wave antenna DECIGO and B-DECIGO", *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, Vol.2021 No.5. 05A105

◇ 国際会議

- (1) Yusuke Sakai, Hirotaka Takahashi et al. (2021), "Unsupervised Deep Learning for Classification of Transient Noise", *Gravitational Wave Physics and Astronomy Workshop (GWPAW2021)*, in Hannover, Germany, December 14–17, 2021 (オンライン参加) .
- (2) Rikio Watanabe, Yoshiki Shimizu, Kazuki Yasuda, Daisuke Nakata (2022), "Numerical Estimation of Discharge Coefficient of Nitrous Oxide Flow inside an Injector for Hybrid Rocket Engine", 33rd International Symposium on Space Technology and Science, Oita, Japan, February 26-March 4, 2022 (オンライン参加) .

◇ 国内会議

- (1) 宮崎、栗又、宮坂、津村、他 (2021), "天文衛星 HiZ=GUNDAM における赤外線検出器の温度制御に関する検討", 第 30 回スペース・エンジニアリングコンファレンス、A16, 日本機械学会
- (2) 高橋弘毅 (2022), "大型低温重力波望遠鏡 KAGRA に関する研究 (データ解析関連)", 東京大学宇宙線研究所共同利用研究成果発表会, 2022 年 1 月 25 日 (オンライン開催) .

- (3) 坂井佑輔, 高橋弘毅 他 (2022), “重力波望遠鏡に現れる突発性雑音の教師なし分類”, (2A-02), 情報処理学会 第 84 回全国大会, 2022 年 3 月 3 日-5 日 (オンライン) .
- (4) 笹岡聖也, Hou Yilun, 宗宮健太郎, 高橋弘毅 (2022), “機械学習による重力波の到来方向推定”, (16pA442-12), 日本物理学会第 77 回年次大会, 2022 年 3 月 15 日-19 日 (オンライン)
- (5) 清水善貴, 渡邊力夫, 安田一貴, 中田大将(2021), “ハイブリッドロケット用亜酸化窒素流れとインジェクター部流量係数に関する数値解析”, 第 65 回宇宙科学技術連合講演会, 山形, 2021 年 11 月 9 日-12 日 (オンライン参加)
- (6) 深宇宙探査向け超小型原子力電池の概念設計 1, 橋本 ゆうき, 山崎 颯馬, 長谷川 京吾, 松前 信伍, 櫻井 裕希, 根本 雄作, 矢口 陽樹, 三枝 翻, 高木直行, 深宇宙探査向け超小型原子力電池の概念設計, 日本原子力学会 2021 年秋の大会, 3I15, 2021 年 09 月 10 日(金)
- (7) 矢口 陽樹, 山崎 颯馬, 長谷川 京吾, 松前 信伍, 櫻井 祐希, 根本 雄作, 橋本 ゆうき, 三枝 翻, 高木 直行, 深宇宙探査向け α 粒子推進エンジンの概念検討 日本原子力学会 2021 年秋の大会, 3I14, 2021 年 09 月 10 日(金)
- (8) 長谷川京吾、種田和正、渡邊力夫、高木直行、「遠心力による自然循環冷却型宇宙電源用小型原子炉の概念設計」、第 65 回宇宙科学技術連合講演会、2021 年 11 月 14 日 (オンライン参加)
- (9) 小池星多, 三橋龍一, 芳賀和輝, 「かけら衛星 TCU-00 の開発」 第 65 回宇宙科学技術連合講演会、2021 年 11 月 14 日

◇ 受賞

- ・ 津村耕司, 優秀研究賞 (優秀研究者賞) , 東京都市大学
- ・ Kohji Tsumura, Scientific Reports Top 100 in Physics 2020, Springer Nature

■ 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： 7 名

■ 主要な外部資金

科学研究費補助金 新学術領域研究(研究領域提案型) 2021 年度直接経費： 310 万円(留保) 「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(C) 2021 年度直接経費： 190 万円 「ハイブリッドロケット酸化剤流動のモデル化と酸化剤流量の高精度予測に関する研究」研究代表 (渡邊)
共同研究 (室蘭工業大学) 2021 年度受託金額： 50 万円 「高加速度を作り出すスレッド推進系のインジェクターオリフィス縮流係数に関する研究」(渡邊)

科学研究費補助金 新学術領域研究(研究領域提案型) 2021 年度直接経費: 80 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) 2021 年度直接経費: 40 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)
東京大学 宇宙線研究所 共同利用研究 2021 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

国際会議 1 件、国内会議 1 件

◇ 受賞

- ・ 長谷川 京吾、松前 信伍、櫻井 祐希、矢口 陽樹、根本 雄作、橋本 ゆうき、三枝 翻、高木 直行「粒子推進&RTG で挑む「追い越せボイジャー計画」、第 29 回 衛星設計コンテスト アイデアの部「日本天文学会賞」 & 「宇宙科学振興会賞」、2021 年 11 月 13 日(土)
- ・ 2021 年度 東京都市大学 学生表彰「理工学部長賞」(長谷川 京吾、松前 信伍、櫻井 祐希、矢口 陽樹、根本 雄作、橋本 ゆうき、三枝 翻、高木 直行「粒子推進&RTG で挑む「追い越せボイジャー計画」) 2022 年 2 月 16 日

◇ 学生の主な就職先

日本アドバンス・テクノロジー

NEC (航空宇宙・防衛ソリューション事業部門)

三菱電機エンジニアリング (株)

■ 社会貢献

◇ 第 188 回 総研セミナー開催 (2021 年 12 月 1 日)

テーマ: 星のかけらプロジェクト

能見公博 (静岡大学) 「宇宙テザー利用技術実験衛星 STARS-X プロジェクトについて」

小池星多 (東京都市大学) 「都市大衛星 TCU-00 について」

◇ 都市大宇宙科学シンポジウム (2021 年 7 月 12 日)

テーマ: 宇宙探査の今後を担う新技術

原子力産業新聞 (2021 年 8 月 26 日付) 記事に掲載

「都市大が深宇宙探査に向け原子力技術の可能性を考えるシンポ開催、学生からもアイデアが」

◇ まちなかキャンパス長岡 サイエンスカフェ (2021 年 10 月 16 日)

「宇宙の不思議、その後 -宇宙物理学の最前線-」(高橋弘毅)

◇ 委員 ※主なもの

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・全国選出代議員
高橋	Associate Editors of ICIC Express Letters (Scopus paper)

未来都市研究機構

未来都市研究機構
機構長 葉村 真樹

■ センター概要

デジタルテクノロジーによって都市はどう変革できるのか？をテーマに、AI（人工知能）・IoT・5G・ビッグデータなどのテクノロジーと、デザイン・コミュニティ・グリーンインフラなどの人間中心的なアプローチと、6つの研究ユニットを組織化、理工学・社会科学等の各専門分野の研究者が学術横断的に研究を推進している。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

2021年度は、機構第2期の2年目として、機構全体の研究成果としては、審査有り論文件数については36編、審査有り国際会議論文数については14編、合計50編の研究成果が上がった。外部資金獲得については、総額で5,917万円（22年度以降の研究資金含む）を獲得した。本機構は産業社会への貢献を重要な要素と位置づけており、民間企業・自治体等との共同研究・受託研究の占める割合が高い（金額ベースで約57%）のが特徴的である。

なお、機構第2期として、本機構は下記テーマについて研究を推進する6つの研究ユニットにて構成され、これまで2年にわたって研究活動を推進してきた。

- ① 防災等に資する緑地空間の保全・育成に向けたコミュニティ形成の意識構造を研究
- ② デザイン技術の革新に寄与するデータドリブン型研究を学際融合で実施
- ③ IoT技術を駆使したデータ活用で社会課題解決を目指す基礎研究を実施
- ④ With/After コロナ、働き方改革の政策下での都市住宅に必要な要素を抽出
- ⑤ 都市マネジメントをマクロ・ミクロ両面の政策観点での実証実験にて検証
- ⑥ VR空間のコミュニケーションインフラとしての可能性を実験にて検証

◇ 次年度への展開

2021年度にて未来都市研究機構第2期としての研究活動は一区切りをつけ、今後は各研究ユニットで研究活動を個別に推進することとなった。次年度以降は、機構全体で推進する研究テーマ、組織としての位置づけ・体制について、再編を検討する。

■ ユニット概要

「グリーンインフラからグリーンコミュニティへ」をキーワードに都市の緑地や暫定土地利用の資源性に立脚した地域コミュニティ形成の意識構造、グリーンインフラへの地域コミュニティの主体的関りを促す仕組みづくりの方策について研究している。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

小流域の減災対策としてグリーンインフラ（GI）導入に向けた市民参加型計画立案手法を住民・行政・企業・研究者の参加するワークショップと情報共有化を通じて構築した。農住混在地域の生態系サービスの社会的価値評価の構造を明らかにした。仮想評価法（CVM）を用いて緑道が有する機能に対して住民が捉えている価値を比較した結果、環境調節、季節感、避難場所、生き物の棲み処が住民ニーズの高い項目となった。緑化活動への参加状況と地域愛着及び協力意識との関係性を明らかにし、コミュニティ形成をはじめとした地域課題の解決策を探った。以上、地域政策展開に資する成果を得た。

◇ 次年度への展開

大学協議会報告に転載します。

■ 成果の紹介

【テーマ1】小流域におけるグリーンインフラ導入に向けた市民参加型計画立案手法/横田

横浜市帷子川支流の中堀川において、地域住民協働型のグリーンインフラ適応による地域ビジョンを策定するための情報整備・活用手法について一般化することを目的とした。住民・行政・企業・研究者の参加する検討会を開催し、小流域における雨水表流水の流向とその累積過程、土地利用の変遷に伴う雨水表流水の推定変化量といった情報を提示しながら、関連する地域課題を整理し、インタレストマップを作成している。谷戸への集水には、小滝の再生につながる3つの集水環境における表流水の連続性が重要と示唆されたことから、50cm解像度の地表高データを用いた流出経路の分析によって、道路が集水する雨水を緑地に接続させる効果の高い地点を明らかにした。これらをもとに、地域におけるグリーンインフラ導入ビジョンとアクション箇所を示し、その効果について予測するといった、計画プロセスの一般化を提案した。

この研究は、株式会社水辺総研、八千代エンジニアリング株式会社との共同により実施した。
（土木計画学査読付き論文、掲載決定）

【テーマ 2】都心近傍の農住混在地区における生態系サービスのシナジー評価/横田

東京 23 区で農地残存面積が最多である練馬区を対象に、農地が混在しながら残存する市街地に
応じて、居住者が得られる農地から生態系サービス（以下、ES）とそのシナジーを明らかにするこ
とを目的とした。まず、大規模公園における農業祭への来訪者と、「高松 1・2・3 丁目農の風景育成
地区」内のマルシェへの来訪者を対象として農地の環境機能や保全形態に対する意識を把握した。
その結果、多くの農地機能に対してマルシェ来訪者の方が意識が高く、特にコミュニティ活動の場
や災害時の避難場所について有意な差が見られた。一方で農業祭参加者は、農地への関わりやすさ
やキャンペーン・ボランティア活動を重視していた。また、「高松 1・2・3 丁目農の風景育成地区」
「南大泉 3・4 丁目農の風景育成地区」を対象として、居住者が日常生活で認知する代表的な ES の
シナジーをアンケート調査によって把握した。シナジーは、「常に 2 つの ES の受益を認知している
状態」とし、代表的な 2 つの ES の両立度／それぞれの ES の享受度とした。その結果、農地が点在
して残る高松地区では個人的利用に関わる環境機能のシナジー、農地がまとまって残る南大泉地区
では体験・交流に関わる景観レベルのシナジーが高く認識された。「農の風景」の保全・活用では農
地の残存形態を活かしたシナジーの共有が重要と考えられた。

この研究は、練馬区みどり推進課、みどりのまちづくりセンターの協力をいただき実施した。

【テーマ 3】森林バイオマス資源の地域内循環に関する地域内経済効果と社会的インパクトの評価
/横田

岐阜県高山市を対象に、間伐および間伐材の集材により森林管理・活用を活性化することを目的
とする NP0「木の駅」プロジェクトを対象に、森林バイオマス資源の地域内循環による社会的イン
パクトおよび地域経済効果の評価を行うことを目的とした。NP0 参加メンバー 59 名、集材に伴い発
行される地域通貨 enepo（エネポ）取り扱い店舗 30 店舗からのアンケート回答をもとに、アウトプ
ットとしての間伐材量および enepo 地域内支払い額、アウトカムとしての個人・社会・地域経済へ
の波及効果意識を把握した。enepo での支払いによる地域内取扱店舗での経済効果が生じることで、
enepo 加盟店舗は森林保全への参加意識、環境への効果を短・中期的に醸成していた。間伐に参画
する NP0 メンバーは、仲間やライフスタイルをまず重視し、enepo の流通を通じて資源循環や高齢
者の社会活動機会といった長期的な社会効果を期待し、活動継続年数もこれに影響した。enepo は、
店舗による森林保全への参画意識と市民による社会活動意識の両面で重要な媒体と考えられる。

この研究の一部は、JST RISTEX 科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラムの
助成を受けて実施した。

（環境情報科学センター一般誌査読付き論文、掲載済）

【テーマ 4】COVID-19 影響下における屋外緑地空間の快適性評価/丹羽

本研究の目的は、住民の支払い意思額に基づいて緑道が有する多面的機能の価値を算出し、住民
属性と価値の関係性を明らかにすることである。横浜市都筑区にある港北 NT の GMS を対象に、地
域住民に向けたアンケート調査を行った。仮想評価法(CVM)を用いて、緑道が有する 8 つの機能に対
して住民が捉えている価値を比較した。分析の結果、住民のニーズが高い項目は「環境調節」、「季
節感」、「避難場所」、「生き物の棲み処」という機能であった。レクリエーションなどの「活動の場」
や COVID-19 の「感染防止」は他項目よりも低かった。また住民の属性と価値の関係性についてロジ
スティック回帰分析を行った結果、「年齢」、「緑道までの徒歩時間」、「緑道の利用頻度」が価値の算
出に関係していた。年齢が高いほど「感染予防」に対して支払い意思を示し、自宅から緑道に近い
住民ほど「環境調節」に対して支払い意思を示した。また緑道を毎日利用している人ほど「防災・
減災」に支払い意思を示す傾向があった。

（審査付き論文、日本都市計画学会大会論文掲載）

<https://doi.org/10.11361/journalcpj.56.1107>

【テーマ5】緑道の利用強度に基づく再整備の効果と利用者ニーズの把握/丹羽

港北ニュータウンには、GMS(グリーンマトリックスシステム)という緑のネットワークが存在している。本研究は、緑道の利用強度に基づく再整備の効果と利用者ニーズを把握するために行動観察調査を行い、再整備の効果検証を行った。緑道を管理している都筑区土木事務所との連携により、「せせらぎ公園」を対象に歩行者と自転車の調査を行い、「推奨レーン」の効果を再整備前後で比較した。また住民を対象にしたインターネットアンケート調査から「せせらぎ公園」の再整備に対する満足度を把握した。さらに今後の緑道再整備において必要となる整備・維持管理の方策について、分析した。利用強度に基づくゾーニングと住民ニーズとの関係を対応分析から明らかにした。(審査付き論文掲載済み、日本建築学会技術報告集掲載)

<https://doi.org/10.3130/aijt.27.147>

【テーマ6】大都市都心部のエリアマネジメント/丹羽

都市の価値と魅力を高めるためには、道路、公園、公開空地などのオープンスペースをどのようにマネジメントすることが望ましいかを検討する必要がある。本研究は、より良い都市を構築するためには人々が抱く空間への愛着(プレイスアタッチメント)を高めることが重要だと考えた。札幌(北海道)、大丸有(東京)、名古屋(愛知)、梅田(大阪府)、博多(福岡)で行われている大都市都心部のエリアマネジメント団体にヒアリング調査を実施した。全国エリアマネジメントネットワークと連携し、オープンスペースをどのように維持するべきか、就業地へのプレイスアタッチメント(愛着)を高める要因を探った。

【テーマ7】緑地利用における地域への経済活動などの波及効果/飯島

Covid-19における第1次緊急事態宣言解除後の次期に、屋外緑地空間で行われるイベントにおける利用者満足度とともに対象緑地外での前後の経済活動について調査した。広島市で行われた「広島はなのわマルシェ」の来場者に紙媒体またはスマートホンへの入力フォームのいずれかを選択してもらい回答を得た。回答数は710となり、イベントにおいて80%が満足感を得ていた。別の時期に開催された場合の参加意欲も95%に達し、Covid-19における生活変容のなか、あらためて屋外空間やイベントへのニーズの高まりを認識した。なお回答者の46%が来場前後での経済活動(カフェ、ショッピングなど)を行っており、屋外緑地空間が受け止めるイベントの有効性のみならず地域への波及効果としての価値創造に提言できるものとなった。

【テーマ8】緑化活動への参加状況と地域愛着及び協力意識との関係性/飯島

緑化活動への参加状況によって地域愛着と協力意識の形成過程に差異が表れ、特に、緑化活動参加サンプルは地域の歩行快適性、地域を自分のまちと認識していることが地域に愛着を抱く要因となっているのに対して、緑化活動不参加サンプルは地域の住みやすさ、地域への居住継続意思が地域に愛着を抱く要因となっていることが明らかとなった。前者では、地域の歩きやすさを評価している点から地域への接触が多いことや、地域を自分のまちと認識できるような他者との関わり、地域との深い慣れ親しみを持っていることが示唆された。後者では、地域の住みやすさや居住継続意思を評価している点から、自身の住む住居やその周辺環境から地域愛着を抱くことが示唆された。地域への協力意識の形成過程では、特に、緑化活動参加サンプルでは地域の整備を他人や行政に任せない意識を持っているのに対して、緑化活動不参加サンプルでは地域の整備を他人や行政に任せ意識を持っていることが明らかとなった。緑化活動に参加する人々はこの地域の持続性に対する危機意識を持っている傾向が強いことが考えられ、地域全体への危機意識の共有を行うことにより、緑化活動へ参加していない人が参加する動機づけになることが考えられた。

【テーマ9】地域の落葉・落枝を中心とした有機性資源の循環と緑地のコミュニティ形成/飯島

地域の緑地から発生する街路樹、生垣、植え込み等の落葉・落枝については、回収ごみや産廃として移動、焼却される。これを地域の有機性資源の循環と地域住民のコミュニティ形成の観点を融合した新たなシステムの構築を提案する基礎的研究を行った。大学構内の落葉落枝における原単位の調査とともにそれを堆肥化した際のCO₂排出削減、その堆肥の地域活用を含む循環を緑地イベントとコミュニティ形成の仕組みと共に構築する方策を検討した。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 山崎慶太・横田樹広・東郷佳朗・川瀬博・豊田知世・竹林征雄：木質バイオマスエネルギーを活用した持続可能な地域循環システムを促進する社会・経済的取組、環境情報科学、50巻2号、2021年7月、pp. 101～110.
- (2) 滝澤恭平・池田正・吉原哲・横田樹広(2022)：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) (土木計画学研究・論文集), 掲載決定. 12 頁.
- (3) 金井優人, 丹羽由佳理, 横田樹広, COVID-19 影響下における港北ニュータウンの緑道機能に対する社会的便益の評価, 都市計画論文集, 2021, 56 巻, 3 号, p. 1107-1112
<https://doi.org/10.11361/journalcpj.56.1107>
- (4) 齋藤知貴, 曾我部将広, 丹羽由佳理, 横田樹広：緑道の利用強度に基づく再整備の効果と利用者ニーズの把握, 日本建築学会技術報告集, 2021, 27 巻, 67 号, p. 1470-1475 (Scopus)
<https://doi.org/10.3130/aijt.27.1470>
- (5) 高橋夏美、横田樹広：港北ニュータウン緑道周辺の土地条件に応じた雨水浸透能と土壌・下層植生構造との関係、ランドスケープ研究（オンライン論文集）、13 巻、2020 年 12 月、pp. 70～73（査読付）。

◇ 招待講演

- (1) 飯島健太郎（2020）：（リモート講演）人の健康に役立つ緑の知覚、東京眼科サミット 2020 WEB 開催（眼抗加齢医学研究会、ブルーライト研究会、東京眼科アカデミー、老眼研究会 共催）
- (2) 飯島健太郎（2020）：（リモート講演）コロナ禍における緑地の利用状況と住民の健康を考慮した今後の展開、日本緑化工学会、緑・健康部会
- (3) 飯島健太郎（2020）：（出張講演）環境学講座／都市の緑とわたしたちの健康づくり、大田区・馬込区民センター
- (4) 飯島健太郎（2020）：（出張講演）公園緑地とグリーンインフラ、東京都特別区専門研修「公園」講演
- (5) 飯島健太郎（2020）：（オンライン講演）未来都市社会に期待する植物、日本植木協会技術研修委員会リモート講習会講演
- (6) 横田樹広（2021）：（オンライン講演）街区の集水環境・土地基盤と保水能、日本緑化工学会企画集会「緑地の保水能とグリーンインフラ」

◇ 国内会議

- (1) 山崎慶太、横田樹広、豊田知世：木の駅活動の地域性に応じたステークホルダの環境・社会価値

構造、2021 年度（第 18 回）環境情報科学ポスターセッション、2021 年 12 月。

(2)山崎慶太、豊田知世、横田樹広、宮崎賢一：木質バイオマスエネルギー利活用の社会価値評価手法に関する一考察、日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）、2021 年 9 月、pp.2439-2440.

(3)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、第 62 回土木計画学研究発表会・秋大会講演集、2020 年 11 月、9 頁。

(4)滝澤恭平、池田正、吉原哲、横田樹広：都市域の小流域における市民参加型グリーンインフラ計画手法、グリーンインフラ・ネットワーク・ジャパン 2020、2020 年 11 月、ポスター発表、発表要旨 1p.

(5)中村裕史、横田樹広：都心近郊の農住混在地域における区民の生態系サービス評価とグリーンインフラ配置、グリーンインフラ・ネットワーク・ジャパン 2020、2020 年 11 月、ポスター発表、発表要旨 1p.

(6)横田樹広、中村裕史：農住混在市街地における「農の風景」に対する産直イベント参加者の意識、日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集、2020 年 9 月、pp.983～984.

■ 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	飯島健太郎	[環境学部] 兼務	グリーンインフラ、緑地環境
准教授	横田 樹広	[環境学部] 兼務	都市生態計画
准教授	丹羽由佳理	[環境学部] 兼務	建築・都市計画

■ 主要な外部資金

JST RISTEX 科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラム 「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」 (2021 年 10 月～2024 年度) 2021 年度直接経費：50 万円，計 350 万円予定（横田；研究分担者）
(株)竹中工務店 森林バイオマスエネルギー利用の燃料材供給による森林の持続可能性及び環境的価値の調査、及び森林バイオマス循環利用に関係するステークホルダーへのアンケート作成配布解析（2021 年 4 月～2021 年 9 月）2021 年度直接経費 41.8 万円（横田）

■ 社会貢献

◇グリーンインフラ/災害や異常気象による被害の抑制に役立つ切り札、横浜市環境創造局みどりアップ講演会、(2020 年 1 月 23 日)（飯島健太郎）

◇ 第 175 回 総研セミナー開催（2021 年 3 月 1 日）
講演タイトル「グリーンインフラからグリーンコミュニティの視点に向けて」成果報告

◇ 第 184 回 総研セミナー開催（2021 年 10 月 29 日）

「空地の利用と未来のコミュニティ生成」と題するセミナーのパネルディスカッションにおいて丹羽由佳理准教授が講話した。

◇ 出張授業（オンライン）

長野グローバルプロジェクト（NGP）の趣旨に基づく長野高等学校フィールドワークにおいて、都市部のヒートアイランド現象の現状と対策についてグリーンインフラの観点から飯島が対応した。担当：長野高校（神津明男）

◇ 講習会（オンライン）（2021年10月7日）

（一社）日本公園緑地協会主催の令和3年度第40回公園緑地講習会において、都道府県・市町村の公園緑地関係部課、公園緑地関係企業等に勤務する職員等90名程度を対象として、「集水域・街区の雨水管理におけるグリーンインフラの管理と活用」に関する講演を行った。（横田樹広）

◇ 委員

氏名	委員名一覧
飯島健太郎	日本芝草学会副会長・理事・評議員・GCP緑化部会長、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	練馬区緑化委員会副委員長、横浜市公共事業評価委員会委員、横浜市環境影響評価審査会委員
丹羽由佳理	神奈川県環境影響評価審査会委員、神奈川県福祉子どもみらい局共生社会推進課 地域の支え合い仕組みづくり事業選考委員

以上

■ ユニット概要

都市空間での人間行動センシングを通じ「空間デザイン」「群集マネジメント」「モビリティビジネス創造」など、生活者視点の各種デザイン技術の革新に寄与するデータドリブン型研究を学際融合ベースにて推進する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

歩行者と小型車両等の混在する空間評価シミュレーション構築に向け、1)Mixed-Mobility シミュレーションプラットフォームの環境構築、2)実フィールドでの人流データ取得実験、3)滞留とモビリティの親和性評価実験、4)人間行動マルチエージェントモデル応用研究を主として行い、これらの研究・課題シーズを元に JSPS 科研費応募・一般外部資金申請・企業との共同研究契約（資金受け入れあり）を行った。

◇ 次年度への展開

本ユニット解散後も、研究メンバー協働体制を続け、具体的な評価シミュレーション場の構築に向け更に発展させる。具体的には、a)オクルージョンフリーな群集流センシング技術の模索、b)TOD 駅環境等の実フィールドでの混雑群集流のカメトラッキング実験実施、c)マイクロモビリティと歩行者の相互回避領域の算定とその数理化、d)商店街空間における滞留行動と通過交通の連関研究を主として行い、論文発表・外部資金獲得に引き続き尽力する。

■ 成果の紹介

【テーマ1】Mixed-Mobility シミュレーション・プラットフォームの環境構築（高柳）

人流データを「質」と「量」においてエキスパートジャッジつまり群集密度分布と空間のサービス水準を可視評価できる基本環境整備が完了した。引き続き昨年度完了しているマイクロモビリティの挙動・回避モデルの搭載を進めている。

【テーマ2】実フィールドでの人流データ取得実験（高柳・宮地）

東急電鉄様との NDA のもと、渋谷駅・多摩川駅・日吉駅・長津田駅各舎内において動画像カメラ設置により人流データ取得を行った。また目下は得られた動画像から OpenCV 機械学習等により人物検知検証を進めている。

【テーマ3】滞留とモビリティの親和性評価実験（末繁・杉町・宮地）

街路空間での観察調査を実施し、滞留者と流動者のデータから路上滞留空間創出による流動交通速度への影響を分析した。また、超小型モビリティ（リーン車両）の走行経路に対する路上滞留者の感性評価について、VR と生体計測を用いたシミュレーション実験を実施し、相対距離が路上滞留者の感性に与える影響を分析した。

【テーマ4】人間行動マルチエージェントモデル応用研究（高橋・関口・永野）

マルチエージェントモデルをキーワードに、誘導制御シミュレーション、避難計画シミュレーション、感染症伝播シミュレーションなどをターゲットに研究を進めている。これらのシミュレーションについての一連の研究においては、より良い判断をするための検討材料として、成果の共有・公表やデータなどを提供など関係各所にしている。また、計測した（センサ）データに基づき、人の様々な行動に対して適切かつ適応的に支援を行う知的なシステムを実現するためのモデル化やその評価も行なっている。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

※著者名・タイトルは順序変更可. DOI は PDF 版でリンクになるようにする.

※以下, 該当する項目のみを記載

[1] 木原己人・高柳英明・田中文翔・山田昇吾・斉藤圭: 斜め横断不可時の加速度遷移による回避特性と歩行負荷の分類に関する研究-群集密度別・交差角度別における実験室実験-, 日本インテリア学会論文報告集、第 32 号、pp.37-42、2022 年 3 月

[2] 田中文翔・木原己人・高柳英明・末繁雄一: 歩行者のパーソナルビークルに対する回避予兆行動に関する研究、日本インテリア学会論文報告集、第 32 号、pp.31-36、2022 年 3 月

[3] 菊池嵐・末繁雄一・高柳英明・杉町敏之・宮地英生: 路上滞留空間と滞留者アクティビティが自転車流動速度に及ぼす影響、日本建築学会技術報告集、2022 年 10 月掲載予定 (採択済み)

[4] Hirotaka Takahashi, Chie Uenae, Yasushi Sumitani, Yohei Kakimoto, Yuto Omae: Disaster Evacuation Simulation Considering Transmission of False and Fact-checking Information by Social Networking Service, ICIC Express Letters Part B: Applications, Vol.18, No.3, pp.837-849 (2022).

[doi:10.24507/ijicic.18.03.837](https://doi.org/10.24507/ijicic.18.03.837)

[5] 大前佑斗・柿本陽平・豊谷純・原一之・權寧博・高橋弘毅: SIRVD モデルによる COVID-19 ワクチン接種を考慮した日本国内の感染伝播シミュレーション, 日本経営工学会論文誌, Vol. 73, No.1、2022 年 5 月出版予定

[6] Yuto Omae, Yohei Kakimoto, Makoto Sasaki, Jun Toyotani, Kazuyuki Hara, Yasuhiro Gon, Hirotaka Takahashi: SIRVVD model-based verification of the effect of first and second doses of COVID-19/SARS-CoV-2 vaccination in Japan, Mathematical Biosciences and Engineering, Vol.19, No.1. pp.1026-1040 (2022).

[doi:10.3934/mbe.2022047](https://doi.org/10.3934/mbe.2022047)

[7] Yuto Omae, Jun Toyotani, Kazuyuki Hara, Yasuhiro Gon, Hirotaka Takahashi: Effectiveness of the COVID-19 Contact-Confirming Application (COCOA) Based on a Multi-Agent Simulation, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.25, No.6, pp.931-943 (2021).

[doi:10.20965/jaciii.2021.p0931](https://doi.org/10.20965/jaciii.2021.p0931)

[8] 大前佑斗・豊谷純・原一之・權寧博・高橋弘毅: 2 次接触者への通知機能を有する COVID-19 接触確認アプリ COCOA の感染者数削減効果の検証, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会論文誌), Vol.33, No.3, pp698-710 (2021).

[doi:10.3156/jsoft.33.3_697](https://doi.org/10.3156/jsoft.33.3_697)

[9] Yuto Omae, Yohei Kakimoto, Jun Toyotani, Kazuyuki Hara, Yasuhiro Gon, Hirotaka Takahashi: SIR model-based verification of effect of COVID-19 Contact-Confirming Application (COCOA) on reducing infectors in Japan, Mathematical Biosciences and Engineering, Vol.18, No.5. pp.6506-6526 (2021).

[doi:10.3934/mbe.2021323](https://doi.org/10.3934/mbe.2021323)

[10] Yuto Omae, Yohei Kakimoto, Jun Toyotani, Kazuyuki Hara, Yasuhiro Gon, Hirotaka Takahashi: Impact of removal strategies of stay-at-home orders on the number of COVID-19 infectors and people leaving their homes, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, vol.17, No.3, pp.1055-1065 (2021).

[doi:10.24507/ijicic.17.03.1055](https://doi.org/10.24507/ijicic.17.03.1055)

[11] Yuto Omae, Yohei Kakimoto, Jun Toyotani, Kazuyuki Hara, Yasuhiro Gon, Hirotaka Takahashi: Reliability of multi-agent based infection simulator with parameters of isolation wards, ICIC Express Letters Part B: Applications, Vol.12, No.6, pp.577-586 (2021).

[doi:10.24507/icicelb.12.06.577](https://doi.org/10.24507/icicelb.12.06.577)

[12] Takumi Inagawa, Yasushi Sumitani and Hirotaka Takahashi: Chain Flow Algorithm in Evacuation Planning: Case of Suido-cho in Nagaoka City, Japan, ICIC Express Letters Part B: Applications, Vol.12, No.6, pp.557-566 (2021).
[doi:10.24507/icicelb.12.06.557](https://doi.org/10.24507/icicelb.12.06.557)

◇ 招待講演
(1) …

◇ 国際会議

[1] Hirotaka Takahashi, Chie Uenae, Yasushi Sumitan, Yohei Kakimoto, Yuto Omae, “Disaster Evacuation Simulation Considering Transmission of False and Fact-checking Information by Social Networking Service”, the 15th International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2021), online, (paper ID:ICICIC2021-SS08-02), September 15–16, 2021.

[2] Takumi Inagawa, Yasushi Sumitan, Hirotaka Takahashi, “Using the Chain-flow Algorithm to Model the Evacuation Planning of Nagaoka City Center”, the 15th International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2021), online, (paper ID:ICICIC2021-SS08-01), September 15–16, 2021.

◇ 国内会議

[1] 木原己人・高柳英明・山田昇吾・田中文翔：群集の斜め横断可否と加速度遷移の連関についての研究、2021 年度日本建築学会大会学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集 E1(DVD-ROM)、2021.9

[2] 山田昇吾・高柳英明・木原己人・田中文翔：回避行動時加速度遷移形状の基礎的分類、2021 年度日本建築学会大会学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集 E1(DVD-ROM)、2021.9

[3] 北島芳基・永野秀明・加藤信介・柳宇：行動シミュレーションによる感染リスク評価 第4報 - ソーシャルディスタンスと換気量を考慮した感染確率の分析、2021 年度日本建築学会大会学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集 (DVD-ROM)、2021.9

[4] 北島芳基・永野秀明・加藤信介・柳宇：行動シミュレーションによる感染リスク評価 第5報 - ソーシャルディスタンス戦略による感染抑制効果の分析、2021 年度空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、2021.9

[5] 安井隆裕，関口和真，野中謙一郎：前方の状況把握のための視野角を導入した歩行者の群衆動流の模擬 第22回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会、2021.12

[6] 稲川拓海・住谷安史・高橋弘毅：鎖流を用いた避難計画モデル：長岡市中心区域を例に，日本オペレーションズ・リサーチ学会 2022 年春季研究発表会 (2-D-5)，オンライン開催，2022.3.17-18

[7] 高橋弘毅・植苗千枝・住谷安史・柿本陽平・大前佑斗：災害避難シミュレーション：SNS による避難所の誤情報の影響，第37回ファジィシステムシンポジウム (FSS2021)，pp.615-617 (WC2-2)，オンライン開催，2021.9.15.

[8] 杉町敏之，末繁雄一，宮地英生，櫻井俊彰，槇徹雄：超小型モビリティの走行経路に対する歩行者の心理的負荷の評価，第30回 交通・物流部門大会 (TRANSLOG2021)，日本機械学会，TL8-3，pp.1-9 (2021).

[9] Minagi Miyokawa, Hideo Miyachi: A Study on Tracking Individual Pedestrian Trajectories in a Walking Crowd Using Openpose, Proc. of JSST20021, pp. 122-125, (2021)
https://www.dropbox.com/s/yjt4sg6n90p85t0/JSST2021_Proceedings.zip?dl=1

[10] 帆足拓海，宮地英生：主観視点と俯瞰視点での車の運転性の違いに関する検討，第5回ビジュアル化ワークショップ（可視化情報学会）、2022/2/24 オンライン開催

[11] 菊池嵐、末繁雄一、杉町敏之、宮地英生、高柳英明：路上滞留空間と滞留者アクティビティが自転車流動速度に及ぼす影響 ～尾山台地区の事例～、2022 年度日本建築学会大会学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集 E1(DVD-ROM)、2022.9（発表予定）

[12] 末繁雄一、樋口航大、高柳英明：群衆流動を考慮した駅構内の滞留空間創出ポテンシャル評価～東急線渋谷駅の事例～、2022 年度日本建築学会大会学術講演梗概集・建築デザイン発表梗概集 E1(DVD-ROM)、2022.9（発表予定）

◇ 作品

◇ 特許

◇ 受賞

[1] 電子情報通信学会 ライフインテリジェンスとオフィス情報システム研究専門委員会 2020 年 LOIS 研究賞. 大前佑斗・柿本陽平・豊谷純・原一之・權寧博・高橋弘毅：マルチエージェントシミュレーションによる COVID-19 接触確認アプリ COCOA の感染者数削減効果の検証, 2021 年 5 月

[2] Best Presentation Award for the 15th International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2021)

Hiroataka Takahashi, Chie Uenae, Yasushi Sumitan, Yohei Kakimoto, Yuto Omae: Disaster Evacuation Simulation Considering Transmission of False and Fact-checking Information by Social Networking Service, the 15th International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC2021), online, (paper ID:ICICIC2021-SS08-02), September 15–16, 2021. 2021 年 9 月

[3] 2021 年度 日本建築学会大会（東海）学術講演会 環境工学委員会若手優秀発表賞受賞、北島芳基：行動シミュレーションによる感染リスク評価 第 4 報 – ソーシャルディスタンスと換気量を考慮した感染確率の分析、2021 年 9 月

[4] 帆足拓海、宮地英生、The 5th Visualization Workshop 最優秀ポスター賞受賞、The 5th Visualization Workshop by Visualization Society of Japan, online, 2021

■ 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	高柳 英明	[都市生活学部]兼務	インテリアデザイン・人間行動解析
教授	宮地 英生	[メディア情報学部]兼務	可視化情報工学、移動体センシング
教授	高橋 弘毅	[総研]	データサイエンス/オペレーションズ・リサーチ
准教授	関口 和真	[理工学部]兼務	ドローン/PV/自動運転車椅子制御
准教授	杉町 敏之	[理工学部]兼務	自動車工学、リーノカー開発
准教授	末繁 雄一	[都市生活学部]兼務	都市プランニング、滞留空間創造
准教授	永野 秀明	[理工学部]兼務	環境工学/温熱快適性評価/室内空気質

◇ 学生数 博士後期課程：高柳研究室 2 名（木原・山田）、修士課程：高柳研究室 1 名（田中）、学部 4 年生：高柳研究室 1 名（久峯）、学部 3 年生 1 名（須之内）、宮地研究室 修士課程 1 名（三代川）、学部 4 年生 1 名（帆足-サブユニットのみ参加）、末繁研究室 学部 4 年生 2 名（菊池・樋

口)、学部3年生2名(望月・秦野)

■ 主要な外部資金

日本工営株式会社 共同研究(専属コンサル契約、110万円、2022.1~5月)「首都圏TODのスマート・シフトに寄与する人流計測及び解析手法の検討」研究代表(高柳)
日本工営株式会社 共同研究(技術シーズ強化、670万円内定、2022.7から3者契約・約3カ年にて調整済)「都市再開発事業にかかる人流データ解析・活用技術の構築」研究代表(高柳)
科研費基盤C(320万円 2022.4~2025.3)「次世代道路空間マネジメントのための路上滞留空間とモビリティの協調モデルの構築」研究代表(末繁)

※民間資金の場合、「企業名・金額・期間」. 公開不可なら、「他3社で600万円」などと記載.

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 高柳2件 高橋1件、末繁1件 国際会議 高橋1件、国内会議 高柳2件 永野2件 関口1件 宮地2件 末繁1件 高橋1件、作品0件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

宮地研究室 IIJ (インターネットプロバイダー)
高柳研究室 JR東日本株式会社、株式会社アルキテック
末繁研究室 三井不動産商業マネジメント

■ 社会貢献

◇ 第175回 総研セミナー開催(2020年3月1日)

講演タイトル「未来都市研究機構 データドリブン・デザイン研究ユニット研究報告」

◇ 第194回 総研セミナー開催予定(2022年3月10日)

講演タイトル「東京都市大学未来都市研究機構セミナー第2回目:都市行動の学術知見をスマートシティ開発にどう活かすか」

◇ 東京都市大学 YouTube チャンネル 作成協力 2021/12/17 公開

【うちで学ぼう!こども体験教室】映像が飛び出る立体メガネ

<https://www.youtube.com/watch?v=fX01qDIMFCE>

◇ 出張授業

東京都立東高等学校(10月6日 宮地英生)
神奈川県立元石川高等学校(杉町)

◇ 委員

氏名	委員名一覧
高柳 英明	日本建築学会建築計画委員会 住宅ストック活用小委員会 委員
高柳 英明	千葉地域再生リサーチ 理事
高柳 英明	株式会社リクシル フロントコンテスト審査委員
宮地 英生	可視化情報学会 理事
宮地 英生	NPO 法人 VCAD システム研究会 監事
宮地 英生	日本シミュレーション学会 理事
高橋 弘毅	国際学術雑誌 ICIC-EL (SCPUPS paper) の Associate Editor
関口 和真	計測自動制御学会 プラントモデリング部会副主査, メカトロニクスシステム部会幹事, 会誌出版委員制御小グループ主査, 制御部門委員, SICE 論文集 AE

末繁 雄一	一般社団法人 中目黒駅周辺地区エリアマネジメント 理事
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
末繁 雄一	一般社団法人 おやまちプロジェクト 社員（コアメンバー）
永野 秀明	日本建築学会 感染伝播と空気質 WG メンバー
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）

■ ユニット概要

様々なセンサデータを収集するためのエッジ・クラウドを実現するためのネットワークとデータを分析するためのコンピューティングのアーキテクチャとオペレーションの研究と人流分析やインフラ監視への応用に取り組む。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

ビッグデータのための基盤 ICT システムのセキュリティや障害の対応のための機械学習アルゴリズム、予測が困難な需要変動に対応するための予測モデル、秘匿性を考慮したデータ流通基盤などのオペレーション技術や高速ストレージと高性能コンピューティングの柔軟な組み合わせを可能とする分離型アーキテクチャの研究に取り組んだ。また、経済的な人流分析システムや河川監視システムの研究に取り組んだ。

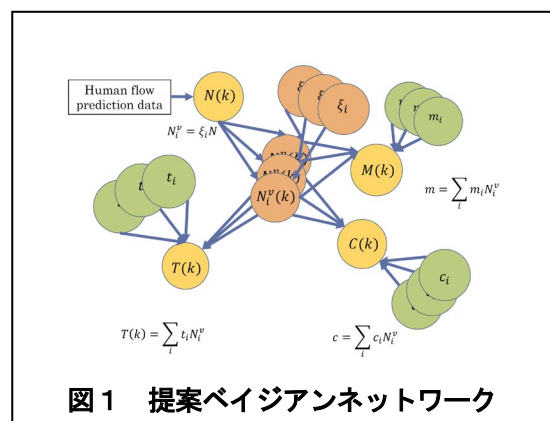
◇ 次年度への展開

これまでの機構での活動や研究成果の蓄積を活かして学内外連携、産学連携、国際連携を進め、科研費、国プロ等の研究費獲得に取り組む。最新の機械学習や暗号技術を用いた ICT システムのオペレーションとアーキテクチャの研究をさらに進展させ、大学キャンパスの ICT インフラを用いたフィールド実証を見据えてテストベッド構築と研究成果の実証実験に取り組む。

■ 成果の紹介

【テーマ1】変動が激しい時系列データの予測を可能とするベイジアンネットワーク

既存のトラフィック予測手法は、過去のトラフィック計測データから学習してモデルを作成し、そのモデルを適用して将来のトラフィックを予測する。しかしながら、モバイルトラフィックはネットワークトラフィックの大部分を占め、その予測は困難になってきている。モバイルトラフィックのタイムリーかつ正確な予測が困難であるのはユーザー需要の時空間的なパターンが複雑であることが原因である。トラフィックを正確に予測するためには、対象地域の人口を正確に予測する必要があるが、対象地域のアクティブユーザ数を正確に予測することはできない。そこで、本研究では、人口とアクティブ



モバイルユーザー数の間のギャップを埋めて、人口とネットワーク・計算機資源の関係をモデル化する方法を提案した(図1)．ベジアンネットワークでモデル化し、モデルのパラメータを測定値から推定することで、従来の統計的時系列モデルである Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) モデルが 0.56 をもたらすのに比べ、提案された方法が相対的予測誤差を 0.24 に減らすことを実証した(図2)．

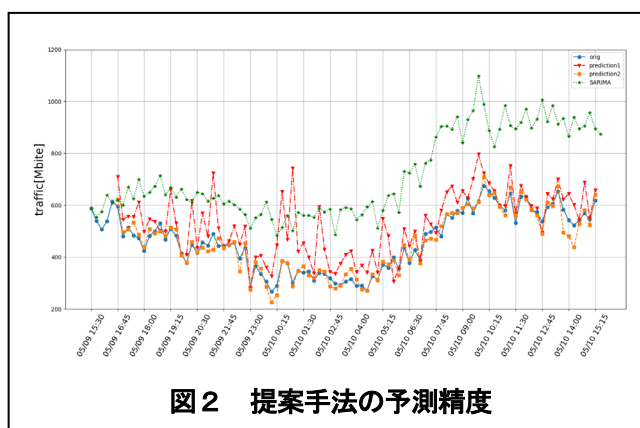


図2 提案手法の予測精度

【テーマ2】ストレージ分離型コンピューティングアーキテクチャ

リソース利用の柔軟性・効率性を高めるためコンピューティングとストレージを異なるノードに分離するコンピューティングアーキテクチャの研究に取り組んだ．NVMe SSD はストレージデバイスが低速の HDD から高速の SSD への進化に対応したストレージ制御技術である．NVMe SSD 技術を拡張し、コンピューティングノードとストレージノードに分離し、ネットワークで相互接続するための技術として NVMe-over-Fabric (NVMeoF) が

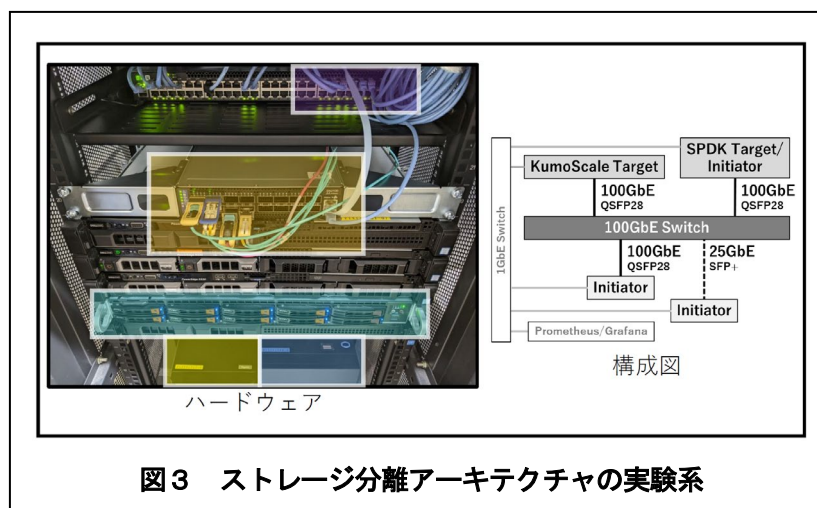


図3 ストレージ分離アーキテクチャの実験系

近年注目を集めている．本研究テーマにおいては、実機を用いた実験を行い、ストレージ分離型コンピューティングアーキテクチャの性能を評価した(図3)．高速ネットワークを介して柔軟でサーバ直結ストレージ相当の性能でブロックストレージを提供する SAN 環境を構築し、その上で NVMe over Fabrics 規格の SAN の管理用ミドルウェアである KIOXIA 社製ソフトウェア KumoScale を試験

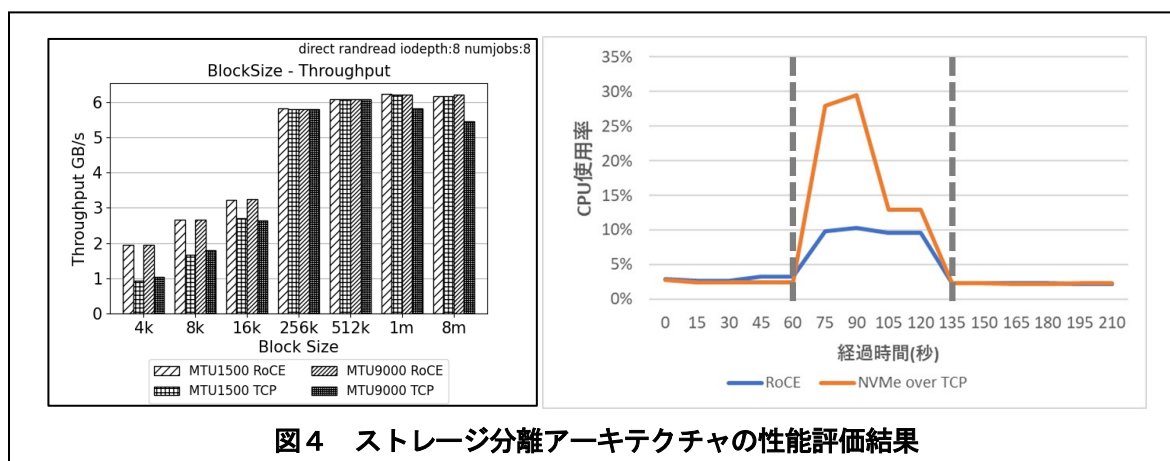
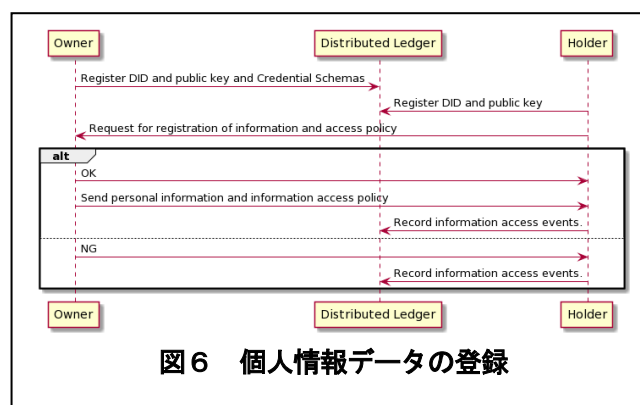
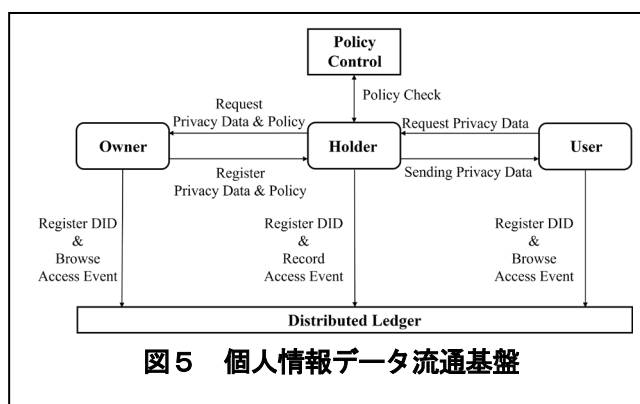


図4 ストレージ分離アーキテクチャの性能評価結果

導入し、ネットワーク経由で複数のイニシエータから共有させた。ネットワークフレーム長、ファイルシステムブロック長、NVMe コントローラのパラメータ（キュー深度、並列アクセス数）と性能の関係を明らかにした。NVMeoF の実現方式である RoCEv2 と NVMe-over-TCP の2つの方式について評価した。評価の結果、100GbE の利用により NVMe SSD の性能をフルに発揮できること、ネットワークフレーム長は 1500 バイトで十分であり、9000 バイトのジャンボフレームは必要ないこと、ターゲットマシンの CPU 負荷が 3% の状態で NVMe SSD アクセスすると、NVMe over TCP では 30% に上昇したが、RoCEv2 では 10% の上昇に抑えられたことなどが明らかになった（図 4）。

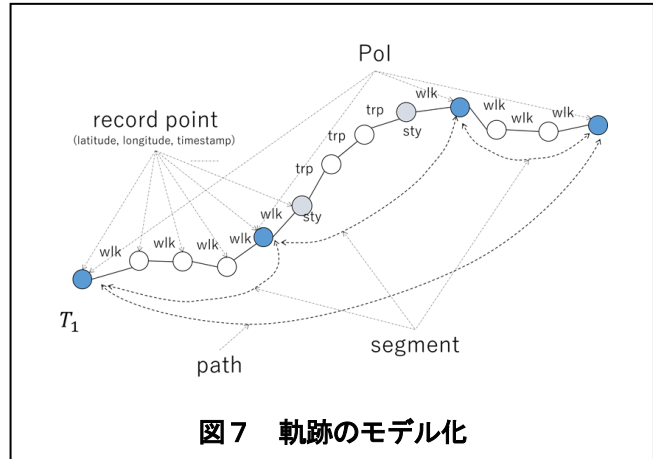
【テーマ 3】ブロックチェーンを用いた分散型個人情報のデータ流通基盤

ブロックチェーン技術を用いた分散型識別子技術である Decentralized Identifier (DID) を用いた個人情報のデータ流通基盤の研究に取り組んだ（図 5）。オープンソースソフトの Hyperledger の Indy/Aries と OPA を用いて分散型 ID 管理とポリシー制御自動化を実現した。従来は、ユーザーのプライバシー情報が組織や企業によって収集・管理されており、ユーザーは転送を許可する情報を選択することができず、転送過程を追跡することもできない。この制限を解決するために、(1) ブロックチェーン技術に基づく自己主権分散識別子(DID)による分散識別子管理と(2) ポリシー記述言語による自動アクセスポリシー制御を用いて、プライバシー情報保護・管理アーキテクチャを提案した。所有者の匿名性を担保したまま、他の利用者がデータの正真性を自動で検証したり個人情報の利用履歴を閲覧することが可能となる。Hyperledger Greenhouse のプロジェクト群である Indy, Aries および Sawtooth を用いて個人情報を管理するための分散台帳基盤を実装し、個人情報を JSON-LD を用いてスキーマ定義し、OPA を用いたポリシー制御を実装した。DID に Hyperledger Indy を、Indy に接続するためのクライアントに Hyperledger Aries を、情報イベント履歴などを記録する分散台帳に Hyperledger Sawtooth を用いた。個人データの指定方法やポリシー記述に関して、スキーマ定義、ポリシー制御機構を検討し、個人情報の登録、取得、履歴閲覧のシーケンス仕様を作成した（図 6）。個人情報の利用に関するポリシーを利用者がプログラムできるようにするため、ポリシーをコードとして管理する (Policy as Code) ためのポリシー記述言語を用いたポリシー制御機構を実現した。ポリシー制御フレームワークの Open Policy Agent (OPA) を用いて実装した。OPA は JSON-LD を用いて表現された構造データを入出力することで、単純な OK/NG のポリシー制御とは異なる複雑なポリシー制御を実現した。OPA を用いて JSON 形式の Data を Rule として表現された Policy に合致しているかどうかを評価する仕組みを実装し、基本的なポリシー評価の動作を確認した。スキーマ定義については個人情報を JSON-LD を用いてその構造を定義し、ポリシー制御については Open Policy Agent (OPA) を適用することで、ポリシー制御を実現した。

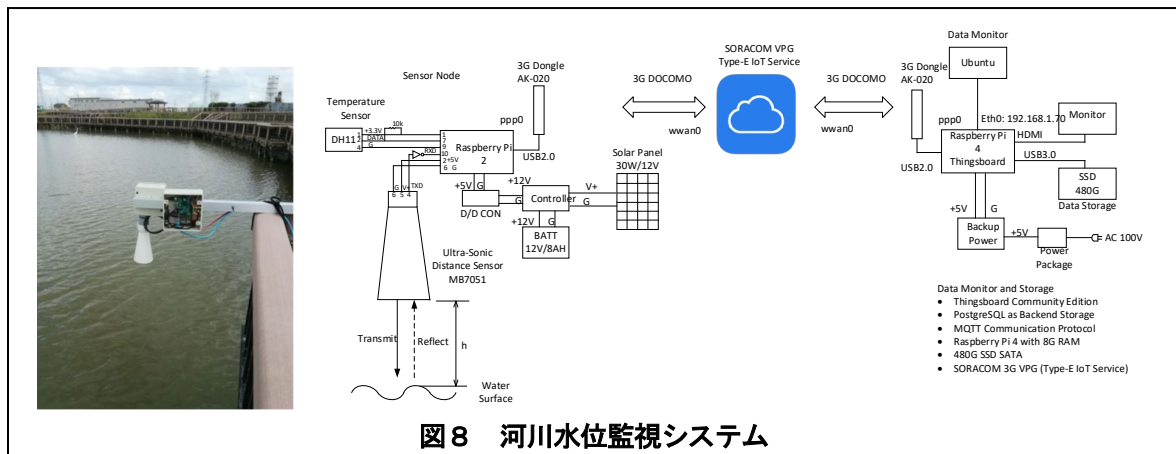


【テーマ4】人流計測システムおよび河川監視システムの経済化

GPS 対応端末の普及により、これまでにない量の個人の軌跡が高精度に蓄積され、人流分析研究のための豊富なデータ資源を提供することが可能となった。我々は軌跡間のグリッドベースの距離尺度とアノテーションを考慮したクラスタリング手法を提案した。軌跡データから算出される移動速度から推測される人間の移動様式（徒歩、旅行、滞在）を考慮し、軌跡にアノテーションを付与する。また、1 日分の人間の軌跡を、エピソードに関連付けられた POI（Point-of-Interests）を結ぶ複数のセグメントの列からなる経路としてモデル化する（図7）。本手法を首都圏の実人間行動データセットに適用し、その結果、セグメントの移動様式（徒歩と徒歩）を識別することで意味のあるクラスタが得られることを確認した。また、WiFi パケットキャプチャにより得られる MAC アドレスと電波強度を元にキャンパス内の人口推定を行う方法を検討した。複数の小型コンピュータとデータ分析サーバを接続したプラットフォームを試作した。



河川水位を計測する超音波センサを搭載した小型エッジコンピュータとデータ分析サーバを接続した河川監視プラットフォームを試作した（図8）。超音波センサの測定偏差は2～3 cmであった。メーカーカタログ値をほぼ満足しており、河川監視システムに利用できる見通しを得た。IoT プラットフォームのデータ収集、蓄積、可視化機能を検証し、想定外の不規則パケットが流れているものの、オープンソースソフトウェアの可用性を確認した。センサノードとIoTプラットフォーム間の通信シーケンスを検証し、TCP セッションが切れることもありセンサノード側から再接続しているが、センサデータ欠測は発生していないことを確認した。センサノードの消費電流は待機時 290mA、送信時 430mA で、さらなる低消費電力化を目指して、消費電流が少ない通信デバイスの利用を検討する。LPWA, WiFi, ZigBee などの候補を評価する。また、低消費電力の通信デバイスは通信距離が問題となるため、カバレッジ満足する通信システムアーキテクチャについても検討する。MQTT, CoAP などの通信プロトコルについて、低消費電力と通信効率の観点から、メリット、デメリットを明らかにして利用手法を検討する。



■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Kenshu Seto, A survey on system-level design of neural network accelerators, Journal of Integrated Circuits and Systems, vol. 16, n. 2, 2021. DoI: <https://jics.org.br/ojs/index.php/JICS/article/view/505/342> (Impact Score:0.35, h-index: 11, SCImago Journal Rank(SJR):0.125)
- (2) 中村, 鄭, 柴田, ”多層構造等価回路モデルの粒子群最適化による地中空洞推定”, 電気学会論文誌, Vol. 141. No. 12, pp. 1371-1379, DOI: 10.1541/ieejieiss.141.1371

◇ 国際会議

- (1) K. Shiimoto, T. Otoshi and M. Murata, “A Network and Computing Resource Management Method based on Population Prediction in Mobile Networks,” 2021 12th International Conference on Network of the Future (NoF), 2021, pp. 1-8, doi: 10.1109/NoF52522.2021.9609894. (Core Ranking:NA, Guide2Research :NA, h5-index:NA, Impact Score: NA, CCF Recommendation :NA)
- (2) K. Shiimoto and T. Kurimoto, “Policy Gradient-based Deep Reinforcement Learning for Deadline-aware Transfer over Wide Area Networks,” 2021 IEEE 7th International Conference on Network Softwarization (NetSoft), 2021, pp. 166-170, doi: 10.1109/NetSoft51509.2021.9492675. (Core Ranking : B, Guide2Research : 320, h5-index:0, Impact Score:2.64, CCF Recommendation :NA)
- (3) B. Zheng, T. Masuda and T. Shibata, “An Indoor Positioning with a Neural Network Model of Tensor Flow for Machine Learning,” 2021 IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, B5-05, Nov. 2021. (Research Impact Score:0.49, Research Ranking (Computer Science):948)

■ 研究体制

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
ユニット長・教授	塩本公平	[情報工学部]兼務	インターネット, ネットワーク管理
教授	柴田随道	[理工学部]兼務	センサーネット, シミュレーション
講師	瀬戸謙修	[理工学部]兼務	AI チップ設計, 設計支援技術

◇ 学生数 博士後期課程： 0 名、修士課程： 1 名、学部 4 年生： 5 名

■ 主要な外部資金

科学研究費補助金, 基盤研究 (C) 「暗号化された複雑な Web 通信の Passive 計測によるサービスタイプ特定の研究」 (研究代表者: 塩本公平 2019 年度-2021 年度) 総額 (2020 年度-2021 年度): 260 万円 (直接経費: 200 万円, 間接経費: 60 万円)
科学研究費補助金, 基盤研究 (C) 「メモリサイズ削減を目指した融合型ニューラルネットワークアクセラレータの開発」 (研究代表者: 瀬戸謙修 2019-2021 年度) 総額 (2021 年度): 130 万円 (直接経費): 100 万円, 間接経費: 30 万円)
キオクシア奨励研究 「Decentralized Identifier を用いた個人情報の保管・提供サービスのアーキ

テクチャの研究」(研究代表：塩本公平 2021 年度) 総額 (2021 年度)：117 万 6471 円 (直接経費：100 万円, 間接経費：176, 471 円)

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 1 件、国際会議 1 件、国内会議 0 件

◇ 学生の主な就職先

ソフトバンク株式会社 (情報・通信業)

マネーフォワード (情報サービス業)

大学院進学など

■ 社会貢献

◇ 第 187 回 総研セミナー開催 (2021 年 3 月 10 日)

講演タイトル「首都圏 TOD と Re100・スマートシティ構想」「高度な DX を実現するデータ処理利活用基盤とその実例 FIWARE」

◇ 出張授業

東京都立足立高校(塩本)

◇ 委員

氏名	委員名一覧
塩 本 公平	電子情報通信学会 (調査理事, フォトニックネットワーク研究専門委員会副委員長), 情報通信研究機構 (高度通信委託研究専門委員), IEEE (Communications Magazine Series Editor, Transactions on Network Service and Management Associate Editor, NetSoft 2021 General Co-Chair , Communications Society Communications Quality & Reliability TC Vice Chair)
柴 田 随道	電子情報通信学会 (代議員, エレクトロニクスソサイエティ賞選奨委員長, エレク トロニクスシミュレーション研究専門委員会 アドバイザー), 日本電子デバイス産 業協会 戦略マップ委員会副委員長
瀬 戸 謙修	情報処理学会(システムと LSI の設計技術研究会 幹事), IEEE/ACM ASP-DAC (Asia and South Pacific Design Automation Conference, Finance co-chair)

未来都市研究機構・ヒューマン・センタード・デザイン研究ユニット

ユニット長 西山 敏樹
(都市生活学部准教授)

■ ユニット概要

このユニットでは、COVID-19 の様なパンデミックや働き方改革の政策動向を視野に入れ、未来都市での最適な在宅ワーク環境を研究テーマにしている。日本独自の住宅の寸法体系、日本独自のプレファブ建築、過去 30 年間で著しく増えた単身世帯、気候や環境の特性、ウィルスの対策、災害リスク、住む人の年齢的・生理的な変化、心理的要因等の様々な環境要件を総合的に勘案しながら、日本の未来都市にふさわしい持続可能性のある SDGs に資する在宅ワーク環境を提案する。その方策をユニバーサルデザインとして標準化させ、広く定着させる手法も研究する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

2020 年度は、郊外都市での大規模定量社会調査及びグループデプスインタビュー調査を行い、With/After コロナ禍、働き方改革の政策下での未来都市住宅に必要な要素を抽出し、様々な問題を同時解決できる新しい装置の視覚化までを行った。具体的には、ワーケーションへのニーズが未来都市では高まる可能性が高いことを前提にしたオフィスが動くオフィスカー、また書斎的な環境を効果的で効率的に確保できる間仕切りの詳細なデザインまでをアウトプットした。それに続く形で 2021 年度は、オフィスカーの試作開発に着手して、スケルトンモデルまで完成させることが出来た。間仕切りについては完全に試作が完了した。上記 2 件の試作品についてユーザー評価を行い、概ねテレワークに有効であることが判り、都市生活者に有効であることが判った。

◇ 次年度への展開

オフィスカーについてはスケルトンモデルから外板も取り付けた完成モデルへと昇華させ生活者の実地的評価調査を継続する。例えば、オフィスカーの用途としては河川敷やキャンプ場の様な自然との共生で用いるワーケーション利用、自宅の庭で用いる利用等、柔軟な利活用のシーンが予想される。そうした未来都市の生活シーンを念頭に、完成モデルで実地的な評価調査を実施する予定である。その評価調査を通じ、ヒューマン・センタード・デザインの設計思想に基づきオフィスカーやオフィスキットのデザインを逐次的に改善し量産に向けた詳細仕様を導出する。

■ 成果の紹介

【テーマ1】パンデミックや働き方改革を視野に入れた未来都市での最適な在宅ワーク環境の研究 (本ユニットのメイン研究)

前述の通りワーケーションへのニーズに応えられるオフィスが動くオフィスカー、また書斎的環境を効果的・効率的に確保できるオフィス間仕切りの詳細なデザインをアウトプットする事が出来た。

【テーマ2】町田市の2050年未来都市の研究(東京都町田市との共同研究) (未来都市研究機構都市マネジメントユニットと協働)

【テーマ3】郊外都市・観光都市でのMaaSに資する小型自動運転電動バスの研究 (東急株式会社との共同研究)

【テーマ4】With/After コロナ時代の都市型バス会社の経営戦略の研究 (東急バス株式会社との共同研究)

【テーマ5】SDGs時代の持続可能な歩きやすい道づくりの研究 (世田谷プラットフォーム下での昭和女子大学との共同研究)

上記も遂行し、SDGsに資する移動環境を中心に人間中心設計でその方向性をアウトプット出来た。町田市との研究では、シナリオプランニング手法でバックキャストिंगアプローチで2050年の未来に対する政策的な対応策をまとめることが出来た。成果は広く配布出来る冊子形式でまとめた。

■ 研究業績(本ユニットの研究成果が収録されているもの、関係があるもののみ)

◇ 著書

- (1) 西山敏樹, 信太洋行, 小見康之, 斉藤圭, 諫川輝之, ニューノーマル時代の新しい住まい, クロスメディアパブリッシング, 2021年3月公刊.
- (2) 平賀俊孝, 根本正樹, 西山敏樹, FUTURE DESIGN 未来を問う, クロスメディアパブリッシング, 2021年3月公刊.
- (3) 西山里利, 西山敏樹, 塩瀬隆之, 前田ひとみ, 看護に活かすワークショップのすすめ方, クロスメディアパブリッシング, 2022年3月公刊.
- (4) 西山敏樹, 未来都市のモビリティ, ヌース出版, 2022年4月公刊.
- (5) 西山敏樹, 未来交通物流与城市生活, China Machine Press, 2022年4月公刊(中国語での国際出版).

◇ 査読付き論文

- (1) 西山敏樹, パーソナルマーケティングとユーザビリティを重視したユニバーサル買物支援システムの研究, 日本イノベーション融合学会誌 5 巻 1 号に掲載, pp.3-9, 2020 年 6 月.
(日本イノベーション融合学会 2020 年度研究奨励賞受賞論文)
- (2) 西山敏樹, 信太洋行, 小見康夫, 斉藤圭, 諫川輝之, 在宅ワークを有効に支援する未来の住まいでの新しい装置に関する研究, 日本イノベーション融合学会誌第 6 巻 1 号に掲載, pp.5-12, 2021 年 6 月.
- (3) 渡邊孝信, 諫川輝之, 暗渠周辺における住民の水害に対するリスク認知—世田谷区内の暗渠を対象として—, 日本建築学会技術報告集, Vol.28, No.68, pp.374-379, 2022 年 2 月.
- (4) 諫川輝之: 2019 年台風 19 号における多摩川流域住民の避難場所選択行動—狛江市猪方地区における事例から—, 日本建築学会計画系論文集, Vol.87, No.794, pp.690-701, 2022 年 4 月掲載決定.
- (5) 諫川輝之, 泉磨理菜, 水害リスクが居住地選択に及ぼす影響—東松山市高坂地区の居住誘導区域を対象として—, 日本建築学会計画系論文集, Vol.87, No.797, 2022 年 7 月掲載決定..

※この他，2022 年 8 月発刊の日本イノベーション融合学会誌第 7 巻 1 号にオフィスカーの試作とその評価に関する査読論文を投稿する予定。

◇ 特集寄稿論文

- (1) 西山敏樹，連載ユニヴァーサルデザイン(1)～ユニヴァーサルデザインの世界，医学書院，総合リハビリテーション，Vol.48，No.5，pp.495～498，2020 年 5 月。
- (2) 西山敏樹，連載ユニヴァーサルデザイン(2)～ユニヴァーサルデザインと教育，医学書院，総合リハビリテーション，Vol.48，No.6，pp.595～597，2020 年 6 月。
- (3) 西山敏樹，連載：ユニヴァーサルデザイン(3)～ユニヴァーサルデザインと医療福祉環境，医学書院，総合リハビリテーション，Vol.48，No.7，pp.697～700，2020 年 7 月。
- (4) 西山敏樹，連載：ユニヴァーサルデザイン(4)～ユニヴァーサルデザインとモビリティ，医学書院，総合リハビリテーション，Vol.48，No.8，pp.789～792，2020 年 8 月。
- (5) 西山敏樹，連載：ユニヴァーサルデザイン(5)～ユニヴァーサルデザインと公共サービス，医学書院，総合リハビリテーション，Vol.48，No.9，pp.899～902，2020 年 9 月。
- (6) 西山敏樹，連載：ユニヴァーサルデザイン(6)～緊急時対応とユニヴァーサルデザイン，医学書院，総合リハビリテーション，Vol.48，No.10，pp.1005～1008，2020 年 10 月。
- (7) 西山敏樹，連載：ユニヴァーサルデザイン(7)～観光のユニヴァーサルデザイン，医学書院，総合リハビリテーション，Vol.48，No.11，pp.1107～1110，2020 年 11 月。
- (8) 西山敏樹；連載：ユニヴァーサルデザイン(8)～SDGs とユニヴァーサルデザイン，医学書院，総合リハビリテーション，Vol.48，No.12，pp.1217～1219，2020 年 12 月。
- (9) 西山敏樹，信太洋行，斉藤圭，諫川輝之，葉村真樹，郊外都市での在宅ワークの動向に関する基礎調査，日本テレワーク学会誌 2020 年号特集原稿寄稿，pp.50-54，2021 年 4 月。
- (10) 西山敏樹，建築とモビリティの連続・統合，日本建築学会建築雑誌 2021 年 12 月号，pp.26-29，2021 年 12 月。

◇ 国際会議論文

- (1) Mei Yee Teoh, Michihiko Shinozaki, Kei Saito, Ismail Said: “Outdoor Thermal Assessment in Urban Design Perspective for Ipoh City Center, Malaysia”, pp. 617-632, The 11th Windsor Conference, Windsor-UK, Apr. 2020
- (2) Teruyuki Isagawa, Ryuzo Ohno, Yurika Yokoyama: How topographic features of coastal regions influence residents’ risk perception and tsunami evacuation behavior, Proceedings of International Association for People-Environment Studies (IAPS)26 Conference, Quebec (Virtual) (e-proceedings).

◇ 招待講演

- (1) 西山敏樹，UDX の進化と未来都市，国際 P2M 学会，2020 年 4 月。
- (2) 西山敏樹，UDX の進展と未来都市の生活，日本イノベーション融合学会，2020 年 5 月。
- (3) 西山敏樹，UDX の進展と郊外都市の生活変化，小田原市，2020 年 6 月。
- (4) 西山敏樹，地産地消型でセキュリティ性も高いスマートフォンベースの簡単買物システム，アグリビジネス展，2020 年 11 月。
- (5) 西山敏樹，UDX の進展とモビリティライフ，高山市，2020 年 12 月。
- (6) 西山敏樹，UDX と子育て支援，三郷市，2020 年 12 月。
- (7) 西山敏樹，UDX の進展と未来の住まい，昭和女子大学，2021 年 2 月。
- (8) 諫川輝之，水害時の避難意思決定と避難場所選択行動，日本建築学会第 67 回建築人間工学研究会「災害タイムラインと避難行動計画」，2021 年 2 月。

- (9) 諫川輝之, 防災・減災と SDGs, 大学院環境情報学研究科第 3 回 SDGs オープンセミナー, 研究教育活動紹介, 2021 年 2 月.
- (10) 西山敏樹, 町田市の未来: 専門家ヒヤリングの結果から, 2021 年 3 月.
- (11) 西山敏樹, 都市生活者の志向に基づくこれからのモビリティサービス, 日本人間工学会第 62 回大会特別講演, 2021 年 5 月.
- (12) 斉藤圭, エビデンスベースドな「歩きたくなる」環境まちづくり, 二子玉川を愛し学び合う交流会, 2021 年 5 月.
- (13) 西山敏樹, UDX の進展とユニヴァーサルデザイン, 昭和女子大学, 2021 年 6 月.
- (14) 西山敏樹, 未来都市の交通と物流, 千葉県白井市民市民勉強会, 2021 年 6 月.
- (15) 西山敏樹, 近未来の交通運輸サービスの捉え方と必要な技術像, 交通インフラ WEEK2021・主催者講演会, 2021 年 6 月.
- (16) 西山敏樹, 未来の働き方の変化とそれに必要となる技術, 日本イノベーション融合学会 2021 年度総会講演会, 2021 年 7 月.
- (17) 西山敏樹, 未来のモビリティの姿と都市像, 一般社団法人電子情報技術産業協会研究会, 2021 年 7 月.
- (18) 斉藤圭: エビデンスベースドな「歩きたくなる」環境まちづくり研究, 大学院環境情報学研究科第 4 回 SDGs オープンセミナー「都市環境問題と SDGs~世田谷区の試み~」, 研究活動紹介, 2021 年 7 月.
- (19) 西山敏樹, MaaS から CaaS へ: 都市交通の変革, 小田原市民大学院大学, 2021 年 8 月.
- (20) 斉藤圭: 「歩きたくなる」環境まちづくり, 世田谷区役所環境政策部主催勉強会, 2021 年 8 月.
- (21) 斉藤圭: アーバンヒートアイランドと SDGs ~夏に涼しい環境まちづくり~, 昭和女子大学環境デザイン学部×東京都市大学都市生活学部 第 2 回 SDGs 連携シンポジウム「SDGs と住み続けられるまちづくり」, 2021 年 9 月.
- (22) 諫川輝之: 都市の防災・減災と SDGs, 昭和女子大学環境デザイン学部×東京都市大学都市生活学部 第 2 回 SDGs 連携シンポジウム「SDGs と住み続けられるまちづくり」, 2021 年 9 月.
- (23) 諫川輝之: 都市環境の中での避難行動とそれを考慮した避難計画, 東京都市大学第 182 回総研セミナー, 2021 年 9 月.

◇ 国内会議

- (1) 諫川輝之, 2019 年台風 19 号における多摩川流域住民の避難場所選択とその影響要因—狛江市猪方地区を対象として—, 人間・環境学会大会口頭発表, 2020 年 5 月.
- (2) 諫川輝之, 令和元年台風第 19 号における多摩川流域住民の避難行動—狛江市猪方地区を対象として—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.903-904, 2020 年 9 月.
- (3) 諫川輝之, 水害時の避難意思決定と避難場所選択行動, 第 67 回建築人間工学研究会, 「災害タイムラインと避難行動計画」, 2021 年 2 月.
- (4) 諫川輝之: 2019 年台風 19 号における狛江市住民の避難場所選択行動—避難場所の位置関係と再避難の分析—, 人間・環境学会(MERA)大会, 2021 年 5 月.
- (5) 泉磨理菜, 諫川輝之, 水害リスクが居住地選択に及ぼす影響—東松山市高坂地区の居住誘導区域を対象として—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 建築計画, pp.1281-1282, 2021 年 9 月.
- (6) 渡邊孝信, 諫川輝之, 暗渠周辺における住民の水害に対するリスク認知—世田谷区の暗渠を対象として—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 建築計画, pp.1031-1032, 2021 年 9 月.
- (7) 小見康夫, 非現存建築のデジタルアーカイブ化に関する研究その 7—SH-60 の 3 次元モデルによる構法表現及び分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.419-420, 2021 年 9 月.

◇ 作品

- (1) テレワーク用間仕切り「Booth」(ユニットメンバー全員の成果).
- (2) 動くオフィス「オフィスカー」(ユニットメンバー全員の成果).
- (3) 第 8 回 POLUS 学生・建築デザインコンペティション：テーマ「リモートスタイルハウス」で「HOPE」「どまんなか」の 2 作品を提案. 後者の提案は、958 作品の中から実物件化の候補 15 作品に選出(信太洋行の成果).
- (4) 一般財団法人ヒトレン「最低限のシェルター空間国際コンペ」で 1 作品提案. テーマ「日本の避難所生活環境を改善する提案」でビールケースの商流・物流を利用したシェルの提案を実施(信太洋行の成果).
- (5) Future Machida 2050 (町田市未来づくり研究所と共同で制作した町田市の未来とその対応策をまとめた専門広報冊子, 西山敏樹), 2022 年 2 月

◇ 特許

- (1) 西山敏樹が A・T コミュニケーションズ社と「2 経路多要素認証技術」の特許を申請中.
- (2) 西山敏樹がいなば眼科クリニックと「配車装置, 配車方法及びプログラム」の特許を申請中.

◇ 受賞

- (1) 西山敏樹が査読論文(1)の成果で日本イノベーション融合学会 2020 年度学術奨励賞受賞.
- (2) 西山敏樹が著書(2)の成果で日本イノベーション融合学会 2021 年度学術貢献賞受賞.
- (3) 西山敏樹, 東京都三鷹市から地域公共交通活性化協議会会長を永年務め感謝状贈呈.

■ 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	西山 敏樹	都市生活学部准教授	ユニヴァーサルデザイン
教授	小見 康夫	建築都市デザイン学部教授	建築生産・建築構法
准教授	信太 洋行	都市生活学部准教授	住宅の生産と流通
准教授	斉藤 圭	都市生活学部准教授	都市環境デザイン
准教授	稲垣 具志	建築都市デザイン学部准教授	人間工学・都市交通
講師	諫川 輝之	都市生活学部講師	建築計画・防災計画
学外研究者	西山 里利	目白大学人間学部准教授	子ども学・子どもの保健

◇ 学生数 博士後期課程：0 名, 修士課程：1 名, 学部 4 年生：2 名 (西山研究室関係者)

■ 主要な外部資金

町田市「町田市未来都市研究 2050」2020 年度－2021 年度, 2021 年度は計 362 万円で都市マネジメントユニットと 181 万円ずつ(西山)
世田谷 PF「誰もが歩きやすい持続可能なまちづくり」2021－2022 年度で 100 万円(西山)
東急株式会社「郊外都市での MaaS システムに関する研究」2021 年度, 63 万円(西山)
東急バス株式会社「アフターコロナでのバス事業変革戦略の研究」2021 年度, 50 万円(西山)

■ 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 2 件, 作品 0 件

■ 社会貢献

◇ 第 175 回 総研セミナー開催 (2021 年 3 月 1 日)

タイトル「コロナや働き方改革をふまえた未来の住まいのあり方」

◇ 第 176 回 総研セミナー開催 (2021 年 3 月 26 日)

タイトル「町田市の未来シナリオづくり」

◇ 第 184 回 総研セミナー開催 (2021 年 10 月 29 日)

タイトル「空地の利用と未来のコミュニティ生成」

◇ 第 191 回 総研セミナー開催 (2021 年 12 月 17 日)

タイトル「Z 世代のライフスタイルと未来の住まい」

◇ 委員

氏名	委員名一覧
西山 敏樹	小田原市スマートシティプロジェクト：会長
西山 敏樹	政策分析ネットワーク：事務局長代理
西山 敏樹	高山市誰にもやさしいまちづくり委員会：会長
西山 敏樹	シティプロモーションアワード審査委員会：委員
西山 敏樹	(一般社団法人)日本イノベーション融合学会：理事長
西山 敏樹	ヒューマンインタフェース学会：評議員
西山 敏樹	三鷹市地域公共交通活性化協議会：会長
西山 敏樹	三鷹市コミュニティバス改善専門部会：会長
信太 洋行	日本建築学会マンションマネジメント問題 WG：委員
信太 洋行	日本建築学会地球環境本委員会：委員
信太 洋行	国土交通省営繕技術検討会：委員
信太 洋行	経済産業省製品安全対策優良企業表彰審査委員会：委員
信太 洋行	一般社団法人日本サステナブル建築協会 CASBEE 委員会：専門委員
斉藤 圭	日本建築学会都市計画委員会：委員
諫川 輝之	三鷹市地域公共交通活性化協議会：委員
諫川 輝之	三鷹市コミュニティバス改善専門部会：委員
諫川 輝之	日本建築学会人類学的アプローチ小委員会：幹事
諫川 輝之	日本建築学会改訂人間環境学刊行小委員会：委員
諫川 輝之	日本建築学会居心地の良いくらし研究 WG：委員
諫川 輝之	照明学会災害に備えたレジリエントな屋外照明研究調査委員会：委員

以 上

未来都市研究機構 都市マネジメント研究ユニット

都市マネジメント研究ユニット
ユニット長 北見 幸一

■ センター概要

ミクロ（コミュニティ）レベルからマクロ（都市）レベルまで共通するデータ活用や EBPM について検討することで、より広範囲（他都市やより広域レベル）における UDX を活用した都市マネジメントのあり方について、その具体的手法の開発を目指す。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

前橋市を例に、データ基盤・EBPM に関する研究官民が保有する様々なデータを組み合わせた空き家率推定モデルを構築。機械学習モデルによる市域全体の空き家分布推定が可能な環境を実現。AI に学習させる画像データを市域全体対象に整備することが可能な環境が実現。

自治体および住民調査の結果、一部住民のみでの地域参画が明らかに。その結果、デジタル合意形成プラットフォームを用いた住民の地域参画の重要性を提起。

◇ 次年度への展開

未来都市研究機構の都市マネジメント研究ユニットとしての活動は、2021 年度で終了となったが、研究ユニットの活動により培った学内連携（都市生活学部＋建築都市デザイン学部など）、および学外連携（東京都町田市、群馬県前橋市、高知県土佐町、港区北四国町内会、(株)Liquidous など）のネットワークを基盤として、残された課題を研究していきたい。

■ 成果の紹介

【テーマ1】自治体（官）保有データを活用した空き家分布推定手法の開発

自治体が保有する複数種類のクローズドなデータ（住民基本台帳、固定資産課税台帳など）を活用して、建物単位の空き家確率を推定する技術を開発している。これまでに機械学習モデルによる市域全体の空き家分布推定が可能な環境が実現している。また、機械学習モデルの信頼性検証を行い、正解率（非空き家と予測した建物が非空き家と判定できた割合と、空き家と予測した建物が空き家と判定できた割合）は9割を超えた。

【テーマ2】民間企業（民）保有データを活用した空き家分布推定方法の開発

従来人の足と目で実施していた現地調査を、民間企業が撮影した既存の建物外観画像を AI（人工知能）に学習（畳み込みニューラルネットワーク（CNN）の活用を想定）させることで調査を自動化する技術を開発している。これまでに建物外観画像内に写っている建物を、空き家情報（教師データ）を持つ地図上の建物と建物ごとにリンクする技術が開発されている。また、AI に学習させる画

像データを、市域全体を対象に整備することが可能な環境が実現している。

【テーマ3】「社会変革」のための「公共ガバナンス」研究

「住民意識調査」結果、スーパーシティを標榜する前橋市も他都市と同じ傾向にあり、住民（個人）の理解醸成は順調な推移とは言えない。すなわち、少数の「法人」や「有志の住民」にはビジョン等は浸透し具体アクション段階となっても、多くの住民、特に「まちづくり」などに特に積極的ではない層の理解は十分ではないことを明らかにした。その結果、デジタル合意形成プラットフォームを用いた住民の地域参画の重要性が喚起された。

【テーマ4】都市のオープンスペースにおける住民による自律的マネジメントの研究

都会の低未利用地を対象に、地域の住民によりオープンスペースを創り、マネジメントのあり方を研究。近隣の約700世帯に調査したところ、70%以上は「芝のはらっぱ」プロジェクトを知っていて、「子供が自由に楽しめる場所」「季節を感じられる場所」「災害の救護、復旧活動の拠点」といったニーズが判明。地域に頼れる人や信頼できる人が意外と少なく、「芝のはらっぱ」が地域住民のつながりを向上させる場所になることも期待が判明。

【テーマ5】町田市の2050年未来都市シナリオプランニング研究

町田市の2050年の未来に向けて、2020年度にまとめた未来シナリオを、バックキャスティングで、対応方針を検討し、それぞれの施策についてKGI（重要目標達成指標）、KPI（重要業績評価指標）を視野に、ロードマップを作成。「共通目的」がKGIだとすると、その下部概念として、どのような状況が達成されると「共通目的」に近づくのかというKPIを明確にしようと議論。「共通目的」は、2050年に実現したい未来だが、それまでにどのようなタイミング、どのような対応策を行うのかを時間軸上にプロットし、ロードマップを作成。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 秋山祐樹・馬場弘樹・大野佳哉・高岡英生, 機械学習による空き家分布把握手法の更なる高度化 自治体の公共データを活用した空き家の分布把握手法に関する研究(その3), 日本建築学会計画系論文集, 86(786), 2136-2146, 2021.
- (2) 馬場弘樹・秋山祐樹・谷内田修, 自治体保有データを活用した空き家の空間分布の将来予測モデル構築 一群馬県前橋市を対象として, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 77(2), 62-71, 2021.
- (3) 沖浦文彦, 「社会構造変革の取組みにおけるP2Mの役割とその適用枠組みの検討～「スーパーシティ」構想による都市構造変革の取組み検討を通じて～」, 国際P2M学会, 学会誌, 第16巻・第1号, 2021年10月, pp.186-212
https://doi.org/10.20702/iappmjourn.16.1_186

- (4) Tomita, K., Akiyama, Y., Baba, H. and Yachida, O., “Development of a Method for Estimating the Spatial Distribution of Vacant Houses by Machine Learning Using Municipal Data”, IGARSS 2022 Proceedings (in press), 2022.07.
- (5) 秋山祐樹, 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), 2022 年 4 月, pp.84-87. (依頼論文)

■ 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	北見幸一	[都市生活学部]兼務	マーケティング
教授	沖浦文彦	[都市生活学部]兼務	プログラママネジメント
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
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
講師	橋本倫明	[都市生活学部]兼務	ダイナミックケイパビリティ
教授	葉村真樹	兼務	アドバイザー

■ 主要な外部資金

町田市 「町田市未来都市研究 2050」 共同研究 研究代表者：葉村 2020 年度は計 986 万円で HCD 研究ユニットと 493 万円ずつ(北見) 2021 年度は計 316 万円で HCD 研究ユニットと 158 万円ずつ(北見)
有限責任監査法人トーマツ 共同研究、(沖浦) 2020 年度及び 2021 年度直接経費：100 万円

■ 社会貢献

- ◇ 都市マネジメント研究ユニットセミナー (2021 年 4 月 21 日)
講演タイトル「空間ビッグデータ＋ AI を活用した産官学連携の取り組みとポストコロナ時代における都市・地域研究の可能性」(秋山)
- ◇ 【ROAD TO 2023 JLAU が掲げる 3 つのテーマ オンラインセミナー】 Landscape Well-being vol. 02 (日本ランドスケープアーキテクト協会、2021 年 9 月 30 日)
講演タイトル「Wellbeing × Landscape 幸せな場所のつくり方」(坂倉)

- ◇ 第184回 総研セミナー開催 (2021年10月29日)
講演タイトル「空地の利用とコミュニティ形成 ―その事例」(坂倉)
- ◇ ジョブラボぐんま SCB アカデミーセミナー (2021年12月15日)
講演タイトル「未来志向の地域ブランディング講座」(北見)
- ◇ 慶應義塾大学「未来社会のグランドデザインを描く博士人材の育成」コアプログラム (2021年12月20日)
講演タイトル「コミュニティデザイン 無目的な出会いから Designing communities; From aimless encounters」(坂倉)
- ◇ 第7回二子玉川エリアマネジメントシンポジウム (2022年2月26日)
講演タイトル「これからの公共空間のつくりかた」(坂倉)
- ◇ 福岡市 NP0・ボランティア交流センター「あすみん」 Good Activity Festival 2021 (2022年3月6日)
講演タイトル「ウェルビーイングからはじめる市民活動」(坂倉)
- ◇ 2021年度 社会情報学会 関東支部 研究会 (2022年3月10日)
講演タイトル「前橋市におけるスマートシティの取り組み-都市ビッグデータ+AIを活用した自治体 DX へ挑戦と今後の可能性-」(秋山)
- ◇ 第196回 総研セミナー (2022年4月7日)
講演タイトル「町田市の2050年の未来を考える」共同シンポジウム(北見)
- ◇ 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年4月22日)
講演タイトル「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」(秋山)

■ メディア掲載

- (1) 「上毛新聞」1面掲載 (2021年11月6日) <https://www.jomo-news.co.jp/articles/-/29794> (秋山)
- (2) 沖浦文彦、「都市・地域の UDX におけるマネジメントの特徴と課題」、国際 P2M 学会、P2M マガジン、2021年6月、pp.108-114
- (3) 「公園でも個人の庭でもない、みんなの空き地『芝のはらっぱ』にはもう行った?」、『田町新聞』、2021年6月20日 <https://tamatch.com/210621shibanoharappa.html/> (坂倉)
- (4) 「坂倉杏介さんのウェルビーイング Q&A。」、『ソトコト』2021年7月号、株式会社 RR、pp22-27 (坂倉)

未来都市研究機構「VR×社会的交流の場の創生」研究ユニット

「VR×社会的交流の場の創生」研究ユニット

ユニット長 市野 順子

■ 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解明する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

(i) 2020 年度に実施した 2 つのモデルコミュニケーション①②の実験の論文化、(ii) 2020 年度に扱った 2 つのモデルコミュニケーション①②に関する追加実験の実施、(iii) 3 つ目のモデルコミュニケーション (③アドホックでインフォーマルな対話) を対象にした実験の設計、(iv) 実験室ではなくフィールドでの観察実験の実施、を中心に行った。

◇ 次年度への展開

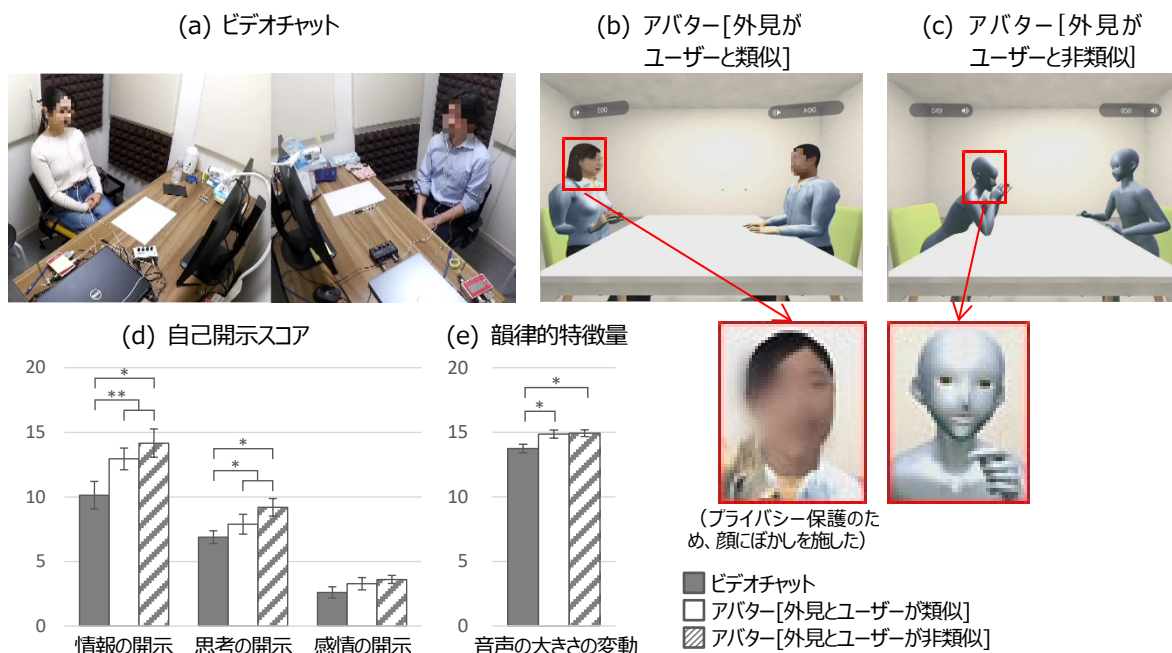
- ・ 上記(i)の論文化をさらに進め、ジャーナル投稿する。
- ・ 上記(ii), (iii), (iv)の実験で収集したデータを分析し、論文化を進める。
- ・ 4 つ目のモデルコミュニケーションに関するシステム実装及び実験設計を行う。

■ 成果の紹介 (紙面の都合上、主なテーマのみ記載)

【テーマ 1】アバターの外見類似性が自己開示に及ぼす影響 (モデルコミュニケーション①)

人間関係や絆を築く上での自己開示の重要性を考えると、バーチャル環境において、アバターが自己開示にどのような影響を及ぼすかを調査することは重要である。先行研究では、アバターは、親しみやすさや正直を高めることなどは示されているが、どのようなアバターが自己開示や互恵性にどのように影響を及ぼすかは、まだ十分に研究されていない。

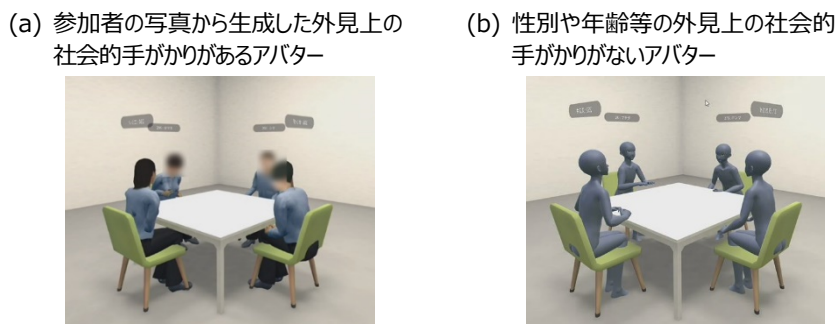
本研究では、2 名 1 組として計 54 組 108 名の参加者に、ビデオチャット (下図(a))、アバターと自己の外見的類似性のあるアバター (同(b))、アバターと自己の外見的類似性のないアバター (同(c)) の 3 つのメディアのいずれか一つを用いて、個人的なトピックについて対話してもらう実験を行った。その結果、類似性のないアバター、類似性のあるアバター、ビデオチャットの順で自己開示が促され (同(d))、音声の大きさの変動も類似した傾向がみられた (同(e))。互恵性 (一方が自己開示するともう一方も自己開示すること) は、2 つのアバターでは形成されたがビデオ会議ではされなかった。さらに興味深いことに、参加者の自己開示中の主観的な体験 (アンケート) は、3 つのメディア間で違いがなかった。これは、ユーザーはアバターを介すと、そのことに特段の意識を払うことなく自己を開示し得ることを示唆する。

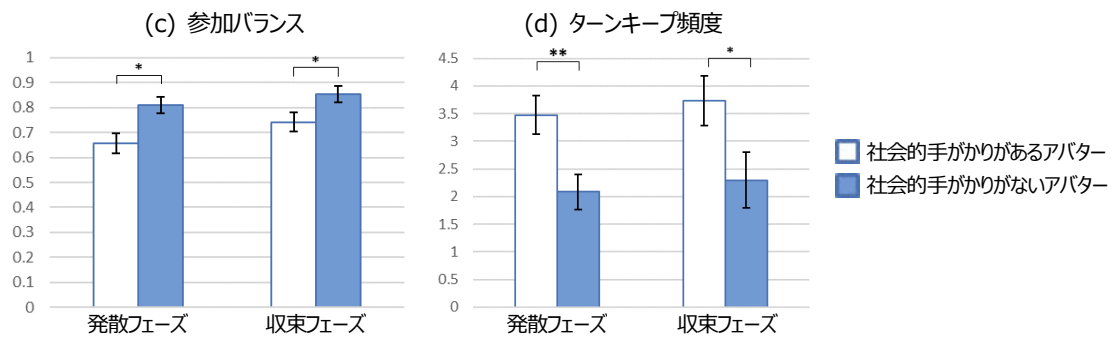


【テーマ2】アバターの社会的手がかりがグループディスカッションに及ぼす影響（モデルコミュニケーション②）

コンピュータを介したコミュニケーションは対面と比較して社会的手がかり（外見や振舞い）が少ないため、より率直な議論を促進することがわかっている。しかしながら、VR空間におけるアバターを介したコミュニケーションがグループディスカッションにどのような影響を与えるかは十分に調査されていない。

本研究では、4名1組として計16組64名の参加者を対象とした実験を行い、2つの実験条件（参加者の写真から生成した外見上の社会的手がかりがあるアバター（下図(a)）、性別や年齢等の外見上の社会的手がかりがないアバター（同(b)）を用いてVR環境でグループディスカッションを行った。その結果、社会的手がかりがない場合はある場合と比べて、参加バランス（各メンバーが均等に発言する）の程度が高まり（同(c)）、ターンキープ（同じ人が発言を続ける）頻度（同(d)）、ポジティブな社会的感情の発言量が増加した。これは、アバターの外見の社会的手掛かりを減少させることで、年齢や性別等社会的属性の異なるメンバーでも均等な参加を促し、ポジティブなグループダイナミクスをもたらし得ることを示唆する。





【テーマ 3】アバターを介した身体接触が緊張状態の緩和に及ぼす影響（モデルコミュニケーション①）

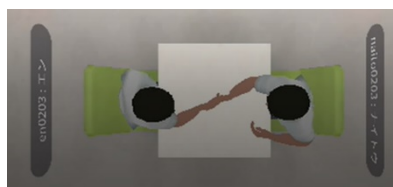
身体接触は人間にとって基本的ニーズの一つであり、最も基本的な人間的コミュニケーションである。対面環境では、会話中に身体接触があると、緊張状態が緩和し、会話相手に対する肯定的な印象を抱くことがわかっている。3D の VR 空間ではアバターが 3 次元で身体性を有するため、コミュニケーションのリアリティが高まることが予想される。しかし、3D バーチャル空間で、アバター同士の身体接触がユーザーにどのような影響を及ぼすかは、まだ十分に研究されていない。

本研究では、2 名 1 組として計 34 組 68 名の参加者に、身体接触なし（下図(a)）、身体接触あり一手（同(b)）、身体接触あり一腕（同(c)）、の 3 つの条件で、個人的なトピックについて対話してもらう実験を行った。対話中、生理指標として鼻部温度、心拍電位、皮膚電位活動を計測した。その結果、身体接触あり一手は身体接触なしよりも、対話後半の鼻部温度が上昇（副交感神経が優位になり、緊張状態が緩和すると、鼻部周辺部の血流量の増加によって鼻部皮膚温度が上昇する）した。これは、実空間で物理的な接触は行っていないにもかかわらず、VR 空間でのアバターを介した身体接触が、物理的な接触と類似した効果をもたらすことを示唆する。

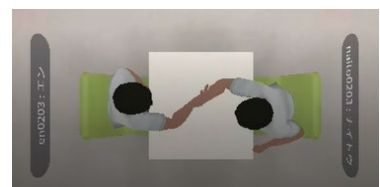
(a) 身体接触なし（2 人のアバターは身体接触なしで対話する）



(b) 身体接触あり一手（2 人のアバターは握手しながら対話する）

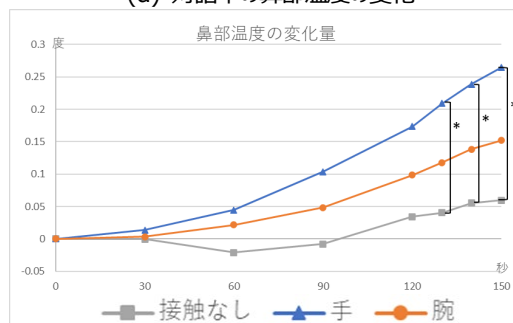


(c) 身体接触あり一腕（2 人のアバターは腕を掴みながら対話する）



(d) 対話中の鼻部温度の変化

アバターは参加者本人の顔写真から生成された

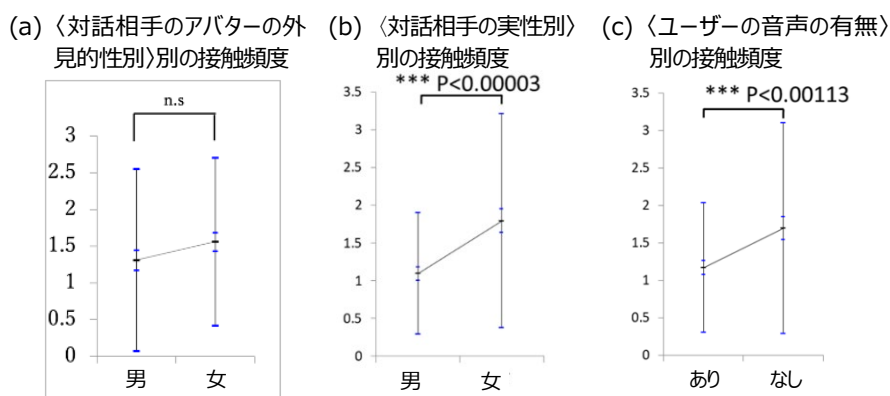


【テーマ 4】アバターの外見的性別と実性別がスキンシップ行為に及ぼす影響（モデルコミュニケーション①）

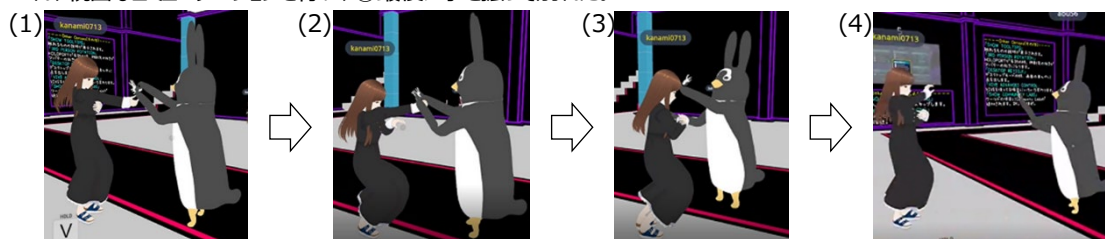
スキンシップは人間にとって基本的ニーズの一つであり、最も基本的な人間的コミュニケーション

ンである。先行研究から、アバターの表現が、好ましき・パーソナルスペース・ジェンダーバイアス等コミュニケーションに関するユーザーの認知や行動に影響を及ぼすことがわかっている。しかし、アバターのどのような要因がスキンシップ行為にどのような影響を及ぼすのかは十分に研究されていない。

本研究では、ソーシャル VR プラットフォームの VRChat をフィールドとして、計 30 時間 168 人分の一般ユーザーのスキンシップに関する行動を観察した。本研究は、生態学的妥当性の高いデータを得るために、観察していることを被調査者に明かさないう状態でいった。対話相手のアバターの外見的性別、対話相手の実性別、ユーザーの対話時の音声有無を要因として、接触頻度を分析した。その結果、接触頻度が高くなるのは、対話相手の実性別が女性の場合（下図(b)）と、対話時の音声がない場合（同(c)）であることがわかった。予想に反して、対話相手のアバターの外見的性別は、接触頻度に影響を及ぼさなかった（同(a)）。対話相手のアバターの外見的性別よりも、それを操作している人間の実世界での性別の方が、ユーザーのスキンシップ行為に影響を及ぼしたという結果は、これまで数多く探求されてきたアバターの外見の表現方法だけでなく、アバターの音声の表現方法も今後の重要な検討事項であることを示唆する。



(d) 対話相手（調査者、左側のアバター）の実性別が女性で、ユーザー（被調査者、右側のアバター）の対話時の音声ありの場合の典型的なコミュニケーションの様子：①最初に握手を交わした後、②腕を触り、それ以降、③頭など様々な箇所に触れ、親密なコミュニケーションを行い、④最後に手を振って別れた。



■ 研究業績

◇ 査読付き論文 (1 件)

- [1] 市野順子, 井出将弘, 横山ひとみ, 浅野裕俊, 宮地英生, 岡部大介. 身体的アバターを介した自己開示と互惠性―「思わず話してた」―. 第 26 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 2022), INT22003, pp.21-30, 2022. (ヒューマンコンピュータインタラクシオン分野で国内最大・最難関の会議)

◇ 招待講演 (3 件)

- [2] 市野順子. VR は人々の心をオープンにするか?～オンラインコミュニケーションメディアと自己開示への影響～. 渋谷福祉学会第 4 回大会. 2021.11.

<https://kodomokateifukushi.wixsite.com/shibuyawelfare/2>

- [3] 市野順子. VR は人々の心をオープンにするか? 可視化情報学会第 5 回ビジュアルイノベーションワークショップ, 基調講演. 2022.2. <https://www.vsj.jp/visws2022/>
- [4] 市野順子. アバターを介した身体接触がユーザーに及ぼす影響, 令和 3 年度東北大学電気通信研究所共同プロジェクト「アフターコロナ時代の適応型ワークスペースに関する研究」, 2022.3.

◇ 国際会議 (2 件)

- [5] Hideo Miyachi, Junko Ichino, Daisuke Okabe and Masahiro Ide. Impression test by lecture using 3 types of avatars. In Proceedings of International Conference on Design and Concurrent Engineering 2021 & Manufacturing Systems Conference 2021 (iDECON/MS2021), Regular Paper 34, Online. 2021.11.
- [6] Hideo Miyachi, Junko Ichino. Students' impressions of lectures by a cartoon-character costumed professor. In Proceedings of 15th World Congress on Computational Mechanics (WCCM-XV) and of 8th Asian Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM-VIII). 2022.08 (発表予定)

◇ 国内会議 (6 件)

- [7] 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 アバターの外見がグループディスカッションに与える影響の予備的考察. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, vol.2021-HCI-194(1), pp1-8, 2021.8.
- [8] 市野順子, 井出将弘, 横山ひとみ, 浅野裕俊, 宮地英生, 岡部大介. VR は人々の心をオープンにするか? ~ オンラインコミュニケーションメディアと自己開示への影響 ~, 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, HCS2021-31, pp78-83, 2021.8.
- [9] 井出将弘. VRアバターの外見がグループディスカッションに与える影響. CCSE2021 (Conference, on Computer Science for Enterprise、企業研究に特化したカンファレンス), 2021.12. <https://ccse.jp/2021/>
- [10] 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な手掛かりがグループディスカッションの参加のバランスに与える影響, 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, HCS2021-63, pp. 13-18, 2022.3. (発表予定)
- [11] 津田奏, 清水洗希, 市野順子. アバターの外見的性別とユーザーの実性別がスキンシップに及ぼす影響: ソーシャル VR におけるフィールドスタディ, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, Vol.2022-HCI-197(48), pp.1-7, 2022.3. (発表予定)

◇ 受賞 (2 件)

- [12] 2021 年度電子情報通信学会 ヒューマンコミュニケーション基礎(HCS)研究会賞受賞 (上記国内会議[10]の発表に対する受賞)
- [13] インタラクション 2022 (第 26 回 一般社団法人情報処理学会シンポジウム) 論文賞候補 (論文賞の次点) (上記査読付き論文[1]の発表に対する受賞) <https://www.interaction-ipsj.org/2022/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：4名

■ 主要な外部資金

◇ 民間企業共同研究費（1件）

- [1] 共同研究費、総額 500 万円、2021/4～2022/3、「ソーシャル VR 空間における人間の非言語情報を表現する方法の検討」、研究代表（市野）

◇ 財団寄付金（4件）

- [2] 立石科学技術振興財団、研究助成(A)、総額 275 万円、2021/4～2022/3、「バーチャルアバターの非言語情報の表現方法および視点の違いが自己開示に及ぼす影響」、研究代表（市野）
- [3] GMO インターネット財団、研究助成、総額 50 万円、2021/4～2022/3、「アバターの非言語情報の表現方法および視点の違いが自己開示に及ぼす影響に関する研究」、研究代表（市野）
- [4] 栢森情報科学振興財団、研究助成、総額 100 万円、2021/11～2023/10、「アバターの非言語情報の表現方法および視点の違いが自己開示に及ぼす影響に関する研究——バーチャル空間で人との心の距離を縮める」、研究代表（市野）
- [5] 電気通信普及財団、2021 年度研究調査助成、総額 500 万円、2022/4～2024/3、「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）

■ 社会貢献

◇ 第 194 回 総研セミナー開催（2022 年 3 月 10 日）「都市行動の学術知見をスマートシティ開発にどう活かすか」

■ その他（広報、ウェブ等での記事掲載）

- [1] Web メディア Seamless (<https://twitter.com/shiropen2>) を運営する山下氏による記事投稿
 Website <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2203/09/news038.html>
 Twitter <https://twitter.com/shiropen2/status/1501353098622619652>
 Facebook <https://www.facebook.com/shiropen2/posts/4966791266740413>
 NewsPicks <https://newspicks.com/news/6791787>
- [2] 当該ユニットメンバー所属機関 4 者による共同プレスリリース
 「オンラインコミュニケーションツールを比較し、自己開示の効果を検証 —VR アバターはビデオチャットよりも素の自分をさらけ出す。—」東京都市大学・TIS 株式会社・岡山理科大学・工学院大学
- [3] 上記[2]のリリースに関する記事掲載
 ITmedia <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2204/13/news097.html>
 TECH+ <https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220413-2320742/>
 ねとらぼ <https://nlab.itmedia.co.jp/nl/articles/2204/13/news104.html>
- [4] フジテレビ インターネットニュースサイト「FNN プライムオンライン」からの取材申込み
- [5] 日本経済新聞社からの取材申込み

以 上

卓越教員研究室 FUTURE-PV 研究室

特別教授 小長井 誠

■ FUTURE-PV 研究室の概要

Si やペロブスカイトを対象とした太陽電池材料・ナノ加工技術開発、デバイス技術・デバイスシミュレーション法の開発、ナノウォールなどの量子効果の解明、PV システム技術開発を実施する。また IoT 機器の独立電源用としての多接合アモルファス Si 太陽電池や、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

界面制御法の開発によりヘテロ接合型 Si 太陽電池でエネルギー変換効率 23 %、ヘテロ接合型 Ge 太陽電池で世界最高の 8.6 %を得た。垂直設置された各種太陽電池の年間屋外発電特性を計測。年間のパフォーマンスを解明。50 lux という低照度で動作可能な IoT 機器電源用・フレキシブル 6 接合アモルファス Si 太陽電池を実現。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目指して半透明ペロブスカイト太陽電池を開発。

◇ 次年度への展開

Si 太陽電池の高機能化を目指し、両面受光・シースルー型太陽電池の開発に着手する。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。また、グリーン事業の一環として、SCAF 構造を有するフレキシブル・ペロブスカイト太陽電池の要素技術開発に着手する。今後のペロブスカイト太陽電池の設計、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開始する。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】超高効率 Si 系トリプル接合太陽電池開発

Si 太陽電池の超高効率化を目指し、図 1 に示す量子効果型ワイドギャップ・ナノウォール Si トップセル、超薄型 Si-Rib ミドルセル、Ge ボトムセルからなるトリプル接合太陽電池の要素技術開発を実施した。

まず、ナノウォール量子効果 Si 太陽電池の要素技術開発として、アモルファス Si を用いたナノウォールへの接合形成技術開発を行い、図 2 に示すように Si ナノウォールへの接合形成に成功するとともに、初期的な太陽電池特性を得た。また、Si ミドルセル、Ge ボトムセル開発では、表 1 に示す変換効率が得られた。Si 太陽電池では、従来のレーザ加工を用いた Rib 加工のほか、簡単なリソグラフィプロセスを用いた Rib 加工プロセス開発を行い、20%を超す良好な変換効率を得た。Ge 太陽電池では、ウェハのキャリア濃度制御や界面構造制御により、Ge としては世界最高の 8.6%の変換効率が得られた。

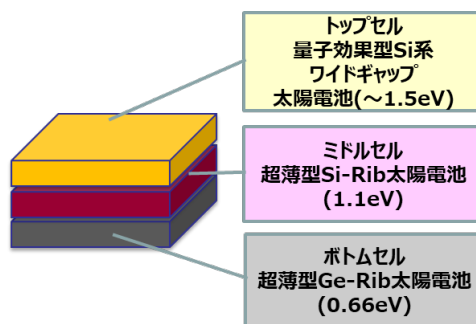


図1 Si系トリプル接合太陽電池の構造

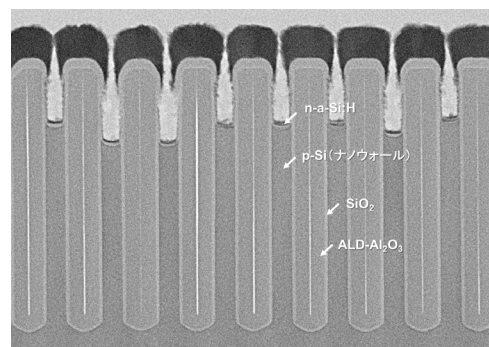


図2 厚さ 30nm の Si ナノワール太陽電池の断面 TEM 構造

表1 開発したヘテロ接合型 Si ならびに Ge 太陽電池の特性

構造	Voc (mV)	Jsc (mA/cm ²)	FF	η (%)
Si _{ウエハ} : 260μm, Rib 85μm(レーザ加工)	729	36.16	0.794	20.9
Si _{ウエハ} : 260μm, Rib 80μm(フォトリソ加工)	723	36.5	0.779	20.6
Si _{ウエハ} : 100μm, W/O-Rib	729	36.9	0.838	22.5
Ge _{ウエハ} : 300μm, W/O-Rib	291	45.0	0.656	8.6

【テーマ2】IoT 応用に向けた高電圧アモルファス Si 多接合太陽電池開発

“Trillion Sensors Universe”構想が提唱されて以来、センサに自己給電するためのエネルギーハーベスティング技術としての太陽電池が新たな技術課題として注目されている。本研究では、集積化のための配線なしでも 3V 以上の高電圧の発生が可能な太陽電池として、両面受光 5 接合、6 接合アモルファス Si(a-Si)太陽電池を開発してきた。これまでに、透明導電膜/ガラス上ならびに ITO/フレキシブル基板上への製膜を行い、10001 ux でも 4V の開放電圧が得られる技術を開発した。一方、100 lux あるいは、それ以下の低照度下では、開放電圧が急激に減少する現象が現れた。低照度での開放電圧の低下には、漏れ電流が主たる原因であるが、漏れ電流の起源については、未解明であった。そこで、本研究では、デバイスシミュレーションならびに実験的検討をもとに、低照度下での特性改善を目指した。特に n-a-Si の膜厚制御などにより、漏れ電流の改善を図ることができた。その結果、50 lux という低照度下で、開放電圧 3.4V の太陽電池を作製することが可能となった。

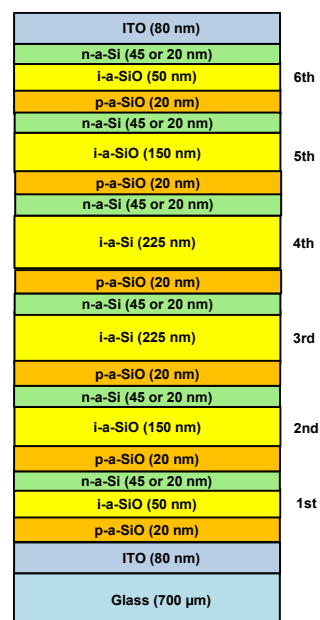


図3 6接合アモルファス Si 太陽電池。

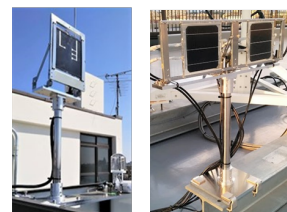
【テーマ3】ZEB 応用を目指した各種太陽電池の屋外発電特性評価

一般的な住宅用、産業用以外の太陽光発電の新規な応用分野を開拓するため、総研屋上にて、気象データ（太陽光強度、スペクトルなど）、各種太陽電池モジュールの発電特性の計測・解析を行っている。令和3年度は、おもに ZEB への応用を目的に垂直設置された各種材料からなる太陽電池モジュールの年間発電特性を測定した。具体的には、各太陽電池の特性を1分あるいは2分間隔で測定し、水平面日射量を基準にした Performance Ratio (PRH) を算出した。表1に、測定に用いた各種太陽電池の種類、定格変換効率ならびに PRH を示す。一般的に使われている傾斜角 35 度設置の結晶系 Si 太陽電池では PRH は 1.11 となった。一方、垂直設置した場合は、その方位によって PRH は大きく変化する。本年度の各種太陽電池の PRH 解析により、年間水平面日射量が分かれば、PRH を掛算することにより、年間発電量を簡単に算出できることが分かった。

表1 総研屋上に設置された太陽電池の種類、配置と年間 Performance Ratio (PRH)。

2020 年の総研屋上における年間全天水平面日射量は 1,386 kWh/m²/y (実測値)。

太陽電池の種類	面積(cm ²)	定格変換効率(%)	配置	水平面日射量を基準にした Performance Ratio (PRH)	2020年の水平面日射量をもとにした年間発電量(kWh/m ²)
両面HIT#1セル	154	21	南向垂直、両面受光	0.99	288
両面HIT#2セル	154	21	南向垂直、片面受光	0.71	207
GaAs系3接合セル	30.18	30.84	南向垂直	0.65	278
単結晶Siモジュール	829	18.1	南向35度	1.11	278
CIGSフレキシブルモジュール	7457	16.4	水平	0.72	163
平板CIGSモジュール	7200	13.9	南向垂直	0.82	158
平板CIGSモジュール	7200	13.9	東向垂直	0.51	98
平板CIGSモジュール	7200	13.9	西向垂直	0.47	91
平板CISモジュール	7200	13.9	北向垂直	0.25	48



両面受光HITセル



東西南北設置CIGSモジュール

【テーマ4】ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池開発

軽量・フレキシブルな高効率タンデム太陽電池を実現するため、トップセルとして用いる半透明ペロブスカイト太陽電池とボトムセルとして用いるフレキシブルシリコン太陽電池を開発する。令和3年度は、ペロブスカイト太陽電池の電子輸送層として用いる酸化膜（酸化チタンと酸化スズ）を原子層堆積法により低温・低ダメージで製膜する技術を主に研究した。ペロブスカイト層を積層して時間分解フォトルミネッセンスによりキャリアダイナミクスを評価した結果、ALD-SnO₂膜が良好な電子輸送能を示すことが明らかになった。この新規電子輸送層を用いて半透明ペロブスカイト太陽電池を開発した。また、厚さ 100μm ウエハのシリコン太陽電池で変換効率 20%を達成した。

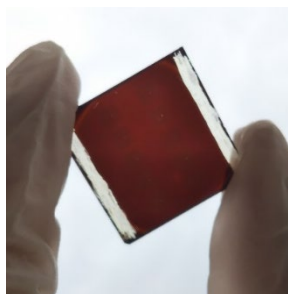
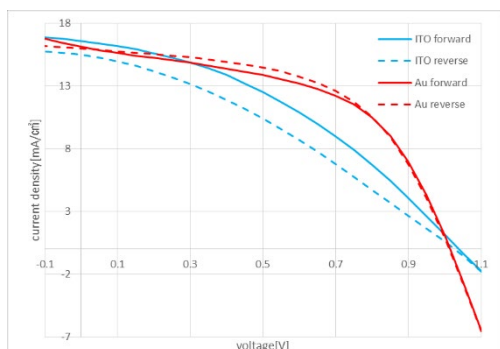


図4
開発した半透明ペロブスカイト太陽電池の太陽電池特性（左）と写真（右）

■ 研究業績

◇ 招待解説論文

- (1) 小長井誠、“クリーンエネルギー／太陽電池／太陽光全般”、応用物理、基礎講座、90, 5 (2021) OY215016, 7 pages
- (2) 小長井誠、“主力電源としての太陽光発電技術 カーボンニュートラル社会の実現に向けてどのような太陽電池が必要となるか?”、応用物理学会、特別 WEB コラム、GX : グリーントランスフォーメーションに挑む応用物理、<https://www.jsap.or.jp/columns/gx/e1-1>

◇ 査読付き論文

- (1) Makoto Konagai, Hiroshi Noge and Ryouyuke Ishikawa
Flexible Bifacial Amorphous Si Quintuple- and Sextuple-Junction Solar Cells for IoT Devices
Progress in Photovoltaics, vol.29, Issue 7, Special Issue: EU PVSEC, 668-674, July (2021)
<https://doi.org/10.1002/pip.3335>
- (2) Ryouyuke Ishikawa, Sohei Yamazaki, Sho Watanabe, Nozomu Tsuboi
Layer dependency of graphene layers in perovskite/graphene solar cells
Carbon 172, 597-601 (2021)
<https://doi.org/10.1016/j.carbon.2020.10.065>
- (3) Kulrisa Kuntamung, Patrawadee Yaiwong, Chutiparn Lertvachirapaiboon, Ryouyuke Ishikawa, Kazunari Shinbo, Keizo Kato, Kontad Ounnunkad, Akira Baba
The effect of gold quantum dots/grating-coupled surface plasmons in inverted organic solar cells
Royal Society open science 8 (3), 210022 (2021)
<https://doi.org/10.1098/rsos.210022>
- (4) Apichat Phengdaam, Supeera Nootchanat, Ryouyuke Ishikawa, Chutiparn Lertvachirapaiboon, Kazunari Shinbo, Keizo Kato, Sanong Ekgasit, Akira Baba
Improvement of organic solar cell performance by multiple plasmonic excitations using mixed-silver nanoprisms
Journal of Science: Advanced Materials and Devices 6 (2), 264-270 (2021)
<https://doi.org/10.1016/j.jsamd.2021.02.007>
- (5) Ryouyuke Ishikawa, Pil Ju Ko, Ryoutaro Anzo, Chang Lim Woo, Gilgu Oh, Nozomu Tsuboi
Photovoltaic Characteristics of GaSe/MoSe2 Heterojunction Devices
Nanoscale Research Letters 16 (1), 1-7 (2021)
<https://doi.org/10.1186/s11671-021-03630-y>

◇ 招待講演

- (1) Makoto Konagai,
“Looking back on the innovative solar cell development - Toward a carbon-neutral society in 2050”
GPVC 2021, Gwangju, Korea, Online, Date, July 7 – 9, 2021.
受賞記念講演 SL-KS-1
- (2) 石川亮佑、「グラフェンの太陽電池応用」
日比科学技術振興財団-名古屋工業大学公開シンポジウム, オンライン, 11/1-30, 2021

◇ 国際会議

- (1) Ryouusuke Ishikawa
“Perovskite/Graphene Solar Cells without a Hole-Transport Layer”
31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31) MONDAY 13 December 2021 - WEDNESDAY 15 December 2021, On-line
- (2) Makoto Konagai and Hiroshi Noge
“Comparison of annual power generation characteristics of Cu(InGa)Se₂ modules installed on the north, south, east and west planes”
31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31) MONDAY 13 December 2021 - WEDNESDAY 15 December 2021, On-line
- (3) Yukimi Ichikawa, Shinzaburo Morisawa, Kimihiko Saito, Ryouusuke Ishikawa, Makoto Konagai
“Design and Fabrication of Rib Silicon Heterojunction Solar Cells”
31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31) MONDAY 13 December 2021 - WEDNESDAY 15 December 2021, On-line
- (4) Kimihiko Saito, Hiroshi Noge, Ryouusuke Ishikawa, Makoto Konagai
“Optical Substrate to Activate Bifacially Multi-junction Amorphous Silicon Solar Cells by One-sided Light Incidence”
31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31) MONDAY 13 December 2021 - WEDNESDAY 15 December 2021, On-line

◇ 国内会議

- (1) 応用物理学会学術講演会：8 件
- (2) 第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム：3 件
- (3) 研究会：2 件（応用物理学会応用電子物性分科会研究例会、CVD 研究会）

◇ 著書

- (1) 石川亮佑、「青色 LED とペロブスカイト太陽電池を用いた光無線給電技術」、株式会社技術情報協会、月刊車載テクノロジー、2021 年 8 月
- (2) 石川亮佑、「光無線給電応用向けペロブスカイト太陽電池の開発」、公益社団法人自動車技術会、自動車技術、Vol.75, No.9、2021 年 9 月

◇ 新聞への掲載

- (1) 石川亮佑、「青色 LED を用いた光無線給電技術を開発」プレスリリース 2 月 10 日、電気新聞 2 月 18 日、交通毎日新聞 2 月 22 日、電子デバイス産業新聞 3 月 25 日、日本経済新聞 3 月 28 日、長崎新聞 4 月 1 日、中国新聞 4 月 4 日

◇ 受賞

- (1) 小長井誠、2021GPVC Award（韓国太陽光発電国際会議賞）
- (2) 小長井誠、日本太陽エネルギー学会、太陽光発電分野フェロー

■ 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
客員教授/特別研究員 AF	市川 幸美	専任	プラズマ工学
特別研究員 AF	濱 敏夫	専任	半導体工学
特別研究員 AF	野毛 宏	専任	量子物性

特別研究員 AF	古川 公子	専任	研究支援
特別研究員 AF	陶山 直樹	専任	半導体評価
特別研究員 AF	熊田 昌年	専任	半導体工学
特別研究員 AF	中田 和吉	専任	半導体工学

◇ 学生数 博士後期課程：0名、修士課程：6名、学部4年生：8名

■ 主要な外部資金

JST・未来社会創造事業、2021年度 4,127万円（直接経費：3,174万円、間接経費：952万円） 「超薄型 Si 系トリプル接合太陽電池」研究代表者（小長井）
科学研究費補助金、基盤研究（A）2021年度 897万円（直接経費：690万円、間接経費：207万円） 「IoT 機器デバイス応用を目指した高電圧両面受光 5 接合シリコン薄膜太陽電池」研究代表者（小長井）、研究分担者（石川）
科学研究費補助金、基盤研究（B）2021年度直接経費：260万円、間接経費：78万円 「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）
NEDO・太陽光発電主力電源化推進技術開発、2021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（C）2021年度直接経費：150万円、間接経費：45万円 「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

国内会議 2 件

◇ 学生の主な就職先：

中日本高速道路、大成建設、日立 ICT ビジネスサービス、MEITEC など

■ 社会貢献

◇ 第 190 回 総研セミナー「次世代の太陽光発電システム」開催（2022 年 1 月 19 日）

講演タイトル「FUTURE-PV 研究室の活動状況」、「ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池に向けた取り組み」など 4 件。Zoom によるオンライン開催。

◇ 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
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 機関誌企画・編集委員会
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

■ センター概要

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

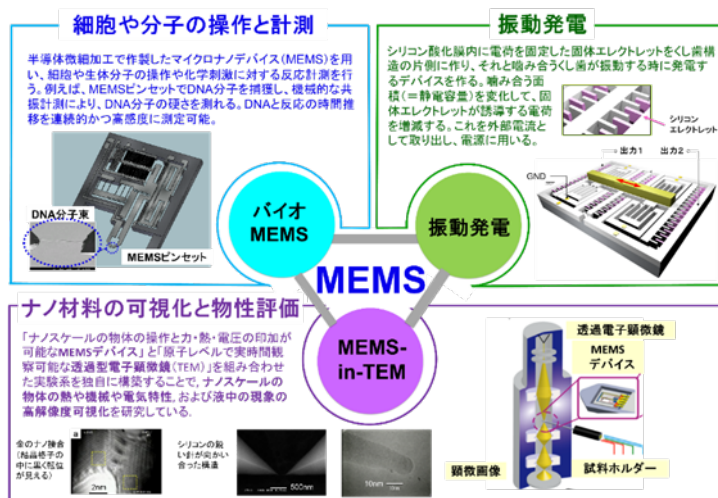
◇ 主要な研究成果

- ① バイオ：単一細胞について、さまざまな機械特性を計測できる MEMS 操作・計測システムを構築した。癌細胞の多様性計測に応用し、機械学習を用いて亜分類への判別ができた。
- 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、銀のナノ接合の引張・せん断複合破壊過程を、原子レベルで実時間・直視観察した。
- ③ エネルギー：振動発電デバイスの発電量を、無線センサノードの電源に利用可能な値に向上。

◇ 次年度への展開

- ① バイオ：構築した実験系で細胞や分子を操作し、機械特性などを計測し、細胞全体の特徴と細胞内分子の関連性を明らかにする。
- 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、同時に電気、機械特性と対応させる。
- 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し測定データを取得する。

マイクロナノシステム (MEMS, NEMS) の技術を異分野と融合する研究 細胞や分子の操作と計測、ナノ材料の可視化と物性評価、振動発電



■ 成果の紹介

【テーマ 1】MEMS による単一細胞や少数分子の操作と特性計測

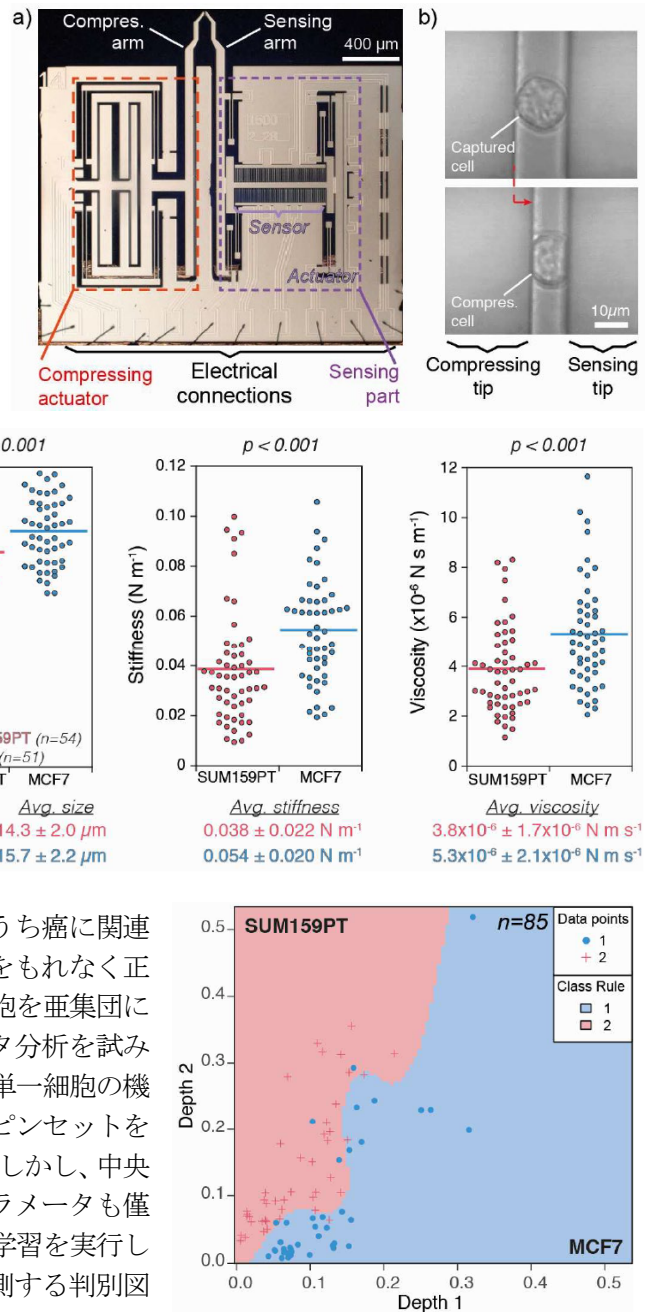
技術の特長

- MEMS の寸法や動きは数十 μm から数 nm なので細胞や分子を個別に捕獲できる
- マイクロ流路や化学センサと組み合わせて多様な測定が可能
- 細胞や分子の硬さや導電率の変化から、薬剤等への応答を連続的に監視

今年度の成果

MEMS ピンセットは、試料を把持する 2 本のプローブ、アクチュエータ（駆動機構）、プローブの変位を検出するセンサから構成される。2 本のプローブのうち 1 本（駆動プローブ）は、細胞を把持するために開閉し、もう 1 本のプローブ（センシングプローブ）は微細に振動している。駆動プローブで細胞に力を加えると、センシングプローブの振動の共振周波数と振幅が変化するので、それを測って細胞の剛性（最小 $300\text{ }\mu\text{N/m}$ ）、粘度（最小 $0.05\text{ }\mu\text{N/m/s}$ ）、応力（最小 4 nN ）を力学モデルから求めることができる。プローブ間隔を狭めて細胞を捕捉するとき、接触した時の変位から細胞の大きさも測れる。MEMS ピンセットによる細胞特性の評価手法を、リキッドバイオプシーへ応用する研究を行った。

癌細胞集団は不均一であり、細胞の幅広い特性を測ることで転移の可能性などを明らかにできると考えられる。しかし、臨床応用では血液サンプルに含まれる細胞のうち癌に関連するものは極めて少数なため、個々の細胞をもれなく正確に分類する必要がある。我々は、各種の細胞を亜集団に分けるために、単一セルのマルチパラメータ分析を試みた。異なる二種類の乳がん細胞株について、単一細胞の機械的特性（剛性、粘度、サイズ）を、MEMS ピンセットを使用して精密に制御した環境下で計測した。しかし、中央の三つのグラフに示すように、いずれのパラメータも僅かの差異しかなかった。このため、教師あり学習を実行して、右図のように各細胞が属する集団を予測する判別図を得た。学習に用いなかったデータで検証したところ、正答率は 85% であった。このラベルフリーの判別方法は、臨床応用のための希少細胞について、亜集団を区別するための重要な前進である。



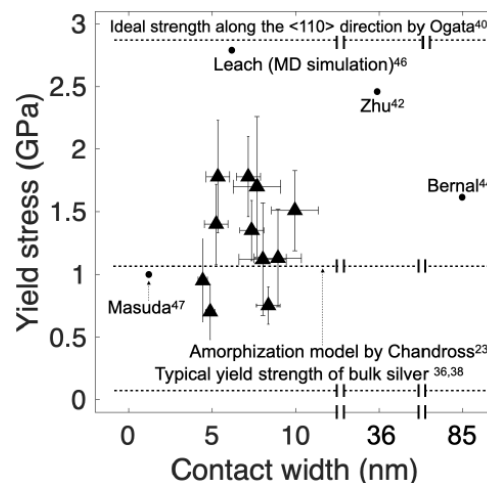
【テーマ2】MEMSを電子顕微鏡内で動かしナノ材料を調べる

技術の特長

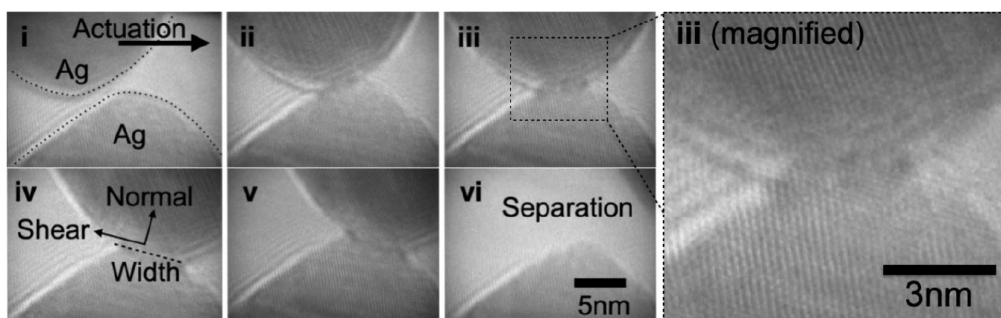
- － ナノ物体の原子レベル構造変化と、機械・熱・電気・バイオ化学特性を同時に測定
- － MEMS機能を用い同じTEMホルダーで力や電界の付加・温度変化・水中観測を実現
- － 市販の *in-situ* 実験系に比べ、安定性、画像分解能、測定精度を一桁向上

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、銀で覆った一対の探針先端を押し付けることにより、Ag-Ag接合を形成した後、張力とせん断力が複合した負荷を与えた時のナノ接合の塑性変形や破壊現象を実時間で観測する「その場」機械試験法を確立した。接合に加わる力と接合の幅を同時に計測できる。この時、巨視的な材料と異なり、単結晶性のAg-Agナノ接合では、せん断に伴う伸長はほとんど見られなかった。降伏点でのフォンミーゼス応力は、銀の理想的な強度に近い大きな値であった(右図▲印)。これは、接合部は極微小サイズであるため、ほとんど欠陥を含まないことによっている。この結果は、ナノ結晶fcc金属の降伏は、界面アモルファス化を介して

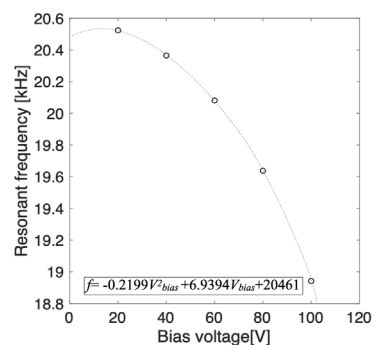


起きるといふ最近の予測と一致する。接合は不安定な破壊挙動を示し、引き離し力は、純



粋な張力下での破壊の予測をはるかに下回った。これは、せん断がナノスケールの引き抜き力を低減するという理論的予測と一致する、「その場」確認の結果である。

片持ち梁と駆動電極を深堀反応性イオンエッチング (Deep RIE) で加工し、静電アクチュエータを作った。静電アクチュエータに交流電圧を加えて梁を振動させ、この時に流れる電流をロックイン増幅して検出した。駆動周波数を変えて電流が最大となる周波数として、梁の共振周波数を計測した。次に、静電アクチュエータに交流電圧だけでなく直流バイアス電圧も印加し、この電圧値の変化に伴う共振周波数の変化を計測した。共振周波数のバイアス電圧依存性によって、ソフトスプリング効果を計測し、さらにソフトスプリング効果がない場合の梁の剛性バネ定数を計測しました。すると実験的に得られた剛性バネ定数は、解析解にバルク材料定数を代入した計算値と2桁以上の精度で一致した。片持ち梁の表面の加工に伴うダメージや粗さがあるけれども、厚みが数 μm 程度までの場合はバルク材料定数(と計測した形状寸法)から機械特性を求めてよいことが確認できた。



【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

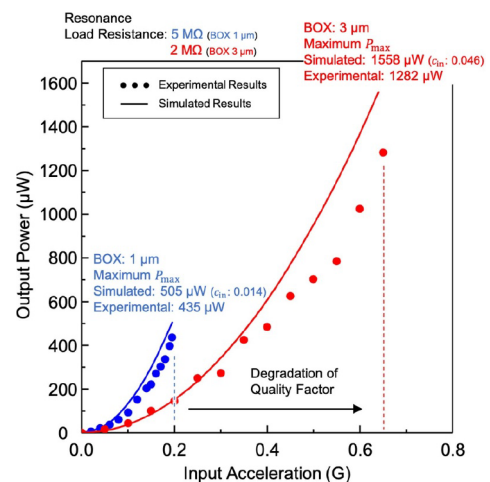
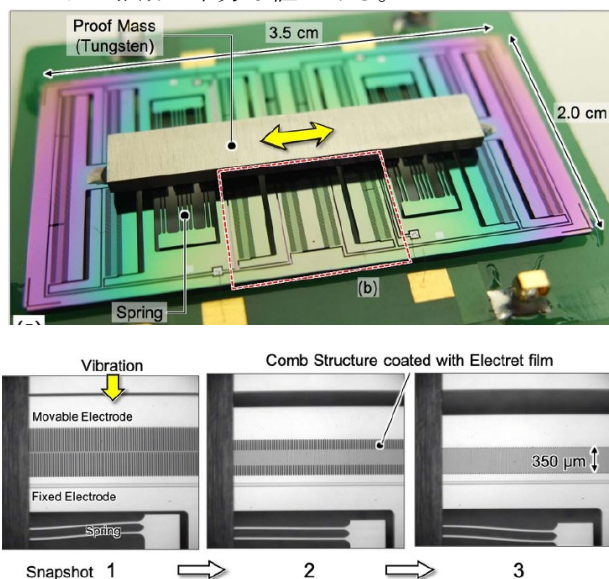
技術の特長とこれまでの成果

- － 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($9\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$)で高効率に発電
- － 触れても分からない程度の振動(0.2G 以下)から数百 μW を発生した

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を左右対称に設置し、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、幅が数ミクロン、深さが数百ミ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、正イオンをドーピングした熱酸化膜を、500℃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、 $5\mu\text{m}$ のギャップ間に 400 V の電位差が定常的に維持される。

正味の出力に寄与しない無効電力を低減することにより、振動微小電気機械システム（MEMS）技術に基づいた静電エネルギーハーベスターの出力電力を向上させる設計方法を確立した。無効電流を低減しながら有効電流を増大するメカニズムを、エレクトレット（永久固定電荷）による速度減衰項を含む共振振動型発電機の等価回路モデルを使用し、解析的に明らかにした。接触パッドと電気接続用の配線とに起因する内部寄生容量を減らすと、力率が大幅に向上し、供給可能な電力が増加する。この設計法に基づき、振動発電デバイスと支持基板の間の酸化膜を $1\mu\text{m}$ から $3\mu\text{m}$ に増やして、静電容量を小さくすることにより、出力を 2.9 倍に高めることができた。すなわち、周波数 158 Hz、 0.65 G （ $G=9.8\text{ m/s}^2$ ）の振動を加えた時に、発電量 1.3 mW を得た。これは無線センサノードの駆動に十分な値である。



■ 研究業績

MEMS による単一細胞や少数分子の操作と特性計測

◇ 国際会議

- (1) Bahram Ahmadian, Deborah Mbujamba, Jean-Claude Gerbedoen, Momoko Kumemura, Hiroyuki Fujita, Dominique Collard, Sophie Dabo-Niang, Chann Lagadec and Mehmet C. Tarhan, "Single Cell Classification using Statistical Learning on Mechanical Properties Measured by MEMS Tweezers", *IEEE International Conference on MEMS 2022*, Tokyo, JAPAN, 9 - 13 January, 2022, p. 317 (2022)

MEMS を電子顕微鏡内で動かしナノ材料を調べる

◇ 査読付き論文

- (1) Takaaki Sato, Zachary B. Milne, Masahiro Nomura, Naruo Sasaki, Robert W. Carpick, Hiroyuki Fujita, "Ultrahigh Strength and Shear-Assisted Separation of Sliding Nanocontacts Studied in situ", *Nature Communications* **13**, 2551 (2022). DOI: 10.1038/s41467-022-30290-y
- (2) T. Sato, G. Hashigutsi, H. Fujita, "Two orders agreement between stiffness measurement of μ -scale beam with analytical, macroscopic predictions", *Sensors and Actuators: A. Physical* **337**, [113448]. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2022.113448> (2022)

◇ 国内会議

- (3) 曹 旻鑒, 桒木栄太, 佐藤隆昭, 中村篤智, 松永克志, 柴田直哉, 藤田博之, 幾原雄一「原子分解能 TEM その場観察法による積層構造変化の直接観察」日本機械学会 M&M2021 材料力学カンファレンス OS1501 [2021.9.15-17, オンライン]
- (4) 桒木栄太, 柴田直哉, 藤田博之, 幾原雄一「原子分解能その場 TEM 荷重負荷試験による局所格子ひずみの解析」日本機械学会 M&M2021 材料力学カンファレンス OS1504 [2021.9.15-17, オンライン]

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, Yukiya Tohyama, Hiroyuki Mitsuya, Gen Hashiguchi, Hiroyuki Fujita and Hiroshi Toshiyoshi, "Power enhancement of MEMS vibrational electrostatic energy harvester by stray capacitance reduction", *J. Micromech. Microeng.* **31** (2021) 125008 (11pp)
- (2) 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) doi.org/10.18494/SAM3785

その他

◇ 査読付き論文

- (1) Yoshito Nozaki, Dong Hyun Yoon, Masahiro Furuya, Hiroyuki Fujita, Tetsushi Sekiguchi, Shuichi Shoji, "Validation of Droplet-generation Performance of a Newly Developed Microfluidic Device with a Three-dimensional Structure", *Sensors and Actuators A: Physical* **331** (2021) 112917
- (2) Daiki Tanaka, Satsuki Kajiya, Seito Shijo, Dong Hyun Yoon, Masahiro Furuya, Yoshito Nozaki, Hiroyuki Fujita, Tetsushi Sekiguchi, Shuichi Shoji, "Efficient Generation of Microdroplets Using Tail Breakup Induced with Multi-branch Channels", *Molecules* (2021), **26**, 3707
- (3) Naoya Onizawa, Kaito Nishino, Sean C. Smithson, Brett H. Meyer, Warren J. Gross, Hitoshi Yamagata, Hiroyuki Fujita, Takahiro Hanyu, "A Design Framework for Invertible Logic" *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems* **40**(4) 655-665 (2021)
- (4) Naoya Onizawa, Makoto Kato, Hitoshi Yamagata, Koji Yano, Seiichi Shin, Hiroyuki Fujita, Takahiro Hanyu, "Sparse Random Signals for Fast Convergence on Invertible Logic" *IEEE Access* **9** 62890-62898 (2021)

◇ 招待講演

- (1) 藤田博之「超高効率データ抽出機能を有する学習型スマートセンシングシステムの研究開発」 NEDO 委託事業 ～成果報告会～ グランフロント大阪 2021 年 7 月 16 日
- (2) 藤田博之「超高効率データ抽出機能を有する学習型スマートセンシングシステム (LbSS : Learning-based Smart Sensing System) の研究開発と実証実験成果」 MEMS センシング&ネットワークシステム展研究プロジェクト報告会 東京ビッグサイト 2021 年 1 月 27 日
- (3) 藤田博之「環境調和型 MEMS (Efrim : Environment Friendly MEMS) が切り拓く未来」 MEMS センシング

&ネットワークシステム展 感情センシングと環境調和型 MEMS の研究開発シンポジウム 東京ビッグ
サイト 2021 年 1 月 27 日

◇ 国際会議

- (1) Panel Discussion Modulator: Opportunities for Transducers in Global Good with Dr. Audrey Tang, Digital Minister, TAIWAN and Andrea Renda, Centre for European Policy Studies(CEPS), BELGIUM, 21st International Conference on Solid-state Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers 2021) on-line, June 23, 2021

■ 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 (c) 2021 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」研究分担者 (藤田)
科学研究費補助金、挑戦的研究 (萌芽) 2021 年度 直接経費 (分担) : 5 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」研究分担者 (藤田)

■ 社会貢献

- ◇ 総合研究所研究成果報告会講師 (2021 年 7 月 23 日)
講演タイトル「微小液滴を用いたマイクロ流体システム」
◇ 第 183 回 総研セミナー開催責任者 (2021 年 9 月 19 日)
「MEMS 技術の環境発電、細胞操作、ナノ材料評価への応用」

◇ 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)
H. Fujita	Europe Union Horizon 2020, NanoFabNet Project, External Advisory Board

核燃料・FP 先進応用研究ユニット

核燃料・FP 先進応用研究ユニット
ユニット長 佐藤 勇

■ ユニット概要

原子力発電における核燃料サイクルの健全性の向上を目指し、当該サイクルのうち最も課題の多い放射性廃棄物マネジメントをスムーズとすることを目的として、核分裂生成物の有効利用に関する研究及び燃料デブリ性状におけるシビアアクシデント進展過程依存性と関連する研究を推進する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

(1)「核分裂生成物の有効利用に関する研究」及び(2)「燃料デブリ性状におけるシビアアクシデント進展過程依存性と関連する研究」(①模擬共晶溶融体に対する簡易な流動体系を整備した流動試験、及び②粒子法による流動シミュレーション)について、(1)について模擬合金の機能評価手法構築・実施と改質方針を決定し、(2)実験結果を生かしたシミュレーションを実施し、計算技術の向上を図るとともに、さらに精度の高い実験の実施のため、インフラの準備を行った。

◇ 次年度への展開

「重点推進研究」としての枠は2021年度までだが、(1)に関しては、引き続き、「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」にて、合金の性能評価及びその改質を行うとともに、第一原理計算を用いたメカニズムの解明を行い、さらなる具体的な事業につなげていく。(2)に関しては、①実験及び②シミュレーションの両手法においてベンチマーク試験結果を踏まえ、さらに高い精度の実験・計算を実施していく。また、ここまでの活動で築いた都市大・早稲田大の研究ネットワークを活用した各種研究枠へのアプライを行っていく。

■ 成果の紹介

【テーマ1】核分裂生成物の有効利用に関する研究

(1) 核分裂生成物の有効利用に関する研究 (佐藤、松浦)

a) 模擬白金族合金(Mo、Ru、Pd、Rh)の作製と基本的な性質の把握

実機で得られる合金成分を模して高純度試薬を原料として、アーク溶解法にて合金試料を作製した。得られた合金試料に対して、各種冶金学的観察を行うことで、当該合金が(イ)Ruの六方最密構造をホストとしてその他の金属が置換して構成されている構造であること、(ロ)アーク溶解法では高温時における相状態が維持されていること、(ハ)Pdは濃度が比較的高い場合別相を形成しやすいこと(Pdの混ざりにくさ)、等が明らかとなった。本件については、熱力学・結晶学的な考察により検証した。

b) 模擬白金族合金調製の基礎工程の検討

実機の白金族合金は、数 μm 以下の粒子状で存在し、なおかつ緩慢な冷却歴を有するため、模擬

合金試料においてもこれらを再現する必要がある。前者に対しては(二)ボールミルによる加工が有効であること、後者に関してはアーク溶解法により作製した模擬合金試料には極めて大きな残留応力が発生しており、(ホ)この残留応力を 1000℃程度の加熱により解放できること、を明らかにした(模擬性を向上できる見通し)。また、c)で触れるが、合金の機能を発現する上で毒物となる(ヘ)Mo を単純な加熱のみで取り除くことができる可能性を示した。

c) 模擬白金族合金の機能に関する試行試験

当該白金族合金が水素・酸素再結合機能や水素吸蔵機能を有するか、また、水素が合金中に入り込むメカニズムの検討のため、それぞれ実験的研究と計算科学による検討を行った。前者においては、デブリ充填剤として使用が検討されているジオポリマーに当該合金粉末を添加し、 γ 線照射を行い、水素の発生状況を検討したところ、当該合金の添加物により(ト)一定の水素発生抑制効果が確認されたうえ、合金成分である(チ)Mo が当該機能を低下させている可能性を把握した。また、後者においては、第一原理計算を当該合金に適用し、合金中に(リ)水素原子が入り込むことで結晶に対する影響を把握した。

d) 今後の白金族合金の利用の上での方向性

上記の研究結果により、水素・酸素再結合機能や水素吸蔵機能を期待し、燃料デブリ収納管内での水素発生抑制を期待した場合、以下のような方向性を見出すに至った。

- ・再処理で得られる合金は微粒子状であり、このままの形状で十分な効果が発揮できる
- ・結晶構造は緩慢な冷却により、温度の低い状態での相状態を呈していることを前提に機能を期待できる
- ・酸素分圧を制御下雰囲気下での加熱を行い、Mo 成分を除去する(幾何学構造として、ポーラススケールを形成)
- ・上記の操作のうえで、一部酸化した Ru を還元操作を行う
- ・実機においては、多種のエネルギーの β 線が存在しており、この放射線の機能向上への余波効果も期待できる

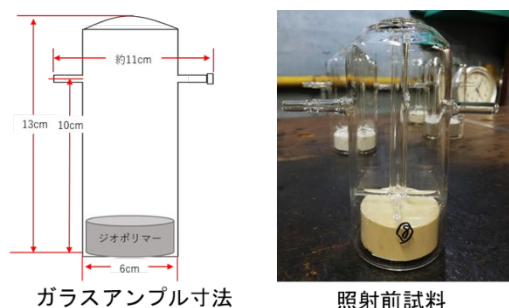


図 1 照射試験用ガラスアンプル

【テーマ2】燃料デブリ性状におけるシビアアクシデント進展過程依存性と関連する研究

a) 模擬共晶熔融体流動試験 (鈴木)

2020 年度までに模擬共晶熔融体の流路内における固化挙動のメカニズム(流路断面内の局所的な凝固と選択的な流下)を試験データから明らかにするとともに、流路内で完全閉塞が形成される条件を融体温度と流路径をパラメータとした領域マップ上に整理した。2021 年度は、試験精度の向上を目的として、流路壁面の温度制御の高度化と閉塞先端部の接触角の定量化を可能とする試験装置を作製し、数値解析に資する試験データの蓄積を図った。

b) 改良粒子法によるベンチマーク解析 (山路)

2020 年度までに数値解析の精度や安定性の課題が少ない矩形管流路閉塞の試解析に成功した。2021 年度は、本重点推進研究で実施する円管流路閉塞実験への適用性を確認するため、類似の先行

研究の実験 (M. Hossain et al., “Simulation of Molten Metal Penetration and Freezing Behavior in a Seven-Pin Bundle Experiment”, JNST, 46:8, 799-808 (2009))を対象に、これまでに以下に示すように解析に成功した。実験と同様に、金属溶融物が円管内流路を流下する際の一部流路の先行閉塞と、それに伴う非閉塞流路への選択的流下挙動を解析により示すことに成功した。表面張力係数および仮想的に等温解析を実施し、表面張力あるいは溶融物の凝固のいずれか一方だけではこのような選択的な流下挙動は生じず、両者が同時に作用することで初めて生じることを明らかにした。

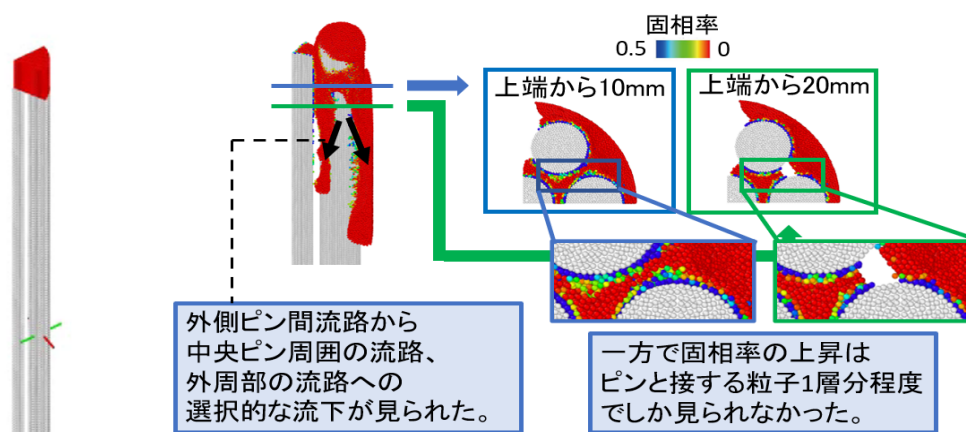


図2 流路界面における凝固状況

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) R. Kawakami, X. Li, G. Duan, A. Yamaji, I. Sato and T. Suzuki, “Improvement of Solidification Model and Analysis of 3D Channel Blockage with MPS Method”, Frontiers in Energy (Impact Factor: 2.657), published (2021/06).

◇ 招待講演

なし

◇ 国際会議

なし

◇ 国内会議

- (1) 増子元海、佐藤勇、新田旭、「照射済燃料中の白金族合金に対する水素吸蔵評価実験の確立」日本原子力学会 2021 年 秋の年会 学生ポスター発表会(令和3年9月8日@オンライン)
- (2) 樽見直樹、新田旭、増子元海、佐藤勇、「FPの有効利用に関する研究(1)-照射済み燃料中における白金族合金の模擬体作製及び熱力学的評価-」、日本原子力学会 2022 年 春の年会(令和4年9月16日@オンライン)
- (3) 新田旭、樽見直樹、佐藤勇、松浦治明、奥村雅彦、「FPの有効利用に関する研究(2)-第一原理計算による白金族合金の安定性・機能の評価-」、日本原子力学会 2022 年 春の年会(令和4年9月16日@オンライン)

和4年9月16日@オンライン)

- (4) 増子元海、新田旭、樽見直樹、佐藤勇、「FPの有効利用に関する研究 (3)模擬合金に対する水素吸蔵評価法の検討」、日本原子力学会 2022 年 春の年会 (令和4年9月16日@オンライン)

◇ 作品
なし

◇ 特許
なし

◇ 受賞

- (1) 武井遥来、「MPS 法による三次元ピンバンドル体系の溶融金属流下・流路閉塞実験の解析」、日本原子力学会 2021 年秋の年会 (@オンライン)、学生ポスターセッション 学部課程優秀賞 受賞
- (2) 武井遥来、「MPS 法によるピンバンドル体系中の溶融物の選択的流下挙動の解析」、日本原子力学会・関東甲越支部 第15回学生研究発表会(2022年3月)、奨励賞 受賞
- (3) 増子元海、新田旭、樽見直樹、佐藤勇、松浦治明、「FPの有効利用に関する研究 (3)模擬合金に対する水素吸蔵評価法の検討」、日本原子力学会 2022 年春の年会 (@オンライン)、核燃料部会講演賞 受賞

■ 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	佐藤 勇	[理工学部]兼務	核燃料・材料工学
教授	鈴木 徹	[理工学部]兼務	熱流動・原子力安全工学
准教授	松浦 治明	[理工学部]兼務	放射線応用工学
准教授	山路 哲史	[早稲田大学]兼務	原子炉物理学
修士2年	新田 旭	[都市大・大学院]	－
修士1年	増子 元海	[都市大・大学院]	－
学部4年	樽見 直樹	[都市大・理工学部]	
修士2年	本多 栄輝	[都市大・大学院]	－
修士1年	佐藤 良一	[都市大・大学院]	－
学部4年	武井 遥来	[早稲田大学・応用物理学]	－

◇ 学生数 博士後期課程：0名、修士課程：4名、学部4年生：2名

■ 主要な外部資金

本研究の一部を利用して、日本原子力研究開発機構(文科省)令和 3 年度英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業【課題解決型廃炉研究プログラム (S)】への応募を計画 (予算規模:3 か年:120,000 千円/5 機関):再委託先として採択

■ 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 4 件 作品 0 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

日本原子力研究開発機構、東京電力ホールディングス、リクルート、NTT データ、日揮、三菱重工総合研究所

■ 社会貢献

◇ 委員

氏名	委員名一覧
佐藤 勇	日本原子力学会 核燃料部会 (副部会長)
佐藤 勇	日本原子力学会 核燃料部会 企画小委員会 (委員長)
佐藤 勇	日本原子力学会 核燃料部会 運営小委員会 (委員)
佐藤 勇	日本原子力学会 「核燃料サイクルの成立性」研究専門委員会 (主査)

生態進化古生物学研究ユニット

生態進化古生物学研究ユニット
ユニットリーダー 中島 保寿

■ センター概要

化石と現生生物の3次元構造を基盤として比較機能形態学的な解析を行ない、系統進化と環境変動に関する情報と統合することで、海洋生態系における捕食者の進化ならびに陸上生物の種分化の時空間的変遷を解明する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

古生物学分野では、茨城県の白亜系より太平洋西岸域初となる遠洋巡航型の鱗竜類（モササウルス科）の化石を、北海道からは白亜紀の深海性サメ類を含む板鰐類化石群集を記載・報告した他、ロシア沿海州の三畳系より遠洋生活に適応した最初期の魚竜化石を記載・報告した。進化生物学分野では、植物による海岸地や蛇紋岩地、溪流などへの形態学的適応について、ネズミモチ・ヒサカキ・ヤシヤゼンマイ等を用いて明らかにした。

◇ 次年度への展開

本ユニットへの重点推進研究制度による研究支援は2021年度で終了となるが、3年間の基礎的研究成果に基づき、さらなる海洋・陸上生態系の進化史解明に向け、古生物学・進化生物学の分野を横断したチームによる大型外部資金の獲得を目指す。特に室内分析における形態学的・生態学的データの充実を図る。そのためこれまでの体制に加え、地球化学分野や生態力学分野とも協働することで化石の多面的・複合的な解析手法を取り入れたい。

■ 成果の紹介

【テーマ1】三畳紀初期の海洋生態系とその回復過程の解明

本研究プロジェクトでは、古生代一中生代境界大量絶滅直後における海洋捕食者の化石および捕食・被食関係を示す記録に注目した。ロシアからは中生代最初期の大型魚竜の化石を報告し、海生爬虫類の水生適応進化が中生代初期に爆発的に起こったことを証明した。また中国南部から産出する糞石については時間経過ごとにサイズとその分散が増加し、内容物も多様化・大型化する傾向にあることから、食物網が複雑化していったことを明らかにした。

【テーマ2】後期白亜紀の海洋捕食者相の復元

本邦白亜系より産出する魚類および海生爬虫類化石は、当時の太平洋の海洋生態系の記録として希少なものである。本研究プロジェクトでは北海道の上部白亜系から深海性のサメ類を含む多様な板鰐類化石群集を報告したほか、同産地からは海棲鳥類へスペロルニス類の基盤的種の標本を報告した。さらに和歌山県・鹿児島県の下部～上部白亜系からは水生爬虫類化石を含む化石群集に関する発見を報告し、その1つ、鹿児島県の首長竜からは食性の鍵となる咽頭内容物を報告した。

【テーマ3】骨組織学的特徴から解明する四肢動物の巨大化

四足動物の生理学的特性の進化を解明する上で、化石骨組織は有用なデータを提供する。本研究ではまず現生四足動物の骨組織の線維配向および骨細胞の形態が成長速度・代謝率と相関することを示した上で、巨大な陸棲カメ類 (*Megalochelys*) および海棲カメ類 (*Mesodermochelys*) について、現生動物との骨組織学的比較を行った。その結果、2種の巨大カメ類が一般的に代謝の低いカメ類に属しているにもかかわらず、幼体期より高い成長速度を持っていたことを示した。

【テーマ4】日本列島の地史からみた土壌動物の進化

飛翔能力の欠如した土壌動物は、生息地の拡大が地史を反映する場合が多い。これまでにザトウムシ類のイシカワアカザトウムシ (*Zepedanulus ishikawai*) が先島諸島において、およそ中新世に島ごとの分断が起き、その後に種分化したことを示したものの、新たに同様の分布を示すフタモンアカザトウムシ (*Kilungius bimaculatus*) において分子時計を用いた系統解析を行ったところ、前者と類似した地史的イベントにより各島に分断されたことが明らかとなり、先島諸島では中新世における海進がザトウムシ類の分断 (vicariance) に強く作用したことが示された。

【テーマ5-1】変動する地球環境への適応進化過程 (乾燥化)

現在の生物多様性の成立背景に変動する地球環境に呼応した生物の適応進化が挙げられ、異なる環境に適応する過程で適応度の高い形質が選択されると考えられる。そのうち水資源の枯渇による乾燥化に関してヒサカキ (*Eurya japonica*) およびネズミモチ (*Ligustrum japonicum*) といった系統的に異なる樹木を用いて解析を行った結果、これらは気孔のサイズを乾燥化に伴い減少させることにより、過度な蒸散を回避する戦略が選択されていることが明らかとなった。

【テーマ5-2】変動する地球環境への適応進化過程 (集中豪雨)

近年の温暖化に伴う気圧配置の変化は各所に集中的な降雨をもたらし、その結果これまでにない河川の増水が頻発している。このことは河川沿いに生育が特化した植物にも大きな影響を与え、地球温暖化が副次的に河畔林を中心とした生態系にこれまでと異なる選択圧を作用させていることとなる。そこで河川沿いに生育しているヒサカキ (*Eurya japonica*) を用いて解析を行った結果、狭葉化により水流抵抗を減少させた形態が選択されていることが明らかとなった。

■ 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) **Ishii C., Shiba M.,** Kumekawa Y., **Fukuda T.** (2022) Seed germination and seedling emergence of *Canavalia lineate* (Thunb.) DC. (Fabaceae). *International Journal of Biology* 14: 8-18. <https://doi.org/10.5539/ijb.v14n1p8>
- (2) **Takizawa, E.,** Tate, T., **Shiba, M., Ishii, C.,** Yoshizaki, S., **Fukuda, T.** (2022) Coastal adaptation of *Ligustrum japonicum* Thunb. (Oleaceae). *Journal of the Japanese Society of Coastal Forest* 21 (in press) Cover issue
- (3) **Nakajima, Y.,** Shigeta, Y., Houssaye, A., Zakharov, Y. D., Popov, A. M., & Sander, P. M. (2022). Early Triassic ichthyopterygian fossils from the Russian Far East. *Scientific Reports* 12(1), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09481-6>
- (4) Kanno, S., Tokumaru, S., Nakagaki, S., **Nakajima, Y.,** Misaki, A., Hikida, Y., & Sato, T. (2022). Santonian-Campanian neoselachian faunas of the Upper Cretaceous Yezo Group in Nakagawa Town, Hokkaido, Japan. *Cretaceous Research* 133, 105139.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.cretres.2022.105139>

- (5) Miyata, S., Yabumoto, Y., **Nakajima, Y.**, Ito, Y. & Sasaki, T. (2022) A second specimen of the crossognathiform fish *Apsopelix miyazakii* from the Cretaceous Yezo Group of Mikasa area, central Hokkaido, Japan. *Paleontological Research* 26:213-223. <https://doi.org/10.2517/PR200024>
- (6) **Shiba, M.**, Tate, T., **Fukuda, T.** (2022) Adaptative leaf morphology of *Eurya japonica* Thunb. (Ternstroemiaceae) in serpentine areas. *Journal of Plant Studies* 11: 10-18. <https://doi.org/10.5539/jps.v11n1p10>
- (7) Kato, T., **Nakajima, Y.**, Shiseki, K. and Ando, H. (2021) Advanced mosasaurs from the Upper Cretaceous Nakaminato Group in Japan. *Island Arc*, e12431. <https://doi.org/10.1111/iar.12431>
- (8) **Shiba, M.**, Tate T, **Fukuda T** (2021) Rheophytic adaptation of *Eurya japonica* Thunb. (Ternstroemiaceae). *International Journal of Biology* 13: 65-73. <http://dx.doi.org/10.5539/ijb.v13n2p65>
- (9) **中島保寿**, 三宅幸雄, 田中猛, 甲能直樹 (2021) 岐阜県高山市丹生川町旗鉾に分布する美濃帯ペルム系石灰岩から産出した骨化石. 化石 109: 1-2. https://doi.org/10.14825/kaseki.109.0_1
- (10) Kumekawa, Y., Fujimoto-Kumekawa, H., Miura, O., Arakawa, R., Yokoyama, J., **Fukuda, T.** (2021) Morphological and molecular analyses of *Zepedanulus ishikawai* (Arachnida: Opiliones: Laniatores: Epedanidae) in the southern part of the Ryukyu Archipelago. *Canadian Entomologist* 153:800-827. <https://doi.org/10.4039/tce.2021.42>
- (11) 早川 宗志・松山 佳那子・村松 優子・濱地 秀徳・**福田 達哉** (2021) テンナンショウ属 (サトイモ科) の花序付属体および仏炎苞における奇形. 東海自然史 14: 39-42.

◇ 招待講演

なし

◇ 国際会議

- (1) **Nakajima Y.**, Takai M, Hirayama R, Thaung Htike, Zin Maung Maung Thein & Sonoda T (2022) Growth and weight support strategies in gigantic land tortoise *Megalochelys* revealed by bone histology. International Symposium on Paleohistology 2022, March 2022, online, poster

◇ 国内会議

- (1) **中島保寿**・高井正成・平山廉・タウンタイ・ジンマウンマウンテイン・菌田哲平 巨大リクガメ *Megalochelys* の骨組織が示す成長・体重支持戦略. 日本古生物学会第171回例会 (口頭)
- (2) 加藤太一・**中島保寿**・木村由莉・鈴木千里・安藤寿男 後期白亜紀コニアシアン-サントニアン の北西太平洋における *Cretalamna* 属の多様性 (予報). 日本古生物学会第171回例会 (口頭)
- (3) **柳田優樹**・**中島保寿**・亀崎直樹・林昭次 羊膜類動物にみられる成長パターンと骨小腔形態の関係. 日本古生物学会第171回例会 (口頭)
- (4) **菊池 優**・中島保寿・李 強・劉 俊 (2021) 糞石の時空分布から解明するペルム紀-三畳紀境界後の海洋食物網. 日本古生物学会 2021 年会 (ポスター)
- (5) **石井知希**・**柴政幸**・**福田達哉**; 海流散布種子植物ハマナタマメの北限に関する生態学的研究. 第21回日本海岸林学会、東北大学、2021年10月
- (6) **柴政幸**・飯島正徳・**福田達哉**; 環境適応における力学的背景: 溪流沿い植物を例に. 第85回日

本植物学会、東京都立大学、2021 年 9 月

- (7) 中島保寿 (2021) 化石の微細構造析によって解明する古脊椎動物の成長・生態および進化. シンポジウム「微細構造析に基づく化石・硬組織の最新研究」第 39 回化石研究会学術大会 (2021/8/31)
- (8) 中島保寿・宇都宮聡 (2021) 鹿児島県長島町獅子島の白亜系御所浦層群から産出した翼竜類化石. 第 39 回化石研究会学術大会 (2021/8/31)
- (9) 石田吉明・角田昭二・田切美智雄・加藤太一・中島保寿 (2021) 茨城県日立市の鮮新統初崎層から産出したクモヒトデ類化石. 第 39 回化石研究会学術大会 (2021/8/31)
- (10) 柳田優樹・中島保寿 (2021) 成長パターンの異なる羊膜類動物間にみられる骨細胞形態の差異について. 第 39 回化石研究会学術大会 (2021/8/31)
- (11) 森田直樹・中島保寿 (2021) 小型鯨類における体軸筋および棘突起形態の観察と化石種への応用. 第 39 回化石研究会学術大会 (2021/8/31)
- (12) 森田直樹・村上瑞季・中島保寿・嶋田智恵子・疋田吉識・田島木綿子・鈴木久仁博・田尻理恵・鈴木大輔・松石隆・小林万里 (2021). 北海道中新統最上部-鮮新統声間層より産出したネズミイルカ科化石の棘突起の特異な形態とその機能的意義. 日本古生物学会 2021 年会講演要旨集 p.12A (口頭)

◇ 作品

なし

◇ 特許

なし

◇ 受賞

なし

■ 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	中島 保寿	[理工学部]兼務	古生物学
教授	福田 達哉	[理工学部]兼務	進化生物学

◇ 学生数 博士後期課程：4 名、修士課程：5 名、学部 4 年生：13 名

■ 主要な外部資金

2019～2021年度日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 (B)「災害に強い海岸防災林に用いる広葉樹の海岸環境耐性評価と将来の導入可能性について」(分担金総額1,820千円, 直接経費1,400千円)・福田, 研究分担者

2020～2021 年度 公益社団法人東急財団 多摩川およびその流域の環境浄化に関する調査・試験研究 「レーザースキャナを用いた多摩川流域上総層群化石群の3次元構造データ保存法の

確立」 (総額 3,018 千円)・中島, 研究代表者
2021-2023 年度 日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 (C)「同一遺伝子が異なる環境への適応を可能にするのか? : 溪流沿いと蛇紋岩地を例に」(総額 4,160 千円 直接経費 3,200 千円) 福田・研究代表者
2020-2022 年度 積水ハウス株式会社受託研究「平塚市沿岸部における大型人工施設が Eco-DRR 効果に及ぼす影響に関する実証的研究」(代表者) 総額 3,300 千円

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 5 件、国際会議 0 件、国内会議 7 件 作品 0 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

神奈川県教育委員会(臨時的採用教員), (株)東京ガスネットワーク、(株)東北サファリパーク那須支店(那須サファリパーク), (株)システムネットワーク、(株)アース環境サービス、静岡県林業組合, 本学大学院博士前期課程、本学大学院博士後期課程

■ 社会貢献

◇ 化石研究会第 39 回総会・学術大会(オンライン)を東京都市大学・化石研究会で共催した(2021 年 8 月 31 日)

◇ 鹿児島県長島町獅子島において翼竜化石を発見し、同町教育委員会と共同でプレスリリースを行い(<https://www.tcu.ac.jp/news/all/20210906-38420/>), 各種メディアに掲載された(2021 年 9 月 6 日)

◇ 鹿児島県長島町獅子島において新しい恐竜の化石密集層(ボーンベッド)を発見し、同町教育委員会と共同でプレスリリースを行い(<https://www.tcu.ac.jp/news/all/20220315-40879/>), 各種メディアに掲載された(2022 年 3 月 15 日)

◇ NHK「ダーウィンが来た!」にて首長竜化石の咽頭内容物に関する研究成果が紹介された(2021 年 8 月 22 日)

◇ NHKスペシャル「恐竜超世界 in Japan」にて、鹿児島県長島町における恐竜化石密集層発見、発掘研究の様子が紹介された(2022 年 3 月 30 日)

◇ ロシア・ウラジオストク南のルースキー島において発見された最初期かつ大型の魚竜化石の発見について報告し、国立科学博物館と共同でプレスリリースを行い(<https://www.tcu.ac.jp/news/all/20220427-42065/>), 各種メディアに掲載された(2022 年 4 月 27 日)

◇ 出張授業

栃木県立小山高校高大接続授業「維管束の多様化解析」（2022 年 11 月 18 日）

◇ 委員

氏名	委員名一覧
中島 保寿	特になし
福田 達哉	特になし

都心河川流域の防災環境シナジー研究ユニット

環境学部環境創生学科

代表 丹羽由佳理

横田樹広

■ センター概要

SDGs11[都市]「包摂的で安全かつ強靱で持続可能な都市及び人間居住を実現する」という目標に対して、都心の河川流域が解決すべき課題のうち「SDGs11.b(都市型水害に対する備え)」と「SDGs7(魅力的な水辺空間利用)」のシナジー効果を上げるために必要な条件を明らかにする。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

スケールを **Regional**(流域)と、**Local**(地域・地区)に大別し、川・川沿い(低地)と周辺市街地(台地)を包含する視点と、川・川沿い(低地)と周辺市街地(台地)をミクロに観察する視点を設けた。緑地と人間の関係では「生態系サービスのシナジー要素とその条件」に関わる基礎的調査を行い、水へのアクセス性と QOL に関わる河川環境条件や、流域を対象とした「水環境と緑地環境によるシナジーの条件」を調査した。

◇ 次年度への展開

重点推進研究では、東京都豪雨対策基本方針(改定)の「対策強化流域(発生源対策として広域的な対策が必要なエリア)」と、「対策強化地区(すでに局所的な影響が生じていて被災側の対策が必要なエリア)」を見据え、シナジー創出の効果とそれに対する社会的な価値を評価し、シナジー効果を上げるために必要な条件を明らかにした。今後は、外部資金の研究テーマに即して「市民科学プログラムによる都市型水害に備えるアイディアの実践」、「グリーンコミュニティによる災害弱者のための創発的減災モデルの構築」に注力する。



Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable
包摂的で、安全かつ強靱(レジリエント)で、持続可能な、都市及び人間居住を実現する

11.b
By 2020, substantially increase the number of cities and human settlements adopting and implementing integrated policies and plans towards inclusion, resource efficiency, mitigation and adaptation to climate change, resilience to disasters, and develop and implement, in line with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, holistic disaster risk management at all levels

災害に対する強靱さ (レジリエンス)
都市型水害に対する備え

人と水辺を切り離そうとするもの

11.7
By 2030, provide universal access to safe, inclusive and accessible, green and public spaces, in particular for women and children, older persons and persons with disabilities

誰もが、緑地や公共スペースを利用
魅力的な水辺空間利用

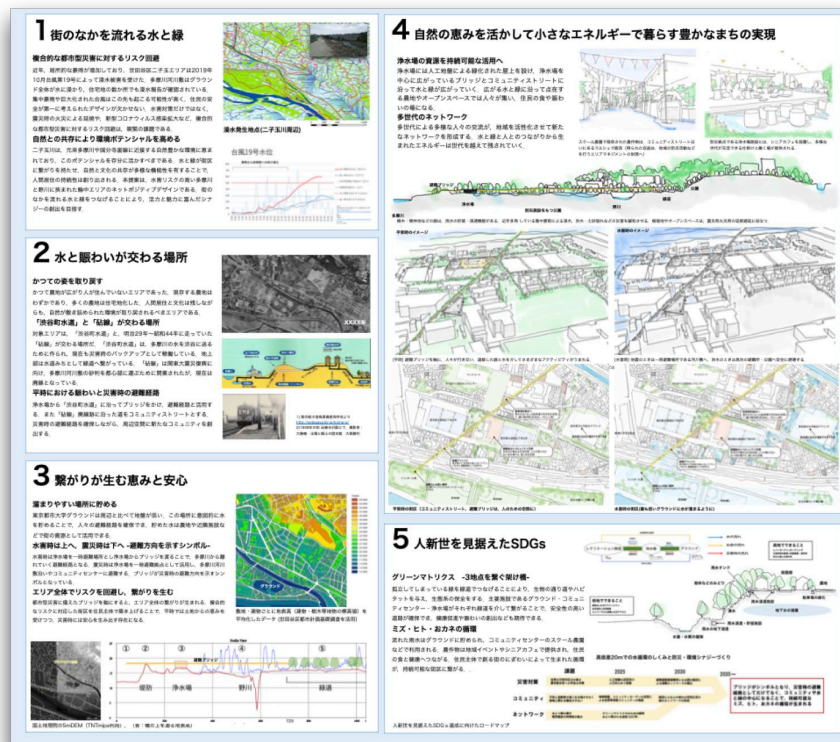
人を水辺に惹きつけ、近づけようとするもの

Synergetic Effects

■ 成果の紹介

本研究は、2つのRQに対して調査分析を行った。得られた成果の概要を以下にまとめる。

RQ1	都心の河川流域が解決すべき課題は何か、課題解決に向けてどのような方策が適切なのか？
都心河川流域が抱える課題を解決するためには、住まい手によるグリーン・インフラへの投資が有効であり、まずは住民意識の醸成が重要だ。本研究は複合的な視点から、人々が水害・雨水管理と向き合う評価ツールを複数開発した。子ども向けのフリップカード、高齢者向けのマイタイムラインシート、雨水流出抑制を目指した住宅模型コンテンツなどである。今後は、評価ツールから得られた知見をいかして公共化の仕組みをつくり、台地上市街地と河川沿い低地がつながるネットワーク・循環を強化する必要がある。	
RQ2	「都市型水害に対する備え」と「魅力的な水辺空間利用」には、どのようなシナジー効果があるだろうか？
台地上市街地と河川沿い低地は雨水とのつきあい方を変えるべきであり、台地上市街地では、多機能なグリーン・インフラの拡充が必要である。市街地の縁辺部において災害時にも農作物供給を維持できる地産のシステムや、一時的にコミュニティで活用できる市民緑地の拡充が求められる。一方、河川沿いの低地には、防災とレクリエーションを両立した雨水貯留空間を管理・活用するコミュニティ、そしてネットワーク形成が必要である。さらに低地と台地を繋ぐ斜面地には、洪水時の被害軽減や避難において有効な空き地やみどりを中心に配置し、そこでは災害時の避難・救助と平常時の自然体験・学習を両立できる小さな拠点が存在していることが望ましい。	



リスク回避と環境の恵みのシナジー創出（検討例）

【本研究の枠組み】

古川・渋谷川流域を対象に RQ を掲げてスタートしたが、都市型水害をとらえるためには「水害リスクが高い地域」や「実際に被害を被った地域」を把握する必要がある。そこで本研究は、表 1 に示すような枠組みを設定した。スケールを Regional(流域)と、Local(地域・地区)に大別し、川・川沿い(低地)と周辺市街地(台地)を包含する視点と、川・川沿い(低地)と周辺市街地(台地)をよりマクロに観察する視点を設けた。以下に個別の成果を報告する。

表 1 研究の枠組み(2022 年度)

標高 スケール	Riverfront (低地) 	City Area (台地) 
Regional (流域)	雨水管理を考える教育コンテンツ開発 全国かわまちづくり施策の分析	
	海拔0m地帯の不動産価値分析 リスク認知と避難意識のSEM分析	COVID-19影響下における分散避難 雨水管理の住民意識
Local (地域・地区)	都市の豪雨対策を考えるWEBコンテンツ開発 緑と水のまちづくり(子どもが捉える都心河川)	
	河川沿い歩行環境の評価	居住環境と防災・環境意識

Regional (流域)

【Regional(共通)】全国かわまちづくり施策の分析・雨水管理を考える教育コンテンツの開発

- かわまちづくり施策は、河川とまちをつなげるための施策である。国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課の協力を得て、全国の河川環境施策を調査し、申請書のテキストマイニング分析と全国の自治体アンケート調査から施策の内容を比較した。都市規模やかわまちづくりの設立年度によってハード整備とソフト整備の傾向が異なることを示した^{査読付き論文 3)}。
- 雨水管理を考える教育敷地に降った雨を下水道に流さずに自然に還せるかを試行する住宅模型コンテンツを開発し、12/5 に WS を実施した。降雨実験では、流出した水の流量をカップで計測し、庭づくりのあり方を検討した。各住宅でできる流域対策とあわせて、街区全体で考えていくべき工夫についても議論できた(東京都市民科学プロジェクトの一環として実施)。
- 流域や流域内の地形に応じた都市型水害リスクと環境資源の関係性を把握するため、東京都豪雨対策基本方針に位置付けられている対策強化流域に包含される町丁目を対象に、地形割合、土地利用構成割合、浸水リスク(ハザードマップより分析)、表流水の累積流量(標高データより分析)、緑被面積・緑の連続性(広域人工衛星データ SPOT より分析)、水域面積・水域からの連続性(国土地理院データより分析)について情報化を行った。類型の違いを明らかにするとともに、違いと関わりの深い環境条件をマルチレベル分析により把握した。

【Regional(低地)】海拔 0m 地帯の不動産価値・リスク認知と避難意識の SEM 分析

- 災害リスクが江東 5 区の賃貸住宅市場に与える影響を明らかにするため、ヘドニック分析を行った。賃貸住宅の賃料を目的変数、賃料形成要因を説明変数とするヘドニックアプローチにより賃料関数を推定した。また城南地区を対象に低地居住者を対象にアンケートを実施し防災環境のシナジー要件の抽出とともに、水害リスク認知と避難意識について共分散構造分析(SEM)を用いて意識構造をモデル化した。

- 世田谷区災害対策課の協力を得て、2019 年台風 19 号接近時を事例に高齢者の避難行動を分析した^{査読付き論文 5)}。災害状況のレベルに応じた避難意向が高齢者のどのような意識と関係しているのかを分析した結果、避難後の不安を取り除くことが高齢者の避難意図を高めることにつながることを示唆された。2020 年度は COVID-19 による分散避難の考え方や高齢者の避難行動に関するアンケートを実施した。高齢者に作成してもらったマイタイムラインでは警戒レベルに応じて備えが変化することを把握した^{査読付き論文 8)}。

【Regional(台地)】COVID-19 影響下における分散避難・雨水管理の住民意識

- 避難運営の課題を東京 23 区自治体へヒアリングした結果、分散避難の周知、より多くの避難所を確保が課題だとわかった。高齢者は COVID-19 を強く警戒しており、浸水リスクが高くて、在宅避難に過信しているグループが存在した。約 6 割は「自宅が安全」という認識があり、約 3 割は「他の避難方法は困難」と捉えていた^{国際学会 2)}。
- 東京都豪雨対策強化流域のひとつである谷沢川・丸子川流域（東京都世田谷区）の台地上を中心とした地域を対象として、雨水流出環境と流出抑制のために活用可能な環境に関するインターネットアンケート調査を実施した（東京都都市整備局と合同実施）。自宅庭に対する雨水対策評価ツール^{査読付き論文 4)}も活用して、雨水市民科学ワークショップにおける基礎情報とした。

Local (地域・地区)

【Local(共通)】都市の豪雨対策を考える WEB コンテンツ開発・子どもが捉える都心河川

- 都市の豪雨対策の有効性を属性別・エリア別に算出するために、防災教育の教材(WEB コンテンツ)を開発した。アンケート形式で階層分析法 AHP による重み付けが可能な仕組みとした。
- 東京都港区白金商店街で開催された「四の橋夏まつり」に来場した子どもを対象に身近な河川に対する印象調査^{査読付き論文 3)}を行った。未就学児・小中学生を対象にフリップ調査を行った結果、子どもは「生物」に対する関心が高かった。アイテム調査の結果は、「港区緑と水の総合計画」に掲載され、2030 年度までに港区が進めていく 4 つの重点的な取組の一部として紹介された。子どもが考えている河川への期待を行政の基本計画に反映し、子どもの意見を今後の指針に取り入れてもらうことができた。

【Local(低地)】河川沿い歩行環境の評価

- 東京都が定める「渋谷川・古川 河川整備計画」は住民の生活や良好な環境を求める国民ニーズに的確に応えるための指針である。古川沿いを通行する港区住民にアンケート調査を行い、住民ニーズを分析した。幼少期から日常的に自然に触れて育つと成長してから都心河川という都市の中に存在する自然要素や取り巻く環境の重要度を意識しやすいこと、港区住民は「水質が良く、臭気が無い」、「高速道路に囲まれていても川が暗くない」、「子ども達が安心して遊べる川である」を改善したいと考えていることが分かった。

【Local(台地)】居住環境と防災・環境意識

- 防災・環境に関する古川流域と古川沿いの水と緑の機能に対するアンケート調査を実施した。共分散構造分析を用いて、古川（古川の水）・古川沿いの緑・古川流域の街の水と緑を対象に、豪雨時の関係性・平常時の魅力につながる水と緑の機能について、スケールごとにモデル化を行った。あわせて、回答者の居住エリア（町丁目）について、浸水深と河川までの歩行到達距離をもとに類型化し、類型ごとの回答者の環境・防災意識の違いを把握した。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 丹羽由佳理, 横田樹広, 富川駿, 森龍, Lata SHAKYA(2019): 子ども向けアンケート調査を容易にするフリップカード, Flip Cards for Kids Facilitating Questionnaire Survey, 日本デザイン学会作品集, 2019, 25 巻, 1 号, p. 1_70-1_75, 公開日 2020/03/27, Online ISSN 2188-7772, Print ISSN 1341-8475, https://doi.org/10.11247/adrjssd.25.1_1_70.
- (2) 横田樹広, 江藤菜々子(2019): 横浜市・帷子川流域を対象とした集水微地形に着目した緑地立地環境の評価, 環境情報科学学術研究論文集, ceis33 巻, Vol. 33 (2019年度 環境情報科学研究発表大会), p. 271-276, 公開日 2019/11/22, https://doi.org/10.11492/ceispapers.ceis33.0_271.
- (3) 角谷瑠偉, 丹羽由佳理, 横田樹広(2020): 河川とまちの融合を目指した「かわまちづくり」の施策分析, 日本建築学会技術報告集 (Scopus掲載), 2020, 26 巻, 64 号, p. 1161-1166, 公開日 2020/10/20, Online ISSN 1881-8188, Print ISSN 1341-9463, <https://doi.org/10.3130/aijt.26.1161>.
- (4) 横田樹広, 丹羽由佳理 (2020): 戸建て住宅地の庭を対象とした市民科学による雨水流出抑制診断ツールの開発と適用, 日本建築学会技術報告集 (Scopus掲載), 2020, 26 巻, 64 号, p. 1270-1275, 公開日 2020/10/20, Online ISSN 1881-8188, Print ISSN 1341-9463, <https://doi.org/10.3130/aijt.26.1270>.
- (5) 富川駿, 森龍, 丹羽由佳理, 横田樹広(2020): 2019年台風第19号接近時における世田谷区在住高齢者の避難意識と情報収集, 日本建築学会技術報告集 (Scopus掲載), 2021, 27 巻, 65 号, p. 568-573, 公開日 2021/02/20, Online ISSN 1881-8188, Print ISSN 1341-9463, <https://doi.org/10.3130/aijt.27.568>.
- (6) 高橋夏美, 横田樹広: 港北ニュータウン緑道周辺の土地条件に応じた雨水浸透能と土壌・下層植生構造との関係, ランドスケープ研究 (オンライン論文集), 13 巻, p. 70-73, 公開日 2021/01/21, Online ISSN 1883-261X, <https://doi.org/10.5632/jilaonline.13.70>.
- (7) Miura, N., Koyanagi, T.F., Yamada, S., Yokota, S.: Classification of grass and forb species on riverdike using UAV LiDAR based structural indices. International Journal of Automation Technology, 2021, 5pp. in press.
- (8) 富川駿, 丹羽由佳理, 横田樹広(2021): 台風接近時の警戒レベルに応じた対応行動の分析, 日本建築学会技術報告集 (Scopus掲載), 2021, 27 巻, 67 号, p. 1590-1595, 公開日 2021/10/20, Online ISSN 1881-8188, Print ISSN 1341-9463, <https://doi.org/10.3130/aijt.27.1590>.

◇ 国際会議

- (1) Kazuya KODA, Yukari NIWA, Shigehiro YOKOTA: Comparison of Priorities Issues for Urban Riverfront Based on Residential Environment from Childhood till Present, International Conference of Asian-Pacific Planning Societies 2021.
- (2) Yusuke SUZUKI, Shohei KAMIMURA, Yukari NIWA, Shigehiro YOKOTA: Consciousness of the Elderly on Distributed Evacuation against Floods Post-COVID-19, International Conference of Asian-Pacific Planning Societies 2021

◇ 国内会議

- (1) 横田樹広(2019): 戸建て住宅敷地を対象とした雨水流出抑制評価ツールの作成と適用. 日本環境学会第 45 回研究発表会発表予稿集
- (2) 幸田和也, 庄野葉月, 富川駿, 森龍, 丹羽由佳理(2020): 都心居住の子どもを対象とした身近な河川についての印象調査, 日本建築学会大会梗概集
- (3) 横田樹広, 丹羽由佳理(2020): 東京都世田谷区における戸建て住宅の GI 活用に向けた市民

科学プログラムの検討, グリーンインフラ・ネットワーク・ジャパン全国大会ポスター発表

- (4) 立場紡, 横田樹広, 丹羽由佳理(2020): 都心部河川流域の地区特性に応じた水と緑の環境・防災機能に対する住民意識, グリーンインフラ・ネットワーク・ジャパン全国大会ポスター発表

◇ 依頼原稿

- (1) 横田樹広(2020): 戸建て住宅の庭を活用した雨水流出抑制のための評価ツールの開発と適用. 水循環 貯留と浸透 vol. 118. 公益財団法人雨水貯留浸透技術協会発行.
 (2) 横田樹広: 集水域におけるグリーン・インフラの実装とマネジメントにむけた空間情報技術活用, 2020年12月、都市緑化技術、113号、pp. 10~13.

◇ 受賞

- (3) [Best paper presentation award] Kazuya KODA, Yukari NIWA, Shigehiro YOKOTA: Comparison of Priorities Issues for Urban Riverfront Based on Residential Environment from Childhood till Present, International Conference of Asian-Pacific Planning Societies 2021.
 (4) [Best paper presentation award] Yusuke SUZUKI, Shohei KAMIMURA, Yukari NIWA, Shigehiro YOKOTA: Consciousness of the Elderly on Distributed Evacuation against Floods Post-COVID-19, International Conference of Asian-Pacific Planning Societies 2021

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
准教授(代表)	丹羽由佳理	[環境学部]兼務	建築・都市計画
准教授	横田樹広	[環境学部]兼務	都市生態計画

◇ 学生数 博士後期課程：1名、修士課程：2名、学部4年生：14名

■ 主要な外部資金

東京都事業提案制度 2020~2023年度 「市民科学プログラムによる都市型水害に備えるアイディアの実践」 横田樹広(研究代表), 丹羽由佳理
科学研究費補助金 基盤研究 (C) 2020年度 「エリア防災における外国人の避難行動分析からみた都市のマルチリンガル化」 丹羽(研究代表)
住友財団 [環境研究助成] 2021~2023年度 グリーンコミュニティによる災害弱者のための創発的減災モデルの構築 丹羽由佳理(代表者), 横田樹広, 飯島健太郎

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 8件、国際会議 2件、国内会議 4件 作品 0件

■ 社会貢献

◇ 第161回 総研セミナー開催 (2020年2月25日)

講演タイトル「都市型水害に対する備え」と「魅力的な水辺空間利用」のシナジー効果」

◇ QWS都市レジリエンスWG登壇(2021年8月12日オンライン開催)

講演タイトル「防災・環境シナジーの分析とコミュニティとの創発的アクションプログラム」

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

■ センター概要

「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、これに水難溶性の栄養機能成分を安定保持させることに成功した。この微粒子をゲル状食品、可食フィルム素材に加工する手法を開発し、これらの物理的・化学的特性を明らかにした。さらに、最新の胃消化シミュレーター装置における流動状態を実験的に評価する手法を開発した。

◇ 次年度への展開

2021 年度の検討で得られた可食性ポリオンコンプレックス微粒子を包含するモデル食品群の機能開発と特性評価を進める。エマルション、ゲル、フィルムへの加工を中心に、これらの物理的・化学的特性を定量的に評価するとともに、胃消化シミュレーター装置を利用してその分解・微細化挙動を調べる。これらの検討を有機的に組み合わせることで、栄養機能成分の消化・吸収動態を考慮した食品の設計・加工指針を明らかにする。

■ 成果の紹介

2021 年 4 月～2022 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
本ユニットで開発したポリオンコンプレックスの用途展開を検討した。ポリオンコンプレックス微粒子分散液への機能成分の内包化、ポリオンコンプレックス層の形成によるエマルションの安定分散化に取り組み、その製造方法や機能性に関する有意義な知見を得ることができた。成果の一部を論文発表するとともに、関連学会で発表した。
- (2) 高齢者向け食品を想定したポリオンコンプレックス微粒子分散液の物性制御
ポリオンコンプレックス微粒子を包含するゲル状食品およびフィルム状食品の開発を行った。可食性高分子を用いて、モデル食品試料の増粘挙動、ゲル化挙動、フィルム形成挙動を評価した。合わせて、モデルゲル食品の力学強度を測定するとともに、フィルム形成過程における移動現象を再現する物理モデルの基礎を構築した。成果の一部を論文発表するとともに、関連学会で発表した。

(3) 消化シミュレーターを用いた消化特製の評価

初年度に導入した胃消化シミュレーター装置内部における流動状態の評価法を検討した。胃の蠕動運動を模擬した条件下で発生する流動場を実験的に定量化する手法について検討し、蠕動運動速度や粘度の影響を反映する測定手法を提案した。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) T. Kuroiwa, Y. Kawauchi, R. Moriyoshi, H. Shino, T. Suzuki, S. Ichikawa, I. Kobayashi, K. Uemura, A. Kanazawa: Biocompatible homogeneous particle formation via the self-complexation of chitosan with oleic acid and its application as an encapsulation material for a water-insoluble compound. *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, **624**, 126808 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.126808>
- (2) T. Kuroiwa, Y. Okuyama, A. Kanazawa: Improved stability of palm oil-in-water emulsion by surface modification of droplets using a chitosan-casein complex layer. *Jpn. J. Food Eng.*, **22**, 105-115 (2021). <https://doi.org/10.11301/jsfe.21598>
- (3) Y. Nakamura, S. Shiratori, R. Takagi, M. Sutoh, H. Nagano, K. Shimano: Physics-informed neural network applied to surface-tension-driven liquid film flows. *Int. J. Numer. Method Fluids*, <in press> (2022).

◇ 国際会議 2 件

◇ 国内会議 14 件

◇ 受賞 2 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 1 件、国際会議 2 件、国内会議 12 件

◇ 学生の主な就職先

凸版印刷(株)、丸紅ケミックス(株)、(株)ジーシー、久光製薬(株)、古河電気工業(株)

■ 社会貢献

◇ 出張授業

神奈川県立麻生高等学校(黒岩 崇)、東京都立世田谷泉高等学校(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

■ センター概要

ウェルビーイングな社会の実現に向けて、尾山台地区に学外研究拠点「リビングラボ」を設置し、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社会基盤を実装、そのマネジメント手法を開発する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

昨年度のリサーチや住民参加型フォーラムを踏まえ、7月から参加型リノベーションを実施、「おやまちリビングラボ」をハッピーロード尾山台に開設した。共創プロセスのマネジメントについて Enoll 主催の国際カンファレンスで発表したほか、具体的な研究プロジェクトとして、中学生向けウェルビーイングリテラシーゲームの開発と検証、地域コミュニティへの参加によるワーカーのキャリア意識の変化など参加型の研究を推進した。

◇ 次年度への展開

リビングラボの本格的稼働・社会的認知向上に向けて、6月にシンポジウムを開催し、複数の研究プロジェクトを推進する。実際の運用のなかで、マルチステークホルダーによるプロジェクトの推進、能動的で持続可能なコミュニティ形成など、リビングラボのマネジメント手法についての検証を行い、都市大らしいリビングラボのあり方を提案する。また、東京大学・NTT 研究所などと連携し、全国のリビングラボネットワークを準備している。

■ 成果の紹介

【テーマ1】ニッセイ財団「児童・少年の健全育成実践的研究助成」「子どもを対象にしたウェルビーイングリテラシーWS の設計と評価」

中学生向けウェルビーイングリテラシーゲームを、地元中学生らとの協働によって試作。尾山台中学校での検証を行い、製品化プロトタイプを制作した。

【テーマ2】「東急子ども応援プログラム」

一社おやまちプロジェクトで申請。活動テーマは「飛び出せ！おやまち部～学校の枠を超えたまちの部活動～」。中学生と共にゆるキャラ作り、新聞作りなどを行った。

【テーマ3】世田谷区社会福祉協議会ほか「せたがやこどもフードパントリー事業」

「おやまちカレー食堂」メンバーが中心に、コロナ禍で困窮する子育て世帯向けの食材配布を実施した。

【テーマ4】「14歳のファーストプロジェクト」

尾山台中学校総合的な学習の時間の授業設計と実施を、株式会社コプラス、ワープホールブックスとの協働で実施した。

【テーマ5】「地域コミュニティ活動への参加がキャリアオーナーシップに与える影響」

株式会社パーソルキャリアとの共同研究として、地域コミュニティへの参加によるワーカーのキャリア意識の変化について学生・プロボノ共同研究チームによって調査を行った。

【テーマ6】「6年生が地域とつながる尾山台 marché 2022」

尾山台小学校総合的な学習の時間の授業設計と実施を、尾山台商栄会商店街および18店舗の商店とともに実施した。

【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。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Kyosuke Sakakura, Co-creating a Living Lab for Sustainable Community Engagement, OpenLivingLab Days 2021 Conference Proceedings e-book pp.249-259.

◇ 招待講演

- (1) Sakakura, K., Co-creating a Living Lab for Sustainable Community Engagement : A case study of the Oyamachi Living Lab established by Tokyo City University (Education for Social Responsibility (ESR) center, Pusan National University での講演／2021年7月)

◇ 国際会議

- (1) Sakakura, K., Co-creating a Living Lab for Sustainable Community Engagement, (the 6th UNoLL (Universities Network of Living Lab Network) Forum, Suwon Convention Center, Suwon Korea での講演／2021年10月)

◇ 国内会議

- (1) 三洲小町、坂倉杏介「共創型リビングラボがもたらす効果についての研究」、地域活性学会第13回研

◇ 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	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：1 名、学部 4 年生：9 名

■ 主要な外部資金

「子どもを対象にしたウェルビーイングリテラシーWSの設計と評価」、日本生命財団 児童・少年の健全育成助成委託研究、坂倉杏介、ドミニク・チェン、安藤英由樹 2020年10月-2021年12月 (100万円)
「地域コミュニティ活動への参加がキャリアオーナーシップに与える影響」、パーソルキャリア株式会社 2021 年 (30 万円)

■ 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 1 件 作品 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

良品計画、アトレ、東急住宅リース、ふくろうクリニック等々

■ 社会貢献

◇ 講演・取材など

- ・「坂倉杏介さんのウェルビーイング Q&A」、『ソトコト』、2021 年 7 月号（雑誌取材記事）
「がくげいラボ×Talkin’ About「場の文化を育む場」を語る」、主催学芸出版社（5/21）
- ・「まちにかかわるイノベーター人材とは 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」、主催：三鷹市市民活動支援センター（5/29）
- ・「ロハストーク」ゲスト出演、J-wave（7/12～7/15）
- ・「場づくりから始める地域づくり」、主催：学芸出版社（7/28）
- ・「“ポストコロナの” 参加の場の開き方～困っている時こそ、「自分」から始めるストーリー～」
主催：横浜市市民活動推進センター（8/28）
- ・「JLAU オンラインセミナー Landscape Well-being vol.02」Landscape」、主催：日本ランドスケープアーキテクト協会（9/30）
- ・「これからの公共空間のつくりかた」、第 7 回二子玉川エリアマネジメントシンポジウム（2/26）
- ・「ウェルビーイングからはじめる市民活動」、福岡市 NP0・ボランティア交流センター「あすみん」
Good Activity Festival 2021（3/6）
- ・「未来を共創する場づくり」、慶應義塾大学 SFC 研究所 Oimachi Research Forum 2021（3/12）

◇ 委員

氏名	委員名一覧
坂倉杏介	世田谷区社会教育委員 議長
坂倉杏介	一般財団法人世田谷コミュニティ財団 理事
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

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

■ センター概要

本研究の目的は ① 実世界問題を解決できる人工知能を開発すること、そして ② 人工知能の手法を用いて生物知能の獲得メカニズムを理解すること、の二点です。生物が持つ問題解決能力を人工知能に教え込むことで、未来知能ともいうべき、人工知能と生物知能の融合を目指します。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

本研究ユニットでは、人工知能における生物知能課題のモデル化と、機械学習を用いた動物行動のデータ駆動型解析に関して研究しています。GPU ワークステーションを導入し、生物知能をシミュレートする環境として Animal-AI と群行動の解析環境 idTracker.ai の機械学習環境を構築しました。シミュレーションを通して動物が実世界問題を解く過程をモデル化し、また実際の動物行動データを解析することで、知能の獲得メカニズムに迫る研究を行っています。

◇ 次年度への展開

仮想世界環境でシミュレートする生物知能課題の調査を行い、道具使用や迷路課題に関するモデル化・実装を進める予定です。そのモデル上で学習済みのニューラルネットワークを解析し、問題解決能力がどのように獲得されたかを工学的に明らかにします。また行動データの解析では、各個体がどのように相互作用することで群として秩序だった運動を生成するかに関して研究を行います。機械学習の手法を用いて個体間の相互作用をデータ駆動的に同定することで、動物が知的な振る舞いをするメカニズムについて研究を行います。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】人工知能における生物知能課題のモデル化

本テーマに関しては NVIDIA A6000 3 基搭載の GPU ワークステーションを導入し、生物知能をシミュレートする環境として Animal-AI の学習環境を構築しました。生物知能課題を調査し、Animal-AI 上でのモデル化を検討しています。道具使用課題や問題解決課題などは動物の身体性に大きく依存しているため（例：嘴で摘まむ、手指で操作するなど）、Animal-AI 上のエージェントがうまく対応できるような課題としての再モデル化を行っています。特に、多段階のステップを要する課題や目的を達成するために複数の解法を持つ課題といった研究論文を調べ、それらの課題を仮想世界環境上にモデル化しています。そこで道具使用や迷路課題に関してモデル化を行い、現在人工知能手法による学習を行っているところです。問題が解けるように学習された人工知能の内部を調べることで、生物知能が獲得されるメカニズムが解明されると期待しています。

【テーマ2】機械学習を用いた動物行動のデータ駆動型解析

本テーマに関しては群行動の解析環境 idTracker.ai の機械学習環境を構築し、動物の行動データを半自動的に抽出することを勧めています。特に、ゼブラフィッシュの群行動データの解析を行い、データ駆動的に群行動メカニズムの解明に取り組みました。各個体がどのように相互作用することで群として秩序だった運動を生成するかを統計力学のイジングモデルを用いてモデル化し、個体間の相互作用をデータ駆動的に推定しました。現在は個体間の相互作用に関して様々な仮定を設け、どの仮定が行動データをよりよく説明するかを調べています。従来難しかった行動データの取得とそのモデル化を機械学習の手法で行うことで、今まで知られていなかった動物行動の規則性を明らかにしていきます。

■ 研究業績

◇ 国際会議

(1) Riku Takato, Kenya Jin'no, "Training Multilayer Neural Networks with PSO," 2022 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2022), pp. 177-180, On-line, 2022. 2. 28- 3.2

(2) Yusuke Nakazato, Kenya Jin'no, "Emergence of the Boid Swarm," 2022 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP 2022), pp. 181-184, On-line, 2022. 2. 28- 3.2

◇ 国内会議

(1) 高頭 陸, 神野 健哉, "PSO による多層ニューラルネットワークの学習," 電子情報通信学会 2022 年総合大会, N-1-23 (On-line, 2022. 3. 15-18)

(2) 代 美月, 神野 健哉, "Dropout と Batch Normalization の効果の検証," 電子情報通信学会 2022 年総合大会, N-1-11 (On-line, 2022. 3. 15-18)

(3) 古川 友花, 森 博彦, "SNS におけるエコーチェンバー現象の分析と検出," 情報処理学会第 84 回全国大会

(4) 楊 敏, 森 博彦, "チャットボットを使用したうつ病の予兆の検出の提案," 情報処理学会第 84 回全国大会

(5) 田中 宏和, 渡部 雅也, 香川 高弘, 三苫 博, 寛 慎治, "A Quaternion-Based Analysis of Joint Rotations in Whole-Body Gait Cycles," モーターコントロール研究会

■ 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

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 0 件、国際会議 2 件、国内会議 4 件

■ 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

1 μm 厚の単結晶 PZT 製膜し、センサのパルス圧力波の感度評価試験を行った。開発した PZT にパルス圧力波(9 μm PVDF にパルス電圧($v_p = 200 \text{ V}$, $t_p = 1 \text{ ns}$)を印加し生成)を入力した際結果、想定通り今年度試作した 1 μm 単結晶 PZT で最も高い出力が確認された。
半導体センサの素子試作に向けて、素子の厚み方向に圧力波は入力された際の容量変化によるドレイン電流 I_D を評価し設計を行い、ソース・ドレイン間の電極構造を楕型とし利得を稼ぐ構造とした。

◇ 次年度への展開

開発した単結晶 PZT を、空間電荷測定装置に実装し、直流課電時の空間電荷分布測定を実施する。さらに、高周波設計を行った周辺回路設計及びそれを実装した試験治具に実装し、位置分解能の高分解能化を図る。
半導体圧力波センサではさい AlGaIn-GaN、AlGaIn の試作素子を製造し、圧力波検出試験を実施する。また、圧電乗数が AlGaIn より大きい AlScN を AlGaIn-GaN の上に製膜し、圧電効果により 2 次元電子ガス層の増大を図った高感度素子の試作も行う。

■ 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 PZT にパルス圧力波(9 μm PVDF にパルス電圧($v_p = 200 \text{ V}$, $t_p = 1 \text{ ns}$)を印加し生成)を入力した際の出力を示す。本試験では、先行研究で使用した素子と多結晶、単結晶からを用いて出力を比較した結果である。同図より、想定通り今年度試作した 1 μm 単結晶 PZT で最も高い出力が確認された。こちらを用いて、高周波設計を行った回路に装置治具に設置、高分解能化を図る。

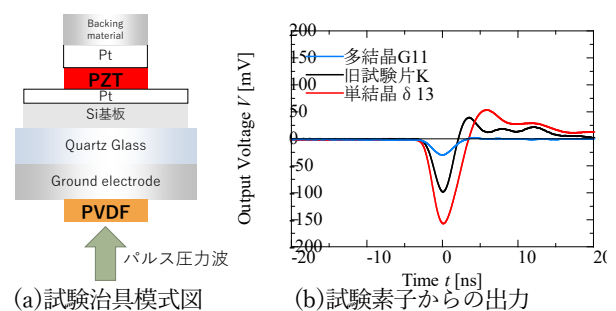


図 1 単結晶 PZT におけるパルス圧力波入力試験

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

本年度は素子試作に向けて、設計を実施した。素子の厚み方向に圧力波は入力された際の容量変化によるドレイン電流 I_D を評価した。パルス圧力波による素子の変位量をこれまでの空間電荷測定条件から $10^{-13} \sim 10^{-15} \text{ m}$ と想定し、(2)式により出力信号を検討した結果、図2に示す楕形のソース・ドレイン電極構造を採用した。

$$\frac{\Delta I_D}{\Delta d} = -\frac{W u_n \epsilon}{2 L d^2} (V_{TH})^2 \quad \dots (2)$$

μ_n はチャネル内電子移動度、 W, L はそれぞれソース・ドレイン電極の幅と距離、 C_{ox} は静電容量である。現在素子試作を東工大・角嶋研究室にて実施中である。

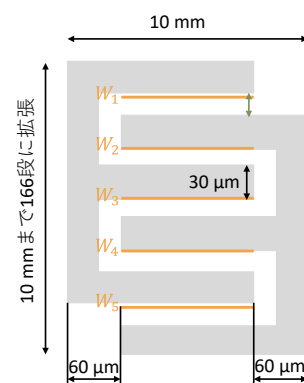


図2 試作素子のソース・ドレイン電極構造模式図

【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

図3に示す遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)を用いたセンサ構造の開発を行った。Si バックゲート電極へのパルス電圧 V_G 印可により、S-D 間に圧電効果に起因した出力電圧が生じることを実証するとともに、TMDC 膜の共振現象($f_0=26\text{MHz}$)を確認した。センサ感度の向上には、 f_0 の増大が必要であるため、今後は、試料構造の形状が f_0 に与える影響について調べる。

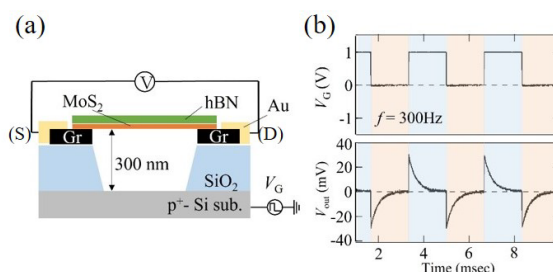


図3 (a)TMDC を用いたセンサ構造概略図。(b)パルス電圧印可により生じる S-D 間の出力電圧特性。

■ 研究業績

◇ 国内会議

- (1) 小林美穂, 佐藤孔亮, 三宅弘晃, 田中康寛, 神田健介, 「MEMS-PZT 薄膜センサを用いた高温用空間電荷分布測定装置の開発」, 令和3年電気学会基礎・材料・共通部門大会講演予稿集, 3-D-a1-1, 2021
- (2) 青木宏憲, 小林亮太, 三宅弘晃, 田中康寛, 「パルス静電応力法を用いた高温下での空間電荷分布測定の位置分解能の改善」, 第52回電気電子絶縁材料システムシンポジウム講演予稿集, D-1-MVP-9, 2021
- (3) 千葉カルビン健人, 澤野憲太郎, 渡邊賢司, 谷口尚, 藤田博之, 星裕介, 「hBN/MoS₂ 積層構造を利用したナノ機械共振器の電気機械特性」, 第69回応用物理学会春季学術講演会, 22a-E203-4, 2022

■ 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

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

国内会議 3件

◇ 学生の主な就職先

本田技研工業、日東電工、アルプスアルパイン、アズビル、

■ 社会貢献

◇ 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