

東京都市大学
2020年度 総合研究所 紀要

第17号

2021年5月
東京都市大学総合研究所

巻頭言

本研究所は、シリコンナノ科学研究センター並びにエネルギー環境科学研究センターを拠点として、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、以来、本学の特色ある先端的研究を推進すると共に、大学院生、学部生に対し、先端的な教育環境を提供して参りました。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、現在に至っております。本研究所では、文部科学省の大型プロジェクト研究、科学研究費補助金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が推進されています。その成果は、定期的で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。2020年度はCOVID-19の影響によって研究活動が様々な制約を受けることになりましたが、各々工夫しながら活動を続けることとなりました。

まず、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全学的な学際研究を6研究ユニットで推進して参りました。自治体との連携事業などを通じた新しい展開でSDGsに資する未来都市の姿を探求します。

次にイノベーション研究機構に所属する研究センターを紹介します。ナノエレクトロニクス研究センター（澤野憲太郎教授）は次世代ゲルマニウム系スピンドバイス実現のための研究を推進し、都市基盤施設の再生工学研究センター（吉田郁政教授）は、橋梁のセンシングや地盤物性値の研究に取り組むと共に、国際センターに改組しました。高効率水素エンジン・エンジンライボロジー研究センター(HEET)（三原雄司教授）はAICE受託の国プロテマやCORNETの事業を実施し、応用生態システム研究センター（涌井史郎教授）はファイトレメディエーションとグリーンインフラの研究に取り組んでいます。地盤環境工学研究センター（末政直見教授）は液状化対策の研究を進め、子ども家庭福祉研究センター（早坂信哉教授）は渋谷福祉学会運営に加えコロナ禍の子供への影響を調査しました。インテリジェントロボティクスセンター（野中謙一郎教授）では、分野横断の制御・ロボティクスに挑み、ミネラル結晶体研究センター（平田孝道教授）はミネラル結晶体の効用のメカニズムの解析を進めました。インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター（伊藤和也教授）は2019年台風19号被害の調査を報告しました。10月には東京大学宇宙線研究所と東京都市大学の学術連携協定締結にあわせ、宇宙科学研究センター（津村耕司准教授）を設置しました。理工連携の宇宙科学研究と分離融合の宇宙教育に取り組んでまいります。

また卓越教員研究室のFUTURE-PV研究室（小長井誠教授）は太陽電池、マイクロナノシステム研究室（藤田博之教授）はMEMSで国際的に注目を集める研究を行い、応用表現研究室（山崎芳男教授）は音空間の研究成果の活用に多方面から取り組みました。本学の次の先端的研究を展開する重点推進研究は6件を実施しました。

アフターコロナの新しい時代を見据えながら、本研究所は東京都市大学における変革の先駆けとなるべく尽力していく所存です。関係各位には、今後とも引き続きご指導、ご鞭撻頂きたくお願い申し上げます。

2021年5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

(2020年11月現在)

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)
教授(副学長)	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		(信頼性, 不確定性評価)
特任研究員	Samim Mustafa		(維持管理)
客員教授	Siu-Kui Au		(計測, 信頼性)
客員研究員	田井 政行		(鋼構造)
客員研究員	古東 佑介		(鋼構造)
顧問(学長)	三木 千壽		(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, トライボロジー)
講師	及川 昌訓	[理工学部]兼務	(内燃機関工学)
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	杉村 奈都子		(分子シミュレーション)
特別研究員	石井 大二郎		(内燃機関工学)
特別研究員	山本 光明		(内燃機関工学)
特別研究員	松江 弘晴		(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)
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)
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	[建築都市デザイン学部]兼務	(空間デザイン, 人間工学)
准教授	佐藤 大祐	[理工学部]兼務	(ロボティクス)
准教授	関口 和真	[理工学部]兼務	(制御工学)
准教授	杉町 敏之	[理工学部]兼務	(自動運転, ITS)
准教授	西部 光一	[理工学部]兼務	(流体工学)
講師	星 義克	[情報工学部]兼務	(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	(ナノ材料・ナノバイオサイエンス)
客員教授	藤本 幸弘	[クリニックF 院長]	(レーザー医学, レーザードラッグデリバリー, 電磁気学・プラズマ)
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)

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)
技士	田中 剛	[建築都市デザイン学部]兼務	(地盤工学)
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)
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)

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	(流域環境, 生態系サービス)
准教授	丹羽 由佳理	[環境学部]兼務	(都市計画, コミュニティ)

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)
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)
講師	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)
教授	野中 謙一郎	[理工学部]兼務(オブザーバ)	(PV, 自動運転車椅子制御)

IoT&情報通信技術研究ユニット

ユニット長 教授	田村 慶信	[情報工学部]兼務	(人工知能, ビッグデータ分析)
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)
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)

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	(ユニバーサルデザイン, モビリティ)
准教授	信太 洋行	[都市生活学部]兼務	(住宅の生産と流通, 住まいの構法)
教授	小見 康夫	[都市生活学部]兼務	(建築生産, 建築構法)
准教授	斉藤 圭	[都市生活学部]兼務	(都市環境デザイン, 都市環境解析)
講師	諫川 輝之	[都市生活学部]兼務	(都市計画, 建築計画, 防災計画)

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, ブランド戦略)
教授	沖浦 文彦	[都市生活学部]兼務	(都市開発プログラムマネジメント研究)
准教授	坂倉 杏介	[都市生活学部]兼務	(コミュニティ, マネジメント研究)
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, 交通工学, データサイエンス)
講師	橋本 倫明	[都市生活学部]兼務	(ダイナミック, ケイパビリティ研究)
教授(機構長)	葉村 真樹		(都市イノベーション)

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)
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		(プラズマ工学)
特別研究員 AF	濱 敏夫		(半導体工学)
特別研究員 AF	野毛 宏		(量子物性)
特別研究員 AF	古川 公子		(研究支援)
特別研究員 AF	陶山 直樹		(半導体評価)
特別研究員 AF	熊田 昌年		(半導体工学)
特別研究員 AF	平井 政和		(半導体プロセス)
特別研究員 PDII	高村 司		(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

(マイクロナノシステム)

重点推進研究

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)

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	(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)
----------	------	----------	----------------------------

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)
講師	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)

インキュベーション・ラボ

応用表現研究室

特別教授	山崎 芳男		(音響学, 応用音響)
共同研究者	橋本 澄彦		(映像制作編集)
共同研究者	田端 一彦		(視覚表現, 地域協働)
共同研究者	菰口 賢一		(音楽企画, 制作)
共同研究者	工藤 純平		(情報学)
共同研究者	小森谷 朋子		(人材育成, コーチング, チームビルディング)
共同研究者	池畑 光浩		(美学・音楽表現)
共同研究者	行川 さをり		(建築, 都市の音環境と表現)
特別研究員	小西 雅		(応用音響)

RAC

コーディネーター	齋藤 公彦	総合研究所	産学官連携コーディネーター
アドバイザー	鈴木 章文	総合研究所	研究推進アドバイザー
URA	板東 嘉彦	総合研究所	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	小野木 梨乃	産学官連携センター

目 次

1. 2020年度 活動報告	1
----------------	---

2. 2020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	24
	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	36
	野中 謙一郎

インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター	42
	伊藤 和也

宇宙科学研究センター	48
	津村 耕司

[未来都市研究機構]

5 5

葉村 真樹

グリーンインフラ研究ユニット

5 6

飯島 健太郎

データドリブン・デザイン研究ユニット

6 1

高柳 英明

IoT&情報通信技術研究ユニット

6 5

田村 慶信

ヒューマン・センタード・デザイン研究ユニット

7 3

西山 敏樹

都市マネジメント研究ユニット

7 7

北見 幸一

VR×社会的交流の場の創生研究ユニット

8 0

市野 順子

[卓越教員研究室]

FUTURE-PV研究室

8 4

小長井 誠

マイクロナノシステム研究室

9 0

藤田 博之

[重点推進研究]

核燃料・FP先進応用研究ユニット

9 6

佐藤 勇

生態進化古生物学研究ユニット

1 0 1

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

104
丹羽 由佳理

先端食品プロセス研究ユニット

110
黒岩 崇

ウェルビーイング・リビングラボ研究ユニット

113
坂倉 杏介

[インキュベーション・ラボ]

応用表現研究室

116
山崎 芳男

総合研究所 2020年度活動報告

月	日	活 動 内 容
4	16	第167回所内会議
5	14	第168回所内会議
6	18	第169回所内会議
7	16	第170回所内会議
	27	第74回総合研究所運営委員会
8	17	第162回総研セミナー（成果報告会）
9	17	第171回所内会議
	24	The 163rd TCU-ARL Seminar-International Workshop on Data-driven Infrastructure Maintenance and Risk Management（都市基盤施設の再生工学国際研究センター）
10	7	第164回総研セミナー（重点推進研究 核燃料・FP先進応用研究ユニット）
	15	第172回所内会議
	16	第75回総合研究所運営委員会
	20	第165回総研セミナー（ナノエレクトロニクス研究センター、マイクロナノシステム研究室）
	24	第166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）
11	14	第167回総研セミナー（渋谷福祉学会第3回大会）（子ども家庭福祉研究センター）
	19	第173回所内会議
12	4	第168回総研セミナー（応用生態システム研究センター）
	17	第174回所内会議
1	8	第76回総合研究所運営委員会
	20	第169回総研セミナー（FUTURE-PV研究室）
	21	第175回所内会議
2	3	第77回総合研究所運営委員会
	5	第170回総研セミナー（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）
	18	第176回所内会議
	18	第172回総研セミナー（マイクロナノシステム研究室）
	19	第173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）
	24	第174回総研セミナー（重点推進研究 生態進化古生物学研究ユニット）
	26	第171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）
27	第78回総合研究所運営委員会	
3	1	第175回総研セミナー-2020年度 未来都市研究機構 研究報告（未来都市研究機構）
	5	第79回総合研究所運営委員会
	9	第176回総研セミナー（重点推進研究 機能性非晶材料研究ユニット）
	17	第177回所内会議
	26	第177回総研セミナー（応用表現研究室）
	26	第178回総研セミナー（未来都市研究機構）

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、ゲルマニウム等の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

次世代のゲルマニウム系スピンドバイス実現に向けて、歪み SiGe/Ge(111)ヘテロ構造の高品質形成技術を開発した。特に、パターニング手法を新たに開発して、歪み層の欠陥発生を完全に抑制することを可能とし、歪み層成長に重要な臨界膜厚を大幅に増加させることに成功した。また、オンチップ光配線や光暗号通信技術応用に向けて、Ge LED デバイス構造を作製し、室温での非常に強い発光を得ることに成功した。

◇ 次年度への展開

歪み SiGe/Ge(111)ヘテロ構造において、バンドエンジニアリング、歪みエンジニアリングにより 2 次元キャリア閉じ込め構造、高移動度化、光閉じ込め構造の開発に進む。また、発光デバイスとして、表面パッシベーション技術を確立させ、より特性の高い電流注入型 EL デバイス (LED) を実現し、その上で、Ge LED の電極に強磁性体を導入することで、スピン注入による偏光発生可能なスピン LED の開発を進める。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】歪み Si/Ge スピンドバイスに向けた高品質 SiGe/Ge(111)ヘテロ構造の形成

歪み SiGe を利用したスピントロニクス・デバイスが非常に注目を集めており、本研究では、Ge または SiGe チャネルへの結晶歪みの導入が重要な技術課題である。歪みを有する層は、一般に下地基板に対して格子整合成長は難しく、ある膜厚（臨界膜厚）を超えると、欠陥を発生して歪み緩和が生じてしまう。欠陥は著しくキャリアの伝導特性を劣化させるた

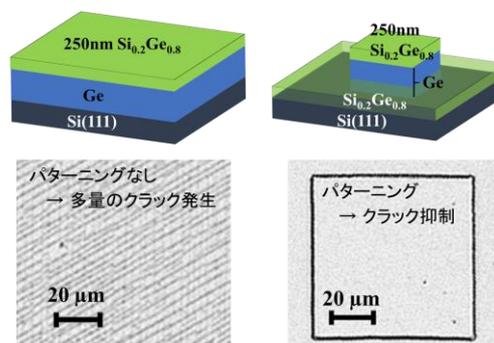


図 1 歪み SiGe 層表面クラックの基板パターニングによる抑制

め、無欠陥での歪み層成長が不可欠である。本研究では、高品質な歪み $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 層の形成に向け、パターニング法を開発した。図 1 に示す通り、パターニングしていない基板では、多量のクラックが発生してしまっているが、パターニングを行うことで、完全にクラック発生が抑制されている。膜厚を変化させて臨界膜厚を求めたところ、図 2 のように、パターニングによって臨界膜厚が 3 倍以上も増加されることが分かった。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。

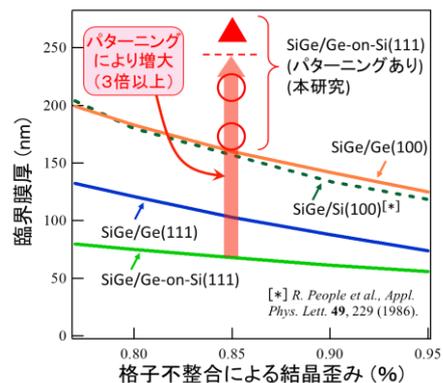


図 2 SiGe 膜の臨界膜厚の歪み依存性

【テーマ 2】歪み Ge 発光デバイス、スピン LED 開発

近年、オンチップ光配線の実現に向けてシリコンフォトニクスへの期待が高まっており、Ge は、シリコンフォトニクスの光源として注目を集めている。上記テーマにて、Si(111)基板上への高品質な Ge 膜の形成 (Ge-on-Si) が可能となり、さらに歪み SiGe 層/Ge-on-Si 構造の成長最適化も進めた。この構造は、スピン伝導のみならず、発光体としても機能する。この構造にドーピングによって p-i-n 構造を形成し、さらにスピン注入用のコンタクトと同様にリンのデルタドーピングを行うことにより、非常に良質な発光ダイオードの形成に成功した。このダイオードから、室温における非常に強い、エレクトロルミネッセンス (EL) 発光が得られた (杉浦他、応物 2021 春)。Si(111)上の Ge 膜からの EL 発光は世界でも初である。このダイオードは、電極をそのまま、本研究で扱う高品質強磁性体に置き換えることが容易で、スピン偏極した電子をダイオードに注入することが可能となり、これは円偏光ダイオード、すなわち「スピン LED」の実現へつながる。スピン LED は、量子暗号光通信など、様々な応用が期待されており、各学術分野への高い貢献が見込める。

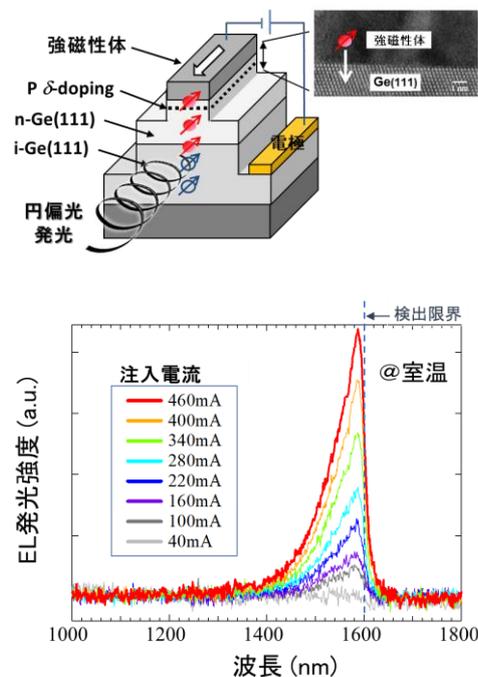


図 3 スピン LED 構造(上図)と得られた室温 EL スペクトル(下図)

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

(1) “Strain engineering of Si/Ge heterostructures on Ge-on-Si platform”

Kentarou Sawano, Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kaisei Omata, Kenta Niikura, Shougo Shibata, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada and Kohei Hamaya

ECS Transactions 98, 267 (2020).

DOI: /10.1149/09805.0267ecst

- (2) “Nanostructural effect on thermoelectric properties in Si films containing iron silicide nanodots”
Shunya Sakane, Takafumi Ishibe, Tatsuhiko Taniguchi, Takahiro Hinakawa, Ryoya Hosoda, Kosei Mizuta, Md. Mahfuz Alam, Kentarou Sawano, and Yoshiaki Nakamura
Japanese Journal of Applied Physics 59, SFFB01 (2020) DOI: /10.7567/1347-4065/ab5b58
- (3) “Hole mobility enhancement observed in (110)-oriented strained Si”
Keisuke Arimoto, Naoto Utsuyama, Shohei Mitsui, Kei Satoh, Takane Yamada, Junji Yamanaka, Kosuke O. Hara, Kentarou Sawano, and Kiyokazu Nakagawa
Japanese Journal of Applied Physics 59, SGGK06 (2020) DOI: /10.7567/1347-4065/ab6591
- (4) “Hole mobility in Strained Si/Relaxed SiGe/Si(110) hetero structures studied by gated Hall measurements”
Daichi Namiuchi, Atsushi Onogawa, Taisuke Fujisawa, Yuichi Sano, Daisuke Izumi, Junji Yamanaka, Kosuke O. Hara, Kentarou Sawano, Kiyokazu Nakagawa, and Keisuke Arimoto
Materials Science in Semiconductor Processing 113, 105052 (2020) DOI: /10.1016/j.mssp.2020.105052
- (5) “Enhanced photoluminescence from strained Ge-on-Insulator surface-passivated with hydrogenated amorphous Si”
Kenta Niikura, Natsuki Yamahata, Yusuke Hoshi, Tsukasa Takamura, Kimihiko Saito, Makoto Konagai and Kentarou Sawano
Materials Science in Semiconductor Processing 115, 105104 (2020) DOI: /10.1016/j.mssp.2020.105104
- (6) “Inverse local magnetoresistance effect up to room temperature in ferromagnet-semiconductor lateral spin-valve devices”
Takahiro Naito, Michihiro Yamada, Shinya Yamada, Takeshi Kanashima, Kentarou Sawano and Kohei Hamaya
Materials Science in Semiconductor Processing 113, 105046 (2020) DOI: /10.1016/j.mssp.2020.105046
- (7) “Crack formation in strained SiGe grown on Ge-on-Si(111) and its suppression by patterning substrates”
Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano
Materials Science in Semiconductor Processing, 117, 105153 (2020) DOI: /10.1016/j.mssp.2020.105153
- (8) “Large, tunable valley splitting and single-spin relaxation mechanisms in a Si/SixGe1-x quantum dot”
Arne Hollmann, Tom Struck, Veit Langrock, Andreas Schmidbauer, Floyd Schauer, Tim Leonhardt, Kentarou Sawano, Helge Riemann, Nikolay V. Abrosimov, Dominique Bougeard, and Lars R. Schreiber
Phys. Rev. Applied 13, 034068 (2020). DOI: /10.1103/PhysRevApplied.13.034068
- (9) “Suppression of Donor-Driven Spin Relaxation in Strained Si_{0.1}Ge_{0.9}”
T. Naito, M. Yamada, S. Yamada, K. Sawano and K. Hamaya
Physical Review Applied 13, 054025 (2020). DOI: /10.1103/PhysRevApplied.13.054025
- (10) “Increased critical thickness for strained SiGe on Ge-on-Si(111)”
Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano
ECS Transactions 98, 499 (2020). DOI: 10.1149/09805.0499ecst

(11) “Strong room-temperature electroluminescence from Ge-on-Si by precise in-situ doping control”

Kodai Yamada, Yusuke Hoshi and Kentarou Sawano

ECS Transactions 98, 513 (2020). DOI: 10.1149/09805.0513ecst

(12) “Engineering Strain, Defects and Electronic Properties of (110)-Oriented Strained Si”

K. Arimoto, J. Yamanaka, K. O. Hara, K. Sawano, N. Usami and K. Nakagawa

ECS Transactions 98, 277 (2020). DOI: 10.1149/09805.0277ecst

(13) “Thermoelectric Si_{1-x}Ge_x and Ge epitaxial films on Si(001) with controlled composition and strain for group IV element-based thermoelectric generators”

Tatsuhiko Taniguchi, Takafumi Ishibe, Ryoya Hosoda, Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kentarou Sawano, Mutsunori Uenuma, Yukiharu Uraoka, Yuichiro Yamashita, Nobuya Mori, and Yoshiaki Nakamura

Appl. Phys. Lett. 117, 141602 (2020) DOI: /10.1063/5.0023820

(14) “Reduced Inhomogeneous Broadening in Hexagonal Boron Nitride-Encapsulated MoTe₂ Monolayers by Thermal Treatment”

Shunya Hayashida, Risa Saitoh, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Kentarou Sawano, and Yusuke Hoshi

ACS Appl. Electron. Mater. 2, 2739–2744 (2020). DOI: /10.1021/acsaelm.0c00452

(15) “Low-frequency spin qubit energy splitting noise in highly purified ²⁸Si/SiGe”

Tom Struck, Arne Hollmann, Floyd Schauer, Olexiy Fedorets, Andreas Schmidbauer, Kentarou Sawano, Helge Riemann, Nikolay V. Abrosimov, Łukasz Cywiński, Dominique Bougeard and Lars R. Schreiber

npj Quantum Information 6, 40 (2020). DOI: /10.1038/s41534-020-0276-2

◇ 招待講演

(1) Kentarou Sawano, Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kaisei Omata, Kenta Niikura, Shougo Shibata, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada and Kohei Hamaya

“Strain engineering of Si/Ge heterostructures on Ge-on-Si platform” (invited)

PRiME 2020, October 4-9, 2020 online

(2) 三谷 祐一郎

“大容量化に向けた三次元フラッシュメモリセル技術” (招待講演)

第 48 回 薄膜・表面物理セミナー「ニューロデバイスに向けた最新メモリデバイス・薄膜材料技術」

2020 年 7 月 10 日

◇ 国際会議

(1) Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano

“Increased critical thickness for strained SiGe on Ge-on-Si(111)”

PRiME 2020, October 4-9, 2020 online

(2) Kodai Yamada, Yusuke Hoshi and Kentarou Sawano

“Strong room-temperature electroluminescence from Ge-on-Si by precise in-situ doping control”

PRiME 2020, October 4-9, 2020 online

(3) K. Arimoto, J. Yamanaka, K. O. Hara, K. Sawano, N. Usami and K. Nakagawa

“Engineering Strain, Defects and Electronic Properties of (110)-Oriented Strained Si”

PRiME 2020, October 4-9, 2020 online

(4) Hiroshi Nohira, Eriko Shigesawa and Kentarou Sawano

“Formation and Evaluation of Al₂O₃ Layer by Direct ALD on Epitaxial SiGe”

PRiME 2020, October 4-9, 2020 online

(5) S. Hayashida, R. Saito, K. Watanabe, T. Taniguchi, K. Sawano, Y. Hoshi

“Crystal quality degradation in MoTe₂ monolayers by a thermal annealing and its suppression by hexagonal boron nitride encapsulation”

PRiME2020, B01-1132, (October 4-9 2020, Online)

(6) Miyake Takuma, Rikito Osako, Xuejun Xu, Kentarou Sawano, Takuya Maruizumi, Takehiko Tawara and Hideki Gotoh

“Silicon Microdisk Resonators in the Mid-Infrared for On-Chip Gas Sensing”

SSDM 2020, September 27-30, 2020 online

◇ 国内会議 17 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
副学長, 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：16 名、学部 4 年生：34 名

■ 主要な外部資金

科学研究費補助金、基盤研究 (B) 2020 年度直接経費: 320 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) 2020 年度直接経費: 180 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 (S) 2020 年度直接経費: 800 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、その他分担 3 件 (澤野、野平) 300 万円
受託研究 株式会社アビット・テクノロジーズ 2020 年度受入研究費 200 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)

■ 学生教育

- ◇ 学生の論文発表件数
論文 5 件、国際会議 4 件、国内会議 14 件
- ◇ 学生 (大学院生) の主な就職先
富士電機 (3 名)、材料科学技術財団、他

■ 社会貢献

- ◇ 第 165 回 総研セミナー開催 (2020 年 10 月 20 日) (マイクロナノシステム研究室と共催)
講演タイトル「MEMS 技術による高効率振動発電とスマートセンシングシステムへの応用」
「LSI-MEMS 技術を用いたスマートバイオセンサ」他 3 件、
- ◇ 研究シーズオンラインマッチング展示会 出展 (2020 年 8 月、12 月)
- ◇ イノベーションジャパン 2020 出展 (2020 年 9 月)
- ◇ 出張授業 東京都立田園調布高校 (澤野) (2020 年 12 月 22 日)
- ◇ 委員

澤野	応用物理学会 代議員、応用物理学会結晶工学分科会幹事、シリコンテクノロジー分科会 幹事、国際会議「次世代 ULSI デバイスのための誘電体薄膜科学と技術に関する国際ワークショップ」プログラム委員、学振 R031 委員会委員、学振 R025 委員会委員
野平	応用物理学会 シリコンテクノロジー分科会 幹事、応用物理学会 薄膜・表面物理分科会 幹事、『表面と真空』編集委員、国際会議 DIELECTRIC THIN FILMS FOR FUTURE ELECTRON DEVICES 組織委員
三谷	IEEE EDTM Program Committee, IEEE IRPS Program Committee, MNC Program Committee, IEEE ICICDT Keynote Chair, IWDTF 論文委員

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. ベイズ推定に基づく Bridge Weigh-In-Motion の開発
2. GPR を用いた地盤物性値の 3 次元空間分布の推定
3. K 値に基づく半楕円き裂深さの推定
4. LPWA を活用したひずみ無線計測に関する研究
5. 取り替え鋼床版による耐震性能向上に関する研究
6. MEMS 慣性センサを用いた鋼床版の変形同定
7. 過流探傷技術による疲労損傷検知の実用性検証

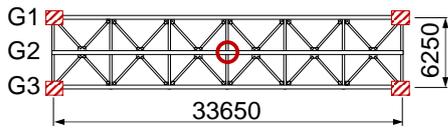
◇ 次年度への展開

1. Bridge Weigh-In-Motion 技術の高精度化およびその検証
2. 最新センシング及びデータサイエンス技術による各種インフラ構造物の応答推定
3. 圧電素子センサによる疲労損傷検知技術の検証
4. センシングデータに基づく異常検知技術の開発
6. 各種物性値に関する GPR を用いた空間分布推定
7. センシングの最適組み合わせ及び最適配置

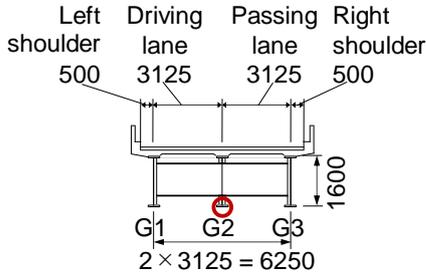
■ 成果の紹介

【テーマ 1】 ベイズ推定に基づく Bridge Weigh-In-Motion の開発⁽⁶⁾

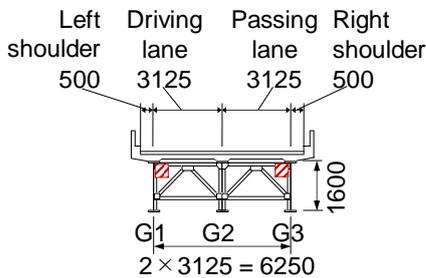
Bridge Weigh-In-Motion(BWIM)は車両通行時のひずみや変位などの応答からその車両の重量を推定する方法であり，1970 年代より多くの研究が行われている。BWIM は典型的な線形逆問題であり，ベイズ推定の考え方で定式化することができる。本センターではより正確な計測技術の追求とともにベイズ推定の立場から定式化を見直し，推定精度の向上及び推定に伴う不確定性の定量化に取り組んでいる。次ページの左に示す橋梁に 2 台の車両が走行した際の軸重の推定結果を右図⁽⁶⁾に示す。緩やかな拘束条件を考慮することで大幅に精度が向上することを示している。



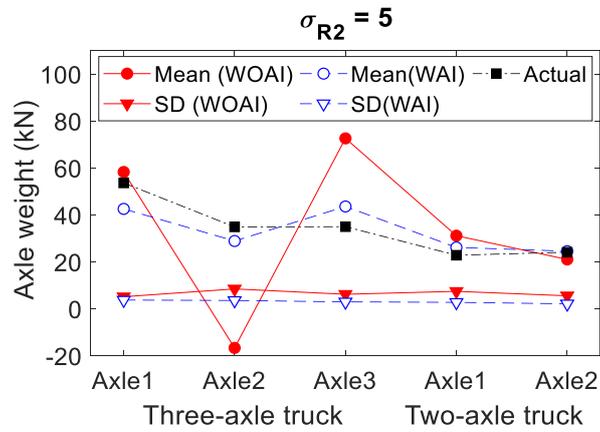
(a)



(b)



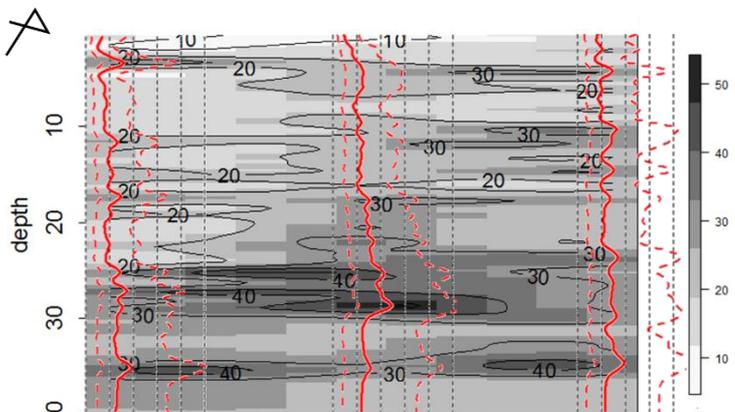
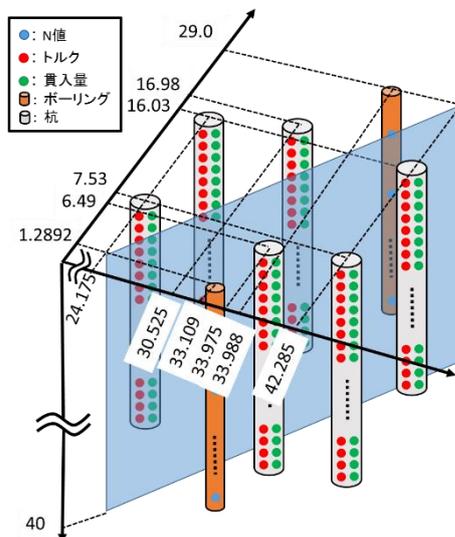
(c)



Mean : 推定の平均値, SD : 推定誤差の標準偏差
 WOAI:拘束条件なし, WAI:拘束条件あり
 Actual : 実際の軸重

【テーマ2】 GPR を用いた地盤物性値の3次元空間分布の推定

GPR (Gaussian Process Regression) は確率論に基づく汎用的回帰手法であり、様々な分野で利用されている。本研究ではボーリングデータなど、限られた地盤調査結果から地盤物性値及びその不確定性の大きさの3次元空間分布を推定する方法を開発している。異種物性間の相関も利用して任意の地点の物性値を推定することができる。左下図の青で示した断面について注目する物性値の2次元分布を右下図に示している。



【テーマ3】K値に基づく半楕円き裂深さの推定⁽⁵⁾

鋼橋に生じる疲労損傷は、部材の脆性破壊につながる恐れがあり、適切な対処を施すことが重要となっている。鋼橋の疲労損傷に対する補修および補強方法は、その規模により適切に判断する必要があるため、き裂の表面長さだけでなく深さを把握することが重要である⁽⁵⁾。

そこで本研究では、ひずみ計測データからK値（応力拡大係数）の推定、およびK値に基づいた非貫通き裂の深さの推定手法に関して検討を行った。本検討では、下図左⁽⁵⁾に示す数値解析と、下図右⁽⁵⁾に示す小型試験体による実験によって実施した。数値解析結果より、非貫通き裂に対し、誤差±12%以内の精度にてK値を推定できる可能性があることが確認できた⁽⁵⁾。また、実験結果より、K値、鋼材寸法(板厚、板幅)、公称応力、き裂幅から、き裂深さを誤差±28%以内の精度にて推定できた⁽⁵⁾。

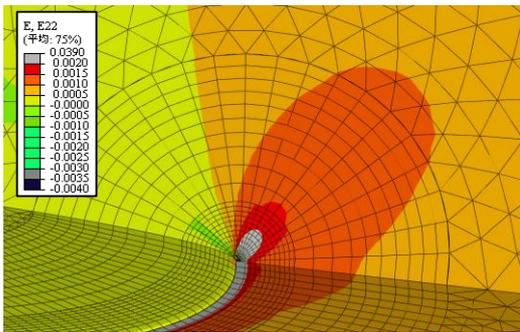


図 き裂の先端まわりにおけるひずみ分布(数値解析結果の一例)⁽⁵⁾

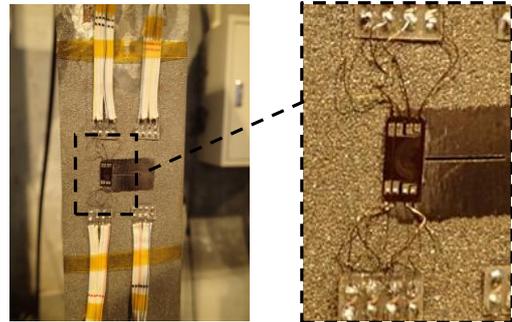


図 小型試験体による試験状況⁽⁵⁾

【テーマ4】LPWAを活用したひずみ無線計測に関する研究⁽⁴⁾

道路橋の維持管理において、ひずみゲージ等によるひずみ計測は重要であるが、現場における施工性の面からひずみ計測の無線化が望まれる。そこで、本研究では、LPWAを活用したひずみ無線計測に関する検討を実施した。具体的には、試作したひずみ無線機器を使用し、鋼桁橋の中にて計測したひずみ応答を約130m離れた位置に無線通信を実施した。また、周囲の電場強度を計測することにより、通信可能エリアに関して調査を実施し、その有用性を検証した(下図⁽⁴⁾)。

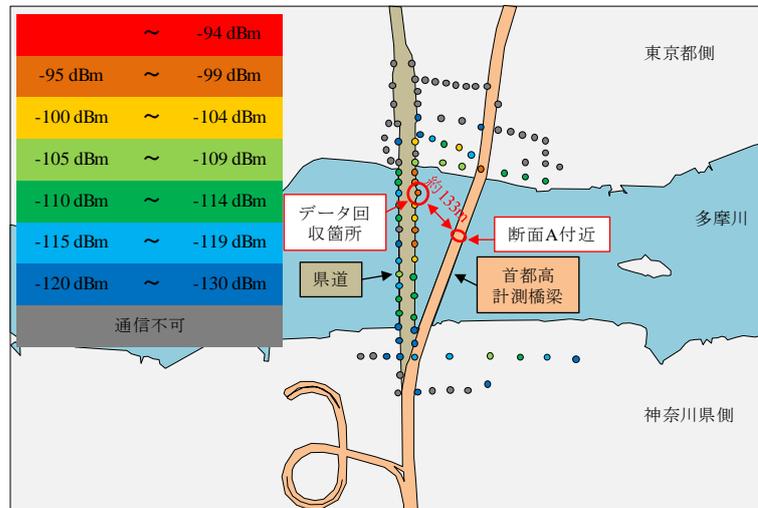


図 電波強度を異なる多点にて計測した結果の例⁽⁴⁾

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Mustafa, S., H. Sekiya, M. Hayama and C. Miki, “Effects of Redecking from RC Deck to Orthotropic Steel Deck on Seismic Resistance of Elevated Girder Bridges,” *International Journal of Steel Structures*, June 2020, Vol.20, pp.1393-pp.1404.
- (2) Hayama, M., H. Sekiya and S. Hirano, “Visualization of deformation of trough rib of orthotropic steel deck under live load using MEMS IMUs and contact displacement gauges,” *Bridge Engineering (ASCE)*, July 2020, Vol.25, No.10, pp.04020073.
- (3) Mustafa, S., H. Sekiya, S. Hirano and C. Miki, “Iterative Linear Optimization Method for Bridge Weigh-In-Motion Systems Using Accelerometers,” *Structure and Infrastructure Engineering*, August 2020, DOI: 10.1080/15732479.2020.1802490, pp.1-pp.12.
- (4) 関屋英彦、木ノ本剛、高木真人、丸山収、三木千壽；LPWAを活用した鋼箱桁橋における無線計測に関する基礎的研究（区分：報告）、土木学会論文集F3、Vol.76、No.1、2020年9月、p.53-p.62
- (5) 森近翔伍、関屋英彦、田井政行、高木真人、丸山収、三木千壽；K値に基づく一様な引張荷重下の平板における半楕円き裂深さの推定の試み、土木学会論文集A2、Vol.76、No.1、2020年10月、p.48-p.57
- (6) Yoshida, I., H. Sekiya and S. Mustafa, “Bayesian Bridge Weigh-in-Motion and Uncertainty Estimation,” *ASCE-ASME J. Risk Uncertainty and Eng. Syst., Part A: Civ. Eng.*, January 2021, Vol.7, No.1, pp.04021001.
- (7) 小西拓洋、古東佑介、平野秀一、関屋英彦；渦流探傷C-Scope画像化による溶接部疲労き裂の寸法同定（区分：報告）、土木学会論文集F4、Vol.77、No.1、2021年2月、p.26-p.36
- (8) Morichika, S., H. Sekiya, O. Maruyama, S. Hirano and C. Miki, “Estimation of Displacement Response in Steel Plate Girder Bridge Using a Single MEMS Accelerometer,” *IEEE Sensors Journal*, March 2021, Vol.21, No.6, pp.8204-pp.8208.
- (9) Shinoda, M., Nakajima, S., Watanabe, K., Nakamura, S. and Yoshida, I., Practical seismic fragility estimation of unreinforced and reinforced embankments in Japan, *Geosynthetics International*, Vol.28, No.1, 2020.
- (10) Shuku, T., Phoon, K-K. and Yoshida, I., Trend estimation and layer boundary detection in depth-dependent soil data using sparse Bayesian lasso, *Computers and Geotechnics*, vol.128, 2020.
- (11) 田崎陽介、吉田郁政、情報の価値 Value of Information に基づく逐次型調査地点最適化、土木学会論文集 A2(応用力学), Vol.76, No.2, I_67-I_75, 2021.
- (12) 吉田郁政、小野達也、斜面災害データベースに基づく自然斜面の地震時損傷度曲線、土木学会論文集 A2(応用力学), Vol.76, No.2, I_521-I_529, 2021.
- (13) 津田悠人、宍倉輝海、塚本裕朗、吉田郁政、菅野蓮華、森口周二、道路に対する落石のリスク評価に基づいた落石対策工の最適設計、土木学会論文集 A2(応用力学), Vol.76, No.2, I_531-I_541, 2021.
- (14) Yoshida, I. and Shuku, T., Bayesian Updating of Model Parameters by Iterative Particle Filter with Importance Sampling, *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering*, *ASCE-ASME J. Risk Uncertainty Eng. Syst., Part A: Civ. Eng.*, 6(2), 2020.
- (15) 白旗弘実、加藤健太、露木勝博：赤外線カメラによる排水管漏水箇所検知に関する基礎的検討、AI・データサイエンス論文集(土木学会), Vol.1, No.J1, pp.392-397, 2020.

◇ 国際会議及び国内会議

- (1) 国際会議 5件
- (2) 国内会議 8件

◇ 受賞

- (1) 第22回 国土技術開発賞 優秀賞：鋼橋の疲労き裂に関する近接目視点検教育システム

■ 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：4名、博士前期課程：2名、学部4年生：15名

■ 主要な外部資金

- (1) 科学研究費助成事業（科研費）、基盤(c)、2020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）
- (2) 科学研究費助成事業（科研費）、若手研究、2020年度直接経費: 120万円「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）
- (3) 科学研究費助成事業（科研費）、分担2件（吉田）120万円
- (4) 受託研究 6件 2,790万円，寄付金3件130万円

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文6件、国際会議4件、国内会議7件

◇ 学生の主な就職先

本学大学院進学、横浜市、東京電力 HD、オリエンタルコンサルタンツ、NEXCO,大成建設, 大林組, 他

■ 社会貢献

◇第 163 回 総研セミナー開催 (2020 年 9 月 24 日)

- (1) The 163rd TCU-ARL Seminar International Workshop on Data-driven Infrastructure Maintenance and Risk Management, September 24, 2020

◇ 委員

- (1) 土木学会 原子力土木委員会 地盤安定性評価小委員会 委員長 (吉田)
(2) 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)
(3) The 7th Asian-Pacific Symposium on Structural Reliability and Its Applications (APSSRA), 他, 実行委員 (吉田)
(4) 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)
(5) 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)
(6) 構造工学での AI 活用に関する研究小委員会: 委員 (関屋)
他

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のための摩擦損失の極小化と信頼性確保、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エンジン計測技術開発と解析モデル構築に注力した研究を推進している。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

- (1) オイル・燃料挙動の観測(フォトクロミズム)より、燃料希釈機構の一端を解明した。
- (2) 蛍光油膜計測等によりオイル上り機構の一端を解明した。
- (3) 変動荷重下のすべり軸受油膜振動特性を軸心挙動計測と CAE 解析により解明した。
- (4) 多点型熱流束センサを用い、噴霧火炎衝突時の局所熱流束の動的挙動を解明した。
- (5) 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。

◇ 次年度への展開

- (1) 日独連携研究(ハンブルク工大、ミュンヘン工大および東海大との共同研究)を継続し、ポスト噴射ならびにオイル消費現象に関わるエンジン実働時のシリンダ内油膜の観測・解析技術(フォトクロミズム、LIF、高速質量分析、リング挙動計測)の構築を行う(2021 年度末まで)。
- (2) 本年度課題事項を AICE 新規テーマ(2021-22 年度)にて実施する。
- (3) 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共同で実施する

■ 成果の紹介

【テーマ 1】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を目指す社会的要請の中で、内燃機関の摩擦損失削減は喫緊の課題である。ピストン・シリンダ間の摩擦損失低減には、リング張力削減、オイル粘度低減が必須であるが、これらにはオイル消費増大の懸念がある。本研究では、実働中のピストンリング近傍の挙動・圧力計測、油膜挙動観測およびこれらに基づく計算モデルの構築により、オイル消費機構の解明を目指している。本年度は、特にオイルコントロールリング近傍に注目し、リング上下のランド圧計測(図 1)および蛍光法によるオイルリング直上の油膜厚さ計測(図 2)から、運転条件ならびにピストンの形状諸元(ドレン穴数、ランド形状)がオイル上りにおよぼす影響を明確にした。さらにこれらに基づいたオイルコントロールリング直下の流れモデルを構築した。

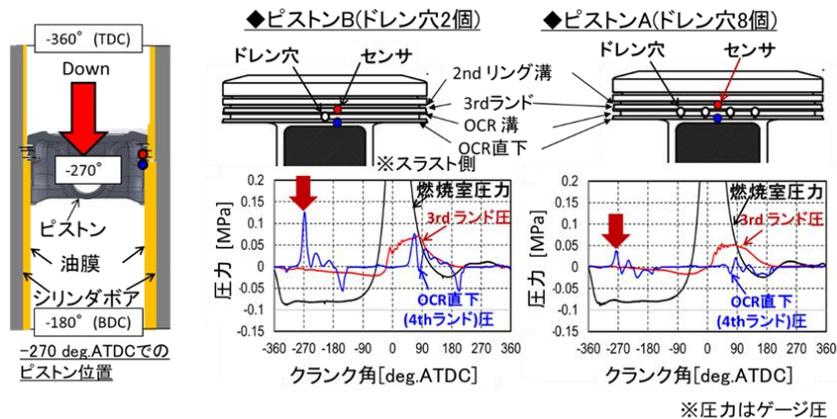


図1 ピストンランド圧測定結果(ドレン穴数の影響 3000rpm, 無負荷)

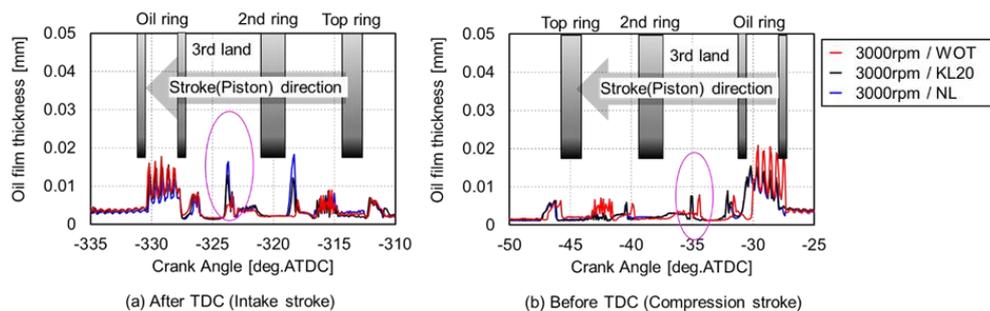


図2 蛍光法による油膜観測結果(運転条件の影響)

【テーマ2】冷却損失低減技術の研究(国プロ/受託テーマ)

ディーゼル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)を低減することが重要で、その実現にはディーゼル噴霧火炎の衝突による燃焼室壁面への熱移動(冷却損失)のメカニズムを解明することが必要不可欠となる。本研究では、多点型熱流束センサを本研究室独自の技術を用いて開発し、噴霧火炎の衝突による壁面熱流束(熱移動)を実測・検証することを目的としている。

本年度は、昨年度までに開発したプロトタイプセンサを改良して、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開発し、その熱流束解析精度についても検討してその妥当性を示した。その多点型センサを噴射弁から燃料噴射され噴霧火炎が衝突する位置に取り付けてエンジン燃焼実験を行った(図3)。その結果、図4のように火炎が衝突するような高温・高圧下でも正確に表面温度及び熱流束を捉えられており十分な耐久性を有することを確認し、噴霧火炎の衝突によるセンサの各計測点における熱流束の立ち上がりや振幅の違いを実測検証することに成功した。

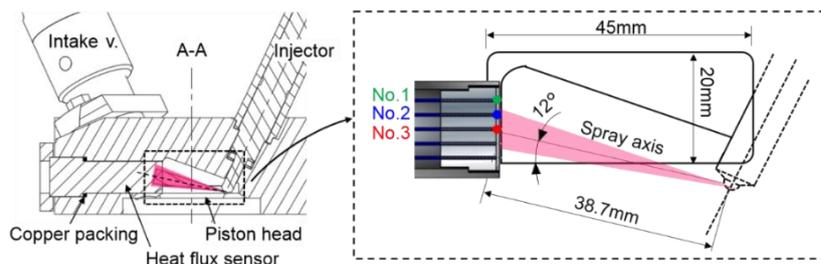


図3 試験用エンジンヘッドと多点型センサの取り付け位置

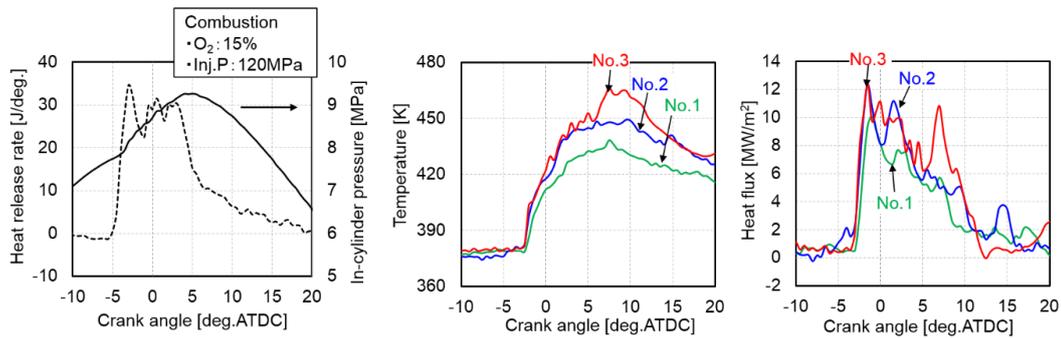


図4 燃焼実験で得られた筒内圧力，熱発生率，表面温度及び熱流束(多点型センサ)の計測結果例

【テーマ3】高効率ゼロエミッション水素エンジンの研究

近年、カーボンニュートラルの実現に向けて二酸化炭素を排出しない水素エンジンが注目されているが、水素燃料の特性に起因する高い冷却損失や、高出力運転では窒素酸化物(NOx)の排出が増加するなど解決すべき課題がある。この課題に対し本研究では、独自に見出した過濃混合気塊燃焼(Plume Ignition and Combustion Concept: PCC燃焼)という新しい燃焼コンセプト(図5)に、希薄領域の適用や水素噴流形状と噴射時期の最適化により高熱効率とNOx生成濃度10 ppm未満を同時に実現した。本年度は、一層の熱効率向上とゼロエミッションの実現のために、噴流形状の最適化に加えて燃焼室形状や圧縮比の最適化を行った。その結果、図6に示すように燃焼室形状をリエントラント形とし、さらに高圧縮比を行うことで50%を超える図示熱効率と一桁 ppmのNOx生成濃度を同時に達成する事に成功した。

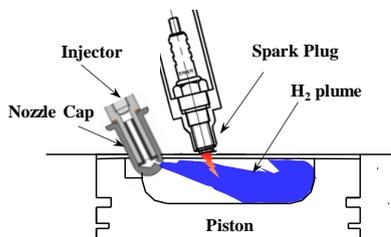


図5 PCC燃焼のイメージ図

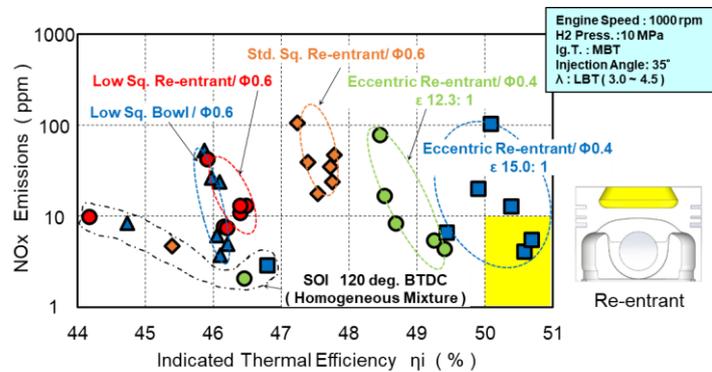


図6 リエントラント燃焼室と達成した機関性能

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Hidemi Ogihara, Yuji Mihara, Makoto Kano・Seizue and Friction Properties of the DLC Coated Journal and Aluminum Alloy Bearing・Tribology Online・Vol.15, No.4, pp241-250・2020・DOI: <https://doi.org/10.2474/trol.15.241>
- (2) 三田修三, 一杉英司, 仲田文浩, 中良介, 金沢信哉・オイル消費機構におけるオイル移送モデルの構築—オイルコントロールリング直下および溝奥流れのモデリングと検証—・自動車技術会論文集・Vol.51, No.6, pp1037-1042・2020・DOI: <https://doi.org/10.11351/jsaeronbun.51.1037>

◇ 依頼論文

- (1) 三原 雄司・レポート：第 31 回内燃機関シンポジウムー協調と競争による内燃機関の進化ー 8 潤滑・JSAE エンジンレビュー・Vol.11 No.2・2021
- (2) 三原 雄司・ゼロエミッションに向けた内燃機関の産学連携研究・bmt ベアリング&モーショントック・(28):2021.1・2021
- (3) 三原 雄司・内燃機関のトライボロジーに関する産学連携研究・月刊潤滑経済・2021 年 1 月号 No.670・2021
- (4) 及川昌訓・筒内直接噴射水素内燃機関の研究開発-高熱効率高出力ニアゼロエミッションの実-・LEMA・No.542, pp.37-46・2021
- (5) 三原 雄司・燃焼室壁面の熱流束計測用瞬時温度センサとその計測システム・車載テクノロジー・Vol.8, No.3, 59-66・2020
- (6) 三原 雄司・自動車のトライボロジーに関する産学連携研究のこれまでとこれから・トライボロジスト・第 65 巻第 6 号(2020) pp.329-335・2020
- (7) 菊池 隆司, 三原 雄司・内燃機関のトライボロジーに関する産学連携研究の変化・bmt ベアリング&モーショントック・(24):2020.5 pp.18-22・2020
- (8) 及川昌訓, 高木靖雄, 三原雄司・筒内直接噴射水素エンジンの水素噴流と噴射時期の最適化による高熱効率・低 NOx ニアゼロエミッションの実現・水素エネルギーシステム・Vol.45, No.2, pp.84-90・2020

◇ 招待講演

- (1) 三原 雄司・熱損失を評価する熱流束センサの開発及び摩擦損失低減研究の紹介・日本機械学会 RC284「次世代ディーゼルエンジン噴霧燃焼システムおよび研究者・技術者ネットワークのための研究分科会」・2020
- (2) 三原 雄司・薄膜技術を用いた瞬時温度センサ及び熱流束センサとエンジンへの応用について・伝熱技術部門委員会・2020

◇ 国際会議

- (1) Kenji Matsumoto, Hideharu Koga, Toshihiro Saito, Yuji Mihara・ Analysis of CVT Element Vibration by In-Situ Measurement・WCX SAE World Congress Experience・SAE Technical Paper 2020-01-0906・2020

◇ 国内会議

- (1) 延原大輔, 白井仁, 石井大二郎, 及川昌訓, 三原雄司, 三田修三・ファイバーによるピストンのランド圧力計測手法とオイル消費のメカニズム解明への応用・自動車技術会関東支部学術研究講演会・G25・2021
- (2) 甲田 和之, 栗林 真幹, 萩原 良一, 三原 雄司・副室式ガスエンジンにおける燃焼室壁面の瞬時熱流束計測・第 31 回内燃機関シンポジウム・No.41・2020
- (3) 三田修三, 一杉英司, 仲田文浩, 中良介, 金沢信哉・オイル消費機構におけるオイル移送モデルの構築(第 3 報)・第 31 回内燃機関シンポジウム・No51・2020
- (4) 杉村奈都子, Le Van Sang, 三原雄司, 鷺津仁志・弾塑性体アスペリティ摺動摩擦のメソスケール SPH シミュレーション・トライボロジー会議 2020 秋別府・D30・2020
- (5) 堀口真実, 郷間啓介, 茂木優樹, 蛭田祐希, 及川昌訓, 高木靖雄, 三原雄司・高熱効率・ニ

アゼロエミッション直噴水素エンジンの熱効率向上と NOx 生成低減の研究-ゼロエミッションに向けた火炎伝ば等燃焼特性の課題-・自動車技術会 2020 年秋季大会・No.137-20, pp.1-6・2020

- (6) 茂木優樹, 郷間啓介, 堀口真実, 蛭田祐希, 及川昌訓, 高木靖雄, 三原雄司・高熱効率・ニアゼロエミッション直噴水素エンジンの熱効率向上と NOx 生成低減の研究-燃焼室形状による熱効率向上効果-・自動車技術会 2020 年秋季大会・No.137-20, pp.1-6・2020
- (7) 杉村奈都子, Le Van Sang, 三原雄司, 鷺津仁志・境界潤滑摩擦に関する SPH 法に基づく粗視化シミュレーションモデル開発・日本機械学会 2020 年度年次大会・S11306・2020
- (8) 三田修三, 一杉英司, 仲田文浩, 中良介・オイル消費機構におけるオイル移送モデルの構築(第2報)・自動車技術会 2020 年春季大会・2020 (学会中止により投稿のみ)
(他2件)

◇ 特許

- (1) 摺動部材、摺動部材の製造方法および摺動システム・出願番号：2019-010938（京都大学・福井大学と共同出願中）

◇ 受賞

- (1) 延原大輔・ベストペーパー賞・自動車技術会関東支部学術研究講演会・2021年3月11日
- (2) 小野祐樹、松本謙司、三原雄司・論文賞・トライボロジー学会・Tribology Online, 2020年5月

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任/兼務	専門分野
センター長・教授	三原 雄司	[理工学部]兼務	内燃機関工学、トライボロジー
教授	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、トライボロジー
講師	及川 昌訓	[理工学部]兼務	内燃機関工学
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	杉村 奈都子		分子シミュレーション
特別研究員	石井 大二郎		内燃機関工学
特別研究員	山本 光明		内燃機関工学
特別研究員	松江 弘晴		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：8名、学部4年生：12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) : 2020 年度受入れ研究費:1,205 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」
共同研究 (国プロ) 自動車用内燃機関技術研究組合 (AICE) : 2020 年度受入れ研究費:3,131 万円 「次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築に関連した研究」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) : 2020 年度受入れ研究費:1,342 万円 「次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築に関連した研究」研究代表 (三原)
共同研究 3 社 2020 年度受入れ研究費:1,917 万円 研究代表 (三原)
受託研究 3 社 2020 年度受入れ研究費:4,016 万円 研究代表 (三原)

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 1 件、国内会議 5 件

◇ 学生の主な就職先

株式会社小松製作所、株式会社 SUBARU、スズキ株式会社、いすゞ自動車株式会社

■ 社会貢献

◇ 第 173 回 総研セミナー開催 (2021 年 2 月 19 日)

講演タイトル 「欧州および IAV における水素エネルギー実用化への取り組みについて」

「国際水素サプライチェーンの構築とガスタービン発電での水素利活用」

「産総研 FREA と水素キャリアエンジン研究の紹介」

「持続可能な社会の実現に向けた東京都市大学における水素エンジンの研究戦略」

◇ 委員

氏名	委員名一覧
三原 雄司	自動車技術会：代議員会代議員、伝熱技術部門委員会委員、SETC2022 実行委員会委員、関東支部 学生活動担当理事
三原 雄司	日本機械学会：ISO/TC123 平軸受国内委員会幹事、COMODIA2021 組織委員
三原 雄司	日本トライボロジー学会：研究会主査
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	ピストンリング JIS 原案作成委員会 委員長
三原 雄司	エンジンリサーチジャーナル (IJER) 誌編集委員会 委員

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た。2020年度は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美しい建物を経年美化させるための調査研究、③タワーマンション入居者の鉢物利用行動調査と心理的効用に関する研究を行った。

◇ 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、引き続き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高齢者施設入居者の園芸レクリエーション参加による心身の健康効用、③緑地環境の健康・ストレスマネジメント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政策科学的研究を展開する。

■ 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

①川崎臨海部のPb汚染土壌環境下で3種類野草のPbファイトエクストラクション能力を検証した。②それら野草のPbファイトエクストラクション能力を分析化学的に評価するとともに、それらの野草によるPbの吸収・蓄積の機構を検証した。③Pb汚染土壌への消石灰の添加によるPbの不溶化の効果を検証した。セイロンベンケイ、ヨモギ、アカザを川崎臨海部の鉛汚染土壌で113日間栽培した後、これらの植物の地上部に含まれていたPbを酸分解/ICP-MS法で定量化した。その結果、Pbが偏在している土壌環境の下でこれらの植物がPbを地上部に蓄積したことが示された。すなわち、これらの野草は川崎臨海部でのファイトエクストラクションにおいて有用であった。次に3種の野草を川崎臨海部で採取されたPb汚染土壌を粉碎、粒度調整、攪拌等前処理後にポット植栽、室内で人工照明を用いて9週間栽培した。これらの野草の地上部に含まれていたPbを酸分解/ICP-MS法で定量化した。汚染現場のPb含有量の偏在の影響を受けずにこれらの植物のPbファイトエク

ストラクショナル能力を定量化することができた。川崎臨海部で採取された Pb 汚染土壌と消石灰を 200:1 の割合で混合させ室内環境で 3 週間静置した。その結果、消石灰の添加により土壌 pH は上昇し、鉛溶出量は減少することが示され、土壌中の Pb を短期間で不溶化させることができた。Pb 土壌汚染に対するファイトレメディエーション適用策の検討の結果、ファイトエクストラクションと消石灰の添加を空間的あるいは時間的に棲み分けつつ実施することの有効性を提言した。

【テーマ 2】美しい建物を経年美化させるための調査研究

大手住宅メーカーが提供している住宅の外構の植栽樹種がもたらすシンボルツリーとしてのデザイン、さらには環境調整効用としての価値創造にも言及するための現地調査を実施した。対象物件は某大手メーカーの住宅商品群の中から賃貸住宅を対象都市、東京都区内・川崎市・横浜市に供給された 103 件の物件を冬季・夏季（98 件）の両シーズンに於いて調査し、その経年変化を観察し、計測し計画効果が実現度を評価した。その結果、植栽方位や植栽樹の規模によって、シンボルツリーの視覚的印象に影響のある剪定強度の差に傾向を認めることができた。また夏季、建物の外壁やアプローチのペーブメントの輻射熱の人体への影響が明らかであるが、植栽の日射遮蔽効果により輻射熱を軽減するとともに、外壁表面が気温レベルまで低減するなどの効果も認められた。シンボルツリーの美しさ、例えば自然樹形の維持とともに環境調整機能を有効に維持していくためにも植栽樹の整備の在り方とともに適正な手入れ（維持管理）の重要性を提言した。

【テーマ 3】タワーマンション入居者の鉢物利用行動調査と心理的効用

未来社会、スマートシティの一つの象徴でもあるタワーマンションの入居者を対象とした生活空間における鉢物（園芸・ガーデニング）の利用実態とその効果に関するアンケートをマクロミルのインターネット利用により調査した。関東関西より 1000 名を対象とした。その結果、鉢物利用で最も多く導入されているのは観葉植物、次いで鉢花であった。バルコニーは鉢物を置いてはいけないマンションのルールがあるケースが多く、リビングや玄関などに配置するケースが多かった。男性よりも女性において、鉢花に声をかけているといった回答が多く、鉢物が一定程度ペットプランツとして機能しているようであった。一方、男性はインテリアとして認識しているケースが多かった。植物による心身への健康効果を告知した上で鉢物の置き場所を変更するかの問いに、従前よりも寝室、リビングへ移動する傾向が認められ、緑と健康効用に関して広く社会に周知し、予防医学的観点からも緑の活用を促進する必要性が明らかとなった。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1)Yoshito TAMAI・Humika SATOU・Shiro WAKUI・Kentarō IJIMA（2020）：Environmental Heat Relaxation Effect by Railroad Track Greening with Non-Irrigation System,芝草研究 48（2）,pp.1-7
- (2)高橋夏美、横田樹広（2020）：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、pp.70~73（査読付）。
- (3)横田樹広、丹羽由佳理：戸建て住宅の庭を活用した雨水流出抑制のための市民参加型調査・診断ツールの開発と適用、日本建築学会技術報告集、第 26 巻第 64 号、2020 年 10 月、pp.1270~1275

◇ 招待講演

- (1)涌井史郎（2020）：（基調講演）地域資源を生かしたまちづくり、中津川市合併 10 周年記念式典記念講演会
- (2)涌井史郎（2020）：（基調講演）社会的大変容と SDGs、企業行動・SDGs 委員会、経団連

- (3) 涌井史郎 (2020) : (基調講演) 花と緑が魅せるひろしまの未来、第 37 回全国都市緑化ひろしまフェア「ひろしま はなのわ 2020」
- (4) 涌井史郎 (2021) : (基調講演) ウイズコロナ時代のニューノーマル、国際ホテル・レストランショー
- (5) 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)
- (6) 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

■ 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

受託研究、積水ハウス : 美しい建物を経年美化させるための調査研究、(2019 より継続)、研究代表 (飯島)、4,000,000
全国鉢物普及プロジェクト協議会、居住空間の高層化に対応した鉢物類効用調査、2,000,000 円 (飯島)

■ 学生教育

◇ 学生の主な就職先

日立製作所、JR 東海、公園財団、その他進学

■ 社会貢献

◇ 第 168 回 総研セミナー開催 (2020 年 12 月 4 日)

講演タイトル「グリーンインフラとしての軌道緑化の効果とその技術」、日本芝草学会グラウンドカバープランツ緑化部会との共催

◇ その他のセミナー等

- (1) 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
- (2) 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
- (3) 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

◇ 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、積水ハウス株式会社取締役、(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

■ 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

液状化対策としての微粒子注入工法の開発は科研費 B に採択され、いくつかの材料の微粒子化に成功するとともに、高炉スラグと酸化マグネシウムや水酸化カルシウムを適切に配合した混合微粒子による地盤硬化の可能性が明らかになった。また、地盤改良や連壁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、実現場での検証を行った。洋上風力用テーパーモノパイルの研究は環境省事業の一部として実施してきたが、昨年度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研究を行った。

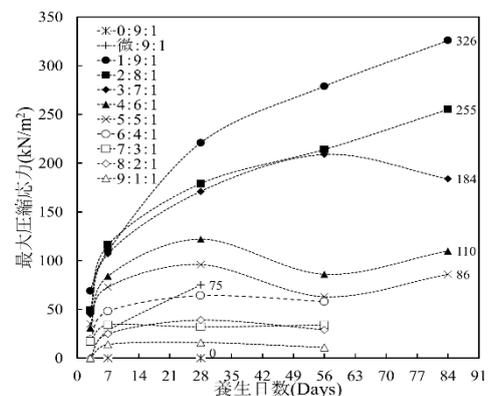
◇ 次年度への展開

微粒子注入研究を引き続き実施するとともに、別の形で継続することとなったモノパイルに関する研究も実施する。一方、新たに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行う。また、引き続き各社との共同研究を実施する予定である。

■ 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

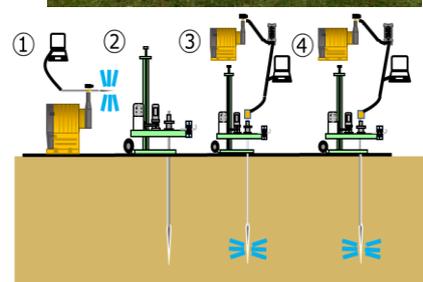
様々な液状化対策工法があるが、改良費用が安価で住宅地など狭隘地で施工可能な工法の開発が求められる。本研究ではその一つとして微粒子注入工法に着目し、ジオポリマー系材料を地盤内に注入する工法の開発を試みた。ジオポリマー（以下 GP）は、古代ローマ時代の建造物やエジプトのピラミッドなどに建材として用いられていたことで知られ、現代でも高い強度が維持されている。現在、微粒子の固化可能性を探るため、複数の微粒子を混合し、固化可否及び一軸圧縮試験を実施した。現在は、石膏：高炉スラグ：酸化マグネシウムの配



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。今後、注入過程を踏まえた検証を実施する予定である。

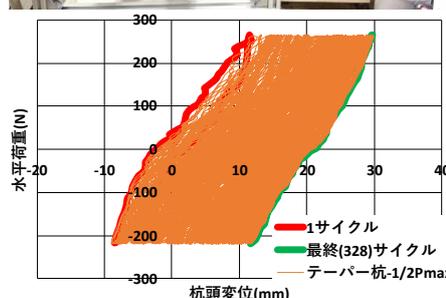
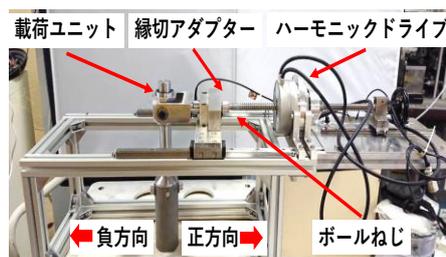
【テーマ2】 SDS を用いた新しい地盤調査技術の確立

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レイドライビングサウンディング(SDS)を開発した。現行のスウェーデン式貫入試験を基盤にして、より多くの情報を得られるような試験法に改良したものである。現在、実施件数は国内累計で5万件を超え、ニュージーランドやタイ、マレーシア、ベトナム、フィリピン、インドネシアに広がっている。現在、SDS孔を利用して透水試験を実施するSDS-Rocketの開発も進めている。



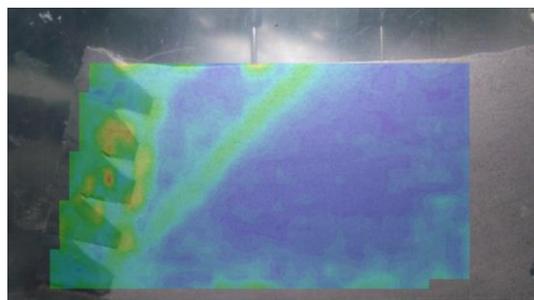
【テーマ3】 洋上風力のための部分テーパークの開発

地球温暖化防止の観点から、再生可能エネルギーの獲得実現に向けた動きが活発化しているが、中でも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、その大きな支持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

本文：地震やゲリラ豪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、遠心模型実験での震度法シミュレーターを利用した擁壁の転倒実験の結果である。画像解析により、地盤内のすべり線が明瞭に確認できる。これを踏まえ、擁壁の安価な補強方法を提案していきたい。



■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 久世 直哉, 末政 直晃, 二木 幹夫 : 施工条件及び繰り返し載荷が羽根付き杭の水平抵抗特性に及ぼす影響 / 日本建築学会構造系論文集 / Vol. 84 / No. 758 / p. 1045-1054 / 2020.08
- (2) 佐々木 隆光, 末政 直晃, 島田 俊介 : 弾性波試験を用いた薬液注入材による改良土の強度発現機構に関する検討 / 土木学会論文集 / C-76 / 4 号 / p. 374-393 / 2020.11

◇ 招待講演

◇ 国際会議

- (1) Kazuya Sano, Kazuya Itoh, Tsuyoshi Tanaka, Naoaki Suemasa, Takeharu Konami : Centrifuge Modelling Influence of Various Integration Schemes of Retaining Walls on Seismic Behaviour Using Tilting Table Test / International Symposium on Construction Resources for Environmentally Sustainable Technologies / 663-671 / 2021.03
- (2) Kohei Tsuji, Naoaki Suemasa, Tsuyoshi Tanaka : Estimation of Liquefaction Area Using the Screw Driving Sounding Data in Kumamoto / International Symposium on Construction Resources for Environmentally Sustainable Technologies / 247-260 / 2021.03

◇ 国内会議 14 件

- (1) 前田 裕介, 菅野 安男, 末政 直晃, 田中剛, 大島昭彦 : 東大阪市西岩田地区での地盤調査結果 (その4 : SDS 試験結果) / 第 55 回地盤工学研究発表会 / 21-6-1-04 / (4410-4411) / 2020.07
- (2) 岩井勝哉, 末政直晃, 田中剛, 辻浩平, 大島昭彦 : 佐賀県白石町での地盤調査結果 (その4 : SDS 試験結果) / 第 55 回地盤工学研究発表会 / 21-6-2-04 / (432-433) / 2020.07
- (3) 山崎誓也, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃 : "動的コーン貫入試験に杭の動的支持力算定式を援用した地盤強度の推定" / 第 55 回地盤工学研究発表会 / 21-6-2-08 / (444-445) / 2020.07
- (4) 佐野和弥, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃, 小浪岳治, 谷山 慎吾 : 空石積擁壁の地震時挙動に関する遠心場傾斜土槽実験 / 第 55 回地盤工学研究発表会 / 21-8-5-06 / (751-752) / 2020.07
- (5) 坂本易隆, 末政直晃, 田中剛, 大下英治, 新谷聡, 橋爪秀夫 : 洋上風力のためのテーパーモノパイルの開発 / 第 55 回地盤工学研究発表会 / 21-9-5-06 / (870-871) / 2020.07
- (6) 友岡亮太郎, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃, 野中隆博 : キャピラリーバリアによる保水機能を利用した排水工法の開発 ~カラム土槽を用いた一次元浸透実験~ / 第 55 回地盤工学研究発表会 / 21-12-3-03 / (1165-1166) / 2020.07
- (7) 平岡伸隆, 吉川直孝, 佐野瑠星, 岩崎夏美, 伊藤和也 : 遠心力模型実験による岩盤不連続面のせん断強さに関する研究 / 第 55 回地盤工学研究発表会 / 21-10-5-03 / (983-984) / 2020.07
- (8) 岩井勝哉, 末政直晃, 柴田健吾, 木下文男 : 重錘を用いた新しい貫入試験方法の開発 / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-41 / (2452-2453) / 2020.09
- (9) 山崎誓也, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃 : 動的コーン貫入試験の打ち止め貫入量の検討 / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-43 / (2458-2459) / 2020.09
- (10) 平岡伸隆, 吉川直孝, 佐野瑠星, 岩崎夏海, 伊藤和也 : 岩盤不連続面のせん断強度による斜面安定性の検討 / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-40 / (2880-2881) / 2020.09
- (11) 佐々木隆光, 島田俊介, 末政直晃 : 薬液改良土の弾性波速度と一軸圧縮強さについて / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-202 / (3018-3019) / 2020.09
- (12) 永尾浩一, 末政直晃, 馬上拓也, 田代怜, 佐々木隆光 : シリカ微粒子注入工法における微粒子粉碎に

- 関する研究 / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-207 / (3032-3033) / 2020.09
- (13) 佐野和弥,木村快,伊藤和也,田中剛,末政直晃,岩佐直人,石垣拓也,國領ひろし: 地山補強土工法の補強効果に関する遠心場傾斜せん断実験 / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-199 / (3139-3140) / 2020.09
 - (14) 益子時佳,伊藤和也,吉川直孝,平岡伸隆,古畑拓馬: シールドセグメント模型の M-N 挙動に与える偏圧の影響 / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-355 / (3308-3309) / 2020.09
 - (15) 田代怜,久保友理子,伊藤和也,島野嵐: 模型攪拌装置を用いたセメント系固化剤の採取方法の違いが一軸圧縮強度に与える影響 / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-317 / (3426-3427) / 2020.09
 - (16) 山崎佑馬,末政直晃,伊藤和也,田中剛,新谷聡,元水佑介,坂本易隆: 洋上風力のためのテーパードパイルの模型実験 / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-364 / (3451-3452) / 2020.09
 - (17) 坂本易隆,新谷聡,元水佑介,末政直晃,伊藤和也,田中剛: テーパー型基礎杭とストレート杭の性能比較 (その 1: 押し込み抵抗力) / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-366 / (3457-3458) / 2020.09
 - (18) 新谷聡,元水佑介,坂本易隆,末政直晃,伊藤和也,田中剛: テーパー型基礎杭とストレート杭の性能比較 (その 2: 引抜き・水平抵抗力) / 土木学会第 74 回年次学術講演会 / III-367 / (3460-3461) / 2020.09
 - (19) 友岡亮太郎,伊藤和也,末政直晃,田中剛,野中隆博: キャピラリーバリアによる保水機能を利用した排水工法の開発〜カラム土槽を用いた一次元浸透実験〜 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 防災 1-6 / 2020.11
 - (20) 田中直希,伊藤和也,佐野和弥,岩佐直人,國領ひろし,石垣拓也: 地山補強土工法における法面工の効果に関する遠心模型実験 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 防災 4-5 / 2020.11
 - (21) 岩井勝哉,末政直晃,伊藤和也,田中剛: 小型動的コーン貫入試験による地盤強度の算定方法の検討 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 防災 6-3 / 2020.11
 - (22) 岩崎夏美,伊藤和也,平岡伸隆: 不連続性岩盤斜面のせん断強度による斜面安定性の検討 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 材料 1-2 / 2020.11
 - (23) 河口怜央,末政直晃,木下文男: 青粘土の流動性・粘性に関する研究 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 材料 2-5 / 2020.11
 - (24) 柴崎瑞稀,伊藤和也,島野嵐,田代 怜: 地盤改良工法の高品質化 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 材料 5-6 / 2020.11
 - (25) 田代怜,末政直晃,佐々木隆光,永尾浩一: 複数微粒子を用いた地盤注入工法の開発 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 材料 5-8 / 2020.11
 - (26) 諸星勇佑,松藤展和,末政直晃,田中 剛: 硬質発泡ウレタン樹脂を用いた杭状地盤改良工法の開発 ~ウレタン樹脂の強度特性について~ / 第 17 回 GeoKanto2020 / 材料 5-9 / 2020.11
 - (27) 益子時佳,伊藤和也,吉川直孝,平岡伸隆: 圧力条件の違いがセグメント模型の M-N 挙動に与える影響 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 構造 1-4 / 2020.11
 - (28) 伊藤海都,末政直晃,佐々木隆光,田代 怜: 薬液の固化メカニズムの解明 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 構造 2-1 / 2020.11
 - (29) 神野雄平,末政直晃,菅原敬介: 杭抜き孔の復元に関する研究 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 構造 2-9 / 2020.11
 - (30) 飯野有希菜,末政直晃,藤村行正: 碎石パイルの地震時耐力について / 第 17 回 GeoKanto2020 / 構造 3-2 / 2020.11
 - (31) 山崎佑馬,末政直晃,伊藤和也,田中剛,新谷聡,坂本易隆: テーパー杭の水平抵抗性確認のための模型実験 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 構造 3-6 / 2020.11
 - (32) 工藤嵩也,伊藤和也,末政直晃: 回転圧入杭の打設効率に関する研究 / 第 17 回 GeoKanto2020 /

構造 4-2 / 2020.11

- (33) 佐野和弥,伊藤和也,田中 剛,末政直晃,小浪岳治,谷山慎吾: 空石積擁壁の地震時挙動に関する遠心場傾斜土槽実験 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 構造 4-7 / 2020.11
- (34) 新井浩正,末政直晃,田中剛,前田佑介: 回転貫入式簡易サンプラーによる試料採取 / 第 17 回 GeoKanto2020 / 防災 6-4 / 2020.11
- (35) 益子時佳, 伊藤和也, 吉川直孝, 平岡伸隆: 圧力条件の違いがセグメント模型の M-N 挙動に与える影響 / 第 48 回土木学会関東支部 / III-3 / 2021.03
- (36) 金敷勇哉, 末政直晃, 田中剛, 佐々木隆光: 繰返し圧入による締固め工法に関する基礎的研究 / 第 48 回土木学会関東支部 / III-4 / 2021.03
- (37) 山崎佑馬, 末政直晃, 田中剛, 新谷聡: 繰返し载荷による杭ごとの挙動の把握 / 第 48 回土木学会関東支部 / III-6 / 2021.03
- (38) 奇藤遙,伊藤和也, 野中隆博,友岡亮太郎: 豪雨斜面災害の抑止のための排水システム / 第 48 回土木学会関東支部 / III-12 / 2021.03
- (39) 岩井勝哉, 末政直晃,伊藤和也,田中剛: 小型動的コーン貫入試験による CASE 法を用いた地盤評価の検討 / 第 48 回土木学会関東支部 / III-25 / 2021.03
- (40) 原田翔理哉,末政直晃,田中剛,諸星勇佑: 発泡ウレタンを用いた杭状地盤改良工法について / 第 48 回土木学会関東支部 / III-27 / 2021.03
- (41) 田代怜,末政直晃,佐々木隆光,永尾浩一: 微粒子注入工法の開発に向けた注入材の検討 —高炉スラグ微粉末&石膏&酸化マグネシウム— / 第 48 回土木学会関東支部 / III-33 / 2021.03
- (42) 佐野和弥,伊藤和也,小浪岳治,谷山慎吾: 空石積擁壁の地震時挙動に関する検討-示力線方程式との比較 / 第 48 回土木学会関東支部 / III-34 / 2021.03
- (43) 友岡亮太郎,伊藤和也,末政直晃,田中剛: 遠心模型実験装置を用いた降雨による斜面崩壊の発生活予測 / 第 48 回土木学会関東支部 / III-37 / 2021.03 他 6 件

◇ 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
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: 4名、学部4年生: 17名

■ 主要な外部資金

強化土・4250000円・2020年10月1日～2021年9月30日 りんかい日産・6545000円・2020年6月15日～2021年3月31日 ハイススピード・1402500円・2020年4月1日～2021年3月31日 三信建設工業・1402500円・2021年1月1日～2020年12月31日 TRD・935000円・2020年4月1日～2021年3月31日 アップコン・963900円・2020年4月1日～2021年3月31日 佐藤工業・1870000円・2020年4月1日～2021年3月31日 若築建築・935000円・2021年1月1日～2021年12月31日 杭抜研究会・935000円・2021年1月1日～2021年12月31日 日本基礎技術・2337500円・2020年5月1日～2020年9月21日 寄付金（日鉄住金・エスティーエンジニアリング・岡三リビック・日本製鉄・ジオデザイン）合計 270万円 上記全て直接経費：研究代表（末政）
科学研究費補助金、基盤研究（B） 1250万円（2020年度直接経費250万） 「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 100万円 「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むけた研究」 研究分担者（伊藤）

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

国際会議 1 件、国内会議 34 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

さいたま市、鹿島建設、大成建設、大林組、清水建設、五洋建設、熊谷組、フジタ、八千代エンジニアリング、フジタ、東海旅客鉄道、日特建設 他

■ 社会貢献

◇ 第160回 総研セミナー開催（2020年2月7日）

講演タイトル

「流れ盤構造を有する軟岩斜面の安定性に関する研究」

「圧力条件の違いがセグメント模型のM-N挙動に与える影響」

「自然災害安全性指標 GNS の開発 ～東日本における市町村単位の GNS の算出～」

「SD サンプラーの開発 ～ボーリング試験結果と各種室内試験結果との比較～」

「若い建設技術者のための最近の労働安全衛生の動向」

「硬質発泡ウレタンを用いた杭状地盤改良工法の提案 ～薬液の発泡速度と温度、攪拌方法の影響～」

「砕石パイルの締固め特性の検討と地震時耐力に関する研究」

- 「空石積擁壁の地震時挙動に関する遠心場傾斜土槽実験」
- 「地山補強土工法の補強メカニズムに関する遠心場傾斜土槽実験」
- 「盛土斜面崩壊対策における新しい排水工法の開発」
- 「マイクロバブル水を用いた不飽和化液状化対策工法」
- 「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」
- 「セメント系固化材を用いた機械攪拌式地盤改良工法の高品質化に関する研究」
- 「繰返し静的圧入締固め工法における地盤の締固めに関する研究」
- 「ジオポリマー系材料を用いた地盤注入工法の開発」
- 「洋上風力のためのテーパーモノパイルの開発」
- 「日本における風力発電事業の動向と支持物設計概要」

◇ 出張授業

◇ 委員

氏名	委員名一覧
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
伊藤	自然災害に対する安全性指標（GNS）の開発とその利活用に関する研究委員会 委員長、地盤工学会関東支部運営委員会 委員、地盤工学会関東支部 研究委員会グループ リーダー幹事、日本騒音制御工学会 規則改正部会 部員 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

①渋谷区と共催で渋谷福祉学会第3回大会をオンラインライブ配信で開催した（約160名参加）。②「コロナ禍で学童期の子どもをもつ家庭の現状と課題」として保護者300名へWeb調査を行った。保育現場の業務省力化におけるIoT・センシングの活用研究はコロナ禍のため保育所での実地調査が延期。③厚生労働省事業費補助金で地域資源である銭湯の心身への影響の介入研究を東京都浴場組合と協働して研究を進めた。

◇ 次年度への展開

①渋谷区との福祉に関連する連携構築において、「渋谷福祉学会」の継続開催・運営を行い、福祉分野の各分野の連携を図る。②日立製作所との共同でAIセンサーを用いた技術を生かし、保育現場の業務省力化の社会実装を図る。子育て支援センター再開の場合、子育て世代の課題調査を再開。③都市の健康増進資源である銭湯の活用で介護予防の効果を紹介研究で測定予定。

■ 成果の紹介

【テーマ1】「渋谷福祉学会」の運営・開催

第3回大会を2020年11月14日（土、13時～15時半）に、オンラインライブ配信で開催した。東京都市大学渋谷サテライトクラスより配信し、アーカイブはYouTube配信で行った。事前登録者は190名で当日の参加者は約160名であった。オンライン配信ということで、短時間であったが渋谷区長による基調講演やシンポジウム、研究発表と内容は充実したものであった。反省会では障がいのある参加者や多忙なスタッフの参加等にオンライン配信の有効性があることが挙げられ、次年度は会場とともにオンライン配信も同時に行うことを検討する。

【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／③保育現場におけるIoT・センシングの活用

保育現場での課題の抽出、保育現場で保育士の大きな負担となっている午睡中の呼吸監視（乳幼児突然死症候群）へのセンシングモニターの応用等を（株）日立製作所と共同で実施する。プロトタ

イプでの保育所での実地調査を行う予定であったが、コロナ禍のため保育所での実地調査が中止となった。断続的に日立側の研究者と研究会議を行った。今後、アンケート調査により保育現場における課題の抽出を行う。

②保育に関わる人材育成の在り方

本年度に保育の離職者へヒヤリングを行う予定であったが、感染症予防のため対面でのヒヤリングが難しく離職者からのヒヤリングが実施できなかった。

③子育て世代が抱える課題の抽出

子育て支援センター「びっぴ」における課題の抽出を行う予定であったが、コロナ禍で子育て支援センターが利用中止になった。そのような背景からテーマ変更の承認を得て、アンケート調査のための質問紙を作成し2020年12月16日付けで「人を対象とする研究」に関する倫理審査(承認番号2020-h03)の承認後、2021年1月4日にスクリーニング調査、1月8日に小学生を持つ保護者300人を対象に本調査を実施した。テーマは「コロナ禍における学童期の子どもをもつ家庭の現状と課題に関する研究」であった。現在、結果を分析中であり、今後学会誌に投稿予定である。

【テーマ3】高齢世代の健康寿命の延伸への方策

①都市地域資源としての銭湯の健康増進への活用

都市コミュニティ資源として東京都浴場組合と協働して銭湯の活用について調査研究を行うとしており、同組合、および全国公衆浴場業生活衛生同業組合連合会と打ち合わせを続け、その一環として「温冷交代浴の効果分析に関する研究」として、2020年8月に受託研究契約を締結した。都内銭湯における実地実験は公衆浴場「お玉湯」、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、一般財団法人日本健康開発財団の協力の元、9月26日に通常入浴・温冷交代浴の心身への影響への解析実験を実施した。本研究は厚生労働省生活衛生関係営業対策事業費補助金の助成によって実施された。

本研究では銭湯における通常入浴及び温冷交代浴の心身への影響を介入研究によって明らかにすることを目的とし、心身の主観的評価項目、唾液中ホルモン等生理学的データを測定した。その結果、通常入浴、温冷交代浴とも心身への主観的評価は入浴後に好評価となりいずれの入浴法でも心身へ良い影響を与えることが推測された。温冷交代浴の優位性が報告されることがあるが、本研究では通常入浴でも好影響が確認できた。この調査結果は原著論文としてまとめ投稿・採択され、J-stageにて早期公開されている。

②大分県での温泉活用に関する市民参加型研究

大分県で活用している「おおいた歩得」を利用して温泉施設での健康効果を市民参加型科学として測定を進める一環として講演を依頼され、2020年8月26日開催の「健康寿命日本一おおいた創造会議」(大分県知事参加)にて早坂が講演を実施した。また、現在、昨年度大分県が収集した7,000人分の温泉利用時の自由コメントの研究利活用について調整している。本年度は温泉利用時に1089件の体調に関する変化の回答が得られ、大分県とデータ利用についても調整している。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

(1)岩永 成晃, 宮田 昌明, 早坂 信哉: 妊婦の温泉浴の安全性の検討. 日本温泉気候物理医学会雑誌 83(3)140-150.2020. https://doi.org/10.11390/onki.83_3.140

(2)早坂 信哉, 樋口 善英, 野々村 雅之, 栗原 茂夫: 銭湯利用頻度と主観的幸福感の関連: インタ

ーネット・リサーチによる横断研究. 日本健康開発雑誌 41:17-21.2020.

<https://doi.org/10.32279/jjhr.20200313>

(3)早坂 信哉, 島津 智行, 松枝 和輝, 岩崎 拓也, 野々山 昌生: マイクロバブルバス入浴の心身の主観的評価. 日本健康開発雑誌 41: 52-57. 2020. <https://doi.org/10.32279/jjhr.20200423>

(4)原岡 智子, 池田 真幸, 早坂 信哉, 尾島 俊之: 日本における災害被災地での入浴支援に関する研究. 日本健康開発雑誌 41:33-43. 2020 <https://doi.org/10.32279/jjhr.202041G03>

(5)早坂 信哉, 樋口 善英, 倉重 恵子, 曾我 俊博: カシス由来ポリフェノール摂取によるシャワー浴後保温効果に関するパイロット・スタディー. 日本健康開発雑誌 41:58-64.2020.

<https://doi.org/10.32279/jjhr.202041G06>

(6)斉藤雅樹, 森康則, 早坂信哉: 豊後高田市における温泉地の日帰り利用と宿泊利用の効果比較〜「新・湯治」の効果測定調査プロジェクトの結果から〜. 温泉地域研究 36:25-34.2021.

(7)早坂 信哉, 三橋 浩之, 亀田 佐知子, 早坂 健杜, 石田 心: 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 (2021年2月9日早期公開、論文 ID: 202142G07) <https://doi.org/10.32279/jjhr.202142G07>

(8)横山 草介, 関山 隆一: 保育者の実践観の変容に関するヴィジュアル・ナラティブアプローチ. 保育学研究 58(2-3):155-166. 2020

◇ 招待講演

(1)2020年8月26日「健康寿命日本一おおい創造会議」(大分県知事参加)にて講演(早坂信哉)

(2)2021年3月21日「令和2年度 第2回おおい温泉ウェルネス推進研究会」にて発表(早坂信哉)

◇ 国際会議

なし

◇ 国内会議

(1)後藤 康彰, 栗原 茂夫, 石田 心, 樋口 善英, 野々村 雅之, 早坂 信哉: 金山町の温泉水(高濃度炭酸含有, 炭酸水素塩・塩化物泉)摂取が心身にもたらす効果 第85回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会(東京都) 2021.1.29

(2)永田 勝太郎, 山口 智, 宮田 昌明, 上岡 洋晴, 早坂 信哉, 西川 浩司, 矢野 忠, 岩永 成晃, 堀内 孝彦, 森 康則: 温泉および鍼・手技療法への効果 第85回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会(東京都) 2021.1.29

(3)森 康則, 斉藤 雅樹, 早坂 信哉: 全国「新・湯治」効果測定調査プロジェクトによる温泉地利用の効果検証—温泉利用目的とその効果への影響— 第85回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会(東京都) 2021.1.30

(4)早坂 信哉, 内田 實, 服部 真紀, 尾島 俊之: 習慣的な温泉利用と生活習慣病治療薬服薬の関連: 熱海温泉 第85回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会(東京都) 2021.1.31

(5)渡邊 智, 石澤太市, 綱川光男, 園田 巖, 井戸ゆかり, 早坂信哉: 幼少期の入浴の思い出と要因, および入浴剤との関連 第79回日本公衆衛生学会総会(オンライン開催) 2020.10.20~22 ポスター

(6)井戸ゆかり・園田巖・内藤知美・小泉裕子: 保育士のキャリアラダーを考える(2)—中堅保育士のキャリア形成— 第73回日本保育学会(奈良県) 2020.5.16

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

渋谷区障がい者福祉に関する理解促進・啓発活動補助金：10万円 事業実施者（早坂）
厚生労働省生活衛生関係営業対策事業費補助金（全国公衆浴場業生活衛生同業組合連合会より委嘱された株式会社草隆社より「温冷交代浴の効果分析に関する研究」として受託）：30万円 研究代表（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 1件 作品 0件
(せたがや福祉区民学会口頭発表（オンライン）：学生8名)

◇ その他

渋谷福祉学会第3回大会参加者：学生100名

■ 社会貢献

◇ 第167回 総研セミナー開催（2020年11月14日）（渋谷福祉学会第3回大会）

・講演「切れ目のない支援を目指して」～渋谷区子育てネウボラ～

渋谷区長 長谷部 建 氏

・シンポジウム「切れ目のない支援を目指して」新しい日常における支援のあり方を考える

シンポジスト：渋谷区長 長谷部 健 氏

社会福祉法人正吉福祉会 杜の風・上原 施設長 齊藤 貴也 氏

NPO法人 渋谷なかよしぐるーぷ 事務局長 浦野 耕司 氏

コーディネータ：東京都市大学 人間科学部 学部長 井戸 ゆかり

他 総研野中所長他、一般研究発表4件

◇超福祉展(2020年9月4日) シンポジウム「都市開発とダイバーシティの調和! ～ユニバーサル未来社会推進協議会渋谷超福祉 WG2020～」にて活動報告

◇ 出張授業

・学校法人上野塾 東京高等学校、「主体性を育む保育」(2020年10月7日)(園田)

◇ 広報

テレビ・ラジオ出演等45回。新聞・雑誌・Webニュース等100回(早坂)

◇ 委員

氏名	委員名一覧
早坂信哉	令和2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 令和2年度 環境省全国新・湯治効果測定調査プロジェクト解析方針検討会座長 令和2年度 大分県 おおいた温泉ウェルネス推進研究会委員
井戸ゆかり	令和2年度 渋谷区子ども・子育て会議会長 令和2年度 渋谷区社会福祉協議会評議員 令和2年度 渋谷区赤い羽根共同募金選考委員 令和2年度 公益財団法人 成長科学協会 心の発達研究委員会委員 令和2年度 調布市障害児保育指導員 令和2年度 学校法人五島育英会評議員
園田 巖	令和2年度 神奈川県相模原市子ども・子育て会議 令和2年度 厚生労働省事業 地域における保育実践充実のための専門人材育成と支援への取組に関する研究会委員 令和2年度 全国社会福祉協議会 公立保育所等委員会専門委員

インテリジェントロボティクスセンター

インテリジェントロボティクスセンター
センター長 野中 謙一郎

■ センター概要

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

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

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、人の近くで活躍するモビリティの実現を可能にする技術の開発を進めると共に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。

人の運動を模した躍動的な動作や全身による力作業を制御可能なヒューマノイド制御コントローラを開発した。また、AI ベースの物体認識から自律的な物体把持・操作が可能なホームロボット制御システムを構築、家庭内作業を実現した。

◇ 次年度への展開

これまで開発してきた技術を実験室から離れより実際の運用に近い環境で検証する。この実証実験をおこないながら、人との共存を可能にする技術の開発を進めていく。

ヒューマノイドではひとつひとつの動作を連動させることが可能な動作生成システムを開発し、実環境へ適用可能な運動制御手法を確立する。ホームロボットでは人の住環境における実証実験を進め、人との共同・共存が可能なホーム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】

モデル予測制御による車両運動の制御[J-2, J-3, J-4, D-15]や、ロボットの形状まで考慮した柔軟な障害物回避[J-6, I-2, D-3, D-8, D-12, D-14],

並列計算によって数ある未来の中から最適な動作を選択することで環境の時間変化まで考慮した運動制御[D-4, D-6]技術の開発をおこなった。

さらにモデル予測制御の実用性を高める計算時間に関する見積もりを可能にする手法[J-1]を開発した。

【テーマ2：位置推定手法】

レーザーセンサーやカメラなどの外界センサと衛星測位システム情報の融合による位置推定手法[J-5, D-16]やMoving Horizon Estimation という過去の入出力情報を元に最適化計算によって位置推定を行う手法に、確率的対応付けやポテンシャルベースの対応付けを組み合わせることで遮蔽や

誤認識に対して頑強な手法[J-6, I-3, D-1]を確立した。

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[D-2, D-5, D-13]を開発した。

【テーマ3：マルチエージェント】

単体では限られたことしかできないドローンも複数の機体を協調させることで複雑な作業を行わせることや[I-1]、大規模なフィールドに対する活動[D-9, D-10, D-11]を行うことが可能になる。これらマルチエージェントとしてのドローン群の活動について研究を行い数値シミュレーションで有効性を検証した。

【テーマ4：ヒューマノイドのダイナミックな運動制御とモーション・フォース制御】

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、国内講演会へ投稿した[D-17, D-18, D-21~23]。また、ヒューマノイドによる力作業の適用範囲を広げるためにモーション・フォース制御の改良にも取り組んだ。これまでは上肢で発生させる力を体幹と下半身を利用してバランス制御しつつ力作業を行ってきたが、制御コントローラにおいて摩擦条件を考慮可能にし、四肢の接触条件を陽に考慮したレンチ分配によって、全身運動による自重程度の大きな力の発生とバランス制御を両立しつつ、より広範囲な作業運動を生成と制御をシミュレーションで実現した[D-19]。

【テーマ5：ホームロボットによる家庭内作業の実現】

ホームロボットによる作業動作計画においては、家庭用品の相互関係に基づく椅子の片づけ動作の計画から、自律的な動作生成と制御による実作業の検証実験までを行った[D-24]。今後、この構築したホームロボットの運動生成・制御システムの実証試験をさらに進め、複数の実作業を実現する。

【テーマ6：OSSを利用したセキュアなロボット制御システムの実現】

人と共存可能なロボットシステムの構築を目指す我々の先端的なロボット研究の新たな取り組みとして、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[D-20]において提案した。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文 7件

- (1) Isao Okawa, Kenichiro Nonaka, Linear complementarity model predictive control with limited iterations for box-constrained problems, Automatica, Vol. 125, pp. 1-8, 2021, <http://doi.org/10.1016/j.automatica.2020.109429>
- (2) Ryota Nakahara, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, Masahiro Takasugi, Hiroki Hasebe, Kenichi Matsubara, Model Predictive Braking Control for Heavy-Duty Commercial Vehicles Considering Response Delay of Air-Brake, International Journal of Automotive Engineering, Vol. 11, pp. 177-184, 2020, http://doi.org/10.20485/jsaeijae.11.4_177

- (3) Ryuichi Maki Isao Okawa, Kenichiro Nonaka, Model Predictive Steering Control with Flexible Lane Crossing Considering Nearby Vehicles, *International Journal of Automotive Engineering*, Vol. 11, pp. 136-142, 2020, http://doi.org/10.20485/jsaeijae.11.3_136
- (4) Isao OKAWA, Yoshihide MIZUSHIMA, Kenichiro NONAKA, Optimal trajectory generation with direct acceleration reshaping for autonomous vehicles, *Mechanical Engineering Journal*, Vol. 7, pp. 19-00632, 2020
- (5) 藤間 隆生, 石川 恭匡, 高橋 直樹, 高浜 琢, 野中 謙一郎, 外界センサとGNSSを融合した Moving Horizon Estimation による地図上の車両位置補正, *自動車技術会論文集*, Vol. 51, pp. 727-732, 2020, <http://doi.org/10.11351/jsaeronbun.51.727>
- (6) Naoki Takahashi, Naoki Shibata, Kenichiro Nonaka, Optimal configuration control of planar leg/wheel mobile robots for flexible obstacle avoidance, *Control Engineering Practice*, Vol. 101, pp. 1-10, 2020, <http://doi.org/10.1016/j.conengprac.2020.104503>
- (7) Tomoya Kikuchi, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Moving Horizon Estimation with Probabilistic Data Association for Object Tracking Considering System Noise Constraint, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol. 32, pp. 537-547, 2020, <http://doi.org/10.20965/jrm.2020.p0537>

◇ 国際会議 3 件

- (1) Sota Wada, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, Model predictive formation control for quadcopters with towing cables, *SICE Annual Conference 2020*, pp. 1275-1281, Sep 2020
- (2) Kentaro Hashimoto, Yoshihide Mizushima, Koji Shibata, Isao Okawa, Kenichiro Nonaka, Stochastic Model Predictive Velocity Control for Automobiles Considering Uncertainty of Nearby Vehicles, *IFAC 2020 WORLD CONGRESS*, pp. 15805-15810, Jul 2020
- (3) Ryoya Abe, Tomoya Kikuchi, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Robust Object Tracking with Continuous Data Association based on Artificial Potential Moving Horizon Estimation, *IFAC 2020 WORLD CONGRESS*, pp. 9683-9688, Jul 2020

◇ 国内会議 24 件

- (1) 高橋宏太, 安部 凌矢, 野中 謙一郎, 関口 和真, Moving Horizon Estimation を用いた回避行動を伴う歩行者の追跡, 第 8 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム(MSCS2021), pp. 2F2-3, Mar 2021
- (2) 石川 恭匡, 野中 謙一郎, 関口 和真, 自己位置と任意長の動的な線分の同時推定の実点群による検証, 第 8 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム(MSCS2021), pp. 2F2-5, Mar 2021
- (3) 中原 涼太, 関口 和真, 野中 謙一郎, 高杉昌宏, 長谷部 裕樹, 松原 健一, 大型商業車両のエアブレーキシステムのための確率的モデル予測制御, 第 8 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム(MSCS2021), pp. 3H1-2, Mar 2021
- (4) 西川 亮, 野中 謙一郎, 関口 和真, 探査ローバーのための影を考慮したモンテカルロモデル予測軌道追従制御, 第 8 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム(MSCS2021), pp. 1B1-3, Mar 2021
- (5) 和田 聡太, 関口 和真, 野中 謙一郎, 測域センサにおける特異環境の SLAM 精度を向上させる車両モデルの運動制御, 第 8 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム(MSCS2021),

- pp. 2F1-5, Mar 2021
- (6) 橋本 賢太郎, 大川 功, 野中 謙一郎, 相対速度の期待値を用いたモンテカルロ非線形モデル予測制御による自動車の速度制御, 第8回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム (MSCS2021), pp. 1F1-5, Mar 2021
 - (7) 松浦 響, 宮田 和己, 野中 謙一郎, 関口 和真, 電動車いすのための屋内未知環境における自己推定位置を使用したモデル予測制御の検証, 第8回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム (MSCS2021), pp. PS2-4, Mar 2021
 - (8) 金井 大樹, 野中 謙一郎, 関口 和真, 組み込み CPU に実装された平面型脚車輪型移動ロボットのための分散モデル予測障害物回避制御, 第8回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム (MSCS2022), pp. 1F2-3, Mar 2021
 - (9) 安井 隆裕, 関口 和真, 野中 謙一郎, モンテカルロシミュレーションによる複数機のドローンを用いた畑からの害鳥の排除動作の有効性検証, 第8回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム (MSCS2022), pp. 2B1-2, Mar 2021
 - (10) 菅野 遼太郎, 関口 和真, 野中 謙一郎, Alt-PageRank による SIR 火災モデルでの最適消火点選択, 自動制御連合講演会, pp. 2E1-5, Dec 2020
 - (11) 安井 隆裕, 菅野 遼太郎, 関口 和真, 野中 謙一郎, ドローンを用いた畑からの害鳥の排除動作, 自動制御連合講演会, pp. 2E1-3, Nov 2020
 - (12) 金井 大樹, 野中 謙一郎, 関口 和真, 平面脚車輪型移動ロボットの分散モデル予測制御による任意軌道の走行, 日本機械学会 2020 年度年次大会, pp. J18104, Sep 2020
 - (13) 石川 恭匡, 野中 謙一郎, 関口 和真, Moving Horizon Estimation による任意長の動的な線分地図に対する自己位置と環境地図の同時推定, 日本機械学会 2020 年度年次大会, pp. J18124, Sep 2020
 - (14) 牧 龍一, 大川 功, 野中 謙一郎, 周辺車両回避時の車線跨ぎを柔軟に実現するモデル予測制御, 2020 年自動車技術会春季学術講演会 (JSAE-Spring'20), pp. , May 2020
 - (15) 中原 涼太, 関口 和真, 野中 謙一郎, 高杉 昌宏, 長谷部 裕樹, 松原 健一, エアブレーキの応答遅れを考慮した大型商業車両のためのモデル予測制御, 2020 年自動車技術会春季学術講演会 (JSAE-Spring'20), pp. , May 2020
 - (16) 藤間 隆生, 石川 恭匡, 高橋 直樹, 高浜琢, 野中 謙一郎, 外界センサと GNSS を融合した Moving Horizon Estimation による地図上の車両位置補正, 2020 年自動車技術会春季学術講演会 (JSAE-Spring'20), pp. , May 2020
 - (17) 飯塚 諒, 佐藤 大祐, 金宮 好和, 運動量平衡原理と角運動量の分配に基づく人型ロボットのダイナミックな全身運動の生成と制御, 第26回ロボティクスシンポジウム, 3月16日~17日, 広島, 2021.
 - (18) 遠藤 之弥, 坂口 慎悟, 飯塚 諒, 佐藤 大祐, 金宮 好和, 相対角加速度に基づいた人型ロボットの立ち幅跳びおよび宙返り運動の生成と制御, 第26回ロボティクスシンポジウム, 3月16日~17日, 広島, 2021.
 - (19) 松宮 正太, 佐藤 大祐, VRP-GI に基づくレンチ分配を用いた人型ロボットによる広範囲清掃作業シミュレーション, 第21回システムインテグレーション部門講演会 (SI2020), 12月16日~18日, 福岡, 2020.
 - (20) 橋本 洸, 石神 雄太郎, 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の悪用を防止可能なロボット開発フレームワークの提案, 第21回システムインテグレーション部門講演会 (SI2020), 12月16日~18日, 福岡, 2020.
 - (21) 遠藤 之弥, 飯塚 諒, 佐藤 大祐, 金宮 好和, 角運動量の分配に基づいた運動生成と制御による立ち幅跳びの解析, 第41回バイオメカニズム学術講演会 (SOBIM2020) 12月5日~6日, 湘南平塚, 2020.

- (22) 坂口 慎悟, 飯塚 諒, 佐藤 大祐, 金宮 好和, 角運動量の分配に基づいた運動生成と制御による垂直跳躍および宙返りの解析, 第41回バイオメカニズム学術講演会 (SOBIM2020) 12月5日~6日, 湘南平塚, 2020.
- (23) 飯塚 諒, 坂口 慎悟, 佐藤 大祐, 金宮 好和, 角運動量の分配に基づいた運動生成と制御による後方宙返りの解析, スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス2020 (SHD2020), 11月13日~15日, 札幌, 2020.
- (24) 栗島 直弘, 小泉 祐哉, 佐藤 大祐, 家庭用品の相互関係に基づくホームロボットによる椅子の片づけ動作の計画, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH2020), 5月27日~30日, 金沢, 2020.

◇ 受賞

- (1) Sota Wada: SICE International Young Authors Award, SICE Annual Conference 2020, <https://sice2020.sice.jp/young-authors-award.html>
- (2) 松浦 響: 優秀ポスター発表賞, 第8回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム (MSCS2021)
- (3) 飯塚 諒: 部門学生優秀講演表彰, シンポジウム: スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス2020 (SHD2020)

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

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

- ◇ 学生数 博士後期課程：2名、修士課程：20名、学部4年生：32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

科学研究費補助金、基盤研究（B）2020年度直接経費：260万円 「動的環境の実時間SLAMの実現」研究代表（野中）
科学研究費補助金、基盤研究（C）2020年度直接経費：142万円 「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）
受託研究 東急建設株式会社 533万円
受託研究 ナブテスコオートモーティブ株式会社 200万円
受託研究 DENSO株式会社 200万円

■ 学生教育

- ◇ 学生の論文発表件数

論文 7 件、国際会議 3 件、国内会議 24 件

- ◇ 学生の主な就職先

本田技研，NEC，ヤマハ発動機，日立オートモーティブシステムズ，JATCO，三菱電機，沖電気工業，不二越

■ 社会貢献

- ◇ 第 171 回 総研セミナー開催（2021 年 2 月 26 日）

講演タイトル

「人の行動理解と支援に向けて」：高橋 弘毅

「制御屋が考える機械システムのモデリングと未来像」：藪井 将太

「家庭環境で活躍するホームロボットの実現に向けた作業動作の生成」：佐藤 大祐

- ◇ 委員

氏名	委員名一覧
野中 謙一郎	IFAC Technical Committee 2.1 - Control Design / Member 他
関口 和真	計測自動制御学会 会誌出版委員 他
佐藤 大祐	ROBOMECH オーガナイザ，つくばチャレンジ実行委員

※ 他教員、多数につき省略

以上

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

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。

◇ 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、2019年台風19号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ながら、防災・減災を検討する上で重要な様々な情報を蓄積して活用することで、防災減災に貢献していきます。

■ 成果の紹介

【テーマ1】2019年台風19号 (Hagibis) による玉堤・田園調布地域での浸水被害調査

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た。玉堤地区に立地する世田谷キャンパスでも、キャンパス内の複数の建物が浸水被害を受けるなど大きな被害を受けた。被災直後には、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行い、浸水状況の実態把握と浸水発生についての時系列について取りまとめを行った (図-1)。その結果の一部は、「自然災害科学」誌に掲載された。

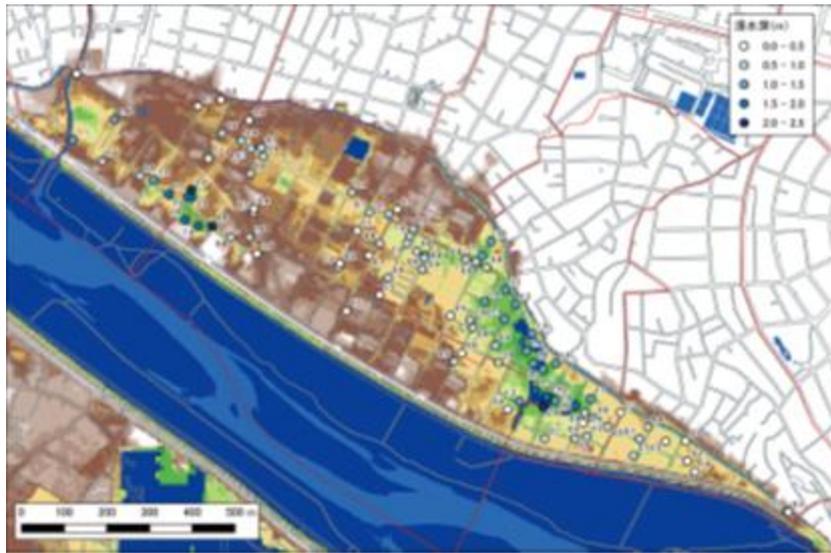


図-1 浸水深分布（「自然災害科学」より）

【テーマ2】自然災害に対するリスク指標の開発

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。2020年度はSUUMO新築マンション「災害に強い街ランキング」（図-2）に市町村版 GNS が利用され、さらに、日本経済新聞や毎日新聞にて報じられるなど注目を集めています。これらの各種報道によって市町村から GNS を利用した取り組みを行いたいという打診もされており、今後 GNS を防災戦略に有益なツールとして利用する取り組みを進めていく必要があります。加えて、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ます。



図-2 リクルートSUUMO掲載記事

【テーマ3】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と避難者の分布把握 - 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 -

本研究では、令和元年台風19号により甚大な被害を受けた長野県千曲川周辺を対象に、膨大な人々の分布状況を時系列的かつ即時的に把握することが可能な、携帯電話の移動履歴に関するビッグデータ（モバイルビッグデータ）を用いて、被害状況および避難者分布を把握・推定するとともに、モバイルビッグデータの有用性を検証しました。大規模な水害の発災時には様々な情報の錯綜・遅延により、被害状況や避難者の分布状況を迅速・正確に把握することは困難となりますが、モバイルビッグデータを用いることで、この課題にどこまで応えられることができるかを明らかにする取り組みです。

今年度は令和元年台風19号における長野県千曲川周辺を対象として、モバイルビッグデータを用いて把握できる人々の動きから、浸水範囲と避難者の分布の時系列的な変遷をどの程度明らかにできるのかについて分析を行い、その有用性を明らかにしました。その結果、モバイルビッグデータを用いることで水害時における発災前後の人の分布や移動をかなりの程度把握することが可能となることが明らかとなり（図-3）、その有用性を確認することができました。

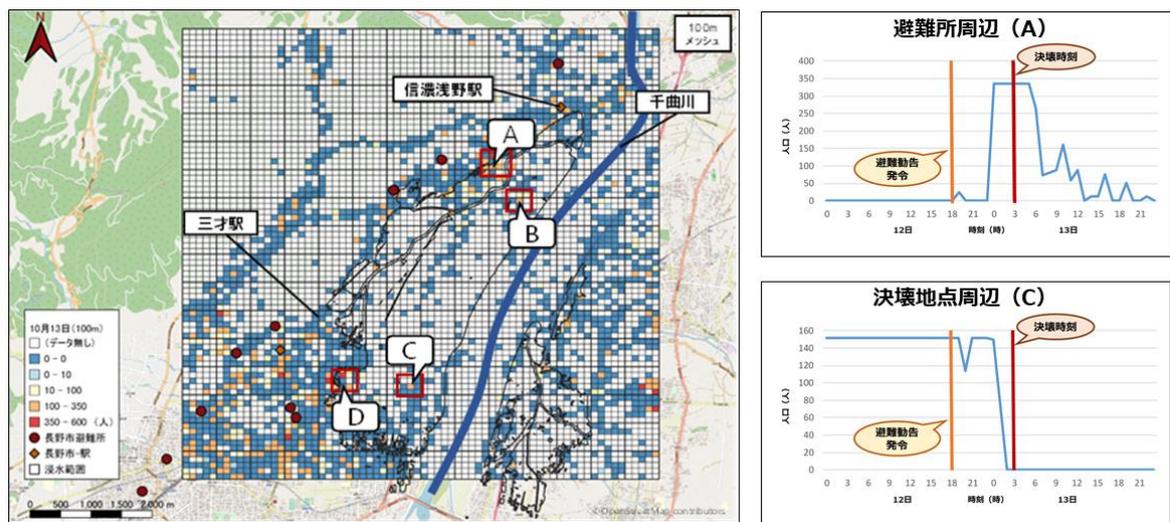


図-3 千曲川決壊直後（2019年10月13日4時）の人口分布（100mメッシュ推計）（左）と避難所周辺（右上）および決壊地点周辺（右下）の人口分布の時系列変化の様子

■ 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.
- (2) 伊藤和也, 小山倫史, 菊本統: 自然災害に対する安全性指標 GNS (Gross National Safety for natural disasters)の市町村別 GNS (GNS-Ver. 2.0)の開発—東日本を一例として—, 建設機械施工, Vol. 72, No. 10, pp.51-56, 2020.
- (3) 小山倫史, 伊藤和也, 菊本統: GNS を用いた東日本大震災前後の東北地方太平洋側3県の自然災害リスクの分析, 建設機械施工, Vol. 72, No. 10, pp.57-63, 2020.

◇ 招待講演

- (1) 秋山祐樹, ビッグデータ・マイクロジオデータを活用した詳細な都市リスク分析～地震・水害・新型コロナウイルスを対象として～, 奈良スタートイベント, 基調講演, 2021.
- (2) 秋山祐樹, 3. 災害と GIS 地理空間情報の災害活用事例を通じて, 次世代基盤政策研究所 (NFI) 緊急シンポジウム ポストコロナ時代の災害に次世代基盤政策が果たす役割とは, 招待講演, 2020.

◇ 国内会議

- (1) 加藤丈琉, 伊藤和也, 小山倫史, 菊本統, 梶谷惣和: 自然災害に対するリスク指標 GNS～東日本～, 第17回 GeoKanto2020, 防災4-1, 2020.
- (2) 折出康輔・秋山祐樹, モバイルビッグデータを用いた迅速な被害状況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事例として—, 第29回地理情報システム学会講演論文集, B24-2-4, 2020.
- (3) 友岡亮太郎, 藤馬怜央, 伊藤和也, 梶谷惣和, 小山倫史, 菊本統: 東日本における市町村単位の自然災害リスク指標 GNS の算出, 土木学会第74回年次学術講演会, IV-173, pp. 4412-

4413, 2020

- (4) 梶谷 袈和, 小山 倫史, 伊藤 和也, 菊本 統: 西日本における市区町村単位の自然災害リスク指標 GNS の算出, 土木学会第 74 回年次学術講演会, IV-172, pp. 4409-4410, 2020.
- (5) 伊藤 和也, 藤馬 怜央, 菊本 統, 小山 倫史, 梶谷 袈和, 平岡 伸隆, 大里 重人, 今井 龍一: 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～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 2020, pp.188-191, 2020.

■ 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
技士	田中 剛	[建築都市デザイン学部] 兼務	地盤工学
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
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

◇ 学生数 博士後期課程: 名、修士課程: 名、学部 4 年生: 2 名

■ 主要な外部資金

■ 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 4 件 作品 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

熊谷組, オオバ

■ 社会貢献

◇ 第 170 回 総研セミナー開催 (2021 年 2 月 5 日)

◇ 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 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, 地盤工学会関東支部 自然災害に対する安全性指標 (GNS)の開発とその利活用に関する研究委員会 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
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 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

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

- ・ 東京大学宇宙線研究所と学術連携協定を締結したことを受け、梶田隆章・宇宙線研所長(2015年ノーベル物理学賞受賞)らを招いての調印式および記念講演会を実施した。
- ・ HiZ-GUNDAM 衛星計画の光学設計や熱設計を進め、JAXA のプリプロジェクト移行審査に臨んでいる。
- ・ 「はやぶさ2」拡張ミッションにおける黄道光観測の検討を進めた。
- ・ 屋上望遠鏡ドームを設置した。
- ・ 宇宙電源用小型原子炉の核・熱流動解析、超小型原子力 α 電池の設計を行った。

◇ 次年度への展開

- ・ 2022年に打ち上げが予定されている静岡大学の小型衛星に、我々が製作する小型衛星も搭載できるという機会を得ることができたため、そのための小型衛星の開発を進める。
- ・ 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ち上げを実現させるため、ロケットの機体の設計・製作を進め、2021年夏に千葉県海上からのロケット打ち上げ実験を実現させる。
- ・ 宇宙電源用小型原子炉および超小型原子力電池の概念設計を継続する。

■ 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、重力波をととも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。

HiZ-GUNDAM 計画は JAXA/ISAS のプロジェクト候補として採択済みであり、今年度は、2021 年 5 月のプリプロジェクト化に向けて、搭載する赤外線宇宙望遠鏡の開発を進めた。具体的には、望遠鏡の光学設計を行い(図 1 右)、その試作品(BBM)の制作に向け、望遠鏡の試験加工や、CGH (Computer Generated Hologram) を用いた試験方法について検討を行った。また、熱設計については、望遠鏡や検出器を要求温度以下に維持する熱制御法の検討を進め、成立解を得ることができた。また、衛星の軌道運動中の大きな姿勢変更に伴う熱環境の変化により、望遠鏡の内部がどのように温度変化するかの解析を行った。

この開発は、本研究センターが強みとして掲げる理工連携の体制による衛星開発となっており、特に衛星搭載装置の熱解析においては、学生による貢献もあり、教育的効果も高い。

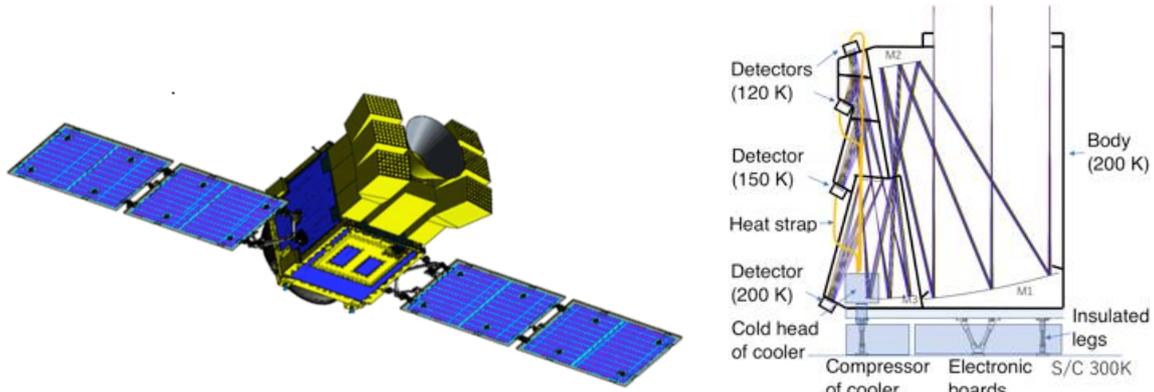


図 1 HiZ-GUNDAM 衛星の全体図(左) と搭載する宇宙望遠鏡(右)

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無事に成功させた後、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計画を提案している。

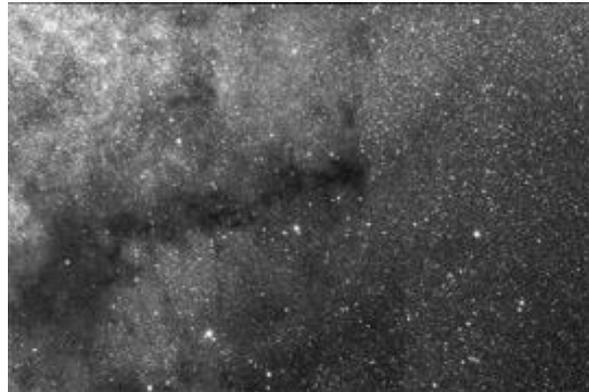


図 2 はやぶさ 2 帰還中に実施した試験観測

拡張ミッションにおける黄道光観測の実現性検証のため、はやぶさ 2 の帰還中に ONC-T による試験観測を実施し(図 2)、淡い黄道光を十分な精度で検出可能である見込みが得られた。続いてカプセル帰還を成功させた 2020 年 12 月 26 日には、最初の黄道光観測を実現させることができた。また、拡張ミッションにおける多くの制限下で、科学成果を最大化させる観測方法の検討を継続して続けている。

【テーマ2】地上望遠鏡による動画天文学

世田谷キャンパスの東京都心に近い立地では、天文観測可能な天体は明るいものに限られる。一方で、惑星を対象として高時間分解能の観測を実施すれば、都心からでも価値のある天文観測が実現できる。そこでそのような恒常的に天文観測を実施することができる環境を整えるために、国立天文台からの資金援助のもと、学内に望遠鏡ドームを設置することにした(図3)。

ドームとして ScopeDome3.0 を採択し、既存の望遠鏡や赤道儀等と組み合わせることで、全自動の観測システムを、14号館の屋上に設置することができた。今後は試験観測などを経て、本格的な天文観測を始めていきたいと考えている。



図3 14号館屋上に設置した望遠鏡ドーム

【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、2020年3月末に千葉県御宿町沖合にて洋上打ち上げ予定であったが、打ち上げは中止とされた。

2020年度は既存機体の再設計とシステム再検討を行った。実際の機体製作に関しては十分な活動を実施することができず、ロケット部品を個別に製作した。ロケット機材用部品については追加で1機分を製作できる量を確保した。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1920mm、最大直径152mm、全質量7713gであり、GPSセンサー、気圧高度計、3軸加速度センサーを搭載し、無線通信にてデータの送受信が可能である。また、パラシュートを搭載しており、着水時に機体が壊れない速度で降下することができる。なお最大到達高度は射場の制限から254mである。



図4 ハイブリッドロケット

超小型衛星の設計と製作

2020年度は以下のことを行った。(1) 超小型衛星製作のための基本的な技術を獲得するために模擬人工衛星の開発を行った。加速度センサーを搭載したマイコンに、気圧センサー、GPSを接続して、加速度、気圧から産出した高度、北緯、東経位置を割り出すプログラムをテストした。(2) センサデータを転送する中距離通信デバイスの通信テストを行った。(3) 模擬人工衛星にパラシュートを搭載し、落下テストを行った(図5)。(4) コロナ禍によって学生が登学できない状況になったので、学生にマイコンを送付して、Zoomを使ってマイコンのプログラミングを行った。(5) 小池研究室の卒業研究としてロケット制作や超小型人工衛星の開発を行っている学生を調査し、授業時間外の制作活動において理工学部の学生は各授業で得た知識がロケット制作で再構成され生かされたことと、メディア情報学部の学生は宇宙に対する興味関心から全体的に超小型人工衛星を行うことになり、宇宙科学教育における学び方の違いを明らかにした。

2021年度は静岡大学と共同で、2022年度に打ち上げを予定している静岡大学の人工衛星の子衛星として本学の超小型人工衛星の搭載が決定したので、本学の超小型衛星を開発する予定である。

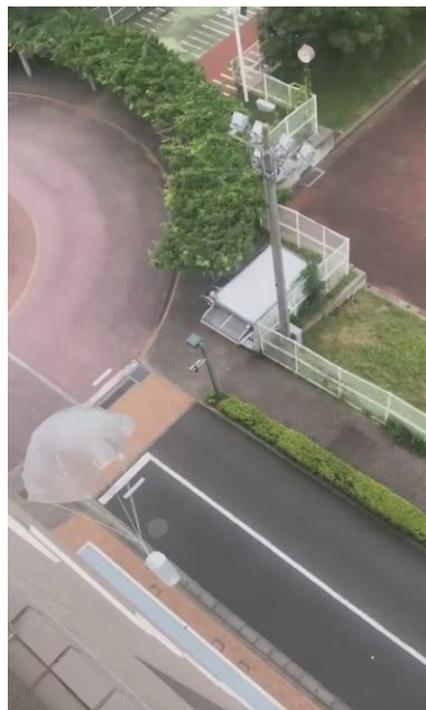


図5 模擬人工衛星の落下テスト

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) “Hayabusa2 Extended Mission: New Voyage to Rendezvous with a Small Asteroid Rotating with a Short Period”
M. Hirabayashi, K. Tsumura et al., *Advances in Space Research*, accepted (2021)
- (2) “Thermally altered subsurface material of asteroid (162173) Ryugu”
K. Kitazato, K. Tsumura et al., *Nature Astronomy* 5, 246-250 (2021) DOI:10.1038/s41550-020-01271-2
- (3) “Three case reports on the cometary plasma tail in the historical documents”
Hisashi Hayakawa, Yuri I. Fujii, Koji Murata, Yasuyuki Mitsuma, Yongchao Cheng, Nagatoshi Nogami, Kohei Ichikawa, Hidetoshi Sano, Kohji Tsumura, Yukiko Kawamoto, Masaki N. Nishino
Journal of Space Weather and Space Climate 11, 21 (2021) DOI:10.1051/swsc/2020045
- (4) “Detectability of Optical Transients with Timescales of Subseconds”
Ko Arimatsu, Kohji Tsumura, Fumihiko Usui, Takafumi Ootsubo, Jun-ichi Watanabe
The Astronomical Journal 161, 135 (2021) DOI: 10.3847/1538-3881/abd94d
- (5) “Estimating survival probability using the terrestrial extinction history for the search for extraterrestrial life”
Kohji Tsumura, *Scientific Reports* 10, 12795 (2020) DOI: 10.1038/s41598-020-69724-2
- (6) “Sample collection from asteroid (162173) Ryugu by Hayabusa2: Implications for surface evolution”
T. Morota, K. Tsumura et al. *Science* 368, 654-659 (2020) DOI: 10.1126/science.aaz6306
- (7) “Black hole spectroscopy for KAGRA future prospect in O5”
Nami Uchikata, Tatsuya Narikawa, Kazuki Sakai, Hiroataka Takahashi, Hiroyuki Nakano,
Physical Review D, 102, 024007-1-13 (2020) DOI: 10.1103/PhysRevD.102.024007
- (8) “Multiagent Simulation Approach to Pedestrian Laminar Flow with Group Walking Models”,
Hiroataka Takahashi, Yuto Omae, Riki Tanaka,
IEEE Access, 9, 6907-6920 (2021) DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3049272
- (9) “Observations of the Origin of Downward Terrestrial Gamma-Ray Flashes”

- J. W. Belz, K. Kadota et al.,
Journal of Geophysical Research: Atmospheres 125, 16 (2020) DOI: 10.1029/2019JD031940
- (10) “Evidence for a Supergalactic Structure of Magnetic Deflection Multiplets of Ultra-high-energy Cosmic Rays”
R. U. Abbasi, K. Kadota et al., Astrophysical Journal 899, 86 (2020) DOI: 10.3847/1538-4357/aba26c
- (11) “Search for point sources of ultra-high-energy photons with the Telescope Array surface detector”
R. U. Abbasi, K. Kadota et al.,
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 3, 3984-3993 (2020) DOI: 10.1093/mnras/stz3618
- (12) 「個人認証を念頭に置いた表面筋電位を用いたジェスチャ識別」
芝田龍正, 三上剛, 秋月拓磨, 大前佑斗, 高橋弘毅,
知能と情報(日本知能情報ファジィ学会論文誌) 33, 549-554 (2021) DOI: 10.3156/jsoft.33.1_549
- (13) 「感染症病床リソースと外出自粛を導入したマルチエージェント環境によるウィルス感染症の伝播予測手法」
大前佑斗, 豊谷純, 原一之, 高橋弘毅,
知能と情報(日本知能情報ファジィ学会論文誌), 32, 998-1006 (2020) DOI: 10.3156/jsoft.32.6_998
- (14) 「時間駆動型の統計的仮説検証による有効な学習ログの早期検出アルゴリズムと CSCL システムへの実装」
大前佑斗, 古屋達郎, 水越一貴, 大島崇行, 榊原範久, 水落芳明, 八代一浩, 高橋弘毅,
電子情報通信学会論文誌 D, J103-D, 906-918 (2020) DOI: 10.14923/transinfj.2020JDP7012
- (15) 「初等教育機関における人工知能の教育実践とキャリア形成・動機付け・ルーブリックの関連分析」
大前佑斗, 古屋達朗, 松下将也, 水越一貴, 八代一浩, 高橋弘毅,
教育工学会誌, 44, 213-223 (2020) DOI: 10.15077/jjet.44046

◇ 国際会議

- (1) “Development of an optical and near-infrared telescope onboard the HiZ-GUNDAM mission”
Kohji Tsumura, et al.
Space Telescopes and Instrumentation 2020: Optical, Infrared, and Millimeter Wave, 14-18 December 2020
- (2) “High-z gamma-ray bursts unraveling the dark ages and extreme space-time mission: HiZ-GUNDAM”
Daisuke Yonetoku, Kohji Tsumura et al.
Space Telescopes and Instrumentation 2020: Optical, Infrared, and Millimeter Wave, 14-18 December 2020
- (3) “SPICA Mid-infrared Instrument (SMI): The latest design and specifications”
Takehiko Wada, Kohji Tsumura et al.
Space Telescopes and Instrumentation 2020: Optical, Infrared, and Millimeter Wave, 14-18 December 2020
- (4) “Development of EXo-Zodiacal Infrared Telescope (EXZIT) for observation of visible and near-infrared extragalactic background light”
Kei Sano, Kohji Tsumura et al.
Space Telescopes and Instrumentation 2020: Optical, Infrared, and Millimeter Wave, 14-18 December 2020
- (5) “Pre-flight optical test and calibration for the Cosmic Infrared Background Experiment 2 (CIBER-2)”
Koji Takimoto, Kohji Tsumura et al.
Space Telescopes and Instrumentation 2020: Optical, Infrared, and Millimeter Wave, 14-18 December 2020
- (6) “Estimation of the fraction of life-bearing planets that evolve intelligence f_i in the Drake equation by the terrestrial extinction history”
Tsumura Kohji, JpGU-AGU Joint Meeting 2020, 12-16 July 2020

◇ 国内会議

- (1) “Development of an optical and near-infrared telescope onboard the HiZ-GUNDAM mission for observing gamma-ray bursts from gravitational wave sources”
Kohji Tsumura, The Fourth Annual Area Symposium Online: Gravitational wave physics and astronomy: Genesis, 2021年2月22日
- (2) 「HiZ-GUNDAM 搭載の可視・近赤外線望遠鏡の開発」

津村 耕司, 米徳 大輔, 土居 明広, 川端 弘治, 松浦 周二, 野田 博文, 宮坂 明宏, 秋田谷 洋, 佐野 圭, 大橋 秋聡, 栗又 美紅, 川田 祥克, 第 21 回 宇宙科学シンポジウム 2021 年 1 月 6 日

- (3) 「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」
長谷川 京吾, 高木 直行、日本原子力学会 2020 年秋の大会 2020 年 9 月 16 日
- (4) 「使用済み燃料を活用した宇宙用超小型原子力電池の設計」
櫻井 祐希, 高木 直行、日本原子力学会 関東・甲越支部 第 14 回学生研究発表会—原子力・放射線分野—2021 年 3 月 4 日

◇ 書籍

- (1) Kazuki Sakai, Yuto Omae, Hirota Takahashi,
"Ensemble Denoising Autoencoders: Ensemble Learning for a Noise Reduction (Chapter 2) ", Yi-Tung (Andy) Chan (Ed.), An Introduction to Approaches and Modern Applications with Ensemble Learning, Nova Science Publishers, Inc., (Hauppauge) New York. 2020.11. (ISBN: 978-1-53618-680-2)
- (2) Hirota Takahashi,
"Method of Gravitational Wave Search Based on Adaptive Time-Frequency Analysis and Machine Learning - Making waves in astrophysics-", Impact, Vol.2020, No.5, pp.43-45, 2020.11.
DOI: 10.21820/23987073.2020.5.43

■ 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：0 名、修士課程：4 名、学部生：18 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) 2020 年度直接経費：490 万円 「重力波源からのガンマ線バーストを観測する衛星搭載赤外線望遠鏡の開発」研究代表 (津村)
科学研究費補助金 国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B)) 2020 年度直接経費：390 万円 「観測ロケット実験 CIBER-2 による赤外線背景放射観測で探る隠された星形成史」研究代表 (津村)
委託研究、国立天文台：大学支援経費 2020 年度直接経費：401 万円 「木星表面の発光現象モニター観測から探る、太陽系内小天体のサイズ分布」研究代表 (津村)
科学研究費助成事業 基盤研究 (C) 2020 年度直接経費：160 万円 「遠隔アクティブラーニングを AI を用いて支援するポートフォリオの開発」研究代表 (高橋)
科学研究費補助金、新学術領域研究 (研究領域提案型) 領域番号 2905 「重力波物理学・天文学：創世記」2020 年度直接経費：550 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 (高橋)
科学研究費助成事業 基盤研究 (B) 2020 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 (高橋)
科学研究費助成事業 基盤研究 (C) 2020 年度直接経費: 290 万円 「逆運動学によって完全にタグした超高速中性子ビームの開発」研究代表 (西村)
精密測定機器技術振興財団 精密測定技術振興のための調査・研究事業 2020 年度直接経費:216 万円 「チェレンコフ光を利用した重イオンビーム精密速度測定システムの開発」研究代表 (西村)
他 3 件 合計 103 万円 研究分担 (高橋)

■ 社会貢献

- ◇ NHK 文化センター仙台教室「はやぶさ 2 の活躍を振り返る」講師 2021 年 3 月 13 日 (津村)
- ◇ 朝日カルチャーセンター横浜教室「最先端天文学で解き明かす 色とりどりの宇宙」講師 2021 年 3 月 6 日 (津村)
- ◇ 出張授業: 福岡県立修猷館高等学校「宇宙生物学について」2021 年 1 月 13 日 (津村)
- ◇ サイエンスキャッスル 2020、講師・審査員 2020 年 12 月 20 日 (津村)
- ◇ 第 10 回天文宇宙検定 2 級解説 2020 年 11 月 23 日 (津村)
- ◇ 栄光サイエンスラボ オンラインスペシャリスト講座「地球外生命をどうやって探す?」2020 年 11 月 8 日 (津村)

◇ 委員

氏名	委員名一覧
津村	日本天文学会 第 6 期代議員 日本天文教育普及研究会 広報担当理事・全国選出代議員

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

- 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

2020年度はコロナ禍の影響下、研究が計画通りに進捗しなかったため、下準備などに充てられ、次年度に研究成果が繰り越しとなったケースがあった。また、ユニット間の連携がほとんど行われなかったのも反省点である。次年度は、当初予定していた研究成果を確実に挙げるとともに、テーマによってはユニット横断で連携するような機構としての取り組みを拡大していく。

未来都市機構グリーンインフラ研究ユニット

グリーンインフラ研究ユニット
ユニット長 飯島健太郎

■ 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

小流域の減災の方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ワークショップ等通じて構築することができた。農住混在地域における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。緑道空間の再整備の効果と利用者ニーズを明らかにするとともに、Covid-19による緑地ニーズを明らかにした。併せて緑地利用における地域への経済活動などの有効な波及効果を明らかにした。

◇ 次年度への展開

未来社会の生活変容の視点に立脚したGIの公益性とコミュニティ形成の相乗的効果に鑑み、コミュニティ形成の意識構造の把握と共に屋外空間の価値創造に言及する。具体的には緑地空間の快適性評価、愛着と活動参加の意識構造、都心部の屋外空間活用事例とエリアマネジメント、都市の街路・緑道におけるGI機能の複合化への社会的価値の評価、農住混在・地域資源循環の生態系サービス活用による社会的インパクト評価について研究する。

■ 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の研究（横田先生）

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。中堀川下流域における住民とのワークショップを通じて、小流域区分・地表水の流向の把握、土地利用分水と雨水流出量の推定、下水道の位置や浸水ハザードマップ、市民の要望を整理したインタレストマップ作成を行い、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た。地域住民のインタレストとしては、治水について「浸水被害」「大雨時の増水」、生活について「道路の拡幅」、住民活動について「河床へのアクセス性改善」、環境・景観について「在来魚の遡上」、「ホテルの生息環境の再生」、「渓谷景観の再生」、「滝の流量」、といった事項が挙げられた。これらのインタレストと、小流域を単位として集水可能な表流水の水量と小流域間の接続性を情報化し、相互が重複する重要地点でのアクションとして、「学校菜園・駐車場での雨水貯留・浸透」「神社参道・駐車場等での浸

透促進」「社寺林の谷底での雨水貯留と滝への段階的放流」「ホタル水路創出と流量計測」といったアクションと導入箇所を選定し、GI再生ビジョンに反映できた。

【テーマ2】都市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（横田先生）

東京23区で都市農地の残存面積が最多である練馬区を対象に、都市農地が混在しながら残存する市街地環境に応じて、居住者が得られる生態系サービスのシナジーの関係性がどのように異なるかを明らかにすることを目的とした。都市居住者が日常生活で認知する代表的な生態系サービスの組み合わせを全区住民アンケート調査によって把握し、居住する町丁目における農住混在形態との関係性を分析した。生態系サービスのシナジーについては、「常に2つの生態系サービスの受益を認知している状態」と定義し、代表的な2つの生態系サービスの両立度（10段階評価）／それぞれの生態系サービスの享受度（10段階評価）を算出し、農地混在形態の異なる町丁目タイプごとに、シナジーの機会と生態系サービスの組み合わせとの対応関係を、対応分析により把握した。

全420件の有効回答にもとに分析した結果、居住する町丁目によらず、「四季折々の緑を楽しめる」「街の景観を向上させる」がシナジーにおいて重要なサービスであった。「炭素固定」や「雨水の浸透・貯留」に対する認知は低かった。一方、農住混在地域の面積割合が高い町丁目の居住者は、とくに自宅周辺の散策時において、自宅からより近い場所にある農地環境から複合的な恵みを実感しやすく、「新鮮な農作物が食べられる」×「生き物の生息環境を提供する」という生産物・生態系シナジーが強い傾向にあることが示唆された。

【テーマ3】緑道の多面的機能に対する地域住民の評価（丹羽先生）

(1) 緑道の機能・サービスが住民の「満足度」に及ぼす影響 -COVID-19による影響を加味して-

COVID-19状況下、地域住民はどのように緑道を利用したのか？地域住民が緑道に求める機能とサービスは何か？というRQを掲げて、住民にアンケート調査を行った。COVID-19によって緑道利用の実態・意識がどのように変化したかを分析した結果、「緑道に対する愛着」は23.4%が増加、「緑道を守りたい」という保全意識は30.8%が増加した。また港北NTのGreenwayで行われている11の整備項目に対して、住民の満足度を比較した結果、満足度が高い項目は「園路の幅員確保(63.0%)」、「園路の舗装整備(58.0%)」、「生態系の保全(53.8%)」であった。一方で満足度が低い項目は、「防犯面の配慮(19.6%)」、「自転車と歩行者の衝突回避対策(27.8%)」であった。愛着が増加した人は減少した人に比べ「今後も緑道を利用したい」確率が2.14倍、「緑道の価値は高い」確率が1.94倍、「人に緑道をすすめたい」確率が2.77倍であった。COVID19状況下で散策・憩いが増加した人ほど総合満足度が高いことがわかった。

(2) 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

港北ニュータウンにあるGMS(グリーンマトリックスシステム)を対象に、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した。再整備が行われた「せせらぎ公園」を対象に歩行者と自転車の行動観察調査を行い、「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」の再整備に対してどの程度満足しているかを明らかにすると共に、何が改善項目なのかを抽出し、さらに「今後の緑道再整備において、どのような整備・維持管理が必要だと思いますか？」という質問に対する自由記述を対象に、テキストマイニング分析を行い、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。

【テーマ4】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。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

(1) 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

◇ 国際会議

◇ 国内会議

(1) 滝澤恭平、池田正、吉原哲、横田樹広：都市部の小流域におけるグリーンインフラ導入に向けた市民協働型計画立案プロセス、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。

(2)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.

(3)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.

(4)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.

◇ 作品

◇ 特許

横田樹広：清水建設株式会社 街区レベルの緑地による雨水流出抑制機能評価に関する研究（評価手法の特許出願）

◇ 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	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	流域環境、生態系サービス
准教授	丹羽由佳理	[環境学部]兼務	都市計画、コミュニティ

◇ 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

清水建設株式会社、街区レベルの緑地による雨水流出抑制機能評価に関する研究、1,500,000円（横田）
竹中工務店株式会社、バイオマス資源の地域循環に資する社会経済システムに関する研究、450,000円（横田）
川崎市新都心街づくり財団、郊外住宅地の緑の効用についての研究—緑のストックにおける生態系サービス・ネットワークとその便益の評価、1,200,000円（横田）

■ 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 3 件 作品 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

日立、JR 東海、公園財団

■ 社会貢献

◇ 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

◇ 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、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
丹羽由佳理	神奈川県環境影響評価審議会委員 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

■ 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)実験群集流の高機能センシング技術の開発、2)実験群集流のサービス水準別にみた非定常現象のトラッキング解析、3)商店街空間における社会実験を通じた滞留行動と通過交通の連関研究、4)マイクロモビリティの回避挙動とその感性評価を主として行い、これらの研究・課題シーズを元に JSPS 科研費・JST A-STEP 等外部資金申請を行った。

◇ 次年度への展開

具体的な評価シミュレーション場の構築に向け、2020 年度取組みを更に発展させる。具体的には、1)オクルージョンフリーな群集流センシング技術の模索、2)TOD 駅環境等の実フィールドでの混雑群集流のカメラトラッキング実験実施、3)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、4)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・外部資金獲得に尽力する。

■ 成果の紹介

【テーマ1】実験群集流の高機能センシング技術の開発（宮地・野中・関口）

東京都市大学総合研究所・インテリジェントロボティクスセンタ内のモーションセンサシステムを用い、実験群集流・歩行者回避性状の高機能センシング実験を行った。都市オープンスペース等での通勤群集は、通常 0.7-1.2[人/m²]を呈すため、各歩行者の動的位置のセンシング時には、人垣による視覚的遮蔽が発生する。本実験ではこの遮蔽状態を意図的に作り出し、隠れてしまうオクルージョン分をカルマンフィルタにて推定し、動的な未来を確率分布として予測するアルゴリズムの開発を行った。またセンシング側において、同アルゴリズムを OpenPose プラットフォームに組込むことで精度向上が見込めることが確認された。併せて渋谷駅・品川駅周辺環境での一般群集流動画像を用い、OpenCV 学習済データから、機械学習により人物検知実験を行い、各歩行者の挙動キネメーション抽出が可能となった。総じて以下の知見・課題を抽出し今後の研究余地を見出した。

- 前後向歩行者の検知精度は良いが、横向き時見地精度を向上させるべく OpenCV 学習を進める
- カルマンフィルタ位置推定アルゴリズムの OpenPose プラットフォームへの組込を進める
- 「動的な未来」と「歩行者挙動の実測値」の星合い値の精査・追求

【テーマ2】実験群集流の密度別にみた非定常現象のトラッキング解析（高柳・野中）

人は群集を成すと「小集団化」し効率よく動く事が既往の研究から明らかであるが、その「しきい

値」は不明瞭とされ、ななめ横断のできる/できないで判断が可能である。混雑を呈する都市の歩行空間では通常、群集密度 0.8-1.2[人/m²]の密度域を境に「歩きにくさ」が増大するとされているが、このことが特異な非常常現象（小集団化）にて現示される。そこで本テーマは、インテリジェントロボティクスセンタ内のモーションセンサシステムを用い、密度別群集流への単独歩行者の斜め横断事象の再現と、各歩行者挙動のトラッキング解析を行った。実験群集流は被験者 10 名から構成し、密度 0.59・0.83・1.23・2.04[人/m²]、横断角度 15・45・75[deg.]の条件で実施した。結果、密度 0.83[人/m²]すなわち個体間距離 1.1[m]を境に、どの角度においても横断困難を呈することがわかった。これは既往研究で示されていた個体間距離の域値 0.91[m]より長いことが分かった。総じて以下の知見・課題を抽出し今後の研究余地を見出した。

- 小集団化現象の域値は、公衆空間では 0.91[m]、実験室実験では 1.1[m]見当となる事
- モビリティ制御応用の際は、単独回避時 1.2~1.7[m]を Gating Area になると示唆された事
- モビリティ制御応用に向け、対車両での実験実施を予定

【テーマ3】 商店街空間における社会実験を通じた滞留行動と通過交通の連関研究（宮地・末繁）

本テーマは都市空間における滞留と車両の親和性・連関を見るべく、世田谷区尾山台商店街メインストリートを対象空間とし、コミュニティイベント催事と前面通過交通の挙動解析を行った。調査の狙いとしては、次世代モビリティ投入下での、安全・安心な「回避距離」を知ることと、滞留形成の様態と都市速度の変化・適した共存方法の導出を行うことにある。調査にあたっては、商店街メインストリートの様子を上方固定動画カメラにより撮影し、AI 画像解析により「滞留者・通過車両」の挙動抽出を行った。イベント催事会場は 2x6[m]の人工芝に、単座チェア 2 台、3・4 座のキャンピングテーブルセット、幼児等向けの遊具を用い実施した。3 名以上で行う複数活動（交流活動）については 191 事象、単独客の利用による単独活動は 135 事象を挙動抽出元とした。今回の実験では車両通行のない時間帯の撮影であったため、車両は自転車に限られたが、単独活動事象での通過交通の平均速度が 2.7[m/sec.]であったに対し、交流活動事象では平均 2.25[m/sec.]と顕著な低下が見られた。総じて以下の知見・課題を抽出し今後の研究余地を見出した。

- 滞留人数が多いほど「滞留者に近いほど」通過車両の速度低減をきたす
- 単独活動より複数活動（交流活動）の方が、速度低減をきたす
- 次年度以降、滞留者挙動の種別と速度低下の連関を見出す想定にて実験実施を予定

【テーマ4】 マイクロモビリティの回避挙動とその感性評価（杉町・高柳）

本テーマは都市の自由歩行空間に対し、親和性の高い次世代モビリティの仕様を見出すことを狙いとし、リーナーの運転挙動と傍観する歩行者から見た感性評価実験を行った。今後普及が見込まれるリーナー開発においては、傾きの度合いや転回挙動に起因する「恐怖感・安心感」への配慮が重要視される。本実験では、実機実験に先立ち、デジタル仮想空間での車両実験装置 Driving Simulator を用い、直進通過・転回を伴う通過の 2 パタンの運転挙動を再現し、近傍に立つ当事者評価 A と、その接近事象を離れた位置から観察する遠巻き評価 B の 2 視点・被験者 10 名において、生理計測装置による心拍・発汗の遷移を調べた。結果心拍上昇については主だった傾向が看取されなかったが、発汗傾向については平常時の指標値 80 に対し、当事者評価 A・B とも指標値 93 までの上昇が見られた。総じて以下の知見・課題を抽出し今後の研究余地を見出した。

- 「当事者評価 A」の発汗傾向について全体的な傾向一致を確認した
- 「遠巻き評価 B」でも発汗傾向に強い相関が見られた
- 社会親和性・他者視点での恐怖心への配慮を強め、次年度実機実験の実施を予定

■ 研究業績

- ◇ 査読付き論文
(本年度は準備段階につき提出なし)
- ◇ 招待講演
(本年度は準備段階につき提出なし)
- ◇ 国際会議
(本年度は準備段階につき提出なし)
- ◇ 国内会議
(本年度は準備段階につき提出なし)
- ◇ 作品
(本年度は準備段階につき提出なし)
- ◇ 特許
(本年度は準備段階につき提出なし)
- ◇ 受賞
(本年度は準備段階につき提出なし)

■ 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・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
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
講師	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
教授	野中 謙一郎	[理工学部]兼務 (オブザーバ)	PV/自動運転車椅子制御

- ◇ 学生数 博士後期課程： 1名、修士課程： 2名、学部4年生： 0名

■ 主要な外部資金

(本年度は準備段階につき獲得中)

■ 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

博士後期課程

■ 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」

◇ 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
宮地 英生	可視化情報学会 理事
宮地 英生	日本シミュレーション学会 理事
野中謙一郎	計測自動制御学会 先端制御技術のビークル応用調査研究会 委員
野中謙一郎	計測自動制御学会 メカトロニクス研究会 主査
関口 和真	計測自動制御学会 会員サービス委員会 委員
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

以上

未来都市研究機構 IoT&情報通信技術研究ユニット

IoT&情報通信技術研究ユニット
ユニット長 田村慶信

■ ユニット概要

クラウドコンピューティングやエッジコンピューティングといったビッグデータを背景にもつネットワークサービスやそのインフラの信頼性確保と運用管理技術の開発、および無線給電技術などに関する情報基盤技術に関して研究している。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

確率微分方程式を用いたモデル化に関して、ネットワーク環境における不規則な現象に対して、白色雑音に基づく Wiener 過程およびジャンプ拡散過程により近似的に表現し、具体的数値例とともに実験結果を示した。無線電力給電に関して、電力伝送効率を改善・制御するワイヤレス結合回路 (SP-PS 回路) を提案してこの効果を検証した。IoT 応用見守り技術に関して、屋内での高齢者等の動きをセンサネットワークで見守るための位置推定精度を2つの機械学習アルゴリズムで比較した。インフラの運用管理技術に関して、複数のデータ間の関連性に着目し、従来手法では予測が困難な需要変動を予測可能とするマルチモーダル需要予測法を考案し、シミュレーションにより有効性を確認した。ラベルなしデータを活用することで人手がかかるデータへのラベル付き作業を削減する半教師あり学習をネットワーク侵入検知システムやLTE基地局データ分析へ適用し有効性を確認した。

◇ 次年度への展開

クラウド・エッジコンピューティングの情報基盤技術の研究を軸にしつつ、IoT の都市への応用について研究を広げていく。都市における人流をリアルタイムに計測し、都市計画、商業施設運営、社会活動支援、感染症対策などの様々な応用の基盤となる人流の計測・収集・分析基盤をエッジ・クラウドコンピューティングを用いて実現していく。キャンパス内での人流の計測・収集・分析基盤システムを実装し、実証実験を進めつつ、大規模化やプライバシー保護などの技術課題を検討しながら、都心エリアや大規模イベントへの展開も検討していく。

■ 成果の紹介

【テーマ1】ビッグデータの研究 (田村)

5Gおよびエッジコンピューティングやモバイル機器の普及により、身の回りのありとあらゆるものがインターネットに接続され、日々の生活から膨大なデータが生成・収集されている。エッジ環境におけるノードの最適配置問題は複雑である。複雑化した要因の全てを包括することは困難であるため、それらの外乱による影響や相互作用を白色雑音として組み込み、確率微分方程式モデルの適用を検討してきた。今年度は、クラウドOSSに対するフォールト修正時間の予測、オープンソースソフトウェアに対する大規模障害データ分析、オープンソースプロジェクトに対する一般化ジャン

ブ拡散過程モデルの提案, 判別分析とジャンプ拡散モデルに基づく OSS フォールトビッグデータ分析, 2次元 Wiener 過程モデルと GA に基づく OSS 開発エフォートの最適化, エッジコンピューティングに対する確率微分方程式モデルに基づくパフォーマンス評価, オープンソースプロジェクトの工数管理のためのジャンプ拡散過程モデルについて知見をまとめて査読付きジャーナル論文あるいは査読付き国際会議論文に発表した. また, フォールトビッグデータに対する深層学習に基づく統計的 EVM 分析, フォールトビッグデータに対する深層学習に基づく故障発生時間間隔の推定手法について国際会議で招待講演を行った.

【テーマ2】IoT デバイスの研究 (柴田)

安定的な電力供給については電線を敷設することなく1メートル以上の距離を隔てて電力伝送を行える磁界共鳴型無線電力伝送技術を用い, その給電効率を最大化するネットワーク制御を実装して多数のセンサ端末の設置, 運用の容易化を可能とする. 多数のセンサ端末に電力消費状況に応じて効率的に給電を行うシステム技術を開発して従来の配線工事や電池交換, 充電にかかる設置, 運用コストを25%以下に削減する. 無線電力給電に関して, 電力伝送効率を改善・制御するワイヤレス結合回路(SP-PS回路)を提案してこの効果を検証した. IoT 応用見守り技術に関して, 屋内での高齢者等の動きをセンサネットワークで見守るための位置推定精度を2つの機械学習アルゴリズムで比較した.

今年度は, 通信用高速デジタル信号処理装置実装用チップ部品の特性評価, 磁界共鳴型無線電力伝送の効率最適化制御方法の提案と評価, 磁界共鳴型無線電力伝送の結合回路設計とシミュレーション手法について知見をまとめて査読付きジャーナル論文あるいは査読付き国際会議論文に発表した. また, センサネットワークを利用した高齢者見守り技術について国際会議で招待講演を行った.

【テーマ3】ネットワークの研究 (塩本)

統計的機械学習やデータマイニングを適用して, クラウド・エッジコンピューティングやコンピュータネットワークの運用に関して技術革新に取り組んでいる. 今年度は, 機械学習を用いたトラフィックログデータや装置ログデータ分析の研究に取り組んだ. LTE ネットワーク品質保証のための基地局 KPI データ分析手法, Few-shot 学習を用いた LTE ネットワーク品質保証のための基地局データ分析法, 半教師あり学習を用いた LTE ネットワーク品質保証のための基地局データ分析法, 半教師あり学習を用いた通信ネットワーク侵入検知方法について知見をまとめて査読付きジャーナル論文あるいは査読付き国際会議論文に発表した. 半教師あり学習を適用することで, ラベル付き学習データ数を削減しつつ十分な精度でクラス識別ができることを示した. ラベルなしデータを活用することで, 人手がかかるデータへのラベル付き作業を削減することが可能となり, 機械学習のネットワーク運用業務への適用範囲を広げた. また, 機械学習のコンピュータネットワーク管理への応用, 半教師あり学習と Few-shot 学習のコンピュータネットワーク管理への応用について国際会議で基調講演およびチュートリアル講演を行った.

今年度は, また, 複数のデータ間の関連性に着目し, 従来手法では予測が困難な需要変動を予測可能とするマルチモーダル需要予測に取り組んだ. モバイル通信のトラフィック量のように時空間の変動が激しい時系列データを予測する場合, 従来の統計的時系列モデルである Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) モデルでは十分な予測精度が得られなかったが, トラフィックを生成する元となる移動端末数を用いたベイズ推定モデルの構築に取り組んだ. 次年度に検討成果を論文にまとめて国際会議, ジャーナル論文へ投稿を計画している.

今年度は, さらに, コンピューティングインフラ基盤アーキテクチャを検討し, データ収集基盤のための環境整備として, NVMe over Fabrics 規格に準拠した Storage Area Network (SAN) の環境構築を進めた. 大容量の SSD を搭載したターゲット用サーバ PC ハードウェアとイニシエータ用クライアント PC ハードウェアを購入し, 1GBE と 25GBE を用いた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 (DAS:Direct Attached Storage) 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. 次年度は, その上で, 暗号技術を用いた非中央集権型の Decentralized Identifier (DID) を用いたオンチェーンデータの匿名化や暗号化のための標準 API を策定し, プロトタイプをソフトウェアで実装し, オンチェーンで持つデータとオフチェーンで持つデータの構成についてストレージの観点から何らかのガイドラインを示し, 知見をまとめて査読付き国際会議論文に投稿する計画である.

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

1. H. Sone, Y. Tamura, and S. Yamada, Stability assessment method considering fault fixing time in open source project, International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences, Vol. 5, No. 4, pp. 591-601, Aug. 2020.
2. Y. Tamura and S. Yamada, Large scale fault data analysis and OSS reliability assessment based on quantification method of the first type, Machine Learning and Knowledge Extraction, Vol. 2, No. 4, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, Switzerland, pp. 436-452, October 2020.
3. Y. Tamura, H. Sone and S. Yamada, Flexible jump diffusion process modeling for open source project assessment, International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, Vol. 27, No. 6, World Scientific, pp. 2050020-1--2050020-18, Dec. 2020.
4. Y. Tamura, H. Watanabe and S. Yamada, OSS project assessment based on discriminant analysis and jump diffusion process model for fault big data, American Journal of Operations Research, Vol. 10, No. 6, pp. 269-283, November, 2020.
5. K. Sugisaki, Y. Tamura, and S. Yamada, OSS effort expense optimization based on Wiener process model and GA, Journal of Software Engineering and Applications, Vol. 14, No. 1, pp. 11-25, 2021.
6. Y. Tamura and S. Yamada, Performance assessment based on stochastic differential equation and effort data for edge computing, Journal of Software Testing, Verification and Reliability (Article first published online: DOI: <https://doi.org/10.1002/stvr.1766>, 15 February 2021), John Wiley & Sons, February, 2021.
7. S. Aoki, K. Shiimoto and C. L. Eng, Few-Shot Learning and Self-Training for eNodeB Log Analysis for Service-Level Assurance in LTE Networks, IEEE Transactions on Network and Service Management (JCR-SI2019=5.213), vol. 17, no. 4, pp. 2077-2089, Dec. 2020, doi: 10.1109/TNSM.2020.3032156.
8. T. Shibata and Y. Kato, "Characterization of Multi-Layer Ceramic Chip Capacitors up to mm-Wave Frequencies for High-Speed Digital Signal Coupling," IEICE Transactions on Electronics, vol. E103-C, pp. 575-581, June 2020.
9. 居城貴良, 柴田随道, SP-PS 回路を用いた磁界共鳴型無線電力伝送の自動効率制御, 信学論, Vol. J104-C, No.05, May. 2021.

◇ 招待講演

1. S. Aoki, K. Shiimoto and C. L. Eng, Few-Shot Learning and Self-Training for eNodeB Log Analysis for Service-Level Assurance in LTE Networks, IEEE Transactions on Network and Service Management (JCR-SI2019=5.213), vol. 17, no. 4, pp. 2077-2089, Dec. 2020,

doi: 10.1109/TNSM.2020.3032156.

2. (Invited Lecture : 招待講演) Y. Tamura, K. Tada, and S. Yamada, Statistical EVM analysis based on deep learning for open source fault big data, Proceedings of the IEEE International Conference on Reliability, Infocom Technology and Optimization, Amity University, Uttar Pradesh, Noida, India, pp. 1-5 (Virtual mode), June 4-5, 2020.
3. (Invited Lecture : 招待講演) Y. Tamura, R. Ueki, A. Anand, and S. Yamada, Estimation of mean time between failures based on deep feedforward neural network for OSS fault big data, Proceedings of the 4th International Conference on Mathematical Techniques in Engineering Applications, Graphic Era Deemed to be University | Graphic Era Hill University Dehradun, Uttarakhand, India (Virtual mode), December 4-5, 2020.
4. (Tutorial : チュートリアル講演) K. Shiimoto, Semi-supervised Learning and Few-shot Learning in Data-Driven Management of Computer Networks, 2020 IEEE 21st International Conference on High-Performance Switching and Routing (HPSR 2020), Virtual Conference, May 2020.
5. (Keynote Talk : 基調講演) K. Shiimoto, Machine Learning for Data Mining in Computer Network, 7th IEEE International Conference on Consumer Electronics Taiwan 2020 (2020 ICCE-Taiwan), Taoyuan, Taiwan, Sept. 2020.
6. (Invited Lecture : 招待講演) T. Shibata, Elderly Care - Indoor Location Estimation Using a Wireless Sensor Network, 2020 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integrated Technology (RFIT2020), FR3C-1, p. 265, Hiroshima, Sept. 2020.

◇ 国際会議

1. Y. Tamura, K. Sugisaki and S. Yamada, Jump diffusion process model considering component dependency in open source project for development effort management, Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore, December 14-17, 2020, CD-ROM (Reliability and Maintenance Engineering 2).
2. K. Hara and K. Shiimoto, Intrusion Detection System using Semi-Supervised Learning with Adversarial Auto-encoder, NOMS 2020 - 2020 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium, Budapest, Hungary, 2020, pp. 1-8, doi: 10.1109/NOMS47738.2020.9110343.
3. S. Aoki, K. Shiimoto, C. L. Eng and S. Backstad, Few-shot Learning for eNodeB Performance Metric Analysis for Service Level Assurance in LTE Networks, NOMS 2020 - 2020 IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium, Budapest, Hungary, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/NOMS47738.2020.9110296
4. K. Hara, K. Shiimoto, C. L. Eng and S. Backstad, Automatic eNodeB state management in LTE networks using Semi-Supervised Learning with Adversarial Autoencoder, 2020 IEEE 21st International Conference on High Performance Switching and Routing (HPSR), Newark, NJ, USA, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/HPSR48589.2020.9098982
5. T. Ijiro and T. Shibata, Extension of the distance of wireless power transfer by using the SP-PS coupling circuit with coils of increased sizes, 2020 IEICE International Conference on Emerging Technologies for Communications, F2-6, online, Dec. 2020.

◇ 国内会議

1. 柳澤拓, 田村慶信, 山田茂, 「ソフトウェア安全度に基づく OSS に対するソフトウェア信頼性モデルとその評価」, プロジェクトマネジメント学会 2021 年度 春季研究発表大会予稿集, オンライン開催, pp. 34-39, 2021 年 3 月 11-12 日.
2. 曾根寛喜, 田村慶信, 山田茂, 「OSS 指向 EVM を用いた最適保守時間の導出とその検証」, プロジェクトマネジメント学会 2021 年度 春季研究発表大会予稿集, オンライン開催, pp. 107-114, 2021 年 3 月 11-12 日.
3. 杉崎航大, 田村慶信, 山田茂, 「3V モデルと開発工数を考慮した確率微分方程式モデルに基づく最適メンテナンス時刻の推定方法の提案とその比較」, プロジェクトマネジメント学会 2020 年度 秋季研究発表大会予稿集, オンライン開催, pp. 5-9, 2020 年 11 月 18-19 日.
4. 柳澤拓, 田村慶信, 山田茂, 「GUI を考慮した深層学習に基づく最適メンテナンス時刻の推定と最適プロジェクト人員数の推定」, プロジェクトマネジメント学会 2020 年度 秋季研究発表大会予稿集, オンライン開催, pp. 39-44, 2020 年 11 月 18-19 日.
5. 多田幸二郎, 田村慶信, 山田茂, 「OSS に対するディープラーニングに基づく移動平均線とボリンジャーバンドを用いた EVM による進捗管理手法と適合性評価」, プロジェクトマネジメント学会 2020 年度 秋季研究発表大会予稿集, オンライン開催, pp. 122-127, 2020 年 11 月 18-19 日.
6. 柳澤拓, 田村慶信, 山田茂, 「GUI を考慮した深層学習に基づく最適メンテナンス時刻の推定に関する考察」, 電子情報通信学会 技術研究報告[信頼性], オンライン開催, Vol. 120, No. 191, pp. 13-18, 2020 年 10 月 16 日.
7. 多田幸二郎, 田村慶信, 山田茂, 「OSS に対するディープラーニングに基づく EVM による進捗管理手法と適合性評価」, 電子情報通信学会 技術研究報告[信頼性], オンライン開催, Vol. 120, No. 191, pp. 7-12, 2020 年 10 月 16 日.
8. 東久保駿, 田村慶信, 山田茂, 「ビッグデータからの外的要因を考慮した大規模 OSS 開発工数管理のための一般化ジャンプ拡散過程モデル」, 電子情報通信学会 技術研究報告[信頼性], オンライン開催, Vol. 120, No. 191, pp. 1-6, 2020 年 10 月 16 日.
9. 田村慶信, 杉崎航大, 山田茂, 「3V モデルと開発工数を考慮した確率微分方程式モデルに基づく最適メンテナンス問題」, 電子情報通信学会 技術研究報告[信頼性], オンライン開催, Vol. 120, No. 96, pp. 13-18, 2020 年 7 月 11 日.
10. 田村慶信, 曾根寛喜, 杉崎 航大, 山田茂, 「ジャンプ拡散過程モデルに対する深層学習に基づくパラメータ推定手法」, 京都大学数理解析研究所講究録「不確実・不確定性の下における数理的意味決定の理論と応用」研究集会講究録, No. 2158, pp. 47-53, 2020 年 6 月.
11. 居城貴良, 柴田随道, 「SP-PS 回路を用いた磁界共鳴型無線電力伝送の効率自動制御方式の検討」, 電子情報通信学会 技術研究報告[エレクトロニクスシミュレーション], EST2020-2, pp. 7-10, 2020 年 5 月.
12. 鄭博俊, 中村航希, 柴田随道, 「後方散乱応答による構造推定のための多層構造等価回路モデル」, 電気学会 電子回路研究会, ECT-20-053, pp. 17-22, 2020 年 7 月.
13. 鄭博俊, 増田健史, 柴田随道, 「Neural Network Tensorflow を用いた位置推定システムの評価」, 電子情報通信学会 2021 年総合大会, C-15-24, 2021 年 3 月.
14. 増田健史, 柴田随道, 「人感センサを用いた階段の昇降移動の推定」, 電子情報通信学会 東京支部学生会第 26 回研究発表会, 講演番号 94, 2021 年 3 月.

◇ 作品

なし

◇ 特許

なし

◇ 受賞

1. 学生発表優秀賞, 柳澤拓, 田村慶信, 山田茂, 「ソフトウェア安全度に基づく OSS に対するソフトウェア信頼性モデルとその評価」, プロジェクトマネジメント学会, 2021 年 3 月 11-12 日.
2. 学生発表優秀賞, 杉崎航大, 田村慶信, 山田茂, 「3V モデルと開発工数を考慮した確率微分方程式に基づく最適メンテナンス時刻の推定方法とその比較」, プロジェクトマネジメント学会秋季大会, 2020 年 11 月 18 日.
3. 学生発表優秀賞, 柳澤拓, 田村慶信, 山田茂, 「GUI を考慮した深層学習に基づく最適メンテナンス時刻の推定と最適プロジェクト人員数の推定」, プロジェクトマネジメント学会秋季大会, 2020 年 11 月 18 日.
4. 技術委員会奨励賞, 鄭博俊, 「後方散乱応答による構造推定のための多層構造等価回路モデル」, 電気学会 電子回路研究会, ECT-20-053, pp. 17-22, 2020 年 7 月.
5. Student Presentation Award, T. Ijio, Extension of the distance of wireless power transfer by using the SP-PS coupling circuit with coils of increased sizes, 2020 IEICE International Conference on Emerging Technologies for Communications, F2-6, online, Dec. 2020.

■ 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	田村慶信	[情報工学部]兼務	人工知能, ビッグデータ分析
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
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

◇ 学生数 博士後期課程：0名、修士課程：7名、学部4年生：3名

■ 主要な外部資金

科研費基盤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)
科研費基盤C クラウドエッジ基盤に対する深層学習と数理モデルに基づくパフォーマンス最適化 (研究代表者: 田村慶信 2020年度-2022年度)

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 4件、国際会議 4件、国内会議 14件 作品 0件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

日本アイ・ビー・エム株式会社（情報サービス業）
 株式会社 JTB 情報システム（情報サービス業）
 富士通株式会社（製造業）
 キヤノン株式会社（製造業）
 株式会社日立システムズ（情報サービス業）
 凸版印刷株式会社（製造業）
 ブリヂストンリテールジャパン株式会社（製造業）
 沖電気工業株式会社（製造業）
 NEC ソリューションイノベータ株式会社（情報・通信業）
 富士ソフト株式会社（情報サービス業）
 三菱電機エンジニアリング（製造業）
 大学院進学など

■ 社会貢献

- ◇ 第 175 回 総研セミナー開催（2021 年 3 月 1 日）
 講演タイトル「IoT&情報通信技術 研究ユニット」成果報告

◇ 委員

氏名	委員名一覧
田村慶信	日本信頼性学会 日本信頼性学会誌「信頼性」・編集委員会 委員長, プロジェクトマネジメント学会 理事, プロジェクトマネジメント学会 表彰委員会 副委員長, 日本信頼性学会 論文審査委員会 委員, A Member of the Technical Program Committee, The 2020 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore, December 14-17, 2020. A Member of the Technical Program Committee, The 4th International Conference on Mathematical Techniques in Engineering Applications (ICMTEA2020), Graphic Era (Deemed to be University, Dehradun, Uttarakhand, India, 4-5 December, 2020, A Member of the Technical Program Committee, The 9th Asia-Pacific International Symposium on Advanced Reliability and Maintenance Modeling (APARM 2020), Vancouver, Canada, 20-23 August 2020. A Member of the Program Committee, 26th ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, Miami, Florida, USA, August 6-8, 2020. A Member of the Program Committee, 10th International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering (QR2MSE 2020), Xi' an, Shaanxi, China, July 28-31, 2020. A Member of International Advisory Committee and Track Chair, The IEEE International Conference on Computational Performance Evaluation (ComPE-2020), North Eastern Hill University, Shillong, India, 2-4

	July, 2020.
柴田随道	電子情報通信学会 代議員, 電子情報通信学会 エレクトロニクスソサイエティ賞選奨委員長, 電子情報通信学会 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
塩本公平	情報通信研究機構 高度通信委託研究専門委員, 電子情報通信学会 調査理事, 電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究専門委員会 副委員長, IEEE Communications Magazine シリーズ編集委員, IEEE Transactions on Network and Service Management 編集委員, IEEE Communications Society Communications Quality & Reliability 技術委員会副委員長

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

このユニットは、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を研究している。本研究では、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する。日本独自の世帯の広さ及び気候や環境の特性、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、心理的要因等を総合的に勘案しつつ、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オフィスキットの詳細なデザインまでをアウトプットした。

◇ 次年度への展開

2021 年度は、2020 年度迄に視覚化した在宅ワークで必要となる「オフィスカー」と「オフィスキット」のモックアップ化を造り、それを土台とした未来の住まいの世界観を VR 化する。製作したモックアップと VR コンテンツを共同研究企業のモデルハウスに実装し、生活者の評価調査を継続する。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もとづいて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繋がる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

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オフィスキットの詳細なデザイン迄をアウトプットすることが出来た。

【テーマ2】町田市の2050年未来都市の研究

(未来都市研究機構都市マネジメントユニットとの協働)

シナリオプランニングという主に民間企業で用いられている将来予測の手法を取り入れて、町田市での未来対応策を研究するプロジェクトである。シナリオプランニング手法に基づき、政治や経済や社会、技術の専門家への未来予測に関するヒヤリング、町田市役所職員とのワークショップ開催を経て、不確実な未来に対し将来起こりうる姿を複数想定し、そこに至るまでのシナリオを纏めた。そして、今後具体的に未来シナリオへの対応戦略をまとめていく上での土台となる情報を纏めた。

■ 研究業績

◇ 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.

◇ 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, 査読を終え2021年6月公刊予定.

◇ 特集寄稿論文

- (1) 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年号掲載, 特集原稿寄稿, 2021年4月公刊予定.

◇ 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

◇ 国内会議

- (1) 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
- (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
- (3) 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

◇ 作品→特になし

◇ 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

◇ 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 年度研究奨励賞受賞

■ 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・ 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・ モビリティ

准教授	信太 洋行	都市生活学部 准教授	住宅の生産と流通 住まいの構法
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	斉藤 圭	都市生活学部 准教授	都市環境デザイン・ 都市環境解析
講師	諫川 輝之	都市生活学部 講師	都市計画・建築計画・ 防災計画

◇ 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

葉村機構長，北見ユニット長，林講師と共に今年度1000万円程度の研究資金を得て，上述した町田市の未来シナリオ研究を進めてきている。

■ 学生教育

上記の修士課程院生と学部4年生が支援者として関わった。

■ 社会貢献

◇ 第175回 総研セミナー開催（2021年3月1日）

講演タイトル「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）

講演タイトル「町田市の未来シナリオづくりに向けた専門家ヒヤリング」

◇ 委員

氏名	委員名一覧
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	高山市誰にも優しいまちづくり推進会議 会長
西山 敏樹	小田原市スマートシティプロジェクト 会長

以 上

未来都市研究機構 都市マネジメント研究ユニット

研究ユニット長 北見 幸一

■ 研究ユニット概要

マクロ・ミクロに両側面から、地理情報などのデータ活用・それらを通じた EBPM の推進、都市のブランド化・市民コミュニケーションの促進など、両レベルの接点となる住民自身が持続可能な状態に向かう、都市マネジメントの要諦（関係性・意思決定要因）を明らかにしていく。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

コミュニティレベル（ミクロ）では、港区芝三丁目地域住民ニーズ意識調査を実施。都市レベル（マクロ）では、全国自治体対象意識調査を実施（320 件回収）および、スーパーシティ・スマートシティを目指す自治体の住民 4000 名を対象に意識調査を実施。あわせて、町田市未来都市研究 2050 において、ブランド調査・専門家ヒアリング・ワークショップを通じ、2050 年に向けた未来シナリオを策定。

◇ 次年度への展開

コミュニティレベル（ミクロ）では、港区芝三丁目の低未利用地（通称：芝のはらっぱ）で SNS 等マネジメントツールのプロトタイプを作成し、データの取得を準備する。都市レベル（マクロ）では、「前橋市スーパーシティ構想」の連携事業者として、前橋市の「スーパーシティ×スローシティ」への変容プロセスにおけるファイナンスとマネジメントのあり方について検討を行う。町田市未来都市研究 2050 は、未来シナリオに対応する戦略を検討する。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】都市のオープンスペースにおけるコミュニティ・マネジメント研究

都市の特定中数＝コミュニティに向けた情報技術を活用したプラットフォームを開発し、都市の低未利用地の運用を通じて、自立的なコミュニティにおける都市マネジメント技術を検討・検証。2020 年度は、オープンスペース（港区芝三丁目）の周辺地域住民を対象にニーズ意識調査を実施し、本年度のマネジメントツールのプロトタイプ開発に向けた検証を行う。

【テーマ 2】スーパーシティへの変容プロセスにおけるマネジメントのあり方研究

内閣府が募集するスーパーシティ申請に向けた「前橋市スーパーシティ構想」の連携事業者という

位置付けで、「スーパーシティ×スローシティ」への変容プロセスにおけるファイナンスとマネジメントのあり方の検討と協働を前橋市と取り組む。都市マネジメント研究における基本データセットとして、全国「市」レベル(東京 23 区特別区含む)の自治体の都市マネジメント・政策・企画に関する実務担当者を対象に意識調査(320 件回収)を実施、分析は 2021 年度に行う。また、スーパーシティ・スマートシティを目指す自治体の住民 4000 名を対象に意識調査を実施。居住する住民の都市問題に関する認識、「スマートシティ」への認識・評価、公民連携・共創への認識・評価等を把握し、都市マネジメント意向の違いにより、住民の自治体に対する評価の相違などを把握し、都市マネジメントのあり方を検討に資する。

【テーマ 3】町田市未来都市研究 2050

ヒューマン・センタード・デザイン研究ユニットと共同で「町田未来都市研究 2050」を実施。不確実性を前提としてシナリオプランニングの手法に基づいた、複数の「未来シナリオ」を抽出し、町田市が取るべき都市戦略を描き出すための研究を推進。2020 年度は、市民(町田市、八王子市、所沢市、柏市の 4 市約 4000 人) アンケートによる「ブランド調査」、政治、経済、社会、技術など各分野の有識者・専門家に 2050 年の未来やそこに至る分岐点などについて聞いた「専門家ヒヤリング」、これらの研究活動を通じて抽出されたキーワードから、都市大研究者と町田市職員が協働して実際にシナリオを作成する「ワークショップ」を実施。

■ 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、ブランド戦略
教授	沖浦 文彦	[都市生活学部]兼務	都市開発プログラムマネジメント研究
准教授	坂倉 杏介	[都市生活学部]兼務	コミュニティ・マネジメント研究
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・交通工学・データサイエンス
講師	橋本 倫明	[都市生活学部]兼務	ダイナミック・ケイパビリティ研究
教授	葉村 真樹	総合研究所	

■ 主要な外部資金

民間企業 有限責任監査法人トーマツ 2020 年度直接経費: 100 万円
「日本のスマートシティにおけるファイナンスのあり方」研究代表 (沖浦)

■ 社会貢献

- ◇ 「町田市 2050 年の未来を考える」シンポジウム報告会開催（2021 年 3 月 26 日）
講演タイトル「町田市 2050 年の未来を考える」

「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

2つのモデルコミュニケーション（①現実世界では知らない人同士によるインフォーマル対話、②オフィスミーティング）を対象に、2つの要因（アバターの非言語情報の表現方法、アバターの視点）が、コミュニケーション（①は自己開示、②は議論生産性や集団力学）に及ぼす影響を明らかにするために、4つの実験（54組108名、15組30名、18組36名、24組96名）を実施し、行動・生理・心理に関するデータを収集した。

◇ 次年度への展開

- 2020年度に実施した4つの実験で収集したデータを分析し、論文化を進める。
- 新たに2つのモデルコミュニケーションを対象に、アバターに関する諸要因がコミュニケーションに及ぼす影響を検討するための実験を実施する。

■ 成果の紹介

【実施した4つの実験の概要】

	実験要因	原因 (独立変数)			結果 (従属変数)	サンプルサイズ
		実験要因の水準				
		水準1	水準2	水準3		
実験1	アバターの外見	REALISTIC (ユーザの外見に近い)	SIMPLE (性別年齢等を秘匿)	VIDEO (ビデオチャット) コントロール条件	自己開示 の程度 他	54組108名 (2名1組)
実験2	アバターの視点	1PP (一人称視点)	3PP (三人称視点)		自己開示 の程度	15組30名 (2名1組)
実験3	アバターの非言語行動の情報量	RICH (ジェスチャあり= ユーザの動きに追従)	POOR (ジェスチャなし= ユーザの動きを秘匿)		自己開示 の程度	18組36名 (2名1組)
実験4	アバターの外見	REALISTIC (ユーザの外見に近い)	SIMPLE (性別年齢等を秘匿)	VIDEO (ビデオチャット) コントロール条件	議論の 生産性 他	24組96名 (4名1組)

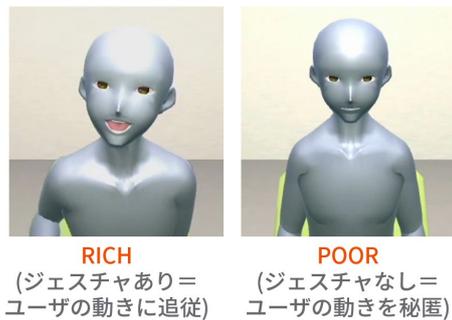
実験 1



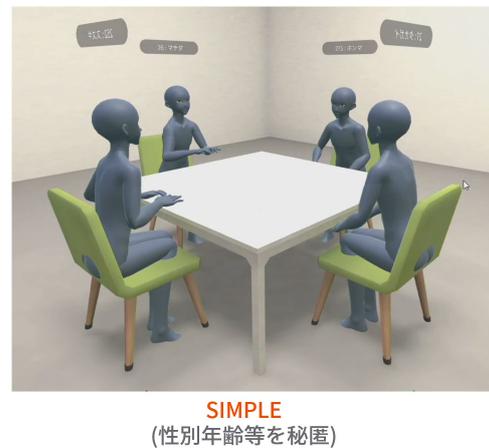
実験 2



実験 4



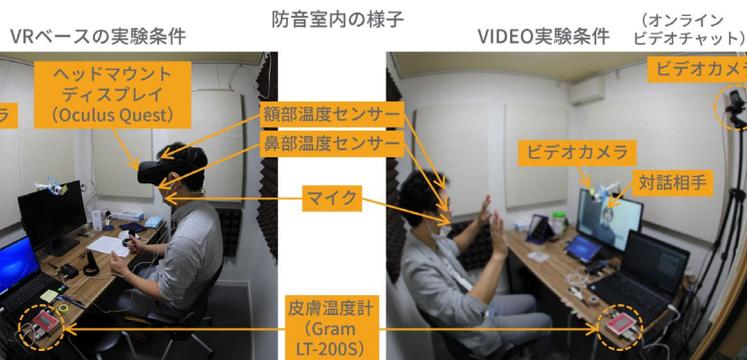
実験 3



【実験で収集したデータ】

収集するデータ			評価指標のタイプ	
行動	言語行動	発話	客観・主観	量的・質的
	非言語行動	身体動作（ジェスチャー、表情、姿勢等） 音声の韻律的特徴（声色、声のトーン等）	客観	量的・質的
生理	生理的反応	抹消皮膚温（交感神経の活発さ）	客観	量的
		呼吸（交感神経・副交感神経の活発さ）	客観	量的
認知・心理	アンケート回答	<ul style="list-style-type: none"> ■ 寺崎らの[多面的感情状態尺度] ■ 丹波・丸野の[自己開示の深さを測定する尺度] ■ Millerらの[自己開示に影響を与える他者の評価] ■ Governらの[状況的自己認識尺度] ■ Dillardらの[関係性コミュニケーション尺度] ■ Gonzalez-Francoらの[VR空間における身体性に関する尺度] 	主観	量的
	インタビュー	発話	主観	質的

【実験環境】



■ 研究業績

◇ 国内会議

- (1) 宮地英生, 市野順子, 井出将弘, 岡部大介: Vtuber ソフトウェアを用いたアバター講義, 第 14 回 金沢コンピュータグラフィックス談話会, 2020.12.
- (2) 市野順子, 宮地英生, 岡部大介, 井出将弘, 横山ひとみ, 浅野裕俊: VR×社会的交流の場の創生—バーチャル空間で人との心の距離を縮める—, 令和 2 年度東北大学電気通信研究所共同プロジェクト「未来型オフィス空間とインタラクション」, 2021.2. (報告書は後日ウェブ掲載)
- (3) 市野順子, 宮地英生, 岡部大介, 井出将弘, 横山ひとみ, 浅野裕俊: VR×社会的交流の場の創生—バーチャル空間で人との心の距離を縮める—, 未来都市研究機構研究報告(第 175 回総研セミナー), 2021.3.

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
ユニット長・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
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：0名

■ 主要な外部資金

民間企業（1社）、共同研究費、直接経費 510 万円、2020/7～2021/3 「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）
立石科学技術振興財団、研究助成(A)、直接経費 247.5 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）
GMO インターネット財団、研究助成、直接経費 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）

以 上

■ FUTURE-PV 研究室の概要

2050 年までに数 10 テラワットの太陽光発電を導入するため、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、軽量フレキシブルなタンデム太陽電池応用や光無線給電応用にむけた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

アモルファス SiO 系のパッシベーション膜を用いた厚さ 100 ミクロンの Si 太陽電池でエネルギー変換効率 22.5%、85 ミクロンの Rib-Si 太陽電池で 20.7%を得た。また、IoT 機器電源への応用を目指したフレキシブル 6 接合アモルファス Si 太陽電池で、開放電圧 4.0 V 以上を達成した。

◇ 次年度への展開

Si 太陽電池のエネルギー変換効率をいっそう向上させるための研究開発を行うとともに、多接合太陽電池の要素技術開発を行う。トップセルとして InGaP やペロブスカイトを、ボトムセルに Si を用いたタンデム太陽電池の開発、さらには、ボトムセルとして Ge を加えたトリプル接合太陽電池の要素技術開発を行う。また、ZEB への応用を目指して屋外発電特性の測定を行うとともに年間発電量予測を行う。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】超効率 Si 系トリプル接合太陽電池開発

Si 太陽電池の超効率化を目指し、図 1 に示す Si 系トリプル接合太陽電池の開発を進めている。令和 2 年度は、トリプル接合セルのトップセルとなるナノウォール量子効果 Si 太陽電池のデバイス化に向けたプロセス開発、ミドルセルとなる Si-Rib 太陽電池の高効率化、ならびにボトムセルとなる Ge-Rib 太陽電池のパッシベーション薄膜に関する研究開発を行った。

まず、ナノウォール量子効果 Si 太陽電池のプロセス開発として、ウォール幅 2nm 程度、高さ 5 μm のナノウォールを形成するためのプロセス開発、ナノウォールの剥ぎ取り技術の初期的検討を行った。また、ナノウォール構造へのヘテロ接合構造を形成するための準備研究として、アモルファス Si によるヘテロ接合の形成を試み、初期的な太陽電池特性を得た。

Rib 太陽電池では、超薄型化することによって

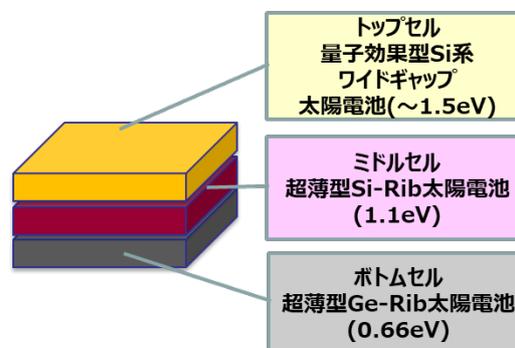


図 1 Si 系トリプル接合太陽電池の構造

バルク内再結合を抑制し、大幅な開放電圧 V_{oc} の向上を期待できる。本研究では、5cm 角程度のウェハを対象に Rib ウェハプロセスを開発し、厚さが $40\ \mu\text{m}$ ~ $100\ \mu\text{m}$ の超薄型 Si-Rib 太陽電池の実現を目指している。代表的なヘテロ接合太陽電池構造を図2に示す。厚さが $85\ \mu\text{m}$ の Rib 太陽電池で変換効率 20.7% (面積 1cm^2) が得られている。 V_{oc} という観点では最高 728mV ($100\ \mu\text{m}$) となっている。

ボトムセルとなる Ge-Rib 太陽電池に関しては、開放電圧を向上させるためのパッシベーション構造の最適化に関する研究を実施した。n- $\mu\text{c-Si:H}$ と p-Ge の界面に厚さ 4nm の i-a-Si:H バッファ層を挿入することにより、太陽電池特性が大幅に向上し、これまでに 5.3 % の変換効率が得られた。

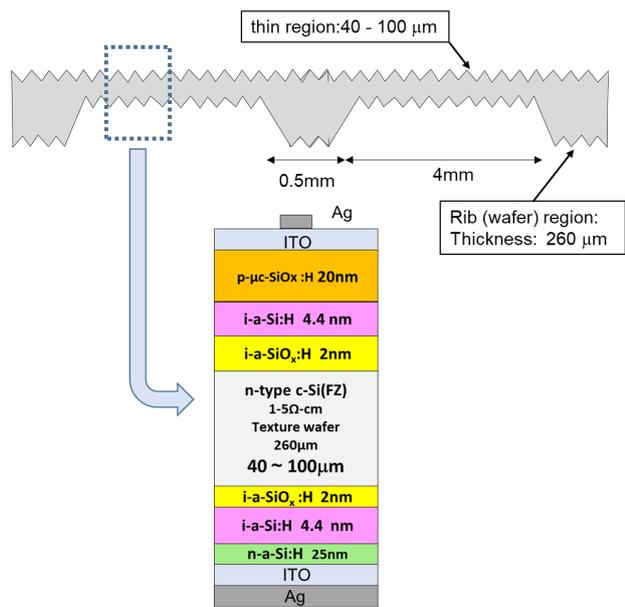


図2 Rib-Si 太陽電池の断面構造と積層構造

【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。集積化のための配線を必要としないため、mm サイズの極小面積のセルから、数 10cm の大面積のセルまで容易に製造可能である。これまでは、主に透明導電膜/ガラス上にセル作製を行ってきたが、本年度は ITO/フレキシブル基板上への製膜を行った (図3)。その結果、1000lux でも 4V の開放電圧が得られた。

ITO (80nm)
n- $\mu\text{c-Si}$ (60 nm)
i-a-SiO ₂ (64 nm)
p-a-SiO ₂ (20 nm)
n- $\mu\text{c-Si}$ (60 nm)
i-a-SiO ₂ (150 nm)
p-a-SiO ₂ (20 nm)
i-a-Si (225 nm)
p-a-SiO ₂ (20 nm)
n- $\mu\text{c-Si}$ (60 nm)
i-a-Si (225 nm)
p-a-SiO ₂ (20 nm)
n- $\mu\text{c-Si}$ (60 nm)
i-a-SiO ₂ (150 nm)
p-a-SiO ₂ (20 nm)
n- $\mu\text{c-Si}$ (60 nm)
i-a-SiO ₂ (64 nm)
p-a-SiO ₂ (20 nm)
ITO (80nm)
Glass or Polyimide substrate



図3 6 接合アモルファス Si 太陽電池。
(左) 6 接合構造、(右) フレキシブル太陽電池。

【テーマ3】ペロブスカイト/グラフェン太陽電池開発

2009年に初めて太陽電池材料として脚光を浴びたペロブスカイト太陽電池はわずか10年で変換効率が25%まで到達し、非常に注目されている材料系である。ペロブスカイト太陽電池にとって最大の課題は安定性である。我々は大气からの水分の侵入を防ぐことで安定性を向上させるために、ガスバリア性が高く、化学的に安定なグラフェンをペロブスカイト層上に直接積層化したペロブスカイト/グラフェン太陽電池を開発してきた。そこでグラフェンの層数によって太陽電池特性がどのように変化するかを調査した。グラフェンの層数を単層から30層程度まで変化させた結果、7層程度のときに最大の短絡電流密度、変換効率になることが明らかになった(図4)。これはグラフェンの仕事関数とペロブスカイトのバンド曲がりの変化によりペロブスカイト/グラフェン界面での再結合速度が変化した結果であると結論付けた。

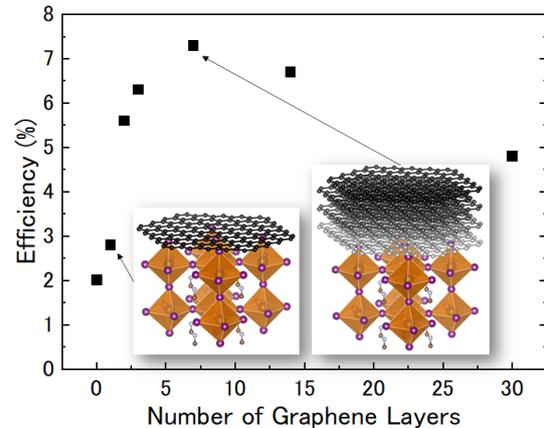


図4 ペロブスカイト/グラフェン太陽電池の変換効率のグラフェン層数依存性

■ 研究業績

◇ 招待解説論文

- (1) 小長井誠、高村司、齊藤公彦、市川幸美、“Rib構造を用いた薄型結晶シリコン太陽電池”、応用物理、89 (2020) 208-212

◇ 査読付き論文

- (1) Kenta Niikura, Natsuki Yamahata, Yusuke Hoshi, Tsukasa Takamura, Kimihiko Saito, Makoto Konagai and Kentarou Sawano, “Enhanced photoluminescence from strained Ge-on-Insulator surface-passivated with hydrogenated amorphous Si”
Materials Science in Semiconductor Processing, **115**, 15 August 2020, 105104
<https://doi.org/10.1016/j.mssp.2020.105104>
- (2) Shigeru Yamada, Yusuke Shirayanagi, Teruhiko Narihara, Masatoshi Kumada, Sichanugrist Porponth, Yukimi Ichikawa, Shinsuke Miyajima, Makoto Konagai, “Photovoltaic effect in Si/SiO₂ superlattice microdisk array solar cell structure”
Superlattices and Microstructures, **145** (2020) 106640
<https://doi.org/10.1016/j.spmi.2020.106640>
- (3) Makoto Konagai, Tsukasa Takamura, Ryuto Iwata, Rei Kondo, Yukimi Ichikawa, and Kimihiko Saito, “Characterization of High Efficiency Heterojunction Thin Rib-Si Solar Cells”
Proc.IEEE-PVSC, IEEE Explore, Publication Year: 2020, Page(s):0088 – 0092
Date of Conference: 15 June-21 Aug. 2020
DOI: [10.1109/PVSC45281.2020.9300432](https://doi.org/10.1109/PVSC45281.2020.9300432)
- (4) Makoto Konagai, Hiroshi Noge and Ryouyuke Ishikawa, “Flexible Bifacial Amorphous Si Quintuple- and Sextuple-Junction Solar Cells for IoT Devices”

Proc. 37th EU PVSEC 2020, 07-11 September, 2020, pp.295-301
DOI: 10.4229/EUPVSEC20202020-2DO.10.5

- (5) Makoto Konagai, Hiroshi Noge and Ryousuke Ishikawa, “Flexible Bifacial Amorphous Si Quintuple- and Sextuple-Junction Solar Cells for Internet of Things Devices”
Progress in Photovoltaics Res Appl. 2020; 1-7
<https://doi.org/10.1002/ppp.3335>
- (6) Ayuki Murata, Tatsuya Nishimura, Hirofumi Shimizu, Yuta Shiratori, Takuya Kato, Ryousuke Ishikawa, and Shinsuke Miyajima, “Effect of high-temperature post-deposition annealing on cesium lead bromide thin films deposited by vacuum evaporation”
AIP Advances, 10, 045031, 2020
<https://doi.org/10.1063/1.5139553>
- (7) Sopit Phetsang, Supeera Nootchanat, Chutiparn Lertvachirapaiboon, Ryousuke Ishikawa, Kazunari Shinbo, and Keizo Kato, Pitchaya Mungkornasawakul, Kontad Ounnunkad, and Akira Baba, "Enhancement of organic solar cell performance by incorporating gold quantum dots (AuQDs) on a plasmonic grating"
Nanoscale Advances 2, 2950 – 2957, 2020
DOI: 10.1039/d0na00169d
- (8) Ryousuke Ishikawa, Takuya Kato, Ryotaro Anzo, Momoko Nagatake, Tatsuya Nishimura, Nozomu Tsuboi, and Shinsuke Miyajima, “Widegap $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ solar cells for optical wireless power transmission application”
Appl. Phys. Lett., 117, 013902, 2020
<https://doi.org/10.1063/5.0010009>
- (9) Ryousuke Ishikawa, Sohei Yamazaki, Sho Watanabe, Nozomu Tsuboi, “Layer dependency of graphene layers in perovskite/graphene solar cells”
Carbon, 172, 2020, 597 – 601
<https://doi.org/10.1016/j.carbon.2020.10.065>

◇ 招待講演

- (1) Makoto Konagai,
“Looking back on the innovative solar cell development in Japan”
Symposium, Edmond Becquerel: A Passion for Light
Online Symposium, Date : December 7 2020
- (2) 宮島 晋介, 石川 亮佑
“光無線給電用受光器としてのワイドギャップ太陽電池”
日本太陽光発電学会・次世代太陽電池セル・モジュール分科会第1回研究会
オンライン開催, 2020年12月23日

◇ 国際会議

- (1) Makoto Konagai, Tsukasa Takamura, Ryuto Iwata, Rei Kondo, Yukimi Ichikawa, and Kimihiko Saito
Characterization of High Efficiency Heterojunction Thin Rib-Si Solar Cells
IEEE 47th PVSC Virtual Meeting, June 15-August 21, 2020

- (2) Makoto Konagai, Hiroshi Noge and Ryouzuke Ishikawa
Flexible Bifacial Amorphous Si Quintuple- and Sextuple-Junction Solar Cells for IoT Devices
37th EU PVSEC 2020, 07-11 September, 2020 オンライン開催
- (3) Kimihiko Saito, Tsukasa Takamura, Yukimi Ichikawa and Makoto Konagai
Impact of Hydrogen Plasma Treatment on a-Si:H/a-SiO_x:H Passivation Film
37th EU PVSEC 2020, 07-11 September, 2020 オンライン開催
- (4) Kimihiko SAITO¹ and Makoto KONAGAI
OPTICAL DESIGN OF BIFACIALLY LIGHT RECEIVING BY ONE-SIDED LIGHT
INCIDENCE FOR MULTI-JUNCTION AMORPHOUS SILICON SOLAR CELLS
PVSEC-30 & GPVC 2020, Jeju, Nov.3-13 (2020) Virtual Meeting
- (5) Yukimi ICHIKAWA, Masakazu HIRAI, Ryouzuke Ishikawa and Makoto KONAGAI
Fabrication of nano-wall Si hetero-junction cells
PVSEC-30 & GPVC 2020, Jeju, Nov.3-13 (2020) Virtual Meeting
- (6) Tsukasa Takamura, Yukimi Ichikawa, Kimihiko Saito and Makoto Konagai
Improvement of conversion efficiency in Rib Si solar cell
PVSEC-30 & GPVC 2020, Jeju, Nov.3-13 (2020) Virtual Meeting
- (7) Hiroshi NOGE, Makoto KONAGAI, and Ryouzuke ISHIKAWA
Bifacial sextuple-junction amorphous SiLICON solar cells on GLASS and polyimide and the
optimazation of their i-layer thicknesses by optical simulation
PVSEC-30 & GPVC 2020, Jeju, Nov.3-13 (2020) Virtual Meeting

◇ 国内会議

- (1) 応用物理学会学術講演会 : 5 件
(2) 第 17 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム : 4 件

◇ 著書

- (1) 市川 幸美 「プラズマ処理の基礎知識」、イプロス社 Homepage、Tech Note 基礎知識
(<https://www.ipros.jp/technote/category/basic/>)、(2020 年 10 月～2021 年 3 月 (連載 6 回))

◇ 新聞への掲載

- (1) 電子デバイス産業新聞 2020 年 1 月 9 日、朝刊 9 面「PVSEC-29 Si ベースのタンデム注目」

■ 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	平井 政和	専任	半導体プロセス
特別研究員 PDII	高村 司	専任	半導体工学

◇ 学生数 博士後期課程：0名、修士課程：4名、学部4年生：9名

■ 主要な外部資金

JST・未来社会創造事業、2020年度直接経費：1億3,528万円、間接経費：4,058万円 「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）2020年度直接経費：1,100万円、間接経費：330万円 「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）2020年度直接経費：860万円、間接経費：258万円 「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、2020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）

■ 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2件

◇ 学生の主な就職先

富士電機、シャープマーケティングジャパン、きんでん、山梨学院大学など

■ 社会貢献

◇ 第169回 総研セミナー「次世代の太陽光発電システム」開催（2021年1月20日）

講演タイトル「太陽光発電の“主力エネルギー化”実現に向けた研究開発・事業活動のあり方」
「FUTURE-PV研究室の活動状況とSi系多接合太陽電池開発の進展」「プリンタブル・ペロブスカイト太陽電池研究の現状と将来動向」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	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

■ 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、ナノサイエンスと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

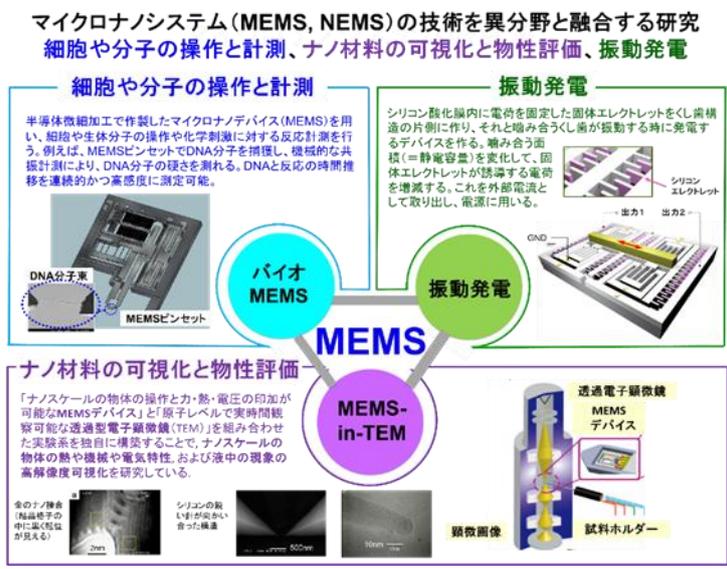
■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

- ① バイオ：細胞や分子を MEMS で操作し、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ための MEMS 操作・計測システムを構築した。
- ② ナノ：透過電子顕微鏡内部で MEMS 負荷デバイスを用いた「その場」機械試験を行い、SrTiO₃ 単結晶における亀裂の形成と伝播現象を、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、金単結晶の変形の素過程を、原子レベルで実時間・直視観察する。
- 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。



■ 成果の紹介

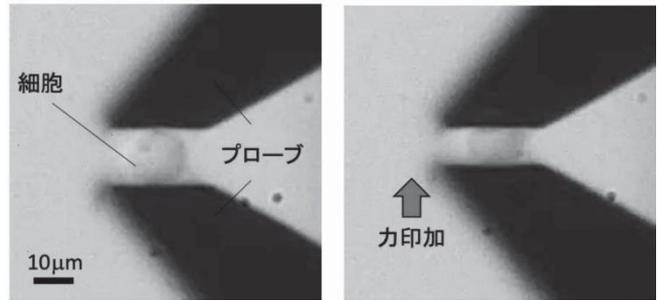
【テーマ1】MEMSによる単一細胞や少数分子の操作と特性計測

技術の特長

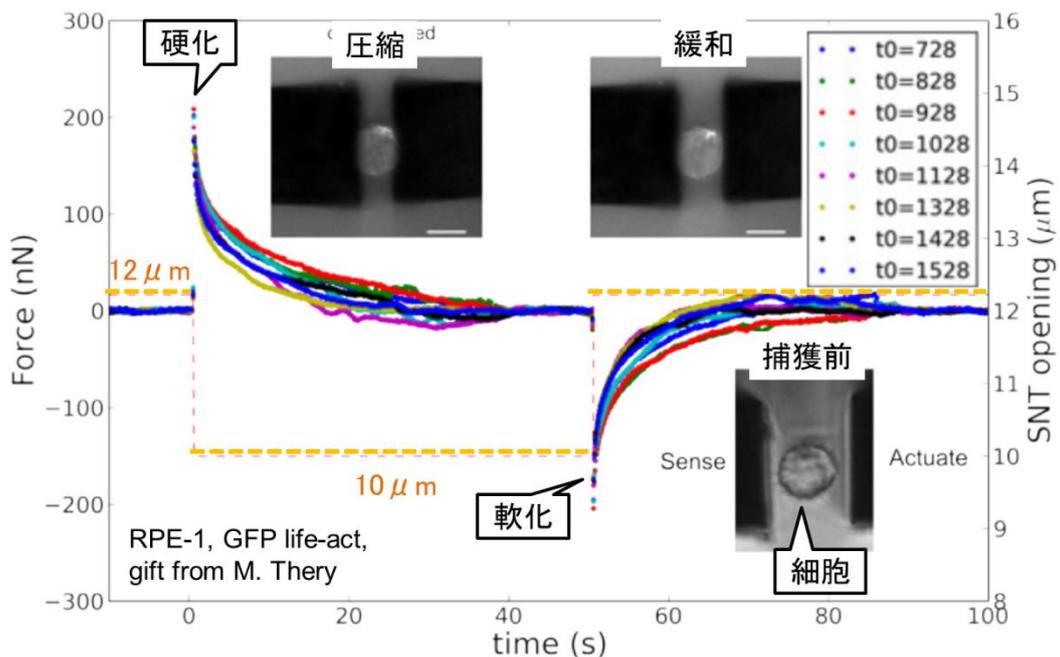
- MEMSの寸法や動きは数十 μm から数 nm なので細胞や分子を個別に捕獲できる
- マイクロ流路や化学センサと組み合わせて多様な測定が可能
- 細胞や分子の硬さや導電率の変化から、薬剤等への応答を連続的に監視

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硬さ（最小 $300\mu\text{N}/\text{m}$ ）、粘弾性（最小 $0.05\mu\text{N}/\text{m}/\text{s}$ ）、応力（最小 4nN ）を力学モデルから算出する。細胞を把持する操作は顕微鏡観察下で行う。XYZポジショナを用いてピンセット先端を細胞へ近づけ、細胞がプローブ間にあることを確認したところで駆動電圧を印加し、プローブ間隔を狭めて細胞を捕捉する。右図に、MEMSピンセットを使って細胞を把持し、続けて力を印加し圧縮した様子を示す。圧縮と緩和に応じて、細胞が硬化・軟化することが分かった（下図）。細胞の力計測を行ったのちに、細胞を把持したままプローブを溶液から引き出し、細胞溶解液の容器に移動して遺伝子発現解析のフローへと持ち込む。遺伝子発現解析で行う反応（細胞溶解反応、逆転写反応、ポリメラーゼ連鎖反応）に対して、MEMSピンセットが悪影響を与えないことも確認した。



MEMSピンセットにより細胞を把持し圧縮する様子



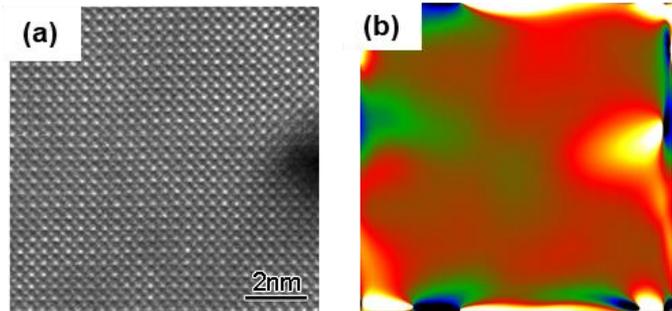
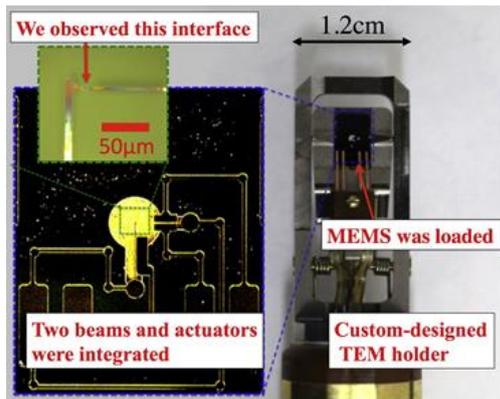
【テーマ2】MEMSを電子顕微鏡内で動かしナノ材料を調べる

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

透過電子顕微鏡内部でMEMSを駆動し、薄膜試験片に荷重負荷を与えることにより、結晶性材料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。荷重負荷用MEMSデバイスは、水平・垂直の2本のアームとそれを静電駆動する固定電極から構成される。最大負荷荷重は数十 μN 、変位は数ミクロン程度である。二軸傾斜電圧印可TEMホルダーにちょうど収まるように観測孔や電極等を配置している。SrTiO₃における亀裂の形成と伝播現象を原子レベルで直接観察した。HAADF法による観察には、原子分解能STEM (ARM-200F, JEOL, 200kV)を使用した。荷重負荷に伴い応力集中部において原子間距離が増大していく様子が観察され、試料端部での亀裂の形成と伝播現象を確認した。



(a) SrTiO₃単結晶に荷重した時のSTEM像。
(b) STEM像より得られたひずみマップ(e_{yy})

【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

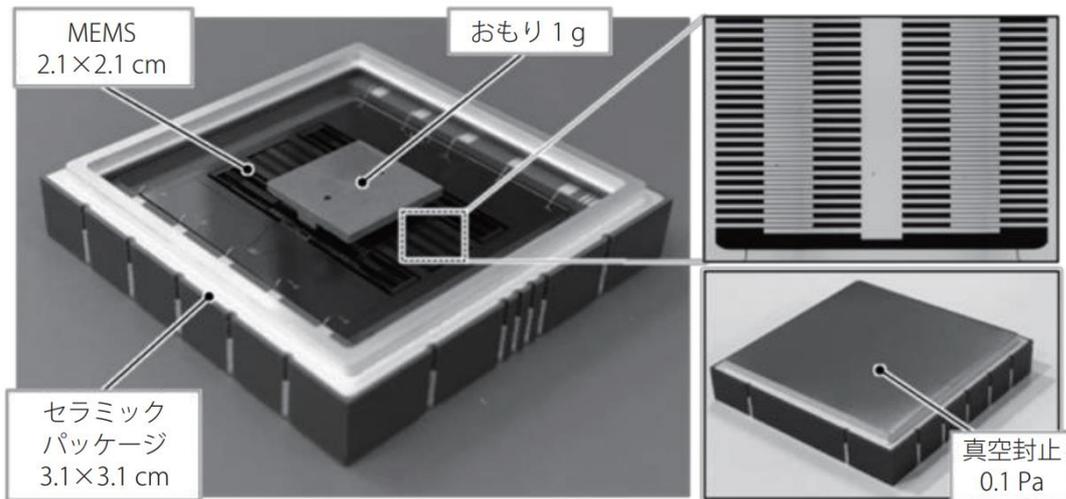
技術の特長

- 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
- MEMS 製造技術で大量生産が可能
- 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

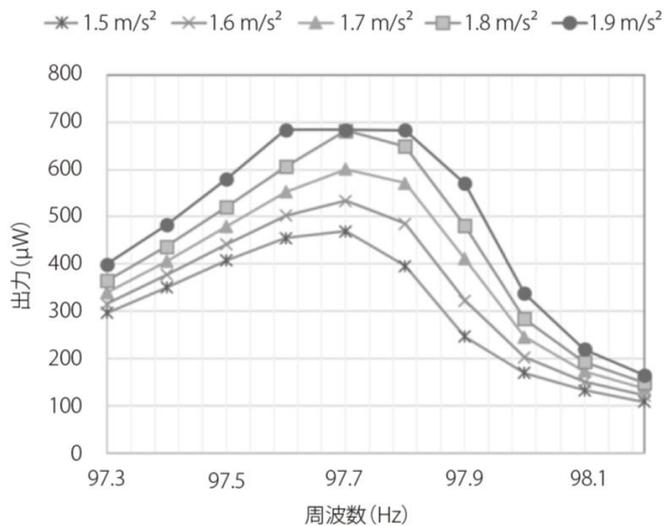
今年度の成果

チップサイズが $2.1\text{ cm} \times 2.1\text{ cm}$ の左右対称の楕円電極をもつ MEMS デバイスをマイクロマシニングプロセスで作成し、表面を酸化した後、高温にして電極間に電圧を加えて分極させ、そのまま冷却することでエレクトレットを形成した。帯電電圧は $200\sim 400\text{ V}$ である。振動の減衰を防ぐため、セラミックパッケージに収めて、真空封止した。Q 値として 6000 以上の高い値を得た。

このデバイスに工場の生産設備で実測した振動(周波数 100 Hz , $1\sim 2\text{ m/s}^2$)を加えて、発電特性を実測し 0.68 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だけでなく、理論最大値の 92% にも達するもので、極めて効率が低いことが分かった。



MEMS デバイス、楕円電極、パッケージ後のデバイス



印可加速度を徐々に上げた時の発電特性

■ 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

◇ 査読付き論文

- (1) 久米村百子、金田、藤田博之 「細胞の力学特性と遺伝子発現情報の相関関係取得のための MEMS ピンセット」 月刊「細胞」2020年11月号(令和2年10月20日発行), Vol. 52, No. 13, pp. 42-43 (764-765), 2020

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) 栃木栄太, 苗 斌, 近藤隼, 佐藤 隆明, 柴田 直哉, 藤田 博之, 幾原 雄一 「その場ならびに原子分解能透過型電子顕微鏡法による変形・破壊現象の解析」 materi, 2021年60巻1号 p. 35-39. doi.org/10.2320/materia.60.35

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) 藤田博之、年吉 洋、高浦則克、「総論：本プロジェクトの期待と取り組みの概要説明」 電気学会誌(特集「スマートセンシングによる多様な現場での生産性向上への取り組みーセンサ調整・解析自動化と高効率データ抽出機能ー」) 2020年5月140巻5号, pp. 280-280、DOI <https://doi.org/10.1541/ieejjournal.140.280>
- (2) 藤田博之 「MEMS 技術の振動発電とスマートセンシングシステムへの応用」 Nature Interface, 20巻3号, pp. 8-11, 2020年12月
- (3) Hiroshi Toshiyoshi, Suna Ju, Hiroaki Honma, Chang-Hyeon Ji, Hiroyuki Fujita, “MEMS vibrational energy harvesters,” Sci. Techno. Adv. Mater., vol. 20, no. 1, 2019, pp. 124-143. <https://doi.org/10.1080/14686996.2019.1569828>

◇ 招待講演

- (1) 藤田博之 「MEMS 技術の振動発電とスマートセンシングシステムへの応用」 第36回人間情報学会講演会 2020年9月4日

その他

◇ 査読付き論文

- (1) Daiki Tanaka, Shunsuke Sawai, Shohei Hattori, Yoshito Nozaki, Dong Hyun Yoon, Hiroyuki Fujita, Tetsushi Sekiguchi, Takashiro Akitsu, and Shuichi Shoji, “Synthesis of azo compounds without pH control by microdroplets” RSC Advances, Vol. 10, No. pp. 38900-38905 (2020) doi.org/10.1039/D0RA06344D
- (2) Shohei Hattori, Chenghe Tang, Daiki Tanaka, Dong Hyun Yoon, Yoshito Nozaki, Hiroyuki Fujita, Takashiro Akitsu, Tetsushi Sekiguchi and Shuichi Shoji, “Development of Microdroplet Generation Method for Organic Solvents Used in Chemical Synthesis” Molecules, Vol. 25, No. 22, pp. E5360 (2020) doi: 10.3390/molecules25225360
- (3) N. Onizawa, S. Mukaida, A. Tamakoshi, H. Yamagata, H. Fujita, and T. Hanyu, “High-Throughput/Low-Energy MTJ-Based True Random Number Generator Using a Multi-Voltage/Current Converter,” IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, Vol. 28, Issue 10, pp. 2171-2181, Oct. (2020). <http://dx.doi.org/10.1109/tvlsi.2020.3005413>
- (4) N. Onizawa, K. Nishino, S. C. Smithson, B. H. Meyer, W. J. Gross, H. Yamagata, H. Fujita, and T. Hanyu, “A Design Framework for Invertible Logic,” IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, Vol. 40, No. 4, April (2021) pp. 655-665. <http://dx.doi.org/10.1109/tcad.2020.3003906>

◇ 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(LbSS: Learning-based Smart Sensing System)の研究開発」MEMSセンシング&ネットワークシステム展カンファレンス 2020年1月30日
- (2) 藤田博之「マイクロナノシステム」次世代センサ協議会 第30回センサテクノスクール2020年12月18日
- (3) 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」国際ナノテクノロジー総合展・技術会議 2020年12月10日

◇ 国際会議

- (1) A. Tamakoshi, N. Onizawa, H. Yamagata, H. Fujita, T. Hanyu, “Design of an Energy-Efficient True Random Number Generator Based on Triple Read-Write Data-Stream Multiplexing of MTJ Devices.” Proc. 18th IEEE International New Circuits and Systems Conference (NEWCAS) pp. 283-286 (2020)
- (2) 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 (2020), p.1 10.1109/tcad.2020.3003906

■ 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	[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) 2020 年度直接経費: 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 特別講演 (2020 年 8 月 3 日)
講演タイトル「MEMS 環境発電デバイスとスマート IoT システムへの応用」
- ◇ 第 165 回 総研セミナー開催 (2020 年 10 月 5 日)
講演タイトル「MEMS 技術による高効率振動発電とスマートセンシングシステムへの応用」
- ◇ 第 172 回 総研セミナー開催 (2021 年 2 月 4 日)
講演タイトル「研究センターを使い倒す」

◇ 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・さきがけ「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	科学技術振興機構 (JST) さきがけ「熱制御」アドバイザー
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模擬共晶熔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)について作製した模擬合金に対する機能評価手段を構築し、(2)①実験及び②シミュレーションの両者において、ベンチマーク試験を行う条件を検討した。

◇ 次年度への展開

(1)に関しては、有用合金の作製上の工夫を高度化(表面積の増大、等)する手段を明確化するとともに、水素吸蔵・触媒機能を評価する実験を進める。また、このメカニズムの把握に関しては第一原理計算を用いたアプローチを試みる。(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条件をすり合わせ、これを実施し、シビアアクシデント時のデブリ挙動を含んだ事故進展予測手法の高度化に資する。

■ 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

使用済核燃料に含まれる白金族合金相の組成を模擬して、アーク溶解法にて作製した合金試料の性質を調べるため、電子線後方散乱回折(EBSD)等の冶金学的観察を行ったほか、合金試料を粉末化したものに対してTG-DTA分析を行うことにより酸化・蒸発挙動を観察した。後者に関しては、Moの選択的な酸化が見られたほか、Ruの部分的な酸化挙動を示すこと、これらの選択的酸化が結晶格子に格子定数の変化という形で現れることを把握した。

得られた合金に対する性能評価(水素吸蔵及び触媒機能)を行うために、まず、水素吸蔵挙動を評価の技術的なベースを構築するため、簡易的な評価装置を作製し、代表的な水素吸蔵合金であるLaNi₅を用いた評価試験を実施した。この結果をもとに評価装置の設計を行い、合金の機能評価に関して見通しを得た。

今年度後半から水素吸蔵・触媒性能と結晶状態との相関関係を把握するため、日本原子力研究開

発機構との共同研究として、第一原理を用いた合金結晶安定性に関する計算に着手し、スーパーコンピュータを用いた計算手法の整備を行った。

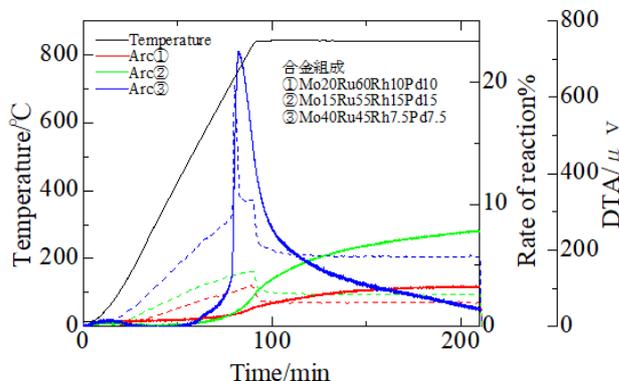


図1 合金試料に対するTG-DTA

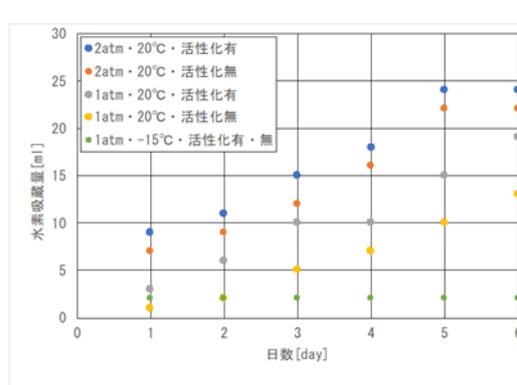


図2 LaNi₅合金の水素吸蔵量の時間依存性

【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

①：模擬共晶融体に対する簡易な流動体系を整備した流動試験

前年度に実施した円管内における融体（模擬共晶融体）の固化挙動に関する試験データの蓄積を進め、円管の内径、融体の初期温度および質量が凝固挙動に与える影響を検討した。その結果を図3（左）に示す。ここで、「閉塞あり」のケースでは、円管内の融体は管中心を37cm程度まで進入した後に凝固／閉塞した。融体温度の軸方向分布の時間変化は図3（右）に示した通りである。今後は、管断面内の温度分布を詳細に検討し、粒子法シミュレーションの検証に有用なデータを蓄積する。

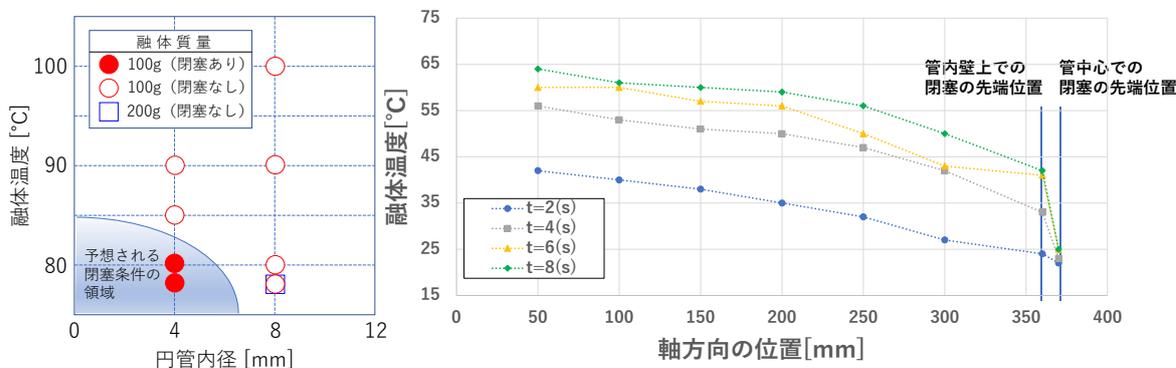


図3 閉塞条件の整理（左）と融体温度分布の時間変化（右）

【テーマ3】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

②粒子法による流動シミュレーション

①の流動試験と同様の体系を対象とし、計算可能な条件のおおまかな範囲を検討するために、MPS法により5mm×5mmの矩形管体系に低融点合金（暫定的にウッド合金）を異なる条件で流下させた場合の解析を実施した。得られた結果の例を図4に示す。流入流体のRe数が大きいほど閉塞点が下流側に移行しており、定性的に妥当な結果が得られた。今後は、これらの試解析結果を踏まえて、実験データを用いて検証可能な条件について実験チームと調整を行う予定である。

粒子法による試解析結果：矩形管

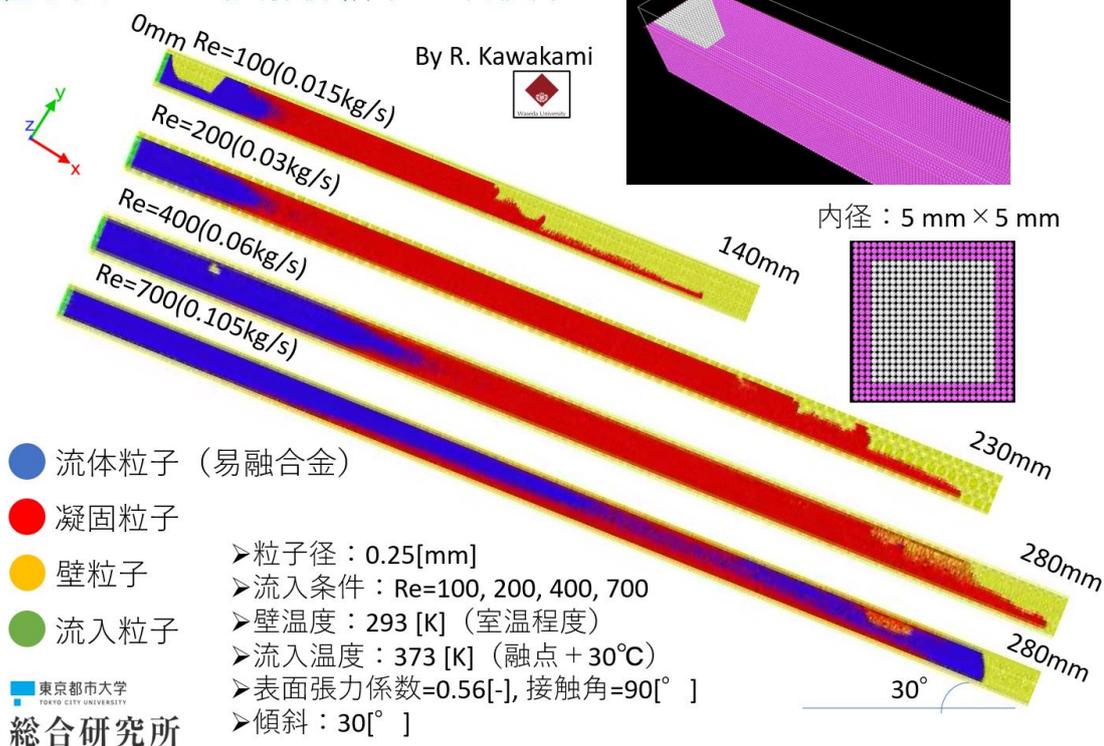


図4 粒子法による矩形管流路閉塞解析結果

■ 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), accepted (2021/03/22).

◇ 招待講演

- (1) なし

◇ 国際会議

- (1) Arata Nitta, Isamu Sato, Ryohei Hattori, Haruaki Matsuura, “Study on effective utilization of fission products for nuclear fuel cycle-synthetic tests on simulated white metal precipitation in irradiated fuels-”, The 6th Nuclear Materials Conference 2020 (Numat2020) (2020/10/26-30 予定)@on-line.

◇ 国内会議

- (1) 佐藤勇、鈴木徹、松浦治明、山路哲史、「核燃料サイクル健全性のための核分裂生成物の有効利用と燃料デブリ取扱いに関する研究」(1) 東京都市大学重点推進研究についての全体概要とその後の展望、日本原子力学会 2020 年 秋の大会 (令和 2 年 9 月 16 日(水)@オンライン)
- (2) 新田旭、服部亮平、佐藤勇、松浦治明、「核燃料サイクル健全性のための核分裂生成物の有効利用と燃料デブリ取扱いに関する研究」(2) 照射済燃料中における白色金属析出物の模擬体作製及びその後の展望、日本原子力学会 2020 年 秋の大会 (令和 2 年 9 月 16 日(水)@オンライン)
- (3) 服部 亮平、新田 旭、佐藤 勇、松浦 治明、多田 晴香、「高レベル放射性廃棄物作製時における不溶解残渣(白金族合金)の蒸発挙動に関する研究」、日本原子力学会 2020 年 秋の大会 (令和 2 年 9 月 16 日(水)@オンライン)
- (4) 新田旭、服部亮平、佐藤勇、松浦治明、「FP の有効利用に関する研究 -照射済燃料中における白金族合金の模擬体作製及び冶金学的観察-」、日本原子力学会 2021 年 春の年会 (令和 3 年 3 月 19 日(金)@オンライン)
- (5) 増子元海、佐藤勇、「重点推進研究における核分裂生成物の有効利用に関する研究 -合金への水素吸蔵評価法の検討-」、日本原子力学会 2021 年 春の年会 学生ポスター発表会(令和 3 年 3 月 17 及び 18 日@オンライン)

◇ 作品

なし

◇ 特許

なし

◇ 受賞

- (1) 服部 亮平、新田 旭、佐藤 勇、松浦 治明、多田 晴香、「高レベル放射性廃棄物作製時における不溶解残渣(白金族合金)の蒸発挙動に関する研究」、日本原子力学会 2020 年 秋の大会、核燃料部会「学会講演賞」受賞
- (2) 増子元海、「重点推進研究における核分裂生成物の有効利用に関する研究—合金への水素吸蔵評価法の検討—」、2020 年度原子力安全工学科卒論発表会、「原子力友の会賞」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	服部 亮平	[都市大大学院]兼務	-
修士1年	新田 旭	[都市大大学院]兼務	-
学部4年	増子 元海	[理工学部]兼務	-
修士1年	本多 栄輝	[都市大大学院]兼務	-
修士2年	川上 令央	[早稲田大学]兼務	-

◇ 学生数 博士後期課程：0名、修士課程：4名、学部4年生：1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):不採択

■ 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 4件 作品 0件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

中部電力、日本原子力発電、東京工業大学大学院への進学

■ 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

古生物学分野においては、岐阜県から日本最古、ペルム紀の脊椎動物内骨格化石についての論文を発表した。また、鹿児島県から発見された世界初の首長竜類の未消化物塊吐瀉物、すなわち「ペリット」の証拠となる化石について発表した。現生生物学分野においては、先島諸島のイシカワアカザトウムシを用いて土壌動物の種分化と地史との関連性を明らかにした。また、サトイモ科植物の繁殖に関連した形態進化を明らかにした。

◇ 次年度への展開

3年目は研究ユニットの集大成に向け、地質・地形・化石および現生生物の3Dデータの解析と3Dプリンタによる可視化を進める。特に脊椎動物の骨格データや、糞化石、地形と植生立体分布にもとづく生態・古生態解析を重点的に執り行う。前年度までの研究成果を総括し、国際雑誌への論文投稿を順次行っていく。9月には微小構造の3D解析をテーマにしたオンラインシンポジウムを国内学会「化石研究会」主催で開催の予定である。

■ 成果の紹介

【テーマ1】岐阜県の古生代石灰岩から得られる微小脊椎動物化石群集の解析

岐阜県のデボン系～ペルム系の石灰岩から得られている化石について、マイクロCTスキャンによる構造解析を行った。ペルム系産の長骨は、硬骨魚類の鰓などの骨格であると推定され、この系統群最古の記録である。またデボン系微小粒状化石は国内初の棘魚類化石と判明した。

【テーマ2】海生爬虫類の消化管内容物および糞石を用いた食性解析

中生代を通じて多くの海生爬虫類が捕食者として反映したが、詳細な生態については謎が多い。本研究では鹿児島県産の首長竜化石を精査した結果、首長竜類のペリット吐き戻し行動の痕跡を世界で初めて発見した。また中国産糞石の分析から、三疊紀における海洋食物網の複雑化も示唆された。

【テーマ3】地史的背景に基づく生物の形態種分化

土壌動物の種分化と地史との関連性を明らかにするために、先島諸島に分布するイシカワアカザトウムシを用いて解析を行った。その結果、大陸にて分岐した2系統がそれらの地域に侵入後に海面上昇により、先島諸島のそれぞれの島に隔離されたことが明らかとなった。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 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 (in press)
- (2) Hayakawa, H., Matsuyama, K., Muramatsu, Y., Hamachi, H. and **Fukuda, T.** (2021) Aberrant forms of spadix appendage and spathe in several *Arisaema* species (Araceae). Bulletin of the Museum of Natural and Environmental History 14: 39–42.
- (3) **中島保寿**, 三宅幸雄, 田中猛, 甲能直樹 (印刷中) 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
- (4) Miyata, S., Yabumoto, Y., **Nakajima, Y.**, Ito, Y. & Sasaki, T. (in press) A second specimen of the crossognathiform fish *Apsopelix miyazakii* from the Cretaceous Yezo Group of Mikasa area, central Hokkaido, Japan. Paleontological Research
- (5) 加藤太一・藺田哲平・**中島保寿**・安藤寿男 (2020) 上部白亜系那珂湊層群から産出した“翼竜類” (ヒタチナカリユウ) 標本の分類学的再検討. 茨城県自然博物館研究報告 23:43-50

◇ 国内会議

- (1) **中島保寿**・宮田真也・三宅幸雄・小野 輝雄・佐々木理 (2020) 岐阜県下部デボン系福地層から産出した魚類鱗化石について. 2020 年度日本魚類学会年会 講演予稿集 p. 48A (ポスター)
- (2) 菅野詩織・**中島保寿**・御前明洋・疋田吉識・徳丸さやか・中垣周平・佐藤たまき (2021) 北海道中川町上部白亜系から産出したツノザメ類 *Protosqualus*. 日本古生物学会第 170 回例会講演要旨集 p. 22A (口頭)
- (3) 中島保寿・宇都宮聡・多久島徹 (2021) エラスモサウルス科首長竜類の咽頭内容物. 日本古生物学会第 170 回例会講演要旨集 P. 24A (口頭)

■ 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	生物学

◇ 学生数 博士後期課程：1名、修士課程：5名、学部4年生：7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

■ 学生教育

◇ 学生の主な就職先

日本マクドナルドホールディングス、JA グループ群馬、株式会社システムメイク、大学院進学 (本学、大阪市立大学)

■ 社会貢献

◇朝日新聞他に、理工学部 中島保寿 准教授らの研究成果「首長竜に関する新発見」が掲載 (2/8)
<https://www.tcu.ac.jp/news/all/20210212-34834/>

◇ 第 174 回 総研セミナー開催 (2021 年 2 月 24 日)

「化石生物を主な対象とした研究の概要」中島保寿

「北海道遠別町産ネズミイルカ科化石の機能形態学的研究」M1 森田直樹

「糞石から解明するペルム紀-三畳紀境界における大量絶滅後の海洋食物網」B4 菊池優

「中生代海棲爬虫類歯化石の内部組織に基づく分類群の判別」B4 梅村浩平

「現生生物を主な対象とした研究の概要」福田達哉

「溪流沿い植物ヤシャゼンマイでみる植生と河川環境の関係」M1 柴雅幸

「日本近海に生息するダツ目魚類の滑空適応に伴う骨形態進化」B4 渡邊萌

「資源分配様式からみたトキワツユクサの繁殖戦略」M1 石井知希

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)をマイ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。

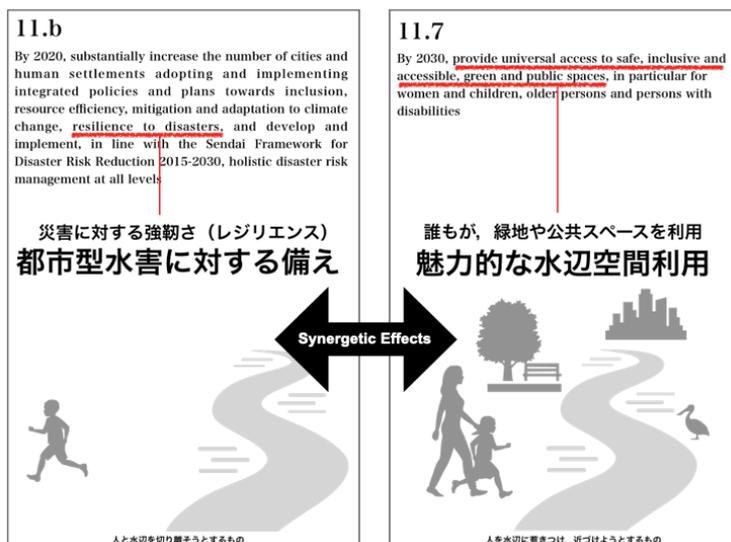
◇ 次年度への展開

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する。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、防災と環境に対する便益を定量化し、流域の価値とシナジー効果を高める要素のあぶり出しを進める。



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



■ 成果の紹介

本研究は、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

標高	Riverfront (低地)	City Area (台地)
スケール		
Regional (流域)	かわまちづくり施策(全国) 対策強化流域(東京都)	
	海拔0m地帯の不動産価値 (江東5区)	高齢者避難行動(世田谷区) 雨水管理の意識(世田谷区)
Local (地域・地区)	古川のポテンシャル(港区)	
	子どもが捉える都心河川 (四の橋エリア)	居住環境と防災・環境意識 (四の橋エリア)

Regional (流域)

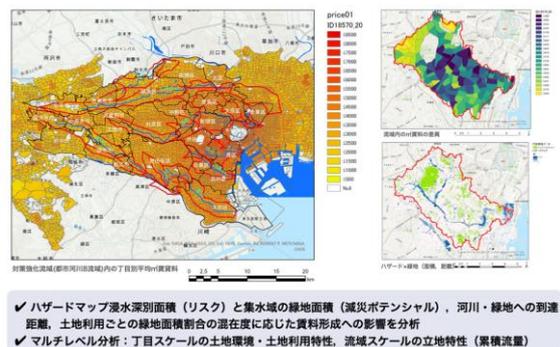
【テーマ1】かわまちづくり施策 [全国]

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河川とまちをつなげる施策について整理した。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³⁾。



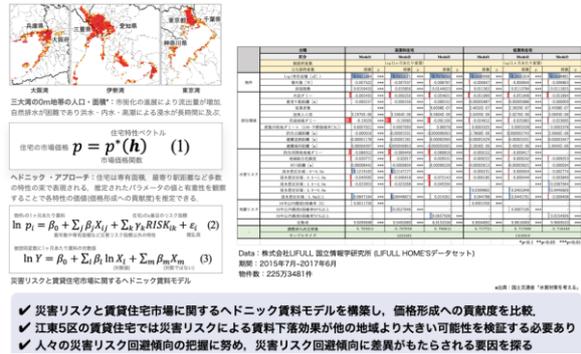
【テーマ2】対策強化流域 [東京都]

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。種類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。



【テーマ3】 海拔 0m 地帯の不動産価値 (江東 5 区)

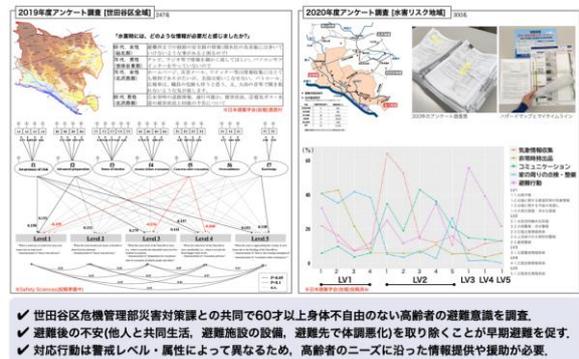
災害リスクが江東 5 区の賃貸住宅市場に与える影響を明らかにするため、「LIFULL HOME'S 賃貸住宅・売買物件月次データ」の 2015 年 7 月から 2017 年 6 月までに取引された物件情報(計 222 万 8693 件)を対象にヘドニック分析を行った。賃貸住宅の賃料を目的変数、賃料形成要因を説明変数とするヘドニックアプローチにより賃料関数を推定した。



- ✓ 災害リスクと賃貸住宅市場に関するヘドニック賃料モデルを構築し、価格形成への貢献度を比較。
- ✓ 江東5区の賃貸住宅では災害リスクによる賃料下落効果が他の地域より大きい可能性を検証する必要あり
- ✓ 人々の災害リスク回避傾向の把握に努め、災害リスク回避傾向に差異がもたらされる要因を探る

【テーマ4】 高齢者の避難行動分析 [世田谷]

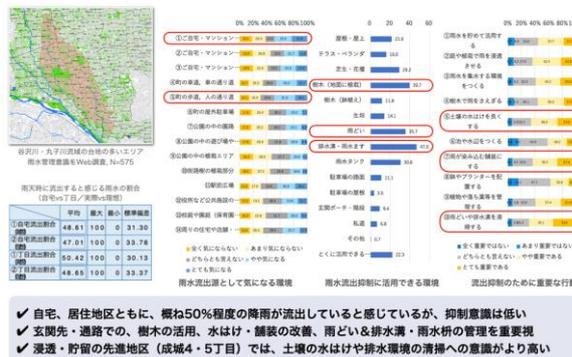
世田谷区災害対策課の協力を得て、2019 年台風 19 号接近時を事例に高齢者の避難行動を分析した(査読付き論文⁵⁾。災害状況のレベルに応じた避難意向が高齢者のどのような意識と関係しているのかを分析した結果、避難後の不安を取り除くことが高齢者の避難意図を高めることにつながる事が示唆された。2020 年度は COVID-19 による分散避難の考え方や高齢者の避難行動に関するアンケートを実施した。高齢者に作成してもらったマイタイムラインでは警戒レベルに応じて備えが変化すること、自主避難、縁故避難が難しい理由を把握した。



- ✓ 世田谷区危機管理部災害対策課との共同で60以上身体不自由のない高齢者の避難意識を調査。
- ✓ 避難後の不安(他人と共同生活、避難施設の設備、避難先で体調悪化)を取り除くことが早期避難を促す。
- ✓ 対応行動は警戒レベル・属性によって異なるため、高齢者のニーズに沿った情報提供や援助が必要。

【テーマ5】 雨水管理意識アンケート [世田谷]

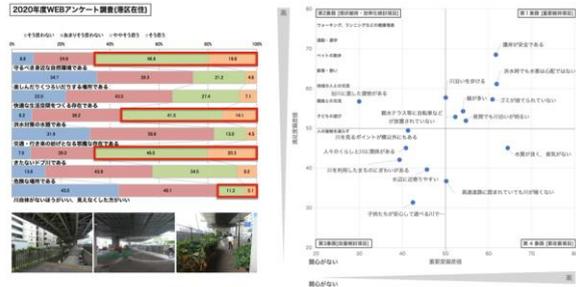
東京都豪雨対策強化流域のひとつである谷沢川・丸子川流域(東京都世田谷区)の台地上を中心とした地域を対象として、雨水流出環境と流出抑制のために活用可能な環境に関するインターネットアンケート調査を実施した(計 611 件)。本調査は東京都都市整備局と合同で実施をし、今後は、自宅の庭に対する雨水対策評価ツール(査読付き論文⁴⁾)を用いて、流域内で実施していく雨水市民科学ワークショップにおける基礎情報としても活用する予定である。



- ✓ 自宅、居住地区ともに、概ね50%程度の降雨が流出していると感じているが、抑制意識は低い
- ✓ 玄関先・通路での、樹木の活用、水はけ・舗装の改善、雨どい&排水溝・雨水枡の管理を重要視
- ✓ 浸透・貯留の先進地区(成城4・5丁目)では、土壌の水はけや排水環境の清浄への意識が高い

【テーマ6】古川のポテンシャル [港区]

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も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。



- ✓ 港区在住の単身・二人世帯・子育て世帯を対象に古川のポテンシャルに関するWeb調査(354)を実施。
- ✓ 古川は、きたないドブ川であるが守るべき自然環境であり、洪水対策の水路、見えなくするべきでない。
- ✓ 改善は、「高架に囲まれていても暗くない」、「子どもたちが安心して遊べる」ことに注力する必要あり。

【テーマ7】子どもが捉える都心河川 [四の橋エリア]

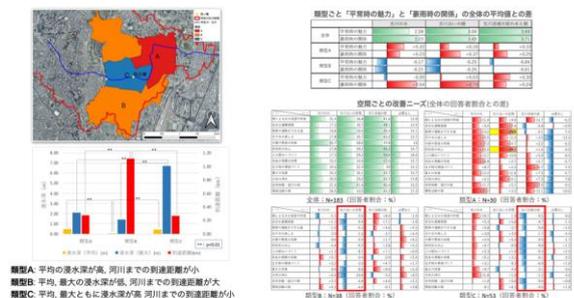
東京都港区白金商店街で開催された「四の橋夏まつり」に来場した子どもを対象に身近な河川に対する印象調査(査読付き論文³⁾を行った。99人の未就学児・小中学生を対象にフリップ調査を行った結果、子どもは「生物」に対する関心が高いことが分かった。アイテム調査の結果は、「港区緑と水の総合計画」に掲載され、2030年度までに港区が進めていく4つの重点的な取組の一部として紹介された。子どもが考えている河川への期待を行政の基本計画に反映し、子どもの意見を今後の指針に取り入れてもらうことができた。



- ✓ 港区都市計画課・白金商店街の協力を得て、子どもが古川をどのように認知しているかを把握した
- ✓ 子どもは、生き物・水のきれいさに関心高い、子ども向けフリップカードを開発(デザイン学会査読付)
- ✓ 自然河川と比べて都市河川は、人工的なアイテムがイメージを形成している(港区「緑と水の総合計画」)

【テーマ8】居住環境と防災・環境意識 [四の橋エリア]

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。



- ✓ 河川までの到達距離が大きく浸水深の低い流域住民(類型B)は、防災・環境意識が低く、川沿い環境への改善ニーズが低い
- ✓ 想定浸水深規模の大きい地区(類型C)は、豪雨時の水・みどりと関わり意識は高いものの、流域の街の水とみどりの機能への改善ニーズが低い

■ 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
- (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33, 271-276
- (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)
- (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)
- (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)
- (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、2020年12月、pp. 70~73.
- (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.

◇ 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.

■ 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(採択決定) 「市民科学プログラムによる都市型水害に備えるアイデアの実践」研究代表(横田), 丹羽
科学研究費補助金 基盤研究(C) 2020年度(採択決定) 「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」研究代表(丹羽)

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 7件、国際会議 0件、国内会議 0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」

先端食品プロセス研究ユニット

先端食品プロセス研究ユニット
ユニット長 黒岩 崇

■ ユニット概要

多様化するライフステージごとのニーズに対応する高機能・高品質な食品の製造技術を研究する。食品の物理的・化学的特性と消化性に注目し、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

多糖類と脂質類の複合化現象に基づく「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および品質向上成分を包含させることに成功した。さらに、この微粒子を利用したゲル素材、フィルム素材の開発を行い、微粒子製造時の各種操作パラメーターの影響を明らかにした。また、最新の胃消化シミュレーター装置を導入し、消化性評価技術の開発に着手した。

◇ 次年度への展開

1年目の検討結果に基づき、ポリオンコンプレックス微粒子を包含するモデル食品の物性制御技術の検討を行う。エマルション、ゲル、フィルムなど多様な形態の食品加工技術に展開し、製品の特性（硬さ、粘り、伸び、物質保持能など）に及ぼす加工条件の影響を明らかにする。特性の評価に際しては、胃での物理化学的な消化過程を模擬した消化シミュレーターによる模擬消化試験を行い、食品の物性と消化性に関するデータを収集する。

■ 成果の紹介

2020年4月～2021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

これまでに開発した独自のポリオンコンプレックス作製法を利用し、疎水性栄養機能成分の内包化および保持安定性、分散安定性について評価した。一部の検討は民間企業と共同で実施した。さらに本ポリオンコンプレックス作製手法を脂質微粒子の作製に応用し、物質保持能や分散安定性の向上といった機能性を明らかにした。成果の一部は論文発表（査読付き学術論文2件）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液状サンプルのゲル化およびフィルム化について検討した。セルロース系ポリマー、ゼラチン、グルコマンナンなどの可食性高分子を用いて、増粘挙動、ゲル化挙動、薄膜形成挙動、力学特性の評価を行った。成果の一部を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性の評価

最新の胃消化シミュレーター装置を導入し、装置のセットアップを完了した。胃内部を模擬した流動状態を定量的に把握するため、装置内部のせん断応力を評価する手法の開発に着手し、脂質微粒子を用いた流動状態評価に関する基礎データを収集できた。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

(1) Takashi Kuroiwa, Miki Ito, Yaeko Okuyama, Kanna Yamashita, Akihiko Kanazawa: Protein-stabilized palm-oil-in-water emulsification using microchannel array devices under controlled temperature. *Molecules*, **25**, 4805 (2020).
DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25204805>

(2) 黒岩 崇, Emmanuel C. Ossai, 羽田野哲史, 市川創作: 多相乳化-液中乾燥プロセスによる脂質分子集合型キャリアへの親水性分子内包化. *Membrane (膜)*, **46**, 84-90 (2021).
DOI: <https://doi.org/10.5360/membrane.46.84>

◇ 招待講演

- (1) Takashi Kuroiwa: Development and functionalization of edible dispersion systems using intermolecular interactions of biomolecules. Tsukuba Global Science Week 2020 -Engineering Science of Life and Environment Based on Colloidal Flocculation-, On-line session, 29 Sep, 2020.
- (2) Takashi Kuroiwa: Functionalization of food dispersions via self-complexation of biomolecules. 界面動電現象セミナー, 筑波大学, 2021年3月4日.

◇ 国内会議

11件

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

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

◇ 学生数 修士課程：3名、学部4年生：4名

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

国内会議 11 件

- ◇ 学生の主な就職先
ユシロ化学工業(株)、アズビル(株)、(株)吉野工業所

■ 社会貢献

- ◇ 第 176 回 総研セミナー講演 (2021 年 3 月 9 日)
講演タイトル「脂質分子が HNL ガラス上で発現する特異な会合構造」

- ◇ 出張授業
川崎市立南菅小学校(担当者)

- ◇ 委員

氏名	委員名一覧
黒岩 崇	日本油化学会理事・総務委員長、日本食品工学会編集委員・学術活動委員、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

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

リビングラボのコンセプト設計に向け、地域経済、医療福祉、環境、教育など尾山台地区に関わる約 40 名へのリサーチを実施し、地域特性を抽出した。また 2020 年 10 月よりハッピーロード尾山台に「おやまちリビングラボ準備室」を開設、現地でのリサーチや地域と連携した活動を実験的に開始した。21 年 3 月には、次年度開設するリビングラボのビジョンを地域住民や専門家など約 50 名の関係者と議論するオンラインフォーラムを開催した。

◇ 次年度への展開

本年度のフォーラムなどにより生まれたコミュニティをベースに参加型のリノベーションによって「おやまちリビングラボ」をハッピーロード尾山台に開設する。オープンは 10 月の予定で、以降、様々なステークホルダーとともにコミュニティベースの研究プロジェクトを実験的に行なっていく。現時点では、地元のクリニック、中学校、教育委員会はじめ、メーカーや人材派遣など一般企業とのプロジェクトを予定している。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 【招待論文】坂倉杏介「都市型コミュニティとプラットフォームのあり方」、『都市社会研究』第 13 号、せたがや自治政策研究所、73-92 頁、2021 年

■ 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
講師	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

ニッセイ財団「児童・少年の健全育成実践的研究助成」(100万円) 「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」研究代表：坂倉
東急株式会社「第1回東急子ども応援プログラム」(100万円) 「飛び出せ！おやまち部～学校の枠を超えたまちの部活動～」(※一般社団法人おやまちプロジェクトで受託)

■ 社会貢献

◇ 『『田園都市で暮らす、働くプロジェクト』キックオフイベント』、主催：次世代郊外まちづくり(横浜市・東急) (6/6)

◇ 『『まちづくり×学び』のこれから まちで学ぶ。まちと学ぶ。』、主催：シティラボ東京・Teach for Japam (7/12)

◇ 「みやざき関係人口創出サミット 産官学連携が生み出すソーシャルビジネス・ソーシャルインパクト」、主催：一般財団法人こゆ地域づくり推進機構 (8/1)

◇ 「ソトコト編集長指出一正と考える どこにいても参加できる地域の編集講座ラボ 第13回特別対談」、主催：ソトコトオンラインサロン (9/17)

◇ 「心地よい」日常生活や働き方とは？ウェルビーイングの視点から、リモートワーク時代の働き方を考えよう！」主催：三井不動産 WORK STYLING (10/21)

◇ 「未来FORUM2020 Online リビングラボがあるとゴロっと変わる」主催：Panasonic (12/21)

◇「時代にとって大事な問いを問う 人間は“生きもの”だということを忘れないようにしたほうがいい。」(2/1 ウェブ記事、ミラツク)

◇「第2回 OIMACHI RESEARCH FORUM「With コロナ・After コロナ時代のまちづくりを考える コミュニティとテクノロジー」主催：慶應義塾大学SFC 研究所みらいのまちをつくる・ラボ (1/23)

◇「関係人口をまちの資産として活かし活かされる関係性づくり」、主催：Share by Where (2/27)

◇「ウィズコロナ時代の郊外コミュニティ×ビジネスの未来～地域課題をビジネスでクリエイティブに解きほぐす～」、主催：東急クリエイティブシティコンソーシアム (3/9)

◇「地域の幸せをつなぐまちづくり事業 内発的イノベーション型まちづくりフォーラム」、主催：大阪府豊能町 (3/28)

◇ 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	横浜市市民協働推進委員会 委員
坂倉杏介	一般財団法人世田谷コミュニティ財団 理事

応用表現研究室

応用表現研究室
特別教授 山崎 芳男

■ 研究室概要

応用表現研究室は「感動を与える表現」を基本テーマとして、2014年に総合研究所へ新設されたインキュベーション・ラボです。エンタテインメント・文化の表現に関する研究と音響学および多様な音響応用に関する研究を通じて、地域や学外組織との協働を積極的に行い多種文化が共存/交流できる社会の実現に貢献する人材と技術の送出を目指しています。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

新規開発トランスデューサを活用して、道路走行車両への音声情報伝達システム、および動物と人との境界支援システムの試作・試用、などを行いました。

◇ 次年度への展開

試作システムの効果や耐久性の確認など、現場での継続使用をより意識したシステムの改良を進める予定です。

■ 成果の紹介

【テーマ1】高速道路走行車両運転者への音声による情報伝達

2017年度から、中日本高速道路会社（NEXCO 中日本）、および中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京株式会社と共同で、高速道路を走行する車両の運転者へ、車の外から音声で情報を伝達するシステムの研究を行っています。

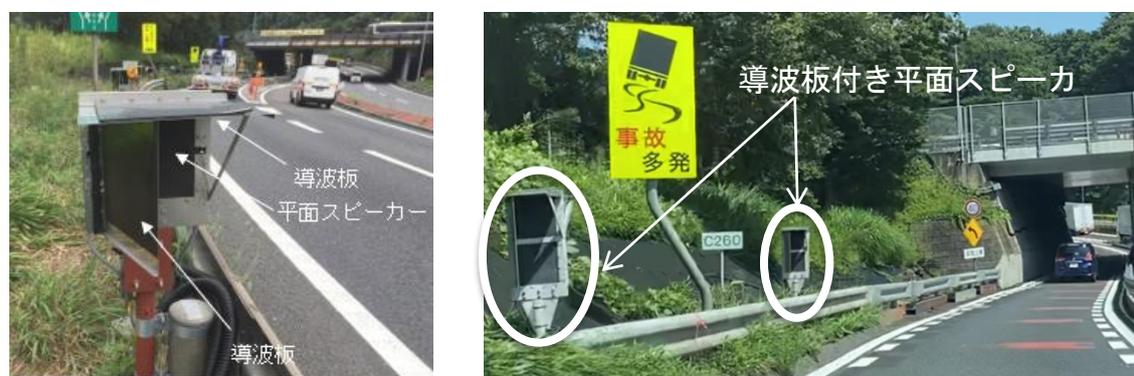
高速道路で車両を運転する人は、通常でも路面や他の車両、道路標識、計器など多くの視覚情報を確認する必要があるため、一時的な注意事項など随時付加する情報の伝達手段として音声は適していると考えられます。しかし従来からある専用のAMラジオ放送では、車内でラジオをつけ運転者がある放送を聞いていることが前提になります。そこで本研究では、車外設備として走行している車両へ、窓を閉めている状態でも運転者が容易に認識できるような音声伝達システムを開発しています。

2020年度は、車両内への確実な情報伝達と道路周辺地域への影響緩和を目的として、昨年度新たに開発・試用したシステムの改善に取り組みました。

一般的なダイナミック型スピーカーにはコーン（円錐）形状やドーム形状の振動板が用いられています。その音波面は球面状に広がるので、本事例の様に限られた範囲へ音情報を伝達したい場合には短所となります。これに対して当研究室が新たに開発したマルチセル・ダイナミック型平面スピーカーは、距離が離れても音波面が広がらず減衰が小さい特徴を持ちます。原理的に平面振動板が広いほどその特徴が生かされますが、設置・保守費用面からスピーカー枚数（面積）を減らしたい要望もあり、昨年度から平面スピーカーに導波（反射）板を組み合わせたシステムとしています。導波板の併用には設置箇所ごとの音声伝達範囲調整が簡便になる利点もあります。これら各要素を勘案して、今年度は平面スピーカー2枚と導波板を組み合わせたシステムへ改良しました。（写真－1 参照）。

このシステムはNEXCO 中日本管内の高速道路の事故多発区間で試用されました。ある区間では発生事故が皆無となる成果を得ましたが、別の区間では道路近接地域住民からの苦情が多くありました。

今後は長期間の設置を前提として、道路周辺地域への影響低減策の検討、道路導波板振動加速度特性と指向性との関係の計測、耐久性と効果の確認などを進める予定です。



a. 平面スピーカー1枚仕様

b. 平面スピーカー2枚仕様

図－1 高速道路インターチェンジ・オンランプで試用中の導波板付き平面スピーカー
(左はNEXCO 中日本提供)

【テーマ2】農耕地における人と鳥獣との共生の支援

2016年度から獣害低減を目的として、イノシシの生息域を農耕地区域から遠ざける鳴音装置の開発を地域と連携して行っています。

近年、野生鳥獣の生息域と人の生活・生産活動域との重複範囲が広がり、農作物生産等への影響が大きくなっています。福島県いわき地域を活動拠点とする「いわきバッテリーバレー推進機構」ではイノシシを対象に、イノシシの生態特性の分析、およびイノシシへ人との境界線を効果的に知らせる装置の基本設計を、「農耕地での害獣との共生システム研究会」として各団体と協同で行っています。

2020年度はこの「農耕地での害獣との共生システム研究会」からの受託研究として、イノシシを遠ざける音波（超音波周波数帯域を含む）拡生装置を昨年度に引き続き試用しました。この装置は、音源信号を超音波で変調出力し空気伝播中の非線形性により再生するパラメトリックスピーカを用いていて、可聴帯域である数kHzから超音波帯域である50kHzまでの周波数帯域を含む掃引正弦波や帯域雑音などを再生します。

本年度は実際にイノシシの出没情報があった農耕地に試作装置を設置し、2020年10月、および2020年12月～2021年1月に断続的に試用・観察を行いました（図－2参照）、調査期間中にイノ

シシが出没せず、装置の具体的な効果確認にまで至りませんでした。

農耕地での調査を再度実施し、信号の種類による差や他の分離策との併用時の効果の確認、音波のセンサーによる発信制御、リモートによる現況・動作確認などを行うことが今後に向けて検討されています。



図ー 2 調査場所に設置した音波・超音波発生装置

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専門分野
特別教授	山崎 芳男	音響学, 応用音響
共同研究者	橋本 澄彦	映像制作編集
共同研究者	田端 一彦	視覚表現, 地域協働
共同研究者	菰口 賢一	音楽企画・制作
共同研究者	工藤 純平	情報学
共同研究者	小森谷 朋子	人材育成, コーチング, チームビルディング
共同研究者	池畑 光浩	美学, 音楽表現
共同研究者	行川 さをり	建築・都市の音環境と表現
共同研究者	小西 雅	応用音響