

東京都市大学

2019年度 総合研究所 紀要

第16号

2020年7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な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。以下、2019年度の活動状況について簡単に報告いたします。

まず、未来都市研究機構（葉村真樹教授）は「私立大学研究ブランディング事業」で都市の諸問題の全学的な学際研究を5研究ユニットで推進して参りました。2019年度でブランディング事業は終了し、2020年度からはUDXをキーワードに新しい展開を目指します。

また既存の8つの研究センターは、横断的な研究を進めるべく新設したイノベーション研究機構に編入しました。そのもとで、ナノエレクトロニクス研究センター（澤野憲太郎教授）は文科省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業を推進し、都市基盤施設の再生工学研究センター（小西拓洋教授）は、首都高グループとの第Ⅱ期共同研究を完了しました。高効率水素エンジン・エンジントライボロジー研究センター(HEET)（三原雄司教授）はAICE受託の国プロテマを実施し、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（末政直晃教授）では、液状化対策や洋上風力発電用テーパーモノパイルの研究を進め、子ども家庭福祉研究センター（早坂信哉教授）は渋谷福祉学会の立ち上げに貢献しました。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、ロボットや制御の基礎研究と共に分野横断の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ています。さらには、10月の台風19号による世田谷キャンパスの被害を受けて、11月には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）を設置しました。イノベーション研究機構には現在9つの研究センターが所属しています。

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、廣瀬禎彦教授）は音空間の研究成果の活用にも多方面から取り組みました。本学の次の先端的な研究を展開する重点推進研究は6件を実施しました。

新型コロナウイルスの流行を受けて、教育・研究のあり方も大きく変わろうとしています。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。

2020年7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

(2019年11月現在)

所長 野中 謙一郎

副所長 澤野 憲太郎

未来都市研究機構

[インフラ領域]

機構長	教授	葉村 真樹		(都市イノベーション)
	教授	川口 和英	[都市生活学部]兼務	(都市計画・建築計画)
	副機構長 教授	丸山 収	[工学部]兼務	(信頼性・計測)
	教授	吉田 郁政	[工学部]兼務	(災害軽減)
	准教授	関屋 英彦	[総合研究所]兼務	(鋼構造・橋梁工学)

[環境領域]

	教授	飯島 健太郎	[総合研究所]兼務	(造園学・都市緑化)
	教授	リジヤル ホム ハートウル	[環境学部]兼務	(建築・都市環境科学)
	准教授	横田 樹広	[環境学部]兼務	(都市生態計画)

[情報領域]

	准教授	岡田 啓	[環境学部]兼務	(交通経済学・環境経済学)
	講師	林 和真	[都市生活学部]兼務	(都市地域計画・空間解析)

[生活領域]

	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・モビリティデザイン)
	教授	和多田 雅哉	[工学部]兼務	(生活支援工学)
	准教授	北見 幸一	[都市生活学部]兼務	(マーケティング)
	講師	橋本 倫明	[都市生活学部]兼務	(経営学・組織の経済学)

[健康領域]

	教授	柴田 随道	[知識工学部]兼務	(集積回路システム工学)
	教授	早坂 信哉	[人間科学部]兼務	(公衆衛生・地域医療・疫学)
	教授	久保 哲也	[共通教育部]兼務	(スポーツ科学・生理学)
	講師	末繁 雄一	[都市生活学部]兼務	(都市計画・建築計画)

[事務局]

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 産学官連携アドバイザー
UR A	板東 嘉彦	総合研究所 UR A
部長	谷萩 香織	研究推進部部長
課長	大堀 博信	外部資金課長
課長	小檜山 克則	産学官連携センター課長
係長	櫻田 由美子	外部資金課係長
事務員	宮本 薫	外部資金課事務員
事務員	鈴木 栄里子	総合研究所事務員

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	[工学部]兼務	(半導体工学)
	副学長	丸泉 琢也		(半導体工学)
	名誉教授	白木 靖寛		(半導体工学)
	教授	野平 博司	[工学部]兼務	(電子物性)
	教授	岩松 雅夫	[共通教育部]兼務	(統計物理・計算物理)
	教授	田中 康寛	[工学部]兼務	(電子材料工学)
	教授	藤田 博之		(バイオMEMS)
	教授	三宅 弘晃	[工学部]兼務	(電子材料工学)
	准教授	堀越 篤史	[知識工学部]兼務	(計算科学)
	准教授	傘 昊	[工学部]兼務	(通信・ネットワーク工学)
	教授	黒岩 崇	[工学部]兼務	(生物化学工学)
	准教授	須藤 誠一	[共通教育部]兼務	(化学物理)
	准教授	星 裕介	[工学部]兼務	(半導体工学)
	講師	瀬戸 謙修	[工学部]兼務	(回路設計)
	技士	新藤 恵美	ナノテクノロジー研究推進センター	(材料評価)
	技術員	浜村 尚樹	ナノテクノロジー研究推進センター	(材料評価)
	客員教授	中川 清和	[山梨大学・教授]	(半導体工学)

都市基盤施設の再生工学研究センター

センター長	教授	小西 拓洋		(鋼構造・橋梁工学)
	顧問(学長)	三木 千壽		(鋼構造・橋梁工学)
	准教授	関屋 英彦	[工学部]兼務	(鋼構造・橋梁工学)
	教授	吉田 郁政	[工学部]兼務	(信頼性解析)
	教授	丸山 收	[工学部]兼務	(信頼性・計測)
	教授	白旗 弘実	[工学部]兼務	(鋼構造・計測)
	特別研究員	CAO VU DUNG		(橋梁工学・機械学習)
	研究員	古東 佑介	[(株)エイテック]	(橋梁工学)
	客員研究員	田井 正行	[琉球大学工学部・助教]	(鋼構造)

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	[工学部]兼務	(内燃機関工学)
	教授	三田 修三		(内燃機関工学)
	准教授	伊東 明美	[工学部]兼務	(内燃機関工学)
	講師	及川 昌訓	[工学部]兼務	(内燃機関工学)
	客員研究員	浦辺 満	[日本ビ [®] ストリリング [®] (株) 技術開発第1グループ]	(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	山本 光明		(内燃機関工学)

応用生態システム研究センター

センター長	名誉教授	涌井 史郎		(造園学・環境計画)
	教授	飯島 健太郎		(造園学・都市緑化)
	准教授	横田 樹広	[環境学部]兼務	
	客員研究員	堀川 朗彦	[(株)クロスポイント]	(造園学・環境計画)
	客員研究員	山崎 正代	[(株)クロスポイント]	(造園学・環境計画)
	客員研究員	山下 律正	[大日化成(株) 技術部次長]	(造園技術)

地盤環境工学研究センター

センター長	教授	末政 直晃	[工学部]兼務	(地盤工学)
	准教授	伊藤 和也	[工学部]兼務	(地盤工学)
	技士	田中 剛	[工学部]兼務	(地盤工学)
	共同研究者	永尾 浩一	[佐藤工業・技術研究所研究員]	(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	(公衆衛生・地域医療・疫学)
	教授	井戸 ゆかり	[人間科学部]兼務	(発達臨床心理学)
	准教授	園田 巖	[人間科学部]兼務	(社会福祉学)
	特別研究員	亀田 佐知子	子ども家庭福祉研究センター	(発達心理学)

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	[工学部]兼務	(制御工学)
	教授	金宮 好和	[工学部]兼務	(知覚情報処理・知能ロボティクス)
	教授	田口 亮	[知識工学部]兼務	(知能情報学)
	教授	向井 信彦	[知識工学部]兼務	(メディア情報学・データベース)
	教授	大屋 英稔	[知識工学部]兼務	(システム工学)
	准教授	佐藤 大祐	[工学部]兼務	(知覚情報処理・知能ロボティクス)
	准教授	京相 雅樹	[工学部]兼務	(医用生体工学・生体材料学)
	准教授	中野 秀洋	[知識工学部]兼務	(計算機システム・ネットワーク)
	准教授	関口 和真	[工学部]兼務	(機械力学・制御)
	講師	星 義克	[知識工学部]兼務	(知覚情報処理・知能ロボティクス 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	[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	准教授	伊藤 和也	[工学部]兼務	(自然災害科学・地盤工学・安全システム)
	教授	末政 直晃	[工学部]兼務	(地盤工学)
	准教授	三上 貴仁	[工学部]兼務	(自然災害科学・水工水理学)
	技士	田中 剛	[工学部]兼務	(地盤工学)
	准教授	五艘 隆志	[工学部]兼務	(建設マネジメント・災害マネジメント)
	准教授	関屋 英彦	[工学部]兼務	(鋼構造・橋梁工学)
	准教授	秋山 祐樹	[工学部]兼務	(空間情報科学・都市・交通計画・都市地理学)

専任教員研究室

FUTURE－PV研究室

教授	小長井 誠		(固体電子工学)
准教授	石川 亮佑		(電子・電気材料工学)
客員教授 特別研究員	市川 幸美		(半導体デバイス)
客員教授	Juergen Werner	[Stuttgart大学教授]	(固体電子工学)
特別研究員	濱 敏夫		(半導体デバイス)
特別研究員	野毛 宏		(半導体物性・デバイス)
特別研究員	古川 公子		(事業運営)
特別研究員	熊田 昌年		(半導体工学)
特別研究員	平井 政和		(半導体工学)
特別研究員	高村 司		(半導体工学)

マイクロナノシステム研究室

教授	藤田 博之		(マイクロナノシステム)
----	-------	--	--------------

重点推進研究

機能性非晶材料研究ユニット

准教授	藤間 卓也	[工学部]兼務	(構造・機能材料)
-----	-------	---------	-----------

サステナブルパワーシステム研究ユニット

准教授	太田 豊	[工学部]兼務	(電力工学・電気機器工学)
-----	------	---------	---------------

核燃料・FP先進応用研究ユニット

教授	佐藤 勇	[工学部]兼務	(核燃料・照射挙動・核分裂生成物)
教授	鈴木 徹	[工学部]兼務	(原子力安全工学・熱流体工学)
准教授	松浦 治明	[工学部]兼務	(核燃料・照射挙動・核分裂生成物)
共同研究者	山路 哲史	早稲田大学 准教授	(原子炉設計・原子炉物理・安全)

生態進化古生物学研究ユニット

准教授	中島 保寿	[工学部]兼務	(層位・古生物学・進化生物学)
-----	-------	---------	-----------------

都心河川流域の防災環境シナジー研究ユニット

准教授	丹羽 由佳理	[環境学部]兼務	(都市計画・人間環境)
准教授	横田 樹広	[環境学部]兼務	(都市生態計画・緑地環境)
准教授	威 泳植	[環境学部]兼務	(環境化学・水質環境)

インキュベーション・ラボ

応用表現研究室

教授	山崎 芳男	[早稲田大学名誉教授]	(音響表現)
教授	廣瀬 禎彦	[1 2 1 ワークスLLC]	(応用表現)
共同研究者	橋本 澄彦	[1 2 1 ワークスLLC]	(映像制作編集)
共同研究者	田端 一彦	[(有)TBT]	(視覚表現・地域協働)
共同研究者	菰口 賢一	[T&Kエンタテインメント]	(音楽企画・制作)
特別研究員	小西 雅	－	(音響表現)

共同研究者	池畑 光浩	[(株)早稲田エデュショナル・エンジニアリング]	(美学・音楽表現)
共同研究者	行川 さをり	[一般財団法人日本気象協会]	(建築・都市の音環境と表現)
共同研究者	工藤 純平	[ケアタイムズ新聞]	(情報学)
共同研究者	小森谷 朋子	[(株)Priact A]	(人材育成・コーチング・チームビルディング)

事務室

事務員	鈴木 栄里子	産学官連携センター
-----	--------	-----------

目 次

1. 2019年度 活動報告	1
----------------	---

2. 2019年度 研究概要

未来都市研究機構	2
葉村 真樹	

ナノエレクトロニクス研究センター	1 1
澤野 憲太郎	

都市基盤施設の再生工学研究センター	1 7
小西 拓洋	

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	2 1
三原 雄司	

応用生態システム研究センター	2 7
涌井 史郎	

地盤環境工学研究センター	3 3
末政 直晃	

子ども家庭福祉研究センター	3 9
早坂 信哉	

インテリジェントロボティクスセンター	4 3
野中 謙一郎	

ミネラル結晶体研究センター	4 9
平田 孝道	

インフラ維持管理と災害制御に関する研究センター	5 4
伊藤 和也	

卓越教員研究室

FUTURE-PV研究室	5 7
	小長井 誠

マイクロナノシステム研究室	6 3
	藤田 博之

重点推進研究

機能性非晶材料研究ユニット	6 9
	藤間 卓也

サステナブルパワーシステム研究ユニット	7 2
	太田 豊

核燃料・FP先進応用研究ユニット	7 6
	佐藤 勇

生態進化古生物学研究ユニット	8 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	8 5
	丹羽 由佳理

インキュベーション・ラボ

応用表現研究室	9 0
	廣瀬 禎彦・山崎 芳男

総合研究所 2019年度活動報告

月	日	活 動 内 容
4	10	総合研究所利用者説明会（前期）・防災訓練(学生及び貸研究室等登録者対象)
	15	第70回総合研究所運営委員会
	18	第32回未来都市研究機構運営委員会／第156回所内会議
	25	第147回総研セミナー（ナノエレクトロニクス研究センター）
5	16	第33回未来都市研究機構運営委員会／第157回所内会議
	31	第148回総研セミナー（重点推進研究 機能性高分子研究室）
6	12	第71回総合研究所運営委員会
	20	第34回未来都市研究機構運営委員会／第158回所内会議
7	18	第35回未来都市研究機構運営委員会／第159回所内会議
	25	未来都市研究機構第9回セミナー（第149回総研セミナー）
	29	第150回総研セミナー（ミネラル結晶研究センター）
8	23	第151回総研セミナー（成果報告会）
		第2回東海大学－東京都市大学ジョイントシンポジウム
9	19	第36回未来都市研究機構運営委員会／第160回所内会議
	25	総合研究所利用者説明会（後期）（学生及び貸研究室等登録者対象）
10	2	第152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）
	17	第37回未来都市研究機構運営委員会／第161回所内会議
11	11	第153回総研セミナー（重点推進研究 サステナブルパワーシステム研究ユニット）
	16	第154回総研セミナー（渋谷福祉学会第2回大会）（子ども家庭福祉研究センター）
	21	第38回未来都市研究機構運営委員会／第162回所内会議
	27	第155回総研セミナー（都市基盤施設の再生工学研究センター）
	30	第156回総研セミナー（応用生態システム研究センター）
12	11	第157回総研セミナー（FUTURE-PV研究室）
	17	第72回総合研究所運営委員会
	19	第39回未来都市研究機構運営委員会／第163回所内会議
	20	未来都市研究機構第10回セミナー（第158回総研セミナー）
1	16	第40回未来都市研究機構運営委員会／第164回所内会議
	24	2016～2018年度外部評価委員会
	30	第159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）
2	7	第160回総研セミナー（地盤環境工学研究センター）
	19	第41回未来都市研究機構運営委員会／第165回所内会議
	25	第161回総研セミナー（重点推進研究 都心河川流域の防災環境シナジー研究ユニット）
	18	第166回所内会議
	19	第42回未来都市研究機構運営委員会
3	以下は、新型コロナウイルス感染症拡大防止対策のため延期または中止	
	2	総研セミナー（重点推進研究 核燃料・FP先進研究ユニット）
	4	第73回総合研究所運営委員会
	16	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）
	16	総研セミナー（応用表現研究室）
	23	総研セミナー（重点推進研究 生態進化古生物研究ユニット）
	30	未来都市研究機構シンポジウム2020（総研セミナー）
3/26より新型コロナウイルス感染症拡大防止対策による学生の入講禁止、教職員の出勤に対する措置を講じる		

未来都市研究機構

未来都市研究機構
機構長 葉村 真樹

■ 機構概要

魅力ある未来都市の創生に貢献する総合研究を全学体制で、1)インフラ、2)環境、3)情報、4)生活、5)健康各の各5領域の融合と地域連携により、実践的都市研究分野を創造、その成果を情報発信することで、「都市研究の都市大」としてブランディングすることをミッションとしている。

■ 研究成果の概要

【インフラ】

◇ 主要な研究成果

橋梁モニタリングを目的とした計測システムのクラウド部と電源部を開発した。試作したシステムが太陽光で駆動すること、意図的にシステムを傾斜させた際にメールが届くことを確認した。

沿岸災害に関する知見収集に関しては、インドネシアでの噴火に伴う津波災害について、各種現地調査を行うことで、津波発生箇所近傍での津波の規模や津波を引き起こした要因のひとつと考えられる地形の変化などを把握することができた。

【環境】

◇ 主要な研究成果

ファイトレメディエーションによる重金属汚染対策として、既往研究に見る汚染物質の選択的吸収能のみならず、植物の形態的特性に基づく汚染物質の効果的な吸収作用に着目して各種野草、園芸植物の探索を行った。既に2018年度はPb模擬汚染土壌（約400ppm）を用いることによって供試植物によるPbの一定の吸収反応を確認することができた。2019年度は、川崎臨海部の有効な土地利用を目的とするため引き続き対象とする重金属はPbとし、①盛土により適正に管理されたPb汚染現場における植栽実験、②同地点の土壌を用いたポット植栽実験を行った。

◇ 次年度への展開

2020年度は、より社会実装を目指した

環境配慮型の物理的浄化処理とファイトレメディエーションとの効果的なシステム形成、そうした暫定緑地としての環境効用と利用効用の検証とエリアマネジメントの展開を模索し、地域の産官学民におけるグリーンコミュニティ形成に向けたスキーム構築の研究を行う。

【情報】

◇ 主要な研究成果

2019年度では、過年度で考案した実態把握や需要予測等の分析手法の有用性を携帯電話アプリケーションから取得された位置情報を用いて比較・検証し、定量的な評価を実施した。本分析手法に関しては当該分野の関係者とも意見交換を重ねた。また、地方公共団体自らが交通流動を計測

できる収集装置となる Wi-Fi パケットセンサを試作し、学内で計測実験を重ねて実用に耐えられるように同センサを開発・改良した。

◇ 次年度への展開

2020 年度には、開発した同センサを用いて行政等と連携して駅勢圏の交通流動のビッグデータを収集して考案手法の有用性を検証し、社会実装に向けた制度や運用モデルの設計に取り組む予定である。

【生活】

◇ 主要な研究成果

高齢者や障がい者、子育てをする親等、都市内の「買い物難民」の日常的な買物を効果的に支援するシステムを開発。買い物支援システム ver.3.0 として、個人用の IoT の入口としてロゴ Q を活用した。買物支援カードを提供しセキュリティの高さの下で安全で安心な買物が出来るようにした。One to One マーケティングも可能で農家や事業者等にも満足度の高いシステムになった。

◇ 次年度への展開

新型コロナの感染拡大でテレワークが進み、地産地消型の買物支援システムはテレワークの支援にも有効であることが判った。今後は、本システムを活用するパートナーを探し普及・ビジネス化迄を引き続き考える。MaaS のシステムと融合化させることも考え MaaS から CaaS (City as a Service) への展開につながる。今後も、都市生活の研究から東京都市大学の存在感を高めていく。

【健康】

◇ 主要な研究成果

高齢者や子育て世代が安心して暮らし、また街歩きやショッピングを楽しむことができる社会基盤について調査を行い、その高度化に向けてフィールドトライアルを含む研究を進めてきた。暮らしと街との係わりは、核家族化や独居世帯の増加が進む現代において、人々の地域コミュニティからの孤立を抑制し、更に街歩きによる適度な運動、心身の健康維持を期する上からも街づくりの大切な観点の一つで。この 3 年間に亘り、健康管理、安心・安全見守りなど、未来都市の健康・安心生活をサポートする機能に係わる研究を実施した。

◇ 次年度への展開

この 3 年間を通じて、健康・安心社会をテーマとして未来都市が実装すべき機能の研究を行ってきた。研究の進展に合わせてセミナーの開催、展示会への出展、テレビ等メディアへの出演、WEB での情報発信等、「都市研究の都市大」としての大学ブランディング向上への貢献も果たした。大学ブランディング事業助成終了後も情報発信を継続し、引き続き本学の認知度向上に向けた活動を進める。

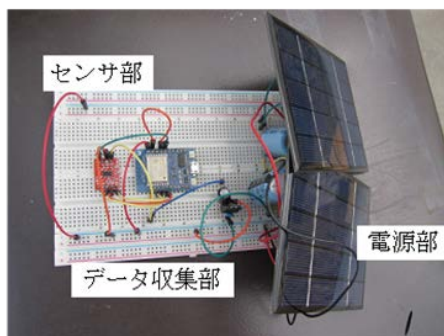
■ 成果の紹介

【インフラ】橋梁落橋検知システムの開発

橋梁の崩壊では、その弱点となる部位は桁の支点部付近であることが多い。そこで、橋梁の崩壊を傾きで検知する仕組みとして、橋台あるいは、中間支点部などにシステムを設置することを念頭に開発した。開発したシステムを図-1 に示す。開発したシステムはサーバ・加速度センサ・データ収集ノード等により構成されている。

モニタリングの研究においては、電源確保がしばしば問題となる。ここで使用したデータ収集ボードのマイコンは消費電力を非常に小さくできるものを選んだ。環境発電として、太陽光を用いられるようにしたが、蓄電を大容量のコンデンサで行えるようにシステムを拡張した。試作したシステムが太陽光である程度の時間駆動すること、意図的にシステムを傾斜させた際にメーラが届くことを確認することができた。

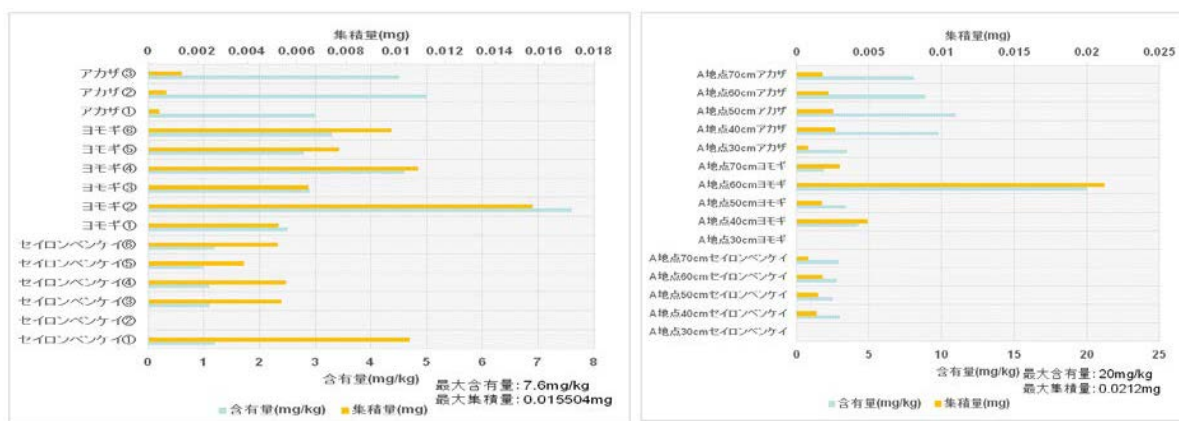
図1 橋梁落橋検知システム



【環境】ファイトレメディエーションによる重金属汚染対策

川崎市某所において盛土により適正に管理された Pb 汚染土壤地に植栽した供試植物において一定の Pb 吸収を確認することができた。Pb の偏在とともに金属化の強い状態が想定された現場であるが、条件に適応して根系から吸収した。なお現場の土壌を活用したポット実験でも同様に Pb 吸収を確認した。

図2 各供試植物の地上部（茎葉）Pb 濃度と集積量（左：現場植栽実験、右：ポット実験）



【情報】携帯電話の運用データおよびWi-Fi パケットセンサを用いた交通流動分析

東京都立川市の立川駅周辺（立川駅の駅勢圏）を対象に、携帯電話の運用データに基づく人口分布・流動統計を用いて交通流動を分析した。また、Wi-Fi パケットセンサや GPS センサを用いて、駅勢圏における短トリップの計測可能性を確認した（図3および図4参照）。また、トリップを常時観測可能な手法を考案した。図3は、2017年10月の休日10時～13時における携帯電話の運用データに基づく人口流動統計を用いた1km四方メッシュ間の流動人口を示している。東西を横断するJR線の南側、南北を縦断するモノレールの東側の流動が多いことが分かる。図4は、2018年1月の休日

においてWi-Fi パケットセンサの計測により得られたデータを用いて、施設間の交通流動を示したものである。南北を縦断するモノレールの東側の流動は複数の施設を立ち寄りながらの移動が多いことが特徴である。このように都市活動の実態を常時観測できると、交流人口は維持できるのか？将来的に交流人口の個人属性はどのような変化があるか？を予測することができる。

図3 ゾーン間の交通流動

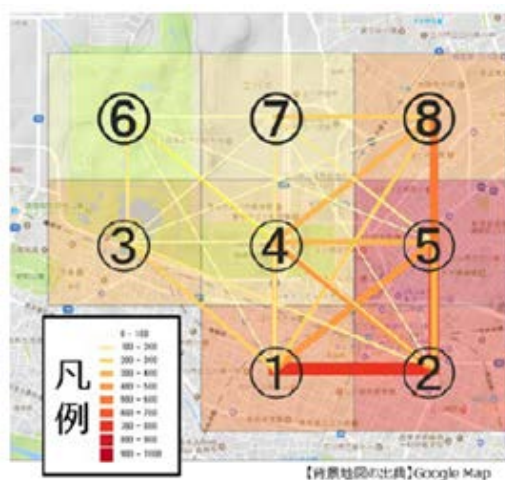


図4 施設間の交通流動



【生活】買物支援システムの研究

スマートフォンに慣れない主婦層や高齢者層も、15分程度で本システムに慣れて、10人の被験者全員が実験期間の3日間、脱落せずに買物できた。全員が実用化の際に「ぜひ使いたい」と回答してシステムの完成度が向上した。ユニバーサルデザイン性の高さを実証出来た。野菜を出す農家も販売チャネルが増えて、しかも発注件数が増えることで地産地消で収益増加を実現することを高く評価した。地産地消型で新鮮野菜がいつでもどこでも簡単に手に入るの、郊外都市型の新しいエリアビジネスの可能性も視野に入ることが生活者及び野菜生産農家の評価から明確になった。

なお、改善事項として野菜生産者からは農家への直接集荷でなく、直売所に集まったもので発注物をさばくことが効率的との提案があった。



図5 買物支援システムの入口となる個人向けメンバーズカード

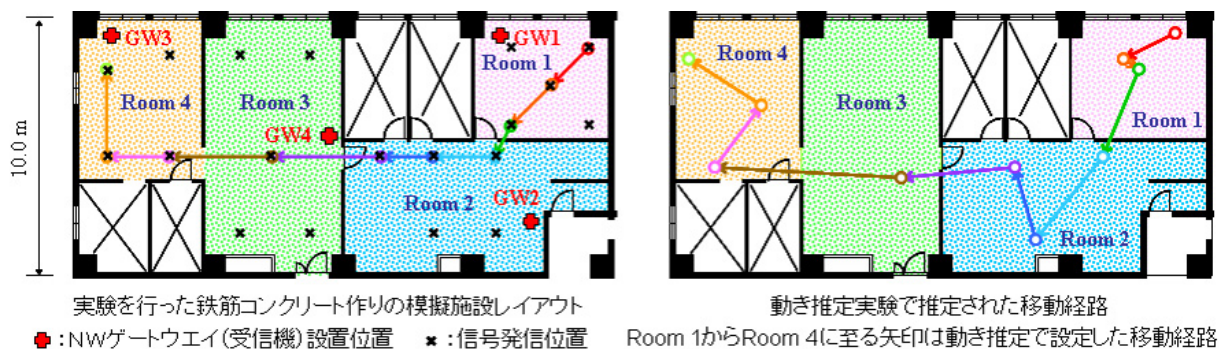


図6 買物支援システムの発注の様子。高齢者にもやさしいインタフェースを実現

【健康】買物支援システムの研究

老人ホーム等を想定した鉄筋コンクリート作りの施設(図7)で実験を実施した。施設内の4箇所にワイヤレスネットワークのゲートウェイGW1~4を設置し、各部屋の×印で示す複数の場所から信号を発信。4つのゲートウェイでの信号強度データから信号発信位置を学習させた。

図7 老人ホーム等を想定した鉄筋コンクリート作りの施設のレイアウト



学習した分類器により信号発信源の部屋の推定を行ない、SVM アルゴリズムで正答率 95.6%を得た。また、高齢者が図 1 左図の Room1 から Room4 に至る矢印で示す経路を移動したときの動きの推定結果として同右図の結果が得られた。さらに、トヨタホームのモデルハウスを借用し、一般住宅環境で同様の位置推定実験を行った結果、部屋単位の推定正答率として 81%を得た。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

【インフラ】

- (1) Mikami, T., Shibayama, T., Esteban, M., Takabatake, T., Nakamura, R., Nishida, Y., Achiari, H., Rusli, Marzuki, A. G., Marzuki, M. F. H., Stolle, J., Krautwald, C., Robertson, I., Aranguiz, R., Ohira, K. "Field Survey of the 2018 Sulawesi Tsunami: Inundation and Run-up Heights and Damage to Coastal Communities". Pure and Applied Geophysics, 176(9), 3291-3304, 2019.
- (2) Tsimopoulou, V., Mikami, T., Hossain, T. T., Takagi, T., Esteban, M. "Uncovering unnoticed small-scale tsunamis: field survey in Lombok, Indonesia, following the 2018 earthquakes". Submitted to Natural Hazards (Under review).

【環境】

- (1) 涌井史郎・浅井俊光・渡邊洋輔・堀川朗彦・山崎正代・飯島健太郎 (2019) : Pb 汚染土壌におけるファイトレメディエーション技術の適用可能性に関する研究、芝草研究 48(1)、pp. 17-24
- (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・学術論文集 33、pp. 271-276
- (3) 横田樹広 (2019) : 複合再開発に伴い整備された屋上緑化空間のゾーンに応じた夜間利用が利用者に与える生理・心理的効果、都市計画論文集 Vol. 54 No. 3、pp. 345-351
- (4) KumeKawa Y, Miura O, Fujimoto H, Ito K, Arakawa R, Yokoyama J, Fukuda T (2019) Possible occurrence of reproductive isolation between two geographical clades of a laniatorid harvestman *Pseudobiantes japonicus* (Arachnida: Opiliones: Epedanidae) in Shikoku. Edaphologia 104: 19-24.
- (5) Abe H., Rijal H.B., Hiroki R., Iijima K. and Ohta A.: Thermal mitigation of the indoor and outdoor climate by green curtains in Japanese condominiums, Climate 2020, 8(1), 8, doi:10.3390/cli8010008

【情報】

- (1) 今井龍一, 松島敏和, 松井晋, 池本智, 中西良成: カープローブデータを用いた道路舗装点検の効率化手法の提案, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), 2020 年 3 月 (掲載予定)

(2) 関和彦, 岩佐宏一, 窪田諭, 塚田義典, 安室喜弘, 今井龍一: 小規模橋梁の安全確認のための効率的点検技術の研究開発, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), 2020 年 3 月 (登載予定)

(3) Hwajin Lim, Sangyon Lim: Changing Process of decision making for the Linear-Shinkansen Route selection through text-mining, Korean cadaster information association, Journal of Korean cadaster information association, Vol.21, No.1, pp.99~116, 2019.

(4) Sunghyun Park, Hwajin Lim : Social Innovation by Social Entrepreneurship for revitalization with the local assets at depopulated island area, Korean cadaster information association, Journal of Korean cadaster information association, Vol.21, No.1, pp.117~128, 2019.

(5) 後藤智香子, 近藤早映, 林和眞, 小泉秀樹: 住宅市街地内民有地を活用した民間事業者による保育施設の整備方法に関する研究-開設反対事例の実態分析と考察, 日本都市計画学会都市計画論文集, 2019 年 11 月

【生活】

(1) 西山敏樹: 郊外都市型 MaaS を前提にした革新的バスサービスの研究, 日本イノベーション融合学会, イノベーション融合ジャーナル, 第 4 巻 1 号, 2019 年 6 月, pp.3~11

■ 研究体制

◇ 教員・研究員 (ユニット長以上のみ記載)

職名	氏名	専任/兼務	専門分野
機構長 教授	葉村 真樹	総合研究所	都市イノベーション、 経営システムデザイン、メディア情報戦略
副機構長 教授	丸山 収	建築都市デザイン学部	社会基盤施設の安全性問題解決、 地震工学・維持管理工学
インフラユニット長 准教授	関屋 英彦	建築都市デザイン学部	構造工学・維持管理・工学橋梁工学
環境ユニット長 教授	飯島 健太郎	総合研究所/環境学部	造園学、環境緑地学、生理人類学、 公衆衛生学
生活ユニット長 准教授	西山 敏樹	都市生活学部	ユニバーサルデザイン、エコデザイン融合 公共交通、路線バスの活性化
健康ユニット長 教授	柴田 随道	理工学部	IoT 端末用集積化システム研究、電磁界解 析、高速アナログ回路、通信制御用 SoC

◇ 学生数 該当なし

■ 主要な外部資金

平成 29 年度私立大学研究ブランディング事業 直接経費: 2,750 万円

「都市研究の都市大: 魅力ある未来都市創生に貢献するエイジングシティ研究および実用化の国際フロンティア」

■ 学生教育
該当なし

■ 社会貢献

◇ ブランドジャーナリズムサイト『未来都市』による情報発信

- ・ ブランドジャーナリズムサイト「未来都市」(<https://futurecity.tokyo/>) で、高校生にもわかりやすく取材を行い、研究内容に関する情報発信を行った。
- ・ 大学広報とも連携して、電車の車内広告、SNS（Facebook）広告なども実施。
- ・ 総 views の件数は 73,230 件（2018 年 4 月 25 日～2020 年 3 月 3 日現在）であった。
- ・ 各記事の詳細は以下の通り。

	発行日	領域	views	タイトル	取材先
1	2018.04.25	インフラ領域	4,428	劣化予測モデルの蓄積を目的に、インフラの健康診断を推進	丸山
2	2018.04.25	健康領域	1,783	街の中での生活と健康をテーマに、外出しやすい街づくりを	柴田、末繁
3	2018.04.25	トビックス	4,241	都市のスマートエイジング研究をリードする東京都市大学	丸泉
4	2018.04.25	トビックス	1,833	エイジングシティ問題は、成熟した都市づくりへの好機	川口
5	2018.05.10	生活領域	2,827	都市交通としての「バス」が抱える問題から見えてくるもの	西山
6	2018.05.20	生活領域	2,065	ユニバーサルデザインで都市生活を考える	西山
7	2018.05.30	環境領域	2,354	リモートセンシング技術で都市の水と緑を解析、「生態系の恵み」の見える化の実現へ	横田
8	2018.06.10	インフラ領域	2,063	災害リスクを正しく評価し、都市や構造物の減災を目指す	吉田
9	2018.06.30	健康領域	1,984	未来都市における入浴施設の役割とは	早坂
10	2018.07.02	健康領域	2,362	未来都市研究機構第5回セミナー「健康領域」のご案内	
11	2018.07.10	健康領域	2,186	スマートフォンを利用して熱中症対策や安心できる街作りを	久保
12	2018.07.25	情報領域	2,190	ビッグデータと都市活動のモニタリング	今井、岡田、林
13	2018.08.05	情報領域	1,478	国民一人ひとりがセンサーになる世の中	今井、岡田、林
14	2018.08.25	情報領域	1,017	集められた情報で命をも繋ぐ	今井、岡田、林
15	2018.09.10	健康領域	1,773	アライアンスでセンサーネットワークの世界標準化を目指す、「EnOcean」の展望とは	板垣氏
16	2018.09.20	健康領域	2,493	睡眠の役割と、都市生活において睡眠の質を上げる方法とは？	安達氏
17	2018.09.30	健康領域	3,611	「新・湯治」に注目！温泉や入浴がもたらす健康効果とは	早坂
18	2018.10.12	生活領域	1,583	未来都市研究機構第6回セミナーのご案内	
19	2018.10.15	生活領域	10,068	2020年以降に重要となる都市問題について	北見
20	2018.10.30	環境領域	1,407	緑を効果的に配置し、防災減災と環境改善を目指す	飯島
21	2018.11.15	環境領域	1,087	鉄道線路の緑化で熱環境問題を解決し、緑を利用した土壌汚染物質浄化の実証実験へ	飯島
22	2018.12.03	生活領域	972	私たちの生活を変えるシェアリングエコノミー	橋本
23	2018.12.13	インフラ領域	1,227	IoT技術を活用し、スマートインフラを実現する	関屋
24	2019.01.08	インフラ領域	870	沿岸域における津波・高潮災害による被害の軽減を目指して	三上
25	2019.03.12	トビックス	844	「未来都市研究の都市大 シンポジウム2019」のご案内（終了しました）	
26	2019.04.20	トビックス	907	未来都市と地域を活かした集客学	川口
27	2019.05.01	生活領域	880	都市生活者の満足度と都市ブランディングの関係を考える	北見
28	2019.05.10	生活領域	761	高山市の『あたかも大学』の取り組みと都市大との連携	西山
29	2019.05.20	生活領域	845	公民学連携によるアーバンデザインの実践とコミュニケーション	中島
30	2019.05.30	トビックス	677	「未来都市研究の都市大シンポジウム2019」レポート（前半）	シンポジウム
31	2019.06.10	トビックス	495	「未来都市研究の都市大シンポジウム2019」レポート（後半）	シンポジウム
32	2019.06.20	生活領域	842	交通における、ユニバーサルデザインとエコデザインの融合	西山
33	2019.06.30	生活領域	711	インクルーシブな社会を目指し、日常生活動作の支援機器を開発	和多田
34	2019.07.20	インフラ領域	415	未来都市研究機構第7回セミナー インフラ領域（第144回総研セミナー） セミナーレポート1	関屋
35	2019.07.30	インフラ領域	503	未来都市研究機構第7回セミナー インフラ領域（第144回総研セミナー） セミナーレポート2	白旗、丸山
36	2019.08.20	インフラ領域	457	未来都市研究機構第7回セミナー インフラ領域（第144回総研セミナー） セミナーレポート3	三上、吉田
37	2019.09.01	トビックス	1,531	東京都市大学が提唱するアーバン・デジタル・トランスフォーメーション（UDX）	葉村
38	2019.09.15	トビックス	630	アーバン・デジタル・トランスフォーメーション（UDX）の実現にむけての現状と課題	パネル
39	2019.10.10	健康領域	404	健康領域ユニットの活動内容と成果	柴田、早坂、久保、末繁
40	2019.10.20	健康領域	576	高齢者の見守りについて	柴田、早坂、久保、末繁
41	2019.10.30	健康領域	355	未来へ向けての展望	柴田、早坂、久保、末繁
42	2019.11.10	環境領域	742	グリーンインフラの期待される防災・減災効果	飯島、横田、リジャル、吉田、横田、堀川、山崎
43	2019.12.05	環境領域	761	熱環境の改善と汚染物質を吸収するファイトレメディエーション	飯島、横田、リジャル、吉田、横田、堀川、山崎
44	2019.12.20	情報領域	800	地域再生、および働く子育て世代を支援するための情報技術の活用について	林
45	2020.01.20	環境領域	476	グリーンインフラによるストレスマネジメントと環境不動産価値	飯島、横田、リジャル、吉田、横田、堀川、山崎
46	2020.01.30	環境領域	97	「都市大らしいグリーンインフラ」とは何か	飯島、横田、リジャル、吉田、横田、堀川、山崎
47	2020.02.10	インフラ領域	513	データ・センサによる都市インフラのマネジメント	塚田氏
48	2020.02.20	インフラ領域	106	防災・減災に向けた人工知能技術	上田氏
			73,230		

◇ 研究成果を一般向けに取りまとめた書籍『都市 5.0』の出版

未来都市研究機構のこれまでの研究成果を踏まえて、社会に対して分かりやすく研究成果を還元する一般向けの著書として、東京都市大学総合研究所未来都市研究機構著『都市 5.0ーアーバン・デジタルトランスフォーメーションが日本を再興する』（翔泳社）を 2020 年 3 月 24 日に出版。



◇ セミナー等による情報発信

- 未来都市研究機構キックオフシンポジウム
日時：2017 年 3 月 27 日（月）13：00～17：00
場所：東京都市大学 世田谷キャンパス 21C 教室
内容：特別講演「都市研究の今後の可能性」（涌井史郎客員教授）
各領域の成果と今後の展開説明、ディスカッション
参加者：121 名
- 第 2 回未来都市研究機構セミナー
日時：2017 年 6 月 21 日（水）13：00～17：00
場所：東京都市大学 世田谷キャンパス 21C 教室
内容：第 1 部「都市の交通インフラ（橋梁や高架橋）の維持管理マネジメント」
第 2 部「都市の緑地を中心としたグリーンインフラの効果と活用」
研究成果と今後の展開、ディスカッション
参加者：41 名
- 第 3 回未来都市研究機構セミナー（電子情報通信学会大会企画セッション）
日時：2017 年 9 月 12 日（火）13：00～16：00
場所：東京都市大学 世田谷キャンパス 22C 教室
内容：「ICT 活用による魅力ある成熟都市（エイジングシティ）形成」
- 私立大学研究ブランディング事業「選定記念シンポジウム」
日時：2017 年 12 月 9 日（土）
場所：東京都市大学世田谷キャンパス 21C 教室
内容：特別講演「少子高齢化時代の都市研究－科学性と先導性への期待－」（豊橋技術科学大学 大西隆学長）
各領域の成果と今後の展開説明、ディスカッション

- ・ 第4回未来都市研究機構セミナー
 日時：2018年4月18日（水）14：00～17：00
 場所：東京都市大学二子玉川夢キャンパス
 内容：情報領域；「自動運転で変わる私たちのライフスタイル」「都市交通の調査・分析の最前線」をテーマにした講演・ディスカッション
 参加者：109名
- ・ 第5回未来都市研究機構セミナー
 日時：2018年7月31日（火）14：00～17：00
 場所：東京都市大学二子玉川夢キャンパス
 内容：健康領域；「センサーネットワーク EnOcean の展望」「都市生活と睡眠」「温泉と健康」をテーマにした講演・ディスカッション
 参加者：50名
- ・ 第6回未来都市研究機構セミナー（日本広報学会共催セッション）
 日時：2018年10月28日（日）13：20～15：20
 場所：東京都市大学等々力キャンパス2号館213教室
 内容：生活領域；「1万人生活者調査と都市のブランド戦略」「高山市の『あたかも大学』の取り組みと都市大との連携」「公民学連携によるアーバンデザインの実践とコミュニケーション」をテーマにした講演・ディスカッション
 参加者：85名
- ・ 第7回未来都市研究機構セミナー
 日時：2019年3月13日（水）10：00～12：40
 場所：東京都市大学二子玉川夢キャンパス
 内容：インフラ領域；「社会資本の観点からみたインフラをめぐる今日の動向」「各種センサ技術によるインフラの維持管理」「低電力消費データロガー開発と橋梁への適用」「制御理論を用いた交通荷重の橋梁への荷重効果同定」「2018年インドネシア・スラウェシ島地震による津波災害の調査」「津波避難シミュレーションと防災教育について」をテーマにした講演・ディスカッション
 参加者：59名
- ・ 公開シンポジウム「未来都市研究の都市大シンポジウム2019」（第8回セミナー）
 日時：2019年3月29日（金）
 場所：東京都市大学世田谷キャンパス 21C教室
 内容：各領域の研究報告およびディスカッション
- ・ 第9回未来都市研究機構セミナー
 日時：2019年7月25日（水）15:00-17:30
 場所：東京都市大学二子玉川夢キャンパス
 内容：基調講演「アーバン・デジタル・トランスフォーメーション（UDX）」（葉村機構長）
 各領域の研究報告およびディスカッション
 参加者：65名
- ・ 第10回未来都市研究機構セミナー
 日時：2019年12月20日（金）15:00-17:00
 場所：東京都市大学二子玉川夢キャンパス
 内容：「データ・センサによる都市インフラのマネジメント」「防災・減災に向けた人工知能技術」
 参加者：67名

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

次世代のスピンドバイスに向けた歪み SiGe/Ge(111)ヘテロ構造の高品質形成に必須となる臨界膜厚を実験的に決定し、系統的評価によってそれが基板欠陥や面方位に強く依存することを明らかにした。また、オンチップ光配線に向けた光デバイスとして、歪み Ge-on-insulator 基板開発にこれまで成功しているが、今回 Ge 膜の表面パッシベーション技術を導入することで大幅な発光増大を得ることに成功した。

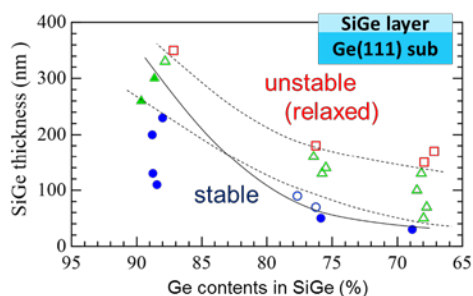
◇ 次年度への展開

高品質歪み SiGe/Ge(111)ヘテロ構造の形成技術確立させた上で、歪み制御によるバンドエンジニアリング、高移動度化技術の開発に進む。これによりスピン散乱が抑制され、スピン MOS デバイス実現に大きな前進となる。また、発光デバイスとして、表面パッシベーション技術確立させ、電流注入型 EL デバイス (LED) の実現を目指す。さらに GeLED 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

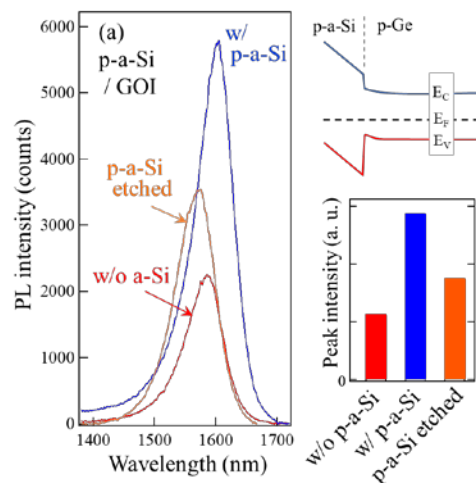
近年 Ge(111)は、電子の移動度が高いことや、高品質強磁性体のエピタキシャル成長が可能であり、スピントロニクスに応用できることから注目を集めている。さらに Ge 上に歪み $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x(111)$ チャンネルを形成することで歪み効果による特性向上が期待される。本研究では、高品質な歪み $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 層の形成に向け、その歪み緩和初期過程を詳細に調べ、実験的に臨界膜厚(t_c)を決定した。特に t_c の Ge 組成、基板面方位依存性を詳細に調べ、系統的データを得た。また、 t_c が Ge-on-



Si(111)及び Ge(111)基板上で大きく異なることを初めて明らかにし、下地となる Ge 基板の品質が極めて重要であることを示した。

【テーマ2】歪み Ge 発光デバイス開発

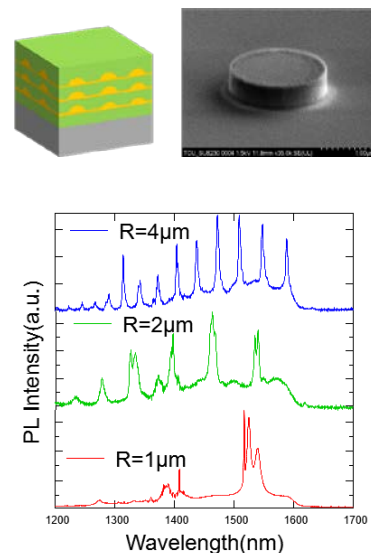
近年、オンチップ光配線の実現に向けてシリコンフォトニクスへの期待が高まっており、Ge は、シリコンフォトニクスの光源として注目を集めている。これは、Ge に引っ張り歪みを導入することで直接遷移化が可能となり、通信波長帯域での高効率発光デバイスの実現が期待できるためである。本研究では、Ge エピタキシャル成長と貼り合わせ手法を用いて、歪み Ge-on-insulator (GOI) 基板を作製し、さらに水素化アモルファス(a-)Si 薄膜堆積による GOI の表面不活性化を行い、発光効率の向上を試みた。まず、GOI を作製することにより、成長直後の Ge-on-Si (GOS) と比較して 5 倍以上の発光増大が得られた。さらに、p 型 a-Si 層を堆積させることで、もとの GOS と比較し発光強度が約 15 倍となった。一方、n 型 a-Si を堆積させた場合には発光強度が減少した。計算により a-Si/Ge ヘテロ構造のバンド構造を調べた結果、p-a-Si/Ge ではバンドベンディングが見られ、電界効果パッシベーションの効果によって発光増大していることが分かった。



【テーマ3】Ge ナノ構造の形成と光学特性評価

Si 基板上の通信波長帯での有望な高効率発光デバイスとして、Si 上の自己形成 Ge 量子ドットの開発を進めた。本研究では、n ドープ Ge 量子ドット構造に、円形 Distributed Bragg Reflector やマイクロディスク微小共振器構造を形成し、微小共振器型発光デバイスを作製した。その結果、室温にて鋭い共振ピークを得ることに成功した。今後の EL デバイス化によって、光配線、導波路との集積化がいつに進むものと期待できる。

更に新たな試みとして、ガラス上への Ge ナノ構造形成を試みた。ガラス基板を溶液処理するだけで、ガラス表面から階層的にサイズが変化するナノ多孔層を非常に容易に形成可能であることが報告されており、このナノ多孔層上に非晶質 Ge を堆積し、その結晶化や光学特性を調べた。ナノ多孔層の影響により、結晶化が促進されることが分かり、さらに室温での発光も観測され、Ge ナノ微結晶がガラス上に形成されていることを示唆しており、今後ガラス上発光デバイス化への道が拓けた。



■ 研究業績

◇ 査読付き論文

(1) “Fabrication of Ge MOS with low interface trap density by ALD of Al₂O₃ on epitaxially grown Ge”

Ryotaro Matsuoka, Eriko Shigesawa, Satoru Miyamoto, Kentarou Sawano and Kohei M Itoh

Semiconductor Science and Technology 34, 014004 (5pp) (2019) DOI:/10.1088/1361-6641/aaf19b

(2) “Effect of strain on the binding energy of Ge 2p and 3d core level”

R. Sano, S. Konoshima, K. Sawano and H. Nohira

Semiconductor Science and Technology 34, 014006 (2019) DOI:/10.1088/1361-6641/aaf3ee

(3) “Thermoelectric power factor enhancement based on carrier transport physics in ultimately phonon-controlled Si nanostructures”

Shunya Sakane, Takafumi Ishibe, Tatsuhiko Taniguchi, Nobuyasu Naruse, Yutaka Mera, Takeshi Fujita, Md. Mahfuz Alam, Kentarou Sawano, Nobuya Mori, Yoshiaki Nakamura

Materials Today Energy 13, 56-63 (2019). DOI:/10.1016/j.mtener.2019.04.014

(4) “Critical thickness of strained Si_{1-x}Ge_x on Ge(111) and Ge-on-Si(111)”

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

Applied Physics Express 12, 081005 (2019) DOI: 10.7567/1882-0786/ab2db8

(5) “Nonmonotonic bias dependence of local spin accumulation signals in ferromagnet/semiconductor lateral spin-valve devices”

Y. Fujita, M. Yamada, M. Tsukahara, T. Naito, S. Yamada, K. Sawano, and K. Hamaya

Physical Review B 100, 024431 (2019). DOI: 10.1103/PhysRevB.100.024431

(6) “High thermoelectric performance in high crystallinity epitaxial Si films containing silicide nanodots with low thermal conductivity”

Shunya Sakane, Takafumi Ishibe, Takahiro Hinakawa, Nobuyasu Naruse, Yutaka Mera, Md. Mahfuz Alam, Kentarou Sawano, and Yoshiaki Nakamura

Appl. Phys. Lett. 115, 182104 (2019). DOI: 10.1063/1.5126910

(7) “Semiballistic thermal conduction in polycrystalline SiGe nanowires”

Noboru Okamoto, Ryoto Yanagisawa, Roman Anufriev, Md. Mahfuz Alam, Kentarou Sawano, Masashi Kurosawa, and Masahiro Nomura

Appl. Phys. Lett. 115, 253101 (2019). DOI: 10.1063/1.5130659

◇ 招待講演

(1) Md. Mahfuz Alam and Kentarou Sawano (Invited)

“Si/Ge Heterostructures with Various Surface Orientations”

EMN Epitaxy 2019, Amsterdam, the Netherlands, June 18-20, 2019

◇ 国際会議

- (1) Shunya Hayashida, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Kentarou Sawano, and Yusuke Hoshi
"Effect of thermal annealing at a low temperature on exciton dynamics in semiconducting MoTe₂ crystals"
SSDM2019, Nagoya University, Nagoya, Japan, September 2-5, 2019
- (2) Yusuke Hoshi, Shunya Hayashida, Kentarou Sawano
"Optical Interferences in Monolayer Tungsten Disulfide and Tungsten Diselenide Encapsulated by Hexagonal Boron nitride"
ISCSIVIII (8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces), Tohoku University, Sendai, Japan, November 27-30, 2019
- (3) Kenta Niikura, Yuta Kumazawa, Natsuki Yamahata, Yusuke Hoshi, Tsukasa Takamura, Kimihiko Saito, Makoto Konagai, Kentarou Sawano
"Enhanced Photoluminescence from Strained Ge-on-Insulator Surface-Passivated with Hydrogenated Amorphous Si"
ISCSIVIII (8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces), Tohoku University, Sendai, Japan, November 27-30, 2019
- (4) Youya Wagatsuma, Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya, Kentarou Sawano
"Surface Morphology Evolution of Strained Si_{1-x}Ge_x Grown on Relaxed Ge(111)"
ISCSIVIII (8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces), Tohoku University, Sendai, Japan, November 27-30, 2019
- (5) Shunya Hayashida, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Kentarou Sawano, and Yusuke Hoshi
"Thermal stability of mechanically-exfoliated monolayer and few layer MoTe₂"
ISCSIVIII (8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces), Tohoku University, Sendai, Japan, November 27-30, 2019
- (6) Md. Mahfuz Alam, Kazuya Okada, Yuya Wagatsuma, Yusuke Hoshi, Michihiro Yamada, Kohei Hamaya and Kentarou Sawano
"Strain states and critical thickness of Si_{1-x}Ge_x epitaxial layers on Ge-on-Si(111)"
ISTDM / ICSI 2019 Conference, Madison, USA, June 2-6, 2019
- (7) Reito Wada, Kohei Takizawa, Yukako Kato, Masahiko Ogura, Toshiharu Makino, Satoshi Yamasaki, Hiroshi Nohira
"Angle-resolved Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy Study of ICP etching Damage Layer on Diamond Surface", IWDTF2019, Tokyo Inst. Of Tech., Tokyo, Japan, Nov. 18, 2019

◇ 国内会議 15 件

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

センター長，教授	澤野 憲太郎	[工学部]兼務	半導体工学
副学長，教授	丸泉 琢也		半導体工学
名誉教授	白木 靖寛		半導体工学
教授	野平 博司	[工学部]兼務	電子物性
教授	田中 康寛	[工学部]兼務	電子材料工学
教授	藤田 博之		バイオ MEMS
教授	三宅 弘晃	[工学部]兼務	電子材料工学
教授	須藤 誠一	[共通教育部]兼務	化学物理
准教授	堀越 篤史	[知識工学部]兼務	計算科学
准教授	傘 昊	[工学部]兼務	通信・ネットワーク工学
准教授	黒岩 崇	[工学部]兼務	生物化学工学
准教授	星 裕介	[工学部]兼務	(半導体工学)
講師	瀬戸 謙修	[工学部]兼務	(回路設計)

◇ 学生数 博士後期課程：1 名、修士課程：12 名、学部 4 年生：16 名

■ 主要な外部資金

私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 2019 年度直接経費：700 万円 「ゲルマニウムを基幹材料とするナノエレクトロニクス先端融合研究基盤の形成」研究代表（澤野）
科学研究費補助金、基盤研究（B）2019 年度直接経費：730 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、基盤研究（S）2019 年度直接経費：900 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 2019 年度受入研究費 510 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 3 件、国際会議 6 件、国内会議 12 件

◇ 学生の主な就職先

コニカミノルタ、キオクシアシステムズ、JUKI、JVC ケンウッド、ジャトコ、ラピスセミコンダクタ、大崎電気工業、本田技研工業、マイクロンメモリジャパン、半導体エネルギー研究所、他

■ 社会貢献

◇ 第 147 回 総研セミナー開催 (2019 年 4 月 25 日)

講演タイトル「デンソーの車載半導体と MEMS プロセス」「2045 技術的特異点への挑戦」
「集積量子光デバイスに向けた希土類酸化物」

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

◇ 出張授業

静岡県立富士宮西高校(澤野)、山脇学園高等学校(野平)、八王子実践高等学校(野平)

他教員、多数につき省略

◇ 委員

澤野	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(IWDTF2019)」実行委員、応用物理学会 代議員、結晶工学分科会幹事、シリコンテクノロジー分科会 幹事、他
野平	IWDTF2019 組織委員長、応用物理学会 シリコンテクノロジー分科会 常任幹事、他
星	IWDTF2019 実行委員

他教員、多数につき省略

都市基盤施設の再生工学研究センター

都市基盤施設の再生工学研究センター
センター長 小西 拓洋

■ センター概要

都市インフラ構造物の点検、診断のための、非破壊検査、モニタリング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

1. インフラ劣化メカニズムの研究：①損傷データベースの構築、分析、②点検技術者教育プログラム、2：疲労き裂の検知技術：疲労劣化進展挙動の解明、マトリクスフェーズドアレイ超音波探傷、渦流探傷画像化診断技術、き裂寸法計測、3. MEMS センサー技術：MEMS による変位計測、変位同定、MEMS による WIM、高精度 WIM、4. 損傷検知技術：遠隔ボルト緩み検知、塗膜割れ画像からのき裂判定、赤外線サーモグラフィによる剥落検知、5. モニタリング技術：き裂検知モニタリング検討、地震時の損傷評価、無線計測、自己給電モニタリングシステム、6. 補修補強技術：レーザーアークハイブリッド溶接補修、TIG 再溶融補修、取替鋼床版、塗り替え塗装の劣化

◇ 次年度への展開

1. 最新センシング技術による外力検知、2. 最新センシング技術によるインフラ構造物の変形同定、3. 圧電素子センサによる疲労損傷検知技術の開発、4. Bridge Weigh-In-Motion 技術の高精度化、5. 物性値の空間分布の推定、6. 自然リスク評価手法の高度化

■ 成果の紹介

【テーマ1】疲労き裂点検における目標提案

実務レベルで適用が容易であり、かつ安全性を確保できる、亀裂検知の管理目標の提案を行った。このために、桁高 1m の実物大の I 桁の疲労載荷実験を行い、ビーチマークを形成させることで、疲労亀裂の長さ及び深さ方向の進展挙動の把握を行った。同時に疲労載荷途中の試験桁に対して、ひずみ検知、接近目視、渦流探傷などの検知法を適用し、発生したき裂を検知するための検査手法の適用性を調査した。

一方、脆性破壊より決まる限界亀裂長は荷重、継手のディテールによっても変動することから正確な予測は難しい。ここでは常時の交通荷重に対する限界亀裂長の試算を WES に示される方法で 50mm と設定した。これらの検討結果をもとに、点検の管理基準値を提示し、その実現性の評価を行った。以上の結果を元に橋毎に点検タイミングと点検法を決定する数値管理に基づく点検を提案した。

■ 研究業績

- ・ 小西拓洋, 横山 薫, 関屋 英彦, 平野秀一, 三木千壽, ガセット取付部疲労亀裂の点検管理基準の提案, 鋼構造論文集, 2020.3

【テーマ2】渦流探傷 C-Scope 画像化手法の現場適用

渦流探傷画像化診断装置に探傷信号ノイズ除去アルゴリズムを適用することで、回し溶接部に生じる溶接ノイズを取り除き、小さなき裂の検知率の向上させた。さらに C-Scope 画像化情報を利用したき裂の寸法、深さ検知を試み、その精度評価を実施した。き裂の深さ検知が現場で簡易に実施出来る可能性が示された。図-1 は溶接ノイズ除去前後の探傷信号の C-Scope 画像化結果を示す。図-2 は寸法が既知である実疲労き裂の検知結果で、5mm×2mm の疲労き裂を塗膜上から検知出来る性能が確認されている。

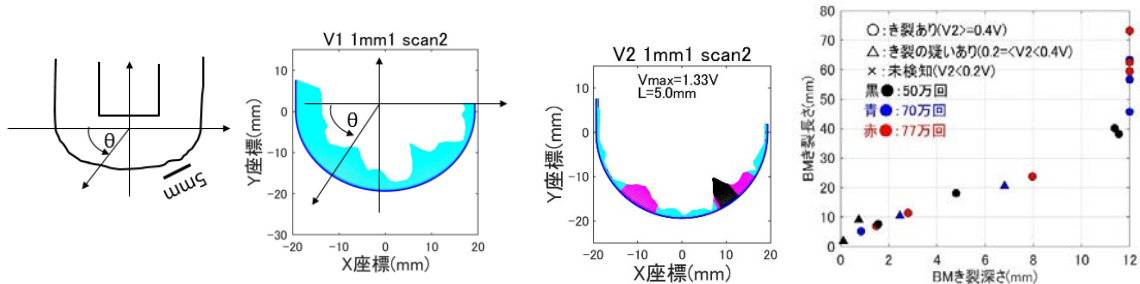


図-1 渦流探傷検査信号（ノイズ除去前，除去後（右））
黒色＝き裂検知結果

図-2 疲労き裂検知結果
縦横はき裂の実測寸法

【テーマ3】セラミックス圧電素子を用いた亀裂検知

セラミック圧電素子センサによる疲労損傷検知を試みた。圧電素子センサは、感度が良く安価であり、また、圧電素子センサ自身がひずみに応じた電流を発するため、ひずみゲージと比較して省電力であることが利点である。圧電素子の発生電圧はひずみ速度に比例するため、高周波ほど高電圧を生じる。このため、信号を積分することで、振動数によらずひずみ振幅に比例した電圧を得ることが出来る。

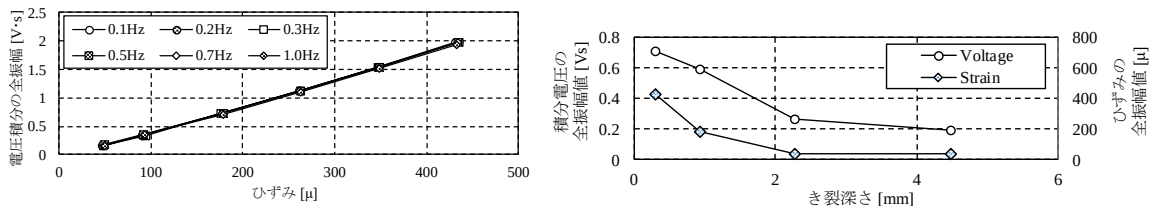


図-1 電圧（積分値）とひずみの関係

図-2 疲労き裂深さと出力信号の関係

【テーマ4】レーザー加振を用いたボルトの遠隔軸力計測

ボルトの緩み・脱落の防止は大きな課題となっているが、検知には多くの手間とコストが必要とされており、その省力化の要求が高い。点検員による打音検査に変えて、遠隔から定量的な軸力検知が可能となれば、要求に応えることができると考えられる。このような目的で、レーザー加振を用いたボルトの軸力計測法の開発を行った。遠隔軸力検知には、遠隔からの加振、遠隔からの検知、軸力の推定の3つの技術より構成される。遠隔からの加振には、出力0.5W程度のYAGIレーザー（図-1）を用いるが、加振力が小さいため、ボルトヘッドの連続パルス加振を行ない、その励起振動を数十パルス分重ね合わせ、この信号から軸力検出に適用する固有振動モードを見付け出した（図-2）。遠隔からの検知については、レーザードプラー振動計での検知を検討しており、ハンマー

打撃に対する応答を 20m の距離から計測し、目的の固有振動モードの検出に成功している。本手法は近接困難なボルトの微少な緩みを検知することで、取付構造の落下などの事故を未然に防止するために利用が検討されている（図-3）。

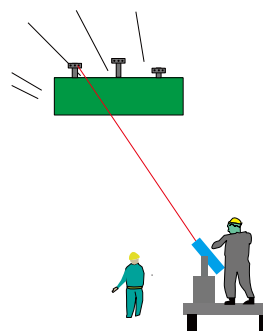
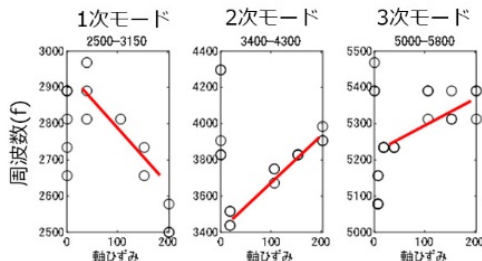


図-1 レーザー加振装置

図-2 ボルト軸ひずみとモード周波数の関係

図-3 検査イメージ

【テーマ5】赤外線サーモグラフィーによるコンクリートはく落検知

サーモグラフィーによる剥落危険性の検査（以下 IRT 検査と呼ぶ）の剥落部検査への利用が広がっている。IRT 検査は広範囲を短時間で検査でき効率が高いが、他の検査に比べ見逃し、誤検知の可能性が高く、日中の壁高欄の検査においては利用は一次スクリーニングなどに限定されている。見逃しの原因は背景温度ノイズ、定量評価が困難な特性があげられ、これを解消する熱画像処理手法を開発した。図-1 に背景温度ノイズの除去アルゴリズムの適用例、図-2 に現場壁高欄の内部欠陥の寸法推定結果、図-3 に検知した欠陥の深さ推定例を示す。深さ推定結果より剥落危険性の評価が検討できる。

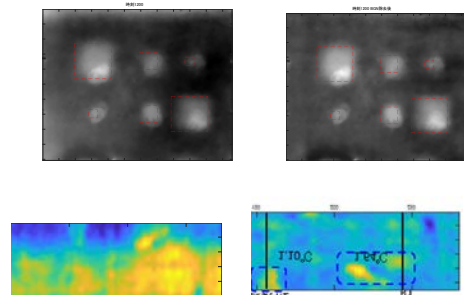


図-1 背景温度ノイズ除去（右：除去後）



図-2 内部欠陥寸法、深さ推定結果、

■ 研究業績

- ・ 小西拓洋, 横山 薫, 関屋 英彦, 平野秀一, 三木千壽, ガセット取付部疲労亀裂の点検管理基準の提案, 鋼構造論文集, 2020. 3
- ・ 古東佑介, 小西拓洋, 関屋英彦, 三木千壽, Monitoring local damage due to fatigue in plate girder bridge, Journal of Sound and Vibration, Volume 438, 6 January 2019, Pages 238-250 Journal of Sound and Vibration, 2019.1
- ・ Samim Mustafa, 関屋英彦, 三木千壽, Vibration and Control_Determining location of Sensors for Seismic Damage Detection, Journal of Vibration and Control, 2020. 2

■ 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	小西 拓洋	専任	橋梁工学，疲労
准教授	関屋 英彦	兼務	橋梁工学，
教授	白旗 弘実	兼務	橋梁工学，非破壊検査
特任研究員	Samim Musutafa	専任	
特任研究員	Muge Kuleli	専任	
特任研究員	Yanjie Zhu	専任	
客員講師	田井 政行		
客員研究員	古東 祐介		
研究助手	森近 翔吾	博士後期	

◇ 学生数 博士後期課程：1名、修士課程：2名

■ 主要な外部資金

首都高速道路，首都高技術，首都高速道路技術センター 2020年度直接経費：2400万円 「首都高における構造物診断の高度化に関する研究・開発」研究代表（小西）
中日本高速技術マーケティング株式会社，2020年度委託金：100万円 「実交通下での重量算出の高精度化と車両識別に関する研究・開発」

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数
論文1件

■ 社会貢献

◇ 第155回 総研セミナー開催（2019年11月27日）
講演タイトル「目視点検の課題」「モニタリングで-他による部材損傷の評価」「フェーズドアレイ超音波探傷によるルート部欠陥の評価」「赤外線サーモグラフィによる剥落危険予測」

◇ センサエキスポ 2019（東京ビッグサイト）渦流探傷画像化診断装置出展（2019年9月）

以上

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

内燃機関の超高効率化とゼロエミッション実現のため、摩擦損失の極小化とそれに伴う信頼性確保(摩耗・オイル消費低減)技術、水素燃料の革新的燃焼技術、およびそれらを支える実機関での種々計測技術に注力した研究に取り組んでいる。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

自動車用内燃機関研究組合(AICE)受託の国プロテーマ5件を実施し、以下の知見を得た。

- (1) フォトクロミズム法により、ポスト噴射時のボア上オイル・燃料挙動を明らかにした。
- (2) フォトクロミズム法により、すべり軸受油膜挙動の追跡計測に成功した。
- (3) 変動荷重下におけるすべり軸受軸心挙動の計測およびCAE解析技術を構築した。
- (4) 燃焼室壁面近傍の局所熱流束を測定可能な、高精度熱流束センサを独自開発した。

◇ 次年度への展開

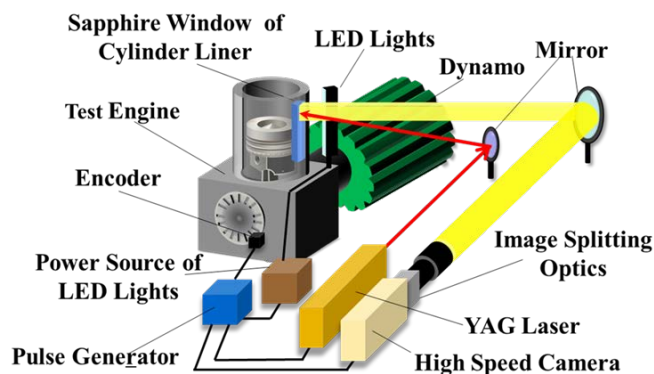
- (1) 本年度AICEテーマにおける成果をベースとして、日独連携研究(ハンブルク工大、ミュンヘン工大および東海大との共同研究)を開始し、ポスト噴射ならびにオイル消費現象に関わるエンジン実働時のシリンダ内油膜の観測・解析技術(フォトクロミズム、LIF、高速質量分析、リング挙動計測)の構築を行う(2021年度末まで)。
- (2) 本年度に引き続きAICE5テーマ(2020年度最終)の実施とまとめを行う。

■ 成果の紹介

【テーマ1】ポスト/遅角噴射による希釈・発熱・オイル劣化解析(AICE受託 国プロテーマ)

排出ガス規制強化への対応技術であるディーゼルエンジンのポスト噴射、ガソリンエンジンの遅角噴射において、潤滑油への燃料混入による潤滑油劣化、摩耗増大等の問題が発生しており、そのメカニズム解明が早急に望まれている。AICEオイル(潤滑油)希釈WGでは、オイル希釈メカニズム解明とモデル化を実施している。HEETでは、東海大学と共同でオイル希釈燃料のリング周りにおける輸送現象の推定精度向上のため、実験による現象解明を担当している。具体的には、

- (1) 可視化窓つき単気筒CIエンジンを用い、フォトクロミズム(液体にレーザで瞬時着色し、その挙動を追う計測法)により、ピストン-シリンダ間の潤滑油および燃料の挙動を観測した。その結果、ボア壁に存在する潤滑油膜が $1\mu\text{m}$ 以下であること、ポスト噴射によりさらに潤滑油膜が薄くなること、Topリング合口から燃料が下方に流動すること、等を明らかにした(図1)。
- (2) リング背面への潤滑油および燃料の流動を明らかにするため、Topリングの溝内挙動を計測するシステムを準備した(センサ埋込等)。2020年度に計測実施予定。



運転条件	2000rpm Motoring
噴射量	5 mm ³
燃料噴射時期	圧縮上死点后60°
着色時期	圧縮上死点后47° (燃料噴射前)
撮影時期	排気上死点前36° (TOPランド)

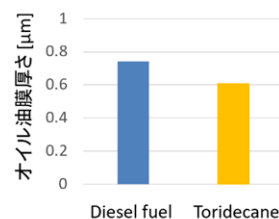


図1 フォトクロミズムによる潤滑油・燃料の挙動観測システムと油膜厚さ測定例

【テーマ2】NVH油膜モデル構築(AICE 受託 国プロテーマ)

近年、内燃機関では燃焼効率向上に伴う急速燃焼化により、背反事象として振動・騒音特性の悪化が指摘されており、高精度騒音予測技術の構築が各社の共通課題となっている。しかし、現状のCAEモデルでは燃焼加振力に対する高周波領域の精度向上が課題であり、特にエンジン軸受など油膜を介した振動伝達部位における非線形特性を的確に表現する計算モデル構築が不可欠となっている。

本研究では、すべり軸受油膜の非線形動特性（バネ・減衰）のメカニズム解明を行い、5 kHz 以上の高周波における騒音・振動(NV)予測技術を確認することを最終目標とする。このうち、HEET では

- ・単体試験機を用いた油膜挙動・流速・油膜厚さの計測
- ・NV 汎用ソフトウェアで考慮可能な軸受・油膜モデルの構築 を担当している。

具体的には、図2(a)に示すすべり軸受単体試験機を用いて、以下を実施した。

- (1) 直交する2方向に設けた変位センサによる変動荷重下での軸心軌跡の計測
- (2) (1)と同一条件での市販ソフトを用いたCAE解析による軸心軌跡の計算
- (3) 上半分を透明体の可視化窓とした軸受(図2(b))を用いたフォトクロミズムによる油膜可視化
その結果、実測と計算で符合する軸心軌跡(図2(c))を得た。また、フォトクロミズムによるオイル流動の追跡計測に成功した(図2(d))。

2020年度はこれらの実験、計算をさらに改良してデータを蓄積し、油膜モデルの構築・検証によるNV特性との相関明確化を行う予定である。

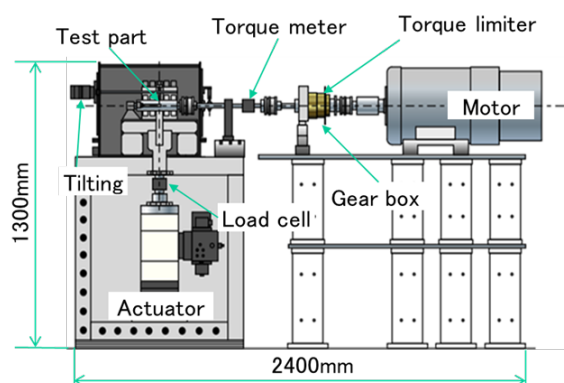


図2(a) すべり軸受単体試験機

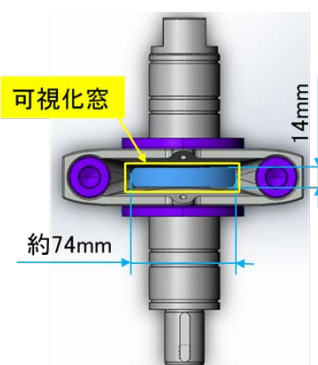


図2(b) 可視化用窓付き軸受

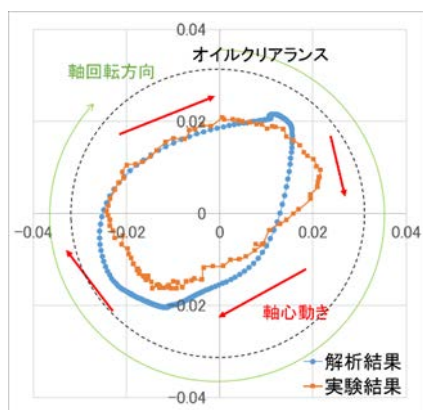


図 2(c) 軸心軌跡(計算/実測)

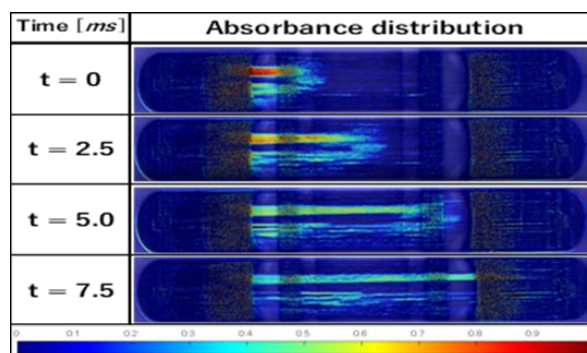


図 2(d) 油膜挙動可視化結果(フォトクロリズム)

【テーマ 3】 冷却損失低減技術の研究 (AICE 受託 国プロテーマ)

ディーゼル機関の熱効率向上にあたり、投入される全熱量のうち 3 割程度を占める冷却損失を低減することが必要不可欠である。冷却損失は、着火した燃料噴霧が壁面に衝突する際の局所的な熱流束増大によって増加することが知られており、損失低減には噴霧火炎が衝突する壁面の熱伝達機構解明が重要となる。本研究では、燃焼火炎の衝突による壁面熱流束のサブミリ空間分布を実測できる多点型熱流束センサを独自開発して、壁面近傍の熱伝達特性を明確にし、熱伝達メカニズム解明及びモデル構築に寄与するとともに、燃焼室壁面形状が熱伝達特性に与える影響を明らかにする。

本年度は多点型熱流束センサの開発に注力した。開発したセンサの概略形状を図 3 に示す。アルミ合金 (AC8A-T6) のセンサボディに、コンスタンタン軸線 ($\phi 0.13\text{mm}$) を挿入し、アルミ合金-コンスタンタンの熱電対を多点で形成することにより表面における複数の温度点を同時に計測することができる。試作センサにおいて十分な空間分解能と動特性が得られることを確認した (図 4)。

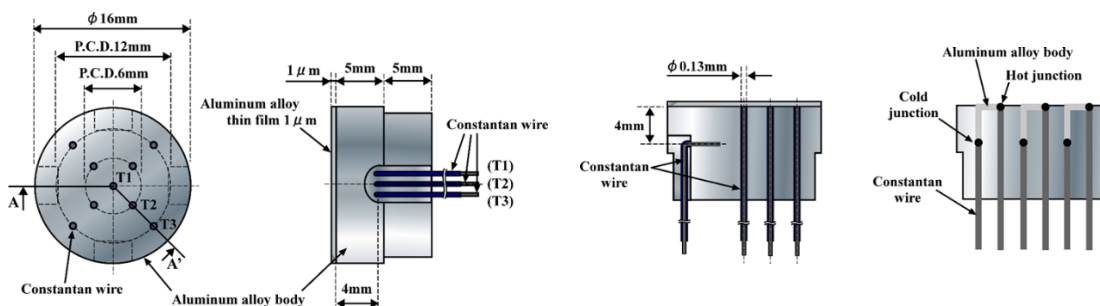


図 3 多点型熱流束センサ

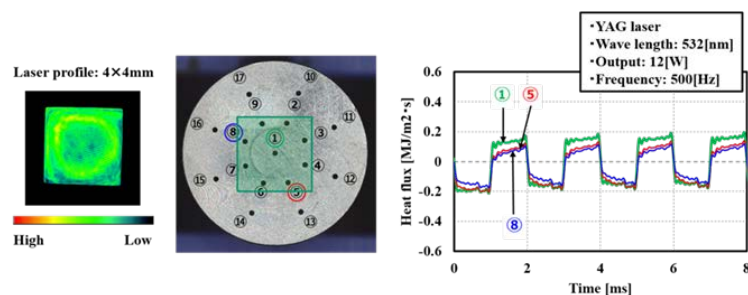


図 4 試作センサの動特性評価

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 及川昌訓, 佐藤稜汰, 糀谷喜久, 郷間啓介, 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と一層の性能向上に関する研究・自動車技術会論文集・Vol.51, No.1・pp.26-31・2020
DOI: <https://doi.org/10.11351/jsaeronbun.51.26>
- (2) 石井大二郎, 三原雄司・同軸型薄膜温度センサを構成する材料が熱接点位置及び計測精度に与える影響・日本機械学会論文集・Vol.85, No.871・2020
DOI: <https://doi.org/10.1299/transjsme.18-00395>
- (3) Y. Ono, K. Matsumoto, H. Taniguchi, and Y. Mihara・Temperature Prediction of Actual Contact Portion of the Metal Belt CVT・Tribology Online・Vol. 15, No. 1 (2020)・pp18-24
DOI: <https://doi.org/10.2474/trol.15.18>
- (4) Mochizuki, K., Watanabe, Y., Owashi, M. and Mihara, Y.・A Study on Sliding Surface Pressure Measurement of Piston Ring under Reciprocating Condition Using Thin-film Sensor・Tribology Online・Vo.14, No.4, 2019・pp173-181・DOI: <https://doi.org/10.2474/trol.14.179>
- (5) 石井大二郎, 三原雄司・同軸型薄膜温度センサを構成する材料が熱接点位置及び計測精度に与える影響・日本機械学会論文集・Vol.85, No.871・2020
DOI: <https://doi.org/10.1299/transjsme.18-00395>
- (6) 石井大二郎, 三原雄司, 横森剛・同軸型薄膜温度センサを用いた内燃機関の燃焼室壁面における熱流束解析手法及び精度に関する研究・日本機械学会論文集・Vol.85, No.879・2019・
DOI: <https://doi.org/10.1299/transjsme.19-00262>
- (7) 糀谷喜久, 佐藤稜汰, 齋藤広海, 石井大二郎, 及川昌訓, 高木靖雄, 三原雄司・燃焼室内局所熱流束計測による筒内直接噴射水素エンジンの水素噴流の挙動と冷却損失低減効果の評価に関する研究・日本機械学会論文集・Vol. 85 (2019), No. 875・2019・
DOI: <https://doi.org/10.1299/transjsme.18-00427>
- (8) Yuki. Ono, Kenji. Matsumoto, and Yuji. Mihara・A study of the lubrication under impact loading - Experimental and analytical application to push belt CVTs・Tribology Online・Vol. 14, No. 2, p. 18-23・2019・ DOI: <https://doi.org/10.2474/trol.14.18>
- (9) Yasuo Takagi, Masakuni Oikawa, Ryota Sato, Yoshihisa Kojiya, Yuji Mihara・Near-zero emissions with high thermal efficiency realized by optimizing jet plume location relative to combustion chamber wall, jet geometry and injection timing in a direct-injection hydrogen engine・International Journal of Hydrogen Energy・Volume 44, Issue 18・pp9456-9465・ DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.02.058>

◇ 招待講演

- (1) 三原雄司・SIP における機械摩擦損失チームの成果と 2019 年度からの産学官連携研究について・JAST 添加剤技術研究会・2019
- (2) 三原雄司・SIP 革新的燃焼技術における内燃機関の摩擦損失低減研究と 2019 年以降の産学連携研究体制・TTRF-TAIHO International Symposium on Automotive Tribology 2019・2019

◇ 国際会議

- (1) Masakuni Oikawa, Yasuo Takagi, Yuji Mihara, Nobuyuki Kawahara, Eiji Tomita, Ken Naitoh・Attainment of High Thermal Efficiency and Near-zero Emissions by Optimizing Injected Spray Configuration in Direct

Injection Hydrogen Engines • 2019 JSAE / SAE Powertrains, Fuels and Lubricants International Meeting, Kyoto, Japan • Paper ID: JSAE20199332 • 2019

- (2) Yuji Mihara • Thin-film sensor developments and applications for understanding tribological surface condition of mechanical devices • 27th European Advanced Materials Congress • 2019
- (3) Keisuke Goma, Masakuni Oikawa, Yasuo Takagi, Yuji Mihara • Simultaneous Attainment of Near-zero Emissions, High Thermal Efficiency and High Output Power by Optimizing Jet Geometry in Direct-injection Hydrogen Engine • WHTC 2019(8th World Hydrogen Technologies Convention), Tokyo • IC-3 • 2019
- (4) Keisuke Goma, Masakuni Oikawa, Yasuo Takagi, Yuji Mihara • Attainment of High Thermal Efficiency and High Output Power with Near-Zero Emissions by Optimizing Jet Geometry in Direct Injection Hydrogen Engine • Small Engine Technology Conference(SETC2019), Hiroshima, Japan • Poster No.12 • 2019
- (5) Yuki ONO, Kenji MATSUMOTO, Yuji MIHARA • Life estimation of rolling bearings based on the colors on sliding surfaces • SAE Technical Paper • 2019-01-0180, Pages: 5 • 2019

◇ 国内会議 7 件

◇ 受賞

- (1) 小久保祐希 • ベストポスター賞 • The 25rd Small Engine Technology Conference (SETC2019、SAE&JSAE)、2019 年 11 月 21 日

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・教授	三原 雄司	[工学部]兼務	内燃機関工学
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	[工学部]兼務	内燃機関工学
講師	及川 昌訓	[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	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： 5 名、修士課程： 2 名、学部 4 年生： 14 名

■ 主要な外部資金

共同研究（国プロ）自動車用内燃機関技術研究組合（AICE）：2019年度受入れ研究費：3,544万円 「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）：2019年度受入れ研究費：1,235万円 「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現象解明研究」 研究代表（三原）		
共同研究	三菱電機株式会社	2019年度受入れ研究費：150万円 研究代表（三原）
受託研究	株式会社本田技術研究所	2019年度受入れ研究費：440万円 研究代表（三原）
受託研究	川崎重工業株式会社	2019年度受入れ研究費：765万円 研究代表（三原）
共同研究	トヨタ自動車株式会社	2019年度受入れ研究費：330万円 研究代表（三原）
共同研究	ヤンマー株式会社	2019年度受入れ研究費：220万円 研究代表（三原）
受託研究	スズキ株式会社	2019年度受入れ研究費：759万円 研究代表（三原）
受託研究	いすゞ自動車株式会社	2019年度受入れ研究費：715万円 研究代表（三原）
受託研究	日産自動車株式会社	2019年度受入れ研究費：330万円 研究代表（三原）
受託研究	日産自動車株式会社	2019年度受入れ研究費：286万円 研究代表（三原）
受託研究	ナブテスコ株式会社	2019年度受入れ研究費 200万円 研究代表（三原）
受託研究	日本ピストンリング株式会社	2019年7月-2020年6月：121万円 研究代表（三田）
受託研究	株式会社現代自動車日本技術研究所	2019年度受入れ研究費 378万円 研究代表（及川）

■ 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 5件

◇ 学生の主な就職先

本田技研工業株式会社、日野自動車株式会社、スズキ株式会社、

■ 社会貢献

◇ 第159回 総研セミナー開催（2020年1月30日）

「ピストン周りの油膜・燃料挙動に関する産学・国際共同研究(AICE、日独コファンド事業)」

◇ 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 他
三原 雄司	自動車技術会 SETC 実行委員会 委員（2019-2021）
三原 雄司	日本機械学会 ISO/TC123 平軸受国内委員会 幹事 他
三原 雄司	日本機械学会 COMODIA2021 組織委員
三原 雄司	潤滑油協会 潤滑油品質委員会 委員
三原 雄司	日本滑り軸受標準化協議会 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

新たな社会資本としてグリーンインフラをキーワードに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都市空間創出のため、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。すなわち緑（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

グリーンインフラの目指す複合機能、すなわち地域の課題解決に立脚した防災減災、環境修復、健康ストレスマネジメントの体系とその要素の効用検証に努めるべく、今期は①臨海部の想定した重金属汚染とファイトレメディエーション研究、②ハイブリッド芝の暑熱環境（輻射環境）の緩和効果検証、③軌道緑化による暑熱環境緩和・生物生息空間の創生研究を実施するとともに、集合住宅等の緑化の経年美化に関する研究を開始した。

◇ 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臨海部の想定した重金属汚染とファイトレメディエーション研究、②ハイブリッド芝の各種環境効用、③住宅の緑地空間の経年的な価値向上の研究に加え、④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、より社会実装するための政策的提言につながる基礎資料の整備とその体系化を図ることを目指す。

■ 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

臨海部の遊休地の有効な土地利用転換に鑑み、長期的な土壤汚染の浄化対策の一つとしてファイトレメディエーションに着目した。既往研究に見る汚染物質の選択的吸収能のみならず、植物の形態的特性に基づく汚染物質の効果的な吸収作用に着目して各種野草、園芸植物の探索を行った。既に2018年度はPb模擬汚染土壌（約400ppm）を用いることによって供試植物によるPbの一定の吸収反応を確認することができた。2019年度は、川崎臨海部の有効な土地利用を目的とするため引き続き対象とする重金属はPbとし、①盛土により適正に管理されたPb汚染現場における植栽実験、②同地点の土壌を用いたポット植栽実験を行った。川崎市某所において盛土により適正に管理されたPb汚染土壌地に植栽した供試植物において一定のPb吸収を確認することができた。Pbの偏在とともに金属化の強い状態が想定された現場であるが、条件に適応して根系から吸収した。なお現場の土壌を活用したポット実験でも同様にPb吸収を確認した。

【テーマ2】熱帯夜における天然芝生と都市大方式薄層型ハイブリッド芝生の暑熱環境緩和に関する研究

都市化における人工面の蓄熱等による暑熱環境が常に問題となる。そこで人工面を被覆して草地化を推進する薄層型ハイブリッド芝生（以下 HB 芝生）に着目し、暑熱環境緩和効果について、アスファルト舗装（以下 As 舗装）の上に設置した①天然芝生、②HB 芝生、As 舗装撤去後に設置した③HB 芝生 ST を用いて、夏季の 41 日間で実験検証を試みた。その結果、(1) 昼夜 24 時間の熱の挙動を採った鉛直プロファイルによる冷却効果の存在は、各 HB 芝生は天然芝生と同等以上である。(2) 熱帯夜における冷却効果が存在した時間は、各 HB 芝生は天然芝生と同等である。(3) 熱帯夜における風速 3m/sec 以下の環境条件の冷却時間は、各 HB 芝生は天然芝生の冷却時間と強い相関性が示され、有意水準 1% で有意であった。HB 芝生は、これまでの先行研究で示された天然芝生の緑化による暑熱環境緩和効果 1) と同等の冷却効果があることを初めて明らかにした。

【テーマ3】発泡セラミックス基盤材及びそれを使用した薄層緑化を対象とした雨水の流出抑制・遅延効果の評価

発泡セラミックス基盤材及びそれを使用した薄層緑化の雨水流出抑制効果・雨水流出遅延効果を明らかにする為、4 種類の試験体を用意し、それぞれに 10 分間当たり 5mm の雨を 1 時間散水した。それぞれの試験体からの水の流出量を測定し、それを用いて保水量、流出開始時間、安定状態到達時保水量を算出した。その結果、薄層の緑化基盤であっても一定の保水効果と流出開始の遅延効果を確認し、こうした資材と緑化が屋上などの多様な人工面に敷設されることが有効であることが示唆された。

【テーマ4】無灌水軌道緑化がもたらす暑熱環境緩和効果 に関する研究

軌道緑化による夏季の暑熱環境の改善効果を検証した。調査場所は都営荒川線荒川車庫前駅付近で軌道緑化部と非軌道緑化部を比較することによって表面温度、H100、H300 の温度を各 2 点ずつ 10 分間隔でサーモレコーダーにより測定した。解析は 24 時間の温度推移、24 時間の鉛直温度推移、近傍温度に対する表面の冷却効果時間の比較、31 日間の極値温度比較を行った。非軌道緑化部では最高で表面温度 63℃、軌道緑化部では 43℃を記録した。平年より高温少雨の 7 月、雨天が続いた 8 月共に軌道緑化部が非軌道緑化部より表面温度が低く変化した。高温少雨でも軌道緑化を設置することで大気を冷却する時間が増えることが確認できた。特に夜間の冷却作用を促進し、近傍温度を下げる効果が確認できた。逆に非軌道緑化部は日中の大気面への加熱面としての負荷が顕著であった。出現温度帯を 7 月で比較すると軌道緑化面では 50℃以下は 93%であり、40℃以下は 51%であったのに対し非軌道緑化では 50℃以上が 64%あった。8 月で比較すると軌道緑化面では 40℃以下が 93%であったのに対し非軌道緑化面では 50℃以上が 35%あった。また、セダム緑化基盤の潜熱消費量から推察すると、夏季 1 日当たり約 3,500 J/m²~19,600 J/m²の潜熱消費効果が期待できる。都電荒川線総延長 12.2 km である。今後軌道内、軌道間を緑化した場合、36,600 m²の緑化が創出でき、大気の冷却効果、ヒートアイランド現象の緩和や新たな動物、昆虫の生息域を創出し、景観向上などの更なる効果が期待される。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

(1) 著者名・タイトル・論文集名・ページ・出版年・DOI

(1) 涌井史郎・浅井俊光・渡邊洋輔・堀川朗彦・山崎正代・飯島健太郎 (2019) : Pb 汚染土壌におけるファイトレメディエーション技術の適用可能性に関する研究、芝草研究 48 (1) 、pp.17-24

(2) Yoshito Tamai, Humika Satou, Rijal Hom Bahadur, Shiro Wakui, Kentaro Iijima (2020) : Environmental Heat Relaxation Effect by Railroad Track Greening with Non-Irrigation System、芝草研究 48 (2) 、pp.1-7

(3) 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・学術論文集33、pp.271-276

(4) 横田樹広 (2019) : 複合再開発に伴い整備された屋上緑化空間のゾーンに応じた夜間利用が利用者に与える生理・心理的効果、都市計画論文集 Vol.54 No.3、pp.345-351

◇ 招待講演

(1) 涌井史郎 (基調講演)、「グリーンインフラで広がる新しい時代」、2019 年 6 月 19 日、日本緑化工学会シンポジウムグリーンインフラの実装に向けて、東京都市布大学夢キャンパス

(2) 涌井史郎 (基調講演)、「地球の環境容量と人類の持続的未來」、2019 年 8 月 7 日、プラチナ未來人財育成塾@二子玉川、東京都市布大学夢キャンパス

(3) 涌井史郎 (基調講演)、「コウノトリやトキが出雲・雲南にもたらすもの」、2019 年 11 月 23 日、コウノトリやトキと共生するまちづくりシンポジウム、古代鉄歌謡館

(4) 涌井史郎、(基調講演)「グリーンインフラが創り出す新たな社会／樹木が果たす役割の再評価の時代」、2020 年 1 月 22 日、日本植木協会創立 50 周年記念全国大会、ホテルグランドアーク半蔵門

(5) 涌井史郎、(基調講演)「日本遺産を超えて世界遺産に向けて」、2020 年 1 月 24 日、太田市日本遺産の活用に向けたシンポジウム、大田商工会議所

(6) 涌井史郎、(基調講演)「誰もが鳥のされない世界へ！名古屋から行動する (SDG s)」、2020 年 2 月 8 日、なごや環境大学共有講座、東北観光シンポジウム、愛知学院大学

(7) 涌井史郎、(基調講演)「東北観光の近未来」、2020 年 2 月 10 日、観光立国タウンミーティング、東北観光シンポジウム、ホテルメトロポリタン仙台

(8) 飯島健太郎、公園緑地とグリーンインフラ、平成 31 年 4 月 23 日、公園緑地協会行政施策講習会

(9) 飯島健太郎、ハイブリッド芝の変遷・種類とその利用方法、令和 1 年 6 月 15 日、日本芝草学会春季大会シンポジウム

(10) 飯島健太郎、「緑の導入」におけるエビデンスを科学する、令和 1 年 10 月 8 日、東京農業大学緑友会リカレントスクール

(11) 飯島健太郎、グリーンインフラ/災害や異常気象による被害の抑制に役立つ切り札、令和 2 年 1 月 23 日、横浜市環境創造局みどりアップ講演会

◇ 国内会議

(1) 飯島健太郎 (2019) : 芝生の接触刺激と心理的効果に関する脳科学的考察、芝草研究第 48 巻別 1 号、pp.50-51

(2) 堀川朗彦・山崎正代・南昌宏・涌井史郎・飯島健太郎 (2019) : 熱帯夜における天然芝生と都市大方式薄層型ハイブリッド芝生の暑熱環境に関する研究、芝草研究第 48 巻別 1 号、pp.64-65

(3) 山下律正・飯島健太郎 (2019) : キリンソウ種類の生育形態と緑被の仕方について、芝草研究

第 48 巻別 1 号、pp.66-67

(4) 小川瑛介・玉井禎人・納見哲史・涌井史郎・飯島健太郎 (2019) : 発泡セラミックス基盤材及びそれを使用した薄層緑化を対象とした雨水の流出抑制・遅延効果の評価、芝草研究第 48 巻別 1 号、pp.68-69

(5) 豊田正博・飯島健太郎・菊川裕幸 (2019) : 高層住宅入居者の鉢物栽培状況と植物の健康効果への関心についての調査、人間植物関係学会雑誌、第 19 巻別冊、pp.68-69

(6) 高橋夏美・横田樹広 (2019) : 港北ニュータウンに残存する原地形の表層土壌・植生環境と土壌水分特性、日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸) ,2pp..

(7) 山崎慶太・横田樹広 (2019) : 港北ニュータウンにおけるニホンアカガエルを指標とした市街地内谷戸環境の保全・管理、日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸) ,2pp.

(8) 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、pp.58-59

(9) 山崎慶太、横田樹広 (2019) : 「ふるさと生物」を指標とした谷戸・里山の生態環境システム保全・管理、生き物文化誌学会第17回学術大会東京大会、2019年6月、発表要旨集1ページ

(10) 高橋夏美、横田樹広 (2019) : 港北ニュータウンの造成基盤表層の土壌硬度と下層植生が雨水浸透過程に与える影響、2019年度日本造園学会全国大会ポスターセッション.

(11) 阿部寛人, リジャル H.B., 廣木亮哉, 飯島健太郎, 太田明 : 集合住宅におけるグリーンカーテンに関する研究 : その 3 室内とバルコニーの温熱緩和効果と居住者意識の検討, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 (札幌), 第 6 巻, pp. 253-256, 2019.9.

(12) 廣木亮哉, リジャル H.B., 阿部寛人, 飯島健太郎, 太田明 : 集合住宅におけるグリーンカーテンに関する研究 : その 4 MRT と作用温度による温熱緩和効果の評価, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 (札幌), 第 6 巻, pp. 257-260, 2019.9.

(13) 廣木亮哉, リジャル H.B., 阿部寛人, 飯島健太郎, 太田明 : 集合住宅におけるグリーンカーテンに関する研究その 1 室内の温熱緩和効果の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸), 環境工学Ⅱ, pp. 169-170, 2019.9.

(14) 阿部寛人, リジャル H.B., 廣木亮哉, 飯島健太郎, 太田明 : 集合住宅におけるグリーンカーテンに関する研究その 2 冷房使用の有無における室内とバルコニーの温熱緩和効果の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸), 環境工学Ⅱ, pp. 171-172, 2019.9.

(15) 廣木亮哉, リジャル H.B., 小林玄明, 阿部寛人, 飯島健太郎, 太田明 : 集合住宅におけるグリーンカーテンに関する研究その 5 バルコニーにおける温熱緩和効果の検討, 第 90 回 日本建築学会関東支部研究発表会, 2020.3

(16) 小林玄明, リジャル H.B., 廣木亮哉, 阿部寛人, 飯島健太郎, 太田明 : 集合住宅におけるグリーンカーテンに関する研究その 6 室内における温熱緩和効果の検証, 第 90 回 日本建築学会関東支部研究発表会, 2020.3

■ 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：大和リース、ブラウンフィールドにおけるファイトレメディエーションに関する研究、(2019年最終年)、研究代表（飯島）、38,906,017
受託研究：東京都交通局、都電荒川線軌道緑化における緑化生育・温熱・生物のモニタリング、(2019年最終年)、研究代表（飯島）、63,195,711
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)、研究代表（飯島）、4,000,000

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

(1) 堀川朗彦・山崎正代・南昌宏・涌井史郎・飯島健太郎 (2019)：熱帯夜における天然芝生と都市大方式薄層型ハイブリッド芝生の暑熱環境に関する研究、芝草研究第48巻別1号、pp.64-65

(2) 小川瑳介・玉井禎人・納見哲史・涌井史郎・飯島健太郎 (2019)：発泡セラミックス基盤材及びそれを使用した薄層緑化を対象とした雨水の流出抑制・遅延効果の評価、芝草研究第48巻別1号、pp.68-69

(2) Yoshito Tamai, Humika Satou, Rijal Hom Bahadur, Shiro Wakui, Kentaro Iijima (2020)：Environmental Heat Relaxation Effect by Railroad Track Greening with Non-Irrigation System、芝草研究48(2)、pp.1-7

論文1件、国内会議2件

◇ 学生の主な就職先

大和リース、東急リース、ダイワサイクル
その他：本学進学、デジタルハリウッド大学進学

■ 社会貢献

◇ 第156回 総研セミナー開催（2019年11月30日）

世界の環境都市先進事例に見るグリーンインフラとウォークアブルなまちづくり

- ・涌井史郎：「ウォークアブルな街づくりに代表される人間中心都市の実情に傾注する欧州都市の実情」
- ・飯島健太郎：「ドイツ諸都市にフォーカスした緑地配置と技術的先進事例」
- ・山崎正代・堀川朗彦：「米国ポートランドや欧州諸都市のリバブルでウォークアブルなデザインへの展開事例」

◇ 委員等

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	日本芝草学会理事・評議員・編集委員、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

以上

地盤環境工学研究センター

地盤環境工学研究センター

センター長 末政 直晃

■ センター概要

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

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

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、固化可能性のある材料の組み合わせを見い出した。また、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一昨年に採択され、最終年度として大規模実験や模型実験の実施、設計法の提言を行った。その他に東急建設との共同研究や他企業との共同研究を実施し、成果を得た。

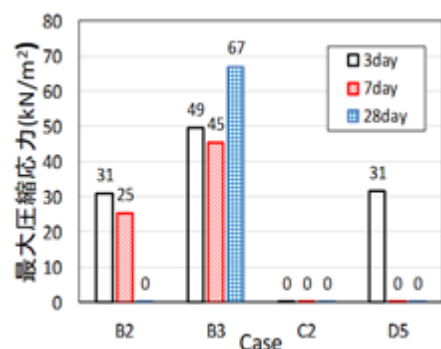
◇ 次年度への展開

今年度も、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予定である。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。その結果、シリカをベースにした水酸化カルシウム、高炉スラグの組み合わせ（図中 B3）が高い強度を発揮する



ことを明らかにした。今後は、更なる材料の組み合わせを探るとともに、微粒子化技術や長期強度の研究を進める。

【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の調査が十分に行われないことが多い。このような現状を解決するため、低コストで迅速に実施できる地盤調査法であるスクリー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、調査法のさらなる高精度化を推進するために、SDS 孔を利用した試料採取を可能とするスクリードライブサンプラーの開発も進めている。



【テーマ3】洋上風力のための部分テーパ杭の開発

地球温暖化防止の観点から、再生可能エネルギーの獲得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、通常のストレート杭に比較して大きな支持力が得られることに加え、波や風から受ける水平力に抵抗しうる反力がより大きくなることが明らかになった。しかしながら、その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。今後、形状の影響や繰り返し交番時の挙動を調べ、評価法を確立する。



【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、安心で安全な生活の基盤作りに関する研究を行っています。今年度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倒壊挙動の把握や降雨発生装置の開発など、新しいシステムを構築して様々な成果を得ることができた。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 上村健太郎, 永尾浩一, 末政直晃, 伊藤和也, 佐々木隆光・改良砂に対する平均主応力一定の繰り返し三軸圧縮試験の適用・日本地震工学会論文集 19 巻(5 号) 5_146 - 5_155・2019.9
- (2) 久世直哉, 末政直晃, 二木幹夫・火山灰質粘性土における羽根付き杭の水平抵抗特性に羽根形状及び繰り返し載荷が及ぼす影響・日本建築学会構造系論文集 84(758) 531 - 539 2019.4
<https://doi.org/10.3130/aijs.84.531>

- (3) 上村健太郎, 永尾浩一, 末政直晃, 伊藤和也, 佐々木隆光: 改良砂に対する平均主応力一定の繰返し三軸圧縮試験の適用, 日本地震工学会論文集, 19 巻, 5 号, p. 5_146-5_155, 2019/09
 - (4) 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也・若材齢ベースコンクリートの押し抜き実験とその個別要素シミュレーション・土木学会論文集 F1 (トンネル工学)・Vol. 75 (No. 1) 56 - 74・2019. 6
- ◇ 招待講演

- (1) Naoaki Suemasa・Application of screw driving sounding and SD-sampler to assess soil properties・Nepalese Society of Engineering Geologists・May12-13, 2019
- (2) Naoaki Suemasa・Development of screw driving sounding and SD-sampler to assess soil properties・Bandung Institute of Technology・Nov25, 2019
- (3) Naoaki Suemasa・Special Lecture “Liquefaction and its countermeasures”・Bandung Institute of Technology・Nov26, 2019
- (4) Kazuya ITOH, Tatsuya SHIBATA, Nobutaka HIRAOKA, Naotaka KIKKAWA, Surendra B. Tamrakar, Yasuo TOYOSAWA: Characteristics of labor accidents caused by slope failure during slope cutting works and application of tilt sensor for measurement of slope movement, 2nd International Conference on Engineering and Technology "KEC-Conference 2019", Kantipur Engineering College, Dhapakhel, Lalitpur, Nepal, pp. 62-67, 2019/09. (Keynote speech)

◇ 国際会議

- (1) K.Uemura, R.Takatoku, K.Itoh, N.Suemasa, N.Kikkawa, N.Hiraoka & T.Sasaki・Centrifuge model tests on improved soils using Ca(OH)₂ and SiO₂ grout・p3950-3957・2019
- (2) S.Y. Mirjafari, M, R.P. Orense, N. Suemasa・Effects of ageing on the Screw Driving Sounding(SDS) penetration resistance in sand・VII International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering・p5393-5401・2019
- (3) Naoya Kuze, Naoaki Suemasa, Mikio Futaki・A study on behavior of a rotary press-in pile with wings horizontally loaded・Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development pp 153-159・2019
- (4) Ryotaro TOMOOKA, Kazuya ITOH, Tsuyoshi TANAKA, Naoaki SUEMASA: Reproduction of slope failure due to rainfall in a centrifuge model test, 2nd International Conference on Engineering and Technology "KEC-Conference 2019", Kantipur Engineering College, Dhapakhel, Lalitpur, Nepal, pp. 75-80, 2019/09.
- (5) Nobutaka Hiraoka, Naotaka Kikkawa, Kazuya Itoh: A Study on Slope Failure by Difference of Slope Angle due to Groundwater Using Centrifuge Modelling, Asia Pacific Symposium on Safety 2019 (APSS2019), pp.463-471, 2019/09.

◇ 国内会議 14 件

- (1) 上村健太郎, 高德亮太, 伊藤和也, 末政直晃, 吉川直孝, 平岡伸隆, 佐々木隆光・シリカと水酸化カルシウムを混合した改良材の改良効果に関する遠心模型実験・第 54 回地盤工学研究発表会・p1653-1654・2019/07
- (2) 友岡亮太郎, 高德亮太, 伊藤和也, 田中剛・遠心場降雨発生システムの開発と斜面崩壊の発生メカニズムの解明・第 54 回地盤工学研究発表会・p1749-1750・2019/07
- (3) 山崎誓也, 伊藤和也, 田中剛, 末政直晃・打撃エネルギーの違いによる小型動的貫入試験の動的荷重と貫入量の関係・第 54 回地盤工学研究発表会・p219-220・2019/07

- (4) 中村亮太,末政直晃,佐々木隆光・注入速度と浸透距離が薬液のゲルタイムに及ぼす影響について・第54回地盤工学研究発表会・p565-566・2019/07
- (5) 中村亮太、末政直晃、木下文男、大石侑奈・セメント系スラリーのやわらかさ指標に関する研究・土木学会第74回年次学術講演会・CD-ROM III-239・2019/09
- (6) 田代怜、末政直晃、田中剛、佐々木隆光・地盤可視化技術を用いたEPC工法の注入・抽出実験・土木学会第74回年次学術講演会・CD-ROM III-246・2019/09
- (7) 岩井勝哉、末政直晃、伊藤和也、田中剛・簡易的な地盤調査の実用化に向けたサンプリング試験の実施・土木学会第74回年次学術講演会・CD-ROM III-36・2019/09
- (8) 上村健太郎、末政直晃、伊藤和也、佐々木隆光、永尾浩一・微粒子系注入材の目詰まりに関する検討・土木学会第74回年次学術講演会・CD-ROM III-498・2019/09

他6件

◇ 作品

◇ 特許

◇ 受賞

- (1) 末政直晃、田中剛、大和眞一、関口和富・令和元年度公益社団法人 発明協会・発明奨励賞
- (2) 伊藤 和也・日本自然災害学会・令和元年度学術賞・我が国の自然災害に対するリスク指標の変遷と諸外国との比較

■ 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
准教授	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

科学研究費補助金、基盤研究（B）2019年度直接経費：7,200,000万円 「宅地にも適用可能な液状化対策としての混合微粒子注入工法の確立」研究代表（末政）
強化土エンジニアリング：4,250,000万円 2019/10/1～2020/9/30 研究代表（末政）
東急建設(杭)：8,750,000万円 2019/4/1～2020/3/31 研究代表（末政）

東急建設(豪雨) : 5,540,000 万円 2019/4/1～2020/3/31 研究代表 (伊藤)
りんかい日産 : 3,272,500 円 2019/5/23～2020/3/27 研究代表 (末政)
りんかい日産 : 5,329,500 円 2019/5/23～2020/3/27 研究代表 (末政)
ハイスピードコーポレーション : 1,402,500 円 2019/4/1～2020/3/31 研究代表 (末政)
TRD : 935,000 円 2019/4/1～2020/3/31 研究代表 (末政)
アップコン : 963,900 円 2019/4/1～2020/3/31 研究代表 (末政)
基礎地盤コンサルタンツ : 459,000 円 2019/4/1～2020/3/31 研究代表 (末政)
佐藤工業 : 2,550,000 円 2019/6/1～2020/3/31 研究代表 (末政)
杭拔研究会 : 935,000 円 2020/1/1～2020/12/31 研究代表 (末政)
簡易受託/寄付金 日建設計シビル : 425000 円・ヴェルデ : 374,000 円・日鉄住金 : 450,000 円・エスティーエンジニアリング : 450,000 円・岡三リビック : 450,000 円・日本製鉄 : 90,0000 円研究代表 (末政)

■ 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

東京都庁、横浜市役所、大成建設、清水建設、五洋建設、東日本旅客鉄道、日建設計シビル、日特建設、東電設計 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

渋谷区との福祉事業では渋谷福祉学会を立ち上げ、2年にわたり運営・開催した。徐々に活動の輪が広がり始めている。また子育て支援センターぴっぴの利用者意識を確認、今後の運営の指標になった。保育業務省力化 PC ソフトについて、保育所への調査により、導入後も課題が山積していることが明らかになった。保育所での乳児のバイタルサインをセンシングする機器開発の実証実験で午睡中の薄暗い室内でも感知可能との予測ができた。

◇ 次年度への展開

渋谷福祉学会では渋谷区の福祉事業所が主導となるよう運営移行をする。保育業務省力化の調査で明らかになった課題を各施設にフィードバックし、重要な記録を残しつつ業務を省力化するためのシステム開発を検討していく。乳幼児のバイタルサインセンシング機器開発では、コストの課題、保育士の業務負担軽減として SIDS 予防以外の付加価値が必要あり、保育施設だけではなく高齢者施設等対象範囲を広げる必要性を検討していく。

■ 成果の紹介

【テーマ1】渋谷福祉学会

渋谷福祉学会の立ち上げ・運営・開催（年1回、現在まで2回大会を開催）。今年度、大学と渋谷区だけではなく、渋谷区の福祉関係者が中心となるように、運営委員会を立ち上げた（渋谷区内の高齢者施設長、障害者施設事務局長、親の会会長など）。主催東京都市大学、共催渋谷区とした。第2回大会では長谷部区長もお迎えして開催した他、後援団体3件を得ることができた。第1回大会では参会者60名であったが、第2回大会では120名程度と大幅に参加者が増加した。第1、2回とも学長、丸泉副学長をお迎えしての開催となった。

【テーマ2】保育業務省力化ソフトの課題

質問紙を作成し、パイロット調査を実施した上で、本調査、園長にインタビューを実施した結果、PC、タブレット端末等デジタル化していない園とデジタル化した園、デジタル化の途上の園など、

様々な状況であり、それぞれに課題が山積していることが明らかになった。今後各施設に保育業務省力化において、課題になっている内容をフィードバックし、園内で再度検討もらう中で、大学もその議論の中に入り、単なる省力化ではなく、いかに重要な記録を残しつつ業務をどこまで省略化できるのかの方向性を検討していく。デジタル化の課題から、a. フォーマットの簡略化（第三者評価に耐えうる資料の選別等）、b. スマホから手軽に入力できるアプリの開発などの新たな課題への取り組みを提案する。

【テーマ3】保育省力化としての子どもの健康をチェックする機器開発（日立との協働）

2 度目の実証実験では、厚手のカーテンを閉めた状態でも十分な照度が確保でき、その際の web カメラでの映像も良好であること、2 方向から撮影することにより、激しい乳児の動きでも感知可能との予測ができた。このことから、保育施設では危機管理に神経を尖らせているため、センサーによるセーフティシステムがあれば精神的な重圧から解放されることが分かった。

課題として、広く普及させるためには、開発費も含め、コストを抑える必要があること、保育士の業務負担の軽減のためには、SIDS 予防以外の付加価値が必要あること、保育施設だけではなく、高齢者施設等対象範囲を広げる必要があることなどが挙げられた。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Akio Yagi, Shinya Hayasaka, Toshiyuki Ojima, Yuri Sasaki, Taishi Tsuji, Yasuhiro Miyaguni, Yuiko Nagamine, Takao Namiki, Katsunori Kondo. Bathing Frequency and Onset of Functional Disability Among Japanese Older Adults: A Prospective 3-Year Cohort Study From the JAGES. *Journal of Epidemiology* 29(12) 451 - 456. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20180123>
- (2) 佐羽根博一, 後藤澄子, 早坂信哉, 高橋伸佳, 後藤康彰; 岩手県久慈市、三重県明和町におけるヘルスツーリズムの取り組み 3 ヶ月間のウォーキングプログラムの試行と介入調査, *日本健康開発雑誌*, Vol. 40, pp40-46. 2019. https://doi.org/10.32279/jjhr.40.0_40
- (3) 早坂信哉, 亀田佐知子, 野々村雅之, 栗原茂夫; 銭湯利用と健康指標との関連, *日本健康開発雑誌*, Vol. 40, pp22-30. 2019. https://doi.org/10.32279/jjhr.40.0_22
- (4) 亀田佐知子, 早坂信哉, 斉藤雅樹, 佐藤栄介, 壽福良平, 藤本紀代美, 藤内修二; 大分県における温泉及び自宅入浴の Web 大規模調査. *日本健康開発雑誌*, Vol. 40, pp1-13. 2019 年. https://doi.org/10.32279/jjhr.40.0_1

◇ 招待講演

- (1) 第 84 回日本温泉気候物理医学会総会学術集会
日 時：2019 年 5 月 18 日～19 日
場 所：岡山県 岡山市
特別報告「新・湯治」効果測定調査の中間結果と課題（早坂信哉）
- (2) イノベーションジャパン 2019
日 時：2019 年 8 月 29 日
場 所：東京都
基調講演『オープンイノベーションに踏み出す一歩』（早坂信哉）

(3) 環境省 第4回全国温泉地サミット 第1回チーム新・湯治全国大会

日 時：2019年10月4日

場 所：東京都

題 名：パネラーとして発表 「自宅での温泉利用と介護予防の関連」(早坂信哉)

◇ 国際会議

なし

◇ 国内会議

- (1) 早坂信哉, 園田巖, 井戸ゆかり, 渡邊智, 石澤太市, 綱川光男：年齢別にみた幼児の入浴習慣 第84回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会(岡山市) 2019年5月
- (2) 八木明男, 早坂信哉, 尾島俊之, 柳奈津代：高齢者の浴槽入浴頻度と抑うつ傾向発症との関連-JAGES縦断分析 第84回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会(岡山市) 2019年5月
- (3) 柳奈津代, 八木明男, 早坂信哉, 尾島俊之：日本人高齢者の入浴頻度とその後の認知症発症リスクの関連：JAGESコホート研究 第84回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会(岡山市) 2019年5月
- (4) 渡邊 智, 小番 美鈴, 石澤 太市, 綱川 光男, 園田 巖, 井戸 ゆかり, 早坂 信哉：幼児の保護者の入浴嗜好性, 入浴剤の利用と生活習慣等との関連 第78回日本公衆衛生学会総会(高知市) 2019年10月
- (5) 小番 美鈴, 渡邊 智, 石澤 太市, 綱川 光男, 園田 巖, 井戸 ゆかり, 早坂 信哉：育児における保護者の入浴の場の捉え方と入浴意識 第78回日本公衆衛生学会総会(高知市) 2019年10月

◇ 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
センター員・教授	井戸 ゆかり	[人間科学部]兼務	発達臨床心理学・保育学
センター員・准教授	園 田 巖	[人間科学部]兼務	福祉・社会的養護
センター員・准教授	横山 草介	[人間科学部]兼務	教育人間学・臨床教育学
センター員・准教授	紺野 道子	[人間科学部]兼務	発達臨床心理学
センター員・准教授	高橋 うらら	[人間科学部]兼務	舞踊教育論
センター員・講師	野澤 義隆	[人間科学部]兼務	社会福祉

センター員	亀田 佐知子		発達心理学
-------	--------	--	-------

■ 主要な外部資金

J S P S 科研費 (C) 温泉入浴習慣が医療費・介護状態に及ぼす影響 研究責任者 早坂信哉
J S P S 科研費 (B) 保育者養成のための遊び/ドラマ/演劇連続体によるアクティブラーニング型授業開発 分担研究者 早坂信哉

■ 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

■ 社会貢献

◇ 第 154 回 総研セミナー開催 (2019 年 11 月 16 日)

渋谷福祉学会第 2 回大会 (主催)

- ・基調講演 「ロボットと ICT でケアの質の向上とスタッフの負担軽減を目指す」
(社会福祉法人シルヴァーウィング理事長 石川公也氏)
- ・シンポジウム「切れ目のない支援を目指して一人材をどう育成していくのか」
- ・渋谷区福祉事業者等による研究発表

◇ 出張授業

郡山女子大学附属高等学校 「え！？意外と身近！そんなに難しくない医学研究：お風呂の研究から」 科学技術振興機構 (J S T) サイエンスキャラバン 2019 年 7 月 (早坂信哉)

◇ 委員

氏名	委員名一覧
早坂信哉	全国「新・湯治」効果測定調査プロジェクト解析方法検討委員会 (環境省/日本健康開発財団)
早坂信哉	令和元年度老人保健健康増進等事業「訪問入浴介護の I C T 活用や経営の安定性や災害時等の支援に関する調査研究事業」 (厚生労働省/デベロ老人福祉研究所)

◇ 広報

「ホンマでっか！？TV」「あさいチ」「趣味どきっ！銭湯」「なないろ日和」「偉人たちの健康診断」「ウラマヨ！」「武内陶子のごごラジ！」などのテレビ番組、ラジオ番組への出演、新聞などにおける温泉・入浴関連記事を掲載したほか、多数の雑誌に記事掲載 (約 200 件)。(早坂信哉)

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

無人で移動可能な従来のスマートモビリティに確率的な不確かさを考慮した位置推定・運動制御技術を開発した。これにより衝突の危険を可能な限り下げただけでなく、事前に停止するなど、より安全な動作を自律的に生成できるようになった。

ヒューマノイドロボットについては人との共存に必要な複雑な動きや足場の悪い環境での移動など、複雑な動作を柔軟に生成可能な制御器設計手法を確立した。

◇ 次年度への展開

スマートモビリティに対して開発した手法をロボット自身の自己位置推定や環境認知に拡張し、自律移動可能にする。この技術を車両タイプのモビリティだけでなく、ドローンも含めた実機に実装し、実験的に有効性を検証する。

ヒューマノイドロボットは昨年度までに開発した制御器設計手法を用いて人との共存に必要な様々な動作を生成し、人の住環境を想定した複雑な環境での有効性を数値シミュレーションで検証する。

■ 成果の紹介

【テーマ1】位置推定手法の開発

Moving Horizon Estimation(MHE)に基づいた自己位置推定法の実機実装を進め[14,I-12]、さらにアルゴリズムの移動障害物のマッピングまで実現する手法の頑強化に取り組んだ。また遮蔽や誤認識の影響を軽減するためデータの预处理としてデータの対応付けをおこなう手法[9]や Probabilistic Data Association Filter という確率的対応付けをもちいて物体追跡をおこなう手法を MHE に統合することで外部カメラを用いた遮蔽や誤認識に対して頑強な手法の確立し国際会議で発表すると共に雑誌論文としてまとめた[I-5,J-4,6]。また建設現場での活用を目的に小型ビジョンセンサを用いた SLAM システムを構築し、実機実験により SLAM が可能であることを実証した[4]。

【テーマ2】障害物回避制御器の構築

小型自律移動車両に対して確率的モデル予測制御を用いて不確定性を考慮した障害物回避と相対速

度の期待値を抑制する手法を発表した[I-11]. さらに速度の評価関数が非凸になる場合についての改良を進め、経路と速度の繰り返し計算を導入することで実行可能な環境を大幅に拡大できることを確認し実証実験の結果と合わせ発表した[7,11].

【テーマ 3】 統合制御系の構築

ロボット形状をファジィポテンシャルで考慮し障害物回避を実現するファジィポテンシャルモデル予測制御 (FPMPC) の有効性を実機実験で検証した[I-8]. また、モンテカルロサンプリングを利用した新しい枠組みでも MPC を開発した[12].

【テーマ 4】 人型ロボットの運動制御とモバイルマニピュレータによる作業動作計画

人型ロボットの運動制御においては、前年度の研究成果であった DCM 擬似逆行列によるバランス制御手法を、運動評価指標に Virtual Repellent Point を取り入れることによって歩行制御に適用できるように発展させた VRP 擬似逆行列による動的な歩行制御手法による研究成果をまとめ、学術雑誌論文として投稿した[J-1]. また、前年度の未知の不整地への踏み出し動作におけるバランス制御の研究成果をロボティクス分野のトップカンファレンスである ICRA2019 において発表した[I-1]. さらに、前年度に人型ロボットの新しい制御量として相対角運動量を提案しその制御手法を提案してきたが、この制御手法を基礎理論として、多点接触状態での人型ロボットの歩行動作を実現した研究成果[I-3]や、より自然で人間に近い二足歩行動作を実現した研究成果[I-4]を、人型ロボットのトップカンファレンスである Humanoids2019 にて発表し、そのいずれの成果も有用性が高いと認められたことから、IEEE Robotics and Automation Letters に学術論文として同時採択された[J-2][J-3].

加えて、人型ロボットによる力作業の適用範囲を広げるために、四肢の接触条件を厳密に考慮したレンチ分配[3], よりダイナミックな運動制御の実現を目的とした前方跳躍動作の生成[2], バイオメカニクス分野への貢献となる人間のバランス維持動作解析時の定量的評価[I-2]においても研究成果をまとめ、発表を行った.

モバイルマニピュレータによる作業動作計画においては、人間が暗黙知として持っている、操作対象である物体および周囲の環境の間の相互関係を作業計画に利用するための動作計画システムを提案し、椅子を机に片付ける作業を対象としてその有用性を示した[1]. また、構築したシステムをより改善した研究成果を論文として投稿中である.

【テーマ 5】 光学カメラや LiDAR による位置計測と障害物回避

総合研究所の実験室に構築した位置計測システムについて、昨年度に開発したポテンシャル関数と MHE を組み合わせた手法の GPU による高速化を実現した[I-9]. さらに、前述の確率的対応付けを実現するシステムについて、人ごみなどによる遮蔽下での推定実験を実施し、手法の効果を確認した[13].

【テーマ 6】 ドローンによる調査システムの開発

ドローンを対象にロボットの実応用で必要となる状況に応じた運動生成を可能にするため自律分散的に巡回をおこなうシステムを開発した[I-12,I-10], また実証実験に必要な複数ドローンでの実験を可能にする環境を構築し、開発したシステムの有効性を確認するための検証実験と[10], 複雑な環境に適応できるよう手法を拡張した[I-6]. ドローンの高度な制御に必要な姿勢、速度情報を推定するための手法の開発[I-7]や階層的な自律分散制御構造[8], ドローンが牽引するケーブルの影響を抑制するための制御手法[5]を開発し実機実験によってその有効性を示した.

■ 研究業績

◇ 査読付き論文（成果紹介ではJ-*と表記）

- (1) Nenchev, D., Miyata, A., Miyahara, S., & Hamano, T. "The VRP generalized inverse and its application in DCM/VRP based walking control", IEEE Robotics and Automation Letters, 2019. <https://doi.org/10.1109/LRA.2019.2931245>
- (2) Akinori Miyata, Sho Miyahara, and Dragomir N. Nenchev, "Walking With Arm Swinging and Pelvis Rotation Generated With the Relative Angular Acceleration", IEEE Robotics and Automation Letters, 2019. <https://doi.org/10.1109/LRA.2019.2948529>
- (3) Ryo Iizuka, Sho Miyahara, Dragomir N. Nenchev, "Biped Walking With Hand Motion/Force Control and CoM/VRP and Trunk Compliance for Disturbance Accommodation", IEEE Robotics and Automation Letters, 2019. <https://doi.org/10.1109/LRA.2019.2952323>
- (4) Tomoya Kikuchi, Kenichiro Nonaka and Kazuma Sekiguchi, Moving Horizon Estimation with Probabilistic Data Association for Object Tracking considering System Noise Constraint, Journal of Robotics and Mechatronics, Rb32-3-10559 (accepted)

◇ 国際会議（成果紹介ではI-*と表記）

- (1) Hidaka, Y., Nishizawa, K., & Nenchev, D. N. "Dynamic Stepping on Unknown Obstacles With Upper-Body Compliance and Angular Momentum Damping From the Reaction Null-Space", IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), pp. 5273–5279, Palais des congrès de Montreal, Montreal, Canada, May 20-24, 2019. <https://doi.org/10.1109/ICRA.2019.8793832>
- (2) Kei Kobayashi, Ryotaro Hinata and Dragomir N. Nenchev, "On the role of angular momentum damping for foot contact stabilization during dynamic movements" 16th International Symposium on Computer Methods of in Biomechanics and Biomedical Engineering and 4th Conference on Imaging and Visualization (CMBBE2019) 14-16 Aug. 2019, Colombia Univ., New York, U.S.
- (3) Iizuka, R., Miyahara, S., & Nenchev, D. N. "Multicontact locomotion with precise hand motion/force control and VRP compliance for disturbance accommodation", IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, Toronto, Canada, October 15-17, 2019.
- (4) Miyata, A., Miyahara, S., & Nenchev, D. N. "Biped locomotion with arm swinging and pelvis rotation generated with the relative angular acceleration", IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, Toronto, Canada, October 15-17, 2019.
- (5) Tomoya Kikuchi, Kenichiro Nonaka, Kazuma sekiguchi, Visual Object Tracking by Moving Horizon Estimation with Probabilistic Data Association, 2020 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, pp. 115-120, Jan 2020
- (6) Nagomu Takeuchi, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, Autonomous Patrol and Invader Chasing with Multiple Quadcopters by Coverage Control in Complex Environments, 2020 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, pp. 915-920, Jan 2020
- (7) Ryoma Yamaguchi, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, State estimation for quadcopter using hierarchical linearization, SICE Annual Conference 2019, pp. 1261-1264, Sep 2019
- (8) Yugo Yamaguchi, Koji Shibata, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Experimental Verification of Fuzzy Potential Model Predictive Avoidance Control, SICE Annual Conference 2019, pp. 292-295, Sep 2019

- (9) Ryoya Abe, Tomoya Kikuchi, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Acceleration of Artificial Potential Field Calculation by GPU and its application to Data Association, SICE Annual Conference 2019, pp. 289-291, Sep 2019
- (10) Nagomu Takeuchi, Masataka Naruse, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, Coverage Control for Autonomous Patrol and Invader Detection using Quadcopters with Hierarchical Linearization, SICE Annual Conference 2019, pp. 1249-1254, Sep 2019
- (11) Koji Shibata, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Model Predictive Obstacle Avoidance Control Suppressing Expectation of Relative Velocity against Obstacles, 2019 IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA), pp. 59-64, Aug 2019
- (12) Nagomu Takeuchi, Masataka Naruse, Kazuma Sekiguchi, Kenichiro Nonaka, Autonomous Patrol and Invader Detection by Coverage Controlled Quadcopters, The 2019 Asian Control Conference, pp. 1119-1124, Jul 2019
- (13) Takahiro Kasahara, Koushi Tsuno, Kenichiro Nonaka, Kazuma Sekiguchi, Comparative Experiments of Moving Horizon Estimation based SLAM in Indoor Environment, The 2019 Asian Control Conference, pp. 1131-1136, Jun 2019

◇ 国内会議

- (1) 徳永夏帆, 栗島直弘, 佐藤大祐, "相互関係を含んだ家庭用品操作データセットを用いたホームロボットの動作計画システム", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH2019), 2P2-K04(4), 広島国際会議場, 広島, 6月5日(水)~8日(土), 2019.
- (2) 西澤佳隼, 金宮好和, 佐藤大祐: "相対角加速度を用いた角運動量ダンパによる人型ロボットの連続前方跳躍", 第37回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2019) 2019年9月3日(火)~7日(土), 早稲田大学早稲田キャンパス
- (3) 梅景正光, 金宮好和, 佐藤大祐: "人型ロボットのバランス制御のための CRB レンチコーンを考慮した擬似逆行列による CRB レンチの分配", 第37回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2019) 2019年9月3日(火)~7日(土), 早稲田大学早稲田キャンパス
- (4) 笠原 隆宏, 野中 謙一郎, 関口 和真, 複数のビジョンセンサと SLAM 手法の統合による精度改善, 第7回制御部門マルチシンポジウム, pp. 1B2-3, Mar 2020
- (5) 関戸 雄也, 関口 和真, 野中 謙一郎, 牽引しているケーブルの揺れを考慮したドローンの張力補償制御, 第7回制御部門マルチシンポジウム, pp. 2D1-6, Mar 2020
- (6) 菊池 智哉, 野中 謙一郎, 関口 和真, モーションキャプチャにおける確率的対応付けを有する MHE による移動物体追跡, 第7回制御部門マルチシンポジウム, pp. 2H2-2, Mar 2020
- (7) 柴田 浩志, 野中 謙一郎, 関口 和真, 粒子フィルタを用いた確率密度推定に基づく相対速度の期待値を抑制するモデル予測障害物回避制御, 第7回制御部門マルチシンポジウム, pp. 3C1-1, Mar 2020
- (8) 菅野 遼太郎, 竹内 和, 関口 和真, 野中 謙一郎, リード・フォロ被覆制御システムの実機検証, 第62回自動制御連合講演会, pp. 2D1-01, Nov 2019
- (9) 安部 凌矢, 菊池 智哉, 野中 謙一郎, 関口 和真, 人工ポテンシャル場法を用いたデータ対応付けの実時間推定, 第62回自動制御連合講演会, pp. 1M1-01, Nov 2019
- (10) 竹内 和, 関口 和真, 野中 謙一郎, 複数クアドコプタによる自律巡回と不審者追跡の実機検証, 第62回自動制御連合講演会, pp. 1M4-04, Nov 2019
- (11) 柴田 浩志, 野中 謙一郎, 関口 和真, x000D_, 経路と速度の繰り返し最適化によるモデル予測障害物回避制御, 第62回自動制御連合講演会, pp. 1E2-03, Nov 2019

- (12) 山口 祐剛, 柴田 浩志, 野中 謙一郎, 関口 和真, 小型自律移動車両のためのモンテカルロモデル予測制御を用いた障害物回避制御, 第 62 回自動制御連合講演会, pp. 2E1-03, Nov 2019
- (13) 菊池 智哉, 野中 謙一郎, 関口 和真, ビジョンセンサを用いた電動車椅子の Probabilistic Data Association Filter による軌道追跡, 第 62 回自動制御連合講演会, pp. 1H2-01, Nov 2019

◇ 受賞

- (1) 第 6 2 回自動制御連合講演会 優秀発表賞 「リーダ・フォロワ被覆制御システムの実機検証」

■ 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
准教授	佐藤 大祐	[理工学部]兼務	知能ロボティクス
准教授	関口 和真	[理工学部]兼務	制御工学
准教授	杉町 敏之	[理工学部]兼務	自動運転、ITS
准教授	西部 光一	[理工学部]兼務	流体工学
准教授	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
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：26 名、学部 4 年生：28 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）2019 年度直接経費：540 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）2019 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 344 万円
受託研究 ナブテスコオートモーティブ株式会社 100 万円
受託研究 DENSO 株式会社 200 万円
受託研究 日立オートモティブシステムズ株式会社 300 万円

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 4 件、国際会議 13 件、国内会議 13 件

◇ 学生の主な就職先

(株)SUBARU, キヤノン(株), 日立建機(株), アズビル(株), (株)NTT データ, 本田技研工業(株), ヤマハ発動機(株), (株)小松製作所, AGC(株), NOK(株), 他

■ 社会貢献

◇ 第 152 回 総研セミナー開催（2019 年 10 月 2 日）

講演タイトル「The momentum equilibrium principle and its use in motion analysis, generation and control : 運動量平衡の原理と運動解析・生成・制御における使用」「三次元大規模データの点群化による表示高速化と AR 利用」

◇ 委員

氏名	委員名一覧
野中謙一郎	自動車技術会 自動車制御とモデル研究部門委員会委員 他
関口和真	計測自動制御学会 事業会員サービス委員
佐藤大祐	日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会オーガナイザ つくばチャレンジ実行委員

他教員、多数につき省略

以上

ミネラル結晶研究センター

ミネラル結晶研究センター
センター長 平田 孝道

■ センター概要

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

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

超音波ドップラー血流計を用いて集積機能性ミネラル結晶含侵布を付着した上腕の動脈について血流量、流速、血管径を計測した結果、血流量及び血管径の増加がみられ、明確な血管拡張と血行促進の定量的変化の計測に成功した。また、高エネルギー加速器研究機構 J-PARC（大強度陽子加速器施設）の素粒子：ミュオンを用いた原子レベルでの構造解析を行い、結晶体内部に磁性体に起因する磁場変動の信号が得られた。

◇ 次年度への展開

次年度への展開は、以下の通りである。1）自律神経を含む生体機能向上の作用機序解明、2）素粒子：ミュオンを用いた原子レベルでの構造解析の継続実験・解析、3）大型放射光施設(Super Photon ring-8 GeV, SPring-8)による高輝度・高分解能 X 線回折測定、4）新型コロナウイルス感染症（COVID-19）重症化の緩和治療に関する作用機序の基礎的実験

■ 成果の紹介

本実験にて使用しているミネラル複合体は、テイコク製薬社が開発した集積機能性ミネラル結晶体（Integrated Functional Mineral Crystal, IFMC）である。この IFMC は温泉療法からヒントを得て、鉱物、水、温泉水の組み合わせを数百種類作り、特定の組み合わせと特殊処理を施した溶出液であり、血管内の血行促進、平衡感覚の改善、鎮痛作用が確認されている。

これまでに行った分析は、以下の通りである。EDS の組成分析を行った結果、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、亜鉛(Zn)が検出されている。さらに、XRD 計測の結果からは Fe_2O_3 （酸化鉄 [III]）及び MnCO_3 （炭酸マンガン [III]）に相当するピークが検出され、電子スピン共鳴(ESR)計測の結果からは Mn^{2+} イオンのピークが検出されている。

一例として、日頃から手足の冷え症を感じている被検者（22 歳の独身女性）の手（甲）に IFMC.

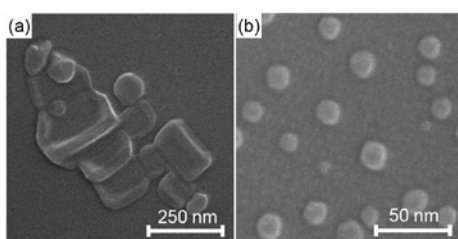


図 1 IFMC の FE-SEM 像

を噴霧した場合の表面温度の時間変化における計測を行った結果、IFMC の直接噴霧から 1 分後では、溶液の気化熱により表面温度が一時的に低下する現象が観測された。しかし、噴霧 2 分後から比較的太い血管が浮き出ようになり、3 分後には手の甲ほぼ全体の太い血管が浮き出ると共に、指先の抹消血管も温度が上昇する現象が確認された。体表面温度は、 30°C 前後であった値が血管近傍では 32°C

以上に温度が上昇している。さらに、5 分後には手全体の温度が上昇し、明確な血管拡張作用による血流改善に起因した温度の上昇が確認された。以上の結果より、太い血管から細い血管に移行する傾向が確認された。すなわち、血管拡張が段階的に起こっているものと考えられる。

【テーマ 1】NO センサーを使用した血中 NO 濃度の測定

NO センサーを使用した血液中の NO 濃度の測定結果では、NO の挙動を調べることで、微小血管の平滑筋が弛緩するメカニズムを特定できる可能性が高いため、NO センサーを使用してラットの血中 NO 濃度を測定した。血中 NO 濃度の経時変化を図 2 に示す。実験および評価用の 2 種類のサンプル、IFMC および Placebo（ミネラル抽出物を単純

に混合した溶液）を用いた。IFMC 浸透ワイパードロップの場合、図 2(a) に示すように NO による変化が測定されたが、図 2(b) に見られるように、Placebo が皮膚に密着している場合には変化が見られなかった。これまでに得られた NO に関する実験を含む結果は、ウサギの NO の生物学的利用能に対するアンジオテンシン II の急性または慢性効果を決定するためにカテーテル型 NO センサーを使用した他のグループの結果と非常に類似している。さらに、イヌの胸部大動脈の NO 濃度を測定した結果、血管内皮由来の NO 産生の刺激物質であるアセチルコリンを 2 分間連続投与すると、血中 NO 濃度の一時的な増加が測定された。特に、NO 濃度は投与後 10~20 秒で増加するとう結果があり、我々の NO 立ち上がり時間と類似している。

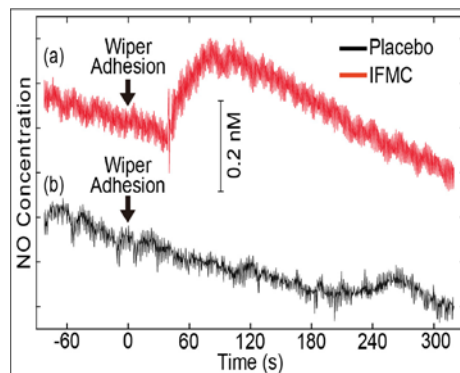


図 2 血中 NO 濃度の時間変化。
(a) : IFMC、(b) : 非 IFMC。

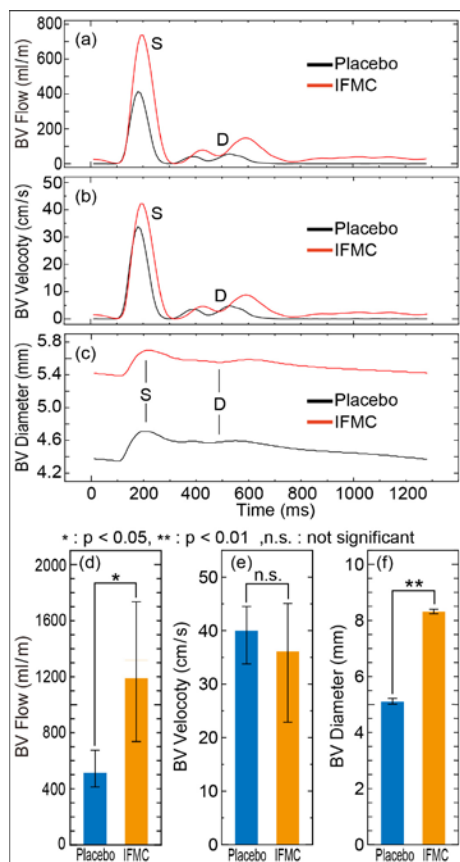


図 3 上腕動脈における血流量、血流速度、および血管径の変化。

【テーマ 2】超音波ドップラー血流計を用いた上腕動脈の血流量、流速、血管径計測

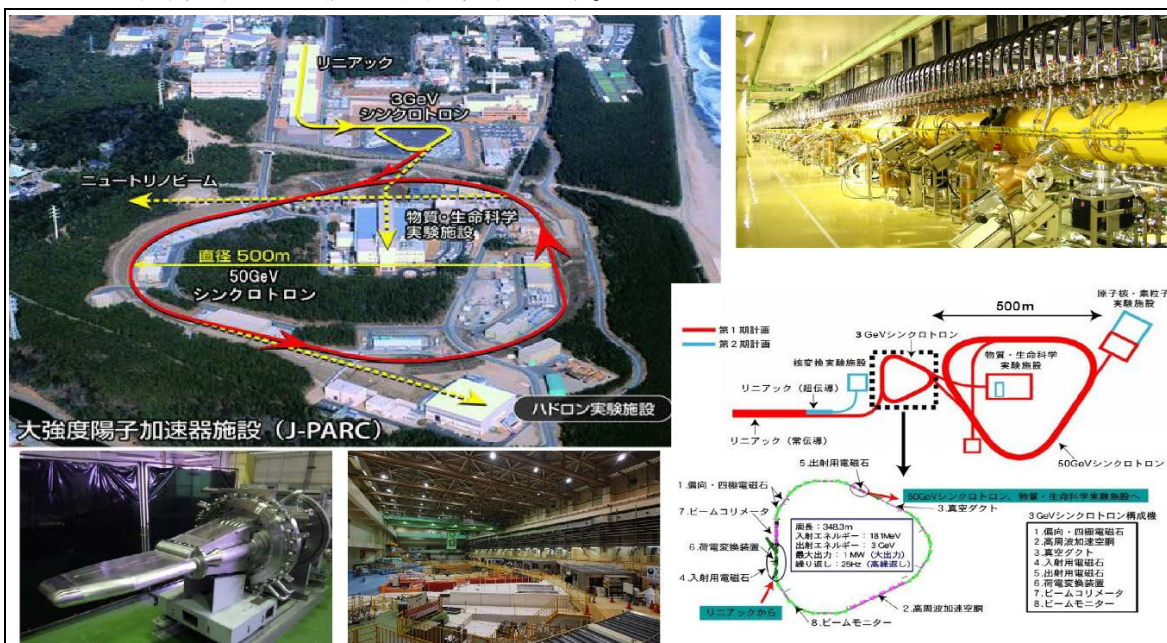
上腕動脈の血流量、流速、血管径の計測を行った。

血管内の血液流量、血液流速度、血管直径を非侵襲で計測するため、超音波血流計(Hadeco,QFM-21)を用いた。超音波の周波数・出力、計測範囲、計測精度は、以下の通りである。超音波周波数 5.0 MHz (血流速度計測), 7.5 MHz (血管直径計測)、超音波出力: 1500 mW/cm² 以下 (ピーク時間平均出力), 350 W/cm² 以下 (ピークパルス出力), 550[W/cm²]以下 (最大出力)。

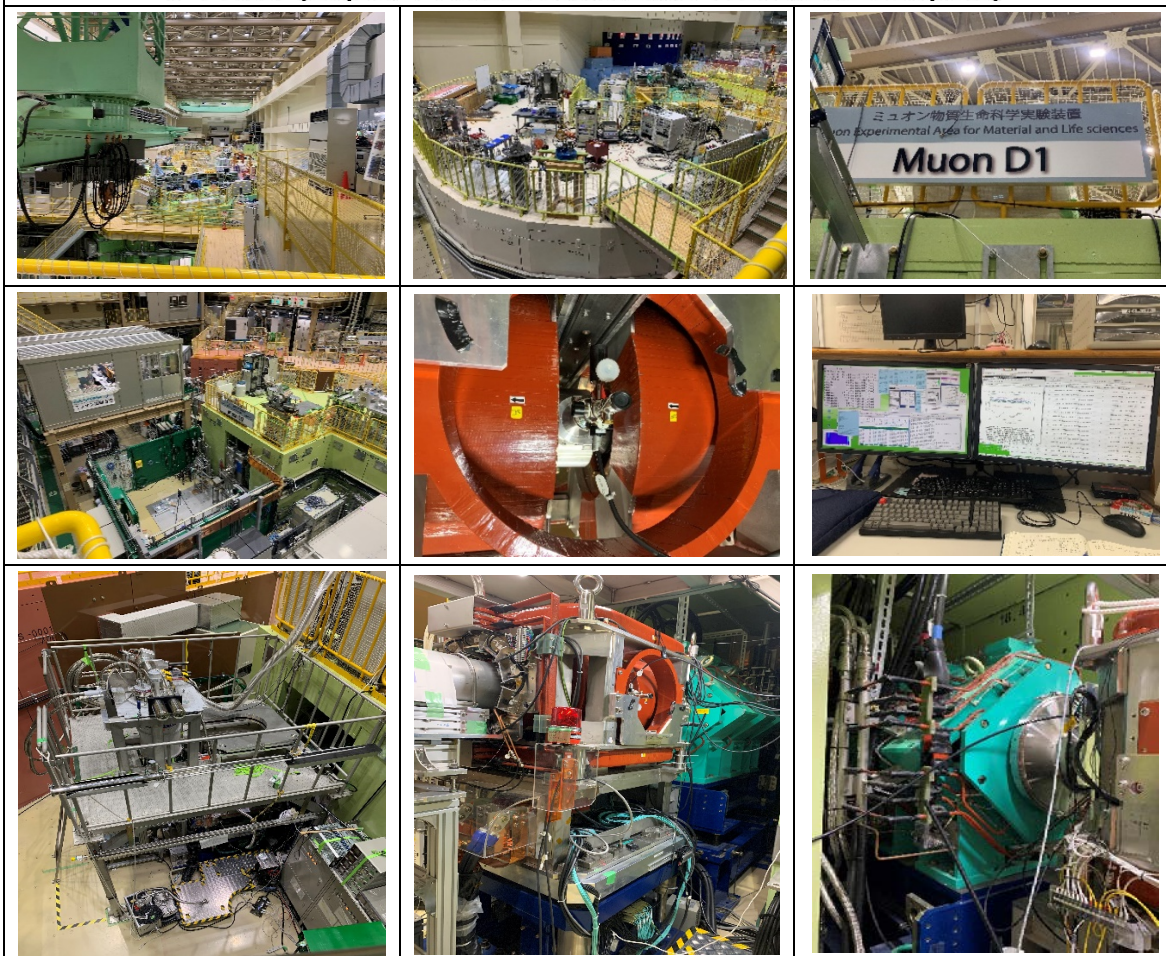
上腕部に未処理の布地及びIFMC 処理を施した布地を貼り付けた場合の上腕動脈における血液流量、血液流速度、血管直径の時間変化を図 3(a)~(c)に、布地貼り付け前後における各々の変化を図 3(d)~(f)に示す。

血流量の増加 [図 3(d)] と血管直径 [図 3(f)] の増大が観測された。ただし、血流速度 [図 3(e)] には殆ど変化が得られなかった。血流速度に大きな変化が生じなかった理由としては、血管弾性の向上が考えられる。一酸化窒素は血管平滑筋を弛緩させるため、血管を柔軟にする。特に、大動脈を含む動脈は弾性血管と称されて弾性線維が豊富に存在しているので、断続的な心拍出を連続的な血流に変えることが出来る。ゆえに NO と弾性線維の相乗効果に起因した血管柔軟性の向上が血流速度の安定に大きく寄与していると考えている。

【テーマ3】 高エネルギー加速器研究機構 J-PARC (大強度陽子加速器施設) の素粒子：ミュオンを用いた原子レベルでの構造解析
 ミュオン計測を行った施設の写真を以下に示す。



J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex)



核磁気、電子磁気、IFMC の内部揺らぎなどのスピンドYNAMICS を観測するために、茨城県東海村にある高エネルギー加速器研究機構 J-PARC (大強度陽子加速器施設) の物質生命科学実験施設におけるミュオン実験施設 (MUSE) に設置された D1 分光器でパルス μ SR 測定を行った。 μ SR 時間スペクトルは、ダブルパルスミュオンビーム (エネルギー: 4.1 MeV; ビームサイズ: 直径 20 mm; ビーム損失: 10.1%) の初期ミュオンスピン分極の方向に沿って外部から磁場を印加して測定した。サンプルは、ペレットタイプのアルミホイルサンプルホルダー (直径: 23mm, 高さ: 5-6mm) に充填し、測定領域に導入して測定した。測定対象である IFMC の成分は、以下の通りである。[図 4] ●ヘマタイト (赤鉄鋼抽出物) [化学組成: Fe_2O_3 (酸化鉄 [III])] ●オリバイン (橄欖石抽出物) [化学組成: Mg_2SiO_4 (苦土かんらん石) 及び Fe_2SiO_4 (鉄かんらん石) 間の連続固溶体] ●ロドライト (菱マンガン鉱抽出物) [化学組成: MnCO_3 (炭酸マンガン [III])] ●ジンクサイト (菱亜鉛鉱抽出物) [化学組成: ZnCO_3 (炭酸亜鉛)] ●添加物 (水、エタノール、メチルパラベン)。



図 4 サンプル写真。

今回の実験使用したサンプル①～⑧の条件は、以下の通りである。

- ① IFMC 処理後 (粉末)
- ② IFMC 処理後 (①の沈殿物)
- ③ IFMC 処理後 (①・②とは別物質)
- ④ IFMC 処理前後混合物 (オリバイン, ジンサイト, ヘマタイト, ロドライト)
- ⑤ IFMC 処理前後 (粉末, ジンサイト, ヘマタイト, ロドライトのみ)
- ⑥ IFMC 処理前後 (粉末, オリバイン, ヘマタイト, ロドライトのみ)
- ⑦ IFMC 処理前後 (粉末, オリバイン, ジンサイト, ロドライトのみ)
- ⑧ IFMC 処理前後 (粉末, オリバイン, ジンサイト, ロドライトのみ)

サンプル 1～4 の LF- μ SR スペクトル結果を図 5(a) に示す。スペクトルの挙動は IFMC の組成によって有意差を生じることが判明した。図 5(b) は、サンプル 1 の LF- μ SR スペクトルをしめたものである。これは、ミュオンの非対称性の減衰挙動を示しているが、強磁場領域と弱磁場領域では波形の形状が異なる。これは、IFMC が弱磁場下では不均一な内部磁性、強磁場下では内部常磁性または強磁性を示すという独特の特性を有することが判明した。

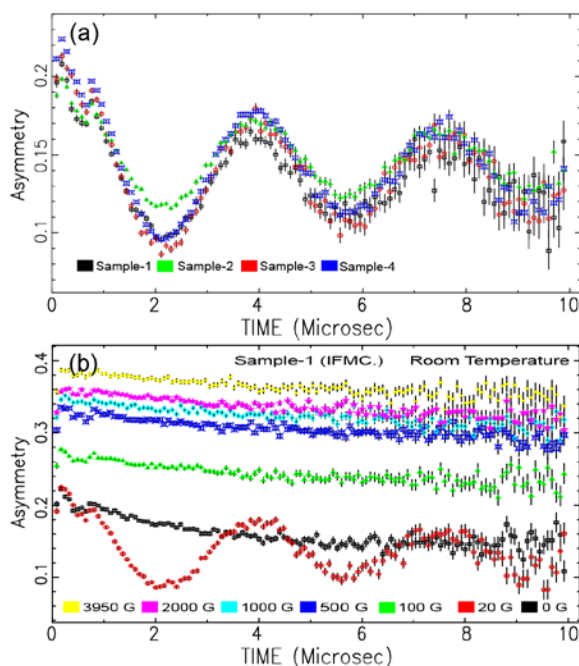


図 5 LF- μ SR スペクトル (a) サンプル①～④、
(b) サンプル①

血管拡張作用に大きく関与する「一酸化窒素」が重要な役割を果たしている。さらに、昨今の新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) による呼吸器疾患 (肺炎) に NO 吸入が有効な治療手段であるという報告例がある。ゆえに、IFMC は COVID-19 による重症化の緩和治療に有効であると考えられる。これらの結果は、2020 年 5 に PANAS に投稿予定である。さらに、今後は COVID-19 重症化の緩和治療に関する作用機序を調べるための計測を行うことを計画する予定である。

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
センター長・教授	平田 孝道	[工学部]兼務	プラズマ理工学、デバイス工学、物性工学
客員教授	藤本 幸弘		レーザー医学、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
共同研究者	野邑 奉弘		
共同研究企業	畠山 兼一郎		

◇ 学生数 博士後期課程：0名、修士課程：2名、学部4年生：1名

■ 主要な外部資金

テイコク製薬社（受託研究費） 2019年度直接経費：1,500万円

■ 社会貢献

◇ 第150回 総研セミナー開催（2019年7月29日）

講演タイトル「ミネラル結晶体が生体に与える生理活性効果の多角的検証」「ミネラル結晶体の「スポーツにおける可能性」

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ました。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行った。これらの結果の一部は、学術誌（自然災害科学）に投稿しています。

◇ 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 号に係る浸水被害を中心として研究を進め、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ビッグデータとして蓄積し活用していくことで、防災減災に貢献していきます。

■ 成果の紹介

昨年度は、台風 19 号災害に注力した形でプロジェクトを遂行した。次年度以降については、本センターが本来掲げている内容も含めた形での研究実施を行いたい。

【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。その結果の一部は、「自然災害科学」誌に投稿し査読修正中である。

■ 研究業績

- ◇ 査読付き論文
- ◇ 招待講演
- ◇ 国際会議
- ◇ 国内会議
- ◇ 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 准教授	伊藤 和也	[工学部]兼務	自然災害科学, 地盤工学
教授	末政 直晃	[工学部]兼務	地盤工学
准教授	三上 貴仁	[工学部]兼務	自然災害科学, 水工水理学
技士	田中 剛	[工学部]兼務	地盤工学
准教授	五艘 隆志	[工学部]兼務	建設マネジメント 災害マネジメント

- ◇ 学生数 博士後期課程：名、修士課程：名、学部4年生：名

■ 主要な外部資金

--

■ 学生教育

- ◇ 学生の論文発表件数
国際会議 件、国内会議 件
- ◇ その他
- ◇ 学生の主な就職先

■ 社会貢献

◇ 出張授業

****高校(担当者)、****高等学校(**)、****高等学校(**)

◇ 委員

氏名	委員名一覧
伊藤	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，国土交通省四国地方整備局 入札監視委員会 委員，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

■ 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の技術開発を行う。具体的には、太陽電池デバイス技術・ナノ加工技術の開発、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。また電力用途に限らず、IoT 機器の独立電源としての多接合アモルファス Si 太陽電池を開発する。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

Rib 構造を有する Si 太陽電池の変換効率向上を目指して、アモルファス SiO 系のパッシベーション膜の開発を行ったところ数 msec の有効キャリア寿命が得られた。これらのパッシベーション膜を用いた厚さ 100 ミクロンの Rib-Si 太陽電池でエネルギー変換効率 20%を得た。また、IoT 機器電源への応用を目指した 6 接合アモルファス Si 太陽電池で、開放電圧 4.0V 以上を達成した。

◇ 次年度への展開

太陽電池のエネルギー変換効率を飛躍的に向上させるため、多接合太陽電池の開発を行う。具体的には、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開発を目指す。また、IoT 機器への応用を目指してフレキシブル 6 接合アモルファス太陽電池を開発する。

■ 成果の紹介

【テーマ 1】超高効率 Si 系トリプル接合太陽電池開発

Si 太陽電池の超高効率化を目指し、図 1 に示す Si 系トリプル接合太陽電池の開発を進めている。令和元年度は、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 太陽電池の高效率化、ならびにボトムセルとなる Ge-Rib 太陽電池開発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 1~3 μ m のナノウォールを均一性良く形成するためのプロセス開発を行った。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前段階として、フォトリソグラフィを用いたマイクロウォールにアモルファス Si 接合層を形成する研究に着手した。

Rib 太陽電池では、超薄型化することによって

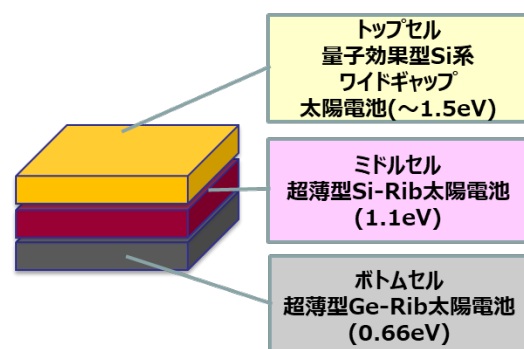


図 1 Si 系トリプル接合太陽電池の構造

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 $40\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 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 $100\mu\text{m}$ の Rib 太陽電池で変換効率 20.2%(面積 1cm^2) が得られている。 V_{oc} という観点では最高 717mV ($50\mu\text{m}$) となっている。ヘテロ接合太陽電池の動作解析を AFORS-HET を用いて行い、界面再結合がデバイス特性、特に V_{oc} に与える影響を解明した。p/i 界面に再結合中心が高い層を 1nm 挿入し理論解析を行った。その結果、 V_{oc} は、i-a-SiO_x:H バッファ層の厚さに非常に敏感であり、0nm では V_{oc} は 650mV あるいは、それ以下の値となる。一方、2nm の i-a-SiO_x:H バッファ層を挿入すると厚さが $100\mu\text{m}$ (W/O Rib) で 730mV を超す V_{oc} が得られることが分かった。現状、試作した Rib 太陽電池の V_{oc} は Rib なしウェハに比べて 10mV 程度小さくなっており、今後、界面特性のさらなる改善が必要であることが明らかとなった。

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。有効キャリア寿命の測定により Ge 系に対しても a-SiO_x:H を用いたパッシベーション膜が有効との結果が得られている。

【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、主にテクスチャー構造を有する SnO₂/ガラス上にセル作製を行ってきたが、SnO₂の凹凸が激しいと漏れ電流の原因となり、低照度下での発電特性に大きな影響を及ぼすことが明らかとなったため、本年度は ITO/ガラス基板上への製膜を行った。また、低照度下での動作電圧 4V を目指して、5 接合に加えて 6 接合両面受光アモルファス Si 太陽電池の試作を行った(図 3)。その結果、1000lux でも 4V の開放電圧が得られた。

【テーマ 3】ワイドギャップ・ペロブスカイト太陽電池開発

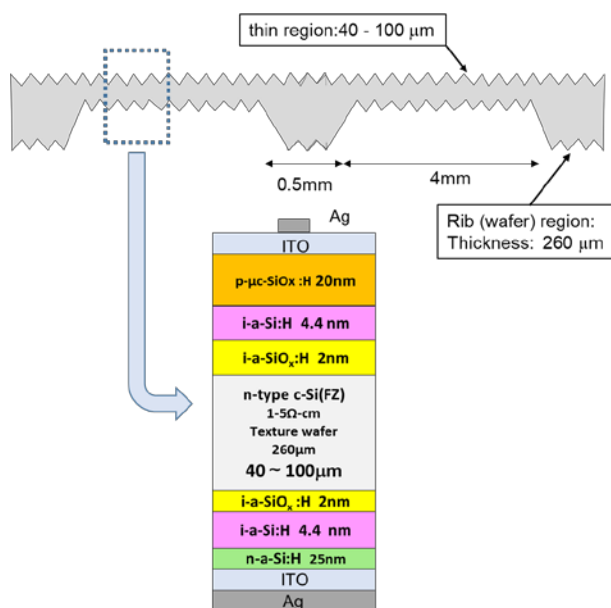


図 2 Rib-Si 太陽電池の断面構造と積層構造

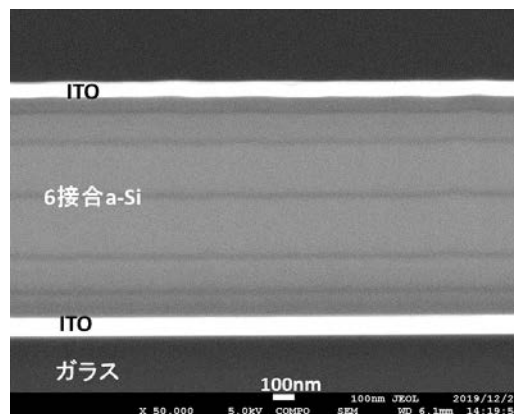


図 3 6 接合アモルファス Si 太陽電池の断面 SEM 観察像

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は構成されるハロゲン種などを変えることによってバンドギャップを連続的に変調することが可能である。そこで多接合太陽電池のトップセルや青色光無線給電の受光素子としての応用を目指して、ワイドギャップなペロブスカイト太陽電池を開発してきた。本研究ではアンチソルベント法と呼ばれる塗布法によりペロブスカイト層を形成しているが、この前処理としてリチウム錯体を塗布するとペロブスカイト層の膜質や界面が改善されることで、開放電圧が 1.31→1.41V、変換効率が 5.2→5.7% まで向上した。また、作製したワイドギャップ・ペロブスカイト太陽電池の光無線給電の受光素子としての可能性を示すために、LED 光源を用いて単色光発電特性を評価した結果、中心波長 455nm の青色 LED で 20.2% の変換効率が得られた。

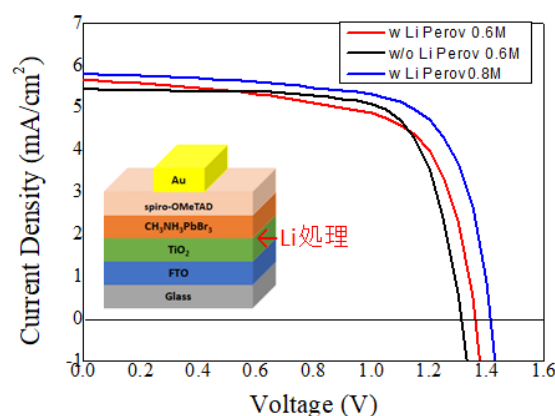


図 4 リチウム添加したワイドギャップ・ペロブスカイト太陽電池の特性

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Makoto Konagai and Ryo Sasaki, "Bifacial Amorphous Si Quintuple-Junction Solar Cells for IoT Devices with High Open-Circuit Voltage of 3.5V under Low Illuminance", Prog. Photovol. Res. Appl. 2019,1-8, DOI:10.1002/ppp.3215
- (2) Makoto Konagai and Ryo Sasaki, "High voltage bifacial amorphous Si quintuple-junction solar cells for IoT devices", Jpn. J. Appl. Phys. 58, SBBF05 (2019) 7 pages, <https://doi.org/10.7567/1347-4065/aafc98>
- (3) Yukimi Ichikawa, Yoshiaki Osawa, Hiroshi Noge, and Makoto Konagai, "Theoretical studies of silicon hetero-junction solar cells with rib structure", AIP Advances 9, 065117, 2019/06, doi:10.1063/1.5098964
- (4) Dong-Won Kang, Jun Ryu, and Makoto Konagai, "High-Performance Amorphous Silicon Thin Film Solar Cells Prepared at 100 °C: Toward Flexible Building-Integrated Photovoltaics", Electronic Materials Letters, 2019/06, <https://doi.org/10.1007/s13391-019-00161-8>
- (5) S. Nootchanat, Phengdaam A, R. Ishikawa, C. Lertvachirapaiboon, K. Shinbo, K. Kato, S. Ekgasit, and A. Baba, "Plasmonic-Enhanced Photocurrent Generation of Organic Photovoltaics Induced by 1D Grating and 2D Crossed Grating Structures", Journal of nanoscience and nanotechnology 19(8) 4727 - 4731 2019/08 <https://doi.org/10.1166/jnn.2019.16704>
- (6) Thitirat Putnin, Chutiparn Lertvachirapaiboon, Ryosuke Ishikawa, Kazunari Shinbo, Keizo Kato, Sanong Ekgasit, Kontad Ounnunkad, and Akira Baba, "Enhanced organic solar cell performance: Multiple surface plasmon resonance and incorporation of silver nanodisks into a grating-structure

electrode", Opto-Electronic Advances 2(7) 190010 2019/07

- (7) Sopit Phetsang, Apichat Phengdaam, Chutiparn Lertvachirapaiboon, Ryousuke Ishikawa, Kazunari Shinbo, and Keizo Kato, Pitchaya Mungkornasawakul, Kontad Ounnunkad, Akira Baba, "Investigation of a gold quantum dot/plasmonic gold nanoparticle system for improvement of organic solar cells", Nanoscale Advances 1(2) 792 - 798 2019
<https://doi.org/10.1039/c8na00119g>
- (8) Ryousuke Ishikawa, Hiroki Nishida, Hiro Fukushima, Sho Watanabe, Sohei Yamazaki, Gilgu Oh, and Nozomu Tsuboi, "Graphene Micromesh For Transparent Conductive Films Application", Advanced Materials Letters 2019/01
<https://doi.org/10.5185/amlett.2019.2238>
- (9) Ryousuke Ishikawa, Sho Watanabe, Sohei Yamazaki, Tomoya Oya, and Nozomu Tsuboi, "Perovskite/Graphene Solar Cells without a Hole-Transport Layer", ACS Applied Energy Materials 2(1) 171 - 175 2019/01
<https://doi.org/10.1021/acsaem.8b01606>

◇ 招待講演

- (1) Makoto Konagai, "Recent Progress of Rib Si Solar Cell Technology and Its Application to InGaP/Si Spectrum Splitting Solar Cell", 29th International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-29), 4-8 Nov. 2019, Xi'an, China, Proc.1418-1421

◇ 国際会議

- (1) Kenta Niihara, 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", 8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces, 27-30 November, 2019, Sendai, Japan
- (2) Makoto Konagai and Ryo Sasaki, "Bifacial Amorphous Si Quintuple-Junction Solar Cells for IoT Devices with High Open-Circuit Voltage of 3.5V under Low Illuminance", 36th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 09 - 13 September 2019, Marseille Chanot Convention and Exhibition Centre, Marseille, France, Proc. pp.140-146, 10.4229/EUPVSEC20192019-2AO.6.4
- (3) Yukimi Ichikawa, Yoshiaki Osawa, Hiroshi Noge, and Makoto Konagai, "Development of Very Thin Rib Structure Si Hetero-junction Solar Cells", 36th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 09 - 13 September 2019, Marseille Chanot Convention and Exhibition Centre, Marseille, France
- (4) Hiroshi Noge, Makoto Konagai, Taizo Masuda, and Akinori Sato, "Comparison of the Outdoor Performance of Cylindrical and Rectangular-Parallelepiped PV Modules", 36th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 09 - 13 September 2019, Marseille Chanot Convention and Exhibition Centre, Marseille, France
- (5) Kimihiko Saito, Tsukasa Takamura, Yukimi Ichikawa, and Makoto Konagai, "Si-Based Heterojunction Solar Cells Passivated by a-SiO_x:H Thin Film", 36th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 09 - 13 September 2019, Marseille Chanot Convention and Exhibition Centre, Marseille, France, 10.4229/EUPVSEC20192019-2DV.1.38

- (6) Tsukasa Takamura, Ryuto Iwata, Yukimi Ichikawa, Kimihiko Saito, and Makoto Konagai, “Rib Silicon Heterojunction Solar Cells with Textured Surfaces”, 29th International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-29), 4-8 Nov. 2019, Xi’an, China, Proc. 1818-1820
- (7) Yukimi Ichikawa, Masakazu Hirai, and Makoto Konagai, “Development of Fabrication Process for Nano-wall Si Solar Cells”, 29th International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-29), 4-8 Nov. 2019, Xi’an, China, Proc.179-181
- (8) Hiroshi Noge and Makoto Konagai, “Minutely Outdoor Measurements of Bifacial Gains of Silicon Heterojunction Solar Cells as a Function of Diffuse Irradiance in Tokyo”, 29th International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-29), 4-8 Nov. 2019, Xi’an, China, Proc.2294-2296
- (9) Ryousuke Ishikawa, Momoka Yonemura, Ryo Sasaki, and Makoto Konagai, “Amorphous Si Quintuple-Junction Solar Cells on Graphene Layer for IoT Applications”, 29th International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-29), 4-8 Nov. 2019, Xi’an, China, Proc.1914-1916
- (10) Kimihiko Saito, Tsukasa Takamura, Yukimi Ichikawa, and Makoto Konagai, “Optimization of Textured Substrate for Silicon Heterojunction Passivated by a-SiO_x:H Thin Film”, 29th International Photovoltaic Science and Engineering Conf. (PVSEC-29), 4-8 Nov. 2019, Xi’an, China, Proc.1920-1923

◇ 国内会議

- (1) 応用物理学会学術講演会：9 件
- (2) 「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム：5 件

◇ 著書

- (1) 小長井 誠 分担、日本学術振興会 将来加工技術 136 委員会編「ハイテク五十年史に学ぶ将来加工技術」、”3.1 太陽電池デバイス作製技術における 50 年間の技術動向と最新技術” p.198 - p.207 日本工業出版、平成 31 年 3 月 20 日
- (2) 小長井誠、”太陽電池の最新の技術革新について”，光発電（Photovoltaic Journal）、太陽光発電協会、2019 年 No.42、p.39-46
- (3) 石川 亮佑 分担、「ペロブスカイト太陽電池の開発最前線」、「第 9 章 グラフェンを用いた正孔輸送層フリーペロブスカイト太陽電池開発」、シーエムシー出版、2019 年 7 月 31 日

◇ 新聞への掲載

- (1) 電気新聞 2019 年 2 月 25 日、朝刊 4 面「東京都市大 最新動向の理解深め 次世代太陽光でセミナー」

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
特任教授	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
客員教授	Jürgen Werner	Stuttgart 大学	電子物理工学
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	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：5 名

■ 主要な外部資金

JST・未来社会創造事業、2019 年度直接経費：1 億 2,513 万円、間接経費：3,754 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）2019 年度直接経費：1,330 万円、間接経費：399 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）
共同研究：トヨタ自動車株式会社、1,400 万円、H30.7.1-H31.6.30 研究代表者（小長井）

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 3 件、国際会議 4 件、国内会議 7 件

◇ 学生の主な就職先

JVC ケンウッド、大崎電気工業、ミネベアミツミ、ラピスセミコンダクタなど

■ 社会貢献

◇ 第 157 回 総研セミナー「次世代の太陽光発電システム」開催（2019 年 12 月 11 日）

講演タイトル「基幹電源として真の発展を迎える太陽光発電システム」「ワイドギャップ・ペロブスカイト太陽電池の研究」「太陽光発電を活用したモビリティ社会の実現に向けて」など 6 件

◇ 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 産学協力研究委員会 「次世代の太陽光発電システム」第 175 委員会 委員長
小長井 誠	NEDO 高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発 技術検討委員会 委員長

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。

◇ 主要な研究成果

- ① バイオ：ガン組織に対して抗ガン剤を投与した場合において、細胞増殖の抑制効果と組織内への薬剤浸透深さを、同時に測定できるバイオ MEMS デバイスを開発した。
- 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：可動電極と固定電極のギャップを最適化し、振動発電デバイスの発電量を大きく高めた。

- ① バイオ：ガン腫瘍から細胞や DNA 断片が血液中に放出される。これを手掛かりとしたガン診断に資するバイオ MEMS デバイスを研究する。
- ② ナノ：透過電子顕微鏡内で MEMS デバイスを動かし、材料の破壊やナノギャップの熱伝達などを原子レベルで「その場」観察する。
- ③ エネルギー：工場の設備などに振動発電デバイスを付加して発電する場合、振動周波数が機器ごとに異なる問題がある。デバイスの共振特性を可変とする方策を研究する。

細胞や分子の操作と計測

半導体微細加工で作製したマイクロナノデバイス(MEMS)を用い、細胞や生体分子の操作や化学刺激に対する反応計測を行う。例えば、MEMSピンセットでDNA分子を捕捉し、機械的な共振計測により、DNA分子の硬さを測れる。DNAと反応の時間推移を連続的かつ高感度に測定可能。

MEMSピンセット

DNA分子束

バイオMEMS

MEMS

MEMS-in-TEM

振動発電

シリコン酸化膜内に電荷を固定した固体エレクトレットをくし歯構造の片側に作り、それと噛み合うくし歯が振動する時に発電するデバイスを作る。噛み合う面積(＝静電容量)を変化して、固体エレクトレットが誘導する電荷を増減する。これを外部電流として取り出し、電源に用いる。

シリコンエレクトレット

出力1

出力2

GND

透過電子顕微鏡

MEMSデバイス

試料ホルダー

顕微鏡画像

余のナノ操作
(極品性分子の
中に高圧電場
が見える)

シリコンの鋭
い針が互に向
合った構造

20nm

500nm

100nm

■ 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

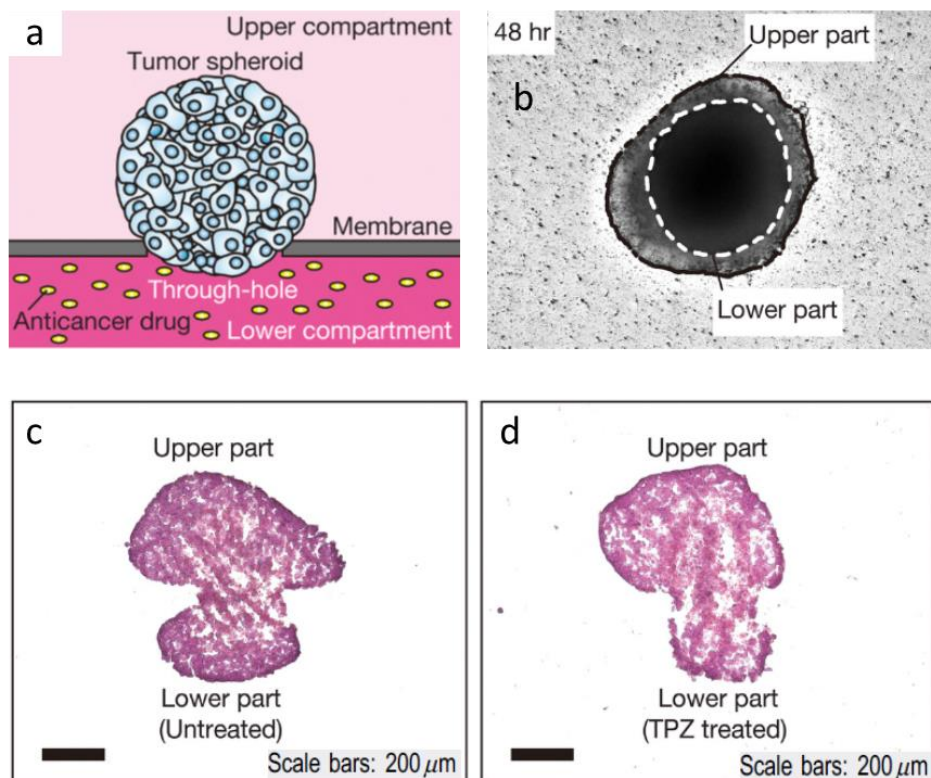
技術の特長

- 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

ガン組織に対して抗ガン剤を投与した場合において、細胞増殖の抑制効果と組織内への薬剤浸透深さを、同時に測定できるバイオ MEMS デバイスを開発した。図 a に示すように、隔膜に開けた数百ミクロンの穴をふさぐように、肝がん細胞株(HepG2)を球形に培養したスフェロイドを設置する。その上下に溶液を入れ、下側だけに抗ガン剤を混ぜる。2日間培養すると、図 b に示すようにスフェロイドが両側に増殖し、穴の部分がくびれたようになる。その断面を見ると、抗ガン剤を意図的に入れなかった場合（図 c）に比べ、入れた場合（図 d）は下部の増殖が抑えられるばかりでなく、上部へも薬剤が浸透して増殖が抑えられる結果が得られた。抗ガン剤の薬効評価への応用が期待できる。

MEMS ピンセットで細胞を捕獲しその電気・機械特性を計測した後に、遺伝子解析などへ送る必要があるが、細胞がピンセットに粘着して離れない問題があった。細胞の粘着を防ぐコーティングプロセスを開発した。



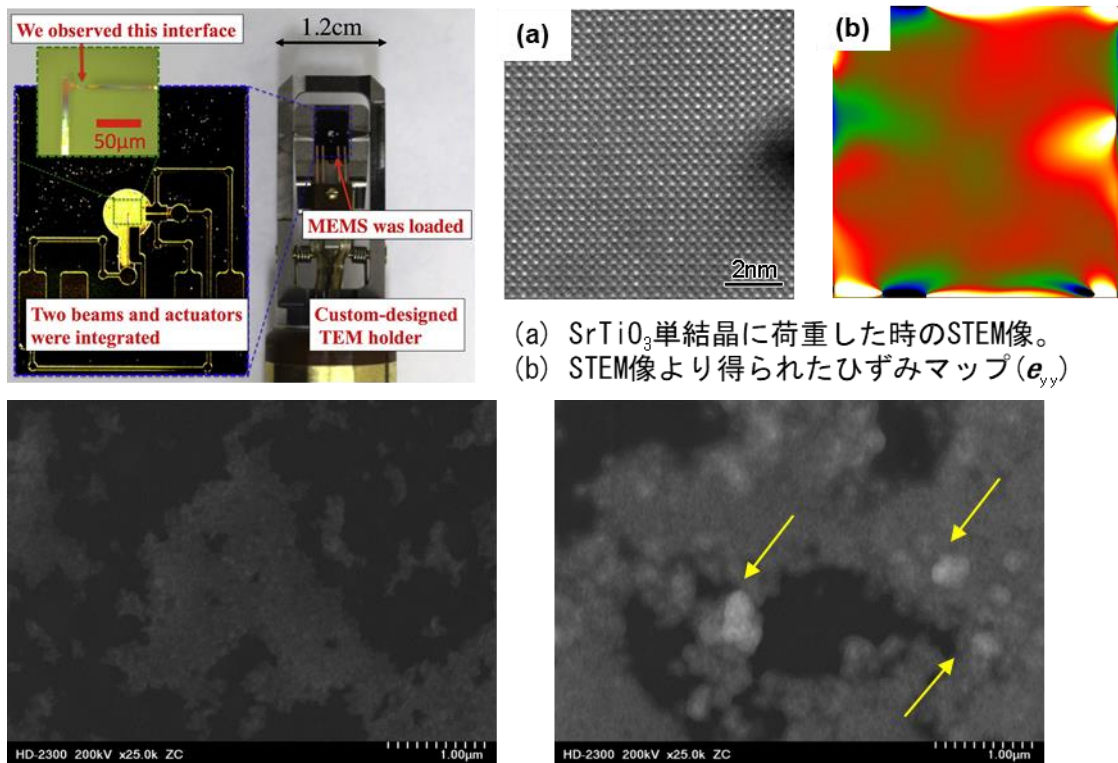
【テーマ2】MEMSを電子顕微鏡内で動かしナノ材料を調べる

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（左上図）を駆動し、その場機械試験法により、 SrTiO_3 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。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（右上図）。MEMS技術で作った数十ナノメートルの隔膜で、1ミクロン程度の水層を挟み込み、電子線を透過させて水中のナノ現象を観測した。液体の交換により、ゼオライト分子に包含される金属イオンを置換する反応を可視化することができた（下図）。



Ga^+ 水溶液導入前

Ga^+ 水溶液導入後. イオン交換部が白点として見える

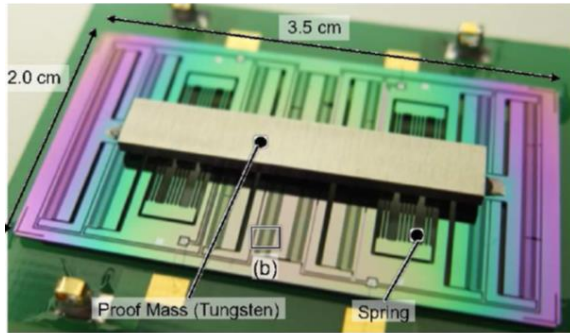
【テーマ3】MEMS 振動発電デバイスで環境エネルギーを回収する

技術の特長

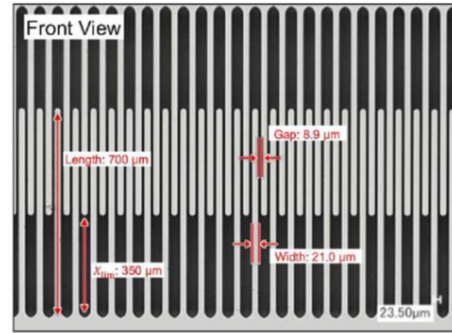
- 触れても分からない程度の振動(0.2G以下)から数百μWを発生
- MEMS製造技術で大量生産が可能
- 高電荷密度のエレクトレットと狭くて深いギャップ(9μm×300μm)で高効率に発電

今年度の成果

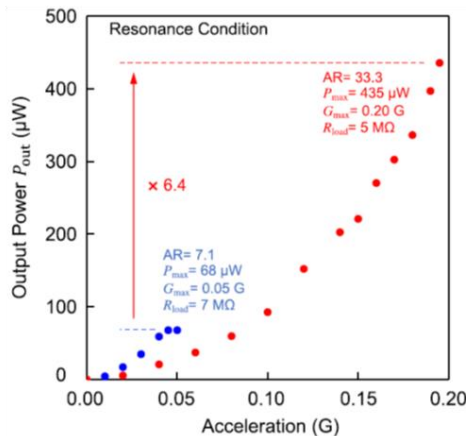
MEMS 微細構造と酸化ケイ素エレクトレットを用いた、高性能の振動発電素子 (図 a) を研究している。発電性能を向上するため機械振動と発電特性を併せた数値モデルを構築し、これに基づき、くし歯電極の厚みを増し、ギャップを狭くしたデバイスを設計した。アスペクト比 (厚みをギャップ幅で割った値) が 33.3 と大きなデバイスを作り、0.2 G、 ~ 140 Hz の微小加速度の環境振動から最大 430 μ W を発電した ($G = 9.8 \text{ m/s}^2$ は重力加速度) (図 b, c)。これはアスペクト比 7.1 のデバイスの 6.4 倍の発電量である。チップサイズもわずか $2\text{cm} \times 3.5\text{cm}$ である。整流回路を通して $470\mu\text{F}$ のコンデンサーを 20 秒で 2V まで充電ができ (図 d)、圧電式の振動発電機をしのぐ性能を得た。



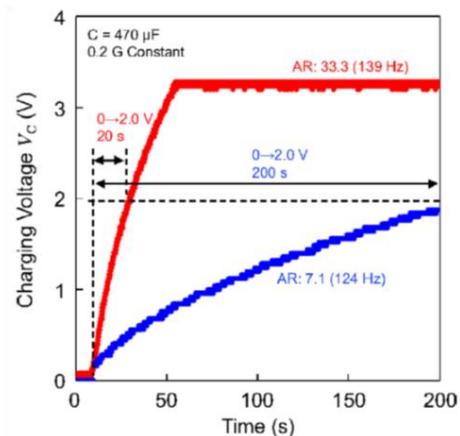
(a)



(b)



(c)



(d)

発表論文

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

Kensaku Hayashi, Momoko Kumemura, Shohei Kaneda, Vivek Menon, Laurent Jalabert, Saeko Tachikawa, Mehmet C. Tarhan, Teruo Fujii, Beomjoon Kim, and Hiroyuki Fujita "Optimization of Surface Treatment on MEMS Probes for Single-cell Capture and Release" *Sensors & Materials*, Vol. 31 No. 9(2) pp. 2873–2881 (2019)

Shohei Kaneda, Jiro Kawada, Marie Shinohara, Momoko Kumemura, Ryohei Ueno, Tomoaki, Kawamoto, Kenji Suzuki, Beomjoon Kim, Yoshiho Ikeuchi, Yasuyuki Sakai, Dominique Collard, Hiroyuki Fujita, and Teruo Fujii "Boyden chamber-based compartmentalized tumor spheroid culture system to implement localized anticancer drug treatment" *Biomicrofluidics* (AIP Publishing) Vol. 13, p. 054111 (2019)

◇ 招待講演

藤田博之「マイクロマシン(MEMS)の誕生とバイオ医療への応用展開」生体医工学 57 巻 p. S108_2 (2019)

◇ 国際会議

N. Lobato-Dauzier, R. Deteix, M. Denoual, H. Toshiyoshi, H. Fujita, T. Fujii, A.J. Genot, "Silicon Chamber for

Enhanced-Imaging of Droplet Array in a Graded Temperature Field,” Proc. 23rd Internatl Conf. on Miniaturized Syst. for Chem. & Life Scien. (μTAS 2019), 2019/10/27–31, Congress Center Basel, Switzerland, W127.d.

D. Pekin, G. Perret, M. Kumemura, L. Jalabert, S. Meignan, H. Fujita, D. Collard, M. C. Tarhan “Real-time measurement of the physical properties of DNA-ligand complexes” Proc. 23rd Internatl Conf. on Miniaturized Syst. for Chem. & Life Scien. (μTAS 2019), 2019/10/27–31, Congress Center Basel, Switzerland pp. 892 – 893

Hirofumi Fujita, Dominique Collard, “Silicon Nano Tweezers”, Workshop on 20 Years of Microfluidics between France and Japan, Institut Pierre-Gilles de Gennes, Paris, France, 24th October (2019)

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

E. Tochigi, T. Sato, N. Shibata, H. Fujita, Y. Ikuhara, “In situ STEM Mechanical Experiments at Atomic-Resolution Using a MEMS Device” Microsc. Microanal. Vol. 25 pp. 1884–1885 (2019)

Vivek Menon, Matthieu Denoual, Hiroshi Toshiyoshi, and Hirofumi Fujita, “Self-contained on-chip fluid actuation for flow initiation in liquid cell transmission electron microscopy,” Japanese Journal of Applied Physics (Rapid Communication), vol. 58, p. 090909 (6pp). <https://doi.org/10.7567/1347-4065/ab386a> (2019)

◇ 国際会議

E. Tochigi, T. Sato, N. Shibata, H. Fujita, Y. Ikuhara, “In Situ STEM Mechanical Experiments at Atomic-Resolution Using a MEMS Device”, Microscopy and Microanalysis 2019, Portland, Oregon, USA, 2019/8/6

M. Denoual, V. Menon, T. Sato, O. de Sagazan, J. Grand, S. Mintova, F. Perret, E. Sarajlic, N. Tas, A. W. Coleman, H. Fujita, “Functionalized liquid cells for in-situ TEM” EuroMAT2019, 2019/9/1–5, Stockholm, Sweden, Session D2 – In situ characterization I

Hirofumi Fujita “MEMS-in-TEM for In Situ Observation of Nano Mechanical, Thermal and Chemical Phenomena” UCLA Mechanical & Aerospace Engineering Seminar, Sep 13, 2019 (Invited Talk)

Hirofumi Fujita, Matthieu Denoual, “MEMS-in-TEM”, Workshop on 20 Years of Microfluidics between France and Japan, Institut Pierre-Gilles de Gennes, Paris, France, 24th October (2019)

◇ 国内会議

榎木栄太, 佐藤隆昭, 柴田直哉, 藤田博之, 幾原雄一, “MEMS デバイスを利用した新規その場 TEM 機械試験システムの構築と評価”, 日本機械学会 M&M2019 材料力学カンファレンス 論文集, (2019) OS1012.

榎木栄太, 佐藤隆昭, 柴田直哉, 藤田博之, 幾原雄一, “その場 TEM 機械試験法による結晶格子欠陥の動的挙動 の解析”, 日本材料学会 第 4 回マルチスケール材料力学シンポジウム 論文集, (2019).

曹 旻鑒, 榎木栄太, 佐藤隆昭, 柴田直哉, 藤田博之, 幾原雄一, “STEM その場観察法による金単結晶変形素過程の直接観察”, 日本金属学会春期講演大会 (2020/3)

曹 旻鑒, 榎木栄太, 佐藤隆昭, 柴田直哉, 藤田博之, 幾原雄一, “SrTiO₃ における亀裂形成過程の原子レベル解析”, 日本金属学会春期講演大会 (2020/3)

榎木栄太, 佐藤隆昭, 柴田直哉, 藤田博之, 幾原雄一, “MEMS デバイスを利用した新規その場 TEM 機械試験システムの構築と評価”, 日本機械学会 材料力学カンファレンス 2019, 九州大学伊都キャンパス, 2019/11

榎木栄太, 佐藤隆昭, 柴田直哉, 藤田博之, 幾原雄一, “原子分解能その場 TEM 機械試験法の開発と検証”, 日本顕微鏡学会第 75 回学術講演会, 名古屋国際会議場, 名古屋市, 愛知県, 2019/06/19

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

Hiroaki Honma, Yukiya Tohyama, Hirofumi Mitsuya, Gen Hashiguchi, Hirofumi Fujita, Hiroshi Toshiyoshi, “A Power-Density-Enhanced MEMS Electrostatic Energy Harvester with Symmetrized High-Aspect Ratio Comb Electrodes,” J. Micromech. Microeng., vol. 29, p. 084002. <https://doi.org/10.1088/1361-6439/ab2371>, (2019)

◇ 招待論文

藤田 博之, 年吉 洋, 高浦 則克, 「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 ～センサ調整・解析自動化と高効率データ抽出機能～ 総論」 電気学会誌 2020 年 5 月 140 巻 5 号 p.

◇ 国内会議

三屋裕幸、芦澤久幸、本間浩章、藤田博之、橋口 原、年吉 洋、「MEMSエレクトレット振動発電デバイスの産業化」第66回 応用物理学会春季学術講演会、2019/3/9-12、東京工業大学・大岡山キャンパス

その他

◇ 査読付き論文

Teru Okitsu, Eric Leblanc, Dominique Collard, and Hiroyuki Fujita, “SMMiL-E, Japanese Bio-MEMS Laboratory in France, and the Role of Scientific Direction” *Sensors & Materials*, Vol. 31 No. 9(2) pp. 2907-2916 (2019)

◇ 招待講演

H. Fujita, D. Collard “Future directions and open podium discussion”, Workshop on BioMEMS and Cancer – SMMiL-E towards Clinics: Developments & Opportunities –, Institut de Biologie de Lille, Lille, France, 2019/12/13

◇ 国際会議

N. Onizawa, K. Nishino, S. C. Smithson, B. H. Meyer, W. J. Gross, H. Yamagata, H. Fujita, T. Hanyu “A Design Framework for Invertible Logic” *Proc. 53rd Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers* (2019)

K. Nishino, S. Smituhson, N. Onizawa, B.H. Myer, W. J. Gross, H. Yamagata, H. Fujita, T. Hanyu “Study of Stochastic Invertible Multiplier Designs” *Proc. IEEE Interntl Conf. Electron. Circuits & Syst: ICECS 2018*, 649-650 (2018)

Daiki Tanaka, Shunsuke Sawai, Takuo Sugaya, Yoshito Nozaki, Dong Hyun Yoon, Taisuke Isano, Hitoshi Yamagata, Hiroyuki Fujita, Tetsushi Sekiguchi, Takashiro Akitsu, and Shuichi Shoji, “Establishment of Labo-In-A-Microdroplet for Azo Compound Synthesis” *The 23rd International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μTAS 2019)*, Basel, Switzerland (2019) M052.b

B. N. Hapsianto, N. Kojima, R. Kurita, H. Yamagata, H. Fujita, T. Fujii, S. H. Kim, “Nitrogen-Mustard Coated Magnetic Beads for Hybridization and Elution-Free Circulating Tumor DNA Detection”, *The 23rd International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μTAS 2019)*, Basel, Switzerland (2019. 10) T091.c

S. Kajiya, D. Hyun Yoon, Y. Nozaki, T. Isano, H. Yamagata, H. Fujita, T. Sekiguchi, S. Shoji “Simultaneous Microdroplets Generation by Tall Breakup Induced with Multi-Branch Channel” *The 23rd International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μTAS 2019)*, Basel, Switzerland (2019. 10) M127.d

S. Hattori, D. Hyun Yoon, Y. Nozaki, T. Isano, H. Yamagata, H. Fujita, T. Sekiguchi, S. Shoji, “Sequential Formation of Daughter Droplets by Breakup of Microdroplets into Bypass Channel” *The 23rd International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μTAS 2019)*, Basel, Switzerland (2019. 10) T126.d

◇ 国内会議

湯成河、服部翔平、野崎義人、尹棟鉉、田中大器、藤田博之、秋津貴城、関口哲志、庄子習一「化学合成への応用に向けた有機溶媒のマイクロドロップレット形成手法の構築」日本化学会 第100春季年会 2020/3/25

■ 主要な外部資金

科学研究費補助金、基盤研究 (A) 2019 年度直接経費: 830 万円「ナノ材料の力学・熱伝達特性をその場観測する電子顕微鏡内 MEMS 実験系の構築」研究代表 (藤田)

■ センター概要

重点推進研究「階層性ナノ多孔層ガラスの形成原理解明と機能性制御」を通して、独自開発した多孔性ガラス材料の分子論的形成メカニズムと機能性の展開を図る研究室。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

化学組成を制御したガラスを自作して用いることにより、HNL構造形成においてガラス中の分子骨格修飾元素が必須であり、一方、構造形成速度はその分子骨格形成元素に分類されるホウ素の濃度が支配的であることを明らかにした。また、HNL上の新たな機能性として、従来の耐指紋性材料とは異なる指紋の不鮮明化現象を見出し、そのメカニズムがHNLにおける多孔質の階層性にに基づく毛管現象によるものであることを解明した。

◇ 次年度への展開

重点推進研究最終年度につき、該当せず。

■ 成果の紹介

【テーマ1】ガラス表面におけるHNLの形成原理解明

組成を制御したガラスの作製については、前年度に導入したガラス熔融炉を用いて取り組み、ガラス中のネットワーク構成元素 (NWF) とネットワーク修飾元素 (NWM) の濃度を系統的に変化させたガラスを用いてHNLの形成挙動を調べた。その結果、NaやCaなどのNWMの存在がHNL形成にとって必要であることが示唆されたが、その形成速度については、NWMよりもNWFの影響が大きく、特にホウ素の存在がHNL形成挙動に大きく影響することが明らかとなった。

実際、X線光電子分光法 (XPS) より、HNL形成にともなってNWMが溶出することで、ガラスの分子ネットワーク構造において非架橋酸素が減少し、石英ガラスに近い構造に近づくことが明らかとなった。また、HNLの形成過程においてホウ素が、一般に拡散係数の大きいNWMよりも速く溶出することがわかり、上述の、ホウ素がHNL形成に大きな影響を及ぼすことが裏付けられた。

【テーマ2】HNLガラスの新機能探索

充填推進研究を進める中で、HNL表面に付着した指紋が短時間で不鮮明化するという現象を見出し、その挙動と原理を詳細に検討した。その結果、この表面拡散にみえるこの不鮮明化は、HNLの3次元的な構造とその強力な超親水性に由来する毛管現象を駆動力とした、指紋成分のHNL内部における輸送であることを明らかにした。従来の耐指紋材料は、フッ素樹脂などによって表面の摩擦を低減することで指紋の付着そのものを抑制するか、あるいは微細凹凸構造を付与したアンチグレア表面とし、指紋の付着を抑制するとともにグレア表面に比べて指紋が視覚的に目立たないようにしたものばかりであった。それらと比べ、HNLの耐指紋特性は従来にない新しい方法論と現象に基づく機能性であり、非常に独自性の高い結果となった。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) Tabata, E.; Ito, T.; Ushioda, Y.; Fujima, T. "Fingerprint Blurring on a Hierarchical Nanoporous Layer Glass." *Coatings* 9, 653 (2019). <https://doi.org/10.3390/coatings9100653>.
- (2) Ito, T.; Tabata, E.; Ushioda, Y.; Fujima, T. "Effect of Boron in a Hierarchical Nanoporous Layer Formation on Silicate Glass." *Materials* 13, 1817 (2020). <https://doi.org/10.3390/ma13081817>

◇ 招待講演

- (1) T. Fujima, E. Tabata, T. Ito, Y. Ushioda, "A Superhydrophilic Property and Antireflectivity of a Hierarchical Nanoporous Layer Glass", Material Research Meeting 2019, Invited (Dec., 2019).
- (2) 藤間卓也「ポーラス層形成によるガラス表面の機能化～超親水性、光反射防止性など～」日本学術振興会「水の先進理工学」第183委員会 第52回定例研究会, 2020年2月.
- (3) 藤間卓也「多孔質層形成によるガラス表面への超親水性およびAR性付与」ニューガラスフォーラム 第134回若手懇談会, 2019年5月.

◇ 国際会議

- (1) T. Fujima, T. Ito, E. Tabata, Y. Ushioda, "Boron Content Dependence of a Hierarchical Nanoporous Layer Formation on a Silicate Glass Material", 20th International Symposium on Boron, Borides and Related Materials, oral (Sep., 2019).
- (2) Takuya Fujima, Keita Yasumoro, Yushi Fujita, Erika Tabata, Takumi Ito, "A PSS-Free PEDOT Conductive Film Supported by a Nanopores Etched on a Silicate Glass", 18th European Conference on Application of Surface and Interface Analysis, oral (Sep., 2019).
- (3) Takuya Fujima, Takumi Ito, Erika Tabata, Yuki Ushioda, "Amphiphilic properties of a hierarchical nanoporous glass layer and its functionalities", The 8th Bubble and Drop Conference, oral (June, 2019).

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任 / 兼務	専門分野
准教授	藤間 卓也	[工学部]兼務	材料科学

◇ 学生数 博士後期課程： 0 名、修士課程： 3 名、学部4年生： 3 名

■ 主要な外部資金

科学技術振興機構 研究成果最適展開支援プログラム 機能検証フェーズ試験研究タイプ 2019年度直接経費: 119万円 「低反射・防曇性を持つ光学材料の創成」研究代表 (藤間)			
民間企業A (企業名非公開) 共同研究	2019年度直接経費: 100万円	研究代表 (藤間)	
民間企業B (企業名非公開) 共同研究	2019年度直接経費: 100万円	研究代表 (藤間)	

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

国際会議 9 件

◇ 学生の主な就職先

日東工器、昭和オプトロニクス など

■ 社会貢献

◇ 委員

氏名	委員名一覧
藤間卓也	表面技術協会 評議員
藤間卓也	ISBB 2019 Organizing Committee

サステナブルパワーシステム研究ユニット

サステナブルパワーシステム研究ユニット
太田 豊

■ センター概要

持続可能でゼロ・エミッションなスマートシティを形成する再生可能エネルギー、パワーシステム、電気自動車・充電インフラシステムのシステム統合を志向した技術開発と社会実装の取り組みを進めている。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

再生可能エネルギーとして太陽光・風力発電、また、電気自動車・充電システムを対象とした先進制御手法を設計し、研究室での実証試験を実施することで、発電源と電力負荷双方のシステム統合の姿を示した。これらの研究成果を基に国の実証事業やいくつかの企業との共同研究として展開した。研究室試験設備は、エネルギー、モビリティ、情報通信の学際的でユニークな設備として仕上がった。

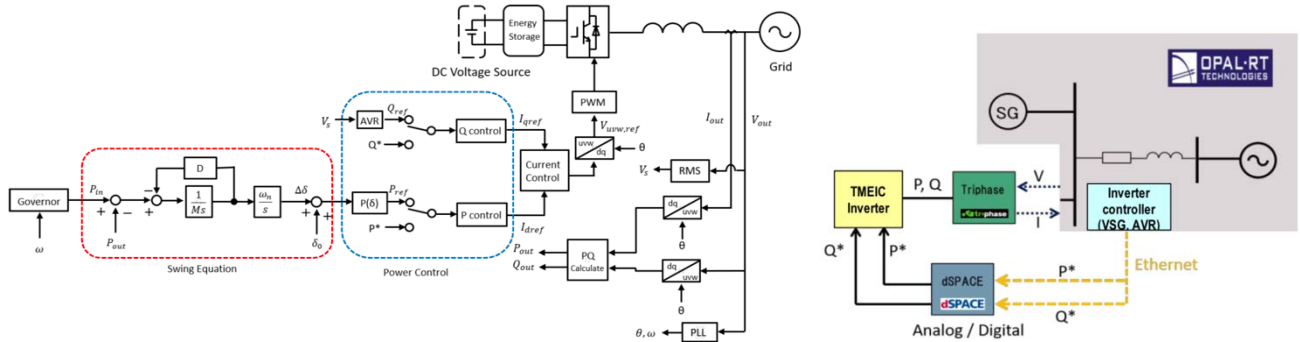
◇ 次年度への展開

2019年度でユニットとしての活動は完了した。後継プロジェクトとして、NEDO 実証事業2件(1件は採択審査中)と、企業・公的研究機関との共同研究により、研究成果の社会実装に向けた取り組みを継続する。また、エネルギー・モビリティ機器を幅広いステークホルダーがフレキシブルに実証・検証・見学できる世田谷試験センターとしての整備展開を進める。

■ 成果の紹介

【テーマ1】再生可能エネルギーの主電源化を見据えた運用・制御手法の設計と機能実証

太陽光・風力発電の連系インバータ特性を特別に設計・改修などすることで、既存の火力発電所と同様なロバストな運用・制御を可能とする手法を設計し、シミュレーションおよび研究室試験設備による検証を行った。提案した手法や災害時大規模停電や地域でのエネルギー地産地消を行うようなマイクログリッドを構成する際にも有用で、電気自動車や各種蓄電デバイスにも応用可能であり、適用性・実装性の高い手法となっている。

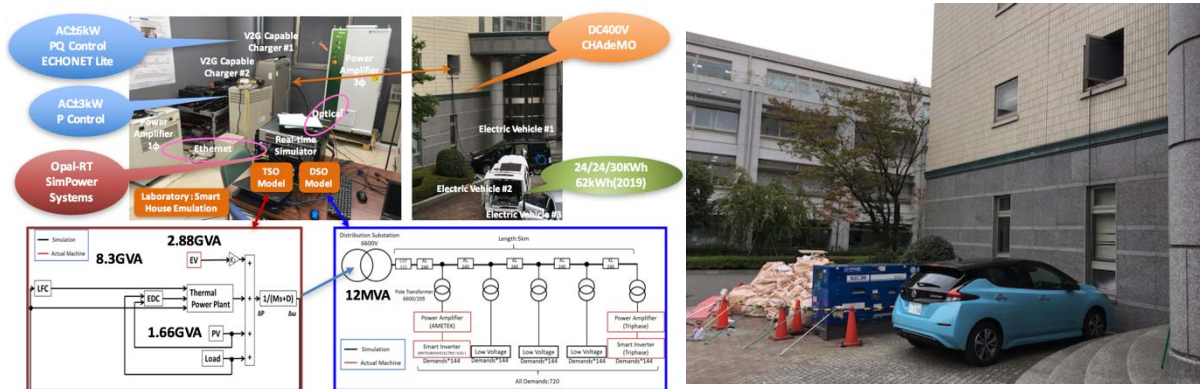


〔左図〕 設計した太陽光発電の制御ロジック

〔右図〕 検証に利用した研究室試験の構成

【テーマ2】電気自動車・充電システムのキャンパス実証

研究室内にスマートハウス・ビル・シティの各レベルでの電力ネットワークの状況や再生可能エネルギー大量普及時の特性を模擬するバーチャル試験環境を構築し、2台の乗用車電気自動車、2台の商用電気自動車、通信制御可能な充電システム3機を有機的に接続したキャンパス実証を実施した。電気自動車の走行時以外の付加価値を創造する多様なサービスとして再生可能エネルギー向けの需給調整と建物停電時の自立電力供給の機能検証と統合実証を完了し、電気自動車の価値を目に見える形で社会に発信した。



〔左図〕 仮想スマートハウス・ビル・シティ

〔右図〕 建物停電時の自立電力供給試験

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 貝塚正明, 立花武, 小坂卓, 道木慎二, 太田豊, "自動車の電動化における最新技術動向", 電気学会産業応用部門誌, Vol.139, No.6, pp.535-542 (2019-06) <https://doi.org/10.1541/ieejias.139.535>
- (2) Y. Ota, "Electric Vehicle Integration into Power Systems", Electrical Engineering in Japan, Vol.207, Issue.4, pp.3-7 (2019-07) <https://doi.org/10.1002/eej.23168>
- (3) N. Mizuta, Y. Susuki, Y. Ota, and A. Ishigame, "Synthesis of spatial charging/discharging patterns of in-vehicle batteries for provision of ancillary service and mitigation of voltage impact", IEEE Systems Journal, vol.13, no.3, pp.3443-3453 (2019-09) 10.1109/JSYST.2018.2883974
- (4) N. Mizuta, S. Kamo, H. Toda, Y. Susuki, Y. Ota, and A. Ishigame, "A hardware-in-the-loop test of multi-objective ancillary service by in-vehicle batteries: Primary frequency control and distribution voltage support", IEEE Access, vol.7, no.1, pp.161246-161254 (2019-11) 10.1109/ACCESS.2019.2951748

◇ 招待講演

- (1) 太田豊, "系統電力とのコネクテッド", 産業応用フォーラム "次世代自動車用車載・インフラ電源システム" (2019/9/11)
- (2) 太田豊, "車載蓄電池のエネルギーマネジメントへの応用", 自動車技術会シンポジウム"電動化を支える最新の蓄電技術" (2019/11/25)
- (3) 太田豊, "電気自動車と電力システムの統合", 石油学会石油学会第 20 回電気研究討論会 (2020/3/12)

◇ 国際会議

- (1) H. Nakamura, Y. Ota, T. Nakajima, "Experimental Studies using 1.5kW DFIG on Power Control for Wind Power Generation and Transmission Line Impedance Effect", The 18th Wind Integration Workshop (2019-10)
- (2) J. Kato, T. Masaya, Y. Ota, T. Nakajima, Y. Mitsugi, H. Hashiguchi, "Realtime Simulation Studies on Power System Stabilizing Effect of Virtual Synchronous Generator for Grid-Connected Inverter", The 9th Solar Integration Workshop (2019-10)
- (3) Y. Oshikubo, Y. Ota, T. Nakajima, "Design and Implementation of Integrated V2G Control for House, Building, and Power System", The 3rd E-Mobility Power System Integration Symposium (2019-10)

◇ 国内会議 4 件

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
准教授	太田 豊	[工学部]兼務	モビリティシステム
教授	中島 達人		電力システム

◇ 学生数 博士後期課程：0 名、修士課程：6 名、学部 4 年生：14 名

■ 主要な外部資金

科研費基盤(C), 2017～2019 年度, 電気自動車と再生可能エネルギーのシステム統合に関する研究, 研究代表者, 直接経費配分額 2019 年度 120 万円
NEDO, 2019 年度～2021 年度, 再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代ネットワーク安定化技術開発事業, 再委託による研究実施者, 直接経費配分額 2019 年度 550 万円

共同研究：中部電力株式会社，2019～2020 年度，PMU データを用いた高精度な短絡容量推定手法に関する研究，研究代表者，250 万円
共同研究：いすゞ中央研究所，2019 年度，電力系統とトラック・バス電動車に関する研究 その2，研究代表者，100 万円
受託研究：関西電力株式会社，2019 年度，海外における分散電源による電力ビジネス等に関する調査研究，研究代表者，140 万円
受託研究：住友電気工業株式会社，2019 年度，小型EVでの開発検討の可能性，研究代表者，50 万円
受託研究：トヨタ自動車株式会社，2019 年度，電動車の車載電池を活用した電力系統安定化に関する研究，研究代表者，222 万円

■ 学生教育

◇ 学生の論文発表件数

論文 0 件、国際会議 3 件、国内会議 4 件

■ 社会貢献

◇第 153 回 総研セミナー開催（2019 年 11 月 11 日）

◇東京都市大学電気自動車実証車両チーム，ジャパン EV ラリー（2019 年 9 月 15 日）

◇出張授業 氷取沢高校(アクティブラーニング模擬講義&電気自動車展示会)

◇非常勤講義 東京大学、明治大学大学院

◇ 委員

氏名	委員名一覧
太田豊	・経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギーシステム課 需要家側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業 委員 ・神奈川県 産業労働局 エネルギー課，ワークプレイスチャージング導入事業 委員 ・内閣府 SIP2.0 IoE 社会のエネルギーマネジメントシステム エネルギーマネジメント研究会 委員 ・環境省 CO2 排出削減対策技術評価委員会 委員 ・環境省 脱炭素イノベーションによる地域循環共生圏構築事業 委員 ・環境省 CO2 排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業 検討会 委員長

核燃料・FP 先進応用利用ユニット

核燃料・FP 先進応用利用ユニット
ユニット長 佐藤 勇

■ センター概要

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

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

(1)「核分裂生成物の有効利用に関する研究」及び(2)「燃料デブリ性状におけるシビアアクシデント進展過程依存性と関連する研究」(①模擬共晶溶融体に対する簡易な流動体系を整備した流動試験、及び②粒子法による流動シミュレーション)について研究基盤を構築し、基礎的な実験研究及び計算科学研究に着手した。(1)については Pd-Rh-Ru 合金における結晶学的性質を把握し、(2)①については流動基礎試験評価体系を検証し、(2)②については粒子法評価手法の合理化に成功した。

◇ 次年度への展開

(1)「核分裂生成物の有効利用に関する研究」については、合金組成パラメータを増やし、結晶学的情報の取得を継続するとともに、水素吸蔵性能評価装置の構築を行う。(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」では、実験側と計算科学側でのベンチマーク試験を目指して、評価体系等のすり合わせを行っていく。

■ 成果の紹介

【テーマ1】核分裂生成物の有効利用に関する研究

金属系析出物(Ru-Rh-Pd-Mo-Tc)の模擬物質として、Pd-Rh-Ru の三元系合金を作製し、XRD、EDS 等の冶金学的観察を行った。これらの組合せの粉末合金を東京工業大学・先導原子力研究所のプラズマアーク溶融装置及びSK メディカル・高周波加熱装置を用いて、溶融・急冷することでボタン状の試料を得た。

これらを原子力研究所の XRD 及びナノテクノロジーセンターの SEM-EDS 及び EPMA を用いて、合金状態を確認し、組成に対する状態図との整合性が良好であることを確認した。

Pd-Rh-Ru 合金の得られた XRD ピークパターンから格子定数を評価したところ、Rh と Pd の fcc 構造に対するベガード則で解釈することができ、Ru の結晶構造に対する寄与が小さい可能性が分かった。また、Pd、Rh、Ru、Mo 及び Re(Tc の模擬)の混合粉に対する TG-DTA を行ったところ、比較的低温で Mo 及び Re が蒸発して合金から蒸発することが分かり、有用金属である Pd、Ru 及

びRhを粗取りできることがわかった。

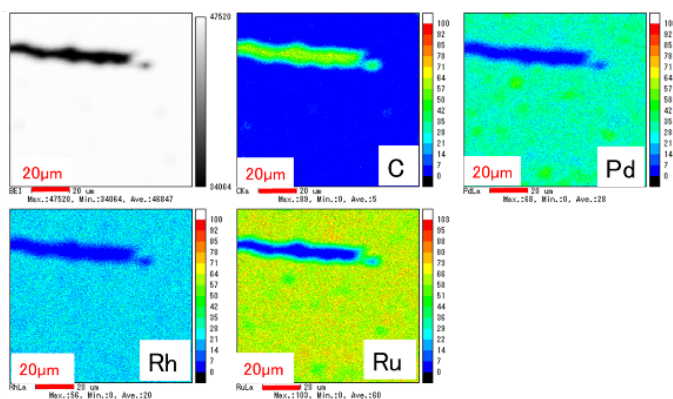


図1 Pd-Rh-Ru合金の元素分布

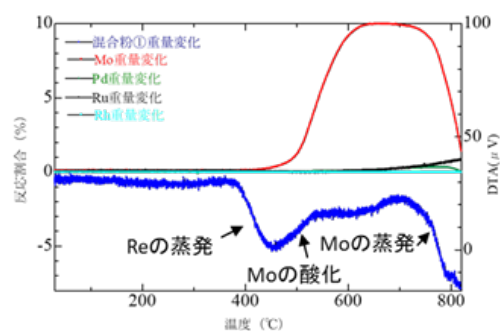


図2 混合粉末(Re含む)及び各金属単体粉末に対するTGカーブ

【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: 模擬共晶溶融体に対する簡易な流動体系を整備した流動試験

温調機能を備えた試験装置（ガラス漏斗とφ4mm円管で構成）を用いて低融点合金（U-alloy）の流出試験を実施し、流出挙動をサーモグラフで可視化した（図3（a））。円管内壁と熱交換しながら流下した融体の一部は円管内で滴状に凝固したが（同（b））、大部分は床面上に拡がって凝固した（同（c））。流出挙動は温度条件の他に融体の物性（特に粘度）の影響を受けるため、その測定法を整備し、基礎的な物性データを取得した（同（d））。

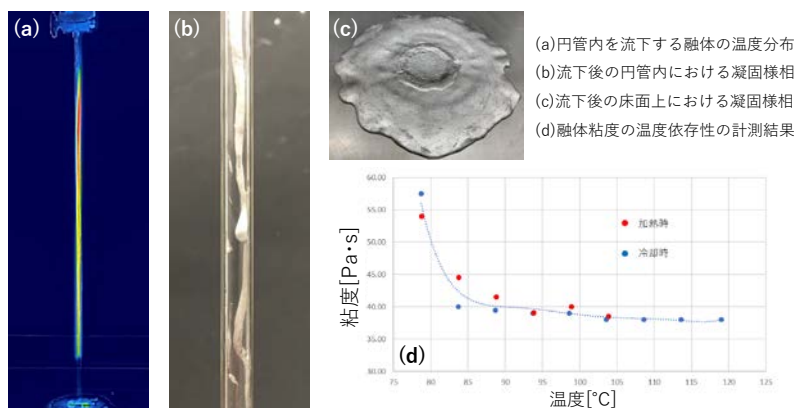


図3 流動基礎試験の結果と物性測定

【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する前に、計算可能な条件のおおまかな範囲を検討するために、MPS法による平行板内流水の凍結ベンチマーク解析を行った。その際重要な凝固のモデル方法として、(a)座標固定（汎用性小・計算コスト小）及び(b)粘性の増大（汎用性大・計算コスト大）の2つの方法を検討した。図4に解析体系と結果（温度分布）を示す。低融点合金の流下・凝固挙動解析には(a)よりも(b)が適しているが、計算コストの低減が課題であることを確認した。そこで、MPS法の流路閉塞解析コードを改良し、(b)の手法を元に、一定の条件を満たした粒子は(a)のモデルを適用することで、計算精度を維持しながら計算コストを削減する方法を考案した。これらの状況を踏まえて、解析可能な体系について実験チームと調整を行う予定としている。

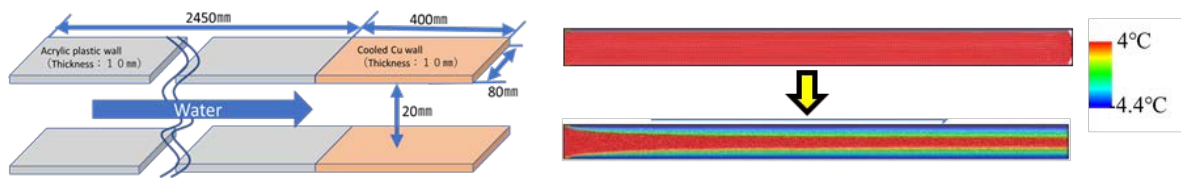


図4 平行版内流水温度分布計算 (左: 体系、右: 温度分布(上: 初期、下: 20秒経過))

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

なし

◇ 招待講演

- (1) Technical Meeting on Strategies and opportunities for the Management of Spent Fuel from Power Reactors in the Longer Timeframe, IAEA, @Bahadurgarh, India, (2019/11/25-29) 【都市大・原研の活動について報告】 “Feasibility of Japanese nuclear fuel cycle by overlooking energy scenario, R&D and human resource development towards 2100” ○I. Sato, T. Inoue, R. Fujita

◇ 国際会議

- (1) 12th Japan-Korea Symposium on Nuclear Thermal Hydraulics and Safety (NTHAS12), @Yokohama, Japan (2020/11/9-11), “Improvement of Solidification Model for Melt Flowing Channel Blockage Analysis by MPS Method”, ○R. Kawakami, G.T. Duan, A. Yamaji, I. Sato and T. Suzuki 【登録済み・発表予定】

◇ 国内会議

- (1) 日本原子力学会 北関東支部 若手研究者発表会 (ポスター発表)
(平成31年4月19日(金)) @東海村産業・情報プラザ「アイヴィル(iVil)」
「照射済燃料中の白色金属析出物の冶金学的観察」 ○新田旭、佐藤勇
- (2) Third TITECH-CRIEPI-JAEA Joint Workshop (ポスター発表)
(令和元年7月15日(月)) @東京工業大学・先端原子力研究所
” Study on effective utilization of white inclusions in irradiated fuels” ○A. Nitta, R. Hattori, I. Sato
- (3) 日本原子力学会 核燃料部会 2019年度第31回 夏期セミナー (ポスター発表)
(令和元年7月11日(木))@宮城県松島町・パレス松洲
「照射済燃料中の白色金属析出物の有効利用に関する研究」 ○服部亮平、新田旭、佐藤勇
【最優秀ポスター賞】(服部亮平)を受賞
- (4) 日本原子力学会 2019年 秋の大会 (学生ポスター発表)
(令和元年9月12日(木))@富山大学
「照射済燃料中の白色金属析出物の有効利用に関する研究」 ○新田旭、服部亮平、佐藤勇
- (5) 日本原子力学会 2020年 春の年会 (令和2年3月16日(月))@福島大学【中止にて、予稿集のみ発行】)
「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 ○佐藤勇、鈴木徹、松浦治明、山路哲史

- (6) 日本原子力学会 2020 年 春の年会 (令和 2 年 3 月 16 日(月)@福島大学【中止にて、予稿集のみ発行】)

「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 ○新田旭、服部亮平、佐藤勇、松浦治明

◇ 作品

◇ 特許

◇ 受賞

- (1) 日本原子力学会 核燃料部会 2019 年度第 31 回 夏期セミナー (ポスター発表)

(令和元年 7 月 11 日(木)@宮城県松島町・パレス松洲)

「照射済燃料中の白色金属析出物の有効利用に関する研究」 ○服部亮平、新田旭、佐藤勇

【最優秀ポスター賞】(服部亮平)を受賞

■ 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 1 年	服部 亮平	[都市大大学院]兼務	-
学部 4 年	新田 旭	[理工学部]兼務	-
学部 4 年	本多 栄輝	[理工学部]兼務	-
修士 1 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：2 名、学部 4 年生：2 名

■ 主要な外部資金

日本原子力研究開発機構 令和 2 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)【申請中】研究代表(佐藤)3 か年 1 億 2 千万

■ 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 5 件 作品 0 件

◇ その他

◇ 学生の主な就職先

、

■ 社会貢献

◇ 第 回 総研セミナー開催 (2019 年 月 日)

講演タイトル「」「」

◇ 出張授業

*** 高校(担当者)、*** 高等学校(**)、*** 高等学校(**)

◇ 委員

氏名	委員名一覧
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
佐藤 勇	日本原子力学会 核燃料部会 企画小委員会

■ 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

初年度となる2019年度は、野外調査等により中生代三畳紀の魚類・爬虫類骨化石標本を収集した。また既に採集した新生代の魚類化石標本や、利用許可を受けた中生代白亜紀の海生爬虫類の頭部骨格化石標本について、X線CTデータを採取した。また魚類と爬虫類を中心に、現生生物の頭部X線CTデータを採取し、化石データとの比較を開始している。同様に陸上生態系に関しては、生きた化石であるザトウムシ類の系統解析を行っている

➤ 次年度への展開

2020年度以降は、現生魚類・爬虫類の3次元CTデータ充実を計るとともに、既に公開されている中生代海生爬虫類の頭骨3Dデータや、自ら採集した標本、利用許可を受けた博物館標本を含む化石標本のオリジナルCTデータを蓄積し、これらの構造的比較を行う。さらに、本研究の成果の公表手段の1つとして、Web上でのデータ公開を行い、これをきっかけとした新たな学内外共同研究の展開を模索していく。同様にザトウムシ類に関しては、種分化過程を明らかにするために、遺伝様式の異なるミトコンドリアと核DNAを用いて系統解析を行う。

■ 成果の紹介

➤ 宮城県南三陸町からは、前期三畳紀（約2億5000万年前）の硬骨魚類化石群の追加化石標本を発見したほか、近隣地域である気仙沼市本吉に分布する同時代の地層から破碎型の歯を持った海生爬虫類（オムファロサウルス類）が発見され、現在分類学的解析を行っており、その研究途中経過は日本古生物学会において発表した（中島・古村，2020）

➤ 岩手県久慈市の後期白亜紀の地層から発見されたサメ化石群集についても城西大学や早稲田大学と共同でマイクロCTスキャンを活用した分類学的検討を行い、この成果に関しては化石研究会誌に論文が掲載された（宮田・平山・中島ほか，2019）

➤ 北海道中川町から発見された後期白亜紀（約8000万年前）の海生鳥類の骨格に関しては、予察的解析から「ヘスペロルニス類」であることがわかり、学外の専門家とともに発会発表を行った（青塚・中島ほか，2020）のち、論文化に向けた解析を行なっている。

➤ 鹿児島県で発掘された白亜紀の海生爬虫類であるエラスモサウルス科首長竜の頭一頸部骨格について、CTスキャンでの撮像を行った。さらに、アオダイショウなど現生爬虫類の標本を用いて頭部CTスキャンを実施したほか、海外研究機関が公開している絶滅海生爬虫類化石の3次元

データなどを取得し、これらの形態比較に取り掛かっている。

➤ザトウムシ類に関しては、ニホンアカザトウムシの異なるレフュージアに隔離されていた系統群による二次的接触域において、両系統群の形態解析とともにPCR-RFLP法を用いた解析を行った結果、両系統群に有意な形態的分化が認められず、また交雑も認められなかったために、両系統群は隠蔽的な種分化を遂げていることを明らかにし、この成果を土壤動物学会誌にて発表した (Kumekawa et al., 2019)。

■ 研究業績

著書	0件
論文	2件
招待講演	0件
国際会議	5件
国内会議	6件
作品	0件
特許	0件
受賞	1件

■ 研究体制

教員・研究員	2名
センターの研究に従事した学生数	
学部	2名
博士前期	0名
博士後期	0名

■ 主要な外部資金

➤ 公的資金

2018～2020年度日本学術振興会,科学研究費助成事業, 若手研究 (18K13646) ・研究題目「化石水生爬虫類の椎骨発生に関する骨組織学的研究」(総額4030千円, 直接経費3100千円) ・中島, 研究代表者

2017～2019 年度日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 (B) ・研究題目「根圏における植物—微生物の共生関係が植物—植食生昆虫の進化に与える影響の解析」(分担金総額 2,080 千円, 直接経費 1,600 千円) ・福田, 研究分担者

2018～2020 年度日本学術振興会科学研究費補助金 基盤研究 (C)「溪流沿いおよび蛇紋岩地における植物の環境適応プロセスの解明」(総額 4,420 千円, 直接経費 3,400 千円) ・福田, 研究代表者

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

➤ 民間資金

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3018 千円)・中島, 研究代表者

■ 学生教育

➤ 学生の論文発表件数

論文	0件
国際会議	2件
国内会議	3件
作品	0件

➤ その他

日本古生物学会「2019年年会」にて「優秀ポスター賞」を受賞
(<https://www.tcu.ac.jp/news/all/20190627-23865/>)

➤ 学生の主な就職先

- ・ヤマト運輸株式会社
- ・コムソフト株式会社
- ・(株)NTTデータ
- ・(株)一正蒲鉾
- ・(株)パソナ
- ・(株)アートコーポレーション
- ・(株)ノジマ
- ・多摩市役所

■ 社会貢献

朝日新聞に、肉食恐竜スピノサウルスに関するコメントが掲載
(<https://www.tcu.ac.jp/news/all/20200520-29607/>)

朝日新聞に、研究成果が紹介されました

(<https://www.tcu.ac.jp/news/media/20200404-29498/>)

➤ セミナー, 展示会, 出張授業

中島 特になし

福田 東京都立忍岡高等学校 出張授業「生物学の基礎」2019年6月

栃木県立小山高等学校 高大連携授業「植物の形態学および発生学」2019年7月-10月

➤ 委員

中島 学内：「入試委員」「大学院理工学研究科教務委員」

福田 学内：「入試委員」「共通教育教務委員」

重点推進研究ユニット

都心河川の防災環境シナジーユニット

代表 丹羽由佳理

横田樹広

咸泳植

■ 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

「人間環境(丹羽)」・「緑地環境(横田)」・「水質環境(咸)」の研究者がそれぞれの手法で都心の河川流域を分析し、異なる専門領域の融合を図った。緑地と人間の関係では街を対象に「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、シナジー効果の高い項目を検討した。また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

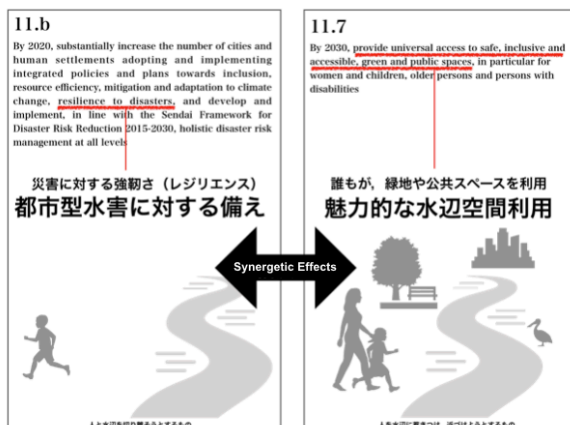
これまでの調査結果に基づいて、人・水・緑のシナジー効果とその条件を明らかにするための古川・渋谷川流域アンケート調査を行う。防災と環境に対する便益を定量化し、流域の価値、シナジー効果を高める要素のあぶり出しを進める。

概要

- SDGs11[都市]が掲げる「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」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」と「SDGs7」を取り上げる。すなわち、「都市型水害に対する備え」と「魅力的な水辺空間利用」の取り組みを定量的に評価し、一つの取り組みを2つの「ものさし」で評価するための指標を構築する。特に、「都市型水害に対する備え」と「魅力的な水辺空間利用」という両方のゴールに対して効果的な取り組み(シナジー効果)を、検証することを目的とする。構築した「ものさし」を用いて、シナジー創出のシナリオによる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。



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

【テーマ1】河川とまちの融合に関する基礎的調査(丹羽由佳理)

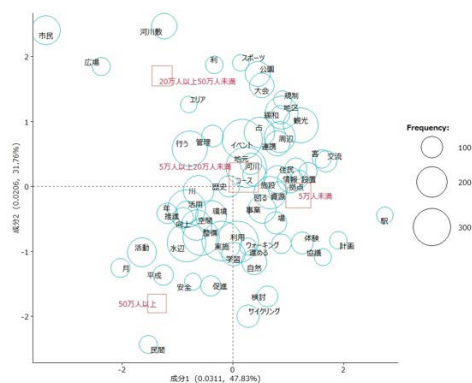
(1) 河川とまちの融合を目指した「かわまちづくり」の施策分析

- 地域の資源を活かしたまちづくりを推進するために、河川や水辺は賑わい創出などの面から注目されている。2009年には国土交通省が「かわまちづくり」支援制度を創設し、地域の「顔」と「誇り」となる水辺空間の形成を目指して、河川管理者がハード・ソフト両面から支援を行う仕組みがつけられた。かわまちづくり申請書のテキストマイニング、自治体へのアンケート調査を通して、河川環境施策の取り組みや課題を抽出した。
- ソフト施策では賑わい創出や自然環境との触れ合いの機会が取り組まれており、ハード施策では護岸整備や河川敷の整備のほかに、地域住民または観光客が河川空間を利用しやすくなるよう川沿いへのアクセス強化や地域の文化・歴史を継承するための施設設置などが行われていた。これらの施策によるイベント開催や利用しやすい整備により、親しみやすい河川空間を形成しており、河川空間とまち空間の融合による賑わい創出が目指されていることが分かった。

査読付き論文：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 (掲載決定，印刷中)



かわまちづくり計画の流れ



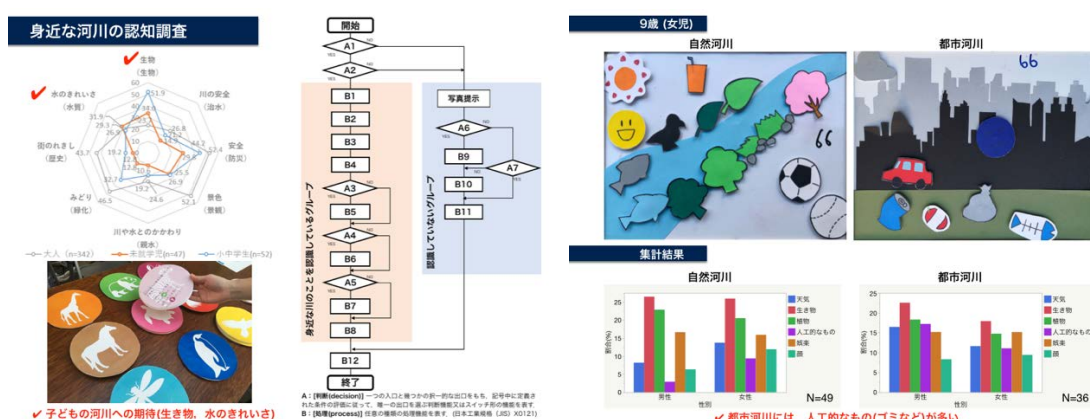
都市規模と頻出語の対応分析(ソフト施策)

(2) 都心居住の子どもを対象とした身近な河川に対する印象調査

- 古川は都市化の影響を受けてビルや家が川岸まで密集しており、ほとんどの区間が首都高速道路により河川上空を覆われているため、「親水性が乏しい」、「緑が少ない」、「子供たちが安心して遊べる川になっていない」などの課題が挙げられている。東京都港区に流れる古川を対象と

して、アンケート調査とアイテム調査を行なった。

- 子ども向けアンケート調査を用意にする「フリップカード」を開発し、古川に対する関心を把握した結果、8割以上の子どもの古川の水を「汚い」と感じていた。興味がある地域のテーマについて質問した結果、子どもは「生物」に関心が高く、「川の安全」と「川や水との関わり」は関心が低いことが分かった。アイテム調査を行ったところ、自然河川・都市河川いずれも「生物」のアイテムが最も多く配置され、続いて「植物」であった。自然河川については、女兒の方が「人工的なもの」が多く、男児の方が「生物」、「植物」、「娯楽」が多かった。都市河川は、自然河川よりも男女ともに人工的なものが多かった。子どもは生き物や植物への関心が高く、自然河川と比べて都市河川は人工的なイメージをもっていることが分かった。
- 査読付き論文：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



アンケート調査 (フリップカード)

アイテム調査

【テーマ2】流域の緑地環境における生態系サービスのシナジー評価(横田樹広)

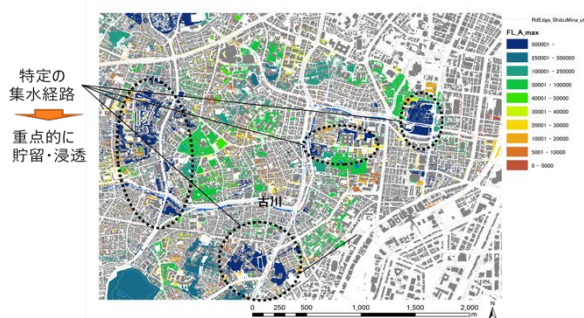
(1) 流域の雨水流出抑制に貢献する緑地環境の評価

- 流域全体をカバーする地表高・地盤高データを用いて、緑地環境における微地形および累積流量等を定量評価し、雨水流出過程における緑地の立地特性を分析する手法を構築した(環境情報科学学術論文集に掲載)。渋谷川流域においては浸透適地となる台地上の緑地が分散的に分布しているのに対し、古川流域においては崖線や坂沿いの集水経路沿いに緑地が集塊的に立地しており、より重点的な浸透・貯留対策が必要と考えられた。また、東京都建設局によるハザードマップ浸水深データとの対応から、1m未満の内水氾濫は累積流量との関係性が薄いことが示唆された。
- 流域対策に対する民有緑地の活用と住民の参画を進めるための仕組みとして、個人住宅の庭における雨水流出抑制機能を簡易的に診断するツールを開発した。これを世田谷区の内水氾濫発生地域の個人住宅98件に適用し、雨水排水系統沿いの庭の立地・構造を定量評価・地図化した(日本環境学会にて発表, 日本建築学会技術報告集に掲載, 2019年12月リリース発表, 建設通信新聞等記事掲載)。

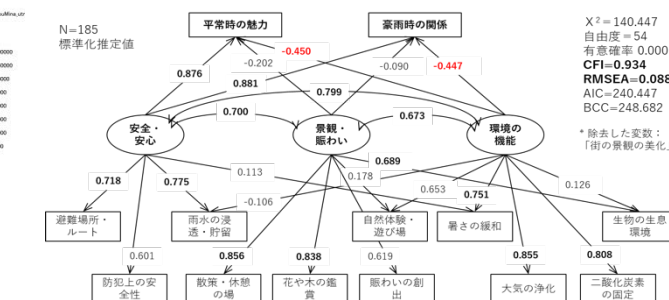
(2) 河川流域の生態系サービスに対する社会的価値評価

- 古川流域四の橋周辺市街地において、流域の緑地環境・水環境の生態系サービスに関するアンケート調査(被験者185名)を実施・分析し、防災・環境に関する意識構造を評価した(土木

学会環境システム論文集, 投稿中)。古川の水, 古川沿いの空間, 古川流域の街の3つのスケールに応じて, 平常時の魅力と豪雨時の関係性に関連する緑地環境・水環境を分析した結果, 地点レベルでは平常時・豪雨時における水位, 河川沿いレベルでは雨水の貯留・浸透や避難場所・避難ルート, 流域レベルでは平常時の雨水と緑, 豪雨による身近な水や生物環境への影響が重要であり, スケールに応じた流域環境改善とのためのシナジー計測が重要と考えられた。



古川流域における緑地内の累積流量 (最大値)



古川沿いの空間の平常時の魅力・豪雨時の関係性に関連する緑地環境機能

【テーマ3】水質モニタリングと月別水質変動・水質モニタリングと水質の季節変動 (咸泳植)

- ・ ゾーニングした4つの区間で各々の水質調査およびサンプリング地点 (橋) を選定し, 2019年4月~2020年3月まで毎月1回の頻度で水質調査およびサンプリングを行った。
- ・ 役割分担: 水質調査を担当している。法律で定められている河川の水質分析の4項目 (pH、生物化学的酸素要求量 (BOD)、溶存酸素量 (DO)、大腸菌群数) およびその他の水質分析の4項目 (水温、電気伝導率 (EC)、化学的酸素要求量 (COD)、大腸菌数) についてモニタリングし, 時空的水質変動を調べた。法律で定められている河川の水質分析の4項目について環境基準を用いて評価した結果、環境基準を超過しているのは pH のみであることが明らかとなった。また、渋谷川・古川の pH は, 上流地点 (新渋谷橋・天現寺橋) で4~8月期間中に環境基準を超過している時空間的な特徴を持つことが明らかとなった。

■ 研究業績

◇ 査読付き論文

- (1) 丹羽由佳理, 横田樹広, 富川駿, 森龍, Lata SHAKYA(2019): 子ども向けアンケート調査を容易にするフリップカード, Flip Cards for Kids Facilitating Questionnaire Survey, 日本デザイン学会作品集 (査読付き)
- (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. (査読付き)
- (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 (掲載決定, 印刷中)
- (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 (掲載決定, 印刷中)

◇ 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. (口頭発表)

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専任／兼務	専門分野
代表	丹羽由佳理	環境学部	建築・都市計画
	横田樹広	環境学部	都市生態計画
	咸泳植	環境学部	環境化学

■ 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 3 件、国際会議 0 件、国内会議 1 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」

第161回 総研セミナー開催案内

下記のとおり重点推進研究「都市河川流域の防災環境シナジー研究ユニット」主催の「第161回 総研セミナー」を開催いたします。
本セミナーは、本学の教職員、学生はどなたでも自由に参加できます。
ぜひ、ご参加ください。

記

日 時：2020年2月25日(火) 13:00-14:30
場 所：東京都立大学東横キャンパス(3号館5階)YD大ホール
テーマ：「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

***** プログラム *****

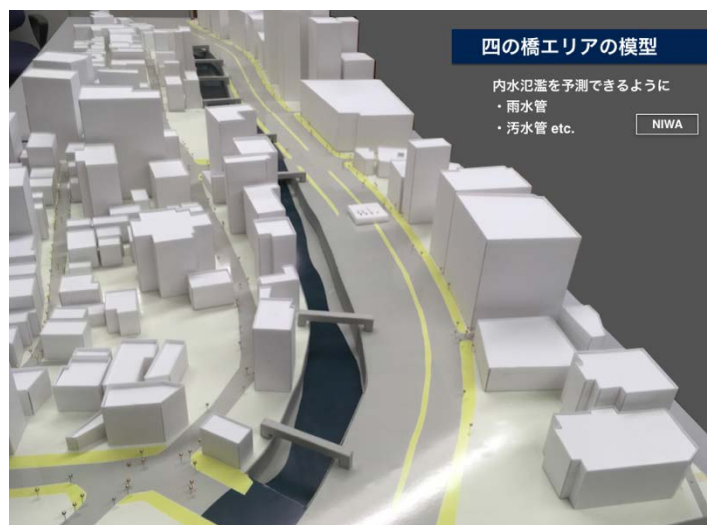
13:00-13:10 開会挨拶
13:10-13:35(25分)
「臨むいの創出を目的とした“かわまちづくり”支援制度と河川空間の利用実証」
東京都立大学環境学部環境創造生学科 准教授 丹羽 由佳理

13:35-14:00(25分)
「渋谷川・古川流域の集水環境における緑地立地特性と防災・環境機能に対する住民意識」
東京都立大学環境学部環境創造生学科 准教授 横田 樹広

14:00-14:25(25分)
「都市河川における水質モニタリング研究：渋谷川と古川を事例として」
東京都立大学環境学部環境創造生学科 准教授 咸 泳植
発表者：小林 翼伸・浜村 拓海

14:25-14:30 質疑・総括

お問い合わせ先：総研研究推進室 03-5796-3111



応用表現研究室

応用表現研究室
特別教授 廣瀬 禎彦, 山崎 芳男

■ 研究室概要

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「応用表現研究室」は、廣瀬禎彦、山崎芳男の二人の特別教授が主宰し、音や映像など各種メディア・コンテンツの組み合わせによる表現の可能性を追求しています。

■ 研究成果の概要

◇ 主要な研究成果

1)新たなトランスデューサを活用した高速道路での音声情報伝達および獣と人との境界支援システムの試作・試用、2)歴史的資料音源の再生、3)保育・教育施設音環境の国際比較、などを行いました。

◇ 次年度への展開

平面スピーカと導波板、およびパラメトリック・スピーカと反射板を組み合わせたシステムの試用、その効果や耐久性の確認など、現場での使用をより意識した新しいトランスデューサの活用を進める予定です。

■ 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その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。

2019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、指向性の鋭いトランスデューサが中核となるシステムを新たに開発し、実際の高速道路区間で試用しました。

一般的なダイナミック型スピーカにはコーン（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。これに対してマルチセル・ダイナミック型平面スピーカは、音波面が広がらず距離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、今回の試用では、費用面からスピーカ自体の枚数（面積）を減らしたいこと、設置箇所ごとの音声伝達範囲調整を簡便にしたいことなどから、平面スピーカ 1 枚に導波（反射）板 2 枚を組み合わせたシステムとしました。

このシステムは昨年 8 月末から 12 月まで NEXCO 中日本管内の東名高速道路横浜町田インターチェンジ・オンランプで試用されました。このときの音声は「この先、急カーブ」との注意喚起情報でしたが、システム試用前と比較して車両速度が平均 4 % 低下、発生事故なし（2018 年度同期間は 3 件発生）との結果を得ました。

今後は長期間の工事規制区間の手前等への設置を念頭に、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。

【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。

2019 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）拡生装置を試作・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ます。今回の試用では可聴帯域である数 kHz から超音波帯域である 40kHz 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した。

イノシシの出没情報があつたいわき市草野心平記念文学館の敷地内駐車場に、装置を 2 台設置し観察調査を行いました。調査期間中にイノシシが出没せず、装置の評価にまで至りませんでした。

今後の開発の方向性として、より効果が大きい信号の選定や他の分離策との併用などが考えられています。

【テーマ 3】歴史的資料価値のある録音盤の再生

山崎は以前から古い蠟管などに記録された著名人の音声などを再生する研究にたずさわってきました。

2019 年度は二・二六事件の発生当時に電話を傍受したとされる録音盤の読み取りを日本放送協会（NHK）から依頼されました。これは線速度一定方式の円盤録音機で直接記録されたと推定されるレコードです（現代の EP/LP レコード用再生装置は回転速度一定方式）。

再生にあたっては、①音溝形状を顕微鏡で観測、②MEMS（Micro Electro Mechanical System）マイクロホンを使った特製カートリッジでの読み取り、③電源ノイズを頼りにターンテーブルの回転を制御、あるいは一定速度で読み取りソフトウェアで速度を復元、④再生音を聞き取りやすくする

ための信号処理、などを行いました。読み取り内容は後日放映された番組（NHK BS1 スペシャル「全貌 二・二六事件」）内で使用されました。

【テーマ4】 幼児保育・教育施設の音環境の現状把握

研究室では保育・教育施設内および周辺地域の音環境改善について継続して取り組んできました。教育施設では直接会話音声を経た学習が活動の中心にあり、なかでも聴覚認知発達期・言語能力獲得期にあたる幼児を対象とした保育所や幼稚園の音環境は重要です。

これまで研究室では主に日本の幼稚園施設内の音環境を測定・調査してきました。また待機児童や国外出身労働者の子どもの増加、出生率の低下など日本と同様の社会的背景を持つドイツで、保育・教育施設の保育者や保護者へのアンケート調査も実施しました。

日本と比べた場合ドイツでは、①施設の音環境に関して保育者の関心が高く（建築仕様と音響性能との関係などの）知識も豊富である、②一般に施設内には比較的小さい部屋が複数あって目的（活動内容）別に使い分けており、その結果大集団の活動に起因する音の発生・伝搬が少ない、③保育者の社会的地位が高く行政から有形・無形の支援を受けていることが自他共に意識されている、④子どもの生育環境は保育者や保護者だけでなく地域構成者が協力して保全すべきとの意識が高い、などの特徴が見いだせました。その一方で、園庭など屋外で子どもが発する声などについては、保育者と周辺生活者との間で意識の差から日本と同様の摩擦が生じた事例も聴取されました。

■ 研究業績

◇ 国際会議（審査付き）

・Saki Noguchi, Hisako Yoshizawa, Masayuki Sato and Tadashi Konishi, “The sound environment of German preschools and preschool teachers’ thoughts about sound generated by children,” 23rd. International Congress on Acoustics, Aachen, Sep., 2019.

◇ 国内会議

・山崎芳男, 大石耕史, “二・二六事件の電話を傍受した線速度一定録音盤の再生.” 第20回1ピット研究会, 早稲田大学西早稲田キャンパス, 2019年12月4日.

■ 研究体制

◇ 教員・研究員

職名	氏名	専門分野
特別教授	廣瀬 禎彦	応用表現
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