

未来ビークルシティリサーチセンター

－ スマート未来ビークルシティ事業 －

令和2年度研究成果報告書



令和3年3月

□□□ 目 次 □□□

ご挨拶

【電気・電子情報工学系 教授/センター長 大平 孝】1
----------------------------	--------

組織・構成

.....2

活動報告

1. 未来ビークルシティリサーチセンターシンポジウムについて 【情報・知能工学系 教授 三浦 純】	.....4
2. その他	.....4
3. ドライビングシミュレータシステムを活用した安全運転支援研究と啓蒙活動 【機械工学系 助教 秋月 拓磨】	.....24

研究成果

■低炭素社会と産業育成コア

1. 第4世代ビークルの研究 【電気・電子情報工学系 教授 大平 孝, 特任教授 塚本悟司 准教授 田村 昌也, 助手 阿部 晋士, 特任助手 水谷 豊】	.....25
1-1 走行中車両へのワイヤレス給電技術	
1-2 水中ドローンへのワイヤレス給電技術	

2. 新しい電池技術の研究開発	
【電気・電子情報工学系 教授 櫻井 庸司, 准教授 稲田 亮史】	.....27
2-1 次世代型電池実現に向けた研究開発	
2-2 酸化物系全固体電池に関する研究開発	
■低炭素社会と安全・安心コア	
3. 予防安全・自動運転のための環境認識	
【情報・知能工学系 教授 三浦 純】	.....29
3-1 移動ロボットのための単眼深度推定	
4. 安全運転支援のためのドライバ行動の計測・認識に関する研究	
【機械工学系 助教 秋月 拓磨, 広島工業大学 章 忠, 新潟大学 今村 孝】	.....31
4-1 はじめに	
4-2 研究内容	
4-3 おわりに	
5. 同一帯域全二重マルチホップ無線通信技術に関する研究	
【電気・電子情報工学系 教授 上原 秀幸, 助教 宮路 祐一】	.....33
5-1 はじめに	
5-2 システム概要	
5-3 自己干渉除去技術	
5-4 おわりに	
6. 交通弱者の安全・安心のためのシステムに関する研究	
【情報・知能工学系 准教授 金澤 靖】	.....35
6-1 はじめに	
6-2 車両向き検出の高精度化	
6-3 車両向き推定結果	
6-4 おわりに	
7. 道路交通ビッグデータや自動運転技術を活用した安心・安全な地域社会の構築に関する研究	
【建築・都市システム学系 准教授 松尾 幸二郎, 准教授 杉木 直】	.....37
7-1 はじめに	
7-2 道路標識異常検知	
7-3 結果	
7-4 まとめ	

■低炭素社会と先端省エネルギーコア

8. 未来型自動車生産拡大が空間経済に与える影響に関する研究
【建築・都市システム学系 教授 渋澤 博幸】

..... 39

8-1 はじめに

8-2 モデル

8-3 分析結果

8-4 おわりに

■その他

9. 令和2年度 教員（研究室）活動実績

..... 41

ご挨拶



豊橋技術科学大学
電気・電子情報工学系 教授
未来ビークルシティリサーチセンター

センター長 大平 孝

昨年 10 月に行われた第 203 回臨時国会の所信表明演説において菅義偉内閣総理大臣は「カーボンニュートラル 2050」を宣言しました。その 6 年前の 2014 年に当センターでは低炭素社会を目指す 3 つの研究コアを組織し、産業育成・安全安心・先端省エネルギーをキーワードに研究活動を進めています。

今年度は全個体電池の使用過程で劣化した個体電解質を別の電池の部材として再利用できる可能性を示す実験に成功しました。海水の導電性に着目してワイヤレス給電する新たな方式ならびにこれを用いた海中ドローン用送受電器の試作に成功しました。無線通信における帯域内全二重化に不可欠な自己干渉除去フィルタを開発しました。自動車運転手によって個人差や年齢差がある運転挙動とその変化をひとつの統計モデルで表現する手法を開発しました。深層強化学習とカリキュラム学習を統合することにより移動ロボットが速くて安全な動きを学習する手法を開発しました。先進的車両プロンプデータ収集デバイスを開発し、豊橋市役所公用車 50 台への設置を完了しました。

写真は豊橋総合動植物公園のんほいパークに導入される電動ゴーカートを本学キャンパス内のテストコースにてワイヤレス給電化する実験の様子です。得られた研究成果を社会実装するベンチャー企業『㈱パワーウェーブ』を設立しました。新年度も当センターでは 3 つの研究コアにて低炭素社会実現を目指す研究を鋭意進めます。皆様の暖かいご支援を賜れますようお願い申し上げます。

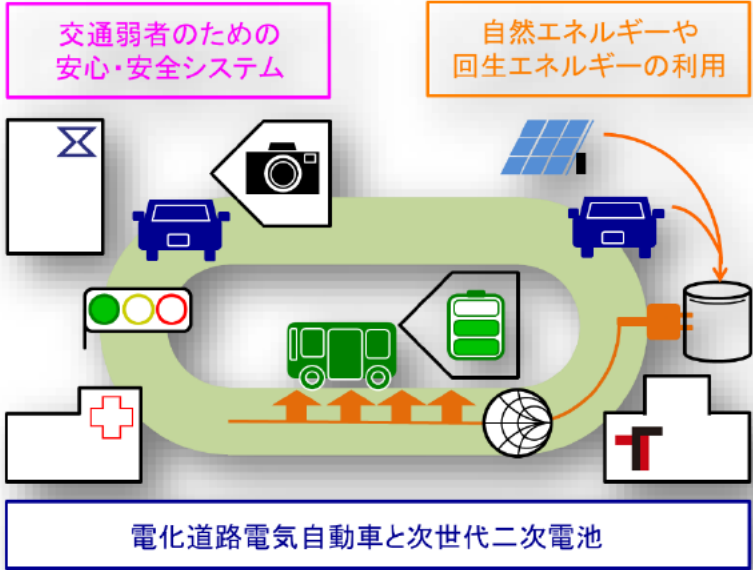


組織・構成

センターは、「低炭素社会と産業育成コア」、「低炭素社会と安全・安心コア」と「低炭素社会と先端省エネルギーコア」から構成されています。



センターのイメージ



2020年度 未来ビークルシティリサーチセンター 構成員

■ 低炭素社会と産業育成コア

氏名	所属	職名	
大平 孝	電気・電子情報工学系	教授	センター長・コア長
櫻井 庸司	電気・電子情報工学系	教授	
塚本 悟司	未来ビークルシティリサーチセンター	特任教授	
稲田 亮史	電気・電子情報工学系	准教授	
田村 昌也	電気・電子情報工学系	准教授	
阿部 晋士	電気・電子情報工学系	助手	
水谷 豊	未来ビークルシティリサーチセンター	特任助手	

■ 低炭素社会と安全・安心コア

氏名	所属	職名	
三浦 純	情報・知能工学系	教授	副センター長・コア長
上原 秀幸	電気・電子情報工学系	教授	
金澤 靖	情報・知能工学系	准教授	
杉木 直	建築・都市システム学系	准教授	
松尾 幸二郎	建築・都市システム学系	准教授	
秋月 拓磨	機械工学系	助教	
宮路 祐一	電気・電子情報工学系	助教	

■ 低炭素社会と先端省エネルギーコア

氏名	所属	職名	
滝川 浩史	電気・電子情報工学系	教授	副センター長・コア長
渋澤 博幸	建築・都市システム学系	教授	
針谷 達	電気・電子情報工学系	講師	

活動報告

■今年度の活動について

今年度は新型コロナウイルス感染症の情勢を鑑み、予定していた下記イベント活動の実施について検討を重ねた結果、新型コロナウイルスの感染拡大防止、参加者の皆さまの健康と安全面を考慮し、開催を見合わせました。

- ・オープンキャンパス（スタンプラリーの実施、体験）*大学としてはWeb オープンキャンパスを実施しています。
- ・未来ビークルシティリサーチセンターシンポジウム
- ・ドライビングシミュレータ啓蒙活動（オープンキャンパスでの体験）

その他活動として、外部機関で実施されたオンライン展示会に参加し最先端の研究成果を広く世間に公開いたしました。

1. 未来ビークルシティリサーチセンターシンポジウムについて

情報・知能工学系 三浦 純

本センター主催のシンポジウムは、これまでセンターが進める研究分野をベースにセンターの教員や外部からの講演者を招きシンポジウムを実施し、最先端の研究や応用事例を紹介してきた。今年度は新型コロナウイルス感染症の情勢を鑑み、感染拡大防止のため実施を見送った。来年度以降、十分な感染防止策を講じた上での対面でのシンポジウムの開催を目指し、状況によってはオンラインもしくはハイブリッド形式での効果的な開催も視野に入れながら、社会貢献としてより多くの市民にこの分野における最先端の研究開発の状況を紹介していきたい。

2. その他活動

2-1 展示会

OCEATEC 2020 ONLINE

日時：2020年10月20日(火)～23日(金)

大平センター長の研究室が CEATEC 2020 ONLINE のワイヤレス電力伝送実用化コンソーシアム出展チャンネル (Youbue) において、「小型ビークル・ロボットのためのワイヤレス電力伝送システム～波動パワーインフラ！床面が電源になる日～」と題し、床面から給電した電力でロボットが動く様子を公開いたしました。（本研究は知の拠点あいち重点研究プロジェクトの支援によって行われています）



開催の様子：Youbue <https://youtu.be/fFP-COV9FI?t=284>



○Microwave Workshops &Exhibition (MWE2020 Online)

日時：2020.11.25～12.28

田村昌弘准教授の研究室が MWE2020 Online 大学展示ブースにおいて、遮断空間におけるワイヤレス電力伝送、水中におけるワイヤレス電力情報伝送の技術、次世代ワイヤレス通信用 RF 回路等を紹介しました。

また、同展示会のワークショップに大平孝センター長の研究室が参加いたしました。

大平孝センター長がオーガナイザーを務める「非ユークリッド幾何で築く高周波理論の新世界」と題したワークショッププログラム(11/25)では、水谷豊特任助手が「双曲幾何に基づく高周波 LC 回路設計」と題して講演いたしました。

「WPT コンテストから見える WPT の可能性 ～技術限界への挑戦～」(11/25)と題したワークショッププログラムでは、阿部晋士助手が「応用からの要請 - 電界結合を選んだ訳 -」と題して講演いたしました。なお、プログラムタイトルにある【WPT コンテスト】は、この展示会の開催に合わせ「動画投稿！移動体ワイヤレス給電コンテスト」(主催：電子情報通信学会無線電力伝送研究専門委員会、YouTube) (開催：11/25-27)と題し実施されました。このコンテストに大平孝センター長の研究室(電気・電子情報工学専攻博士前期課程1年 碓井 優希さんら)が「マリオカート ライブ ホームサーキットにワイヤレス充電してみた【MHz 帯、電界結合】」と題した動画で参加し、視聴賞を受賞いたしました。



図：コンテスト受賞集合写真 <https://www.youtube.com/watch?v=wR8HlcJ2ls0&t=185s>

○「知の拠点あいち重点研究プロジェクトIII期」Webセミナー

日時：2021.3.15

大平孝センター長と松尾幸二郎准教授が本プロジェクトの研究開発の進捗状況や成果について広く県民等に紹介いたしました。

○小型ビークルのためのワイヤレス電力伝送システム

研究リーダー 教授/センター長 大平 孝

○先進プローブデータ活用型交通安全管理システムの開発

研究リーダー 准教授 松尾幸二郎

2-3 教員の受賞

受賞日	受賞者			内容
2020.6.4	教授/センター長 大平 孝	教育優秀賞	電子情報通信学会	電子工学及び情報通信並びに関連分野における教育実践（学会、教育機関、企業等での教育の実践）において顕著な成果を挙げ、当該分野の教育の発展に寄与した個人（毎年3名以内）を表彰
2020.6.18	未来ビークルシテ ィRC 塚本 悟司	功労賞	電子情報通信学会	アンテナ・伝播研究専門委員会におけるWS常設委員会委員としての献身的活動、また学術交流活性化への寄与が多大であると認められた。
2020.8.19	センター長 大平 孝	IEICE ComEX Top Downloaded Letter Award	電子情報通信学会	月間ダウンロードの多かった論文に対して贈呈される賞
2021.1.1	センター長 大平 孝	Life Fellow	IEEE	IEEE会員としての長年にわたる活動と功績を認められた。
2021.1.26	助教 秋月拓磨	第15回わかしゃち奨励賞（応用研究部門）優秀賞	愛知県、 公益財団法人科学技術交流財団及び公益財団法人日比科学技術振興財団	若手研究者の研究テーマ・アイデアに対し、特に優れているものに授与される賞

2-4 各種報道

■新聞

掲載日	報道機関 <新聞社名>		内容	担当教員
2020.6.25	日経産業新聞	6面	不注意運転、手の動きで検出	助教 秋月拓磨
2020.8.3.	日刊自動車新聞	14面	〈研究室 探訪〉豊橋技術科学大学機械工学系計測システム研究室 秋月拓磨助教、	助教 秋月拓磨
2020.9.10	東日新聞	3面	「弱いロボット」活用など6事業 大学研究活動費補助金に採択 豊橋市	センター長 大平 孝他
2020.9.12	東愛知新聞	2面	3大学の6件を助成 研究活動費交付金事業決まる 豊橋市	センター長 大平 孝
2020.10.4	東日新聞	11面	潜在的危険個所特定・抽出 予防型の対策が可能に	准教授 松尾幸二郎
2020.11.19	中日新聞	14面	企業バスを地域の足に 市が実証実験乗車モニター募集	准教授 杉木 直

掲載日	報道機関 ＜新聞社名＞		内容	担当教員
2020.12.3	中部経済新聞	12 面	企業シャトルバス、市民の足に 湖西市が実証実験開始	准教授 杉木 直
2021.1.1	読売新聞	9 面	ロボ「モーレツ社員」化 床から給電 24 時間稼働	センター長 大平 孝
2021.1.5	日刊建設工業新聞		大成建設、大日本印刷ら 3 者／ワイヤレス給電床を開発／従来の半分の床厚でコスト削減	センター長 大平 孝
2021.1.6	日刊工業新聞	14 面	ワイヤレス給電床開発 大成建など 薄型、施工性向上	センター長 大平 孝
2021.1.6	建設工業新聞	3 面	ワイヤレス給電床／2025 年度に商用化／従来より床厚半減／大成建設ら	センター長 大平 孝
2021.1.7	電気新聞	11 面	大成建設などが無線給電床を開発／薄型樹脂パネルで効率化	センター長 大平 孝
2021.1.14	Transferring Power through Ocean,ELE Times	-	The Alternate to Electric Cable	准教授 田村昌也
2021.1.14	中日新聞 (夕刊)	8 面	海中でワイヤレス送電、無人探査効率化に期待	准教授 田村昌也
2021.1.17	財経新聞	-	海中ドローンの高効率ワイヤレス給電技術を開発 豊橋技科大	准教授 田村昌也
2021.1.20	北海道建設新聞	3 面	大成建設など 床厚半減し工期短縮 ワイヤレスで給電する内装床	センター長 大平 孝
2020.1.26	東日新聞	3 面	海中でワイヤレス給電・情報通信 豊橋技科大が実験に成功 研究チーム「水中ドローンの実現に貢献」 魚類養殖の効率化・自動化に期待	准教授 田村昌也
2021.3.4	日本経済新聞	朝刊 13 面	第 4 の革命 カーボンゼロ 進化する蓄電池 担うのは	教授 櫻井庸司 准教授 稲田亮史

■テレビ報道

報道日	報道機関 ＜新聞社名＞	内容	担当
2020.6.22	NHK 「おはよう東海」	同じ周波数で同時送受信の技術開発	助教 宮路祐一

2-5 ラジオによる研究紹介

■FMラジオ広報「天伯之城 ギカダイ」

放送日	内容	担当
2020.4.25	未来の乗り物社会を支えるワイヤレス給電インフラ	助手 阿部 晋士
2020.10.10	「のんほいパークのゴーカートをワイヤレス充電：技科大で研究スタート」	センター長 大平 孝

2-6 社会実験

担当教員	内容	詳細
准教授 松尾幸二郎	ジャパン・トゥエンティワン(株)との3者協定による協働社会実験 (豊橋市) (2018.4.26~2021.3.31)	交通事業者車両に取り付けられているモバイルアイ機器から得られる各種衝突警報を用いて、潜在的事故危険地点を抽出し、予防的観点における交通安全対策の実施を行うための社会実験を実施している。 (2018.4.26~2021.3.31)
准教授 杉木 直	あいおいニッセイ同和損害保険(株)との4者による協働社会実験 (湖西市) (2020.11.30~2020.12.25)	企業シャトルバスを活用した移動サービスの提供に係る実証実験(企業シャトル BaaS 実証実験)を実施した。 (2020.11.30~2020.12.25)



ドライバーの運転挙動を1つの統計モデルとして表現 ～交通安全マネジメント技術の的確な効果計測に～

<概要>

豊橋技術科学大学建築・都市システム学系准教授 松尾幸二郎、(公財)豊田都市交通研究所、大同大学の共同研究チームは、道路構造など様々な外的要因による影響を考慮しつつ、ドライバーによって異なる運転挙動やその変化を1つの統計モデルで表現する手法を開発しました。本手法を、過度な速度超過を抑制するための **Intelligent Speed Adaptation (ISA)** の効果計測に適用したところ、ISAの様式によっては、普段の速度超過傾向が高い人に効果的な場合や、高齢者のみに効果的な場合があることを見出すことができました。本手法は、ISAのみならず、ドライバーの様々な運転挙動の変容を促す交通安全マネジメント技術の効果計測に適用が可能です。

<詳細>

SDGsの目標3・ターゲット3.6に交通事故半減が掲げられるなど、交通安全は改善すべき世界的な課題として認識されています。ISAとは、車両が現在走行している道路区間の速度規制情報を認識し、速度情報提供、速度超過警告、強制速度制御、速度遵守インセンティブなどにより、ドライバーの過度な速度超過を抑制する交通安全マネジメント技術です。欧州を中心に2000年代以降、ISAの研究が盛んになっています。それら既往研究の多くは、様々な様式のISAについて、ドライビングシミュレータ実験やフィールド実験により、当該ISA導入前後の被験者の運転挙動を比較することにより、その速度超過抑制効果を計測するものでした。しかしながら、運転挙動はドライバーにより大きく異なります。またフィールド実験ではドライバーによって走行する道路構造環境も異なります。従って、個人や走行環境といった多様な要因の影響を適切に捉えた効果計測を行うことが当該技術を適切に普及させる上において重要です。

そこで本研究チームでは、各ドライバー固有の運転挙動特性、道路構造など様々な外的要因による影響、ISAによる速度超過抑制効果を1つの統計モデルで同時に推定することで、的確な効果計測を行える手法を開発しました。

「特に解決すべき課題であったのが、『ドライバーの普段の速度超過傾向の違いがISAの速度抑制効果にも影響を与える』という仮説をいかにモデルで表現して実証するかでした。本手法では、ドライバーの速度超過傾向を規定するパラメータとISAの効果を規定するパラメータとの間に相関を考慮したモデルを推定するという方法により、その課題を解決しています。近年のベイズ統計学といったデータサイエンス分野の発展やコンピュータ性能の向上により、本手法のようなやや複雑なモデルの実際問題への適用が可能となりました。」と研究代表者の松尾准教授は説明します。

<開発秘話>

研究代表者である松尾准教授は「ISAの研究を始めたのは、指導学生の卒業研究テーマとしてでした。共同研究者である(公財)豊田都市交通研究所とともにISAのフィールド実験を行い、当該学生がデータを詳細に分析していたところ、被験者の普段の速度超過傾向とISAの効果の大きさに関連がある場合とない場合がある可能性に気づきました。そこで、単純なISA導入前後の比較基礎分析にとどまらず、統計モデルを用いた効果計測を考

え始めました。その結果として、1つのモデルで、ドライバーによって一見ばらばらに見える運転挙動を表現し、そこに法則性を見つけることができたことは大変興味深い仕事でした。」と話します。

<今後の展望>

研究チームは、本手法が ISA による速度超過挙動抑制のみならず、信号無視、信号の無い交差点での一時不停止、横断歩道での歩行者横断妨害といった様々な危険運転挙動の改善を促す交通安全マネジメント技術の効果計測に適用が可能だと考えています。今後、さらに交通安全マネジメント技術の開発とその効果計測を進め、世界の交通事故問題の改善に貢献していきたいと考えています。

<論文情報>

Kojiro Matsuo, Mitsuru Sugihara, Motohiro Yamazaki, Yasuhiro Mimura, Jia Yang, Komei Kanno, Nao Sugiki (2020). Hierarchical Bayesian modeling to evaluate the impacts of intelligent speed adaptation considering individuals' usual speeding tendencies: a correlated random parameters approach. Analytic Methods in Accident Research, doi:10.1016/j.amar.2020.100125.



図1 :
研究チームが開発し、2014年から2015年にISAフィールド実験に使用したモバイルアプリケーション

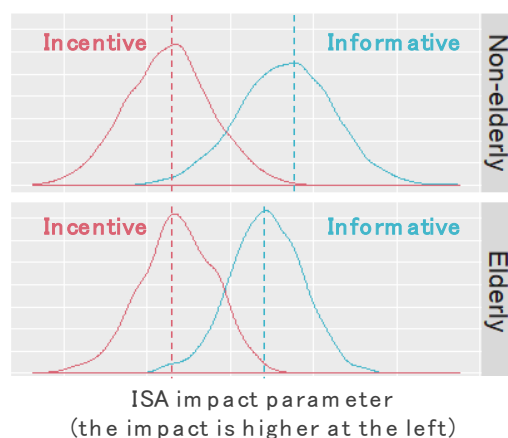


図2 :
普段の速度超過傾向が高いドライバーへの情報提供型ISAとインセンティブ型ISAの効果



本件に関する連絡先

広報担当：総務課広報係 前田・高柳・古橋 TEL:0532-44-6506



高精度、高速、低計算量で電波干渉を除去

～次世代無線通信への応用に向けて～

<概要>

豊橋技術科学大学電気・電子情報工学系の宮路助教らの研究チームは、無線通信において、同じ周波数を使用して同時に送受信する帯域内全二重の実現に不可欠な、自己干渉除去フィルタを開発しました。開発した自己干渉除去フィルタは、無線機によって生じる歪みと無線チャネルの歪みを高精度に推定し、自己干渉を除去することができます。加えて、少ない計算回数で高速にフィルタの解にたどりつくことができます。次世代の無線通信技術への応用が期待されます。

<詳細>

無線通信において、同じ周波数を使用して同時に送受信すること（帯域内全二重）は非常に難しい課題です。最新の無線通信規格 5G においても、この帯域内全二重は実現されていません。現状、同じ周波数で送受信する場合は時間を分けるか、同時に送受信する場合は周波数を分ける必要があります。どちらか一方（時間もしくは周波数）を分ける必要があるのは、自身の放射する電波の強さが、受信したい電波の強さに対して最大で数億倍も大きいからです（自己干渉）。

これまでに開発されている複数の歪みを考慮したフィルタは、精度よく自己干渉を除去する一方で、計算回数が多く、フィルタの解を得るために長い時間を要していました。そこで、宮路助教らの研究チームは、高精度、高速、低計算量を同時に満たす自己干渉除去フィルタの開発に取り組みました。

筆頭著者である博士後期課程（JSPS 特別研究員）の小松和暉は、「基地局に比べて、スマートフォンなどの低コストの無線機は複雑な歪みを有しており、そのような機器における自己干渉除去は非常に難しい問題です。複雑な問題を解くために、問題の本質を突き詰め、複数の小さな問題へ分解することが重要です。我々は、無線機の複雑な歪みを受けた自己干渉除去という問題を、五つの小問題へ分解し、それぞれを数学の演算子を用いて表現しました。その結果、各小問題の解法や、それを繋ぎ合わせた大問題の解法は、五つの演算子とその逆演算子を使って導出できることを明らかにしました。導出された解法をフィルタに応用することで、従来に比べて、高精度、高速かつ低計算量で自己干渉を除去できました。開発したフィルタによって、スマートフォンなどの小型で安価な無線機における帯域内全二重通信の実現可能性が高まります。」と説明します。

<今後の展望>

研究チームは、開発した自己干渉除去フィルタの理論的な性能解析やフィールド実験での性能評価を計画しています。また、開発したフィルタを利用することで、ドローンなどの

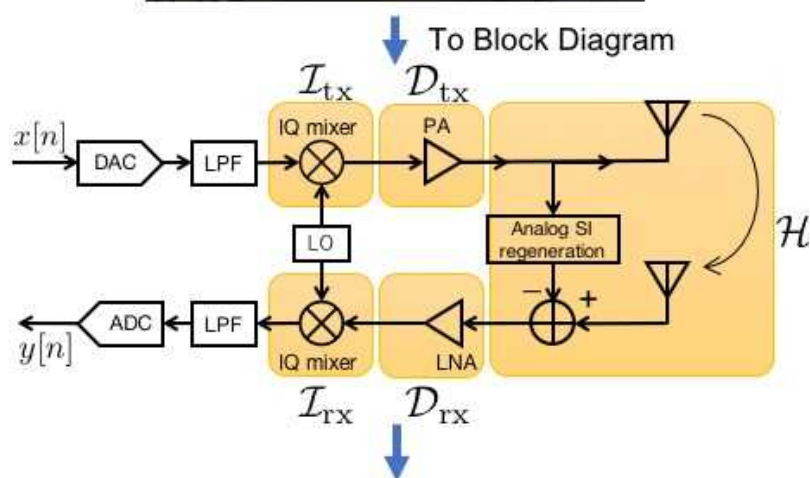
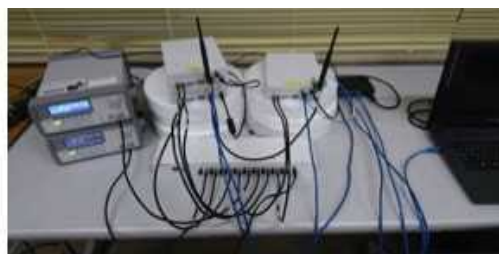
小型移動体が連携する無線ネットワークへの適用が可能だと考えています。これらは、移動による環境の変化に合わせてフィルタを定期的に取り直す必要があるため、高精度、高速、低計算量な特長を併せ持つ本技術の貢献が期待できます。

<論文情報>

Kazuki Komatsu, Yuichi Miyaji, and Hideyuki Uehara (2020). Iterative Nonlinear Self-Interference Cancellation for In-Band Full-Duplex Wireless Communications Under Mixer Imbalance and Amplifier Nonlinearity, IEEE Transactions on Wireless Communications, 10.1109/TWC.2020.2983407.

<外部資金情報>

Hoso Bunka Foundation and Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) KAKENHI (JP18K04138, JP19K14979, and JP19J12727).



↓

Mathematical Model with Five Operators

$$y[n] = \mathcal{I}_{\text{RX}} \mathcal{D}_{\text{RX}} \mathcal{H} \mathcal{D}_{\text{TX}} \mathcal{I}_{\text{TX}} x[n]$$

帯域内全二重送受信機のモデリング
 帯域内全二重送受信機（上段）、
 送受信機の回路ブロックモデル（中段）、
 五つの演算子を用いた数式モデル（下段）

広報担当

総務課広報係 前田・高柳・古橋 TEL0532-44-6506

**「知の拠点あいち」重点研究プロジェクト III において先進的車両プローブデータ収集デバイスを開発し、豊橋市役所公用車 50 台への設置を完了しました！
— 「交通事故が起きていたかもしれない道路の特定部分」を抽出 —**

<概要>

- 新たに車両プローブデータ収集デバイスを開発。速度標識データも記録可能に
- 道路リンクに紐づけた警報データに様々な道路交通情報を組み合わせることで、道路の潜在的な危険箇所を推定

<詳細>

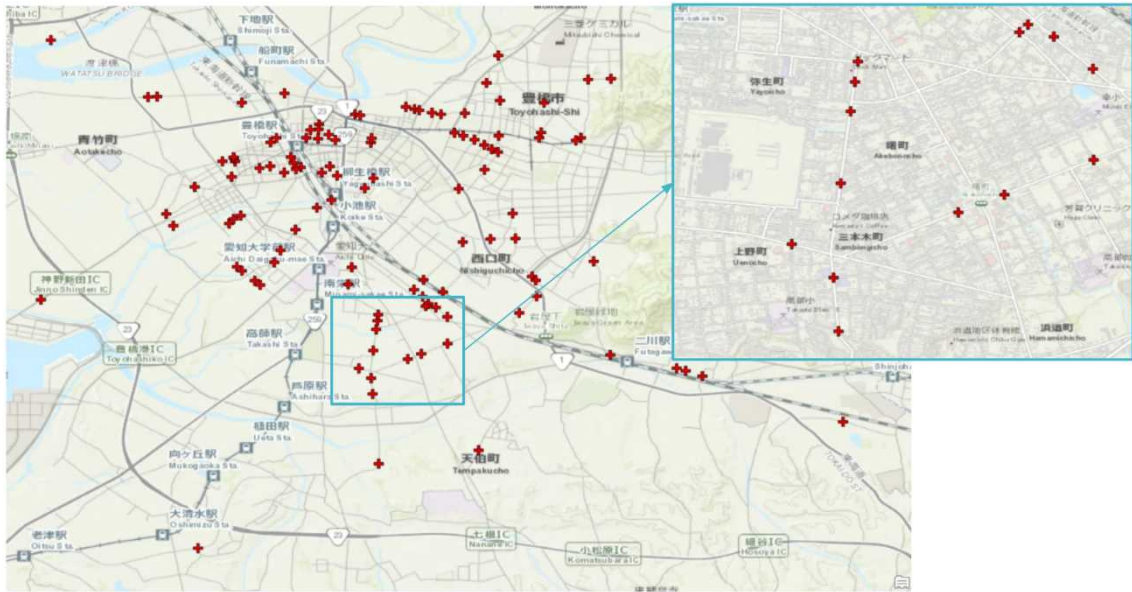
愛知県は、大学などの研究シーズを企業の製品化につなげる産学行政連携の共同研究開発プロジェクト『「知の拠点あいち」重点研究プロジェクト III 期※1』を2020年8月から実施しており、建築・都市システム学系 松尾幸二郎准教授が研究リーダーを務める「先進プローブデータ活用型交通安全管理システムの開発」プロジェクト（以下、本プロジェクト、※2）を、ジャパン・トゥエンティワン株式会社（本社：愛知県豊橋市、以下：J21）と協働して進めています。

※1 <http://www.astf-kha.jp/project/>

※2 http://www.astf-kha.jp/project/project1/files/astf_PV_08_101101.pdf

本プロジェクトチームは後付け型の衝突防止補助システムが生成する車両前方の情報や各種警報の発生位置などを含む先進的車両プローブデータ（以下、先進 PD）をリアルタイムで収集する「先進 PD 収集デバイス（以下：先進 PD 収集デバイス）」を開発しています。取得した先進 PD の分析や可視化を容易に行うことのできる、1）行政向けの「道路安全管理システム」、および、2）運輸・運送事業者向けの「運行安全管理システム」の両システムの開発が、本プロジェクトの主な目的です。

先進 PD 収集デバイスは、光学映像を元に前方の車両や歩行者を認識して、対象との距離と車速に応じた警報を発すると同時に、搭載した GNSS 受信機が生成する位置情報や時刻情報と組み合わせて、モバイル回線にてクラウドへ自動アップロードします。クラウドに蓄積された先進 PD は、松尾准教授の有するマップマッチング技術によって、既存のデジタル道路地図（DRM）上に高い精度でマッピングされていきます。このように収集・解析した先進 PD には様々な用途が考えられますが、本プロジェクトでは、先進 PD が示す「歩行者衝突警報」が発生した箇所を「交通事故が起きていたかもしれない道路の特定部分」とし、一定期間、一定数の車両から収集した先進 PD に対し、松尾准教授の交通データ分析技術を適用することにより、地域の道路における潜在的な危険箇所を特定することが可能になると考えています。衝突防止補助システムが発する警報情報をそのまま利用するのではなく、複数車線や交差点の有無などの道路自体の構造、住宅街といった土地利用状況、交通量といった様々な条件と組み合わせることで導き出される道路の潜在的危険箇所は、従来手法よりも簡単かつ正確なものになると考えています。これらを使いやすく実装した「道路安全管理システム」を行政に利用いただき、道路に対して適切な改善施策が実施され、交通事故が大きく削減されることを願っております。



歩行者衝突警報情報を考慮した交通安全関数（統計モデル）により推定された歩行者 事故危険地点（背景地図は World Topographic Map: Esri, HERE, Garmin, Intermap, INCREMENT P, GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), © OpenStreetMap contributors, GIS User Community)

今回開発した先進 PD 収集デバイスでは、新たな試みとして警報データ以外に速度標識データも取得しています。本プロジェクトでは、参画機関の1つである愛知県豊橋市の市役所公用車 50 台に、先進 PD 収集デバイスの設置を行い、2020 年 3 月に完了しています。既に松尾准教授は先進 PD に含まれる速度標識データから、速度規制マップを生成することに成功しており、既存 DRM ではカバーしきれていない細い道路にも対応しています。このような詳細な速度規制マップは、道路交通管理に利用するだけでなく、市民に広く情報提供していくことで、安全運転を促すことができると期待されます。



デジタル道路地図のみ

デジタル道路地図 + 先進プローブ

デジタル道路地図と先進 PD 標識検知情報による速度規制マップの重ね合わせ

(提供©住友電工 拡張版全国デジタル道路地図データベース利用)

<ジャパン・トゥエンティワン株式会社について>

1992年9月に創業し、“イノベーションを市場化する”を掲げ、イスラエルを中心に世界最先端のハイテク企業の技術や製品のビジネス開発を日本で展開。主な取り扱い製品には、自動車の後付け衝突防止補助システム「モービルアイ」、車両の運行情報を管理・分析するフリートマネジメントシステム「イトラン」、タブレットの盗難防止製品「コンピュータロックス」、プログラミング学習サービス「コードモンキー」、聴力アシスト機能付き無線イヤホン「BeHear(R) NOW」などがあります。

J21では、2011年の国内販売開始以来、後付け型の衝突防止補助システム「モービルアイ」をトラック・バスなどの運輸・運送事業者、大口の社用車ユーザーを中心に6.5万台以上を出荷しています。

<お問い合わせ先>

ジャパン・トゥエンティワン株式会社

東京本社：東京都港区高輪4-18-12 Tel：03-5789-0021

E-mail：info@japan21.co.jp Web：<https://www.japan21.co.jp>

- ※ 製品名、サービス名などは一般に各社の商標または登録商標です。
- ※ 内容は発表日現在のものです。予告なしに変更されることがあります。

本件に関する連絡先

広報担当：総務課広報係 堤・高柳・杉村 TEL:0532-44-6506



海水が導線に！？ 海の中のワイヤレス給電 ～スマート漁業に向けた水中に常駐できるドローンを目指して～

<概要>

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 田村昌也准教授、村井宏輔氏（博士前期課程修了）らの研究チームが、4枚の超薄型平板電極を用いた送受電器で海中でのワイヤレス給電と情報通信に成功しました。ワイヤレス給電の世界では、海水は非常に損失の大きな誘電体としてふるまうため、電界結合方式では実現が難しく、磁界結合方式でしかワイヤレス給電は実現できないとされてきました。今回、海水の高周波特性に注目して第3の方式となる導電性結合方式を考案し、高効率給電を実現する送受電器を開発しました。

<詳細>

日本の漁業従事者は年々減少しており、高齢化が進んでいます。その要因の一つとして人の手に頼らざるを得ない高負荷作業の過多が挙げられます。これを改善するため、養殖網の清掃ロボットなど自動化が進められています。今後は、水質や環境管理、魚の生育チェックなどすべてをロボットで管理できるよう海中に常駐するロボット、いわゆる水中ドローンの開発が期待されます。しかし、ドローンはバッテリー駆動のため、充電のために何度も海中から引き上げ、充電して潜航させるという作業を繰り返す必要があります。また、水中で収集したデータも同時に回収する必要があります。そこで、給電ステーションを介した海中でのワイヤレス給電と情報通信（図1）の技術開発がキーとなります。特に、このようなドローンは軽量であるため、重量の増加や体積の増加が浮力制御や姿勢制御を困難にさせるため、軽量かつ省スペースで実現できる技術が必須となります。そこで、田村昌也准教授らの研究チームは海中でも高効率ワイヤレス給電を実現する新方式の送受電器を開発しました。

ワイヤレス給電の効率は送受電器間の結合係数 k と周辺環境の影響も含めた送受電器の損失を表す Q 値の積である kQ 積に依存します。 k は1に近いほど、 Q 値は高いほど効率が向上します。しかし、海水のような高い導電性をもつ誘電体では高周波電流が流れてしまい、 k と Q 値に切り分けて議論することは困難です。ただ kQ 積が高いほど効率が向上するという原理は不変であることから、 kQ 積という視点で海水の導電性に注目した等価回路から効率を向上させるためのキーとなるパラメータを明らかにしました。そこから kQ 積が最大値を示す設計理論を確立し、送受電器の設計を行いました。これにより図2に示すように広帯域にわたって送電距離2 cmで94.5%、15 cmで85%以上のRF-RF給電効率を実現しました。1 kWの電力を送電距離2 cmで送電しても効率90%以上を維持できます。さらに、広帯域で高効率を維持できるため高速通信も実現できます。開発した送受電器を用いてキャパシタを充電し、その充電電力で駆動したカメラモジュールから動画を同じ送受電器を介してリアルタイムで通信することにも成功しました。今回の通信速度は約90Mbps

ですが、さらなる高速化も可能です。給電ステーションに着底することを想定して行った小型水中ドローンへの給電・通信実験にも成功しました(図3)。このときのドローンに搭載する受電器と電力系回路を合わせた重量は約 270 g と非常に軽量です。

<開発秘話>

研究チームのリーダーである田村昌也准教授は、「イオンが豊富な海水は、低損失で高周波電流が流れると予想していました。淡水でのワイヤレス給電を研究している際に、水の塩分濃度が増えると給電効率がどのように変化するかを解析していたとき、濃度が上昇すると数%まで低下した効率が、ある濃度から回復して 20% くらいの値を保つという現象に出会いました。これが予想を裏付ける証拠だと確信し、この結果を詳しく調べて明らかにした送受電器の等価回路から動作理論を構築しました。そして、その理論をもとに送受電器構造を設計し、試作・測定を行ったところ、海水中で給電効率 90%以上という結果を得ました。大きな電力を加えた際に海水下で起きる電極表面の化学変化を防ぐため、絶縁コーティングを施した状態でも 90%以上の効率を実現できたことに驚きました。」

<今後の展望>

研究チームは、本研究成果により水中ドローンの設計を大幅に変更することなく海水中での通信・充電が可能となり、運用効率の飛躍的向上に貢献できると考えています。開発した送受電器は非常にシンプル、かつ軽量であるため、水中ドローンの重量増加を最小限に抑えることができます。最終的には、陸上ですべてを管理できる水中ドローンシステムの開発に貢献していきたいと考えています。本研究成果は今後も論文や学会等で発表していく予定です。

<外部資金情報>

本研究成果の一部は、日本学術振興会 科学研究費助成事業 (18K04262) の支援のもとで行われました。

<論文情報>

Masaya Tamura, Kousuke Murai, Marimo Matsumoto, “Design of Conductive Coupler for Underwater Wireless Power and Data Transfer,” IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques, vol. 69, no. 1, pp.1161-1175, Jan. 2021, doi: 10.1109/TMTT.2020.3041245.

Masaya Tamura, Yasumasa Naka, Kousuke Murai, Takuma Nakata, “Design of a Capacitive Wireless Power Transfer System for Operation in Fresh Water,” IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, vol. 66, no. 12, pp.5873-5884, Dec. 2018, doi: 10.1109/TMTT.2018.2875960.

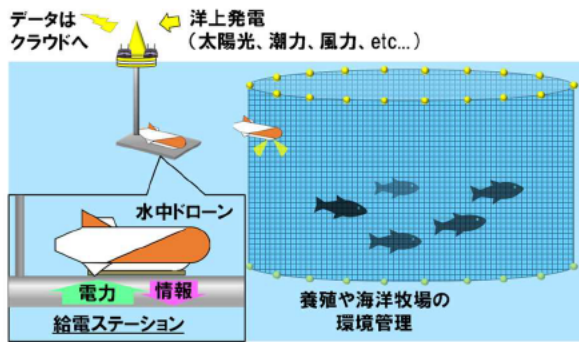


図1：海中でのワイヤレス給電システムの一例

水中ドローンが給電ステーションに着底し、バッテリーの充電と収集した情報の通信を行う。

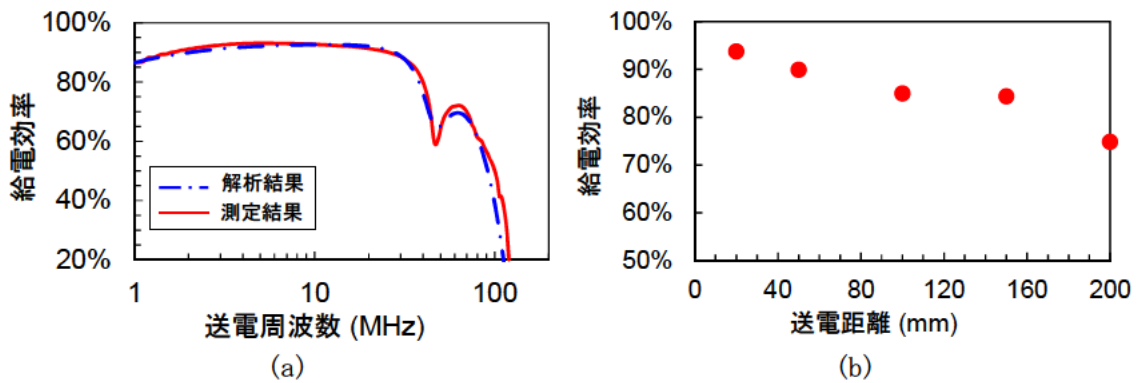


図2：海水中での給電効率

(a)送電距離 2 cm における周波数特性 (b)送電周波数 6.78 MHz における送電距離特性

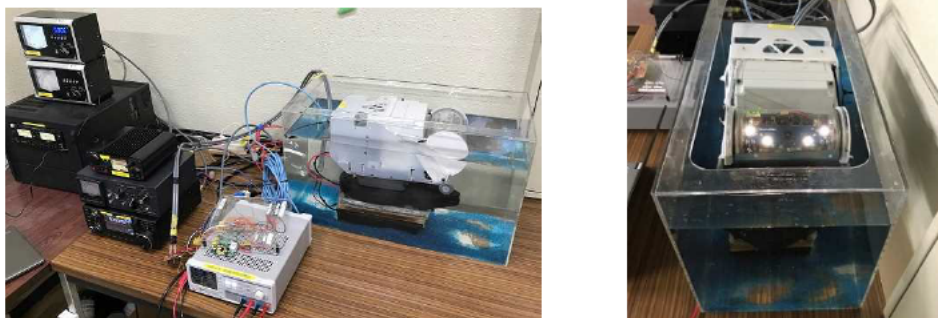


図3：給電ステーションに着底した水中ドローンへの給電実験

(受電器構造が分かるようにドローンの外へ配置)

本件に関する連絡先
 広報担当：総務課広報係 堤・高柳・杉村 TEL:0532-44-6506



2021年1月27日

後熱処理による短絡した固体電解質の性能回復

～リチウム dendrite で短絡した全固体リチウム電池用部材の再利用に向けて～

<概要>

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 稲田 亮史 准教授とカルガリー大学理学部化学科 Venkataraman Thangadurai 教授の研究グループは、リチウム dendrite の析出・伝播により劣化した全固体リチウム二次電池用固体電解質の性能回復に対する後熱処理の効果を調査しました。後熱処理した固体電解質は、初期値より若干低下するものの室温下で 10^{-4} S/cm 以上の高いイオン伝導率を保持することを見出しました。本成果は、全固体電池の使用中にリチウム dendrite により劣化・短絡した固体電解質を、別の電池用部材として再利用し得る可能性を示すものです。

<詳細>

リチウムイオン伝導性無機固体電解質材料の開発は高い安全性と信頼性を備えた次世代型全固体リチウム二次電池の実現に必要不可欠です。数ある酸化物系固体電解質材料のうち、ガーネット型結晶構造を持つ酸化物イオン伝導体 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZO) は、室温下で高いリチウムイオン伝導率を示し、金属リチウムに対しても高い化学的安定性を示すことから国内外で広く研究されています。

金属リチウムは非常に大きな理論容量密度 (= 3,860 mAh/g) と卑な電極電位を持つため、本材料を負極に使用できれば高いエネルギー密度を持つ全固体電池の実現が期待できます。しかしながら、脆性材料である酸化物系固体電解質と低抵抗な接合界面を実現することは大きな課題の一つであり、界面の接合状態が不良な場合や高電流密度下で電池を作動させた際には、充電時に不均一に析出した樹枝状金属リチウム (リチウム dendrite) が LLZO の粒界に沿って成長・伝播し、最悪の場合電池の内部短絡を引き起こす懸念が指摘されています。

リチウム dendrite による電池の内部短絡抑制は全固体リチウム電池の開発において最も注力すべき技術的課題の一つである一方、材料資源の有効利用の観点から短絡・劣化が生じた LLZO の再使用の可能性を検討することも非常に重要と言えます。LLZO 内に析出・伝播したリチウム dendrite が少量であり、かつ短絡が発生した場所が極めて局所的であれば、リチウム dendrite を除去した LLZO は再使用できる可能性があると考えられます。そこで研究チームは、LLZO 固体電解質の両端面に金属リチウムを圧接した対称セルを構成し、通電試験中にリチウム dendrite の析出・伝播により短絡・劣化した LLZO の再利用可能性を精査することを初めて試みました。

短絡挙動が見られた対称セルから LLZO を取り出し、エタノール中で LLZO 端面に接合した金属リチウムを除去した後、800～900℃にて数時間大気中での後熱処理を行いました。熱処理した LLZO は作製直後の LLZO よりも若干特性は劣るものの、室温下で依然として 10^{-4}

S/cm以上の高いリチウムイオン伝導率を保持することを見出しました。この伝導率の減少は、LLZO内に生成した異相や金属リチウムが接していたLLZO端面近傍の微細構造変化に起因し、後熱処理したLLZOにおける伝導率の減少の度合いは、LLZO端面においてリチウムデンドライト析出・伝播が生じた領域の大きさに影響を受けることも明らかにしました。更に、後熱処理を施したLLZOと金属リチウムを用いて再構成した対称セルにおいて、セル内でのリチウムの充放電反応が行えることも実験的に確認しました。

<今後の展望>

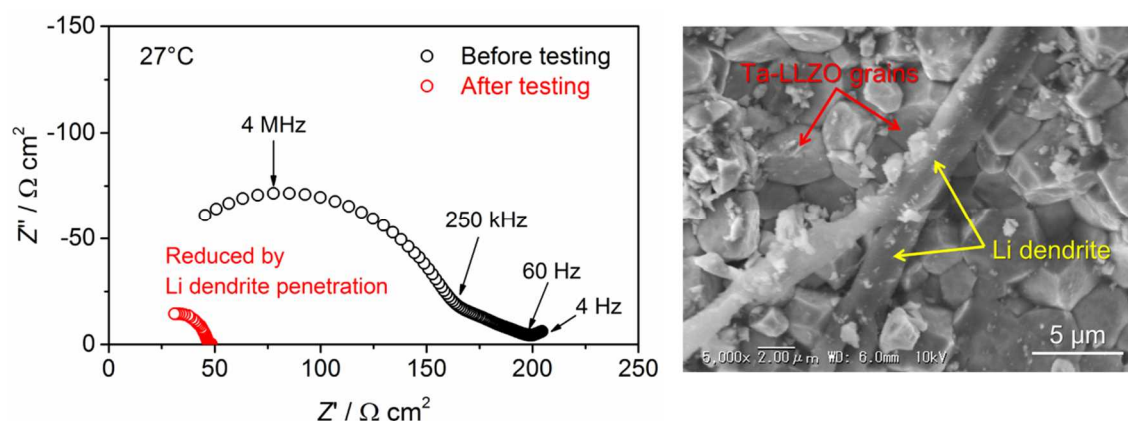
研究チームは、後熱処理したLLZO固体電解質におけるリチウムイオン伝導率の低下は、後熱処理条件の適正化により更に抑制できると考えています。また、本共同研究で得られた成果は、リチウムデンドライトにより短絡・劣化した固体電解質の別の全固体電池用部材への再使用に向けた可能性を示すものと言えます。

<外部資金情報>

本研究の一部は、日本学術振興会（JSPS）科学研究費 No. 16KK0127（国際共同研究加速基金 国際共同研究強化(A)）および No. 19H02128（基盤研究(B)）の支援を受けて実施されました。

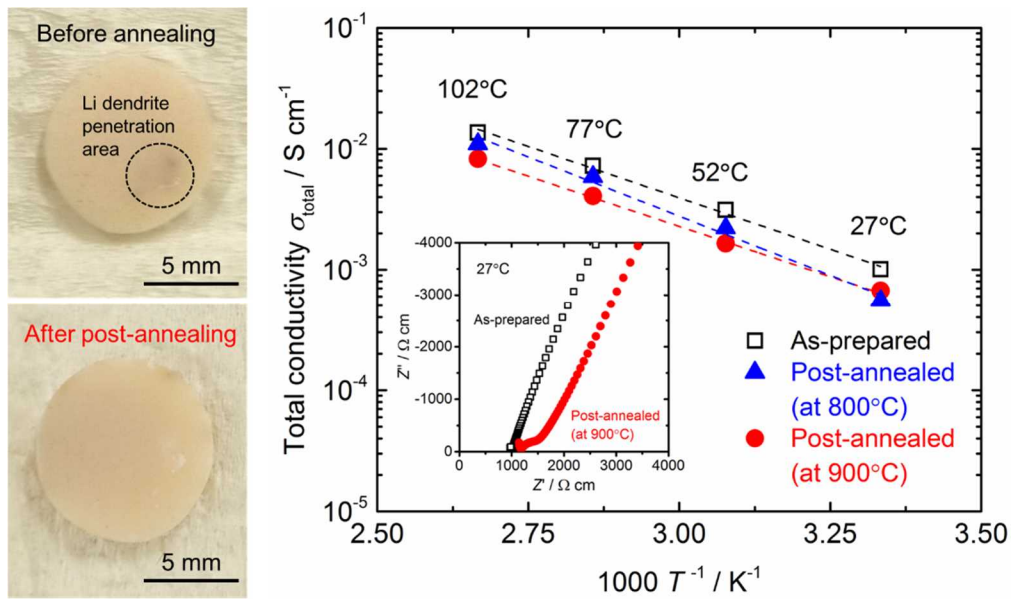
<論文情報>

Ryoji Inada, Atsuto Takeda, Yusuke Yamazaki, Shotaro Miyake, Yoji Sakurai and Venkataraman Thangadurai, Effect of Postannealing on the Properties of a Ta-Doped $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ Solid Electrolyte Degraded by Li Dendrite Penetration, ACS Applied Energy Materials 3 (2020) 12517–12524. DOI: 10.1021/acsaem.0c02474



タイトル： 固体電解質中でのリチウムデンドライト析出・伝播

説明： Li/LLZO/Li 対称セルのリチウムデンドライトによる劣化前後の電気化学インピーダンス（左）と LLZO 中に析出・伝播したリチウムデンドライトの電子顕微鏡像



タイトル：リチウムデンドライトで劣化した固体電解質の後熱処理.

説明：リチウムデンドライトで劣化したLLZO固体電解質の後熱処理前後の外観写真（左）と作製直後および後熱処理後のリチウムイオン伝導特性の比較（右）.

本件に関する連絡先

広報担当：総務課広報係 堤・高柳・杉村 TEL:0532-44-6506

Mail:kouho@office.tut.ac.jp



2021年2月2日

ロボットが速くて安全な動き方を学習する ～深層強化学習とカリキュラム学習の統合による移動ロボットの動き獲得～

<概要>

豊橋技術科学大学 情報・知能工学系 三浦純教授をはじめとする行動知能システム学研究室は、移動ロボットが速くて安全な動きを学習するための新たな方法を開発しました。この方法は、深層強化学習とカリキュラム学習と呼ばれる手法を統合したもので、ロボットが障害物を避けながら早く目的地に到達するための行動方を自ら学習します。

<詳細>

自律移動ロボットに必要な機能の一つはナビゲーション機能と呼ばれるもので、地図上の目標位置が与えられたときに、現在位置から障害物を避けながら移動して目標位置に到達する行動を生成するためのものです。その際、できるだけ早く目標位置に到達することが望ましいですが、速く動くとは衝突の危険性が高まり、ロボット自身だけでなく周りの環境にも危険を及ぼすことになります。

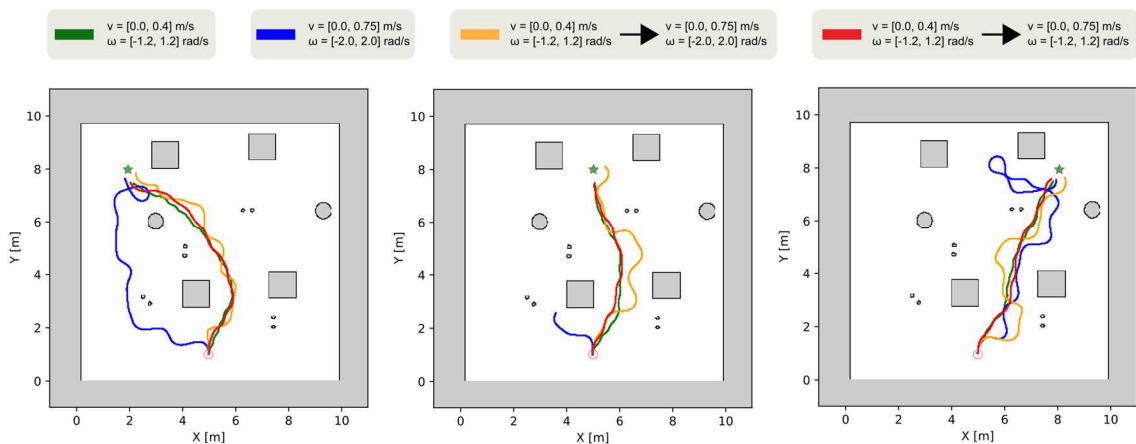
この問題に対して、研究室の研究グループでは、速さと安全性の双方を考慮してロボットの動きを生成するための学習方法を考案しました。この方法は速くて安全な動きを学習するために、行動方策学習の基盤となる深層強化学習を改良し、さらにカリキュラム学習の考え方を取り入れたものです。

筆頭著者で博士後期課程3年の^{チャンドラ クスマ デワリ}Chandra Kusuma Dewaは、深層強化学習による行動学習について次のように説明します。「深層強化学習では、現在の状態（ロボットの位置や周囲の障害物の位置関係など）から、いまとるべき行動を選択する方を、さまざまな行動を繰り返し試してみることにより学習します。学習アルゴリズムは、選択した行動が確実に実行されることを前提として設計されているので、目標位置に到達したときや障害物に衝突したときには、現在の行動を直ちに停止し、それらの状態を確実に行動方の改善に反映させなければなりません。そのための改善を施すことにより、よりよい行動方が学習できるようになりました。」

三浦教授は、さらにカリキュラム学習の導入について説明をします。「カリキュラム学習とは簡単な問題から難しい問題へと段階的に与えることにより、学習が順調に進むようにする考え方です。移動ロボットの行動学習では、最初は制限速度を低く設定し、学習が進むにつれ制限速度を上げていくこととなります。速度が上がるにつれ安全な行動の生成は難しくなりますが、段階的に難しくすることにより、最終的には速くて安全な動きを学習することができました。」

<実験結果と今後の展望>

学習過程で、実際のロボットを何回も衝突させるわけにはいかないため、行動学習アルゴリズムの研究はシミュレーションで行うのが通例です。図に示すような室内環境をコンピュータ内に作り、行動学習の実験を行いました。目標位置に到達する割合と到達までの時間という2つの指標で、従来の手法に比べて向上することを示しました。研究チームは、これらの結果から、提案手法が速くて安全な移動を必要とする他の環境においても有効であると考えています。



<図の説明> 速度設定と学習手法の異なる4種のロボットの学習後の移動軌跡の比較 (v : 進行方向の速度, w : 回転角速度). 3か所の目的地 (緑の星) に対する軌跡を描画している. 提案手法で速度を変化させながら学習したもの (赤の軌跡) は、低速のみで学習したもの (緑の軌跡) に近い動きを、より高速に実現している。

<外部資金情報>

本研究の一部はJSPS 科研費 17H01799 の支援を受けました。

<論文情報>

C. K. Dewa and J. Miura, "A Framework for DRL Navigation With State Transition Checking and Velocity Increment Scheduling," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 191826-191838, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3033016.

本件に関する連絡先

本学広報担当: 総務課広報係 堤・高柳・杉村

TEL: 0532-44-6506 mail: kouho@office.tut.ac.jp

3. ドライビングシミュレータの活用と交通安全啓蒙活動

機械工学系 助教 秋月 拓磨

3-1 オープンキャンパスにおける交通安全体験

本学オープンキャンパスがオンライン開催となったことに伴い、本年度の体験活動は中止とした。例年は、本学オープンキャンパスと併催する形で、図 3-1-1 に示す 98 インチサイズの大スクリーン三面を備えたドライビングシミュレータ（Forum8 社製 UC-Win/Road）を用いて、色々な危険場面での運転を参加者に体験してもらい、親子や若年層を対象にした交通安全の認識や啓蒙を行っている。

本年度は、感染症予防対策を実施しながら学位研究や科研費研究課題等の遂行のための運転行動計測実験、ならびにメディア取材対応にて本設備を活用した。

日 時：感染症対策のため、本年度の体験活動は中止

場 所：-



図 3-1-1 ドライビングシミュレータの概観

3-2 あいち ITS 大学セミナーの開講

愛知県 ITS 推進協議会では、高度道路交通システム（ITS）に関する啓蒙を図る目的で、例年、各大学向けに表記のセミナーを開催している。本学においても、平成 21 年度よりこの活動に参加しているが、本年度は感染症対策のため開講を見送った。次年度以降は、感染症対策の状況をふまえて、時期や開講形態を検討したい。

日 時：感染症対策のため、本年度は開講なし

場 所：-

講演題目：-

講 師：-

聴講者数：-

成果報告

1. 第4世代ビークルの研究

電気・電子情報工学系 教授 大平 孝, 特任教授 塚本 悟司, 准教授 田村 昌也
助手 阿部 晋士, 特任助手 水谷豊, 研究員 馬場 涼一

1-1 走行中車両へのワイヤレス給電技術

産業革命とともに自動車産業は発展してきた。石炭を燃料に駆動した蒸気自動車（第1世代ビークル）、現在最も使われている石油を燃料としたガソリン自動車（第2世代ビークル）、そして持続可能な社会の実現に向け Society5.0 が、我が国の目指す未来社会の姿として提唱されており、その実現に向けたアプローチの1つに電気を用いてモーターを駆動、走行する電気自動車（第3世代ビークル）がある。我々の研究室ではこの第3世代電気自動車が抱える課題をワイヤレス電力伝送技術で解決する。ワイヤレス給電技術により「停車中充電」から「走行中給電」へパラダイムシフトを実現し、第3世代ビークルの先にある、第4世代ビークル走行中給電電気自動車の実現を目指す。本報告では、電界結合による移動する車両へのワイヤレス給電（走行中ワイヤレス給電）の実現を目指し、課題の一つである電化道路の高効率化について実機試作に取り組んだ。

(1) 電化道路の損失要因

走行中給電を実現する電化道路の損失要因は大きく分けて2つある。一つは道路からタイヤに垂直方向に電力を伝送する道路とタイヤの間の損失、もう一つは道路内を伝搬する水平方向に電力を伝送する道路内の損失である。

道路とタイヤ間の損失を低減するためにタイヤのインピーダンスと道路の特性インピーダンスを合わせる方法がある。この特性インピーダンスは道路の構造によって決められる。また、道路内の損失を減らすためにも道路の構造を工夫が有効である。

(2) 新電化道路を用いた実機実験

新しく高効率電化道路を敷設した電化道路を用いた電力伝送実験および漏洩電磁界測定、高周波利用設備の申請・許諾を実施した。タイヤ給電方式と並行して電極をもちいた給電方式の研究を実施している。



図 1-1-1 新しく敷設した高効率電化道路と実験用車体を用いた実験の様子

1-2 水中ドローンへのワイヤレス給電技術

日本の漁業従事者は年々減少しており、高齢化が進んでいる。その要因の一つとして人の手に頼らざるを得ない高負荷作業の過多が挙げられる。これを改善するため、養殖網の清掃ロボットなど自動化が進められている。今後は、水質や環境管理、魚の生育チェックなどすべてをロボットで管理できるよう海中に常駐するロボット、いわゆる水中ドローンの開発が期待される。しかし、ドローンはバッテリー駆動のため、充電のために何度も海中から引き上げ、充電して潜航させるという作業を繰り返す必要がある。また、水中で収集したデータも同時に回収する必要も生じる。そこで、給電ステーションを介した海中でのワイヤレス給電と情報通信の技術開発がキーとなる。特に、このようなドローンは軽量であるため、重量の増加や体積の増加が浮力制御や姿勢制御を困難にさせるため、軽量かつ省スペースで実現できる技術が必須となる。そのため、海水中でのワイヤレス電力情報伝送技術の開発を進めている。我々は、海水の導電性を利用したワイヤレス給電の方式（導電結合方式）を提案している。今年度はこの原理を元に送受電器の設計と実証実験を行った。

ワイヤレス給電の効率 η は送受電器間の結合係数 k と周辺環境の影響も含めた送受電器の損失を表す Q 値の積である kQ 積に依存する。 k は1に近いほど、 Q 値は高いほど効率が向上する。しかし、海水のような高い導電性をもつ誘電体では高周波電流が流れてしまい、 k と Q 値に切り分けて議論することは困難である。ただ kQ 積が高いほど効率が向上するという原理は不変であることから、 kQ 積という視点で海水の導電性に注目した等価回路から効率を向上させるためのキーとなるパラメータを明らかにした。そこから kQ 積が最大値を示す設計理論を確立し、送受電器の設計を行った結果、広帯域にわたって送電距離2 cmで94.5%、15 cmで85%以上のRF-RF給電効率を実現した。1 kWの電力を送電距離2 cmで送電しても効率90%以上を維持し、さらに広帯域で高効率を維持できるため高速通信も実現できた。

最後に、開発した送受電器を用いてキャパシタを充電し、その充電電力で駆動したカメラモジュールから動画を同じ送受電器を介してリアルタイムで通信することにも成功した。通信速度は約90Mbpsであった。給電ステーションに着底することを想定して行った小型水中ドローンへの給電・通信実験にも成功した。ドローンに搭載する受電器と電力系回路を合わせた重量は約270 gと非常に軽量である。



図1-2-1 水中ドローンへのワイヤレス給電

(分かりやすいように受電器を搭載させた水中ドローン (左上), 給電ステーション (左下), 海底に設置された給電ステーションに着底して充電 (右))

2. 新しい電池技術の研究開発

電気・電子情報工学系 教授 櫻井 庸司, 准教授 稲田 亮史

2-1 次世代型電池実現に向けた研究開発

リチウムイオン電池が広範な用途で使用されるようになって久しいが、更なる高性能化・高安全化が望まれており、電池材料の改良とともにポスト・リチウムイオン電池の研究開発が盛んに行われている。当研究室では、電極材料の本質的な電気化学特性を明らかにして実際の電極・電池特性向上につなげる研究や、ポスト・リチウムイオン電池として期待されているカルシウムイオン電池の材料開発など、幅広い研究開発を行っている。本項では、本年度得られた成果の内、単一粒子測定技術の高度化ならびにカルシウムイオン電池用新規電極材料開発に関して得られた結果について述べる。

(1) 単一粒子測定技術の高度化

従来、集束イオンビーム加工装置 (FIB) の Pt デポジション機能を利用して電極活物質粒子 1 個を集電体プローブに固着した粒子-集電体一体型微小電極を作製してきたが、真空チャンバー内でのマニピュレーションを要することが作製プロセス上の課題であった。そこで昨年度は、Au ナノインクを固着剤に用い、大気圧下で電極材料粒子を Ti プローブ開口部に容易に固着できるプロセス技術を開発してその有効性を確認したが、依然として時間を要するプロセスであった。そこで今期は、PEEK 板にスパッタ形成した Au パターン上に Au ナノインクを滴下し、チタン酸リチウム (LTO) 粒子を付着・焼結して、電極を作製した。この新規プロセスで作製した LTO 単一粒子微小電極 (図 2-1-1) により測定したサイクリックボルタモグラムを、図 2-1-2 に示す。従来のプロセスで作製した LTO 粒子-集電体一体型微小電極と同様な可逆性の良い電気化学特性が確認されており、今後多種多様な電極材料評価が迅速に行える可能性が示された。

(2) カルシウムイオン電池用新規電極材料開発

カルシウムイオン電池は、リチウムイオン電池を超える高エネルギー密度電池として期待されているが、現時点でこの電池に期待されている所期性能を見通せる電極材料がないのが現状であり、その開発が焦眉の急とされている。そこで今期は、高容量および長寿命が結晶構造的に期待できる MV_3O_8 ($M = Li, Na, K, NH_4$) に着目し、その合成・電気化学特性評価を行った。X 線回折によりほぼ単相とみなせる試料であることが確認された。これらの粉末を正極材料に用い、3 電極セルによってその電極特性を評価した。その結果、図 2-1-3 に示すように、構成元素・結晶構造の違いに起因して充放電容量が異なり、それらの中で LiV_3O_8 が 200mAh/g を超える大きな充放電容量を示すことがわかった。また、充放電過程において電極の *ex-situ* 測定を行ったところ、X 線回折による結晶構造解析および EDX による元素分析結果から、充放電に伴う LiV_3O_8 結晶格子中への Ca^{2+} イオンの挿入も確認できた。

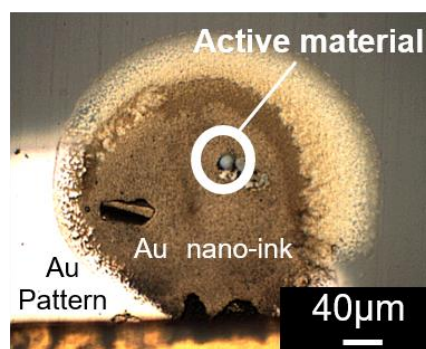


図 2-1-1 LTO 単一粒子電極の SIM 像

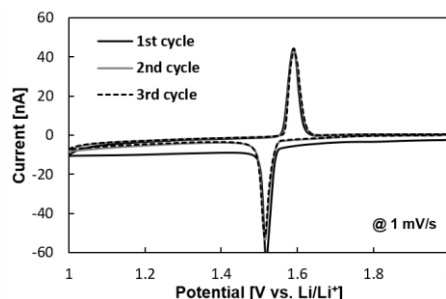


図 2-1-2 LTO 単一粒子電極のサイクリックボルタモグラム

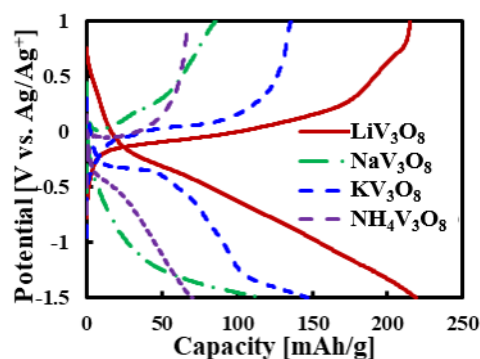


図 2-1-3 MV_3O_8 ($M = Li, Na, K, NH_4$) 正極の充放電特性

2-2 酸化物系全固体電池に関する研究開発

現行のリチウムイオン電池に使用されている可燃性の有機電解液を無機固体電解質で置き換えた全固体リチウムイオン電池は、高エネルギー密度と安全性を両立し得る次世代型二次電池として期待されている。また、リチウム (Li) の代わりに資源的制約の少ないナトリウム (Na) を電荷担体とすることで、全固体電池の低コスト化に繋がる可能性がある。本年度は、全固体電池用酸化物固体電解質の高性能化と、電極・固体電解質間界面形成に関する研究に注力した。主な成果を以下に述べる。

(1) Na イオン伝導性酸化物固体電解質の開発

低コスト化が期待できる全固体ナトリウム電池への応用を念頭に置き、近年新規に報告されたナトリウムイオン伝導性酸化物固体電解質 $\text{Na}_2\text{Zn}_2\text{TeO}_6$ (NZTO) の合成条件と電気伝導特性の関係を精査した。焼成時の Na 揮発を考慮して、出発原料に含まれる Na 源 (Na_2CO_3) の過剰量を調整した上で、焼結温度を $700\text{--}850^\circ\text{C}$ の範囲で変化させた。全ての焼結体で単一相の NZTO が形成されていることを確認し、室温下でのイオン伝導率 (σ) は 750°C で極大 ($=0.4 \times 10^{-3} \text{ S/cm}$) を示すことを見出した (図 2-2-1)。本条件は、先行研究で採用されている焼結温度よりも $100\text{--}150^\circ\text{C}$ 程度低く、電池化の際に必要な電極材料との一括焼結を考えた際に有意な結果である。なお、焼結体の相対密度は $83\text{--}85\%$ 程度と低く、粒界抵抗の寄与が大きい (図 2-2-2)、加圧焼結や通電焼結の適用による高密度成型を試みている。

(2) 一括焼結による電極材料・固体電解質複合体の作製および電気伝導特性評価

ガーネット型リチウムイオン伝導性酸化物固体電解質 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZO) は、室温下で $10^{-4}\text{--}10^{-3} \text{ S/cm}$ の高いイオン伝導率を示し、電気化学的安定性も高いため広く研究されているが、高密度成型には $1100\text{--}1200^\circ\text{C}$ での焼結が必要である。一方、LLZO と類似の結晶構造を持つ $\text{Li}_6\text{SrLa}_2\text{Bi}_2\text{O}_{12}$ (LSLBO) は、伝導率は LLZO より一桁程度低いが、 800°C 程度と LLZO よりも低温で焼結できるため、焼結を介した電極材料との一体化に適していると考えられる。全固体電池の充放電時には、電極層内で電子・イオン双方が移動する必要があるため、代表的なリチウムイオン電池用正極材料の一つである LiCoO_2 (LCO) と LSLBO の混合粉末をペレット成形し、 800°C で一括焼結して LCO-LSLBO 複合体 (体積比 1:1) を作製した。複合体の結晶相同定の結果、微量の反応生成物

($\text{La}_2\text{Li}_5\text{Co}_5\text{O}_4$) が観測されたが、主相は LCO と LSLBO が緻密に焼結した組織を有していた (図 2-2-3)。電子伝導率 (σ_e) は、複合体両端面にイオンブロッキング電極となる Au 膜を形成して対称セルを構成し、直流分極法により評価した。一方、イオン伝導率 (σ_i) は、複合体両端面に電子ブロッキング電極となるポリマー電解質を圧接後、2 枚のステンレス板で挟んだ対称セルを構成し、交流インピーダンス法により評価した。LCO が電子伝導性を持つことに起因して、LCO/LSLBO 複合体は電子・イオン混合伝導体として振る舞い、 σ_e , σ_i 共に室温下で 10^{-5} S/cm オーダーの値を示すことを確認した。

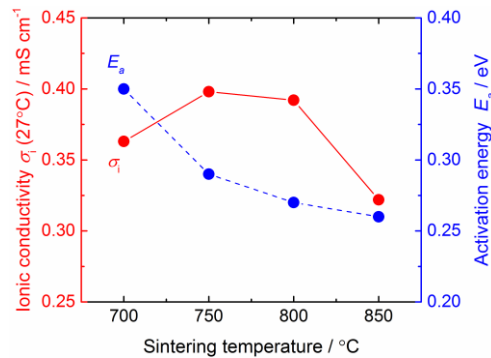


図 2-2-1 NZTO の室温イオン伝導率と活性化エネルギーの焼結温度依存性

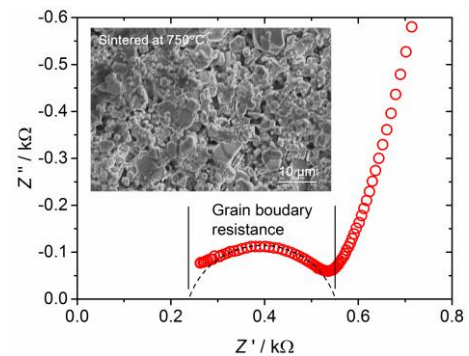


図 2-2-2 NZTO 焼結体の微細組織 (挿入図) とインピーダンス測定結果 (27°C)

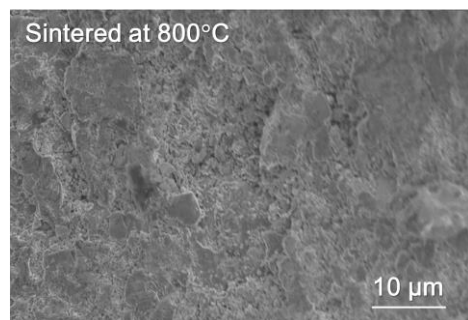


図 2-2-3 LCO-LSLBO 複合体の微細組織

3. 予防安全・自動運転のための環境認識

情報・知能工学系 教授 三浦 純

3-1 移動ロボットのための単眼深度推定

単眼深度推定：移動ロボットの制御や自動車の自動運転のためには、周囲の物体（他車や歩行者など）を確実に認識することが必要である。その際、物体の形や位置を知るためには、3次元情報を取得が必要となる。多くの自動運転研究では3次元レーザ距離センサ（LIDAR）を用いているが、一般に高価で重いものとなる。距離計測できるカメラ（Depthカメラ）は遠距離計測には不向きであり、またステレオカメラではキャリブレーション（カメラ間の位置合わせ）が必要となる。そこで、最近の深層学習技術の発展に伴い、一つのカメラで得たカラー画像から直接距離を推定（深度推定）する手法が注目されている。本稿では単眼深度推定を行った結果を紹介する。詳細については参考文献 [山形 2020] を参照されたい。

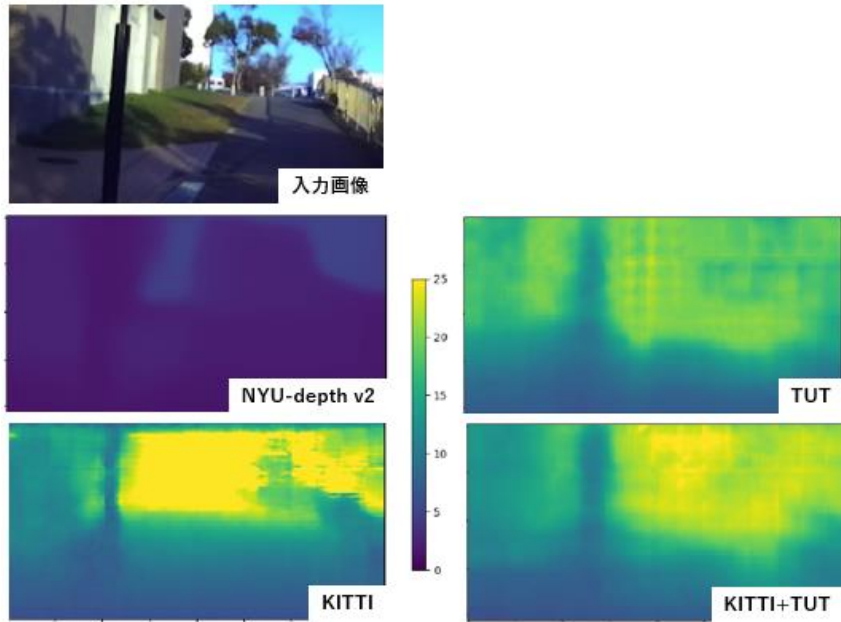
手法とデータセット：深層学習ネットワークはLainaら [Laina 2016] によって提案されたものを再実装して利用した。データセットとして、カラー画像と深度画像が対になったものが必要である。ここでは、公開されているものとして室内環境用のNYU-Depth v2、屋外道路環境用のKITTI、そして独自に構築したもの（TUTデータセット）を利用した。TUTデータセットの構築にあたっては、ステレオカメラを持って大学構内を移動し、カラー画像と距離画像を同時に取得した。前2者のデータセットでは画像対は提供されているが、データ生成に利用したカメラと、実験で用いたカメラとの画角が異なるため、画角を合わせるように画像の切り取りを行った。

実験結果：図3-1-1に異なるデータセットで学習したネットワークを適用したときの比較結果を示す。(a)は左上の入力画像に対する各モデルの深度推定の結果である。また、(b)は正解値が得られているピクセルに対して誤差を計算し、誤差の大きさに対するピクセルの累積分布をプロットしたものである。NYU-Depth v2 データセットで学習したモデルは、屋外環境に対応できていない。KITTI データセットで学習したモデルはおおよそ正しい深度を推定できている。TUTデータセットで学習したモデルは、学習環境と入力画像の環境が類似しているため、さらにより結果が得られている。KITTIとTUTの両方のデータセットを用いて学習したモデルで、もっともよい結果が得られた。これは、KITTIデータセットの多様性とTUTデータセットの環境類似性の相乗効果と考えられる。

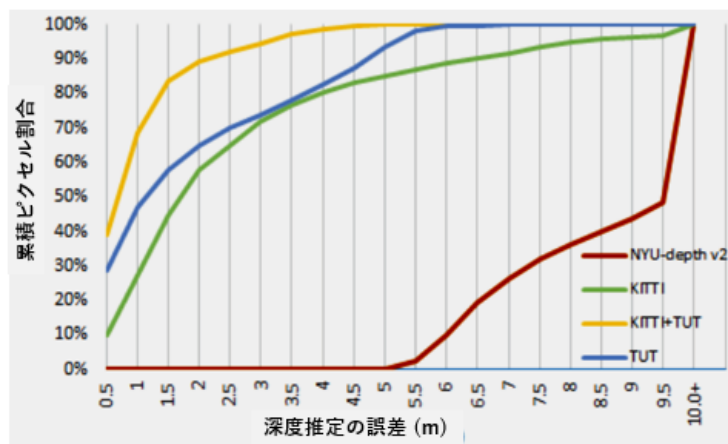
今後の課題：実験結果より、ある程度大きな物体については得られた距離情報を基に回避することが可能と考えられるが、小さな段差や溝などの認識については、精度の評価と必要な改良を行う必要がある。さらに、多様な環境での検証や実ロボットのナビゲーションへの適用が今後の課題である。

[山形 2020] 山形健斗, 三浦 純. ロボットナビゲーションのための深層学習を用いた単眼深度推定, 2020年日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (Robomech2020).

[Laina 2016] I. Laina et al. Deeper Depth Prediction with Fully Convolutional Residual Networks, arXiv:1606.00373, 2016.



(a) 深度推定結果



(b) 深度推定誤差の分布

図 3-1-1: 深度推定の比較実験の結果

4. 安全運転支援のためのドライバ行動の計測・認識に関する研究

機械工学系 助教 秋月 拓磨, 広島工業大学 章 忠, 新潟大学 今村 孝

4-1 はじめに

交通事故の発生状況を要因別にみると、漫然運転や脇見運転などを含む安全運転義務違反による事故が依然多くを占めている。この割合は過去 10 年で見ても横ばいの状態が続いており、事故削減の取り組みが継続して必要なものの一つであるといえる。その解決に向けて、本研究では、装着型のモーションセンサにより、覚醒度低下の兆候や注意力低下を招く運転中の不安全行動を精度よく検知するためのドライバセンシング技術の開発に取り組んでいる。このうち、本稿では手の動きから「ながら運転」のような注意力低下状態を検知する試みを紹介する。

4-2 研究内容

運転中のドライバの注意力状態を計測する方法には、車両の運転操作情報を用いる方法や、脳波などの生体情報を用いる方法が研究されている(図 4-2-1)。運転中に、運転操作以外の作業負担が生じた状態、たとえば、ナビ操作や画面文字の読み上げなど、いわゆる「ながら運転」の状態になると、前方への注意が逸れて車両操作に遅れや乱れが生じる。このような認知的な負担に伴うステアリング操作の乱れから、運転負担の度合いを評価する方法として、ステアリングエントロピー(SE)法¹⁾が知られている。一方で、車両を操作するドライバ自身の挙動を直接測定することでも、運転負担の変化を検知できる可能性がある。そこで本研究では、「ながら運転」のような認知的な負担がドライバの手先挙動に及ぼす影響を調査し、運転負担推定への応用可能性を検証する。

提案手法			
			
方法	運転操作	身体挙動	脳波計測
特徴	操舵角の変化	手先加速度の変化	周波数帯の変化
課題	車両やコースの制限	指標が未確立	ノイズやアーチファクトの混入

図 4-2-1 : 運転中の注意力状態計測手法の比較

(1) 手先挙動に基づく運転負担指標

運転操作において、手は基本的な役割を担っている。運転中の手の動きは、たとえば、装着型のモーションセンサ(加速度・角速度センサ)を用いることで、安定して精度よく検知できる。しかし、取得した加速度信号 $x(n)$ は手先挙動のほか、車両振動や重力加速度の影響を含む。そこで、短時間フーリエ変換による時間周波数解析を行い、得られたパワースペクトル密度値 $X_{psd}(n, k)$ のうち、人の身体挙動に由来する成分のみを抽出する。この PSD 値から次式を用いて挙動変化の指標値を算出する。

$$J_{hands} = \frac{Mean[X_{psd}(n, k)]}{StDev[X_{psd}(n, k)]} \quad (1)$$

ただし、 n, k は離散の時刻と周波数を表し、それぞれ $n_1 \leq n \leq n_2, k_1 \leq k \leq k_2$ の範囲で指標値を算出する。認知的な負担が生じると、修正舵が頻発する。その結果、手先挙動が振動的になることで、指標値 J_{hands} 値は増大すると考えられる。この特性により、運転負担の変化を評価する。

(2) 運転行動計測実験

提案指標の妥当性を検証するために、二重課題法を用いて、運転負担が生じやすい状態を実験的に再現する。主課題にはドライビングシミュレータ(DS)を用いた単調運転作業を、副課題には記憶課題の一種であるNバック課題をそれぞれ用いる。

Nバック課題は実験参加者に自動音声により3秒間隔で一桁の数字をランダムに呈示し、現在呈示

されている数字が N 回前と同じか口頭で回答してもらう。

図 4-2-2(a)は、2 バック課題 ($N=2$) での様子を表し、 N によって課題の難易度（認知的な負荷の大きさ）を調整できる。DS 上には、高速道路を模した片側 3 車線で、1 周約 7.5 km の実験コースを作成し、1 走行 5 分の走行を計 12 回/人行う。認知的な負荷無し ($N=0$) と有り ($N=1,2$) の走行を交互に行う。図 4-2-2(b)に示すように、実験参加者の左右の手首部に小型のモーショセンサを装着して、手先挙動に伴う加速度値をサンプリング周期 5 ms で AD 変換してホスト PC にて記録する。

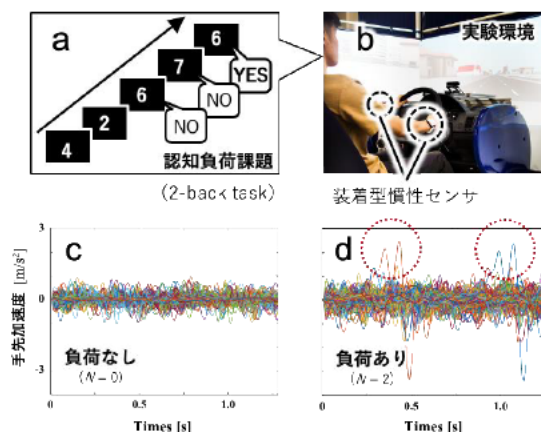


図 4-2-2 : 認知負荷による手先挙動の変化例

(3) 結果と考察

普通自動車免許を有する 20 代の男性 7 名を対象に実験を行った。 N バック課題の有無による手先挙動の変化を図 4-2-2(c)(d)に示す。認知負荷が加わると修正舵に伴う手先の挙動が大きくなり、波形が振動的になっていることがわかる。次に、式(1)により求めた J_{hands} 値、および従来研究で用いられているステアリングエントロピー値 (SE 値) ⁴⁾による評価結果を図 4-2-3 に示す。図の縦軸は各指標値で、横軸は N バック課題の N 値である。

いずれの被験者においても N が増加するにつれて、各指標値が有意に増加する傾向が確認できた (SE : $p < .01$, J_{hands} : $p < .01$)。

また、SE 値と J_{hands} 値の傾向を比較するため、実験参加者 7 名分の結果について相関分析を行った。その結果、SE 値と J_{hands} 値の間に高い正の相関が認められた ($r = .823$, $p < .001$)。このことから、従来指標と同様に提案する手先挙動の指標値により、ドライバの運転負担の変化を検出できる可能性を示した。

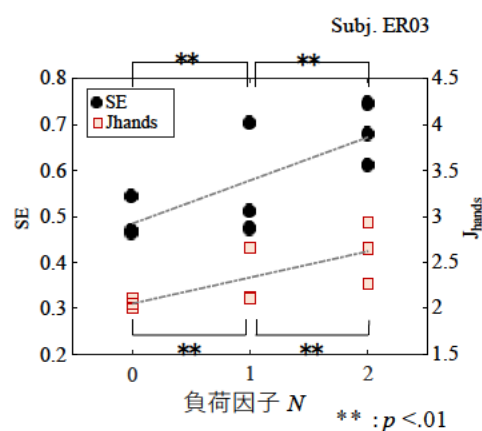


図 4-2-3 : 従来手法 (SE 値) と提案手法 (J_{hands} 値) の比較

4-3 おわりに

本報告では、「ながら運転」のような運転中の注意力低下状態を検知することを目的とし、手の動きに基づく運転負担推定のための指標値を提案した。ドライビングシミュレータを用いた検証実験の結果より、提案指標はドライバの認知的な負荷の増加を反映することを確認し、また、従来研究で用いられている SE 法の結果とも一致する傾向を確認した。

提案指標は、装着型のセンサにより手の動きを検知することで、車載センサやカメラを用いた従来手法と比べて、小型・安価な装備で算出できる。このことから、既存のスマートウォッチ等への実装や、ウェアラブル型のドライバモニタシステムによる安全運転支援サービスへの展開を期待できる。今後は、運転操作以外の手先挙動や車両振動が検知精度に及ぼす影響等、提案指標の実用化に向けた検討をすすめたい。

(参考文献)

- [1] E.R. Boer et al., Behavioral Entropy as an Index of Workload, Proc. of the 44th Annual Meeting of the Human Factors & Ergonomics Society, 44(17), 125/128, 2000.
- [2] R.Tanaka, T.Akiduki, H.Takanashi, Detection of Driver Workload Using Wrist-Worn Wearable Sensors: A Feasibility Study, Proc of IEEE SMC2020, 1723/1730, 2020.

5. 同一帯域全二重マルチホップ無線通信技術に関する研究

電気・電子情報工学系 教授 上原秀幸, 助教 宮路祐一

5-1 はじめに

ワイヤレスデバイスが爆発的に増大し、無線通信資源が逼迫している。クルマもこのようなワイヤレスデバイスのひとつであるだけでなく、その情報ハブとしての役割は一層重要さを増している。車両に搭載された数多くの様々なセンサから得られた情報を周囲の車両や数台はなれた車両と交換する。あるいは、歩行者の有無やその動きをはじめとする周辺環境の情報を収集する。これらは安全・安心なドライブをサポートするために必須であろう。加えて、地図情報やショップのお得情報などは快適なドライブに欠かすことはできない。我々は、このような大量の情報を“うまくさぼく”車両間無線通信技術として、同一帯域全二重マルチホップ無線通信システムを開発している。ここでは、その要素技術である自己干渉除去技術に関する今年度の成果を報告する。

5-2 システム概要

図 5-2-1 に同一帯域全二重マルチホップ通信を実現する送受信機の構成例と動作モードを示す。2 系統の指向性アンテナを用いてパケットの到来方向を前後二方向に識別できる機構を搭載し、二方向での同時送受信を可能にして、時間・空間・周波数の利用効率向上を図っている。

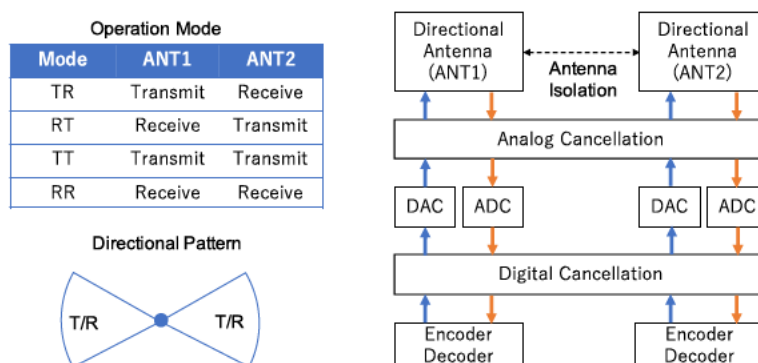


図 5-2-1 同一帯域全二重マルチホップシステムの送受信機構成と動作モード

5-3 自己干渉除去技術

同一帯域内で全二重通信を実現するためには、自己干渉（送信した自分の信号を受信してしまうことによる干渉雑音）を除去する必要がある。自己干渉は送受信機の不完全性（ミキサの I/Q インバランス、局部発振器の位相雑音、増幅器の非線形性）の影響を強く受けるため、これらの不完全性を考慮した信号処理が求められる。今年度の成果として、自己干渉除去の性能向上に関する検討結果、ならびに自己干渉除去の評価システムに関する検討結果を示す。

(1) 自己干渉除去の性能向上に関する検討

半二重通信において、電力増幅器は、理想的に線形化された飽和特性が最も通信性能が良いとされている。一方、我々は、同一帯域全二重通信において、理想的に線形化された場合の性能を上回る非線形特性の存在を明らかにしている¹⁾。これまでに得られている成果は、電力増幅器の非線形特性を任意に設計可能であることを仮定していた。そこで、既存の電力増幅器モデルを使用し、デジタルプリディストーションによって意図的な非線形化を施すことで、自己干渉除去の性能が向上するかについて検討した。図 5-3-1 にシミュレーション結果を示す。電力増幅器のみ (w/o DPD)、線形化 (Linearizer)、提案する非線形化プリディストーション (NL(SICR), NL(SIDNR)) を比較する。電力増幅器への入力電力が小さい場合は、どの手法においても差が見られない。電力増幅器への入力電力が大きくなるに従い、手法ごとの自己干渉除去性の差が顕著となる。特に、線形化は急激に特性が劣化していることが確認できる。このことは、半二重通信で性能を改善する手法が、必ずしも適切ではないことを表している。提案手法はともに、電力増幅器のみの性能を上回っていることがわかる。これより、既存の電力増幅器に対して、デジタルプリディストーションにより適切に非線形化することで、自己干渉除去の性能が向上することを示せた。

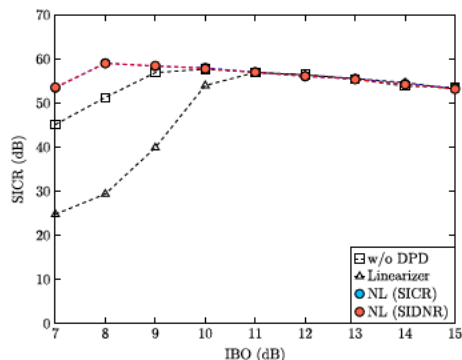


図 5-3-1 電力増幅器への入力電力に対する自己干渉除去量

(2) 自己干渉除去の評価システムに関する検討

昨年度に開発した自己干渉除去の評価システム²⁾は、ソフトウェア無線機をデジタル-アナログ変換器として利用し、磁界結合したコイル間を無線伝搬路として構成した。開発したシステムにより、位相雑音と I/Q インバランスの影響を受けずに測定できる。また開発したシステムは、自己干渉除去量を 50 dB 程度まで測定できた。今年度は、上記と同様にソフトウェア無線機をデジタル-アナログ変換器として利用し、追加として外部に高周波回路を配置することで、同一帯域全二重の通信機を構築した(図 5-3-2)。開発した通信機は、局部発振器を送信と受信のミキサに共有することで、位相雑音の影響を著しく低減している。これにより、昨年度に開発した評価システムの自己干渉除去量と同等の性能を見込める。開発したシステムのアンテナ部をケーブルと可変減衰器に置き換えた簡易的な自己干渉除去量の評価において、自己干渉を 50 dB 程度除去できることを確認した。また、我々が検討している、電力増幅器の非線形性とミキサの I/Q インバランスの影響の差異についても評価できることがわかった。



図 5-3-2 自己干渉除去の評価システムの概観

5-4 おわりに

車両間無線通信に応用可能な同一帯域全二重マルチホップ無線通信システムの要素技術として、デジタル自己干渉除去の研究に関して取り組んだ。本報告では、自己干渉除去の性能向上に関する成果と評価システムに関する成果を示した。自己干渉除去における、シミュレーション・理論解析・実機実験の全ての基盤を構築できた。これらの知見をネットワーク・その他の応用に活かして研究を進めていく。

参考文献

- 1) 小松和暉・宮路祐一・上原秀幸, 「非線形自己干渉キャンセラを用いる帯域内全二重のための送信機 AM-AM 特性の最適化」 電子情報通信学会総合大会, 広島大学, 2020.3.17
- 2) 蛭川泰丞・小松和暉・宮路祐一・上原秀幸, 「ベースバンド無線における帯域内全二重のためのヒルベルト変換を組み合わせた自己干渉除去」 電子情報通信学会総合大会, 広島大学, 2020.3.17

6. 交通弱者の安全・安心のためのシステムに関する研究

情報・知能工学系 准教授 金澤 靖

6-1 はじめに

現在も高齢者等によるブレーキとアクセルの踏み間違いなどによる急発進や暴走による事故が社会問題となっており、令和3年11月から新型車に対して衝突被害軽減ブレーキの取り付けが義務化される¹⁾。搭載されるシステムの基準は、時速30km/hで5km/hで歩く歩行者にぶつからないこととなっている。さらに、この義務化はモデルチェンジ等を行った新型車が対象であり、継続生産車は令和7年12月、また輸入車については新型車が令和6年7月、継続生産車は令和8年7月の義務化となっている。従って、まだ当分の間、歩行者検知に対応していない古いシステムや、そもそも自動ブレーキシステムが搭載されていない車もしばらく走り続けることとなる。従って、暴走事故の被害者となりやすい高齢者や子供、障がい者などの交通弱者が自らの安全を確保するシステムが望まれている。本研究室では、このような交通弱者の安全・安心のためのシステムについて研究開発を続けている。

6-2 車両向き検出の高精度化

本研究室で開発している危険検知システムは、自身の周囲360度を撮影する全方位カメラとその画像を処理するPCから成り、交通弱者自身が装着した全方位カメラの画像を解析することで、自身に向かってくる車などの危険物体の検知を行うシステムとなっている。ここでは、全方位カメラの画像から車両を検出するとともに追跡することで移動経路を計算し、全方位カメラの特性を利用して、その向きや真直ぐ向かってくるかどうかなどの情報から危険度を計算し、危険と判断した場合、交通弱者の携帯端末に知らせる。昨年度、危険度計算の精度向上を目的として、従来車両の位置の検出だけではなく、その向きも利用することを考え、車両向きの識別を試みたが、その向き推定の精度が影響し、返って危険度の推定も悪化してしまった²⁾。そこで今年度は、車両の向き推定の高精度化を目指すこととした。

昨年度のシステムでは、単純なCNN(Convolutional Neural Network)³⁾を用い、学習にはCGによる車両モデルと背景画像を組み合わせた画像を使っており、これが向き推定の精度に影響したと考える。そこで今年度は高精度で車両向き推定が可能なVoNet⁴⁾を利用することとした。このVoNetは比較的低リソースなコンピュータでも動作可能で、CompCars Dataset⁵⁾と呼ばれる実写画像データセットを利用しており、本システムの目的に一致しているだけでなく、高精度化が期待できる。このCompCars Datasetの画像例を図6-2-1に示す。



図 6-2-1 CompCars Dataset の例

見てわかる通り、このCompCars Datasetはカタログの画像など比較的高解像度でかつ照明条件などの良い画像であるのに対し、本システムで対象とする画像は天候や時刻の影響が大きいだけでなく、遠方の車に対しては解像度も悪くなる。そこで本研究では、これらの条件変化に合ったデータ拡張を行うこととした。データ拡張の例を図6-2-2に示す。ここでは、16,016枚の画像に対し、色や明るさの変換、画像のアフィン変換による変形、ダウンサンプリング、色の正規化を用い、これらを同時にランダムに適用し、学習させた。また最適化にはAdam、損失関数には交差エントロピーを用いた。また、今回、車両の向きは図6-2-1の通りの5通りとした。



図 6-2-2 データ拡張の例

6-3 車両向き推定結果

別途撮影した全方位画像から車両を切り出した画像 64 枚を評価用画像として、データ拡張の有無についての精度を評価した結果を表 6-3-1 に示す。表中、「原画像」はそのまま評価用画像を用いたもの、「夕方」は夕方に見えるように色を変換したもの、「夜間」は全体を暗くしたもの、「ブラー」は移動物体のブレを疑似的に模したものであり、数値はそれぞれの精度を表す。

表 6-3-1 車両向き推定精度 (%) の比較

データ拡張	「原画像」	「夕方」	「夜間」	「ブラー」	平均
無	34.68	27.42	24.20	31.45	29.44
有	63.71	62.10	55.65	60.49	60.48

見てわかる通り、データ拡張をすることによって、車両向きの推定精度が大幅に向上したことがわかる。しかし、検出車両の画像内での大きさが極端に小さい場合、正しい向き推定がほとんど行えなかった。本システムでは遠い位置からでも危険度推定を行いたいため、さらに精度を向上させる必要があると考える。

6-4 おわりに

本稿では、交通弱者のための危険検知のシステムにおける車両の向き推定の精度向上を目的として、VoNet と本システムに適したデータ拡張による高精度化を図った。結果より、データ拡張により大幅な精度向上ができたものの、遠方の車両の向き推定においては精度が悪いため、引き続き、その精度を向上させる必要があることがわかった。

参考文献

- [1] https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha08_hh_003618.html
- [2] 井上滯, 全方位画像からの車両の向き推定による危険検知システムの高精度化, 豊橋技術科学大学, 修士論文, 2020.
- [3] Y. LeCun, et al., Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition, Proc. IEEE, 86, pp.2278-2324, 1998.
- [4] R. You, J-W. Kwon, VoNet: vehicle orientation classification using convolutional neural network, Proc. ICCIP'16, pp.195-199, Nov. 2016.
- [5] http://mmlab.ie.cuhk.edu.hk/datasets/comp_cars/index.html

7. 道路交通ビッグデータや自動運転技術を活用した安心・安全な地域社会の構築に関する研究

建築・都市システム学系 准教授 松尾幸二郎, 准教授 杉木 直

7-1 はじめに

近年普及が進む先進運転支援自動車（ADAS 搭載車）では、カメラ等により自車両の周辺状況を検知し、警報や運転介入などの運転支援を行う機能などが搭載されている。周辺状況としては道路標識や白線といった道路附属物の検知が可能なものも見られる。本研究では、こうした自車両の周辺状況の検知情報を含むプローブデータを先進プローブデータと呼ぶ。一方で、道路構造物の維持管理業務においては人材不足や費用面での問題を抱えており、近年ではドライブレコーダー等の映像から道路維持管理業務への活用を試みる事例もみられる。

そこで本研究では、先進プローブデータを用いた道路標識異常検知手法の構築を念頭に置き、当該異常検知手法において必要となる標識位置推定手法の構築と評価を行う。

7-2 道路標識異常検知

(1) 使用データ

本研究では、後付け型の衝突防止警報補助装置であるME570（Mobileye 社）を搭載している豊橋市役所の公用車50台から得られる先進プローブデータを用いた。当該先進プローブデータは、時刻、GPSによる車両位置、進行方向、速度規制標識の検知情報、各種衝突警報の発生情報などを持つ。通信により、常時10秒間隔でデータがクラウドサーバに記録されることに加え、標識検知や衝突警報が生じた際にも記録される。本研究では速度規制標識の検知を対象とし、2020年3月～6月の4カ月分のデータを使用した。本期間の総標識検知回数は約22万回であった。

(2) 想定する異常検知方法

本研究で想定する標識異常検知方法のフローを図7-2-1に示す。まず取得した先進プローブデータは緯度経度に基づくポイントデータであるため、マップマッチングにより各ポイントデータを有向道路リンクに紐づける。次に、標識位置推定を行った上で、標識別通過量と標識別検知数の算出を行い、検知数を通過量で除することで、標識検知率を算出する。そして、時系列の標識別検知率の変化から、「ある時期を境に標識が検知されない」といった異常の把握を行うことを想定する。

(3) 標識位置推定

上述の標識異常検知フローにおいて、標識検知数の算出には適切な標識位置推定を行う必要がある。取得した先進プローブデータの情報と検知したとされる標識を結びつける必要があるためである。そこで本研究では、標識位置推定手法についての検討を行った。標識位置推定には、GPSによる標識検知時の車両位置情報、および標識を検知した際に得られる搭載カメラ（ME570）から当該標識までのx,y,z方向の距離を用いた。ここでは、xは奥行き方向、yは左右方向、zは高さ方向である（図7-2-2）。

推定手法としては、まず、標識検知時の車両位置をマッチングされたリンク上に最短距離で移動させる。その上で、当該リンクの始点から標識検知時の車両位置までの距離に、上述のx,y,z方向距離による合成距離を加算することで、標識位置（リンク始点から標識までの距離）の算出を行った（図7-2-3）。そして、同じ標識を検知したデータについて平均をとることで、標識位置推定を行った。

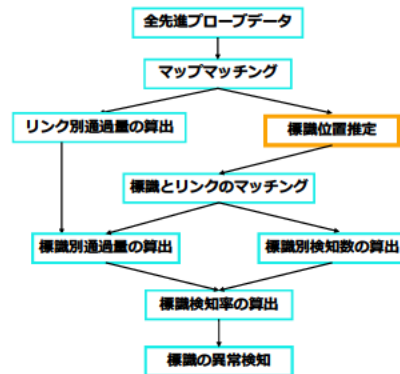


図 7-2-1 標識異常検知フロー

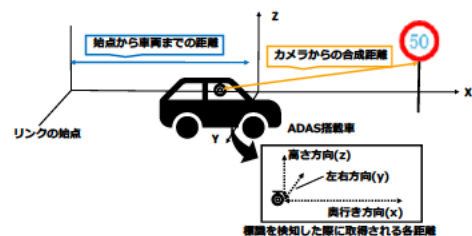


図 7-2-2 標識位置推定イメージ

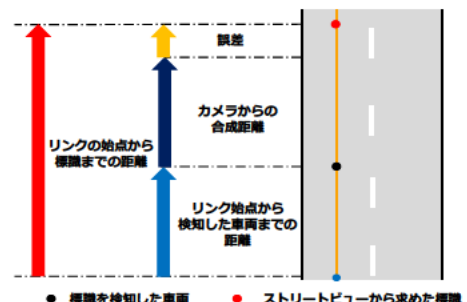


図 7-2-3 推定誤差評価方法

また本研究では、車線数や道路上の標識の設置方法が異なる単路部における標識を10箇所抽出し、標識位置推定の評価を行った。具体的には、リンク始点から実際の標識までの距離と、推定によって求まる距離との誤差(図-7-2-3)を算出し、箇所別のデータについて、この誤差の平均と標準偏差から評価を行った。なお、実際の標識位置は、Googleストリートビューを用いて求めた。今回は以下に示す、カメラからの距離、各地点の標識設置方法、標識を検知した際の車両の走行速度の3項目に着目した。

7-3 結果

(1) カメラ距離算出方法による推定誤差比較

搭載されたカメラから検知されたx,y,z方向距離の整合性が不確かであるため、奥行方向xの情報を含む4パターンでの合成距離による、標識位置推定誤差の比較を行った。10地点平均では、x,yとx,y,z方向の合成距離(x,y:平均誤差-10.8m,標準偏差9.9m,x,y,z:平均誤差-11.1m,標準偏差9.9m)と比べてx,z方向の合成距離とx方向のみの距離の場合では、平均誤差が1m以内と小さかった(表7-3-1最下段)。以降xとx,z方向による距離での分析を進める。

(2) 標識の設置方法による推定誤差比較

標識の設置方法に着目すると、表7-3-1より、片側一車線道路の路側左側に設置されている通常の標識

(地点2,3,4)では、標準偏差が比較的小さいのに対し、片側二車線道路の上部に設置されている標識は標準偏差が大きく、標識の設置方法が標識検知データに影響を及ぼすことが示唆されたわかる。

(3) 車両速度による推定誤差比較

標識検知時の車両速度10km/hで階級分けし、標識位置推定誤差の比較を行った結果を表7-3-2に示す。30km/h台と40km/h台での平均誤差が特に小さく、逆に10km/h台と20km/h台では平均誤差が大きくなっていることがわかる。この結果から速度による影響の可能性があると考えられたため、速度階級別の平均誤差の逆数を重みとした推定を行った(表7-3-3)。特に片側二車線道路の中央上部に標識が設置されている地点5,6では、平均誤差と標準偏差が小さくなり、速度による影響があったと考えられた。一方、地点7では速度による重みつきでの推定を行った場合でも誤差が10m以上あり、地点固有の影響があるのではないかと考えられた。

7-4 まとめ

先進プローブデータを用いて速度規制標識の位置推定を行った結果、推定誤差が一部を除き10m以内に納まった。本研究における標識検知率の算出という目的においては妥当な精度であり、本手法は有用であると考えられた。今後は、交差点部を含め抽出地点を増やした更なる検証や、車種や天候などの影響の調査を行っていく必要があると考えられる。

【謝辞】

本研究は知の拠点あいち重点研究プロジェクト(第Ⅲ期)「先進プローブデータ活用型交通安全管理システムの開発」の一環として行ったものです。

表 7-3-1 地点別の推定誤差

地点	データ数	x		x,z		車線数	標識設置方法
		平均誤差	標準偏差	平均誤差	標準偏差		
1	23	-7.6	6.9	-7.2	6.9	片側二車線	路側右側
2	64	-2.1	4.0	-1.8	4.0	片側一車線	路側左側
3	98	-3.0	5.6	-2.9	5.6	片側一車線	路側左側
4	35	4.9	5.4	5.1	5.3	片側一車線	路側左側
5	20	-5.3	8.5	-4.8	8.6	片側二車線	中央上
6	53	-3.3	9.0	-2.9	9.1	片側二車線	中央上
7	112	11.0	12.4	11.6	12.5	片側二車線	左側上
8	90	3.2	8.8	3.6	8.9	片側二車線	左側上
9	100	-1.8	9.2	-1.3	9.3	片側二車線	左側上
10	29	0.6	22.3	1.2	22.4	片側二車線	左側上
平均	624	-0.4	9.2	0.1	9.3		

表 7-3-2 車両速度による推定誤差

速度(km/h)	データ数	x		x,z	
		平均誤差	標準偏差	平均誤差	標準偏差
10~19	9	10.3	6.3	9.9	6.3
20~29	34	9.2	10.9	8.8	11.0
30~39	59	-0.9	11.6	-1.3	11.7
40~49	220	-0.9	9.3	-1.3	9.4
50~59	209	-2.8	12.4	-3.3	12.5
60~69	84	-2.3	9.0	-2.7	9.1
70~79	8	-3.4	7.0	-3.8	7.1
平均	623	1.3	9.5	0.9	9.6

表 7-3-3 速度別誤差での重付推定

地点	x		x,z	
	重みつき平均誤差	重みつき標準偏差	重みつき平均誤差	重みつき標準偏差
1	-8.0	6.1	-7.3	6.1
2	-1.8	3.6	-1.6	3.6
3	-3.1	4.9	-2.8	5.0
4	5.4	4.8	5.7	4.8
5	-2.7	4.7	-1.9	4.5
6	-1.0	6.7	-0.3	6.5
7	11.7	11.4	12.3	11.5
8	3.0	9.0	3.5	9.1
9	-1.6	7.8	-0.9	7.9
10	-1.1	19.7	-0.2	20.2
平均	0.1	7.9	0.7	7.9

8. 未来型自動車生産拡大が空間経済に与える影響に関する研究

建築・都市システム学系 教授 渋澤 博幸, 大学院生 仲山 隆人

8-1 はじめに

本研究では、日本全国の産業連関表、愛知県の産業連関表と日本全国の市区町村間産業連関を用いて、未来型自動車の普及に伴う技術・産業変化が経済に及ぼすインパクトを分析する手法を探求する。全国市区町村を対象とした地域間産業連関表は、全国産業連関表をベースに、法政大学の市区町村別産業連関表と Gravity-RAS 法を用いて推計される。本稿では、従来型自動車と未来型自動車の生産過程における産業間・地域間リンケージによる波及効果に注目して評価を行う。

8-2 モデル

産業連関分析には、後方連関モデルと前方連関モデルがある。前者は需要から生じる川上産業への波及を、後者は付加価値から生じる川下産業への生産部門への波及効果を計測するために用いられる。全国と愛知県の産業連関表から、次式を用いて後方連関効果と前方連関効果を求める。

$$\text{後方連関効果 } \mathbf{X} = (\mathbf{I} - (\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}})\mathbf{A})^{-1} ((\mathbf{I} - \hat{\mathbf{M}})\mathbf{F} + \mathbf{EX})$$

$$\text{前方連関効果 } \mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{B}^t)^{-1}\mathbf{V}$$

ここで、 \mathbf{X} は生産額列ベクトル、 \mathbf{I} は単位行列、 $\hat{\mathbf{M}}$ は輸入係数の対角化行列、 \mathbf{A} は投入係数行列、 \mathbf{F} は最終需要額列ベクトル、 \mathbf{EX} は移輸出額列ベクトル、 \mathbf{B}^t は産出係数の転置行列、 \mathbf{V} は粗付加価値額列ベクトルである。

また、市区町村間の経済波及効果を計測する場合には、地域間産業連関モデルが用いられる。市区町村の地域間産業連関表から、次式を用いて後方連関効果を求める。

$$\mathbf{X} = [\mathbf{I} - (\mathbf{A} - \hat{\mathbf{M}}\mathbf{A}^*)]^{-1}(\mathbf{F} - \hat{\mathbf{M}}\mathbf{F}^* + \mathbf{EX})$$

添え字の*は、自地域内情報を対角ブロック変数とした対角ブロック行列である。

従来型自動車から未来型自動車に生産技術がシフトした場合の影響を計測する。生産技術変化を投入係数に反映させて、後方連関効果から生産誘発係数を求める。未来型自動車への生産シフトは、産業の成長と縮小をもたらす。ある産業が縮小する影響を評価する方法には、仮想的抽出法がある。モデルから、ある特定の産業を抽出することで、その産業がもつ産業間リンケージの重要性を評価することができる。自動車関連産業の生産技術変化と産業縮小の影響を分析する。

8-3 分析結果

(1) 自動車生産技術の変化が全国と愛知県経済に与える影響

表 8-3-1 に車種別の生産誘発係数（後方連関）を示す。この数値は、需要額 1 単位が何倍の生産額を誘発するかを示す。全国モデルでは、従来型自動車を生産すると日本全国の生産誘発額が 2.864 倍となる。ハイブリッド自動車を生産した場合には、生産誘発額は増加するが、プラグインハイブリッド自動車、電気自動車、水素自動車を生産した場合には、生産誘発額が減少する傾向となる。愛知県モデルでは、未来型自動車の生産によって、生産誘発係数の減少がより著しくなる傾向にある。

表 8-3-1 生産誘発係数

車種	記号	全国モデル	愛知県モデル
		生産誘発係数	生産誘発係数
従来型自動車	CV	2.864	1.899
ハイブリッド自動車	HV	2.868	1.842
プラグインハイブリッド自動車	PHV	2.628	1.747
電気自動車	EV	2.387	1.596
水素自動車	FCV	2.698	1.608

(2)自動車関連部門の縮小が全国と愛知県経済に与える影響

仮想的抽出法を用いて、未来型自動車の普及に伴い従来型の自動車関連産業が縮小する場合の影響を評価する。ここでは、ある産業がすべて抽出された場合について経済的影響を計測する。分析結果を表 8-3-2 に示す。全国モデルでは、「自動車用内燃機関」「自動車部品」部門が抽出された場合を想定する。全国の「自動車用内燃機関」部門が抽出されると、約 5.3 兆円の生産額を失うことになり、川上産業への影響を含めて考慮すると（後方連関）約 9.7 兆円の生産誘発額が、また、川下産業への影響を考慮すると（前方連関）約 8.6 兆円の生産誘発額が減少する。同様に、全国の「自動車部品」部門が抽出されると、約 17.9 兆円の生産額を失うことになり、後方連関による影響として約 30.0 兆円、また前方連関による影響として約 28.5 兆円の生産誘発額が減少する。

愛知県の場合は、「自動車部品・同付属品」部門が抽出されると、約 8.1 兆の生産額を失うことになり、川上産業と川下産業への影響を含めると、それぞれ約 10.4 兆円と約 10.9 兆円となる。

表 8-3-2 産業抽出の影響

		後方連関		前方連関	
		各部門 生産額 (兆円)	生産誘発額 変化 (兆円)	各部門 生産額 (兆円)	生産誘発額 変化 (兆円)
全国モデル	自動車用内燃機関	5.3	9.7	5.3	8.6
	自動車部品	17.9	30.0	17.9	28.5
愛知県モデル	自動車部品・同付属品	8.1	10.4	8.1	10.9

(3)自動車生産技術の変化が空間的経済に与える影響

従来の自動車産業から未来型ビークル産業へのシフトに伴い、生産が増加する地域と減少する地域が生じる。ここでは、全国市区町村間産業連関モデルを用いて、ある自動車メーカーが立地する地域が、未来型自動車（ハイブリッド自動車または電気自動車）のみを生産した場合の推定結果の一例を図 8-3-1 に示す(Arc-GIS ESRI)。図の棒グラフの高さは、従来型自動車と未来型自動車の生産誘発額の変化率を示しており、青色は未来型自動車の生産によりプラスの影響が、赤色はマイナスの影響が生じる可能性を示す。電気自動車の生産のほうが、ハイブリッド自動車の生産にくらべて、マイナスの影響を受ける地域が多い傾向にあることが示されている。

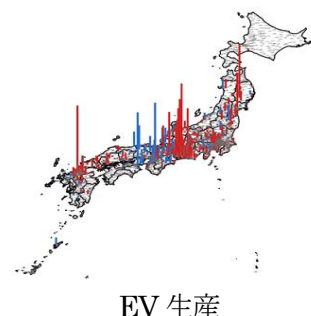
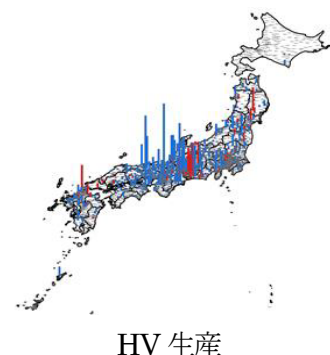


図 8-3-1 空間経済への影響

8-4 おわりに

本稿では、全国、愛知県、及び市区町村の各地域レベルの産業連関表を用いて、未来型自動車の生産拡大が経済に与える影響を分析した。自動車の産業クラスターの産業間・地域リンケージの影響を定量的に評価する手法を提案した。今後の課題としては、国外の経済や環境・エネルギーへの影響を評価することである。

参考文献

- 1) 中部圏社会経済研究所 (2015), 次世代モビリティの普及が中部圏産業に与える影響について
- 2) 渋澤博幸, 仲山隆人 (2021), 環境配慮型自動車生産の経済波及効果の計測：日本と愛知県を対象として, 地域学研究 (印刷中)
- 3) Dietzenbacher E (2000), Spillovers of Innovation Effects, *Journal of Policy Modeling*, 22 (1), 27-42

9. 令和2年度 教員（研究室）活動実績

- 1—1. 教授 大平 孝, 特任教授 塚本 悟司, 助手 阿部 晋士, 特任助手 水谷 豊,
研究員 磯谷 庄一, 研究員 飯田 導平, 研究員 井上芳明, 研究員 小幡 賢三,
研究員 仲 泰正, 研究員 馬場 涼一, 研究員 松野 和夫, 研究員 吉川 茂和

【展示会】

[1] WiPoT(豊橋技術科学大学), CEATEC2020Online, online 開催, Oct. 20-23, 2020.

【学会発表】

- [1] M. Mizutani and T. Ohira, "Design theory of a standing wave mitigator for a moving load along a transmission line," 2020 IEEE Int. Symp. Radio-Freq. Integration Technol., Hiroshima, Sep. 2020, pp. 259-261.
- [2] T. Ohira and S. Abe, "Power standing wave ratio as a local grid magnifier for close observation of impedance trajectories (invited)," 2020 IEEE Int. Symp. Radio-Freq. Integration Technol., Hiroshima, Sep. 2020, pp. 65-67.
- [3] 大平 孝, 「ベルトラミ円盤上に描く集中定数 LCR と伝送線路のイミタンス軌跡」, 電子情報通信学会技術報告, WPT2020-6, vol.IEICE-120, no.7, pp.31-34, April 2020.
- [4] 鈴木 麻子, 塚本 悟司, 大平 孝, 「スミスチャート上に渦巻軌跡を描く周波数掃引インピーダンス整合回路の設計理論」, 信学技報 WPT2020-12, pp.7-10, June 2020.
- [5] 阿部晋士, 大平孝, 「流通角方程式を用いたシングルシリーズダイオード整流回路の入力インピーダンス理論式」, 2020 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, no.B-20-6, p.341, Sept.2020.
- [6] 本多亮也, 阿部晋士, 大平孝, 「入力電力が異なる 2 つの整流回路を並列 DC 合成 するときに見られるカットオフ現象」, 2020 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会」, no.B-20-7, p.342, Sept.2020.
- [7] 碓井優希, 水谷 豊, 小山哲志, 大平 孝, 「E 級トポロジを用いる電子制御 ZVS 可変リアクタ」, 2020 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, no.B-20-4, p.339, Oct.2020.
- [8] M. Mizutani, S. Abe, and T. Ohira, "Maximum power transfer efficiency formulas for inductive and capacitive couplers taking Poincaré length of matching circuits into account," IEEE Wireless Power Transfer Conf., Seoul, Nov.2020, pp.1-4
- [9] 阿部晋士, 「応用からの要請 - 電界結合を選んだ訳 -」, MWE2020, WE4B-1, Nov., 2020.
- [10] 阿部晋士, 「静電気から始める電界結合電力伝送」, MWE2020, FR5B-2, Nov., 2020.
- [11] S. Koyama, M. Mizutani, T. Ohira, "Power Imbalance Compensation of Parallel Combining Twin Class-E Inverters by DC Current Detection Fed Back to Gate-Signal Phase Control," 2020 IEEE International Conference on Power and Energy, Penang, Dec. 2020, pp.91-96.
- [12] 本多亮也, 「走行中電界結合ワイヤレス給電ミニ 4 駆の加速性能を向上する中央給電された右手左手複合系電化道路」, 自動車技術会 2020 年秋季大会学生ポスターセッション, Oct. 2020.
- [13] R. Honda, K. Chiathong, S. Abe, and T. Ohira, "Current Cutoff Behavior Observed When Twin Rectifiers Combine Their DC Output Power in Parallel," 2020 IEEE International Conference on Power and Energy, Penang, Dec. 2020, pp.145-149.
- [14] M. Mizutani, S. Koyama, S. Abe, and T. Ohira, "Geodesic theory of zero-voltage-switching RF power inverters for constant-voltage or -current output operation," IEEE International Conference Power Energy, Penang, Dec. 2020, pp. 85-90.
- [15] 水谷豊, 「双曲幾何に基づく高周波 LC 回路設計」, MWE2020, WE5B-2, Nov., 2020.
- [16] S. Abe, R. Honda, and T. Ohira, "Experimental Verification of Single-Series Diode Rectifier's RF Input Impedance Theory Based on DC Load Resistance," Asian Wireless Power Transfer Workshop 2020, H-1, Dec. 2020.

- [17] R. Baba, S. Abe, and T. Ohira, "Wireless Power Distribution System Keeping Constant Output Voltage Tolerant to Load Impedance Variation for Tri-Axial Orthogonal Robots," Asian Wireless Power Transfer Workshop 2020, J-2, Dec. 2020.
- [18] D. Ito, M. Mizutani, S. Tsukamoto, and T. Ohira, "Quarter-Wavelength Wireless Coupler for Continuous Powering to Electric Vehicles Running on a Long Electrified Roadway," Asian Wireless Power Transfer Workshop 2020, I-4, Dec. 2020.
- [19] S. Abe, R. Gibo, K. Chiathong, and T. Ohira, "Quarter-Wave Line Inserted Series- and Shunt-Diodes Rectifier Tolerant of DC Load Resistance Deviation," 2020 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP2020), 4D2-2, Osaka(Online), Jan. 2021.

【論文】

- [1] 大平 孝, 「スミスチャートの歩き方 : LC 編」, 信学誌, vol.103, no.7, pp.709-712, July 2020.
- [2] Takashi Ohira, "Beltrami-Klein disk model as viewed for use in impedance trajectory projection," IEICE Communications Express, vol.9, no.7, pp.256-261, July 2020.
- [3] 大平 孝, 「スミスチャートの歩き方 : 線路編」, 信学誌, vol.103, no.8, pp.856-859, Aug. 2020.
- [4] Takashi Ohira, "Load impedance perturbation formulas for class-E power amplifiers," IEICE Communications Express, vol.9, no.10, pp.482-488, Oct. 2020.
- [5] Takashi Ohira, "A radio engineer's voyage to double-century-old plane geometry," IEEE Microwave Magazine, vol.21, pp.60-67, Nov. 2020.

【寄稿】

- [1] Takashi Ohira, "Enigma: π -match network," IEEE Microwave Magazine, vol.21, no.4, pp.116-117, April 2020.
- [2] 大平 孝, 「ポアンカレ視点で見るコイルとコンデンサ」, RFワールド, no.50, pp.113-115, April 2020.
- [3] Takashi Ohira, "Enigma: Transmission line," IEEE Microwave Magazine, vol.21, no.5, pp.152-153, May 2020.
- [4] Takashi Ohira, "Enigma: Cascade connection," IEEE Microwave Magazine, vol.21, no.6, pp.128-129, June 2020.
- [5] Takashi Ohira, "Enigma: Multiple stages," IEEE Microwave Magazine, vol.21, no.7, p.78, July 2020.
- [6] Takashi Ohira, "Enigma: Load deviation viewed through reactors," IEEE Microwave Magazine, vol.21, no.8, pp.106-107, Aug. 2020.
- [7] 大平 孝, "电场耦合无线电能传输 : 期待今后像磁耦合一样普及," 译 : 邹 雨含, 科学出版社 电动汽车, no.10, pp.84-93, Aug. 2020
- [8] Takashi Ohira, "Enigma: Load deviation viewed through resistors," IEEE Microwave Magazine, vol.21, no.9, pp.87-88, Sept. 2020
- [9] Takashi Ohira, "Enigma: Power Standing-Wave Ratio," IEEE Microwave Magazine, vol.21, no.10, pp.92-93, Oct. 2020.
- [10] Takashi Ohira, "Enigma: Impedance plane," IEEE Microwave Magazine, vol.21, no.11, pp.78-80, Nov. 2020.

【新聞掲載等】

- [1] 東日新聞, 「弱いロボット」活用など 6 事業 大学研究活動費補助金に採択 豊橋市, 2020.9.10, 3 面
- [2] 東愛知新聞, 3 大学の 6 件を助成 研究活動費交付金事業決まる 豊橋市, 2020.9.12, 2 面
- [3] 読売新聞, 「ロボ「モーレッツ社員」化 床から給電 24 時間稼働」, 2021.1.1, 9 面

- [4] 日刊建設工業新聞, 大成建設、大日本印刷ら3者／ワイヤレス給電床を開発／従来の半分の床厚でコスト削減, 2021.1.5
- [5] 日刊工業新聞, ワイヤレス給電床開発 大成建など 薄型、施工性向上, 2021.1.6, 14面
- [6] 建設工業新聞, ワイヤレス給電床／2025年度に商用化／従来より床厚半減／大成建設ら, 2021.1.6, 3面
- [7] 電気新聞, 大成建設などが無線給電床を開発／薄型樹脂パネルで効率化, 11面 2021.1.7
- [8] 北海道建設新聞, 大成建設など 床厚半減し工期短縮ワイヤレスで給電する内装床, 2021.1.20, 3面

【受賞・表彰】

- [1] 大平 孝, 電子情報通信学会 教育優秀賞, 一般社団法人 電子情報通信学会, 2020.6.4
- [2] 塚本悟司, 功労賞, IEICE, 2020.6.18
- [3] 大平 孝, [ComEX Top Downloaded Letter Award] IEICE 2020-08-19
- [4] 大平 孝, Life Fellow, IEEE, 2021.1.1

【外部資金獲得】

- [1] 小山哲志, [豊秋奨学会] 2020年度海外渡航旅費助成研究者, 2020-10-15
- [2] 本多亮也, [豊秋奨学会] 2020年度海外渡航旅費助成研究者, 2020-10-15
- [3] 小山哲志, [国際会議論文発表者助成] 公益財団法人 NEC C&C 財団, 2020-10-2

1—2 准教授 田村 昌也

【展示会】

- [1] 「マイクロウェーブ展 (MWE) 2020 大学展示」, オンライン, 「遮蔽空間におけるワイヤレス電力情報伝送」, 電磁波工学研究室 (田村研究室), Nov. 2020.

【論文】

- [1] Daiki Fujii, Masaya Tamura, “Design Method for Differential Rectifier Circuit Capable of Rapidly Charging Storage Capacitor,” IEICE Trans. Electronics, vol. E104-C, no. 7, pp.1-8, Jul. 2021. (Advance Publication)
- [2] Masaya Tamura, Kousuke Murai, Marimo Matsumoto, “Design of Conductive Coupler for Underwater Wireless Power and Data Transfer,” IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, vol. 69, no. 1, pp.1161-1175, Jan. 2021.
- [3] Hiroaki Matsukami, Kousuke Murai, Masaya Tamura, “Design of a misalignment-resistant capacitive coupler for wireless power transfer under fresh water,” IEICE Communications Express, vol. *, no. **, pp.1-8, Dec. 2020. (Advance Publication)
- [4] Yasumasa Naka, Masaya Tamura, “Representation of an equivalent circuit for capacitive wireless power transfer using a distributed-constant circuit,” IEICE Communications Express, vol. 9, no. 10, pp.457-463, Oct. 2020.

【国際会議】

- [1] Yasumasa Naka, Masaya Tamura, “Distributed Equivalent-Circuit Representation of Capacitive Coupler,” 2020 Asian Wireless Power Transfer Workshop, Taipei, Dec. 2020. (Online/On-site Conference Due to COVID-19)

- [2] Masaya Tamura, Kousuke Murai, Yasumasa Naka, “(Invited) Design Theory of a Parallel-Plate Coupler for Underwater Wireless Power Transfer,” in Proc. 2020 IEEE MTT-S Int. Symp. on Radio-Frequency Integration Technology, Hiroshima, Japan, Sept. 2020, pp.256-258. (Online/On-site Conference Due to COVID-19).
- [3] Masaya Tamura, Kousuke Murai, Marimo Matsumoto, “Conductive Coupler for Wireless Power Transfer Under Seawater,” in Proc. 2020 IEEE MTT-S Int. Microwave Symposium, Los Angeles, CA, Aug. 2020, pp.1176-1179. (Virtual Conference Due to COVID-19).

【新聞掲載等】

- [1] 財経新聞, 「海中ドローンの高効率ワイヤレス給電技術を開発 豊橋技科大」, 2021年01月17日.
- [2] 中日新聞, 「海中でワイヤレス送電 豊橋技科大研究チームが開発、無人探査効率化に期待」, 2021年01月14日.
- [3] Transferring Power through Ocean, ELE Times, “The Alternate to Electric Cable”, 2021年01月14日.

2. 教授 櫻井庸司, 准教授 稲田亮史

【講演・講座・シンポジウム】

- [1] 稲田亮史, 「エネルギー問題の現状と今後の展望」, 愛知県立知立東高等学校模擬授業, 愛知県立知立東高等学校, 2020.12.4.
- [2] 稲田亮史, 「二次電池用セラミックス材料の薄膜・厚膜化技術へのAD法の適用検討」, 日本表面真空学会 スパッタリングおよびプラズマプロセス技術部会 第166回定例研究会, オンライン, 2021.3.26.

【学会発表】

- [1] 竹田惇人・山崎佑輔・稲田亮史・櫻井庸司・Sourav Bag, Venkataraman Thangadurai, 「リチウム dendroライトの伝播で劣化したガーネット型固体電解質の再利用に関する基礎検討」, 日本セラミックス協会第33回秋季シンポジウム, 1TJ07, オンライン開催, 2020.9.2.
- [2] 東大貴・稲田亮史・櫻井庸司・Michael Wang・Jeff Sakamoto, 「エアロゾルデポジション法によるリン化錫膜電極の作製と特性評価」, 日本セラミックス協会第33回秋季シンポジウム, 1TJ08, オンライン開催, 2020.9.2.
- [3] 板谷明浩・山本一輝・稲田亮史・櫻井庸司, 「層状構造ナトリウムイオン伝導性固体電解質 $\text{Na}_2\text{Zn}_2\text{TeO}_6$ の合成及び特性評価」, 日本セラミックス協会第33回秋季シンポジウム, 1TJ09, オンライン開催, 2020.9.2.
- [4] 久保田晃平・笹川大輔・磯辺竜誠・稲田亮史・櫻井庸司, 「リチウムイオン電池用ニオブ系複酸化物負極材料の電気化学特性評価」, 日本セラミックス協会第33回秋季シンポジウム, 1TJ13, オンライン開催, 2020.9.2.
- [5] Ryoji Inada, Akihiro Itaya, Yoji Sakurai, “Effect of excess Na contents in precursor on the property of $\text{Na}_2\text{Zn}_2\text{TeO}_6$ ceramic solid electrolyte”, Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRiME 2020), A05-0927, オンライン開催, 2020.10.5.
- [6] 原絢哉・稲田亮史・櫻井庸司・高橋祐貴・西弘貴・中桐康司・八尾剛史, 「グラファイト負極上の金属リチウム析出形態における電流・温度依存性(2)」, 第61回電池討論会, オンライン開催, 2C05, 2020.11.19.
- [7] 村田芳明・梅本龍志郎・濱崎将・渡邊孟・岸良太朗・稲田亮史・櫻井庸司, 「 $\text{Ca}[\text{B}(\text{hfp})_4]_2$ 系電解液中におけるバナジウム酸化物正極の電気化学特性評価」, 第61回電池討論会, オンライン開催, 2D11, 2020.11.19.

- [8] 竹田惇人・山崎佑輔・稲田亮史・櫻井庸司・Sourav Bag・Venkataraman Thangadurai, 「リチウム dendraitにより劣化したガーネット型固体電解質の再使用に関する基礎的検討」, 第 61 回電池討論会, オンライン開催, 3E07, 2020.11.20.
- [9] 東大貴・稲田亮史・櫻井庸司・Michael Wang・Jeff Sakamoto, 「エアロゾルデポジション法による Sn_4P_3 膜の作製と全固体電池用負極への適用検討」, 第 61 回電池討論会, オンライン開催, 3E13, 2020.11.20.
- [10] 坂東尚樹・稲田亮史・櫻井庸司, 「改良型単一粒子測定法を用いた電極活物質粒子の電気化学特性評価」, 2020 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会, C03, 講演要旨集発行のみ, 2020.11.28.
- [11] 久保田晃平・笹川大輔・磯辺竜誠・稲田亮史・櫻井庸司, 「リチウムイオン電池用モリブデン-ニオブ複酸化物負極材料の劣化解析」, 2020 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会, C04, 講演要旨集発行のみ, 2020.11.28.
- [12] 渡邊孟・村田芳明・濱崎将・梅本龍志郎・岸良太朗・稲田亮史・櫻井庸司, 「カルシウムイオン電池用 V_3O_7 正極の電気化学特性評価」, 2020 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会, C07, 講演要旨集発行のみ, 2020.11.28.
- [13] 濱崎将・村田芳明・梅本龍志郎・渡邊孟・岸良太朗・稲田亮史・櫻井庸司, 「カルシウムイオン電池用 $\text{CaV}_6\text{O}_{16} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 正極の電気化学特性評価」, 2020 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会, C08, 講演要旨集発行のみ, 2020.11.28.
- [14] 梅本龍志郎・村田芳明・濱崎将・渡邊孟・岸良太朗・稲田亮史・櫻井庸司, 「カルシウムイオン電池用 MV_3O_8 ($\text{M} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}, \text{NH}_4$) 正極の比較検討」, 2020 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会, C09, 講演要旨集発行のみ, 2020.11.28.

【論文】

- [1] Hiromasa Hosokawa, Atsuto Takeda, Ryoji Inada, Yoji Sakurai, "Tolerance for Li dendrite penetration in Ta-doped $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ solid electrolytes sintered with $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_7\text{B}_2\text{O}_7$ additive", *Materials Letters* 279, 128481, 2020.
- [2] Ryoji Inada, Atsuto Takeda, Yusuke Yamazaki, Shotaro Miyake, Yoji Sakurai, Venkataraman Thangadurai, "Effect of postannealing on the properties of a Ta-doped $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ solid electrolyte degraded by Li dendrite penetration", *ACS Applied Energy Materials* 3, 12517-12524, 2020.
- [3] Akihiro Itaya, Kazuki Yamamoto, Ryoji Inada, Yoji Sakurai, "Effect of excess Na contents in precursor on the property of $\text{Na}_2\text{Zn}_2\text{TeO}_6$ ceramic solid electrolyte", *Materials Letters* 284, 128941, 2021.
- [4] Yoshiaki Murata, Ryoji Inada, Yoji Sakurai, "Electrolyte dependency on Ca^{2+} insertion and extraction properties of V_2O_5 ", *Journal of The Electrochemical Society* 168, 020528, 2021.

【新聞掲載等】

- [1] 日本経済新聞 朝刊 13 面, 「第 4 の革命 カーボンゼロ 進化する蓄電池 担うのは」, 2021.3.4.

3. 教授 三浦 純

【論文】

- [1] C.K. Dewa and J. Miura, "A Framework for DRL Navigation with State Transition Checking and Velocity Increment Scheduling", *IEEE Access*, pp. 191826-191838, 2020.
- [2] Y. Liu and J. Miura, "RDS-SLAM: Real-time Dynamic SLAM using Semantic Segmentation Methods", *IEEE Access*, 2021.
- [3] S. Oishi, Y. Kawamata, M. Yokozuka, K. Koide, A. Banno, and J. Miura, "C*: Cross-Modal Simultaneous Tracking and Rendering for 6-DoF Monocular Camera Localization beyond Modalities", *IEEE Robotics and Automation Letters*, Vol. 5, No. 4, pp. 5229-5236, 2020.

- [4] K. Koide, J. Miura, M. Yokozuka, S. Oishi, and A. Banno, "Interactive 3D Graph SLAM for Map Correction", IEEE Robotics and Automation Letters, Vol. 6, No. 1, pp. 40-47, 2021.

【学会発表】

- [1] K. Koide and J. Miura, "Collision Risk Assessment via Awareness Estimation Toward Robotic Attendant", Proc. 2020 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS 2020), Online, Oct. 2020.
- [2] C.K. Dewa and J. Miura, "Training a Robot to Attend a Person at Specific Locations using Soft Actor-Critic under Simulated Environment", Proc. 2021 IEEE/SICE Int. Symp. on System Integration (SII 2021), Online, Jan. 2021.
- [3] Y. Liu and J. Miura, "KMOP-vSLAM: Dynamic Visual SLAM for RGB-D Cameras using K-means and OpenPose", Proc. 2021 IEEE/SICE Int. Symp. on System Integration (SII 2021), online, Jan. 2021.
- [4] 山形健斗・三浦 純, 「ロボットナビゲーションのための深層学習を用いた単眼深度推定」, 2020年ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2020年5月.
- [5] 辰口尚・三浦 純, 「アクセシビリティマップ生成のための3次元点群地図上における通行可能な領域の推定」, 2020年ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2020年5月.
- [6] 井内正誠・三浦 純, 「移動ロボットによる建造物の3次元形状計測のための視点計画」, 2020年ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2020年5月.
- [7] 藤本宥紀・三浦 純, 「移動ロボットのためのステレオシーンフロー推定を用いた移動物体検出」, 2020年ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2020年5月.
- [8] 眞野千輝・三浦 純, 「人のロボットに対するアウェアネスを考慮したロボットの行動計画」, 2020年ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2020年5月.

4. 助教 秋月拓磨

【講演・講座・シンポジウム】

- [1] 秋月拓磨, 「手首装着型センサからわかるドライバの状態や危険行動」, JST 新技術説明会, オンライン開催, 2020.6.4
- [2] 秋月拓磨, 「手の動きからわかるドライバの状態や危険行動」, 豊橋技術科学大学産学連携フォーラム, オンライン開催, 2021.3.1-3.5

【学会発表】

- [1] R.Tanaka, T. Akiduki, H. Takahashi, "Detection of Driver Workload Using Wrist-Worn Wearable Sensors: A Feasibility Study," Proc. of the 2020 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, on Virtual Conf., pp.1723--1730, 2020.10.11-14.
- [2] Y. Yasumoto, T. Akiduki, T. Mashimo, R.Tasaki, R.Ohmura, A.Honna, M.Kitazaki, "Assessment of Muscle Fatigue Based on the Reaction Force of Muscles for a Basis of Developing a Massage Robot," Proc. of the 2020 IEEE Int. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics, on Virtual Conf., pp.4244-4249, 2020.10.11-14.
- [3] 秋月拓磨・Battumur Regzen・真下智昭・章忠, 「小型圧電素子を用いた接触面の硬さ検知センサの検討」, 第63回自動制御連合講演会(オンライン), Paper ID: 2D2-4, pp.845-847, 2020.11-21-22.
- [4] 坂東駿・秋月拓磨・章忠・高橋弘毅・荒川俊也, 「行動特徴に基づくドライバの覚醒度低下の検知に関する基礎検討」, 第36回ファジィシステムシンポジウム2020(オンライン), Paper ID: MB2-2, pp.73-76, 2020.9.7-9.
- [5] 芝田龍正・三上剛・秋月拓磨・高橋弘毅, 「個人認証を念頭に置いた表面筋電位を用いたSVMによるジェスチャ判別」, 第36回ファジィシステムシンポジウム2020(オンライン), Paper ID:MB2-2, pp.77-82, 2020.9.7-9.

【論文】

- [1] 芝田龍正・三上剛・秋月拓磨・大前佑斗・高橋弘毅, 「個人認証を念頭に置いた表面筋電位を用いたジェスチャ識別」 知能と情報, Vol.33, No.1, pp.549-554, 2021.
- [2] 高橋弘毅・大前佑斗・酒井一樹・秋月拓磨・塩野谷明, 「単一慣性センサを用いた競泳指導サポートシステム」 情報処理, Vol.61, No.11, 2020. (「スポーツテック：招待論文」)
- [3] Daniel Kreuter, Hirotaka Takahashi, Yuto Omae, Takuma Akiduki, Zhang Zhong, "Classification of Human Gait Acceleration Data using Convolutional Neural Networks," International Journal of Innovative Computing, Information and Control, vol.16, no.2, pp.609-619, 2020.

【新聞掲載等】

- [1] 東愛知新聞 (新聞報道), 「わかしゃち奨励賞受賞者が決まる」, 6面, 2020.12.31
- [2] 日刊自動車新聞 (新聞報道), 「〈研究室 探訪〉豊橋技術科学大学機械工学系計測システム研究室 秋月拓磨助教」, 14面, 2020.8.3.
- [3] 日経産業新聞 (新聞報道), 「不注意運転、手の動きで検出」 6面, 2020.6.25

【受賞・表彰】

- [1] 秋月拓磨, 第15回わかしゃち奨励賞・優秀賞「安全運転支援のためのウェアラブルセンサシステムの開発」, 愛知県若手研究者イノベーション創出奨励事業, 2021.1.26

5. 教授 上原 秀幸, 助教 宮路 祐一

【学会発表】

- [1] 中田大誠・篠田陵汰・宮路祐一・上原秀幸, 「RF 回路の不完全性を利用した端末識別」, CS 研究会, オンライン, 2020.7.17
- [2] 田齊広太郎・小松和暉・宮路祐一・上原秀幸, 「RadCom における RF 不完全性を考慮した距離と速さの検知」, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, オンライン, 2020.9.15
- [3] 田中空斗・岩館武寛・宮路祐一・上原秀幸, 「大学構内における Wi-Fi の受信信号強度を用いた位置推定の検討」, 電子情報通信学会総合大会, オンライン, 2021.3.9
- [4] 佐藤栄作・小松和暉・宮路祐一・上原秀幸, 「帯域内全二重無線のための非線形補償受信機を用いたビット誤り率の改善」, 電子情報通信学会総合大会, オンライン, 2021.3.9
- [5] 岡野公太・小松和暉・宮路祐一・上原秀幸, 「コンパANDING法を用いた帯域内全二重におけるビット誤り率の理論解析」, 電子情報通信学会総合大会, オンライン, 2021.3.9
- [6] 池田知隆・宮路祐一・上原秀幸, 「マルチセル環境下での CRDSA に適した電力制御に関する検討」, 電子情報通信学会総合大会, オンライン, 2021.3.9
- [7] 田島理大・宮路祐一・上原秀幸, 「指向性全二重通信における再送制御に注目したスループットの改善」, 電子情報通信学会総合大会, オンライン, 2021.3.11

【論文】

- [1] Kazuki Komatsu, Yuichi Miyaji, and Hideyuki Uehara, "Iterative Nonlinear Self-Interference Cancellation for In-Band Full-Duplex Wireless Communications Under Mixer Imbalance and Amplifier Nonlinearity," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol.19, issue 7, pp.4424-4438, 2020.
- [2] Tomoaki Hiraoka, Yuichi Miyaji, and Hideyuki Uehara, "Device Identification Based on Distortion of Power Amplifiers Excited by Swept Sine," IEICE Communications Express, vol. 9, issue 7, pp. 306-311, 2020.
- [3] Takahisa Fukui, Kazuki Komatsu, Yuichi Miyaji, and Hideyuki Uehara, "Analog Self-Interference Cancellation Using Auxiliary Transmitter Considering IQ Imbalance and Amplifier Nonlinearity," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol.19, issue 11, pp.7439-7452, 2020.

- [4] Kazuki Komatsu, Yuichi Miyaji, and Hideyuki Uehara, "Weighted Least Squares with Orthonormal Polynomials and Numerical Integration for Estimation of Memoryless Nonlinearity," IEEE Wireless Communications Letters., vol.9, issue 12, pp.2197-2201, 2020.
- [5] 佐藤之斗・宮路祐一・上原秀幸, 「逐次干渉除去を用いた ALOHA におけるネットワーク外干渉の対策,」 電子情報通信学会和文論文誌 B, Vol.J104-B, No.3, pp. 290-297, 2021.
- [6] 富田北斗・宮路祐一・上原秀幸, 「仮想全二重におけるアウテージ確率の理論解析,」 電子情報通信学会和文論文誌 B, Vol.J104-B, No.3, pp. 210-221, 2021.

【新聞掲載等】

- [1] NHK 「おはよう東海」, 「同じ周波数で同時送受信の技術開発」, 2020.6.22

【受賞・表彰】

- [1] 小松和暉, IEEE Nagoya Section Young Researcher Award, IEEE Nagoya Section, 2020.12.5

7. 准教授 杉木 直, 准教授 松尾幸二郎

【講演・講座・シンポジウム】

- [1] 松尾幸二郎, 「小中学生の交通安全について」, 豊橋小中学校安全主任者会, オンライン, 2020.5.8
- [2] 松尾幸二郎, 「IEEE IV 参加報告 (インフラ協調関連)」, ITSS 名古屋チャプタ 2020 年度第 2 回講演会, オンライン, 2020.12.25
- [3] 杉木直, 「北海道における次世代モビリティのあり方①～自動運転時代を見据えた生産空間での次世代モビリティの方向性～: 道の駅を活用した広域自動運転公共交通サービス導入・運営評価」, 第 2 回 JSTE シンポジウム, オンライン, 2020.12.3

【学会発表】

- [1] 阪田知彦・鈴木温・杉木直・正木俊行・田寛之, 「世帯を単位とした将来推計における初期世帯マイクロデータ生成の高速化」, 第 61 回土木計画学研究発表会, オンライン, 2020.6.13-14
- [2] 小澤 一将・杉木直・松尾幸二郎, 「大規模地震災害発生時の帰宅困難者発生量予測のための時間別滞在推定手法の構築」, 令和 2 年度土木学会全国大会, オンライン, 2020.9.9-11
- [3] Munkhbat Batzaya, Nao Sugiki, Shogo Nagao, Kojiro Matsuo, "Evaluation of Residential Guided Area Setting Using Urban Household Micro-Simulation Model", 令和 2 年度土木学会全国大会, オンライン, 2020.9.9-11
- [4] 信夫 柁人・杉木直・松尾幸二郎, 「将来世帯構成・交通行動の相互依存性を考慮した生産空間における自動運転型地域公共交通システム導入の評価」, 第 62 回土木計画学研究発表会, オンライン, 2020.11.13-15
- [5] 大勝友貴・杉木直・松田真宜・松尾幸二郎, 「配車計画モデルを用いた自動運転型デマンド公共交通システムの検討と評価」, 第 62 回土木計画学研究発表会, オンライン, 2020.11.13-15
- [6] 長尾将吾・杉木直・倉内文孝・松尾幸二郎, 「マルチレイヤネットワークを用いた社会ダイナミクスモデルのシミュレーション」, 第 62 回土木計画学研究発表会, オンライン, 2020.11.13-15
- [7] 松尾幸二郎・宮崎耕輔・杉木直, 「経験ベイズ縮約推定による地点別事故危険性の評価 ～交差点における小学生事故を対象として～」, 第 62 回土木計画学研究発表会, オンライン, 2020.11.13-15
- [8] 山崎大嗣・杉木直・宮本和明・松尾幸二郎, 「仙台都市圏を対象としたマイクロシミュレーション型都市モデルによる将来人口分布予測及び交通政策の評価」, 第 62 回土木計画学研究発表会, オンライン, 2020.11.13-15

- [9] 山本若菜・杉木直・松尾幸二郎, 「自家用車への同乗可能性を考慮した津波避難シミュレーションによる地域内共助の検討」, 第 62 回土木計画学研究発表会, オンライン, 2020.11.13-15
- [10] Munkhbat Batzaya・杉木直・長尾将吾・松尾幸二郎, 「オープンデータを用いたマイクロシミュレーション型都市モデルによる都市政策の評価」, 第 62 回土木計画学研究発表会, オンライン, 2020.11.13-15
- [11] 杉木直・大勝友貴・松尾幸二郎, 「ドライバー人件費を考慮した S C G E モデルによる完全自動運転実現時の経済効果の計測」, 第 18 回 ITS シンポジウム 2020, オンライン, 2020.12.10-11
- [12] 西堀泰英・楊甲・松尾幸二郎・樋口恵一・三村泰広・安藤良輔, 「警報型後付け安全運転支援装置は高齢運転者にも効果はあるか? ~使用期間、道路環境、運転態度を考慮して~」, 第 18 回 ITS シンポジウム 2020, オンライン, 2020.12.10-11
- [13] 河岸岳人・杉木直・江崎修央・松尾幸二郎, 「顔認証用 IoT デバイスによる移動経路分析の観光周遊行動への適用」, 令和 2 年度土木学会中部支部研究発表会, オンライン, 2021.3.1-5 (発表予定)
- [14] 川島直樹・鈴木温・松尾幸二郎・松尾幸二郎, 「新たなモビリティサービスによるライフスタイル変化に関する研究」, 令和 2 年度土木学会中部支部研究発表会, オンライン, 2021.3.1-5 (発表予定)
- [15] 須藤大二郎・松尾幸二郎・違真樹・松尾幸二郎, 「先進プローブデータを活用した道路標識異常検知のための標識位置推定に関する研究」, 令和 2 年度土木学会中部支部研究発表会, オンライン, 2021.3.1-5 (発表予定)
- [16] 中山拓海・杉木直・松尾幸二郎・馬淵 豪・伊藤 明生, 「企業シャトルバスを活用した新たなモビリティサービス導入に関する実証実験」, 令和 2 年度土木学会中部支部研究発表会, オンライン, 2021.3.1-5 (発表予定)
- [17] 西島佑輝也・杉木直・松尾幸二郎, 「居住誘導政策評価のためのマイクロシミュレーション型都市モデルの改良と適用」, 令和 2 年度土木学会中部支部研究発表会, オンライン, 2021.3.1-5 (発表予定)
- [18] 橋本竜真・松尾幸二郎・松尾幸二郎, 「自動車プローブデータを用いた生活道路における速度取締り効果分析」, 令和 2 年度土木学会中部支部研究発表会, オンライン, 2021.3.1-5 (発表予定)

【論文】

- [1] 西堀泰英・楊甲・松尾幸二郎・樋口恵一・三村泰広・安藤良輔, 「警報型後付け安全装置による高齢運転者の運転行動変化」, 自動車技術会論文集, 51(3), 543-548, 2020.5
- [2] Kojiro Matsuo, Mitsuru Sugihara, Motohiro Yamazaki, Yasuhiro Mimura, Jia Yang, Komei Kanno, Nao Sugiki, “Hierarchical Bayesian modeling to evaluate the impacts of intelligent speed adaptation considering individuals’ usual speeding tendencies: A correlated random parameters approach”, Analytic Methods in Accident Research, Vol.27, Article.100125, 2020.9
- [3] 宮崎耕輔・松尾幸二郎, 「子供の歩行中の交通事故と交通行動の関係性に関する一考察」, 交通工学研究発表会論文集, 40, 2020.9

【新聞掲載等】

- [1] 東日新聞, 潜在的危険個所特定・抽出 予防型の対策が可能に, 2020.10.4
- [2] 中日新聞, 企業バスを地域の足に 市が実証実験乗車モニター募集, 2020.11.19
- [3] 中部経済新聞, 企業シャトルバス、市民の足に 湖西市が実証実験開始, 2020.12.3

【受賞・表彰】

- [1] Munkhbat Batzaya, 土木学会令和 2 年度全国大会年次学術講演会優秀論文賞, 『Evaluation of Residential Guided Area Setting Using Urban Household Micro-Simulation Model』, 2020.11.1

【社会実験】

- [1] 豊橋市, ジャパン・トゥエンティワン(株)との3者協定による協働社会実験
内容: 交通事業者車両に取り付けられているモバイルAI機器から得られる各種衝突警報を用いて, 潜在的事故危険地点を抽出し, 予防的観点における交通安全対策の実施を行うための社会実験を実施している (2018.4.26~2021.3.31)
- [2] 湖西市, MONET Technologies(株), あいおいニッセイ同和損害保険(株)との4者による協働社会実験
内容: 企業シャトルバスを活用した移動サービスの提供に係る実証実験 (企業シャトル BaaS 実証実験) を実施した (2020.11.30~2020.12.25)

8. 教授 洪澤 博幸

【学会発表】

- [1] Shibusawa, H. and Yonemitsu, Y., “Economic Impacts of Flood Damages in Toyogawa and Yahagigawa Basin in Aichi Prefecture: Using a Dynamic IRIO Model”, ERSAs Web Conference 2020, 25-27 August 2020, pp.1-10
- [2] Shibusawa, H. and Nakayama, T., “Economic Assessment of Environmentally Friendly Vehicles: Input-Output Approach”, 67th Annual North American Meetings of the RSAI (Virtual Conference), 9-13 November 2020, pp.1-10
- [3] 立川力・洪澤博幸, 「富士山噴火が地域の生産活動に与える被害と復旧過程に関する研究」, 2020 年度日本応用経済学会春季大会, Web 会議, 2020.6.21
- [4] 松島大智・洪澤博幸, 「南海トラフ巨大地震の津波による経済被害と復旧過程の評価に関する研究」, 日本環境共生学会第 23 回(2020 年度)学術大会発表論文集, pp.97-104, 2020.9.26
- [5] 本田将人・洪澤博幸, 「北海道胆振東部地震の観光経済被害の評価に関する研究」, 第 62 回土木計画学研究発表会・講演集(CD-ROM), 2020.11.22, pp.1-9.
- [6] 米光結衣・洪澤博幸, 「九州地域における流域水害の経済被害と復旧プロセスの評価」, 日本地域学会第 57 回(2020 年)年次大会, 東洋大学, pp.1-8, 2020.12.12-13
- [7] 仲山隆人・洪澤博幸, 「未来ビークル普及の空間経済効果の計測に関する研究」, 日本地域学会第 57 回(2020 年)年次大会, 東洋大学, pp.1-8, 2020.12.12-13

【論文】

- [1] Patandianan, M.V. and Shibusawa, H., “Evaluating the Spatial Spillover Effects of Tourism Demand in Shizuoka Prefecture, Japan: An Inter-Regional Input-Output Model”, Asia-Pacific Journal of Regional Science, Vol.4, pp.73-90, 2020
- [2] 洪澤博幸・松島大智, 「静岡県が生産部門における津波被害と復旧過程の経済評価に関する研究, 『環境共生』」, Vol36(1), pp.21-31, 2020
- [3] Shibusawa, H., “A Dynamic CGE Approach to Assess Economic Effects of a Large Earthquake in China”, Progress in Disaster Science, Vol.6, April 2020
- [4] Patandianan, M.V., Shibusawa, H., “Importance and Performance of Streetscapes at a Tourism Destination in Indonesia: The Residents’ Perspectives”, Frontiers of Architectural Research, Vol.9, Issue 3, pp.641-655, 2020
- [5] Patandianan, M.V., Shibusawa, H., “Impacts of Disaster on the Inbound Tourism Economy in Kyushu, Japan: A demand Side Analysis,” Asia Pacific Journal of Regional Science, Vol. 4(3), pp.759-793, 2020

- [6] Sakurai, K. and Shibusawa, H., “The Economic Impact of the Inland Water Fisheries/Aquaculture Industry: The Case of the Eel Industry in Japan”, *Regional Policy & Practice*, August 2020 (First published), pp.21
【著書】
- [1] Madden, J.R., Shibusawa, H., Higano, Y. (eds.), “Environmental Economics and Computable General Equilibrium Analysis”, Springer Nature, Singapore, July 2020



未来ビークルシティリサーチセンター

— スマート未来ビークルシティ事業 —

令和2年度研究成果報告書

発行 令和3年3月

発行者 国立大学法人豊橋技術科学大学

未来ビークルシティリサーチセンター

〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1

電話 (0532) 44-6574