拓殖大学百科

(工学部編Ⅱ)

社会・地域に貢献する研究





<掲載内容>

1.	学長挨	拶	• •	•	• •	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		2
2.	工学部	長挨	拶	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		3
3.	本学理	工学	関係	附	置矿	捹	所	ح	地	域	連	携	セ	ン	タ	_		•	•	•	•	•	•		4
4.	研究紹	介目	次	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		5
(1)科学	研究	費助	成	事業	É (科	研	費)		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		8
(2	() 理工	学総	合研	究	所:	共	同	研	究		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2	6
(3) 産学	連携	研究	たせ	ンゟ	7—	:	共	同	研	究		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	3	0
(4	.) 産学	官連	携委	託	事業	É																		_	Ŭ
(5	() 4学	科共	同研	究	開系	ý.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4	8
5.	編集後	記(副学	長)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	5	0
	 3. 4. (1) (2) (3) (4) (5) 	2. 工学部 3. 本学理 4. 研究紹 (1) 科学 (2) 理工 (3) 産学 (4) 産学 (5) 4学	3. 本学理工学 4. 研究紹介目 (1) 科学研究 (2) 理工学総 (3) 産学連携 (4) 産学官連 (5) 4学科共	2. 工学部長挨拶 3. 本学理工学関係 4. 研究紹介目次 (1) 科学研究費助 (2) 理工学総合研 (3) 産学連携研究 (4) 産学官連携委 (5) 4学科共同研	2. 工学部長挨拶 · 3. 本学理工学関係附 4. 研究紹介目次 · (1) 科学研究費助成 (2) 理工学総合研究 (3) 産学連携研究セ (4) 産学官連携委託 (5) 4学科共同研究	2. 工学部長挨拶 ・・・ 3. 本学理工学関係附置の 4. 研究紹介目次 ・・・ (1) 科学研究費助成事業 (2) 理工学総合研究所: (3) 産学連携研究センタ (4) 産学官連携委託事業	2. 工学部長挨拶 ・・・・ 3. 本学理工学関係附置研究 4. 研究紹介目次 ・・・・ (1) 科学研究費助成事業 ((2) 理工学総合研究所:共 (3) 産学連携研究センター (4) 産学官連携委託事業 (5) 4学科共同研究開発	2. 工学部長挨拶 ・・・・・ 3. 本学理工学関係附置研究所 4. 研究紹介目次 ・・・・・ (1) 科学研究費助成事業(科 (2) 理工学総合研究所:共同 (3) 産学連携研究センター: (4) 産学官連携委託事業 ・ (5) 4学科共同研究開発 ・	2. 工学部長挨拶 ・・・・・・3. 本学理工学関係附置研究所と4. 研究紹介目次 ・・・・・・(1)科学研究費助成事業(科研(2)理工学総合研究所:共同研(3)産学連携研究センター:共(4)産学官連携委託事業 ・・(5)4学科共同研究開発 ・・	2. 工学部長挨拶 ・・・・・・ 3. 本学理工学関係附置研究所と地 4. 研究紹介目次 ・・・・・・・ (1) 科学研究費助成事業(科研費 (2) 理工学総合研究所:共同研究 (3) 産学連携研究センター:共同 (4) 産学官連携委託事業 ・・・ (5) 4学科共同研究開発 ・・・	2. 工学部長挨拶 ・・・・・・・・3. 本学理工学関係附置研究所と地域 4. 研究紹介目次 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2. 工学部長挨拶 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2. 工学部長挨拶 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2. 工学部長挨拶 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2. 工学部長挨拶 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	 工学部長挨拶・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2. 工学部長挨拶 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・								

八王子国際キャンパスは、昭和52年(1977年)の開設から今日まで 地域社会の皆様にご支援を頂ながら40有余年の月日が経過致しました。

本学は、これを契機として、これまでの歩みを基に、昨年(平成30年) 4月に社会連携・貢献の一層の強化を図るとの観点から「地域連携センター」 を設置致しました。

この小冊子は、「社会に開かれた国際大学」を掲げる本学を応援して下さる地域社会の皆様に本学工学部の研究内容をご理解頂く第二弾として作成したものです。多くの皆様にお手に取って頂き、お読み頂ければ幸いです。

尚、ここに掲載した内容に関するお問い合わせやご不明な点等がございま したら、下記までご連絡下さい。

■拓殖大学地域連携センター(八王子事務部)

5 (042) 665-1443

- 超スマート社会に向けた工学部の研究 -

学長 川名 明夫 (地域連携センター長)

最近、「超スマート社会」、「Society5.0」といった言葉を耳にするようになってきました。これは、これまでの情報化社会がさらに深化し、AI(人工知能)、IoT(モノのインターネット)、ロボットなどの技術が融合して出来上がる新しい社会だといわれています。このような社会では、IoTによって多くのデータが集められ、これをAIが解析することにより新しい価値が創造されます。人口減少と超高齢化という課題を抱えた日本社会の課題解決の切り札と期待されています。

しかし、その実現に向けては多くのハードルを乗り超えなくてはなりません。 このハードルを乗り超えていくためには、多くの研究者の協力のみならず、研 究者以外の皆様の理解と協力が必要です。

発足してから30有余年を迎える拓殖大学工学部においても、多くの先生方が直接、間接に「超スマート社会」実現に向けた研究を進めています。前回の工学部百科では、先生方の研究の概略を示しましたが、本冊子においてはそれぞれの先生方が科学研究費、共同研究、委託研究などにより進めている研究をより詳細に紹介しています。

本冊子が、拓殖大学工学部の研究の現状をご理解頂くための一助になると共 に、地域の皆様と更に協働して研究を進めていくためのお役に立てば幸いです。 (工学博士)

- 研究成果の社会還元に取り組んでいます -

工学部長 高橋 丈博

拓殖大学は 2020 年で創立 120 年という長い歴史がありますが、工学部は 1987年に創設され、今年(2019 年)で 32 年目を迎えました。学科は、機械システム工学科、電子システム工学科、情報工学科、デザイン学科の4つで構成されています。学生の定員は工学部全体で 1,280 名となっており、約50 名の専任教員が中心となり専門基礎や専門教育の教育を行っています。大学院につきましても、工学研究科が 1991年に設置され、博士前期・後期課程を持ち、現在は機械・電子システム工学専攻、情報・デザイン工学専攻の2専攻で高度な教育・研究を展開しています。このような体制で、これまで多くの卒業生を輩出してきました。

大学は研究活動が大きなウェイトを占めますが、学内の研究費や、科研費をは じめとする学外の研究費、また企業との共同研究などにより、各教員は活発な研 究活動を行っています。またこのような研究活動を発展・サポート、さらには外 部へ還元するため、理工学総合研究所、産学連携研究センター、地域連携センタ ーなどの機関が設置されています。

本冊子では、近年行われている外部研究資金による研究や学内の競争的研究資金による共同研究、企業との共同研究、産学官による事業などをピックアップし、研究の概要や活動の状況などについて紹介します。もしご紹介した研究についてご関心をお持ち頂けるようでしたら、是非お問い合わせ頂ければと思います。また、今回ご紹介できなかったものも含め、教員の研究をご紹介したものを今年1月に「拓殖大学百科(工学部編)」としてまとめておりますので、そちらも合わせてご覧頂ければ幸いです。

以上のように、活発に研究活動を行い、共同研究や研究成果の還元などにも積極的に取り組んでおります。ご興味をお持ちいただける場合には積極的に対応したいと思っておりますので、どうぞよろしくお願い致します。〈博士(工学)〉

- 本学理工学関係附置研究所と地域連携センター -

■理工学総合研究所(所長:岡崎 章工学部教授)

理工学総合研究所は、理工学について、その学術の蘊奥を極めることをもっ て目的とし、次の事業を行っています。 (1)理工学に関する調査研究 (2)理工学に関する刊行物の発行 (3)理工学に関する研究会、公開講座等の開催

(4) その他、研究所の目的を達成するために必要な事業 本研究所は、工学部および他学部等に所属の理工学系教員にとって構成され 幅広い理工学分野の研究を行っています。その成果は、「拓殖大学理工学研究 報告」として刊行しています。

●産学連携研究センター(センター長:前山利幸工学部教授)

産学連携研究センターは、企業や公共団体等外部機関と連携して、地域社会 の発産業技術の振興に寄与することを目的とし、次の事業を行っています。

(1) 共同研究

企業などの外部機関の研究者と共同で、共通の課題について研究、開発な らびに評価測定を行います。

(2) 受託研究

企業などの外部機関から委託を受けて、研究、開発ならびに評価測定を行 います。

(3) 技術支援 本学教員のもつ専門分野において、技術支援ならびに技術相談に対応しま

(4) 研究施設・設備の提供

研究施設ならびに研究設備を提供します。

(5) その他 産学連携研究センターの設立目的を達成するために必要な事業を行います。 本センターの特徴の一つとして、さまざまな研究設備が挙げられます。これ らは、高度な運用技術を測定ノウハウが必要です。本センターは、設備と人 の両方を備えており、その実績は社会から高い評価を得ています。

●地域連携センター(センター長:川名明夫学長)

本学の教育・研究成果の知を基盤として国内外の地域社会との交流及び活性 化に貢献すること、また、学外諸機関とも連携して学生の実践的学修に資す ることを目的として、平成30年4月1日に八王子国際キャンパスに設置致 しました。尚、同センターの主な事業は、下記の通りです。

- 1. 地域社会及び学外諸機関との連携・交流・協働に係る活動の推進に関する 事項
- 2. 地域社会及び学外諸機関との連携に係る協定作業に関する事項
- 3. 地域社会の課題等についての調査・研究に関する事項
- 4. センターの情報発信に関する事項
- 5. その他センターの目的を達成するために有益な事項

研究紹介目次

(1) 科字研究質助成爭業(科研質)			
大島直樹教授(デザイン学科) 「認知症患者の幻視を可視化するツールの開発」 ・・・・・・・・			8
関野恭弘教授(基礎教育系列) 「超弦理論が初期宇宙やブラックホール近傍で果たす役割」 ・・・・		1	C
小川毅彦教授(電子システム工学科) 「高次元ニューラルネットワークによる逆問題解法と正則化」 ・・・		1	2
蓑原 隆教授(情報工学科) 「モバイルアドホックネットワークにおける ワームホール攻撃検出」 ・・・		1	4
寺岡丈博助教(情報工学科) 「語彙学習における連想ネットワークの動的な連携と可視化」 ・・・		1	6
織田 寛教授(基礎教育系列) 「ファインなファイバーを持つリーマン対称空間上の ベクトル束における調和解析」 ・・・		1	8
島川昌也助教(情報工学科) 「効率的なωオートマトン操作法と非制限的仕様検証への応用」 ・・		2	0
永見 豊准教授(デザイン学科) 「高齢運転者に対する注意喚起を目的とした立体路面標示の開発」 ・		2	2
崔 烘碩助教(デザイン学科) 「実写を用いた3DVR による理解度を高める プリパレーションツールの開発」 ・・	• •	2	4
(2) 理工学総合研究所:共同研究			
蓑原 隆教授(情報工学科)、竹下正哲教授(国際学部) 前山利幸教授(電子システム工学科)、高橋丈博教授(情報工学科) 日比哲也准教授(外国語学部) 「IoT システムを利用した精密農業に関する研究」 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	•	2	6

工藤芳彰准教授(デザイン学科) 佐々木整教授(情報工学科) 「不登校状態の経験を有する児童生徒のための 学習導入ツール『とんとん走れ』の開発」 ・・・28

(3)産学連携研究センター:共同研究	
香川美仁教授(機械システム工学科) 前山利幸教授(電子システム工学科) 「マイクロ波-ミリ波-テラヘルツ波の 産業応用を目指した共同研究」	• • • 3 0
木原幸一郎教授(機械システム工学科) 沼田茂恒(株式会社木梨電気製作所) 「人間の視覚・触覚を考慮した 材料表面性状評価システムの開発」	• • • 3 2
永見 豊准教授(デザイン学科) アルバレス・ハイメ准教授(デザイン学科) 「レーザー加工機による ものづくりデザインビジネスモデル研究」	• • • 3 4
前山利幸教授(電子システム工学科) 「マイクロ波ミリ波アンテナの試作設計」 ・・・・・・・・	• • • • 3 6
森きよみ准教授(機械システム工学科) 長谷川淳教授(電子システム工学科) 中根久志(朝日化学工業株式会社) 「無機接着剤の高温物性、接着強度 および耐久性評価に関する研究」	• • • 3 8
杉林俊雄教授(機械システム工学科) 株式会社アトラス 「Carbon 3 D プリンターの製造実証実験と その造形モデルの性能評価」	• • • 4 0
常光康弘准教授(電子システム工学科) 野田一房(株式会社雄島試作研究所) 「ミリ波帯・テラヘルツ帯の電磁波を用いるセンサの研究」	• • • • 4 2
アルバレス・ハイメ准教授(デザイン学科) 森 豊史(東京都立産業技術研究センター) 藤本和三(フィード工業株式会社) 「豪雨警戒モニタリングシステムの開発」 ・・・・・・・	• • • • 4 4
(4) 産学官連携委託事業	
○総務省「身近な IoT プロジェクト」 前山利幸教授(電子システム工学科) 「IoT・AI を活用したリアルタイムハザードマップの作成と 行動支援情報の提供モデル実証事業」	• • • • 4 6

((5)	4 学科共同研究開発	「咸性ロボッ」	-	ı
- 1		4 +475000 7667	一級はエロカンプ	1	1

香川美仁教授(機械システム工学科)																
小川毅彦教授(電子システム工学科)																
高橋丈博教授(情報工学科)																
高橋丈博教授(情報工学科) 岡﨑 章教授(デザイン学科)																
「リハビリテーション支援ロボット」	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	4 8	2

大島直樹 教授

研究の目的

本研究の目的は、レビー小体型認知症 (Dementia with Lewy Bodies:以下、DLB)の 患者が視ている幻視を可視化することで、介護者の受容を促すコミュニケーション方法を提案することである。

研究内容

65歳以上の4人に1人が認知症とその予備軍と言われるほど、認知症は現代社会が抱える深刻な問題のひとつである。「アルツハイマー型認知症」「レビー小体型認知症(DLB)」「脳血管性認知症」は、三大認知症とよばれる。本研究では、認知症患者全体の20%にあたる約50万人いると推計されるDLBに着目した。

DLBにみられる「行動面・心理面の症状」である周辺症状のなかに「幻視」がある。患者が視る幻視には、過去に会った人物などもあるが、動きまわる動物や昆虫が視えるなど、恐怖や不安を感じることも多い。そうした幻視内容を家族など他者に伝えると、否定されたり無下にされたりし、不満を抱える患者も多い。また幻視内容を聞かされた家族も、聞き入れることが適法とわかってはいても、現実との差に困惑しストレスが溜まる。

研究者自身も認知症患者とのコミュニケーションの中で、幻視状態を聞き取り、紙に描いて共有を図った経験がある。その経験から、ディジタルメディアを利用したコミュニケーション手法を提案した。

研究の成果

本研究の成果として、幻視症状共有アプリ「Co-Hall(こはる)」を制作した。本アプリの

名前は、「共に」を意味する「co」と、幻視を含む「幻覚」を意味する「hallucination」をあわせた造語である。互いが視ている世界に関するわだかまりを小春のように穏やかで暖かく接せられることを願い名付けた。Co-Hallは患者が幻視内容を話す際に、介護師が話しを聞きながらその状態を可視化するアプリである(図1)。

Co-Hallは、カメラ機能で撮影した写真や予め撮影しておいた写真を背景とし、幻視内容をスタンプとして配置できる(図2)。このCo-Hallを用い、健常者同士を対象に異なる環境を説明する実験を実施したところ、共有度合いを高められることを確認した。

その後、動く幻視対象を表現できるよう、動かしたスタンプの軌跡を記録できるアニメーション機能を追加した。改善したツールを介護施設の介護関係者らを対象に有効性を伺ったところ、30代までの介護関係者からの評判は高かった。

研究成果の展開

現在は声や音が再生できる機能を追加し、 聴覚情報も付加した幻覚症状を共有できる 改良を進めている。

また看護学の専門家からは、介護教育の場における教育ツールとしても利活用できるという意見をいただいた。この意見も反映させ、介護の現場だけでなく、看護や介護に関する教育の場でも利活用できるツールへの発展を検討している。

本ツールはインターネット上から利用できるように準備を進めている。認知症患者の家族の方々や介護関係者の方々に利活用していただき、意見やニーズを伺い、さらなる改良を展開していく。

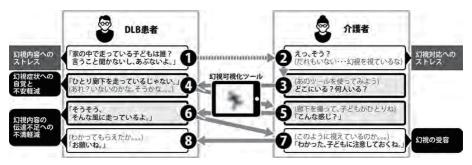
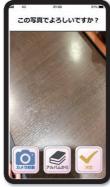


図1 本研究で提案する幻視を可視化する工程を導入したコミュニケーションの概念



①背景選択画面 カメラ画像かアルバ ムから背景画像を選 択する



② 背景決定画面 背景画像を決定する



③ スタンプ選択画面 スタンプ一覧から視 えた幻視と似た画像 を選択する



④ スタンプ決定画面 表示された画像で良 ければ決定する



⑤ スタンプ調節画面 選択したスタンプの 大きさや角度などを 調整する



⑥ スタンプ決定画面 調節したスタンプ画 像を決定する



① 画像保存画面 作成した内容を保存 する



⑧ 幻視内容画面

図 2 Co-Hallの画面推移

(平成 28-30 年度科学研究費助成事業)

「超弦理論が初期宇宙やブラックホール近傍で果たす役割」

関野恭弘 教授

研究の目的

私の研究分野(素粒子理論)は、最も基本的な物理法則とは何かを解明することを目標としています。現在、最も基本的とされている「素粒子の標準模型」は、2012年のヒッグス粒子の発見により完全に確立しましたが、標準模型は、より基本的な理論から導かれるはずだと信じられています。その理由の1つは、標準模型では重力(万有引力)が無視されているためです。重力は、電磁気力等に比べて非常に弱い力ですが、初期宇宙やブラックホール近傍では大きな役割を果たします。重力と量子力学を両立させるのが難しいことは知られていますが、南部陽一郎博士らによって提唱された超弦理論(超ひも理論)は、重力の量子化を可能にすることから、基本理論の有力候補と考えられています。

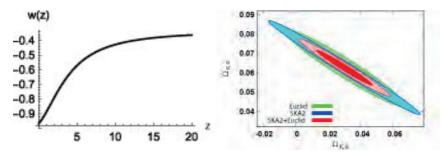
超弦理論に基づく宇宙論とブラックホールに関する研究を行いましたが、ここでは宇宙論に絞って述べさせて頂きます。

研究の内容

現在の宇宙が加速膨張していることは、1997年の超新星爆発の観測以降、様々な観測により確かめられています。しかし、加速膨張を支えるエネルギー源は明らかでなく、「ダークエネルギー」と呼ばれています。ダークエネルギーは、量子的な「真空のエネルギー」(あらゆる物質が振動していることに伴うエネルギー)に似た性質を持っていますが、その自然な値より大幅に小さい(10⁻¹²⁰倍程度)ことが大問題とされています。ところで超弦理論によると、我々の宇宙は、急激に膨張する「親宇宙」で生じたバブル(水の沸騰の際の水蒸気の泡に類似)の中に存在すると考えられています。この研究では、バブル生成前の量子揺らぎが現在まで残存してダークエネルギーを与えるという提案をしました。

研究の成果

論文[1]でバブル生成前からの時間発展を解析した結果、非常に小さい質量を持った場(粒子)の量子揺らぎは現在まで減衰せず、そのエネルギーはダークエネルギー程度の大きさになりうることを示しました。こうして実現されたダークエネルギーの状態方程式パラメータw (=圧力/エネルギー)は、現在はw = -1(加速に最大限寄与する値)に近いですが、過去に遡るとw = -1/3 (加速にも



減速にも寄与しない値)に近づくという特徴があります(左図参照)。論文[2]では、このようなwの時間依存性が、2020年代前半に開始予定の2つの「銀河サーベイ」計画、Square Kilometre Array(オーストラリアと南アフリカに建設中の電波望遠鏡群)、および Euclid(欧州宇宙機関による観測衛星)により検証可能かどうかを調べました。これらは、赤方偏移z=2の時期(宇宙が現在の約1/3の大きさだった頃)の光まで観測し、約10億個の銀河の分布の分析から宇宙のパラメータを決定しようという野心的試みです。これらの観測で予期される誤差の解析の結果、ダークエネルギーが我々の提案によるメカニズムで生成されたかどうか(右図の縦軸の変数がゼロでない値を持つかどうか)が判定可能である(誤差の範囲を表す楕円が横軸より上にある)という結論が得られました。

研究成果の展開

論文[2]の研究で、ダークエネルギーの時間依存性と宇宙の空間的曲率の効果の見分けがつきにくいという難しさがありました。それらの区別をつけて、より詳しい情報を得るには、異なる種類の観測を組み合わせることが有効なので、現在、宇宙背景輻射のデータを加えた解析を、シミュレーションの専門家を交えて行っています。現在の宇宙は非常に平坦に近く、宇宙の曲率半径は「ハッブル半径」の少なくとも10倍と言われていますが、それはダークエネルギーの時間依存性がないという仮定に基づいています。今後の研究で、ダークエネルギーと曲率を同時に決定できれば、大きな価値があると考えています。

また、ダークエネルギーの実現に必要な軽い場が超弦理論でどのように実現され、他の場とどう相互作用するか、という理論的側面の研究も進めています。

参考文献

[1] H. Aoki, S. Iso, D.-S. Lee, Y. Sekino and C.-P. Yeh, Physical Review **D97** (2018), 43517.

[2] D. Yamauchi, H. Aoki, S. Iso, D.-S. Lee, Y. Sekino and C.-P. Yeh, Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, **1905** (2019), 055.

「高次元ニューラルネットワークによる逆問題解法と正則化」

小川毅彦教授

研究の目的

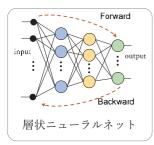
複素数や四元数などの高次元数に拡張したニューラルネットワークによる処理の特性を明らかにする. 観測結果から原因を推定する逆問題を対象として, 高次元ニューラルネットワークによる解法を提案する. 困難な逆問題を解くための正則化法についても検討する. さらに応用研究への展開として, 生体信号解析やロボット制御への適用による有効性の実証を目的とする.

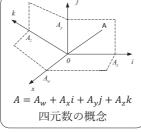
研究の内容

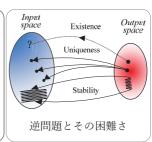
さまざまな分野で AI や機械学習の使用が広がっており、その基礎手法や応用技術の研究が幅広く進められている. 画像認識などで威力を発揮する深層学習は、人間の神経回路モデルを手本とした手法である. 本研究の内容は、深層学習技術の基盤となるニューラルネットワークに関係する.

工学分野においては複素数が広く用いられ、高次複素数である四元数も三次元空間幾何の表現にしばしば用いられる。本研究は、複素数や四元数などの高次元数を直接取り扱う高次元ニューラルネットワークに関わる内容である。

観測された結果から原因を推定する問題が逆問題であり、本研究では高次元ニューラルネットワークの1つの手法としてその解法を取り上げる。逆問題は解の存在・一意・安定性の保証の無い難しい問題である。応用として生体信号からの姿勢推定問題や、ロボットアーム逆運動学問題などに取り組んだ。



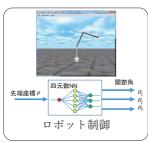




研究の成果

本研究の成果として、ニューラルネットワークを始めとする機械学習法、空間 幾何のための四元数表現、逆問題の困難さの解決に関する技術と知識を得た.具 体的には、高次元ニューラルネットワークの基礎検討で有効性を示すとともに、 応用としてロボットアーム逆運動学、生体姿勢推定などの問題に適用した. さら に、スポーツ動作の評価などの関連研究への適用可能性を検討した.

本研究は、機械学習モデルの1つであるニューラルネットワークの、高次元数に拡張された特殊なモデルにおける1つの手法の研究である。研究を通して、単に高次元ニューラルネットワークだけでなく、深層学習やさまざまな機械学習について、またそれらの応用分野について幅広い技術や知識を得た。

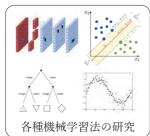


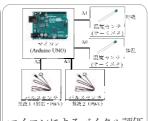


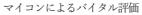


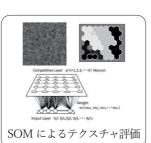
研究成果の展開

本研究の成果を元に、AI 社会を見据えてニューラルネットの発展形である深層学習や各種の機械学習法に研究を展開している。また、IoT のための技術として Arduino や Raspberry Pi 等のマイコンと各種センサを組み合せた簡便なシステム開発へ研究を展開している。また、バイタルデータによる感情評価や、材料テクスチャの感性評価への機械学習の応用にも取り組んでいる。









(平成 29 年度科学研究費助成事業)

「モバイルアドホックネットワークにおけるワームホール攻撃検出」 蓑原 降 教授

研究の目的

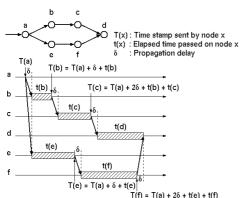
無線通信装置を搭載した移動端末同士の相互通信中継によってネットワークを構成するモバイルアドホックネットワークは、基地局による通信網を利用することが様々な理由で困難な状況を中心にその利用が広がっている。しかし、無線通信は通信の当事者以外にも開かれていることから、パケットの改竄や盗聴などのセキュリティ上の問題に対する脆弱性が懸念されてる。モバイルアドホックネットワークに対する攻撃として、既存の経路より有利なリンクをアナウンスすることで通信の誘導を行うワームホール攻撃は、通常の防御方法では対応できない困難な問題になっている。本研究では、ノード間のパケット伝送距離が無線通信距離の上限と矛盾する異常なパケット伝播を判定してワームホール攻撃を検出する方法を明らかにすることを目的とする。

研究の方法

本研究ではアドホックネットワークの経路制御に AODV と同様のオンデマンド型のプロトコルを利用することを想定している。これは、経路を必要とするノードが経路要求メッセージ(RREQ)をフラッディングによりネットワーク全体に配布し、目的ノードが経路応答メッセージ(BREP)を、BREQ が伝搬してきた経路を逆にたどるように送り返すことで、ノード間の経路を確立する。攻撃検出のための具体的な方法として、BREQ および BREPに攻撃検出のための情報を付加する。特に、攻撃ノードにおける付加情報の改竄に対処し、改竄があったとしても攻撃を検出できる検出方法について検討を行う。改竄への対抗手段としては独立した複数の経路による情報伝播と伝搬された情報の比較による方法を考える。さらに、考案した検出手法を実際の携帯機器レベルの処理能力で利用できることを確認するために、携帯機器で実行できるソフトウェアを開発し、動作の検証を行う。

研究成果

(1) 経路要求メッセージが複数の経路で伝搬するときの経過時間の矛盾によるワームホール攻撃の検出方法を提案した。検出のための付加情報として、BREQの伝搬時に各ノードで経過した時間を加算し BREQ に付加する。BREQ はフラッディングによって複数の経路で伝搬するが、このとき図1に示すように異なる経路での伝搬時間 T(c)と T(e)は一定の誤差の範囲で一致するはずである。しかし、図2に示すように一方の経路にワームホール攻撃が介在している場合、ワームホールで消費される時間が伝搬時間に含まれないため、経路間の伝搬時間に想定される誤差を越える差が生じる。そこで、BREQに対して BREPを逆方向に伝搬する際に、通常は中継回数が少ないなどの有利な経路を選択するが、複数経路の伝搬時間の差が想定を越える場合に、有利に見える経路をあえて選択しないことで攻撃を回避する方法を提案した。提案手法が移動端末の制限された計算機資源のもとで実現可能であることを確認するために、実際の無線センサーネットワークに検出機能を実装し、その有効性を確認した。



С d w2 T(a) $T(b) = T(a) + \delta + t(b)$ $t(b)\downarrow_{\delta}$ $T(c) = T(a) + 2\delta + t(b) + t(c)$ t(c) C t(d) d t(e) f t(f) $T(e) = T(a) + 2\delta + t(f) + t(e)$ $T(f) = T(a) + \delta + t(f)$ w2

図 1 複数経路による経路探索メッセージの伝搬

図 2 攻撃下での複数経路による経路情報の伝搬

(2) 単一の経路探索ではワームホール攻撃が介在している可能性があることから,複数の独立した経路を探索するプロトコルを提案し,ネッワークシミュレーションによって攻撃検出に対する有効性を調査した.提案したプロトコルは,AODV が BREP を逆伝搬するための経路情報を1つだけ保存するのに対し経路要求を行ったノードへ到達する最終ホップが異なる情報を保存する.目的ノードからは BREQ を受け取った全隣接ノードに対してBREP を送信する.中間のノードには複数の BREP が到着するが,ここで,BREP ごとに異なるリンクに伝搬させることで独立した複数の経路を形成する.提案した方法によって作られた多重経路によってワームホール攻撃を検出できるかネットワークシミュレーションを行って調べたところ,攻撃に使用されるワームホールの距離が大きい場合には経路の矛盾が検出できるが、攻撃の成功率は低いものの短いワームホールは検出が困難であることがわかった.そこで,ワームホール攻撃が介在する経路が最も有利な経路となるように攻撃を実施することは容易であるが,2番目に有利な経路になるように制御することが困難なことに着目して,次点の経路を選択することによる攻撃回避方法を提案し,ネットワークシミュレーションによって評価を行った.その結果,通常の経路探索を行う場合に比べて攻撃の成功率を半分以下にすることができることが確認された

研究成果の展開

本研究で提案したモバイルアドホックネットワークに対するワームホール攻撃検出および攻撃回避方法は、ネットワークシミュレーションによって一定の効果があることを確認しており、実際にプログラムを作成して実装することで携帯機器の限られた計算資源でも実行可能なことが確認されているが、スマートフォンなどに簡単に導入できるような形にはまとめられていない。今後の研究の展開として、利用者が簡単にインストールして利用できるようなアプリケーションパッケージとしてまとめていくこと、また、実際に利用したときの通信速度などの評価をしていくことが考えられる。

(平成30年度科学研究費助成事業)

語彙学習における連想ネットワークの動的な連携と可視化

寺岡 丈博 助教

研究の目的

海外の日本語学習者数は、1984年の約58万人から2012年には約399万人まで増加するなど近年は増加し続けていたが、2015年では約365万人まで減少している(国際交流基金、2017)。主な理由としては、インドネシアや韓国の「中等教育における第二外国語の学習者減少」や中国の「就職を意識した日本語離れ」などが挙げられる。一方で、オーストラリアやタイ、ベトナム、フィリピンでは学習者数が大幅に増加しており、中国とインドネシアも含めて日本語教育機関数が増加していることから、日本語学習の需要は依然として高い。

このような動向の中、今日までに自然言語処理に関する言語資源やシステムを用いて、日本語学習における支援ツール・教材メディアが構築・開発されてきている。例えば、日本語書き言葉均衡コーパスと日本語教科書コーパスを基に作成された「日本語教育語彙表」や、日本語で入力した文章に対して読解の難易度を出力する「日本語文章難易度判別システム」などがあるが、他の主要言語と比べると言語研究・教育研究の成果に基づいた支援ツールや教材の開発は遅れているのが現状である。

本研究では、「省略語の推定」や「比喩の理解」などの自然言語処理システムに応用してきた動詞連想概念辞書を利用し、連想に基づいた語彙学習システムを開発する。動詞連想概念辞書は、新聞コーパスやweb文書などから得られる単語の共起情報に基づいた従来のデータとは異なり、言葉の連想情報から構築している。そのため、本研究の語彙学習システムを用いることで、日本語学習者が日本語母語話者の言葉の常識に沿って語彙を獲得できることが期待される。

研究の内容

動詞連想概念辞書は、基本的な動詞に関する大規模な連想実験データ(実験参加者約3,200人分)から構築された他に類を見ない言語資源である。この連想実験は、Web 上で稼働する実験システムを用いており、実験参加者は画面上に呈示された刺激語(動詞)と連想の課題(深層格)から連想した語(連想語)を入力する。辞書内では刺激語と連想語の単語間距離(連想距離)を定量化しており、値が小さいほど刺激語に対して連想語が連想し易いことを指している(図1)。

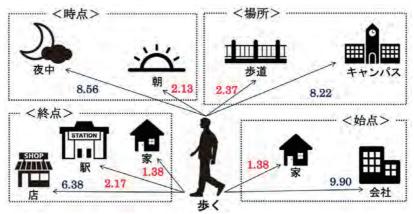


図1 刺激語(動詞:歩く)と連想語の例. 数値は連想距離を表す.

動詞連想概念辞書を構成する連想情報を用いた日本語語彙学習システムでは、 穴埋め語彙問題文と複数の選択肢が自動で作成される。問題文は複数の文節と 述語から構成され、文節の一つは括弧で囲われた穴埋め部分となり、他の文節は 述語の動詞と連想距離が近い連想語と深層格に対応した格助詞から成る。また、 選択肢の中で正解は述語の動詞と連想距離が近い連想語とし、残りの不正解は 述語の動詞との類似度が低い動詞の連想語とする。なお、サーバ側では学習者が 何を選択したかを記録しており、復習として間違えた問題をまとめて再呈示し、 語彙の定着を確かめる機能も備える予定である。

研究の成果

令和元年度までの成果として、従来の新聞コーパスなどから得られる単語の 共起情報と本研究の連想情報を比較分析し、それらの差異性ならびに連想情報 の特長を確認している(Teraoka, 2018)、そして現在は、これらの知見を生かし た日本語学習システムを試作した段階である。今後は、日本語学習者に一定期間 使用してもらい、語彙の定着率を評価していきたい。

研究成果の展開

動詞連想概念辞書に加えて、名詞を中心とした連想概念辞書も使用することで大規模な連想ネットワークを動的に連携させることが可能となる。これらのネットワークを可視化することで、日本語学習者が視覚的に語彙学習を行えるだけでなく、教師側が教材を作成する際の一助になることも期待できる。

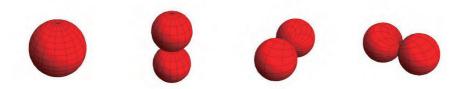
(平成30年度科学研究費助成事業)

「ファインなファイバーを持つリーマン対称空間上のベクトル東に おける調和解析!

織田 寛 教授

我々はふだん暮らしている空間を、xyz 座標で位置が指定できる 3 次元空間と認識します。空間内を伝わる電磁波のうち、単色光は不純な成分がなく、数学的には平面波と呼ばれるものになっています。平面波は方向、振幅、振動数で決まるとても基本的な関数で、空間上のどのような関数も平面波を重ね合わせたものに分解することができます(フーリエ変換の理論)。電波の帯域を各放送局や携帯電話会社などに割り当てることができるのもこの分解に依拠しています。

数学で扱われる空間は 3 次元空間以外にもたくさんありますが,多くの場合平面波のような基本的な関数が自然に備わっていて,その空間上の関数が基本的な関数の重ね合わせに分解されます.このような分解や基本的な関数を調べることを**調和解析**と呼びます.例えば,球面上の関数は**球面調和関数**という基本的な関数 $Y_0^0, Y_{-1}^1, Y_0^1, Y_1^1, \dots$ の重ね合わせに分解されます.球面調和関数は原子の電子配置におけるs軌道,p軌道,… と直接関係します.



※図は球面調和関数 Y_0^0 , Y_{-1}^1 , Y_0^1 , Y_1^1 を視覚化したものです.

このような基本的な関数たちは、空間の**対称性**によって決まります。例えば、通常の3次元空間は全体を平行移動しても性質がまったく変わらないので、「平行移動対称性を持つ」のですが、平面波はこの平行移動に対してとても規則正しいふるまいをする関数です。同じように球面は回転対称性を持ちますが、球面調和関数は回転に対して規則正しいふるまいをします。表題の**リーマン対称空間**は3次元空間や球面を特別なものとして含むような豊かな対称性を持つ空間です。その上の調和解析は、半世紀以上にわたる多くの数学者の努力によって、今ではほぼ完成したといえるでしょう。

さて、数ではなくベクトルに値をとるような関数に対する調和解析となると話は別です。ベクトルとは複数の成分を持つ量のことですが、リーマン対称空間上でベクトル値関数を考えるときは、対称性を定める変換(平行移動や回転)のもとに各成分が混ざり合うようなものを考えないと意味がありません。(そうでないと各成分がふつうの関数になり、それらを同時に考えるだけの話になってしまいます。)このようなベクトル値関数のふるまいを数学的に厳密に定める枠組みがベクトル束です。

例えば、原子核をまわる電子の状態を**スピン**という性質も含めて記述するとき、2つの成分を持つベクトルに値をとる球面上の関数で、回転に対して両成分が規則的に混ざり合うようなものが必要になります。このような球面上の関数たちに対する枠組み(ベクトル束)は本質的に1つしかありません。一般に球面に対するベクトル束はベクトルの成分数だけで決まり、成分数が2のときが今の例で、1のときが通常の関数の場合になります。

私はここ数年、関西学院大の示野信一教授と一緒にリーマン対称空間上のベクトル値関数に対する調和解析を研究しています。この分野は上記のスピンの場合など非常に特殊な場合にしか具体的な結果が知られていませんでした。おそらく何か本質的な障害があって、一般のベクトル値関数に対しては通常の関数に対する調和解析ほど良い結果が得られないようです。しかし私たちは、成分数が少ないベクトル束の中にはとても良い性質を持つもの(「ファインなファイバーを持つ」もの)があることを発見しました。その場合にはある解析学的手法が使えて非常に具体的な結果が得られます。例えば、球面であれば成分数が1か2の場合にその手法が適用できます。他の場合には適用できないのでかなりきつい制約ですが、一方で理論にこのような分類学的な側面が現れることはとても面白いと思います。電子の状態を記述する関数が希少性の高い球面上の2成分ベクトル値関数であることも、もしかすると偶然ではないかも知れません。









※ 図は 2 次元ベクトル値の球面調和関数 $Y_{-3/2}^{3/2}$, $Y_{-1/2}^{3/2}$, $Y_{1/2}^{3/2}$, $Y_{3/2}^{3/2}$ を視覚化したものです。 2 成分ある値を彩色により表現しています。

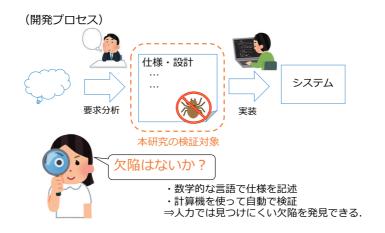
(平成31年度科学研究費助成事業)

島川 昌也 助教

研究の概要

時間論理などの数学的な言語でシステムの振る舞いに関する仕様を厳密に記述し、それを検証する形式仕様検証は、人力では見つけにくい欠陥を計算機によって自動で検出できるが、計算コストが高いという問題がある。本研究では、仕様検証において基盤となるωオートマトン操作の効率化手法、及びそれをもとにした効率的な非制限的仕様検証法を提案する。さらに仕様検証ツールの開発を行う。

本研究の新規性は、非制限的検証を対象とする点である. 既存研究では、検証する性質や仕様記述言語を制限する制限的検証のアプローチがとられている. 一方、非制限的検証においては、効果的な効率化手法は明らかになっていない. 本研究では、非制限的検証の効率を制限的検証と同等までに押し上げることを目指す.



什様検証の問題点: 計算コストが高い

既存の解決策: 検証する性質や仕様記述言語を制限

本研究の挑戦: 検証する性質や仕様記述言語を制限せずに,効率的な検証を

研究の背景

システムはますます複雑化し、場当たり的なテストやレビューによって、その安全性を保証することは難しくなっている。そのような中、数学的な道具(数理論理、オートマトン理論)を用いてシステムの安全性を保証する「形式検証」への期待が高まっている。過去の調査[NIST, 2002]によると、システムの欠陥の70%は、上流工程(仕様や設計)で埋め込まれる。しかし、上流工程で発見される欠陥は3.5%のみである。数学的なモデルを用いて厳密に仕様や設計を記述・検証するという基礎研究は、欠陥のない安全なシステムを開発するという難題への正攻法であるといえる。

組み込みシステムをはじめとした、外部とのインタラクションの維持を目的としたシステムにおいては、入出力のタイミングが重要であるため、時間の概念を取り扱うことが可能な論理で、ふるまいに関する仕様を厳密に記述・検証することが有効である。これにより、人力では見つけにくい欠陥を計算機によって自動で検出できる。

しかし、ふるまい仕様の検証は、煩雑で計算コストの高い処理を伴う。これは、ふるまい 仕様の検証が、操作手続きが煩雑な無限サイズのオブジェクトを扱うωオートマトンの問題 に帰着されることによる。

研究の目的

上記問題の解決に向けて、検証する性質や仕様記述言語を制限する制限的検証に関する研究が進んでいる。これらのアプローチでは、検証で必要となるωオートマトン操作の手続きが単純化され、検証コストは削減されるものの、検証できる性質や仕様は限定的である。

一方, 非制限的なアプローチの研究は, ほとんど行われていなかった. しかし近年我々は, 複雑な ω オートマトン操作/仕様の非制限的検証にも適用可能な効率化技法を提案し, 他分野で成功を収めている. それを基に非制限的検証の可能性を探求すること, また, 非制限的検証の効率を制限的検証と同等までに押し上げることが本研究の目的である.

研究の内容

本研究では、仕様検証において基盤となるωオートマトン操作の効率化手法、及びそれを もとにした効率的な非制限的仕様検証法を提案する. さらに仕様検証ツールの開発を行う.

研究の成果

線形時間論理という種類の言語で記述された仕様を対象とした非制限的仕様検証の効率 化のため、その検証で用いるωオートマトン操作手続きの効率化手法を提案した.

研究成果の展開

上記の成果を基にした仕様検証ツールを作成する予定である.また,他の言語で記述された仕様を対象とした非制限的仕様検証の効率化手法の開発も進めていく.

-21-

(令和1年度 科学研究費助成事業)

「高齢運転者に対する注意喚起を目的とした立体路面標示の開発」

デザイン学科 永見 豊 准教授

研究の目的

超高齢化社会の到来にともない高齢運転者の交通事故が増加しており、その防止対策が喫緊の課題となっている。事故の多くは、正面衝突や出会い頭衝突、横断中の人対車両事故であり、安全不確認によるものが半数を占めている。自動運転や音声警告など運転支援システムが有効であるが、技術の開発と普及にはまだ時間がかかる。そのため、注意看板や路面標示などの視覚に訴える対策が欠かせないものになっている。筆者は、錯視効果を用いた路面立体標示の開発や高齢者の視認特性の研究を進めてきた(図1,2,3)。その知見から、認知機能の低下している高齢者に対して前方の安全確認を促すには、進行方向の路面にメッセージを直接表示し、さらに読みやすくなる立体表示が有効であることが分かった。そこで、本研究では一般道路での注意喚起を促す錯視効果を用いた路面立体表示の開発を行う。ドライブシミュレータを用いた走行実験、大学構内に施工した実走実験により、印象評価や運転挙動、注視行動から最適な路面標示を開発する。



図1 矢印立体



図 2 カラーコーン



図 3 止まれ

研究の内容

筆者が実施した「止まれ」の路面立体標示研究では、学生と社会人を被験者として注意 喚起効果の印象を評価した。立体横断歩道では、学内を運行するバスドライバにヒヤリン グし、初見での気づきと驚き、通行に慣れてきてからの印象を調査した。その結果、標示 の色や形、大きさなどのデザインの工夫による気づきやすさと躊躇の軽減の評価、横断す る歩行者による横断歩道の認識評価、高齢運転者の評価が挙げられた。そこで、本研究は 以下の方法で研究を進める。

①路面立体標示のデザイン案

路面立体標示の可能性を探るため、海外の事例を参考にして、デザイン案を幅広く展開 し、道路写真にデザイン案を重ねるフォトモンタージュを作成して効果を検証する。対象 は「止まれ」や「左右確認」といった文字の路面立体標示、および横断歩道の立体化とする。なお、柔軟な発想のアイデアを展開するため、デザイン案の制作段階では、デザインへの関心の高い本学デザイン学科で学ぶ学生を被験者として印象評価を行うとともに、有効となるデザイン要素についてヒヤリングを行い、デザイン案を洗練させていく。

②ドライブシミュレータ実験による検証

デザイン案から5案程度を選定して、標識、看板、路面標示をCGにより忠実に再現した仮想空間を作成し、ドライブシミュレータによる実験をおこなう(図4)。運転に慣れている社会人グループと75歳以上高齢者のグループとし、注意喚起の印象評価を行い、デザインと印象の関係を明らかにし、デザイン案の選定と改善を行う。また、評価内容およびグループ間の違いを考察することで、高齢者の安全確認行動も探る。

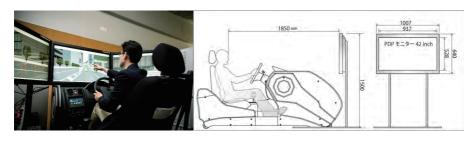


図4 本学のドライブシミュレータ

③実物実験による検証

選定されたデザイン案の実際の見え方を検証するため、図5のように実物大の路面標示を大学構内に施工し、実走行による実物実験を行う。実際に走行してもらい、初見での気づきと驚き、通行に慣れてきてからの印象を調査する。



図 5 学内に施工した立体横断歩道

研究の成果と展開

本研究は、科学研究費助成事業により 2019 年度から 2021 年度までの 3 年間で実施するものである。研究は始まったばかりであり、現在、路面立体標示のデザイン案を作成中である。今後、研究成果を発表し、実用化に向けて関係機関に働きかける予定である。

(令和元年度科学研究費助成事業)

「実写を用いた 3DVR による理解度を高めるプレパレーションツールの開発 |

崔 烘碩 助教

研究の目的

従来のプレパレーションツールが解決できなかった患児が実際に経験する環境とツールの内容のギャップを埋めることで、理解度を上げることであり、そのために必要なコンテンツを明確にすることを目的とする。その方法として、先ず360度カメラで撮影した実写のVRコンテンツを作成する。また、患児の興味は集中力向上に役立つと考えられる、着ぐるみ・パペット等をコンテンツの中に登場させることで、より効果的なプレパレーションの実現を目指す。

並行して、患児が限られた空間、知らない人たちなどの馴染んでいない環境での生活がもたらすフラストレーションの解消としてのコンテンツも提供する。その方法として、患児自身が暮らす空間を容易に変える(飾ったりする)ことができるようにする。これは VR への 愛着を増進させプレパレーションとして導入を容易にするという効果を増幅するめである。

研究の内容

- 1) 実写を 360 度立体視で体験することでプレパレーション効果の高いツールを作るため に必要な要素を明らかにする. 従来の写真や 3DCG に比べ臨場感のある映像を撮るために 360 度高解像度立体視が撮影可能なカメラで 8K3D 映像を撮影する.
 - ① このカメラで撮影した映像データより、患児の臨場感の最適値を探るため、立体視のあり・なし、解像度 8K, 6K, 4K, 2K, K, カラーからグレースケールまでを比較する.
 - ② 処置室・手術室など「移動」を説明するための撮影は、初めから最後まで移動しながら撮る方式とポイントとポイントをつなぐ方式を比較する.
 - ③ 「固定」の視点から説明するための映像は、処置をされる側=患児の視点、処置を行う側=医者・看護師の視点、保護者の視点を撮影し患児の理解度のバランスを探る.
 - ④ 患児が映像を見る方法として、スマートフォン、タブレット、HMD、視線追跡機能付き モニターを使用し、比較を行う.
 - 以上から明らかにした最適要素を取り込んだプレパレーションツールを作成する.
- 2) 患児が自分のペースで操作できるようなコンテンツとインタフェースのあり方を明らかにする.
 - ① コンテンツを閲覧中に操作する入力デバイスとして、One Button、ジョイパッド、マウス、キーボードと HMD のトラッカー、視線追跡デバイスの中から子どもが操作しやすいデバイスを検証する.
 - ② 入力デバイスにおいて自分のペースで操作するために適したインタフェースを作成

- し、実験を通して操作性と理解度を検証する.
- 3) 実際に触れたりした着ぐるみのキャラクターやパペットなどをコンテンツの中に登場させることで理解度が高まるかどうかを明らかにする着ぐるみのキャラクターやパペットが登場する映像とそうでない映像を同じ内容で撮影し比較検討する.登場する着ぐるみやパペットに親しみを感じられるよう事前に患児に慣れ親しむ期間を設ける.
- 4) 子どもと大人の視点を切り替えることで理解度が高まるか検証する。また親の理解にもつながり、(自分の)子どもへの説明に繋がるかどうかを検証する。視点の高さが異なる大人と子どもの目線の映像を撮影し比較する。
 - ① 患児は、子ども目線で体験できる. 大人目線では、自身がどのように扱われるかを見ることができる. これにより理解度が高まるかを検証する.
 - ② 母親は、子どもの目線から子どもがどのような環境におかれるかを体験できる.子どもがプレパレーションを受けた後に大人目線でこれからのことを追体験する.患児には、感性評価ツールなどで理解度を示してもらい検証する.母親には、希望によるが見なかったグループと見たグループによる理解度と、その後患児への説明を行ったかどうかなどによって、理解度促進機能としての検証を行う.
- 5) ベッド周りを飾り付けたりすることを行った後に本ツールを導入することで VR への興味をひき容易にプレパレーションにつなげることができるかを検証する. 希望によるが患児が生活しているベッドの周りをその年頃の子どもが興味を示すぬいぐるみや柔らかいクッションで飾ってもらう. この過程を慣れるまで繰り返した後,同じ環境で作られたVR コンテンツの中で遊んでもらう. この経験を得た患児とそうでない患児に360度立体映像を使った3DVR プレゼンテーションツールで説明を行いその効果を比較検証する.

VR の閲覧は、ゴーグルではなく iPhone などによって立体視が可能なもので、子ども自身の意志で手に持ってメガネのように覗き込む方式のものを使う.

今後の展開

研究初年度のため研究計画と資料を調べる段階である. 先日, 愛知県立大学看護学部と研究打ち合わせを行うなど連携して研究を進めている. 研究機材が整い次第低年齢層をターゲットとした実験と, プレパレーション VR 立体動画のキーパラメーターを探すための作業に入る予定である.





(理工学総合研究所:共同研究)

「IoTシステムを利用した精密農業に関する研究」

養原 隆教授 竹下正哲教授(国際学部) 前山利幸教授 高橋丈博教授 日比哲也准教授(外国語学部)

研究の目的

農地・農作物の状態を観測し、収集されたデータを元に意思決定、制御を行うことで農作物の収量および品質の向上を実現しようという精密農業が注目されている.しかし、農作物の栽培、飼育は長期間に及ぶことから、データ収集システムの安定した運用が課題となっている.また、測定データと収量等の関係の解析にも長期的な影響を考慮することが必要となっている.本研究は、国際学部実験農園で行われている実生産環境での実験的運用により精密農業のための IoT システムの安定性の実現と、実データに基づく解析手法を確立することを目的とする.

研究の方法

本研究の実験対象としてドリップ灌漑による露地栽培と養蜂を設定した. ドリップ灌漑 とは専用のチューブの穴から点滴のように灌漑する方法で, 水だけでなく液肥を同時にあ



図 1 ドリップ装置と実験農場への設置

たえる方法も比較する.露地栽培でのドリップ灌漑の実施例は少なく、その効果を評価することは重要である.精密農業の観点からは、気温、降水量、地温、土壌水分量、電気伝導度を測定し、栽培区分での環境の違いを数量化し、ドリップ灌漑、ドリップ施肥のシステムの動作のモニタリングを行うシステムを開発する.

養蜂については、巣箱内外の温度、湿度などの環境の測定、巣箱の外観のカメラによる



図 2 養蜂巣箱とモニタリング装置

研究成果

2年間にわたってトウモロコシの栽培を対象にドリップ灌漑の有無,施肥方法を変えた栽培区分で収量等を比較した結果,露地栽培でもドリップ灌漑を行うことに優位性があることが確認できた.栽培状況のことが確認できた.栽培状況のいは,信頼性を上げるために,複数の系統のセンサーを画場に設置するとともに,データ収集のための通信経路も複数系統用意した.データ収集の通信

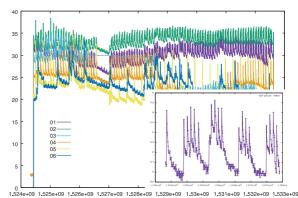


図 3 ドリップ灌漑のモニタリング結果(土壌水分量)

経路の1つは、電源設備のない場所でも乾電池等により長期間運用できるようにディーティサイクル動作によるセンサーネットワークを実現した。実装したシステムにおいてアクティブ時間をスリープ時間の約1/100に設定することで、消費電流を抑え、乾電池等で約1年間の動作が可能であることを確認した。また、開発したモニタリングシステムの運用によって、栽培条件を変えた区画の違いが設定した通りの栽培環境になっていることを確認した。

養蜂については. 巣箱内外の気温モニタリングの結果から平成30年の夏の異常高温によって, 巣箱内の温度が外気温よりも高い50度以上にもなっていることが判り, ミツバチ群の死滅の原因を推定する助けになった. 巣箱内のの音を観測することができ, セミの鳴き声などの他の音声と切り分けることに成功した. この結果をふまえて, ミツバチの羽音の特徴音をモニタする装置の開発も行った.

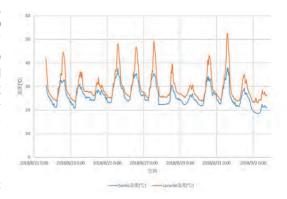


図 4 巣箱内外の気温の測定結果

研究成果の展開

ドリップ灌漑農法については、モニタリングしたデータの長期および短期の変化を機械 学習によってモデル化し、灌漑システムの異常を検出したり、モニタリングデータの欠損 を補間したりするシステムの開発を行っている。養蜂については、巣箱の重量など測定で きる情報を増やすとともに、測定データの解析を進め、巣箱内の環境変化を自動で検出し て警報を発するシステムの開発に取り組んでいる。 (平成30年度拓殖大学理工学総合研究所共同研究助成)

不登校状態の経験を有する児童生徒のための学習導入ツール『とんとん走れ』の開発 工藤 芳彰 准教授 佐々木 整 教授

研究の目的

不登校状態の経験を有する児童生徒が通う八王子市立高尾山学園(東京都八王子市館町)と、同校転入希望者が通う適応指導教室を対象として、自学習支援ツールのデザイン要件を明らかにする前段として、検証用のツール開発に取り組む。

研究の内容

既往の研究および関係者へのインタビュー、継続的な学習サポーターをとおした現状調査を踏まえ、自学習が苦手な児童生徒のための支援ツールとして、1) A4 サイズの目標設定シート、2) タブレット PC アプリ、3) 報酬スタンプの3つが構成する『とんとん走れ』を開発した。同ツールは、同市の昔話「とんとんむかし」を題材とする。ツールの使い方は図1のとおり、自学習の前に1) による目標設定、2) による集中力を高めるルーティンづくり、自学習の後に1) と3) を組み合わせた報酬の獲得となる。2) は、横スクロール型のランニングゲームで、プレイヤーは物語の主人公であるメインキャラの走破を支援するため、目前の障害物を関連するボタンを押して消去していく。2) と3)の題材となる物語については、児童生徒が「とんとんむかし」の中から選定し、制作・追加できるよう設計してあり、このこと自体が大きな報酬として機能する。

研究の成果

2) のアプリ(バージョン1) の開発が完了し、1) ~3) を使用して実際の学習の場で検証に取り組む準備が整った。

研究成果の展開

開発した『とんとん走れ』は、高尾山学園関係者の全面的な協力のもと、令和元年度5月より高 尾山学園内の通級「きよたき」で、同6月より適応指導教室「やまゆり」で検証を開始している。こ の成果を踏まえ、ツールの改良に取り組み、同種ツールのデザイン要件について考察していく。



学習導入ツール『とんとん走れ』の使い方



タブレット PC アプリの概要



目標選定シートに押印する報酬スタンプ3種

(産学連携研究センター:共同研究)

「マイクロ波ーミリ波ーテラヘルツ波の産業応用を目指した共同研究」

研究代表者 教授 香川美仁 研究担当者 教授 前山利幸

研究の目的

「マイクロ波ーミリ波ーテラヘルツ波の産業応用を目指した共同研究」では複数の研究・開発の事案が進んでいる。その中から第5世代移動通信システム(5G)における基地局を対象としたアンテナ技術について説明する。

筆者らは 5G の基地局用アンテナの素子として、同一のアンテナで直交偏波を実現し、5 層基板を用いることで給電回路が独立に設計できる円形導波管アンテナを考案し提案した[1]. これは、massive MIMO などの新技術を実現するために必要となるアンテナ素子の一つとして考えている.

本稿では、提案アンテナとその改良版として円形導波管にテーパを設けることによる広帯域化と利得の向上について FDTD 法により数値解析し評価を行った結果について報告する。

アンテナの構造

アンテナの構造を図 1 に示す。設計周波数 は $30 {\rm GHz}$ で あ る . 大 き さ は $W \times D \times H = 5 {\rm mm} \times 5 {\rm mm} \times 10.508 {\rm mm}$, 円 形 導波管の半径は $3.04 {\rm mm}$ である。テーパを設定し開口部の半径 R をパラメータとして数値解析を行った。なお、 ϕ が 0 のとき垂直偏波、 ϕ が 90 のとき水平偏波とした。

円形導波管には,5 層基板の2 層目と4 層目にトリプレート線路によって給電を行い,垂直偏波と水平偏波の給電系の分離を 実現している. 給電用放射器となるマイクロストリップラインの円形導波管への飛び出し量は $\lambda_s/4$ で調整している。また、円形導波管内で発生する定在波を打ち消すために電波の放射方向の逆向きに円形導波管の一方を塞いだ形状でその深さを $\lambda/4$ としたバックショートを設けている。

アンテナ特性

開口部半径 R を 3.04mm, 3.50mm, 4.00mm と変化させたときの利得を図 2 に示す. アンテナ利得は, 開口部半径 R を大きくするにつれて向上している. S パラメータの周波数特性を図 3 に示す. 設計周波数の比帯域について, 開口部半径 R が 3.04mm のとき 4%, 3.50mm のとき 7%, 4.00mm のとき 25%であり反射係数は常に14dB 以下であった.

垂直偏波と水平偏波の給電点間アイソレーションはおおむね 25dB と良好であった. 図 4 に試作したアンテナの外観写真を示す. ここでは図 1 で示した素子を 2×2 で配置するとともに,トリプレート線路で各素子に対して同相給電を実現している.

研究成果の展開

当該アンテナについては、5G で実装される massive MIMO 技術におけるアンテナ素子として展開を期待している。

現在は、アンテナ特性のさらなる改良を 計算機シミュレーションによるパラメータ チューニングにより進めることと並行して、 アンテナ試作を行い実機による評価を進めている段階である.

参考文献

[1]服部他" 直交偏波共用円形導波管アンテナの構成直交偏波 MIMO アンテナによる Massive-MIMO 利用に関する一検討," 信学技報, A・P2016, 1月

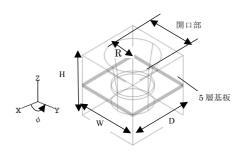


図 1 テーパを設けた円形導波管アン テナの構成

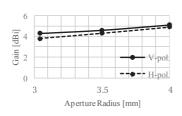


図2 開口部半径 R によるアンテナ 利得の変化

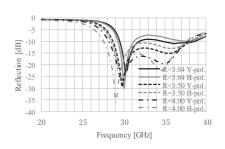


図3 Sパラメータ 周波数特性



図4 試作アンテナの外観写真

(平成30年度産学連携研究センター:共同研究)

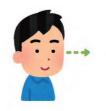
「人間の視覚・触覚を考慮した材料表面性状評価システムの開発」

木原 幸一郎 教授、沼田 茂恒(株式会社 木梨電機製作所)

研究の目的

現在、多くの工業製品はその性能のみならず外観を構成する形状や表面性状(テクスチャ)も加味した機能設計(高付加価値化)が重要視されている。特に製品のテクスチャ、例えば表面の微細な凹凸形状は、わずかな違いにもかかわらず、製品の表面色や光沢度、曇り度などにも影響し、その結果、製品の見た目に対する印象に大きな影響を及ぼす。小さな凹凸が高級感を感じさせることもあれば、こすれのある中古品のように感じさせることもある。求められる質感を確実に製品表面に付加していくためには、これら質感に影響を及ぼすテクスチャ因子の相関関係について把握する必要がある。なお、質感に関しては、人間の勘や感性などの定量化しにくい設計因子が数多く含まれており、目視や手触り等によって評価していることも

多い.このため、テクスチャの決定には多くの時間や労力が費やされている.質感に大きな影響を与えるテクスチャ因子を抽出し、これらを評価し、さらに材料に合わせた付加方法を確立できれば、製品の質感を決定する工程の大幅な簡略化が可能になる.





表面性状(テクスチャ)と質感

研究の内容

供試材は工業製品の外観材や遮音材に多用されている透明なアクリル樹脂とし、 テクスチャの付加方法は外観材表面の装飾などに多用されているショットブラスト

加工とした. 質感への影響が大きいと考えられる因子の中から曇り度を取り上げ,表面性状との関係を調べた. 曇り度は分光ヘーズメーター,表面性状はコンフォーカル顕微鏡を用いて測定した. コンフォーカル顕微鏡は材料の表面を視覚的に拡大して表示できるほか,様々な表面性状パラメータを算出できる. 曇り度と様々な表面性状パラメータとの関係について調査した結果,曇り度と最小自己相関長さ Sa/及び表面性状のアスペクト



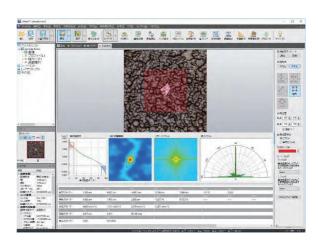
コンフォーカル顕微鏡による測定

比 Strとの間に強い正の相関が見られた.これは、加工表面の大きな凹凸が支配的になり、かつ強い等方性を示すようになると曇り度が増加することを示す. さらに、曇り度と二乗平均では倒斜 Sta との間には、表面の傾斜が小さくなると曇り度は増加することを意味する.

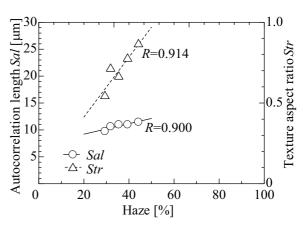
研究の成果

研究成果の展開

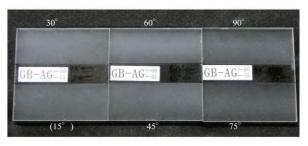
本結果については不透明 材料の鏡面と曇り面との関係にも応用できる可能性がある。今後の研究により不 透明材料にも応用が可能と なれば、様々な材料の表面 性状のコントロールが容易 になると予想される。



コンフォーカル顕微鏡の出力結果



曇り度 (Haze) と表面性状の関係の例



投射角度を変えてショットブラスト加工された供試材

(平成30年度 産学連携研究センター:共同研究)

「レーザー加工機によるものづくりデザインビジネスモデル研究」

デザイン学科 永見 豊 准教授 アルバレス ハイメ 准教授

研究の目的

本研究は㈱LDFのレーザー彫刻システムを活用し、学生のものづくり体験から素材やコンテンツのデザインビジネス展開を図ることを目的とする。

研究の内容

産学連携研究センター内に㈱LDFとの共同研究施設、レーザー加工機のアプリケーション研究開発ラボを開設し、デザイン学科に在籍する学生とレーザーのアプリケーション開発及びビジネスモデル事業化を研究している。また、地域の青少年やコミュニティ等を対象としたワークショップを開催し、人とコラボし、シェアしあうDIWO(do-it -with-others)ものづくりの楽しさや、達成感、感動を体験の場としての活動をおこなっている。

研究の成果

① ひのき工房祭

元八王子にある社会福祉法人「ひのき工房」と連携して「ひのき工房祭」に参加した。プロダクトデザイン系の学生を中心に、地元産材のヒノキを材料として、LDFのレーザー加工機を使ってのものづくり活動を実施した。過年度の学びを活かし、デザインにも改良を加えた。今回は、来客者がデザインを選び、名前の彫刻ができるようにした。オリジナルのデザインが加わることで、作品への愛着が増すことが実感できた。





② 599 ミュージアムでのものづくりイベント

高尾 599 ミュージアムで開催した「TAKA0599 祭・山の学校」で拓殖大学工学部デザイン学科共同研究プロジェクトの学生や先生が中心となって自然を使った体験イベントを行った。このものづくり体験では高尾山の間伐材を用い、子供達の描いたイラストがレーザー加工機によって焼き付け、スタンプやネックレス、ストラップづくりを楽しんだ。



③ こどもいちょう塾

大学コンソーシアム八王子主催「子どもいちょう塾」レーザー加工機によるものづくり体験教室を開催した。八王子市のこどもたちに、ものづくりの楽しさを体験してもらうイベントであり、小学生 4~6年生が 20 名参加した。学生はこども達への指導により、自分でつくる楽しさを再認識していた。





④ レーザー加工教室

レーザー加工機は精密機器でもあり、基礎知識や材料知識、操作技術を習得しておく必要がある。 そこで、レーザー加工教室を実施して操作知識や技術を習得できるようにしている。今年度も多くの学生や社会人が参加した。







研究成果の展開

本研究は、学生や社会人によるものづくり活動を中心としており、各イベントにおいて学生たちが地域の青少年や社会と共に、デザイン・制作した作品の販売や、参加者とのコミュニケーションを通じて、サービスビジネスの体験の場として活用している。今後においても、レーザー加工機等のデジタル加工機材を活かしたものづくりを通して広く地域の活性化に繋げられる提案を進めていく。

以上

「マイクロ波ミリ波アンテナの試作設計」

研究担当者 教授 前山利幸

研究の目的

ミリ波帯では、自由空間損失が大きいため暗室におけるアンテナ測定は高い測定技術が求められる。例えば、わずかなケーブルの曲げで位相差が生じてしまい、測定値に影響を与えてしまう問題がある。また、アンテナ測定の一般的な方法として3アンテナ法がある。この測定では、3つの利得を持つアンテナと被測定アンテナを置き換えて測定するが、アンテナの設置位置に依存する誤差が生じる

今年度は、ミリ波におけるアンテナ測定時の様々な誤差要因について検討と評価とミリ波帯における新たなアンテナ計測技術であるスピニングリニア法について研究・開発を進めた。本稿ではアンテナ計測について説明する

測定環境

図 1 に測定時に使用した送信側アンテナを示す。送信側アンテナには、FLANN MICROWAVE 社の標準ゲインホーンアンテナである Model No:22240-25 を用いた。利得は、24.4dBi(±0.25dB)である。測定器には、Agilent Technologies 社の PNA-L Network Analyzer を用いた。測定場所は拓殖大学産学連携研究センター付属電波暗室である



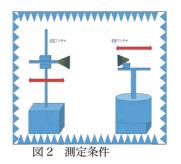
図 1 電波暗室

アンテナ測定

アンテナの放射パターン測定時に、アン テナを回転させる必要がある。 線状アンテ ナでは、回転中心を定義するのが容易であ るが、ホーンアンテナのような給電点から 開口面までの距離が長いアンテナでは、回 転中心を定めるのが難しい、そこで、回転 台の中心として給電点と設定する場合と開 口面と設定する場合での放射パターンの違 いについて測定と評価を行った 測定周波 数は, 28GHz である。送信側アンテナと受 信側アンテナの距離は、開口面中心、給電 点中心ともに 3.28m となるように設定した 図 2 にその時の設置の様子を示す。回転中 心に給電点を設定した場合の放射パターン (青), 回転中心に開口面を設定した場合 の放射パターン(赤)を図3に示す。同図 は、横軸が角度、縦軸が利得を表しており、 指向性最大利得でそれぞれ正規化を行って いる. 図より、 -55deg から-45deg の間で 発生しているサイドローブと 30deg から 40deg の間で発生しているサイドローブで は、開口面を中心に測定した場合のほうが 3dB 程度高くなる結果になった。他のサイ ドローブでも概ね開口面を中心に設定した

場合のほうが高くなっている. 絶対利得は, 給電点を基準にした場合のほうが 1.27dB 高くなった

回転台の中心に給電点を設定した場合では、開口面の移動距離が開口面を中心にときよりも増える. しかし回転中心を共に給電点とした場合、開口面を回転中心を以た場合の距離が増えて、自由空間損失くな1.4dB 程度になり、前述の利得差は無く、3. また開口面を中心にした場合では、常に送信アンテナの開口面中心軸上に受信アンテナの開口面があるのに対して給電点アンテナの開口面があるのに対して給電点を中心にした場合では、送信アンテナの開口面があるのでサイドローブレベルが低く測定されてしまったと考える.



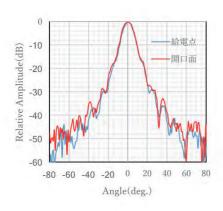


図3 測定結果の例

続けてアンテナ設置、取り換え作業等で生じる位置による測定誤差について検討する。具体的には送信側アンテナと受信側アンテナでそれぞれ 1mm ずつ 10mm まで後退させその時の受信強度を測定した。受信アンテナ側を変化させた場合約 0.46dB の変化が得られた。送信アンテナ側を変化させた場合も最大値と最小値では約 0.35dBの変化があり、こちらのほうが変動の幅が小さい。これより治具に対する精度が重要であることが確認できる。

研究成果の展開

本稿では、ミリ波帯における測定時の様々な課題について説明した。スピニングリニア法については現在研究を進めているため具体的な説明は行わない。しかし、マイクロ波帯によるアンテナ計測に比較してミリ波帯アンテナの計測にはさまざまな点に対して十分な調整が必要であることを明らかとした。

参考文献

[1]朝倉他"ミリ波帯におけるアンテナ 測定の技術課題に関する研究,"エレクト ロニクス実装学会,春季講演大会 2019 年 3月

[2]和泉他"28GHz 帯アンテナ実装に関する一検討, "エレクトロニクス実装学会, 春季公園大会2019年3月 (平成26年~令和元年度 産学連携研究センター:共同研究)

「無機接着剤の高温物性、接着強度および耐久性評価に関する研究」

森 きよみ准教授, 長谷川 淳教授 中根 久志(朝日化学工業株式会社)

研究目的

無機接着剤は、主成分の無機粒子の種類とそれを結合するバインダーの種類の組み合 わせと配合率によって、様々な材料特性を設計でき、1000℃までの高耐熱性を有する機能 性接合材料として注目されてきている。しかし、多孔質な脆性材料であるために強度設計 の面から高温下における機械的特性に関して検討した研究がほとんど行われていない。 そこで、本研究では、緻密化を図って開発された新しい無機接着剤について、室温から 700℃までの高温の各温度下における接着剤硬化物(バルク)の弾性係数,強度および接 着強度に関して、実験により調べてきた。さらに、これらの無機接着剤を用いて耐熱金属

形状のジョイント 部の熱応力解析を 行い、接着強度お よび耐久性の評価 方法について研究 を行っている。ま た, 高い機能性を 有する耐熱性接着 剤としての利用拡 大を目的に、本研 究で開発した材料 を構造用接着剤と して適用し、高温 下における接着強 度に影響を及ぼす 因子について検討 し, 設計法の確立 を目指している。



研究内容

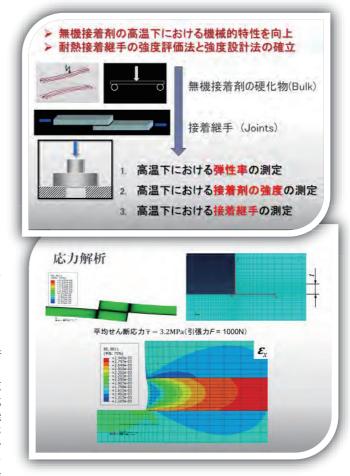
接着剤を角棒形状に硬化させ,高温炉内で落球加振により発生する音を,炉外のマイク ロフォンで測定して、高精度な周波数分析が可能な DFT 信号解析の手法を取り入れて、 構造設計に不可欠な物性値である弾性係数を測定する。さらに、耐熱金属を接着した接着 継手(ジョイント)の破壊強度を、高温下で実験を行って測定し、力学的および熱的な応 力分布と変形挙動のシミュレーションにより、強度評価方法を提案する。

研究成果

- (1) 本研究で開発した 衝撃音による固有振動 数の測定システムの結 果と静的 3 点曲げ試験 の結果を比較し、本シ ステムで 1000℃までの 高温下において,接着 剤バルク試験片のヤン グ率を簡便に測定でき ることを確認した。
- (2) 接着強度について は、高温になるほど被 着体との熱膨張率の差 が影響すると考えられ るが, 応力解析も含め, さらなる検討を進めて いる。

研究成果の展開

接着による接合技術 は、航空機の開発ととも に飛躍的に発展した技 術であり、特に近年、化 石燃料以外の再生可能 発電システムの開発が 進み、最新の航空・宇宙 や自動車業界において も期待されている技術



である。特に無機材料は、高分子系(プラスチック)の接着剤に比べて優れた耐熱性を有 し、高温下でも燃焼ガスを発生しないため、高温状態で高効率のエネルギー変換が可能な 機器を製造することができる。SDGs (グローバル・ゴールズ) への貢献にもつながる技 術として、注目されている。

産業と技術革新の

持続可能な開発目標 国連開発計画 (UNDP) サイトより

参考文献

- 1) 呉・中根・森: 無機接着剤の高温下における機械的 特性と接着強度の評価、日本実験力学会講演論文集。 No.14(2014), 47-48.
- 2) 森・長谷川・中根: 耐熱性無機接着剤の高温下にお けるバルク特性と接着強度,日本実験力学会講演論文 集, No.17(2017), 121-122.
- 3) 森・呉・中根:無機接着剤を用いた耐熱接着継手の 強度設計法, 日本機械学会第 18 回機素潤滑設計部門 講演会講演論文集 No.18-6(2018), 157-158. — 39 —

(産学連携研究センター:共同研究)

Carbon3Dプリンターの製造実証実験とその造形モデルの性能評価 (平成29年度 グローバル・ベンチャー・エコシステム連携加速化事業)

> 杉林 俊雄 教授・株式会社アトラス 神奈川県相模原市 http://www.atrus.co.jp/

• 研究の目的

シリコンバレー発のCarbon3Dプリンターによる設計・試作・量産までのワンストップフレキシブル マニュファクチャリング(変量量産体制)の構築に向けた実証実験

• 研究の内容

これまでにはない3Dプリンター樹脂材料を使ったモデルの作成 (樹脂材料:FPU[高靭性]、EPU[高弾性]、SIL[高軟質]、CE[高耐熱]、EPX[高耐久]) 生産効率向上のためのモデル形状検証、FA化 引張試験等による強度評価や3Dレーザスキャナー測定による寸法精度評価

研究の成果

各種モデルの作成(図1) 3Dプリンターに最適化されたモデル形状やラティス形状による生産効率検証(図2) 拓殖大学及び九州大学での各種試験の実施による機械性能評価(図3)

研究の展開

3Dプリンターでのワンストップ フレキシブルマニュファクチャリング(変量量産体制)により、金型では勿体ない生産量の実現や販売動向に応じたモノづくりという新しいマーケティング手法(図4)が実現します。







FPU[高靭性]

EPU[高弾性]

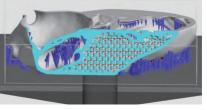
SIL[高軟質] CE[高耐熱]

EPX[高耐久]

図1 特色ある樹脂材料によるモデル

図2 生産性効率検証

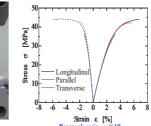




3Dプリンター最適化へのモデル変遷

ラティス形状によりモデル最適化





Sept.



| Strain : [%] | 引張強度試験 (造形方向に影響を受ける (***) | 張強度)

₩極慢 競機械性能評価

3Dレーザスキャナー測定

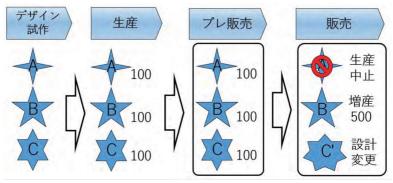


図4 新たなマーケティング手法

(平成30年度 産学連携研究センター: 共同研究)

「ミリ波帯・テラヘルツ帯の電磁波を用いるセンサの研究」

常光 康弘 准教授

株式会社 雄島試作研究所 野田 一房

研究の目的

本研究は、ミリ波帯・テラヘルツ帯の電磁波が持つ特徴を生かして金属探知機では発見ができない誘電体(プラスチックや液体)等をインフラ設備点検や保安検査、公共施設の安全検査等で精度良く探知するシステムを実現して安心・安全・防災・国防に資する技術を通して豊かな社会の実現に貢献することを目的とする。

研究の内容

ミリ波帯・テラヘルツ帯という高い周波数において高精度に金属探知機では検知が難しいプラスチックや液体等の物体を捉える事に挑む。産学連携研究として、広帯域に周波数を掃引する装置部分を株式会社雄島試作研究所が担当し、電波により探査する広帯域アンテナを拓殖大学が担当している。研究分野としては自動車衝突防止支援車載レーダーや、空港保安検査で既に商用化されている FMCW (Frequency Modulation Continuous Wave) レーダーに関係する。物質検知の高精度化を実現するために、広帯域な周波数帯域を用いることで、高精度に異物(異なる誘電体物質同士)を識別する。本百科では、主にアンテナについて研究内容を紹介する。

本システムにおいて、主にミリ波帯における広帯域アンテナを解析及び実験を行った。解析には有限要素法による電磁界解析シミュレーターを用い、試作材料基板は ROGERS Corporation 製の RT/duroid5880 (比誘電率: 2.20、誘電正接: 0.0009)を使用した。本基板は誘電率のバラつきが少なく、誘電正接も極めて低い。ミリ波帯にて広帯域に安定した電気的特性を持つ。図1に解析モデルを示す。試作を行うことを考慮してアンテナ背面から同軸給電したモデルを図2に示す。



図1 広帯域アンテナの解析モデル



図2 同軸給電モデル

研究の成果

給電部構造には解析においては理想的なギャップ給電を用い、試作には同軸線路をアンテナ背面から給電する方法とした。中心導体と外部導体がニオブチタンであり、内部絶縁体はPTFEである。この給電部の設計において同軸給電構造をより精密にモデル化して解析を行わなければアンテナ全体としての特性が実験と合わないことを確認した。試作した広帯域アンテナの写真を図3に示す。

解析において、給電構造がギャップ給電の理想的な場合において数十 GHz の帯域幅をもち、なおかつ反射特性が-10dB 以下となり正面利得のリップルが±1.5dB 以内になるアンテナ構造をもとに、同軸給電モデルとした場合の解析による計算値と試作した実験による測定値の比較を図 4 に示す。広帯域に周波数を変化させる際に正面方向ビームがありつづける周波数特性を持つ FMCW レーダー用アンテナとしてファーストトライアルとして良好な結果を得た。ただし、前述したとおり、図 2 にしめすように給電部構造モデリングが大きく影響するため、さらなる解析が必要と判明したので次年度以降の共同研究で解決に向けた課題を見つけることができた。



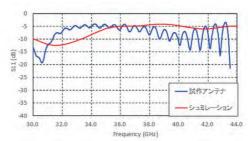


図3 試作したミリ波帯広帯域アンテナ

図 4 S₁₁ 反射特性 計算値と測定値の比較

本研究での目的である金属探知機では発見できない誘電体(プラスチックや水)を識別する装置について産学連携で試作を行い、識別可能である実験結果を既に得ている。

研究成果の展開

本共同研究で得られた成果をもとに、更に高解像度で通常では把握できない物質の検出を行えるように使用する周波数帯域を広帯域化した FMCW レーダーを実現するために共同研究を継続している。本技術が普遍的なものになれば、食品等の製造ラインにおいて異物混入を探知する装置に使用でき、身近な食の安全につなげられる。更なる展開としては、日常生活で自動運転を行う乗り物に搭載することで、衝突回避支援に用いて安全性を高めることができる。センサの高機能化が求められる時代の中で、暮らしを安全に過ごせる基盤技術の一つとして貢献できれば研究者として本望である。

(平成30~令和1年度産学公連携防災デザイン共同研究)

「豪雨警戒モニタリングシステムの開発」

アルバレス ハイメ 准教授

研究の目的

近年、住宅地や学校、道路、アンダーパスなどでの豪雨災害が増加している。山間部や新 興住宅地のほか都市部でも道路冠水などを発生させ、都民生活に大きな被害を及ぼしている。 そこで本研究では、東京都立産業技術研究センターにて行われた基盤研究「防災インフラ 製品開発に役立つデザイン技術」に基づき、産学公連携の共同研究として、都民の生活環境 に適した豪雨冠水警戒モニタリングシステムを開発することを目的とした。

研究の内容

豪雨災害について、防災デザインワークショップによる課題発見と対策デザインの発想を 行い、その結果に基づいて、冠水警戒センサーを試作開発する。また、そのセンサーを実装 した冠水モニタリングシステムを試作し、拓殖大学八王子国際キャンパス内にて実証実験と、 厳しい自然環境下でも安全に稼働できる工業デザインの検討を行う。

本研究は、地方独立行政法人東京都立産業技術研究センターと都内中小企業、大学が相互 に研究課題と経費を分担して技術開発や製品開発を行う共同研究である。

共同研究者:森 豊史(東京都立産業技術研究センター) 藤本 和三(フィード工業株式会社) ハイメ・アルバレス准教授(拓殖大学工学部デザイン学科)

研究の成果

- ① 防災デザインワークショップ:本研究では、主に大学関係者を対象に「デザイン思考」を活用した防災課題の調査と分析に取り組んだ。災害時の行動シミュレーションにより、被災時の行動パターンの分析から課題と行動の相関マップを作成し、防災製品に対する具体的な課題を発見した。製品化の可能性がある防災グッズ及びシステムのアイデアを発想することが出来た。
- ② プロトタイピングと実証実験:ワークショップの研究結果に基づき、豪雨冠水の情報を検出するセンサーを研究開発した。検出方法として①水位、②水流量を候補に挙げ、センサーの試作と実証実験により必要となる機能を明らかにした。冠水センサーの初期試作として、フィード工業により2種の水位検出センサーのプロトタイプが作成された。その有効性を確認、再検討し、多点式水位センサー、データ送信装置、データ受信装置の三つの装置から構成される実証実験用プロトタイプが作成された。
- ③ **防災情報の警報**: ワークショップからは、住宅地に設置されたセンサー本体から、周辺の住宅に向けて豪雨の状態や警戒情報を直接発信してほしい、との要望が多く寄せられた。この要望に応えるため、豪雨警戒モニタリングシステムの重要な役割は、豪雨冠水の検知と、警報システムとが一体化した基本設計となっている。本研究では、この役割を念頭に置きな

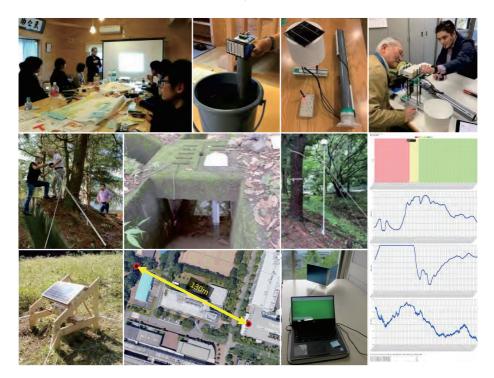
がら、アンダーパス、住宅街及び学校などを対象に警告方法のデザインを提案する。

【アンダーパスでの冠水警報】: 冠水した道路アンダーパスへの侵入防止を行う警告システムを提案する。同システムはアンダーパス全体に大きく警告表示できるプロジェクションマッピング装置と、進入抑制のための物理的なネットバリア(網)から構成される。また、アンダーパスの歩道を歩く歩行者用の警告システムも同時に考案した。

【地域住民への災害情報の発信】: 昨年の広島県の水害では、「自分だけは安全だ」という思い込み=正常化バイアスが避難を遅らせ、被害を拡大させた。この対策として、センサー本体の近距離無線技術を使用し、各家庭の情報端末に個別に警報情報をダイレクト送信、情報表示するシステムを提案した。本研究の発展として、ユーザーエクスペリエンスデザイン(UXデザイン)の視点から正常化バイアスへの心理的な対応を考え、情報を効率的に伝達するためのインターフェイスデザインに取り組むことを考えている。

研究成果の展開

これからの課題は、地下鉄の駅やその他の地下インフラにも範囲を広げるために、本研究において考案されたセンサー機器のさらなる開発を行うことである。また、本研究の成果をもとに、産学公連携研究の形で土砂崩れの予防に役立つ地下水流データを抽出できる検出センサーの開発に発展することを予定している。



(総務省「身近な IoT プロジェクト」)

「IoT・AI を活用したリアルタイムハザードマップの作成と 行動支援情報の提供モデル実証事業」

研究代表者 教授 前山利幸

はじめに

近年、台風や地震などの自然災害に対し て改めて関心を集めている。特に水害の発 生も増加傾向にあると想像される。一級な いし二級河川は国や県が管理していると共 に、水位監視システムも可動している。一 方、市町村が管理する中小河川や用水路は その絶対数も多く、全てに水位監視システ ムを導入するには非常に多くのコストを必 要とするため、導入が進まない。筆者らは IoT(Internet of Things)に関する研究・開発 に取り組んでおり、その応用先の一つとし て防災、減災への活用について検討を進め た。この検討を具現化するために、八王子 市、エイビットそして拓殖大学の産官学連 携で、総務省が進める「身近な IoT プロジ ェクト」という施策に対して「IoT・AIを 活用したリアルタイムハザードマップの作 成と行動支援情報の提供モデル実証事業」 として応募し、平成28年度に採択された。

プロジェクトの概要

プロジェクトは、産官学による連携体制とし、八王子市の地元企業である株式会社エイビットをプロジェクトの代表としてIoT機器の開発と製造を担当した。八王子市は都市戦略課が代表部署となり、水位センサを設置する河川の選定や地域住民との調整を関係部署と共に対応した。気象情報会社である株式会社ハレックスは、河川の水位予測に関する様々な知見を提供した。IoTネットワークの事業会社である株式会社 M2B コミュニケーションズは、IoT 防災ネットワークを LoRaWAN で構築した。IT コンサルティング会社であるみらい株式会社は、総務省などの関係省庁との調整とプ

ロジェクト管理を担当した。最後に拓殖大学工学部電子システム工学科前山研究室は、水位データの AI による活用の検討とLoRaWAN の電波伝搬の解析に加え、河川に水位センサの取り付けを企業のエンジニアと学生が共に作業するなどの OJT も実施した。

システム概要

安価に水位計測ネットワークの構築を設定し、その課題解決方法として IoT 技術の活用を検討した。具体的には、LoRaWANの利用である。LoRaWAN は、電波免許を不要としたシステムであり、アクセスポイントや通信モジュールが比較的安価であるため、携帯電話ネットワークと比較し低コストに IoT ネットワークを構築することを可能である。さらに水位を図るセンサについても汎用マイコンに LoRaWAN 通信モジュールを搭載することで、低コストで低消費電力を実現した。

実測データについて

中小河川における水位上昇のメカニズムは明らかとされていない。そこで、監視対象とした河川の上流、中流、下流にそれぞれ水位センサを取り付け、河川流域の降雨情報とともに水位データの蓄積を進めた。

下図は、八王子市と調整の後、調査対象とした河川とセンサの配置ならびにセンサからの情報をクラウドに転送するゲートウェイ装置の配置を示す。合わせて、水位センサの設置時の写真も示す。



図1 水位センサとゲートウェイの配置

:ゲートウェイ 🏮:水位センサ



図2 水位センサの設置状況

図 3 に 2017 年 10 月に発生した台風 21 号が上陸したときの八王子市の河川の水位 データを示す。10 月 21 日の段階で既に水 位は平常時より 160mm 増加していた。そ の 10 時間後である 10 月 22 日の 16:00 で は水位は 500mm となり翌日の 3:00 には最 大水位 1,073mm を記録した。図中の上部 に降雨データを示しているが、雨量の最大 とともに水位が最大となっていることが改 めて確認できる。そして、台風が去り降雨 も治まった後である概ね 10 時間経過後に平 常時の水位に戻っている。

これは、河川流域の降雨は、一時的に周 辺地形に蓄えられ一定量を超えると蓄積さ れた雨水が河川に流れ込んでいると思われ

る。降雨が治まった後でも周辺地形から蓄 えられた雨水が放出され続け、平常時の保 水量となるまでその放出は続いていると思 われる。

この様に、降雨と水位の間にはヒステリ シスを持つ関係があり、このヒステリシス の大きさは河川や周辺地形に依存している と想像できる。なおこのデータは、水位計 測を 2 分毎に行っており、河川流域の降雨 に応じた河川水位の変化が計測できている。

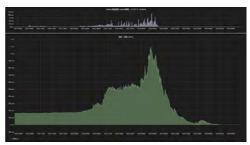


図3 河川の水位データ

研究成果の展開

構築したシステムはデータの蓄積を進め ている。また、八王子以外の都道府県から のシステム導入の打診等があり、プロジェ クトメンバー企業が対応を進めている。

一方、この技術のもう一つの展開として 2019年3月26日に、八王子防災 IoT ワー クショップを大学コンソーシアム八王子と 開催した。このワークショップでは、八王 子防災プロジェクトの紹介と IoT の基礎に 関する講義に続き、IoT の演習を実施した。 演習では、超音波センサで得た水位情報を マイコンで処理しクラウドで収集する、IoT の一連の機能をマイコンプログラミングと プロトタイピングにより実現した。高校生 から大学院生まで、幅広い年齢層の参加が あった。

(平成29年度4学科共同研究開発「感性ロボット」)

「リハビリテーション支援ロボット」

香川 美仁教授 小川 毅彦教授 高橋 丈博教授 岡﨑 章 教授

研究の目的

本学工学部は、機械系(機械システム工学科)、電子系(電子システム工学科)、情報系(情報工学科)、デザイン系(デザイン学科)の4学科で構成されている。そこで、これらの教員が協力してモノづくりを行い、そのノウハウを蓄積できれば、新しい地域連携の仕組みを提供できるはずである。このような発想のもと、4学科の教員によるモノづくりプロジェクト、4学科共同研究開発がスタートしている。本研究は、その先駆けとして、ロボットを開発している事例である。

本研究で開発するのは、リハビリテーション支援ロボットの1つである。患者の心理面に働きかけて、リハビリテーションに前向きに取り組むように誘導するロボットを開発する。

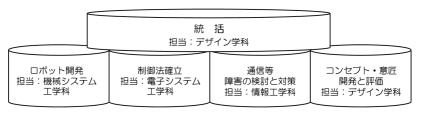


図1 本プロジェクトの組織

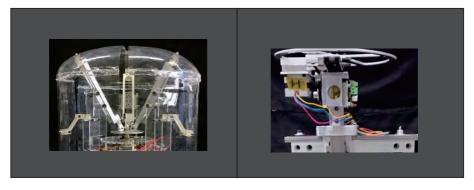
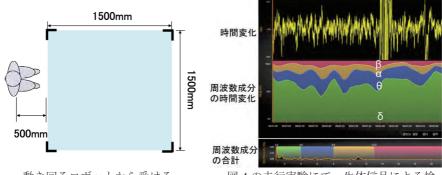


図2 リハビリテーション支援 ロボット (試作1号機)

図3 リハビリテーション支援 ロボット (試作2号機)



動き回るロボットから受ける 印象を評価 図4 走行実験のフィールド

図 4 の走行実験にて、生体信号による検 証も実施 図 5 脳波計測例

研究の内容

4学科の教員が、図1の体制で取り組んでいる。さて、ロボットといえば、医療・福祉分野への応用が始まりつつある。その中でもリハビリテーション分野のロボットは、リハビリテーション時の力を補助することによって、ダメージを受けた部位の機能回復を支援するものが主であり、そのいくつかは実用化されている。しかし当然のことながら、このロボットは、患者がリハビリテーションを積極的に行うことを前提としている。一方、リハビリテーションに消極的な人には、それに取り組もうとする気持ちを引き出すことが必要である。

本プロジェクトでは、このような視点から、リハビリテーションに消極的な患者の 心理的な側面に働きかけ、取り組むことへの動機を与えるロボットを開発している。

研究の成果

まず、デザイン学科の教員がモックアップおよびアニメーションを作成して概要を提案し、機械システム工学科の教員がロボット1号機を試作して(図2)共通イメージを深めた。また、電子システム工学科の教員がロボット制御法を検討し、情報工学科の教員を交えて医療現場における電波利用等について議論してきた。さらに、ロボットの形状や動作を検討しながら改良を進めている(図3)。ロボットの評価については、50名ほどの被験者を対象として、アンケート調査と心理量の分析、生体信号(脳波など)の解析(図4、図5)などを行っている。

研究成果の展開

医療機関等の協力を得ながら現場での実験検証を繰り返していく。また、IoT や AI の専門家(教員)の協力も得て、内閣府が提唱する第5世代社会で活用し得る実用的なロボットへと発展させていく。

本研究は、4 学科の教員がチームとなってロボットを開発するという、大学におけるモノづくりの稀有な事例である。この新しいモノづくりのカタチが、地域の方々との連携に役立つことができれば幸いである。





=

校

姿が鳴る人ひ闇な扶か右め 歌 ぞい呼ゅはは桑う手で 我な輝深醒き消きの に のけやめえ岸き文が よに化が 精るよ 作 と声での 神が雄さと 詞 な渾い呼は呼はあ のぶぶげ を 永 ははて か 井 原 誰た誰た 民 建 げ

編集後記

ご覧いただき、ありがとうございました。今回は、本学工学部の先生方が取り組んでいる研究活動をご紹介させていただきましたが、如何でしたでしょうか。緑豊かな本学の八王子国際キャンパスには、その他に外国語学部と国際学部があり、アジアを基点に世界各地との交流を深めています。「社会に開かれた国際大学」を目指す本学としては、今後さらに私たちの強みである最先端の工学研究と共に、言語文化や国際協力の分野でも地域社会に貢献していくつもりです。どうぞよろしくお願いいたします。

副学長(地域連携センター副センター長) 山田政通(言語学博士)



発 行: 令和元年9月30日 発行者: 拓殖大学地域連携センター