

サレジオ工業高等専門学校

研 究 紀 要

第 50 号

BULLETIN
OF
SALESIAN POLYTECHNIC
No. 50

2023年度

サレジオ工業高等専門学校研究紀要

第 50 号

目 次

<特集：国際交流>

- 国際会議における研究発表の工学系学生に及ぼす教育的効果
.....山下 健一郎, 水谷 浩, 塚本 凱・・・(1)
- カリタス・ドン・ボスコ・スクールと連携した国際交流プログラムの一事例
.....米盛 弘信・・・(5)
- サレジオ高専情報工学科における教育と研究への国際的提携の提案
.....島川陽一, ルイス マルケス・・・(11)

<学術研究>

- 光電容積脈波を用いた心疾患予防に関する提案
.....三宅 慶実, 吉田 慧一郎・・・(18)

<教育研究>

- Raspberry Pi による画像処理を題材としたプログラミング教材の開発
.....宇都木 修一・・・(22)

- <2018 年度 課題研究費 実施報告書>・・・(27)
- <2019 年度 課題研究費 実施報告書>・・・(73)
- <2020 年度 課題研究費 実施報告書>・・・(111)
- <2021 年度 課題研究費 実施報告書>・・・(152)
- <2022 年度 課題研究費 実施報告書>・・・(185)

- <2018 年度 教員研究活動報告>・・・(222)
- (2019 年度以降は researchmap へ移行)

- <2019 年度 外部資金研究一覧>・・・(247)
- <2020 年度 外部資金研究一覧>・・・(248)
- <2021 年度 外部資金研究一覧>・・・(249)
- <2022 年度 外部資金研究一覧>・・・(250)

- <サレジオ工業高等専門学校研究紀要投稿規定 / 研究紀要執筆要領>・・・(251)

国際会議における研究発表の工学系学生に及ぼす教育的効果

山下 健一郎, 水谷 浩, 塚本 凱

Educational Effects of Presentations in International Conferences on Engineering Students

Ken-ichiro Yamashita, Hiroshi Mizutani, Gai Tsukamoto

In education programs for engineering students, globalization and internationalization are very important, and many methods to train the internationality are carried out in educational places. And then, participation in international conferences can be cited as one of the educations to enhance the internationality of the students. In advanced course of production system engineering of Salesian Polytechnic, many students present their investigations in international conferences. In this paper, educational effects of the presentations on engineering students are discussed using several cases.

1. はじめに

産業界が工学系学生に期待する資質、能力、知識には、専門的知識や技術だけでなく、主体性、実行力、課題設定・解決能力、社会性・倫理観などの基本的なものから、チームワーク・協調性、意見を発信する能力、異文化理解力、意見を聞く力などのコミュニケーション能力、そして外国語能力や一般教養などがあげられる¹⁾。こうした資質、能力の育成には、専門知識の教育だけでなく、別の教育プログラムが必要となるため、教育現場では様々な方法が提案され、運用されている。

サレジオ工業高等専門学校の特攻科では、「特別研究Ⅰ・Ⅱ」という二年間の学術研究を通じて、実行力、解決能力及びコミュニケーション能力など、産業界のニーズに答えられる学生の育成を行っている。また、本学は海外に1000以上の姉妹校を持つサレジオ会に所属しており、本科生より「国際性の育成」に力を注いでいる。専攻科では、授業においてエッセイ執筆(英語)や海外論文を用いた輪講を行うなど、教育目標に「国際性」を掲げ、教育を行っているが、外国人との会話や、議論を行うなどといった実践の場は多くない。国際性や外国語(特に英語)でのコミュニケーション能力を伸ばすためには、語学教育の強化や海外への留学など様々な方法があげられるが、国際会議での研究発表もその一つとして考えられる。国際会議で発表を行うためには、文献調査、論文執筆、発表資料作成などをすべて英語で行う必要があり、基礎的な英語能力だけでなく、専門的な

英語能力も必要となる。また、発表では国内外の学生や研究者と議論することとなり、単に英語能力だけでなく、種々なコミュニケーション能力並びに国際性を養うことができると考えられる。

本稿では、電気工学科の2つの研究室：エネルギー変換研究室(以下、山下研究室)と、電磁波制御研究室(以下、水谷研究室)での取り組みを紹介し、国際会議における研究発表の工学系学生に及ぼす教育的効果について検討する。

2. エネルギー変換研究室の例

山下研究室では2018年度、2019年度にそれぞれ1回ずつ、同一の学生(専攻科生)が国際会議において発表を行っている。当該学生は本科生の時にシンガポールやフィリピンでの海外研修、留学生に対する研究発表など、積極的に英語学習に取り組んできた学生であり、英語能力の向上を強く望んでいる。

<2・1>参加した国際会議

当該学生が参加した国際会議は International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS) という電気機器、パワーコンバータ、再生可能エネルギーなどをトピックスにもつ電気系の国際会議であり、毎年500件を超える発表が行われている。2018年10月に韓国の済州島で開催された第21回大会には洋上風力発電システムの研究として Steady-State Characteristics of a Wind Farm Using a Line-Commutated Converter High-Voltage Direct Current Transmission

System without AC Harmonic Filters というタイトルの論文を投稿し、ポスター発表で参加した。発表の様子を図1に示す。当該学生の研究発表を聴講に来た人数は決して多くはなかったが、その分一人一人に対して時間をかけてプレゼンを行い、有意義な議論を行うことができていた。学生にとっても貴重な経験ができたと思われる。また、この大会では、優秀な論文に送られる「Best Paper Award」を受賞することができた。

第22回大会は2019年8月に中国のハルビンで開催された。前回大会の論文内容から研究を進め、より詳細に洋上風力発電システムの定常特性を明らかにした結果を Steady-state Characteristics of a Series LCC HVDC System with Power Compensators for Wind Farms というタイトルの論文にまとめて発表を行った。2018年度はポスター発表であったが、本大会ではオーラルプレゼンテーションに挑戦して、更に英語能力を向上させたいという当該学生の強い意志から、オーラルセッションでの発表をさせることとした。第22回大会の様子を図2に示す。前回大会のポスター発表で得た経験を基に、入念な準備をして発表に臨んだ様子で、自信を持って発表を行うことができていた。

〈2・2〉学生の声

国際会議に参加したことにより、どのような変化が学生に起きたのかを確かめるため、発表を行った学生にインタビューを行った。その内容を以下に示す。

Q: 第21回大会のポスター発表を終えた後と終える前に自身に起きた変化は？

A: 本当に様々な面で成長できたと思います。専攻科1年生の時は、まだ研究経験も浅く、国際会議での発表という壁は非常に大きいものでした。この発表を通じて、語学能力はもちろん、何事に対してもあきらめずに努力し続ける姿勢を身に付けることができました。

Q: 何が一番大変でしたか？

A: ほとんど全てですね。当然ながら大会の要項や送られてくるメールなども全て英語であり、それらを読むだけでも大変でした。でも、少しずつではありますが、英語の能力が向上していくのを実感できました。

Q: ポスター発表はどうでしたか？

A: ポスター件数もすごく多くて、実際に私の発表を聴講する人は多くはなかったです。でもその代わ



図1. 学生のポスター発表風景 (ICEMS2018)



図2. 学生のオーラル発表風景 (ICEMS2019)

り、一人一人に対してしっかりと時間をかけて説明することができました。何度も苦労しながら説明することにより、語学も大切ですが、伝えようとする気持ちが一番大切なのだと思うようになり、最後まで頑張ることができました。

Q: 他に21回大会について何かありますか？

A: 論文賞の受賞もあり、これまで以上に研究を積極的に行いたいと思うようになりました。また、語学力のなさから、うまく伝えられなかった悔しさもあり、もっと頑張ろうという気持ちになりました。

Q: 第22回大会はオーラルセッションでの発表でしたね。なぜオーラルで発表したかったのですか？

A: 先ほども言いましたが、もっとしっかりと伝えたいという思いが21回大会ではありましたが、もっと大勢に発表を聞いてもらいたいという気持ちからオーラルセッションを希望しました。

Q: オーラルセッションでの発表ではどのような経験ができましたか？

A: まずは21回大会での経験を生かしてしっかりと準備できたことです。ポスター発表では、内容を正確に伝えるためには単に英語を話すのではなく、発音や文章の抑揚などが大切であることを知りました。そこで、これらを意識しながら発表の準備をしまし

た。そのため発表はもちろんですが、発表を行うまでの準備段階ですごく英語力が身についたと自覚しています。

〈2・3〉 国際会議での研究発表が及ぼす教育効果

インタビューの内容や発表前後の学生の様子を基に国際会議での研究発表が及ぼす教育効果について考察する。まずは当該学生に英語能力の向上がみられた。第21回大会では、拙い表現しかできない場面もあったが、第22回大会のオーラルセッションでは発表だけでなく、質疑応答もしっかりと受け答えができていた。また、自主性の向上がみられた。やや受け身の部分が発表前には見られたが、1回目の国際会議での発表を終え、積極的に物事にチャレンジする姿勢がみられるようになった。さらに、自信がついたように思われる。根拠のない自信は学生には不要であるが、根拠のある自信は行動力、協調性、リーダーシップなど様々な面でプラスになる場合が多い。最近では自信がなく、積極性も欠ける学生が多いが、当該学生からはそのような面が見られなくなった。

3. 電磁波制御研究室の例

「水谷先生、お久しぶりです。」

ある日、歩道を歩いていると、突然、信号待ちの車の列から若い男性の声が聞こえてきた。誰かと思ひ声のした車をのぞき込むと、本校専攻科卒業生で私の研究室において特別研究を実施したO君であった。

「やあ、久しぶり。どうしてここにいるの？」

と語りかけると、

「今日はこれから友達の花嫁式なのです。」

とO君。

「またゆっくり遊びにおいでよ。」

と声をかけ、そこでは別れた。信号が変わり、車は私を追い越していった。ナンバープレートを確認すると、間違いなくO君の現在の勤務地が表示されていた。

O君は2012年当時、専攻科1年の学生で、私が本校ではじめて指導した学生である。私は2012年に企業から本校に着任したばかりであり、企業在籍時から一貫してマイクロ波帯・ミリ波帯を中心とする電磁波を利用したプロセス技術・デバイス技術・回路技術に関する研究開発および商品化を行ってきた。企業在籍時に扱った商品は、国産

ミリ波レーダーとして初期の実車搭載を果たした。研究フェーズから商品開発・量産までを担当した経験を、これからを担う若い技術者の卵たちの育成に役立てるべく、教員に転身したのである。

O君は専攻科における研究テーマとして、ワイヤレス給電技術を用いた研究を希望した。この分野の研究テーマは学生たちの人気が高く、毎年多くの学生が希望する。O君はその第一号である。研究テーマを決める段階で、研究発表の目標も決めた。

「せっかく研究するのだから、その成果を国際会議で発表しませんか。」

と勧めると、

「是非やりたいです。」

と元気のいい答えを返してきた。早速、目標とする国際会議を選定し、その投稿締切日を確認した。研究内容を決めた後、マイクロ波帯の回路設計、結合器を含む基板レイアウト設計を指導した。O君は学科でトップクラスの優秀な学生で、当時の本科電気工学科では初めて学ぶ分布定数回路もすぐにマスターし、回路設計も基板レイアウト設計も順調に進んだ。作製した基板の高周波特性の測定もすぐにマスターできた。評価結果は良好であったため、次のステップとして英語の投稿論文を作成するよう指導した。同時に、保護者の方の海外旅行の同意をいただいた。学生が作成した国際会議論文の内容および英語の添削・指導を行った後、論文を投稿した。この論文は査読付きであったが無事採択された。採択の連絡が来た後、私は航空券とホテルを手配し、O君にもその方法を伝授した。私が隣に座ってステップ・バイ・ステップで手配の仕方を教えたのだ。特別な方法を伝授したわけではないのだが、後にこの経験が彼を更なる高みへと飛躍させるのであった。

こうしてO君は2013年にイタリアのトリノで開かれた国際会議 2013 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC) に参加・発表した。私も研究を指導した共著者であるため同学会に参加した。O君は緊張していたが、無事発表も終わった。はじめての国際会議であったのでうまくいかなかったこともあったかもしれない。しかし、今回の国際会議での発表は、必ずや将来貴重な経験となって、その成果が表れてくると信じている。

発表の翌日、昼食をとっていると、O君は突然、「先生はどこにも観光に行かないのですか？」と聞いてきた。私は仕事でここにいるのであるから、当然、

「私は国際会議にずっと参加しているよ。」

と答えた。すると、

「僕は観光に行ってもいいですか？」

とO君。O君は自費で参加しているので、どのようにしようが止める権利は私にはない。海外において一人でぶらぶらする経験がいかに刺激的で、若い人に良い経験になるかを私は知っている。是非、行かせてやりたい。しかし、学生の引率で来ている側面もあるので、全く自由というわけにもいかない。最低限の安全の確保はしなければならないのだ。そこで、

「朝と昼、晩の三回の食事には顔を出すように。」

また、行き先は必ず告げて行動するように。」

とだけ告げ、それ以外の条件は付けずにO君を自由に行かせた。

O君はキラキラと目を輝かせて、異国の雑踏に消えていった。私は心配しながらも、その教育効果の高さを信じ、O君を信じた。O君は食事のとき顔をあわせるたびに目の輝きが増し、ますます好奇心の塊と化していった。私の教育理念は、自立した学生を育成することであるが、この時ほど達成感を感じたことはなかった。どんどんO君が成長して自立していくのを感じることができたからである。

一人で路面電車やバス、登山電車などを乗り継いで丘の上のスペルガ聖堂まで行った話や、トリノのシンボルともいえるモーレ・アントネリアーナの塔に一人で登った話。一人でお店に入って片言の英語を操りながらお店の人と会話し、紳士服を買った話。その紳士服はアルマーニと書いてあったらしい話。街中でジェラートを購入して食べた話、さすがは本場の味で最高においしかった話。今となっては全部を思い出すことはできないが、食事をしながら輝きを増した目をした彼からたくさん話を聞いた記憶がある。

O君はその後専攻科を卒業し、W大学大学院に進学した。卒業後、私を訪ねて研究室に遊びに来たときに話を聞くと、なんとO君は大学院で知り合った友人たちを引き連れて、私が教えた航空券やホテルの手配の仕方を友人にも伝授して、大学院在学中に再度イタリアを訪れたとのことであっ

た。それを聞いたとき、私はやはりあの時、一人で行動をさせてよかったと心から思った。

その後のO君は、大学院における就職活動でも大活躍で、複数の有名な会社から内定をもらい、各社から心温まる入社のお誘いを受け、悩みに悩んだ末に現在の会社を選び、就職したのであった。このような貴重な経験を経て自立したO君のこれからの一層の活躍を私は信じて疑わない。

私の研究室の専攻科卒業生はまだそれほど多くはないが、大学院修士課程を修了した後の就職活動で、例外なく、複数の有名企業から内定をもらい、悩みに悩んで就職先を決め、人もうらやむ企業で希望の仕事に就いている。これからも自立した学生を一人でも多く社会に送り出すべく、日々の学生とのかかわりの中で微力ながら貢献していきたい。

4. まとめ

本稿では国際会議における研究発表の工学系学生に及ぼす教育的効果について、電気工学科の2つの研究室における指導事例をもとに議論した。国際会議で発表した学生に共通してみられる点として英語力向上が挙げられる。どの学生も、もともと英語は不得手であったが文献調査、論文執筆、発表資料作成、発表と質疑応答、そして旅行の手配まで英語で行うことで英語力が向上したことは間違いない。また英語力ばかりでなく、学生のメンタル面での成長が大きいことも共通する点である。山下研究室の事例では当該学生が2つの国際会議への参加を通して、それまで研究に対して受け身であった姿勢が能動的な姿勢に変わり自信につながる事が報告された。水谷研究室の事例では、卒業後も進学先や就職活動での自立的な行動に結びつくことが示唆されている。今後のグローバル化社会の中で活躍する人材育成において、国際会議における研究発表は、工学系学生に高い教育的効果を及ぼすと考えられる。

文献

- 1) 一般社団法人 日本経済団体連合会, “「高等教育に関するアンケート」主要結果”,
https://www.keidanren.or.jp/policy/2018/029_kekka.pdf

カリタス・ドン・ボスコ・スクールと連携した 国際交流プログラムの一事例

米盛 弘信

An Example of International Exchange Program in Cooperation with Caritas Don Bosco School

Hironobu Yonemori

In this paper, I introduce a case of the technical education for the overseas short-term student by Japanese student leaders. In recent higher education institutions international exchanges and overseas internships are actively being conducted, and there are many examples of initiating identity. In 2016, there was a request for acceptance of short-term international students from the Caritas Don Bosco School (CDBS) in the Philippines operated by the Salesian family "Caritas Sisters of Jesus: CSJ, Suore Della Darità di Gesù: SCG". The content is not general language training but production experience related to mechatronics. I repeated discussions with the personnel in charge of the CDBS and made plans to build a Win-Win relationship. In this paper, I introduce the planning and implementation results of the short-term production program that Japanese students teach directly to Filipino students, and the educational effect.

1. はじめに

サレジオ高専は、1935年に開校して以来、85年以上にわたって技術教育を行っている全国で唯一のミッション系高専である。経営母体であるサレジオ会は、全世界129カ国に小中高大2350校（2009年統計）の姉妹校があり、多くの協働者を得て、創立者ドン・ボスコの教育理念「予防教育法」のもとに、青少年の教育に従事している。また、サレジオファミリーとして姉妹修道会のサレジオ・シスターズ「扶助者聖母会」と「イエスのカリタス修道女会」があり、全世界に3000余校のサレジオ会系学校がある¹⁾。昨今の高等教育機関では、国際交流や海外インターンシップ等が盛んに行われており、独自性を打ち出した事例が多数見受けられる。サレジオ高専は、全世界に広がるサレジオ会系学校（サレジオファミリー）のネットワークを活かし、姉妹校およびサレジオファミリーに属さない一般校等との連携事業を展開してきた。2005年5月には、世界10カ国の12機関から代表者が来日し、本校において国際サレジオ大学機構（工学グループ：IUS-Eng）設立会議が開催された²⁾。翌年、2006年にはフィリピンのマンダレイオン・ドンボスコ工科大学（以下

DBTC）と学生交流が開始された。また、本科4年次には海外研修旅行としてシンガポールへ全学生が渡航し、現地の学生とグループを組んで英語を駆使してコミュニケーション体験をしている^{3,4)}。近年では、2014年からモンゴル工業技術大学高専コースと連携を開始している⁵⁾。

以上のような背景の中、2016年に「イエスのカリタス修道女会」が運営するフィリピンのカリタス・ドン・ボスコ・スクール（以下CDBS）から短期留学生の受け入れ依頼があった。内容は、他に例がある語学交流ではなく、メカトロニクスに関する製作体験等をしたいというものである。対象は16～18歳（日本の高校生に相当）の生徒であり、技術教員とシスターが引率で来校する。筆者は、CDBSの担当者と協議を重ね、高い教育効果が得られるように計画を練った。また、本交流は3年を経過しており、毎年、交流プログラムの改善を図っている。

本論文では、機械電子工学科の米盛研究室を中心として、日本人学生が直接フィリピン人生徒に技術指導する短期ものづくりプログラムの3年間の歩み（プログラム内容と実施結果）、および教育的効果について紹介する。

† 本論文は、日本工学教育協会 第65～67回年次大会工学教育研究講演会^{6,8)}、およびサレジオ高専研究紀要48号⁹⁾で報告した内容をまとめたものである。

2. 初年度（2016年度）における取り組み

2. 1 体験内容の立案

5月にCDBSの担当者が本校を訪れ、具体的な内容について協議を行った。その結果、以下の希望を盛り込むことにした。

【CDBS側の希望】

CDBSの生徒は、理系コース（STEM：Science, Technology, Engineering, Mathematics）を専攻しているが実際に工作機械等を使用したことがない。そこで多くの体験ができるように製作講座では、高専の授業・体験入学の内容をアレンジし、一人ずつ作品（ロボット他）を製作してフィリピンへ持って帰れるものとした。また、機械系実習では、アーク溶接、グラインダー、シャーリング、ボール盤、ベルトサンダー、バンドソー等を各自で使用する。電子系実習では、基板のエッチングやハンダ付け等を行う。

【サレジオ高専側の希望】

日頃、英語で会話することがなく、苦手意識を持った学生が多く存在するので、日本人学生が直接フィリピン生徒に技術指導を行う。その際、流暢な英会話でなくても単語を発することや絵を描いて身振り手振りして情報伝達して良いことを前提とし、自ら情報を発信する訓練を行う。

以上の希望を来日期間に実施する必要がある。表1に実施内容のスケジュールを示す。初日は、アイスブレイクとして、フィリピン生徒と高専生が各学校紹介・自己紹介を英語でプレゼンテーションを行う。その後、Welcome Partyで会食し、校内施設見学（無音響室・加工室、工房他）を行い、高専生が製作した電動バイクやSL等の試乗体験を実施した。CDBS側からの希望で秋葉原へ全員で移動し、高専生ガイドによる部品購入ツアー実施した。翌日から

表1 実施内容のスケジュール

月日	時間帯	内容
8/8(月)	10:00~12:00	【オープニング：アイスブレイク】校長挨拶・両校担当教員挨拶、フィリピン生徒と高専生の自己紹介、各学校紹介の英語プレゼンテーション。
	12:00~13:00	Welcome Partyを開催
	13:00~14:30	校内施設見学（無音響室・加工室、工房他）、バイク・SL等試乗体験
	15:00~18:00	全員で秋葉原へ移動し、高専生ガイドによる部品購入ツアー実施。買い物が終わる次第、現地解散。
8/9(火)	10:00~12:00	【モノづくり実習Ⅰ：フリフリライト】動作の説明、基板のエッチング
	13:00~16:00	基板の穴あけ、ハンダ付け、組み立て、動作確認、マイコンのプログラム書き換え
8/10(水)	10:00~12:00	【モノづくり実習Ⅱ：ハイブリッドLED灯】動作の説明、基板のエッチング
	13:00~16:00	基板の穴あけ、ハンダ付け、組み立て、動作確認
8/11(木)	10:00~12:00	【モノづくり実習Ⅲ：トナカイ君ロボット】動作の説明、基板加工機による基板製作
	13:00~16:00	基板の穴あけ、ハンダ付け、組み立て、動作確認
8/12(金)	10:00~12:00	【モノづくり実習Ⅳ：ペン立ての製作】グラインダー・シャーリングによる鉄部材の切断、アーク溶接の実習
	13:00~16:00	アーク溶接によるペン立ての製作
8/13(土)	10:00~12:00	【実習内容の総括】フィリピン生徒による実習内容のまとめ作業
	13:00~14:30	フィリピン生徒による実習内容の発表
	15:00~16:00	【クロージング：お別れ会】学科長挨拶・先方教員挨拶、軽食パーティ



図1 基板の切断



図2 ハンダ付けの補修



図3 基板加工機の説明



図4 アーク溶接の個人指導



図5 実習生からのまとめ



図6 集合写真

「フリフリライト」「ハイブリッドLED灯」「トナカイ君ロボット」「ペン立て」の製作を通して、機械系・電子系のモノづくり実習を行った。最終日は、フィリピン生徒による実習内容のまとめ作業・発表を行い総括とした。最後のクロージングイベントは、軽食パーティを実施した。

2. 2 実施結果

図1～4は実習風景、図5はまとめのプレゼン、図6は両校の参加者である。CDBSの生徒は、好奇心旺盛で非常に熱心に実習へ取り組み、初めて工作機械に触れているとは思えない上達速度であった。日本人学生は、スタート時に物怖じして見えたが時間

の経過とともに打ち解け、必死に相手の話を理解しようとし、さらに伝えようと情報を発信していた。6日間という短い期間に電子回路の基板の製作からアーク溶接まで幅広い内容を実施した。

3. 2年目（2017年度）における取り組み

3. 1 体験内容の立案

5月にCDBSの担当者が本校を訪れ、具体的な内容について協議を行った。その結果、2016年度の結果を踏まえて、以下の希望を盛り込むことにした。

【CDBS側の希望】

2017年度の実習は、World Robot Summit 2018への準備になるとありがたい。具体的には、課題に対し

表2 実施内容のスケジュール

月日	時間帯	内容
3/22(木)	10:00~12:00	【オープニング：アイスブレイク】両校担当教員挨拶 フィリピン生徒と高専生の自己紹介、各学校紹介の英語プレゼンテーション
	12:00~13:00	Welcome Partyを開催
	13:00~14:30	校内施設見学（シールドルーム・無音響室・加工室・工房他）
	15:00~18:00	全員で秋葉原へ移動し、高専生ガイドによる部品購入ツアー実施。買い物が終わる次第、現地解散
3/23(金)	10:00~12:00	【モノづくり体験Ⅰ：自律制御ロボットの製作①】動作の説明、エッチングによる基板の製作
	13:00~16:00	部品のはんだ付け
3/24(土)	10:00~12:00	【モノづくり体験Ⅰ：自律制御ロボットの製作②】部品のはんだ付け
	13:00~16:00	各基板の動作チェックと修正、ギヤボックスの製作
3/25(日)	10:00~12:00	【モノづくり体験Ⅰ：自律制御ロボットの製作③】動作モーションの決定、PICマイコンのプログラミング
	13:00~16:00	配線ケーブルの製作
3/26(月)	10:00~12:00	【モノづくり体験Ⅰ：自律制御ロボットの製作④】配線ケーブルの製作
	13:00~16:00	ロボットの組立、試走、改良
3/27(火)	10:00~12:00	【モノづくり体験Ⅰ：自律制御ロボットの製作⑤】ロボットの外装製作（試走を踏まえた改善）
	13:00~16:00	ロボットへの外装製作（試走を踏まえた改善）、プログラム改良
3/28(水)	10:00~12:00	【モノづくり体験Ⅱ：アーク溶接】アーク溶接の練習、キーホルダの製作
	13:00~16:00	ミニロボコン大会
3/29(木)	10:00~12:00	【実習内容の総括】フィリピン生徒による実習内容のまとめ作業
	13:00~14:30	昼食パーティ
	15:00~16:00	【クロージング】フィリピン生徒による実習内容の発表、表彰式、教員挨拶、BINGO大会



図7 基板の感光

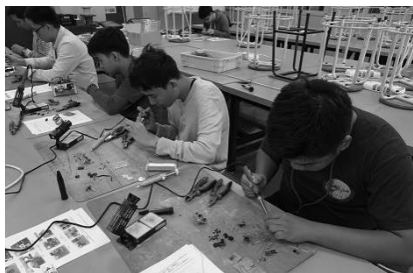


図8 ハンダ付け作業



図9 アーク溶接の個人指導



図10 ミニロボコンの様子

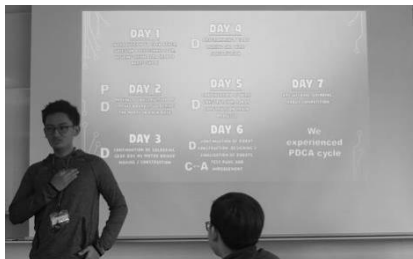


図11 実習生からのまとめ



図12 参加者とロボット

て、生徒達がアイデアを練り、デザインする経験をしたい。したがって、ロボットを1から製作する実習を希望したい。そして、期間内にモノを製作して完成できる日程感覚も養いたい。

【サレジオ高専側の希望】

2016年度を踏襲し、日本人学生が直接フィリピン人生徒に技術指導を行う。その際、日本人学生が過去に製作したロボットであれば作業工程がわかるので、授業で取り組んだ製作物の活用を検討する。

以上の希望を来日期間に実施する必要がある。そこで、筆者が担当する3年次の創造演習という科目で学生に1人1台製作させている自律制御ロボット「落ちない君」をベースとし、PDCAサイクルを意識したプログラムとした。表2に実施内容のスケジュールを示す。来日期間は、実習内容の高度化に伴い、2016年度より2日増えて8日間となった。初日は、アイスブレイクとして、両校の代表者が各学校紹介・自己紹介を英語でプレゼンテーションを行う。その後、Welcome Partyで会食し、校内施設見学（シールドルーム・無音響室・加工室・工房他）を行った。その後、秋葉原へ全員で移動し、高専生ガイドによる部品購入ツアーを実施した。翌日から自律制御ロボットの製作を行った。7日目のAMは、2016年度に評判が良かったアーク溶接実習を設けた。最終日は、CDBS生徒による実習内容のまとめ作業・発表を行い総括とした。

3. 2 実施結果

図7～10は実習風景、図11はまとめのプレゼン、図12は製作したロボットと参加者である。2016年度よりも製作物の難易度が高いので、作業が滞るのではないかと懸念していたが、CDBSの生徒は、大人たちの心配をよそに順調に製作を進めていった。特にPICのアセンブラプログラミングは、日本人学生よりも平均的に理解が早いと感じた。本実習では、PDCAサイクルを意識させるために「C・A」の時間を長めに設定した。ロボットを製作した後、“相手ロボットよりも早く得点する”という観点で動作改善を実施させた結果、ハードウェア面で工夫する生徒やマイコンのプログラムで工夫する生徒など、様々な行動が見られた。また、作業速度の早い生徒が少々遅れている生徒に手助けをするなど、人間関係の面でも成長が見られた。8日間という短い期間にロボットを1から製作し、また、2016年度に評判が良かったアーク溶接を取り入れることで、専門的かつ幅

広い講座を実施した。日本人学生は、2016年と同様にスタート時こそ物怖じして見えたが時間の経過とともに打ち解け、必死に相手の話を理解しようとし、さらに伝えようと情報を発信していた。

4. 3年間の歩みと講習後における

両校生徒・学生の成長

筆者は、上述してきたようにCDBSの担当者と協議を重ね、国際交流が両校の生徒・学生に有益な機会となるよう思考を巡らせた。表3に3年間の歩みと成果を示す。初年度の2016年度は、多くの体験ができるように1日ごとに異なるテーマを実施した。2年目の2017年度は、World Robot Summit 2018への準備となるように前年度のような日替わりメニューではなく、全実習期間を通してPDCAサイクルを意識し、1つのものを1から作り上げる体験を主軸に置くこととなった。3年目の2018年度は、前年度の内容を踏襲しつつ、やる気がある数多くのCDBSの生徒を招聘することを目指し、さくらサイエンスプランへ応募した。その結果、見事採択されて15名の若者を招聘できた。

両校の生徒・学生は、表3に示したとおり、数多くの活動成果を残している。CDBSの生徒は、初年度の講座を受講した後にInternational Robot High School 2017へ出場しIRH 2017 Best Study Report Awardを受賞した。さらに2年目には、International Robot High School 2018へ出場し、IRH 2018 Best Study Report Awardを2年連続で受賞した。また、図13のロボットを製作して図14のようにWorld Robot Summit 2018 Tokyoへ出場したところ、ジュニア競技カテゴリー・ホームロボットチャレンジ2位へ入賞、NEDO理事長賞と日本機械学会会長賞をダブル受賞する快挙を成し遂げた。

一方、本校の学生は、初年度（2016年度）の講座の後に国際会議（ISEM2017）の採択が決まり、図15のように海外の舞台上で研究発表を行った。2回目の講座終了後には、図16のように本校で開催された1ST EAST-ASIA OCEANIA REGIONAL SEMINAR ON SOLAR ENERGYにおいて自身の研究についてポスター発表を行った。さらに昨今は、国際会議への参加や海外勤務等を志す学生が増加しており、グローバル社会を意識した人材の育成に寄与している。以上のように当初の目的が着実に達成されてきている。

表3 3年間の歩みと成果

プラン				カリタス・ドンボスコスクール側		サレジオ高専側	
回数/年度	講習内容	日数	費用	生徒数	成果	学生数	成果
1回目/2016	日替わりテーマのものづくり	6	自費	8	International Robot High School 2017へ出場 ⇒IRH 2017 Best Study Report Awardを受賞	5	国際会議 (ISEM2017)へ参加
2回目/2017	自律制御ロボットの製作	8	自費	7	International Robot High School 2018へ出場 ⇒IRH 2018 Best Study Report Awardを受賞 World Robot Summit 2018 Tokyoへ出場 ⇒ジュニア競技カテゴリー・ホームロボットチャレンジ2位 ⇒NEDO 理事長賞と日本機械学会 会長賞をダブル受賞	6	1 ST EAST-ASIA OCEANIA REGIONAL SEMINAR ON SOLAR ENERGYへ参加
3回目/2018	自律制御ロボットの製作	8	助成金	15	International Robot High School 2019へ出場	12	国際会議申込みの増加

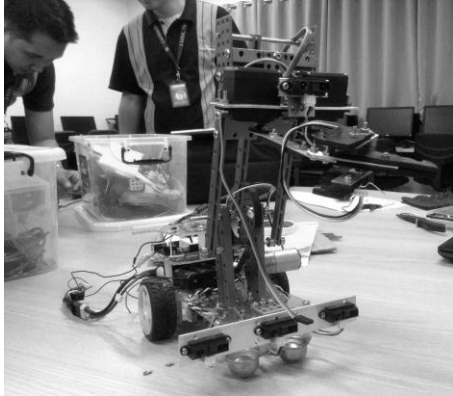


図13 WRS2018 出場マシンの製作



図14 WRS2018の様子

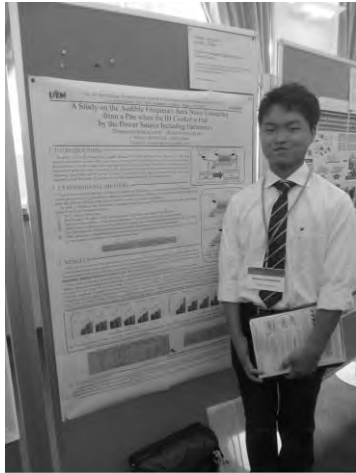


図15 国際会議 (ISEM2017)へ参加

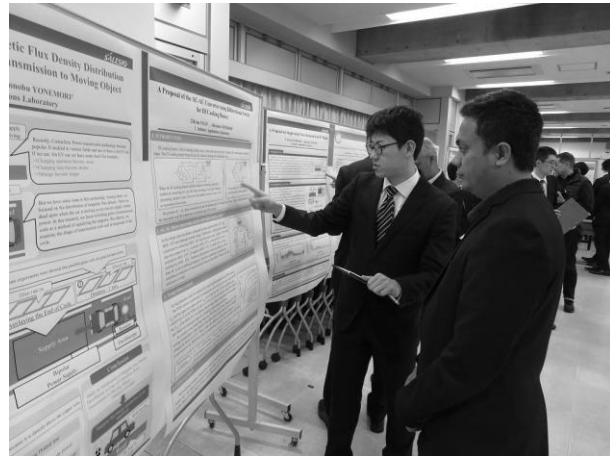


図16 1ST EAST-ASIA OCEANIA REGIONAL SEMINAR ON SOLAR ENERGYへ参加

5. おわりに

本稿では、CDBSの生徒に対してサレジオ高専の学生が直接技術指導を行う短期ものづくりプログラムの3年間の歩み(プログラム内容と実施結果)、および教育的効果について報告した。フィリピンの生徒に対して、技術を学んでいる日本の学生が技術指導することは、本校の教育目的である「専門性」「国際性」「人間性」を育む良い教育の場となった。実習中は、タガログ語・英語・日本語が混じり合い、相手に意思を伝えようと工夫する姿勢が見受けられ、

日本・フィリピン双方の学生・生徒に有益な関係が築けて非常に活発な技術交流になった。また、フィリピンの生徒たちは、日本人学生のことを“SENPAI(先輩)”と親しみをもって呼び、帰国後も日本のSENPAIを見習って、率先して教員補助や後輩指導を行っていて、人間性が非常に向上したとのお話がシスターから届いた。計画した筆者としては、これら全ての若者の成長を見て望外の喜びを感じている。今後も様々な面からサレジオ高専ならではの学生教育を遂行する所存である。

謝辞

本取り組みは、イエスのカリタス修道女会の Sr.Monica Hamasaki 氏と綿密な打ち合わせのもと計画し、サレジオ高専学校長 小島知博先生のご協力で行うことができました。関係各位に感謝申し上げます。

文献

- 1) サレジオ高専 HP 内「サレジオ会とは」：
http://www.salesio-sp.ac.jp/main/about_us/salesian.html
- 2) 小島知博, ルイス・マルケス, 吉野純一, 市村 洋, 大杉 功：“IUS へのサレジオ高専の取り組み”，サレジオ高専研究紀要, 第 33 号, pp.1-10 (2007)
- 3) 石田 毅：“海外研修旅行の渡航前研修としての英語授業の試み” サレジオ高専研究紀要, 第 40 号, pp.65-70 (2013)
- 4) 富田雅史, 鎌田俊司, 石田 毅, 安藤 昭, 鎌田俊司, 石田 毅：“海外研修旅行の設計とその効果の確認”，サレジオ高専研究紀要, 第 43 号, pp.47-52 (2014)
- 5) 伊藤光雅, マルケス A. ルイス, 吉野 純一, 市村 洋：“アクティブラーニングを活用した高専と海外高等教育機関連携の職業教育の実践研究—サレジオ高専とモンゴル工業技術大学との物理教育における展開事例—” 第 62 回年次大会 (平成 26 年度) 工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.582-583, (2014)
- 6) 米盛 弘信, 岩下 真輝, 小山 輝, 中川 将嘉, 福井 直生, 立松 龍一：“日本人学生を指導者とした海外短期モノづくり留学生に対する技術指導—サレジオ高専機械電子工学科とカリタス・ドン・ボスコ・スクール(フィリピン)の一事例—”, 第 65 回年次大会 (平成 29 年度) 工学教育研究講演会講演論文集, pp.174-175, (2017)
- 7) 米盛 弘信, 小山 和洋, 伊藤 開, 西原 貴之, 辻 涼太, 稲川 遼：“PDCA サイクルを意識した海外短期モノづくり留学生に対する技術指導—サレジオ高専機械電子工学科とカリタス・ドン・ボスコ・スクール(フィリピン)の一事例—”, 第 66 回年次大会 (平成 30 年度) 工学教育研究講演会講演論文集, pp.406-407, (2018)
- 8) 米盛弘信：“サレジオ高専機械電子工学科とフィリピン・カリタス・ドン・ボスコ・スクールにおける国際交流—3 年間の歩みとその成果—”, 第 67 回年次大会 (平成 31 年度) 工学教育研究講演会講演論文集, pp.442-443, (2019)
- 9) 米盛弘信, 岩下真輝, 小山 輝, 中川将嘉, 福井直生, 立松龍一：“海外短期モノづくり留学生に対する技術指導の一事例”，サレジオ高専研究紀要, 第 48 号, pp.13-19 (2019)

サレジオ高専情報工学科における教育と研究への 国際的提携の提案

島川陽一, ルイス マルケス

International initiatives for education and research in department of
computer science and technology, Salesian Polytechnic

Yoichi Shimakawa, Luis Marques

In order to improve the quality of education, it would be necessary for faculty members to conduct research in their own specialized fields and expand their perspectives. Faculty staff would acquire and deepen the latest academic knowledge by attending international conferences in their field of specialization. This leads to attractive classes and an improved quality of the student's graduation research. Visiting overseas universities will expand the understanding of educational systems outside Japan. Furthermore, in the case of our college, faculty staff will have the possibility to know the Salesian Society operations around the world. This article has the tenacity of introducing the international exchange program which the department of computer science and technology of Salesian Polytechnic has worked on over the last 10 years. In addition, the research subjects of the faculty staff and the student's graduation research are introduced. As well some basic information will be provided for the realization of joint research with universities affiliated with IUS.

1. Introduction

In the Department of Computer science and technology at Salesian polytechnic Japan, we encourage exchange programs involving foreign researchers and the participation in international academic conferences. Those actions are in order to improve the actual educational contents and presentation skills of our faculty members and to give them the opportunity to investigate and acquire the latest knowledge concerning their research area and subject. In particular, the educational-research exchange program between faculty members in IUS-related institutions is considered a good opportunity to obtain knowledge about the significance of the Salesian Society and to have an understanding of Don Bosco's educational philosophy.

In this paper, we make a statement on our international cooperation framework and prospects of our department from the viewpoint of education and research. Chapter 2 enlightens the history of international exchange up to date. Chapter 3 introduces the outline of the

curriculum and the department's academic schedule which conciliate with the realization of a half-year study abroad program for students. Chapter 4 presents the research fields and achievements of our faculty members in order to realize collaborative research with faculties of IUS institutions.

We have expectation that many IUS-related institutions and their researchers will work together with our departments in research and education grounds. This article pretends to be the basic material for that achievement.

2. Summary of the history of exchange

In the following, we would like to introduce examples of research and educational exchanges conducted by the department in the past.

2.1 Don Bosco technical college in Philippines

The Don Bosco technical college, Mandaluyong, Philippines (in the following, referred to as DBTC) is one of the leading engineering colleges in Manila. They have a relatively long history of interaction with our department. DBTC has two

departments analogous to the Department of Information Engineering. Every year in February, the International Exchange Committee in our collage dispatches students and faculty members from Japan to the Philippines for the purpose of international goodwill. Our department has dispatched nine faculty members to the previous mentioned departments since 2007. From then exchanges became active, and we have been exploring the possibilities of exchanges in education and research. Table 1 shows the time of dispatch, names of faculty members, and number of our students. Despite the fact that several of our faculties have been transferred, almost all faculty staff in our department have participated in the project and made their presence at DBTC. Moreover about 2 students from 3rd year in our department are chosen and dispatched every year.

Every October, DBTC staff are sent to Japan. Photo 1 shows a group photo of DBTC staff dispatched to Japan in 2013 joint with our faculty members. At that time, the head of DBTC came to Japan at the request of our department.

Table 1. Faculty staffs dispatched from our department

year	name	Number of student
2007	Yamanobe Motowo	3
2008	Shimakawa Yoichi	4
2009	Uchida Takeshi	2
2010	Shimizu Testuya	4
2012	Ooshima Masaki	3
2013	Osumi Noriko	2
2014	Shimizu Testuya	2
2015	Toma Miyata	2
2016	Kawamura Harumi	2

(In this paper, Japanese names are given in the order of family name, first name.)

The purpose of dispatching students is to provide them with the prospect to experience a different culture. On the other hand, there are two specific purposes for dispatching faculty members. One of the reasons is to make a visit to a higher education related institution of the Salesian Association outside Japan. Another reason is the sighting and proposal of jointly research themes among the institutions. We trust that increasing the international performance of

each faculty in their field is necessary to improve the quality of education. In order to achieve that objective, faculty members of our department would give presentations in English to DBTC staff to improve a collaborative research matching.

Since 2017 we have stopped sending our faculty members, for reason that the DBTC staff has changed significantly. This drastic change, has made DBTC no longer actively engaged in research and the education exchanges with us reached its impossibility.



Photo. 1 Mutual exchange with the head of DBTC

In 2016, we succeeded in partnering with a Japanese company in Manila for international internships. The photo.2 was taken in the occasion of our visit to the company's facilities of Toyota's local branch in Manila. Toyota accepted the idea of this internship. However, the student dispatch was not realized due to poor arrangement of local staffs regarding the student's accommodation.



Photo. 2 Company accepting internship

2.2 Thai-Nichi Institute of Technology in Thailand

Thai-Nichi Institute of Technology is a technical university in Bangkok, Thailand, aiming to be a “Japanese-style manufacturing university”. It has exchange programs in education and research not only with the Salesian Polytechnic, but also with other national technical colleges in Japan.

In 2016, we proposed joint research on the theme of environmental impact estimation in Bangkok, Thailand, and applied for a public research grant in cooperation with a faculty member of the Department of Information Science at the Thai-Nichi Institute of Technology. Unfortunately, the application for the scientific research funding based on that research proposal was not accepted. However, working together for the proposal has provided us mutual and more accurate understanding with regards to the research on environment field of each department, as well the specialization of its members. Although, the collaborative research has not been realized, the student exchange project continues. Photo 3 was taken when the author visited the Institute of Technology to discuss research cooperation in 2016. The person on the left in the photo is the head of the Faculty of Informatics at the Thai-Nichi Institute of Technology.



Photo. 3 Visit to the Thai-Nichi Institute of Technology

2.3 Escola Universitaria Salesiana de Sarria in Barcelona, Spain

Escola Universitaria Salesiana de Sarria in Barcelona, Spain, is a small university that plays an essential role in the IUS. Sarria does not have

the undergraduate department related to information technology. In 2018, Shimakawa visited the university and presented a proposal for an educational research joint project, however, for the insufficiency of common interest there is no significant progress at present moment.

3. Our response to internationalization

3.1 Characteristics of curriculum currently used

At the time that our department introduced the current curriculum in 2005, we introduced the summer and winter semester system in all subjects except regarding the graduation studies. We designed this system on the assumption that IUS institutions and our college would start exchange programs in the future. In the Japanese academic calendar, the academic year begins in April and ends in March of the following year. IUS related organizations are from September to August. In the case of subjects that earn credits in one year, students are unable to take classes for half a year after September, so credits cannot be obtained and a one-year delay occurs when returning to Japan. If students earn credits in the spring semester, they will be able to earn credits for all classes they attend in Japan. Although this curriculum has been used for 14 years, no international students have been accepted from other IUS institutions, nevertheless the system will be maintained and applied in the next curriculum.

3.2 New curriculum features and academic calendar

In 2020 we have the plan for introducing the same credit system as universities. Up to now, we have applied a credit system specific to colleges of technology. Stipulating that the technical college credit system would be the same as that of Japanese universities, it would be possible to transfer classes with other higher education institutions as well as technical colleges, and students would be able to smoothly exchange and transfer credits. The new credit system will be applied to our fresh man students of next year.

Through the introduction of this system, a new curriculum will be taking place in our department. Within this new curriculum, we have the objective of revising the current curriculum and decades ahead give the proper training to engineers who would be capable to deal with IT technology in the near future. Currently, the Japanese government is developing a training program for engineers specializing in artificial intelligence and data science. This new curriculum is consistent with the Japanese government program.

Conversely, there are still some future problems in conducting student exchange programs. Accreditation of a subject would be difficult if the subject that earned the credit abroad would not consistent with the educational policy of the institution in the home country. Presently, we are examining the cases of other institutions in order to see if this certification system would be possible to apply. Currently, only a week-long student exchange project such as the one with the Philippines is being conducted. We would like to continue exploring the possibility of conducting credit exchange programs in the future.

Student exchange program is considered to be extremely beneficial for Asian IUS institutions. Job hunting and graduation studies are the biggest events for students in the final year. In Japan, the unemployment rate for young people is not very large, but in countries where IUS educational institutions are located, employment of students is a severe problem. Our college has an employment rate of almost 100%, and our department has more than 500 jobs for about 50 fifth graders. We believe that the companies that recruit our students also provide opportunities for international students. Japanese companies are becoming global companies and want to hire excellent foreigners. We can give IUS students the opportunity to find a job at a Japanese company. This is a big benefit of studying abroad at our college.

There is also possibility of transferring to a national university in Japan after graduating from our collage.

Undauntedly, if IUS institution's student study at our collage, it will be possible to return to work in the local subsidiary of the company in the future. Even if they wouldn't have the possibility to come to Japan, the fact of doing the jointly graduation with us give them opportunities to get a job at a Japanese company. Our department is highly trusted by Japanese industry. Furthermore, we are able to affirm that the employment rate of our department is almost 100%. For exchange programs, all international students can use the Career Center to provide a career path where they can find employment at a Japanese company.

Table 2 shows the general academic schedule of the Salesian Polytechnic in 2019. Each semester is composed of 15 times class with a time of 90 minutes per class. In addition, midterms and final exams are held in each semester. The grade will be determined by these two tests and additional reports. Classes will not be held in February, instead graduation-related proceedings such as evaluation of graduation studies and grade determination for each grade will be held in that period.

Table 2 General academic schedule in 2019

Event	Schedule
Summer semester start date	April 8
Summer semester midterm exam	June 3-7
Summer semester final exam	July 22-26
Summer vacation starts	August 3
Winter semester start date	September 9
Winter semester midterm exam	November 4-8
Year-end vacation period	December 24 to January 5
Winter semester final exam	January 15-21
Winter Semester end date	January 29

In many cases, September is the beginning of the academic year for IUS institutions. There is a gap of about half a year in the academic schedule comparing with our collage's schedule. Related to this gap, institutions could offer for example

language training. Supposing that students use this half year effectively without thinking, it would be time wasted. However, if used well this lapsed time, studying abroad could be effective. The expectation would be that each IUS institution would give proposes on how to use effectively this period of time.

4. Research cooperation

4.1 Research field and achievements of our faculty member

There are currently 8 full-time faculty members who belong to our department, of which 5 are doctoral degree holders. Table 3 shows the specialization fields of our faculty members. With the exception of new faculty members, all faculty members mentor about 7 graduation research students and around 2 advanced course students.

Table 4 shows the different international conferences in which our faculty members participated in the past few years. This as well shows what kind of field is being studied by each faculty member. In the table, 2, 9, and 12 are image processing, and 6 is an international conference focusing on signal processing. 7 is on algorithms. In number 4 of the table, displays advanced course students who have graduated from our department who have won awards in poster sessions.

Table.3 Our faculty information and specialties (2018)

Name	Position/Degree, Specialties
Shimakawa Yoichi	Professor/Doctor Mathematical Engineering, Operations Research
Yamanobe Motowo	Professor/Doctor Theoretical physics
Utsugi Shuichi	Lecturer/Master Image measurement, image processing
Sushida Takamichi	Lecturer/Doctor Numerical analysis, applied mathematics
Uchida Takeshi	Professor/Master Computer architecture
Ooshima Masaki	Associate Professor/Master Control engineering
Miyata Toma	Associate Professor/Doctor Signal processing
Kawamura Harumi	Associate Professor/Doctor Image processing

4.2 Proposal of mutual exchange by graduation research

Some of our faculty members also have extended experience of collaboration with industries, government and academia, also are currently in a collaborative progression with companies and universities. Grounded on this practice, we believe that joint research with IUS researchers would be possible. Table 5 shows the themes of graduation research in 2018. Graduation research in our department has numerous fields and different directions depending on the specialization field of each supervisor. There are also ambitious research themes which challenge new fields of research. A particular feature of our graduation research program is the fact that there are many studies which apply IT technology to engineering issues in various fields and as well as basic IT technology. This topic is considered to be a prodigious possibility of joint graduation research with IUS institutions.

There is another point that would be positive to emphasize. IUS faculty members who would collaborate with our faculty members need not necessarily be specialized in information engineering or computer engineering. Rather, it is desirable to have a field that is different from information engineering. We hope the field provides applications. If we set up a study that applies artificial intelligence to the theme of a student in the partner engineering department, there is a possibility that it can be presented internationally as a cross-sectoral study. Meanwhile research facilities and funds are not sufficient, we should aim for researches that are characterized by its fusion with these different fields. This is the strength of IUS-related institutions with a global network of professionals. We would like to invite joint research that proposes the application of IT technology to such specific applications. In addition, it would be of our interest to obtain proposals for joint research not only from technology departments but also from diverse departments and fields including

education.

Alternatively, the Japanese government has begun to execute a policy that emphasizes artificial intelligence and data science-based education. Correspondingly, the research subjects related to artificial intelligence, machine learning, and data science are increasing in our department.

The department of Computer Science and Technology department, Salesian Polytechnic has specialists in areas where AI is currently applied, such as signal processing, image processing, and image measurement. Some researches lead to elemental technology of automatic driving technology. Various applications are possible.

At the outset, graduation researches will be conducted with IUS affiliated institutions. Based on this, cross-sectoral researches would be developed and published, and gradually the number of submissions to journals could be increased. We strongly recommend this strategy to IUS institutions in Asia.

5. Conclusions

In this article, the international collaboration of the Salesian Polytechnic Department of Computer Science and Technology since 2005 was elucidated focusing on the international relationship with IUS related institutions. We systematized the possibilities and issues of credit exchange for students, and proposed international joint researches based on graduation research.

We impertinently insist that we would like to build a cooperative relationship with researchers and research themes other than information engineering. If we could collaborate in interdisciplinary fields through graduation researches, our research achievements would increase and teachers at IUS institutions would be able to earn degrees. We want to assist young faculty members from Asian IUS institutions to obtain additional degrees. In some cases we could possibly assist them in applying for a doctoral degree in Japan. It would be possible also to consider accepting sabbatical staffs from exterior

to the field of information engineering.

Alternatively, the quality of researches and education itself would be improved by the internationalization of researches on the Japanese prospect. In order to develop an internationalization of researches and educational system would be necessary to increase the number of international applicants to Salesian Polytechnic. This is also the branding strategy of the Salesian name.

According to Don Bosco's philosophy, regarding many aspects one of the greatest assets would be that faculty members of IUS institutions grow throughout their researches in their own specialized fields. Salesian institution's teacher network could for sure cultivates the growth of their students. We believe that the development of the Salesians is to develop their educational skills and expertise. We also propose joint projects to assist the personal development of students. We sincerely hope for your visit to our collage in Tokyo.

Acknowledgement

The authors are very grateful to the staff of Dept. Computer science and technology, Salesian Polytechnic, who checked the contents of this paper.

Reference

- 1) L. Marques and T. Kojima, "Salesian Polytechnic (Salesio) Tokyo (Japan) and the IUS-EAO Project of partnership with Don Bosco Technical College Mandaluyong (Philippines)", Salesian Charism and higher education (Ed. P. Marcelo Farfan, dbd), pp3 66-393, 2019.
- 2) (社)情報処理学会, 大学の理工系学部情報系学科のためのコンピュータサイエンス教育カリキュラム J97, 第1.1版, 1999年

Table 4 International conference where our faculty members published their papers

City, Host country	Conference name
1. Lisbon, Portugal	IEEE 45th Annual Conference of the Industrial Electronics Society (IECON 2019)
2. San Francisco, USA	Electronic Imaging 2019
3. Valencia, Spain	The 9th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM2019)
4. Bangkok, Thailand	The 9th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management(IEOM2019)
5. Ireland, Dublin	30 th European Conference on Operational Research(EURO2019)
6. Shanghai, China	The 23rd International Conference on Digital Signal Processing (DSP 2018)
7. Tokyo, Japan	13th SIAM East Asian Section Conference 2018 (EASIAM2018)
8. Valencia, Spain	29 th European Conference on Operational Research(EURO2018)
9. San Francisco, USA	Electronic Imaging 2018
10. Singapore	International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM2017)
11. Québec, Canada	21st Conference of the International Federation of Operational Research Societies (IFORS 2017)
12. Santiago, Chile	AIC(International Colour Association) 2016

Table 5 List of graduation research themes (2018)

Restoration of image based on the stochastic model
A comment on a motion of dropping object using parachute
"Discussion of the Black-Scholes formula for call/put option value based on an approximate expression"
Automatic evaluation of Japanese brush character in calligraphy
Effect of Pre-processing Filters in Detection of Burrs on Wood Using SVM
A Study on overexposure and blackout correction
A Study on Automatic Removal of Target Objects in an Image
Auto classification of character images with Keras
A Congestion Prediction Method using Microblogging Data
A study on accuracy improvement for burr detection using machine learning with Population Based Training
Orbital calculation of planetary probe
A study on automatic generation of audible alarms using an interactive genetic algorithm
A study on a system for suggesting feasible layered clothing using thermal resistance values
A Study on Stock Market Indexes Prediction with Time Series Analysis
A Study on the Influence of Noise in OFDM
Heuristic approaches to Rectangle Packing Problem
"The Dirac brackets of canonical variables of a particle constrained on a spherical surface
—A difference according to initial constraint conditions—"
Removing Shadow from Taken Document Picture Covered with Shadow
Accuracy of Leap Motion in 3D space

A Study on Investment Strategy for Cryptocurrency with Statistical Methods
Development of a program to expand expressions related to big numbers
Recognition of drawing lines on three dimensional space
A study on finding the optimal route for a theme park using a genetic algorithm
Detection of Reverse Running
A performance evaluation method of football players based on Markov Model
A study on congestion forecast for exhibition booths using an ant colony optimization method
Verification the number of war death of Mimase-Battle
Relationship between reverse perspective illusion and stereoscopic perception
AI of Incomplete information game for Game Algorithms
A teaching material of SAGAMIHARA for local patriotism using 3D Models
Simulations of a gravitational lensing
A Study on Handwriting Classification based on Black-White Density Pattern
A mathematical model of average travel distance for a shared-taxi
Simulation of pop out of books by earthquake
Some Considerations on a flight trajectory of a spear
A Study on the Detection Method of Burrs in Drilling of CFRP
Develop the system that prevents heavy use of conjunction in novels
A Studies of Assisting Smile Detection with Conversation Content
A Study on the Feature Extraction from Strike Sound in Kendo Using Wavelet Transform
A forecasting System for Traffic Congestion on QGIS
A time of being tired of automatic composition music using Cadence
Estimate of required time to calculate using parallel computation on 6 x 5 reversi board
A Study on Golf's Prize Ranking Prediction Using Regression Analysis
Simulation of a motion of a particle around a black hole
Applying a genetic algorithm to a signboard layout problem based on a flow captured location-allocation problem
A study on finding top k shortest paths using a slime mold algorithm
Investigation of the Implementation of Variable Digital Filters on Raspberry Pi
Real-Time Detection of Indoor Person Position
Teaching materials using Matumoto-castle 3D model
Simulation of a motion of a particle around a black hole

光電容積脈波を用いた心疾患予防に関する提案

三宅 慶実, 吉田 慧一郎

Proposal to prevention method for heart disease using photoplethysmogram

Yoshimitsu Miyake, Keiichiro Yoshida

In current, heart disease is the second cause of death in Japan. The purpose of this study, we propose the easily prevention method for heart disease from investigate the characteristic of photoplethysmogram (PPG). In this study, we measured PPG in both-side fingertips and blood pressure in both-side arms for two groups of subjects: 1) chronic difference in blood pressure, 2) non-chronic difference in blood pressure. And, we were performed significance test for the results between both-side characteristic of PPG and blood-pressure. In group 1, we found the significant difference in peak-b value, peak-e value of acceleration plethysmogram (APG), peak-b/a value, peak-e/a value and interval time between peak of velocity plethysmogram and peak of PPG. Otherwise, we didn't find the significant difference in group 2.

1. 緒言

平成 30 年度の主な死因別にみた死亡率を見ると、心疾患は全体の第 2 位であったように、心疾患で死亡する日本人が非常に多い¹⁾。しかし、心疾患は日常生活の中で予防を図り、早期に対応することで死亡リスクを低下させることができると考えられる。Clark らは、収縮期の左右上肢の 15~20 [mmHg] 以上の血圧差は心血管疾患と関連しており、10 [mmHg] 以上の血圧差がある場合では、鎖骨下動脈に狭窄を有している場合が有意に多いことを述べている²⁾³⁾。そのため、慢性的な上肢の収縮期血圧差を早期に発見することが心血管疾患の予防になると考えられるが、日常生活の中で、一般的なカフ型血圧計を用いて左右上肢の血圧を測定することは非常に負担が大きい。そこで本研究では、計測が容易な光電容積脈波(photoplethysmogram: PPG)を用いて慢性的な収縮期血圧差を早期に発見するための手法

を検討し、左右指尖部の PPG を同時計測可能な光電脈波計(Fig.1)を製作、使用して実験を行った。

2. 実験

測定前には被験者に深呼吸を行ってもらい、安静状態を保った。測定は、製作した脈波計を用いて左右指尖部の PPG の同時計測を一人につき 5 回連続(1 回あたり約 16 秒の計測)で行った後、左右の手首にて血圧計測を各 2 回ずつ行った。この時、脈波計測および血圧測定は心臓と同じ高さで行った(Fig.2)。また、血圧値は 2 回の平均値を左右それぞれの値とし、脈波計測 5 回の結果に対応させた。なお、本実験は時間帯および日時を変えて同一被験者に対して複数回実施した。

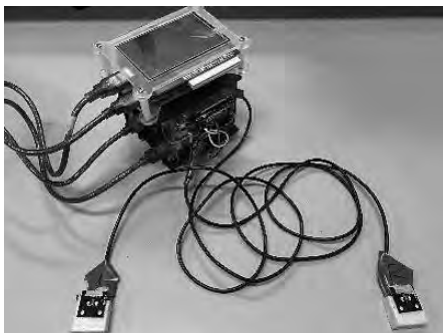


Fig.1 光電脈波計



Fig.2 計測風景

3. 実験結果

本研究では、慢性的な収縮期血圧の左右差を有す

る者と有さない者の2つの集団に分け、それぞれで収縮期血圧およびPPGの特徴量に有意な左右差が見られるかを有意差検定によって調べ、狭窄の有無が影響を及ぼすPPGの特徴量を明らかにした。PPGの特徴量はそれぞれ、振幅値、立ち上がり時間、平均値/振幅値、心拍数、速度脈波の最大値からPPGの最大値までの時間、加速度脈波(acceleration plethysmogram: APG)のa波~e波の各波高値、APGのa波とb波~e波の波高比、APGのa波~b波までの時間、速度脈波の最大値からPPGの最大値までの時間とした(Fig.3).

本実験の被験者は20代から80代までの男女計6名(20代男性1名,30代男性2名,50代女性1名,

50代男性1名,80代女性1名)である。本研究では、被験者を慢性的な収縮期血圧の左右差を有する者と有さない者の二つのgroupに区分し、前者をgroup 1, 後者をgroup 2とした。この時、80代女性は再現性

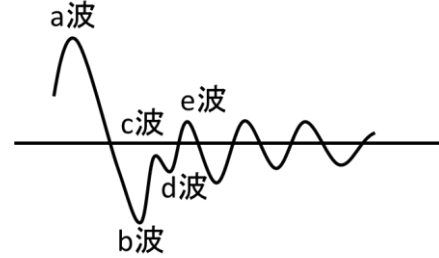


Fig. 3 加速度脈波の各波

Table 1 group 1の有意差検定

収縮期血圧				
有意差あり P<0.001				
脈波振幅	立ち上がり時間	脈波平均/振幅	加速度脈波a波	加速度脈波b波
有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし p>0.05	有意差あり p<0.05
加速度脈波c波	加速度脈波d波	加速度脈波e波	加速度脈波b/a	加速度脈波c/a
有意差なし p>0.05	有意差なし p>0.05	有意差あり p<0.001	有意差あり p<0.05	有意差なし p>0.05
加速度脈波d/a	加速度脈波e/a	心拍数	速度脈波最大値からPPG最大値までの時間	
有意差なし p>0.05	有意差あり p<0.001	有意差なし p>0.05	有意差あり p<0.001	

Table 2 group 2の有意差検定

収縮期血圧				
有意差なし P>0.05				
脈波振幅	立ち上がり時間	脈波平均/振幅	加速度脈波a波	加速度脈波b波
有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05
加速度脈波c波	加速度脈波d波	加速度脈波e波	加速度脈波b/a	加速度脈波c/a
有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし p>0.05
加速度脈波d/a	加速度脈波e/a	心拍数	速度脈波最大値からPPG最大値までの時間	
有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	有意差なし P>0.05	

をもって 10 [mmHg]程度の収縮期血圧の左右差を確認できたため、group 1 に区分した。Table 1 に group1 の被検者の結果を、Table 2 には group 2 の被検者から得られた結果を示す。

ここで、APG の a 波および b 波は PPG の収縮期前方成分であり、血液の駆出によって生ずる駆動圧波を反映したものである。また、c 波および d 波は PPG の後方成分であり、駆動圧波が末梢で反射することで生じる反射圧波が反映されている。e 波は PPG の拡張期成分である。その結果、group 2 の収縮期血圧に有意な左右差は見られなかった(N=36, $p>0.05$)が、group 1 の収縮期血圧には有意な左右差が見られた(N=25, $p<0.001$)(Fig.4)。

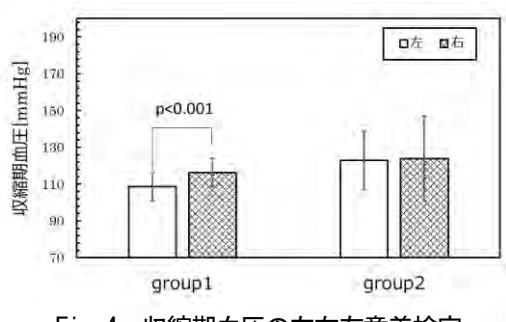


Fig. 4 収縮期血圧の左右有意差検定

また、APG の e 波及び b 波の波高値、またそれらを a 波の波高値で割った値、速度脈波の最大値の時間から PPG の最大値となるまでの時間に有意な左右差が見られた(Fig.5~Fig.9)。

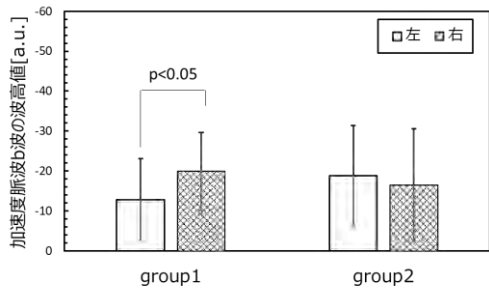


Fig. 5 加速度脈波 b 波の左右有意差検定

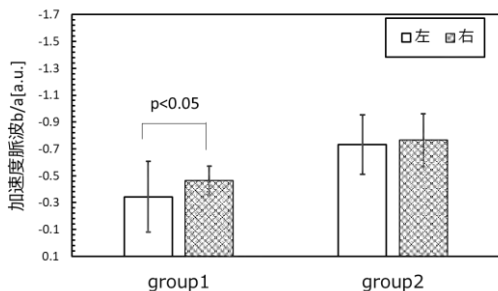


Fig. 6 b/a の左右有意差検定

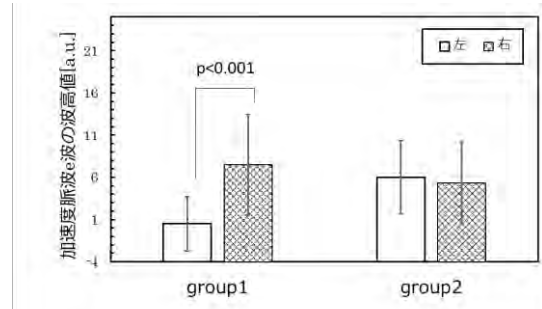


Fig. 7 加速度脈波 e 波の左右有意差検定

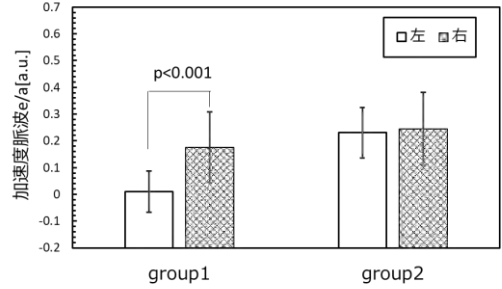


Fig. 8 e/a の左右有意差検定

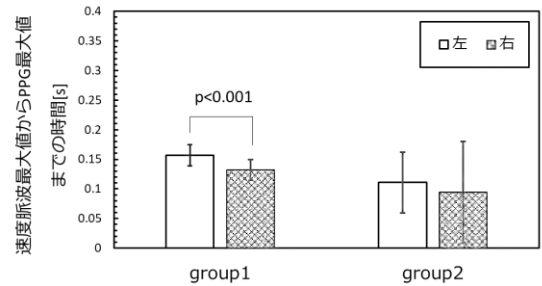


Fig. 9 速度脈波最大値から PPG 最大値までの左右有意差検定

4. 考察

昨年度実施した間接圧迫法による疑似狭窄の脈波計測実験⁴⁾では、疑似狭窄側の PPG の波高値が著しく低下することが明らかとなったが、本実験の結果からは、80 代女性の PPG の波高値に有意な左右差は見られなかった。

これは、慢性的な血圧差を有する 80 代の女性が著しく波高が低下するほどの重度な狭窄を有していなかったためであると考えられる。そのため、左右指尖部で PPG 計測を毎日行う事は、軽度の狭窄の早期発見につながると考えられる。

5. 結言

本研究の結果から、APG の e 波および b 波の波高値、またそれらの値を APG の a 波の波高値で割った値、速度脈波の最大値から PPG の最大値までの時間に有意な左右差が生じ、鎖骨下動脈狭窄症の早

学研究

期発見の指標となりうる特徴量であることが示唆された。健常者複数名に対して間接圧迫法による疑似狭窄の脈波計測実験を行う事により、これらの特徴量を用いた手法の妥当性を検討する。また、クラウドシステムを構築することにより、医療機関へ計測結果を送信し、患者の異変に対して医療機関が早期に対応することが可能となるような仕組みの構築を目指す。

文献

- 1) 厚生労働省, 平成30年(2018)人口動態統計月報年計(概数)の概況, (2019)
- 2) Clark CE et al, "Association of a difference in systolic blood pressure between arms with vascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis", *The Lancet*, p905, (2012)
- 3) Clark CE et al, "Inter-arm blood pressure difference and mortality: a cohort study in an asymptomatic primary care population at elevated cardiovascular risk", *British Journal of General Practice*, p297, (2016)
- 4) 三宅慶実, 吉田慧一郎, 脈波計を用いた心疾患の予防に関する研究, サレジオ工業高等専門学校卒業論文, (2018)

Raspberry Pi による画像処理を題材とした

プログラミング教材の開発

宇都木 修一

Development of programming teaching materials based on image processing using Raspberry Pi

Shuichi Utsugi

As represented by the term IoT, the use of information technology is essential not only for software development but also for hardware development. This article describes the development of an introductory programming material that can learn about hardware control with software. Raspberry Pi was adopted as a computer environment for learning how to control hardware with software. The Raspberry Pi is small PC but it can control the hardware easily, so it is suitable as an introduction material. However, if hardware control is realized too easily with RaspberryPi, which is not suitable for a teaching material. It is necessary to maintain an appropriate level of difficulty as an engineering programming education. The programming material presented in this article designed to allow students to experience the control of hardware while learning basic programming elements such as repeat statement and branches.

1. はじめに

我が国において IT 教育の重要性が取り沙汰されて 20 年以上経過し、ついには、小学生にプログラミング教育の必修化に至った。現代の社会においてますます重要となる、人工知能を含めたソフトウェア技術を維持発展させていくためには、継続的な情報技術者の育成が欠かせない。さらには、モノのインターネット (IoT) という言葉に代表されるように、もはや情報技術はソフトウェアエンジニアだけでなく、ハードウェアエンジニアにとっても欠かせない技術となっており、ソフトウェア、ハードウェア双方に精通する技術者の養成が不可欠となっている。

そのような流れの中では、プログラミング、あるいは、機械設計や回路設計と分野ごとに明確に切り分けられた入門教材だけではなく、それぞれを融合した教材が必要になる。以上の考えに基づき、筆者は Raspberry Pi によって簡単な画像処理とモータ制御を簡単なプログラミングによって体験できる入門用教材を作成した。具体的にはカメラに映った特定の色の物体を追跡するようにカメラの向きをコントロールするプログラムの作成を通して、プログラミングを学ぶというものである。

画像処理は一つ一つのピクセル (画素) に対して同様の処理を連続しておこなったり、状況に応じて処理を変化させたりするなど、初歩的な「繰り返し」や「分岐」の習得に適している。さらに、出力結果を画像で表示させることで、視覚的に理解を促すこともできる。

また、Raspberry Pi は教育用として企図された廉価なシングルボードコンピューターであるが、OS として Linux を搭載し、PC としての一通りの機能を有したうえで、さらに、GPIO (汎用入出力) も有しており、プログラミングによる外部ハードウェアの制御を学ぶことができる。ハードウェアをプログラムによって制御できるという点については、ワンボードマイコンの Arduino であっても目的に合うが、画像処理、そして人工知能など複雑かつ計算量の多いプログラムを組み込んだ制御への発展を考えると、Raspberry Pi がより好適であるといえる。

カメラに映った特定の物体を、モータを制御して追跡する Raspberry Pi のプログラムの作成については、その方法を解説している文献¹⁾や web ページが既にある。しかしながら、これらの文献や web ページは単にプログラムやハードウェアを動かす方法に



図1 本教材のインターフェース
(Raspberry Pi 本体はディスプレイの裏に固定)

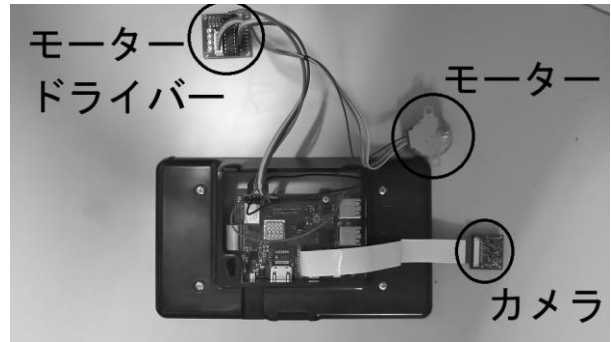


図2 本教材の裏側
(Raspberry Pi 本体とその他の部品)

表1 本教材のハードウェア構成

PC	Raspberry Pi 3 b+
カメラ	Raspberry Pi カメラモジュール
ステッピングモータ	28byj-48
モータドライバー	ULN2003 ドライバボード

ついて解説しているのみであり、プログラム教育を意識とした演習教材にはなっていない。本稿で紹介する教材は、あくまでプログラミングの演習教材として成立するよう構成されている。

2. ハードウェア構成

ハードウェアの構成は可搬性を考慮して表1のとおりとした。PC 本体には Raspberry Pi 3 b+ を使用し、ディスプレイは Raspberry Pi 公式 7 インチディスプレイとして、さらに専用のケースを用いることでディスプレイと本体と一体化した。また、折りたたみ式キーボード、マウスも用意し、これらは Bluetooth で Raspberry Pi と接続するようにした。

さらに、電源も モバイルバッテリーを利用すれば、ケーブルレスで Raspberry Pi を稼働させることができ、一般の教室でも演習が可能になる。

カメラには Raspberry Pi 専用のカメラモジュールを用いた。また、モータはステッピングモータ (28BYJ-48)²⁾、モータドライバーはダーリントン・トランジスタ・アレイ ULN2003 を用いた (図2)。これらはカメラも含めて電子工作向きの廉価な部品である。

3. 画像処理

画像処理およびモータ制御をおこなうためのプ

ログラミング言語として Python を用いる。また、画像処理用のライブラリには Intel によって開発された OpenCV を用いる。ただし、OpenCV は強力な画像処理ライブラリであるがゆえに、教育目的で使用するには注意を要する。大抵の画像処理が関数呼び出しだけで簡単に行われてしまうために、分岐や繰り返しなどのプログラミングの基本的な能力を培う目的の上では不適切となるためである。したがって、本教材では、基本的には画像の入出力部分に絞って OpenCV の機能を用いることとした。

本教材ではカメラの画像から特定の色の部分を抽出して、それを追跡するプログラムを作成するようにするが、その方法には大きく分けて3つの方法がある。

- (a) 単純に特定の色を抽出する。
- (b) 特定の色の領域の輪郭を抽出する。
- (c) 再帰を用いて特定の色の領域を抽出する。

(a) の方法は、それぞれのピクセルの色をチェックするだけで済むので、計算量を抑えることができるが、追跡対象の物体と同じ色の物体が他にもカメラに映った時に、追跡に失敗するという短所がある。

(b) の方法は、追跡対象の物体と同じ色の物体が複数映った場合でも、個別に分離することができるので、最も大きい輪郭を持つものを追跡するようにすることで、追跡を維持することができる。また、処理量も抑えることができるが、プログラミングの難易度が上がってしまい、入門用の課題としては適さないものになってしまう。

(c) の方法は、再帰プログラミングを理解していれば、簡潔に領域そのものを個別に抽出するプログラムを作成することができる。ただし、再帰プロ

表 2 OpenCV と NumPy を使用した場合に、
特定の色の領域を抽出するプログラム例

```
bgrLower = np. array ([0, 0, 128])
bgrUpper = np. array ([100, 100, 255])
img_mask = cv2. inRange (frame, bgrLower, bgrUpper)
frame [img_mask == 255] = [255, 0, 0]
mu = cv2. moments (img_mask, False)
x, y = int (mu ["m10"] / mu ["m00"]), ¥
        int (mu ["m01"] / mu ["m00"])
```

ラム自体が入門の範疇を大きく超えるうえに、処理量が多く、Raspberry Pi による実時間処理には適さないものとなっている。

以上から、本教材では(a) のプログラムを作成するものを基本課題とし、(b) のプログラム作成を発展課題とすることにした。

いずれにせよ、本教材では分岐や繰り返し文などの基本的なプログラム構文を習得することを目的としているが、プログラミング言語として採用した Python は繰り返し構文である for 文や while 文の実行には非常に時間がかかるという問題がある。これは、Python がプログラムを最適化された実行形式に事前に変換するコンパイラ言語ではなく、プログラムを逐次実行するインタプリタ言語であるうえに、Python がプログラム上で変数の型の指定などを必要とせず、型の推論をおこないながら実行する動的型付け言語であることが理由である。

for 文の実行に時間がかかることは実時間で画像処理にとって極めて致命的である。この問題を回避するには、多次元配列に対する計算を効率的におこなう数値計算ライブラリ NumPy を用いる方法と、JIT (Just In Time : 実行時)コンパイラである Numba を用いる方法がある。

NumPy は繰り返し文を高速化するのではなく、配列に対する演算を、MATLAB のように for 文を使わずにベクトル化して記述することで、内部で高速に実行するものである。NumPy は OpenCV と組み合わせることで、画像の中から特定の色を持つ領域を抽出する処理は、重心の座標を求める処理を加えても、for 文や if 文を使わずに 6 行程度で記述することができる(表 2)。しかし、これはすでに述べたように、繰り返し文や分岐文を習得することを目的とした本教材の趣旨に反する。

これに対し、Numba は記述したプログラムを Java

表 3 画像処理部分のプログラム例

```
from numba import jit
import cv2

@jit
def test (img):
    height = img. shape [0]
    width = img. shape [1]

    wi = 0
    wj = 0
    num = 0
    for j in range (height):
        for i in range (width):
            if img [j, i, 0] < 100 and img [j, i, 1] < 100 ¥
                and img [j, i, 2] > 128:
                    img [j, i] = 0, 0, 255
                    wi += i
                    wj += j
                    num += 1

    if num > 0:
        wi /= num
        wj /= num

    return img, wi, wj, num
```

のようにコンパイルしながら実行するので、繰り返し文を高速に処理することができる。本教材では、この Numba を利用して繰り返し文と分岐文を利用した画像処理を行うこととした。

画像処理部分の模範解答としてのプログラムを表 3 に示す。Numba は部分的にコンパイルするため、コンパイルする部分を関数化する必要がある。したがって、作成するプログラムでは、繰り返し、分岐、2 次元配列、関数と、プログラミングの基本要素を全て駆使することになり、演習問題として申し分のない課題となっている。

4. モータ制御

使用するモータ 28byj-48 はクローポール式の PM 型ステッピングモータで、クローポール数が合計で 32 本となっている³⁾。したがって、1-2 相励磁によ

る駆動の場合、モータ本体は 64 ステップで 1 回転となる。さらに、28byj-48 ギア比 1:64 の歯車も内蔵しており、回転軸自体は $64 \times 64 = 4096$ ステップで 1 回転するようになっている。

実際の制御は、28byj-48 のクローポールを励磁する 4 本の信号線を、モータドライバーを介して Raspberry Pi の GPIO に接続し、その GPIO の出力を Python によるプログラミングで制御することによっておこなう。

プログラム上では、信号の出力パターンを順送りするか逆送りにするかで回転方向を、信号を送る回数で回転角度を、信号を送る周期で回転速度を制御する。回転速度については、28byj-48 は 1000[Hz] (1000 ステップ/秒) 程度までの信号に対応できるので、最速で約 4 秒で 1 回転となる。

ただし、本教材は入門用としているので、モータの制御は回転方向だけとし、画像処理と合わせて次のようなプログラムを作成するものとしている。

(Step1) カメラからの画像をキャプチャし、特定の色を持つピクセルを抽出する。

(Step2) 抽出されたピクセルの分布の重心座標を求める。

(Step3) 画像の中心に対して重心座標が左右のどちら側にあるか判断して、モータの回転方向を定める。

以上のステップをプログラム化することによって、特定の色を持った物体をカメラが追跡するアプリケーションを作成できる。このプログラムはおおむね 150 行程度で記述できる。GPIO の出力を制御する部分から丁寧にプログラムを作り上げていけば、入門用の課題としては十分に歯応えのある課題となる。

5. 発展課題

理解の早い学生であれば、本教材程度の内容では物足りない場合や、あるいは、さらに高度なプログラム課題を欲することが考えられる。その場合、画像処理の部分では、輪郭抽出で特定の色の領域を抽出することや、テンプレートマッチングによる物体の追跡を実装することが考えられる。また、モータの制御の部分については、簡単な PID 制御を取り入れるということも考えられる。ただし、この場合は、画像の取得と処理の実行速度に注意しなければならない。

単純に画像を取得して処理をしてから、モータの

制御をおこなう場合、画像のキャプチャ速度に信号出力の周期が影響を受ける。すなわち、画像を 1 フレーム取得してから、1 ステップ分だけモータが回転することになる。実際に画像のキャプチャ速度を秒間 30 フレームとした場合、モータが 1 回転するまでにおよそ 138 秒を要した。1 回転に 4096 ステップ要するので、秒間 30 ステップであり、秒間 30 フレームにほぼ等しい値となっている。また、キャプチャ速度を秒間 60 フレームとした場合は、約半分の 70 秒を要した。したがって、より高速にモータを動かすには、画像取得の周期の影響を受けないように、モータの制御を別々に並行しておこなう必要がある。そのためには並列処理プログラミングが必要となるので、これを発展課題とすることもできる。

ちなみに、モータの制御と画像処理を並列化した場合は、約 6 秒で 1 回転した。ただし、モータへ送信する信号の周期を 1000[Hz] 以下にするために、回転の 1 ステップごとに $1 / 1000$ 秒のウェイトを挟んでいる。このウェイトだけであれば、約 4 秒で 1 回転 (4096 ステップ) するはずだが、プログラムの起動直後、カメラからの画像を取得するまでに、1 秒程度の時間を要したので、約 6 秒での 1 回転となった。

また、このウェイト時間を調整することで、モータの回転速度を制御できるので、PID 制御を取り入れることができる。この場合は、画像処理よりもシステム制御に重きを置いた課題となる。さらには、並列処理を通信を利用する形に発展させ、画像処理を別の計算機に任せることで、より高度な処理を実現させる課題へと発展もできる。すなわち、本教材は画像処理を入り口として、より IoT との関わりの深い部分へと学習を進めていくことができるようになっている。

6. おわりに

近年注目されている IoT に関する入門教材として、画像処理とモータ制御によって物体を追跡するプログラムの作成を題材とする教材を作成した。

Raspberry Pi を用いることで、マイコンの処理能力では対応できない画像処理にも対応し、ある程度複雑なソフトウェアでハードウェアを制御することを学べる教材となっている。実際にはインターネットを介した通信プログラムを作成するところまでは教材化していないが、並列処理を発展させる形で通信部分を組み込むことも可能である。

教育研究

また、本教材を簡略化したものを、中学生を対象としたサレジオ高専の体験入学で使用する予定である。この体験入学での中学生の反応や、高専 1, 2 年生を対象とした教材の試用によって、本教材をブラッシュアップしたうえで、実際に授業で展開することを予定している。

文献

- 1) 金丸隆志, 「実例で学ぶ RaspberryPi 電子工作」, 講談社, pp.181-268, (2015)
- 2) 28BYJ-48 Datasheet – Digikay,
<https://www.digikay.jp/ja/datasheets/mikroelektronika/mikroelektronika-step-motor-5v-28byj48-datasheet>
- 3) ステッピングモーター (28BYJ-48) を分解して仕組みを調べてみた,
<https://stupiddog.jp/note/archives/1209>

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：The Role of Technical Education in the Process of State Building in Post-conflict Timor-Leste

研究代表者：マルケス・ルイス

小区分：地域研究一般

1. 研究計画の概要

技術教育システムによる遠隔教育を推進するには、学生の学習に対する低いモチベーションやインセンティブなどの課題が多い。そのためサレジオ高専とフィリピン国ドンボスコ工科大学を対象にした、学生ティーティングアシスタントを利用して国際職業人養成を目的とした【技術教育システムの理論研究調査】の1モデルを提示する。本研究は、短期目標としてサレジオ高専と、フィリピン国ドンボスコ工科大学との2校間における教育システムの構築を目指す。長期目標として、東ティモールなど海外に点在する日本留学のための予備教育プログラムへの波及を目指す。また本研究は、中央教育審議会分科会による報告である「高等教育の多様な機能と高等教育機関の機能別分化」としての【幅広い職業人養成】において、高専としての実践事例として提示するものである。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究計画は、3年計画である。本年度は、2年度であり、下記の2項目の予備調査を実施した。

- 1) 2017年3月にフィリピンの教育システムを調査するため、ドン・ボスコマンダレイオン工科大学の教員および学生へのインタビューを行い、また、カリキュラムと学校の教育システムを調査。更にマニラの国際図書館でフィリピンにおけるポリテクニクの歴史と教育システムを調査した。
- 2) 2017年9月に東ティモールにて技術教育システムの調査のために、下記、調査と発表を実施した。

2019年2月13日2月～19日

Research Trip

2月13日

Donbosco Technical College と IUS 共同論文の論

文出版の打ち合わせ。

2月15日

Mandaluyong-Donbosco Technical College - 訪問

2月17日

Calauan Don Bosco TVET センター訪問、先生方のインタビュー。

2月18日

Mandaluyong-Donbosco Technical College で研究発表

話し合い参加

早稲田大学・セミに参加 - 論文を書く - 参考論文を調べる

2018年4月2019年～2月

水曜日のゼミにて研究の進み具合や研究発表

場所：14号館10階1052室

時間：18：15～21：00

木曜日に図書館で調べる

論文を書く

博士の先生に相談、始動

早稲田大学・国際セミナー参加（司会担当）

場所：26号館多目的講義室、司会：マルケス、会場準備統括：田中

10:00 開会の辞：山田（5分）

10:10-11:40 パネル①

発表者：Mely、利根川、阿部（15-20分×3人）

13:30-15:00 パネル②

発表者：Elina、本多倫、金森（15-20分×3人）

討論者：坂部、花田（5分×2人） 質疑応答（20分）

15:20-16:50 パネル③

発表者：Rudi、峯田、宮下（15-20分×3人）

討論者：滝澤、島崎（5分×2人） 質疑応答（20分）

16:50 閉会の辞：山田（5分）

3. 代表的な研究成果

本研究の成果発表を、学会発表という形で口頭発表4本を行った。

〔学会発表〕（計4件）

1. Luis A. Marques, 「The State Building Process in Timor-Leste: A Study of the Theoretical Foundations of Technical Education」 (Complex Emergencies and Humanitarian Response, Union Press, Chapter 8, pp.147-160), ISBN 978-4-946428-90-6
2. Luis A. Marques, Tomohiro Kojima, sdb, 「Salesian Polytechnic (Salesio) Tokyo (Japan) and the IUS-EAO Project of partnership with Don Bosco Technical College Mandaluyong (Philippines)」 (IUS 20 Years Book 2018) pp.1-17, May,2018
3. Luis A. Marques, 「Theoretical Foundations of Technical Education and the Part They Play in its Development Process」 (2018 日工教第66回年次大会名古屋, pp.53 - 68, Aug.30.2018
4. Luis A. Marques, 「Human Rights in EAO (Youth and Human Rights – for an Ethic of Confidence)」 (V International Seminar – IUS Education Group), pp.1- 6, Sep.,2018

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：任意形状作成可能な色素増感太陽電池の開発検討

研究代表者：井組裕貴

小区分：地球資源工学およびエネルギー学関連

1. 研究計画の概要

現在、IoT化が多くのデバイスで進んでおり、身の回りの様々なエネルギーを獲得するエネルギーハーベスティングが注目されている。その中でも室内灯からでも発電できることや、有害物質を使わないことからDSC(Dye-Sensitized-Solar-Cell)への関心が高まっている。また、DSCは曲面への設置を目的としたフレキシブル化の研究が盛んであり、電気泳動法やバインダーフリーによる低温成膜法等の研究が発表されている。しかしながら、曲面への設置を考えた際に、TiO₂焼結後に曲面形状に合わせてTiO₂及び導電プラスチックフィルムに過度のストレスが加わってしまい、剥離や破損が生じてしまう可能性が高い。本稿では、真空バギング法を用いてTiO₂の低温低真空での焼結を行い、結晶構造と表面構造の観察を行った。また、作成したDSCの発電特性を測定し、真空バギング法の妥当性を確認した。また、ITO(インジウム酸化スズ)フィルムを用いて曲面形状のDSCを作成し、平面形状と曲面形状の発電特性を比較した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本年度における進捗状況、達成度を以下に項目別に示す。

① 焼結方法

TiO₂ペーストをFTOガラスに塗布し、Fig.1の装置により真空処理を行う。真空度はゲージ圧で-40kPaと-80kPaの低真空とした。焼結温度は60℃、70℃、80℃、90℃、100℃、110℃、120℃とした。

② 結晶構造

Fig.2にTiO₂のXRD結果を示す。試験片は作製した中で、60℃及び70℃の試験片は焼結処理を行った後も粘性が残っており、焼結が十分に出来ていない結果となった。アナターゼ型の最大ピ

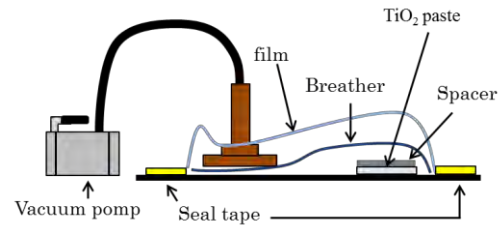


Fig.1 Vacuum bagging device

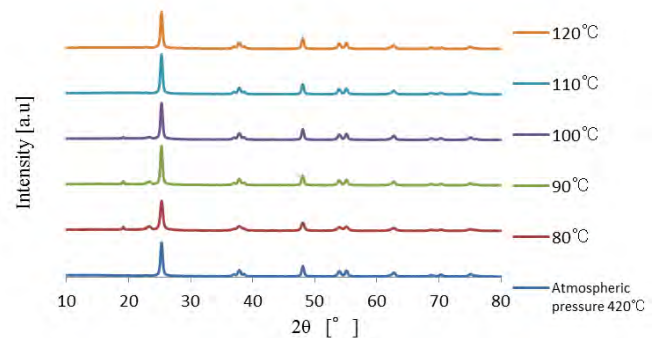


Fig.2 -80 kPa XRD result

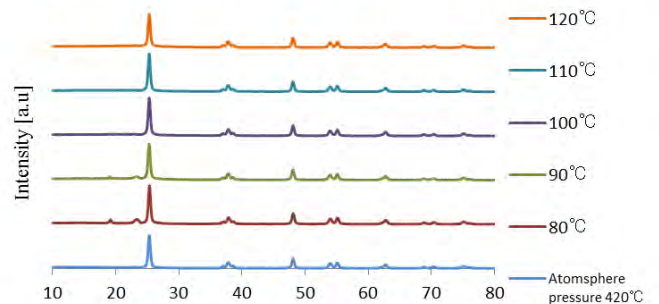


Fig.3 -40 kPa XRD result

ーク角は $2\theta = 25.28^\circ$ に対し、全ての試験片の最大ピーク角が $2\theta = 25.30^\circ \sim 25.32^\circ$ の範囲に見られた。その他のピーク角においてもアナターゼ型の結晶構造と一致していることから、アナターゼ型の結晶構造が確認できたと言える。しかしながら、-80kPaでの80℃、90℃、100℃、-40kPaでの80℃、90℃での試験片では、 $2\theta = 19.16^\circ$ でアナターゼ、ルチル、ブルカイトの結晶構造にもないピークが見られ、今後ピークの原因を特定する必要がある。

③ 表面構造

SEM での表面観察の結果を Fig.4 に示す。低温低真空下で焼結を行ったすべての試験片において従来の大気圧 420 °C の試験片に比べ、多孔質となっている事が確認できた。また焼結温度が上昇する事により、TiO₂ の粒径の肥大化が見られた。

80 °C では粒径が 0.5 ~ 1 μm に対し、100 °C では 1 μm を超える粒径となっているため焼結後の粒径は焼成温度に依存していると言える。今回作製した中で低温低真空下 -80kPa、80 °C で作製した試験片が最も多孔質になる結果が得られた。

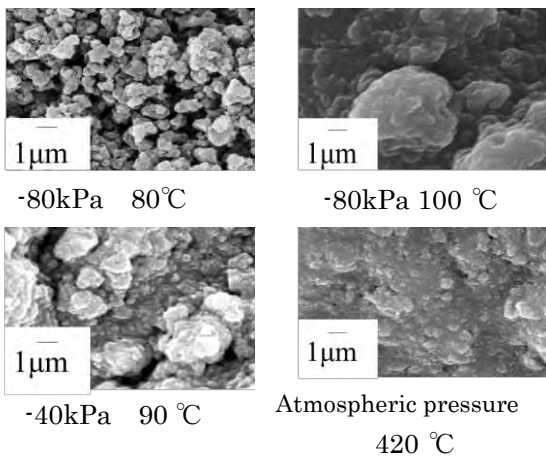


Fig.4 SEM result

④ 発電特性

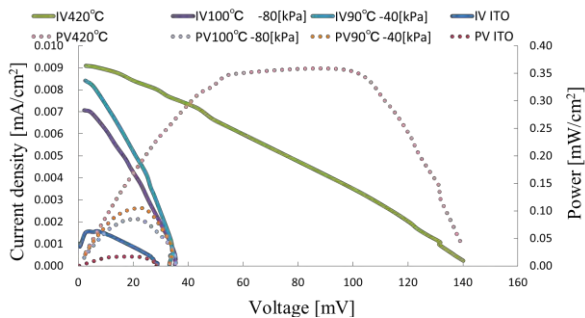


Fig.5 Characteristic of I-V and P-V

低温低真空下で作製した DSC において、IV 特性および PV 特性が得られた (Fig.5)。大気圧下で焼結を行ったセルと比較すると、J_{sc} において低温焼結 DSC は 10~20% の低下、曲面形状

DSC においては 10% ほどの値となった。また、V_{oc} では低温焼結 DSC は 25% ほどの値、曲面形状 DSC は 20% ほどの値となった。これらの値の差の要因としては、真空引きにより TiO₂ 焼結体とガラス電極との間に隙間が生じ、電子の移動を阻害したと考えられる。また、焼結後の色素吸着中

にガラス基板から TiO₂ の剥離が生じるケースが発生した。これは真空吸引によって電極と TiO₂ の間に空気層が生じ、その隙間に色素溶液が流れ込み剥離が発生した可能性が高いと思われる。

今年度は真空バギング法による低温焼結を試み、結晶構造、表面形状、発電特性から妥当性が確認できた。今後は真空度と温度の関係性を明確にし、低温焼結に最適な条件の断定および発電効率低下の原因を解明する予定である。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕 (計 1 件)

- 1) 八木貫太, 井組裕貴, 「低温低真空下での TiO₂ 焼結による色素増感太陽電池の検討」, サレジオ工業高等専門学校研究紀要, 査読有り, 第 49 号 (投稿中)

〔学会発表〕 (計 2 件)

- 1) 八木貫太, 井組裕貴, 「真空バギング法における TiO₂ の低温焼結の提案」, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集, p.52 (2018-12)
- 2) 井組裕貴, 織田豊一, 「色素増感太陽電池一体型模型の実験教育への検討」, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 査読無し, 19a-PA1-1(2018-9)

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：パンチルトズームカメラに対するカメラキャリブレーション

研究代表者：宇都木修一

小区分：知覚情報処理関連

1. 研究計画の概要

本研究は、画像計測や画像認識にとって重要なカメラの向き、位置、焦点距離などのカメラパラメーターを求めるキャリブレーションにおいて、カメラパラメーターが連続的に変化する場合においても、その正確性を保証する手法の実現を目指す。具体的には、ズームなどによるカメラパラメーターの変化を多項式に当てはめ、カメラパラメーターが連続的に変化するような場合にも、対応することを目指している。

カメラパラメーターの変化を多項式にあてはめる際には、各パラメーターの独立性と誤差に気を配る必要がある。カメラパラメーターを求める際には、3次元座標が既知のサンプル点をカメラで実際に撮影した場合と、カメラパラメーターを用いて計算によって推定した場合の画像上のサンプル点の位置の差が最小となるように、カメラパラメーターを求める。この問題は非線形の最小二乗問題となるが、このとき、従来は複数のパラメーターをまとめて別の変数に置き換えることで、線形に近似して解くことが多い、しかし、その場合は、それぞれの誤差を合算して最小化するように最適化問題を解くことになり、全体としての誤差は最小であっても、関係のないパラメーターに誤差が吸収されてしまうことによって、個々のパラメーターの正確性が保証されない。したがって、それぞれのカメラの状態において求めたパラメーターは、そのカメラの状態において最適なパラメーターであっても、パラメーターの変化を多項式にあてはめる際には不適切となる恐れがある。

この問題に対しては、それぞれのパラメーターの性質を考慮してパラメーターを独立に求めることで、可能な限り各々の誤差の影響を限定して、多項式にあてはめることを試みる。具体的には消失点を用いてカメラの回転量を求めることで、非線形の最小二乗問題を簡略化し、できるだけ個別にパラメーターを求める方法を用いる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究ではパンチルトズーム機能を持つ Panasonic 製の BB-SC384B ネットワークカメラを用いてカメラキャリブレーションをおこなった。まず、ズームを用いない最も広角な状態においてカメラパラメーターを算出し、その正確性をステレオ視による距離計測によって評価した。計測対象までの距離を 1[m] から 5[m] まで 1[m] 単位で変化させたところ、いずれの場合においても相対誤差を 1～2[%]程度に抑えていることを確認した。これは、視差（画素）に換算すれば横幅 1280 画素の画像に対し、誤差を 1～2 画素程度に抑えていることを示している。しかしながら、レンズ歪みの大きい画像の四隅の部分では、距離 5[m] の物体に対し、視差のずれが最大で 4 画素、相対誤差が 15[%] 程度にまで及んだ。レンズ歪みに対する補正が十分でないことが明らかになったため、別途歪み補正用のサンプル点の取得をおこなうなどの対応を検討している。

次に、望遠（ズーム）機能を用いて焦点距離を変化させたときのカメラキャリブレーションについて、評価をおこなった。BB-SC384B は 32 倍までの光学ズームが可能であるが、望遠倍率が高いとキャリブレーションをおこなうことが困難となるため、現段階ではズームは最大で 9 倍程度とすることとした。実際にはズームパラメーターを、0.003, 0.009, 0.015, 0.021, 0.027 の 5 段階に変化させてカメラパラメーター算出し、こちら、ステレオ視による距離計測でその正確性を評価した。ズームパラメーターは 0.003 が最も広角（1 倍）、0.027 が最も望遠（約 9 倍）となっている。距離計測の例として物体までの距離が 1[m] のときと 5[m] のときの計測結果を表 1 および表 2 に示す。ズームパラメーターを 0.27 としたときには距離 1[m] の物体を両方の画像内に同時に捉えることができなかつたため、計測不能

表1 物体までの距離1[m]の時の計測結果

ズーム	計測距離 [mm]	相対誤差 [%]
0.003	998.63	0.137
0.009	1002.4	0.237
0.015	999.65	0.0349
0.021	992.21	0.779
0.027	計測不能	計測不能

表2 物体までの距離5[m]の時の計測結果

ズーム	計測距離 [mm]	相対誤差 [%]
0.003	4722.6	5.55
0.009	4982.0	0.360
0.015	5005.6	0.112
0.021	5004.6	0.0922
0.027	4963.9	0.723

とした。

今回の計測結果ではズームしない最も広角な状態で、距離5[m]の物体に対し相対誤差が5[%]となっているが、視差に換算すれば2画素程度であり、それほど大きなずれとはなっていない。これに対し、望遠した場合には誤差が大幅に小さくなっている。広角な場合は量子化誤差の影響が大きい、望遠することによってその影響を小さくできることがわかる。ただし、サンプル点の移動を手作業でおこなっているため、キャリブレーションをおこなう際の状況によって、結果が変化することが考えられる。今回の計測では偶然良い結果が出た可能性があるため、キャリブレーション作業をできるだけ自動化し、複数回試行して統計的に評価することが今後必要となってくる。

次に、ズームパラメーターの変化に伴うカメラパラメーターの変化について代表的なものを示す。

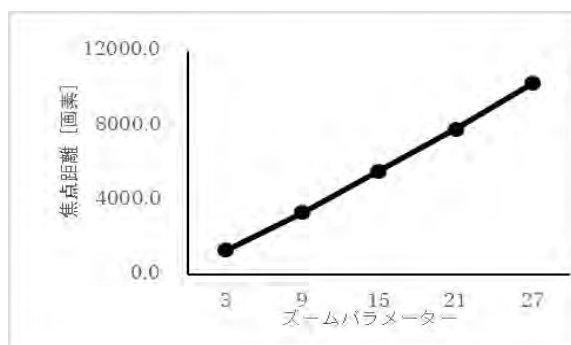


図1 焦点距離の変化

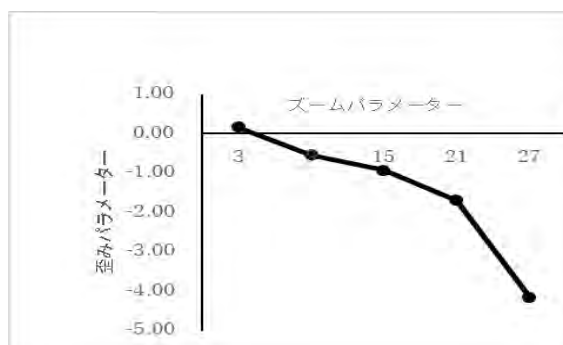


図2 歪みパラメーターの変化

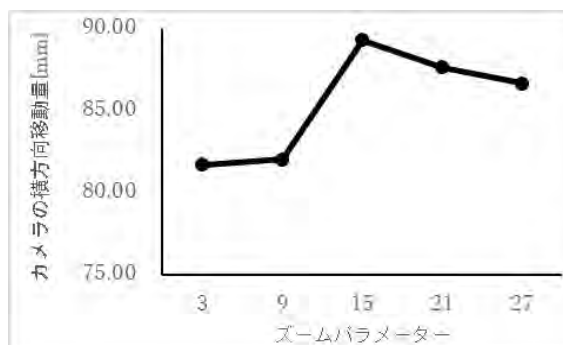


図3 カメラの横方向移動量の変化

焦点距離はズームパラメーターの変化に伴ってばらつくことなく変化しており、問題なく多項式へのあてはめをおこなうことができる。歪みパラメーターも比較的ばらつきを抑えて変化しているので同様に、こちらでも多項式へのあてはめを考えることができる。これらに対し、カメラの横方向の移動量はばらつきが大きく、多項式へのあてはめは適切でないと考えられる。ただし、このばらつきはサンプル点の撮影時の誤差の影響を受けていることも十分考えられる。あるいは、計測に影響のない範囲のばらつきである可能性もあるので、多項式のあてはめへの可否を検討する前に、こちらの場合も同様に、キャリブレーションを複数回おこない、統計的に評価する必要がある。

以上を踏まえ、今後本研究はカメラキャリブレーションを統計的な側面から評価する予定である。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計1件)

- [1] 宇都木修一, 鈴木寿, “消失点を利用した角度の算出に基づくカメラキャリブレーション” 電子情報通信学会 PRMU研究会, 技術研究報告, PRMU2018-132, pp.99-104.

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：ろう接によるシリサイド系熱電変換モジュールの作製と耐熱性の評価

研究代表者：加藤雅彦

小区分：複合材料および界面関連

1. 研究計画の概要

エネルギーハーベスティング技術の一つとして、廃熱を電気エネルギーに直接変換できる熱電発電が注目されている。本研究では、400～800℃程度の高温大気中で使用できる鉄シリサイド(FeSi₂)、マンガンシリサイド(MnSi_{1.73})、マグネシウムシリサイド(Mg₂Si)等の熱電素子に着目し、ろう接による熱電変換モジュールの工業的な製造方法を開発することを目的とする。従来のモジュールでは、絶縁基板上への電極形成としてメタライズ工程が必要であったが、本研究では絶縁基板上に活性金属ろう(東京ブレイズ製TB-608T)をパターンニングして素子を接合し、ろう材をそのまま電極として用いるモジュールを考案した。絶縁基板にはシリサイド系熱電素子と熱膨張係数の近いアルミナ(Al₂O₃)、マグネシア(MgO)を用い、接合界面の観察や熱電特性の測定によって最適な接合条件を検討する。また、長時間の耐熱試験や温度サイクル試験により熱安定性の評価を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

昨年度の研究において、FeSi₂焼結体とAl₂O₃基板の接合体の耐熱試験を行ったところ、500℃では接合状態および内部抵抗の変化はほとんど見られなかったが、600℃では基板が剥離してしまった。そこで今年度は、Al₂O₃よりも熱膨張係数が若干大きいMgO基板を用いてFeSi₂焼結体との接合を試みた。Ar雰囲気中、820℃で接合した接合体の断面写真を図1に示す。接合界面は隙間なく接合されており、MgO基板、FeSi₂焼結体内部ともにクラックは観察されなかった。さらに600℃で耐熱試験を行ったところ、128h後も剥離しないことが確認され、MgOはFeSi₂モジュールの基板として有用であることがわかった。

接合直後に対する600℃耐熱試験後の内部抵抗の変化率を図2に示す。n型接合体は、128h後も

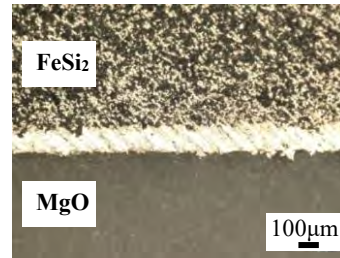


図1 活性金属ろうで接合したFeSi₂/MgOの断面

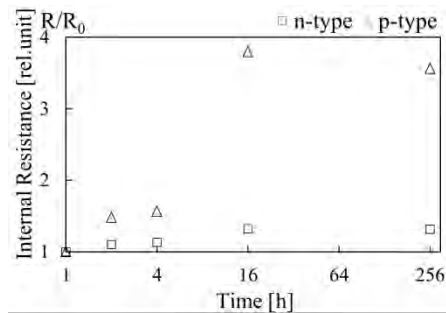


図2 600℃耐熱試験後のFeSi₂接合体の内部抵抗の変化率

内部抵抗に大きな変化は見られなかったが、p型接合体は、短時間で一旦増加し、その後は同程度の値に保たれた。この原因として、界面での拡散層の影響が考えられたため、SEM-EDX分析を行ったが、ろう材の成分(Ag, Cu, Ti)が過剰に拡散しているような有意なデータは得られなかった。

次に、p型とn型一対のπ型モジュールを作製し、500℃で16hまでの耐熱試験を行い、V-I特性を測定した。4h後まではほとんど変化がなかったが、8h後では出力が低下し内部抵抗も増加した。さらに耐熱試験を続けたところ、接合層付近において素子の破断が確認された。SEM観察の結果、図3に示すように、素子側面に液相のろう材が表面張力によって形成したエッジ部から破断していることがわかった。破断の要因として、V-I特性測定で素子の高さ方向につけた大きな温度差によ

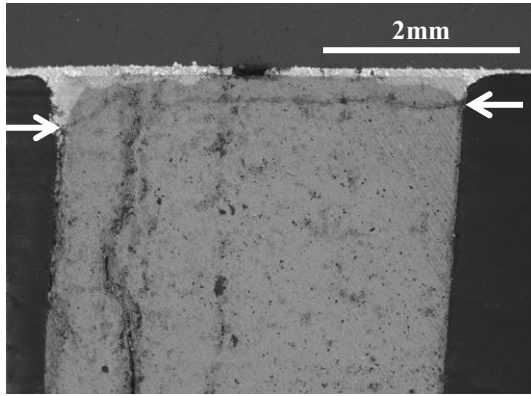


図3 500 °Cで16h耐熱試験後に破断したモジュールのSEM写真

り生じた熱応力が素子の強度を超えたことが考えられる。このことから、熱応力を緩和させるような素子の形状や複数対とすることによるモジュール全体の強度の向上が有効であると考えられる。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計2件）

- (1) 大嶋俊一, 井上裕之, 加藤雅彦, 桑折仁, 小林隆秀, MgO 基板にろう接した FeSi_2 の熱安定性, 第15回日本熱電学会学術講演会予稿集 査読無, p.151
- (2) Hitoshi Kohri, Takuma Kurishima, Masahiko Kato, Synthesis of tungsten disilicide and its potential as a thermoelectric material, Abstracts of the 37th International Conference on Thermoelectrics, 査読無, sciencesconf.org:ict2018:197287(PDF)

〔産業財産権〕

○出願状況（計1件）

名称：熱電素子の製造方法

発明者：小林隆秀, 井上裕之, 加藤雅彦

権利者：株式会社テックスイージー

学校法人育英学院

種類：特許出願

番号：特願 2018-218700

出願年月日：平成30年11月21日

国内外の別：国内

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 25 日現在

研究課題名：レジャーダイビングにおける減圧症予防に関する研究

研究代表者：吉田 慧一郎

小区分：計測工学関連

1. 研究計画の概要

近年、アクティビティの多様化により海におけるレジャー人気が高まりつつある。中でも、日本の豊かな海の自然を生かしたスキューバダイビングやシュノーケリングなどの人気が高まっている。比較的浅い海面で実施されるシュノーケリングに対してスキューバダイビングでは、最大水深 40 [m] まで潜水を行う。そのため、ダイビング中はダイバーの身体に深度に応じた水圧がかかり、潜水病の発生リスクが高くなる。現在、減圧症予防には減圧表を用いた方法とダイビングコンピュータを用いた方法があるが、どちらも減圧症の発症リスクが少ない潜水時間（無減圧潜水時間：NDL）の算出は潜水時間と潜水深度より推定されるものであり、実際の体内窒素量を測定し反映したものではない。

そこで本研究では、潜水時における減圧症の早期発見を行い、減圧症の非侵襲的なリアルタイムモニタリング装置を開発することを目的とする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

進捗および達成度は項目別に以下に示す。また、本研究では開発した機器の性能評価を行うために潜水の他に登山時における生理学的パラメータの取得も行った。登山時は潜水時と同様に血中の酸素量の変化が大きく、本研究で想定している潜水における生理学的パラメータ変化と関連が考えられる。

① 登山実験

登山時の標高の上昇に伴う生理学的パラメータの変化を調べるため、富士山 5 合目（標高 2305 [m]）～富士山頂（標高 3776 [m]）を吉田ルートで登山を行った（図 1）。実験では、試作機を被験者の上腕部に装着し、登山時における生理学的パラメータ（ SpO_2 、心拍数）の連続計測および、既製品のパルスオキシメータ（dretec 社、OX-101 および日本精密計測株式会社製、BO-600）、血圧計（オ

ムロン社製、HEM-6324T）を用いて、 SpO_2 と心拍数、血圧の取得を各ポイント（各合目）で行い、解析を実施した。



図 1 登山実験風景

図 2 に実験結果を示す。既製品での取得データでは 7 合目 (2740 [m]) から 8 合目 (3100 [m]) にかけて SpO_2 は徐々に低下し始め、8 合目～9 合目 (3600 [m]) にかけて急激に低下している。この時、心拍数は 7 合目から 8 合目にかけて上昇し、8 合目～9 合目にかけては一定の値を保っている。これは、高度上昇に伴う酸素濃度低下が関係していると考えられる。次に試作機での取得データでは、7 合目から 8 合目にかけて心拍数がゆるやかに上昇し、8 合目～9 合目にかけて心拍数は急激に上昇し、その後減少している。 SpO_2 での変化は、8 合目中盤以降、低い値が継続している。このように、既製品と試作機では 8 合目～9 合目において SpO_2 の変化が高度上昇に伴い低下する点で一致した。また、心拍数計測において、既製品と試作機とでは各ポイント良い一致が見られた。これにより、本研究で作製した試作機は良い精度で計測が可能であると考えられる。また、試作機では 8 合目～9 合目において心拍数の急激な増減が確認された。高度上昇に伴う心肺機能の動作が既製品と比較してより詳細な生理学的パラメータの取得の可能性が示された。

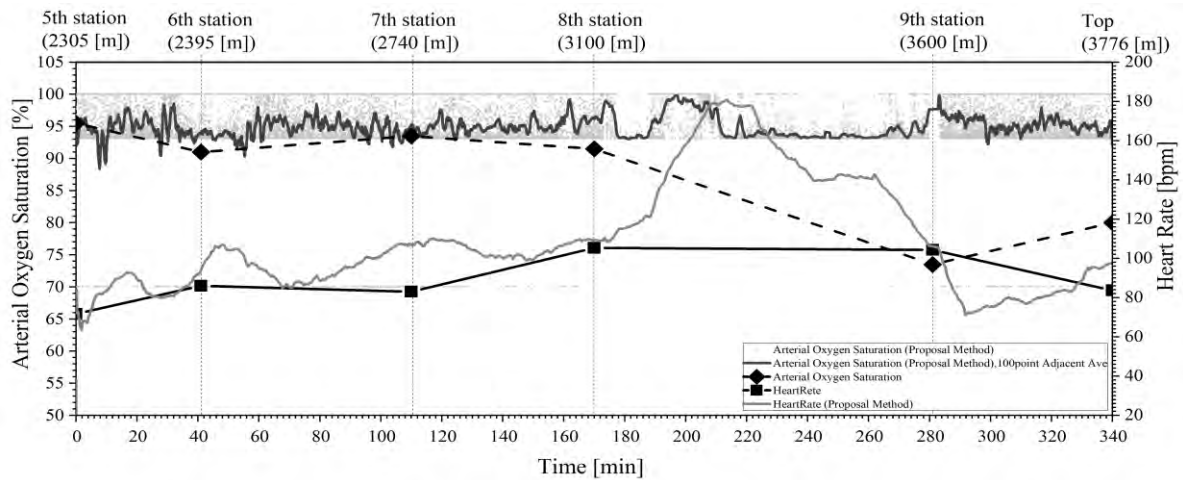


図2 登山における生理学的パラメータの変化

② 潜水実験

ダイビング時の水深の低下に伴う生理学的パラメータの変化を調べるため、沖縄県沖合ナガヌ島周辺でダイビングを行った。実験では、試作機を被験者2名の左手首部に装着し(図3)、ダイビング時における生理学的パラメータ(SpO₂, 心拍数)の連続計測および試作機器の性能評価を行うため比較として既製品のパルスオキシメータ(dretec社, OX-101 および日本精密計測株式会社製, BO-600), 血圧計(オムロン社製, HEM-6324T)を用い、SpO₂と心拍数、血圧の取得を潜水前後で行い、解析を実施した。

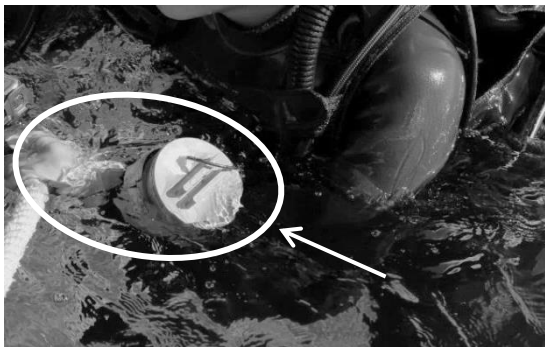


図3 潜水実験風景

本実験では、計4本のダイビングを行った。1本目(Dive.1)では、試作機を用いたダイビング時における生理学的パラメータの連続計測および試作機の性能評価を行ったが、試作機の防水性能不足により試作機内部に海水が侵入してしまい、試作機による潜水中の生理学的パラメータの連続計測は行えなかった。

2~4本目(Dive.2~4)では、既製品を用いたダイビング前後における生理学的パラメータの取得と

解析を行った。図4に本実験で得られた結果を示す。

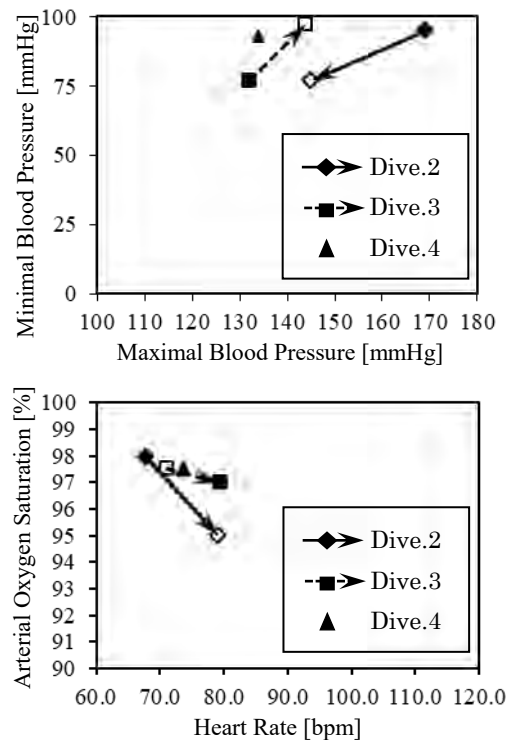


図4 ダイビング前後の変化

図4より、Dive.2においては潜水前後において最低・最高血圧ともに低下が確認される。一方、Dive.3においては潜水前後で最低・最高血圧ともに上昇がみられる。また、Dive.2-3の潜水後の最高血圧が140~150 [mmHg]周辺に収束していることが確認された。

③ 達成度および展望

本実験において、登山中における生理学的パラ

メータの取得が可能であることが確認された。これらの結果より、空気中での運動下における生理学的パラメータの取得より健康をより簡便にする機器の開発等の可能性が示された。

しかしながら、潜水試験においては機器の水没により潜水中の生理学的パラメータの取得が今回は出来なかった。試作機の防水性能向上が課題となる。

現在、防水性能を向上し小型化した測定機器を作製し(図5)、実験を行っている。改良型試作計測機器における実験では、水深18[m]における防水性能が確認され、潜水時における生理学的パラメータの取得を行うことが出来た。取得された実験結果の解析を行い、潜水時における生理学的パラメータ値の変化より身体における潜水病の予兆等の調査を実施している。また、回路の小型化およびモニタリング機能の実装を行っていく予定である。



図5 改良型試作計測機器

3. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計1件)

- 1) 住吉佑基, 吉田慧一郎, 「レジャーダイビングにおける減圧症の予防に関する研究」, サレジオ工業高等専門学校研究紀要, 査読有り, 第49号(投稿中)

[学会発表] (計1件)

- 1) 住吉佑基, 吉田慧一郎, 「レジャーダイビングにおける減圧症の予防に関する研究」, 日本福祉工学会第22回学術講演会, 査読無し

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名 : LPWA を活用した沿岸観測ネットワークによる港内の立体的な流向推定法の検討

研究代表者 : 吉田 将司

小区分 : 地理学関連

1. 研究計画の概要

港内の河口域近辺は、沖合からの潮汐の変動や、河川からの淡水の流入による特異な海流が形成されている。これら海流の解明は災害予測や漁業など、幅広い分野での貢献が期待されている。しかし、実時間的に変動する海流や潮流を詳細に把握するシステムは現在確立されていない。研究代表者らはこれまで沿岸域を多点多層観測する為に、富山新港内で沿岸センサネットワークの構築を行ってきた。昨年度はLPWA規格の無線モジュールを導入し、観測範囲の広域化を実現した。さらに多点多層での観測に成功し、沿岸域環境における表層別の水温変化を電子地図上でリアルタイム表示できる地理情報システムが構築できた。また水温変動と潮流変動の関係性も示唆された。そこで本研究は、さらなる広域化の基礎検討及び、港内海水温の時間変動の観測結果から付近海流の流向を推定する方法について検討する。

これまでの研究成果により、無線センサネットワークを用いて沿岸域の多点多層における海中情報の時間変動を観測する技術が得られた。本研究期間ではこの技術をさらに洗練・充実させつつ、以下の内容を実施する。

- ①富山新港における水温の多点多層での定期観測による季節変動特性の把握
- ②複数のLoRa-WANゲートウェイを用いた観測地点の広域化に関する検討
- ③新港内における水塊構造の把握と流向推定法の検討

まず①では、9月に富山新港において海水温の観測実験を実施する。昨年度の9月に実施した結果との再現性を検証するとともに、今年3月に実験した結果との比較から季節変動特性を把握する。次に②では、昨年度1か所だったLoRa-WANゲートウェイ（基地局）を複数個所設置し、インター

ネット回線を用いてさらに広域的な観測が可能か試験する。この実験は富山で実施できない可能性もあるが、学内での試験は可能である。最後に③では、観測した海水温データをもとに各地点・各層の水塊を立体的に可視化し、潮汐や風向データと合わせて流向推定を実施する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

①富山新港における水温の多点多層での定期観測による季節変動特性の把握（達成度90%）

多点多層での定期観測をするために、実地での運用試験を富山高等専門学校臨海実習場の海上にて、2018年9月5日から9月7日の三日間実施した。基地局は臨海実習場に設置した。観測ノードは、河口付近から沖合にかけて4箇所（A～D）設置した。図2は観測を実施した場所をGoogle Earth上に表示したものである。Aノードは基地局から約1.9km付近の見通しでない一番遠方に配置されている。図1はノードの内部構成を示す。

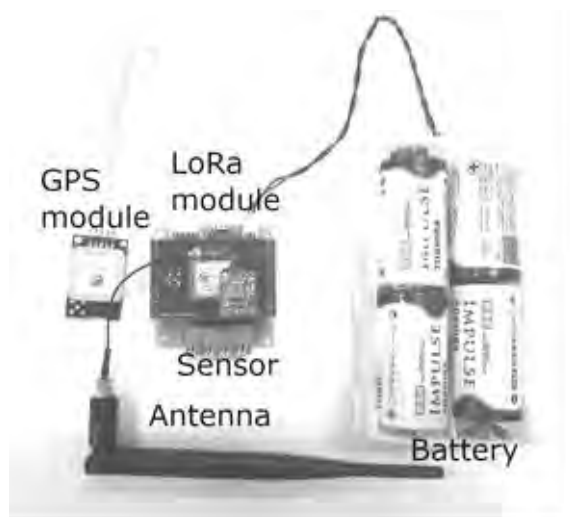


図1 ノードの内部構成



図2 設置したノードの配置

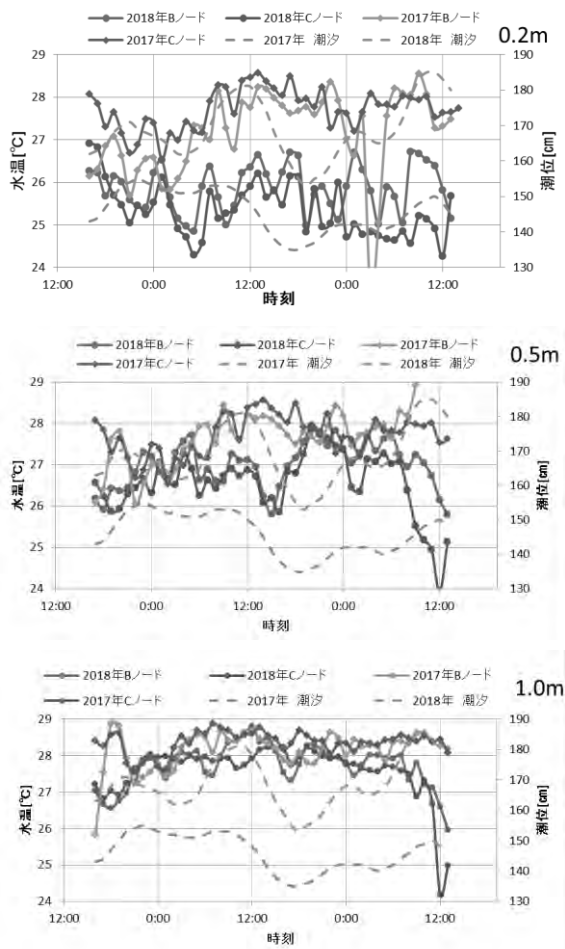


図3 2017年と2018年の水温変化
(上: 0.2m、中: 0.5m、下: 1.0m)

図4は2017年と2018年の同日における、水温の時刻変動を示す。水深0.2mでは全体的に2017年の方が、気温は低い水温は高い傾向が見られた。水深0.5mでは気温ではなく潮位に沿った変動が多くみられた。両年とも設置後潮位が

上がり始めると水温が徐々に上がった。水深1.0mでは両年とも潮位にほとんど左右されることなく同じような水温分布となった。これは台風による大雨で表層に淡水が多く流入した影響が大きいことが要因と考えられる。両年とも水深が深くなるほど水温が高くなり、深くなるほど水温の変動が穏やかになる傾向が見られた。
今回は2017年9月と2018年9月の観測結果のみ比較した。3月実験の観測場所や条件が若干異なっていたため、季節変動は比較できなかった。

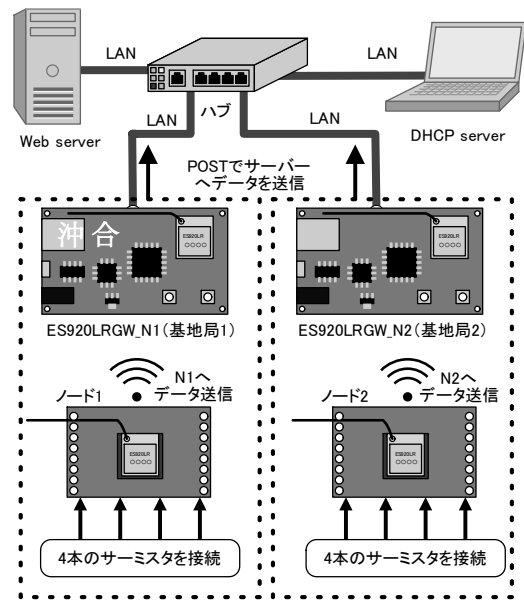


図4 ES920LRGW を活用したネットワーク構成

②複数のLoRa-WANゲートウェイを用いた観測地点の広域化に関する検討(達成度70%)

まずシステムの動作試験として、Local Area Networkを構築した。図3は実験に使用したネットワークの構成を示す。DHCP serverはWeb serverとゲートウェイモジュールに対してIPアドレスの割り当てに使用している。ノード1・2は各ゲートウェイ(ES920LRGW_N1及び_N2)に対応した通信帯域と帯域幅を設定していることとする。また、各ノードには4本のサーミスタから取得した温度データをゲートウェイへ送信する。ゲートウェイはノードから受信したデータをPOST通信にてWeb serverへ送信する。Web serverでは各ゲートウェイにて受信されたデータをIPアドレスごとに管理する。また、最新の受信データを画像ファイルにて保存することで、リアルタイムな観測データの可視化を実施した。ノ

ードに設置されているサーミスタ（4本）の温度分布をチャンネルごとに表示することに成功した。この結果から、LANによって複数台の基地局をWeb serverにより管理することが可能となった。

今後はLANだけでなく、インターネット上で利用できるように試験を実施する予定である。

③新港内における水塊構造の把握と流向推定法の検討（達成度30%）

研究協力者である千葉教授が昨年度実施した富山新港内全域でのCTDでの水塊構造観測結果から、海水と河川水から構成される港内の水塊構造は、河川に近い海域の上層では低塩分で低密度、下層では高塩分で高密度の異なった水質の水塊が存在していることが確認できた。次に同時期の港外の観測結果との比較を行い、港内の下層における水塊の水温・塩分・密度の値が、富山湾の中層とほぼ同一であり、双方の水塊が結合されていることが分かった。また、港内中央の海域でCTDとADCPを併用した観測を行った。CTD観測で確認された上層の低塩分水層と、下層の高塩分水層では、ADCP観測により流向流速が異なることが確認された。

ただし、今年度の実験ではADCPの不調により、観測結果との比較を行うことができず、観測システムを用いた構造把握及び流向推定方法の検討には至らなかった。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計2件）

- [1] 内村哲也, 吉田将司, “LPWAを利用した海中空間情報取得システムの検討,” 電気学会次世代産業システム研究会, 査読無, IIS-18-064, Nov, 2018.
- [2] 吉田将司, 千葉元, “無線センサネットワークによる淡水と海水の混合海域の観測,” サレジオ高専紀要, 査読無, Vol.48,pp1-5, Feb, 2019.

〔学会発表〕（計4件）

- [1] 藤森拓哉, 吉田将司, 千葉元, “富山湾沿岸域における水温分布の季節変動特性の解析,” 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, Dec, 2018.
- [2] 柴田健吾, 吉田将司, “LPWAを利用したセ

ンサネットワークにおける受信システムのGUI化に関する検討,” GPS/GNSS シンポジウム 2018 ビギナーズセッション, Nov, 2018.

- [3] 内村哲也, 吉田将司, “LPWAを用いた沿岸域環境観測の多点広域化についての検討,” 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, p77, Mar, 2019.
- [4] 池畑裕太郎, 千葉元, 吉田将司, 島崎清寿, “富山新港（伏木富山港新湊区）内の海洋環境調査,” 日本航海学会第139回秋季講演会, K139-08, Oct, 2018.

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 25 日現在

研究課題名：IoT を活用したローカル内 AI 分析と土壌モニタリングによる根の可視化システム

研究代表者：吉野純一

小区分：情報ネットワーク関連

1. 研究計画の概要

本研究は、IoT を活用した農業支援を事例として、首都圏近隣に在住する農業従事者の知恵を活用して高専生との連携によって農業生産の担い手に対して生産性向上、圃場を管理するシステムを構築するものである。農家の継承で高齢化が進む中、口伝伝承による暗黙知の農業技術の伝達ではなく、形式知による農業技術の推進のため IoT 端末 (Sigfox) を使用した気温、日射量、土壌水分、土壌温度などを「見える化」し、技術習得に活用できるノウハウ構築を行う。またセンシング技術や過去のデータに基づくきめ細やかな栽培や営農者の有益な知見との融合等により、ローカル内

AI 分析と土壌モニタリングによる根の可視化を行い農作物のポテンシャルを最大限に引き出し、多収・高品質生産を実現する。

本研究は、首都圏近隣に在住する農業従事者の知恵を活用して高専生との連携によって農業生産の担い手に対して生産性を向上させるため、次の (1) ~ (3) が研究目的である。

- (1) 露地栽培を含めた屋外、屋内すべての圃場で、栽培に必要な土壌のデータを取得し、作物の育つ環境を可視化する。
- (2) 農家の継承で高齢化が進む中、口伝伝承による暗黙知の農業技術の伝達ではなく、形式知による農業技術の推進のため IoT 端末 (Sigfox) を使用した気温、日射量、土壌水分、土壌温度などを「見える化」し、技術習得に活用できるノウハウ構築を行う。
- (3) 土壌センサ開発

室内栽培では、データをもとにハウス内の温度調整や CO₂ 濃度のコントロール、灌水制御や養肥のコントロールを行なっている。しかし、未だに栽培技術の定量化及び最適化のための解析が進んでいないのが現状である。その理由は、土壌データに関する「土中の水分ムラ」、「土壌センサ

が高コスト」、「解析データ量が不十分」の3つが原因として挙げられる。そこで本研究では土壌センサの低コスト化を図り、解析・可視化方法を新たに構築し評価する。土壌センサの開発から期待できることは、次の7点である。

- ① 追肥の深さを制御できる。
- ② 生育中の根の範囲を推定できる。
- ③ 灌水量に対する水分分布がわかる。
- ④ 降雨に対する灌水量との置き換え推定
- ⑤ 節水できる灌水制御
- ⑥ 収穫時期の推定
- ⑦ 発芽時期の灌水タイミング

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

(1) 土壌について

土中の水分量の適正量は、作物、地域、季節ごとに異なり、農業従事者の経験則を頼りに行っていた。そのため、経験則を可視化するために、システムによって作物の育ち方をリアルタイムに把握する必要がある。従来は、誘電率法の土壌センサで1区画の畑及び1畝に数台使用し、水分変化を可視化、モニタリングできるシステムであった。この方法であると、データ量が足りず、解析に繋がる整合性が取れない。そこで、直流抵抗式のセンサを使用し、多数センサを一株ごとの根の周辺環境に対して配置することで、根の周辺の水分変化を可視化する仕組みを検討した。直流式土壌センサは、仕組みが安価であり、誘電率法と比較するとコストが10分の1以下であるため、一株の周辺に10倍以上の土壌センサを設置し細分化を行うことができる。この配置方法によって、一株単位で集中的に詳細なデータを出し、作物に対する栽培技術の定量化に繋がる。

(2) センサ評価

土壌センサの設置は、平均的に作物が根を生やす深さ30cmまでを想定する。設置しやすく、詳

細に多量実装するために、深さ方向に4cm間隔で8つ一体型で設計した。図1はそのセンサ設計図である。図2はセンサ配置想定図である。このセンサを図2のように畝間の方向に5cm間隔で4本設置することで32箇所水分データをもとに土中水分量を可視化することができる。データは、与えた水分量に対して土中水分量の分布をセンサデータから可視化することができる。

(3) まとめ

従来法である誘電率法の水分センサより直流抵抗式土壌センサを使用することで低コストかつ土中を詳細化した可視化が可能となる。細分化することで従来のように水分ムラで解析に至らない場合でもデータ解析ができ、降雨量に対する土中水分浸透率、蒸発散率など新たな知見を得られると考えられる。また、土中水分量の時系列変化を得ることができ、根が生えている箇所の推定にもつながる。さらに、地域ごとの地質の考慮をせずとも作物に対しての生育の傾向が見られる。

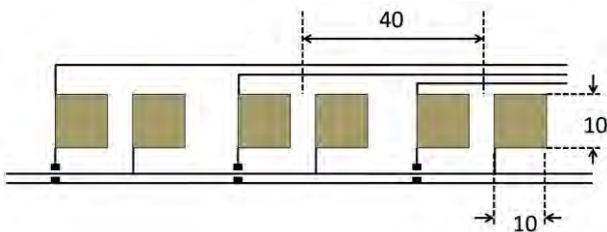


図1 直流抵抗式土壌水分センサ設計

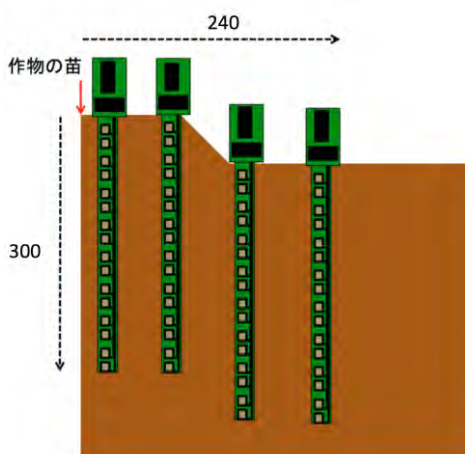


図2 土壌センサ配置想定図

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計8件）

- (1) 酒井 健瑠, 邊見 穰, 安永 寿, 吉野 純二, “Sigfox とローカル内分析による 土壌細分化センシングシステムの構築,” 電子情報通信学会総合大会「情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集」, ISS-P-008,p.65, March 2018. 査読無
- (2) 安永 寿, 吉野 純一, “同時多点観測可能な直流抵抗式土壌水分センサを活用した AI による灌水技術の定量化システム,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, B-18-23,p.307, September 2018. 査読無
- (3) 邊見 穰, 安永 寿, 吉野 純一, “同時多点観測可能な直流抵抗式土壌水分センサを活用した複数本設置による浸透傾向の可視化,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, B-18-24,p.308, September 2018. 査読無
- (4) 安永 寿, 吉野 純一, “同時多点観測可能な土壌水分センサを活用した土壌内水分の浸透および AI による根の伸長成長の可視化,” 日本生物環境工学会講演要旨集, P3-15,p.208-209, September 2018. 査読無
- (5) 渡辺 周, 吉野 純一, “温湿度センサによる農業支援システムの検討,” 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, p.48-49, December 2018. 査読無
- (6) 露木 啓人, 吉野 純一, “露地栽培における直流土壌水分センサの検討,” 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, p.50-51, December 2018. 査読無
- (7) 森 タケル, 吉野 純一, “Sigfox を用いた農業支援システムの一検討,” 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, p.104-105, December 2018. 査読無
- (8) 宮田 凱人, 吉野 純一, “Sigfox を活用した見守りシステム,” 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, p.106-107, December 2018. 査読無

研究課題名：機器への実装を考慮した阻止域可変 FIR フィルタの設計法に関する研究

研究代表者：宮田統馬

小区分：計測工学関連

1. 研究計画の概要

ベルトコンベアライン上を移動する物品の重量を、そのライン上で計測を行う動的重量計測機が広く用いられている。これまでに、申請者は計測精度を維持し高速な計測を実現するために、阻止域の特性が可変なデジタルフィルタの設計法を提案した。この設計法では 64 ビットといった大きな語長を用いるが、組み込み機器に実装するには小さなビット数に係数を丸める必要があるため、フィルタの特性劣化につながり高精度な計測が望めない。

本研究では、ヒューリスティック解法を用いた阻止域の複数要素が可変な直線位相 FIR フィルタの多項式係数の削減を考慮した有限語長設計法と実装法の開発を達成することを目標とする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究において多項式係数の削減を考慮した設計法の開発は、下記のとおり完了した。

本研究で扱った可変フィルタの理想特性を図 1 に示す。この可変フィルタは阻止域の一部に高い減衰量を持ち、可変パラメータ ϕ, γ によりその位置と大きさが可変である。タイプ I の直線位相 FIR フィルタの振幅応答は $2N$ をフィルタ次数とすると下式となる。

$$H(\omega, \phi, \gamma) = 2 \sum_{i=0}^N h(i, \phi, \gamma) \cos(i\omega) \quad (1)$$

このとき、フィルタ係数 h は可変パラメータの値に応じて変化させるために、

$$h(i, \phi, \gamma) = \sum_{l_\phi=0}^{L_\phi} \sum_{l_\gamma=0}^{L_\gamma} g(i, l_\phi, l_\gamma) \phi^{l_\phi} \gamma^{l_\gamma} \quad (2)$$

と定義する。ただし、 L_ϕ, L_γ は多項式次数である。次に多項式係数の低減法について述べる。

式(2)のフィルタ係数において、可変パラメータの値は、可変させる要素によって大きく異なるた

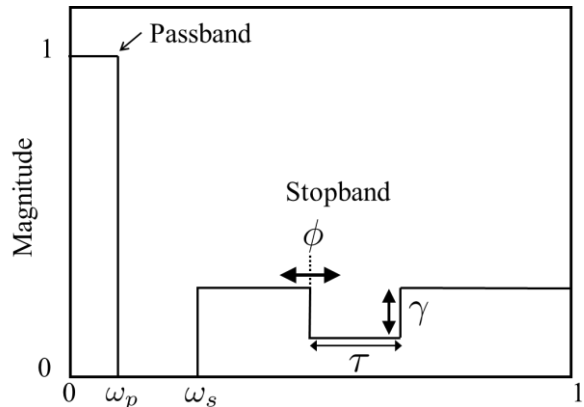


図 1 理想特性

めに、-1 から 1 の範囲で正規化を行い与える。故に、 $\phi^{l_\phi}, \gamma^{l_\gamma}$ の値は L_ϕ, L_γ が高次となった場合に小さくなる。また、式(2)より $\phi^{l_\phi}, \gamma^{l_\gamma}$ は積によって与えられているため、 $\phi^{l_\phi}, \gamma^{l_\gamma}$ の値はさらに小さくなる。従って、可変パラメータが多数かつ高次で構成される項がフィルタ係数全体に与える影響は小さいと考えられる。このことを利用して、式(2)のフィルタ係数を、

$$h(i, \phi, \gamma) = \sum_{y_1=0}^{Y_1} \sum_{y_2=0}^{Y_2} g(i, L_\phi, L_\gamma) \phi^{y_1} \gamma^{y_2} \quad (3)$$

$$Y_b = \begin{cases} K - \sum_{j=1}^{b-1} y_j & \text{if } K - \sum_{j=1}^{b-1} y_j \leq L_b \\ L_b & \text{if } K - \sum_{j=1}^{b-1} y_j > L_b \end{cases} \quad (4)$$

として与え直す。ただし、 B は可変パラメータの数であり、 $Y_b \leq 0$ の場合は $Y_b = 0$ とし、 $b-1=0$ のとき Σ の項は零値とする。また、 $L_1 = L_\phi, L_2 = L_\gamma$ である。このとき K は、

$$K \leq \sum_{b=1}^B L_b \quad (5)$$

であり、多項式次数の総和よりも K の値を小さくすることによって多項式係数の低減を行うことが

できる。本研究では、組込機器への実装を考慮するために多項式係数を 0,1 で表し加えて上記の削減法を適用し、遺伝的アルゴリズムを用いて可変フィルタの設計を行う。個体の適応度はフィルタの特性が等リプル特性(ミニマックス近似)となるように設定した。

実際に上記の手法を考慮した設計法を用いてフィルタの設計を行った。設計したフィルタの使用は、フィルタ次数 $2N=50$ 、通過域端正規化周波数 $\omega_p=0.1$ 、通阻止域端正規化周波数 $\omega_s=0.2$ 、多項式次数 $L_\phi=L_\gamma=2$ 、多項式係数を削減するパラメータを $K=2$ とした。また、高い減衰量部分を幅 $\tau=0.2$ とし、可変パラメータを変化させる範囲を $\gamma=10\sim 100$ 、 $\phi=0.36\sim 0.44$ とした。

図 2 と図 3 に、SDP 法を使用した無限語長設計法で得られたもの、SDP 法で得られたものを単純に 16bit で丸めたもの、提案法によって得られた可変フィルタの振幅特性を示す。これらの図よりパラメータの値に従って特性が変化していることがわかる。また、提案法を使用することで単純に係数を丸めたフィルタより阻止域の減衰量が改善できていることが確認できる。表 1 に設計時に評価点として設定した γ における最大誤差の値を示す。この表より明らかなように、数値的にも提案法を用いることで単純に係数を丸めたものと比較すると良好な結果が得られることがわかる。

また、実装方法に関して考察する。今回の設計法で得られるフィルタは、多項式係数の削減を行っていない場合と構造的には大きな変更は行っていない。その結果、farrow を用いることで乗算器を削減できることからリアルタイム性を考慮した実装ができるものと考えられる。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計 1 件)

- [1] Toma Miyata, Hidehisa Asou, Naoyuki Aikawa, Design Method for FIR Filter with Variable Multiple Elements of Stopband Using Genetic Algorithm, 2018 IEEE 23rd International Conference on Digital Signal Processing (DSP), 査読有, 3Q-3

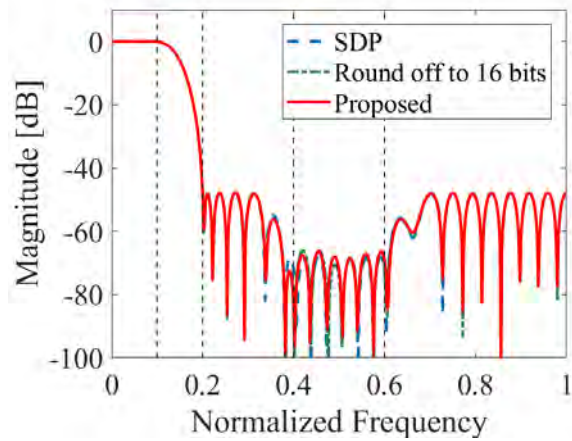


図 2 振幅特性 ($\phi=0.4$ 、 $\gamma=10$)

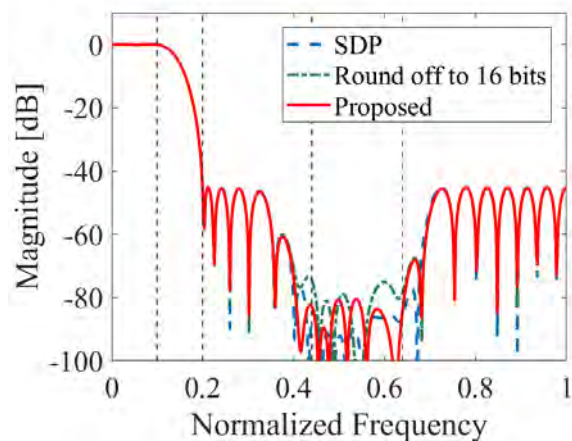


図 3 振幅特性 ($\phi=0.44$ 、 $\gamma=100$)

表 1 最大誤差の比較

	16bit に丸めたもの	提案法
$\gamma=10$	0.00620	0.00537
$\gamma=56$	0.01094	0.00903
$\gamma=100$	0.01866	0.00951

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：高校期の運動部員におけるキャリアチェンジに関する検討
－男子バレーボール部員を対象として－

研究代表者：高野 修

小区分：スポーツ心理学

キーワード：学校運動部活動、スポーツ・キャリアチェンジ

1. 研究計画の概要

本研究は、高校期の男子運動部員のうち、バレーボール部に所属している生徒・学生を対象とし、特に高校入学後に初めて同種目に取り組んだ部員に対して、それまでに取り組んできた競技を断念して新たな種目を始めたきっかけを明らかにするものである。研究代表者の勤務校近隣の中学・高校男子バレーボール部の登録数は現在高校の方が多いう状況にあり、このことから高校期より新規にバレーボールを始めた者が多いことがわかる。これらの部員が自身の競技種目を変更する、いわゆるスポーツ・キャリアチェンジに至った経緯を調査することで、高校生の部活動選択における必要条件を確認することに繋がると考えている。

すでに多くの調査において、高校期より新しいスポーツ競技に取り組むきっかけとして「新しい事にチャレンジしたかった」という要因が挙げられているが、この点が競技意欲との相関において中学－高校期に同じスポーツ競技に取り組んだ運動部員と何らかの違いがあるのかを明らかにすることが本研究の主な目的となっている。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究では以下①～③のプロセスを経ることにより、高校生および同年代の生徒・学生が新しいスポーツに取り組もうと考えたきっかけや要因を明らかにし、また、それらと競技意欲や競技志向性との相関を検証することによって同じ種目を継続した生徒・学生との違いを解明することを目指した。

【①競技非継続要因を明確にするための質問紙の作成】

先行研究を基に中学期から高校期に移行したタイミングで、運動部活動に所属しながらも新たな種目を始めた学生・生徒が何をきっかけにそれまで取り組んだ種目の継続を断念したのか、その要因を見い出す質問項目を設定した。その後、既存

の尺度であるスポーツ行動診断検査を追加し、被験者のスポーツ行動と対比してその要因を検討できる質問紙を作成することができた。

【②作成した質問項目の妥当性を検証するための予備調査の実施】

本校バレーボール部員を対象に作成した質問紙を用いて予備調査を実施した。対象者のうち半数以上は中学校在学時にサッカーや野球といった他の球技系運動部に在籍していたことから、今回の調査対象として望ましい学生である。質問項目の妥当性について統計学的な検証は実施できていないが、「中学校にバレーボール部がなかった」「高専入学を機に新しいことを始めてみたかった」などの記述が見られ、こちらの仮説通りの結果が得られた。

【③効果が検証された質問紙を用いての本調査】

明確な効果が検証できた訳ではないが、予備調査で用いた質問紙を使用して関東信越地区の高等専門学校 4 校ならびに東京・神奈川地区の高等学校 4 校の男子バレーボール部員に対し本調査を実施した。各校の協力により 100 名を超える調査データを収集することができた。

【④データ分析ならびに競技非継続要因の抽出】

ようやく本調査が終了したばかりで調査データの分析には着手できていない。次年度早々にはデータ分析を完了させ、運動部に所属する学生・生徒が中学期から高校期に移行する際に種目を継続もしくは変更する要因を明らかにしていく。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計 1 件）

- [1] 高野修, 庄司直人, 水野基樹: 「リーダーのリーダーシップ能力と運動部員の活動意欲との関連」, 働態研究のツール集, pp.79-83, 人類働態学会, 2019

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：欠陥エンジニアリングによる赤外発光チタニアの合成と発光メカニズムの解明

研究代表者：黒木 雄一郎

小区分：無機材料および物性関連

1. 研究計画の概要

酸化チタンは多様な用途に使われている代表的な機能性材料である。最近、クロムを添加した酸化チタンが紫外線励起により赤外発光を示すことが報告された。有機分子を用いた蛍光体では得られない超巨大なストークスシフトは、太陽電池用波長変換材料や不可視セキュリティインクとしての応用が期待できるが、発光強度の増大や波長チューニングが必要である。これまでの実験結果から、この赤外発光は、クロムイオンが形成するエネルギー準位ではなく、酸化チタンの真性欠陥によるものと予想している。本研究では、酸化チタン結晶における真性欠陥構造をラマン散乱測定、極低温フォトルミネッセンス測定および第一原理計算により解析するとともに、赤外発光メカニズムを解明することを目的とする。これまで述べてきた予想を元に、XRD およびリートベルド解析による結晶構造の精密化、電気伝導度・ラマン散乱・極低温PL測定による欠陥構造の推定、および電子状態計算を行い、赤外発光のメカニズムを解明する。欠陥構造を推定することで、欠陥に起因したエネルギー準位とその密度のコントロールが可能となる。また、より効率的な欠陥の導入方法に関する指針を得ることで、発光強度の増大や発光波長のチューニングなど実用化に資する試料の合成が可能になる。さらに、表面状態の制御により、インクとした場合の分散への安定性の制御なども期待できる。「欠陥エンジニアリング」により実用的な赤外発光を示す酸化チタンを合成するための指針を得るために本研究課題では様々なクロム濃度や処理条件で試料を合成し、XRD、リートベルド解析により試料の結晶構造の精密化を行うとともに、極低温での発光特性を調査し、局所的欠陥構造を推定する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

添加したクロムは、酸化雰囲気などの特殊な環境下では6価クロムになる可能性があり、安全性において不安がある。従って、実用化には安全性の高い材料でセキュリティインクを作製する必要がある。昨年までの課題研究にて、図1に示すようにクロムを添加していない酸化チタン粉末やアルミニウムを添加したものを熱処理することでも赤外発光が得られることを明らかにした [1]。無添加の酸化チタンの発光強度は、クロムを添加したものよりも約5分の1で、アルミニウムを添加したものより2倍の発光強度であった。以上の結果より、クロム無添加試料でも赤外発光を示したことから安全性の高い無機セキュリティインクの可能性が示唆された。

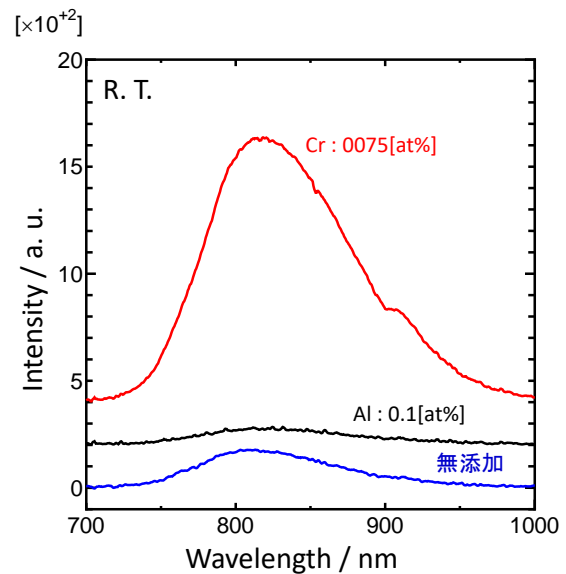


図1 室温における種々の試料の赤外発光

また、クロム添加、アルミニウム添加および無添加の全ての試料で同じスペクトル形状であった。従って、得られた発光はクロムイオン特有のものではなく、結晶内の真性欠陥が関係しているものと考察した。

次に、低温PL測定の結果からは、いずれの試料も250K～室温において発光強度が急激に低下することを明らかにした。作製した粉末試料の中で最も高い発光強度を示したクロム添加酸化チタンの30Kでのスペクトルを図2に示す。

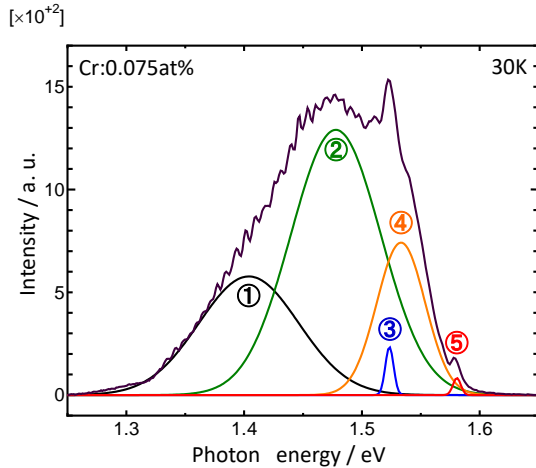


図2 クロム添加酸化チタンの30Kでの発光スペクトル

図2のスペクトルを5つのピークに分離した後、各ピーク強度のアレニウスプロットを行った。更に、(1)式をフィッティングすることで各発光ピークの活性化エネルギーを求めた。

$$I = \frac{I_0}{1 + A \exp \frac{-E_a}{k_B T}} \quad (1)$$

ここで I_0 は0[K]における発光強度、 A は任意定数、 E_a は発光の活性化エネルギー[eV]、 k_B はボルツマン定数 $1.38064852 \times 10^{-23} [\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1}]$ 、 T は測定温度[K]を示す。図3にクロム添加酸化チタンの各発光ピーク強度のアレニウスプロットを示し、表1にそれらの活性化エネルギーをまとめた。図3より、発光強度が急激に変化しているグループ(ピーク1,2)と緩やかに変化しているグループ(ピーク3,4)があった。表1より、赤外発光強度が最も高いピーク2の活性化エネルギーは0.352[eV]であることがわかった。

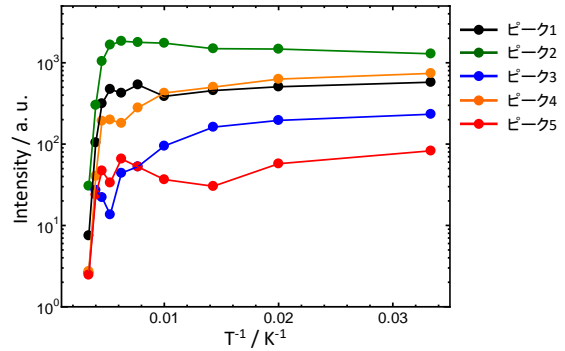


図3 クロム添加酸化チタンの各発光ピーク強度のアレニウスプロット

表1 クロム添加酸化チタンの各発光ピーク強度の活性化エネルギー

ピーク名	活性化エネルギー[eV]
ピーク1	0.313
ピーク2	0.352
ピーク3	0.043
ピーク4	0.026
ピーク5	0.332

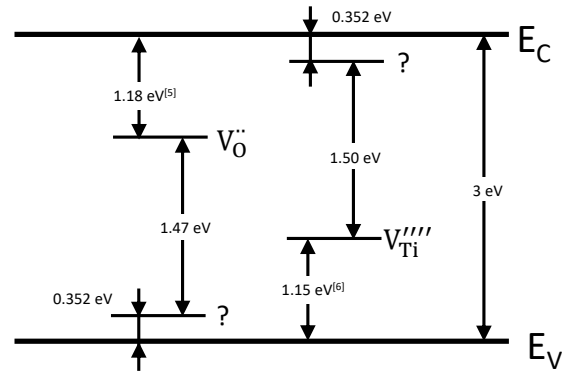


図4 発光に寄与する酸化チタンのエネルギー準位

Nowotny らのグループは、1000℃で熱処理した無添加酸化チタンにおいて最も高濃度の真性欠陥は2価の酸素空孔($V_O^{\cdot\cdot}$)と4価のチタン空孔($V_{Ti}^{\prime\prime\prime}$)であることを報告している[2]。また、4価のチタン空孔は価電子帯上1.15eVにアクセプター準位を形成すると報告している[3]。Cronemeyerらのグループは、2価の酸素空孔が伝導帯下端より1.18eV下にドナー準位を形成すると報告している[4]。以上の報告と本研究で得られた活性化エネルギーより予想した酸化チタンの真性欠陥のエン

ルギー準位を図4のように提案する。ここに示すように、本課題研究で得られた酸化チタンの赤外発光は、2価の酸素空孔と0.352[eV]の活性化エネルギーを有するアクセプター準位、もしくは4価のチタン空孔とドナー準位が関与した赤外発光である可能性が示唆された。

参考文献

- [1] 菊池 優宏, 黒木 雄一郎, 大学コンソーシアム八王子学生発表会, 要旨集 (2017) 172
- [2] J. Nowotny, Energy Environ. Sci., 1 (2008) 565
- [3] F. M. Hossain, G. E. Murch, L. R. Sheppard and J. Nowotny, Adv. Appl. Ceram., 106 (2007) 95
- [4] D. C. Cronemeyer, Phys. Rev., 113 (1959) 1222

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕 (計1件)

- [1] 黒木雄一郎, 澤蒔音, “近赤外発光を示す酸化チタンの合成とセキュリティインクへの応用”, セラミックス, 査読無し, **53** (2018), 88-888.

〔学会発表〕 (計1件)

- [1] 澤蒔音, 黒木雄一郎, “熱処理した無添加酸化チタンにおける赤外発光メカニズムの検討” 日本セラミックス協会第11回秋季シンポジウム講演予稿集, (2018), 1W08.

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 28 日現在

研究課題名：リン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料の分子配向及び

力学的特性に及ぼす延伸の影響

研究代表者：坂口 雅人

小区分：材料力学および機械材料関連

1. 研究計画の概要

本研究では完全生体吸収性プラスチック複合材料 (PBPC: Perfectly Bioabsorbable Plastic

Composites) を用いた骨固定デバイスの適用領域拡大を目指した。PBPCとしてリン酸三カルシウム/ポリ乳酸(TCP/PLA)複合材料を対象として、押出延伸による分子配向によって力学的特性の向上を試みた。このために、延伸した粒子充填複合材料における母材分子配向挙動の解明と粒子充填複合材料の力学的特性に及ぼす延伸の影響を通して完全生体吸収性プラスチック (PBPC) の力学的特性に及ぼす延伸の影響を解明することを目的とした。このために、各条件で延伸した

TCP/PLA 複合材料の配向係数の測定によって母材分子配向挙動を調査した。そして、より短期間で成形条件を最適化するために延伸や配向制御によって生じる分子配向のシミュレーションを行った。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本年度は卒研究生・サポート学生と研究協力者である小林先生、荻原先生及び当該研究室学生の手を借りて下記に示す調査を行った。

2-1. 延伸したポリ乳酸の力学的特性調査

本研究の基礎調査としてポリ乳酸単体に対して引張による延伸を行い、力学的特性を調査するために引張試験を行った。延伸条件として延伸温度に着目し、延伸温度を 50, 60, 70, 80 °C に変化させて延伸を行った。

延伸したポリ乳酸の引張試験において得られた応力 - 時間線図を Fig. 1 に示す。この結果、延伸温度とともに引張強度は低下し、延伸温度 80 °C では未延伸試験片よりも引張強度が低いことが示された。

延伸によって生じる分子配向を評価するためにフーリエ変換赤外線分光計 (FTIR) を用いて試験片

表面における配向係数の評価を行った。Fig. 2 に FTIR によって評価した各延伸温度における配向係数を示す。ここで、0 ~ 10 %, 20 ~ 30 %, 40 ~ 50 % はそれぞれ Fig. 3 に示す試験片の長さを 100 % としたときの長手方向の測定位置 A, B, C に対応する。この結果、延伸温度 60 ~ 80 °C の配向係数は未延伸の -0.159 となっており、ほとんど配向していないことが示された。一方で、延伸温度 50 °C で延伸した試験片の測定位置 40 ~ 50 % において配向係数が 0.294 であることが示された。しかし、引張強度とは異なり、延伸温度との明確な相関は見られなかった。これは配向係数の評価が試験片表面のみであることが原因と考えられる。材料表面に生じる応力は平面応力状態となるため、材料内部よりも低くなる。このため、材料表面では加熱により軟化した部分への荷重が伝達されずに配向が低くなったと考えられる。

以上より、延伸によって引張強度を向上させることができ、延伸温度が低いほど配向係数が増加し、引張強度が向上した。しかし、配向係数は最も低い延伸温度 50 °C においてのみ増加したため、延伸温度との明確な相関はみられなかった。

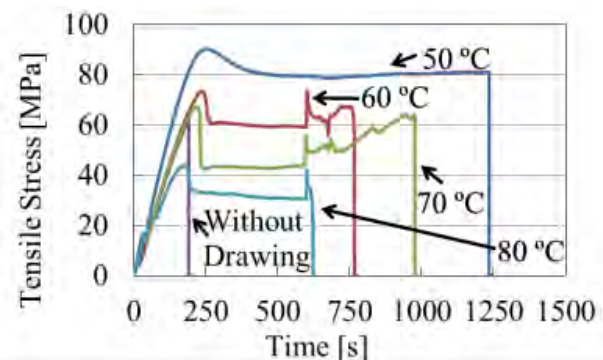


Fig. 1 Tensile stress - time curves of drawn PLA specimens which drawing at 50 to 80 °C.

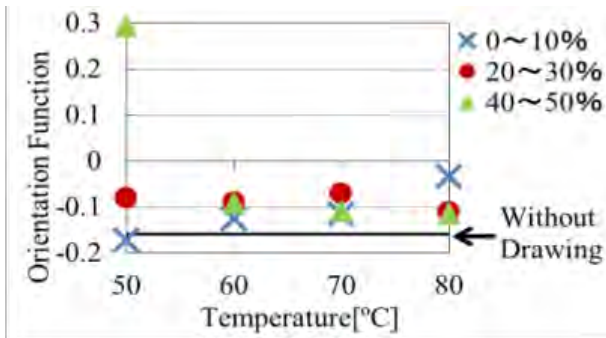


Fig. 2 Orientation function of drawn PLA specimens which drawing at 50 to 80 °C.

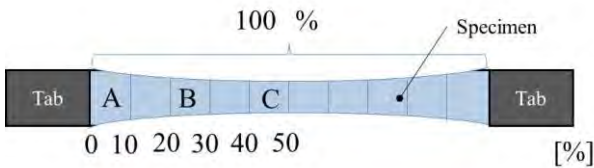


Fig. 3 Schematic view of drawn specimen.

2-2 .PLA と複合材の円筒形ビレットの押出延伸の解析結果を説明

2-1 において、延伸による分子配向によって強度が増加することが示された。そこで、骨固定デバイスの成形時の延伸手法である押出延伸における配向挙動をシミュレーションするために有限要素法 (FEM) と分子鎖ネットワークモデルの連成解析を行った。

(1) PLA 及びTCP/PLAビレットの高温下圧縮試験

連生解析に先立ち、押出延伸での材料物性を延伸温度下での圧縮試験により取得した。圧縮試験は押出延伸を行うことができた最も低い延伸温度である 130 °C で行った。試験片には PLA 単体と TCP の含有率 15 mass% の TCP/PLA 複合材料を直径 6 mm , 長さ 10 mm に成形した円筒形ビレットを使用した。この結果得られた真応力 - 真ひずみ線図を Fig. 4 に示し、ここから得られた力学的特性及び周方向と長手方向のひずみ測定から得られたポアソン比を Table 1 にまとめる。

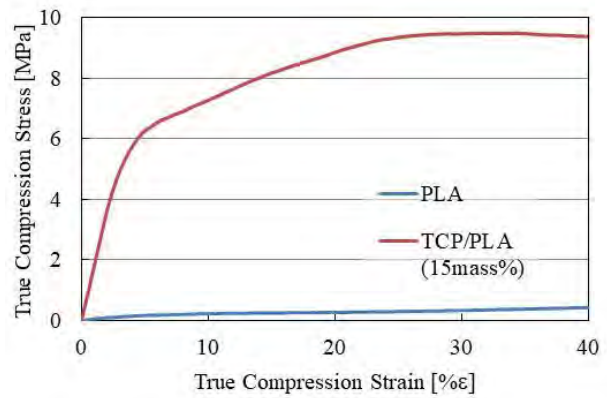


Fig. 4 True compression stress – strain curves of PLA and TCP/PLA billet.

Table 1 Mechanical properties of PLA and TCP/PLA billet which heated to 130 °C.

	PLA Billet	TCP/PLA Billet
Elastic Modulus [MPa]	5.22	181.9
Yield Stress [MPa]	0.0964	4.57
<i>n</i> Value	0.487	0.282
Poisson's Ratio	0.156	0.344

(2) FEM を用いた押出延伸における変形挙動シミュレーション

Table 1 の値を用いて FEM により押出延伸によって生じるひずみを求めた。押出延伸では円筒形ビレットを絞り出すように変形させることによって延伸を行う。そこで、Fig. 5 に示すように計算負荷を軽くするために軸対称モデルを用いて、弾塑性解析を行った。Fig. 5 のモデルの寸法は延伸比ごとに Table 2 に示す寸法に設定し、塑性領域における構成式は *n* 乗硬化則を用いた。

PLA 単体の押出延伸において FEM により得られた軸方向真ひずみのコンター図を Fig. 6 に示し、TCP/PLA 複合材料におけるコンター図を Fig. 7 に示す。また、各コンター図の軸方向中央部分の軸方向真ひずみの半径方向分布を Fig. 8 に示す。

Fig. 6 ~ 8 より、延伸比とともに延伸したビレットに生じるひずみが大きくなることが示された。また、半径方向のひずみ分布を比較すると延伸比 1.3 ~ 4 において半径方向位置 0 mm の中心軸付近よりも 2.5 mm の表面部分においてより大きなひずみを得られることが示された。これは押出延伸により延伸する際の材料の流動距離が中央部分よりも表面部分の方が長いために引き延ばされたた

めと考えられる。

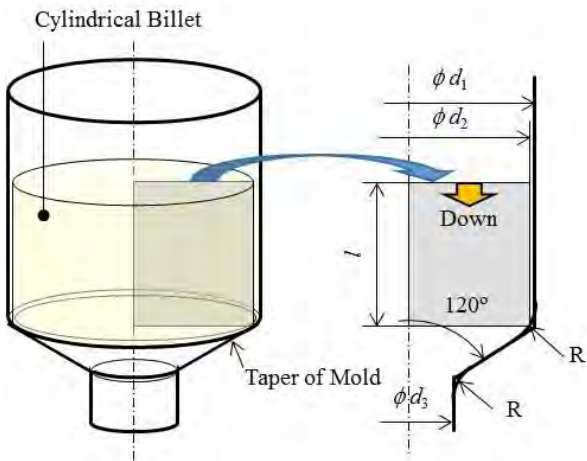


Fig. 5 Geometry of simulation model.

Table 2 Dimension of modeling for extrusion ratio 1.3 to 8.

Extrusion Ratio	l	d_1	d_2	d_3	R
	mm	mm	mm	mm	
1.3	30	7.5	7	6	0.5
2	21	9	8.5		
3	16	11	10.4		
4	13	13	12		
8	7	17.5	17		

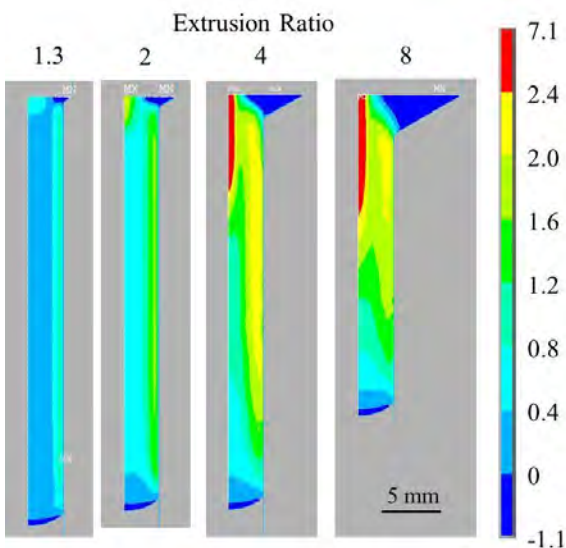


Fig. 6 Contour view of axial true strain in extruded PLA billets at extrusion ratio 1.3 to 8.

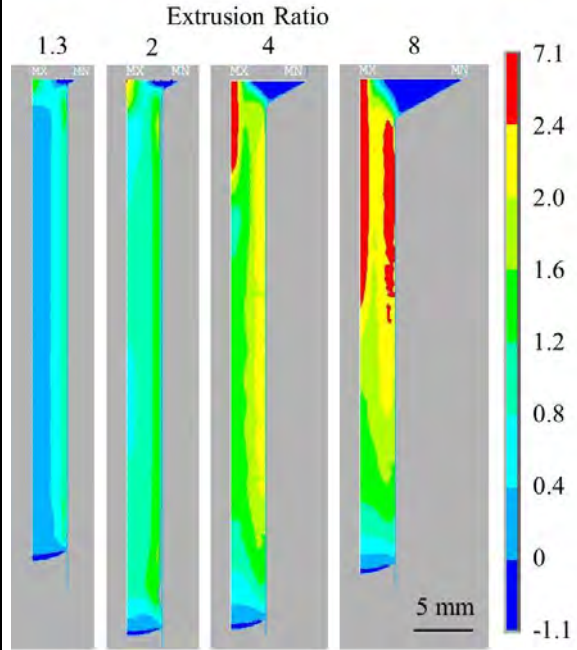


Fig. 7 Contour view of axial true strain in extruded TCP/PLA billets (15 mass%) at extrusion ratio 1.3 to 8.

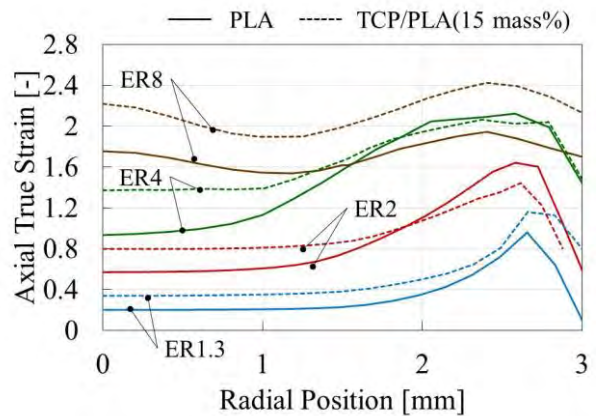


Fig. 8 Axial true strain distribution in extruded PLA and TCP/PLA billets.

(3) 分子鎖ネットワークモデルを用いた押出延伸における配向挙動シミュレーション

(2) において得られたひずみから分子鎖ネットワークモデルの一つである擬似アフィンモデルを用いて配向係数を算出した。 Fig. 8 のひずみ分布に対して擬似アフィンモデルを適用し、配向係数分布を算出した結果を Fig. 9 に示し、各成形条件での平均を取り、配向係数の測定値と比較した結果を Fig. 10 に示す。ここで、配向係数 1 は分子鎖がすべて延伸方向に配向した完全配向状態を示し、配向係数 0 は分子鎖がランダムな方向に配向した

無配向状態を示す。この結果、配向係数は延伸比とともに増加し、延伸比 8 において 0.8 以上と非常に高い配向状態を示した。また、Fig. 10 で延伸比 2 における配向係数の解析値と実験値と比較すると解析値は実験値よりも高い傾向が示された。これは配向緩和が原因と考えられる。高分子材料をガラス転位温度以上に加熱するとマイクロブラウン運動により分子鎖が動きやすくなり、延伸によって配向することができる。しかし、分子鎖を配向させるとエントロピーが減少するため、延伸後に荷重が除荷されると無配向状態に戻ろうとする。このために配向係数が減少したと考えられる。従って、今後は分子動力学解析によって配向緩和挙動を調査する必要があると考えられる。

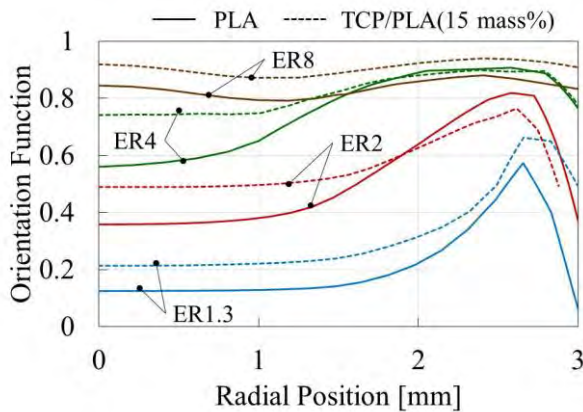


Fig. 9 Orientation distribution in extruded PLA and TCP/PLA billets.

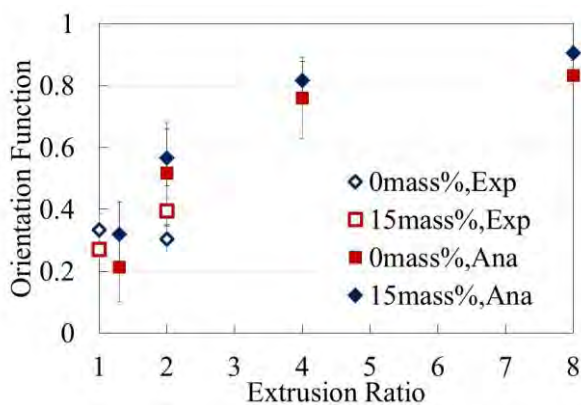


Fig. 10 Comparison between analytical and experimental orientation function.

3. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計 1 件)

- (1) 畑健輔, 坂口雅人, 喜多村竜太, 小林訓史,

荻原慎二, 分子動力学法を用いたポリ-L-乳酸力学的特性に及ぼす分子鎖変形挙動の影響, 日本複合材料学会誌, 査読有, Vol. 45, pp. 34 - 40.

[学会発表] (計 4 件)

- (1) 坂口雅人, 後藤広夢, 平織炭素繊維強化ポリ乳酸の力学的特性に及ぼす母材結晶化度の影響, 山梨講演会講演論文集, 査読無, DVDデータでの配布
- (2) 坂口雅人, 小林訓史, 自己強化ポリ乳酸スクリューの強度に及ぼす延伸前成形手法の影響, 日本機械学会 M&M材料力学カンファレンス講演論文集, 査読無, PDFデータでの配布
- (3) Masato Sakaguchi, Mao Otsu, Satoshi Kobayashi, Analytical Comparison of Orientation Behavior in Poly(lactic acid) Billet and β -tricalcium Phosphate/ Poly(lactic acid) Composite Billet in Extrusion, Sixth International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials, 査読無, P1.033, Sitges, Spain, March 2019
- (4) 坂口雅人, 井田裕基, 小林訓史, エポキシ接着剤を用いた炭素繊維強化プラスチックと異種材料の接着特性における硬化剤の影響, 日本機械学会関東支部 第25期総会・講演会講演論文集, 査読無, PDFデータでの配布

※ (3) に関しては要項集等がないため、著者名、発表タイトル、学会名、査読の有無、講演番号、講演場所、講演年月を記載

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 26 日現在

研究課題名：ループ式多端子直流送電を用いた次世代洋上発電システムの研究

研究代表者：山下 健一郎

小区分：地球資源工学およびエネルギー学関連

1. 研究計画の概要

当該研究では次世代洋上風力発電システムとして期待されている直流直列接続方式の風力発電システムの一つとしてループ式多端子直流送電システムを提案し、同システムについて種々な検討を行っている。先行研究では提案システムの実現可能性調査のひとつとして、供試装置を製作し、基本的な定常特性を明らかにした。当該研究では①「システムの無効電力の調整範囲や動作可能範囲などに関する検討」、②「自励式同期発電機を用いた風力発電装置の過渡特性解析や制御系の設計」、及び③「マグナスタービンを用いた越波式波力発電装置の提案・開発」を行った。以下、詳細を説明する。

①システムの無効電力の調整範囲や動作可能範囲などに関する検討

本システムはサイリスタインバータを採用しているため、信頼性が高い反面、高調波が発生する問題や転流失敗による動作範囲の制限を受ける問題が生ずる。前者については先行研究で提案した特殊三巻線変圧器の働きにより、高調波を完全に除去することができる。当該研究では同変圧器の定常特性に及ぼす影響について実験だけでなく、理論を含め検討を行う。

②自励式同期発電機を用いた風力発電装置の過渡特性解析や制御系の設計

自励式同期発電機を用いた風力発電機について検討を行うため、供試装置を作製し、実験的な検討を行う。また、制御系の設計等についてはシミュレーションソフト PSIM を用いて検討を行う。

③マグナスタービンを用いた越波式波力発電装置の提案・開発

マグナス効果により駆動するマグナスタービンを用いた新しい波力発電装置として、越波式の波

力発電装置を提案する。本件等では同発電装置の構成や動作について検討を行い、実現可能性調査を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

各研究計画についての進捗状況及び達成度は以下のとおりである。

① 達成度 100%

システムの動作範囲等について検討を行った結果、高調波除去のために採用した三巻線変圧器の巻数比を調整することにより、無効電力の供給範囲やシステムの動作可能範囲が拡大することなどが明らかとなった。また、同研究成果については国際会議（ICEMS 2018）で発表した。

② 達成度 50%

供試装置を製作し、実験を行った結果、自身で発電した電力の一部を用いて自己励磁することができた。しかしながら、低電圧、大電流時には発電機の漏れインダクタンスにより、ダイオード整流回路（発電機出力を直流電力に変換するために用いる）の転流が瞬時に行なわれない電流重なりが大きくなるため、これによる高調波ひずみによって励磁できる範囲が制限されることが分かった。同研究成果の一部は合同研究発表会にて発表した。このような致命的な問題が生じたため、制御系の設計等を行うことはできなかったが、同問題の改善法や本発電装置の特性解析については引き続き検討を行い、次年度の学会等で発表する予定である。

③ 達成度 30%

越波式波力発電装置の開発にあたり、本装置の主要部分であるマグナスタービンについて再検討を行った。先行研究で開発したマグナスタービンのブレードの自転には電氣的な動力が必要である

ことから、簡略化、信頼性の向上を目的に、簡易な機械式のブレード回転機構を提案した。同システムについては次年度の学会や展示会で発表する予定である。

3. 代表的な研究成果

本研究における主要な研究成果として、次の項目があげられる。①ではシステムの供試装置、変圧器の巻数比を変えた際のシステムの動作特性。②では発電システムの供試装置、同発電システムが低電圧時（低風速時）に動作困難になるという問題点の抽出。③マグナスブレードの新しい機械的な回転機構。

〔学会発表〕（計1件）

- [1] Ken-ichiro Yamashita, Gai Tsukamoto, and Shoji Nishikata, "Steady-State Characteristics of a Wind Farm Using a Line-Commutated Converter High-Voltage Direct Current Transmission System without AC Harmonic Filters," 2018 21st International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), Oct 7-10, 2018

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：金ナノ粒子を用いた赤外レーザ表面改質によるオンデマンド成膜プロセスの開発

研究代表者：山口 貢

小区分：材料加工および組織制御関連

1. 研究計画の概要

携帯機器・自動車用のコネクタ，スイッチなどの電気接点部品上への表面処理について，金ナノ粒子を用いたインクジェット技術およびレーザ表面改質を組み合わせた新しい成膜プロセスの開発を目的とする．本年度は，「①赤外レーザによる電気接点材料上への金ナノ粒子焼結膜形成の検討」，「②レーザ焼結過程における金焼結膜の結晶構造変化と電気的特性との関連性の解明」の二点を追究する．本プロセスを実用化させることにより，電気接点部品の低コスト製造を実現させ，海外に対する価格競争力を強化する．

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

2. 1 赤外レーザによる電気接点材料上への金ナノ粒子焼結膜形成の検討（達成度60%）

本研究では，電子機器用のコネクタなどのばね材料として広く用いられているリン青銅板材

（JIS C5210， $25 \times 20 \times 0.25$ mm）を基材として用いた．基材表面には，金ナノ粒子膜への下地銅の拡散防止のために電気ニッケルめっき（厚さ $0.8 \sim 1.5 \mu\text{m}$ ）を施した．

金ナノ粒子分散液には，ハリマ化成グループ株式会社製金ナノ粒子ペースト（NPG-J）を用いた．金ナノ粒子ペーストに含まれる金ナノ粒子の平均粒径は 7 nm ，含有率は 57 mass\% であり，粘度は $7.5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ である．レーザ装置には，パッシブ冷却式ファイバカップリング型高出力半導体レーザを用いた．本装置は，最大出力 100 W ，波長 915 nm の赤外レーザ照射が可能である．

本研究では，まず基材に $4 \mu\text{L}$ の金ナノ粒子ペーストを塗布し，スピコート（ $2000 \text{ rpm} \times 1 \text{ min}$ ）を用いて薄膜を形成した．その後，ホットプレートを用いて仮乾燥（ $50 \sim 100 \text{ }^\circ\text{C} \times 5 \text{ min}$ ）を行った．仮乾燥は金ナノ粒子ペースト中の溶媒を除去することが目的である．仮乾燥後の金ナノ粒子ペーストに，出力 $20 \sim 50 \text{ W}$ ，照射

速度 5 mm/s ，デフォーカス 0 mm の条件でレーザ照射を行い，金ナノ粒子焼結膜を形成した．

レーザ焼結後の金ナノ粒子膜を顕微鏡で観察した後，曲げ戻し - ピール試験を行い，金ナノ粒子膜と基材との密着性を評価した．

図 1 に曲げ戻し - ピール試験後の焼結膜の拡大像を示す．図中の破線は曲げ戻し領域を示す．また，図は $50 \text{ }^\circ\text{C}$ で仮乾燥した後に各種条件でレーザ照射した時の結果である．レーザ出力 20 W で

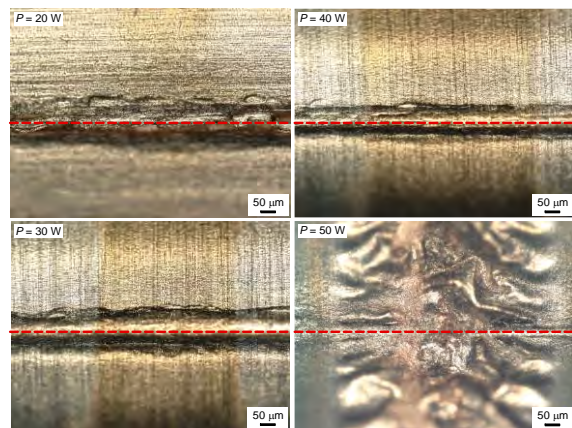


図 1 曲げ戻し - ピール試験後の焼結膜外観（仮乾燥温度 $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ）

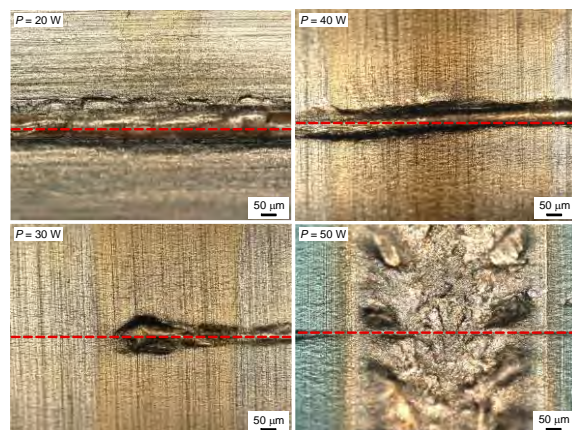


図 2 曲げ戻し - ピール試験後の焼結膜外観（仮乾燥温度 $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ）

は、試験後に焼結膜は殆ど剥離し、密着性は劣悪であった。レーザ出力の増加に伴い試験後に残留する焼結膜の幅は広くなり、30 Wでは460 μm 、40 Wでは580 μm であった。50 Wでは、焼結膜は優れた密着性を有するものの、基材表面に熱影響が発生した。

図2に曲げ戻し-ピール試験後の焼結膜の拡大像を示す。図中の破線は曲げ戻し領域を示す。また、図は100 $^{\circ}\text{C}$ で仮乾燥した後に各種条件でレーザ照射した時の結果である。レーザ出力の増加に伴い、密着性は良好になる傾向にあり、30 Wでは480 μm 、40～50 Wでは750 μm の膜が残留した。しかし、40 W以上では焼結膜に変色が発生し、50 Wでは熱影響が顕著であった。

これらの結果から、レーザ出力30～40 Wの場合に外観および密着性に優れた焼結膜が得られることがわかった。また、仮乾燥温度が高い場合に、曲げ戻し-ピール試験後の残留膜の幅が大きくなった要因については、仮乾燥時に金ナノ粒子ペーストに含まれる溶媒成分が多く除去できることにより、レーザ照射時に金ナノ粒子同士の焼結の進行が促進されたと考えられる。

以上の結果に加えて、焼結膜のSEMおよび断面観察を行い、焼結状態、断面性状やピンホールの有無などを観察する予定であったが、達成できなかった。

2. 2 レーザ焼結過程における金焼結膜の結晶構造変化と電気的特性との関連性の解明（達成度40%）

電子機器用のコネクタなどの電気接点用途に要求される性能は、種々の使用条件に対応する接触機能を満たすこと、またそれを長期間にわたり保持する信頼性にある。コネクタなどの接点部品では低接触抵抗、耐摩耗性および耐食性などの特性が要求される。したがって、焼結膜の各種評価を行い、電気接点としての実用性を検討した。

本研究では、まず焼結膜の耐摩耗性および電気的特性の評価を行った。耐摩耗性評価においては、往復運動摩耗試験、電子機器用コネクタ試験方法などを基にし、往復走行型の摩耗試験機を用い、電気接点部品の評価に用いられる挿抜試験を模した形式で評価を行った。また、耐摩耗性試験に併せて、四端子法を用いて接触抵抗の評価を行った。まず基材からオス型とメス型の二つの試料を製作

し、治具を用いて曲率半径 $R=1\text{ mm}$ のエンボス加工を施した試料をオス型、板状試料をメス型とした。エンボス加工試料では、基材上に下地ニッケルめっきを施し、その後0.3 wt%Co金めっき(0.1, 0.5 μm 厚)および金焼結膜を形成した。また板状試料では、下地ニッケルを施した基材上に0.3

wt%Co金めっき(0.5 μm 厚)を形成した。エンボス加工を施した試料を、もう一方の板材試料に一定荷重を加えて摺動することにより、コネクタのオスおよびメス端子が繰り返しはめあう状態を簡易的に再現できる。試験時に試料に加える荷重は20 gfとした。また、ステージの摺動速度は1 mm/s、摺動距離は1 mmとし、摺動回数500回まで評価を行った。接触抵抗の測定は四端子法を用い、測定電流は10 mA、開放電圧は60 mVの条件で評価を行った。摺動回数の増加に伴う金ナノ粒子膜の接触抵抗値の変化を測定し、電気金めっき膜との比較を行った。

図3に金焼結膜および電気金めっき膜の接触抵抗値の比較を示す。図は、焼結膜(0.3 μm)および電気金めっき膜(0.1 μm , 0.5 μm)が施されたエンボス加工試料を用いた場合の結果である。また、図中の破線は下地ニッケルめっきの接触抵抗値を示している。図より、下地ニッケルめっきの接触抵抗は43 m Ω と大きく、表面に酸化皮膜を形成しており、低荷重での電気接点として適していないことがわかる。摩耗試験初期段階では、焼結膜の接触抵抗値は20 m Ω 程度と大きいものの、往復回数の増加に伴い5 m Ω 程度と一定となり、電気金めっきと同程度となる。また、往復回数500回においても接触抵抗値は小さい。これらの

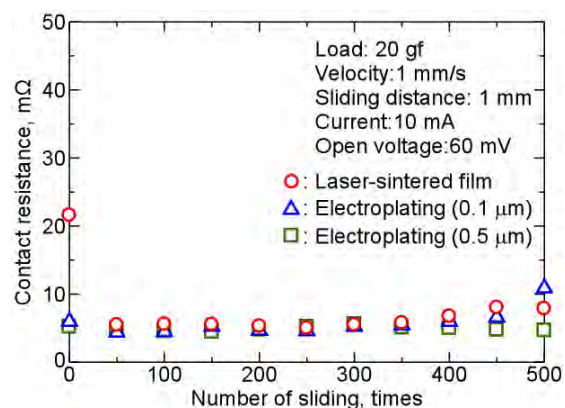


図3 焼結膜および電気めっき膜の接触抵抗の比較

結果より、焼結膜は電気金めっき膜と同程度の優れた電気特性を有することがわかる。

以上の結果に加えて、X線光電子分光法（XPS）およびX線回折法（XRD）により、焼結膜の元素分析、結晶構造解析を行い、各種レーザー照射条件が金ナノ粒子のバルク化過程におよぼす影響について明らかにし、接触抵抗などの電気的特性との関連性を解明する予定であったが、達成できなかった。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

- [1] 橋本晴亀, 山口 貢, “金ナノ粒子を用いた電気接点材料へのレーザー焼結プロセスの検討”, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会, D113.

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：異なった刺激を用いた自律神経活動制御方法の解明

研究代表者：森 幸男

小区分：感性情報学

1. 研究計画の概要

本課題研究は、人に癒しや快適さをもたらすとされている2つの方法（1/f ゆらぎ刺激、磁気刺激）を用いて、人の自律神経活動を制御する方法を明らかにすることを目的として3つの点に着目して実施した。本研究によって、自律神経活動の制御効果に学術的な意義を与え、人の健康維持や増進といった分野への貢献を可能とする。本年度の研究では、①生体リズムと同期した刺激によってLF/HF尺度を小さくすること明らかにした。②音刺激（1/f ゆらぎを含む）が自律神経活動を制御できるかについて、学校図書館において音刺激をBGMとして用いて、図書館利用の目的（読書、自習、休息）の促進効果を主観評価および実際の作業量の客観的データの視点から検討した。③交流電気磁気曝露によって、磁気曝露中と曝露後に副交感神経が優位になることを皮膚電位活動、心拍変動活動から明らかにした。以下これらについて簡単に紹介する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

2.1 1/f ゆらぎ刺激が及ぼす自律神経活動

昨年度までに、1/f ゆらぎを有する音源による自律神経活動については検討してきており、その例として文献 [1] のような成果を発表した。しかしながら、可聴域の音源では音楽に対する嗜好の影響によって、1/f ゆらぎそのものの効果を明ら

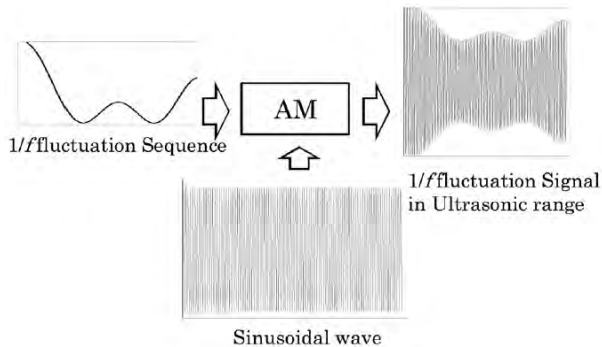


図1 1/f ゆらぎ刺激

かにすることはできないという問題点があった。そこで、先行研究として、非可聴領域（超音波領域）における1/f ゆらぎを刺激として用いて、刺激暴露時の自律神経活動を計測し検討を行った

[8]。ここでは、刺激音として、図1のように、40kHzの超音波正弦波を搬送波としたときの1/f ゆらぎを振幅変調して生成した。また、比較のため、白色雑音で振幅変調した刺激と変調なしの刺激を作成し、これらを各々120secずつ、休息を入れながら、平均の音圧100dB以上となるように被験者に提示した時の心拍変動を計測した。心拍変動データよりLF/HF尺度を算出し、自律神経活動を比較した。なお、被験者は19～22歳の男性30名である。また、順番の影響が出ないように被験者毎ランダムに提示順を変更した。結果を図2に示す。図から、1/f ゆらぎを刺激として用いた場合、被験者のLF/HF尺度が大きくばらついたことがわかる。このことは1/f ゆらぎが被験者に対して何らかの効果を与えることを示唆していると考えられた。しかしながら、自律神経活動が優勢になるようなゆらぎの与え方については未解明であり、さらなる検討が必要となった。

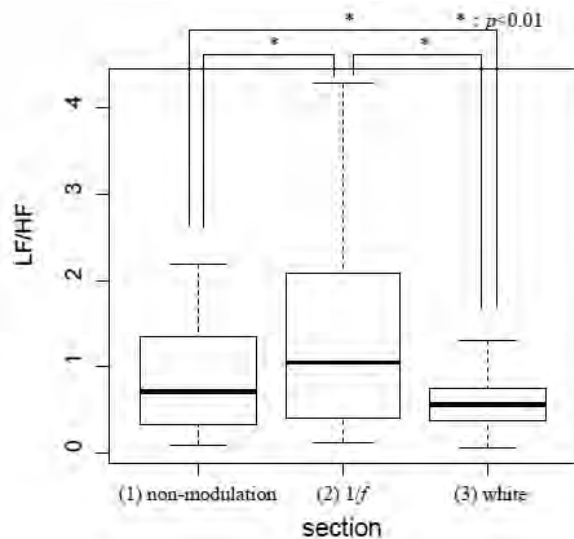


図2 刺激ごとのLF/HF尺度値

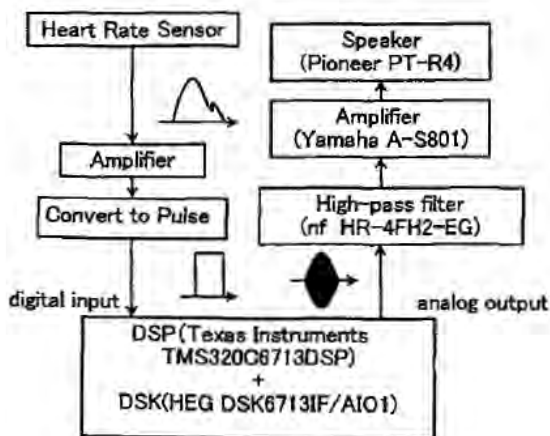


図3 被験者の心拍に同期した刺激音を生成するシステム

そこで、人の生体リズムに同期したゆらぎ信号を刺激音として用いることで、自律神経活動が制御できるのではないかと考え、その検証実験を行うことにした。図3に本研究で作成した実験システムを示す。被験者は心身ともに健康であると申告した19～22歳の男性20名である。無響音室内にある簡易ベッドの上で半座位の体勢になり、被験者の耳元において音圧レベルが100dB以上となるように刺激音を提示する。刺激音は次のようなシーケンスで提示する。

Synchronous ※→Rest→No-modulation ※
→Rest→synchronous

これらは各区間120secである。Restは休息区間、Synchronousは被験者の心拍と同期したトーンピップ信号を提示、Asynchronousは被験者以外の心拍に同期したトーンピップ信号を提示、No-modulationは一定間隔でトーンピップ信号を提

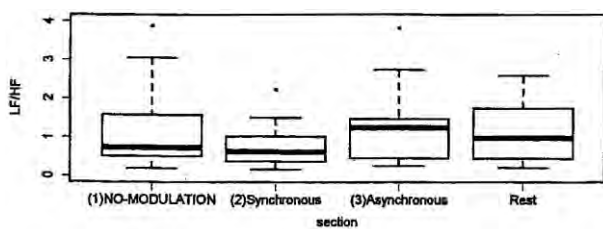


図3 刺激ごとのLF/HF尺度値

表1 各区間の中央値と四分位範囲

区間	中央値	四分位範囲
Synchronous	0.618	0.622
Asynchronous	1.245	0.983
Rest	0.975	1.212
No-modulation	0.719	0.996

示する。提示中による影響が出ないように、※印がつけられている区間をランダムに入れ替えて実験を行う。被験者の胸部に装着し他心拍センサから心拍変動を計測し、LF/HF尺度を算出する。

図4に各刺激に対するLF/HF尺度値を示す。また、表1に各区間の中央値と四分位範囲を示す。表から、Synchronous区間の中央値と四分位範囲が最も小さい値を示していることが分かる。これはこの区間の中央値と分散が他の区間よりも小さいことを表している。すなわち、心拍と同期したトーンピップ信号を提示するとLF/HF尺度が低くなる。また分散が小さいため、被験者全員のLF/HF尺度が小さくなることを明らかにした。

2.2 音刺激による自律神経活動

ここでは、学校図書館において音刺激をBGM (Background Music)として用いて、図書館利用の目的(読書、自習、休息)の促進効果を自律神経活動の計測と主観評価、および実際の作業量の客観データから検討する。ただし、自律神経活動の計測装置が数量的に不足していたため、本年度はまず主観評価と作業量のデータを基に検討を行った[2],[5],[6]。

被験者は、10代の男性8～12人を対象とした。条件をそろえるため、測定時間は15:00から行い、被験者の疲労を避けるため2日間に分けて行った。測定場所は、本校の図書館の窓側4人掛けの席とした。スピーカーは被験者に向けて設置し、音量を暗騒音より少し大きく調整した。使用したBGMは、先行研究で作業をしやすと感じたクラシック音楽に着目した。さらに、提示音源を単純な曲調(気分が高揚する音源)と複雑な曲調(気分が抑制される音源)という視点で分類した。この分類は谷口の提案した感情価測定尺度(AVSM: Affective Value Scale of Music)[9]を用いた。音源の提示時間は5分である。作業課題として読書と計算課題とした。図4、5に読書課題、計算課題の結果を示す。グラフの縦軸はばらつきの影響を防ぐために中央値を取る。図から、

BGMがない方が作業しやすいという結果になった。また、BGMがある場合では、高揚下位の音源においてそれぞれの作業量が促進される結果となった。これらの結果は先行研究[10]の結果を支持しておらず、現段階では特徴を明確にすることができていない。今後、さらなる検討を行う必要

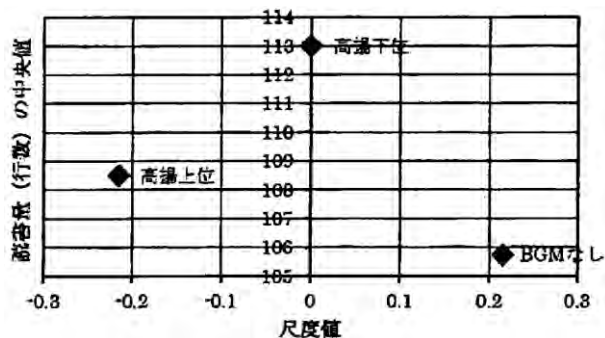


図4 読書課題時の尺度値と読書量の中央値の関係

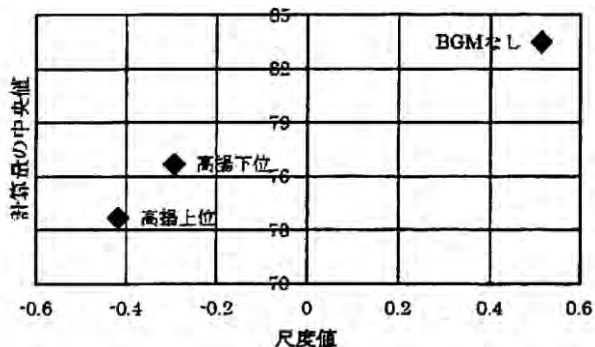


図5 計算課題時の尺度値と計算量の中央値の関係

がある。

2.3 磁気刺激と自律神経活動

本研究では、また、もう一つの刺激として磁気刺激（交流式電気磁気）に注目し自律神経活動について検討する[4]。交流式電気磁気には血流改善効果がある事が報告されている。しかし自律神経活動との関係は解明されておらず、検討が望まれている。そこで、本研究では、交流式電気磁気の曝露による副交感神経活動の測定を皮膚電位活動（SPL）と心拍変動解析（LF/HF尺度）との変化から検討した。

本研究では、交流式磁気治療器を用いて交流式電気磁気を曝露した時の、生体信号の変化を心拍センサと皮膚電位計を通して観測する実験を行っ

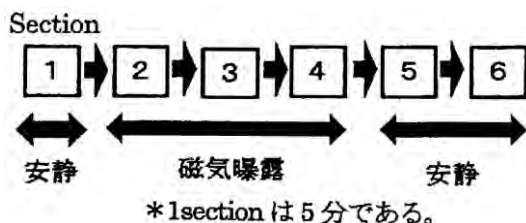


図6 磁気曝露の実験シーケンス

た。数人での被験者による測定を行った。被験者には仰向けになってもらい、腕に皮膚電位計を装着した。そして、胸部に心拍センサを取り付け、首の後ろに交流電気磁気治療器を設置する。実験シーケンスを図6に示す。実験開始と同時に心拍センサと皮膚電位計の測定を行う。図6に実験シーケンスを示す。なお、本実験では測定を安定させるため次のような実験条件を設けた。なお、被験者は7名である。

- (1) 被験者が心身共に健康体である事
- (2) 静かであるべく音が入らない部屋で行う
- (3) 実験中なるべく体を動かさないよう指示
- (4) 被験者には実験中眠らないよう指示
- (5) 実験前、実験中に磁気を曝露することを隠す

ここで、(2), (3)は被験者への刺激を防ぎ、刺激による数値への影響を抑えるための条件である。また、副交感神経は睡眠によって大きく影響するため、(4)の条件が必要となる。なお、先入観を排除するため(5)の条件を設けた。

図7にSPLの変化を示す。図から、最初の磁気曝露前の安静時間であるsection1ではSPLの中央値が3.68[mV]になっているが、磁気曝露中であるsection2,3,4に渡って徐々に低下していることがわかる。また、磁気曝露後も同様に低下していることが確認できる。すなわち磁気曝露を行ってからすぐに反応し、副交感神経が優位になっていることがわかる。また、図8にLF/HF尺度の変化を示す。図から、section1と磁気曝露中のsection2,3ではLF/HF尺度の中央値は比較的高値を示し、ばらつきも大きい。しかし、section4からはLF/HF尺度の値が低下し、ばらつきも少なくなった。同様に磁気曝露後のsection5,6でも中央値が低値で安定している。このことから、磁気曝露により時間差があるものの副交感神経が優位になることがわかる。

以上のことから、次のような知見を得た。

- (1) SPLの変化から、磁気曝露中と曝露後に副交感神経が優位になる。
- (2) LF/HF尺度の変化から、磁気曝露中から曝露後にかけて副交感神経が優位になる。

ただし、本実験からでは実際の自律神経活動がどのようなになっているのかが解明できていない。今後さらなる実験を行い、交流磁気曝露と自律神経活動を解明する必要がある。

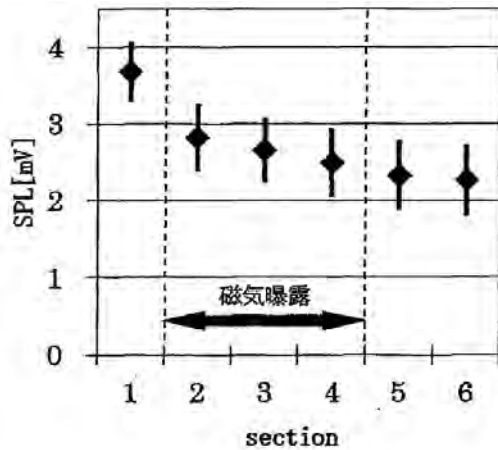


図7 SPL の変化

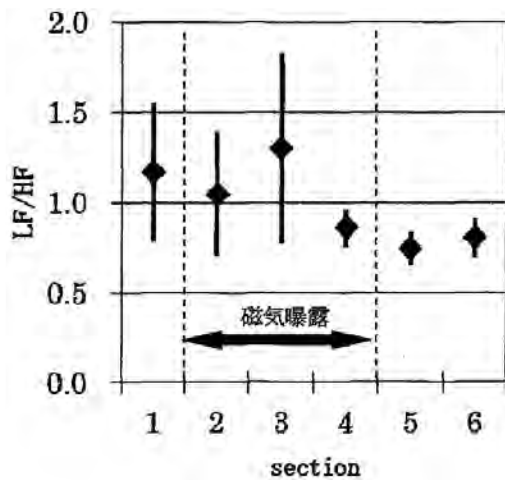


図8 LF/HF 尺度の変化

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕 (計 1 件)

- [1] Satoshi Watanabe, Ryouichi Takaue, Fenghui Yao, Yuji Matsumoto, Hiroyuki Tsukamoto, Naruki Shirahama, Naofumi Nakaya, Yukio Mori, "Effects of 1/f fluctuation music listening on autonomic nervous system activity", Journal of the Institute of Industrial Applications Engineers, 査読有, Vol.6, No.2, pp.86-91, 2018-04.

〔学会発表〕 (計 5 件)

- [1] Hatsue Wada, Riku Iida, Shuji Ogawa, Kazunori Miyamoto, Yukio Mori, "A consideration of effect of sound environments in libraries", Proceedings of the 6th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2018 (ICISIP2018), Matsue, Shimane, Japan, 査読有, SS2-2,

pp.183-186, 2018-09.

- [2] 多田大希, 中島竜馬, 渡邊 志, 白濱成希, 中谷直史, 富田雅史, 森 幸男, "生体リズムに同期した刺激音による自律神経活動の治療システム", 日本福祉工学会第22回学術講演会講演論文集, 査読無, 303, 熊本高専 (合志), pp.45-46, 2018-11.
- [3] 笠原淳一, 森 幸男, "交流式電気磁気曝露による自律神経活動の一考察", 日本福祉工学会第22回学術講演会講演論文集, 査読無, 304, 熊本高専 (合志), pp.46-47, 2018-11.
- [4] 飯田莉玖, 熊澤匠真, 宮本和典, 和田初枝, 森 幸男, "図書館における目的作業を促進する BGM の一検討", 日本福祉工学会第22回学術講演会講演論文集, 査読無, 606, 熊本高専 (合志), pp.115-116 (2018-11)
- [5] 和田初枝, 小川修二, 飯田莉玖, 宮本和典, 森 幸男, "図書館利用における教育効果を高める音環境に関する一検討", 平成30年度工学教育研究講演会講演論文集 (第66回年次大会), 査読無, 3E08, 名工大, pp.458-459, 2018-08.

〔その他〕 (計 4 件)

- [1] 第31回エイクレス研究会講演
物理的刺激 (1/f ゆらぎ音、磁気曝露) による自律神経活動について, アルカディア市ヶ谷, 2018-11.
- [2] Hiroki Tada, Yuta Samaki, Naruki Shirahama, Satoshi Watanabe, Yukio Mori, "Behavior of autonomic nervous system derived from 1/f fluctuation sound sources in ultrasonic range", Proceedings of the 5th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2017 (ICISIP2017), Hawaii, USA, 査読有, SS1-2, pp.339-344 (2017-09)
- [3] 小川修二, 田村陸王, 和田初枝, 森 幸男, "BGM を利用した図書館における目的作業促進の検討", 第30回バイオメディカル・ファジィ・システム学会年次大会講演論文集, 査読無, BMFSA2017-10, pp.33-36, 2017-11
- [4] 谷口高士, 音楽と感情, 第 5 章, 北大路書店, pp.89-117 (1999)

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：Eye Tracker を用いた日本語話者向け英語教材における効果的な日本語使用法の策定

研究代表者：真島顕子

小区分：外国語教育関連

1. 研究計画の概要

本研究は、本科 1～3 年生（高校課程）を対象に、英語教材（特にワークシート）における最も効果的な日本語使用方法（割合）を、Eye Tracking System を使用して策定することを目的とする。文部科学省は、高校課程における英語による英語の授業（All English）を推進しているが、実質的な英語力向上に顕著にはつながっておらず、授業内容や方法について議論の余地が未だ十分に残っている。高校では取り扱う内容や文法項目が高度になるため、高校教員は教材の使用法や授業の進め方について苦勞をしている。本研究では、日本語の使用を前提とした英語授業における日本語の使用割合ではなく、高校課程で求められている、All Englishに近い学習環境における、理解のサポートとしての日本語の効果的な使用について研究する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

教材使用者の視線分析を行うため、FUJITSU の EyeExpert を使用し、実験を行った。現在授業で使用している日本語表記のないワークシート (a) と、日本語表記のある市販のワークシート (b) を用いて視線分析を行った。

EyeExpert は、ディスプレイ上の視線推移情報を収集する機器である。そのため、机上のワークシートを見ている視線の推移を追うことができない。そこで、紙媒体のワークシートを画面上に貼り付けた状態で実験を行った。画面上にワークシートデータを表示して実験することも可能であったが、紙媒体のワークシートから得る印象と異なった印象を得る危険性があったため、ワークシートを直接貼り付ける方法を採用した。また、ワークシートが画面に貼り付けられているため、解答を直接書き込むことができないので、被験者には口頭で解答してもらい、解答の正誤確認をした。また同時に、解答時の心理状態を確認しながら実

験を進めた。

結果として、被験者は (a)(b) どちらのワークシートにおいても、出題者の意図に沿った順で情報を得ることができていることが分かり、問題を指摘することができなかった。また、「効果的な日本語の使用法（割合）」という基準設定が不明瞭で、分析自体が困難であること、視線情報を蓄積されることが被験者にとって予想以上に抵抗があることだということが分かった。

そこで、文字の割合が多いワークシートだけでなく、筆者が所属する研究グループがこれまでに制作した ICT 教材も研究対象に含めることで、文字の割合が比較的少ない環境における使用言語の割合分析が可能かどうか模索した。しかし、

EyeExpert は背景画が変化する環境での分析が難しいことが分かったため、データを蓄積することができなかった。

従って今後は、「効果的な日本語の使用法（割合）」の定義をより明確にすることを課題とすることとした。また、先述の ICT 教材についてまとめ、学会及び論文発表を行った。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計 1 件）

- [1] 真島顕子, 李盛姫, 川村春美, 大墨礼子, ICT教材デザインの一考察, 全国高等専門学校英語教育学会研究論集, 査読有, 第 38 号, 81-90, 2019

〔学会発表〕（計 1 件）

- [1] 真島顕子, 李盛姫, 川村春美, 大墨礼子, ICT教材デザインの一考察, 全国高等専門学校英語教育学会第 42 回研究大会要綱, 査読無, 10, 2018

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：開放量子系のダイナミクスにおける散逸とデコヒーレンスの制御

研究代表者：真島 裕樹

小区分：数理物理および物性基礎関連

1. 研究計画の概要

我々は、Celeghini-Rasetti-Vitiello (1992) の正準量子化の手法を拡張することで外力のある散逸系を量子化し、散逸系の不安定な基底状態の特徴づけを行った (2011)。これに対し、Galley (2013) は散逸系の量子化には自由度の倍化が本質であることを示し、我々の手法の正しさを裏付けた。また、近年の共振器量子電磁力学や回路量子電磁力学 (回路 QED) の理論・実験に関する発展により、超強結合領域の理解が大幅に進んでいる。そこでは、弱結合領域では無視できたカイラル項が本質的な役割を果たすが、このカイラル項こそが量子系の散逸を支配することを、申請者は以前の研究で指摘した。本研究では、古典散逸系を正準量子化し、エントロピー変化を見積もることで、ミクロなエネルギー損失 (熱) に対する直観的な描像を与えることを目指すとともに、回路 QED における強結合領域における量子系の基底状態に関する性質を明らかにする。

散逸系を正準形式で扱うためには、ラグランジアンを自由度を倍化し、仮想的な自由度は時間反転する必要がある。私たちはこのラグランジアンを正準量子化し、散逸系の量子論を求める一般的な枠組みを与えた。本研究では、このようにして得られた散逸系の量子ハミルトニアンに、我々が得た関係式 (entropy-Liouvillian relation) を適用し、エントロピー変化を見積もる。これにより、ミクロ系の熱 (エネルギー損失) に対する直観的な描像を与えることができる。また、強結合領域が現れる回路 QED の基底状態を考察し、その時間発展、その中でも最も重要な基底状態の安定性を明らかにする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

自由減衰系では質量が有限な減衰振動子系と同様に、自由度を倍加することで、時間を陽に含まないラグランジアンを構成することが可能である。

仮想的な自由度は、減衰に対する増幅、あるいは元の系を時間反転した系と解釈することが可能である。我々は、自由減衰系の正準量子化の過程で以下の事実を示した。自由減衰系のラグランジアンをルジャンドル変換して得られるハミルトニアンは、減衰振動子系のハミルトニアンとは異なる。つまり、減衰振動子系のハミルトニアンにおいて質量ゼロの極限を取っても、自由減衰系のハミルトニアンは得られない。また、自由減衰系を正準量子化し、正準変換により振動子表示に移行することにより、減衰係数とバネ定数の比が直接的にハミルトニアンの係数に現れ、この比の大小が系の時間発展を支配する。さらに、量子化されたハミルトニアンの固有値を解析すると、その中に複素固有値が現れることが自然に導かれる。

この事実から、我々は次の結論を導いた。真空 (基底状態) が不安定となる。これは、有限系でも真空の非同値表現が存在することを示唆する。また、ハミルトニアンはエルミート共役に対して不変であるにも関わらず、非エルミートであることを許容する。このことから、量子散逸系では、ユニタリー変換と正準変換を区別する必要があることがわかった。

以上の結果の回路 QED への応用は、今後の課題である。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計 1 件)

- [1] 真島裕樹, 質量ゼロの散逸系の量子化, 日本物理学会第 74 回年次大会 (2019), 査読無, 講演番号 16pS-PS-31

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 29 日現在

研究課題名：マルチ光源下画像における灰色仮説判定条件の検討

研究代表者：川村春美

小区分：知覚情報処理関連

1. 研究計画の概要

複数の光源が照射する環境下における画像から、灰色仮説に基づいて照明光色を推定する手法を検討する。従来より、画像を格子状に分割し、各小領域に対して一種類の照明光色推定法を適用する手法が主流であるが、適用条件が考慮されていないことが問題であった。昨年度までは、一種類のみ照明光色推定手法の中でアルゴリズムが単純な灰色仮説に着目し、この仮説を満たす小領域を対象に手法を適用する手法を提案してきた。今年度は、小領域のサイズや仮説の判定条件手法と推定精度への影響を明らかにすることを目標とすると同時に実画像に適用し推定精度を評価する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

2.1 昨年度検討の課題

画像を小領域に分割する際のサイズを固定していたが、実際には適切なサイズは不明である。一般的には、小領域のサイズが大きいほど色数のバリエーションが豊富になり灰色仮説を満たすと判定される傾向が高くなる。しかしながら、小領域

のサイズが大きくても仮説を満たさない場合がある一方、サイズが小さくても仮説を満たす場合もある。即ち、小領域のサイズを固定にすることで灰色仮説を満たす小領域の数を減らしている可能性があると考えられる。

2.2 今年度の検討内容

小領域に分割する際のサイズを複数種類とし、分割サイズの異なる個々の画像から得られた照明光色を統合することで最終的な結果を求める。

提案手法の全体構成を図 1 に示す。提案手法は、全体で 5 つの処理、即ち、(a) 複数のサイズからなる小領域への分割、(b) 灰色仮説を満たす小領域の抽出、(c) 得られた各小領域からの局所照明光色の推定、(d) 局所照明光色のクラスタリング、および (e) 各画像から得られた照明光色の統合から構成される。

小領域に分割する際、画像内での小領域のサイズは固定とする。以下の処理では、異なるサイズに分割された画像毎に局所照明光色の推定からクラスタリングまでの処理を行う。各小領域の R 、

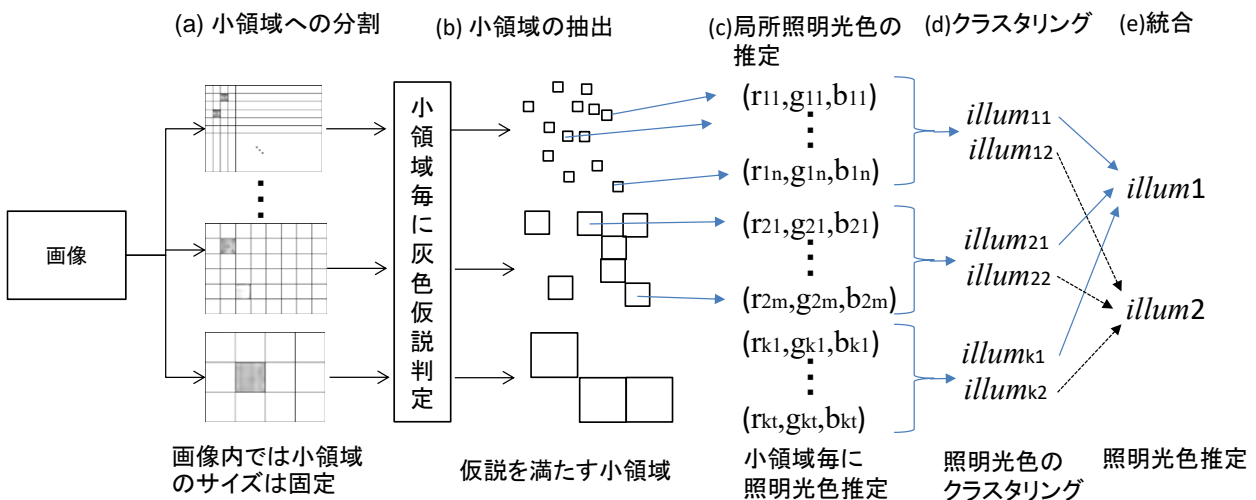


図 1：提案手法の構成

G, B成分毎の標準偏差に対し、少なくとも二つ以上が閾値よりも大きい場合に灰色仮説が適用可能であると判定する。局所照明光色は、上記判定で適用可能となった小領域の平均の色として求める。ここでは、二種類の光源を前提とするため、局所照明光色の結果をk-meansを用いて二つのクラスに分割する。この処理により、小領域のサイズが異なる画像毎に二種類ずつ照明光色が得られるので、対応する照明光色同士を平均し、最終的な結果が得られる。

提案手法の有効性を確認するため、モンドリアンパターンの画像を用いて照明光色の推定精度を評価する。モンドリアンパターンとは、様々なサイズの色紙を貼り合わせたようなパターンのことである。実験では、各領域の色（画素値）をSimon Fraser大学のサイト上の実験評価用データセットから表面反射率、照明光の分光特性、カメラの分光感度特性を取得し、式(1)に基づいて計算する。画像サイズは512×512画素とする。

$$C_i = \int_{\Omega} Cam_c(\lambda) \cdot E(\lambda) \cdot \rho_i(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

上式では、 $\rho_i(\lambda)$ はシーン中のi番目の物体の表面反射率、 $E(\lambda)$ は照明光の分光分布、 $Cam_c(\lambda)$ はカメラの分光感度特性であり、右下のCはカラーチャネルR, G, Bを表す。なお、積分範囲 Ω は可視光範囲であり波長 λ での積分をした結果が画素値に対応する。

実験では、白色光源と赤系光源を図3に示す強度分布に従って、モンドリアンパターンに照射した画像を用いる(図2)。モンドリアンパターンは、平均すると灰色になるもの(ベース画像)に加え、平均が赤、緑、青、赤紫、シアン、黄になるようにバイアスをかけた画像(色偏り画像、計6種類)も用いる。なお、小領域は正方形とし、1辺は8, 16, 32, 64, 128, 256ピクセルとする。

推定誤差は、照明光の色を3次元空間のベクトルと見なし、推定値と真値とのなす角とする。

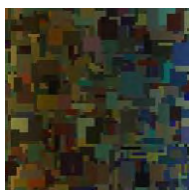


図2：実験画像

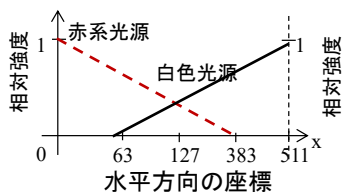


図3：光源の空間強度分布

式(2)は、推定照明光色 $illum_{est}$ と照明光色の真値 $illum_{cor}$ から推定誤差 θ の計算式である。 θ が小さいほど、推定精度が高いことを表す。

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{(illum_{est}, illum_{cor})}{|illum_{est}| \cdot |illum_{cor}|} \right) \quad (2)$$

実験結果を表1(白色光源)および表2(赤系光源)に示す。表中の各数値は推定誤差 θ であり、色偏り画像とは6種類の画像を適用した際の推定誤差の平均である。

表1 白色光源の推定誤差(角度°)

画像	従来手法	提案手法
ベース画像	1.7°	0.7°
色偏り画像	13.4°	11.2°
平均	11.7°	9.7°

表2 赤系光源の推定誤差(角度°)

画像	従来手法	提案手法
ベース画像	1.1°	4.3°
色偏り画像	16.3°	10.4°
平均	14.1°	9.5°

表1, 2より、従来手法では、モンドリアンパターンの色の偏りがあると、推定誤差が大幅に大きくなるが、提案手法では、従来手法と比較し誤差の増え方が小さい傾向が見られる。

2.3 今後の課題

従来手法よりも推定誤差は小さいもののまだ十分な精度とは言えない。今後は、仮説判定条件の改善と光源種類が未知の場合の手法の検討が必要である。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計2件)

- [1] Harumi KAWAMURA, Multiple Illuminants' Color Estimation using Layered Gray-World Assumption, Proc. of IS&T International Symposium on Electronic Imaging 2019, 査読有, 3066560, pp.94.1-94.5
- [2] 川村春美, 複数レイヤ型灰色仮説判定による複数光源下画像からの照明光色推定手法の提案, 画像電子学会研究会予稿集, 査読無, 1803, pp.103-109

課題研究費実績報告書

平成 31 年 3 月 31 日現在

研究課題名：コッククロフト-ウォルトン回路を用いたパワーLED 式人工太陽光の点灯回路に関する検討

研究代表者：米盛 弘信

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究の最終目的は、室内における太陽光発電の実験で必須となる人工太陽光をパワーLEDによって実現することである。人工太陽光は、太陽光と近似したスペクトル成分を有し、かつ照射ムラを低減することが重要である。照射ムラを抑えるには、パワーLEDを直列接続することで各パワーLEDに同一の電流を流すことができるため、発光強度を一律にできる。しかし、直列接続はパワーLEDの個数に比例して順電圧が高いため、点灯させるには商用電源以上の電圧が必要となった。そこで、容易に直流高電圧が得られるコッククロフト-ウォルトン回路（Cockcroft - Walton Circuit：以下、CW回路）を応用して点灯回路が実現できないか検討した。一般的に、CW回路は $\mu\text{A} \sim \text{mA}$ オーダの電流しか出力できずパワーLEDを点灯させるには不十分である。すなわち、本研究を達成するためには、CW回路の高電流出力を実現する必要がある。本課題は、CW回路の出力電流増大に取り組み、光源を評価する。ここでは、CW回路の出力電圧・電流の目標値を 280V・600mA とする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

研究目標を達成するために、本年度は以下に示す項目について取り組んだ。代表的な成果の中から重要なものを概説する。なお、詳細は研究成果の論文等を参照されたい。

【全波整流型 CW 回路の高周波駆動】

図 1 に CW 回路の周波数を変動させた際の電圧変動を示す。抵抗値を変化させたとき、全ての周波数で電圧が変動することがわかった。また、最大で 90V の出力が得られることがわかった。図 2 に CW 回路の周波数を変動させた際の出力電流を示す。抵抗値を変化させたとき、全ての周波数で出力電流が増加することがわかった。図 3 に CW

回路の周波数を変動させた際のリップル率を示す。抵抗値を変化させたとき、全ての周波数でリップルが増加することがわかった。さらに、出力電圧変動・最大出力電流・リップル率の 3 つの観点から 10kHz で駆動させた場合に最も優れた出力が得られると判明した。

【全波整流型 CW 回路の多段接続】

全波整流型 CW 回路を高周波駆動した結果、駆動周波数を 10kHz とした場合に低い電圧変動、低リップル率、高電流値の出力となることを明らかにした。しかし、目標値であるパワーLEDの駆動に必要な条件を満たしていない。そこで、出力電圧の増大を目標とし全波整流型 CW 回路を多段接続して目標値が達成できるか検討を行った。

図 4 に周波数が 10kHz の場合の電圧変動を示す。段数の増加に伴い電圧変動が大きくなることがわかった。また、段数を増やした場合、最大で 314V 出力されることがわかった。図 5 に周波数が 10kHz の場合の出力電流を示す。段数を増加させると出力電流の増大に伴い出力電圧の変動が大きくなる。図 6 に周波数が 10kHz の場合のリップル率を示す。3 段と 4 段の場合にリップルが抑えられていることがわかった。また、3 段と 4 段の結果から、段数が増加するとある程度の段階で飽和するのではないかと示唆される。

以上のように全波整流型 CW 回路を多段接続させ、周波数を 10kHz 一定として負荷抵抗を変化させた際の出力電圧変動、リップル率を明らかにした。実験結果より、全波整流型 CW 回路は段数を 4 段にしたときが高出力電圧、かつ低リップル率となり、最も良い結果が得られた。

今後は、実際にパワーLEDを接続して点灯実験を行い、フリッカ等の評価を行う予定である。

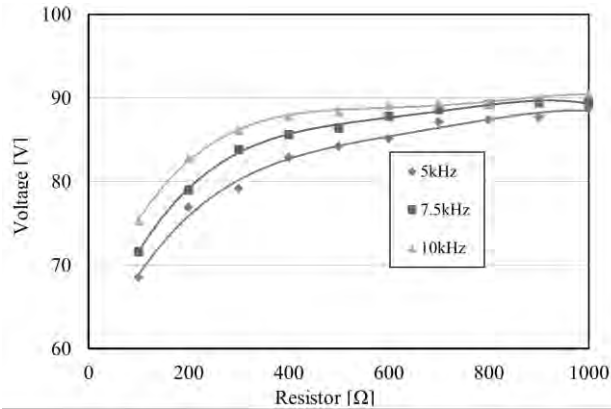


図1 CW回路の電圧変動

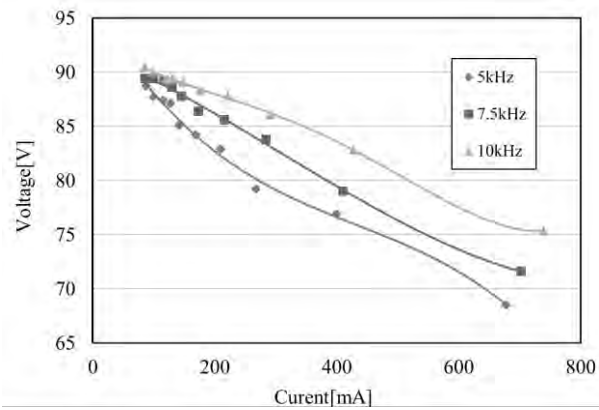


図2 CW回路の出力電流

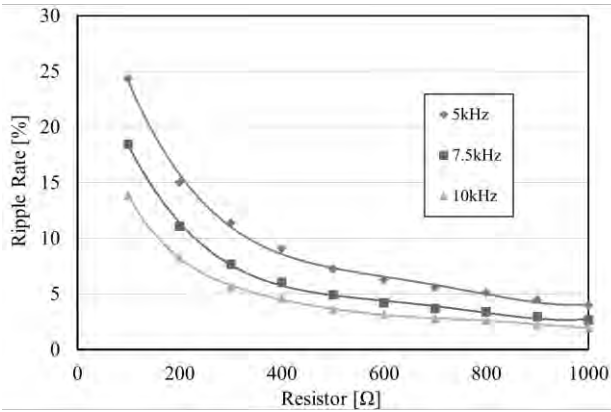


図3 CW回路のリプル率

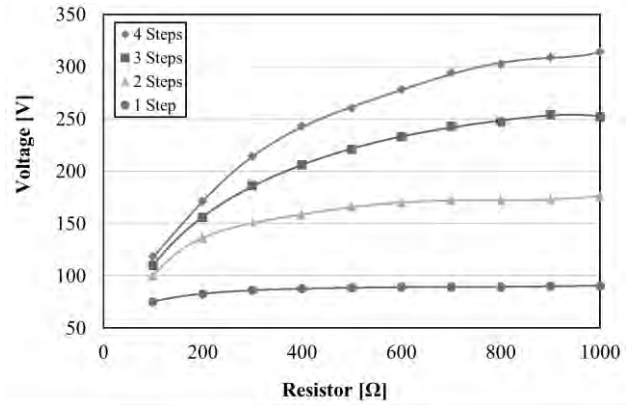


図4 周波数 10kHz 時の電圧変動

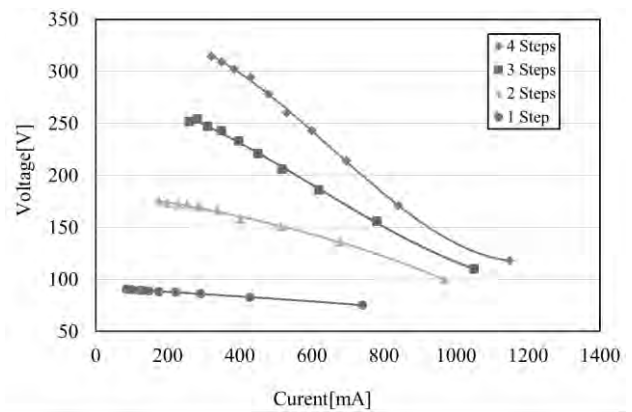


図5 周波数 10kHz 時の出力電流

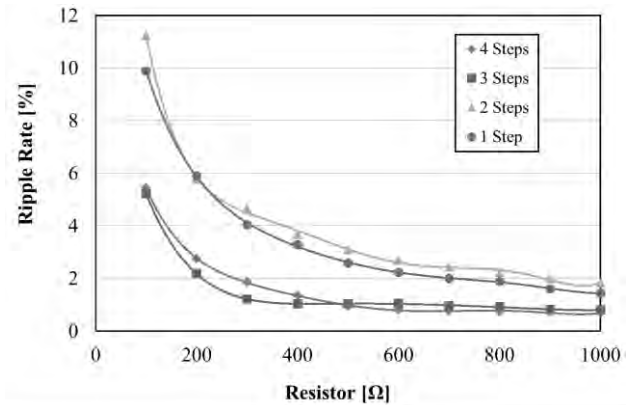


図6 周波数 10kHz 時のリプル率

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計2件)

1. 幅野岬太, 米盛弘信: “全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の高周波駆動に関する一検討”, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集, pp.90-91 (2018-12)
2. 幅野岬太, 米盛弘信: “全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の高周波駆動”, 2018年(第36回)電気設備学会全国大会講演論文集, p.431, 福井市地域交流プラザ (2018-09)

研究課題名：単精度浮動小数点数環境にも有効な Thick restart Lanczos 法の改良

研究代表者：木村 欣司

小区分：数値計算手法

1. 研究計画の概要

自然科学の問題や工学の問題は、大規模疎行列の指定した条件を満たす固有値と固有ベクトルのみを求める問題に帰着できる場合が多い。Thick restart Lanczos 法 (TRL 法) は、その目的を達成する計算法である。クリロフ部分空間の生成とリッツ値・リッツベクトルの計算を交互に行い、所望の固有値と固有ベクトルに収束させる。しかし、単精度浮動小数点数のような丸め誤差を多く含む環境では、収束が極端に遅くなるタイプの入力行列が存在する。その原因は、クリロフ部分空間の生成とリッツ値・リッツベクトルの計算の両方において誤差が混入し、それが悪影響を及ぼすためである。前者については、誤差を考慮した計算法が知られているが、後者については知られていないため、後者の計算法の改良を行う。単精度浮動小数点数における収束の履歴が、倍精度浮動小数点数における収束の履歴とほぼ一致する程に丸め誤差の影響を受け難くなる改良法をTRL法に導入し、多くのテスト行列を入力行列としたとき、収束が極端に遅くなるタイプの行列が存在しないようにする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

得られた研究成果について、以下に紹介する。はじめに、Givens 回転に基づくQR 分解について、TRL法のリスタート時に適した方法を紹介する。石田らは、Householder リフレクタを用いたQR 分解を用いて部分特異値分解の計算結果を修正することで、AIRLB 法におけるリスタートを改良している。一方、本稿では、Givens 回転に基づくQR 分解を用いて、TRL法を改良する。提案法では、まず、Givens 回転に基づくQR 分解を用いて固有ベクトルを再直交化し、リスタートアルゴリズムで利用する。固有ベクトルの再直交化のために、対角優位行列の固有ベクトルに対する局在化の知識を用いて Givens 回転に基づく

QR 分解を適切に実装する。提案法の性能を調べるために、単精度浮動小数点演算における数値実験を行う。TRL法における三重対角化の際に、LAPACK のSLARTGを採用すると、収束しない場合がある。そこで、本稿で紹介した Givens 回転の複数の実装方法の中の最も適切な方法を三重対角化の際に採用する。これを従来法として比較実験を行う。Givens 回転に基づくQR 分解を導入する。 $m \times n (m \geq n)$ の行列A をQR 分解することを考える。はじめに、Givens 回転という直交変換を導入する。

$$G_{k(i_k, j_k)} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 & \dots & \dots & \vdots & \vdots \\ \vdots & 0 & \cos(\theta_k) & \dots & \sin(\theta_k) & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & -\sin(\theta_k) & \dots & \cos(\theta_k) & 0 & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \dots & \dots & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

ここで、 $\cos(\theta_k)$ は、第 (i_k, i_k) 成分と第 (j_k, j_k) 成分、 $\sin(\theta_k)$ は、第 (i_k, j_k) 成分、 $-\sin(\theta_k)$ は、第 (j_k, i_k) 成分に、それぞれ存在する。

$$G_k(i_k, j_k) = \begin{pmatrix} \vdots \\ x_{i_k} \\ \vdots \\ y_{j_k} \\ \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \vdots \\ \sqrt{x_{i_k}^2 + y_{j_k}^2} \\ \vdots \\ 0 \\ \vdots \end{pmatrix},$$

$$\cos(\theta_k) = \frac{x_{i_k}}{\sqrt{x_{i_k}^2 + y_{j_k}^2}}, \sin(\theta_k) = \frac{y_{j_k}}{\sqrt{x_{i_k}^2 + y_{j_k}^2}}$$

ここで、 $\cos(\theta_k), \sin(\theta_k)$ を計算する際には、LAPACK のxLARTGを用いる場合が多い。この変換を用いると、行列の中に任意の2つの行または列の特定の1つの成分を0に変換できる。このGivens 変換を行列A の左から複数回作用させることで、上三角行列R を手に入れることができる。R を得るまでに使った Givens 回転を逆の順番で合成することにより、直交行列Q を手に入れることができる。特定の1つの成分を0にする戦略に

は、さまざまな選択肢がある。ここで、TRL法における、収束の終盤に現れる S_m について考える。収束の終盤に現れる S_m は、対角成分以外の成分の値が絶対値の意味で非常に小さい行列である。 S_m に対する固有値分解は、 $S_m Y_l = Y_l D_l$ と表せる。ここで、 $D_l := [\gamma_1 \dots \gamma_l]$ と $Y_l := [\mathbf{y}_1 \dots \mathbf{y}_l]$ は、それぞれ固有値と固有ベクトルを並べた行列である。特に、TRL法においては、収束の終盤に現れる S_m は対角行列に近づく。さらに、後述の

Algorithm 2 の 5 行目「Extract the required eigenvalues $\gamma_1, \dots, \gamma_l$ and the eigenvectors $\mathbf{y}_1, \dots, \mathbf{y}_l$ 」のために、 Y_l の順序を適切に並び替える操作も行われる。この固有ベクトルを並べた行列 Y_l に対するQR 分解の戦略は、収束の終盤では、 Y_l も対角成分以外の成分の値が絶対値の意味で非常に小さい行列になることを考慮すると、

$$G(n, n+1) \cdots G(m-2, m-1)G(m-1, m) \\ \times \cdots \\ \times G(2,3) \cdots G(m-2, m-1)G(m-1, m) \\ \times G(1,2) \cdots G(m-2, m-1)G(m-1, m)A = R$$

とする。ここでは、添え字 k を省略した。最下段の $G(1,2), \dots, G(m-2, m-1), G(m-1, m)$ は、第1列目の非対角成分を0 にすることを目的としている。最下段から1つ上の $G(2,3), \dots, G(m-2, m-1), G(m-1, m)$ は、第2列目の非対角成分を0 にすることを目的としている。最上段の $G(n, n+1), \dots, G(m-2, m-1), G(m-1, m)$ は、第 n 列目の非対角成分を0 にすることを目的として計算する。この戦略では、 Q は次のように計算できる。

$$Q = G(m-1, m)^T G(m-2, m-1)^T \cdots G(1,2)^T \\ \times G(m-1, m)^T G(m-2, m-1)^T \cdots G(2,3)^T \\ \times \cdots \\ \times G(m-1, m)^T G(m-2, m-1)^T \cdots G(n, n+1)^T$$

TRL法における固有ベクトル Y_l は、 Y_l そのものではなく、Givens 回転を並べた上式を Q として採用できる。計算機上でGivens 回転を計算する場合、LAPACK のxLARTGを用いる戦略以外にも、オーバーフローやアンダーフローを考慮した

Algorithm 1 を採用する場合もある。Algorithm 1 の 12 行目と 17 行目の二重下線部分において、融合積和演算を採用することができる。

```

1:  $f \leftarrow |x_{ik}|$ 
2:  $g \leftarrow |y_{jk}|$ 
3:  $t \leftarrow \max(f, g)$ 
4: if  $t = 0$  then
5:    $\cos(\theta_k) \leftarrow 1$ 
6:    $\sin(\theta_k) \leftarrow 0$ 
7:    $\sqrt{x_{ik}^2 + y_{jk}^2} \leftarrow 0$ 
8: else
9:    $u \leftarrow f/t$ 
10:   $v \leftarrow g/t$ 
11:  if  $f \geq g$  then
12:     $r \leftarrow \sqrt{1+v^2}$ 
13:     $\cos(\theta_k) \leftarrow u/r$ 
14:     $\sin(\theta_k) \leftarrow v/r$ 
15:     $\sqrt{x_{ik}^2 + y_{jk}^2} \leftarrow r \times t$ 
16:  else
17:     $r \leftarrow \sqrt{1+u^2}$ 
18:     $\cos(\theta_k) \leftarrow u/r$ 
19:     $\sin(\theta_k) \leftarrow v/r$ 
20:     $\sqrt{x_{ik}^2 + y_{jk}^2} \leftarrow r \times t$ 
21:  end if
22: end if

```

図 1. Algorithm 1 : Givens 回転の実装方法

LAPACK のxLARTGに対する Algorithm 1 の利点は、次の通りである。Algorithm 1 によって計算される $\cos(\theta_k), \sin(\theta_k)$ ならびに $\sqrt{x_{ik}^2 + y_{jk}^2}$ は、下の不等式

$$0 \leq \cos(\theta_k) \leq 1, \\ 0 \leq \sin(\theta_k) \leq 1,$$

$$\max(|x_{ik}|, |y_{jk}|) \leq \sqrt{x_{ik}^2 + y_{jk}^2}$$

を満たす。よって、上記の性質を要求される演算、具体的には、TRL法における三重対角化において重要な役割を果たす。逆に、上記の性質を要求されない演算、具体的には、後述の Algorithm 2 の 8 行目においては、計算精度が高い LAPACK の xLARTG を選択する。下線部の内容は、「3. 代表的な研究成果」で紹介する Aoki らのプロシードィングスの内容と異なっており、本稿のオリジナルの成果である。

次に、Givens 回転に基づくQR 分解の方法を利用した新しいTRL法のリスタート戦略について紹介する。固有値分解におけるレイリー商

$$\rho = \frac{\mathbf{x}_i^T A \mathbf{x}_i}{\|\mathbf{x}_i\|_2^2}$$

を定義する。

ρ は、計算された固有ベクトルを \mathbf{x}_i とする場合、

$$\rho = \arg \min_z \|\mathbf{A}\mathbf{x}_i - z \mathbf{x}_i\|_2^2$$

を満たす。この際、 ρ は A の固有値 $\lambda_i (i = 1, \dots, n)$ に非常に近い値となる。このレイリー商を利用した実装の詳細については、以下の通りである。

TRL法では、小さい行列 S_m の固有値分解が内部で実行され、その結果を用いて、リスタートが行われる。計算誤差を考慮しない限り、計算誤差によって得られる固有ベクトルは直交行列である。しかし、実際には、計算誤差が含まれるため、Lanczos 法における Lanczos ベクトルの直交性が悪化する。この問題を回避するために、小行列 S_m の固有ベクトルの再直交化を用いてリスタートする方法を提案する。本稿では、Givens 回転に基づく QR 分解によって、固有ベクトルを列直交行列と上三角行列に分解することにより、高い直交性を持つ S_m の固有ベクトルを計算する。Algorithm 2 は、その実装方法である。

```

1: Set  $m$  and  $l$ ;
2: Input Lanczos decomposition  $AV_m = V_m S_m + \beta_m v_{m+1} e_m^T$ ;
3: for  $i := 1, 2, \dots$  do
4:   Compute all eigenvalue  $\gamma_1, \dots, \gamma_m$  and the normalized
     eigen vectors  $\mathbf{y}_1, \dots, \mathbf{y}_m$  corresponding to the eigenvalue
     in  $S_m$ ;
5:   Extract the required eigenvalues  $\gamma_1, \dots, \gamma_l$  and the eigen
     vectors  $\mathbf{y}_1, \dots, \mathbf{y}_l$ ;
6:    $D_l := \text{diag}(\gamma_1, \dots, \gamma_l)$ ;
7:    $Y_l := [\mathbf{y}_1 \dots \mathbf{y}_l]$ ;
8:   Compute the QR Decomposition using Givens rotation of
      $Y_l = QR$ 
9:    $Y_l \leftarrow Q$ 
10:   $[D_l]_{i,i} \leftarrow [Y_l^T S_m Y_l]_{i,i}$  for  $i = 1, \dots, l$ 
11:   $\tilde{V}_l := V_m Y_l$ ;
12:   $\boldsymbol{\eta} := e_m^T Y_l$ ;
13:   $\tilde{\mathbf{v}}_{l+1} := v_{m+1}$ ;
14:   $\tilde{\mathbf{r}}_{l+1} := A \tilde{\mathbf{v}}_{l+1}$ ;
15:   $\tilde{\alpha}_{l+1} := \tilde{\mathbf{v}}_{l+1}^T \tilde{\mathbf{r}}_{l+1}$ ;
16:   $\tilde{\mathbf{r}}_{l+1} := \tilde{\mathbf{r}}_{l+1} - \sum_{j=1}^l \beta_m \boldsymbol{\eta}(j) \tilde{\mathbf{v}}_j - \tilde{\alpha}_{l+1} \tilde{\mathbf{v}}_{l+1}$ ;
17:   $\tilde{\beta}_{l+1} := \|\tilde{\mathbf{r}}_{l+1}\|$ ;
18:   $\tilde{\mathbf{v}}_{l+2} := \tilde{\mathbf{r}}_{l+1} / \tilde{\beta}_{l+1}$ ;
19:   $\tilde{V}_{l+1} := [\tilde{V}_l \tilde{\mathbf{v}}_{l+1}]$ ;
20:   $\tilde{S}_{l+1} := \begin{bmatrix} D_l & \beta_m \boldsymbol{\eta}^T \\ \beta_m \boldsymbol{\eta} & \tilde{\alpha}_{l+1} \end{bmatrix}$ ;
21:  Adopt  $A \tilde{V}_{l+1} = \tilde{V}_{l+1} \tilde{S}_{l+1} + \tilde{\beta}_{l+1} \tilde{\mathbf{v}}_{l+2} e_{l+1}^T$  to the Lanczos
     method at  $m - l - 1$  times;
22: end for

```

図 2. Algorithm 2 : 新しいリスタート戦略による TRL 法の実装

従来の方法では、 l 本のベクトルが固有ベクトル $\mathbf{y}_1, \dots, \mathbf{y}_l$ から抽出され、それによって、行列 Y_l が

構成される。ここで、 Y_l は $m \times l$ の行列である。新しい戦略では、 Y_l を直交化するために、 $Y_l = QR$ とする Givens 回転を用いた QR 分解を用いる。直交行列 Q を新しい Y_l とすると、

$$\begin{aligned} Y_l &\leftarrow [\mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \dots, \mathbf{y}_l], \\ Y_l &= QR, \\ Y_l &\leftarrow Q \end{aligned} \quad (1)$$

と表される。 $S_m Y_l = Y_l D$ を満たすために、レイリー商をもちいて、 $[D_l]_{i,i}$ を計算する。

$$[D_l]_{i,i} \leftarrow [Y_l^T S_m Y_l]_{i,i} \quad (2)$$

$[D_l]_{i,i}$ をレイリー商を用いて再定義する理由は以下の通りである。直交性が改善された式 (1) の Y_l と Algorithm 2 の 5 行目で計算された固有値により定義される $D_l := [\gamma_1, \dots, \gamma_l]$ を用いて、

$$w := \|S_m Y_l - Y_l D_l\|_2^2$$

を定義する。 Y_l の直交性を改善することによって、固有値分解の精度の指標 w が大きくなる問題点がある。この問題を避けるために、 D_l を式 (2) のレイリー商を用いて再定義する。さらに、TRL法において成立する式

$$\begin{aligned} V_m^T A V_m &= S_m, \\ A V_m Y_l &= V_m S_m Y_l + \beta_m v_{m+1} e_m^T Y_l \\ &= V_m Y_l D_l + \beta_m v_{m+1} e_m^T Y_l, \end{aligned}$$

より、 $\tilde{V}_l := V_m Y_l$ を定義すると、

$$\tilde{V}_l^T A \tilde{V}_l = Y_l^T S_m Y_l = D_l$$

が導出される。ゆえに、 D_l は、 S_m の固有値であるという以外にも、 S_m の Y_l に対するレイリー商、または、 A の \tilde{V}_l に対するレイリー商と解釈できる。 S_m の Y_l に対するレイリー商を計算することは、数学的には、 A の \tilde{V}_l に対するレイリー商を計算することに相当するため、式 (2) をもちいて $[D_l]_{i,i}$ を計算することは、精度の向上に寄与する。

新しいリスタート戦略を用いた TRL 法の実装では、

$$\begin{aligned} \tilde{V}_l &:= V_m Y_l, \\ \boldsymbol{\eta} &:= e_m^T Y_l, \end{aligned}$$

の計算を以下のようにおこなう。 $\boldsymbol{\eta}$ の計算は、 \tilde{V}_l の計算の一部として解釈できるため、ここでは省略する。

$$\begin{aligned} \tilde{V}_l &:= V_m G(m-1, m)^T G(m-2, m-1)^T \dots G(1, 2)^T \\ &\quad \times G(m-1, m)^T G(m-2, m-1)^T \dots G(2, 3)^T \\ &\quad \times \dots \\ &\quad \times G(m-1, m)^T G(m-2, m-1)^T \dots G(l, l+1)^T \end{aligned}$$

によって実装される。 $G(a-1, a)$ の作用は、LAPACK の xROT を利用して計算する。さらに、

$D_l \leftarrow Y_l^T S_m Y_l$ の計算は、
 $D_l \leftarrow G(l, l+1) \cdots G(m-2, m-1) G(m-1, m)$
 $\times \cdots$
 $\times G(2, 3) \cdots G(m-2, m-1) G(m-1, m)$
 $\times G(1, 2) \cdots G(m-2, m-1) G(m-1, m)$
 $\times S_m G(m-1, m)^T G(m-2, m-1)^T \cdots G(1, 2)^T$
 $\times G(m-1, m)^T G(m-2, m-1)^T \cdots G(2, 3)^T$
 $\times \cdots$
 $\times G(m-1, m)^T G(m-2, m-1)^T \cdots G(l, l+1)^T$
として実現する。漸化式として具体的に記述すると、

$$\begin{aligned} X^{(0)} &:= S_m, \\ X^{(1)} &:= G(m-1, m) X^{(0)} G(m-1, m)^T, \\ X^{(2)} &:= G(m-2, m-1) X^{(1)} G(m-2, m-1)^T, \\ &\vdots \end{aligned}$$

となる。上記の計算にも LAPACK の xROT を利用することができる。 $G(a-1, a)$ の $X^{(i)}$ に対する左右からの作用の計算で

は、 $X_{a-1,a}^{(i)}, X_{a,a-1}^{(i)}, X_{a-1,a-1}^{(i)}, X_{a,a}^{(i)}$ を除くすべての要素の計算に関しても、xROT を用いて実装できる。一方で、 $X^{(i)}$ は常に対称行列であるから、実装の際には、その対称性を維持するように計算しなければならない。以上の要求を考慮し、

$$\begin{aligned} pp &= X_{a-1,a-1}^{(i)}, \\ pq &= X_{a-1,a}^{(i)}, \\ qq &= X_{a,a}^{(i)}, \\ X_{a-1,a}^{(i)} &= \cos(\theta_k) \times \sin(\theta_k) \times (qq - pp) \\ &\quad + pq \times (\cos(\theta_k) - \sin(\theta_k)) \\ &\quad \times (\cos(\theta_k) + \sin(\theta_k)), \\ X_{a,a-1}^{(i)} &= X_{a-1,a}^{(i)}, \\ X_{a-1,a-1}^{(i)} &= \cos(\theta_k) \times \cos(\theta_k) \times pp \\ &\quad + 2 \cos(\theta_k) \times \sin(\theta_k) \times pq \\ &\quad + \sin(\theta_k) \times \sin(\theta_k) \times qq, \\ X_{a,a}^{(i)} &= \sin(\theta_k) \times \sin(\theta_k) \times pp \\ &\quad - 2 \cos(\theta_k) \times \sin(\theta_k) \times pq \\ &\quad + \cos(\theta_k) \times \cos(\theta_k) \times qq, \end{aligned}$$

を用いて計算をおこなう。

数値実験結果を紹介する。リスタート時に再直交化を行わない従来法と、 S_m の固有ベクトルを

並べた行列 Y_l の再直交化を行う新しいリスタート戦略を採用する方法との比較実験を、単精度浮動小数点演算環境において行った。両者とも、TRL法における三重対角化において、本稿の

Algorithm 1 の Givens 回転の実装を採用した。さらに、新しいリスタート戦略を採用する方法における QR 分解においては、Givens 回転の実装として LAPACK の SLARTG を選択した。実験環境として、CPU : Intel® Core™ i3-6100、RAM : 16GB、OS : Linux Fedora 31、ライブラリ : Intel Math Kernel Library 2020 を利用した。数値実験のために採用した大規模疎行列は、解き難い行列として有名な $n = 1000000$ 次元の 3 重対角行列である。対角成分を 0、上下の非対角成分を 1 とする。この行列の固有値は、

$2 \cos\left(\frac{i}{n+1} \pi\right) (i = 1, \dots, n)$ である。2 と -2 の付近に固有値のクラスタが存在する。問題の難度を上げるため、絶対値の大きいほうから l 個の固有値とそれに対応する固有ベクトルを求める問題とする。求める固有値の数は、 $l = 5$ 個とする。

Algorithm 2 に存在するパラメータ m は、 $m = 10$ と設定する。比較の項目として、計算時間、反復回数、固有値分解の精度 $\max_{i=1}^l \|Ax_i - \lambda_i x_i\|_2$ 、固有ベクトルを並べた行列 X の直交性 $\|X^T X - I\|_F$ を採用する。実験結果を表 1 に記載する。

表 1. 数値実験結果

	従来法	提案法
計算時間	2121.59 秒	349.13 秒
反復回数	29601	3930
$\max_{i=1}^l \ Ax_i - \lambda_i x_i\ _2$	5.79×10^{-4}	3.59×10^{-4}
$\ X^T X - I\ _F$	9.69×10^{-4}	3.26×10^{-4}

数値実験の結果から、すべての比較項目において、提案法が従来法に勝っていることがわかる。この理由として、 Y_l の再直交化と $[D_l]_{i,i}$ のレイリー商を利用した再定義が重要な役割を果たしていると考えられる。

最後に、本研究の成果についてまとめる。本稿では、大規模疎行列の部分固有値分解を計算するための TRL 法の改良法を提案した。改良法では、TRL 法の内部で生成された小行列 S_m の固有ベクトルに対して再直交化を行った後、リスタートを

行う。数値実験結果より、本稿の方法を用いることで、反復回数と計算時間が減少することを確認できた。以上より、本研究の目的は、達成できたと言えるだろう。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

- [1] Masana Aoki, Masami Takata, Kinji Kimura, Yoshimasa Nakamura, Improvement of the Thick-Restart Lanczos Method in Single Precision Floating Point Arithmetic using Givens Rotation, Proceedings of International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications, 2019, 149-155.

研究課題名：曲面形状太陽電池の開発および高効率化

研究代表者：井組 裕貴

小区分：地球資源工学およびエネルギー学関連

1. 研究計画の概要

現在様々な太陽電池の研究開発が行われているが、曲面形状に合わせた太陽電池の製作や設置が難しいのが現状である。しかし、エネルギーの有効利用やエネルギーハーベスティングの面から曲面形状の利点は大きい。様々な研究機関が色素増感太陽電池（DSC）を用いてフレキシブル化の研究を行い、曲面形状化を達成している。しかしながら、既存の方法だと曲面形状化および曲面形状への設置の際に、曲げストレスが発生しTiO₂の剥離が生じる可能性が高い。TiO₂の剥離は発電効率に直接的に影響を及ぼすため、剥離の抑制が重要となる。申請者はTiO₂焼結後の曲げによる剥離や破損の軽減をするため、真空バギング法により低真空下におけるTiO₂焼結を確認した。しかしながら、同方法による焼結方法はTiO₂の焼結時に破損や剥離の発生が起こりやすい。また、低真空処理時に空気の流れからTiO₂薄膜と基板との間に隙間が生じ、剥離が起こりやすい環境である可能性が考えられる。それらの点から焼結方法の改善および焼結後の評価、実際に曲面形状 DSC による発電評価を行う。また曲面型太陽電池の高効率化を目指し、DSC と同じようにTiO₂焼結をするペロブスカイト太陽電池（PSC）に注目し、同方法におけるTiO₂焼結を行ったPSCの作成を行う。本研究における取り組みを以下のようにまとめる。

- ①曲面形状で低温焼結可能な焼結装置の開発
- ②結晶構造及び画像から発電効率低下の原因検討
- ③低温低真空焼結装置による円環型 DSC の開発
- ④低温低真空TiO₂焼結をしたペロブスカイト太陽電池の作成

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

①曲面形状での低温焼結装置開発

従来の装置は図1に、開発した真空チャンバー実験装置は図2となる。真空チャンバーの外側にリボンヒーターを巻き付けて加熱する。温度測定には熱電対を使用し、密閉を維持するために真空

ゴムチューブ内に熱電対を通してている。

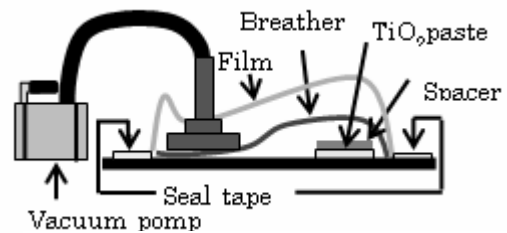


図1 低温低圧焼結装置

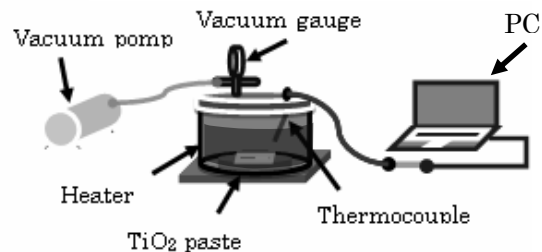


図2 真空チャンバーを用いた低温低圧焼結装置

従来型の実験装置と真空チャンバー型実験装置で低温低真空焼結（-80[kPa]、80[℃]）したTiO₂の表面構造を図3に示す。両方ともポリエチレングリコールの焼結が確認でき、多孔質化ができています。従来型は深度が深く、ポリエチレングリコールの消失が確認できた。これは、従来の方法は鉄板を型にして使用していたため、熱伝導性がよく、測定温度以上の熱が加わっていたものと思われる。チャンバー型においても深度は従来型までいかないものの、多孔質化に成功したと言える。

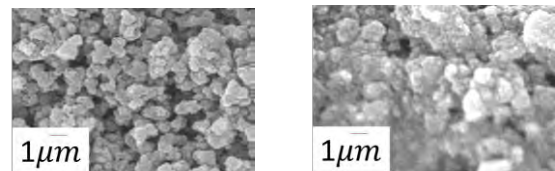


図3 従来（左）及びチャンバー型（右）のSEMによる表面形状比較

XRDの結晶構造を図4に示す。ピーク角が従来の方法と新たな方法ではほぼ同じ場所に生じているため同一の結晶構造であり、アナターゼ型の結晶構造である。発電特性の測定による結果は図

5となる。従来型の焼結方法を基準にし、チャンバー型の焼結方法の発電効率は減少しているのが、SEM時と同様の現象が生じているためと考えられる。そのため、焼結温度の最適化により解決できる可能性が高い。そのため、チャンバー型低温低真空焼結装置の開発に成功したといえる。

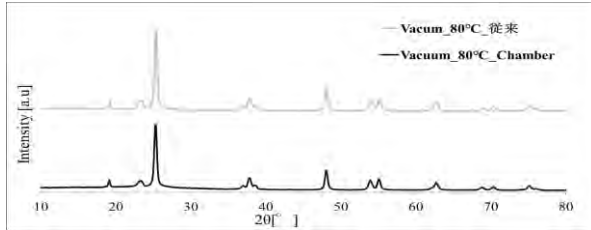


図 4 XRD 比較

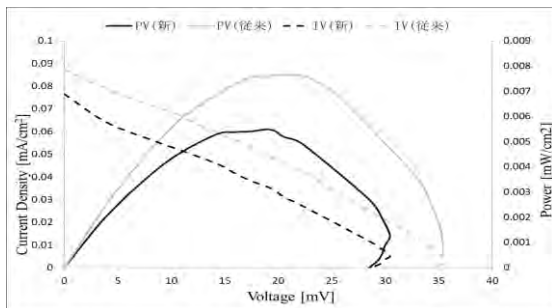


図 5 IVおよびPV比較

②結晶構造及び画像から発電効率低下の原因検討
真空度を $-80[\text{kPa}]$ 、焼結温度を $80[^\circ\text{C}]$ と $120[^\circ\text{C}]$ にした時の XRD による結晶構造が図 6 になる。どの焼結条件も同じピーク角で最大ピークがあることを確認でき、アナターゼ型の結晶構造であると言える。表面 SEM と断面 SEM が図 7 である。焼結温度が上昇するにつれ TiO_2 の粒径が肥大化する傾向がみられた。また、大気圧下で焼結を行った試験片と比べ、焼結体内部に隙間が発生し、電子の移動が阻害されやすくなったと考えられる。断面 SEM から、焼結温度が $80[^\circ\text{C}]$ から $120[^\circ\text{C}]$ にかけて粒子同士が結合し、薄膜表面の凹凸がなだらかに焼結していく傾向が確認できた。これにより、 TiO_2 の密度が変わり効率が変動したと考える。これらの原因が作用し、発電効率の減少が生じたと言える。

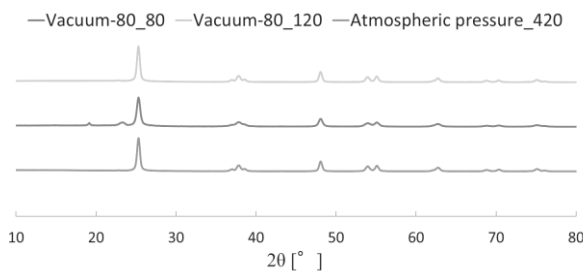


図 6 XRD による結晶構造比較

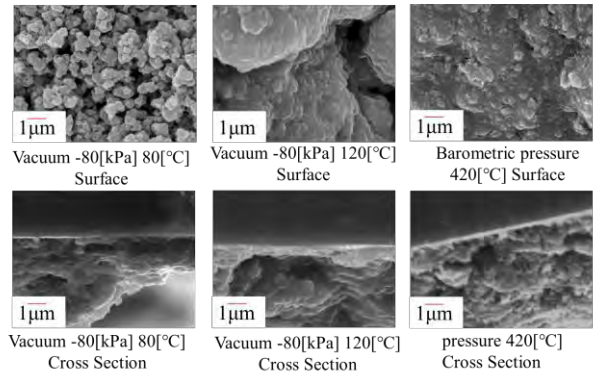


図 7 SEM による表面形状比較

③低温低真空焼結装置による円環型 DSC の開発
真空チャンバー実験装置において TiO_2 の焼結を行い、円環形状 DSC を作成した。ITO-PEN フィルムを電極に使用し、設計ソフトおよび 3D プリントにより円環形状を設計・出力 (図 8、9) を行った。その結果、図 10 の IV・PV カーブが得られ、円環型 DSC の開発に成功した。しかしながら、FF が 0.1、変換効率は 0.1 % 台という結果が得られた。効率低下の原因として、正極と負極の ITO フィルム間の不均一性、色素吸着時における TiO_2 の剥離、光源から発生する熱による電解液の揮発などにより、効率の低下が発生したものであると思われる。特に色素吸着時に剥離が発生し、ITO 上に不安定な固定状態であることが確認された。剥離は FTO ガラスよりも顕著のため、 TiO_2 焼結時に ITO の成分が反応し、電極への固定化が阻害された可能性が高い。

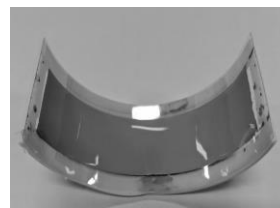


図 8 色素吸着



図 9 円環型 DSC

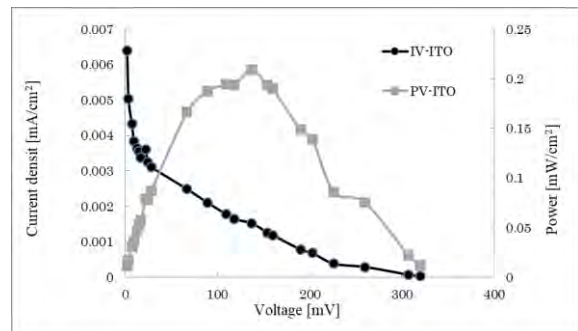


図 10 円環型太陽電池の IV 及び PV 特性

④低温低真空TiO₂焼結をしたペロブスカイト太陽電池

真空チャンバー実験装置においてTiO₂の焼結を行い、PSCの作成を行った。ペロブスカイト層はXRDを用いて結晶構造を測定した(図11)。今回作製した試験片最大ピーク角はそれぞれ2θ=14.12[°]、28.5[°]、31.92[°]となりペロブスカイトの結晶構造と一致した。SEMによりペロブスカイト層の表面形状の観察では、ペロブスカイト溶液の焼結は黒い空間が多数見られ焼結面は不均一性が確認できた(図12)。このことからペロブスカイト層の不均一性から光の吸収率が低下し発電効率が低下したと考える。また、P-V、I-V特性の測定を行った結果(図13)、PSCの発電が確認できたが、低温低真空焼結によるPSCは高温焼結PSCに対して発電効率は80.2[%]減と著しい減少という結果になった。今後ペロブスカイト層の均一性向上やTiO₂焼結時の焼結条件の最適化が必要である

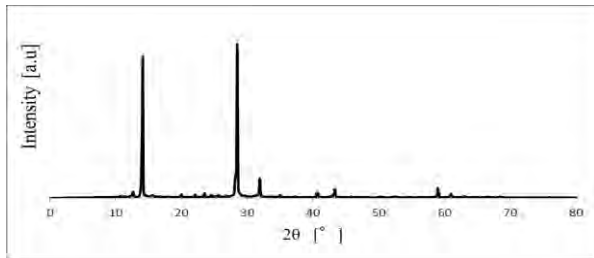


図11 ペロブスカイト層の XRD 結果

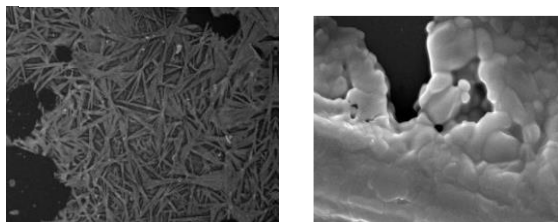


図12 50倍レンズ(左)及び100倍レンズ(右)での観察

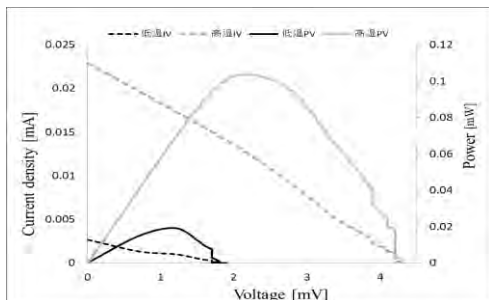


図13 PSC の I-V 及び P-V 特性

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計4件)

1. 井組裕貴, 藤澤圭祐: “円環型色素増感太陽電池の試作”, 第80回応用物理学会秋季学術講演会予稿集, 査読なし(2019-9)
2. 八木貫太, 井組裕貴: “真空バギング法におけるTiO₂の焼結状態の観察”, 第80回応用物理学会秋季学術講演会予稿集, 査読なし(2019-9)
3. 田中皇弥, 井組裕貴: “真空バギング法を用いたペロブスカイト太陽電池の提案”, 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読なし(2019-12)
4. 藤澤圭祐, 井組裕貴: “色素増感太陽電池における焼結方法に関する研究”, 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読なし(2019-12)

課題研究費実績報告書

令和2年 3月 31日現在

研究課題名：カメラの状態変化に適応可能な距離計測手法に対する精度評価

研究代表者：宇都木 修一

小区分：知覚情報処理関連

1. 研究計画の概要

画像を用いた計測には、レーザーなどを用いた能動的な計測に比べ、計測可能な距離の範囲が大きいという利点がある。さらに、画像を用いることで点ではなく面による計測をおこなうことができるので、複数の物体までの距離を同時に計測できるという利点がある。特にカメラのズーム機能を用いることでより遠方の物体に対する精密な計測が期待できる。

正確な画像計測をおこなうためには、カメラの向き、位置、焦点距離などのカメラパラメータを求めるキャリブレーションの性能が重要となる。特に、カメラが望遠状態にあるときには、わずかなカメラの回転が、撮影される画像に多大な変化を及ぼす。本研究では消失点を利用することにより、正確に回転量を求めることのできるキャリブレーション手法を開発している。そこで、このキャリブレーション手法を用いて、向きや望遠倍率などのカメラの状態が変化したときのカメラパラメータを求め、各々の状態において計測した距離の精度の検証をおこなうこととした。

また、カメラの状態は連続的に変化するが、全ての状態に対して逐一キャリブレーションをおこなうには、膨大な作業が必要となる。そこで、まず代表的な状態に対してのみキャリブレーションをおこない、その変化を多項式に当てはめた。そうすることで、キャリブレーションをおこなっていない状態のパラメータも、その多項式から推定することで得られるようにし、推定したパラメータを用いた際の画像計測の精度について検証をおこなうこととした。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究では Panasonic 製の BB-SC384B ネットワークカメラに対して、まず、望遠倍率を変化させてキャリブレーションをおこなった。

BB-SC384B は 18 倍までの光学ズームが可能で

あるが、本研究では 1 倍～7 倍までの範囲で検証をおこなった。BB-SC384B はズームパラメータを変化させることで望遠状態を変化させることができ、0.0033, 0.0065, 0.0100, 0.1350, 0.0166, 0.0201, 0.0233 の 7 段階変化させることで、倍率を 1～7 倍まで変化させた。また、消失点を用いたカメラキャリブレーションでは、カメラの光軸方向に正確に移動するサンプル平面が必要となるが、電動アクチュエーターを用いることで、このサンプル平面をミリメートル単位で正確かつ自動で移動させることとした。

また、サンプル平面の撮影はいずれの望遠状態でも同様の画像が得られるように、望遠倍率が低い場合は、近い距離から間隔も詰めて、望遠倍率が高い場合は、遠い距離から間隔を開けてサンプル平面を移動させるようにした。具体的には望遠倍率が 1 倍の時はカメラとサンプル平面の距離を 168[mm] から 258[mm] まで 3[mm] 刻みで変更しながら 31 回撮影し、望遠倍率 7 倍のときは、1460[mm] から 2030[mm] まで 19[mm] 刻みで変更しながら 31 回撮影した。

撮影したサンプル平面の画像を用いてカメラキャリブレーションをおこない、得られたカメラパラメータのズームパラメータに対する変化を表したグラフが図 1 から図 4 である。それぞれ、焦点距離 f_u 、レンズ歪み k 、光軸方向の移動量 T_z 、横方向の移動量 T_x の変化である。得られたパラメータはばらつきが少なく、多項式への当てはめが可能であった。図 1 から図 4 における曲線はパラメータの変化に対して 2 次関数を当てはめた結果である。

キャリブレーションで得られたカメラパラメータを用いてステレオ視による距離計測をおこなった結果を示す。矩形の書かれた平面をカメラから 1[m], 3[m], 5[m], 10[m] の距離に置き、

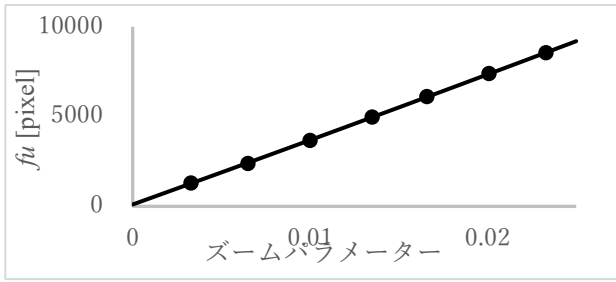


図1 焦点距離の変化

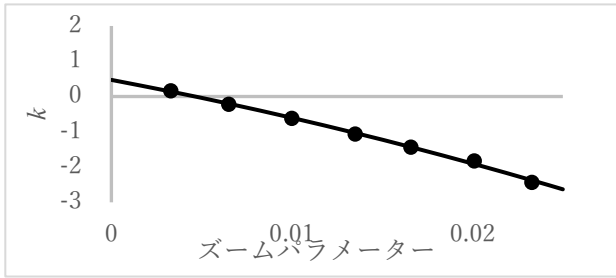


図2 レンズ歪みの変化

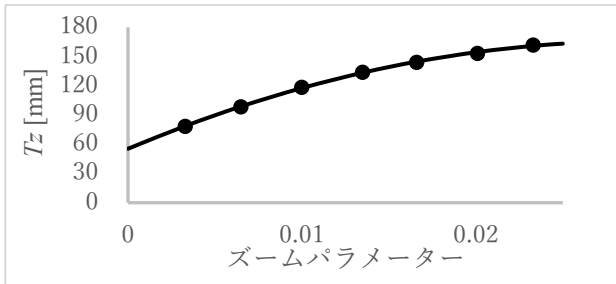


図3 光軸方向の移動量の変化

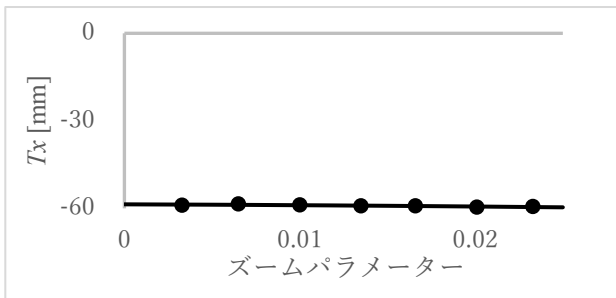


図4 横方向の移動量の変化

それぞれの望遠倍率のときにカメラから矩形の頂点までの光軸方向の距離を4回計測し、その相対誤差の平均値を求めた。得られた結果を表1にまとめる。倍率2倍以上の場合、距離5[m]までであれば、おおむね相対誤差1[%]以内を達成している。また、距離10[m]の場合でも、倍率を上げるほど誤差が小さくなるという傾向が見られた。一方で、倍率1倍の時は距離3[m]以上の場合、誤差も大きくなっていくが、これは、倍率が低いために量子化誤差の影響が大きくなるためである。

表1 距離計測の相対誤差

		距離			
		1[m]	3[m]	5[m]	10[m]
倍率	1倍	0.72[%]	1.50[%]	2.30[%]	3.33[%]
	2倍	0.38[%]	0.58[%]	1.08[%]	2.07[%]
	3倍	0.25[%]	0.41[%]	0.55[%]	2.42[%]
	4倍	0.23[%]	0.25[%]	0.59[%]	1.51[%]
	5倍	0.45[%]	0.23[%]	0.45[%]	1.13[%]
	6倍	0.63[%]	0.30[%]	0.83[%]	1.95[%]
	7倍	0.76[%]	0.35[%]	0.40[%]	0.95[%]

表2 推定値を用いた距離計測の相対誤差

		距離			
		1[m]	3[m]	5[m]	10[m]
倍率	1倍	2.47[%]	2.84[%]	2.98[%]	4.18[%]
	2倍	0.23[%]	0.65[%]	1.37[%]	1.57[%]
	3倍	0.53[%]	0.76[%]	1.56[%]	3.08[%]
	4倍	0.37[%]	0.37[%]	0.35[%]	1.01[%]
	5倍	0.64[%]	0.50[%]	0.56[%]	0.78[%]
	6倍	0.43[%]	0.29[%]	0.56[%]	1.19[%]

例えば、倍率1倍で距離10[m]に対する計測をおこなった場合は、視差が1[px] ずれるだけで6[%]近い誤差が出ることになる。

次に、あてはめた多項式から推定したカメラパラメーターを用いて、距離計測をおこなった結果を表2に示す。表1と比較すると、誤差わずかに大きくなる傾向が見られるが、多項式からカメラパラメーターを得た場合でも、十分に正確な計測ができており、多項式のあてはめによるカメラパラメーターの推定も、有効に機能するという結果が得られた。

本研究により、消失点を用いたカメラキャリブレーション手法を用いることで望遠倍率を変化させた場合においても、十分な距離計測をおこなえることが確認できた。カメラの向きを変化させた場合に対する調査については今後着手する予定である。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計1件)

- [1] 宇都木修一, 鈴木寿, 情報処理学会第82回全国大会講演論文集, 査読無, Vol.2, pp.69-70.

研究課題名：脈波計を用いた心疾患の予防に関する研究

研究代表者：吉田 慧一郎

小区分：計測工学関連

1. 研究計画の概要

左右上肢の慢性的な 10 [mmHg] 以上の収縮期血圧差が心血管疾患による死亡リスクと有意に関連していることが Clark らによって報告されている¹⁾。また、このような血圧差を有する場合には鎖骨下動脈の狭窄が考えられるが、心疾患予防として、日常生活でカフ型血圧計を用いて毎日左右上肢の血圧差を測定するのは負担が大きい。本研究では、計測が容易な PPG(Photoplethysmogram) を用い、鎖骨下動脈に狭窄を有しているか否かの判別を行い、鎖骨下動脈に狭窄を有している場合には医療機関へ連絡を行うクラウドシステムの構築を目指す。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究では、PPGを用いた鎖骨下動脈狭窄の有無を判別するために、鎖骨下動脈と関連のある PPG の特徴量を調査した。また、提案手法の計測精度を明らかにするために、左右の収縮期血圧の左右差を用いた既存の手法と提案手法の健常者に対する計測精度の比較を行った。提案手法の計測精度については、既製品である透過型 PPG センサモジュールと自作した反射型 PPG センサモジュールで比較を行った。以下に項目別に今回行った実験の詳細を示す。

実験①：狭窄と関連のある PPG の特徴量の調査

本実験では、鎖骨下動脈における狭窄と関連のある PPG の特徴量を調査するために、被験者を慢性的な収縮期血圧差を有する者 (80 代女性 1 名) と有さない者 (20 代~50 代の男女 5 名) の 2 つの集団に分け、前者を group1、後者を group2 として、それぞれにおいて収縮期血圧および PPG の特徴量に有意な左右差が見られるかを t 検定によって調べた。この際、80 代女性は再現性をもって 10 [mmHg] 程度の収縮期血圧の左右差を確認できたため、慢性的な収縮期血圧差を有する者に区分した。また、本実験では、自作した左右指尖部の

PPG を同時計測可能な反射型 PPG センサモジュールを用いて、左右指尖部の PPG を約 16 秒間取得した。センサ部には緑色光の反射型 PPG センサ (BH1790GLC ローム社) を使用した。自作した反射型 PPG センサモジュールを図 1 に示す。

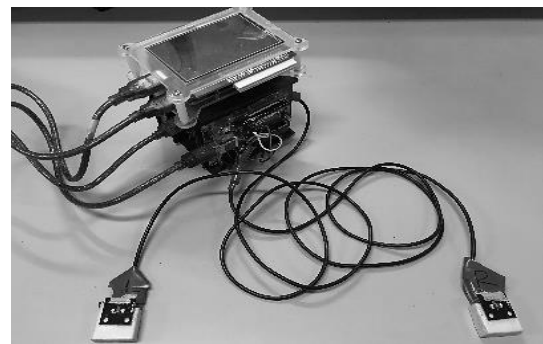


図1 自作した反射型 PPG センサモジュール

本実験では PPG の特徴量である、PPG の振幅値、PPG の立ち上がり時間、PPG の平均値から振幅値を割った値、心拍数、VPG-PPG (Velocity photoplethysmogram) ピーク間時間、APG(Acceleration photoplethysmogram) の a~e 波の振幅値および b~e 波と a 波の比、および収縮期血圧についてそれぞれ左右で有意差検定を行い、group1 のみで有意差が見られる特徴量を調べた。その結果、group1 においては収縮期血圧に左右で有意差が見られた ($p < 0.001$) が、group2 においては有意差が見られなかった ($p > 0.05$)。一方で、PPG の特徴量で有意差が見られたのは、APG-b 波高、APG-e 波高、APG-b 波高を APG-a 波高で割った値 (APG-b/a)、APG-e 波を APG-a 波で割った値 (APG-e/a)、および APG-PPG ピーク間時間の平均値であった。各被験者左右の収縮期血圧の平均値を図 2 に示し、group1 のみにおいて左右で有意差が見られた特徴量の平均値について図 3~図 7 にそれぞれ示す。

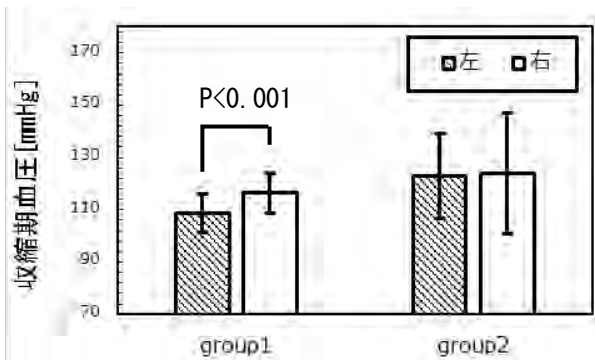


図2 各被験者区分の左右収縮期血圧の平均値

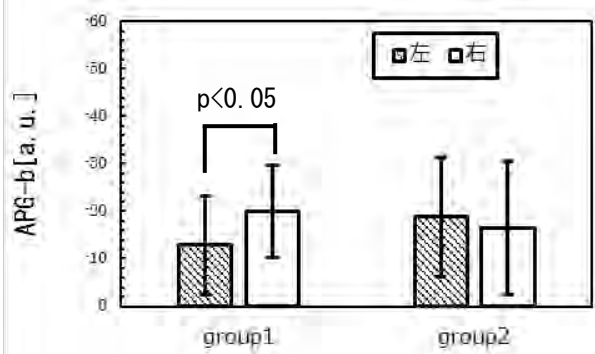


図3 各被験者区分の APG-b 波高の平均値

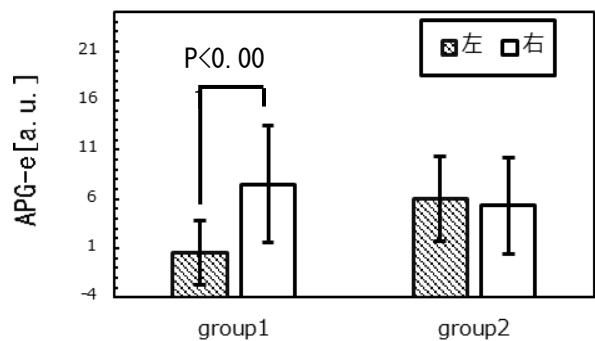


図4 各被験者区分の APG-e 波高の平均値

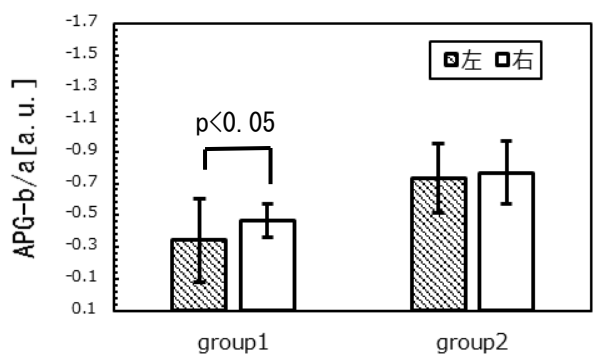


図5 各被験者区分の APG-b/a の平均値

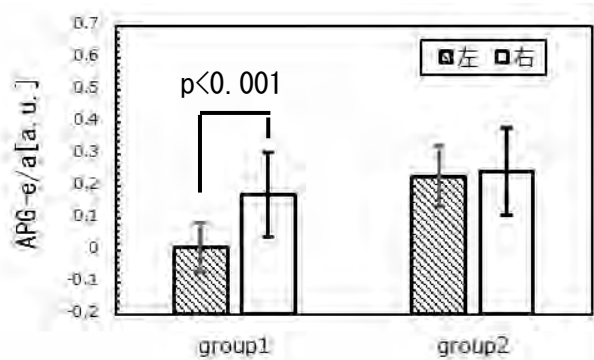


図6 各被験者区分の APG-e/a の平均値

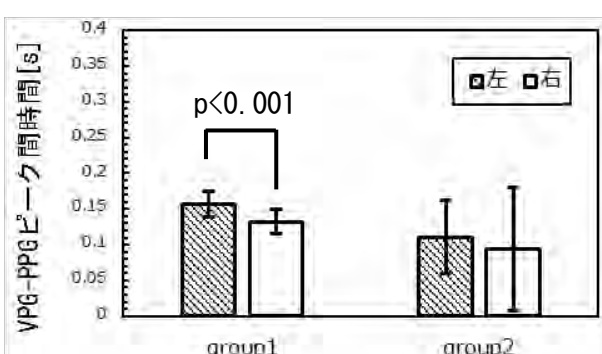


図7 各被験者区分の VPG-PPG ピーク時間の平均値

このことから、group1において左右で有意差が見られた5つの特徴量は、鎖骨下動脈における狭窄と関連があり、狭窄の早期発見に有用な指標となりうる事が示唆された。しかしながら、本実験は少ない被験者数で行ったため、本実験で明らかとなった5つの特徴量を用いて狭窄の有無をどれほど正確に判別できるかが明らかとならなかった。そこで、本研究では、健常者を対象とした場合における計測精度を明らかにするための検討を行った。

実験②：健常者を対象とした場合における提案手法と既存手法の計測精度の比較検討

本実験では、20代男性1名に対して、図1に示した自作した反射型PPGセンサモジュールと既製品である透過型PPGセンサモジュール(IWS920 東京デバイセズ)を用いて異なる日時で11回の左右指尖部のPPGの計測および左右上腕での血圧計測を実施し、被験者の条件を一定にした際の計測結果のばらつきから2種類のPPGセンサモジュールと既存手法の計測精度を比較することで、提案手法を同一ユーザーが使用することを想定した場

合において、既存手法を上回る精度での計測が行えるかを検討した。また、20代~50代の狭窄を有さない健常な男性12名(20代男性8名、30代男性2名、40代男性1名、50代男性1名)に対して左右指尖部のPPGを計測した後に、左右上腕での血圧計測を実施し、その計測結果のばらつきを比較することで、異なる使用者に対して提案手法が従来手法を上回る精度で適用することが可能であることを検討した。本実験では、実験①で明らかとなった狭窄の早期発見に有用であると考えられる5つの特徴量を計測対象とし、計測精度の比較を行うにあたって、ばらつきの度合いを表す変動係数を用いた。健常な同一被験者(20代男性1名)に対して異なる日時で提案手法および既存手法を用いて計測を行った場合の変動係数を図8に示し、20代~50代の異なる被験者に対して異なる日時で提案手法および既存手法を用いて計測を行った場合の変動係数を図9に示す。

図8より、同一の被験者を対象とした計測では、既存手法に対し、反射型、透過型共に変動係数が全ての特徴量において下回っていることが分かる。また、図9より、異なる被験者に対して提案手法を適用した場合には、既存手法の変動係数を下回

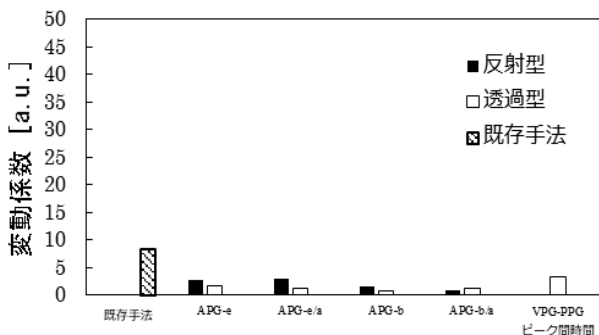


図8 健常な同一被験者を対象として計測を行った場合の変動係数

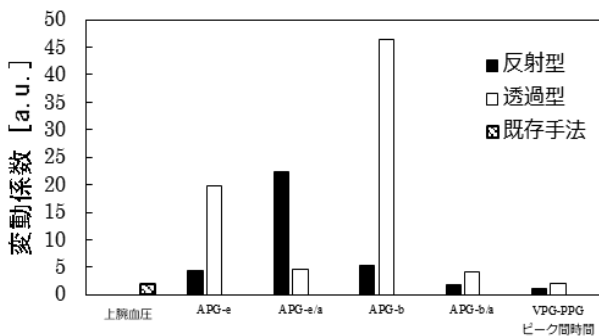


図9 健常な異なる被験者を対象として計測を行った場合の変動係数

った特徴量は、APG-b/a およびVPG-PPGピーク間時間のみであった。このことから、提案手法は同一ユーザーを対象として適用することが望ましいと考えられる。図8より、同一被験者を対象として計測を行った場合、反射型PPGセンサモジュールと透過型PPGセンサモジュールの変動係数に大きな差は見られなかった。したがって、提案手法には、より簡便に計測を行う事が可能な反射型PPGセンサモジュールを使用することが望ましいと考えられる。

3. 達成度および展望

本研究では、実験①として鎖骨下動脈における狭窄の早期発見に有用な指標となりうる特徴量が明らかとするための検討を行った。その結果、APG-b波高、APG-e波高、APG-b/a、APG-e/a、およびVPG-PPGピーク間時間で慢性的な収縮期血圧差を有する被験者においてのみ有意な左右差が見られたことから、これらの特徴量は鎖骨下動脈における狭窄の早期発見に有用である可能性が示唆された。実験②より、提案手法は同一の個人を対象として適用することが望ましく、センサにはより簡便に計測を行える反射型を用いる事が望ましいという事が明らかとなった。しかしながら、実験②では健常者のみを対象として実験を行ったため、実際に狭窄の有無判別をどれほどの精度で行えるかまでは明らかとなっていない。そのため、現在は実験①で明らかとなった5つの特徴量を用いて、鎖骨下動脈で疑似的に狭窄を再現した場合において狭窄の有無の判別を行う事が可能であるかの検討を行っている。今後は姿勢などの計測条件によって計測精度に差異が生じるかを検討するとともに、医療機関と計測結果を共有するためのクラウドシステムの構築を行っていく予定である。

4. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計1件)

- 1) 三宅慶実, 吉田慧一郎, 「脈波計を用いた心疾患の予防に関する研究」, サレジオ工業高等専門学校研究紀要, 査読あり第51号(投稿中)

[学会発表] (計2件)

- 1) 三宅慶実, 吉田慧一郎, 「脈波計を用いた心疾患の予防に関する研究」, 日本福祉工学会第22回学術講演会, 査読なし

- 2) 三宅慶実，吉田慧一郎，「光電容積脈波による鎖骨下動脈狭窄症の早期発見のための指標の検討」，第2回日本未病システム学会総会
査読なし

参考文献

- 1) Christopher E Clark et al， “Inter-arm blood pressure difference and mortality: a cohort study in an asymptomatic primary care population at elevated cardiovascular risk”，British Journal of General Practice， 66(2016)646

課題研究費実績報告書

令和2年3月31日現在

研究課題名：LPWA ネットワークを用いた沿岸環境観測用遠隔監視システムの構築

研究代表者：吉田 将司

小区分：情報ネットワーク

1. 研究計画の概要

港内の河口域近辺は、沖合からの潮汐の変動や、河川からの淡水の流入による特異な海流が形成されている。これら海流の解明は災害予測や漁業など、幅広い分野での貢献が期待されている。しかし、実時間的に変動する海流や潮流を詳細に把握するシステムは現在確立されていない。研究代表者らはこれまで沿岸域を多点多層観測する為に、富山新港内で沿岸センサネットワークの構築を行ってきた。昨年度はLPWA規格の無線モジュールを導入し、観測範囲の広域化を実現した。さらに多点多層での観測に成功し、沿岸域環境における表層別の水温変化を電子地図上でリアルタイム表示できる地理情報システムが構築できた。そこで本研究は、さらなる広域化と可視化を目的として、複数のLPWA基地局からの情報をWeb Serverで集約し、遠隔監視可能なシステムを構築する。またその運用試験を新たに瀬戸内海の周防大島で実施することにより、効果測定を行う。

これまでの研究成果により、無線センサネットワークを用いて沿岸域の多点多層における海中情報の時間変動を観測する技術が得られた。本研究期間ではこの技術をさらに洗練・充実させつつ、以下の内容を実施する。

- ①周防大島における海水温の時刻変動特性の観測
- ②複数のLoRaWANゲートウェイを用いた観測地点の広域化

まず①では、9月に研究協力者が在籍する大島商船高専のある、周防大島において海水温の観測実験を実施する。干満の差が大きい瀬戸内海での時刻変動特性を観測し、昨年まで実施していた同時期の富山の場合と比較する。次に②では、LoRaWANゲートウェイ（基地局）を複数個所設置し、インターネット回線を用いてさらに広域的な観測試験を実施する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

- ①周防大島における海水温の時刻変動特性の観測

図1は夏季におけるノードBの水温変動と、気温・潮位との比較結果を示す。左図が気温との比較、右図が潮位との比較である。図中の破線がそれぞれ気温、潮位である。この図から、夏季は潮位よりも気温の影響が大きいことが示唆される。しかし気温が低下した場合、潮位変動の影響が若干見られた。気温の影響が大きい原因として、観測期間中は晴れて日射が強く気温が上昇し、水温も上昇したためだと考えられる。図2は冬季におけるノードAの水温変動と、気温・潮位との比較結果を示す。左図が気温との比較、右図が潮位との比較である。図中の破線がそれぞれ気温、潮位である。冬季は夏季と異なり潮位が大きく影響している。しかし表層部の0.2mで一部気温の影響を受けていた。また冬季の水温変動は潮位が低い時に、表層（0.2m）と中層（1.0m）の水温差が拡大した。これらの結果から、周防大島汽水域における海水温の季節変動特性は一般的な傾向と一致していることが確認できた。

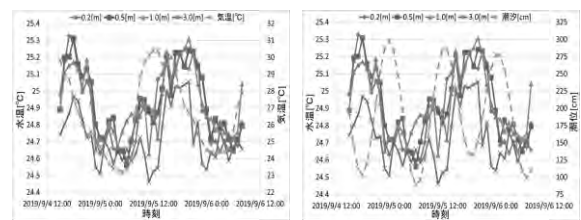


図1 ノードB（夏季）の水温と気温（左）及び潮汐（右）

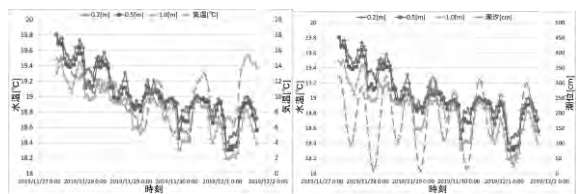


図2 ノードA（冬季）の水温と気温（左）及び潮汐（右）

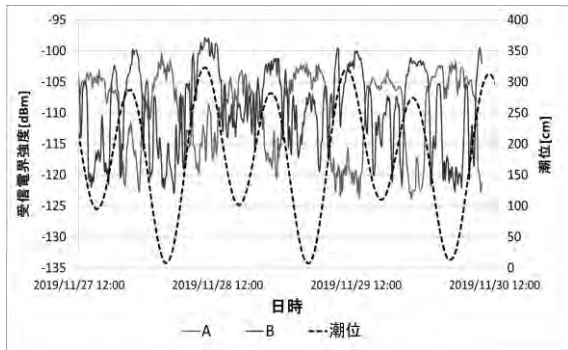


図3 冬季における各ノードからの受信電界強度

図3は冬季の基地局における受信電界強度特性を示す。図中の破線は潮位である。冬季の受信電界強度は潮位の周期で増減する傾向が顕著に見られた。この理由は2波モデルで説明できる。受信アンテナが固定されているのに対し、送信アンテナ高さが変動するためである。またAとBが逆相関係を示しているが、これは距離の違いによる偶然と考えられる。この図から、1日の受信電界強度が20dB以上変動しているため、観測システムの回線設計時のマージンは20dB程度必要であることが判明した。さらに遠距離にノードを設置する場合には、中継器を加えたマルチホップが必要であると考えられる。また夏も受信電界強度は同じような傾向を示したが、冬季ほど変化していなかった。以上の結果から、富山と同様に、季節や設置場所の違いにより、水温変動の傾向が変化することが確認できた。しかし、富山よりも潮汐差が大きいため、その傾向が大きく表れていた。

②複数のLoRa WANゲートウェイを用いた観測地点の広域化

図4は観測システムの構成を示す。このシステムは複数のノードと基地局及び監視局で構成されている。ノードからGPSの位置、時刻及び水深別の水温のデータを基地局へ送信し、基地局の受信システムによりファイル出力のための変換処理を行う。処理したデータは受信システムの画面上に表示される。そして同時にファイル出力を行う。基地局で出力したファイルはサーバーにアップロードされる。ファイルは監視局上でブラウザ上に表示及びダウンロードできる。以上の手順により、本システムはノードから送信された位置情報と水温のデータ処理を行い、リアルタイムでデータ表示が可能である。またLoRa WANは複数の基地局

が設置可能であり、監視局で異なる基地局からの情報を同時に表示することができる。

本システムは複数の場所での測定及び遠隔監視を想定しているため、基地局の数が多くなる。そこで今回は複数の基地局でのデータ取得実験を行った。図5は今回の実験で構成した構成図である。ノードからテストデータを基地局に送信しそこから保存用phpファイルへPOST通信を行い、DBに保存する。そして表示用phpでデータ表示を行っている。

図6は表示用phpファイルの表示結果である。保存用phpファイルを基地局ごとに分けることで基地局間では混信がなくデータの受信を行うことができた。

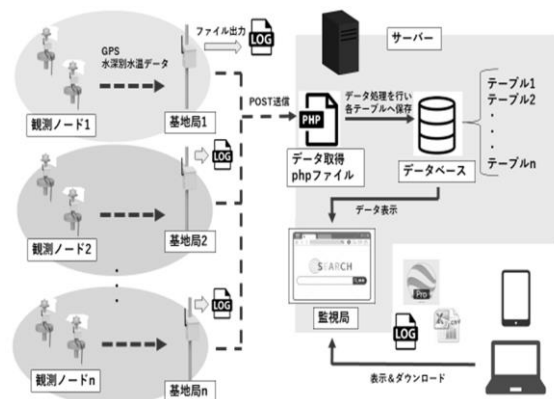


図4 観測システムの構成図

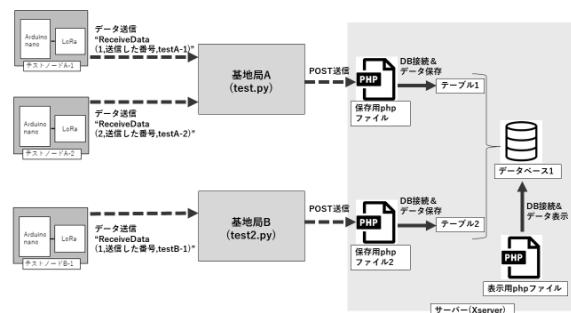


図5 実験構成図

1,Receive Data(1,9,testA-1)	1,Receive Data(1,39,testB-1)
2,Receive Data(2,41,testA-2)	1,Receive Data(1,40,testB-1)
1,Receive Data(1,10,testA-1)	1,Receive Data(1,41,testB-1)
2,Receive Data(2,42,testA-2)	1,Receive Data(1,42,testB-1)
1,Receive Data(1,11,testA-1)	1,Receive Data(1,43,testB-1)
2,Receive Data(2,43,testA-2)	1,Receive Data(1,44,testB-1)
1,Receive Data(1,12,testA-1)	1,Receive Data(1,45,testB-1)
2,Receive Data(2,44,testA-2)	1,Receive Data(1,46,testB-1)

図6 観測システムの構成図

以上の実験結果から、POST通信を用いた方法により、遠隔でのデータ取得のリアルタイム化が可能となった。また取得実験により複数の基地局からのデータ取得も確認できた。しかし、以前より課題となっている学内ネットワーク環境下でのデータアップロードができなかった。今後の予定としては学内環境下でのネット接続の対策を行う。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計2件）

- [1] 柴田健吾, 吉田将司, “センサネットワークにおけるオンラインシステム構成の検討”, 電気学会次世代産業システム研究会, 査読無, IIS-19-059, Nov, 2019 .
- [2] 吉田将司, 柴田健吾, 千葉元, “周防大島汽水域における海水温観測システムの検討”, 電気学会知覚情報 / 次世代産業システム合同研究会, 査読無, IIS-20-049, Mar, 2020 .

〔学会発表〕（計1件）

- [1] 菊地将矢, 吉田将司, 千葉元, “沿岸センサネットワークによる周防大島の観測”, 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, Dec, 2019.

課題研究費実績報告書

令和2年3月27日現在

研究課題名：アジア太平洋地域における「保護する責任」規範の伝播に関する研究

研究代表者：宮下大夢

小区分：国際関係論関連

1. 研究計画の概要

本研究では「保護する責任（Responsibility to Protect）」概念の伝播に焦点を当て、アジア太平洋地域における「虐殺予防ガバナンス」の構築について考察した。「保護する責任」は大量虐殺などの深刻な人権侵害・人道危機に対する国際社会の対応を見直すために2001年に提唱され、2005年に国連総会で承認された規範的概念である。直近の事例では、2017年8月にミャンマー軍によって少数民族ロヒンギャへの虐殺が行われ、70万人以上の難民が隣国バングラデシュに流出する深刻な人道危機が発生した。国際連合が中心となって積極的に虐殺の予防・対応に取り組み始めたのは冷戦終結以降であり、21世紀の世界では効果的な「虐殺予防ガバナンス」の構築が重要な課題となっている。

本研究では、以下の3つのフェーズに分けて研究を計画した。第1フェーズでは、アジア太平洋地域の市民社会組織（研究機関および非政府組織）が「保護する責任」と虐殺予防の推進を目的に設立した「虐殺予防のためのアジア太平洋パートナーシップ（Asia Pacific Partnership for Atrocity Prevention: APPAP）」の設立過程を分析する。第2フェーズでは、2019年8月にジャカルタで開催されるAPPAP年次総会に参加し、資料収集および聞き取り調査を実施し、設立以降のAPPAPの取り組みとその影響について考察する。第3フェーズでは、本研究の総括として2019年12月に東京大学で開催される「国際開発学会・人間の安全保障学会2019共催大会」にて研究成果を発表する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

第1フェーズおよび第2フェーズでは、期待どおりの研究成果をあげることができた。第1フェーズでは文献調査を中心に行い、APPAPの設立において重要な役割を果たした市民社会組織に焦点を当て、どのような動機や目的があったのかを考

察した。第2フェーズでは、予定していたとおりジャカルタで開催されたAPPAP年次会議に参加し、APPAPの最新の取り組みに関する資料収集および関係者への聞き取り調査を実施した。

第3フェーズでは、上記の調査結果を踏まえて、なぜアジア太平洋地域の市民社会組織が国境を越えて連帯し「保護する責任」を推進しているのかについて考察した。本研究の成果は「国際開発学会・人間の安全保障学会2019共催大会」で報告することを予定していたが、同大会の「難民と教育」をテーマとするパネルセッションへの登壇を依頼されたため、他の学会等で報告を行う必要が生じた。そこで、2020年3月に東京大学で開催が予定されていた公開ワークショップ「地域から読み解く保護する責任」にて、本研究の成果を発表するように研究計画を変更した。しかし、新型コロナウイルスの感染拡大の影響で上記のワークショップの開催が延期されたため、研究会にて報告した。事態が収束した後に改めて報告を実施する予定である。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

1. Hiromu Miyashita, Ensuring Human Security of Refugees in Japan: HSF's Educational Support for Rohingya Children, 国際開発学会・人間の安全保障学会2019共催大会（国際開発学会第30回記念全国大会）2019年11月17日

〔著書〕（計1件）

1. 明石純一、宮下大夢、ゴメズ・オスカル「第12章 外国人」NPO法人「人間の安全保障」フォーラム編、高須幸雄編著『SDGsと日本一誰も取り残されないための人間の安全保障指標』明石書店、2019年、217-230頁。

研究課題名：減衰量を指定可能な阻止域可変 FIR フィルタの設計法の開発

研究代表者：宮田統馬

小区分：計測工学関連

1. 研究計画の概要

これまでに、申請者は高速高精度な計測を実現するために、阻止域の一部に高い減衰量を有し、かつ、阻止域の特性が可変なデジタルフィルタの設計法を提案してきた。加えて近年、さらなる計測制度の向上を狙って通過域に平坦特性を有する阻止域可変フィルタの設計法を開発した。しかしながら、これまでに提案してきた可変フィルタでは、高い減衰量を得るために直接的に減衰量を指定するのではなく、帯域にかける重みにより減衰量を制御していたために、狙った減衰量を得ることの難しさがあった。本研究では、高い減衰量の値を直接的に指定可能な阻止域の特性が可変な直線位相 FIR フィルタの設計法を開発を行うことを目的とする。具体的には、通過域・阻止域ともに等リプル特性を有する阻止域可変フィルタと、通過域平坦かつ阻止域が等リプルの阻止域可変フィルタの設計法の確立を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究で扱うフィルタの所望特性を図1に示す。図に示すような阻止域の一部に高い減衰量を持たせることで、阻止域全体を高減衰量としたフィルタよりもフィルタリング時間を低減することが可能となる。さらに、高減衰量部分に存在するノイズなどの変化に対応するために、可変パラメータ ϕ 、 ψ 、 ν により、高減衰量の位置と大きさ（本研究では dB で与える）、さらに阻止域端周波数可変とする。ここで、この可変フィルタの理想特性は、

$$D(\omega, \nu, \phi, \psi) = \begin{cases} 1 & 0 \leq \omega \leq \omega_p \\ 0 & \nu \leq \omega \leq \phi \\ 0 & \phi < \omega < \phi + \tau \\ 0 & \phi + \tau \leq \omega \leq \pi \end{cases} \quad (1)$$

となる。

はじめに、高い減衰量の値を直接的に指定可能な通過域・阻止域ともに等リプルな可変フィルタの設計法について示す。両帯域が等リプルかつ、

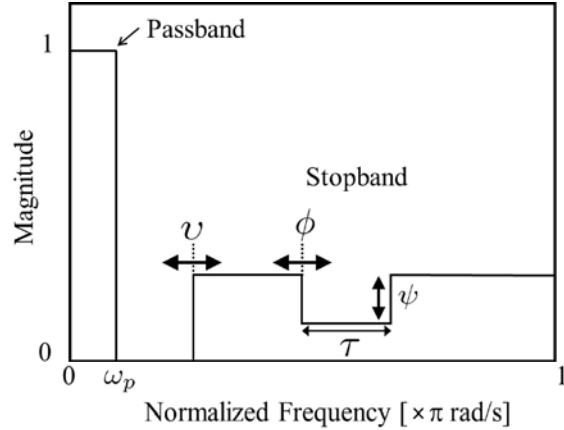


図1 理想特性

タイプ I の直線位相可変 FIR フィルタの振幅特性は、

$$H(\omega, \nu, \phi, \psi) = h(0, \nu, \phi, \psi) + 2 \sum_{i=1}^N h(i, \nu, \phi, \psi) \cos i\omega \quad (2)$$

$$h(i, \nu, \phi, \psi) = \sum_{l_\nu=0}^{L_\nu} \sum_{l_\phi=0}^{L_\phi} \sum_{l_\psi=0}^{L_\psi} g(i, \nu, \phi, \psi) \nu^{l_\nu} \phi^{l_\phi} \psi^{l_\psi} \quad (3)$$

と表せる。ただし $2N$ はフィルタ次数、また L_ν 、 L_ϕ 、 L_ψ は多項式次数、 g は多項式係数であり本設計法ではこの係数を求める問題に帰着される。また、式 (3) の可変パラメータは、各パラメータの値が振幅特性に反映されるように、元の値から -1 から 1 の範囲で正規化して与える。このとき、式 (2) の可変フィルタの設計問題は等リプル特性を得るために、ミニマックス近似とする必要がある。これまでの設計法では、誤差関数に重み関数を付与することで、高い減衰量を実現していた。しかしながら、その方法では狙った減衰量を得られない場合がある。そこで、本研究では、以下のような設計問題を考える。

$$\begin{aligned} \min \lambda(\nu, \psi') \\ \text{sub. to } e(\omega, \nu, \phi, \psi')^2 &\leq \lambda(\nu, \psi') \\ \dots 0 \leq \omega \leq \pi, \nu &\leq \omega \leq \phi, \\ \phi + \tau &\leq \omega \leq \pi \\ e(\omega, \nu, \phi, \psi')^2 &\leq \psi' \dots \phi < \omega < \phi + \tau \end{aligned} \quad (4)$$

ただし、 e は誤差関数、

$$e(\omega, \nu, \phi, \psi') = D(\omega, \nu, \phi, \psi) - H(\omega, \nu, \phi, \psi') \quad (5)$$

であり、 λ は最大許容誤差である。このとき、2つめの制約条件が高減衰量の値を直接指定するものである。ただし、理想特性が dB で与えられていないために可変パラメータ ψ [dB] は、可変できる範囲を ψ_{\min} から ψ_{\max} として、

$$\psi' \in [\psi'_{\min}, \psi'_{\max}] \quad (6)$$

$$\psi'_{\min} = 10^{\frac{\psi_{\min}}{20}}$$

$$\psi'_{\max} = 10^{\frac{\psi_{\max}}{20}}$$

と再定義する。最終的に本研究ではこの設計問題を半正定値計画問題として定式化を行う。

本方法を用いて設計を行い提案法の有効性を確認する。設計した可変フィルタの仕様は、フィルタ次数を $2N = 50$ 、多項式次数 $L_v = L_\phi = L_\psi = 2$ 、通過端域正規化角周波数 $\omega_p = 0.1$ 、阻止域端正規化角周波 $\nu = 0.19 \sim 0.21$ と設定した。また、高い減衰量部分を $\tau = 0.2$ 、可変パラメータを変化させる範囲を $\phi = 0.39 \sim 0.41$ 、 $\psi = -90 \sim -70$ とそれぞれ設定した。ここで、図 2 から 4 に提案法によって得られたフィルタの振幅特性を示す。これらの図より、図 1 に示すようなフィルタが設計できていることが確認できる。また、高い減衰量部分に注目すると、指定した減衰量が得られることが確認できる。

次に高い減衰量の値を直接的に指定可能な、通過域が平坦かつ阻止域が等リプル特性の非可変の FIR フィルタの設計法について述べる。低域通型特性を有する、このフィルタの振幅特性は、

$$H_0(\omega) = 1 - \left(\frac{1 - \cos \omega}{2} \right)^M H_1(\omega) \quad (7)$$

$$H_1(\omega) = h(0) + 2 \sum_{i=1}^N h(i) \cos i\omega \quad (8)$$

と表される。ただし、 $2N$ はフィルタ次数、 M は平坦度、 h はフィルタ係数を表す。また、式 (7) により通過域の特性は保証されているため、設計時は阻止域の近似を考えればよい。故に、前述の方法と同様に図 1 を理想特性としたとき、設計問題は高い減衰量部分を指定した減衰量を得られるように定義すると、

$$\begin{aligned} \min \lambda \\ \text{sub.to } e(\omega)^2 \leq \lambda \\ \dots \nu \leq \omega \leq \phi, \phi + \tau \leq \omega \leq \pi \\ e(\omega)^2 \leq \psi' \dots \phi < \omega < \phi + \tau \end{aligned} \quad (9)$$

定義できる。ただし、 λ は最大許容誤差である。加えて、 e は誤差関数であるが、このフィルタは上述のとおり、阻止域の特性のみを考慮すればよ

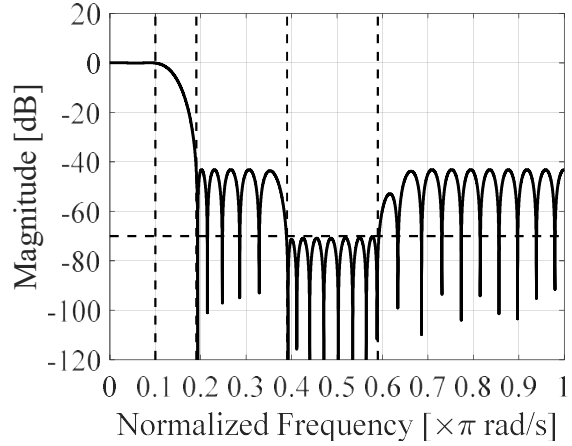


図 2 振幅特性 $\nu = 0.19$ 、 $\phi = 0.39$ 、 $\psi = -70$

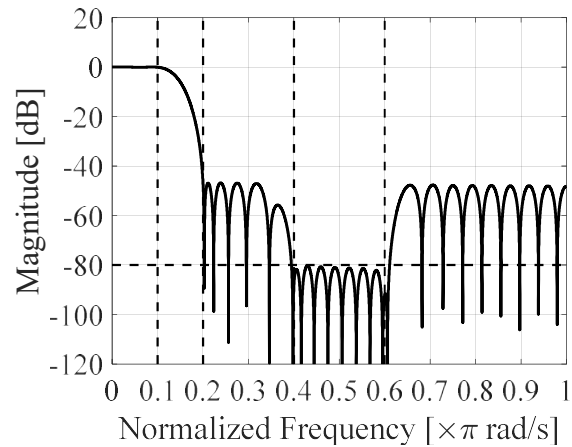


図 3 振幅特性 $\nu = 0.20$ 、 $\phi = 0.40$ 、 $\psi = -80$

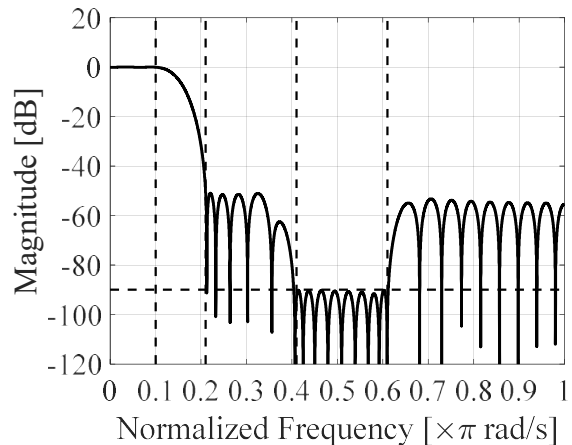


図 4 振幅特性 $\nu = 0.21$ 、 $\phi = 0.41$ 、 $\psi = -90$

く理想特性は零値となるため、式 (7) そのものとなる。ここで、2つめの制約条件が高減衰量の値を直接指定するものである。さらに本設計法も前述の方法と同様に半正定値計画問題として定式化を行う。

本方法を用いて次のような仕様の非可変フィルタの設計を行った。フィルタ次数を $2N = 40$ 、平

平坦度 $M = 5$ 、阻止域端正規化角周波 $\nu = 0.25$ と設定した。また、高い減衰量部分は $\tau = 0.15$ とし、 $\phi = 0.6$ 、 $\psi = -80$ とした。その振幅特性を図 5 に示す。図 5 より得られたフィルタは通過域が平坦で阻止域が等リプルの特性が得られていることがわかる。また阻止域の高減衰部分について指定の減衰量となっていることが確認できる。

現在、通過域平坦かつ阻止域等リプルの阻止域可変フィルタの設計法について上記の方法に基づき開発をほぼ完了させおり、設計結果について検証中の段階である。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計 1 件）

- [1] Toma Miyata, Takahiro Natori, Naoyuki Aikawa, A Design Method for Linear Phase FIR Filters with Multiple Variable Factors in the Stopband and Specified High Attenuation, The 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2019), 査読有, pp.43-47

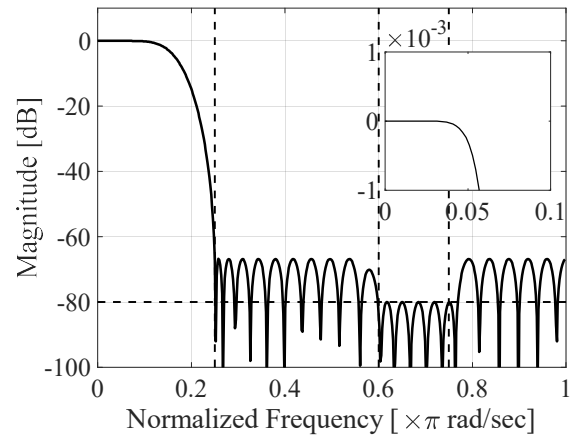


図 5 振幅特性

課題研究費実績報告書

令和2年3月26日現在

研究課題名：増淵恒吉の「確かな国語教育」論に関する研究

研究代表者：後藤志緒莉

小区分：教科教育学および初等中等教育学関連

1. 研究計画の概要

本研究の目的は、増淵恒吉の「確かな国語教育」論の生成過程と、戦後初期の高等学校の国語教育史における増淵の「確かな国語教育」論の意味を明らかにすることである。

増淵は、昭和32・33年頃を中心に「確かな国語教育」を主張していた。「確かな国語教育」論は、増淵の考える「国語教育」を明らかにする上で留意しておかなければならない主張であると考えられるが、これまでの研究で増淵の「確かな国語教育」について実証的に論じた研究は無い。増淵はなぜ「確かな国語教育」を主張したのか。また、「確かな国語教育」論は、増淵の国語教育論の全体と、戦後の高等学校の国語教育の歴史においてどのような意味をもつものであったのか。

本研究では、増淵の論考だけではなく、昭和31年の東京都立日比谷高等学校での授業の記録や、当時の日比谷高校の生徒の作成物を活用し、「確かな国語教育」論の生成過程と「確かな国語教育」論の歴史的な意味を明らかにする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

増淵恒吉の「確かな国語教育」論の生成過程と戦後初期の高等学校の国語教育史における「確かな国語教育」論の意味を明らかにするために、今年度は以下の2点について検討を行った。

第一に、1950年代の増淵の授業実践と、当時の学習者が書いた感想文等の資料をもとに、増淵がどのような国語の授業を行っていたのかを実証的に明らかにした。

第二に、同時期の国語教育界の動向と、当時の国語教育の動向に関する増淵の言説をもとに、

1950年代の増淵の教育実践の特色とその後主張された「確かな国語教育」論とが関連するものであることを明らかにした。

上記の研究内容については、2019年7月の国語教育史学会で口頭発表を行い、その後、2019

年8月に全国大学国語教育学会が発行している研究誌（査読あり）に論文を投稿し、採択の成果を取ることができた。上記の論文は、2020年4月刊行予定の『国語科教育』第74集に掲載されることとなっている。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計1件）

- [1] 後藤志緒莉，戦後転換期における増淵恒吉国語教育の変容——昭和30・31年度頃の授業の変化を中心に——，国語科教育第87集，査読有り ※印刷中

〔学会発表〕（計1件）

- [1] 後藤志緒莉，増淵恒吉の「確かな国語教育」論の生成過程に関する研究——昭和30・31年度の授業の変化を中心に——，国語教育史学会第63回例会，査読無し

課題研究費実績報告書

令和2年3月31日現在

研究課題名：炭素繊維強化熱可塑性プラスチックの母材結晶構造及び力学的特性
に及ぼす樹脂含浸の影響

研究代表者：坂口雅人

小区分：材料力学および機械材料関連

1. 研究計画の概要

近年、地球温暖化の改善のために温室効果ガス排出量の軽減が求められている。温室効果ガスの排出量削減手法の一つとして輸送機器の軽量化による燃費向上が挙げられる。このため、比強度、比剛性の高い炭素繊維強化プラスチック(CFRP)が輸送機器の構造材として注目されている。

本研究では成形性やコストの点から強化材に平織の炭素繊維、母材に熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(CFRTP)に着目した。従来の研究において、熱可塑性プラスチックは熔融粘度が低いために炭素繊維への含浸性が低く、また、母材となる樹脂の力学的特性は結晶化度や分子配向のような高次構造に依存することが報告されている。一方で、CFRTPのような複合材料において層間強度や曲げ強度において母材の力学的特性に依存することが報告されている。

従って、本研究課題の核心をなす学術的な「問い」として“CFRTPの含浸率は母材高次構造及び力学的特性にどのような影響を及ぼすのか”を設定した。この問いに答えるための基礎調査として、今年度は平織CFRTPの力学的特性に及ぼす結晶化度の影響について調査を行った。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

2-1. CF/PLA 複合材料の引張特性に及ぼす成形時の冷却速度及び熱処理の影響

2-1-1. 実験方法

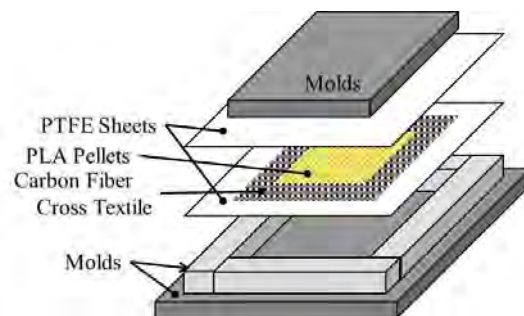
① 試験片成形

本研究ではフィラメント数3000本の炭素繊維束(トレカ糸(T300-3000, 東レ製))を用いた平織基材とポリ乳酸(PLA)(Ingeo3001D, 住友化学製)を母材樹脂として用いたCF/PLA板を成形した。使用したポリ乳酸の数平均分子量と重量平均分子量はそれぞれ約7,000, 約155,000, ガラス転位点と融点はそれぞれ約133°C, 約170°Cであった。このペレットは成形前に乾燥炉(FF-50,

大洋製)を用いて大気圧, 170°Cで約1時間以上絶乾された。

(CF/PLA板の成形は自作のホットプレスを用いた加熱圧縮成形により行った。常温の金型に(Fgg(1に示す様に(PTFEシート, 平織基材, ポリ乳酸ペレットを配置した。この金型をホットプレスにセットして成形温度まで加熱し, 金型が成形温度に達したら成形圧力を負荷した。成形圧力を負荷した後, 170°C以下になるまで成形圧力を維持し, 冷却した。積層構成は(00fとし, 繊維質量含有率約50(at, (110(a a ×(110(a aの寸法で成形した。また, 成形温度は200°C, 成形圧力は25(MPaとして成形を行った。

成形したCF/PLA板における母材の結晶化度を変化させるために2つの方法の比較を行った。一つは成形時の冷却速度の変更を行った。これはホットプレスの自然冷却による徐冷とホットプレス内部に水を流すことによる急冷の二種類を行った。もう一つの方法としてアニーリングを行った。アニーリングは成形したCF/PLA板を常温の金型にセットし, ホットプレスを用いて熱処理温度(130°C)に加熱し, 熱処理温度に達してから(000(a g静置することによって行った。



Fgg(1(Lt yoru(of PTF (eeu 0(t ebon(fg b e e c o o (u x u g l e (t n (PLA(pelleu (when CF/PLA(wt (a o l e

② 引張試験

成形したCF/PLA板の力学的特性を調査するために引張試験を行った。試験片は(00(a a ×(10(a a

の寸法に切り出され、タブとしてアルミニウム板が評価部長さが50(a a になるように接着された。試験機には万能試験機(AS -1000A , (II PA DU 製() を使用し、クロスヘッドスピード(0.5(a a /a gn で試験を行った。

③ 結晶化度測定

(CF/PLA 板の母材結晶化度を調査するために示差走査熱量測定(DC)を行った。試験機には示差走査熱量計(DC-00, (II PA DU 製() を使用し、加熱速度(10°C/a gn, 目標温度(230°Cとして行った。得られたDC曲線から結晶化エンタルピー ΔH_c と融解エンタルピー ΔH_a を算出し、下式に代入することによって結晶化度 χ_c を算出した。

$$\chi_c = \frac{\Delta H_c + \Delta H_m}{135} \frac{1}{1 - w_f} \quad (1)$$

ここで値(135(J/gは無限大の結晶厚さを有するPLAの理論的な融解エンタルピー、 w_f は平織基材の重量含有率(約50(a t) である。

2-1-2. 実験結果及び考察

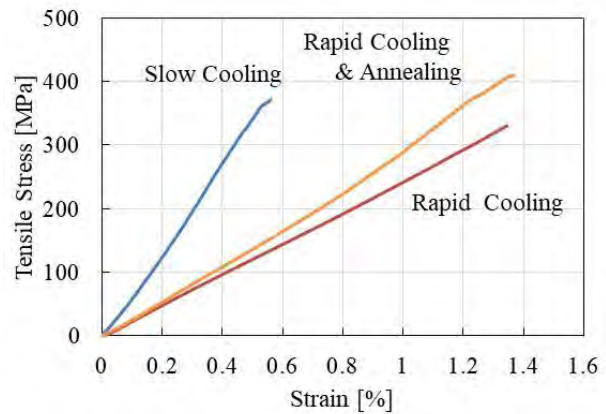
引張試験において得られた応力 - ひずみ曲線を(Fgg2に示す。また、(Fgg2から得られた引張強度と弾性率を(Fgg3に示す。(Fgg2と3より冷却速度が上昇すると破断伸びは増加する一方、引張強度と弾性率は低下した。一方、アニーリングの有無による比較において引張強度と弾性率の有意な変化は見られなかった。次にDCにおいて得られた結晶化度を(Fgg(に示す。この結果、結晶化度は冷却速度の上昇とともに低下し、アニーリングによって増加することが示された。

(Fgg3よりアニーリングの有無により引張強度には有意差が見られなかった。これは試験片の引張負荷が主に炭素繊維によって保持されているためと考えられる。また、平織基材における繊維のうねりによって母材の力学的特性の変化が反映されやすいと考えた弾性率においても有意差が見られなかった。(Fgg(よりアニーリングにより母材の結晶化度が約40(から6(まで上昇したことから、引張強度及び弾性率に及ぼす母材の結晶化度の影響は極めて小さいと考えられる。

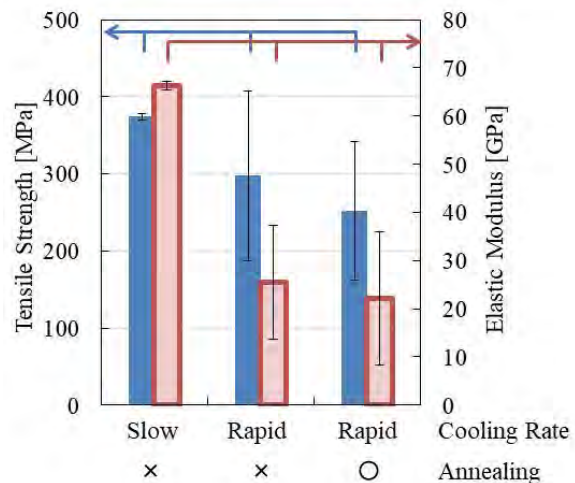
一方で、冷却速度で比較した結果、引張強度と弾性率は冷却速度の上昇によって低下した。これは母材高次構造の影響ではなく、炭素繊維への樹脂の含浸率の違いが原因と考えられる。冷却時間

が短いと含浸する前に樹脂が凝固する。このために炭素繊維に負荷が伝わらず、引張強度と弾性率が低下したものと考えられる。そこで、(CF/PLA板の断面観察を行い、含浸率を調査した。この結果、徐冷した(CF/PLA板では含浸率が(0.10(であるのに対して、急冷では含浸率が(0.1(と比較的低いことが示された。

以上より、(CF/PLA板の弾性率に及ぼす結晶化度の影響が小さいと考えられる。また、冷却速度が上昇した際の力学的特性の変化は含浸率の変化が原因と考えられる。



Fgg2 The(coa pteg on(of ue (- (uegn creve (gn (pecga en(wgih(gfcenu(oolgrg(ue(t n (tn net lgrg



Fgg3 The(coa pteg on(of(uan gle(uegnh(tn (elt ugc(a o rlr (gn(pecga en(wgih(gfcenu(oolgrg(ue(t n ((tn net lgrg

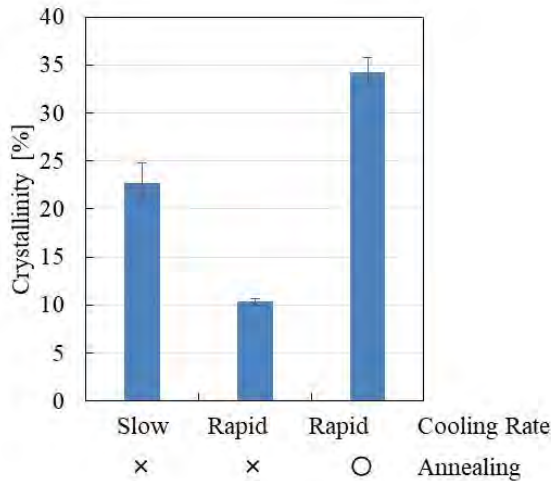


Fig. 1. The change of crystallinity (%) of PLA film with different cooling rates and annealing conditions.

2-2. CF/PLA 複合材料の曲げ特性に及ぼす熱処理時間の影響

2-2-1. 実験方法

① 成形方法

(2-2 では(2-1 と同じ平織基材とポリ乳酸を用いた(CF/PLA 板を成形した。ただし、(2-2 では(CF/PLA 板の含浸率を向上させるため、フィルムスタッキング法による成形を行った。

フィルムスタッキング法は(Fgg(5 に示す様に(PTF シート、平織基材、ポリ乳酸フィルムを配置し、その後は(2-1 と同様の手順で加熱圧縮成形する成形方法である。成形条件は成形温度(200°C、成形圧力(2.5 MPa とし、加熱圧縮後は水冷による急冷を行った。また、積層構成は(00 f とし、繊維質量含有率約(60 wt %、(110(a a ×(110(a a の寸法で成形した。

成形した(CFRTP 板における母材の結晶化度を変化させるためにアニーリングを行った。熱処理温度は(130°C とし、熱処理時間を(3.5(h(, (h(1(h に変化させて行った。

② 3点曲げ試験

(CF/PLA 板の力学的特性を調査するために(3点曲げ試験を行った。試験片は(00(a a ×(10(a a 切り出され、両端支持間距離(0.55(a a の治具にセットされた。試験中に生じるひずみを測定するために試験片中央部の引張面にひずみゲージを接着した。試験機には万能試験機(P-500a-L550、(IPA DA 製()) を使用し、試験片中央の圧縮面に荷重を負荷

することで試験を行った。試験条件としてクロスヘッドスピードを約(0(a a /a gn とした。

2-2-2. 実験結果及び考察

(Fgg(0 に曲げ試験における応力 - ひずみ曲線を示し、(Fgg(0 から得られた曲げ強度と曲げ弾性率を(Fgg(6 に示す。また、(2-1-1(③と同様の方法で得られた各試験片の結晶化度を(Fgg(7 に示す。これらの結果、曲げ強度と弾性率は熱処理時間とともに低下し、結晶化度は上昇した。また、破断後の試験片の端面観察を行った結果、ほぼすべての試験片において圧縮面付近での破壊が見られた。

(CFRP において圧縮荷重は主に母材樹脂の強度に依存する。このことから、曲げ強度の低下はアニーリングによる結晶化度の上昇によって(PLA が脆化したことが原因と考えられる。一方で、過去の研究において、坂井ら⁽¹⁾は母材としてポリアミドを用いた(CFRP 積層板において、アニーリングによる結晶化度によって曲げ強度と弾性率が向上することを報告している。これは結晶化による樹脂収縮により、繊維・樹脂界面の接着強度が向上したためと考察している。これらの傾向の違いは母材樹脂の収縮率の違いが原因と考えられる。ポリアミドの収縮率は約(10 ~ (22(であるのに対し、ポリ乳酸の収縮率は約(0 (と小さい。このため、結晶化による樹脂収縮による界面の接着強度向上よりも樹脂の脆化の影響が大きく影響したと考えられる。

以上より、曲げ試験において圧縮面での破壊が見られたことから、(CF/PLA 複合材料の曲げ強度は母材樹脂に依存することが示唆された。また、(CF/PLA 複合材料の曲げ強度は結晶化によって低下した。これはポリ乳酸の結晶化による収縮率が小さいことが原因と考えられる。

参考文献

- 1) 坂井(建宣(Qa r(tf gth(QBmg(ht a r gn Q 福嶋 遼太(Q 蔭山健介、炭素繊維強化ポリアミドの結晶化が静的曲げ特性に及ぼす影響、日本複合材料学会誌、2010、60(5、pp(223-220

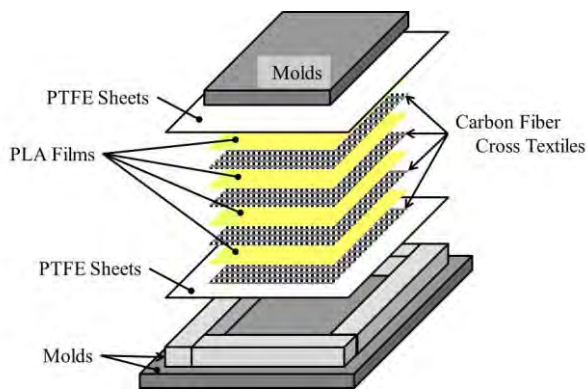


Fig. 5. Manufacturing process of CF/PLA composite sheets.

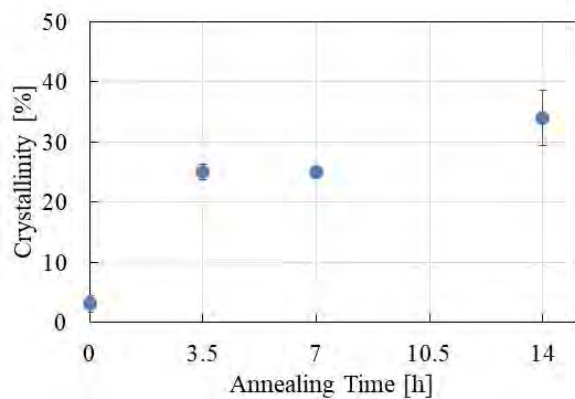


Fig. 7. Crystallinity of CF/PLA composite sheets after annealing.

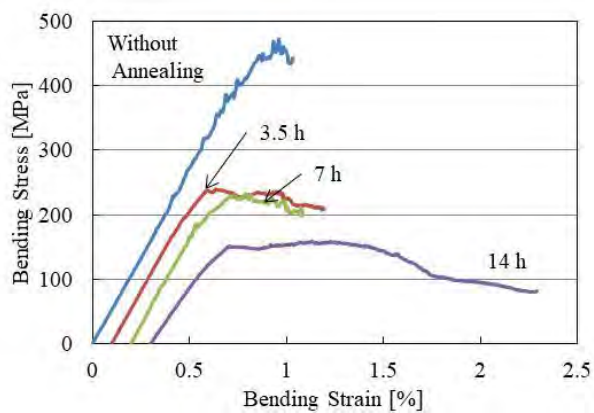


Fig. 9. Bending stress-strain curves of CF/PLA composite sheets after annealing.

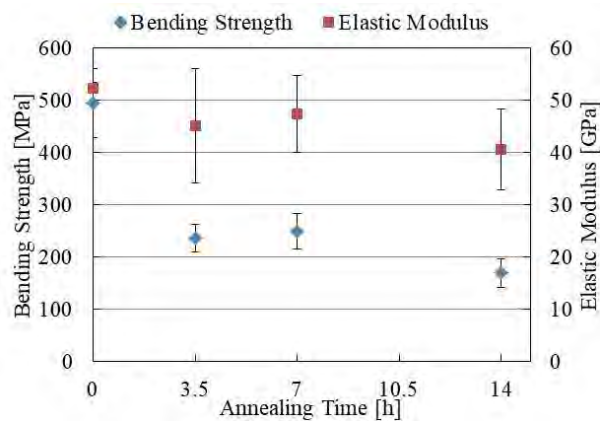


Fig. 10. Bending strength and elastic modulus of CF/PLA composite sheets after annealing.

3. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計3件)

- (1) 山口 雅人, 後藤 広夢, 黒澤 暢雄, 小林 訓史, β型PLA/CF複合材料の力学的特性に及ぼす結晶化度の影響, *繊維学会誌*, 2019, 73(1), 1-6. (査読あり)
- (2) 古島 剛, 坂口 雅人, 生体吸収性マグネシウム合金およびプラスチックの加工技術, *日本塑性加工学会会報誌「ぷらすとす」*, 2020, 30(1), 13-17. (査読あり)
- (3) 山口 雅人, 後藤 広夢, 黒澤 暢雄, 小林 訓史, β型PLA/CF複合材料の力学的特性に及ぼす結晶化度の影響, *繊維学会誌*, 2019, 73(1), 1-6. (査読あり)

[学会発表] (計10件)

- (1) 坂口 雅人, 中野 秀秋, 小林 訓史, β型PLA/CF複合材料の力学的特性に及ぼす延伸の影響, 年次大会, 査読無, PDFデータでの配布.
- (2) 後藤 広夢, 坂口 雅人, CF/PLAの力学的特性に及ぼす結晶化度の影響, 年次大会, 査読無, PDFデータでの配布.
- (3) 坂口 雅人, 後藤 広夢, 平織炭素繊維強化ポリ乳酸の曲げ特性に及ぼす母材結晶化度の影響, 山梨講演会講演論文集, 査読無, PDFデータによる配布.
- (4) 坂口 雅人, 黒澤 暢雄, 小林 訓史, β型PLA/CF複合材料の力学的特性に及ぼす結晶化度の影響, 繊維学会, 2019, 査読無, PDFデータでの配布.

リン酸三カルシウム(/ポリ乳酸複合材料の力学的特性と母材高次構造に及ぼす引張延伸の影響, 機械材料・材料加工技術講演会講演論文集, 査読無, PDFデータによる配布.

- (5) 小椋((陸, 坂口((雅人, 成形方法の違いによるポリ乳酸製骨固定スクリューの力学的特性調査, 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集査読無, PDFデータによる配布.
- (6) 後藤((広夢, 坂口((雅人, 炭素繊維(/ポリ乳酸複合材料の力学的特性に及ぼす母材結晶化度の影響, 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集査読無, PDFデータによる配布.
- (7) 黒澤((暢雄, 坂口((雅人, β 型リン酸三カルシウム(/ポリ乳酸複合材料の引張延伸, 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集査読無, PDFデータによる配布.
- (8) 吉田((拓未, 坂口((雅人, ポリ乳酸フィルムの力学的特性に及ぼす結晶サイズの影響, 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集査読無, PDFデータによる配布, ポスター発表優秀賞.
- (9) 小林((優斗, 坂口((雅人, ポリ乳酸の引張延伸による延伸温度の影響, 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集査読無, PDFデータによる配布.
- (10) 若山((隼, 黒澤((暢雄, 坂口((雅人, ジュラシクロボットを作ろう!, 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集査読無, PDFデータによる配布.

〔図書〕 (計1件)

- (1) 炭素繊維およびその繊維複合材料における分析試験, 評価解析に関する最新事例集(“第3章 第3節 CFRTPにおける母材の高次構造解析とその機械的物性評価について”, 坂口((雅人, 後藤((広夢, 技術情報協会, 2010, pp 6,2-5 .

課題研究費実績報告書

令和2年3月26日現在

研究課題名：次世代洋上風力発電システム用の自励式巻線形同期発電システムの開発

研究代表者：山下 健一郎

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究では洋上風力発電システムのための低コストで高効率な風力発電装置の提案／開発を行う。

筆者らは、洋上変電所が不要な次世代の洋上風力発電所として、直列ループ式の直流送電システムを用いた洋上風力発電システムの研究を行っている。一般に洋上風力発電所の風力発電装置は同期発電機、変圧器並びに発電機出力を制御する整流器（コンバータ）等で構成されており、発電機には永久磁石同期発電機（PMSG）や、巻線型同期発（WRSG）が用いられている。中でも、自身の発電電力の一部を励磁用の電力として用いる

「自励式のWRSG」はPMSGと同様に励磁用の電源が不要で、希土類を使用しないため、持続可能な社会を見据えた風力発電機として期待されている。同発電機は励磁電流の調整により発電機出力電圧を制御できるため、主整流器には安価で堅牢なダイオード整流回路を用いることができる。しかしながら、発電機の漏れインダクタンスが大きい場合（インダクタンスが小さいほど鉄機械となり、高価になる）、電圧波形ひずみが増大するため、広い範囲で適切な励磁電圧を維持することができない問題点を有する。本研究では、負の等価インダクタンスを有する変圧器を用いた、主整流器で生ずる高調波を除去できるシステムを提案し、幅広い制御範囲を有する風力発電装置を提案／開発する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

当該研究では①供試装置（2kVA）の製作、②シミュレーションモデルの構築、③提案する風力発電システムの定常特性（システム各部の電圧・電流波形、種々な運転状況における制御範囲の確認など）について供試装置を用いた実験的検討並びにシミュレーションモデルを用いた理論的検討を行った。以下、詳細を説明する。

① 供試風力発電装置（2kVA）の製作 （達成度70%）

2kVAの巻線形同期発電機に前論文で提案・試作した変圧器を組み込み、製作したサイリスタコンバータ、ダイオードブリッジを接続した風力発電模擬装置を構築した。しかしながら、変圧器電圧のひずみにより、コンバータが適切に転流できないことが明らかとなった。これについては別の方法を現在検討している。また、サイリスタコンバータ以外の励磁方式について検討するための供試装置の開発も一部行った。

② シミュレーションモデルの構築 （達成度100%）

シミュレーションソフト（PSIM）を用いたモデルの開発を完了した。同モデルは発電機出力や実効値の他、電圧や電流の波形も計算することができる。

③ 提案する風力発電システムの定常特性解析 （達成度70%）

提案方式の有用性を②で構築したシミュレーションモデルで確認したが、①の供試装置が未完成のため、実験的検討は未達成である。提案方式を採用した風力発電システムに関する研究成果については、次年度開催予定の国際会議 ICEMS2020 で発表する予定である（digest 投稿済み。現在査読中であるため、詳細は割愛する）。また、同風力発電装置を有する直列ループ式の直流送電システムを用いた洋上風力発電システムについて、供試装置を対象に動作範囲やシステム容量に関する検討を行った。これらの成果については国際会議 ICEMS2019 にて発表を行った。また、実用規模の風力発電装置を想定したシステム全体の種々な計算結果（定常特性）については、現在投稿中の内容であるため、詳細は割愛する。

3. 代表的な研究成果

本研究における主要な研究成果として、次の項目があげられる。

- ① サイリスタ励磁方式を用いた風力発電システム供試装置、チョッパ回路を励磁回路に用いた風力発電システム供試装置、PWM コンバータを励磁回路に用いた風力発電システム供試装置（一部）
- ② PSIM を用いたシステムの瞬時波形シミュレーションモデル
- ③ 提案方式の有用性（動作範囲が著しく拡大するなど）、同風力発電システムを用いた風力発電所の定常特性など

〔学会発表〕（計2件）

- [1] Ken-ichiro Yamashita, Gai Tsukamoto, Shoji Nishikata, “Steady-state Characteristics of a Series LCC HVDC System with Power Compensators for Wind Farms,” The 22nd International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS2019), Harbin, China, Aug., 2019（査読無し）
- [2] Ken-ichiro Yamashita, Fujio Tatsuta, Shoji Nishikata, “Experimental Studies on a Current-source Converter-based Wind Power Plant Composed of Series-connected Wind Turbine Generators and Synchronous-compensator-commutated Thyristor,” IEEE Energy Conversion Congress & Expo (ECCE2019), Baltimore, MD, USA, Sept., 2019（査読無し）

課題研究費実績報告書

令和2年3月31日現在

研究課題名：粘性差を伴った2成分混合系対流における過渡的停滞領域の解明

研究代表者：小林和也

小区分：数理物理および物性基礎関連

1. 研究計画の概要

流体を下面から加熱した際に上面・下面の流体に密度差が生じ、レイリー・ベナール対流（熱対流）が生じる。この対流について、これまで1成分系だけにとどまらず、2成分混合系においても様々な研究が行われてきたが、混合する2成分間の分子ダイナミクスに強い非対称性（運動性の違い）を伴う場合における対流現象に関する研究はあまり行われていない。最近、申請者らの先行研究によって、ある値以上の粘性差を有した溶液混合系の対流中において、上昇流付近に過渡的に流れが停滞する領域（TSD）が動的に形成されることが明らかになった。しかしながら、現象の本質的解明にはまだ至っていない。そこで本研究では、この過渡的な停滞領域（TSD）形成の物理的なメカニズムを系統的な実験を通して明らかにする。このメカニズムを明らかにすることによって、例えば、カオスや乱流といった状況における熱輸送ダイナミクスにおける動的な非対称性の効果など、今後の非平衡物理の発展性が大きく期待できると考えている。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究課題で取り扱う2成分系の場合、1成分系とは異なり、密度以外に濃度の変数が存在する。そこで、粘性の濃度依存性を切り口にTSD形成のメカニズムを探った。具体的には2成分の混合比を変化させた際のTSD形成の有無や頻度といった情報を明らかにした。その結果、ある混合比以下になるとTSD形成が起らなくなることを確認した。さらに、様々なシリコンオイルの組み合わせによって、混合比を変化させた際に普遍的にTSDが形成されるための粘性の濃度依存性の強さの下限値を決定することに成功した。

さらに、コロイド-水分散系に着目し、この系においてTSD形成が起こるかを調べた。コロイド粒子は通常球形をとっており内部自由度を持たず、

さらにコロイド溶液の実効的な粘性率はコロイドの体積分率によって変化することが知られている。したがって、体積分率を制御することによって系の実効的な粘性率を変化させることができる。その結果、ある濃度においてTSD形成が起こることを発見した。この結果はTSD形成の本質が粘性の濃度依存性の強さというパラメータによって支配されていることを示している。これらの結果は論文にまとめて、近々、投稿を予定している。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計4件)

- (1) Ryoko Sinohara, Kazuya U. Kobayashi, Marie Tani and Rei Kurita, “Transient stagnant domain in a thermal convection of a binary mixture”, *Grand Views of Soft and Liquid Matter Physics*, No.66, Tokyo Japan (March 2020) [査読有]
- (2) 小林和也, 栗田玲, “大きな粘性差を伴った混和性2成分流体系の熱対流” 日本流体力学会年会 2019 講演論文集, 東京, (2019年9月). [査読無]
- (3) 篠原良子, 小林和也, 栗田玲, “2成分混合対流における過渡的停滞領域形成のレイリー数依存性” 日本流体力学会年会 2019 講演論文集, 東京, (2019年9月). [査読無]
- (4) 篠原良子, 小林和也, 栗田玲, “2成分系対流における過渡的停滞領域形成のレイリー数依存性” 第18回 関東ソフトマター研究会, 東京, (2019年8月). [査読無]

課題研究費実績報告書

令和2年3月31日現在

研究課題名：外的刺激を用いた自律神経活動の制御方法の検討

研究代表者：森 幸男

小区分：感性情報学

1. 研究計画の概要

人が癒しや快適さを感じる時の自律神経活動は、副交感神経が優位になった状態であることが知られている。またこうした癒しや快適さをもたらす特定の音楽や自然環境には、振幅や周期のゆらぎのスペクトルに $1/f$ 特性を示す「 $1/f$ ゆらぎ」が含まれているとも言われている。申請者らは、先行研究において、 $1/f$ ゆらぎが人の自律神経活動に影響することを明らかにした。また、血流を制御する磁気刺激が自律神経活動に影響することも明らかにした。これらの結果から、外的刺激によって自律神経活動を制御する可能性の示唆を得た。

そこで、本研究は、2つの刺激（ $1/f$ ゆらぎ刺激、磁気刺激）を用いて、人の自律神経活動を制御する方法を定量的な観点から明らかにすることを目的として実施した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究の目的を達成するために、以下の3点に着目し検討した。

- ① $1/f$ ゆらぎが自律神経活動を制御できるかを定量的に明らかにする。（2019年度～2020年度）

本研究では、 $1/f$ ゆらぎの効果を定量的に調べるために、機械的な振動刺激と実際の音環境に実装した音刺激を用いた。

まず、機械的な振動刺激に関して述べる。先行研究で得られた示唆から、被験者の心拍変動、他者の心拍変動、一定間隔の振動にそれぞれ同期したパルス振動刺激を用いて、脈波計測から客観的データ解析を行い、関係性を検討した [1]。

本研究からは、 $1/f$ ゆらぎが自律神経活動を制御できるという明確な結論を得ることはできなかった。しかしながら、刺激のパラメ

ータ（時間間隔や強さ）や被験者数をより精査して検討することにより、ゆらぎの効果が明らかにできると考えられる。次年度以降の研究課題として検討する必要がある。

次に、実際の音環境に実装した音刺激に関して述べる。本研究では実際の音環境として図書館における学習スペースを想定した。この学習スペースにおいて、 $1/f$ ゆらぎ音源を背景音楽（Background Music, BGM）として提示した場合と、個別音環境（イヤホンによる個別提示、パラメトリックスピーカによる音場限定範囲提示）として提示した場合について、被験者の読書作業量の促進効果についてそれぞれ検討した [2][3]。

本研究から、次のような知見を得た。

- (a) 被験者の嗜好として読書が好き嫌い問わず、BGMがある方が読書に熱中できるという傾向を得た。すなわち、BGMありの方が目的作業の促進ができると期待できる。
- (b) 被験者の嗜好として読書が好きな人はイヤホンでBGMを提示したときの方が読書に熱中する人が多いことが分かった。また、読書が嫌いな人はパラメトリックスピーカによるBGM提示の方が読書に熱中していることが分かった。なお、男女混合で計測を行ったが差はみられなかった。

以上のように図書館の学習スペースによる音環境についてはある程度の傾向を得ることができた。しかし、どのような音楽が作業を促進するのか等、実践的な知見を得ることはできておらず、さらなる検討が必要であると考えている。

- ② 磁気刺激が自律神経活動を制御できるかを定量的に明らかにする。(2019年度～2020年度)

先行研究 [4] により、磁気に影響しない自律神経活動の計測が必要であることが分かったため、本研究では、自律神経活動の計測方法として皮膚電位を用いた。市販の磁気治療器による交流電気磁気刺激に対する自律神経活動の変化から、その関係性を検討した。

本年度は、先行研究の内容についてさらなる検討を進めたが、現在のところ発表できる成果を得ていない。計測に時間が必要であることが大きな原因である。計測を効率的に計画しながら実施し、来年度成果を発表できるようにしたい。

- ③ 音刺激と磁気刺激における自律神経活動の制御方法の確立(2021年度)

前述の①、②の成果を基にして、定量的な観点による自律神経活動の制御方法を音刺激と磁気刺激において検討する予定である。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計3件)

- [1] 村上慶仁, 中谷直史, 白濱成希, 渡邊志, 森幸男, 心拍と同期した刺激による自律神経活動について, 日本人間工学会関東支部第25回卒業研究発表会, 査読無, C-2-3, 千葉工大(新習志野), pp.104-105, 2019-12.
- [2] 熊澤匠真, 和田初枝, 森幸男, 図書館における読書作業とBGMの関係性について, 日本人間工学会関東支部第25回卒業研究発表会, 査読無, C-3-1, 千葉工大(新習志野), pp.108-109, 2019-12.
- [3] 渡邊真璃弥, 和田初枝, 森幸男, 図書館における個別音響空間の読書熱中度に関する検討, 日本人間工学会関東支部第25回卒業研究発表会, 査読無, C-3-2, 千葉工大(新習志野), pp.110-111, 2019-12.

[その他]

- [4] 笠原淳一, 森幸男, 交流式電気磁気曝露による自律神経活動の一考察, 日本福祉工学会第22回学術講演会講演論文集, 査読無, 304, 熊本高専(合志), pp.46-47, 2018-11.

課題研究費実績報告書

令和2年3月31日現在

研究課題名：量子 Rabi 模型における超強結合領域の解析

研究代表者：真島 裕樹

小区分：数理物理および物性基礎関連

1. 研究計画の概要

光と物質の相互作用を量子力学的に記述する量子 Rabi 模型において、解析の容易さと実際の相互作用の強度から、従来は量子 Rabi 模型に回転波近似を施した Jaynes-Cummings 模型 (JC 模型) が扱われてきた。ところが、半導体基板上に作製した人工原子 (超伝導電気回路) を用いる回路量子電磁力学 (回路 QED) では、人工原子とマイクロ波光子の相互作用を非常に強くすることが可能であり、JC 模型では現象を理解することが難しくなってきた。すなわち、量子 Rabi 模型のハミルトニアンに現れる JC 項に対して対向回転項 (JC 模型では無視する) を無視することができなくなったため、量子 Rabi 模型そのものに向きあう必要が生じている。

この問題を追究するに当たり、開放量子系の理論および熱場の量子論の2つ観点からのアプローチを試みる。開放量子系の理論の観点からは、量子 Rabi 模型の散逸や基底状態の不安定性に関する知見を得ることができる。また、熱場の量子論の観点からは、エントロピー変化を求めることにより、量子 Rabi 模型における発熱を評価することができる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

Dicke 模型を含む一般化された量子 Rabi 模型における状態の不安定性を考察した。

はじめに、Dicke 模型で生じるのと同様に、超強結合領域における量子 Rabi 模型でも超放射相転移が起こることを示した。

この相転移が起こる原因の一つとして、量子 Rabi 模型に含まれる対向回転項の存在が考えられる。そこで、対向回転項が基底状態の時間発展に与える影響を考察した。その結果、真空残存確率振幅 $\langle 0|0(t)\rangle$ が、結合定数を g として e^{-gt} と振る舞い、長時間極限 ($t \rightarrow \infty$) では $\langle 0|0(t)\rangle \rightarrow 0$ となることを示した。また、熱力学極限では有限

時間であっても $\langle 0|0(t)\rangle \rightarrow 0$ ($V \rightarrow \infty$) となり、真空の非同値表現が存在することがわかった。

上で述べた対向回転項の効果とは別に、超強結合領域における量子 Rabi 模型は物質の効果が繰り込まれた光子によって記述されることが、超対称量子力学の知識を用いると示せる。このとき、相互作用はコヒーレント状態を作るため、この繰り込まれた光子の基底状態の時間発展は $\langle 0|0(t)\rangle \rightarrow e^{-gt^2}$ となり、通常の強結合状態と比較してゆっくりにした崩壊となることがわかった。

量子 Rabi 模型の熱力学的性質については今後の課題である。

3. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計1件)

- [1] [Hiroki Majima](#), Quantum Instability in the Ultrastrong Coupling Regime of the Dicke Model, JPS Conf. Proc. 査読有, 30 巻, 011025 頁

[学会発表] (計1件)

- [1] Hiroki Majima, Quantum Instability in the Ultrastrong Coupling Regime of the Dicke Model, International Conference on Strongly Correlated Electron Systems 2019, September 23 - 28, 2019, Okayama Convention Center, 査読有

課題研究費実績報告書

令和2年3月31日現在

研究課題名：自己相似的な数理構造をもつ複素点列とその最適点配置問題の研究

研究代表者：須志田隆道

小区分：応用数学および統計数学関連

1. 研究計画の概要

ひまわりの頭状花序を観察すると、無数に存在する種が螺旋状に配置されていることに気づく。ひまわりのような植物の葉や種などの配置は葉序と呼ばれている。植物は細胞壁をもつ細胞組織として形成されるが、螺旋の数や連続して生成される2つの原基（葉や種などのもとになる細胞）の角度（回転角）を計測すると、多くの植物において、螺旋の数がフィボナッチ数であり、回転角が黄金角（およそ137.5度）であることが報告されており、葉序は非常に美しい数理構造を有するということが知られている。

葉序の数理的な研究は19世紀前半に始められ、葉序の数理構造を理解するための単純な円筒モデルが提案された。Bravais兄弟らは円筒モデルにおいて、螺旋の数が回転角の連分数展開の近似分数に関係していることを示した。その後、20世紀前半にG van Itersonは円筒モデルを複素対数関数によって移すことで得られる対数螺旋上の複素点列を母点集合とする円板充填（サークルパッキング）モデルにおいて定義される螺旋の数の分岐過程を示したvan Iterson diagramを示し、20世紀後半に、RothenとKochによって分岐過程において回転角の連分数展開で得られる近似分数の分母が螺旋の数であることを示した。申請者は日詰明男氏（造形作家・龍谷大学）が考案した対数螺旋上の複素点列を頂点集合とする三角形螺旋タイリング（フィボナッチ・トルネード）を出発点として、日詰氏と山岸義和氏（龍谷大学）との共同研究として、対数螺旋上の複素点列を頂点集合とする幾何学モデル（タイリング・ボロノイ図・円板充填）における数学的な性質を網羅的に証明する研究を行い、ボロノイ図において定義される螺旋の数の分岐過程を示す分岐図の双対グラフがvan Iterson diagramであることを数学的に証明した。対数螺旋上の複素点列は、一つの複素数で生成される原点を除いた穴あき複素平面上の無

限乗法群であり、一つの固定された複素数の冪乗によって各点の座標が決定される。複素数の演算によって点の配置が決定されることから、演算を変更すれば、さらに複雑な数理構造をもつ点列を考えることができる。巨大数の分野で定義されているものを参照すると、冪乗はハイパー3演算子と呼ばれており、加法はハイパー1演算子、乗法はハイパー2演算子と呼ばれている。本研究では、冪乗の次の演算子である超冪乗（ハイパー4演算子）で点の配置が決定される複素点列を考える。

超冪乗点列はGalidakisによって、複素力学系の手法を用いた研究が行われている。超冪乗点列は固定する複素数に応じて、螺旋模様が1つの場合だけでなく、複数の螺旋模様がクラスタとして得られる場合がある。Galidakisはどの複素数を固定すればクラスタの個数が何個できるかを固定した複素数から判別するための条件を導出し、クラスタの収束点の座標を求めることに成功した。

本研究のねらいの一つ目は、複数のクラスタが存在する場合に、収束点を中心として、螺旋上に存在する連続している2つの複素数の偏角がどのような値に収束するか、それぞれのクラスタで計算される偏角の値は同じ値であるかどうかを示すことである。ただし、ここでの偏角は主値をとるものとする。さらに、同一の偏角に収束するような複素数はいくつ存在するかを明らかにすることである。対数螺旋上の複素点列の問題では、2点間距離で定義された指数型のポテンシャル関数の最小化問題の解として、エネルギーが最小の方向に収束すると、黄金比やフィボナッチ数で記述されるパターンが最も安定であることが数値的に示されている。本研究のねらいの二つ目は、超冪乗点列においてもエネルギー最小化問題を扱い、どのような配置が安定かどうかを調べることである。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究の第一のねらいである複素数の比の収束

に関して、極限点周りの漸近挙動を数学的に取り扱ひ、偏角の収束値を表す数式を計算によって導出することに成功した。さらに、複素関数のイテレーションを計算することによって、一つの複素数を固定した場合に複数のクラスタが存在する場合においても、全ての偏角が同じ値に収束することを数学的に証明した。図1は偏角が同じ値に収束する例を示している。

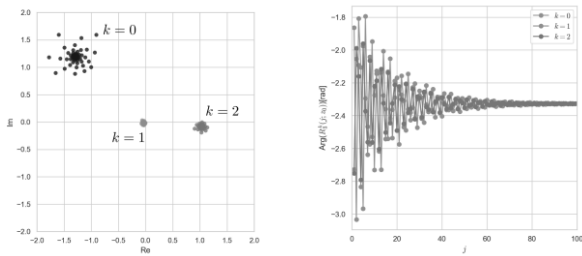


図1. (左) $-1+i$ と固定して得られる点列. (右) 偏角の主値が同じ値に収束する様子.

同じ偏角の値に収束する複素数の集合に関しては、数値計算によって算出した。共同研究者の米華真典氏（サレジオ工業高等専門学校専攻科）が開発した Python でのプログラミングコードを用いることで、単一の計算機の複数のスレッドを同時に扱った計算が可能になり、計算時間を削減して、複素数の集合を描画することができた。図2は同じ偏角の値に収束する複素数の集合を表しており、同じ偏角の値に収束する点列を作り出す複素数が複数存在することが数値計算によって確かめられた。この数値計算をヒントにして、同じ偏角の値に収束する複素数の個数を集合論的に明らかにするための数学的研究が望まれる。

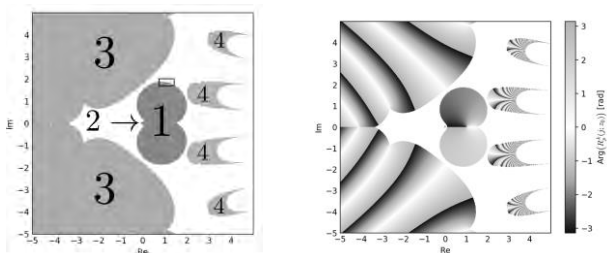


図2. (左) クラスタの個数で分類された複素数の集合. 1, 2, 3, 4とラベリングされた領域で複素数を固定するとラベルと同じ数だけのクラスタが出現する. 太枠は図3に表示される範囲を示す. (右) 収束する偏角の値に応じてグレースケールで示された複素数の集合.

さらに、ネットワーク上で管理された計算機群を同時に動作させるためのアプリケーション開発に取り組み、課題研究費で購入した計算機と既存の計算機の全てを使用した並列処理が可能となり、作業の効率化を図ることができた。特に、今回開発した並列計算プログラムの設計は本研究だけでなく、その他の数値計算プログラムにも適応することができ、汎用性が高いものとなった。

エネルギー関数の最小化問題に関して、本年度は数値計算を行うことに留めた。図3に示されたように、クラスタ数が1つのときについてクラスタサイズを評価する関数を定義して、エネルギーをヒートマップで表した。この結果から大きいクラスタを作り出す複素数が図2（左）のクラスタ数1の領域の境界であることを特定することができた。一方で、クラスタサイズが最も小さくする複素数は1であることは自明であるが、1の近傍でのエネルギーがどのように評価されるか、領域の境界上でのエネルギーの分布が均一であるかどうかといった数学的な問題があるため、それらを今後の課題とする。

さらに、ハイパー3演算子の対数螺旋上の複素点列と同様に、指数関数型のエネルギー関数を点同士の距離を用いて定義したものを考えると、図3に示されたように、領域の境界付近において、エネルギーの分岐構造が観察できる。この分岐構造はvan Iterson diagramと同様に、収束する偏角の連分数展開の近似分数と密接な関係があると推測できるため、今後の課題としてエネルギーの分布の詳細について研究を行う。

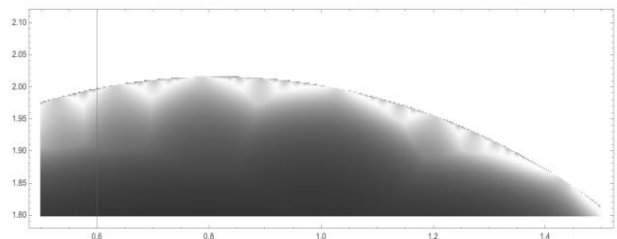


図3. 図2（左）の太枠部分における指数関数型のエネルギー関数の分布図. グレースケールでエネルギーの値を表しており、黒色は高く、白色は低いことを示す. ただし、クラスタ数が1の領域以外は白色で塗りつぶしている. エネルギーが低いところ（白色部分）に分岐構造が観察できる.

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計1件)

- [1] 米華真典, 須志田隆道, ハイパー4演算子で定義された複素点列の等角性について, 第17回計算数学研究会, セッション3-3, 査読なし

研究課題名：光源の空間分布特性を考慮した光源色推定手法の検討

研究代表者：川村春美

小区分：知覚情報処理関連

キーワード：色彩恒常，視覚情報処理，光源色推定

1. 研究計画の概要

複数種類の照明光がシーン中に存在している場合の画像から照明光の色を推定する手法に関する検討を行う。推定にあたっては、画像上における照明光と物体色の空間的変化の違いに着目した手法である Retinex 理論をベースとする。2種類の光源下で作成した CG 画像に Retinex 理論を適用した際の推定精度を検証し課題を明らかにすると同時に、光源種類を3種類に拡張する手法についても検討する。また、実画像に適用し推定精度を評価する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

(1) 既存研究と課題

カラー画像から照明光色を推定する手法の中で Retinex 理論¹⁾は古くから提案されており、改良手法も多岐に渡っている。この理論では、照明光の空間的な強度変化よりも物体領域の境界による強度変化の方が大きいことを利用し、物体の反射率の情報からなる画像を生成することが主眼である。即ち、画像の画素値変化の大きい部分を物体領域の境界と見なし、緩やかな変化を照明光強度によるものと見なし反射率の計算から除外することによって物体領域毎の相対的な画素値の比率を反射率とする。図1は、右側にいくほど照明光強度が大きくなる画像から緩やかな変化を除去することで反射率を得る様子を示したものである。

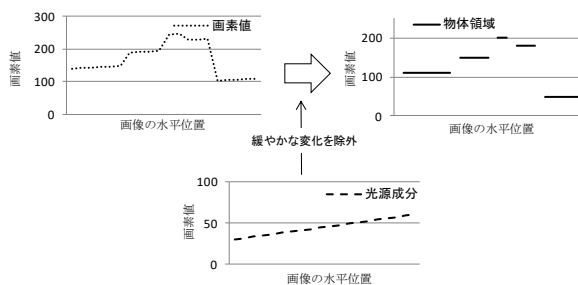


図1：Retinex 理論による反射率推定の概念

また、この理論では、シーン中に存在する照明光の種類についても影響を受けずに反射率の情報を推定できると言われている。そこで本研究では、陰影がある画像を対象として Retinex 理論による反射率推定の可能性を検討する。陰影のある画像とは、同一シーン内に照明があたっている日向領域と当たっていない日陰領域が存在する画像であり、日向、日陰を2種類の照明と見なす。本稿で対象とする日陰とは、図2に示すように光源からの光が十分に届かない領域において生じる陰の領域（灰色領域）であり、光が物体から遮蔽されることによって生じる影（図2の斜線領域）と区別する。

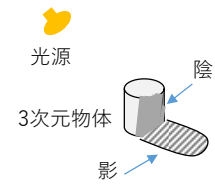


図2：陰と影の違い

上述したように、Retinex 理論では、画像の画素値の強度変化を物体領域の境界と見なす手法であるため、図2のように同一物体領域内に陰があると別の物体領域として見なされることが想定される。

(2) 提案手法

陰領域は日向領域と明るさは異なるが色味の成分は変化が小さいと考えられる。R, G, B の各画素値は明るさの成分を含んでいることから RGB 色空間を、色相、彩度、明度からなる色の三属性の空間に変換し、色相に基づく手法を提案する。色の三属性からなる色空間として本研究では

CIELAB²⁾を用いる。その理由は、色味成分と明るさ成分が理論的に独立であり、また、人間が知覚する色の差と色空間上の2色の距離とが対応している（均等色空間）という特徴があるからである。CIE L*a*b* は、明るさを表す明度指数 L^* と、色味を表すクロマティックネス指数 C^* と C^* から構成される。クロマティックネス指数の組み合わせによって色相 C と彩度 C を式(1), (2)によって定義する。

CAC*C*色空間においてC*とC*からなる平面上に色Cを射影した図を図3に示す。ここで、色相CはC*軸とのなす角(C~ϕ)で表し、彩度Cは原点と点CIとの距離とする。

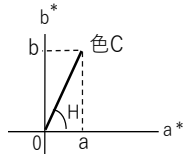


図3：a*b*平面の色相

$$H = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \dots\dots\dots (1)$$

$$S = \sqrt{a^2 + b^2} \dots\dots\dots (2)$$

式(1)による色相Hの差が大きい場合に物体領域の境界であると判定する。

(3) 実験

CGで作成した画像に上述した手法を適用する。図4の画像は、複数の色領域をランダムに貼り合わせたパターン(モンドリアンパターン)に、図5のように空間的に強度変化のある照明光を照射して作成したものである。なお、照明光は左から赤系照明、右側は白色照明とし強度変化をつけることで右側を陰領域とする。

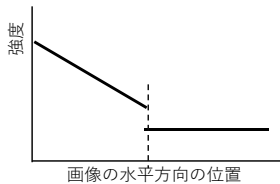
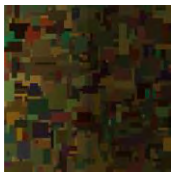


図4：実験画像 図5：照明光強度分布

実験結果を図6に示す。この図は実験画像(左側)と処理結果(右側)の画像のy=200上の水平方向の画素の値である。左側は全体に右下がりになっているのに対し、右側は左右の差がなくなっており、陰による影響を取り除いた反射率が得られていることを意味する。

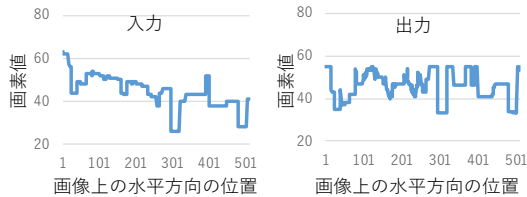


図6：画素値の変化

(4) 実環境の測定

以下の観点で物体表面からの反射光を測定する。

A：同一物体上での日向と影領域の反射光

B：照明光との距離に対する反射光

測定は、一辺が60cmの立方体内部の床面に被写体をおき、上部から照明光を照射する。測定器はコニカ・ミノルタ製CS-200、照明は昼光色、昼白色、白色および電球色の4種類を照射可能な

照明スタンドを用いる。

条件Aの結果を図7に示す。ピンク、黄、緑、青の4種類の紙製ファイルを被写体とし、昼光光源下の日向領域(□)と影領域(●)の反射光をxy色度座標上に示す。

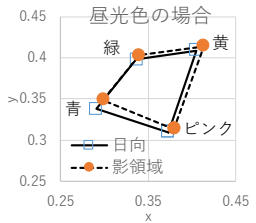


図7：日向と影領域の色

図8より、被写体の色に関わらず、全体的に影領域の反射光が右上、即ち、黄方向にシフトする傾向が見られる。この傾向は電球色の場合も同様である。

条件Bの結果を図8、図9に示す。図8は、照明光との水平距離に対する輝度Y(cd/m²)、図9は、照明光との水平距離に対する色度の変化である。図8より、照明光によらず距離が遠くなるほど輝度が小さくなる傾向が見られる。一方、図9ではx、y色度共に距離が離れる程、小さくなる、即ち、青味が強くなる傾向が見られる。

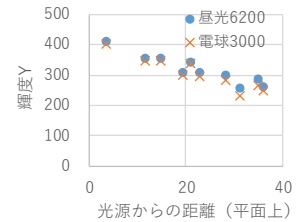


図8：光源からの距離に対する輝度

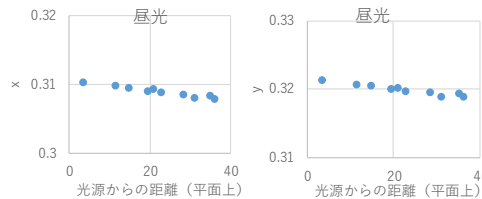


図9：光源からの距離に対する色度変化

(5) 今後の予定

陰影画像からの推定反射率にある揺らぎの原因を明確化し、光源種類の増加と実画像への適用を行う予定である。

参考文献

- 1) L.C. And, J.C. McClennan, "CIE Colorimetry, Theory," C. O. S. A., vol.61, no.1, pp.1-11, 1971.
- 2) “色の表示方法—L*a*b*表色系およびL*u*v*表色系,” JISハンドブック色彩, 日本規格協会(編), pp.355-357, (財)日本規格協会, 東京, 2009.

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計1件)

- [1] 川村春美, 陰影画像からの照明光色と物体色の分離方法の一考察, 電子情報通信学会, 画像工学研究会技術報告 IE2019-105, pp.41-46

課題研究費実績報告書

令和2年3月12日現在

研究課題名：多段接続したコッククロフト-ウォルトン回路の高周波駆動に関する検討

研究代表者：米盛 弘信

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究の最終目的は、室内における太陽光発電の実験で必須となる人工太陽光をパワーLEDによって実現することである。そこで、容易に直流高電圧が得られるコッククロフト-ウォルトン回路（Cockcroft - Walton Circuit：以下、CW回路）を応用してパワーLEDの点灯回路が実現できないか検討した。一般的に、CW回路は μA ～ mA オーダーの電流しか出力できずパワーLEDを点灯させるには不十分である。すなわち、本研究を達成するためには、CW回路の高電流出力を実現する必要がある。ここでは、CW回路の出力電圧・電流の目標値を $280\text{V} \cdot 600\text{mA}$ とする。

本課題は、多段接続したCW回路に入力する交流の周波数に着目し、高周波化した際の直流出力性能を評価するために、以下の2項目について取り組んだ。

- 電子回路シミュレータLTspiceを用いて全波整流型CW回路を1段から4段まで接続した場合の出力電圧と出力電流を明らかにする。
- スイッチング回路を付加したCW回路を提案し、 5kHz 、 7.5kHz 、 10kHz の高周波パルスで駆動させたときの出力電圧と出力電流、およびリップル率を明らかにする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

研究目標を達成するために、本年度は以下に示す項目について取り組んだ。代表的な成果の中から重要なものを概説する。なお、詳細は研究成果の論文等を参照されたい。

【シミュレータによる

全波整流型CW回路の動作解析】

本解析では、CW回路の段数を変化させた際の出力電圧と出力電流を電子回路シミュレータLTspiceによって明らかにする。はじめに、シミュレーションの妥当性を確認するために、 100Vpp -

10kHz の実験で得られた結果と同条件のシミュレーション結果を比較して整合がとれるか確認する。そして、確認後にメインとなる回路解析を行う。シミュレータで解析するCW回路の交流電源は、周波数： 10kHz 、電圧： 282Vpp 一定とした。解析は、全波整流型CW回路を1段から4段までの各段数において、負荷抵抗を 100Ω から $1\text{k}\Omega$ まで 100Ω ステップで変化させて行った。出力電圧と出力電流は、負荷抵抗の両端波形から測定した。

図1に電源周波数 10kHz 時の出力電圧と出力電流の関係を示す。図1より、段数の増加に伴い出力電圧と出力電流が大きくなることが分かった。2段以上の段数で目標とした出力電圧が得られることが分かった。

【スイッチング回路を付加した

CW回路の高周波駆動】

図2に実験回路を示す。本来は、商用電源を双方向スイッチによって直接AC-AC変換をして高周波数にしたいが、動作を簡単化するために、図2では商用電源を一旦直流にしてから高周波交流へ間接的に変換している。

本実験では、 5kHz 、 7.5kHz 、 10kHz の高周波パルスを生全波整流型CW回路に入力したときの出力電圧と出力電流、およびリップル率を明らかにする。高周波パルスは、1次側トランスに接続したスイッチング回路を用いて生成する。実験は、先行研究[†]と比較するため 100Vpp - 50Hz 一定とした。また、負荷抵抗は、 200Ω から $1\text{k}\Omega$ まで 100Ω ステップで変化させた。出力電圧と出力電流は負荷抵抗の両端波形から測定した。スイッチング素子は、n-ch Power MOS-FETを用い、Duty比50%

[†] 幅野岬太，大島穂高，米盛弘信：“全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の高周波駆動”，2018年（第36回）電気設備学会全国大会講演論文集，p.431(2018)

でスイッチングを行う。ゲート回路は、フォトカプラ (TLP250) を使用し、ゲート抵抗 $10\ \Omega$ を接続した。なお、CW 回路は高電圧が加わることから各素子は高耐压のものを用いている。

図 3 に周波数を 10kHz 、 7.5kHz 、 5kHz に変動させたときの出力電圧と出力電流を示す。図 4 に各周波数における負荷抵抗の変動に対するリップル率を示す。図 3 より、最大出力電圧は負荷抵抗 $1\text{k}\ \Omega$ 、周波数 10kHz 時に得られた出力電圧 97.2Vpp となっている。最大出力電流は負荷抵抗 $200\ \Omega$ 、周波数 10kHz 時に得られた出力電流 281mA となった。

図 4 より負荷抵抗が小さいほどリップル率が大きくなり、負荷抵抗が大きいほどリップル率が小さく安定することが分かった。

本実験に供した回路で測定した 10kHz の実験結果と先行研究[†]による交流電源 $100\text{Vpp} - 10\text{kHz}$ で行った実験結果を比較すると出力電圧と出力電流、およびリップル率は近似した値であることを確認した。したがって、図 2 の回路方式で全波整流型 CW 回路を高周波駆動させることにより、パワー LED の駆動条件である電圧： 300V 、電流： 600mA 、リップル率： 1% 未満が実現できる見込みが得られた。

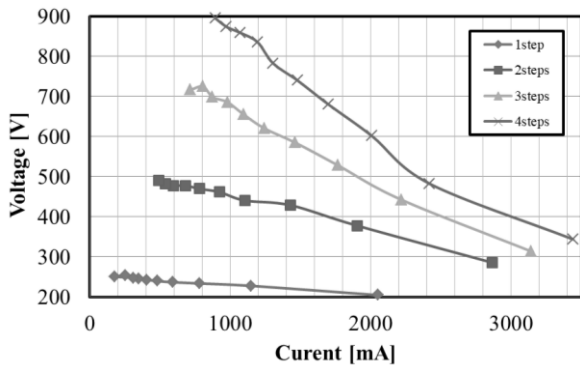


図 1 電源周波数 10kHz 時の出力電圧と出力電流の関係

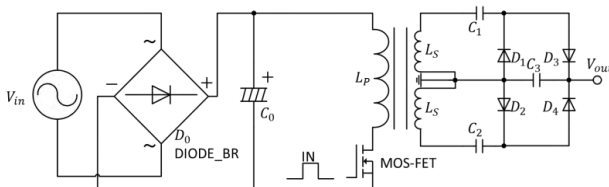


図 2 スwitching回路を付加したCW回路

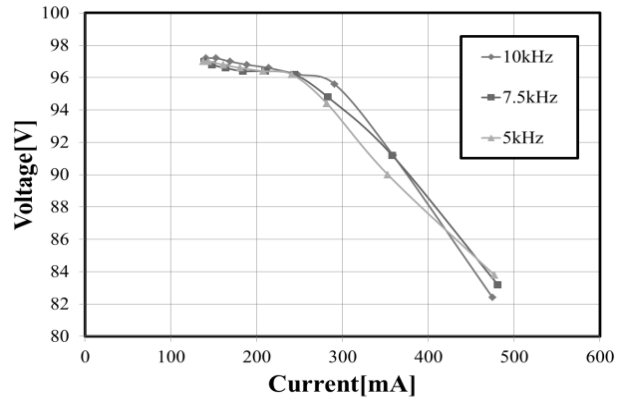


図 3 周波数を変動させたときの出力電圧と出力電流

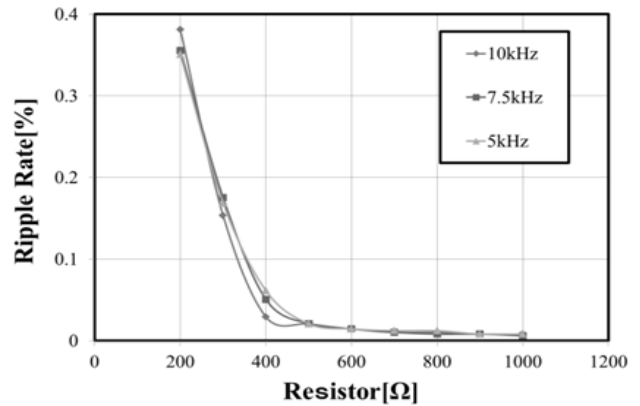


図 4 各周波数における負荷抵抗の変動に対するリップル率

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計 3 件)

1. 中川湧貴, 米盛弘信: “全波整流型コッククロフト - ウォルトン回路を用いた室内実験用光源の点灯回路に関する一提案”, 2019年 (第 1 回) 電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, 査読なし, pp.56-57, 東京電機大学 (2019-12)
2. 中川湧貴, 米盛弘信: “スイッチング回路を付加したコッククロフト - ウォルトン回路の高周波駆動に関する一検討”, 第 11 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集 CD-ROM, 査読なし (2019-12)
3. 中川湧貴, 米盛弘信: “シミュレータによる全波整流型コッククロフト - ウォルトン回路の動作解析”, 2019年 (第 37 回) 電気設備学会全国大会講演論文集, 査読なし, p.543, 福岡工業大学 (2019-08)

課題研究費実績報告書

令和2年3月20日現在

研究課題名：多点観測可能な直流抵抗式土壌センサを活用したIoTによる灌漑技術の定量化システム

研究代表者：吉野 純一

小区分：計測工学関連

1. 研究計画の概要

本研究は、従来のセンサネットワークでの農業支援システムではなく、Sigfoxを活用したものである。Sigfoxは、低価格・低消費電力・長距離伝送を特長としたグローバルIoTであり、農業支援システムとしての実例は今のところない。ネットワーク圃場でのセンサから得たデータをSigfoxによって収集し、クラウドへデータを格納して、セキュリティを勘案しつつ、農業従事者が農作業中でも使い勝手の良く、手軽にどこからでもアクセス可能なシステムとする。低コストで多数設置することで従来よりも短期間で核心的なデータを取得、分析可能にする。将来的には、誰でもどこでも、ブランド品種などを栽培できるようにする。農業従事者は、データを数値としてではなく、可視的に把握でき、農作業の判断材料に生かすことができる。また、環境の異なる地域でも作物が育つかをシステムで取得した土壌データから知ることができる。

本研究は、根域における土壌のモデル化をするために多点観測できる土壌水分センサの開発、設置方法を検討する。また、根域における同時多点観測可能な直流抵抗式土壌センサの製作をし、電極サイズの特性評価および多点観測土壌センサの評価を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

根域における土壌のモデル化をするための土壌水分浸透センサは、試作品を完成させ、その評価を行っており、継続中である。作物を栽培するために必要な水分量は、品種や土壌の性質などによって異なり、その指標は農業者の経験やノウハウであるため暗黙知である。この指標を定量化するために製作した土壌水分浸透センサを使用し土壌内水流をリアルタイムで測定した。また図1は土壌水分浸透センサの設置方法の一例である。(a)は土壌内水流を二次元的な可視化(x,y方向)が可

能である。三次元的な可視化の模索として(b)の設置方法で実験を行った。結果からの分析及び再設計へのフィードバックはこれからである。

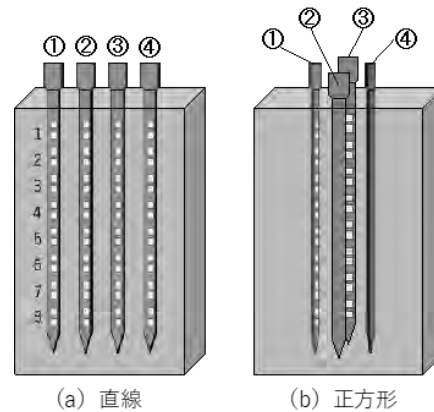


図1 センサ設置方法一例

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計4件）

- (1) 澤田陸志, 吉野純一, “土壌水分浸透センサの電極に着目した腐食度合の検討,” 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, C125, December 2019. 査読無
- (2) 酒井健瑠, 吉野純一, “Sigfoxを用いたセンサネットワークシステムの構築,” 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, C123, December 2019. 査読無
- (3) 川島爽義, 吉野純一, “ドローンを事例とした飛行時間延長の一検討,” 第11回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, B127, December 2019. 査読無
- (4) 吉野純一, 黒木雄一郎, 米盛弘信, 加藤聖隆, “産学官連携による教育活動の一事例—相模原市と企業との連携事例—,” 日本工学教育協会第67回年次大会講演論文集, pp.142-143, September 2019. 査読無

課題研究費実績報告書

令和2年3月31日現在

研究課題名：剣道競技における打突中の対人的動作技能の特性

研究代表者：大野達哉

小区分：体育および身体教育学関連

1. 研究計画の概要

剣道競技（以下、「剣道」という）では、規定の試合場内で2名の選手が竹刀を持って対峙し、互いに攻防を繰り返しながら有効打突を取得し合う1対1の攻防一体型競技である。その動作は約2m以内の至近距離で、競技者の身体移動と竹刀による攻防動作を介し、約0.4秒以内に高速かつ連続して展開されている（奥村・吉田、2006）。そして、剣道の熟練選手は約10cmの単位で距離の詰め引きを行う（Okumura et al., PLoS ONE, 2012）という報告からも、時間的制約の中、正確で合理的な動作の遂行が求められる。すなわち、選手は厳しい時間制約のもと、素早く正確に打突するために合理的な動作が求められる。また、静止している相手を打突する閉鎖技能や個人技能だけではなく、動く相手を打突する開放技能や対人技能の習得が競技の熟練過程において極めて重要になる。なかでも、剣道では多くの個人技能と対人技能を必要とする技が存在するため、我々は選手の実際のニーズや競技現場の現象を把握し、実際にどの技を対象に分析を実施するべきかを明確にする必要性が高い。

本研究の具体的計画として、はじめに1) 選手ニーズの予備調査と競技現場の現象の整理を行った。続いて、2) 対象動作の具体的分析を実施し、3) 結果を指導現場へ還元する知見を得ることを目指すよう計画した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

1) 選手ニーズの予備調査と競技現場の現象整理

事前の調査の結果、選手は『メン』の『仕掛け技』について技能改善を期待しており、特に競技現場での使用頻度としては『跳び込み技』次いで『出ばな技』が多いことが整理できた。なお、動作実行中に、最も技能を改善したいポイントは『左下肢』及び『体幹』であった。つまり、選手や競技的ニーズからも『メン』の『跳び込み技』

と『出ばな技』、身体移動の主な出力を担う『左下肢』と、身体移動の指標として『体幹（腰部）』の動作を対象に研究を行うことは非常に価値が高いことが明らかとなった（達成度100%）。

2) 対象動作の具体的分析

参加者は、競技レベルの高い選手10名（上級群）と中程度の選手10名（中級群）とした。個人技能と対人技能を比較するために、課題1：跳び込みメンと課題2：出ばなメンの2つの課題を設定し、課題をモーションキャプチャシステムで記録した。

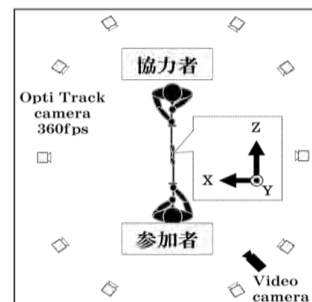


図1：実験設定と座標系

各群の動作時間（総動作時間、身体移動時間、竹刀操作時間）、左下肢（股・膝・足関節角度）と腰（移動距離、上下動、移動速度）の動作のキネマティクスデータを算出した。各分析項目で算出したキネマティクスデータを、動き出しから打撃までの時間を100%として、3次スプライン関数を用いた内挿補間により規格化した。その後、SPSS Statistics Ver. 26（IBM社製）を用い、各課題の群間の差異はt検定を実施し、跳び込み面×出ばな面の課題間の動作の差異には群が繰り返しなし、課題が繰り返しありの2要因混合計画分散分析を実施した。交互作用が得られた場合は、事後検定としてBonferroni法を実施した。全ての分析で有意水準を5%未満、有意傾向の水準を10%未満とし、動作の微細で重要な相違を積極

的に検証できるように α レベルを設定し、統計的分析を行った（達成度 90 %）。

3) 結果を指導現場へ還元する知見を得ること

動作分析の結果から、競技の指導や実践のために有益な情報 4 つを得ることができた。これらの情報を本学剣道部員へ教授し、簡易的な映像の即時フィードバックシステムを用いて運動学習を繰り返し行えるよう環境を整備した。しかしながら、新型コロナウイルスによる影響もあり、現在実施は困難なため、実践への還元へはいたっていない（達成度 30 %）。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計 1 件）

- [1] 大野達哉・中村充・鷹見由紀子・岩本貴光・関伸夫・川井良介・碓氷典諒・奥村基生：大学剣道選手の面の跳び込み技と出ばな技における腰・左下肢動作の相違、武道学研究（原著論文として令和元年 11 月 16 日に受理）

課題研究費実績報告書

令和3年3月15日現在

研究課題名：国家建設における技術教育の役割－紛争後国家の東ティモールを事例にして－

研究代表者：マルケス. ルイス

小区分：地域研究一般

1. 研究計画の概要

The complexity of systemic changes and the dynamism of the economic, ecological and social upheavals and challenges, which we are facing in the 21st century are altering the view of how to design Technical Education. This research approaches innovation policy, both national and international, for the future of Technical Education in Timor-Leste and it calls for new answers.

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

Online contacts with Technical Educations Institutions in Timor-Leste, for a survey of the Technical Education System.

3. 代表的な研究成果

Data analysis and Conclusion of Pd.D. Dissertation.

〔雑誌論文〕（計1件）

- [1] Yoichi Shimakawa, Luis Marques, サレジオ高専情報工学科における教育と研究への国際的提携の提案, サレジオ工業高等専門学校研究紀要

〔図書〕（計1件）

- [1] Marcelo Farfan, Villagómez R. María Sol, Soffner Renato, Rocchi Alessio and Luis Marques (edts.) 「Desafios de la Educacion Salesiana : Experiencias y Reflexions desde de las IUS」. IUS-Educacion Grupo. Universidade Politecnica Salesiana. ISBN.978-9978-10-409-5. (2020)

研究課題名：曲面型太陽電池における真空低温焼結条件の解明

研究代表者：井組裕貴

小区分：地球資源工学およびエネルギー学関連

1. 研究計画の概要

現在様々な太陽電池の研究・開発が行われているが、エネルギー有効利用やエネルギーハーベスティングを考慮すると、曲面形状化は重要な要素となる。申請者は色素増感太陽電池（以下DSC）やペロブスカイト太陽電池（以下PSC）に注目し、フレキシブル性に優れ、曲面形状可能な太陽電池の開発検討を行い、新たなTiO₂の焼結方法として低真空焼結法を提案した。この方法により導電フィルムの形状作製後に低真空低温でTiO₂を焼結できるため、焼結後の曲げによるストレスや破損を軽減することが可能である。しかしながら、焼結後にTiO₂の剥離や表面構造の変化が生じ、発電効率の低下に繋がっていると考えられる。大きな影響の一つとして、真空吸引による負圧によりTiO₂の膜厚が負圧方向に引っ張られ、膜厚内部に変化が生じている可能性がある。そのため、流体解析を通して真空度および真空吸引速度によるチャンパー内の可視化を行う。また、焼結後に平面形状から曲面形状への形状変化を抑えるため、曲面形状のままTiO₂ペーストを塗布可能なディップコータを開発する。これにより、曲面形状化での焼結に加えて、更なる薄膜化および多孔質化が可能になると期待できる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

①チャンパー内の焼結環境の可視化

チャンパー内の真空ポンプによる吸引により発生した負圧により、TiO₂ペースト間にギャップが生じ、剥離の要因になっている可能性がある。そのため、チャンパー内のCFD解析を行った。解析ソフトはAnsys社製のFluentを用いた。図1は解析結果である。流入速度は5m/s、真空度はそれぞれ-80kPa、-120kPaで解析を行った。解析の結果、チャンパー内に大きな渦が生じ、特に試験片を置くチャンパー下部に三次元の大きな渦が発生しているのが確認できた。下から上方向へTiO₂の剥離

方向の流線のため、焼結に影響を及ぼしていると考えられる。焼結の真空度を変えても流れ分布に大きな変化はみられていないため、真空度におけるチャンパー内環境の変化は大きくないことが分かった。今後、引き続き解析を進め、最適な焼結環境の構築を行う。

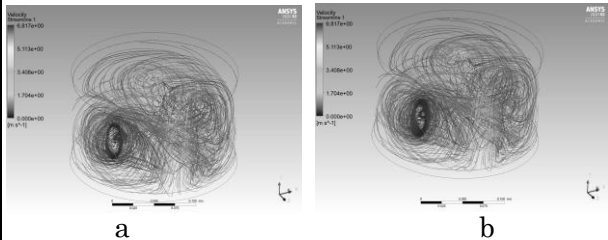


図1 チャンパー内流れ分布
a: -80kPa b: -120kPa

②曲面形状への塗布専用のディップコータの開発
従来はペースト塗布時にスキージー法により塗布を行っていたため、曲面的塗布時に膜厚にムラが生じること、膜厚の細かな制御が困難であり、焼結の条件の解明まで至らなかった。そのため、マイコンとステッピングモータを使用し、安価かつ曲面形状への塗布専用のディップコータの開発を行った。

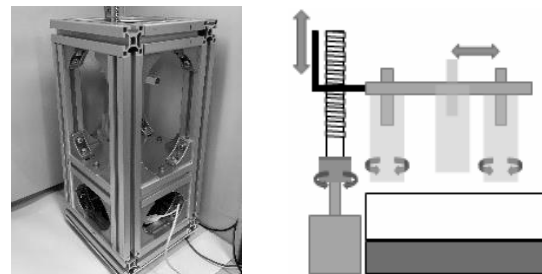


図2 デップコータと試験片保持機構

開発したディップコータの外観や機構、諸元を図2と表1に示す。試験片固定支持部を任意の距離および角度で稼働させることにより、曲面形状での

表1 デップコータ諸元

装置サイズ	230[mm]×220[mm]×510[mm]
試験片最大寸法	50[mm]×50[mm]

TiO₂塗布を可能にしている。また、膜厚とステップングモータの回転数の関係を図3に示す。回転数を変化させることにより、膜厚の制御が可能となり、任意の厚さでの塗布が可能となった。

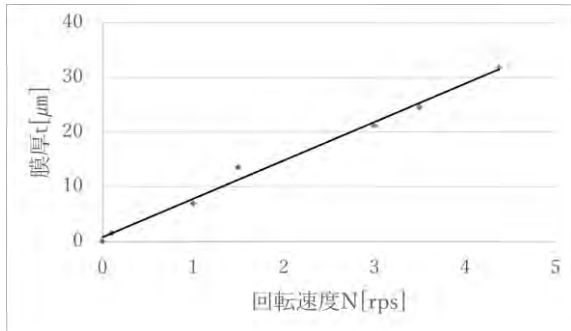


図3 回転速度における膜厚変化

TiO₂焼結試験片の膜厚均一性を測定した結果が図4および表2となる。膜厚が最小の時は膜厚の最大値と最小値の差が0.3μmであり、膜厚最大時は2.8μmとなった。スキージー法では5.2μmの膜厚さがあるため、ディップコーティングを行うことにより、最小でも50%の膜厚安定性が得られることがわかった。

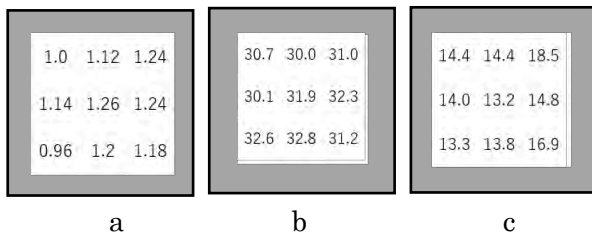


図4 膜厚分布

a: 低速時 b: 高速時 c: スキージー

表2 膜厚比較

	低速時	高速時	スキージー	
最小値	0.96	30	13.3	[μm]
最大値	1.26	32.8	5.2	[μm]

開発したディップコータにより、曲面形状でのTiO₂の焼結や膜厚制御およびムラの軽減が可能と

なった。可能にすることを目的とした。今後、この装置を使用し、最適な焼結条件の解明を進める。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計1件)

1. 鈴木裕貴, 井組裕貴: “曲面形状焼結DSC用ディップコータの開発および発電性能”, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読なし (2020-12)

研究課題名：限定空間内における非接触形状計測

研究代表者：宇都木 修一

小区分：知覚情報処理関連

1. 研究計画の概要

本研究は、限られた空間の上下左右および奥側からステレオ視による計測をおこない、リアルタイムで手や道具などの位置と形状を計測することにより、物体に対する遠隔操作や仮想空間内の物体に対する操作を可能にする入力装置の実現を目指した。

手指の動きの追跡をおこなう装置には大まかに分けて接触方式のものと非接触方式のものに分けられる。接触方式は主にセンサーのついたグローブを手に着用することで、指の曲げ具合などの状態を取得することができるが、手の位置や傾きを計測するには積分処理が必要となり、十分な精度が得られないという難点がある。

非接触方式の場合、固定された外部のセンサーから手の状態の計測をおこなうので、接触方式に比べて手の位置や傾きを正確に取得できるが、逆に指の曲げ具合など手指の形状を正確に計測するには、手指の形状モデルを導入して推定するなどの工夫が必要になる。いずれの方式にしても、手指の計測に特化することになる。

これらに対し、本研究では手指だけではなく、使用する道具や作業対象も計測可能な入力装置の作成を目指した。本研究で作成する入力装置も非接触方式であるが、カメラを使うことで簡便に全方向からの計測を実現し、さらに、形状モデルを用いた推定に依存しないことで、手指だけではなく、道具などのあらゆる物体を対象とした入力を実現することを目指した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

まず、カメラ2台で構成されるステレオ計測システムをアクリル板に2つ固定した計測装置を作成した(図1)。2つのステレオシステムの光軸は互いに垂直に交差している。

この装置で正確な計測をおこなうために、4台のカメラそれぞれに対してカメラキャリブレーション



図1. ステレオ計測システム

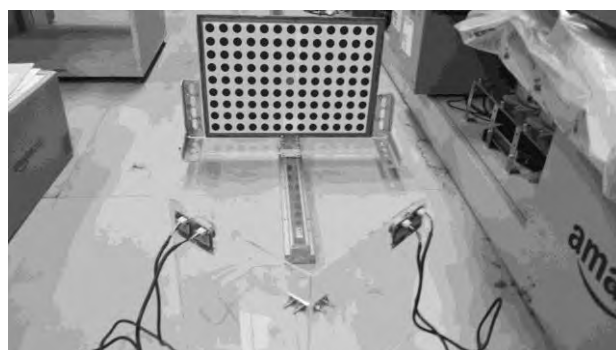


図2. ステレオ計測システム間におけるカメラキャリブレーション

をおこなった。それぞれのステレオ計測システムにおいて、1枚のサンプル平面を基準点から300[mm]の位置から600[mm]の位置まで10[mm]ずつ光軸方向に移動させながら31枚撮影したものをういてカメラキャリブレーションをおこなっている。また、ステレオ計測システム内の2台のカメラで同時に同じサンプル平面を撮影することで、それぞれのカメラの焦点距離や歪み係数などの内部パラメーターだけではなく、カメラ間の位置や角度などの外部パラメーターを同時に求めた。カメラキャリブレーションのアルゴリズムには、消失点を利用する方式を用いている。

次に2つのステレオ計測システム間の相対的な位置や角度を計測するために、4台のカメラで同

時に同じサンプル平面を撮影してカメラキャリブレーションをおこなった。4台すべてのカメラから撮影できるように、サンプル平面はステレオ計測システムの間をそれぞれのステレオ計測システムと 45° （あるいは -45° ）の角度をなすようにしたうえで、基準点からの距離が、500[mm]の位置から 2000[mm]まで 50[mm] ずつ移動させた（図 2）。このとき、求めるのはステレオ計測システム間の相対的な位置と角度のみなので、すでに求めた内部パラメータを用いて、画像の歪み補正などをおこなったうえで、カメラキャリブレーションをおこなった。

ステレオ計測システム間でのカメラキャリブレーションで求めた外部パラメータは、実際にはカメラキャリブレーションにおける基準点を原点とするワールド座標系を、それぞれのステレオ計測システムの座標系に変換するための回転行列と平行移動ベクトルに相当する。したがって、それぞれのステレオ計測システムで計測した 3次元座標を逆変換することで、共通するワールド座標系に射影し、統合することができる。

ステレオ計測システムで正確な計測をおこなうことができ、ワールド座標系に対するステレオ計測システムの外部パラメータも正確に求めることができるのであれば、ワールド座標系の同一の点を別々のステレオ計測システムで計測したうえで、ワールド座標系に射影すれば、全く同一の座標に射影される。逆にズレが生じれば、その度合いが計測システムの計測の正確性を表す。

そこで、構築した計測システムの正確性を確認するために、白い紙に印刷された赤い矩形を 2つのステレオ計測システムで同時に撮影し（図 3）、計測によって求めた、その矩形の頂点の 3次元座標をワールド座標系に射影した際に生じるズレを計測した。矩形を印刷した紙を上下左右に 10秒ほど移動させ、動画として撮影をおこなっている。また、撮影開始時に LED を点滅させることで、動画のスタート時点の同期をとっている。

各頂点で計測されたズレの平均値の時間変化を表したものが図 4 である。矩形が停止しているときはズレの大きさも 20[mm] 程度であったが、矩形が移動すると、ズレが大きくなり、60[mm] 近いズレが出ることもあった。

物体が移動している場合にズレが大きくなる原因として、移動物体を撮影した際に生じるブレ



図 3. それぞれのステレオ計測システムにおける矩形の撮影

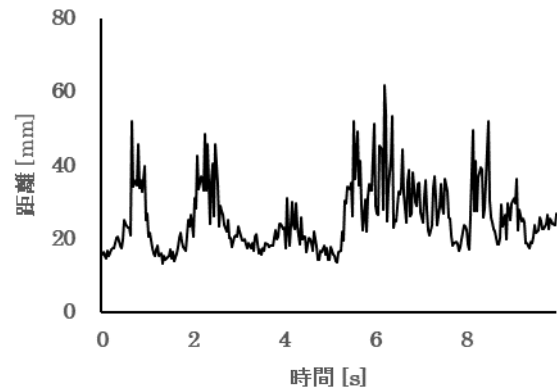


図 4. 計測結果のズレの時間変化

（モーションブラー）と、動画撮影時に記録処理が追い付かなくなることで生じるコマ落ちが挙げられる。これらのズレの原因は、ハードウェアの性能を向上させることで抑えることができるが、計測にそれほど精密性を求めないのであれば、計測値に対して時間方向の平均を取ることで抑えることができる。

また、物体が静止している理想状態でも 20[mm] 程度のズレが生じているが、これについては、キャリブレーションの際のサンプル平面の撮影方法を変更することによって、改善できる余地がある。今回はステレオ計測システムの角度の算出に重点を置いたため、サンプル平面の移動量を多めにとったが、それとは別に、平行移動量の算出に重点を置いた近い距離での撮影データもさらに加えることで、正確性を向上させられることが期待できる。

今回の課題研究では、計測のずれが想定よりも大きく出た為、実際に手指の形状計測にまで到達することができなかったが、上記の問題点を解決することで、より正確な計測を実現できる余地がある。

3. 代表的な研究成果
該当なし。

課題研究費実績報告書

令和3年3月30日現在

研究課題名：高専学生による運動中の生体情報計測を通じた研究・教育力向上に関する研究

研究代表者：吉田 慧一郎

小区分：高等教育学関連

1. 研究計画の概要

近年の高齢化社会の加速やアクティビティの多様化に伴い、アクティビティ中における事故が増加しており、簡便に動脈血酸素飽和度 SpO_2 および心拍数 HR などの生体情報を運動下でリアルタイムに計測する技術が必要とされている。また、一方で高等専門学校（高専）においても学生側、企業側の双方から医療・福祉分野への関心は高まっており、高専教育で習得した知識・技術の医療・福祉分野への応用が求められている。そこで、本研究では高専学生、特に卒業研究等を開始していない学年が主体となり、生体情報計測機器の開発を目的として実施した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究では光学センサを用いた学生の生体情報計測技術の向上を目標として、①生理学的パラメータの1つである動脈血酸素飽和度 SpO_2 および心拍数 HR を運動下でリアルタイム計測を行う為の計測機器である耳たぶセンサ式の計測機器を製作し、計測機器で得られた結果の比較検討の実施。②携行型分光器を用い、分光情報から食物の劣化度の定量評価を行う指標の模索の実施。以上の2種類の研究を行った。

研究を進めるにあたり、専攻科2年生・卒研生が本科生の機器製・実験の指導を行い、本科3年生ならびに4年生が中心となり研究を実施した。下記に行った実験を示す。

① 耳たぶ式計測機器を用いた歩行実験

耳たぶ式の計測装置は3Dプリンタで作製したセンサ取り付け用治具を用いて耳たぶにセンサを装着し、計測を行う。取り付け用治具はクリップ式になっており、耳たぶを挟み込む形で固定する（図1）。実験は、サレジオ高専近辺の尾根緑道にて計測を行った。約5[km]のコース（片道2.5[km] 往復）を約55[min]で歩行した（図2）。

その際に得られた実験結果の一例を図3に示す。

SpO_2 および HR は実験開始後から試験コースの起伏のアップダウンに伴う運動量の変化に合わせて変動していることが分かった。また、 SpO_2 が低下した際に HR が増大し、血中の酸素濃度を一定に保持しようとする動きも見られた。

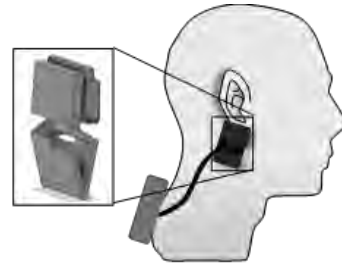


図1 作製した試作機（耳たぶ式）



図2 運動実験の様子

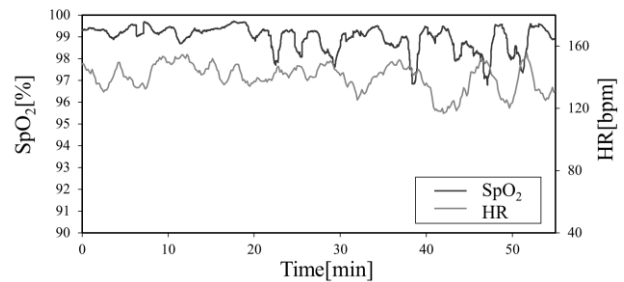


図3 運動実験結果

② 携行型分光器を用いた食物劣化度の定量評価法の検討

携行型分光器を用いた研究では、一般家庭や小規模な飲食店でも使用可能な携行型分光器を用いた食物の劣化度の非侵襲的検査方法の提案を行うことで、SDGs 達成への手助けとなるようなシステムの検討を目標として、日常生活内における様々な食物の日ごとの劣化情報の可視化を行った。

携行型分光器は 3D プリンタで製作したケース内に固定し、光源を白色 LED(OSPW5111A-Z3)として反射光強度を分光器で取得した(図4)。実験は携行型分光器を机の上に固定し、各対象を分光器採光部に接触させ分光反射率を計測した。



図4 携行型分光器

結果を図5に示す。共に、波長 500 [nm] から 700 [nm] の可視光領域での分光反射率の結果である。1日目において、分光反射率では高波長側になるにつれて反射率が高くなる傾向がみられた。加えて、波長 560 [nm] において特徴的なピークがみられた。このピークは豚肉ロースの組織中に残っていた酸化ヘモグロビンの光吸収を反映したものであると考えられ、組織内に酸素が多く含まれ、新鮮な状態であると判断できる。対して、11日目では波長 560 [nm] 付近でのピークは抑えられ、脱酸素化ヘモグロビンの光吸収を反映したものとなっている。そのため、11日目の豚肉ロースは劣化がかなり進んだ状況となっていると考えられる。

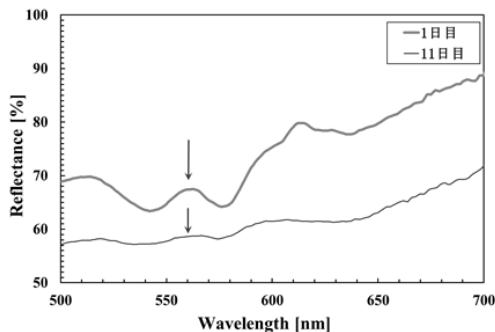


図5 食物劣化の推移(豚肉ロース)

これら①②の研究は学生が主となり実施した。これら研究成果をまとめ、4件の学外の学生発表を行った。それにより、本研究題目である生体情報計測を通じた研究・教育力の向上が達成されたと考える。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計5件)

- (1) 吉田慧一郎, 菅野峻矢, 「汎用一眼カメラを用いた運動時における血行動態変化の可視化に関する検討」, 日本福祉工学会第24回学術講演会, 講演論文集, 査読無, pp39-40
- (2) 住吉佑基, 吉田慧一郎, 「新しい生活様式下における生理学的パラメータのリアルタイム計測に関する検討」, 日本福祉工学会第24回学術講演会, 講演論文集, 査読無, pp41-42
- (3) 菅野峻矢, 吉田慧一郎, 「汎用一眼カメラを用いた熱中症予防技術開発に関する検討」, 第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 予稿集, 査読無, pp1520-1521
- (4) 伊藤倫太郎, 住吉佑基, 吉田慧一郎, 「運動時における体調不良早期発見システムに関する研究」, 第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 予稿集, 査読無, pp1527-1528
- (5) 米山竜平, 住吉佑基, 伊藤倫太郎, 吉田慧一郎, 「携行型分光器を用いた日常生活内における食物の劣化度の検討」, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会, プログラム集, 査読無, p60

課題研究費実績報告書

令和3年3月22日現在

研究課題名：高専生の快適感が向上する学習環境の検討－温熱環境と温冷感と知的生産性の視点から－

研究代表者：吉田 将司

小区分：家政学及び生活科学関連

1. 研究計画の概要

本研究の目的は、学校内の温熱環境を把握し、学生の衣服内気候・運動強度 METs の測定と学習効率・知的生産性の関係性を調査する。その結果と学生の温冷感・快適感に対する主観評価と比較し、高専在学学生に対する「快適な学習環境」について知ることである。学習温熱環境をモニタリングし IoT 技術を活用して集約できれば、学校内の温熱環境の変動特性が実時間で「見える化」され、適切な空調制御方法の検討が可能となる。本研究ではこれらの手法を採用してモニタリングされている温熱環境下の学生の温冷感や快適感などの主観評価を行い、机配置や建物の方角、年齢や性差などの点から多角的に分析する。また学習効率や知的生産性の評価から、温熱環境との関係について検討する。最後に屋外・屋内の運動時・静穏時における、学生の体調変化を検出する方法について検討する。今年度実施を計画している研究内容を以下に説明する。

① 学内観測ネットワークの構築

まず学内温熱環境観測ネットワークを構築・拡張し、教室等の温熱環境（気温・湿度・CO2濃度）をモニタリングする。結果は市販の観測機器（WBGT計）と検証する。図1はモニタリングシステムの可視化例を示す。図のように不快指数等を箱庭等で可視化することにより、学生に視覚的に注意喚起する。また気象条件による建物への影響を確認するために、温熱環境を twitter など WEB 配信するシステムを構築する。

② 温冷感及び快適感アンケートと観測結果の解析

次に、昨年度実施した学生に対する服装や温冷感、快適感のアンケートと学内温熱環境観測結果の解析を実施する。多変量解析手法を用いた統計的処理から、アンケート結果の年齢・教室の場所・性差などの違いから快適性に関する傾向を把

握する。

③ 衣服内気候による体調変化検出

最後に屋内外の静穏時及び運動時における学生の衣服内気候を観測・可視化する。衣服内温湿度や鉛直方向の加速度、心拍数から、各条件下における学生の体調変化を検出するための傾向を明らかにする。図2は取得情報を遠隔地で表示するシステムの例を示す。別の場所から情報を取得できれば、体育や校外活動、部活動などで学生・教員の主観だけでなく客観的・定量的なデータが得られ、安全管理の一助となる。

ただし、今年度は学内での研究活動に大きな制約が生じたため、①と②については観測と解析方法の構築を中心に実施し、③については実施しなかった。

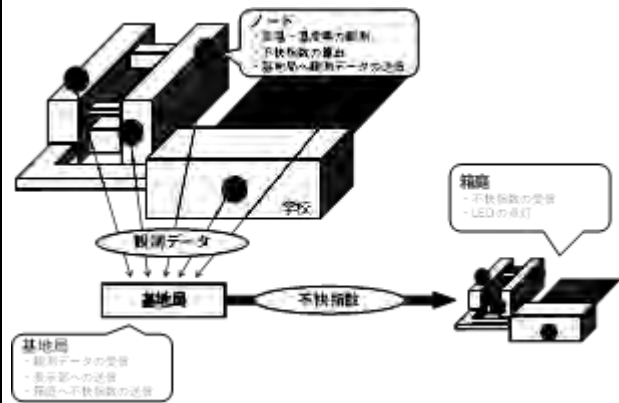


図1 可視化システムの例

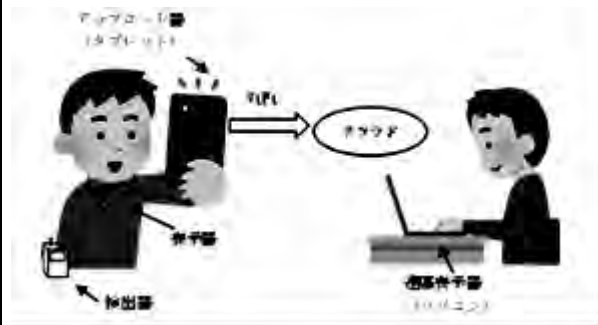


図2 遠隔表示システムの例

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

① 学内観測ネットワークの構築

今年度は数か所昨年度と観測場所を変更して室内の温熱環境観測を実施した。表1は観測場所一覧を示す。変更した理由は、校舎の方角と階層及び部屋の使用目的別に解析するためである。なお、今年度は室温と湿度の観測データを蓄積することとどめ、CO₂の観測とWBGT計との比較は実施しなかった。

次に温熱環境の可視化のためのWEB配信システムを構築した。このシステムについては、本研究室で実施している他の観測用センサネットワークとの共有化を検討した。図3は各観測ネットワークのデータ収集とその表示システムの概要を示す。LoRaモジュールにて送信された観測データは、基地局で受信されインターネットを通じて外部サーバにて蓄積される。その結果は表示用phpファイルが生成されて、WEB上にて確認することができる。図4は新たに構築したデータ収集用の基地局の構成を示す。基地局はこれまでノートPCを利用していましたが、小型で移動や複数化及びインターネット接続が容易なRaspberry Piに変更した。図5はWEB上の表示画面の例を示す。このシステムにより、ノードから取得した情報をリアルタイムに定期更新し、表示できるようになった。ただし今年度は研究時間の都合上、現在の学内観測ネットワークの実装はできず、昨年度屋外に設置した微気象観測ノードのみこの表示システムを実装した。

箱庭に関しては、観測場所変更に伴うLED点灯位置の変更及び若干の改良を実施した。

表1 観測場所一覧

ノードNo.	変更前	変更後
1	303	306
2	320	320
3	グラント	303
4	図書館	図書館
5	401	401
6	第一アリーナ	第一アリーナ
7	306	206
8	310	241
9	422	422
10	228	228
AAC1	屋上	屋上

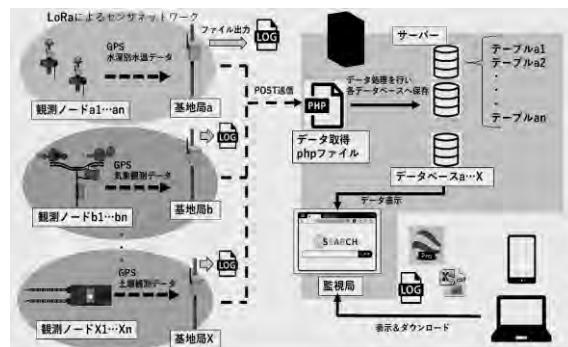


図3 データ収集及び表示システムの概要



図4 基地局の構成図



図5 WEBの表示画面の例

② 温冷感及び快適感アンケートと観測結果の解析

昨年度の研究では、温冷感評価のアンケート調査の結果から室内温熱環境の改善を図ることで学生の学習効率が上昇することが分かった。今年度はさらにアンケート項目を人間生活環境系に則した形式に変更して clo 値及び快適度調査を実施す

る予定であった。しかし遠隔授業を中心とした年間授業であったため、実施しなかった。

そこで、今年度は昨年度に学内温熱環境観測システムで取得したデータの再解析を実施した。学内温熱環境観測システムは本校の北東、南西の建物における1階から4階までの教室および校庭、図書室に温湿度センサを取り付けたノードを設置して校内の温熱環境を観測している。このシステムで測定した各教室の温湿度データを用いて教室の温湿度が変化の傾向を統計的に解析する。昨年度も解析を実施していたが、データ量が多かったため、曜日、時間を限定して平均値を算出し、定性的な傾向を確認したのみであった。今年度はソフトウェアのPythonを導入し、データベースと効率的な解析手法の構築を行うこととした。

まず回収したデータを統合し、データをノードごとに分けて1時間平均を計算するプログラムをPythonで作成した。その後、室内に人がいる確率が高い時刻である、13:00~14:00のデータのみを取り出し月平均を求めた。今回は3階の南西側教室(321)、北東側教室(310)及び研究室(303)について室温と湿度の月平均値の移動を比較した。

図6は本校の303(研究室)、310(教室)における月平均の温湿度分布を示す。実線が303、破線が310である。この図から研究室と教室の温湿度平均値の移動は異なっていることが分かった。また冬季において310教室は室温が低く、研究室(303)と比較すると11月と12月は約3°Cの違いが見られた。一方、湿度は若干高めめの傾向があった。図7は南西側の321教室と北東側の310教室を比較した温湿度分布を示す。図の点線が321、破線が310である。この図から教室の温湿度平均値は同じような移動を示すことが分かった。しかし南西側と比較して北東側は夏季の平均室温が約1°C高く、冬季は約2°C低いことが確認できた。この結果から昼間における方角、教室、研究室による温湿度の季節変動特性の違いが確認できた。

今後は1日を通じた温湿度平均値分布及び、今年度実施できなかったclo値及び快適度アンケートを実施する予定である。

③ 衣服内気候による体調変化検出

前述の通り、今年度は研究時間の都合上実施できなかった。

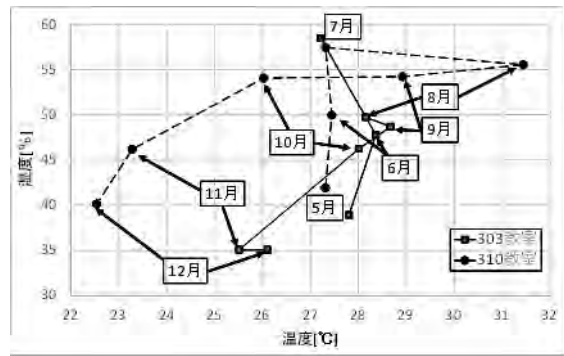


図6 温湿度の変化 (303, 310)

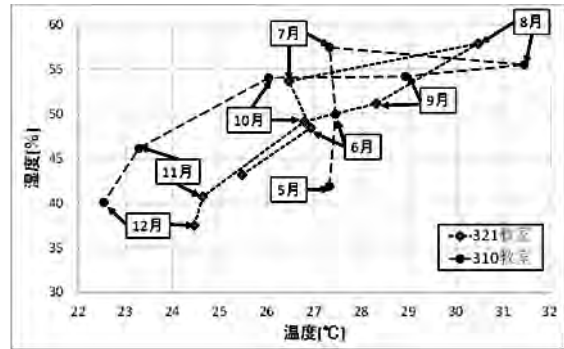


図7 温湿度の変化 (321, 310)

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計2件)

- [1] 柴田健吾, 吉田将司, “LoRa と外部サーバを利用した遠隔地センサネットワークの監視システムに関する研究”, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, D122, Dec, 2020.
- [2] 大庭康平, 吉田将司, “学内温熱環境観測システムを利用した校舎の温熱環境の調査”, 第44回人間-生活環境系シンポジウム報告集, pp.65-66, Dec, 2020.

課題研究費実績報告書

令和3年3月15日現在

研究課題名：アジア太平洋地域における残虐行為の予防ガバナンスに関する研究

研究代表者：宮下大夢

小区分：国際関係論関連

1. 研究計画の概要

本研究の目的は、アジア太平洋地域における「残虐行為の予防ガバナンス」の構築について、国家、政府間国際機構、非国家主体の相互作用に着目して考察することである。

2016年にアジア太平洋地域の主要な研究機関と非政府組織（NGO）が「残虐行為の予防のためのアジア太平洋パートナーシップ」（Asia Pacific Partnership for Atrocity Prevention: APPAP）という国境を越えた市民社会のネットワークを設立した。APPAPの設立目的は当該地域における「保護する責任」（Responsibility to Protect）規範の推進と残虐行為の予防である。2021年3月現在、APPAPは29の研究機関・NGOで構成されている。

アジア太平洋地域にはミャンマー軍による残虐行為によって74万人以上の難民が発生したロヒンギャ問題が存在しており、残虐行為の予防に取り組むAPPAPに関心が寄せられている。そこで、本研究では国際関係理論の一つである社会構成主義の分析概念を用いて、APPAPが当該地域における「残虐行為の予防ガバナンス」の構築においてどのような役割を果たしているかを明らかにする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究は3つのフェーズに分けて実施する。第1フェーズに該当する2020年度は、最新の研究動向を整理しながら「残虐行為の予防ガバナンス」の概念整理と本研究で用いる分析枠組みの構築と精緻化を行った。

そして、APPAPがどのような戦略を用いて「保護する責任」の推進と残虐行為の予防に取り組んできたかを調査するために、APPAPの年次総会やワークショップに参加した。具体的には、2020年9月22日に開催された年次総会と2月22日に開催されたワークショップである。どちらも新型コロナウイルスの影響でZoomを用いたオンラインでの開催となった。

本研究の最終成果は2021年度に開催するシンポジウム（新型コロナウイルスの影響を受け、2019年度から開催が延期されている）にて発表した上で、書籍として出版する予定である。

3. 代表的な研究成果

〔図書〕（計2件）

1. 宮下大夢, 難民問題をめぐるASEANの地域ガバナンス—ロヒンギャ難民危機への対応を事例に, 山田満・本多美樹編著, アジアにおける「非伝統的安全保障」協力に基づく平和構築—イシューとアクターからみる安全保障の位相, 明石書店, 2021年6月刊行予定
2. Yasunobu Sato, Hiromu Miyashita et al., (eds., as chairs), Refugees, Migrants and Issues Related to Education, Employment: Seeking to Ensure Human Security, *Journal of Human Security Studies*, 10(1), Special Issue 2021, Forthcoming May 2021

〔その他〕（計2件）

1. 宮下大夢, 人間の安全保障の理論と実践—「誰も取り残されない」社会の実現に向けて, *SYNODOS Academic Journalism*, 2020年12月 (<https://synodos.jp/international/23969>)
2. 宮下大夢 (翻訳), 第10章 未来への回帰, アレクサンダー・ベッツ, ポール・コリアー (滝澤三郎, 岡部みどり, 佐藤安信, 杉木明子, 山田満監訳), 保護—崩壊する難民制度を立て直す, 明石書店, 2021年8月刊行予定

研究課題名：減衰量を指定可能な阻止域可変 FIR フィルタの多項式係数の削減に関する研究

研究代表者：宮田統馬

小区分：計測工学関連

1. 研究計画の概要

これまでに、申請者は高速高精度な計測を実現するために、阻止域の一部に高い減衰量を有し、かつ、阻止域の特性が可変なデジタルフィルタの設計法を提案してきた。しかしながら、これまでに提案してきた可変フィルタでは、高い減衰量を得るために直接的に減衰量を指定するのではなく、帯域にかける重みにより減衰量を制御していたために、狙った減衰量を得ることの難しさがあった。近年、高い減衰量の値を直接的に指定可能な阻止域の特性が可変な直線位相 FIR(Finite

Impulse Response) フィルタの設計法の開発を行った。そこで、本研究では実時間処理を考慮して多項式係数すなわち乗算器の削減を考慮した設計法及び実装法について研究を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究で扱うフィルタの所望特性を図1に示す。図に示すような阻止域の一部に高い減衰量を持たせることで、阻止域全体を高減衰量としたフィルタよりもフィルタ次数が削減できるため、フィルタリング時間を低減することが可能となる。さらに、高減衰量部分に存在するノイズなどの変化に対応するために、可変パラメータ ϕ, ψ, ν により、高減衰量の位置と大きさ（本研究では dB で与える）、さらに阻止域端周波数可変とする。ここで、この可変フィルタの理想特性は、

$$D(\omega, \nu, \phi, \psi) = \begin{cases} 1 & 0 \leq \omega \leq \omega_p \\ 0 & \nu \leq \omega \leq \phi \\ 0 & \phi < \omega < \phi + \tau \\ 0 & \phi + \tau \leq \omega \leq \pi \end{cases} \quad (1)$$

となる。ただし、 τ は高い減衰量部分の帯域幅であるが、本研究では可変させない。

タイプ I の直線位相可変 FIR フィルタの振幅特性は、

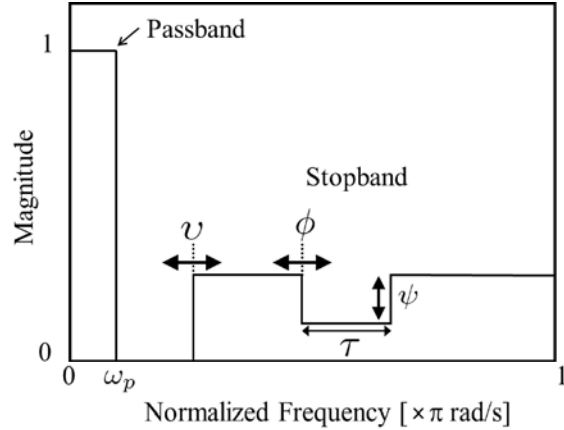


図1 所望特性

$$H(\omega, \nu, \phi, \psi) = h(0, \nu, \phi, \psi) + 2 \sum_{i=1}^N h(i, \nu, \phi, \psi) \cos i\omega \quad (2)$$

$$h(i, \nu, \phi, \psi) = \sum_{l_\nu=0}^{L_\nu} \sum_{l_\phi=0}^{L_\phi} \sum_{l_\psi=0}^{L_\psi} g(i, \nu, \phi, \psi) \nu^{l_\nu} \phi^{l_\phi} \psi^{l_\psi} \quad (3)$$

と表せる。ただし $2N$ はフィルタ次数、また L_ν, L_ϕ, L_ψ は多項式次数、 g は多項式係数であり本可変フィルタの設計は、この係数すなわち係数乗算器の値を求める問題に帰着される。また、式(3)の可変パラメータ ϕ, ψ, ν は、各パラメータの値が振幅特性に反映されるように、元の値から -1 から 1 の範囲で正規化して与える。さらに、本可変フィルタの設計問題は等リプル特性を得るために、ミニマックス近似とする。これまでの設計法では、誤差関数に重み関数を付与することで、高い減衰量を実現していた。しかしながら、その方法では狙った減衰量を得られない場合がある。そこで、本研究では以下のような設計問題とする。

$$\begin{aligned} & \min \lambda(\nu, \psi) \\ & \text{sub. to } e(\omega, \tilde{\nu}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}')^2 \leq \lambda(\nu, \psi) \\ & \quad \dots 0 \leq \omega \leq \omega_p, \nu \leq \omega \leq \phi, \\ & \quad \phi + \tau \leq \omega \leq \pi \\ & \quad e(\omega, \tilde{\nu}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}')^2 \leq \psi' \dots \phi < \omega < \phi + \tau \end{aligned} \quad (4)$$

ただし、 $\tilde{\phi}, \tilde{\psi}, \tilde{\nu}$ は -1 から 1 の値に正規化した可

変パラメータであり、 e は誤差関数、
 $e(\omega, v, \phi, \psi') = D(\omega, v, \phi, \psi) - H(\omega, v, \phi, \psi')$ (5)
 であり、 λ は最大許容誤差である。このとき、2
 つめの制約条件が高減衰量の値を直接指定するも
 のである。ただし、可変パラメータ ψ [dB] は、
 式 (4) の設計問題において許容誤差として扱うた
 めに可変できる範囲を ψ_{\min} から ψ_{\max} として、
 $\psi' \in [\psi'_{\min}, \psi'_{\max}]$

$$\psi'_{\min} = 10^{\frac{\psi_{\min}}{20}} \quad (6)$$

$$\psi'_{\max} = 10^{\frac{\psi_{\max}}{20}}$$

と定義している。最終的に式 (4) の設計問題を半
 正定値設計問題として以下のように定義する。

$$\min \mathbf{d}\mathbf{x}^T \quad (7)$$

$$\text{sub.to } \mathbf{U}(\mathbf{x}) \succeq \mathbf{0}$$

ただし、

$$\mathbf{d} = [1 \cdots 1 \ 0 \cdots 0] \quad (8)$$

$$\mathbf{x} = [\lambda(v_1, \psi_1) \cdots \lambda(v_{M_v}, \psi_{M_v}) \ \mathbf{g}] \quad (9)$$

$$\mathbf{U}(\mathbf{x}) = \text{diag}[\Gamma_\lambda(\omega_1, \tilde{v}_1, \tilde{\phi}_1, \tilde{\psi}'_1) \cdots$$

$$\Gamma_\lambda(\omega_M, \tilde{v}_{M_v}, \tilde{\phi}_{M_\phi}, \tilde{\psi}'_{M_\psi}) \quad (10)$$

$$\Gamma_\psi(\omega_1, \tilde{v}_1, \tilde{\phi}_1, \tilde{\psi}'_1) \cdots$$

$$\Gamma_\psi(\omega_M, \tilde{v}_{M_v}, \tilde{\phi}_{M_\phi}, \tilde{\psi}'_{M_\psi})]$$

$$\Gamma_\lambda(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') = \begin{vmatrix} \lambda(v, \psi) & e(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') \\ e(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') & 1 \end{vmatrix} \succeq 0 \quad (11)$$

$$\Gamma_\psi(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') = \begin{vmatrix} \psi' & e(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') \\ e(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') & 1 \end{vmatrix} \succeq 0 \quad (12)$$

であり、 M は周波数の評価点数、 M_v, M_ϕ, M_ψ は
 可変パラメータの評価点数である。

次に、多項式係数の削減について述べる。可変
 フィルタにおいて、各フィルタ係数は式 (3) に示
 すとおり、可変パラメータをべき乗したものと多
 項式係数 \mathbf{g} を乗算したものの和となっている。加え
 て、本研究では各可変パラメータを-1から1で正
 規化して与えている。故に、 l_v, l_ϕ, l_ψ が高次とな
 ると $\tilde{v}^{l_v} \tilde{\phi}^{l_\phi} \tilde{\psi}^{l_\psi}$ の値は小さくなる。従って、可変パ
 ラメータが多数かつ高次で構成される項がフィル
 タ係数全体に与える影響は小さいと考えられる。
 このことを利用して、式 (2) のフィルタ係数を、

$$h(i, v, \phi, \psi) = \sum_{y_1=0}^{Y_1} \sum_{y_2=0}^{Y_2} \sum_{y_3=0}^{Y_3} \mathbf{g}(i, y_1, y_2, y_3) \tilde{v}^{y_1} \tilde{\phi}^{y_2} \tilde{\psi}^{y_3} \quad (13)$$

$$Y_p = \begin{cases} K - \sum_{j=1}^{p-1} y_j & \text{if } K - \sum_{j=1}^{p-1} y_j \leq L_p \\ L_p & \text{if } K - \sum_{j=1}^{p-1} y_j > L_p \end{cases} \quad (14)$$

として与え直す。ただし、 P は可変パラメータの
 数であり、 $Y_p \leq 0$ の場合は $Y_p = 0$ とし、 $p-1=0$
 のとき Σ の項は零値とする。また、 $L_1 = L_v$ 、
 $L_2 = L_\phi$ 、 $L_3 = L_\psi$ である。このとき K は、

$$K \leq \sum_{p=1}^P L_p \quad (15)$$

であり、多項式次数の総和よりも K の値を小さ
 くすることによって多項式係数すなわち、実装の
 際に必要な乗算器の数を削減することが可能とな
 る。また、フィルタの構造について着目すると高
 次の多項式係数が削減されるのみで、削減前のも
 のと比較して大きな変化はない。故に、可変パラ
 メータのべき乗の計算が削減可能なFarrow構造を
 用いることができるため、さらなるリアルタイム
 処理が望めると考えられる。

実際に上記の手法を用いてフィルタの設計を行っ
 た。設計した可変フィルタの仕様は、フィルタ次
 数を $2N = 50$ 、多項式次数 $L_v = L_\phi = L_\psi = 3$ 、通過端
 域正規化角周波数 $\omega_p = 0.1$ 、阻止域端正規化角周
 波 $v = 0.19 \sim 0.21$ と設定した。また、高減衰量部分
 を $\tau = 0.2$ 、可変パラメータを変化させる範囲を
 $\phi = 0.39 \sim 0.41$ 、 $\psi = -90 \sim -70$ とそれぞれ設定し、
 多項式次係数削減のパラメータを $K=6$ と設定した。
 図2～4に得られたフィルタの振幅特性を示す。
 これらの図より多項式係数の削減を行っても、可
 変パラメータの値に対応して振幅特性が変化し、
 かつ等リプル特性が維持されていることが確認で
 きる。次に、多項式係数を削減行った場合と行っ
 ていないものとで減衰量の比較を行う。設計例に
 おいて多項式係数の総数は、削減を行ったものは
 2754であり、行っていないものは3264であり約
 15.6%の削減を行っている。まず、多項式係数の
 削減を行い設計した可変フィルタの減衰量を示す。
 可変パラメータの値を図3の振幅特性と同様なも
 のに設定した場合の減衰量は、高減衰量とした帯
 域は-80.02dBであり、そうでない帯域は-47.06dB
 であった。次に、多項式係数の削減を行っていな
 い場合は、高減衰量とした帯域は-80.46dBであり、
 そうでない帯域は-46.91dBとなった。故に、多項

式係数の削減を行っても遜色のない減衰量が得られており、効率的に多項式係数の削減が行われていることが確認できる。

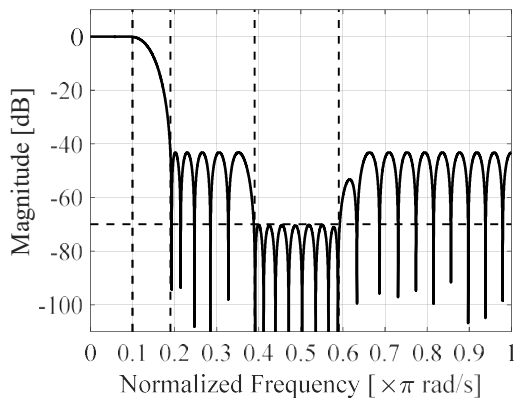


図 2 振幅特性 $\nu = 0.19, \phi = 0.39, \psi = -70$

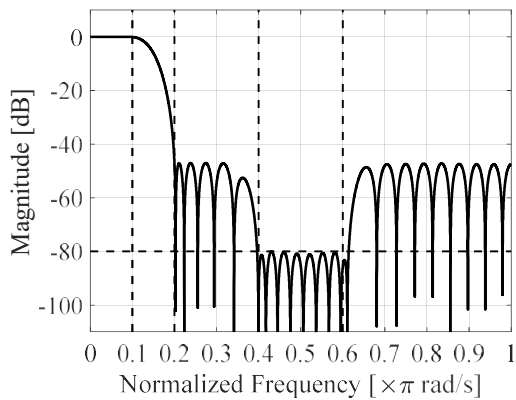


図 3 振幅特性 $\nu = 0.20, \phi = 0.40, \psi = -80$

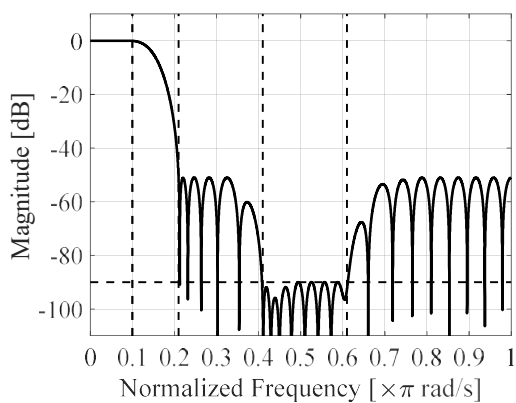


図 4 振幅特性 $\nu = 0.21, \phi = 0.41, \psi = -90$

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計 1 件）

- [1] 宮田統馬, 相川直幸, 多項式次数の削減を考慮した減衰量を指定可能な阻止域可変直線位相 FIR フィルタの一設計法, 電学制御研資, 査読無, CT-21-041, pp.31-36

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：学生の統率力向上を目指した体育授業の検討
～主体的なスポーツ活動実践のために～

研究代表者：高野 修

小区分：身体教育学

1. 研究計画の概要

本研究は、本校学生を対象に主に高等専門学校生（以下高専生とする）が卒業後の社会生活において自ら主体的に運動・スポーツ活動を実践できる能力の獲得を目指した体育授業の検討を行うものである。特に運動に関心が薄い高専生が、生涯を通じて自発的に身体を動かす機会を持つことは自身の健康を保持増進させる観点からも重要であり、また勤務先のレクリエーション活動をはじめ他者との関わり合いの中で運動・スポーツ活動を実践するためには相応のコミュニケーション能力も求められる。

かねてから高専生のコミュニケーションやリーダーシップに関する能力についてはその向上が求められると様々なデータを基に述べられており、学生自身もこれらについて苦手意識を持つ者が多い。身体的な部分のもとより、運動・スポーツ活動を通じて良好な人間関係を構築できるメンタルスキルを獲得するために、本研究では体育授業を通じて学生の統率力（リーダーシップ）の向上を図る取り組みの検討を行うことを目的としている。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本校本科5年生を対象に調査を行った。対象者の授業効果（学生個人の体育自己効力感の変化）について、既存の体育自己効力感尺度（10項目）を用いた質問紙を通して年度はじめ（Pre）と学年末（Post）にそれぞれ回答させたものを集計して分析を行った。分析項目は、学年全体及び学科ごとのPre-Post間の得点比較となっている。この2つの時期を分析することにより、学生の授業前後の変化が明確となるになると仮定した。また、体育自己効力感尺度各10項目の合計得点にて評価することで自己効力感の全体的な傾向が明確になると仮定した。

統計処理にはSPSS Statistics Ver.27を用いた。Pre-Post間の合計得点の比較は、学年全体及び学

科ごとの平均値を算出し、対応のあるt検定を実施した。なお、全ての分析で有意水準を5%未満に設定した。

その結果、学年全体の体育自己効力感尺度の合計得点には有意な差がみられ、Post得点がPre得点よりも有意に増加した（図1）。

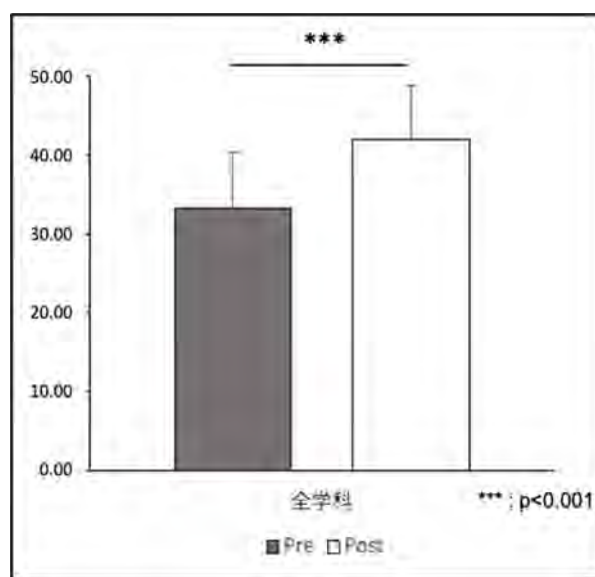


図1. 5年生全体のPre-Post比較

また、学科ごとの体育自己効力感尺度の合計得点には全学科に有意な差がみられ、学年全体の結果と同様にPost得点が有意に増加した（図2）。

これらの結果から、学生自身が計画・運営を行う方式の授業は、学生個人の体育自己効力感尺度に正の効果を与えていた。つまり、学生の自信を向上させ、より前向きに取り組むことができ、ソーシャル・スキルを高めることに寄与する可能性があると考えられる。

教員側からみた授業の様子は、どのクラスにおいても学生が協力的に取り組んでいたことから、授業を運営する際、協調性の重要性について認識できる機会になったと感じている。年度最初の授

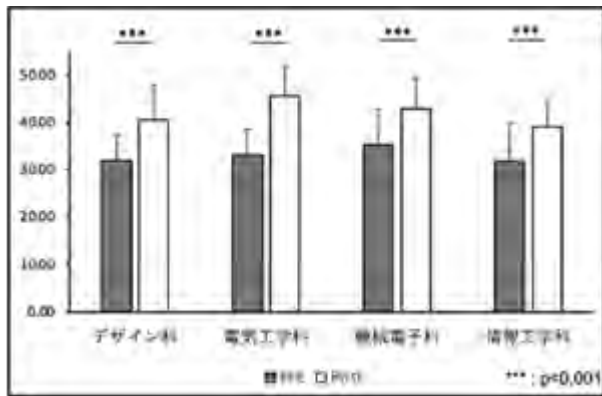


図2. 各学科のPre-Post比較

業でこの点については教員側からレクチャーしていることも要因となつてはいるが、学生側も意欲的に行動に結び付けてくれたことが大きい。

また、授業後に学生に自由記述での省察を行ってもらったところ、日頃から課外活動等に積極的に取り組んでいる学生ほどポジティブな記述が多い印象を受けた。一方で、ネガティブな記載をする学生も原因を明示して改善策を提案するなど前向きな姿勢を見せてくれたことは授業効果として大きいものがあると評価できる。

このことから、学生自身が運営するスタイルの体育授業を実践することにより、自己効力感を高めソーシャル・スキルや社会人基礎力の向上に結び付く可能性があるという結論が得られた。

以上の通り、計画していた調査はコロナ禍により予定していたサンプル数は得られなかったものの、当初の仮説を検証するに十分な結果を得ることができたと判断している。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計1件)

- [1] 大野達哉・高野修・鎌田俊司：“ソーシャル・スキルの向上を目的とした体育授業が学生の自己効力感に及ぼす影響：生涯スポーツを意識した授業づくり”，第9回 関東信越地区高等専門学校 体育・スポーツ研究会 研究報告2，(2021)

課題研究費実績報告書

令和3年 月 日現在

研究課題名：ルチル型酸化チタンにおける真性欠陥の安定性評価

研究代表者：黒木雄一郎

小区分：無機材料および物性関連

1. 研究計画の概要

酸化チタンは多様な用途に使われている代表的な機能性材料であり、顔料や光触媒の他にもクロム添加により赤外発光を示すことが報告されている。申請者は赤外発光を示す酸化チタンをセキュリティインクとして実用化するための過程で、この発光がクロム添加によるものではなく、ルチル型酸化チタンの真性欠陥に起因する可能性を見出した。一方で酸化チタンという良く知られた材料のバンド構造や真性欠陥と光触媒などの機能性の発現については現在も活発に議論されており、今後も系統的な学術的研究の推進が望まれている。本申請では、極低温 PL 測定によりルチル型酸化チタンにおける欠陥のエネルギー準位を実験的に明らかにするとともに、理論計算による局所的欠陥構造の電子状態および安定性の解析・評価を行い発光種を推定することを目的とする。効率的な欠陥の導入方法に関する指針を得ることで、発光強度の増大など、セキュリティインクの実用化に資する試料の合成が可能となる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本年度はコロナウイルス感染症の影響により実験時間が大幅に減縮されたため、理論計算による欠陥の安定性および格子定数の変化に関する評価を中心に研究を推進した。特に、クロムの添加により真性欠陥である酸素空孔が生成される可能性を検討するために、基本的な結晶構造およびクロムを添加した場合の結晶構造の変化について調査した。

(1) 初期構造とポテンシャルファイルの準備

結晶構造の可視化ソフトである VESTA を用いて初期結晶構造を構築した。これまでの実験により、クロムを添加した酸化チタンの母体結晶はルチル型であることがわかっている。酸化チタンにおける各原子のファンデルワールス (VdW) エネルギー

はレナードジョーンズ型を採用し、分子動力学シミュレーションソフトである LAMMPS (Large-scale atomic/Molecular Massively Parallel Simulator) を用いて最小化計算、スタートアップ計算および MD 計算を行った。図 1 に各原子間に働く VdW、クーロン力およびその合成ポテンシャル曲線を示す。Ti-Cr 間では、陽イオン同士のクーロン斥力が支配的となることが示された。また、O-Cr 間では、VdW とクーロン力の合成によりポテンシャルが極小点 (結合距離に相当) を持つことが示された。

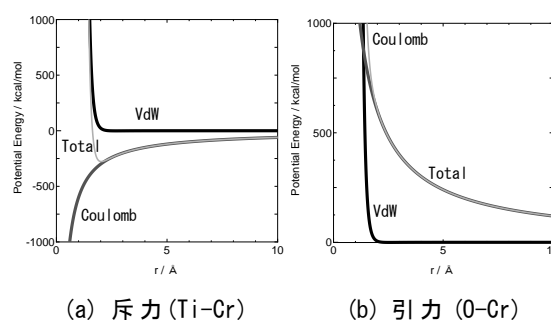


図 1 各原子間のポテンシャルエネルギー

(2) 添加物を考慮した MD 計算

結晶モデル構築アプリである AtomsK を用いて作成した酸化チタンにクロムを 0.1% 添加したモデルを図 2 に示す。これは単位胞を各軸方向に 8 倍した $8 \times 8 \times 8$ モデルである。各原子の電荷は、酸素とチタンについては形式電荷を、クロムについては実験的に得られた有効電荷 (+1.647) を設定した。粒子数、体積、温度一定の条件 (NVT アンサンブル) と粒子数、圧力、温度一定の条件 (NPT アンサンブル) の両方について計算を行った。シミュレーション温度は 1000°C とした。本報告では、より実際の実験条件に近い NPT アンサンブルの結果を示す。(図 3(a)(b))

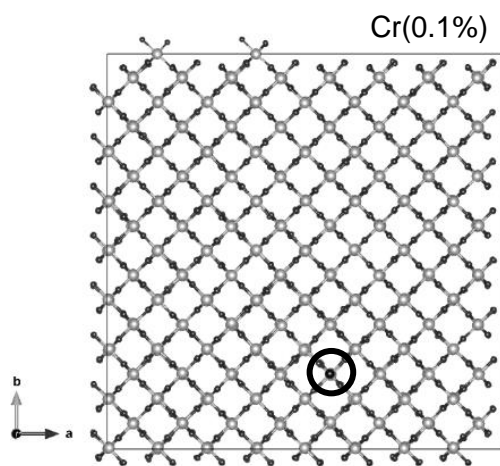
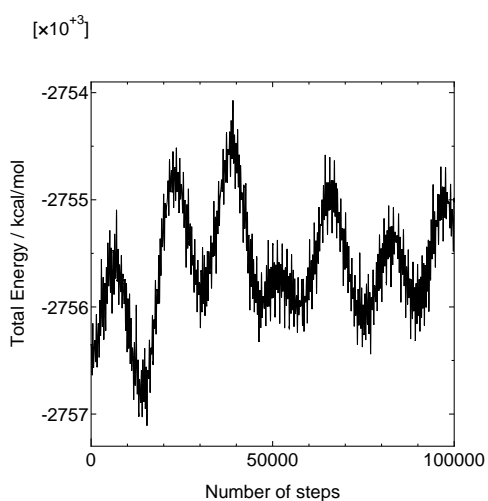
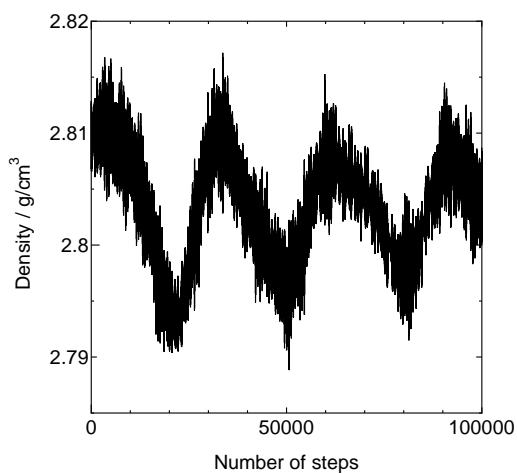


図2 クロムを0.1%添加したモデル



(a) トータルエネルギー



(b) 密度

図3 MDシミュレーションの結果

シミュレーションステップ数の増加に応じて、トータルエネルギーは $-2757 \sim -2754$ kcal/mol の間で変化し、密度は約 2.8 g/cm^3 を中心に振動する様子が観測された。

次にクロムの添加量に対する格子定数の変化を調査した。図2のa軸方向に注目した結果を図4に示す。

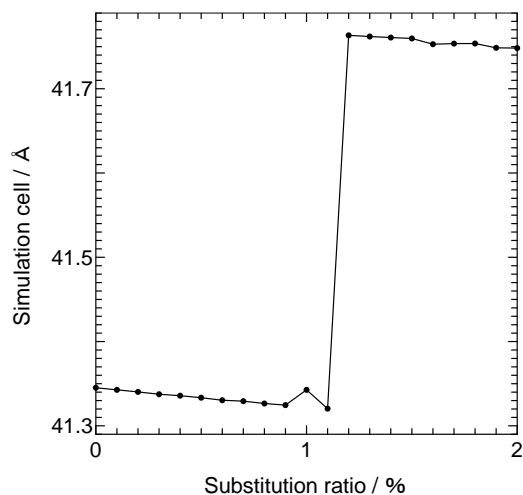


図4 クロム添加量とa軸長の関係

初期構造におけるシミュレーションセルのa軸長は 37.18 \AA であった。クロム添加量を増加させると1.2%の時にa軸長が大幅に増加し、 41.32 \AA となったが、その前後の添加率では大きな変化は見られなかった。a軸長はクロム添加量の増加により単調増加すると予想していたが、予想に反した結果が得られた。この急激な変化の要因については、ポテンシャルに起因するものとシミュレーション条件の双方が考えられるが、現在のところ明らかにはなっていない。今後の継続的な検討が必要である。

3. 代表的な研究成果

〔その他〕 (計1件)

- [1] [Yuichiro Kuroki](#), A Study on the Infrared Emissive Rutile-type Titanium Oxide, インド ALAGAPPA 大学物理学科における Webiner 会議 (ZOOM), June 10, 2020, Time: 11:30 a.m. – 12:30 p.m. IST

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：炭素繊維強化熱可塑性プラスチックの界面接着性に及ぼす
大気圧プラズマと結晶化収縮の影響に関する調査

研究代表者：坂口雅人

小区分：材料力学および機械材料関連

1. 研究計画の概要

近年、地球温暖化の改善のために温室効果ガス排出量の軽減が求められている。温室効果ガスの排出量削減手法の一つとして輸送機器の軽量化による燃費向上が挙げられる。そこで、比強度や比剛性が高い、炭素繊維強化プラスチック(FRP)が輸送機器の構造材として注目されている。特に母材に熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(FRPP)は(FRP)よりも成形性やコストの点で優位性がある。

一方で(FRPP)は母材の炭素繊維への含浸性や炭素繊維と母材樹脂の接着性が低く、炭素繊維の力学的特性を十分に発現できていない。そこで、本研究では炭素繊維と母材間のぬれ性や接着性を向上させる手法として大気圧プラズマ処理と結晶化収縮に着目した。そして、本研究課題の核心をなす学術的な「問い」として(プラズマ処理と樹脂収縮に両立による(FRPP)の力学的特性向上効果は両立をするのか)を設定した。この問いに答えるための基礎調査として、今年度は①炭素繊維への熱可塑性樹脂の含浸率と界面強度に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響、②(FRPP)の力学的特性に及ぼす母材結晶化度による樹脂収縮の影響解明について調査を行った。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

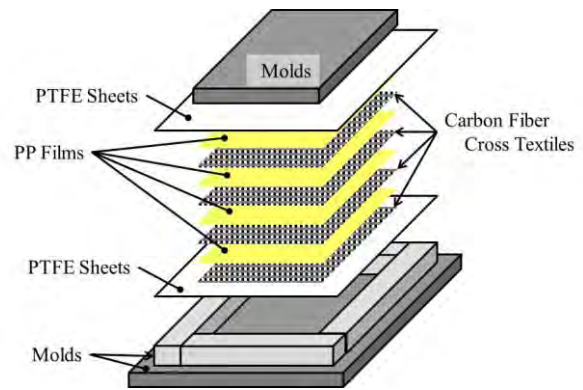
2-1. 成形方法

2-1-1. (FR) 複合材料の成形

本研究ではフィラメント数6000本の炭素繊維束(Cトレカ糸(P300-3000, 東レ製)を用いた平織基材とポリプロピレン(Q) (Cノバテック()) (CF, 日本ポリプロ製)を母材樹脂として用いた(FR)板を成形した。使用した()の融点は約(1) °Fであった。このペレットは成形前に乾燥炉(CR -50, 太洋製)を用いて大気圧、(00)°Fで約(0)時間以上絶乾された。

(FR)板はフィルムスタッキング法により成形さ

れた。常温の金型に(Rg. (1) に示す様に)PRシート、平織基材、()フィルムを配置した。この金型をホットプレスにセットして成形温度まで加熱し、金型が成形温度に達したら成形圧力を負荷した。成形圧力を負荷した後、(0)°F以下になるまで成形圧力を維持し、冷却した。積層構成は(00)とし、繊維質量含有率約(50) (a sss, (110) (a a × (110) (a a の寸法で成形した。また、成形温度は(000)°F, 成形圧力は(0.5) (P) sとして成形を行った。



Rg. (1) (Lsyout (of) PR (seets, (csrbon (fglber (cross (textgl (s (sn ()) (fgh s (gr (fgh -stsc (gn. (a etho

2-1-2. 大気圧プラズマ処理

(FRPP)における含浸率と繊維・母材界面強度に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響を調査するために、成形前の平織基材に対して大気圧プラズマ処理を行った。大気圧プラズマ処理は雲母板に固定した平織基材にプラズマ照射装置(CP110, (サーフクリーン製)を用いてプラズマを照射して行った。プラズマ照射部の酸素量を制御するためにアルゴンと酸素の混合気を吹き付けた。大気圧プラズマ処理条件はアルゴンと酸素の流量をそれぞれ(5) (L/a gn と(500) (a L/a gnとし、転送台の送り速度を(0) (a /a gn一定とした。そして、プラズマ照射時間を(10) (s, (00) (s, (0sに変化させるために、転送台をそれぞれ(5)回、(10)回、(00)回往復させた。

2-1-3. アニーリング

(FRPP)の力学的特性に及ぼす母材結晶化度の影響を調査するために、成形した(FR/)板に対してアニーリングを行った。アニーリングは成形した(FR/)板を熱処理温度(130°F)に加熱し、熱処理時間65h、(0h)、(1h)静置することで行った。

2-2. 実験方法

2-2-1. 三点曲げ試験

(FR/)L板の力学的特性を調査するために三点曲げ試験を行った。試験片は(100mm) × (10mm) 切り出され、両端支持間距離(55mm)の治具にセットされた。試験中に生じるひずみを測定するために試験片中央部の引張面にひずみゲージを接着した。試験機には万能試験機(CP-500N-L550, (M) A製)を使用し、試験片中央の圧縮面に荷重を負荷することで試験を行った。試験条件としてクロスヘッドスピードを約(0.1) mm/sとした。

2-2-2. 含浸率測定

プラズマ処理時間による炭素繊維の含浸性を評価するために、含浸率測定を行った。成形した(FR/)板をエポキシ樹脂(C主剤:(E) , 三菱ケミカル製, 硬化剤: トリエチレンテトラミン, 東京化成工業製)に埋め込み、常温大気中で(10)時間静置して硬化させた。その後、(FR/)板を切断し、切断面を粒度(8000, (81500, (80000)のエメリーペーパーを用いて研磨した。その後、粒度(3 μm)の金属磨き材(Cピカール, 日本磨料工業製)を用いてバフ研磨を行った。その後、マイクロスコブ(CHX-5000, (T) E NF製)を用いて断面観察を行った。撮影した画像の横繊維束の面積に対する樹脂の含浸領域の面積比を計算することで含浸率を求めた。なお、含浸・未含浸領域は明度によって区別し、面積比を算出した。

2-2-3. 結晶化度測定

アニーリングによる(FR/)板の母材結晶化度を調査するために示差走査熱量測定(DSC)を行った。試験機には示差走査熱量計(DSC-1, (C) X M AU製)を使用し、加熱速度(10°F/min), 目標温度(330°F)として行った。得られた(DSC)曲線から結晶化エンタルピー ΔH_c と融解エンタルピー ΔH_a を算出し、下式に代入することによって結晶化度 χ_c を算出した。

$$\chi_c = \frac{\Delta H_c + \Delta H_m}{238} \frac{1}{1-w_f} \quad (1)$$

ここで値(0.3) (//. は無限大の結晶厚さを有する())の理論的な融解エンタルピー⁽¹⁾, w_f は平織基材の重量含有率(C約(50))である。

2-3. 実験結果及び考察

2-3-1. 炭素繊維への熱可塑性樹脂の含浸率と界面強度に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響

大気圧プラズマ処理を施した炭素繊維を用いて成形した(FR/)板の曲げ試験における応力-時間曲線を(Fig. 1)に示す。また、(Fig. 1)より得られた各処理時間ごとの曲げ強度、曲げ弾性率を(Fig. 2)に示す。これらより、曲げ弾性率に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響はほとんど見られない一方で、曲げ強度は(0s)の大気圧プラズマ処理によって(10)増加することが示された。また、大気圧プラズマ処理の有無による断面の比較と断面画像より得られた含浸率を(Fig. 3)と(5)に示す。これらより、大気圧プラズマ処理による断面や含浸率の変化はほとんど見られなかった。

大気圧プラズマ処理による曲げ強度の向上はプラズマ処理による炭素繊維表面の酸化が原因と考えられる。辻岡ら⁽⁶⁾の調査において、電解酸化処理を施した(FR/エポキシ複合材料の界面せん断強度は炭素繊維表面の酸素原子量とともに増加することを報告している。このため、大気圧プラズマ処理により、炭素繊維表面が酸化して曲げ強度が向上したと考えられる。

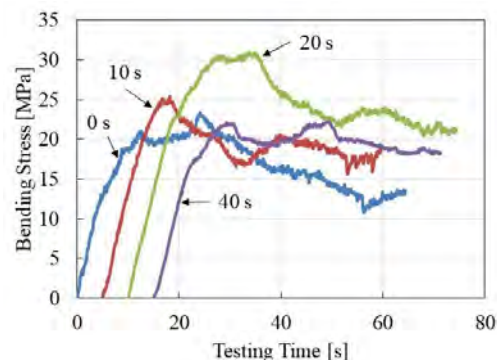


Fig. 1. (a) Stress-time curves of (FR/) composite (b) (stress-time curves of (FR/) composite (c) (stress-time curves of (FR/) composite (d) (stress-time curves of (FR/) composite

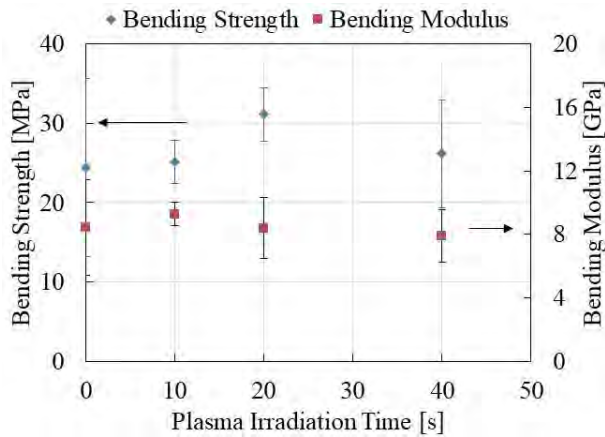
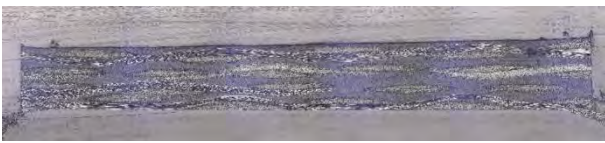


Fig. 3 Relationship between plasma irradiation time and bending strength and bending modulus of (FRP) composite.



(1) SEM image of plasma-treated FRP composite.



(2) SEM image of plasma-treated FRP composite.

Fig. 4 Relationship between plasma irradiation time and surface morphology of (FRP) composite.

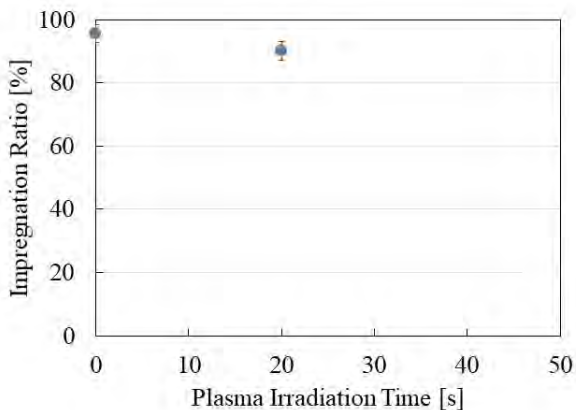


Fig. 5 Relationship between plasma irradiation time and impregnation ratio of (FRP) composite.

2-3-2. (FRPP) の力学的特性に及ぼす母材結晶化度の影響

アニーリングした(FRP) 板の曲げ試験における応力 - 時間曲線を (Fig. 6) に示す。また、(Fig. 6) より得られた各処理時間ごとの曲げ強度、曲げ弾性率を (Fig. 7) に示す。この結果、(FRP) 板の曲げ強度と弾性率はアニーリングによって低下し、3.5h で最も低い値となった。また、(ACF) によって得られた結晶化度を (Fig. 8) に示す。この結果、結晶化度はアニーリングによって増加し、3.5h で最も高い値を示した。そこで、曲げ特性と結晶化度の関係を (Fig. 9) に示すようにプロットした。この結果、曲げ強度と弾性率は結晶化度とともに低下することが示された。

一方で、過去の研究において、坂井ら³ は母材としてポリアミド(PA) を用いた(FRP) 積層板において、アニーリングによる結晶化度によって曲げ強度と弾性率が向上することを報告している。これは結晶化による樹脂収縮により、繊維・樹脂界面の接着強度が向上したためと考察している。結晶化による(1) の収縮率は約(10 ~ 20%) であるのに対し、(2) の収縮率は(10 ~ 15%) とほとんど違いがない。一方で、(1) は極性が小さいために炭素繊維との接着性が低い。従って、本研究の条件において、炭素繊維と(1) 間の界面接着強度は結晶化による収縮による力学的な接着強度の向上よりも化学的な作用による接着強度の低下の方が支配的であることが示唆された。

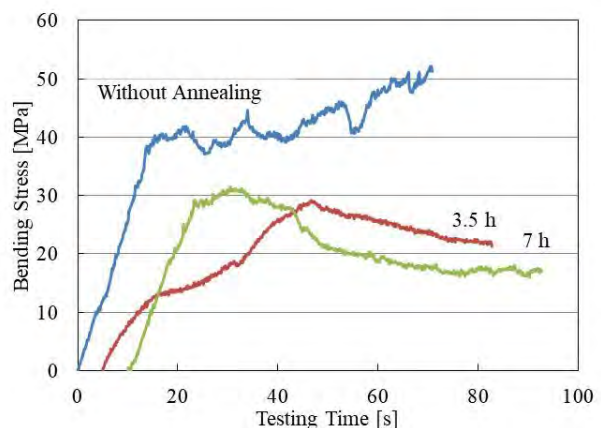


Fig. 6 Stress-time curves of (FRP) composite.

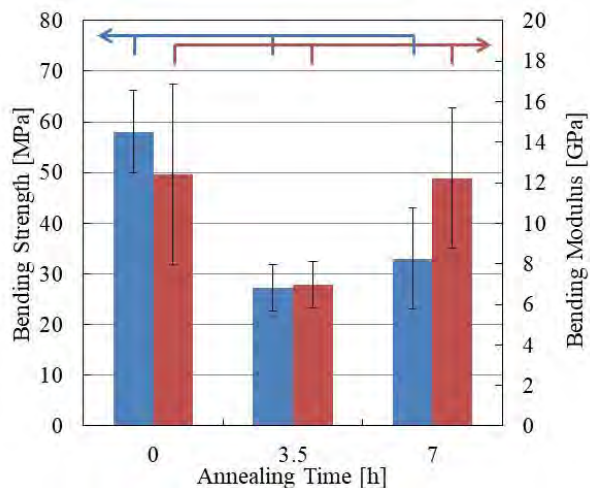


Fig. 10. (Comparison of) Bending Strength (MPa) and Bending Modulus (GPa) of (FRP) (Composite) (Coating)

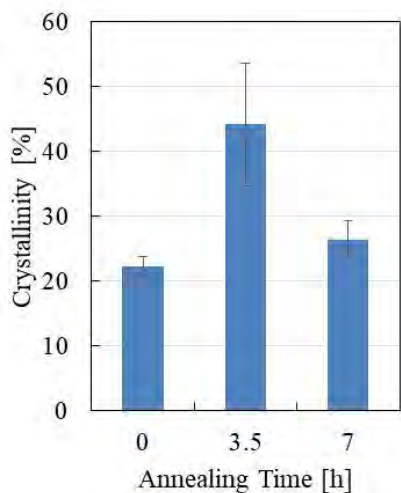


Fig. 11. (Crystallinity) of (FRP) (Composite) (Coating)

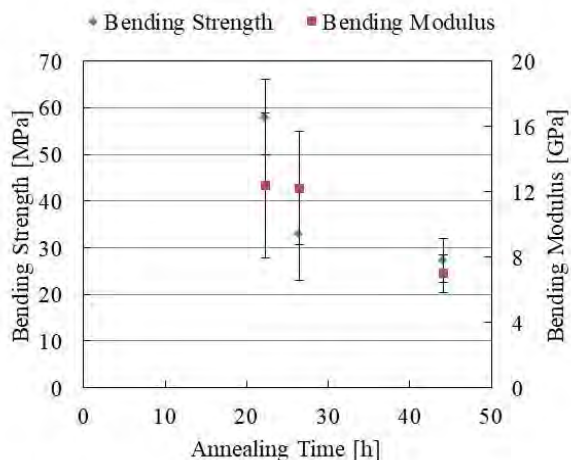


Fig. 12. (Relationship) between (FRP) (Composite) (Coating)

2-4. まとめ

本研究では①炭素繊維への熱可塑性樹脂の含浸率と界面強度に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響、②(FRP)の力学的特性に及ぼす母材結晶化度による樹脂収縮の影響解明について調査を行った。

調査①の結果、大気圧プラズマ処理時間(00s)において、曲げ強度が(00) (増加することが示された。これは大気圧プラズマによる炭素繊維表面の酸化が原因であると考えられる。また、②の結果、曲げ強度と弾性率は結晶化度とともに低下することが示された。これは()の極性が小さいために炭素繊維との接着性が低いためと考えられる。これより、炭素繊維と()間の界面接着強度は結晶化による収縮による力学的な接着強度の向上よりも化学的な作用による接着強度の低下の方が支配的であることが示唆された。

従って、今後は大気圧プラズマによる炭素繊維表面の酸化について調査する。同時に、本研究で使用している母材樹脂における結晶化による樹脂収縮率を測定する。この結果から結晶化による界面接着強度の向上がどの程度となるかシミュレーションを行う。

参考文献

- 1) (M) (T) (G) (S) (H) (E) (N) (S) (U) (A) (U) (G) (L) (C) (H) (Y) (C) (R) (O) (T) (E) (N) (X) (E) (S) (T) (S) (N) (E) (N) (T) (R) (O) (H) (Y) (O) (F) (F) (U) (S) (G) (M) (O) (F) (H) (O) (L) (Y) (H) (R) (O) (H) (Y) (L) (E) (I) (N) (T) (O) (F) (S) (H) (H) (L) (G) (E) (H) (O) (L) (Y) (A) (E) (R) (S) (C) (G) (A) (N) (C) (E) (I) (O) (H) (O) (L) (H) (H) (0003-0030)
- 2) 辻岡則夫, 前川善一郎, 濱田泰以, 北條正樹, 炭素繊維表面酸化処理およびサイズセグメント処理の界面接着への影響, 材料, (H) (1) (3) (1) (0), (1000).
- 3) 坂井(建宣), (N) (U) (R) (C) (S) (F) (G) (S) (H) (C) (R) (T) (G) (I) (S) (A) (S) (U) (G) (A), (福嶋 遼太, (蔭山 健介, 炭素繊維強化ポリアミドの結晶化が静的曲げ特性に及ぼす影響, 日本複合材料学会誌, (2010), (H) (1) (5), (1) (003-000)

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計5件)

- (1) (P) (S) (S) (T) (O) (C) (S) (K) (S) (U) (C) (H) (G) (P) (O) (T) (O) (K) (A) (S) (G) (L) (O) (K) (U) (E) (F) (F) (E) (C) (T) (O) (F) (P) (S) (T) (R) (X) (F) (R) (Y) (S) (T) (L) (L) (I) (G) (N) (T) (Y) (O) (N) (P) (E) (C) (H) (S) (N) (G) (C) (S) (L) (I) (R) (O) (H) (E) (R) (T) (E) (G) (E) (N) (F) (S) (R) (B) (O) (N) (R) (I) (G) (L) (E) (R) (P) (E) (G) (R) (F) (O) (R) (C) (E) (O) (L) (Y) (H) (R) (O) (H) (Y) (L) (E) (N) (S) (O) (L) (Y) (C) (S) (T) (G) (C) (S) (C) (G) (I) (S) (N) (M) (E) (T) (E) (R) (N) (S) (T) (G) (A) (N) (S) (I) (F) (O) (N) (F) (E) (R) (E) (N) (C) (E) (S) (N) (X) (H) (O) (N) (V) (S) (N) (C) (E) (F) (E) (R) (S) (A) (G) (S) (N) (F) (O) (A) (H) (O) (S) (G) (T) (S) (C) (M) (E) (F) (F) (0001) (H) (G) (T) (U) (S) (L) (R) (E) (C) (H) (G) (Y) (E) (査読無, (3) (0) (1) (, (

(Hgtusl(Pe etgn. ,(Rebrusry(-10,(0001

- (2) 坂口((雅人, 赤須 雄大, 平織炭素繊維(/ ポリプロピレン複合材料の含浸率に及ぼす成形時間の影響, 日本機械学会関東支部 山梨講演会0000, 査読無, ()ARデータでの配布.
- (3) 坂口((雅人, 後藤 広夢, 平織炭素繊維(/ ポリ乳酸複合材料の曲げ特性に及ぼす熱処理時間の影響, プラスチック成形加工学会((第31回((年次大会, 査読無, ()ARデータでの配布.
- (4) 大黒((元暉, 坂口((雅人, 炭素繊維(/ ポリプロピレン複合材料の力学的特性に及ぼす母材結晶化度の影響, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 査読無, ()ARデータでの配布.
- (5) 福地((遼太郎, 坂口((雅人, 炭素繊維強化ポリプロピレン((FR)) の機械的特性に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 査読無, ()ARデータでの配布.

((C 1 に関しては要項集等がないため, 著者名, 発表タイトル, 学会名, 査読の有無, 講演番号, 講演場所, 講演年月を記載

〔図書〕 (計 1 件)

- (1) (FRP)/FRPP) の界面制御, 成形加工技術と部材応用, (第3章 第3節 ポリ乳酸を母材とした炭素繊維強化プラスチックの引張特性と曲げ特性に及ぼす母材結晶化の影響(, 坂口((雅人, 後藤((広夢, 技術情報協会, 0000, (hh (00- 3 .

課題研究費実績報告書

令和3年3月15日現在

研究課題名：自営 LPWA 無線の小山ヶ丘地区周辺におけるカバレッジに関する研究

研究代表者：三輪 賢一郎

小区分：通信工学関連

1. 研究計画の概要

○背景

2020年4月から、我が国でもついに高速大容量・低遅延・多端末を標榜する5Gサービスがスタートし、Society5.0と呼ばれる社会へのパラダイムシフトがいよいよ現実のものとなりつつある。その中核をなすIoT分野においては、世界のIoTデバイス数が本年中にも300億個に到達するとの予測もあり、様々な産業分野においてIoT化が急激に進展することが見込まれる。

ここ数年のIoT化の進展と共に、その基盤となるテクノロジーとして低消費電力で広域に通信が可能なLPWA（Low Power Wide Area）が研究から実用まで広く用いられるようになってきている。LPWAは伝送ビットレートこそ低いものの、低消費電力でかつ長距離伝送が可能な通信規格であり、IoTの実現には不可欠な技術である。数あるLPWA規格の中でも、LoRa Allianceにおいて仕様が策定されているLoRa規格は、そのカバレッジは最大10kmにも及び、さらに自前で柔軟な運用が可能であることから、広範囲に配置されたセンサ等の情報収集に適しており、研究用／商用を問わず幅広く使われるようになってきている。ただし、そのカバーする通信範囲は、適用する地域の地形や周辺の建築物の状況等によって大きく違ってくる。例えば埼玉郊外におけるカバレッジ評価実験では約6km程度のカバレッジが可能であることが報告されているが、対して都心のビル街における調査では1km程度のカバレッジにとどまっている。したがって実運用の前にその地域でのLoRa通信の可用範囲について一定の調査が必要である。

本学（サレジオ高専）の立地する町田市小山ヶ丘地区におけるLoRaのカバレッジ範囲に関するファクトデータは今のところ存在していない。本学（サレジオ高専）の立地する町田市小山ヶ丘地区は、丘陵地の中腹とも言えるロケーションであ

り、その北側はさらに小高い丘陵となっているが、南側の橋本駅方面へはさながら扇状地のようになっており、その高低差は最大60mにもなる。周辺は住宅街であるが、低床の住宅に加えて中規模の集合住宅も点在しており、バリエーションに飛んでいる。したがって、LoRa通信の環境としては必ずしも理想的とは言えず、そのカバレッジ範囲も均一とはならないことが考えられる。このように、高低差のある複雑な地形でかつ変化に富む建築物が林立している状況は我が国の郊外の環境の典型とも言え、今回本研究において小山ヶ丘地区におけるLoRa通信のカバレッジ範囲を顕在化し、周辺地域の伝搬環境のファクトデータを蓄積することには大きな意味があると考えられる。また、将来の本学における本格的なIoT研究に備えて、本学周辺におけるIoT研究環境を把握しておくことは有用であるとも考えられることから、今回本研究において小山ヶ丘地区におけるLoRa通信のカバレッジ範囲を顕在化し、周辺地域のLPWA無線の伝搬環境のファクトデータを蓄積することを試みることにした。

LPWAの研究開発が本格化してきたのはここ数年のことであり、特にLoRaについてはこの2～3年の間に論文数が急増している。その内容は基礎研究と応用研究に大別され、そのうち基礎研究には、ゲートウェイの最適配置問題を解くもの

[1]、メッシュネットワークに拡張するもの [2] 等がある。応用研究としては、LoRaを用いた降雨センサーシステム [2]、レンタサイクル管理システム [2]、バスロケーションシステム [3]、稲作管理システム [4]、院内の医療機器管理システム [5]、徘徊見守りシステム [6] など、多数提案されている。

本研究と同じようにLoRaのカバレッジ範囲にフォーカスしてフィールド検証したものとしては、大学キャンパス内やその周辺で実施したもの

[5][7] , 郊外の比較的平坦な地形で実施したもの [8] , 山岳地域で主にリーチャビリティを確認したもの [9] 等が存在している. しかしながら, 丘陵を含む多様な変化に富む住宅街でのファクトデータと言えるものは無く, 本研究の意義は決して小さくないと考えられる.

○目的

本学(サレジオ高専)の立地する小山ヶ丘地区における LoRa 通信のカバレッジ範囲を顕在化することにより, 今後の同地区における IoT の実運用に資するためのファクトデータを蓄積する.

加えて, 本研究を通して, 本学学生に対しこれら実験に用いる IoT 機器の一部を自作させることにより, IoT や LPWA 通信に対して造詣を深めてもらうことも併せて狙う.

○方法

まず, 基地局となる IoT ゲートウェイと, 移動端末となる GPS センサをそれぞれ実装する. 移動端末からは IoT ゲートウェイに対して定期的に現在地の位置情報(緯度/経度)を送信するようにしておき, 周辺地域を移動端末を持って網羅的に移動する. IoT ゲートウェイ側では, 移動端末から受信した位置情報を地図上にプロットすることにより周辺地域の LoRa 通信のカバレッジ範囲を可視化できるようにしておくことで, LoRa 通信のカバー範囲の特定が可能となる.

本研究は, 当研究室の教員 1 名と当研究室に所属する学生 2 名で実行する. 学生 2 名はそれぞれ IoT ゲートウェイと移動端末(GPS センサ)の構築を主に行う. 教員は主にフィールド実験の計画と立案, ならびに研究の実行にかかる総合的な調整を行う. フィールド実験とその結果の評価・分析は, 教員と学生 2 名の総力で実施する.

○実施スケジュール

本研究のスケジュールとしては, 実験機材が揃い次第すぐに環境構築に着手し, 次いで研究室での動作試験とフィールドでの予備試験を経て, 本番の調査実験へと進む. その後, データの分析を行い, 学生が主体で卒業論文として纏める. また, ファクトデータを広く公表するべく, 電子情報通信学会の総合大会において对外発表を実施する.

以下に, 研究の実行に係るおおよそのマイルス

トーン(研究計画スケジュール)を示す.

【7月】機材選定/発注

【8月】実装/環境構築作業

【9月】動作試験/予備試験

【10～11月】フィールド実験, データ取得

【12月】データ整理/分析

【3月頃】对外発表

<文献>

- [1] 趙子健ほか, “LoRa 電波伝搬評価と基地局配置の最適化手法の研究,” 信学技報, ICM2018-03, pp. 33--38, 2018
- [2] 山本寛, “LoRa を活用した広域センサネットワークシステムの研究開発,” 信学技報, CQ2019-71, pp. 73--78, 2019
- [3] 保下拓也ほか, “LPWA を用いた IoT バスロケーションシステムのための位置情報圧縮手法の提案,” 情報処理学会第 80 回全国大会, pp. 3-421--3-422, 2018
- [4] 袖見樹子ほか, “稲作管理システム,” 情報処理, vol. 58, No. 9, pp. 810--813, 2017
- [5] 坂元律矛ほか, “LPWA 通信を用いた可搬型医療機器管理システムの提案と実装,” 情報処理学会第 81 回全国大会, pp. 4-653--4-654, 2019
- [6] 加藤学, “高齢化社会の屋外徘徊行動の監視,” 電気設備学会誌, vol. 37, No. 10, pp. 713--715, 2017
- [7] 三好夏生, “920MHz 帯 LoRa 通信の半波長間隔での電波伝搬測定結果,” 信学技報, RCS2019-406, pp. 411--412, 2019
- [8] 高橋幹, 國澤良雄, 神谷尚保, 新保宏之, “アンライセンスバンドを使用する LPWA (Low Power Wide Area) 規格の最新動向,” 電子情報通信学会誌, Vol. 102, No. 5, pp. 388--392, 2019
- [9] 湯瀬裕昭ほか, “山間地における LPWA を活用した防災通信に関する研究,” 情報処理学会第 80 回全国大会, pp. 4-419--4-420, 2018

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

○実験環境の構築

まず本調査実験に必要なものとして、LoRa 通信に対応した基地局 (IoT ゲートウェイ) と移動端末 (GPS センサ) とを準備した。

基地局には Dragino 社製 IoT ゲートウェイ LG01-JP を採用し、ThingSpeak に対してデータのアップロードを行うためのプログラム (オープンソース) を実装して構築した (図 1 左)。基地局用のアンテナは付属のものをそのまま用いることとし、本校の4 階建て校舎の3 階部分の中庭に基地局とともに設置した。

移動端末には、Dragino 社製の LoRa mini Dev に GPS モジュール (AEGYSFDMAXB) を搭載し、基地局ならびに ThingSpeak に対応したデータ生成を可能にするためのプログラム (オープンソース) を実装して構築した (図 1 右)。

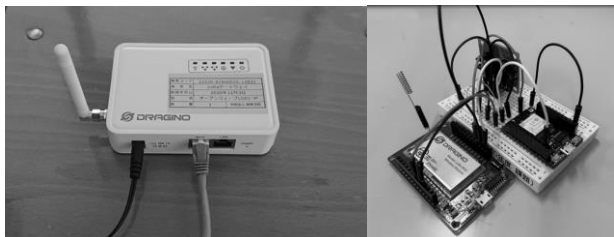


図 1 基地局 (左) と移動端末 (右)

本調査実験の全体の流れを図 2 に示す。

まず本学周辺において移動端末が獲得する緯度・経度等のデータが LoRa 通信により基地局で受信される。それらの位置情報のデータは基地局からインターネットを介して、IoT クラウドサービスである ThingSpeak にアップロードされることになる。ThingSpeak においては、取得したデータの整理、グラフによる可視化が実行される。さらにそのデータを加工して Google Earth に入力することにより、LoRa 通信が成立した地点が地図上にマッピングされる。伝搬距離や障害物等の影響により LoRa 通信が途切れると、移動端末からの緯度・経度の情報を基地局側で受信することが出来なくなるため、このことから LoRa 通信のカバレー範囲が特定できることになる。

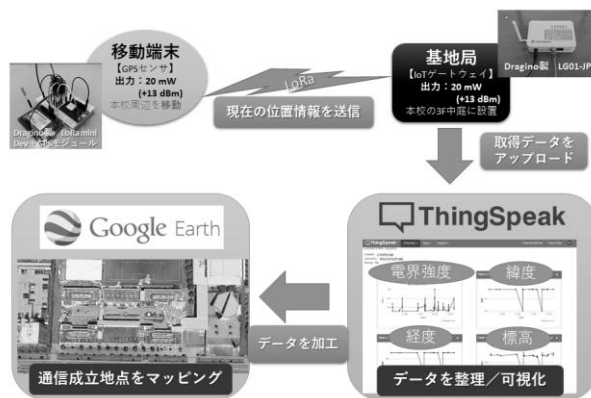


図 2 調査実験の全体像

○調査実験の結果

今回の調査実験においては、帯域幅を 3 種類 (7.8 kHz, 125 kHz, 500 kHz)、拡散率を 2 種類 (7, 12) の計 6 条件にて実験を行った。うち、最もカバレー範囲が広範囲となった実験条件 (帯域幅 7.8 kHz、拡散率 12) での結果を図 3 に示す。地図上にピンのイメージで示した箇所が、LoRa 通信が確認された地点である。



図 3 LoRaカバレー調査結果

上記より、今回の実験条件における最大通信距離は 400 m 程度であり、そのカバレー範囲は東南東方向と西北西方向に偏向している結果となった。これには、本学の建物形状が影響していると考えられ、基地局を設置した 3 階中庭の北側と南側に突き出ている校舎の 4 階部分が、電波の南北方向への伝搬に大きな影響を与えたとみられる。

このように、今回の調査実験では、本学周辺に

おけるLoRa通信範囲のおおよその特定は行えた。しかしながらそのカバー範囲は当初の予測よりも狭い範囲にとどまっており、また通信エリアの形状も偏っていることから、丘陵地におけるLoRaカバレッジのファクトデータとしては不十分なものとなった。

○まとめと今後の展望

本研究を通して本学（サレジオ高専）周辺のLoRa通信のカバレッジ範囲をおおよそ明らかにした。現条件では、その最大通信距離は400 m程度であり、本学の建物形状の影響によりその伝搬方向は東西方向に偏っていることが示された。このように、今回の調査実験では本学周辺におけるLoRa通信範囲のおおよその特定は行えたが、丘陵地におけるLoRaカバレッジのファクトデータとしては不十分なものとなった。

次年度以降、今回顕在化した課題や問題点を基に実験方法を見直したうえで、より正確な調査を実施する必要があると考えられる。それら、改良変更を検討すべき点を以下に示す。

① 基地局設置場所の見直し

本学3階中庭は基地局の設置場所として不適切であることが判明したことから、基地局の設置場所を屋上などへ変更することを検討する。

② 移動端末の移動方法の見直し

今回は移動端末の移動に自動車を用いたが、自動車のボディが電波の送受信に影響を与えたこととも考えられることから、移動端末の移動手段を自転車や徒歩へ変更することを検討する。

③ 可視化ツールの整備

地図上に受信電界強度を表示できるように、可視化プログラムの拡張を検討する。

以上を踏まえて、引き続き次年度以降において、本学（サレジオ高専）周辺のLoRa通信のカバレッジ範囲についてのより網羅的な調査を実施する予定である。

3. 代表的な研究成果 以下の通り。

〔学会発表〕（計1件）

- [1] 吉田龍紀, 横川颯汰, 三輪賢一郎, "サレジオ高専周辺におけるLoRa通信のカバレッジ調査," 電子情報通信学会 2021年総合大会, 査読無し, 通信講演論文集1, pp. 439, B-15-24, March. 2021.

以上

課題研究費実績報告書

令和3年3月22日現在

研究課題名：相互誘導リアクトルを用いた洋上発電システム用自励式発電装置

研究代表者：山下 健一郎

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究では「洋上発電システム」のための「広範囲動作が可能なサイリスタ励磁方式の発電装置」を提案し、その性能や有用性を検証する。次世代の洋上発電システムは遠洋の発電所で得られた電力を直流で地上のグリッドへ送電する方式が主流になると考えられており、種々な方式の研究開発が行われている。同分野で普及が進んでいる洋上風力発電においては既に直流送電方式を採用したシステムが実現されている。このようなシステムに用いる発電機としては、信頼性が高く、定期的なメンテナンスが不要な永久磁石同期発電機

(PMSG)が多く用いられているが、PMSGを用いた場合、レアアースの価格変動に基因してコストが増加すること、直流送電と連系し、発電機を制御するための電力変換器(主変換器)にキャパシタが用いられるため、主変換器においては定期的なメンテナンスを必要とする問題がある。一方、巻線形同期発電機(WRSG)を用いた場合、主変換器にシンプルで高効率なダイオード整流器を用いることができ、発電機励磁用の小容量整流器にサイリスタ整流器を用いればキャパシタも不要となる。さらに、同期機をブラシレス交流機とすれば、発電機もメンテナンスフリーとなる。このような利点を持つサイリスタ励磁方式の巻線形同期発電機であるが、主変換器のダイオード整流器とサイリスタ整流器が干渉するため、十分な動作範囲を確保できない問題のあることが明らかとなった。

本研究課題では、ダイオード整流器と干渉せず、十分な動作範囲を確保できる励磁回路としてリアクトルの相互誘導を利用する新しいタイプのサイリスタ励磁方式を提案し、シミュレーション及び試作機を用いた実験的検討により、その性能や有用性を検証する。本研究課題により、直流送電連系用の主変換器に信頼性の高いダイオード整流器を持つ発電装置を実現することができる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

当該研究では、①シミュレーションモデル(PSIM、MATLAB、Scilab)の構築、②構築したシミュレーションモデルを用いた提案方式の有用性の確認、③研究室サイズの供試装置の製作、④供試装置を用いた実験的検討を行った。以下、詳細を説明する。

①シミュレーションモデルの構築

(達成度 100%)

シミュレーションソフトとして、MATLAB/Simulink/Simscapeを購入し、同ソフトを用いたシミュレーションモデルを構築した。提案システムは風力発電機となる自励式の同期発電機が研究対象となるため、同期機の残留磁束を考慮する必要がある。構築したモデルには残留磁束を考慮した励磁回路が組み込まれており、自励式同期発電機の種々な検討を行うことができる。また、未発表であるが、さらに詳細な検討を行うことができるように励磁回路に磁気飽和を考慮したモデルも構築した。

②構築したシミュレーションモデルを用いた提案方式の有用性の確認

(達成度 100%)

シミュレーションモデルを用いて、提案システムの有用性の確認を行った。基本方式では同期発電機励磁用のサイリスタ整流器が主変換器となるダイオード整流器の転流の影響を受け、低風速域において動作できなくなる問題があったが、提案システムにおいては、新たに導入した相互誘導を有するリアクトルの働きにより、これを改善できることがシミュレーションにより明らかとなった。

③研究室サイズの供試装置の製作

(達成度 70%)

シミュレーション結果を基に 2kVA の供試装置

を製作した。しかしながら、製作した供試装置は2つの整流器の転流に基因する高調波ひずみによって正確なサイリスタ整流器のゲート信号を生成できない問題のあることが分かった。これにより限定された範囲でしか運転できないことから、同問題を解決することのできる制御回路を作製することとした。

④ 供試装置を用いた実験的検討
(達成度70%)

上記③の供試装置製作において問題が生じたため、限定された範囲での実験のみを行った。同実験により、限定された範囲ではあるがシミュレーション結果と同様に、提案した方法によってシステムの動作範囲を改善できることが分かった。

3. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計1件)

- [1] Ken-ichiro Yamashita, Gai Tsukamoto, Shoji Nishikata, Steady-State Characteristics of a Line-Commutated Converter-Based High-Voltage Direct Current Transmission System for Series-Connected Wind Power Plants, IEEE Transactions on Industry Applications, 査読有, Vol.56, 4, pp.3932-3939, 2020年7月

[学会発表] (計3件)

- [1] Ken-ichiro Yamashita, Fujio Tatsuta, Hiroya Sugimoto, Shoji Nishikata, Improvement of Dynamic Performances of a Current-source Converter-based Wind Power Plant Composed of Series-connected Wind Turbine Generators, 23rd International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS2020), 査読有, 2020年11月
- [2] Ken-ichiro Yamashita, Yuzuki Yamamoto, Shigetaka Kobayashi, Performance Improvement of a Wind Turbine Generator Based on Self-excited Synchronous Generator for Series-connected Wind Power Plants, 23rd International Conference on Electrical Machines and Systems(ICEMS2020), 査読有, 2020年11月
- [3] Fujio Tatsuta, Ken-ichiro Yamashita, Hiroya Sugimoto, Shoji Nishikata, Basic Studies on Power Fluctuation Smoothing of Series-connected Wind Power Plant, 23rd International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS2020), 査読有, 2020年11月

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：視線検出システムを利用した読解プロセスと読解力の関係調査

研究代表者：真島顕子

小区分： 学習法

1. 研究計画の概要

本研究は、視線検出システム（Fujitsu, EyeExpert）を使用して学生の文章読解プロセスを調査し、読解プロセスと読解力の関係を分析することを目的とした。調査では、英語による読解力が日本語による読解力と関係していると仮定し、日本語読解力資料ではリーディングスキルテスト（以下、RST）のサンプル問題から得た結果と、英語読解力資料では英検IBAテスト（以下、IBA）の結果を使用し、本科2年生の英語と日本語の読解力の相関を見る。そして、読解力ごとに受検生をグループ分けし、視線検出システムを用いて読解プロセスを比較検討し、読解力と読解プロセスの関係を分析する計画を立てた。RSTサンプル問題は、インターネット上で入手できるサンプル問題から10問選出して作成したもので、IBAは、公益財団法人日本英語検定協会が提供するIBAテストC（1100点満点）を利用した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

今年度は、新型コロナウイルス感染拡大防止対策として、サレジオ工業高等専門学校では、前期は遠隔授業を実施した。筆者の校務と遠隔授業対応により、RSTとIBAの相関調査・分析を前期のうち十分に進めることが難しかった。後期は対面授業へと切り替えることができたが、感染者数の再増加等の懸念があり、対面調査も継続することができるか不明な状況であった。従って、後期開始時に、EyeExpertの調査対象者をTOEIC IPテストを用いて4年生から選出し、できるだけ早期に日本語と英文の読解プロセスを調査するよう計画を変更した。また同時に、計画通り、昨年度2年生に実施したRSTサンプル問題から得た結果と、IBA結果の相関を分析した。

まず、RSTとIBAの相関分析では、全体としても（184名）、被験者の所属学科別データにも、弱い正の相関が見られた（ $r=.31$ ）。また、IBA

の総合結果とリスニング問題の結果では、IBAで高い点数を取得した学生（900点以上、17名）は正の相関が、低い点数を取得した学生（750点以下、21名）には低い相関が見られたことから、日本語の読解能力と英語運用能力にある程度の相関が見られることが確認できた。一方、リーディング問題では、両方のグループでほぼ同程度の相関係数が算出されたことから（表1）、本校の英語カリキュラムにおいてリーディング力強化対策検討の余地の可能性を見出した。

表1 IBAスコア上位層と下位層のRSTスコアとの相関

	総合	リーディング	リスニング
900点以上	.47	.22	.48
750点以下	-.14	.14	-.27

上記の点に加え、結果から得た考察を論文にまとめ、発表した。

視線検出システムを用いた読解プロセスと読解力の関係分析調査では、2020年度8月に取得したTOEIC IPスコアを元に、点数層が異なる5名の学生を選定し、日本語と英文の長文をそれぞれ3分間で文章を被験者が読む視線の形跡を、EyeExpertを用いて追跡した。1分半経過した時点で問題を提示し、内容理解についても確認をした。今後は実験によって取得したデータを分析する予定である。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計1件）

- [1] 真島顕子, 日本語の読解力が英語運用能力に与える影響 - 日英テスト結果比較の一考察 -, 全国高等専門学校英語教育学会研究論集, 査読有, 第40号, 61-67.

課題研究費実績報告書

令和3年 4月 1日現在

研究課題名：多種類の細胞による組織形成を理解するための数学的枠組みの構築

研究代表者：須志田 隆道

小区分：応用数学および統計数学関連

1. 研究計画の概要

個々の細胞は細胞内における物質等の内在的な変動によってランダムな方向に運動することが知られているが、誘引物質が与えられるとその濃度勾配の高い方向に運動すること（走化性を示すこと）が知られている。例えば、細胞性粘菌では単細胞生物としてランダムな運動を行うが、飢餓状態になると cyclic AMP と呼ばれる化学物質を拡散し、集団的に形成される cyclic AMP の濃度勾配の高い方向に運動することで、周囲の細胞が集まり、細胞塊を形成する。さらに、細胞塊内において、集団的な回転運動を行いながら、予定柄細胞と胞子細胞の2つの集団に細胞選別が行われることが報告されている（Fujimori et.al., PNAS, 2019）。

本研究での主なねらいは、細胞性粘菌などの走化性を示す細胞が細胞塊を形成するまでの過程やその後を示す集団的な回転運動を記述する数学的な枠組みを構築し、集団運動を引き起こす本質的な機能の抽出やさまざまな細胞種において観察される集団運動の分類を行うことである。数学的な枠組みの構築では、はじめに細胞を粒子として見なすことで簡易的に集団運動を議論することができる自己駆動粒子モデルから構築を行い、その後、細胞内在的な物質の変動および細胞形状を考慮したフェーズフィールドモデルを構築する。両者の枠組みにおいて、集団運動の検証を数値シミュレーションとして示し、モデルに導入されたパラメータを変更することで、どのような仕組みが集団的な回転運動を起こすかどうかなどを整理する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

はじめに、細胞性粘菌が細胞塊を形成する際に、集団的な回転運動によって2つの細胞集団に選別される現象について、先行研究（Akiyama et.al., DGD, 2017）を参考にして、細胞間相互作用を記述するポテンシャルエネルギーの形状関数を新たに導入した自己駆動粒子モデルを提案し、2つの

種類の細胞の初期配置をランダムに与えた場合について、自己組織的に細胞塊が形成され、実験観察と同様に集団的な回転運動を示し、細胞選別が行われる様子を数値シミュレーションの結果として示すことができた。

後半では、自己駆動粒子モデルの結果を踏まえて、細胞膜を考慮に入れた細胞形状の変形や細胞内在的な物質の偏りによる細胞極性の形成を考慮したよりリアリスティックな数理モデルの構築を目指した。細胞形状を表現する方法の1つとして、フェーズフィールド法（Nonomura, PLOS ONE, 2012）と呼ばれる反応拡散方程式を用いた数学的な枠組みが知られている。本研究では、多細胞集団を取り扱うマルチフェーズフィールドモデルを新たに構築する。現段階において、構築済みの自己駆動粒子モデルの細胞機能をマルチフェーズフィールドモデルにおいて記述することに成功している。また、細胞形状を考慮したモデルは集団運動だけでなく、代表者らが行った先行研究

（Sato et.al., submitted）にて扱った細胞集団が示す多角形のタイリングパターンの形態形成を理解することにも役立つと期待される。

一方で、マルチフェーズフィールドモデルの数値計算法では、計算コストの削減が大きな問題として挙げられる。基本的に反応拡散方程式は連立一次方程式の問題に帰着した状態で数値計算を行うが、扱う細胞数や数値計算の精度を考慮すると、大規模な連立一次方程式を扱うことになる。本研究においては、ネットワーク上で管理された複数台の計算機を同時に用いる並列分散処理を導入することで、大幅な計算量削減に成功している。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

- [1] 前田楓太, 須志田隆道, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 査読なし, E124, 2020.

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：陰影下における物体色の推定方法

研究代表者：川村春美

小区分：知覚情報処理関連

1. 研究計画の概要

画像処理分野においてシーン中の物体の色（反射率に相当する）を取得することは、照明条件の影響を受けない画像を得ることができるという点で重要な技術の一つである。しかしながら、画像の色（画素値）には照明光の色が含まれており物体の色を分離するには逆問題を解く必要がある。本研究では、この逆問題を解く代わりに陰影領域では色相成分はほとんど変化しないことを利用し、色相変化を物体の違いとみなすように Retinex 理論^①を変更することで物体の色を推定する手法を検討する。

昨年度までは、無彩色光源下の陰を含む画像を対象としていたが、今年度は、有彩色照明下のシーンを対象とし、手法の有効性を検証する。さらに Retinex 理論のみでは照明光色の影響がシーン全体に均一に及んでいる場合には分離できないことから既存の照明光色推定手法である灰色仮説に基づいて照明光色の推定を行った上でその影響を除去する。また、物体の遮蔽による影と光源が直接的に照射しないことによって生じる陰との違いの有無を実際の画像を取得し検証する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

(1) 陰影領域の画素値特性

陰影には、光源からの光が直接的に照射しないことによって相対的に暗くなる陰と、光源からの光が前面にある物体に遮蔽されて生じる影の2種類がある（図1）。

この2種類の画素値における特徴を実際の画像を用いて調査する。

光源には、複数の光源色の切り替えが可能な LED 照明（山田照明、Z-N1100）を用い、昼光色（色温度 6200K）と電球色（色温度 3000K）とする。昼光色は白色

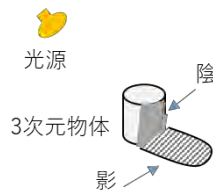
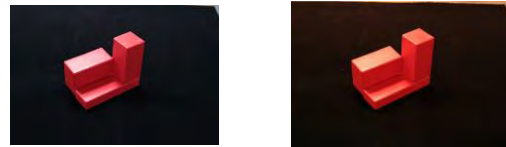


図1 陰と影の違い

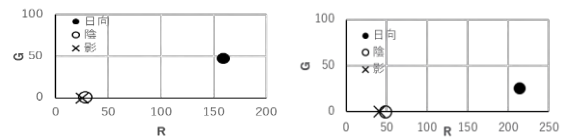
光源であり、電球色は夕焼けのような橙の色である。また、被写体は、鏡面反射の少ない木製の積み木とし、それぞれ、赤、緑、青、黄色に着色されたものを用いる。昼光下および電球光下の赤い積み木の画像を図2に示す。なお、積み木の形状は4色とも同じとする。一眼レフのデジタルカメラ（Canon、EOS Kiss X8i）により、上記照明光下の積み木のシーンを黒背景下で撮影し、日向領域、陰領域および影領域の色（画素値）を比較する。画素値は、上記3種類の領域を目視で判断し、手動で選択した領域内の平均値とする。



(a) 日光下 (b) 電球光下

図2 実験画像

図3は、赤い積み木を対象に、日光下（図3(a)）、電球光下（図3(b)）の画像から得られた、日向領域（●）、陰領域（○）および影領域（×）平均画素値をR-G軸上にプロットしたものである。この図より、陰と影領域のRGB画素値は完全には一致しないが、日光下、電球光下共にほとんど同じであることが分かる。なお、この傾向は積み木の色に依らない。



(a) 日光下 (b) 電球光下

図3 日向、陰影領域の平均画素値

以上のことから、陰と影は色として同じ扱いにできることが分かった。

(2) 陰影シーンからの物体色推定の検証

有彩色光源下の陰影を含む画像を Retinex 理論および灰色仮説に基づいて物体の反射率からなる画像（白色光源下における画像）に変換する手法

の有効性を検証する。

Retinex 理論とは、画像の色が照明光と物体の色から構成されることを前提とし、空間的に緩やかな変化は照明光の変化によるもの、急峻な変化は物体領域の境界によるものと仮定することで照明光色の影響を取り除いた物体の反射率からなる画像を得る手法である。しかしながら、物体境界の判定に輝度を用いているため、同一の物体領域に陰影が存在する場合には物体境界と見なされるという課題がある。そこで、陰影領域においては、明るさ(=輝度)は変化するが色相はあまり変化しないという特性を利用することで照明光色の影響を除去した物体の反射率からなる画像を得る。

一方、照明光の空間的な分布が一定である場合には照明光色の影響を完全に除去できるとは限らない。そこで、照明光色の影響を除去するため、灰色仮説を利用して照明光色の推定を行った上でその影響を除去する。灰色仮説とは、シーン中の全ての物体の色を平均すると灰色になるとする仮説であり、この仮説が成立する場合には、画像の平均値を照明光色とみなすことができる。

複数の色紙を組み合わせたパターン(以下、モンドリアンパターン)に左側から照明光を照射し、

右側に影が生じるように画像を作成する(図4)。照明光は図5(a)の示すように、左端の強度を1とした時、中央に向かって線形に減少し、中央の位置から右端までは一定の強度とする。この場合、右側が影領域に見える。また、

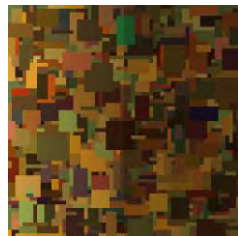
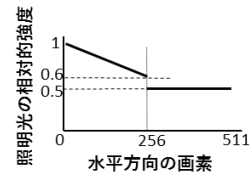
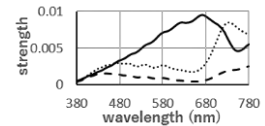


図4 実験画像例

照明光は、図5(b)に示すように、タングステン電球(実線)、色温度3500 Kの昼光に青フィルタをかけた光源(点線)、および4700 Kの昼光に青フィルタをかけた光源(破線)の計3種類を用いる。図4の画像は、モンドリアンパターンにタングステン電球(橙色)を左側から照射したシミュレーション画像であり、ここでは、白黒印刷での見えやすさのため実際の画像を1.25倍の明るさに補正した画像を示す。



(a) 強度分布



(b) 照明光種類

図5 実験で用いた照明光

図4の画像に、オリジナルのRetinex理論を適用した結果(図6)と、提案手法を適用した結果(図7)を示す。なお、図7は、白黒印刷での見えやすさのため1.25倍の明るさに補正した画像である。図6では、画像中央に縦のライン、即ち、陰影の境界が残っており、全体にオレンジがかっており照明光色の影響が残っている。一方、図7では、画面中央の陰影による境界がなく、かつ、全体に照明光色の影響が除去されている。



図6 Retinex 適用

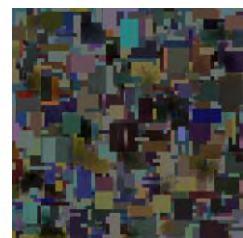


図7 提案手法の結果

表1に推定照明光色と真値を各色をRGB空間上のベクトルとみなした際のベクトル間のなす角を誤差として示す。いずれも誤差は照明光色に依らず、誤差が10°前後となった。

表1 推定結果

照明光	角度(°)
タングステンランプ	10.2
3500 K 昼光+フィルタ	11.8
4700 K 昼光+フィルタ	11.6

[参考文献]

- (1) Land, E. H. and J. J. McCann, "Lightness and retinex theory," Journal of the Optical Society of America, vol.61, pp.1-11, 1971.

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計1件)

- [1] Harumi KAWAMURA, Recovering reflectance of a partially shaded image under colored scene illuminant, Proceedings of the International Colour Association (AIC) Conference 2020, 査読有, p.458

課題研究費実績報告書

令和 3年 3月 31日現在

研究課題名：力学的境界条件下での全変動流方程式の時間大域解の適切性とその応用

研究代表者：中屋敷 亮太

小区分：数理解析学関連

1. 研究計画の概要

「全変動流方程式」は画像処理問題を起源とする様々な数理モデルへの応用が見られる偏微分方程式である。本研究の大きな目標は、全変動流方程式が現れる様々な数理モデルに適用できる統一的な数学理論を構築することである。

例えば全変動流方程式を含む数理モデルとして「結晶成長の数理モデル」が挙げられる。金属材料は一般的に原子が規則正しく配列した結晶構造を持っている。しかし実際はすべて同じ構造を持っているわけではなく、物質内において原子配列が乱れる領域をもつ。結晶成長の数理モデルは多結晶体である金属の平均的な方向場の動きを再現することで、金属材料の特性から生じる様々な諸問題を解決する目的として作られた数理モデルである。近年では数学的な観点からも数値実験の有効性や最適性を示すために、このモデルに対する様々な理論解析が進められている。特に数値実験等で得られた結晶成長が安定する状態、すなわち時間無限大での結晶成長の挙動や定常問題に対する数学的な考察が、実際の現象との適合や現象の制御に役立つと考えられている。

これらの問題に対して、従来の数理モデルでは数学的な解析の容易さなどから「Dirichlet型」や「Neumann型」といった境界条件が課されることが多い。しかし実際の現象では、結晶と結晶の間に動的な力が働くことが多いため従来の境界条件ではより正確な現象の再現を実現することが難しい。この問題を解決する一つの方法として「力学的境界条件」と呼ばれる境界条件を課すことを考えた。固定境界上で時間発展する放物型偏微分方程式で与えられた境界条件によって、現象をよりリアルに再現する狙いがある。また力学的境界条件は、設定したパラメータに対して極限移行などの操作を施すことによって従来の境界条件を統一的に捉えなおすことができるのではないかと考えられる。境界条件を含めた統一理論の構築に成功

すれば、より多くの数理モデルに対して有効な数学解析であるといえる。

以上を踏まえ本研究では、基礎研究の位置づけとして、力学的境界条件下での全変動流方程式の初期値問題に対して数学解析を行う。特に力学的境界条件を含む方程式において時間局所的な先行研究が活発に行われている中で、数理モデルの現象として大事となる、十分時間が経過した「定常状態」に関する数学的な結果はまだ少ないため、具体的な研究目標として次の4つを設定した。

- (1) 時間大域解の存在
- (2) 時間無限大での漸近挙動
- (3) 解の時間的变化における収束オーダー
- (4) 応用問題と定常問題との関連性

これらの基礎研究を発展させたうえで、全変動流方程式の初期値問題に対する一般化を目指して研究を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究の要となる手法として「抽象発展方程式の一般論」の枠組みを用いた。発展方程式の理論はとても強力であるため、数学解析の確実性を保証できるだけでなく応用の適用範囲も広い。そのため本研究の目的を達成するために用いる手法として有効かつ合理的であると考えられる。これまでの研究から全変動流方程式の適切な解のクラスが力学的境界条件と適合するかという問いが考えられた。これに対して力学的境界条件を非斉次Dirichlet型境界条件の「拡張」として捉え直して考えた。問題自体を拡張（極限）問題として捉え直すことで「可解性」「システムの連続依存性」などの定性的性質を抽象発展方程式理論より得ることに成功している。本研究の最大の独自性である「力学的境界条件」を課すことであり、さらに近似議論の有効性という観点から抽象発展方程式による理論を構築した点である。以下、1. で挙げた4つの研究目標に対して、進捗状況及び達成

度を述べる。

(1) 時間大域解の存在

概ね達成されている。システムを単純な形に限定し、先行研究[Nakayashiki / AMSA(2018)]の一般化を目標に着手した。特に非線形発展方程式の意味で「時間大域的な弱解」を定義し「可解性」の証明に取り組んだ。ここでは時間離散化法(=方程式の時間微分を線形補完によって近似し、楕円型偏微分方程式の手法により解を構成してから極限移行する方法)を使用した。初期値関数による評価および定義した弱解の一意性を抽象発展方程式の一般論に従い証明を行った。

(2) 時間無限大での漸近挙動

概ね達成されているといえる。漸近挙動を証明するためには、方程式の支配エネルギーの消散性を評価する「エネルギー不等式」の証明が必要不可欠である。発展方程式の一般論を含む先行研究等の従来の方法を用いてエネルギー不等式を証明し、時間離散系から極限移行によって連続系の解の漸近挙動に関する結果を得た。

(3) 解の時間的変化における収束オーダー

現在、未達成の課題である。大域解の時間収束の時間定量オーダーに関するもので、今後着手予定である。証明の大まかな方針として比較性原理を用いた証明法を考えているが、定量オーダーの定義として比較関数を独自に定義しなおす必要があるため、ある程度の計算と検証が必要になると考えられる。別の境界条件を課した場合の結果の先行研究が適応できないか、もしくは別の関数を用いることでより良いオーダーが導出できないか検討中である。

(4) 応用問題と定常問題との関連性

現在進行中の課題である。力学的境界条件下における「結晶粒界運動の数理モデル」について考察した。本研究の目的である「力学的境界条件下での全変動流方程式に関する統一的な数学理論の構築」の背景や狙いには上記のような数理モデルの数理解析学的な分析があげられる。

本研究に関連した上記の数理モデルに関する今年度の数学的な結果として、1次元定常問題に対する力学的境界条件付きの「最適制御問題」についての研究に取り組んだ。ここでの「最適制御問題」はコスト関数と呼ばれる汎関数の最小元を与える関数を見つけることである。ここで見つかる最小元は実際の現象では外力に相当し、外から与

えた勝手な力によって結晶成長を制御できないかという思想に基づくものである。具体的には近似システムからの接近および抽象発展方程式による議論から「最適制御の存在」「近似問題との関連」「最適制御になるための必要条件」等を明らかにし、共同研究者とともに論文執筆および雑誌への掲載まで行った。

今後の課題として、一般多次元の場合の考察も視野に入れている。また今年度は上記(1)(2)(3)を踏まえて「定常問題の考察」も課題として挙げていたがこちらは未着手である。定常問題に関しても主に1次元に関する結果が多く一般多次元についても課題である。

3. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計2件)

- 1) Shodai Kubota; Ryota Nakayashiki; Ken Shirakawa, Optimal control problems for 1D parabolic state-systems of KWC types with dynamic boundary conditions, *Advances in Mathematical Science and Applications*, [査読有], **29** (2), pp.583-637 (2020.11).
- 2) Yoshikazu Giga; Ryota Nakayashiki; Piotr Rybka; Ken Shirakawa, On boundary detachment phenomena for the total variation flow with dynamic boundary conditions, *Journal of Differential Equations*, [査読有], **269** (12), pp. 10587—10629 (2020.12).

[学会発表] (計1件)

- 1) 白川 健; 久保田 翔大; 中屋敷 亮太, Optimal temperature controls for 1D KWC type systems with dynamic boundary conditions, 日本数学会 2020 年度年会(実関数論分科会), [査読無], 2021 年 3 月 18 日.

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：コッククロフト・ウォルトン回路の高出力化に関する検討

研究代表者：米盛 弘信

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究の最終目的は、室内における太陽光発電の実験で必須となる人工太陽光をパワーLEDによって実現することである。本研究では、容易に直流高電圧が得られるコッククロフト・ウォルトン回路（Cockcroft - Walton Circuit：以下、CW回路）を応用して点灯回路が実現できないか検討した。一般的に、CW回路は μA ～ mA オーダの電流しか出力できずパワーLEDを点灯させるには不十分である。すなわち、目的を達成するためには、CW回路の高電流出力を実現する必要がある。本課題では、スイッチング回路を付加したCW回路を構成し、高出力化を目指した特性評価を行った。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

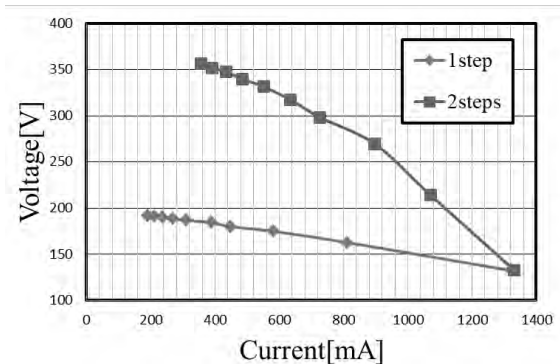
研究目標を達成するために、本年度は以下に示す項目について取り組んだ。代表的な成果の中から重要なものを概説する。なお、詳細は研究成果の論文等を参照されたい。

【シミュレーションによる動作解析】

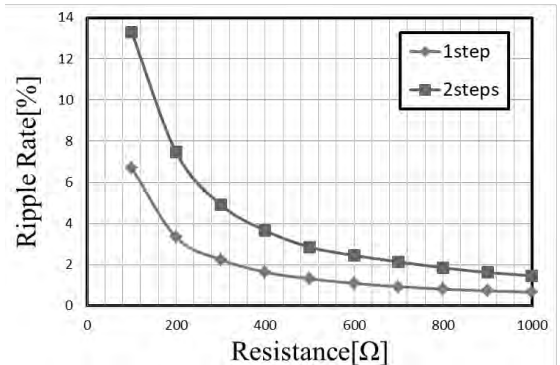
本解析では、全波整流型CW回路の段数を変動させた際の出力電圧と出力電流、およびリップル率を電子回路シミュレータLTspiceによって明らかにする。

図1は、CW回路の段数を変えた際の出力特性を示す。図2は、CW回路1段時に負荷抵抗を変動させた際の出力電圧波形を示す。図1(a)のI-V特性より、最大出力電圧：356.7V、最大出力電流：1331mAを得た。また、CW回路2段の500 Ω では、出力電圧：317.4V、出力電流：634.4mAであった。これは、使用するパワーLEDの駆動条件である目標値に到達したことを示す。図1(b)のリップル率より、負荷抵抗が大きくなるにつれてリップル率が低減することがわかった。図2より、出力波形からリップル率の低減が確認できるとともに、負荷抵抗が大きくなるとオーバーシュート

も大きくなることがわかった。これは、CW回路のキャパシタンスが影響しており、容量を小さくすると改善されることがわかった。



(a) 負荷抵抗を変動させた際の出力 I-V特性



(b) 負荷抵抗を変動させた際のリップル率

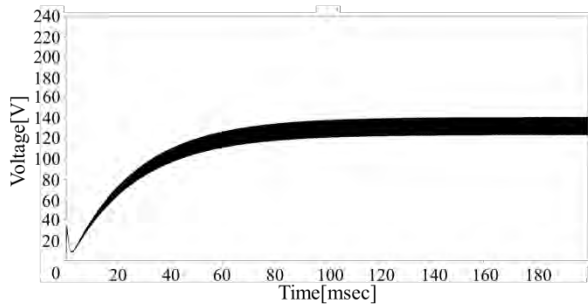
図1 CW回路を段数変動させた際の出力特性

【実機による動作確認】

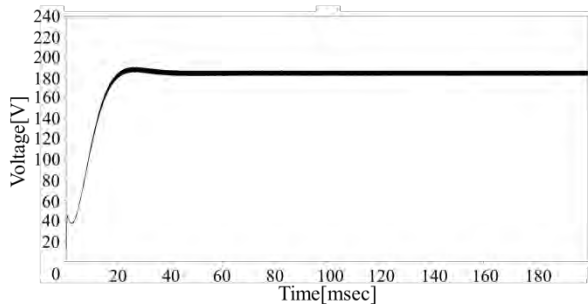
本実験回路は、高周波トランスを介して全波整流型CW回路に電力を伝達する方式を採用している。本実験では、全波整流型CW回路2段を接続することで出力電圧の増加を目指す。

図3は、CW回路の段数を変動した際の出力特性を示す。図3(a)のI-V特性より、CW回路2段時で最大出力電圧：9.5V、最大出力電流：58.9mAを得た。また、CW回路1段は最大出力電圧：5Vであった。この結果より、CW回路の段数増加に伴い、損失はあるが倍電圧に昇圧されたことが確

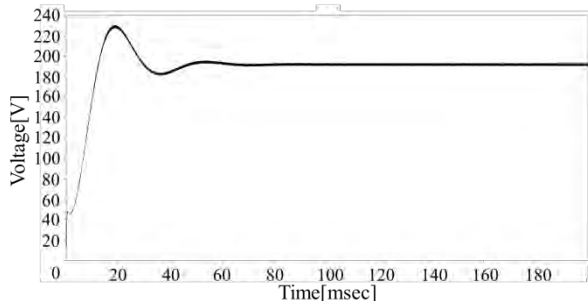
認できた。図3(b)のリップル率より、負荷抵抗が大きくなるにつれてリップル率が低減することがわかった。しかし、本提案回路におけるリップル率は最小で2.8%であるため、目標値であるリップル率1%未満は得られなかった。



(a) 負荷抵抗 100 Ω 時の出力電圧波形

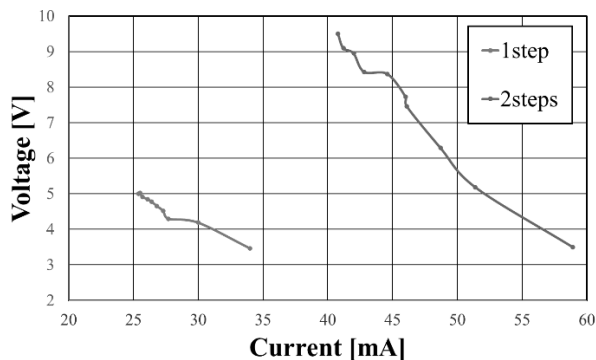


(b) 負荷抵抗 500 Ω 時の出力電圧波形

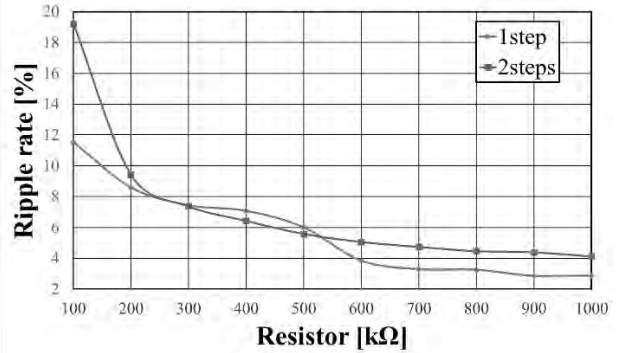


(c) 負荷抵抗 1k Ω 時の出力電圧波形

図2 負荷抵抗を変動させた際の出力電圧波形



(a) 負荷抵抗を変動した際の出力 I-V特性



(b) 負荷抵抗を変動した際のリップル率

図3 CW回路を段数変動した際の出力特性

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計5件）

1. 中川湧貴, 米盛弘信: “高周波駆動した全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の動作試験”, 2020年(第2回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, 査読無, A-4, pp.7-8, 八王子市学園都市センター (2020-12)
2. 千葉 穰, 米盛弘信: “交流電池に接続するコッククロフト-ウォルトン回路の出力特性”, 2020年(第2回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, 査読無, A-7, pp.13-14, 八王子市学園都市センター (2020-12)
3. 千葉 穰, 米盛弘信: “交流電池に接続するコッククロフト-ウォルトン回路に関する基礎研究”, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読無, Q127 (2020-12) 優秀賞
4. 中川湧貴, 米盛弘信: “実機による全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の高周波駆動に関する一検討”, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読無, Q221 (2020-12)
5. 中川湧貴, 米盛弘信: “シミュレータによるスイッチング回路を付加した全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の動作解析”, 2020年(第38回)電気設備学会全国大会講演論文集, 査読無, pp.4-5, 東京電機大学 (2020-08)

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：構図とそのメッセージに関する研究

研究代表者：李 盛姫

小区分：デザイン学

1. 研究計画の概要

美術やデザインなどで画面や空間を作り上げるときに、画面がバランスよく見えるように配慮することを「構図」と呼び、その構図を決める一つの要素であるモチーフの向きによって、画面や空間全体から受ける印象が変化し、時にはモチーフの向きから制作者の意図が推察できる。我々消費者が目にするデザインの事例から、多く使われているモチーフの向き、構図を調べ、構図が何かを伝える事、構図から何か伝わる事を明らかにする。それにより、モチーフの向きが持つ意味や、広く構図自体が持つメッセージ性を、デザイン教育における教科用図書として活用することを目的とする。

2020年新型コロナウイルスの感染が日本にも広がり、姿を描き写すと感染封じにつながると信仰される妖怪が話題となった。特に全国各地で報道された代表的な妖怪に「アマビエ」が挙げられる。アマビエは1846年瓦版に類する刷り物に絵と文で記されており、肥後国（現、熊本県）の海に現れた際に「病がはやる。私を写し人々に見せよ」と言って消えたとされる。ここで注目したいのは、妖怪が写し出された向きである。向きには、正面・横・後ろ向きや真上・真下、やや斜め向き等、様々な向きがある。アマビエの胴体はやや正面、顔は右向きの真横で描かれてある。また、山梨県には「ヨゲンノトリ」という予言獣が伝わり、黒と白の二つの頭を持つ鳥は、右向きの真横に近い構図で描かれてある。感染封じという人の願望を表現するのに、横向きの顔が意味するものは何だろうか。さらに、洞窟壁画でも人間や動物が横を向いた構図で描かれている事が多いのは共通理解として多くの人に共有されているだろう。さらにスコープを広げれば、舞台演劇においては人物の向き（左右）によりその人物の感情を表すという活用もされているという。デザインにおいても、伝えたいメッセージと構図、中でも特にモチーフ

の向きには何らかの関連性があるはずだが、先行研究でははっきりと明らかにされていない。構図が伝えるメッセージ性、また構図から我々が受ける印象について明らかにしていく。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

美術やデザインなど画面や空間を作り上げるときに、構図設定のステップでは画面がバランスよく見えるように配慮する。構図を決める一つの要素であるモチーフの向きによって、画面や空間全体から受ける印象や意図が伝わる。構図は人に何かをみて欲しいときに指差しをするのと同じように、クリエイターの意思が反映されている。我々消費者が目にする機会の多いデザイン事例から多く使われているモチーフの構図を調べ、構図が伝える事、構図からメッセージが伝わる事を明らかにする。分析方法として新聞広告を用いた。新聞広告は他の媒体より写真やイラスト表現が多く使われ、向きに関する構図を明確に分析できる利点がある。新聞広告の中から1931年から2019年までの毎日広告デザイン賞を分析対象とする。当新聞広告賞は日本国内で新聞社が主催する広告賞の中でも最も長い歴史を持ち、一般部門の他に実際に新聞に掲載された広告を作品として審査する部門もあり、多角的な分析が可能であるためである。受賞作品からモチーフの構図分析が可能である事、単体のモチーフで構成されている事、向きが明確である事、人物である事を条件として10作品を選び、5作品を取り上げる。10作品の内、正面向きが半分を示す5作品、横向きが4作品、後ろ向きが1作品あった。下記、図1左画像は第3回（1933年）商工大臣賞「髪洗い花王シャンプー」齋藤梅夫の広告作品である。液状シャンプーの初登場が1930年頃で花王石鹼（現在の花王）がシャンプーを発売したのが32年である。



図1 構図分析1 (正面顔)

1930年は和装で髪をまとめて結い上げている女性が主流だった時代だが、ハイヒールに洋装、短い髪というハイカラないでたちのモダンガール(モガ)が流行した時代でもあり、特に長い髪をさらりと下ろしている人は少なく髪を洗うことを指す「せんぱつ」ではなくて「あらいがみ」と読み、日本国語大辞典(小学館)では「洗った髪を結わないで、そのまま解きさげたもの」という。5日に1回の頻度や男はシャンプーを使っていなかった時代だったため、時代を真っ直ぐに先取る象徴としてターゲットイメージを描き、下ろしたサラサラの髪になる商品のアピールとして、真正面向きの女性にメッセージを託していると考えられる。また、1876年頃制作されたルノワールの「青い服を着た若い女」三重県立美術館所蔵のように絵画ではモチーフを見る角度で伝わるものが違うとされ、同じ高さをきりっと見つめると、乱れない、理性的な強さが表現できる。しかし、中立的な高さのため、表情が乏しく、曖昧になったりする。図1中央画像は第44回(1976年)公共福祉広告の部特選、テーマ「住む」の広告作品である。キャッチコピー「子どもたちのいる老人ホーム。おばあちゃんのいる保育園。」に登場するおばあちゃんを真正面向きに配置し和やかに訴え掛けている。図1右画像は第45回(1977年)公共福祉広告の部特選、テーマ「教育」の広告作品である。叱られている子供真正面全体像をモチーフとして捉えている。やや見上げる視線は、明るい希望や、憧れ、尊敬を表すとされている。この場合はしっかりとお叱りを受け止め反省する姿勢を構図で伝えている。図2左画像は第78回(2010年)経済産業大臣賞「キッコーマンしょうゆ」発売50周年アニバーサリー広告作品である。キッコーマンの卓上びんを擬人化し可愛らしいビジュアルに落とし込み、白い雪の背景を歩く子供の姿が印象的に映る。また、これからも歩ん

で行く企業のメッセージを伝えている。視線の後ろは過去を表し、全面に広く余白をとった素直な構成に比べて、複雑なねらいが込められている印象もしばしば受ける。



図2 構図分析2 (横顔)

図2右画像は第86回(2018年)広告主参加作品部最高賞、西野亮廣最新刊『新世界』である。本の表紙デザインと連動させ、著者本人の横顔を大きく配置している。左右の余白を均等にせず、後ろを狭くして、前を広くとり自然で素直な空間落ち着いた表情になるため石膏デッサンなどの基本的な描写の構図ではよく使われる手法である。しかし、ここで注目したいのは、横向きである。旧石器時代の人々が豊猟を願って描いたラスコー洞窟の壁画の動物たちのように横向きに配置してある。目前の馬をモチーフに作品として描いているのではなく、近い内に出会いたい狩りの情景を願い、イメージして表現しているかのように、この作品のにも未来、新世界に対するねらいを横向きに託していると考えられる。

学生の実証実験では、本校デザイン学科1年生実技課題、自画像を描いてもらい検証をおこなった。43被験者に対し最も多い向きはやや斜め横向きに正面視線であった。横向きや後ろ向きはゼロの意外の結果となった。

表1 自画像における構図分析

視線 \ 顔向き	正面	横	やや斜め横	後ろ
正面	8	0	15	0
上	0	0	7	0
下	4	0	3	0
やや斜め横	2	0	4	0

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1 件）

[1] 芸術工学会 2021 年秋期大会にて発表予定

〔その他〕（計1 件）

[1] Jilin Animation Institute（中国）特別講義
予定， 2021 年夏休み頃

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：Double-Pass Background Oriented Schlieren 法による超音速流中の高感度かつ境界層を含む密度分布計測に向けた実験装置の構築

研究代表者：廣瀬裕介

小区分：流体工学関連

1. 研究計画の概要

本研究では、超音速流中にある円錐や球体といった超音速飛行が考えられる模型周りに発生する密度変化を境界層も含めた高感度定量計測することを実現する。そのため、Background Oriented Schlieren 法を改良した新たな計測法である Double-Pass Background Oriented Schlieren (DPBOS) 法を考案した。本研究では考案した新たな計測手法に関する実験を遂行するための装置の構築し、その性能試験を実施することを目的としている。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

上述した装置の具体案として、バリスティックレンジと衝撃風洞の2種類が挙げられ、両者とも構築を進めている。

まず、バリスティックレンジについて説明する。これは電気エネルギーにより飛翔体を射出する装置のことを表しており、本年度は回路設計のみならず飛翔体加速用のレールや電気エネルギー貯蓄用の大型コンデンサを使用して実際にバリスティックレンジを構築した。また、大型コンデンサ動作確認用実験を実施し、電気エネルギーの充放電が正常に実施されていることを確認した。今後、更なる事前準備を終えて、射出実験をする予定である。

衝撃風洞とはタンクに貯蓄した高圧ガスを急激に放出することで衝撃波を発生させる装置である。本年度は配管設計を実施したため、今後は配管の接続を実施し、動作確認や性能試験を実施する予定である。

しかしながら、両者とも予定をしていた実際の動作や性能試験は未実施のため、今後も継続して同研究テーマに従事する予定である。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計4件)

1. M. Yamagishi, Y. Yahagi, M. Ota, Y. Hirose, S.

Udagawa, T. Inage, S. Kubota, K. Fujita, K. Ohtani, H. Nagai, Qualitative Density Measurement of Wake Region behind re-entry capsule: Improvements in Accuracy of 3D Reconstruction by Evaluating the View-Angle of Measurement System, ICFD2020, CRF-57, Sendai, Japan(October 2020)

2. 山岸雅人, 田島滉大, 門脇大介, 長谷川廉, 小澤直輝, 廣瀬祐介, 稲毛達郎, 太田匡則, ”高感度定量密度場計測法の開発と風洞実験”宇宙航行の力学シンポジウム (2020.12)
3. 倉田亮佑, 廣瀬裕介, 空き瓶パルスジェットエンジンの燃焼時間向上を狙った実験, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会, E122, 2020年12月5日
4. 森田迅亮, 廣瀬裕介, 電磁加速を用いたバリスティックレンジの開発, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会, F128, 2020年12月5日

[受賞] (計1件)

1. 森田迅亮, 廣瀬裕介, 電磁加速を用いたバリスティックレンジの開発, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 準優秀賞

課題研究費実績報告書

令和4年 3月 31日現在

研究課題名：電動カート用教育利用を目的する汎用性有する自動運転システム

研究代表者：井組裕貴

小区分：教育工学関連

1. 研究計画の概要

本校の電気工学科では1年次科目の電気工学基礎において、工学基礎教育やものづくり教育、電気エネルギーの体験的学習による実践的な技術者育成を目的とした「電動カートの製作」を導入している。この授業を通して、問題解決を導くための論理的思考力や創造性、能動的に学ぶ積極性や体験を通じた知識の定着性、グループ内で意思疎通を図るためのコミュニケーション力の向上を期待している。しかしながら、車離れが進んでいる昨今、アトラクションの車やカートを運転したことが無い学生がおり、パニック時にブレーキ操作やハンドル操作を過度に操作してしまい事故が発生する危険性がある。有用な教材として要求されることは安全性と信頼性であり、事故が起きる前に未然に防ぐ必要がある。その信頼性のボトルネックとなっている運転未経験学生の運転時に自動運転レベル3のシステムを付与させ、カート側が自動的に「止まる」、「避ける」ことで衝突を回避することが期待でき、安全性の向上や教育効果への反映が可能である。また、将来的にはカメラやセンサなどの外観認識システムやモータ、アクチュエータなどの制御システムを組み合わせ、それぞれのセンシングを行い、電動カートを利用した自動運転システムの体験型授業を考えている。これにより、今後の技術として必要なADSを自ら考え、自ら手を動かし、実装し「動く」「止まる」「曲がる」の体験を通して学習・理解が可能である。また、実際にそれらのセンシングしたカートを体験することで、体感をもって自動運転の基礎技術を自分の知識に落とし込むことができる。そこで、本研究では教育的利用を前提とした各班で製作する電動カートに取り付け可能な汎用性を有したシステムを検討し、機械学習による画像認識や画像処理、LiDARを使用したSLAMや測距を行い、それらの情報を使用した操舵や制動を行うシステムの構築を目指す。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

図1のように各センサを電動カートに取り付け制御を行った。認識のために使用するセンサはステレオカメラとLiDAR、超音波センサとし、Jetson TX2とPCを車載し使用する。

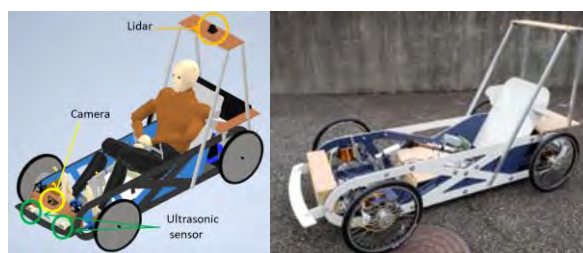


図1 電動カートの3Dモデルおよび実機

物体認識についてはYOLOv3のアルゴリズムを使用し、表1のクラス数を学習させた。認識させるクラスは、令和二年度から過去十年間の警察白書記載の統計データを基に、特に重大事故に繋がったりやすい原因を抜粋して

表1 認識リスト

1	Yasutaka Ikumi	13	Speed_limit_50
2	Pedestrian	14	Crosswalk
3	Car	15	No_parking
4	Motor_bike	16	Busstop
5	Truck	17	No_entry
6	Bicycle	18	Road_sign
7	Blue_traffic_light	19	Traffic_sign
8	Red_traffic_light	20	Mirror
9	Yellow_traffic_light	21	Sign
10	Stop_sign	22	Face
11	Speed_limit_30	23	Bus
12	Speed_limit_40	24	Eguchi Daichi

いる。学習枚数は12000枚以上で、各クラス平均して500枚を目安に学習させた結果、図2のように認識が可能となり、平均適合率は80%程となった。



図2 標識の画像

LiDAR については、SLAMTEC の Rplidar S1 を使用し、周辺の認識を行った。ROS melodic 環境下で Rplidar を動作させ、図 3 の点群データを基に制御を行った。また、今回の制御には用いていないが、Hector SLAM による地図形成が確認できた(図 4)。



図 3 点群データ 図 4 Hector SLAM

操舵および制動の制御はアクチュエータ (Firgelli FA-35S-12-4) を使用した。前左輪にアクチュエータを取り付け、ロッドを用いて左右輪の接続を行った。制動に関しては、安全性の観点からドライバー操作のフットブレーキと緊急時制動用の自動ブレーキの 2 系統とした。制御用自動ブレーキは前左右両輪の機械式ブレーキをそれぞれのアクチュエータで制御を行った。動作の流れとして、ROS melodic 環境下で YOLO や Rplidar のノードを動作させ、得られた出力値を Arduino にシリアル通信で送信し、制御を行った(図 5)。



図 5 認識・制動・制御の流れ

一連のノード入出力の例は図 6 のようになる。画像認識した対象の Bounding Box のサイズから距離を算出し、閾値によってカートへの制御が可能となった。/darknet_ros からのノードを /yolo_id のノードに送り、対象の距離算出をしている。

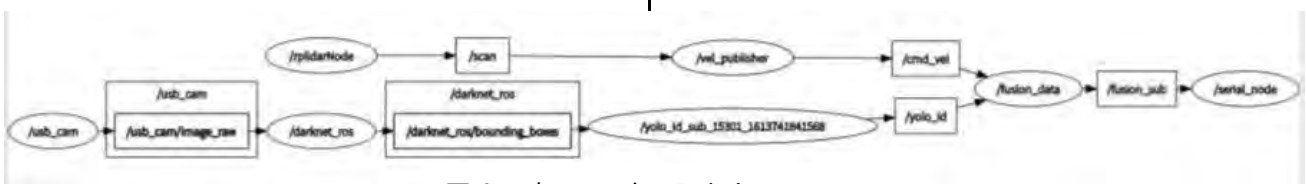


図 6 各ノードの入出力

/vel_publisher と /cmd_vel では、LiDAR からの出力を受け、制御の閾値や動作基準を定めている。/yolo_id のノードと /cmd_vel のノードを /fusion_data のノードに出力し、/serial_node への入力をまとめ、それぞれの閾値によって Arduino を動作させる。このノード入出力により、電動カートの操舵および制動が可能となった(図 7)。



図 7 電動カートへの実装

本研究では、電動カートにおける自動運転レベル 3 の制御を目的として各班が製作した車体に取り付けが容易な汎用性のあるシステム開発を行った。ROS 環境下において画像認識や LiDAR からの情報を基にアクチュエータによる操舵や制動ができ、自動運転レベル 3 の教育的利用の基礎となるシステムが開発できた。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計 1 件)

- (1) 井組裕貴, 風間俊哉, 他 “高専導入教材としての簡易電気自動車キットを用いたものづくり教育” 第 69 回年次大会・工学教育研究講演会 (2021), 査読なし

課題研究費実績報告書

令和4年 3月 31日現在

研究課題名：104番元素 Rf の硫酸塩錯体同定に向けた第4族元素の TBP による抽出

研究代表者：横北卓也

小区分：無機・錯体化学関連

1. 研究計画の概要 (以下10pt)。

超重元素 (原子番号 104 番以降の元素群) のラザホージウム (Rf) の硫酸塩錯体の化学種を同定することを旨として研究を行う。我々の研究により、Rf と硫酸イオンとの錯形成が、相対論的量子化学計算による予測よりもはるかに起こりにくいことが明らかになった。しかし、Rf の硫酸錯形成についての定量的な議論にまでは至っていない。さらなる研究により Rf の硫酸塩錯形成についての定量的な議論が行うことができれば、Rf の化学的性質解明に加え、現在の相対論的量子化学計算の課題発見に役立ち、将来的な量子化学計算分野への波及効果も期待できる。Rf の硫酸塩錯形成を議論する上で、Rf 及びその比較となる同族元素の Zr 及び Hf の化学種を詳細に調べていくことが重要である。

まず、同族元素の Zr と Hf の硫酸塩錯体を推定するため、中性錯体を抽出することができるリン酸トリブチル (TBP) を抽出剤とした H_2SO_4 からの溶媒抽出とエレクトロスプレーイオン化質量分析 (ESI-MS) を行い、フラグメントの化学種を基に中性の Zr 及び Hf の硫酸塩錯体を推定する。次に、Zr、Hf、Rf の TBP/ H_2SO_4 系の固液抽出挙動を取得し、Zr と Hf の抽出挙動を Zr と Hf の化学種の変化を関連付けることで、抽出挙動から Zr 及び Hf の硫酸塩錯形成を考察する。そして、Rf と Zr と Hf の抽出挙動を比較し、単一原子でしか存在できない Rf の硫酸塩錯体の錯形成及び化学種を考察する。

将来的に、本研究により、同定した Rf の化学種を用いて相対論的量子化学計算を行い、実験結果を反映するような計算パラメータを導き出すことで、今後の超重元素化学における相対論的量子化学計算の精度向上が可能となり、超重元素領域における特異な電子状態、化学結合への相対論効果の影響を解明を目指す。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

(1) Zr と Hf の H_2SO_4 溶液中の化学種同定
達成度：30%

Zr と Hf の H_2SO_4 溶液中の化学種同定のため、Zr 及び Hf の TOA/ H_2SO_4 系の溶媒抽出を行った。抽出化学種に含まれる TOA の数を調べるため、 H_2SO_4 濃度を一定とし、Zr 及び Hf の分配比の TOA 濃度依存性を調べた。また、抽出化学種を同定するため、抽出試料の ESI-MS 測定を行いフラグメントの化学種の同定を行った。これらの結果を基に Zr と Hf の H_2SO_4 中の陰イオン化学種を推定した。

また、以前取得した Rf、Zr、Hf、Th の H_2SO_4 系の陰イオン交換の結果と J. Inorg. Nucl. Chem. 26, 965 (1964)、Inorg. Chem. 46, 5882, (2007) の報告を基に、Rf、Zr、Hf、Th と硫酸イオンとの錯形成反応における全安定度定数の導出した。ラフな評価ではあるが、Rf の 3 段階目の全安定度定数が同族元素の Zr と Hf に比べて、1 桁以上小さいことがわかった。現在、より詳細な全安定度定数の見積もりを行っており、将来的に論文投稿を予定している。

(2) Zr、Hf、Rf の TBP/ H_2SO_4 系の固液抽出
達成度：5%

本年度は、初年度とのことで、実験に必要な物品の調達を行うことができた。しかし、実験まで進めることができなかった。次年度以降、本年度調達した物品を用いて研究を進捗させていく予定である。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕 (計 2 件)

- (1) T. Yokokita, S. Yano, Y. Komori, H. Haba, Anion- and cation-exchange studies of Zr, Hf, and Th using ion-exchange resin and fiber in H_2SO_4 media for chemical characterization of sulfate complex of Rf, J. Radioanal. Nucl.

Chem., 査読あり, **331**, 1127 (2022).

- (2) E. Watanabe, Y. Kasamatsu, T. Yokokita, S. Hayami, K. Tonai, H. Ninomiya, N. Kondo, Y. Shigekawa, H. Haba, Y. Kitagawa, M. Nakano, A. Shinohara, Anion-exchange experiment of Zr, Hf, and Th in HNO₃ and quantum chemical study on the nitrate complexes toward chemical research on element 104, Rf, Solvent Extr. Ion Exch., 査読あり, in press.

〔紀要〕 (計 3 件)

- (1) T. Yokokita, Y. Kasamatsu, E. Watanabe, Y. Komori, Y. Shigekawa, Y. Wang, D. Mori, H. Ninomiya, S. Hayami, K. Tonai, K. Ghosh, A. Shinohara, H. Haba, Anion exchange of Rf in H₂SO₄ using the batch-type solid-liquid extraction apparatus AMBER, RIKEN Accel. Prog. Rep. 査読あり, **54**, 148, (2021).
- (2) T. Yokokita, H. Haba, Cation- and anion-exchange behavior and UV-vis spectroscopy of Zr in HBr for chemical characterization of bromide complexes of Rf, RIKEN Accel. Prog. Rep. 査読あり, **54**, 151, (2021).
- (3) Y. Kasamatsu, N. Kondo, K. Nakamura, Y. Kuboki, H. Ninomiya, Y. Shigekawa, E. Watanabe, Y. Yasuda, K. Toyomura, M. Nagase, T. Yokokita, Y. Komori, H. Haba, T. Yoshimura, H. Itabashi, A. Shinohara, Solvent extraction of Zr and Hf from HCl by Aliquat 336 using a flow-type extraction apparatus toward online chemical studies of element 104, rutherfordium, RIKEN Accel. Prog. Rep. 査読あり, **54**, 150, (2021)

〔学会発表〕 (計 1 件)

- (1) 横北卓也, 羽場宏光, Zr 及び Hf のスルファト錯体推定に向けた TOA/H₂SO₄ 系の溶媒抽出, 日本化学会第 102 春季年会 (2022), 査読なし, JA01-apm-05.

研究課題名：汎用一眼カメラを用いた運動時における血行動態変化のリアルタイム計測に関する研究

研究代表者：吉田 慧一郎

小区分：スポーツ科学関連

1. 研究計画の概要

近年の高齢化社会の加速やアクティビティの多様化に伴い、熱中症等のアクティビティ中における事故が増加しており、簡便に身体の血行動態変化に異常がないかをリアルタイムに計測・解析する技術が必要とされている。先行研究では現在までに近赤外線カメラに改造した汎用一眼カメラを用いた運動時における血行動態変化の可視化に関する検討を行っている。しかしながら、現計測・解析システムではリアルタイムでの解析結果を被験者に示すことが出来ていない。そこで本申請研究では、血行動態変化の可視化をリアルタイムで実施、アクティビティ中における異常な血行動態変化を早急に検知した際には被験者に警告するシステムの構築を検討した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

近赤外線撮影は市販の一眼カメラに赤外線カットフィルタの除去改造を実施したEOS RP(Canon製、撮像素子サイズ：35mmフルサイズ36.0mm×24.0mm)およびEOS5D Mark III(Canon製、撮像素子サイズ：35mmフルサイズ36.0mm×24.0mm)を用いた。また、近赤外線撮影では赤外線投光器(秋月電子通商製、AE-LED56V2)を光源とし、使用レンズ(Canon製、EF24-70mm F2.8L II USM)前面に波長840[nm]以下の光を遮断する可視光線カットフィルタ(FUJIFILM製、IRフィルター84号)を取り付け、近赤外線領域での撮影を実施した(Fig.1)。

分光反射率計測では、携行型分光器(ATシステム製、カラーコンパスMF)を用い(Fig.2(a))、3Dプリンタで作製したケース内に固定、白色LED(OptoSupply製、OSPW5111A-Z3)を光源とした反射光強度を分光器で取得した(Fig.2(b))。分光反射率計測は白色PTFEシートを基準とした。



Fig.1 Modified IR Single-lens Camera with IR light projector.

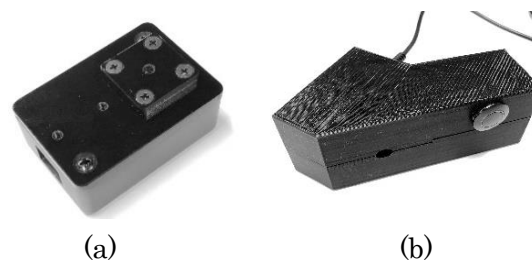


Fig.2 Experimental setup for spectrometry. (a) Portable spectrometer. (b) Spectral measurement system.

実験では、実験前後においてヒト右足左側面部に対する画像計測(Fig.3(a))ならびに、同ポイントにおける分光計測(Fig.3(b))を実施した。

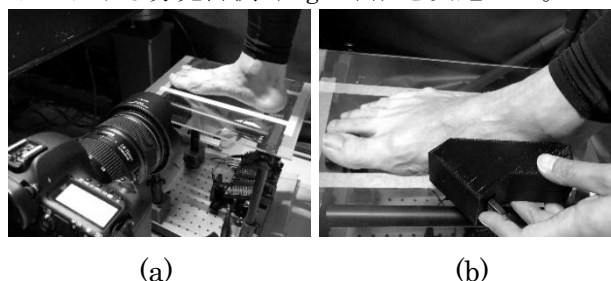


Fig.3 Experimental condition for Hemodynamic change measurement. (a) IR image measurement. (b) Spectral measurement.

本計測システムにより得られた実験結果の一例を Fig.4 ならびに Fig.5 に示す。

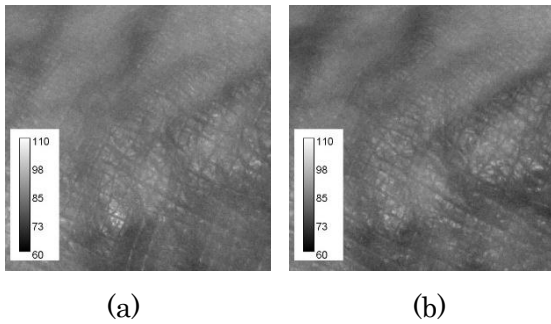


Fig.4 Typical near IR image of walking experiment in the mid-30s. (a) Before experiment. (b) After experiment.

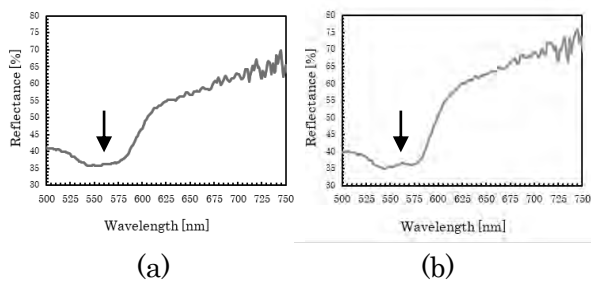


Fig.5 Result of spectral measurement in the mid-30s. (a) Before experiment. (b) After experiment.

Fig.4 に画像計測で得られた近赤外線画像に対し反射率50%のグレーカードで正規化した結果を、Fig.5 に分光計測で得られた波長500-750 [nm]における分光反射率の結果を示す。画像計測では、血管部分とその他周辺組織の反射率の差が明確に見え、血管部分の位置・分布推定が容易であることが分かる。また、運動前後を比較すると運動後の血管部分の反射率が運動前より低下していることが分かる。これらの変化は、運動により引き起こされた血行動態変化を反映したものと考えられる。また一方で、Fig.5 に示す分光計測の結果では、運動を行う前後において、波長560 [nm]付近において分光反射率の変化が見られた。実験前では560 [nm]付近の反射率はなだらかな変化を見せているのに対して、実験後では560 [nm]付近をピークとする波形となった。これは、血液中の酸素化ヘモグロビンの吸収スペクトルのピークと一致しており、運動において血流の変化が生じたものと示唆される。

今回の課題研究により、汎用一眼カメラを用いて運動時における血行動態変化の可視化が可能であることが判明した。現状の計測システムは実験室の暗室内での設備など測定を一定の場所での計測のため in situ でのリアルタイム計測が行えていない状況である。今後の予定として、可搬性を有し、どこでも測定が行えるように携帯型計測システムへ改良していく予定である。

3. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計1件)

- (1) 吉田慧一郎, 「汎用一眼カメラを用いた血行動態変化の可視化による熱中症要望技術への応用」, 日本油化学会オレオサイエンス, vol.21(2021), pp.19-25.

[学会発表] (計2件)

- (1) 吉田慧一郎, 佐藤亮太郎, 「汎用一眼カメラを用いた携行型血行動態可視化システムに関する検討」, 日本福祉工学会第25回学術講演会, 講演論文集, 査読無, pp.21-22
- (2) 佐藤亮太郎, 吉田慧一郎, 「赤外線カメラ改造を施した汎用一眼カメラによる靴種類別の血行動態変化の定量評価システムの検討」, 第22回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 予稿集, 査読無, pp.1557-1558

課題研究費実績報告書

令和4年3月31日現在

研究課題名：周防大島周辺における再生可能エネルギーを利用した沿岸多点多層観測ネットワークの構築

研究代表者：吉田 将司

小区分：船舶海洋工学

1. 研究計画の概要

周防大島に面する大島瀬戸は、5～7ノット程度の強い潮流が頻繁に発生する海域である。この近隣の小松港海域付近での潮流は非常に予測が難しく、船舶の運航に影響を及ぼす場合がある。これら海流や潮流の予測・解明は船舶の航行安全や地域漁業など、幅広い分野での貢献が期待されている。しかし、実時間的に変動する海流や潮流をピンポイントに把握するためには海上を多点多層観測する必要がある。研究代表者らはこれまで沿岸域を多点多層観測するために、無線センサネットワークを構成し、富山新港及び周防大島での観測に成功したが、2～5日間と短期に留まった。この理由は洋上における電源確保が課題であった。そこで本研究は、電源に代表的な再生可能エネルギーである太陽光発電だけでなく、地域特性である強い潮流を生かした小型潮流発電装置を加えた洋上ノードを開発し、複数のLPWA基地局を通じてWeb Serverで集約、遠隔監視可能な沿岸センサネットワークを構築する。図1は観測システムの概要を示す。

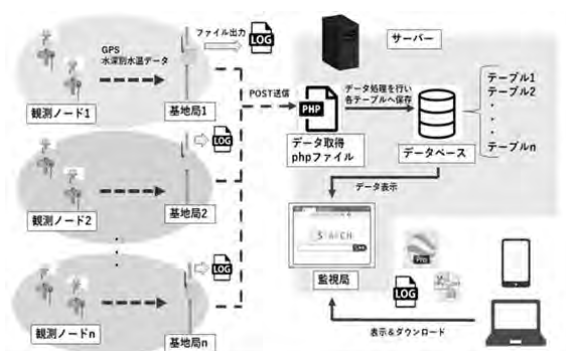


図1 観測システムの概要

これまでの研究成果により、無線センサネットワークを用いて沿岸域の多点多層における海中情報の時間変動を観測することができた。本研究は3年間の研究期間でこの技術をさらに洗練・充実

させつつ、以下の内容を実施する予定であるが、今年度は①と②に絞って実施する予定である。

①複数の洋上ブイを用いた水温と塩濃度の多点多層観測

②インターネットを利用した遠隔監視システムの構築

③再生可能エネルギーを利用した洋上ブイの開発検討

このうち①は、沿岸もしくは沖合の三か所に海洋環境計測ブイを設置し、水温・塩濃度の鉛直分布を研究期間中に観測実験を継続する。②は伝送された情報を基地局である大島商船高専内や研究代表者が在籍する都内でもモニタリングするために、LPWAと外部サーバを利用した遠隔監視システムを実装し、運用試験を実施する。③は①のブイに再生可能エネルギーである太陽光発電装置を設置し長期間観測を実施する。次に小型潮流発電装置を製作し、太陽光発電装置からの代替可能性を検討する。①と②が達成後の課題として実施する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

①複数の洋上ブイを用いた水温と塩濃度の多点多層観測

昨年度末に制作した水温観測用ノード3基、塩濃度観測用ノード1基を周防大島に送付し、4月～5月まで陸上で試験した。6月以降水温観測1基と塩濃度観測1基が不具合のため本校にて原因調査を行い、塩濃度観測用は回路を再制作した。9月に水温観測用2基を利用した海上実験を実施した。観測地点候補である笠佐島に1基設置したところ、無事データ通信を確認することができた。一方、測定した水温データが不安定であったことから原因を調査した結果、使用していたマイコン(ESP32)のA/D変換器およびその関数に問題があることが判明した。そこでベンダーから提供された修正を行い、その効果を調査した。図2は2つのA/D変換用関数による測定値の比較結果を示す。

修正済み関数である analogReadMilliVolts() は入力電圧に追従できていることがわかる。そこで再び全ノードを回収し、プログラムの修正およびプローブのチェックを実施した。図3は各ノードの水温表示と水温計との比較結果を示す。図のように水温計よりも若干高めの傾向があるものの、0.7°C 以内の偏差に収めることができた。

1月にノードをすべて周防大島に送付し、海上試験を実施した。図4はノードの設置状況を示す。

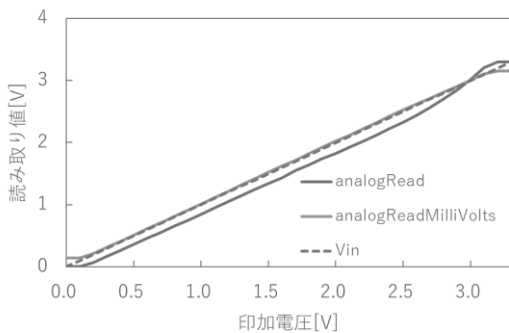


図2 A/D変換器の入出力電圧比較

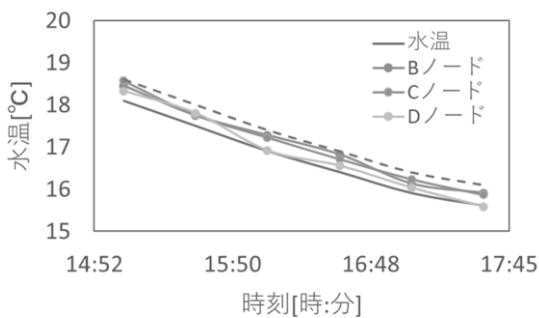


図3 水温比較実験結果



図4 周防大島でのノード設置状況

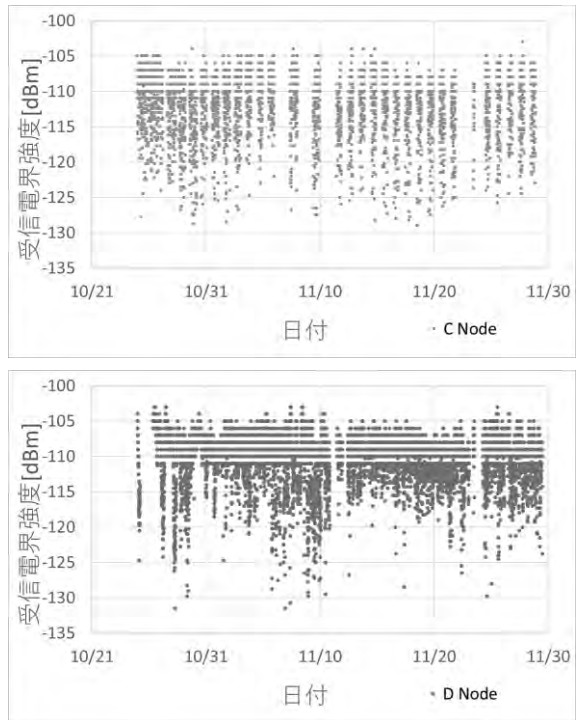


図5 長期観測時の受信電界強度比較
(上：Cノード、下：Dノード)

図5は10月25日から11月28日までの水温観測用ノード2基から基地局間における受信電界強度を示す。図中の空白期間はデータが受信できていないことを示している。図の期間中の基地局における受信率は、Cノードが45.06[%]、Dノードが92.46[%]であった。受信率が異なる理由は、設置環境や発電状況の違いが考えられる。水温観測用3基は停止期間も発生するものの、太陽光発電により2か月以上の連続観測が可能となった。しかし、雨の影響による測定値変化や複数のプローブの異常値が見られた。また塩濃度観測用は通信不良が発生したため、再び回収となった。今年度も現地での実地試験ができず、思うような観測ができなかった。今後は塩濃度観測用および水温観測用ノードの新規作成が必要である。

②インターネットを利用した遠隔監視システムの構築

昨年度まで使用していたデータ取得システムは遠隔で状況把握が可能であったが、案内画面の操作ボタンが小さい、スマホでの視認性が悪い、リアルタイムでデータが可視化できない等の課題があった。そこで今年度はこれらを解決する方法としてPCとスマホで操作が容易となる画面の開発

及び、リアルタイムに地図表示が可能なシステムを開発した。また、現在本校のネットワーク環境に対応するため外部レンタルサーバを利用しているが、本校で使用しているGoogle driveでデータ管理する手法への移行を検討した。

図6はデータ表示用WEBページの改善結果を示す。まずディスプレイサイズによって大きさが自動変化し、次にボタンからアコーディオンメニューでの画面遷移に変更した。さらに各項目にカーソルが乗ると色が変わるように変更することにより、PCだけでなくスマホでの操作が容易になった。図7はGoogle JavaScript APIを利用した遠隔監視システムの構成を示す。現在のシステムを止めずに開発するため、制約条件として、センサからサーバまでの構成を変更しなかった。Google javascript APIを利用するとGoogle MAPのマップデータをjavascriptで読み込むことで、PCとスマホの両方で受信データの地図表示が可能になる。ただし、開発画面ではなく本運用の場合、1000リクエストあたり0.76円かかるため、現在は地図が不鮮明であるが開発状態で運用している。本研究では他にもPC専用のフリーソフトであるQGIS、スマホ専用であるがアプリ上でGoogle MAPのマップデータを読み込むことができるMaps SDKでも同様に開発を検討した。



図6 表示の改善結果

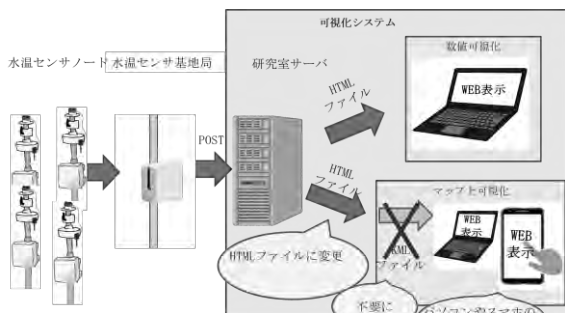


図7 Google JavaScript API を利用した遠隔監視システムの構成

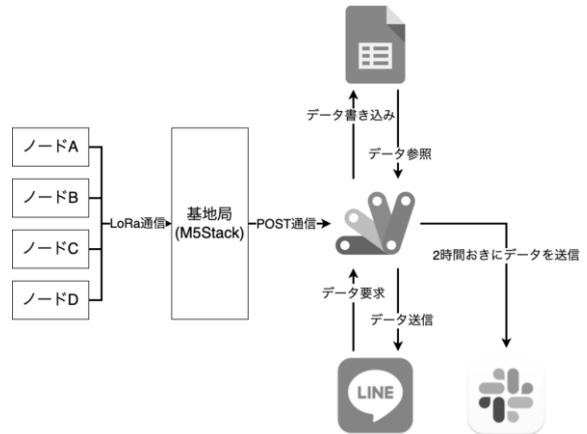


図8 Google App Script を利用した遠隔データ処理システムの構成



図9 SNS での表示結果の例

図8はGoogle App Scriptを利用した遠隔データ処理システムの構成を示す。これまでのシステムは観測、データ収集、データの保存、表示までが自動で行われていたが、保存されたデータのダウンロード、データの整形処理は手動で処理していた。そこで本システムでは基地局で受信したデータを処理しGoogle App Scriptで製作したウェブアプリケーションへと送信、データの判断と加工を行いスプレッドシートへ書き込むことでダウンロードせずにデータ処理操作が可能になる。また、2時間おきに最終データをSlackにて送信、特定のメッセージをLINEから受信した場合に最終データを送信することでSNSによるデータ取得が可能になる。図9はLINEおよびSlackでのデータ通知結果を示す。上記のように、本研究課題の達成度は高い。今後はさらに地図表示機能を加えることで、従来システムからの換装を目指す。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計1件）

- [1] 中川雅史, 吉田将司, 他 G 空間情報ソリューションを実現する測位技術調査専門委員会編, G 空間情報ソリューションを実現する測位技術調査報告, 電気学会技術報告, 査読無, 第1521号, 2022年1月.

〔学会発表〕（計4件）

- [1] 川島爽義, 吉田将司, 多点多層センシングに対応したセンサデータのリアルタイム可視化システムの検討, 測位航法学会 GPS/GNSS シンポジウム2021, 査読無, BS-6, Oct, 2021.
- [2] 塚本悟朗, 吉田将司, 開発サイクルを考慮したセンサネットワークシステムの検討, 測位航法学会 GPS/GNSS シンポジウム2021, 査読無, BS-2, Oct, 2021.
- [3] 中野裕紀, 吉田将司, 沿岸センサネットワークにおける観測ノードの改良, 第13回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読無, Q233, Dec, 2021.
- [4] 川島爽義, 吉田将司, 沿岸センサネットワーク可視化システムの検討 - 多点多層センシングに対応したリアルタイム可視化システム -, 第13回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読無, B117, Dec, 2021.

研究課題名：阻止域減衰量を指定可能かつ通過域に平坦特性を有する可変 FIR フィルタの設計法

研究代表者：宮田統馬

小区分：通信工学関連

1. 研究計画の概要

これまでに、申請者は高速高精度な計測を実現するために、阻止域の一部に高減衰量を有し、かつ、阻止域の特性が可変なデジタルフィルタの設計法を提案してきた。加えて近年、さらなる計測制度の向上を狙って通過域に平坦特性を有する阻止域可変フィルタの設計法を開発した。しかしながら、これまでに提案してきた可変フィルタでは、高減衰量を得るために直接的に減衰量を指定するのではなく、帯域にかける重みにより減衰量を制御していたために、狙った減衰量を得ることの難しさがあった。本研究では、減衰量の値を直接的に指定可能かつ阻止域の特性が可変な通過域に平坦特性を有する直線位相 FIR フィルタの設計法の開発を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究で扱うフィルタの所望特性は図1のように、阻止域の一部に高減衰量を持たせることで、阻止域全体を高減衰量としたフィルタよりもフィルタ次数が削減できる。これによりフィルタリング時間を低減することが可能となる。さらに、高減衰量部分に存在する大きなノイズの位置の変化に対応するために、可変パラメータ ϕ により、高減衰量の位置を可変とする。本研究では高減衰量 γ を dB で与える。

通過域平坦かつ阻止域等リプルの低域通過フィルタを実現する、タイプ I の直線位相可変 FIR フィルタの振幅特性 $H(\omega, \phi)$ は、

$$H(\omega, \phi) = 1 - (1 - H_0(\omega))H_1(\omega, \phi) \quad (1)$$

$$H_0(\omega) = \left(1 + \sum_{p=1}^P \frac{1}{p!} x^p \prod_{i=1}^p (M+i-1) \right) (1-x)^M \quad (2)$$

と表せる。式(1)の第2項は高域通過型の特性としている。ただし、 $H_0(\omega)$ は低域通過平坦フィル

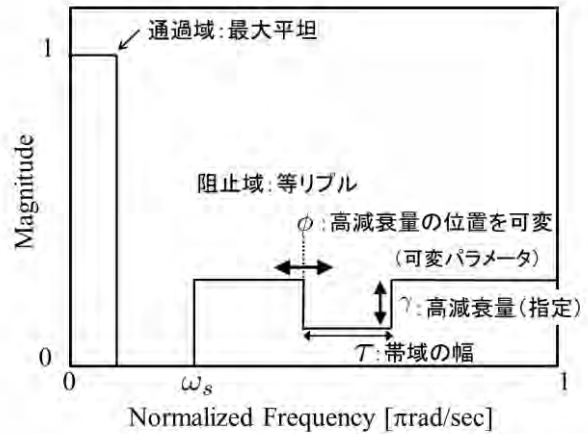


図1：所望特性

タの振幅特性、 M と P はそれぞれ通過域と阻止域の平坦度であり、等リプル特性を得るために本研究では阻止域にも若干の平坦特性を与え、また、 x は、

$$x = \frac{1 - \cos \omega}{2} \quad (3)$$

である。加えて、式(1)の $H_1(\omega, \phi)$ は阻止域において高減衰量の位置を変化させるために可変フィルタとし、可変パラメータを用いた多項式により、

$$H_1(\omega, \phi) = 2 \sum_{n=0}^{N/2} \sum_{l=0}^L g(n, l) \phi^l \cos(n\omega) \quad (4)$$

とする。ただし、 N はフィルタ次数、 L は多項式次数、 $g(n, l)$ は多項式係数である。また、 ϕ は ϕ を -1 から 1 の範囲で正規化したものである。これは、本設計法を応用して複素要素を可変させた際に、小さな可変パラメータの値が大きな可変パラメータの値に埋もれてしまい、反映されないことを防ぐためにこのように与える。

次に誤差関数を、

$$E(\omega, \phi) = D(\omega) - (1 - H_0(\omega))H_1(\omega, \phi) \quad (5)$$

とする。ただし、 $D(\omega)$ は所望特性である。提案する可変フィルタの設計問題は、最大許容誤差 λ を用いて、

$$\begin{aligned} & \text{minimize } \lambda \\ & \text{s.t. } E^2(\omega, \phi) \leq \lambda \cdots \text{otherwise} \\ & E^2(\omega, \phi) \leq (10^{\gamma/20})^2 \\ & \cdots \text{piecewise high attenuation} \end{aligned} \quad (6)$$

と定義する。式 (6) の 2 つ目の制約条件により指定の高減衰量を実現する。また、式 (1) より通過域は予め平坦特性と決定しているため、阻止域のみの近似問題である。本設計法において、式 (1) の右辺の第 2 項はフィルタの全体の特性としては阻止域となるが、前述の通りこの項は高域通過フィルタの特性であるため、所望特性は $D(\omega)=1$ とする。

最終的に式 (6) の設計問題を半正定値計画問題として再定義すると、

$$\begin{aligned} & \text{minimize } \mathbf{d}\mathbf{x}^T \\ & \text{s.t. } \mathbf{U}(\mathbf{x}) \succeq \mathbf{0} \end{aligned} \quad (7)$$

となる。ただし、

$$\mathbf{d} = [1 \ 0 \cdots 0] \quad (8)$$

$$\mathbf{x} = [\lambda \ \mathbf{g}] \quad (9)$$

$$\mathbf{g} = [g(0,0) \cdots g(N/2,L)] \quad (10)$$

$$\mathbf{U}(\mathbf{x}) = \text{diag}[\Gamma_\lambda(\omega, \phi) \ \Gamma_\gamma(\omega, \phi)] \quad (11)$$

$$\Gamma_\lambda(\omega, \phi) = \begin{vmatrix} \lambda & E(\omega, \phi) \\ E(\omega, \phi) & 1 \end{vmatrix} \quad (12)$$

$$\Gamma_\gamma(\omega, \phi) = \begin{vmatrix} 10^{\gamma/20} & E(\omega, \phi) \\ E(\omega, \phi) & 10^{\gamma/20} \end{vmatrix} \quad (13)$$

である。

上記の手法を用いて可変フィルタの設計を行う。フィルタ次数 $N=20$ 、多項式次数 $L=3$ 、平坦度 $M=6$ 、 $P=3$ 、阻止域端角周波数 0.4π とし、高減衰量部分について $\lambda=-80$ dB、 $\tau=0.15\pi$ 、可変パラメータの範囲を $\phi=0.7\pi \sim 0.8\pi$ と設定した。図 1 と図 2 に、提案法によって得られた可変フィルタの振幅特性と、その通過域を拡大したものを示す。図より明らかなように、パラメータの値を変化させても通過域および阻止域がそれぞれ平坦特性と等リプル特性を保ちつつ、高減衰量部分は指定した値を維持し位置が変化することが確認できる。

従って、提案法を用いることで、研究計画に示

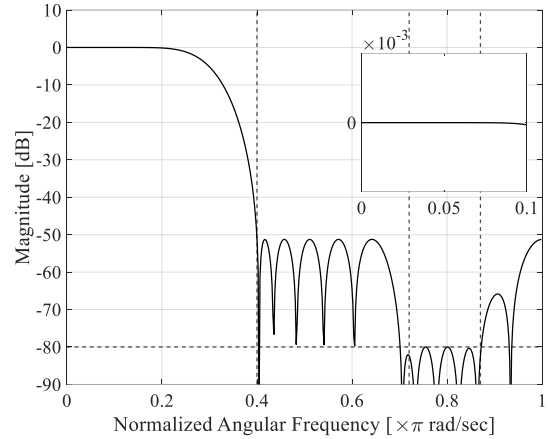


図 2 : 振幅特性 $\phi=0.72\pi$

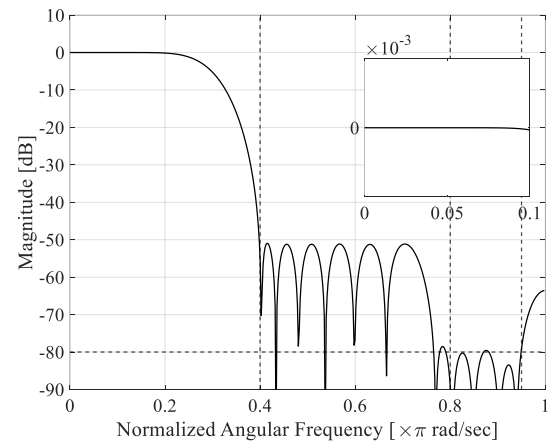


図 3 : 振幅特性 $\phi=0.80\pi$

した可変フィルタの設計が行えていることがわかる。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計 1 件)

- [1] 宮田統馬, 相川直幸, 通過域平坦かつ指定減衰量を有する阻止域可変 FIR フィルタの設計法, 電子情報通信学会総合大会, 査読無, A-8-13

課題研究費実績報告書

令和4年3月31日現在

研究課題名：e-スポーツの遠隔授業応用に関する検討
—VR・携帯アプリを用いた体育実技の展開—

研究代表者：高野 修

小区分：身体教育

1. 研究計画の概要

本研究では以下のプロセスを経ることにより、遠隔形式での体育授業を実施する状況下においても対面形式で集団スポーツに取り組む時のように、学生相互の関わり合いを持ちながらオンラインでの実技に取り組むことができるかどうか検証を行うものである。

【①身体活動を伴うe-スポーツ競技の調査】

現在、国内外で多くのe-スポーツ競技会が実施され、オンラインにて場所や距離を問わず参加できることから急速に普及している。また、著名なスポーツクラブがe-スポーツ専門の選手と契約を行い参入している様子も見られ、メジャースポーツ化する気配すら感じられる。しかし、現在行われているe-スポーツ競技会はオンライン上でコントローラーやキーボードを用いた操作にて対戦されるものか、実際の空間に画像等を投影して参加者が身体活動を伴って参加するARスポーツスタイルのものがほとんどである。この両者の特徴を合わせたスタイルの競技を調査し、体育教材として利用できる可能性を探る。

今日まで、家庭用ゲーム機に接続し運動をすることができるものは多数見受けられたが、通信機能を有するゲーム機が出始めながらも、オンラインでこれらの機器を通じて対戦をはじめとしたコミュニケーションを取ることができるものについて例をあまり見ない。そこで、家庭用ゲーム機を中心に身体活動を通じてコミュニケーションが取れるものを調査し、実証研究の準備を行う。

現時点では、VR機器類が普及してきた点も踏まえ「PlayStation VR」に着目し、同機の対応可能なスポーツソフトを調査対象に含む予定である。また、スマホアプリでも気軽にエクササイズを行いながらコミュニケーションが図れるものが出始めているので、それらも対象としたいと考えている。

【②本校学生のゲーム機器所有率調査】

①で想定しているe-スポーツを実践するためのデバイス類を体育授業に用いることを前提とするために、現況で本校学生が所有するビデオ・PCゲーム機器の種類を把握しておく必要がある。また、スマートフォンの所有率も確認する。

Nintendo や PlayStation 関連の機器をほとんどの学生が所有しているのではないかと推察するが、数値的なデータで掌握することによりゲームに用いる対象メディアの選定に活かしていきたい。

【③調査対象としたアプリ・ソフトの実践】

対象となったゲームソフトおよびスマホアプリが体育実技教材として利用できるかどうか、実際にプレイを重ねながら本校学生に利用させた際の問題点の抽出を行う。あらかじめ本校4・5年生10名程度に協力を依頼し、第1アリーナ棟内にプレイルームを設置して可能であればオンライン対戦での検証を重ねていく。また、スマホアプリについては入手に費用がかからないようであれば被験者数を増やし、コミュニケーション頻度について多くのデータを収集できるよう努める。

学生間の身体能力も考慮し、被験者の選定については可能な限り多様な属性を持たせるよう努める。それにより、学科・性差・運動競技歴の点について比較検討が行えるようデータ収集を行う。

【④実際のプレイを通じた主観的な評価の確認】

被験者に実際にプレイしてもらった感想を中心に、体育実技と比較した評価を主観的に行ってもらおう。基本的には半構造化インタビューにて各被験者の感想を集約しまとめる流れを予定しているが、本研究ではe-スポーツの体育授業への応用について可能性を模索するためのファースト・ステップとすることを目的としている。そのため効果測定については次の段階で行うものとし、集約したデータを定量化して統計的な視点からの検証は予定していない。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

【①身体活動を伴うe-スポーツ競技の調査】

インターネットでの調査を基に体育授業に援用できそうなオンライン対戦形式でのe-スポーツ競技を探し出すことを試みたが、残念ながら国内でそのような競技が実施されている現状は確認できなかった。

しかし、数年前に任天堂社製 WiiU 用ソフトとして発売された「Wii Sports Club」においては、ユーザーがフレンドやソフト内で所属するクラブ内の他ユーザーとテニスやベースボールを中心としたオンライン対戦を行う機能が付されており、ゲーム自体も Wii リモコンプラスやゲームパッドを用いて身体動作で進める形となっているため、調査対象として望ましいものであった。

当初の予定では Play Station VR を用いて PS Move モーションコントローラーを介したスポーツ対戦を調査対象に挙げるところだったが、Play Station 対応ソフトで条件を満たせるものは「みんなのGOLF」程度しか確認できなかった。

【②本校学生のゲーム機器所有率調査】

今年度前期末に実施した授業アンケートにおいて、全学生を対象に所有しているゲーム機器の種類について質問し、回答をまとめた(図1)。男女合わせて486名の学生から回答が得られたが(回答率61%)、所有率としては任天堂社製の機器類が高く、SONY社製の機器類は高価なことが理由なのか、あまり普及していない現状が見られた。

【③調査対象としたアプリ・ソフトの実践】

上記の調査結果を踏まえて学生の所有率が高いハードウェアを用いた調査を行うのが現実的だが、Nintendo Switch でオンライン対戦が実施できて身体活動を伴うコンテンツを有したソフトウェアが確認できず、また調査を進める中で校内のサー

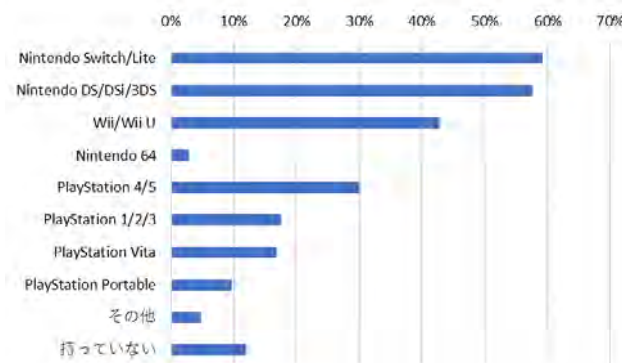


図1. 本校学生のゲーム機器所有率 (n=486)

バーが古く Nintendo 系、SONY系いずれのゲーム機器類も学内ネットワークに接続した際に何らかの障害が発生することから、安価なタイプかつ所有率がそれなりにあるハードウェアが妥当と判断し、先述の「Wii Sports Club」を用いた調査を実施した。先述の通りいずれの種目も Wii リモコンプラスを用いたオンライン対戦が可能となっており、実際の体育授業に援用できる部分が多いと見込んで、当該ソフトを用いて3学年情報工学科に所属している4名の学生の協力を得ながら実際のマルチプレイに取り組んでもらった。

【④実際のプレイを通じた主観的な評価の確認】

学生にアンケートを取ったところ、ゲームでも体を動かすことができたかという問いに対しては「まあまあ」と答えた者が多く、特にボウリングは運動量が高かったとのことだった。参加者相互のコミュニケーションが取れたかという問いに対しては全員が「結構取れた」と答えている。本校の体育実技でもカリキュラムに含んでいる「テニス」「ベースボール」について、ゲームの実施により基本的なルールの理解に繋がるかという問いに対しては「おおいにある」「まあある」が半分ずつという回答となった。全体的な感想としては、全員が「運動が苦手な学生にとって、スポーツに親しむためにいい材料になると思う。」といった趣旨のコメントが得られた。

3. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計1件)

- [1] Osamu Takano, Naoto Shoji, Motoki Mizuno, “Sports career changes in senior high school: A case study of volleyball club members”, JOURNAL OF HUMAN ERGOLOGY, 50(1), pp.45-46, 2021

[学会発表] (計2件)

- [1] 高野修, 大野達哉, “主体性の向上を目的とした体育授業が学生の自己効力感に及ぼす影響について—生涯スポーツを意識した授業づくり—”, 日本アプライドスポーツ科学会第1回大会, 2022
- [2] 高野修, 大野達哉, 鎌田俊司, “家庭用ゲーム機器を利用した遠隔授業実践の可能性—身体活動を伴うオンライン対戦をベースとした予備調査報告—”, 第10回関東信越地区高専体育・スポーツ研究会, 2022

課題研究費実績報告書

令和4年5月6日現在

研究課題名：ルチル型酸化チタンの薄膜化と光学的・電気的特性評価

研究代表者：黒木雄一郎

小区分：無機材料および物性関連

1. 研究計画の概要

酸化チタンは多様な用途に使われている代表的な機能性材料であり、顔料や光触媒の他にもクロム添加により赤外発光を示すことが報告されている。申請者は赤外発光を示す酸化チタンをセキュリティインクとして実用化するための過程で、この発光がクロム添加によるものではなく、ルチル型酸化チタンの真性欠陥に起因する可能性を見出した。一方で酸化チタンという良く知られた材料のバンド構造や真性欠陥と光触媒などの機能性の発現については現在も活発に議論されており、今後も系統的な学術的研究の推進が望まれている。本申請では、R.F.マグネトロンスパッタリング法によりルチル型酸化チタンを成膜し、その光学的・電気的特性からバンド構造（バンドギャップおよび欠陥のエネルギー準位）を実験的に明らかにすることを目的とする。効率的な欠陥の導入方法に関する指針を得ることで、発光強度の増大など、セキュリティインクの実用化に資する試料の合成が可能となる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

これまでに、クロム添加、アルミニウム添加および無添加のルチル型酸化チタン粉末試料の合成、室温及び極低温フォトルミネッセンス測定による発光特性の評価、格子欠陥の推定、電子の励起・緩和過程の解明、分子動力学計算による欠陥構造の推定と安定度の評価、等について研究を推進してきた。2021年度は以下の3点について研究を推進した。

① R.F.マグネトロンスパッタリングによる薄膜化（進捗度 80 %）

光学特性、特に吸収係数の測定や電気特性の評価において粉末試料は不利である。具体的には粒子形状を考慮した散乱係数の波長依存性を測定する必要があり、これは実質的に不可能である。散

乱係数をスペクトルに重畳したクベルク・ムンカ係数（スペクトル）からクラマース・クロニッヒ変換をする報告が散見されるが、これらは見かけの吸収係数に過ぎない。これを解決するためには試料の薄膜化が有効である。

R.F.マグネトロンスパッタリングによりTiO₂膜を堆積した。ターゲットにはTiO₂粉末を使用した。背圧 6.6×10^{-4} Pa まで真空引きした後、Ar ガスを流入し、スパッタリングを行った。ガス圧を 0.10、0.15、0.25、1.0Pa に設定して4種類の薄膜を作成した。図1に得られた薄膜のXRDパターンを示す。スパッタガス圧を減少させることにより、ルチル相のピークが増大し、アナターゼ相のピークが減少することが確認できた。

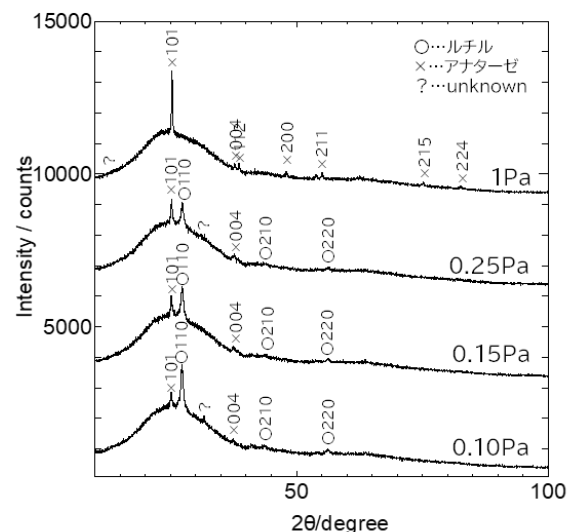


図1 得られたTiO₂薄膜のXRDパターン

得られた薄膜には干渉色が確認できたことから、全体的に均一な膜厚であることがわかった。膜厚は購入した表面粗さ形状測定機（東京精密、サーフコム 113B）により求めた。試料の平均膜厚とスパッタガス圧、およびそこから算出したスパッタレート（時間当たりの堆積量）を表1、および図2に示す。これらの結果よりスパッタガス圧の

減少に伴い膜厚が増大し、またスパッタレートも増加することがわかった。

表1 スパッタガス圧を変化させた場合の平均膜厚とスパッタレートの関係

	平均膜厚 [nm]	スパッタレート [nm/min]
1.0Pa	203	3.38
0.25Pa	238	3.97
0.15Pa	268	4.46
0.10Pa	390	6.50

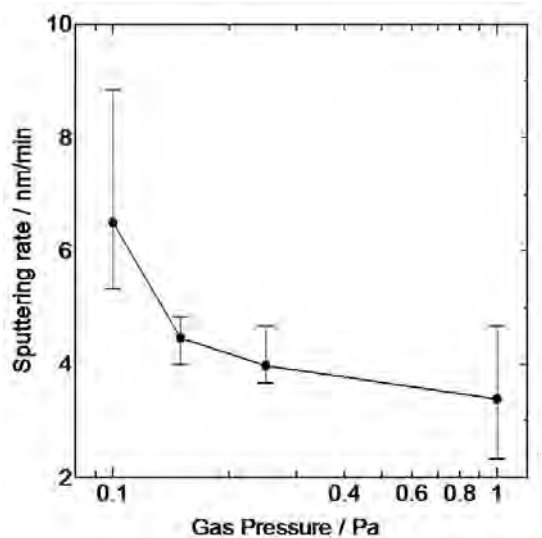


図2 スパッタガス圧とスパッタレートの関係

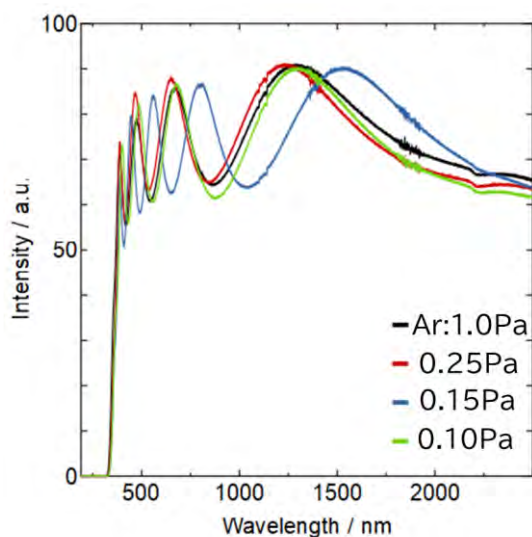


図3 薄膜試料の透過率スペクトル

② 光学特性の評価 (進捗度: 80%)

得られた薄膜試料について、光学的バンドギャップを実験的に明らかにした。UV-VIS-NIR 分光光度計 (島津、UV-365) を用い、波長 190 ~ 2500 nm の範囲で透過率スペクトルを測定した結果を図3に示す。スペクトルより、干渉による透過率の増減が確認されたことから、薄膜試料の膜厚が均一であることが示唆された。またいずれの試料も 330nm 以下の波長で透過率が 0% となったことから、約 3.35 eV の光子エネルギーの基礎吸収端 (バンドギャップ) を有することがわかった。

次に、フォトルミネッセンス(PL)測定装置を用いて室温での発光特性を調査した。励起光として波長 325nm の He-Cd レーザーを用いた。図4に測定結果を示す。

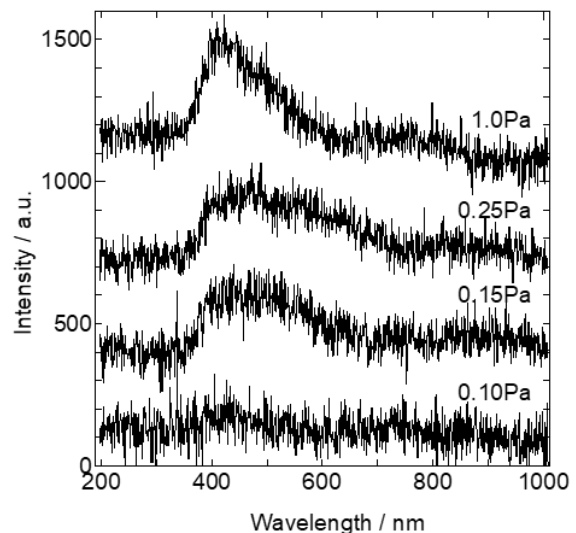


図4 TiO₂ 薄膜試料の発光特性

スパッタガス圧が0.15から1.0Paの条件で作成した薄膜は波長 420nm にピークを有する微弱な可視発光を示した。アナターゼ単相である1.0Paの薄膜が最も強い発光を示した。アナターゼ相の減少に伴い発光強度も減少したことから、この可視発光はアナターゼ型TiO₂に起因するものと考えられる。ルチル型TiO₂の回折ピークが最大化した0.10Paの薄膜について、逆スパッタリング処理によりルチル型TiO₂への酸素空孔の導入を試みたが、赤外発光は確認できなかった。赤外発光の観測に資するだけの酸素空孔を導入する方法として、水素ガスによる還元雰囲気下での真空プラズマ処理が考えられる。

③ 電気特性の評価（進捗度：20%）

薄膜試料を用いることで電極形成が可能となり、電気特性の評価による格子欠陥の情報が得られる。

2021年度は、現有の半導体パラメータアナライザ（HP4156A）での測定を目指し、本体およびテストフィクスチャの調整と準備を行った。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

- [1] 中里 桂輔、黒木雄一郎、R.F. マグネトロンスパッタリングにより成膜したTiO₂薄膜の発光特性、大学コンソーシアム八王子学生発表会、要旨集 (2021) C124

課題研究費実績報告書

令和4年3月31日現在

研究課題名：炭素繊維強化熱可塑性プラスチックの繊維樹脂界面強度に及ぼす
大気圧プラズマ処理と結晶化収縮の影響に関する調査

研究代表者：坂口 雅人

小区分：材料力学および機械材料関連

1. 研究計画の概要

炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(CFRTP)は耐衝撃性、成形コスト、リサイクル性が従来の炭素繊維強化熱硬化プラスチック(CFRTS)よりも優れるために注目されている。しかしながら、CFRTPは母材樹脂の含浸性が低く、炭素繊維と母材の接着性が低いために炭素繊維の強度を十分に発現できていない。大手らは放電時のシース電圧を低下させることで炭素材料の損傷を避けて改質するプラズマ処理方法を確立している(電気学会論文誌A(114(1994)(861)。また、辻岡らは電解酸化処理を施した炭素繊維を用いてCFRTSを成形し、処理による酸素原子量の増加に伴って界面せん断強度が向上することを報告した(材料(46(199)(163)。そこで本研究ではCFRTPの含浸性・接着性を向上させる手法として大気圧プラズマ処理による酸化処理に着目した。一方で、熱可塑性樹脂は、熱硬化性樹脂とは異なり、結晶性を有している。この結晶化によって樹脂収縮が生じることが知られている。この樹脂収縮がCFRTPに生じると炭素繊維が周りの母材樹脂から締め付けられることによって、炭素繊維と母材の接着性が向上すると考えられる。

これらより、本研究では学術的「問い」として“CFRTPの繊維樹脂界面強度の支配因子は何か”を設定し、この問いに答えるために①炭素繊維への熱可塑性樹脂の含浸率と界面強度に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響、②CFRTPの力学的特性に及ぼす母材結晶化による樹脂収縮の影響解明を目的とした研究を行った。これらの調査を通してCFRTPの繊維樹脂界面強度の支配因子を解明し、CFRTPの力学的特性の向上を試みる。

本研究では上記目的を達成するために(3年間の研究計画を考えている。(1年目は適切な成形・処理条件の検討を行い、CFRTPの強度への影響について調査した。今年度は(年目となり、今年度は母材結晶化による樹脂収縮率を測定し、繊維樹脂

界面強度への影響について調査した。また、大気圧プラズマ処理を施した炭素繊維の表面を観察し、プラズマ処理による損傷の有無について明らかにした。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

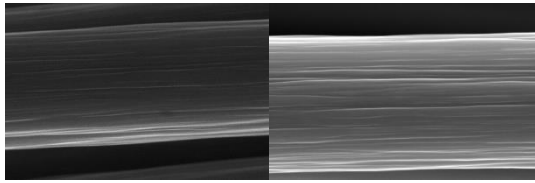
①((炭素繊維への熱可塑性樹脂の含浸率と界面強度に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響(達成度：(0%(

今年度は大気圧プラズマ処理による曲げ強度の向上メカニズムを調査するために、プラズマ処理後の炭素繊維表面の損傷について調査した。

本研究ではフィラメント数6000本の炭素繊維束(トレカ糸(T300-3000, 東レ製())を用いた平織基材に対して大気圧プラズマ処理を行った。平織基材の表面にはサイジング剤が塗布されており、炭素繊維表面の特性に影響すると考えられることからアセトンに浸して除去した。大気圧プラズマ処理は雲母板に固定した平織基材にプラズマ照射装置(TT110(サーフクリーン製())を用いてプラズマを照射して行った。プラズマ照射部の酸素量を制御するためにアルゴンと酸素の混合気を吹き付けた。大気圧プラズマ処理条件はアルゴンと酸素の流量をそれぞれ($l\ m\ n$ と($00\ i\ /\ m\ n$ とし、印加電圧(100V, 転送台の送り速度を($10\ i\ m\ n$ とした。

大気圧プラズマ処理による炭素繊維の損傷を調査するために走査型電子顕微鏡(SEM)による表面観察を行った。図(1に大気圧プラズマ処理を施した炭素繊維の観察結果を示す。この結果、大気圧プラズマ処理による炭素繊維表面への損傷が見られないことが示された。

これより、本研究における大気圧プラズマ処理条件では炭素繊維を損傷させずに酸化処理できることが示されたが、具体的な官能基の変化が明らかとなっていない。また、官能基の変化による母材と炭素繊維のぬれ性や接着性についての調査もできていない。従って、達成度を(0%とした。



(1) 未処理 (2) 大気圧プラズマ処理

図1 大気圧プラズマ処理の有無による炭素繊維表面の比較画像

②(CFRTPの力学的特性に及ぼす母材結晶化度による樹脂収縮の影響解明(達成度:90%)

今年度は結晶化による樹脂収縮がどの程度となるかを調査し、樹脂収縮によるCFRTPの力学的特性への影響について考察した。結晶化による樹脂収縮を評価するために結晶化による体積収縮量

Δv と結晶化前の体積 v_0 との比として樹脂収縮率 v_c を下式のように定義した。

$$S_c = \frac{\Delta v}{v_0} = \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \quad (1)$$

母材樹脂には汎用樹脂のポリプロピレン(PP)(ノバテック(PP(CC6, 日本ポリプロ製), エンジニアリングプラスチックのポリアミド(PA)(アマラン(CM101), 東レ製)生分解性プラスチックのポリ乳酸(P/A)(Igeo3001D, (atur ee(o oes 製)を使用した。(PP, (PA, (P/Aの各ペレットは平板状の金型に離型シートとして敷いた(PTFEシートの上に設置され、ホットプレスを用いて成形温度に加熱し、融解した後、(saの押切荷重を負荷してフィルムに成形された。成形されたフィルムは金型ごとホットプレスから取り出し、ヒートシンク上で冷却した。成形温度は(PPと(P/Aでは(00°C, (PAでは(0°Cとした。次に成形したフィルムを結晶化させるために乾燥炉内で(130°Cに加熱し、一定時間静置してアニーリングを施した。

アニーリングを施したフィルムは示差走査熱量測定(DSC)により、結晶化度が評価された。(DSCは加熱速度(10°C/min, 目標温度(30°Cとして行った。得られたDSC曲線から結晶化エンタルピー ΔH_c と融解エンタルピー ΔH_f を算出し、下式に代入することによって結晶化度 χ_c を算出した。

$$\chi_c = \frac{|\Delta H_c + \Delta H_m|}{\Delta H_{100}} \quad (1)$$

ここで ΔH_{100} は試験片が無限大の結晶厚さを有する際の融解エンタルピーである。 ΔH_{100} は(PP,

(PA, (P/Aではそれぞれ(16(Jmgポリプロピレンハンドブック,(01),30JmgTheei tl(Chtetc ueatuno (Polmi eed(Mt ueatl (d(Ed.) (199)), (13 Jmg Collondt d(Polmi ee(Scne ce (63(198)(8)として計算した。

結晶化による樹脂収縮を調査するためにアルキメデス法による密度測定を行った。アルキメデス法では空気中で測定した試験片重量を乾燥重量、水中で測定した試験片重量を水中重量としてそれぞれ測定し、浮力によって生じる重量の違いから試験片の密度を求める。試験片の密度 ρ は乾燥重量 v_d と水中重量 v_w から下式のように求めることができる。

$$\rho = \frac{M_d}{M_d - M_w} \rho_{Aq} \quad (1)$$

ここで、 ρ_{Aq} は水の密度である。本研究では常温の精製水を使用し、水温から求めた密度を使用した。これを式(1)に代入することで樹脂収縮率を求めた。ここで、 ρ_0 と ρ はアニーリング前後の母材密度である。

図(に(PA, (PP, (P/Aの各フィルムの密度を示し、図(3に樹脂収縮率を示す。この結果、(PPと(P/Aはアニーリングによって密度が増加し、樹脂収縮率も未処理と比較して(PPでは最大で(0.18%, (P/Aでは(1.3%に増加した。一方で、(PAは密度や結晶化収縮率の変化は見られない。

次に、図(4に(PA, (PP, (P/Aの各フィルムの結晶化度を示す。この結果、(PPと(P/Aではアニーリングによって増加し、(PAでは結晶化度の増加は見られなかった。これらより、(PPと(P/Aではアニーリングによる結晶化によって樹脂収縮することが強く示唆された。一方で、(PAではアニーリングによる結晶化及び収縮は見られなかった。これはアニーリング温度が原因と考えられる。熱可塑性プラスチックは温度によって結晶化速度が変化し、(PPと(P/Aではそれぞれ(13°Cと(130°Cで最も結晶化速度が高くなる。一方で、(PAでは約(10°Cであるため、本研究のアニーリング温度(130°Cでは結晶化が変化しなかったと考えられる。

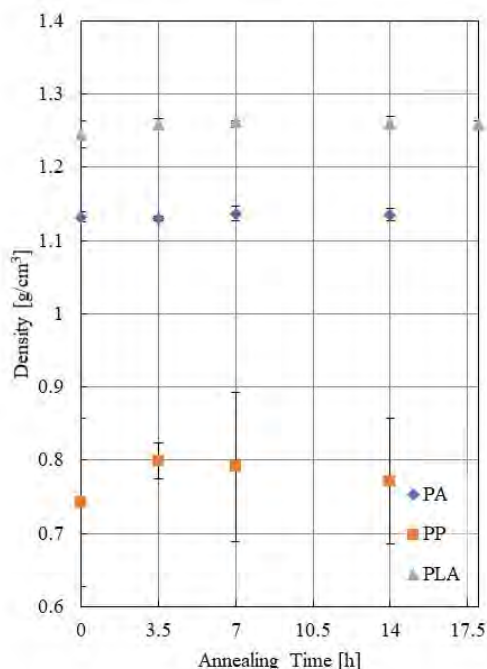


図2 アニーリング時間によるPA, PP, PLA フィルムの密度の変化

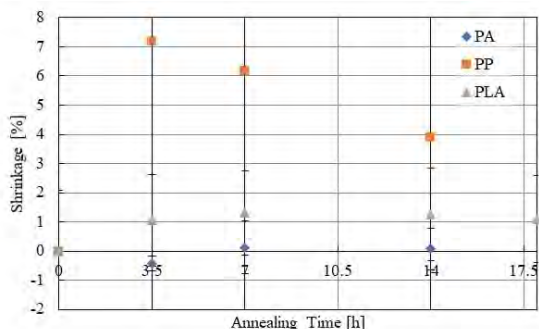


図3 アニーリング時間によるPAフィルム, PPフィルム, PLA フィルムの結晶化収縮率の変化

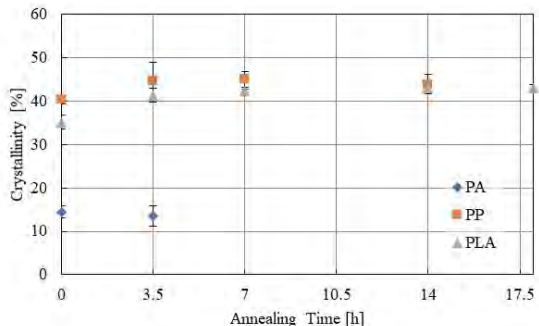


図4 アニーリング時間によるPAフィルム, PPフィルム, PLA フィルムの結晶化度の変化

次にCFRTPを構成する炭素繊維周りの母材を薄肉円筒と仮定し、樹脂収縮に生じる締付圧力を算出した。この結果、樹脂収縮率と締付圧力は図()に示す様に線形となり、(PPの最大樹脂収縮率0.18%では1.88(MPa)の締付圧力が得られる。これより、アニーリングによる樹脂収縮によって繊維樹脂界面強度の向上が期待できることが示唆された。そこで、(2019年度及び(2020年度に報告した(CFmP板と(CFmPA板の曲げ強度と弾性率との比較をそれぞれ図(6と()に示す。この結果、曲げ強度と弾性率はアニーリング時間とともに低下しており、樹脂収縮が曲げ強度・弾性率の向上に寄与していないことが示された。これは樹脂収縮による炭素繊維の締付圧力によって母材内部に残留応力が生じたことが原因と考えられる。また、結晶化によって弾性率が低下する点は繊維樹脂界面強度が低下したことを示唆している。中尾らは(PEを接着剤として使用した場合、熔融状態から徐冷して結晶化度を増加させることで、母材内の不純物が界面に析出して接着強度が低下することを報告している(高分子, (19(19)0)(4))。このことから結晶化によって母材内の不純物析出が原因の可能性も考えられる。これらより、今後は母材内部の残留応力及び界面について調査する必要がある。これらより、年度当初に予定していた樹脂収縮率及び締付圧力の解析を達成しているが、新たに母材内部の残留応力の解明や界面への調査が必要となったことから、達成度を(90%とした。

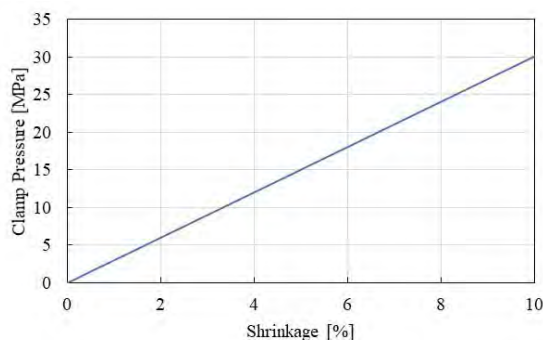


図5 薄肉円筒を仮定した場合のCF/PP複合材料に生じる締付圧力

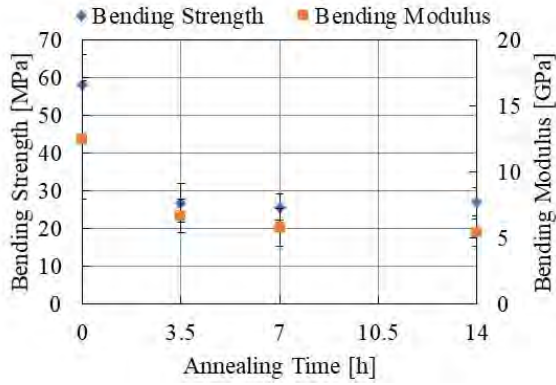


図6 各アニーリング時間におけるCF/PP板の曲げ強度と弾性率の変化

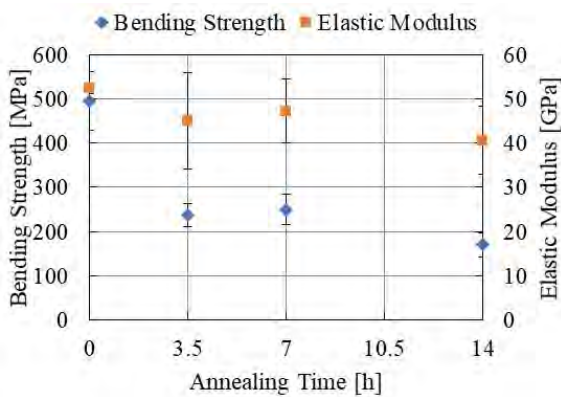


図7 各アニーリング時間におけるCF/PLA板の曲げ強度と弾性率の変化

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計3件)

- (1) 山口(雅人), 大黒 元暉, 平田 智哉, 平織炭素繊維強化ポリプロピレンの曲げ特性に及ぼす結晶化収縮の影響, 山梨講演会(01)講演論文集, 査読無, 講演番号C11.
- (2) 山口(雅人), 吉田 拓未, 小林 訓史, ポリ乳酸フィルムの引張強度に及ぼす熱処理温度と時間の影響, 日本機械学会(01)年度年次大会講演論文集, 講演番号(J031-0).

※(ICACC(0) に関しては要項集を発行していない。このため、著者名、発表タイトル、学会名、査読の有無、講演番号、講演場所、講演年月を記載

※日本機械学会では講演論文集を(PDF形式にて発行している。このため、巻やページがないことから、代わりに講演番号を記載した。

研究課題名：F0センサの構築に向けた基礎的検討

研究代表者：三輪 賢一郎

小区分：知覚情報処理関連

1. 研究計画の概要

世界のIoTデバイス数が本年中にも300億個に到達すると予測されており、様々な産業分野においてIoT化が急激に進展することが見込まれる。そこで重要になってくるのはセンシング技術であり、現在までに様々な環境センサが開発され、実用化されてきた。しかしながら、音センサについては、その中身は基本的には音圧レベルを測定するだけのプリミティブなものにとどまっている。もし環境センサに基本周波数推定の機能を実装することができれば、遠隔における音信号の分析が容易になり、遠隔地の野生動物の見守りや異音の把握など、様々な音情報の把握分析が効果的に行えるようになる。また、音声の生データを通信するのに比べ、基本周波数の数値データのみでの通信は無線帯域の効率的な利用に資するものであり、IoTの通信インフラとの親和性も高まる筈である。

基本周波数数（F0）推定の研究の歴史は半世紀に及び、その中で数多くの方法が提案されてきたが、雑音と残響の両方に対して総合的に対応できる手法は未だ確立されていないのが現状である。そこで筆者らは、振幅変調の復調技術を用いてヒトのピッチ知覚を模擬するという今までに無いやり方により、理想的な調波信号に限るという制約は存在するものの、実環境を考慮した手法を提案してきた [1]。しかしながらこの手法は、復調処理の検波方式として同期検波方式（ダイレクトコンバージョン方式）を利用しているため、位相同期処理が必須となることから、計算量の低減が難しいという根本的な課題を抱えており、計算リソースの乏しいセンサ機器に実装することは現実的ではない。

したがって本研究では、Raspberry PiないしはArduino程度の計算リソースでの信号処理を前提とした、雑音残響に頑健で、かつ計算コストにも優れたF0推定手法の基礎検討を実施することとする。実現技術としては、筆者らの手法を踏襲し

つつも、同手法の心臓部である復調処理機構に、計算コストの大きい同期検波方式に代えて、計算コストが小さい非同期検波方式を新たに採用することで、実環境中のセンサ機器に実装可能なF0推定手法の確立を目指す。

本研究の方法としては、まずは本手法の耐雑音性と耐残響性を、主としてシミュレーションにより検証する。具体的には、MATLAB上で本手法のアルゴリズムを実装した上で、白色雑音等を用いた人工的な雑音環境や、人工的に生成された室内インパルス等を用いた人工的な残響環境の下で、調波複合音等の人工音に対する従来法と本手法とのF0推定精度をシミュレーションにより比較検討する。将来的には、本手法と従来手法との計算時間の比較も実施する。これらの検証結果を評価することで、本手法がF0センサの要素技術として有効か否かを検討する。

本研究のスケジュールとしては、計算機の環境が整い次第すぐにアルゴリズムの実装に着手し、次いで確認のための予備試験を経て、評価シミュレーションへと進む。シミュレーション結果はその都度分析を行い、本手法の有効性について検証を行う。得られた成果については対外発表も行う予定である。

<文献>

- [1] 三輪賢一郎, 鶴木祐史, "振幅変調音のピッチ知覚に基づいた調波複合音の基本周波数推定法," 電子情報通信学会論文誌A, Vol. J98-A, No.12, pp. 668-679, 2015年12月

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

【進捗状況】

本研究においては、

- (1) 提案法の実装
- (2) 静音環境における評価
- (3) 雑音環境における評価
- (4) 計算時間の比較評価

の順で実施した。今回は、基礎検討という段階であることもあり、実際の音信号は使わず、代わりに人工的な 10 次の調波復号音を対象信号として、各種検証を実施している。以下に、順を追ってその進捗状況を示す。

(1) 提案法の実装

MATLAB 上に、提案法のコンセプトに則ってアルゴリズムを実装する。本研究では計算量の低減を目指すことから、復調処理機構に非同期検波を採用しているが、中でも代表的な二乗検波方式、包絡線検波方式、ヒルベルト変換方式の計 3 方式の特性を明らかにするべく、3 種類のプログラムを並行して実装した。

(2) 静音環境における評価

提案法が FO 推定法として利用可能であるか否かを評価シミュレーションにより検証した。

検証結果からは、今回提案している 3 手法のいずれの方式においても 100% の推定精度を達成しており、これらの方式が FO 推定法としてまずは利用可能性を持つことが確認された。

(3) 雑音環境における評価

提案法の雑音に対する耐性を、白色雑音を付加した評価シミュレーションにより検証した。検証結果から、提案法の雑音耐性は、従来法の中でも比較的雑音に頑健な SWIPE 法とほぼ同程度

(SNR= 0 dB における正答率が 70% 前後) であることが示された。しかしながら、同期検波方式の推定精度 (同 98%) には達しておらず、改善の余地は残していると言える。

特筆すべき点として、雑音対策を特に施しているわけではない提案法が、SWIPE 法に匹敵する雑音耐性を発揮しているという事実は、提案法が雑音に対する耐性を本質的に備えている手法であることを示している。加えて、雑音抑圧処理の付加等、一部アルゴリズムを改良することで、提案

法の耐雑音性をさらに向上させられる可能性がある。

(4) 計算時間の比較評価

各種 FO 推定法との計算時間の比較も実施し、提案法は同期検波方式と比べておよそ 200 分の 1 の計算時間となっており、計算コストの大幅な圧縮を実現できていることが確認された。一方で、その他の従来法と比べると、その計算時間は依然として 10 倍以上の開きがある。提案法では、対象とする基本周波数の全域に渡ってサーチを実施する必要があることから、これ以上の計算量の低減はその原理上難しいと考えられる。

【達成度】

本研究では、非同期検波方式を用いる提案法が FO 推定法として利用可能性を持つこと、併せて雑音耐性を本質的に備えていることを確認した。さらには、同期検波方式に変えて非同期検波方式を採用したことにより、計算コストの大幅な低減にも成功した。

未達成なアイテムとしては、提案法の耐残響性の検証が挙げられる。残響を意識した FO 推定手法は過去にも研究事例が少なく、耐残響性で提案法の優位性を示すことができればそのインパクトは大きい。さらにその先には、より実環境を意識した、雑音と残響との混在環境における評価が必要であり、それらの検証を経てはじめて提案法の実環境における利用可能性が推し量られることになる。以上については次年度以降に取り組む予定である。

将来的には、本研究での基礎検討を踏まえて実際の音信号を用いた検証に発展させ、最終的には FO センサ構築の研究開発につなげてゆくことが期待される。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計 1 件)

- [1] 山川拓真, 三堀二知加, 三輪賢一郎, "非同期検波技術を用いた基本周波数の研究," 大学コンソーシアム八王子 第 13 回学生発表会, 査読無し, Q231, Dec. 2021

課題研究費実績報告書

令和4年3月26日現在

研究課題名：次世代電力系統の高調波電流を完全に吸収できる同期調相機システムの開発

研究代表者：山下健一郎

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究課題は再生可能エネルギーが大量に導入される「次世代の電力系統」のための「高調波電流を吸収できる同期調相機システム」を提案し、その性能や有用性を検証するものである。

電力系統の安定性は系統に接続される回転形発電機の回転エネルギーにより支えられている。一方、再生可能エネルギーを用いた発電装置の多くは蓄電設備の無い電力変換器を介して電力系統へ接続されるため、同エネルギーの大量導入は系統の安定度維持に大きな問題を引き起こすことが懸念されている。また、こうした電力変換器は高調波電流の発生源となるなど、次世代の電力系統はこれまでにない様々な課題を有している。

本研究では電力系統の安定度問題と高調波問題を一度に解決することのできる「特殊な三巻線変圧器と同期調相機（Synchronous Condenser :

SC）を組み合わせた同期調相機システム」を提案し、電力系統へ及ぼす種々な効果について検討を行う（実現可能性研究）。

本研究の基本的な手法は実験的検討と理論的検討であり、供試装置の製作とシミュレーションモデルの構築が完了したら、シミュレーションモデルの妥当性を実験的検討により確認し、シミュレーションモデルを用いて、実用規模のシステムについて種々な検討を行う。具体的な方法は以下のとおりである。

- ① 提案システムの有用性を検証するため、実験的検討に必要な研究室スケールの供試装置（2kVA程度）を製作する。
- ② 同実験装置を基に実験的検討を行い、提案するような波形改善効果が得られるのかを検証する。
- ③ シミュレーションモデルの構築・改善を行い、実験的検討との比較により、シミュレーションモデルの妥当性を明らかにする。
- ④ 実用規模のシステムを想定したシミュレーション

ョンにより、システムの定常特性解析を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

当該研究で実施した①供試装置の開発、②供試装置を用いた実験的検討、③シミュレーションモデルの構築、④実用規模の装置を想定したシミュレーション、それぞれについてその詳細を説明する。

①供試装置の開発

（達成度 80 %）

サイリスタインバータを用いた装置の開発を完了した。また、電圧型インバータ（IGBT, FET）を用いた装置を製作したが、現時点で動作試験を終えていない状況である。また、電流型インバータを用いた装置の開発は未着手であるため、引き続き製作を継続していく予定である。

②供試装置を用いた実験的検討

（達成度 50 %）

完成したサイリスタインバータを用いた装置による実験的検討を実施した。同実験的検討により、種々な実験条件において所望の波形改善効果が得られることが明らかとなった。なお、他のインバータに対する実験的検討については供試装置が完成に至らなかったため、未着手となっている。

③シミュレーションモデルの構築

（達成度 90 %）

MATLABを用いたシミュレーションモデルを構築した。インバータ（他励式、自励式の電圧型と電流型）のモデルも予定通り作成し、いずれのインバータを用いた場合においても所望の波形改善効果が得られることが明らかとなった。実験的検討が不十分であるため、他励式インバータ以外の妥当性については検討を行うことができなかった。引き続き実施していく予定である。

④ 実用規模の装置を想定したシミュレーション
(達成度 80%)

実用規模の装置 (300MW) を想定したシミュレーションを実施した。大規模システムにおいても十分な波形改善効果が得られることが判明した。引き続き定常特性を明らかにする必要がある。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計 2 件)

- [1] Ken-ichiro Yamashita, Daiki Sakamoto, Mami Tandai, A Synchronous Condenser System Capable of Eliminating Harmonic Distortion for Grid-Connected Inverters, 24th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS2021), 査読有, 2021 年 10 月
- [2] Daiki Sakamoto, Syuji Tanaka, Yusaku Mori, Ken-ichiro Yamashita, Steady-State Characteristics of a Loop-Type Multi-Terminal HVDC Transmission System for Series-Connected Wind Power Plants, 24th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS2021), 査読有, 2021 年 10 月

課題研究費実績報告書

令和4年3月30日現在

研究課題名：断片的言語表示を用いた包括的英語指導に関する考察

研究代表者：松尾 貴哲

小区分：外国語教育関連

1. 研究計画の概要

本研究は、第二言語（以下 L2）の発話解釈に関する考察である。具体的には、断片的な言語表示で話者の what is said、つまり発話の「表意（explicature）」を復元できるかを実験調査したものである。その調査結果から、学習者が L2 を解釈するにあたり、どのようなプロセスを辿っているのかを語用論的に説明することを目標とする。また、英語教育への応用にいくつかの示唆を与えることを第二の目標とする。

まず本研究は、理論の拠り所となる、発話解釈の理論である「関連性理論（Relevance

Theory）」を概観することから始まる。ひとが発話を理解する普遍的なプロセスが、L2 のそれにも当てはまるのかを問題提起するとともに、被験者を募って実験調査を行う。結論として、聞き手は断片的な L2 言語表示であっても、話者の「言いたいこと」に到達することが十分に可能であることを主張する。そして、本論の第二の目標である、英語教育へのいくつかの示唆を与えたい。自発的なアウトプットを促し、生産的で相互作用的な授業を提供するために、学習者に与えるインプットとしてどのようなものが経済的かつ効果的なのかを示唆的に述べる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

関連性理論は、発話の暗示的側面のみならず明示的側面にも推論の役割が大きく関与すると主張する。発話解釈には「論理形式」、「表意」、「推意」という3つのレベルがあるが、表意に関していうと、論理形式の解読演算、かつ推論による命題拡張プロセスが重要な点といえる。ただし、これらのレベルは全てオンライン上で処理され、特定の推意が復元されるには、表意が確定されていないなければならない。本発表の問題提起は、L2 の解釈もこのような処理で行われるか、から始まる。この表意獲得について一連の実験調査を行っ

た。

当調査は個別面談で実施、かつ長期的研究への暫定的位置付けであり、分析に充てられる時間を考慮して被験者は10名のみとした。全受験者のうち、準2級相当を4名、3級相当4名、4級相当2名を無作為に抽出した。

調査課題は図1のようなスライド表示を6題、スクリプト付きで聞かせた。ターゲットセンテンスを空白表示し「話し手は何を言っていたと思いますか？」「なぜあなたはそう思ったのですか？」を共通の質問として調査した。



図1：実験調査 Phase 1 <会話1>スライド

表1：実験 Phase1 習熟度と全6問の総合得点

習熟度	3級	3級	3級	準2級	4級	3級	4級	準2級	準2級	準2級
グループ	A <会話1,3,5> 断片発話 / <会話2,4,6> 完全発話					B <会話1,3,5> 完全発話 / <会話2,4,6> 断片発話				
得点 / 20pt	0 / 12	3 / 12	4 / 12	5 / 12	2 / 12	3 / 12	1 / 12	5 / 12	5 / 12	6 / 12

この調査の結果、いくつかの示唆を導くことができた。まず、数単語のみの断片発話では正しい発話解釈を導かない一方で、完全発話では平均発話長の増長つまり明示的表示の多さが、逆に被験者の推論稼働率を妨げることがわかった。次に、表示された語の誤解読により推論の道筋が歪み、誤った意味論アウトプットへ導かれる事例もみられた。L2 学習者の誤訳や的外れの回答は、誤った文脈想定および明示的側面の解読演算の段階で発生すると考えられる。

次に、断片発話を視覚的に表示した Phase 2 の調査結果を示す。Phase 1 と比較すると、表 2 に見られるように、被験者全員に得点の向上が確認

され、各級の平均得点率は準 2 が 81%、3 級 46%、4 級 17% となった。

表 2: 実験 Phase2 習熟度と全 6 問の総合得点

習熟度	3級	3級	3級	準2級	4級	3級	4級	準2級	準2級	準2級
得点/20	4/12	9/12	6/12	11/12	7/12	3/12	2/12	9/12	7/12	12/12

この結果は適切なコンテキスト選択に加え、表示された語の解読演算が適切に処理されたかどうかの差を示している。言語形式を視覚化した場合では、それらが論理形式として意味論的にアウトプットされ、関連性への期待に沿って真偽判定を問える命題まで推論的に拡張されている。結果として話者の意図した想定に到達できたと考えられる。最適な関連性を求める諸原理の認知制約が動機となり、L2 の解釈においても RT が説明する表意の復元プロセスが同等に稼働していること、しかし、学習者の習熟度によって、音声表示と視覚表示で意味論的解読の程度に差が生じることを例証している。

本研究は提出した仮説および実験調査から、

1) L2 解釈において表意復元までの推論プロセスは L1 と同等であり、RT の解釈理論は普遍的といえるが、誤った文脈想定あるいは論理形式の意味論的アウトプット次第では誤解を導くことがある。2) どの程度の明示性をもって表意を獲得できるかに関し、概念を記号化 (conceptual encoded) する語を明示的 (視覚的) に表示すれば、表意が復元されやすい傾向があると結論づけた。

本研究は、発話解釈における推論処理が言語問わず普遍的であることを示唆した。また、L2 解釈においては、概念をコード化した語の知識獲得、つまり語彙力の増強こそが正しいコンテキスト選択と推論を導くきっかけとなるのであり、文法などの統語論的な側面は、ある程度は推論で補完できることを示唆している。いわゆる「カタコト英語」が成立する一つの理論的根拠を示すものであり、英語を用いた円滑な会話ターンと授業運営を狙いとする場合、コンテキストの可視化を前提としたうえで、まずは内容語を臆せず発話させることが効果的ではないかと考える。しかしながら、本研究は broken English による英語指導を推奨するものではない。このような課題に向き合い、段階的な英語運用の授業スタイルを確立しようとする中で、初期英語学習者にとってどのようなイン

プットが効果的であるか、そして、学習者のアウトプットをどのように促進すべきかについて、本論はひとつの示唆を与えることを期待している。

「英語の授業は英語で」に順応しつつ、リキャスト、プロンプトといったオーラル指導への前提として、この研究に意義を持たせたい。断片的な発話でも学生や教師は、推論を働かせて意図にたどり着くことが可能であり、いわゆるオールイングリッシュ環境への参加を促すきっかけを提供するものと期待したい。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕 (計 1 件)

- [1] 松尾貴哲, 断片的言語表示を用いた L2 発話解釈に関する一考察, 全国高等専門学校英語教育学会研究論集, 第 41 号, pp.37-46, 2022, 査読有

〔学会発表〕 (計 1 件)

- [1] 松尾貴哲, 断片的言語表示を用いた L2 発話解釈に関する一考察, 令和 3 年度第 44 回 COCET 研究大会 (オンライン) 講演論文集, 2021

課題研究費実績報告書

令和4年3月28日現在

研究課題名：2×2次元切替スイッチの開発（2）
～Sub-6 GHz 及び 28 GHz 帯低コスト 2×2次元切替スイッチの開発～
研究代表者：水谷 浩

小区分：電子デバイスおよび電子機器関連

1. 研究計画の概要

本研究では、低コスト基板を用いた Sub-6 GHz 帯及び28 GHz帯 2×2次元切替スイッチを実証することを目的とする。具体的には低コスト基板上に作製した伝送線路の28 GHz帯やミリ波帯での低損失性を評価・実証する予定である。さらに、実証した低コスト基板上の低損失伝送線路を用いたマイクロ波混成集積回路 HIC の設計・試作・RF 評価を行い、Sub-6 GHz 帯や28 GHz帯 2X2 次元切替スイッチの低損失動作を実証する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

今年度の目標は、前年度原理実証した低損失伝送線路構造を用いて、Sub-6 GHzと 28 GHz の 2x2次元切替スイッチHICを設計・試作を行う。作製した HIC (Hybrid IC) は電気通信大学保有設備のミリ波帯ネットワーク・アナライザ Agilent E8364B を借用してSパラメータの測定を DC ～ 50 GHz で行うことであった。研究は計画通り進捗し、以下の通り、研究目標は概ね達成できた。

前年度の研究にて伝送線路の評価方法が確立されておらず、実証が十分できていなかった FR-4 を用いた新しい構造を有する伝送線路の 28GHz 以上のミリ波帯における低損失特性に関し、本研究にて実証を行った。その結果、シミュレーションで得た結果と同様に、マイクロストリップ線路と逆マイクロストリップ線路、新構造の伝送線路の順に損失が小さくなっていることを確認した。

さらに、本研究では、Sub-6 GHzと 28 GHz の 2x2次元切替スイッチの設計を行った。図1に 4.5 GHz / 28 GHz 帯 2 × 2次元切替スイッチの回路図を示した。本研究では、図1の回路のうち、まず SPST 部分、すなわち 2次元切替スイッチを 28 GHz でも低損失特性を示す新構造を適用した FR-4 基板上にHICとして作製した。

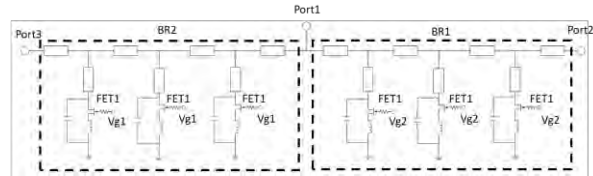


図 1. 4.5 GHz/28 GHz 帯 2 × 2次元切替スイッチの回路図



図 2. 4.5 GHz/28 GHz 帯 2次元切替スイッチの写真

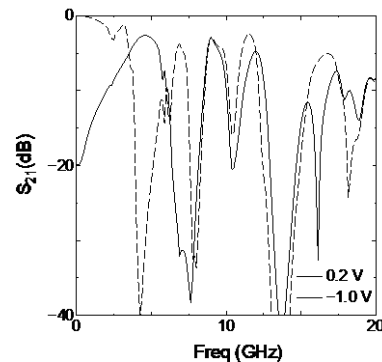


図 3. 4.5 GHz/28 GHz 帯 2次元切替スイッチの周波数特性

図2に 4.5 GHz/28 GHz 帯 2次元切替スイッチの写真の写真を示した。図3はネットワーク・アナライザを用いて実測した、4.5 GHz / 28 GHz 帯 2次元切替スイッチの周波数特性である。FETのゲートバイアスを 0.2 V と -1.0 V で切り替えることにより、スイッチの ON/OFF 特性が切り替わる。ON/OFFのスイッチ動作をする周波数が 4.5 GHz

以下と 16 GHz 付近で見られる。本来 16 GHz ではなく 28 GHz で切り替わるように設計したのであるが、設計に用いた FET のパッケージ込みの等価回路パラメータのミリ波帯での精度が十分でないことが原因であると考えている。今回のデータから正確な等価回路パラメータを抽出することができるため、次回は精度の高い設計が期待できる。このように、完全な実証までは至らなかったが、ミリ波帯で FR-4 基板を用いて低損失スイッチ回路を作製することができることが示唆されたことは、大きな成果である。今後、4.5 GHz/28 GHz 帯 2 × 2 次元切替スイッチ HIC の低損失性を実証すると同時に、更なるミリ波回路に適用していく予定である。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計 1 件）

- [1] 石井 岳人、水谷 浩、「ミリ波アプリケーション向け低損失FR-4伝送線路の提案」、電子情報通信学会総合大会、C-2-31、2022年3月、査読無

課題研究費実績報告書

令和4年 3月 31日現在

研究課題名：交流電池に接続するコッククロフト・ウォルトン回路に関する研究

研究代表者：米盛 弘信

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究は、AC Biode社が開発した世界初の交流電池に接続するコッククロフト・ウォルトン回路（Cockcroft - Walton Circuit：以下、CW回路）の性能向上を目的としている。AC Biode社の交流電池は、負極（Anode）と正極（Cathode）の間に Biode とよばれる両性電極（AC Biode社の造語）を挿入し、Anode - Biode と Biode - Cathode を外部の半導体スイッチで切り替えて矩形波を出力するリチウムイオン電池の一種である。本研究のベースになる交流電池は、共同研究先のAC Biode社が性能向上に取り組んでいる。申請者は、交流電池に接続する昇圧用のCW回路の性能向上を主な研究課題とする。一般的に、CW回路は $\mu A \sim mA$ オーダの電流しか出力できず、電気自動車などの大容量用途には不十分である。すなわち、本研究を達成するためには、CW回路の高電流出力を実現する必要がある。そこで、CW回路に電気二重層コンデンサ（EDLC）を使用し、大容量化を図ると同時に、EDLCの内部抵抗の影響、駆動周波数の影響を明らかにし、設計指針を得る。なお、本研究の付随課題として、①交流電池用の充放電回路の設計、および②性能向上中の交流電池の代替として、既存のリチウムイオン電池を疑似的な交流電池として使用するためのHブリッジ回路の試作も遂行内容に含まれる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

研究成果の中から代表的な一例を示す。達成度としては、概ね順調であった。

➤ 提案システムの高効率化

交流電池が特性等の改良を重ねている現在は、直流電源と2石式ハーフブリッジ（H.B.）回路を用いることで交流電池を模擬する。図1は、提案システムである。H.B.回路は、SiCタイプMOS-FETを採用することで低損失化を図る。さらに昇圧回路は、コッククロフト・ウォルトン回路より

EDLCの個数を削減できる倍電圧整流回路を用いてシステムを小型化、及び高効率化を目指す。本実験では、EDLCの容量を10, 50, 100Fと変動させて行う。

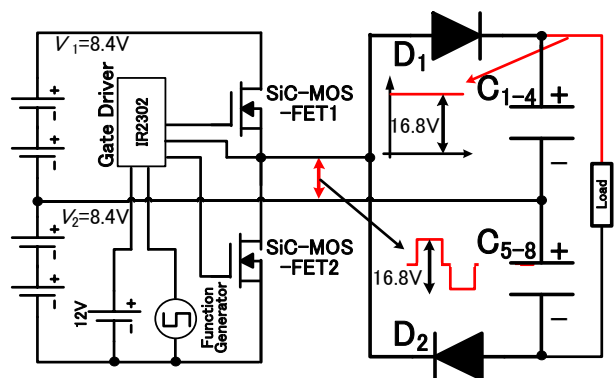


図1 交流電池を模擬した提案システムの構成

➤ 高効率化したシステムの電力変換効率を評価

本実験は、直流安定化電源を用いて V_1 、 V_2 共に8.4V一定で提案システムを動作し、電子負荷装置によって0.1C(0.26A)、0.2C(0.52A)、0.3C(0.78A)の各値で定電流放電した。駆動周波数は、50Hz～100kHzの各値でシステム全体の電力変換効率を算出した。

結果より、システム全体の最大効率率は95.0%となった。本電源システムでは、H.B.回路に使用したMOS-FETの特性により、10kHz以上の高周波帯の効率は減退した。また、倍電圧整流回路に使用したショットキーバリアダイオードは10kHz以上で飽和傾向になった。以上より、本電源システムは周波数の最適値が10kHz以下であることがわかった。

➤ 積算電力による提案システムの優位性

本実験は、リチウムイオン電池(LiB:3.7V(満充電時:4.2V)-2600mAh)を図1のように配置し、駆動周波数は10kHzで提案システムを動作した。また、小型モビリティの動作を想定して電子負荷装置で

10秒ごとに0.1C, 0.2C, 0.3Cの各値をループさせて負荷変動した。LiBの放電時間はバラツキが生じるため、実験は3回行い平均値を算出する。比較実験として従来法は、4直接続したLiBに対して上述と同様の負荷変動をさせた際の放電時間と積算電力を明らかにし、提案法と比較する。

表1は、従来法と提案法の積算電力、及び駆動時間の比較である。表1より、従来法②と比較して提案法①の積算電力は、より多くの電力量を引き出した。さらに駆動時間に着目すると、従来法⑤より提案法④の方が長く駆動したため提案する電源システムの優位性を確認した。しかし、電源システム全体③と従来法②の積算電力を比較した際に回路の損失によって従来法に劣った。改善案として、倍電圧整流回路に採用しているショットキーバリアダイオードをSiC化することで更なるシステムの高効率化を図る。

表1 積算電力及び駆動時間の比較

Mode	Capacitance[F]	18650 [Wh]	System Output [Wh]	Drive Time [h]
Proposal System	10	① { 440 41.3 44.6	③ { 30.8 29.1 31.7	④ { 4.2 4.1 4.3
	50			
	100			
Conventional System	-	② 32.5		⑤ 3.9

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計10件)

- (1) 中川湧貴, 米盛弘信: “独立型交流電池による電源システムの提案”, 第15回高専パワーエレフォーラム, 査読無, まちなかキャンパス長岡 (2022-03) 優秀発表賞受賞
- (2) 中川湧貴, 米盛弘信: “交流電池に接続する昇圧回路に用いるEDLCの容量変動特性”, 2021年(第3回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, B-4, 査読無, pp.31-32, 八王子市学園都市センター (2021-12) 優秀賞受賞
- (3) 千葉穰, 米盛弘信: “交流電池に接続する倍電圧整流回路の周波数特性”, 2021年(第3回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, B-5, 査読無, pp.33-34, 八王子市学園都市センター (2021-12)
- (4) 津田浩平, 米盛弘信: “独立型交流電池における放電特性の経時変化”, 2021年(第3回)電気設備学会学生研究発表会プログ

- ラム・予稿集, B-6, 査読無, pp.35-36, 八王子市学園都市センター (2021-12)
- (5) 中川湧貴, 米盛弘信: “交流電池を模擬する電源システムを搭載した走行車の試作と動作検証”, 第13回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読無, P215 (2021-12) 優秀賞受賞
- (6) 津田浩平, 米盛弘信: “独立型交流電池のDuty比を変動させた際の充放電特性”, 第13回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読無, P217 (2021-12)
- (7) 千葉穰, 米盛弘信: “交流電池に接続する倍電圧整流回路の動作特性”, 第13回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読無, P232 (2021-12) 優秀賞受賞
- (8) 中川湧貴, 米盛弘信: “EDLCを用いた全波整流型CW回路の充放電試験”, 2021年(第39回)電気設備学会全国大会講演論文集, 査読無, pp.123-124, 名古屋工業大学(オンライン開催) (2021-09) 全国大会優秀発表賞
- (9) 千葉穰, 米盛弘信: “交流電池に接続する倍電圧整流回路の出力特性”, 2021年(第39回)電気設備学会全国大会講演論文集, 査読無, pp.147-148, 名古屋工業大学(オンライン開催) (2021-09)
- (10) 津田浩平, 米盛弘信: “独立型交流電池の周波数変動した際の充放電特性”, 2021年(第39回)電気設備学会全国大会講演論文集, 査読無, pp.149-150, 名古屋工業大学(オンライン開催) (2021-09) 全国大会優秀発表賞

[メディア報道]

- (1) 《日刊工業新聞》充電電池交流化で容量10%増 AC Biodeなど, 充放電システム開発 (2021/09/01)
<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00610371>
- (2) 《PR TIMES》AC Biodeとサレジオ高専, 電池を交流で使い昇圧回路と合わせ, 従来のシステムより約15%高い容量を得て, 電動バイクにて10km超の試験走行 (2022/03/30)
<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000006.000084759.html>

課題研究費実績報告書

令和4年3月31日現在

研究課題名：Background Oriented Schlieren 法の高感度かつ境界層を含む密度分布計測に向けた実験装置の構築と三次元計測法の検討

研究代表者：廣瀬裕介

小区分：流体工学関連

1. 研究計画の概要

本研究では、超音速流中にある円錐や球体といった超音速飛行が考えられる模型周りに発生する密度変化を境界層も含めた高感度定量計測することを実現する。そのため、Background Oriented Schlieren 法を改良した新たな計測法である

Double-Pass Background Oriented Schlieren

(DPBOS) 法を考案した。本研究では考案した新たな計測手法に関する実験を遂行するための装置の構築し、その性能試験を実施することを目的としている。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

上述した装置の具体案として、バリスティックレンジと衝撃風洞の2種類が挙げられ、両者とも構築を進めている。

まず、バリスティックレンジについて説明する。これは電気エネルギーにより飛翔体を射出する装置のことを表しており、本年度はまず不具合があったスイッチング回路の改良を実施した。昨年度まではスイッチングのためにサイリスタを使用していたが、より高い電圧に耐えられる絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ (IGBT) を採用したところ、不具合が解消され、安定したスイッチングが可能となった。改良した回路を用いて飛翔体の射出実験も実施している。コンデンサの充電電圧は100Vであり、飛翔体サイズは10×10×50mmとした。飛翔体と加速用のレールは両者ともアルミニウムを使用した。射出実験の結果、レールと飛翔体の間で通電していることが確認されたが、飛翔体がレールの途中で止まる結果となった。射出の際、アーク放電が発生しており、飛翔体とレールがその放電の影響で溶解・固着したことが原因と考えられる。今後、飛翔体の材質やサイズの変更を実施し、さらに、磁石をレールの上下に設置することでより効率的に飛翔体へ運動エネルギーが与えられる改良を続ける予定である。

衝撃風洞とはタンクに貯蓄した高圧ガスを急激に放出することで超音速流や衝撃波を発生させる装置である。昨年度は配管設計を実施したため、今年度は動作確認や性能試験を実施した。まず、動作確認では衝撃風洞の動作部であるピストン動作の確認を実施した。このピストンが動作することにより、高圧ガスを密閉、解放することが可能である。動作確認により、衝撃風洞のピストンが正常に動作していることが確認された。性能試験では衝撃風洞の動作により得られる超音速流の計測を圧力センサにより実施し、その実験結果を理論値と比較した。高圧ガスの圧力を0.6 MPa、放出部圧力を0.1 MPaとした場合、超音速流のマッハ数は1.42であった。つまり、約480 m/s程度の流速が計測されたことを意味する。この条件での理論マッハ数は1.40であることから、本計測が正確であることを示している。

来年度からはバリスティックレンジから飛翔体を射出することと、DPBOS法の計測の前段階であるBOS法による超音速流の計測を実施する予定である。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計1件)

- [1] Masato YAMAGISHI, Yusuke YAHAGI, Masanori OTA, Yusuke HIROSE, Shinsuke UDAGAWA, Tatsuro INAGE, Shigeya KUBOTA, Koji FUJITA, Kiyonobu OHTANI, Hiroki NAGAI, Quantitative density measurement of wake region behind reentry capsule (Improvements in accuracy of 3D reconstruction by evaluating the view-angle of measurement system), Journal of Fluid Science and Technology, 2021, Volume 16, Issue 3, Pages JFST0021(査読あり).

〔学会発表〕 (計9件)

- [1] Jin NARAYAMA, Masato YAMAGISHI, Yusuke

- HIROSE, Masanori OTA, Visualization of droplets due to coughing when wearing a mask by Background Oriented Schlieren (BOS), ISFV-19, (September 2021) (査読無し) .
- [2] Masato YAMAGISHI, Jin NARAYAMA, Masanori OTA, Yusuke HIROSE, Shinsuke UDAGAWA, Tatsuro INAGE, Kazuma YOMO, Koji FUJITA, Kiyonobu OHTANI, Hiroki NAGAI, Reconstruction of density around a flying sphere in the ballistic range, ISFV-19, (September 2021) (査読無し) .
- [3] Masato Yamagishi, Jin Narayama, Shoki Sato, Masanori Ota, Yusuke Hirose, Kazuma Yomo, Koji Fujita, Kiyonobu Ohtani, Hiroki Nagai, Qualitative Density Measurement of Wake Region behind re-entry capsule, ICFD2021, (October 2021) (査読無し) .
- [4] 長谷佳紀, 廣瀬裕介, 無隔膜駆動部を有する衝撃風洞の構築と性能試験, 第13回大学コンソーシアム八王子学生発表会, C117, 2021年12月4日 (査読無し).
- [5] 高坂菜央, 片桐優太郎, 檜山仁, 山岸 雅人, 廣瀬裕介, 太田匡則, 野村将之, 藤田昂志, 永井大樹, 飛翔体模型近傍領域の高精度密度計測, 令和3年度宇宙航行の力学シンポジウム, 2021年12月20日, 21日 (査読無し).
- [6] 山岸雅人, 高坂菜央, 片桐優太郎, 廣瀬裕介, 太田匡則, カメラアレイを用いた 3D-BOS 法による衝撃波計測, 2021年度衝撃波シンポジウム, 1A2-3, 発表日2021年3月9日 (査読無し).
- [7] 片桐優太郎, 高坂菜央, 檜山仁, 山岸雅人, 廣瀬裕介, 太田匡則, 野村将之, 藤田昂志, 大谷清伸, 永井大樹, 再突入カプセル形状模型まわりの非定常流れ場に対する定量的密度計測, 2021年度衝撃波シンポジウム, 3B3-4, 発表日2021年3月11日 (査読無し).
- [8] 井上悠, 石橋歩武, 村松武明, 片桐優太郎, 山岸雅人, 廣瀬裕介, 太田匡則, 稲毛達朗, 宇田川真介, テレセントリック光学系を用いた BOS 法による流れ場の可視化計測, 2021年度衝撃波シンポジウム, P-04, 発表日2021年3月10日 (査読無し).
- [9] 村松武明, 石橋歩武, 井上悠, 太田匡則, 山岸雅人, 稲毛達朗, 廣瀬裕介, 宇田川真介,

2021年度衝撃波シンポジウム, P-10, 発表日
2021年3月10日 (査読無し).

課題研究費実績報告書

令和5年3月30日現在

研究課題名：自動運転レベル3車両における独立4輪操舵および双方向走行システムの付与

研究代表者：井組裕貴

小区分：機械力学およびメカトロニクス関連

1. 研究計画の概要

現在様々な研究機関で自動運転車両の開発が行われており、自動運転社会が実現すると交通事故の減少、渋滞の削減、ドライバーの疲労軽減など社会的影響が非常に大きく期待されている。しかしながら、自動運転レベル3とレベル4、5の境界は非常に大きく、特に前進時だけではなく、後進時の適切な制御が重要となる。また、一般的な自動車は前輪が操舵輪であるため、後進時はジオメトリ的に操舵輪が後輪となる後輪操舵になり、複雑な制御が必要である。そこで本研究では、自動運転レベル3車両のシャーシ開発及び前後輪に操舵機能を付与可能なダブルウィッシュボーン式サスペンションの開発、4輪操舵による双方向で走行可能な自動運転車両の検討、画像認識や

LiDARを用いた認識システムの構築を行い、障害物回避の前後輪での制動を組み合わせた双方向走行システムの構築を目指す。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

車両のサイズは1人乗り、4輪超小型モビリティの規格サイズとし、走行領域は本校校内で時速は30km/h以下とする。シャーシの基本構造はCFRPサンドウィッチハニカム構造とし、ハンドレイアップによって積層を行う。CFRPは3ply+アラミドハニカムorアルミハニカム+3plyの構成とした。サスペンションや足回りのアーム取付部などの強度が必要な個所に対してはフェノール樹脂材を挿入している。シャーシ下板は金属の平板を型として使用し、サイドのサスペンションパネルは金属板を曲げ加工して型材として使用した。

足回りは走行時における振動や荷重移動から発生する誤差を抑えるべく、ロール・ピッチの回転中心と重心を考慮した非平行ダブルウィッシュボーン式サスペンションを設計した。また、キャスター角を3[°]キングピンアングルを6[°]とした。サスペンションやブレーキキャリア及びブレー

キディスク、ホイールなどは市販バイク用を流用した。上下アームやアップライトはアルミ合金をNC加工機や旋盤で加工し作成した。



図1 設計シャーシ

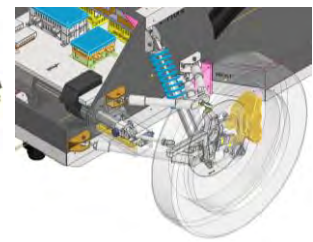


図2 設計足回り

操舵はアクチュエータを使用し、操舵角は最大25[°]となる。また、キャスター角が3[°]キングピンアングルを6[°]として設計を行った。左側のアクチュエータはアップライトの前側(図3)に配置し、右側のアクチュエータは車体後側(図4)に配置した。図5は開発車両の3Dデータとなる。

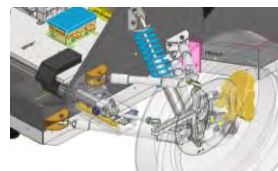


図3 左前操舵システム

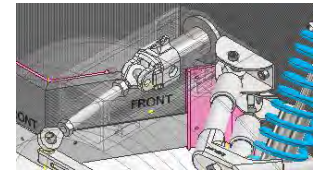


図4 右前操舵システム

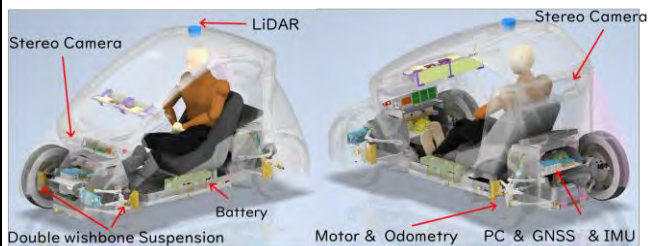


図5 開発車両3D

システム構成は図6となる。画像認識にステレオカメラを用い、YOLOやOpenposeのアルゴリズムをベースとして構築を行った(図7)。ステレオカメラは前後に取付、双方行走行時に前後の対象を認識できるように設計をしている。動作環境は Docker 下で Ubuntu や ROS を用いたシステム環境の構築を行っている。自己位置推定や走行経

路作成は LiDAR を使用し， Autoware を介して
地図作成や値を取得する（図8）． 図9が開発した
車両となる．

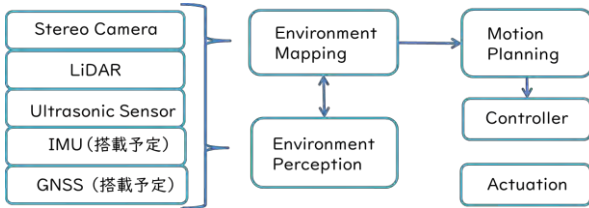


図6 システム構成

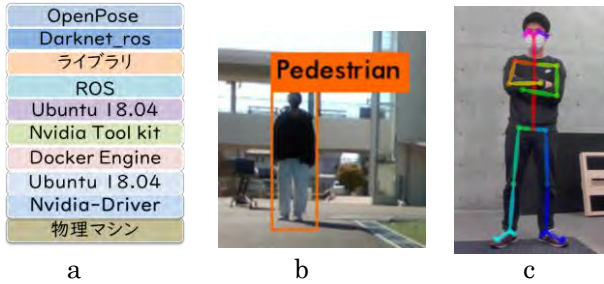


図7 画像認識システム

a:動作環境, b:YOLO, c:Openpose

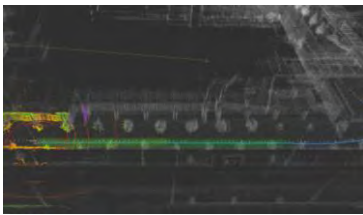


図8 経路作成



図9 開発車両

自動運転レベル3車両のシャーシ開発及び前後
輪に操舵機能を付与可能なダブルウィッシュボーン
式サスペンションの開発,4輪操舵による双方向
で走行可能な自動運転車両の検討, 認識システム
の構築を行い, 一定の成果が確認できた. 今後,
成果を集約し, 4輪独立操舵による双方向走行シ
ステムの構築を行う.

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計1件)

- [1] 井組裕貴, 認識機能を備えた校内走行用 EV
の車両開発を通じたものづくり教育, 第 70
回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集,
17a-PA01-6, 査読無

課題研究費実績報告書

令和5年3月31日現在

研究課題名：戦後文学における〈麻薬〉の表象に関する研究

研究代表者：河田 綾

小区分：日本文学関連

1. 研究計画の概要

本研究は、医療行為を目的として開発されながら後に法規制の対象となった薬物のうち、中枢神経系に作用するものを〈麻薬〉と定義し、それが戦後日本文学の中でどのように表象されてきたかを分析するものである。

これまでの先行研究が明らかにしたように、〈麻薬〉の開発と規制は近代国家の形成と連動する形で人々の身体を規定してきた。このような研究の蓄積に対し、とりわけ文学分野においては、薬物使用によって引き起こされる身体感覚の拡張と深化、幻覚作用に伴う現実逃避、デカダンスがもたらす落伍者意識、中毒症状を通じた自己省察といった点が分析の対象となってきた。しかし、先行研究の多くは、個別の作家や作品に関する個別的な研究が中心となっていて、体系的な分析が行われてきたとは言い難い。

こうした研究状況から、本研究では日本近現代文学における〈麻薬〉の表象について通時的かつ体系的に明らかにしていく。具体的には、戦間期から軍内で使用され戦後に巷間に広まったヒロポン、高度経済成長期以降に若者を中心に広まっていったLSDやシンナー、1990年代以降の覚醒剤やMDMAや危険ドラッグなど、それぞれの時代に流通した〈麻薬〉の表象を分析の対象とする。これらの分析を通じて、戦後社会が人々の身体をいかに規定していったかを明らかにし、同時に〈麻薬〉の使用によっていかなる言語表現の可能性が拓かれたかを考察する。

以上を踏まえ、本研究が将来的に目指すところとしては、近代以降の日本の〈麻薬〉に関する言説の変遷とその過程を追いながら、様々な文学テクストの分析を行うことによって、それぞれの時代における〈麻薬〉の語られ方について考察することである。このような最終目標を見据えた上で、本年度においては、とりわけ戦後文学に焦点を当てて研究を行っていった。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本年度は、戦後占領期におけるヒロポンの表象について研究する予備調査として、同時期の抑留体験について描かれた小説の調査及び分析をおこなった（この成果については、「3. 代表的な研究成果」の①を参照）。具体的な内容としては、ウランバトルの収容所での体験を小説として描いた清水正二郎（胡桃沢耕史）の作品分析を行い、「抑留体験を如何にして小説化するか」という問題に対する作家の一つの方法論を詳らかにした。そこで明らかになったのは、凄惨な体験を語るために敢えて「ウソ」や「誇張」を駆使することで、「真相」なるものに対峙しようとする小説家としての矜持である。むしろ、そのような方法は現在の観点からすれば、プライバシーの侵害や報道被害の助長へとつながりかねないものであったが、そうであってなお、一個人としての抑留の記憶を集団の記憶へと差し替えさせない極めて峻厳な創作意識が、そこには内在している。これらを明らかにした点において、本論文は戦後の抑留体験に関する言説のあり方の一つを提示することができたと言える。

また、本年度は上記論文と関連して、同時期の雑誌メディアに関する資料収集及び調査、分析を行った（この成果については、「3. 代表的な研究成果」の②及び③を参照）。具体的な内容として、まず②では、戦後占領期における神奈川県での地方総合文芸雑誌に関する出版状況について解説をし、特徴的な雑誌について紹介する記事を作成した。また、③では、同時期における『週刊朝日』の総目次の作成及び1949年の記事に関する解説を行った。これらの調査・分析によって、戦後占領期の出版状況の一端を明らかにし、ヒロポンの流行が社会問題として取り沙汰され始めた1949年の文化状況について理解を深めることができた。

さらに、次年度刊行予定のものとして、高度経

済成長期の文学・文化に関する論文を2本、引揚体験を持つ作家に関する口頭発表を1本準備中であり、いずれも同年度中に論文として刊行、または投稿の予定である。

以上のことから、今年度における進捗状況及び達成度としては、及第点は与えられるものとする。今年度の反省としては、直接的にヒロポンに関する研究を具体的な成果として示すことができなかった点が挙げられる。要因としては、前年度以前から蓄積していた研究テーマを形にすることに時間と労力を割いてしまったため、当初の予定通りに研究を進めることができなかったためである。こうした点については、次年度以降の課題として、引続き本研究を進めていく所存である。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計1件）

- ① 河田綾，われ暁に祈るまじ——清水正二郎／胡桃沢耕史の諸作品をめぐって，立教大学日本学研究所年報，第21号，2022年8月，査読無，30-39

〔図書〕（計2件）

- ① 河田綾，神奈川県，占領期の地方総合文芸雑誌事典 上巻 東日本編 北海道～三重県，金沢文圃閣，2022年6月，131-140
- ② 河田綾，1949年解説，戦後占領期『週刊朝日』総目次，金沢文圃閣，2022年1月

課題研究費実績報告書

令和5年3月31日現在

研究課題名：生体情報計測および画像計測を用いた運転時理想姿勢の模索

研究代表者：吉田 慧一郎

小区分：スポーツ科学関連

1. 研究計画の概要

ここ近年、自動運転化や自転車を用いた環境負荷を抑えた移動手段が主流となりつつある。これらの状況変化に伴い、我々には安全に自動車の運転（自動運転）を行いつつ、安全な自転車の運転も必要となってくる。そこで本課題研究では、自動車や自転車などの「運転」姿勢に着目し、筋電位計測ならびに脈波計測による「生体情報計測」と画像計測による「運転時姿勢」を対応させることにより、生体情報計測から姿勢を推測し、理想的な姿勢をサポートするシステム構築を行った。また、「ドライビング」「サイクリング」ともに生体情報計測システムおよび画像計測を同一化することで、同じ計測システムを用いた比較検討の容易さ、「ドライビング」「サイクリング」以外の運転・運動への応用を目指したシステム構築を視野に入れて研究を遂行した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

2. 1 ドライビングにおける研究進捗

本課題研究において構築した計測システムを Fig.1 に示す。画像計測ならびに脈波計測・筋電位計測を行い、ドライビング姿勢と生理学的パラメータの関係性からドライビングにおける活性状態を求めた。

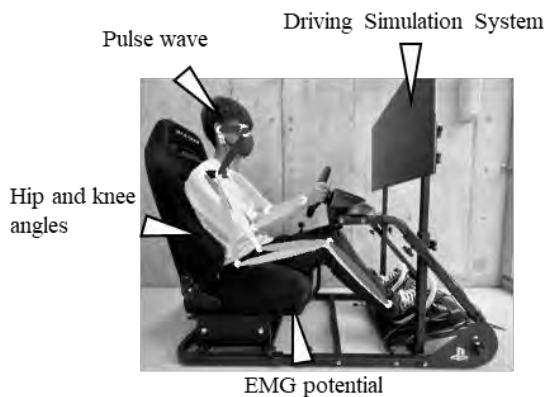


Fig.1 Measurement Systems.

実験では左太腿部に筋電位装置（東京デバイス製，IWS940-DEV）を装着し、筋肉を動かした際に生じる電位変化を取得した。これら各電極は右太腿の外側（外側広筋）、太腿の内側（内側広筋）および、太腿中央部（大腿直筋）に装着し、ドライビング時における太腿部での筋電位を計測した (Fig.2(a))。脈波計測では脈波センサ (BH1792GLC，ROHM社製) を耳たぶに装着し、運転中の脈波を測定した (Fig.2(b))。得られた脈波データより FFT 解析を行いストレス指標である LF/HF を算出して、運転時のストレス値変化を求めた。



(a) (b)

Fig.2 Experimental setup. (a)EMG electrode. (b)Pulse wave sensor.

画像計測では市販のスマートフォンのカメラ機能を用いて動画撮影を実施し、得られた結果から OpenPose を用いて腰ならびに膝の角度推定を実施した。画像結果の一例を Fig.3 に示す。腰部ならびに膝部において時間変化と共に角度の変化が確認された。角度変化は大きいものではないが、時間が経つにつれて腰部ならびに膝部の角度が増大する、いわゆる「だらけた姿勢」になっていくことがわかる。また、脈波から算出されたストレス値も「だらける姿勢」に対応し変化することが確認された。筋電位計測では、ストレス値に対応し変化が緩慢になる等の反応が確認され、生体情報計測から姿勢を推測し、理想的な姿勢をサポートするシステムの有用性が示された。

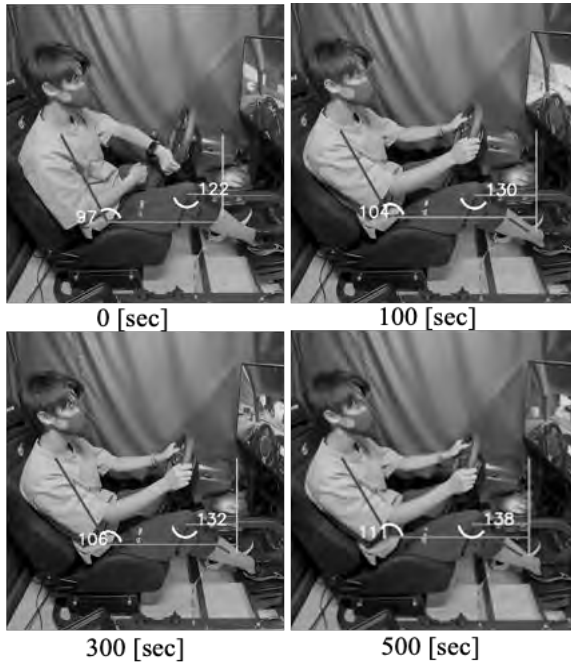


Fig.3 Typical result of image measurement by Open Pose. Time course by OpenPose analysis during driving.

2. 2 サイクリングにおける研究進捗

本課題研究では、「ドライビング」と「サイクリング」時の生体情報計測システムおよび画像システム計測を同一化することを目標としている。そのため、2.1 で用いた計測システムを使用し、サイクリング時における生体情報計測ならびに画像計測システムに適用した。サイクリングにおいてサイクリングポジションの計測のため3本ローラ（モッズローラー，MINOURA製）を使用し、画像計測を行った。Fig.4に得られた結果の一例を

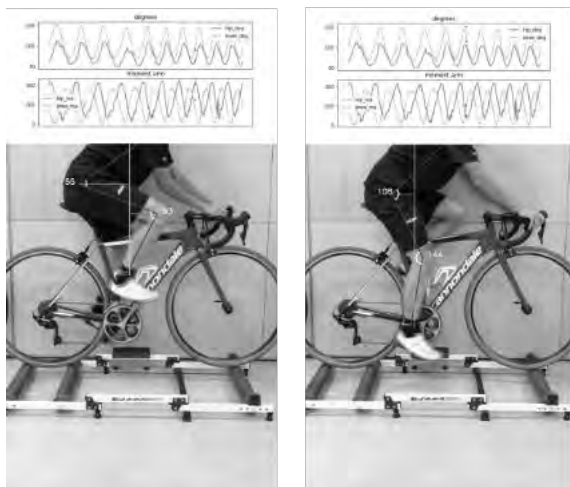


Fig.4 Typical result of image measurement by Open Pose. Time course by OpenPose analysis during cycling.

示す。ドライビング時と同様の膝・腰の角度が算出されていることがわかる。これらより、計測システムの共有化が可能であることが確認された。

2. 3 本計測システムの発展例

本課題研究では「ドライビング」「サイクリング」以外の運転・運動への応用を目指したシステム構築を視野に入れて研究を遂行した。その発展例として「ライディング」における計測結果を

Fig.5に示す。このように、「ライディング」姿勢においても本システムを用いて角度推定が可能であることが確認できた。「ライディング」は姿勢の良し悪しが安全運転に直結するため、本提案手法を発展させることで、正しいライディング姿勢を学ぶツールとしての活用も可能であることが示唆された。



Fig.5 Applications of the proposed method by Open Pose during riding.

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計2件）

- (1) 阪口大翔, 吉田慧一郎, 「画像計測ならびに生理学的パラメータを用いたドライビング姿勢による活性状態の定量評価方法の模索」, 第23回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 講演論文集, 査読無, pp1880-1881.
- (2) 岡本優人, 吉田慧一郎, 「サッカーシュート時における画像解析ならびに筋電位計測を用いた理想フォームの模索」, 第23回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 講演論文集, 査読無, pp1793-1794.

課題研究費実績報告書

令和5年 3月 31日現在

研究課題名：周防大島における海洋情報観測ネットワークシステムの構築

研究代表者：吉田 将司

小区分：船舶海洋工学関連

1. 研究計画の概要

周防大島に面する大島瀬戸や、この近隣の小松港海域付近での潮流は非常に予測が難しく、船舶の運航に影響を及ぼす場合がある。しかし山口県の海洋情報提供範囲からは外れており、周辺の海流や潮流の予測・解明は船舶の航行安全や地域漁業など、幅広い分野での貢献が期待されている。変動する海流や潮流をピンポイントに把握するためには、海上を多点・多層・実時間で観測する必要があるが、従来はすべてを満たすように観測されていなかった。そこで本研究は、再生可能エネルギーである太陽光発電を活用した観測ノードと基地局を、LPWAを利用して Web Server でデータを集約、遠隔監視可能な沿岸海洋情報センサネットワークを構築する。次に、この観測システムを周防大島の大島瀬戸周辺海域および伊保田港周辺海域に適用し、海水温及び塩濃度・海流の短期間及び長期間の変動特性を調査する。

本研究は1年間の研究期間でこの技術をさらに洗練・充実させつつ、以下の内容を実施する。

①複数の洋上ブイを用いた大島瀬戸周辺海域および伊保田港周辺海域の水温と塩濃度の実時間・長期観測

②インターネットを利用した遠隔監視および表示システムの構築とクラウド化

このうち①は、大島瀬戸及び伊保田港周辺海域の2か所以上の定点に、海洋環境観測ブイもしくは陸上に観測ノードを設置し、水温・塩濃度の鉛直分布の観測実験を継続する。もし代表者及び補助者が現地で実験不可能となった場合には、遠隔による会議および研究協力者により実験を代行し、データ解析を代表者らが実施する。

②は観測データを遠隔でモニタリングするために、LPWAを利用した遠隔監視システムを構築する。次にこれまで外部サーバを利用していたデータ収集部分を Google drive に移行し、スプレッドシート上に Google Earth をリンクさせたデータ可視化

システムを実装する。まずは新規設置となる伊保田港周辺海域の基地局に適用し、その運用実績により大島瀬戸周辺海域の基地局も交換することとする。運用結果が思わしくない場合は、従来の基地局システムを伊保田港周辺海域に増設する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

①複数の洋上ブイを用いた大島瀬戸周辺海域および伊保田港周辺海域の水温と塩濃度の実時間・長期観測

まず大島瀬戸に面する大島商船高専の浮棧橋へ常設するための、新たな塩分濃度観測ノードと水温観測ノードを製作した。また水温観測ノードの内1基のプローブを5mから30mへ延長した。この水温観測ノードを伊保田港付近の沿岸へ、塩分濃度観測ノードを浮棧橋へ設置した。図1に設置した塩分濃度観測ノードを示す。また図2～図5はそれぞれ伊保田港付近および浮棧橋付近のシステム構成図およびノード設置状況を示す。設置後、浮棧橋に設置した水温観測ノードは電力低下や藻の付着による異常値を除いて安定して動作した。しかしプローブを延長した水温観測ノードは異常値を出力した。また塩分観測ノードは長期の送受エラーが発生した。そのため、塩分濃度観測ノードはアンテナ高を上げて再設置した後、浮棧橋へ設置した。現在浮棧橋にて海水温と塩分濃度の実時間・長期観測を継続中である。

次に観測結果として図6と図7は冬季における海水温と潮位及び気温の関係を示す。冬季の海水温は潮位による影響が強く、気温による影響は弱まっていると考察できる。また、冬季は水深が浅いほど海水温が低くなる傾向にあった。これは海水温が気温よりも高いためだと考察できる。また、塩分濃度観測ノードは、アンテナ高を高くすることで長期的に観測することができるようになった。11月末の塩分濃度は海面付近では激しく変化して、海中付近では安定していた。しかし

12月末の塩分濃度は、海面付近では安定しており、海中の塩分濃度が激しく変化していた。なぎさ水族館付近に設置した水温観測ノードは、設置後2週間程度は観測できていたが3週間目からは浸水が始まり、異常値を出力した。よって伊保田港周辺の長期観測は現在のところ通信状態の確認のみとなっている。



図1 製作した塩分濃度観測ノード

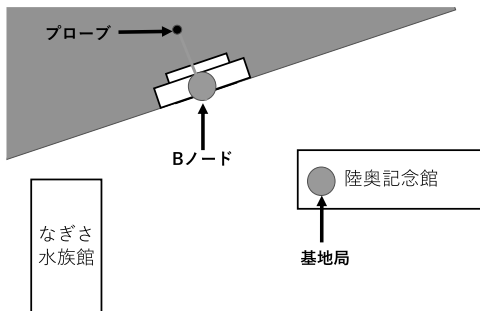


図2 伊保田港付近のシステム構成図

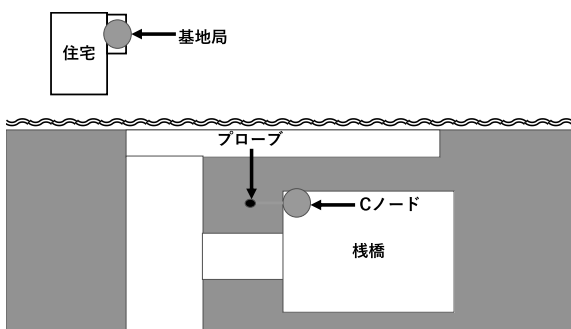


図3 浮棧橋付近のシステム構成図



図4 伊保田港付近のノード設置状況



図5 浮棧橋付近のノード設置状況

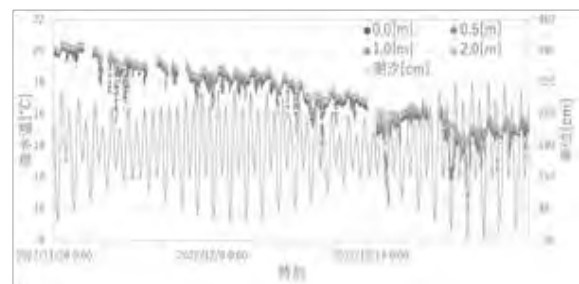


図6 冬季における海水温と潮位

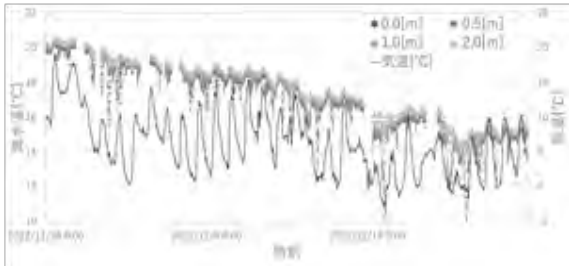


図7 冬季における海水温と気温

②インターネットを利用した遠隔監視および表示システムの構築とクラウド化

図8は昨年度構築した目的別観測システムのフローチャートを示す。ノードから送信されたデータを基地局で集約し、Google社が提供するGoogleドライブ内の指定したスプレッドシートへ書き込む。データの処理はWebアプリケーションにて行う。この図中の「長期観測システム」の基地局を本研究用に製作した。図9は製作した新しい基地局の概観を示す。新しい基地局の構成は、データ受信用のLoRaモジュールとデータ処理及びアップロード用のマイコンであるM5StickCのみで構成される。校内で試験した後に、伊保田港近辺の陸奥記念館にて実装し、実験した。しかし校内実験では現れなかった基地局側LoRaのデータ競合などによりほとんどデータ受信ができなかった。そのため、予定通り従来の基地局システムを陸奥記念館に設置した。図10は陸奥記念館における基地局の設置状況を示す。基地局の換装は今後の課題となった。

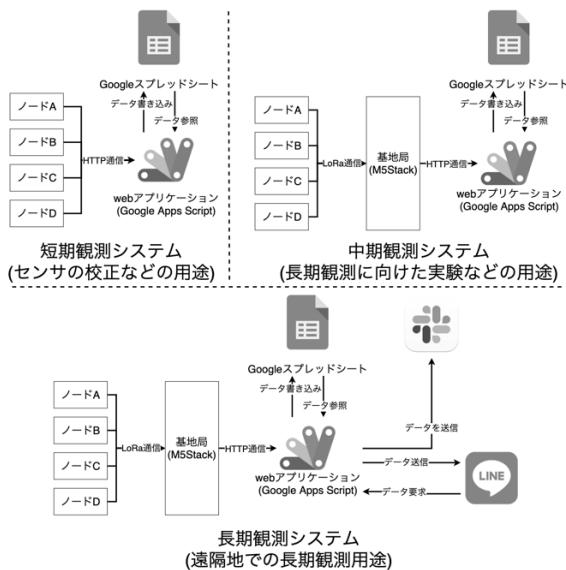


図8 観測システムの構成

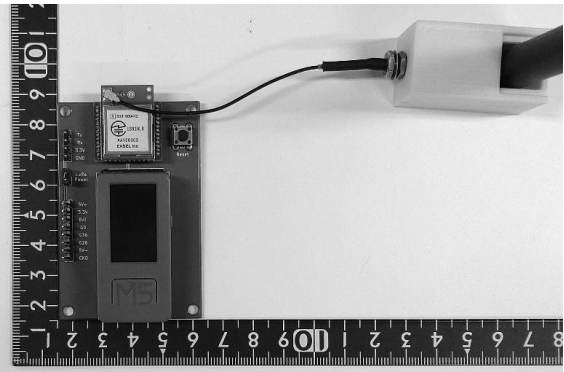


図9 新しい基地局の概観

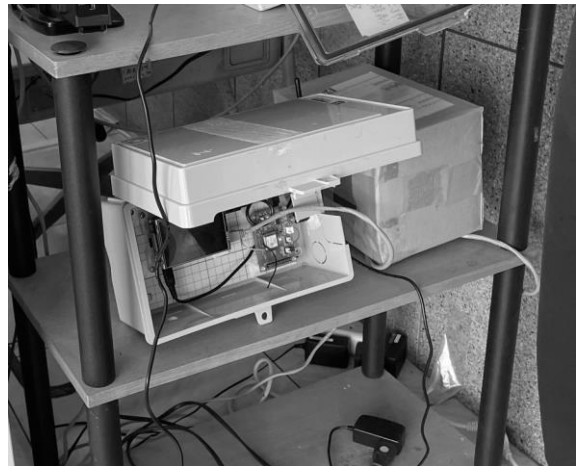


図10 伊保田港付近（陸奥記念館）における基地局の設置状況

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計3件）

- [1] 塚本悟朗, 吉田将司, クラウドを用いたフィールドモニタリングシステムの開発と運用に向けた検討, 測位航法学会全国大会, No.9, 2022.
- [2] 中野裕紀, 吉田将司, センサネットワークを用いた周防大島の浅海域における海水温と塩分濃度の調査, 測位航法学会GPS/GNSSシンポジウム 2022, BS-10, p229, 2022.
- [3] 石川雄斗, 吉田将司, 千葉元, 沿岸センサネットワークを用いた秋季の水温特性の観測, 第14回大学コンソーシアム八王子学生発表会, D115, 2022.

課題研究費実績報告書

令和5年3月29日現在

研究課題名：阻止域減衰量を指定可能かつ通過域に平坦特性を有する阻止域の複数要素が可変な FIR フィルタの設計法

研究代表者：宮田統馬

小区分：通信工学関連

1. 研究計画の概要

これまでに、申請者は高速高精度な計測を実現するために、阻止域の一部に高い減衰量を有しかつ、阻止域の特性が可変なデジタルフィルタの設計法を提案してきた。加えて近年、さらなる計測制度の向上を狙って通過域に平坦特性を有しかつ、高減衰量部分を直接指定可能な阻止域可変フィルタの設計法を提案した。しかしながら、得られるフィルタは高減衰量部分の位置のみが可変であり、ノイズの大きさなどが変化する場合には対応できないといった問題がある。本研究では、減衰量の値を直接的に指定可能かつ、阻止域の複数要素が可変な通過域に平坦特性を有する直線位相 FIR フィルタの設計法の開発を行うことを目的とする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究で扱うフィルタの所望特性は図1に示すように、阻止域を等リプル特性とし一部に高減衰量を持たせる。このような特性とすることで、阻止域全体を高減衰量としたフィルタよりもフィルタ次数が削減でき、フィルタリング時間を低減することが可能となる。さらに本研究で扱う可変フィルタは、高減衰量部分に存在する大きなノイズの位置や大きさの変化に対応するために、2つの可変パラメータ ϕ と γ により、高減衰量の位置と値をそれぞれ可変する。加えて、高減衰量の値に対応する可変パラメータ γ は dB で与える。

通過域平坦かつ阻止域等リプルの低域通過フィルタを実現する、タイプ I の直線位相可変 FIR フィルタの振幅特性 $H(\omega, \phi, \gamma)$ は、

$$H(\omega, \phi, \gamma) = 1 - (1 - H_0(\omega))H_1(\omega, \phi, \gamma) \quad (1)$$

$$H_0(\omega) = \left(1 + \sum_{m=1}^M \frac{1}{m!} x^m \prod_{p=1}^m (P + p - 1) \right) (1-x)^P \quad (2)$$

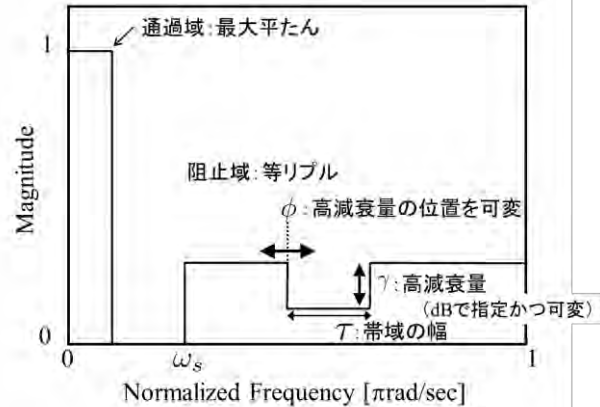


図1：所望特性

と表せる。ただし、式(1)の第2項は高域通過型の特性である。また、 $H_0(\omega)$ は低域通過平坦フィルタの振幅特性、 M と P はそれぞれ通過域と阻止域の平坦度であり、等リプル特性を得るために本研究では阻止域にも若干の平坦特性を与え、 x は、

$$x = \frac{1 - \cos \omega}{2} \quad (3)$$

である。加えて、式(1)の $H_1(\omega, \phi, \gamma)$ は阻止域において高減衰量の位置を変化させるために可変フィルタとし、可変パラメータを用いた多項式により、

$$H_1(\omega, \phi, \gamma) = 2 \sum_{n=0}^{N/2} \sum_{l_\phi=0}^{L_\phi} \sum_{l_\gamma=0}^{L_\gamma} g(n, l_\phi, l_\gamma) \tilde{\phi}^{l_\phi} \tilde{\gamma}^{l_\gamma} \cos(n\omega) \quad (4)$$

と与える。ただし、 N はフィルタ次数、 L_ϕ と L_γ は多項式次数、 $g(n, l_\phi, l_\gamma)$ は多項式係数である。また、 ϕ と γ は可変パラメータ ϕ と γ を 0 から 1 の範囲で正規化したものである。これは、複数要素を可変させた際に、小さな可変パラメータの値が大きな可変パラメータの値に埋もれてしまい、反映されないことを防ぐためにこのように与える。次に誤差関数を、

$$E(\omega, \phi, \gamma) = D(\omega) - (1 - H_0(\omega))H_1(\omega, \phi, \gamma) \quad (5)$$

と定義する。ただし、 $D(\omega)$ は所望特性である。提案する可変フィルタの設計問題は、最大許容誤差 λ を用い線形計画法に帰着させると、

$$\begin{aligned} & \text{minimize } \lambda \\ & \text{s.t. } -\lambda \leq E(\omega, \phi, \gamma) \leq \lambda \cdots \text{otherwise} \\ & \quad -10^{\gamma/20} W(\omega) \leq E(\omega, \phi, \gamma) W(\omega) \leq 10^{\gamma/20} W(\omega) \\ & \quad \cdots \text{piecewise high attenuation} \end{aligned} \tag{6}$$

となる。式 (6) の 2 つ目の制約条件により指定の高減衰量を実現する。ただし、 $W(\omega)$ は高減衰量とした帯域の変化に対する制約条件の差を少なくするための重みである。また、式 (1) より通過域は予め平坦特性と決定しているため、阻止域のみの近似問題である。本設計法において、式 (1) の右辺の第 2 項はフィルタの全体の特性としては阻止域となるが、前述の通りこの項は高域通過フィルタの特性であるため、所望特性は $D(\omega)=1$ とする。

上記の手法を用いて実際に可変フィルタの設計を行う。ここでフィルタの仕様は、フィルタ次数 $N=18$ 、多項式次数 $L_\phi=L_\gamma=3$ 、平坦度 $M=6$ 、 $P=3$ 、阻止域端角周波数 0.4π とした。さらに、高減衰量部分について減衰量の範囲を $\gamma=-65\sim-80$ dB、その幅を $\tau=0.15\pi$ 、移動範囲を $\phi=0.65\pi\sim 0.70\pi$ とし、制約条件中の重みを $W(\omega)=300$ と設定した。

図 2 と 3 に、提案法によって得られた可変フィルタの振幅特性と、その通過域を拡大したものを示す。これらの図より明らかなおり、可変パラメータの値を変化させることでその値に対応するように、高減衰量の値とその位置が変化することが確認できる。加えて、そのときの振幅特性は、通過域および阻止域がそれぞれ平坦特性と等リプル特性を有していることがわかる。したがって、本方法を用いることで、図 1 に示す可変フィルタの設計を行えるといえる。今後の課題として、重み $W(\omega)$ の効率的な決定法の確立があげられる。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計 1 件)

- [1] 宮田統馬, 相川直幸, 指定減衰量と阻止帯域が可変な通過域平坦 FIR フィルタの設計, 電子情報通信学会総合大会, 査読無, A-8-16

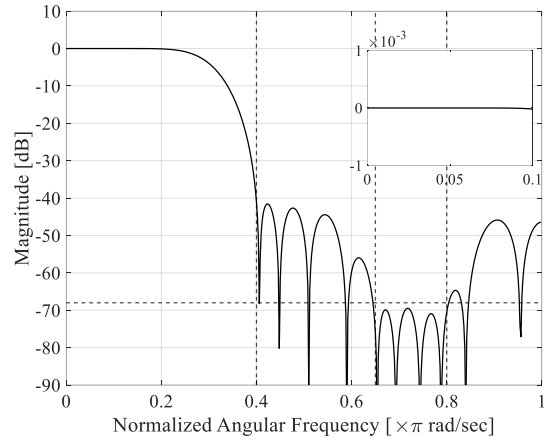


図 2 : 振幅特性 ($\phi=0.65\pi, \gamma=-68$)

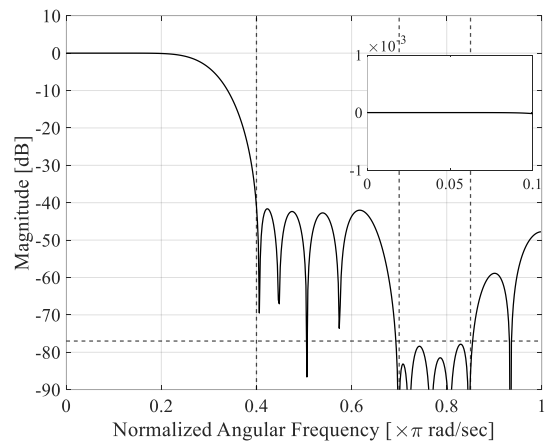


図 3 : 振幅特性 ($\phi=0.70\pi, \gamma=-77$)

課題研究費実績報告書

令和5年3月31日現在

研究課題名：チタン合金の熱酸化過程における欠陥構造の分析は光学測定により可能か？

研究代表者：黒木 雄一郎

小区分：無機材料および物性関連

1. 研究計画の概要

酸化チタン (TiO_2) は多様な用途に使われている代表的な機能性材料であり、顔料や光触媒の他にもクロム添加により赤外発光を示すことが報告されている。申請者は赤外発光を示す酸化チタンをセキュリティインクとして実用化するための過程で、この発光がクロム添加によるものではなく、ルチル型酸化チタンの真性欠陥に起因する可能性を見出した。一方で酸化チタンという良く知られた材料のバンド構造や真性欠陥と光触媒などの機能性の発現については現在も活発に議論されており、今後も系統的な学術的研究の推進が望まれている。本申請では、金属粉末を原料とする三次元造形で利用された後の余剰な粉末について、その熱履歴の分析技術として、各種光学測定技術の応用を検討する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

【目的】

チタン合金 Ti-6Al-4V(以下 64 チタン) は軽量でありながら高い強度を持ち人体への悪影響が少ない合金である。これらの特性から同合金は医科歯科分野をはじめ、構造材など幅広い用途に用いられている。特に近年では 64 チタンを成型材とした 3D プリント技術が注目を集めている。パウダーベッド法による 64 チタンの成型は真空中もしくは Ar 雰囲気中で行われるが [1]、64 チタンの主金属である Ti は極めて活性が高い。したがって、チャンバー内のわずかな残留酸素でもレーザー照射箇所周辺において熱酸化が生じる可能性がある。成型により受ける 64 チタンの熱履歴は解明されておらず、成型の度に残留酸素の影響を受ける 64 チタン粉末材料を再利用できる回数はわかっていない。本研究では、64 チタン粉末を大気中で熱処理することで熱酸化を疑似的に再現し、光学特性の変化から酸化の定量的な評価方法を模索した。

【方法】

64 チタン粉末 (Carpenter Additive 社製) をアルミナボート上に 2.00g 秤量し、飛散防止のためにプロパノールを滴下し、乾燥させた。その後、電気炉により熱処理を行った。熱処理は大気中で昇温速度を $4\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ とし、目標温度に到達後 2 h 温度を維持しその後炉冷を行った。熱処理温度は $100\sim 600\text{ }^\circ\text{C}$ 間で $100\text{ }^\circ\text{C}$ ずつ変化させ、計 6 つの試料を作製した。作製した試料に対し X 線回折測定を行うことで物質の同定を行った。また、酸化の度合いとの相関が予想される光学測定を実施した。

【結果】

図 1 に作製した試料を示す。図 1 より、熱処理を行った 64 チタン粉末のうち $300\sim 500\text{ }^\circ\text{C}$ のものは未処理と比較して色調が連続的に赤褐色へと変化した。また、 $600\text{ }^\circ\text{C}$ で熱処理を行った試料は色彩が黒く変化した。アルミナボートの形状に焼結した。未処理および熱処理後の 64 チタン粉末における X 線回折プロファイルより、 $600\text{ }^\circ\text{C}$ で熱処理した試料からルチル型 TiO_2 のピークを確認した。したがって、熱処理によって 64 チタンの熱酸化を再現することができた。

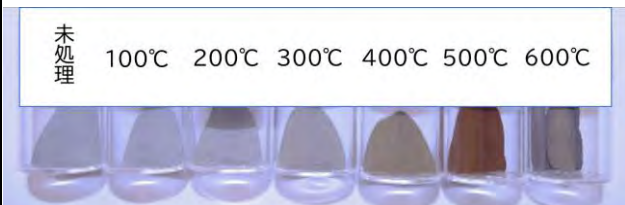


図 1 大気中で 2h 熱処理を施した Ti64 の外観

続いて光学測定と酸化の度合いとの相関について検証を行った。ルチル型 TiO_2 が酸素空孔と関係する赤外発光を示す [2] ことから、フォトルミネッセンスによる発光の観測によって試料に含まれる TiO_2 の検出が可能であると考た。しかし、その予想に反して TiO_2 を含む $600\text{ }^\circ\text{C}$ の試料は赤外発光を示さなかった。そこで、熱処理温度によって試

料の色調が変化したことから、小型分光反射率測定器による光反射率を測定した。図 2 に示す結果より、各試料の反射率は熱処理温度に従って低下した。700nm 以上の長波長側ではすべての試料について反射率が連続的に低下しており、64 チタンにおける酸化の度合いと反射率との相関が示唆された。

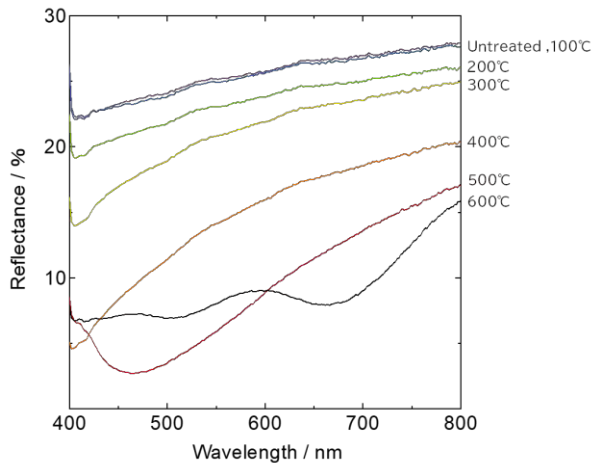


図 2 大気中で2h熱処理を施したTi64の光反射率

【結論】

チタン合金 Ti-6Al-4V の粉末を大気中で熱処理することでTiO₂を得ることができたことから、

Ti-6Al-4V の熱酸化を再現することができた。また、試料の熱酸化の度合いを光反射率によって系統的に評価する手法の提案に至った。欠陥準位の解析等、更なる検討を継続する必要がある、達成度としては 80 % と評価した。

【文献】

- [1] Bartłomiej Wysocki, Piotr Maj, Ryszard Sitek et al, "Laser and Electron Beam Additive Manufacturing Methods of Fabricating Titanium Bone Implants", Appl. Sci, 7(2017)657
- [2] Y. Kuroki and M. Sawa, PACRIM13 (2019) 28-P-S28-15

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計 1 件）

- (1) 中里 桂輔, 黒木雄一郎, チタン合金 Ti-6Al-4V の熱酸化挙動と光学特性の評価, 第 14 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, C113.

課題研究費実績報告書

令和5年3月17日現在

研究課題名：リン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料の力学的特性に及ぼす延伸及び界面処理条件の影響

研究代表者：坂口 雅人

小区分：材料加工および組織制御関連

1. 研究計画の概要

ポリ乳酸 (PLA) とリン酸三カルシウム (TCP) の複合材料は生体吸収性、骨伝導性、X線透過性の点から骨固定デバイスの材料として注目されている。しかしながら、力学的特性が低いために適用部位が低負荷部位に限定されている。本研究ではTCP粒子に対する界面処理とPLAに対する延伸を組み合わせたハイブリット強化手法を提案した。そして、TCP/PLA複合材料のハイブリット強化手法における成形条件の相互作用を明らかにするために界面処理量及び延伸比を変化させて力学的特性を調査する。また、ハイブリット強化の短所として成形工程数の増加が挙げられる。そこで、実用化に向けて成形手法の簡略化及び押出型鍛造による成形工程数の削減を試みる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

① ハイブリット強化したTCP/PLA複合材料の力学的特性に及ぼす界面処理条件及び延伸条件の影響を解明 (達成度：60%)

今年度はTCP/PLA複合材料の力学的特性に及ぼす界面処理量と延伸比の相互作用を明らかにするために、ステアリン酸の量を0 phc, 6 phc, 24 phcの3条件でTCP粒子表面の処理を行った。そして、界面処理したTCPからTCP/PLA複合材料を成形し、延伸比1.3と1.5で引張延伸した。なお、TCP含有率は30 mass%一定とし、ステアリン酸量 [phc] はTCP100 gあたりの質量として定義した。

界面処理及び延伸によりハイブリット強化したTCP/PLA複合材料の力学的特性を調査するために引張試験を行った。引張試験によって得られた応力-ひずみ線図を図1に示す。また、図1から得られた強度と弾性率を図2と3に示す。

未延伸の試験片と比較すると、界面処理によって引張強度が0 phcの18.6 MPaから6 phcの28.0 MPaと約1.5倍に向上することが示された。この時の試験片の破面を電子顕微鏡によって観察した

結果を図4～6に示す。これより、0 phcと24 phcではTCPとPLAの界面がはく離している様子が観察されたのに対して6 phcではTCPとPLAの間にフィブリル状の構造が見られた。さらにフーリエ変換赤外線分光法 (FTIR) により得られたIRスペクトルを図7に示す。これより、ステアリン酸 (Sa) における 2918cm^{-1} の CH_2 非対称伸縮振動ピークと 2848cm^{-1} の CH_2 対称伸縮振動ピークがステアリン酸量とともに増加することが示された。これらより、界面処理によってTCP表面にステアリン酸が付着していることを確認し、ステアリン酸を介してTCPとPLAが結合していることが示唆された。

次にステアリン酸量0 phcの試験片と比較すると図2より、延伸比とともに引張強度が増加し、延伸比1.5 (DR1.5) で29.7 MPaと約1.6倍に増加した。Leenslagらの調査において、PLA繊維を延伸比約10で延伸した結果、引張強度を最大で約21倍の約2.1 GPaまで向上したことが報告されている。これより、TCP/PLA複合材料のバルク体を低延伸比で延伸しても引張強度が向上できることが示された。

ステアリン酸量6 phcの試験片を引張延伸した結果、図2より延伸によって引張強度が増加し、延伸比1.3 (DR1.3) で約50.4 MPaと0 phcの未延伸試験片と比較して約2.7倍に増加した。これより、界面処理及び延伸によるハイブリット強化によって各手法単体よりも高い強度が得られることが示された。一方で、延伸比で比較するとDR1.5の引張強度はDR1.3よりもわずかに低い。これは延伸比の変化が小さいために試験片の個体差が原因と考えられる。そこで、今後はステアリン酸量及び延伸比をより大きく変化させて力学的特性の変化を調査する必要がある。

以上より、界面処理及び延伸によるハイブリット強化によって力学的特性が向上することが示された。一方で、延伸比やステアリン酸量の試験点

数が少なく、相互作用についても十分に明らかとなっていない。このため、達成度を60%とした。

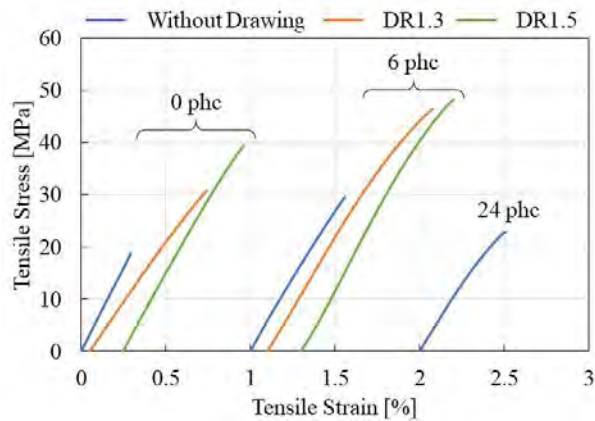


図1 界面処理及び延伸によりハイブリット強化された TCP/PLA 複合材料における応力ひずみ線図

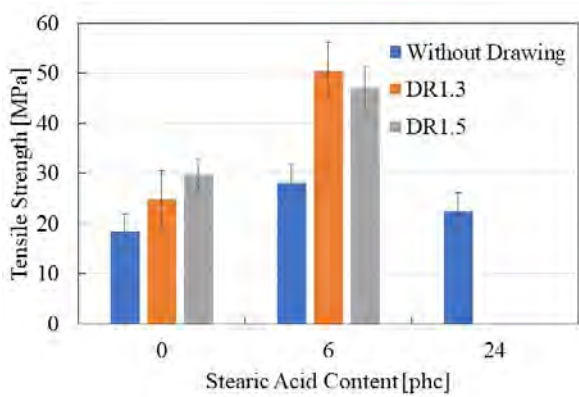


図2 ハイブリット強化された TCP/PLA 複合材料の強度における界面処理量と延伸比の影響

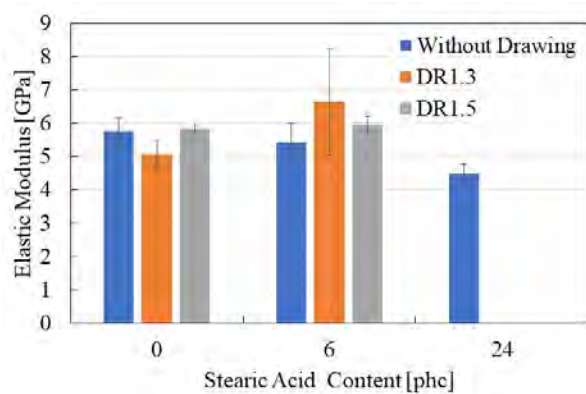


図3 ハイブリット強化された TCP/PLA 複合材料の弾性率における界面処理量と延伸比の影響

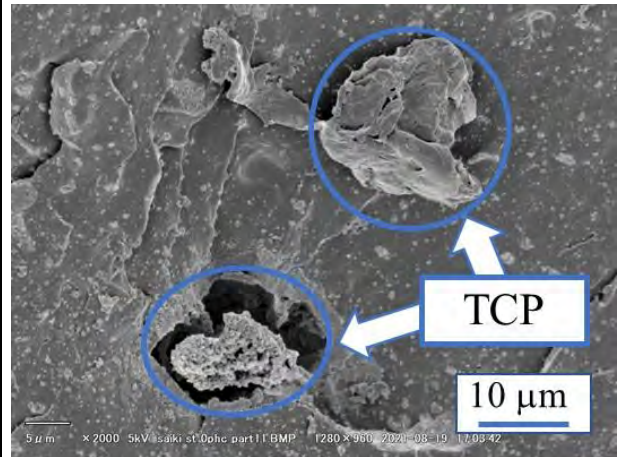


図4 ステアリン酸量 0 phc で界面処理された未延伸 TCP/PLA 試験片の引張試験後の破面

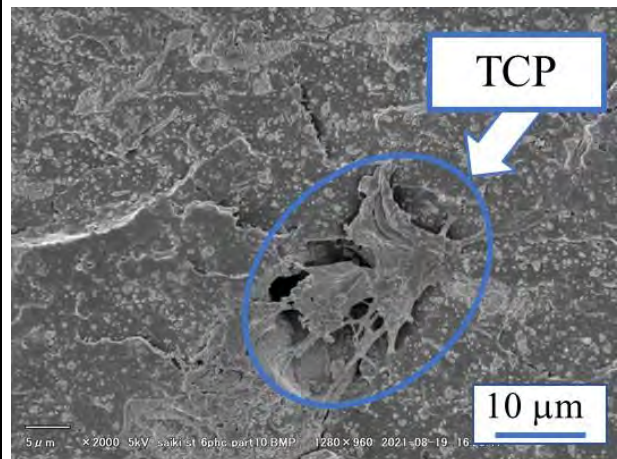


図5 ステアリン酸量 6 phc で界面処理された未延伸 TCP/PLA 試験片の引張試験後の破面

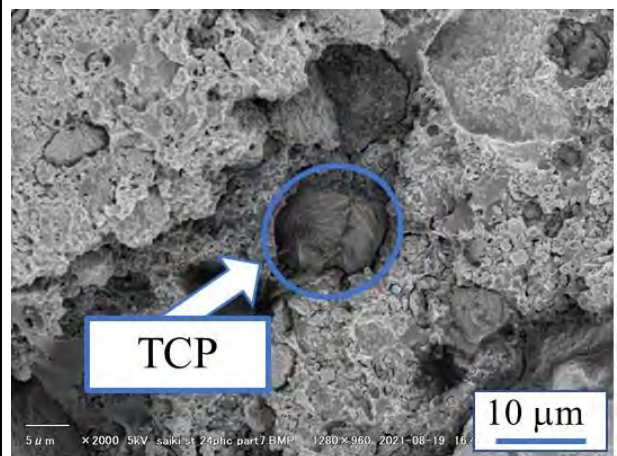


図6 ステアリン酸量 24 phc で界面処理された未延伸 TCP/PLA 試験片の引張試験後の破面

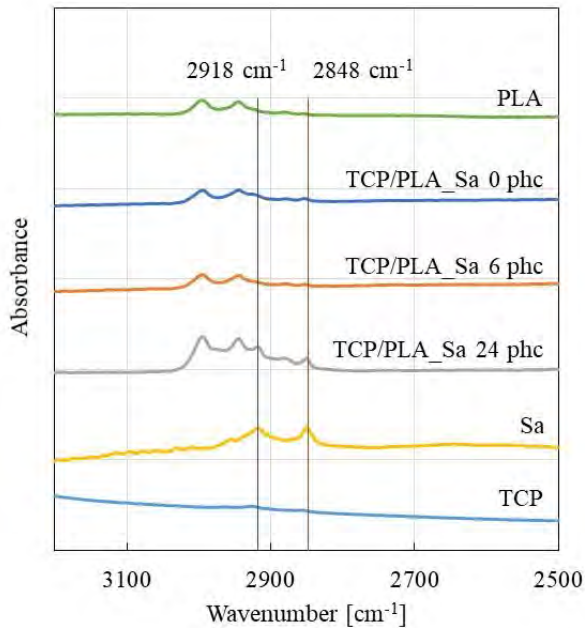


図7 ステアリン酸で界面処理された未延伸 TCP/PLA 試験片のIRスペクトル

② ハイブリット強化したTCP/PLA複合材料の成形コストの低減 (達成度: 80%)

ハイブリット強化したTCP/PLA複合材料の成形工程は界面処理, 混練, 圧縮成形及び延伸と成形工程が多い。そこで, 今年度は特に時間のかかる界面処理及び圧縮成形に着目し, 成形工程の見直しと簡略化を行った。

界面処理の手順は下記の3工程に分けられる。工程(1): ウォーターバスを用いて処理温度に加熱したエタノールにステアリン酸を溶解させ, TCP粒子を加えて攪拌する。工程(2): ロータリーエバポレーターを用いてエタノールを蒸発させる。工程(3): 界面処理されたTCPを絶乾して, エタノールを完全に揮発させる。これらの工程において本研究室では工程(2)を約3時間, 工程(3)を約2週間をかけて行っていた。

工程(2)の乾燥条件を検討した結果, 処理温度の影響が最も顕著に示された。そこで, 図8に処理温度によるエタノール質量の時間変化を示す。この結果, 処理温度を80℃では60分後もエタノールの質量変化はほとんど見られない一方で, 処理温度90℃では処理時間とともにエタノール質量が減少し, 75分で質量の変化が見られなくなった。これは処理温度をエタノールの沸点以上に変更したことにより, 蒸発が進んだためと考えられ

る。また, 工程(2)後の試験片の外観も80℃のゾル状態から粉状に変化した。

次に工程(3)において真空炉を使用して, 40℃, ゲージ圧-0.06MPaにて絶乾を行った。この際のTCPの質量変化を図9に示す。この結果, TCP質量は処理温度に関わらず, 時間とともに減少し, 処理温度80℃では約200時間, 処理温度90℃では約16時間で質量の変化が見られなくなった。これは工程(2)において残留したエタノールが揮発したためと考えられる。また, 処理温度では80℃ではTCP質量は約72.8%まで低下したが, 90℃では約83.3%となった。これは残留エタノール量の違いが原因と考えられ, 工程(2)後の試験片の外観観察結果とも対応する。以上より, 処理温度を80℃から90℃に変更することによって工程(2)と(3)の時間をそれぞれ75分と16時間に短縮することができることが示された。

次に圧縮成形について検討を行った。圧縮成形の手順は下記の4工程に分けられる。工程(1): 試験片を金型にセットする。工程(2): ホットプレスを用いて200℃の成形温度に加熱して融解させる。工程(3): 試験片を0.3MPaの成形圧力に加圧する。工程(4): 加圧したまま, 常温まで冷却する。また, 圧縮成形によって成形した板は試験片形状に加工する必要がある。これらの工程は試験片の板を成形するのに約6時間かかるものの, 一度に約10本の試験片が成形できた。従って, 試験片1本あたりの成形時間は約30分であった。しかしながら, プラスチック製品は一般的に射出成形によって30秒程度で一つの製品が成形される。そこで, 本研究においても手動射出成形機を導入して試験片の成形を行った。射出成形の手順は以下の3工程に分けられる。工程(1): 試験片を200℃の成形温度に加熱して融解させる。工程(2): 金型に試験片を射出する。工程(3): 常温まで冷却する。これらの工程は約1時間程度かかり, 一度に1本の試験片が成形できた。従って, 試験片1本あたりの成形時間を短くすることはできていない。これは試験片の加熱と冷却に時間がかかっており, それぞれ約30分程度が必要となっている。そこで, 今後は水冷装置を整備して冷却速度の向上を図るとともに加熱部位を小さくする改造を施すことにより, 成形速度の向上を図る。

また, 成形した試験片の力学的特性の比較を行った。ステアリン酸の量を0 phc, 6 phc, 24 phcの3

条件でTCP粒子表面の処理を行い、界面処理したTCPの含有率を30 mass%一定としてTCP/PLA複合材料を成形し、射出成形と圧縮成形によって試験片に成形した。そして、引張試験を行い、得られた引張強度と弾性率を図10と11で比較した。この結果、射出成形の試験片の強度が顕著に低い。これは射出成形機内部での不純物の混入が原因と考えられる。

以上より、界面処理及び圧縮成形に着目して、成形工程の見直しを行った。この結果、界面処理温度を90℃に上げることで、処理時間を約2週間から約2日に短縮することができた。一方で、圧縮成形と射出成形を比較した結果、試験片1本あたりの成形時間を軽減することができず、不純物の混入による強度の低下が見られた。これより、射出成形の優位性を確認することができなかつた。これらより、達成度を80%とした。

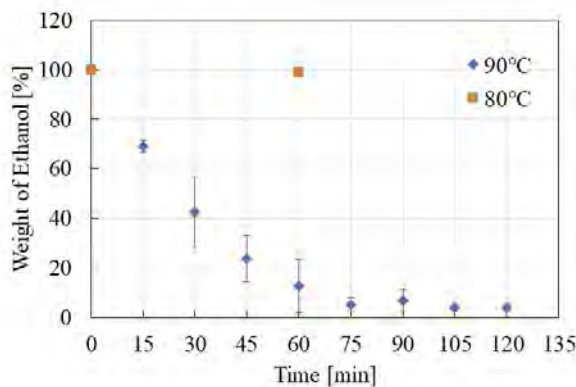


図8 界面処理温度によるエタノールの質量変化の比較

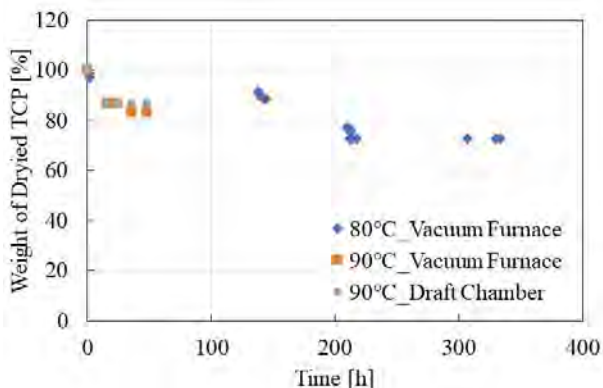


図9 界面処理条件及び絶乾方法によるTCP質量の時間変化の比較

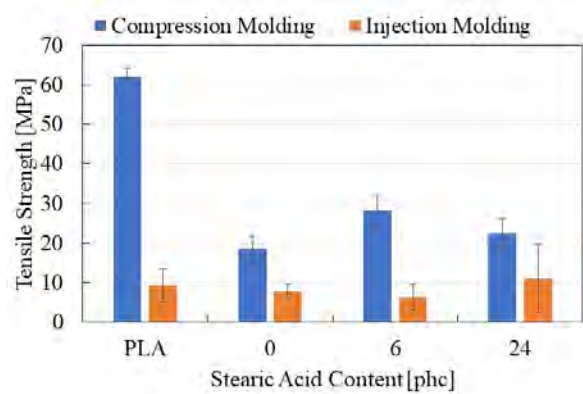


図10 圧縮成形及び射出成形した界面処理TCP/PLA複合材料における引張強度の比較

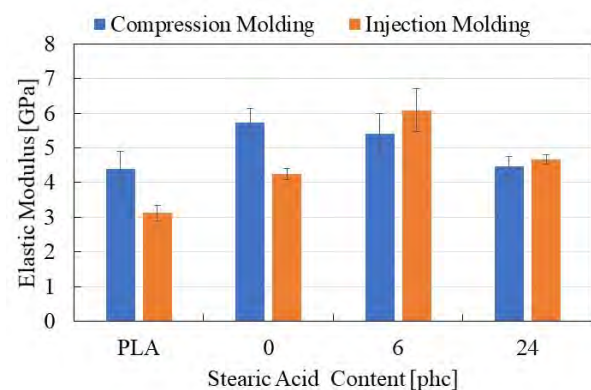


図11 圧縮成形及び射出成形した界面処理TCP/PLA複合材料における弾性率の比較

③ 押出型鍛造を用いたTCP/PLAスクリューの成形 (達成度: 60%)

ハイブリット強化を施したTCP/PLA複合材料の適用例として、骨固定スクリューが挙げられる。そこで、本年度では「押出型鍛造」により成形したTCP/PLAスクリューの力学的特性に及ぼす鍛造条件の影響を解明するためにTCP含有率(0 mass%, 15 mass%, 30 mass%)・変形形状(延伸比1.3, 4, 8)を変化させてスクリューを成形し、せん断試験を行った。スクリューの成形は工程(1): TCPとPLAを用いて混練, 工程(2): TCP/PLA複合材料を円筒形状にキャスト成形, 工程(3): 融点以下の加熱により軟化させて押出型鍛造, の3工程でスクリューに成形した。

押出型鍛造により成形したスクリューのせん断試験におけるせん断応力-試験時間線図を図12~14に示し、これらから得られたスクリューのせん断強度を図15に示す。なお、比較のために工程(2)にてスクリュー形状を成形した。この押出型

鍛造を施していない試験片を図12～14では

「without Forging」, 図15ではER1として表記した. この結果, 押出型鍛造を施すことによってTCP含有率に関わらず, せん断強度が向上した. せん断強度は延伸比とともに向上し, 延伸比4以上ではほぼ一定となった. これは延伸比の増加による大変形を加えることによって母材中の分子鎖が軸方向に配向したためと考えられる. そこで, 成形したスクリーウの軸方向断面に対して偏光ATR-FTIRを行い, 配向係数を調査した. この結果得られた配向係数を図16に示す. この結果, 配向係数はTCP含有率に関わらず, 押出型鍛造によって増加が見られた.

TCP含有率で比較すると, ER1の鍛造をしていない試験片ではTCP含有率とともにせん断強度が低下した. これは応力集中限であるTCP粒子が増加したことが原因と考えられる. 一方で, 未鍛造(ER1)と延伸比4(ER4)のせん断強度を比較すると0 mass%, 15 mass%, 30 mass%のスクリーウのせん断強度は延伸比4においてそれぞれ約2.0倍, 2.2倍, 2.8倍とTCP含有率とともにせん断強度の向上率が増加したことが示された. これはTCP粒子は押出型鍛造において変形しないことから, 相対的に母材の変形量が増加したことが原因と考えられる. 同様の傾向は本研究グループの引張延伸でも見られていることから, 延伸手法に関わらずTCP含有率の増加とともに強度の向上率が増加することが示された.

以上より, 押出型鍛造により成形したTCP/PLAスクリーウのせん断強度に及ぼすTCP含有率と延伸比の影響を調査した結果, 延伸比とともにせん断強度が向上し, TCP含有率とともに押出型鍛造によるせん断強度の向上率が大きくなることが示された. また, せん断強度と配向係数に一定の層間も見られた. 一方で, 配向係数の測定データが不足しており, 押出型鍛造による強度向上メカニズムを完全には説明できていない. このため, 達成度を60%とした.

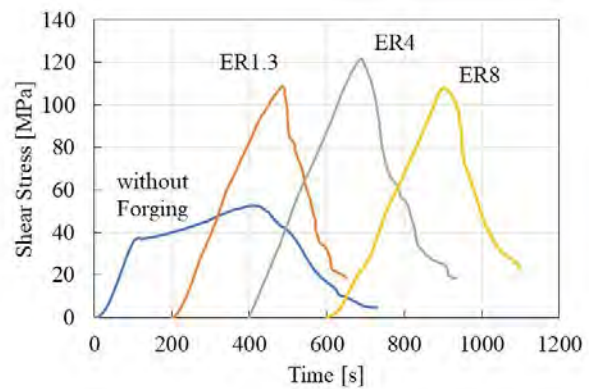


図12 TCP含有率 0 mass% の熱間鍛造 TCP/PLA スクリューのせん断応力 - 時間線図

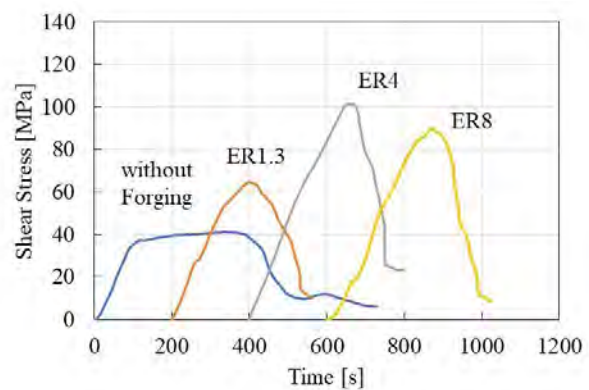


図13 TCP含有率 15 mass% の熱間鍛造 TCP/PLA スクリューのせん断応力 - 時間線図

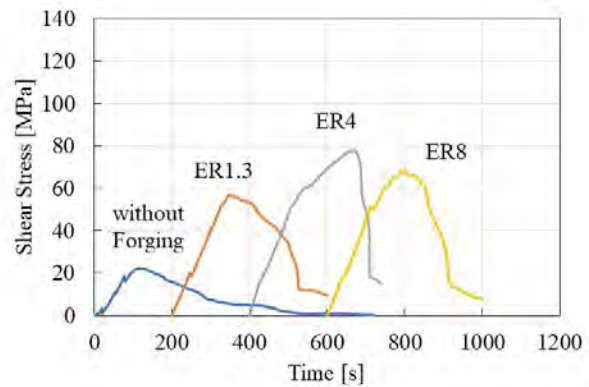


図14 TCP含有率 30 mass% の熱間鍛造 TCP/PLA スクリューのせん断応力 - 時間線図

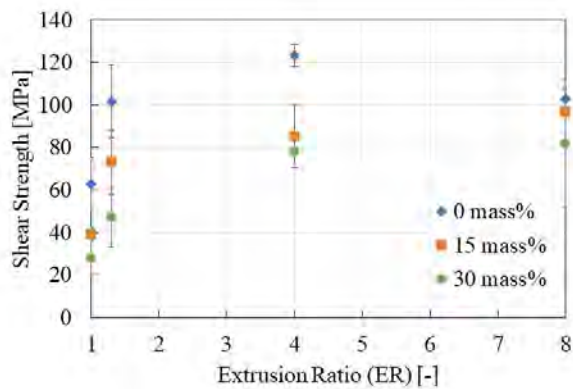


図 15 各 TCP 含有率と延伸比における熱間鍛造 TCP/PLA スクリューのせん断強度の比較

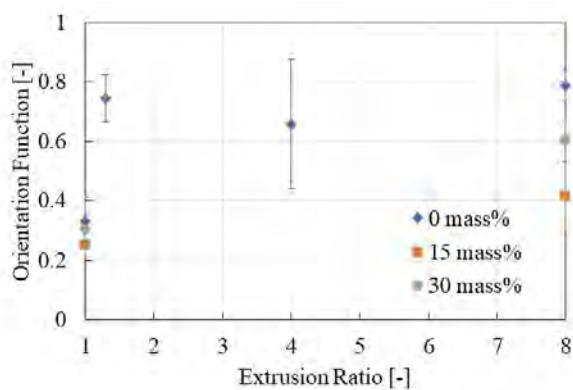


図 16 各 TCP 含有率と延伸比における熱間鍛造 TCP/PLA スクリューの配向係数の比較

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計 8 件)

- (1) Masato Sakaguchi and Satoshi Kobayashi, Deformation and molecular orientation analysis of tricalcium phosphate / poly(lactic acid) composite screws molded by extrusion die forging, 47nd International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2023) Archive, 査読無, ICACC-P054-2023, Florida, USA, January, 2018.
- (2) 有松 宏之, 坂口 雅人, ステアリン酸によるリン酸三カルシウムの表面処理におけるエタノール蒸留条件の検討, 第15回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 講演番号 A123.
- (3) Masato Sakaguchi, Nobuo Kurosawa and Riku Arakawa, Effect of forging conditions on mechanical properties and molecular orientation of TCP/PLA screw, The Japan Society of Mechanical Engineers International Conference on Materials &

Processing 2022 (ICM&P 2022), Proceedings, P2-14.

- (4) Kazuma Saiki, Masato Sakaguchi, Effect of Addition Amount on Mechanical Properties of Drawn Composites Consisting of Surface Modified Tricalcium Phosphate and Poly(lactic acid), The Japan Society of Mechanical Engineers International Conference on Materials & Processing 2022 (ICM&P 2022), Proceedings, P2-06.
- (5) 才木 一眞, 坂口 雅人, リン酸三カルシウム / ポリ乳酸複合材料の力学的特性に及ぼす延伸における延伸比の影響, 日本機械学会 2022年度年次大会講演論文集, 講演番号 J131p-01.
- (6) 荒川 陸, 坂口 雅人, 押出型鍛造によって成形した TCP/PLA 骨固定スクリューの力学的特性に及ぼす延伸比の影響, 日本機械学会 2022年度年次大会講演論文集, 講演番号 J131p-03.
- (7) 才木 一眞, 坂口 雅人, リン酸三カルシウム / ポリ乳酸複合材料の力学的特性に及ぼすステアリン酸処理と引張延伸の影響, プラスチック成形加工学会第33回年次大会予稿集, 講演番号 A-202.
- (8) 荒川 陸, 坂口 雅人, 押出型鍛造によって成形した TCP/PLA 骨固定スクリューの分子配向に及ぼす成形条件の影響, プラスチック成形加工学会第33回年次大会予稿集, 講演番号 SP1-8.

※ ICACC 2023 に関しては要項集を発行していない。このため、著者名、発表タイトル、学会名、査読の有無、講演番号、講演場所、講演年月を記載

※日本機械学会及びプラスチック成形加工学会、大学コンソーシアムでは講演論文集を PDF 形式にて発行している。このため、巻やページがないことから、代わりに講演番号を記載した。

課題研究費実績報告書

令和5年3月17日現在

研究課題名：F0センサの実現に向けた基本周波数推定法の検討

研究代表者：三輪 賢一郎

小区分：知覚情報処理関連

1. 研究計画の概要

世界のIoTデバイス数が本年中にも300億個に到達すると予測されており、様々な産業分野においてIoT化が急激に進展することが見込まれる。そこで重要になってくるのはセンシング技術であり、現在までに様々な環境センサが開発され、実用化されてきた。しかしながら、音センサについては、その中身は基本的には音圧レベルを測定するだけのプリミティブなものにとどまっている。もし環境センサに基本周波数推定の機能を実装することができれば、遠隔地における音信号の分析が容易になり、遠隔地の野生動物の見守りや異音の把握など、様々な音情報の把握分析が効果的に行えるようになる。また、音声の生データを通信するのに比べ、基本周波数の数値データのみでの通信は無線帯域の効率的な利用に資するものであり、IoTの通信インフラとの親和性も高まる筈である。

基本周波数数（F0）推定の研究の歴史は半世紀に及び、その中で数多くの方法が提案されてきたが、雑音と残響の両方に対して総合的に対応できる手法は未だ確立されていないのが現状である。そこで筆者らは、振幅変調の復調技術を用いてヒトのピッチ知覚を模擬するという今までに無いやり方により、理想的な調波信号に限るという制約は存在するものの、実環境を考慮した手法を提案してきた[1]。しかしながらこの手法は、復調処理の検波方式として同期検波方式（ダイレクトコンバージョン方式）を利用しているため、位相同期処理が必須となることから、計算量の低減が難しいという根本的な課題を抱えており、計算リソースの乏しいセンサ機器に実装することは現実的ではない。

したがって本研究では、Raspberry PiないしはArduino程度の計算リソースでの信号処理を前提とした、雑音残響に頑健で、かつ計算コストにも優れたF0推定手法の基礎検討を実施することとする。実現技術としては、筆者らの手法を踏襲し

つつも、同手法の心臓部である復調処理機構に、計算コストの大きい同期検波方式に代えて、計算コストが小さい非同期検波方式を新たに採用することで、実環境中のセンサ機器に実装可能なF0推定手法の確立を目指す。

本研究の方法としては、まずは本手法の耐雑音性と耐残響性を、主としてシミュレーションにより検証する。具体的には、MATLAB上で本手法のアルゴリズムを実装した上で、白色雑音等を用いた人工的な雑音環境や、人工的に生成された室内インパルス等を用いた人工的な残響環境の下で、調波複合音等の人工音や楽器音に対する従来法と本手法とのF0推定精度をシミュレーションにより比較検討する。並行して、本手法と従来手法との計算時間の比較も実施する。これらの検証結果を評価することで、本手法がF0センサの要素技術として有効か否かを検討する。

<文献>

- [1] 三輪賢一郎, 鶴木祐史, "振幅変調音のピッチ知覚に基づいた調波複合音の基本周波数推定法," 電子情報通信学会論文誌A, Vol. J98-A, No.12, pp. 668-679, 2015年12月

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究は、下記の項目ごとに実施した。

- (1) 耐雑音性の向上
- (2) 耐残響性の評価
- (3) 計算時間の評価
- (4) 楽器音での評価

以下、順にその結果と進捗を述べる。

(1) 耐雑音性の向上

提案法の耐雑音性を向上させるため、下記に示すプログラムの改造を実施した。

- ① 観測する調波の数を3組から8組に増加
- ② 雑音除去機構の付加

図1にそれらの結果を示す。ただし、対象信号は理想的な調波複合音である。

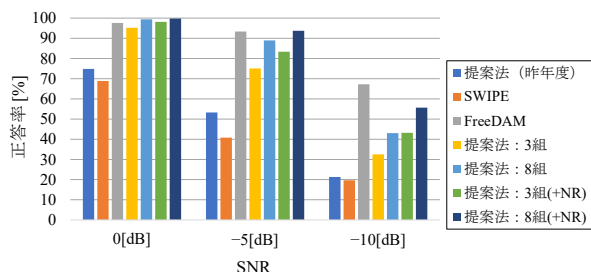


図1 雑音環境におけるF0推定結果

図2より、①の改良により正答率が最大で約14 [%] 向上した。また、②の改良により、正答率がさらに最大で約10 [%] 強の向上が確認できた。

(2) 耐残響性の評価

提案法の耐残響性について評価を実施するためのテストプログラムについて検討を行った。評価シミュレーションについては、次年度以降に持ち越すこととなった。

(3) 計算時間の評価

提案法の計算時間について、計測を実施した結果を表1に示す。

表1 計算時間の比較

手法	計算時間
SWIPE	31秒
FreeDAM	128,000 秒
提案法 (2021年度)	620 秒
提案法 (2022年度)	7,500 秒

今回、提案法は、耐雑音性を向上するために新たに機能を付加したため、計算時間は昨年度の結果よりも10倍ほど増大する結果となった。

(4) 楽器音での評価

提案法の楽器音に対する適性を検証した。対象とした楽器音は、アイオワ大学のWebサイトで公開されているピアノ (Piano)、オーボエ (Ob)、トランペット (Tp)、ファゴット (Fg)、チューバ (Tub)、コントラバス (Cb) の各音源を静音環境のまま用いた。その評価結果を図2に示す。

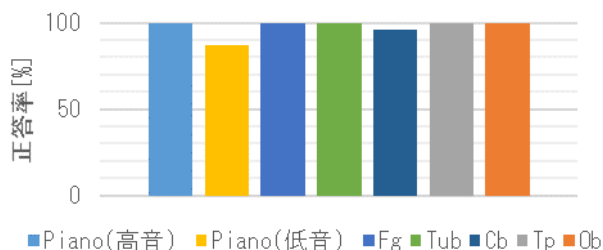


図2 各楽器音のF0推定結果

図2の結果から、一部の楽器音については正答率が100%に達しておらず、さらなる改良が必要であることが明らかとなった。

【結論】

本研究では、提案法の耐雑音性を大幅に向上させることに成功した。一方で、耐雑音に資する機構を付加したことにより、計算時間は10倍に増大した。また提案法は、楽器音のようなリアルな音信号に対しては、課題があることが確認できた。

なお、耐残響性の評価に関しては今年度は準備作業にとどまり、評価シミュレーションについては次年度以降に持ち越しとなった。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計2件)

- [1] 山川拓真, 三輪賢一郎, “耐雑音性を備えた基本周波数推定法に関する研究,” 大学コンソーシアム八王子 第14回学生発表会, 査読無し, D122, 2022年
- [2] 金子昌平, 三輪賢一郎, “非同期検波方式による楽器音の基本周波数の推定に関する研究,” 大学コンソーシアム八王子 第14回学生発表会, 査読無し, PG4-12, 2022年

課題研究費実績報告書

令和5年3月30日現在

研究課題名：マグナス効果を用いたポイント・アブソーバ型波力発電装置

研究代表者：山下健一郎

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要（以下10pt）。

本研究課題では、台風が多発する海域でも利用できる波力発電装置として「マグナス効果を用いたポイント・アブソーバ型波力発電装置」を提案し、同発電システムのシミュレーションモデルの構築並びに供試装置の開発を行い、これらを用いた理論的検討並びに実験的検討により、システムの諸特性を明らかにするとともに同発電装置の有用性を明らかにする（実現可能性研究）。同研究成果により、海洋再生可能エネルギー分野で遅れをとっている日本の研究開発を加速させることができると思う。

本研究の基本的手法は供試装置の開発、供試装置を用いた実験、シミュレーションモデルの開発及びこれを用いた理論的検討である。具体的な方法は以下の通りである。

- ① 「供試マグナス波力発電装置」（以下供試装置）と「計測システム」の開発：供試装置は学内に設置したプール（1.5m × 1.5m × 1.5m）で利用できるサイズとし、2台の水中発電機（500W × 2台）とマグナスタービン等で構成される。海洋での利用も考慮し、ベアリングなどの回転部については海洋汚染を防ぐため、潤滑油を必要としないセラミック製のものを使用する。また、マグナスブレードおよびタービンの制御に必要となる電力変換装置（2台の水中発電機にそれぞれ接続する）の開発も行う。「計測システム」は装置の上下速度、タービンやブレードの回転速度、発電機出力等を同時に計測できるもので、将来的にはフィールド実験にも使用する予定である。
- ② 供試装置を用いた実験的検討：製作した供試装置と計測システムの動作試験を上述した学内プールで実施する。得られた実験結果を基

に、タービンの出力特性を把握する。

- ③ シミュレーションモデルの構築：MATLAB / Simulink を用いたシミュレーションモデルを構築する。
- ④ 導出したシミュレーションモデルを用いた理論的検討：上記②の実験的検討と並行してシステムの動作特性等について理論的検討を行う。最終的には、得られたシミュレーションモデルを用いて実用規模のシステム（例えば0.1MW ※100台のウェーブファームを想定したシステム）を対象に理論解析を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

当該研究で実施した①供試装置等の開発、②供試装置を用いた実験的検討、③シミュレーションモデルの構築、④シミュレーションモデルを用いた理論的検討、それぞれについてその詳細を説明する。

①供試装置の開発 （達成度 60 %）

供試装置については試作機を完成させ、いくつかの動作実験を実施したが、始動することができなかったため、種々な改良を行った（各種ギヤ比の調整、ブレード径の変更等）。また、得られた結果を基に、新たな供試装置を設計した。計測システムについては、加速度センサを用いた波の計測装置の開発に着手したが完成には至らなかった。

②供試装置を用いた実験的検討 （達成度 50 %）

供試装置による実験的検討を複数回実施した。同実験的検討により、ブレードの回転に必要なエネルギーを確保するためにはギヤなどの機械損失を低減する必要があることが分かった。また、円

筒型ブレードの抗力が比較的大きいことが明らかとなった。

③シミュレーションモデルの構築
(達成度 100%)

MATLAB を用いたシミュレーションモデルを構築した。同モデルを用いて、システムの基本的な動作特性を把握すること可能となった。実験結果で明らかとなった抗力についてもその影響をシミュレーションモデルに反映した。

④シミュレーションモデルを用いた理論的検討
(達成度 70%)

構築したシミュレーションモデルを用いて基本的な動作特性や共振時の出力特性などを計算した。予定をしていたウェーブファームに関する計算は達成できなかった。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計 2 件)

- [1] Ken-ichiro Yamashita, Taiki Tsuchikawa, Seina Takekoshi, Development of a Point Absorber Wave Energy Converter with Magnus Effect-Based Turbine Generator, 25th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS2022), 査読有, 2022 年 11 月
- [2] Taiki Tsuchikawa, and Ken-ichiro Yamashita, BASIC CONTROL OF A POINT ABSORBER WAVE ENERGY CONVERTER WITH MAGNUS EFFECT-BASED TURBINE GENERATOR, Grand Renewable Energy (GRE 2022), 査読無, 2022 年 12 月

課題研究費実績報告書

令和5年3月31日現在

研究課題名：日本語の推論能力と英語運用能力の相関関係調査及び現行英語プログラムの教育効果検討

研究代表者：真島顕子

小区分：外国語教育関連

1. 研究計画の概要

本研究は、学習者の母語である日本語による推論能力に着目し、英検IBAテスト（以下、IBA）とリーディングスキルテスト（以下、RST）の結果を比較することで日本語の読解力と英語運用能力の相関を確認することを目的とした。また、現在サレジオ工業高等専門学校（以下、本校）の英語授業内で行われている教育上の工夫が、認知的側面から有効であるかどうか検証することを計画した。

IBA結果は、テスト全体の相関を求めることに加えて、リーディング部門、リスニング部門など、部門ごとの相関も調査する。また、RSTは推論以外に、係り受け解析や照応解決、イメージ同定など、7項目の能力を測ることができるが、テスト項目ごとの相関結果も算出し、英語力との相関結果と比較する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

RSTとIBAの結果を用いて相関関係を調査したところ（全体）、全ての項目において相関係数が0.08～0.41と、弱い正の相関を示した。P値が0.05を超えている現3年生のイメージ同定の結果を除外すると、相関係数の範囲は0.16～0.41となる。全体として弱い正の相関を示していることは興味深い。全体的に0.2以上の値を表しているものが多いが、現2年生の係り受け解析と照応解決の結果は0.35～0.41と、他の係数より少し高い値を表している。

係り受け解析と照応解決は、1年国語授業にて通年で取り組み、理解を深めるようトレーニングを重ねる項目である。RST実施時期が2年次春ということを見ると、1年次の国語授業における取り組みが、英語力にもプラスに影響している可能性を考えることができる。また、現3年生は

2020年度入学生であるため、前期をオンライン授業で過ごしたことが、現2年生の結果との差を

表している可能性もある。係り受けや照応のような抽象的な構造関係を学習者が理解し、知識を定着させることに、オンライン授業では難しさがあるということなのかもしれない。

RST偏差値とIBAスコアそれぞれの上位層及び下位層のみの結果の相関係数を調査したが、p値が高く、明白な相関を表す係数はどの層にも現れなかった。

推論能力に注目してみても、上述と同様に、全体としては弱い正の相関（ $r=0.18 \sim 0.27$, $p < 0.05$ ）を表し、各試験の学力層ごとの相関係数は、明白な相関を示すものではなかった。

上記の調査結果をまとめ、真島（2023）として論文発表した。しかし、RSTとIBA結果に全体で弱い相関があり、個別には相関を確認することができなかった具体的な要因を、相関係数を調査することだけでは結論付けることが困難であった。従って、本校の英語教育の有効性に関しては、有効性を評価する基準として結果をどのように活用することができるか、継続的に検討することが、今後の課題となった。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計1件）

- [1] 真島顕子, 2023, リーディングスキルテストを用いた推論能力と英語力の相関調査, 全国高等専門学校英語教育学会研究論集, 査読有, 第42号, 31-39

〔学会発表〕（計1件）

- [1] 真島顕子, リーディングスキルテストを用いた推論能力と英語力の相関調査, 全国高等専門学校英語教育学会第45回研究大会要綱, 査読無, 34

課題研究費実績報告書

令和5年3月31日現在

研究課題名：非エルミート量子系のダイナミクスとエントロピー生成

研究代表者：真島 裕樹

小区分：数理物理および物性基礎論関係

1. 研究計画の概要

開放量子系やトポロジカル相、共鳴・散乱問題、不安定系等、ダイナミクスが非エルミート演算子で記述される非エルミート量子系が注目を集めている。このような系の時間発展は非エルミートなハミルトニアンで生成されるため、ユニタリー性が破れる。また非エルミート演算子は一般に複素固有値を持ち、また対角化が困難であることも多い。そのため、非エルミート量子系の時間発展の一般論、特のその熱力学的な性質については未解明な部分が多い。この問題に対しては、ミクロな熱力学第二法則の一つの表現と期待されている

「ゆらぎの定理」をはじめとする定性的な理解は一部で進んでいるが、肝心のダイナミクスとの直接的な関係は明らかではない。申請者らはこれまでの研究において、統計力学的状態の時間発展を記述する運動方程式とエントロピーの定義のみから、エントロピー変化に関して種々の恒等式が成立することが明らかにしてきた。本研究課題では、非エルミート量子系の運動方程式を導き、その運動方程式に対して上記恒等式を適用することで、非エルミート量子系でエントロピー変化が生ずる仕組みを解明する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

広いクラスの非エルミート量子系において、密度行列の規格化定数（分配関数）を詳細に分析した結果、規格化定数に起因する項が運動方程式に加わる可能性があることがわかった。古典論において、相空間体積とエントロピー変化には密接な関係があることが知られている。量子系における分配関数は相空間体積に相当することから、この結果は非エルミート量子系におけるエントロピー変化のミクロな表現を与えたことになる。

また、系のエントロピー変化と、系のダイナミクスを記述するLiouville演算子との間に成立する一般的な関係式を非エルミート量子系の非平衡量

子ダイナミクスを記述する運動方程式に適用することにより、運動方程式の各項がエントロピー変化にどのような影響を与えるのかを明らかにした。

3. 代表的な研究成果

研究成果は査読付英文論文誌に投稿予定である。

研究課題名：双方向増幅器を用いたゲイン・スイッチの開発

研究代表者：水谷 浩

小区分：電子デバイスおよび電子機器関連

1. 研究計画の概要

IoT（Internet of Things）の時代では5G（第5世代）以降の高速移動体通信システムでは、ミリ波帯の利用が検討されている。想定されるTDD（時間分割複信）方式のRFフロントエンドには送受切替スイッチが用いられている。スイッチはミリ波帯では挿入損失が増大するため送信電力で損失を補う必要がある。また、送受信間分離が低下するため通信品質を劣化させる点が問題となる。スイッチがゲインを呈することで通信品質劣化の問題点は一気に解決する。従来の技術は、単純にスイッチの後に増幅器を付加したものであり、通信品質を本質的に改善するものではなかった。これに対し本研究では、双方向増幅器の増幅方向を切り替えることで、ゲインを有するスイッチとして機能させる点で、通信品質の低下要因を改善できる利点がある。本研究は、利得を供する新しいスイッチを提案し、その原理実証を行うことを目的とした。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

今年度の研究の進捗は以下の通りである。28GHz帯で動作する複数の双方向増幅回路を提案した。GaNの大信号デバイスモデルを用いた回路設計を行った結果、所望の動作を得ることができた。ICを試作してRF評価すると、設計通りの良好な結果が得られた。今後、結果をまとめて、特許出願、国際会議、雑誌論文等の必要な対外発表を行う予定である。

3. 代表的な研究成果

査読付き国際会議に研究成果を投稿する予定である。

研究課題名：低彩色背景下における色付き影の除去手法

研究代表者：川村春美

小区分：知覚情報処理関連

1. 研究計画の概要

影が光源と同じ方向にある物体（以下、遮蔽物体）の色味の影響を受けている場合の影除去手法を提案する。遮蔽物体の彩度が高い場合には、相互反射により影に色味が映り込むため、影になっていない領域（以下、日向領域）とは明るさの他に色味が異なるという特徴がある。そのため、既存の影除去手法[1]を適用すると、遮蔽物体の色味の影響を受けた影領域をうまく除去することができないという課題がある。

既存手法では、画像を類似の色領域に分割し、影領域に対応する日向領域のペアを見つけた上で、影領域の色を日向領域の色に合わせることで影を除去する。影領域と日向領域の画素値は

RGB空間では概ね1本の直線上にのるという特徴（図1）がある。これは、影領域と日向領域とは明るさは異なるがRGBの比率がほとんど変化しないことを意味する。この特徴を用いてRGB空間の色ベクトルが類似するものを日向と影のペアと判定する。影領域の色を日向領域に合わせるには、図1の陰領域のクラスタをRGB空間内の色ベクトルに沿ってシフト

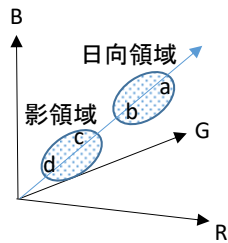


図1 RGB空間の日向・影領域

させる。しかしながら、この手法には以下の課題がある。一つ目は、類似の色領域に分割すると、影の領域の一部が遮蔽物体と同じ領域になるという点である。二つ目は、影領域の色は遮蔽物体の色味の影響を受けているため、RGB空間で日向領域に近い色ベクトルにはならないため、影と日向のペアを正確に得られないという点である。三つ目は、影を除去した領域と元々の日向領域の間に擬似的なエッジが生じるという点である。この理由は、図1において影領域のcは画像上では日向領域の

bに近いが、影除去を行うとcの色はaに合わせる処理を行うからである。本研究は上記3点を解決することを目的とする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

(1) 色領域の分割

影領域は遮蔽物体の色味の影響を受けているが、彩度は元々の日向領域に近いと考えられる。そこで、色の三属性の一つである彩度に注目する。色の三属性（色素H、彩度S、明度V）は式(1)に基づいて変換し、彩度と明度からなる2次元空間でk-meansによるクラスタリングを行う。

$$V = (V_{max} - V_{min})/2$$

$$V_{max} = \max\{R, G, B\}, V_{min} = \min\{R, G, B\}$$

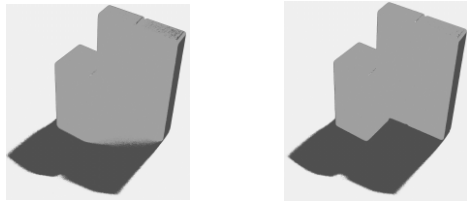
$$S = \begin{cases} \frac{V_{max}-V_{min}}{V_{max}+V_{min}} & (V \leq 0.5 \text{ の時}) \\ \frac{V_{max}-V_{min}}{2-(V_{max}+V_{min})} & (V > 0.5 \text{ の時}) \end{cases} \dots\dots [1]$$

$$H = \begin{cases} \frac{G-B}{V_{max}-V_{min}} \cdot \frac{\pi}{3} & (V_{max} = R \text{ の時}) \\ \frac{B-R}{V_{max}-V_{min}} \cdot \frac{\pi}{3} + \frac{2\pi}{3} & (V_{max} = G \text{ の時}) \\ \frac{R-G}{V_{max}-V_{min}} \cdot \frac{\pi}{3} + \frac{4\pi}{3} & (V_{max} = B \text{ の時}) \end{cases}$$

日光下で撮影した赤い積み木の画像（図2）にクラスタ数を3としてクラスタリングを行うと影と遮蔽物体の領域を分離することができた（図3）。なお、図3ではRGB空間でのクラスタリングを行う既存手法の結果も、比較のため示す。既存手法（図3(a)）では、影領域の一部が遮蔽物体と同じ色領域に分割されている。



図2 実験画像



(a) 既存手法 (b) 提案手法
図3 クラスタリング結果

(2) 影と日向領域の対応付け

影と日向領域は、同一の物体領域であれば彩度が近いことから、(1)で得られた3つのクラスタ(暗い領域、中程度の明るさの領域および明るい領域)においてすべての組み合わせの中から彩度の差が小さいクラスタ同士を影領域と日向領域のペアと判定する。さらに、明度が高い方を日向領域、低い方を影領域のクラスタとする。図4に対応付け後の結果を示す。暗い領域を影領域、明るい領域を日向領域と判定された。

この対応関係に基づいて、影領域と判定されたクラスタの色を日向領域のクラスタの色に合わせた結果(影除去結果)を図5に示す。

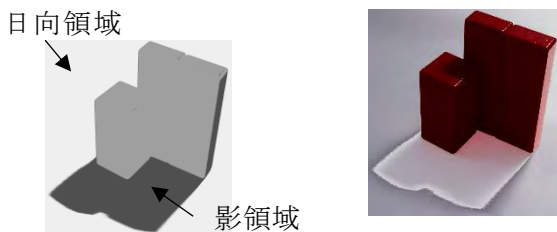


図4 影、日向の対応付け 図5 影除去結果

(3) 擬似輪郭の除去

図5の影除去結果における擬似輪郭は、日向の色に合わせた影領域が、元々の日向領域よりも明るくなったために生じたと考えられる。この擬似輪郭は主に明度方向の違いであることから、明度成分にメディアンフィルタを適用する。なお、既存手法では、RGBの個々の成分にメディアンフィルタを適用している。

メディアンフィルタ適用後の結果(図6)より、擬似輪郭の輪郭線が滑ら

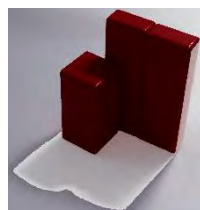


図6 メディアンフィルタ適用結果

かになったが、明度差は残ったままである。フィルタのサイズを複数段階に変化させたが結果は大差なかった。また、図5において、積み木で挟まれた影領域の一部にあった赤味が図6では目立たなくなっているという副次的な効果も見られた。

なお、上記(1)~(3)に関し、同一の被写体で光源の色を電球色に変えた画像においても同様の結果が得られた。

以上、影領域に遮蔽物体の色味が反映されている場合に、日向・影領域では彩度の変化が小さいという特性に着目し影領域を除去する手法を提案した。実画像に適用した結果、(1)影と遮蔽物体領域の分割、(2)影と日向領域の対応付けについては効果が見られたが、(3)影除去によって生じた擬似輪郭の除去に関しては目立った効果は得られなかった。その理由は、影領域の色を色空間内で色ベクトルに沿って日向領域の色に平行移動させることで影除去を行っているためである。メディアンフィルタは注目画素を周辺 $N \times N$ 画素の中央値に置き換える処理であり、画像内の孤立点等を除去する効果はあるが、図5の画像のように明度差のある領域が数画素に及ぶ幅をもっている

(面積が大きい)場合には効果が小さい。また、幅が狭かったとしても、輪郭が目立たなくなるだけであり、本質的に遮蔽物体がない場合の日向領域の色を再現していることにはならない。この(3)の課題については、画像空間上での隣接関係を考慮した手法の検討が必要である。

[参考文献]

- [1] 馬場雅志, 椋木雅之, 浅田尚紀, ”色分布のクラスタ解析による実写画像からの陰影除去”, 画像電子学会誌, vol.33, no.4-B, pp.531-538, 2004

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計1件)

- [1] 川村春美, 高彩度物体による色つき陰影の抽出と除去手法の検討, 第50回画像電子学会年次大会, 査読無, G6-1

課題研究費実績報告書

令和5年3月31日現在

研究課題名：臨機応変な交通政策を可能にする現況再現性の高い道路リンクの交通量を推定する方法

研究代表者：島川陽一

小区分：社会システム工学関連

1. 研究計画の概要

本研究では現在の状況に近い交通量（以下現況交通量）を推定する方法を開発する。公的な政府統計を用いる従来手法を基礎として、近年得られるようになった新しいデータを活用する。従来の交通量推定手法ではある時点の起終点交通量を経路別に道路リンクに配分することにより各リンクの交通量を推定している。推定リンク交通量は元になる起終点交通量を調査した時の交通量と考えてよい。申請者が行ってきた研究では実測リンク交通量を用いて現況再現性を向上させているが現況の再現とは言い難い。そこで本研究では衛星画像から得られるタイムラグの小さいデータで現況交通量を推定する。既存の方法では数か月から数年前の交通状況しか推定できないが、提案手法ではこのタイムラグは数時間となる。この研究によって交通事故・工事や交通規制による道路のサービスレベルの日常的变化や自動車に起因する大気汚染物質の排出量の日々の変化の把握だけでなく、臨機応変な交通安全政策の実施にも利用することが可能になる。

以上に示した研究の目的を達成するために本研究は2つのテーマと1つのサブテーマで構成した。テーマ①は従来手法を基礎に現況再現性を向上させる方法の検討と限界を明らかにすることを目的とする。テーマ②では衛星画像を用いて現況交通量を推定する方法の開発が目的である。サブテーマではIoT機器によるデータ取得の過程で発生する誤差の性質を明らかにする。PT調査の傾向誤差の性質を明らかにする実測調査も行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

前節で研究全体の概要及び研究の構成を示した。この計画は科研費をベースとした3年間の研究計画であったのですべては着手できなかった。実際に研究として進めたのはテーマ①とサブテーマである。（テーマ②については高解像度の衛星写真

データが必要であり、これは課題研究費では購入することができないため、実施をあきらめた。）

テーマ①で使用するPT調査データについては首都圏で調査が実施された平成17年と22年のデータを以前採択された科研費で入手済みである。申請者の以前の研究ではこのデータを用いて首都圏全ての道路ネットワークに配分してきた。この方法がそれほど精度よく推定できないことは申請書でも述べた通りである。本研究ではこれを市区町村単位の部分的な道路ネットワークに時間別に配分することとした。スケジューリングの考え方を応用して行う。本年度の研究では実際に時間帯別の配分まではできなかったが、代表的なスケジューリング手法であるMax-Plusを交通の問題に応用する予備的な検討は行った。〔雑誌論文〕で示した論文はこの成果である。

サブテーマについては専攻科2年生の反町拳志朗君を中心に進めた。携帯電話の位置と加速度情報から統計的な傾向と補正方法についての知見を得るのが目的である。位置情報についてはNTTよりかなり詳細なデータが販売されているが、これは高額のため利用できない。そこでSNNで流通しているテキストデータに含まれる統計的傾向と補正の方法について検討を行った。この方法だと予算があまりかからないためである。〔学会発表〕に示した発表論文はこの成果である。（発表内容は非常に好評で表彰された。また、フルペーパーで投稿をすすめられているが、まだ着手できていない。）

最後に配分された研究予算の使用状況を報告しておく。研究予算からは国際会議参加のための必要経費の一部を支出した。未使用に終わった約28万円は返納した。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計1件）

[1] Kyohei Sagawa, Yoichi Shimakawa, Hiroyuki Goto,

Two-level priority scheduling framework in a max-plus linear representation, SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, 査読有, 14/ 2, 97-103(DOI 10.1080/18824889.2021.1894886)

〔学会発表〕 (計 1 件)

- [1] Kenshiro Tammachi, Taiki Otsuka,Yoichi Shimakawa, Hiroyuki Goto, A Proposal for a Method to Evaluate the Impact of SNS on the Market, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Manila, 査読有, ID.26Philippines, March 7-9, 2023

課題研究費実績報告書

令和5年3月31日現在

研究課題名：交流的に使用する電池とコッククロフト-ウォルトン回路による電源容量向上、および実証試験

研究代表者：米盛弘信

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究は、世界初の独立型交流電池に接続する昇圧型整流回路（コッククロフト-ウォルトン回路や倍電圧整流回路）の性能向上、および提案する電源システム（交流電池+倍電圧整流回路）を小型モビリティ等へ実装した際における駆動時間の評価を目的とする。目的達成のために、交流電池部におけるスイッチング回路の最適化、および倍電圧整流回路の高性能化を図る。そして、従来の直流方式と比較して、電池に蓄電されたエネルギーを最大限使用できることを示す。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

研究成果の中から代表的な一例を示す。達成度としては、概ね順調であった。

▶ 小型移動体へ実装した際における評価

図1は、小型移動体（自作ロボット）へ搭載した電源回路である。実験に供した自作ロボットは、市販のロボット掃除機のように特定のエリア内を自動で走行し続ける小型移動体である。交流電池は、放電能力50Cの2セルLiPo電池（GTFOR製：定格電圧7.4V、充電上限電圧8.4V、5200mAh）を2直接続し、その中間電位をBiodeとして再現する。次に、電源の正電源側をハイサイドMOS-FET、負電源側をローサイドMOS-FETによりスイッチングする。スイッチング素子には、インフィニオン（BSC012n06NSATMA1）を使用した。ゲート制御は、ゲートドライブIC（IR2302）によりハイサイド、ローサイドのゲート制御を行う。また、デッドタイムはゲートドライブIC（IR2302）により約540nsecが設けられている。ゲートドライバに入力される信号は、マイコン（PIC16F1827）により生成された10kHzの矩形波信号を使用する。以上の回路で発生した矩形波交流は、EDLCを使用した倍電圧整流回路で昇圧・整流・平滑が行われた後、直流出力される。倍電圧整流回路の構成は、EDLC（APLITH

HYBRID 200F 3.8V）を2並6直接続して、従来の2倍の容量とした。

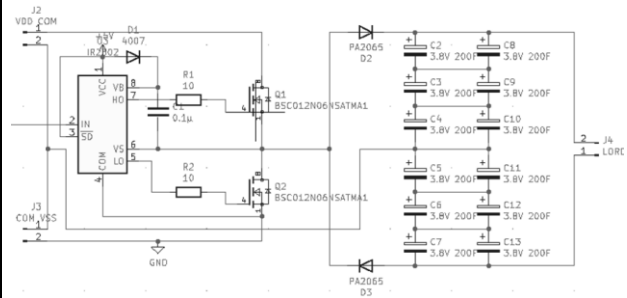


図1 小型ロボットへ搭載した電源回路

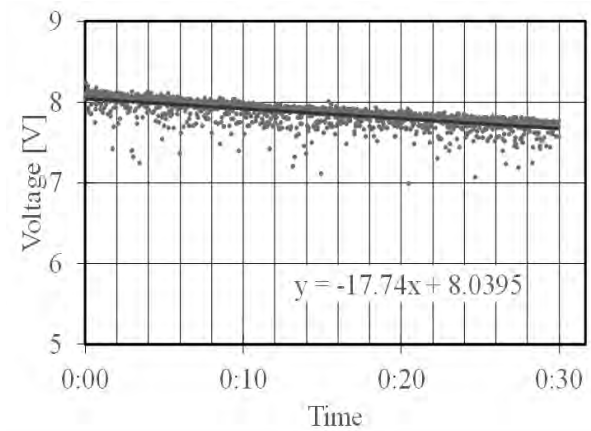
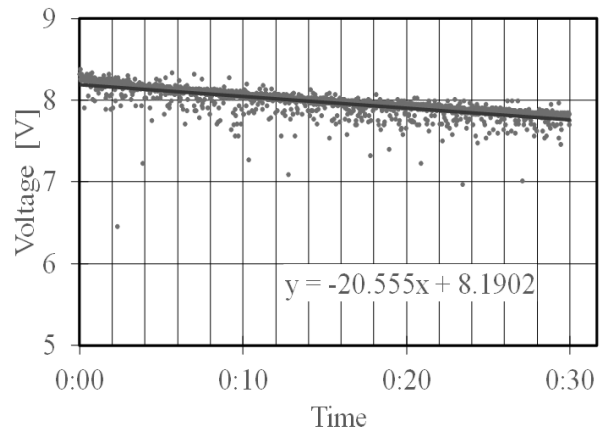


図2 電圧変動試験による実験結果

図1の回路評価として、実験用のロボットを自作して動作実験を行う。電池は満充電されたリチウムイオン電池(4.2V)を使用する。2本直列の電池、2本並列の電池+電源回路、それぞれのロボットを30分間動作させて電圧の変動を記録する。記録には、自作したデータロガーを使用する。

図2は、ロボットを動作させている際のバッテリー電圧である。(a)は2本直列にした際のバッテリー電圧、(b)は2本並列+電源回路のバッテリー電圧である。(a)に比べ(b)では電圧の減少が緩やかであることがわかる。したがって、長時間駆動には(b)が適することが示唆される。

➤ 交流電池部におけるスイッチング回路の最適化

図3は、新たに考案した同期整流型の電源回路である。同回路は、従来の電源回路における倍電圧整流回路のダイオードをスイッチング素子に変え、ハーフブリッジインバータに同期して整流を行う回路である。回路の動作としては、インバータのハイサイド側(SW1)を導通させると同時に整流回路の上側のスイッチング素子(SW3)を導通させる。同様に、インバータのローサイド側

(SW2)を導通させると同時に整流回路の下側のスイッチング素子(SW4)を導通させる。この回路によりダイオードの順方向電圧による電圧降下を克服できると考えた。しかし、回路規模が大きくなるという問題や、スイッチング素子が増えることにより損失が大きくなる問題が想定される。そのため、回路の簡略化を行い、図4のような回路構成とした。回路の構成としては、上側のスイッチング素子(SW1)を導通させ上側のコンデンサを充電する。同様に、下側のスイッチング素子(SW2)を導通させ下側のコンデンサの充電を行う。上側、下側のスイッチング素子を交互に導通させることで、バッテリーの並列的な使用を実現する。

図4に示す簡略化した電源回路を実際に製作し、負荷試験を行う。スイッチング周波数は10kHzに設定し、duty比は50%とした。電源は直流安定化電源(TEXIO OW18-3AD)を使用した。直流安定化電源の設定は負電圧・正電圧ともにCV :

5V・3Aとした。電子負荷(GWINST-EK GPP-4323)を用いて0Aから1.5Aまで0.1Aずつ電流を上げていったときの電圧変動を記録する。図1の従来型電源回路でも同様に負荷試験を行い、

図4の改良した電源と比較実験を行う。

図5は、従来の電源回路と改良した電源回路にて負荷試験を行った結果である。改良した電源回路では、従来の電源回路と比べ0A時から1.5A時までどの電流値においても1.5V以上高くなっていることがわかる。したがって、ダイオードの順方向電圧による電圧降下を軽減することができた。また、従来の電源回路に比べ、より多くの電力を取り出すことができた。

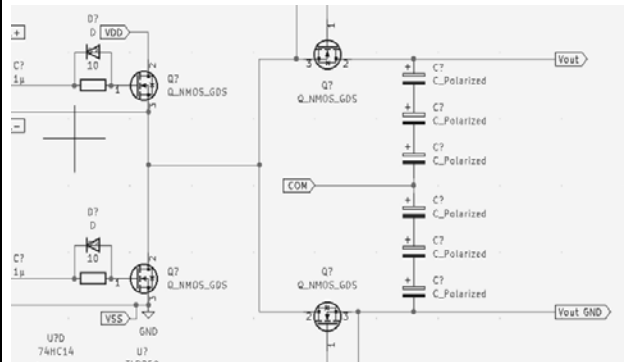


図3 考案した同期整流回路

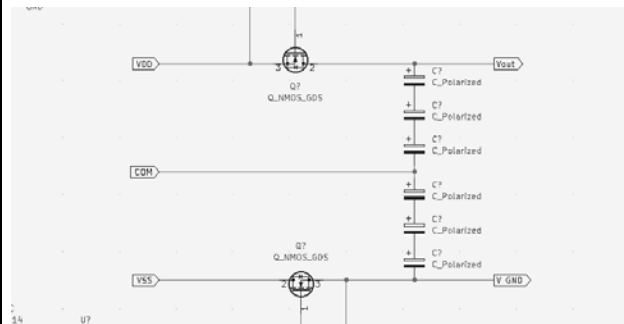


図4 簡略化した回路

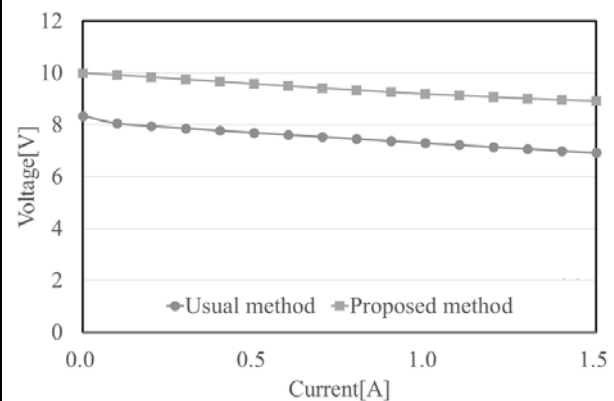


図5 比較実験の結果

➤ 従来の直流方式と比較

図4の交流電池を模擬した電源回路と自作のDC-DCコンバータ(変換効率:負荷電流0.5A時85%, 5A時73%)を用いて比較実験を行う。実験内容は、以下の(1)~(3)とし、電子負荷を用いた負荷変動試験を行う。そして、3つの方法で

取り出すことができた電力量 [Wh] を比較する。電子負荷の設定は負荷変動モード (0.5A・1s, 1.0A・1s, 1.5A・1s) に設定した。使用するバッテリーはリチウムイオンバッテリー (KEEPPOWER 製) 定格 3.7V2000mAh とした。以下に詳細な実験条件を示す。

(1) 実験 1 (直列接続方式)

リチウムイオンバッテリーを 2 本直列接続して 7.4V・2000mAh とし、放電電力量を測定する。

(2) 実験 2 (DC-DCコンバータ方式)

リチウムイオンバッテリーを 2 本並列接続して 3.7V・4000mAh とし、DC-DCコンバータで 7.4V に昇圧した際の放電電力量を測定する。

(3) 実験 3 (交流電池を模擬した電源回路)

リチウムイオンバッテリーを 2 本直列接続し、中間電位を Biode とする。そして、交流電池を模擬した電源回路でバッテリーを等価的に並列使用した際の放電電力量を測定する。

図 6 は直列接続時の測定結果、図 7 は DC-DC コンバータを使用し昇圧した際の測定結果、図 8 は交流電池を模擬した電源回路を使用した際の測定結果である。以下の (1) ~ (3) に取り出すことのできた電力量を示す。

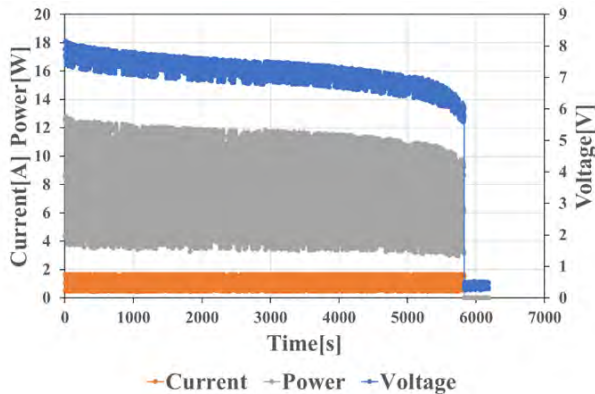


図 6 直列接続時の測定結果

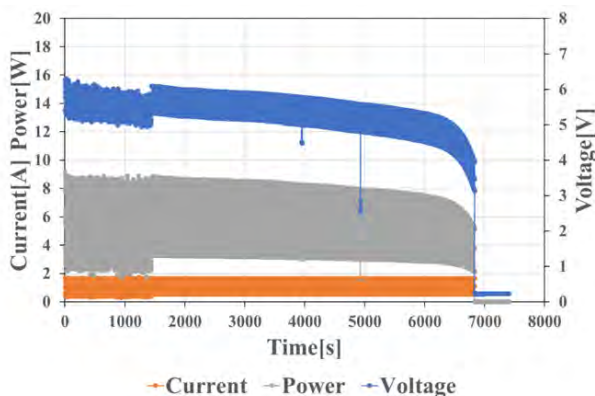


図 7 DC-DC コンバータの測定結果

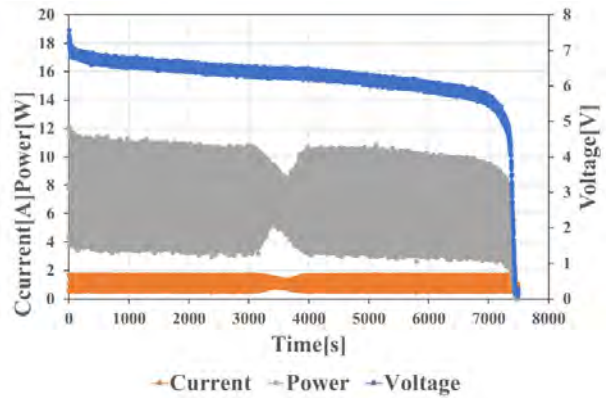


図 8 交流電池を模擬した電源回路の測定結果

(1) 直列接続方式 : 12.13Wh

(2) DC-DCコンバータ方式 : 10.62Wh

(3) 交流電池を模擬した電源回路 : 14.04Wh

すなわち、(3) の提案回路が最も多く電力を得ることができた。

▶ 倍電圧整流回路に使用する EDLC の選定

本実験では、高効率な電源システムを実現するために、倍電圧整流回路に使用する 1000F-10 直列の EDLC の特性を調査し、先行実験で調査した 400F-9 直列の EDLC の特性と比較することで、EDLC の選定方法を確立する。

図 9 に倍電圧整流回路の C が 1000F-10 直 EDLC 使用時の電力変換効率、図 10 に 400F-9 直 EDLC 使用時の電力変換効率を示す。図 9 を見ると、10kHz 時が最も高効率であり、他の周波数は全体的に効率が低いことがわかった。また、図 10 の 400F-9 直列の EDLC を使用したときと比べて変換効率の最高値が低いことがわかった。

異なる EDLC を使用した際に変換効率が変わる理由として、各 EDLC の ESR が関係していると思われる。そこで、NF 回路製 FRA で ESR を測定し、変換効率と ESR の関係を明らかにする。測定の結果、1000F10 直ユニットの場合、10kHz 付近の ESR が低くなっており、図 9 の最も電力変換効率が高い周波数と一致した。一方、400F9 直ユニットの場合は、高周波になるにつれて ESR が増加しており、図 10 の電力変換効率の高低順と一致していた。すなわち、提案回路で高効率化を実現するためには、ESR が低い EDLC を使う必要があるということがわかった。また、交流電池のスイッチング周波数は、倍電圧整流回路に使用する EDLC の ESR が低い周波数を選定すべきであることが明らかになった。

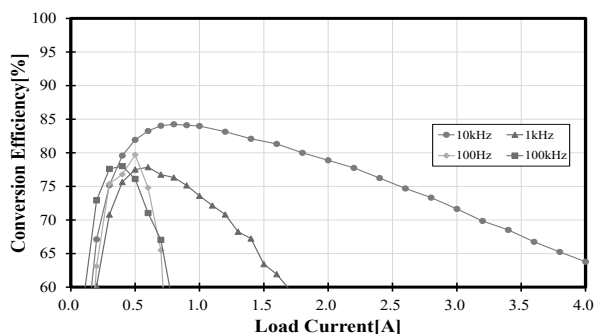


図9 1000F-10直EDLC使用時の電力変換効率

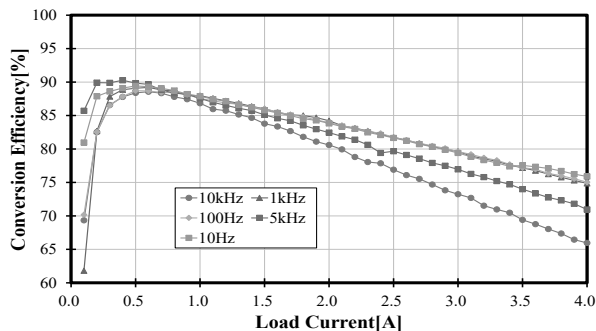


図10 400F-9直EDLC使用時の電力変換効率

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計13件)

- (1) 津田浩平, 米盛弘信: “交流電池に接続する倍電圧整流回路の改善案”, 2022年(第4回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, B-2, 査読無, pp.29-30, 八王子市学園都市センター (2022-12) 準優秀賞
- (2) 荒巻匡洋, 米盛弘信: “疑似的な交流電池に対して交流直接充電を行った際の充放電特性”, 2022年(第4回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, B-4, 査読無, pp.33-34, 八王子市学園都市センター (2022-12) 準優秀賞
- (3) 新倉 径, 米盛弘信: “倍電圧整流回路に使用する静電容量の異なるEDLCの比較”, 2022年(第4回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, B-3, 査読無, pp.31-32, 八王子市学園都市センター (2022-12)
- (4) 松崎恵太, 米盛弘信: “交流電池を模擬した電源回路の積算電力による比較”, 2022年(第4回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, A-6, 査読無, pp.11-12,
- 八王子市学園都市センター (2022-12)
- (5) 津田浩平, 米盛弘信: “交流電池を用いた電源システムの動作特性”, 第14回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, PA7-19, 査読無 (2022-12) 優秀賞
- (6) 荒巻匡洋, 米盛弘信: “独立型交流電池における交流直接充電時の経時的な充電特性”, 第14回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, C128, 査読無 (2022-12)
- (7) 新倉 径, 米盛弘信: “倍電圧整流回路の入出力電力に及ぼすスイッチング周波数の影響”, 第14回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, D136, 査読無 (2022-12)
- (8) 松崎恵太, 米盛弘信: “交流電池を模擬した電源回路の改良”, 第14回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, C124, 査読無 (2022-12)
- (9) 津田浩平, 米盛弘信: “交流電池に接続する倍電圧整流回路の電力変換効率”, 2022年(第40回)電気設備学会全国大会講演論文集, 査読無, pp.226-227, 関西大学 (2022-09)
- (10) 荒巻匡洋, 米盛弘信: “独立型交流電池における交流直接充電時の充電波形”, 2022年(第40回)電気設備学会全国大会講演論文集, 査読無, p.410, 関西大学 (2022-09) 全国大会優秀発表賞
- (11) 新倉 径, 米盛弘信: “倍電圧整流回路に使用する電解コンデンサの選定”, 2022年(第40回)電気設備学会全国大会講演論文集, 査読無, p.411, 関西大学 (2022-09)
- (12) 松崎恵太, 米盛弘信: “交流電池を模擬した電源回路の設計”, 2022年(第40回)電気設備学会全国大会講演論文集, 査読無, p.414, 関西大学 (2022-09)
- (13) Kohei TSUDA, Hironobu YONEMORI: “A Proposal of Charge/Discharge Circuit for Stand-alone AC Battery and Charge/Discharge Characteristics”, International Power Electronics Conference 2022 (IPEC2022), ECCE ASIA, Student Poster Competition, 16-1P23, 査読無, Himeji, Japan (2022-05)

課題研究費実績報告書

令和5年3月31日現在

研究課題名：Background Oriented Schlieren 法の高感度かつ境界層を含む密度分布測定に向けた実験装置の構築と測定装置に関する検討

研究代表者：廣瀬裕介

小区分：流体工学関連

1. 研究計画の概要

本研究では、超音速流中にある円錐や球体といった超音速飛行が考えられる模型周りに発生する密度変化を境界層も含めた高感度定量計測することを実現する。そのため、Background Oriented Schlieren 法を改良した新たな計測法である

Double-Pass Background Oriented Schlieren 法を考案した。本研究では考案した新たな計測手法に関する実験を遂行するための装置の構築し、その性能試験を実施することを目的としている。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

上述した装置の具体案として、バリスティックレンジと衝撃風洞の2種類が挙げられる。各装置に関する進捗状況を以下に記す。

まず、バリスティックレンジについて説明する。これは電気エネルギーにより飛翔体を射出する装置のことを表しており、2020年度まではスイッチングのためにサイリスタを使用していたが、より高い電圧に耐えられる絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT）を採用したところ、不具合が解消され、安定したスイッチングが可能となった。改良した回路を用いて飛翔体の射出実験も実施している。コンデンサの充電電圧を150V、飛翔体のサイズを5×5×5mmとした。加速用のレールはアルミニウム、飛翔体は銅を採用したことにより、昨年度発生した溶着による減速を可能な限り防いだことにより、射出に成功した。飛翔体の速度はハイスピードカメラで撮影したところ約35m/sであることがわかった。使用しているコンデンサは定格が400Vであるため、来年度は400Vでの充電と射出と実施する予定である。また、レール間距離が現状、操作者の「感覚」で調整する必要がある。この調整を電子的・機械的に制御し、同条件で実験できる環境づくりの構築も検討している。

次に、衝撃風洞に関して記述する。衝撃風洞とはタンクに貯蓄した高圧ガス（現在はコンプレッサにより圧縮した空気）を急激に放出することで超音速流や衝撃波を発生させる装置である。昨年度の実験により、本風洞の衝撃波マッハ数が1.4程度である実験結果が得られている。本年度はこのマッハ数を向上させるための先細末広ノズル（ラバルノズル）の設計と設置に力を入れた。また、今後、ノズル背後に設置する模型周りの衝撃波を可視化するためのシュリーレン法の構築にも挑戦した。

先細末広ノズル（ラバルノズル）の設計にはNASAのMOC Nozzle Simulator

（<https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/mocnoza.html>）を使用した。このシミュレータはノズルの入口直径やマッハ数を入力することにより、理想的な加速長さを考慮したノズルをシミュレートすることが可能である。今年度は出口マッハ数を2.0として設計をした。この設計したノズルは3D CADであるAutodesk Inventorにより三次元データに変換し、3Dプリンタにより製作した。ノズル出口のマッハ数測定のために、レイリーのピトー公式を応用したところ、3.0前後のマッハ数が測定された。3.0というマッハ数が測定された原因として、ノズル入口に必要な貯気槽が形成されていないと考えた。これはノズル入口にラップフィルムを設置することにより解決可能なため、来年度はラップフィルムの設置を検討している。

シュリーレン法とは流体の可視化法の一つであり、流体の密度変化に伴う屈折率変化を取得する方法である。この手法は光源、凹面鏡、カメラなどによって光学系が構築され、凹面鏡の焦点距離により測定感度が、凹面鏡の直系により測定範囲を制御可能である。しかし、シュリーレン法は定性的な測定法であるため、具体的な密度変化・屈折率変化の数値は測定不可である。一方で、本手法は感度が高い測定法として知られている。今年

度は凹面鏡の焦点距離が 500 mm において測定可能な範囲を取得することを目的とした実験を実施した。測定対象はエアコンプレッサからの空気の流れ，ろうそくに加熱された空気の流れ，ジメチルエーテル（エアダスタ）の流れである。結果として，ろうそくに加熱された空気の流れ，ジメチルエーテルの流れは可視化可能であることが分かった。エアコンプレッサからの空気の流れは他の条件と比較して密度変化が小さいことが可視化不可の理由として考えられる。しかし，構築したシュリーレン光学系を衝撃風洞の出口に設置することを検討しているため，現在よりも測定感度を向上させる必要がある。感度向上のためには凹面鏡の焦点距離を伸ばす必要がある。また，衝撃風洞の高圧ガスの種類を空気からヘリウムなどの空気とは密度が異なる気体を採用する必要がある。来年度は改良したシュリーレン光学系をノズル出口に設置し，流れを可視化することを計画している。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計 1 件）

- [1] Y. Hirose, M. Yamagishi, S. Udagawa, T. Inage, Y. Tagawa and M. Ota, Double-Pass Imaging Background-Oriented Schlieren Technique for Focusing on Measurement Target, *Experiments in Fluids*(2023/3/10 提出, 査読有)。

〔学会発表〕（計 13 件）

- [1] Jinsuke Morita, Hironobu Yonemori and Yusuke Hirose, Development and Performance Test of Ballistic Range using Electromagnetic Acceleration, *IPEC2022*, 査読無, 16-1P13, Himeji, Japan (May 2022).
- [2] Masato Yamagishi, Yusuke Hirose, Shinsuke Udagawa, Tatsuro Inage and Masanori Ota “Three-Dimensional Density Measurement Using Simultaneous Multi-Angle BOS Measurement System in A Supersonic Wind Tunnel” *PSFVIP-13*.
- [3] Yutaro Katagiri, Nao Kosaka, Masato Yamagishi, Yusuke Hirose, Masanori Ota, Masayuki Nomura, Koji Fujita, Kiyonobu Kiyota and Hiroki Naga “High Accurate Density Measurement of Transonic Flow Field Around The Reentry Capsule Model” *PSFVIP-13*.

- [4] 森田迅亮, 米盛弘信, 廣瀬裕介, 電磁加速を用いた小型パリスティックレンジの開発及び性能試験, *第34回電磁力関連のダイナミクス*, 11C1-3, 発表日 2022年 5 月 11 日.
- [5] 山岸雅人, 廣瀬裕介, 太田匡則, 広範囲密度場計測へ向けた 3D-BOS 法の基礎特性, *第54回流体力学講演会 / 第40回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム*, 1A10, 発表日 2022年 6 月 29 日.
- [6] 杉田隼斗, 廣瀬裕介, 超音速飛翔体のための光センサによる速度計測装置開発, *第14回大学コンソーシアム八王子学生発表会*, C131, 2022年12月 3 日.
- [7] 木村駿斗, 廣瀬裕介, 超音速流中にある円錐模型周りの温度分布シミュレーション, *第14回大学コンソーシアム八王子学生発表会*, C133, 2022年12月 3 日.
- [8] 河地悠馬, 廣瀬裕介, 空き瓶パルスジェットエンジンの性能試験, *第14回大学コンソーシアム八王子学生発表会*, C135, 2022年12月 3 日.
- [9] 山岸雅人, 廣瀬裕介, 太田匡則, 細野陽太, 大谷清伸, 永井大樹, 弾道飛行装置を用いた再突入カプセル模型周りの密度場計測, *2022年度衝撃波シンポジウム*, 2A1-1, 産業技術総合研究所, 2023年 3 月.
- [10] 森田迅亮, 廣瀬裕介, 電磁加速を用いた小型パリスティックレンジの性能試験, *第14回大学コンソーシアム八王子学生発表会*, PA3-07, 2022年12月 3 日.
- [11] 渡辺堅信, 東條将也, 長谷川蒼, 石橋歩武, 山岸雅人, 廣瀬裕介, 稲毛達朗, 宇田川真介, 太田匡則, 水素 / 空気を燃料とした PDE の連続運転に向けた試行実験および光ファイバーによる火炎の検出, *2022年度衝撃波シンポジウム*, P-08, 産業技術総合研究所, 2023年 3 月.
- [12] 井上悠, 石橋歩武, 本多航樹, 山岸雅人, 廣瀬裕介, 太田匡則, 稲毛達郎, 宇田川真介, 光軸を傾けて設置したテレセントリック BOS 光学系による矩形断面衝撃波管内を伝播する非定常衝撃波の可視化計測の試み, *2022年度衝撃波シンポジウム*, P-11, 産業技術総合研究所, 2023年 3 月.
- [13] 石橋歩武, 井上悠, 本田航樹, 山岸雅人, 廣瀬裕介, 太田匡則, 稲毛達郎, 宇田川真介, Background Oriented Schlieren 法において観測対象のデフォーカスが密度場再構築に与える影響, *2022年度衝撃波シンポジウム*, P-12, 産業技術総合研究所, 2023年 3 月.

〔その他〕（計2件）

- [1] 第14回大学コンソーシアム八王子学生発表会
座長・審査員
- [2] 2022年度衝撃波シンポジウム 座長

2018年度 教員研究活動報告

【一般教育科（理系）】

伊藤光雅

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 伊藤光雅, サレジオ高専でのプロジェクト活動を通じたグローバル人材育成教育, PMI 日本フォーラム 2018(学術総合センター) 第 74 回年次大会, No.E-2, p.44, 2018
- 2) 伊藤光雅, 市村洋, セルゲレン・ムンフ・オチル, スマートビデオ会議サービスを用いたサレジオ高専とモンゴル高専との物理学の遠隔授業の事例展開, 日本工学教育協会, 第 66 回工学教育講演会 (名古屋工業大学), 講演番号 3F17, 2018

【その他】

- 1) 伊藤光雅, 高専と海外教育機関連携のアクティブラーニングを用いた職業教育の実践と成果分析, 日本学術振興会, 科学研究費助成事業, 基盤研究(C) 課題研究番号 15K01048, 2017 年度実績報告書, 2018
- 2) 伊藤光雅, 高専と海外教育機関連携のアクティブラーニングを用いた職業教育の実践と成果分析, 日本学術振興会, 科学研究費助成事業, 基盤研究(C) 課題研究番号 15K01048, 研究成果報告書, 2019

真島裕樹

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 真島裕樹, 質量ゼロの散逸系の量子化, 日本物理学会第 74 回年次大会, 16pS-PS-31, 2018

小林和也

【論文・研究紀要】

- 1) Kazuya U. Kobayashi, Rei Kurita, Unstable yet static initial state: A universal method for studying Rayleigh-Taylor instability and lock exchange, *Physical Review Fluids* 4, 013901, 2019, 査読有

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 小林和也, 栗田玲, 液体系・粉体系における重力不安定性の共通性, 日本物理学会 2019 年第 74 回年次大会, 14aG109-5, 2019
- 2) 小林和也, 栗田玲, 液体系・粉体系におけるレイリーテイラー不安定性の共通性, 第 8 回 ソフトマター研究会, P21, 2018
- 3) Kazuya U. Kobayashi, Rei Kurita, Close relation for the gravitational instability between a physical gel and granular material, *Soft matter physics: from the perspective of the essential heterogeneity*, P13, 2018

- 4) Kazuya U. Kobayashi, Rei Kurita, Thermal convection dynamics in a well-mixed two component fluid with concentration dependent viscosity, International Conference on Advances in Physics of Emergent orders in Fluctuations, B63, 2018
- 5) 小林和也, 栗田玲, 複雑流体における初期不安定性の直接観察, 日本物理学会 2018 年秋季大会, 11aM201-11, 2018
- 6) 小林和也, 栗田玲, Lock exchange の無攪乱実験, 日本物理学会 2018 年秋季大会, 12aPS-100, 2018
- 7) Kazuya U. Kobayashi, Rei Kurita, Experimental observation of an initial instability in complex fluids, The 1st international Symposium on Water on Materials Surface 2018, C-15, 2018
- 8) Kazuya U. Kobayashi, Rei Kurita, Unusual thermal convection in a well-mixed two component fluid with large viscosity difference, Designer Soft Matter, Poster Presentation 07, e-Booklet p.63, 2018

【その他】

- 1) 小林和也, 栗田玲, 複雑流体における重力不安定性の初期過程観察, 第 17 回 関東ソフトマター研究会, 2018

2018年度 教員研究活動報告

【一般教育科（文系）】

高野修

【論文・研究紀要】

- 1) 高野修, 高等専門学校生運動部員におけるアサーション・スキルの特徴に関する研究—東京都内高専運動部員を対象として—, 東京体育学研究, (9), p.63, 2018, 査読無
- 2) 水野琳也, 高野修, コート設営における支援器具開発の試みに関する研究, バレーボール研究, 20(1), p.76, 2018, 査読無

【雑誌・記事】

- 1) 高野修, 庄司直人, 水野基樹, リーダーのリーダーシップ能力と運動部員の活動意欲との関係, 働態研究のツール集, pp.80-84, 2018, 査読無

真島顕子

【論文・研究紀要】

- 1) 真島顕子, 李盛姫, 川村春美, 大墨礼子, ICT教材デザインの一考察, 全国高等専門学校英語教育学会研究論集, 第38号, pp.81-90, 2019, 査読有

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 真島顕子, 李盛姫, 川村春美, 大墨礼子, ICT教材デザインの一考察, 全国高等専門学校英語教育学会第42回研究大会要綱, p.10, 2018

マルケス・ルイス

【論文・研究紀要】

- 1) Luis A. Marques, The State Building Process in Timor-Leste: A Study of the Theoretical Foundations of Technical Education, Complex Emergencies and Humanitarian Response, Union Press, Chapter 8, pp.147-160, 2018, 査読無
- 2) Luis A. Marques, Tomohiro Kojima, Salesian Polytechnic (Salesio) Tokyo (Japan) and the IUS-EAO Project of partnership with Don Bosco Technical College Mandaluyong (Philippines), IUS 20 Years Book 2018, pp.1-17, 2018, 査読無

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) Luis A. Marques, Theoretical Foundations of Technical Education and the Part They Play in its Development Process, 日工教第66回年次大会, pp.53-68, 2018

- 2) Luis A. Marques, Human Rights in EAO (Youth and Human Rights - for an Ethic of Confidence, V International Seminar – IUS Education Group, pp.1- 6, 2018

山館順

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 山館順, 内田百閒の初期文章における鉄道, 日本技術史教育学会関西支部 2018 年度研究講演論文集, pp.18-20, 2019,
- 2) 瀬井隼人, 山館順, 氏家和彦, 大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集, pp.76, 2018
- 3) 山館順, 芥川龍之介「トロッコ」と豆相人車鉄道, 日本技術史教育学会 2018 年度全国大会・研究発表講演論文集, pp.43-45, 2018
- 4) 山館順, 京漢鉄道と芥川龍之介, 日本技術史教育学会 2018 年度総会・研究発表講演論文集, pp.31-33, 2018

【学内報】

- 1) 山館順, 内田百閒と軽便鉄道, サレジオ工業高等専門学校総合メディアセンター報, 第 8 号, pp.17-20, 2019, 査読無
- 2) 安部多久見, 山館順, これからの義務教育について, サレジオ工業高等専門学校総合メディアセンター報, 第 8 号, pp.9-10, 2019, 査読無

【その他】

- 1) 山館順, 図書館の本棚から「ちくま日本文学 1 内田百閒」から「特別阿房列車」, サレジオ工業高等専門学校総合メディアセンター報, 第 8 号, p.25, 2019
- 2) 山館順, 図書館の本棚から「ちくま日本文学 1 内田百閒」から「サラサーテの盤」, サレジオ工業高等専門学校総合メディアセンター報, 第 8 号, p.24, 2019
- 3) 山館順, メディア博物館探訪 NHK 放送博物館, サレジオ工業高等専門学校総合メディアセンター報, 第 8 号, p.23, 2019
- 4) 山館順, メディア博物館探訪 日本ラジオ博物館, サレジオ工業高等専門学校総合メディアセンター報, 第 8 号, p.22, 2019
- 5) 山館順, メディアにむしばまれる若者たち第三回「青少年とインターネットの事例から」, 東洋大学エクステンション講座 B, 2018
- 6) 山館順, メディアにむしばまれる若者たち第四回「ライトノベルの事例から」レジメ, 東洋大学エクステンション講座 B, 2018
- 7) 山館順, 書評『知覚の宙吊り』, 技術史教育学会誌, 第 20 巻第 1 号, pp.44, 2018

後藤志緒莉

【論文・研究紀要】

- 1) 後藤志緒莉, 増淵恒吉研究の現在, 国語教育史研究, 第 19 号, pp.1-4, 2019, 査読無
- 2) 幸田国広, 後藤志緒莉, 勝見健史, 坂本樹, 藤波利奈, 田中稜, 増淵恒吉文庫目録(抄) について [資料] つくば国際短期大学増淵恒吉文庫蔵書目録(抄), 国語教育史研究, 第 19 号, pp.18-50, 2019, 査読無
- 3) 後藤志緒莉, 増淵恒吉の文学教材指導理論に関する研究—「山月記」報告の「挑戦」の内実と動機を軸に一, 早稲田大学大学院教育学研究科紀要 別冊, 第 26 号-1, pp.129-140, 2018, 査読有

【学内報】

- 1) 後藤志緒莉, 「読むこと」の指導に関する一考察, サレジオ工業高等専門学校総合メディアセンター報, 第 8 号, pp.13-14, 2019, 査読無

【その他】

- 1) 後藤志緒莉, 増淵恒吉研究の現在, ことばと教育の会第 353 回月例会, 2019
- 2) 幸田国広, 後藤志緒莉, 増淵恒吉の国語教育論の生成と展開, 国語教育史と実践に学ぶ会第 208 回研究会, 2018

宮下大夢

【著書】

- 1) Hiromu Miyashita, Chapter 6, The Rohingya Issue and an ASEAN-Style Practice of R2P, Complex Emergencies and Humanitarian Response, Union Press, pp.105-122, 2018

【論文・研究紀要】

- 1) 宮下大夢, 「保護する責任」規範の現地化—カンボジアによる R2P 担当官の設置を事例に, グローバル・ガバナンス, 第 4 号, pp.68-79, 2018, 査読有

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 宮下大夢, ロヒンギャ問題への対応に関する比較分析—外部アクターによる政治的圧力と建設的関与に着目して, 日本国際政治学会 2018 年度研究大会プログラム, p.72, 2018

【その他】

- 1) 宮下大夢, ロヒンギャ問題と保護する責任—ミャンマー文民政権および外部アクターの対応に着目して, 日本国際政治学会院生研究会, 2018
- 2) Hiromu Miyashita, Norm Localization of the Responsibility to Protect in Southeast Asia: Making Mass Atrocity Prevention More Effective, Public Lecture, Organized by Cambodian Institute for Cooperation and Peace, 2019 March

2018年度 教員研究活動報告

【デザイン学科】

比留間真

【雑誌・記事】

- 1) 比留間真, ル・コルビュジェ 絵画から建築へーピュリスムの時代・メゾンドミノ模型縮尺 1/30, 東京新聞, 2月14日日刊, p.19, 2018, 査読無

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 田中大智, 比留間真, コンビニを用いた災害時休憩ステーションの提案, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, p.99, 2018
- 2) 鳥居虎太郎, 比留間真, 日本文化への関心を高める空間の提案, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, p.99, 2018

【その他】

- 1) 比留間真, メゾンドミノ模型縮尺 1/30, 国立西洋美術館開館 60周年記念ル・コルビュジェ 絵画から建築へーピュリスムの時代展, 東京, 2018

李盛姫

【論文・研究紀要】

- 1) 真島颯子, 李盛姫, 川村春美, 大墨礼子, ICT教材デザインの一考察, 全国高等専門学校英語教育学会研究論集, 第38号, pp.81-90, 2019, 査読有

【雑誌・記事】

- 1) 李盛姫, 中尾研史, 新マンホールふたデザイン, まちだ広報, 第1889号, pp.1-2, 2018, 査読無
- 2) 李盛姫, 中尾研史, 新マンホールふたデザイン決定, GESUIDO 通信, 第4号, p.1, 2018, 査読無
- 3) 李盛姫, 中尾研史, マンホールふたの新たなデザインが決定しました, 町田市 Web, 更新日 2018年9月11日, 査読無
- 4) 李盛姫, 中尾研史, 町田市の新マンホールふたデザイン, 東京新聞 Web, 更新日 2018年9月11日, 査読無
- 5) 李盛姫, 中尾研史, 町田市新マンホールふたデザインに投票しよう!, LIVING まちだ・さがみ Web, 更新日 2018年8月2日, 査読無
- 6) 李盛姫, 仲子祐希, その他, ICT教材における UI デザイン考察, 芸術工学会誌, No.77, pp.052-053, 2018, 査読有

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 真島颯子, 李盛姫, 川村春美, 大墨礼子, ICT 教材デザインの一考察, 全国高等専門学校英語教育学会第 42 回研究大会要綱, p.10, 2018
- 2) 小嶋音色, 李盛姫, 多摩織復興ブランディング, 2018 年度日本デザイン学会秋季企画大会学生プロジェクトセッション, 2018
- 3) 仲子祐希, 李盛姫, その他, ICT 教材における UI デザイン考察, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 口頭発表 No.C137, 2018

【学内報】

- 1) 李盛姫, 中尾研史, 町田市マンホールふたの新たなデザインに採択, News, サレジオ工業高等専門学校広報室, 第 141 号, p.03, 2018, 査読無

【その他】

- 1) 李盛姫, 田口敦子, その他, お店の看板まち歩きイベント, 景観マチ・だより#町田で発見, 町田市, 第 1 号創刊特別号, p.8, 2018, 査読無
- 2) 李盛姫, 田口敦子, その他, ワークショップ「お店の看板まち歩き」, 町田市, 2018 年 10 月 28 日 (ファシリテータとして参加)

氏家和彦

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 大掛千佳世, 氏家和彦, 印刷メディアにおけるイラストの手法-水墨画の表現を活用した印刷メディアへの展開-, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, B123, 2018
- 2) 木村留華, 氏家和彦, 中学生向けの化学学習のための教材, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, C136, 2018
- 3) 関可南子, 氏家和彦, 幼児 (3~5 才) と保護者を対象にした食育ツール, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, C132, 2018
- 4) 中村悠見, 氏家和彦, 複合素材による製品パッケージの分別対策, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, B122, 2018
- 5) 田畑孔暉, 氏家和彦, 認知症予防のための遊具, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, T001, 2018
- 6) 長谷川歩未, 氏家和彦, 外来種問題に対する認知度向上のためのツール, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, B121, 2018

【その他】

- 1) 大友優希, 氏家和彦, 小山ガーデン MAP パンフレット提案, 採用, 東京都, 2018
- 2) 高橋瑠璃, 氏家和彦, 八王子国際交流フェスティバルポスター提案, 採用, 東京都, 2018

- 3) 中島春香, 高橋瑠璃, 松田優衣, 佐々木彩佳, 小縣茉以, 高田麻似, 山口陽楓, 氏家和彦, 地域貢献型情報誌「アレサ」制作, 発行, 東京都, 2018

坂元愛史

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) NAGAO Akemi, SAKAMOTO Yasufumi, playground equipments for children to be familier with the periodic table, 日本化学会春季年, 講演番号 3E4-25, 2019
- 2) 河村麻希, 坂元愛史, 近所付き合い活性化による活性化によるコミュニティの形成, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 展示発表 No.T002, 優秀賞, 2018
- 3) 大久保葵, 坂元愛史, クールビズが暑いと感じる個人向けの製品, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 口頭発表 No.C128, 2018
- 4) 星明里, 坂元愛史, 愛情を再確認できるベビーベッド, 2018年度日本デザイン学会秋季企画大会 学生プロポジション, 2018

【その他】

- 1) デザイン学科5年立体系学生14名, 長尾明美, 坂元愛史, 立体周期表の作品展示(5点), 一橋大学小平国際キャンパス内放送大学多摩学習センター, 東京都, 2018~19
- 2) デザイン学科1年 小林梨乃, 指導 坂元愛史, ころころどーむ, 夢・乗り物アイデアコンテスト2018 交通・物流部門賞 優秀賞, 一般社団法人日本機械学会 第27回 交通・物流部門大会 (TRANSLOG2018), 東京都, 2018
- 3) デザイン学科1年 長野美穂, 指導 坂元愛史, OCTOPUS, 夢・乗り物アイデアコンテスト2018 交通・物流部門賞 優秀賞, 一般社団法人日本機械学会 第27回 交通・物流部門大会 (TRANSLOG2018), 東京都, 2018
- 4) デザイン学科1年 平井香帆, 指導 坂元愛史, 卵エレベーター, 夢・乗り物アイデアコンテスト2018 交通・物流部門賞 優秀賞, 一般社団法人日本機械学会 第27回 交通・物流部門大会 (TRANSLOG2018), 東京都, 2018
- 5) デザイン学科1年 山崎ひとみ, 指導 坂元愛史, 医療用エレベーター (来院専用), 夢・乗り物アイデアコンテスト2018 交通・物流部門賞 優秀賞, 一般社団法人日本機械学会 第27回 交通・物流部門大会 (TRANSLOG2018), 東京都, 2018
- 6) デザイン学科1年 瀧川早月, 指導 坂元愛史, Bun-Bunヘリカー, 夢・乗り物アイデアコンテスト2018 交通・物流部門賞 特別賞, 一般社団法人日本機械学会 第27回 交通・物流部門大会 (TRANSLOG2018), 東京都, 2018
- 7) デザイン学科1年 今村杏, 指導 坂元愛史, 子ども用電気自動車 ChiLco, 夢・乗り物アイデアコンテスト2018 交通・物流部門賞 優秀賞, 一般社団法人日本機械学会 第27回 交通・物流部門大会 (TRANSLOG2018), 東京都, 2018

- 8) 花活布プロジェクト, 新井彩実, 木下シエナ, 木村希, 町田萌, 斉藤天雅, 高橋真希, 坂元愛史, 花活布用壁掛けプレートの提案と展示, 第15回国際フラワー&プランツEXPO (IFEX), 千葉, 2018
- 9) 花活布プロジェクト, 新井彩実, 木下シエナ, 木村希, 町田萌, 斉藤天雅, 高橋真希, 坂元愛史, 花活布用壁掛けプレートの提案と展示, アグリビジネス創出フェア2018, 東京, 2018

谷上欣也

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 掛野さくら, 谷上欣也, 乳児のためのベビーチェアとテーブル, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, C131, 2018
- 2) 高澤心太, 谷上欣也, 主婦向けの買い物用バイク, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, B111, 2018

【その他】

- 1) 伊藤万央 他3名, 谷上欣也, 織田豊一, 応用技術センタープロジェクト, 第15回全国高等専門学校デザインコンペティション2018 in 北海道, ""長ら風呂"", 指導教員, 空間デザイン部門出品, 釧路市観光国際交流センター, 北海道, 2018
- 2) 上野心 他3名, 谷上欣也, 織田豊一, 応用技術センタープロジェクト, 第15回全国高等専門学校デザインコンペティション2018 in 北海道, ""いんなーらくたま"", 指導教員, 創造デザイン部門出品, 釧路市観光国際交流センター, 北海道, 2018
- 3) 櫻井詠大 他2名, 谷上欣也, 織田豊一, 応用技術センタープロジェクト, 第15回全国高等専門学校デザインコンペティション2018 in 北海道, ""愛川 おやビジネス"", 指導教員, 創造デザイン部門出品, 釧路市観光国際交流センター, 北海道, 2018
- 4) 山本啓太 他2名, 谷上欣也, 織田豊一, 応用技術センタープロジェクト, 第15回全国高等専門学校デザインコンペティション2018 in 北海道, ""よるかん半島"", 指導教員, 創造デザイン部門出品, 釧路市観光国際交流センター, 北海道, 2018
- 5) 佐藤玄弥 他5名, 谷上欣也, 織田豊一, 応用技術センタープロジェクト, 第15回全国高等専門学校デザインコンペティション2018 in 北海道, ""ATLAS"", 指導教員, 構造デザイン部門出品, 釧路市観光国際交流センター, 北海道, 2018
- 6) 櫻井詠大, 谷上欣也, 織田豊一, 応用技術センタープロジェクト, 第15回全国高等専門学校デザインコンペティション2018 in 北海道, ""Modern. TOKYO"", 指導教員, プレデザコン部門創造デザインフィールド優秀賞, 釧路市観光国際交流センター, 北海道, 2018
- 7) 梅木千夏 他1名, 谷上欣也, 織田豊一, 応用技術センタープロジェクト, 第15回全国高等専門学校デザインコンペティション2018 in 北海道, ""HAKKEN"", 指導教員, プレデザコン部門創造デザインフィールド出品, 釧路市観光国際交流センター, 北海道, 2018

- 8) 気仙龍ノ介 他 1 名, 谷上欣也, 織田豊一, 応用技術センタープロジェクト, 第 15 回全国高等専門学校デザインコンペティション 2018 in 北海道, ""HUMAN"", 指導教員, プレデザコン部門 AM デザインフィールド優秀賞, 釧路市観光国際交流センター, 北海道, 2018

西野隆司

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 中家実咲, 山上茉穂, 西野隆司, アップサイクルのブランド化, 2018 年度日本デザイン学会秋季企画大会学生プロポジション, 2018
- 2) 佐藤 伶, 西野隆司, おいしいの視覚化, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会, ポスター発表 P032, 2018
- 3) 新倉萌乃, 西野隆司, ストレスを解消するプロダクト, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会, ポスター発表 P034, 2018
- 4) 中家実咲, 山上茉穂, 西野隆司, アップサイクルのブランド化, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会, ポスター発表 P037, 2018
- 5) 齋藤徹太, 西野隆司, 環境へ与える傘の廃棄問題, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会, ポスター発表 P036, 2018
- 6) 岩崎桃子, 西野隆司, 音楽の可視化, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会, ポスター発表 P055, 2018

2018年度 教員研究活動報告

【電気工学科】

加藤雅彦

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 大嶋俊一, 井上裕之, 加藤雅彦, 桑折仁, 小林隆秀, MgO 基板にろう接した FeSi₂ の熱安定性, 第 15 回日本熱電学会学術講演会(TSJ2018)予稿集, p.151, 2018
- 2) Hitoshi Kohri, Takuma Kurishima, Masahiko Kato, Synthesis of tungsten disilicide and its potential as a thermoelectric material, Abstracts of the 37th International Conference on Thermoelectrics (ICT2018), P.116(PDF), 2018

【特許】

- 1) 熱電素子の製造方法, 特願 2018-218700, 小林隆秀, 井上裕之, 加藤雅彦, 2018 年 11 月 21 日出願, 国内

水谷浩

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) H.Mizutani, R.Ishikawa, and K.Honjo, A Novel Reconfigurable GaN Filter MMIC with Active Reflector, 2018 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC), pp.1-3, 2018, 査読有
- 2) 水谷浩, 本城和彦, 多機能 SPDT デバイスの提案, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-2-4, 2018
- 3) 中丸靖崇, 水谷浩, 瀬下拓也, 石川亮, 本城和彦, 多機能 SPDT デバイスの実証, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-2-5, 2018

山下健一郎

【論文・研究紀要】

- 1) Ken-ichiro Yamashita, Yoshiki Kameda, and Shoji Nishikata, A Harmonics Elimination Method Using a Three-winding Transformer for HVDC Transmission Systems, IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, Vol.54, Issue 2, pp.1645-1651, 2018, 査読有

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) Ken-ichiro Yamashita, Gai Tsukamoto, Shoji Nishikata, Steady-State Characteristics of a Wind Farm Using a Line-Commutated Converter High-Voltage Direct Current Transmission System without AC Harmonic Filters, International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS2018), 2018

- 2) 塚本凱, 山下健一郎, 直流送電システムにおける特殊三巻線変圧器の高調波除去効果に及ぼす巻数比の影響, 電気学会産業応用部門大会, Y-126, 2018
- 3) Ken-ichiro Yamashita, Shoji Nishikata, Dynamic Performance Analysis of a Wind Turbine Generator System Using Self-Excited Synchronous Generator for Current-Source Type Wind Farms, International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (SPEEDAM2018), 2018

渡邊聡

【その他】

- 1) 篠寄省吾, 鳥居優介, 八木下和哉, 上田俊樹, 澤井風我, 渡邊聡 (指導教員), 応用技術センタープロジェクト活動, ソーラープレーンプロジェクト, 2017年度日本高専学会活動奨励特別賞受賞 (「日本初有人ソーラープレンの開発」に対して), 2018

風間俊哉

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 井組裕貴, 風間俊哉, 斉藤純, 簡易電気自動車キットを用いたものづくり教育 - 自己評価アンケートに基づく授業改善に向けた取り組み -, 日本工学教育研究会第 66 回年次大会講演論文集, pp.92-93, 2018
- 2) 新山彰, 風間俊哉, チェビシェフリンクを用いた多様な運動モードを実現する 2 足歩行ロボットの提案, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2018, 2P1-L09, 2018

井組裕貴

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 八木貫太, 井組裕貴, 真空バギング法における TiO_2 の低温焼結の提案, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, p.52, 2018
- 2) 上出隆大, 椎名丈, 井組裕貴, 八王子市における超小型モビリティの提案, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, p.53 2018
- 3) 井組裕貴, 色素増感太陽電池一体型走行模型の実験教育への検討, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会講演論文集, 19a-PA1-13, 2018
- 4) 井組裕貴, 風間俊哉, 斉藤純, 簡易電気自動車キットを用いたものづくり教育- 自己評価アンケートに基づく授業改善に向けた取り組み -, 日本工学教育研究会第 66 回年次大会講演論文集, pp.92-93, 2018

泉吉紀

【論文・研究紀要】

- 1) 酒井英男, 泉吉紀, 名古屋岳秀, 野垣好史, 卜部厚志, 噴砂の磁化による古地震の年代推定—御館山館跡と四方背戸割遺跡において, 情報考古学, 日本情報考古学会, 第 24 巻, pp.1-9, 2019, 査読有

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 泉吉紀, 酒井英男, 野原大輔, 千光寺における探査研究, 日本情報考古学会第 41 回大会講演論文集, pp.39-44, 2018

【その他】

- 1) 泉吉紀, 富山の文化財を対象とした探査研究, 日本測量調査技術協会 GIS 部会, 富山, 2018

吉田慧一郎

【論文・研究紀要】

- 1) 三宅慶実, 沢田翔吾, 吉田慧一郎, 電気系学生による生体情報計測に関する研究, サレジオ工業高等専門学校研究紀要第 48 号, pp.21-25, 2019, 査読無

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 伊藤嶺太, 吉田慧一郎, 菅野峻矢, 画像処理による非接触義手制御技術の開発, 日本福祉工学会第 22 回学術講演会講演論文集, pp.63-64, 2018
- 2) 住吉佑基, 吉田慧一郎, 運動下における生理学的パラメータのリアルタイムモニタリングに関する研究日本福祉工学会第 22 回学術講演会, 講演論文集, pp.53-54, 2018
- 3) 三宅慶実, 吉田慧一郎, 脈波計を用いた心疾患の予防に関する研究, 日本福祉工学会第 22 回学術講演会講演論文集, pp.55-56, 2018

【学内報】

- 1) 菅野峻矢, 吉田慧一郎, 赤外線カメラ化された汎用一眼レフカメラの生体計測に関する研究, サレジオ工業高等専門学校総合メディアセンター報, 第 8 号, pp.5-8, 2019, 査読無

2018年度 教員研究活動報告

【機械電子工学科】

森幸男

【論文・研究紀要】

- 1) Satoshi Watanabe, Ryouichi Takaue, Fenghui Yao, Yuji Matsumoto, Hiroyuki Tsukamoto, Naruki Shirahama, Naofumi Nakaya and Yukio Mori, Effects of 1/f fluctuation music listening on autonomic nervous system activity, Journal of the Institute of Industrial Applications Engineers, Vol.6, No.2, pp.86-91, 2018, 査読有

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 多田大希, 中島竜馬, 渡邊志, 白濱成希, 中谷直史, 富田雅史, 森幸男, 生体リズムに同期した刺激音による自律神経活動の治療システム, 日本福祉工学会第22回学術講演会講演論文集, 303, pp.45-46, 2018
- 2) 笠原淳一, 森幸男, 交流式電気磁気曝露による自律神経活動の一考察, 日本福祉工学会第22回学術講演会講演論文集, 304, pp.46-47, 2018
- 3) 飯田莉玖, 熊澤匠真, 宮本和典, 和田初枝, 森幸男, 図書館における目的作業を促進するBGMの一検討, 日本福祉工学会第22回学術講演会講演論文集, 606, pp.115-116, 2018
- 4) 渡邊志, 白濱成希, 池上郁子, 塚本博之, 松本有二, 中谷直史, 森幸男, 保健センター活動へのメンタルコミットロボット「パロ」の導入の試み, 日本福祉工学会第22回学術講演会講演論文集, 609, pp.121-122, 2018
- 5) Hatsue Wada, Riku Iida, Shuji Ogawa, Kazunori Miyamoto, Yukio Mori, A consideration of effect of sound environments in libraries, Proceedings of the 6th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2018 (ICISIP2018), SS2-2, pp.183-186, 2018
- 6) Naofumi Nakaya, Satoshi Watanabe, Yukio Mori, Naruki Shirahama, Takayuki Abe, Kazuo Aoki, Experimental study on unintended needle dislodgement detection circuit using a non-invasive-type sensor, Proceedings of the 6th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2018 (ICISIP2018), SS2-3, pp.187-192, 2018
- 7) Satoshi Watanabe, Toshiro Tsuruta, Naruki Shirahama, Naofumi Nakaya, Yuji Matsumoto, Hiroyuki Tsukamoto, Yukio Mori, Visualization of subjective evaluation for the participation attitude to the internet of male college students based on visual analog scale, Proceedings of the 6th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2018 (ICISIP2018), SS2-4, pp.193-199, 2018

- 8) Naruki Shirahama, Satoshi Watanabe, Naofumi Nakaya, Yukio Mori, A proposal for new subjective evaluation analysis method using the visual analog scale, Proceedings of the 6th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2018 (ICISIP2018), SS2-5, pp.200-204, 2018
- 9) 和田初枝, 小川修二, 飯田莉玖, 宮本和典, 森幸男, 図書館利用における教育効果を高める音環境に関する一検討, 平成30年度工学教育研究講演会講演論文集(第66回年次大会), 3E08, pp.458-459, 2018
- 10) 富田雅史, 森幸男, 雑賀高, エンジニアリング・デザイン教育における知的財産情報の活用, 平成30年度工学教育研究講演会講演論文集(第66回年次大会), 1F05, pp.118-119, 2018

【その他】

- 1) 森幸男, 貢献賞受賞, バイオメディカル・ファジィ・システム学会, 2018
- 2) 森幸男, 物理的刺激(1/fゆらぎ音、磁気暴露)による自律神経活動について(招待講演), 第31回エイクレス研究会講演, 2018

吉野純一

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 渡辺周, 吉野純一, 温湿度センサによる農業支援システムの検討, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, pp.48-49, 2018
- 2) 露木啓人, 吉野純一, 露地栽培における直流土壌水分センサの検討, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, pp.50-51, 2018
- 3) 森タケル, 吉野純一, Sigfoxを用いた農業支援システムの一検討, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, pp.104-105, 2018
- 4) 宮田凱人, 吉野純一, Sigfoxを活用した見守りシステム, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, pp.106-107, 2018
- 5) 安永寿, 吉野純一, 同時多点観測可能な土壌水分センサを活用した土壌内水分の浸透およびAIによる根の伸長成長の可視化, 日本生物環境工学会講演要旨集, pp.208-209, 2018
- 6) 安永寿, 吉野純一, 同時多点観測可能な直流抵抗式土壌水分センサを活用したAIによる灌水技術の定量化システム, 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, p.307, 2018.
- 7) 邊見穰, 安永寿, 吉野純一, 同時多点観測可能な直流抵抗式土壌水分センサを活用した複数本設置による浸透傾向の可視化, 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, p.308, 2018

黒木雄一郎

【雑誌・記事】

- 1) 黒木雄一郎, 澤蒔音, 近赤外発光を示す酸化チタンの合成とセキュリティインクへの応用, セラミックス, Vol.53, pp.485-488, 2018, 査読無

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 八木勇太, 黒木雄一郎, 分子動力学計算を用いた水和物の融解挙動の解析, 日本セラミックス協会2019年年会予稿集, 1J17, 2019
- 2) 澤蒔音, 黒木雄一郎, 二酸化チタンの真性欠陥と赤外発光の関係, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集CD-ROM, pp.162-163, 2018
- 3) 花岡優哉, 黒木雄一郎, フォトルミネッセンス励起スペクトル測定システムの構築, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.164-165, 2018
- 4) 鹿毛涼太, 井上裕之, 黒木雄一郎, R. F.マグネトロンスパッタリングにより成膜した Mg_2Si 膜の熱電特性評価, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.166-167, 2018
- 5) 樋口凱斗, 黒木雄一郎, 小型簡易分光反射率測定器の製作, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.176-177, 2018
- 6) 村山 大地, 坂口 雅人, 加藤 聖隆, 黒木雄一郎, プラズマによる PTFE の表面処理と FTIR による振動解析, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.178-179, 2018
- 7) 山口達也, 加藤 聖隆, 黒木雄一郎, 大気圧プラズマ処理装置におけるプラズマ密度分布の分光計測, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.180-181, 2018
- 8) 小泉響輝, 黒木雄一郎, 酸化銅を用いた光伝導セルの作製, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.182-183, 2018
- 9) 八木勇太, 黒木雄一郎, 酢酸ナトリウム 3 水和物における第一原理分子動力学計算, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.184-185, 2018
- 10) 八木勇太, 黒木雄一郎, 分子動力学計算を用いた水和物のエネルギー及び融点の解析, 日本セラミックス協会第31回秋季シンポジウム予稿集, 1V09, 2018
- 11) 澤蒔音, 黒木雄一郎, 熱処理を行った無添加酸化チタンにおける赤外発光メカニズムの検討, 日本セラミックス協会第31回秋季シンポジウム予稿集, 3W04, 2018

富田雅史

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 深澤拓真, 富田雅史, 時間管理が困難な人向けの視覚化タイム付きスケジュール表の開発, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集, B116, p.36, 2018
- 2) 多田大希, 中島竜馬, 渡邊志, 白濱成希, 中谷直史, 富田雅史, 森幸男, 生体リズムに同期した刺激音による自律神経活動の治療システム, 日本福祉工学会第22回学術講演会講演論文集, 303, pp.45-46, 2018

- 3) 富田雅史, 森幸男, 雑賀高, エンジニアリング・デザイン教育における知的財産情報の活用, 平成30年度工学教育研究講演会講演論文集(第66回年次大会), 1F05, pp.118-119, 2018
- 4) 山口陽楓, 向谷美優, 富田雅史, 児童向け講座の指導書, 平成30年度工学教育研究講演会講演論文集(第66回年次大会), 3B08, pp.378-379, 2018
- 5) 向谷美優, 澤田陸志, 鈴木翔太, 大黒元暉, 山口陽楓, 富田雅史, 出前授業のコンテンツ開発と実施, 平成30年度工学教育研究講演会講演論文集(第66回年次大会), 3B09, pp.380-381, 2018
- 6) 渡邊志, 杉山岳弘, 白濱成希, 中谷直史, 富田雅史, 森幸男, 観光資源「西浦の田楽」の印象についての Visual Analog Scale の応用による主観評価視覚化解析, 観光情報学会第15回全国大会, C2-2, pp.55-56, 2018

吉田将司

【論文・研究紀要】

- 1) 吉田将司, 千葉元, 無線センサネットワークによる淡水と海水の混合海域の観測, サレジオ高専紀要, Vol.48, pp1-5, 2019, 査読無

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 水口葵, 吉田将司, 衣服内気候の測定による体調変化の検出法の検討, 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, p.48, 2019
- 2) 内村哲也, 吉田将司, LPWA を用いた沿岸域環境観測の多点広域化についての検討, 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, p.77, 2019
- 3) 廣瀬匠海, 吉田将司, センサネットワークを用いた夏季の学習環境調査に関する研究, 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, p.43, 2019
- 4) 西良介, 吉田将司, 小型自律走行車を利用した投擲物回収の検討, 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, p.52, 2019
- 5) 浪江宏宗, 久保信明, 岡本修, 入江博樹, 吉田将司, 齊藤詠子, 安田明生, 準天頂衛星みちびきを併用した測位実証実験, IEICE 技術報告, SANE2018-170, Vol.118, No.418, pp.99-103, 2019
- 6) 水口葵, 吉田将司, 学内における暑熱環境観測システムの検討 -衣服内気候測定による個人の体調変化の観測-, 電子情報通信学会 HCG シンポジウム 2018, B-6-3, 2018
- 7) 廣瀬匠海, 吉田将司, 学内における暑熱環境観測システムの検討 -学内環境下における不快指数を用いた暑熱環境の評価-, 電子情報通信学会 HCG シンポジウム 2018, B-6-4, 2018
- 8) 相川未弥, 吉田将司, センサネットワークを用いた学内暑熱環境の観測, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, P020, 2018
- 9) 久保琳太郎, 吉田将司, GPS 測位による 30m バウンディング走の動作解析, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, C114, 2018

- 10) 長野優, 吉田将司, 自律航行における屋内外測位方式有効性判別法の検討, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, C115, 2018
- 11) 野田祐基, 吉田将司, 運動強度の変化による衣服内温湿度の測定, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, B136, 2018
- 12) 藤森拓哉, 吉田将司, 千葉元, 富山湾沿岸域における水温分布の季節変動特性の解析, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, P010, 2018
- 13) 西良介, 吉田将司, 小型自律走行車の陸上競技への応用に関する研究, GPS/GNSS シンポジウム 2018, ビギナーズセッション, P-06, 2018
- 14) 長野優, 吉田将司, 自律航行における屋内外測位方式有効性判別法の検討, GPS/GNSS シンポジウム 2018, ビギナーズセッション, P-12, 2018
- 15) 柴田健吾, 吉田将司, LPWA を利用したセンサネットワークにおける受信システムの GUI 化に関する検討, GPS/GNSS シンポジウム 2018, ビギナーズセッション, P-14, 2018
- 16) 内村哲也, 吉田将司, LPWA を利用した海中空間情報取得システムの検討, 電気学会次世代産業システム研究会, IIS-18-064, 2018
- 17) 池畑裕太郎, 千葉元, 吉田将司, 島崎清寿, 富山新港 (伏木富山港新湊区) 内の海洋環境調査, 日本航海学会秋季講演会, 139-08, 2018
- 18) 吉田将司, 山賀雅人, GPS 活動量計を用いた陸上競技長距離走解析の検討, 測位航法学会全国大会, 2018

米盛弘信

【論文・研究紀要】

- 1) 米盛弘信, 岩下真輝, 小山輝, 中川将嘉, 福井直生, 立松龍一, 海外短期モノづくり留学生に対する技術指導の一事例, サレジオ高専研究紀要, 第 48 号, pp.13-19, 2019, 査読無
- 2) Masayoshi Nakagawa, Hironobu Yonemori, A study on the audible frequency area noise emanating from a pan when the IH cooker is fed by the power source including harmonics, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics 59, IOS Press, pp.1421-1430, 2019, 査読有
- 3) 堂坂辰, 大江信宏, 中島幸一, 米盛弘信, 井上雅裕, 神戸英利, 小泉寿男, IoT プロトタイプシステムの第三者視点からの検証方式とその実装評価, 電気学会論文誌 C, Vol.138, No.6, pp.743-754, 2018, 査読有

【雑誌・記事】

- 1) 米盛弘信, 相手を思いやる心・頑張る心, 日本工学教育協会 工学教育, Vol.66, No.5, pp.107, 2018-05, 査読無

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 幅野岬太, 米盛弘信, 全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の高周波駆動に関する一検討, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.90-91, 2018
- 2) 久保達実, 米盛弘信, 渦電流探傷試験の適用用途拡大を目指した磁性非磁性金属負荷時の共振特性, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.92-93, 2018
- 3) 森山瑛斗, 米盛弘信, IH クッキングヒータで加熱した各鍋から発する可聴領域騒音, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.94-95, 2018
- 4) 齋藤虎大, 米盛弘信, PV モジュールの設置角度および帯電防止剤の塗布が表面汚染に与える影響, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.118-119, 2018
- 5) 笠原鷹, 米盛弘信, 異なるバスバー形状の PV モジュールが放射する電磁波に関する検討, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.120-121, 2018
- 6) 野田聖人, 米盛弘信, 中古 PV モジュールの再利用を目的とした発電システムの検討, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.122-123, 2018, 準優秀賞
- 7) 稲川遼, 米盛弘信, 移動体への非接触給電における磁束密度分布の均一化に関する検討, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.274-275, 2018
- 8) 伊藤開, 米盛弘信, PV モジュールより発生するノイズの抑制に向けた検討—電磁誘導を用いた抑制法における抑制率向上に向けた検討—, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.276-277, 2018
- 9) 小山和洋, 米盛弘信, 蛇行走行を想定した非接触給電におけるコイル形状および共振コンデンサを挿入した場合の給電電力の関係, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.278-279, 2018
- 10) 西原貴之, 米盛弘信, PV モジュールから放射されるノイズの抑制法に関する一提案, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.280-281, 2018
- 11) 辻涼太, 米盛弘信, IH クッキングヒータ用 AC-AC 直接変換回路の提案—温度変化時による消費電力の評価—, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集 CD-ROM, pp.286-287, 2018
- 12) 小山和洋, 米盛弘信, 蛇行走行を想定した非接触給電におけるコイル形状と給電電力の関係, 2018年, 第36回電気設備学会全国大会講演論文集, pp.21-22, 2018
- 13) 稲川遼, 米盛弘信, 移動体を対象とした非接触給電に関する検討, 2018年, 第36回電気設備学会全国大会講演論文集, pp.99-100, 2018
- 14) 西原貴之, 米盛弘信, スイッチング動作が PV モジュールから放射されるノイズに与える影響, 2018年, 第36回電気設備学会全国大会講演論文集, pp.264-265, 2018
- 15) 伊藤開, 米盛弘信, PV モジュールから発生するノイズにおける電磁誘導を用いた抑制法の検討, 2018年, 第36回電気設備学会全国大会講演論文集, pp.266-267, 2018

- 16) 辻涼太, 米盛弘信, IH クッキングヒータ用 AC-AC 直接変換回路の温度制御, 2018 年, 第 36 回電気設備学会全国大会講演論文集, pp.395-396, 2018
- 17) 幅野岬太, 米盛弘信, 全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の高周波駆動, 2018 年, 第 36 回電気設備学会全国大会講演論文集, p.431, 2018
- 18) 齋藤虎大, 米盛弘信, 5 年間屋外暴露した光触媒塗布 PV モジュールの評価, 2018 年, 第 36 回電気設備学会全国大会講演論文集, p.435, 2018, 全国大会発表奨励賞受賞
- 19) 笠原鷹, 米盛弘信, 異なる PV モジュールから放射されるノイズに関する一検討, 2018 年, 第 36 回電気設備学会全国大会講演論文集, p.437, 2018
- 20) 野田聖人, 米盛弘信, PV モジュールの再利用を目的とした発電システムの提案, 2018 年, 第 36 回電気設備学会全国大会講演論文集, p.439, 2018
- 21) 久保達実, 米盛弘信, 渦電流探傷試験の適用用途拡大を目的とした基礎検討, 2018 年, 第 36 回電気設備学会全国大会講演論文集, p.441, 2018
- 22) 森山瑛斗, 米盛弘信, IH クッキングヒータにおける鍋サイズと騒音の関係, 2018 年, 第 36 回電気設備学会全国大会講演論文集, p.444, 2018, 全国大会発表奨励賞受賞
- 23) 小山和洋, 米盛弘信, 後輩学生の学力におけるモチベーションアップを目的とした個別指導, 第 66 回年次大会, 平成 30 年度工学教育研究講演会講演論文集, pp.372-373, 2018
- 24) 杉山大季, 安部多久見, 米盛 弘信, 相手に伝える力を向上させるための活動ーまちだ未来ビジネスプランコンテスト&マーケット 2017 への参加ー, 第 66 回年次大会, 平成 30 年度工学教育研究講演会講演論文集, pp.374-375, 2018
- 25) 中川湧貴, 杉山大季, 岩下真輝, 米盛弘信, ものづくり活動を通じた技術継承とソーラーバイクレース in 浜松 2017 への参加ーバイクに搭載する回路製作を通じた技術の習得ー, 第 66 回年次大会, 平成 30 年度工学教育研究講演会講演論文集, pp.376-377, 2018
- 26) 米盛弘信, 小山和洋, 伊藤開, 西原貴之, 辻涼太, 稲川遼, PDCA サイクルを意識した海外短期モノづくり留学生に対する技術指導ーサレジオ高専機械電子工学科とカリタスドンボスコスクール, フィリピンの一事例ー, 第 66 回年次大会, 平成 30 年度工学教育研究講演会講演論文集, pp.406-407, 2018
- 27) 小山和洋, 米盛弘信, 走行中の非接触給電を想定したコイル形状の検討, 第 30 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集, pp.440-443, 2018
- 28) 辻涼太, 米盛弘信, IH クッキングヒータ用 AC-AC 直接変換回路の提案, 第 30 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集, pp.458-461, 2018
- 29) 稲川遼, 小山和洋, 米盛弘信, 移動体への非接触給電における給電電力量の改善に関する検討, 第 30 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集, pp.462-465, 2018

坂口雅人

【論文・研究紀要】

- 1) 畑健輔, 坂口雅人, 喜多村竜太, 小林訓史, 荻原慎二, 分子動力学法を用いたポリ-L-乳酸の力学的特性に及ぼす分子鎖変形挙動の影響, 日本複合材料会誌, Vol.45, No.1, pp.34-40, 2019, 査読有
- 2) Masato Sakaguchi, Satoshi Kobayashi, Yoshikazu Teranishi, Effect of argon ion-implantation on mechanical and degradation properties of bulk-shaped poly(lactic acid), Journal of Biomechanical Science and Engineering, Vol.13, No.3, p.18-00239, 2018, 査読有
- 3) 坂口雅人, 小林訓史, 押出延伸におけるポリ乳酸ビレットの配向挙動解析, サレジオ高専研究紀要, Vol.48, pp.7-11, 2019, 査読無

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 坂口雅人, 井田裕基, 小林訓史, エポキシ接着剤を用いた炭素繊維強化プラスチックと異種材料の接着特性における硬化剤の影響, 日本機械学会関東支部総会講演会講演論文集, 2019.25 巻, 2019
- 2) Masato Sakaguchi, Mao Otsu, Satoshi Kobayashi, Analytical Comparison of Orientation Behavior in Poly(lactic acid) Billet and β -tricalcium Phosphate/ Poly(lactic acid) Composite Billet in Extrusion, Sixth International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials, P.1.033, 2019
- 3) 坂口雅人, 小林訓史, 自己強化ポリ乳酸スクリュウの強度に及ぼす延伸前成形手法の影響, M&M 材料力学カンファレンス, 2018 巻, 2018
- 4) 坂口雅人, 後藤広夢, 平織炭素繊維強化ポリ乳酸の力学的特性に及ぼす母材結晶化度の影響, 山梨講演会講演論文集, 2018 巻, pp. 25-26, 2018

2018年度 教員研究活動報告

【情報工学科】

島川陽一

【論文・研究紀要】

- 1) Hiroyuki Goto, Yohei Kakimoto, Yoichi Shimakawa, Lightweight Computation of Overlaid Traffic Flows by Shortest Origin-Destination Trips, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Science, Vol.E102, No.1, pp.320-323, 2019, 査読有
- 2) 小林貴, 島川陽一, 鹿島茂, 細街路交通量推計時の細街路区分の提案, 交通工学論文集, Vol.4, No.3, 特集号 p.A_26-A_33, 2018, 査読有

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) Taku Tanichi, Yoichi Shimakawa, A classification of transport mode on a smartphone based on a neural network, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, ID092, 2019
- 2) Tatsuya Komiya, Yoichi Shimakawa, Hiroyuki Goto, A study on a routing problem focusing on freight transportations, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, ID093, 2019
- 3) Shun Odahara, Yoichi Shimakawa, Assessment of accessibility to a facility using a Geographic Information System: Case study of a food desert problem in a suburban area of Tokyo, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, ID094, 2019
- 4) Yohei Kakimoto, Hiroyuki Goto, Yoichi Shimakawa, Prommas Panote, Location model minimizing distances between EV charging stations, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, ID111, 2019
- 5) Nozomi Yoshimura, Gaku Miyai and Yoichi Shimakawa, Applying a genetic algorithm to a signboard layout problem based on a flow captured location-allocation problem, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, ID233, 2019
- 6) Yuki Satoh, Yoichi Shimakawa, Mathematical Model of Average waiting time for an Elevator Based on Stochastic Process, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, ID271, 2019
- 7) Yohei KAKIMOTO, Hiroyuki Goto, Yoichi Shimakawa, and Hirotaka Takahashi, Analysis of Location Model for Charging Facility considering Driving Distance, 29th European Conference on Operational Research (EURO 2018), ID TB-03, 2018.

- 8) Yohei KAKIMOTO, Hiroyuki Goto, and Yoichi Shimakawa, A practical routing model in terms of reliability of arrival time to destination, 29th European Conference on Operational Research (EURO 2018), ID WB-32, 2018

大島真樹

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 大那海人, 大島真樹, Keras を使ったキャラクター画像の自動判別, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要プログラム集, p.81, 2018
- 2) 都筑天音, 大島真樹, 三増合戦の戦死者数の検証, 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会プログラム集, p.88, 2018

川村春美

【論文・研究紀要】

- 1) 真島颯子, 李盛姫, 川村春美, 大墨礼子, ICT 教材デザインの一考察, 全国高等専門学校英語教育学会研究論集, 第 38 号, pp.81-90, 2019, 査読有

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 吉田薫史, 川村春美, 画像認識を用いた料理レシピ検索方法の提案, 2019 総合大会, 電子情報通信学会, D-12-5, p.41, 2019
- 2) 川村春美, 複数レイヤ型灰色仮説判定による複数光源下画像からの照明光色推定手法の提案, 第 288 回研究会, 画像電子学会, pp.103-109, 2019
- 3) Harumi kawamura, Multiple Illuminants' Color Estimation using Layered Gray-World Assumption, Electronic Imaging 2019, IS&T, pp.COLOR-094-1-094-5, 2019
- 4) 真島颯子, 李盛姫, 川村春美, 大墨礼子, ICT 教材デザインの一考察, 平成 30 年度研究大会 (第 42 回), 全国高等専門学校英語教育学会, pp.81-90, 2018

宮田統馬

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) Toma Miyata, Hidehisa Aso, Naoyuki Aikawa, Design Method for FIR Filter with Variable Multiple Elements of Stopband Using Genetic Algorithm, The 23rd International Conference on Digital Signal Processing (DSP 2018), 1191 3Q-3, 2018
- 2) 木村宇量, 宮田統馬, 樽本祥憲, 名取隆廣, 相川直幸, 阻止域の一部で指定の減衰量を有する可変 FIR フィルタの設計法, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.118, No.182, SIP2018-57, pp.1-5, 2018

宇都木修一

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 宇都木修一, 鈴木寿, 消失点を利用した角度の算出に基づくカメラキャリブレーション, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.118, No.459, pp.99-104, 2019

【学内報】

- 1) 宇都木修一, 三次元計測を利用した3Dコンテンツ制作の試み, サレジオ工業高等専門学校総合メディアセンター報, 第8号, pp.15-16, 2018, 査読無

須志田隆道

【論文・研究紀要】

- 1) Takamichi Sushida, Shintaro Kondo, Kokichi Sugihara, and Masayasu Mimura, A differential equation model of retinal processing for understanding lightness optical illusions, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, 35(1), pp. 117-156, 2018, 査読有
- 2) Yoshikazu Yamagishi and Takamichi Sushida, Archimedean Voronoi spiral tilings, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, 51(4), 045203, 2018, 査読有

【口頭発表・ポスターセッション】

- 1) 須志田隆道, 山岸義和, 一般アルキメデス螺旋格子による葉序的なボロノイタイリング, 日本数学会 2019 年会, トポロジー分科会, 19, 2019
- 2) 須志田隆道, 山岸義和, 一般アルキメデス螺旋格子による葉序的なボロノイタイリング, 2018 年度応用数学合同研究集会, A7-3, 2018
- 3) 須志田隆道, 一般アルキメデス螺旋格子による葉序的なボロノイタイリング, 2018 年 若井沢グラフと解析研究集会 II, 解析系: 集団ダイナミクス, 3, 2018
- 4) Takamichi Sushida and Yoshikazu Yamagishi, Phyllotactic Voronoi tilings on the generalized Archimedean spiral lattices, RIMS cooperative research, Tilings, quasiperiodicity and related topics, 4, 2018
- 5) 須志田隆道, 山岸義和, 一般アルキメデス螺旋格子による葉序的なボロノイタイリング, 日本応用数理学会 2018 年度年会, ポスター講演, 22, 2018
- 6) 牧田渉, 岸田健太, 須志田隆道, 山岸義和, 粘着円充填, 日本応用数理学会 2018 年度年会, ポスター講演, 16, 2018
- 7) 須志田隆道, 一般アルキメデス螺旋格子による葉序的なボロノイタイリング, 第 12 回応用数理研究会, 6, 2018
- 8) Takamichi Sushida, Hitomi Mori, Sumire Ishida, Kazuya Furusawa, Hisashi Haga, and Masakazu Akiyama, A self-propelled particle model for representing collective cell migrations, 13th SIAM East Asian Section Conference 2018 (EASIAM2018), Parallel Session 1, 1, 2018

- 9) Takamichi Sushida, Hitomi Mori, Sumire Ishida, Hisashi Haga, and Masakazu Akiyama, A mathematical model for understanding three-dimensional collective rotational migrations, The 19th RIES-HOKUDAI International Symposium, Poster session, 44, 2018
- 10) 須志田隆道, 森瞳, 石田すみれ, 古澤和也, 芳賀永, 秋山正和, A mathematical model of collective cell migrations toward understanding three-dimensional morphogenesis, 日本発生生物学会 第 51 回大会, P3-1F-165, 2018
- 11) 山岸義和, 須志田隆道, アルキメデス螺旋格子上のボロノイタイリング, 日本数学会 2018 年会, トポロジー分科会, 17, 2018

【その他】

- 1) 須志田隆道, 反応拡散方程式による網膜情報処理の階層モデルと残像錯視, 反応拡散系のパターン形成とその応用, 岡山大学, 2019
- 2) 須志田隆道, ショウジョウバエ胚の後腸捻転現象に対する三次元バーテックスモデル, 数理科学と生命科学の融合, 北海道大学, 2019.
- 3) 須志田隆道, 反応拡散方程式による網膜情報処理の階層モデルと残像錯視, 反応拡散系の理論と応用 ～現状と未来～, 北海道大学, 2018

2019年度 外部資金研究一覧

研究費種類	研究者名	学科	テーマ	採択年	期間	備考
科研費 基盤研究(C)	真島顕子	一般教育科	ICT教材等教材媒体の認識差を活用した高専生対象CLIL型総合英語プログラム開発	2019年	3年	新規
科研費 基盤研究(C) 日本大学分担	大野達哉	一般教育科	対人競技における道具の身体化の仕組みに関する研究	2019年	3年	新規
科研費 新学術教育研究 明治大学分担金	須志田隆道	情報工学科	3次元形態を表現する数学的基盤の構築	2019年	5年	新規
科研費 スタート支援	小林和也	一般教育科	粒体系・液体系の重力不安定化現象におけるパターン形成および輸送現象の普遍性探求	2019年	2年	新規
科研費 奨励金	和田初枝	教育支援課	図書館の教育・研究効果の促進と生活支援の場創出する新しい個別音響空間の検討	2019年	1年	新規
東京都 私学財団	宇都木修一	情報工学科	ラズベリーパイと画像処理を利用したプログラミング教材の開発	2019年	1年	新規
株式会社 節句田	坂元愛史	デザイン学科	花活布の新しい使い方の研究と目的に則したデザインの開発	2019年	1年	新規
科研費 基盤研究(C)	島川陽一	情報工学科	都市を持続的に成長させるための道路ネットワークの構造の解明と輸送計画の立案	2018年	4年	継続
科研費 基盤研究(C) 法政大学分担金	島川陽一	情報工学科	自然の地形がもつ幾何的特性を生かした地形モデルの表現と標本化	2018年	4年	継続
科研費 基盤研究(C)	米盛弘信	機械電子工学科	PVモジュールから発するノイズの低減を目的とした吸収材およびアンテナ技術の応用	2018年	3年	継続
科研費 基盤研究(C) 工学院大学分担	加藤雅彦	電気工学科	ナノ積層イオン電導体を用いた熱電変換モジュールの発電特性	2018年	3年	継続
科研費 若手研究	須志田隆道	情報工学科	葉序のパターン形成を理解するための数理モデリングとその幾何学的研究	2018年	4年	継続
天田財団	坂口雅人	機械電子工学科	延伸及び界面処理を用いた型リンサンカルシウム/ポリ乳酸複合材料のハイブリッド強化手法の開発	2018年	2年	継続
科研費 基盤研究(C)	水谷浩	電気工学科	メタマテリアル技術を用いたリオンフィギュラブルRFスイッチの開発	2017年	3年	継続
一般財団法人 WNI気象文化 創造センター	吉田将司	機械電子工学科	靴も内～服は内、外伝～	2019年	1年	新規
一般財団法人 WNI気象文化 創造センター	富田雅史	機械電子工学科	必殺！！快適遊び人	2019年	1年	新規
子どもゆめ基金	米盛弘信	機械電子工学科	ものづくり教室2019ふりふりライト	2019年	1年	新規
子どもゆめ基金	米盛弘信	機械電子工学科	ものづくり教室2019トナカイくんロボット	2019年	1年	新規
子どもゆめ基金	山口貢	機械電子工学科	ものづくり教室2019ジュラシックロボ	2019年	1年	新規
サイエンスラボ	吉野純一	機械電子工学科	サレジオ高専サイエンスラボ2019 ～マグネシウム空気電池の製	2019年	1年	新規
八王子助成	林田遙香	機械電子工学科	ロボット教室 2019 in サレジオ	2019年	1年	新規
廃炉ロボコン	富田雅史	機械電子工学科	廃炉創造ロボコン 「シューティング☆スター」	2019年	1年	新規
(株)ニッシン	黒木雄一郎	機械電子工学科	教育研究支援	2019年	1年	新規
ひらめきときめき サイエンス	黒木雄一郎	機械電子工学科	身の回りの色のふしぎ！ ～フルカラーLED調光器の製作と光の三原色に関する	2019年	1年	新規
ひらめきときめき サイエンス	米盛弘信	機械電子工学科	来て！見て！聞いて？ソーラー発電の不思議＝光無線通信とハイブリッドLED灯	2019年	1年	新規

2020年度 外部資金研究一覧

研究費種類	研究者名	学科	テーマ	採択年	期間	備考
科研費 基盤研究(B)	伊藤光雅	一般教育科	高専教育の輸出と高専大学連携のgPBLを用いた継続可能な理工系人材育成と成果分析	2020年	4年	新規
科研費 挑戦的研究(萌芽) 富山大学分担	泉吉紀	電気工学科	土器・陶磁器の破片の磁化を用いる年代推定、製品復元の研究	2020年	3年	新規
科研費 挑戦的研究(萌芽) 富山大学分担	泉吉紀	電気工学科	堆積土の帯磁率異方性による水害痕跡調査法の開発と災害シナリオ解明への挑戦	2020年	3年	新規
科研費 基盤研究(B) サレジオ高専分担	泉吉紀	一般教育科	高専教育の輸出と高専大学連携のgPBLを用いた継続可能な理工系人材育成と成果分析	2020年	4年	新規
株式会社 節句田	坂元愛史	デザイン学科	花活布と人間との疑似的なコミュニケーションに向けたデザイン研究	2020年	1年	新規
AC Biode 株式会社 共同研究	米盛弘信	機械電子工学科	独立型交流電池と付随する電気回路の基礎研究開発	2020年	3年	新規
科研費 基盤研究(C)	真島顕子	一般教育科	ICT教材等教材媒体の認識差を活用した高専生対象CLIL型総合英語プログラム開発	2019年	3年	継続
科研費 基盤研究(C) 日本大学分担	大野達哉	一般教育科	対人競技における道具の身体化の仕組みに関する研究	2019年	3年	継続
科研費 基盤研究(C)	島川陽一	情報工学科	都市を持続的に成長させるための道路ネットワークの構造の解明と輸送計画の立案	2018年	4年	継続
科研費 基盤研究(C) 法政大学分担金	島川陽一	情報工学科	自然の地形がもつ幾何的特性を生かした地形モデルの表現と標本化	2018年	4年	継続
科研費 基盤研究(C)	米盛弘信	機械電子工学科	PVモジュールから発するノイズの低減を目的とした吸収材およびアンテナ技術の応用	2018年	3年	継続
科研費 若手研究	須志田隆道	情報工学科	葉序のパターン形成を理解するための数理モデリングとその幾何学的研究	2018年	4年	継続
科研費 基盤研究(C) 工学院大学分担	加藤雅彦	電気工学科	ナノ積層イオン電導体を用いた熱電変換モジュールの発電特性	2018年	3年	継続
子どもゆめ基金	米盛弘信	機械電子工学科	ものづくり教室2020ふりふりライト	2020年	1年	新規
子どもゆめ基金	米盛弘信	機械電子工学科	ものづくり教室2020トナカイくんロボット	2020年	1年	新規
子どもゆめ基金	富田雅史	機械電子工学科	ものづくり教室2020お茶運びロボット	2020年	1年	新規
八王子助成	継田夏海	機械電子工学科	ロボット教室 2020 in サレジオ	2020年	1年	新規
廃炉ロボコン	富田雅史	機械電子工学科	廃炉創造ロボコン「DCMD」	2020年	1年	新規
株式会社 アディック	米盛弘信	機械電子工学科	教育研究支援	2020年	1年	新規
工業所有権 情報研修館 知財人材部	富田雅史	機械電子工学科	知的財産権	2020年	1年	新規
一般財団法人 WNI気象文化 創造センター	吉田将司	機械電子工学科	鳴き虫	2020年	1年	新規

2021年度 外部資金研究一覧

研究費種類	研究者名	学科	テーマ	採択年	期間	備考
株式会社 節句田	坂元愛史	デザイン学科	花活布の若年層への販売に関して、使い方及びターゲットユーザーに魅力的な本体、付属物、販促物についてデザイン提案する	2021年	1年	新規
WIN気象文化 創造センター	吉田将司	機械電子工学科	学内温熱環境観測用センサネットワークを利用した学習環境の快適度調査	2021年	1年	新規
科研費 基盤研究(B)	伊藤光雅	一般教育科	高専教育の輸出と高専大学連携のgPBLを用いた継続可能な理工系人材育成と成果分析	2020年	4年	継続
科研費 若手研究	横北 卓也	一般教育科	Rfのハロゲン化物錯形成の系統的議論に向けた第4族元素の臭化物錯形成の研究	2020年	3年	継続
科研費 挑戦的研究(萌芽) 富山大学分担	泉吉紀	電気工学科	土器・陶磁器の破片の磁化を用いる年代推定、製品復元の研究	2020年	3年	継続
科研費 挑戦的研究(萌芽) 富山大学分担	泉吉紀	電気工学科	堆積土の帯磁率異方性による水害痕跡調査法の開発と災害シナリオ解明への挑戦	2020年	3年	継続
科研費 基盤研究(B) サレジオ高専分担	泉吉紀	電気工学科	高専教育の輸出と高専大学連携のgPBLを用いた継続可能な理工系人材育成と成果分析	2020年	4年	継続
AC Biode 株式会社 共同研究	米盛弘信	機械電子工学科	独立型交流電池と付随する電気回路の基礎研究開発	2020年	3年	継続
科研費 基盤研究(C)	真島顕子	一般教育科	ICT教材等教材媒体の認識差を活用した高専生対象CLIL型総合英語プログラム開発	2019年	3年	継続
科研費 基盤研究(C) 日本大学分担	大野達哉	一般教育科	対人競技における道具の身体化の仕組みに関する研究	2019年	3年	継続
科研費 基盤研究(C)	島川陽一	情報工学科	都市を持続的に成長させるための道路ネットワークの構造の解明と輸送計画の立案	2018年	4年	継続
科研費 若手研究	須志田隆道	情報工学科	葉序のパターン形成を理解するための数理モデリングとその幾何学的研究	2018年	4年	継続
科研費 基盤研究(C) 工学院大学分担	加藤雅彦	電気工学科	ナノ積層イオン電導体を用いた熱電変換モジュールの発電特性	2018年	3年	継続
(株)ニッソン	黒木雄一郎	機械電子工学科	教育研究支援	2021年	1年	新規
一般財団法人 WNI気象文化 創造センター	富田雅史	機械電子工学科	きゆうそくん ～気象及び加速度センサーを使用した急速タイミング通達装置	2021年	1年	新規
八王子助成	横須賀文香	機械電子工学科	ロボット教室 2021 in サレジオ	2021年	1年	新規
JSTさくら サイエンスプラン	米盛弘信	機械電子工学科	さくら招へいプログラム代替オンライン交流	2021年	1年	新規
廃炉ロボコン	富田雅史	機械電子工学科	廃炉創造ロボコンロボット製作	2021年	1年	新規
工業所有権 情報研修館 知財人材部	富田雅史	機械電子工学科	知的財産権	2021年	1年	新規
子どもゆめ基金	米盛弘信	機械電子工学科	ものづくり教室2021トナカイくんロボット	2021年	1年	新規
子どもゆめ基金	米盛弘信	機械電子工学科	ものづくり教室2021ふりふりライト	2021年	1年	新規

2022年度 外部資金研究一覧

研究費種類	研究者名	学科	テーマ	採択年	期間	備考
科研費 基盤研究◎ (一般)	須志田隆道	情報工学科	エネルギー最適化による細胞集団の形態形成モデルの数理的研究とその展開(2022年度～2026年度)	2022年	5年	新規
科研費 基盤研究(B)	伊藤光雅	一般教育科	高専教育の輸出と高専大学連携のgPBLを用いた継続可能な理工系人材育成と成果分析(2020年度～2023年度)	2020年	4年	継続
科研費 若手研究	横北 卓也	一般教育科	Rfのハロゲン化物錯形成の系統的議論に向けた第4族元素の臭化物錯形成の研究(2020年度～2022年度)	2020年	3年	継続
科研費 挑戦的研究(萌芽) 富山大学分担	泉吉紀	電気工学科	土器・陶磁器の破片の磁化を用いる年代推定、製品復元の研究(2020年度～2023年度)	2020年	4年	継続
科研費 挑戦的研究(萌芽) 富山大学分担	泉吉紀	電気工学科	堆積土の帯磁率異方性による水害痕跡調査法の開発と災害シナリオ解明への挑戦(2020年度～2022年度)	2020年	3年	継続
科研費 基盤研究(B) サレジオ高専分担	泉吉紀	電気工学科	高専教育の輸出と高専大学連携のgPBLを用いた継続可能な理工系人材育成と成果分析(2020年度～2023年度)	2020年	4年	継続
科研費 基盤研究(C) 日本大学分担	大野達哉	一般教育科	対人競技における道具の身体化の仕組みに関する研究(2019年度～2022年度)	2019年	4年	継続
科研費 基盤研究(C)	島川陽一	情報工学科	都市を持続的に成長させるための道路ネットワークの構造の解明と輸送計画の立案(2018年度～2022年度)	2018年	5年	継続
AC Biode 株式会社 共同研究	米盛弘信	機械電子工学科	独立型交流電池と付随する電気回路の基礎研究開発	2020年	3年	継続 (現物支給)
YDKテクノロジー 共同研究	宮田統馬	情報工学科	機械学習を活用した移動体検知・識別に関する研究	2022年	1年	新規
株式会社 節句田	坂元愛史	デザイン学科	花活布の魅力を高める付属デザインと説明ツールのデザイン	2022年	1年	新規
天田財団	坂口雅人	機械電子工学科	リン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料の力学的特性に及ぼす延伸及び界面処理条件の影響に関する調査	2022年	3年	新規
㈱ニッシン	黒木雄一郎	機械電子工学科	教育研究支援	2022年	1年	新規
八王子助成	千葉 幸喜	機械電子工学科	ロボット教室 2022 in サレジオ	2022年	1年	新規
日本電気協会 新聞部	米盛弘信	機械電子工学科	エネルギー教育活動支援	2022年	1年	新規
JSTさくら サイエンスプラン	米盛弘信	機械電子工学科	海外短期モノづくり留学生に対するロボット関連教育と技術	2022年	1年	新規
JSTさくら サイエンスプラン	マルケスルイス	国際交流	理科教材製作を活用した高専-企業連携によるグローバル理工系人材教育	2022年	1年	新規
工業所有権 情報研修館 知財人材部	富田雅史	機械電子工学科	知的財産権	2022年	1年	新規
一般財団法人 WNI気象文化 創造センター	吉田将司	機械電子工学科	「Ev.Salesiorama Ver.2.0」 「SOY-System 2nd」	2022年	1年	新規
ひらめきときめき サイエンス	米盛弘信	機械電子工学科	来て！見て！聞いて？太陽発電の不思議～光無線通信とハイブリッドLED灯の	2022年	1年	新規

(目的)

第1条 この規定は、サレジオ工業高等専門学校研究紀要の論文投稿に関する必要な事項を定めることを目的とする。紀要は本校で行われた研究及び教育の成果を、社会に向けて発信することを目的として発行されるものである。

(投稿の資格)

第2条 投稿者は本校専任教員に限る。ただし、本校専任教員との連名者、本校関係者で研究委員会(以下「委員会」という)が認めたものはこの限りではない。

(執筆要領)

第3条 原稿は、別に定める「執筆要領」に従って執筆する。

(原稿の提出)

第4条 原稿は、完全な形で委員会に提出されたものに限って受け付ける。

(原稿の校正)

第5条 委員会は、原稿の校正を著者に要求することがある。校正は必要最小限にとどめ、ページ数が増減するような大幅な修正は認めない。

(別刷り)

第6条 別刷りは発行しない。執筆者には刷り上がり原稿のPDFを配布する。

(複製権・公衆送信権)

第7条 著者は、研究紀要に掲載された論文等に関する複製権及び公衆送信権の行使を、サレジオ工業高等専門学校に委任する。共著の場合、投稿代表者は、共著者全員に複製権及び公衆送信権の行使をサレジオ工業高等専門学校に委任することを説明し、許諾を得たものとみなす。また、論文中に写真等を掲載している場合には、投稿代表者は、原著作権者に対して、複製し、公衆送信することの許諾を得ることとする。許諾が得られない場合は、投稿時に委員会に申し出るものとする。

(改廃)

第8条 この規定の改廃は、研究委員会及びAMCの審議を経て校長が承認しなければならない。

附 則

この規定は、令和元年9月1日より施行する。

- (1) 紀要に掲載する論文は、「学術論文」「教育論文」「特集」「研究ノート」と4種類あります。このうち、「学術論文」、「研究論文」、及び「特集」の原稿フォーマットは同じです。「研究ノート」のフォーマットは、これらのものと一部異なります。以下要領をよくご確認の上、執筆してください。
- (2) 「学術論文」「教育論文」の原稿は未発表のものに限ります。二重投稿とみなされるものは受理できません。「研究ノート」と「特集」の内容は、新規性を問いません。いずれの論文も、原稿の一部がすでに発表されているものについては、脚注等に明記してください。「特集」の内容は、研究委員会が指定するテーマについて、執筆者のこれまでの取り組みも含めた内容についてご執筆頂くものです。「研究ノート」の内容については、テーマは指定しませんが、各部署もしくはセンター毎の取り組みをご報告いただくものとします。
- (3) 原稿は本委員会が配付する電子ファイルテンプレート(Microsoft Wordで作成)を利用してください。
- (4) 原稿はA4判縦置き1ページに、1段組の場合は44字×45行、2段組の場合は22字×45行または23字×45行を基本とし、刷り上り4頁以上、10頁以内とします。「研究ノート」の場合のみ刷り上り2頁とします。
- (5) マージンは、左右22mm、上25mm、下30mmとします。
- (6) 見本(テンプレート)に示したように、原稿第1ページ目の見出し部分に和文タイトル、和文氏名、英文タイトル(Title)、英文氏名(Name)、英文アブストラクト(Abstract 150語程度、和文アブストラクトもつける場合は、英文アブストラクトの下に200字程度で記載)を書いてください。「研究ノート」の場合には、英文アブストラクトは必要ありません。
- (7) 文字サイズは和文タイトルを16ポイント、英文タイトルを12ポイント、和文氏名、英文氏名、英文アブストラクト、章立ての見出しを11ポイント、本文を10.5ポイント、文献及び注記は9ポイントで記載してください。(全文英文の場合はタイトルを16ポイントにしてください。)

- (8) 使用書体は、章立ての見出しはゴシック体、和文タイトル、和文氏名、本文、文献、注記は明朝体、英文（本文中も含む）はタイムスニューローマン（Times New Roman）、センチュリー（Century）またはこれらに類似の文字を使用してください。書体には「太字（Bold）」の適用はしないでください。また、P明朝、Pゴシック等のプロポーショナルが適用されている書体は使用しないでください。
- (9) 共著者の所属は、氏名に上付文字で「*¹、*²、・・・」のように右肩にアスタリスクと番号を示し、第1ページ下方に横線を引き、その下に共著者の所属機関名を明朝体9ポイントで記載してください。本校所属の著者には所属機関を示す必要はありません。
- (10) 章立て等の詳細については、通常投稿されておられる学術雑誌等の投稿要領に準じてください。次の章立てに移る際は、1行空けてください。「研究ノート」の場合には、「目的」、「取り組み内容」、「結果」、「今後の展望」が分かるような章立てとしてください。
- (11) 図、表は原則として横サイズ約75mm、または160mmとし、マージンをはみ出さずに本文中に貼付けてください。図及び表はそれぞれを通し番号とし、図のタイトルは図の下に、表のタイトルは表の上に、ゴシック体10ポイントで記載してください。

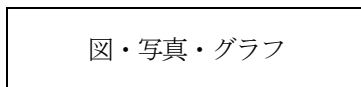
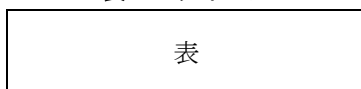


図1 タイトル

表1 タイトル



- (12) 写真または画像は本文中に貼付けてください。写真または画像は原則として白黒とし、カラーをご希望の場合は（別見積りの必要がありますので）別途ご相談ください。写真または画像は解像度の高いものを別途、電子ファイルで添付してください。
- (13) 数式には Word の数式エディタまたはこれに準ずるソフトウェアで記述し、通し番号を入れてください。
- (14) 謝辞を記載する場合は、最終章に含めるか、「文献」の前に見出しを「謝辞」として、文字の大きさ・書体等は本文に準じます。

- (15) 本文中の引用文献は、該当箇所に上付文字で「¹⁾、²⁾、・・・」のように右肩に片カッコで小さく番号を示し、本文の最後一括して番号順に列挙し、原則として下記の①または②のように記載してください。

引用文献等の見出しは「文献」としてください。番号がつかない参考文献等は、「文献」の最後にまとめて記載してください。

① 雑誌等の場合

著者（编者）、標題、雑誌名、巻、号、頁、発行年

② 著書の場合

著者（编者）、書名、発行所、頁、発行年

- (16) 注記を付す場合は、該当箇所に上付文字で「^{注1)}、^{注2)}、・・・」のように右肩に方カッコで小さく番号を示し、本文の最後（文献の後）に「注記」と見出しを付してしてください。文字の大きさ・書体等は文献に準じます。

- (17) 同一論文内において表記を統一して記載してください。（具体的には、句読点、単位の字体等。）

- (18) 原稿は指定の紀要投稿票を添付し、オリジナルファイル（Word 文書）と PDF ファイルを指定フォルダに提出してください。また、プリントアウトしたもの2部を提出してください。

- (19) ご投稿いただいた論文の原稿提出から印刷までの流れを図1に示します。原稿は、研究紀要の体裁と品位を保つ目的で、研究委員会委員もしくは研究委員会が指名する学内有識者2名により校閲を行います。校閲は基本的には1回のみとしますが、校閲による指摘事項について不服がある場合は、著者の意思により（原則として1回に限り）校閲者の変更を認めるものとします。

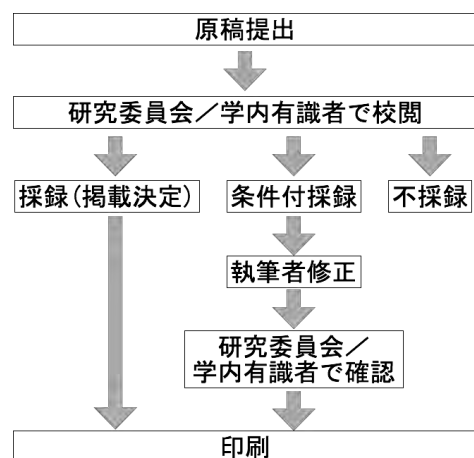


図1 原稿提出から印刷までの流れ

和文タイトル：明朝体 16pt

→ 研究紀要執筆サンプル

□□ □□, △△ △△*1 ←

英文タイトル：Times New Roman 等 12pt

→ Preparation of the manuscripts

Yuka Sugawara, Kenichiro Mogi*1 ←

和文氏名：明朝体 11pt

姓名間は全角スペース

共同執筆者間は全角カンマ

英文氏名：Times New Roman 等 11pt

名姓とも冒頭の一文字のみ大文字表記

名姓間は半角スペース、共同執筆者間は

半角カンマ+半角スペース、最後の執筆者

名の前に and は入れない

Recent Activities for the Intercultural Communication Program of EUSS
Activities for the Intercultural Communication Program of EUSS and Salesian
the Intercultural Communication Program of EUSS and Salesian Polytechnic. R
Communication Program of EUSS and Salesian Polytechnic. Recent Activities for the Intercultural Communication
Program of EUSS and Salesian Polytechnic. Recent Activities for the Intercultural Communication Program

← アブストラクトと章立ての間は2行あける

↑ 英文アブストラクト：Times New Roman 等 11pt

1. はじめに ←

章立て：ゴシック体 11pt

原稿は未発表のものに限ります。二重投稿とみなされるものは受理できません。原稿の一部がすでに発表されているものと同一の場合は脚注等に明記して

本文：明朝体 10.5pt

図、表は原則として
横サイズ約 75mm, または 160mm

タイトル：ゴシック体 10pt

図 1○○○○の○○

原稿第1ページ目の見出し部分に和文タイトル、和文氏名、英文タイトル (Title)、英文氏名 (Name)、英文アブストラクト (Abstract 150 語程度、和文アブストラクトもつける場合は、英文アブストラクトの下に 200 字程度で記載) を書いてください²⁾。

リー (Century) またはこれらに類似の文字を使用してください。

書体には「太字 (Bold)」の適用はしないでください。また、P 明朝、P ゴシック等のプロポーショナル^{注1)}が適用されている書体は使用しないでください。

← 次の章立ての間は1行あける

2. ○○○○○○

文字サイズは和文タイトルを 16 ポイント、英文タイトルを 12 ポイント、和文氏名、英文氏名、英文アブストラクト、章立ての見出しを 11 ポイント、本文を 10.5 ポイント、文献及び注記は 9 ポイントで記載してください³⁾。(全文英文の場合はタイトルを 16 ポイントにしてください。) 使用書体は、章立ての見出しはゴシック体、和文タイトル、和文氏名、本文、文献、注記は明朝体、英文 (本文中も含む) はタイムスニューローマン (Times New Roman)、センチュ

謝辞 ←

本稿の執筆に

た関係各位に感謝申し上げます。

謝辞：最終章に含めるか、謝辞として見出しをつけて記載する。見出し：ゴシック 11pt, 文：明朝体 10.5pt

文献 ←

文献：最後にまとめて記述する。9pt

- 1) 鈴木恒夫, 田口成一, 日本印刷学会誌, 25, 98 (1988)
- 2) 日本印刷学会編, 「印刷工学便覧」, 技報堂出版, p. 95, (1983)
- 3) T.H.James, "The Theory of the Photographic Process", 4th Ed., Macmillan, New York, p.536, (1977)

注記 ←

注 1) プロポーショナル (Proportional): 文字毎に文字幅が異なるフォントのこと。

注記：文献の後にまとめて記述する。9pt

*1○○○○大学大学院

研究紀要「研究ノート」執筆サンプル

和文タイトル：明朝体 16pt

和文氏名：明朝体 11pt
姓名間は全角スペース
共同執筆者間は全角カンマ

英文氏名：
Times New Roman 11pt
名姓とも冒頭の一字のみ大文字表記
名姓間は半角スペース、共同執筆者間は
半角カンマ+半角スペース、最後の執筆者
名の前に and は入れない

□□ □□, △△ △△*¹

Preparation of the manuscripts

英文タイトル：
Times New Roman 等 12pt

→ Yuka Sugawara, Kenichiro Mogi*¹

← 英文氏名と章立ての間は2行あける

章立て：ゴシック体 11pt

1. 目的

本文は10.5ポイント明朝体で書いてください。書体には「太字 (Bold)」の適用はしないでください。また、P 明朝、P ゴシック等のプロポーショナル^{注1)}が適用されている書体は使用しないでください。



図1 ○○○○の○○

← タイトル：ゴシック体 10pt

本文：明朝体 10.5pt

← 次の章立ての間は1行あける

2. 取り組み内容とその結果

「研究ノート」の場合には、「目的」、「取り組み内容」、「結果」、「今後の展望」が分かるような章立てとしてください。

謝辞：最終章に含めるか、謝辞として見出しをつけて記載する。見出し：ゴシック11pt, 文：明朝体10.5pt

← 謝辞

本稿の執筆にあたり、ご指導、ご支援をいただいた関係各位に感謝申し上げます。

← 文献

文献：最後にまとめて記述する。9pt

- 1) 鈴木恒夫, 田口成一, 日本印刷学会誌, 25, 98 (1988)
- 2) 日本印刷学会編, 「印刷工学便覧」, 技報堂出版, p. 95, (1983)
- 3) T.H.James, "The Theory of the Photographic Process", 4th Ed., Macmillan, New York, p.536, (1977)

3. 今後の展望

注記は該当箇所に「^{注1)}, ^{注2)}, ...」のように上付文字で右肩に方カッコで小さく番号を示し本文の最後(文献の後)に「注記」と見出しを付してください。文字の大きさ・書体等は文献に準じます。

← 注記

注記：文献の後にまとめて記述する。9pt

注1) プロポーショナル (Proportional): 文字毎に文字幅が異なるフォントのこと。

*1○○○○大学大学院

サレジオ工業高等専門学校研究紀要 第 50 号

令和 5 年 9 月 30 日発行

発行者 小 島 知 博

編集者 研究委員会

発行所 サレジオ工業高等専門学校
〒194-0215 東京都町田市小山ヶ丘 4-6-8
Tel:042(775)3020, Fax:042(775)3021

Bulletin of Salesian Polytechnic

No. 50 CONTENTS

< Special Issue: International Exchange >

- Educational Effects of Presentations in International Conferences on Engineering Students (1)
Ken-ichiro Yamashita, Hiroshi Mizutani, Gai Tsukamoto
- An Example of International Exchange Program in Cooperation with Caritas Don Bosco School (5)
Hironobu Yonemori
- International initiatives for education and research in department of computer science and technology, Salesian Polytechnic (11)
Yoichi Shimakawa, Luis Marques

< Research >

- Proposal to prevention method for heart disease using photoplethysmogram (18)
Yoshimitsu Miyake, Keiichiro Yoshida
- Development of programming teaching materials based on image processing using Raspberry Pi (22)
Shuichi Utsugi

- < 2018 Annual Research Reports > (27)
- < 2019 Annual Research Reports > (73)
- < 2020 Annual Research Reports > (111)
- < 2021 Annual Research Reports > (152)
- < 2022 Annual Research Reports > (185)

- < List of Research Activities from April 2018 through March 2019 > (222)
(Transition to researchmap after April 2019)

- < List of Various Research funds from April 2019 through March 2020 > (247)
- < List of Various Research funds from April 2020 through March 2021 > (248)
- < List of Various Research funds from April 2021 through March 2022 > (249)
- < List of Various Research funds from April 2022 through March 2023 > (250)

- < Research Bulletin Submission Rules of Salesian Polytechnic / Research Bulletin Writing Instructions > (251)