神奈川工科大学

先端工学研究センター

研究報告

第 24 巻

2019 年度

工学教育研究推進機構

目次

周産期うつ病スクリーニング方法への提案
　―性ホルモン濃度が脳認知機能におよぼす影響の解明―
看護学科　青木真希子
臨床工学科　鈴木聡
ロボット・メカトロニクス学科　高尾秀伸
情報メディア学科　小坂崇之

クラウド環境を利用したエンドユーザーの利用状況解析による ユーザー適応型インターフェースの作成支援手法
情報ネットワーク・コミュニケーション学科　岩田一

防災無線をはじめとする ICT を用いた厚木市の防災システムのあり方に関する基礎的研究
情報メディア学科　上田麻理

不可視に構造化された光による実空間実物体ベースの新しいメディア表現法の研究
情報ネットワーク・コミュニケーション学科　海野浩

浮上式風車を用いた高空風力発電システムのフィールド実証
機械工学科　大久保博志、渡部武夫、水野敏広
ロボット・メカトロニクス学科　吉野和芳
(株)TMIT 研究開発部　藤井裕矩

社会的弱者支援のための笑い誘発対話文自動生成の検討
情報工学科　大塚真吾

内燃機関における熱効率最大化のための燃発生仕事プロフィール明示化および制御法に関する研究
自動車システム開発工学科　岡崎昭仁
千葉大学大学院工学研究院　小栗康文

「まばたき」で視認できる高速ラインディスプレイの知覚原理の解明と最適化に関する研究

ホームエレクトロニクス開発学科　奥村万規子

エビの低アレルゲン化およびその理論的背景の探求

応用バイオ科学科　小澤秀夫

産褥期の女性を対象としたリラックス感をもたらすケアプログラム開発
―自律神経活動および一般感情尺度を用いた評価―

看護学科　小野智佐子
ロボット・メカトロニクス学科　高尾秀伸

高齢者施設で働く非医療職の早期発見・対応能力の向上
―ケースマップの活用と検証―

看護学科　金子直美、橋本真由美
教育開発センター　伊藤勝久

医療機器におけるサイバーセキュリティ対策に関する研究

臨床工学科　川﨑路浩

多様な気象条件の小型無人航空機の飛行特性に与える影響評価

機械工学科　木村茂雄、今井健一郎、山岸陽一
ロボット・メカトロニクス学科　兵頭和人
産業技術総合研究所　阿部祐幸　（本学客員教授）
防災科学技術研究所　佐藤研吾（共同研究締結）、酒井直樹（共同研究締結）

自動運転時代の権限移譲に関する研究

情報工学科　清原良三

植込み型補助人工心臓と AED 同時使用の安全性に関する検討

臨床工学科　木浦千夏子

精神科病棟における病棟文化の醸成に関する研究

看護学科　柴田真紀、田代誠、前澤尚子

農村集落住民の支援ニーズの検討
－生活継続へ向けた互助型ボランティア介入へ向けて－
看護学科　芝山江美子、新実絹代、入江慎治、橋本真由美、金子直美、川田恵利子

マイクロ波によるカーボンブラッの燃焼 と進行波の効果
電気電子情報工学科　瑞慶覧章朝

視線解析における逆推論を利用した医療スタッフの行動要因抽出と分析法の考案
臨床工学科　鈴木聡
看護学科　青木真希子真希子
臨床工学科　渡邊晃広、川崎路浩、西村宗修

インテリジェント・パーソナル・モビリティーの開発
ロボット・メカトロニクス学科　高橋良彦

学生の学習行動を可視化する穴埋め式ワークブックの開発
情報工学科　田中哲雄、松本一教

スマートフォン用ゲームにおける UI デザイン
情報メディア学科　谷田良子

異種材料を用いたシリコンフォトニクスデバイスの新機能の創成
電気電子情報工学科 中津原克己、小室貴紀
ホームエレクトロニクス開発学科　黄啓新
電気電子情報工学科　瑞慶覧章朝、工藤嗣友
情報工学科　木村誠聡
情報ネットワーク・コミュニケーション学科　丸山充
ホームエレクトロニクス開発学科　三栖貴行
管理栄養学科　澤井淳、
応用バイオ科学科　飯田泰広

看護大学生のリーダシップ行動評価ツール作成と評価
看護学科　新実絹代

乳児への親愛感情を育む教育方法の予備的検討
　―絆ホルモン“オキシトシン”を評価指標として

看護学科　濵園環

マルチモーダル・ビッグデータから感情に関する情報抽出のための基礎検討

情報メディア学科　坂内祐一
情報工学科　鷹野孝典

介護保険施設で看護師と協働する介護職のタスク・コンフリクトと Locus of Control の特徴と関連

看護学科　松浦彰護、坂東美知代

LED 有彩色光による心理的・生理的影響の検討

ホームエレクトロニクス開発学科　三栖貴行

手術室看護師のための手術室実習指導役割指針の開発

看護学科　水谷郷美

統計的画像生成による Deep Neural Network の高精度化

情報工学科　森稔

テルペン類を原料とするバイオマス由来高分子の合成法の開発と高機能化

応用化学科　森川浩、竹本稔
基礎教養教育センター　藤村陽
長崎大学工学研究科　本九町卓

マルチエージェントモデルに基づいたスクールカーストを考慮した学級集団形成の調査

情報工学科　八木勲

情報工学技術を用いた競技スポーツ支援とその効果に関する研究

情報工学科　谷代一哉、五百蔵重典
ロボット・メカトロニクス学科　高橋勝美

医療材料としての抗菌性ハイドロゲルフィルムの創製

応用バイオ科学科　和田理征、清水秀信、岡部勝
基礎･教養教育センター　三井和博

導電テザーを用いた宇宙デブリ除去技術における新素材テザーの特性調査と伸展制御に関する研究

機械工学科　渡部武夫、大久保博志、水野敏
ロボット・メカトロニクス学科　吉野和芳
宇宙航空研究開発機構(JAXA)　研究開発部門第二研究ユニット　河本聡美

妊婦体験システムの開発

情報メディア学科　小坂崇之

新規含窒素ヘテロ環合成法の開発と応用

応用化学科　山口淳一

キノリチジンアルカロイドを基盤とする多様な骨格分子の実用的合成

応用バイオ科学科　野田毅

ニューロフィードバックは安全な医療を提供するための看護師の注意制御力を高められるか―看護学生でのプレテスト―

看護学科　中島正世

多価不飽和脂肪酸と健康寿命の延伸の関連性に向けた検討

管理栄養学科　横山知永子

プログラミング演習授業における適応型ヒント提示学習支援システムの研究

情報工学科　鈴木孝幸、納富一宏

膜ろ過法とその周辺技術の統合による新規ナノマテリアル分離プロセスの開発

応用バイオ科学科　市村重俊

周産期うつ病スクリーニング方法への提案
―性ホルモン濃度が脳認知機能におよぼす影響の解明―

研究代表者：青木　真希子（看護学科）
研究分担者：鈴木　聡（臨床工学科）
高尾　秀伸（ロボットメカトロニクス学科）
小坂　崇之（情報メディア学科）

１．研究の目的

産後うつ病は、うつ病に起因する認知機能の変調に加えて，妊娠・出産に伴う性ホルモン（エストロゲン、プロゲステロン）バランスの変調が視床下部を伝って前頭前野領域に影響を与えると考えられている。一方、性ホルモン（エストロゲンとプロゲステロン）の変化と前頭前野領域が司る脳認知機能の変動について報告されているが、一致した見解が得られていない。特に性ホルモンが高値を示す黄体期において精神症状を強く訴える傾向があるがあり、それは認知機能の低下によって引き起こされていると報告がある。その認知機能を測定する方法として今回、脳血流に焦点を当てた。脳血流測定の中でも、近赤外線分光法（NIRS）はうつ病の補助診断として保険適応されており、簡便な方法で脳血流測定が可能である。

そこで、本研究では、NIRS を用いて、女性の月経周期に伴う性ホルモン変化と認知機能との関連性を定量的に評価し、周産期うつ診断スクリーニングへの一助とすることを目的としている。

２．研究の必要性及び従来の研究

うつ病の有病率は人口の５~８％と報告され比較的高頻発な精神疾患であるが，寛解までに長期間の日数を要すため，うつ病罹患による国内の経済損失額は数兆円の規模になると言われている（学校法人慶應義塾,2010）．そのため，うつ病を早期に発見し適切な心理社会的な介入が必要不可欠であるが，うつ病を始めとした精神疾患は客観的に評価する手段が乏しく早期発見が難しいことが現状である．

従来，周産期うつのスクリーニング方法として、エディンバラ産後うつ病自己評価スケール（EPDS）などの質問紙が用いられているが、自己評価ということからスクリーニングが均一に実施されていないことが指摘されている。さらに、唾液アミラーゼや尿中ストレスホルモンの有効性が検討されているが、睡眠状態や生活習慣によって影響を与えるという欠点もあり、現状では有効な周産期うつのスクリーニング指標は構築されていない。そのため、簡便で正確にスクリーニングできる指標の構築が必要である。

３．期待される効果

従来，経験が豊富な精神科の医師の経験と臨床症状によって判断されてきた抑うつ症状を，脳の認知機能を反映すると考えられる前頭前野領域の脳血流と個人の体調の指標の１つと考えられる性ホルモン濃度という客観的に計測可能な指数によって，再定義することで、抑うつ状態を客観的に評価できる。周産期うつの原因を従来のうつ病の原因と考えられている労働負荷に加えて，妊娠や出産に伴う女性の社会的環境の劇的な変化（社会的なキャリアの喪失，自己実現の目的の喪失，パートナーとの関係性）などの心理社会的要因と，ホルモンバランスの変調（周期的なプロゲステロンとエストロゲンの変動の変化）による身体的負担であると考えており、身体的負担が脳の認知機能に及ぼす影響を明らかにした上で，周産期うつ時の脳認識機能の計測から，NIRS によって周産期うつを鑑別できると考える。これにより、産後うつを含む周産期うつの早期発見・早期治療が可能となる。

また、性ホルモンと認知機能の相関では、月経前困難症（PMS）などへの応用も可能となり、基礎体温に代わるセルフケアデバイスの開発など、すべての女性の Well-being のための提案となると考えている。

４．研究の経過及び結果

一般女性における黄体期・卵胞期の 2 時点での性ホルモンと認知機能の検討行っている。月経前症候群（PMS）などの症状（認知機能の低下）は前頭前野領域の変調によって引き起こされていると考えられるため、前頭前野領域が賦活するタスクを提示し、タスク遂行中の脳血流測定と唾液からホルモン値（エストロゲン、プロゲステロン、コルチゾール、セロトニン）を測定した。概ね当初の予定通り被験者データ収集は終了した。現在、解析中であるが、タスク成績から PMS を持つ女性では前頭前野領域の機能低下の可能性が示唆された。また、産後の母親を対象としたパイロットスタディに着手し、出産後 1 ヶ月と産後 4 ヶ月のタスク遂行能の評価を縦断的に行った。その結果、タスク成績は産後 4 ヶ月時点において低下する傾向が示された。

５．今後の計画

本研究は、周産期うつスクリーニング方法構築に向けた第 1 段階のスタディである。一般女性の月経周期に伴う認知機能の変化については、データ収集は終了し、解析を行っている段階である。本格的に周産期女性を対象とするのは 2021 年度以降になるが、2020 年度は妊娠後期→産後 1 か月→産後 4 ヶ月の縦断的な調査を行い、その傾向および評価ホルモンの検討、提示課題種類の検討を行う予定である。

また、被験者は女性であるが、こから得られた知見を女性特有の症状であると確定するためには、コントロール群として月経周期がない、ホルモン変動のない男性被験者による評価が必要であり男性被験者による検討も行う予定である。

６．研究成果の発表

【学会発表】

- 青木真希子,鈴木聡,青木洋貴.注視パターンから見たてんかん様動作の異常判断プロセスにおける方略性の特徴,第7回看護理工学会学術集会,2019.6.7
- Makiko AOKI,Masato SUZUKI,Hisayo OKAYAMA. Comparison of cerebral blood during emotional stimuli in the presence or absence of premenstrual syndrome.23rd East Asian Forum of Nursing Scholars,2020.
- 青木真希子、鈴木雅登、岡山久代、高尾秀伸.月経前症候群症状を示す成人女性における N-back 遂行能評価,第 28 回人間工学システム大会部会オンライン開催,2020.03,15.

クラウド環境を利用したエンドユーザーの利用状況解析による
ユーザー適応型インターフェースの作成支援手法

研究者名：情報ネットワーク・コミュニケーション学科　　岩田 一

１．研究の目的

情報端末として従来のPC(Personal Computer)に代わる形で、スマートフォンやタブレット型デバイスが普及してきている。普及の背景として、主にWebブラウジング、電子メール、SNS(Social Networking Service)といった閲覧を中心とした一般的なエンドユーザーにとっては十分であることが挙げられる。

従来のPCでは、平面の画面に表示されたGraphical User Interface(GUI)に対して、マウスやキーボードを使用して操作を行うことが一般的であったが、スマートフォンやタブレット型デバイスなどの情報閲覧を中心としたデバイスでは、指やペンなどで直接画面を触って操作を行うタッチパネルが広く利用されている。さらに、視線入力を受け付けるカメラ型のデバイスや、画面を使用しない音声入力による操作に対応したスマートフォンおよび音声入力に特化したスマートスピーカーといった、従来型のGUIにとらわれない、多種多様なユーザーインターフェースが今後更に普及することが想定される。タッチパネル対応デバイスのOperating System(OS)としては、AndroidやiOSが主に使われており、タッチパネルディスプレイを前提としたGUIを搭載している。しかし、タッチパネルによる直感的な操作に対応したGUIであっても、新しいソフトウェアを利用するためには、操作方法が分からずに戸惑う場面も少なくない。

そこで本研究では、タッチパネル操作を主体とする端末を使用するエンドユーザーの現在の使用状況に応じて、エンドユーザーが期待する機能を実現する操作について支援を行うことを目的とする。

２．研究の必要性及び従来の研究

タッチパネル対応デバイスのOSには、マウスクリックに相当するタップだけでなく、指をはじく操作のフリック、2本の指で広げる・狭めるピンチなどの、ジェスチャーによる操作に対応しているが、ソフトウェアの種類や状況によって、受け付けるジェスチャー操作や対応する機能が異なることも多い。画面上に受け付けるジェスチャー操作などの表示が行われることは少なく、どのような操作を行うとエンドユーザーが求める機能が実現できるのか、気づきにくい場面もある。また、キーボードによるショートカット操作のような、ソフトウェアごとの操作の一貫性はタッチパネル対応デバイス向けソフトウェアでは十分に確保されておらず、エンドユーザーが操作方法を容易に

連想できる決まった操作が多くないことも挙げられる。また、ソフトウェアにおける操作学習支援についても、エンドユーザーが操作方法を理解するためには作業を一時中断して Web ページを確認するなど、他のソフトウェアの起動をしなければならず、エンドユーザーにとって操作方法を学習するための負荷が大きい。そのため、エンドユーザーに向けた操作方法の学習支援が必要となっている。

また、視線入力や音声入力による操作は、腕や指を使用しないため、手を使うことができない状況においても情報端末の操作ができる利点があり、障碍を持つユーザの支援にも繋がる。特に音声による操作である VUI(Voice User Interface)は、画面を注視する必要が無いため、いわゆる歩きスマホなどの問題を解決することも期待できる。しかし、エンドユーザーの思い通りの結果を得るための精度はまだ不十分であり、エンドユーザーが状況に応じて GUI による操作と使い分けを行う必要がある。

これまでに、既存 PC 上のソフトウェアにおける、エンドユーザーの操作環境を改善する手法として、Web ブラウザなど同じジャンルに属する複数ソフトウェアにおける操作方法の違いに着目し、ショートカットキーの差異について提示することで学習支援を行うシステムを生成する手法について提案した[1]。汎用的な UI モデルを設計し、様々なデバイス向けのプロトタイプ UI を生成する手法について提案した[2]。

また、Android ベースのソフトウェアにおいて音声入力による操作を受け付ける機能を、多くのソフトウェアで標準的に使用されている機能の単語を登録することによって、少ない修正で使用できるようにする手法について提案した[3]。タブレット型デバイスにおけるエンドユーザーの操作情報の履歴を取得し、タッチパネル特有の各種操作のアクション回数や、タスクの操作時間などを統計学的に分析することによって、ユーザビリティ評価を支援する手法を提案した[4]。タブレット型デバイスのソフトウェアに現れる操作の特徴をソフトウェアのジャンルごとにまとめ、ジャンル内の典型的なソフトウェアの操作方法と異なる操作方法が実装されている場合は修正案を開発者に提示するシステムについて提案した[5]。

３．期待される効果

本研究では、エンドユーザーのタッチパネルの操作履歴や各種センサーの記録などから、エンドユーザーが期待する結果を推測し検出できるようにする。さらに、それぞれの場面においてソフトウェアが受け付けることのできるタッチパネルの操作と機能についても提示できるようにし、エンドユーザーの期待する機能が実行できるようにする。

これらの情報をクラウド上に作成したサーバにデータを蓄積することにより、幅広いエンドユーザーの記録をもとに解析をした結果から、ユーザインタフェースデザインの問題点および改善箇所も検出できる。ビッグデータとしての活用も期待できる。

タブレット型デバイスを使用するエンドユーザー層は厚くなっており、慣れないソフトウェアを使用するときに戸惑うエンドユーザーは、今後増加することが予想される。タブレット型デバイスをはじめとしたタッチパネル操作を主体とする端末における、適切なユーザインタフェースデザインやエンドユーザーに対する操作支援はまだ十分ではなく、本研究の重要性は高いといえる。本研究により、エンドユーザーが操作に戸惑う場面が減り満足度の向上が期待できる。

４．研究の経過及び結果

タブレット型デバイス向けソフトウェアにおける操作と対応する機能を調査し、またエンドユーザーのこれまでのソフトウェアの使用経験をもとにして、場面ごとの操作においてエンドユーザーに適した機能を導き出す手法について研究を行っている[6]。多数の機能があるソフトウェアにおいて、使用目的によってはエンドユーザーが利用している手順よりもより適した操作方法があることを提案することで、より効率的な利用ができることが期待される。

また、GUI による操作が主体であるアプリケーションに対して、VUI による操作を追加するだけでなく、切り替えをできるシステムの開発支援手法についても提案した[7]。本研究で行っている操作履歴の取得および解析や操作一貫性確保の手法と合わせることで、より様々なエンドユーザーの状況に合わせた操作支援を行うことが可能となる。

５．　今後の計画

2019 年度内の研究によって、タッチパネル操作を主体とする端末の操作の一貫性を保つことによって、エンドユーザーの操作を支援する手法を提案しいくつかの実装を進めることができた。また、ソフトウェアを VUI に対応させるために必要な要件についても検討を進めることができた。

今後は今年度の成果を踏まえて、クラウド上に設置したサーバに対して利用者の個人が特定できないよう配慮をした上で収集を行うことで解析の精度を上げること、解析の結果を他のソフトウェア開発においても共有できるように、パブリッククラウド上でのシステム展開を早急に進めていく。

また、各種端末からの履歴についても、タッチパネルの操作履歴だけでなく、加速度センサーなどのログを取得しエンドユーザーの戸惑う場面を解析することも引き続き検討している。合わせて、従来型 PC 向けソフトウェアをタッチパネル操作が主体となる端末に対応させる方法についても進める。従来型 PC の操作を対象としたソフトウェア操作や Web アプリケーションに関しても、ユーザビリティ向上のための支援を進めていきたい。

６．　研究成果の発表

本成果報告書に対応する成果発表は以下の通りである。

[1] Hajime Iwata, “Method to Generate an Operation Learning Support System by Shortcut Key Differences in Similar Software”, The 17th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII 2015), August 2015.

[2] Seika Tanaka, Hajime Iwata, Junko Shirogane and Yoshiaki Fukazawa, “Development Support of User Interfaces Adaptive to Use Environment”, the 2019 8th International Conference on Software and Computer Applications, Penang, Malaysia, Feb. 19-22, 2019. DOI：10.1145/3316615.3316663

[3] Hajime Iwata and Kazuhide Koyama: “Method of Software Operation Consistency for Tablet Devices by Sound Recognition”, Proceedings of the 11th Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering (JCKBSE2014), September 2014.

[4] Junko Shirogane, Misaki Matsuzawa, Hajime Iwata and Yoshiaki Fukazawa, “Usability Evaluation Method of Applications for Mobile Computers Using Operation Histories”, IECE TRANSACTIONS on Information and Systems, vol.E101-D no.7, Jul., 2018. DOI：10.1587/transinf.2017KBP0022

[5] Hajime Iwata, Yusuke Sekino, “A Support Method of Common Gesture Operation Consistency for Android Applications”, The Fifth Asian Conference on Information Systems (ACIS 2016), October 2016.

[6] 道券裕二, 岩田一, 白銀純子, 深澤良彰, “ソフトウェア利用目的を考慮した機能推薦システム”, 電子情報通信学会 知能ソフトウェア工学研究会, てんぶす那覇, 沖縄県, 2020年 3月 6日～ 7日.

[7] 篠原佑友, 岩田一, 白銀純子, 深澤良彰, “GUIからのVUI生成による入力手順数の減少手法”, 第188回 ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, オンライン, 2020年6月1日～2日.

以上

防災無線をはじめとする ICT を用いた厚木市の防災システムの
あり方に関する基礎的研究

研究者名：情報学部　　上田麻理

１．研究の目的

本研究では，厚木市と連携して，厚木市における災害に対する各フェーズ（災害発生，避難，復旧）における迅速かつ正確な情報提供を行うための防災システムの構築を大目的とする．今回はその基礎的検討としての第一の目的として，①厚木市の防災放送の様々な状況での聴こえの状況を明らかにすることとした．特に住宅や避難所等の屋内空間での聴こえの状況を明らかにする．その際，②多様なデータを取得するための簡易計測の方法としてスマートフォンによるアプリ開発や市民参加型の計測・評価を行うための社会システムの構築を行うことを第二の目的とした．　最終的には，得られた防災放送のリスクマネジメントのための指針制定を目標とする（図 1）．

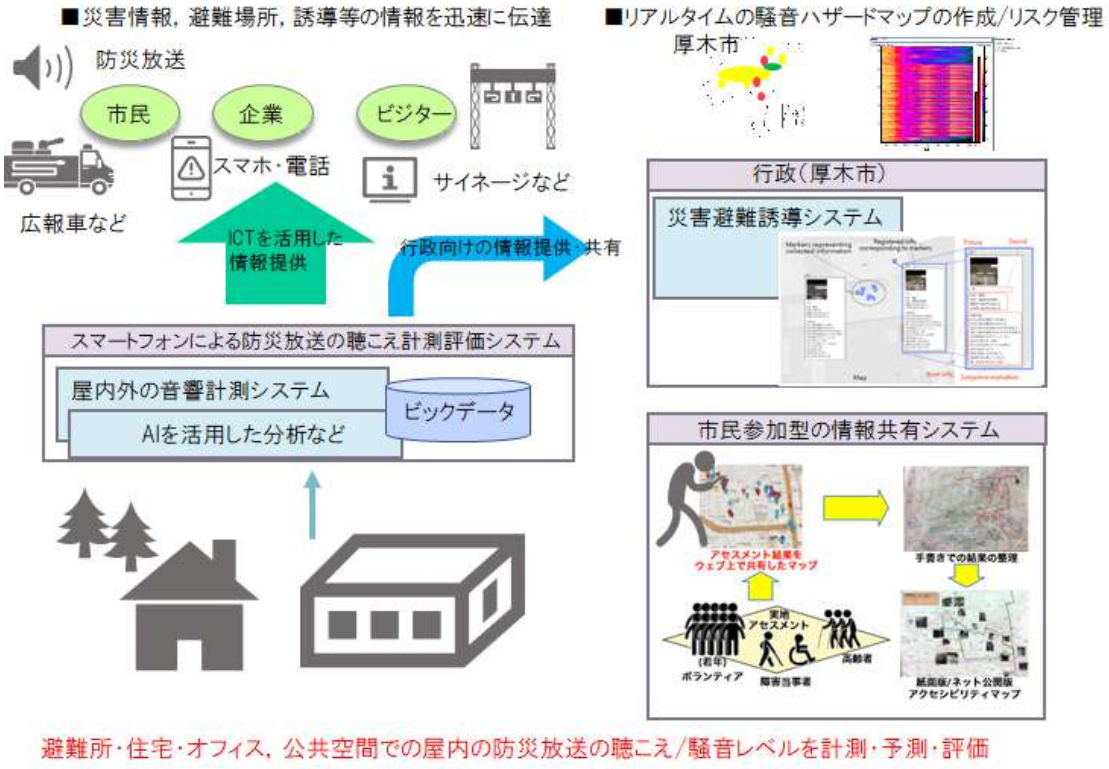


図 1：本申請研究の全体像（イメージ図）

２．研究の必要性及び従来の研究

昨今，多発している自然災害の発生時において，いち早く避難行動を行うために，迅速かつ正確な情報提供は必要不可欠であり，全国の自治体の多くが``(情報提供のための)様々な防災システムの構築''を喫緊の課題の 1 つとしている．神奈川工科大学が位置する厚木市も然りである．

厚木市からの避難情報については，屋外に設置されている防災行政無線のほか，室内でも放送内容が確認できる様々な伝送手段が用意されている．

まず，防災行政無線は，2020 年 1 月現時点で屋外子局が市に 281 基あり，その聴こえに関する評価及び，周囲の騒音の影響，ノイズマップの作成，効率的な運用方法等が2019年から地域連携研究の一環として厚木市と神奈川工科大学の共同で検討している．その他，雨や風の音で防災行政無線が聴き取りが困難な状況に配慮すべく，1) 市ホームページ，2) 防災行政メールマガジン，3) TVK(テレビ神奈川)データ放送の 3 種の情報手段が設定されており個々人のニーズによって防災情報の入手が可能となっている．

同時に避難所の諸所の運用についても検討中である．特に，高齢者や難聴者に配慮した前例は少なく厚木市では今後の課題とされてきた．災害発生時には，高齢者を優先して避難するよう行政から指示が出される．それに伴い，避難所における``音声による適切な情報伝達''は重要とされている．

防災放送に関する研究は，2011 年に発生した東日本大震災以降増加しているが，その研究の多くは屋外の音響情報伝達に関するものであり，屋内のようなより，日常に近い状況を想定した調査研究は少ない．また，避難所の騒音によるストレスの調査などは行われているが，防災放送の聴こえや，難聴者・高齢者の聴こえに配慮した研究などはほとんどない．ICT・AI の活用や視覚情報等の組み合わせによる総合的な知見も未だ少ない．

国際的な動向としては，現在 ISO/TC159（人間工学），ISO/TC223（社会セキュリティ）で国際規格作成が進められているが，内容的には視覚情報に重点が置かれ，音響情報（聴覚情報）による安全確保についてはほとんど検討が進んでいないのが現状である．

３．期待される効果

研究における学術的な初段階での「問い」は厚木市の防災放送及びその情報はどのような状況下でも市民に十分に聴こえているのか？伝わっているのか？さらに避難所などの屋内でも十分に聴こえるのか？である．この学術的問いをクリアすれば，災害時の防災放送・情報提供の問題解決に寄与することが可能であると期待される．

４．研究の経過及び結果・評価

まず，個々人がスマートフォン上で地点ごとの騒音状況をアセスメントする基盤として，Acousess（Acousess = Acoustic + assess）というアプリケーションを開発した．本システムは，iPhone アプリケーションと分析用ウェブシステムから構成される．iPhone アプリケーションは個々人での情報入力を主な機能とする一方で，ウェブサーバには各人から集められた情報の閲覧・編集機能が主に割り当てられている．

フロントエンドアプリケーションは 1) 地図ビュー，2) 詳細入力ビュー，3) 共有結

果閲覧ビューの 3 つの画面を持っており，Xcode 8.3 (OS: Mac OS X 10.12.5)を開発環境として Objective-C で記述されている．1)地図ビュー（Fig.1 左図）は基本となる画面として構成され，情報入力された地点と，各地点における大まかな状況を確認できるように作られている． 地点ごとの状況が簡易的に分かるよう，これらはマー カとして表示されている．また，新規情報入力や入力済みの情報の編集もこの画面を通じて行う．情報入力・編集の際には，地図ビューから 2) 詳細入力ビュー（Fig. 1 中図）に画面が切り替わる．詳細入力ビューでは，対象音の録音やその詳細をテキスト入力する機能の他に，この地点の写真を撮影できる ようにした．さらに，地点ごとの騒音に対する印象についてスライダーで選択できるようにした．入力・編集された情報は，SQLite を利用してデータベース化され，JSON や XML など様々なデータ形式で出力できる．なお，iPhone での録音音源の L_{Aeq} を計測するに当たって，従来の騒音計での計測結果と比較の上で，簡易的な校正を行った．

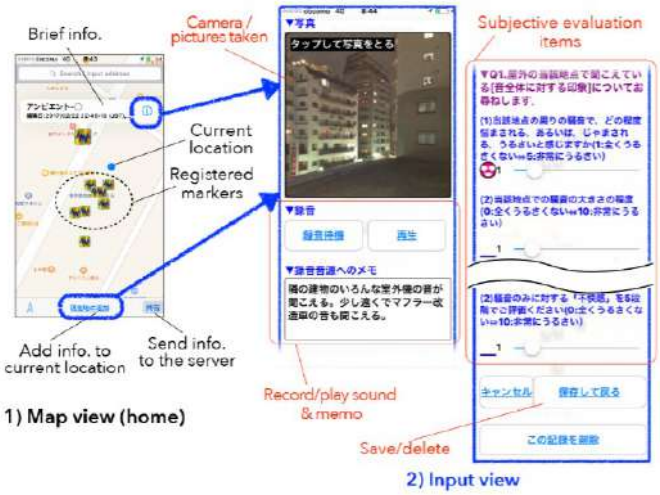


Fig. 1 User interfaces of our applications to input and share real-world environmental noise conditions.

次に，音声明瞭度試験の結果の例を Fig.2 に示す．全施設における 65 歳以下と 65 歳未満の単語了解度の平均得点である．

全体的に 65 歳以上の正答率が低く，話速が異なる SNR=- 9dB の条件((a),(b),(f))の話速が最も速い(f)では 65 歳以上の実験参加者はほとんど単語を聴きとれないことが分かる．SNR= +3 dB の場合（(c),(d)）及び，ノイズのない条件での正答率は，65 歳未満は 80 %以上，65 歳以上は 60 %を超えていることが分かった．降水量がやや強い場合（10 mm 以上～20 mm 未満/h）の降雨騒音下の条件では，65 歳未満で 80 %程度，65 歳以上は 60 %程度の正答率であることが分かった．

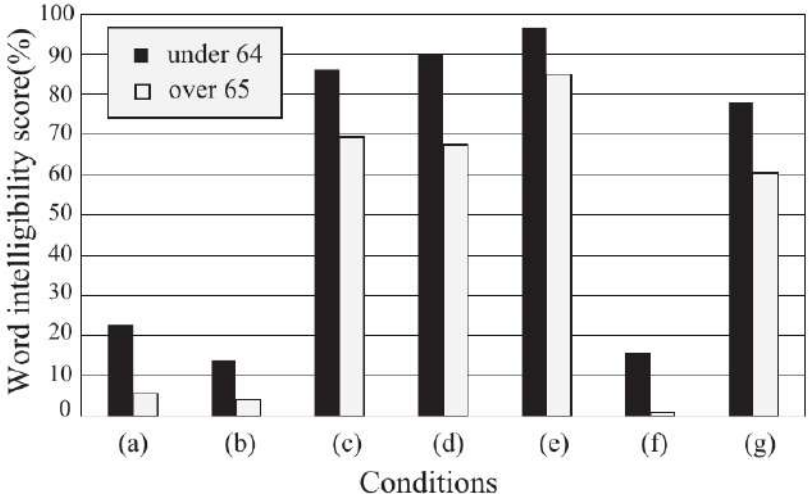


Fig.2 Word intelligibility for each condition.

さらに，円卓会議でのコメントの一部を下記に示す．参加者が共通して，体育館のような空間では会議室等に比べて音声の聴きとりがより困難であり，特に高齢者は厳しい状況であることが体感できたと述べた．その他に，挙げられたコメントの一部を以下に示す．

・地域住民代表：実験に使われた音源等について詳しく知りたい．体育館では予想以上に聴きとり難いことが分かった．

・厚木市：スピーカの違いや位置でも聴きとりやすさが変わることも体感した．どのような改善策があるかを今後検討していきたい．

・地域避難所関連施設：結果をぜひ活用して欲しい．改善策の例が知りたい．

・大学事務局：施設自体の改善は容易ではないので，推奨されるスピーカ等のマニュアルができてくるとより良いのではないか．いずれにせよ，スピーカの購入等の検討は進めたい．

・その他：ヒアリングループや吸音材等について導入可能性を含め詳しく知りたい．

今回の円卓会議では，音による情報提供だけでなく，視覚情報及び，ICT の活用，その他のアナログ技術の活用方法についても同時に検討・議論を進めてくことを全体の方針とした．情報提供ツールの選択性を多く提供することで，個々人により適した正確で便利な情報提供をめざしていく．

５．今後の計画

引き続きアプリケーションによる評価，避難所の音声明瞭度評価とともに，防災行政無線の聴こえに影響がある「気象」に配慮する．防災行政無線（背景騒音）の長期観測及び，気象パラメータ推定及び，AI による(気象パラメータ)推定手法の確立を行い，厚

木市のノイズハザードマップの作成を行う．本申請研究は 2019 年度に引き続き，厚木市危機管理課の職員 2 名の客員研究員をオブザーバーとして研究を遂行する．

６．研究成果の発表

Creation of a sound map based on a field assessment: A case of Hon-Atsugi station "s(urr)oundings"
Mari Ueda,Takahiro Miura, Ken-ichiro Yabu, Kentaro Nakamura, Yoshimichi Ogawa, Tetsuo Tanaka
IIAI 8th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI AAI) 2019.
査読あり,

Basic study on hearing aids for elderly and hearing-impaired people in shelters
Mari Ueda, Sota Karima, Yoshimichi OGAWA, Noboru Sato, Katsumi Takahashi, Kentaro Nakamura , Tetsuo Tanaka"ISBE2019(2019).
査読あり

地域連携に基づく災害時の音情報に関する検討¥¥-厚木市の避難所における音声聴取評価の試み-
招待講演△佐藤 登, △高橋 勝美(厚木市危機管理課), △刈間 聡太, ○上田 麻理, △田中哲雄, △小川 喜道, 松本 一教(神奈川工科大), 中村 健太郎(東工大), 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 2020.

不可視に構造化された光による
実空間，実物体ベースの新しいメディア表現法の研究

研究者名：情報ネットワーク・コミュニケーション学科　海野 浩

１．研究の目的

本研究は，不可視に構造化された光を用いて，実空間中の任意の場所や実物体上に，その場所や物体に関する情報を付与させることにより，実空間や実物体を撮像した画像にその情報を不可視に付与できる技術を実現する．さらに本技術の特徴を生かした新しい応用を開拓し，光を利用した実空間・実物体ベースの新しいメディア表現とその応用の創出を目的とする．本研究の具体的な応用として，従来の情報セキュリティ技術では不可能であった実物体の肖像権を保護する技術，実物体の撮像画像が本物であることを証明する技術，空間の奥行き情報を不可視の情報として付与することにより通常の方法で撮像した 2 次元画像から 3 次元画像を生成することを可能にする技術などを検討する．

２．研究の必要性及び従来の研究

近年，ソーシャル・ネットワーキング・サービス（例．Facebook，Line）では，画像や映像情報のやりとりが中心となってきた．これに伴いコンテンツの著作権保護の重要性が増し，デジタルコンテンツの著作権保護を目的とした情報ハイディング技術（情報セキュリティ分野の透かし情報埋め込み技術）は非常に重要なものとなっている．情報ハイディングは，ある情報を人に気付かれないように別の情報の中に埋め込む技術であり，デジタルコンテンツの著作権保護のほか，コンテンツの付加価値を高める上でも有効な技術である．

本研究の申請者らは情報ハイディング技術において，情報の隠し場所をデジタルコンテンツの中から実空間や実物体上へと拡張し，実空間や実物体上に情報を不可視に付与させることができれば，セキュリティ分野その他の様々な分野においても多くの新しい応用を創出できると考えた．そして実空間や実物体上に情報を付与させる方法として，光の中に情報を埋め込む方法を提案した．この方法は，光の輝度を視覚系の知覚限界以下に変調して空間に放つ．これにより光に情報を不可視に含ませ，その光が照射された空間や実物体の表面に人間に気付かれないように情報を付与することができる．そしてその情報が人間の眼に不可視であっても光に情報が含まれていれば，その光で照明された被写体を撮像した画像にはその情報が不可視に含まれているはずである．この情報を必要に応じて携帯端末等のカメラで撮像した画像から抽出・活用するというのが本技術の基本概念である．

本研究は，実空間や実物体など既に存在する事物や人間などに対して影響を与えることなく情報を付与できる点が，情報技術としてだけでなく，社会的にも必要とされる．

３．期待される効果

本研究の提案技術が実用化できると，実物体に関する情報をその存在を意識させることなく携帯端末のカメラを介して提供するサービスが可能となる．セキュリティ分野においては，肖像価値の高い実物体の肖像権保護が可能となる．さらに実物体の撮像画像が本物であることを証明できるので，写真付き公文書の偽造防止なども可能となる．これらはいずれも従来の情報セキュリティ技術では解決できなかった問題である．さらに，光の構造化特性を空間の 3 次元座標に依存させれば，実空間を撮像した画像にその空間の 3 次元情報を含めることができるので，通常は伝送や蓄積に有利な 2 次元画像の形態で扱い，必要に応じて 2 次元画像から 3 次元情報を抽出して 3 次元画像を生成することが可能となる．

４．研究の経過及び結果

前年度までに，3 次元空間情報の埋め込み技術，および，光の輝度の変調を用いて実物体の肖像権を不正な撮影から保護する技術を提案し，提案技術に対する評価・検討を行った．

光の輝度の変調を用いた実物体の肖像権を不正な撮影から保護する技術では，光の構造化技術を拡幅化し，変調方式を空間変調から時空間変調に拡張した．すなわち，光の輝度の時空間変調を用いて実物体の表面に情報を付与し，その実物体を撮像した動画像からその付与された情報を抽出するための技術を提案した．そして，その提案技術の不可視性と可読性について，付与する情報が低密度（単純な文字列パタン）の場合における詳細な評価実験を行った．実験環境では，情報を埋め込む色成分が青色成分のとき，不可視性と可読性が両立する色成分の強さの変調の振幅値ΔB の範囲は 4 から 11 であった．

2019 年度においては，前年度までの成果に基づき，光の輝度の時空間変調を用いて実物体の表面に情報を付与し，その実物体を撮像した動画像からその付与された情報を抽出する技術について，技術の高度化を図り実用レベルに完成度を高めるために，付与する情報を高密度化した場合における，提案技術の不可視性と可読性の評価実験を行った．すなわち，情報を高密度化して実物体にそれを付与した際の，実物体に付与された情報の信号の不可視性を満たす色成分・付与された情報の空間的大きさ・色成分の強さの変調の振幅値ΔB の上限，および，その情報の信号の抽出可能性を明らかにするための実験を行った．

この実験では，付与する情報の種類をチェッカーボード・パタン（以下 CB パタンと略す）とした．このパタンは 2 進数の高密度の情報を意図したものである．情報の大きさ L[画素]は，CB パタンを構成する一つの正方形の一辺の画素数とした．実物体は，フルーツ盛りの画像（画像電子学会が提供する高精細カラーデジタル標準画像の画像データのひとつ）を A1 サイズの用紙に印刷したものとした．表示・撮影のフレームレートは 30 fps とした．

不可視性の実験では，L[画素]を 4 から 8 まで 2 刻みで変化させた（L=4,6,8）．なお，実験環境では，実物体表面での L[mm]は 3.0 から 6.0 まで 1.5 刻み（2 画素当り 1.5 mm）であった（L=3.0, 4.5, 6.0）．色成分の強さの変調の振幅値ΔB は，青色成分のとき 1 から 30 まで 1 刻み，赤・緑色成分のとき 1 から 20 まで 1 刻みで変化させた．被験者数は 40 とし

た.

不可視性の実験の結果，情報の埋め込み先が青色成分のとき，不可視性 90%以上を満たすΔB の上限値は，すべての L に対して 5 であった．情報の埋め込み先が赤色成分のときΔB の上限値は 2 または 3 であった．そして，情報の埋め込み先が緑色成分のとき，ΔB の上限値は 1 であった．実験結果から，CB パタンに対しても，情報を埋め込む色成分として利用可能なものは青色成分であった.

情報を光の青色成分に埋め込んだとき，CB パタンの場合の不可視性の上限値 5 は，文字列パタンのときのそれ 11 の約半分であった．文字列パタンの場合，そのパタンの情報は実物体の中央に存在するフルーツ盛りの上に付与されていた．実物体の背景上部は一様に暗い領域が存在するが，その領域には情報は付与されていなかった．一方，CB パタンの場合，そのパタンの情報は実物体全体に付与されていた．すなわち情報は実物体の背景上部の一様に暗い領域にも付与されていた．不可視性の実験において，被写体上になんらかの色の変化やちらつきを知覚したと述べた被験者は，この実物体の背景上部の一様に暗い部分に対して「白く見える」「青く見える」などと発言した．このことから，情報が付与されていた実物体の色・領域の違いが，不可視性の上限に影響を及ぼした可能性が高い．実物体の色・領域のうち暗い色が一様に広がる部分などは，不可視性が低い可能性がある．不可視性の観点からこのような領域を避けて情報を付与することが必要であることを，この実験結果は示唆している．CB パタンの場合も情報を付与する領域を，文字列パタンの場合と同じく，実物体の中央に存在するフルーツ盛りの上として不可視性を調べることは今後の課題である.

次に，不可視性の実験結果に基づいて，情報が埋め込まれる色成分として青色成分を選び，実物体に表面に付与された情報のビデオカメラに対する可読性を評価した．すなわち，情報を高密度化して実物体の表面にそれを付与した際の，撮影された動画像から付与された情報を抽出することが可能な，付与された情報の空間的大きさ L・色成分の強さの変調の振幅値ΔB の下限値を調べた.

可読性の実験では，L[画素]を 8 から 16 まで 2 刻みで変化させた(L=8, 10, 12, 14, 16)．実験環境では，実物体表面での L[mm]は 6.0 から 12.0 まで 1.5 刻み（2 画素当り 1.5 mm）であった（L=6.0, 7.5, 9.0, 10.5, 12.0)．なお，実験環境では L[画素]が 2, 4, 6 のときサンプリング定理を満たしていないため情報の抽出はできない．色成分の強さの変調値ΔB は 1 から 11 まで 1 刻みで変化させた．総和計算のためのフレーム数 N は 30 とした.

まず，提案方法により計算した青色成分の総和画像 Sb に対して，目視で CB パタンの確認を行った（ただし，情報の信号が付与されにくい，被写体の背景上部の一様に暗い部分を除く)．実験の結果，すべての L に対してΔB が 6 以上でパタンを確認できた.

次に，Sb，および，Sb から緑色成分の総和画像 Sg を引いた画像 Sb-Sg に対して輝度ヒストグラムを生成し，その形状に双峰性があるか否かを検証した．これはグレースケール画像に対してそのヒストグラムの形状に双峰性があれば二値化閾値が決定できるからである.

なお，画像 Sb には被写体である実物体の色を起因とするノイズが多いが，前年度までの研究により画像 Sb-Sg はこのノイズを削減できることが分かっている．実験の結果，画像 Sb は全ての ΔB に対して二値化閾値は決定できなかった．これは Sb にノイズが多いためであった．一方，画像 Sb-Sg は，ΔB が 6〜9 以上で二値化閾値が決定できた．

最後に，画像 Sb-Sg に対して，ヒストグラムから決定した二値化閾値を用いて二値化を行った．実験の結果，付与された情報の信号を抽出することができた（ただし，実物体の背景上部の一様に暗い部分を除く）．

総和画像 Sb は，そのヒストグラムの形状から二値化閾値は決定できなかった．一方，ノイズ除去後の画像 Sb-Sg は，そのヒストグラムの形状から二値化閾値が決定できた．これらのことから，高密度情報である CB パタンは，文字列パタンと比較してそのパタンが小さいためにノイズの影響を受けやすいといえる．画像 Sb-Sg は，ΔB が 6〜9 以上，かつ，情報の大きさ L が 8[画素]（6[mm]）以上であれば，2 値化閾値が決定できた．なお，今回の実験では L による可読性の違いはほとんど見られなかった．これはノイズが多いことが原因と考えられる．ノイズが減少することが期待されるフレームレート 60 fps で表示・撮影を行い，その結果を検討することは今後の課題である．また，被写体である実物体の背景のうち，フルーツ盛りの籠の上に付与された情報の信号は，ΔB が一定上でないと情報が欠落しやすいことが判明した．なおこの籠の部分は黒色と茶色が交互に現れていた．

５．今後の計画

2019 年度までの成果に基づき，不可視に微小変調した光を用いて実物体を撮像した画像へ情報を付与する技術について，実用レベルに完成度を高め，さらに技術の高度化を図る．このために，高密度の情報を付与する場合において，被写体である実物体の色・領域のうち人間の眼に対する不可視性が低い色・領域を明らかにする．そのうえで，不可視性が低い色・領域を避けて情報を付与したときの，不可視性を満たす情報の大きさの上限値を明らかにする．また，被写体である実物体の色・領域のうちビデオカメラに対する可読性が低い色・領域を明らかにする．そのうえで，不可視性が低い色・領域，および，可読性が低い色・領域をさけて情報を付与したときの，可読性を満たす情報の大きさの下限値を明らかにする．技術の高度化として，付与された情報の可読性を向上させる方法を検討する．可読性を向上させる方法として，誤り訂正などを取り入れたロバストな情報埋め込み技術について検討する予定である．

６．研究成果の発表

［1］H. Unno, and K. Uehira, ”Lighting technique for attaching invisible information onto real objects using temporally and spatially color-intensity modulated light,” *Proc. IEEE Ind. Appl. Soc. Annual Meeting*, 2019, pp. 1–5, doi: 10.1109/IAS.2019.8912380.

2020 年 5 月 25 日

研究課題名：　浮上式風車を用いた高空風力発電システムのフィールド実証

研究者名：工学部機械工学科　大久保博志
〃　渡部　武夫
〃　水野　敏広
創造工学部ロボット工学科　吉野　和芳
㈱TMIT 研究開発部　藤井　裕矩

１．研究の目的

本研究は高空風力のエネルギーを利用する発電システムの初期実証モデルを開発することを目的としている。将来的にはギガワット級の風力発電を都市部上空の安定した風力エネルギーを利用できるシステムに発展させることが最終目標である。本研究の成果をベースに NEDO や神奈川県等の資金を得て、地域からの自然エネルギー活用の情報発信をすすめ、神奈川工科大学がその牽引者としての役割を果たせることを目指す。高空の風力エネルギーを、損失を得ることなく地上に伝達する必要がある。風車を装備する飛行体のデザインを決定し、テザー制御技術により安定的に地上にトルクを伝達するシステムを開発する。

２．研究の必要性及び従来の研究

風力発電システムは、洋上モデルなど大型化が進んでいるが、建設コストが高いこと、台風などの気象条件への適合性など課題も多い。一方、良質な風力が高空で得られることから浮遊式の風力発電手法が注目されている。特に最近の材料技術、IT 技術、制御技術など最先端技術により、その実用性、可能性が広がっている。世界的にみても、飛行船型、凧型、飛行機型など様々なシステムが提案されており、とりわけオランダの Delft 工科大ベンチャーAmpyx Power 社による 8 の字飛行する自動誘導グライダーを用いたシステムは、本研究と同様にテザーを用いて地上設置の発電機を駆動するシステムであり注目される。

わが国では、浮遊型プラットフォームを用いる高空風力発電の研究グループ（TMIT、神奈川工科大学、九州大学、都立産業高専、大阪府立大学、日本大学、前田建設など）が凧型飛行船とテザー技術を用いる風力発電システムの開発を進めている。当研究グループを軸として、日本風力エネルギー学会「空中風力発電研究会」が 2019 年度に正式に発足した。世界で注目されている空中風力発電（Airborne Wind Power Generation）の分野を専門とする我が国唯一の研究会であり、今後の発展が期待される。

本研究では、神奈川工科大学が独自に進めるテザー型動力伝達技術を用いたシステムの開発を行い、プロトタイプモデルを用いた中低空での発電実証を行う。当面は中、低空（10m～20m）での数十ワットの発電実証をめざし、将来的にはテザー型動力伝達にこだわらず、上空数百ｍの豊かな風力エネルギーを利用した数キロワット級の空中発電の実現をめざす。

３．期待される効果

他の浮遊型浮力発電システムが発電機を機上に装備するのに対して、本研究で提案するシステムは発電機を地上に設置し、上空の風車のエネルギーをテザー技術により地上に伝達し発電する独創的なものである。都市近郊における風力エネルギーを有効利用する発電システムとして、また、本研究は有望なシーズ技術であり、世界的にも注目される研究である。

４．研究の経過及び結果

■テザーを用いた動力伝達性能の計測実験

上空に飛翔させる風車の回転による動力をテザーを用いて地上に設置した発電機に伝達して発電する上で、プーリーとテザーを用いた動力伝達性能が重要である。テザーによる動力伝達効率を計測する試験を実施した。ブラシレスモーター軸と発電機軸にトルクメーターとプーリーを取付け、ループテザーを用いて動力を伝達した。回転数を 150rpm から 500rpm まで変化させ、モータ軸と発電機軸のトルク、回転数を計測して動力伝達効率を求めた。

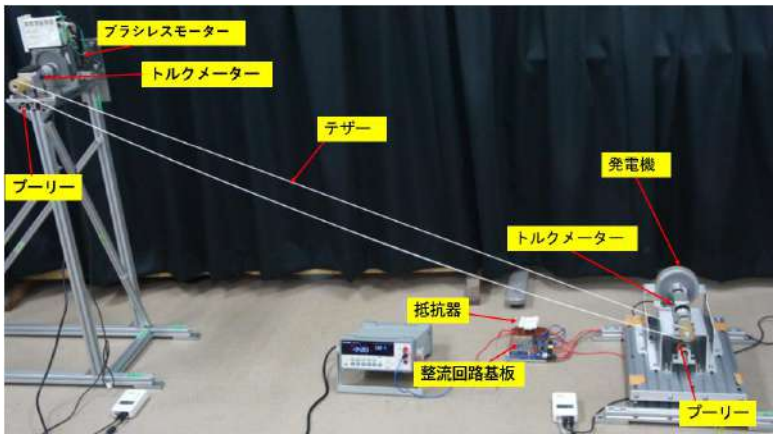


図１　テザーを用いた動力伝達実験概要図

① テザーの素材として通常のポリエステル組紐とナノフロント®加工したテザーについて動力伝達効率を比較した。図 2 に示すように、ポリエステル製のテザーにくらべてナノフロント®加工されたテザーは伝達効率が良いことが確認された。（負荷抵抗 560Ω）

②プーリー直径を径 30mm から径 60mm（V溝角度 45 度、硬度 70）に変更したところ、負荷が大きい場合にも 90%近い伝達効率を示した。（負荷抵抗 390Ω）

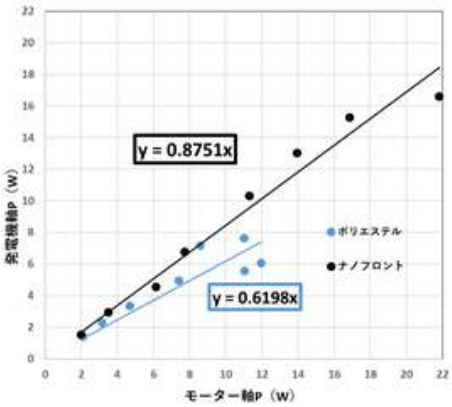


図 2 動力伝達効率（プーリー径 30 ㎜）

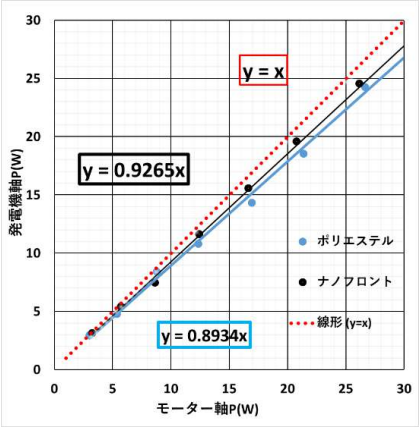


図 3 動力伝達効率（プーリー径 60 ㎜）

■フィールド発電実証試験

昨年度の試験で使用したフェーズ 1.5 風車 2 基(一対)を搭載したフィールド実験モデルを改良、軽量化したモデルを新規に開発し、2020 年 1 月 29 日-31 日妻沼滑空場において車両走行による浮上式風車の発電実証試験を実施した。フィールド実験用風車は、風洞実験で用いた直線翼風車を翼端板で両端支持する構造とした。全長約 1700mm、φ25 ㎜の CFRP パイプを用いて、中央部にアルミ製支持構造を、左右対称に一対の風車を配置する片持ち支持構造とした。これにより、風車の軽量化と着地時の衝撃荷重をバンパーと CFRP 製パイプで吸収する設計とした。

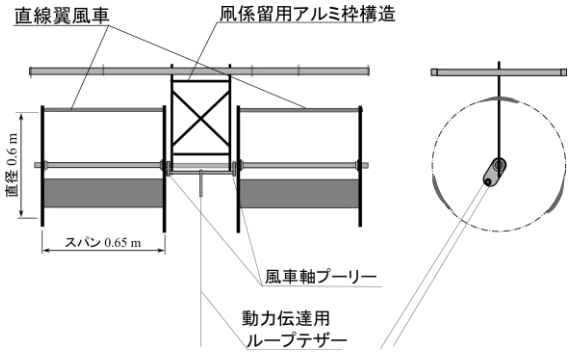


図４　フィールド試験用風車モデル

図５　凧により浮上する風車モデル

牽引走行用トラックの荷台に昨年より大型にした発電機(SKY-HR200)を設置し、発電機に風洞試験と同一の整流回路、負荷抵抗(切り替え式)を接続し、トルクメーターで発電機の回転数、マルチ入力データロガーを用いて電力の測定を行った。 ループテザーによる風車からの動力を伝達するポリウレタン製プーリーは、動力伝達効率の試験結果を参考にして直径 60 ㎜、V 溝角度 45 度、硬度 70 のものを使用した。Phase1.5 モデルを吊り下げたスレッドカイトを上空約 10～20mの高さで浮遊させ、テザーによって動力を伝達した発電機の発電量を計測した。昨年の実験では速度 40 ㎞/h 程度でトラックを走行させて凧を上昇させたが、本年度の試験では 7m/s 程度の地上風速が得られたため車両は停止したままで発電試験を実施した。図 8 に計測された電力と発電機回転数の履歴を示す。最大約 20W の持続した発電量が計測された。さらに継続して安定的に電力を発生させるためには、カイトを強風の中でも安定して飛翔させる技術、テザーの張力を一定に保つ技術など、さらに研究が必要である。これらの問題を解決する事が出来ればテザー伝達機構による空中風力発電の更なる進展が望めると思われる。

５．まとめと今後の計画

テザーの動力伝達性能試験を行い、テザーの材質およびプーリーの形状・材質設計について検討した。その結果、ポリエステル製テザーはナノ材料（ナノフロント®）加工テザーは負荷が小さい場合には効果が見られた。プーリーの直径を 30 ㎜から 60 ㎜に拡大することにより動力伝達効率が向上し、負荷が大きい（負荷回路抵抗が小さい）場合にも約９０％を保つことができた。これら結果をもとに、直径 60 ㎜のプーリーを用いて妻沼滑空場にてフィールド試験を行った。昨

年実施したフィールド試験よりも風況が良く、トラックによる牽引走行無しで、持続した発電量を実証することができた。

2019 年 10 月に英国グラスゴーで開催された第 7 回高空風力発電国際会議（AEWC 2019, Glasgow, UK））では、日本風力エネルギー学会「空中風力発電研究会」から 6 名の研究者が参加し、それぞれ研究成果を報告した。神奈川工科大学は、第 6 回会議（AWEC 2017, Freiburg, Germany）に続いて 2 回目の参加であり、直線翼風車を用いた高空風力発電に関する研究報告を行った。

今後の課題としては、地上への動力伝達機構の改良、安定飛行が可能な飛翔体の開発、円滑な運用環境の構築などが挙げられる。フィールドでの発電実証試験を進め、問題点を 1 つひとつ解決することにより、実用化に向けて一歩ずつ進めてゆきたい。

６．研究成果の発表

１）Hiroshi Okubo, Ryo Hatakeyama, Hidemi Onodera, Tsuyoshi Sato, Hironori Fujii, Yusuke Maruyama, Yasutake Takahashi, Hiroki Endo, and Kazuichi Seki: Airborne Wind Power Generation Employing Straight Bladed Wind Turbines, 7th Airborne Wind Energy Conference (AWEC 2019), Glasgow, UK (2019 年 10 月).

２）Hironori A. Fujii, Takumi Tomita, Tairo Kusagaya, and Hiroki Yamamoto: Three-Dimensional Flight Trajectories of Tethered UAV for Optimal Energy Generation, 7th Airborne Wind Energy Conference (AWEC 2019), Glasgow, UK (2019 年 10 月).

３）大久保博志，藤井裕矩: 直線翼風車を用いた空中風力発電システムの開発，日本航空宇宙学会関西・中部支部合同秋季大会，吹田（2019 年 11 月）

４）大久保博志，畠山凌，小野寺未，佐藤強，藤井裕矩，丸山裕介，岩原誠：直線翼風車を用いた空中風力発電システムのフィールド実証，第 40 回風力エネルギーシンポジウム，東京 (2019 年 12 月)

５）藤井裕矩，冨田匠，草谷大郎，山本　広樹：空中風力発電のためのテザー型 UAV（Unmanned AerialVehicle）の最適軌道の検討，第 40 回風力エネルギーシンポジウム，東京 (2019 年 12 月)

６）藤井裕矩，大久保博志，丸山勇祐，高橋泰岳，中嶋智也，草谷太郎，山本広樹：東京都立大学発・宇宙テザーから空中風力発電へ，電気評論，2020 年 5 月号，pp. 65-72（2020 年 5 月）

社会的弱者支援のための笑い誘発対話文自動生成の検討

研究者名：情報工学科　　大塚真吾

１．研究の目的

高齢者や被災者，患者等の社会的に弱い立場に置かれている人々（以下，社会的弱者と呼ぶ）の中には，一般の人と比べて，微笑んだり，笑ったりする時間が少ない場合が多い．しかしながら,「笑い」は人々の心とカラダに様々な効果があると言われており，生活をしてゆく上での高付加価値であり，社会的弱者にとっても必要であると考える．本研究では，社会的弱者に対し「笑い」による心の癒し空間を提供することを目的とし，具体的には以下の３ 項目を明らかにすることで，高付加価値である「笑い」を生成する対話とロボットの動きを自動生成し，社会的弱者に対して「笑いの場」を提供する．

1.　実験により社会的弱者の笑いのポイントを分析し，明確化する．

2.　ユーザの発話を理解し，(1)の実験結果を用いて，その発話に対する面白おかしい応答を自動生成する．

3.　発話に対する面白おかしい動きも重要と考え，ロボットをインタフェースとすると共に，(2)の発話に同期する面白おかしいロボットの動作の自動生成を実現する．

２．研究の必要性及び従来の研究

現在，高齢者や被災者，患者等の社会的に弱い立場に対して，健康寿命を伸ばす取り組みや，なるべくストレスを与えずに生きていくための支援に注目が集まっている．中でも「笑うこと」はストレスの軽減に繋がり，誰でも手軽に取り組むことが可能なため，注目が集まっている．人々を笑わせるために研究は数年前までは，ほとんど行われていなかったが，家庭用コミュニケーションロボットに普及にともない，例えば，吉本興業が「よしもとロボット研究所」を立ち上げるなど，注目が集まりつつある．我々はこれまでニュース記事を用いて漫才台本を自動生成する研究を行っており，本研究ではこの研究をさらに高度化したものである．

また，仕組みは公開されていないが iPhone の Siri や Amazon の Alexa，Line の Clova などは面白いことを返答しているように見えるが，あらかじめパターンを用意しておりそれを実演しているため，個々のユーザにカスタマイズすることは難しい状況である．

３．期待される効果

本研究では実際のユーザ実験に基づき，ユーザの発話に対し面白おかしい返答を自動でその場で生成することを目指す．また，発話に合わせたロボットの動きも実

現することを目指す．漫才の動きを解析する研究はあるが，面白おかしい動きを発話に合わせてリアルタイムに自動生成することは非常に困難な状況である．

研究成果により，社会的弱者に対し「笑い」による心の癒し空間を提供することが可能となり，健康寿命の増加やストレスの軽減などの効果が見込まれる．

４．研究の経過及び結果・評価

本年度は「スマートスピーカーを用いた漫才の実装」「Pepper を用いた漫才の実装」「お笑いの評価についての検討」の 3 点について行った．

まず，「スマートスピーカーを用いた漫才の実装」では，LINE Clova を用いて対話型漫才自動生成システムを構築した．LINE Clova が提供している Clova Developer Center βに新たなスキルを登録し，Clova に「大塚研ニュース漫才」と言うスキルを起動し，予め指定された URL に設置したプログラムが起動する．今回は PHP 言語でプログラムを作成した．例えば，ユーザが Clova に「ねぇ，クローバ」と話かけ，その後「大塚研ニュース漫才を起動して」と言うと，Clova から簡単な説明があり，ユーザは Clova に漫才を作ってもらうか再生させるのかを指示することができる．ユーザが「〇〇漫才を作って」と指示した場合は，漫才自動生成サーバに対して「〇〇」をお題として漫才を自動生成させるスクリプトを実行し，XML 形式で漫才台本が生成される．このファイルを元に AITalk を用いて音声ファイルに変換を行う．また，漫才自動生成サーバではヘッドラインニュースを定期的に取得しているため，「ヘッドライトの漫才を作って」と指示した場合は，最新のヘッドラインニュースから漫才台本を生成することが可能である．

その後，ユーザが「〇〇の漫才を聞かせて」と指示した場合は，漫才自動生成サーバから，生成された音声ファイルをダウンロードし，そのファイルを Clova が再生することで，ユーザは漫才を聞くことができる．このように，ユーザは Clova との対話だけで，漫才の台本，および，音声ファイルを生成することが可能になり，高齢者でもスマートフォンや PC などを用いることなく，手軽に好みの漫才を聞くことが可能となった．

次に，「Pepper を用いた漫才の実装」では，ユーザがより面白いと感じさせるために今年度は Pepper の声質に着目した．声に感情が含まれた場合の声質について，例えば，文献 1 では「感情が含まれる音声を発話する際，含まれる感情が異なると韻律が変化することは昔からよく知られている．例えば，激しく怒るときは声が大きくなり，比較的低い声で早口になる．一方悲しむときは，小さな声でゆっくり話される．」と述べられている．我々は，これらの声質と感情に関する研究を参考にしながら，Pepper の声質の改良を行った．実際に声質と感情の関係について学生へのアンケートを行い，その結果，より人間らしい感情表現が可能となった．

さらに，「お笑いの評価についての検討」では，スマートスピーカーで漫才を実

行した際のユーザの内面を測定するために，(株)NeU から販売されている脳機能計測装置「XB-01」，スマートフォン，ビデオカメラを用いて漫才を見ているユーザの脳活動や表情などの調査を行った．学生を対象とした実験結果から，顔の表情が変化した際に脳活動も変化していることが分かり，信頼度の高い漫才評価指標作成につながると考えている．

[1] 鈴木基之，“小特集-音声は何を伝えているか-音声に含まれる感情の認識”，日本音響学会誌，Vol.71，No.9，pp.484-489，2015.

５．今後の計画

本研究は萌芽研究として 2 年計画の 1 年目であったが，新設された先進 AI 研究所の AI 社会創生研究所において本研究を進めて行くこととなったため，AI 社会創生研究所の所員とともに 2020 年度の一般研究として「QOL 向上のための癒し空間創成に関する研究」という研究テーマで応募を行い採択されたため，引き続き研究を進めていく．

６．研究成果の発表

今年度の研究成果の発表は 3 件である． 第 12 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム（DEIM2020）(2020 年 3 月)において，「スマートスピーカーを用いた対話型漫才自動生成システムの提案*」，「漫才台本データを用いた人型ロボット自動漫才システムの改良」と「スマートスピーカーを用いた漫才実演および漫才評価の検討」というタイトルで発表を行った．(*は研究の一部は受託研究の成果としている．)

内燃機関における熱効率最大化のための燃発生仕事プロフィール明示化および制御法に関する研究

研究者名：自動車システム開発工学科　　岡崎昭仁
千葉大学大学院工学研究院　　小栗康文

１．研究の目的

JST が推進する SIP 革新的燃焼技術では内燃機関の高効率化研究が推進された。電動化が進む中にあっても、当面の間、内燃機関は自動車の主動力源であることは明白であり、より一層の高効率化に関する研究が社会的に求められている。上述した SIP 革新的燃焼技術では、高効率化のための先進技術・要素についての研究が進められているものの、内燃機関の「広範囲な運転領域において燃焼による仕事を明示化して改善を行う研究」は実施されておらず、課題である。そこで、本研究では、内燃機関における仕事を明示化して、さらなる効率改善を行う手法を得ることを目的とする。

２．研究の必要性及び従来の研究

ガソリン機関、ディーゼル機関において 50%を超える熱効率を達成をした SIP 革新的燃焼技術においては、「スーパーリーンバーン（超希薄燃焼）」とその燃焼研究を推進するための「モデル化」の二点が大きな研究課題であった。スーパーリーンバーンは、既存の機関で行うことは難しく、燃焼技術開発に加えて、新規に専用の内燃機関を開発・製造する必要がある。

ガソリン内燃機関における研究開発の方向性は、「高圧縮比」と「高圧燃料噴射」であり、市販実用自動車用機関を含めてこれらの研究開発が推進されている。また、これらの２点の技術をさらに活用して熱効率を向上させるために、ミラーサイクルやアトキンソンサイクルなどの「高膨張比」に関する研究開発が盛んである。これらの研究開発課題を包括する自動車用内燃機関は、多くの部品・要素、そして様々な技術の集合体である。

一方で、例えば高膨張比機関では、実験的に熱効率は向上しているものの、燃焼による仕事として最大化しているとは言い難いのが現状であり、学術的に見て理論体系化が十分に確立されていないのではないと考えられ、課題であると考える。

また、燃焼研究で用いる筒内圧力センサは、これまで計測専用であり、高額かつ短寿命であった。しかしながら、例えば点火プラグ取り付け座面に圧電センサを取り付けて、座型圧センサとして筒内圧を計測する研究が進められている。圧電センサは、実用自動車用途には例えばノックセンサなど、一部で採用されており、今後、筒内圧センサとして普及する可能性がある。

上述したことから、本研究は、新規開発内燃機関を含め、レトロフィットとして稼動状態にある内燃機関にも適用できる可能性がある。また、燃焼を仕事として最大化するための理

論体系化を行うことができ、その実現に向けては、使用を前提とする筒内圧力センサが実用自動車分野において実用化されることから、本提案は実用化に向けて研究を推進することができる。

３．期待される効果

本研究においては、上述した「広範囲な運転領域において燃焼による仕事を明示化して改善を行う研究」について、研究用単気筒ガソリン内燃機関を用いて、筒内圧力、クランク角度、吸排気温度、吸排気圧力などを広範囲な運転領域で計測し、それを独自のサイクル方程式で解析し、主に点火時期を変数にして、燃焼による仕事を最大化（熱効率を最大化）する手法を得る。

４．研究の経過及び結果・評価

上述した研究目的、期待される効果を得るために、次に記す３点に関して、研究経過及び結果・評価を記す。

（１）燃焼による仕事を明示化するための理論式の構築

一般的なオットーサイクルの理論式をベースにして、２種類の高膨張比サイクル（ミラーサイクル、アトキンソンサイクル）について理論式を構築し、比較を行った。高膨張比サイクルは、図１に示すように４*→４→５→１の領域の分仕事を確保でき、オットーサイクルと比較して仕事が大きくなり、高効率化が可能である。

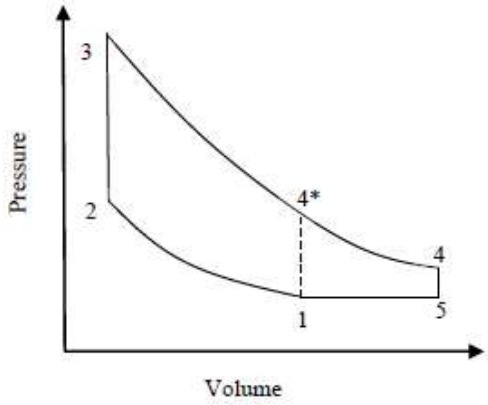


図１　高膨張比サイクルの PV 線図

熱力学の一般式より展開することで式（１）に示すように高膨張比サイクルの熱効率を求めることができる。この式を用いて、各種計算を行う。

$$\eta_{th} = 1 - \frac{1}{\varepsilon_E{}^{\kappa-1}} \frac{\rho(1-\gamma+\kappa\gamma) - \kappa n^{\kappa-1}}{\rho - 1} \qquad (1)$$

（２）サイクルシミュレーションソフトによるエンジンモデルの構築

内燃機関研究分野で普及しているシミュレーションソフト AVL Boost を用いて、エンジンモデルを構築した。構築したエンジンモデルを図２に示す。今後、実験データとの整合性を確認しながらモデルの玉成を行っていく。

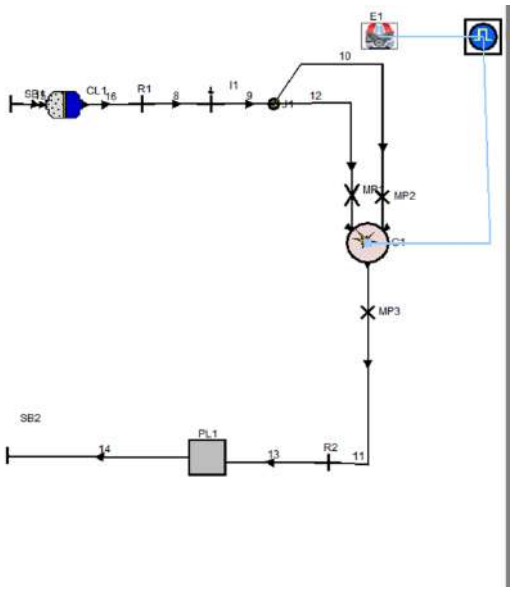


図２ 構築したエンジンモデル

（３）研究用単気筒内燃機関による実験

本学所有の排気量 500cc の研究用内燃機関を用いて、実験を行った。実験は機関回転 1,000rpm、スロットル開度 50%、点火時期を上死点前 10deg、15deg、20deg とした。実験結果 P-θ 線図を図３に、P-V 線図を図４に示す。

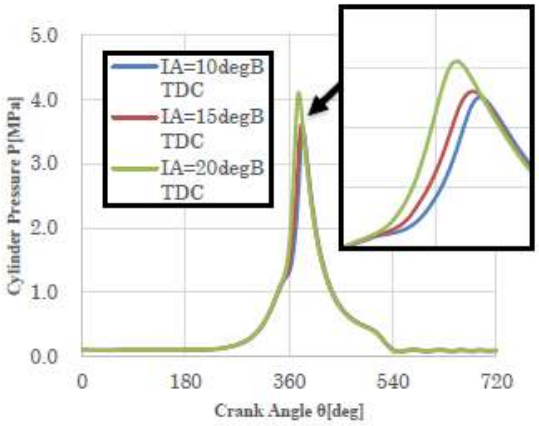


図３ P-θ 線図

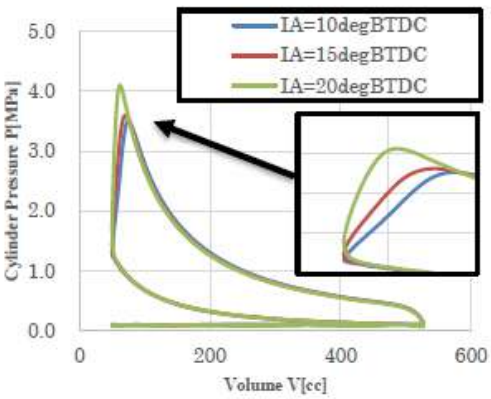


図４ P-V 線図

（４）研究用単気筒内燃機関実験結果からの高膨張比サイクルの性能予測

（３）で取得したオットーサイクルの実験結果をベースに高膨張比サイクル機関の性能予測を行う。先ず、圧縮行程と膨張行程でポリトロープ指数を求める。ポリトロープ指数により、圧縮行程と膨張行程の推定が可能となる。次に実験で得られた P-V 線図を各工程毎に分割し、ポリトロープ指数を用いて、高膨張比サイクルの推定を行った。表１に、オットーサイクルの実験値と高膨張比サイクル推定値の比較を示す。表より高膨張比サイクルは、図示仕事が増加していることが分かる。この手法でオットーサイクルの実験値より、高膨張比サイクルの仕事を比較的簡便に推定することができた。今後の課題として、高膨張比サイクルの実験を行い検証する必要がある。

表１　オットーサイクルと高膨張比サイクルの仕事比較

	Compression	Expansion	Illustrated work
Otto cycle [J]	72.4	128.6	56.2
Miller cycle with turbo [J]	72.4	150.6	75.0

５．今後の計画

平成３１年度の重点配分研究に採択されたことで、上述した課題を進めることができた。深く関係各位に感謝する。今後は、本研究で得られた知見を活かして、内燃機関による高効率発電システムの研究を進める。（重点配分研究に採択済み）

６．研究成果の発表

研究成果の発表については大学で行われる研究であることから、教育的視点を鑑み、研究協力者である大学院生と学部生に発表させた。国内発表１件、国際会議発表（査読有り）１件である。　以下、列記する

・国内発表）木名瀬泰崇、湯川虎風、山口大輝、舟岡智哉、岡崎昭仁：汎用内燃機関の性能測定装置に関する提案、日本設計工学会東海支部令和元年度研究発表講演会講演論文集、pp.37-38

・国際会議）Hiroshi TONOSHIRO, Yasufumi OGURI, Akihito OKAZAKI：Study on performance prediction method of super-high expansion ratio engine, Small Engine Technology Conference 2019 Proceedings, JSAE20199550, SAE2019-32-0550

「まばたき」で視認できる高速ラインディスプレイの知覚原理の解明と最適化に関する研究

ホームエレクトロニクス開発学科　　奥村万規子

１．研究の目的

本研究では，「まばたき」や視線移動で生じる高速な眼球運動（サッカード）中に，点滅する LED 光点列の光を，奥行きや動きを持たせて知覚させるラインディスプレイ装置を開発する．また，アイトラッカーを用いて眼球運動について調査し，知覚原理を明らかにすると共に，サッカード抑制が抑えられる条件を見つけ，知覚しやすさと画像の依存性を調査する．

２．研究の必要性及び従来の研究

観測者が，1 次元の光点列上を通過して視線を移動する間に，表示情報を縦に分割して高速に点滅させると，点滅パターンが空間に展開され，網膜上に 2 次元の情報が知覚されることが知られている．しかし，視線を移動するタイミングや知覚できる条件には個人差があり，安定して情報を視認することが難しい．これに対して，網膜再帰反射を利用したサッカード検出手法や，眼鏡型のサッカード検出器などが提案されているが，これらは観測者が検出用装置を装着しなければならない．

３．期待される効果

本ディスプレイは，観測者が検出器を装着せずに，情報が空間に提示されるので，省エネ・省スペースで，広告用やエンターテイメントなど幅広い分野での応用が期待できる．また，空中に浮かび上がる画像サイズは，縦方向は装置の長さで決まるが，横のサイズは点滅周期の高速化により，広げることが可能であることも本ディスプレイの利点である．情報提示のできる街灯や、景観を崩さないデジタルサイネージの実現などに期待できる．

４．研究の経過及び結果・評価

(1)　高速ラインディスプレイの開発

縦一列に並んだ 64 個のフルカラーLED を高速に点滅させるラインディスプレイを製作した．ラインディスプレイの構成図を図 1 に示す．全体の構成は画像データを送信するマイコンと 16 個の LED を駆動するユニット基板を 4 枚の縦に接続した表示部と基板から成る．LED 駆動回路タイミング図を図 2 に示す．画像データの転送はすべて並列に処理し，マイコンの出力を直接制御する手法でプログラムの高速化を図り，最速点滅周期 58μs を実現した．

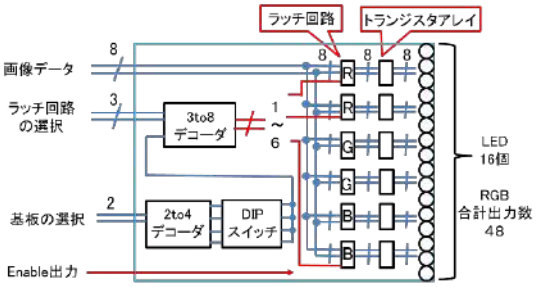


図 1　ラインディスプレイの構成図

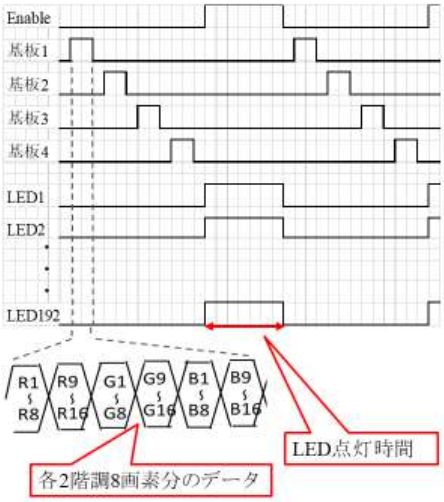


図 2　LED 駆動回路タイミング図

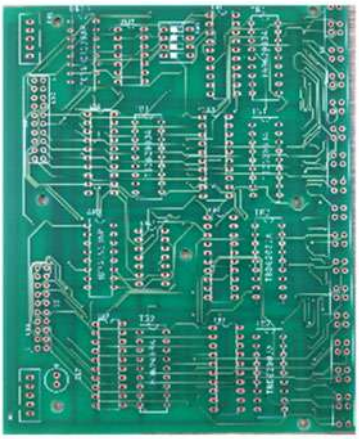


図 3　製造したプリント基板

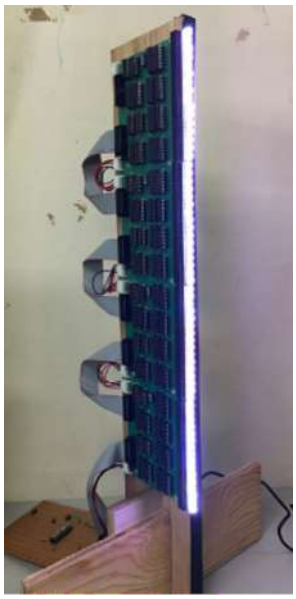


図 4　完成したラインディスプレイ

(2) 点滅周期の最適化

高速点滅が実現できたので，主観実験により，LED の点滅周期の最適化を図った．図 5 に実験で用いた暗室内のラインディスプレイと指標を，図 6 に主観評価に用いた基準画像を，図 7 に主観評価結果を示す．点滅周期が速いと画像の幅が狭く見え，点滅集が遅いと画像の幅が広く見えることが分かった．また，点滅周期 0.5～0.7ms が最も，良く人に画像を知覚させることができることがわかった

図 5　暗室内のラインディスプレイと指標

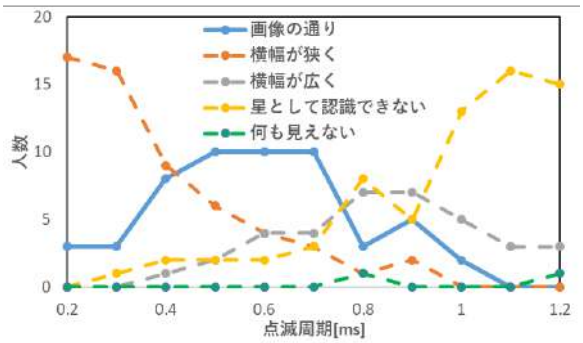


図 7 点滅周期に対する主観評価結果

図 6 主観評価に用いた基準画像

(3) LED ドライバーIC を用いた多階調表示可能なラインディスプレイの開発

4 つのマイコンを割り込み信号で同期を取り，LED ドライバーIC を用いて，LED64 個を 256 階調で点滅させるラインディスプレイを製作した．図 8 に完成したラインディスプレイを示す．図 9 には，眼球運動と同様にデジタルカメラを回転させて撮影した表示画像を示す．評価実験では，3 種類の画像を用いて，明るさ，色の鮮やかさ，知覚度合いを評価した．実験結果は，明るさと色の鮮やかさは青色の鳥の画像が最も評価が高くなり，知覚度合いは赤色の鳥の画像が最も評価が高くなった．

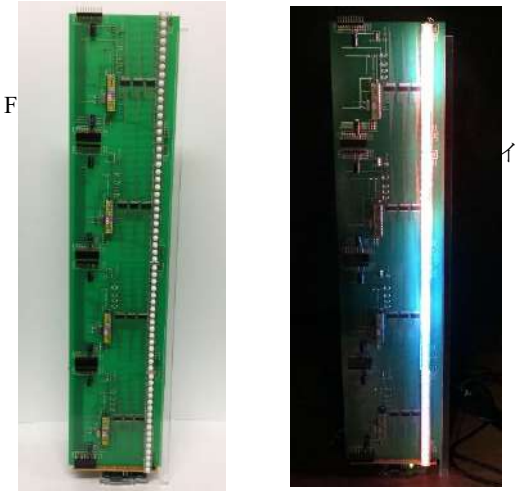
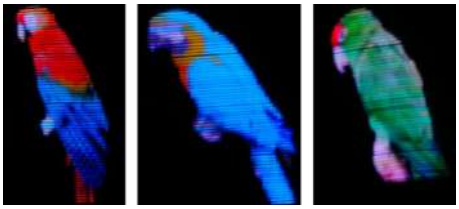


図 8　完成しラインディスプレイ（右：点灯時）



(a) 赤い鳥　(b) 青い鳥　(c) 緑の鳥

図 9　デジタルカメラを回転させ撮影した表示画像の写真

５．今後の計画

(1) CPLD を組み込んだユニット基板を製作

ユニット基板のデジタル回路の部分を CPLD で設計し，PWM 制御による多階調表示ラインディスプレイと，点滅周期を変更可能なコントローラを開発する．これらを用いて，「まばたき」で視認できる最適なパラメータ（ディスプレイの数，配置位置，周波数，輝度など）を明らかにする．

(2) サッカード中に視認しやすい画像表示方法の提案

フェヒナーの法則で知られている人の知覚感度や，サッカード中の知覚特性に基づく表示方法を検討する．実験により知覚しやすい条件を明確にし，サッカード利用型に適した表示方法を提案する．

(3) アイトラッカーを用いて眼球運動について調査し，知覚原理を明らかにする．

６．研究成果の発表

国際学会

(1) Naoki KAWASAKI, Kyohei WAKABAYASHI, Takayukiu MISU, Keichi ABE, Hiroshi SUGIMURA, Makiko OKUMURA, ”Development of High Speed Flashing Line Display Using Eyeball Movement”, 2019 IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics Proceedings(GCCE2019),pp.1-2,Oct.2019.

口頭発表

(2) 町田優希，川崎直紀，若林恭平，奥村万規子，“LED64 個を用いた多階調表示可能なラインディスプレイの開発”，情報処理学会第 82 回全国大会，4J-06,2020 年 3 月 6 日．

(3) 町田優希，三栖貴行，安部惠一，杉村博，奥村万規子,”モノリシック LED ドライバを用いた多階調表示可能なラインディスプレイの開発” Development of multi-gray scale line display using monolithic LED drivers, FIT2019（第 18 回情報科学技術フォーラム），CM-004，2019 年 9 月 3 日．

(4) 川崎直紀，若林恭平，三栖貴行，安部惠一，杉村博，奥村万規子，“眼球運動を利用した高速ラインディスプレイの開発と点滅周期の最適化” Development of Printed Circuit Board for High Speed Line Display Using Eyeball Movement And Optimization of Flashing Period，情報処理学会研究報告，コンシューマ・デバイス＆システム(CDS)研究会，Vol.2019-CDS-26 No.9，2019 年 8 月 30 日．

以上

エビの低アレルゲン化およびその理論的背景の探求

応用バイオ科学科　小澤　秀夫

１．目的

エビはアレルギーを引き起こすため、特定原材料に指定されいている。エビに含まれるアレルギーの主要な原因成分(アレルゲン)は、トロポミオシンである(Reese et al. 1999)。すでに沸騰水処理により、アレルゲン量が1/10程度となることを示しているため(Ozawa et al. 2017)、本研究ではさらにその方法を洗練化し、トロポミオシン量を 10^{-5} 程度に低下させることを目標とした。なお、トロポミオシン量が 10^{-5} 程度にまで低下した場合、アレルゲンの記載義務がない食品と同程度のアレルゲン量となる(Akiyama 2011; Shoji 2018)。

なお、エビ・トロポミオシン量を迅速(君島と小澤、 2017)に正確(小澤ら、2018)に評価するための予備実験はすでに行っている。

参考文献

小澤洋子，君島健夫，小澤秀夫 (2018) SDS-PAGE におけるタンパク質の定量に関する適切な標準曲線関数の決定. 神奈川工科大学研究報告.B,理工学編 42:57-59

君島健夫，小澤秀夫 (2017)分離ゲルに水を重層しない SDS-PAGE ゲル調製. 神奈川工科大学研究報告.B, 理工学編 41: 5-6

Akiyama H, Imai T, Ebisawa M (2011) Japan food allergen labeling regulation-history and evaluation. Adv Food Nutr Res 62:139–171

Ozawa H, Koyama M, Ishizaki S, Ochiai Y (2017) Effect of boiling on the elution of the major allergen tropomyosin from shrimp and squid muscles. Food Sci Tech Res 23:41–43

Reese G, Ayuso R, Lehrer SB (1999) Tropomyosin: an invertebrate pan-allergen. Int Arch Allergy Immunol 119:247–258

Shoji M, Adachi R, Akiyama H (2018) Japanese food allergen labeling regulation: an update. J AOAC Int 101:8–13

２．実施内容

バナメイエビを a 倍量の熱湯で処理した場合において、次の微分方程式が成り立つ。

$$-d[TM]_{solid}/dt = a\,d[TM]_{liquid}/dt = k\{[TM]_{solid}-[TM]_{liquid}\}$$

ただし、$[TM]_{solid}$ および$[TM]_{liquid}$ は、エビ筋肉および煮汁のトロポミオシン含量(mol/L)であり、k は流出速度定数(min^{-1})である。

本実験では、水の量を 10 倍量および 2,000 倍量にして 100°C の沸騰水で 20 分間、処理した。さらに 2,000 倍量で 20 分間、沸騰水を入れ替えて 3 回連続でエビを圧力なべ(121°C 処理)において処理した。これらの実験条件においてエビ・トロポミオシン残存量および k を求めた。

エビ・トロポミオシン量は、100°C の沸騰水で処理した時は SDS-PAGE によって評価した。また 121°C の沸騰水で処理した場合においては、トロポミオシン量が SDS-PAGE によって正確に評価できる濃度を下回っていたため、甲殻類キット II(マルハニチロ社)を用いた ELISA 法によって、換算タンパク質の含量として評価した。

流出速度定数 k は、温度によって大きく変わると予想された。実際には、温度以外の実験条件、どのように煮るかおよび何度目の処理であるかの影響を大きく受けた。特に 121°C で 3 回目の沸騰水処理において、k は極端に小さくなった。

121°C で 3 回処理することにより、TM 量は 1.6×10^{-5} 倍にまで低下した。

３．当初の期待と実施後（途中）の評価

本研究により、十分なエビの低アレルゲン化を達成できた。

４．今後の計画

コストを考えると、2,000 倍の水処理により、10^{-3} 倍にまでエビ・トロポミオシン量が減少することが望ましい。しかしながら、最も効率の良い 2 度目の 121°C 処理においてもそれは達成されなかった。今回、121°C 処理の時間は 20 分間を採用したが、より長く実施する必要があろう。実験条件によって k は大きく異なるが、数度の実験を行えば、最適な処理時間が決まるであろう。

特定原材料に準ずるイカの主要なアレルゲンもトロポミオシンである。100°C の沸騰水で 20 分間処理した時の除去効率は、エビの場合と比較し、イカの場合は低い。しかしながら、処理時間を長くすることにより、さらなる低アレルゲン化が可能であると予想されるため、検証する必要があるだろう。

また本処理により、香りや味および栄養がある程度は損なわれる可能性があり、実際にどのような官能的性質や栄養素が損なわれるか検討する必要があるだろう。官能的性質によっては、その後の処理法や調味料および添加物によって補うことが可能である。

５．研究成果の発表

本研究と関連し、日本水産学会が発行する Fisheries Science に以下の発表を行った。

Ozawa H, Yamamura A, Kimijima T, Ishizaki S, Ochiai Y (2020) Elimination of the major allergen tropomyosin from shrimp muscle by boiling treatment. Fish Sci 86: 197-202

産褥期の女性を対象としたリラックス感をもたらすケアプログラム開発
―自律神経活動および一般感情尺度を用いた評価―

研究者名： 看護学科　小野 智佐子

研究分担者： ロボット・メカトロニクス学科　高尾 秀伸

1. 研究目的

産褥期の女性は自律神経活動の変調を整え、リラックスした状態で育児を行っていく事は、母親役割獲得の上でも重要であると考える。井村は、妊産婦がマッサージケアを受けることは、不安の軽減につながり心理的にリラックス効果がある[1)] ことを報告し、また山本らは密封式足浴を受けることは、副交感神経活動が活性化しリラックスにつながる[2)] ことを報告している。そこで先行研究知見等から、産褥期の女性がリラックス感をもたらすケアプログラムを考案した。研究目的は、産褥期の女性を対象としたケアプログラム介入前後のリラックス効果を、自律神経活動および一般感情尺度の複数指標によって評価することである。

2. 方法

1) 研究デザイン：複数指標による単一群試験による介入研究デザイン

2) 対象：正常な産褥経過をたどり研究協力に同意が得られた女性26名

3) 期間：２０１８年８月～2019年3月

4) ケアプログラム：密封式足浴、背部温罨法、足部マッサージが含まれたケアである

5) 測定用具と内容

評価指標として心拍変動解析による自律神経活動（心拍数（以下HR）、副交感神経活動および交感神経活動）を測定した。心拍変動のHigh-frequency（以下HF）成分は、副交感神経活動によって生じ、Low-frequency（以下LF）成分は、交感神経活動、一部副交感神経活動により影響を受ける。この両者の比であるLow-frequency/ High-frequency(以下LF/HF ）は、交感神経機能として用いられている。そこで本研究では、ＨＦを副交感神経活動の指標、LF/HFを交感神経活動の指標とした。ＨＦは点数が高いほどリラックしている状態であり、LF/HFは点数が高いほどストレスが高いことを示す。また一般感情尺度と基本属性の情報を得た。一般感情尺度は、新井・竹中ら[3)] が開発した尺度を用いた。全体的な感情である３つの下位尺度（①安静状態、②肯定的感情、③否定的感情）から構成され、信頼性および妥当性は確認されている。

6) 分析：心拍変動解析による自律神経活動および一般感情尺度得点は、本プログラム介入前と介入後の平均を検定し有意水準を5%未満とした。基本属性情報は、記述統計を行っ

た。統計ソフトは、IBM SPSS statistics25を用いて解析した。
7）本研究の対象者には依頼文書を用い、研究目的、意義、協力内容、自由意思に基づく参加、不参加であっても一切不利益を被らない事、プライバシーの保護が保障されていること、個人情報の保護、研究結果の公表、研究終了後の情報については責任をもって処分すること等について説明し、同意書による同意を得た。

3. 研究の経過及び結果

1)研究の経過

本ケアプログラム介入による評価指標として、自律神経活動及び一般感情尺度以外に加え唾液コルチゾール測定を計画していたが、対象の負担を考慮し、今回は評価指標に加えないことに変更し実施した。

2)結果

対象は産褥3日目から4日目の女性26 名であり、妊娠・分娩・産褥経過ならびに新生児経過に異常は認めなかった。

本ケアプログラム介入前後における副交感神経活動の変化は、副交感神経活動の指標であるHFは、介入前に比べ、介入後有意に上昇した。HRは、介入前に比べ介入後に有意に減少した。交感神経活動の変化は、交感神経活動指標であるLF/HFは、介入前に比べ、介入後に低下したが有意ではなかった。一般感情尺度は介入前に比べ、介入後に有意に上昇した。

4. 考察

1）本ケアプログラムが自律神経活動および一般感情尺度への影響について

本ケアプログラム介入前後のHF、HRの変化の結果から、副交感神経活動が活性化されたといえる。また介入前後の一般感情尺度変化の結果から、主観的にリラックス感を得ることができたと考える。本ケアプログラム介入による産褥期の女性へのリラックス効果は、副交感神経活動が活性化され、主観的リラックス感が得られることが示唆された。

5. 研究成果の発表

日本ウーマンズヘルス学会にて発表

日本ウーマンズヘルス学会誌Vol.18-1 P.22－23，2019.

文献

1）井村真澄・操華子・牛島廣治：正常な初産後の母親に対するアロマ・マッサージ効果に関する臨床研究，アロマテラピー学会誌，15，p.17－25，2005.

2）山本敬子：一歩進んだ看護技術密閉式足浴法（Y式足浴法），ナーシングカレッジ，3(9)，p.35-40，1999.

3）新井弘和・竹中晃二・岡浩一朗：一過性に用いる感情尺度―尺度の開発と運動時における感情の検討，健康心理学研究，16，p.1-10，2003.
4）小西清美：足浴・足マッサージによる「心地よさ」に対する主観的・客観的な評価，褥婦と非妊婦の比較、母性衛生、55(2)，p.249-255，2011.

高齢者施設で働く非医療職の早期発見・対応能力の向上
—ケースマップの活用と検証—

研究者名：健康医療科学部看護学科　金子直美
健康医療科学部看護学科　橋本真由美
教育開発センター　伊藤勝久

１．研究の目的

今回、身体状況や処置、対応を時系列で客観的に把握できるケースマップ法に着目した（図-1）。ケースマップを活用し、高齢者施設で働く介護職の早期発見・早期対応する能力を養うことを目的とし、①現在の高齢者施設での救急搬送に関する状況を明らかにすること②ニーズの高い主要疾患のケースマップ作成③ケースマップを用いた緊急時の早期発見・早期対応に関する研修会の開催④研修会開催後の効果の検証・検討を行うこととし、本年度においては、①と②にあたる高齢者施設での救急搬送に関する状況調査とニーズの高い主要疾患のケースマップを作成することとした。

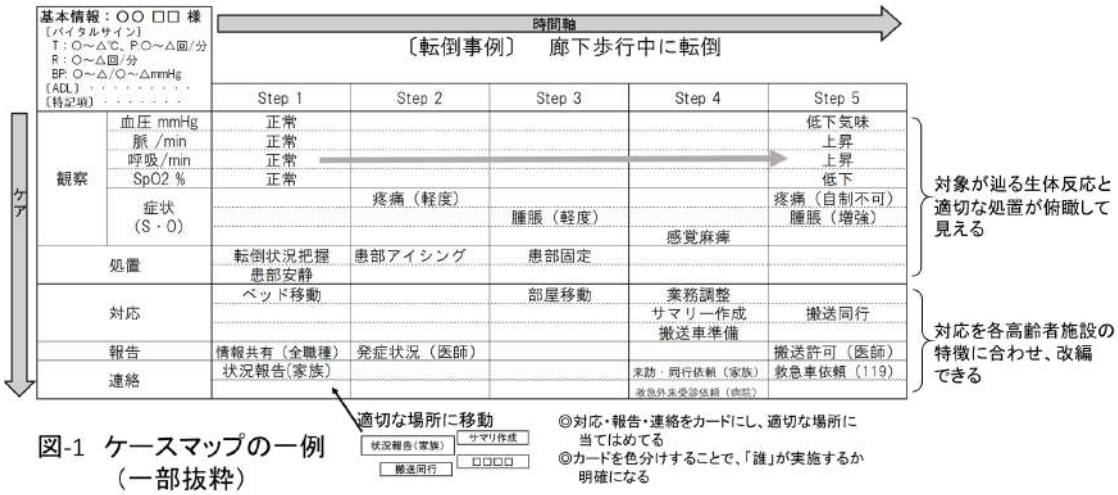


図-1　ケースマップの一例
（一部抜粋）

＊ケースマップとは、クリニカルパスから発想を得て開発されたものである。2012 年 IMSH 学会にて脳神経系のケースマップを用いた研修会が実施され、状態と経過を俯瞰できること、空白にエレメント（処置等を単語で記載したもの）を挿入・移動しながら思考できることから効果的な学習ができることが示されている。

２．研究の必要性及び従来の研究

日本の高齢者率が年々上昇する中、高齢者施設も増加している。またそれに伴い、高齢者施設からの救急搬送人数も大きく増加しており、地域包括ケアシステムにおける高齢者施設での高齢者急変時の対応は重要な課題である。高齢者の身体的特徴として、典型的な症状

が出にくいことがあり、状態変化に気づいた時には重症化していることが救急要請が多くなる原因となっている。一方、緊急度は低いが、「念のため」と救急要請をしている事例も見られる。

また、日本には様々な形態の高齢者施設があるが、医師が常駐していない施設がほとんどであり、夜勤帯には看護職が不在であったり、そもそも医師や看護師などの医療職が設置基準で規定されていない高齢者施設がある。年齢に伴い基礎疾患も複数抱ええる高齢者が重症化し、医療措置が必要となった状態になると施設では対応困難となる。つまり医療知識が少ない介護職が緊急度を見極め、対応を求められている状況にある。

先行研究においては、高齢者施設からの搬送は緊急度の低い搬送が多いこと、適切な救急搬送には、救急搬送時にトリアージ基準を活用することが大切であることなどが報告されている。これは、救急搬送を行う救命士や、救急搬送を受け入れる医師側の視点であり、高齢者施設側からの視点での現状や課題、改善に関しての研究は少ない現状にある。そのため、今回の研究結果は、貴重な基礎的データになると考えた。

上記のことから、高齢者施設で働く介護職には、高齢者の異変を予測し早期発見できる力、発見した状況を的確に判断し、改善に向けて行動できる力をつけるための具体的な方略が必要であると考えた。

３．期待される効果

予備能力が低い高齢者が急変した後、症状が軽減し入院前の身体・精神状態に回復することは非常に時間を要するとともに困難である。高齢者がその人らしく安寧に過ごすためにも、高齢者施設で働く職員が早期発見・早期対応できる能力を養い、適切な救急搬送および高齢者の重症化を予防していくことに貢献できると考える。

４．研究の経過及び結果・評価

1）高齢者施設における救急搬送の現状把握

調査対象：認知症対応型共同生活介護（認知症高齢者グループホーム）（以下グループホームとする）で働く介護職代表者（各施設１名）
全国のグループホームから 1,000 施設を無作為に抽出し、代表者へ質問紙を発送した。

調査内容：個人的特性、施設特性、救急搬送の状況（発生時期、内容、対応、搬送後の結果）、困難に感じていること、早期発見・早期対応するために重要だと考える疾患について。計 21 項目の質問について回答を求めた。

結果：質問紙の発送が遅かったため、現在返送をまっている段階である。現時点で、190 の質問が返送されてきている状況である。現段階では、無作為抽出を用いて全国調査をしているため、まだ結果を出すことが出来ない状況である。しかし、新型コロナウイルス感染症がパンデミックとなった時期と重なったにも関

わらず、19%の回答がされていることは、介護職員の方々の関心の高さがうかがえる。。

５．今後の計画

返送された回答を集計し、現状を把握するとともに、抽出された結果から施設で多く対応されている疾患や状態をケースマップの事例とし、それを用いて次の段階である異常の早期発見・対応をするための研修会の運営方法を検討し、実施していく計画である。

６．研究成果の発表

今後、救急系学会誌および介護福祉系学会誌に投稿予定である。

医療機器におけるサイバーセキュリティ対策に関する研究

研究者名：臨床工学科　川﨑路浩

１．研究の目的

本研究では日本の医薬品医療機器等法で承認されている通信機能付き医療機器（血液浄化装置、輸液ポンプ、シリンジポンプ）に対して、オペレーティングシステム（OS）の１つであるLinuxを使用してペネトレーションテスト（脆弱性診断）をおこなう。テスト内容は対象のシステムの内部構造は考慮せずに、外部から把握できる機能を検証するブラックボックステスト、攻撃者がシステムの外部から攻撃してくることを想定した外部ペネトレーションテスト、システムの内部にすでに攻撃者が侵入していることを想定した内部ペネトレーションテストの３つを複合的に実施して各テストをスコアリングし、脆弱性の判定をおこなう。

２．研究の必要性及び従来の研究

日本においては 2017 年 4 月に内閣府のサイバーセキュリティ戦略本部決定として「重要インフラの情報セキュリティ対策に係る第 4 次行動計画」示され、2017 年 5 月には厚生労働省より「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン第 5 版」が出されたものの、ガイドラインでは医療情報の管理、特に運用管理者の設定をおこない、医療機関内で医療情報を適切に管理する方法や医療情報を取り扱う者の教育、また情報漏洩発生対策に重点を置いた内容となっており、医療情報システムと接続された医療機器が直接的に操作された場合やその対策についての記述はない。

３．期待される効果

得られた結果から脆弱性を発見した場合には、すみやかに対策をとることが求められるが、本研究ではセキュリティ対策の第一段として、プログラムの不具合や設計上のミスが原因となって発生した情報セキュリティ上の欠陥（脆弱性）を見つけることにより、不正アクセスに利用されたり、ウイルスに感染したりする危険を少しでも減らすことを主な目的とする基礎的研究に留める。

日本で利用されている医療機器に対する同様の先行研究は調べた範囲ではなく、本研究で対象とする機器は誤動作をすると生命に直接影響を及ぼすものであり、その脆弱性発見は医療機器へのサーバーセキュリティ対策の一翼を担える。

４．研究の経過及び結果・評価

輸液ポンプ（T 社）、シリンジポンプ（T 社）については、医療機器メーカー独自の OS を使用しており、無線 LAN による Socket 接続で「要求コマンド」が適正であった場合のみ、「応答」があった。いかなるペネトレーションテストにも応答が無かった。通信インターフェイス仕様については当該機器メーカーと秘密保持契約を締結後に提供されるものであった。

血液浄化装置は 3 社 3 機種について有線 LAN 接続にて同一ネットワークセグメントとして、テストを実施した。機器はメーカー独自の OS を搭載している。
テスト実施直後、いずれの装置も警報音が鳴り、ディスプレイがブラックアウトして動作を停止してテストは実施出来なかった。いずれも装置のシステム保護機能が働いた事が推測されるが、装置として動作を停止しているので治療中に同様の事象が発生すると問題になると考えられる。

血液浄化装置は「血液透析装置に関する通信共通プロトコル Ver.3.0」
に基づき、透析条件をコンソールへ送信する方法が公開されているため当手法の試行に際しては、透析コンソールの IP アドレス、共通プロトコル Ver.3.0 通信用のポート番号が分かれば誰でもアクセス可能（操作可能）となる。

５．今後の計画

脆弱性対策システムの実用化に向けた共同研究を関連企業に提案する。

６．研究成果の発表

2020 年 3 月　日本医療安全学会　シンポジウム（WEB 開催に変更）
2020 年 5 月　日本臨床工学技士会　シンポジウム（9 月に延期）

多様な気象条件の小型無人航空機の飛行特性に与える影響評価

機械工学科	木村茂雄
	今井健一郎
	山岸陽一
ﾛﾎﾞｯﾄﾒｶﾄﾛﾆｸｽ学科	兵頭和人
産業技術総合研究所	阿部祐幸（本学客員教授）
防災科学技術研究所	佐藤研吾（共同研究締結）
	酒井直樹（共同研究締結）

1. 研究の目的

気象事象に起因する災害発生時の人的被害の未然の防止、あるいは低減のための防災活動支援に供するため、高強度降雨・降雪・着氷・粉塵環境といった気象学的劣悪条件下で飛行を可能とする小型無人回転翼飛翔体（URAV）の設計指針を整備することを最終目的とする.

本年度は以下の 2 項目について研究を実施した.

1. 高強度降雨対策用機体開発
2. 着氷環境対策用機体開発

2. 研究の必要性及び従来の研究

近年ゲリラ豪雨や大雪、火山活動に起因する災害発生（堤防決壊・斜面崩壊・雪崩・地域孤立）が顕著となってきている．災害防止のためには大規模に社会基盤を改良することが求められるが、経済性・実行期等を鑑みるに一朝一夕でなし得るものではない．結果、如何に人命の確保を迅速かつ的確に行うかが問われることとなる．また、災害発生時の人命救助、状況把握などは発生直後の速やかな実施が肝要とされるものの、多くの場合、災害発生をもたらす気象・環境条件が継続することにより、実際に現場に人が赴くことや有人機による活動が阻害されている.

小型無人航空機（URAV）の開発の促進により、性能面や経済性における利用実現性が大幅に向上してきたことを受け、災害対策としてのその活用も叫ばれているが、上記の劣悪な気象条件下での飛行特性に関する定性・定量的な研究はほぼなされていないと言ってよい状況にある．事実、近年実施された 2017 年度 NEDO プロジェクト（自律飛行型マルチローター機による土石流シミュレーション実証実験）においても使用される UAV 機は噴火時、あるいは高強度降雨時に対応した機体ではない．さらに、URAV を用いた災害対策の多くは専ら災害発生後の天候の回復時において実施することを前提としている．前述の如くに、災害発生時には人命確保が第一義に優先されるべきであり、この実践には、災害発生前に的確に避難指示・勧告・命令を発令することとな

り、災害発生の蓋然性を正しく評価することが求められる．換言すれば、例えば、川の氾濫であれば、水位、堤防の状態等を豪雨時（時間降雨量 100mm 以上）にリアルタイムで観測することが不可避となる．しかし、状況把握を正しく行わずに管理者等が現場へ出向くことは事実上できない．本研究で開発する URAV による適宜な観測が求められることとなる．

現在、産総研とは Drone 用ロータブレードの最適設計に関して共同研究を実施している．防災科学技術研究所とは着氷雪対策に関する共同研究を長年に渡り実施しており、また、同所は衛星情報と Drone を組合せた防災システム開発研究を行っており（土砂災害：先行研究無し）、本研究の応用先としては最適である．

3. 期待される効果

多方面での利用が期待されている小型無人回転翼飛翔体（所謂 Drone）の、大雨（高強度降雨時）、着氷雪環境、火山灰等の粉塵環境下での飛行を可能とすることで、災害発生の可能性のある気象条件下での状況把握、人命救助等に活用することが可能となり、高い社会的貢献が期待できる．

4. 研究の経過及び結果

目的に記載された項目についての研究の経過と結果を以下に示す．なお、各種気象環境の対応機器の評価については、降雨時と着氷環境におけるそれぞれでの試験時に用いた対策機器の評価とする．

4.1 高強度降雨対策用機体開発

昨年度の成果に基づき、高強度降雨対策用機体開発を実施する．防水用モータの具備、制御機器の耐水策を施した機体とする．

4.1.1 機体開発

高強度降雨時の機体内部への水の侵入によるモータ、制御器、バッテリ等の要素への影響を防ぐため各要素について防水性の評価検討を実施した．なお、評価にあたっては、昨年度使用した機体（DJI/Phantom3）とした．降雨時の機体内部への水の浸入は機体の開放部をシールすること密閉度を向上する、及び内部の制御器を機体内部の天上部に固定する、ことにより、機体部の防水性を確保することとした．降雨試験実施に際し、感水紙を用い、試験終了時に水の浸入のないことを確認した．また、バッテリに関しては電気的接続部をシリコンで被覆することで防水性を確保することを確認した．モータは、通常の市販のモータであっても、回転軸に固定し、モータ本体を覆う形状（0.5mm 程度の間隔を保持）のカバーを取り付けることで（ラビリンス構造化）、降雨時でもモータ上部の開放部への水の浸入を防ぐことが可能であることが判明した．プロペラ回転時の Downwash によりプロペラ近傍の雨滴は

下方へ移流しモータとカバーの隙間への侵入を防止できたと推察する．防水性モータ利用は耐水性の確保が保証されることは論を待たない．

4.1.2 機体形状

比較的多数の市販の URAV の機体では、機体中央部上面が平坦なカバー形状である．また、制御器やバッテリを含む機体中央部面積の全体面積に占める割合が高い．そこで、機体中央部上部形状の違いによる降雨時の荷重を計測した．平坦、Dome 型、Cone 型の 3 種の形状を持つ供試体を用いて降雨時の荷重を調査した(図 4.1.2.1)．荷重の差異は雨滴の衝突荷重より上面に残存する水量に依存する．雨滴による荷重自体は推力に比して僅かであるため（最大でも 1%以下：図 4.1.2.2)、荷重の観点からの形状の最適化は必要ないと判断できる．

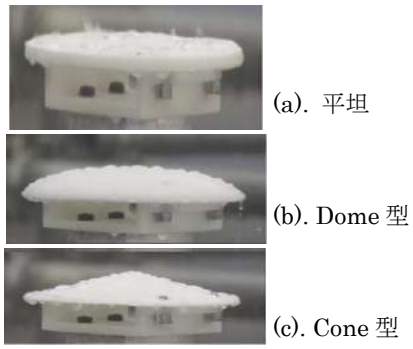


図 4.1.2.1 機体上部形状

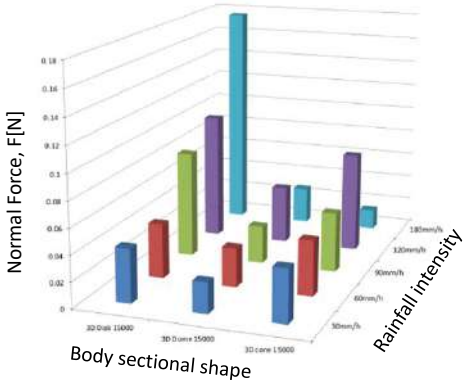


図 4.1.2.2 降雨強度・機体形状と雨滴荷重

4.1.3 プロペラの表面性状と形状

図 4.1.3.1 に示す装置により、異なる表面性状のプロペラを供試体として回転数変化時の推力の影響を調べた．一般の URAV プロペラの表面性状は親水性であり、回転数によって多少の差異はあるものの、概ね降雨による推力低下は数％（最大で 8%）であった（図 4.1.3.2)．また、URAV 実機を用いた降雨中の試験においても（図 4.1.3.3)推力の最大増加はプロペラ単体の場合と同様の結果を得た(図 4.1.3.4)．したがって、降雨中飛行時に関しいては市販のプロペラの表面性状を変えることなくそのまま使用した場合必要電力量の低下は最大で 10%程度となることが分かった．しかし、図 4.1.3.5 に示すように降雨中の雨滴のプロペラブレード（アルミニウム製）への衝突によりブレード前縁部にエロージョンの発生することが判明した．特に揚力発生の主要部であるブレード先端部ほどエロージョン規模が大きく、これを防止するために、空力特性を変えることなくブレード前縁部を保護する工夫、あるいは、プロペラの使用を一定時間に制限する等の考慮が必要と考える．

図 4.1.3.1 プロペラ性能試

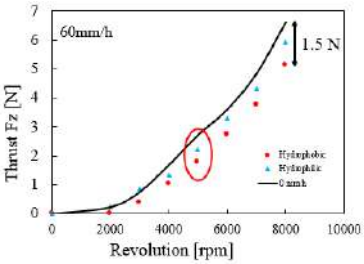


図 4.1.3.2 プロペラ性能

図 4.1.3.3 実機性能試験

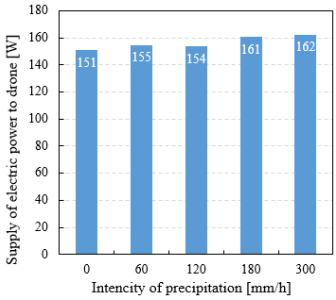


図 4.1.3.4 必要電力

図 4.1.3.5 ブレード前縁部の損傷

4.1.4 まとめ

以上より、市販の URAV であっても、シール等での防水加工が可能な機体構造であれば、防水性を強化することで降雨中での飛行が可能であると結論する．しかし、雨滴衝突による推力低下のあることから従来の飛行時間が 10%程度短縮されること、プロペラブレードの損傷の可能性があることから飛行終了時の観察により適宜交換の要のあることに留意することが肝要と考える．

4.2 URAV の着氷対策

4.2.1 基本概念と手法

着氷防止法を分類すると大局以下の 4 種となる．

1. 機械的方法：機械的方法は付着した着氷の「機械的」除去である．着氷に荷重を掛け被着氷物体表面から剥離させることを意味する．着氷の存在を前提とするので除氷の概念の具現化である．
2. 熱的方法：熱的方法は付着した着氷を加熱して融解させること、あるいは被着氷物体表面を加熱することで界面の着氷を融解させ、着氷塊全体を剥離・除去する方法である．また、着氷の発生に先んじて物体表面を加熱し過冷却水滴の衝突と同時に融解・蒸発を促すことで、着氷の発生それ自体を防止する方法でもある．除氷・防氷双方の意味を有する．
3. 化学的方法：化学的方法は凝固点降下を活用した手法である．冬季の道路凍結・融雪のために塩化ナトリウム等を散布することや、着氷が予想される環

境において航空機が離陸前にグリコール系の溶剤を機体に塗布することがその実用例として挙げられる.

4. 物理化学的方法：物理化学的手法は塗料（Icephobic coating：防着氷塗料）を防着氷対策面に塗布する策をいう.

URAV へのこれらの手法の適用を考える際の問題点をまとめると以下となる.

1. 機械的方法： 少ないペイロード（ある程度の規模と重量の装置の具備の要）とバッテリ容量から適用は困難
2. 熱的方法： 電気加熱の場合. バッテリ容量が不足
3. 化学的方法： 塗布手法が未確立
4. 物理化学的方法：機械的、熱的手法との併用が望ましく、結果適用は困難. 昨年度の試験結果より効果の大なることへの期待は少ない

こうした考えに基づき、化学的手法の適用を試みた. 上述のとおり、当手法は凝固点降下剤のブレード面への塗布（噴霧）が一般である. そこで、以下の凝固点降下剤塗布法を考案し、検討した.

4.2.1.1 着氷環境暴露に先立っての表面塗布

実際の航空機で用いられているように、予め翼面上に凝固点降下剤を塗布した後、着氷環境下での効果を検証した. AMS1428（Aerospace Material Specification）に従い、プロピレングリコールと水を同量で混合したのち、増粘剤を添加して粘性を向上させて試験を実施した. 図 4.2.1.1.1 に増粘剤の量を増す変えた時の、5 分間試験後の着氷の様子を示す. 増粘剤量が低いと凝固点降下剤の表面での残存が乏しく着氷が即座に発生し、逆に高いと着氷発生はある程度防止しえるが表面の粗さが高くなり翼の空力性能を劣化させることが容易に推察される. 以上より当該手法は URAV の着氷防止策としては効果の期待できないことが結論された.

(a) 増粘剤 1g 添加

(b) 増粘剤 12g

図 4.2.1.1.1. 増粘剤添加量の違いによるブレード上の着氷

4.2.1.2 ブレード内部からの流出

プロペラブレード内部に湧出用の管路を設け、回転に伴う遠心力を利用して凝固点降下剤をブレード表面に湧出させる方法を検討した. 一般に市販の URAV のプロペラブレードの翼厚は薄いためブレード内部に管路を設けることが困難である. そのため、当該試験用にブレードを設計製作した（図 4.2.1.2.1 参照）. ホバリング時を想定した着氷試験を実施した結果を図 4.2.1.2.2 に示す. 試験時間は 300 秒であ

る．図では着氷に大きな差異はないように見られるが、着氷量では、無塗布の場合が 2.3g、湧出した場合は 0.4g と効果のあることが証された．しかし、図@@(b)でみられるように、ブレード前縁部で着氷が発生していることから、URAV の着氷環境下での安定した飛行を確保できるかには疑問が残る．

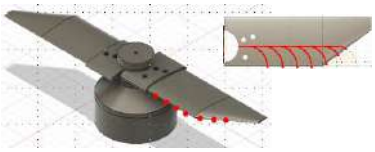
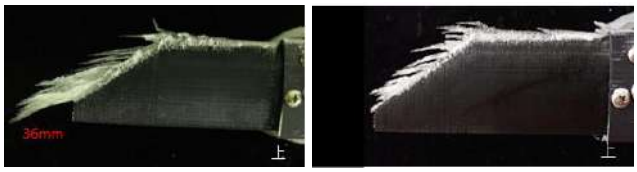


図 4.2.1.2.1. 湧出法



(a). 無塗布の場合　　(b). 湧出時

図 4.2.1.2.2. 湧出法モデルの試験結果

4.2.1.3 外部からの噴霧

プロペラ支持部にノズルを設置し、プロペラ回転中に凝固点降下剤を噴霧させてプロペラ表面に塗膜を形成する手法を考案した．従来、当該研究に供した市販の URAV への実装は困難であることから、試験用 URAV を新たに設計・製作した（図 4.2.1.3.1）．風洞試験は防災科学技術研究所（新庄）の風洞施設を予定した．試験に際しては、凝固点降下剤の噴霧を伴うことから、風洞内部、及び周囲施設への降下剤の付着を防止する必要がある．そのため、当該風洞施設の一部改修を計画した．凝固点降下剤には航空機で通常に使用されるプロピレングリコールを用いた．図 4.2.1.3.2 に示すように、本手法による着氷防止策を適用した場合、着氷発生はなく十分な推進力を得ることが確認できた．本試験では上述したように凝固点降下剤にプロピレングリコールを用い、その適用法も高い効果を上げることができた．同剤は食品や医療剤として添加されているが、消防法で危険物第 4 類に分類される、生活環境保全条例では規制対象物質に指定されていることなどから、今後環境負荷低減のために、自然由来の凝固点降下剤(例えば米国 FAA 推奨の 1,3-propanediol)の適用を検討する．

図 4.2.1.3.1. 湧出法モデル機

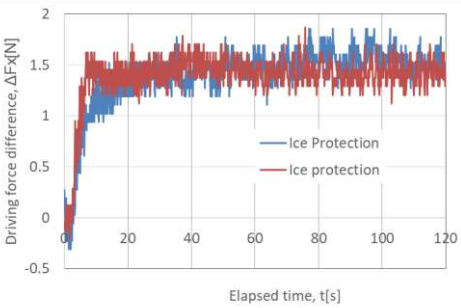


図 4.2.1.3.2. 着氷対策の有無による推進力の平均値からのずれ

4.2.2 実着氷環境下での検証試験

本提案の着氷防止策を実証するための試験を計画した．期間を最寒期である 2020 年２月の気温低下が予想される数日に、場所を山形県新庄市の防災科学技術研究所に設定し、同研究所敷地内に試験用の仮設建屋を設けることとした．これは着氷環境を構築するためだけでなく、建屋内での URAVV の飛行は飛行制限と対象とならないことを包含した結果である．試験の準備は完了したが、今年の記録的異常暖冬により、氷点下となる予報がだされないまま春を迎え、試験の実施ができなかった．

5. 今後の計画

【令和２年度】

1. 着雪環境対策用機体開発

前年度実施の着氷環境対策機の研究成果を応用し、湿雪（我が国特有）降雪環境下での飛行を安定化させる策を検討する．まず降雪風洞試験を実施し機体に与える降雪の影響を評価する．概ね防氷策の適用が可能と考えうるため、降雪のみの場合へ Downgrade させることで設計・製作が可能と想定する（安価な機体）．防災研新庄の降雪試験装置にて検証したのち、実地試験を予定する．

2. 火山灰環境対策用機体開発

火山灰を代表とする粉塵中の飛行では、ロータの耐浸食性と要素の耐粉塵性が求められる．ロータ浸食に対してはブレード前縁ガードの適用により対応し、耐粉塵性要素を組込むことで機体の設計製作を可能とする．

6. 研究成果の発表

M.Yamazaki, K.Sakata, H.Abe, K.Sato, K.Morita, S.Kimura: Investigation for icing on multicopter, Aerospace Europe Conference 2020, 2020, Bordaux France, 9pages

自動運転時代の権限移譲に関する研究

研究者名：情報工学科　　氏名　清原　良三

１．研究の目的

自動運転の研究開発が活発である．政府主導での導入，民間カーメーカー，部品供給を狙う IT 系部品メーカなど様々なプレーヤが活発に研究開発している．しかしながら，法整備の観点からも最終責任者はドライバが負う可能性が高い．そのため，ドライバへの権限移譲が必須である．また，進化の中で，走行中にインフラの整備などの関係で権限を委譲し，手動運転となることも想定される．現状では，車の走行に関しての開発は多いものの，ドライバがどのような状態かを把握する研究は数少ない．また，道路や，車両の周辺の状況にも依存する．よって，ドライバ，周辺の車両状況，道路の状況などに応じて，権限を委譲しなければならないようなケースで本来どのような動作をさせるのが有効なのかという課題を解決しなければ，実際の運用に支障をきたすと考えられる．即ち，如何にドライバの状態，周辺の状況を把握するかが重要となる．

本研究の目的は，これらの背景に基づき，ドライバの状態を把握する手法を確立することである．そのために，ドライバの各種行動と脳内の活性化状況を比較し，その関係性を分析することにより，ドライバの真の状況を調べることから開始する．運転行動には 2 種類あり，反射神経的に行動を起こすことと，脳内でしっかり考えた上で行動を起こすケースである．このような生理的な側面と行動とをしっかり分析した例は車に限ると筆者らの知る限りない．そこで，この関係を元に自動運転自動車の行動を決定する手法を確立する．

２．研究の必要性及び従来の研究

前節で述べた背景より，本研究は安全な自動運転レベル３の自動車の運転には必要不可欠な内容である．関連する国内の学会では，自動車技術会，ITS ジャパン，情報処理学会，電気情報通信学会などがあり，多くの研究が実施されている．例えば，2018 年 12 月に開催された ITS Japan 主催 の ITS シンポジウムにおいて 100 件近くの発表がある中で，ドライバの状態に関する論文や，緊急事態を避けるための基礎的な研究に関する発表が数件あり，また 2018 年 9 月に開催された国際会議 ITS World Congress, IEEE Transaction of ITS においても若干あった．

しかし，それぞれ基礎的な研究段階であり，すべての車両が自動運転車両であったり，歩行者が全くいないことを前提にするなど仮定に無理があり，実際にそのまま適用できるものがないといった問題も多かった．

３．期待される効果

自動運転車両は，すべての車両が自動運転を想定した時の問題や，事故を回避する研究などは盛んであるが，手動運転との混在環境を想定した場合や，権限を委譲に関する研究は少なく，実際の現場に即した研究開発が少なく，出荷するにあたり課題となっている部分を研究することになるため，各手法の評価などは業界に対して重要な情報を提供することができると考えれる．

４．研究の経過及び結果・評価

権限を委譲するためには，ドライバの状態の把握，ドライバへの権限移譲の通知，権限移譲可能になったことの確認の３つのフェーズに整理した，図１のモニタリングと周辺状況確認技術を合わせたてモニタリング技術としている．

（１） モニタリング技術に関しては，2018 年度までに，ドライバの状態，周辺の状況把握など基本的なところを実施済みである．

（２） 権限を通知する覚醒技術に関しては本年度中心的に実施した．視覚，聴覚，触覚などを利用する手法を検討した上で，聴覚を中心に，視覚を併用した上で，各種アラームの方式を検討した．その結果，秒読みカウントダウン方式が有用であることがわかった．特に視線の検知などを今年度は活用した．

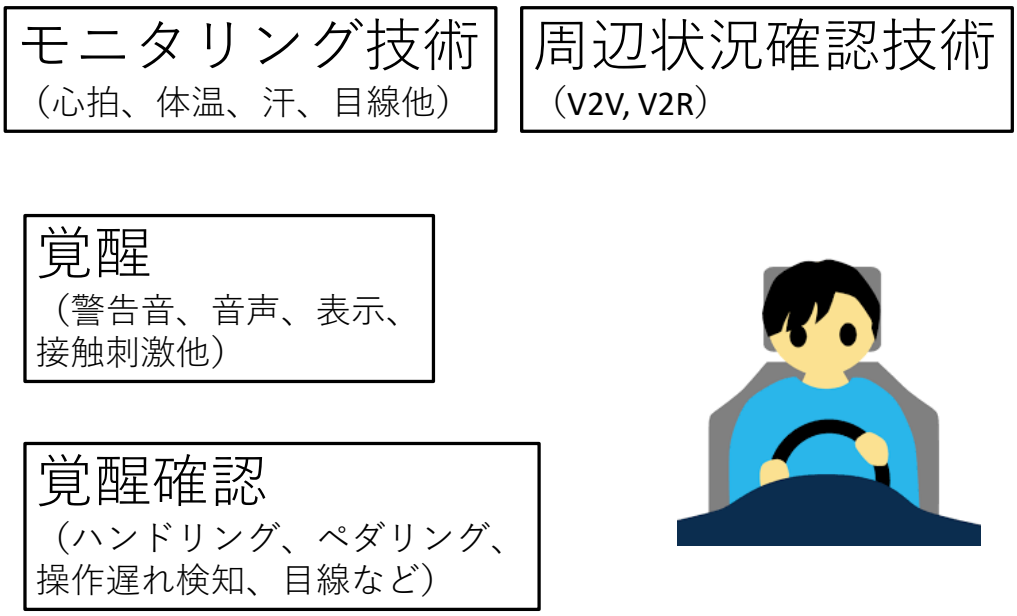


図１　権限移譲のための技術マップ

（３） 覚醒確認に関しては 2020 年度に中心的に実施する予定で，模擬手動運転といった手法を検討している．

５．今後の計画

2020 年度も引き続き，権限移譲に関して，3 つのフェーズをここに実施する．特に 2020 年度は，再度モニタリング技術を再度見直しを実施する予定である．また，前年度の成果を活用し，権限移譲の通知を確認した後の権限移譲できる状態かどうかを確認するための模擬手動運転機能を検討し，実装，評価する予定である．

６．研究成果の発表

森田 一成 ， 染谷 一輝 ， 清原 良三，“視線検知を利用した運転権限移譲判断手法，” 情報処理学会研究報告マルチメディア通信と分散処理（DPS）,2019-DPS-181(12),1-7（2019-12-19）， 2188-8906

森田 一成 ， 橋本 優汰 ， 中屋 拓海 ， 清原 良三，“レベル 3 自動運転における運転権限移譲時の覚醒判断手法，” 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ（ITS）,2020-ITS-81(3),1-7（2020-05-21）， 2188-8965

植込み型補助人工心臓と AED 同時使用の安全性に関する検討

臨床工学科　　木浦千夏子

１．研究の目的

１－１　背景

補助人工心臓は心臓移植までのバイパス目的で使用されていたため体外設置型が使用されていたが、医療技術の発展により、心臓ペースメーカのように生涯植込んだ状態で生活できる植込み型が多く使われるようになっている。そこで、補助人工心臓植込み患者がより安全に社会生活が送れるよう準備を進める必要がある。社会生活を送る中で、補助人工心臓植込み患者が倒れた際に AED（Automated External Defibrillator）が使用されることが想定される。ところが、補助人工心臓は医療施設で使用された状態を想定しており、医療施設外使用における安全性についてあまり評価されていない。

一般市民は、AED のみならず補助人工心臓に関する知識が十分ではない状態で AED を使用することなるので、使用にあたり想定できる安全対策を施す必要がある。補助人工心臓植込み患者に AED が使用された場合、除細動電流（大電流）が胸部に流れる。この除細動電流が補助人工心臓に与える影響を検討する必要がある。除細動電流により副作用が生じるようなことがあっては、本来の目的である「人命救助」につながらない。

植込み型補助人工心臓患者に AED が使用された際に想定される副作用として除細動電流による体内金属部品（補助人工心臓の構成部品）近傍の熱産生がある。AED による除細動電流が植込み型補助人工心臓の構成部品である金属部分近傍に流れるとジュール熱により熱産生が起こることが予測される。また、AED の電極パッドの装着位置によって除細動電流の経路が異なるため熱産生量が異なることも予測される。よって、より適切な電極パッドの装着部位などを検討し、植込み型補助人工心臓患者に対する AED 使用法を提案する必要がある。

しかし、補助人工心臓を植込んでいる患者に実際に除細動電流に相当する大電流（場合によっては 50A 程度）を流し、どの程度の熱産生があるのか検証（in vivo 実験）することは不可能である。そこで、コンピュータシミュレーション（Finite Element Method, FEM）技術を用いて除細動電流の通電状態を評価し、補助人工心臓植込み患者に対する AED の使用法について検討する。

２．研究の必要性及び従来の研究

・植込み型補助人工心臓の添付文書に電磁障害に関する安全性は記載されているが、AED 除細動電流による金属構成部品での熱産生に関して記載がない。また、AED 使用時における注意点についても特に記載がない。

・電気メス（外科用手術器）を使用するにあたり体内に金属がある場合は「電気メス電流に

よる熱産生を回避するため体内金属に電気メス電流が流れないよう扱う」と注意喚起されている。

・電気メスでは、電流密度が 30mA/cm^2 で 5 分以上の通電があると熱傷の危険性があることが知られている。

これらのことを踏まえ、植込み型補助人工心臓と AED 併用時のより安全な使用法を検討する必要があるが、植込み型補助人工心臓と他の医療機器との併用については、あまり研究されていない。

３．期待される効果

植込み型補助人工心臓は 2010 年 12 月から装着が開始され、2017 年 3 月現在で 680 症例あり急激に増加しており、全補助人工心臓（植込み型・体外設置型）の 85.1%を占めている。補助人工心臓患者数は国民全体の割合で考えると少ないが、補助人工心臓装着患者は補助人工心臓がなければ生きてはいけない。AED は一般の人も使用できる医療機器であるため、使用者に対する教育が十分必要で、安全性が担保される教育が求められる。

そこで、植込み型補助人工心臓承認時に確認されなかった安全性について検討することで植込み型補助人工心臓に対する理解および安全性が増す。安全性が増すことは植込み型補助人工心臓患者にとって有益であるばかりではなく、AED 使用者である国民にとっても有益なことである。

４．研究の経過及び結果・評価

補助人工心臓を体幹（胸部）に植え込んだ状態をモデリングし、AED により通電した際の電流密度分布について、有限要素法（FEM）にて解析を行った。

４－１　AED 出力波形の調査

有限要素法（FEM）にて通電状態を模擬するにあたり、AED の出力波形を調査した。AED の出力波形をオシロスコープにて確認したところ、出力波形は二相性で、通電時間は 10ms 程度だった。そこで、AED の出力波形の周波数解析を Excel および LabVIEW にて行った。最も多い周波数成分は、Excel では 48.8Hz、LabVIEW では 63.2Hz だった。Excel と LabVIEW では精度などの違いがあるが、概ね商用交流程度であることが確認できた。

４－２　植込み型補助人工心臓のモデリングの検討

体幹（胸部）に補助人工心臓を植え込んだ状態をモデリングした。心臓は球体、体幹は円柱とした。本来、胸部には肺や大血管などあるが、本研究は基礎研究のため電流密度分布の傾向を確認することに主眼をおき、モデルを単純化させた。

植込み型補助人工心臓は 4 機種あり、形状が異なる。そこで、最も使用されている植込み型補助人工心臓を基に、植込み型補助人工心臓をモデリングした。特に血液ポンプの形状が

複雑なので、血液ポンプの形状による電流密度分布を比較するために、実際の血液ポンプの形状と単純化した形状のモデルを作成した。なお、血液ポンプは、最も太い部分の径が 35㎜、最も細い部分の径が 22㎜、血液ポンプに接続する送脱血管の径が 16 ㎜である。なお、単純化したモデルは、最も太い部分の径に合わせ、35㎜ の円柱とした。両モデルでの電流密度分布を比較したところ、実際の血液ポンプの形状では凸部分があるため凸部分に電流密度が集中する傾向が見られたが、単純化したモデルと比較しても大きな違いは見られなかった。なお、解析時間が大きく異なったので、電流密度分布の傾向を見る場合は、単純化した円柱のモデルで解析してもあま影響がないことが示唆された。

４－３　補助人工心臓植込み患者に AED を通電したときの電流密度分布の検討

AED により加えるエネルギーは 150J とした。AED の電極パッドを正常な位置に装着（右前胸部・左側胸部）して通電した場合と左前胸部・右側胸部に装着して通電した場合の電流密度分布を比較した。また、送脱血管の物性値を変更して解析を行った。

電極パッドの装着部位をどちらにしても電流が流れる経路の電流密度が高くなり、特に血液ポンプや血液ポンプと送脱血管接続部分に電流が集中する傾向が見られた。導電性が高い部分に電流が集中することが確認できた。また、電流密度分布は、AED の電極パッドの装着部位に依存する傾向が見られた。送脱血管の物性値によって電流密度分布が一様になることが示唆された。

５．今後の計画

生体モデルの構成品に関する検討（肺モデルの必要性、各臓器の形状の検討など）、植込み型補助人工心臓に関する検討（機種による検討、構成部品の形状の検討、構成部品の導電率の違いによる検討など）、AED の電極パッドの装着部位による影響などを調査する。そして、AED の通電電流による熱の産生について検討し、補助人工心臓植込み患者に AED を使用する際のより安全な使用法を提案する。

６．研究成果の発表

1）日野克城，志村怜也，大賀一輝，木浦千夏子：AED 電極パッドの装着位置の違いが補助人工心臓植込み患者に及ぼす影響，第 94 回日本医療機器学会，2019 年 6 月

2）志村怜也、日野克城、大賀一輝、木浦千夏子：植込型補助人工心臓の物性の違いによる除細動電流が与える影響，第 94 回日本医療機器学会，2019 年 6 月

テーマ：精神科病棟における病棟文化の醸成に関する研究

研究者名：看護学科　柴田真紀、田代誠、前澤尚子

１．研究の目的

本研究は、精神科病棟における病棟文化が醸成されるプロセスを明らかにすることを目的としている。

本研究では、看護師の資格を持つ研究者が病棟におけるフィールドワークを行うことにより、病棟看護師の視点から病棟文化と病棟文化が醸成されるプロセスを明らかにし、病棟文化が個々の看護師のケアおよび看護師自身のメンタルヘルスにどのような影響を及ぼしているのかを考察する。

２．研究の必要性及び従来の研究

現在、日本の精神科医療の現場は、国の施策による病棟機能の再編により入院患者の急性期化が進められている（今後の精神保健医療福祉のあり方等に関する検討会，2009）。その取り組みの中で、日本の精神科医療の長年の課題である「長期入院患者の退院」を促進しているものの、10 年以上が経過した現在もいまだ長期入院の問題は続いており、医療者には、ケアの質を担保し、さらに退院促進に対応することが求められている。また、日本全体の高齢化の流れに伴い、精神科病棟内においても患者の高齢化が進むとともに身体合併症をもつ患者が増加しており、病棟で働く看護師はその対応に苦慮している。

このように、精神科の医療現場は急速に状況が変化しており、医療者はケアの質を担保しつつ課題に対処していかなくてはならない。これは、患者のためだけでなく、退院を促進して医療費を削減していくという観点からも重要なことであるが、そのためには、ケアの担い手である看護師を支えていく必要がある。

次に、看護師のメンタルヘルスについて論じたい。看護師の仕事が感情労働であることが日本において報告されてから、看護と感情労働に関する研究は少しずつ積み重ねられている。とりわけ精神科看護の領域では、患者との関係性、患者の語りを聴く看護師の体験など、臨床体験からその実態が報告されている。その内容には、患者の痛みや苦しみを看護師も追体験すること（白柿，2010）、傷ついた患者と密接な距離で相対する看護師にとってその関係そのものが苦痛となり、強い感情的葛藤を引き起こすこと（堀井，2008）など、看護師の二次的トラウマに関するものもあり、臨床現場での体験が看護師のメンタルヘルスに大きな影響を及ぼしていることが覗える。精神科における看護では、もはや共感疲労は避けて通れない問題（柴田，2016）である。

さらに、精神科看護師のバーンアウトに関する論文（北岡ら，2004）では、仕事の量的負担や患者との人間関係がバーンアウトに関連する職場ストレスとしてあげられ、業務改善や教育プログラム、サポート体制の整備の必要性など、看護管理者の介入が重要であるこ

とも述べられている。しかしながら、看護管理者もまた、急激に変化する医療環境の中で課題が山積し、ストレスを抱えている現状がある。

看護師のメンタルヘルスに関する研究として上記のような報告があるが、実際にケアの場で看護師と患者・家族、その他の医療関係者の間にどのようなことが起こっているのか、それを看護師がどのように受け止めているのか、複雑に絡み合う現状を、フィールドワークという現場に根ざした視点から病棟文化として包括的に描き出し、検討する必要がある。

３．期待される効果

本研究では、精神科病棟におけるフィールドワークにより、病棟文化が醸成されるプロセス及びその内容を明らかにし、病棟文化が個々の看護師のケアおよび看護師自身のメンタルヘルスにどのような影響を及ぼしているのかを考察する。このことにより、精神科病棟に勤務する看護師のメンタルヘルスおよびそのケアの質を支えるため必要な要素は何かを明示したいと考えている。

４．研究の経過及び結果・評価

2019 年度は、文献レビュー及びフィールドワークを行った。詳細は以下のとおりである。

１）　文献レビュー

2019 年度は、日本国内の精神科の病棟文化に関する研究の位置づけおよび課題を明確にするため、文献レビューを行った。2010 年から 2019 年（9 月 20 日現在）までの過去 10 年間に発表された論文について「精神科」「病棟文化」および「病棟風土」のキーワードを用いて、医学中央雑誌にて検索した。検索された 9 件の論文について目的、研究対象、研究方法について比較検討した。その結果、看護職を対象にインタビューし、病棟文化および病棟風土が看護ケアに影響を及ぼすとして考察されているものがほとんどで、看護師を中心に研究されていることが明らかとなった。量的研究は 9 件中 1 件で、研究方法がインタビューによる質的研究に偏っており、複雑な構成要素を持つ病棟文化をとらえるためには、対象や方法の幅を広げて研究を積み重ねていく必要性が示唆された。

２）　フィールドワーク

研究代表者は、首都圏にある一病院（私立・精神神経科・200 床）の慢性期病棟（以下 A 病棟）においてフィールドワークを行った。

①　A 病棟の概要

A 病棟は、慢性期の精神障害者を対象とする精神科療養病棟で、60 床あり、1 病棟が 2 フロアにわかれている病棟である。入院患者の病名は 8 割が統合失調症である。平均年齢は 60 歳代で、三分の二は任意入院、三分の一が医療保護入院で、長期入院患者が多くいる病棟である。常勤の看護師は 5 名で、うち 1 名は准看護師である。その他非常勤の看護師・准看護師が 14 名在籍しており、うち 10 名は夜勤を専任としている。

②　フィールドワークの実際

フィールドワークを行うにあたり、病院の管理者、病棟の看護師、病棟の患者には書面及び口頭で研究の趣旨を説明し、特に参加観察の対象となる看護師には個々に説明をして同意書を得た。

フィールドワークは、4 月から 7 月にかけて週 1 回（主に火曜日）行った。研究者は勤務開始の 9 時に病棟に入って夜勤者からの申し送りを受け、他の看護師と同様に管理者に割り振られた業務について、日勤終了の 17 時まで勤務した。

なお、研究者が行った業務は病棟における患者ケアのほか、業務の一環として、うつ病患者を対象とした院内認知行動療法プログラムの運営も担った。当該病院としては、導入して間もないプログラムであり、多職種と連携して研究的に取り組むことになった。

③　フィールドノーツの記載

2019 年度は、4 月から 7 月までの間に計 13 回のフィールドワークを行い、現場ではメモを取り、帰宅してからそれをフィールドノーツに記載した。期間中、A4 用紙 55 枚、計 63 場面を記述した。各場面には、それぞれ内容に合わせてタイトルをつけた。今後、それぞれの場面を繰り返し読み、コード化、カテゴリー化して場面の分析を行っていく予定である。

５．今後の計画

当初の計画では、4 月からフィールドワークを再開する予定であったが、新型コロナウイルス感染症の流行により、政府より緊急事態宣言が発令され、実施できなくなってしまった。そのため、今年度も昨年度のデータ分析を行い、精度を高めていく。新型コロナウイルス感染症の流行が収まり次第、フィールドワークを再開し、データを収集していく予定である。

＜6 月～7 月：データ収集＞

研究フィールドとなる病院にて週 1 日、日勤業務を行い、フィールドノーツを作成する。

2019 年度のデータと比較検討しながら、フィールドワークの焦点を調整する。

＜9 月～12 月：データ分析＞

2020 年度のフィールドノーツを繰り返し読み、データの文脈を整理する。

2020 年度分のデータ分析を行い、質的記述的分析により、コード化、カテゴリー化を行う。

2019 年度に得られたデータおよびそのまとめと比較検討し、データ分析を深め（第二段階）、適宜、精神看護学および質的研究の専門家によるスーパーヴィジョンをうける。

６．研究成果の発表

本研究の文献レビューについて神奈川工科大学紀要に投稿し、以下の通り掲載された。

柴田真紀・田代誠・前澤尚子（2020）. 精神科における病棟文化に関する文献レビュー, *神奈川工科大学研究報告*, A-44, 41-45.

また、認知行動療法の実践については、第 33 回東京都精神科病院協会学会にて発表した佐藤みい子・小川彩芽・遠藤郁子・柴田真紀（2019）．入院患者を対象とした集団認知行動療法導入プログラムの実践．*第 33 回東京精神科病院協会学会抄録*，67.

＜引用文献＞

堀井湖浪（2008）. 精神科に勤務する看護師の反省的実践を促すピア･グループに関する実践研究．日本赤十字看護大学大学院看護学研究科博士論文.

北岡(東口)和代・谷本千恵・林みどり他（2004）． 精神科看護者のバーンアウトと職場ストレス要因についての検討. *石川看護雑誌*, 1, 7-12.

今後の精神保健医療福祉のあり方等に関する検討会(2009). 精神保健医療福祉の更なる改革に向けて. https://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/09/dl/s0924-2a.pdf. 令和 2 年 4 月 20 日検索.

柴田真紀(2016). 精神科病棟における患者の語りを聴く看護師の感情体験―共感疲労の視点から―, *日本看護研究学会雑誌*, 39(5), 29－41.

白柿綾（2010). その背景にあるもの 患者の「語り」と町のエスノグラフィー. *精神科看護*, 37(10), 12-17.

農村集落住民の支援ニーズの検討
－生活継続へ向けた互助型ボランティア介入へ向けて－

Fundamental Investigation on the support and needs of farm village inhabitants
- For mutual-help volunteer intervention for life continuation-

芝山　江美子　Emiko SHIBAYAMA
新実　絹代　Kinuyo NIIMI
入江　慎治　Shinji IRIE
橋本　真由美　Mayumi HASHIMOTO
金子　直美　Naomi KANEKO
川田　恵利子　Eriko KAWADA

抄録

目的：本研究ではＣ地区の高齢者の介護に対する思い、生活意識や文化的背景、価値観を知り、農村集落に生活し続ける思いについて明らかにすることを目的としている。

互助型ボランティアを導入するには、農村集落に住み続けたい住民のニーズを把握することが重要である。本研究で明らかにする住民のニーズをもとに、「自発的意思に基づく農村集落における互助型ボランティア」の開発につなげる。ここで言う互助型ボランティアとは、住民組織のうち地域や互助活動を担っている町内会及び自治会などの地縁団体を指す。

方法： 事例研究として、定性的アプローチを用いて、データの収集およびそこから得られた内容を分析する。

結果：住民が農村集落に生活し続ける思いを語った内容は「**居住地に対する愛着と住み続けている当たり前の心地よい印象**」「**住民の横の繋がりと結いという結びつき**」「**高齢化に伴う健康障害への覚悟**」「**地域の発展への願いと今後の生き方**」という大きな 4 つの視点に分類ができた。住民は地域に住むことに意義を見出し、また生活を継続したいと願っていることも分かった。

考察：今後、高齢化の進む地域を運営するためには、互助型ボランティアの導入が有効であり、家族における介護を支える体制としても有効かつ必要であると考えられる。共助を取り入れることにより、地域住民の共に助け合い、生活する力という貴重な資源が有効活用されるのである。高齢者のニーズは、若年層のボランティア意識とすりあわせることで、新たな互助型ボランティアの構築へと展開するものと思われる。今後の課題として、これらの聞き取り調査を通して、互助型ボランティア構築への政策提言も併せて実施していきたいと考える。

キーワード：農村集落、高齢者、介護、互助型ボランティア

はじめに

現在日本国内では、人口減少や高齢化に悩む山間地域、農村集落が多く存在する。そのような地域を創生するために必要なことはなんだろうか。本間ら[1)]は、公共福祉サービスの充実に加えて「共助」の必要性を指摘している。本研究の「互助型ボランティア」とは、住民組織のうち地域や互助活動を担っている町内会及び自治会などの地縁団体を

指す、互助型ボランティアによる「共助」を充実させることを目指し、どのような互助型ボランティアが農村集落では必要とされているのかを住民の意識調査により明らかにしたい。筆者は、平成 26 年度、B 町、町民福祉課、子育て健康課、地域包括支援センター職員に対し、C 地区について聞き取りを行い、地域住民の長年のつながり、コミュニティがしっかりしている地域であることをまず知ることが出来た。隣近所、同級生、同郷（隣県から嫁ぐ人が多い）等、種々のコミュニティがあり、住民はそれぞれ複数のコミュニティに属していること、運動会は、小学生・中学生・老人会等合同で開催しており、世代をこえた繋がりもあるということも分かった。この聞き取りを基に、調査対象地区として C 地区を選定した。互助型ボランティア導入には、その基盤として地域内に住民同士のつながりがあることが重要だと考えられるからである。

目　的

今回の聞き取り調査では、農村集落における互助型ボランティアを開発するためには、C 地区の住民の高齢者の介護に対する思い、生活意識や文化的背景、価値観を知り、農村集落に生活し続ける思いについて明らかにすることを目的としている。

方　法

１．調査対象地域の特徴

A 県の B 町 C 地区を調査対象地区とする。C 地区は、A 県の最北部に位置し、北は D 県の県境に接する。標高 700m を超える山間部であり、E 川源流部に位置し、標高 1500～2000m の高山に囲まれている。B 町は、国道や高速自動車道、JR 線などが縦断し、山間部とはいえ比較的交通網が整備されている。しかし、B 町の中でも、C 地区は、市街地から遠く離れ、町の中心地から車で約 45 分～60 分を要する。また、関東では唯一日本海側気候であり、冬季は 200cm 近い積雪となり、11 月末には交通が閉ざされる。医療機関は少なく、準無医地区に指定されている。一番近い医療機関にかかるためにも、バスで 30 分を要す[2)]。歴史的にみると、昭和 30 年ダムが建設され、1,742 名の町外への転出があった。この年、C 部落が水没し、先祖伝来の田畑、家屋敷を離れる人が多かったと推測される[3)]。

C 地区は、面積 90 ㎢、人口 442 人、高齢化率 44.57％である。筆者らが役場からの聞き取りを行った際、役場から示された世代別人口は、1 歳～14 歳、24 人（5.88%）、15 歳～64 歳 219 人(49.54%)、65 歳以上 197 人(44.57%)であった。(2015 年度)

C 地区では、夏季は在宅療養が可能であっても冬季は困難となる。高齢者同士の電話での連絡網があり、誰が、いつ、越冬のため老人ホームに入所したかと言うことを把握している。「老人ホームに入所する」と言うことは、よく耳にする話題であり、住民にとって施設入所への抵抗感は少ない。高齢者のいる世帯の構成割合を表１に、要介護者、要支援者の割合を表２に示す。

表１　高齢者（65 歳以上）のいる世帯の構成割合

単位：件、％

	件	世帯比
総世帯数	186	―
内、高齢者一人世帯	31	16.67
内、高齢者夫婦世帯	35	18.82

表２　要介護者、要支援者の割合

単位：人、％

	人数	65 歳以上比
要介護・要支援認定者	50	25.77

B 町全体では、要介護・要支援認定者の 1/3 が要支援、2/3 が要介護

２．協力者

協力者は①65 歳以上、②Ｃ地区に 20 年以上住み続けている、③十分に会話が可能である、以上を条件に、これに該当する住民を、男女や独居などの条件が偏らないように依頼しＣ地区役場にて選出をしてもらった。あらかじめ、役場から口頭で承認を得られた住民について訪問し、あらためて同意を得たうえでインタビューを行った。

今後はさらに実態を把握するためにも継続的にかかわる予定である。データ収集期間は、平成 27 年 8 月から平成 27 年 9 月までとした。インタビュー対象者は、男性 5 名、女性 5 名の計 10 名である。年齢は、男性 90 歳代 1 名、男性 80 歳代 2 名、男性 70 歳代 2 名、女性 80 歳代 3 名、女性 70 歳代 1 名、女性 60 歳代 1 名である。居住年数について、男性は約 90 年が 1 名、約 80 年 1 名、約 70 年 3 名である。女性は、居住約 60 年 1 名、40 年以上 1 名、約 40 年 1 名である。家族構成については、本人と妻である対象者が 4 名、本人と夫である対象者が 1 名、子世代と同居している対象者が 2 名、夫・子世代・孫世代と同居している対象者が 1 名、独居が 2 名である。運転免許を所有している対象者は、男性 5 名、女性 2 名（内 1 名はバイク）である。職業は、無職 3 名（内 2 名は元民宿経営）、農業 1 名、兼業農家 5 名（民宿経営 2 名、民宿手伝い 1 名、民芸品作成販売 1 名、元郵便局員 1 名）、組合水道管理勤務 1 名となっている。詳細は表 3 に示す。

表 3　対象者の特性

対象	性別	年齢層	居住年	家族構成	運転免許	主な職業
A	男	90 歳代	約 90	本人・妻	有	元民宿経営・無職
B	女	80 歳代	約 60	本人・夫	無	元民宿経営・無職
C	女	80 歳代	約 60	子世代と同居	無	無職
D	男	70 歳代	約 70	本人・妻	有	元郵便局員・農業
E	男	80 歳代	約 70	本人・妻	有	組合水道管理
F	男	80 歳代	約 80	本人・妻	有	農業
G	女	80 歳代	40 以上	独居	無	民宿経営・農業
H	女	70 歳代	約 60	本人・娘夫婦	バイク	民宿経営・農業
I	女	60 歳代	約 40	本人・夫・息子夫婦・孫 3 人	有	民宿手伝い・農業
J	男	70 歳代	約 70	独居	有	農業・民芸品作成販売

３．データ収集方法

半構成的面接法を用いた。面接内容は IC レコーダーにて録音を行い、録音データより逐語録を作成した。そこから得られた内容について分析を行った。

質問事項は次のとおりである。

①どのくらいこの地区で生活しつづけていますか
②ここでは、いままでどんなお仕事をされてきましたか
③今はどのように過ごしていますか
④ここで生活することで、困っていることがありますか
⑤その困っていることに対して、どのように対処していますか
⑥健康を保つためにはどのような工夫をしていますか（個人で、地域で）
⑦この地区で生活し続けるのはなぜですか
⑧地域の人々とどのように連携できていますか

４．データ分析方法

協力者 10 名の基礎情報はインタビュー内容の参考とする。録音した内容から逐語録作成後、文脈のまとまりごとにコードを作成し、意味内容の類似性や関連性を考慮した上で、内容分析を行った。研究の信頼性・信憑性を確保するため、別の研究者がすべて確認を行い、語られた内容に基づいた解釈となるようにした。

５．倫理的配慮

B 町と調査対象となる C 地区住民に対し、研究の目的・方法を文書と口頭にて十分に説明し、自由意思で諾否が決められるよう配慮した。十分に理解が得られ、参加の意思を確認できた場合、承諾書に署名をもらった。説明事項は、次のとおりである。①研究目的及び内容②研究期間及び研究対象③研究方法と手順④研究に参加した場合の利益と不利益⑤自由意志による参加⑥危険性について⑦同意撤回の自由⑧プライバシーの保護

と成果の公表について⑨解析終了後のデータの取り扱い⑩研究者⑪問い合わせ先の 10 の項目について説明を行った。また、情報は、すべて個人が特定できないように記号化し、第三者にはわからないよう配慮した。研究期間中のデータは、すべてＣ地区研究責任者が鍵のかかる保管庫で管理し、個人の情報がもれないようした。データは、研究以外に使用せず、研究終了後に音声データは完全に消去し、その他のデータはシュレッダーにかけ処分した。

結　果

インタビュー内容を分析し４つのカテゴリーを見いだした。それぞれ「居住地に対する愛着と住み続けている当たり前の心地よい印象」、「住民の横の繋がりと結いという結びつき」、「高齢化に伴う健康障害への覚悟」、「地域の発展への願いと今後の生き方」と命名した。

１．居住地に対する愛着と住み続けている当たり前の心地よい印象

住み心地の印象は、生まれ育った者と、嫁に来た者との間に違いが見られた。また、車の運転免許の所持が､住み心地の印象に影響を与える要因になる可能性も一方伺えた。

まず、この地域に生まれ育った者は、この地域を住みにくい場所とは思っていない。例えば「**ここは限界農村集落で、豪雪地で、他所の人は恐ろしい所だと思っているだろうけど、住めば都で住んでいるものは全然**」､「**子どもの時からここにずっといた。何の抵抗もなくここに住んでいる**」､「**今までずっと住んでいるから、当たり前だと思っているから**」と、交通の便の悪さや積雪の多さなどの厳しい環境も“こういうもの”として受け止めている。

他の地域と比べて住みづらいと思うことは､「**雪の量が半端じゃないから、除雪作業の手間や対策にお金がかかる**」という点をあげている。各家庭に１台はあるという除雪機は、購入に数百万円かかるだけでなくメンテナンスにも費用がかかる。「**俺はブルドーザーがあるけど、年間の維持費が 3～4 万かかかるよ**」という意見もあった。自家用車も四輪駆動にし、雪用タイヤの装備も必要となる。しかし、「**昔のことを言うと大変だったけれども、この辺はね、除雪はやや完璧さね。苦労は付きもんだけれども、それほどね。**」「**ここにいるんだからね。ここに住んでいる以上は逃げられない。だから雪とね、いわゆる、喧嘩しながらやらなくちゃ。**」と語っているように、積雪の厳しさは実感しつつ、生涯付き合っていくものだと認識している。

他所から嫁に来た者からは、否定的な発言も聞かれる。「**子どもがいるからしょうがねえ、姑もいたししょうがねえ我慢した**」「**いやになりましたよね。こんな山ん中ねえ**」「**いいところはないね。（この土地を出たいと思ったことは）年中だよ。冬は嫌だなあなんて思っているね**」と､交通の便や雪の多さに苦痛を感じている発言がきかれている。他の地域から来た者にとっては、以前の暮らしと比較し、この地域の環境の過酷さが身にしみて感じられる。しかし、その中でも、「**22 でお嫁に来たから。何も考えないで来た。だからこうやっていられる。あまり不便さを感じなかったですね。ただ、車がないとどうしようもないからすぐに免許を取りました**」と語っている者もいた。自身で車の免許を所持しているかどうかによって、生活の質が変わってくることがうかがえる。

車の所持が生活の鍵となっていることは、以下の発言にも表れている。90 歳代の住民は、「**割合交通の便がいいんだけどね。こんな山の中なんだけど。割とね。それでね、車に乗るんさね。**」と、現役で運転するため、生活に不自由はないと発言している。免許を持たない住民は「**ほとんどあるんじゃないかね。一軒に一台。男衆がいなけりゃね。出づらくてね。村に店屋がないからね。ほんとに困るんだよ。**」と述べている。また、バイクを運転できる住民は「**運転はバイクだけ。今考えれば、免許取っとけば良かったと思うよ**」と述べている。その他「**女の人は運転ができない。思ったものが買えない。**」の言葉のように、運転できる男性が、この地域の生活を支えていることがうかがえる。また、「**機械はあっても親父さんがいないと使えない**」という言葉が示すように、除雪機の運転を任されているのも男性である。この地域では、男性には車の運転ができることが求められており、女性は男性に運転を依頼する構図があることがうかがえる。

多くの者に共通する表現は、“昔の大変さに比べたら、今は便利で生活も楽になった”ということだ。「**ダムができる前はバスも通らなかった。冬はずっと閉鎖されている状態だった。生活も変わった。そういう意味ではいい時代になったから**」、「**峠を越えて学校に通ったけど、トンネルができて、テレビも入って、電気もつくようになったし。それを 80 年も見てきた。どんどん世の中が良くなってくる**」、「**昔は除雪機なんてなかったからカンジキ履いてやりました。食料もたくさん買い置きしていた。今はそういうことはない。**」、「**今はおかげさまでね、便利になって、昔のことを思えば、ほんと住みよくなった。生活の手段っていうかね。**」などと語っている。このような言葉から、以前の厳しい除雪作業を知る年代の人々にとっては、自然に雪が落下する屋根の構造や、大型の除雪機の導入により、現在は楽になったという認識にある。

この土地を離れようと思ったことはないかという質問に対し、この土地で生まれ育った住民は「**なんで山を出ないのって言われるけど、こんないいところはないと思っているし、何の不自由も感じない。これが好き**」と答えている。また、長男としてこの土地に生まれた住民は「**俺はカタツムリなんだよ。農家の長男だから、出してもらえず家を背負って動けないでいたんだから。**」と答えている。この土地への愛着や、家を継ぐという責任感が、地域を守りながら生活を続ける原動力となっている。

２．住民の横の繋がりと結いという結びつき

この地域では、対象者のようにインタビューに答えられる住民は、頼りにするよりも頼りにされる側の立場である。「**若い者はほとんどいない。65 や 70 は若い方。80 がやっと年寄りだ**」、「**若い者は勤めに出ている。そのために若い者が使えない。退職したような 60～70 代の人が頑張らないとやっていけない**」、「**こういうところ住んでいると、若い者がいないから雑用頼まれる。**」という語りに裏付けられる。

特に男性は、除雪作業や移動手段となる車の運転など、生活に必要な労働力として、村の中で活躍し続けてきた。夫に先立たれた住民は「**困っていることは男手がないことかな。いない人は皆近所の人がやってくれている。**」と、答えている。また別の住民は「**みんな主人がね、やるからね。女衆はやんなくもね。そういうの（運転）は男衆がいなけりゃね。出づらくてね。**」と語っている。この地域の男性は、高齢者といえども、現在も労働力として相談役として人々の助け合いの中心となって地域を守っている。

この背景には、山間部の生活を豊かにするために、自分たちで道を切り開き、守ってきた歴史がある。例えば、「**借金して水道タンク作ったりして、自分で管理するように**」「**地元からバスを通すよう本社まで行って交渉した。運転手がいないので自分でやった**」「**テレビも山間部で映らないから組合を作って映るようにした**」など、自分自身が地区の組合水道を作り管理を行う、都市部からバスを通すために初代の運転手を務めるなど、積極的に行政などに働きかけ、生活の質を高めてきた。また、「**水道もみんなして掘ったんだって。昔の人はえらかったね。みんな自分たちでしたんだもんね**」「**今まで台風や地震でも水が止まる、濁るということはない。自分たちで作って、行政に認めてもらって**」「**明治 5 年に学校教育が取り入れられた直後、村のほとんどの人が教育しなくちゃダメだって、気持ちが一つになってお寺の小学校が始まった。原始林だったところを切りだして、村の人が手斧で削ってすごい校舎をたてた。ご先祖様がこんな努力して学校を開いてくれたことを感謝している**」などの語りがあった。地域の人々が力を合わせて交通や教育、ライフラインなどを自分たちで切り開き、生活を豊かにしていったことを誇りに思い、現在もその恩を忘れず生活している。このような歴史を背景に、“問題を解決するために自分たちで行動する”という考え方を持った積極的な住民像を見いだすことができる。

この地域の高齢者は、現役で仕事をこなし、地域のために尽力する生活を送っている者も多い。「**まだ現役で仕事しているから。できるだけここで頑張っていきたい。協力し合って、ここ（の近隣）もうちが動けなくなると大変だとおもう**」「**組合水道の管理が必要。水道局みたいなことをしている。今は後釜も見つかって研修中**」「**部落を維持していくための段取り。そういう用事がいっぱいある、この辺は**」「**百姓して、作ったものをここでお客様に出す。ものすごく忙しい。やりがいがありますね。お客さんが喜んでくれる**」と語っている。

また、趣味や地域の行事を楽しみに生活する者もいる。独居である住民は、「**私は一人でいても、やることいっぱいあるから。会話の中からもたくさん勉強できる。この地区の俳句の会も、60 年も続いて県に表彰された**」と語っている。その他、「**運動会は楽しみだね。獅子舞もある。そういうのが楽しみでね**」「**運動会もみんな一緒にやって素晴らしいんです。今度獅子舞もあるけど、素晴らしいんですよ**」「**写真をね。道楽だよ。**」などの発言もあった。

このように、畑仕事、民宿の手伝いなど役割をもって仕事をしていること、趣味を楽しむことを生きがいとして生活している。

近隣住民との結びつきは強く、日常的に助け合いが行われている。「**地域のまとまりはいい。みんな人がいい。年寄りは特に助け合いが多い**」「**こういう地域だからまとまりはある。横のつながりがないと生きていけなかった。えいっこ、結いという**」「**村中の人が何でも話せる人でしょ。友達もたくさんいるし、みんな友達みたい**」と語っている。このように、住民同士の結びつきは強いが、一部の者は以前のような結びつきが薄れていることを嘆いている。「**昔のことを言うと、人情的な、細やかな（結びつきが）良かった。助け合いながらね、おめえんとこいくから、俺んとこも来いというようなね。それが今ちょっとないんだよね。そういうことも大事だと思うんだけどね。**」と語っている。また、地区では“えいっこ”と呼ばれる助け合いの絆も強いと考えられる。昔か

ら炭焼きや農作業、除雪作業を共同して行わなければ生きていけなかった環境から、相互扶助行為がごく当たり前の文化として継承されてきたのだろう。「山の中で生活するには、横の繋がりがなければ生きられない。隣組の外にも、屋根の葺き替え・火事が出た時の手伝い・冬期でも葬式がだせるように等、いくつもの別組織がある。暗黙の了解として、守らなければいけないこと（例：水路の清掃作業の日には必ず出る）が、先代から言い継がれている。」、「えいっこ（あいこ＝お互い様）」「結い」として、先に田植えが済めば、済んでいない家を手伝い余った苗を届ける。養蚕している時代には、餌の桑が足りない家があれば、自分の家の桑を分けるなど、お互いに助け合って暮らしている。その繋がりがあるから、お互いの様子がわかる。」といった住民の発言から、生活のあらゆる場面に相互扶助の精神が浸透し、生活を支え合ってきたことが分かる。

３．高齢化に伴う健康障害への覚悟

現在困っていることは何かを尋ねたところ、「**話し相手がいない。対話がないんだから、そういうことで困ってる**」と答える者がいた。また、別の住民は「**話ができることは年寄りは喜ぶ**」と、自分自身が近隣の高齢者の話を聞くようにしていると述べている。集会で頻回に集まることも難しくなったり、配偶者がいなくなった者の対話が減少している問題を挙げている。

通院については、「**病院は運転していく**」「**病院はみんな送迎付き。玄関まで来てくれる**」「**この辺は〇〇病院が何十年も来てる。△△病院も曜日決めて、公民館に来てやってくれる**」の語ってくれたように、かかりつけの病院に通う場合は、家の前まで送迎が来てくれること、巡回診療などがあることで、不自由はないという意見が多かった。

しかし、そのほかに医療面への不安を述べている者もいた。「**急に頭が痛くなったりするとやっぱり我慢しちゃう。早くいけば良くなるけど、こじらしちゃうから、なんでも**」「**他の病気になったときに、どういう病院に行ったらいいか判断がつかない。そういう時は、娘がインターネットで調べてくれる**」「**〇〇病院では医師がそんなにいないからアルバイトの先生がやってるんだよ。俺の先生は土曜日午前中しかいない。何かあったらどこに行けばいいんだよ。△△病院に行けっていうけど、カルテがないだろ**」と異常時の医療機関へのかかり方について不安を訴えている。

数年後の自分自身の健康状態について不安を述べるものも多かった。独居である住民は「**重症ならコロリと逝ければいいけど、寝たきりになるのが心配**」と不安を訴えている。また、近所同士、お互いに様子を見ていることもうかがえる。「**民生委員に電気が夜つかなかったら心配してくれって言ってある**」「**足跡がないと電話してみたりして**」「**会に参加しないと、どうしたのってなるし**」など、お互いの行動がいつもと違う時には、気にかけて連絡をしあう様子が伺える。そして、留守にするときは、隣の家に伝えておくなど、正確な安否確認ができるよう連絡を取り合っている。独居の人は、万が一のために、携帯電話を近くに置いて寝る、いざというときに外から開けられる扉を伝えておくなどの工夫もしている。

介護が必要な状況になった場合について、親の介護経験のある住民は「**施設のほうが安くて楽。冬だけそこに頼むこともある**」と答えている。また、「**ここで長く住むためには、年寄りは人の世話にならなければ。手伝いをしていた人も高齢化してきた**」「**介護が必要になったらどうにもなんないんじゃないかな。心配はしてるけど。寝たきりに**

なったらここにはいられねえ」と、自宅で過ごすことは難しいと考えている者が多いことがうかがえる。この地域の冬の生活は厳しいため、冬だけ都市部に出る人もいる。都市部の暮らしは退屈でなじめない、行ったらだめになる、動けるうちは多少のことは助け合って、ここで生活したい、という考えを持っている人が多い。普通に暮らせるうちは、助け合いながら、できるだけここで住んでいたいが、介護が必要になったときには、施設に入ることや子どものところに移るのは仕方がないという気持ちを持っている。

子どもが少ない、若い女性が少ないなど、少子高齢化による地域の将来を案じている一方で、子どもや若者の流出は仕方がないと考えている。「**自分の子どももそうだけど、子どもが大学行きたいっていうのを駄目って言えなかった**」「**過疎地の子どもは競争心がないって言われる。そういう意見があると引き止められない**」「**子どもだってかわいそうさね。4 人 5 人じゃあ、集団生活できねえからさ。大人になってから、やっぱり大変じゃねえかな**」と語っている。

４．地域の発展への願いと今後の生き方

地域の今後については、自分たちの先祖を敬い、何とかこの村の歴史や行事を残していきたい気持ちを持っている。「**大事にしていかなければならない、昔からのことはなくしたくない。まだ獅子舞もある。そういうのが楽しみで**」という語りがあった。

外部からの協力としては、「**年寄りが自分の目で見て買いものができる行商、弁当などの食事の援助**」があると良いと提案している。「**年寄りばかりになったら、寄り合いみたいに冬の間は合宿所みたいなところがあればいい。廊下でつながってて、談話室があって。学校の教員宿舎とか保育所も空いてるし。老人合宿所、作ってもらいてえな**」と、この地域の中で住民がともに協力し合って生活できる場所を提案している。

また、「**まず、子供が増えないこと、仕事がないこと、なんてことはね、この辺でもやっぱり問題になる。だからなかなか大変さね**」という言葉のように、若い人が村に残れるよう、新しい人が移り住んでくれるよう、産業があると良いと考えている。

生活面から見ると 60 年前のダム建設により、道路が整備されたと考えられるが、産業面から見ると、林業が衰え、スキー場を基盤とした民宿経営も一時の勢いを失った、少子高齢化も進んでいる、という危機感を抱き、80～90 歳を超えても、地域に貢献し、将来に向けた対策を必死に検討している者がいた。「**一日でも長く、自分がみんなの手伝いができればと思っている。あと 5 年くらいかな。この地域を守っていきたい。出たくはないな。ここでできる限り人の面倒を見ていたい**」と語っている。 また、ある住民は「**この土地は絶えそうで困らあ。ここからトンネルを開けてもらおうと思って、30 年くらい運動している。過疎を解消するためにはトンネルを開通することしかない。私はこれが念願で、これができれば死んでもいい。それっきり考えてる。寝ても覚めても、これっきり考えてる**」と熱く語っている。

以上のように、村の存続と活性化について考え続けている郷土愛に満ちた住民の思いが語られていた。

考　察

本研究では C 地区の高齢者の介護に対する思い、生活意識や文化的背景、価値観を知り、農村集落に生活し続ける思いについて、「居住地に対する愛着と住み続けている当

たり前の心地よい印象」「住民の横の繋がりと結いという結びつき」「高齢化に伴う健康障害への覚悟」「地域の発展への願いと今後の生き方」という大きな4つの視点に分類ができた。住民は地域に住むことに意義を見出し、また生活を継続したいと願っていることも今回の聞き取りで分かった。農村集落の今後について検討するためには、農村に住む住民のニーズを把握することがまず必要不可欠であり、住民のニーズをもとに、「自発的意思に基づく農村集落における互助型ボランティア」の開発にもつなげることができると考えられた。

今後、高齢化の進む地域を運営するためには、互助型ボランティアの導入が有効であり、家族における介護を支える体制としても有効かつ必要であると考えられる。共助を取り入れることにより、地域住民の共に助け合い、生活する力という貴重な資源が有効活用されるのである。高齢者のニーズは、若年層のボランティア意識ともすりあわせることで、新たなボランティアモデルの構築へと展開するものと思われる。今後の課題としては、これらの調査件数をさらに継続的に増やし互助型ボランティア構築への地域創生の政策提言にも併せて実施していきたいと考える。

C 地区は豪雪地であり、冬季は除雪作業が生活の主軸となる。体力を要し、重機を動かす除雪作業は、男性の役割が重要になっている。また、町への移動手段である車の運転も、かつては男性の役割であった。そのため、男性が生活を支えているという意識が高いと考えられる。須貝ら[5)]の調査によると、男性の高齢者は、一種の社会的な役割であるボランティア活動をしていることが、生活の満足度の高さが有意に関連していることが明らかにされている。高齢になっても男性は、若者や女性から頼りにされる存在であり、その役割意識が一層、“そこに居る”ことへの価値をもたらしていると考えられる。

C 地区を自らの手で切り開き、守り続けてきた高齢者は、現在も村を維持するための労働、住民を支援するための労力は惜しまない。自分の体が動くうちは、みんなのために働きたいと願っている。住み続ける要因の1つに、地域生活を共につくりあげることに価値を見出している。

今回の結果から共助の息づく地域社会とは次のようなものであると考える。

① 要介護者自身にもできる限り自分の能力を地域に役立つことができるような機会を作り出す。
② 介護者自身には、前向きで介護を価値あるものとする介護意識を根付かせる。
③ 十分な社会的サービスを利用する。
④ 家族における介護を支える体制づくりの働きかけを行う。

本研究では、④家族における介護を支える体制として、互助型ボランティアの有効性も視野に入れ、共助を取り入れることにより、地域住民の共に助け合い生活する力という貴重な資源がさらに有効活用されると考える。

おわりに

今回の調査では、C 地区の高齢者がどのような生活を望み、どのような価値観をもってそこに住み続けるのか、その思いを明らかにし、支援のための示唆を得るために、住民の思いについてインタビューをもとに分析した。今回はC地区のみであったが、住民はどんなような住みにくい環境でも知恵と誇りをもって住み続ける意思を持っている。

ここで明らかになった高齢者の思いやニーズは、互助型ボランティア導入の際に役立つものと考えられる。

このニーズは、地域にすむ若年者のボランティア意識と合致させることにより、「自発的意思に基づく農村集落における互助型ボランティア」の開発にもつながるものとなる。今回の成果をもって、今後の研究にさらにつなげていきたい。

引用文献

１）本間義人、檜槙貢、加藤光一、木下聖、牧瀬稔：地域再生のヒント、日本経済評論社、2010.

２）水と森を育むエコタウンみなかみ―ふるさとの資源を生かした地域振興構想―、群馬県みなかみ町総合政策課、2008.

３）みなかみ町、町誌みなかみ編纂委員会編：町誌みなかみ、1964.

４）西堀好恵、鈴木知代、入江晶子他：山村地域に暮らす中高年者の生活習慣と主観的健康感・主観的満足感、聖隷クリストファー大学看護学部紀要 12、117－124、2004.

５）須貝孝一、安村誠司、藤田雅美他：地域高齢者の生活全体に対する満足度とその関連要因、日本公衆衛生雑誌 43（5）、374－389、1996.

＜付記＞

本研究は、神奈川工科大学重点研究費による研究成果である。

（しばやま・えみこ　看護学科）

（にいみ・きぬよ　看護学科）

（いりえ・しんじ　看護学科）

（はしもと・まゆみ　看護学科）

（かねこ・なおみ　看護学科）

（かわた・えりこ　看護学科）

マイクロ波によるカーボンブラックの燃焼と進行波の効果

研究者名：電気電子情報工学科　　氏名　瑞慶覧章朝

１．研究の目的

本研究ではマイクロ波を利用したカーボンブラック(Carbon Black:CB)の燃焼処理システムの開発を目的とし、CB の温度上昇と燃焼に対するマイクロ波出力および定在波と進行波の効果をについて検討したので報告する。

２．研究の必要性及び従来の研究

船舶排ガス中には炭素成分を多く含む粒子状物質(Particulate Matter: PM)が存在し、大気環境保護の観点から国際的な問題になっている。PM は粒径 20 ～ 120 nm と非常に小さく、生物に対して毒性が強い多環芳香族炭化水素類(PAHs)を含むなど、健康上有害である。これを除去するために電気集塵装置(Electrostatic Precipitator: ESP)の利用が検討されている。しかし、ESP の実用化のためには運転に伴い集塵電極上に蓄積されるダストを自動洗浄し、集塵性能を回復させる必要がある。この方法として、集塵ダストを圧縮空気で払い落とすなどの方法が考えられるが、洗浄補機が大規模になるなどの課題がある。そこで、マイクロ波による燃焼方式に着目した。

３．期待される効果

マイクロ波による燃焼システムが実現されれば、従来方式と比べて設備規模を極端に小さくすることが可能となる。また、必要な補機がマイクロ波電源のみとなり、イニシャルコストの大幅な低減につながる。

４．研究の経過及び結果

４－１．実験装置及び方法

実験装置の概略を図 1 に示す。実験装置はソリッドステート電源(200 W/2.45 GHz、SAIREM 製)、同軸導波管変換器（H=54.6 mm、W=109.2 mm、L=140 mm、エーイーティー製)、導波管（H=54.6mm、W=109.2 mm、L=300 mm、エーイーティー製)、短絡板（t=5 mm、エーイーティー製）によって構成した。導波管内のマイクロ波の分布を CST STUDIO SUITE による電磁界解析から求め、短絡板から 74mm の磁界最大地点と 111 mm の電界最大地点に CB（日本粉体工業技術協会、JIS 試験用粉体 1、2g）を入れたるつぼ（ムライト、15 ml）を配置した。CB の燃焼状態を把握するため、反射電力、CB の温度及び導波管内の CO 濃度を測定した。反射電力は電源に内蔵の電力計、温度は導波管の上部に設けられた観察口に固定した赤外線温

度計、CO 濃度はガス分析計（Portable Gas Analyzer）を用いて測定した。導波管内には、酸素濃度を 13%に調整した窒素と乾燥空気の混合気体を流量 1 L/min で流し、電源により波長 147.9 mm の定在波または進行波を発生させた。定在波の場合はマイクロ波の出力を 50 W、進行波の場合はマイクロ波出力を 100 W とし、CO 濃度が 500 ppm 以下になるまで照射した。定在波に対して進行波の出力を 2 倍としたのは、定在波ではカーボンブラックに入力波と反射波が照射されるのに対し、進行波では入力波のみ照射されるためである。燃焼率 η は、照射前の CB の質量 M_0 と照射後の質量 M の比から(1)式を用いて算出した。

$$\eta = \left(1 - \frac{M}{M_0}\right) \times 100\ \% \qquad (1)$$

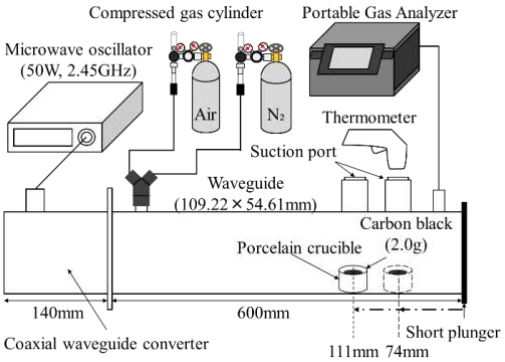


図１．実験装置の概要

４−２ 燃焼率に対する配置位置とマイクロ波出力の影響

各 CB 配置位置における燃焼率とマイクロ波出力の関係を図 2 に示す。いずれの位置でもマイクロ波の出力が高いほど燃焼率が上昇し、位置 111 mm においては最大で約 70%が得られた。同一のマイクロ波出力下においては、74 mm に比べて 111 mm 地点の燃焼率の方が高かった。このことから、CB の燃焼には磁界よりも電界の方が寄与しやすく、マイクロ波出力が高いほど燃焼率が高まると言える。

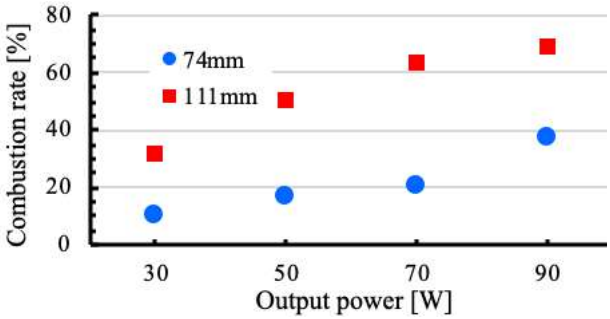


図 2. 各 CB 配置位置における燃焼率とマイクロ波出力の関係

反射電力と照射時間の関係に対する配置位置とマイクロ波出力の影響を図 3 に示す。反射電力は時間と共に上昇した。配置位置で比べると、位置 74mm に比べ、111 mm の方がどちらの出力においても反射電力が低かった。このことから、磁界成分よりも電界成分の方が CB に吸収されやすいことが分かる。また、照射時間の経過と共に吸収電力量

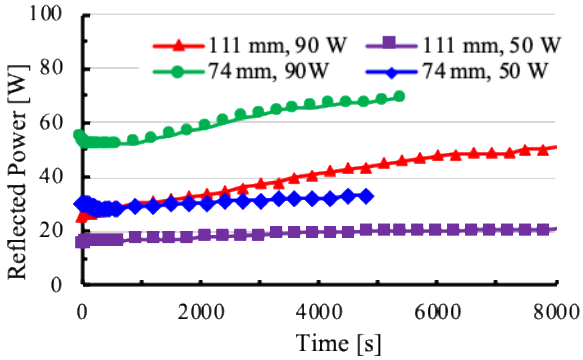


図 3 反射電力と照射時間の関係に対する配置位置とマイクロ波出力の影響

が低くなることも示され、これはマイクロ波の吸収電力が CB の体積に依存することを示唆している。

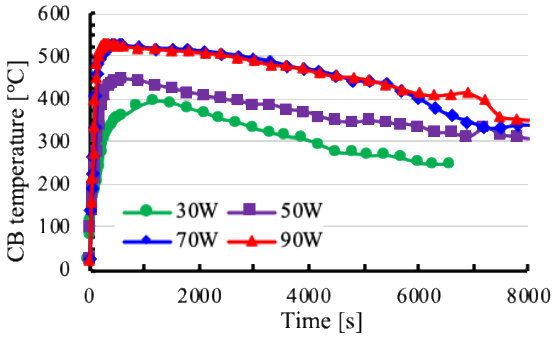


図４．111mm における CB 温度と照射時間の関係

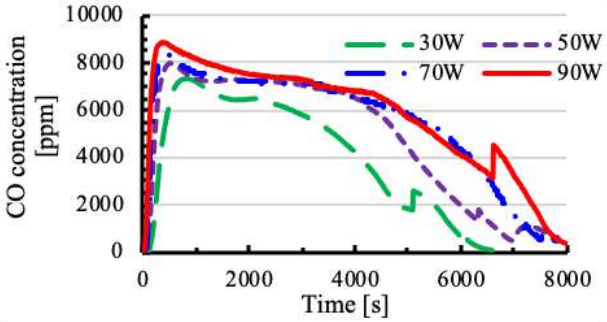


図５．111 mm における CO 濃度と照射時間の関係

４−３　CB の温度及び CO 濃度と照射時間の関係

111 mm 地点における CB 温度と照射時間の関係を図 4 に示す。いずれの出力においても、マイクロ波の照射開始直後から CB の温度が急激に上昇した。最高温度到達後は、ほぼ一定の割合で降温した。最高温度と昇温割合は、マイクロ波の出力と共に上昇する傾向が得られた。出力 90 W のとき、CB の発火点である 290 ℃に 1 分で到達した。

111 mm 地点における CO 濃度と照射時間の関係を図 5 に示す。いずれの出力においてもマイクロ波を照射した直後から CO 濃度が急激に上昇し、照射時間の経過と共に低下した。また、マイクロ波の出力を上げることで CO 濃度の増加割合と最大値が高くなり、CO 濃度の低下に要する時間が長くなった。

これらの結果は、マイクロ波の出力が高いほど CB の燃焼開始までの時間が短縮され、燃焼時間が長くなることを示している。

４−４　定在波と進行波の比較

定在波と進行波を用いたカーボンブラックの燃焼率と配置位置の関係を図 3 に示す。図中のプロットは3回の実験の平均値であり、エラーバーは最大値と最小値を示している。定在波の場合、位置 74 mm は磁界最大、位置 111 mm は電界最大の位置となる。燃焼率は磁界最大地点の 74 mm で 24.3%、電界最大地点の 111 mm では 50.0%であった。一方、進行波の場合、燃焼率は 74 mm の位置で 44.0%、111 mm の位置では 41.2%であった。定在波では配置位置によって燃

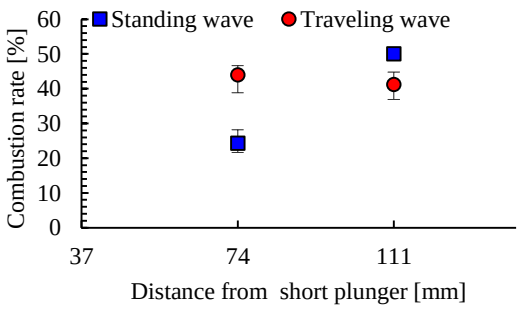


図６．カーボンブラックの燃焼率と配置位置の関係

焼率に差が生じたが、進行波にすることによってその差はほとんどなくなった。これは、定在波では電界最大位置が固定されるのに対し、進行波では導波管内を移動するため、配置位置によらずカーボンブラックにマイクロ波の電界成分を照射できるからである。

位置に対する燃焼率の差は、実用的には捕集ダストの燃え残りに繋がる。均一に燃焼が進む進行波には、この課題を解決する可能性があると言える。

５．　今後の計画

CB の温度上昇と燃焼に対するマイクロ波出力及び進行波の効果について検討した。その結果、マイクロ波出力の上昇と共に CB のマイクロ波吸収量も上昇し、CO 濃度の上昇割合と最大値が高まることが明らかとなった。さらに、CB の燃焼開始までの時間が短縮され、燃焼率が向上することが分かった。すなわち、マイクロ波の出力を上げることで燃焼効果の向上が可能であると示された。また、定在波の場合、燃焼率は短絡板から 74 ㎜の磁界最大地点で 24.3%、111 ㎜の電界最大地点では 50.0%であった。進行波の場合、燃焼率は無反射終端器から 74 ㎜の位置で 44.0%、111 ㎜の位置では 41.2%であった。すなわち、進行波を用いることで、位置に対する燃焼率の差がなくなり、均一に燃焼が進むことが示された。

今後は、実際の電気集塵装置に適用し、ディーゼル排ガス微粒子を燃焼する予定である。

６．研究成果の発表

1) 乾貴誌、豊角浩之、瑞慶覧章朝、渡久地崇磨；電気集塵装置、国際出願 PCT/JP2019/035325、 2019年出願
2) 瑞慶覧章朝、コロナ放電による電極表面付着菌の不活性化効果、日本防菌防黴学会誌、Vol. 47、 No. 9、 pp. 355-363、 2019
3) Soma Toguchi, Shin Kaneko, Akinori Zukeran, Takashi Inui, Influence of Dust Mass on Combustion of Carbon Black using Microwaves, European Aerosol Conference 2019 (Gothenburg, Sweden), P1-031, 2019
4) Koji Yasumoto, Ryoichi Toyama, Akinori Zukeran, Risei Wada, Jun Sawai, Observation of inactivated microorganisms on electrostatic section in an electrostatic precipitator with humidification, European Aerosol Conference 2019 (Gothenburg, Sweden), P1-036, 2019
5) Hiroki Hakamada, Shogo Yokota, Soma Toguchi, Akinori Zukeran, Takashi Inui, The Effect of Output Power on Combustion of Carbon Black using Microwaves, European Aerosol Conference 2019 (Gothenburg, Sweden), P1-030, 2019
6) 袴田大樹、渡久地崇磨、瑞慶覧章朝、村上幸平、金子貴之、マイクロ波によるカーボンブラックの燃焼における位置と進行波の影響、令和元年電気学会全国大会、4-168、 2020
7) 渡久地崇磨、瑞慶覧章朝、村上幸平、高橋邦幸、乾貴誌、マイクロ波によるカーボンブラック の燃焼に対する進行波の効果、第８９回（平成３１年度）マリンエンジニアリング学術講演会（函館アリーナ）、講演論文集、pp. 237-238、2019
8) 袴田大樹、渡久地崇磨、金子慎、横田正護、瑞慶覧章朝、村上幸平、高橋邦幸、乾貴誌、マイクロ波の照射によるカーボンブラック の温度上昇と燃焼、第８９回（平成３１年度）マリンエンジニアリング学術講演会（函館アリーナ）、講演論文集、pp. 239-240、

2019
9) 寺沢翔、外山綾一、瑞慶覧章朝、澤井淳、和田理征、電気集塵装置の静電界部における殺菌プロセスの検討、2019年度第46回日本防菌防黴学会年次大会（千里ライフサイエンスセンター）、2P-AA16、2019
10) 和田理征、清水秀信、岡部勝、瑞慶覧章朝、澤井淳、化学架橋型PVAキトサンブレンドフィルムの構造とその特性、2019年度第46回日本防菌防黴学会年次大会（千里ライフサイエンスセンター）、1P-AC95、2019

視線解析における逆推論を利用した
医療スタッフの行動要因抽出と分析法の考案

研究代表者:鈴木 聡(臨床工学科)
研究分担者:青木真希子(看護学科)
渡邊晃広(臨床工学科)
川崎路浩(臨床工学科)
西村宗修(臨床工学科)

1. 研究の目的

認知情報処理に用いられる視線データ解析は、認知処理プロセスの解明に向けたアプローチのひとつである。しかし仮に測定された注視データの正確性が担保されたとしても、注視点の全てが視覚情報獲得に使われておらず、有用な情報を適切かつ効率的取り出すことの困難性をいかに処理するかが、学術的に問題となっている。これに対し逆推論に基づく視線データ解析が既に提案されており、得られた個々の視線データについて解釈するのではなく、あらかじめあり得る判断を用意して視線データを解釈するという概念であるが、実証はされていない。一連の研究の遂行により、以下に挙げる 4 項目が明らかにする。

1. 認知処理の内容とそれに対応する視線パターンの一般的関係
2. 実作業環境下で得られる膨大な量の視線データの効率的な解釈方法およびそれを利用したタスク分析のための具体的方法・手順
3. 本研究で対象とする業務における具体的問題点とその解決のための示唆
4. 本研究を実施する現場における、医療スタッフのオペレーション実施時の特性

2. 研究の必要性及び従来の研究

従来からの視線データ解析における基本的方法論は、個々のデータをゼロベースで解釈し、これを積み上げることによって全体的な解釈を与えるアプローチである。逆推論(reverse inference: RI)に基づく視線データの解釈では前述のように、あり得る判断を先に用意しておく形である。RI アプローチの実装方法は、現時点では統計解析的な手法の利用(例えば“隠れマルコフモデル”の利用)が提案されている。しかし高度な数学の知識を必要せずとも実施できることや、実在フィールドにおける適用を重視しており、本研究は分析手続きの簡便性を狙っている。この方法に含まれる重要ツールである注視点推移の分類およびその解釈方法は、注視点とそれに対応する認知処理の関係を一般化したものとなる。具体的には、技士であれば血液透析の穿刺行為に対する「上手さ」や、医師であれば疾患診断における「上手さ」などのようなタスクにおいて、どのような視覚的情報を選択・活用し、目的を効率的に達成・解決に至る作業プロセスを対象に、RI アプローチを援用し、医療スタッフが、いつ、どのような目的で、何をしているのかを緻密に追跡し、これを記述し、そこから技士の問題発見・解決プロセスの

優れた点・劣った点を同定することを可能とするタスク分析方法を構築する。本研究では医療上の具体的作業は以下の A および B を計画しているが、研究進行に従い必要に応じ新たに設定することもあり得る。A）てんかん様動作を示す患児のビデオを専門分野の異なる看護師や医師に視聴させ、疾患の有無および疑わしい疾病の診断プロセスについて RI アプローチを適用する。B）血液透析の穿刺作業において、視覚的情報獲得が状況認識・穿刺結果としての成否に与える影響について RI アプローチを適用し、問題発見および解決をさせる実験を、臨床工学技士に対して複数回実施する。A および B はいずれも一連の行動を撮影したビデオデータ、言語プロトコル、視線データ、頭部前頭前野の脳血流データを得るとともに、実験後にデブリーフィングを行い、自身の問題発見プロセスを詳細に説明させ、その際の発話データも得る。ビデオデータ、言語プロトコルならびに発話データに基づき、各技士の問題発見プロセスを、作業研究の方法である階層的タスク分析およびタイムライン分析の技法に従って、精緻に記述する。このプロセスと、そこで観察される視線データに基づき、典型的注視点推移パターンと、その時の目標の関係について精査する。これらの関係を総合し、注視点推移の分類およびその解釈方法の一般的関係として整理する。この一般的関係を用いて、仮想的でない、実作業環境下での医療スタッフの行動・視線データに適用し、タスク目標を適切に抽出できるかチェックする。同時に安全の観点から潜在的危険を含む認知行動、あるいは問題発見を含むタスク実施中の好ましくないプロセスの同定も行う。これによって、個人レベルでの安全上優れた点や劣った点の評価・同定を実施し、実用に耐える方法論として洗練させていく。

３．期待される効果

この方法に含まれる重要ツールである注視点推移の分類およびその解釈方法は、注視点とそれに対応する認知処理の関係を一般化したものとなる。この関係は、視線と心的処理が重要なトピックとなっている認知心理学やこれに関連する人間工学における新たな知見であり、学術的な貢献となると考えている。

４．研究の経過及び結果・評価

前述のAについて、被験者に教示するための「てんかん様動画」を入手すべく、2019 年度初旬おいてウエスト症候群患者家族会への研究協力依頼を要請し、同理事会で審議・承認された。多大な個人情報を含むことから、秘密保持契約の手続きを進めたものの締結までに時間を要し、実際に患者動画が入手できたのは 12 月からとなった。順次データ提供にご協力いただけるとのことで 2020 年 2 月まで待ち、30 症例程度の動画データを入手した。当初の予定では、2019 年度末には動画データを被験者（医療従事者）に閲覧させる診断実験を行うはずだったが COVID-19 の影響で被験者依頼は当分の間難しいこととなった。また、医療従事者養成課程在籍学生を被験者にすることも検討したが実験そのものができる状態でないため、2020 年 5 月（本報告書作成）時点で中断を余儀なくされている。同様にBについても 2019 年 12 月から、データ採取に着手しているが、同様に 2020 年 1 月より COVID-19 による医療施

設への立ち入り制限等でデータ採取が中断している。AならびにBとも、現時点で再開の目途は立っておらず、現在までに採取したデータだけで解析可能か検討中であるが、難しい状況である。

５．　今後の計画

緊急事態宣言が解除されても直ちに実験再開というのは現実的でないと考えられる。日本国政府、神奈川県、本学などの指針等に準じ、実験可能と判断できる場合には再度実験の実施計画を立案し、速やかに遂行する予定である。研究遂行の障害が長期に渡る場合には、当初の目的の一部のみでも到達できるよう研究計画を再考する。

６．　研究成果の発表（2019.5～2020.5）

【論文】

1）　青木洋貴，関　駿太，西間木啓行，鈴木　聡，青木真希子、乳児のてんかん様動作に対する臨床推論時の知覚パターン　―経験の異なる看護師間の比較研究―：人間工学（ISSN:0549-4974）55(5), p200-211. 2019

【学会発表／講演】

1）　青木真希子、鈴木　聡、青木洋貴、注視パターンから見たてんかん様動作の異常判断プロセスにおける方略の特徴：第７回　看護理工学会学術集会（日本生体医工学会第 58 回学術集会　同時開催）一般演題ポスター（沖縄）2019.6.7

２０２０年7月４日

インテリジェント・パーソナル・モビリティーの開発

研究者名：R科　高橋良彦

１．研究の目的

本研究では、高齢者が安全に安心してスーパー等に移動できるインテリジェント・パーソナル・モビリティー(電動車椅子)の開発を目的としている。

２．研究の必要性及び従来の研究

パーソナル・モビリティーで高齢者が安全に安心してスーパー等に移動できるためには、
(項目 1)デコボコ道でも安全に移動できるシステム
(項目 2)人混みでも安全に移動できるシステム
(項目 3)人間の感性を考慮して安心して移動できるシステム
等が必要となる。
(項目 1)に関しては、通常の電動車椅子は室内の平たん路での移動を前提として設計されており、屋外の踏切や交差点等のデコボコ道は想定されていない。本研究では、自動車の設計手法を用いて、デコボコ道を想定した移動体を設計する。
(項目 2)に関しては、スーパー等人混みで移動する場合、後方が見えずに不安となるケースが多いことから、後方の状況をサーチして利用者に知らせるセンサーフュージョン・システムを開発する。
(項目 3)に関しては、スーパー等人混みで移動する場合、他の人との接触が不安となることから、心理的に不安になる状況の把握を行い、心理的な不安を取り除くシステムを開発する。

３．期待される効果

デコボコ道でも、人混みでも、高齢者が安全に安心してスーパー等に移動できるインテリジェント・パーソナル・モビリティー(電動車椅子)の開発が可能となる。

４．研究の経過及び結果

(項目 1)に関しては、ゼロ次試作機の機構部の製作が終わり、簡単な走行実験を開始している。しかしながら、駆動システムの剛性が不十分で、悪路の走行はできていない。機構部の改良を行う。
(項目 2)に関しては、超音波センサーを三個用い、さらにそれを揺動させるセンサーフュージョンシステムを製作し実験を行なった。周囲物体の検知ができるようになった。しかしながら、検知に時間がかかる、さらには検知物体の材質に依存して検知が難しい

場合があること等がわかった。さらに改良を加える。
(項目 3)に関しては、人の動揺を検出できる皮膚電位計(GSR センサー)および顔の表情から人の感情を読み取る顔センサーを用いて、車椅子ユーザーの心理的な状況を調査している。また、それらセンサーの出力を用いてロボットを制御する予備実験を行なっている。

５．　今後の計画

(項目 1)に関しては、機構部の改良を行い、駆動制御システムの設計・製作を行う。
(項目 2)に関しては、センサーフュージョンシステムのソフトウエアの改良を行う。
(項目 3)に関しては、車椅子ユーザーの心理的な状況を調査を継続する。また、それらセンサーの出力を用いてロボットを制御する予備実験を進める。

６．　研究成果の発表

1. Psychological Effects of Visual Field Information on Wheelchair Users, IEEE-ICCAS2019, 6pages.
2. 視野情報が車椅子利用者に及ぼす心理的影響,　日本機械学会ロボットメカトロニクス講演会 2019、4pages.

学生の学習行動を可視化する穴埋め式ワークブックの開発

研究者名：情報工学科 田中哲雄，松本一教

１．研究の目的

多人数の講義で教員の説明を聞く時間が長くなると，教員の話に集中できない学生が増えてくる．集中を持続させるために，穴埋め式の教材を使い説明ごとに空欄を埋めてゆくプレゼンテーション手法（いわゆる「もんたメソッド」）による授業を行なったり，講義中に演習を取り入れたりして，学生が考える時間や手を動かす時間を設ける教員も多い．しかし，多人数の授業では穴埋め中・演習中の学生がどれだけいるかを把握することや，演習に取り組んでいない学生やあきらめた学生と解答し終わった学生を見分けることは困難である．

本研究では，手間をかけずに穴埋め式の講義資料を作成すること，および，詳細な学習行動ログから学生の授業態度や理解度，あるいは，授業の速さの適切さを授業中リアルタイムに把握することにより，教員による授業の改善を促し，学生の集中度と理解度を向上させることを目的とする．

２．研究の必要性及び従来の研究

LMS 上の教材の閲覧ログに基づき，学生の学習行動を分析・可視化するラーニングアナリティクスが注目されており，研究成果も多数報告されている．従来のラーニングアナリティクスの研究で分析するログは教材の参照数や課題の提出数，教材のページめくりの時刻など粗粒度のもの（コース単位，授業単位，ページ単位）である．アンダーラインやページへのメモの書き込みなどの細粒度のデータを分析するものもあるが，この方式では，積極的にアンダーラインを引いたり書き込みをしたりしない学生の状態を把握することはできない．

本研究では，報告者らが開発した穴埋め式ワークブックシステムを用いる．空欄の穴埋めなどで学生に操作を強いることで，ページ内のどこに着目しているのかや，ページを開いたまま別のアプリケーションを操作していないかなど，従来は収集することのできなかった詳細な学習行動をリアルタイムに収集することができる．これらのデータを分析することにより，アクティブとは言えない学生の状態をも把握可能とする．

３．期待される効果

本研究では，PDF 文書から生成した穴埋め式のデジタル教材を用いて授業を行なう．これにより，学生は教材とのインタラクションを半ば強制されることになり，これまで収集することができなかったアクティブとは言えない学生の学習行動ログも取得可能となる．この学習行動ログを分析してリアルタイムに教員に提示することにより，教員はタイムリーに適切なアクションを取ることができる．結果として，学生の授業への集中度や授業内容の理解度が向上する．

４．研究の経過及び結果・評価

報告者らはこれまで，システムの機能と構成，および少人数の授業や約 90 人の授業での試用とその結果について報告してきた．本報告では，学生のページめくりの時刻，各ページの操作数・操作時刻，および，穴埋め時刻に基づき，授業時間内での学習態度の変化の抽出をおこなった結果について報告する．

4.1 穴埋め式ワークブックシステムの操作ログ収集

本研究では，アクティブとは言えない学生を含む全学生の学習行動のログを収集するために，著者らが開発した穴埋め式ワークブックシステムを用いる．本システムを用いた授業では，PDF 文書から生成した穴埋め式のデジタル教材を用いて学生に穴埋めを行わせる．これにより，学生はシステムとのインタラクションを半ば強制されることになり，アクティブとは言えない学生（積極的にアンダーラインやメモ書きなどの学習行動をとらない学生）の学習行動ログが取得可能となる．

本システムで収集する学習行動ログは次の通りである．

- 穴埋め：空欄に答案を記入した内容と時刻，正誤
- アンダーライン：アンダーラインの位置
- ノート：ノートの位置と内容
- 操作ログ：１分間毎のページフォーカス時間，マウス操作・キーボード操作数
- ページめくり：時刻と移動先のページ番号
- 質問：授業中，学生が行った質問の内容

本学の情報工学科 2 年生約 90 名に対して教員 1 名が本システムを使って実際の講義(90 分)を行いデータを収集した．講義は「ソフトウェア工学」（ソフトウェアの開発手法に関する科目）全 15 回のうちの 1 回分である．教員はオーサリングモードを使用して事前に穴埋め資料を作成し，講義当日プレゼンテーションモードを使って講義を進める．学生にはブラウジングモードを使って講義を受けてもらった．ブラウジングモードでは，学生はシステムの画面で穴埋めをしながら授業を受ける．

4.2 操作ログからの授業態度の抽出

本研究では，授業態度を表す指標として，本システムで収集する学習行動ログのうち，教員が説明中のページと学生が参照するページの同期，および，画面外時間に着目する．図 1 に結果を示す．横軸は時間で page 部に教員が説明中のページ番号を記している．図の上から順に，学生ごとの参照ページの同期の様子（色付き部分が同期していない時間），同期していない学生数の棒グラフ，学生ごとの画面外時間（色付き部分が画面外の時間），画面外の学生数の棒グラフである．学生ごとのデータは，90 名の学生から授業態度が異なる 4 名のデータ（積極参加，消極参加，一部不参加，一部参加）のみを載せている．

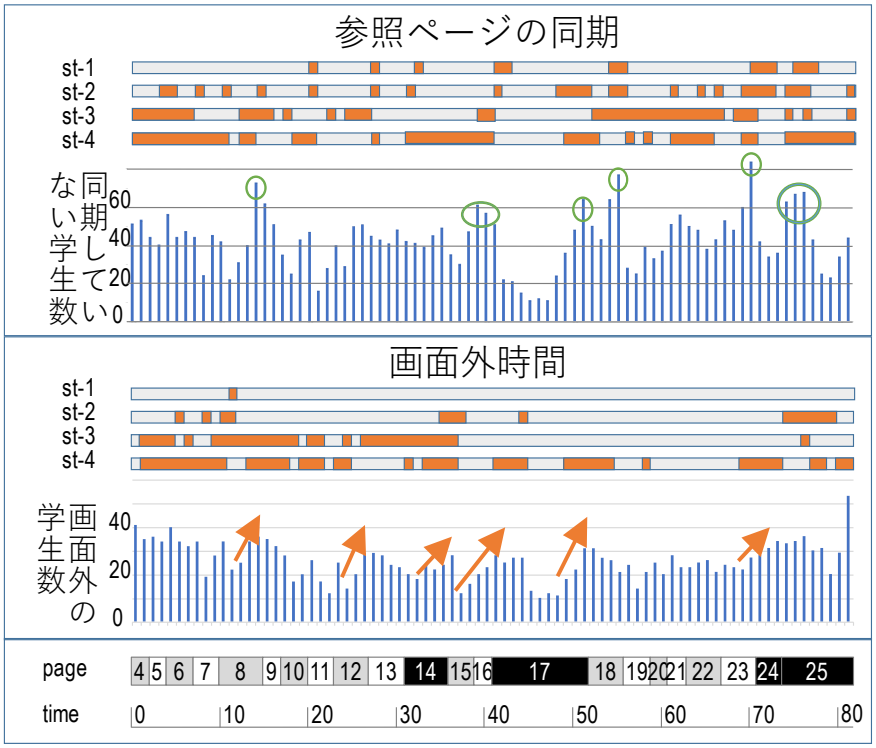


図１　授業態度の推移

(1) 参照ページの同期

図１の上部にあるように，多くの学生が教員と異なるページを参照する（遅れる，先に進む）タイミングがある．教員のページめくりのタイミングで遅れている学生と先に進んでいる学生が明確に分かれる部分がある．また，同期していない学生が多い部分が見られる．さらに，同期していない時間が連続する学生もみられる．

遅れるのは，前のページでメモなどを取っていて遅れている，または，寝たり他のことをしたりしていて，教員の説明を聞いていないなどが考えられる．先に進む原因としては，空欄がないページまたは少ないページでは説明を聞かずに先のページに進んでいる，教員が説明しているページの内容を理解して次に進んでいるなどが考えられる．

したがって同期のデータの基づき，説明を聞いていない学生や，追いついていない学生，または，先に進んでいる学生が増えたことなどを，リアルタイムに教員に伝えることができる．これにより，教員は適切なタイミングで学生に集中を促したり，説明を簡略化したり，授業のペースを調整したりすることができる．

遅れているのか，聞いていないのかを判別するには，これらのデータだけでは不十分で，「前のスライドを参照していて，かつ，キー入力している」などの条件を考慮する必要がある．これは，今後の課題である．

(2) 画面外時間

学生が授業についてきているか否かを判定するもう一つの指標として，学生がシステ

ムにフォーカスしていない時間（システムを閉じている，システムを開いているが他のアプリケーションを使っている，など）を分析する．

図 1 の下部にあるように，長時間画面外のままの学生がいることがわかる．これは教材のページ数で 3-4 ページに及ぶ．これらの学生は教員の説明を聞かずに，他のことをしている，または寝ていると考えられる．このデータを用いれば，システムからアラートを出すなどして注意を促すことができる．

また，画面外の学生が徐々に増える箇所があることがわかる．これは教員が 1 ページの説明に時間をかけている箇所と空欄がない箇所である．ページを移ってから 3 分前後で，画面外の学生が増加し始める．このデータを用い，説明を聞いていない学生が増えていることを教員に伝えることで，教員は学生に集中を促すきっかけとすることができる．

５．今後の計画

今回の対象データおよびその分析結果をさらに精査し，学習態度と理解度の判別方式を改善させる．また，分析結果を授業中にリアルタイムに教員や学生にフィードバックするための効果的な提示方法を検討する．さらに，本研究テーマは遠隔授業との相性がよいので，遠隔授業への適用も検討する．

６．研究成果の発表

本研究の成果を以下の通り発表した．

[1] 安部功亮，田中哲雄，松本一教，穴埋め式電子教材操作ログからの授業態度抽出，令和 2 年電気学会全国大会，S10-2，pp.S10(3)-S10(4)，2020.

[2] Kousuke Abe, Tetsuo Tanaka, Kazunori Matsumoto, Analysis of Learning Behavior Logs based on a Fill-in Workbook System - Toward Real-time Learning Analytics - International Journal of Education and Information Technologies, Volume 13, 2019, pp.154-159, 2019.

[3] 安部功亮，田中哲雄，松本一教，リアルタイムラーニングアナリティクスに向けた穴埋め式ワークブックシステムの学習行動ログ分析， 電気学会情報システム研究会資料，IS-19-043，pp.97-102，2019.

スマートフォン用ゲームにおけるUIデザイン

研究者名：所属学科　　谷田良子：情報メディア学科

１．研究の目的

ゲーム産業におけるマートフォン・ソーシャルゲームの発展が続く中、UIデザイナーの不足が長らく問題となっている。UI はいかにユーザーに負担をかけず、効率的で直感的な操作感が重要になるが、学生らには未だ一般的なデザイナーとの違いが認知されていない。日頃からゲームに親しむ学生に、UI の重要性を伝え、また実際の制作現場でも応用の可能なスキルを身につけさせ、ひいてはゲーム業界のユーザビリティ研究の底上げにつながることを目的とした。

２．研究の必要性及び従来の研究

ゲームUIの従来の研究は、ほぼ制作企業が現場レベルで改善・発展させているのが現状であり、UI 関連の講義や実技科目があったとしても専門学校や美術大学のデザインかなどが単発的に行なっている程度と思われる。実際、ゲーム開発・制作系企業内ではUIデザイナーの不足が続き、学生時代からUIデザインを志向する者を育成することが望まれている。プログラミングなどの知識まで有したデザイナーはあまり見かけられないため、工学系大学でのデザイン教授は、業界にとっても有益なものと思われる。

３．期待される効果

学生時代からユーザビリティ研究に携わることで、ゲーム産業のさらなる発展の後押しとなることが期待でき、また多くの学生が就業を夢見るゲーム業界への参加が促されると思われる。メディアを扱う分野において、今後ゲームに関連した制作・研究はますます需要が高まることが考えられ、ゲーム志向の強い学生らにとっても将来の可能性が広がると思われる。

４．研究の経過及び結果・評価

本研究室は規模が小さく、開始から間もないため、実際にゲーム業界へと就職を決めた学生は少ないが、これまで受益者としてしか見ることのなかったプロダクトを、ユーザー目線・デザイナー目線で捉え直す姿勢は育まれてた考える。また、研究室の学生同士でも、主体的にピアレビューを行うなど、ものづくりに対する動機づけが身につき、より精度の高い作品制作を指向するようになった。

これは、制作に関わる人間にとって非常に重要な態度であることから、この動機づけの高まりは評価できるものであると考える。

５．今後の計画

制作に関する情報や環境が完全ではないことから、研究室のインフラを整備しつつさらに精度の高いものづくりへとつなげたいと考える。というのも、何もないところからモノが生まれることはまずあり得ず、ストレスのない環境づくりがプロダクトに影響を及ぼすと考えられるためである。教育内容としては、具体的なデザイン制作が実質３年生からしか行えないことから、さらに効率的な指導法を検討していく。

６．研究成果の発表

研究室学生は、各々コンペ等に出品を試みたが、受賞などまでは至らなかった。引き続き挑戦的なものづくりを意識した教育を実践し、学生の成果につなげたい。また、デッサンなどの基礎を１、２年生を対象に徹底することで早期からの興味を喚起し、デザイン能力の発達を促していきたい。

異種材料を用いたシリコンフォトニクスデバイスの新機能の創成

研究者名：工学部　電気電子情報工学科　　中津原　克己
工学部　電気電子情報工学科　小室　貴紀
創造工学部　ホームエレクトロニクス開発学科　黄　啓新
工学部　電気電子情報工学科　瑞慶覧　章朝
工学部　電気電子情報工学科　工藤　嗣友
情報学部　情報工学科　木村　誠聡
情報学部　情報ネットワーク・コミュニケーション学科　丸山　充
創造工学部　ホームエレクトロニクス開発学科　三栖　貴行
応用バイオ科学部　栄養生命科学科　澤井　淳
応用バイオ科学部　応用バイオ科学科　飯田　泰広

１．研究の目的

本研究では、磁気光学材料、高屈折率酸化物材料、液晶等の異種材料を活用した光デバイスの技術開発とシリコンフォトニクスデバイスの新たな機能の創成することを目指した。これにより、通信ネットワークのノードの機能の高度化とともに、通信用途以外の展開として、センサデバイス等への新技術の適用範囲の拡大への技術的・学術的貢献を図る。

２．研究の必要性及び従来の研究

オンラインまたはオンデマンドでの動画配信に伴う大量のデータ通信によって通信需要は増大し続け、長距離通信に限らず、データセンタ内のサーバ間の通信までも光化が進んでいる。シリコンフォトニクス技術は電子デバイスとの親和性があり、強い光閉じ込めによる素子の小形化、高密度集積化が期待でき、国内外の研究機関で精力的に研究開発が進められている。

これまでシリコンフォトニクスの中で光スイッチや位相調整器などの可変機能を実現するためには主に熱光学効果や電流注入による屈折率変化などが利用され、デバイスの状態維持維にも電力が必要となっている。そのため、高密度集積化には素子の消費電力に起因した素子間の熱干渉が課題である。この問題に加え、今後ますます高速大容量化が進められる通信ネットワークにとって、異種材料の集積によってシリコンフォトニクスデバイスの機能の複合化および新たな機能の創成を目指す研究の重要性が年々高まってきている。

３．期待される効果

小形で高密度集積が可能なシリコンフォトニクスに新たな異種材料を組み合わせることにより、シリコンの物性定数では得られない高い性能や新たな機能が実現可能と

なる。特に本研究で扱う強誘電性液晶(FLC:Ferro-electric liquid crystal)は大きな光学異方性と双安定性を有し、自己保持特性による超低消費電力化と熱干渉問題の解消が期待される。さらに、本研究で反応性DCスパッタリング装置(SPS-280CW：昭和真空製)を用いた導波路形成技術を開発した。これにより、低温かつ高速に成膜可能な導波路材料をシリコンフォトニクスに組み込め、3次元光配線などのへの展開も期待できる。また、電子ビーム描画装置(CABL-9000：クレステック製)を活用して、光デバイス用の微細なパターンの形成技術の確立にも成功している。また、本研究の遂行過程において、走査型電子顕微鏡(S-4700：日立製)、X線回折分析装置(Xpert-PRO-MRD：PANalytical製)の導入も行った。これらの装置の利用も含めた微細加工技術・評価技術により、センサデバイス等への応用展開だけでなく、マイクロリアクタ等の材料合成技術への貢献も期待できる。集積化に適した光非相反デバイスの実現により、新たな機能を有するシリコンフォトニクスデバイスが得られ、技術革新をもたらすことが期待される。

４．研究の経過及び結果・評価

4.1 強誘電性液晶装荷DBR形共振器

導波路に形成した2つの分布反射器を用いて導波路形共振器を構成することで、共振特性に起因した鋭い波長選択性を得ることが出来る。この鋭い波長選択性を利用することで、波長分割多重信号を選択することが出来る。分布反射器は、導波路に周期構造(グレーティング)を加工することで形成することができ、集積化に適している構造である。本研究で用いた五酸化ニオブ(Nb_2O_5)は、反応性DCスパッタリング装置SPS-208CWによって高速かつ低温で成膜することが可能なため、シリコンフォトニクスデバイスと集積化が可能であり、多層構造によってデバイスの積層化も可能で、3次元集積化への展開も期待できる。

図1に試作したFLC装荷導波路形DBR共振器の模式図を示す。光源には広帯域光源を使用し、偏光子によりTE偏光を試作素子に入射した。図2に測定した波長特性を示す。FLCへの印加電圧の極性変化によって、2.2nm(約275GHz)の共振波長のシフトが得られ、FLC装荷DBR形共振器の可変波長選択動作の実証に成功した。

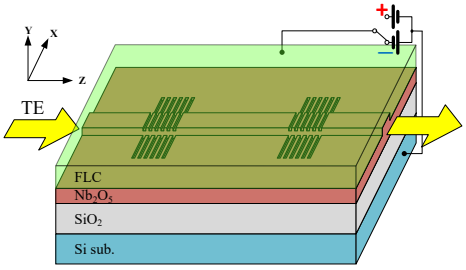


図1　FLC装荷DBR形共振器

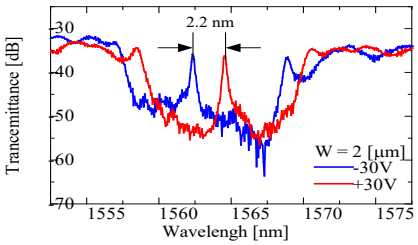


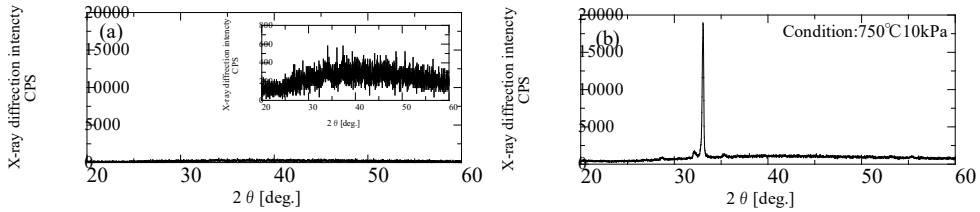
図2　試作素子の波長特性

4.2 Ce:YIG装荷マッハ・ツェンダー干渉計シリコン導波路

シリコンフォトニクスデバイスの新機能創成に大きな貢献が期待される光アイソレ

ータや光サーキュレータを実現するために、シリコン導波路に磁気光学ガーネットを集積し、光非相反移相効果を発現させることが重要である。本研究では、シリコン導波路上の光非相反移相器が必要な領域にアモルファスのCe:YIG ($Ce_xY_{3-x}Fe_5O_{12}$)薄膜をスパッタリングにより形成した後、種結晶と熱処理による結晶化を図るコンタクトエピタキシャル法の技術開発を進めてきた。

光非相反移相効果を実証するために、シリコン導波路で構成された非対称マッハ・ツェンダー干渉計を試作し、上部クラッドのSiO_2層をウェットプロセスにより選択的に除去し、光非相反移相器となる領域を形成した。その後、スパッタリングによりCe:YIG薄膜を形成し、コンタクトエピタキシャル法による結晶化処理を行った。結晶化プロセスの前後におけるX線回折(XRD)結果を図3に示す。光非相反移相器領域内に形成されたCe:YIGに対してもコンタクトエピタキシャル法を施すことにより強いXRDのピークが得られ、高い結晶性を得られることが示された。



(a) 未処理Ce:YIG　　(b) 処理後のCe:YIG

図3　光非相反移相器領域のCe:YIG薄膜のX線回折(XRD)測定結果

図4ように、試作したCe:YIG装荷マッハ・ツェンダー干渉計シリコン導波路の上部に永久磁石を用いて磁界を印加した。光源には広帯域光源を使用し、偏光子によりTM偏光を試作素子に入射した。測定した波長特性を図5に示す。印加磁界の極性を変化させることにより、Ce:YIG装荷マッハ・ツェンダー干渉計シリコン導波路の波長特性をシフトさせることに成功した。この成果はMOC2019にて発表した。この実証結果は、印加磁界を固定し、マッハ・ツェンダー干渉計導波路の入出力ポートを入替えた光非相反動作に相当する。

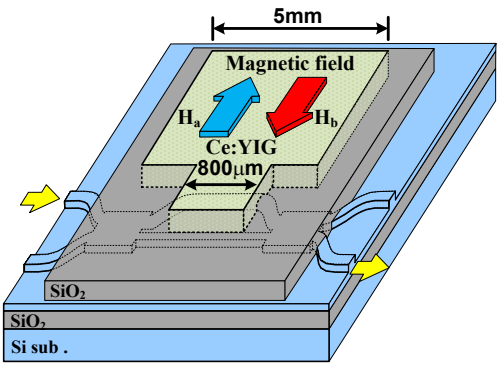


図4　試作素子の鳥瞰図

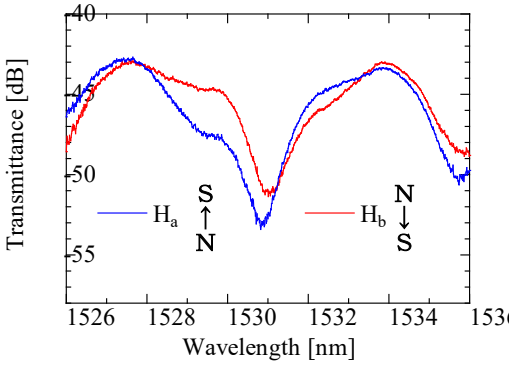


図５　試作素子の波長特性

５．今後の計画

複数の光アイソレータおよび光サーキュレータならびに高屈折率酸化物材料、液晶等の異種材料を複合的に集積した高機能光集積回路の開発への展開を図る。また、本研究の遂行過程で得られた成果・知見をもとに、情報通信分野以外の応用分野への適用を検討する。

６．研究成果の発表

(1) Y. Hayama, K. Nakatsuhara, T. Ochiai, M. Takeda, T. Nishizawa, “Theoretical structural dependence of optical power density in horizontal slot waveguides using Nb_2O_5”, Japanese Journal of Applied Physics 58, SJJB01 (2019).(査読有)

(2) 山中直貴, 端山喜紀, 勝俣直也, 中津原克己, “エアブリッジ型導波路の下部クラッド層厚依存性”, 2020年電子情報通信学会総合大会, C-3/4-1, (2020).

(3) Y. Hayama, S. Inamori, R. Ito, K. Nakatsuhara, T. Nishizawa, M. Takeda, “Bistable tuning operation in an Nb_2O_5 DBR resonator with ferroelectric liquid crystal cladding”, MOC2019, P-8, (2019).

(4) K. Nakatsuhara, N. Iijima, Y. Hayama, N. Katsumata, M. Hijikata, T. yamaguchi, T. Nishizawa, M. Takeda, S. Noge, “Wavelength Characteristics of a Silicon Waveguide Mach-Zehnder Interferometer having a Ce:YIG cladding”, MOC2019, P-37, (2019).

(5) K. Nakatsuhara, “Optical Waveguide Devices Featuring Ferroelectric Liquid Crystal”, WCAM2019 (Invited).

(6) Y. Hayama, S. Uchibori, K. Nakatsuhara, M. Takeda, T. Nishizawa, “Fabrication of Nb_2O_5 horizontal slot waveguide structures”, OECC2019, WP4-E3, (2019).

(7) S. Uchibori, Y. Hayama, N. Yamanaka, T. Nishizawa, K. Nakatsuhara, “Evaluation of a phase shifter for optical switches using a Nb_2O_5 waveguide with ferroelectric liquid crystal cladding”, OECC2019, ME1-5, (2019).

(8) 端山喜紀, 中津原克己, 武田正行, 西澤武志, “水平スロット導波路を用いたセンサ構造の検討”,電子情報通信学会 OPE4月研究会, P-1-7, (2019).

(9) 山中直貴, 端山喜紀, 中津原克己, “液晶装荷導波路を用いた可変位相シフタの性能向上に関する検討”,電子情報通信学会 OPE4月研究会, P-1-3, (2019).

(10) 渋谷 隆延, 内堀槙太, 望月健太, 萩尾友貴, 中津原克己, “Nb_2O_5を用いたアレイ導波路型波長選択素子の特性改善の検討”,電子情報通信学会 OPE4月研究会, P-1-11, (209).

看護大学生のリーダシップ行動評価ツール作成と評価

研究者名：看護学科　新実絹代

１．研究の目的（

看護大学生、看護職のリーダシップ行動を評価し到達度や相違点を明らかにする。

＜2019 年度の目的＞

米国版「STUDENT LPI360」翻訳によるリーダシップ行動測定ツールの作成を行う。

２．研究の必要性及び従来の研究

１）本研究の学術的背景

リーダシップの定義、リーダシップ論に関する研究は数多くあり、1930 年代には特性論・資質論、1940 年代には行動論、1960 年代後半からは SL 理論などの状況対応型リーダシップ論、1980 年代からは変革的リーダシップ論、最近では、サーバントリーダシップ論などがあり、現在においてもこれらの理論が活用されている。看護学領域では、看護管理者に特に必要な能力として強調されてきたが、2009 年に看護基礎教育の第四次カリキュラム改正により、「看護の統合と実践」科目が新設され、「看護マネジメントができる基礎能力を養う」ことが「指定規則」の留意点として明記され、看護基礎教育で多くの教育機関が「看護管理学」を必修科目にするなど看護管理教育が定着しつつある。

看護管理学研究動向を 2006 年～2010 年の「看護管理」に関する原著論文 467 件からみると、「職員に能力」「看護職に意識」など人的資源に関する研究が 196 件（42%）と最も多く、「管理者の能力」「管理者のリーダシップ」を含む管理者・管理活動に関する研究は 69 年（15%）であり、看護管理学領域における「リーダシップ」に関する研究件数は少ない。

看護大学生のリーダシップに関する研究は、医中誌で「リーダシップ」「看護大学生」のキーワードで期間制限なしで検索すると、30 件検索された。内容は、在宅ケアマインドの育成、統合実習での学び、社会人基礎力の育成、トップマネジメント機能の学部授業の意義等であり、リーダシップ行動の評価に関する文献は見出せなかった。

また、「リーダシップ尺度」「リーダシップ評価」で検索した場合にも検索文献、研究は 0 であった。

「リーダシップ」「看護管理者」のキーワードを医中誌、最近 5 年、原著論文で検索すると、30 件検索された。内容は、看護管理者の望ましいリーダシップ行動の研究、看護提供方式とリーダシップ行動、組織変革に影響する個人的要因、米国看護リーダーのプロフェッショナリズム等であった。その中でリーダシップ測定尺度を使用した研究は 1 件見出された。2013 年に野々川等の研究「職員のやる気を引き出す看護師長の関わり方」

「看護師長のリーダシップ行動測定尺度を使用した分析から」において、吉田等の開発した「病院における看護婦長のリーダシップ行動尺度」を使用し測定を行い調査結果が報告されている。

また、看護管理者のコンピテンシーに関する文献は、医中誌で 149 件検索された。最近の看護管理学領域の研究として、コンピテンシー評価に着目する研究が増えている。コンピテンシーとは、優れた管理能力をもち成果をあげている管理者の行動特性を示すものであり備えるべき能力である。

本研究においては、看護大学生のリーダシップ行動を評価しリーダシップ力の育成をすることを目指しており、それに関する研究は日本においては成されていない。また、リーダシップ行動測定結果を元に、看護大学生から始まり、各キャリアの看護職のリーダシップ教育のラダーを構築したいと考えている。

米国では、既に「STUDENT LPI 360」の５つの行動と 30 項目の評価項目でリーダシップ行動を測定、意図的なリーダシップ教育を行い、その前後比較をすることを大学教育として実施していることから、これを活用していきたいと考えている。

わが国における看護基礎教育では、メンバーシップを中心に教育がされてきたが、看護専門職の自律性、看護大学生の主体的な学習姿勢の育成においては、リーダシップ教育は重要であると考える。また、保健医療福祉をとり巻く社会環境は大きく変化しており、地域包括ケアシステムが推進されるなかで、看護職は在宅を含めたチーム医療のキーパーソンとして調整力が求められており、看護職のマネジメント力が重視されている。マネジメント力の中で、リーダシップは欠くこのできないものである。

２）本研究の学術的独自性と必要性

本研究では、筆者が取り組んできた、看護基礎教育における「看護管理学」標準的カリキュラムによる授業実施後の臨地実習における活用結果として、活用度が高かった「リーダシップ」に焦点をあて、授業後と実習後のリーダシップ行動の評価を実施することとする。臨地実習終了後の看護大学生に半構造化面接法によりインタビューを行い質的記述研究を行った結果として、臨地実習で看護管理学の教育内容・方法で活用されていたのは、「リーダシップの機能と役割」「メンバーシップの発揮」「看護ケアのマネジメント」「チームマネジメントの本質」の 4 カテゴリー、17 サブカテゴリーが抽出された結果によるものである。リーダシップ行動の評価は、米国の大学で活用されている「STUDENT LPI 360」の５行動カテゴリーと 30 項目の評価項目を活用し、学生の授業前後、実習後のリーダシップ行動のレベルを自己評価・他者評価で明らかにするものである。

さらに、筆者は、看護基礎教育と臨地におけるシームレスな教育をテーマに研究をしているが、看護大学生と新卒看護師、卒後 5 年以上の初級管理職のリーダシップ行動評価の違いを明らかにし、リーダシップ教育の構築につなげたいと考える。

３．期待される効果

１）リーダシップを測定するツールはあるが適切性、効果性に乏しく、本研究により実用可能なリーダシップ行動測定ツールを提案することができる。

２）看護大学生の 4 年次で履修する看護統合実習前後のリーダーシップ行動の測定を行うことで、本実習の効果性と改善課題を明確にできる。

３）看護職のリーダシップ行動として、卒業時、新人看護師のリーダシップ行動、更に 5 年経験以上の初級看護管理者のリーダシップ行動の評価により、リーダシップ教育の卒前教育と卒後教育の一貫性を図ることができるところに本研究の意義がある。

４）「リーダシップ力」育成は、主体性を高め看護専門職の自律性を向上させるとともに、チーム医療における多職種連携のキーパーソンとしての看護職の調整力を高めるものであり、対象者への良質な医療・福祉サービスに貢献できるものである。

４．研究の経過及び結果・評価

１）米国版「STUDENT LPI 360」の著書を購入した。

２）国際医学情報センターに依頼し、米国版リーダシップ尺度の著作権利許諾手続きを実施し、大学内での使用許可を得た。

３）米国版リーダシップ尺度の英文和訳を業者依頼した。

４）英文和訳を日本語意味が通じるように改編を行った。

以上、2019 年度に予定した、日本語版リーダシップ尺度の調整、作成は終了している。（資料添付）

５．今後の計画

１）看護大学生の看護統合実習開始前、終了後のリーダシップ行動の測定を行い前後比較を行う。（2020 年度　8 月）

２）看護大学生の卒業時のリーダシップ行動の評価を明らかにする。（2021 年 3 月）

３）初級看護管理者の研修開始、終了時のリーダシップ行動の測定を行い、前後比較を行う。（2020 年 10 月、2021 年 1 月）

６．研究成果の発表

１）看護大学生の看護統合実習前後のリーダシップ行動測定について
2021 年 10 月看護教育研究学会学術集会で発表

２）看護大学生の卒業時のリーダシップ行動測定について
2021 年 10 月看護教育研究学会学術集会で発表

３）新卒看護師、初級看護管理者の研修前後のリーダシップ行動測定について
2021 年 8 月日本看護管理学会学術集会で発表

SLPリーダシップ尺度

1	カテゴリー	番号	英語	日本語
	Model the Way	1	Sets a personal example of what he or she expects from other people.	リーダは、他者に期待することを、言葉通りに行動で示している。
	模範になる	6	Spends time and energy making sure that people in our organization adhere to the principles and standards we have agreed on.	組織内の人々が原則や基準を遵守することを確実にするために時間やエネルギーを費やしている。
		11	Follows through on the promises and commitments he or she makes in this organization.	リーダー自身が組織内の約束事項、コミットメントを常に守っている。
		16	Finds ways to get feedback about how his or her actions affect other people`s performance.	リーダーの行動がメンバーのパフォーマンスにどのような影響を及ぼすのか質問を投げかけるなど、フィードバックしている。
		21	Builds consensus on an agreed-on set of values for our organization.	組織にとって重要な価値観と優先事項にコンセンサスを得ている。
		26	Talks about the values and principles that guide his or her actions.	リーダーとしての行動の指針となる価値観や原則をメンバーに伝えている。
2	Inspire a Shared Vision	2	Looks ahead and communicates about what he or she believes will affect us in the future.	組織に期待される将来の展望について意思疎通をとっている。
	共通の目標を認識させる	7	Describes to others in our organization what we should be capable of accomplishing.	組織内のメンバーに、何を達成するかを説明している。
		12	Talks with others about sharing a vision of how much better the organization could be in the future.	組織が将来的に現状より改善、成果に重要な変化をもたらす見通しについて説明している。
		17	Talks with others about how their own interests can be met by working toward a common goal.	共通目標の達成に向けた取り組みによってもたらされる可能性をメンバーに話している。
		22	Is upbeat and positive when talking about what our organization aspires to accomplish.	組織が達成する展望について明るく熱意をもって語れる。
		27	Speaks with conviction about the higher purpose and meaning of what we are doing.	より高い目標をもち実施することの意味を信念をもって話している。
3	Challenge the Process	3	Looks around for ways to develop and challenge his or her skills and abilities.	リーダーは、メンバーのスキル及び能力を開発しチャレンジする方法を探索している。
	プロセスに挑戦する	8	Looks for ways that others can try out new ideas and methods.	新しいアイデアや方法を認めてそれを支持、採用するために取り組んでいる。
		13	Keeps current on events and activities that might affect our organization.	革新が組織に影響を与える可能性や出来事、活動をよく知っている。
		18	When things do not go as we expected,asks,"what can we learn from this experience?"	物事が期待通りに進まない場合に、この経験や失敗から学ぶことを奨励できる。
		23	Makes sure that we set goals and make specific plans for the projects we undertake,	リーダーは、目標を設定し、詳細計画を策定し確実に実施している。
		28	Takes initiative in experimenting with the way we can do things in our organization.	組織内で物事を実施する方法の試みにおいてイニシアティブを発揮している。
4	Enable Others to ACT	4	Fosters cooperative rather than competitive relationships among people he or she works with.	共に活動する人との間に、協力的な関係を築いている。
	他者に行動を促す	9	Actively listens to diverse points of view.	メンバーの多様な視点に耳を傾けている。
		14	Treats others with dignity and respect.	尊厳及び尊敬をもって人に接している。0
		19	Supports the decisions that other people in our organization make on their own.	メンバーが自身で決定したことをサポートしている。
		24	Gives others a great deal of freedom and choice in deciding how to do their work.	仕事の決定において、メンバーにより大きな裁量と権限を与えている。
		29	Provides opportunities for others to take on leadership responsibilities.	メンバーに、リーダシップの責任を引き受ける機会を与えている。
5	Encourage the Heart	5	Praises people for a job well done.	仕事が上手くできたメンバーを褒めている。
	他者を励ます	10	Encourages others as they work on activities and programs in our organization.	メンバーに、組織内での活動やプログラムに取り組むように奨励している。
		15	Gives people in our organization support and expresses appreciation for their contributions.	メンバーをサポートし、貢献に対し謝意を表明している。
		20	Makes it a point to publicly recognize people who show commitment to our values.	常に、組織の価値観へのコミットメントを示すメンバーを称えている。
		25	Finds ways for us to celebrate accomplishments.	メンバーの貢献を称賛する方法を見出している。
		30	Makes sure that people in our organization are creatively recognized for their contributions.	組織内のメンバーが、それぞれの貢献に対し信頼性をもって心から行えている。

乳児への親愛感情を育む教育方法の予備的検討

―絆ホルモン“オキシトシン”を評価指標として

看護学科　濵園　環

１．研究の目的

看護大学生(男女４名)を対象に，継続的な乳児との触れ合い体験の効果を心理・神経内分泌学的に明らかにすることで,今後の教育方法への示唆を得る。

２．研究の必要性及び従来の研究

乳児への親愛感情や愛着の育成に関する大学生への教育実践は，近年の核家族化・少子化の中で重要である。しかし,このような学生の情緒を育む教育は,哲学や心理学における主観的枠組みの中でしか検討されてこなかった[1)~5)]。つまり,学生の情緒や価値観を形成する科学的な教育実践や定量的な評価指標の使用は,看護学以外の領域でも少なく,子どもに対するイメージや関心・子ども観の育成を目指した過去の教育研究でも同様である。

学生の情緒を育む教育が今後発展するためには,科学的・計画的な方法で実践する教育内容と,定量的な評価方法が必要であるといえる。そこで,佐々木らは[6)~9)]，青年期男女が乳幼児との触れ合い体験をもつことによる感情の変化を定量的に検討しているが,保育園実習の体験を扱うなど,体験内容の同質性や影響要因の統制に課題がある。

そこで今回,乳児に対する親愛感情を高めるための看護大学生への教育方法を科学的に検討するため,絆ホルモンと言われるオキシトシンを用いて,実験的に検討したいと考えた。

３．期待される効果

乳児と触れ合う体験は,神経内分泌学的機序から,看護大学生の唾液中オキシトシン濃度と対児感情評価得点を上昇させ,乳児に対する親愛感情を高めることが定量的に証明される。

４．研究の経過及び結果・評価

1)研究方法

(1)乳児との触れ合いの定義: 乳児を抱っこする状態とする。

(2)対象: 出産・育児経験・実習経験の無い看護大学生(男女)4 名。

(3)研究デザイン:セルフコントロールデザインで実験スケジュールは以下①～③である。

①事前にベビー人形で抱っこの練習を行い(3 分),安静後(3 分),唾液採取・質問紙回答(15 分)を実施する。
②実験施設内演習室の畳の間で,座って乳児を抱っこする(3 分)。
③1 週間空けて①②を再度実施する。
(4)評価方法
①親愛感情の測定:
対児感情評定尺度 28 項目 [10]の接近感情得点 14 項目および回避感情得点 14 項目の各々の総得点とする。さらに,神経内分泌学的評価として,唾液中オキシトシン濃度および 唾液中コルチゾール濃度を測定する(いずれも競合 ELISA 法)。
②関連要因:
a) 乳児の抱っこ経験頻度:よくある・1～数回・無し
b) 実験中の乳児とのアイコンタクト・声掛けの有無
c) 実験中の乳児の様子:笑った・ぐずった・泣いた・暴れた・眠っていた
(5)倫理的配慮:
神奈川工科大学ヒト倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号:20181218-02) 。

2) 結果:1 回目と 2 回目抱っこの前後変化
(1)唾液中オキシトシン濃度と唾液中コルチゾール濃度(図 1・図 2)
乳児の抱っこ 2 回目実施後に,対象者全員の唾液中オキシトシン濃度が上昇し,唾液中コルチゾール濃度が下降した。
(2)接近感情得点と回避感情得点(図 3・図 4)
接近感情得点は 2 回目抱っこ後に 2 名が下降し,2 名が上昇した。一方,回避感情得点は 1 名以外が全て下降した。

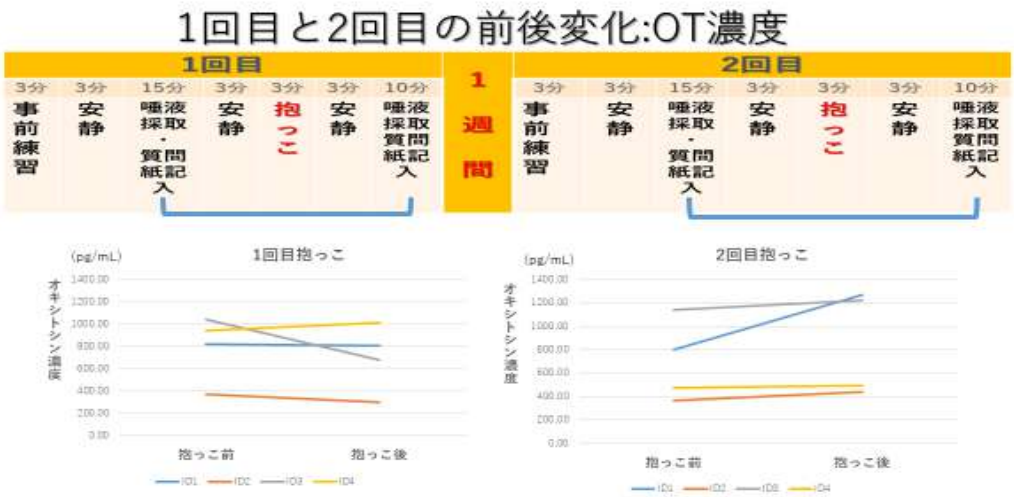


図1

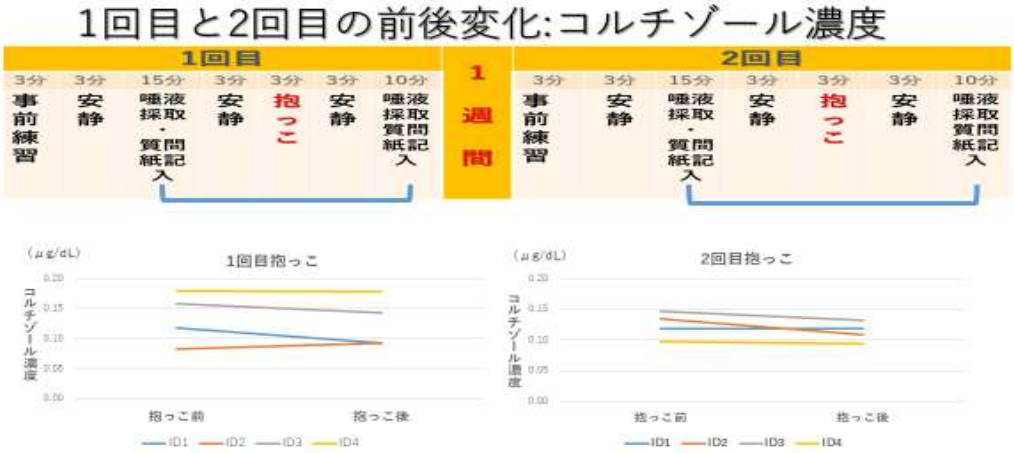

1回目と2回目の前後変化:コルチゾール濃度
1回目
3分 事前練習
3分 安静
15分 唾液採取・質問紙記入
3分 安静
3分 抱っこ
3分 安静
10分 唾液採取質問紙記入
1週間
2回目
3分 事前練習
3分 安静
15分 唾液採取・質問紙記入
3分 安静
3分 抱っこ
3分 安静
10分 唾液採取質問紙記入
(μg/dL)
1回目抱っこ
コルチゾール濃度
抱っこ前
抱っこ後
ID1 ID2 ID3 ID4
(μg/dL)
2回目抱っこ
コルチゾール濃度
抱っこ前
抱っこ後
ID1 ID2 ID3 ID4

図2

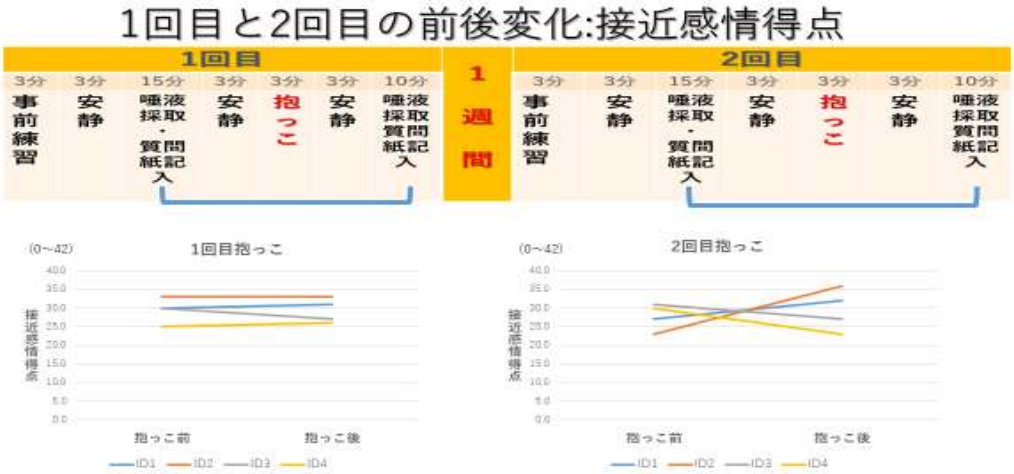

1回目と2回目の前後変化:接近感情得点
1回目
3分 事前練習
3分 安静
15分 唾液採取・質問紙記入
3分 安静
3分 抱っこ
3分 安静
10分 唾液採取質問紙記入
1週間
2回目
3分 事前練習
3分 安静
15分 唾液採取・質問紙記入
3分 安静
3分 抱っこ
3分 安静
10分 唾液採取質問紙記入
(0~42)
1回目抱っこ
接近感情得点
抱っこ前
抱っこ後
ID1 ID2 ID3 ID4
(0~42)
2回目抱っこ
接近感情得点
抱っこ前
抱っこ後
ID1 ID2 ID3 ID4

図3

1回目と2回目の前後変化:回避感情得点
1回目
3分 事前練習
3分 安静
15分 唾液採取・質問紙記入
3分 安静
3分 抱っこ
3分 安静
10分 唾液採取質問紙記入
1週間
2回目
3分 事前練習
3分 安静
15分 唾液採取・質問紙記入
3分 安静
3分 抱っこ
3分 安静
10分 唾液採取質問紙記入
(0~42)
1回目抱っこ
回避感情得点
抱っこ前
抱っこ後
ID1 ID2 ID3 ID4
(0~42)
2回目抱っこ
回避感情得点
抱っこ前
抱っこ後
ID1 ID2 ID3 ID4

図4

５．今後の計画

今回の実験では,1 回目は緊張・不安が高かったと考えられ,抱っこの回数を重ねるごとに緊張・不安がなくなり,唾液オキシトシン濃度は上がり,唾液コルチゾール濃度は下がることが考えられる。今後の課題として,次回実験では,抱っこの 3 回実施と「不安」を評価できる尺度の追加を検討する。

６．研究成果の発表

日本小児看護学会第 30 回学術集会(9 月オンライン開催へ変更)へ発表予定

7. 文献

1）野村幸子,河上智香,長谷典子,藤原千恵子.子どもとの接触体験からみた看護学生の子どもイメージ.人間と科学：県立広島大学保健福祉学部誌, 7 (1), p169－180,2007.

2）和田佳子,大久保明子.母性および小児看護学実習における看護学生の対児感情の変化.新潟県立看護短期大学紀要,8, p11-18,2002.

3）Colley,H. Learning to Labour with Feeling: class, gender and emotion in childcare education and training Contemporary Issues in Early Childhood, Volume 7, Number 1, p15-29.2006 doi: 10.2304/ciec.2006.7.1.15

4）今村美幸,山口求,光盛友美,鍋島和貴.親の子育て体験談を聴くことによる看護学生の子育て観への効果.日本小児看護学会誌, 20(1),p107－112,2011.

5）安積陽子.看護系・福祉系大学生の養護性の形成に関する一考察：性別と乳幼児接触体験との関連から． 甲南女子大学研究紀要（看護学・リハビリテーション学編）,1,p23－28,2007.

6)佐々木綾子,中井昭夫,波崎由美子,他:青年期の母性を育てる学習プログラム開発のための基礎的研究―心理・生理・内分泌による乳幼児とのふれあい体験の評価.福井大学医学部研究雑誌.6(1)(2)合併号,p27-39,2005

7)佐々木綾子,中井昭夫,波崎由美子,他:青年期の母性を育てる乳幼児とのふれあい育児体験に関する実証的研究―心理・生理・内分泌学的指標による評価.日本母性看護学会誌,7(1),p1-10,2007.

8）佐々木綾子,末原紀美代,町浦美智子.青年期男女の親性を育てる乳幼児との継続接触体験の内容分析による評価（第 1 報）.思春期学，27(3)，p270－282．2009.

9）佐々木綾子,小坂浩隆，末原紀美代,他：親性育成のための基礎研究―青年期男女における乳幼児との継続接触体験の心理・生理・脳科学的指標による評価．母性衛生,51(2),p290-300,2010

10)花沢成一;母性心理学,東京,医学書院,1992.

マルチモーダル・ビッグデータから感情に関する情報抽出のための基礎検討

情報学部　情報メディア学科　　坂内　祐一
情報学部　情報工学科　　鷹野　孝典

１．研究の目的

インターネットによりアクセスできるビッグデータを人工知能（AI）により解析し、処理コストを削減したり従来得られなかったような知識を獲得したりする研究が盛んに行われている。本研究ではビッグデータとして文字（テキスト）・顔画像・音声という複数のモダリティのデータのセンチメント分析により、情報発信者の感情（肯定的（positive)、否定的（negative)、中立（neutral)）抽出を試みる。

インターネットで取り上げられている話題（例えば製品の評価）の投稿（テキスト情報）から話題に関する肯定度を抽出する技術、また動画コンテンツを鑑賞しているユーザの顔画像や音声データに基づいて、動画コンテンツの肯定度などを抽出する技術を開発し、最後にそれぞれの分析を統合して感情を推定する技術を開発することを第１の目的とする。

またこれらのマルチモーダルデータの表現形式は、テキスト文、動画像、音声パターンと著しく異なるため、時間記述やデータ間の関連性の記述などを検討しデータベース構築の基礎検討を行うことを第２の目的とする。

２．研究の必要性及び従来の研究

インターネットにより容易に取得されるビッグデータを利用して、投稿数、再生回数、トピックスの抽出など統計的な情報を得るだけでなく、データに含まれる人間の感情を分析して抽出する技術が進展している。特にマーケティングの分野では、消費者の好き嫌いという感情が消費行動に直結するために、感情推定は極めて重要な技術である。またビッグデータは、テキスト、画像（動画、静止画)、音声など様々なモダリティからなる情報であるため、顔画像の映像、発話内容（テキスト)・表情（動画)、声の音響情報個々のモダリティ解析を統合して肯定的・否定的の感情推定を行う研究が必要である。また同時に、目的に応じたビッグデータ収集の方法論、マルチモーダル・ビッグデータのための汎用的なデータベースの研究も必要となる。

人の感情をコンピュータで推定しようとする試みは、1997 年に MIT の R Picard によって提案された Affective Computing に始まる。その後、人が発するさまざまなモダリティデータ（文章、声、顔の表情、動作）から感情を解析する Emotion Recognition, Sentiment Analysis の研究が盛んに行われるようになった。文章からの感情推定は自然言語処置をベースに文章を解析していく手法が取られ、分野や話題を限定すれば意味や作者の感情などの推定が可能であるが、一般的には文脈（コンテキスト）が正確に推定できないとなかなか推定率があがらない。声からの感情推定は、声の速さ、ピッチ、トーンなどの音響データか

ら感情を推定する方法と、音声認識した言語情報を基に感情を推定する方法とがある。音響データをリアルタイムで解析して「喜び」「怒り」「悲しみ」「平常」の感情を推定するシステムがコールセンタで利用されている事例がある。表情から感情を推定する方式としては、カメラで撮影したユーザの顔をモーションキャプチャ技術で認識し、表情や顔の動きをリアルタイムで絵文字に反映させる顔認識システム（例えば Apple の animoji など）が開発されている。この技術は映像制作での VFX や動画アップロードサイト You Tube で Virtual You Tuber の動画制作に使われている。それぞれのモダリティのデータに対する感情推定の研究は着実に進み実用化されたシステムも存在するが、マルチモーダルデータを統合した感情推定はこれからが研究の本番である。

一方マルチモーダル・ビッグデータベースについては対話システムの応用をにらんだ研究が進められている。例えば NEDO が推進する「ビッグデータ・AI を活用したサイバー空間基盤技術」構想においてマルチモーダルデータの扱いは、「人と人、人とロボット、人と AI が協働するためのマルチモーダルな記憶・統 合・認知・判断を可能とする高度な対話処理技術および対話支援技術」と位置づけされており、ビッグデータ収集プラットフォーム構築・整備が推進重要項目となっている。また海外研究でも国内と同様に、マルチモーダルデータを利活用した対話性の高い情報システムが数多く提案されている。例えば、Microsoft 社もマルチモーダルを用いた対話システムのためのツールやフレームワークの構築や提供を推進している。現状実用化されたシステムは個々のアーキテクチャで構築されており、拡張性のあるフレームワークの上に構築されたものではない。

３．期待される効果

マルチモーダルビッグデータによる感情認識を実現するためには、まず個々のモダリティ情報について感情推定する技術の確立が必要であり、先行研究で実現されている技術で有用なものについては利用しながら、研究基盤の構築を図る。

たとえばテキスト情報については、形態素解析や係り受け解析などによりニューラルネットワークで処理可能にするための前処理と、感情推定を学習するリカレントニューラルネットワークの構築を行って汎用的な学習環境を得る。

また動画に関しては、様々な表情の顔画像の動画をインターネットや評価実験などを通して収集する。これらの顔画像を機械学習に利用できるように、顔部分のトリミング、大きさの正規化、顔の向き推定、顔のパーツ検出などの処理を行って、これらの属性情報と顔画像からなるデータベースを構築する。

これらの研究基盤構築後に、本研究では、動画コンテンツを視聴したり講義を聴いたりしている人の顔画像から、表情・音声・頭の動き・まばたき回数などのデータを統合的に扱って、肯定的・否定的あるいは興味あり・なしの感情を読み取り、動画コンテンツや授業の評価につながるシステムを実現する。

４．研究の経過及び結果・評価

(1) テキストデータの処理

2019 年度は、SNS の中で利用者が多くデータが容易に取得できる Twitter の Tweet を、公開されている API を用いて収集して解析を進めた。Tweet ごとに意味ある単語のみを抽出して形態素解析を行って単語に分解し、Word2Vec を用いて単語を分散表現した。分散表現された単語を、再帰型（リカレント）ニューラルネットワーク(recurrent neural network)の入力として、 肯定／否定または中立（positive/negative or neutral）判定するため教師データを多数用意して学習させることによって、入力文に対する判定が行えるようにした。

(2) 顔画像データの収集

インターネット動画から顔のデータを収集するために、登場人物が 1 人でかつ顔のパーツが検出できたフレームを抽出する処理、さらに顔全体が映っているフレームから顔の領域判定行うセマンティックセグメンテーション処理、さらに顔部分をトリミングして取り出す処理を行うプログラムを作成し、約 1,000 枚（40 人程度でそれぞれの人ごとに数表情）の顔画像を収集した。また、スマートフォンを利用して動画コンテンツを鑑賞しているユーザの顔画像を約 800 枚（20 人程度でそれぞれ数表情）収集し、顔画像に対して、顔のパーツの特徴点抽出処理や顔の向きの推定処理を行っている段階である。

(3) 身体動作データの収集と分析

感情や意図を表現する身体動作データを収集するための方法論の検討、データ収集システムの試作、およびデータ収集・分析を行った．身体動作データを収集するための方法論としては，(a)加速度センサ値の解析による方法と(b)画像解析（赤外線を含む）による方法を検討した．(a)については Wii Remote や Micro:bit を用いた加速度センサデータの収集システム，また，(b)については Leapmotion を用いた手の動作データの収集システムのプロトタイプを構築した．(a)により収集した加速度センサ値から，10 種類の身体動作判定を行う認識モデルを深層学習を用いて構築し，82%の精度で身体動作判定を行うことができた．さらに，身体動作データを対象とした既存の学習済み深層学習モデルを転移学習に適用したり，時系列データのデータ拡張手法により増加させた学習データを用いて深層学習モデルを構築することで，認識精度の向上を試みている段階である．

５．今後の計画

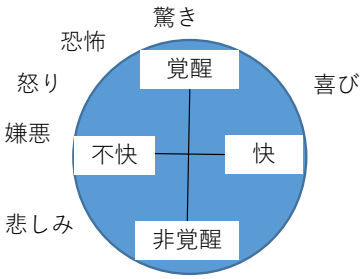


図１　６つの感情と
ラッセルの感情円形モデル

(1) 顔画像の分析

収集した顔の静止画像から表情を分析するにあたり、まず心理学の分野などで広く用いられているエクマンの FACS(Face Action Coding System)による６つの感情（怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚き）をベースとした表情を参考にする。しかしながらこの６つの感情はマーケティングの分野で重要視される肯定的・否定的、

または興味あり・なしの軸とは必ずしも一致するわけではない。そこで本研究で指標として、FACS を異なる軸でとらえたラッセルの感情円環モデル（図 1）を基本に考える。図 1 のラッセルのモデルでは、第 1 軸が快・不快、第 2 軸が覚醒・非覚醒となり 6 つの感情が 3 つの象限に配置されている。顔画像データからこれらの軸へのマッピングを基本的に考えていく。この空間における覚醒・非覚醒軸が興味あり・なしに近いと想像されるが、鑑賞しているコンテンツのジャンルにより用いる軸が異なってくる可能性もある。そこで特定の感情を引き起こさせるジャンルの動画を用いて、動画鑑賞時の被験者の表情に対して主観評価値を教師データとした学習を行い、表情から興味を判定するネットワークを構築して実験を進めていく予定である。

(2)身体動作の感情表現の分析

身体動作データの分析は，リトミックの教育手法を適用した，身体動作および表情による創造的な絵物語合奏システムへに組み込んでいく予定である．そのために，身体動作データについても上記(1)で説明されているようなラッセルの感情モデルを適用し，身体動作と感情表現の対応付けを行うための方法論を検討する．さらにこの感情モデルを考慮した上で，身体動作と自然音，および身体動作と画像コンテンツを対応付けて深層学習したマルチモーダル・モデルを構築することが優先的な課題となる．身体動作から抽出される感情に基づいて，自然音や画像コンテンツの動的変化させる基本機能を実装し，評価実験を行う．

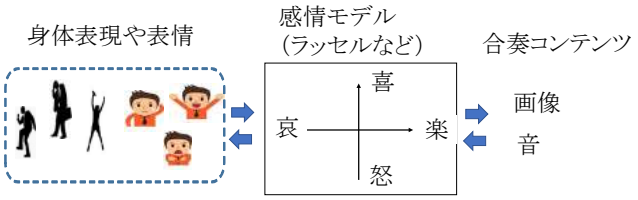


図 2　身体表現，感情，コンテンツの対応付け

６．研究成果の発表

[1] 特願 2019-223012

[2] 鈴木翔偉，坂内祐一：WaraWara(笑笑)Tube:動画共有サイトで「笑いの表情」を共有するスマートフォンアプリ，日本バーチャルリアリティ学会研究報告　Vol.24，No.CS-1，CSVC2019-1，pp.1-6，2019 年

介護保険施設で看護師と協働する介護職の
タスク・コンフリクトとLocus of Controlの特徴と関連

研究者名：所属学科　看護学科　　氏名　松浦 彰護，坂東 美知代

１．研究の目的

介護保険施設で看護師と協働する介護職のタスク・コンフリクトとLocus of Controlの特徴と関連を明らかにする。

２．研究の必要性及び従来の研究

介護は様々な専門職種が協働することで機能し、個々の健康とニーズに応じた質の高いサービスを提供する。なかでも利用者に直接的にかかわる介護職と看護師の協働（以下、協働）は質の高いサービスの提供に不可欠である。協働に関する報告では、両者の専門性や教育課程、問題解決思考の相違から[1)]、看護師は介護職の情報伝達に継続性がないと感じ、介護職は看護師に心理的な距離を感じ、双方で職種の階層性に不満を抱える[2)]など、互いの職種の理解不足や協働の認識の相違が指摘される。看護師の離職の背景でも介護に関するタスクにおける介護職との衝突による関係悪化が指摘され[3)]、介護施設での看護師の離職率は病院施設よりも高くなっている現状にある。

組織や集団の成員間では、葛藤や衝突は当然発生するものであり、これら認知過程の差異で生じる緊張関係の過程はコンフリクトとして取り上げられている。タスク・コンフリクト（task conflict：TC）はタスクに関する視座やアイデア，意見の対立が存在する場合に生じるコンフリクトを言う。意見やアイデアの対立場面で生じるTCは、意見の統合を促したり個々の意見の暗黙の前提を表出化することでイノベーティブな考えを生み出すため、高い成果をもたらすと考えられてきた。しかし近年では、TC 研究を対象にメタ分析を行った結果からTCと成果との間にも負の関係が存在することが見出されてきている。つまり、好ましいコンフリクトと考えられてきたTCは，実際には成果を悪化させる傾向を一般的に持つことが明らかとなったのである。TC は、職種は異なるがタスクを同一にする職務関連性の高い成員間で発生しやすい[4)]ため、介護職と看護師の協働でも当然起こりうるものとして考えられる。わが国の今後ますますの少子高齢化の社会のなかで介護分野への社会要請を鑑みると、協働による介護サービスの維持安寧には看護師と協働する介護職のタスクコンフリクトの実態と要因について調査する意義が高いと考えた。、

３．期待される効果

本研究の視座は、一般組織論的な人員間の協働を包括的に扱うものではなく、介護施設サービスに主体的に関わる医療専門職としての介護職と看護師の協働に焦点をあてた研究である。本研究より得られる協働に関する人材定着と人的資源のマネジメントの示唆は、少子

高齢化のわが国に必要な介護分野への知見の蓄積と充実に必要と考える。また、本研究による示唆は、協働行動の評価とその関連要因を検討するうえでも介護分野に有用に働きかける可能性が高い。

わが国の介護保険施設では、介護サービスの質の向上のための教育の重要性や協働のあり方について指摘されており、協働を焦点とした系統的な教育プログラムの作成が急務であると考える。よって本研究終了後の展開としては、より質の高い介護サービスの提供に向けて、介護分野での協働の質を高めるための教育プログラムの開発を予定している。

本研究によって介護職と看護師の協働における志向性を焦点としたコンフリクトを検証し、確定した組織コミットメントとコンフリクトが協働に及ぼす影響と関連要因から人材定着とマネジメントを強化するための情報や示唆が得られるものと考える。

４．研究の経過及び結果

調査協力者は、介護保険施設で介護職に従事する 44 名のうち、回答に欠損のなかった 37 名を分析対象者とした。調査実施時期は、2019 年 5 月中旬から 7 月下旬であった。

対象者の背景は表１に示した。平均年齢は、45.0±9.4 歳であった。性別は、女性 21 名（56.8%）、男性 16 名（43.2%）であり、うち 31 名（83.8%）が常勤勤務であり、24 名（64.8%）が 5 年以上の勤続年数であった。職務満足について「少し満足している」、「満足している」と回答した者は 29 名（78.3%）であった。看護師との協働の困難について「どちらかと言えばはい」、「はい」と回答した者は 18 名（48.6%）であった。

使用した尺度と項目は、集団内葛藤対処尺度[5)]（以下、TC 尺度）は下位尺度「能動性」と「同意性」で構成される全 14 項目で、7 段階評定（非常に当てはまる～全くあてはまらない）であった。尺度得点が高いほど、個人における集団内での葛藤の認知が高いことを示している。成人用一般的 Locus of Control 尺度[6)]（以下、LOC 尺度）は下位尺度「内的統制」と「外的統制」で構成される全 18 項目（鎌原・樋口・清水，1982）で、4 段階評定（よくあてはまる～あてはまらない）であった。尺度得点が高いほど、強い内的統制傾向を示す。日本語版ローゼンバーグ自尊感情尺度[7)]（以下、自尊感情尺度）は全 10 項目で、4 段階評定（はい～いいえ）であった。尺度得点が高いほど、自分自身に対する肯定的感情が高いことを示している。

結果、TC 尺度の平均得点と信頼性を求めたところ、64.7±8.86 点であり、尺度の信頼性は、α＝.823 であった。LOC 尺度では、平均得点が、48.4±4.43 点であり、尺度の信頼性は、α＝.514 であった。自尊感情尺度では、平均得点が、25.3±5.27 点であり、尺度の信頼性は、α＝.834 であった。

次に、看護師との協働の困難について、「はい」もしくは「どちらかと言えばはい」と答えた者を協働困難感高群、「いいえ」もしくは「どちらかと言えばいいえ」と答えた者を協働困難感低群として 2 群に分割した。各尺度得点は、協働困難感の 2 群について *Mann-Whitney* のＵ検定を行い、差異を分析した。結果、有意な差は認められなかった（表２）。

次に対象者背景と各尺度の相関を求めた（表３）。その結果、夜勤回数は、TC 総得点（r_s = .40, p < .05）と TC 能動性（r_s = −.42, p < .01）に相関が認められた。残業時間は、TC 総得点（r_s = .44, p < .05）に相関が認められ、TC 能動性（r_s = .39, p < .01）に弱い相関が認められた。職務満足感は、経験年数（r_s = .33, p < .05）と TC 能動性（r_s = .36, p < .01）に弱い相関が認められた。これにより、集団内のタスクコンフリクトの認知は、夜勤帯より成員が多く勤務する日勤帯に高く、就業時間が遷延した残業時間が長い者ほど高くなる傾向が認められた。また、個人特性として自らの意見を積極的に主張して相手を説得する「能動性」の高い者は職務満足感が高く、勤務を継続する可能性があることが示された。

５．今後の計画

今後も引き続き、データ集計を進めサンプル数を増やし統計学的検討を加えることにより、調査結果の信頼性と妥当性の確保に努める。また、協働する看護師との 2 群による比較検討を行い、より効果的で円満な介護分野での協働のあり方についても検討していく。さらに、本研究の結果から得られたデータを基に、介入プログラムを開発・施行することで、より介護分野での協働の安寧化に貢献したいと考える。

６．研究成果の発表

本研究調査の分析終了後は、看護系学会での発表と論文投稿を行っていく。

＜参考文献＞

１）坪井桂子，西田真寿美，成清美治(2005)．ユニットケアに取り組む特別養護老人ホームの看護職と介護職の協働と教育．岡山大学医学部保健学科紀要，15(2)，51-62.

２）柴田(田上)明日香，西田真寿美，浅井さおり，沼本教子，原祥子，中根薫(2003)．高齢者の介護施設における看護職･介護職の連携･協働に関する認識．老年看護学，7(2)，116-126.

３）高橋優子(2009)．介護保険施設における看護師の実態と定着への課題：介護老人福祉施設と介護老人保健施設の看護職員の比較結果．社会教育研究，27，31-46.

４）宍戸拓人(2012)．我が国におけるコンフリクト研究の課題-近年のコンフリクト研究に対する文献研究より．一橋大学ポジトリ，1-14.

５）村山 綾，藤本 学，大坊郁夫(2005)．2 重考慮モデルによる葛藤対処スタイルの測定一議論性・ コミュニケーション志向性との関連一 日本心理学会第 69 回大会発表論文集，236.

６）鎌原雅彦・樋口一辰・清水直治(1982)．Locus of Control 尺度の作成と，信頼性，妥当性の検討 教育心理学研究 ，30 ,302 307.

７）桜井茂男（2000)．ローゼンバーグ自尊感情尺度日本語版の検討．筑波大学発達臨床心理学研究，12，65-71.

【図表】

表1　対象者の背景

		n	%
年齢（歳）	*M*±*SD*（*min*-*max*）	45.0 ± 9.4（24-64）	
性別	女性	21	56.8
	男性	16	43.2
雇用形態	常勤	31	83.8
	非常勤	6	16.2
夜勤回数	なし	23	62.2
	5回未満	1	2.7
	5回以上	13	35.1
残業時間	なし	5	13.5
	5時間未満	13	35.1
	5～10時間未満	4	10.8
	10～20時間未満	9	24.3
	20時間以上	6	16.2
勤続年数	1年未満	3	8.1
	1～3年未満	8	21.6
	3～5年未満	2	5.4
	5～10年未満	14	37.8
	10年以上	10	27.0
職務満足	満足していない	0	0.0
	あまり満足していない	8	21.6
	少し満足している	18	48.6
	満足している	11	29.7
看護師との協働の困難	いいえ	6	16.2
	どちらかと言えばいいえ	13	35.1
	どちらかと言えばはい	17	45.9
	はい	1	2.7

Note. $N = 37$, *M*：平均値，*SD*：標準偏差

【図表】

表2　協働困難感の高低群における各尺度の得点比較

	高群(n=18)			低群(n=19)			
	M	*SD*	*Mdn*	*M*	*SD*	*Mdn*	*p*
TC総得点	64.78	6.48	66.00	64.63	10.83	63.00	*n.s*
能動性	29.11	5.83	31.50	30.11	8.95	31.00	*n.s*
同意性	35.67	3.61	35.50	34.53	3.41	34.00	*n.s*
LOC総得点	48.89	4.30	48.50	47.95	4.62	48.00	*n.s*
自尊感情尺度総得点	25.17	4.50	24.50	25.37	6.04	27.00	*n.s*

Note.　N = 37 ;　Mann-Whitney の U 検定

*M :　平均値,　SD :　標準偏差,　Mdn :　中央値,　* : p<.05, n.s : no signficant*

表3　対象者背景とタスクコンフリクトの相関係数

対象者背景	対象者背景 経験年数	TC 能動性	TC 総得点
夜勤回数	.004	-.42 **	-.40 *
残業時間	.16	.39 *	.44 *
職務満足感	.33 *	.36 *	.30

*N = 37, Spearman 順位相関分析, * : p<.05,　** : p<.01*

LED 有彩色光による心理的・生理的影響の検討

研究者名：ホームエレクトロニクス開発学科　三栖貴行

１．研究の目的

本研究の目的は住環境に模した実寸大の試験室内で LED 照明の有彩色光を浴びることで心理的・生理的な影響を調査することである。特に体感温度が有彩色光の影響を受けるのかを重点的に検証する。将来は IoT によるエアコンとの連動制御により省エネ化に繋げたい。

２．研究の必要性及び従来の研究

人間は色彩刺激により心理的・生理的に反応することがわかっている｛大森正子，橋本令子，加藤雪枝，「色彩刺激に対する心理評価と生理反応評価」日本色彩学会誌 26(2), pp.50-63, (2002)｝。さらに光は目で感じるだけでなく、皮膚からも感じられることが実証実験で証明されているため、多くの応用研究が実施されている。類似研究においては「有彩色光が照射されたミニチュア部屋」を被験者に見せる方法も用いられるなど、実寸大の部屋で被験者が有彩色光を浴びたときの心理的・生理的な影響が定量的に示されていない。本研究は心理的・生理的影響の数値化および定量化を目指す。

３．期待される効果

財団法人日本エネルギー研究所は「夏期における家庭の節電対策と消費電力抑制効果（IEEJ:2011 年 4 月掲載）」の報告書（http://eneken.ieej.or.jp/data/3777.pdf）で、空調機器（エアコン）の冷房設定温度を 1 度低下させるだけで約 10%の節電効果があると述べている。また、近年の LED 照明は発光色が変更可能になっている。しかしながら、LED 化の利点である有彩色光および光色制御は娯楽的な光の演出に留まり、その他の使用用途は見出されていない。したがって、LED 有彩色光が省エネ効果をもたらすことになれば LED 照明の新たな使用方法が追加されることになる。

４．研究の経過及び結果

Fig.1 に本実験で使用した照明光色可変実験室を示す。実験室内にエアコンおよび机上面に白色のシートを敷いた木製テーブルを設置した。天井、床およびエアコン設置側の壁は白色塗装されており、他の壁面は外光の影響をなくすために白色の遮光カーテンを設置した。室内の温度はエアコンで 22℃±1℃になるように調整し、被験者をエアコンの風が直接当たらない位置に着座させた。また、室内の埃や花粉による被験者へのストレス負荷を軽減するために空気清浄機を室内に設置し、室内の空気を循環させるためにサーキュレーターを設置し、室内の湿度を一定にした。エアコン、空気清浄機、除湿器、サーキュレーターは実験開始時間の 1 時間前から稼働させ、実験室の環境を統一した。

実験室にはシーリングライトを 2 台用意し、室内を窓側と被験者側に二分割したとき、それぞれの天井面の中心となるように配置した。照明光色は ECHONET Lite を使用して、シーリングライトの RGB 値を 0 から 255 までの範囲で数値を送信することで照明光色を変更した。木製テーブルの机上面の中心は Fig.1 の被験者着席側のシーリングライトの中心直下とした。また、体表面温度の測定のために利用した赤外線サーモグラフィカメラは被験

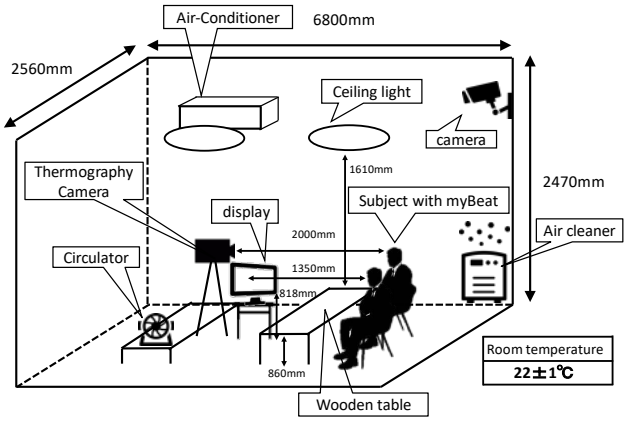


Fig. 1 照明光色可変実験室

者の顔面から約 2m の距離で設置した。一般映像作品を流すためにディスプレイを用意し、被験者の顔面から 1.15m の距離に設置した。実験室上部にはカメラを設置し、実験中に被験者の様子を確認できるようにした。被験者は神奈川工科大学に在学している 20 代前半の男子学生 10 名で行った。実験時間は 30 分間に設定し、2 日に分けて行なった。時間帯による測定データの違いをなくすために 2 日間の実験の開始時刻を統一した。実験室のシーリングライトの色を 1 日目は白色{(x, y)=(0.316, 0.313)}、2 日目は赤色{(x, y)=(0.463, 0.297)}として実験を行った。実験環境は、照度 79lx、室温 22℃、湿度 40%±10%であり、実験中にはこちらで用意した一般映像作品を視聴させた。被験者には実験前の外気温を統一するため、室温 24℃、白色の照度 79lx の前室で 30 分間安静に過ごしてもらった。また、着衣量の統一のため、用意したジャージ上下に着替えさせた。実験中は顔表面温度を赤外線サーモグラフィカメラで測定し、心拍数とストレス指標である LF/HF を myBeat で測定した。myBeat は前室から測定を開始し、被験者のみぞおちに装着した。サーモグラフィカメラの測定間隔は 10 秒間に設定し、被験者の眉間を固定の測定個所として測定データに使用した。

Fig.5 に照明光色暴露実験 VAS 測定結果を示す。本測定結果は赤色光暴露時の結果から白色光暴露時の VAS の測定結果を減算したものを被験者ごとにまとめている。白色と比較して赤色を暖かく感じているのは 10 人中 7 人となり、最高で+55、最低で-4、平均で+21 となった。赤色光での暖かさの感じ方には個人差があるが、赤色光はヒトの温熱感に関して暖かい効果を与えることが考えられる。

Fig.6 に LF/HF の測定結果を示す。赤色光暴露時の結果から白色光暴露時の LF/HF の測定結果を減算したものを被験者 10 名ごとにまとめている。白色光と比べ、赤色光で LF/HF の値が高くなった被験者が 5 名、低くなった被験者が 5 名となった。また、白色光と赤色光暴露時における LH/HF の差は、最高で+0.823、最低で-2.020、平均で-0.193 となった。ストレスの感じ方には個人差があり、赤色光によるストレスの影響は断言できない。

Table 3 に照明光色暴露実験の心拍数測定結果を示す。Table 3(a)に被験者 M1 から M5 まで、Table 3(b)に被験者 M6 から M10 までの実験時間である 30 分間の平均心拍数を光色ごとにまとめ

た。赤色光暴露時の平均心拍数と白色光暴露時の平均心拍数を比べた場合、10 名中 8 名が赤色光暴露時において平均心拍数が高くなった。このことから赤色光には心拍数を上昇させる効果があることが考えられるが、被験者により赤色光暴露時の平均心拍数の上昇値は異なった。

照明光色による顔表面温度の変化を Fig.7 に示す。室温 24℃の前室から 22℃の白色照明が点灯されている実験室に移動した場合、顔表面温度は外気温の差により時間変化で 0.24℃低下したが、22℃の赤色照明が点灯した実験室に移動した場合顔表面温度は外気温の差に反して 0.32℃上昇した。この結果から赤色照明には顔表面温度を上昇させる効果があると考えられる。

Table 4 に照明光色による顔表面温度変化の被験者別測定結果を示す。Table 4(a)に M1 から M5 まで、Table 4(b)に M6 から M10 までの実験開始時と実験終了時の顔表面温度を比べた値を

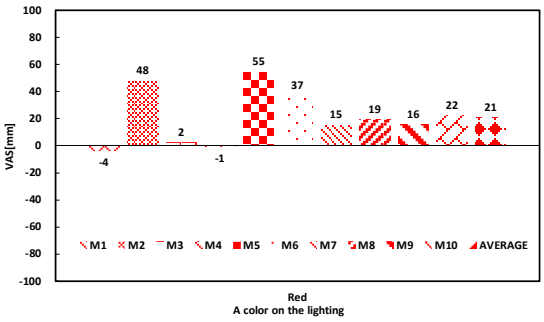


Fig. 5　照明光色暴露実験の VAS 測定結果

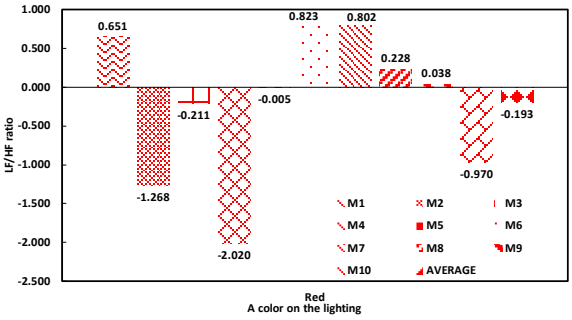


Fig. 6　照明光色暴露実験の LF/HF 測定結果

Table 3. 照明光色暴露実験の心拍数測定結果

(a)

	M1	M2	M3	M4	M5
White	64.0	83.9	87.4	76.0	69.6
Red	75.2	68.3	94.7	82.5	78.7
Difference	11.2	-15.6	7.2	6.5	9.1

(b)

	M6	M7	M8	M9	M10
White	78.9	80.8	90.6	77.6	82.3
Red	83.4	90.2	103.9	78.6	76.2
Difference	4.5	9.4	13.4	1.1	-6.1

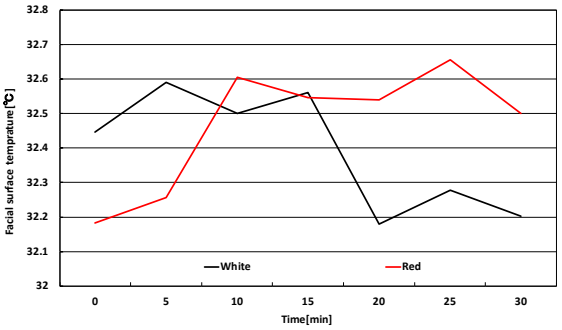


Fig. 7　照明光色による顔表面温度の変化

Table 4. 照明光色による顔表面温度変化の被験者別測定結果

(a)

	M1	M2	M3	M4	M5
White	1.526	1.001	-0.281	-0.012	-0.562
Red	-0.049	0.366	0.659	0.378	-0.049
Difference	-1.575	-0.635	0.940	0.391	0.513

(b)

	M6	M7	M8	M9	M10
White	-1.404	-0.452	-0.635	0.269	-0.317
Red	-0.012	1.147	0.171	-0.537	-0.476
Difference	1.392	1.599	0.806	-0.806	-0.159

被験者ごとにまとめた表を示す。白色光と赤色光の結果を比べると、10 名中 6 名が赤色光で顔表面温度が上昇した。

５．今後の計画

実験結果から男性被験者に対して赤色光{(x, y)=(0.463, 0.297)}を暴露することで 10 名のうち 6 名の顔表面温度が上昇した。既往研究では体感温度の上昇は明記されているが実際に顔表面温度が上昇したことを確認されている例は少ない。また赤色光{(x, y)=(0.463, 0.297)}はシーリングライト内部では白色光が点灯されており最大彩度での実験ではないため被験者への心理的・生理的負荷は軽減されている。今後は被験者が不快に感じない最大彩度の決定およびその評価が必要と考えている。また冷房使用を考慮すると青色光に関して調査する必要があり、今年度は青色光での評価を実施する予定である。

６．研究成果の発表

研究成果発表(2019 年度)を以下に示す。

[1] 三栖貴行, “IoT を活用した家庭用照明制御システムの検討”, 照明学会誌, Vol.104, No.3, pp.120-123, 2020.3.**(特集記事)**

[2] Shu Sasaki, Hiroki Asahara, Taiki Sanada and Takayuki Misu, “Psychological and physiological effects of the LED lighting color on a living space”, Proceedings of the 5th Asia Color Association Conference (ACA2019), Nagoya, Japan, 2P-15, pp.608-611, 2019.11.

[3] 佐々木柊, 朝原裕貴, 眞田大輝, 三栖貴行, “LED 照明を赤･青･緑色光に変化させたときの温熱感への影響”, 2019 年度(第 52 回)照明学会全国大会第 2 回ヤングウェーブセッション資料, pp.15-19, 2019.9.

[4] 三栖貴行, “IoT を活用した家庭用照明制御システムの検討”, 2019 年度(第 52 回)照明学会全国大会, 光源・照明システム分科会シンポジウム, 1page(USB media), 2019. 9.

[5] 佐々木柊, 大河原翔, 金指洸稀, 三栖貴行, “光の 3 原色光と白色光が与える体感温度への心理的・生理的影響”, 日本色彩学会誌, Vol.43, No.3, pp.155-158, 2019.6.

***[1]と[4]が同一タイトルの理由は[4]のシンポジウム講演内容を学会**

****本研究は神奈川工科大学ヒト倫理審査委員会で承認されています。**

承認番号:第 20190318-29

手術室看護師のための手術室実習指導役割指針の開発

水谷　郷美：看護学科

１．研究の目的

本研究は看護学士課程教育における手術室実習に焦点を当て手術室実習指導役割指針の開発を目的する。

２．研究の必要性及び従来の研究

近年、外科的医療は手術手技や手術機器の急速な進歩により、病院施設で行われる年間の手術件数が 2014 年度に 50 万件となり、9 年で 11 万件もの増加がみられている。それにより周術期に関わる看護師は、より高度な知識や技術の修得および実践が早急に求められ、さらに看護基礎教育においても周術期看護の基本的な知識・技術の修得だけではなく、患者の体験を感じる心の育成が求められている(小西ら, 2007)。

看護学士課程教育を含む看護基礎教育における手術看護は、成人看護学急性期看護の中で周術期看護として内包されており、手術看護を臨地で学ぶ手術室実習においては、成人看護学急性期・周術期看護の一環として受け持ち患者の手術に合わせて、短時間手術室に入る実習形態が多くなっている(深澤, 2006)。

しかし手術室実習は、短時間であっても必要不可欠な実習である。その理由として手術室実習における看護学生の学びを明らかにした先行研究によると、手術室において学生は受け持ち患者の手術に伴う身体的・精神的苦痛を感じ取り、患者や家族に対する専心を高め、術中だけではなく周術期看護としての知識と技術が向上したことが明らかになっている(堀越ら, 2009)(板東ら, 2012)。また手術看護は文部科学省による「学士課程においてコアとなる看護実践能力と卒業時到達目標」や、看護師国家試験出題基準においても学修すべき必須の項目として含まれている。そのため手術室実習は、学生が座学で学んだ手術看護の知識を実際の看護実践の中での経験と結びつき、統合するために必要な実習であると考える。

一方、看護学教育の在り方に関する検討会による「大学における看護実践能力の育成の充実に向けて」において、より良い看護の臨地実習の体制をつくっていくためには、教育と臨床の後輩育成に関する連携と目的意識の共有が重要となることが述べられている。しかし手術室実習において学生を指導している手術室看護師は、実習指導者とは限らず、看護師養成機関の看護学教員との直接的な意見交換の場がない中で、手術患者の安全を守る外回り看護業務を行いながら実習指導を行っている。また手術室看護師は、実習を引き受けている看護師養成機関の実習目標や実習指導方針に対して、自身の受けた教育との違いを理解できずに実習指導を行っていること(杉森ら, 2016)が予測される現状にある。以上より、教育および臨床双方の期待する手術室実習を明確にした指導指針の開発が必要であると考える。

３．期待される効果

本研究では、看護学士課程教育における手術室実習において看護学教員と手術室看護師が、看護学生を指導する手術室看護師に期待する実習指導役割を明らかにした上で手術室実習指導指針を開発するため、看護学士課程教育に関わる看護学教員と手術室看護師それぞれが期待する実習指導について類似点と相違点を踏まえて提示することが可能となる。

また現在行われている手術室実習では、様々な教育背景を持つ手術室看護師が手術患者の安全を守る外回り看護業務と並行して実習指導をしており、本指針を使用することにより、看護学士課程教育における手術室実習において患者の安全に配慮した上で一定水準の実習指導を展開することが可能となる。

さらに日本手術医学会による手術医療の実践ガイドライン改訂版では、医療職養成へ向けた臨床実習プログラムの整備を求めており、本指針の開発により看護学士課程教育における手術室実習において指導役割を明確化でき、臨床実習プログラムの整備に向けた一助とすることが可能になる。

４．研究の経過及び結果・評価

1) 手術室実習に関する研究を行う専門家によるインタビューデータを質的帰納的に分析し、指導役割指針案を作成する。

平成 29～30 年に手術室実習に関する研究を行う専門家（看護学教員 7 名、手術室看護師 4 名）を対象に、手術室看護師に期待する指導役割を半構造化面接によりインタビュー調査を実施した。その結果を元に、本研究の調査項目となる 47 項目からなる指導役割指針項目案を作成した。

2) 全国の看護学士課程教育における手術室実習に関わる看護学教員および手術室看護師、約 200 名を対象とした郵送自記式質問紙調査により、指針の信頼性・妥当性の検証および因子構造の比較を行う。

(1) 研究協力者

看護系大学に対して対象となる看護系大学 246 校の成人看護学領域の責任者宛に、病院に対して対象となる 222 施設の看護部長宛に郵送で、依頼書、計画説明書、協力可否回答書を送付し、研究の必要性・目的・方法・研究対象者について説明した。研究協力が可能な場合は、成人看護学領域の責任者および看護部長に、選定基準にある候補者の推薦を依頼した。また研究協力可否回答書に施設名と候補者の数または氏名を記載してもらい、返信を依頼した。研究協力受諾を得た成人看護学領域の責任者および看護部長宛、または推薦された候補者宛に研究協力依頼書、研究計画説明書、研究協力撤回書を郵送し、研究参加の意思がある場合には、調査用紙に回答後、返信用封筒での返送を依頼した。その結果、看護系教員は 120 名から協力を得られ、欠損値を除外した 112 名（有効回答率 93.3%）の回答を分析対象とした。また手術室看護師は 170 名から協力を得られ、欠損値を除外した 163 名（有

効回答率 95.9%）の回答を分析対象とした。

(2) 分析

統計的分析には統計解析ソフト IBM SPSS Statistics および SPSS Amos を使用し、以下の分析を行った。

- 各項目の平均値、標準偏差をチェックし、天井効果やフロア（床）効果がある項目を削除した。
- 看護師、教員を合わせて探索的因子分析を行い、軸となる尺度項目を抽出した。
- 探索的因子分析の結果を活用し、看護師、教員それぞれで確認的因子分析を行い、尺度項目の適合度を確認した。
- クロンバックα係数算出による内的整合性の検証を行った。

現在、上記分析はすべて終了しているが、緊急事態宣言を受け、研究協力者となる尺度開発の専門家との結果確認ができていない状況である。

５．今後の計画

研究終了後の展開として、本研究で開発した手術室看護師の実習指導者役割指針を元に実習指導者役割尺度を開発することを予定している。手順として、実際に指針を活用し、指針の問題点や課題を明確にした上で、指針を修正し、一般の手術室看護師を対象とした調査により、尺度の信頼性・妥当性を検証する。この段階では、日本手術看護学会の外部資金を申請する予定であり、開発された尺度を日本手術看護学会で発表することにより、尺度が広く認知されることを期待される。

６．研究成果の発表

インタビューデータの質的帰納的分析結果に関しては、日本手術看護学会誌に投稿済みであり、「コメント付き採用：再査読」との結果となり、現在修正中である。また因子分析結果に関しても日本手術看護学会誌へ投稿する予定としている。

統計的画像生成によるDeep Neural Networkの高精度化

研究者名：所属学科　　森　稔・情報工学科

１．研究の目的

本研究では、学習データ不足やクラス間の偏りによる認識精度の低下を解決するための、より効果的な画像生成手法について検討する。具体的には、整備されたラベル付与済みの画像から新規画像データを合成・生成する際に、従来のランダムな変形・合成ではなく、学習データの統計的な分布に基づいた効率的・効果的な生成をする。このような画像を用いることにより、学習データの不足によりカバー出来ない領域を、効率的・効果的に補完できる画像を生成する手法について検討する。統計量に基づく新規学習データの生成により、画像のバリエーション不足を解消するだけでなく、クラス間でデータ数に偏りがある場合においても、より適切にそのバランスを解消し、認識精度の改善率を従来手法より向上することを目指す。また、学習時の追加画像数に関し、学習に効果的ではない／不要な画像の生成を抑え、必要十分な数を効率的に増やすことで、学習時の計算コストを従来手法より削減出来るよう試みる。

２．研究の必要性及び従来の研究

画像認識おいて、DNNを用いて高い認識精度を達成する為には、認識対象となるクラス（種類）の正解ラベルが付与された大量のデータを、DNNの学習に利用可能であることが前提である。また一般的な画像認識では、認識対象クラスの間で学習データ数にあまり差がないことも、暗黙の前提として存在している。例えば、画像認識の性能評価で良く用いられるImageNet（Russakovsky et al,2015）などの画像データベースは、研究機関が長い期間と多数の人手を掛けて整備された多数の画像（ImageNetでは1,400万枚以上）で構成されている。そのような画像データベースを用いた認識実験では、DNNは非常に高い認識精度を実現する。そしてこれらの画像データベースは、各クラスの学習データ数の差があまりない状況である。

しかし実際の応用において、上述したような認識対象毎に大量にデータを取得し、正解ラベルを付与する作業には、膨大なコストと時間を要し、実現が困難である場合が多々ある。また、認識対象の画像が得られる機会が少ない例では、そもそも少量の画像しか収集出来ない。その為、研究レベルでは非常に高い精度が出ているDNNにおいても、実応用では学習データ数が十分でないことから、所望の認識精度が得られない例が散見される。クラス間の学

習データ数に偏りがある場合は、学習データが少ないクラスに対する認識精度が著しく低下し、さらに大きな問題となる。

学習データ不足に起因した認識精度の低下を解消するアプローチの一つとして、限られたラベル付き画像から、人工的に新しい学習用画像を生成するアプローチがある。一番単純な手法は、各学習画像に対し、トップダウンで回転や縮小・拡大、及び平行移動などの変形モデルを与え、そのモデルに伴って少しずつ変形させることで、新たなバリエーションのデータを生成する（Data Augmentation と呼ばれる）手法である。また、画像の一部を隠ぺいした画像を生成・追加することで、変動に対するロバスト性を向上させる手法も提案されている（Zhong el al,. 2017)。しかしながら、これらの手法は対象物の変動に対するロバスト性の向上が主目的であり、学習データ不足の解消や、学習画像として獲得できていない対象物への対応という目的には不十分であり、また必ずしも改善は十分ではない。またランダムな変動により新規画像を生成しており、手法としての妥当性に関しても根拠が薄い。

上記問題に対する解決策として、二つのクラス間の画像を重みづけで重ね合わせることで、クラス間の曖昧な状況を表現する画像を生成し、学習に利用する手法が考案されている（Zhang et al, 2018, Yokozume et al. 2018)。図 2 に合成例を示す。しかし、これらの手法は二つの画像を単純な重みで重ね合わせただけである為、生成された画像に対して割り当てられた比率としてのクラス確率や妥当性に根拠がなく、また追加画像数に対する精度改善の効率性も不明である。また、クラス間のデータ数の偏りは考慮に入れておらず、各画像から等しく派生画像を生成する為、クラス間のデータ数が偏っている場合の認識精度の低下には対処出来ない。

３．期待される効果

本研究の提案手法により、今まで画像不足で実現出来なかった各種サービスの実用化を推し進めることが出来ると考えている。まず、画像認識を用いた多種多様な実サービスにおいて、整備済み学習データの取得が難しい状況、例えば稀にしか発生しないような事例についても、一部のデータから効率的且つ効果的にデータを生成し、学習データとして用いることで、より高い認識精度を達成することが容易になる。それによって、既存技術のレベル向上だけでなく、現在データが少量の為に実現出来ていないサービスや目的などにも、画像認識技術を適用することで、サービス提供が実現される。現状、データが大量に取得できる場合においても、学習に使用できるよう、正解ラベルを付与する必要があり、かなりの時間及び人手を要する。しかし本研究成果により、一部の正解ラベルの付与、及びそれを元にしたデータ生成により、非常に短期間に学習データを揃えることが可能となり、コストや作業量の削減だけでなく、大幅にサービスの導入までの期間を短縮することが可能となる。

また、稀にしか発生しない異常検出のような場合、正常な状態との学習データ数が極端に

異なるため、通常の画像認識とは異なる処理フローで実現される場合が多い。しかし、クラス（本例では異常か正常化の 2 種類）の偏りが存在しても、それを解消する学習データ生成手法が実現出来ることにより、近年蓄積がある DNN を用いた画像認識の枠組みを、そのまま異常検出に適用することが可能となり、大幅な精度の向上が見込める。

さらに、本研究の枠組み及び手法は、画像認識における精度向上だけでなく、他のメディア（映像や音など）の認識技術への展開・適用も可能だと考えられる。映像認識の中心的な技術は画像認識技術の拡張である場合が多い為、映像認識向けの学習データも本研究の成果と同じ枠組みで生成することにより、認識精度の向上に繋がることが期待できる。また音声認識に関しても、既存の単純な合成手法でも認識率が向上することが確認出来ている為、本研究成果によって生成した学習データを用いた場合でも、さらなる認識精度の向上をより効率的に実現できることが期待できる。

４．研究の経過及び結果・評価

本研究は、「生成データの付与ラベルの改善」「生成データの効率的・効果的な追加」及び「クラス間の分布の偏り改善」のステップで進めている。表 1 に、研究計画の概要と進行時期を示す。2019 年度の進捗状況及び 2020 年度以降の研究計画の概要を、以下で説明する。

表 1：研究計画の概要と進行時期

	前期	後期
2019 年度	既存手法の評価・整理	ラベル改善手法の検討・実装
2020 年度	ラベル改善手法の性能評価・発表	データ追加手法の検討・実装・評価
2021 年度	データ追加手法の発表	分布の偏りの改善手法の検討・実装・評価

まず、既存手法且つ比較対象である Data Augmentation 及び Zhang 及び Yokozume らの合成手法の性能及び傾向を評価分析する為、プログラムの実装等の準備を行った。各種実験で使用する為の、画像認識で共通利用される公開データを準備し、これらを用いて予備実験を行い、既存手法のメリット・デメリットの整理を実施した。

上記の整理から、複数クラスの画像の重ね合わせに基づく画像合成・生成において、合成画像に与えられた比率としてのクラスのラベル（確率）が、人から見て不自然な場合があり、必ずしも妥当ではないとの課題を抽出した。左記課題の改善手法として、合成比率をそのままクラスラベルとせず、合成画像に用いた元のクラスと合成画像の類似性を測り、その類似性に基づいた数値によりクラスラベルを修正することで、合成画像により適切な正解ラベルを与えるアプローチを提案した。具体的には、別の簡易な認識手法を用いて合成画像を認

識し、その認識結果を用いて、クラスラベルを修正するアルゴリズムを検討し、実装及び初期評価実験を実施した。初期実験結果において、提案手法が合成画像のデータとしての品質を向上させ、より効率的に学習・性能向上が得られることを確認した。本初期実験結果は、3 月の電子情報通信学会・総合大会（オンライン開催）で報告した。

５．今後の計画

2019 年度の進捗状況を受け、まず 2019 年度のラベル改善手法に関し、更なる改善及び本格的な評価実験を実施する。まとめた結果を画像認識・理解に関する主要な会議に投稿・発表を行う。

次に、上記の提案手法を基本ツールとして用い、本研究計画の主課題である、効率的・効果的な生成画像の追加手法について検討する。まず、クラス内の変動を反映した画像生成・合成に関し、元画像として使用する画像が属するクラス（種類）全体から得られる大局的な統計量、及び着目画像と近傍画像間の局所的な統計量として、画像生成に用いる為の適切なものを検討・選択する。ここでの要点は、元のデータからの変動の多様性を確保しつつ、他クラスへの不必要な侵食や現実的に存在しえないような画像の生成を抑制することである。また、画像間の識別境界を適切に学習する為の画像生成・合成に関し近傍クラスの画像間において定義される類似尺度としてデータ生成に適切なものを検討し、該類似尺度とに基づくデータ合成・生成手法の具体的なアルゴリズムを検討する。上記 2 つの検討手法を評価する。得られた実験結果をまとめ、主要な会議に投稿する予定である。

６．研究成果の発表

2019 年度の成果は、以下となる。

・居川 哲・森 稔, “クラス間合成画像のリラベリングによる画像認識の改善,”
電子情報通信学会・総合大会, 2020.03

テルペン類を原料とするバイオマス由来高分子の合成法の開発と高機能化

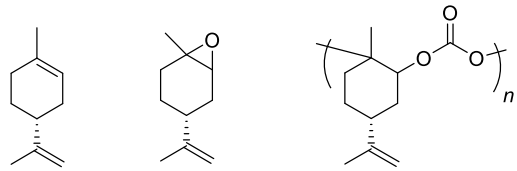
応用化学科　〇森川 浩、竹本 稔
基礎教養教育センター　藤村 陽
長崎大学工学研究科　本九町 卓

１．研究の目的

生物がもつ巧みな有機化学反応を模倣し、高分子を合成することを目的とする。具体的に、リモネン誘導体を原料とした高分子の合成法について、既存の方法に代わる簡便かつ適用範囲の広い合成法を開拓する。また、その合成法を利用して、新規構造・組成を有するリモネン由来高分子を合成する。

２．研究の必要性及び従来の研究

天然資源を原料とした高分子の創製は、循環型社会構築の観点から社会的要請の大きなテーマである。本計画では、リモネン誘導体（図 1）に着目した。リモネンは、可食原料でなく、柑橘類から大量にでる廃棄物のため、利用可能な天然資源として有望である。一方、リモネン誘導体を原料とした高分子（図 1, ポリリモネンカーボネート P-LC）は、工業用・一般用に使われるビスフェノール A ポリカーボネートに匹敵する機械的・熱的・光学的性質を有する。このため、P-LC の合成や基礎物性の評価が近年、活発に研究され始めた。また、P-LC をさらに化学反応させ、水溶性などの機能の付与が検討されている。



(*R*)-リモネン　　リモネンオキシドLO　　ポリリモネンカーボネート P-LC

図1. リモネン誘導体の構造と略号

しかし、P-LC の合成法が「ただ 1 種類」の方法しかない、かつ特殊な金属触媒を必要とするために、反応条件の制約が生じ、合成可能な高分子の種類・構造の制約も生じる。このことは、P-LC の機能化（分解性や耐熱性など）に大きな制限をかけている。

３．期待される効果

パリ協定に見られるように、持続可能な社会の構築は喫緊の課題である。そのため、材料の分野では、天然資源であるバイオマスを利用した高分子の開拓が、炭素循環の点から強く求められている。さらには、バイオマスを原料とした高分子材料の多くは、縮合系高分子であることから分解性を有することが多く（その程度は化学構造に因って変化する）、海へのマイクロプラスチックの残存などの環境汚染を解決しうる可能性がある。

一般に、石油由来の高分子に比べて、バイオマス由来高分子の製造コストは高い。したがって、バイオマス由来高分子には付加価値をつけることが必要となる。リモネンなどのテルペン類は、特徴のある化学構造や反応性官能基を有することから化学修飾が可能で、この付加価値要求に合致する。

本計画では、リモネン誘導体を利用した高分子の新規合成法（重合法）や新規モノマーの開発を行う。この合成法の開発により、安価で使い捨ての用途でなく、下記のような付加価値を持ちうる高分子の創製が可能となる。

① 既知の P-LC を簡便に合成できる（複雑な金属触媒や厳しい反応条件が不要）。

② 新規なリモネン含有高分子が合成できる。機能性を付与できる、希望の組成や構造が可能。例えば、

- 他のモノマーとの共重合による機能化（pH や熱応答性・水溶性・酸分解性・生分解性・ゴム的性質）
- くし型高分子やデンドリマーなどの多機能性をもつ特殊構造型高分子が合成
- ポリカーボネート以外の高分子（ポリエステルやポリウレタン）の合成への展開

４．研究の経過及び結果

4-1. 本実験では、リモネンジオール LMdiol（図 2）及びリモネンカーボネート LM5CC（図 3）を用いて、比較的温和な条件で P-LC の合成を試みた。それぞれ 4 種のジアステレオマーを既報により選択的に合成している。

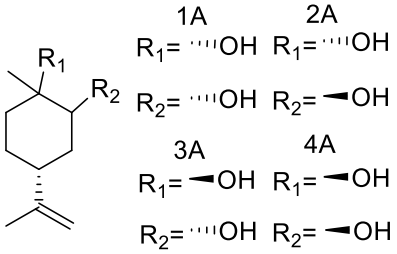


図 2. LMdiol のジアステレオマー

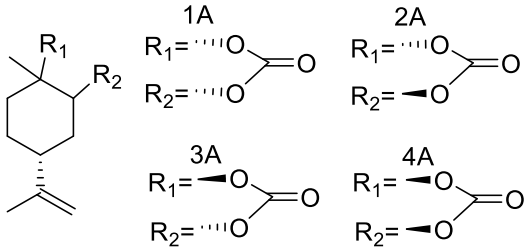


図 3. LM5CC のジアステレオマー

●ジオールと炭酸ジメチルとの縮合反応によるポリマー合成の試み

4 種のジオール LMdiol（図 2）とジメチルカーボネート DMC の比率を変え、触媒（例えば DMAP 20mol%）を用いて 90°C、24 時間で重合を試みた（図 4）。その結果、1A 体と 4A 体では、ほぼ定量的に LM5CC が生成した（それぞれ図 3 の 1A-5LMCC と 4A-LM5CC に相当する)。

2A 体と 3A 体では LMC が生成し、さらに温度を 150℃にあげると、脱離反応を伴い LO の生成量が増加した。いずれの LMdiol の場合も、それぞれの立体を反映して、特徴のある生成物を与えた。興味深い実験結果であるが、重合体 P-LC を得ることを主目的にしているの

で、反応挙動をこれ以上深く検討しなかった。

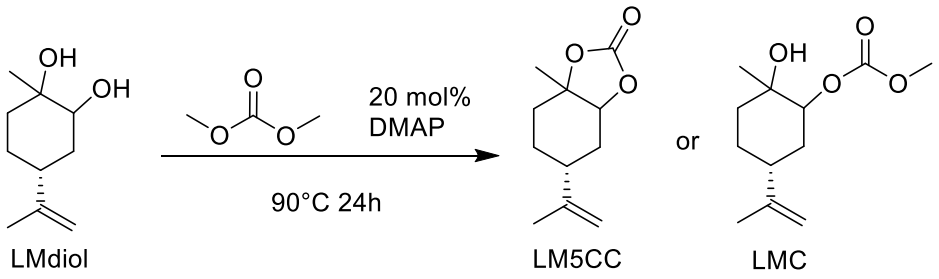


図 4. LMdiol と DMC の反応

●LM5CC の開環反応によるポリマー合成の試み

次に 4 種の LM5CC（図 3）を用い、種々の触媒と開始剤を用いて、LM5CC が重合するか確かめた(図 5)。DBU や DABCO, *t*-BuOK を用いた場合、重合が全く進まず、さらに反応温度を上げると分解反応が起こった。しかし、触媒として 1,5,7-トリアザビシクロ〔4.4.0〕デカン-5-エン TBD、開始剤としてベンジルアルコール（10 mol%）を加えたところ、4 種の LM5CC のうち、2A 体だけ重合反応が進行した（図 5）。

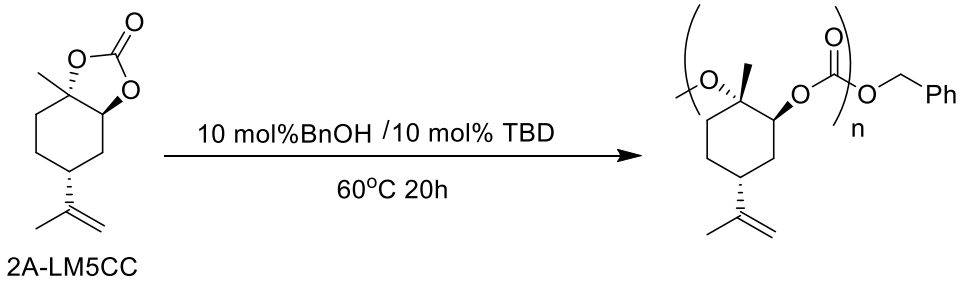


図 5.　2A-LM5CC の開環重合

2A 体（2A-LM5CC）の単結晶 X 線構造解析を行ったところ、大きな置換基が axial 位にあることが分かった（図 6）。この立体的に不安定なエネルギーを解消するため 2A 体だけ重合すると考えられる。このことは予備的な量子化学計算からも確認している。今後さらに重合条件を最適化したり、得られた P-LC の末端構造を明らかにする必要がある。

図 5 の開環反応は、TBD を触媒として、いくつか条件を振って、重合反応挙動および生成物（ポリマーP-LC）の評価を行った。その結果を箇条書きに記す。

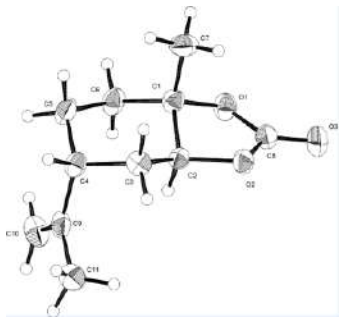


図 6. **2A-LM5CC** の Ortep 構造

･90℃で反応させると、分解反応が主となり、ほとんどポリマーは得られない。

･反応温度は 60℃が最適である（30℃程度では進まない）

・重合後、反応液を少量の酢酸でクエンチすると、末端の分解がきれいに起こり、ポリマーP-LC への不純物（TBD）の混入も少なくなる。
・重合反応液に水が混入すると、ほとんど重合が起こらない（イオン重合系のため）。
・無溶媒でも反応は進む。
・吸湿性の高い DMF が溶媒だと重合反応は進みにくいが、トルエンを溶媒とすると重合反応が進む。かつ、溶媒を用いた方が、重合後半の粘度上昇を緩和できる。
・用いる触媒 TBD のモル量を少なくすると（例えば 2mol%）、得られるポリマーP-LC の分子量が大きくなる。
・重合後に加える良溶媒（クロロホルム）、それを注ぐ貧溶媒（メタノール）の量的バランスが得られるポリマーP-LC の収量にかかわる（分子量が小さためと推定）
・ポリマーP-LC の分子量は最大 7000 程度までのびた（再現性の確認が必要）

4-2. アクリレートモノマーの合成

さらに、2A-LM5CC を原料として、アクリル酸クロリドと反応させた。試薬の化学量比を変えることによって、モノアクリレート LMA、ジアクリレート LDA の両モノマーを、少量であるが合成することができた（下図 7）。さらに、NMR を測定し、これらの帰属を確定することができた。

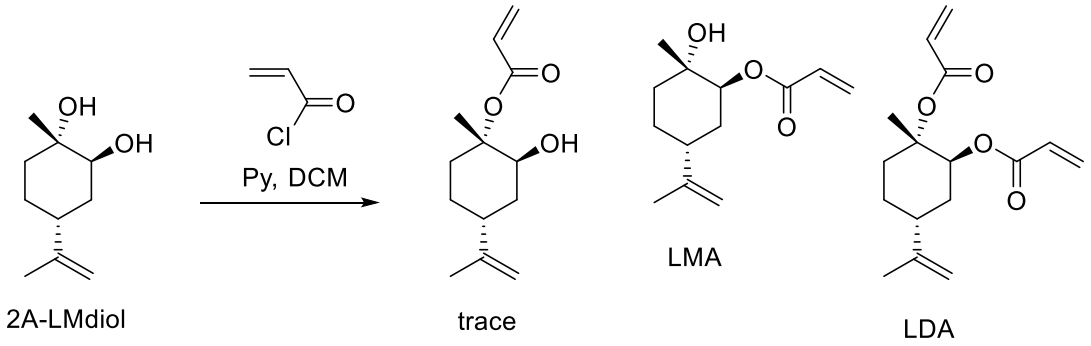


図 7. モノアクリレート LMA、ジアクリレート LDA の両モノマーの合成スキーム

５． 今後の計画

(1) LM5CC の重合について、温度や開始剤/モノマー比率などの反応条件を詳細に変える。その結果、得られるポリマーP-LC の収率や分子量との関係を明らかにする。
(2) アクリレートモノマー（図 7）のラジカル重合性を評価する。まず定性的に行い、もし良好な結果を得た場合、大量に両モノマーを合成し、ポリマーの化学的性質を評価する。

６． 研究成果の発表

上の項目 4-1 の LM5CC の重合反応挙動をまとめて、今後発表予定である。

マルチエージェントモデルに基づいた
スクールカーストを考慮した学級集団形成の調査

情報学部情報工学科　八木　勲

１．研究の目的

引きこもりや自殺の原因となるいじめが社会問題化して久しいが，インターネットや SNS の発展によりいじめ問題は改善するどころかますます問題が複雑化してきている．これは，これまでいじめは学校空間で行われていたが，SNS の発展により学校空間から離れたインターネット空間でも行われるようになってきたからで，それによって被害者は四六時中いじめを受けるようになってしまった．一方，近頃学級内において自然発生する生徒間の人気の度合いを表す序列としてスクールカーストと呼ばれる現象が発現してきた．そして，このスクールカーストという階層を生徒同士で意識することがいじめ問題の一因となっていると言われている．

このように昨今の学級内いじめ問題ではさまざまな要因が複雑に絡み合っており，いわゆる複雑系の様相を呈してきた．複雑系を解決するには，個々の構成要素の局所的な相互作用に着目する必要がある．構成要素の相互作用ルールが単純だとしても，大局的にみると非常に複雑で，かつ，想定外な現象が生まれること（創発）がある．さらに，創発されたシステム全体のマクロな性質に適応するため構成要素のミクロな挙動が変化する．

複雑系の挙動をシミュレートするのに適した手法としてマルチエージェントシステムがある．ここでは，複雑系システムの構成要素をエージェントとして取り扱う．エージェントは，自身の環境を認識し，自分の意思決定によって行動を起こし，環境に影響を与える．この環境の中にエージェントをたくさん配置するのがマルチエージェントシステムであり，環境はエージェントの行動によってさまざまに変化する．エージェントは変化した環境を再び知覚し，意思決定を行う．この一連の流れが繰り返されることでエージェント同士による相互作用が生まれ，その相互作用の総和として複雑な現象が創発される．

以上のように，学級集団形成およびそこで発生しているいじめ問題はまさに複雑系の問題として取り扱うことができ，その解決手段としてマルチエージェントシステムを用いることは妥当な選択だと考えられる．担任教師や生徒たちをエージェントとし，彼らの日々のコミュニケーション行動をシステム内での相互作用とみなすことで，学級内で発生する事象，例えば，生徒間でどのような集団が形成されるのか，そのときスクールカーストはどのような影響を与えているのか，さらにいじめはどのようにして発生するのか，等のメカニズムを解明すること，これが本研究課題の大目標である．

２．研究の必要性及び従来の研究

学級内いじめ発生メカニズムやいじめ対策の効果については既に実証研究で議論されている．しかし実証研究は問題が発生した後でないと検証ができず，現場の当事者たちにとっては，実証結果の評価を待っているゆとりなどなく，一刻も早く効果的な対策を待ち望んでいる．

そこで，本研究ではスクールカーストの概念を導入した学級集団の形成とそこで起こりうる事象を複雑系の問題とみなし，マルチエージェントシステムでそのメカニズムを分析することを目的とする．マルチエージェントシステムを用いると，新しいいじめ対策法を予め計算機上で検証することができ，有望な対策法を現場に提案することが可能となる．

これまでにもマルチエージェントシステムを用いた学級集団形成メカニズムの解明［鳥海 2007］やいじめ対策検討［田中 2010］，スクールカースト概念を導入した学級内いじめの発生状況の確認［小野 2017］が行われてきた．しかし，先行研究において，学級集団形成の解明やいじめ対策に関する研究では，スクールカースト概念は考慮されたことはなく，スクールカーストを考慮したいじめ発生メカニズム調査においては，生徒は予め決まったスクールカーストと学級集団内に固定された状況でいじめ発生状況を確認しているが，生徒は通常スクールカーストおよび学級集団内を移動するため，いじめ発生状況は現実とは異なることが考えられる．

よって本研究では，スクールカーストの階層の壁を乗り越えることを試みる生徒や現状維持を大切にする生徒などさまざまな個性をもつ生徒によって形成される学級集団モデルを提案し，どのような条件の下でいじめが発生するのか，そして，そのいじめに対してどのような対策が有効かを調査することが肝要だと考えられる．

３．期待される効果

上述のようにマルチエージェントシステムを用いると，新しいいじめ対策案を現場に適用するに先立って計算機上で検証し，その効果の度合いを確認することができる．そこで思わぬ効果や悪影響の目星をつけることも可能となる．

４．研究の経過及び結果・評価

いじめ対策法を検討するにあたり，今年度はまず，マルチエージェントシステムを利用して，スクールカーストが存在する学級を計算機上に構築，シミュレーションすることで学級集団形成を観察した．そしてスクールカーストのない学級の学級集団形成との違いを比較した．その結果，スクールカーストのある学級の方が，いじめの原因の 1 つと言われている学級内孤立が起きにくいことが示唆された．これはスクールカースト上位の生徒らと仲良くしようとする行動をとることが原因として挙げられる．次に，

生徒の性格を大きく平和主義者と立場向上主義者の 2 つに分けたときの学級集団形成についても確認した．その結果，友人グループ内で仲良くしようとする生徒の多い学級ほど，学級内孤立が起きやすいことが示唆された．これは一旦グループからはじき出されると，その生徒はどのグループにも加入することができなくなることが原因となっていた．さらに，学校行事が学級集団形成に与える影響についても確認した．その結果，学校行事は年度の早い段階で行う方が，学級内孤立を防ぐことができることがわかった．この結果は，学校行事における共同作業グループがそのまま友人グループへと変遷することで学級内孤立が起こりにくくなることを示唆している．

５．今後の計画

従来研究のいじめ状態を参考に，本研究モデルにおいても発生しているであろういじめを改めて定義しなおし，それがどのようなメカニズムで発生，継続，（起こっているのであれば）自然に収束するのかを確認する．そして，これまでに文部科学省のガイドライン［文部科学省 2017］で提唱されているいじめ対策法のうち，どの手法が効果的かを確認する．

６．研究成果の発表

- 瀧口 龍馬，桑原 綾乃，八木 勲:“マルチエージェントシステムを用いた学校行事が学級集団構成に与える影響分析,” 第 82 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.82, pp.4-337--4.338 (2020-3).
- Ayano Kuwahara, Fujio Toriumi, and Isao Yagi: “How Does School Caste Influence Classroom Community Formation? - Verification Using Multi-agent Simulation -,” Social Simulation Conference 2019 (2019-9).
- 桑原 綾乃，鳥海 不二夫，八木 勲:“生徒の個性を考慮した学級集団モデルの提案～学級内いじめ問題の解決を目指して～,” 第 4 回計算社会科学ワークショップ (2020-2).
- 桑原 綾乃，鳥海 不二夫，八木 勲:“生徒の個性を考慮した学級集団モデルの提案～学級内いじめ問題の解決を目指して～,” 計測自動制御学会 第22回社会システム部会(2020-3).

参考文献

［鳥海 2007］鳥海不二夫，石井健一郎：学級手段形成における教師による介入の効果，電子情報通信学会論文誌，D，情報・システム 90(9)，pp.2456-2464（2007-9）

［田中 2010］田中恵海，高橋謙輔，鳥海不二夫，菅原俊治：学級のいじめ問題を題材とする工学的シミュレーションとその考察，情報処理学会論文誌数理モデル化と応用（TOM），3(1)，pp.98--108（2010）.

［小野 2017］小野凌輔，西田悠，前田義信，松本慎平，加藤浩介，山岸秀一：マルチエージェントシミュレーションを用いたスクールカースト現象に関する基礎研究，電子情報通信学会技術研究報告，116(421)，pp.99-103（2017.01）
［文部科学省 2017］文部科学省：いじめの重大事態の調査に関するガイドライン，28 文科初第 1648 号，2017.

以上

情報工学技術を用いた競技スポーツ支援とその効果に関する研究

研究者名：所属学科　　氏名　谷代 一哉[1)]，五百蔵 重典[1)]，高橋 勝美[2)]
１，情報学部情報工学科，２，創造工学部ﾛﾎﾞｯﾄﾒｶﾄﾛﾆｸｽ学科

１．研究の目的

本研究の目的は，映像解析を用いた野球の投球動作に対するシャドウピッチングトレーニング効果についてを検討することである．

２．研究の必要性及び従来の研究

現在のスポーツ界においては，プロスポーツ・アマチュアスポーツに関わらず，急速に IT 化が進んできている．例えば，スポーツ動作データを用いて相手選手を分析することや，また自らの動作フォームを分析し，技術向上に用いることが，多く行われてきている．近年，画像処理技術の発達により，動画像を対象とした画像処理を行うことが多くなり，特にスポーツ分野においては，抽出されたボールや選手の動きが，テレビ中継や解説番組，映像分析などに利用されている．また，近年ではスポーツパフォーマンスの向上を目指す工学的研究が報告されている．特に Head Mount Display(HMD)などに仮想の身体映像を視覚的に提示する方法でのフォーム学習に関する研究が盛んである．これらは，視覚提示された仮想身体の動作を真似ることで複雑な動作でも正確に学習を行うことができる．野球も IT 化が進んできているスポーツの１つであり，プロ野球のテレビ中継などでも，画面に投手が投じた球の球速，球種，回転軸，回転数や，打者の打った打球の打球速度，打球角度，飛距離が画面に表示される．さらに，VR 技術を用いて，実際の相手投手が投じた球筋や球速を体験しながらバッティング練習を行えるなど，練習でも活用されている．身近なものでは，バッティング時のスイング速度や軌道などを計測する小型の計測器や，野球ボールの内部にセンサが埋め込んであり，投球したボールの球速や回転軸，回転数，球種がわかる計測器もある．

野球は相手より多くと得点を挙げたチームが勝利となる競技だ．1 点でも多く相手より点数を挙げ，先に 27 個のアウトを獲得することが勝つための条件である．逆を言えば点数を取られなければ負けることはない競技でもあると言える．その点数を取られないようにするために一番重要とされているポジションが投手である．点数を取られないために，投手は野球の試合において，打者の予測を妨げ，様々な種類の球を投げる．それを成功させるためには，ストレートやカーブといった異なる球種において，打者から見た投球動作の外見的な違いを軽減する必要がある．投手は打者に打ちにくくするために，いかなる場面や状況，球種時でも同じ投球動作をすることが重要である．球速が速い投手でも，変化球を投じる際に投球動作にストレートと明確な差があると，打者に容易に打たれてしまう．しかし，球速が速くない投手でも，すべての球種で同じ投球動作だと打者からしたら打ちづらくなる．この

ように同じ投球動作で投げることは，勝利を左右する投手には必要な技術である．
野球の投球技術に関しては多くの研究があり，村田らは，社会人野球選手と高校野球選手の計９名(主力投手４名，控え投手５名)に投球をさせ，２台の高速ビデオカメラで動作を撮影した．その結果，評価の高い主力投手ほど投球時の支点となる投球腕と肩の位置のばらつきが小さく，球速が速い．また主力投手は，投球腕の肩や肘の角度や上胴の傾き，ひねり角などが球種によってほとんど変わらないと報告している．

一方で，鈴木らは，野球におけるピッチング動作の再現性を，デジタルハイスピードカメラを用いて各計測点における変動係数をもとに検証した．

その結果，計測点の変動係数が大きいと，全体的なピッチングフォームが安定せず，コントロールも安定していないこと．また，リリース直前における再現性が高いほどコントロールが安定すること．このことから，ボールコントロールの安定する条件として，リリース直前の腕の位置が同じ動作を行える再現性が重要であると報告している．
その再現性を向上させるために効果的な練習が「シャドーピッチング」である．「シャドーピッチング」とは，タオルなどの物品を把持し実際の投球同様に動作を行う練習である．
このシャドーピッチングの特徴としては，ボールを使用しないことで身体への注意が向けやすく，投球フォームのチェック・修正が可能であること．このことから，パフォーマンスの向上や障害予防，投球障害後のリハビリテーション等の目的で使用される．そこで今回は，大学野球選手を対象として，投球動作における直球と決め球の変化球の相違について検討すること．また，直球と変化球の投球時の関節角度を動作解析し，投球動作の再現性を検討した．さらに，「シャドーピッチング」を継続して行うことで，投球動作の再現性は向上するのかを検討した．

３．期待される効果

野球界に於いて，従来行われている，いわゆる「シャドウピッチングトレーニング」にどのような効果があるのか？3 か月間のトレーニング実験期間を経て，その効果を映像分析技術を用いて確認がされる．これらが明らかになることにより，効果の大きい選手と，そうではない選手の相違を検討し，トレーニングメニューに反映させることが可能となりうる．

４．研究の経過及び結果・評価

本測定は，大学構内の野球場にて行った．被験者の投手には，投手と捕手間の正規の距離 18.44m で，捕手に向けてマウンドから投球を行わせた．ストレートを５球，スライダーを５球投げてもらった．本研究では，測定箇所を肩関節，肘関節，体幹，膝関節，軸足とした．被験者には，各関節角度の算出のため，投手正面側と投手の横側にカメラを設置し，撮影しながら投球してもらった．投球動作は iPhoneX のカメラ機能(240fps)を利用し撮影を行った．また，１球ずつの球速，回転数を計測するために，「TECHNICAL

PITCH」を用いた．これは，3 次元加速度計が内蔵された硬式球とスマートフォンアプリを連携させ，1 球ごとの球速，回転数がリアルタイムで表示されるものである．

各被験者には，十分な準備運動と投球練習を行わせた後に測定を開始した．いずれの投球においても，普段通りの試合を想定した投球を行ってもらうように指示した．この計測の結果をもとに，直球と変化球の投球動作の相違について検討した．

さらに，被験者の半数(6 名)には，毎日 10 分以上の「シャドーピッチング」を計測後から 3 か月間継続してもらった．3 か月間の継続練習を終了後にもう一度，各被験者の測定を行った．そして，その結果をもとに，この練習を継続することで，直球と変化球の投球動作の相違や誤差は減少するのかを検証した．本研究では，直球と変化球の投球動作の違いを動作解析ソフトによる動作解析を行った．また，シャドーピッチング後の投球動作を動作解析し，シャドーピッチングは投球動作の再現性に関係しているのかを検討した．さらに，センサ内蔵型ボールを用いて，シャドーピッチンは球速，回転数に影響があるのかを検討した結果，以下の点が明らかになった．

⑴　直球と変化球の投球動作の相違は，肩関節と肘関節によくみられ，どの投手も直球時よりも腕が下がっている状態で変化球を投げている．
⑵　シャドーピッチング実施者は，体幹の傾斜，肩関節角度，膝関節角度で有意な差がみられ，その他の項目も有意な差ではなかったが，誤差は減少していた．
⑶　シャドーピッチング非実施者は，膝関節角度にしか有意な差がみられず，その他の項目でも誤差が減少するものはあったが，有意な差はみられなかった．
⑷　シャドーピッチングによる，直球，変化球の球速と回転数に有意な差はみられなかった．

以上のように，直球と変化球の投球動作には，肩関節と肘関節によって見分けられるが，シャドーピッチングはその誤差を減少させ，直球と変化球の投球動作の再現性を高めることが認められた．また，シャドーピッチングと球速，回転数の関係性は認められなかった．

５．今後の計画

被験者数を増加すること．トレーニング期間を延ばすこと．効果の現れない選手においては，どのような要因が考えられるかを検討する．

６．研究成果の発表

神奈川体育学会において，論文発表を予定している．

医療材料としての抗菌性ハイドロゲルフィルムの創製

応用バイオ科学科　和田理征，清水秀信，岡部　勝
基礎教養教育センター　三井和博

1. 研究目的

ポリ(ビニルアルコール)(PVA)は，含水性，透明性，生分解性，生体適合性に優れた高分子材料である。そのため，工業分野のみならず，医療や食品分野で注目されている。PVA を水などの溶媒に高温で溶解し，その熱溶液を冷却すると熱可逆性ゲルへ転移する。この種のゲルは物理ゲルと呼ばれ，成型加工性に優れている。しかしながら，PVA の物理ゲルは温水中でゾル化する欠点がある。これに対し，PVA 鎖を化学的に架橋したゲルは熱的性質が向上する。

キチンは自然界に豊富に存在し，カニやエビなどの甲殻類や昆虫の外皮，キノコなど菌類の細胞壁に含まれる。キチンは水に不溶で成型加工性に劣るが，キチンを脱アセチル化すると酸性条件下で溶解するキトサンとなる。また，キトサンはキチンと同様に毒性がなく，安全性が高いと報告されている。さらに，キトサンのアミノ基が細胞膜や細胞壁を破壊するといわれ，抗菌活性を有する材料の一つである。しかしながら，PVA に比べ成型加工性に劣る。

本研究では，抗菌活性を有するハイドロゲルフィルムの開発を目的としている。成型加工性に優れた PVA と抗菌活性を有するキトサンをブレンドすると，抗菌活性を有するハイドロゲルフィルムが作製できると考えられる。また，ゲルフィルムの吸水性や力学特性を検討することで，医療材料や食品材料，さらには，化粧品のフェイスパックなどの応用が期待できる。しかしながら，PVA を化学架橋するには，一般的に，グルタルアルデヒド(GA)が使用されている。GA は生体毒性があるためフィルム作製後，完全に除去する必要がある。安全性を考えた場合，架橋剤を検討する必要がある。そこで，架橋剤としてクエン酸を選び出し，PVA を架橋する方法を検討することを目的とした。クエン酸を用いて PVA を架橋できると，安全で，かつ，生体毒性のないフィルムができると考えられる。

2. 研究の必要性および従来の研究

PVA ゲルの研究は，ゲルの力学特性やメカニズムについて物理ゲルの報告が数多くなされている。特に, PVA 物理ゲルの力学的特性を向上させる方法として, 水とジメチルスルホキシド(DMSO)の混合溶媒中でゲルを作製する方法や凍結解凍法で作製する方法が報告されている。しかしながら，いずれの報告も物理ゲルであり，力学的特性は向上するものの熱的性質は低いという欠点がある。この欠点を補うために，分子鎖どうしを GA などの架橋剤で化学的に架橋し，熱的性質を向上させる方法もある。PVA 鎖を GA で架橋すると，熱的性質は大幅に向上し，粘弾性的特徴も大きく変化する。しかしながら GA の量が多いと熱的性質は向上するが粘弾性的特徴は低下する。逆に，GA が少ないと粘弾性的特徴は維持されるが，熱的性質は低下する。そのため GA の量を決定する必要がある。そこで昨年度，PVA に対する GA 量を決定したところ，PVA に対して 2%程度添加すると熱的性質が向上し，さらに，粘弾性的特徴が維持されることが分かった。いずれも力学特性に関する研究であり，抗菌性のゲルフィルムについての研究はほとんど検討されていない。また，GA は生体毒性があるため完全に除去する必要がある。

そこで本研究では，PVA を架橋する架橋剤を GA からクエン酸(CA)に変更し，安全で，かつ，抗菌性を有するゲルフィルムの開発を目的としている。また，ゲル状態でも抗菌性を示すゲルフィルムが開発できると，医療材料としての創傷被覆材や食品用の抗菌性ラップ，化粧品用のファイスパックなどへの応用が期待でき，さらに，PVA，キトサン，CA はいずれも生体適合性，食品添加物として使用されていることからも，抗菌性 PVA/キトサン/CA ハイドロゲルフィルムの研究開発は大いに意義がある。

3. 期待される効果

ゲル材料を医療材料や食品，化粧品などに応用する場合，安全性が要求される。さらに，成型加工性と力学強度に優れた材料が求められる。現在，ゲルの強度を向上させた材料として，性質の異なる分子鎖どうしを化学的に架橋したダブルネットワーク(DN)ゲルやポリロタキサンに代表される架橋点がスライドする高分子ゲル材料の研究開発が行われている。しかしながら，これらのゲルは高強度の材料を目指したものであり，抗菌活性を示さない。本研究で目指す材料は，抗菌性を付与したゲル材料であり，その構造や物性を検討した報告は国内外問わず少ない。また，PVA とキトサンは生分解性や生体適合性を示すことから，現在問題となっている海洋プラスチックごみ問題や海洋生物がプラスチックを誤食しても影響は少ないと考えられる。このような環境負荷の少ない材料開発の研究報告は少なく，さらに，PVA の架橋剤を食品添加物として認められているクエン酸を用いた研究例も少ない。

本研究では，粘弾性的性質に優れた PVA と抗菌性のキトサンをブレンドすることによって，相互侵入型網目構造(IPN)を持つ新規な PVA/キトサンブレンドフィルムを作製し，細菌やカビなどに対する抗菌性およびキャラクタリゼーションを検討するものである。また，キトサンのアミノ基がフィルム表面を覆った semi-IPN 型のゲル材料ができると，熱的性質が向上してオートクレーブなどの滅菌処理が容易になる、このことからも医療分野や食品分野，さらには，化粧品分野での応用が期待できる。

4. 研究経過および結果

本研究に使用した試料は，けん化度 98.5±0.5mol%，重合度 1700 の PVA である。また、架橋剤には無水クエン酸(CA)を用いた。PVA と CA を架橋させる方法として，まず，所定量の PVA を量り取り，純水を加えて高温で完全に溶解させた。その後，PVA 溶液を室温まで冷却し，PVA 量に対して 0～50%になるように所定量の CA を水に溶解させた。次に，CA 溶液を PVA 溶液に加えて激しく攪拌し，PVA/CA 溶液を作製した。この溶液をシャーレに流し込み，脱気後、140℃のホットプレートで 3 時間加熱して反応させた。加熱後室温に冷却し，1mol/L NaOH 水溶液を流し入れ，2 時間以上浸漬して中和した。中和後，フィルムを純水で洗浄し，さらに，純水に 4 時間以上浸漬させて未反応の CA および NaOH を除去した。その後，作製したフィルムを乾燥させて実験に用いた。以下，このフィルムを 1 回加熱フィルムと記す。

作製したフィルムが架橋しているのか確認するために，PVA/CA フィルムを純水に浸漬し，100℃の沸騰水中で加熱した。その結果を表 1 に示す。この表を見ると，1 回加熱フィルムは，CA 濃度が 20%以上で 60 分程度形状を維持できることが分かった。しかしながら、作製したフィルムは透明であるが，表面に凹凸が多く存在し，1 回加熱フィルムは引張試験等で再現性が得られなか

表 1　1 回加熱 PVA/CA フィルムの溶解試験

sample	time (min)						
	5	10	15	20	30	40	60
CA0%	○	×	—	—	—	—	—
CA5%	○	×	—	—	—	—	—
CA10%	○	×	—	—	—	—	—
CA15%	○	×	—	—	—	—	—
CA20%	○	○	○	○	○	△	△
CA30%	○	○	○	○	○	○	○
CA40%	○	○	○	○	○	○	○
CA50%	○	○	○	○	○	○	○

○：不溶　△：半溶解　×：溶解　－：測定不能

った。そこで，PVA/CA 溶液を作製後，50℃で完全に水を除去し，その後 140℃で 3 時間加熱した。作製したフィルムを図 1 に示したが，いずれも透明で表面に凹凸の少ないフィルムが作製できた。以下，このフィルムを 2 回加熱フィルムと記す。次に，溶解試験を行った。

CA　0%　　5%　　10%　　20%　　40%　　50%

図 1.　PVA/CA2 回加熱フィルム.

表 2　2 回加熱 PVA/CA フィルムの溶解試験

sample	time (min)						
	5	10	15	20	30	40	60
CA0%	○	×	—	—	—	—	—
CA5%	○	○	○	○	○	○	○
CA15%	○	○	○	○	○	○	○
CA30%	○	○	○	○	○	○	○
CA40%	○	○	○	○	○	○	○
CA50%	○	○	○	○	○	○	○

○：不溶　△：半溶解　×：溶解　－：測定不能

溶解試験を行った結果を表 2 に示す。表 2 を見ると，1 回加熱フィルムよりも低濃度側まで溶解しないことが分かる。これは，水を完全に除去することによって，PVA 鎖と CA の架橋反応が進行しやすいためと考えられるが、詳細は今後の検討課題である。

次に，PVA と CA の架橋の有無を FTIR により検討した。CA の COOH 基と PVA の OH 基が架橋反応すると考えられることから，CA 濃度が増加すると C=O が徐々に増大すると考えられる。その FTIR 測定結果のスペクトルを図 2 に示す。この図を見ると，いずれの加熱方法で作製した

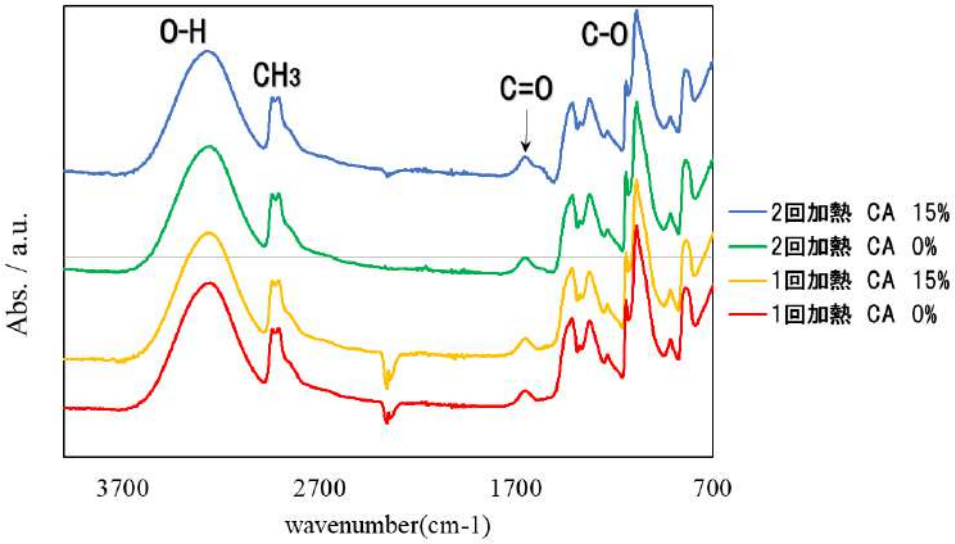


図 2.　PVA/CA フィルムの FTIR スペクトル.

PVA/CA フィルムの FTIR スペクトルには大きな変化は見られなかった。しかしながら，2 回加熱 PVA/CA フィルムの C=O 基を見ると, 1 回加熱フィルムに比べブロード化していることがわかる。このことから，CA の COOH と PVA の OH 基が架橋反応していると考えられる。

そこで，PVA/CA フィルムの力学強度を引張試験より検討した。なお，引張速度は 10mm/min とし，一軸延伸した。引張試験より応力－ひずみ曲線を作成し，その初期勾配よりヤング率 E を求めた。その結果を図 3 に示す。図 3 を見ると，1 回加熱フィルムおよび 2 回加熱フィルムのいずれも CA 濃度が増加すると減少した。

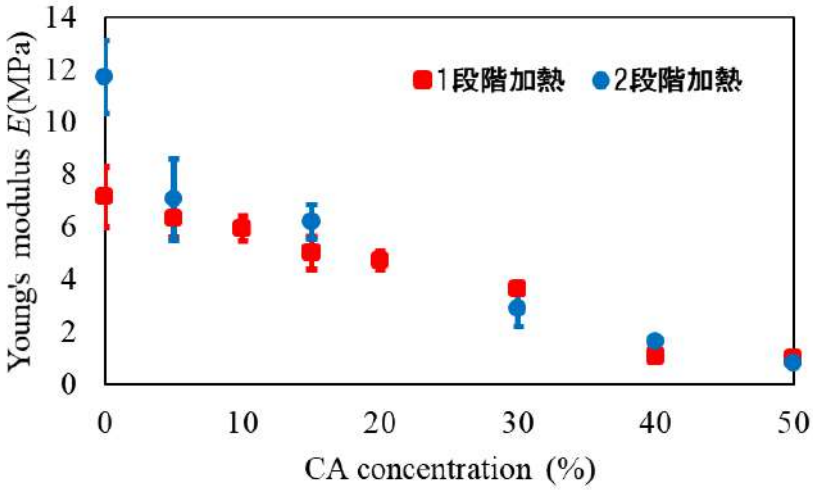


図 3.　PVA/CA フィルムのヤング率 E.

一般に，架橋密度が増加すると分子鎖が密に固定化されるため，柔軟性が減少する。その結果，フィルムは堅くもろくなる。しかしながら，PVA/CA フィルムでは，架橋剤として用いた CA 濃度が増加するとヤング率 E は減少した。これは，PVA の微結晶が関係しているのではなかと考えられる。PVA の物理ゲルは微結晶を形成してゲルを形成するといわれている。そのため，PVA 物理ゲルの引張試験を行うと，微結晶が増加するとヤング率 E は増大し，逆に，微結晶が減少するとヤング率 E も減少する。この微結晶がヤング率 E に影響を及ぼしていることから，PVA/CA ゲルでも微結晶が減少したと考えられる。つまり，1 回加熱フィルムでは，フィルムを作製する際，溶液中で PVA 鎖はランダムコイルであり，ランダムコイルの PVA 鎖と CA の架橋反応が進行すると，微結晶が形成されずにフィルムを形成する。その結果，アモルファス部分が増加し，ヤング率 E が減少したと考えられる。さらに，2 回加熱 PVA/CA フィルムでも溶液を乾燥させる操作を行っても CA が PVA 鎖の凝集を抑制し，微結晶が少ない状態で架橋反応が進行したと考えられる。その結果，CA 濃度が増加してもヤング率 E は減少したと考えられる。しかしながら，詳細は不明であり今後の検討課題である。

今回作製した PVA/CA フィルムは，CA 濃度が増加するとヤング率 E は減少するが，ひずみに大きな変化は見られなかった。また，2 回加熱 PVA/CA フィルムは透明で，表面に凹凸の少ないものであった。今後は，この 2 回加熱フィルム作製方法を用いてキトサンをブレンドし，PVA/キトサン/CA フィルムの作製方法の検討および抗菌試験を行う予定である。

5. 今後の計画

本年度では，PVA/CA の作製方法を検討し，PVA/CA 溶液を 50℃で水を完全に除去した後に 140℃で 3 時間加熱する，2 回加熱方法で表面に凹凸のないフィルムが作製できることがわかった。しかしながら，PVA/CA の構造やキトサンをブレンドする方法を検討しなければならない。そこで今後は，キトサンを PVA/CA にブレンドして，抗菌性 PVA/キトサン/CA フィルムを作製する予定である。

6. 研究成果の発表

1) 和田理征，伊藤晃一，澤井　淳，瑞慶覧章朝，清水秀信，岡部　勝
「PVA/キトサンフィルムの特性と抗菌性」
第 68 回高分子学会年次大会，2019，5(大阪府立国際会議場)

2) 和田理征，清水秀信，岡部　勝，瑞慶覧章朝，澤井　淳
「化学架橋型 PVA/キトサンブレンドフィルムの構造とその特性」
日本防菌防黴学会第 46 回年次大会，2019，9(千里ライフサイエンスセンター)

2020 年 5 月 29 日

導電テザーを用いた宇宙デブリ除去技術における新素材テザーの特性調査と伸展制御に関する研究

研究者名：工学部機械工学科　渡部　武夫
〃　大久保博志
〃　水野　敏広
創造工学部
ロボット・メカトロニクス学科　吉野　和芳
宇宙航空研究開発機構(JAXA)
研究開発部門第二研究ユニット　河本　聡美

１．研究の目的

本研究グループは、宇宙デブリ削減を目指す宇宙環境保全技術の一つとして、導電性テザー(EDT)技術を利用した宇宙デブリ除去デバイスの研究・開発に取り組んできた。このデバイスは、裸（ベア）のテープテザー（テザー：ひも）を折りたたんで収納し、展開する機構を備えており、その素材物性や収納・展開特性、伸展ダイナミクス・制御に関する実験的／数値的解析、およびその準備と検討を目的とした。

２．研究の必要性及び従来の研究

宇宙デブリ問題は、宇宙というフィールドにおける新しい「環境問題」であり、これを解決／緩和する宇宙環境保全技術は、将来の人類の宇宙開発事業を維持するために不可欠な存在となりうる。デブリ除去技術には、既存デブリを捕獲・処理する能動的デブリ処理(Active Debris Removal: ADR)と、使用済み衛星のデブリ化を未然に防ぐミッション後除去(Post Mission Disposal: PMD) がある。本研究で開発および性能向上を目指す EDT を使用した PMD デバイスには、軌道上での安全かつ安定した展開が求められ、また、シンプル、コンパクトかつ高効率にデザインされなければならない。

従来の研究では、デブリ処理のための軌道変換には高層大気の空気抵抗利用することを図る膜面展開や、小型のロケットなどを推進機を用いる方法などが考案され一部の実証機が打ち上げられ試験などもされている。それらに対し、当該研究の導電テザー推進による軌道変換方法は、推進剤が不要であり、かつ大気密度の薄い高高度でも運用することが可能である。

上記鑑み、本研究では、導電性テザー技術を用いた PMD デバイスを取り扱い、そのテザーにはベアテープテザー、展開機構には折り畳み型をそれぞれ採用したコンセプトを提案し、その実用化と性能向上を目指す基礎研究を、産官学連携の体制で行ってきた。

３．期待される効果

本研究は、以下の３つのテーマ、①展開機構の検討、②テザー物性の調査、③伸展ダイナミクスのシミュレーション、を軸に構成されそれぞれ実験的、数値的な検討を実施してきた。これらの成果から期待される効果はをそれぞれ以下に示す。

① 展開機構の検討

ターゲットとするサイズの衛星に搭載可能なサイズにデバイスを設計するために有効な分離メカニズムのコンセプトを考案、また、その検討を実施。その過程で設計に有益なノウハウの蓄積され、小型化や高性能化が期待される。

② テザー物性の調査

システムの性能向上、特に導電性能を高めるために、テープテザーに新しい素材を用いることを検討しており、力学的な特性や基礎的な材料特性の把握が求められる。サンプル素材に対して各種試験を行うことで、収納効率の向上や地上でのハンドリング性能の確認、設計最適化に有益な知見が得られることが期待される。

③ 伸展ダイナミクスのシミュレーション

軌道上で子機を分離展開し、テザーを伸展させて推進状態に遷移させる際の安定性に主に着目し、安全な展開のために許容される条件などを数値モデル上で判定することを目指す。その傾向をとらえることで、運用計画を検討するのに有益な知見が得られると期待される。

４．研究の経過及び結果・評価

2019 年度に実施した研究の経過および結果とその評価を以下に、代表的な成果に関する写真等を図１にそれぞれ示す。

① 展開機構の検討

分離機構の初期検討モデルの動作を確認するため、ガス浮上式の機体とガラス定盤を組み合わせた二次元の微小重力環境模擬システムを構築した。また、構折り畳み機構のテザー収納効率に関して、考案された折り畳みパターンごとのモデルを検討し、設計に必要なパラメータの試算に有益なノウハウを得た。

② テザー物性の調査

取り扱うテープテザーのスケールに適した卓上型引張圧縮試験機（フォーステスターMTC-2150）を新たに導入した。候補となる様々な素材のテープテザーに対して、通常の引張試験のほか、折癖や、切り欠きや穿孔などのダメージを与えた場合の強度低下に関しての試験を実施し、有用なデータを得た。また、折りたたむ際の加工法、特に加熱やプレス加工の影響やハンドリングに関する検討、微小張力状態における折癖によるばね性についての検討も実施した。これらの知見は実際にデバイスを設計し、組み立てる際にも役立つと期待している。

図１．　2019 年度の研究成果より（左：①構築したガラス定盤、中：②導入した引張試験機、右：③数値シミュレーションによる展開安定性判定の一例）

③　伸展ダイナミクスのシミュレーション

数値シミュレーションにより、軌道上のテザー衛星簡易力学モデルの子衛星分離後の展開挙動を解析した。軌道上でのテザー展開の成否条件を展開後の結果挙動のパターンで分類し、初期条件依存性について検討した。この際、初期条件を乱数で与えるモンテカルロ法を用いて、テザー展開の安定性についての傾向をとらえることを目指した。解析手法の検討や結果例は、運用計画を検討する際に役立つと期待している。

上記研究成果に加え、前年度に開始された民間企業との共同研究契約から繋がる産官学連携での研究体制による研究開発活動は、コンセプト共創を経て事業協同実証のフェーズに移行するに至った。大学サイトに紹介された関連記事 URL も併せて以下に示す。

https://www.kait.jp/news/1707.html

一方で、前年までの準備検討の内容をまとめて発表した。対外発表リストを第 6 項に後述する。

５．今後の計画

上記につづく 2 年目は、関係する研究機関と連携しながら、以下に示す実験的／数値的解析と検討を実施する計画である。

●新型テープ試作、展開機構の性能向上

初年度の調査研究の結果、新素材テザー候補が複数挙げられた。その中からの絞り込みや、テザーサンプルの試作とその物性試験などを実施する。

●分離展開実験

モデルを用いた展開試験、伸展制御のためのブレーキ機構の実験的検討を計画している。

●数値シミュレーション

テープテザーの伸展に関して、引き続き数値シミュレーションを実施する。様々な初期条件や、物性等の力学的条件での数値シミュレーションを多数行い、実験結果から得られたパラメータなども盛り込み、精度の向上を目指す。

６．研究成果の発表

本研究に関して、以下の学会・論文等において成果の一部を発表した。

[1] Tsuyoshi Sato, Satomi Kawamoto, Yasushi Ohkawa, Takeo Watanabe, Koh Kamachi, and Hiroshi Okubo, "Performance of EDT System for Deorbit Devices Using New Materials" Proceedings of the 6th International Conference on Tethers in Space, Madrid, 2019

[2] Tsuyoshi Sato, Satomi Kawamoto, Takeo Watanabe, Koh Kamachi, Yasushi Ohkawa, Yu Oikawa, Lena Okajima, and Hiroshi Okubo"A Study on PMD Device for Microsatellites Using Electrodynamic Tether", The 32nd International Symposium on Space Technology and Science, Fukui, 2019

[3] Tsuyoshi Sato, Satomi Kawamoto, Yasushi Ohkawa, Takeo Watanabe, Koh Kamachi, and Hiroshi Okubo, “Performance of EDT System for Deorbit Device Using New Materials” Acta Astronautica, June, 2019（掲載決定）

[4] Tsuyoshi Sato, Satomi Kawamoto, Takeo Watanabe, Koh Kamachi, Yasushi Ohkawa, Yu Oikawa, Lena Okajima, and Hiroshi Okubo“A Study on PMD Device for Microsatellites Using Electrodynamic Tether”Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan, ISTS Selected Papers June, 2019（掲載決定）

妊婦体験システムの開発

研究者名：情報メディア学科　所属学科　　氏名　小坂崇之

1. 研究の目的

我々は誰しも、母親のお腹で命を授かる。新しい命が育っていく喜び、胎児がお腹を蹴るなどの胎動の感動は何事にも代えがたいものである。「妊娠」・「出産」とは女性だけの特権であり、男性は「妊娠」することはできない。女性は、命を授かった喜びを噛みしめながら、大きくなるお腹と「ツワリ」や「陣痛」に立ち向かいながら出産を迎える。一方、男性は、身体の変化も苦しみも味わうことなく約 10 ヶ月後には自分の子供に出会うことができる。妊娠中の女性の大変さを、どれだけの人が理解しているだろうか？おそらく多くの人が理解できていないのではないだろうか。大きくなっていくお腹での、階段の上り降り、洗濯や掃除など身体的負担、出産や育児などのメンタル面、食事制限、衛生面、それらを全て理解している男性は非常に少ないのではないだろうか。そのため、男性だけでなく未出産の女性、子供たちは「混雑する電車やバスの中で席をゆずる」「妊婦の近くでタバコを吸わない」など妊婦への配慮を怠ってしまう。男性でも妊婦の大変さ、喜びを体験することができれば、妊婦に対してやさしく、また生まれてくる子供に対して愛情を持って接することができるのではないだろうか。

2. 研究の必要性及び従来の研究

国内の各市町村では、出産を迎えた妊婦やその配偶者・家族を対象に「両親学級」が開催されている。一般的な両親学級は出産の仕組みや流れ、産後の赤ちゃんの世話についてのレクチャを受講する。講義という受け身ではなく体験学習が主に行われている。出産の前から夫婦揃って育児をする疑似体験をすることができ、家族みんなで妊婦の大変さを理解する場として利用されている。両親学級において妊婦体験ジャケットを用いられることが多い。7.3kg(妊娠 7 ヶ月相当)のジャケットを装着し、しゃがんだり階段の上り下りを実際に体験することで、妊婦の気持ちを理解するものとして用いられている。最近では、佐賀県、宮崎県、山口県の 3 県の知事が妊婦ジャケットを着用し、仕事や家事、買い物などを行うことで妊婦の大変さを体感し、その模様が YouTube にアップされ国内外で話題になった。海外において、オムツメーカーの Huggies は，同様に胎動を計測し再現できる Hug Belt を 2013 年に動画を公開している。また、Fibo は母親の胎動の動きを検出し父親のブレスレットに通知するコンセプトを発表しているが、どのように胎動の計測と再現をおこなっているのか，技術資料や論文もなく コンセプトムービーの可能性が高いのが現状である．しかし、このようにコンセプトムービーが反響を呼んでいる事情を鑑

みると妊婦体験の需要の高さが伺える。このように、国内外において妊婦の大変さを理解しようとする試みの需要は高く、我々が提案する手法は有益である可能性が高いのが現状である。

3. 期待される効果

本研究課題では、妊娠を疑似体験することができ、胎児とのインタラクティブ可能なシステムを提案する。胎児が成長する喜びや、それに伴う、胎児の胎動や重さなどの妊婦独自の身体的負担を体験することができ、「生命の尊さ」「助け合いの大切さ」「親への感謝の気持ち」を養うことができる。また、腹部に胎動感を呈示する内臓感覚呈示デバイスを開発する。胎動は妊婦だけの特権であり夫やパートナーは体験することはできない。そこで夫やパートナーに対して胎動や妊婦の大変さを提示することができれば、いままで以上に生まれてくる子供に対して愛情をもって接することができるのではないかと考える。

4. 研究の経過及び結果・評価

今年度は、子供用のジャケットの開発を終えた。これまでに妊婦体験システムのプロトタイプを開発し、様々なマタニティイベントで展示をおこなっているが子供連れの家族で体験に来ることも多く「子供は体験できないのですか？」という声が多かった。プロトタイプ妊婦体験システムは成人の男性をターゲットにしており子供を対象としていない。家族で、例えば、妻の見ている前で、夫と子供が、同時に妊婦体験システムを体験することができれば、「お母さん、こんなに大変だったの？お父さん、これは、手伝わないといけないよね？」といったように会話が生まれ、母親の大変さを家族で体験することができるのではないかと期待できる。

しかしな、COVID-19 の影響で両親学級などのイベントが全て中止になり、評価実験などを行うことができていないのが現状である。

５．今後の計画

これまで妊婦体験システムで再現している胎動（胎動の出現場所、強さ）は、我々が妊婦に対してアンケート調査をおこなった結果に基づいて作成した架空の胎動であり、実際の妊婦の胎動を計測して再現しているわけはない。より現実感を高めるためには、実際の胎動を計測し再現する必要がある。平成 28～30 年度、重点課題研究において胎動を客観的に計測する胎動スキャナの開発を行っており、妊婦の実際の胎動データ計測を行っている。本課題研究では、これまでの重点研究課題で取得された胎動データを開発した妊婦体験システムで再現することで現実感の向上を目指す。

６．研究成果の発表

COVID-19 の影響で両親学級などのイベントが全て中止になり、評価実験などを行うことができていないのが現状である。

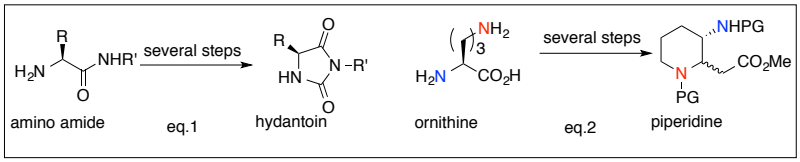
新規含窒素ヘテロ環合成法の開発と応用

研究者名：応用化学科　山口　淳一

１．研究の目的

（以下本文は、10.5 ポイント、MS 明朝）

申請者らは個別に、新しい含窒素ヘテロ環合成の新しい手法を開発している。すなわち、含窒素五員環である光学活性多置換ヒダントインを光学活性アミノ酸アミドから合成する手法を開発している（山口）(eq.1)。一方窒素六員環化合物である光学活性ピペリジン化合物をアミノ酸の一種であるオルニチンから合成する新手法を開発している（野田・森川）(eq. 2)。原料となるそれぞれ合成した新規化合物を足がかりとし、新しい光学活性含窒素ヘテロ環のさらなる合成を行っている。今回検討する手法は、すでに報告された手法とは異なるものを模索するもものである。



２．研究の必要性及び従来の研究

窒素原子を環内に含む化合物は生物活性を示すものがあり、創薬の世界において多くの化合物が医薬品候補化合物として合成されている。その中でも五員環（ピロリジンあるいはイミダゾリン）、六員環（ピペリジン）各誘導体は生物活性を示すものが多く、その構造をベースに生物活性化合物をデザインされることが多い。例えば、イミダゾリン骨格を基本としたヒダントイン(hydantoin)は中枢神経系に作用することが知られており、誘導体であるフェニトイン(phenytoin)は抗てんかん薬の第一選択薬である(Fig.1)。その他、エトトインなど多くの誘導体が知られ抗てんかん薬として知られる。一方、ピペリジン(piperidine)環が形式的に 2 つ縮環しているスパルテイン(sparteine)は天然から単離され、ナトリウムチャネル阻害作用を示す化合物として知られている。このように含窒素ヘテロ環類は医薬品の基本骨格をなすものが多く、現在も新しい化合物の合成が世界中で行われている。新しい合物を合成するためには、新しい合成手法の開発が不可欠である。今回研究の柱として、申請者らが合成に成功しているヒダントイン、ピペリジン誘導体をベースとして、新しい「合成手法を開発」することに主眼を置いている。

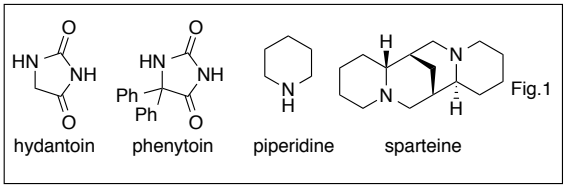


Fig.1

３．期待される効果

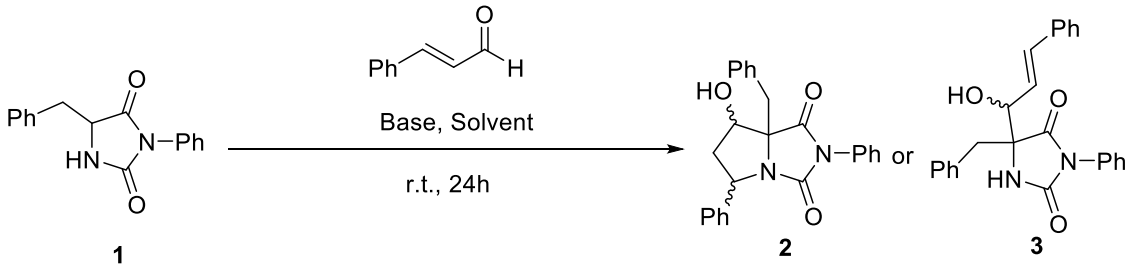
新規化合物を合成するための多くの化合物合成に適用可能な新規合成方法を開発するのが今回の目的である。新しい反応条件下にて反応が進行するだけでなく、簡便さ、シンプルな反応系を求めていく。本研究で開発した合成法を用いて、新しい化合物群の合成も検討していくことによって、ヘテロ環合成化学の新規合成法を開発することができる。

４．研究の経過及び結果・評価

フェニルアラニンから誘導されるヒダントイン誘導体１を用いてシンナムアルデヒド（cinnamaldehyde）で反応条件検討を行った。

ロイシン、バリン、トリプトファンから誘導されるヒダントイン誘導体１を用いてシンナムアルデヒド（cinnamaldehyde）で処理した。その結果、種々の溶媒を用いて検討をしたが DMF が最も適切であることがわかった(Run1～5)。さらに塩基の存在は不可欠であった(Run6)。塩基のうち、K_2CO_3 が最も適切であるとわかった(Run6～8)。また、塩基を $NaHCO_3$ に代えたところ２の構造の化合物は確認できず、５位の炭素に攻撃した３のみを得た(Run14,15)。続いて、ロイシン、バリンから誘導されるヒダントイン１を K_2CO_3 存在下、室温でそれぞれ処理した。結果、ロイシンは２の構造を有すると考えられる化合物を得た。それに対し、バリンは３の化合物のみを得た。

このようにヒダントインの構造によって得られる化合物の構造が異なる結果られることが分かった。

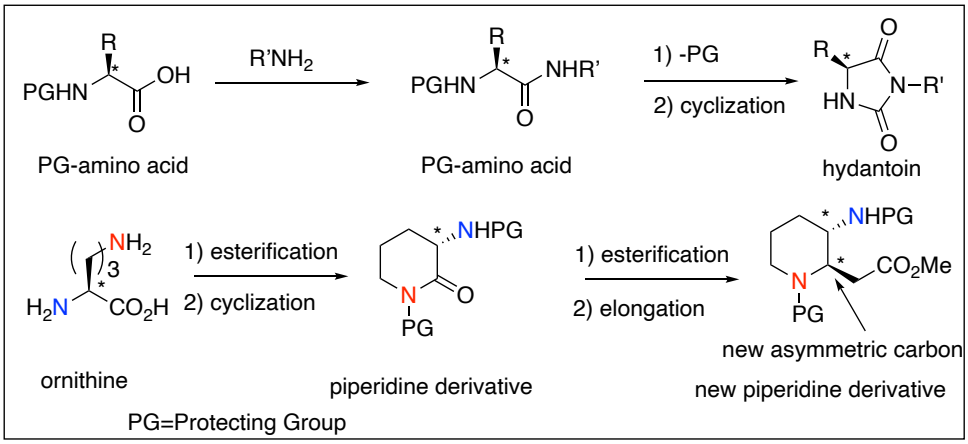


				2	3
Run	solvent	base[eq.]	Temp. [℃]	Yield [%]	
1	dry-DMF	K_2CO_3(1.2)	rt.	39	20
2	dry-THF	K_2CO_3(1.2)	rt.	-	-
3	CH_3OH	K_2CO_3(1.2)	rt.	-	-
4	CH_2Cl_2	K_2CO_3(1.2)	rt.	-	17
5	CH_2Cl_2	K_2CO_3(1.2)	rt.	5	76
6	dry-DMF	-	rt.	-	-
7	dry-DMF	Et_3N(1.0)	rt.	-	-
8	dry-DMF	K_2CO_3(0.1)	rt.	14	17
9	dry-DMF	K_2CO_3(1.2)	40	57	2
10	dry-DMF	K_2CO_3(1.2)	60	63	-
11	dry-DMF	K_2CO_3(1.2)	80	95	-
12	dry-DMF	$NaHCO_3$(1.2)[a)]	rt.	-	58
13	dry-DMF	MTBD(0.1)	rt.	12	29
14	dry-DMF	$NaHCO_3$(1.2)	40	-	30
15	dry-DMF	$NaHCO_3$(1.2)	60	-	-

[a)] 1,3,4,6,7,8-Hexahydro-1-methyl-2*H*-pyrimide[1,2-*a*]pyrimidine

５．今後の計画

ヒダントインはいくつかの生物活性を示す事を明らかにしており、その活性を向上する事を研究目標の一つに設定している。また、ピペリジン誘導体においても、アミノ酸由来の不斉点を利用し、新たな不斉点を効率よく誘導するのが目的となっている（下図参照、＊は不斉炭素を示す)。



6．研究成果の発表

エナミノンのハロゲン化剤によるジハロケトンへの変換反応、山口　淳一・○本間　達也・花瀬　友也・赤城　由夏・小池　亮、日本化学会第 100 春季年会（2020. 3、千葉）

「キノリチジンアルカロイドを基盤とする多様な骨格分子の実用的合成」

神奈川工科大学・応用バイオ科学部・応用バイオ科学科　野田　毅

１．研究の目的

効率的な生物評価や、探索方法の開発により、評価する新規化合物のライブラリーの重要性は高まっている。生体内の生理作用を調節するタンパク質分子の発見が相次ぐ中、それらタンパク質の機能を選択的に調節する物質が病気の治療とともに生命現象の解明に不可欠である。近年、高齢化に伴う認知症などの治療に向け、精神疾患に関係する分野において、脳内への物質の移行性の問題点を解決する低分子活性物質が求められている。本研究は、今後さらに拡大する精神疾患に関する問題を解決に導くため、昔から神経関係に作用する物質として利用されているアルカロイドを基本骨格に持つ構造上多様性のある分子を創製する。

２．研究の必要性及び従来の研究

生物活性天然物、それは多彩な生物活性と特徴的な構造を有し、多くの研究者の興味を引きつける化合物である。一方で、活性や毒性、物性などが不十分で医薬品へ応用されずに埋もれている化合物も多く存在する。天然物の誘導化により、これらの問題点の解決が試みられているが、限定的であり、困難さを伴う。このような化合物群を改良・発展させる方法として、その天然物の誘導化を容易にする方法の開発が不可欠である。現在行われている生物活性天然物をターゲットとした合成研究の取り組みとして、天然物の類縁体の合成およびその量的確保が困難なため、類縁体合成を意識した合成戦略に基づく合成研究、生物活性を意識した天然物の構造の単純化、効率的な合成の開発、ワンポット合成・マイクロフロー合成を利用した連続反応プロセスの開発が行なわれている。ただ、現在試みられている方法論の研究は、明確な生物活性がわかっている化合物に集中しており、未知なる化合物を対象としていない。

３．期待される効果

本研究の特徴は、申請者が開発した手法を用い、生物活性天然物の骨格を有する今までにない生物活性物質を供給できる。標的とするコア骨格は、３次元的な多様性構造を持つであるが類縁体合成を意識した合成戦略に加えて、類縁体からの誘導化が容易。天然物の構造を単純化するのではなく、生物活性天然物の持つ生体物質との相互作用部位に加えて、さらに相互作用する部位を付与した化合物であり、多様な生物活性が期待できる。

４．研究の経過及び結果

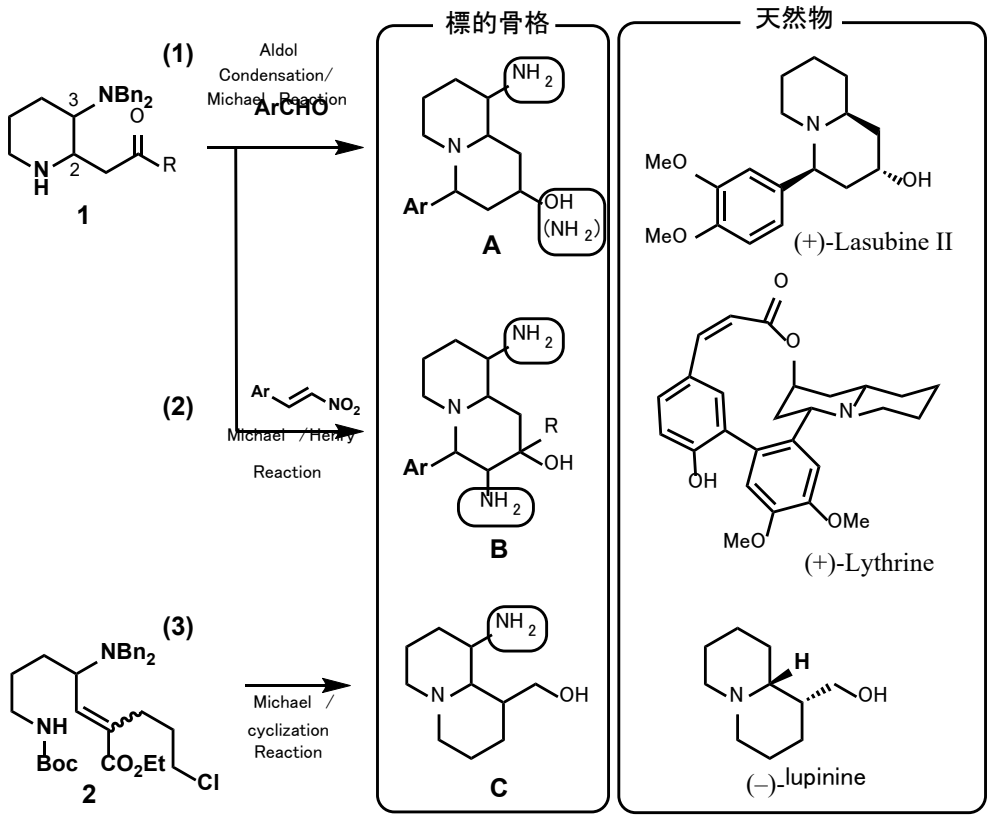
研究計画内容：基本骨格となる以下の３つのキノリチジン骨格を持つ類縁体 **A**, **B**, **C** の合成プロセスの確立を目指し、検討を進めた。

(1)　β−アミノケトンとアルデヒドとの縮合／分子内マイケル付加を経由する **Lasubine II** 類縁

体 **A** （４つの不斉中心）の合成

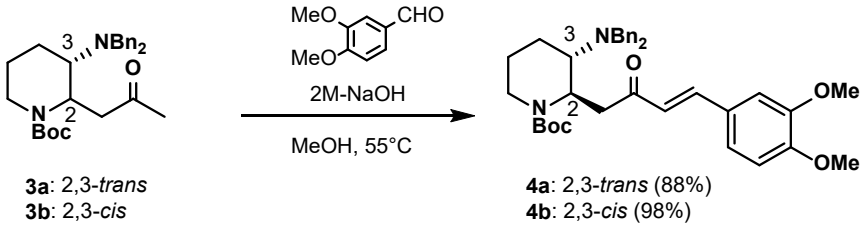
(2)　β−アミノケトンとニトロアルケンとのマイケル反応／ヘンリー反応を経由する **Lasubine II** 類縁体 **B** （５つの不斉中心）の合成

(3)　マイケル反応、分子内環化反応を経由する**Lupinine** 類縁体 **C** （３つの不斉中心）の合成



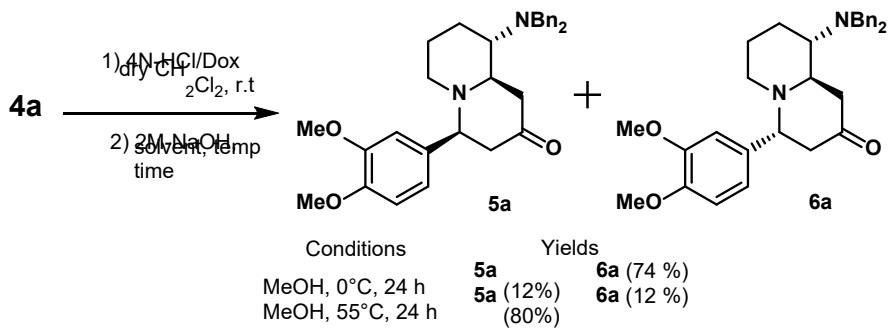
(1) **Lasubine II** 類縁体 **A** （４つの不斉中心）の合成

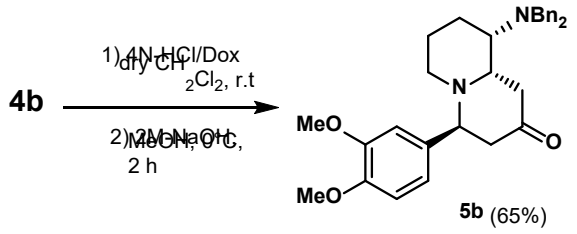
ピペリジン環を有する 2, 3-置換体 **3a**, **3b** から出発し、アルデヒドとの縮合反応により **4a**, **4b** をそれぞれ 88%, 98%の高収率で得ることができた。



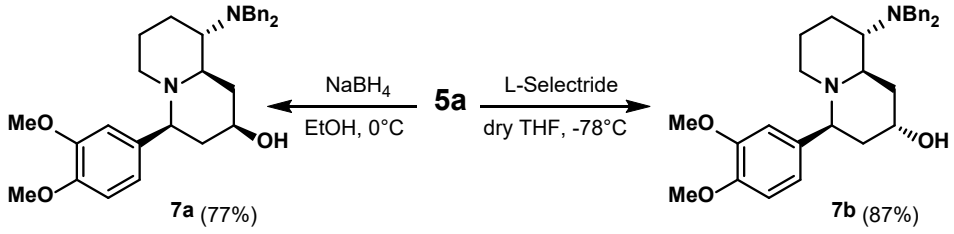
これらα,β-不飽和ケトン **4a**, **4b** のBoc 基をHClにより脱保護し、各種条件下でのキノリチジン環化反応を検討した。2,3-*trans* 体である **4a** の脱Boc体をメタノール中0°Cにて24時間処理したところ主生成物として **6a** (74%)、副生成物として **5a** (12%)が生じた。温度を高くすると主生成物は逆転し、主生成物が **5a** (80%)、副生成物として**6a** (12%)が生じ、それぞれの化合物を選択的に得ることが可能であることが分かった。**5a** と **6a** はアルカリ条件化で異性化が観測されたことから、**5a** が熱力学的生成物、**6a** が速度論的生成物と結論付けた。

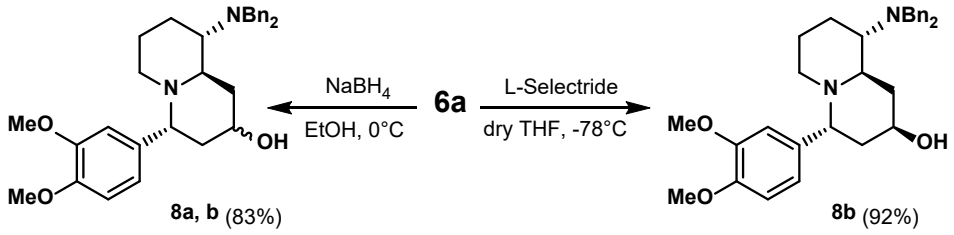
一方、2,3-*cis* 体である **4b** の脱Boc体をメタノール中0°Cにて2時間処理したところ **5b** が単一化合物として得られた。加熱すると **5a** と**6a** に異性化することが分かった。

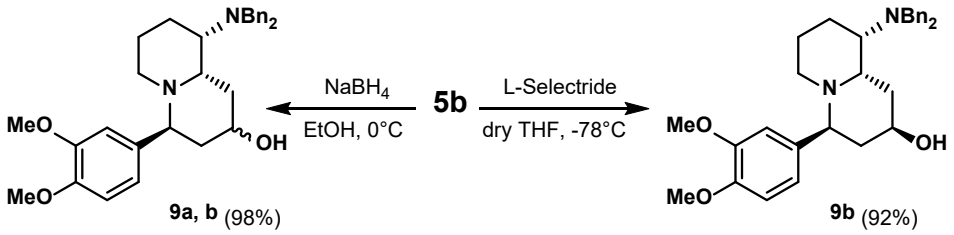




こうして得られた３つのキノリチジン **5a**, **6a**, **5b** のについてケトンの還元による標的骨格の合成を検討した。**5a** を$NaBH_4$で還元すると４位の芳香環と逆のアキシヤル側から試薬が攻撃して生じる還元体 **7a** (77%) が単一生成物として得られた。立体的にかさ高い L-Selectride を還元剤として用いると、エクアトリアル側からの試薬の攻撃により、還元体として **7b** (87%) が得られた。**6a** では、$NaBH_4$で還元すると２種の還元体 **8a**, **8b** の混合物となった。シリカゲルカラムでの分離は困難であった。しかし、L-Selectride では単一化合物として**8b** (92%) が得られた。**5b** では、$NaBH_4$ 還元では２種の還元体 **9a**, **9b** の混合物となった。シリカゲルカラムでの分離は困難であった。しかし、L-Selectride では単一化合物として **9b** (92%) が得られた。一部の化合物で混合物として得られたものの、４つの化合物で選択的に化合物を選択的に得られる方法を見出した。これらの立体構造は、NMRスペクトルにより推定した

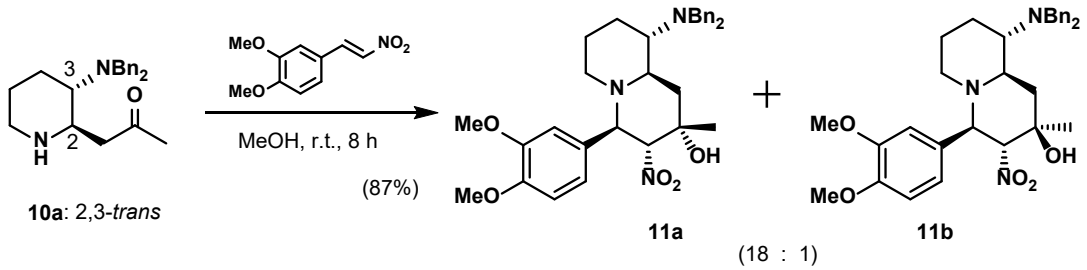


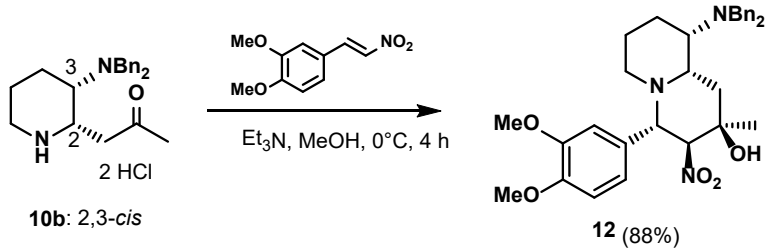




(2) **Lasubine II** 類縁体 **B** （５つの不斉中心）の合成

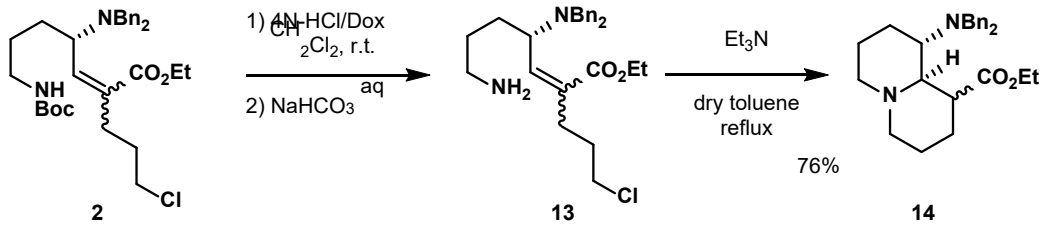
β-アミノケトン **10a, 10b** とニトロアルケンとのマイケル反応／ヘンリー反応を経由する環化反応を検討した。トランス体 **10a** メタノール中、室温で８時間ニトロアルケンと処理したところ、環化体 **11a, 11b** が１８：１の割合で得られた。シス体の塩酸塩 **10b** をメタノール中、0°C で４時間ニトロアルケンと処理したところ、環化体 **12** が単一化合物として得られた。ニトロアルケンとの反応では、2つの化合物が選択的に得られることが分かった。





(3) **Lupinine** 類縁体 **C** （３つの不斉中心）の合成

α,β-不飽和エステル **2** を脱Boc化し、塩基処理により遊離アミンにしてからトリエチルアミン存在下、トルエン中で加熱したところ２種の混合物である環化体 **14** が76%で得られた。反応の詳細、類縁体 **C** への変換を今後検討する予定である。



５． 今後の計画

Lasubine II の骨格を有する合成化合物について、誘導体合成のための合成法の検討を行う。**Lupinine** 類縁体に向け、生成物の分離方法や反応条件など詳細に検討する。

６． 研究成果の発表

１）「9-置換-1-アミノキノリチジン誘導体の合成研究」小幡　春輝・野田　毅

3H5-45, 日本化学会第 100 回春季年会（2020. 3. 24）

ニューロフィードバックは安全な医療を提供するための看護師の注意制御力を高められるか―看護学生でのプレテスト―

研究者名：看護学科　　中島　正世

１．研究の目的

患者に安全な医療を提供するための方法として、看護師の能力を引き出すニューロフィードバック（以下 NFB と略）に着目した。なぜなら、看護師は患者への医療の直接的提供が多いことから、看護師の能力が高まれば患者の医療安全につながると考えたからである。

次に、医療事故の原因にヒューマンエラーがあり、その中でも確認を怠ったなどが報告されていることから看護師の注意制御力を高めることに焦点をあてた。たとえば、NFB の注意力への効果は、Turk -Browne（2015）により、人の注意力を求められる課題の成績を改善することを報告されている。しかし、医療関係者を対象に研究した報告はまだない。したがって、本研究では看護師への NFB が、患者に安全な医療を提供するための看護師の注意制御力を向上させるという仮説を検証することを目的とした。

２．研究の必要性及び従来の研究

近年の医療事故件数は、日本医療機能評価機構（2018）によると、2017 年の医療事故件数は 3598 件と前年度より 170 件増加している。また、2017 年の医療事故の発生要因が当事者の行動に関わる要因 46％と最も多く、知識・技術、手技に関する要因 20％、環境設備機器 19％であった。その当事者の行動に関わる要因の内容は、「確認を怠った」、「観察を怠った」、「判断を誤った」が主であった。つまり、医療事故の半数が医療提供者の確認や観察などの不注意によるものであったと言える。

一方、医療事故報告の当事者の職種は、医療事故 1,179 件中、医師が 553 件、看護師 545 件でほぼ同件数であった。ヒヤリ・ハット報告の当事者の職種は，10,208 件中，看護師が 7,745 件と最も多く，医師 590 件，薬剤師 465 件の順であった（日本医療機能評価機構，2017）。また、与薬プロセスのエラー発生率は、医師 4 割、看護師 4 割で、その他が 1 割であり、患者にエラーが届く前に発見される未然発見率は医師が 48％に対して、看護師はわずか 2％であると報告されている(嶋森，2004)。つまり、医師のエラーは半数が救われるが看護師のエラーはほとんどが患者に届くことになり、看護師のエラー防止が安全な医療の提供にとって重要な課題である。

天野ら(2004)はインシデント発生率と個人特性との関係を調査した結果、発生率の高い人は低い人よりネガティブな感情を適切に表現できない傾向を示唆している。さらに、田中（2012）が作成した医療エラーリスクに関するパス解析によると、医療エラーリスクの要因

に注意力の低下を上げている。拓野（2014）は看護学生に事故の危険性を感じた体験から、学生が事故予防のために必要な力を「注意力、判断力、観察」であったと述べている。しかし、河野(2014)によると看護師は業務の多重課題、作業の中断、夜間勤務のサーカディアンリズムの乱れによる事故を起こしやすい要因が多いと指摘している。つまり、看護師は医療事故を引き起こしやすい状況にあるために、看護師の注意力が問題である。

注意力について河野（2014）は、情報処理モデルについて、人は外界の刺激を受けて目や耳などの感覚器官で知覚し、それが何であるかを、長期記憶などを参照して認知し、対応操作が必要と判断すると、手足の運動器官を運動制御系で動かし、目的の操作を行って、全体を注意制御系が統括すると述べている。また河野(2014)は、注意の特徴に容量の限界があること、選択的で方向性があること、強度が変化すると述べている。したがって、人の注意の制御力が高めることができれば、エラーを減少させることができると考えた。そこで、安全な医療を提供するために看護師の注意制御能力を高める必要性があるだろう。

３．期待される効果

NFB は看護師個人の医療安全力を高めるための、注意制御力を向上させることができる画期的な方法である。看護師個人への注意制御力を高めることが，医療安全につながると言える。本研究の仮設が実証されれば、看護師の注意制御力の向上のトレーニング法として NFB が導入される。さらに，医師、薬剤師、コメディカルスタッフへの活用が検討され、患者への安全な医療の提供が推進すると考えるため本研究の意義は高く独自性と創造性に富んでいる。

４．研究の経過及び結果・評価

2019 年度は、看護学生の注意制御力の評価指標の検討と介入プレテストを看護学生２名に対して、NFB 介入を短期集中で 10 回実施し、先行調査との比較を行った。

１）研究対象者

2 週間の短期集中でトレーニングが可能な看護学生 2 名に NFB 介入を行った。

２)介入方法:脳波トレーニングを簡易的に実施できる EEGer 社の EEG Amplifer Phoenix A202 を使用し、周波数トレーニングを行った。周波数トレーニングは、注意力が高まるとされる CZ-A1 を基本に、α/θトレーニングを含めて、約 2 週間集中で 1 回 20～30 分のトレーニングを計 10 回行った。

CZ-A1 トレーニングでは、脳波測定用に国際規格 10-20 法にて、アクティブ皿電極を頭頂部（CZ）に、基準電極を（左耳朶)、アース電極（右耳朶）に装着した。研究対象者は椅子に着席し、モニター画面のゲームを見て、スタートからゴールまで自分の脳波をフィードバックしながら、低いβ波を上昇させ、θ波を抑制するトレーニングを行った。

α/θトレーニングは、θ波の活動を増加し、α波の活動を減少させ精神的健康を増進させ、エンパワーメントを高めると報告されている（大村，2010)。

研究対象者は、リクライニングチェアに腰掛け、脳波測定用の電極を装着される。脳波測定用の電極の位置は、Pz(正中中心部)にアクティブ電極、左耳朶に基準電極、および A2（右耳朶）にアース電極の 3 か所に装着する（研究対象者の負担が最小限にすすめられるトレーニング法である)。このトレーニングは研究対象者の脳波によって、ピン、ボーンという聴覚的なフィードバックが与えられる。たとえば、α波が沢山でた時にピンの音が鳴り、θ波が沢山現れた時に低いボーンという音が鳴る。また、α波が有意であると小川のせせらぎ（水の音）が流れ、θ波が優位であると海の音（波がぶつかる音)が流れる。研究対象者は、閉眼で自己の能力が向上したイージを確認した後で、自己の脳波のフィードバックをうけながら、自分の意識に傾けることにより、リラクゼーションと、自らのα波とθ波をコントロールできるようになる。

評価指標は、注意変動検査（TOVA)、脳波などで評価する。時期は、介入前後で実施する。

結果は、TOVA のによる Attention Comparison Score において、介入前後で 2 名中 1 名がやや上昇し、１名は低下したという先行調査の週一回の介入結果と同様であった。また、脳波の正中線上の部位別閉眼時のα波は、Ｐｚ（正中頭頂部）がＦｚ（正中前頭部）や Cz（正中中心部）よりも高いことが適しているとされている。本調査結果の介入前で１名はαの振幅が Pz よりも Fz が高かったが、介入後 Pz が Fz よりも高く改善した。しかし、もう１名は、介入前後とも Pz よりも Fz のα波の振幅が高かった。この結果も先行調査の週一の介入結果と同様の結果であった。以上のことにより、本調査では介入実施方法の間隔による NFB の効果は変わらないことが解った。

５．今後の計画

本介入調査は、研究対象者１人あたりの介入調査時間が、約 10 時間以上必要とするため研究対象者の負担は大きい。また、一度に多くの調査を実施することが困難である。そのために研究対象者数を増加させることが難しい。そのため、看護学生に限定せず、医療関係の学生の協力を得て、さまざまな学生で研究対象者数を増加させることや、NFB 介入の回数を 10 回から、15 回に増加させることで結果の一般化を図ることを計画する。

６．研究成果の発表

2020 年度は、現時点で研究対象者数が少なく、試行段階の研究であるため、本大学研究論文集への報告予定である。

引用文献

天野寛・酒井順哉(2004).医療情報学,24(6),639 - 655.
河野龍太郎(2014).医療におけるヒューマンエラー第 2 版-なぜ間違える どう防ぐ, 医学書院,

大村一史(2010)教育分野におけるニューロフィードバックの可能性,山形大学紀要(教育科学) 15(1) , 67-83.
日本医療機能評価機構 (2017) ,医療事故情報収集等事業第 49 回報告書 (2017 年 1 月～3 月).
田中克俊(2012).医療安全とメンタルヘルス,特集 医療従事者のメンタルヘルスー総合病院におけるメンタルヘルスケア―,精神経誌, 114(4),376 - 383.
拓野浩子(2014).看護学生の医療安全教育への課題－基礎看護学実習Ⅱでのヒヤリ・ハット発生状況からー,新見公立大学紀要,35, 53-56.
Turk-Browne (2015) Closed-loop training of attention with real-time brain imaging, Nature
Neuroscience 18, 470-475
嶋森好子(2004).患者安全のために看護業務のリスクの低減化を図る,第 127 回日本医学会シンポジウム,医学・医療安全の科学, 100 - 111.

多価不飽和脂肪酸と健康寿命の延伸の関連性に向けた検討

研究者名：所属学科　管理栄養学科（旧栄養生命科学科）　氏名　横山　知永子

１．研究の目的

n-6 系多価不飽和脂肪酸であるアラキドン酸（AA）からは、プロスタグランジン（PG）をはじめ様々な生理活性脂質が産生される。これらのうちプロスタサイクリン（PGI_2）は血管機能の恒常性維持に重要な働きをしている。最近では、健康維持・促進に大きく関わっていることが示唆されはじめた骨や脂肪細胞の代謝にも PGI_2 が大きく関与している可能性が見出されたが、詳細は明らかではない。一方、栄養学的に n-3 系多価不飽和脂肪酸であるエイコサペンタエン酸（EPA）やドコサヘキサエン酸（DHA）の摂取増加は、生活習慣病の改善をもたらし、健康亢進効果につながっている。このような EPA や DHA による効果は、AA からの生理活性脂質の生合成に関わる代謝酵素が EPA や DHA にも作用して生理活性の弱い物質を産生し、AA と拮抗することでもたらされると考えられているが、近年、EPA や DHA から抗炎症作用を有する新たな脂質生理活性物質が見出されてきた。しかしながら、これらの新規生理活性脂質が生体内で作用効果を有するかは明らかではない。

本研究は、n-6 系多価不飽和脂肪酸由来の PGI_2 さらには n-3 系多価不飽和脂肪酸による脂質代謝、骨代謝に関わる因子の変動を調べ、血管機能や、脂肪細胞、骨の恒常性維持との関連性を明らかにすることを目的とする。

２．研究の必要性及び従来の研究

近年我が国では平均寿命が延長しているが、必ずしも健康に過ごせる期間、すなわち健康寿命が延びているわけではない。実際、生活習慣病が原因となる脳・心血管系の疾患による死亡率は、年々増加している。生活習慣病である肥満、糖尿病、脂質異常症、高血圧、そしてそれらが複数組み合わさったメタボリックシンドロームは、いずれも動脈硬化が生じて虚血性心疾患や脳梗塞などに進展するが、同時に慢性腎臓病や糖尿病性腎症などの腎障害を併発するリスクを非常に高め、透析治療を余儀なくされる患者数の上昇が大きな問題になっている。

我々は、n-6 系多価不飽和脂肪酸であるアラキドン酸（AA）から産生される脂質生理活性物質の生合成系酵素について生化学的、分子生物学的、薬理学的研究を行ってきた。そのうち、プロスタサイクリン（PGI_2）は、心血管系の恒常性維持に重要な働きを担っていることを酵素遺伝子改変マウスや血管障害モデル動物を用いて明らかにしてきた。PGI_2 を産生することができない PGI_2 合成酵素欠損マウスは、加齢に伴い慢性腎臓病様の血管障害を発症する。また、血管壁の肥厚や肺高血圧症のモデル動物に PGI_2 合成酵

素発現遺伝子を導入すると血管障害ならびに血行動態が改善されて生存率の改善が認められることや、PGI_2が骨代謝や肥満と関係している可能性を見出してきた。

脂肪細胞で産生されるアディポサイトカインの多くは、インスリン抵抗性を惹起し、生活習慣病を悪化させて動脈硬化を誘発させるが、唯一、アディポネクチンは、インスリン抵抗性改善作用を持ち、最近では血管壁の保護作用も有すると考えられている。アディポネクチンは脂肪細胞への分化の過程で発現が誘導され、正常な小型脂肪細胞で高い発現を示すが、肥大型脂肪細胞においては、その発現は有意に低下する。肥満、糖尿病、脂質異常症などの生活習慣病では、肥大型脂肪細胞が多く存在する内臓型肥満が病態の進展に大きく影響している。また、骨形成・骨破壊のマーカーとして知られている因子が生体機能の維持に関わっていることも明らかになってきた。

一方、n-3 系多価不飽和脂肪酸であるエイコサペンタエン酸（EPA）からは、アラキドン酸から産生されるプロスタグランジン類よりも二重結合が１つ多く生理活性が弱いか拮抗する物質が産生されるとともに、新規の抗炎症作用物質が産生されることが明らかになってきた。我々も EPA が脂肪細胞からの炎症性アディポサイトカインの産生を抑制する傾向を見出している。

我々は、これまでの研究で、PGI_2欠損は腎血管障害を誘発させるだけでなく骨や脂肪細胞の代謝にも大きく関連している可能性を見出しており、これまで全く関連がないと思われた骨や脂肪細胞と PGI_2の関連、ならびに n-6 系および n-3 系不飽和脂肪酸との関連を明らかにすることで、生活習慣病の予防・改善への新たなアプローチに迫ることができるものと考える。

３．期待される効果

これまでの研究で、PGI_2 欠損マウスは慢性腎臓病様の腎血管障害を発症するや骨代謝ならびに脂肪細胞の代謝にも大きく関連している可能性を見出している。脂肪細胞、骨における PGI_2の作用を明らかにするとともに、必須不飽和脂肪酸の影響を検討することにより、加齢に伴う生体機能の衰えとの関連性を明らかにし、生活習慣病予防・改善における PGI_2や多価不飽和脂肪酸の重要性を科学的根拠をもって示すことが可能になる。得られた結果は臨床研究の基盤になり、健康寿命の延伸につながる研究へと発展するものと考える。

４．研究の経過及び結果・評価

本年度は、主に培養細胞を用いた検討を行った。3T3-L1 細胞を脂肪細胞に分化させ、小型成熟脂肪細胞と肥大化脂肪細胞の状態における炎症性アディポサイトカインや炎症マーカーの発現と n-3 系多価不飽和脂肪酸の影響について検討した。成熟小型脂肪細胞の状態で認められた炎症性アディポサイトカインの発現は、いずれも EPA や DHA の添加により発現抑制が観察された。一方、長期培養により小型成熟脂

肪細胞を肥大化させると炎症性因子の発現レベルはさらに上昇したが、この状態の細胞にEPAやDHAの添加したところ、炎症因子の種類と脂肪酸の種類によって、発現抑制効果に違いが見ためられた。炎症性アディポサイトカインの発現に対するEPAとDHAの発現抑制効果の違いが、脂肪酸そのものの作用の結果か、脂肪酸から産生された抗炎症作用を有する物質の違いによるものかの検討が必要である。

５．今後の計画

本研究費における研究は終了となるが、本研究で得られた一部の成果をもとに2020年度に採択された他の研究課題において、さらに発展させる予定である。

プログラミング演習授業における適応型ヒント提示学習支援システムの研究

研究者名：情報工学科　鈴木 孝幸、　納富 一宏

１．研究の目的

プログラミング教育における演習型授業では，プログラミング技能の習得状況や問題の理解度に個人差があり，学生はそれぞれ個別のペースで問題を解くので，授業時間内に解答できる問題数に差が出てしまう．特に初学者の場合，どこで躓いているかに合わせてヒントを提示することにより解答できる問題数が増加すると想定される．しかし，教員にとって個々の学生の進捗状況の把握が難しく，学生の習得しているレベル・進捗に合わせて，適切なヒントを適切なタイミングで提示することは，教員の経験と技量に依存してしまう．筆者らは，プログラミング演習講義のモデル化を行い，学生の学習進度に適応してヒント情報を自動的に提示するプログラミング演習講義支援システムを開発と実践を通じ，学習者がより効率的に，また個々の状況に適応した学習環境とは何かを極め，情報工学科の教育に活かすと共に，学習履歴を解析することで得られる知見から初学者向けのプログラミング教育を行うための支援システムの開発を目指し，初学者のプログラミング能力の底上げを目指す．

２．研究の必要性及び従来の研究

プログラミング教育における演習型授業では，プログラミング技能の習得状況や問題の理解度に個人差があり，学生はそれぞれ個別のペースで問題を解くので，授業時間内に解答できる問題数に差が出てしまう．特に初学者の場合，どこで躓いているかに合わせてヒントを提示することにより解答できる問題数が増加すると想定される．しかし，教員にとって個々の学生の進捗状況の把握が難しく，学生の習得しているレベル・進捗に合わせて，適切なヒントを適切なタイミングで提示することは，教員の経験と技量に依存してしまう．理想的には教員の経験と技量に依存しない形式での演習形態が望まれるが，人材など人的な資源には限りがあるので，ICT を中心とする情報技術を活用した支援システムの利用により，効率的な演習実施が期待される．

プログラミング教育では，対面型の一斉講義形式では，プログラム言語の文法事項など知識の伝達に向くが，プログラミング技能の習得のためには演習型の授業も必要となる．演習型授業では，プログラミング技能の習得状況や問題の理解度に個人差があり，学生はそれぞれ個別のペースで問題を解くので，授業時間内に解答できる問題数に差が出てしまう．特に初学者の場合，どこで躓いているかに合わせてヒントを提示することにより解答できる問題数が増加すると想定される．しかし，教員にとって個々の学生の進捗状況の把握が難しく，学生の習得しているレベル・進捗に合わせて，適切なヒントを適切なタイミングで提示することは，教員の経験と技量に依存してしまう．Web ベースの LMS(Learning Management

System)の研究や実装については，多数の研究が行われているが，ヒント提示に注目した研究は少なく，学生のレベルなどに応じてヒントを提示する機能自体は CAI（Computer-Assisted Instruction）の時代から研究・提案が進められているがその評価については，十分に行われているとは言い難い状況であった．本研究では，プロトタイプシステムではあるが，実際の授業での実践と評価を目指すので独創性があると言える．

近年，LMS(Learning Management System)や CMS（Coerce Management System）を用いて授業を行うとともに，蓄積される膨大な学習履歴を分析し，授業内容の改善や学習活動の改善などを目指すラーニングアナリスティックス(LA: Learning Analytics)に注目が集まる．LA の中でも，リアルタイムに分析を行い，学生にフィードバックを返すリアルタイム LA が考え方としては同じであるが，ヒント提示に注目する研究は少ないので，本研究の意義はある．

３．期待される効果

筆者らは，プログラミング演習講義のモデル化を行い，学生の学習進度に適応してヒント情報を自動的に提示するプログラミング演習講義支援システム（図１）の研究を行ってきた．また，C 言語の演習問題として空欄補充問題に着目して，まずは解答のソースプログラムからの空欄補充問題の自動生成についても研究を行っている．まずは空欄補充問題に対するヒントの適応提示のプロトタイプシステム（図２）での試用を行ったが，学習効果の測定などが十分でなかった．2019 年度は提案モデルの検証を目的に受講生による試行を目指し，実際の演習授業の一部で継続してシステムを受講生に利用してもらった．そして，その学習履歴などからモデルの妥当性の検証と，学習効果について分析・評価を行い，ある程度の効果があった．プロトタイプシステムでの試行を通して，モデルの検証とともにシステムの有効性の評価を目指す．そこで得られた知見から大学でのプログラミング教育におけるカリキュラムの改善と学習支援システムの高機能化に寄与したいと考える．

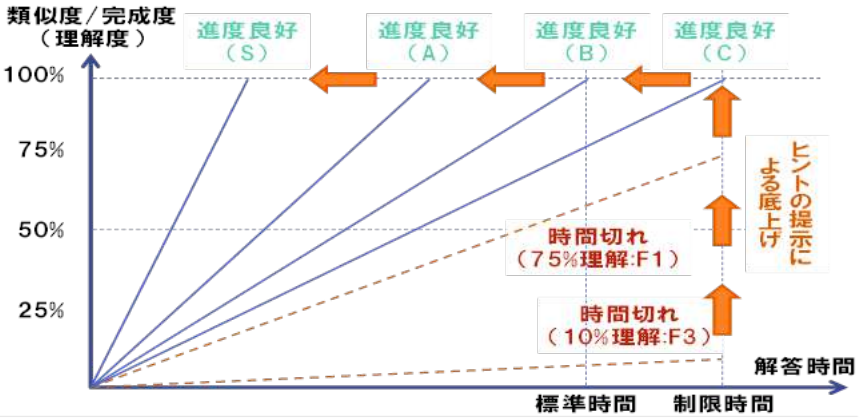


図１　理解度や進度の個人差とヒント提示の効果

また、C 言語だけでなく、他のプログラミング言語である C++や Java などへの適応も期待できる。

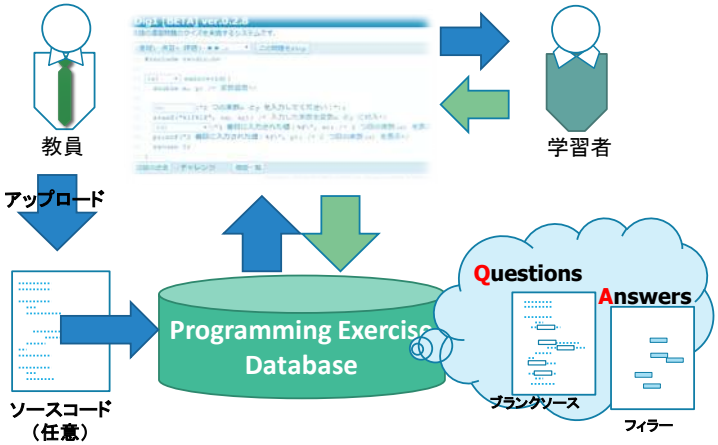


図 2 空欄補充問題の自動生成システム

４．研究の経過及び結果・評価

2019 年度は，納富教授が独自開発した LMS である KBook 上で，ソースコードからの空欄補充問題を自動生成するドリル機能に追加して，適応的なヒントの提示機能（図 3）を組み込み，情報工学科の 1 年生の C 言語プログラミング授業の演習授業の一部の学生での実践的な試用を行った．その際に，提案する初期のモデルでの問題点が見えてきたので，次年度以降ではそれを明らかにすると共に改善したモデルの提案・構築を目指す．

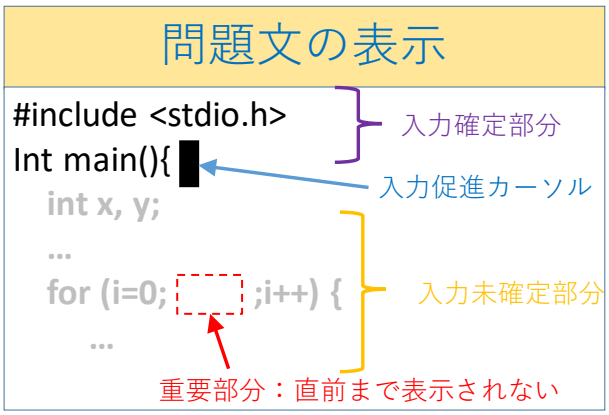


図 3　学習者の画面例

５．今後の計画

本研究では，プログラミングの初学者向け演習授業で，受講者の解答行動のモデル化に従い，自進度と躓きに適応した解答のヒントの動提示機能を提案し，システムの試作・評価と継続的な実践を行うことを目的とする．また，プロトタイプシステムでの試行を通して，モデルの検証とともにシステムの有効性の評価を目指す．そこで得られた知見から大学での

プログラミング教育におけるカリキュラムの改善と学習支援システムの高機能化に寄与したい.

筆者らは，プログラミング演習講義のモデル化を行い，学生の学習進度に適応してヒント情報を自動的に提示するプログラミング演習講義支援システムの研究を行ってきた．また，C 言語の演習問題として空欄補充問題に着目して，まずは解答のソースプログラムからの空欄補充問題の自動生成についても研究を行っている．まずは空欄補充問題に対するヒントの適応提示のプロトタイプシステムでの試用を行ったが，学習効果の測定などが十分でなかった．2019 年度は提案モデルの検証を目的に受講生による試行を目指したが，検証途中であった．そこで検証可能性を検討し直し，モデルの再設計を行うと共に，実際の演習授業で継続してシステムを受講生に利用してもらう．そして，その学習履歴などからモデルの妥当性の検証と，学習効果について分析・評価を行う予定である．

２年目となる 2020 年度は，前年度の成果を受けて，モデルの再提案と学習履歴などを分析することで学習効果の計測を行い，提案するモデルの検証と評価を行う予定である．

さらに、システムの使用で学習者の打鍵履歴の記録が可能なので，その履歴を元に，コードの入力状況を再生して振り返る機能の実装を計画している．実際のコード入力の順番からプログラム作成時の自身の問題点などに気がつくかもしれない．必ずしも，プログラムの先頭から入力していくのが最善ではない．逆に，その打鍵履歴から，自動的にアドバイスを生成する手法の開発も検討中である．演習授業の場合には成績をつける関係から個人で行う場合が多い．そのためコードレビューなどを行う機会がない．自学自習のために有効であると考える．

また，情報工学科の１年生の C 言語プログラミング授業だけでなく，２年生でのプログラミング授業である，C++言語や Java 言語への展開を目指す．一般的なプログラミング教育として共通な部分と，それぞれのプログラミング言語の違いによる部分とがあると思うので，それらを明確にしていく計画である．

６．研究成果の発表

［1］ 鈴木 孝幸， 納富 一宏， “初学者向けプログラミング演習支援システムにおける学習進度適応型ヒント提示機能の実装”， 情報処理学会 第 18 回情報科学技術フォーラム(FIT2019)講演論文集，第 3 分冊，K-005，pp.313-314,(2019).

［2］ 鈴木 孝幸， 納富 一宏， “プログラミング演習における成績向上を目指した文章読解力指標の効果的活用”， 第 32 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 (BMFSA2019)，C3-3,(2019).

［2］ 鈴木 孝幸，納富 一宏，“プログラミング演習支援システムにおける 初学者向け適応型ヒント提示手法の提案”，情報処理学会 第 82 回 全国大会講演論文集，第 4 分冊，5H-04，pp.4-305 - 4-306,(2019).

膜ろ過法とその周辺技術の統合による新規ナノマテリアル分離プロセスの開発

応用バイオ科学科　市村重俊

１．研究の目的

本研究は、いまだ実現されていない連続的なナノマテリアル分離精製プロセスを構築することを目的としている。そのプロセスの中心に位置付けているのが膜ろ過法である。しかし、その実現には、ファウリング現象と呼ばれる膜汚染の対策が必要である。そこで、低吸着性の素材の利用やファインバブルによる洗浄技術などの周辺技術を膜ろ過法と積極的に組み合わせることで、新規プロセスの構築を目指す。

２．研究の必要性及び従来の研究

膜ろ過法は世界的な水需要の増加を背景に利用が進められている。最大の特徴は、水質や用途によって、細孔径の異なる膜を組み合わせた連続処理が可能なプロセスを構築できる点である。一方、化学物質の製造プロセスでは、反応操作と分離精製操作（遠心分離や晶析等）をそれぞれバッチ式で行うことが多く、連続的な大量生産プロセスの実現が課題となっている。特に、分離精製が困難なナノサイズ物質（ナノマテリアル）を対象とする処理では、物質と細孔のサイズに応じた篩い分けが可能な膜ろ過法への期待が高い（図 1）。しかし、水処理分野においても問題となっているファウリング現象（膜表面への物質の堆積や吸着による膜性能の低下）のため、ナノマテリアルの連続的な分離精製プロセスの実現には、吸着抑制技術・堆積抑制技術・汚染膜洗浄技術・膜汚染状態のモニタリング技術などが不可欠であり、これら要素技術の高度化や最適化が求められる。

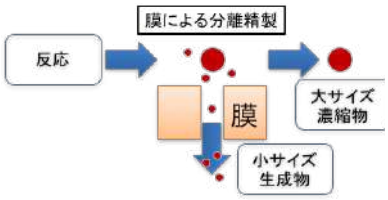


図１　反応生成物の膜による分離回収プロセス

３．期待される効果

本研究は、分離精製が困難なナノサイズ物質（ナノマテリアル）を対象とするものであり、連続的な大量生産を可能とする「ナノマテリアルの分離精製プロセス」が実現できれば、工業分野・食品分野・医薬分野などさまざまな応用が期待される。また、要素技術の高度化や最適化に関する検討により、学術的に有用な知見が得られる。

４．研究の経過及び結果

「ナノマテリアルの分離精製プロセス」の実現には、さまざまな要素技術の高度化、ハイ

ブリッド化、最適化が必要となる。本研究では、その中心となるナノマテリアル高透過性膜の開発を目指してきた。ここでは、表面開始原子移動ラジカル重合法（SI-ATRP 法）を利用してセラミック製多孔膜の表面を poly MPC（MPC ポリマー）で修飾し、特に困難とされるナノ細孔内に注目し性能向上を図ってきた。その結果、本研究で新たに試みた手法により高い耐ファウリング性、高いタンパク質透過性が実現できた。また、MPC ポリマーは電解質濃度の影響を受けにくいため、膜ろ過法と晶析法のハイブリッドプロセスの実現にも適したものと考えている。そこで、MPC 修飾 Si ウェハを利用し、晶析場における MPC 修飾の効果を検討した。温度一定条件下で検討可能な NaCl 蒸発晶析系を用い、Si ウェハを塩の過飽和水溶液中に浸漬させ表面観察を行った。MPC ポリマーの厚みは約 8 nm であり、表面における結晶析出と溶液中からの結晶付着の抑制効果を期待したが、未修飾のものと比較し、NaCl 粒子数に顕著な差異は確認できなかった。今後は、表面修飾膜も利用し、現象等のメカニズムの解明とともに、膜ろ過法と晶析法のハイブリッド化について検討を進める予定である。

ナノ粒子分散液の膜ろ過処理では、細孔閉塞による膜ファウリング対策が最大の課題である。これまでの研究により、サブミクロン以上の粒子のろ過現象は、膜-粒子間相互作用が影響する付着性と、粒子間相互作用が影響する分散凝集性で整理できることを明らかにしてきた。MPC ポリマーによる表面修飾は、特に前者における効果が期待できるものである。一方、より小さな粒子では、せん断場における粒子の分散凝集性の影響を把握する必要がある。そこで 2019 年度は、直円筒状の細孔を持つ Track-etched 膜と単分散性ナノ粒子を用いてファウリングの発生条件の定量化を試みた。膜面を十分に撹拌した低圧力条件下のろ過では、KCl 濃度による上記二つの相互作用の影響が確認できた。付着が起こらない条件においては、静電的な反発力によって粒子の透過性が制御できる結果が得られた。さらに圧力の影響を検討した結果、高圧力条件下（高透過流束条件下）においては、細孔入口または細孔内部における細孔閉塞によると思われるファウリングの発生が確認された。この条件を粒子体積分率とせん断速度で整理した結果、定量的な評価が可能となった。

また、適用プロセスの一つとして想定している海水からの有価資源回収技術についても引き続き検討を行った。昨年度までの検討により、模擬海水やイオン交換膜かん水への CO_2 供給と NaOH による pH 制御が、スケール成分（Ca、Mg）の選択的な回収に有効であることを明らかにしてきた。2019 年度は、製塩工程において生じるより高濃度な濃縮苦汁を対象とした。その結果、濃縮苦汁では従来とは異なり、スケール成分の析出挙動が NaOH と CO_2 の供給速度によって大きく変化することが分かった。これは、反応槽内の局所的な濃度の影響が大きくなるためと推測され、供給条件の最適化によって苦汁に対しても Mg と Ca の選択的な析出が可能になると考えている。

５．今後の計画

「ナノマテリアルの分離精製プロセス」の実現可能性を明らかにすることを目的に研究を進めてきた。その結果、プロセスの中心として位置付けたナノマテリアル高透過性膜の開発

が可能となった。今後、サイズ分離プロセスへの応用が期待できるため、いくつかのプロセスを想定しその有効性を明らかにしていく。また、反応系と分離系を組み合わせた用途の一つとして、晶析法が中心となっている海水からの有価資源回収プロセスがある。膜ろ過法とのハイブリッド化が期待できるため、引き続き検討を進める予定である。なお、これら膜ろ過法を利用した分離精製プロセスの検討は、膜ファウリング対策の研究としても位置付けられる。本研究は、界面制御とろ過条件の最適化の両面から進めてきたが、この手法は我々のグループの特徴でもあり、今後もこの方針で進めて行く。そのためにも、本研究で得られたファウリング条件の定量化に関する知見を拡張し、汎用性を持たせる必要があると考えている。

６．研究成果の発表

査読付論文

1) K. MASAOKA, H. MINEO, K. NAKAJIMA, S. NAKAHARA, K. SHINBORI, M. YAMASHITA, R. HATAGAYA, Y. SUZUKI and S.ICHIMURA Removal of Calcium Ions from Seawater Concentrated by Electro-Dialysis Using Ion Exchange Membrane, *Bull. Soc. Sea Water Sci., Jpn.*, **73**, 322 - 327 (2019)

口頭発表

1) 鈴木康広、市村重俊、正岡功士、中島聖珠、中原　憬：濃縮海水からのカルシウム除去法の検討、第6回 海水・生活・化学連携シンポジウム、2019.11.

2) 鈴木康広、市村重俊、正岡功士、中島聖珠、中原憬：製塩苦汁の脱 Ca 化に対する NaOH 及び CO_2供給条件の影響、日本海水学会第11回学生研究発表会、2020.3.

3) 渡辺眞由、市村重俊、石原一彦：浸漬法および透過法により作製したリン脂質ポリマーブラシ修飾膜のファウリング抑制効果、日本海水学会第11回学生研究発表会、2020.3.

4) 須藤茂明、市村重俊、石原一彦：2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリンの固定化法が膜性能に及ぼす影響、日本海水学会第11回学生研究発表会、2020.3.

5) 石井裕人、市村重俊：ナノ粒子の膜ファウリングに対する表面相互作用と濃度分極の影響、日本海水学会第11回学生研究発表会、2020.3.