

課題研究費実績報告書

令和3年3月15日現在

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

研究代表者：マルケス. ルイス

小区分：地域研究一般

1. 研究計画の概要

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

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

3. 代表的な研究成果

Data analysis and Conclusion of Pd.D. Dissertation.

〔雑誌論文〕（計1件）

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

〔図書〕（計1件）

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

研究課題名：曲面型太陽電池における真空低温焼結条件の解明

研究代表者：井組裕貴

小区分：地球資源工学およびエネルギー学関連

1. 研究計画の概要

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

①チャンパー内の焼結環境の可視化

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

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

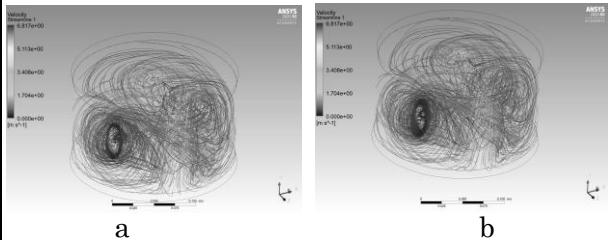


図1 チャンパー内流れ分布
a: -80kPa b: -120kPa

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

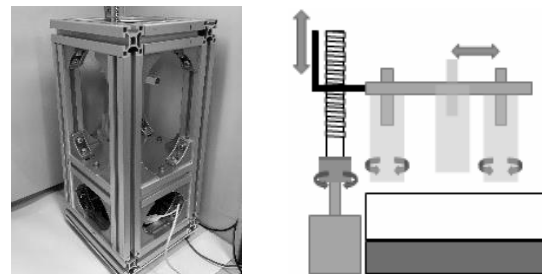


図2 デップコータと試験片保持機構

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

表1 デップコータ諸元

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

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

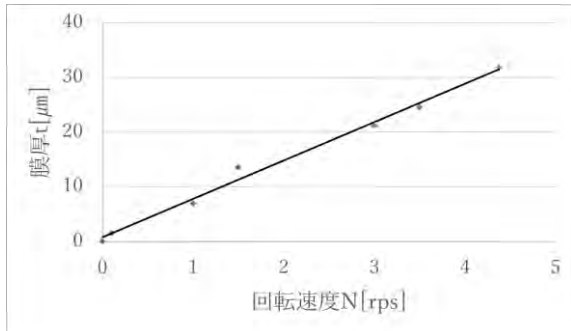


図3 回転速度における膜厚変化

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

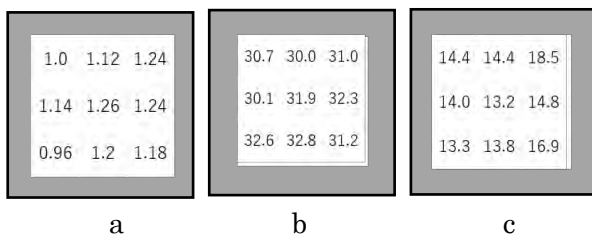


図4 膜厚分布

a: 低速時 b: 高速時 c: スキージー

表2 膜厚比較

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

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

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

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計1件)

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

研究課題名：限定空間内における非接触形状計測

研究代表者：宇都木 修一

小区分：知覚情報処理関連

1. 研究計画の概要

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

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

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

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

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

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



図1. ステレオ計測システム

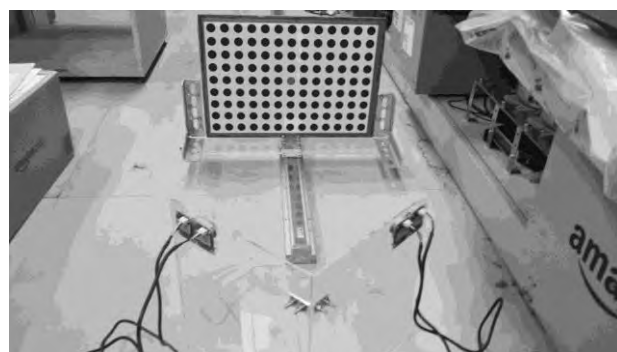


図2. ステレオ計測システム間におけるカメラキャリブレーション

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

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

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

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

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

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

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

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



図 3. それぞれのステレオ計測システムにおける矩形の撮影

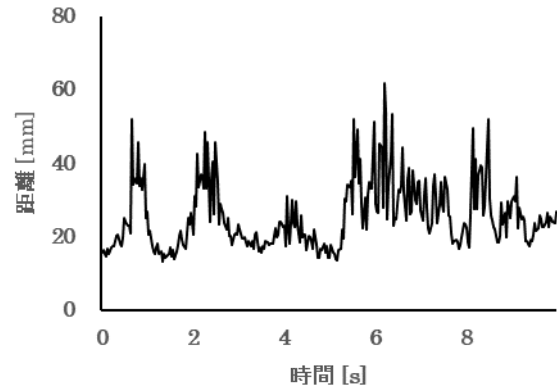


図 4. 計測結果のズレの時間変化

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

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

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

3. 代表的な研究成果
該当なし。

課題研究費実績報告書

令和3年3月30日現在

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

研究代表者：吉田 慧一郎

小区分：高等教育学関連

1. 研究計画の概要

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

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究では光学センサを用いた学生の生体情報計測技術の向上を目標として、①生理学的パラメータの1つである動脈血酸素飽和度 SpO_2 および心拍数 HR を運動下でリアルタイム計測を行う為の計測機器である耳たぶセンサ式の計測機器を製作し、計測機器で得られた結果の比較検討の実施。②携行型分光器を用い、分光情報から食物の劣化度の定量評価を行う指標の模索の実施。以上の2種類の研究を行った。

研究を進めるにあたり、専攻科2年生・卒研生が本科生の機器製・実験の指導を行い、本科3年生ならびに4年生が中心となり研究を実施した。下記に行った実験を示す。

① 耳たぶ式計測機器を用いた歩行実験

耳たぶ式の計測装置は3Dプリンタで作製したセンサ取り付け用治具を用いて耳たぶにセンサを装着し、計測を行う。取り付け用治具はクリップ式になっており、耳たぶを挟み込む形で固定する（図1）。実験は、サレジオ高専近辺の尾根緑道にて計測を行った。約5[km]のコース（片道2.5[km] 往復）を約55[min]で歩行した（図2）。

その際に得られた実験結果の一例を図3に示す。 SpO_2 および HR は実験開始後から試験コースの起伏のアップダウンに伴う運動量の変化に合わせて変動していることが分かった。また、 SpO_2 が低下した際に HR が増大し、血中の酸素濃度を一定に保持しようとする動きも見られた。

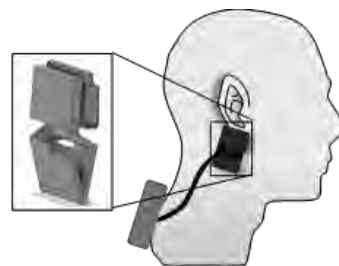


図1 作製した試作機（耳たぶ式）



図2 運動実験の様子

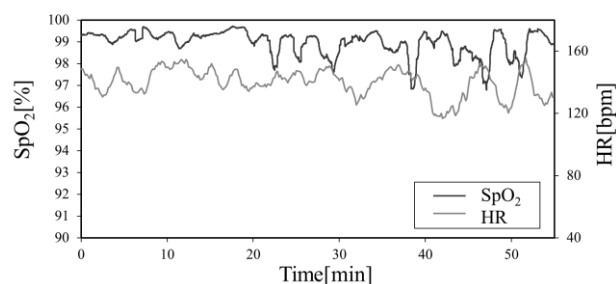


図3 運動実験結果

② 携行型分光器を用いた食物劣化度の定量評価法の検討

携行型分光器を用いた研究では、一般家庭や小規模な飲食店でも使用可能な携行型分光器を用いた食物の劣化度の非侵襲的検査方法の提案を行うことで、SDGs 達成への手助けとなるようなシステムの検討を目標として、日常生活内における様々な食物の日ごとの劣化情報の可視化を行った。

携行型分光器は 3D プリンタで製作したケース内に固定し、光源を白色 LED(OSPW5111A-Z3)として反射光強度を分光器で取得した(図4)。実験は携行型分光器を机の上に固定し、各対象を分光器採光部に接触させ分光反射率を計測した。



図4 携行型分光器

結果を図5に示す。共に、波長 500 [nm] から 700 [nm] の可視光領域での分光反射率の結果である。1日目において、分光反射率では高波長側になるにつれて反射率が高くなる傾向がみられた。加えて、波長 560 [nm] において特徴的なピークがみられた。このピークは豚肉ロースの組織中に残っていた酸化ヘモグロビンの光吸収を反映したものであると考えられ、組織内に酸素が多く含まれ、新鮮な状態であると判断できる。対して、11日目では波長 560 [nm] 付近でのピークは抑えられ、脱酸素化ヘモグロビンの光吸収を反映したものとなっている。そのため、11日目の豚肉ロースは劣化がかなり進んだ状況となっていると考えられる。

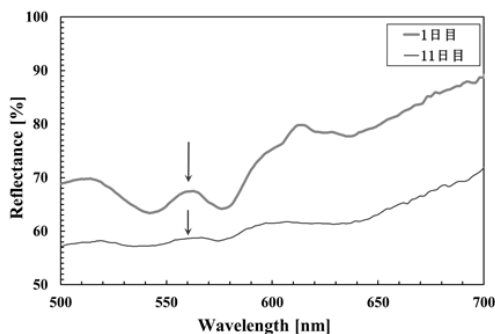


図5 食物劣化の推移(豚肉ロース)

これら①②の研究は学生が主となり実施した。これら研究成果をまとめ、4件の学外の学生発表を行った。それにより、本研究題目である生体情報計測を通じた研究・教育力の向上が達成されたと考える。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計5件)

- (1) 吉田慧一郎, 菅野峻矢, 「汎用一眼カメラを用いた運動時における血行動態変化の可視化に関する検討」, 日本福祉工学会第24回学術講演会, 講演論文集, 査読無, pp39-40
- (2) 住吉佑基, 吉田慧一郎, 「新しい生活様式下における生理学的パラメータのリアルタイム計測に関する検討」, 日本福祉工学会第24回学術講演会, 講演論文集, 査読無, pp41-42
- (3) 菅野峻矢, 吉田慧一郎, 「汎用一眼カメラを用いた熱中症予防技術開発に関する検討」, 第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 予稿集, 査読無, pp1520-1521
- (4) 伊藤倫太郎, 住吉佑基, 吉田慧一郎, 「運動時における体調不良早期発見システムに関する研究」, 第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 予稿集, 査読無, pp1527-1528
- (5) 米山竜平, 住吉佑基, 伊藤倫太郎, 吉田慧一郎, 「携行型分光器を用いた日常生活内における食物の劣化度の検討」, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会, プログラム集, 査読無, p60

課題研究費実績報告書

令和3年3月22日現在

研究課題名：高専生の快適感が向上する学習環境の検討－温熱環境と温冷感と知的生産性の視点から－

研究代表者：吉田 将司

小区分：家政学及び生活科学関連

1. 研究計画の概要

本研究の目的は、学校内の温熱環境を把握し、学生の衣服内気候・運動強度 METs の測定と学習効率・知的生産性の関係性を調査する。その結果と学生の温冷感・快適感に対する主観評価と比較し、高専在学学生に対する「快適な学習環境」について知ることである。学習温熱環境をモニタリングし IoT 技術を活用して集約できれば、学校内の温熱環境の変動特性が実時間で「見える化」され、適切な空調制御方法の検討が可能となる。本研究ではこれらの手法を採用してモニタリングされている温熱環境下の学生の温冷感や快適感などの主観評価を行い、机配置や建物の方角、年齢や性差などの点から多角的に分析する。また学習効率や知的生産性の評価から、温熱環境との関係について検討する。最後に屋外・屋内の運動時・静穏時における、学生の体調変化を検出する方法について検討する。今年度実施を計画している研究内容を以下に説明する。

① 学内観測ネットワークの構築

まず学内温熱環境観測ネットワークを構築・拡張し、教室等の温熱環境（気温・湿度・CO2濃度）をモニタリングする。結果は市販の観測機器（WBGT計）と検証する。図1はモニタリングシステムの可視化例を示す。図のように不快指数等を箱庭等で可視化することにより、学生に視覚的に注意喚起する。また気象条件による建物への影響を確認するために、温熱環境を twitter など WEB 配信するシステムを構築する。

② 温冷感及び快適感アンケートと観測結果の解析

次に、昨年度実施した学生に対する服装や温冷感、快適感のアンケートと学内温熱環境観測結果の解析を実施する。多変量解析手法を用いた統計的処理から、アンケート結果の年齢・教室の場所・性差などの違いから快適性に関する傾向を把

握する。

③ 衣服内気候による体調変化検出

最後に屋内外の静穏時及び運動時における学生の衣服内気候を観測・可視化する。衣服内温湿度や鉛直方向の加速度、心拍数から、各条件下における学生の体調変化を検出するための傾向を明らかにする。図2は取得情報を遠隔地で表示するシステムの例を示す。別の場所から情報を取得できれば、体育や校外活動、部活動などで学生・教員の主観だけでなく客観的・定量的なデータが得られ、安全管理の一助となる。

ただし、今年度は学内での研究活動に大きな制約が生じたため、①と②については観測と解析方法の構築を中心に実施し、③については実施しなかった。

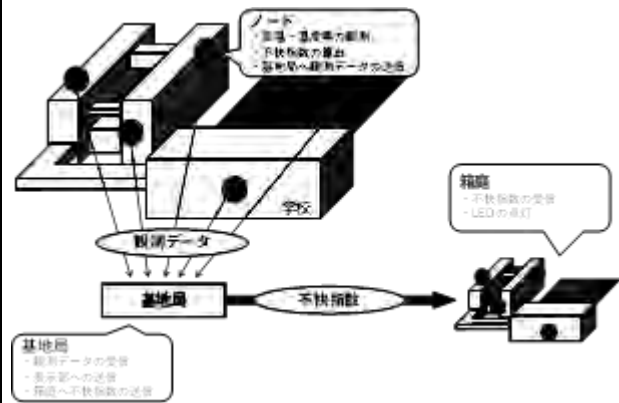


図1 可視化システムの例



図2 遠隔表示システムの例

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

① 学内観測ネットワークの構築

今年度は数か所昨年度と観測場所を変更して室内の温熱環境観測を実施した。表1は観測場所一覧を示す。変更した理由は、校舎の方角と階層及び部屋の使用目的別に解析するためである。なお、今年度は室温と湿度の観測データを蓄積することとどめ、CO₂の観測とWBGT計との比較は実施しなかった。

次に温熱環境の可視化のためのWEB配信システムを構築した。このシステムについては、本研究室で実施している他の観測用センサネットワークとの共有化を検討した。図3は各観測ネットワークのデータ収集とその表示システムの概要を示す。LoRaモジュールにて送信された観測データは、基地局で受信されインターネットを通じて外部サーバにて蓄積される。その結果は表示用phpファイルが生成されて、WEB上にて確認することができる。図4は新たに構築したデータ収集用の基地局の構成を示す。基地局はこれまでノートPCを利用していましたが、小型で移動や複数化及びインターネット接続が容易なRaspberry Piに変更した。図5はWEB上の表示画面の例を示す。このシステムにより、ノードから取得した情報をリアルタイムに定期更新し、表示できるようになった。ただし今年度は研究時間の都合上、現在の学内観測ネットワークの実装はできず、昨年度屋外に設置した微気象観測ノードのみこの表示システムを実装した。

箱庭に関しては、観測場所変更に伴うLED点灯位置の変更及び若干の改良を実施した。

表1 観測場所一覧

ノードNo.	変更前	変更後
1	303	306
2	320	320
3	グラウンド	303
4	図書館	図書館
5	401	401
6	第一アリーナ	第一アリーナ
7	306	206
8	310	241
9	422	422
10	228	228
AAC1	屋上	屋上

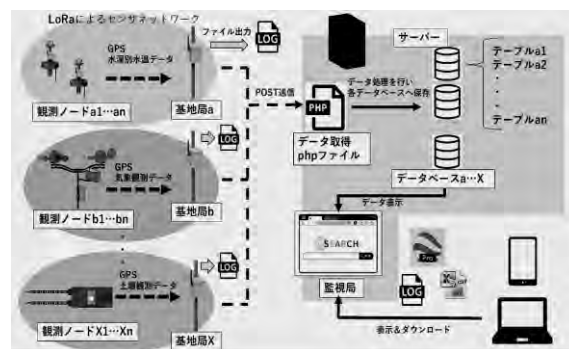


図3 データ収集及び表示システムの概要



図4 基地局の構成図



図5 WEBの表示画面の例

② 温冷感及び快適感アンケートと観測結果の解析

昨年度の研究では、温冷感評価のアンケート調査の結果から室内温熱環境の改善を図ることで学生の学習効率が上昇することが分かった。今年度はさらにアンケート項目を人間生活環境系に則した形式に変更して clo 値及び快適度調査を実施す

る予定であった。しかし遠隔授業を中心とした年間授業であったため、実施しなかった。

そこで、今年度は昨年度に学内温熱環境観測システムで取得したデータの再解析を実施した。学内温熱環境観測システムは本校の北東、南西の建物における1階から4階までの教室および校庭、図書室に温湿度センサを取り付けたノードを設置して校内の温熱環境を観測している。このシステムで測定した各教室の温湿度データを用いて教室の温湿度が変化の傾向を統計的に解析する。昨年度も解析を実施していたが、データ量が多かったため、曜日、時間を限定して平均値を算出し、定性的な傾向を確認したのみであった。今年度はソフトウェアのPythonを導入し、データベースと効率的な解析手法の構築を行うこととした。

まず回収したデータを統合し、データをノードごとに分けて1時間平均を計算するプログラムをPythonで作成した。その後、室内に人がいる確率が高い時刻である、13:00~14:00のデータのみを取り出し月平均を求めた。今回は3階の南西側教室(321)、北東側教室(310)及び研究室(303)について室温と湿度の月平均値の移動を比較した。

図6は本校の303(研究室)、310(教室)における月平均の温湿度分布を示す。実線が303、破線が310である。この図から研究室と教室の温湿度平均値の移動は異なっていることが分かった。また冬季において310教室は室温が低く、研究室(303)と比較すると11月と12月は約3°Cの違いが見られた。一方、湿度は若干高めめの傾向があった。図7は南西側の321教室と北東側の310教室を比較した温湿度分布を示す。図の点線が321、破線が310である。この図から教室の温湿度平均値は同じような移動を示すことが分かった。しかし南西側と比較して北東側は夏季の平均室温が約1°C高く、冬季は約2°C低いことが確認できた。この結果から昼間における方角、教室、研究室による温湿度の季節変動特性の違いが確認できた。

今後は1日を通じた温湿度平均値分布及び、今年度実施できなかったclo値及び快適度アンケートを実施する予定である。

③ 衣服内気候による体調変化検出

前述の通り、今年度は研究時間の都合上実施できなかった。

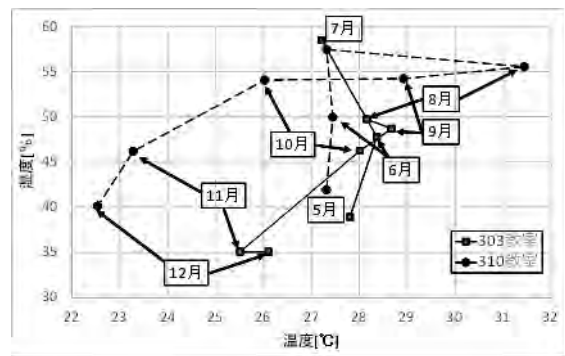


図6 温湿度の変化 (303, 310)

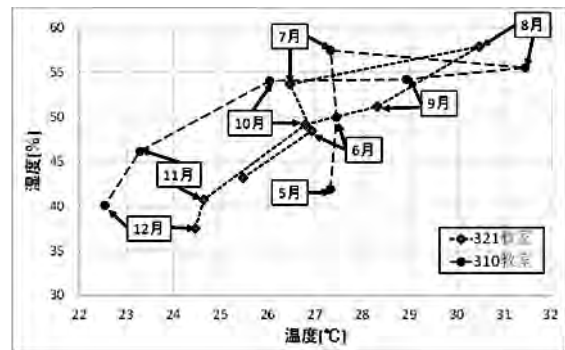


図7 温湿度の変化 (321, 310)

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計2件)

- [1] 柴田健吾, 吉田将司, “LoRa と外部サーバを利用した遠隔地センサネットワークの監視システムに関する研究”, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, D122, Dec, 2020.
- [2] 大庭康平, 吉田将司, “学内温熱環境観測システムを利用した校舎の温熱環境の調査”, 第44回人間-生活環境系シンポジウム報告集, pp.65-66, Dec, 2020.

課題研究費実績報告書

令和3年3月15日現在

研究課題名：アジア太平洋地域における残虐行為の予防ガバナンスに関する研究

研究代表者：宮下大夢

小区分：国際関係論関連

1. 研究計画の概要

本研究の目的は、アジア太平洋地域における「残虐行為の予防ガバナンス」の構築について、国家、政府間国際機構、非国家主体の相互作用に着目して考察することである。

2016年にアジア太平洋地域の主要な研究機関と非政府組織（NGO）が「残虐行為の予防のためのアジア太平洋パートナーシップ」（Asia Pacific Partnership for Atrocity Prevention: APPAP）という国境を越えた市民社会のネットワークを設立した。APPAPの設立目的は当該地域における「保護する責任」（Responsibility to Protect）規範の推進と残虐行為の予防である。2021年3月現在、APPAPは29の研究機関・NGOで構成されている。

アジア太平洋地域にはミャンマー軍による残虐行為によって74万人以上の難民が発生したロヒンギャ問題が存在しており、残虐行為の予防に取り組むAPPAPに関心が寄せられている。そこで、本研究では国際関係理論の一つである社会構成主義の分析概念を用いて、APPAPが当該地域における「残虐行為の予防ガバナンス」の構築においてどのような役割を果たしているかを明らかにする。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究は3つのフェーズに分けて実施する。第1フェーズに該当する2020年度は、最新の研究動向を整理しながら「残虐行為の予防ガバナンス」の概念整理と本研究で用いる分析枠組みの構築と精緻化を行った。

そして、APPAPがどのような戦略を用いて「保護する責任」の推進と残虐行為の予防に取り組んできたかを調査するために、APPAPの年次総会やワークショップに参加した。具体的には、2020年9月22日に開催された年次総会と2月22日に開催されたワークショップである。どちらも新型コロナウイルスの影響でZoomを用いたオンラインでの開催となった。

本研究の最終成果は2021年度に開催するシンポジウム（新型コロナウイルスの影響を受け、2019年度から開催が延期されている）にて発表した上で、書籍として出版する予定である。

3. 代表的な研究成果

〔図書〕（計2件）

1. 宮下大夢, 難民問題をめぐるASEANの地域ガバナンス—ロヒンギャ難民危機への対応を事例に, 山田満・本多美樹編著, アジアにおける「非伝統的安全保障」協力に基づく平和構築—イシューとアクターからみる安全保障の位相, 明石書店, 2021年6月刊行予定
2. Yasunobu Sato, Hiromu Miyashita et al., (eds., as chairs), Refugees, Migrants and Issues Related to Education, Employment: Seeking to Ensure Human Security, *Journal of Human Security Studies*, 10(1), Special Issue 2021, Forthcoming May 2021

〔その他〕（計2件）

1. 宮下大夢, 人間の安全保障の理論と実践—「誰も取り残されない」社会の実現に向けて, *SYNODOS Academic Journalism*, 2020年12月 (<https://synodos.jp/international/23969>)
2. 宮下大夢 (翻訳), 第10章 未来への回帰, アレクサンダー・ベッツ, ポール・コリアー (滝澤三郎, 岡部みどり, 佐藤安信, 杉木明子, 山田満監訳), 保護—崩壊する難民制度を立て直す, 明石書店, 2021年8月刊行予定

研究課題名：減衰量を指定可能な阻止域可変 FIR フィルタの多項式係数の削減に関する研究

研究代表者：宮田統馬

小区分：計測工学関連

1. 研究計画の概要

これまでに、申請者は高速高精度な計測を実現するために、阻止域の一部に高い減衰量を有し、かつ、阻止域の特性が可変なデジタルフィルタの設計法を提案してきた。しかしながら、これまでに提案してきた可変フィルタでは、高い減衰量を得るために直接的に減衰量を指定するのではなく、帯域にかける重みにより減衰量を制御していたために、狙った減衰量を得ることの難しさがあった。近年、高い減衰量の値を直接的に指定可能な阻止域の特性が可変な直線位相 FIR(Finite

Impulse Response) フィルタの設計法の開発を行った。そこで、本研究では実時間処理を考慮して多項式係数すなわち乗算器の削減を考慮した設計法及び実装法について研究を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

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

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

となる。ただし、 τ は高い減衰量部分の帯域幅であるが、本研究では可変させない。

タイプ I の直線位相可変 FIR フィルタの振幅特性は、

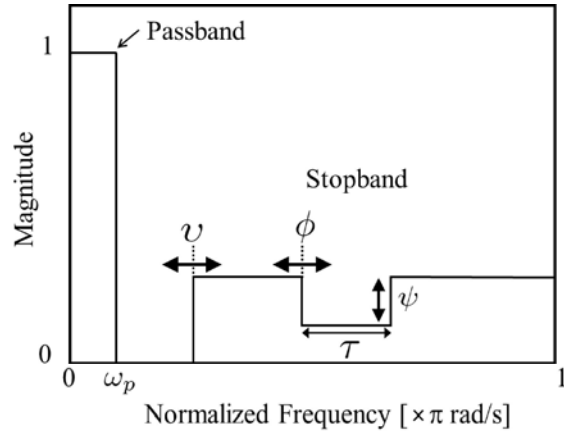


図1 所望特性

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

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

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

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

ただし、 $\tilde{\phi}, \tilde{\psi}, \tilde{\nu}$ は -1 から 1 の値に正規化した可

変パラメータであり、 e は誤差関数、
 $e(\omega, v, \phi, \psi') = D(\omega, v, \phi, \psi) - H(\omega, v, \phi, \psi')$ (5)
 であり、 λ は最大許容誤差である。このとき、2
 つめの制約条件が高減衰量の値を直接指定するも
 のである。ただし、可変パラメータ ψ [dB] は、
 式 (4) の設計問題において許容誤差として扱うた
 めに可変できる範囲を ψ_{\min} から ψ_{\max} として、
 $\psi' \in [\psi'_{\min}, \psi'_{\max}]$

$$\psi'_{\min} = 10 \frac{\psi_{\min}}{20} \quad (6)$$

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

と定義している。最終的に式 (4) の設計問題を半
 正定値設計問題として以下のように定義する。

$$\min \mathbf{d}\mathbf{x}^T \quad (7)$$

$$\text{sub.to } \mathbf{U}(\mathbf{x}) \succeq \mathbf{0}$$

ただし、

$$\mathbf{d} = [1 \cdots 1 \ 0 \cdots 0] \quad (8)$$

$$\mathbf{x} = [\lambda(v_1, \psi_1) \cdots \lambda(v_{M_v}, \psi_{M_v}) \ \mathbf{g}] \quad (9)$$

$$\mathbf{U}(\mathbf{x}) = \text{diag}[\Gamma_\lambda(\omega_1, \tilde{v}_1, \tilde{\phi}_1, \tilde{\psi}'_1) \cdots$$

$$\Gamma_\lambda(\omega_M, \tilde{v}_{M_v}, \tilde{\phi}_{M_\phi}, \tilde{\psi}'_{M_\psi}) \quad (10)$$

$$\Gamma_\psi(\omega_1, \tilde{v}_1, \tilde{\phi}_1, \tilde{\psi}'_1) \cdots$$

$$\Gamma_\psi(\omega_M, \tilde{v}_{M_v}, \tilde{\phi}_{M_\phi}, \tilde{\psi}'_{M_\psi})]$$

$$\Gamma_\lambda(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') = \begin{vmatrix} \lambda(v, \psi) & e(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') \\ e(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') & 1 \end{vmatrix} \succeq 0 \quad (11)$$

$$\Gamma_\psi(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') = \begin{vmatrix} \psi' & e(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') \\ e(\omega, \tilde{v}, \tilde{\phi}, \tilde{\psi}') & 1 \end{vmatrix} \succeq 0 \quad (12)$$

であり、 M は周波数の評価点数、 M_v, M_ϕ, M_ψ は
 可変パラメータの評価点数である。

次に、多項式係数の削減について述べる。可変
 フィルタにおいて、各フィルタ係数は式 (3) に示
 すとおり、可変パラメータをべき乗したものと多
 項式係数 \mathbf{g} を乗算したものの和となっている。加え
 て、本研究では各可変パラメータを-1から1で正
 規化して与えている。故に、 l_v, l_ϕ, l_ψ が高次とな
 ると $\tilde{v}^{l_v} \tilde{\phi}^{l_\phi} \tilde{\psi}^{l_\psi}$ の値は小さくなる。従って、可変パ
 ラメータが多数かつ高次で構成される項がフィル
 タ係数全体に与える影響は小さいと考えられる。
 このことを利用して、式 (2) のフィルタ係数を、

$$h(i, v, \phi, \psi) = \sum_{y_1=0}^{Y_1} \sum_{y_2=0}^{Y_2} \sum_{y_3=0}^{Y_3} \mathbf{g}(i, y_1, y_2, y_3) \tilde{v}^{y_1} \tilde{\phi}^{y_2} \tilde{\psi}^{y_3} \quad (13)$$

$$Y_p = \begin{cases} K - \sum_{j=1}^{p-1} y_j & \text{if } K - \sum_{j=1}^{p-1} y_j \leq L_p \\ L_p & \text{if } K - \sum_{j=1}^{p-1} y_j > L_p \end{cases} \quad (14)$$

として与え直す。ただし、 P は可変パラメータの
 数であり、 $Y_p \leq 0$ の場合は $Y_p = 0$ とし、 $p-1=0$
 のとき Σ の項は零値とする。また、 $L_1=L_v$ 、
 $L_2=L_\phi$ 、 $L_3=L_\psi$ である。このとき K は、

$$K \leq \sum_{p=1}^P L_p \quad (15)$$

であり、多項式次数の総和よりも K の値を小さ
 くすることによって多項式係数すなわち、実装の
 際に必要な乗算器の数を削減することが可能とな
 る。また、フィルタの構造について着目すると高
 次の多項式係数が削減されるのみで、削減前のも
 のと比較して大きな変化はない。故に、可変パラ
 メータのべき乗の計算が削減可能なFarrow構造を
 用いることができるため、さらなるリアルタイム
 処理が望めると考えられる。

実際に上記の手法を用いてフィルタの設計を行っ
 た。設計した可変フィルタの仕様は、フィルタ次
 数を $2N=50$ 、多項式次数 $L_v=L_\phi=L_\psi=3$ 、通過端
 域正規化角周波数 $\omega_p=0.1$ 、阻止域端正規化角周
 波 $v=0.19 \sim 0.21$ と設定した。また、高減衰量部分
 を $\tau=0.2$ 、可変パラメータを変化させる範囲を
 $\phi=0.39 \sim 0.41$ 、 $\psi=-90 \sim -70$ とそれぞれ設定し、
 多項式次係数削減のパラメータを $K=6$ と設定した。
 図2～4に得られたフィルタの振幅特性を示す。
 これらの図より多項式係数の削減を行っても、可
 変パラメータの値に対応して振幅特性が変化し、
 かつ等リプル特性が維持されていることが確認で
 きる。次に、多項式係数を削減行った場合と行っ
 ていないものとで減衰量の比較を行う。設計例に
 おいて多項式係数の総数は、削減を行ったものは
 2754であり、行っていないものは3264であり約
 15.6%の削減を行っている。まず、多項式係数の
 削減を行い設計した可変フィルタの減衰量を示す。
 可変パラメータの値を図3の振幅特性と同様なも
 のに設定した場合の減衰量は、高減衰量とした帯
 域は-80.02dBであり、そうでない帯域は-47.06dB
 であった。次に、多項式係数の削減を行っていな
 い場合は、高減衰量とした帯域は-80.46dBであり、
 そうでない帯域は-46.91dBとなった。故に、多項

式係数の削減を行っても遜色のない減衰量が得られており、効率的に多項式係数の削減が行われていることが確認できる。

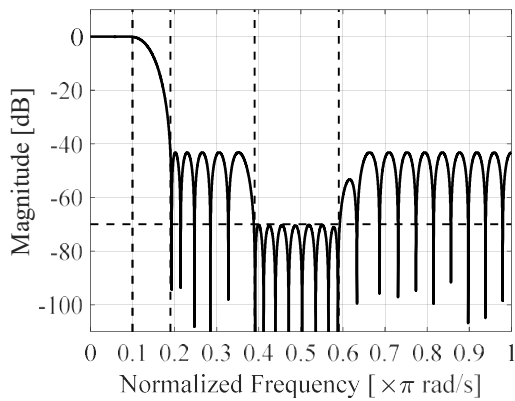


図 2 振幅特性 $\nu = 0.19, \phi = 0.39, \psi = -70$

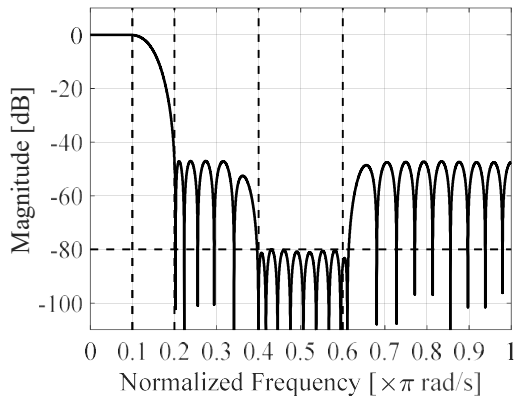


図 3 振幅特性 $\nu = 0.20, \phi = 0.40, \psi = -80$

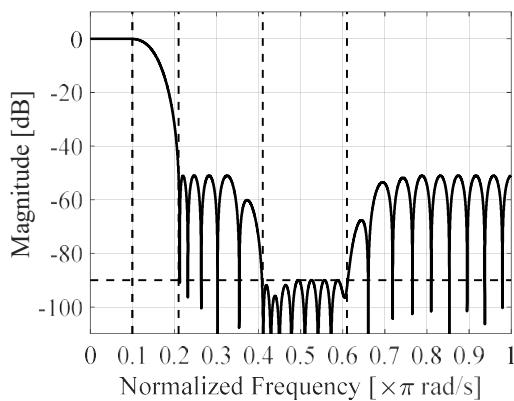


図 4 振幅特性 $\nu = 0.21, \phi = 0.41, \psi = -90$

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計 1 件)

- [1] 宮田統馬, 相川直幸, 多項式次数の削減を考慮した減衰量を指定可能な阻止域可変直線位相 FIR フィルタの一設計法, 電学制御研資, 査読無, CT-21-041, pp.31-36

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：学生の統率力向上を目指した体育授業の検討
～主体的なスポーツ活動実践のために～

研究代表者：高野 修

小区分：身体教育学

1. 研究計画の概要

本研究は、本校学生を対象に主に高等専門学校生（以下高専生とする）が卒業後の社会生活において自ら主体的に運動・スポーツ活動を実践できる能力の獲得を目指した体育授業の検討を行うものである。特に運動に関心が薄い高専生が、生涯を通じて自発的に身体を動かす機会を持つことは自身の健康を保持増進させる観点からも重要であり、また勤務先のレクリエーション活動をはじめ他者との関わり合いの中で運動・スポーツ活動を実践するためには相応のコミュニケーション能力も求められる。

かねてから高専生のコミュニケーションやリーダーシップに関する能力についてはその向上が求められると様々なデータを基に述べられており、学生自身もこれらについて苦手意識を持つ者が多い。身体的な部分のもとより、運動・スポーツ活動を通じて良好な人間関係を構築できるメンタルスキルを獲得するために、本研究では体育授業を通じて学生の統率力（リーダーシップ）の向上を図る取り組みの検討を行うことを目的としている。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本校本科5年生を対象に調査を行った。対象者の授業効果（学生個人の体育自己効力感の変化）について、既存の体育自己効力感尺度（10項目）を用いた質問紙を通して年度はじめ（Pre）と学年末（Post）にそれぞれ回答させたものを集計して分析を行った。分析項目は、学年全体及び学科ごとのPre-Post間の得点比較となっている。この2つの時期を分析することにより、学生の授業前後の変化が明確となるになると仮定した。また、体育自己効力感尺度各10項目の合計得点にて評価することで自己効力感の全体的な傾向が明確になると仮定した。

統計処理にはSPSS Statistics Ver.27を用いた。Pre-Post間の合計得点の比較は、学年全体及び学

科ごとの平均値を算出し、対応のあるt検定を実施した。なお、全ての分析で有意水準を5%未満に設定した。

その結果、学年全体の体育自己効力感尺度の合計得点には有意な差がみられ、Post得点がPre得点よりも有意に増加した（図1）。

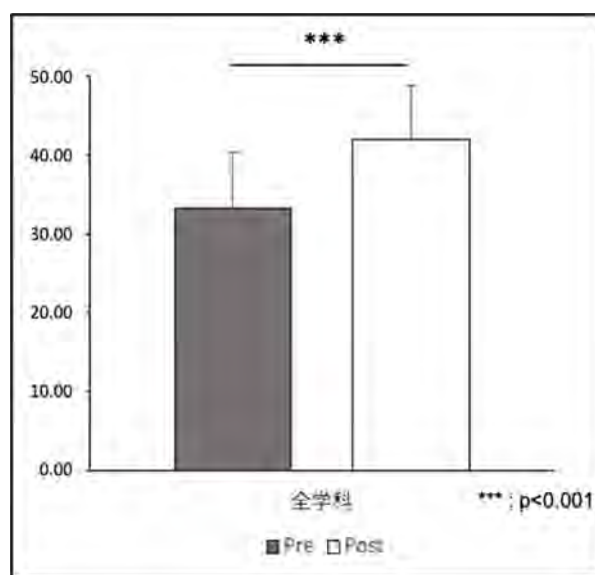


図1. 5年生全体のPre-Post比較

また、学科ごとの体育自己効力感尺度の合計得点には全学科に有意な差がみられ、学年全体の結果と同様にPost得点が有意に増加した（図2）。

これらの結果から、学生自身が計画・運営を行う方式の授業は、学生個人の体育自己効力感尺度に正の効果を与えていた。つまり、学生の自信を向上させ、より前向きに取り組むことができ、ソーシャル・スキルを高めることに寄与する可能性があると考えられる。

教員側からみた授業の様子は、どのクラスにおいても学生が協力的に取り組んでいたことから、授業を運営する際、協調性の重要性について認識できる機会になったと感じている。年度最初の授

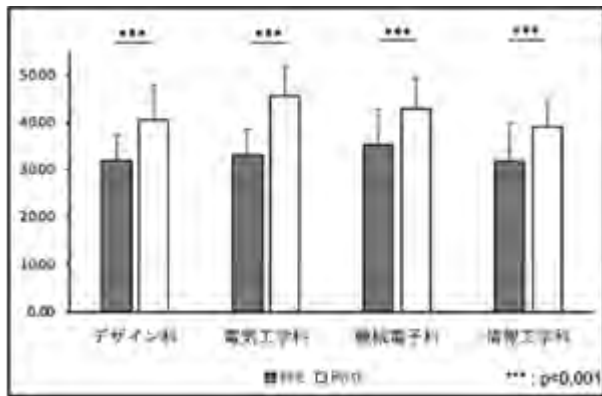


図2. 各学科のPre-Post比較

業でこの点については教員側からレクチャーしていることも要因となつてはいるが、学生側も意欲的に行動に結び付けてくれたことが大きい。

また、授業後に学生に自由記述での省察を行ってもらったところ、日頃から課外活動等に積極的に取り組んでいる学生ほどポジティブな記述が多い印象を受けた。一方で、ネガティブな記載をする学生も原因を明示して改善策を提案するなど前向きな姿勢を見せてくれたことは授業効果として大きいものがあると評価できる。

このことから、学生自身が運営するスタイルの体育授業を実践することにより、自己効力感を高めソーシャル・スキルや社会人基礎力の向上に結び付く可能性があるという結論が得られた。

以上の通り、計画していた調査はコロナ禍により予定していたサンプル数は得られなかったものの、当初の仮説を検証するに十分な結果を得ることができたと判断している。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕 (計1件)

- [1] 大野達哉・高野修・鎌田俊司：“ソーシャル・スキルの向上を目的とした体育授業が学生の自己効力感に及ぼす影響：生涯スポーツを意識した授業づくり”，第9回 関東信越地区高等専門学校 体育・スポーツ研究会 研究報告2，(2021)

課題研究費実績報告書

令和3年 月 日現在

研究課題名：ルチル型酸化チタンにおける真性欠陥の安定性評価

研究代表者：黒木雄一郎

小区分：無機材料および物性関連

1. 研究計画の概要

酸化チタンは多様な用途に使われている代表的な機能性材料であり、顔料や光触媒の他にもクロム添加により赤外発光を示すことが報告されている。申請者は赤外発光を示す酸化チタンをセキュリティインクとして実用化するための過程で、この発光がクロム添加によるものではなく、ルチル型酸化チタンの真性欠陥に起因する可能性を見出した。一方で酸化チタンという良く知られた材料のバンド構造や真性欠陥と光触媒などの機能性の発現については現在も活発に議論されており、今後も系統的な学術的研究の推進が望まれている。本申請では、極低温 PL 測定によりルチル型酸化チタンにおける欠陥のエネルギー準位を実験的に明らかにするとともに、理論計算による局所的欠陥構造の電子状態および安定性の解析・評価を行い発光種を推定することを目的とする。効率的な欠陥の導入方法に関する指針を得ることで、発光強度の増大など、セキュリティインクの実用化に資する試料の合成が可能となる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本年度はコロナウイルス感染症の影響により実験時間が大幅に減縮されたため、理論計算による欠陥の安定性および格子定数の変化に関する評価を中心に研究を推進した。特に、クロムの添加により真性欠陥である酸素空孔が生成される可能性を検討するために、基本的な結晶構造およびクロムを添加した場合の結晶構造の変化について調査した。

(1) 初期構造とポテンシャルファイルの準備

結晶構造の可視化ソフトである VESTA を用いて初期結晶構造を構築した。これまでの実験により、クロムを添加した酸化チタンの母体結晶はルチル型であることがわかっている。酸化チタンにおける各原子のファンデルワールス (VdW) エネルギー

はレナードジョーンズ型を採用し、分子動力学シミュレーションソフトであるLAMMPS (Large-scale atomic/Molecular Massively Parallel Simulator) を用いて最小化計算、スタートアップ計算および MD 計算を行った。図 1 に各原子間に働く VdW、クーロン力およびその合成ポテンシャル曲線を示す。Ti-Cr 間では、陽イオン同士のクーロン斥力が支配的となることが示された。また、O-Cr 間では、VdW とクーロン力の合成によりポテンシャルが極小点 (結合距離に相当) を持つことが示された。

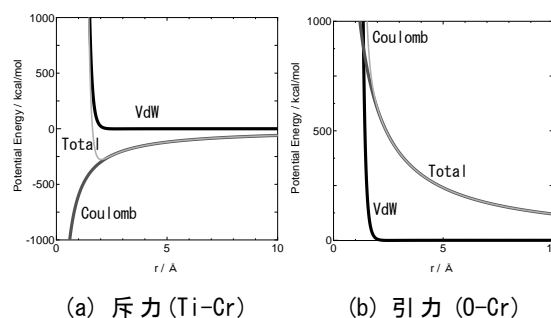


図 1 各原子間のポテンシャルエネルギー

(2) 添加物を考慮した MD 計算

結晶モデル構築アプリである AtomsK を用いて作成した酸化チタンにクロムを 0.1% 添加したモデルを図 2 に示す。これは単位胞を各軸方向に 8 倍した $8 \times 8 \times 8$ モデルである。各原子の電荷は、酸素とチタンについては形式電荷を、クロムについては実験的に得られた有効電荷 (+1.647) を設定した。粒子数、体積、温度一定の条件 (NVT アンサンブル) と粒子数、圧力、温度一定の条件 (NPT アンサンブル) の両方について計算を行った。シミュレーション温度は 1000°C とした。本報告では、より実際の実験条件に近い NPT アンサンブルの結果を示す。(図 3(a)(b))

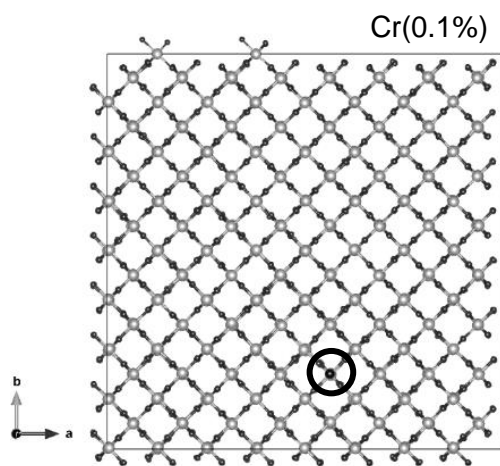
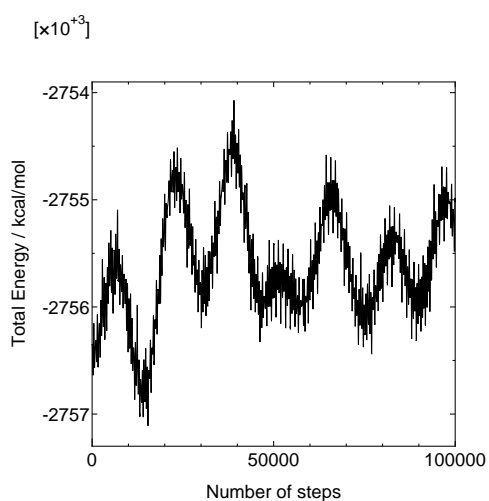
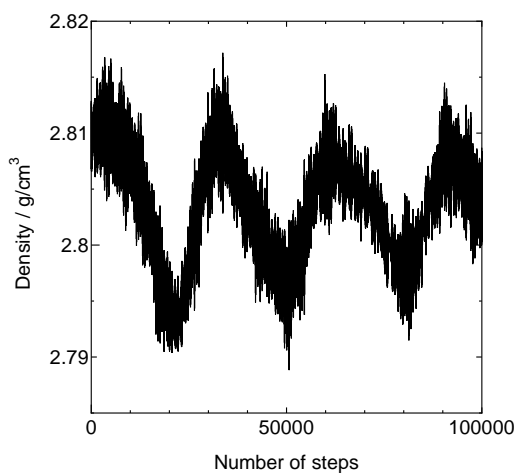


図2 クロムを0.1%添加したモデル



(a) トータルエネルギー



(b) 密度

図3 MDシミュレーションの結果

シミュレーションステップ数の増加に応じて、トータルエネルギーは $-2757 \sim -2754$ kcal/mol の間で変化し、密度は約 2.8 g/cm^3 を中心に振動する様子が観測された。

次にクロムの添加量に対する格子定数の変化を調査した。図2のa軸方向に注目した結果を図4に示す。

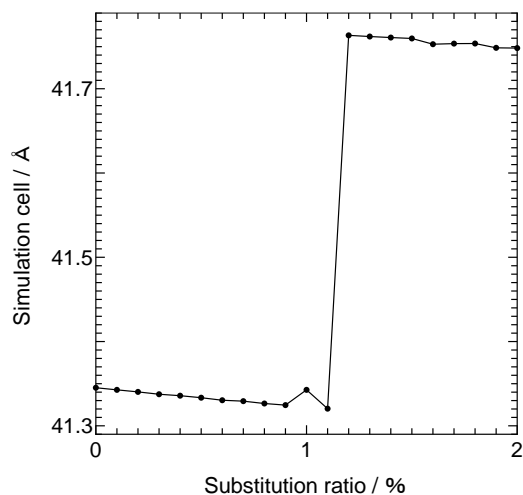


図4 クロム添加量とa軸長の関係

初期構造におけるシミュレーションセルのa軸長は 37.18 \AA であった。クロム添加量を増加させると1.2%の時にa軸長が大幅に増加し、 41.32 \AA となったが、その前後の添加率では大きな変化は見られなかった。a軸長はクロム添加量の増加により単調増加すると予想していたが、予想に反した結果が得られた。この急激な変化の要因については、ポテンシャルに起因するものとシミュレーション条件の双方が考えられるが、現在のところ明らかにはなっていない。今後の継続的な検討が必要である。

3. 代表的な研究成果

〔その他〕 (計1件)

- [1] [Yuichiro Kuroki](#), A Study on the Infrared Emissive Rutile-type Titanium Oxide, インド ALAGAPPA 大学物理学科における Webiner 会議 (ZOOM), June 10, 2020, Time: 11:30 a.m. – 12:30 p.m. IST

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：炭素繊維強化熱可塑性プラスチックの界面接着性に及ぼす
大気圧プラズマと結晶化収縮の影響に関する調査

研究代表者：坂口雅人

小区分：材料力学および機械材料関連

1. 研究計画の概要

近年、地球温暖化の改善のために温室効果ガス排出量の軽減が求められている。温室効果ガスの排出量削減手法の一つとして輸送機器の軽量化による燃費向上が挙げられる。そこで、比強度や比剛性が高い、炭素繊維強化プラスチック(FRP)が輸送機器の構造材として注目されている。特に母材に熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(FRPP)は(FRP)よりも成形性やコストの点で優位性がある。

一方で(FRPP)は母材の炭素繊維への含浸性や炭素繊維と母材樹脂の接着性が低く、炭素繊維の力学的特性を十分に発現できていない。そこで、本研究では炭素繊維と母材間のぬれ性や接着性を向上させる手法として大気圧プラズマ処理と結晶化収縮に着目した。そして、本研究課題の核心をなす学術的な「問い」として(プラズマ処理と樹脂収縮に両立による(FRPP)の力学的特性向上効果は両立をするのか)を設定した。この問いに答えるための基礎調査として、今年度は①炭素繊維への熱可塑性樹脂の含浸率と界面強度に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響、②(FRPP)の力学的特性に及ぼす母材結晶化度による樹脂収縮の影響解明について調査を行った。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

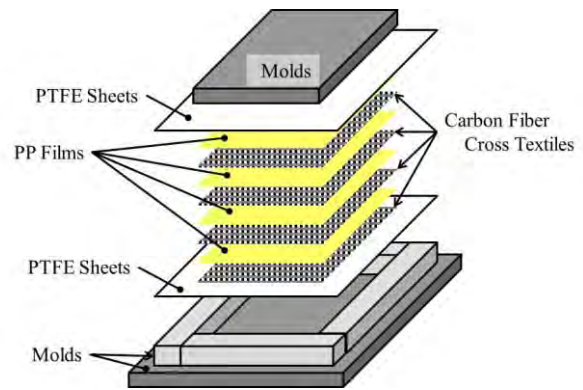
2-1. 成形方法

2-1-1. (FR) 複合材料の成形

本研究ではフィラメント数6000本の炭素繊維束(Cトレカ糸(P300-3000, 東レ製)を用いた平織基材とポリプロピレン(Q) (Cノバテック()) (CF, 日本ポリプロ製)を母材樹脂として用いた(FR)板を成形した。使用した()の融点は約(1) °Fであった。このペレットは成形前に乾燥炉(CR -50, 太洋製)を用いて大気圧、(00)°Fで約(0)時間以上絶乾された。

(FR)板はフィルムスタッキング法により成形さ

れた。常温の金型に(Rg. (1) に示す様に)PRシート、平織基材、()フィルムを配置した。この金型をホットプレスにセットして成形温度まで加熱し、金型が成形温度に達したら成形圧力を負荷した。成形圧力を負荷した後、(0)°F以下になるまで成形圧力を維持し、冷却した。積層構成は(00)とし、繊維質量含有率約60(a sss, (110(a a × (110(a a の寸法で成形した。また、成形温度は(000)°F, 成形圧力は(0.5(P) sとして成形を行った。



Rg. (1) (Layout of) PR (sheets, carbon fiber cross textiles (sheet)) (sheet) (sheet) (sheet) (sheet)

2-1-2. 大気圧プラズマ処理

(FRPP)における含浸率と繊維・母材界面強度に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響を調査するために、成形前の平織基材に対して大気圧プラズマ処理を行った。大気圧プラズマ処理は雲母板に固定した平織基材にプラズマ照射装置(CP110, (サーフクリーン製)を用いてプラズマを照射して行った。プラズマ照射部の酸素量を制御するためにアルゴンと酸素の混合気を吹き付けた。大気圧プラズマ処理条件はアルゴンと酸素の流量をそれぞれ(5) (L/a gn と(500(a L/a gnとし、転送台の送り速度を(0) (a /a gn一定とした。そして、プラズマ照射時間を(10(s, (00(s, (0sに変化させるために、転送台をそれぞれ(5回, (10回, (00回往復させた。

2-1-3. アニーリング

(FRPP)の力学的特性に及ぼす母材結晶化度の影響を調査するために、成形した(FR/)板に対してアニーリングを行った。アニーリングは成形した(FR/)板を熱処理温度(130°F)に加熱し、熱処理時間65h、(0h)、(1h)静置することで行った。

2-2. 実験方法

2-2-1. 三点曲げ試験

(FR/)L板の力学的特性を調査するために三点曲げ試験を行った。試験片は(100mm) × (10mm) 切り出され、両端支持間距離(55mm)の治具にセットされた。試験中に生じるひずみを測定するために試験片中央部の引張面にひずみゲージを接着した。試験機には万能試験機(CP-500N-L550, (M) A製)を使用し、試験片中央の圧縮面に荷重を負荷することで試験を行った。試験条件としてクロスヘッドスピードを約(0.1) mm/sとした。

2-2-2. 含浸率測定

プラズマ処理時間による炭素繊維の含浸性を評価するために、含浸率測定を行った。成形した(FR/)板をエポキシ樹脂(C主剤:(E) 0, 三菱ケミカル製, 硬化剤: トリエチレンテトラミン, 東京化成工業製)に埋め込み、常温大気中で(10)時間静置して硬化させた。その後、(FR/)板を切断し、切断面を粒度(800, (81000, (81500, (80000)のエメリーペーパーを用いて研磨した。その後、粒度(3 μm)の金属磨き材(Cピカール, 日本磨料工業製)を用いてバフ研磨を行った。その後、マイクロスコープ(CHX-5000, (T) E NF製)を用いて断面観察を行った。撮影した画像の横繊維束の面積に対する樹脂の含浸領域の面積比を計算することで含浸率を求めた。なお、含浸・未含浸領域は明度によって区別し、面積比を算出した。

2-2-3. 結晶化度測定

アニーリングによる(FR/)板の母材結晶化度を調査するために示差走査熱量測定(DSC)を行った。試験機には示差走査熱量計(DSC-0, (C) X M AU製)を使用し、加熱速度(10°F/min), 目標温度(330°F)として行った。得られた(DSC)曲線から結晶化エンタルピー ΔH_c と融解エンタルピー ΔH_a を算出し、下式に代入することによって結晶化度 χ_c を算出した。

$$\chi_c = \frac{\Delta H_c + \Delta H_m}{238} \frac{1}{1-w_f} \quad (1)$$

ここで値(0.3) (//. は無限大の結晶厚さを有する())の理論的な融解エンタルピー⁽¹⁾, w_f は平織基材の重量含有率(C約(50)%)である。

2-3. 実験結果及び考察

2-3-1. 炭素繊維への熱可塑性樹脂の含浸率と界面強度に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響

大気圧プラズマ処理を施した炭素繊維を用いて成形した(FR/)板の曲げ試験における応力-時間曲線を(Fig. (1))に示す。また、(Fig. (1))より得られた各処理時間ごとの曲げ強度、曲げ弾性率を(Fig. (2))に示す。これらより、曲げ弾性率に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響はほとんど見られない一方で、曲げ強度は(0s)の大気圧プラズマ処理によって(100%)増加することが示された。また、大気圧プラズマ処理の有無による断面の比較と断面画像より得られた含浸率を(Fig. (3))と(5)に示す。これらより、大気圧プラズマ処理による断面や含浸率の変化はほとんど見られなかった。

大気圧プラズマ処理による曲げ強度の向上はプラズマ処理による炭素繊維表面の酸化が原因と考えられる。辻岡ら⁽⁶⁾の調査において、電解酸化処理を施した(FR/エポキシ複合材料)の界面せん断強度は炭素繊維表面の酸素原子量とともに増加することを報告している。このため、大気圧プラズマ処理により、炭素繊維表面が酸化して曲げ強度が向上したと考えられる。

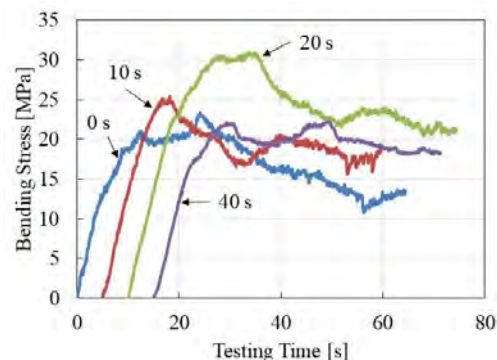


Fig. (1) (Bending stress-time curves of (FR/) composite (plasma treated for 0, 10, 20, 40 s))

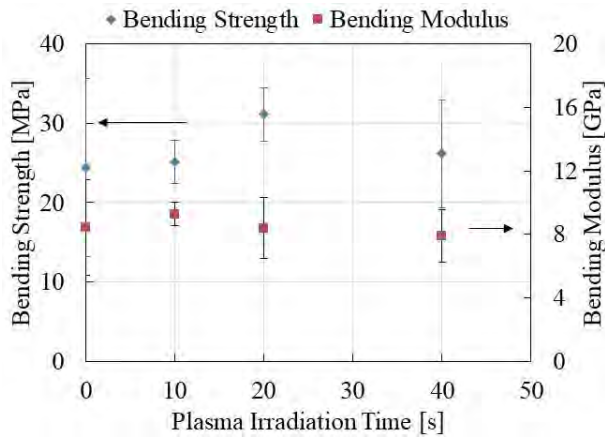
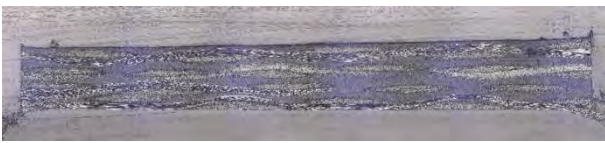


Fig. 3 Relationship between plasma irradiation time and bending strength and bending modulus of (FRP) composite.



(1) Cross-section of (FRP) composite.



(2) Cross-section of (FRP) composite.

Fig. 4 Relationship between plasma irradiation time and impregnation ratio of (FRP) composite.

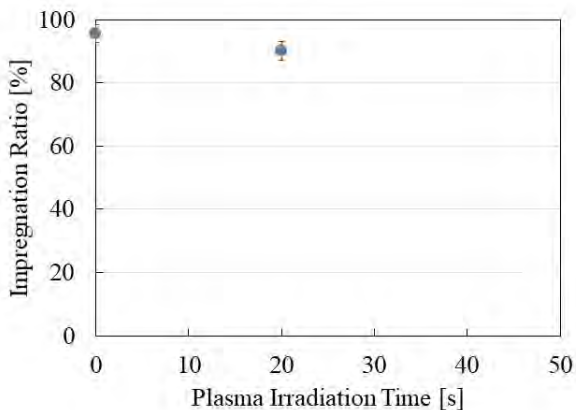


Fig. 5 Relationship between plasma irradiation time and bending stress-strain curves of (FRP) composite.

2-3-2. (FRPP) の力学的特性に及ぼす母材結晶化度の影響

アニーリングした(FRP) 板の曲げ試験における応力 - 時間曲線を(図 5) に示す。また、(図 5) より得られた各処理時間ごとの曲げ強度、曲げ弾性率を(図 6) に示す。この結果、(FRP) 板の曲げ強度と弾性率はアニーリングによって低下し、3.5h で最も低い値となった。また、(ACFによって得られた結晶化度を(図 6) に示す。この結果、結晶化度はアニーリングによって増加し、3.5h で最も高い値を示した。そこで、曲げ特性と結晶化度の関係を(図 6) に示すようにプロットした。この結果、曲げ強度と弾性率は結晶化度とともに低下することが示された。

一方で、過去の研究において、坂井ら³ は母材としてポリアミド(6) を用いた(FRP) 積層板において、アニーリングによる結晶化度によって曲げ強度と弾性率が向上することを報告している。これは結晶化による樹脂収縮により、繊維・樹脂界面の接着強度が向上したためと考察している。結晶化による(6) の収縮率は約(10 ~ 15) であるのに対し、(6) の収縮率は(10 ~ 15) とほとんど違いがない。一方で、(6) は極性が小さいために炭素繊維との接着性が低い。従って、本研究の条件において、炭素繊維と(6) 間の界面接着強度は結晶化による収縮による力学的な接着強度の向上よりも化学的な作用による接着強度の低下の方が支配的であることが示唆された。

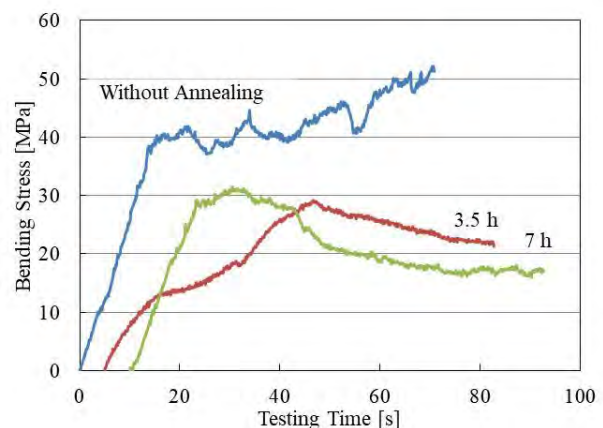


Fig. 6 Relationship between plasma irradiation time and bending stress-strain curves of (FRP) composite.

(Hgtusl(Pe etgn. ,(Rebrusy(-10,(0001

- (2) 坂口((雅人, 赤須 雄大, 平織炭素繊維(/ ポリプロピレン複合材料の含浸率に及ぼす成形時間の影響, 日本機械学会関東支部 山梨講演会0000, 査読無, ()ARデータでの配布.
- (3) 坂口((雅人, 後藤 広夢, 平織炭素繊維(/ ポリ乳酸複合材料の曲げ特性に及ぼす熱処理時間の影響, プラスチック成形加工学会((第31回((年次大会, 査読無, ()ARデータでの配布.
- (4) 大黒((元暉, 坂口((雅人, 炭素繊維(/ ポリプロピレン複合材料の力学的特性に及ぼす母材結晶化度の影響, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 査読無, ()ARデータでの配布.
- (5) 福地((遼太郎, 坂口((雅人, 炭素繊維強化ポリプロピレン((FR)) の機械的特性に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 査読無, ()ARデータでの配布.

((C 1 に関しては要項集等がないため, 著者名, 発表タイトル, 学会名, 査読の有無, 講演番号, 講演場所, 講演年月を記載

〔図書〕 (計 1 件)

- (1) (FRP)/FRPP) の界面制御, 成形加工技術と部材応用, (第3章 第3節 ポリ乳酸を母材とした炭素繊維強化プラスチックの引張特性と曲げ特性に及ぼす母材結晶化の影響(, 坂口((雅人, 後藤((広夢, 技術情報協会, 0000, (hh (00- 3 .

課題研究費実績報告書

令和3年3月15日現在

研究課題名：自営 LPWA 無線の小山ヶ丘地区周辺におけるカバレッジに関する研究

研究代表者：三輪 賢一郎

小区分：通信工学関連

1. 研究計画の概要

○背景

2020年4月から、我が国でもついに高速大容量・低遅延・多端末を標榜する5Gサービスがスタートし、Society5.0と呼ばれる社会へのパラダイムシフトがいよいよ現実のものとなりつつある。その中核をなすIoT分野においては、世界のIoTデバイス数が本年中にも300億個に到達するとの予測もあり、様々な産業分野においてIoT化が急激に進展することが見込まれる。

ここ数年のIoT化の進展と共に、その基盤となるテクノロジーとして低消費電力で広域に通信が可能なLPWA（Low Power Wide Area）が研究から実用まで広く用いられるようになってきている。LPWAは伝送ビットレートこそ低いものの、低消費電力でかつ長距離伝送が可能な通信規格であり、IoTの実現には不可欠な技術である。数あるLPWA規格の中でも、LoRa Allianceにおいて仕様が策定されているLoRa規格は、そのカバレッジは最大10kmにも及び、さらに自前で柔軟な運用が可能であることから、広範囲に配置されたセンサ等の情報収集に適しており、研究用/商用を問わず幅広く使われるようになってきている。ただし、そのカバーする通信範囲は、適用する地域の地形や周辺の建築物の状況等によって大きく違ってくる。例えば埼玉郊外におけるカバレッジ評価実験では約6km程度のカバレッジが可能であることが報告されているが、対して都心のビル街における調査では1km程度のカバレッジにとどまっている。したがって実運用の前にその地域でのLoRa通信の可用範囲について一定の調査が必要である。

本学（サレジオ高専）の立地する町田市小山ヶ丘地区におけるLoRaのカバレッジ範囲に関するファクトデータは今のところ存在していない。本学（サレジオ高専）の立地する町田市小山ヶ丘地区は、丘陵地の中腹とも言えるロケーションであ

り、その北側はさらに小高い丘陵となっているが、南側の橋本駅方面へはさながら扇状地のようになっており、その高低差は最大60mにもなる。周辺は住宅街であるが、低床の住宅に加えて中規模の集合住宅も点在しており、バリエーションに飛んでいる。したがって、LoRa通信の環境としては必ずしも理想的とは言えず、そのカバレッジ範囲も均一とはならないことが考えられる。このように、高低差のある複雑な地形でかつ変化に富む建築物が林立している状況は我が国の郊外の環境の典型とも言え、今回本研究において小山ヶ丘地区におけるLoRa通信のカバレッジ範囲を顕在化し、周辺地域の伝搬環境のファクトデータを蓄積することには大きな意味があると考えられる。また、将来の本学における本格的なIoT研究に備えて、本学周辺におけるIoT研究環境を把握しておくことは有用であるとも考えられることから、今回本研究において小山ヶ丘地区におけるLoRa通信のカバレッジ範囲を顕在化し、周辺地域のLPWA無線の伝搬環境のファクトデータを蓄積することを試みることにした。

LPWAの研究開発が本格化してきたのはここ数年のことであり、特にLoRaについてはこの2～3年の間に論文数が急増している。その内容は基礎研究と応用研究に大別され、そのうち基礎研究には、ゲートウェイの最適配置問題を解くもの

[1]、メッシュネットワークに拡張するもの [2] 等がある。応用研究としては、LoRaを用いた降雨センサーシステム [2]、レンタサイクル管理システム [2]、バスロケーションシステム [3]、稲作管理システム [4]、院内の医療機器管理システム [5]、徘徊見守りシステム [6] など、多数提案されている。

本研究と同じようにLoRaのカバレッジ範囲にフォーカスしてフィールド検証したものとしては、大学キャンパス内やその周辺で実施したもの

[5][7] , 郊外の比較的平坦な地形で実施したもの [8] , 山岳地域で主にリーチャビリティを確認したもの [9] 等が存在している. しかしながら, 丘陵を含む多様な変化に富む住宅街でのファクトデータと言えるものは無く, 本研究の意義は決して小さくないと考えられる.

○目的

本学(サレジオ高専)の立地する小山ヶ丘地区における LoRa 通信のカバレッジ範囲を顕在化することにより, 今後の同地区における IoT の実運用に資するためのファクトデータを蓄積する.

加えて, 本研究を通して, 本学学生に対しこれら実験に用いる IoT 機器の一部を自作させることにより, IoT や LPWA 通信に対して造詣を深めてもらうことも併せて狙う.

○方法

まず, 基地局となる IoT ゲートウェイと, 移動端末となる GPS センサをそれぞれ実装する. 移動端末からは IoT ゲートウェイに対して定期的に現在地の位置情報(緯度/経度)を送信するようにしておき, 周辺地域を移動端末を持って網羅的に移動する. IoT ゲートウェイ側では, 移動端末から受信した位置情報を地図上にプロットすることにより周辺地域の LoRa 通信のカバレッジ範囲を可視化できるようにしておくことで, LoRa 通信のカバー範囲の特定が可能となる.

本研究は, 当研究室の教員 1 名と当研究室に所属する学生 2 名で実行する. 学生 2 名はそれぞれ IoT ゲートウェイと移動端末(GPS センサ)の構築を主に行う. 教員は主にフィールド実験の計画と立案, ならびに研究の実行にかかる総合的な調整を行う. フィールド実験とその結果の評価・分析は, 教員と学生 2 名の総力で実施する.

○実施スケジュール

本研究のスケジュールとしては, 実験機材が揃い次第すぐに環境構築に着手し, 次いで研究室での動作試験とフィールドでの予備試験を経て, 本番の調査実験へと進む. その後, データの分析を行い, 学生が主体で卒業論文として纏める. また, ファクトデータを広く公表するべく, 電子情報通信学会の総合大会において対外発表を実施する.

以下に, 研究の実行に係るおおよそのマイルス

トーン(研究計画スケジュール)を示す.

【7月】機材選定/発注

【8月】実装/環境構築作業

【9月】動作試験/予備試験

【10～11月】フィールド実験, データ取得

【12月】データ整理/分析

【3月頃】対外発表

<文献>

- [1] 趙子健ほか, “LoRa 電波伝搬評価と基地局配置の最適化手法の研究,” 信学技報, ICM2018-03, pp. 33--38, 2018
- [2] 山本寛, “LoRa を活用した広域センサネットワークシステムの研究開発,” 信学技報, CQ2019-71, pp. 73--78, 2019
- [3] 保下拓也ほか, “LPWA を用いた IoT バスロケーションシステムのための位置情報圧縮手法の提案,” 情報処理学会第 80 回全国大会, pp. 3-421--3-422, 2018
- [4] 袖見樹子ほか, “稲作管理システム,” 情報処理, vol. 58, No. 9, pp. 810--813, 2017
- [5] 坂元律矛ほか, “LPWA 通信を用いた可搬型医療機器管理システムの提案と実装,” 情報処理学会第 81 回全国大会, pp. 4-653--4-654, 2019
- [6] 加藤学, “高齢化社会の屋外徘徊行動の監視,” 電気設備学会誌, vol. 37, No. 10, pp. 713--715, 2017
- [7] 三好夏生, “920MHz 帯 LoRa 通信の半波長間隔での電波伝搬測定結果,” 信学技報, RCS2019-406, pp. 411--412, 2019
- [8] 高橋幹, 國澤良雄, 神谷尚保, 新保宏之, “アンライセンスバンドを使用する LPWA (Low Power Wide Area) 規格の最新動向,” 電子情報通信学会誌, Vol. 102, No. 5, pp. 388--392, 2019
- [9] 湯瀬裕昭ほか, “山間地における LPWA を活用した防災通信に関する研究,” 情報処理学会第 80 回全国大会, pp. 4-419--4-420, 2018

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

○実験環境の構築

まず本調査実験に必要なとなる、LoRa 通信に対応した基地局 (IoT ゲートウェイ) と移動端末 (GPS センサ) とを準備した。

基地局にはDragino 社製IoT ゲートウェイ LG01-JP を採用し、ThingSpeak に対してデータのアップロードを行うためのプログラム (オープンソース) を実装して構築した (図 1 左)。基地局用のアンテナは付属のものをそのまま用いることとし、本校の4 階建て校舎の3 階部分の中庭に基地局とともに設置した。

移動端末には、Dragino 社製のLoRa mini Dev にGPS モジュール (AEGYSFDMAXB) を搭載し、基地局ならびに ThingSpeak に対応したデータ生成を可能にするためのプログラム (オープンソース) を実装して構築した (図 1 右)。

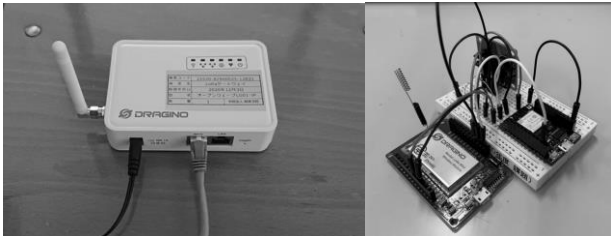


図 1 基地局 (左) と移動端末 (右)

本調査実験の全体の流れを図 2 に示す。

まず本学周辺において移動端末が獲得する緯度・経度等のデータが LoRa 通信により基地局で受信される。それらの位置情報のデータは基地局からインターネットを介して、IoT クラウドサービスである ThingSpeak にアップロードされることになる。ThingSpeak においては、取得したデータの整理、グラフによる可視化が実行される。さらにそのデータを加工して Google Earth に入力することにより、LoRa 通信が成立した地点が地図上にマッピングされる。伝搬距離や障害物等の影響により LoRa 通信が途切れると、移動端末からの緯度・経度の情報を基地局側で受信することが出来なくなるため、このことから LoRa 通信のカバレー範囲が特定できることになる。

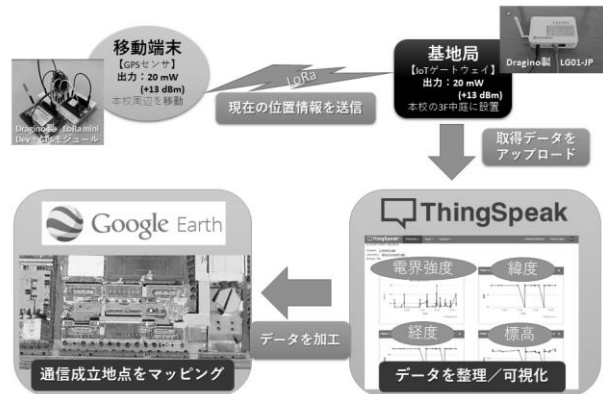


図 2 調査実験の全体像

○調査実験の結果

今回の調査実験においては、帯域幅を 3 種類 (7.8 kHz, 125 kHz, 500 kHz), 拡散率を 2 種類 (7, 12) の計 6 条件にて実験を行った。うち、最もカバレー範囲が広範囲となった実験条件 (帯域幅 7.8 kHz, 拡散率 12) での結果を図 3 に示す。地図上にピンのイメージで示した箇所が、LoRa 通信が確認された地点である。



図 3 LoRaカバレー調査結果

上記より、今回の実験条件における最大通信距離は 400 m 程度であり、そのカバレー範囲は東南東方向と西北西方向に偏向している結果となった。これには、本学の建物形状が影響していると考えられ、基地局を設置した 3 階中庭の北側と南側に突き出ている校舎の 4 階部分が、電波の南北方向への伝搬に大きな影響を与えたとみられる。

このように、今回の調査実験では、本学周辺に

おけるLoRa通信範囲のおおよその特定は行えた。しかしながらそのカバー範囲は当初の予測よりも狭い範囲にとどまっており、また通信エリアの形状も偏っていることから、丘陵地におけるLoRaカバレッジのファクトデータとしては不十分なものとなった。

○まとめと今後の展望

本研究を通して本学（サレジオ高専）周辺のLoRa通信のカバレッジ範囲をおおよそ明らかにした。現条件では、その最大通信距離は400 m程度であり、本学の建物形状の影響によりその伝搬方向は東西方向に偏っていることが示された。このように、今回の調査実験では本学周辺におけるLoRa通信範囲のおおよその特定は行えたが、丘陵地におけるLoRaカバレッジのファクトデータとしては不十分なものとなった。

次年度以降、今回顕在化した課題や問題点を基に実験方法を見直したうえで、より正確な調査を実施する必要があると考えられる。それら、改良変更を検討すべき点を以下に示す。

① 基地局設置場所の見直し

本学3階中庭は基地局の設置場所として不適切であることが判明したことから、基地局の設置場所を屋上などへ変更することを検討する。

② 移動端末の移動方法の見直し

今回は移動端末の移動に自動車を用いたが、自動車のボディが電波の送受信に影響を与えたこととも考えられることから、移動端末の移動手段を自転車や徒歩へ変更することを検討する。

③ 可視化ツールの整備

地図上に受信電界強度を表示できるように、可視化プログラムの拡張を検討する。

以上を踏まえて、引き続き次年度以降において、本学（サレジオ高専）周辺のLoRa通信のカバレッジ範囲についてのより網羅的な調査を実施する予定である。

3. 代表的な研究成果 以下の通り。

〔学会発表〕（計1件）

- [1] 吉田龍紀, 横川颯汰, 三輪賢一郎, "サレジオ高専周辺におけるLoRa通信のカバレッジ調査," 電子情報通信学会 2021年総合大会, 査読無し, 通信講演論文集1, pp. 439, B-15-24, March. 2021.

以上

課題研究費実績報告書

令和3年3月22日現在

研究課題名：相互誘導リアクトルを用いた洋上発電システム用自励式発電装置

研究代表者：山下 健一郎

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究では「洋上発電システム」のための「広範囲動作が可能なサイリスタ励磁方式の発電装置」を提案し、その性能や有用性を検証する。次世代の洋上発電システムは遠洋の発電所で得られた電力を直流で地上のグリッドへ送電する方式が主流になると考えられており、種々な方式の研究開発が行われている。同分野で普及が進んでいる洋上風力発電においては既に直流送電方式を採用したシステムが実現されている。このようなシステムに用いる発電機としては、信頼性が高く、定期的なメンテナンスが不要な永久磁石同期発電機（PMSG）が多く用いられているが、PMSGを用いた場合、レアアースの価格変動に基因してコストが増加すること、直流送電と連系し、発電機を制御するための電力変換器（主変換器）にキャパシタが用いられるため、主変換器においては定期的なメンテナンスを必要とする問題がある。一方、巻線形同期発電機（WRSG）を用いた場合、主変換器にシンプルで高効率なダイオード整流器を用いることができ、発電機励磁用の小容量整流器にサイリスタ整流器を用いればキャパシタも不要となる。さらに、同期機をブラシレス交流機とすれば、発電機もメンテナンスフリーとなる。このような利点を持つサイリスタ励磁方式の巻線形同期発電機であるが、主変換器のダイオード整流器とサイリスタ整流器が干渉するため、十分な動作範囲を確保できない問題のあることが明らかとなった。

本研究課題では、ダイオード整流器と干渉せず、十分な動作範囲を確保できる励磁回路としてリアクトルの相互誘導を利用する新しいタイプのサイリスタ励磁方式を提案し、シミュレーション及び試作機を用いた実験的検討により、その性能や有用性を検証する。本研究課題により、直流送電連系用の主変換器に信頼性の高いダイオード整流器を持つ発電装置を実現することができる。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

当該研究では、①シミュレーションモデル（PSIM、MATLAB、Scilab）の構築、②構築したシミュレーションモデルを用いた提案方式の有用性の確認、③研究室サイズの供試装置の製作、④供試装置を用いた実験的検討を行った。以下、詳細を説明する。

①シミュレーションモデルの構築

（達成度 100%）

シミュレーションソフトとして、MATLAB / Simulink / Simscape を購入し、同ソフトを用いたシミュレーションモデルを構築した。提案システムは風力発電機となる自励式の同期発電機が研究対象となるため、同期機の残留磁束を考慮する必要がある。構築したモデルには残留磁束を考慮した励磁回路が組み込まれており、自励式同期発電機の種々な検討を行うことができる。また、未発表であるが、さらに詳細な検討を行うことができるように励磁回路に磁気飽和を考慮したモデルも構築した。

②構築したシミュレーションモデルを用いた提案方式の有用性の確認

（達成度 100%）

シミュレーションモデルを用いて、提案システムの有用性の確認を行った。基本方式では同期発電機励磁用のサイリスタ整流器が主変換器となるダイオード整流器の転流の影響を受け、低風速域において動作できなくなる問題があったが、提案システムにおいては、新たに導入した相互誘導を有するリアクトルの働きにより、これを改善できることがシミュレーションにより明らかとなった。

③研究室サイズの供試装置の製作

（達成度 70%）

シミュレーション結果を基に 2kVA の供試装置

を製作した。しかしながら、製作した供試装置は2つの整流器の転流に基因する高調波ひずみによって正確なサイリスタ整流器のゲート信号を生成できない問題のあることが分かった。これにより限定された範囲でしか運転できないことから、同問題を解決することのできる制御回路を作製することとした。

④ 供試装置を用いた実験的検討
(達成度70%)

上記③の供試装置製作において問題が生じたため、限定された範囲での実験のみを行った。同実験により、限定された範囲ではあるがシミュレーション結果と同様に、提案した方法によってシステムの動作範囲を改善できることが分かった。

3. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計1件)

- [1] Ken-ichiro Yamashita, Gai Tsukamoto, Shoji Nishikata, Steady-State Characteristics of a Line-Commutated Converter-Based High-Voltage Direct Current Transmission System for Series-Connected Wind Power Plants, IEEE Transactions on Industry Applications, 査読有, Vol.56, 4, pp.3932-3939, 2020年7月

[学会発表] (計3件)

- [1] Ken-ichiro Yamashita, Fujio Tatsuta, Hiroya Sugimoto, Shoji Nishikata, Improvement of Dynamic Performances of a Current-source Converter-based Wind Power Plant Composed of Series-connected Wind Turbine Generators, 23rd International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS2020), 査読有, 2020年11月
- [2] Ken-ichiro Yamashita, Yuzuki Yamamoto, Shigetaka Kobayashi, Performance Improvement of a Wind Turbine Generator Based on Self-excited Synchronous Generator for Series-connected Wind Power Plants, 23rd International Conference on Electrical Machines and Systems(ICEMS2020), 査読有, 2020年11月
- [3] Fujio Tatsuta, Ken-ichiro Yamashita, Hiroya Sugimoto, Shoji Nishikata, Basic Studies on Power Fluctuation Smoothing of Series-connected Wind Power Plant, 23rd International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS2020), 査読有, 2020年11月

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：視線検出システムを利用した読解プロセスと読解力の関係調査

研究代表者：真島顕子

小区分： 学習法

1. 研究計画の概要

本研究は、視線検出システム（Fujitsu, EyeExpert）を使用して学生の文章読解プロセスを調査し、読解プロセスと読解力の関係を分析することを目的とした。調査では、英語による読解力が日本語による読解力と関係していると仮定し、日本語読解力資料ではリーディングスキルテスト（以下、RST）のサンプル問題から得た結果と、英語読解力資料では英検IBAテスト（以下、IBA）の結果を使用し、本科2年生の英語と日本語の読解力の相関を見る。そして、読解力ごとに受検生をグループ分けし、視線検出システムを用いて読解プロセスを比較検討し、読解力と読解プロセスの関係を分析する計画を立てた。RSTサンプル問題は、インターネット上で入手できるサンプル問題から10問選出して作成したもので、IBAは、公益財団法人日本英語検定協会が提供するIBAテストC（1100点満点）を利用した。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

今年度は、新型コロナウイルス感染拡大防止対策として、サレジオ工業高等専門学校では、前期は遠隔授業を実施した。筆者の校務と遠隔授業対応により、RSTとIBAの相関調査・分析を前期のうち十分に進めることが難しかった。後期は対面授業へと切り替えることができたが、感染者数の再増加等の懸念があり、対面調査も継続することができるか不明な状況であった。従って、後期開始時に、EyeExpertの調査対象者をTOEIC IPテストを用いて4年生から選出し、できるだけ早期に日本語と英文の読解プロセスを調査するよう計画を変更した。また同時に、計画通り、昨年度2年生に実施したRSTサンプル問題から得た結果と、IBA結果の相関を分析した。

まず、RSTとIBAの相関分析では、全体としても（184名）、被験者の所属学科別データにも、弱い正の相関が見られた（ $r=.31$ ）。また、IBA

の総合結果とリスニング問題の結果では、IBAで高い点数を取得した学生（900点以上、17名）は正の相関が、低い点数を取得した学生（750点以下、21名）には低い相関が見られたことから、日本語の読解能力と英語運用能力にある程度の相関が見られることが確認できた。一方、リーディング問題では、両方のグループでほぼ同程度の相関係数が算出されたことから（表1）、本校の英語カリキュラムにおいてリーディング力強化対策検討の余地の可能性を見出した。

表1 IBAスコア上位層と下位層のRSTスコアとの相関

	総合	リーディング	リスニング
900点以上	.47	.22	.48
750点以下	-.14	.14	-.27

上記の点に加え、結果から得た考察を論文にまとめ、発表した。

視線検出システムを用いた読解プロセスと読解力の関係分析調査では、2020年度8月に取得したTOEIC IPスコアを元に、点数層が異なる5名の学生を選定し、日本語と英文の長文をそれぞれ3分間で文章を被験者が読む視線の形跡を、EyeExpertを用いて追跡した。1分半経過した時点で問題を提示し、内容理解についても確認をした。今後は実験によって取得したデータを分析する予定である。

3. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計1件）

- [1] 真島顕子, 日本語の読解力が英語運用能力に与える影響 - 日英テスト結果比較の一考察 -, 全国高等専門学校英語教育学会研究論集, 査読有, 第40号, 61-67.

課題研究費実績報告書

令和3年 4月 1日現在

研究課題名：多種類の細胞による組織形成を理解するための数学的枠組みの構築

研究代表者：須志田 隆道

小区分：応用数学および統計数学関連

1. 研究計画の概要

個々の細胞は細胞内における物質等の内在的な変動によってランダムな方向に運動することが知られているが、誘引物質が与えられるとその濃度勾配の高い方向に運動すること（走化性を示すこと）が知られている。例えば、細胞性粘菌では単細胞生物としてランダムな運動を行うが、飢餓状態になると cyclic AMP と呼ばれる化学物質を拡散し、集団的に形成される cyclic AMP の濃度勾配の高い方向に運動することで、周囲の細胞が集まり、細胞塊を形成する。さらに、細胞塊内において、集団的な回転運動を行いながら、予定柄細胞と胞子細胞の2つの集団に細胞選別が行われることが報告されている（Fujimori et.al., PNAS, 2019）。

本研究での主なねらいは、細胞性粘菌などの走化性を示す細胞が細胞塊を形成するまでの過程やその後を示す集団的な回転運動を記述する数学的な枠組みを構築し、集団運動を引き起こす本質的な機能の抽出やさまざまな細胞種において観察される集団運動の分類を行うことである。数学的な枠組みの構築では、はじめに細胞を粒子として見なすことで簡易的に集団運動を議論することができる自己駆動粒子モデルから構築を行い、その後、細胞内在的な物質の変動および細胞形状を考慮したフェーズフィールドモデルを構築する。両者の枠組みにおいて、集団運動の検証を数値シミュレーションとして示し、モデルに導入されたパラメータを変更することで、どのような仕組みが集団的な回転運動を起こすかどうかなどを整理する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

はじめに、細胞性粘菌が細胞塊を形成する際に、集団的な回転運動によって2つの細胞集団に選別される現象について、先行研究（Akiyama et.al., DGD, 2017）を参考にして、細胞間相互作用を記述するポテンシャルエネルギーの形状関数を新たに導入した自己駆動粒子モデルを提案し、2つの

種類の細胞の初期配置をランダムに与えた場合について、自己組織的に細胞塊が形成され、実験観察と同様に集団的な回転運動を示し、細胞選別が行われる様子を数値シミュレーションの結果として示すことができた。

後半では、自己駆動粒子モデルの結果を踏まえて、細胞膜を考慮に入れた細胞形状の変形や細胞内在的な物質の偏りによる細胞極性の形成を考慮したよりリアリスティックな数理モデルの構築を目指した。細胞形状を表現する方法の1つとして、フェーズフィールド法（Nonomura, PLOS ONE, 2012）と呼ばれる反応拡散方程式を用いた数学的な枠組みが知られている。本研究では、多細胞集団を取り扱うマルチフェーズフィールドモデルを新たに構築する。現段階において、構築済みの自己駆動粒子モデルの細胞機能をマルチフェーズフィールドモデルにおいて記述することに成功している。また、細胞形状を考慮したモデルは集団運動だけでなく、代表者らが行った先行研究

（Sato et.al., submitted）にて扱った細胞集団が示す多角形のタイリングパターンの形態形成を理解することにも役立つと期待される。

一方で、マルチフェーズフィールドモデルの数値計算法では、計算コストの削減が大きな問題として挙げられる。基本的に反応拡散方程式は連立一次方程式の問題に帰着した状態で数値計算を行うが、扱う細胞数や数値計算の精度を考慮すると、大規模な連立一次方程式を扱うことになる。本研究においては、ネットワーク上で管理された複数台の計算機を同時に用いる並列分散処理を導入することで、大幅な計算量削減に成功している。

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1件）

- [1] 前田楓太, 須志田隆道, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 査読なし, E124, 2020.

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：陰影下における物体色の推定方法

研究代表者：川村春美

小区分：知覚情報処理関連

1. 研究計画の概要

画像処理分野においてシーン中の物体の色（反射率に相当する）を取得することは、照明条件の影響を受けない画像を得ることができるという点で重要な技術の一つである。しかしながら、画像の色（画素値）には照明光の色が含まれており物体の色を分離するには逆問題を解く必要がある。本研究では、この逆問題を解く代わりに陰影領域では色相成分はほとんど変化しないことを利用し、色相変化を物体の違いとみなすように Retinex 理論^①を変更することで物体の色を推定する手法を検討する。

昨年度までは、無彩色光源下の陰を含む画像を対象としていたが、今年度は、有彩色照明下のシーンを対象とし、手法の有効性を検証する。さらに Retinex 理論のみでは照明光色の影響がシーン全体に均一に及んでいる場合には分離できないことから既存の照明光色推定手法である灰色仮説に基づいて照明光色の推定を行った上でその影響を除去する。また、物体の遮蔽による影と光源が直接的に照射しないことによって生じる陰との違いの有無を実際の画像を取得し検証する。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

(1) 陰影領域の画素値特性

陰影には、光源からの光が直接的に照射しないことによって相対的に暗くなる陰と、光源からの光が前面にある物体に遮蔽されて生じる影の2種類がある（図1）。

この2種類の画素値における特徴を実際の画像を用いて調査する。

光源には、複数の光源色の切り替えが可能な LED 照明（山田照明、Z-N1100）を用い、昼光色（色温度 6200K）と電球色（色温度 3000K）とする。昼光色は白色

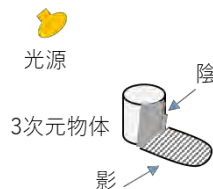
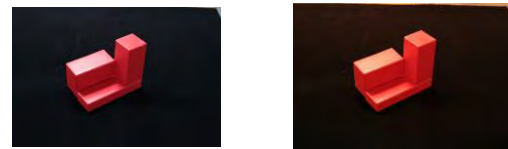


図1 陰と影の違い

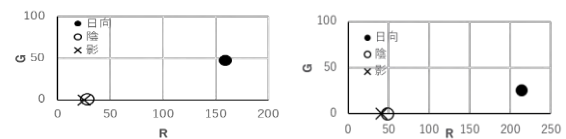
光源であり、電球色は夕焼けのような橙の色である。また、被写体は、鏡面反射の少ない木製の積み木とし、それぞれ、赤、緑、青、黄色に着色されたものを用いる。昼光下および電球光下の赤い積み木の画像を図2に示す。なお、積み木の形状は4色とも同じとする。一眼レフのデジタルカメラ（Canon、EOS Kiss X8i）により、上記照明光下の積み木のシーンを黒背景下で撮影し、日向領域、陰領域および影領域の色（画素値）を比較する。画素値は、上記3種類の領域を目視で判断し、手動で選択した領域内の平均値とする。



(a) 日光下 (b) 電球光下

図2 実験画像

図3は、赤い積み木を対象に、日光下（図3(a)）、電球光下（図3(b)）の画像から得られた、日向領域（●）、陰領域（○）および影領域（×）平均画素値をR-G軸上にプロットしたものである。この図より、陰と影領域のRGB画素値は完全には一致しないが、日光下、電球光下共にほとんど同じであることが分かる。なお、この傾向は積み木の色に依らない。



(a) 日光下 (b) 電球光下

図3 日向、陰影領域の平均画素値

以上のことから、陰と影は色として同じ扱いにできることが分かった。

(2) 陰影シーンからの物体色推定の検証

有彩色光源下の陰影を含む画像を Retinex 理論および灰色仮説に基づいて物体の反射率からなる画像（白色光源下における画像）に変換する手法

の有効性を検証する。

Retinex 理論とは、画像の色が照明光と物体の色から構成されることを前提とし、空間的に緩やかな変化は照明光の変化によるもの、急峻な変化は物体領域の境界によるものと仮定することで照明光色の影響を取り除いた物体の反射率からなる画像を得る手法である。しかしながら、物体境界の判定に輝度を用いているため、同一の物体領域に陰影が存在する場合には物体境界と見なされるという課題がある。そこで、陰影領域においては、明るさ（＝輝度）は変化するが色相はあまり変化しないという特性を利用することで照明光色の影響を除去した物体の反射率からなる画像を得る。

一方、照明光の空間的な分布が一定である場合には照明光色の影響を完全に除去できるとは限らない。そこで、照明光色の影響を除去するため、灰色仮説を利用して照明光色の推定を行った上でその影響を除去する。灰色仮説とは、シーン中の全ての物体の色を平均すると灰色になるとする仮説であり、この仮説が成立する場合には、画像の平均値を照明光色とみなすことができる。

複数の色紙を組み合わせたパターン（以下、モンドリアンパターン）に左側から照明光を照射し、

右側に影が生じるように画像を作成する（図4）。照明光は図5(a)の示すように、左端の強度を1とした時、中央に向かって線形に減少し、中央の位置から右端までは一定の強度とする。この場合、右側が影領域に見える。また、

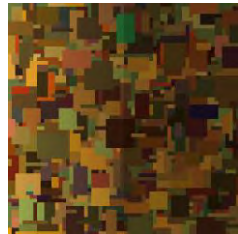
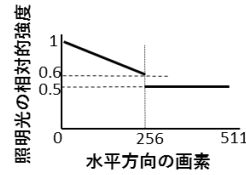
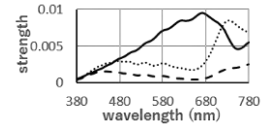


図4 実験画像例

照明光は、図5(b)に示すように、タングステン電球（実線）、色温度 3500 K の昼光に青フィルタをかけた光源（点線）、および 4700 K の昼光に青フィルタをかけた光源（破線）の計 3 種類を用いる。図4の画像は、モンドリアンパターンにタングステン電球（橙色）を左側から照射したシミュレーション画像であり、ここでは、白黒印刷での見えやすさのため実際の画像を1.25倍の明るさに補正した画像を示す。



(a) 強度分布



(b) 照明光種類

図5 実験で用いた照明光

図4の画像に、オリジナルの Retinex 理論を適用した結果（図6）と、提案手法を適用した結果（図7）を示す。なお、図7は、白黒印刷での見えやすさのため 1.25 倍の明るさに補正した画像である。図6では、画像中央に縦のライン、即ち、陰影の境界が残っており、全体にオレンジがかっており照明光色の影響が残っている。一方、図7では、画面中央の陰影による境界がなく、かつ、全体に照明光色の影響が除去されている。



図6 Retinex 適用

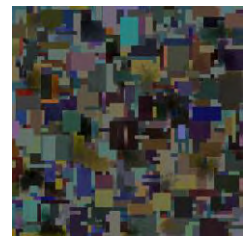


図7 提案手法の結果

表1に推定照明光色と真値を各色を RGB 空間上のベクトルとみなした際のベクトル間のなす角を誤差として示す。いずれも誤差は照明光色に依らず、誤差が10° 前後となった。

表1 推定結果

照明光	角度 (°)
タングステンランプ	10.2
3500 K 昼光+フィルタ	11.8
4700 K 昼光+フィルタ	11.6

[参考文献]

- (1) Land, E. H. and J. J. McCann, "Lightness and retinex theory," Journal of the Optical Society of America, vol.61, pp.1-11, 1971.

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計1件)

- [1] Harumi KAWAMURA, Recovering reflectance of a partially shaded image under colored scene illuminant, Proceedings of the International Colour Association (AIC) Conference 2020, 査読有, p.458

課題研究費実績報告書

令和 3年 3月 31日現在

研究課題名：力学的境界条件下での全変動流方程式の時間大域解の適切性とその応用

研究代表者：中屋敷 亮太

小区分：数理解析学関連

1. 研究計画の概要

「全変動流方程式」は画像処理問題を起源とする様々な数理モデルへの応用が見られる偏微分方程式である。本研究の大きな目標は、全変動流方程式が現れる様々な数理モデルに適用できる統一的な数学理論を構築することである。

例えば全変動流方程式を含む数理モデルとして「結晶成長の数理モデル」が挙げられる。金属材料は一般的に原子が規則正しく配列した結晶構造を持っている。しかし実際はすべて同じ構造を持っているわけではなく、物質内において原子配列が乱れる領域をもつ。結晶成長の数理モデルは多結晶体である金属の平均的な方向場の動きを再現することで、金属材料の特性から生じる様々な諸問題を解決する目的として作られた数理モデルである。近年では数学的な観点からも数値実験の有効性や最適性を示すために、このモデルに対する様々な理論解析が進められている。特に数値実験等で得られた結晶成長が安定する状態、すなわち時間無限大での結晶成長の挙動や定常問題に対する数学的な考察が、実際の現象との適合や現象の制御に役立つと考えられている。

これらの問題に対して、従来の数理モデルでは数学的な解析の容易さなどから「Dirichlet型」や「Neumann型」といった境界条件が課されることが多い。しかし実際の現象では、結晶と結晶の間に動的な力が働くことが多いため従来の境界条件ではより正確な現象の再現を実現することが難しい。この問題を解決する一つの方法として「力学的境界条件」と呼ばれる境界条件を課すことを考えた。固定境界上で時間発展する放物型偏微分方程式で与えられた境界条件によって、現象をよりリアルに再現する狙いがある。また力学的境界条件は、設定したパラメータに対して極限移行などの操作を施すことによって従来の境界条件を統一的に捉えなおすことができるのではないかと考えられる。境界条件を含めた統一理論の構築に成功

すれば、より多くの数理モデルに対して有効な数学解析であるといえる。

以上を踏まえ本研究では、基礎研究の位置づけとして、力学的境界条件下での全変動流方程式の初期値問題に対して数学解析を行う。特に力学的境界条件を含む方程式において時間局所的な先行研究が活発に行われている中で、数理モデルの現象として大事となる、十分時間が経過した「定常状態」に関する数学的な結果はまだ少ないため、具体的な研究目標として次の4つを設定した。

- (1) 時間大域解の存在
- (2) 時間無限大での漸近挙動
- (3) 解の時間的变化における収束オーダー
- (4) 応用問題と定常問題との関連性

これらの基礎研究を発展させたうえで、全変動流方程式の初期値問題に対する一般化を目指して研究を行う。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

本研究の要となる手法として「抽象発展方程式の一般論」の枠組みを用いた。発展方程式の理論はとても強力であるため、数学解析の確実性を保証できるだけでなく応用の適用範囲も広い。そのため本研究の目的を達成するために用いる手法として有効かつ合理的であると考えられる。これまでの研究から全変動流方程式の適切な解のクラスが力学的境界条件と適合するかという問いが考えられた。これに対して力学的境界条件を非斉次Dirichlet型境界条件の「拡張」として捉え直して考えた。問題自体を拡張（極限）問題として捉え直すことで「可解性」「システムの連続依存性」などの定性的性質を抽象発展方程式理論より得ることに成功している。本研究の最大の独自性である「力学的境界条件」を課すことであり、さらに近似議論の有効性という観点から抽象発展方程式による理論を構築した点である。以下、1. で挙げた4つの研究目標に対して、進捗状況及び達成

度を述べる。

(1) 時間大域解の存在

概ね達成されている。システムを単純な形に限定し、先行研究[Nakayashiki / AMSA(2018)]の一般化を目標に着手した。特に非線形発展方程式の意味で「時間大域的な弱解」を定義し「可解性」の証明に取り組んだ。ここでは時間離散化法(=方程式の時間微分を線形補完によって近似し、楕円型偏微分方程式の手法により解を構成してから極限移行する方法)を使用した。初期値関数による評価および定義した弱解の一意性を抽象発展方程式の一般論に従い証明を行った。

(2) 時間無限大での漸近挙動

概ね達成されているといえる。漸近挙動を証明するためには、方程式の支配エネルギーの消散性を評価する「エネルギー不等式」の証明が必要不可欠である。発展方程式の一般論を含む先行研究等の従来の方法を用いてエネルギー不等式を証明し、時間離散系から極限移行によって連続系の解の漸近挙動に関する結果を得た。

(3) 解の時間的変化における収束オーダー

現在、未達成の課題である。大域解の時間収束の時間定量オーダーに関するもので、今後着手予定である。証明の大まかな方針として比較性原理を用いた証明法を考えているが、定量オーダーの定義として比較関数を独自に定義しなおす必要があるため、ある程度の計算と検証が必要になると考えられる。別の境界条件を課した場合の結果の先行研究が適応できないか、もしくは別の関数を用いることでより良いオーダーが導出できないか検討中である。

(4) 応用問題と定常問題との関連性

現在進行中の課題である。力学的境界条件下における「結晶粒界運動の数理モデル」について考察した。本研究の目的である「力学的境界条件下での全変動流方程式に関する統一的な数学理論の構築」の背景や狙いには上記のような数理モデルの数理解析学的な分析があげられる。

本研究に関連した上記の数理モデルに関する今年度の数学的な結果として、1次元定常問題に対する力学的境界条件付きの「最適制御問題」についての研究に取り組んだ。ここでの「最適制御問題」はコスト関数と呼ばれる汎関数の最小元を与える関数を見つけることである。ここで見つかる最小元は実際の現象では外力に相当し、外から与

えた勝手な力によって結晶成長を制御できないかという思想に基づくものである。具体的には近似システムからの接近および抽象発展方程式による議論から「最適制御の存在」「近似問題との関連」「最適制御になるための必要条件」等を明らかにし、共同研究者とともに論文執筆および雑誌への掲載まで行った。

今後の課題として、一般多次元の場合の考察も視野に入れている。また今年度は上記(1)(2)(3)を踏まえて「定常問題の考察」も課題として挙げたがこちらは未着手である。定常問題に関しても主に1次元に関する結果が多く一般多次元についても課題である。

3. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計2件)

- 1) Shodai Kubota; Ryota Nakayashiki; Ken Shirakawa, Optimal control problems for 1D parabolic state-systems of KWC types with dynamic boundary conditions, *Advances in Mathematical Science and Applications*, [査読有], **29** (2), pp.583-637 (2020.11).
- 2) Yoshikazu Giga; Ryota Nakayashiki; Piotr Rybka; Ken Shirakawa, On boundary detachment phenomena for the total variation flow with dynamic boundary conditions, *Journal of Differential Equations*, [査読有], **269** (12), pp. 10587—10629 (2020.12).

[学会発表] (計1件)

- 1) 白川 健; 久保田 翔大; 中屋敷 亮太, Optimal temperature controls for 1D KWC type systems with dynamic boundary conditions, 日本数学会 2020 年度年会(実関数論分科会), [査読無], 2021 年 3 月 18 日.

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：コッククロフト・ウォルトン回路の高出力化に関する検討

研究代表者：米盛 弘信

小区分：電力工学関連

1. 研究計画の概要

本研究の最終目的は、室内における太陽光発電の実験で必須となる人工太陽光をパワーLEDによって実現することである。本研究では、容易に直流高電圧が得られるコッククロフト・ウォルトン回路（Cockcroft - Walton Circuit：以下、CW回路）を応用して点灯回路が実現できないか検討した。一般的に、CW回路は μA ～ mA オーダの電流しか出力できずパワーLEDを点灯させるには不十分である。すなわち、目的を達成するためには、CW回路の高電流出力を実現する必要がある。本課題では、スイッチング回路を付加したCW回路を構成し、高出力化を目指した特性評価を行った。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

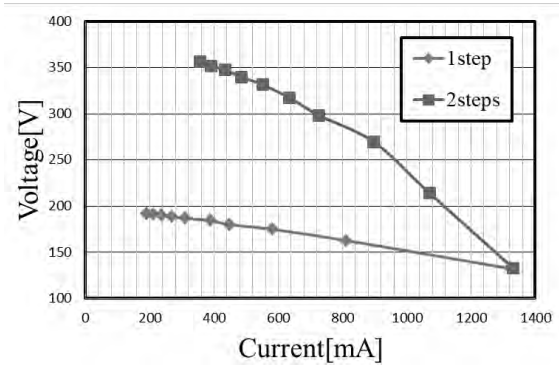
研究目標を達成するために、本年度は以下に示す項目について取り組んだ。代表的な成果の中から重要なものを概説する。なお、詳細は研究成果の論文等を参照されたい。

【シミュレーションによる動作解析】

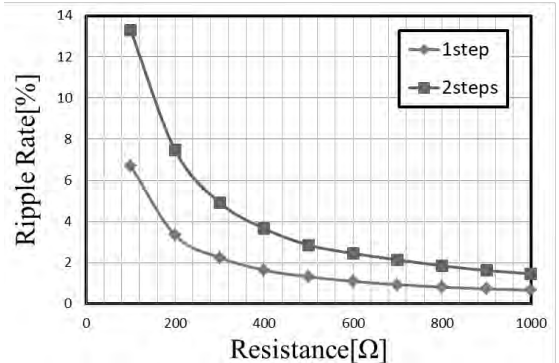
本解析では、全波整流型CW回路の段数を変動させた際の出力電圧と出力電流、およびリップル率を電子回路シミュレータLTspiceによって明らかにする。

図1は、CW回路の段数を変えた際の出力特性を示す。図2は、CW回路1段時に負荷抵抗を変動させた際の出力電圧波形を示す。図1(a)のI-V特性より、最大出力電圧：356.7V、最大出力電流：1331mAを得た。また、CW回路2段の500 Ω では、出力電圧：317.4V、出力電流：634.4mAであった。これは、使用するパワーLEDの駆動条件である目標値に到達したことを示す。図1(b)のリップル率より、負荷抵抗が大きくなるにつれてリップル率が低減することがわかった。図2より、出力波形からリップル率の低減が確認できるとともに、負荷抵抗が大きくなるとオーバーシュート

も大きくなることがわかった。これは、CW回路のキャパシタンスが影響しており、容量を小さくすると改善されることがわかった。



(a) 負荷抵抗を変動させた際の出力 I-V特性



(b) 負荷抵抗を変動させた際のリップル率

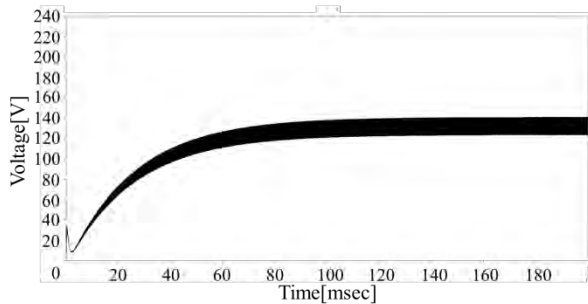
図1 CW回路を段数変動させた際の出力特性

【実機による動作確認】

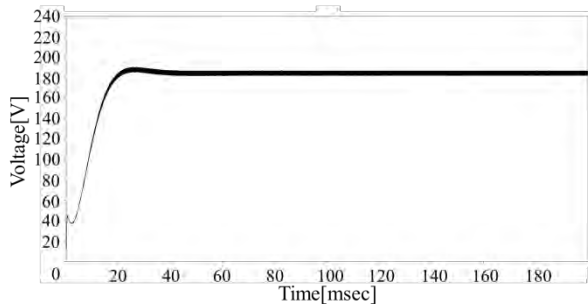
本実験回路は、高周波トランスを介して全波整流型CW回路に電力を伝達する方式を採用している。本実験では、全波整流型CW回路2段を接続することで出力電圧の増加を目指す。

図3は、CW回路の段数を変動した際の出力特性を示す。図3(a)のI-V特性より、CW回路2段時で最大出力電圧：9.5V、最大出力電流：58.9mAを得た。また、CW回路1段は最大出力電圧：5Vであった。この結果より、CW回路の段数増加に伴い、損失はあるが倍電圧に昇圧されたことが確

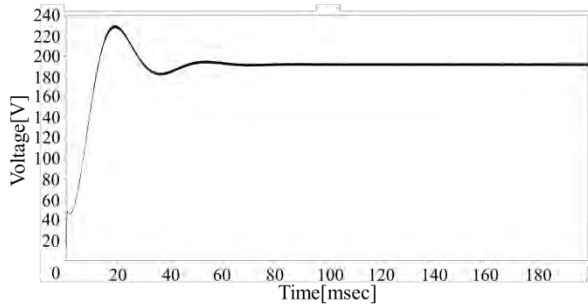
認できた。図3(b)のリップル率より、負荷抵抗が大きくなるにつれてリップル率が低減することがわかった。しかし、本提案回路におけるリップル率は最小で2.8%であるため、目標値であるリップル率1%未満は得られなかった。



(a) 負荷抵抗 100 Ω 時の出力電圧波形

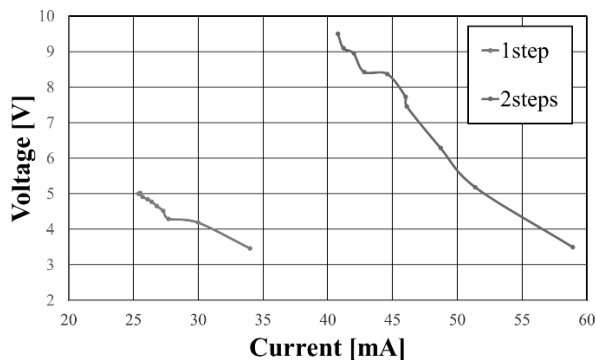


(b) 負荷抵抗 500 Ω 時の出力電圧波形

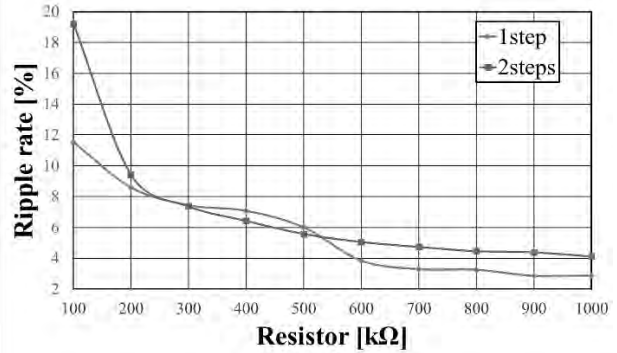


(c) 負荷抵抗 1k Ω 時の出力電圧波形

図2 負荷抵抗を変動させた際の出力電圧波形



(a) 負荷抵抗を変動した際の出力 I-V 特性



(b) 負荷抵抗を変動した際のリップル率

図3 CW回路を段数変動した際の出力特性

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計5件）

1. 中川湧貴, 米盛弘信: “高周波駆動した全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の動作試験”, 2020年(第2回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, 査読無, A-4, pp.7-8, 八王子市学園都市センター (2020-12)
2. 千葉 穰, 米盛弘信: “交流電池に接続するコッククロフト-ウォルトン回路の出力特性”, 2020年(第2回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, 査読無, A-7, pp.13-14, 八王子市学園都市センター (2020-12)
3. 千葉 穰, 米盛弘信: “交流電池に接続するコッククロフト-ウォルトン回路に関する基礎研究”, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読無, Q127 (2020-12) 優秀賞
4. 中川湧貴, 米盛弘信: “実機による全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の高周波駆動に関する一検討”, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 査読無, Q221 (2020-12)
5. 中川湧貴, 米盛弘信: “シミュレータによるスイッチング回路を付加した全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路の動作解析”, 2020年(第38回)電気設備学会全国大会講演論文集, 査読無, pp.4-5, 東京電機大学 (2020-08)

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：構図とそのメッセージに関する研究

研究代表者：李 盛姫

小区分：デザイン学

1. 研究計画の概要

美術やデザインなどで画面や空間を作り上げるときに、画面がバランスよく見えるように配慮することを「構図」と呼び、その構図を決める一つの要素であるモチーフの向きによって、画面や空間全体から受ける印象が変化し、時にはモチーフの向きから制作者の意図が推察できる。我々消費者が目にするデザインの事例から、多く使われているモチーフの向き、構図を調べ、構図が何かを伝える事、構図から何か伝わる事を明らかにする。それにより、モチーフの向きが持つ意味や、広く構図自体が持つメッセージ性を、デザイン教育における教科用図書として活用することを目的とする。

2020年新型コロナウイルスの感染が日本にも広がり、姿を描き写すと感染封じにつながると信仰される妖怪が話題となった。特に全国各地で報道された代表的な妖怪に「アマビエ」が挙げられる。アマビエは1846年瓦版に類する刷り物に絵と文で記されており、肥後国（現、熊本県）の海に現れた際に「病がはやる。私を写し人々に見せよ」と言って消えたとされる。ここで注目したいのは、妖怪が写し出された向きである。向きには、正面・横・後ろ向きや真上・真下、やや斜め向き等、様々な向きがある。アマビエの胴体はやや正面、顔は右向きの真横で描かれてある。また、山梨県には「ヨゲンノトリ」という予言獣が伝わり、黒と白の二つの頭を持つ鳥は、右向きの真横に近い構図で描かれてある。感染封じという人の願望を表現するのに、横向きの顔が意味するものは何だろうか。さらに、洞窟壁画でも人間や動物が横を向いた構図で描かれている事が多いのは共通理解として多くの人に共有されているだろう。さらにスコープを広げれば、舞台演劇においては人物の向き（左右）によりその人物の感情を表すという活用もされているという。デザインにおいても、伝えたいメッセージと構図、中でも特にモチーフ

の向きには何らかの関連性があるはずだが、先行研究でははっきりと明らかにされていない。構図が伝えるメッセージ性、また構図から我々が受ける印象について明らかにしていく。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

美術やデザインなど画面や空間を作り上げるときに、構図設定のステップでは画面がバランスよく見えるように配慮する。構図を決める一つの要素であるモチーフの向きによって、画面や空間全体から受ける印象や意図が伝わる。構図は人に何かをみて欲しいときに指差しをするのと同じように、クリエイターの意思が反映されている。我々消費者が目にする機会の多いデザイン事例から多く使われているモチーフの構図を調べ、構図が伝える事、構図からメッセージが伝わる事を明らかにする。分析方法として新聞広告を用いた。新聞広告は他の媒体より写真やイラスト表現が多く使われ、向きに関する構図を明確に分析できる利点がある。新聞広告の中から1931年から2019年までの毎日広告デザイン賞を分析対象とする。当新聞広告賞は日本国内で新聞社が主催する広告賞の中でも最も長い歴史を持ち、一般部門の他に実際に新聞に掲載された広告を作品として審査する部門もあり、多角的な分析が可能であるためである。受賞作品からモチーフの構図分析が可能である事、単体のモチーフで構成されている事、向きが明確である事、人物である事を条件として10作品を選び、5作品を取り上げる。10作品の内、正面向きが半分を示す5作品、横向きが4作品、後ろ向きが1作品あった。下記、図1左画像は第3回（1933年）商工大臣賞「髪洗い花王シャンプー」 齋藤梅夫の広告作品である。液状シャンプーの初登場が1930年頃で花王石鹼（現在の花王）がシャンプーを発売したのが32年である。



図1 構図分析1 (正面顔)

1930 年は和装で髪をまとめて結い上げている女性が主流だった時代だが、ハイヒールに洋装、短い髪というハイカラないでたちのモダンガール(モガ)が流行した時代でもあり、特に長い髪をさらりと下ろしている人は少なく髪を洗うことを指す「せんぱつ」ではなくて「あらいがみ」と読み、日本国語大辞典(小学館)では「洗った髪を結わないで、そのまま解きさげたもの」という。5日に1回の頻度や男はシャンプーを使っていなかった時代だったため、時代を真っ直ぐに先取る象徴としてターゲットイメージを描き、下ろしたサラサラの髪になる商品のアピールとして、真正面向きの女性にメッセージを託していると考えられる。また、1876年頃制作されたルノワールの「青い服を着た若い女」三重県立美術館所蔵のように絵画ではモチーフを見る角度で伝わるものが違うとされ、同じ高さをきりっと見つめると、乱れのない、理性的な強さが表現できる。しかし、中立的な高さのため、表情が乏しく、曖昧になったりする。図1中央画像は第44回(1976年)公共福祉広告の部特選、テーマ「住む」の広告作品である。キャッチコピー「子どもたちのいる老人ホーム。おばあちゃんのいる保育園。」に登場するおばあちゃんを真正面向きに配置し和やかに訴え掛けている。図1右画像は第45回(1977年)公共福祉広告の部特選、テーマ「教育」の広告作品である。叱られている子供真正面全体像をモチーフとして捉えている。やや見上げる視線は、明るい希望や、憧れ、尊敬を表すとされている。この場合はしっかりとお叱りを受け止め反省する姿勢を構図で伝えている。図2左画像は第78回(2010年)経済産業大臣賞「キッコーマンしょうゆ」発売50周年アニバーサリー広告作品である。キッコーマンの卓上びんを擬人化し可愛らしいビジュアルに落とし込み、白い雪の背景を歩く子供の姿が印象的に映る。また、これからも歩ん

で行く企業のメッセージを伝えている。視線の後ろは過去を表し、全面に広く余白をとった素直な構成に比べて、複雑なねらいが込められている印象もしばしば受ける。



図2 構図分析2 (横顔)

図2右画像は第86回(2018年)広告主参加作品部最高賞、西野亮廣最新刊『新世界』である。本の表紙デザインと連動させ、著者本人の横顔を大きく配置している。左右の余白を均等にせず、後ろを狭くして、前を広くとり自然で素直な空間落ち着いた表情になるため石膏デッサンなどの基本的な描写の構図ではよく使われる手法である。しかし、ここで注目したいのは、横向きである。旧石器時代の人々が豊猟を願って描いたラスコー洞窟の壁画の動物たちのように横向きに配置してある。目前の馬をモチーフに作品として描いているのではなく、近い内に出会いたい狩りの情景を願い、イメージして表現しているかのように、この作品のにも未来、新世界に対するねらいを横向きに託していると考えられる。

学生の実証実験では、本校デザイン学科1年生実技課題、自画像を描いてもらい検証をおこなった。43被験者に対し最も多い向きはやや斜め横向きに正面視線であった。横向きや後ろ向きはゼロの意外の結果となった。

表1 自画像における構図分析

視線 \ 顔向き	正面	横	やや斜め横	後ろ
正面	8	0	15	0
上	0	0	7	0
下	4	0	3	0
やや斜め横	2	0	4	0

3. 代表的な研究成果

〔学会発表〕（計1 件）

[1] 芸術工学会 2021 年秋期大会にて発表予定

〔その他〕（計1 件）

[1] Jilin Animation Institute（中国）特別講義
予定， 2021 年夏休み頃

課題研究費実績報告書

令和3年3月31日現在

研究課題名：Double-Pass Background Oriented Schlieren 法による超音速流中の高感度かつ境界層を含む密度分布計測に向けた実験装置の構築

研究代表者：廣瀬裕介

小区分：流体工学関連

1. 研究計画の概要

本研究では、超音速流中にある円錐や球体といった超音速飛行が考えられる模型周りに発生する密度変化を境界層も含めた高感度定量計測することを実現する。そのため、Background Oriented Schlieren 法を改良した新たな計測法である Double-Pass Background Oriented Schlieren (DPBOS) 法を考案した。本研究では考案した新たな計測手法に関する実験を遂行するための装置の構築し、その性能試験を実施することを目的としている。

2. 課題研究の進捗状況及び達成度

上述した装置の具体案として、バリスティックレンジと衝撃風洞の2種類が挙げられ、両者とも構築を進めている。

まず、バリスティックレンジについて説明する。これは電気エネルギーにより飛翔体を射出する装置のことを表しており、本年度は回路設計のみならず飛翔体加速用のレールや電気エネルギー貯蓄用の大型コンデンサを使用して実際にバリスティックレンジを構築した。また、大型コンデンサ動作確認用実験を実施し、電気エネルギーの充放電が正常に実施されていることを確認した。今後、更なる事前準備を終えて、射出実験をする予定である。

衝撃風洞とはタンクに貯蓄した高圧ガスを急激に放出することで衝撃波を発生させる装置である。本年度は配管設計を実施したため、今後は配管の接続を実施し、動作確認や性能試験を実施する予定である。

しかしながら、両者とも予定をしていた実際の動作や性能試験は未実施のため、今後も継続して同研究テーマに従事する予定である。

3. 代表的な研究成果

[学会発表] (計4件)

1. M. Yamagishi, Y. Yahagi, M. Ota, Y. Hirose, S.

Udagawa, T. Inage, S. Kubota, K. Fujita, K. Ohtani, H. Nagai, Qualitative Density Measurement of Wake Region behind re-entry capsule: Improvements in Accuracy of 3D Reconstruction by Evaluating the View-Angle of Measurement System, ICFD2020, CRF-57, Sendai, Japan(October 2020)

2. 山岸雅人, 田島滉大, 門脇大介, 長谷川廉, 小澤直輝, 廣瀬祐介, 稲毛達郎, 太田匡則, ”高感度定量密度場計測法の開発と風洞実験” 宇宙航行の力学シンポジウム (2020.12)
3. 倉田亮佑, 廣瀬裕介, 空き瓶パルスジェットエンジンの燃焼時間向上を狙った実験, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会, E122, 2020年12月5日
4. 森田迅亮, 廣瀬裕介, 電磁加速を用いたバリスティックレンジの開発, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会, F128, 2020年12月5日

[受賞] (計1件)

1. 森田迅亮, 廣瀬裕介, 電磁加速を用いたバリスティックレンジの開発, 第12回大学コンソーシアム八王子学生発表会, 準優秀賞