サレジオ工業高等専門学校

2022 年度

特別研究・卒業研究

概要集

・専攻科　・デザイン学科　・電気工学科

・機械電子工学科　・情報工学科

【発行日】2023 年 3 月 16 日

SALESIO
Salesian Polytechnic

専攻科

2022年度　特別研究　テーマ一覧

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
21602	安藤 貴之	太陽光発電と温度差発電を組み合わせた発電システム
21603	榎戸 悠真	電動車いすを対象とした非接触給電に関する基礎検討
21604	垣内 悠人	機械加工における穴あけ加工品の不良品判別法に関する研究
21605	風間 暉久	系統連系インバータの高調波を除去できる同期コンデンサシステムに関する研究
21606	小林 優斗	第一原理分子動力学計算を用いたヒドロニウムアルナイトの八面体ひずみと価数の評価
21607	才木 一眞	リン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料の力学的特性に及ぼすステアリン酸処理と延伸の影響
21608	斎藤 風雅	2040年の東京都を事例とした介護施設の不足問題に関する研究
21609	坂本 大空	洋上ウィンドファーム用ループ式多端子HVDC送電システムの特性解析
21610	反町 拳志朗	SNSにより得られるオルタナティブデータとニューラルネットワークを活用した市場の解析
21611	塚本 悟朗	開発サイクルを考慮したセンサネットワークシステムの検討
21612	津田 浩平	交流電池の評価および接続する昇圧回路の開発
21613	土川 泰宜	マグナス効果を用いたポイント・アブソーバ型波力発電装置の開発
21614	鶴迫 悠太	セルロースナノファイバー／ポリ乳酸複合材料の力学的特性に及ぼすアニーリングの影響
21615	中野 裕紀	センサーネットワークを用いた周防大島の浅海域における海水温と塩分濃度の調査
21616	前田 楓太	フェーズフィールド法による三次元細胞運動モデル
21617	森田 迅亮	電磁加速を用いたバリスティックレンジの開発および性能試験
21619	山本 悠月	直列接続方式ウィンドファームのための自励式同期発電機システムの特性解析
21620	吉田 龍紀	遠隔地での運用を想定した土壌水分量観測システム
21621	米長 亮一	振動水柱型波力発電装置用マグナスタービンの開発

太陽光発電と温度差発電を組み合わせた発電システム

Power Generation System Combining Solar and Temperature Difference Power Generation

21602 安藤 貴之
指導教員 黒木 雄一郎，米盛 弘信

1. 緒　言

近年，温室効果ガスによる地球温暖化が問題となっている．そのため，発電時に温室効果ガスの排出がなく，クリーンなエネルギーを生成する発電方式として太陽光発電などの需要が拡大している．しかし太陽光発電は，太陽光の輻射熱によって太陽電池モジュール(以下:PV)の表面温度が高温になった際，発電効率が低下する問題が確認されている[1]．先行研究では，この問題を解決するためにPVと熱電変換素子，およびヒートシンク(以下:HS)を組み合わせた「ハイブリッドPVモジュール」(以下:HPV)を提案・製作した．しかし，熱電変換素子への伝熱が不十分であり，温度差発電の理想的な発電電力に対して実測値が低い結果であった[2]．そのため，HPVの模擬装置を製作して温度差発電に用いる熱電変換素子への適切な伝熱方法を調査しながら改善を行った．

本研究では，先行研究の結果で得られた最良の伝熱改善法をHPVに実装した際の太陽光発電，および温度差発電の発電電力を明らかにする．

2. ハイブリッドPVモジュールの概要

太陽光発電は，太陽光を用いて発電するため，PVへ太陽光が照射されると，PVの表面は黒色なため表面温度が上昇する．その結果，発電効率が1℃上昇するごとに，0.4～0.5%ほど低下することが報告されている[1]．したがって，PVを冷却することで表面温度の温度上昇を抑制し，発電効率の低下を抑える必要がある．

そこで筆者は，常時冷却を行うとともに温度差を利用した発電システムを提案・製作した．図1に提案したHPVを示す．提案装置は，PVの背面にHSを取り付けて常時冷却を行っている．また，メリットとして高温側のPVと低温側のHSとの間に温度差が生じた際，PVで発電した電力に熱電変換素子のゼーベック効果を用いて温度差発電がおこなわれ，発電した電力を加算することが可能である．

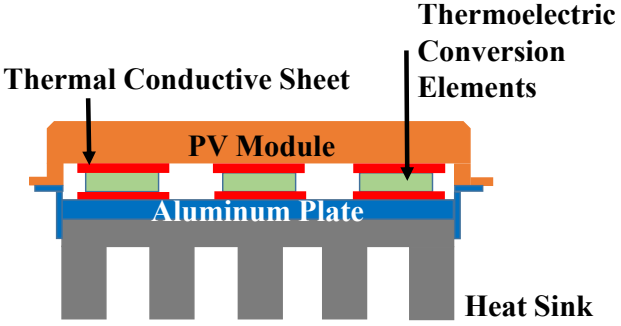


図1　提案したHPVの概要

3. 温度差発電における伝熱改善

先行研究より，温度差発電の発電電力が低下した要因として，2つの問題が考えられた[2]．1つ目は，締結力不足により熱電変換素子とPV，およびHSの接触面が小さく，伝熱が不十分であったことが考えられた．2つ目は，熱電変換素子間の空洞からの放熱によって温度差が十分に確保できていないことがあげられた．そこで，複数の締結方法を試行して発電特性を測定し，最適な締結方法を模索した．また，HPVにおける中心部の熱電変換素子の大きさを 40×40×0.37mm から 20×20×0.42mm に変更することで，各接触面の増加を図った．各熱電変換素子の起電力を測定し，熱電変換素子が均等にPVおよびHSに接触しているかを確認することで締結力不足の問題について改善をおこなった．その結果，38mW から 192mW へと発電電力が増加した．

次に，HSの高さを25mmから80mmへと変更し冷却機能の向上を狙った。また，熱伝導シートの大きさを40×40mmから50×140mmに変更するとともに，熱伝導グリスと併用することで伝熱向上を図った．HSによる冷却が熱電変換素子の低温部側に効果的に働くように，HSと熱電変換素子との間に設けたアルミ板を取り外した．更に，熱電変換素子の高温部側の熱が空気中へ放熱しないように，内部を発泡スチロールで断熱することで温度差の確保を図った．その結果，192mWから400mWへと発電電力が増加した．

以上の改善をHPVの模擬装置に実装した結果，温度差発電の発電電力が 38mW から 400mW へと増加した[3]．この結果を踏まえ，提案した発電システムに最良な締結方法，および熱電変換素子の大きさ，熱伝導シートの大きさ，熱伝導グリス，発泡スチロールを実装した．図2に，伝熱改善を実装した提案システムを示す．

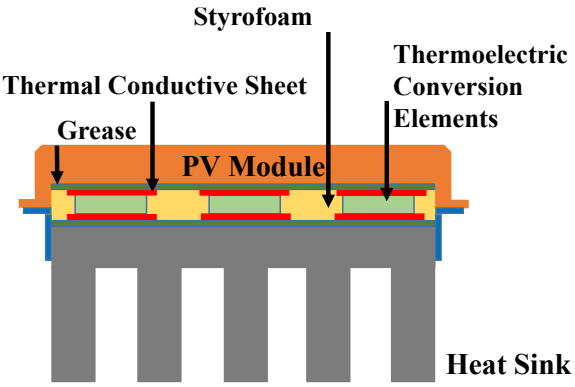
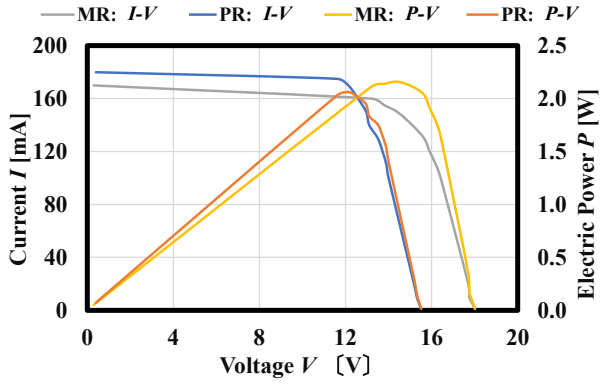


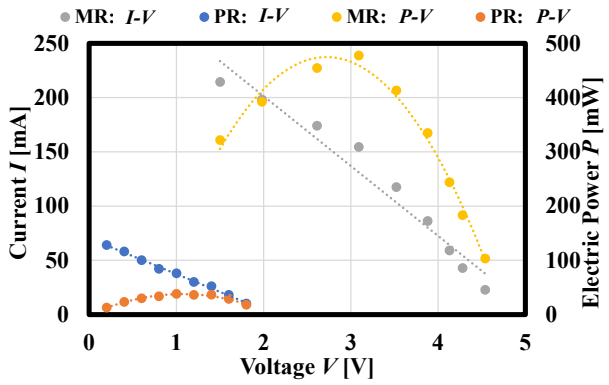
図2　伝熱改善を実装したHPVの概要

4. HPV の発電特性

伝熱改善を行った HPV にハロゲン光を照射した際の各発電方式の発電特性(*I-V*, *P-V*)を調査した．本研究(Main Research 以下:MR)は，太陽光発電用の PV に *IV* チェッカーを接続して発電特性を測定した．また，温度差発電用の熱電変換素子には電子負荷を接続し，負荷変動させた際の発電特性を測定した．このときの HPV 内部の温度差は，30℃一定の状態で実験を行った．測定結果より，先行研究(Previous Research 以下:PR)の発電特性との比較を行った．図 3 は，太陽光発電，および温度差発電の発電特性である．



(a) 太陽光発電



(b) 温度差発電

図 3 HPV における各発電方式の発電特性

図 3(a)より PR における太陽光発電の最大発電電力は，表面温度 46℃時(内部温度差は 30℃一定)に 2.1W であった．一方で MR の最大発電電力は表面温度 44℃時に 2.2W と，温度差発電における伝熱改善法を HPV に実装しても太陽光発電に影響がないことが確認できた．図 3(b)より，PR における温度差発電の最大発電電力は 38mW であり，MR では 477mW に増加した．HPV の模擬装置の場合は 400mW であったため 77mW の増加に成功した．477mW は，太陽光発電 2.2W の 21.6%分の発電電力に相当する．しかし先行研究[2]より，温度差発電の理想的な発電電力は 1.12W であり 447mW は 42.6%分と発電電力が半分にも満たない．したがって，伝熱改善の余地が残っていることがわかった．

5. HPV の問題点

温度差発電で発電電力が低下した要因には内部抵抗 *r* が影響している可能性があるため，各熱電変換素子に温度差 30℃を与えた際の発電特性(*I-V*)から内部抵抗 *r* を算出した．表 1 に各熱電変換素子の発電特性から算出した内部抵抗 *r* を示す．外側の熱電変換素子(40×40×0.37mm)は NO.1～6，中心部の熱電変換素子(20×20×0.42mm)は NO.7，8 とする．表 1 より，NO.1～6 の素子における平均内部抵抗 r_{ave} は 2.89Ω, NO.7, 8 の素子における平均内部抵抗 r_{ave} は 2.05Ω であった．また，全ての熱電変換素子における内部抵抗 *r* の合計値は 21.5Ω である．各熱電変換素子の内部抵抗 *r* は，表 1 で示したように個体差があるため，すべての熱電変換素子が最大電力で発電しているとは限らない．すなわち，HPV 内部に設置した各熱電変換素子へ均一に温度差を与えても発電電圧にばらつきが生じていると考えられる．したがって，これらの要因から発電電力が理想値を下回ったのではないかと考察した．

表 1 各熱電変換素子の内部抵抗

Thermoelectric Conversion Elements	Internal Resistor *r* [Ω]	Average Value r_{ave} [Ω]
NO.1	2.89	2.89
NO.2	3.09	
NO.3	2.94	
NO.4	2.92	
NO.5	2.91	
NO.6	2.64	
NO.7	2.07	2.05
NO.8	2.03	

6. 結　言

本研究では，先行研究の結果を踏まえて最良な伝熱改善法を HPV の温度差発電部へ実装し，発電特性を調査した．その結果，温度差発電における発電電力が 38mW から 477mW と増加した．温度差発電において理想の発電電力より低下した要因を考察した結果，熱電変換素子の内部抵抗 *r* のばらつきが発電電力の低下に影響していることが示唆された．今後は，熱電変換素子の内部抵抗のばらつきを抑える方法を模索する必要がある．また，温度差にばらつきが生じない構造の模索を継続することが課題といえる．

文　献

[1] P K Dash Int' Effect of Temperature on Power Output from Different Commercially available Photovoltaic Modules',Journal of Engineering Research and Applications, ISSN : 2248-9622, Vol. 5, Issue 1(Part 1), January 2015, pp.148-151（最終閲覧日 2022/12/26）

[2] 安藤貴之，米盛弘信：「熱電変換素子を組み合わせたハイブリッド PV モジュールの評価」，電気設備学会全国大会講演論文集，pp.211-212，E-1(2021)

[3] 安藤貴之，米盛弘信：「太陽光発電と温度差発電を組み合わせた発電システムにおける伝熱改善」，電気設備学会全国大会講演論文，pp.294-295(2022)

電動車いすを対象とした非接触給電に関する基礎検討

A Basic Study on Contactless Power Transfer for Electric Wheelchair

21603 榎戸 悠真
指導教員 水谷 浩, 米盛 弘信

1. はじめに

近年，高齢化やバリアフリーの普及に伴い，新たな電動車いすの研究開発が行われている．電動車いす等の小型移動車は，空港内の移動で使用されるなど，高齢者や障がい者だけではなく，一般のユーザーに対しても普及が進められている．そのため，今後も電動車いす利用者の増加が見込まれる．しかし，電動車いすに対する給電は現在有線による充電が主流である．有線による給電は，プラグをつなぐ手間が必要である．そこで，充電の簡単化を図るため，非接触給電に着目した．非接触給電は無線給電のため，機械的トラブルが少なく，容易かつ安全な給電方法として有望視されている．給電方式は，電磁誘導の法則を用いた手法(以降，電磁誘導方式)が多く採用されており，携帯端末から電気鉄道といった幅広い製品や産業への応用が進められている．しかし，電動車いすを対象とした電磁誘導方式による非接触給電の検討例は少ない．そこで，電動車いすを対象とした電磁誘導方式による非接触給電に関する検討を行う．ここで，電磁誘導方式による非接触給電は中心ズレに弱いという問題がある．当該問題に対して，筆者は IH クッキングヒータで用いられている加熱用コイルの分割配置技術[1]，および異形コイルの組み合わせ技術[2]を応用する．

筆者は，先行研究[3]で中心ズレの実験を行いコイル形状，およびコイル配置について提案を行った．また，先行研究[4]では，それに付随する切り替え回路の検討，および送電伝達効率を明らかにした．

本研究では，上述した通り多種の実験を行ってきたが，紙面の都合上，本稿では先行研究[3]で提案したコイル形状，およびコイル配置について，有限要素法を用いた磁界解析の結果を示す．また，一般的に非接触給電で使用されるスパイラルコイルと比較を行い，中心ズレに対する改善効果について述べる．

2. 電動車いすにおける非接触給電の課題と検討

電磁誘導方式による非接触給電は，送受電コイルの中心ズレによって給電効率が大幅に低下する．そのため，送受電コイルの中心位置を合わせることが重要である．しかし，電動車いすに乗っている利用者が床面にある送電コイルと電動車いす側に取り付けられた受電コイルの位置を一致させるように電動車いすを操作するのは困難であると考えられる．そこで，先行研究[3]では送電コイルを模擬した目標物に対して電動車いすを操作し，中心ズレがどの程度生じるか明らかにする実験を行った．

図 1 に目標（X：0，Y：0）に対する位置ズレの測定結果を示す．送電コイルのサイズは電動車いすの寸法を考慮し，縦横 30cm としている．図 1 より，操作する人によってもバラツキは異なるが，比較的中心に近いものの偏りがあるという結果が得られた．また，得られた結果から中心の送電コイル①（以降，センターコイル）を常時 ON とし，中心ズレが起きた場合にセンターコイルを補うように配置した送電コイル②③④⑤（以降，サブコイル）が ON となる装置の提案を行った．さらに，サブコイルを使用しない程度の中心ズレを補うため，一般的な送電コイルの形状ではない，ひし形コイルの採用を提案した．したがって，図 2 のようなひし形コイルをセンターコイル，三角コイルをサブコイルとして配置した送電コイル方式を提案した．

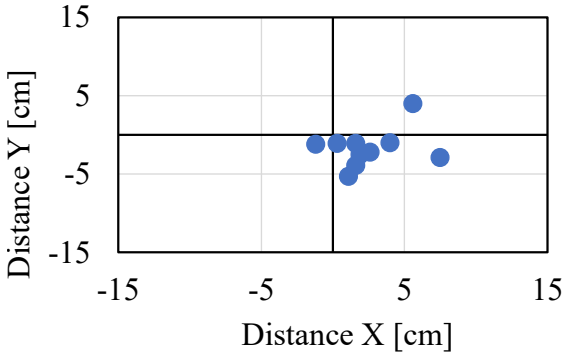
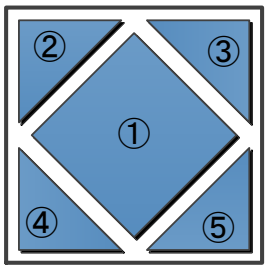


図 1　中心ズレの測定結果



① : Center coil
② : Sub coil
③ : Sub coil
④ : Sub coil
⑤ : Sub coil

図 2　提案したコイル形状，およびコイル配置

3. 有限要素法による磁界解析条件

本研究では，ムラタソフトウェア製の Femtet を使用して解析を行った．Femtet は，有限要素法によってモデルの磁界解析ができる．有限要素法では，連続するモデルから小区分に分割してメッシュを作成する必要がある．本研究では，計算精度の点からメッシュの条件として 2 次要素を使用し，アダクティブメッシュによる解析を行った．

図 3 に提案したコイル形状，およびコイル配置

の解析モデルを示す．また，図 4 にスパイラルコイルの解析モデルを示す．モデルの解析条件は，非接触給電で一般的に使用される材料を参考として，コイルは銅，周辺の媒質は地球上を想定したため空気とした．また，本稿では提案した送電コイル形状，およびコイル配置の磁界分布について検討を行うため，印加する電流はセンターコイル，およびサブコイル，スパイラルコイルともに 1A，周波数は 80kHz，コイルの巻き数は 100T とした．送電コイルのサイズは電動車いすのサイズを考慮し，縦横 30cm に収まるサイズとして解析を行った．

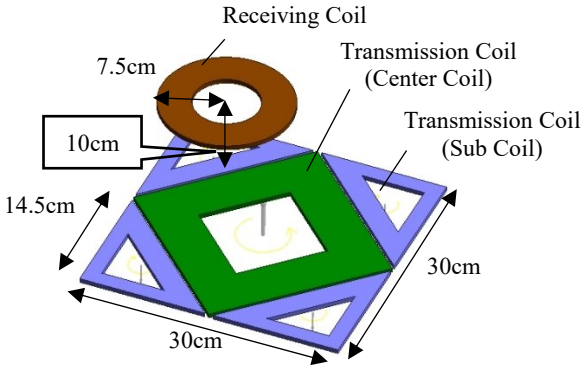


図 3　提案したコイル形状，およびコイル配置の解析モデル

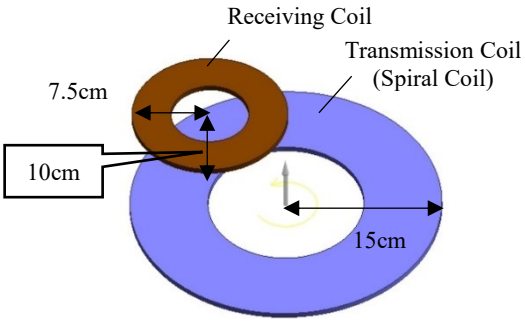


図 4　スパイラルコイルの解析モデル

4. 有限要素法による磁界解析結果

図 5 は，図 3 で提案したコイル形状，およびコイル配置時における有限要素法の解析結果を示す．また，図 6 に一般的な非接触給電で使用されるスパイラルコイルで給電を行った場合における有限要素法の解析結果を示す．図 5，図 6 では，送電コイルの磁束密度を要素ベクトルで示している．一般的にスパイラルコイルの磁束密度は，中心から距離が遠くなるほど低くなる．また，表皮効果により円周に磁束密度（電流密度）が集中していることがわかる．そのため，図 6 で示す解析結果となった．それに対し，図 5 では，センターコイル-サブコイル間の一部に磁束密度の集中が起きていることがわかる．また，センターコイル，サブコイルともに角の磁束密度が大きくなっていることがわかる．この結果から，先行研究[3]で提案したコイル形状，およびコイル配置において，センターコイル，およびサブコイルを使用することで中心ズレによる給電効率の低下を補うことができると考える．また，一般的な送電コイルの形状ではない，ひし形コイルをセンターコイルとして採用したことでサブコイルを必要としない程度の中心ズレに対してもコイル角の磁束密度が高いことから給電効率の低下を補えると考える．

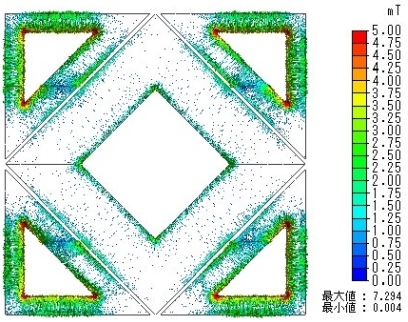


図 5　提案したコイル形状，およびコイル配置の解析結果

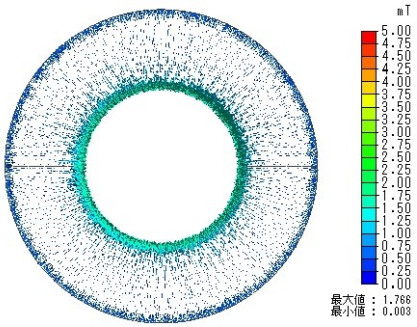


図 6　スパイラルコイルの解析結果

5. まとめ

本稿では，先行研究[3]で提案したコイル形状，およびコイル配置について有限要素法を用いた磁界解析の結果を示した．提案法と，一般的に非接触給電で使用されるスパイラルコイルを比較し，中心ズレに対する効果を確認した．結果として，センターコイル-サブコイル間の一部に磁束密度の集中が起きていることがわかった．また，センターコイル，サブコイルともに角の磁束密度が大きくなっていることがわかった．以上のことから，提案法と，一般的に非接触給電で使用されるスパイラルコイルを比較すると，提案法は中心ズレによる給電電力の低下を補えると考える．

文献

[1] 奥山耕平，荒井純一，米盛弘信：「FEM 解析による分割コイル方式 IH クッキングヒータの漏れ磁束低減効果の検証」，日本 AEM 学会論文誌，Vol.20，No.1，pp.194-200(2012)

[2] 小山和洋，米盛弘信：「非接触給電における総受信コイルの形状が給電電力に与える影響」，日本 AEM 学会誌，Vol26，No.1，pp.77-82(2018)

[3] 榎戸悠真，米盛弘信：「電動車いすを対象とした非接触給電に関する基礎検討」，2021 年（第 39 回）電気設備学会全国大会講演論文集，p.1（2021）

[4] 榎戸悠真，米盛弘信：「電動車いすを対象とした非接触給電における切り替え回路の提案」，2021 年(第 3 回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集，pp.39-40(2021)

機械加工における穴あけ加工品の不良品判別法に関する研究

A Study on Distinction Method of Defective Products for Drilling in Machining

21604 垣内 悠人
指導教員 川村 春美，宮田 統馬

1. 緒　言

現在，工業製品の小型化や高集積化に伴い，微小径ドリルによる微細穴加工の需要が高まっている．しかしながら小径ドリルによる金属に対する穴あけ加工では，工具が低剛性加工時の切削力によって容易に弾性変形し，破損しやすい難点がある．破損した小径ドリルによる加工では，ドリルによる振れ回りによって加工穴の位置や加工穴形状に影響を与えると考えられており,不良品が発生する可能性がある.そこで，製品の出荷前の外観検査において，加工穴の微細穴形状の検査システムが求められている[1].

これまでに我々は，画像処理を用いた機械加工による加工穴の不良品判別法を提案した[2].この方法は，まず，加工部を撮影し，部材部分に存在する加工痕を平滑化処理によりぼかし，部材領域の連結性を高める．その後，抽出したい対象物と背景を領域分割する手法の一つであるグラフカットセグメンテーションを用いて，加工穴領域抽出を行う．最後に，良品の加工穴は真円に近いことに着目し，抽出した加工穴の中心から輪郭までの距離のばらつきにより不良品判別をしていた.しかしながら,従来法では,画像の平滑化処理において，膨張収縮処理を用いている．その結果，膨張収縮処理の特性上，使用する構造化要素の構造やサイズにより，領域抽出後の加工穴の領域が変化する場合があった.

本論文では，グラフカットセグメンテーション処理前の画像平滑化処理に，加工穴領域の形状を維持しつつ部材部分の平滑化が可能なノンローカルミーンフィルタを用いた方法を提案する．ノンローカルミーンフィルタは注目画素を中心とした対象ブロックと類似性の高い参照ブロックの中心画素を集め，類似度に応じた加重で加重平均したものを出力とするエッジ保存型の平滑化フィルタである．最後に，提案法を用いて不良品判別を行えることを確認し，ドリルの破損予知の可能性についても考察を行う.

2. 方　法

本章では，ノンローカルミーンフィルタを用いた前処理と，グラフカットセグメンテーションによる不良品判別法について述べる.

2.1 前処理

まず，加工部を撮影した画像に対してグレースケール化及び，二値化を実施する．二値化を行った画像から最大の領域を抜き出すことによって，加工穴領域の推定を行う．その後，最大領域のみが残存する二値画像に対してソーベルフィルタ処理を施し，輪郭抽出を行う．抽出した輪郭に対して，最小二乗中心法[3]を用い，加工穴の中心と半径を算出する．算出した中心を基準とした正方形の画像を，ユーザが指定した寸法でグレースケール画像からトリミングを行うことで，加工部により注目した画像となる．その後，その画像に対して平滑化処理を行う.

提案法では，この処理にノンローカルミーンフィルタを導入する．ノンローカルミーンフィルタは，自然画像中には多くの類似する領域があるという特性に注目し，ブロック（ある画素点を中心とした正方形の近傍領域）単位で画素点の類似度を計算するエッジ保存型の平滑化フィルタである[3]．このフィルタの具体的な処理はまず,注目画素を中心とした注目ブロックと，周囲に存在する注目画素以外のすべての画素を中心とした参照ブロックを集める．その後，ブロック間の輝度パターンの類似度に応じた重みで参照ブロックの中心画素を加重平均し，注目ブロックの中心画素と置き換える．このときの重みは，類似度が高ければ大きい値を与え，低ければ小さい値となる.

2.2 グラフカットセグメンテーション

グラフカットセグンメンテーションは，グラフの最小切断アルゴリズムによるエネルギー最小化であり，データ項と平滑化項の総和が最小になる箇所で分割することで，データに忠実かつ滑らかに領域分割を行える手法である.近年,ビジョンや画像処理，またグラフィックスの分野で盛んに応用されており，用途としては画像復元，動画像解析がある[4].

グラフカットセグメンテーションを行う際には，前景と背景の領域を指定する必要がある．本論文では，前景とする加工穴部分の領域は，算出した中心を基準とした円形領域にて指定する．このとき円形領域の半径は，前景指定領域が部材部分に掛からないように，最小二乗中心法で算出した半径の７割の長さとする．背景とする部材部分の領域指定は，加工穴部分に掛からないように画像の外周とする．加工穴領域の抽出を行った後，再度加工穴領域の輪郭を抽出し，従来法と同様に輪郭線を極座標変換により

1 次元のデータにする．極座標系にした際に，加工穴にバリがなければ理論上輪郭線は一直線となることから，輪郭線の変動の標準偏差を算出することにより不良品の判別を行う．

3. 結　果

本論では，合金の部材部分に存在する加工痕の影響を減らす前処理において，膨張収縮処理を用いた従来法[2]とノンローカルミーンフィルタを用いた提案法による領域抽出後の加工穴形状を比較及び不良品判別を行い，提案法の有効性について検証を行う．本実験では，合金(SKD11)に直径 0.5mm のドリルで切削加工した加工部を，マイクロスコープ DIM-03（アルファーミラージュ株式会社製）を用いて撮影した．撮影した画像の解像度は，1280×720pixel であり，正方形トリミングでは 600×600pixel の寸法を指定している．また，本実験で部材部分の指定領域の幅は 50pixel で指定した．

図 1 には原画像と提案法による領域抽出結果を示す．図 2 には図 1A の原画像に対して従来法及び提案法を用いた加工穴領域の抽出結果の拡大図に所望輪郭を重ね合わせたものを示す．図 2A の平滑化処理に膨張収縮処理を用いた従来法の領域抽出結果と比較して，図 2B のノンローカルミーンフィルタを用いた提案法による抽出結果では，より所望輪郭の形状を維持した加工穴部分の領域抽出を行えていることが確認できる．また，他のサンプルにおいても同じく良好な結果を得られることを確認した．

図 3 には平滑化処理の違いによる標準偏差分布の比較を示す．まず，良品と不良品の数値の分布の間に明らかな差がみられることから，従来法と提案法どちらも閾値を決定することで不良品の判別を行うことが可能である．つぎに，良品の標準偏差の分布を比較すると，提案法の結果と従来法による結果はともに 0～5 付近に標準偏差の分布が集中している．これは良品では加工穴の形状が真円に近いため，大まかな形状を保持する膨張収縮処理と，より細かい形状を保持できるノンローカルミーンフィルタの違いによる影響があまり出ないことが考えられる．不良品においては，膨張収縮処理を用いた手法による標準偏差が 15～25 付近に分布している．一方で，ノンローカルミーンフィルタを用いた手法による標準偏差は 25～35 付近に分布し，提案法を用いた結果の方が良品と不良品の標準偏差に大きな差がでるため判別精度が向上する．これは，従来法に比べて，提案法は，前述のとおりより細かい加工穴の輪郭形状を保持できるため，このような結果が得らえたと考えられる．また，提案法の領域抽出法により得られた加工穴のサイズ（面積・半径）の推移と工具の破損タイミングについて関連性を調査したが，本実験において関連がないことを見出した．

4. 結　言

本論文では，前処理にノンローカルミーンフィルタを用いた加工穴の領域抽出法を提案した．画像の平滑化処理において，領域の形状を維持したまま平滑化を行えるフィルタであるノンローカルミーンフィルタを導入した．その結果，構造化要素の影響により領域形状が変化してしまう膨張収縮処理を用いた従来法と比較して，提案法は加工穴の抽出精度が向上した不良品判別法であることを確認した．

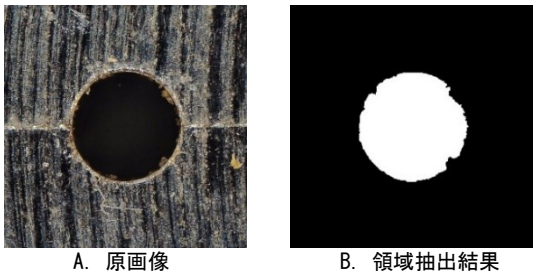
文　献

[1] 桝田正美，木本誠二，堀内宰，柴田隆行，村上良彦，“微小穴あけにおけるドリル振れの穴位置精度への影響，” 精密工学会誌 vol.79, no.5, pp.449-454, 2013

[2] 垣内悠人，大坪樹，宮田統馬，“加工部の抽出にグラフカットを用いた円形加工における不良品判別法，” 第 28 回電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, 2022

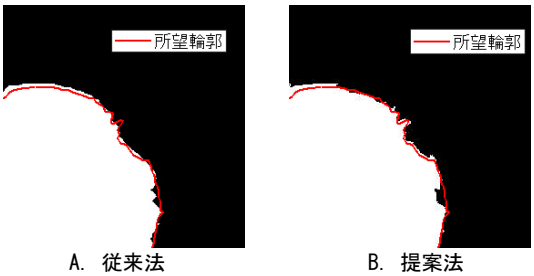
[3] Baozhong LIU, Jianbin LIU, “Overview of image noise reduction based on non-local mean algorithm,” MATEC Web of Conferences, 232, 2018

[4] Y. Li, S. Jian, C. Tang, H. Shum, “Lazy snapping,” SIGGRAPH ’04:ACM SIGGRAPH 2004 Paper, 2004



A. 原画像　　B. 領域抽出結果

図 1　原画像と提案法による領域抽出結果



A. 従来法　　B. 提案法

図 2　領域抽出結果の比較（拡大図）

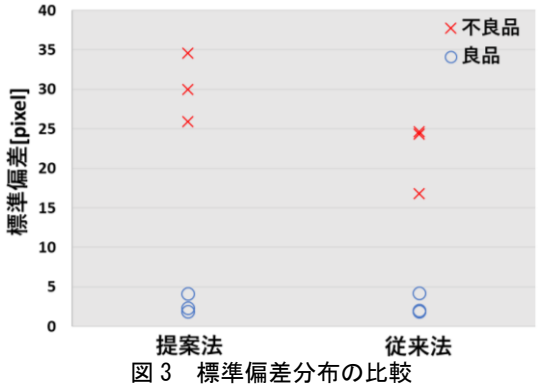


図 3　標準偏差分布の比較

系統連系インバータの高調波を除去できる同期コンデンサシステムに関する研究

Studies on a Synchronous Condenser System Capable of Eliminating Harmonic Distortion for Grid-Connected Inverters

21605 風間 暉久
指導教員 風間 俊哉，山下 健一郎

1. まえがき

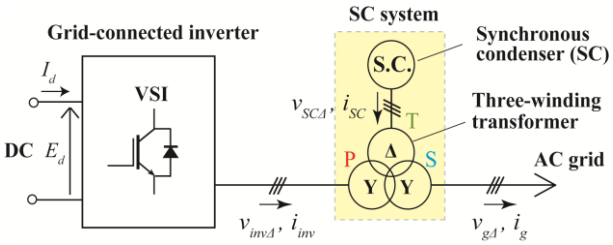
次世代の電力系統には大量の再生可能エネルギーを用いた分散電源が導入されると予想されており、種々な問題が懸念されている。一つは、電力変動が予測しにくいという問題であり、もう一つは回転型発電機が再生可能エネルギーを用いた非同期電源に置き換えることにより、系統の短絡容量や慣性力が低減する問題である。結果として次世代の系統には、多くの調整力だけでなく十分な安定度を確保するための工夫が必要となる。

これらの問題の解決策には種々なものがあるが、系統の短絡容量を増加させることができ、大容量化が比較的容易な同期コンデンサ(Synchronous Condenser : SC)を用いる手法が近年再注目されており[1]、SC に原動機を接続することにより調整力の増加も期待できる。一般に再生可能エネルギーはインバータを介して系統に接続されるが、インバータ等の電力変換器は、高調波の発生源となる。そのため、これらを大量導入することにより、多くの高調波が系統へ流出し、系統の品質が低下する問題も懸念されている。

筆者らは以上のような問題を解決することのできる一つの方法として、高調波電流を吸収できる同期コンデンサシステムを提案している。先行研究では、サイリスタインバータを同システムに接続した場合の系統電流の高調波除去効果について検討を行い、その有用性が明らかとなったが、系統連系インバータの主流は電圧型インバータ（Voltage Source Inverter : VSI）に置き換わりつつあり、他のインバータにおいてもその有用性を明らかにする必要がある。本研究では、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（Insulated Gate Bipolar Transistor : IGBT）を用いた VSI を提案システムに接続した場合の高調波除去効果について検討する。本研究では、理論的検討並びに実験的検討の双方によりシステムの高調波除去効果を確認する。まず、理論的検討に必要なシミュレーションモデルを構築し、実用規模のシステムを想定したシミュレーションにより提案装置の VSI に対する有用性を確認する。また、実験的検討に必要となる供試装置（IGBT を用いた 2kVA の VSI）の製作を行う。

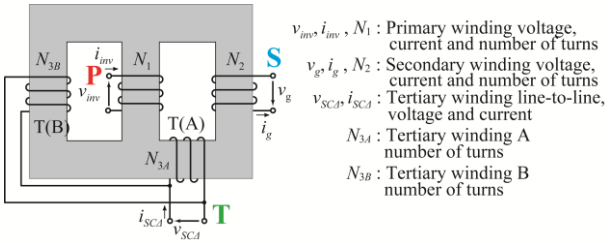
2. システム構成

図 1 に提案する同期コンデンサシステムに VSI を接続した場合の構成を示す。図示のように提案システムは、ダンパ巻線を有する SC と、負の等価インダクタンスを有する三巻線変圧器とで構成されている。同図の VSI は一台であるが、実際には一つの提案システムに対し複数の VSI を接続することができる。負の等価インダクタンスを持つ三巻線変圧器の一相分の構成を図 2 に示す。同変圧器の一次巻線（P）は VSI に接続され、二次巻線（S）と三次巻線（T）はそれぞれ系統と SC に接続される。一次巻線には VSI から高調波電流が流入し、高調波磁束が発生する。2 つあ



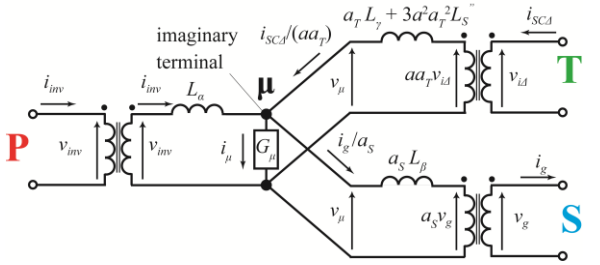
Notes – E_d, I_d: dc side voltage and current of the grid-connected inverter, $v_{invΔ}$, i_{inv}, $v_{SCΔ}$, i_{SC}, $v_{gΔ}$, i_g: line-to-line voltages and currents of the grid-connected converter, of the SC, and of the ac grid, respectively.

図 1. VSI を用いた提案システムの構成



Notes – v_{inv}, v_g: phase voltage of the inverter output terminal and of the ac grid, $i_{SCΔ}$: armature current of the SC (transformed from Y to delta).

図 2. 三巻線変圧器の構成（一相分）



Notes – $L_α$, $L_β$, $L_γ$: equivalent inductances of the transformer, L_S'': subtransient inductance of the SC, $G_μ$: conductance of the exciting circuit in the transformer, $v_μ$, $i_μ$: imaginary terminal μ phase voltage and current, a_S, a_T: proportional constants determined by exciting circuit of the transformer, a: turn ratio of the transformer, $v_{iΔ}$: armature induced emf of the SC (transformed from Y to delta).

図 3. 三巻線変圧器の等価回路（一相分）

る三次巻線のうち T(B)では、同高調波磁束を打ち消すような磁束が発生し、二次巻線には高調波磁束は発生しない。その結果、高調電流は SC に吸収され、系統には流入しない。これを実現する変圧器の原理を以下で説明する。

図 3 に三巻線変圧器(図 2)の等価回路を示す。変圧器の三次側のインダクタンスは、接続する SC の初期過渡インダクタンスL_S”を打ち消すように設計されている。一方、SC にダンパ巻線が施されている場合、SC の内部誘導起電力は正弦波となることが知られている。変圧器のインダクタンスによりL_S”が打ち消される場合、図中の仮想接続点μの電圧v_μは SC の内部誘導起電力と原理的に同一となり、v_μも正弦波となる。その結果前述の高調波除去効果を実現できる。

3. 提案システムの効果

図 4 に提案する SC システムに VSI を接続した場合のシミュレーションモデルを示す。同モデルは、MATLAB/Simulink/Simscape を用いて構築したものであり、VSI には IGBT を用いている。図中の変圧器は、図 3 の等価回路をもとに構築したものであり、サイリスタインバータ接続時の検討において妥当性を明らかにしたものである[2]。図 5 に同モデルを用いて計算した変圧器各端子の瞬時値波形(上段:電圧波形、下段:電流波形)を示す。同図は実用規模の装置を想定し、実在する 300MW, 375MVA の SC のパラメータを用いて計算したものである。図より VSI の電圧波形は矩形波状になっており、VSI が効率の高い 120 度通電方式で動作していることがわかる。また、SC の電圧波形は図示のようにひずむこととなるが、系統電圧は系統を無限大母線としたため正弦波となる。一方、電流波形においては VSI が高調波の発生源となるため、VSI 側、SC 側の電流はいずれもひずんでいるが、系統側電流は正弦波となることがわかる。以上より実用規模のシステムを想定した理論的検討において、提案する SC システムは VSI を接続した場合においても十分な波形改善効果が得られることが明らかとなった。

4. 実験的検討に必要となる供試装置の製作

シミュレーション結果の妥当性を確認するためには、供試装置を用いた実験的検討を行う必要がある。提案装置は同期機、三巻線変圧器、インバータ等で構成されるので、供試装置は開発済みの同期機及び三巻線変圧器に IGBT を用いた VSI を接続したものとなる。図 6 に製作した VSI(2kVA)を示す。同装置については動作試験まで実施している。

5. むすび

本研究では、系統連系インバータの高調波電流を吸収できる同期コンデンサシステムを提案し、IGBT を用いた電圧型インバータに対する有用性を明らかにするため種々な検討を行った。

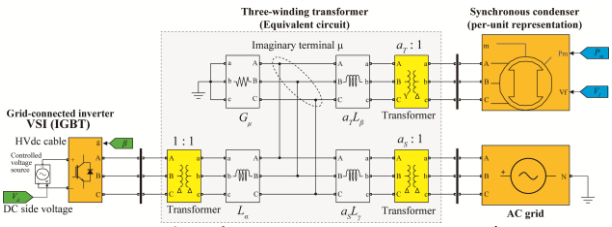
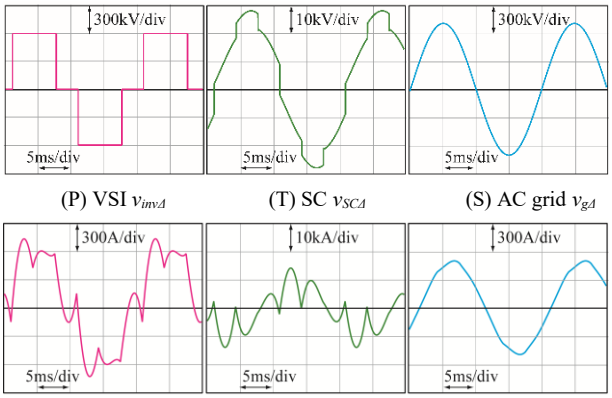


図 4. 本研究のシミュレーションモデル



Conditions: V_d = 600(kV), I_d = 500(A), $V_{gΔ}$ = 500(kV), P_g = 300(MW), Q_g = 0(var), f_g = 50(Hz)

Notes – V_d, I_d: dc side voltage and current of the grid-connected inverter, P_g, Q_g, f_g: output active power, output reactive power and frequency of the ac grid.

図 5. VSI を接続した実用規模の SC システム各部の線間電圧波形と電流波形(375MVA)

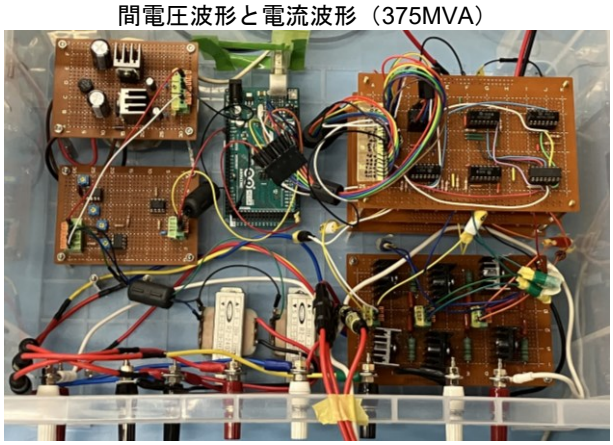


図 6. IGBT を用いて製作した供試装置(2kVA)

構築したシミュレーションモデルを用いた理論的検討により、実用規模のシステムを対象に計算した結果、電圧型インバータを用いた場合においても十分な波形改善効果が得られることが明らかになった。また、実験的検討に必要な供試装置の製作を行い、単独運転可能な IGBT を用いた電圧型インバータを完成させた。

今後残された課題として、製作した供試装置を用いた実験的検討が挙げられる。

文 献

[1] F Shixiong, H Wei, and L Lixin, “Influence of synchronous condenser exciter limit on voltage stability of HVDC” Proc. of ICIEA 2018. Wuhan, China. Jun. 2018.

[2] K. Yamashita, D. Sakamoto, and M. Tandai, “A Synchronous Condenser System Capable of Eliminating Harmonic Distortion for Grid-Connected Inverters,” Proc. of ICEMS 2021, Gyeongju, Korea, Republic of, Nov. 2021.

第一原理分子動力学計算を用いたヒドロニウムアルナイトの八面体ひずみと価数の評価

A Study on Octahedral Distortion and Valence of Hydronium Alunite Using First-Principles Molecular Dynamics Calculations

21606 小林 優斗
指導教員 坂口 雅人，黒木 雄一郎

1. 緒　言

筆者が所属する研究グループでは、水熱条件下において合成した銅添加ヒドロニウムアルナイト($(H_3O)Al_3(SO_4)_2(OH)_6$:Cu)が、電子線励起にて波長 414nm にピークを有する青紫色の発光を示すことを見出した[1,2]。銅添加ヒドロニウムアルナイトは、Cu, Al, S, O, H で構成される蛍光物質であり、資源としての制限を受ける希土類や毒性元素を含まないという特徴を有する。銅添加ヒドロニウムアルナイトの発光には、H_3O^+と $CuO_2(OH)_4$ 八面体との水素結合に伴う八面体ひずみが関係している。この八面体ひずみにより Cu^+の電子構造におけるラポルテ禁制およびスピン禁制が一部許容されたものと考えた[3]。本科での研究では、古典分子動力学計算を用いることで H_3O^+の回転挙動と $AlO_2(OH)_4$ 八面体との水素結合の挙動について計算を試みた。しかし、設定した力場やポテンシャルで実際の結晶構造を再現することは困難であり、レナード・ジョーンズ・ポテンシャルと静電クーロンポテンシャルを組み合わせた計算には限界があることがわかった。そこで、$AlO_2(OH)_4$ 八面体の sp^3d^2 混成軌道を形成する方位量子数と磁気量子数を考慮する必要があると考え、第一原理計算を導入した。本研究では、実験結果から得られた考察を計算の側面から検証することを目的とし、① H_3O^+/K^+ 比の変化に伴う $AlO_2(OH)_4$ 八面体のひずみを評価した。②また、$AlO_2(OH)_4$ 八面体の Al を Cu に置換したモデルの構造緩和を行うとともに、Bader 電荷解析による各原子の電荷解析を行った。

2. 方　法

① H_3O^+/K^+比変更時の八面体ひずみの変化

第一原理計算コードとして Quantum Espresso を用いた。J. D. Gale らにより報告されたヒドロニウムアルナイトの構造 [4]（図 1）を初期構造とした。電子間相互作用には GGA-PBE 法（一般化勾配近似法）を用い、擬ポテンシャルにはウルトラソフト型を採用した。波動関数と電荷密度のカットオフは、それぞれ 23.5 及び 161.5 Hartree とした。以上の計算条件を用いて、Damp 法により構造緩和計算を行った。この際、単位胞内に存在する 3 つの H_3O^+を 1 つずつ K^+に置換し、同様に計算した。得られた構造緩和計算の結果から、(1), (2)式を用いて単位胞に含まれる 9 つの八面体における二次伸張$<\lambda>$と結合角分散 σ^2 の値を算出し、ひずみの評価を行った。(1)式における n は配位数を表し、l_i は結合距離、l_0 は同一体積八面体の結合距離を表す。また、(2)式における m は結合角の数を表し、φ_i は結合角、φ_0 は正八面体の結合角度を表す。

$$<\lambda> = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{l_i}{l_0}\right)^2 \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}(\phi_i - \phi_0)^2\ [\mathrm{deg}^2] \quad (2)$$

② Cu を置換した構造緩和と電荷解析

図 1 において、1 つの $AlO_2(OH)_4$ 八面体の Al を Cu に置換した構造を初期構造とした。電子間相互作用には GGA-PBE 法を用い、擬ポテンシャルには内殻電子を考慮して PAW (Projector Augmented Wave)型を採用した。得られた構造緩和計算の結果から、Bader 電荷解析により各原子の価数を評価した。

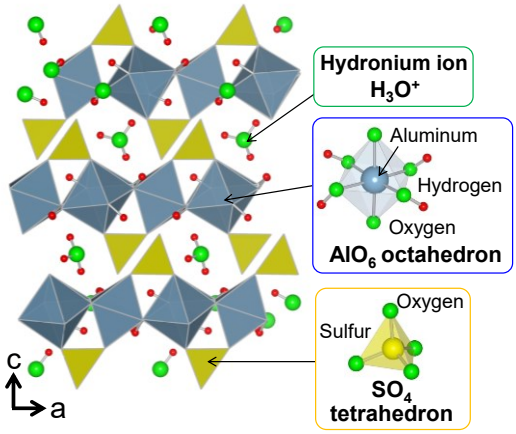


図 1 ヒドロニウムアルナイトの結晶構造

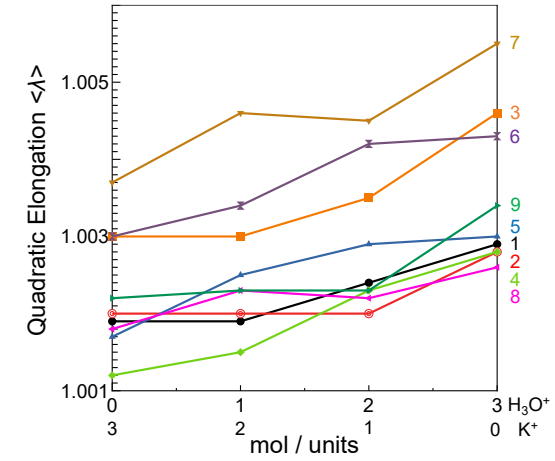
3. 結　果

① H_3O^+/K^+比変化時の八面体ひずみの変化

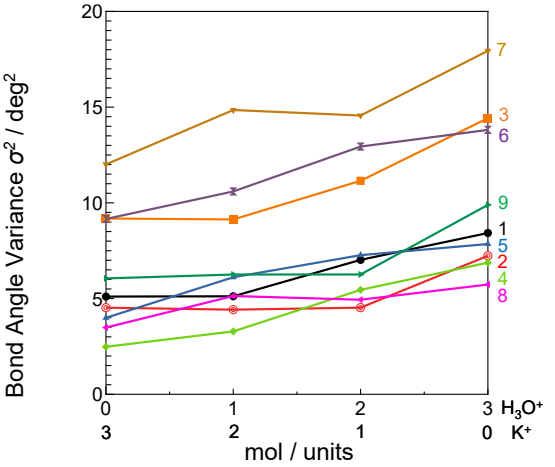
図 2 に H_3O^+/K^+比を変化させて構造緩和を行った結果として$<\lambda>$と σ^2 の変化を示す。H_3O^+/K^+ 比の増加に伴い、9 つの $AlO_2(OH)_4$ 八面体において$<\lambda>$と σ^2 が増加し、八面体ひずみが大きくなることがわかった。カソードルミネッセンス測定の結果より、H_3O^+/K^+比の減少に伴い、発光強度が低下することがわかっている[5]。これにより、H_3O^+の存在による八面体ひずみが発光に大きな役割を果たしていることがわかった。

② Cu を置換した構造緩和と電荷解析

$AlO_2(OH)_4$ 八面体の Al を Cu に置換したモデルの構造緩和を行った結果、$CuO_2(OH)_4$ 八面体が d_{z2} 軌道方向に長くなることを確認した。筆者はこのひずみを一般的に Cu^{2+}でよく見られるヤーンテラー効果ではないかと考えた。XPS の結果より、発光している Cu の価数は 1 価であることがわかっているため、改めて Bader 電荷解析により各原子の価数を調査した。その結果、Cu の価数は 1.304 価であった。そこで、Cu の電荷状態を+1 価として再現できる方法を調査した。八面体の中心イオンである Al を Cu に置換した際の有効電荷を考慮し、電荷補償の観点から+2 価の点欠陥である O 空孔、SO_4 空孔、2 か所の OH 空孔を導入した構造緩和計算を行い、各原子の価数を評価した。その結果を表 1 に示す。Cu の価数は $CuO_2(OH)_4$ 八面体の d_{x2_y2} 軌道方向の O 空孔（図 3 (a)）を導入することで 1.067 価と 1 価に近くなった。また、SO_4 空孔および 2 か所の OH 空孔を導入した場合にも 1 価となる可能性が示唆された。例えば、$AlO_2(OH)_4$ 八面体と頂点共有した SO_4 空孔（図 3 (b)）導入時の Cu の価数は 0.873 価であった。



(a) 二次伸張〈λ〉

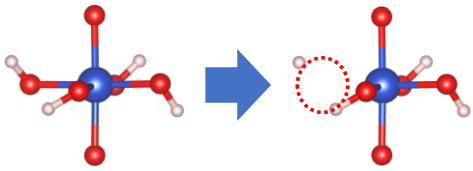


(b) 結合角分散 σ^2

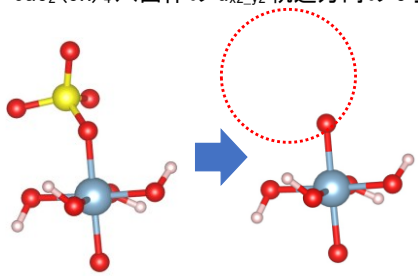
図 2 $AlO_2(OH)_4$ 八面体におけるひずみの変化。
図中の番号は単位胞に含まれる 9 つの
$AlO_2(OH)_4$ 八面体を表している。

表 1 +2 価の点欠陥を導入した際の Cu の価数

Defects			Valence of Cu
O vacancy	$CuO_2(OH)_4$	d_{x2_y2}	**1.067**
		d_{z2}	1.224
	$AlO_2(OH)_4$	d_{x2_y2}	1.332
		d_{z2}	1.340
	H_3O^+		1.345
SO_4 vacancy	Vertex sharing with $CuO_2(OH)_4$		0.666
	Vertex sharing with $AlO_2(OH)_4$		**0.873**
OH vacancy	$CuO_2(OH)_4$	Next	0.698
		Opposite	0.672
	$AlO_2(OH)_4$	Next	0.644
		Opposite	1.229
	Vertex sharing with $CuO_2(OH)_4$ and $AlO_2(OH)_4$		0.705



(a) $CuO_2(OH)_4$ 八面体の d_{x2_y2} 軌道方向の O 空孔



(b) $AlO_2(OH)_4$ 八面体と頂点共有した SO_4 空孔

図 3 +2 価の点欠陥の例

4. 結　言

本研究では、第一原理計算により H_3O^+/K^+比を変化させた構造緩和計算を行い、$AlO_2(OH)_4$ 八面体ひずみを評価した。その結果、H_3O^+の存在による八面体ひずみが発光に大きな役割を果たしていることがわかった。また、1 つの $AlO_2(OH)_4$ 八面体の Al を Cu に置換した構造緩和計算を行い、各原子の価数を評価した。その結果、銅添加ヒドロニウムアルナイトの発光に起因する 1 価の Cu は、$CuO_2(OH)_4$ 八面体の d_{x2_y2} 軌道方向の O 空孔を導入する以外に SO_4 空孔および 2 か所の OH 空孔を導入した時に 1 価となる可能性が示唆された。

文　献

[1] Y. Kuroki et al., IOP Conf. Ser. : Mater. Sci. Eng., 21(2011)012004.
[2] Y. Kuroki et al., Ceram. Int., 38S(2012)S567.
[3] Y. Kuroki et al., J. Ceram. Soc. JAPAN, 130(2022)55.
[4] J. D. Gale et al., Am. Miner., 95(2010)1109.
[5] S. Kimura et al., *Transactions on GIGAKU*, 2(1)(2014)02009/1-6.

リン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料の力学的特性に及ぼすステアリン酸処理と延伸の影響

Effect of Interfacial Treatment with Stearic Acid and Drawing on Mechanical Properties of Tricalcium Phosphate/Poly (lactic acid) Composites

21607 才木 一眞
指導教員 黒木 雄一郎, 坂口 雅人

1. 緒　言

骨折治療で使用されている金属製の骨固定デバイスは生体適合性が低く, 骨折部の癒合後に除去手術が必要とされる. そこで, 生体適合性が高いリン酸三カルシウム/ポリ乳酸 (TCP/PLA)複合材料が骨固定デバイスの素材として注目されている. 一方でTCP/PLAの力学的特性は皮質骨 (引張強度:約 107 MPa, 弾性率:7~30 GPa)よりも低い. 強化法としてステアリン酸 (Sa)を用いた TCP 表面への界面処理 [1]や, PLA の延伸 [2]が試みられている. そこで, これらの処理を組み合わせたハイブリッド強化により力学的特性の向上が可能であると考えた. 本研究ではステアリン酸処理における Sa 添加量の影響を調査後, ステアリン酸処理と延伸比 (DR) 2.5 の延伸を組み合わせてハイブリッド強化した TCP/PLA の力学的特性と配向係数を調査した. このハイブリッド強化により皮質骨に相当する TCP/PLA の力学的特性を得ることを目的とする.

2. 方　法

2.1. 試験片成形

本研究では最初に TCP (富士フイルム和光純薬株式会社, 032-10855)表面を Sa (Tomos Candle Craft)を用いて界面処理した. 界面処理では Sa および TCP50 g を 60ºC のエタノール 200 ml に加え, ロータリーエバポレータで 3 時間撹拌した. なお, Sa 量は 0, 3, 6, 12, 24 phc とした. 本研究では TCP100 g 当たりにおける結合剤の質量を Per Hundred Ceramics (phc)と定義した.

次に PLA (HISUN, REVODE 101, Mn:10×10^4)と, 30 mass%の界面処理 TCP をドライブレンドし, 連続式二軸混練機により 200ºC, 81 rpm で熱混練した. その後, 加熱温度 200ºC, 押切荷重 5 kN で TCP/PLA を押切成形した.

延伸では押切成形した TCP/PLA を 10 mm×80 mm に切断後, タブ間距離 40 mm となるようにタブを接着した. その後, 70°C に加熱したヒータで包囲し 10 分間加熱後, 万能試験機を用いて DR 2.5 の延伸比となるように 10 mm/min の引張速度で強制変位を加えた.

2.2. 試験方法

万能試験機を用いて試験片を引張速度 0.5 mm/min で引張試験した.

配向係数の評価のためにハイブリッド強化した TCP/PLA における FT-IR 測定を行った. まず試料を 30 mm 程度に切断し, 検査面をバフと研磨剤により 5 分ほど鏡面研磨した. 次に偏光子を用いて IR ビームを引張軸に対して垂直方向と平行方向に偏光し, 全反射測定 (ATR)法で試料を測定した. 得られた反射率 R を(1)式により吸光度 A に変換し, (2)式より一軸配向係数 f_a を求めた. D は赤外二色比 (=平行偏光時と垂直偏光時における吸光度ピークの比), D_0 は完全に配向した際の二色比 (=0)である. なお吸光度ピークは, α結晶 (923 cm^{-1})やβ結晶 (912 cm^{-1})の表れる波数におけるベースラインからのピークの大きさとした.

$$A = log_{10}\frac{1}{R} \tag{1}$$

$$f_a = \frac{(D-1)(D_0+2)}{(D+2)(D_0-1)} \tag{2}$$

3. 結果と考察

ステアリン酸処理およびハイブリッド強化した TCP/PLA の引張強度と弾性率を図 1 および図 2 に示す. 未延伸の TCP/PLA において, Sa 添加量と引張強度には相関がみられなかった. 一方, 弾性率は 3 phc 以上の Sa 添加量に伴い減少した. これは相対的に TCP 含有量が減少したためであると考えられる.

ハイブリッド強化において 12 phc は 0 phc よりも高強度となった. 未延伸の 0 phc に対する強度向上比は, ハイブリッド強化の 12 phc では約 3.6 倍であった. また, 未延伸の 12 phc のステアリン酸処理では約 1.4 倍, ハイブリッド強化の 0 phc では約 2.5 倍であった為, これらの積は約 3.5 倍となった. Ma らは, Sa で界面処理した TCP が, 未処理の TCP よりも PLA 中において高い分散性を示したことを報告した [1]. 従って, 本研究においては 0 phc よりも 12 phc の方が TCP の分散性が高くなったことが考えられる. 延伸は, フィラー材を延伸軸方向に配列させることで, フィラー材の分散性を向上させることが知られている [2]. また TCP の分散性は, 同じ延伸比でも分散性の低い状態から延伸するほど向上することが予測される. これより, 12 phc における延伸による強度向上比は, 0 phc よりも低くなると考えられる. 一方で, 本研究における未延伸の 0 phc に対する強度向上比は, ハイブリッド強化の 12 phc

と DR 2.5 (約 3.6 倍)の方が，未延伸の 12 phc のステアリン酸処理と，ハイブリッド強化の 0 phc と DR 2.5 の積 (約 3.5 倍)よりも高かったため，相乗効果が生じた可能性がある．図 2 より，未延伸において 12 phc は 0 phc よりも低い弾性率を示した．一方，ハイブリッド強化では，12 phc の方が高い値を示した．この結果からもハイブリッド強化による相乗効果が示唆された．

図 3 および図 4 に，ハイブリッド強化した TCP/PLA におけるα結晶とβ結晶の配向係数を示す．なおβ結晶においてはピークが確認 (測定回数 7 回のうち 4 回)されたデータのみの結果を示す．α結晶の配向係数は 12 phc の方が高くなった．一方，β結晶では，0 phc が負の値となったが，12 phc は正の値となった．また，12 phc においてピークが確認されたデータではエラーバー (標準偏差)が大きく低減した．従って，12 phc においては 0 phc よりもα結晶が増加しただけでなく，β結晶の出現が示唆された．Hong らは，ハイドロキシアパタイト (HA)が不均一核生成剤として作用したことで，PLA 中における HA の分散性向上が結晶化速度を向上させたことを示唆した[3]．これより，本研究においても 12 phc のステアリン酸処理による TCP の分散性向上により結晶化速度が増加したことが考えられる．α結晶は熱処理により生じることが知られている．従って，12 phc においては結晶化速度が増加したことで，延伸過程で生成されるα結晶が 0 phc よりも増加したことが考えられる．一方でβ結晶は，熱延伸によりα結晶が変態することにより生じるとされている．従って，本研究におけるβ結晶の出現は，α結晶の増加に伴い，延伸時に引き伸ばされるα結晶が増加した為であると考えられる．以上より，力学的特性試験において示唆されたハイブリッド強化における相乗効果は，α結晶の増加やβ結晶への変態により生じたと考えられる．

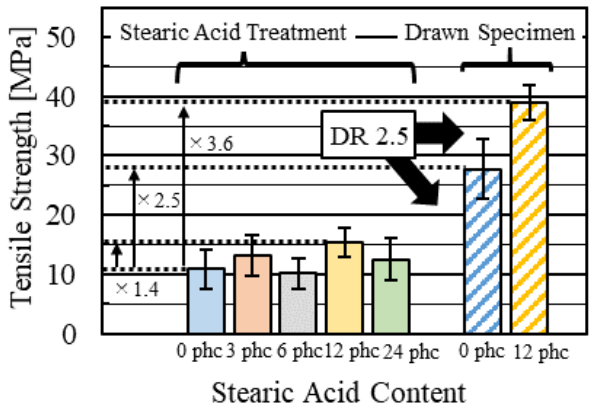


図 1 ステアリン酸処理やハイブリッド強化した TCP/PLA の引張強度.

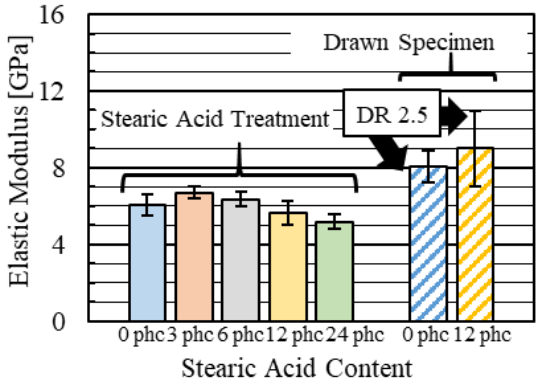


図 2 ステアリン酸処理やハイブリッド強化した TCP/PLA の弾性率.

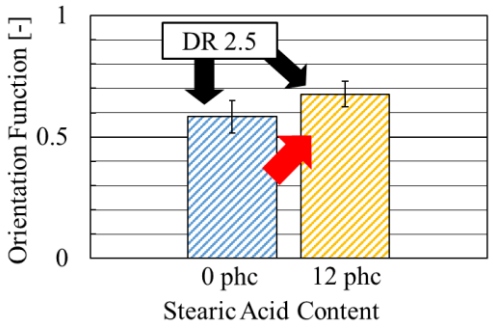


図 3 ハイブリッド強化した TCP/PLA におけるα結晶の配向係数.

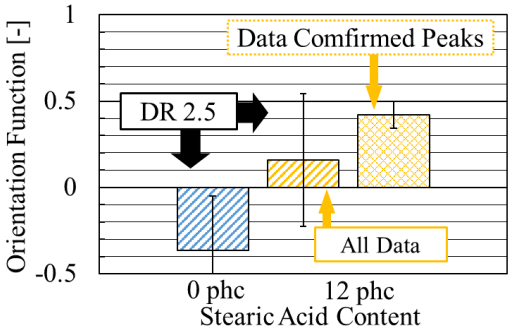


図 4 ハイブリッド強化した TCP/PLA におけるβ結晶の配向係数.

4. 結　言

本研究の成形条件において，TCP/PLA のステアリン酸処理における Sa 添加量と引張強度に相関はみられなかった．一方，ハイブリッド強化により引張強度が約 39 MPa，弾性率が約 9 GPa と皮質骨の弾性率の範囲内において強度向上が示されたほか，α結晶の増加やβ結晶の出現による相乗効果が示唆された．皮質骨の強度には及ばなかったものの，ステアリン酸処理と延伸は相性が良く，強化法として有用であると考えられる．

文　献

[1] Fengcang Ma, “Improvement of β-TCP/PLLA biodegradable material by surface modification with stearic acid”, Materials Science and Engineering C, Vol.62 (2016), doi:10.1016/j.msec.2016.01.087.

[2] Julian Walker, “Solid-State Drawing of Commercial Poly(Lactic Acid) (PLA) Based Filaments”, Frontiers in Materials, Vol.6 (2019), doi:10.3389/fmats.2019.00280.

[3] Zhongkui Hong, “Nano-composite of poly (L-lactic acid) and surface grafted hydroxyapatite: Mechanical properties and biocompatibility”, Biomaterials, Vol.26 (2005), doi:10.1016/j.biomaterials.2005.04.018.

2040 年の東京都を事例とした介護施設の不足問題に関する研究

A study on shortage problem of nursing-care facilities
in case of Tokyo district in 2040

21608 斎藤 風雅
指導教員 須志田 隆道，島川 陽一

1. はじめに

特別研究では，本分野の既存の研究である[1]を発展させて，2040 年の東京都を念頭に介護施設の不足問題(以後「不足問題」)の検討を行う．研究は 3 つのサブテーマで構成される．(1)2040 年の受給者数の変化の予測，(2)不足問題の起こる恐れのある地域の明確化，(3)「費用」「生活環境の利便性」「自然環境」等の立地条件(以後「施設の立地条件」)に基づく新規施設の配置である．

(1)では 2040 年の受給者数の変化の予測を行い，要介護 3~5 認定者の増加数が要介護 1,2 認定者の増加数より多い傾向にあること，認定者数はほぼ全ての地域で増加しているが，北区でのみ認定者数が減少していることが明らかになった．(2)では不足問題の起こる恐れのある地域の明確化を行い，要介護 1,2 認定者は 1 地域でのみ不足問題が発生する可能性があること，要介護 3~5 認定者は 34 地域で不足問題が発生する可能性があること，最終的な予測における不足問題が発生する可能性のある地域は 17 地域であることが明らかになった. 前回の発表では，杉並区内の地価の算出を行った. 地価が 500,000 円から 1,000,000 円の価格帯の場所が 64%で最も多く, 次いで 356,000 円から 500,000 円の価格帯の場所が 25%であり，その他の地価の場所は全体の 11%であることがわかった．

本稿ではこの研究結果に基づき杉並区における(3)介護施設の最適な配置場所の検討を行う．杉並区を研究対象とした理由は，(2)の最終的な予測における不足問題が発生する可能性のある地域のうち，超過人数が最も多い地域であったためである．

2. 研究方法

本研究では，介護施設の立地条件を考慮し施設の最適な配置場所の検討を行う．研究では，サブテーマ(2)の予測結果を基に，東京都の国土数値情報行政区域データ[2]・東京都の国土数値情報土地利用詳細メッシュデータ[3]・東京都の国土数値情報地価公示データ[4]を用いる．本研究で用いる立地条件として，

条件 1：暮らしていた自宅から近い立地
条件 2：家族の家から近い立地
条件 3：近隣施設に恵まれた立地
条件 4：自然に囲まれた立地
条件 5：交通の便が良い立地
条件 6：地価が安い立地

の 6 つを検討する．配置の対象となる場所は東京都の国土数値情報土地利用詳細メッシュデータにおいて「空地」となっている場所とする．

条件を満足するか否かで加点する方法により評価する．初めに配置の対象場所周囲 2 メッシュまでの土地利用種別が条件 6 を除く前述の立地条件に適するものかを確認し，該当するメッシュは評価点を 1 点加点する．この点数が 24 点である．各立地条件と土地利用種別の組み合わせを表 1 に示す．

表 1 立地条件と土地利用種別

立地条件	土地利用種別
条件 1	高層建物・低層建物・低層建物(密集地)
条件 2	高層建物・低層建物・低層建物(密集地)
条件 3	高層建物
条件 4	田・その他の農用地・森林・公園，緑地・河川地および湖沼
条件 5	道路・鉄道

地価による評価を行う．対象場所のうち最も地価が安い場所を見つけ，その場所の評価を地価の最高評価とする．この点数が 24 点である．その後，最も地価が安い場所のデータを利用してその他の場所の評価を行う．各メッシュの地価は，メッシュと地価公示の距離が最少となる地価公示の価格とする．各メッシュのx,y座標をそれぞれx_1,y_1，各地価公示のx,y座標をそれぞれx_2,y_2とすると，メッシュと地価公示の距離zを求める式は以下のようになる．

$$z = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$$

配置の候補場所の評価をx_n，最も地価が安い場所の地価をh_{min}，配置の候補場所の地価をh_nとすると, 算出式は以下のようになる. このとき，計算結果は四捨五入して整数にする．

$$x_n = \frac{h_{min}}{h_n} \times 24$$

最後に各立地条件の評価と地価の評価を足し合わせ，評価点が最も高かった場所を最適配置場所とする．

3. 数値シミュレーションの結果

2 章で示した処理の結果の詳細を図 1 に示す．図 1 で示した場所は杉並区南部の高井戸付近である．凡例は評価値(x_n)の値である．

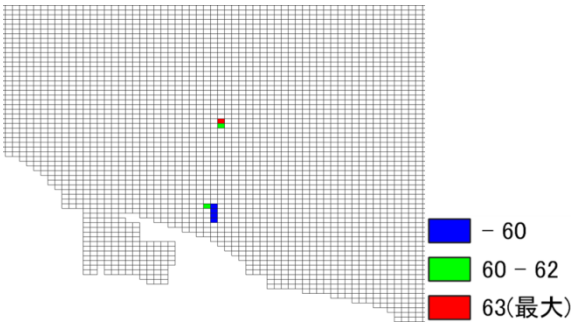


図 1 新規施設を配置する場所の評価値と場所（詳細）

凡例の見方は「○○超過 － ○○以下」である．図 1 より，最適配置場所は杉並区の南部であること，評価が 60 超過の場所は最適配置場所以外にも 2 箇所あり，最適配置場所と同様に杉並区南部であることがわかった．最適配置場所は高井戸東 3 丁目，最適配置場所から 20 メッシュほど離れた評価が 60 超過の場所は下高井戸 5 丁目である．評価が 60 超過のメッシュの情報を表 2 に示す．

表 2 高評価メッシュの詳細情報

住所	評価
東京都杉並区高井戸東 3 丁目	63
東京都杉並区高井戸東 3 丁目	62
東京都杉並区下高井戸 5 丁目	61

4. 考察

東京都における最適配置場所が高井戸東 3 丁目などであるという結果が得られ，これが図 1 に示された．この原因として，配置場所周辺に各種建物が多いことが考えられる．ここで各種建物とは，土地利用種別における高層建物・低層建物(密集地含む)のことを指す．各種建物の多さは，暮らしていた自宅から近い・家族の家から近い・近隣施設に恵まれているという 3 つの立地条件に関わっている．

評価が 60 超過の場所を最適候補場所，その付近を準候補場所(最適配置場所付近)・準候補場所(南部)，評価が 60 以下の場所をその他候補場所とする．準候補場所(最適配置場所付近)は最適候補場所に近い候補場所，準候補場所(南部)は最適配置場所から 20 メッシュほど南部に位置する候補場所とする．上記の各候補場所の各種建物のメッシュ数を表 3 に示す．その他候補場所の各種建物のメッシュ数は全その他候補場所の平均である．

表 3 配置候補場所（小数点第 2 位を四捨五入）

候補場所名	各種建物のメッシュ数
最適候補場所	21
準候補場所(最適配置場所付近)	20
準候補場所(南部)	19
その他候補場所(平均)	13.4

表 3 より，その他候補場所以外の各候補場所は平均と比較して各種建物のメッシュ数が 5 以上多いこと，中でも最適候補場所は各種建物のメッシュ数が最も多いことがわかった．東京都における最適配置場所が高井戸東 3 丁目などであるという結果が得られた原因は，配置場所周辺の各種建物の多さにあることがわかった．

5. まとめ

本研究では，介護施設の不足問題を改善するため，介護施設の最適な配置場所の評価方法のモデル化とその指標の算出を行った．

施設の立地条件に基づく新規施設の配置により，東京都における最適配置場所が高井戸東 3 丁目にあること，評価が 60 超過の場所は最適配置場所以外にも 2 箇所あり，最適配置場所から 20 メッシュほど南部に位置する評価が 60 超過の場所は下高井戸 5 丁目にあることが明らかになった．最適配置場所が高井戸東 3 丁目などであった原因を，評価が 60 超過の配置候補場所周辺とその他の配置候補場所周辺の高層建物・密集地含む低層建物(各種建物とする)のメッシュ数の比較により考察した結果，最適配置場所周辺の各種建物の多さが考えられた．

本研究で介護施設の最適な配置場所の検討を行った地域は杉並区のみであるが，その他の地域にも不足問題が発生する可能性のある地域は存在する．例として，品川区・台東区・江東区などが挙げられる．これらの地域にも本研究で用いた評価方法による最適配置の検討を行うことが残された課題である．

文　献

[1] 永野 茂，大山 達雄．高齢者保健福祉サービスの地域間格差最少と最適施設設置に関する数理計画モデル分析．オペレーションズ・リサーチ．2000，Vol.45，No.12，pp.655-663.
[2] 国土交通省，“行政区域データ”．国土数値情報ダウンロードサービス．更新日不明．https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-v2_3.html，(参照 2023-01-24)
[3] 国土交通省，“土地利用詳細メッシュデータ”．国土数値情報ダウンロードサービス．更新日不明．https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b-c-v3_1.html，(参照 2023-01-24)
[4] 国土交通省，“地価公示データ”．国土数値情報ダウンロードサービス．更新日不明．https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L01-v3_1.html，(参照 2023-01-24)

洋上ウィンドファーム用ループ式多端子 HVDC 送電システムの特性解析

Characteristic Analysis of a Loop-Type Multi-Terminal HVDC Transmission System for Series-Connected Offshore Wind Power Plants

21609 坂本 大空
指導教員 加藤 雅彦，山下 健一郎

1. 緒　言

風力発電を行うフィールドは、地上から洋上へと拡大している。洋上風力発電は世界中で研究が行われ、2030 年までの導入量は 316GW を超えると予想されている[1]。洋上における送電にはいくつかの方法があるが、長距離送電の場合、直流送電（High Voltage Direct Current: HVDC）が有利であることが知られている。HVDC を用いるシステムとして、様々なシステムが提案されている。例えば、風車と風車を並列に接続する並列接続方式や、各風車を直列に接続する直列接続方式、電力変換器に IGBT 等の自己消弧型素子を用いる電圧形インバータ及び、サイリスタ等の他励素子を用いる電流形インバータを採用したシステムなどが提案されている。現在主流となっている電圧形インバータを用いた並列接続方式のウィンドファームは、転流失敗のリスクが無く、電力フィルタの小容量化を図ることができる反面、高価な洋上変電所が必要となる。一方、直列接続方式は実用化の例は無いが、直流送電部において風力発電機の直列接続による電圧上昇を利用し、洋上変電所を用いずに運用することができる。筆者らは、サイリスタインバータを用いた信頼性の高い直列接続方式のウィンドファームとして、LCC-HVDC を応用したループ式多端子 HVDC 送電システムを提案している[2]。

本論文では、同システムをウィンドファームに適用した場合のシステムの有用性を明らかにすることを目的とする。先ず、シミュレーションモデルを構築し、併せて研究室規模の供試装置を製作した。次いで、これらを用いて、理論と実験双方によりシステムの動作範囲に関する検討を行った。またシミュレーションモデルの妥当性を確認するとともに、風速変動を想定したシステム全体の過渡特性解析を行う。

2. システムの構成

本システムは、電流形サイリスタインバータを用いた直列接続方式の洋上ウィンドファームである。図 1 にシステム全体の構成を示す。同システムは複数のウィンドファーム、複数の陸上変電所が直流送電線によって直列に接続された構成となっている。図 2 に陸上変電所の構成を示す。陸上変電所において、HVDC で送電された直流電力は、電流形サイリスタインバータや電力補償装置などを介して交流系統に受電される。本システムでは、インバータの制御角 β を操作することにより直流送電電流 I_d を調整することができる。また電力補償装置は、負の等価インダクタンスを有する変圧器や同期機、電力貯蔵設備付き原動機を有し、同変圧器の効果により、電力用フィルタを用いずにインバータで発生した高調波を除去することができる[3]。また、同期機の界磁電圧を操作することにより、インバータや系統への無効電力を調整でき、原動機の出力を操作することにより有効電力の調整もできるため、システムの出力 P_g を一定に保つことができる（有効・無効電力の独立制御が可能）。

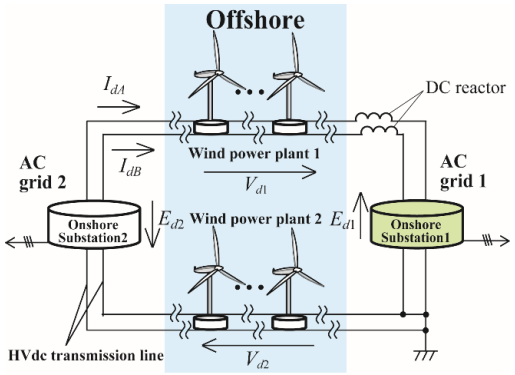


図 1　システム全体の構成

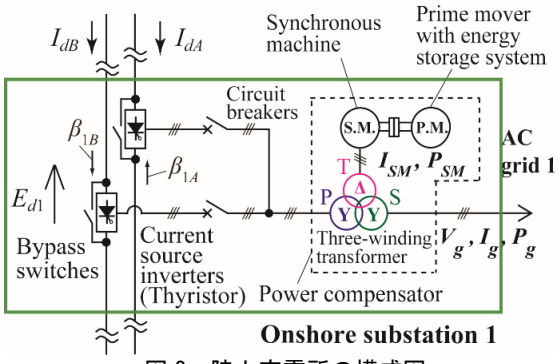
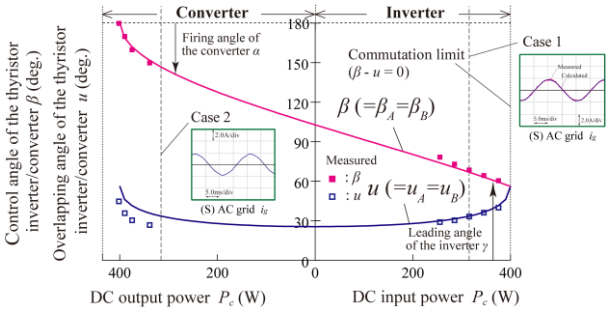


図 2　陸上変電所の構成図

3. 受電端回路に関する定常特性解析

受電端回路に関する種々な定常特性解析を行うため、シミュレーションモデル（MATLAB/Simulink/Simscape（MathWorks®））を構築した。また、実験的検討に必要な供試装置（2kVA）を製作した。これらを用いた定常特性解析の一例を図 3 に示す。同図には、直流入出力電力 P_c に対する、インバータの制御角 β 並びにインバータの



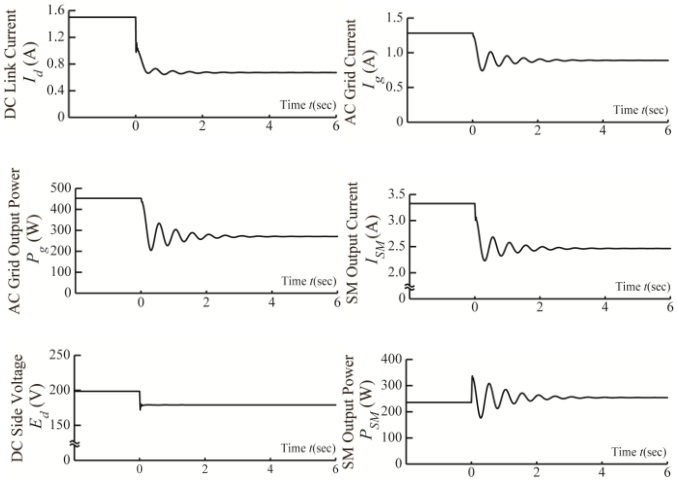
System conditions (constant):
$I_{dA} = I_{dB} = 0.75$(A), $V_{gA} = 209$(V), $P_g = 450$(W), $f_g = 50$(Hz), $pf_g = 1.0$

図 3　システムの動作範囲（供試装置）

電流重なり角 u の特性と各ケースにおける交流側電流波形が示されており、図よりシステムの動作範囲に関する検討を行うことができる。なお、本システムの基本的な特性を把握するため、2 台のインバータの制御角 β_A、β_B は同一の値 β とした。実線はシミュレーションによる計算値、プロット点が実験値である。同図より、本システムの陸上変電所は直流送電電流 I_d やシステムの出力 P_g を一定に保ったまま受電端だけでなく送電端としても動作できることが明らかになった。さらに、送受電端の各ケースにおいて、交流側電流はひずみの無い正弦波となることがわかった。なお、インバータ動作の場合、直流入力電力の増加に伴い、u は増加（$\beta \geqq u$ が動作範囲で、β が u 未満の時に転流失敗を引き起こす）するため、動作制限を受けることになる。以上のことから同システムは、システム定数を適切な値に選定することにより、十分な動作範囲が得られることが判明した。また実験値と計算値はよく一致しており、シミュレーションモデルの結果は妥当であることが明らかとなった。

4. 受電端回路に関する過渡特性解析

シミュレーションモデルを用いて、システムの受電端回路に関する過渡特性解析を行う。本システムにおいて、風速が変動する場合、直流送電電圧 V_d（図 1 の場合 $V_{d1}+V_{d2}-E_{d2}$ に相当する）が変動することとなる。本検討では、供試装置（2kVA）を対象としたシミュレーションとして、直流送電電圧 V_d を 200V から 180V にステップ的に減少させた場合の開ループ駆動時の過渡応答を計算する。図 4 はその結果の一部で、直流送電電流 I_d、交流系統電流 I_g、システムの出力 P_g、同期機の電機子電流 I_{SM}、インバータ直流側電圧 E_d、同期機の出力 P_{SM} の過渡応答計算値を示したものである。図より、直流送電電圧 V_d の減少に伴い、直流送電電流 I_d が減少し、その減少は、同期機電流 I_{SM} や系統電流 I_g の減少を引き起こす。さらに、システム各部の電流の減少に伴い、インバータの交流側電圧が減少するため、インバータ直流側電圧 E_d は図示のように減少し、直流送電電流 I_d の減少は抑制される。結果、システムの出力 P_g も



Steady-state operating values:
$\beta_A = \beta_B = 66.9$(deg.), $V_g = 204$(V), $P_g = 450$(W), $pf_r = 1.0$, $f_g = 50$(Hz), $I_d = I_{dA} + I_{dB} = 1.5$(A)
Before step change: $V_d = 200$(V), After step change: $V_d = 180$(V)

図 4　風速変動時におけるシステムの過渡特性

図示のように減少することとなる。なお、これらの応答は振動的となるが、これは同期機が電流の変化に伴い、エネルギーの吸収、放出を繰り返すために生ずるものと考えられる。また、これら振動的な応答を抑制するための制御系についても検討を行っており、ある程度の成果を得ている。

5. 結　言

本研究では、供試装置及び、シミュレーションモデルを用いて、洋上ウィンドファーム用ループ式多端子 HVDC 送電システムの受電端回路の動作範囲に関する定常特性解析を行った。また、過渡特性解析の一つとして、風速の変化を想定し、直流送電電圧をステップ的に減少させた場合の過渡特性解析を行った。定常特性解析の結果、陸上変電所は、システム定数を適切に選定することにより、受電端だけでなく送電端としても動作でき、交流側電流はひずみの無い正弦波となることが明らかとなった。また、過渡特性解析の結果、風速変動に伴い直流送電電流や出力電流が大幅に変動すること、またこれらの変動は制御可能であることがわかった。以上より、本システムは次世代の洋上風力発電システムとして有利な特徴を有していることが判明した。

文　献

[1] Global Offshore Wind Report 2022, [Online], Available: https://gwec. net/global-offshore-wind-report-2022/
[2] D. Sakamoto, S. Tanaka, Y. Mori, and K.Yamashita, “Steady-state characteristics of a Loop-Type Multi-Terminal HVDC Transmission System for Series-Connected Wind Power Plants,” *Proc. of 2021 International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS 2021)*, HICO, Gyeongju, Korea, Nov. 2021.
[3] K. Yamashita, Y. Kameda, and S. Nishikata, “A harmonics elimination method using a three-winding transformer for HVDC transmission systems,” *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 54, no. 2, pp. 1645-1651, Mar./Apr. 2018.

SNS により得られるオルタナティブデータとニューラルネットワークを活用した市場の解析

A market Analysis based on Neural Network using Alternative data by SNS

21610 反町 拳志朗
指導教員 須志田 隆道，島川 陽一

1. はじめに

近年，SNS を活用したビッグデータ分析が注目されており，特に注目されているのがオルタナティブデータである．Twitter mood predicts the stock market[1]の研究では，Twitter を解析することで，株価の変動について予測精度を向上させる試みが行われている．この研究を基礎として特別研究ではSNS(Twitter)に投稿されるテキストデータに頻出するキーワードの出現率と，そのワードに関連する業種の株価指数の相関性を調査する．具体的には①個人規模のビッグデータ分析の精度，②バイアスが不明とされるデータの偏り，③SNS が市場センサーとして機能しているかを明らかにすることを目的としている．

研究の大きな流れは以下の通りである．先ずデータを収集するためのツールを開発する．得られたデータにテキストマイニングを使用し，性質が不明なデータにどのような文章群が含まれているのかを調査する．自然言語処理を使用した本研究独自の文章分類 AI を作成し，特定のキーワードに関連する話題か否か，また文章含まれている感情がネガティブかニュートラルかに分類する．この結果を使用した時系列ニューラルネットワーク分析を行い価格変動の予測を行う．これにより市場へのリアルタイムな影響を調査する．

2. データ収集

Twitter の投稿データを取得するために，Standard search API を用いたツールを開発する．このAPIには7日前までの投稿しか収集できず，15 分当たり 100 回の呼び出ししか許可されていないレートリミットと言われる制限がある．また一回の呼び出しでは 100 件の投稿データしか得られない．この制限のもとではビッグデータ分析に必要である十分な量のデータは得られない．そのため，レートリミットを超えないように呼出し間隔を 6 秒に設定し，7 日毎にデータを収集する．このツールにより得られたデータ数と後述する加工データ数を表 1 に示す．

表 1 利用するデータ

キーワード	生データ	加工データ
ロシア	6,269,296	1,841,827
ウクライナ	4,168,232	998,679

「ロシア」または「ウクライナ」のキーワードでの収集期間はいずれも 2022/04/23 から 2022/12/31 となっている．他にも金融，エネルギー，ガソリン，ガス，電気などのキーワードの文章を収集する．これらの収集期間はいずれも 2022/10/11 から 2022/12/31 である．

データの日付ごとの投稿数の推移を図 1 に示す．横軸は日付，縦軸は投稿数である．

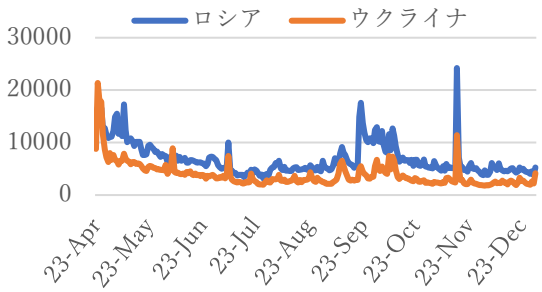


図 1 文章に含む単語数の分布

4 月から 5 月の間は，ウクライナ・ロシア関連の投稿数が最も多く，1 日当たり平均 11,099 件であった．7 月から 8 月にかけては投稿数が半分以下の 4,948 件となり，投稿数が減少している．これは，戦争が始まったことによる不安や懸念から関心が高まっていた 4 月から 5 月に比べて，7 月から 8 月は関心が弱まったためと考えられる．またポーランドにミサイルが落ちた 11 月 16 日には投稿数が異常に多くなっている．

3.テキストマイニング

KH-Coder[2]を用いて，Twitter 上で収集したデータの性質や傾向を調べるテキストマイニングを行う．「ロシア」のキーワードを含む文章をランダムにサンプリングし，多次元尺度構成法により分析した結果を図 2 に示す．

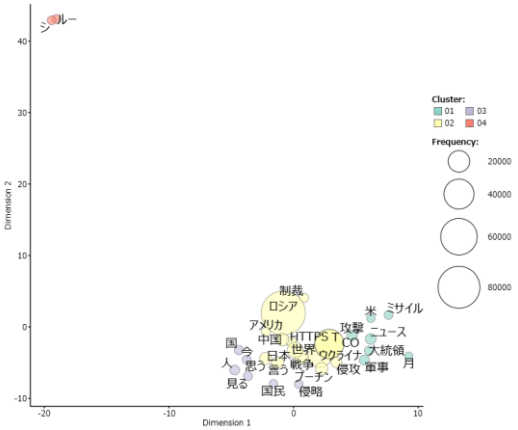


図 2 多次元尺度構成法実行結果（生データ）

多次元尺度構成法は，円の大きさが単語の出現数，円と円の距離が近いほど一つの文章で単

語が同時に出現する確率が高いことを表す．図 2 を見ると「ルーシ」や「ニュース」などの収集したい戦争に関連する文章以外を含んでいることが分かる．これを用いてデータの傾向を確認し「戦争」に関連する文章を選択する．テキストマイニングした結果をもとに関係の無い話題の投稿や「http」や「ニュース」を含む文章を削除する．これが表 1 の加工データである．

4. BERT による文章分類

BERT[3]は，Google の Jacob Devlin らが発表した自然言語処理モデルである．2018 年時点で多様な分野で好成績を残している．BERT は文章中の単語をランダムに[MASK]に置き換え，本来入っていた単語は何であったのかという学習を事前に大量に行う．この Masked Language Model(MLM)と呼ばれる学習手法により，文章の推定精度が飛躍的に向上し，少量のデータでも高い性能で分類や予測を行うことができる．東北大学が huggingface に公開している”bert-base-japanese”を事前学習データとし，「ロシア」というキーワードを含む 5,501 件のデータに対して手動でラベル付けしたものを教師データとする．今回はネガティブかポジティブかニュートラルかという分類をする．各ラベル数は表 2 のようになった．

表 2　ラベル数

ラベル	件数	全体に対する割合
ネガティブ	1,648	29.9%
ニュートラル	1,977	36.0%
ポジティブ	40	0.72%
関係のない話題	1,836	33.4%

このラベル付き文章を BERT で学習させ，表 1 の大量のデータを分類する．戦争に関する文章を抽出するために，まず戦争に関連する話題か否かという文章分類を行う．次に文の内容が経済に対してネガティブかニュートラルかの分類を行う．戦争に関する話題のためポジティブな投稿数が少ないことから，ネガティブかニュートラルかの分類とする．80%を訓練データ，残り 20%検証データとして学習を行う．文章分類の結果を表 3 に示す．

表 3　文章分類の精度

分類	正答率
戦争か否か	89.4%
ネガティブニュートラル	77.0%

戦争か否かの分類では 89.4%の正答率で分類できた．ネガティブかニュートラルかでさらに分類した正答率が 77.0%であった．

5. LSTM を使用した時系列予測モデル

LSTM(Long Short-Term Memory)は過去のデータから未来のデータを予測することが可能であり，長期的な影響から短期的な影響のどちらも加味した解析ができる．これを利用して，株価指数の予測を行う．$n-4$日前からのn日の日付当たりのネガティブテキストの数，ニュートラルテキストの数，日付当たりのツイート総数，終値を説明変数として，$n+1$日の終値を出力する． 取引可能時間が 9:00~15:00 であるため，予測するデータの範囲は夜間取引を含めた前日の 15:00:00~翌日 14:59:59 までの範囲とする．例えば金曜日の終値を予測する場合，入力データとして木曜日の 15:00:00 から金曜日 14:59:59 の範囲を用いる．また，祝日や土日は取引時間外のため，休み明けにすべての入力データを加算して利用する．全体の約 70%を訓練データとし残りの 30%を検証データとする．

6. 作成した NN による予測結果

TOPIX-17 の鉄鋼・非鉄を使用して先ほどのモデルを実行した結果を図 3 に示す．横軸は日付，縦軸は株価指数，PREDICT が予測値，CORRECT が実際の値となっている．

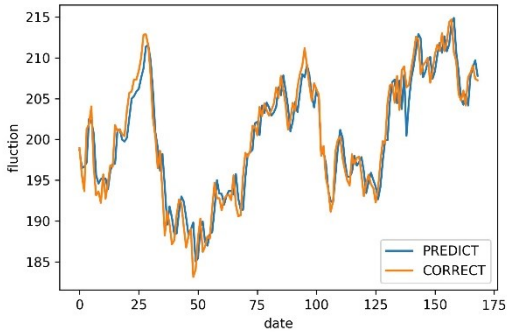


図 3　価格の予測　（学習回数 137）

価格の予測ができているように見えるが，入力したn日から$n-4$日の株価指数が誤差を小さくしているため，CORRECT に対して PREDICT が一日ずれたような出力となっている．

7. まとめと課題

テキストマイニングによるデータ分析により，収集したデータに含む偏りを確認した．これと BERT によるデータ分類を行うことで特定の話題の文章を抽出することができた．さらにその文章群から話題性や感情を把握することができた．今回は得られた文章を感情で分類し，時系列モデルへ入力することで市場のセンサーとして機能しているのかを確認した．一方，満足のいく結果は得られなかったと判断している．センサーとして機能させるにはデータの投入方法や変形方法を再度検討する必要がある．また，ラベル付けデータの不足や，その正当性について課題として残る．

文　献

[1] Xiao-Jun, Zeng Johan Bollen, Huina Mao, "Twitter moodpredicts the stock market, " Journal of ComputationalScience, pp1-8 (2010)
[2] 樋口耕一,"社会調査のための計量テキスト分析-内容分析の継承と発展を目指して-"ナカニシヤ出版 (2014)
[3] Devlin, Jacob, et al. ”Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding.”arXivpreprint arXiv:1810.04805 (2018)

開発サイクルを考慮したセンサネットワークシステムの検討

A Study of Sensor Network Systems Considering Development Cycle

21611 塚本 悟朗
指導教員 島川 陽一，吉田 将司

1. はじめに

近年，日本において少子高齢化の影響によって人口減少時代を迎え，経済社会水準を維持するためにIoTやICTの活用が提唱されている[1]. 本研究室でもIoTを用いたセンサネットワークシステム[2]を開発，運用しているが，システム構成や構築難易度の高度化，難化が研究遂行と継続の課題となっている．そこで，先行研究[3]にて人材育成の早期化に向けたシステム全体の簡略化と，クラウドを用いた従来よりも汎用性の高いシステムの構築を行った．本稿では，開発期間短縮を目指し，構築したシステムを実際の開発サイクルに導入した結果を報告する．

2. システム構成

図1は提案した目的別観測システムのフローチャートを示す．ノードから送信されたデータを基地局で集約し，Google社が提供するGoogleドライブ内の指定したスプレッドシートへ書き込む．データの処理はWebアプリケーションにて行う．

3. 検証実験

本実験では，専攻科1年次に開発した目的別観測システムを専攻科2年次に実際の開発サイクルに導入し，効果を検証した．新年度の本科卒研生に対して4月に目的別観測システム構築に関する講習を2時間程度行い，その後は適宜サポートを行う形で研究を行った．本実験ではこれまで本研究室にて行われた開発のスケジュールと目的別観測システム導入後のスケジュールを比較した．

4. 実験結果

表1は従来の研究の人数構成と開発スケジュール，表2は本年度の研究の人数構成と開発スケジュールを示す．表1より，本年度の平均開発期間は4ヶ月であった．表2より従来の平均開発期間は6ヶ月であったが，本システム導入によって開発期間を2ヶ月短縮することができた．

5. まとめ

本研究では，従来のセンサネットワークシステムをベースに人材育成の早期化に向けたシステム全体の簡略化を行い，より汎用性の高いシステムの構築を目標とした．また，観測目的，観測期間別のセンサネットワークシステムを提案し実際の開発サイクルに導入することで開発サイクルにどのような影響を与えたかを評価した．その結果，開発した目的別観測システムは旧システムの代替として運用可能であり，本システムを導入することで2ヶ月程度の開発期間短縮につながることを確認した．

6. 今後の展望

今後の展望として，通信におけるセキュリティの向上，拡張機能の追加などが挙げられる．拡張機能に関しては各種SNSとの連携や観測ノードからの動画配信，基地局のRTK基準局化などを行い，各機能のモジュール化を行う．

文献

[1] 総務省，“平成30年版情報通信白書”,2018
[2] 柴田健吾，“センサネットワークにおける受信システム効率化に関する検討”,サレジオ工業高等専門学校卒業論文,2018
[3] 塚本悟朗,吉田将司，“開発サイクルを考慮したセンサネットワークシステムの検討”,GPS/GNSS シンポジウム 2021,2021

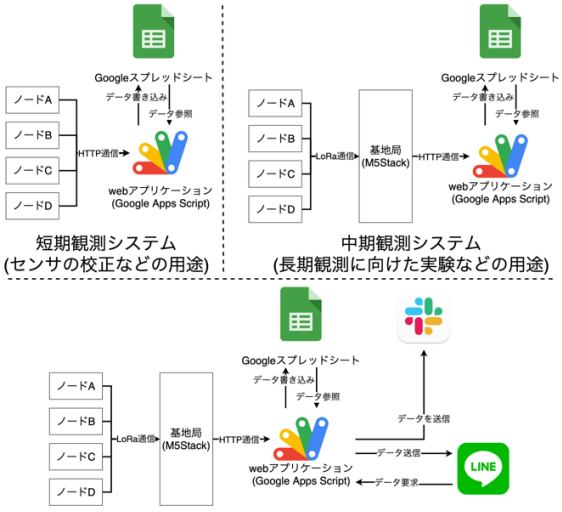


図1 目的別観測システムの構成

表1 本年度の人数構成と開発スケジュール

研究名	構築人数	観測開始	開発期間
高専教室内における学生の衣服内気候と温冷感の関係	1	7月上旬	3ヶ月
ADR法と静電容量式センサの測定値比較及び土壌水分量の状態判別法の検討	1	8月上旬	4ヶ月
湿害低減のための雨量計を用いた土壌水分観測機器システムの構築	1	10月中旬	6ヶ月
遠隔地での運用を想定した土壌水分量観測システム	1	7月上旬	3ヶ月

表2 従来の人数構成と開発スケジュール

研究名	構築人数	観測開始	開発期間
微気象観測ネットワークの構築(2020)	2	10月中旬	6ヶ月半
遠隔地での運用を想定した土壌水分浸透センサシステムの検討(2020)	2	12月上旬	8ヶ月
ウェザーボックス -Salesiorrama-(2018)	3	8月上旬	4ヶ月

交流電池の評価および接続する昇圧回路の開発

Evaluation of AC Batteries and Development of Boost Circuit to be Connected

21612 津田 浩平
指導教員 吉田 慧一郎，米盛 弘信

1. 緒言

一般的なリチウムイオン電池パックは，複数の電池セルを直列接続して大容量電池を構成している．しかし，電池パック内の温度上昇等によって電池セルは劣化し，内部抵抗が高くなることが知られている．本研究室と共同研究している AC Biode 社は，安全性と小型化・高効率化を目指した交流電池を開発した[1].

図 1 は，交流電池の構造である．交流電池は，負極(Anode：A)と正極(Cathode：C)の間に Biode という AC Biode 社が独自に開発した両性電極(Biode：B)を配置している．同電池は，外部信号によって負極と正極をスイッチで切り替えて交流的に使用する．交流電池は，並列接続した電池と等価であり，内部抵抗のバラツキによる充電電圧の偏りがなくなる見込みである．しかし，電池を並列接続することで，負荷が所望する電圧に達しないことがあり，昇圧回路の接続が必要となる．そこで，交流電池を用いた電源システムには，電気二重層キャパシタ(以下：EDLC)を使用した倍電圧整流回路を接続する．交流電池と昇圧回路を組み合わせた電源システムは原理が考案されてから日が浅く，実用に向けた具体的な特性が明らかになっていない．そこで，本研究室では交流電池の評価，および交流電池に接続する昇圧回路の開発を行っている．

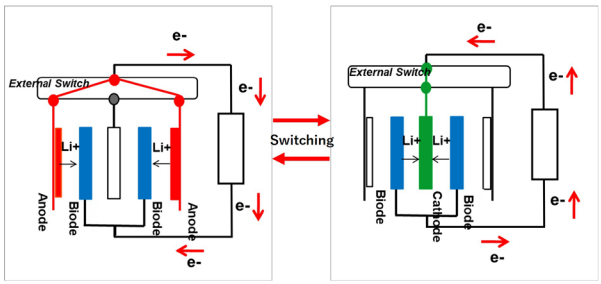


図 1　交流電池の構造

筆者は第一義的取り組みとして AC Biode 社が開発した交流電池の試作品を対象として充放電試験を行った[2]．実験に供する交流電池の容量は 250mAh であり，充電限界が C-B 間：2.65V，B-A 間：1.55V(C-A 間：4.2V)，放電限界が C-B 間：1.89V，B-A 間：1.11V(C-A 間：3V)である．充放電回路は，電圧源特性を確保するために低出力インピーダンスの SEPP(Single Ended Push-Pull)回路を採用し，正極と負極を切り替えることで交流電池に充放電を行った．実験では，周波数を変えた場合の充放電特性や充放電サイクル回数の増大に伴う内部抵抗の変化等について明らかにした．その結果，繰り返し充放電することで，出力特性が経時変化した．また，交流電池はまだ開発途上であるため，市販されているリチウムイオン電池のような高電流は出力できない．そのため，直流電源と H ブリッジ回路で交流電池を模擬し，交流電池に接続する倍電圧整流回路の開発を先行して行うこととした．

先行研究では，提案する電源システムの実動作を明らかにし，提案法と従来法の積算電力を示した．その結果，提案システムは電池セルを直列接続した従来システムよりも電池から多くのエネルギー量を得られたが，負荷で利用できるエネルギー量が少ないことを確認した[3]．これは H ブリッジ回路と倍電圧整流回路で用いられている素子の損失が影響していると考えている．そこで，倍電圧整流回路に用いられる整流ダイオードを並列接続することで，等価抵抗を減らし，回路の高効率化を目指す．

本研究では，上述した通り多種の実験を行ってきたが，紙面の都合上，本稿では交流電池に接続する倍電圧整流回路の改良後の動作特性，および電力変換効率を示す．

2. 実験方法

図 2 は，実験回路である．交流電池は，市販されているリチウムイオン電池のような高電流は取り出せていないため，本実験では市販のリチウムイオン電池(KEEPPOWER 製 3.7V(満充電時：4.2V)-2600mAh)を 3 直 2 並列接続(満充電時：12.6V)し，H ブリッジ回路を接続することで交流電池を模擬している．H ブリッジ回路には，スイッチング素子に SiC-MOS-FET を用いた．駆動周波数は，10kHz とする．倍電圧整流回路には，内部抵抗が低く大容量の EDLC を使用することで交流電圧を整流しながら直流倍電圧へ昇圧する．本実験では，EDLC(400F-3V)9 個直列接続を 1 ユニットとして構成する．また，負荷は，菊水社製の直流電子負荷(PLZ334W)によって，0.3C(0.78A)，0.2C(0.52A)，0.1C(0.26A)を 10 秒ステップでループさせて CC 放電を行う．本実験では，ショットキーバリアダイオード 2 本を並列接続して等価抵抗の減少効果を明らかにする．

実験手順は，①直流電源を使用し，無負荷状態で EDLC を初期充電(電池の放電限界電圧：9 V まで)する，②電池を接続し，EDLC を満充電にする，③電子負荷装置で負荷変動させて放電する，④HIOKI 製のデータロガーで入力電圧・電流，出力

の電圧・電流を測定する，⑤測定した値から，積算電力を算出する．

また，H ブリッジ回路と倍電圧整流回路の電力変換効率は，Newtons4th 社製のパワーアナライザ（PPA1530）を使用して測定する．実験条件は，直流電源で 12.6V 一定，電子負荷で CC：0.78A，0.52A，0.26A で放電し，十分に定常状態になった値を測定する．

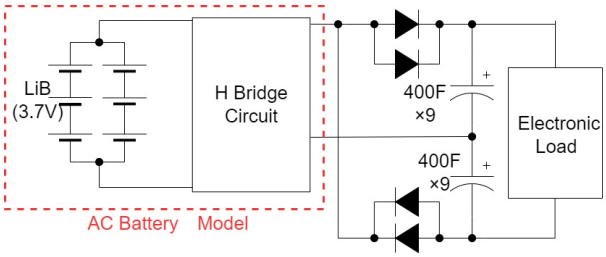


図 2　実験回路

3. 実験結果

図 3 は，提案システムにおいて出力電流を変動させた際の入力電圧・電流，出力電圧・電流である．ロガーによる記録は，電池を接続するときに開始した．グラフを見ると，約 1 時間 EDLC を無負荷状態で充電したところ，出力電圧が入力電圧の約 2 倍に昇圧されていることがわかる．その後，電子負荷装置で負荷変動を開始した．図 3 の出力電流は，0.78A，0.52A，0.26A と変動していることを示している．放電は，電池の下限電圧に達した際，保護回路が機能して終了した．積算電力は，3 回測定して平均値を算出した．その結果，電池から出力される積算電力は 45.29Wh，倍電圧整流回路から出力される積算電力は 38.91Wh であった．回路改良前の先行研究では，電池から出力される積算電力は 44.19Wh，倍電圧整流回路から出力される積算電力は 37.83Wh であった．電池 6 個直列接続した従来の電源システムで負荷変動した結果は，41.04Wh であった[2]．これらの結果から，回路を改良することで倍電圧整流回路の出力の積算電力が約 1Wh 増加した．しかしながら，従来の直列接続した電源システムよりも負荷で利用できるエネルギー量は少なかった．

表 1 は，H ブリッジ回路と倍電圧整流回路の電力変換効率である．表 1 より，電子負荷装置で負荷電流 2.6A に設定時，効率は 93.02%から 93.45%に向上していることが確認できる．整流ダイオードを並列接続した結果，電力変換効率は少し上昇した．しかし，出力電流が上昇すると，効率は低下していることがわかった．

すなわち，回路の更なる高効率化を目指す必要性を指摘できる．そのため，H ブリッジ回路に用いられている SiC-MOS-FET のスイッチング損失を減らすために，ソフトスイッチング技術を適用して改善を試みる．

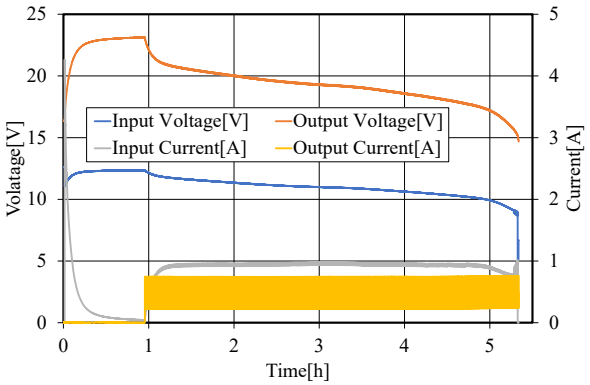


図 3　負荷変動特性

表 1　電力変換効率

Output Set Current [A]	Previous Circuit Efficiency [%]	Proposed Circuit Efficiency [%]
0.26	93.02	93.45
0.52	85.60	88.77
0.78	81.68	81.94

4. 結言

本稿では，交流電池に接続する倍電圧整流回路の改良後の動作特性，および電力変換効率を明らかにした．倍電圧整流回路に用いられている整流ダイオードを 2 本並列接続することで，負荷で使用できるエネルギーが増え，電力変換効率が少し上昇した．しかしながら，従来の直列接続して電池パックを構成するシステムよりも負荷で利用できるエネルギー量が少ないことがわかった．

今後は，H ブリッジ回路にソフトスイッチング技術を応用することで，回路損失の改善を試みる．また，将来的には提案する電源システムで小型モビリティや電動バイクを動作させる予定である．したがって，負荷電流の大きさに応じて適した昇圧回路を接続し，回路を高効率化させ，本電源システムの優位性を確認していく．

謝辞

本研究は，2020 年度 NEDO「新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業」に採択されて推進しております．共同研究先の AC Biode 社 CEO 久保直嗣氏，CTO 水沢厚志氏，ならびに関係各位に感謝いたします．

文献

[1] AC Biode 社 HP：https://www.acbiode.com/home (2022/12/31 閲覧)

[2] 津田浩平，米盛弘信：「独立型交流電池の充放電特性」，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，pp.25-26(2020)

[3] 津田浩平，米盛弘信：「交流電池を用いた電源システムの動作特性」，第 14 回大学コンソーシアム八王子学生発表会，要旨(2022)

マグナス効果を用いたポイント・アブソーバ型波力発電装置の開発

Development of a Point Absorber Wave Energy Converter with Magnus Effect-Based Turbine Generator

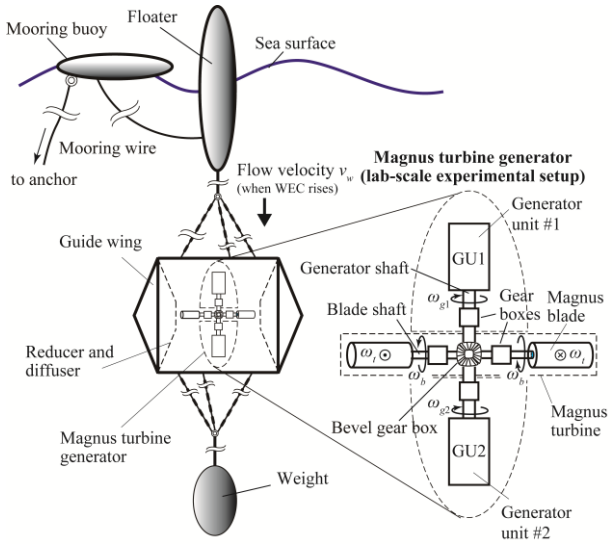
21613 土川 泰宜
指導教員 風間 俊哉，山下 健一郎

1. はじめに

波浪エネルギーは他の再生可能エネルギーと比べてエネルギー密度が高く、波の変動予測が可能であるという利点を有している[1]。また、波浪エネルギーの総容量は年間8×10^6TWh あるとされており、CO_2 約 200 万トン分の化石燃料に相当する [2]。そのため同エネルギーの利用については欧州を中心に研究開発が進められているが、波力発電装置の導入量は他の再生可能エネルギーと比べて少ない。これはコストの面において波力発電装置の大容量化が困難であり、台風などによる異常波浪が多発する地域ではこれに加えて堅牢な装置が必要不可欠となるためである。

大容量化に関する問題点の解決策としてはポイント・アブソーバ型波力発電装置が期待されている。同装置は海上に浮かぶ浮体が波によって上下運動することにより発電を行う装置であり、波と装置の動作を共振させることにより波の破壊的な干渉を発生させ、小さな波力発電装置でも大きな波浪エネルギーを吸収することができる[3]。本研究室ではマグナス効果（回転している物体に流体が作用することにより揚力が発生する現象）により駆動するタービン（マグナスタービン）を用いることにより、異常波浪時でも発電できるポイント・アブソーバ型波力発電装置（マグナス波力発電装置）を提案している。マグナスタービンは自転する円柱形状のブレード（マグナスブレード）を有しており、同ブレードにマグナス効果による揚力が発生することによりタービンが駆動する。また、ブレードの揚力の大きさや向きはブレードの自転速度や自転方向で調整することができるため、タービンは波の上下運動に対して常に一方向に回転でき、台風などの異常波浪時にも安定した駆動が可能となる。

提案するマグナス波力発電装置を実用化するためには、システムの定常特性、過渡特性を把握し、有用性を明らかにする必要がある。本研究では同発電装置の実現可能性研究の 1 つとして基本的な動作特性を明らかにすることを目的とする。まず、提案するシステムの過渡方程式を導出し、これを用いてシミュレーションモデルを構築する。また、マグナスブレードに関する基本的な制御系を構築する。次いで、同モデルを用いて動作特性並びに定常特性に関する検討を行い、供試マグナスタービンの設計指針を決定する。さらに、得られた設計値を基に供試マグナスタービンを製作し、同装置を用いて種々な動作試験を行う。



Notes – v_w: relative fluid flow velocity caused by WEC movement, ω_t, ω_b, ω_{g1}, ω_{g2}: angular velocities of the turbine, the blades, and the generator shafts.

図 1 マグナス波力発電システムの構成

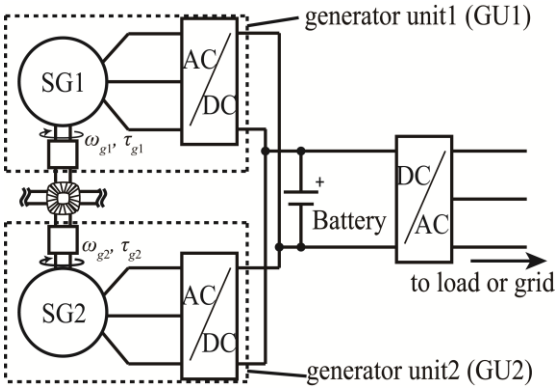


図 2 発電ユニットの構成

2. システムの構成

図 1 に提案するマグナス波力発電システムの構成を示す。本システムは浮体、マグナスタービン発電機、重りなどで構成されるシンプルな構造となっており、図中のマグナスタービン発電機は上下に発電機と制御装置を有する発電ユニット（GU1、GU2）、マグナスブレード、そしてこれらを連結するためのベベルギアなどによって構成されている。マグナスブレードの揚力の向きや大きさに影響を与えるブレードの回転方向及び回転速度は上下 2 台の発電機の角速度（ω_{g1}、ω_{g2}）の差により調整することができる。

図 2 に発電ユニットの構成を示す。図のように 2 台の同期発電機（SG1、SG2）はそれぞれ AC/DC コンバータに接続されており、発電機のトルクは

同コンバータで制御することができる。各 AC/DC コンバータはバッテリーと並列に接続され、インバータを介してグリッドまたは負荷に接続される。

3.マグナスブレードの制御

マグナスタービンのトルクはマグナスブレードの揚力によって決まるため、ブレードの回転速度、回転方向を波の運動に合わせて適切に制御する必要がある。図 3 に同制御の基本的な閉ループ制御系を示す。同図（左）よりブレードを制御するために必要な発電機角速度の指令値（ω_{g1_r}、ω_{g2_r}）はタービン内流速 $G_{rd}v_w$ とタービンの出力係数が最大となるタービン及びブレードの最適な周速比（λ_{t_op}、λ_{b_op}）を用いて算出できる。また、発電機の角速度（ω_{g1}、ω_{g2}）は 2 つの PI コントローラーを用いて発電機のトルクを調整することにより制御することができる。

4. 提案システムの動作特性に関する検討

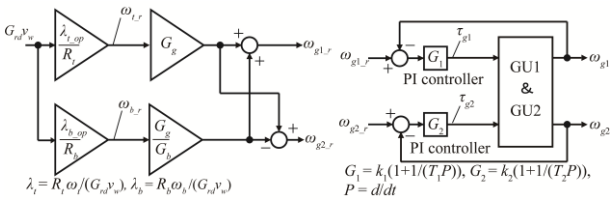
図 1、2 に示したシステムの種々な検討を行うため、過渡方程式を導出し、これを用いたシミュレーションモデルを構築した。ここでは同モデルに図 3 の制御系を組み込み、システムの動作特性について検討を行う。提案システムの過渡応答のシミュレーションに必要なパラメータを表 1 に示す。表 1 のシステムを対象に波高値 1.5m、周期 6.0s の波に対するシミュレーションを行った。図 4 はその結果の一例で波の変位 y、フローターの変位 x、発電機の角速度 ω_{g1}、ω_{g2}、ブレードの角速度 ω_b、タービンの角速度 ω_t の過渡応答計算値を示したものである。なお、これら諸量の正の方向は図 1 に示す通りである。図より、波の変位 y に合わせて各発電機の角速度 ω_{g1}、ω_{g2} を制御することにより、マグナスブレードの角速度 ω_b の回転方向（正負で表記）が適切に切り替わっており、タービンの角速度 ω_t は常に正の値となることがわかる（タービンの回転方向は常に同一方向となる）。

5. 供試装置の設計とこれを用いた実験的検討

システムの動作特性が明らかとなったので、試作機の開発を行う。本研究では試作機の一部となる供試マグナスタービンの製作並びに動作実験を行う。供試装置の設計値はシミュレーションで求めた（表 1）。図 5 に製作した供試マグナスタービンを示す。なお同図には、流速を高めるためのレデューサーも示してある。同装置を用いて動作試験を行った結果、動力伝達の損失が大きく（シミュレーションでは未考慮）、タービンの回転を維持できないことが判明した。現在、動力伝達の機構を再設計した装置の開発を行っている。

おわりに

本研究ではマグナス波力発電装置の基本的な動作特性を明らかにすることを目的とし、シミュレーションモデルを用いた動作特性の検討及び設計値の計算を行った。また、供試マグナスタービンを製作し、これを用いた実験により問題点の抽出を行った。今後残された課題として、問題点を改善した試作機の開発及び実験が挙げられる。



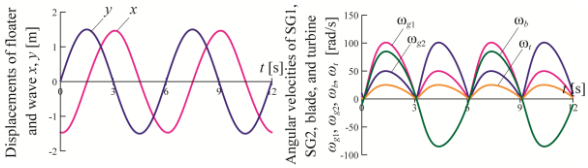
Notes – λ_t: tip speed ratios of the turbine, λ_b: cylinder speed ratio of blades, λ_{t_op}, λ_{b_op}: optimum values of λ_t and λ_b, ω_{t_r}, ω_{b_r}: reference values of ω_t and ω_b, ω_{g1_r}, ω_{g2_r}: reference values of ω_{g1} and ω_{g2}.

図 3 基本的な閉ループ制御系

表 1 シミュレーションに用いたパラメータ

ρ	1025	kg/m^3	D_b	0.0029	Nms/rad
g	9.8	m/s^2	R_b	0.037	m
M	500	kg	N_b	3	–
H_0	2	m	G_{rd}	3	–
R_t	0.18	m	G_g	3	–
J_t	0.025	kg·m^2	G_b	10	–
J_g	0.001	kg·m^2	C_{pmax}	0.345	–
J_b	0.0016	kg·m^2	λ_{t_op}	1	–

Notes – ρ: sea water density, g: gravitational acceleration, M: total mass of the WEC, H_0: draft when buoyancy and gravity are balanced, R_t: tip speed ratio of the turbine J_t: moment of inertia of the turbine, J_g, J_b: moments of inertia on the turbine side of the generators and the blades, D_b: damping torque coefficients of the blades, R_t: turbine radius N_b: Number of blades G_{rd}: speed-up ratio of the flow velocity due to the reducer and diffuser shown in Fig. 1, G_g, G_b: speed-up gear ratios of the generators and blades.



Controller constants: λ_{t_op} =1.0, λ_{b_op} = 0.721, $k_1 = k_2$ = -2.0, $T_1 = T_2$ = 10 [s].

図 4 シミュレーション結果

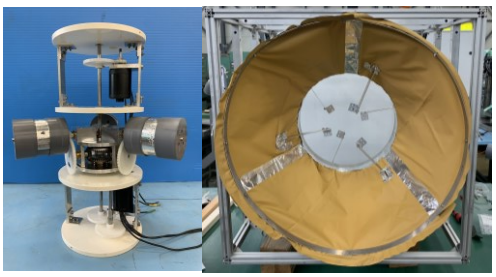


図 5 製作した供試マグナスタービン及びレデューサー

文 献

[1] 木下健「海洋再生可能エネルギーの市場展望と開発動向」、サイエンス&テクノロジー

[2] Leão Rodrigues, “Wave power conversion systems for electrical energy production”, RE&PQJ, Vol. 1, No.6, 2008

[3] Johannes and Falnes, “OCEAN WAVES AND OSCILLATING SYSTEMS Linear Interactions Including Wave-Energy Extraction”, Cambridge University Press 2002, pp.196-204.

セルロースナノファイバー／ポリ乳酸複合材料の力学的特性に及ぼすアニーリングの影響

Effect of Annealing on Mechanical Properties of Cellulose Nano Fiber / Poly(lactic acid) Composites

21614 鶴迫 悠太
指導教員 黒木 雄一郎，坂口 雅人

1. 緒　言

近年，自然環境中のマイクロプラスチックスの増加が問題となっており，この問題を解決するために,分解性材料の研究が進められている．セルロースナノファイバー（CNF）は植物の細胞壁にフィブリル状態で存在するセルロースをナノレベルまで解繊処理を施した材料である[1]．強化材として使用される CNF だが，ポリ乳酸（PLA）との接着性が低い．寺倉らは，カルド材料で表面処理を行った CNF は PLA 中での分散性が向上し，ガラス転移温度以上の温度域における PLA 弾性率の増加を示した[1]．また阪本らは，混練条件の検討として添加剤を用いた調査を行った結果，反応性添加剤を用いることで耐熱性や曲げ強度等の物性の両立が可能となることが判明した[2]．このような CNF と PLA の接合に関する研究では材料の表面処理や添加剤の使用などの複雑な行程が必要である．一方で，PLA は熱処理によって結晶化し，収縮する．そこで，熱処理によって PLA を収縮させて CNF を締め付けることで,表面処理や添加剤なしで接着性が向上すると考えた．本研究では熱処理による CNF/PLA 物性の変化を調査することを目的とし，熱処理した CNF/PLA の力学的特性や収縮率を測定した．

2. 方　法

2.1 成形方法

本研究では試験片の材料として，繊維長 30 μm, 繊維径 18 μm の CNF（東亜化成, ARBOCEL BE600/30）と，PLA フィラメント（武藤工業, MAGIX-PLA-17）を使用した．PLA フィラメントの粉砕後，乾燥炉を用いて大気中で 7 時間以上, 温度 70°C で絶乾した. 絶乾した PLA と CNF は一軸混練機を用いて混練した．ここで，CNF の含有率を 0 mass%, 10 mass%, 20 mass%とした. 混練した CNF/PLA を再び粉砕し，乾燥炉で 7 時間以上絶乾した後，ホットプレスを用いて成形温度 200°C, 成形圧力 0.4 MPa で 10 分間の圧縮成形を行った. 成形後は約 10 分間水冷にて冷却を行い，試料を取り出した．成形後の CNF/PLA 板は 130 mm × 130 mm の寸法で厚さ約 2 mm であった．成形した CNF/PLA 板は乾燥炉を用いて熱処理を行った．この時の条件は大気中で熱処理時間 3.5 時間，熱処理温度 70°C と 130°C とした.

2.2 引張試験

CNF/PLA 板を 130 mm × 10 mm に切り出し，これを試験片とした．この試験片の両端にタブ間距離が 40 mm となるようにタブを接着した．試験片中央部にひずみゲージを接着し，万能試験機を用いて試験速度 0.5 mm/min で引張試験を行った.

2.3 収縮率の評価測定

PLA の結晶化による収縮率をアルキメデス法による密度測定を用いて調査した. 2.1 節にて成形した PLA 単体の試験片を 10 mm × 10 mm に切断し，電子天秤を用いて，乾燥重量M_dと水中重量M_wを測定し, 以下の式を用いて試験片密度ρ [g/cm^3]を算出した.

$$\rho = \frac{M_d}{M_d - M_w}\rho_w \qquad (1)$$

ここで, ρ_wは室温下における水の密度[g/cm^3]を示す．水の密度は水温を測定した後，密度表[3]を用いて求めた．また，試験片密度ρから以下の式を用いて収縮率 S [%]を求めた.

$$S = \frac{\rho - \rho_0}{\rho} \times 100 \qquad (2)$$

ここで, ρ_0は未処理の PLA 試験片密度[g/cm^3], ρは熱処理を施された試験片密度[g/cm^3]である.

2.4 ビッカース硬さ試験

CNF/PLA の圧縮特性を評価するため, 微小硬度計（明石製作所，MVK-C）を用いたビッカース硬さ試験を行った. くぼみの長さ平均 d から，下記の式よりビッカース硬さを算出した.

$$HV = 0.1891 \times \frac{P}{d^2} \qquad (3)$$

ここで，P は荷重であり，今回は 1 kgf = 9.8 N とした．なお，一つの試験片に対して 5 箇所の硬さを測定した平均値をとり，これを測定結果とした.

3. 結　果

3.1 成形後の外観

図 1 に圧縮成形における CNF 含有率変化毎の CNF/PLA の外観写真を示す. 成形後の CNF/PLA は PTFE シートの折り目によって溝が発生し，含有率が増加する毎に透明性が失われた. また，CNF 含有率 20 mass%時の CNF/PLA は溝やき裂が確認された．これは，急速な冷却によって材料が一部収縮し，割れてしまったためだと考え

られる．

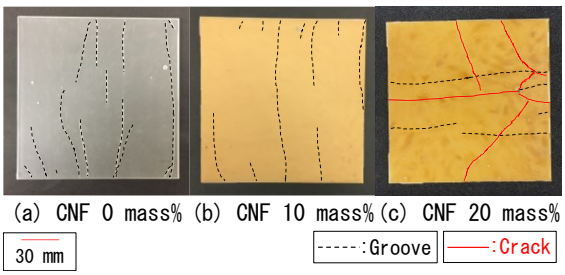


図 1　CNF/PLA の外観写真

3.2 力学的特性

図 2~4 は引張試験における CNF 含有率変化毎の CNF/PLA の引張強度，破断ひずみ，弾性率をそれぞれ示す．図 2，図 3 より，CNF 10 mass%の複合化によって強度や破断ひずみは未処理の PLA と比較して 9%と 26%減少した．一方で図 4 より CNF 10 mass%の複合化によって弾性率は未処理の PLA と比較して 14.9%向上，CNF 20 mass%では 104.5%向上した．また，CNF 0mass%未処理の試験片と CNF 10 mass%熱処理温度 70°C の試験片を比較すると，引張強度，破断ひずみは 49%以上低下し，弾性率は 28.9%増加した．以上の結果から，CNF を含有し，熱処理することによって強度が低下するが，弾性率は向上することが示された．

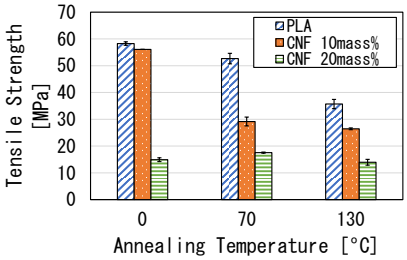


図 2　熱処理温度による引張強度の変化

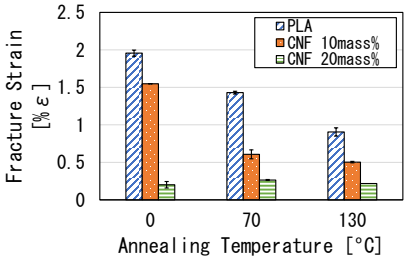


図 3　熱処理温度による破断ひずみの変化

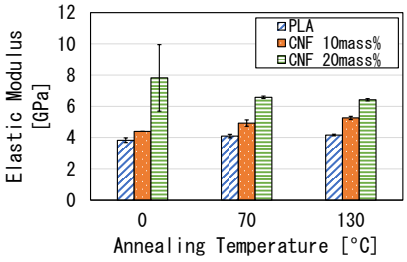


図 4　熱処理温度による弾性率の変化

3.3 収縮率及び結晶化度

図 5 に熱処理温度毎の PLA の収縮率を示した．なお，未処理の試験片における測定結果は，熱処理温度 0°C と表記した．図 5 より，PLA 試験片の収縮率は熱処理温度とともに増加した．これにより，熱収縮によって残留応力が発生したために引張に対する降伏点（引張強度）が低くなり，また弾性率の向上が発生したと考えられる．

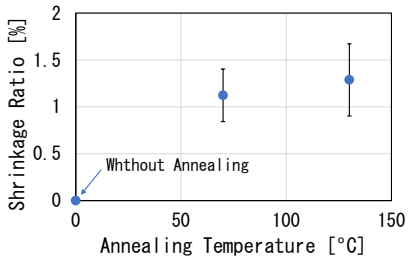


図 5　熱処理温度による収縮率の変化

3.4 ビッカース硬さ

図 6 に CNF 含有率及び熱処理温度毎のビッカース硬さを示す．CNF の含有量や熱処理温度とともにビッカース硬さが増加した．HV が大きいほど圧縮に対する降伏点が高いことを表している．これは熱処理による熱収縮によって密度が向上したため，圧縮降伏点が向上したと考えられる．

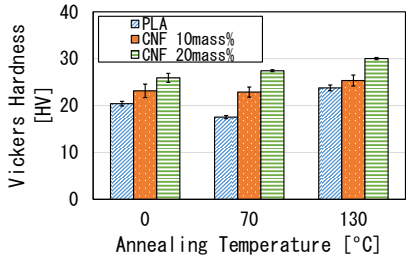


図 6　熱処理温度によるビッカース硬さの変化

4. 結　言

CNF 含有率及び熱処理温度による CNF/PLA の力学的特性の変化を調査した．この結果，熱処理温度とともに弾性率が向上し，残留応力により引張強度と破断ひずみが低下したことが示唆された．また，熱処理温度毎に PLA の収縮が確認された．以上の点から，熱処理による CNF/PLA の結晶化に伴って母相が収縮し，引張強度が低下する一方で，圧縮降伏点が上昇することが示唆された．

文　献

[1] 寺倉 弘祐，徳満 勝久，山田 昌宏，“カルド修飾 CNF/PLA コンポジット材料の力学的・熱的物性評価研究”，日本レオロジー学会誌 2016 年 44 巻 1 号(2016), pp.39-45.

[2] 阪本 浩規，山田 和志，西村 寛之，“セルロースナノファイバーとポリ乳酸の複合材料と特性”，マテリアルライフ学会誌 2016 年 28 巻 1 号 (2016), pp.12-21.

[3] George S. kell, “Density, Thermal Expansivity, and Compressibility of Liquid Water from 0° to 150°C: Correlations and Tables for Atmospheric Pressure and Saturation Reviewed and Expressed on 1968 Temperature Scale”, *Journal of Chemical and Engineering Data*, Vol. 20, No. 1 (1975), pp. 97-105.

センサーネットワークを用いた 周防大島の浅海域における海水温と塩分濃度の調査

Investigation of Seawater Temperature and Salinity in the Shallow Water Area of Suo Oshima Using Sensor Network

21615 中野 裕紀
指導教員 米盛 弘信 ， 吉田 将司

1. 緒　言

海水温と塩濃度の季節や時間による変動は，プランクトンや藻の生育状況に影響を及ぼす．これらの変動要因は主に，気温や潮汐によるものである．さらに河口付近では河川水の流入や潮汐により淡水と海水が入り混じるため海水温や塩濃度に複雑な変動が起こる[1]．海水温や塩濃度の変動は，水中の生態系に影響を与えるため，漁業者等にとって海洋データを把握することが重要である．また，本研究の対象地域である瀬戸内海の山口県周防大島では，陸や海底の影響によって海流が複雑に変化するため，水塊構造の調査が難しい．水塊構造の調査方法としては，様々なセンサーによって海水温や塩濃度を計測できる CTD や音波によって海流を計る ADCP などの方法がある．これらは高精度である一方，コストや実時間性といった面で不十分であった．そこで，本研究室では多点，多層，実時間で観測可能な簡易型の水温計測システム(A, B, C, D の水温観測ノード 4 基)と塩濃度計測システム(塩濃度観測ノード 1 基)を周防大島の沿岸域へ導入している[2][3]．昨年度は通信実験と観測ノードの改良を行い，今年度は夏季における海水温と潮位の関係を観測した．

本稿では，冬季における海水温と塩分濃度の観測結果について述べる．

2. 実験内容

2022 年 11 月 26 日から 27 日にかけて，大島商船高専内の浮桟橋へ C ノードとアンテナ高を上げた塩分濃度観測ノードを設置し，なぎさ水族館付近の沿岸域に浸水対策を行った B ノードを設置した．その後，1 カ月間の海水温及び塩分濃度を長期観測して潮位や気温との関係を調べた．

3. 結　果

図 1 と図 2，図 3 は，大島商船高専内にて 11 月 28 日 0 時 00 分から 12 月 27 日 23 時 55 分まで観測した結果である．図 1 は，深度別の海水温と潮位の関係を示し，図 2 は深度別の海水温と気温の関係を示す．図 1 と図 2 から，1 日当たりの気温や潮位の変化により海水温が 1 から 2[℃]程度の変動した．ここで，一カ月間の気温と海水温に着目すると，両者とも低下傾向にある．したがって，海水温は潮位よりも気温の影響を強く受けている．この影響は，海面付近(0.0[m])が最も強く，観測地点が深くなるにつれて弱まった．図 3 は深度別の塩分濃度を表している．図 3 から海面付近(0.0[m])の塩分濃度は低く，塩分濃度の変動が大きいことがわかる．一方，なぎさ水族館付近での海水温観測は設置後 2 週間程度，海水温を観測できていたが，3 週間目からは浅瀬の岩にプローブが引っ掛かり浸水，断線などの故障が発生した．

4. 結　言

海水温と潮位及び，気温の関係を観測することができた．また，塩分濃度観測ノードでも，アンテナ高を上げることで長期観測が可能となった．一方でなぎさ水族館付近での観測は設置場所，設置方法を再検討する必要があることがわかった．

文　献

[1] 吉田将司，千葉元，“無線センサネットワークによる淡水と海水の混合海域の観測”，サレジオ工業高等専門学校研究紀要，48(2018)
[2] 小嶋碧斗，“太陽光発電を用いた沿岸センサネットワークへの電力供給の検討”，サレジオ工業高等専門学校，卒業論文，(2020)
[3] 澤潟隼，“沿岸センサネットワーク用塩濃度観測ノードの改良”，サレジオ工業高等専門学校，卒業論文，(2020)

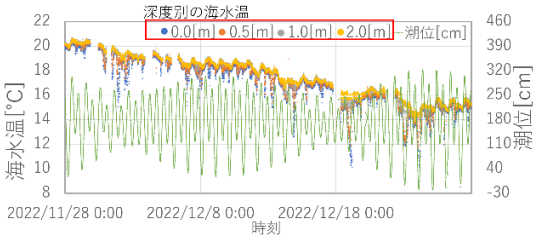


図 1　海水温と潮位

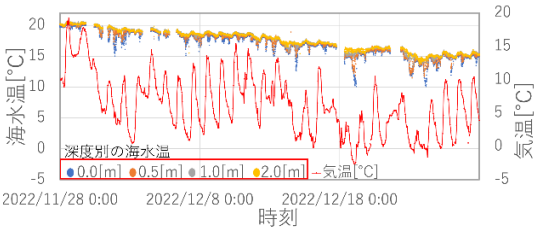


図 2　海水温と気温

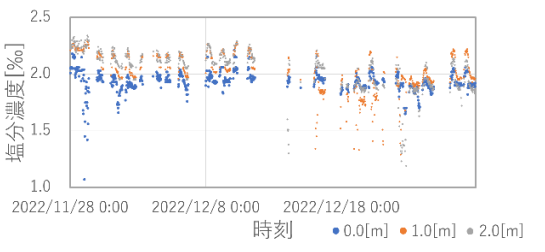


図 3　塩分濃度の分布

フェーズフィールド法による三次元細胞運動モデル

A three-dimensional cell migration model by the phase-field method

21616 前田 楓太
指導教員 島川 陽一，須志田 隆道

1. 研　究　背　景

細胞性粘菌は土壌に生息するアメーバ状の単細胞生物であり、ランダムな方向に運動するが、飢餓状態になると cyclic AMP（以後では、cAMP と略す）と呼ばれる拡散性の誘引物質を放出し、細胞表面に存在する受容体にて細胞外の cAMP を検出することによって、cAMP の濃度勾配が高い方向へ運動する。濃度勾配に沿った運動を行うことを走化性という。飢餓状態の細胞が放出する cAMP によって、周囲の細胞が集合し、細胞群は集団的な回転運動を伴いながらマウンドと呼ばれるドーム状の多細胞集団を形成する。マウンド形成段階において、細胞性粘菌は予定柄細胞と予定胞子細胞の 2 つの種類の細胞に選別されて、形成後にはマウンドの上部に予定柄細胞が位置し、下部に予定胞子細胞が位置することが知られている[1]。予定柄細胞は全体の細胞数の約 25%程度であり、予定胞子細胞に比べて運動速度が遅く、強い走化性を示す。予定胞子細胞は予定柄細胞に比べて細胞間接着力が強く働く性質を持つ。予定胞子細胞は細胞同士が接着することで、前の細胞に追従した運動を行うことが実験的に示されており、マウンド内では集団的な回転運動を起こす。一方で、予定柄細胞は強い走化性を示すため、マウンドの中心部分に集まる。従って、マウンド形成時における集団的な回転運動とともに発生する細胞選別は、予定柄細胞と予定胞子細胞が持つ特徴的な細胞機能によるものであると考えられる。

マウンド形成後も細胞集団は回転し続けて、予定柄細胞群が回転軸の方向に組織伸長することで、ナメクジのような形状のスラッグと呼ばれる移動体に変形する。移動体は正の走光性を持ち、光が当たることで子実体と呼ばれるタンポポの綿毛に似た形態を形成する。子実体の形成過程では、予定柄細胞が花茎に相当する細胞性の柄となり、冠毛に該当する予定胞子細胞が細胞性の胞子となる。子実体形成後は、予定胞子細胞群を飛散させることで再び単細胞生物の状態に戻る。細胞性粘菌の生活環は、単細胞生物から多細胞生物に至るまでの過程を理解する上で注目されており、マウンド形成過程における細胞選別や組織伸長の細胞メカニズムについては現在も研究が展開されている。

マウンド形成過程および移動体変形過程では、集団的な回転運動を行いながら、回転軸の方向に組織伸長する。この現象はショウジョウバエの卵の成長過程やゼブラフィッシュの体節の形態形成においても観察されることが報告されている。従って、細胞種に依らない普遍的な細胞機能によって実現されているのではないかと推測することができる。

2. 研　究　目　的

前章の細胞性粘菌におけるマウンド形成過程にて述べた通りに、集団的な回転運動による細胞選別および組織伸長が観察され、実験観察から予定柄細胞と予定胞子細胞の速度差などの個々の細胞機能が示されている。しかし、発見された細胞機能が集団形成にどのように寄与するかどうかは不明である。本研究では、細胞性粘菌の細胞機能を基盤とした三次元細胞運動モデルを構築し、これまでに実験観察の結果として報告された細胞機能がマウンド形成にどのように寄与するかどうかを数値シミュレーションによって検証することである。

3. 研　究　手　法

集団的な細胞運動を記述するための数理的枠組みは、細胞形状を粒子と見做す自己駆動粒子モデルや個々の細胞を連続体として記述するフェーズフィールドモデルから、細胞を多面体として表現するバーテックスモデルなど、さまざまな手法が提案されている。本研究では、細胞膜を表現することができるフェーズフィールドモデルを採用した数理モデルを考える。

既存のフェーズフィールドモデルとして提案されている単細胞運動モデル[2,3]と多細胞運動モデル[4]を組み合わせて、平面状の基底膜上および球体状の基底膜内を運動する三次元細胞運動モデルを考える。個々の細胞が自発的に形成する cAMP の濃度場を記述するために、文献[5]にて提案されている cAMP 波の微分方程式モデルを改良して、三次元細胞運動モデルを提案する。本研究では、以下の 2 つの状況を考える。1 つ目は平面状の基底膜上を運動する場合を考える。ここでは、cAMP に対する走化性を導入した。2 つ目は球体状の基底膜内を運動する場合である。ここでは、基底膜内の細胞が基底膜を押し出す方向に伸長し、細胞が存在しない部分を収縮させるという基底膜と細胞間の相互作用を導入した。文献[6]では細胞が他細胞の細胞膜を足場にして運動し、細胞の形態形成過程において重要な要素であることが指摘されているが、モデルへの組み込みおよび、シミュレーションによる検証は課題とされている。平面上および

球体内を運動する両方の状況において、文献[6]にて指摘されている効果を導入した。

図 1 に細胞の模式図を示す。細胞は運動時に仮足(ピンク色で示された部分)を発生させて、仮足が発生する方向に身体を伸長させることで移動を行う。仮足を形成する場所は基底膜に加えて、上記にて述べた他の細胞の細胞膜上にも仮足を発生させる。

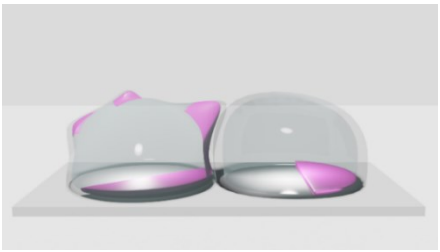


図 1　2 細胞の模式図（Blender にて作成したもの）

4. 研　究　結　果

提案モデルで使用する数値計算法として、陰的差分法（Alternating Direction Implicit 法）を採用し、GPU による並列計算を行った。

はじめに、平面状の基底膜上を運動する細胞集団（12 個）の数値シミュレーション結果を図 2 に示す。数値シミュレーションの結果、集団的な回転運動を伴うマウンドの形成を観察することができた。マウンドの形成過程では、各細胞が cAMP の濃度勾配の高い方向に向かって運動し、細胞が他の細胞の細胞膜上を足場にして細胞塊を形成する過程を観察することができた。

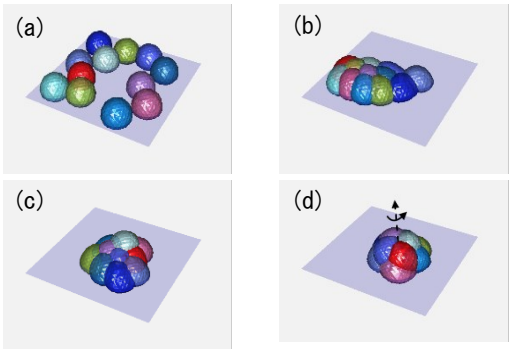


図 2　平面状の基底膜上を運動する細胞集団による回転運動を伴ったマウンドの形成（a）t=1（b）t=50（c）t=100（d）t=200

次に、走化性の影響を受けずに、球体状の基底膜内を運動する細胞集団（48 個）の数値シミュレーション結果を図 3 に示す。緑色の細胞は予定柄細胞（16 個）、青色の細胞は予定胞子細胞（32 個）を模しており、予定柄細胞は予定胞子細胞の 0.3 倍の速度で運動するようにパラメータを与えた。数値シミュレーションの結果、2 種類の細胞は集団的な回転運動を伴いながら予定柄細胞と予定胞子細胞の集団にそれぞれ選別され、細胞群を囲む細胞膜が回転運動とともに回転軸の方向に伸長するという細胞性粘菌と同じような形成過程を観察することができた。一方で、細胞が他細胞の細胞膜上を運動する効果が基底膜上を運動する効果よりも弱い場合は、組織伸長は観察されなかった。

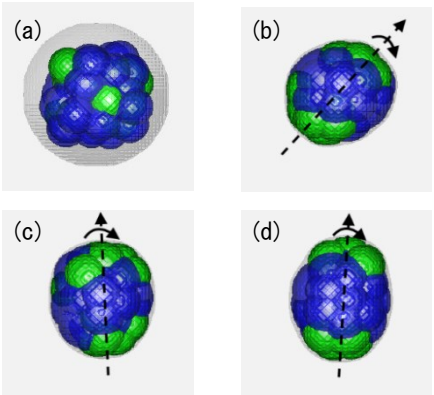


図 3　球体状の基底膜内を運動する細胞集団による回転運動を伴った細胞選別と組織伸長（a）t=1（b）t=300（c）t=600　（d）t=1000

5. 結　論

本研究では、細胞形状の変形に伴う細胞運動を表現するために、文献[2,3,4]を参考に構築した三次元細胞運動モデルに、飢餓状態の細胞性粘菌が放出する cAMP 波の微分方程式モデル[5]をカップリングした数理モデルを構築し、走化性によって集団的な回転運動を伴う多細胞集団形成が行われる過程を数値的に示した。構築した数理モデルとその数値シミュレーションによって、細胞性粘菌の集団形成および、形態形成過程では走化性と文献[6]にて指摘されている細胞が他の細胞の細胞膜上を運動する要素が重要であることを示した。さらに、球体状の基底膜内を運動する細胞集団の数値シミュレーションでは、集団的な回転運動による細胞選別が起こり、組織全体が回転軸の方向に伸長をするという細胞性粘菌のマウンド形成過程を説明することができた。従って、細胞性粘菌のマウンド形成過程では、細胞が他細胞の細胞膜上を運動することが重要な要素であることが提案モデルによって示唆された。

文　献

[1] Fujimori T, Akihito N, and Nao S, et al. ”Tissue self-organization based on collective cell migration by contact activation of locomotion and chemotaxis.” Proc. Natl. Acad. Sci. , 116.10 (2019): 4291.

[2] Cao Y, Elisabeth G, and Rappel W.J. ”Plasticity of cell migration resulting from mechanochemical coupling.” Elife, 8 (2019): e48478.

[3] Cao Y, Elisabeth G, and Miao Y, et al. ”A minimal computational model for three-dimensional cell migration.” J R Soc Interface, 16.161 (2019): 20190619.

[4] Nonomura M. ”Study on multicellular systems using a phase field model.” PloS one 7.4 (2012): e33501.

[5] Martiel Jean-Louis, and Albert Goldbeter. ”A model based on receptor desensitization for cyclic AMP signaling in Dictyostelium cells.” Biophys. J. 52.5 (1987): 807.

[6] Bretschneider Till, Hans G. Othmer, and Cornelis J. Weijer. ”Progress and perspectives in signal transduction, actin dynamics, and movement at the cell and tissue level: lessons from Dictyostelium.” Interface Focus 6.5 (2016): 20160047.

電磁加速を用いたバリスティックレンジの開発および性能試験

Development and Performance Test of Ballistic Range using Electromagnetic Acceleration

21617 森田 迅亮
指導教員 廣瀬 裕介，米盛 弘信

1. 緒　言

近年，各大国において宇宙開発事業の発展は著しく，年間約 100 本ものロケットが打ち上げられている[1]．しかし，それらのロケットは射出時に 1 秒あたり約 5 トンもの燃料を消費していることから，環境破壊につながっていると考えられる[2]．また，現在存在する弾道射出装置は JAXA・ISAS といった国家研究機関や大学等における専用の試験施設でしか実験ができず，実験を行う場所に関して様々な制約が生じるという欠点がある．この問題を解決するために電磁加速を用いたバリスティックレンジ(以降 EML)の開発を提案した[3]．2020 年度に製作した制御回路は，サイリスタの破損が多く，正常に ON 動作ができなかった．また，2021 年度の実験において使用したアルミニウム合金製のレールは，射出時に発生する火花放電の熱に耐えられず融解する問題があった．そこで，本研究では絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ(以降 IGBT)を用いた新たな制御回路，および新たに銅を用いたレールを製作することにより，システム全体の耐久性の向上を図る．そして，新たに製作した制御回路，およびレールを用いた射出実験を実施し，改良した EML の性能を明らかにする．本稿では，以上の射出実験に関する内容を報告する．

2. 射出方法

図 1 は本研究で設計した射出部を含む全体の制御回路，図 2 は射出実験における実験構成である．EML はシステム上，飛翔体がレールに突入するために電磁力以外による初速を与えなければならない．そこで，本実験ではバネを利用した射出機構を設計し，射出部に搭載した．動作手順として，初速器内に設置されたバネを押し込むようにして押し出し棒を配置する．その後，初速器本体と押し出し棒にそれぞれ位置合わせ用の穴が空いているため，そこに固定杭を差し込む．最後に固定杭に接続されたワイヤーを引っ張ることにより，押し出し棒先端に配置された飛翔体がレールに突入するという仕組みである．充電回路においてはコンデンサ C を充電完了後，制御回路に示したフォトカプラ(P.C.)の 1 次側に接続されたスイッチ S_T を ON にする．飛翔体がレールへ侵入することにより，レール間に電流 I_C が流れ，ローレンツ力により飛翔体が射出される．本制御回路におけるコンデンサからの電流は，内部抵抗等を無視すれば ON 時の過渡状態において無限大となる．そのため，本実験では安全対策として P.C.を射出スイッチ S_T と充電部の間に挿入し，アイソレーションをとっている．また，R_E はほうろう抵抗であり，射出後にスイッチ S_D を切り替えることで残ったエネルギを熱に変換して放電を行っている．使用したほうろう抵抗の定格は 13.2Ω，15kW である．今回はアルミニウム合金よりも硬度が高い銅(C1100)を用いてレールを製作し，射出高さ h を 169.97mm として実験を行った．

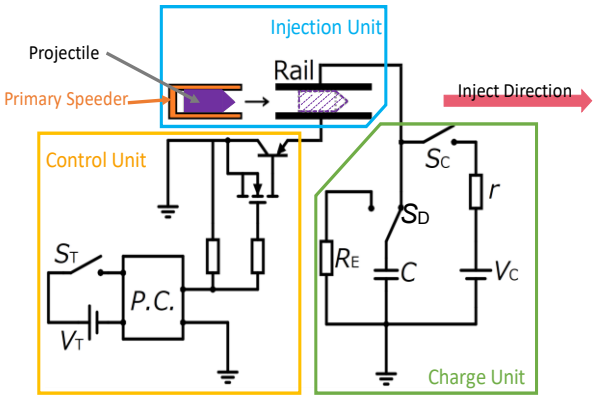


図 1　EML システムの回路

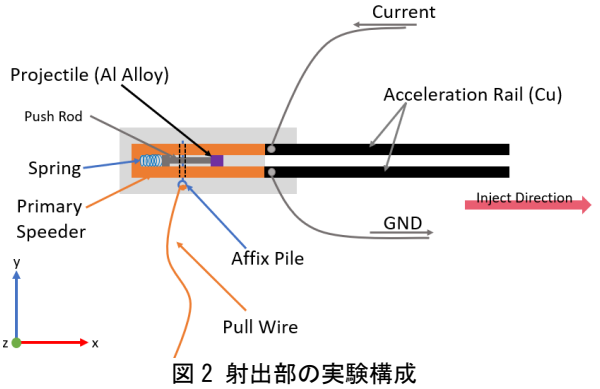


図 2 射出部の実験構成

3. 射出実験結果

図 3 は，新たに製作した射出機から得た飛翔体射出時の電流値，図 4 は同実験で射出した飛翔体を捉えたハイスピードカメラの写真である．コンデンサ C の充電電圧 V_C は 150V，飛翔体は立方体であり，体積は 125mm^3，質量 3.36×10^{-4}kg，T6063-T5 のアルミニウム合金を採用している．図 3 に示す通り，複数回の射出実験において，電流と時間の関係に再現性があることが確認できる．この時，すべての実験の平均出力電流値は 3889A となった．また，観測した最大瞬間電流値は 5712A，ピーク時(0-0.0025s)における平均電流値は 4505A であった．

図 4 の観測用ハイスピードカメラでは ND フ

ィルタによる減光の効果により，飛翔体の飛翔が確認できる．本ハイスピードカメラは 960fps で撮影を行っており，図 4(b)に示す飛翔体の画像は(a)を撮影してから 1 フレーム後の画像である．このとき，本実験における飛翔体は図 4(a)から(b)の画像の間で 40mm 進んでいることから射出速度は 38.4m/s であると判明した．また，飛翔体は射出高さ h から 0.136sec 飛翔し，h よりも 90.71mm 低い位置の緩衝材に衝突した．

鉛直方向，および水平方向の飛翔体変位シミュレーションに必要な式を(1)式，(2)式に表す．(1)式の Y は鉛直方向の変位であり，m を飛翔体の質量，γ を粘性抵抗係数，g を重力加速度，t を時間，h を射出高さ，V_0 を初速とする．また，(2)式の X は水平方向の変位を示している．

$$Y(t) = \frac{m^2 g}{\gamma^2}\left(1 - e^{-\frac{\gamma}{m}t}\right) - \frac{mg}{\gamma}t + h \qquad (1)$$

$$X(t) = \frac{mV_0}{\gamma}\left(1 - e^{-\frac{\gamma}{m}t}\right) \qquad (2)$$

図 5 に(1)式，(2)式による鉛直方向，および水平方向の変位シミュレーション結果を示す．ここでは射出後 0.2sec までの値を示しており，射出高さ h は実験と同じ 169.97mm とした．図内の橙の線は水平方向の変位 X，青の線は鉛直方向の変位 Y である．また，緑の線は射出実験において飛翔体が紙に到達した地点を示しており，2 つの変位を表した線と交わっている箇所を緑の点でプロットしている．図 5 より，水平方向の変位は時間に比例して変位が増大していることが確認できる．当初，水平方向の変位は空気抵抗の影響を受け速度が落ちる曲線が作成されると予想されたが直線が出力された．この主な要因として時間が短いこと，また飛翔体のサイズが小さいことから空気抵抗の影響が比較的小さいと考えられる．鉛直方向の変位においては飛翔体が重力の影響を受け徐々に加速していることが見受けられる．また，飛翔体を 169.97mm の高さから射出させた場合，シミュレーションにおける鉛直方向の変位(落下量)は約 0.136sec 後に 79.26mm であると計算された．一方，実験においては 90.71mm であったことから鉛直方向の計算シミュレーションと実測値の誤差率は 9.38%となった．

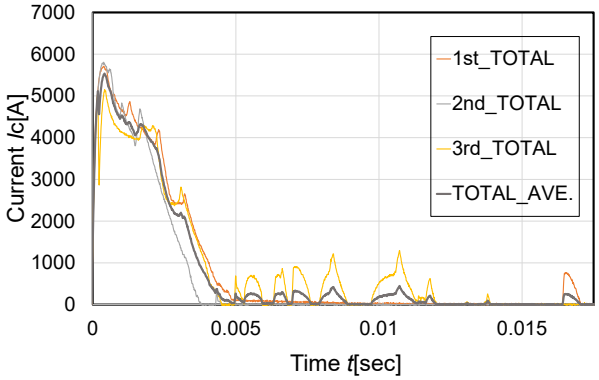
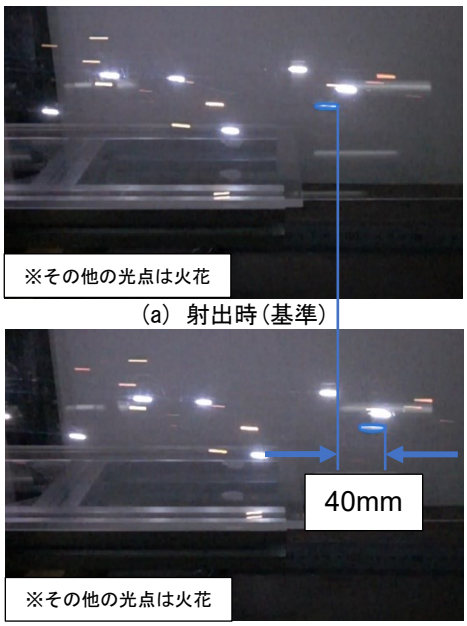


図 3　飛翔体射出時の電流値



(b) 射出時(基準から 1 フレーム後；約 0.001sec 後)

図 4　観測用ハイスピードカメラから見た様子

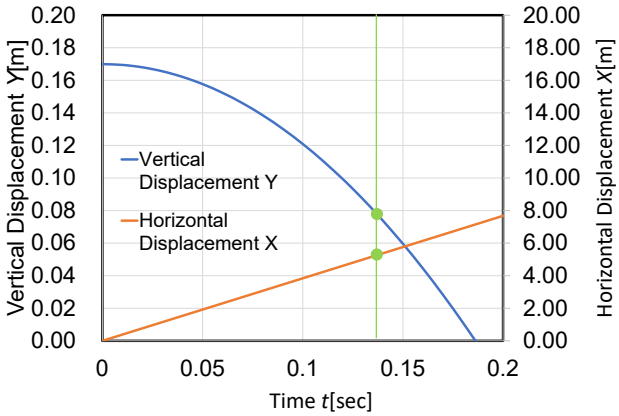


図 5　計算シミュレーション結果

4. 結　言

本研究では，EML の開発，および性能測定を目的として，射出実験に耐えうる制御回路の設計と再製作したレールを用いて行った射出実験の結果を報告した．今回の結果として，飛翔体の射出を確認し，飛翔体の速度計測を行った．また，空気抵抗，および重力を考慮した際の水平方向，鉛直方向の変位に関するシミュレーションを行った．今後は，充電用に昇圧チョッパ回路を充電部に組み込み，コンデンサ充電電圧を 400V まで上げて射出実験を実施する予定である．

文　献

[1] Statista, “Number of satellites launched from 1957 to 2019” https://www.statista.com/statistics/896699/number-of-satellites-launched-by-year/ (閲覧日：2022 年 12 月 10 日)

[2] NASA．“Space Shuttle Propulsion Trivia” https://www.nasa.gov/sites/default/files/113069main_shuttle_trivia.pdf (閲覧日：2022 年 12 月 10 日)

[3] 森田迅亮，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，2020 年 12 月 5 日．

直列接続方式ウィンドファームのための自励式同期発電機システムの特性解析

Performance Analysis of a Self-Excited Synchronous Generator for Series-Connected Wind Power Plants

21619 山本 悠月
指導教員 加藤 雅彦，山下 健一郎

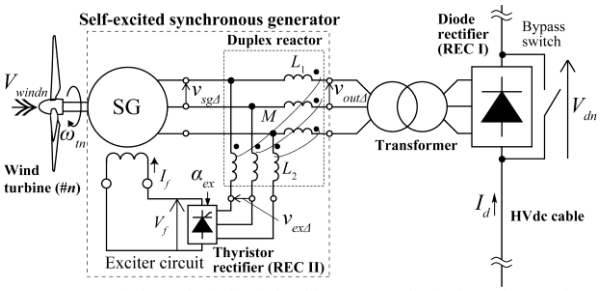
1. 緒　言

洋上風力発電への関心が世界中で高まっており、長距離送電に有利な高電圧直流送電を用いたシステムが運用され始めている[1]。このようなシステムの風力発電機には一般に高効率で信頼性の高い永久磁石同期発電機が用いられている。しかしながら同発電機は、永久磁石に使用されるレアメタルの価格変動に基因してコストが増大してしまう問題点があり、発電機自身で電圧調整ができないため、発電機と同容量の電力変換器が必要となる。また、こうした大規模洋上ウィンドファームについては数多くの研究開発が行われており、次世代システムとして、洋上変電所が不要な直列接続方式ウィンドファームなどが提案されている[2]。

筆者らは直列接続方式ウィンドファームの風力発電装置として、サイリスタ励磁方式を用いた自励式の巻線型同期発電機を提案し、同装置について種々な検討を行っている。本研究では提案システムの風力発電機としての有用性を明らかにすることを目的に、システムの定常特性並びに過渡特性について把握する。システムの特性把握については、シミュレーションモデルの構築並びに同モデルを用いた理論的検討や供試装置を用いた実験的検討の双方を用いることとする。

2. システムの構成

図 1 に、提案するダイオード給電型自励式同期発電システムの構成を示す。本システムは風車、同期機、発電機励磁用のサイリスタコンバータ（REC II）、直流系統連系用のダイオード整流器（REC I）などで構成される。同装置は自励式とすることにより外部電源が不要となり、小容量のサイリスタ励磁回路で発電機の出力電圧を調整することができるため、直流系統連系用の整流器に安価で堅牢なダイオードを用いることができる。また、本提案装置には図示のように相互誘導を有するリアクトル（Duplex Reactor : DR）が挿入されている。DR のない提案装置では REC I の転流に基因して発生する高調波が REC II にも影響を及ぼし、風力発電機として十分な動作範囲が得られないことが判明していた。DR は高調波ひずみの原因となる発電機の初期過渡インダクタンス L_S''を打ち消すように、発電機側の等価インダクタンスが負の値となるよう設計されている。



Notes – V_{windn}: wind speed of nth wind turbine, ω_{tn}: mechanical angular speed, α_{ex}: firing angle of REC II, $v_{sg\Delta}$: line-to-line voltage of the SG armature winding, $v_{out\Delta}$: line-to-line voltage of the SESG output terminal, $v_{ex\Delta}$: line-to-line voltage of the REC II input terminal, V_{dn}, I_d: dc link voltage and current of the REC I, V_f, I_f: dc link voltage and current of the REC II, L_1, L_2: self-inductances of the duplex reactor, M: mutual inductance of the duplex reactor.

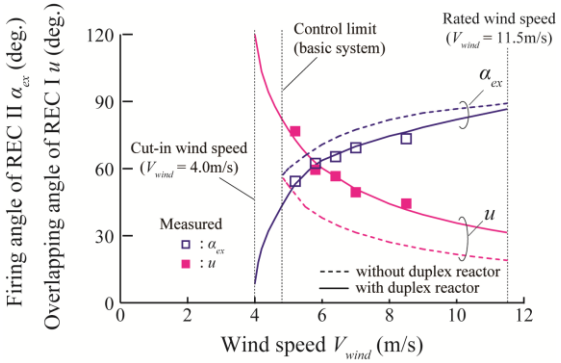
図 1　ダイオード給電型自励式同期発電システムの構成

その結果、DR を含む提案システムは、L_S''が増大する短絡比の小さい発電機（安価で軽量）を用いることができる。

また、風力発電装置として最大電力を追従するためには、周速比（ブレードの先端速度と風速の比）を常に最適な値で一定に制御する必要がある。直列接続方式ウィンドファームに接続される風力発電機群には共通の直流送電電流 I_d が流れるため、I_d を大幅に変動させることは好ましくない。そこで本論文では、I_d を一定とみなし、種々な検討を行う。また、発電機出力電圧は REC II の制御角 α_{ex} により調整できるため、I_d を一定とした場合、周速比（すなわちブレードの先端速度）を α_{ex} で制御することが可能となる。

3. システムの定常特性解析

図 2 に、定常状態におけるシステムの動作範囲に関する特性を示す。同図は風速 V_{wind} に対して、図中の条件となるように周速比を制御した場合の、サイリスタコンバータ制御角 α_{ex}、ダイオード整流器の電流重なり角 u の計算値を示したものである。また、図中のプロット点は供試装置を用いた実測値を示したものである。DR を持たないシステムの場合、制御角 α_{ex} が重なり角 u よりも小さくなると界磁電圧 V_f の調整ができなくなるため、低風速域では周速比を一定に保つことが困難となる。一方で、DR を持つ提案システムの場合、カットイン風速から定格風速までのすべての範囲で周速比を適切な値に保つこと可能であることがわかった。また、各風速域での実測値は理論値とよく一致しており、モデルの妥当性が明らかとなった。



System conditions (constant): I_d = 4.5(A), C_p = 0.48 (maximum value)

図 2　システムの動作範囲に及ぼす DR の影響

4. システムの過渡特性解析

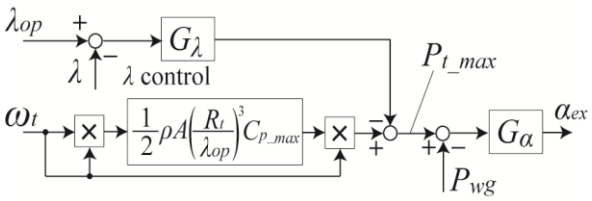
風力発電機は風のエネルギーを有効に利用するため、過渡時においても最大電力を追従する必要がある。そこで、タービンの出力係数 C_p が最大となる最適な周速比（供試装置では λ_{op}=8.1）を追従する制御系を構築した。図 3 に、構築した閉ループ制御系を示す。本制御系は、検出値をタービンの角速度 ω_t のみとし、これと出力係数最大値 C_{p_max} 及び最適な周速比 λ_{op} で求められるタービンの最大出力 P_{t_max} が指令値となり、制御量である発電機出力電力 P_{wg} を操作量となる制御角 α_{ex} により制御する構成となっている。なお、図 3 の閉ループ制御系において、G_α、G_λ は一般的な PI コントローラである。

同制御系を用いたシステムにおいて、種々な風速変化に対するシステム諸量の過渡応答について検討した。図 4 に、風速 V_{wind} をステップ的（8m/s →10m/s）に上昇させた場合の周速比 λ と制御角 α_{ex} の過渡応答計算値を示す。図より、風速がステップ的に増加すると、周速比 λ は急激に減少するが、提案した閉ループ制御系の働きにより α_{ex} が図示のように増加することがわかる。その結果、α_{ex} の増加は発電機出力の減少を引き起こすため、タービンの角速度が上昇し、周速比 λ は図示のように常に最適な値に追従することとなる。

一般的な風速の応答はステップ的な変化でなく、乱流成分を含み時々刻々と変化するため、これについても議論する必要がある。そこで、実風速を模擬するため乱流成分を含んだ風速モデル[3]を用いて、これに対するシステム諸量の過渡応答を計算した。計算の一例を図 5 に示す。図より、風速 V_{wind} は実際の風況と同様に不規則な変化をしていることがわかる。また、このような風速下においても、提案した制御系の働きにより、周速比 λ はほぼ一定に保たれており、提案した閉ループ制御系の有用性が明らかとなった。

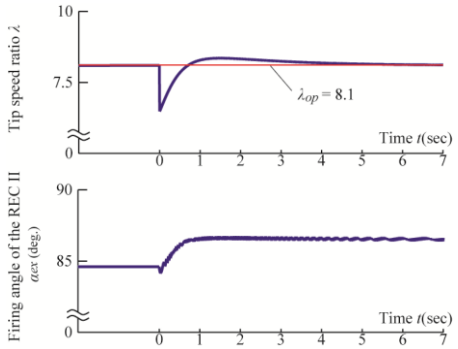
5. 結　言

本研究では、直列接続方式ウィンドファームのためのダイオード給電型自励式同期発電機として、サイリスタ励磁方式を採用したシステムを提案し、同システムの有用性を明らかにすることを



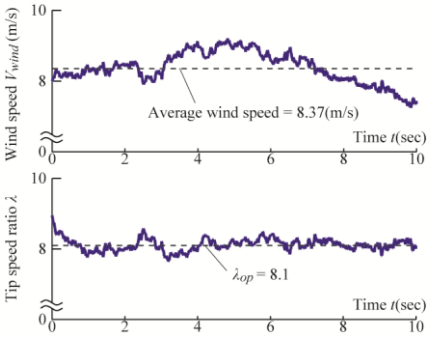
$G_\alpha = k_\alpha(1+1/(T_\alpha P))$, $G_\lambda = k_\lambda(1+1/(T_\lambda P))$, $P = d/dt$
k_α, k_λ: Proportional gain, T_α, T_λ: Time constant of integrator

図 3　最大電力を追従するための閉ループ制御系



Steady-state operating values: V_{wind} = 8(m/s), ω_t =209.4(rad/s) (0.67pu),
α_{ex} = 84.6(deg), P_{wg} = 295(W), I_d = 2.0(A)

図 4　風速のステップ変化に対するシステムの過渡応答



System conditions: Average wind speed = 8.73(m/s)

図 5　乱流成分を含む風速に対するシステムの過渡応答

目的に、システムの定常特性並びに過渡特性について検討した。その結果、定常特性解析により、提案システムはカットイン風速から定格風速までの広い範囲で動作可能であることが明らかとなった。また、過渡特性解析により、提案システムは風速の変動にかかわらず、常に最大出力となる動作点を追従できることが明らかとなった。

文　献

[1] Offshore wind farm grid connection, Siemens, [Online]. Available:https://new.siemens.com/in/en/products/energy/high-voltage/grid-access-solutions.html

[2] K. Yamashita, Y. Yamamoto and S. Kobayashi, “Performance Improvement of a Wind Turbine Generator Based on Self-excited Synchronous Generator for Series-connected Wind Power Plants,” *Proc. of 23th International Conference on Electrical Machines and Systems* (*ICEMS 2020*), Hamamatsu, Tokyo, Japan, Nov. 2020.

[3] K. Yamashita and S. Nishikata, “Dynamic Performance Analysis of a Wind Turbine Generator System Using Self-Excited Synchronous Generator for Current-Source Type Wind Farms,” *Proc. of 2018 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, (SPEEDAM 2018)*, Amalfi, Italy, June 2018.

遠隔地での運用を想定した土壌水分量観測システム

Soil Moisture Content Observation System for Remote Area Operation

21620 吉田 龍紀
指導教員 島川 陽一，吉田 将司

1. 緒　言

近年、国内の農業では農業従事者の減少が大きな問題となっている。原因の一つとして、新規就農者が継続できないことも問題となっている[1]。その理由として、農家の多くは経験によるノウハウで栽培をしている点が挙げられる。

耕作地は点在しているため農家の人が一ヵ所ずつ土壌の状態を確認して耕している。点在する土壌の状態を遠隔で一括確認ができるシステムを低コストで導入ができれば、作業効率の向上が期待できると考えられる。

他にも種をまくタイミングとして土が乾いている時が望ましいため、大雨などの湿害が起きた際に、遠隔で乾き始めた場所を把握し種のまき直しをすることで作業効率の向上に役立てると考えられる。これまで本研究室では M5Stick と土壌センサを用いた、湿害モニタリングシステムを開発し、屋内実験を実施したが屋外での実験はまだ行えていない[2][3]。本研究の目的は、栽培に重要な土壌内の水分量に着目し、小型マイコンを利用した遠隔で確認可能な土壌水分量観測システムを開発することである。本稿では、栃木県大田原市の農場で土壌水分量のデータを測定し、昨年度行った農場で使用されている土の水分量データと比較した結果を報告する。

2. 方　法

2-1. 観測機器

土壌内の水分量を測定するため、静電容量式センサを使用した観測機器（ノード）を製作した。ノードは Arduino マイコンをベースに GPS、LoRa、土壌センサを繋げたものである。ノードから得たデータ（出力電圧値、位置情報）を基地局で受信をし、Google ドライブ上のスプレッドシートにリアルタイムで表示をさせる。またその基地局では気温、気圧、湿度も同時に測定を行う。図 1 はシステム構成図を示す。7 月の実験ではモバイルバッテリを使用し実験を行ったが、5 日間でバッテリが切れたため今回は太陽光発電装置を搭載しノードを製作した。図 2 は改良したノードを示す。

2-2. 実験方法

図 3 は農場におけるノードの設置位置を示す。図 3 より農場に 3 台のノード（青）を中心から縦に等間隔に設置、見通しが良い場所に基地局（オレンジ）を設置した。本実験は、二条大麦の播種から発芽するまでの期間に合わせて、12 月 5 日から 24 日までの 19 日間 30 分ごとに測定した。ノード 1 は 12Ah、ノード 2 は 7.2Ah の鉛蓄電池から供給した。7 月に行った実験と同じ設置位置で測定した。土壌水分の測定結果は、今まで行った実験のデータから、出力電圧値が 2.0V～1.4V は乾燥、1.4V～1.1V は多湿、1.1V～0.5V は冠水と 3 つの状態で判別した。表 1 は判別土壌水分の基準を示す。

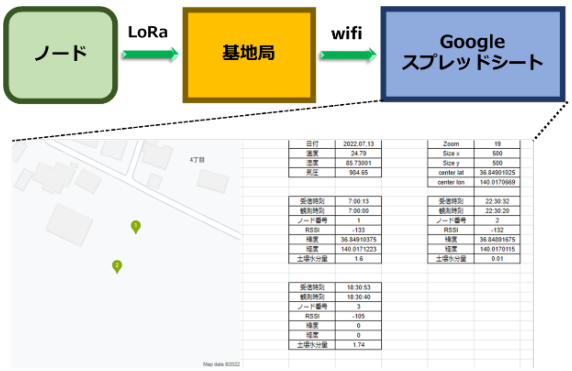


図 1　システム構成図

図 2　改良したノード

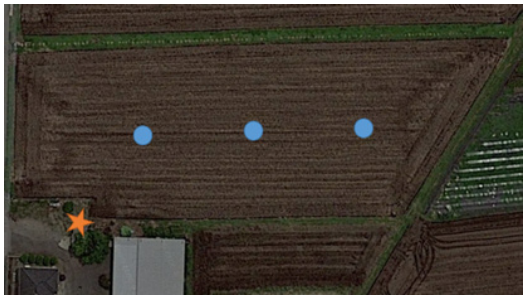


図 3　ノードの設置位置

3. 結　果

表 2、図 4、は 12 月 5 日から 24 日まで測定した結果の 1 日平均値を示す。

ノード 1 は 19 日間で回収するため停止させた。ノード 2 は 12 日間、ノード 3 は設置後 1 時間で稼働停止した。表 2 と図 4 よりノード 1、ノード 2 どちらも小雨の日は電圧値が降下し晴れの日は電圧値が上昇したことが確認できた。表 1 の土壌水分量判断基準と比較すると、ノード 1 は「多湿」、ノード 2 は「乾燥」となっているが、これはセンサの個体差と考えられる。そのため、判定基準の変更が必要と考えられる。ノード 1 と 2 の値の関係は 7 月と同様にノード 2 の方が全体的に高めとなっており、個体差が大きく認められた。しかし、大雨なども降らなかったため両ノードとも冠水はせず、多湿と乾燥を繰り返していることが確認できた。

ノード 3 が停止した原因として、電源である鉛蓄電池とソーラーパネルをつないでいる線が断線していたことが原因であると考えられる。またノード 2 が 12 月 17 日で停止した原因として長期間晴天がなく、ノード 1 に対して容量が少ないため、鉛蓄電池の充電がなくなってしまったことが考えられる。

表 1　土壌状態判断値

出力電圧値	土壌状態
2.0~1.4	乾燥
1.4~1.1	多湿
1.1~0.5	冠水

表 2　実験結果

日付	天気	ノード1	ノード2	ノード3
12月5日	曇り	1.378571	1.455714	停止
12月6日	小雨	1.332333	1.420222	
12月7日	晴れ	1.341136	1.448864	
12月8日	晴れ	1.354783	1.482308	
12月9日	晴れ	1.365349	1.509429	
12月10日	晴れ	1.375957	1.526111	
12月11日	晴れ	1.365111	1.541304	
12月12日	晴れ	1.37766	1.566571	
12月13日	曇り	1.355455	1.558182	
12月14日	晴れ	1.315714	1.476	
12月15日	晴れ	1.333617	1.535294	
12月16日	晴れ	1.341364	1.592941	
12月17日	曇り	1.335319	1.582083	
12月18日	晴れ	1.335455		
12月19日	晴れ	1.358444		
12月20日	晴れ	1.351489		
12月21日	曇り	1.353095		
12月22日	小雨	1.278293		
12月23日	晴れ	1.274565		
12月24日	晴れ	1.37963		

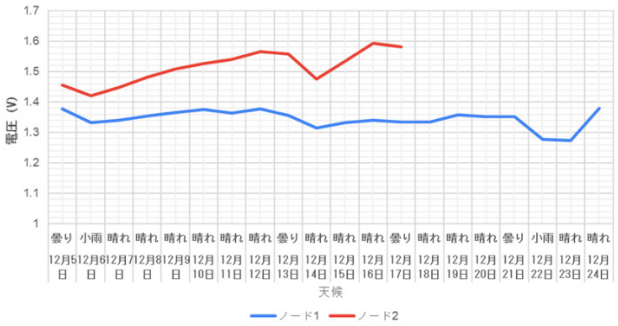


図 4　実験結果(上線:ノード 2、下線:ノード 1)

4. 結　言

Arduino マイコンをベースに土壌水分量、位置情報の測定が可能なノードを製作しデータの測定が確認できた。また、ソーラーパネルを搭載した場合 12Ah の鉛蓄電池で 19 日間以上、7.2Ah の鉛蓄電池で 12 日間の測定が可能であることが確認できた。播種をしてから発芽するまで約 2 週間のため、12Ah の鉛蓄電池であれば実用可能であることがわかった。土壌センサも天候によって電圧値の変化が確認でき、土壌の状態が遠隔で確認できるようになった。

今後の展望として、ノードの消費電流は約 100mAh であるため、バッテリにソーラーパネルと鉛蓄電池を使用すれば 2 週間以上の測定が可能である。しかし、鉛蓄電池でノードが重くなってしまい、設置などの持ち運びするのが困難である。ノードを更に低消費力化し、もっと軽く持ち運びしやすいノードの開発が出来れば、測定範囲を広げることができ、作物の生育に役立てると考える。

また、土壌センサごとに基準値に対して個体差が大きかったため判定基準の精度を向上させる必要がある。

文　献

[1] 総務省「農業労働力の確保に関する行政評価・監視-新規就農の促進対策を中心として-」https://www.soumu.go.jp/main_content/000607884.pdf

[2] 吉田将司，柴田健吾，澤田陸志，’LPWA を利用した土壌水分の深度別簡易観測法の一検討’，電気学会産業応用部門大会，5-S5-6，2021.

[3] 尾本一樹　’大豆と二条大麦を対象とした湿害モニタリングの検討’　サレジオ工業高等専門学校 2021 年度卒業論文

振動水柱型波力発電装置用マグナスタービンの開発

Development of a Magnus Turbine for an Oscillating-Water-Column Wave Energy Converter

21621 米長 亮一
指導教員 風間 俊哉，山下 健一郎

1. はじめに

波浪エネルギーはエネルギー密度が高く変動予測がしやすいため、次世代の海洋再生可能エネルギーのひとつとして期待されている[1]。波浪エネルギーを用いた波力発電には、様々な方法が提案されており、波とともに動作する浮体や受圧板の運動を利用して発電する「可動物体型」、波の上下運動により生ずる空気流を利用して発電する「振動水柱型」、越波により蓄えた海水の位置エネルギーを利用して発電する「越波型」等がある[2]。なかでも振動水柱型の波力発電装置は堅牢で、タービン等が海上に設置されるため、メンテナンス性に優れている。同装置のタービンには、往復流体に対してタービンが同一方向に回転できるウェルズタービンや衝動タービンが用いられている。ウェルズタービンはシンプルな構成となるが効率がやや低いという欠点があり、衝動タービンは構造が複雑になる問題がある[3, 4]。筆者らはこれら 2 種のタービンに対し、比較的構造が簡単で高効率な駆動が期待できるマグナスタービンに注目し、同タービンを振動水柱型波力発電装置に適用したシステムを提案している。

本研究では提案する振動水柱型マグナス波力発電装置に適した高効率なマグナスタービンの開発を目的とし、マグナスタービン動作機構やタービンの設計指針に関する検討を行う。まず、動作機構については、タービンの効率を重視し、マグナスブレードを駆動するモータを省略できる方法について検討する。次いで、供試マグナスタービン及び実験用風洞の製作を行い、これらを用いてタービンの諸特性に及ぼすパラメータの影響を把握することにより、設計指針を明らかにする。

2. 振動水柱型マグナス波力発電装置

図 1 に振動水柱型マグナス波力発電装置の構成を示す。本装置は浮力室や空気室をもつ本体に波を流入させることにより、波のエネルギーを往復の空気流に変換し、これを用いて空気タービン（マグナスタービン）を駆動する発電装置である。図中のマグナスタービンは、円柱形状で自転可能なブレード（マグナスブレード）を有しており、ブレードの自転と往復気流により生ずるマグナス効果（流体中におかれた回転体に揚力が発生する現象）による揚力で駆動する。ブレードに作用するマグナス効果について図 2 を用いて説明する。同図は、流体中のマグナスブレードを先端から見たものであり、図中にブレードの回転方向

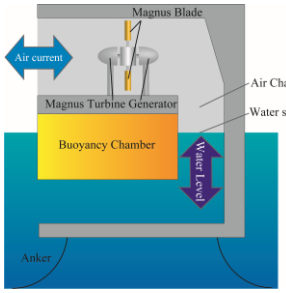


図 1 振動水柱型マグナス波力発電

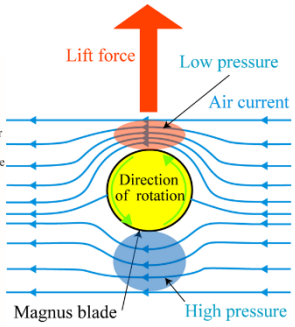


図 2 マグナス効果

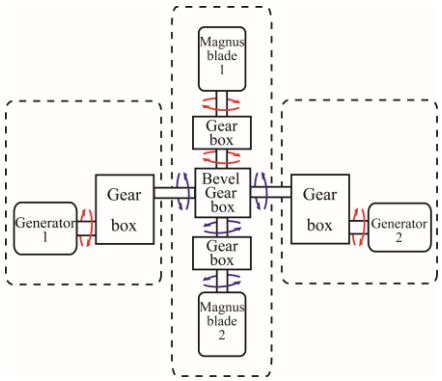


図 3 マグナスタービン動作機構

や揚力の向きなども示してある。流体の向きやブレードの回転方向が図示の方向となる場合、ブレードの上側は流体の向きと回転方向が同方向となり、下側は逆方向となる。その結果、ブレードの上下にベルヌーイの定理で知られる圧力差が生じ、ブレードは上方向の揚力を得ることとなる。マグナスタービンは往復気流に対してマグナスブレードの自転方向を切り替えることにより、ウェルズタービンや衝動タービンのように同一方向に回転することができる。

3. マグナスタービン動作機構に関する検討

本装置のマグナスタービンは、波の運動に対し、マグナスブレードの自転を制御する必要がある。マグナスブレードの駆動方法として最も簡単なものに、モータ駆動が挙げられるが、同方式を用いた場合、モータの入力電力は発電電力の一部となることから、変換回数に基因する損失が大きな問題となる。そこで、モータを使用せずマグナスタービンを駆動する動作機構について検討を行う。図 3 はそのひとつで、モータを発電機に置き換え、2 台の発電機の回転数の差でマグナスブレードを駆動する動作機構である。図示のように 2 台の発電機のシャフトは減速ギアボックスを介し、中央の傘歯車で複数のマグナスブレード

（マグナスブレードはさらに増速ギアボックスを介して接続される）と接続される。2 台の発電機のトルクを制御することにより、上下の傘歯車の回転数に差が生じ、これにより、マグナスブレードの自転を制御することができる。

4. タービンの設計指針に関する検討

タービンの特性に及ぼすパラメータ（ブレード半径やブレード長さなどの仕様だけでなく回転数などの諸量を含む）の影響を把握するため供試マグナスタービン及び実験用風洞（最大風速 9.4m/s）を製作した。

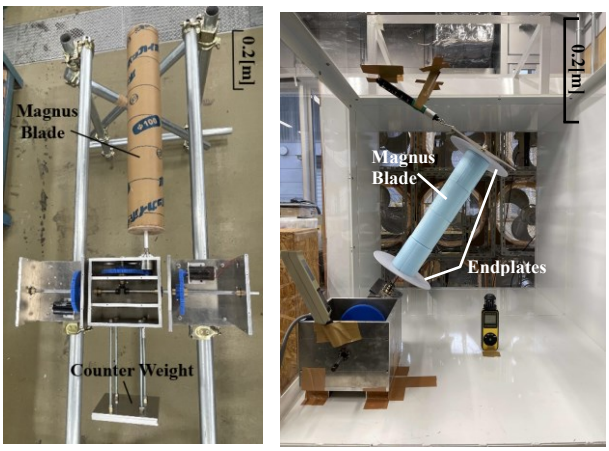
図 4a は製作した供試マグナスタービン（1 号機）の写真である。同装置の設計指針は以下の通りである。クッタ・ジューコフスキーの定理に基づき、ブレードの周速度を流速の 2 倍となるようにギア比を選定した。また空気流を用いて発電を行うため、タービンは低トルク高回転型となることを想定し、タービンの周速比（タービン周速度と風速の比）を 1.3 程度とした。なお、ブレード本数は 1 本である。同供試装置を用いて動作試験を行ったところ、タービンの回転を維持することができなかった。同装置に対し一方の発電機をモータとして駆動すると、ブレードに揚力が発生しタービンが駆動したことから、製作した 1 号機はブレードの動作機構（図 3）から得られるブレードの周速度が不足していると考えられる。ブレードの周速度はブレード半径やブレード駆動用の増速ギアの比によって大きくすることができる。そこで、これらを改良した 2 号機の製作を行った。

図 4b に改良した供試マグナスタービン（2 号機）を示す。同装置はギア比を 1 号機の 1.8 倍としているだけでなく、ブレード本数も 2 本としており、十分な揚力が得られるものと考えられる。また、ブレード半径を増やすことによっても周速度を増やせることから、2 号機に接続するマグナスブレードの形状についても検討を行った。

図 5 はその一例で、通常の円筒形状のブレード（長さ 0. 58m）の揚力係数を示したものである。また、マグナスブレードにエンドプレートと呼ばれる円盤状のプレートを取り付けると揚力が増加することが報告されている[5]。同図にはエンドプレート（直径 0.2m）をブレードの両端に取り付けた場合の揚力係数実測値も示してある。図 5 より、周速比が大きいほど、マグナスブレードの揚力係数も大きくなることが分かる。また、エンドプレートを採用することにより、揚力係数が大きくなることが実験的検討により明らかとなった。

5. おわりに

本研究ではマグナス効果によって駆動するタービンを採用した振動水柱型波力発電装置を提案し、高効率なマグナスタービンの開発を目的に



（a）1 号機　　（b）2 号機

図 4　供試マグナスタービン

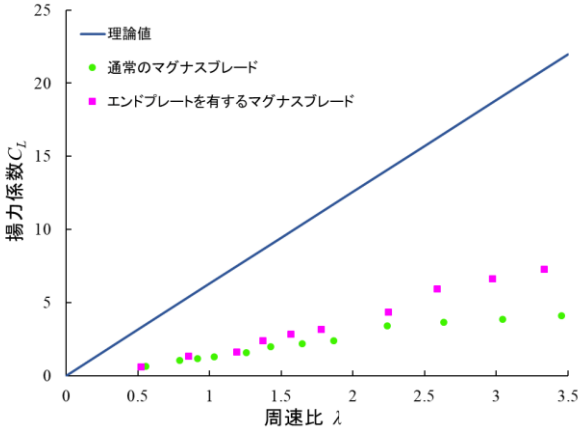


図 5 周速比に対するマグナスブレード揚力係数の変化

マグナスタービン動作機構やタービンの設計指針に関する検討を行った。その結果、発電機を 2 台使用することにより、マグナスブレードを制御できること、マグナスタービンを駆動するためには十分なブレードの周速度が必要となること、同装置のタービンにおいてもブレードのエンドプレートが有効であることなどが明らかとなった。

今後残された課題として、エンドプレートを採用した供試マグナスタービン 2 号機を用いた実験的検討があげられる。

文　献

[1] 木下健, “海洋再生可能エネルギーの市場展望と開発動向”, サイエンス&テクノロジー, (2011)
[2] 井上俊司, 石田茂資, 梅田隼, 他, “海洋開発工学概論 海洋再生可能エネルギー開発編改訂第 1 版”, 国土交通省, (2017) 163
[3] 井上雅弘, 金子賢二, 他, “ウェルズタービンに関する研究(第 2 報, 定常特性試験によるロータ形状の選定)”, 日本機械学会論文集 (B 編), (1984) 2599-2605
[4] 瀬戸口俊明, 金子賢二, 他, “自己可変ピッチ案内羽根を有する波力発電用衝動タービンに関する研究(動翼形状と案内羽根節弦比の影響)”, 日本機械学会論文集 (B 編), (1993) 3482-3486
[5] John Scheffey, “Numerical simulation of the Magnus effect and its application”, Johns Hopkins University, (2020)

デザイン学科　2022年度　卒業研究　テーマ一覧

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
18201	相澤 拓海	抹茶のサブスクリプションをブランディング
18202	池田 龍正	飲食店のリデザイン
18203	市原 大	アンダーウェアオーダーサイトUI設計
18204	今村 杏	インターネットリテラシー教材の推進
18205	梅田 祐希	整理を促すことで構築されるゆとりある生活環境
18206	浦上 ちとせ	学生の為のアルコール携帯スプレー
18207	大矢 晃輔	手ぬぐいの魅力を伝える
18208	小田 伊織	新たな有害ごみ分別-小山地域リーフレット
18210	川松 菜花	食事の満足度の向上
18211	北村 学大	平成仮面ライダーのデザインの変化と制作
18212	小島 芙優	ラジオで学ぶアートデザイン - 場所にとらわれない学びと発想のきっかけ作り -
18213	後藤 花菜	LEDの指向性を利用したチャペルの照明デザイン
18214	小林 梨乃	貴重品の管理
18215	斉藤 天雅	Z世代に向けたリアルコミュニティー構築のための生活空間
18217	杉山 太一	「四季彩の杜」を知るための観光案内ツールのデザイン提案 - 癒しの雰囲気を喚起させるハンディツール -
18218	高橋 真希	小動物を飼っている子どもに向けた防災・減災ガイド
18219	瀧川 早月	スカーフのように使う手ぬぐいの提案
18220	栂瀬 美玲	「四季彩の杜」を知るための観光案内ツールのデザイン提案 - 回遊性を向上させる掲示グラフィック -
18221	中釜 はるひ	桑都八王子の歴史と自然文化の魅力を広めるお土産
18224	南島 天翔	ICT化を生かす学習空間

デザイン学科　2022年度　卒業研究　テーマ一覧

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
18225	平井 香帆	エシカル消費に繋がる行動を促すカードゲーム
18228	法城 はる奈	インタラクションを取り入れたプロジェクションマッピングを用いた誘導
18229	前川 夏乃	マイノリティデザインの提案
18230	松野 裕里香	端材を利用した学習プログラム提案
18231	宮本 啓太郎	アレサ商栄会WEB サイト記事デザイン
18232	森下 なな	八王子の風景と記憶を結びつけるお皿
18233	守屋 光瑠	挽曲げの応用
18234	師岡 妃月	コスメ収納ボックス
18235	矢島 風香	音と視覚で伝わるストップモーション
18237	山﨑 ひとみ	衣服ロス問題の啓発のためのツール
18238	山田 茉深	衣服の大量廃棄問題の周知
18240	于 龍年	クラフトビールのブランドデザイン
18241	渡邊 良生	地域らしさを表現する地下鉄駅
17204	上野 美月	自閉症の子供へ向けた金銭管理のプロダクト
17235	本石 吾守馬	現代に合わせた床座の提案

抹茶のサブスクリプションをブランディング

Branding Matcha Tea Subscriptions

18201 相澤 拓海
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

私は高専の部活で初めて茶道に触れ、知れば知るほど、茶道の「精神」は私たち自身も気づかないほど日本人の哲学として浸透していると感じている。しかし、茶道を実際に体験し気軽に楽しめる機会や環境を見つけるのはなかなか難しい。私は茶道を一般の人にもっと身近なものにしたいと考える。そこで、本研究ではそのために何ができるか考えることにした。

2. 調査方法

総務省の調査によると、対象 100 人のうち茶道経験者は 34 人で、そのうち 30 人は現時点で茶道に関わっておらず、その理由に「環境の変化」「機会の喪失」を挙げた人は 12 人であった。茶道の性質上、全くの初心者が指導者なしで茶道を始めることは難しい。経験者が茶道の活動を改めて継続していくためには環境と機会の提供が必要である。他に、茶道に関する事業の先行事例調査、日本各地、特に京都の美味しいお茶やお菓子と、それぞれにまつわる興味深い背景などを調べた。

3. コンセプトおよびデザイン展開

一般の人に茶道の普及を図る事業をつくるうえで、まず経験者、特に環境の変化・機会の喪失のために現在は活動していない人をコアのターゲットとし、気軽に道具を借りてお点前ができる店舗空間を設計した。また、店舗のみならず家でも抹茶と季節のお菓子を楽しめるサブスクリプション（定期購入、以下サブスク）を提案する。

サブスクのテーマはお茶と旅と設定し、名称は「OCHATABI」とし、同名の情報誌を毎月発行する［図 1］。近隣に国際的な情報発信地やオフィスビルが多く、多種多様な人の往来が見込まれることから、店舗の立地として有楽町高架下を考えた［図 2］。店舗では道具などを選んで借り、立礼を中心とするお点前が体験できる。さらに、店舗に通う人が家でもお点前を楽しめるように季節のお菓子やお茶を店頭でも購入できるようにする。月額制で上限回数まで自由にお点前をしたりお菓子と引き換えたりできるようにし、情報誌を配布する。また、店舗に通うのが難しい人向けには発送方式も選べるようにして、季節のお菓子とお茶、情報誌を送付する。初心者や道具を持っていない人には道具を毎月少しずつ集めて盆点前ができるように考えた。

4. 最終提案

図 1　情報誌「OCHATABI」（左表紙、右誌面の一部）

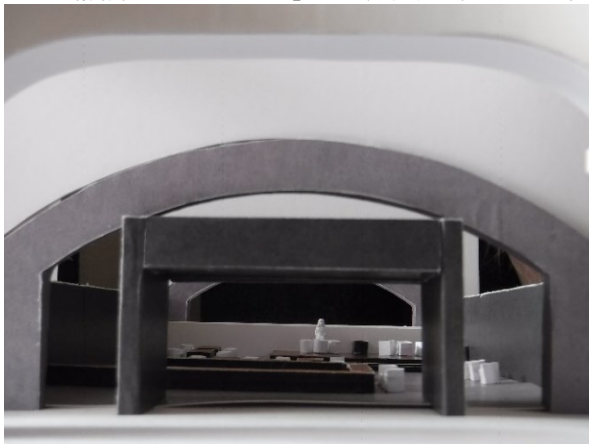


図 2　店舗模型　（外観と内部）

5. 結論および今後の展開

提案内容に対して第三者の意見を聞いたところ、このような店舗があれば利用してみたいという前向きな意見が複数あった。気軽に道具を借りてお点前ができる通勤圏の店舗で、茶道を体験し続けるモチベーションを高め、抹茶と季節のお菓子をサブスクするシステムによって家でも楽しめるようにする。この仕掛けで経験者に新しい発見をしてもらい、未経験者にも広まっていくような動きをつくる。実現にはまだまだたくさんのデザインが必要だと考える。

文献

[1] 令和 2 年度 生活文化調査研究事業［茶道］報告書：文化庁地域文化創成本部事務局， 2021. https://www.bunka.go.jp/tokei_hakusho_shuppan/tokeichosa/seikatsubunka_chosa/pdf/93014801_06.pdf
[2] 茶道を趣味とする人の行動者数の変化： 平成 8 年から平成 28 年の「社会生活基本調査」［総務省統計局］ https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200533&result_page=1

飲食店のリデザイン

Redesigning a Restaurant

18202 池田 龍正
指導教員 李 盛姫

1. 研究背景・目的

「新型コロナウイルスの感染拡大は、日本経済に深刻な影響を与えている。なかでも飲食店の被害は甚大だ」というニュースをこの 1、2 年の間に繁に観るようになった。私は実家が飲食店を経営していることを考え、昨今のコロナ禍や円安でどの程度の影響を受けているのかが気になった。

この状況の中で、現在年齢層の高いリピータ客が半数ほどをしめているので若者の新規顧客開拓が更なる店舗の向上になると考えた。

2. 調査内容

お店の状況を知るために、SNS、ネット上の情報、書き込み、口コミ、お客様へのインタビュー、他店舗訪問などの調査を行った。他の店舗の調査では、某とんかつ屋さんのメニュー表が写真中心になっているため見やすく、提案に取り入れやすいと思った。しかし、料理が多い店舗はページ数が多く逆に分かりにくいため、1 枚のメニュー表を作成するなど、試行錯誤が必要だと考えた。他にも店舗のロゴや客席の配置、内装など、注意してみるようにした。

ネットの調査では、現在メニュー表には画像が載っていないが、Instagram に多くの画像が挙げられており、新規のお客様、とりわけ若いお客様にはお店に来やすくなると考えた。

3. アイデア展開・コンセプト

「時代に寄り添う」をコンセプトに据えようと考えた。理由として、様々な店舗の調査を行い、今では若者のほとんどが所有しているスマートフォンに目を付けた。SNS のすぐ目につくという利点と QR コード付きメニューのアクセスのしやすさ、情報がすぐに分かるといった利点を取り入れることができるメニュー表とロゴデザインを提案する。

4. 最終提案物

1 つ目の提案物の QR メニュー表は、店が何を売りにしているか、メニューの内容が分かりやすいように作成した。本日のランチメニュー、メインメニューにもアクセスできるように制作した。HP では、メニュー、アクセス、お店についてがわかるような内容を制作した。

2 つ目の提案物のロゴデザインでは、いままでに関わり感じてきた店の雰囲気や料理の味、本研究で調べた内容を基に、シンボルマークとロゴタイプを考案し両親や知人にヒアリング調査を行った。最終的に時代に寄り添い、温かみや地域に合っているロゴを提案した。このロゴ提案は、店の入り口やホームページの顔としてだけではなく、お店で作っている洋菓子、小物にもシールやフィルムとして貼り活用する。カラーリングはオレンジをメインカラーとし、ピンクをサブカラーとした。

図 1　QR メニュー表

図 2　ロゴデザイン・パターン（2 色展開）

5. 検証及びまとめ

お客様や従業員の方々からは、「今っぽい」「ネットサービスがないので使ってみたい」「HP があると調べやすくなる」など、概ね好評をいただけた。今の時代に合わせて新しいことに挑戦する課題をうまく落とし込めたと思う。

今後は、実装化に向けて店内に QR コードの配置や SNS での連携などを考えていく。

文　献

[1] ぐるナビ PRO,“飲食店の上半期の売上・利益は回復傾向。物価上昇で値上げする店も”
https://pro.gnavi.co.jp/magazine/t_res/cat_2/a_3981/?sc_lid=pro_top_pr_7（2022/9/10）

[2] 総務省,“デジタル活用の現状”, 令和 3 年版情報通信白書
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/html/nd111100.html（2022/9/10）

アンダーウェアオーダーサイト UI 設計

Designing an UI Underwear Online Ordering Site

18203 市原 大
指導教員 川崎 紀弘

1.研究目的

近年衣服や靴などの EC サイトでの購入が一般化してきたがアンダーウェア選びではあまり選択肢が無いように感じる。だが、365 日 24 時間欠かさず身に着けている下着だからこそ履き心地の良さや蒸れにくさ、ズレにくさなどの機能性を重視し体に合ったサイズ選びが重要だと考え自分のサイズや好みに合った自分らしい一枚を作って購入できるサイトの UI 設計を行った。

最終提案物では現在一般的な身長、体重、ウエスト幅、総丈などの測定に、もも幅、ヒップ幅、股下丈までの測定にすることでよりお客様の身体にフィットするアンダーウェア選びを実現させた。

2.調査内容

30 代～40 代の男性に聞いた夏場のボクサーパンツの悩みについての調査[1]によると約 60%の男性が汗による蒸れやベタつきが気になると答えた。また、その回答に次いで多かったのが履き心地や洋服への汗染み、ニオイが気になるという意見だった。その他にも購入したパンツが思っていたより大きい or 小さい、生地が思っていたより厚い or 薄いなどアンダーウェアに関する悩みを持つ人は意外と多くいる。

だが、デリケートな問題であるが故あまり表には出てこないのが現状である。

3.コンセプト及びアイデア展開

20 代～30 代の屋外で身体をよく動かす仕事やスポーツをしている方をターゲットにする。一人ひとりの正確な採寸を行うとともに身体を動かすことによる下着のズレや蒸れによる汗染み、ニオイを防ぐような生地を使用する。

・コンセプト

「自分に合ったパンツ選びをより簡単に、より自由に」

・アプローチ

[自分に合ったパンツ選びができるサイトを UI で作成する]

最終提案物は次の通りにする

手順 1 正確なサイズ測定

手順 2 型紙を作成

手順 3 お客様のご要望にあった素材や生地で

・裁断、縫製

お好みでボタンや刺繍のカスタマイズも可能

4.最終提案物

自分の好みに合った自分らしい一枚を作成し購入できるウェブサイトの設計。自身の身体にぴったりとフィットさせるため身長、体重、ウエスト幅などの入力ホームを用意するほかアンダーウェアのタイプ、生地、メインカラー、タグカラーまで自分好みにカスタマイズすることが可能。（図２）また、ウェブサイトを通しアンダーウェア選びを疎かにした場合の身体が受ける悪影響について理解を促す。

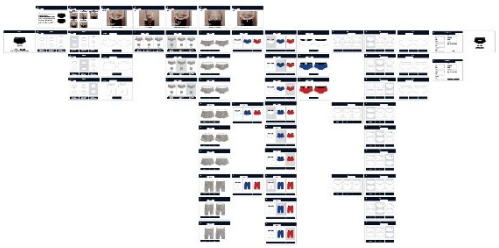


図１　オーダーサイトのサイトストラクチャ

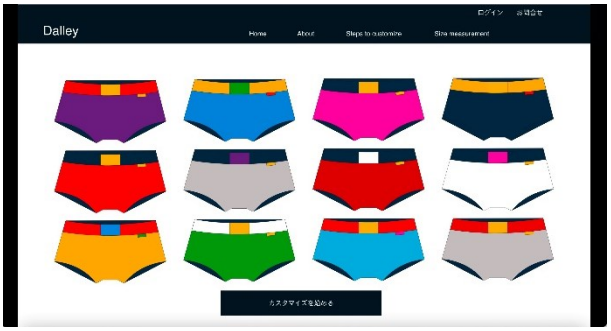


図２オーダーサイトトップページ

5.今後の展開

アンダーウェアの悩みは非常にデリケートな問題なため、今回は自宅などのパーソナルスペースを考えてデスクトップ版での作成となったが今後はパソコンを所有していない方にも手軽に利用できるスマートフォン版でのデザイン展開の検討が必要。

文　献

[1]３０代～４０代男性に聞いた！ボクサーパンツのお悩みベスト３
https://darkshiny.jp/column/3040
[2]メンズボクサーパンツの正しいサイズの選び方！人気ブランドをはき比べました
https://www.mistore.jp

2023 年 1 月 15 日

インターネットリテラシー教材の推進

Promotion of Internet teaching materials

18204 今村 杏
指導教員 李 盛姫

1. 研究背景・目的

昨今子供のSNS利用率の増加に合わせてSNSの誹謗中傷によるネットいじめが話題となっている。年々被害は拡大していく一方でそれを未然に防ぐための教育が必要だと考えた。学校の教育を調べるとインターネットを介した授業などは実施されていても SNS の使用について触れている教育は不十分のようだ。本研究ではインターネットリテラシーについてより見聞を深めてもらうため、学習ツールとして独自の提案を行う。

2. 調査内容

各年齢の SNS の使用率の調査を行った。私が着目した点は中学生から高校生になるタイミングでの SNS 利用の急上昇率である。そこに標準を定め、ターゲットを新高校 1 年生に絞りアンケート調査を行った。対象はサレジオエ業高等専門学校（以下、本校）のプレテック生である高校 1 年生全 156 人の学生にご協力をいただいた。調査結果は、高校生になってから利用したと述べた学生が90%以上、写真やイラスト投稿など全世界に向けて作品を出している学生も多く、中には LINE グループでのいじめや、SNS のダイレクトメールで脅迫文が届くなどの被害を受けた学生も一定数見受けられた。以上の調査内容より、SNS 被害が起きた場合にどのような対処をすべきか考える力を養うツールがあれば良いと考えた。

3. コンセプト及びアイデア展開

調査で挙げたようにターゲットは SNS の利用が増え始める新高校 1 年生を対象としてアイデアを出していく。教材として教科書や一般書籍として作成することも考え、既存の教材を出力し実際に取り組み分析した。授業内で使う教材に特化したものは、学生自ら学ぼうとはせず、自主的に知識を身に着けることはしないと予測できる。そこで、学生のニーズを満たすことで教材感を減らし、ゲーム感覚で遊びながら学習ができるツールを展開する。

4. 最終提案

最終提案物は SNS 被害について学ぶことのできるテーブルトークゲームだ[図 1]。2 人から遊ぶことができ、隙間時間や情報、技術のようにインターネットに触れる授業時間にも使うことができる教材だ。SNS の被害ケースにあわせ自分がどのような行動をするかディスカッションしながらそれを答え合わせし、より良い行動ができるように参加者同士で見直すこともできる。加えて、SNS 階級表を入れることで、グループ全体が SNS に対しての向き合い方を改めるモチベーションとなる。ゲームの詳細は、プレイヤーが 2〜4 人、カード 1 枚につき 1 ターン、合計 10 ターンのプレイができ、15 分でクリアできる。内容物はカード全 12 枚、ポイントとして使うパーツ（４色）、メモリ付きのボトル、ルールブック（表裏面）が入っている。ルールブックに記載された 8 項目のルールに沿ってゲームを進め、ゲーム後には裏面の階級表によってグループ全体の評価をする。また、掲載されている SNS 語録表やワンポイントアドバイスでカード内容を見返すきっかけとなり、SNS に詳しい人やそうでない人にもゲームの復習が取り組めるようにした。

図 1 最終提案物「SNS トークゲーム」

5. 検証及びまとめ

本校でワークショップを企画し、ターゲットである高校 1 年生数名に遊んでもらった。1 回目の試作段階で「個人戦より協力するほうが良い」と意見をいただき、ゲーム性の改良を重ね再度遊んでもらった。「SNS に着目したゲームは新鮮で楽しい」「SNS の使い方を見直すきっかけとなった」と前向きな意見をもらえた。「商品化したら買っていろんな人と遊びたい」との声もあり、インターネットの見聞を深められたという点で満足のいく結果となった。

文　献

[1] イオンモバイル：SNS 使用率(2019)
https://aeonmobile.jp/amlp/security/?argument=H3AtZTDe&dmai=a5e61dee74c87e (2022.5.22)
[2] 一般社団法人ネット削除業界：SNS 被害事例
https://sakujo.or.jp/digitaltattoo-kikensei/ (2022. 6.6)
[3] NHK 首都圏ナビ：ひぼう中傷対策(2022)
https://www.nhk.or.jp/shutoken/newsup/20220614e.html (2022.6.15)

整理を促すことで構築されるゆとりある生活環境

Building a Spacious Living Environment Through the Japanese Concept of SORTING

18205 梅田 祐希
指導教員 坂元 愛史

1. 研究目的

所有物をため続ける生活スタイルは出費や物の管理によって生活に負担が掛かる。しかし、溜めたものを整理・処分するのは人によってはハードルが高いようだ。

本研究では生活の中でため込みがちな物の一例として紙の本を対象にし、本の整理や処分を容易に行える方法を考案する。人々が整理を行うように促すことでゆとりのある生活スタイルへと移り変わるきっかけとなることを目的とする。

2. アプローチの方向性

当初、大量にため込められた本が生活空間を圧迫し負担になっているのではないかと考えた。実際、学生や父兄に対して行ったアンケートでは本が大量にあることで困った経験があるという人が多数派だった。

そこで「断捨離」という概念に習い不要な本を捨てさせるというアプローチで提案を試みたが、本を捨てるという行為に対し悲観的な態度になる人が多かった。本を捨てることが困難な理由として、本への愛着が深いことやまた読むかもしれないという憂いが主たる原因だと考えられる。また紙の本は電子書籍と比べてこうした心理を人に植え付けやすいことが判明した[1]。

以上から本を捨てさせることは困難だと判断し、手持ちの本をきれいに整えさせるというアプローチに舵を切った。そうすることで「本を効率的に保管することで人の生活する空間が広がる」、「目当ての本が見つかりやすくなる」などの利点が得られゆとりのある生活を提供できると考えた。また、読む機会が多い本と少ない本が明確になることで不要な本の指標になり、本を捨てる際の迷いを軽減させるといった効果が期待できる。

3. 提案物のアイディア展開

整理する作業が負担となってしまっては本末転倒なため、負担を減らす整理の方法を考えた。まず一度に手持ちの全ての本を整理するのではなく数冊ごとに分けることで作業にかかる手間を減らせるだろう。また手持ちの本の中でジャンルや作者、シリーズなどの特定の区分でピックアップすることで取り出した時点で本にある程度のまとまりが生まれ、作業の効率化が図れる。この作業を繰り返すことによって本棚の整理が自然と完了するというシステムを考えた。

また行ったアンケートではお気に入りの本やよく読む本に対して、手に取りやすい特別な設置場所を用意しているという人が多かった。

このことからユーザーのお気に入りやそのとき関心を抱いている作品を本棚から取り出してディスプレイし、他の作品に関心が移った際にラインナップを入れ替えることで前述のシステムとして機能する。

他にも整えたラインナップを崩さずに本をまとめて運べる機能が必要だと考えた。

4. 提案物の検証

少数の本の設置を目的にしつつ、ユーザーが関心を抱いている本であることを特別なディスプレイで表現する提案物を制作した。図１

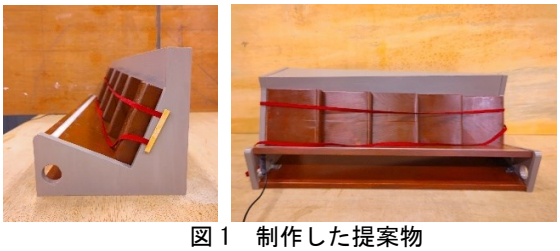


図１　制作した提案物

提案物を学生や図書室の司書の方々に見せることで検証を行った結果、背板に設けた段差により奥に向かってねじれるような構造に対し好意的な反応を貰えた。

この構造はディスプレイとしての美的造形というだけでなくいくつかの機能として働く。まず、並べた本に対して順位や順番を見立てるという狙いがあり、シリーズの巻数やユーザーの決めたランキングの順番で本をディスプレイできる。そして、段差に沿って端から本をスライドさせることで並べた順番通りにラインナップを崩さずに本をまとめることが可能である。司書の方からはこの機能に対し普段図書室で行っている作業に役立つ可能性があるという意見を頂いた。またこうした機能を持つ既存品は無かったという話を伺った。

5. 使用方法の拡大の可能性

前述の司書の方からいただいた意見から、図書館や書店の本棚に転用することで従業員の作業効率の向上が期待できる。

また今回の提案物では設置できない雑誌などに対し、専用の規格を作ることで対応できる本の種類を増やせるだろう。それ以外にも CD など他の製品を対象としたバリエーションの展開を想定している。

文　献

[1] 權純鎬, “なぜ紙の本は消えないのか？書籍の媒体選好における影響要因の検討”, 早稲田商學 459 51-68(2020)

学生の為のアルコール携帯スプレー

Portable spray for students

18206 浦上 ちとせ
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

コロナ禍という未曽有な事態に陥っている中、ウイルスを効率良く除菌するアルコール消毒という新たな需要が生まれた。その結果、多岐に渡る用途の除菌製品が製造されており、現在でも次々に生み出されている。しかし、アルコール消毒を一定の層には意識してない人がいるというのが現状だ[1]。そこで意識を欠いている一定の層をターゲットにアルコール消毒液の所持率を高める事を目的に研究を進める。

2. 調査内容

2-1 ターゲットについて

児童から高齢者までを対象に消毒の機会が多い人を調査した結果、学生と主婦に絞ることができたのでそれぞれ比較をした。インタビューの結果、主婦は『予測できない子供達の予防線』として使う事がわかったのに対して学生は消毒の機会が多く必要性が高いにも関わらず『余裕がないためそもそも持たない』という事がわかった。調査するにつれ、学生は荷物が多く中に入れる余裕がないという深刻な状況が故に携帯式消毒液を持たない事がわかった[2]。ここで私は携帯式消毒液が普及されていない学生を対象に荷物が多く重いスクールバックを重点に置き気軽で邪魔にならない形状を目指す。

2-2 既存の製品について

前述の通り、多岐に渡る用途の除菌製品が製造されている事がわかった。その中でリュックに装着したり首に下げたりする事ができる製品や天面を押し当てると液体が出てくるポンプヘッドのアイディアもあった。以上のユニークなアイディアを参考にしながら試作を進めていく。

3. コンセプトおよびアイデア展開

『学生の為の気軽の使える除菌製品』

ターゲットである学生は学校内や通学から下校まで人と触れ合う機会が多い為、消毒する必要のあるタイミングが非常に多い。そこで私はスクールバックなどのカバンに装着可能で簡単な動作でも液が出てくる形状に着目して複数の案を試作した。最終的には手に一番フィットしやすい楕円形を採用し、ボトルは取り外し可能で詰め替えタイプとなっている。どこの向きで押しても液が出るようなボタンの形状で誤噴射防止のためにボタンを埋め込みフラットな表面にした。そしてスクールバックなどのカバンに取り付け可能な専用ケースを制作して気軽で邪魔にならない形状にした。

4. 最終提案

最終提案の工夫としてノールックでも容易に押せるようボタンに誤射させない程度の突起を付けた。また、試作段階でいただいた『ターゲットに基づいた購買意欲をそそられるようなデザインが欲しい』との意見から若年層で人気の通販を参考に、若年層が購買意欲をそそるような要素を取り入れ、丸っこくシンプルでどこか新規性を感じるようなデザインになった。また、カバン類の取手やチャック部分だけでなくズボンのベルト部分にも装着可能であり更に気軽に使える仕様となっている。色は計６色で考えており、容量は 25ml で一回の詰め替えで約 800 回使用することができる。（図１）

図１　最終提案モデル

5. 結論

複数人のターゲットに対して検証を行った。『外に付ける携帯式消毒液は主婦が付けている印象があったが色がかわいくて丸っこいデザインなのでスクールバッグなどのカバンに付けても違和感がない』や『大きな曲面と程よい大きさだから丁度手に収まる』など概ね好評をいただいた。要望として『もう少し色のバリエーションを増やしてほしい』『バンドにも色とか柄があるとオリジナリティがあってもっと楽しくなりそう』との興味深い意見もあり、この点については検討が必要である。多くの課題があるがターゲットである学生から是非使ってみたいとの声をいただけたため、アルコール消毒液の所持率を高めるという目的は概ね達成できると考えている。

文　献

[1]除菌・衛生対策に関するアンケート
https://digitalpr.jp/r/42807　(閲覧日 2022/9/20)
[2] 学校にいきたくなくなる重さ…「重すぎる学校カバン」データも教える深刻なリスク
https://gendai.media/articles/-/87639
(閲覧日 2022/10/13)
ビジネスマンのカバンの中身
https://transic.jp/blogs/column/bussiness-bag_3pz
(閲覧日 2022/10/13)

手ぬぐいの魅力を伝える

Presenting the Significance of the “Tenugui”

18207 大矢 晃輔
指導教員 李 盛姫

1. 研究背景・目的

授業で八王子市学園都市文化ふれあい財団（以下、財団）との官学協同課題として八王子まつりで使われる手ぬぐいデザインを提案した。その調査の過程で八王子市の歴史や文化を知り、手ぬぐいの魅力を知ったことから本研究を行うことにした。 本研究では手ぬぐいの応用力の高さを魅力として伝える。さらに、手ぬぐいの使い方が十分に伝わっていないことやターゲット層に対して八王子市の文化や歴史を継承し地域発展に貢献したい。

2. 調査

1)意識調査

手ぬぐいについての認知度を測るために男女、その他 16～58 歳の 44 人に意識調査（アンケート）を行った結果、「手ぬぐいを使ったことがある」と答えた人が 60%だった。しかし、「使い方を知っていますか？」という質問をしたところ、「知っている」と「知らない」と答えた人が半数だった。「知っている」と答えた人に手ぬぐいの使い方について聞いたところ、「頭に巻く、汗を拭う、お弁当を包む」などの使い方が多かった。

2)商品パッケージデザインの調査

商品パッケージは消費者の注意や興味を引き、商品購入の動機付けを促す効果がある。購入後の満足度が高ければリピート購入にもつながり、更には、商品価値を高めてブランドイメージを定着させることも期待できる。

3)財団の方にヒアリング調査

調査を行った結果、まず八王子まつりでの手ぬぐいの購買層は高年齢の方が多く、売れ残りを抱えている状況がわかった。次に、現在の手ぬぐいの販売形態について聞いたところ、値段は 1 枚 600 円程度、手ぬぐいを包む簡易的な帯はあるものの、手ぬぐいの魅力が伝わるものではなかった。調査から、若者は手ぬぐいに興味を持っているが現状は売れていない。パッケージはとても大事なツールだが十分に活用されていないことがわかった。

3. アイデア展開及び提案物

官学協同課題の調査の過程で手ぬぐいはとても魅力的なものだと知った。そこで手ぬぐいの魅力を私と同じ世代の若者にも知ってもらいたいと考え、若者（10 代後半～20 代）をターゲットに設定した。

1)提案物

手ぬぐいに興味を持ってもらうために、手ぬぐいのパッケージとなる帯のデザインと手ぬぐいの使い方が書いてあるマニュアル、それらの Web ページ版の 3 つを提案する。

4. 最終制作物

帯のデザインは、毎年新しく採択される手ぬぐいのデザインに調和できるようデザインした。次に、手ぬぐいの使い方マニュアルは帯の裏に載せる。手ぬぐいは販売場所を八王子まつりに想定したため、マニュアルの内容をまつりで使用する使い方をメインに、日用品、応急手当、おしゃれなど使い方の種類によって分けて帯を製作した。それらの使い方は帯に記載している 2 次元コードから飛べる Web ページから、より詳細な内容を確認することができる。

図 1 帯・マニュアル

図 2 Web ページ

5. 結論及び今後展開

10 代～20 代の男女 14 人の検証結果より、「汎用性があるデザインで、手ぬぐいとお祭りと合っている」「手に取ってみたい」「マニュアルが見やすい」という評価をもらった。しかし、「灰色で暗いイメージをもった」「文字がすこし見えにくい」という意見もあったため汎用性のあるデザインを重視し、手ぬぐいの色が映えるように無彩色を基調に帯を制作した。結果として、手ぬぐいのデザインと調和したものとなり、新しく帯のデザインを制作したことで興味を引き付けつけることに成功した。より手ぬぐいに興味を持ってもらうために今後も検討し、最終的には八王子まつりでの販売を通して若者に手ぬぐいの魅力を伝えていきたい。

文 献

[1] 堀川千夏, “商品パッケージにおけるデザイン戦略のための評価手法”, 経営情報研究, 第 19 巻 2 号, 2010

新たな有害ごみ分別−小山地域リーフレット

Leaflet for the New Hazardous Waste Separation of the Oyama Area

18208 小田 伊織
指導教員 李 盛姫

1. 研究背景と目的

町田市で有害ごみ分別の認識不足が原因となり、火災事故が発生した。そこで、ごみ分別についての認知度を上げ事故の再発防止につなげるため、改正された有害ごみの分別情報を本校周辺地域である、小山・小山ヶ丘地域（以下、アレサ商栄会）の住民に向けて正しく伝えることを目的とする。

2. 調査内容

まず、住民がどのようにごみ分別情報を知るのか現状調査を行った。ウェブ上では町田市のホームページやごみ分別アプリなどが展開されており、不特定多数の住民に対してはガイドブックやカレンダーなどの冊子が配布されていることが分かった。

次に、火災の原因と改正された有害ごみの分別方法について調査を行った。町田市バイオエネルギーセンターの不燃ごみ処理場で2022年6月11日､デジタルカメラや電動工具などで使われる小型充電式電池(リチウムイオン電池等)やスプレーなどが原因と推測される火災が発生した。有害ごみ電池が燃やせないごみに混入されると、ごみ収集車の中やごみ処理施設の中で衝撃が加わり発火する恐れがある。これを受け市は、当初の予定よりひと月前倒しして、7月から小型充電式電池とボタン型電池を新たに有害ごみに指定し、回収することを決定した。月1回の乾電池回収日にビニールテープで金属部分を絶縁したうえで、資源集積所に設置した茶色のカゴに廃棄することとなった。

最後に、今回情報を発信するアレサ商栄会が発行している年刊フリーペーパー「アレサ」の過去13号分の情報の構造化を行った。冊子の内容を「住民が求めている情報」、「地域外の人にも興味を持ってもらえるような情報」、「地域が住民に知っておいて欲しい情報」の3つのテーマに分類することで、情報の関係性を明確にした。

3. アイデア展開

冊子は読者に多くの情報量を伝えることができる一方で、情報が多すぎて読者の目に止まりづらい問題点があることがわかった。

本研究では薄くて手にとりやすく、一目で情報を確認できるリーフレットを提案する。体裁は紙の対角線の部分を押し引きするだけで素早く簡単に展開や収納ができ、破れにくい折り方である A2 サイズのミウラ折り（折面数：縦5段・横8面折り）で制作する。

4. 最終提案

リーフレットの片面には新たに改正された有害ごみの分別方法を中心に、その他のごみの分別情報も合わせて確認できるイラスト図解を掲載する。イラスト図解にすることで、若者や外国人にも感覚的に伝わる表現を目指した。もう片面にはアレサ商栄会内にある拠点回収場所（ペットボトル・白色発砲トレイ・紙パック・インクカートリッジ・小型家電・携帯電話等を回収する場所）や、町田市指定のごみ収集袋や粗大ごみ処理券が購入できる店舗の位置情報が確認できるマップを掲載する。また、アレサ商栄会内の店舗情報（店名、住所、電話番号、営業時間）を追加し、詳細なごみ情報について確認できるように二次元コードを掲載し、表紙と裏表紙にごみ分別アプリと町田市のホームページにアクセスできるようにする。

図1 ミウラ折りリーフレット(両面)

5. 検証及び今後の展望

商栄会の方からは「リーフレットの体裁をミウラ折りにすることでコンパクトなサイズになり、配りやすいと感じる」「ごみ分別の情報がイラスト図解で見やすくまとまっている」「分かりやすく伝わる」などのポジティブな意見をいただいた。

今後はリーフレットをアレサ商栄会の店舗に設置し、地域住民が日常的に利用していき、地域全体のごみ分別についての対する認知度が上がり、ごみの分別認識不足が原因で発生する事故や被害の再発防止につながることを期待する。

文献

[1] 町田版タウンニュース，“小型充電式電池など7月より行政回収開始”，2022年6月23日号 https://www.townnews.co.jp/0304/2022/06/23/630383.html

[2] 町田市ホームページ，“有害ごみ(電池、蛍光管、ライター、水銀体温計）の出し方” https://www.city.machida.tokyo.jp/kurashi/kankyo/gomi/gominowakekata/gomi-dashikata/20220616140512932.html (2022.6.27)

食事の満足度の向上

Guide to More Food Satisfaction

18210 川松 菜花
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

新型コロナウイルス感染症の世界的流行により、我々の生活は大きく変化した。食事も例外ではない。家で食事をとる人が増えた。これにより食事に対する満足度は下がり、食事自体を面倒だと思う人も増えたといわれている[1]。食事を、栄養を補うだけのものとして扱っていいのか、食事を楽しみ満足することが豊かな生活をおくるうえで大切なことではないのかと考えた。生きていく上で欠かせない食事の満足度を上げることで生活をより豊かにできるのではないかと考え、丁寧な食事を促す製品を提案する。

2. 調査内容

食事環境を調査する為に本校の学生、教職員の80人にアンケートを実施した。その結果、満足度が高いと回答した人には、食器は自分のものを使うこだわり、料理を残さず食べるという丁寧さがあることが分かった。一方で食事の満足度が低い人もいるので、その人達もこだわりと丁寧さが加われば、満足度が上がるのではないかと考えた。

日本財団は「陸養プロジェクト」という、漁業や海で起きている問題について学び、海の恵みと命の大切さを考える取り組みをしている。小学生たちが稚魚から育ててきた魚を食べる時に「いつもより感謝をしながら食べることができた」という声も聞かれ、命について考えるきっかけになっている。この経験は食事を残さずに丁寧に食べることに繋がるのではないかと考えた[2]。

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプトは「食事の質を高める」である。

まず、丁寧さを食事に取り入れるには、食べ物に感謝し、残さず食べることが必要だと考えた。そのために小学校高学年を対象に、命の大切さを学ぶツールが必要だと考える。対象を小学校高学年と設定したのは、小学校の給食は好き嫌いをして残してしまうことが多いことである。これは食品ロスの大きな問題である。好き嫌いを、食べ物に感謝をするという点から解消することで問題解決につなげる。そして、幼少期のうちに出されたものを残さず食べきる癖をつけておくことで、成長してもその癖を継続できると考えるからだ。

次に、こだわりを取り入れるには、食器など「自分のもの」の意識を持てる物が最適であると考えた。そのために対象者が自ら手を加えたものならば、愛着を持って使ってもらえるのではないかと考える。

アイデア展開では、土の色や釉薬、物の形や大きさを自分でカスタマイズする焼き物や、板状の錫と芋鎚をセットにした、自分で叩いて形を作る豆皿や、木材とナイフ、紙やすり、仕上げ用オイルをセットにしたカトラリーキットを考えた。

今回は対象を小学校高学年と設定したので、全て自分でやるよりも、仕上げの範囲のみ担当することで、もの作りへのハードルを低くした。カトラリーのモデル検証を依頼したところ、やすりが120番、240番、320番の三段階では作業は同じなので途中で飽きてしまうとの意見が出た。

4. 最終提案

「学んで食べようお食事キット」では、木製のお皿と、カトラリー、仕上げ用の紙やすり二種、食器用仕上げオイル、オイルを散布する用の布切れが含まれている。パッケージを展開式の箱にし、開いたときに上側に命の大切さを考えさせられる文を、左右側にお皿とカトラリーの制作方法を載せた。モデル検証での意見から、一番時間のかかる 120 番の作業が済んでいる状態のものをセットに入れるよう改善した。（図１）

図１　最終モデル

5. 結論

第三者にモデルの検証を依頼したところ制作方法の説明文については大人が介入せずとも理解してもらえることが確認できた。生き物の命について考えるきっかけになったようだとの声が保護者の方から聞くことが出来たので、食べ物に感謝をするという点から、研究の目的は概ね達成出来たと考える。

文　献

[1]農林水産省：令和二年「食育に関する意識調査」
https://www.maff.go.jp/j/press/syouan/hyoji/210331.html
（閲覧日 2022/05/22）
[2]日本財団 海と日本 PROJECT：学校に海がやってきた
https://rikuyou.uminohi.jp
（閲覧日 2022/08/01）

平成仮面ライダーのデザインの変化と制作

History of changes in Heisei Masked Rider design

18211 北村 学大
指導教員 川崎 紀弘

1. 研究目的

仮面ライダーシリーズは国民的なタイトルでありながら視聴者層も幅広く作品の規模の広さやそのグッズの多さから経済効果への影響力も高い。また今後のデザインの流行をつくりだすであろう現在の 10 代 20 代の見ていたシリーズが平成仮面ライダーである。またその世代は SNS におけるボリューム層でありサブスクリプションの使用者が多い現代で平成ライダーのデザイン予想や制作をすることは、今のエンタメにおけるデザインの流行や経済動向を見る際の一つの要素を作り出すことが考えられる。

2. 調査内容

ライダーのデザインをするうえでどういったことを意識すべきか、またどういった要素を取り入れれば人気をだすことのできるライダーを制作できるかを知るために調査を行った。その結果、人気のライダーの要素としてデザインとストーリーの二つの要素が噛み合うことで、人気が出ることが分かった。しかし一方売り上げが芳しくない(図 1)仮面ライダーカブトも平成ライダーの中では上位に食い込む人気があることが分かった。[1]原因としてこれは仮面ライダーとしての王道的なデザインを踏襲しつつも仮面ライダーとしての形式美にとらわれない平成ライダーとしての要素も取り入れることに成功しているからではないかと考えた。そのため上記の要素をうまく取り入れられれば仮面ライダーのデザインを行う上で完成形により近いものを作れるのではないかと考える。

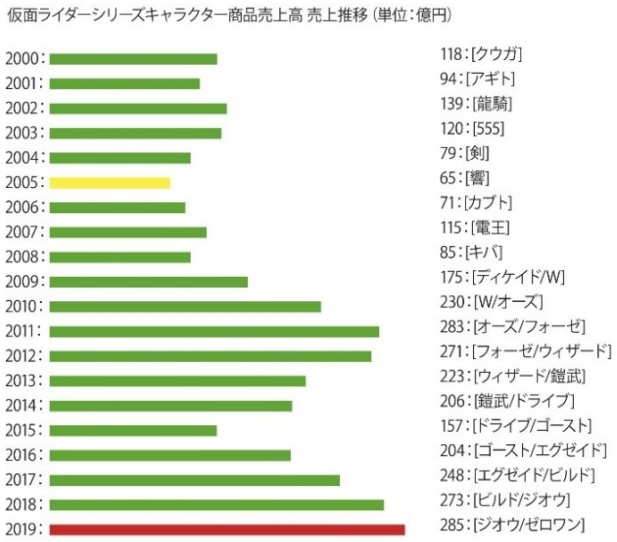


図 1　平成ライダー売り上げ推移

3. コンセプト及びアイディア展開

コンセプトは「医療」と「ウィルスバスター」である。このコンセプトは仮面ライダーエグゼイドと似通っているが奇抜なデザインであった「仮面ライダーエグゼイド」とは対照的に王道的なデザインにしていく。だが「仮面ライダーエグゼイド」は奇抜なデザインでありながらも「動くとかっこいい」「ストーリーが素晴らしい」という意見があり[3]なおかつあえて奇抜なデザインにすることによって SNS などで話題性を持たせる意図がある。そのため話題性という点をカバーするために「医療・ウィルス」の中でも昨今問題になっているコロナウィルスを打倒するということをコンセプトにしている。

4. 最終提案

「仮面ライダーヴァスター」という名称にスーツ、タイトルロゴ、ベルトのデザインを制作。名称の由来はウィルスバスターを合わせたものになっている。王道的なデザインは踏襲しつつあえて平成初期作品である仮面ライダー龍騎から定番化し始めた 2 号ライダーのカラーにするというデザインの意図もある。(図 2)

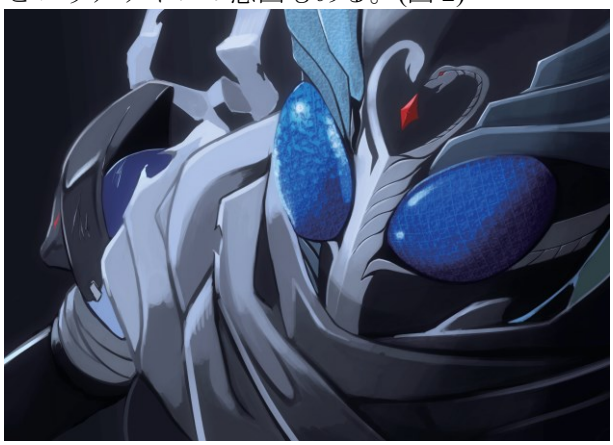


図 2　詳細デザイン

文　献

[1]見た目で選ぶ仮面ライダーランキング
http://www.futaman.futabanet.jp
(閲覧日 2023/05/22)
[2]平成仮面ライダーの視聴率と売り上げ
http://www/simizunote.jp
(閲覧日 2022/10/26)
[3]仮面ライダーデータベース
http://sakuhindb.com/jspecial/7_MASKD_20RAIDER/review_m.html
(閲覧日 2023/01/6)

ラジオで学ぶアートデザイン

場所にとらわれない学びと発想のきっかけ作り

Art and Design Lesson on the Radio
A Catalyst for Learning and Ideas

18212 小島 芙優
指導教員 西野 隆司

1. 研究目的

私は、エフエムさがみにてラジオパーソナリティをしており、週一美術情報をつたえている。また、村落出身者の経験から様々な格差が住む地域によってあることを感じており改善したいと考えている。その為、ラジオ番組と連動した「アクティブラーニング型美術鑑賞ツール」を製作し、教育格差を改善したい。

2. 調査分析

(1)教育格差の現状

日本では地域による教育格差があり、情報格差や 経済格差が相互作用している。また住居地により、15 歳の時点で学習意欲に差があり、都市部に比べて地方では学習意欲が減少していた。[1]

(2)学力向上に効果的な方法

美術鑑賞を授業に取り入れた学校は標準学力の向上がみられている。特に見る・考える・話す・聞くというアクティブラーニング型の鑑賞が美術鑑賞による学力向上をする上で大切であった[2]

3. アイデア展開

ラジオ媒体を使うメリットとしてアクティブラーニングと相性がよい点がある。目で見るアート・デザインを音声情報で伝えることで調べることを促せると考え、学びのきっかけ作りにつながると考える。

(1)ラジオ番組

「バラ色美術あかでみー！」という番組名でデザイン・アートに関する用語解説と用語に関する展覧会情報を放送した。また[2]からターゲットユーザーは 15 歳を中心とした中学生を対象とし、相模原市立中沢中学校にて検証を行った。そこから現在の内容は適切であり、相模原市ではタブレット端末が配布されていたためツール制作はインターネットを活用したものも可能であるとわかった。

(2)ツール制作

中学校訪問での調査より、アプリ開発を行う。試作にてスマートフォン向けアプリケーションを製作した。旅行気分を味わえるアプリとして地図のなかから地域を選択し、その地域の展覧会情報を見ながらコミュニティーラジオが聞くことができる。また調べた情報をレポートにまとめることができる機能を想定した。その後、（株）ハイスポットさんにてアドバイスをいただき検証を行った。スマホ向けアプリは販売に至るまでに厳しい審査があることや既存のラジオサービスを組み込むにも版権や MAC 非対応などの問題があることが分かった。以上のことから（株）ハイスポットさんからウェブアプリにすることを提案していただいた。

4. 最終提案物及び考察

ラジオ番組のリブランディングとウェブアプリの制作を行った。紹介ホームページに番組の録音データやレポートフォーマット、番組へのメールを促すページをつけることでアクティブラーニング型の美術鑑賞ができる仕組みを作った。検証にて教員免許保持者に意見をもらったところ、中学生が配布されているタブレット端末との相性や学校教材としてよい。現在は砕けすぎた印象があるものの、改善すれば社会科の修学旅行事前学習などでの活用もみこめる。また、無料で機能性があるものは中学生にうけると意見をもらった。以上の意見をもとに番組放送および実際に使えるウェブサイトとして今後運用していきたいと考える。

URL:https://s1821253.wixsite.com/my-site

図１番組ロゴ

図２誘導ツール

文献

[1] 松岡亮二，“教育格差の趨勢 出身地域・出身階層と最終学歴の関連”，2015 年社会階層と社会移動(SSM)調査研究会，2018

[2] 平野智紀，“美術鑑賞と学力向上”，2016

LED の指向性を利用したチャペルの照明デザイン

Chapel lighting design using LED directivity

18213 後藤 花菜
指導教員 坂元 愛史

1. 研究目的

近年、LED を使用した照明が普及してきているが、過去の光源との置き換えでしか使われていない。このことから、LED の特性を生かした照明を考えたい。また、本校チャペルの内装を改善したいという話を聞いた。以上より LED の特性を生かし、本校のチャペルをよりよく感じる演出が可能な照明の提案を行うこととした。

2. 調査内容

始めに LED の特性について調査した。LED は長寿命、高発光効率、低発熱量、指向性(光が前方に集中する)などの特性がある[1]。LED の種類は砲弾型 LED と表面実装型 LED が存在する[2]。また、本校のチャペルについて北川神父より話を伺った。すると、一般的なチャペルはキリスト教のシンボルや絵画が飾ってあり、祈りの空間であることを演出しているが、本校のチャペルにはそういったものがない為、この無機質さを解消したい、そのために部屋のレイアウトも含めて検討してほしいという要望があった。

3. LED の実験及びアイデア展開

近年、間接照明のような優しい光源の照明が好まれている。そこで指向性の強い LED を目に優しい光源とするため、砲弾型 LED と表面実装型 LED について鏡の反射とフィルタリングによる効果を比較した。その結果、砲弾型 LED は光が対象に的確に届き、鏡の形は不明瞭な形に反射した。表面実装型 LED は光が全体にムラなく届き、鏡の形がきれいに反射することが分かった。また、今回の実験で、鏡に反射された光は通常の間接光よりも明るいことが分かった。(図 1)

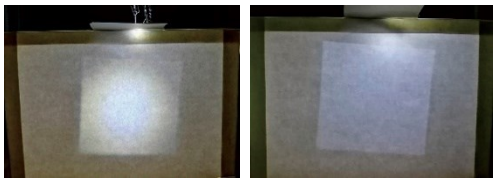


図 1 反射実験:砲弾型 LED(左)、表面実装型 LED(右)

そして、本校のチャペルの無機質さを解消すべく、一般的なチャペルに多くあり信仰心を高める効果が高い「ステンドグラス」をモチーフに照明を計画する。通常、ステンドグラスは後ろからの自然光を受けているが、今回は LED の特性を生かした光で代替し、一般的なチャペルのステンドグラスのような華やかさと神々しさを演出したい。

4. 最終提案

アイデア展開より、「LED の指向性を利用した反射とフィルタリングによる光の表現」と「チャペル空間を演出するステンドグラス型の照明とインテリアプラン」を掛け合わせた提案を行う。

光源は全体にムラなく光を出す表面実装型 LED を用いた。そして、LED の指向性を利用し銀紙に反射させ適切なフィルターを透過させることで、直視しても問題ない明るさの光を放つようにした。また反射材は内部に設置し、これがエアコン風で揺れ動き、反射光も揺らぐ仕組みになっている。これにより、無機質な空間が上品かつ華やかに演出される様になった。

ステンドグラス型照明は、チャペルでお祈りをする学生達と、聖霊の象徴である鳩が賜物(黄色の光)を与えてくださる様子を表現した。そして、鳩が銜えるモチーフをオリーブの枝ではなく本校のシンボルマークとした。未来へ「はばたく」学生達が前向きな気持ちになれるような思いを込めて図案を決定した。

インテリアプランとしては、祭壇や椅子の向きを変え、照明は入室してすぐに目に入り、着座時にも視界に入る場所へ設置した。(図 2)

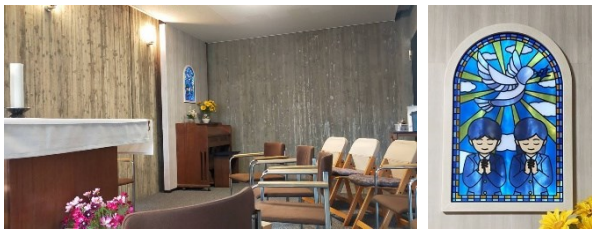


図 2 レイアウト変更後の空間と照明

5. 検証及び結果

検証として、キリスト教信者の学生・教職員・キリスト教非信者の学生 18 人にアンケートを行った。チャペルに訪れたことがある 9 人の学生・教職員全員がチャペルの雰囲気は以前よりも良くなったと回答した。また「全体の雰囲気が明るくなった」という声もあった。初めてチャペルに訪れた学生からも「光が揺れていてとても綺麗」「本当のステンドグラスに見えた」「チャペルに来やすい、入りやすい印象になった」などの意見をもらうことができた。北川神父にも満足であるとのコメントをいただいたため、本研究の目的はある程度達成したと考える。今後チャペルに訪れる多くの学生や教職員に前向きで穏やかな心でお祈りをしてもらえることを期待している。

文 献

[1] LED 照明推進協議会編, “LED 照明ハンドブック(改訂版)”, 株式会社オーム社, (2011)
[2] 中島龍興, 福多佳子, “LED 照明の基本と仕組み[第 2 版]”, 株式会社秀和システム, (2012)

貴重品の管理

How to manage your valuables

18214 小林 梨乃
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

貴重品の紛失や忘れ物で困った経験からこの研究をはじめた。失くしものや忘れ物をすると自分自身が困るだけではなく、多くの人に迷惑を掛けてしまう可能性がある。貴重品を常に身に着けて管理することができれば災害が起きても貴重品をもっているという安心感が生まれると考えられる。本研究では貴重品を邪魔にならずに常に携帯するための方法を探る。

2. 調査内容

鞄の中身や貴重品について、10 代から 50 代の男女約 70 人に調査を行った。その結果、多くの人が持ち歩く貴重品は、携帯電話（スマートフォン）、財布、鍵、定期券であることがわかった。

また、年齢よりも男女で管理の仕方に大きく違いがあることがみられた。男性は服のポケットで管理するのに対して、女性は服にポケットがないことが多いため、鞄で管理することが多いということが分かった。この調査からターゲットを女子学生と設定した。[1]

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプトは、「安心を手元に」とした。調査で持ち歩く人が多かった携帯電話、財布、鍵、定期券の貴重品 4 点を常に身に着けて持ち歩けるものを提案する。また、リュックや大きい鞄にしまうこともできるようにする。

長財布と折り畳み財布で大きさに違いがあるため、第一試作ではその点を考慮した試作を行った。財布を入れる部分は箱形とし、サイズが容易にできるように工夫した。その他の鍵などは巾着に入れて収納する想定である。サイズが変えられるメリットがある一方で、大きく感じるという意見も多かった。そのため、第二試作では「片手で」をメインにスマホケース型のものを考案した。必要最小限の貴重品を身に着ける方法のため、管理のしやすさ、わかりやすさがある。一方で、貴重品が落ちやすく取りづらいという声もあった。貴重品をコンパクトにまとめることができる一方でカードの持ち運べる枚数や鍵の本数、持ち歩けるお金に限りがあるため、原点に戻り貴重品四点をそのまま持ち運ぶことができるものを考えることとした。第三試作では、長財布も問題なく入り、折り畳み財布を入れる場合は小さくできるように、巾着の絞り部分をカバンの左右につけた。簡単な仕組みである一方で、折り畳み財布を入れる際に強度に問題があることが分かった。

そのため、第四試作ではカバンの左右にボタンを留めて長さの調節が可能な仕組みにした。説明がなくとも使うことができる一方で、手持ち部分を考えると構造上難しいことが分かった。

4. 最終提案

カバンの下部にファスナーを付け、長さの調整が可能なものにした。折り畳み財布の場合はファスナーよりも下の部分を上にあげ入れ、短くして使うことで大きさを変えられる仕組みである。また、定期券や自宅の鍵は頻繁に出し入れするものではないため、体側にあるそれぞれのポケットに収納する。ポケットにはマジックテープがついているため落とす心配がない。携帯電話は他の貴重品よりも頻繁に利用するため外側のポケットに収納する。マグネットボタンを付けることで頻繁に出し入れするものでも、落とす心配が軽減できると考えた。また、カバンには樹脂製の芯（骨）を入れることで、カバン全体に強度を持たせることができ、安定感を生み出すことができた。合皮は車の座席のシートに使われている合皮を使っている。（図 1）

図 1　最終モデル

5. 結論

ターゲットユーザーに検証を行った結果、「仕分けができて、使わないときに小さくできるのがいい」や「しまう場所が決まっているので忘れ物が防げそう」、「コンパクトにたためるのに丈夫なところがよい」というような意見をいただいた。機能性、デザイン性はどれも好評で実際に使ってみたいという声もあり、目的は概ね達成することができた。

一方で細々したものを入れるためのポケットがあってもよい、外側にもマチをつけたほうがいいとの意見もいただいたため、この点については再度検討が必要である。

文　献

[1] 山岡 澪奈、飯島 安恵、今野 将：FIT2017（第 16 回情報科学技術フォーラム）：忘れ物防止支援システムのための所持傾向の分析　（閲覧日 2022/09/01）
https://www.ieice.org/publications/conference-FIT-DVDs/FIT2017/data/pdf/D-013.pdf

Z 世代に向けたリアルコミュニティー構築のための生活空間

A Community- building Living Space for Gen Z

18215 斉藤 天雅
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

Z 世代はこれからの日本を担う世代として注目されている。スマートフォンの普及により SNS 文化が発達したデジタル社会とリアルコミュニケーションが混在した世界で，リアルコミュニケーションの価値は上がったと考える。それらを踏まえて Z 世代の価値観や特徴に合った生活空間を提案することを目的に研究を行った。

2. 調査と分析

2-1 Z 世代の価値観等

Z 世代とは 1990 年代から 2000 年代に生まれた世代を指す。生まれた時から SNS に親しんできたデジタルネイティブである Z 世代の価値観として、人の多様性を当たり前に受け入れるというものが挙げられる。Z 世代の特徴として「仲間からの享受」を求めるというものが挙げられる。また、SNS での情報収集が主なため地域貢献への関心が高く直接的な関わりは少ない。

2-3 敷地について

千葉県内の大学付近の敷地には、農地や田んぼが広がっており、近隣では担い手不足の解消のため一般人への週末農業の活動も行われている。現状把握のために模型の作成を行った。

2-2 農業の担い手不足問題

日本では農業従事者の年齢構成の推移は高齢化が進んでおり農業の担い手不足問題がある。総務省が 2020 年 12 月に行った 5 年以内の後継者の確保状況別経営体数調査では千葉県の農業経営団体 35420 団体のうち、後継者を確保していない団体が 26915 団体あった。

3. コンセプトおよびアイディア展開

『仲間とつながり地域とつながるシェアハウス』というコンセプトを中心にターゲットを想定している敷地は農地で囲まれている千葉県内の学生寮を題材に新たな形の生活空間の提案に繋げていく。

・共有スペースの創出

旧式アパートの寝室に当たる面積のみを専有スペース、それ以外を共有スペースとして他の住民とシェアする。これにより自分ひとりでは借りることのできない膨大なスペースを有することができる(図 1)。

・地域との関わり

調査分析から地域貢献に関心がある学生と貢献を欲している地域をつなぐ。一階部分のリビングスペースと窓、縁側は既存のシェアハウスにはない地域の住民との共有スペースでもある(図 2)。

・既存アパートのリノベーション

調査分析で挙げられた問題をストック活用の視点から学生寮のような旧式のワンルームのリニューアルを前提に検討を進めることにする。

4. 最終提案

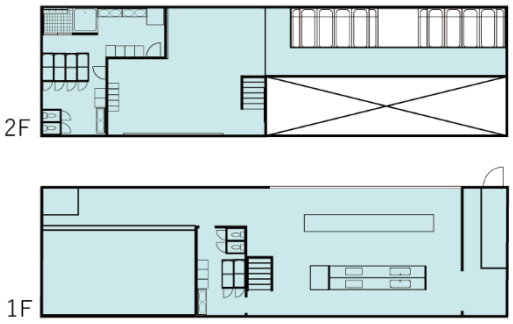


図 1 平面図（着色部は共有スペース）

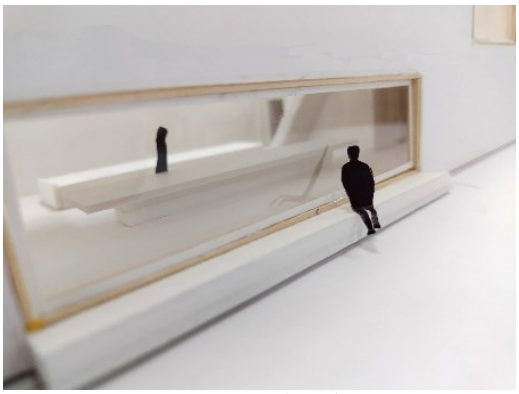


図 2 地域とシェアするリビングルームと縁側

5. 結論および今後の展開

ターゲットにコンセプト、図面、模型を見てもらい検証を行ったところ「プライベートスペースが少なすぎる」という意見をいただいた。実用化するにあたり共有スペースに感じられるメリットが少なかったのだと考える。今後はプライベートスペースの問題を解消し、本研究の目的である Z 世代の価値観や特徴に合った新たな形の生活空間のより良い提案したい。

文献

[1]内田，篠田，永松，“若者と地方について考える~ミレニアム世代・Z 世代の観光”，東洋大学国際観光学部佐野 https://www1.mlit.go.jp/kokudoseisaku/content/001394648.pdf，（参照 2023-01-28)

[2]“農林業センサス /2020 年農林業センサス 確報 第 1 巻 都道府県別統計書（千葉県）”，総務省 https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukeicycle_facet=tclass1%3Atclass2%3Atclass3&tclass4val=0 (参照 2023-01-28)

「四季彩の杜」を知るための観光案内ツールのデザイン提案

-癒しの雰囲気を喚起させるハンディツール-

“Shikisai no Mori” Tourist Guide Tool: A Proposal Design

-Booklet that evokes a healing atmosphere-

18217 杉山 太一

指導教員 川崎 紀弘

1. 目的

町田市にある「町田薬師池公園四季彩の杜」(以下、四季彩の杜)は自然散策を中心に総合的な“癒し”を楽しめるエリアである。町田市観光コンベンション協会は四季彩の杜を町田の観光中心地にするという長期計画を推進している[1]。今回の研究では町田市観光コンベンション協会と共同で四季彩の杜周知の為の観光案内ツールを作成する。

2. 調査

四季彩の杜は 9 つの施設からなる一連のエリア。それぞれの季節に特化したエリアがあること、自然散策の他にもショッピングやグランピングを楽しめることが特徴である。

2022 年は長期計画の中期段階に入っている。初期段階では「町田薬師池公園四季彩の杜 西園ウェルカムゲート」が開園し、自然散策以外の楽しみ方が整備された。

しかし、2020 年 11 月に行われた「町田市の観光に対する意識調査」(東京・神奈川在住の 20～60 代対象)[2]では「訪れたことがある観光スポット」という項目で四季彩の杜は挙げられておらず、「四季彩の杜」ブランドの魅力が伝わっていないことが分かった。

その他、5 月に現地調査を行ったところパンフレット類やサインが不十分であると感じた。実際に四季彩の杜を訪れた人のアンケートからは案内や情報の充実を求める声が寄せられている[3]。

3. コンセプト

今回の研究は同学科の梅瀬美玲と同じ題材を取り扱っている。したがって、分析して得た課題を“いざなう”と“つなげる”という 2 つの視点に分けて観光案内ツールを作成する。

“いざなう”視点は筆者が担当する。コンセプトは「癒しを楽しめる雰囲気を伝える」とし、自然散策はもとよりカジュアルに「癒し」を楽しめる雰囲気をまだ訪れていない人に喚起させることを狙いとする。

4. 最終制作物

フラッパー印刷という印刷・加工様式を用いて四季に対応した 4 種類のパンフレットを制作した。無限に展開できることが利用客の興味を引き、施設情報や開花情報などを効果的に伝えることができる。

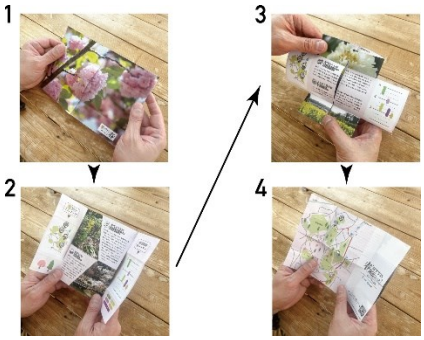


図 1 フラッパーのページ展開の図解

また、マップ上に季節ごとの施設の巡り方を明記した。巡り方を明記することで利用客は広大な四季彩の杜を効率よく巡ることができる。

図 2 季節ごとの巡り方を明記したマップ

5. 検証・今後の予定

町田市観光コンベンション協会との打ち合わせで提案した最終制作物が今春から四季彩の杜エリア内で配布されることになった。観光案内ツールを作成するという目的は達成することができたが、ツールが四季彩の杜の周知に寄与するかは実用段階に達してから改めて利用客のアンケートなどで効果測定する必要がある。

文献

[1] 町田市ホームページ:「町田薬師池公園四季彩の杜魅力向上計画改訂支援業務委託」- https://www.city.machida.tokyo.jp/kanko/miru_aso/kanko-withcorona.files/reading.pdf(閲覧日 2022.10.4)

[2] 町田市ホームページ:「町田市観光まちづくりリーディングプロジェクト 2022～ウィズコロナ戦略～」- https://www.city.machida.tokyo.jp/jigyousha/nyusatsu/puropo/kobogata/shikisainomori.html(閲覧日 2022.10.4)

[3] 町田市ホームページ:「町田薬師池公園四季彩の杜魅力向上計画改訂支援業務委託 アンケート調査 業務報告書」- https://www.city.machida.tokyo.jp/kanko/miru_aso/kihonhoshin/miryokukojyokeikaku-iinkai.files/shiryou42022-8.pdf(閲覧日 2022.10.4)

[4] James D. Richwine and Santa Monica and Sanford K. Otsuji, Multi-sided novelty piece and method for making the same, U.S Patent No.5,759,328(1998)

小動物を飼っている子どもに向けた防災・減災ガイド

Disaster Prevention and Disaster Reduction Guide for Children with Small Pets

18218 高橋 真希
指導教員 李 盛姫

1. 研究背景・目的

日本は世界で最も災害が多い国と言われている[1]。それは、多くの人々の命を奪い、長期に渡り人々の生活を脅かす。そして、人のみならず多くの動物の命も奪う。ペットの飼育率調査によると、日本は犬・猫に続き小動物の飼育率が高いことが分かっている。しかし、ペットに関する防災対策調査によると、実際に対策を行っている人や、小動物の災害対策に関する情報や媒体は少ない。よって本研究では、ペットである小動物の防災に関する認知度を上げるための正しい知識と伝達方法を研究する。

2. 調査内容

私は、小学校 3 年生の頃にインコを飼っていた。しかし、災害時にそれらを守るための対策を行う意識は弱く、防災に関する知識や備えもほとんど無かった。その経験から、日本でのペット飼育者の防災対策について調査した。

① ペットの防災対策についての意識調査[2]

2022 年、男女 1015 人を対象に行った「あなたは災害を想定してペットに関する防災対策を何かしていますか？」と言う設問に対し 39.2%が「あまりしていない」41.2%が「全くしていない」と答え、合わせて約 80%もの人々がペットに関する防災対策の意識が低いことが分かった。

② 小動物に対する子供の接触意向・飼育意向[3]

小動物に対する 10 代から 70 代の意識調査において、「実際に触れてみたい」と接触意向を示した年代は 10 代が 63%と最も高く、同時に飼育意向も 10 代が 39%と最も高かった。

③ 小動物の防災・減災に関する媒体調査[4]

現在、インターネットから印刷して利用できる「防災手帳」はある。しかし、飼育率の低さからか、小動物の災害対策に関する具体的な書籍やガイドは未だ少ない。

④ 町田市のペットの災害時の対応調査[5]

「ペットタウンまちだ」と言う動物の広報紙によると、犬と猫の同行避難・避難所の受け入れ有無はあるが、小動物についての情報はほとんど無く、具体的な対策や情報も見つからなかった。

3. コンセプト及びアイデア展開

小動物への高い飼育意向から、対象を小学3年生から小学6年生に設定し、小動物と飼育者が安心して避難できるような防災・減災に関する知識と方法を伝えるツールを提案する。それにより、災害時に安心して避難できると共に、自分より小さな命を守る責任と大切さを持ってほしいと考える。

4. 最終提案物

対象とする小動物を、自身の飼育経験から鳥類（鳥綱 オウム目，スズメ目）に設定し、その防災・減災ガイドを作成する。本冊には目次、別冊には概要説明・ペットの防災用品・災害発生時の想定イラストを記載する。ペットの情報を記入し紐を通す「じょうほうタグ」、チェックボックスの代わりに貼って確認できるシールを作成する。子どもが手に取り持ち運びやすく、読みやすいことを想定し、本冊・別冊は B6 サイズをベースに見開き 4～14 ページで、タグは B7 サイズで作成する。

図 1 「小動物の防災・減災ブック」

5. 検証及び今後の展望

検証の結果、「カラフルな優しいイラストで絵本っぽく、興味が持てた」「災害対策をする意識ができた」などの意見が得られた。しかし、「同行避難のルールを調べるのは漠然としていて調べにくい」という意見から、検索項目についての細かい指示が必要であると考えた。

今後は動物看護の大学へと進学し、動物に関する知識を学ぶことで、防災・減災に関する知識を広めていきたい。

文 献

[1] JICE 一般法人国土技術研究センター“災害の多い国日本”（2022. 10. 10）
https://www.jice.or.jp/knowledge/japan/commentary09
[2] アイペット損害保険株式会社“ペットのための防災対策に関する調査”(2022.5.9)
https://www.ipet-ins.com/info/26780/
[3] WWF JAPAN“エキゾチックペットに関する日本の意識調査 2021”（2022.5.2）
https://www.wwf.or.jp/activities/data/20210304wildlife01.pdf
[4] anicom you“ペットと防災 小さな生き物たちの防災について考える”（2022.5.9）
https://mag.anicom-sompo.co.jp/9130
[5] 町田市公式ホームページ広報紙“ペットタウンまちだ”
https://www.city.machida.tokyo.jp/iryo/hokenjo/pet/tekiseiikusei/pet_town_machida.html

スカーフのように使う手ぬぐいの提案

New Style Japanese Cotton Scarf

18219 瀧川 早月
指導教員 西野 隆司

1. はじめに

私は普段ハンカチを持ち歩く際に使用後の濡れたハンカチを直接カバンに入れることに抵抗があった。本研究はそんな日常生活でのちょっとした悩みを解決できるようなもの、そして八王子市学園都市文化ふれあい財団との官学連携研究として、「織物のまち」とも呼ばれている八王子市の魅力をアピールするための新しいお土産を提案することが目的である。

2. 調査内容

●手ぬぐいの特徴

手ぬぐいとは、木綿から作られている平織の布で、サイズは 900㎜×350㎜ のものが主流。染め方は注染と捺染があり、両面が切りっぱなしになっておりほつれてしまったら自分で切って使うことが可能。使えば使うほど生地が柔らかくなり、吸水性も高まるのが特徴。 [2]

●手ぬぐいとハンカチについての意識調査

現在、手ぬぐいがどれくらい知られているのかと、ハンカチの使い方について 10 代～20 代の男女を中心に意識調査を行なった。

＜手ぬぐいについての意識調査＞

実際に手ぬぐいを使ったことがあるのは半数を占めており、手ぬぐいをどんなことに使ったことがあるか。という質問にはハンカチやタオルとして使用したり、埃カバーや何かを包む時に使用したことがある人が多かった。

＜ハンカチについての意識調査＞

また、ハンカチを普段持ち歩いているかという質問では毎日持ち歩いてる人が 40%と比較的少なく、持ち歩く際はポケットやカバンに入れて持ち歩くケースが一般的で、その中でも 40%程が濡れたハンカチをカバンやポケットにそのまま入れるのは抵抗があると答えた。

3. 最終提案

[Tenu-f(テヌーフ)]を最終提案物として提案する。

コンセプト：エチケットもきれいにオシャレに

ターゲット：30 代後半～50 代までの女性

八王子市に幅広い人に地元に戻ってきてもらいたい。という財団の方の思いと、スカーフを日常的に使っている 30 代～50 代の女性をターゲットにした。

スカーフとハンカチを融合させたもので、手ぬぐいの、切りっぱなしになっていることで乾きやすい性質を利用する。

サイズは従来の手ぬぐいの一般的なサイズ(900㎜×350㎜)を基に、幅を半分にした 900㎜×175㎜ とした。

染め方は、コスト面と大量生産のし易さを考慮し裏面の色が少し薄くなってしまうところはあるが、捺染にすることに決定。

デザインは八王子のお土産として展開することを考え、八王子の花とされている「ヤマユリ」、八王子の木の「イチョウ」のデザインの合計４種を提案する。

図１　最終提案物

4. 結論及び今後の予定

最終提案物を約 20 名の 10 代～20 代の男女に Tenu-f について検証を行ったところ、70%が実際に使ってみたいと回答し、汎用性がありおしゃれというプラスの意見がありつつも、デザインのバリエーションを増やしたほうがいい、男性も使えるようなデザインがあるといいという意見も頂いた。今後は頂いた意見を基にデザインの幅を増やし、男性も使えるようなデザインを展開していく必要がある。

文　献

[1]萩原健太郎 （著）,『染めと織り』, グラフィック社, 2012
[2]手ぬぐいとは？歴史や魅力、便利な使い方をご紹介：ワゴコロ
https://wa-gokoro.jp/traditional-crafts/706/ （参照 2022-7-20）
[3]手ぬぐい・手ぬぐいの染色方法・注染と捺染の比較：水野染工場
https://www.hanten.jp/tenugui/qa/ （参照 2022-8-14）
[4]市章・市歌・市の木・花・鳥：キッズサイト-八王子市
https://www.city.hachioji.tokyo.jp/hachioji-kids/001/001/p020049.html （参照 2022-11-8）

「四季彩の杜」を知るための観光案内ツールのデザイン提案

- 回遊性を向上させる掲示グラフィック -

“Shikisai no Mori” Tourist Guide Tool: A Proposal Design

-Signage that improve people’s circulation-

18220 栂瀬 美玲
指導教員 川崎 紀弘

1. 研究目的

町田市にある「町田薬師池公園四季彩の杜」(以後、四季彩の杜) は自然散策を中心に総合的な癒しを楽しめる観光スポットである。町田市の観光を担う町田市観光コンベンション協会 (以後、協会) は 10 年の長期計画で町田市最大の観光拠点にする方針をとっている。[1]本研究では、四季彩の杜周知のための観光案内ツールを作成する。

2. 調査内容

四季彩の杜とは町田市中心部に位置する九つの施設からなる一連のエリア。現在長期計画の中期段階にあたる。初期段階として「四季彩の杜西園ウェルカムゲート」が開園し、ショッピングや食事、イベントなど自然散策以外の楽しみ方が整備された。しかし、「町田市の観光に対する意識調査」[2](東京・神奈川在住の 20～60 代対象)では「訪れたことがある観光スポット」という項目でも「四季彩の杜」というエリアとしての魅力が伝わっていないことが分かった。その他現地調査を行ったところ、パンフレット類や案内のデザインがバラバラでデザインでの統一が必要であると感じた。実際に四季彩の杜を訪れた人のアンケートからは案内や情報の充実を求める声が寄せられている[3]

3. コンセプト

「四季彩の杜」は同一のエリアとしての魅力が伝わっていないのが課題である。今回はその課題解決を目指し、“いざなう”と“つなげる”という 2 つの視点で取り組む提案を協会に行った。“いざなう”視点はコンセプトを「癒しを楽しめる雰囲気を伝える」とし、自然散策はもとよりカジュアルに「癒し」を楽しめる雰囲気をまだ訪れていない人に喚起させる。“つなげる”視点では「様々な場所を気軽に巡ってもらうデザイン」とし、リス園や薬師池公園など既になじみのある場所が全て同一のエリアであることを的確に伝えるツールを提案することで四季彩の杜のブランド強化を狙う。

4. 最終提案物

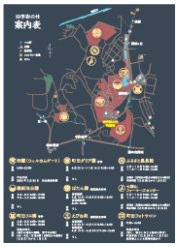
「いざなう」視点を杉山、「つなげる」視点を筆者が担当する。

筆者は、「四季彩の杜」の各施設のデザイン性の違いは生かしつつ一体感を醸成するためにアイコンを制作。

提案物 1. 各園のアイコン

このアイコンを使用したツールを作成。

『四季彩の杜案内表』は四季彩の杜を観光に来たバス利用者をターゲットとし、バス停留所に設置を考えている。『四季彩の杜一覧表』は駅中、園内などにポスターとして大きく張り出しておくもの。各園の営業時間・開園時期・有料時期・最寄りのバス停などがわかる。



提案物 2. 左 四季彩の杜案内表　右 四季彩の杜一覧表

これらを掲示することで「四季彩の杜」という括りに何が含まれるのかの認知向上、各園へ向かうスケジュールを組みやすくする効果を狙う。

5. 今後の予定

協会との打ち合わせで提案した最終制作物が今春から四季彩の杜で掲示されることになった。観光案内ツールを作成するという目標は達成することができたが、ツールが四季彩の杜周知に寄与するかは実用段階に達してから改めて利用客のアンケートなどでの効果測定する必要がある。

文　献

[1]町田市ホームページ:“町田薬師池公園四季彩の杜魅力向上計画改訂支援業務委託”
https://www.city.machida.tokyo.jp/kanko/miru_aso/kanko-withcorona.files/reading.pdf (閲覧日 2022.10.4)
[2]町市ホームページ:“町田市観光まちづくりリーディングプロジェクト 2022～ウィズコロナ戦略～”
https://www.city.machida.tokyo.jp/jigyousha/nyusatsu/puropo/kobogata/shikisainomori.html (閲覧日 2022.10.4)
[3]町田市ホームページ:“町田薬師池公園四季彩の杜魅力向上計画改訂支援業務委託 アンケート調査 業務報告書”
https://www.city.machida.tokyo.jp/kanko/miru_aso/kihonhoshin/miryokukojyokeikaku-iinkai.files/shiryou42022-8.pdf (閲覧日 2022.10.4)

桑都八王子の歴史と自然文化の魅力を広めるお土産

Spreading historical and natural culture appeal through “Soto Hachioji” Souvenirs

18221 中釜 はるひ
指導教員 李 盛姫

1. 研究背景・目的

八王子市の自然や伝統文化など、他の地域にはない魅力を八王子市内外に広めることを目的とし、「八王子市のお土産」を提案する。

八王子市の魅力の一つに、歴史や豊かな自然に基づいた文化が数多く残っているという点が挙げられる。中でも、八王子市は養蚕や織物業が栄えた街であり、北条氏照のもと築城された八王子城を中心とした市場から「桑都」と称されていた。この魅力に着目し、桑都の歴史と自然文化の魅力を広めるお土産を提案する。

2. 調査内容

文献調査にて、日本遺産の「桑都物語」の一つ、「桑都日記稿本」（著作：塩野適斎）に北条氏照が城下の景勝地の情景を詠んだと伝えられる「桑都八景」が記述されていることを知った。8 つのタイトル全てが景勝地名と情景、季節に関する言葉で構成されており、添えられた和歌には当時の桑都の景色が詠まれている。

3. コンセプト及びアイデア展開

「美しい桑都の歴史と自然文化を身近に」をコンセプトに、デザイン軸として「桑都八景」を取り入れたお土産ブランドを提案する。「桑都八景」は、美しい日本語で構成されていることも魅力の一つである。お土産のデザインに取り入れることで、言葉の持つ美的魅力と結びつき、桑都の情景をよりイメージしやすいと考えた。また、桑都八景の中には、現在でも観光可能な場所があるため、観光地をアピールする宣伝広告としての効果も期待できると考える。提案物のビジュアルは、桑都日記内の原文を現代語訳した上で文学的に解釈し、アイデア展開を行った。

4. 最終提案

8 つのイメージビジュアルを軸とした「桑都八景」ブランドの第一弾として、扇面に絹を使用した絹扇子を提案する。手軽なお土産としての利用だけでなく、贈り物にも適したお土産としてアプローチした。「桑都＝絹の町」というイメージをさらに後押しし、地域産業の製品を日常に取り入れるきっかけとする。

扇子は、関東屈指の山車祭りである「八王子まつり」での販売を想定し、祭りで使用し、且つ携帯しやすい扇子を選択した。扇子の色が確認できるように、透明な窓をあけたパッケージに展開した。また、購入者に「桑都八景」に対する理解を深めてもらうため、現代語訳した和歌をリーフレットに掲載する。

図 1 桑都八景の絹扇子，パッケージ，リーフレット

5. 検証

12 月に開催された大学コンソーシアム八王子にて、八王子観光コンベンション協会の方に向けてお土産の提案を行い、2 点のコメントを頂いた。

① 価格帯や「桑都八景」の採用など、八王子らしさと実現性の高い提案になっている。
② 実際の製品化に向けて、原材料から加工までの全てを八王子で賄える「Made in Hachioji」のお土産を目指してほしい。

これを踏まえ、「Made in Hachioji」実現性の調査のため、東京都唯一の養蚕農家、八王子長田養蚕に取材に伺ったところ、絹扇子の扇面の生地を八王子シルクで賄うことは、生産量やコスト面から難しいことがわかった。

お土産としての検証では、八王子市学園都市文化ふれあい財団の方から、身近な地域や地名が広く登場するため親しみが湧きやすく、八王子市民にとっても良いアイテムになり得る、という好意的なご意見を頂いた。その他、東京都外の方への検証では、8 通りのイメージビジュアルがあり「8 つ全て集めたい」という収集意欲を煽る効果も見られた。

6. 今後の展開

本研究の絹扇子の「Made in Hachioji」での実現の可能性を更に高めていくために、八王子シルクが混ぜ込まれた手漉き和紙の使用を検討していく。また、「桑都八景」ブランドにて、地元の組合や商店とタイアップしたスカーフやハンカチーフの提案を行うことを考えている。

文献

[1] 塩野適斎，栗山亀蔵, 山本正夫/訳，“桑都日記”，鈴木龍二記念刊行会 (1972-1973)
[2] 塩野適斎，栗山亀蔵, 山本正夫/訳, “桑都日記 続編”，鈴木龍二記念刊行会 (1972-1973)
[3] 美甘 由紀子，“八王子八景郷土資料館だより No.75”，八王子市郷土資料館 (2004)

ICT 化を生かす学習空間

Living Technology in a Leaning Space

18224 南島 天翔
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

昨今の教育現場では、新型コロナウイルスの影響を受け、大きな変革期を迎えている。本研究では、感染防止対策や新たな授業形態に応じた学びの空間・環境を再構築することを目的とする。

2. 調査分析

(1)授業の ICT 化

従来の机に座り板書するというスタイルを覆し、タブレットなどの機材を使い、場所を選ばずに授業を行う事ができる様になった[1]。

(2)現状の教室空間

既存の教室空間では感染防止対策と教育の両立は難しいことが分かった[2]。

(3)オンライン化が児童達に与える影響

コロナ禍で主流となったリモートの影響で、全国の小学校に通う児童の中には心身共に疲労感や学力低下などの問題を引き起こしているケースが見られた。疲労感の原因には座り続けることによるメンタルヘルスの悪化が挙げられ、オンライン授業で座り続ける状態は児童にとって悪影響を及ぼし兼ねないことが分かった[3]。

3. コンセプト及びアイデア展開

「ICT 教育を取り入れ児童の活動意欲を高める学習空間」をコンセプトに、現行の校舎を ICT 化に適用した教室空間にし、換気やソーシャルディスタンスなどの感染防止対策に考慮しながらリノベーションした（図 1)。

(1)ICT 学習の為の教室空間

校舎東側一階は ICT 教育で行われるペアワーク、少人数ディスカッション、一クラス単位の授業など、内容により変化する受講人数の増減に対応した空間構成であり、好きな場所を選んでフリーワークスペースのように活用できる(図 2 上)。

(2)換気を良くする中間階の教室

半階分の高さをずらし隣接教室との間に約二メートルの開口を生むことで、従来の教室空間では成しえなかった空気の循環を生み出し、十分な換気を可能にしている。(図 2 左下)。

(3)動き回りながら交流する吹き抜けの教室

校舎西側では二階から三階までを曲線形の吹き抜けで繋ぎ、その間に中間階を設けている。座ることなく動き回りながら日々のコミュニケーション、学習の発表を行うことを基調とした空間であり、授業の ICT 化により問題視されている、座り続けることによるメンタルヘルスの悪化を解消させる意味がある（図 2 右下）。

4. 最終提案

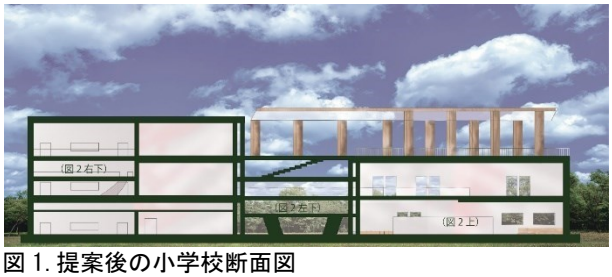
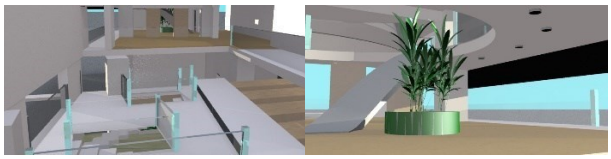


図 1. 提案後の小学校断面図

(1)ICT 学習の為の教室空間



(2)換気を良くする中間階　(3)動きながら交流する教室

図 2. ICT 教育や換気対策に配慮した 3 つの空間構成

5. 結論および今後の展開

これから学校に通い始める子どものいる親御さんなど数名にこの提案を見て頂き、意見をもらった。まず評価された点としては、今の世代や時代などの風潮に合っておりよく感じられたことや、中間階の見晴らしの良さが気持ちよく感じられるなどが挙げられた。問題点としては、オープンスペースにしすぎたことで災害時に壁となるものや、避難してきた人の仕切りをどうするか、又、開口が多いことで、防音対策の十分さが欠けているのではないかなども指摘された。今後はこのような問題点を解決できるように、提案のコンセプトと構造的問題の整合性が図れるよう改善に努めていこうと思う。

文　献

[1] 建築雑誌 JABS(2022)コロナ備忘録学校とパンデミック教育の場からオンライン空間と実空間を再考する

[2] 東洋経済オンライン 英主学校教師が吐露「コロナ禍教育」真の不安

[3] 読売新聞オンライン コロナで急増、子供のうつ症状の特徴は「身体の不調」「イライラ」「引きこもる」

エシカル消費に繋がる行動を促すカードゲーム

Game-Based Learning for Ethical Consumption

18225 平井 香帆
指導教員 西野 隆司

1. はじめに

SDGs について調べていく中で、人や社会、環境、地域に配慮した消費を「エシカル消費」ということを知った。地球全体の課題となっている地球温暖化や気候変動といった環境問題、貧困などの人権問題、様々な課題の解決にエシカル消費は繋がっていることが分かった。しかし、この「エシカル消費」を認知している人が少ない。エシカル消費とは何なのか、エシカル消費を行うことで環境・人々にどういった影響がもたらされるのか、多くの人に知って貰い、実践してもらう必要がある。

2. 研究のアプローチ

「エシカル消費を認知して貰う」だけでは実際の行動には繋がりにくい為、「また、ゲーム化することでより身近にエシカル消費について知って貰いやすいと考えた。中高生をターゲットにし、授業（公民）で取り扱って貰うことでエシカル消費の認知と行動の促進に繋がる。中高生自身だけでなく、その家族もエシカル消費に繋がる行動とはどんなことなのか考えるきっかけと、消費活動が活発な大人にもエシカル消費の認知と実践を広げていくことが目的。

3. 制作物

手札（5 枚）の中から順番に 1 枚ずつ出していき、出せないときは山札から 1 枚引いて、先に手札を出し切れた人の勝利。ルールとして、「カードを出すときは、必ず声に出してカードの内容を読むこと」を入れることで内容を確実に読んで貰うことができる。ゲーム終了時、「行動」が書かれたカードが「食品ロスを抑える」や「CO_2 削減」に繋がっていたりと、「なんとなく」ではなく、どういった影響をもたらすのかはっきり言語化されたことで実際の行動にも移しやすくなる。

図 1　ゲームプレイ中の様子 1

図 2　ゲームプレイ中の様子 2

4. 最終提案

カードの内容をより深く知ってもらうことはとても重要だと考えるが、私は、「何度も繰り返しゲームを行って貰うこと」に重点を置いた。理由としては、一回のプレイ時間が短い為、繰り返しゲームを行ってもらえるので、様々な行動がエシカル消費に繋がっているということを知ってもらいやすいと考えた。このことから、内容を深く知ってもらうことよりも浅く広くを意識した、何度もプレイしたくなるようなゲームの制作を目指した。

文　献

[1] 高橋広行・豊田尚吾，“エシカル商品の購買を促す社会的価値のコミュニケーション:キーコンセプトの提示による価値受容度の変化を通じて”，日経広告研究所報（49），日経広告研究所，2015
[2] 電通、(エシカル消費意識調査 2022)を実施
https://www.dentsu.co.jp/news/release/2022/0620010527.html
(参照 2022-06-20)
[3] 大藪千穂,高橋彩那，“若者の環境意識と行動”，日本家政学会研究発表用紙集（66），2014
[4] 笹谷康之，“カードゲーム「2030 SDGs」を用いた課題解決の学び”，2019 PC Conference 論文集，2019 PC Conference 実行委員会，2019
[5] 朝日新聞，「水質資源を守る「MSC 認証」をカードゲームで学ぼう」 2030SDGs で変えるホームページ
https://miraimedia.asahi.com/cardgame/
(参照 2022-02-02)

インタラクションを取り入れたプロジェクションマッピングを用いた誘導

Interactive projection mapping design

18228 法城 はる奈
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

私たちの身近な公共空間には、誘導用のサインシステムやピクトグラムが多く存在する。本研究ではプロジェクションマッピングを用いた案内に着目し、さらにわかりやすくする工夫を加えることで、認識しづらい案内表示による問題を解決していくことを目的とする。

2. 調査分析

既存の誘導に関するデザインの現状、ピクトグラムの認識度、公共施設で使われているプロジェクションマッピングによる案内表示について調査を行った。

(1) 既存の誘導に関するデザインの現状

誘導表示の調査をしたところ、情報量と複雑さに加え、表示の意図によって、意味を認識のしづらいものが存在しており、かえって理解を困難にしていることが分かった。[1]

(2) ピクトグラムの認識度

ピクトグラムの認知度調査についての文献から、ピクトグラムのみでは分かりづらいものが認識度が低いという関係にあることが分かった。[2]

(3) プロジェクションマッピングによる案内表示

アニメーションのデータを自由にダウンロードしカスタムすることで案内表示を容易に設置、変更ができ、時間帯や日程等にあわせて情報整理された案内表示が可能である。現在は空港、駅、病院商業施設等で使われているが、情報量の削減や利用者の意図に沿った案内ができないといった点が不足しているといえる。[3]

3. コンセプト及びアイデア展開

今回はサレジオ高専で保護者会の際に「自分の子供の教室がどこかわからない」といった保護者の方からの身近な要望を題材に、保護者の方へ向けての校内案内をコンセプトに制作をした。

(1) プロジェクションマッピングを用いた誘導

校内で一番最初に目に入る階段の前で案内をプロジェクションマッピングで表示し、各学科のエリアなど、各々欲する情報をその都度表示するインタラクションを取り入れたプロジェクションマッピングのシステムを考えた。表示する情報に段階を設けることで、一度に表示される案内表示が整理され、理解しやすくなるといった効果をねらって制作した(図 1)。

(2) 表示する案内表示のデザインやアニメーション

存在する案内表示の理解度を高めるため静止画をアニメーションにしてストーリー性を加え、わかりやすくした(図 2)。

(3) インタラクティブデザインを実現するためのプログラミング

Touch designer というソフトで様々な効果のオペレーターをつないで、人の動きを追跡し画面を動かすシステムの試作をした。

校内で一番最初に目に入る階段の前で案内を表示し、各学科の保護者の方へ向けて行きたい学科のエリアなど、各々欲する案内をその都度表示するシステムを考えた。

4. 最終提案

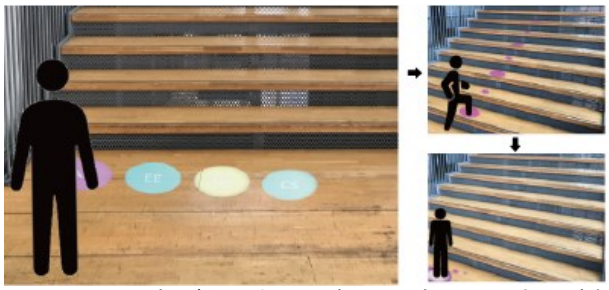


図 1 行先の選択ボタンを足で踏んで選択し、行き先が表示される様子

図 2 行き先を踏んだ際のアニメーション

5. 結論及び今後の展開

検証から、操作が単純で分かりやすい、大きな病院にもあったら便利だ、操作を足で完結させられるのが良い、このご時世なので手を使わずに案内が表示されるのが良いといった意見が寄せられた。今後の展開は、投映のシミュレーション結果をもとに、誘導に工夫が必要な駅や、学校等、設置場所を検討し、空間に適応した誘導システムをそれぞれ実装していく予定である。

文献

[1]『過剰なサインシステムもいつかは減って行くのかな』(徳久圭・ 2018 年 4 月 20 日)
https://qianchong.hatenablog.com/entry/2018/04/20/082653 (2022/10/14)
[2]『ピクトグラムの展示調査報告書』(主婦連合会編著 2020 年 3 月 31 日)
https://shufuren.net/PDF/2020pictogram.pdf(2022/10/14)
[3]『三菱ビル統合ソリューションてらすガイド』(2022 年 9 月 21 日、三菱ビル統合ソリューションズ株式会社)
https://www.mitsubishielectric.co.jp/building/guide/(2022/10/14)

マイノリティデザインの提案

Minority Design

18229 前川 夏乃
指導教員 西野 隆司

1. はじめに

本研究の目的は、一人一人が尊重されるよう、多様な生き方を認め合って、「誰もが自分らしく生きることができる社会の実現に向けて、マイノリティへの理解を深めて国の不平等をなくそう」の現状を理解して差別や偏見をなくすことである。

2. 調査　分析

マイノリティとは「少数」、「少数派」を意味する英単語が由来。日本語で「マイノリティ」という場合、ほとんどは「社会的少数者」のことをさす。「社会的少数者」つまり「マイノリティ」は、ただ「少数派」を意味するというわけではない。様々な視点から見たときに社会のなかで少数派であり、そのことが原因で差別や偏見などを受けやすい人・集団のことを、「マイノリティ」と呼ぶ。[1]澤田智弘によると、マイノリティ性＝「苦手」や「できないこと」や「障害」や「コンプレックス」は、克服しなければならないものではなく、生かせるものだ。弱さを受け入れ、社会に投じ、だれかの強さと組み合わせる。これがマイノリティデザインの考え方である、といっている。[2]

3. 最終提案物

最終提案物として、すごろくを制作した。楽しく遊びながら知識を身に着けることでSDGsを今以上に身近に捉えることができる。図１

図１　完成品

4. 検　証

制作物のすごろくを実際に体験してもらい検証。ターゲットユーザーは若年層に体験してもらいハンディキャップについての知識を増やしてもらいたいため、小学校、中学校の６～15歳。しかしコロナ禍で近隣の学校で検証ができず、代わりに17・18歳の4人に体験してもらった。制作したゲーム一式を渡して、すごろくのルール説明をして体験してもらい、その後アンケートをとった。車椅子や松葉杖など用意しないといけないものはある程でやってもらった。

・やったことがない体験がたくさんできるから楽しかった。
・身体を動かすから飽きない。
・カラフルだから小さい子にも馴染みそう。
・量がちょうどよくて楽しかった。
・車椅子がなくて実際には体験できなかったけど、マスに止まって体験してみたいと思った。
・成長途中の子供に分かりやすくマイノリティという意味を教えられると思う。

等の感想をいただいた。

5. まとめ

すごろくというツールを使って、一見「弱さ」と定義されてしまいそうなマイノリティデザインを深く理解してもらい、弱さを活かせる社会になるよう世界に貢献していきたい。

文　献

[1]カナタ，“マイノリティとは？マジョリティとの違いや具体例も紹介”，Spaceship Earth，https://spaceshipearth.jp/minority/，（参照 2023-10-3）
[2]澤田智弘，『マイノリティデザイン―弱さを生かせる社会をつくろう』，ライツ社，2021

端材を利用した学習プログラム提案

A learning program using scrap materials: A proposal

18230 松野 裕里香
指導教員 坂元 愛史

1. はじめに

ごみ問題は古くから存在するが、未来に向けても放置できない人類共通の課題となっている。

そこで、これからを担う子供たちにこの問題を学習する場を提供したい。また問題意識を継続させるため、日々の生活の中にごみの問題を思い出すきっかけをつくることができないかと考えた。

2. 調査

【ごみ問題についての調査】

1. 一般ごみや産業ごみ・災害ごみに関する問題、不法投棄による環境汚染の問題、焼却や埋め立てが追い付かない問題、ごみ処分場の新増設に伴う近隣住民の反対などの問題を総称して「ごみ問題」と言っている。

2. ごみ問題は放置することによって主に 3 つの現象が起こる。1 つ目はごみの量が増えすぎたことによる埋立地の不足。2 つ目はゴミが適切に処理しきれず放置・破棄されることで引き起こされる環境汚染。3 つ目はごみ処理の過程で排出される温室効果ガスによる温暖化の促進である。

3. 日本では 4R(Reduce,Recycle,Refuse,Reuse)に関する法制度として、環境基本法と環境基本計画がある。また、循環型社会形成推進基本法に基づいて様々な法制度の内容整備が為されている。

4. 4R と異なる新たなごみ問題解決へのアプローチとして、捨てられるものに新たな価値を与えて再生する Upcycle が注目されている。

3. コンセプト及びアイデア展開

提案プログラムの学習者対象は理解度・技術量を鑑みて中学生以上が良いと考えた。

複雑な法律等を理解してもらうためにパワーポイントを用いたスライドを使用する。また、学んだことを思い出すきっかけとして日用品制作の体験メニューを提案することとした。

【パワーポイントを用いたスライド】

スライドはイラストを多用し、わかりやすい文章になるように心掛けた。またスライドに集中できる時間について、中学 3 年生 1 名に協力してもらい計測した。その結果、学習時間は 20 分以内に収まる構成を目指すこととした。

【日用品制作の体験メニュー】

使用する素材は、ホームセンター等でも入手可能な木材の端材を選択した。これを板材に仕立てたものを主材とする制作キットを準備し、学習者自身が加工して日用品を作り出すというアップサイクル体験を設定した。

4. 最終提案物

パワーポイントを用いたスライドは、コンセプトおよびアイデア展開で挙げた点を踏まえて制作し、体験メニューの手順も含め合計 31 ページとなった。また教える側のための説明マニュアルも提案することとした。

体験メニューで使用する制作キットは、パッケージの箱にリサイクル率の高い段ボールを使用した。

学習者が取り組む制作物は、日常生活での繰り返し使用が見込まれることから小型のテープカッターとした。これは端材から得られる比較的小さな面積の板材で制作することができること、制作工程がわかりやすいこと、凝れば凝るほど立体的でクオリティが高いもの（図 1）ができることなどのメリットも見込まれる。

5. 検証結果・まとめ

制作キットを用いた Upcycle 体験を高校生 3 名に（図 2）、パワーポイントを用いたスライドを中学生 2 名と大学生以上数名に協力してもらい検証・アンケートを実施した。アンケート結果より、パワーポイントを用いたスライドは理解しやすく、時間も適切に感じてもらうことができていた。また、「ごみ問題に関しての知識は中学校の社会科で少しかじった程度なので、とてもためになった。」という意見もいただいた。

日用品制作の体験メニューは、手順書は理解しやすかったが、作業時間が短かったという意見を頂いた。これは、検証のための時間確保が十分でなかった（150 分）ためであり、本来予定していた作業時間（300 分）にすることで解消が期待される。また、「楽しかった」「木という素材の特性やごみ問題に関してあまり知らなかったので想像より充実した時間になった」「もっと時間があっても全然大丈夫だった」などの感想から、ごみ問題を学習する場を提供し、問題意識を継続させるためのきっかけをつくるという目的はある程度達成できたのではないかと考える。

図 1 サンプル作品

図 2 体験風景

参考文献

[1]文科省ホームページ, https://www.mext.go.jp/index.htm, 閲覧日 2022.6.12,
[2]ごみ問題に対する日本の取りくみ, https://www.env.go.jp/recycle/circul/index.html, 閲覧日 2022.7.11

アレサ商栄会 WEB サイト記事デザイン

ARESA Website Article Design

18231 宮本 啓太郎
指導教員 李 盛姫

1. 緒　言

サレジオ高専デザイン学科の学生と東京都町田市小山・小山ヶ丘地域のアレサ商栄会が共同制作する地元の地域貢献型情報誌、アレサの制作メンバーとして加わることになった。アレサは例年、紙媒体の冊子で展開されていたが、コロナの影響で地域のイベントや取材情報が減ってしまったため、例年通りの冊子発刊での展開は難しくなり、WEB サイトで展開することになった。私は実際に小山・小山ヶ丘地域の店舗やイベントに足を運ぶことで魅力を伝えられると考えて、取材と WEB サイトに掲載する記事の制作を担当することにした。取材やデザインを通して小山・小山ヶ丘地域に貢献できることを目的として、どのようなデザインで小山・小山ヶ丘地域の方々に関心を持ってもらえるのかを、他の地域の事例などを調査して制作に取り組んでいく。

2. 方　法

アレサのことを知るために、歴代アレサ 13 号分の情報を分析し、全体の内容を 10 ジャンルに分けることができた。この作業で地域の歴史や情報を知ることができ、理解を深めて取材をすることができた。アレサ商栄会の方々と月に 1 回の会議を重ねながら制作に取り組んでいく。最初に依頼された課題は小山ヶ丘小学校に新しく着任された校長先生への取材と WEB サイトに掲載する取材記事の作成である。既存の WEB サイトや歴代アレサのインタビュー記事の構成を参考にして提案を行った。次に小山・小山ヶ丘地域で開催された「さかい DE まちゼミ」の 4 つの講座に参加［図２］して取材を行い、記事をデザインしていく。過去のまちゼミの記事を調査した結果、開催前の告知内容の記事が多かったことから、体験者目線の記事にすることで小山・小山ヶ丘地域や店舗の魅力がより伝わると考えた。「まちゼミを疑似体験できる記事」をコンセプトとして、F 型・Z 型を用いた 4 つのレイアウトデザイン案を製作し、育英祭での検証を行った。検証の結果、Z 型レイアウトを用いたデザイン案が全体の約 60％の票を獲得した。Z 型レイアウトの視線誘導を活用し、ストーリー性を持たせることで、まちゼミを疑似体験できる記事を制作する。

3. 最終提案物

検証結果をもとに 4 講座の記事デザインを作成した。試作デザインをアレサ商栄会の方々に確認していただき、文章の校正作業を行った。デザイン面では、Z 型の視線誘導を背景の柄として反映させ、アレサ商栄会のキャラクター「らっくん」を記事に登場させるなどの要素を追加して視認性や親しみやすさを演出することができた。また、記事を通して、まちゼミを擬似体験させるために記事の前半に講座のタイムスケジュールを掲載し、講座の記事は解説する文章ではなく、実況するような語体にした。

図 1「石窯の魅力を感じるピザ体験」記事デザイン

図 2 ポーセラーツ食器と参加様子

4. 検証及びまとめ

アレサ商栄会と町田市以外の方々に検証を行った。検証の結果は全体的に写真や文章の構成が上手くデザインされていて見やすい評価を頂き、小山・小山ヶ丘地域やまちゼミにも興味を示してくれた。一方、トップページのデザインが決定しておらず、アクセス方法が分からないという指摘を受けた。この点を修正したものを最終提案物とする。

今回の卒業研究では、外部の方々と長期間にわたり、研究に取り組むことで、普段の授業では得られない経験をすることができた。実際にまちゼミに参加することで、小山・小山ヶ丘地域の魅力や住民の考えを知ることができた。以上のことから、該当地域の理解を深めることができ、体験者目線の記事を制作できたと考える。

文　献

[1] 町田アレサ商栄会 WEB サイト
https://aresa.site (2021.5.15)
[2] 町田アレサ商栄会,“地元学生によるインタビュー”
https://aresa.site/2021/11/15/osigoto2/ (2021.5.24)
[3] 町田版タウンニュース, “堺地区町田市初の「まちゼミ」実施”,タウンニュース 2022 年 9 月 22 日号
https://www.townnews.co.jp/0304/2022/09/22/643002.html(2022.6.10)

八王子の風景と記憶を結びつけるお皿

Plate Designs that highlight the culture of Hachioji

18232 森下 なな
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

サレジオ高専デザイン学科では、八王子市学園都市文化ふれあい財団との官学協同課題として、毎年八王子まつりで販売される手ぬぐいのデザイン提案を行っている。その過程で、八王子まつりや伝統文化などに興味を持ち、その延長線上として八王子の魅力を八王子市内外に広めることを目的とした、お土産を提案する。

2. 調査内容

まず八王子のお土産について調査したところ、高尾ポテトや都まんじゅうを初めとした、菓子土産が一番多い事がわかった。次に八王子の魅力について調査した。八王子の名所として、高尾山や夕焼け小焼け、八王子城跡、甲州街道の銀杏並木などが挙げられる。その土地の記憶を蘇らせる効果や、その土地について知るきっかけになる役割を持つのが地域のお土産と言える。

〇既存のお土産の問題点

・菓子土産が多い
・箸など実用性のあるお土産が少ない

八王子はもともと桑の都と言われるくらい養蚕が栄えている地域のため、蚕の繭や手ぬぐいのお土産も置かれている。

3. コンセプトおよびアイデア展開

〇コンセプト：生活に取り入れる八王子のお皿実際に八王子の自然がお皿をプレゼントする事で、甲州街道のイチョウ並木を多くの人に知ってもらい、八王子への観光思考の向上に繋げる。

〇アイデア展開

八王子には菓子土産が多いことから、お菓子と結び付きが強いものとしてお皿の提案をすることにした。お皿の形はイチョウの形から連想できる、ルーローの三角形を起用する[1]。次にお皿のデザインを検討した。お皿に八王子の風景として甲州街道のイチョウの葉をお皿に焼き付ける、木の葉天目という技法を用いたお土産を提案する[2][3]。木葉天目は一般的に葉を灰にしてからお皿に焼き付ける方法があり、葉脈などもハッキリと出るお皿になることがわかった。色合いは、緑の葉だと黄緑色に発色し黄色の葉だと赤茶に発色することがわかった。違う方法として、葉にベビーパウダーの膜を付けてから灰にしてお皿に焼き付ける方法がある。膜を作ることで灰になっても葉がしっかりしていて、よりイチョウの形が出た。葉脈はパウダーの膜が付いている為綺麗に出ていないが、色は綺麗な黄色に発色した。その他にもいろんな方法で実験してみたが、このやり方で 2 種類のお皿として展開する。

4. 最終提案

八王子の自然風景を連想させられるお皿の提案をする。木葉天目は葉の形や大きさ、色が全て異なるため、全く同じお皿は作れない。その為、八王子市を訪れた記憶と、モノが結び付く特別なお土産になると考えている。使用する葉は八王子の市の木にも指定されているイチョウで、甲州街道のイチョウ並木にある葉を使う[4]。実際に見た葉がお皿に焼き付いていることで、お皿と八王子に来た記憶を結びつけられると考えている。

図 1　最終作品
（左：一般的な方法、右：膜を付けた方法）

5. 結 論

お皿を実際に見てもらった本校の学生 44 名に対して検証を行った。「八王子のイメージと言えばイチョウだからストレートに表現できていて良い」「イチョウが陶器になることで甲州街道に行った思い出がずっと残る」など、八王子の魅力がお皿を通じて伝わった。八王子市学園都市文化ふれあい財団の方々にも実際に完成したお皿を見てもらいイチョウ祭りのクラウドファンディングとしても扱いたいという意見を頂いた。クラウドファンディングにする事で購入時の値段も確定できるのではないかと考えている。イチョウ祭りのクラウドファンディングになることで多くの方が来場される祭りでの販売も可能となることから、今回の研究目的である八王子市内外に魅力を広めることができると考えている。

文　献

[1]Wikipedia：ルーローの三角形について
https://ja.wikipedia.org/wiki/ルーローの三角形
（参照 2022/07/12）
[2]『木の葉天目の新しい技法』, 左伯 良四郎, 2020
[3]『新しい感覚の木葉天目』, 左伯 良四郎, 2020
[4] 八王子 HP：市章・市歌・市の木・花・鳥
https://www.city.hachioji.tokyo.jp/hachioji-kids/001/001/p020049.html（参照 2022/10/03）

挽曲げの応用

Practical use of Incised bends

18233 守屋 光瑠
指導教員 坂元 愛史

1. はじめに

Youtube 上で好奇心をくすぐる“やる木”という加工品を見かけた[1]。その材は切り込みが何度も重ねて入れられており、木材にもかかわらず物理的に柔らかいものだった。この加工法に木材の可能性を感じたため研究として取り組むこととした。

2. 調査と分析

調査の結果、この加工法は木材に切れ込みを入れることで材を曲げ、側面に板を張ることでそれを固定して、直材から曲材を作り出す挽曲げと言われる技法だと分かった。だが、板を張らない場合は弾力性に富み自在に曲げられる特性を持つ。

次に、鋸目を入れることは材にどのような影響を与えるのかを調べた。そこで、合計 60 個ほどの試作をしてみた結果、切れ込みで材は脆くなる代わりにバネのような性質をもつことが分かった。また、切れ込みの角度や方向によって強度が変わった。素材としては、無垢材より合板のほうが強いことが分かった。

この手法と特性が活かされている製品を調査したところ、1 点だけ見つけることができた。それは株式会社イトーキが販売している CURUVIS（クルビス）だ[2]。木でできているのにバランスボールのような不思議な座り心地で、木材をバネのように作用させるというのはとてもユニークだ。私はこの手法を参考に生活の中で弾力性を利用できる製品の可能性を探ることを目的とした。

3. 制作と検証

日常生活の中でクッション性が求められる道具として履物に注目した。まず、足の型を地面になじませるソールを 3 種類ほど試作した結果、人の体重に耐えられるものを作るのは難しいことが分かった。そこで単純に靴底に鋸目をいれてクッションとすることが材料特性を利用するための最適解だと判断した。今回は木材を主材とし、挽曲げで得られる弾力性を利用することから、履物の中でも木材がよくつかわれている下駄をモチーフに製品利用の作例に取り組むこととした。

構造は二重のソール（インソール、アウトソール）とした。そうすることで鼻緒をつける役割とクッションをつける役割を分けることができる。

1 作目は地面からの距離が近い右近下駄型に仕上げた（図 1）。クッションをかかとに集約させ、歩く際のかかとの返りをよくすることを目的にした。検証は 2 名に対して行い、「かかとが沈む感じは分かるがそこまでの弾力の必要性を感じない」という意見をいただいた。そのため、改良案を制作した。

2 作目は弾力の効果が大きいと考えられる二枚歯の駒下駄型に仕上げた（図 2）。ソールは 1 作目とは異なる大きさや設置面積となるため、切れ込みの方向を変更し、繊維に対して斜めに切れ込みを入れることで繊維の断ち切りを少なくした。これにより荷重をかけてもある程度は耐えられる強度を持ち、それだけでなく適度な弾力があり、歩いてるときにバネのような感覚を体験できるまったく新しい履き心地となった。

図 1　右近下駄型

図 2　駒下駄型

2 名に対して検証を行った結果、歩行による破損が起こってしまう可能性があることが分かった。そこで改善案としてソールに異方繊維を仕込むことによる強度改善を行った。

結果、歩くことでは壊れない歯ができた（図 3、図 4）。検証では、走る際に歯の片方だけに荷重がかかりすぎてしまい、破損してしまうことが見受けられたが、日常的な動作をする際には障害にならないと判断した。

図 3　検証での試行錯誤

図 4　3 つの異方繊維の導入

4. おわりに

特殊な加工法に魅入られて研究を進めたが、今回は下駄への応用を試み、ある程度実用に向けた可能性を感じた。これを製品とするには更なる工夫が必要だろう。今後、木材以外の素材なども模索し、可能性を拡げていくことも考えている。

参考文献

[1]モノづくり面白いよ《くらひと》,
https://www.youtube.com/@kurahito, 閲覧日時 2022.4.26
[2]株式会社イトーキ- CURUVIS,
https://www.itoki.jp/products/econifa/curvis/, 閲覧日時 2022.4.26

コスメ収納ボックス

Design for a storage box for cosmetics

18234 師岡 妃月
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

社会人女性は化粧をすることがマナーとされている。化粧品の種類はとても多く、パッケージも統一されていないため、収納に困っている人も多い。本研究では化粧を始める年齢層をターゲットにコスメを家で綺麗に収納できるボックスを提案する。

2. 調査内容

コスメの収納方法やコスメの量について 10 代と 20 代の女性に対してインタビュー形式で調査した。また、化粧をすることによる心理的な影響についても調査した。

・持っているコスメの量

リップ、化粧下地、マスカラなどを中心に B5 サイズの箱に収まるくらいの量を持っている人がほとんどだった。一方で、大量にコスメを持っている人もいた。

・収納について

一番多い収納方法はポーチだった。時間がない時に片づけるのが楽になるという意見が多かった。ポーチに入れて収納すると、どこに何があるか把握しづらく、化粧品同士が擦れて汚れることやケースの破損に繋がることもある。また、筆などの直接肌に触れるものをポーチに入れることは衛生的でないこともわかった。中にはポーチだけで収納しきれず、箱や別のポーチを併用している人もいた。

・災害と化粧について

化粧品メーカーの行った調査によると、災害時に化粧をすることで心理的に大きなメリットがあるという結果が得られている。被災者から「メイクができて気持ちが明るくなった」など意見が寄せられており、普段使っている化粧品を災害時でも使える仕組みが必要であるといえる。［1］

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプトは「一目瞭然」とする。どこに何をしまうかを調査し、簡単に片づけができるものを考える。化粧初心者でも収納がわかりやすいように、工夫する。また、化粧品の品質維持や衛生面も保たれる収納ボックスを提案する

主に使う場所は家を想定しているが、万が一災害が起こった際には素早く持ち運びができるようにする。

4. 最終提案

引き出しや仕切りを作り用途に分けて収納できるようにした。ボックス左側は直接肌に触れる筆などを入れる部分とし、衛生面が保たれるようにした。コスメの中でリップ、アイシャドウ、チークは色の種類が豊富なことや持っている人が多い。そこで、真ん中にはリップ、右側上段には、アイシャドウ、チーク、その他のもので分けた。リップはコスメの中で一番持っている人が多いため収納スペースを大きく設定した。細かく分けたことで、コスメ同士が擦れることなく品質維持に繋がる。右側下段や真ん中下段にある引き出しには見せたくないものや使用頻度の低いものを入れる部分も作った。そして、災害時すぐ持ち運びできるポーチを左側手前部分に置けるようにした。このポーチはコンパクトサイズでちょっとしたお出かけの時にも使える。ほかにも、化粧初心者でも綺麗に収納できるように説明書を添付する。内側はアイシャドウなどが付着しても目立ちにくい色とし、外側はシンプルでどんな部屋にもあうよう白色にした。（図 1）

図 1　最終モデル

5. 結論

実際に 10 代、20 代それぞれ 5 名ずつに使ってもらったところ、収納のしやすさやデザインにおいて「引き出しが多くて使いやすかった」「実際に商品として欲しい」などの評価をもらうことができた。改善点としては、「もう少しコンパクトにして欲しい」「コスメが少なくて余ってしまう」「カラーバリエーションを増やして欲しい」などの意見があった。本研究でコスメを少ししか持っていない人への工夫ができなかったため、この点については再度検討が必要だと考える。このような課題もあるが、これまで煩雑だった化粧品の収納が容易になり、化粧の時間短縮も図れたことから研究目的は概ね達成できたと考える。

文　献

[1] 資生堂公式ホームページ
「SHISEIDO: 被災地での肌と髪の毛のケア」
https://corp.shiseido.com/jp/sustainability/community/shien_support/pdf/beauty.pdf（閲覧日 2023/01/30）

音と視覚で伝わるストップモーション

Showing the relationship between sound and moving images through stop motion

18235 矢島 風香
指導教員 川﨑 紀弘

1. 研究目的

小さいころからぬいぐるみが好きで、ぬいぐるみとデザインを合わせた作品、成果物を作ろうと思った。またこれを見た人が癒されて、少しでも温かい気持ちになってほしい。またぬいぐるみだけでなく、道端の鳩さんや、犬や猫さんにも優しい世の中になってほしい、優しい人が増えてほしいためだ。辛いことがあったらぬいぐるみさんや動物に話しかける、相談するなどセラピー効果が得られ癒されて欲しいからだ。

2. 調査内容

ストップモーションアニメの特徴を調査[1]している段階で以下のことが確認できた。

・クレイアニメに使われることが多い
・独特な世界観を作り込める
・手間をかければ誰でも作れる
・印象の強い映像として記憶に残りやすい
・製作者の努力と丁寧なイメージを伝えやすい
・懐かしさを感じさせる
・幅広い年代に見られやすい(ターゲット層が広い)

調査している時点でターゲット層が広いことが分かった。そのため誰にでもわかりやすい内容のアニメーションにすることに決めた。

次に一般的なストップモーションアニメのFPS(フレームレート)[2]の値を調査した。一般的なストップモーションアニメの FPS は 5~10 程度であることがわかる。

3. 提案内容

人々に癒しや安心感を与えるぬいぐるみセラピーの効果を活用したシロクマのぬいぐるみが主役のストップモーションアニメーション。

ターゲット：子供から大人までの幅広い世代、ストレスを抱えている人、不安を抱えている人たち。

シロクマのぬいぐるみが主役のストップモーションアニメーションを作成し見てもらうことで、孤独や不安、ストレスを軽減する、ぬいぐるみセラピーの効果を広める目的とする。

撮影方法はスマートフォンのアプリ、Stop Motion を使用し、グリーンバックを背にスマホ用三脚を使ってコマ撮りで少しずつ動画を作っていく。動画編集は Adobe Premiere Pro。BGM 制作は Logic Pro を使用した。(図 1)
また FPS は 7 に決めた。

4. 最終提案物

ぬいぐるみセラピーを利用したストップモーションアニメーション。

ぬいぐるみを主役としたストップモーションの動画を作成し、自身で編集、BGM や SE をつける。ターゲットが幅広い年代かつセラピー効果を期待した動画なので絵コンテでの内容や音は刺激的ではなく優しく柔らかいものにした。(図 2)

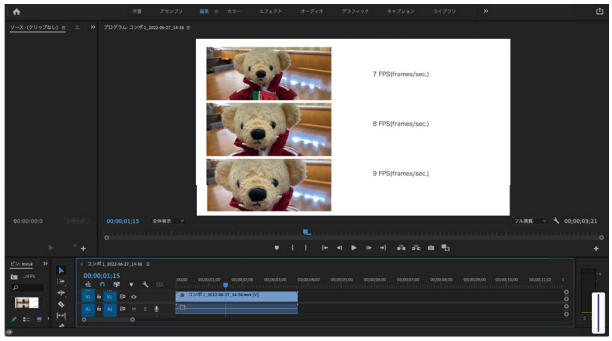


図 1　Adobe Premiere Pro での試作編集画面

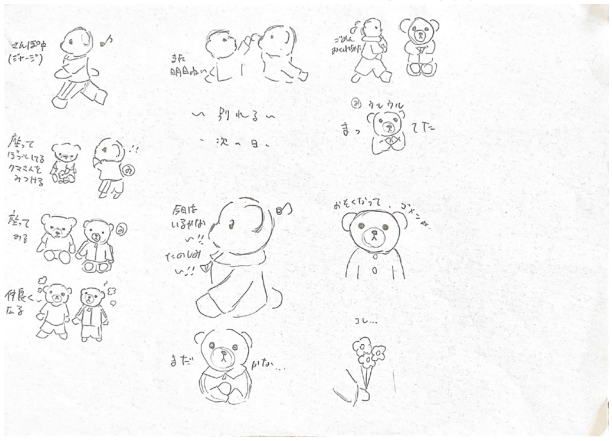


図 2　絵コンテ

文　献

[1] 幅広い年代を狙えるストップモーション動画とは？特徴と効果をご紹介
https://media-hakase.com/column/article/page_380.html
[2]アニログ：フレームレート(FPS)とは？
https://3dcg.comaroku.com/framerate/

衣服ロス問題の啓発のためのツール

Tools for Raising the Awareness of Clothing Wastage

18237 山﨑 ひとみ
指導教員 西野 隆司

1.研究目的

近年、深刻な問題として取り上げられるようになった「衣服ロス」だが、実際どのような場所で、どのように発生しているのか、またどのような影響があるのか理解が深まっていないと感じる。本研究では、問題を細分化し、具体的な問題や解決策を示し、衣服ロス問題の軽減につながる行動のきっかけ作りを目的とする。

2.調査

衣服ロス問題はアパレル業界の大量生産・大量廃棄のサイクルの定着が原因で深刻化したと考えられている。生産工程や廃棄衣類の焼却・埋め立てによる環境問題の他、水問題、労働問題など多くの問題が発生している[1]。

次に、消費者の衣服購入について調査を行った。アパレル業界の環境負荷やサプライチェーンの問題に対し消費者の約 6 割が具体的に知らないと回答した。こうした問題をよく知っていると回答した残り 4 割の消費者は環境に配慮した衣服を購入する割合が相対的に高いと判明した[2]。

3.コンセプト及びアイデア展開

衣服ロスの実態を知ってもらい、実行するためのハードルを下げる目的でツールの提案を行う。

現在の主な対策として「衝動買いをなくす」「アップサイクル・衣服ロス対策をしている店を選ぶ」「衣服をこまめにメンテナンスする」が挙げられている。以上の項目から、新しく購入する必要がなく、捨てることなく実践でき、最も手軽で日常的なメンテナンスである「洗濯」に注目し、そこから衣服ロス対策を周知させる方法を考えた。

4.最終提案

「新しく一人暮らしを行う若者」をターゲットに、アパレルショップなど洋服関連の店舗に設置する洗濯のハンドブックと衣服ロス解説の豆本の提案を行う。

① 洗濯のハンドブック

A7 サイズで制作を行った。1~2 ページでは洋服の正しい洗濯の仕方ついて・洋服が痛む原因について記載している。洋服が痛む原因の項目では日常的に行う可能性が十分あり得る行為・知ることで防ぐことが可能になる行為を基準として選定した。3~4 ページでは 2016 年 12 月 1 日以降の洗濯表示マークの早見表、5~6 ページ目では種類別の洗濯方法の早見表を記載した。表紙にトレーシングペーパーでポケットを付け、豆本が収納できるようになっている。

② 豆本

本文は 16 ページで構成されており、洋服ができるまでの過程で発生している環境負荷・人権問題などを記載した。内容の特性上、衣服ロスに興味・関心が無い人に手にとってもらえないと考えた。手に取るハードルを軽減させるため一辺を 70mm とし、「ページを段違いでグラデーションにする」「表紙の形を洋服の片面の形にする」など、工夫を行なった。

図 1.制作したハンドブック一式

5.検証

来年度から一人暮らしを行う 17~21 歳学生 6 名に手に取り読んで貰ったところ、「気軽に読む気になる」「衣服ロス対策が生活と関連付けられ、身近に感じられる」「イラストが多く圧迫感がない」等意見をいただいた。また、アパレル販売員経験者から話を聞き、アパレルショップに設置することが適切か検証を行ったところ、客から洗濯に関する質問が多いことや新人研修で洗濯表示を覚えなければいけないと聞き、消費者の生活に役立たせることのほかにアパレル従業員の研修にも役立たせることが可能と考える。

文 献

[1] 環境省, “サステナブルファッション”, https://www.env.go.jp/policy/sustainable_fashion（参照 2023-01-20）

[2]消費者庁, “エシカル消費に関する消費者意識調査”, 2020, https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_education/public_awareness/ethical/investigation/assets/consumer_education_cms202_210323_02.pdf, （参照 2022-09-29）

・仲村和代・藤田さつき, 『大量廃棄社会 アパレルとコンビニの不都合な真実』, 光文社, 2019

衣服の大量廃棄問題の周知

The Problem of Mass Clothing Wastage: Tools for Advocacy

18238 山田 茉深
指導教員 西野 隆司

1. 緒　言

普段身につけている衣服について、便利に洋服 を安く手に入れることができるようになった反面、大量廃棄の問題があると言うことを知り、興味を 持った。

この問題は、消費者のみの問題ではなく企業側 にも大きな問題があるが､企業に直接働きかける より消費者側に理解を深めて貰い､買い方の意識 を変えることにより､企業側へも見直すきっかけ となると考える。

日常生活の裏に隠れた洋服の廃棄問題を消費者 に知って貰うことにより購入意識の変化を促す。それにより企業側の生産の見直しや廃棄問題への 活動を誘発させる。

2. 方　法

初めに、現在の衣服廃棄の状況について調べた。衣服の廃棄量は年々増えていく傾向にあり、リサイクルも間に合わないほどの量にまで膨れ上がってしまっているという事が分かった。

次に､廃棄の原因と影響について調べた結果、廃棄される服の 4 枚に 1 枚は新品の服であると言う事実が浮かび上がり、その原因は企業によるものが多いと言う事が分かった。また、そういった服を貧しい国に寄付をすると言う動きがあるが、 実際には現地の産業を圧迫し、潰してしまうため、結局は廃棄されていることが多いと言うことを知った。 このような内容を、洋服を買う機会の多い若者を中心に知ってもらうための方法として､若者は SNS から情報を仕入れている傾向にあると言うことが分かったため、SNS を利用した周知方法を利用することにし、制作に取り掛かった。

10 代～20 代の若者を中心にターゲットとした。 文字だけの説明ではなく、よりわかりやすく身近 にこの問題を感じてもらうために､漫画を制作することにした｡漫画を SNS に載せることにより拡 散をさせる方向で考えている。

廃棄方法や原因別に３～４ページ程度の漫画を 作成､それぞれに服の擬人化を主人公として登場させることによって、問題に対して身近に感じてもらうことにした。

3. 結　果

合計５つのストーリーで漫画を作成した。内容としては「リサイクルされても捨てられてしまう服」「店頭販売にてサイズが揃わず捨てられる服」「過度に作られ捨てられる服」「寄付されても現地の産業を圧迫してしまい捨てられる服」「ブランドの名声を守るために捨てられる服(図１)」である。発信、検証をする媒体として、SNS のうち Twitter を使用することを前提に、見やすく目に留まりやすいようなサムネイルになるように調整した。(図２)また、文字位置や余白は製本設定に合わせているため、製本も可能である。

実際に漫画を読んでもらい、アンケートを実施したところ「初めて知った内容が１～３つほどある」という回答が多く得られた。また、「Twitter だと興味がなくても目に付いたら見ている」という意見も頂いたため、発信方法の選択としては適していたと思われる。

図 1「ブランドの名声のために捨てられる服」の漫画

図 2 実際に Twitter で見た場合のサムネイル

4. 結　言

今回の制作物による検証では、「知識として理解を深める」という点においては効果的であると分かったが、「なら、着ない服はどうしたらいいのか」「自分ができる対策の記述がなくて、どうすればいいのかわからない」などの意見もあったため、事実の周知だけでなく対策に関しても制作が必要だと感じた。今後の展開としては、対策方法に関する漫画も制作し、拡散していくことを目標にしている。

文　献

[1] 中村和代・藤田さつき「大量廃棄社会 アパレ ルとコンビニの不都合な真実」, 光文社, 2019
[2] “SUSTAINABLEFASHION, これからのファッション を 持 続 可 能 に ”, 環 境 省 , https://www.env.go.jp/policy/sustainable_fashion/(2022.7.21 閲覧)-

クラフトビールのブランドデザイン

Craft beer Brand Design

18240　于　龍年
指導教員　川崎　紀弘

1. 研究目的

私の叔父がクラフトビールのブランドを作ろうとしていて、そこで興味を持ち、自分で調べていくうちに海外のクラフトビールの奇抜で面白いデザインに惹かれた。そこで、私がデザインしたブランドロゴやラベルのデザインをその提案しようと考えた。リアルタイムで実際にクラフトビールのブランドを作ろうとしている人が身近にいるので、進めやすいと思った。

2. 調査内容

去年の六月ごろから、「デビルクラフト」というクラフトビールの店でバイトをしながら、様々なクラフトビールショップに訪れて、自分なりに調査をして分かったことは、まず「外国人が多い」や「大学生や若い社会人が多い」など。そこで私が注目した点は、近年ビール離れが加速する中で、若者の中でクラフトビールが流行っているということだ。そこで調べてみたところ、やはり何より「映えるデザインと面白いネーミング」という意見が多かった。つまり、様々なクラフトビールの種類がある中で、自分の好みの味がわかっていて、それを選んで買う人が少ないため、クラフトビールにおいて重要なのは、味はもちろんのことだがその前にまずパッケージデザインであることが分かった。

3. コンセプトおよびアイデア展開

調査で分かったことを踏まえ、「若者が面白がって手に取ってみたくなり、かつ外国人にも容易に伝わりやすい」というコンセプトにした。

そして、叔父にも相談しつつ、私は「はげ」のスラングである「Baldy」を使い「Baldy Craft」というブランド名に決めた。というのも、私の家系は曾祖父、祖父、叔父、と代々禿頭であり、禿頭がうちのシンボルといっても過言ではないからである。そのため、ロゴもラベルも「Baldy」を連想できるものにする。

4. 最終提案

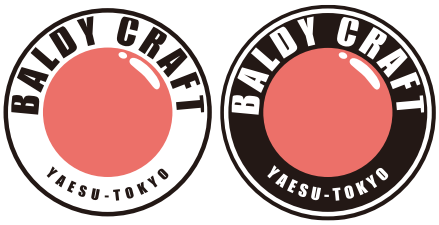


図１　ブランドロゴ

図２　缶のラベル

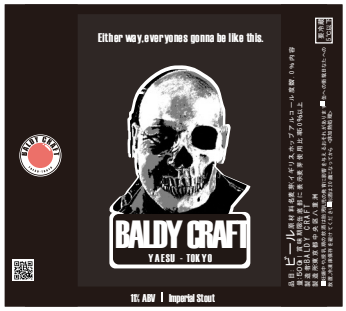


図３　瓶のラベル

まずは図１のロゴ。禿頭を上から見たようなイラスト。ロゴのデザインはできるだけシンプルに、情報量を少なくすることを意識した。

そして図２の缶のラベルデザイン。この背景の文字は、私の叔父がよく私に口にする「どうせいつかこうなる（はげる）」という言葉を英語に訳した「Either way , everyones gonna be like this」という文章。そしてそれを、「どうせはげる」と「どうせ骨になる」という二つの意味をこめて、老人と頭蓋骨を合成したイラストにした。

最後に図３の瓶のラベルデザイン。こちらは缶のデザインからあまり変化させず、しかし比較的落ち着いたデザインにした。

5. 今後の展開

今回は一種類ずつのみの制作だったが、今後もビールの種類にあわせて様々なデザインを作っていく。その他もステッカーやコースター、衣類なども検討している。

文　献

[1]「若者のビール離れを引き止めたクラフトビールの魅力とは」
https://www.vivi.tv/post231591/

2023 年 1 月 2 3 日

地域らしさを表現する地下鉄駅

Regional Characteristics as manifested in a Subway Station

18241 渡邊 良生
指導教員 比留間 真

1. 研究目標

近年、有名な建築家が手掛ける駅、町づくりと連携した駅、地域の特色を表現した駅などが話題を集めている。本研究では自分の身近な地域を対象とし、街の玄関口として駅空間のリニューアルをすることを目的とする。

2. 調査内容

1,既存駅の調査

隈研吾氏が設計に携わった高輪ゲートウェイ駅と商店街で有名な戸越銀座駅の実地調査を行った。実際に訪れることで駅舎の香りや木材の経年劣化などを感じることが出来た。また資料[1][2]を通じて木材を用いた空間の効果的な見せ方や駅特有の施工方法などを知ることができた。また、地域の特色を表現した駅として上野駅、神保町駅を参考とした。

2,計画対象駅

対象駅を都営三田線の板橋区役所前駅[3]を予定している。板橋区役所前駅は 2020 年度の一日の平均乗降者人数が 27871 人と一定の利用者がいる。二つのホームがある相対式ホームと呼ばれる形状かつ,今年 5 月に三田線全駅に新型のホームドアが導入されたことで電車との接触リスクが非常に少ない駅となっている。

3,板橋区の現状

板橋区に対するイメージについてインターネットの記事[4]で調査を行った。行ったことがない区の調査で全ての年代で 1 位という結果が出ている。他の 23 区と比較すると訪れる機会がないことや何があるのかわからないという意見が挙げられている。

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプトを「歴史と文化の駅」として新たな板橋のイメージを持ってもらうためのきっかけとなるような駅空間を目指す。コンセプトをベースに板橋の地名の由来となった板の橋[5]から着想を得て、木素材を用いた駅空間を提案する。木は再生可能資源であることから持続可能社会に大きく貢献ができると考えた。また、木が持っている吸音効果、視覚効果、リラックス効果から都市のストレスを緩和する効果もあると考えている。具体的な提案場所を改札口、連絡通路、ホーム全体の３つのポイントに着目し提案を行う。

・改札口

江戸から最も近い宿場町として栄えた板橋宿を江戸への玄関口と捉え、門をイメージした空間を提案する（図１）。

・連絡通路

上下線ホームを結ぶ連絡通路を橋に見立て板橋区の名前の由来にもなった歴史ある橋[5]をモチーフとし、橋の欄干の組み方を用いた。また壁面には桜の模様を採用する（図 2）。

・ホーム全体

歴史ある宿場町の街並みを参考とし、壁面は建具をイメージし格子状にし（図 3）、天井部分は板を縦方向に用いて空間に奥行きを持たせた（図 4）。

4. 最終提案

図１ 改札

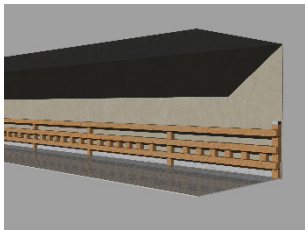


図２ 連絡通路

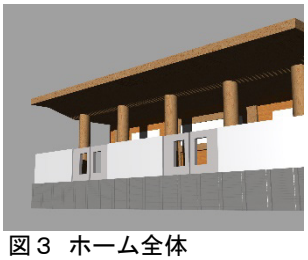


図３ ホーム全体

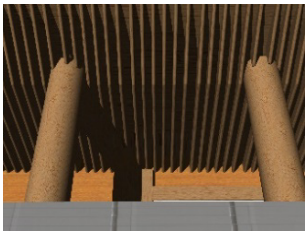


図４ ホーム天井

5. 結論および今後の展開

魅力的な駅空間を通して地域に興味を持ってもらえたことから、この提案が新たな街の玄関口として機能し、おおむね目的は達成できたと考える。一方で新規層である区外の観光客を増加させるには発信力が必要であると感じた。今後の展開として、駅と街の連携を深めることと並行し、SNS などのメディアを活用することで駅と街の魅力を区外へより一層伝えることが理想である。

文献

[1]建築雑誌増刊作品選集 2019 戸越銀座駅
[2]建築雑誌増刊作品選集 2021-2022
高輪ゲートウェイ駅
[3]東京都交通局 板橋区役所前駅
https://www.kotsu.metro.tokyo.jp/subway/stations/itabashi-kuyakushomae.html
[4] nifty ニュース
https://news.nifty.com/article/item/neta/12225-170719012156/
[5] 板橋区公式ホームページ 板橋十景 板橋
https://www.city.itabashi.tokyo.jp/kusei/profile/kanko/jyukei/1006821.html
・丹青社 実績紹介 東京メトロ上野駅
https://www.tanseisha.co.jp/works/detail/61814
・東京都交通局 神保町駅
https://www.kotsu.metro.tokyo.jp/subway/stations/jimbocho.html

自閉症の子供へ向けた金銭管理のプロダクト

Money management materials designed for children with autism

17204 上野 美月
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

私には自閉症の中学生の従兄弟がおり、その特徴的な感覚と行動を目の当りにする機会が度々あった。個人差はあるが、自閉症の方は抽象表現の理解や見通しを立てて行動することが苦手であるという。そしてその傾向が金銭管理にも影響しているという話を叔母から聞いた。本研究は、自閉症の小学生・中学生がお金の機能を理解し、見通しを立てて金銭管理を行えることを目的とする。

2. 調査内容

初めに発達障害の特徴について調査を行った。ウェブサイトおよび書籍でデータ収集を行い、自閉症の子供とその保護者に向けてアンケートを実施した。既存の自閉症教育として「TEACCH プログラム」というものがある。［1］これは予測不可能な事態が苦手な彼らに対し、「構造化」の手法を用いて環境を整備して状況理解を助ける方法である。即ち彼らは視覚優位の傾向にある。また、バランス感覚が鈍く細かい手指の動作が苦手なケースが多い。[2] 自閉症の子供をもつ 200 人の親を対象とした調査では 83%の人が金銭教育を必要と感じる一方で、実際に行っている家庭は 22%に留まった。［3］自閉症の子供とその親に金銭管理についての悩みを調査をしたところ、「財布が小銭で溢れる」「貯金の概念がない」「会計時の手順に時間がかかる」などの声があった。

3. コンセプトおよびアイデア展開

「金銭管理の視覚化」をコンセプトとした。試作を 3 回行い、自閉症の従兄弟と彼の母への検証を実施した。まず制作したものが「お金の管理方法」に着目したツールである。小銭の積極的利用を目的とし、1 円玉を 5 枚袋にまとめて 5 円玉として管理するなど、お金の種類を繰り上げる方法を提案した。検証では、袋詰めの「細かい作業」への苦手意識や仕組みの複雑さについての指摘があった。第二試作では、「お金を持ち運ぶ方法」として金額把握のしやすい見開きの財布を制作した。会計時の工程をスムーズにすることが目的の「首掛けタイプ」だが、検証では意外にも手指の動作が多く、両手が塞がらない形が最適解であると判断した。

4. 最終提案

以上の 2 点をもとに最終提案の雛形の制作と検証を行い、最終提案物として「まなぶ金銭管理ツール」を制作した。お金の「計画・使用・貯金」により「見通し立てた金銭管理」を学習するツールである。セット内容は、①「ポケット付き計画ボード」②「貯金・収納ボックス」③「ウエストポーチ」④「マニュアル・消費税早見表」である。（図 1）使用手順は、まず 1 ヶ月のお小遣いを 5 週分のポケットに振り分け、各週の用途を計画する。次に計画したお金を使う週になったら、そのポケットを専用ポーチに入れて持ち歩く。そして週終わりに、お釣りを貯金ボックスに入れ、一連を 4 週分繰り返す。お金専用ウエストポーチには直接お釣りを入れるポケットを取り付け、会計時の負担を軽減することを目的とした。保護者の意見で大人向けマニュアルのフォントサイズの変更やひらがな表記はルビの方がわかりやすいとの指摘もあり、改善したものを最終提案とした。

図 1 まなぶ金銭管理ツールのセット内容

5. 結論

自閉症の当事者からは、「使いやすい」との意見をいただいた。繰り返しの使用で手順を覚え、電卓を使いながら自分で計画することができていた。保護者からは、改善したマニュアル及び早見表について、親しみやすく見やすいとの評価をいただいた。評価と検証から見通し立てた金銭管理の目的は概ね達成できたといえる。

文　献

[1]りたりこ発達ナビ：TEACCH とは？ASD （自閉症スペクトラム障害）の人を生涯支援するプログラムの概要を紹介【専門家監修 ageRank 徹底解説】，2017, https://h-navi.jp/column/article/（閲覧日 2022/10/2）

[2] 笠原麻里、平野健一：赤ちゃん～児童期発達障害の子どもの心がわかる本，株式会社主婦の友の会，2016

[3] 鹿野佐世子,前野彩：今日からできる！障がいのある子のお金のトレーニング,株式会社翔泳社，2016

現代に合わせた床座の提案

Contemporary Floor and Seating Plan

17235 本石　吾守馬
指導教員 坂元　愛史

1. 研究目的

日本は古くから床座を中心とした生活をしていた。しかし、欧米の文化の流入により椅子座を中心とした生活に変わってきている。それは和室が減り、洋室化していった過程と一致している。だが、洋室であろうと多くの日本人は足を腰近くに引き上げるような姿勢をとるなど、床座から完全に離れたとはいえない生活を送っているようだ。そこで床座の良さを改めて生活の一部として取り入れ、日本人がより快適に感じる暮らしの構築を目指すこととした。

2. 調査内容

まず、サレジオ高専デザイン学科五年 36 名に部屋での過ごし方について調べたところ多くの人が椅子やソファの上に足を上げたり、胡坐をかいたりしてくつろいでいることが分かった。また、自室ではベッドやソファの上で寝転がりながらスマホやゲームをしている人が多いことも分かった。次に畳のメリットについて調べ、畳にはリラックス効果のある香り、調湿効果、集中力が上がる、メンテナンスのしやすさなどがあることがわかった[1][2]。

3. 心材よる感触の実験

畳をモチーフにした椅子は過去幾度も提案されている。しかし、畳はその上を歩くことを前提として藁床やスタイロフォームを心材としているため、ソファのクッション材として使うには固すぎ、長く座るには使いづらいものになっていた。そこでチップウレタン、スタイロフォーム、ウレタンフォームという硬さの違う三素材の組み合わせを変える実験をすることで座り心地の変化を調べた（表 1）。スタイロフォームでは固くウレタンフォームでは柔らかすぎる結果となった。しかしチップウレタンの＃7000 を使ったところ座るにも胡坐を組むにもちょうどいいと感じた。

表１　心材の組み合わせによる座り心地の変化

座り心地と組み合わせ			
	スタイロフォーム	チップウレタン	ウレタンフォーム
スタイロフォーム	固い	固い	最初柔らかくのち固い
チップウレタン	固い	少し硬い	かなり沈み込む
ウレタンフォーム	最初柔らかくのち固い	かなり沈み込む	柔らかい

4. アイデア展開と最終提案

畳を好む理由の多くに寝転がることへの抵抗感がないことがあげられる。そこで寝たり、胡坐をしやすい大きなソファ型を目指すこととした。過去の畳を用いた椅子は畳をそのまま座面として使ったり、椅子のポジションで使えるようにしたものが多い。それはただ畳を椅子に置いたに過ぎないものであるといえる。そこで畳の特性、畳の構造を積極的に使うことで床座と椅子座の融合をねらうこととした。最終提案において座面を大きく設定することで人が横になれるだけでなく、胡坐を組んだ時に足が座面から出ないようにした。また、い草の使用量が増えるところから香りがよくたつようになっている。寝転んだ時に頭が下がらないように一段小上がりを作った。また、幅は平均的日本人なら必ず寝転がれる 1900ｍｍに設定をした。

5. 検証および結果

検証には、男女合計 13 名に実際に座ってもらったり寝転んだりしてもらい、使用感を調べた。座り心地は狙った通り、よいとの評価が多かった。また、足を上げやすいように座面を低めに設定していたことで、そこがいいとの意見もあった。しかし、座面が深いことで背が低い人にとって背もたれが遠くなり、椅子座で座り続けるのは疲れることや、縁の部分のところの角が立っており気になるとの意見もあった。そこで、縁を丸く加工することで解消した。以上のことから、当初の目的であった床座を生活の一部に取り込むことはある程度成功していると考える。

図１　検証時の様子

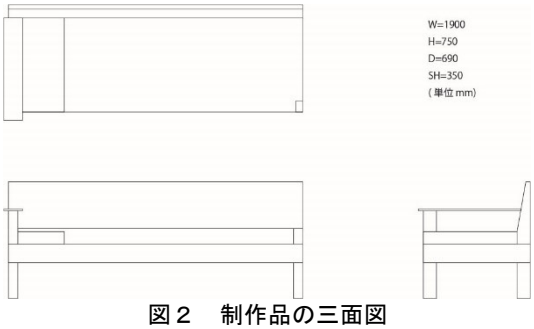


図２　制作品の三面図

参考文献

[1]畳とは？畳のメリット・デメリット、張替え費用やお手入れ方法まで徹底解説！，https://www.renoco.jp/knowledge/379./，閲覧日 2022.12.05.
［2］畳イグサの力で集中力，https://www.asahi.com/edu/student/atama/TKY200804150196.html.，閲覧日 2022.12,05.

電気工学科　2022年度　卒業研究　テーマ一覧

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
18301	赤田 皓貴	レジャーアクティビティにおける症状の予防機器実用化に関する研究
18302	阿部 玄	衛星放送電波を用いた降水観測システムの改良－電力検波回路の製作－
18303	生田 紘平	金属熱電対を用いた熱電モジュールの素子形状の検討
18307	大村 大	誘導型磁気浮上推進装置の制御システムの構築
18308	岡本 優人	Open Poseと筋電位センサを用いた運動時理想姿勢の模索
18309	長田 悠汰	インタラクティブプロジェクションマッピングと呼吸リモコンによるデジタルテーブルホッケーのハードウェア開発
18310	落合 隼玖	素子形状の変化による素子内温度分布と熱電変換出力の検討
18311	小俣 勲	自動運転レベル3に向けた画像認識による制御システムの構築
18314	勝目 隼	脈波計センサを用いた心疾患の早期発見に関する研究
18315	加藤 亜弥乃	$MnSi_{1.73}$熱電素子における台形形状の検討
18317	木田 秀吾	インタラクティブプロジェクションマッピングと呼吸リモコンによるデジタルテーブルホッケーのシステム開発
18318	木村 仁政	インタラクティブプロジェクションマッピングと測域センサーを用いたペットと楽しむゲームの開発
18319	葛本 和之	衛星放送電波を用いた降水観測システムへのIoTの導入
18320	工藤 正樹	洪水堆積物の磁化研究
18321	黒瀬 守洋	健康吹矢における視覚障がい者向けの的の改良
18322	阪口 大翔	画像計測ならびに生理学的パラメータを用いた理想的なドライビング姿勢の定量評価方法とサポートシステムの模索
18323	佐藤 将大	$FeSi_2$熱電素子における台形形状の検討
18325	佐藤 亮太郎	ランニング時における血行動態変化の定量評価への検討ならびに野外計測を可能にするシステムの構築
18326	塩飽 廉武	FR-4基板を用いたIMwS構造の28GHz帯における挿入損失に関する研究
18327	杉原 海斗	誘導型磁気浮上推進装置の位置検出回路の実験的研究

電気工学科　2022年度　卒業研究　テーマ一覧

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
18328	鈴木 智也	自動運転レベル3EV車両開発と前後双方向走行における4輪独立操舵の検討
18330	髙畠 大佑	誘導型磁気浮上推進装置の動作回路システムの開発
18331	田口 翔喜	地中レーダによるカムイタプコプ下遺跡の研究
18332	丹代 真実	系統連系インバータの高調波を除去できる同期コンデンサシステムの定常特性解析
18333	チョウドリー ナスィーム	自己位置推定と走行経路作成による自動運転レベル3車両の自動走行に関する研究
18335	長嶋 雄平	外界・内界センサを合わせた自己位置推定システムの研究
18336	樋口 大誠	小学生を対象とした遊泳ロボット製作キットの開発
18337	福田 悠介	YOLOv3とOpenPoseによる歩行者認識システムに関する研究
18338	古田 陽平	ベアリングレス誘導モータの相配置による動作の影響についての実験的研究
18339	牧野 爽生	残留磁化による落雷の研究－鉄塔モデルでの実験－
18340	増嶋 快翼	電子レンジを用いたコーヒー焙煎における攪拌機の形状に関する研究
18341	増田 幹	好みの画像から作曲可能な画像鍵盤アプリの開発
18342	松本 康平	光学的手法を用いた家庭飼育動物の健康管理システムの開発
18344	山本 温翔	$FeSi_2$熱電モジュールにおける素子間隔の検討
18345	吉澤 樹	マグナスタービンを用いた波力発電装置の制御に関する研究
18346	米山 竜平	日昇日没時における空の分光分布と人間のストレス値の変化に関する検討
18348	渡邉 大輝	低次高調波除去型単相インバータの試作
17321	坂本 涼	三相誘導電動機の電動領域と発電領域の測定
17331	西澤 智明	陶磁器破片の磁化による復元研究
17314	川喜田 鷹幸	2周波並列疑似サーキュレータ回路の提案

レジャーアクティビティにおける
症状の予防機器実用化に関する研究

Research on Practical Application of Symptom Prevention Devices in Leisure Activities

18301 赤田 皓貴
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒　言

近年、世界的な流行を見せている新型コロナウィルスが収束したアフターコロナ時代では、観光需要が急増しレジャーアクティビティの人口が増加することが期待されている。しかし、レジャー人口の増加に比例して、アクティビティ中の事故増加も懸念されるため、このレジャー事故を減らしたいと考えた。本研究では、レジャーアクティビティ中の事故として、多く発生する遭難事故を防止するとともに、運動時における生理学的パラメータを可視化する機器の開発を目的とする。実験は、山岳遭難の約 8 割[1]を占める登山を行う際の、登山状況における山中で取得した位置情報の正確性や、山の勾配による運動強度の変化を捉えた生理学的パラメータおよび位置情報の比較検討を行った。

2. 方　法

図 1 に本研究で製作した GPS 機能付き手首式パルスオキシメータを示す。製作した測定機器を左手首に装着して、登山実験を行い、後日実験データの解析を実施した。実験中、定期的に市販品パルスオキシメータ(dretec 社, OX-101)により心拍数(HR)と経皮的動脈血酸素飽和度(SpO_2)を取得することで、製作した機器で測定した生体情報と比較を行い、性能評価をした。

また、登山実験を行い試作機から得たデータより生体情報と位置情報の関係性を模索した。

図 1　製作した計測機器（裏、表）

3. 結　果

図 2 に実験結果の一例である心拍数についてのグラフを示す。市販品で測定した心拍数は、実験開始から上昇し、変動しながら 43[min]を境に、低下していることがわかる。試作機で得た心拍数は、市販品と同様に運動開始時に上昇し、似た変動を繰り返して、43[min]頃から低下していることから、本試作機は市販品に近い精度で心拍数の測定が可能であると考える。試作機による心拍数と標高のグラフにおいて、標高のグラフは横軸が時間であるため、山の斜面を表しているのではなく、標高の時間変化を表している。これを踏まえて比較を行うと、急激に標高を上げている時に心拍数は大きく上昇し、標高を下げている時あるいは標高に変化がない時は、心拍数が低下していることが見て取れる。このことから心拍数は、運動強度の変化に応じて増減していて、活動負荷が高い登山開始時と標高上昇時に、増加することがわかった。また、本実験では 43[min]頃に山頂に到着し、休憩をとっている。43[min]頃のグラフを見ると、標高の時間変化では 600[m]付近で停止しており、心拍数は徐々に低下していることから、試作機が正確に測定できていると考える。

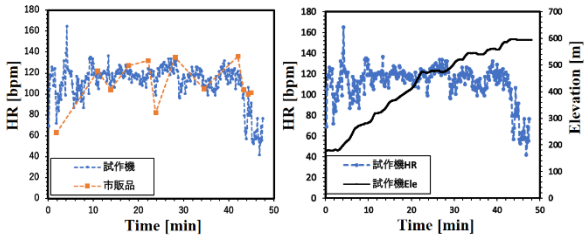


図 2　登山実験の結果

4. 結　言

登山実験から製作した GPS 機能付き手首式パルスオキシメータは、比較的高い精度で心拍数を測定できる可能性が示された。実験結果から心拍数は、運動強度の変化に応じて増減していて、活動負荷が高い登山開始時と標高上昇時に、増加することがわかった。また、GPS 機能については、

山の中でも正確な測位が可能であることがわかった。登山状況において、試作機がある程度の有用性を発揮したと考える。

5. 今後の予定

今後は、製作した試作機の実用化に向けて、機器装着者がリアルタイムに情報を受け取れるように改良すると同時に、測定において更なる精度向上を図る予定である。

文　献

[1] 警察庁, “令和 4 年夏季における山岳遭難の概況”, https://www.npa.go.jp/publications/statistics/safetylife/r4kaki_sangakusounan.pdf,(2023)
最後閲覧日 2023/1/22

[2] 住吉佑基,“レジャーダイビングにおける減圧症の予防に関する研究”,サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2018)

衛星放送電波を用いた降水観測システムの改良
−電力検波回路の製作−

Fabrication of power detector of precipitation monitoring system by satellite broadcasting signals

18302 阿部 玄
指導教員 泉 吉紀

1. 背 景

近年、局所的な集中豪雨（通称ゲリラ豪雨）による被害が各地で増加している。このような豪雨は急速に発達した積乱雲により通常の降雨に比べ短時間かつ狭い範囲で雨を降らすため通常の降雨よりも観測が困難なものとなっている。また、気象レーダ等の観測手段は絶対的に見て費用が高いといった問題がある。

本研究では沢田（2020）[1]で運用された降水観測システムの中で精度に欠ける点が見られた電力検波回路（パワーディテクタ）の製作と動作確認を主な目的とした。製作した電力検波回路は葛本の構築する Aruduino UNO に接続、インターネット上でデータを取得し、降水量と電圧値の相関について検討する。

2. 実 験 方 法

パワーディテクタの回路を設計、製作した回路の動作確認を行ったあと、葛本の製作する Aruduino UNO に接続、sigfox と呼ばれる LPWA（Low Power Wide Area、低消費電力・広帯域無線通信）を利用して Thinger.io と呼ばれる OSS の IoT プラットフォームへデータを転送させる。インターネット環境であれば、どこからでもデータを確認することができる。観測データをグラフ化し晴天時、降雨時のデータを比較する。

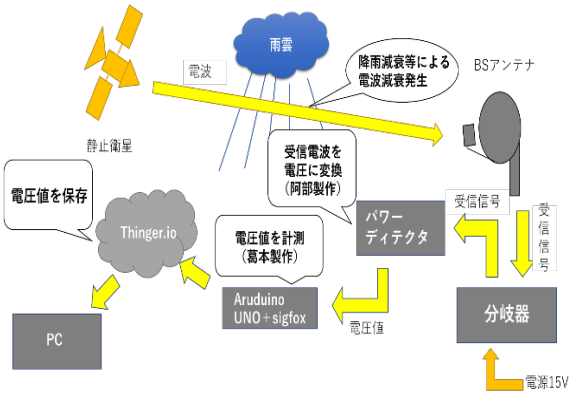


図 1 改良した観測システムの概観

3. 結 果

図 2 は、晴天時に動作確認を行ったときに計測した電圧値（2022/12/12）、図 3、図 4 は Aruduino UNO に接続、計測して得た晴天時（2023/1/10）、雨天時（2023/1/14）のデータである。図 2 から、衛星から受け取った電波を平均で 56mV ほどの電圧に変換されていることがわかった。

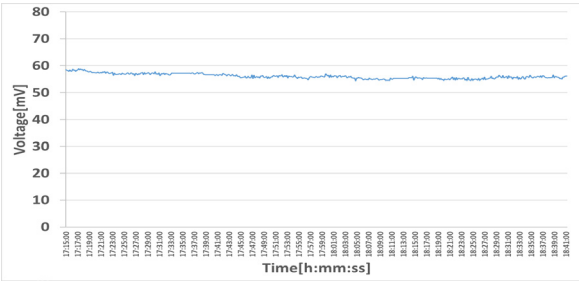


図 2 動作実験で得たデータ

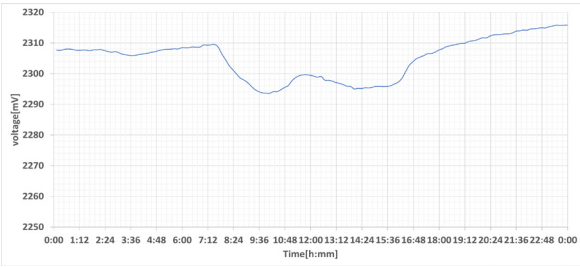


図 3 Aruduino に接続し得た晴天時データ

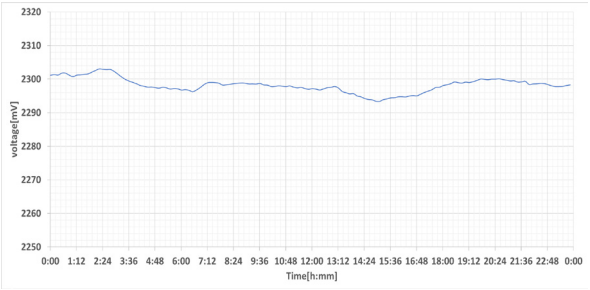


図 4 Aruduino に接続し得た雨天時データ

4. 結 論

一般に購入可能な素子でパワーディテクタの製作をした。BS アンテナからの電波強度を電圧に変換することができ、アンテナを隠すと電波強度が弱まり電圧が減衰することを確認できた。しかし、回路の製作・調整に予想以上に時間がかかり、降水量と電圧値の相関については十分な確認ができなかった。

5. 今後の予定

今後、パワーディテクタ回路の精度を向上したいと考えている。現状では、電圧値が安定しておらず、1SS86 に代わるショットキーバリアダイオードの使用を検討している。また、降水量と電圧値の相関関係を導き、降水量を算出する必要がある。そのために長期的に観測システムを運用し、基礎データを蓄積したいと考えている。

文 献

[1] 沢田翔吾,“衛星放送電波による局所的降水観測システムの改良”,サレジオ工業高等専門学校卒業研究 (2020)

金属熱電対を用いた熱電モジュールの素子形状の検討

Examination of element shapes of thermoelectric modules using metal thermocouples

18303 生田 紘平
指導教員 加藤 雅彦

1. 緒　言

熱電材料とは、熱を電気に変換する効率の高い材料である。現在熱電材料には主に焼結体が用いられている。しかし、焼結体を用いた熱電モジュールは製造工程が多く、製造コストが高いという問題がある[1]。そこで先行研究では製造コストの削減を目的とし、焼結体ではなく金属熱電対を用いた熱電モジュールが検討された[2]。

昨年度、本研究室で行われた研究ではクロメル-アルメル(K 型熱電対)よりも熱起電力が高いクロメル-コンスタンタン(E 型熱電対)に変更し、検討を行った。その結果 K 型熱電対よりも、E 型熱電対を用いたものの方が高い出力を得られることが分かった。また、温度分布測定結果より、素子長 7cm が発電に最適だと分かった。温度分布比較結果より、モジュールの温度分布は熱源温度に依存せず、熱源から 4cm 以降の温度分布はほぼ変化はなかった。そこで本研究では、先行研究のデータをもとに設計されたモジュールの組立と、素子内温度分布と熱電変換出力の関係を調査することを目的とした。

2. 実験方法

素子長 7cm で長さ 4cm 地点で接合したモジュールを製作するために 4mm×70mm×0.5mm のクロメル、コンスタンタン板を図 1 のような形状になるように加工した。

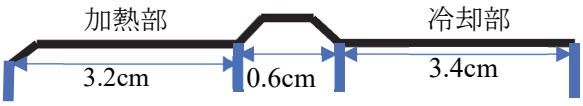


図 1　素子の形状

この素子を接合して 50 ペアまでの熱電モジュールを作製した。電気炉を用いて V-I 特性を測定した。接合したモジュールに断熱綿を詰めて、電気炉内部とモジュールの積層間を断熱した。この際、モジュールのすべてを断熱したものと、モジュールの冷却部を空気中に露出したもので測定した。測定は電気炉内部を 100℃、300℃、500℃として行った。また、サーモグラフィカメラを用いて素子内温度分布を測定し、温度分布をもとに予想出力を算出した。

3. 結　果

温度分布より予想出力を算出したところ、先行研究で作製されたモジュールに比べて、本研究で作製したモジュールのほうが約 23%大きいことが分かった。

図 2 に電気炉の温度が 300℃の時のペア数に対する V-I 特性測定結果を示す。冷却部を露出した時の最大電力は 20.7mW、冷却部ごと断熱した時の最大電力は 13.4mW で冷却部を露出した時の方が出力が 35%高いことが分かった。

図 3 に 500℃時のペア数に対する電圧及び出力の先行研究との比較を示す。500℃の時の最大電力が 81.3mW で先行研究よりも 21%高い出力が得られた。

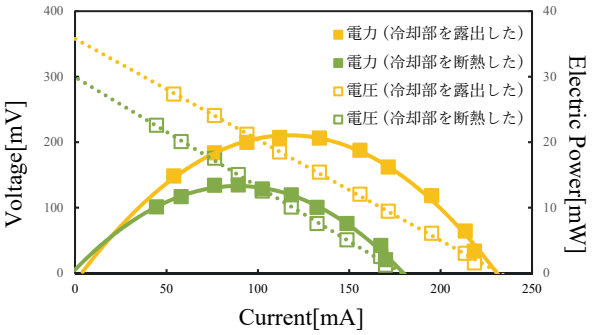


図 2　300℃時の V-I 特性結果

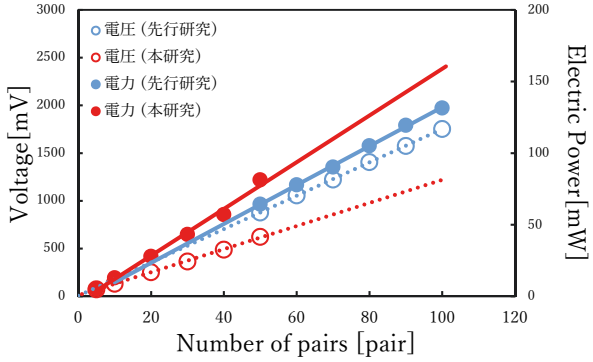


図 3　500℃時のペア数に対する電圧及び出力の先行研究との比較

4. 結　言

冷却部を露出したものは断熱したものに比べて出力が 35%大きいことが分かった。V-I 特性より、先行研究と本研究で得られた実測出力を比較すると、本研究のほうが約 21%大きい値を示し、性能が向上したことがわかった。

文　献

[1] 坂田亮, “熱電変換-基礎と応用-” ,裳華房, pp.182-190(2005)
[2] 鈴木永遠, “金属熱電対による熱発電器の作製” ,サレジオ工業高等専門学校特別研究論文(2022)

誘導型磁気浮上推進装置の制御システムの構築

Experimental Research of Control System for Inductive Magnetic Levitation Propulsion Device

18307 大村 大
担当教員 渡邉 聡

1. 緒　言

ベルトコンベア等運搬装置には摩擦の影響で粉塵が生じてしまうなどの衛生環境面に問題がある。特に、クリーンルームなどの特殊環境下では、一般の運搬装置を使用することができない。そのため先行研究では磁気浮上推進装置を試作し、実用に向けて直進、停止、右左折、回転の動作を実行できるよう改善してきた[1]。本装置の特徴は非接触で多方向への移動を自由に設定することが可能であるが、その多様性に付随して個々に電源の供給と移動動作の制御及び状態の確認を必要とする[2]。本研究では装置の自由度を生かすためにコンピューター上での制御を図り、設置から動作及び運用まで制御することができるシステムを構築することを目的として、プログラムを作成し動作試験を行い、その有用性について検討した。

2. 制御概要

本装置の電源の有無の制御を実行するため、使用されていないパネルの電源を切り、必要に応じて電源を入れる制御を行う。運搬物（アルミ円盤）の位置の追跡には光センサを用い、通過中と通過予定のパネルに電源を入れる制御を行う[2]。図 1 に磁気浮上推進装置のブロック毎に分解された写真を示す。

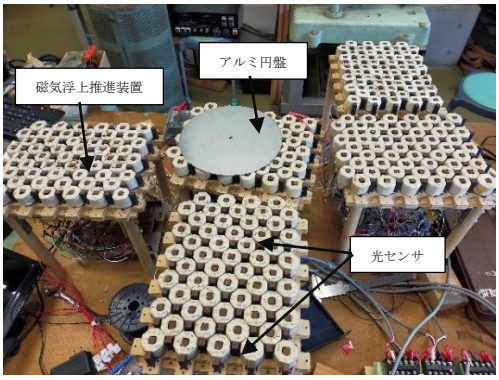


図 1　磁気浮上推進装置のブロック毎の分解図

センサの情報を受け取り、LabVIEW を用いて制御を PC に接続された DAQ デバイスから情報を出力しリレーを動作させる。

3. プログラムの作成と結果

実際に磁気浮上推進装置を使用する際に現場の大きさの範囲内で装置を配置しその配置した場所をプログラム上で指定し制御と装置の動作を PC 上で確認できるように作成した。今回は試しに装置を 1 マスと考えた場合 5×5 の 25 マスで配置が出来るプログラムを作成した。作成したプログラムの UI 部分を次の図 2 に記す。

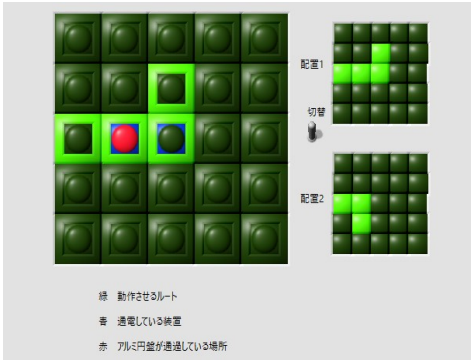


図 2　作成したプログラムの UI 部分

右側の配置 1 と配置 2 は装置を 1 マスと考えた場合 5×5 の 25 マスの中でルートを指定するための制御盤であり、切替と書かれたトルクスイッチは配置 1 か配置 2 のどちらの配置を適用するかを決まるためのものである。左側は表示盤であり指定しているルートを緑色のライトで表し、通電している装置を青色のライトで表し、アルミ円盤が通過している装置を赤色のライトで表している。作成したプログラムにより外部から確認しやすく、制御しやすくなり PC 上で集中的に管理することが可能になった。

4. 結　言

本研究では、磁気浮上推進装置の実用化に向けて、装置の基本的な動作を制御するシステムを構築した。LabVIEW を用いて磁気浮上推進装置におけるパネル各所に配置されたセンサの信号を取り込み、これらの情報からパネルの電源の制御、切り替え基板の制御を行うことによって、通過中と通過予定のパネルのみに電源を印加する制御を行うことが可能となった。また装置を配置しその配置した場所をコンピューター上で指定し制御と装置の動作を PC 上で確認できるようになり、設置から動作及び運用まで制御することができるシステムを構築することができた。

文　献

[1] 坂野佑多、相馬基生、原屋敷佑大、本多亘希”誘導型磁気浮上推進装置の運用システムの構築”、サレジオ工業高等専門学校卒業論文(令和元年度)
[2] 小林光司”誘導型磁気浮上推進装置の制御システムの構築”、サレジオ工業高等専門学校卒業論文(令和 3 年度)

Open Pose と筋電位センサを用いた運動時理想姿勢の模索

Search for ideal form during exercise using Open Pose and EMG sensors

18308 岡本 優人
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒　言

近年自宅で過ごす時間が増加したことで運動への関心が高まっている。運動を行うことで健康の促進、筋力の増加、体力の向上など様々な効果が期待できる一方で間違った姿勢や方法で運動を行うことで怪我や障害を引き起こす可能性がある。そのため運動時に適した姿勢を模索する必要があるが、姿勢の判断は主観的な部分があり定量的に姿勢を判断することは難しい。そこで本研究ではサッカーに着目し、シュート時の生体情報を取得し、姿勢改善を行うことで適したシュートフォームの模索を行った。

2. 方　法

本研究では先行研究を参考に被験者 A,B の 2 名を対象にサッカーのシュート時の動画撮影、筋電位センサ（TokyodevicesIWS-940-DEV）を用いたシュート時の筋電位計測およびそれらの解析[2]を行った[1], [2]。実験ではシュート時の軸足となる左足大腿四頭筋に電極パッドを装着し、踏み込み時の筋電位を測定した。シュート判定を枠内ゴール、枠内ノーゴール、枠外の 3 種類に分け、それぞれのシュートに対する腰と膝の角度、筋電位の評価を行った。解析結果から姿勢改善を行いシュート決定率の向上を目指した。

3. 結　果

図 1～4 に被験者 A の姿勢改善前後の腰、筋電位を示す。

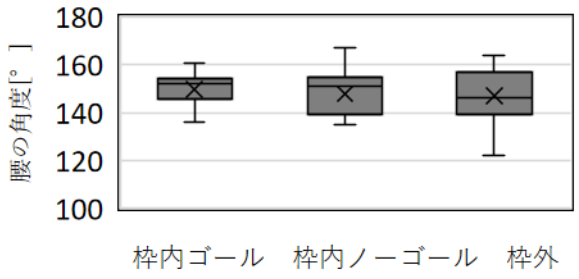


図 1　姿勢改善前　腰の角度

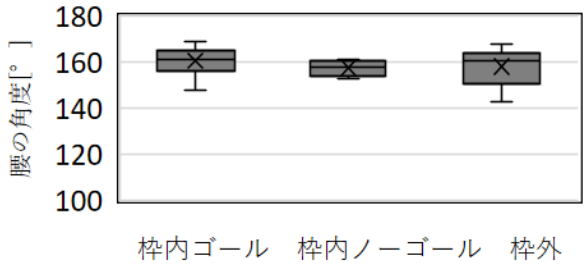


図 2　姿勢改善後　腰の角度

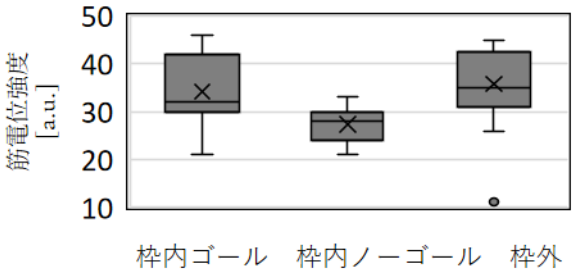


図 3　姿勢改善前　筋電位

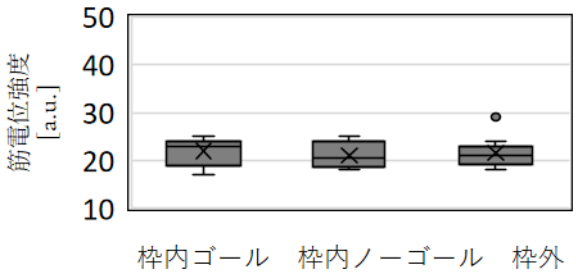


図 4　姿勢改善後　筋電位

図 1 より姿勢改善前は腰の角度がコースによってばらつきが生じている。また図 3 より筋電位強度もコースによって大きなばらつきが生じていることが分かる。これらより姿勢改善として腰の角度改善を行った。図 2 より姿勢改善後は腰の角度のばらつきが小さくなり姿勢が統一されていることが分かる。また図 4 より腰の角度改善を行ったことにより筋電位のばらつきも小さくなっていることが分かる。またシュート結果についても枠内ゴールが姿勢改善前が 23.2%に対し姿勢改善後は 40.7%とシュート成功率が向上した。

4. 結　言

本研究ではサッカーシュート時の生体情報を取得し、姿勢解析及び姿勢改善から適切なシュートフォームの模索を行った。その結果被験者 A,B ともにシュート決定率の向上が見られた。また被験者 A の実験結果から膝の角度が腰の角度よりも小さい時に枠内ノーゴールになり、膝の角度が腰の角度よりも大きいときに枠外になると考えられた。

文　献

[1]小澤一暁,“バスケットボールにおける Open Pose と生理学的パラメータによる運動時理想姿勢の模索”,サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2021)
[2]GoogleColab,squatformcheak.ipynb, squatformcheck.ipynb - Colaboratory (google.com),最終閲覧日 2022,11,25

インタラクティブプロジェクションマッピングと呼吸リモコンによるデジタルテーブルホッケーのハードウェア開発

Hardware development of the digital table hockey
with interactive projection mapping and breathing remote control

18309 長田 悠太
指導教員 風間 俊哉

1. 緒　言

CG による仮想現実が、センサーを介することで、人と動的に相互作用できるシステムを、インタラクティブプロジェクションマッピング（以下 IPM）と称する。私たちは IPM が、事故や病気、加齢による身体機能低下を改善するリハビリにも活用できるのではないかと考えている。本研究では、慢性閉塞性肺疾患(COPD)[1]での息切れ症状を改善するための、呼吸リハビリツールに IPM を活用することを試みる。呼吸リハビリでは口すぼめ呼吸が必須のトレーニング方法であると考えられている[2]。そこで私は、このトレーニングに“呼吸リモコン”[3]が応用できるのではないかと考えた。呼吸リモコンと IPM をカップリングすることで、より効果ある呼吸リハビリツールになることが期待される。本研究の目的は、この用途を叶える上で、現状の呼吸リモコンを改良し、IPM へ導入することを目的とする。

2. 方　法

呼吸リモコンをデジタルテーブルホッケーに導入する。設計したレイアウトを図 1 に示す。プレーヤーは壁に向かって横に並ぶ。それぞれのプレーヤーの前方壁面にホッケーの映像が映し出される。壁面の前にモーションセンサー（Kinect v2）を設置し、さらに CG を投影するプロジェクターを設置する。プロジェクターは CG 作成用の PC と接続する。次に呼吸リモコンの改良を行った。既存の呼吸リモコンは、呼気の強さを離散的に感知する仕様になっていたため[3]、距離センサー（GP2Y0E03）を用いて連続的に感知できるように改良した。専用のセンサーマウントを設計し、3D プリンタで作出した。呼吸リモコンの設置台も新たに自作した。IPM で利用するソフトウェアで利用可能となるように、マイコンを Arduino nano に変更し、回路を再設計・製作した。デジタルテーブルホッケーのゲーム内では、呼吸リモコンに息を吹き込むことで、ゴール前にバーが出現し、パックの侵入を防げるようにした。製作した呼吸リモコン、レイアウトは体験会を実施して動作試験・意見収集を行い改善する。

3. 結　果

学内では学園祭、学外では児童福祉施設で体験会を行った。コロナ禍であることを鑑み、呼吸リモコンを実際に体験してもらうことはできなかったが、新規に製作した呼吸リモコンはレイアウト的には問題ないことを確認した（図 3）。

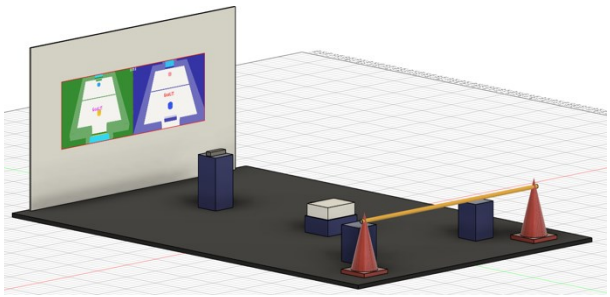


図 1　デジタルテーブルホッケーのレイアウト設計

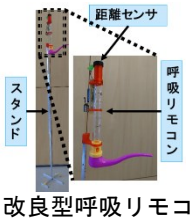


図 2　改良型呼吸リモコン

図 3　動作試験の様子

4. 結　言

本研究では、COPD での息切れ症状を改善する呼吸リハビリツールに呼吸リモコンを用いる試みとして、呼吸リモコンの改良と、これをデジタルテーブルホッケーに組み込むことに成功した。

謝　辞

体験会の実施に協力してくださった放課後等デイサービス・児童発達支援 Walk 武蔵村山の皆様に感謝いたします。また研究にご協力いただいたリコージャパン株式会社の村石貴也様に御礼申し上げます。

文　献

[1] 宮本顕二,“呼吸ケアのアセスメント”, 第 17 回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会教育講演 XI,https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsrcr/18/3/18_203/_article/-char/ja/ (2022/04/20 閲覧)

[2] 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会,日本学療法学会, 日本呼吸器学会, “呼吸リハビリテーションに関するステートメント” http://www.jsrcr.jp/uploads/files/rehabilitation_statement2018_v2.pdf (2022/04/16 閲覧)

[3] 舟久保 海, “呼吸パターンを入力とする遠隔操作システムの開発”, サレジオ工業高等専門学校, 卒業論文 (2021)

素子形状の変化による素子内温度分布と熱電変換出力の検討

Examination of temperature distribution in elements and output power in various shapes of thermoelectric elements

18310 落合 隼玖
指導教員 加藤 雅彦

1. 緒　言

熱電素子には一般に焼結体が用いられている。しかし、焼結体では製造工程が多いという問題点が挙げられる[1]。そこで近年焼結体より製造コストが比較的安価である熱電対に使用される金属を発電素子とすることが再注目されている。しかし熱電対に用いられる金属は熱伝導率が高いため両端で温度差が付きにくい。そこで先行研究ではこれらの素子の形状を変化させ、温度差を付ける工夫が行われた[2]。先行研究では熱電対の金属の形状変化による素子内温度分布と熱電変換出力の関係について調査された。その結果、素子を直角に切った形状よりも斜めに切り取った方が、熱起電力が高い傾向が見られた[2]。しかし、先行研究では測定回数が不十分であるため、データの再現性に疑問が残る。そこで、本研究では素子内温度分布及び熱起電力の測定方法を改善し、素子形状と熱電変換出力の関係について再現性を確立することを目的とする。

2. 実験方法

初めに図 1 のような形状のクロメル（素子）を用意した。素子内温度分布の測定では素子の先端から 2mm までの部分と素子の末端から 5mm までの部分を紙に張り付け、テープで固定した。素子に黒体スプレーを噴射し素子が乾くのを待った。その後、素子の先端から 2mm までがホットプレートに当たるように設置し、ホットプレートを 100℃に設定した。100℃に達してから 10 分以上時間をおき、上から赤外線カメラで撮影した。熱画像による温度分布から熱起電力および出力電力を算出した。

実際の熱起電力の測定では、各素子の先端と 7mm のところに導線を付けた。この内、素子 3 つをホットプレートの上で固定し、導線をロガーに繋げた。その後、ホットプレートの電源を入れ 100℃に達してから 10 分以上時間をおき、ロガーで熱起電力と素子の温度を測定した。他の 6 つの素子も同様に 3 つずつ測定した。

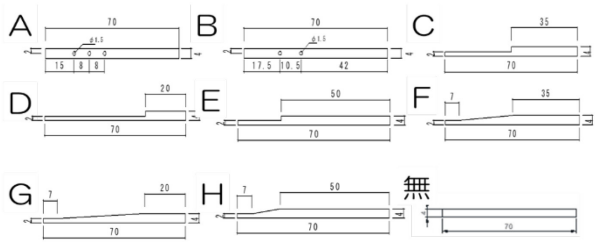


図 1　本研究にて使用した素子

3. 結　果

素子内温度分布の測定は 6 回行った。素子 E,F,G,H と無加工は 6 回の実験で値は大きくばらついておらず、再現性の高い結果となった。しかし、素子 A,B,C,D は 6 回の実験で値がばらつき再現性の低い結果となった。熱起電力の算出結果は、熱起電力が高い素子は A,B となった。逆に、熱起電力が低い素子は E であった。出力電力の算出結果では、素子 A が最も大きく、逆に出力が最も小さい素子は D となった。実際の熱起電力の測定結果では、素子を斜めに切り取った形状の方が熱起電力は高めであった。また、熱起電力が小さかったのは素子 D であった。熱起電力の実測値と計算値は図 2 のように差異が見られた。

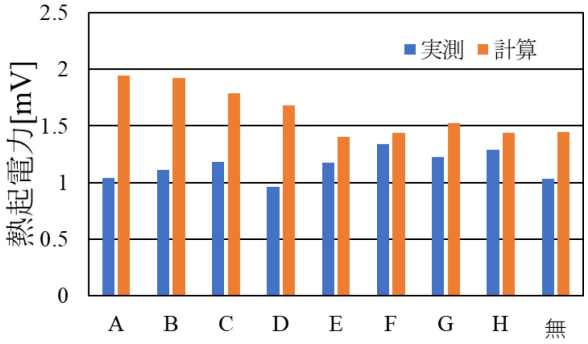


図 2　熱起電力の実測値と計算値の比較のグラフ

熱起電力が計算値と実測値で合わない結果となったのは熱源が 100℃であるため、素子の各部分の温度に差異があまり見られないためだと考えられる。また、素子によって先端の面積が異なっているため熱容量が異なるためだと考えられる。このため、熱源の温度を高くして温度差をよりつけた状態で測定する、あるいは、各素子の先端をつなげて入熱量を揃える必要があると考えられる。

4. 結　言

素子内温度分布の測定において、素子 E,F,G,H と無加工は 6 回の測定でばらつきが小さい結果となったため、良好な再現性が示された。今後は、測定精度の向上が課題である。

文　献

[1] 坂田 亮, “熱電変換―基礎と応用―”, 裳華房, pp.185-191(2005)
[2] 武田和樹, “素子形状による素子内温度分布と熱電変換出力の検討”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2022)

自動運転レベル３に向けた画像認識による制御システムの構築

Study of Control System by Image Recognition for Level 3 Automated Driving System

18311 小俣 勲
指導教員 井組 裕貴

1. 背 景

現在、高齢者の自動車による死亡事故が増加しており、AI を用いた自動運転に関する研究及び、開発が注目されている。本研究室では、自動運転車両の実践的な開発・研究として 4 輪操舵による双方向走行可能な自動運転車両の開発を行っている。先行研究では動体検知として、ステレオカメラと YOLOv3 を用いて物体認識システムの構築及び認識対象への距離測定を行っていたが、認識結果の不安定性から認識後すぐに動作する懸念があった。そこで、本研究では自動運転レベル 3 開発車両への実装を目指し、ステレオカメラを用いた画像認識による車両制御システムに加え、骨格の検出による状態認識システムを構築する。

2. 方 法

ROS や GPU Driver などのバージョン管理を容易化するため、車両制御システムを Linux のコンテナ技術を応用した Docker を使用し仮想環境の構築を行った。構築した仮想環境を Fig.1 に示す。

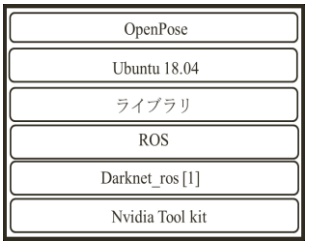


Fig. 1 仮想環境

2-1. 画像認識による制動実験

仮想環境を基に画像認識の結果から読み取った認識対象の距離が閾値を超えたときのみ車両制御を行うプログラムを作成した。これを用いて受信実験に加え、製作車両での車両制動実験を行った。

2-2. 骨格認識

認識対象の全身の骨格の検出を行うことを目的に OpenPose の動作環境を構築した。単独での実行時には GPU Driver を使用し 13fps での動作が確認できた。これより画像認識との同仮想環境での同時実行時の負荷を確認するため、リアルタイム処理による実験を行った。

3. 結 果

3-1. 画像認識による制動実験

机上での動作実験を行ったところ、受信同期の許容時間と受信数の関係から応答時間が長くなることが分かった。この結果より、応答時間の最適化を行うため、許容時間を変更したときの 10[s]あたりの受信数を確認した。

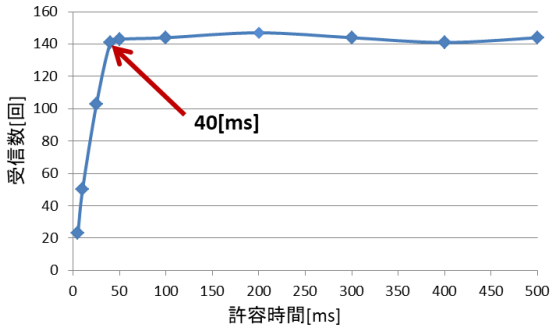


Fig. 2 受信数確認結果

Fig.2 より許容時間が 40[ms]以降になったとき、受信数が安定することが分かった。これを基に、製作車両での制動実験を行ったところ、認識対象との距離が閾値を超えたとき、車両の制動動作を行うことができた。

3-2. 骨格認識システムの構築

実験結果を Fig.3 に示す。画面の左側では画像認識、画面の右側では骨格認識を行えており、同仮想環境でのリアルタイム処理を確認することができた。しかしながら、fps は 5fps となり OpenPose 単独実行時より 8fps 低い値となった。

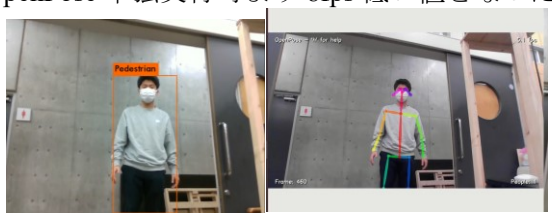


Fig. 3 リアルタイム処理結果

4. 結 論

画像認識での車両制御システムを用いた制動実験や骨格認識システムの実装を行った。その結果、画像認識による出力値の動作確認の結果を基に、システム受信範囲の調整を行った。また、それにより車両制御システムによる車体の制動動作が確認できた。また、Docker での YOLOv3 と OpenPose の同仮想環境でのリアルタイム処理の確認ができた。

5. 今後の予定

今回導入した OpenPose を使用した骨格認識による行動予測システムを構築する。また、YOLOv3 での画像処理システムを組み合わせた車両制御システムの構築を行う。

文 献

[1] Redmon Joseph, Darknet: Open source Neural Networks in C
“https://pjreddie.com/darknet/”,2013-2016

脈波計センサを用いた心疾患の早期発見に関する研究

Research on early detection of heart disease using pulse wave sensor

18314 勝目 隼
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒　言

近年、日本の死因の 2 割弱は心疾患によるものである[1]。心疾患は早期に発見することで死亡のリスクを下げることが出来ると考えられている。血管疾患と死亡率の研究では、心疾患の原因の一つである狭窄は、両腕間の血圧差が 15[mmHg]以上の場合は心疾患による死亡のリスクの有用な指標になると述べられている[2]。そこで先行研究では、狭窄の有無を実験的に作り出し脈波の計測を実施した[3]。その結果、疑似狭窄をした場合の血圧は容積脈波と速度脈波の波高値の差にも顕著に反映されるという結果が得られた。しかし先行研究ではリアルタイム計測及び、狭窄の明確な場合分けが行われていなかった。そのため本研究では、計測した結果を解析し、狭窄の左右の血圧差と、容積脈波と速度脈波のピーク値の差の左右差(=Δt)の相関性を解明する。そのために本研究では新規に脈波計で計測した値を解析するプログラムを作成し被験者に疑似狭窄を行い血圧と脈波の波高値の差を計測し検定を行うことで閾値の検討を行う。またその閾値は個人差が生じるか確認する。

2. 方　法

本研究では、安静にしている際の左右の脈波を図 1 のような脈波計を用いて、測定および解析、疑似狭窄を行った際の左右の脈波の測定および解析を行った。解析は被験者の両人差し指の脈波を測定し、測定した脈波データを 1 波形に切り取り、右容積脈波と右速度脈波のピーク値の差、左容積脈波と左速度脈波のピーク値、この二つの差の左右差を算出しこれを Δt とした。リアルタイムで解析をするために python で作成したプログラムを jupyterlab で実行した。1 回目の実験ではプログラムの動作確認のために脈波の値をすべて print し実行することで Δt が正しく算出されているか確認を行ったその後 2 回目の実験では Δt の値のみを print し測定値を増やしその値を Excel に保存した。2 回目の実験は被験者 2 人に安静時、疑似狭窄時それぞれ 5 回ずつ測定を行った。

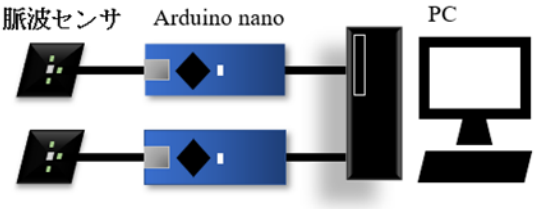


図 1　脈波測定システム

3. 結　果

2 回目の実験の結果のまとめを次に示す。

表 1　安静時と疑似狭窄時の Δt

	1人目 Δt[s]		2人目 Δt[s]	
	安静時	疑似狭窄時	安静時	疑似狭窄時
1回目	0	0.625	0	0.625
2回目	0	0.7185	0	0.6875
3回目	0	0.125	0.03125	0.15625
4回目	0	0.125	0.03125	0.21875
5回目	0	1	0	0.125

表は、取得した 20 回分 Δt のデータをまとめたものである。この結果から安静時の値は 0~0.03125[s]であり。被験者 2 人目の 0.03125[s]は脈波計の分解能は 32[Hz]であるため、1 プロット分の差である。そのため測定誤差である可能性が高いと考えられる。疑似狭窄時の値は 0.125~1[s]であり最小値は被験者 2 人とも 0.125[s]であった。このことから安静時と疑似狭窄時では時間差に大きな差が生じることが確認できた。

4. 結　言

本研究では、脈波計を用いた心疾患の早期発見をするために、容積脈波と速度脈波のピーク値の差の左右差(=Δt)の測定を行った。センサで取得したデータを jupyterlab で解析した結果、安静時と疑似狭窄時では時間差が明確にあり閾値を設けることが可能であることが分かった。また取得したデータから疑似狭窄時を行った際の最低値が 0.125[s]であり安静時の最大値の 0.03125[s]に比べ大幅に増加していることから現時点では閾値は 0.125[s]に設けることが適切である。個人差については被験者 2 人とも 0.125[s]が最低値であったことから現時点では個人差はなかった。

5. 今後の予定

今後はデータ不足による有意性の低さが問題点としてあげられるため取得データ数を増やし多くのデータで検定を行い有意性高めたい。

文　献

[1] 死因順位別にみた年齢階級・性別死亡数・死亡率・構成割合,厚生労働省,閲覧日 2022-10-9 https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suii09/deth8.html
[2] Christopher E Clark et al, THE LANCET, Association of a difference in systolic blood pressure between arms with vascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis,379-9819(2012)
[3] 三宅慶実,“脈波計を用いた心疾患の予防に関する研究”,サレジオ工業高等専門学校の卒業論文(2018)

$MnSi_{1.73}$ 熱電素子における台形形状の検討

Examination of trapezoidal shapes for $MnSi_{1.73}$ thermoelectric elements

18315 加藤 亜弥乃
指導教員 加藤 雅彦

1. 緒　言

先行研究では、$FeSi_2$ において台形素子は直方体素子より体積当たりの出力電力が 10%ほど大きくなっていることが報告された。その要因として、素子内の温度分布が変化し、高温領域が増え、ゼーベック係数が大きくなったためであると考えられた[1]。ただし、温度が高いからといって出力電力が大きくなるとは限らない。材料によって適切な温度があり、それを外れると、ゼーベック係数が下がり、出力が低下してしまう[2]。

そこで本研究では、マンガンシリサイド($MnSi_{1.73}$)に着目し、$FeSi_2$ と同じ現象が $MnSi_{1.73}$ でも起こるかどうか検討する。さらに、台形素子の上底と下底の比を変化させ、温度分布を調べることで、出力電力が大きくなる比率を調べることを目的とした。

2. 実験方法

アーク溶解を用いて $MnSi_{1.73}$ インゴットを作製し、酸化を防ぐため Ar ガスを密閉した袋の中で 355μm 以下になるように粗粉砕を行った。また、その粉末を自動乳鉢で 10μm 程度に微粉砕し、その後粉末を 25mm×12mm の長方形ダイスで圧縮成型した。1Pa の真空中で 1139℃、3h の常圧焼結を行った。厚さ 4mm で、直方体素子は 7mm×10mm の寸法で、台形素子は下底 10mm、上底をそれぞれ 4mm、1.5mm、8.3mm、高さ 10mm の寸法になるように切断した。

その後 $MnSi_{1.73}$ の V-I、P-I 特性を測定した。100℃及び 150℃に設定したホットプレートの上に素子を置き、素子の上に放熱フィンを置いた。抵抗の値を変化させた時の電圧を測定し、電流を算出した。加熱面は幅が小さい面を A 面、幅が大きい面を B 面とし、入れ替えながら測定を行った。また、素子の低温側を強制的に冷やし、自然冷却時よりも温度差をつけた強制冷却での実験も行った。下面をヒーターで加熱し、上面はチラーで冷却して測定を行った。

この時の素子の温度分布を FLIR E6-XT サーモグラフィーカメラを用いて撮影を行った。

3. 実験結果

V-I 特性を測定した結果を図 1 に示す。強制冷却時において加熱温度が 150℃の時、上底と下底の比率によって、最大電力が得られる加熱面が変わることが明らかとなった。また、上底 8.3mm の素子で B 面を加熱した時に最も出力電力が高くなり、最大電力は 342μW が得られた。これは、直方体素子より出力電力が 26%向上した。

次に温度分布を測定し出力計算を行った結果を図 2 に示す。熱画像から算出した結果でも上底 8.3mm とした場合に出力電力が最も大きく、直方体素子よりも 30%の向上が見られた。

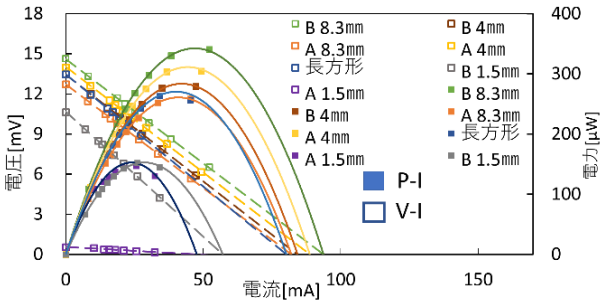


図 1　強制冷却 150℃時の V-I、P-I 特性

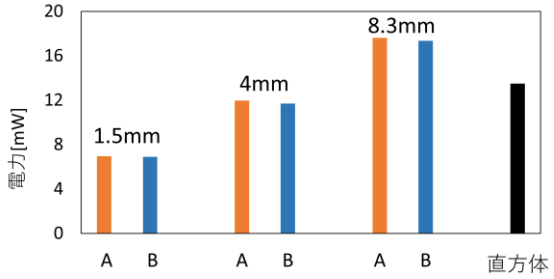


図 2　強制冷却 150℃時の出力計算結果

4. 結　言

本研究では、$MnSi_{1.73}$ を用い、$FeSi_2$ と同じ現象が $MnSi_{1.73}$ でも起こるかどうか検討し、さらに台形素子の上底と下底の比を変化させ、温度分布を調べることで、出力電力が大きくなる比率を調べることを目的とした研究を行った。その結果、台形素子は直方体素子と比べて出力電力が大きくなっていることが明らかとなった。$FeSi_2$ と同じ現象が $MnSi_{1.73}$ にも生じていることから、材料によらず、形状によって得られる電力が変化すると考えられる。また、温度分布を調べ出力電力が大きくなる比率を計算した結果、8.3mm を上底として切り出し、面積が小さい方を温めて温度差をつけると最も出力が高くなることが明らかとなった。

文　献

[1] H. Inoue, M. Kato, H. Udono and T. Kobayashi, *J. Electron, Mater.*, 50(2), 2020, pp.346-351
[2] 坂田亮, “新教科書シリーズ 熱電変換 -基礎と応用-”, 2005, p.123

インタラクティブプロジェクションマッピングと呼吸リモコンによるデジタルテーブルホッケーのシステム開発

System development of the digital table hockey with interactive projection mapping and breathing remote control

18317 木田 秀吾
指導教員 風間 俊哉

1. 緒　言

インタラクティブプロジェクションマッピング（以下 IPM）は，CG で作り出す仮想現実を，利用者の身振りなどで，変化させることのできる技術である。最近では IPM を使った高齢者向けのゲームも開発されている。本研究ではこの IPM を、慢性閉塞性肺疾患（COPD）を解消する運動療法ツールに応用することを試みる。COPD は重度の息切れ疾患で，これを解消する方法として上肢のトレーニングが効果的であることが報告されている[1]。そこで、上肢を積極的に使う運動として、テーブルホッケーを考える。利用者は上肢の動きで CG 内のマレットを動かしてプレイする。さらに呼吸でもゲームを操作できるようにする。

2. 方　法

図 1 に構築するシステムの概要を示す。上肢の動きをセンシングするために、Kinect v2 を用いる。また、呼吸をセンシングするために、呼吸リモコン[2]を用いる（図 1 の 1）。Kinect v2 や、呼吸リモコンは PC と接続され、センシングした情報はリアルタイムに PC に取り込まれる。テーブルホッケーの CG 及び、センシングした情報の処理は、Touch Designer [3]を用いた（図 1 の 2）。CG はプロジェクターで投影する（図 1 の 3）。マレットの左右方向は、利用者の左上肢の左右運動で操作できる。また、奥行き方向は、右上肢の上下運動で操作できる。呼吸リモコンに息を吹き込むと、ゴール前にバーが現れ、パックの侵入を防ぐことができる。

3. 結　果

動作試験を学園祭（図 2 の(a)）と児童福祉施設で行った（図 2 の(b)）。CG の投影は当初、机上に投影する予定であったが、壁に投影した。これにより下を向くことで生じる首への負担をなくすことができた。一方で、ペグの移動スピードを一定にするとゲームが単調になることや、身長を利用者に合わせないと同じ動作を実現できないなど、問題点を見出せた。児童福祉施設で行った際にはこれらの問題を修正して運用することができた。

(a) 学園祭　　(b) 児童福祉施設

図 2　動作実験の様子

4. 結　言

Kinect と呼吸リモコンを用いた IPM によるデジタルテーブルホッケーのシステム開発を行い、実際に運用することに成功した。

謝　辞

研究にご協力いただいたリコージャパン株式会社の村石貴也様に御礼申し上げます。体験会の実施に協力してくださった放課後等デイサービス・児童発達支援 Walk 武蔵村山の皆様に感謝いたします。

文　献

[1] 宮本顕二, “呼吸ケアのアセスメント”,第 17 回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会学術集会教育講演 XI,https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsrcr/18/3/18_203/_article/-char/ja/ (2022/04/20 閲覧)

[2] 舟久保 海, “呼吸パターンを入力とする遠隔操作システムの開発”, サレジオ工業高等専門学校,卒業論文 (2021)

[3] 川村健一, “ビジュアルクリエイターのための TOUCHDESIGNER バイブル”, 誠文堂新光社 (2020)

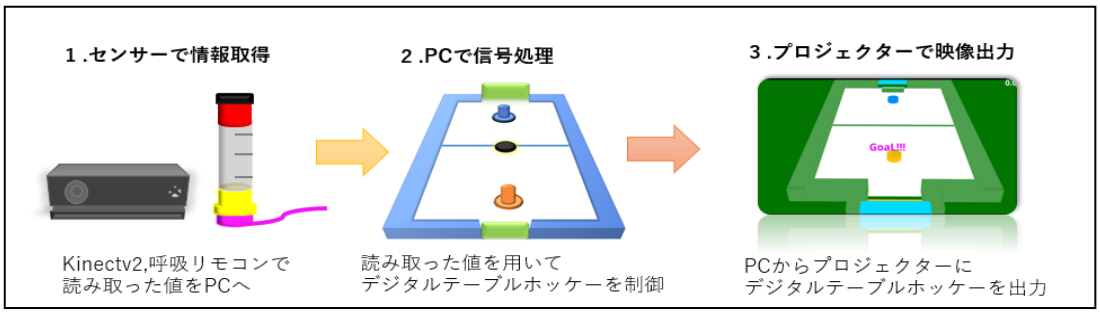


図 1　デジタルテーブルホッケーシステムの概要

インタラクティブプロジェクションマッピングと測域センサーを用いたペットと楽しむゲームの開発

Development of games that allow you to have fun with your pets
with using interactive projection mapping and laser range scanner

18318 木村 仁政
指導教員 風間 俊哉

1. 緒　言

ペットは飼い主にとって家族の一員であり、一緒に遊ぶことによって、心が癒される存在でもある。本研究ではインタラクティブプロジェクションマッピング（IPM）を用いて、室内でペットと楽しめる新しいゲームの提案・開発を目的とする。IPM は、センサーによって人や動物の動きを検知し、プロジェクターで投影される CG を変化させることのできる手法で、科学館のディスプレイ等でも活用されている。IPM の基本的な構成要素は CG を作り出す PC と、それを投影するプロジェクター、そして小型のセンサーがあれば実装できるため、室内にも設置可能である。具体的なゲームとして、鬼ごっこゲームと、もぐらたたきゲームを IPM で作成する。そして実際にペットと飼い主に遊んでもらうことによって、問題点を収集し、システムを改良する。

2. 方　法

提案するゲームの基本レイアウトを図 1 に示す。PC で CG を作り出し、これをプロジェクターでペット測域領域に投影する。測域センサーで測域領域にあるペットの位置情報を収集する。その位置情報をもとに CG が作られ再投影される。ペットと鬼ごっこゲーム（以下ゲーム 1）の外観を図 2(a)に示す。このゲームではペットが鬼となり、測域領域に投影されるターゲット（図 2(a)①）を捕まえるゲームである。ターゲットの位置は、飼い主が手元のマウスで制御することができる。図 2(a)②は、ペットの動きに合わせて動くオブジェクトである。オブジェクト①と②が重なると、ペットの得点が加算される。もぐらたたきゲーム（以下ゲーム 2）の外観を図 2(b)に示す。もぐらたたきゲームの CG を、ペット測域領域に投影する。複数の穴からもぐら（玉）が出現する。ペットが玉に触れると、ペット側に点数が入るゲームである。飼い主は、玉の出現位置を手元のキーボードで決定することができる。開発には Touch Designer [1]を用いた。

3. 結　果

実際にネコ（1 歳、オス）と飼い主に協力してもらい動作実験を行った。図 3 にゲーム 1 の様子を示す。オブジェクト①、②は想定通りの動きを実現できた。CG を壁面に投影した場合（図 3(a)）も、床面に投影した場合（図 3(b)）でもネコはオブジェクトに反応した。もぐらたたきゲームではペットはもぐらの動きに反応しなかった。

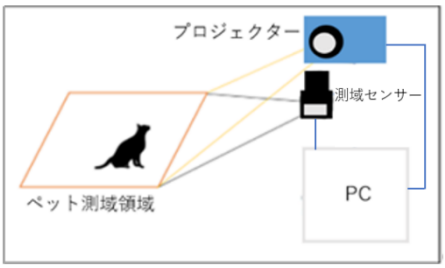
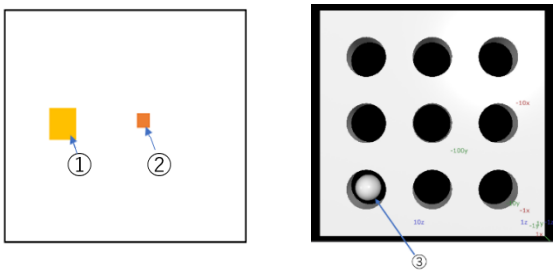
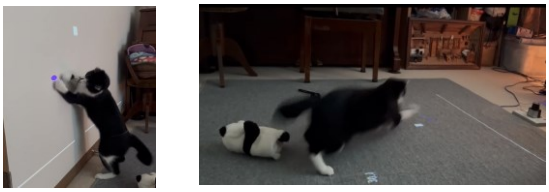


図 1　システムの基本レイアウト



(a) ペットと鬼ごっこゲーム　(b) もぐらたたきゲーム
図 2　開発したゲーム



(a) 壁面投影　　(b) 床面投影
図 3　動作実験

4. 結　言

室内でペットと楽しめる新しいゲームとして、鬼ごっこゲームともぐらたたきゲームを IPM で開発した。鬼ごっこゲームは意図したゲームが実現できる可能性が示された。一方で、もぐらたたきゲームはゲームが成り立たなかった。原因はもぐら（玉）の配色が、ネコに取って認識し辛いものであったからであると推察される。このように、動物特有の認知能力も加味してゲームを構築する必要があることが分かった。

参考文献

[1] 松山周平, 松波直秀,“Visual Thinking with TouchDesigner　プロが選ぶリアルタイムレンダリング&プロトタイピングの極意”, ビー・エヌ・エヌ新社（2017）

衛星放送電波を用いた降水観測システムへの IoT の導入

Application of IoT device to precipitation monitoring system by satellite broadcasting signals

18319 葛本 和之
指導教員 泉 吉紀

1. 背　景

近年，局所的な大雨が増加し，降雨による災害が多発している．集中豪雨は積乱雲によりもたらされるが，積乱雲は生成から降水にいたるまでが非常に短時間であるため，通常の降雨よりも観測が困難である．先行研究では市販のパワーディテクターを用いて観測装置を構築したが，降雨量と電圧変化に相関性が低く，リアルタイムでの観測ができないため，観測システムの有用性が低かった[1]．本研究ではパワーディテクターと Sigfox を組み合わせ，IoT を活用したモニタリングを導入し，遠隔監視が可能な観測システムの開発を目的とする．

2. 方　法

本研究では，衛星放送電波の受信減衰量を電圧値に変換し，IoT 化した Arduino による観測を行う．観測回路は共同研究者である阿部が自作した装置を用いるが，開発が完了するまでは市販のサテライトファインダーを改造した試作観測装置で観測を行う．また，観測結果は Sigfox 通信を用いて，Thinger.io という IoT プラットフォームでデータの閲覧と保存が可能である．

図 1　IoT 化した観測装置

3. 結　果

観測結果を Thinger.io で遠隔監視できる環境を構築した． 図 2 に Thinger.io によるウェブブラウザ上での観測画面を示す．

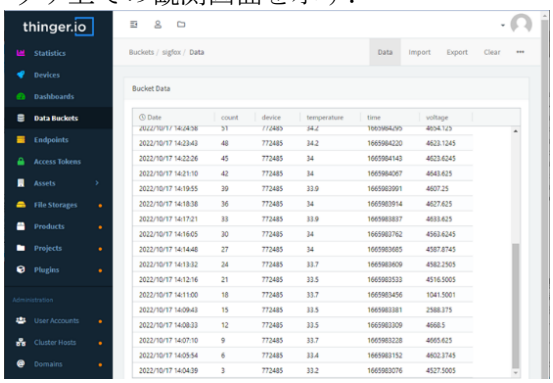


図 2　Thinger.io による観測画面 [2]

また，Thinger.io により，CSV 化した試作観測装置の晴天時と雨天時のデータを図 3, 4 に示す．晴天時では電圧の変化はなく，雨天時に降水と共に電圧が変化している．

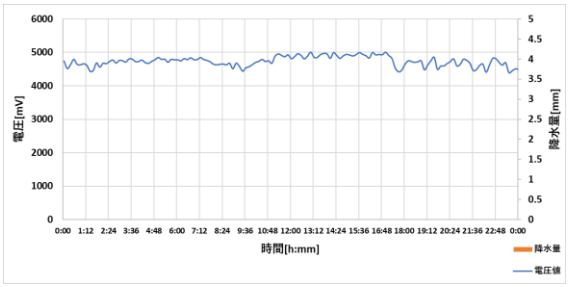


図 3　試作観測装置　2023/1/9 観測値（晴天）

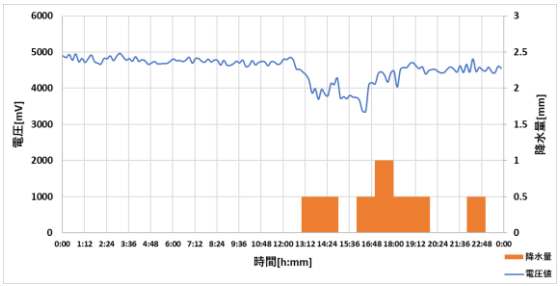


図 4　試作観測装置　2023/1/15 観測値（雨天）

4. 結　論

Arduino を IoT 化し，ウェブブラウザ上でリアルタイム観測が可能となった．また，試作観測装置では降雨による電圧の変化を観測することができたが，自作観測装置では晴天時に電圧の変化が認められる等，動作が不安定なことが多く，雨天時の電圧変化を検討することが困難であった．

5. 今後の予定

自作観測装置の開発が遅れ，観測期間が短かったため，雨天時の観測結果が不足している．今後，長期的な運用を続け，観測システムの有用性を高める必要がある．

また，本システムの観測結果と降水量を比較するため，本校の屋上に雨量計や雲の有無を監視するカメラを設置し，より精度の高い気象観測システムの開発・運用を行いたいと考えている．

文　献

[1] 沢田翔吾，「衛星放送電波による局所的降水観測システムの改良」，サレジオ工業高等専門学校卒業論文 (2020)
[2] Thinger.io Cloud Console, https://console.thinger.io/login, (参照 2023/1/21)

洪水堆積物の磁化研究

Measurement of magnetization of the flood deposits

18320 工藤 正樹
指導教員 泉 吉紀

1. はじめに

日本国の地形は起伏に富んでおり，火山地帯・丘陵を含む山地の面積は国土の約 75%を占めている．そのため，急峻な地形が多く，河川は急勾配で局所的な大雨が降ると河川流量が増加し，洪水などの災害が起こりやすくなっている[1]．災害リスク情報を周知するハザードマップが公開されているが，過去の洪水や災害の情報が加味されていないことが問題である．そこで本研究では洪水堆積物の磁気物性から，洪水の発生年代や被災範囲，流向の推定が可能か検討を行い，今後のハザードマップの作成に資する情報の取得を目的としている．

2. 実験方法

自作の流路実験装置により，洪水堆積物の供試体を製作した．流路に砂を堤防のように積み，水を流入することで洪水堆積物を再現している．流路は磁北を基準に，東から西に向かって流動するように設置した．供試体の端辺から 5[cm]間隔で 12 個のサンプルを採取した．Kappabridge KLY-3S で帯磁率異方性，超伝導磁力計で残留磁化の測定を行った．

図 1　供試体のサンプリングの様子

3. 実験結果

図 2 に各試料から得た帯磁率異方性の形状をフリンダイヤグラムで表した．異方性は層状構造の傾向を示している．この結果は，磁性粒子が水流による急な配向ではなく，比較的ゆっくりと沈降して堆積していたことを示している．

図 3 に各試料の異方性の最大軸方向（赤），中間軸方向（緑），最小軸方向（青）をシュミットネットに投影した結果を示す．最大軸は東，最小軸は中央に集中し，中間軸は北もしくは南に集まっている．異方性の最大軸は東西を向き，流路の方向に揃っていることがわかる．

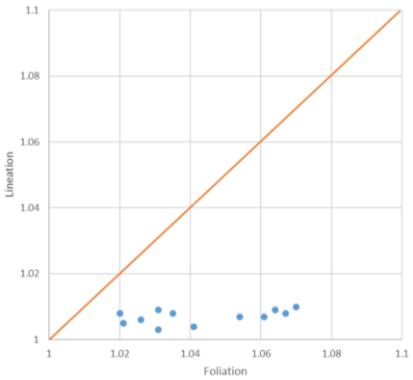


図 2　供試体の帯磁率異方性の形状特性

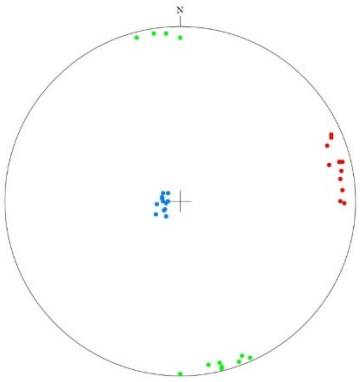


図 3　各試料の帯磁率異方性の軸方向

4. まとめ

帯磁率異方性の最大軸は堆積物の流動方向（水とともに流れた方向）に揃う傾向を示した．この結果は，目視では認めにくい堆積物の微細な構造を帯磁率異方性から検討する方法が有効であることを示している．しかし，帯磁率異方性の形状は，想定と異なり，層状異方性を示した．流れのある環境で堆積した場合は針状異方性を獲得するため，供試体の製作時に流入する水が多く，DRM に近い堆積構造を形成したと考えられる．また，残留磁化の測定では，AFD を行っても平均磁化方向にバラつきがみられ，十分な磁化を獲得していないことがわかった．

今後，供試体の製作条件を再検討する必要があると考えている．

文　献

[1] 町田 貞：日本の地形学-その回顧と展望 - ,日本地理学会,地理学評論 60-10,p637-642,1987.

健康吹矢における視覚障がい者向けの的の改良

Functional improvements on the target designed for the visually impaired in Wellness Fukiya

18321 黒瀬 守洋
指導教員 風間 俊哉

1. 緒　言

近年科学技術の進歩に伴い、身体の不自由な方もますますスポーツを楽しむことができるようになってきた。生物規範型システム研究室では視覚障がい者を対象として、吹き矢を楽しむためのツールを開発してきた[1-3]。吹矢の筒に搭載可能な照準補助機[1]や、標的となる的についても、競技を補助する装置の検討が行われてきた。中でも矢の当たった位置を競技者に音声で伝えるシステムについても検討が行われたが、開発途上である[3]。そこで本研究では、このシステムを完成させることを目標とする。

2. 方　法

目標とするシステムに必要な機能は次の通りである。［機能①］カメラから得られる画像から矢が当たった位置の位置情報を取得する。[機能②］矢の位置に応じて点数を音声で出力する。［機能③］矢が的に 3 秒間貼り付いていたことを確認する（吹矢のルール上、3 秒貼りついていないと得点にならないからである）。［機能①］においては、矢に画像処理用のマーカーをつける必要がある。会場の明るさが変わっても検出可能になるようなマーカーを検討する。プログラムの開発は Processing [4] で行った。

3. 結　果

構築したシステムの全体像を図 1 に示す。

各機能を実現するために、以下のようなプログラムを作成した。なお、プログラムは照準補助機[1]で作成したものをベースに作成した。

［機能①］ まず、的上の位置に対応する値を格納する変数（位置変数）を用意する。カメラで矢が当たる前の的を撮影し、これを初期画像とする。初期画像と以降の画像の色情報を比較する。RGB の B の値が閾値以上になった部分から、矢の当たった位置を割り出す。その位置に応じて位置変数に、点数を表す値が格納される。

［機能②］機能①で得た位置変数の値をもとに、switch 文で分岐させ、対応する音声を出力する。点数だけではなく、的上の上下左右どの領域にあるのかも同時に伝えられるようにした。

［機能③］時間変数を用意する。矢を検出していない時、現在時刻で時間変数を更新する。矢を検出すると時間変数の更新を止める。時間変数の値と現在の時刻の差が 3 秒以上になると機能②が発火する。なお、3 秒以内に矢が落下すると、時間変数の更新を再開するため、機能②には遷移しない。

試行錯誤の結果、矢には図 2 のようなマーカーを付した。矢の先端部分に青い PP テープの切れ端を取り付けた。図 3 のように、画像処理で位置を検出できた。

作成したプログラムを用いて実際に矢を吹いて的に当ててみたところ、所望の動作が実現できた。

図 1 システム全体像

図 2 マーカーを付した矢

図 3 画像処理での矢の検出

4. 結　言

矢の当たった位置を競技者に音声で伝えるシステムを実現するために、機能①、機能②、機能③を実現するプログラムを作成し、実際に動作することを確認できた。今後は矢に取り付けるマーカーの強度を高め、様々な明るさでも画像処理で検出可能にすることが課題である。また、本研究の成果を、先行研究で作成された照準補助機のシステムと統合することで、吹矢における一連の動作全てを補助することが可能になると考えられる。

文　献

[1] 笹本喜介, “健康吹矢における視覚障害者向けの照準補助器の開発”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2019)
[2] 紀伊翔太, “健康吹矢における視覚障害者向けの照準補助器の改良”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2020)
[3] 岩堀峻也, “健康吹矢における視覚障害者向けの的の製作”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2020)
[4] 谷尻かおり, “Processing3 による画像処理とグラフィックス”, 株式会社カットシステム (2017)

画像計測ならびに生理学的パラメータを用いた理想的なドライビング姿勢の定量評価方法とサポートシステムの模索

Investigation of quantitative evaluation method and support system in the driving posture using image measurement and physiological parameters

18322 阪口 大翔
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒　言

この数年で、我々の移動手段にも変化が起きており、自動車産業では EV 化および自動運転化を目標として発展してきている。自動運転はレベルに合わせて車側と運転者側での役割は異なるが、自動運転のレベル 3「条件付運転自動化」では問題発生時に運転者は迅速に対応する必要がある。よって運転者は自動運転だからといって走行中眠って良いわけではない。一方で、スマートウォッチなどの携行型電子デバイスの発展により、我々の身の回りにおいて生体情報取得ならびに、その情報を取得し、その生体情報を可視化することで使用者の健康への関心度を高めている。

そこで本研究では、自動車の「運転」に着目し、「生体情報計測」と「運転時姿勢」を対応させることにより、生体情報計測から姿勢を推測し、理想的な姿勢をサポートするシステム構築を行う。

2. 研究方法

図 1 に本研究で用いた計測システムを示す。

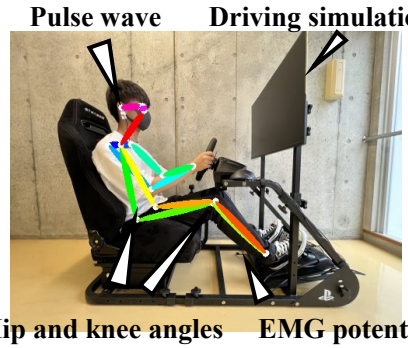


図 1　計測システム

本提案手法では、実際の運転時を想定し脈波センサを用いたストレス値の算出、筋電位計測システムを用いた右膝下部（前脛骨筋）の筋電位計測、Open Pose[1]を用いた運転時の姿勢変化をそれぞれ計測する。これらの結果より、ドライビング姿勢と生理学的パラメータの関係性からドライビングにおける活性状態を求めた。また、実際の運転を模擬したシミュレーションを実施するため、ドライビングシートならびにハンドルコントローラーを用い、市販のドライビングシミュレーターを用いた運転時の計測を行った。これら取得した結果から眠気高低時の「生体情報」と「運転姿勢変化」に着目し、それぞれの特徴を模索した。

3. 結　果

図 2 に被験者の生体情報と運転時姿勢を示す。図 2 の縦点線間(30[min]～45[min])は眠気が高い時の範囲を示しており、縦の直線は眠気が低い時を示している。被験者の眠気が高い時、30[min]～35[min]にかけて腰の角度は増加、膝の角度は減少という特徴が見られた。それに対し、被験者の眠気が低い時では、筋電位波形は 50[min]手前で変化するといった特徴が見られた。

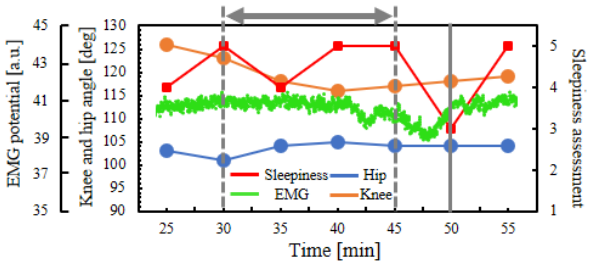


図 2　生体情報および運転時姿勢変化

4. 結　言

被験者の眠気が高い時、腰の角度が増加し、膝の角度が減少した。つまり、「だらける姿勢」になることが分かった。また、眠気が低い時、筋電位に変化が起こった直後であることが分かった。高速道路での運転中は速度が一定となり変化が特にない。その為、ETC 通過等変化が起こる事により、眠気は減少すると考えられる。以上より、現段階では運転中の眠気が高い可能性にある状態は、変化が起き、長時間運転をするほど可能性が高いという結論に至った。

5. 今後の予定

眠気度における正確さがまだ不十分である可能性がある為、正確に測定できる手段の考案を行う。また、筋電位は現在右足のみでの測定のため、肩や腕にも着ける等の検討を行う。また、眠くならないサポートシステムを作る予定である。

参考文献

[1] Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-En Wei and Yaser Sheikh, “Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields” , arXiv:1611.08050v2, 14 Apr 2017.

$FeSi_2$熱電素子における台形形状の検討

Examination of trapezoidal shapes for $FeSi_2$ thermoelectric elements

18323 佐藤 将大
指導教員 加藤 雅彦

1. 緒　言

廃熱エネルギーを有効利用する技術を用いた熱電モジュールについての研究開発が日々進められている[1]。p 型素子と n 型素子を対にして接続し、素子の端に温度差を与えることで発電する。この熱電モジュールの素子の幅と高さの比率を変えることで、発電する電力量に変化があることが報告されている[2]。加えて先行研究では熱電モジュールの熱電素子の形を直方体から側面を等脚台形の四角柱（台形素子）に変更すると電力量が大きくなることが報告された[3]。形状変更による出力の変化が確認されているが、台形素子では 1 種類での形状のみしか検討されていない。そのため本研究では電力量の向上が見込める台形型の素子形状について上底と下底の比について検討を行う。

2. 方　法

$Fe_{0.96}CoSi_{2.1}$+0.5wt%Cu の組成で熱電素子の材料を秤量し、アーク溶解したものを粗粉砕と微粉砕で 10μm 程度の粉末にした。そこに PVA 水溶液を加えスラリー状にし、水分を適度に蒸発させて円形ダイスに入れ、50MPa の圧力でプレスを行い、乳鉢とふるいを使って粒形 180μm～355μm に揃えた。造粒した粉末を角形ダイスにセットして 200MPa で冷間プレスし、1170℃で 3 時間焼結し、800℃で 25 時間熱処理を行った。表面を研磨後に台形の脚の角度が 65°、73°、85°になるように切断し、素子を作製した。次に台形素子の V-I 特性の測定を行った。片面を 100℃、150℃で保持し、もう片面を自然冷却および強制冷却を行い、その時の電圧値を可変抵抗と並列に接続したデジタルマルチメータで測定し、電流と出力電力を算出することで V-I 特性とした。さらにこの時の温度分布をサーモグラフィカメラで測定した。

3. 結　果

自然冷却時に高温側が 150℃の時の V-I 特性の測定結果は図 1(a)のようになった。高温側に台形素子の接触面積が広い状態では 73°、85°、65°の順に出力電力が大きい結果となった。

冷却方法を強制冷却とした結果は図 1(b)のようになった。高温側の接触面積が広い状態では 73°、85°、65°の順で出力電力が大きくなり、自然冷却時とは異なった。

自然冷却時に高温側の接触面積が広い状態で 73°の素子の出力電力が最も高いのは、素子の両端の温度差がある状態で素子内での高温領域が最も広いためだと考えられる。自然冷却時で出力電力が低かった 65°の素子の出力電力が強制冷却時に最も高いのは、強制冷却により素子の両端での温度差がある状態で素子内での高温領域が最も広いためだと考えられる。

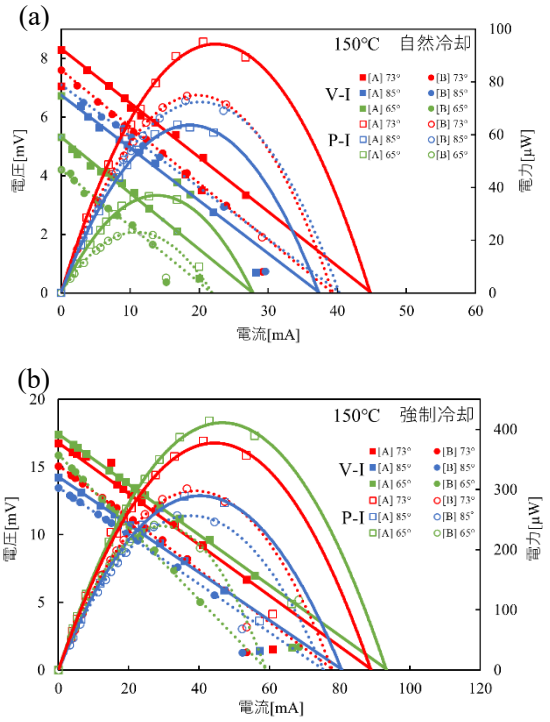


図 1　V-I 特性測定結果（a 自然冷却、b 強制冷却）

4. 結　言

台形素子の形状を変化させることは熱起電力を変える効果があることが分かった。台形素子の出力電力は冷却時の条件により結果が異なり、自然冷却時に面積が大きい方を高温とすると 73°の素子の出力が高く、強制冷却時に面積が大きい方を高温とすると 65°の素子の出力が高いことが分かった。本実験では素子の厚みが異なってしまったため、条件を揃えた状態で複数回測定を行いさらに検討を行う必要があると考えられる。

文　献

[1] 日本セラミックス協会・日本熱電学会, 熱電変換材料, 日刊工業新聞社, pp.101-104, (2012)
[2] Ravi A. K., Amin N., Bed P., Mohan S. and Shashank P., Nature Communications, 10, 1765, (2019)
[3] 岩井隆人, “台形素子を用いた $FeSi_2$ 熱電モジュールの作製”, サレジオ工業高等専門学校特別研究論文, (2021)
[4] 板倉翔太郎, “キャリア傾斜型 $FeSi_2$ 熱電モジュールの特性と評価”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文, (2020)

ランニング時における血行動態変化の定量評価への検討ならびに野外計測を可能にするシステムの構築

Investigation of quantitative evaluation of hemodynamic changes during running system construction to enable on-site measurement.

18325 佐藤 亮太郎
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒　言

近年、世界の 14 億人が運動不足であり、糖尿病、心血管疾患、がん、認知症などの危険性が高まっているという調査結果を世界保健機関(WHO)が発表した[1]。この「運動不足」によって生じるリスクを解消する為に「ランニング」が注目されている。この「ランニング」の効果としては、体脂肪をエネルギー源として使い燃焼させる為、内臓脂肪を減少させることが出来る。本研究では計測システムの簡便化を目標として、IR カメラ化改造を施した Raspberry Pi カメラを用いて血行動態変化を測定する。これらにより、足における運動による血行動態変化の影響度が判明し、世界的に問題視されている「運動不足」の解消にも繋がると考えられる。野外計測システムの構築では、運動前後の血行動態変化がタイムロスなく分かり、スポーツ分野でも需要のあるシステムになると考える。

2. 方　法

本研究では下記に示す 3 通りの実験を行った。

①暗室内での計測(足側面部・裏面部)
②暗室内での計測(足側面部)
③屋内での計測(足側面部・裏面部)

なお、①ではランニング時における血行動態変化を計測する為、先行研究で用いていた計測システムを用いて実験を行った。②ではランニング前後の結果を比較する為、先行研究[2]で用いたシステムと本研究で作成した Raspberry Pi カメラでのシステムの両方で計測を行った。また、本研究方法の比較検討を行うため、ランニングの前後にパルスオキシメーター(パルスフィット BO-750 丹保精密測器株式会社製)と手首式血圧計(HEM-6230 シリーズ OMRON 製)・体温計(電子体温計 Mr. Check ピンク オーム電機)を用いて、酸素飽和度(SpO2)・心拍数・最高血圧・最低血圧・体温の計測も実施した。また、実験で扱うランニングシューズは被験者全員が同じ種類のシューズを使用した。取得した画像の反射率は、ImageJ Fiji と Excel を用いて算出を行った。また、実験前後における反射率の最大・最小値から閾値を決定し、解析結果を分かりやすくする為にスケールバーを用いた。

3. 結　果

結果の一例として、③での血行動態変化を示す。この実験結果は、10 代後半の健康な男性が 30 分間のランニングを行い、運動前の解析結果(図 1(a))と運動後の解析結果(図 1(b))である。

解析結果からは、運動前後において足の血管領域部分と他の組織部分の差が明瞭に分かる結果となった。これは血液中のヘモグロビンの増加による光吸収増大が反映されたものと考えられ、ランニングによって血流量増大が生じたものと考えられる。

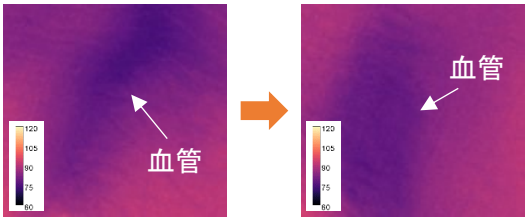


図 1　運動前後比較結果(足側面部)

4. 結　言

本研究では、ランニングにおける血行動態変化の定量評価ならびに血行動態変化の野外計測を可能にするシステム構築を検討した。実験により、赤外線撮影を可能にした Raspberry Pi カメラで取得した画像を解析した結果では、それぞれの解析結果にスケールバーを用いたことで、結果によりスケールバーの最大・最小値は異なるが、血管領域の反射率とその他の組織領域の反射率に差を確認することが出来た。また、ランニング前後においても運動前に比べて運動後の血管領域の方が反射率が減少しており、足の側面・裏面においての血行動態変化が光学的に確認された。これらは、先行研究と同等の結果であり、本提案手法である Raspberry Pi カメラを用いた血行動態変化の定量評価法の有用性が示された。

5. 今後の予定

本研究で Raspberry Pi カメラを用いた血行動態変化の定量評価法の可能性が示された。しかし、本研究では実際に野外撮影が出来ていない為、今後は野外実験を実施していく予定である。

文　献

[1] 「運動不足」が世界に蔓延　日本でも 3 人に 1 人が運動不足　WHO が報告(参照 2023.1.31)
https://seikatsusyukanbyo.com/calendar/2018/009685.php
[2] 菅野峻矢，“汎用一眼カメラを用いた血行動態変化の可視化に関する検討”，サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2020)(参照 2023.1.31)

FR-4 基板を用いた IMwS 構造の 28 GHz 帯における挿入損失に関する研究

A Study on Insertion Losses of IMwS Structure at 28 GHz Using FR-4 Substrate

18326 塩飽 廉武
指導教員 水谷 浩

1. 背　景

近年、さまざまなモノがインターネットに接続される IoT（Internet of things）化が急速に普及している[1]。IoT 化に伴う通信路の混雑を解消するために、5G（第 5 世代移動通信システム）のサービスが開始された[2]。しかし、5G は 28 GHz という高い周波数帯が利用されており、高い周波数帯で動作する RF（radio frequency）デバイスに使用される高性能トランジスタや低誘電体損失基板の需要が高まり、価格が上昇すると予想される。そこで、本研究では比較的安価な基板の FR-4 でも利用できる低損失伝送線路の IMwS (Inverted Microstrip Line with Slit)構造[3]に着目して研究を行っている。本研究では、先行研究での問題を解決し、抽出できなかった FR-4 基板を用いた IMwS 構造の 28 GHz 帯における真の挿入損失を抽出することを目的とした。

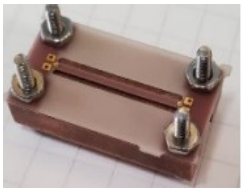


図 1　IMwS

2. 研　究　方　法

GND メタルの測定部を 100 μm 切削することで、先行研究で測定ができていなかった測定部が表側の伝送線路を、測定できるようにした。また、特定の周波数で発生する損失が放射による損失だと仮定し、GND メタルとの隙間を塞いだ。隙間を塞ぐために側面及び周囲に壁を設けた GND メタルの製作をした（図 2）。

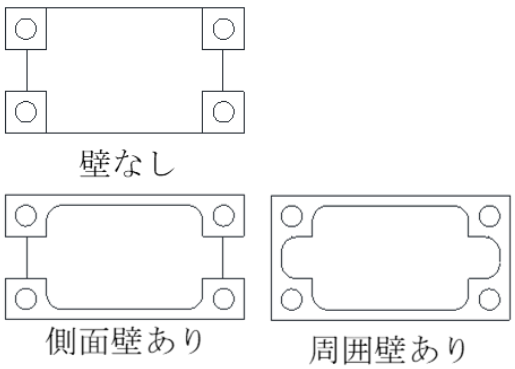


図 2　GND メタルの比較

なお、測定部は表側、裏側の伝送線路（図 3）で、線路長 5 mm、10 mm、15 mm の伝送線路で、伝送線路の構造は MSL、IMSL、IMwS で、GND メタルの形状は壁なし、側面壁あり、周囲壁ありという水準を設けてサンプルを試作し 0 GHz-40 GHz の範囲で S パラメーターを測定した。

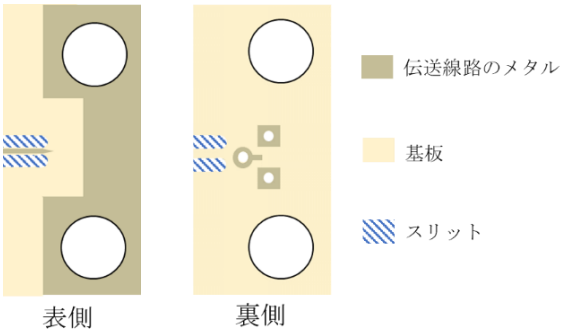


図 3　測定部が表側と裏側の IMwS

3. 結　果

表 1 は、測定結果を用いて算出した 28 GHz 帯における各伝送線路の挿入損失であり、「裏側、側面壁あり」が 1.261 dB/cm、「裏側、周囲壁あり」が 0.689 dB/cm となった。

表 1　28 GHz 帯における各伝送線路の挿入損失の算出結果

種類		挿入損失　[dB/cm]
裏側	側面壁あり	1.261
	周囲壁あり	0.689

4. 結　論

本研究では、FR-4 基板を用いた IMwS 構造の 28 GHz 帯における真の挿入損失を抽出することを目的として研究を行った。FR-4 を用いた IMwS での 28 GHz における挿入損失を算出でき、「裏側、側面壁あり」が 1.261 dB/cm、「裏側、周囲壁あり」が 0.689 dB/cm と算出された。

文　献

[1] docomo business, NTT Communications, “IoT とは?”, 2023 年 2 月 6 日アクセス. https://www.ntt.com/business/lp/iot/about.html
[2] Soft Bank,“5G と 4G で何が変わる？何ができる？”,2023 年 2 月 6 日アクセス. https://www.softbank.jp/biz/services/5g/column/column3/
[3] 石井岳人, “FR-4 基板を用いた低損失伝送線路の開発とデバイスへの応用”,サレジオ工業高等専門学校特別研究論文(2021)

誘導型磁気浮上推進装置の位置検出回路の実験的研究

Experimental Research of Position Detection Circuit for Inductive Magnetic Levitation Propulsion Device

18327 杉原 海斗
指導教員 渡邉 聡

1. 緒　言

工場内で使用されるベルトコンベアは、小さな塵などの発生や、潤滑剤などの揮発により、製品に影響を及ぼすことがある。そのため、クリーンルーム等の特殊環境下では粘着による移動装置は望まれない。そこで、特殊環境下での運搬装置として磁気浮上推進装置を開発している。本装置の特徴は非接触で直進、右左折や停止、自転が可能で、その動作の切り替えや電源の供給の有無をブロックごとに設定することで二次元的に移動することができる[1]。磁気浮上推進装置の実用化に向けて、運搬時の電力効率向上を図るために、移動媒体であるアルミ円盤が通過中の部分の装置に通電させたい。ここでは、移動の性能を損なわないように、移動媒体の円盤の位置を検出するためのセンサ回路の設計と製作を行い効果について検討することが目的である。

2. 実験方法

位置検出には CdS を用いた照度による判別するセンサ回路を設計し、回路の動作を確認した。検出されたロジック信号が制御装置の LabVeiw に送られプログラム通り磁気浮上装置の各パネルの電源のリレーが動作するのを確認した。

3. 実験結果

図 1 では A と A′のセンサの上にアルミ円盤が乗っており、図 2 では CdS セルによりアルミ円盤の位置が検出されていることがわかる。図 3 ではパネル A と B の部分が赤く点灯しており、アルミ円盤の移動を滑らかにするために次のパネルまで電源が入力されている。また、図 3 では A と B のパネルの場所が青く点灯しておりその場所のパネルを動作させていることがわかる。図 4 はパネルの電源リレーが左から A、B、C、D、E と並んでおり、リレーを見ると A と B のリレーの LED が点灯しておりパネル A と B の電源が通電していることがわかる。

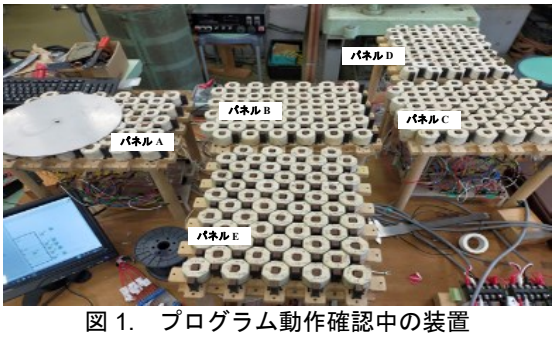


図 1.　プログラム動作確認中の装置

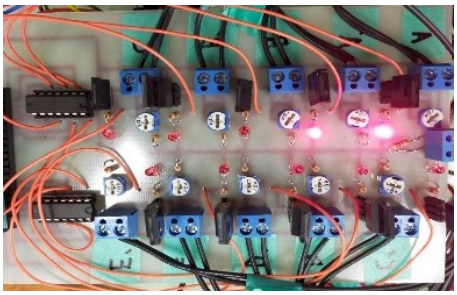


図 2.　パネル A に円盤を置いた時のセンサ回路の動作

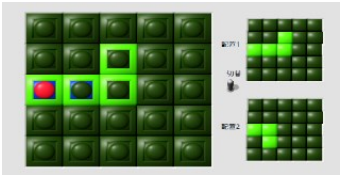


図 3.　装置 A に円盤を置いた時の LavVeiw の表示

図 4.　パネル A に円盤を置いた時の電源リレーの動作

4. 結　言

本研究で提案した誘導型磁気浮上推進装置の特徴は単一電源のみで非接触による多方向への移動動作（直進・停止・左折・回転）を自由に設定することができる自由度が高いことが挙げられる。装置の自由度を生かすために、位置センサは磁気的な影響がなく、装置に装着できる小型でシンプルな特性を持つ CdS を用い、明かりを遮断することで位置を判別する方法を採用した。センサの数と位置は円盤が常に 1 つ以上のセンサの上に乗るように配置しアルミ円盤の位置が確認できるように配置した。センサ回路は CdS の照度と内部抵抗の特性を利用し、照度が遮断された際に CdS の内部抵抗を変化させてゲート電圧を上昇させてトランジスタを ON 状態に移行させ、ロジック回路で ON、OFF を判別している。センサの動作試験ではセンサ回路の動作が確認でき、そのロジック信号が制御装置の Labveiw に送られプログラム通り磁気浮上装置のパネルの電源のリレーを働かせることができた。

文　献

[1] 坂野佑多、相馬基生、原屋敷佑大、本多亘希”誘導型磁気浮上推進装置の運用システムの構築”、サレジオ工業高等専門学校卒業論文(令和元年度)

自動運転レベル 3EV 車両開発と 前後双方向走行における 4 輪独立操舵の検討

Study of Level 3 Automated Vehicle and 4-wheel Independent Steering System for Bidirectional Driving

18328 鈴木 智也
指導教員 井組 裕貴

1. 研究背景

近年、交通事故は年々減少傾向にあるが、高齢者の操作不適による重大な事故は増加している。また、高齢者以外でも不注意や脇見などの人為的ミスによる交通事故が多く、これらが無くならない限り交通事故をゼロにする事は難しい。そのため、人為的ミスが起こることのない自動運転車両が注目されている。本研究では、本校内の走行を目的とした自動運転レベル 3 を搭載した小型モビリティの設計・開発、レベル 4 を目指した 4 輪操舵による双方向走行の設計・開発、制御システムの検討・開発を行う。

2. 車両諸元

以下の表 1 と図 1 は車両諸元と開発車両の外観を示す。1 人乗りのコンパクトな車両である。

表 1 車両諸元

名称	VISMO
全長	2120 [mm]
全幅	1100 [mm]
全高	1380 [mm]
車両重量	320 [kg]
ホイールベース	1500 [mm]
トレッド	1000 [mm]

図 1 開発車両

3. 4 輪自動ブレーキシステムの開発

前後のブレーキを人とシステムの両方で操作可能にすることを目的として開発を行った。ブレーキペダルと電動アクチュエータをワイヤーで繋ぎ、ブレーキ動作時にブレーキペダルと電動アクチュエータのクリアランスを確保することで、自動ブレーキとフットブレーキの両方でブレーキ制御を行う事が可能となった。また、自動ブレーキの動作はステレオカメラからの認識結果を用いての動作および制動が確認できた。

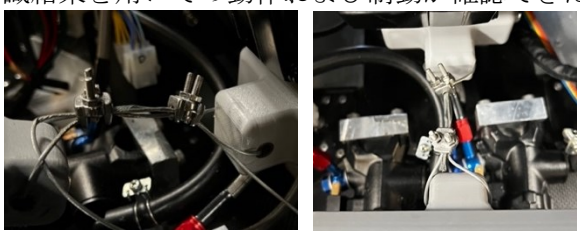


図 2 ワイヤー接続部分

4. 減速機の製作

使用しているモーターに合わせた減速機を製作し、回転数を下げる事でトルクを確保し走行を可能とする。必要トルクは走行抵抗×タイヤ動半径で求める事ができ最大で 55.94[Nm]となった[1]。減速機は平行軸減速機を設計・製作し、トルクは最大 59.44[Nm]となっている。

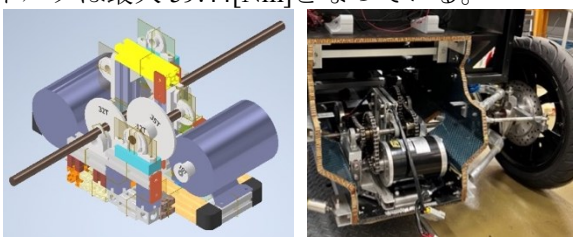


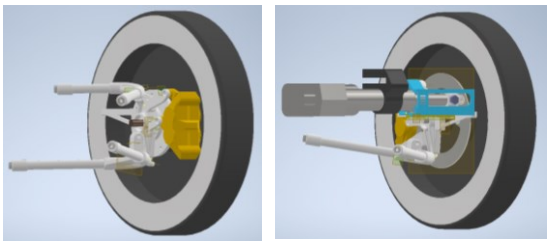
図 3 設計・製作した減速機

5. ステアリングシステムと 4 輪操舵の検討

ステアリングシステムは、リミットスイッチとフェーダ抵抗を取り付け、電動アクチュエータの伸縮距離の検知が行えるようになり、自動制御とジョイスティックを用いた手動操作が行えるよう設計した。

図 4 フェーダ抵抗とリミットスイッチの取り付け部

自動運転レベル 4 では障害物回避などによる自動後退機能が重要となる。フロントと同じくリアの舵角を確保し、双方向走行時の走行自由度を高め、障害物回避や駐車などの基本となる制御の統一化を目的として前後双方向走行システムの開発を行う。4 輪とも足回りの構造を同じに設計し、ステアリングシステムと制御システムをリアに構築する事により、4 輪操舵を実現出来ると考えている。



左後　　右前

図 5 ステアリングシステムの 3D 図面

文献

[1] 船渡寛人,三原輝儀,出口欣高,他, “電気自動車工学 EV 設計とシステムインテグレーションの基礎”,森北出版, (2020),pp48-60

誘導型磁気浮上推進装置の動作回路システムの開発

Development of Operating Circuit System for Inductive Magnetic Levitation Propulsion Device

18330 高畠 大佑
指導教員 渡邉 聡

1. 緒　言

ベルトコンベア等のモータを動力源とした電動機駆動システムには機械的な結合箇所があり接触部の摩耗や粉塵、潤滑剤の揮発によって衛生環境面で問題を引き起こす原因となっている。そのため,クリーンルームなどの特殊環境下では,一般の運搬装置を使用することができない。この様な課題を解決するために機械的な接触のない誘導型磁気浮上推進装置の開発を行っている。本装置の特徴は非接触推進で右左折や回転、交差点での動作の切り替えをブロックごとに制御でき、平面を二次元的に運用できる点にある。先行研究では、パネル内に全ての動作をまとめる事を目的とした動作回路システムを製作した。そこで、本研究では実用に向けた運用システムの簡略化と利便性向上を目的とした動作回路システムの開発を行う。

2. 研究内容

本装置の制御回路は前年度に作成されたもので、共通の統一化された基板に各動作の相配置通りの配線をワイヤで行い、動作を切り替える自由度の高い基板となっていた。一方で、配線が煩雑な点や、動作の切り替えが大変であるなどの問題点があった。その問題点を解決し、利便性を高めるために各動作の配線をそれぞれ一つの基板にまとめ、統一化された制御基板と接続して運用する制御基板を構築した。この基板は両面基板を用いており、三相デルタ結線となっている 54 個・一相 18 個のコイルに配電を行っている。各動作の相配置は図 1 のようになっている。

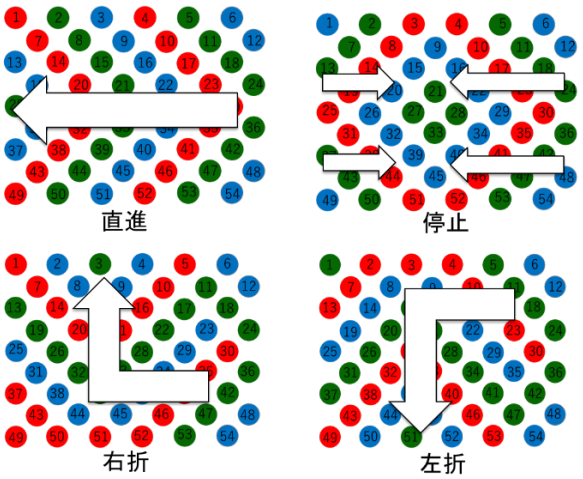


図 1　各動作の相配置[1]

3. 設計した基板の図面

各動作の相配置を基に AutoCAD を用いて設計を行い、感光基板を用いて基板を作成した。例として直進動作の基板の図面は図 2 のようになっている。

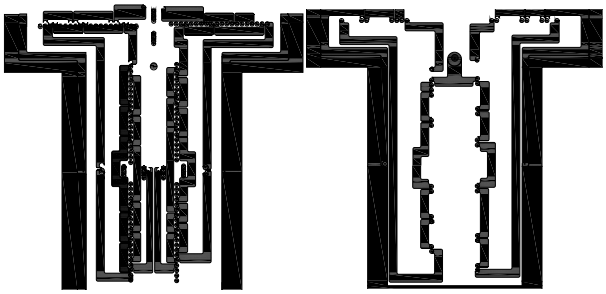


図 2　直進動作の基板の図面

4. 作成した基板

図 4 に作成した基板の写真、図 5 に基板の接続した様子とワイヤで配線した制御基板を示す。

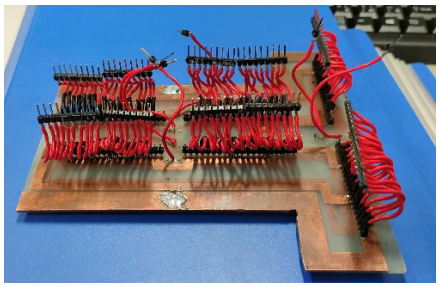
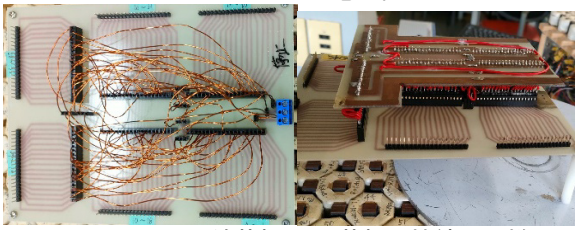


図 3　作成した配電基板



ワイヤでの配線基板　　基板に接続した様子

図 4　制御基板の比較

5. 結論

本研究では実用に向けた運用システムの簡略化と利便性向上を目的とした動作回路システムの開発を行った。制御基板の配線をまとめた各動作の配線基板を開発し、装置全体の設計から変更時の利便性と運用性を高めることができた。

参考文献

[1]坂野佑多, 相馬基生, 原屋敷佑大, 本多亘希“誘導型磁気浮上推進装置の運用システムの構築”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文(令和元年度)

地中レーダによるカムイタプコプ下遺跡の研究

Survey of the Kamuitapukopushita site using GPR

18331 田口 翔喜
指導教員 泉 吉紀

※都合により原稿はありません。

系統連系インバータの高調波を除去できる同期コンデンサシステムの定常特性解析

Steady-State Characteristics of a Synchronous Compensator Capable of Eliminating Harmonic Distortions

18332 丹代 真実
指導教員 山下 健一郎

1. はじめに

次世代の電力系統には、多くの再生可能エネルギーが導入されると予想されている。これら自然変動電源を大量に導入した場合、系統の調整力が不足する可能性がある。また、これらはインバータ等の電力変換器を介して電力系統に接続される非同期電源であるため、これらが同期電源と置き換わることにより、系統の機械的な慣性力が低下し、安定度の維持が困難になると予想されている。これらの問題解決策の一つとして、系統の慣性力と短絡容量を増加できる同期コンデンサ（Synchronous Condenser : SC）の導入が近年再注目されている[1]。一方、系統連系インバータは高調波の発生源となるため、基本的に AC フィルタが必要となる。先行研究では、高調波を吸収できる同期コンデンサシステムを提案し、サイリスタインバータを接続した場合の高調波除去効果を確認した[2]。

本研究では同システムに IGBT を用いた電圧型インバータ（Voltage Source Inverter : VSI）を接続した場合の有用性を明らかにする事を目的に、種々な定常特性について検討を行う。

2. 提案システムの構成

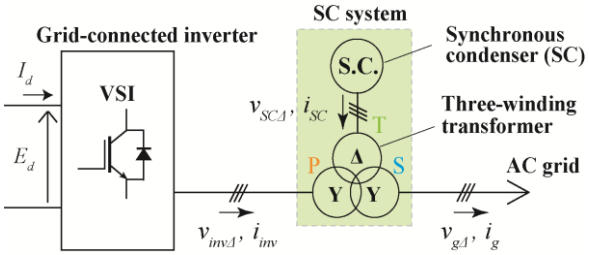
図 1 に提案する同期コンデンサシステムの構成を示す。同システムは、系統連系インバータ（VSI）、同期コンデンサ、三巻線変圧器で構成されている。系統連系インバータは自然変動電源を接続するために必要となるが、高調波の発生源となる。本システムでは、負の等価インダクタンスを持つ三巻線変圧器とダンパ巻線を有する同期コンデンサを用いることにより、この高調波を除去することができる[2]。

3. 提案システムの効果

先行研究[2]で構築したシミュレーションモデルを用いて、研究室規模の供試装置（2kVA）を対象に VSI を接続した場合のシステム各部の電流波形を計算した。その結果の一例を図 2 に示す。同図より、インバータ側の電流は歪んでいるが、SC に高調波成分が吸収され、系統側の電流は正弦波となることが分かる。

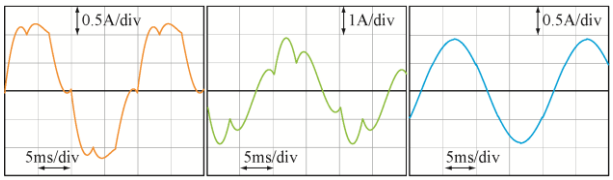
4. 供試装置の開発

シミュレーションによりシステムの有用性が明らかとなったので、供試装置を用いた実験的検討を行う。図 3 に製作した供試装置を示す。



Notes – E_d, I_d: dc side voltage and current of the grid-connected inverter, $v_{inv\Delta}$, i_{inv}, $v_{SC\Delta}$, i_{SC}, $v_{g\Delta}$, i_g: line-to-line voltages and currents of the grid-connected inverter, of the SC, and of the ac grid, respectively.

図 1　提案する同期コンデンサシステムの構成



(a) i_{inv}　(b) i_{SC}　(c) i_g

Conditions: I_d = 1.17(A), $V_{g\Delta}$ = 209(V), P_{inv} = 290(W), P_{SC} = 0(W), P_g = 233(W), Q_{SC} = 235(var), Q_g = 0(var), f_g = 50(Hz)
Notes – P_{inv}, P_{SC}, P_g: output active power of the inverter, of the SC, and of the ac grid, f_g: frequency of the ac grid.

図 2　VSI 接続した SC システムの線間電流波形（233W）

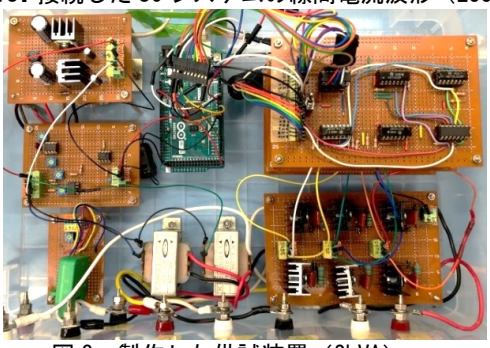


図 3　製作した供試装置（2kVA）

5. まとめ

本研究では高調波を吸収することのできる同期コンデンサシステムの有用性を明らかにするため、シミュレーションによる検討を行った。その結果、VSI を用いた場合も十分な波形改善効果が得られることが判明した。また、実験的検討に必要な供試装置を製作した。

文　献

[1] F Shixiong, H Wei, and L Lixin, “Influence of synchronous condenser exciter limit on voltage stability of HVDC” Proc. of ICIEA 2018. Wuhan, China. Jun. 2018.

[2] K. Yamashita, D. Sakamoto, and M. Tandai, “A Synchronous Condenser System Capable of Eliminating Harmonic Distortion for Grid-Connected Inverters,” Proc. of ICEMS 2021, Gyeongju, Korea, Republic of, Nov. 2021.

自己位置推定と走行経路作成による 自動運転レベル 3 車両の自動走行に関する研究

Study of Level 3 Automated Driving System by Localization and Creation of Driving Route

18333 チョウドリー ナスィーム
指導教員 井組 裕貴

1. はじめに

近年、高齢者の操作不適による事故多発が問題視されており、自動運転車両に注目が集まっている。先行研究では 3D LiDAR を用いて測定した点群データにより、サレジオ校内外周の 3D 地図データの作成を行い、3D 地図データを基に自己位置推定と走行経路を作成した。本研究では校内における自動運転レベル 3 を目標とし、3D LiDAR を用いて自己位置推定や 3D 地図データの作成、走行経路の作成を行う。また自動運転に必要となる速度制御・車両操舵の方法を検討し、自動運転を行うことを目的としている。

2. 方　法

本研究では Autoware[1]を用いて LiDAR から得られた点群データを使用し、地図データの作成、自己位置推定、走行経路を作成したのち Autoware の経路追従を起動し、Autoware から送られてくるトピックを基に自動運転を行う方法の検討を行う。Table 1 に本研究の主な使用器具を示す。

Table 1　使用器具

名称	メーカー	バージョン
ノート PC	Mouse	
OS	Canonical UKltd	Ubuntu18.04
ROS	Open Robotics	Melodic
3D LiDAR	Velodyne	VLP-16
Autoware	AutowareFoundation	

実際の開発車両に搭載する前段階として、開発車両と LiDAR の設置位置が同じ高さである台車に LiDAR を取り付け、サレジオ高専校内一階の 112 教室前から図書室前までの測定を行い、測定データを基に経路を作成した。また、作成した経路を用いて速度および操舵の制御方法の検討を行った。速度制御は Autoware から送信される目標速度・現在速度に関するトピックを Python にて読み取り、目標速度と現在速度の差分を計算し、その差分に応じた変数をトピックに格納する。舵角制御は速度制御と同じように Autoware から送信されるヨー角に関するトピックを Python にて読み取り、目標舵角・現在舵角の差分を 0 に近づけるように計算を行う。速度・操舵共に適した制御値を Arduino に送信することでモータやアクチュエータの出力を調整する。今回は車両を動かす前段階として LED を用い、Autoware・Python・Arduino の通信及び出力の検証を行った。

3. 結　果

Fig.1 が校内一階にて経路追従を行っているときの様子で、3 次元可視化ツールである RViz で表示したものである。経路追従時の RViz の画面には測定時に 1[m]ごとに記録された waypoint や走行経路・自己位置・目標点・車が追従する円弧などが確認できた。

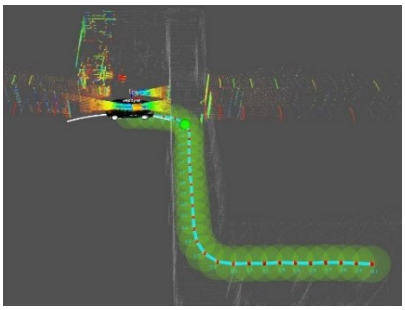
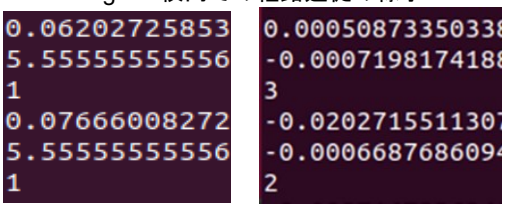


Fig.1　校内での経路追従の様子



(a)　(b)

(a):速度に関する出力
(b):舵角に関する出力

Fig.2　速度・舵角表示

Fig.2 の(a)、(b)は共に上から現在値・目標値・差分に応じた出力を示しており、速度・舵角に関するトピックを Python にて読み取り、計算を行い出力することに成功した。舵角は左カーブが+の値、右カーブがーの値で表示されている。また Autoware から送信される速度のトピックを基に Arduino を用い LED を点灯させることができ、Autoware・Python・Arduino の通信を確認できた。

4. まとめ

自動運転を行う方法の検討のため地図データの作成・経路作成・自己位置推定を行ったうえで経路追従を行い、その際の速度・舵角のトピックを読み取ることに成功した。また、読みとったトピックの情報を基に、Arduino にて制御が行えることを検証し、出力が確認できた。

5. 今後の予定

操舵方法の検討、実際の車両の制御を行い校内におけるレベル 3 の走行試験を行う。

文　献

[1]名古屋大学“Autoware”; https://www.pdsl.jp/fot/autoware/, (Accessed2023/1/26)

外界・内界センサを合わせた自己位置推定システムの研究

Study of Localization System using External and Internal Sensors

18335 長嶋 雄平
指導教員 井組 裕貴

1. はじめに

近年、自律走行ロボットの研究開発が盛んに行われており、GNSS が搭載されたトラクタや農作物の無人運搬ロボットなど屋外の様々な環境を走行可能なロボットの実用化が期待されている。しかし、都市部などでは高層ビルや街路樹などの影響で GNSS が感度不良を起こす場合があり、GNSS アンテナ周辺に障害物がある環境では位置情報の誤差が大きくなる課題がある[1]。そこで、本研究では自動運転レベル 3 を目的とした自動運転車両の開発に伴い、GNSS による自己位置推定システムの構築および、IMU を用いて物理量からの補正を行う。

2. 方　法

本研究では Ubuntu18.04、ROS Melodic を用いて自己位置推定システムのセンサである GNSS と IMU の測定環境の構築を行う。Table 1 に本研究の主な使用器具を示す。

Table 1 使用器具

名称	メーカー	バージョン
PC	Lenovo	Ubuntu18.04
ROS	Open Robotics	Melodic
GNSS	Garmin	GPS 18x LCV
GNSS	u-box	ZED-F9P-01B-01
IMU	RT CORPORATION	RT-USB-9axisIMU2

3. 結　果

ROS 環境下における GNSS の測位システムの構築を行った。Fig.1 のように ROS ドライバをインストールし、fix 解として出力した。また、Fig.2 が ROS パッケージである Mapviz をインストールし、測位点を地図上に同期した。

```
header:
  seq: 8950
  stamp:
    secs: 1666248193
    nsecs:   1825094
  frame_id: "/gps"
status:
  status: 0
  service: 1
latitude: 35.605548
longitude: 139.3577495
altitude: 201.6
```

Fig.1 GNSS 解析結果

Fig.2 GNSS データの可視化

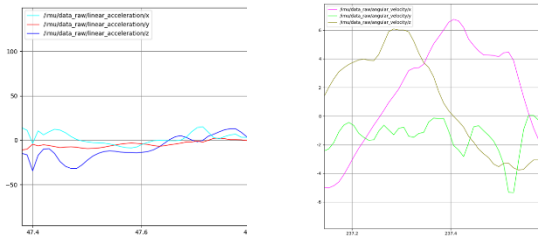
Fig.1 の下 3 行が緯度、経度、高度を表している。Fig.2 は学校周辺の地図であり、丸で囲われている点が測位点となる。ROS 環境下における IMU の測定システムの構築を行った。Fig.3 のように ROS ドライバをインストールし、加速度と角速度のセンサ値を出力した結果を出力した。

linear_acceleration が加速度、angular_velocity が角速度のセンサ値を表している。

```
orientation_covariance: [-1
angular_velocity:
  x: 2.88724303246
  y: -1.93689000607
  z: 0.239451006055
angular_velocity_covariance
linear_acceleration:
  x: 9.14584858823
  y: 2.99275412102
  z: -5.24808770097
linear_acceleration_covaria
```

Fig.3 IMU の測定データ

また、Fig.4 は測定値を rqt_plot にてグラフ化した結果となる。(a)は加速度センサから、(b)が角速度センサから出力されたグラフとなる。



(a) 加速度　　(b) 角速度

Fig.4 rqt_plot

Fig.4 のように角速度センサによってどの方向に傾き加速度センサによってどの方向に加速しているか求められるため車両制御に用いることができる。Autoware と LiDAR を用いて行っている自己位置推定システムへの GNSS の織込み検討を行った。Fig.5 が自己位置推定システムの rqt_graph となる。

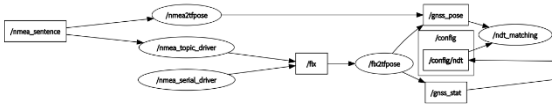


Fig.5 Autoware GNSS_localization

GNSS や LiDAR など各ノード間の通信は確認できたが、自己位置推定へのセンシングや可視化は今後の課題である。

4. まとめ

GNSS による自己位置推定システムの構築および、IMU を用いて物理量からの補正について検討を行った。その結果、自己位置推定システムの構築の前段階として GNSS と IMU の測定環境を構築できた。また、自己位置推定システムへの GNSS の織込みに向けて各ノード間の通信が確認できた。

文　献

[1] 吉田英一, 菅野雄大, 近野裕太 他, 福島県ハイテクプラザ試験研究所“GPS とセンサの組み合わせによる自己位置推定システムの開発（第 3 報）” ,https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/life/561459_1528633_misc.pdf, (2023/2/3)

小学生を対象とした遊泳ロボット製作キットの開発

Development of a swimming robot production kit for elementary school students

18336 樋口 大誠
指導教員 風間 俊哉

1. はじめに

近年ロボットは産業界だけでなく、玩具や、掃除、介護、サービスなどでも活用されるようになっている。このような状況下では、ロボット製作・メンテナンスを担う技術者の育成も重要な教育的課題になっている。ロボット工学の導入教育ツールとして、ロボット教室や、ロボット製作キットなど、既に多くの機会・教材がある[1]。2019 年度からはじまった NHK 小学生ロボコンは、9 歳より低学年からロボット製作に挑戦できる機会となっている。小学生ロボコン出場者への入門キットも販売されている[2]。ストローやプラダンなどで簡単にロボットを作る「ロボット超入門キット」となっている。こうしたキットはまだ数が少ない。本研究では、遊泳ロボットをテーマとしたロボット製作超入門キットの提案・作成を目的とする。小学校低学年の子供にロボット製作に興味を持ってもらい、楽しさや創意工夫を学べるようなロボットキットの製作を目指す。

2. 提案キットの概要

提案するキットは、ユカイな生きものロボットキット（ユカイ工学社製、[2]）をベースとして、これを遊泳型ロボットに改良する。具体的には、スクリューや、水かき水車、ヒレ[1]をモーターで動かし推進できるように改良する。また、赤外線センサーを用いて遠隔操作できるようにする。モーター制御や赤外線センサーによるリモコン制御にはマイコンを用いる。キットにはワークシートも含まれる。材料の説明やロボットの作り方を、小学生低学年を想定して分かり易い内容にする。

3. キットの製作

キットにはロボット製作に最低限必要な材料（紙ストロー、発砲スチロール板、ネジ、電池、リモコン、マイコン制御モジュール、水中モーター）を入れた。製作者はワークシートを見ながら製作する。まず土台を発砲スチロール板で制作する。水中モーター（TAMIYA 製）と入っている材料を組み合わせて推進機構を作る。ワークシートでは推進機構の例として、スクリュー（図 1）と水かき水車(図 2)、ヒレ（図 3）を使った制作例を紹介している。また、赤外線センサーとサーボモータを搭載したマイコン制御モジュールが付属している（図 4）。赤外線センサーは、赤外線リモコンの受光部として用いる。また、サーボモータは、これにヒレを取り付けることで舵として使用できる。さらに周期的な往復運動をさせることにより、魚の尾ヒレのような推進機構として使用できる。製作者は土台の設計や、これら推進機構を組み合わせることにより、多様な水上遊泳ロボットを製作することができる。

4. まとめ

遊泳ロボットをテーマとした、小学生を対象とした遊泳ロボット製作キットを提案・開発した。

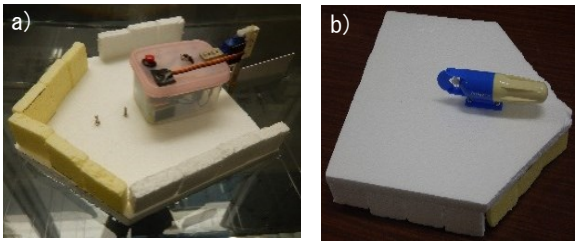


図 1 スクリューで推進するロボット
a) 表側：マイコン制御モジュールを搭載
b) 裏側：水中モーターを搭載

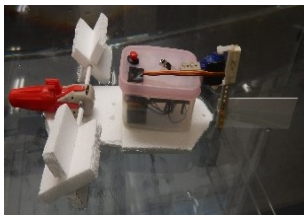


図 2 水かき水車で推進するロボット

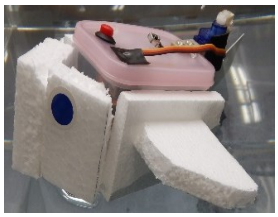


図 3 ヒレで推進するロボット

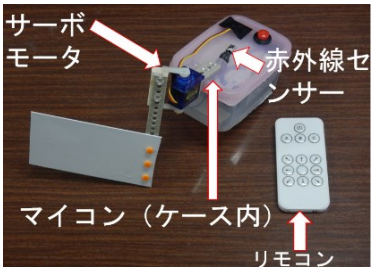


図 4 マイコン制御モジュール

文 献

[1] 坂口凛, “ヒレ型遊泳ロボットを用いた組込みシステム入門教材の開発”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文（2020）
[2] ユカイ工学ホームページ, https://www.ux-xu.com/ (2023/02/02 閲覧)

YOLOv3 と OpenPose による歩行者認識システムに関する研究

Study of Pedestrian Recognition System using YOLOv3 and OpenPose

18337 福田 悠介
指導教員 井組 裕貴

1. 緒　言

現在、65 歳以上の踏み間違い事故による死亡重症事故件数はほかの年齢層に比べ多いのが現状である[1]。この現状を受け、自動ブレーキの搭載義務化が進んでいる。先行研究では物体認識システムの構築を行い、ステレオカメラと Tiny Yolo を用いて認識対象への距離測定を行っていたが、課題点として認識精度が低くなっていた。また、認識対象への距離測定のみを行っていたため、測定対象と距離が近くなった際にブレーキを踏まなくてもよい場面でも動作してしまう恐れがあった。そこで本研究では EV 車両への実装を目指し、YOLOv3[2]および機械学習を用いた歩行者の認識精度向上、また OpenPose を用いた顔の骨格認識を行い、顔の方向を推定することで行動予測を行い、自動ブレーキの認識方法について検討する。

2. 方　法

認識精度の確認のため YOLOv3 とステレオカメラ[3]を用いて歩行者の屋内と屋外での認識率を測定する。車載を想定して測定を行うためステレオカメラを車載した場合と同じ地面から 700[mm]の高さに固定をし、認識を行う。また車両の走行速度は約 15[km/h]のため制動距離を 10[m]と仮定し 10[m]地点の認識率を確認する。

3. 結　果

屋内の約 2500 枚の歩行者の学習データを用いて、10[m]地点の歩行者の認識率を確認した(図 1)。その結果、認識率は図 2 の Score より 89[%]となった。

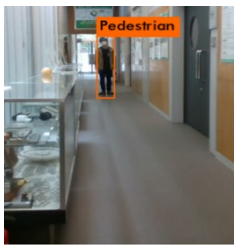


図 1　屋内認識の様子

```
Class : Pedestrian, Score: 0.89, Dist: 11442mm
Class : Pedestrian, Score: 0.89, Dist: 10839mm
Class : Pedestrian, Score: 0.89, Dist: 11233mm
```

図 2　屋内認識時の出力結果

次に屋外での測定では、光の明るさや反射などの影響が生じるため、屋外の歩行者の画像を追加で約 3300 枚学習させた。約 5800 枚となった歩行者の学習データを用いて、屋外の順光時と逆光時の認識率を測定した(図 3、図 4)。その結果、図 5 の Score より順光時では 98[%]、また図 6 の Score より逆光時では 99[%]の認識率を確認することが出来た。

図 3　屋外順光時認識の様子

図 4　屋外逆光時認識の様子

```
Class : Pedestrian, Score: 0.98, Dist: 9965mm
Class : Pedestrian, Score: 0.98, Dist: 10129mm
Class : Pedestrian, Score: 0.98, Dist: 10129mm
```

図 5　屋外順光認識時の出力結果

```
Class : Pedestrian, Score: 0.99, Dist: 10472mm
Class : Pedestrian, Score: 0.99, Dist: 10297mm
Class : Pedestrian, Score: 0.99, Dist: 10297mm
```

図 6　屋外逆光認識時の出力結果

また、顔の方向推定を行うために仮想環境上に OpenPose を導入し、リアルタイムでの顔の骨格認識環境を構築した。顔の輪郭や目の位置、眉の位置や鼻などといった要素を認識することができ、顔の方向推定を行うために必要な鼻先の骨格や右図のように横を向いても認識が行えていることがわかる(図 7)。

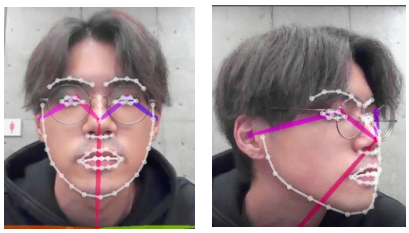


図 7　骨格認識の様子

4. 結　言

認識精度の向上のため歩行者の画像を屋内では約 2500 枚、屋外は約 5800 枚の学習データを用いて測定を行った。結果として、屋内での認識率は 89[%]、屋外順光時の認識率は 98[%]、屋外逆光時の認識率は 99[%]という結果が得られた。また、行動予測を顔の方向推定から行うことを目的として、OpenPose を仮想環境上に導入した結果、顔の方向推定に必要な鼻先の骨格や横を向いても認識が行えることを確認した。

文　献

[1] 河口健二,“ペダル踏み間違いによる事故”,交通事故総合分析センター,2022 年 2 月, https://www.itarda.or.jp/contents/9350/info139.pdf, (2023/01/27)
[2] Redmon Joseph, Darknet: Open source Neural Networks in C,http://pijrcddic.com/darknet,2013-2016
[3] Intel REALSENSE,“Intel RealSense Depth Camera D435”, https://www.intelrealsense.com/depth-camera-d435,(2022/10/19)

ベアリングレス誘導モータの相配置による動作の影響についての実験的研究

Experimental Study on the Effects of Phase Arrangement on Motion in Bearingless Induction Motors

18338 古田 陽平
指導教員 渡邉 聡

1. 背景

半導体を製造する際は汚れが無いクリーンルーム環境が望ましい。汚れが存在すると、半導体の電気的特性への影響や信頼性の低下などの問題が発生する[1]。このような特殊環境下では非接触による動きを伴う装置が求められている。本研究では、実用的に運用できる相配置(相の組み合わせ)の解明及び、円盤の回転時の安定性の向上を目的とし、ここでは装置の相配置を変更した際の円盤の動作の影響について実験的に検討する。

2. 理論

実験装置の写真及び相の配置図を以下に示す。

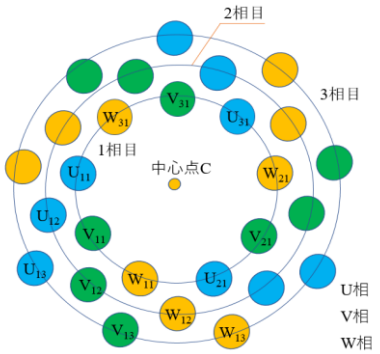


図 1 相配置図

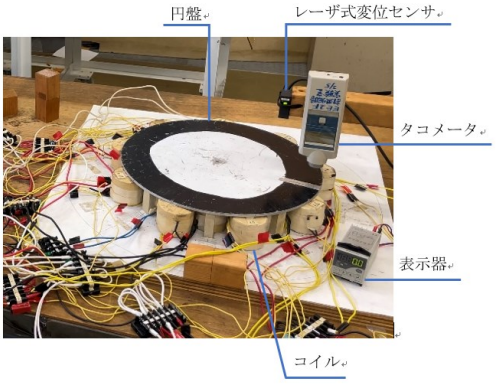


図 2 実験装置の写真

図 1 において、図 2 にある 27 個のコイル(2000 回巻き)が図 1 のように配置されている。コイルによって形成される円が 3 つあり、1 番内側を 1 相目、中心側を 2 相目、1 番外側を 3 相目としている。27 個のコイルに 3 相電源を印可すると、U 相から V 相、V 相から W 相、W 相から U 相といった向きに移動磁界が発生し、コイルには右ねじの法則に従った磁界が発生する。ここに、図 2 にある円盤を設けるとフレミングの右手の法則から誘導起電力が円盤に発生し、レンツの法則から磁束変化を妨げる方向に誘導電流が流れる。ここにフレミングの左手の法則を用いると、円盤が移動磁界と同じ方向に回転する。また、コイルと円盤で発生する磁界が反発し、円盤が浮上する。

3. 実験方法

本研究では、2 相目の相配置に注目している。実験をした相配置は 27 通りある。図 2 から円盤回転中の回転速度をタコメータ、浮上高をレーザ式変位センサ、電圧・電流・電力を電力計で測定している。

4. 実験結果

以下に 27 通りある相配置の中の代表的な相配置の実験結果を示す。

表 1 2 相無しの実験結果

電圧V[V]	電流I[A]	電力P[kW]	浮上高h[mm]	回転速度n[rpm]
100.6	7.144	0.228	0.1	—
110.1	7.855	0.274	0.1	—
120.2	8.652	0.329	0.3	—
130.2	9.523	0.392	0.2	52.50
141.3	10.62	0.466	0.7	70.70
150.3	11.63	0.524	1.8	84.10
160.0	12.92	0.613	2.7	101.5
170.7	14.63	0.736	3.8	115.8
181.3	16.68	0.909	4.8	128.7
190.0	18.58	1.09	5.7	152.7
200.1	21.07	1.37	6.6	175.5

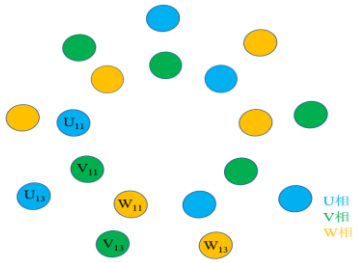


図 3 相配置図(2 相無し)

上記の結果は 2 相目のコイルを通電しない状態のものである。測定範囲外の数値は表記していない。100.6[V]で円盤が回転を始め、最大の回転速度は 175.5[rpm]、最大の浮上高は 6.6[mm]となった。この相配置は中心点 C からずれずに円盤を回転させることができる相配置の中で回転速度が大きい相配置である。

5. 結論

今回の研究では、安定して円盤を回転させることができる相配置を発見することができた。相配置によって円盤回転時の特性が変化する原因として、1 次側のコイルで発生する移動磁界が干渉しているためであると考えられる。

参考文献

[1] 前田和夫、“はじめての半導体プロセス”、工業調査会、2001、pp.68-71

残留磁化による落雷の研究—鉄塔モデルでの実験—

Observation of lightning strikes using samples magnetized on the model of steel tower

18339 牧野 爽生
指導教員 泉 吉紀

1. はじめに

近年、日本国内の落雷の被害額は 1000 億から 2000 億円とされており、被害軽減に様々な対策が行われている[1]。しかし、より有効な雷害対策のためには、雷電流の建造物や地表、地中での伝搬経路の情報の把握が必須である。そこで雷電流の伝搬経路を探るために、物質の磁性を用いる研究が検討されている。本研究では人工試料を鉄塔モデルに設置し、落雷を想定したインパルス電流を印加することで雷電流の伝搬に関する情報の収集を目的とする。

2. 実験方法

マグネタイトを含有する砂、水、石膏を用いて人工試料を作製し、80[mT]で消磁することで初生磁化を除去した。人工試料は雷電流が流れた際に、周囲に発生した磁場によって磁化することで雷電流の動向を記録する。

模擬落雷実験は、株式会社サンコーシャの相模テクノセンター高圧実験室で実施した。鉄塔モデルは約 1/25 スケールの四角鉄塔で、最大高 1930[mm]のアルミ製である。上部に正極端子、下部に接地端子を接続し、インパルス電流発生器にて、10[kA](10/350[μs])のインパルス電流を印加した（図 1）。

鉄塔モデルの下部では各塔脚の周囲に 1 層（32 個）、2 層（32 個）、上部では腕金の周囲に 3 層（26 個）、4 層（22 個）、5 層（20 個）として計 132 個の試料を設置した。

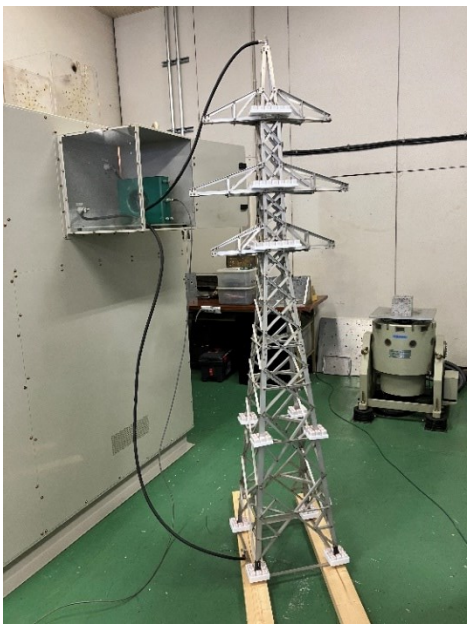


図 1　模擬落雷実験の様子

3. 実験結果

回収した試料は超電導磁力計で残留磁化を測定し、平均磁化方向を検討するため 0-60[mT]の 13 段階で交流消磁実験を行った。

代表的な結果として、鉄塔下部（アース近傍）と鉄塔上部の結果を図 2 と 3 に示す。5 層から 2 層では鉄塔の支柱に沿って磁化方向が回転している様子が認められた。平均磁化強度は 5 層（7.386E-3 [A・m^2/kg]）から 2 層（2.420E-3 [A・m^2/kg]）にかけて、徐々に弱くなることがわかった。また、1 層目のアース近傍では磁化方向が歪になり、1.0463E-2[A・m^2/kg]と強い磁化が獲得されていた。

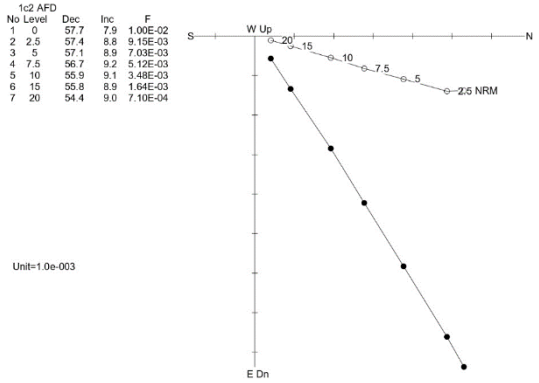


図 2　鉄塔下部の結果

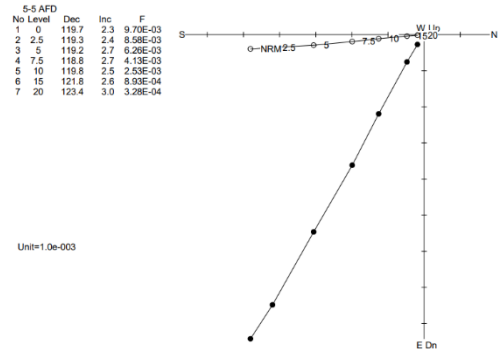


図 3　鉄塔上部の結果

4. まとめ

磁化測定の結果から、インパルス電流が鉄塔モデルを上部から下部に伝搬し、アース付近に収束している様子が読み取れた。雷による被害は多く、より良い対策には雷電流の伝搬情報が必要である。今後も実験条件を変えながら、落雷被害の軽減に資するデータを蓄積したいと考えている。

文　献

[1] 『OTOWA,雷サージの必要性』, https://www.otowadenki.co.jp/necessity2/(2023/01/25 閲覧)

電子レンジを用いたコーヒー焙煎における攪拌機の形状に関する研究

A Study on Stirrer Shape for Coffee Roast Using Microwave Oven

18340 増嶋 快翼
指導教員 水谷 浩

1. 背　景

近年、コーヒーを店ではなく自宅で飲む人が増えている。そこでどの家庭にもあるもので手軽に焙煎をすることができればより多くの人が自宅で焙煎できるのではと考え、本研究室ではどの家庭にもあり、手軽に加熱をすることができる電子レンジに着目し研究を進めてきた。攪拌機を用いることで焙煎度のばらつきを低減させることができたが攪拌機の形状によって焙煎の状態が変わることが分かった。そこで本研究では、新たに攪拌機の設計及び試作を行い、攪拌機の形状が焙煎に与える影響について調べることを目的とする。

2. 方　法

本研究では表 1 の水準表の通り、実験を行った。

4 種類の攪拌機上部の面積が異なる攪拌機での焙煎を行い、それぞれを面積の小さい順から、タイプ A、タイプ B、タイプ D、タイプ C とし、その形状依存性について以下の手順で研究を進めた

ⅰタイプ B 攪拌機とタイプ C の性能を比較するためセラミックボール 55g に対しコーヒー豆 55g 比率で 9 分間の焙煎をタイプ C で行う。

ⅱタイプ B 及びタイプ C、タイプ D の攪拌機との性能を比較するためセラミックボール 55g に対しコーヒー豆 55g 比率で 9 分間の焙煎をタイプ D 攪拌機で行う。

ⅲタイプ A を含めた得られたデータの比較検討を行う。

3. 結　果

図 1、図 2 はそれぞれ、セラミックボールありとセラミックボールなしの攪拌機上部の面積と焙煎度平均についての相関である。この結果より、どちらも攪拌機上部の面積を大きくすると、焙煎度平均が小さくなることが分かった。

4. 結　言

本研究では攪拌機の形状が焙煎に与える影響について調べることを目的とした。新たに攪拌機の設計及び試作を行い、製作した攪拌の結果を用いた焙煎結果をデータにまとめ他の攪拌機との比較を行った結果、攪拌機の上部の面積を大きくすると焙煎度平均が小さくなることが分かった。

文　献

[1] 保田一城, “電子レンジを用いたコーヒー焙煎における攪拌の効果” ,サレジオ工業高等専門学校卒業研究(2020)

[2] 上村楓一, “電子レンジを用いたコーヒー焙煎におけるセラミックボール添加の効果”,サレジオ工業高等専門学校卒業研究(2021)

表 1　水準表

攪拌機	セラミックボール	焙煎時間	セラミックボール重量比	攪拌機上部の面積(mm^2)
タイプA	なし	9分	0	16000
タイプB	あり		0.5	26500
タイプC				84100
タイプD				36920
	なし		0	

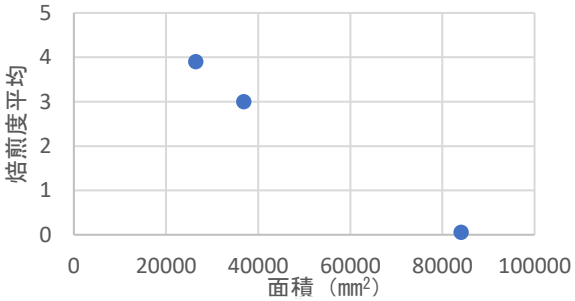


図1　攪拌機上部の面積と焙煎度平均
（セラミックボールあり）

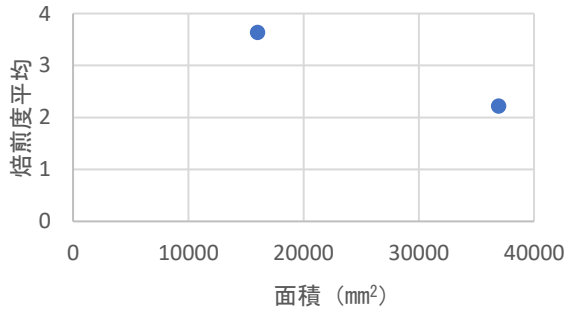


図2　攪拌機上部の面積と焙煎度平均
（セラミックボールなし）

好みの画像から作曲可能な画像鍵盤アプリの開発

Development of the image keyboard app that allows you to compose music from an image of your choice

18341 増田 幹
指導教員 風間 俊哉

1. 緒　言

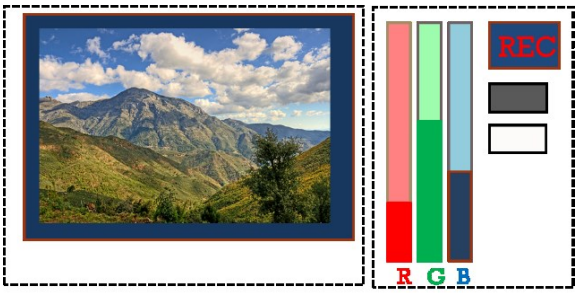
作曲の知識が浅い人でも簡単且つ自由に曲を作ることを可能にするアプリは多く存在している（GarageBand [1]など）。自分で撮った写真画像から自動作曲を行うアプリも開発されている（Photomusic [2]）。しかしこれらのアプリでは、音程、リズム、演奏楽器などもユーザーの好みで変更できるが、生成される曲のメロディ（コード進行）は内部のアルゴリズムで自動的に決まる。従って、画像とミスマッチな音楽が生成される可能性がある。そこで本研究では、和音で演奏された伴奏部のみではなく、メロディラインまで含めて作曲できるアプリを開発する事を目的とする。

2. 方　法

より自由で直感的な作曲方法を実現するために「画像鍵盤」を提案する。これは、自分の好みの画像をアプリで読み込むと、画像の各部分に音が割り振られ、利用者は画像をなぞることによって、音を奏でることができるしかけである。なぞった軌跡とメロディが対応するため、楽譜を知らなくても、直感的な作曲が可能になることが期待される。アプリの完成イメージを図 1 に示す。音は画像各部の色情報に基づいて割り振られる（表 1）。アプリの開発には Processing [3]を用いた。アプリには以下の機能を付加する。1. 画像を読み込み、対応した音を鳴らす。2. 画像上のマウスが通った軌跡で絵が描けるようにする。3. 画像鍵盤を表示するメインウィンドウ（図 1(a)）と、各種設定を行うサブウィンドウ（図 1(b)）を設ける。アプリを実際に体験してもらう機会を設け、アンケート調査を行い改善する。

3. 結　果

開発したアプリのメインウィンドウと、サブウィンドウをそれぞれ図 2 (a)、(b)に示す。作成したプログラムでは、任意の画像を読み込ませた後、表 1 に示すようにそれぞれのピクセルの色情報に対応した電子音が、マウスクリックに連動して鳴る。同時に、クリックした点と点を結ぶ線を描けるようにした（図 2 (a)）。キーボードの S キーでサブウィンドウが表示され、キーボードの B キーでメインウィンドウの表示がされる。サブウィンドウにはメトロノームの機能を実装し、その on、off 切り替えスイッチを配した。メインウィンドウで線を引く機能もサブウィンドウで on、off することができる。体験者にアンケートを取ったところ、色と音の対応を想像することが難しいとの感想があった。また、電子音以外が鳴る機能や、メトロノームの拍子のバリエーションを増やしてほしい、などのコメントがあった。



(a)メインウィンドウ　　(b)サブウィンドウ

図 1　アプリの完成イメージ

表 1　音と色の対応

scale	color	R	G	B
C ド	red	255	0	0
D レ	orange	255	128	0
E ミ	yellow	255	255	0
F ファ	green	0	255	0
G ソ	skyblue	0	255	255
A ラ	blue	0	0	255
B シ	purple	128	0	255

(a)メインウィンドウ　　(b)サブウィンドウ

図 2　開発したアプリ

4. 結　言

ユーザーがメイン画面をクリックすると、それに対応してドレミファソラシの電子音が鳴るアプリを開発できた。クリックした点間を線で結ぶような機能を追加することで、「なぞる」という動作とメロディが対応できるようになった。

文　献

[1] GarageBand ホームページ
https://www.apple.com/jp/ios/garageband/,(2023/01/24 閲覧)
[2] PhotoMusic ホームページ
https://photomusic.jp/wp/infinite/,(2023/01/24 閲覧)
[3] 谷尻かおり, Processing3 による画像処理とグラフィックス, 株式会社カットシステム (2017)

光学的手法を用いた家庭飼育動物の健康管理システムの開発

Development of a Health Management System for Household Animals Using Optical Techniques

18342 松本 康平
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒　言

世界的大流行した新型コロナウイルスの影響で在宅時間が増加した。それにより、ペットの人気が高まっている。しかし、その一方でコロナ禍による経済的困窮で飼っていたペットを手放すことや、安易な気持ちで犬や猫などを買い始める新規飼育者の飼育が困難になり手放す事例が増えている。捨て犬や捨て猫が増加する原因として、飼育には多額の費用が掛かり、予想以上の出費に払いきれないことがある。犬や猫などを飼育する上で、2 番目に多く掛かってしまう医療費[1]を削減することは、捨て犬や捨て猫の減少に繋がると考えられる。そこで本研究では、携行型分光器を用いた血液の状態が酸素化ヘモグロビン、脱酸素化ヘモグロビン状態にあるのかを計測より比較し健康管理を行うシステムの開発を目的として行う。

2. 方　法

実験方法は携行型分光器(カラーコンパス MF, AT システム株式会社製)による分光反射率計測システム[2]を用い、測定対象の体表面からの反射光強度を白色リファレンスの分光反射率を基準とした、分光反射率の測定を行った。なお、本研究では白色 LED を光源とし、測定対象の耳介から分光反射率の取得を行った。得られた分光分布より、酸素化ヘモグロビン、脱酸素化ヘモグロビン状態にあるのかを比較する。実験は以下の手順で行った。まず、測定対象の鼻の渇き具合、歩き方、呼吸など目に見える様子の記録し[3]、次に耳式体温計を用いて体温の計測を行う。測定機器を耳介に当てデータの取得を行う。図 1 は実際に耳介からデータの取得を行っている様子である。

図 1　測定風景

3. 結　果

本研究で取得した起床時と睡眠前データの一例を図 2 に示す。共に、ヘモグロビンの吸収特性を反映した特徴的な分光分布となっていることが分かる。

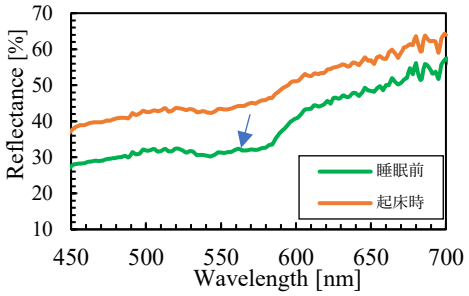


図 2　犬耳介における分光分布結果

起床時と睡眠前の計測結果より、分光分布を比較すると、起床時は睡眠前に比べて酸素化ヘモグロビンの吸収が低くなっている。また、睡眠前は起床時に比べ、560 [nm]付近に酸素化ヘモグロビンの吸収ピークがより強く見られる。また観察対象から得られたこととして睡眠前は起床時に比べ、鼻が潤っていた。

4. 結　言

携行型分光器を用い、血液のヘモグロビン状態を比較し、健康管理を行うシステムの開発を目的として行った。その結果、起床時と睡眠前ではそれぞれ同様の分光分布をしていることが確認された。ヒトの分光反射率の変化と同様の変化が犬でも生じると仮定すると、起床時と睡眠前の分光分布に差が生じた原因が活性状態の差であると考えられる。これらより本提案手法を用いて、健康管理を行う上での指標を得ることが出来た。

5. 今後の予定

現段階では携行型分光器を用いて、起床時と睡眠前の分光分布を取得し、比較を行い、平常か異常があるかを判断する段階にとどまっている。そのため、体調不良時の分光分布の測定が行えておらず、健康管理を行うシステムは未完成である。また、今回得られた目安の精度に不安があることが問題点としてあげられため、精度を上げるためにデータ点を増やす必要がある。

文　献

[1] アイペット損害保険株式会社,“犬を飼うにはどれくらい費用がかかる？初期費用や支出の割合は？”
https://www.ipet-ins.com/media/23706/
(閲覧日:2022/12/22)

[2] 米山竜平,“携帯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発表会(2020)

[3] 長者原動物病院,“自宅で出来るペットの健康管理”
https://chojabaru.com/news/自宅で出来るペットの健康管理：その 1（目のチェ/　(閲覧日: 2022/12/22)

$FeSi_2$ 熱電モジュールにおける素子間隔の検討

Examination of spacing between elements in $FeSi_2$ thermoelectric module

18344 山本 温翔
指導教員 加藤 雅彦

※都合により原稿はありません。

マグナスタービンを用いた波力発電装置の制御に関する研究

Closed-Loop Control Systems of a Wave Energy Converter with Magnus Turbine

18345 吉澤 樹
指導教員 山下 健一郎

1. はじめに

波浪エネルギーはエネルギー密度が高く、波の変動が予測しやすいという利点を有しており、欧州を中心に世界中で研究・開発が進められている[1]。日本は海洋国家であり、波浪エネルギーの利用は我が国の持続可能な社会の構築に役立つものと考えられる。しかしながら、日本近海では台風等による異常波浪が多発するため、より堅牢な変換装置（Wave Energy Converter: WEC）が必要となる。

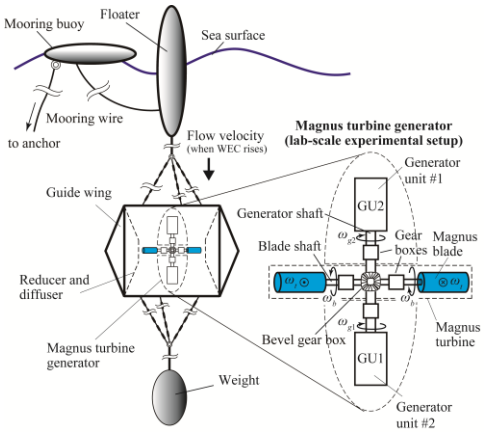
本研究室では日本近海において利用できる WEC として、マグナス効果を利用した波力発電装置を提案している。同装置は、波の上下運動により海中を移動するマグナスタービンを用いて発電するシステムであり、ポイント・アブソーバー型の WEC に属する装置である。本研究では同装置の実用化に向け、システムの制御系についてシミュレーションによる検討を行う。

2. マグナス波力発電装置の構成

図 1 に提案するマグナス波力発電装置の構成を示す[2]。図より、マグナス波力発電装置は、浮体、マグナスタービン発電機、重り等によって構成されている。また、マグナスタービン発電機は 2 つの発電ユニット（GU1、GU2）、自転可能な複数の円柱形状のブレード(マグナスブレード)、これらを接続するベベルギアによって構成されている。前述したように、波の上下運動によってタービンが上下に移動すると、マグナスブレードには、往復流体が作用する。マグナスブレードは流体中で自転することにより、マグナス効果（流体中の回転体に揚力が発生する現象）による揚力を得ることができるので、往復流体の向きに合わせて自転方向を切り替えることができれば発生する揚力を常に同一方向とすることができる。

3. マグナスブレードの制御

ブレードの自転速度と方向は GU1、GU2 の各発電機の角速度の差によって制御することができる。ここでは、同ブレードの制御系について検討を行う。図 2 に構築した閉ループ制御系を示す。同制御系は、発電機の角速度 ω_{g1}, ω_{g2} を制御量とし、発電機のトルク τ_{g1}, τ_{g2} を操作量とする制御系で、角速度指令値 $\omega_{g1_r}, \omega_{g2_r}$ は出力係数が最大となる最適な周速比 $\lambda_{top}, \lambda_{bop}$ を用いて計算している。構築した制御系の有用性を確認する為にシミュレーションモデル[2]を用いて、波の上下運動に対するシステムの動作をシミュレートした。



Notes – v_w: relative fluid flow velocity caused by WEC movement, ω_t, ω_b, ω_{g1}, ω_{g2}: angular velocities of the turbine, the blades, and the generator shafts.

図 1　マグナス波力発電装置

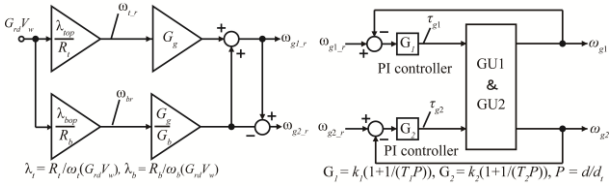


図 2　マグナスブレードの制御系

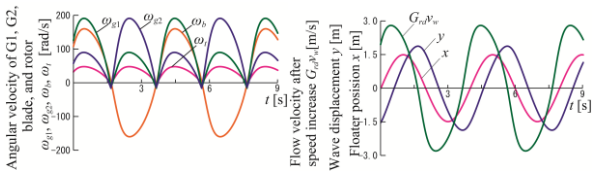


図 3　シミュレーション結果

図 3 は結果の一例で、波の振幅に対するフロートの振幅や各角速度の過渡応答計算値を示したものである。図より、マグナスブレードは波の上下運動に合わせて適切に回転方向が制御されており、マグナスタービンは常に一定方向に回転していることがわかる（ω_t は常に正の値を取る）。

4. おわりに

本研究では、マグナス波力発電装置の実用化に向け、同装置の制御系について検討を行った。マグナスブレードの自転方向や速度を 2 台の発電機のトルクで制御する方法を提案し、シミュレーションにより、その有用性を明らかにした。

文　献

[1] 木下健, 「海洋再生可能エネルギーの市場展望と開発動向」, サイエンス&テクノロジー

[2] K. Yamashita, T. Tsuchikawa, S. Takekoshi, ”Development of a Point Absorber Wave Energy Converter with Magnus Effect-based Turbine Generator”, ICEMS2022

日昇日没時における空の分光分布と人間のストレス値の変化に関する検討

A study of changes in human stress values in the spectral distribution of the sky at sunrise and sunset

18346 米山 竜平
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒　言

我々は、綺麗な朝焼け空や夕焼け空を実際に目にしたとき様々な感情変化が起きる。その理由として様々な説があるが、正確な根拠は未だに証明されていない。一方で、近年のテレワーク化などの環境変化や SNS 内トラブルを原因とするうつ病患者が存在する[1]。うつ病は発症者本人の自覚が無いまま症状が進行していくため、予防することは非常に困難である。そこで本研究では、日昇時・日没時の空の色を目視した我々に起こる生理学的パラメータの変化を、様々な計測手法を用いて解明することおよびうつ病発症者の症状を軽減できる可能性の模索を目的とする。

2. 実験方法

本研究のシステム図を図 1 に示す。被験者は実験前に、自己評価による体調・疲労度の記録とその日行ったタスクの記述を行った。自己評価はどちらも 5 段階で評価し、数字が小さい方が健康だと感じていることを示す。実験では、携行型分光器を用いて空の分光分布を測る分光分布計測、空の光を反射した白色反射板の色から空の色の RGB 値を測る画像 RGB 計測、作製した手首式脈波計を用いて被験者の脈波を測りストレス値を算出する脈波計測の 3 つを行い、実験時の空の情報と被験者の生体情報を取得した。取得したストレス値の評価は、2.0 未満を基準値、2.0 以上 5.0 未満を注意値、5.0 以上を要注意値としている。また、先行研究より、空の分光分布には特徴的なピークを持つ赤色と青色の波長域があることがわかっている[2]。今回はその波長域の分光強度差を算出し、各実験日ごとに比較した。

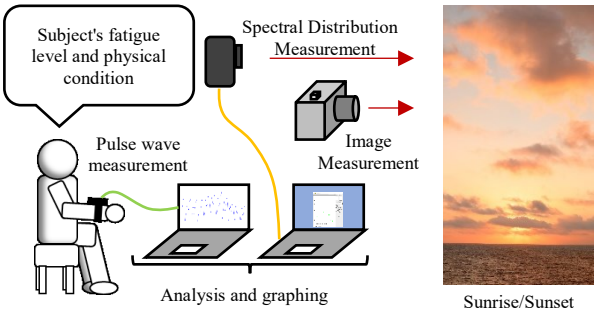


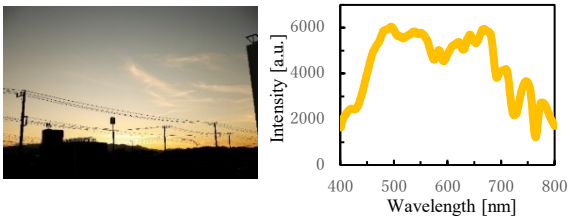
図 1　本研究のシステム

3. 結　果

結果の一例として日没時の結果を図 2 に示す。この実験時は、まだ日が落ちたばかりで空が明るい色をしており、分光分布を計測した結果、特徴的な二つの波長域の分光強度差は 100 であった。また、この時の空を目視していた被験者のストレス値は、日没時の空を目視する前と比べて減少したことがわかった。この結果より、ストレス値の観点からうつ病の軽減への貢献が可能ではないかと考えられる。

分光強度差及びストレス値の変化量

分光強度差	100	
ストレス値		
	被験者A	被験者B
目視前	2.59	1.46
目視時	2.31	1.28
変化量	0.28	0.18



実験時の空　　分光分布

図 2　実験結果の一例（日没時）

4. 結　言

本研究では、日昇日没時の空の色を目視した我々に起こる生理学的パラメータの変化を、様々な計測手法を用いて解明することおよび、うつ病発症者の症状を軽減できる可能性の模索を目的として実験、計測を行った。その結果、日が落ちたばかりでまだ赤っぽさが残る空を目視していた被験者のストレス値は、空を目視する前よりも減少していたことがわかった。

5. 今後の予定

本研究の計測システムは、手足に障害を抱えていない健常者向けに構築されているため、寝たきりの状態の被験者に対して同様の計測を行うことは難しい。そのような人に向けて今後は、ストレス値が減少する傾向が見られた日昇日没時の空の画像・動画を表示させる VR ゴーグルを用いることによって、本実験に近いシステムでの計測が可能になると考えている。

文　献

[1] 厚生労働省，“心疾患を有する総患者数の推移” https://www.mhlw.go.jp/content/12200000/000940708.pdf （最終閲覧日:2022 年 12 月 30 日）
[2] 米山竜平,“携行型分光器を用いた朝日・夕日が生理学的パラメータに及ぼす影響の定量評価に関する検討”，第 22 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会予稿集 (2021)1821

低次高調波除去型単相インバータの試作

Experimental Study on Low-Order Harmonic Elimination Single-Phase Inverter

18348 渡邉 大輝
指導教員 渡邉 聡

1. 緒　言

日常で幅広く利用されているインバータの出力には高調波成分が含まれておりその高調波成分はトルクの脈動や騒音などの損失や障害につながるため除去するのが好ましい[1]。低次の高調波を除去する方法としてコンデンサを用いたフィルタ回路が挙げられるが高調波次数が低いと容量の増大や劣化などの諸問題を引き起こす。本研究では低次の高調波を低減するインバータを試作し、出力波形を解析し残留高調波について実験的に検討する。

2. 転流角度の導出方法

インバータ出力波形に刻みを入れ、刻みの転流角度に小さいほうから順番に αn とし、その波形をフーリエ級数展開することで波形の高調波成分を算出することができる。算出する式より低次の高調波から順に変数の数だけ式を取り出しその解を 0 とした連立方程式を作り、解を求める。この連立方程式は非線形であるため Excel のソルバー機能を用いて数値解析を行い解を得ることで高調波を除去することができる刻み角度を求めることができる。高調波を除去できる数は刻みの数を増加させることで実現できる。

3. 結　果

本研究では理論によって求めた刻み角度を表 1 にその波形の高調波割合の理論値を図す。刻み数は 5 である。

表 1　刻み 5 の時の高調波除去刻み角度

α 1	18.17013
α 2	26.63556
α 3	36.87193
α 4	52.90449
α 5	56.68571

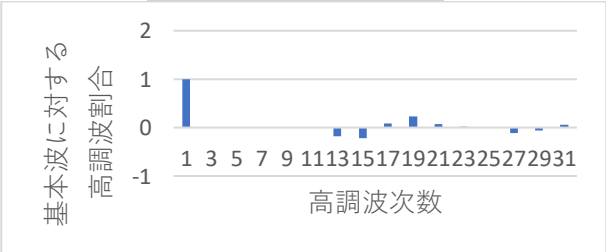


図 1　刻み 5 の時の基本波に対する高調波割合

また実際にインバータを試作し出力した電圧波形と誘導性負荷時の波形の高調波解析結果を、図 2 と図 3 に示す。

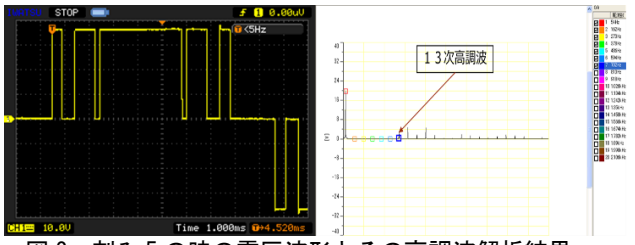


図 2　刻み 5 の時の電圧波形とその高調波解析結果

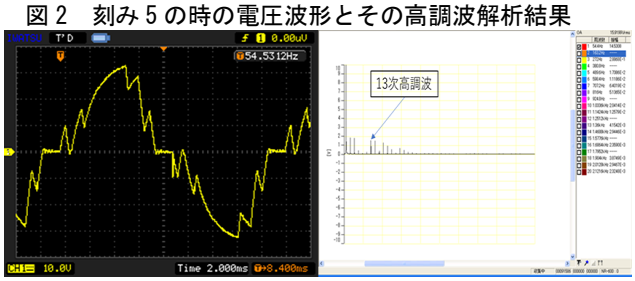


図 3　刻み 5 の時の電流波形とその高調波解析結果

電圧波形は理論どおり出力されており高調波も理論で求めた基本波に対する高調波割合のグラフと一致していた、しかし誘導性負荷の電流波形では高調波解析結果から低次高調波が含まれていることがわかる。

4. 結　言

本研究では低次高調波を除去するインバータの転流角度を低次高調波から順次求めた。転流角度を求める過程で連立方程式を解く数値解析の初期値を得る方法を確立することができた。これにより転流角度を増やし高調波を除去する数を増やすことができる。今回は 81 高調波まで除去する転流角度を計算することができた。また、インバータを試作し出力波形を高調波解析した結果、理論通り高調波を低次から除去することができることを確認した。また、インバータ波形はゼロクロスさせる方法とさせない方法の 2 種類を検討した。残留高調波については差はみられないがゼロクロスさせない波形ではインバータの上下のスイッチング素子の短絡を防ぐことができ、デッドタイムの影響が無くなる利点がある。誘導性負荷の電流波形は低次高調波が含まれる結果を得たのでその影響については今後検討する必要がある。

5. 今後の予定

今後は電流波形をフーリエ級数展開し高調波除去する転流角度を計算し残留高調波成分について検討する。

文　献

[1] 久保薗颯馬，“低次高調波除去単相インバータ回路の検討”，サレジオ工業高等専門学校卒業論文（2020）

三相誘導電動機の電動領域と発電領域の測定

Measurement of Electric Range and Generate Range the Three Pulse Induction Motor

17321 坂本 涼
指導教員 渡邉 聡

1. 背　景

現在、電動機は電気自動車や鉄道などの動力源として必要不可欠な機器で、内燃機から電動機への需要が高まっている。また、誘導電動機は簡易的で丈夫な構造の上に、値段も安価であることから産業界で多くの実績を残している。さらに、電動機は使い方次第で発電機にもなる特徴を持つ[1]。

本研究では、三相誘導電動機の電動領域と発電領域の電気的特性を実験的に研究することを目的とする。また本研究の目的を調査する為に、実験装置・回転軸同士の接続方法・実験方法及び、得た結果から電動機の今後の有用性と機器への利用についても研究する。

2. 方　法

(測定 1) 滑り特性の測定

抵抗測定・無負荷試験・拘束試験を行った。

(測定 2) 発電領域の特性試験

図 1 の回路図を基に制作し、両方の電動機を回転する。片方の電動機を回転中にもう片方の電動機にインバーターを接続して周波数を制御する。その時のもう片方の電動機の出力電圧・電流・電力及び回転速度を測定する。

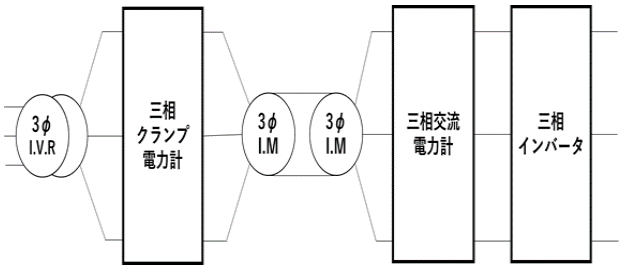


図 1　発電領域の特性試験の接続図

3. 結　果

滑り特性曲線の結果は図 2 及び図 3、発電特性試験の結果は図 4 及び図 5 に示す。

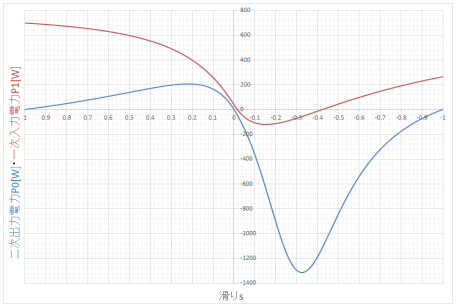


図 2　一次入力・二次出力電力特性曲線

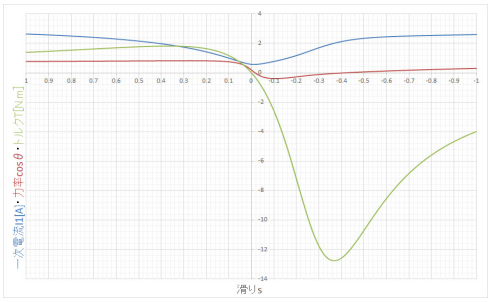


図 3　一次電流・トルク・力率特性曲線

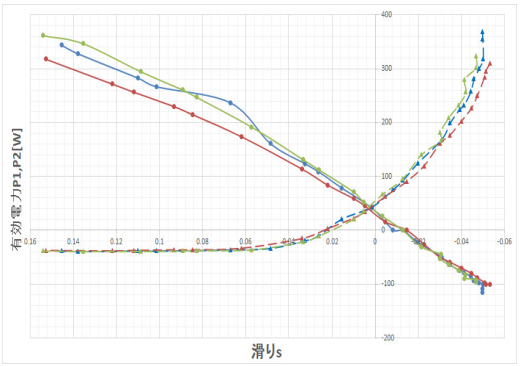


図 4　発電特性試験の有効電力特性

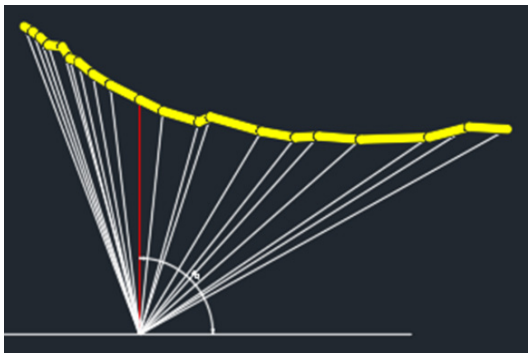


図 5　出力 200[V]のベクトル軌跡

4. 結　論

理論上（滑り特性曲線）では、停動トルクの範囲内であれば電動機の運転及び発電は正常に機能する事が分かったが、停動トルクの範囲外で回転した場合は電動機として機能しない結果となった。

実際に測定した場合は(発電領域の特性試験)、狭い範囲しか測定出来なかったが停動トルクの範囲内で計測した為滑り特性曲線のグラフに近い結果となった。

文　献

[1]遠藤恵介,斎藤篤,“電気自動車の制御”,
育英工業高等専門学校卒業論文(1999)p.2

陶磁器破片の磁化による復元研究

Restoration of broken pottery by analysis of magnetic property

17331 西澤 智明
指導教員 泉 吉紀

※都合により原稿はありません。

2 周波並列疑似サーキュレータ回路の提案

Proposal of Dual-Frequency Parallel Quasi-Circulator Circuit

17314 川喜田 鷹幸
指導教員 水谷 浩

1. 緒　言

現在の携帯などの通信方法で広く採用されている FDD や TDD といった現行の通信技術以上に電波を効率よく使用でき、そして更なる高速通信が可能な全二重(Full Duplex)通信技術という通信技術に注目が集まっている。

全二重通信方式を実現するにあたって有用な特性を持つ部品であるサーキュレータという素子が存在する[1]。しかし、これを用いた場合、サーキュレータ自体が非常に精密で高価であるため製造コストが非常に高くなる、外部磁気を必要とするため IC などに悪影響を与えてしまう可能性がある、等のことが懸念される[2]。

そこで本研究では、「安価である」「外部磁気を必要としない」の 2 つの観点からサーキュレータの代わりになる回路を提案、設計することを目的とする。

5G で使用されている周波数のうち 28GHz、4.5GHz を例題とし全二重通信への応用を想定した疑似サーキュレータを提案する。

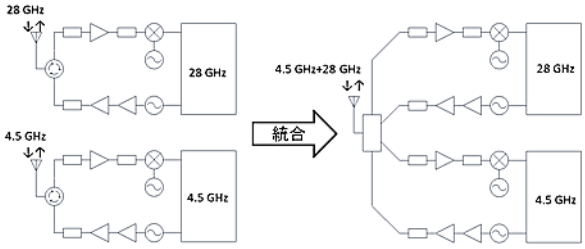


図 1　疑似サーキュレータ統合の様子

2. 提案回路

提案した回路は図 2 のとおりである。一方の疑似サーキュレータで処理する信号がもう片方へ流入してしまわないようにするため、アンテナ端子から流れてきた信号が二手に分岐する接続点と各疑似サーキュレータの間に各周波数に対応する BPF を挟む構成とした。

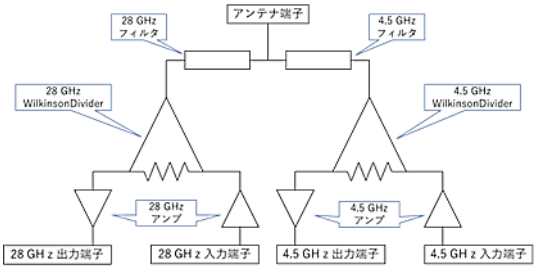


図 2　2 周波並列疑似サーキュレータの波形

2 周波並列疑似サーキュレータを以下の 6 つの機能に分け、それぞれ機能ごとに設計したのち、全体の最適化を行った。

1. 4.5 GHz アンプ
2. 28 GHz アンプ
3. 4.5 GHz バンドパスフィルタ
4. 28 GHz バンドパスフィルタ
5. 4.5 GHz ウィルキンソンディバイダ
6. 28 GHz ウィルキンソンディバイダ

なお、4.5 GHz、28 GHz における目標値は以下のとおりとした。

表 1　2 周波並列疑似サーキュレータの目標特性

名称	損失・アイソレーション
入力端子—アンテナ端子	<-1[dB]
アンテナ端子—出力端子	<-1[dB]
入力端子—出力端子	>-20[dB]

3. 結　果

表 2 に示す通り 4.5 GHz(図 3)、28 GHz(図 4)において目標値を満足しており、2 周波並列疑似サーキュレータをシミュレータ上で完成させることに成功した。

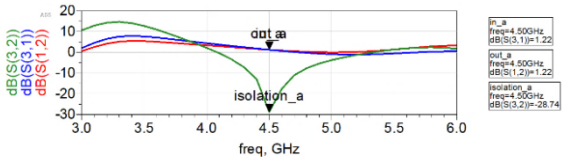


図 3　2 周波並列疑似サーキュレータの 4.5 GHz 波形

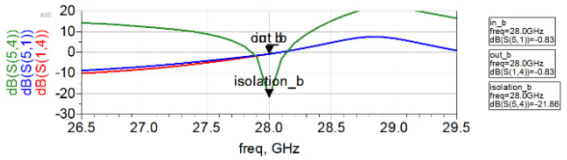


図 4　2 周波並列疑似サーキュレータの 28 GHz 波形

表 2　2 周波並列疑似サーキュレータの特性

周波数[GHz]	受信損失・利得[dB]	送信損失・利得[dB]	送受信間 Isolation [dB]
4.5	+1.22	+1.22	-28.74
28	-0.83	-0.83	-21.86

4. 結　言

本研究では 2 つの周波数で動作が可能な疑似サーキュレータを提案・設計し、所望の動作を確認した。

文　献

[1] Aravid Nagulu, Tingjun Chen, G. Zussman, and Harish Krishnaswamy, “A Single Antenna Full-Duplex Radio Using a Non-Magnetic, CMOS Circulator with In-built Isolation Tuning,” 2019 IEEE International Conference on Communications Workshops, pp.1-6, May(2019)

[2] Diego Palombini, Mirko Palomba, Walter Ciccognani and Ernesto Limiti, “Novel Active Distributed Circulator,” International Journal of Microwave and Optical Technology, Vol.9, No.1, pp.44-48, Junuary(2014)

機械電子工学科　2022年度　卒業研究　テーマ一覧

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
18401	荒井 直也	住宅の屋根に適用する太陽光追尾型PVシステムの提案
18402	荒巻 匡洋	疑似的な交流電池に対して交流直接充電を行った際の充放電電力特性
18403	有松 宏之	ステアリン酸処理を施したリン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料の界面処理方法の検討及び力学的特性評価
18404	池田 創	学内温熱環境観測システムにおける基地局の改良
18406	石川 雄斗	沿岸センサネットワークを用いた周防大島の水温特性の観測
18407	板倉 浩樹	熱溶解積層法により造形されたポリ乳酸の機械的特性に及ぼす造形条件の影響
18408	稲垣 司	クロムを添加した酸化チタン薄膜における光学特性の評価
18410	宇高 陸	植物の電気信号計測
18412	大村 葵未子	湿害低減のための雨量計を用いた土壌水分観測システムの構築
18415	小野崎 圭吾	音声認識APIを用いた歴史的音源に対する音声認識に関する研究
18416	金子 昌平	非同期検波方式による楽器音の基本周波数推定に関する研究
18417	金子 結哉	炭素繊維の誘導加熱に関する基礎的検討
18418	河地 悠馬	空き瓶パルスジェットエンジンの冷却方法の検討と性能試験
18419	木村 駿斗	超音速流中にある円錐模型周りの温度分布シミュレーション
18420	久保 凌雅	学内温熱環境観測システムの再構築と温湿度分布の検討
18421	熊野 力也	アメンボロボットの開発
18422	倉本 治憲	高等教育におけるプログラミング教育の提案
18423	輿 太月	PVモジュールのノイズ受信感度と高周波ノイズの関係
18424	兒嶋 歩	スピンコーターの改良及び特性評価
18425	小須田 樹	超広帯域LEDを使用した小型簡易分光反射率測定器の評価

機械電子工学科　2022年度　卒業研究　テーマ一覧

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
18426	小櫃 竜太郎	研究室紹介のための音声対話システムの研究
18427	小松 竣太	サレジオ高専の音声案内対話システムに関する研究
18428	近藤 優衣	ADR法と静電容量式センサの測定値比較及び土壌水分量の状態判別法の検討
18429	酒井 舜	水噴射式推力を用いた水中ロボットの開発
18430	沢登 玲音	学科案内のための音声対話システムに関する研究
18431	杉田 隼斗	超音速飛翔体のための光センサによる速度計測装置開発
18432	筋野 愛子	教育用風洞と整流板に関する開発と性能試験
18434	髙島 裕太郎	熱硬化性エポキシ樹脂の高次構造に及ぼす疲労負荷の影響
18436	田中 悠太	音声認識技術を用いた歴史的音源のテキスト起こしに関する研究
18437	土居 彩音	高専教室内における学生の衣服内気候と温冷感の関係
18440	仲本 泰智	炭素繊維の表面性状に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響
18441	永谷 一輝	大気圧プラズマ処理を施したポリスチレンにおける光学特性の調査
18442	新倉 径	交流電池用の倍電圧整流回路に使用するEDLCの選定
18443	沼田 莉里花	サレジオ高専南西側教室の温熱環境と快適度の観測
18444	橋本 春樹	IH調理器の電源ラインに重畳するノイズの対策法
18446	長谷川 祐士	音声認識を用いた大正時代の歴史的音源の文字おこしに関する研究
18447	原 健	水中用ドローン向け自動投入・回収装置の開発
18448	バンクス ジョナサン 正己	衝撃風洞と先細末広ノズルを用いた超音速流に関する実験
18450	引場 健介	赤外発光酸化チタンにおける極低温フォトルミネッセンス励起スペクトルの測定
18452	古舘 和樹	シュリーレン法による可視化実験

機械電子工学科　2022年度　卒業研究　テーマ一覧

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
18454	松崎 恵太	交流電池を模擬した電源回路における放電電力量の解明
18457	室賀 洪太	移動体を対象とした中継コイル方式の非接触給電模擬装置における送電特性
18458	安田 仁	機械学習による熱源検出
18460	油谷 嶺	熱可塑性ポリイミドの力学的特性に及ぼす雰囲気温度の影響

住宅の屋根に適用する太陽光追尾型 PV システムの提案

Proposal of a Solar Tracking Type PV System Applied to Housing Roof

18401 荒井 直也
指導教員 米盛 弘信

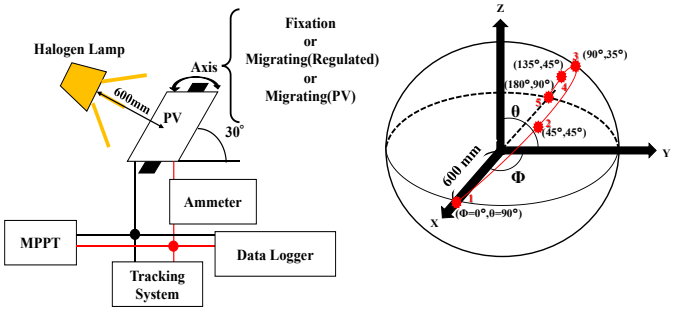
1. 緒言

本研究では，風などの外的要因の影響を考慮しつつ，従来法より高効率な住宅向けの太陽光追尾型 PV システムを提案する。先行実験では，PV を垂直 1 軸可動で光源の追尾した場合に 2 軸可動式と同様の高い発電電力が得られた[1]。そこで，垂直 1 軸可動の追尾システムを試作した。

本稿では，製作した供試装置によって太陽を模擬した光源を追尾させる実験をした際に得られた改善電力（追尾ありから追尾なしの発電電力を引いた値）を示す。

2. 実験方法

本実験では，光源の追尾なしと追尾ありの発電電力を比較する。さらに，追尾ありでは駆動用のモータ電源を(1)安定化電源，(2)PV で発電した電力の 2 パターンを用意し，改善電力を比較する。ここで，安定化電源を使用した追尾システムにおける発電電力の測定値を追尾システムの理想の値とする。太陽光追尾システムは，PV の発電電力内でシステムの可動電力を供給することが理想的であるため，PV の発電電力をモータ電源として使用した実験結果を追尾システムの現実の値とする。図 1(a)は本実験の実験構成である。測定点は，4 月，9 月太陽位置図を参考に，図 1(b)のように測定点を 5 つ設定した。発電電力は，各測定点で光を照射したときの値を測定する。



(a)実験構成　　(b)各測定点の位置

図 1　実験条件

3. 実験結果

図 2 は，固定式 PV と太陽光追尾型 PV システムの発電電力である。先行研究[1]では，追尾システムの発電電力が全測定点においてほぼ同一であった。しかし，本実験では同様の発電電力が得られなかった。さらに，理想的な PV の発電特性は測定点 3 を中心に左右対称となるが，供試装置では想定した結果にならなかった。詳しくみると，安定化電源でモータを動作させた場合は，測定点 1・2・5 で高い改善電力が得られた。一方，測定点 3・4 では固定式 PV より低い結果となった。これは，測定点 3・4 において測定点を移動する際に光源の追尾を行わなかったために発生した。

次に PV の発電電力をモータ電源として使用した場合の発電電力をみると，測定点 1・5 では，PV 表面に対して光が平行光であることから PV の発電電力が得られず，モータ電源が確保できなかったので，追尾なしと同様の発電電力となった。測定点 2 では，モータが動作して光源の追尾を行った結果，追尾なしより高い発電電力が得られた。しかし，測定点 3・4 では直流安定化電源を使用したときよりも低い結果となった。これは，光源からの光軸と光センサが一致していないことが原因であった。したがって，測定点 2 以外では改善電力が得られなかった。

ここで，光センサ以外の不具合要因を考察する。PV 電力をモータ電源とした際の測定点 2 では，動作を目視していたところ光源の追尾をしているが可動角度が不足していた。そのため，安定化電源でモータを動作させた場合との発電電力の差は，光源に対する PV の角度が異なることで生じたと考えられる。これは，モータを動かす電源に原因があった。PV は，急峻な消費電流を要求する負荷を直接駆動することが困難である。すなわち，PV を可動させるためのモータが動作しない現象が生じたと考えられる。よって，光源を追尾したときの発電特性の差は，駆動用モータの電源特性の違いにより生じたことがわかった。

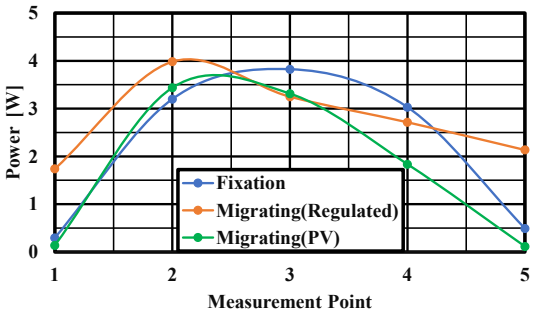


図 2　太陽光追尾型 PV システムの発電電力

4. 結言

本稿では，垂直 1 軸可動の追尾システムを構築し，発電電力の改善効果を明らかにした。その結果，光源追従時は改善電力が得られたが，本供試装置には課題が多くあることがわかった。

文献

[1] 荒井直也，米盛弘信:「太陽光追尾システムにおける発電特性の調査」，2022 年度 第 40 回 電気設備学会全国大会論文集，p.421，(2022)

疑似的な交流電池に対して 交流直接充電を行った際の充放電電力特性

Charging / Discharging Power Characteristics
when AC Direct Charge is Applied to a Pseudo-AC Battery

18402 荒巻 匡洋
指導教員 米盛 弘信

1. 緒言

本研究室では，安全性と小型化・高効率化を目指した世界初の独立型交流電池[1](AC Biode 社製)に関する共同研究を 2020 年から開始した。筆者は，共同研究の一部として交流電池の理想的な充電方法を模索している．

そこで本研究では，交流電池の充電法として交流直接充電を提案する。実験としては，(1)疑似的な交流電池に交流直接充電，(2)通常のリチウムイオン充電池に直流充電を行う。そして，充電後の両電池について放電実験をすることで，充電法別の充放電電力特性を明らかにする。

2. 実験方法

本実験では，18650 型リチウムイオン電池(定格電圧：3.7V，容量：2600mAh)を 2 本用いる。交流電池は開発段階であるため，2 本の 18650 型リチウムイオン電池によって交流電池を模擬する。

交流直接充電では，ダイオードによって交流電流を半波整流し，交流波形の正の半周期部分で交流電池の Cathode - Biode 間を模擬した電池の充電を，交流波形の負の半周期部分で Biode - Anode 間を模擬した電池の充電を行う。従来の直流充電では，ダイオードブリッジを用いて交流電流を全波整流し，整流された直流電流によって 2 本直列接続したリチウムイオン電池の充電を行う。本研究では、同手法を直流変換充電と呼称する。

放電特性は，満充電となった電池を電子負荷に接続し，1C 放電(2600mA)することによって得る。このとき，疑似交流電池の放電時は電池を並列接続，直流変換充電を行った電池の放電時は電池を直列接続とした。

充放電時の各電池の両端電圧・出力電流は，メモリハイコーダを用いて測定・記録を行った。測定方式は，測定区間内の最大値と最小値を測定するエンベロープを用いた。

3. 実験結果

図 1 は電池に充電を行った際の電力推移である。図 1(a)と(b)を比較すると，満充電に達するまでに要した時間は交流直接充電の方が倍以上多かった。しかし，充電電力は交流直接充電時 323Wh，直流変換充電時 133Wh となり，交流直接充電時のほうが多いことがわかる。

図 2 は電池を放電した際の電力推移である。放電電力は，直流変換充電法で充電したリチウムイオン電池は 17.42Wh，交流直接充電で充電した疑似交流電池は 12.48Wh となった。そのことから直流変換充電法で充電した電池の方が放電電力は多いことがわかる。

ここで，両充電法共に充電電力に比べて放電電力が非常に小さい値となってしまった。これはメモリハイコーダによる測定方法に原因があった。充電時の波形は、交流直接充電時が半波整流波形，直流変換充電時が全波整流波形であり，脈動がある。しかし，エンベロープ法で最大値を測定しているため，充電電力が正しく測定できていないと考えられる。

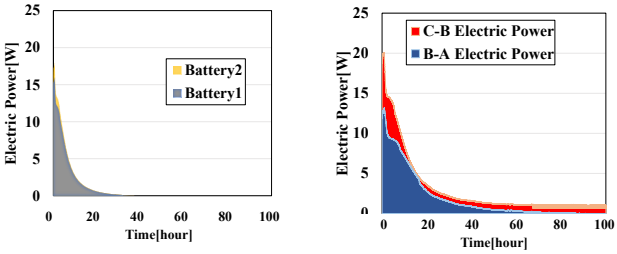
4. 結言

本研究では，交流電池の充電法として交流直接充電法を提案し，従来のリチウムイオン電池を充電する直流変換充電法と充放電特性を比較した。その結果，充電電力に対して放電電力が非常に小さい値になってしまった。本結果は充電電力の測定方法に原因があった。

今後は，充電電力の測定方法を再考したうえで再実験を行い，交流直接充電法と直流変換充電法における充電電力と放電電力を明らかにする。

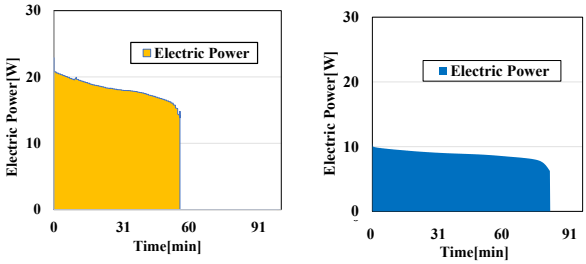
参考文献

[1] AC Biode 社：“AC Biode 社 HP”
(最終更新日 2022/04/13),
https://www.acbiode.com/home (最終閲覧日 2022/12/29)



(a) 直流変換充電　(b) 交流直接充電

図 1　充電電力の推移



(a) 直流変換充電　(b) 交流直接充電

図 2　放電電力の推移

ステアリン酸処理を施したリン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料の界面処理方法の検討及び力学的特性評価

Investigation of Surface Treatment Methods and Characterization of Stearic Acid Treated Tricalcium Phosphate/Poly(lactic acid) Composites

18403 有松 宏之
指導教員 坂口 雅人

1. 緒　言

現在, 骨折に使用される骨固定具には金属材料が使用されているが長期間体内に存在した場合, 周辺の骨の萎縮や成長抑制, 炎症が発生するため治癒後の摘出が必要になり患者へ大きな負担がかかる[1]. そのため損傷の修復に伴い生体内で安全に分解, 吸収される材料が求められている. リン酸三カルシウム(TCP)/ポリ乳酸(PLA)複合材料は体内で吸収分解が可能であることから骨固定材料として注目されている. 小林らは, TCP に対して重量比 6 %の L-乳酸処理をした TCP/PLA が最も強度が高くなることを報告している[2]. しかしながらこの界面処理は, 材料の乾燥に時間がかかっており生産性が非常に悪い. 本研究はステアリン酸で効率的に界面処理を行いその力学的特性を調査することが目的である.

2. 実験方法

2.1 エタノール蒸留条件の検討

エタノール 100 ml をフラスコに入れ 80 °C で加熱, エバポレーター(EYELA,N-1100)で 1 時間回転させた. エバポレータはチラーによって常温の水を循環させて冷却を行った. エタノールの蒸留条件を検討するためエバポレータ内の気圧, 冷却水の温度, フラスコの加熱温度の 3 つのパラメータを表 1 に示すように変更し実験を行った.

2.2 力学的特性試験

TCP 表面をステアリン酸を用いて処理した. 処理条件は 0 phc, 6 phc, 24 phc である. 本研究では TCP 100 g に対してのステアリン質量比を phc と定義した. TCP に表面処理後, 30 mass%となるように PLA と混練をした. 射出成形に使用した材料は, 未処理の PLA, TCP/PLA (0 phc, 6 phc, 24 phc)である. その後手動射出成形機(ORIGINALMIND, INARIF06)を用いて射出成形し試験片を成形した. その後試験片にタブ間距離が 40 mm となるようにアルミタブを接着した. 引張試験は引張速度 0.5 mm/min で万能試験機(島津製作所, AGS-X)を用いて行った.

3. 実験結果と考察

3.1 エタノール蒸留条件の検討

表 1 に各蒸留条件の 60 分で蒸留した時のエタノール残留量を示す. フラスコの加熱温度を 90 °C にした場合が最もエタノールの蒸留を行えた. これより, 蒸留において加熱温度が最も支配的であると考えられる.

表 1　各蒸留条件におけるエタノール残留量

パラメータ	実験条件				
気圧	開放			真空	
冷却水	未冷却	常温	冷却	常温	
加熱温度	80 ℃				90 ℃
エタノール残留量 [%]	100	100	100	99	5

3.2 力学的特性

図 1 にステアリン酸処理した TCP/PLA と PLA の引張強度, 図 2 に弾性率を示す. 0 phc は未処理の PLA よりも強度が低くなった. 材料の複合化を行ったためだと思られる. 24 phc の強度は未処理の PLA と変わらなかったものの弾性率は向上した. 上記の結果より界面処理によって強度を維持したまま弾性率を向上させる事が出来たと言える.

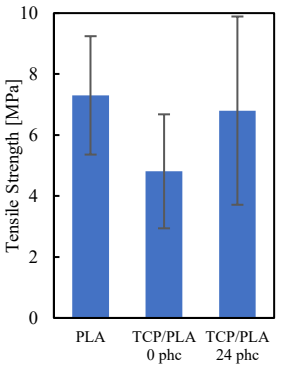


図 1 引張強度

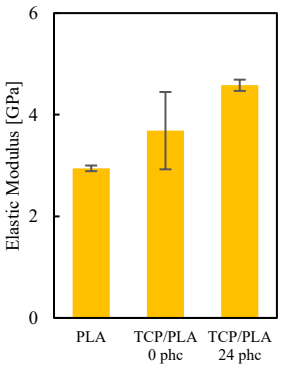


図 2 弾性率

4. 結言

エタノールの蒸留では 3 つのパラメータを変更した結果, エタノールの蒸発には加熱温度が最も支配的なパラメータであった. 力学的特性試験では PLA 単体と同程度の強度を維持したまま弾性率を向上させる事が出来た.

文　献

[1] 杉山芳樹, “顎骨用吸収性骨接合材料について: ―高強度 PLLA 材料を中心として―”, 岩手医科大学歯学雑誌, Vol. 30 (2005) , pp. 121-131.

[2] Satoshi Kobayashi, Risa nagao “Effect ofsurface modification of β-tricalcium phosphate on mechanical properties ofpoly(L-lactic acid) composites”, Advanced Composite Materials, vol.24,(2015),pp.467-480

学内温熱環境観測システムにおける基地局の改良

Improvement of Base Stations in On-Campus Thermal Environment Observation System

18404 池田 創
指導教員 吉田 将司

1. 緒　言

近年、学校施設における環境衛生へ注目が集まっている。学校の教室内温熱環境を適切に維持・管理するためには、温熱環境を把握することが必要である。本研究室では 2017 年に学内温熱環境観測システムが製作された[1]。このシステムでは学内に設置した 10 台のノードが 1 台の基地局と直接通信することで、学内の温熱環境の観測データを収集し、大階段の 3 階踊り場付近に設置したジオラマで表示していた。しかし、このシステムでは受信データがノート PC 内にテキスト形式で保存されるため、基地局以外からは受信したデータをリアルタイムに閲覧することができなかった。また、基地局のノート PC は一年中起動しているため、設置場所を確保した上での定期的なデータ回収と、停電後などには再起動の操作を行う必要があり、基地局の維持管理に労力を要していた。本研究ではこれらの問題点を解決するために基地局を改良し、従来の基地局と比較した。

2. 新たな基地局の構成

図 1 は新たなシステムの構成を示す。新たな基地局では、ノート PC の代わりに M5STACK 社のマイコンモジュールである M5StickC Plus を使用した。このモジュールは ESP32Pico がベースとなっており、無線 LAN が利用できる。受信したデータは Wi-Fi 経由でクラウド上の Web アプリケーションに送信され、処理される。処理されたデータは Google スプレッドシートに入力される。図 2 は受信データを入力している Google スプレッドシートの画面を示す。また、通知機能として SNS の LINE を使用した。LINE と Web アプリケーションを API で連携し、現在の温湿度を通知する。図 3 は温湿度を通知する LINE の画面を示す。

3. 実験方法

従来の基地局と今回製作した基地局の性能を比較するために受信率を比較した。両基地局を学内の別の場所で同時に 5 時間稼働させた。ノードが送信したデータ数に対して基地局が受信できたデータの割合をノードごとに算出した。

4. 実験結果

従来の基地局のノードごとの受信率は 99.2[%]から 100[%] だった。一方で製作した基地局ではプレテックセンターに設置したノードのデータが受信できなかった。受信できたノードでは 95.8[%]から 100[%]であった。受信できなかったノードはあったものの、学生への温熱環境の通知という目的は達成できると考え、基地局を交換しても問題ないと判断した。

5. 結　言

本研究では新たなモジュールをセンサネットワークのゲートウェイとしたクラウド上でデータを管理する基地局を製作した。これにより、管理者の負担が減少した。また、クラウド上でデータを管理することでリアルタイムに現在の温熱環境を知ることができるようになった。さらに、SNS による通知機能により学生が空調を適切に調節するための指標として活用しやすくなった。今後は、すべてのノードのデータを受信できる場所に基地局を設置し、LINE のシステムを公開するなど、学生の利用を含めたシステムの本格的な運用を行っていく。

文　献

[1] 柴田健吾, 廣瀬匠海, 吉田将司, ”LPWA を利用した学内暑熱環境システムの検討” ,電子情報通信学会 第 18 回情報科学技術フォーラム, (2019)277

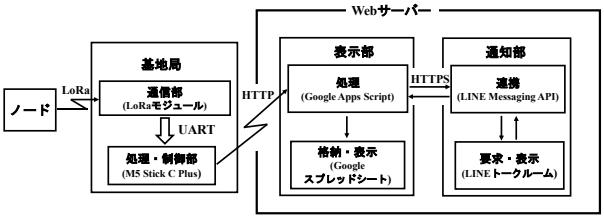


図 1　学内温熱環境観測システムの構成イメージ

	A	B	C	D	E	
1	ノード番号	1	2	3	4	
2	RSSI[dBm]	-125	-99	-52	-127	
3	受信時刻	12:55:24	12:55:46	12:55:56	16:26:37	1
4	緯度	3536.33100	3536.28995	3536.34090	3536.27988	17102
5	経度	13921.49100	13921.49233	13921.50560	13921.46959	
6	気温	22.13	24.91	26.92	30.77	
7	湿度	67.03	65.28	60.85	35.72	
8	不快指数	69.31	73.25	75.65	77	

図 2　Google スプレッドシートの受信データ表示画面

図 3　観測データを通知する SNS の画面

沿岸センサネットワークを用いた周防大島の水温特性の観測

Observation of Water Temperature Characteristics in Suo Oshima Using Coastal Sensor Network

18406 石川 雄斗
指導教員 吉田 将司

1. はじめに

海水温は、気候変動や海底地形を主とする自然的要因により変動が発生する。海水温の観測は、前記の要因を元に海洋状態の推定を行うことが可能である為、気象学や生態系の調査等様々な分野に応用される[1]。本研究室では、主に沿岸部の海水温をリアルタイムで観測、可視化するシステムである沿岸センサネットワークを2009 年度より開発、運用してきている。本研究では、山口県周防大島町の沿岸域にて上記のシステムを用いた時間・水深別の海水温調査を夏季より継続して行った。また、観測結果から水深と時季の違いによる水温特性の差異について調査した。

2. 実験方法

本実験は、大島商船高専の千葉研究室と共同で2 日間行った。観測用ノードを高専付近（以下B ノード）及びなぎさ水族館付近（以下C ノード）の 2 地点に設置し、プローブの水深はB ノードを水面下~1.0m、C ノードを 0~2.0m の 4 地点に配置した。B ノードと C ノードにおける夏季（2022 年 9 月 1 日）から冬季（2022 年 12 月 31 日）の観測データを入手し、長期的な水温変動を調査した。また、周防大島町の気温データと海面水温データを気象庁より入手[2][3]し、潮汐の推算データは海上保安庁より取得した[4]。

3. 結果

図 1 はC ノードの長期観測データの結果を示す。9 月 1 日から 12 月 31 日迄の水温変動を線形近似した黒色線の傾きは y=-0.098x（x=1 日）となり、海水温が 1 ヶ月あたり約 2.5℃程度下降した。気象庁での海面水温データ[3]でも同期間の水温低下は約 10.5℃であることから、C ノードは長期間の水温特性を観測出来た。一方 B ノードは、8 月 25 日の設置作業以降の防水ケース破損、それに伴うプローブの切断、短絡により水温特性が取得出来なかった。

図 2 は、C ノードで測定した 2022 年 10 月 1 日 0 時～10 月 4 日 0 時の水深ごとの水温変動と気温、潮汐を示す。図より、気温上昇と潮汐低下が同時発生した際に全ての水深で 0.6℃以下の水温低下が見られた。しかし、気温低下と潮汐上昇が発生した際、0.05~0.4℃の僅かな水温上昇が起こった。

今回観測された水温変動は全ての水深において現れたが、0m の観測結果は 2.0m に対して最高水温は 1.0℃、最低水温は 0.9℃変動幅が広かった。また、本年度冬季に得られた観測結果では、気温と潮位変化の両方が影響していたが、これは 2019 年度冬季に得られた結果と異なっていた。

4. まとめ

今回の観測結果から、観測時季を問わず外気温の差によって水温変動の要因が変化することが推測される。また、浅水深である 0m 地点の水温変動は、2.0m 地点と比較して±1℃程度変動幅が大きかった為、観測地点の深さと気温による影響度に関係性があると考えられる。

今後は、本実験で設置したノードを用いて通年の観測データを取得する。このデータから季節変動による水温変動について調査を行う。また、B ノードの修復を行い、なぎさ水族館へのデータ提供を目指す。

文 献

[1] 気象庁 海水温・海流の知識 海面水温 (https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/db/kaikyo/knowledge/sst.html)
[2] 気象庁 過去の気象データ 安下庄 2022/9/9-2022/11/27,
[3] 気象庁 データ 日別海面水温 2022/9/1-2023/1/1
[4] 海上保安庁 潮汐推算資料 2022/9/9-2022/11/27

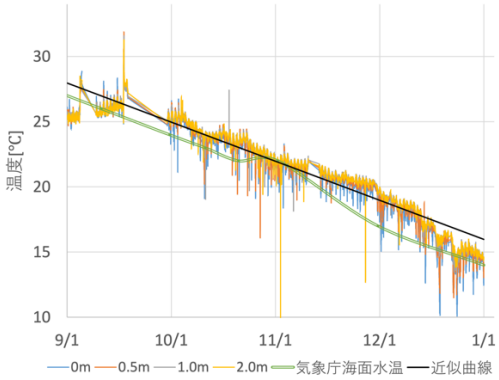


図 1 C ノードの水温特性

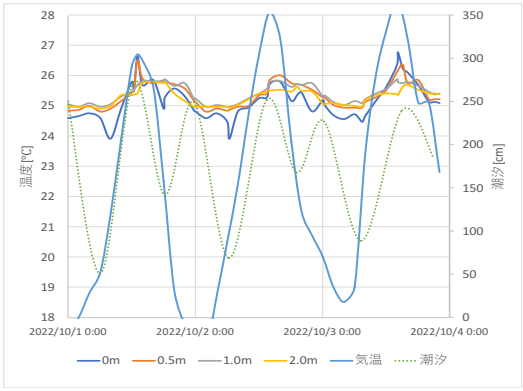


図 2 10 月 1 日 0 時から 3 日間の水温特性

熱溶解積層法により造形されたポリ乳酸の機械的特性に及ぼす造形条件の影響

Effect of Modeling Conditions on Mechanical Properties of Poly(lactic acid)Formed by Fused Deposition Molding

18407 板倉 浩樹
指導教員 坂口 雅人

1. 緒 言

現在プラスチック製品の開発時間の短縮, コストの削減・効率化のため.3D プリンターが注目されている.しかし,欠点として造形に時間がかかり, 大量生産には不向きな点が挙げられる.また,近年では,マイクロプラスチックス等の環境問題の観点から生分解性プラスチックスである.ポリ乳酸(PLA)が注目されている.PLA は,融点が低く,熱収縮性が小さい特性をもつ.そこで,熱溶解積層方式(FDM)3D プリンターの材料として注目されている.過去の研究では,FDM3D プリンターの高速印刷により射出される PLA の変化を観察すると,射出速度 232 mm/s 以上においてシャークスキンが発生した[1]. 本研究では, 基礎実験として造形速度を上げた際に造形物の形状にどのような変化が発生するか記録した. その結果より, 造形精度を保ったまま高速で造形する方法を検討することを本研究の目的とした.

2.試験片作製

FDM3D プリンターを用いて 150 mm×10 mm×4 mm の造形物をエクストルーダー速度を変えた造形の影響を見るため. $[\pm45]_{11}$, $[0/90]_{11}$の試験片を, それぞれ 30 mm/s, 60 mm/s, 120 mm/s, 200 mm/s,で造形した. 設定は充填率 100 %, ノズル温度:220℃, ベッド温度:60 ℃ とした. フィラメントは, 1.75mm の PLA を使用した. なお, 使用した FDM3D プリンターの造形速度の上限が 200 mm/s のため, 速度を向上のため, G コードを編集して 300 mm/s の造形を行った.

3.試験方法

万能試験機を用いて引張試験をおこなった. 設定は, サンプリング周波数を 10 Hz, 引張速度 0.5 mm/min でおこなった

4. 実験結果と考察

各速度の$[0/90]_{11}$の試験片を図 1 に示す.造形の影響を見ると, $[\pm45]_{11}$で造形した試験片は高速化した結果は, 造形に欠けが無く, 射出された積層に変化はなかった. しかし図 1 より, 200 mm/s で造形した試験片は推奨速度である 60 mm/s の試験片と比較して, 形状に変化はないが, 射出された PLA が歪んで積層され内部に隙間が発生していた. これは, 積層された層同士の接着が弱いことで発生したと考えられるため, ノズル温度を下げることで接着時間を短縮することで解消できると考察した.

また, 図 2 より引張強度, 弾性率を見ると弾性率は差が見られなかったが,$[0/90]_{11}$試験片の引張強度は造形速度が上がることで低下していることが分かった.

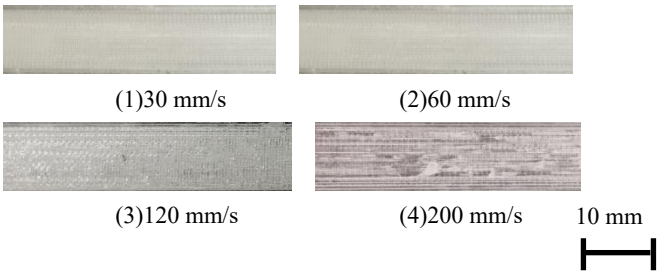


図 1 $[0/90]_{11}$試験片

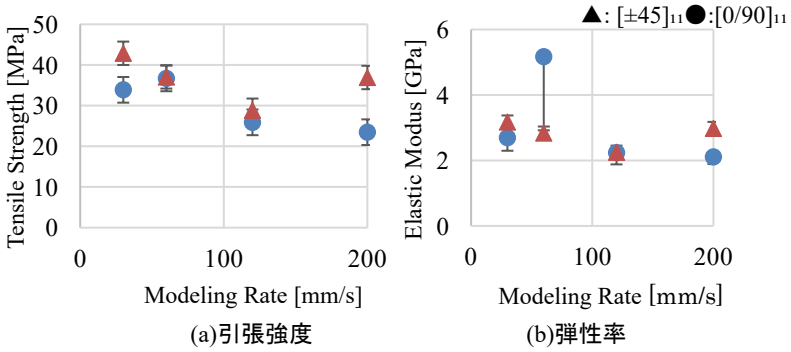


図 2 $[\pm45]_{11}$,$[0/90]_{11}$の強度比較

5.結 言

造形速度 200 mm/s で$[0/90]_{11}$の試験片は造形に影響が出ることがわかった. $[\pm45]_{11}$の試験片は,$[0/90]_{11}$より引張強度が一定という結果より,造形速度による影響が少ない事が分かった.これらの結果から,形状精度を保ったまま高速で造形する条件は,$[\pm45]_{11}$の試験片を 200 mm/s で造形することという結果が得られた

文 献

[1]S.B.Balani, F.Chabert, V.Nassiet, A.Cantarel, “Influence of printing parameters on the stability of deposited beads in fused filament fabrication of Poly(lactic acid) ” Additive Manufacturing, 25(2018)18.

クロムを添加した酸化チタン薄膜における光学特性の評価

Optical Properties of Titanium Dioxide Thin Films Doped with Chromium

18408 稲垣 司
指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒　言

酸化チタンは温度や圧力に応じて、ルチル、アナターゼ、ブルッカイトの三種類の構造になることが知られている。ルチル型とアナターゼ型のものは古くから白色顔料として利用されてきた。アナターゼ型の酸化チタンが高い光触媒性能を示すことが知られてからは、自動車や外壁塗装のコーティング剤などに利用されている。株式会社信光社の特許において、クロムなどを添加したルチル型の酸化チタンを溶融して得られた単結晶を大気中 800℃～1400℃の温度で 2 時間程度熱処理することにより、紫外光励起による赤外発光が得られることが報告されている[1]。クロムの添加量や熱処理条件を変化させ赤外発光の最適値を調査することを目的とした先行研究より、チタンとクロムを金属元素比 Ti：Cr＝99.925：0.075 で混合、1100℃で 2 時間熱処理した粉末から強い赤外発光が得られることが分かっている[2]。本研究ではクロムを添加した酸化チタンを薄膜化し、作成した薄膜の発光特性及び光学特性を調査することを目的とする。

2. 方　法

酸化チタンと酸化クロムを金属元素比 Ti：Cr＝99.925：0.075 になるように計算の後、電子天秤で秤量した。プロパノール中で 2 時間湿式混合を行い、大気中で乾燥させた。乾燥した粉末に対し電気炉により熱処理を行った。熱処理条件は大気中、1100℃、2 時間とした。合成した粉末について X 線回折による結晶相の同定を行った。次に R. F.マグネトロンスパッタリングにより、合成した粉末の薄膜化を行った。スパッタガス圧を 0.10、0.15、0.25、1.0 Pa に設定して 4 種類の薄膜を作成した。発光特性をフォトルミネッセンス(PL)測定により調査した。励起光として He-Cd レーザー(波長 325 nm)を用いた。薄膜の反射率と透過率を測定した。反射率測定には、筆者が所属する研究室で開発した小型簡易分光反射率測定器を用い、アルミニウム鏡を反射標準とした。透過率は紫外可視赤外分光光度計を用いて、ガラス基板を透過標準として、190～2500 nm の範囲で測定を行った。

3. 結　果

合成した粉末について結晶相の同定を行った結果、その全てがルチル型の結晶構造であることを確認した。R. F.マグネトロンスパッタリングにより作成した薄膜を図 1 に示す。図 1 より、作成した薄膜には干渉色が確認できた。薄膜の X 線回折プロファイルから、粉末では確認できなかったアナターゼ相をすべての薄膜で確認した。また、スパッタガス圧の減少に伴ってルチル相のピークが増加し、アナターゼ相のピークは減少した。

PL 測定の結果を図 2 に示す。図 2 より、全ての薄膜が発光を示さないことが分かった。透過率測定の結果を図 3 に示す。図 3 より、薄膜の干渉によって透過率が増減すること、330 nm 以下で基礎吸収することが確認できた。

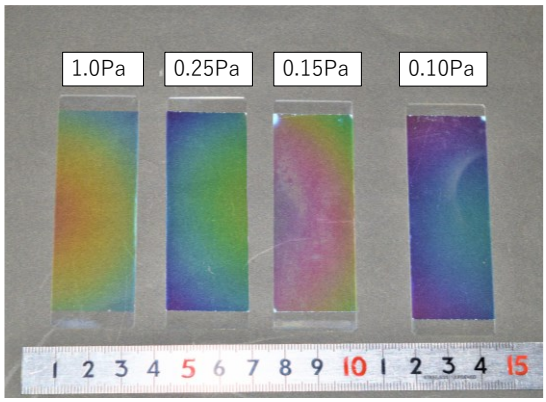


図 1　作製した薄膜

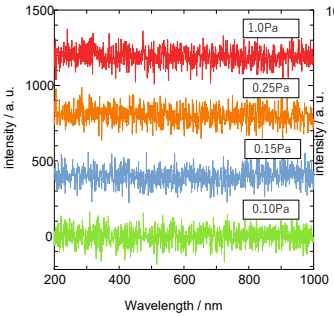


図 2　薄膜の発光特性

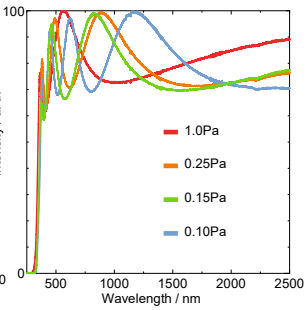


図 3　薄膜の透過率

4. 結　言

クロム添加酸化チタン粉末を合成し、R. F.マグネトロンスパッタリングを用いてそれを薄膜化した。合成した粉末はルチル単相であったが、作成した薄膜からは、アナターゼ相も確認された。また、スパッタガス圧の減少に伴ってルチル相のピークが増加し、アナターゼ相のピークは減少した。作成した全ての薄膜は、発光を示さなかった一方で、干渉色を呈し反射率および透過率スペクトルが増減した。特に、透過率スペクトルからは 330 nm 以下で基礎吸収が確認できた。

文　献

[1]特開 2010-53213, “蛍光発光材料及びその製造方法”株式会社信光社(2010)

[2]黒木雄一郎,丸山宏人,澤蒔音,日本セラミックス協会第 30 回秋季シンポジウム予稿集(2017)3M04.

植物の電気信号計測

Plant Electrical Signal Measurement

18410　宇高　陸
指導教員 冨田　雅史

1. 概　要

植物は周囲の環境や状態を感知し、刺激によって電気信号を発している[1]。ただし植物が発する電気信号は極めて微弱である。本研究では植物が発する微弱な電気信号の計測に簡易脳波計の増幅器を用い、植物の状態を観測することを目的とする。

2. 計測システムの構築

2.1 観測対象の選定

観測対象の選定にあたり、外部からの刺激に対する反応が顕著な植物について検討を行った。その結果、ハエトリソウは外部からの刺激を受け、目視できる反応を示すという性質があることから、電気信号の変動も顕著であると期待し採用に至った。

2.2 計測器の製作

植物の微弱な電気信号を増幅するための増幅器[2]を製作した。図１に製作した増幅器の回路図を記す。増幅器にはφ3.5㎜ ミニプラグを設置し、プローブを介して観測対象に接続できるようにした。なおハエトリソウへの負担を低減するため、プローブは細い電線の先に短くした針を半田付けし、軽量化した。

2.3 計測方法の検討

使用する増幅器は、二つの端子間のインスツルメンテーションアンプにて、電位差を増幅する。ハエトリソウで生じる微弱な電気信号を計測するには電極の配置が重要になる。電極の配置を検討すると、①土と茎、②土と葉、③茎と葉、④茎と茎、⑤葉と葉、が考えられる。そのうち②③⑤は、葉に刺す関係上意図せず葉が閉じてしまう問題があるため本研究では①のパターンを採用して検証した。

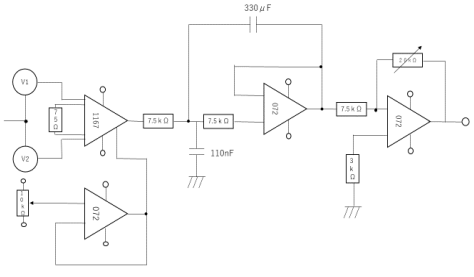


図１　増幅器の回路図

3. 観測結果

ハエトリソウから土と茎に電極を設置して電位差を測定し観測を行った結果を図 2 に示す。その結果不規則なインピーダンスの減少が確認できた。葉が閉じる瞬間の波形に関しては、一時的にインピーダンスが 20[sec]～30[sec]程度減少しそれを超えると元の波形に戻るという結果が出力された。

この現象について他の個体を用いて検証実験を行った。結果、反応期間に違いはあるが、先の個体と同様にインピーダンスの変動が生じた。葉が閉じる瞬間のインピーダンスの増減に関してはインピーダンスが減少している時間以外に特に変化はなかった。

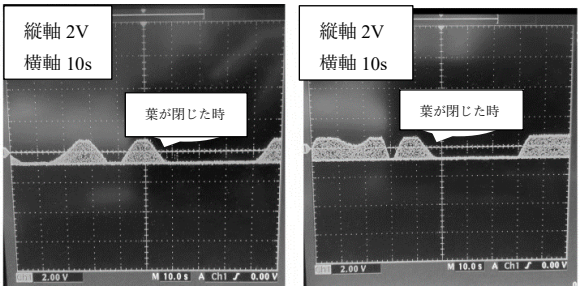


図２　二つのハエトリソウから得た波形

4. まとめ

電極を土と茎に接続し、差動増幅器にてハエトリソウから波形を観測することができた。出力された波形はインピーダンスが不規則に変化する波形が観測できた。葉が閉じる瞬間にインピーダンスが減少した。しかし茎の中心に電極を設置出来なければこの波形は出力されなかった。減少した時間は約 20[sec]～30[sec]程度であり、二つのハエトリソウから結果を得たが減少することに関してはどちらも共通していた。以上のことから、ハエトリソウについては外部からの刺激に対してインピーダンスの変化として現れ、その測定に脳波計の増幅器が応用可能であることがわかった。今後は、他の植物についても計測方法の検討と確認を行いたい。

文　献

[1]言語は電気信号！「ハエトリグサ」との会話が世界を救う，https://getnavi.jp/world/590760/
[2]マルチチャンネル動的簡易脳波計の試作・検討（入力回路の設計・製作）
[3]Clara Montgomery 他,Bumblebee electric charge stimulates floral volatile emissions in Petunia integrifolia but not in Antirrhinum majus, The Science of Nature (2021) 108: 44

湿害低減のための雨量計を用いた土壌水分観測システムの構築

Construction of a Soil of a Moisture Observation System Using a Rain Gauges for Reduce Dampness

18412　大村　葵未子
指導教員 吉田　将司

1. はじめに

畑などに直接蒔いて育てる大豆や麦などの作物は苗を移植する作物と異なり湿害の影響を受けやすい。大豆は 4～7 月に種を蒔くため、梅雨の時期に被ってしまい湿害の影響を受ける可能性が高くなる。被害が大きい年では、種の 2,3 割ほど蒔き直しが必要となるが、発芽の確認は目視で確認しているため蒔き直しの判断が遅れてしまう[1]。そこで本研究室では一昨年度から、作物の状態を把握し、蒔き直しの時期の早期化を目的として、土壌水分量を観測するための湿害モニタリングシステムを試作している[2]。しかし、土壌水分量センサの定量評価と蒔き直し判断の参考データとなる雨量の計測ができていなかった。本研究では雨量計を用いたセンサノードを開発し、土壌水分量の観測実験を行った。

2. 方法

図 1 はシステムの構成を示す。センサノードには GPS、センサ、バッテリーがあり、ノード側のマイコンにつながっている。そして基地局側のマイコンと通信し取得したデータを目視で確認することができる仕組みになっている。図 2 は本実験のノードのフローチャートを示す。GPS の測位情報のアップデートを確認した後、ノード番号、時間、緯度、経度の順で送信し、その後雨量を観測する。その後に雨量カウントを 0 に戻し繰り返す構成になっている。5 分毎に時間、緯度、経度、土壌水分量、雨量の順で観測しシリアル通信でターミナルソフト TeraTarm に出力させ、保存する。図 3 は本研究で製作し、設置したノードを示す。今回のマイコンには Arduino Nano を使用した。内部にあるマイコンに本研究のプログラムを書き込み、ノード外形に組み込み設置する。屋外に放置し LoRa を経由して Google ドライブのスプレットシートにデータが送られるように構成した。

3. 結果

図 4 は 11 月 23 日の土壌水分量と雨量を示すグラフである。土壌水分センサの出力電圧は 1 時間平均を示す。雨量は午前 5 時頃から増加すると、土壌水分センサの値は少し遅れて減少していた。また、12 時以降も降雨が続いているが、土壌水分センサの出力電圧は 1.5[V]付近で一定となった。同日の相模原の雨量と比較するとほぼ同じ傾向が見られた。

4. まとめ

図 4 から、雨の降り始めは土壌水分センサの出力電圧が下がり、雨量と土壌水分量センサの出力にある従来の関係性が確認できた。しかし、そこから値がほぼ一定になる理由は今後検討が必要である。また、本システムの雨量計による観測結果と気象庁における観測結果が同様の傾向を示したことから、本システムのおける雨量の観測の信頼性が確認できた。ただし、雨量の差については、地域の差も考えられ、今後長期的な観測が必要である。また、ノードのデータがスプレットシートに送られないという問題が発生したので改善を要する。

5. 今後の予定

今後は降水量と雨量計の観測結果を比較すること、湿潤から乾燥までのデータを取得及びノードのデータ送受信の問題について原因を突き止め、解決することを目標とする。

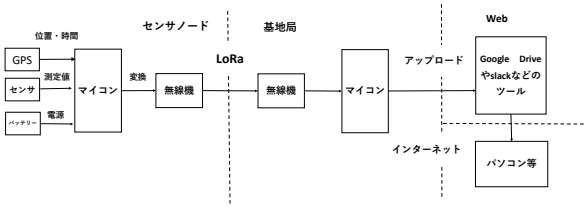


図 1　システム構成

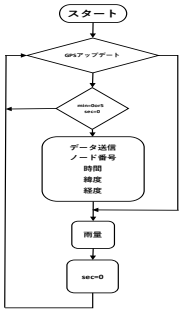


図 2　ノードのフローチャート　図 3　設置したノード

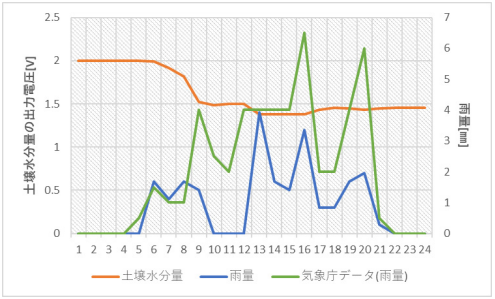


図 4　11 月 23 日の土壌水分量と雨量(気象庁データ有)

文　献

[1]塚本悟朗，“鳴き虫”，WNI 気象文化センター「気象文化大賞　第 9 回　高校・高専『気象観測機器コンテスト』(2020)
[2] 尾本一樹，“大豆と二条麦を対象とした湿害モニタリングシステムの検討”第 13 回大学八王子コンソーシアム学生発表会(2021)

音声認識 API を用いた歴史的音源に対する音声認識に関する研究

Research on Speech Recognition for Historical Sound Sources using Speech Recognition API

18415 小野﨑 圭吾
指導教員 三輪 賢一郎

1. 緒　言

SP レコード（Standard Playing Record）は、1887 年から 1950 年代後半まで使用され、その時代の歴史的価値のある様々な音源の録音・再生に使用された。SP レコードのジャンルに演説、講談などの「語りもの」があり SP レコード自体は現存している。しかし当時用いられた原稿の存在は不明である場合が少なくない。一部の落語などは当時の速記本が現存しているケースもあるが、必ずしも実際の録音と文言が完全一致するわけではないことが分かっている[1]。それら膨大な文化遺産を文字の形で後世に遺すためには、何らかの方法で文字起こしを実施する必要がある。

昨年度、本研究室ではオープンソースの音声認識エンジンである Julius を用いた検証を実施した[2]。しかしながら、その認識精度はごく低水準にとどまった。近年 Google home、Alexa などのスマートスピーカに使用されるクラウド音声認識エンジンが API（Application Programming Interface）として利用できるようになった。そこで本研究では音声認識エンジンに代えて音声認識 API を用い、歴史的音源に対する最適な文字起こし手法について検証する。

2. 方　法

本研究では、音声認識には音声認識 API である Google Speech-Recognition 及びアドバンスト・メディア社の AmiVoice を用いた。本実験で用いた音源は、「国立国会図書館ディジタルコレクション「歴史的音源」」[3]に所蔵されている「ソロモン海戦に就いて 1」（日本コロムビア、昭和 19 年頃、収録時間 3 分 4 秒）であり、国立国会図書館の許可のもとに使用した。音源には SP レコード特有のノイズが含まれるが、音源のまま使用した場合と、ノイズ除去した場合との 2 通りについて認識を行った。ノイズ除去には NCH Software 社の音声編集ソフトウェア「WavePad」を用いた。また、認識率低下の要因のうちノイズ、言い回しのどちらが認識率に影響を及ぼしているかを検証するための仮想音源を併せて作成した。認識結果の精度の評価指標としては、今回は仮名ベースでの認識パフォーマンスを考えることとし、モーラ（拍）に着目した文字認識率を採用した。下記に文字認識率の算出式(1)を示す。

$$\text{文字認識率} = \frac{\text{正解文文字数} - \text{誤挿入文字数} - \text{誤削除文字数} - \text{誤置換文字数}}{\text{正解文文字数}} \quad \cdots (1)$$

3. 結　果

本実験では 2 種類の音声認識 API を用いて音声認識を実行した。それぞれの文字認識率について図 1 に示す。図 1 の結果より、各 API の文字認識率は GoogleSR が約 85%、AmiVoice が約 93%と、Julius を用いた場合よりも格段に文字認識率が向上したことがわかる。次に、認識率低下の要因についての検証結果を表 1 に示す。結果から、現代の言い回しを用いた音源に SP レコード特有のノイズを追加したときの認識率に特に低下は見られず、認識率低下の要因は言い回しによる影響が大きいことが確認できた。

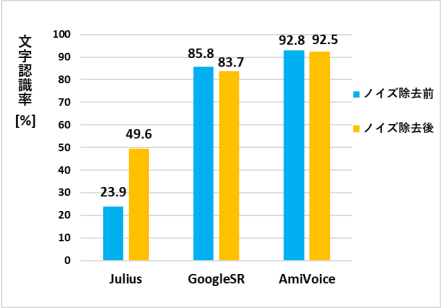


図 1　各音声認識システムの文字認識率

表 1　検証実験結果

音源の種類	誤挿入文字数	誤削除文字数	誤置換文字数	認識率[%]
ノイズなし	0	3	4	99.4
ノイズあり	1	1	4	99.5

4. 結　言

本研究では、音声認識 API を用いた歴史的音源の文字起こしの可能性について検討した。先行研究で検討された Julius よりも、音声認識 API を用いた場合のほうが文字認識率を大幅に向上できることが確認できた。また認識率低下の要因は言い回しによる影響が大きいことが確認できた。

謝　辞

本研究では、国立国会図書館のご厚意により、「国立国会図書館ディジタルコレクション 歴史的音源」[3]に所蔵の音源（同図書館ウェブサイトで公開中のもの）を用いております。

文　献

[1] 金澤裕之, “現代に繋がる近代初期の口語的資料における言語実態：速記本と SP レコードによる東西の落語を対象として,” 国立国語研究所論集, no. 10, pp. 58–84, 2016 年 1 月
[2] 小泉朝陽, 三輪賢一郎, "音声認識技術を用いた歴史的音源のテキスト起こしに関する研究," 大学コンソーシアム八王子　第 13 回学生発表会, Q114, Dec. 2021.
[3] 国立国会図書館ディジタルコレクション「歴史的音源」Web サイト（https://rekion.dl.ndl.go.jp/）

非同期検波方式による楽器音の基本周波数推定に関する研究

Research on Fundamental Frequency Estimation of Instrument Sounds using Asynchronous Detection Technique

18416 金子 昌平
指導教員 三輪 賢一郎

1. 背　景

基本周波数(F0)とは、楽器音では基音、音声では声帯振動であり、声の高さ(ピッチ)である。対象信号の基本周波数を正確に推定できれば、対象音に関する音源分離や雑音除去などの処理を首尾よく実行することが可能である。ただし、実環境では雑音や残響が存在し対象信号を複雑に歪ませてしまうため、基本周波数の推定(F0 推定)は困難を極め、そのための手法も確立されていないのが現状である。

三輪らは、ヒトのピッチ知覚に基づいた AM 復調技術を用いた手法により、実環境における基本周波数推定に一定の可能性を示した[1]。昨年度までの研究においては、主として理想的な調波複合音を対象としており、実際の音信号についての検討はなされていない[2]。そこで本研究は、実際の楽器音を対象に、非同期検波方式を用いた F0 推定に関する検討を行う。

2. 方　法

非同期検波方式を用いた処理フローを図 1 に示す。ただし検波方式にはヒルベルト変換を用いた。

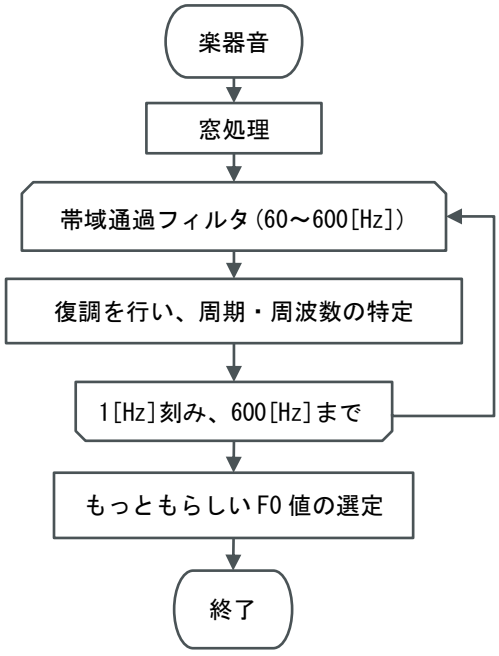


図 1　提案法の処理手順

今回対象とする楽器音は、アイオワ大学の Web サイトで公開されている音源(ピアノ(Piano)、オーボエ(Ob)、トランペット(Tp)、ファゴット(Fg)、チューバ(Tub)、コントラバス(Cb))を編集し、使用することとした。評価指標としては許容誤差を 5%以内とした正答率を用いた。

また、性能向上に向けて、周期特定のための処理をウィーナーヒンチンの定理による近似から自己相関関数処理へと変更して追加検証した。

3. 結　果

図 2 の結果から、Fg、Ob、Tp、Tub、Piano(高音)での正答率は 100[%]となり、正確な F0 推定が行えた。一方で、Piano(低音)、Cb の正答率は 100[%]に達しなかった。また、図 3 の結果から、周期特定に係る処理方式の変更による性能向上は確認できなかった。

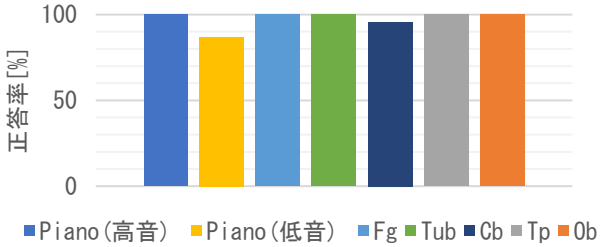


図 2　各楽器の F0 推定結果

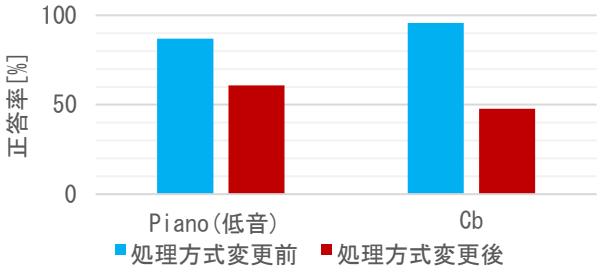


図 3　追加検証による F0 推定結果

4. 結　論

AM 復調技術を F0 推定に適応した本手法が楽器音に適応可能かどうかを検証した。提案法は管楽器には適応可能であるが、現状では弦楽器にはうまく対応できないことが明らかとなった。

追加検証の結果より、ウィーナーヒンチンの近似を引き続き使用することが得策である。

文　献

[1] 三輪賢一郎, 鵜木祐史, “振幅変調音のピッチ知覚に基づいた調波複合音の基本周波数推定法,” 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J98-A, No.12, pp. 668--679, 2015 年 12 月

[2] 山川拓真, 三堀二知加, 三輪賢一郎, “非同期検波技術を用いた基本周波数推定法の研究,” 大学コンソーシアム八王子 第 13 回学生発表会, Q231, Dec. 2021

炭素繊維の誘導加熱に関する基礎的検討

Fundamental Study on Induction Heating of Carbon Fiber

18417 金子結哉
指導教員 坂口雅人

1. 緒　言

近年, 持続可能な開発目標が提唱され, 車体・機体の軽量化による CO_2排出量の削減効果が求められている．そこで，炭素繊維強化熱可塑性樹脂 (CFRTP) の研究開発が進められており，軽くて高強度な新素材として航空機や，自動車の構造材料などとして期待され，実用化が進められている[1]．CFRTP の成形方法は， 熱可塑性樹脂を熱で融かして成形する．熱可塑性樹脂は溶融粘度が非常に高い為，含浸不良になることがある．そこで，炭素繊維自体を加熱する誘導加熱に着目した．加熱したい箇所のみに熱を集中させ，火炎を使わず，排ガスも出なく，環境への考慮がされている．誘導加熱を用いることにより直接，炭素繊維周りの樹脂を加熱することができる．しかし，誘導加熱をするには，炭素繊維の誘導電流の流す必要がある．本研究では，炭素繊維の抵抗率の測定と誘導電流の確認を行い，炭素繊維の電気的特性を得た．

2. 方　法

電流計(横河 2051-035 台)の測定値が 0．2A になる様定電圧電源(KENWOOD PA18-2A)の出力を固定した．LCR メーター(Agilent 34405A)を用い 4 端子法で試験片の長さを変えて測定した．抵抗値Ω，断面積 A，長さ L から抵抗率を算出した．

ＡＣ電圧計(National VP-9623A)を用いて交流電源(KEN WOOD AG-203D) から被加熱物に流す周波数を 50 k Hz，電圧を 5V に設定した，導電性の鉄心を使用し，交流源側を 100 回巻きのコイルとし, 測定器側を 10 回巻きにした炭素繊維(東レ製，CO6343)に生じるサイジング剤を除去した誘導電流の交流波形をオシロスコープで測定した．

3. 結　果

図 1 にニクロム線と炭素繊維の抵抗率を示した．比較すると，ニクロム線の抵抗率はほぼ一定に対し, 炭素繊維はバラツキが発生し, ニクロム線の抵抗率よりも，約 7 倍高い．

表 1，図 2(a)に交流源の交流波形，(b)に炭素繊維に生じる誘導波形を示す． 表 1 の交流源と炭素繊維に生じた誘導波形を比較すると，交流電流の電圧 (P-P)は，炭素繊維の P-P の交流電流より 1/1000 小さくなった．

誘導加熱は導体に発生するジュール熱を利用して発熱し，成形する方法である．実験結果より，炭素繊維の抵抗率が高いことから，誘導加熱をする時に成形しやすいことが分かった．しかし，抵抗率が高いと交流電流が流れにくいため，コイルの巻き数を追加することや，誘導電流を流す磁束を増加させることで，より交流電流を流せると考えられる．

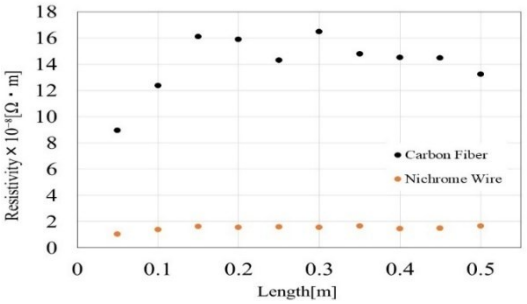
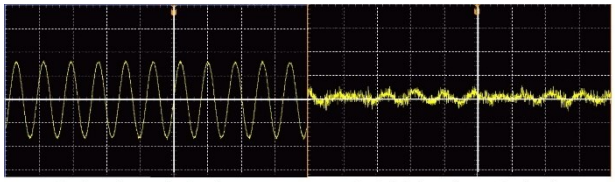


図 1　ニクロム線と炭素繊維の比較



(a)交流源　　(b)炭素繊維の誘導波形

図 2　交流電と炭素繊維の誘導波形

表 1　誘導電流の特性値

	周波数 [kHz]	P-P [V]	実効値 [V]
交流源	49.18	16.4	5.798
炭素繊維	49.23	0.0224	0.00792

4. 結　言

ニクロム線と炭素繊維の抵抗率の測定をすると，ニクロム線の抵抗率はほぼ一定に対して, 炭素繊維の抵抗率は, バラツキが発生し, ニクロム線の約 7 倍近く高かった．

誘導電流の波形の確認を行い，交流電流と比較すると炭素繊維の P-P は交流電流の P-P より小さいことが分かった．

文　献

[1] 中村俊太，堀江知義，ニ保知也，　“炭素繊維複合材およびドライクロスの誘導加熱解析”日本ＡＥＭ学会誌 Vol.29 (2021)　p.62

空き瓶パルスジェットエンジンの冷却方法の検討と性能試験

Study of Cooling Methods and Performance Tests for Bottle Pulse Jet Engine

18418 河地 悠馬
指導教員 廣瀬 裕介

1. 緒　言

ジェットエンジンには様々な種類があり，パルスジェットエンジンは，最も単純な構造のエンジンと知られている．パルスジェットエンジンの動作原理は，エンジン内部の燃料と空気の混合気が燃焼し，排気することでエンジン内部が負圧になり，エンジン外部の空気と一部の燃焼ガスを吸気をすることで再燃焼するというサイクルである．

通常エンジンは金属を用いられるが，本実験では空き瓶を用いることで内部の燃焼状態を確認できるようにした．

2. 方　法

本実験では図 1 で示す実験装置で実験する．空き瓶容器の下に設置されている計器はフォースゲージであり上部の接続部分にかかる荷重を測定する物である．一つ目の実験では空き瓶台に水を用いた冷却の有無による燃焼時間の変化を測定した．本実験の目的は水による冷却の影響を調べる事なので，多量の水を入れて測定した．手順は実験装置に空き瓶をセットして，音圧計，カメラ，温度計を三脚で図 1 のように配置する．その後，混合気を燃焼させ，音圧，温度，推力を測定する．また実際の燃焼の様子をカメラで録画する．

二つ目の実験では，瓶の大きさと蓋の穴の直径をそれぞれ変更して燃焼時間の違いを調べる．実験に使う燃料はエタノールである．瓶の容積は 300 mℓと 500 mℓ，蓋の穴の直径は 13 mmと 16 mmでこれらの 4 つの組み合わせで実験を行う．実験方法は一つ目の実験と同じである．

3. 結　果

本実験の実験結果を表 1 と表 2 に示す．表 1 より，空き瓶容器の冷却を行わない方が燃焼時間が大幅に上回る事が分かる．最大推力も冷却した場合より，冷却していない場合の方が大きいことが確認できるが，燃焼時間ほどの大きな影響は見られなかった．また表 2 より燃焼時間を向上させる最適な組み合わせは穴直径，瓶容積が 13 mm,500 mℓの時だと確認できた．

4. 結　言

今回は，空き瓶パルスジェットエンジンの燃焼時間の向上を目的とし，冷却の影響の有無を調べた．その結果，冷却無の状態では冷却有の状態に比べ，燃焼時間が大幅に向上するという事が確認出来た．また空き瓶パルスジェットエンジンの燃焼時間を向上させるためには吸気口の直径を小さくし，燃焼室の容積を大きくするべきだという事が確認できた．

文　献

[1] サレジオ工業高等専門学校,機械電子工学科,航空宇宙研究室,卒業論文,空き瓶パルスジェットエンジンの燃焼時間向上に関する実験,倉田 亮介,2021 年

[2] サレジオ工業高等専門学校,機械電子工学科,航空宇宙研究室,卒業論文,空き瓶パルスジェットエンジンの性能試験,室尾 彪太,2022 年

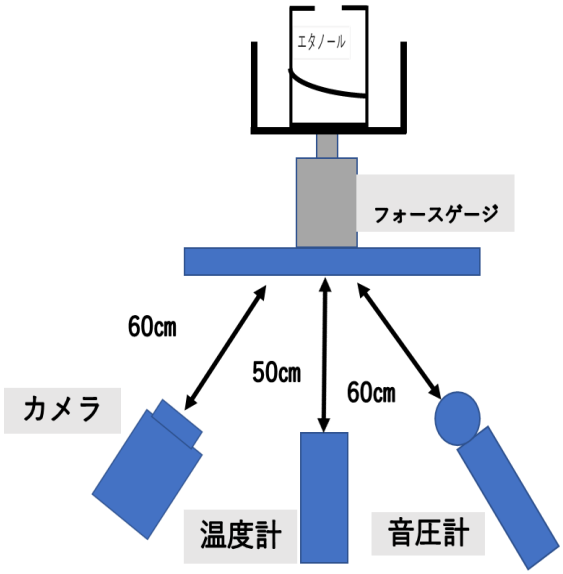


図 1　実際に用いた実験器具

表 1　冷却の有無による性能差

	最大推力	最高温度	最大音圧	燃焼時間
冷却有	0.093N	109.4℃	74.6dB	7sec
冷却無	0.149N	214.3℃	83.1dB	20sec

表2　穴直径、瓶容積による性能差

穴直径,瓶容積	最大推力	最高温度	最大音圧	燃焼時間
13 mm 300 mℓ	0.104N	57.2℃	72.1 dB	11sec
13 mm 500 mℓ	0.137N	32.5℃	84.7 dB	15sec
16 mm 300 mℓ	0.087N	39.8℃	75.0 dB	9sec
16 mm 500 mℓ	0.082N	76.1℃	71.8 dB	8sec

超音速流中にある円錐模型周りの温度分布シミュレーション

Temperature Distribution Simulation Around the Cone Model in Supersonic Flow

18419 木村 駿斗
指導教員 廣瀬 裕介

1. 緒言

現在使用されている一般的な旅客機は 800～900km/h(マッハ 0.7)の速度で飛行しており，東京からフランシスコ間を 10 時間程度で移動する．ブーム・スーパーソニック社が開発した 2029 年に商業利用を開始する「オーバーチュア」は 2000～2100km/h(マッハ 1.7)の速度で飛行し，東京からフランシスコ間を 6 時間程度で移動すると言われている[1]．機体の速度が音速を超えると機体の先端部分は空力加熱により温度や圧力が急激に上昇する[2]ため，現代の旅客機より機体表面の温度分布を考慮する必要がある．

本研究では，前述の通り機体の温度分布に着目し，超音速流中にある機体模型の温度分布の可視化を目的とする．超音速流中の温度分布計測実験は設備や模型の費用がかかるだけでなく，計測可能な時間が短いため，今回はコンピュータを使ったシミュレーションを実施する．本稿では，機体模型に模した円錐模型周りの超音速流を解析し，その結果を示すことを目的とする．

2. 解析方法

本研究では円錐模型の解析を行うため，図 1 のような直径 0.352m，長さ 3m の円錐模型の作成を Autodesk Inventor を用いて行う．高圧部と低圧部による圧力差によって超音速流を流すため，初期条件の速度を 0m/s，高圧部(XMin)を 0.9MPa，低圧部(XMax)を 0.1MPa とし，解析時間短縮のため，並列数を 10 に設定し，0.001 秒ごとに記録を行うように xsim を用いて境界条件を設定した．解析後，円錐外部温度の結果に応じて円錐内部の温度解析を行う．円錐内部の境界条件は図 1 のように外部領域を 4 つに分け，領域 1 を 330.55K，領域 2 を 310.27K，領域 3 を 332.055K，領域 4 を 429.94K とした．ここで円錐外部の場合のソルバは rhoPimpleFoam を使用し，円錐内部の場合のソルバは buoyantSimpleFoam を使用する．

3. 解析結果

解析が完了したら ParaView を使用して解析結果を表示する．3 次元で表示された結果を見やすくするため，3 次元から Z 方向の領域を消去し，2 次元に変更する．図 2 に円錐外部の解析結果をまとめた．流動開始 0 秒から 0.01 秒，0.02 秒後までの温度の解析結果を示している．温度が高いと赤色，温度が低いと青色で示している．図 2 より赤色の領域が左から右に移動していることが確認できる．これは高圧ガスが検査領域内を流動する際に発生する衝撃波である．衝撃波が発生する領域では気体が圧縮されるため，温度が高くなっている．また，模型の頂点周りの温度が周囲の温度よりも高い様子が確認できる．これは，円錐頂点から衝撃波が発生していることから発生する温度差であると考えられる．図 2 の流動時間 0.02 秒時の外部領域の解析結果を使用して円錐内部の温度解析結果を図 3 に示している．流動開始は 0 秒から 50 秒，100 秒，150 秒，200 秒後である．時間が経過するにつれて全体的に温度が上昇していることがわかる．

4. 結言

本研究では，OpenFoam を用いて超音速流中にある模型の温度分布シミュレーションを実施した．円錐内部と円錐外部の温度分布の可視化に成功した．また，円錐模型に超音速の流体を流すと衝撃波と膨張波が発生することが確認でき，衝撃波は温度と圧力と密度が上昇し，膨張波は温度と圧力と密度が減少することが確認できた．

文献

[1] Boom，Boom - Overture，https://boomsupersonic.com/overture，(2023/01/07) .
[2] 大津広敬，大気圏突入飛行体の空力加熱の問題，龍谷理工ジャーナル / 龍谷大学理工学会編，p15(2009)

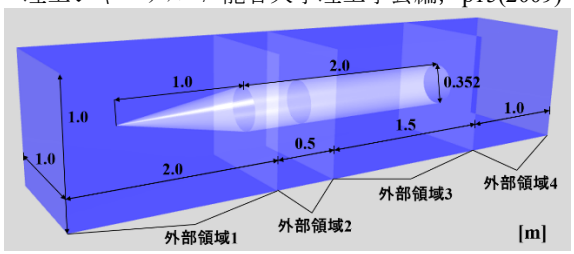


図 1　円錐の寸法及び円錐外部の領域

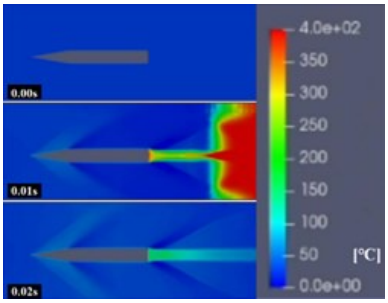


図 2　円錐外部の温度解析結果

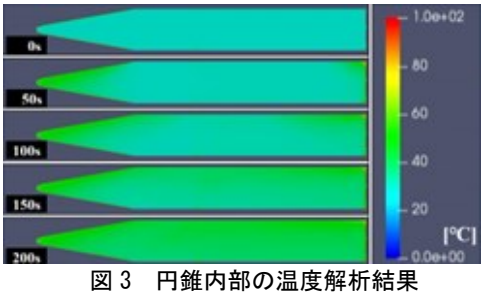


図 3　円錐内部の温度解析結果

学内温熱環境観測システムの再構築と温湿度分布の検討

Reconstruction of the On-Campus Thermal Environment Observation System and Examination of Temperature and Humidity Distribution

18420　久保　凌雅
指導教員 吉田　将司

1. 緒　言

現在、地球温暖化の影響や新型コロナウィルスの対策で学校の温熱環境が注目されている。学校環境の評価基準としては、文部科学省が定めた学校環境衛生基準がある[1]。学校環境衛生基準に記されている温度(18~28℃)や相対湿度(30~80%)の範囲内となるように調整を行うことで、部屋の温熱環境を改善することができる。しかし、各部屋の温熱環境は、方位や使用目的によって変化すると考えられる。先行研究では、2017 年に学内温熱環境観測システムが製作され、観測結果からエアコンや季節による温湿度の変化があると分かった[2]。また、学内の部屋の向きと場所による温湿度の傾向を統計的に調査した結果、ノードの位置を再検討し、追加する必要があると分かった[3]。そこで、本研究では、従来の学内温熱環境観測システムの問題点を改善すべく再構築を行い、各部屋で観測した結果を用いて温熱環境の調査を行った。

2. 観測システムの再構築

観測システムの再構築として、基地局をオフライン表示用の基地局とオンライン表示用の基地局に分け、オフライン表示の構築を行った。本研究では、旧基地局の一部機能を表示部のジオラマと一体化させることで、基地局の設置場所を考慮する必要がなく、データ受信から不快指数表示まで可能になった。LED 制御基板は、新たに製作して、LED の本数を 10 本から 16 本に増やし、温湿度・気圧センサとロガーを追加した。また、ノードは 2 台複製を行い、再設置を行った。

3. 観測実験

3 階にある北東側教室の 3CS と南西側教室の 5ME 、南西側研究室の黒木・三輪研の観測データを 11 月 1 日から 30 日の 9 時から 17 時まで抽出した。抽出したデータから 1 日ごとに平均した温湿度分布と 11 月 4 日分の気温頻度分布を用いて各部屋の比較を行った。

4. 観測結果

図 1 と図 2 は、3 部屋の温湿度分布と気温頻度分布を示す。温湿度分布より 3 部屋とも学校環境衛生基準内であった。北東側と南西側の教室は、同じような分布となったが、研究室は散らばった分布となっていた。また、北東側の教室は、南西側と比較して湿度が 5%ほど高く、室温は 1℃ほど低いことがわかった。気温頻度分布より北東の教室は、25℃の割合が 50%程度、南西側の教室が、25℃と 26℃の割合が 30%程度で同じであった。南西側の研究室は、室温の変化が教室と比べて大きい傾向であった。このことから、方位と使用目的による環境の変化があると考えられる。

5. 結　言

従来の観測システムの問題点を改善するため、再構築を行い、表示器のジオラマで、データ受信から不快指数表示までを可能とした。また、ノードを 2 台複製して再設置を行った。観測実験では、3CS と 5ME、黒木・三輪研の 3 部屋を比較して、方位と使用目的が異なると温熱環境に変化があると分かった。今後は、年間変動の観測及び統計解析が必要と考えられる。

文　献

[1] 文部科学省，学校環境衛生管理マニュアル「学校環境衛生基準」の理論と実践，2018.
[2] 溝口紗蘭,廣瀬匠海,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―春季及び夏季の比較―，人間-生活環境系シンポジウム報告集，第 43 巻，第 0 号，p5-8，2019.
[3] 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，人間-生活環境系シンポジウム報告集，第 44 巻，第 0 号，p65－66，2021.

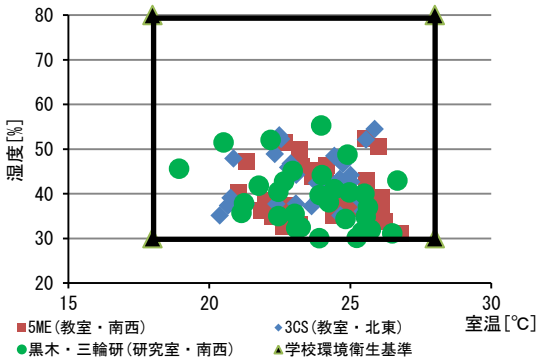


図 1　温湿度分布

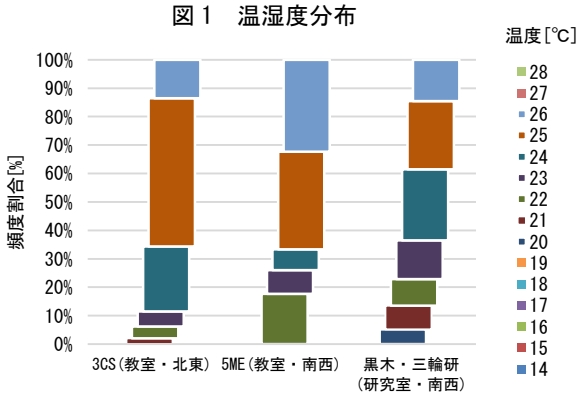


図 2　気温頻度分布

アメンボロボットの開発

Development of Water Strider Robot

18421 熊野 力也
指導教員 冨田 雅史

1. はじめに

生物は環境に合わせて進化した。つまり、環境に適合した解の一つと解釈できる。バイオミメティクスはそのような生物が有する構造や機能を模倣する技術である。

本研究室では JAMSTEC 主催の水中ロボコンベンションへの参加を目指し、種々の推進装置をバイオミメティクスを適用して研究している。本研究では、水面を滑るように移動するアメンボを対象とし浅い水上でも可動できるロボットの開発を行う。

2. アメンボについて

水面上を移動するアメンボを観察すると、素早い動きができる上に瞬時に進行方向を変えることができる。水上の移動という点で摩擦が低く、効率的な移動が出来ていることが予想される。足は昆虫であるから 6 本で、4 本の足で浮力を得ており、中足をオールのように動かすことで水力を得ている。アメンボの体の仕組みを調べたところ足先に細かい毛が生えており、体内から出る油を染み込ませ強く水を弾く構造となっており水の表面張力で浮いている。

3. 撥水加工による摩擦低減効果確認の実験

アメンボの足は撥水効果がある油をしみこませた細かい毛によって表面張力を生じることで浮力を得ている。それを再現するためにマイクロファイバーを使用することにより表面積が増えるため撥水加工を施したマイクロファイバーによる効果を比較実験にて確認する。

4. 実験方法

水と足先の摩擦を水力学的に計測するための装置を製作した。測定装置は、円柱の筒にマイクロファイバーを巻いたものをモータを使って水中で回転させ、電流と電圧、そして回転数を計測する構造である。計測結果からトルクを求め撥水加工の効果を確認する。今回は撥水加工をした時としない時でそれぞれ 3 回ずつ測定し比較する。

5.実験結果

測定した結果から周速度とトルクを求めたものを表 1 と表 2 に示す。

表 1　トルクと周速度（無加工）

回数	周速度[m/s]	トルク[Nm]
1	0.106	4.5235×10^{-7}
2	0.101	4.3111×10^{-7}
3	0.104	4.4392×10^{-7}

表 2 トルクと周速度（撥水加工）

回数	周速度[m/s]	トルク[Nm]
1	0.114	4.8661×10^{-7}
2	0.112	4.7807×10^{-7}
3	0.108	4.6100×10^{-7}

6. 結論

周速度のそれぞれの 1 回目を見てみると無加工の時 0.106[m/s]、撥水加工の時 0.114[m/s]となり撥水加工を施したときの方が速く回転している、他の 2 回目、3 回目を見ても撥水加工を施した方が速くなっている。同じようにトルクの値も大きくなっているため、同じ電流値でも撥水加工を施した方が摩擦が低減され大きなトルクを得られていることが分かる。一方、最初は 660rpm だったが 30 秒を過ぎた頃から回転数が落ちていき 1 分を過ぎた時には 600rpm あたりで安定した。このことから撥水効果を持続させる方法を考える必要がある事が分かった。

7. 今後の予定

作ったアメンボロボット本体に中脚をつけてオールのようにして動き、推進するロボットを作る。そこで、撥水加工の効果を持続させる方法を考え取り入れたい。アメンボは体内から足先に油を分泌させているように、撥水コーティング剤を染み込ませ続ける機構を具体的に検討を進める。

文献

[1] 菊地 ・吉郎・下山田, アメンボの動作に関する研究 A Study on Motion of Paludum Japonicus , 小山工業高等専門学校研究（2004）
[2] 李鹿輝 （山形大学）, 中野政身 （東北大学）, アメンボの水上歩行に関する流れの可視化, 山形大学工学部（2008）
[3] 細井豊, 基礎と演習水力学, 学校法人東京電機大学, 東京電機大学出版局
[4] 水中ロボットコンベンション 2022 http://jam22.underwaterrobonet.org/

高等教育におけるプログラミング教育の提案

A Proposal for Programming Education in Higher Education Institutions

18422 倉本 治憲
指導教員 冨田 雅史

1. 概要

サレジオ工業高等専門学校機械電子工学科では令和 2 年度にカリキュラム変更が行われ、本校のプログラミング教育も 2 年間あった授業が 1 年間に変更された。それにより学生自身の自学自習も含め、授業自体が重要となり、円滑な授業ペースと学生自身に自学自習の習慣をつけることが求められている。このことから本研究では、学生には効率的かつ、自分の理解度にあった深い学習ができる環境作りのため、教員側には準備がしやすい教材を提案したいと考えた。

2. カリキュラムの可視化と問題提起

教材検討にあたり、まず初めにカリキュラムの因果関係を可視化することを目的に連関図を作成した。連関図は物事の因果関係を可視化することができることから採用した。

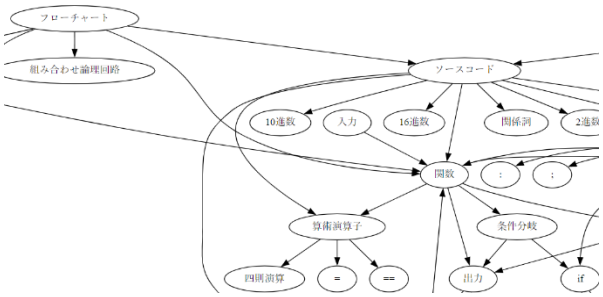


図 1　作成した連関図の一部

図 1 の連関図とシラバスを再度比較し、シラバスに記載されている授業内容に抜け漏れがないかを再度比較することで考察した。

その結果、シラバスに記載されている授業の流れは必要な知識を教える上で連関図の流れと差異が出ていることがわかった。だが結果的に飛ばされている内容も授業内容に含まれていることから、知識としての関係性を可視化できる自習教材を提案した。

3. 仕様の検討

連関図で得られた結果より、具体的な教材の仕様検討を行った。最終的に教授したい内容に対して、図 2 のように連関図の矢印に沿って重要要素を追うことで、必要な知識を俯瞰しながら確認することができる。これを図 3 のように目次を作成することで、学生自身で理解度の確認を行えるようにした。

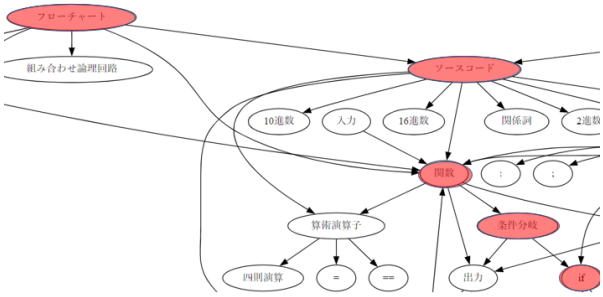


図 2　連関図を用いた目次を作るための手順

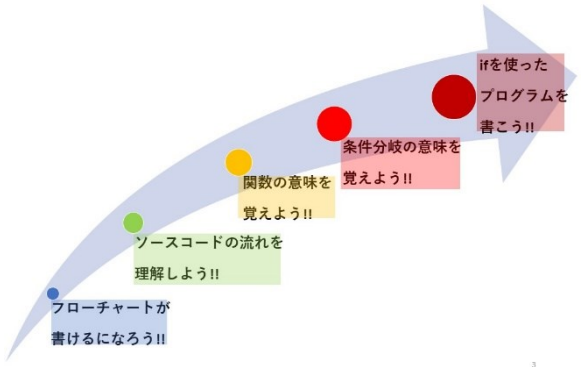


図 3　実際に作成した目次の中の一例

学びたいことに必要な知識を可視化できるようにしたことで、学生は既に理解している内容を飛ばして効率的に勉強することができ、わからなくなったときの復習項目を見つけ出すことを容易にした。以上から、教員は連関図を追った確実な授業計画ができ、学生は目次から、自分でわからないことを認識できる教材提案の指標を示した。

4.今後の予定

段階的に教材の製作を行い、公開して後輩へ使用してもらうことで、フィードバックを受けながら実際に教材の提供に進めていきたいと考えている。

文　献

[1] 八木 栄一郎　構造モデル作成ツールの提案　pp2-14(令和 4 年)
[2]サレジオ工業高等専門学校　シラバス 2022　pp186-223（令和 4 年）

PV モジュールのノイズ受信感度と高周波ノイズの関係

Relation between Noise Receiving Sensitivity of PV Module and High Frequency Noise

18423 奥 太月
指導教員 米盛 弘信

1. 緒言

本研究では、PV モジュール(以下、PV)が受信アンテナ化することに着目して、空間ノイズを受信しづらくする条件等を解明する。そこで、第一義的取り組みとして、PV が受信するノイズに周波数依存性があるのかを調査する。次に、PV の発電電圧が変わった際に受信ノイズ電圧が変化するかを実験によって明らかにする。

2. ノイズ受信感度の調査

2.1 実験方法

本実験では、IH コイルから電磁波(以下、人工ノイズ)を発生させて PV へ曝露し、PV が受信するノイズに周波数依存性があるのかを調査する。図 1 は実験構成である。本実験は電波暗室内で行う。PV と IH コイルの距離は 0.25m とした。PV の光源には、直流安定化電源を接続したハロゲンランプを使用する。実験手順は、以下の①～④である。

① 図 1 のように各機器を接続
② PV の発電電圧を 10V に調整
③ IH コイルに流入する電流を 3.2 mA 一定、人工ノイズの周波数(以下、ノイズ周波数)を 1.0 から 15.0 MHz に設定して印加
④ IH コイルの電圧波形(ノイズ源)と PV の電圧波形(受信ノイズ)をオシロスコープの FFT 機能で周波数解析し、印加したノイズ周波数の電圧値を測定

2.2 実験結果

図 2 は、印加したノイズ周波数ごとのノイズ源電圧と受信ノイズ電圧である。ノイズ周波数 2.0、9.0 MHz でノイズ電圧が大きくなっている。したがって、本実験で使用した PV のノイズ受信感度は 2.0、9.0 MHz が高いとわかった。また、4.0、15.0 MHz では受信感度が低下した。

3. PV の発電電圧が変わった際のノイズ受信電圧

3.1 実験方法

本実験では、PV の発電電圧が変わった場合、受信するノイズ電圧が変化するかを明らかにする。実験条件は、(1)PV が無発電時、(2)PV の発電電圧があるときとする。以下の①～④に測定手順を示す。

① 図 1 のように各機器を接続
② PV の発電電圧を 0、5、10・・・30 V に調整
③ IH コイルに流入する電流を 3.2 mA 一定とし、ノイズの受信感度が高い周波数：2.0、9.0MHz と低い周波数：4.0、15.0MHz に設定
④ オシロスコープの FFT 機能を用いて、各周波数時のノイズ受信電圧を 5 回測定し、平均値を算出

3.2 実験結果

図 3 は、PV の各発電電圧時におけるノイズ受信電圧である。全発電電圧において、ノイズ周波数 9.0 MHz 時のノイズ受信電圧が高いことがわかる。これは、図 2 で 9.0MHz のノイズ受信感度が高かったことが要因と考えられる。一方、ノイズ周波数 2 .0MHz 時は、発電電圧 0~5V 間でノイズ受信電圧が急激に上昇した。ここで、ノイズ受信電圧が急上昇した原因を考察する。PV は、ダイオードと類似した構造をしており、順電圧が存在すると考えられる。したがって、発電電圧 0V 時はノイズ受信電圧が PV の順電圧を超えないため値が小さくなったと推察される。そして、ノイズ受信電圧が PV の順電圧を超えると値が観測されたと考えられる。

4. 結言

本研究では、PV が受信アンテナ化した際に受信したノイズに周波数依存性があるかを調査した。そして、PV の発電電圧が変わった場合にノイズ受信電圧が変化するかを明らかにした。その結果、本実験に供した PV は、2.0、9.0 MHz 時にノイズ受信感度が高いことがわかった。したがって、PV が受信するノイズには周波数依存性があるといえる。また、PV の順電圧がノイズ受信電圧に影響を与えていることが推測された。

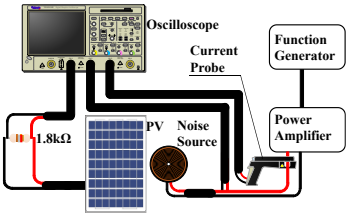


図 1 実験構成

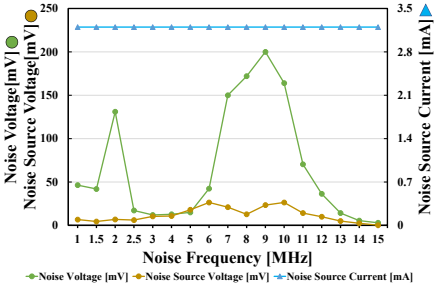


図 2 周波数別のノイズ電圧

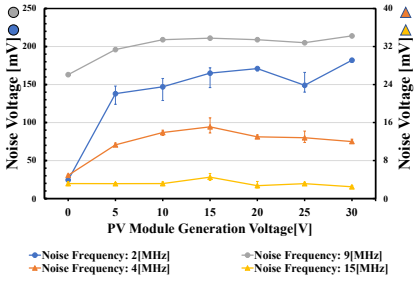


図 3 PV の発電電圧に対するノイズ受信電圧

スピンコーターの改良及び特性評価

Improvement and Characterization of Spin Coater

18424 兒嶋 歩
指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒　言

スピンコーティングとは、高分子固体等を成膜する方法の 1 つであり、半導体素子製造のためのリソグラフィーなどにおいて、レジストの塗布に用いられる。高分子単独、あるいは高分子機能性物質を溶媒に分散させ、この混合液を回転している基板の中心に滴下すると、周辺部へ広がると同時に溶媒が蒸発し、基板上にフィルムが成膜され、数十 nm～数 μm 程度の均質な薄膜を容易に作製する事が出来る[1]。私が所属する研究室では、HDD に使用されている三相 DC ブラシレスモータを用いたスピンコーターを開発し、成膜を行っている。スピンコーターの動作を図 1 に示す。

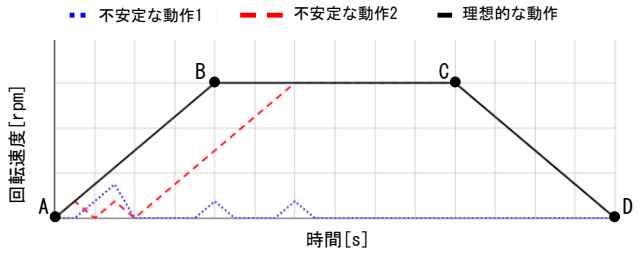


図 1 スピンコーターの動作

図 1 の実線は理想的な動作を示している。点線、破線はそれぞれ不安定な動作を示している。図 1 の A-B 間はモータが規定回転速度に達するまでの過渡期を示し、B-C 間は規定された回転速度を規定時間維持することを示している。また、C-D 間は B-C 間での規定時間が終了後、モータの回転速度が 0 まで低下する区間を示している。図 1 の点線は、わずかに回転したのちに停止する動作を 2～3 回ほど繰り返し、動作を終了する。破線は、点線と同様わずかに回転したのちに停止する動作を 2～3 回ほど繰り返すが、点線の動作とは異なり規定回転速度まで回転速度が上昇する。しかし、理想的な動作と比べて規定回転速度を維持する時間が不足している。本研究では、スピンコーターが理想的な動作を行うための改良を検討する。

2. 方　法

スピンコーターの制御システムには、マイコンボード Arduino を用いた。三相 DC ブラシレスモータの制御には、ドローンやラジコン模型などのモータに用いられるモータドライバである Electric Speed Controller(ESC)を用いた[2]。下限 1500 rpm から上限 10000 rpm で回転可能であるが、安全面を考慮して上限値を 3000 rpm になるようにソースコードの書き換えを行った。回転方向によって安定性が異なったため、右回転、左回転それぞれ 50 回ずつ測定を行い、回転成功率を算出した。規定回転速度に到達してから、規定時間回転する動作が理想だが、規定回転速度に達するまでの過渡期が回転時間に含まれていたため、ソースコードの修正を行った。動作確認のため、ニトロセルロースを主成分とするマニキュアを用いて、回転時間 30 s、回転速度 1500 rpm、希釈率 300 %の条件で成膜を行った。

3. 結　果

スピンコーターに修正後のソースコードを書き込み、Liquid Crystal Display(LCD)にて回転速度が下限 1500 rpm から上限 3000 rpm になっていることを確認した。回転成功率は、右回転が 40 %、左回転が 96 %となった。この結果より、左回転のみ対応しているモータだと考えられる。ソースコードの書き換えにより、規定回転速度に到達してから規定時間回転するように修正した。

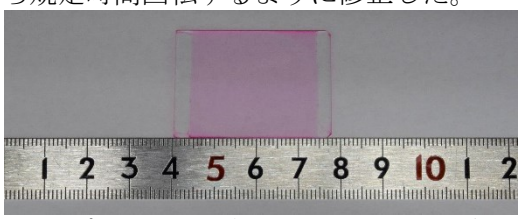


図 2 プレパラートガラス上のコーティング膜

図 2 に改良後のスピンコーターを用いて成膜したニトロセルロース膜の写真を示す。また、表面粗さ形状測定機(東京精密:サーフコム 110B)を用いて薄膜の膜厚を測定したところ、約 750 nm であることがわかった。

4. 結　言

スピンコーターが理想的な動作を行わない原因を追究し、動作改善を目的として制御システムを改良した。改良したスピンコーターを使用し、薄膜が形成できることを確認した。また、成膜した薄膜において膜厚の評価を行った。

文　献

[1]理化学辞典第 5 版, 長倉三郎, 井口洋夫, 江沢洋, 岩村秀, 佐藤文隆, 久保亮五著, 岩波書店, 1998 年, pp709
[2] 吉本伶次,"ブラシレスモータを用いたスピンコータの製作",サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2019)

超広帯域 LED を使用した小型簡易分光反射率測定器の評価

Evaluation of Compact and Simple Spectral Reflectometer using Ultra Broadband LED

18425 小須田　樹
指導教員　黒木　雄一郎

1. 緒　言

分光反射率測定器は、物質表面の反射率を波長成分ごとに測定する分析機器の一つである[1]。物質表面の波長ごとの反射率を測定することにより目視では判別できない色の違いを定量化することができる。一般の分光反射率測定器は、精密測定が可能な反面、大型で高額になる。しかし、実際の生産現場では小型で迅速な測定が必要とされている。このような需要に対して私の所属する研究室では小型簡易分光反射率測定器を開発してきた[2-4]。開発した機器は、本体が小型で電源が内蔵されているため生産現場での利便性が高い等のメリットがある。しかし、使用されている白色 LED の発光強度が弱い波長領域でノイズが目立つことから、ノイズの低減が課題であった。

本研究では、測定器に使用されている光源に着目し、現行の白色 LED よりも広い波長領域で発光する超広帯域 LED に代替することによるノイズ低減効果の評価を目的とする。

2. 方　法

光源として使用してきた白色 LED（OSPW5111 A-Z3,OptoSpply）を超広帯域 LED （BBSMD3535-BB1-60-010,フェニックス電機）に変更するにあたり LED の発熱が問題となった。LED を冷却する機能を搭載するために株式会社ニッシンにて再設計を行った。以降、研究室で開発した測定器を【旧型】、再設計した測定器を【再設計】と呼称する。【再設計】の光路は直径 10mm の円筒形、入射角と反射角の角度は 45 度とした。分光器モジュールは【旧型】と【再設計】いずれもミニ分光器（C12880MA,浜松ホトニクス）を搭載したカラーコンパス PCF（AT システム）を使用した。

3. 結　果

光源の発光特性を比較するために PTFE 板の反射光スペクトルの測定を行った。サンプル測定前に、全ての光を遮断してダーク補正を行った。露光時間 265μs、積算回数 10 回として反射光強度を測定した結果を図 1 に示す。超広帯域 LED は 400nm 以下と 750nm 以上の領域でも発光を示した。しかし、350～400nm の領域を除き白色 LED に比べ全体的に強度は低かった。また、ノイズ低減効果を比較するために、PTFE 板を標準白板として赤色折り紙の反射率を測定した。最適な測定条件として、【旧型】は露光時間 1000μs、積算回数 1000 回、【再設計】は露光時間 10000μs、積算回数 1000 回、超広帯域 LED の発光強度 100%に設定した。超広帯域 LED は 350～400nm の領域の発光強度が測定上限に達したため測定が困難であった。そこで、この波長領域では露光時間 265μs、積算回数 1000 回、LED の発光強度を 25%とした。図 2 に得られた結果を示す。【旧型】では 400nm 以下と 750nm 以上の領域でノイズ成分が多く含まれているのに対し、【再設計】ではノイズがほとんど発生していない。以上より、【再設計】は【旧型】に比べて広い領域で低ノイズな測定が可能であることがわかった。

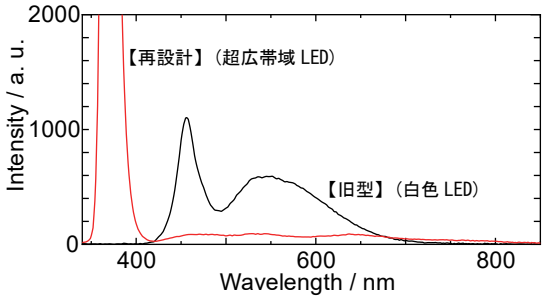


図 1　PTFE 板の反射光スペクトル

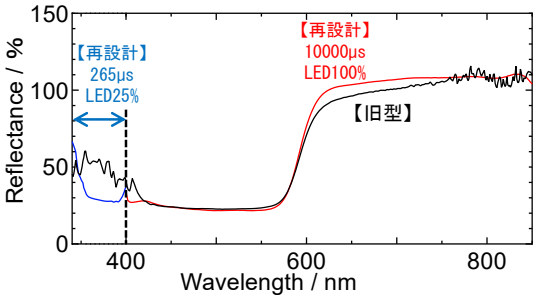


図 2　赤色折り紙の反射率スペクトル

4. 結　言

小型簡易分光反射率測定器の光源を白色 LED から超広帯域 LED に変更することで、400～850nm の領域で低ノイズな測定が可能であることを確認した。また、測定条件を変更することで 350～400nm の領域でも測定が可能であることがわかった。

文　献

[1](社)日本分光学会編「分光測定入門シリーズ第 5 巻可視・紫外分光法」，講談社（2009）
[2]樋口凱斗「小型簡易分光反射率測定器の製作」，第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集 D131,(2018)
[3]増山拓海「小型簡易分光反射率測定器の応用」，第 11 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集 B116,(2019)
[4]加藤峻「小型簡易分光反射率測定器の改良」，第 12 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集 F122,(2020)

研究室紹介のための音声対話システムの研究

Study on Spoken Dialogue System for Laboratory Guidance

18426 小櫃竜太郎
指導教員 三輪 賢一郎

1. 緒　言

多くの企業や大学において音声対話システムについての研究が進展しており，中には相槌や短い時間のターンテイキングを考慮した人間レベルの音声対話を標榜した研究も存在する[1]. また、インターネット上の情報と音声認識 API を組み合わせることで，利用者が知りたい情報を的確に出力することも可能になってきている．しかし，インターネット上に公開されていない，大学・高専の研究室についての詳細な情報は，当然のことながら取得できない．

そこで本研究では，本研究室（情報コミュニケーション研究室）の情報に特化した音声対話システムを検討する．これにより，研究室選びのために訪れる 4 年生のために，教員が複数回同じことを紹介する労力の軽減が期待できる．

2. 方　法

2.1 システム構成

本対話システムでは Microsoft が提供する Speech Recognition Engine[2]を用いて音声認識を実行することとした．また，Grammar Class と Xml の単語辞書を用いて認識する単語の制約を行い，質問に対する回答は，音声合成ソフト VOICE VOX を用いて作成した wav ファイルを予め用意しておき，それを再生する．図 1 に，本研究で構築したシステムのフローチャートを示す．

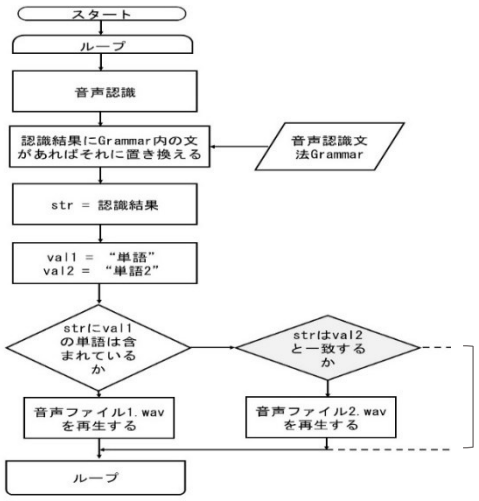


図 1　提案システムのフローチャート

2.2 対話文

本対話システムには 92 通りの対話文が実装されている．表 1 に対話文リストの一部を示す．

表 1　対話文リスト（一部）

No.	種別	内容
1	質問	三輪研について教えて.
	回答	はい，三輪研では，音声分析研究，特殊音声認識研究，IoT センシング，新 IT システム，について研究しています.
2	質問	Julius は何ですか.
	回答	Julius は，音声認識システムの開発・研究のためのオープンソースの高性能な汎用大語彙連続音声認識エンジンです.

2.3 評価方法

実験は全協力者が 96 パターンの質問を対話システムに対して音声入力を行い，その応答の有無と正答数（正答率）で評価する．

3. 実験結果

図 2 に実験結果を示す．

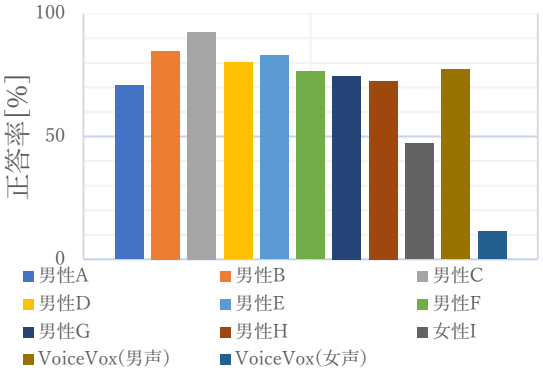


図 2　対話文（回答文）の正答率

図 2 の結果より男性の場合は 70～80%，女性の場合は 50%を下回る精度で対話が可能であることが確認できた．

4. 結　言

本研究では研究室の情報に特化した音声対話システムの構築を実施した．現状では、男性の場合 70～80%の精度で対話が可能であるが，女声への対応ができておらず，実運用に向けてさらなる改良が必要である．

文　献

[1] 河原達也，井上昴治，“アンドロイド ERICA による人間レベルの音声対話への挑戦，”日本音響学会誌，vol. 78，no. 5，2022

[2] Microsoft,2022,SpeechRecognitionEngine,Microsoft ホームページ,(2022 年 10 月 10 日閲覧, https://learn.microsoft.com/ja-jp/dotnet/api/system.speech.recognition?view=netframework-4.8).

サレジオ高専の音声案内対話システムに関する研究

Study on Speech Guided Dialogue System by Offline for Campus Navigation at Salesian Polytechnic

18427 小松 竣太
指導教員 三輪 賢一郎

1. はじめに

近年, 人間の声に対して応答する音声対話システムが身近になってきている. 対話システムは60年以上研究がされているが, 2011年にAppleが発表した「Siri」が当時大きな話題を呼んだことは記憶に新しい[1].

これら音声対話システムは様々な用途に応用されているが, 今回はその一つである大学のキャンパス内の音声案内システムに着目する. 例えば名古屋工業大学の案内システム「メイちゃん」では音声対話システム構築キットである MMDAgent を使用し, 3D モデルであるメイちゃんを動かしながら音声を認識し, 応答することが可能である[2]. その他, 各大学等で類似の研究やシステムの導入事例が報告されているが, 本校（サレジオ高専）においては, 導入には至っていない.

そこで本研究では, サレジオ高専のエントランスにおいて訪問者や新入生に向けた学校案内が行える, オフライン仕様でかつ高精度な音声対話システムの構築を目指す.

2. 動作環境

2.1.ハードウェア

本研究のハードウェアとして, 小型でカスタマイズ性が高くオフラインでも動作が容易な Raspberry Pi 4 を採用することとした.

2.2. ソフトウェア

音声認識には高性能な汎用大語彙連続音声認識エンジン「Julius」[3], 音声合成には HMM ベースのテキスト音声合成システム「Open JTalk」[4], 音声モデルには「MMDAgent」[5]に同梱の「メイちゃん」をそれぞれ使用することとする.

今回, 音声認識処理で利用する Julius は, 京都大学発祥のオープンソースの音声認識ツールで, オフライン環境下で動作する上, カスタマイズ性にも優れる. 本研究ではその高い拡張性に着目し, 孤立単語認識のための独自辞書を作成して音声認識を実行する.

3. 方法

本システムの構築の流れとしては, Raspberry Pi 4 に Julius をインストールした上で, 約 70 語からなる本校の場所等を網羅した独自の辞書を設定した後, OpenJTalk ならびに MMDAgent に同梱の音声モデルをインストールし, Python の設定プログラムを準備する[6].

評価実験では, 10 人の被験者（男性 9 人、女性 1 人）に対話文中の質問文を発話してもらい, システムから対応する応答文が出力されるかどうかを応答率として評価する.

4. 実験結果

本実験で得られた被験者ごとの応答率を以下の図 1 に示す. 以下の図 1 より, 応答率の最も高い被験者で 100%, 最も低い被験者で 75. 3%, 平均応答率は 89. 5%となった.

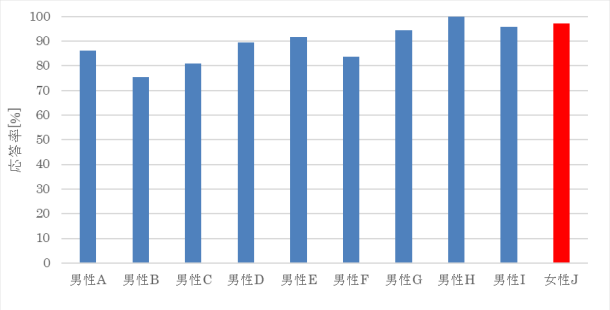


図 1 被験者ごとの応答率

5. 結論

本研究では音声応答システムの中でも, 本校でのオフライン仕様でかつ高精度な学校案内システムを検討した. 構築した音声学校案内システムは平均応答率 89. 5%と比較的高い水準に達したが, 独自辞書登録のシステムとしては低精度であり, 現状では実用のレベルには無いことが明らかとなった.

今後は独自辞書にさらに改良を加えることで精度を改善していく予定である.

文 献

[1] 河原達也,”音声対話システムの進化と淘汰 --歴史と最近の技術動向--,”人工知能学会誌 28 巻 1 号(2013)

[2] 大浦圭一郎,山本大介,内匠逸,他, “キャンパスの公共空間におけるユーザ参加双方向音声案内デジタルサイネージシステム, ”人工知能学会誌 28 巻 1 号(2013)

[3] 汎用大語彙連続音声認識エンジン julius Web サイト (https://julius.osdn.jp/) (2022/6/9 閲覧)

[4] HMM テキスト音声合成システム Open JTalk Web サイト (https://open-jtalk.sourceforge.net/) (2022/7/11 閲覧)

[5] 音声対話システム構築ツールキット MMDAgent Web サイト (https://mmdagent-ex.dev/ja/#td-block-1) (2022/7/11 閲覧)

[6] RaspberryPi4 で音声認識ボットを作るハンズオン【ラズパイ+Julius+Open JTalk】エンジニアのための情報共有コミュニティ Zenn 株式会社メディカルフォースソフトウェアエンジニア やまもとみなこ (https://zenn.dev/minako_ph/articles/45503855f1f626) (2021/05/09 公開,2022/6/9 閲覧)

ADR 法と静電容量式センサの測定値比較及び土壌水分量の状態判別法の検討

Comparison of Measured Values between ADR Method and Capacitive Sensors, and Discrimination of Soil Moisture Content

18428 近藤　優衣
指導教員 吉田　将司

1. 緒　言

現在の日本の食糧自給率は低く、中でも大豆の自給率は令和元年で 6%に留まっている[1]。大豆は急激な水分の吸収により湿害が起きるが、種まきが梅雨の時期に行われるため特に影響を受けやすい[2][3]。湿害を受けるとまき直しが必要になるが、その時期は土の状態を目視する事で判断している。そのため経験の少ない新規参入者には難易度が高く、生産者が増えない原因の一つとなっている。そこで本研究室では IoT を利用しまき直しの時期を定量化する研究を行っている [4]。本稿では 2 種類の土について重量比に対する静電容量式センサの出力電圧を測定すると同時に、ADR 法のセンサ(以下 ADR センサとする)を用いて土壌水分量を測定した。次に両者を比較し、土壌水分量の状態を判別する方法を検討した。

2. 方　法

通信方法は静電容量式センサの出力値を M5StickC から Google スプレッドシートにアップロードする。センサは静電容量式センサと ADR センサの 2 つを使用した。土は農場の土と配合土を 1kg、2 つずつの計 4 つを使った。土 1kg に対し水を 10%の割合で加え、出力電圧を静電容量式センサで測定した後、ADR センサで測定した。計測時間は 30 分、データの送信間隔は 1 分間とした。ただし、水分を含んでから土に浸透させるまで土に水分を混ぜた後 15 分放置し、水分を浸透させた。結果で使用する値は 30 分間の平均値を 2 種類の土ごとに平均した値である。なお、含水比を求めるには炉乾燥法という過程が必要であり、ADR センサは使用する際にキャリブレーションの必要があるが、簡易的な近似で充分であるため今回は行っていない。

3. 結　果

図 1 は農場の土の静電容量式センサと ADR センサの測定値比較、図 2 は配合土の静電容量式センサと ADR センサの測定値比較である。この結果から 1.3[V]以上で乾燥状態、1.3[V]未満~0.7[V]以上で湿潤状態、0.7[V]未満は冠水状態と判別した。また、2 種類の土ごとに湿潤時の水分量を算出する式を求めた。(1)式が農場の土、(2)式が配合土の算出式である。ただし、x:出力電圧[V]、y:土壌水分量[%]とする。

$$y = \left|\frac{x - 1.39}{0.0178}\right| [\%] \quad (1)$$

$$y = \left|\frac{x - 1.23}{0.0120}\right| [\%] \quad (2)$$

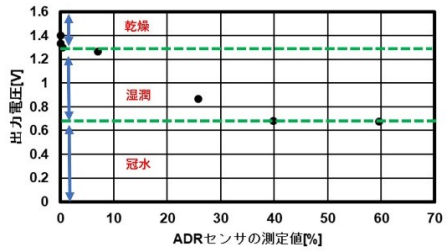


図 1　農場の土の測定値比較

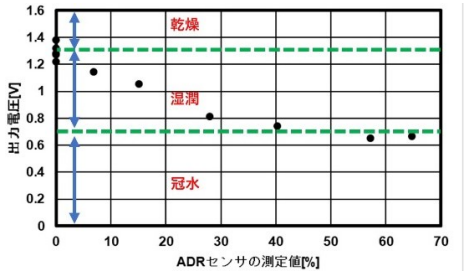


図 2　配合土の測定値比較

4. 結　言

本研究では、農場の土と配合土を用いて静電容量式センサと ADR センサの測定値比較を行った。その結果から静電容量式センサの測定値から土壌の状態を判別する基準を仮定した。また、2 種類の土ごとに湿潤時の水分量を算出する式を算出した。静電容量式センサに個体差があることが分かったため、今後はそれを考慮した判別基準を決定し、観測システムに実装する予定である。

文　献

[1] 農林水産省,”知ってる?日本の食料事情”, https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/ohanasi01/01-01.html
[2] 農研機構,”ダイズの湿害軽減技術　ダイズ種子の含水率調整は冠水障害を軽減する”, (2005)
[3] 加藤雅康,”ダイズの苗立ち時の「湿害」の原因は何だろうか”,第 235 回日本作物学会講演会,(2013)
[4] 尾本一樹,” 大豆と二条大麦を対象とした湿害モニタリングの検討,八王子コンソーシアム,A115,(2021)

水噴射式推力を用いた水中ロボットの開発

Development of an Underwater Robot Using Water Jet Propulsion

18429　酒井　舜
指導教員 冨田　雅史

1. はじめに

水中ロボットコンベンションとは日本水中ロボネットが主催する大会である。

本研究では水中ロボットコンベンション in JAMSTEC 2022 フリー部門の規定に沿った水中ロボットの開発を目標とする。

本論文で報告する水噴射式推力を用いた水中ロボットとはタコのように水中で水を吸い、前進する機構を有する。

2. 水中ロボットについて

水中ロボットとは人間では暗かったり、呼吸が続かないなど限界のある水中に代わり作業や偵察をしてくれるロボットのことである。

現在、水中ロボットは数 km に及ぶ深海探査や水中に存在する人間が近づけない汚染物質や酸素量を計る水質管理、水中で生物と一緒に泳いで生体を調査するなど様々な用途で利用されて、その有用性は広く知られている。

3. タコの推進方法

本研究では、推力装置はタコの推進をモチーフに設計を行った。

タコは水を取り入れている外套腔という空洞から水を勢いよく漏斗から吐き出すことで推力を得ている。吐き出す際にはタコが持つ放射状、円形、縦方向の計 3 種類の筋肉を使う。円形の筋肉が縦方向に収縮して横に伸びようとするのを縦方向も筋肉が阻害し、同時に放射状の筋肉は伸びたままの状態となるので外套腔を覆っている膜が薄くなって水を勢いよく漏斗から吐き出すことができる。

4. 推力装置の設計、完成

はじめににシリンジのボディを押し出すのに必要な力を導出した。

今回用いたシリンジはボディが約 77mm であり 0.99kg の押す力が必要なので 1.28kgf･cm であった。

一方、今回使用するマブチモーターのトルクが 10.0g・cm なのでトルクが大幅に足りない。そのため TAMIYA の遊星ギアボックスセットを使用した。最大ギア比が 1:400 なので、これは最大トルクが 4.00kgf・cm となるのでシリンジを押し出すことが可能になった。

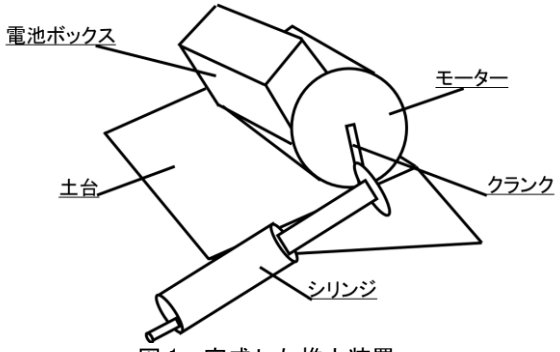


図 1　完成した推力装置

5. 実験結果

図 1 の推力装置から求められた推力を表 1 に示す。

表 1　実験結果

回数	最大測定値[g]	平均値[g]
1	61	56.3333
2	57	
3	51	

表 1 結果より推力が約 56g 発生しているということが分かった。

6. おわりに

本研究の目的であったシリンダを用いてタコのように水中で水を噴射した力で前進する推力装置を開発することができた。

7. 課題

今回開発した推力装置は非効率的だったので効率の良い推力の生み出し方や軽量化が今後の課題である。

文　献

[1]水中ロボットコンベンション in JAMSEC　2022　2022/10/22
[2]公共財団法人東京動物園協会　東京ズーネット　2022/10/22
[3]ネイチャーテクノロジーデータベース　2023/01/30　ネイチャーテクノロジーデータベース　NatureTech Database (naturetech-db.jp)
[4]NPO 日本水中ロボネット　2023/01/25　水中ロボットの基礎知識 - NPO 日本水中ロボネット (sakura.ne.jp)
[5]未来コトハジメ　2023/01/25　果てしなく広がる海に潜む可能性を　水中で活躍するロボットが探求する　｜　未来コトハジメ (nikkeibp.co.jp)

学科案内のための音声対話システムに関する研究

Study on a Speech Dialogue System for Department Guidance in Salesian Polytechnic

18430　沢登 玲音
指導教員 三輪 賢一郎

1. はじめに

近年、AI を用いたスマートスピーカーである Alexsa やスマートフォンに内蔵されている Siri など、音声認識技術を用いたサービスが、広く利用されている。

音声認識システムの応用例として、大学のキャンパス案内システムがある。奈良先端科学技術大学では、ロボットを用いた音声対話システムがあり、ジェスチャーや眼球部分のカメラによる画像処理なども可能である[1]。

本校でそのようなシステムが導入されたことはなく、新入生や見学に来た中学生とその保護者、などが来校した際には、教職員や学生がほぼ付きっきりで学科の説明や案内を行っている光景が見られる。また、機械電子工学科と電気工学科の差異について入学希望者に説明することもなかなか容易ではない。一方で、前述の先行研究のようなロボットの製作には多大なコストに加え、設置できる場所の確保も必要となってくる。

そこで本研究では、パソコンレベルで実装可能な、サレジオ高専機械電子工学科の案内に特化した音声対話システムを制作し、教員等の負担を軽減するとともに、誰もが気軽にかつ楽しく利用できる案内システムを構築することを目的とする。

2. 方　法

本研究では、対話システムのフレームワークとして、一般的なノートパソコンでも実行可能である、名古屋工業大学で開発の MMDAgent[2]を用いることとした。MMDAgent には、音声認識エンジンである Julius、音声合成ソフトである Open JTalk が組み込まれており、インストールした時点で最低限の対話が行えるようになっている。また、設定ファイルを編集することで、辞書登録や対話管理が可能である。

上記システムをノートパソコンに構築した上で、サレジオ高専・機械電子工学科の内容に特化した質問と返答からなる対話の組み合わせを４２通り検討し、それらを設定ファイルに反映した。

これらを含む全対話については予め動作確認を行い、質問文の音声が認識できれば、対となる返答が確実に実行されることを確認している。

3. 実験結果

実験はシステムの設置予定場所である階段の踊り場付近で行い、被験者は男子学生７名、女子学生１名、男性教員１名の計９名で行った。被験者には、あらかじめ設定した４４組の対話文中の質問文に設定した複数の単語を含むように被験者に質問を読みあげてもらう。この時、設定された単語以外の部分は被験者が自由に決めてよいものとする。また、認識に失敗した場合は一度だけ言い直しを許容し、二回目に認識すれば成功とする。本実験にあたっては、意識的にはっきり喋ってもらうわけではなく、ある程度自然に発話を行ってもらう形で実施した。なお、今回の評価指標は、(1)式で算出する正答率を用いた。

$$正答率 = \frac{対話に成功した人数}{被験者の人数（９名）} \quad \cdots (1)$$

上記の方法で実施した実験結果の分布を図１に示す。

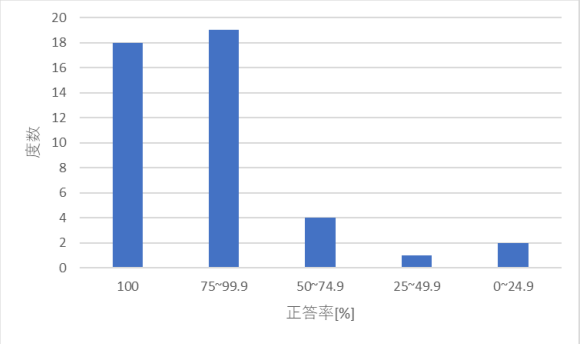


図１　正答率の分布

結果から、全４４通りの対話文のうち１８通りが正答率１００%、次いで１９通りの対話文が正答率７５%以上と、比較的高い水準で応答が行えたことが確認された。

4. まとめ

本研究では、サレジオ高専機械電子工学科の案内に特化した音声対話システムを、MMDAgent を用いて検討した。実験結果より、説明会など、学科案内として用いるには十分に実用的といえるシステムが完成した。

5. 今後の展望

今後は、登録する対話文を増やすなどして、他学科や学校全体で使用できるような汎用的なシステムとしていく予定である。

文　献

[1] 西村竜一, 内田賢志, 李晃伸, 他, ” Julius を用いた学内案内ロボット用音声対話システムの作成”, 電子情報通信学会技術研究報告, vol. 101, no. 520, pp. 93--98, 2001 年 12 月

[2] 名古屋工業大学国際音声技術研究所, ”MMDAgent-EX: エージェント対話のプラットフォーム, ” 2021, https://mmdagent-ex.dev/ja/（2022-08-25 閲覧）

超音速飛翔体のための光センサによる速度計測装置開発

Development of Speed Measurement Device using Optical Sensor for Supersonic Flying Objects

18431 杉田 隼斗
指導教員 廣瀬 裕介

1. 緒　言

本研究室では電磁加速を用いたバリスティックレンジの研究が行われている[1]．昨年本研究ではコイルを用いた速度計測器を開発した．しかし，その速度計は電磁誘導を利用していたため飛翔体の速度が落ちてしまう．また，コイルの厚みによりどの点の速度を測定しているのか不明瞭であるといった問題があった．そこで本研究では光センサを用いた速度計測器を開発し，飛翔体の速度を計測することを最終的な目的とする．

2. 研究方法

2-1　理論

2つの光センサを用いた速度計測装置の概略図を図1に示す．光センサは受光時に抵抗値が低い状態になり，遮光時に抵抗値が高い状態となる特性を持っている．飛翔体を光センサ上に射出することで光センサへの光がさえぎられることによる光センサの抵抗値変化を測定する．それらの反応時間差と既知の距離から式①の通りに速度が計測可能である．

$$v = \frac{x}{\Delta t} \tag{1}$$

ここで，vは速度[m/s]，xはセンサ間距離[m]，Δtは通過時間[s]とする．

2-2　光センサの選定

今回作成した速度計では反応速度の速い光センサであるフォトトランジスタを採用した．可能な限りフォトトランジスタ抵抗値の変化量を多くするためフォトトランジスタとLEDの波長は560nmに統一した．

2-3　実験方法

光センサによる速度計の動作確認のために，ばねを用いた射出機を使用し飛翔体を射出しその速度を測定する．速度域の変化による差を確認するため，強いばねと弱いばねにて実験を行う．

2-4　実験条件

直流安定化電源を16Vに設定する．飛翔体は10mm角の銅立方体を使用する．センサ間の距離は60mmで射出口からセンサ1までの距離は30mmで行った．

3. 結果と考察

速度計による速度測定結果の平均を表1に示す．開発したシステムにより飛翔体の速度測定に成功した．しかし，速度計を用いた速度計測のみでは使用している速度計が正確かどうかわからないため別の速度測定方法で速度を測定する必要がある．そこで，ハイスピードカメラを用いた速度測定を行うこととした．

3-1　ハイスピードカメラによる速度測定方法

バネを用いた射出機口の前に定規を設置しその真上にハイスピードカメラを設置して飛翔体を射出し，3cmから9cmの間を何フレームで通ったのかを確認しフレーム数から秒数を計算しその数値から速度を測定する．

3-2　実験条件

960fpsのハイスピードカメラを使用して撮影を行う．測定位置は上流センサの位置である3cmから下流センサがある9cmまでのフレーム数を測定する．

3-3　実験結果

ハイスピードカメラによる速度測定結果の平均を表2に示す．速度計と比較したときの誤差を表3に示す．

4. 結言

本研究では光センサを用いた速度計の開発を行った．この開発によりコイルを用いた速度計と比較して飛翔体の速度に影響を与えることなく速度が測定できるようになった．

飛翔体の速度をハイスピードカメラから計算し，この値を理論値として誤差率を計算したところ2.18%から17.9%の間を推移することが分かった．これは飛翔体の速度に対してハイスピードカメラのフレームレート（960fps）が不足していることが原因であると考えられる．

文　献

[1] 森田迅亮.“電磁加速を用いたバリスティックレンジの開発”.サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2021)

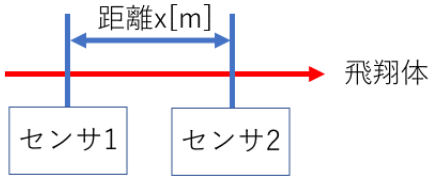


図1 速度計の概略図

表1　速度計による速度計測の平均結果

ばねの種類	平均速度[m/s]
弱いばね	5.66
強いばね	6.45

表2　ハイスピードカメラによる速度計測の平均結果

ばねの種類	平均速度[m/s]
弱いばね	5.5
強いばね	7.72

表3　ハイスピードカメラから求めた速度を理論値とした場合の速度計の誤差

ばねの種類	誤差[m/s]	誤差率[%]
弱いばね	0.16	2.90
強いばね	1.27	16.45

教育用風洞と整流板に関する開発と性能試験

Development and Experiment on Educational Wind Tunnel with Flow Straightener

18432 筋野 愛子
指導教員 廣瀬 裕介

1. 緒言

生活する上で人は様々な乗り物に乗る. それらの乗り物は走行中に空気の流れの影響を受け, 空気抵抗が発生する[1]. 乗り物が安全に人を運ぶために, 繰り返し実験を行って開発する. その為, 飛行機などの開発時にはスケールモデルと風洞を用いた実験を地上で行う.

本校の教育用風洞の整流板は流れが整流されているとは考えにくく, 流路は観察が困難可能なことより, 本研究では複数の整流板で比較実験ができ, 流路の観察がしやすい風洞を開発し, 開発した風洞を用いて比較実験を行う[2].

2.実験方法

2.1 実験装置の開発

初めに, 風洞の枠から開発を行う. アルミアングルを切り出し, 穴を開け, 組み立てる. 組み立てた枠の内側に透明のアクリル板を接着する. 結合部とファンを接着する. 流路も同じくアルミアングルを切り出し, 内側に透明のアクリル板を接着する. 比較実験の際に煙を可視化する為に, 黒のプラスチック段ボールを横の 1 面に養生テープで張る.

整流板は 3DCAD のソフトを用いて設計する. 今回は 10mm×10mm, 3mm×3mm, 1mm×1mm の 3 パターンの正方形の整流板を設計する. 10mm×10mm のみ網目の枠が 2mm で 3mm×3mm と 1mm×1mm は 0.5mm で設計する. 厚さは 3mm に統一する. 設計後, 3D プリンターで印刷する.

2.2 比較実験

今回は, ファンの電圧と整流板の 2 種類を変化させて比較実験を行う. 風洞のファンはスライドレギュレータを用いて駆動電圧を, 80V, 60V, 40V に調節する. 整流板は 10mm×10mm, 3mm×3mm, 1mm×1mm の 3 パターンで行う. 実験に用いる整流板を固定し, 駆動電圧を 80V から下げて計測を行う. 風洞の流路の中に火をつけた線香を置き, 風洞の横から煙の流れをカメラで撮影する. 3 パターン行い, 計測時の画像を基に比較する.

3. 実験結果

本実験では図 1 の通り, 整流板の取り外しと観察可能面の拡大を可能にした新しい風洞を開発した.

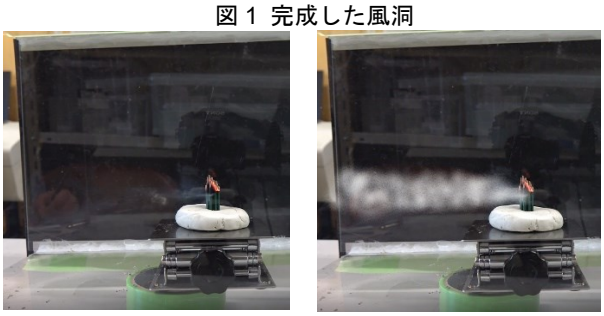
整流板は安定した流れの層流を作る為に用いられる. 本実験は, 線香の高さを基準に安定性を計測する. 安定している場合は, 煙が上下に拡散しない.

整流板 1mm×1mm, 3mm×3mm, 10mm×10mm で比較したところ, 全ての駆動電圧で整流板 3mm×3mm が最も整流されていることが分かった. また, その中でも駆動電圧 60V の速度域が最も整流されていることが分かった.

整流板 3mm×3mm 駆動電圧 60V は図 2 の通り煙が線香と同じほどの高さを保ったまま流れた. 駆動電圧 40V の方も同じように流れたが, 流路の出口付近で微小に拡散した.

風洞の実験では, 基本的に実験中に整流板を交換することはないため, 全ての速度域で総合してどの速度域が適しているかを判断するべきである. よって, 本実験では整流板 3mm×3mm が適していると分かった.

図 1 完成した風洞



[a]計測時の画像　　[b]編集後の画像

図 2　整流板 3mm×3mm で駆動電圧 60V の線香の煙

4. 結言

風洞の実験では, 基本的に実験中に整流板を交換することはないため, 全ての速度域で総合してどの速度域が適しているかを判断するべきである. よって, 本実験では整流板 3mm×3mm が適していると分かった.

5. 今後の予定

本研究で開発した風洞は, 揚力と抗力の測定や風速の測定などの実験を行うための開発を引き続き行う予定である.

文　献

[1]JAXA　航空技術部門, 第 1 回”風洞とは何か”
https://www.aero.jaxa.jp/spsite/wind-tunnel/001.html
[2]廣瀬裕介, 流体力学に関する実験-迎え角による揚力と抗力変化-, サレジオ工業高等専門学校, pp122-123 (2022)

熱硬化性エポキシ樹脂の高次構造に及ぼす疲労負荷の影響

Effect of Fatigue Load on Higher Order Structure of Thermosetting Epoxy Resin

18434　髙島 裕太郎

指導教員　坂口 雅人

1. 緒言

世界では水素社会を目指す取り組みで燃料電池自動車(FCV: Fuel Cell Vehicle)の普及が進んでいる. FCV の水素燃料タンクは炭素繊維強化プラスチック(CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastics)を用いて構造強度を向上している. CFRP とは炭素繊維(カーボン)と樹脂との複合材料のことであり特徴として高耐熱, 高強度, 高弾性などが挙げられる. しかし, FCV の水素燃料タンクは水素の充填の繰返しでタンクの劣化が進み, 内部の CFRP が破損して約 10~15 年で寿命となる点が課題である. 過去の研究では, 構造変化(重合度)に関する報告[1]や衝撃疲労強度に関する報告[2]はある一方疲労負荷を受けた CFRP の母材高次構造の変化に関する報告はされていない. 本研究では基礎的な調査として短冊形試験片を作製した. そして引張試験及び疲労試験を行ない, 破断前後の高次構造の変化を調査した. そして課題であるエポキシ樹脂の信頼性の向上を目指す.

2. 実験方法

試験片は注型用エポキシ樹脂を使用し作製した. 配合は主剤(日新レジン株式会社, NOLO53KO)と硬化剤(日新レジン株式会社, NOLO51KO)を 2:1 の割合になるように電子計りで計量し, 攪拌と脱泡をして作製した. FT-IR 測定の試験条件は波数範囲 700-4000 cm^{-1}, 積算回数 20 回, アポタイズ関数 Happ-Genzel とした. 偏光子の設置角度を 0°と 90°でそれぞれ測定を行なった. 引張試験は試験片の中央部にひずみゲージを接着し, 引張速度 0.5mm/min で行なった. 疲労試験は引張試験における引張強度の約 70%(800N), 約 80%(900N), 約 90%(1000N)の最大応力で行なった. また, 引張速度 10mm/min で行なった.

3. 実験結果及び考察

引張試験の平均引張強度 37.1MPa, 平均弾性率は 2.6GPa であった. 図 1 に FT-IR 測定で得た IR スペクトルを示す.引張試験を行なう前では偏光子の設置角度を 0°と 90°によるスペクトルに違いが確認でき, それぞれ吸光度に差がみられた. 0°の場合は透過率 80%付近, 90°の場合は透過率 95%以上であり, 90°の方が強いことが分かる. また, スペクトルのピーク自体に違いはないことが分かる. このことから分子が延伸方向に配向していることを示している. 引張試験を行なった後ではいずれの場合も IR スペクトルにほとんど変化はなく分子の配向性がないことが分かる. 910cm^{-1}付近でスペクトルのピークに達しており, エポキシのピークは 910cm^{-1}であることから妥当な結果と言える. 図 2 は疲労試験の S-N 曲線である. 最大応力が約 70%(800N)時は平均 2133 回で試験片が破断し, 最大応力が約 80%(900N)時は平均 1743 回で試験片が破断した. また最大応力が約 90%(1000N)では 3 回全て 1 回で試験片が破断した. このことから最大応力が大きいほど少ない回数で破断することが分かる. 疲労試験を行なった後の IR スペクトルの比較では引張試験後の IR スペクトルと似た結果となり, それぞれのスペクトルにほとんど変化はなく分子の配向性がないことが分かる.

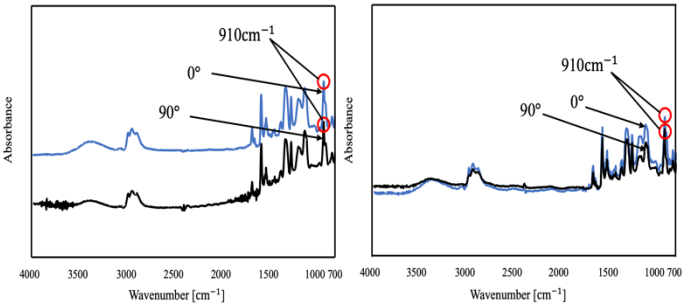


図 1 IR スペクトル

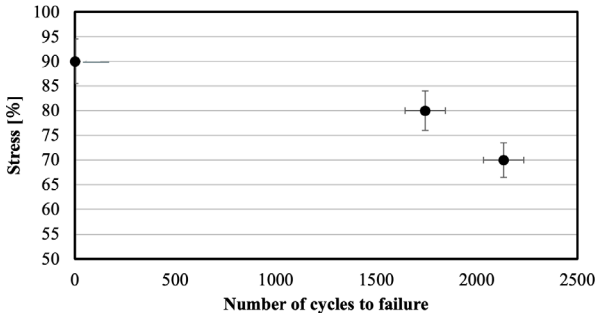


図 2 S-N 曲線

4. 結言

本研究で, エポキシ樹脂の機械的性質, 構造変化, 疲労限度を調査した. FT-IR 測定では引張試験を前後の IR スペクトルに配向性に違いがあったが, 疲労試験を行なった後の IR スペクトルではほとんど変化がなく分子の配向性がないことが分かった. また, S-N 曲線によってエポキシ樹脂の疲労限度を求めることができた.

文献

[1]加門隆, “エポキシ樹脂プレポリマーの構造と物性” 高分子論文集(1977), 833-841

[2]岡部永年, 矢野利行, 鎌田功, 森忠夫, “繰返し衝撃引張荷重に対するエポキシ樹脂注形材の衝撃疲労強度とその信頼性” 材料(1983), 41-47

音声認識技術を用いた歴史的音源のテキスト起こしに関する研究

Research on Text Transcription of Historical Sound Sources using Speech Recognition Technology

18436 田中 悠太
指導教員 三輪 賢一郎

1. 緒　言

SP レコード(Standard Playing Record)は、1887 年から 1950 年代後半まで使用されたレコード及び録音技術である。その収録音声のジャンルの一つである演説、講談などの「語りもの」はその時代の背景などを知る上で重要であり、その歴史的価値は高い。しかし、それらの中には音源自体は現存しているものの、当時用いられた原稿の存在は不明であるものも多い。したがって、これらの音声の文字起こしが望まれるが、このような事業は公共で行わざるを得ず、極力コストや労力のかからない方法が望ましい。

昨年度、本研究室では音声認識エンジンである Julius を使用して同様の研究を行ったが[1]、認識率が低く、現時点では使用に耐えうるものではないと判断した。

そこで、本研究では比較的安価で使用でき、自らシステムを用意する必要のない音声認識 API を用いたテキスト起こしの可能性を検証する。

2. 方　法

本研究では AWS（Amazon Web Services)の Amazon Transcribe、Microsoft の azure の 2 つの音声認識 API を用いた。また、API を使用する際のプログラムは Visual Studio Code を開発環境とし、Python を用いた。ノイズの除去には、Software 社の音声編集ソフトウェア WavePad を使用した。

今回対象とした音源は、「国立国会図書館ディジタルコレクション「歴史的音源」」[2]に所蔵されている「ソロモン海戦に就いて 1」と「朗読：建設戦記」の２つの音源を、国立国会図書館の許可のもとに使用した。「ソロモン海戦に就いて 1」は雑音の多い演説の音源であり、「朗読：建設戦記」は比較的雑音の少ない朗読の音源である。

認識精度の評価指標としては、今回は仮名ベースでの認識パフォーマンスを考えることとし、モーラ（拍）に着目した文字認識率を採用した。各 API、各音源についての文字認識率を比較することで音声認識 API の歴史的音源における性能を評価する。下記に文字認識率の算出式を示す。

$$\text{文字認識率} = \frac{\text{正解文文字数} - \text{誤挿入文字数} - \text{誤削除文字数} - \text{誤置換文字数}}{\text{正解文文字数}} \quad \cdots\cdots (1)$$

また、実用性の評価指標として、漢字ベースでの文字認識率が 90%以上で実用的、以下で非実用的とする評価方法を使用した[3]。

3. 結　果

上記のような方法で音声認識を実行した結果を図 1 に示す。図 1 より、すべての結果において建設戦記よりもソロモン海戦に就いての方が認識率が低くなっており、雑音の影響が窺えるが、ひらがなベースでの文字認識率はいずれの場合においても 85%以上と比較的高水準であった。

また、漢字ベースの文字認識率において AWS ではいずれも 90%以上であるのに対し、Azure ではいずれも 90%以下であることから、AWS は実用的であり、Azure は非実用的であるといえる。

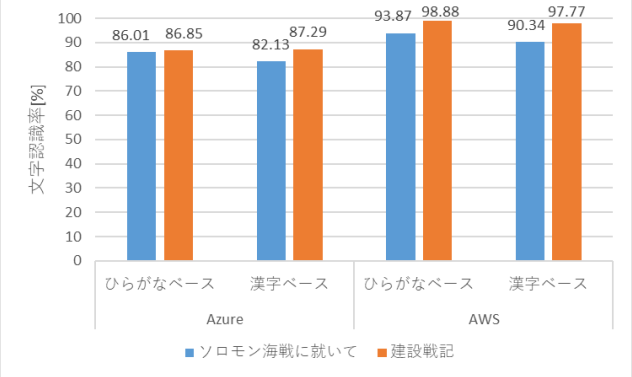


図 1　各認識結果

4. 結　言

本研究では、音声認識 API を用いた歴史的音源のテキスト起こしの可能性について検証した。今回の結果から、音声認識 API を用いた手法が歴史的音源のテキスト起こしに一定の実用可能性を持つことが示された。

5. 今後の予定

今後は、検証する音声ジャンルを増やすことで今回の結果をより確かなものにしていく。

謝　辞

本研究は、国立国会図書館のご厚意により、「国立国会図書館ディジタルコレクション　歴史的音源」[2]に所蔵の音源（同図書館ウェブサイトで公開中のもの）を用いております。

文　献

[1] 小泉朝陽, 三輪賢一郎, "音声認識技術を用いた歴史的音源のテキスト起こしに関する研究," 大学コンソーシアム八王子　第 13 回学生発表会, Q114, Dec. 2021.
[2]国立国会図書館ディジタルコレクション「歴史的音源」Web サイト（https://rekion.dl.ndl.go.jp/）
[3] 川原達也、秋田祐哉、” 聴覚障害者のための講演・講義の音声認識による字幕付与、” 日本音響学会誌 74 巻 3 号、2018

高専教室内における学生の衣服内気候と温冷感の関係

Relationship Between Climate in Students' Clothing and Sense of Warmth and Coolness in the Classroom

18437 土居 彩音
指導教員 吉田 将司

1. 緒　言

学校は多くの学生や教員が利用する施設であり、温熱環境は文部科学省が定める学校環境生基準を満たすことが必要とされている[1]。本研究室ではこれまでに校内学生の温冷感に関する実態調査や衣服内気候に関する研究を実施してきたが[2]、一般的な指標を使用していなかったため、他の研究結果との比較や定量的評価が不十分であった。本研究では、学生の温冷感について、clo 値と温冷感申告値を用いたクラスアンケートの実施と学生の授業中における衣服内気候を観測し、その関係性を調査した。

2. 方　法

衣服内温湿度の測定には小型マイコン M5StickCPlus(以下 M5)と温湿度センサを使用する。ポーチに M5 とモバイルバッテリを入れて腰に下げる。ポーチからセンサを伸ばし、背中側を向くように衣服に固定した。測定対象者は研究室所属学生 3 名と座席位置を考慮した窓側席 1 名とし、男女 2 名ずつ記録した。記録時間は、授業内の AM11 時～12 時と PM3 時～4 時の各一時間とした。アンケートでは、clo 値算出のための服装と朝時点での温冷感と座席位置を調べた。clo 値とは、衣類の熱抵抗を表し、衣類の保温性の目安になる数値のことである[3]。このアンケートは 1 クラス 45 名（男 40 女 5）を対象として夏季休暇を除いた 7 月から 12 月に実施した。また階層や棟の異なる 4 クラスである 1C、3CS、5AD、5ME を対象に夏と冬の 2 回、同様の調査を行った。

3. 結　果

図 1 は、衣服内温度の被験者ごとの平均と clo 値を比較した結果を示す。図 1 を見ると、室温は夏季から冬季になるにつれて変動幅が大きくなり、clo 値も同様であった。しかし衣服内温度は比較的一定であったことから服装で環境調整していたことが考えられる。衣服内湿度は室湿度と同様の傾向で夏季から冬季にかけて減少したが、衣服内温度よりも個人差が大きかった。図 2 は、夏季と冬季に 4 クラス対象でアンケートを実施し、その温冷感の結果を平均値、中央値、中央分布を示したもの、図 3 は clo 値を同様に示したものである。図 2 では、夏季は暑さと寒さを、冬季は寒さを感じている学生が多かった。夏季の 5AD は特に暑いと回答する学生が多かった。5AD 教室は 4 階に位置し、他クラスよりも暑くなりやすいと考えられる。図 3 では、夏季 clo 値はどのクラスも平均 0.3～0.5 であり、暑い気候に対応した服装であることがわかる。また、5AD 以外は最大値と最小値、中央値と平均ともにあまり違いは見られないが、5AD は最大 clo 値が 1 を越していた。また、冬は全体的に clo 値が増加していた。1C は平均 0.5clo ほど着衣量が増加するが、クラス別で比較すると一番平均 clo 値が低い。制服等で、私服の他クラスより衣服の調節が難しいと考えられる。また、冬の 5AD は平均値が 1.5clo と他クラスよりも 0.5clo ほど高かった。

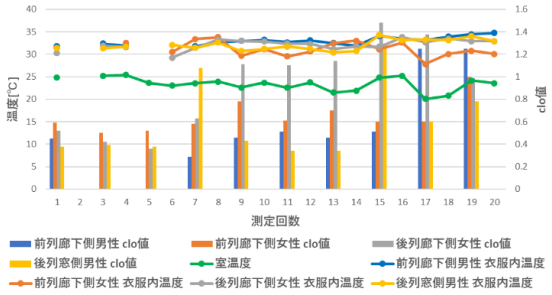


図 1　衣服内温度推移

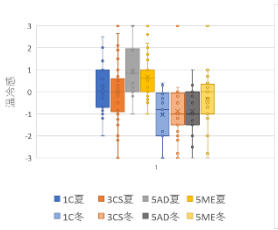


図 2　温冷感調査結果

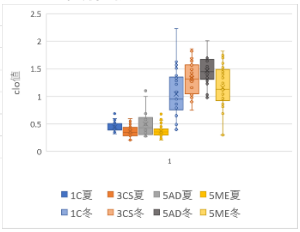


図 3　clo 値調査結果

4. 結　言

本研究では、アンケートで clo 値と主観温冷感を調査し、衣服内温湿度をセンサで計測した。その結果、学生は衣服内温度が比較的一定になるよう服装に調整していた。夏季は衣服内の温度は冬季と変わらないものの、湿度が高く衣服内での不快指数が上がる可能性が考えられる。一方、温冷感は夏季、冬季ともにクラスの属性による特徴がみられた。今後は 4 月からのデータ回収や計測方法の再検討が必要であると考えられる。

文　献

[1]文部科学省,"学校環境衛生管理マニュアル",(2018)
[2]島田茜,"春季及び夏季における校内学生の温冷感に関する実態調査",サレジオ工業高等専門学校卒業論文,(2018)
[3]丸田直美,"衣服の熱抵抗-clo 値-",からだと温度の事典,P.246,(2012)

炭素繊維の表面性状に及ぼす大気圧プラズマ処理の影響

Effect of Atmospheric Pressure Plasma Treatment on Surface Properties of Carbon Fiber

18440 仲本泰智
指導教員 坂口雅人

1. 緒言

近年, 地球温暖化の拡大から車などの軽量化による炭素排出量の低減を目的に, 移動機器における金属材料の代替として熱可塑性樹脂が注目されている. 熱可塑性樹脂は, 熱によって加工が容易なためリサイクル性に富む. しかし, 熱可塑性樹脂のみでは強度が不十分である. そこで熱可塑性樹脂を炭素繊維 (CF) で強化した炭素繊維強化熱可塑性樹脂(CFRTP)を用いて強度を補うことを考えた. しかし, CFRTP の成形には熱可塑性樹脂の接着性が悪いという難点がある. 本研究ではより安価に異種材料の接着性を向上できる大気圧プラズマ処理に注目した.

CFRTP における大気圧プラズマ処理の表面改質の研究は既に奥村ら[1]が行っており,その処理時間における接着性を調査した結果, 大気圧プラズマ処理のエネルギーが 300 J で接着性の最適化を報告した. また, 同研究グループの福地[2]も処理時間 20 s において三転曲げ強度の最適化を報告した. 一定の条件下で大気圧プラズマ処理の最適化を示す以上の報告だが, そのメカニズムを解明していないため本研究では, 大気圧プラズマの処理時間を条件付けし, その表面における表面性状の変化を調査することを目的とした.

2. 方法

2-1 プラズマ処理

平織の CF(東レ製, T300-3000)をカプトンテープで固定し 110 mm×110 mm に切り出した.

切り出した CF を図 1 の様にプラズマ照射部(有限会社サーフクリーン, KT110)から 1 mm 離して設置した. 大気圧プラズマ処理の条件は, 流量を酸素 500 mL/min, アルゴンガス 5 L/min に設定し圧力は両方とも 0.3 MPa, DC 100 V, 転送台の送り速度を 0.8 m/min, 処理時間を約 0 s, 10 s, 20 s, 40 s の 4 通り行った.

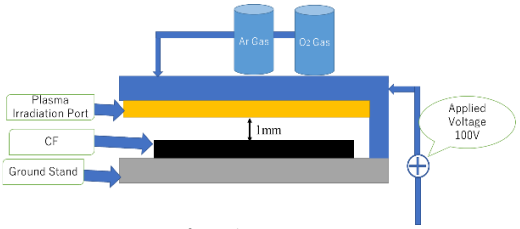


図 1 プラズマ処理装置構成図

2-2 FTIR による解析

処理した CF を 5 mm 以下に切り出し FTIR(IR Prestige, SHIMADZU)で解析した. FTIR の測定条件は, 波数 700~4000 cm^{-1}, 分解能 4.0 cm^{-1}, 積算 20 回とし KBr 錠剤法で行った.

2-3 表面観察

デジタルマイクロスコープ (株式会社キーエンス, VHX-5000)を用いて CF の表面を観察した.

3. 結果及び考察

FTIR 測定により得られた IR スペクトルを, 図 2 に示す. 図 2 より, 大気圧プラズマ処理によって変化すると考えられる 3623 cm^{-1} (-OH), 1715 cm^{-1}(O/N)に変化は見受けられなかった. 理由として大気圧プラズマ処理における導入される官能基が CF に既にある官能基に対して小さかったためだと考えられる.

図 3 に大気圧プラズマ処理を 40 s 行った CF の表面観察の結果を示す. 図 3 より, 40 s 大気圧プラズマ処理を行った CF は傷の発生が見られた. 以上のことから, 官能基の変化が見られず傷が発生したにもかかわらず強度が向上したことから, アンカー効果が発生し接着性向上に影響を及ぼしたと考えられる.

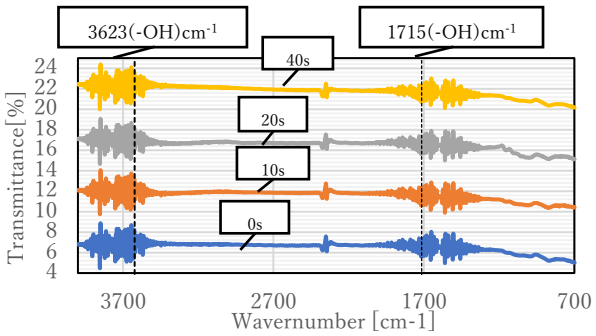


図 2 CF の IR スペクトル図

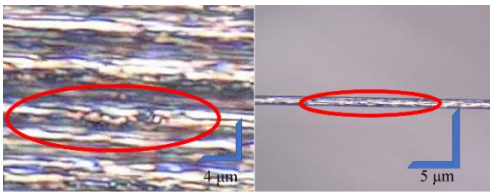


図 3 処理時間 40 秒における CF 表面

4. 結言

FTIR 測定及びデジタルマイクロスコープでの観察の結果, 官能基の付与による影響より傷の発生によるアンカー効果が接着性向上に大きく影響していると考えられる.

文献

[1] 奥村拓己ら, “CF および PP に対する大気圧プラズマ処理電力・処理時間が CF/PP 複合材料界面の接着性に及ぼす影響”, 日本機械学会北陸信越支部大 53 期総会講演会講演論文 p803-807.

[2] 福地遼太郎, “平織炭素繊維強化ポリプロピレン(CF/PP)の曲げ特性に及ぼす大気圧プラズマ処理時間の影響”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文 (2021).

大気圧プラズマ処理を施したポリスチレンにおける光学特性の調査

Optical Properties of Polystyrene Plates Treated with Atmospheric Pressure Plasma

18441 永谷 一輝
指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒　言

筆者が所属する研究室では、代表的なポリマー材料である PTFE にプラズマ処理を施し、接着性を改善する研究を行ってきた[1]。その過程で、真空プラズマ処理により PTFE 表面が発光することを見出した[2]。PTFE と同様に代表的なポリマーの 1 つである Polystyrene(以下 PS)は、合成ゴムやガラス繊維を配合することで耐熱性や耐衝撃性を高められることから、多くの家電製品や自動車部品、建築材などに使用されている。また PS は PTFE と同様に、電気絶縁性が高く、誘電率が低いという特徴を併せ持つことから、5G や 6G の通信を扱う基板への応用が可能であると考えられる。本研究では、PS の大気圧プラズマ処理(以下プラズマ処理)による光学特性の変化を、Photoluminescence 測定(以下 PL 測定)や反射率測定、透過率測定にて確認し、プラズマ処理の有無とその度合を光学的に判別する方法を考察する。

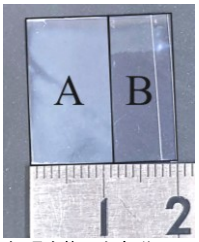
2. 方　法

① 板状の PS を 20 mm×20 mm×0.5 mm に切断し、プロパノールにて超音波洗浄を行った。
②大気圧プラズマ処理は酸素流量、アルゴン流量をそれぞれ 50、5000 ml/min、プラズマ吐出口から試料までの距離を 1 mm、印加電圧 65V で 2.5、5.0、7.5、10.0、12.5、15.0、17.5 分間の処理を行った。
③PL 測定は He-Cd レーザーの波長 325 nm 線と、分光器を使用して各試料に対し 3 回行いその平均スペクトルを算出した。
④反射率測定は、筆者が所属する研究室で開発した簡易分光反射率測定器を用いた。また、赤色レーザーと CdS セルを使用した測定器を設計し、それを用いた測定も行った。
⑤透過率測定は紫外可視赤外分光光度計(津島製作所:UV365)を使用し、リファレンスを空気として 190~2500 nm の範囲を測定した。

3. 結　果

(1)プラズマ処理

プラズマ処理後の PS 板の外観を図 1 に示す。



A：プラズマ処理を施した部分　B：未処理部分

図 1　大気圧プラズマ処理を施した PS 試料表面の外観

プラズマ処理を施した部分は未処理に比べ白濁した。これによりプラズマ処理によって PS の表面形状が変化することが示唆された。

(2) 光学測定

PL 測定の結果、PS は強い青色発光を示したが、プラズマ処理の前後によるスペクトル形状や強度の変化は見られなかった。反射率測定では、プラズマ処理によって反射率が低下する事が示されたが、処理時間との相関は認められなかった。透過率測定の結果を図 2 に示す。図 2 よりプラズマ処理によって 300～400 nm における透過率が大きく低下することがわかった。また処理時間の増加に伴い、透過率が連続的に低下したことから、プラズマ処理時間と透過率の相関が示唆された。

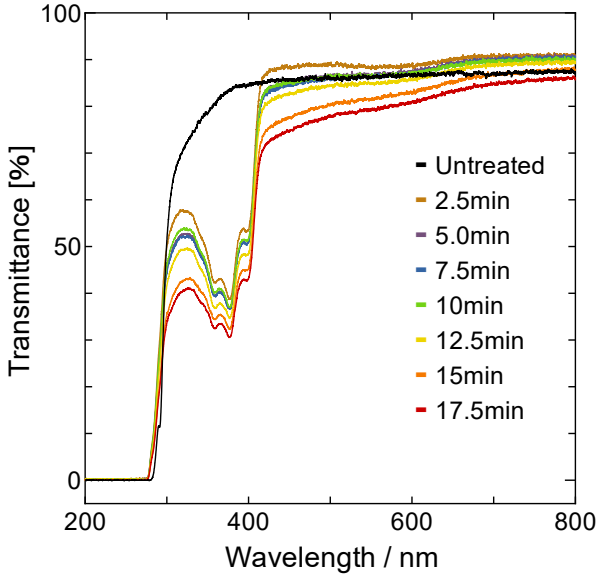


図 2 プラズマ処理前後の PS の光透過率スペクトル

4. 結　言

今回の研究において、PS はプラズマ処理の有無にかかわらず一様な発光スペクトルを示した。反射率は、プラズマ処理を行うことで低下したが、処理時間との相関は認められなかった。一方で透過率は、処理時間に伴って連続的に低下した。したがってこれらの測定法の中で、PS に対するプラズマ処理の有無とその度合を確認する最も適切な方法は、透過率測定であることが分かった。

文　献

[1]松本悠希 プラズマ処理を用いた PTFE の表面改質とその分析 サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2017)
[2]中山真斗 大気圧プラズマ処理を施した PTFE 表面における化学種の経時変化 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 12p-N102-2 (2021)

交流電池用の倍電圧整流回路に使用する EDLC の選定

Selection of EDLC used for Voltage Doubler Rectifier Circuit for AC Battery

18442 新倉 径
指導教員 米盛 弘信

1. 緒言

昨今、SDGs や脱炭素の考えが世界的に広まっており、二酸化炭素の排出を抑える再生可能エネルギーや二次電池などの需要が増加している。そのような中で、本研究室と産学連携している AC Biode 社が世界初の独立型交流電池を開発した[1]。図 1 は交流電池を使用した電源システムである。同システム内に含まれる昇圧回路には、倍電圧整流回路やコックロフト・ウォルトン回路などが使用される。

本研究では、高効率な電源システムを実現するために、倍電圧整流回路に使用する 1000F-10 直列の EDLC の特性を調査し、先行実験で調査した 400F-9 直列の EDLC の特性[2]と比較することで、EDLC の選定方法を確立する。

2. 実験方法

図 2 は実験のブロック図である。本実験では、直流安定化電源に H ブリッジ回路を接続したものを模擬的な交流電池として扱う。以下に示す①～④の手順で実験を行う。

① 図 2 のように各機器と素子を配線する。倍電圧整流回路の C は 1000F-2.5V の EDLC を 10 個直列接続したものである。

② 直流安定化電源の出力を 12.60V-8.00A に設定し、EDLC を満充電にする。

③ H ブリッジ回路のスイッチング周波数が 100Hz、1kHz、10kHz、100kHz のとき、電子負荷の電流を 0.1A ステップで変化させ、入出力電力をパワーアナライザで測定する。

④ 入出力電力より、変換効率を求める。

3. 実験結果と考察

図 3 に倍電圧整流回路の C が 1000F-10 直 EDLC 使用時の電力変換効率、図 4 に 400F-9 直 EDLC 使用時の電力変換効率を示す。図 3 を見ると、10kHz 時が最も高効率であり、他の周波数は全体的に効率が低いことがわかった。また、図 4 の 400F-9 直列の EDLC を使用したときと比べて変換効率の最高値が低いことがわかった。

異なる EDLC を使用した際に変換効率が変わる理由として、各 EDLC の ESR が関係していると思われる。そこで、NF 回路製 FRA で ESR を測定したところ、変換効率と ESR の値に相関性が見られた。詳細は本論文を参照されたい。

4. 結言

本稿では、1000F-10 直および 400F-9 直 EDLC をそれぞれ使用したときの倍電圧整流回路の電力変換効率特性を比較した。そして、各 EDLC の ESR を測定し、変換効率との関係を明らかにした。その結果、高効率化を実現するためには低 ESR の EDLC を使用すべきとわかった。

今後は、低 ESR の EDLC を探して実証実験を行うことで高効率な回路の実現を目指す。

文献

[1] AC Biode 社 HP:「AC BATTERY SYSTEM」(2022/12/09 閲覧)
https://www.acbiode.com/ac-battery.html

[2] 新倉径、米盛弘信：“倍電圧整流回路の入出力電力に及ぼすスイッチング周波数の影響”、第 14 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集、D136(2022)

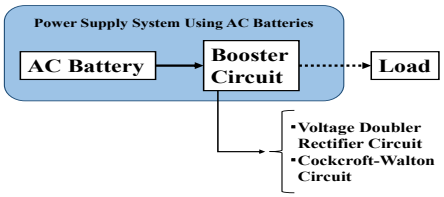


図 1　交流電池を利用した電源システム

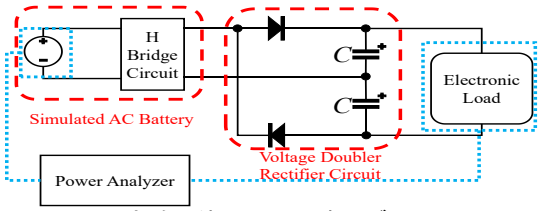


図 2　実験に使用した回路のブロック図

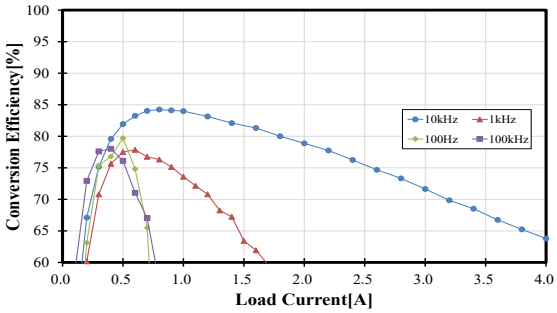


図 3　1000F-10 直 EDLC 使用時の電力変換効率

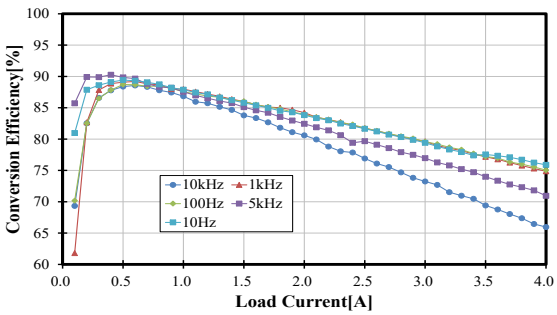


図 4　400F-9 直 EDLC 使用時の電力変換効率

サレジオ高専南西側教室の温熱環境と快適度の観測

Thermal Environment and PMV Observations in Classroom on the South-West Side of Salesian Polytechnic

18443 沼田莉里花
指導教員 吉田 将司

1. 緒　言

近年、地球温暖化に伴う酷暑化により、毎日登校する学生の負担は大きくなっている。そのため、登校から下校までの大半を過ごす教室は、より快適な環境であることが望ましい。学校環境衛生基準によると、教室の室温は18[℃]以上28[℃]以下、湿度は30[%]以上80[%]以下が望ましいとされている[1]。本校は校舎が南西側と北東側で分かれており、温熱環境の時刻変化の特徴が異なると予想される。本研究室では学内温熱環境観測システムの構築[2]や、不快指数を用いた校舎の温熱環境の調査[3]が実施されたが、一つの教室内における環境の違いは未調査であった。そこで、本研究では予測平均温冷感申告(以下 PMV)による客観評価で教室内の位置による環境特性を調査し、1 年を通した温度環境の変化及び夏季において遮光、換気、空調が教室の温熱環境に与える影響について検討した。

2. 方　法

本実験では、6 月から 1 月までの月毎の教室内の温熱環境の調査と、夏季における遮光、換気、空調が与える影響について調査を行う。対象教室は南西側校舎 3 階の教室で、8[m]×9[m]の長方形、四方からそれぞれ縦 2[m]、横 1.2[m]の位置に計 4 つの空調設備が設置されている。実験は土曜日または夏季休暇中の使用されていない日に行った。

温熱環境の計測には熱中症暑さ指数計(佐藤計量器製作所:SK-150GT)とマルチ環境計測器(Testo:testo 440)を使用した。熱中症暑さ指数計は、教室の空調の位置を考慮し、縦 4[m]位置、横を 3 分割し窓際から 1.2[m]、廊下側の壁から 1.2[m]、4.5[m]で床上 150[cm]位置に設置し、中央位置は高さ条件に床上 75[cm]、225[cm]を追加した 5 箇所に設置、(以降、窓側、廊下側、中央、中央下部、中央上部と表記)マルチ環境計測器は教室中央中部と同位置で計測を行った。なお、PMV を算出する際の人体の 2 要素は、夏季の学生の学習環境を考慮し、活動量を 1[met]とし、着衣量は各月のアンケートで算出した clo 値の平均を使用した。測定時間は通常学生が登校してから下校するまでを想定し9時00分から17時00分まで行った。

3. 結　果

全体的に室温は横方向に、湿度は縦方向に変化が大きく、室温は一貫して窓側が高く、廊下側が低いという傾向が見られた。時刻による変動は大方右肩上がりであるが、冬季は 1・2 限と 7 限から放課後まで下降した。また、窓側のみに他の測定点と異なる変動が見られた。これらの傾向は夏季実験のどの条件でも同様であった。図 1 は実験の結果から算出した PMV の時刻変動を示す。なお、条件 5 は他の実験日との気温差が大きかったため図からは除外した。PMV は時間経過とともに増加傾向にあるが、空調がある条件 4、6 ではほぼ一定であった。PMV は±0.5 の時、その空間における予測不満足者が 10[%]以下になるとされているが、これに該当するのは上記 2 条件のみであり、特に空調と遮光を行った条件 4 が安定した。換気がある条件 2、3 は PMV が高くなるが、何も行わない条件 1 に対し、条件 2 の上昇が止まっていることから、換気にも一定の改善効果が期待できる。月毎の実験では、月を重ねる毎に PMV が低下し、10 月に最も 0 に近付く。また、7 月と 11～1 月は PMV が±0.5 から大きく外れるため、空調による温熱環境の改善が必要である。なお、8、9 月は実験日がその月の中でも比較的涼しい気候であったため、再実験を要する。

4. 結　言

実験結果から、南西側教室では全体的に室温は窓側が高く、廊下側が低くなる傾向にあった。教室内の PMV は月を重ねる毎に低下していき、10 月が最も 0 に近付く。また、夏季においては窓を閉め切り、空調と遮光を行うことで PMV が安定し、最も快適な状態へ近付けられる。

今後は北東側校舎でも同時に実験を行い特性を調査する。また、換気と遮光、8 月と 9 月の実験に関しては再実験が必要と考えられる。

文　献

[1] 文部科学省,“学校環境衛生管理マニュアル「学校環境衛生基準」の理論と実践[平成 30 年度改訂版]”(令和 4 年一部改正), 2018.

[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 45 回 人間−生活環境系シンポジウム報告集, p.37,2021.

[3] 溝口紗蘭, 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−春期及び夏季の比較−”, 第 43 回 人間−生活環境系シンポジウム報告集, p.5,2019.

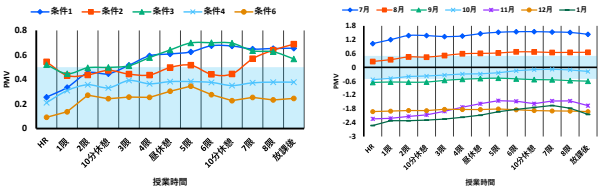


図 1　PMV の時刻変動(左:月毎 右:夏季条件別実験)

IH 調理器の電源ラインに重畳するノイズの対策法

Countermeasure for Noise Superimposed on the Power Supply Line of IH Cookers

18444 橋本 春樹
指導教員 米盛 弘信

1. 緒言

IH 調理器は、電源に重畳するノイズによって加熱対象の鍋が振動し、騒音を発することが明らかにされている[1]。また IH 調理器 A(以下、被害者側 IH)が他の IH 調理器 B(以下、加害者側 IH)と同じバンク内の電源に接続していた場合、加害者側 IH から流出したノイズが被害者側 IH の電源ラインに重畳することが確認されている[2]。本研究では、加害者側 IH から生じたノイズを被害者側 IH が受けにくくする方策を検討する。

本稿では、市販の EMC ノイズフィルタが IH 調理器のノイズ抑制に適用できるかを実験によって明らかにする。

2. 実験方法

図 1 に本実験の実験構成を示す。本実験では、被害者側 IH へ加害者側 IH から発生したノイズを流入させ、EMC フィルタの前後でノイズ測定を行う。ノイズは、電圧成分と電流成分をそれぞれ測定する。実験方法は、以下の①～⑤である。

① 図 1 のように各機器を接続する。
② 各 IH 調理器の上に鍋を置き、水を 500ml 注ぐ。
③ プログラマブル交流安定化電源（TEXIO：ARS202-401）の出力設定を 100V・50Hz・20A に設定し、出力する。
④ 被害者側 IH の火力レベルを 600W に固定し、加害者側 IH の火力レベルを 600W、700W、800W と変更する。
⑤ 各火力レベル時において EMC フィルタ前後のノイズ測定を 5 回行い、平均をとる。

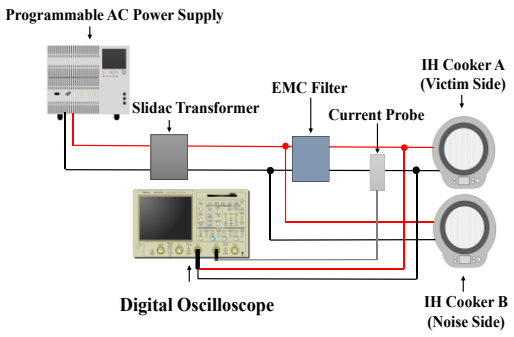
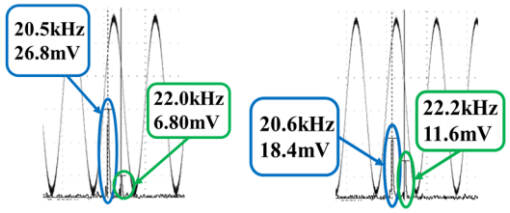


図 1　実験構成

3. 実験結果

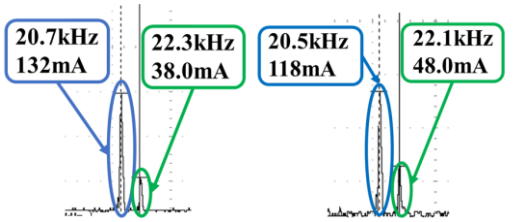
図 2 に実験で得られた電圧ノイズの一例、図 3 に電流ノイズの一例を示す。それぞれ(a)がフィルタ通過前、(b)がフィルタ通過後である。また、青丸で囲まれたものが加害者側 IH からの電源ノイズであり、緑丸で囲まれたものが被害者側 IH の駆動周波数である。

図 2 より、EMC フィルタ通過後の電圧ノイズは、通過前と比較して 31.3%ほど減少していることが確認できる。しかし、図 3 の電流ノイズを見ると EMC フィルタの前後で 10.6%しか減少しておらず、電圧ノイズほどの抑制効果は見受けられなかった。このことから、今回使用した EMC フィルタは、電圧ノイズに関して一定の抑制効果を見込めるが、電流ノイズに関しては大きな効果を見込めないということがわかった。



(a) フィルタ通過前　(b) フィルタ通過後

図 2　電圧ノイズの一例



(a) フィルタ通過前　(b) フィルタ通過後

図 3　電流ノイズの一例

4. 結言

本研究では、市販の EMC フィルタによって加害者側 IH から発生した電源ノイズをどの程度抑制できるかを明らかにした。その結果、電源ノイズの電圧成分に関しては、約 31.3%の抑制が確認された。本実験で使用した EMC フィルタは、MHz 帯が最も抑制できる製品であった。したがって、IH 調理器の電源ノイズをより抑制するためには、kHz 帯に対応したフィルタが求められる。

文献

[1] 森山瑛斗，米盛弘信：“IH クッキングヒータで加熱した各鍋から発する可聴領域騒音”， 第 10 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集，pp.94-95 (2018)

[2] 橋本春樹，米盛弘信：“IH クッキングヒータが他のインバータ機器から受ける電源ノイズの影響”，2022 年(第 40 回)電気設備学会全国大会講演論文集，p.418 (2022)

音声認識を用いた大正時代の歴史的音源の文字おこしに関する研究

Study on Transcription of Historical Sound Sources in the Taisho Era using Speech Recognition Technique

18446 長谷川 祐士
指導教員 三輪 賢一郎

1. 緒　言

SP レコードに記録されている歴史的音源は教育機関の教材として需要がある.音源を流すとき,聞き手が内容を即座に理解することは必ずしも容易ではなく,文章や字幕を付与することが必要となる.しかし,音源ごとに文章を付与することは,作成者にとって負担となるため,自動で文字を付与するシステムが必要となる.そこで,本研究では自動で文字を生成する音声認識システムを採用し,大正時代の音源に対して音声認識を行い,その利用可能性を検証する.

2. 方　法

本研究では使用する音声認識エンジンとして,オープンソースの Julius を使用した[1].音響/言語モデル,単語辞書はともに Julius のディクテーションキットに同梱されているものを使用することとした.また,ノイズ除去の手法は Spectral Subtraction 法,及び一般化調和解析による手法を用いた.さらに,比較対象として YouTube 自動字幕機能,Google Speech Recognition を用いた検証も併せて実施した.

認識結果を評価する指標として,平仮名ベースのモーラ(拍)に着目して文字認識率を計算する指標を採用した.以下にその算出式を示す.

$$\text{文字認識率} = \frac{\text{正解文字数} - \text{誤挿入文字数} - \text{誤削除文字数} - \text{誤置換文字数}}{\text{正解文文字数}}$$

対象とした音源は「国立国会図書館ディジタルコレクション「歴史的音源」」[2]内に所蔵されている,「政治の倫理化」(後藤 新平,日本コロンビア,大正 13 年頃)を国立国会図書館の許可のもとに使用した.

同時に,歴史的音源に特化した音響モデルを構築した.構築には HTK を使用し,学習する音源は音声認識実験と同様の音源の第一文を学習させた.学習させた音響モデルの正答率を得る指標としては,同じく HTK 内に含まれる機能を使用した.

3. 結　果

ノイズ除去処理を実施する前と後での Julius の認識結果,及び YouTube の自動字幕機能,Google Speech Recognition を用いた認識結果を図 1 に示す. Julius での認識結果については,同じ単語,文字が連続するなど結果が正解文とは非常にかけ離れており,認識結果の観測が不可能であったため,文字認識率の算出は行えなかった.対して,YouTube 自動字幕機能を用いた認識結果は 60.5[%],Google Speech Recognition の場合は 44.9[%]であった.これは,現状の音声認識システムでは,大正期の音源の自動文字起こしシステムとして実用レベルにはないことを示している.

音響モデルを新規に構築して各単語の正答率を算出した結果が図 2 である.結果は 19 単語中,認識できたのは 4 単語のみであり,構築した音響モデルが正常に機能していないことが確認された.

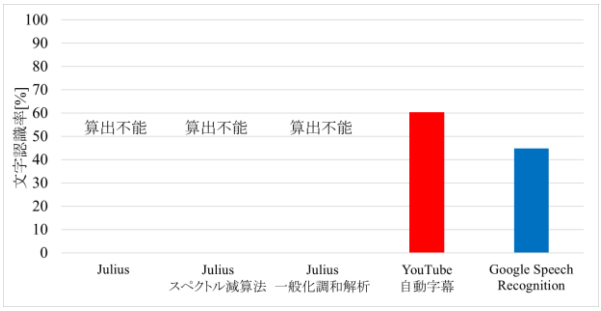


図 1 文字認識率の算出結果

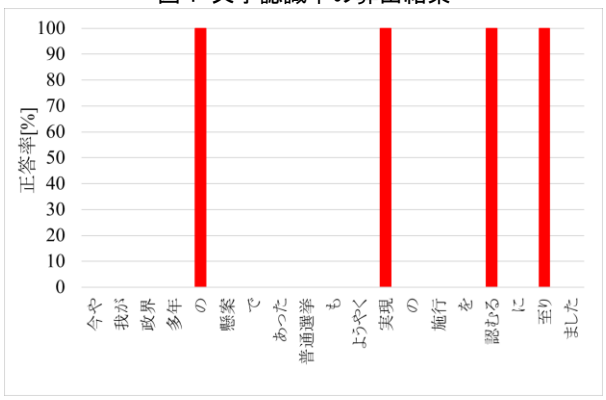


図 2 新規音響モデルによる認識結果

4. 結　言

本研究では,大正期の歴史的音源の音声認識可能性を検証するため,Julius のディクテーションキット,YouTube 自動字幕機能,Google Speech Recognition を使用して実験を行った.結果としては,音声認識するにあたって十分な認識率を得ることができず,自動文字起こしシステムとして活用するにはギャップが存在することが明らかとなった.さらに,大正時代の音源を基にした音響モデルを新たに構築して検証を実施したが,効果は確認できなかった.

文　献

[1] 汎用大語彙連続音声認識エンジン Julius プロジェクト Web サイト (https://julius.osdn.jp/)
[2]国立国会図書館ディジタルコレクション「歴史的音源」Web サイト(https://rekion.dl.ndl.go.jp/)

水中用ドローン向け自動投入・回収装置の開発

Development of Autonomous Putting and Recovery Mechanism for Underwater Drones

18447 原 健
指導教員 冨田 雅史

1. はじめに

現在、水中用ドローンの普及が進んでいる。しかし、投入及び回収作業の多くは人によって行われるため、作業時に落水事故のよって命を危険にさらす可能性がある。そのため、投入および回収作業を自動化できればより安全なドローンの運用が可能になると考えられる。本研究では、水中用ドローンの投入、回収作業を自動で行うための自動投入・回収装置の開発を行い安全な運用の実現を目指す。

2. 自動投入・回収装置の設計

図 1 に投入・回収装置本体の CAD 図を示す。本装置は、フレーム、X 軸方向動作機構、Y 軸方向動作機構の 3 つの要素で構成されている。

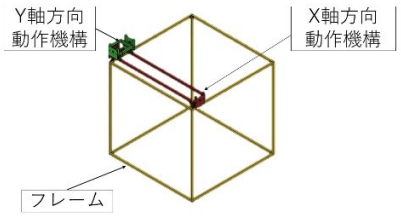


図 1 本体の CAD 図

部材は、アルミフレーム 5 シリーズ 20×20mm を用いた。このアルミフレームは側面に、ブラケットなどの部品をねじとナットを用いて固定するための溝があることから、簡単に組み立てを行えるほか、この溝を動作機構に用いるタイヤのガイドレールとすることが可能であることから、採用した。

動作機構のモータには速度性能は不要であると考え、低速で高トルクなマブチモーター製の JC/LC-578 を用いた。またモータとタイヤ間の動作機構にはスプロケットとチェーンを用いた。

3. 自動投入・回収装置の回路

本装置の回路のブロック図を図 2 に示す。

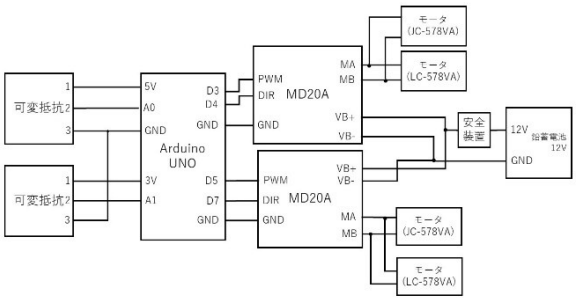


図 2 回路ブロック図

マイコンには ArduinoUNO、モータードライバには Cytron Technologies 製の MD20A を用いた。また、動作試験のため、ドローン捕捉用のセンサーの代替品として可変抵抗を用いた。

4. 投入・回収装置のプログラム

本装置は、自動で水中用ドローンの位置をセンサーにより捕捉しアームを水中用ドローンまで誘導し自動で投入・回収を行うことを想定しているが、今回は動作機構チェックのためセンサーの代わりに可変抵抗を用いた。可変抵抗の値を 3 分割しそれぞれの値を最大値より順に、正転、停止、逆転を割り振りモータの制御している。

5. 動作試験と結果

動作機構の製作ののちに動作チェックを行った。図 3 に製作した動作機構を示す。

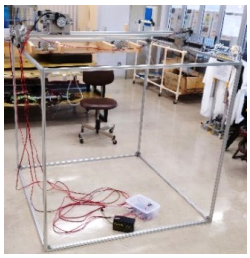


図 3 動作機構の全体図

動作チェックの結果、動作していく過程でチェーンとスプロケットのかみ合いが悪くなってしまう、モータとシャフトの接続を行っているパーツが外れてしまうという 2 つの問題として生じた。チェーンとスプロケットのかみ合いが悪くなってしまう問題はチェーンのガイドを追加することで解決することができた。また、モータとシャフトの接続を行っているパーツが外れてしまう不具合はパーツを ABS 製から金属製の六角ボスへ変更し、接着剤を金属同士の接着に適切なものへ変更することで接着強度を向上させ改善することができた。しかし、根本的な解決にはいたらなかった。

6. おわりに

今後は水中用ドローンを捕獲するためのアームやそれを上下させる機構、水中用ドローンを捕捉し自動で回収を行うための制御システムの構築などを行い、自動投入・回収装置の完成を目指していく必要がある。

文献

[1] 国交省 “AUV の安全運用ガイドライン”(2021)
[2] 日本水中用ドローン協会 水中用ドローンとは
https://japan-underwaterdrone.com/7(2023/01/30)

衝撃風洞と先細末広ノズルを用いた超音速流に関する実験

Experiment of Supersonic Air Flow using Shock Tunnel and Laval Nozzle

18448 バンクス ジョナサン正己
指導教員 廣瀬 裕介

1. 緒　言

近年，旅客機やスペースシャトルなど，民間のみならず，宇宙開発にいたるまで，様々な分野でジェットエンジンを用いた推進システムが利用されている．ジェットエンジンは航空機などを超音速で飛行させることを可能とし，我々の生活に欠かせないものとなっている．このジェットエンジンにはいくつか種類があるが，ほぼすべてに共通することは，取り入れた空気を燃焼させた後，高圧の排気をノズルから排出していることである．1890 年，スウェーデンのグスタフ・ド・ラバル氏は蒸気タービンの噴流を超音速にするノズルであるラバルノズルを開発し，現在でもジェットエンジンのノズルに利用されている．

本研究では無角膜駆動部を有する衝撃風洞を使用し，NASA の MOC Nozzle Simulator というノズル計算ソフトを用いて設計し，3D プリンタで印刷したノズルを装置に取り付け，排出する気流の全圧及び静圧をピトー管で計測することでマッハ数を求めることを目的とする．

2. 方　法

NASA の MOC Nozzle というシミュレーションソフトを使用して理論マッハ数 2 で設計し，その座標データをもとに CAD において三次元化し，3D プリンタで印刷したノズルを使用する．

先端に全圧力センサ，上部に静圧力センサの役割をする圧力センサ 2 個をそれぞれ内蔵し，計測した圧力の電気信号を伝えるケーブルが内部を通る設計にしたピトー管を使用する．コンプレッサーで圧縮した空気をシリンダーに貯蔵し高圧部圧力 0.25[MPa]，0.30[MPa]，0.35[MPa]の条件で 3 回ずつ合計 9 回実験する．貯蔵した空気は塩化ビニールパイプを伝って製作したノズルから射出し，作成したピトー管によって計測された全圧と静圧はレイリーのピトー公式によりマッハ数 M に変換可能である．ここで，全圧はp_1，静圧は p_0，比熱比（空気中では 1.4 とする）はγである．

$$\frac{p_1}{p_0}=\left(\frac{(\gamma+1)M^2}{2}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}\left(\frac{\gamma+1}{2\gamma M^2-(\gamma-1)}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \quad (1)$$

3. 結　果

本実験ではピトー管によって全圧力，静圧力を圧力センサでそれぞれ直接計測した．

圧力センサがオシロスコープに出力した値を図 1 に示す．なお，CH1 はパイプの上流から 1 番目のセンサ，CH2 はパイプの上流から 2 番目の圧力センサ，CH3 は全圧センサ，CH4 は静圧センサの出力値を示している．図 1 より CH1 の出力と CH2 の出力には 8[ms]の時差があり，CH3 と CH4 には時差がほとんどないということが分かる．なお、全圧センサは 7.25mV/kPa，静圧センサは 0.725mV/kPa の感度を有している．

表 1 に，本実験にて取得した全圧と静圧の値からレイリーのピトー公式を使用して計算したマッハ数 M の平均値を示す．また，表 1 より，マッハ数 M の平均値は高圧部圧力 0.25[MPa]から 0.30[MPa]に上がるときには 0.4 上昇しているが，高圧部圧力 0.30[MPa]から 0.35[MPa]に上がるときにはマッハ数 M は 0.04 ほどしか上昇していない．

4. 結　言

ノズル計算ソフト，CAD ソフト，3D プリンタを利用し，ラバルノズルの設計及び製作を行った．

測定結果より，高圧部圧力が 0.25[MPa]，0.30[MPa]，0.35[MPa]のいずれにおいてもマッハ数が 3 を超えたので，本実験で構築した衝撃風洞は衝撃風洞としての機能を十分有しているといえる．

文　献

[1] Nancy Hall，NASA MOC Nozzle Simulator (nasa.gov), https://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/mocnoza.html，(2023/2/3)
[2] TheeditorsofEncyclopediaBritannica ， https://www.britannica.com/biography/Carl-Gustaf-Patrik-de-Laval，(2023/2/3)

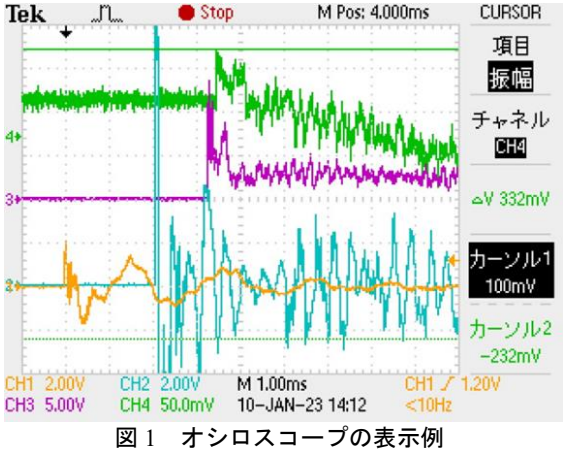


図 1　オシロスコープの表示例

表 1　マッハ数の平均値

高圧部圧力p[MPa]	マッハ数M
0.25	3.235
0.30	3.646
0.35	3.684

赤外発光酸化チタンにおける極低温フォトルミネッセンス励起スペクトルの測定

Low Temperature Photoluminescence Excitation Spectra of Infrared Emissive Titanium Oxide

18450 引場 健介
指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒　言

フォトルミネッセンス(photoluminescence：PL)とは光の刺激により物質中の電子が基底状態から励起状態に遷移し、再び基底状態に戻る際に発光する現象である。PLE(Photoluminescence-excitation)測定とは励起光波長を変化させながらPL を測定する手法である。これまで私の所属する研究室では、赤外発光酸化チタンの極低温 PL 測定を行ってきたが、極低温での PLE 測定は行われていない[1]。よって本研究では、過去に製作された極低温用粉体試料測定台[2]と PLE 測定用光学系[3]を組み合わせ、極低温 PLE 測定装置を構築し、酸化チタン粉末試料の発光特性を調査することを目的とする。

2. 方　法

(1) 赤外発光酸化チタンについて

本研究では以下の方法で合成したクロム添加酸化チタン粉末試料を測定対象とした。酸化チタン TiO_2 と硝酸クロム(Ⅲ)九水和物 $Cr(NO_3)\cdot 9H_2O$ の金属元素比が Ti：Cr＝99.925：0.075 となるように秤量し、乳鉢で 2 時間湿式混合を行い、乾燥後、空気中で 2 時間 1100℃で熱処理を施した。

(2) キセノンランプの土台の改良

キセノンランプの土台が固定されておらず、光軸が移動する恐れがあった。そのため新規に土台を製作した。図 1 に構築した低温 PLE 測定装置を示す。

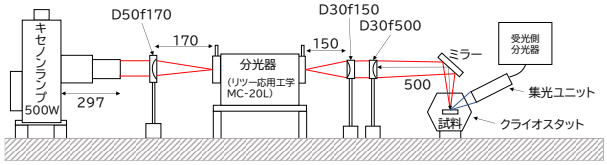


図 1　構築した測定装置のイメージ

(3) クライオスタットを使用した低温 PL 測定系

キセノンランプからの光を分光し、励起光波長を 325、350、375、400、425nm と変化させ低温 PL 及び PLE 測定を行った。その際に熱電対(岩谷瓦斯株式会社,金+0.07%鉄対クロメル熱電対)を可能な限り試料に近くなるように測定台に貼り付け、センサー先端の温度を起電力表(氷定点)に照らし合わせて温度を算出しながら測定を行った。

3. 結　果

図 2 に 375nm の励起光を用いた場合の PL スペクトルを示す。得られた近赤外発光スペクトルは、850nm 付近を中心とするブロードなピークと複数のシャープなピークで構成されていた。図 3 に励起波長を 325、350、375、400、425nm と変化させて低温 PLE 測定を行った際のグラフを示す。測定時の平均温度は 16[K]であった。375nm 付近の発光強度が高くなるという極低温での PLE スペクトルの測定に成功した。励起波長を 375nm とした時に発光強度が最も高くなった。

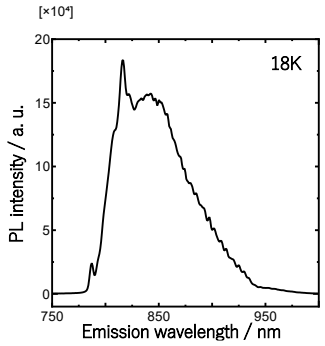


図 2　酸化チタンの極低温における PL スペクトル

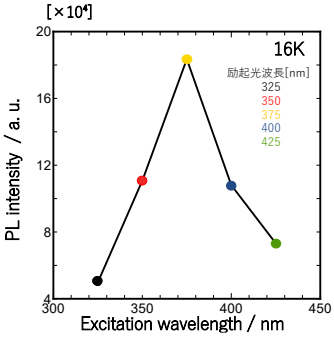


図 3　酸化チタンの極低温における PLE スペクトル

4. 結　言

本研究で構築した極低温 PL 測定装置を用いることで、安定した極低温 PL 測定が可能となった。また、極低温 PLE 測定により励起波長 375nm で発光強度が最大になることを明らかにした。

文　献

[1] 澤蒔音,黒木雄一郎,“熱処理した無添加酸化チタンにおける赤外発光メカニズムの検討”，日本セラミック協会第３１回秋季シンポジウム講演予稿集 (2018)
[2] 小森清之郎,“低温フォトルミネッセンス測定装置の構築”，サレジオ工業高等専門学校，(2020)
[3] 花岡優哉，“フォトルミネッセンス励起スペクトル測定システムの構築”， サレジオ工業高等専門学校，(2018)
[4] 丸山宏人，“クロム添加チタニア粉末の近赤外発光強度におけるクロム添加量の最適化”， サレジオ工業高等専門学校，(2016)

シュリーレン法による可視化実験

Visualization Experiment by Schlieren Method

18452 古舘 和樹
指導教員 廣瀬 裕介

1. 緒　言

現在, あらゆる分野で流れの可視化が重要とされている. 例えば, 航空機や車などの設計において, 機体や車体周りの流れを可視化することで, それらの形状を最適化できる. しかし, 流れは基本的に人の目に見えないため, PIV 法やシュリーレン法により流れを可視化している[1].

本研究では, シュリーレン法に着目した実験を実施することで, シュリーレン法に関する知見を得る.

2. 理　論

2.1 シュリーレン法

シュリーレン法は光の屈折を応用した測定技術である. 空気などの気体の屈折率は, その密度により変化するため, 例えば, ろうそくの炎で温められた空気と室温の比較的冷たい空気はシュリーレン法で判別可能である. また, 気体が音速近くで流動する場合は温度変化を伴わない場合でも気体密度が大きく変化することが知られている. そのため, 音速近くの流動する気体は圧縮性流体と呼ばれている. つまり, シュリーレン法にて, 音速近くで流動する気体も可視化が可能であることを示している[1].

3. 実験方法

表 1 に示した実験器具を図 1 の通りに配置する. 各器具間の距離も図 1 に示した. 器具の高さ調整には水平器やレーザ墨出し器を使用した. 高さ調整終了後に, 凹面鏡に向け光源の電源を入れる. 反射光が集光する箇所にナイフエッジを置き, カメラレンズに入れるようにカメラの位置を調整する. カメラのレンズは凹面鏡の表面にピント合わせる[2].

観測試料はエアコンプレッサからの流れ, ろうそくの炎により加熱された空気の流れ, ジメチルエーテルの流れを選定した. また, 観測試料は凹面鏡とナイフエッジの間に設置した. その位置をパラメータとして実験をしており, 凹面鏡表面を基準とし 55, 105, 155mm の位置で実験を実施した.

4. 結果と結言

図 1 に示したシュリーレン光学系を構築した. エアコンプレッサの流れは図 2 に示した通り, 構築したシュリーレン光学系では可視化ができなかった. 一方でろうそくの炎で加熱した空気の流れは図 3 の通り, 可視化することに成功した. 黒い影のように可視化されている箇所が加熱された空気の位置を示している.

発表時にジメチルエーテルの流れの可視化結果を示し, 可視化の可否やろうそくの炎により加熱された空気の可視化結果との比較を実施する予定である.

文　献

[1]浅沼強,明石光一郎,阿阪三郎,他, “流れの可視化ハンドブック”,朝倉書店(1977)
[2]おもしろ科学実験室(工学のふしぎな世界), “シュリーレン撮影法”,福井大学(2021)
[3]段智久,橋本正孝,浅野一郎,他, “ジメチルエーテルを利用したディーゼルエンジン燃料の燃焼改善-燃料特性の影響” (2009)
[4]Peter Vennemann,“JPIV Quick Start”,vimeo(2020)

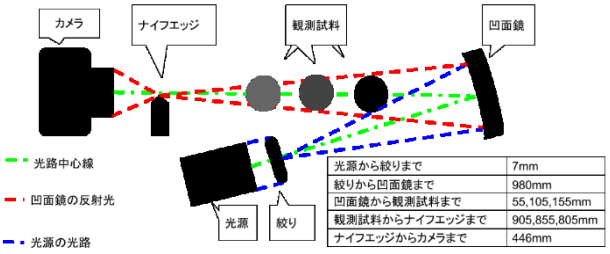


図 1　シュリーレン法の実験配置図

表 1　シュリーレン法の使用器具

名称	型番，会社名
カメラ	KISSX3-BODY，Canon
レンズ	APO 70-300mm F4-5.6 DG MACRO，SIGMA
絞り	IH-30，シグマ光機
光源	RX-023DS，GENTOS
凹面鏡	TCA-50C08-1000，シグマ光機
ナイフエッジ	35-302，PLUS

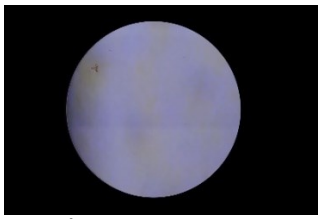


図 2　エアコンプレッサの流れを撮影した際の画像

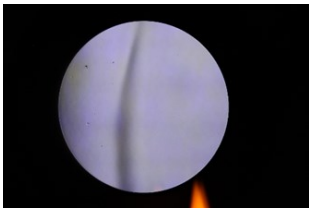


図 3　ろうそくで撮影した時の画像

交流電池を模擬した電源回路における放電電力量の解明

Elucidation of Discharge Electric Energy in Power Supply Circuits Simulating AC Batteries

18454 松崎 恵太
指導教員　米盛 弘信

1. 緒言

本研究室は，2020 年から AC Biode 社と共同で安全性と小型化・効率化を目指した世界初の独立型交流電池に付随する諸回路の開発を行っている[1]。独立型交流電池は，負極と正極の間に Biode という両性電極を配置し，外部からのスイッチングで交流波形を出力できる。そして，倍電圧整流回路や CW（Cockcroft-Walton）回路により目的の電圧まで昇圧する。交流電池は，電池を並列的に使用するため，直列接続方式に比べて内部抵抗を低くすることができる。先行研究では，電子負荷によって負荷変動を行った際に交流電池システムの優位性が確認できた[2]。

本稿では，交流電池を模擬した提案型電源回路と一般的な DC-DC コンバータ（昇圧チョッパ）を使用した電源回路で電池を放電した際の積算電力量を比較する。

2. 交流電池を模擬した電源回路

高効率・低損失な変換回路を実現するためには，パワー半導体スイッチング素子を限りなく少なくすることが重要である。図 1 は，交流電池を模擬した電源回路である。回路の動作としては，上側のスイッチング素子（SW1）を導通させ上側のコンデンサ C_1～C_3 を充電する。同様に，下側のスイッチング素子（SW2）を導通させ下側のコンデンサ C_4～C_6 の充電を行う。すなわち，上側と下側のスイッチング素子を交互に導通させることで，バッテリの並列的な使用を実現する。

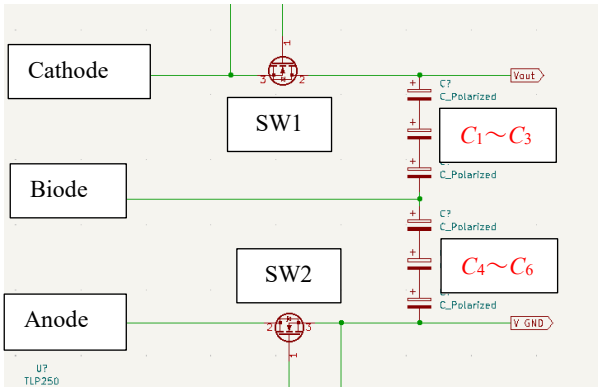


図 1　交流電池模擬した電源回路

3. 実験方法

図 1 の交流電池を模擬した電源回路と DC-DC コンバータを用いて比較実験を行う。実験内容は，(1)2 本の電池を直列接続，(2)2 本の電池を並列接続して DC-DC コンバータで昇圧，(3)交流電池を模擬した電源回路の 3 方式を対象とし，電子負荷によって負荷変動試験を行う。そして，3 方式の放電電力量を比較する。電子負荷の設定は，負荷変動モード（0.5A-1s，1.0A-1s，1.5A-1s）に設定した。放電電力を測定する際に負荷変動を行う理由は，配膳ロボットや小型モビリティの START & STOP 動作や加減速動作を模擬するためである。使用するバッテリは，リチウムイオンバッテリ（KEEPPOWER 製）定格 3.7V・2000mAh とした。以下に各実験の手順を示す。

(1) 実験 1（直列接続方式）

リチウムイオンバッテリを 2 本直列接続して 7.4V・2000mAh とし，放電電力量を測定する。

(2) 実験 2（DC-DC コンバータ方式）

リチウムイオンバッテリを 2 本並列接続して 3.7V・4000mAh とし，DC-DC コンバータで 7.4V に昇圧した際の放電電力量を測定する。

(3) 実験 3（交流電池を模擬した電源回路）

リチウムイオンバッテリを 2 本直列接続し，中間電位を Biode とする。そして，交流電池を模擬した電源回路でバッテリを等価的に並列使用した際の放電電力量を測定する。

4. 実験結果

以下の(1)～(3)に実験で得られた放電電力量を示す。

(1)　直列接続方式：12.13Wh
(2)　DC-DC コンバータ方式：10.62Wh
(3)　交流電池を模擬した電源回路 ：14.04Wh

すなわち，(3)の提案回路が最も多く電力を得ることができた。

5. 結言

本稿では，(1)直列接続方式，(2)DC-DC コンバータ方式，(3)交流電池を模擬した提案回路の 3 方式に対して，負荷変動時の放電電力量を測定し，最も多くの電力量が得られる方式を明らかにした。その結果，交流電池を模擬した電源回路が最も多くの電力量を得ることができた。

今後は，交流電池を模擬した電源回路に使用されている平滑用コンデンサ（EDLC）を(1)直列接続方式と(2)DC-DC コンバータ方式に接続した場合の比較実験を行う。

参考文献

[1] AC Biode 社：「AC Biode HP」(2022/11/28 閲覧), https://www.acbiode.com/home
[2] 中川湧貴，米盛弘信：「交流電池に接続する昇圧回路に用いる EDLC の容量変動特性」，2021 年（第 3 回）電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, B-4, pp.31-32, 八王子市学園都市センター (2021-12)

移動体を対象とした中継コイル方式の非接触給電模擬装置における送電特性

Power Transmission Characteristic in Simulation Device of Contactless Power Transfer using Relay Coil for Mobile Object

18457 室賀 洪太
指導教員 米盛 弘信

1. 緒言

電気自動車は、走行中のバッテリ切れが懸念される。一対応策として、大容量バッテリを車載して走行距離を伸ばしているが、車両の高額化が課題となる。そこで、走行給電道路という構想が世界で浮上している。これは、路面の下にコイルや電極板を設置することで、走行中の電気自動車などに非接触で給電を行う方法である。その方式のひとつに、*LC* 共振を利用した「中継コイル方式」がある。低コストで施工性に優れる一方、コイル同士の結合係数が小さく、受電電力が小さいという課題がある。

本研究では、磁界共鳴かつ中継コイル方式を採用した模擬実験装置を試作し、移動体の連続走行時における送電特性を調査する。

2. 中継コイル方式の非接触給電模擬装置

図 1 に実験装置の構成を示す。実験装置は、交流電源、環状レール、8 個の送電コイル L_0～L_7、および模型電車から構成される。模型電車は 2 両編成である。前方車両に DC モータと受電回路を搭載し、後方車両には受電コイルを搭載している。模型電車と環状レールにはプラレール®を利用した。送電コイルのうち、交流電源に直接接続されているものを 0 番コイル、残りの 7 個の中継コイルを時計回りに 1～7 番コイルと定義する。各コイルには、共振用コンデンサ C_0～C_7 を接続している。0 番コイルに交流電流を流すと、磁束を介して全ての中継コイルに電力が送られる。模型電車は、いずれかの送電コイルから電力を受電し、環状レール上を走行する。

3. 実験方法

次の①～④の手順で受電電力の測定を行う。

① 2 本のプローブをデータロガーの CH1、CH2 へ接続する。CH1 を受電回路のモータの両端、CH2 を整流器の 2 次側両端に接続する。

② 環状レールを時計回りに走行する向き、かつ 0 番コイル上に受電コイルを搭載した模型電車を配置する。

③ 交流電源の出力を 35$V_{P\text{-}P}$・40kHz に設定する。交流電源の OUTPUT ボタンとデータロガーの測定開始ボタンを同時に押し、200kS/s で 5 秒間測定する。

④ CH1 と CH2 の測定結果から受電電力を算出する。

4. 実験結果

図 2 に受電電力の測定結果を示す。L_0 は 0 番コイル上に受電コイルがあることを表す。模型電車は 5 秒間で約 1.5 周走行し、各奇数番コイル上の受電電力は 0W に近い値となった。これは、電力伝送ができないデッドゾーンが存在することを示している。

5. 結言

本研究では、磁界共鳴かつ中継コイル方式を採用した非接触給電の模擬実験装置を試作し、模型電車の連続走行時における送電特性を測定した。その結果、奇数番コイル上で受電電力が急激に減少して減速、偶数番コイル上で受電電力が増加して加速することがわかった。

文献

[1] 居村岳広：“磁界共鳴によるワイヤレス電力伝送”、森北出版株式会社、pp.265-270(2017)

[2] 室賀洪太、 米盛弘信：“移動体を対象とした中継コイル方式非接触給電の Q 値選定”、 第 14 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集、D131(2022)

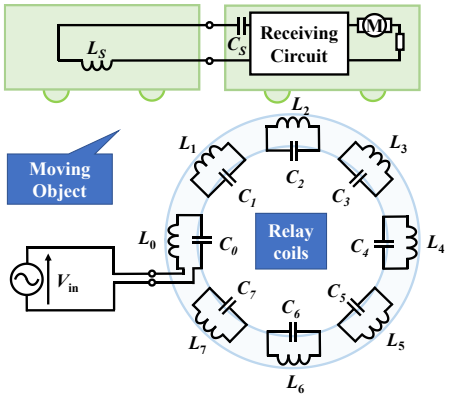


図 1　実験装置の構成

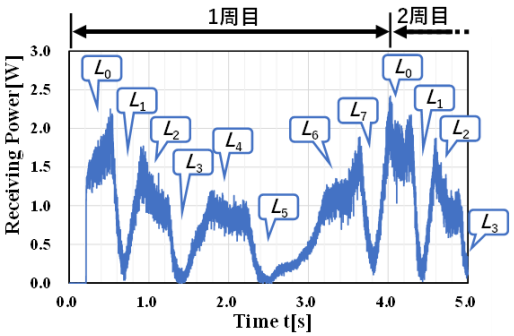


図 2　連続走行時の受電電力

機械学習による熱源検出

Heat Source Detection by Machine Learning

18458 安田　仁
指導教員 冨田　雅史

1. 緒言

東京消防庁はウェブサイトにて令和 3 年までの火災に関する情報を公開している。電気設備機器から出火した火災の割合が増加傾向で推移しており、平成 24 年から 2 割を超え、平成 30 年には 3 割を超えている。

本研究では、上記したような電気設備機器による火災を未然に防ぐためにだれでも簡単に扱える装置を開発することを目的とする。

2. 概要

開発する装置は、サーマルカメラによって温度を識別し、一定値以上の温度を識別した場合、AI モデルによって熱源を検出するというシステムで開発を行う。ハードウェアとしては、実装する機器は処理能力が高くコンパクトな Raspberry pi4 とし、カメラはサーマルカメラモジュールの MLX90640 を用いることとする。また、ソフトウェアは AI の深層学習を用いて熱源検出の AI モデルを開発する。サーマルカメラは温度を色として出力し可視化するという特性があるため、赤色と白色を検出できる AI モデルを開発する。

3. 開発ツール

深層学習の開発環境は、Google Drive 上で保存できてクラウド上で GPU を無料で利用できる点から Google Colaboratory とし、物体検出アルゴリズムはリアルタイム検出に向いている YOLOv5 を採用する。また、教師データ作成用ソフトウェアとして操作が単純明快である Roboflow とする。

4. 開発手順

Google Colaboratory 上で GitHub から YOLOv5 をインストールする。次に以下の図に示すような赤色や白色が映っている画像を収集し、Roboflow にてデータセットを作成する。そして、YOLOv5 に適切な学習コマンドでデータセットを学習させて AI モデルを制作する。

炎の最低温度が 400 度前後であるため、400 度の温度が識別された際に赤色を出力し、それ以上の温度を識別した際に白色としてモニタに出力するように MLX90640 をプログラムする。

図 1　学習データ例 1

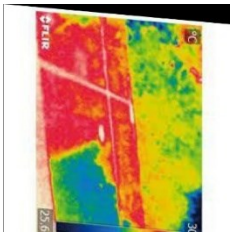


図 2　学習データ例 2

5. 結果

AI モデルの開発に予定以上の時間がかかってしまい、Raspberry pi4 上でのリアルタイム検出を完了することができなかった。そのため、ここでは AI モデルの評価のみを行う。

以下に示す図 3 及び図 4 は、本研究で開発した AI モデルによる検出の結果である。

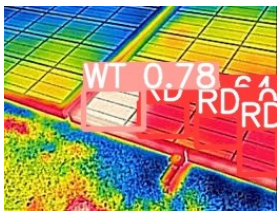


図 3　出力画像①

(※RD：red, WT：white)

図 4　出力画像②

これらの図は、左上のタグ名が AI によって判断された物体の名称であり、隣の数字がその正確性を示している。数値が 1 に近いほど正確性が高いことを表している。

どちらの図も赤色と白色を検出できており、精度としても十分なものとなっているため、AI モデルの開発は成功したと言える。

6. 今後の課題

ソフトウェアである AI モデルの開発は完了したため、あとはそれを Raspberry pi4 上に実装し、MLX90640 によるリアルタイム検出ができるようにプログラムする。

また、Raspberry pi4 上で MLX90640 の動作確認を行った際に画質が悪くタイムラグが 1.5 秒ほどあった。これに加えて AI モデルによる推論を行うとなるとタイムラグが無視できなくなる可能性が高い。

7. 結言

本研究の目的である熱源検出装置の開発は完成させることができなかった。しかし、十分な検出精度を持った AI モデルを制作することができた。

文　献

[1] You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection https://pjreddie.com/media/files/papers/yolo.pdf
[2] YOLOv5 で物体検出と学習をする方法 Google Colab で動作, https://laid-back-scientist.com/yolo-v5
[3] Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville,Deep Learning,MIT Press,2016

熱可塑性ポリイミドの力学的特性に及ぼす雰囲気温度の影響

Effect of Ambient Temperature on Mechanical Properties of Thermoplastic Polyimides

18460 油谷 嶺
指導教員 坂口 雅人

1. 緒　言

PI　(ポリイミド)のガラス転移温度 T_g は 250 ºC, 融点 T_m は 388 ºC と高い耐熱性を有する高分子材料である．従って加工は高温で行う必要がある．PI の成形は射出成形や重合が一般的である[1]．射出成形は作りたい形の金型の設計，発注が必要となる．高温になると融点以上に保つため金型全体をヒータで温め続けなければならない．重合法では PI の前駆体であるポリアミドを合成後，200 ºC 以上で加熱，脱水が必要となり工程が多い[2]．従って，加工に要するエネルギー量も多くなる．そこで本研究では融点以下の温度で成形可能な，熱間鍛造に着目した．熱間鍛造を行うことにより成形コストの削減や生産性の向上が見込まれる．本研究では基礎的な調査として融点以下の温度における PI の力学的特性を明らかにすることを目的とする．このために熱間での引張試験を行った．また汎用プラスチックスである PP　(ポリプロピレン)と比較した．

2. 方　法

本研究では材料として PI ペレット (三井化学, Aurum)及び PP ペレット (紺屋商事，00729000)を使用した．それぞれの材料を 70 ºC で 7 時間以上絶乾をした．材料のペレットを 30 g 計量し金型へ投入し,その後ホットプレスを用いて加熱をした．加圧後冷却し成形した．試験片の大きさは 110 mm×110 mm の寸法であった.成形条件は圧力約 0.4 MPa とし, 設定温度は PP で 220 ºC，PI で温度 440 ºC とした．

加熱引張試験を行うためにまず試験片の切断，タブの取り付けを行った．タブ間距離は 40 mm である．加熱引張試験は万能試験機を用いた．試験片の周囲をヒータで覆い試験を行った．測定条件はテストスピード 10 mm/min，試験温度は室温，70 ºC，250 ºC とした．

3. 結　果

引張試験から得られた各雰囲気温度ごとの応力時間曲線を図 1 に示す．また PP，PI それぞれの応力時間曲線から得られた引張強度, 伸び率, 弾性率の平均値を表 1，表 2 に示す．なお弾性率の値は変位計より求めた．図 1 より温度上昇に伴い，強度が低下していくことが分かる．表 1 の結果から PP の試験片作製の際に約 20 MPa 程度の圧力をかけられること，伸び率が約 324 %あることから本来の長さから 4 倍近くまで伸ばすことができると示された．表 2 からガラス転移温度下で約 14 MPa 程度の圧力をかけられること, 伸び率が約 57 %あることから本来の長さから 1.6 倍近くまで伸ばすことができると示された．今回行った引張試験での温度変化による影響を考えると PP のほうが影響が大きいと言える．これらの結果から，室温においては PP に比べて PI の弾性率が約 1.2 倍であることから PI のほうが高強度であることが分かる．また 70 ºC においても PP に比べ PI の弾性率が約 2.9 倍を有していることから同様のことが言える. PI の雰囲気温度を 250 ºC まで上昇させ加工を行うことで, PP に近い強度での加工が可能となる．つまり加熱を行いながら加工することが望ましい．しかし伸び率の結果から 1.6 倍が限度である．

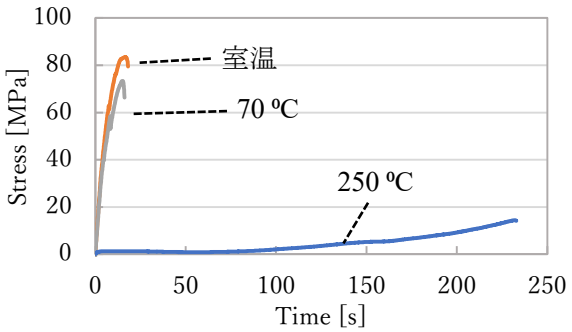


図 1　各雰囲気温度における PI の応力時間曲線

表 1　雰囲気温度変更時の PP 平均試験結果

温度 [ºC]	引張強度 [MPa]	伸び率 [%]	弾性率 [GPa]
室温	40.85	19.00	1.893
70	20.75	324.28	0.677

表 2　雰囲気温度変更時の PI 平均試験結果

温度 [ºC]	引張強度 [MPa]	伸び率 [%]	弾性率 [GPa]
室温	64.89	6.625	2.30
70	50.03	5.36	2.012
250	14.31	56.75	0.440

4. 結　言

PP，PI の高温雰囲気下の力学的特性が示された．この結果，雰囲気温度が上昇すると強度が低下した. 従って PI での熱間鍛造はより高温で行うことが望ましい．

文　献

[1]井上浩，“ポリイミドの現状と将来展望”，高分子，46，8 (1997),566.
[2]今井淑夫，“ポリイミドの合成の最近の進歩”，繊維学会誌，50，3 (1994),85.

情報工学科　2022年度　卒業研究　テーマ一覧

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
18501	天野 佑哉	Kerasを用いたカラー画像とグレー画像におけるキャラクターの判別について
18502	飯田 里緒	統計的手法を用いた音楽配信データの分析
18503	石川 裕貴	ズームカメラにおけるパラメタ補間
18504	石橋 剛	平面領域の抽出による障害物検出を用いた障害物回避ロボットの製作
18507	岩田 隆希	八王子駅の1,2番線ホーム行き階段における上りと下りの適切な割合
18508	岩本 怜	並列処理を用いた偏微分方程式の数値シミュレーションの高速化に関する検証
18510	遠藤 菜生	画像からの個人情報領域の検出手法の検討
18511	小倉 雅斗	Q学習とモンテカルロ法を用いた仮想通貨イーサリアム(ETH)の自動売買用AI
18512	小澤 瑞生	稼働時間と待ち時間を考慮した施設巡回経路問題
18513	片山 朝陽	走行音を利用した車両通過数の計測法
18514	香月 優太	マルチエージェントシミュレーションを用いた外来種問題の対策の検討
18515	小島 実	Q学習によるオセロエージェントに関する検討
18516	齋藤 悠乃	三角格子上の量子ウォークに対する解析
18517	佐藤 優樹	株価と外的要因の相関関係
18518	篠﨑 実記	通所介護施設巡回を対象としたビークルルーティング問題
18519	嶋津 瑛	汚損したQRコードの読み取りと修復
18520	庄司 瑞人	テクニカル指標を用いた投資戦略の研究
18522	菅原 颯羅	解析的手法を用いたコラッツ予想の分析
18523	平 颯	遺伝的アルゴリズムを用いた大富豪エージェントの最適化手法
18524	髙橋 祥吾	経済効用観点からの列車ダイア策定法の考案

情報工学科　2022年度　卒業研究　テーマ一覧

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
18525	詫間 翔	水切り運動における石の回転が及ぼす影響
18526	田桑 大輔	Q学習にもとづく迷路探索アルゴリズムに関する検討
18527	田代 征也	BCCWJを用いた文章の敬体から常体への変換システムの作成
18528	田中 大貴	足音の周波数特性を用いた個人の識別に関する研究
18529	田中 稀尋	画像内に含まれている個人情報の削除
18530	谷川 僚	ハンドトラッキングを用いた文字入力のVR空間上の能力の比較
18531	戸田 悠晴	バーテックスモデルにおける構造変形シミュレーション
18532	永井 淳也	バレーボールにおけるボールの接地および位置判定手法の検討
18533	中村 凌翔	距離と標高を考慮したEVの郵便配達経路問題に関する研究
18534	杤 一真	S^1上に拘束された粒子の運動に関する考察
18536	原藤 秀行	マッピングされた画像を歪みなく観測するための入力画像補正に関する検討
18538	福光 匠斗	経路案内に利用する端末の通信性能評価
18539	藤澤 勇希	キャラクターイラストの毛先表現における線画の補完
18543	宮越 凌雅	複数のステレオカメラを用いた距離計測とその統合
18546	大和 拓真	深層学習を用いた船舶と障害物の判別に関する研究
18549	依田 蒼大	モノクロ画像のカラー化

Keras を用いたカラー画像とグレー画像におけるキャラクターの判別について

Character discrimination in color and gray images using Keras

18501 天野 佑哉
指導教員 大島 真樹

1. 諸　言

先行研究[1]では、琴葉茜・葵姉妹(以下 Akane、Aoi)の判別がおこなわれたが、姉妹以外のキャラクターを個々にクラス分けして判別することや、キャラクター数を増やした場合の判別の可否は不明である。また、グレー画像の判別の可否についても不明である。

2. 目　的

キャラクター数を増加させた場合について、自動で判別ができるかどうかを検討する。

また、グレー画像で学習させた場合に、自動で判別できるかどうかを検討する。

3. 方　法

先行研究[1]で使われた Akane、Aoi に加え、結月ゆかり(以下 Yukari)、紲星あかり(以下 Akari)を追加して実験を行う。学習に使用する画像は、ほかん、MtU(敬称略)の画像を用いる。テストに使用する画像は公式サイト[2][3]で配布されているものを使用した。以下に実験の手順を示す。

① GitHub に公開されているアニメキャラ画像フィルタ[4]を用いて顔部分の抽出を行う。
② 抽出した画像を手動でクラス分けする。
③ クラス分けしたフォルダを使用して学習を行う。
④ 学習したデータにテスト用データを入力し、どのキャラクターに判別されたかの出力が行われた動画ファイルとデータを確認する。
⑤ 正解率を示す。

本研究では、Akane・Aoi・Yukari・Akari の 4 人のカラー画像を用いた判別及び Akane・Aoi の 2 人のグレー画像を用いた判別を行った。学習に使用した画像の一部を図 1、図 2 に示す。

図 1.学習に使用した画像 1(©MtU、©ほかん)

図 2.学習に使用した画像 2(©MtU、©ほかん)

4. 結　果

図 3 にカラー画像での判別結果を示す。

図 3.カラー画像での判別の結果

図 4 にグレー画像での判別結果を示す。

図 4.グレー画像での判別の結果

表 1 にカラー画像での正解率を、表 2 にグレー画像での正解率をそれぞれ示す。

表 1.カラー画像での正解率

名前	正解率
Akane	100%
Aoi	99%
Yukari	0%
Akari	100%

表 2.グレー画像での正解率

名前	正解率
Akane	25%
Aoi	26%

5. 結　言

表 1 より、正解率は Akane・Akari が 100%、Aoi が 99%、と高かったのに対し、Yukari だけは 0%と一度も正解することがなかった。これは、Yukari のみ学習に使用する画像が少なかったため、学習不足になっている可能性があると考えられる。また、イラストレータによる絵のタッチの違いが学習に影響していることも考えられる。

表 2 より、Akane の正解率は 25%、Aoi の正解率は 26%となった。今回実験を行った環境下では、グレー画像でのキャラクターの判別はできないことが分かった。キャラクターの判別は主に色で判断していることが考えられる。

文　献

[1]大那海人,”Keras を使ったキャラクター画像の自動判別”,サレジオ工業高等専門学校平成 30 年度卒業論文,2018
https://www.salesio-sp.ac.jp/papers/sotsuken/sotsuken2018.pdf
[2]株式会社 AHS,”琴葉茜・葵”
https://aivoice.jp/character/kotonoha/
[3] VOCALOMAKETS(株式会社バンピーファクトリー),”GUIDELINES-キャラクター使用ガイドライン”
https://vocalomakets.com/guidelines
[4]GitHub,”lbpcascade_animeface”
https://github.com/nagadomi/lbpcascade_animeface

統計的手法を用いた音楽配信データの分析

Analysis of Music Distribution Dataset using Statistical Methods

18502 飯田里緒
指導教員 佐藤 豊

1. はじめに

近年ではインターネットなどを介し、音楽をデジタルデータとして配信・販売する音楽配信サービスが盛んになっている。そして音楽にはロックやクラシカルなどたくさんのジャンルがある。そこで、音楽のジャンルがどのように分類されているのか興味を持った。

2. 研究目的

Spotify で配信されている曲をジャンル問わず集め、クラスタリングを行う。それぞれのグループが元々のジャンルとどの程度一致するのかを調べる。また、集めた曲のデータの観測変数を用いて、その曲がどの程度ヒットしているかを調べ、その結果からどのような曲がヒットするのか考察や予測を行う。

3. 研究方法

SpotifyAPI よりそれぞれのジャンルから曲の特徴のデータを取得し、データは標準化を行い、ヒートマップでそれぞれの相関を調べる。

全ジャンルのデータを結合し、主成分分析を行う。その後 k-means 法を用いてクラスタリングした結果を可視化し考察をする。

popularity(人気度)という観測変数を新たに曲の特徴のデータとして抽出し、この値を用いて 3 値の多項ロジスティック回帰を行う。3 値のクラス分類項目は popularity(=値を p とする)の平均 m と標準偏差 σ で以下のように求める。

・2：$m+\sigma<p$ (人気が高い)
・1：$m-\sigma<p<m+\sigma$ (ある程度人気がある)
・0：$m-\sigma>p$ (人気がない)

この分類したデータを教師データとして、popularity の値にそれぞれの変数がどのくらい影響を与えているのかを分析する。今回の研究ではモデル構築のデータを 70%、予測精度検証データを 30%に分割し、ロジスティック回帰モデルを構築する。

4. 研究結果

曲の特徴のデータの相関を調べた結果は、energy(エネルギッシュさ)、loudness(音圧)、valence(楽観的)に正の相関、loudness、acousticness(アコースティック感)、speechiness(言葉がどれくらい入っているか)に負の相関がみられるヒートマップが多かった。18 個のジャンルのうちアンビエントというジャンルのヒートマップを図 1 に示す。

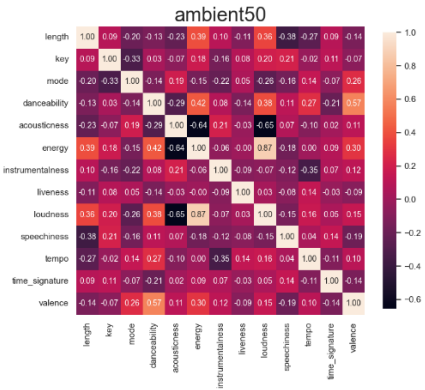


図 1 アンビエントのヒートマップ

全ジャンルのデータを主成分分析し、k-means 法でクラスタリングした結果を図 2 に示す。

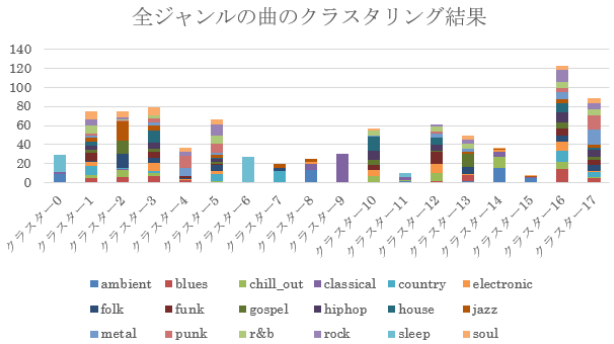


図 2 それぞれのクラスターの曲数の内訳

クラスター6 はスリープ、クラスター9 がクラシカルのみで分類されていることがわかる。

全ジャンルのデータをロジスティック回帰で分類した結果、説明変数が acousticness と energy のとき正解率が約 54%と一番高い結果となった。また、ジャンル毎に分類を行った結果、全ジャンルで分類した時よりも正解率が高いジャンルがいくつかみられた。

5. まとめ

Spotify が独自で付与している曲の特徴のデータはかなり正確に数値化されていることが分かった。本研究では各ジャンル 50 曲と少ない曲数だったためデータの偏りが少なく、クラスタリングで良い結果が得られなかった。そのため今後は曲数を増やして分析を行いたい。

参考文献

[1] 主成分分析
https://qiita.com/maskot1977/items/082557fcda78c4cdb41f
[2] Scikit-learn でロジスティック回帰
https://qiita.com/0NE_shoT_/items/b702ab482466df6e5569

ズームカメラにおけるパラメタ補間

Interpolation of Parameters of Zoom Cameras

18503 石川 裕貴
指導教員 宇都木 修一

※都合により原稿はありません。

平面領域の抽出による障害物検出を用いた障害物回避ロボットの製作

Obstacle Avoidance Robot with Obstacle Detection by Planar Region Extraction

18504 石橋 剛
指導教員 宇都木 修一

1. 序　論

近年、倉庫内の運搬ロボットやファミレスでの配膳ロボットなど、自律移動ロボットが普及してきている。ロボットが障害物を回避する際、カメラで障害物を撮影すると障害物そのものだけでなく、障害物の周りの状況も画像に映るため、障害物をどのように回避すればよいかという判断が行いやすい。

周りの状況を知ることにおいて、障害物を検出するのではなく、床を検出することでロボットが移動できる範囲を抽出し、移動経路を自動的に生成するロボットを製作することが、本研究の目的である。

2. 方　法

床領域の抽出には奥富らの方法を用いる[1]。そのためにはまず、カメラを 2 つ横に同じ向き、同じ高さで並べたステレオカメラを用いる。図 1 のようにカメラの焦点はそれぞれ異なるため、同じ平面同士では一定の射影変換に基づく変形が起きる。逆に、異なる平面同士では射影変換も異なるため、これらを用いて床領域を抽出する。

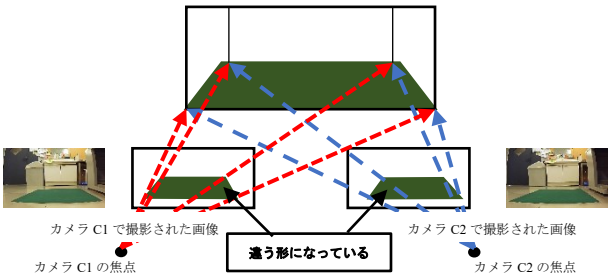


図 1　ステレオカメラの特徴

床領域の抽出の流れを図 2 を用いて説明する。

①ステレオカメラの内、それぞれのカメラから得た画像を基準画像と参照画像とし、それぞれの床領域内から対応する点の組を 4 組以上用意し、3 × 3の射影変換行列を作成する。

②作成した射影変換行列を用いて参照画像を射影変換する。

③射影変換行列の作成時に床領域内の点を用いたため、床領域は正しく射影され、変換後の参照画像と基準画像での床領域は画素値が同じになる。そこで、画素値の差が 0 の場所を床領域として判定する。

④現段階では模様のない障害物も床領域として判定されている可能性があるため、画像内の模様のない場所ごとにテクスチャレス領域としてラベル付けし、一部が床として判定されていないテクスチャレス領域については障害物として除外する。

また、床は傾きが変わっている場合があり、最初に作成した射影変換行列では正しく床領域を抽出できない可能性があるため、移動するたびに射影変換行列を作成しなおす。

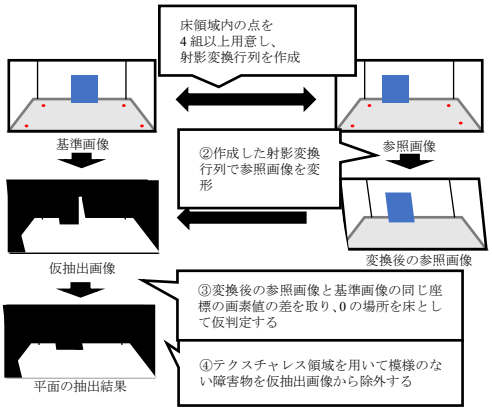


図 2　床領域の抽出の流れ

3. 結　果

床領域の抽出結果を図 3 に示す。本来の床領域より狭くはあるが、抽出された床領域はすべて実際の床である。

図 3　床領域の抽出結果

また、図 4 のように障害物を設置し、赤点にロボットを設置した結果、矢印のコースで障害物を回避した後、青い点の位置でロボットが停止した。

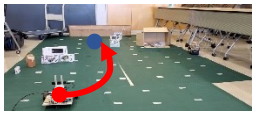


図 4　障害物の設置とロボットの移動ルート

しかし、床が無地であった場合や障害物と床の境目がはっきりと分かれていない場合などでは、床領域の抽出に失敗した。

4. 結　論

本研究の結果として、環境次第で正しく床領域を抽出し、障害物の回避行動を取ることができた。この手法に加えて、障害物までの距離や抽出した床領域の面積など、数値を計測することで、より精密な回避行動が期待できる。

文　献

[1] 奥富正敏, 中野勝之, 丸山純一, 他, “ステレオ動画像を用いた視覚誘導のための平坦部の連続推定, ” 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 4, pp.1061-1069, 2002.

八王子駅の 1,2 番線ホーム行き階段における上りと下りの適切な割合

Appropriate ratio of up and down stairs at Hachioji Station for platforms 1 and 2

18507 岩田 隆希
指導教員 大島 真樹

1. 研究背景

駅などの階段は上りの部分と下りの部分が区切られていることが多いが、その割合が本当に適切なものなのか興味が湧いた。

この区切る割合について調べたが、具体的な情報が見当たらなかったため、自分でシミュレーションすることで適切な上りと下りの割合を調べることができるのではないかと考えた。

2. 研究目的

八王子駅の改札を通ってすぐ正面にある 1，2 番線ホームにつながる階段において、通行者が上りと下りの割合が 1：1 の状態よりも減速せずに通行できる割合を実際の数値を用いて検証する。

3. 研究環境

本実験で使用する環境は以下の通りである。

・OS Windows10
・開発環境 Unity2022.03.29f1(C#)
・エディター VisualStudio2022

4. 実験方法

4.1 実験準備

・階段部分をイメージしたモデルと、人をイメージしたモデルを用意した。(図 1)

図 1. 実験環境のイメージ

・人の移動速度は、通路は 60m/分、階段は 27m/分として実験を行うことにする。

・実地調査の結果、階段の長さは約 12 メートル、横幅は約 4.4 メートル、60 分間に利用した人数は上りが約 600 人、下りが約 1620 人だった。(2022 年 11 月 14 日 18 時ごろ調査)

4.2 実験手順

歩行者のモデルを実地調査で得た人数の、1 倍、1.5 倍、2 倍に変更しながらシミュレーションを行う。下りは等間隔で 0.28 秒ごとに人のモデルを生成し、上りは 30 秒ごとにまとめて 40 人のモデルを生成する。計測時間は、電車 10 台分を想定した約 5 分で行う。詰まり具合は、人のモデルが衝突して停止している時間を合計して計測を行う。概要では、階段の比率を 1：1 の状態と、最も改善された 4：1 の状態での結果のみ記載する。

5. 実験結果

まず、階段の比率が 1：1 の状態での実験結果は以下の表の通りである。

表 1. 階段が 1:1 の時の結果

人数	詰まった時間(上り)(秒)	詰まった時間(下り)(秒)
1 倍	240.40	0.32
1.5 倍	522.64	0.72
2 倍	802.90	1.56

実験結果を踏まえて階段の比率を変更しながらシミュレーションを繰り返し、最も改善された結果である 4:1 の状態での実験結果が以下の表 2 である。

表 2. 階段が 4:1 の時の結果

人数	詰まった時間(上り)(秒)	詰まった時間(下り)(秒)
1 倍	54.94	0.84
1.5 倍	300.74	1.82
2 倍	583.50	2.28

6. 考察

・階段の詰まりを改善するためには、上り側を広くすることが重要だということが分かった。

・4:1 以上に下り側を狭くしてしまうと下り側の幅がほとんどなくなってしまうので、今回の実験では 4:1 が最適な割合という結果とする。

・また、利用人数は下りの方が多いのに上りの方が詰まりが大きい理由は、下りは等間隔で生成していることに対して、上りは一度に生成しているため、同時に階段を利用しようとする人数が多いことが原因ではないかと考える。

参考文献

[1]車線数の動的変更と経路計画の組み合わせによる渋滞緩和方式の提案・評価 - 張 作庭 https://irdb.nii.ac.jp/00931/0005115704 (2021/08/30)

[2]駅構内図（八王子駅） - JR 東日本 https://www.jreast.co.jp/estation/stations/1227.html (2022/04/25 時点)

[3]大地震を想定した避難シミュレーション報告 -国土交通省 https://www.mlit.go.jp/common/001024824.pdf (2022/05/23 時点)

[4]Rigitbody -Unity マニュアル https://docs.unity3d.com/ja/2021.2/Manual/class-Rigidbody.html (2022/12/12 時点)

[5]Unity の教科書 -北村 愛実著、小川 淳発行 (2021/06/28)

並列処理を用いた偏微分方程式の数値シミュレーションの高速化に関する検証

Verification about acceleration of numerical computations of partial differential equations using parallel processing

18508 岩本 怜
指導教員 須志田 隆道

1. 緒　言

さまざまな物理現象を理解するために、実験観察から得られた知見に基づく数理モデルが構築され、計算機を使用した数値シミュレーションによる研究が展開されている。本研究で対象とする偏微分方程式の数値シミュレーションを行うためには時間と空間を離散化する必要がある。そのため、高精度な解を得るためには、大規模な計算コストがかかるという問題が生じる。ゆえに、計算資源を効率よく使用して計算時間を短縮する方法が望まれる。

本研究では、偏微分方程式の数値シミュレーションをマルチコア CPU および GPU による並列計算プログラムを作成し、数値計算スキーム毎にどの程度高速化が図れるかを調査する。

2. 方　法

Belousov-Zhabotinsky 反応（以下, BZ 反応）の数値シミュレーションを行う。BZ 反応とは、臭素酸やマロン酸などの複数の溶液が周期的な変化を起こす化学反応のことである。活性因子をu、抑制因子をvとすれば、BZ 反応を表す反応拡散方程式は以下のように与えられる[1]。

$$\begin{cases} \dfrac{du}{dt} = \dfrac{1}{\varepsilon}\left\{u(1-u) - fv\dfrac{u-q}{u+q}\right\} + D_u\nabla^2 u \\ \dfrac{dv}{dt} = u - v + D_v\nabla^2 v \end{cases} \quad (1)$$

式(1)に対して、陽解法と交互方向陰解法（ADI）法と呼ばれる 2 つの数値計算スキームを考える。

3. 結　果

はじめに、BZ 反応の数値シミュレーション結果のスナップショットを図 1 に示す。境界条件を周期境界条件とし、x方向およびy方向の空間刻み幅を$1/1024$、時間刻み幅を10^{-4}とする。

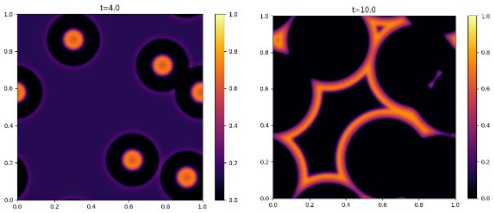


図 1　BZ 反応の数値計算結果例

次に、最適化オプションを有効化し、マルチコア CPU（i9-12900KF）のシングルスレッドおよびフルスレッドと GPGPU（GeForce RTX 3080 Ti）を用いた場合に[2]を参考にして、陽解法の数値実験結果を図 2 および図 3 に示す。

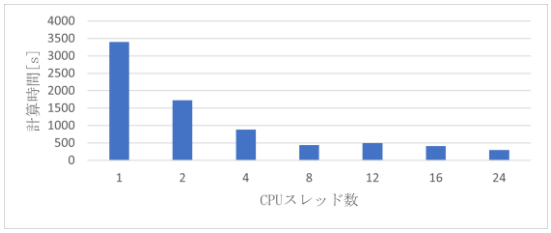


図 2　陽解法−CPU スレッド数ごとの計算時間

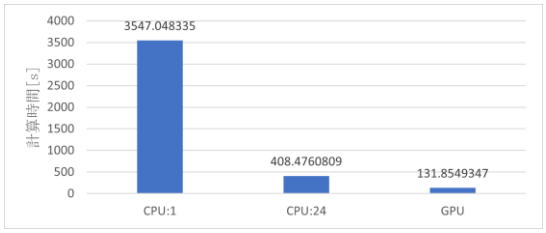


図 3　陽解法−CPU と GPU の計算時間の比較

最後に、ADI 法を用いた場合の結果を図 4 と図 5 に示す。時間刻み幅を10^{-2}とする。

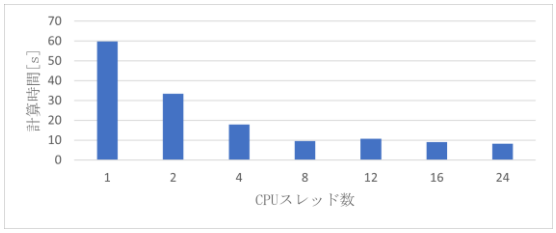


図 4　ADI 法−CPU スレッド数ごとの計算時間

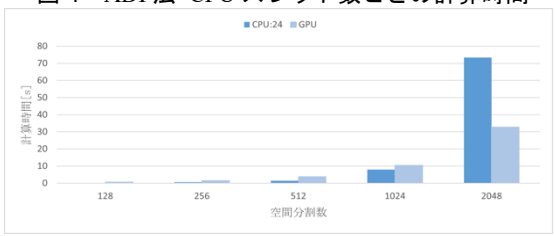


図 5　ADI 法−CPU と GPU の分割数ごとの計算時間

4. 結　言

本研究では BZ 反応の数値シミュレーションをマルチコア CPU および GPU を用いて行うための並列処理プログラムを作成した。数値実験を試みたところ、陽解法では GPU が CPU フルスレッドの計算よりも約 3 倍速く、ADI 法では分割数が増加すると GPU の方が速いという結果を得た。ADI 法の逐次計算部分にあるため、今後は並列化可能な連立一次方程式の求解アルゴリズムを実装し、更なる高速化を図りたい。

文　献

[1] 二宮広和, “侵入・伝播と拡散拡散方程式（シリーズ・現象を解明する数学）”, 共立出版(2017)
[2] 片桐孝洋, “並列プログラミング入門”, 東京大学出版会(2015)

画像からの個人情報領域の検出手法の検討

A Study on extracting the region of personal information in an image

18510 遠藤 菜生
指導教員 川村 春美

※都合により原稿はありません。

Q 学習とモンテカルロ法を用いた仮想通貨イーサリアム(ETH)の自動売買用 AI

Development of AI for automated trading of the virtual currency Ethereum (ETH) using Q learning and Monte Carlo method

18511 小倉 雅斗
指導教員 大島 真樹

1. 背景

仮想通貨の取引所は 24 時間 365 日取引可能[1]であるため、人間が利益を出すには取引所で仮想通貨の情報を見続ける必要がある。そのため、自動で取引を行う AI を開発すれば人間が取引所の情報を見続けることなく、取引を行うことができる。自動で取引を行う AI を作成するために、2 種類の学習法で学習を行う AI を作成する。その後、学習法及びデータによる結果の違いは存在するのか、どちらの学習法が自動売買に適しているのかを調査する。

2. 方法

本研究では ETH のレートデータを 2 種類用意した。

1. 作成した未学習の AI に 1s ごとに取得した ETH のレートデータを 1800s 分与えて学習を行い、Q テーブルを作成させる。
2. 学習済みの AI に学習データとは異なる 1s ごとに取得した ETH のレートデータ 1800s 分を与える。
3. α,γ,ε の値をそれぞれ 0.1,0.3,0,5,0.7,0,9 と変化させ、すべての組み合わせで手順 1,3 を行う。
4. 手順 1~3 までを 2 種類のデータ分行う
5. Q 学習で手順 1~4 までを終えた場合、モンテカルロ法で手順 1~4 までを行う。

3. 結果

表 1. Q 学習を採用した学習中の AI が選択した最大 Q 値と行動

ステップ7で選択された行動	market_6.65
ステップ7で選択された行動のQ値	1.007713714925160
ステップ7で選択された行動の更新後Q値	0.81693504683149
ステップ9で選択された行動	market_10.85
ステップ9で選択された行動のQ値	0.994923825477278
ステップ9で選択された行動の初期Q値	0.994923825477278

表 2. モンテカルロ法を採用した学習中の AI が選択した最大 Q 値と行動

ステップ1で選択された行動	stop_0.55_30
ステップ1で選択された行動のQ値	0.999991442377383
ステップ1で選択された行動の更新後Q値	0.899992298139645
ステップ8で選択された行動	limit_8.90_110
ステップ8で選択された行動のQ値	0.999913461733274
ステップ8で選択された行動の初期Q値	0.999913461733274

表 3. Q 学習を採用した AI が出した最大利益と別データでの投資金額 100 万円当たりの損益及び各変数の組み合わせ

使用データ	ε	α	γ	最大利益(円)	別データでの損益(円)
月曜日	0.7	0.1	0.1	6,015	453
土曜日	0.7	0.1	0.5	9,423	-506

表 4. モンテカルロ法を採用した AI が出した最大利益と別データでの投資金額 100 万円当たりの損益及び各変数の組み合わせ

使用データ	ε	α	γ	最大利益(円)	別データでの損益(円)
月曜日	0.1	0.3	0.9	6,408	7,904
土曜日	0.1	0.7	0.9	8,459	1,795

表 5. 全変数の組み合わせ数に対する 2 種類のデータ両方で利益を出した変数の組み合わせ数の学習法ごとの割合

Q学習	モンテカルロ法
4.8%	24.8%

4. 結論

表 1、2 より、Q 学習とモンテカルロ法を採用した AI はどちらも各ステップで Q 値が最も高い行動を選択し、Q 値が更新されているため、学習を行えていると考える。

表 3、4 より、学習法が異なる場合は、最大利益を出した変数の値が全て変化し、別データでの損益額の大きさも異なる。また、データが異なる場合は、得られる利益額が増減し、増減の幅も異なる。加えて、データが異なる場合に損失を出す場合も存在する。これらのことから、学習法およびデータによって得られる利益及び最大利益を出す変数の組み合わせは変わるため、学習法及びデータによって結果は変化すると考える。

表 3、4 より、Q 学習よりもモンテカルロ法の方が別データでの利益額が大きい。加えて、表 5 より、Q 学習よりもモンテカルロ法のほうが異なる 2 種類のデータ両方で利益を出している割合が多いため、モンテカルロ法を採用した AI の方が自動売買で利益を出し続ける変数の組み合わせを見つけられる可能性が高いと考える。これらのことから、ETH の自動売買にはモンテカルロ法の方が適していると考える。

現状では常に利益を出し続けることは保証されていないため 24 時間 365 日取引を AI に行わせて利益を出し続けることは難しい。

文献

[1] Coincheck Column 編集部、大塚 雄介、“仮想通貨は土日に取引できる？入金は反映される？ | Coincheck”、https://coincheck.com/ja/article/333、(2021)

稼働時間と待ち時間を考慮した施設巡回経路問題

A Scheduling Problem for Amusement Park Attractions

18512 小澤 瑞生
指導教員 島川 陽一

1. はじめに

遊園地の人気のアトラクションは待ち時間が長く、待機列で待ち続けるのでは、満足度が低下する要因となってしまう。来園した時に、利用することが出来るアトラクション数を増やすことが出来れば、来園者の満足度を高めることが出来る。そこで、本研究では東京ディズニーランドを研究対象としてより多くのアトラクションをまわることが出来るよう、移動時間と待ち時間の短いアトラクションの巡回経路を最適化問題として検討する。Greedy 法に焼きなまし法を応用した求解法を応用し巡回路を作成し、評価する。

2. 研究方法

図 1 に本研究で使用するアトラクションの位置と番号を示す。0 は入場ゲート、他はアトラクションである。

図1. アトラクションの位置と番号[2]

探索手法は、Greedy 法にて初期解を求め、焼きなまし法を応用した 2-opt 法を用いて初期解を改善して、入場ゲートを開始地点とする巡回経路を求める方法をとる。

経路コストは、午前 0 時を起点とする経過時間とし、単位は分で表す。経路コストC_{i+1}は、アトラクション間移動時間M_{i+1}、アトラクション待ち時間W_{i+1}、アトラクション利用時間R_{i+1}、経過時間の経路コストC_iの和である。アトラクションを$i\ (i = 1,2,3\ldots n)$とする。これは式(1)で与えられる。各アトラクションの利用可能開始時間を$V_{i\ s}$、利用可能終了時間を$V_{i\ e}$とする。経路コストの制約条件は式(2)、各アトラクションの制約条件は式(3)で表される。

$$C_n = \sum_{i=1}^{n}(M_{i+1} + W_{i+1} + R_{i+1} + C_i) \quad (1)$$

$$540 \leq C_n \leq 1260 \quad (2)$$

$$V_{i\ s} \leq C_i \leq V_{i\ e} \quad (3)$$

3. 結果

Greedy 法にて求めた初期解を表 1 に、焼きなまし法による改善した解を表 2 に示す。巡回するアトラクション数は 21 である。

表1. Greedy 法にて求めた初期解

順路
0, 33, 25, 14, 31, 18, 8, 9, 13, 7, 36, 15, 2, 4, 24, 38, 35, 11, 12, 23, 37, 20, 0

表2. 焼きなまし法にて求めた順路

順路
0, 33, 14, 24, 31, 25, 18, 7, 13, 36, 37, 35, 38, 15, 20, 9, 23, 4, 8, 11, 12, 2, 0

Greedy 法にて求めた初期解の経路コストは 1248.9 であるのに対して、焼きなまし法にて求めたコストは 1191.55 となった。21 個のアトラクションを巡回終了する時刻は 19 時 51 分で約 5%短くなった。

4. まとめ

本研究では遊園地の巡回の順路を Greedy 法と 2-opt 法に焼きなまし法を応用する解法を検討した。初期解に対して 5%の改善を行えることが分かった。

今回の研究は既存研究[1]の追実験におわってしまった。食事や土産屋、パレードなどの考慮をどのようなモデルに反映させるかは今後の課題である。

文 献

[1] 稲川拓海, “利用者の満足度・施設での待ち時間を考慮した施設巡回順序の最適化”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2018)
[2]東京ディズニーランドオフィシャルサイト マップ https://www.tokyodisneyresort.jp/tds/map.html

走行音を利用した車両通過数の計測法

Counting the Number of Passing Vehicles by Running Sound

18513 片山 朝陽
指導教員 宮田 統馬

1. はじめに

全国の道路の建設計画，維持修繕等のために交通量調査が行われている．近年，画像認識や赤外線を用いた計測装置等を用いる手法が導入されつつあるが，夜間等の視界不明瞭な際に精度が大きく低下するという課題がある．そこで，車両が走行するときに発する音を用いて車両通過数の計測を行うことで，従来法より視界の有無に左右されず計測できると考えられる．先行研究[1]では，車種の差によらず，車両走行音の特徴として 1kHz 付近にピークが出ることが示されている．本論文ではこの情報を利用した計測方法を提案し，最後にその有効性を確認する．

2. 提案する計測法

前処理として，1kHz 付近に注目するために，ステレオで録音された音源を必要な周波数帯までダウンサンプリングを行う．また，1kHz 付近よりさらに低い周波数帯には風等によるノイズが存在し，車両走行音の特徴を抽出する際に悪影響を及ぼす．そこで，ノイズ除去のためにハイパスフィルタを用いて低周波成分の除去を行う．続いて，音源を車両の接近していない無音区間で分割し，30 秒程度の音源にする．

本処理として，分割した音源を切り出し，離散フーリエ変換を行い，1kHz 周辺の振幅スペクトルを抽出する．抽出した振幅スペクトルを切り出した区間ごとに時系列順に並べ，移動平均処理を行い包絡線とする．次に，車両がマイクの前を通過したことを判定するために，振幅スペクトルを[0,1]区間で正規化する．この様子を図 1A に示す．次にピークの検出を行うが，図 1A のように計測に不要なピークも複数現れる．この不要なピークを除去し，ピークの集計を行うことで，車両通過数の集計をする．そこで，不要なピークを取り除くために，最低音量とピーク間の最低間隔を指定する 2 つの閾値を設定する．まず，l 以下となる振幅のピークをすべて除去する．さらに，続いて最も高いピークを残し，その前後 n 点のピークを除去する．さらに，残ったピークに対し，その中で最も高いピークから同様の処理を行い，不要なピークの除去を繰り返し行う．ただし，閾値 n は，速度と車間距離により決定する．この処理を行った結果である図 1B より，図 1A と比較して不要なピークが除去されたとわかる．最後に車両の走行方向（左右）判定のため，抽出されたピーク数の少ないチャンネルを基準に，もう一方のチャンネルから時間差の小さいピークとペアをつくる．各ペアを比較し，先にピークが検出されたチャンネルの方向から車両が進入したと判定し，方向別通過台数の集計を行う．

3. 実験結果

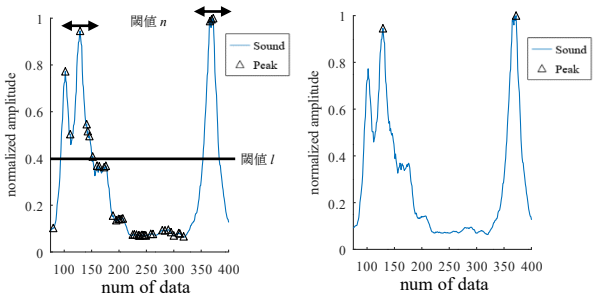
使用する車両走行音のステレオ音源はサンプリング周波数 44.1kHz で録音し，1/6 のダウンサンプリングを行ったものとした．ハイパスフィルタの仕様は阻止域 0~400 Hz，通過域 550~3675Hz，フィルタ次数 162 とし，離散フーリエ変換の点数は 500 点，移動平均フィルタは 10 次とし，閾値 l, n はそれぞれ 0.4, 28 と設定した．提案する計測方法及び，人間が目視で計測した方向別の車両通過数を，表 1 に示す．この結果から，計測誤差はそれぞれの方向で 5 台以内となり，相対誤差が 10%以内であることから概ね正確に計測できたことが確認できる．

4. まとめ

本論文では，車両走行音を用いた車両通過数の計測方法を提案した．車両通過時に表れる 1kHz 周辺の振幅スペクトルのピークを正確に抽出することで，方向別の車両通過数を精度よく計測できることを示した．

文　献

[1] 米村美紀，李考珍，坂本慎一，"全国 20 か所の一般道路における自動車走行騒音の音響パワーレベル及び周波数特性の測定データ"，日本音響学会誌，vol.75, no.4，pp.181-187，Apr.，2019



A. 閾値処理前　　B. 閾値処理後

図 1. ピーク抽出時の閾値の処理

表 1. 車両通過数の集計結果（録音時間 31 分 10 秒）

	車両の通過方向	
	右から左	左から右
計測結果(提案法)　（台）	66	72
目視での集計数　（台）	71	75
絶対誤差　（台）	-5	-3
相対誤差	-7.04%	-4.00%

マルチエージェントシミュレーション を用いた外来種問題の対策の検討

Verification of measures for invasive alien species using a multi-agent simulation

18514 香月 優太
指導教員 須志田 隆道

1. 緒　言

現在、日本には様々な外来種が存在しており、周辺の生態系を破壊してしまう特定外来生物による被害が問題となっている。アメリカザリガニは、1927 年にアメリカから輸入され、現在では日本中の池や川などに生息している[1]。アメリカザリガニは植物や生物の生態系や池や川の環境を破壊するため、在来種の保存を考えると許容できない生物である。

外来種を直接人の手で捉えることではなく、池や川の環境を変えるような外的な要因を与えることで自然に淘汰されるシステム開発ができれば人的なコストを下げることができるものと考える。本研究では、マルチエージェントシミュレーションとして池と同じ環境を再現し、アメリカザリガニの繁殖を抑制し、在来種との共存を目的とした対応策を模索する。対応策の 1 つとして、水草を用いることを考える。水草は池の生物の住処、産卵場、汚染の浄化といった様々な機能を兼ね備えているが、その能力は水草によって異なることが知られている。本シミュレーションでは、水草が持つ効果として産卵場所および汚染の浄化について調べる。

2. 方　法

本シミュレーションでは、アメリカザリガニ、魚、水草の 3 つのエージェントと、池の汚染度を導入したものを考える。4 つの対象をまとめた関係性を図 1 に示す。

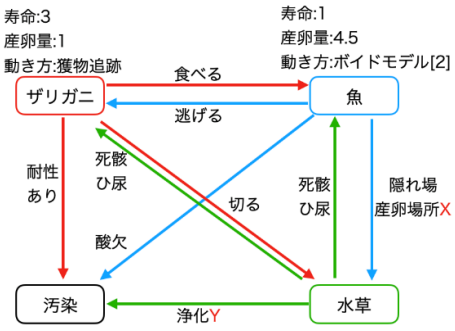


図 1. 4 要素の関係図

3. 結　果

図 1 の関係図をもとにしたエージェントシミュレーションのスナップショットを図 2 に示す。図 2 は C++のライブラリ Siv3D で描画したものである。エージェントの動きと各要素の個体数および増減を表すグラフを可視化している。

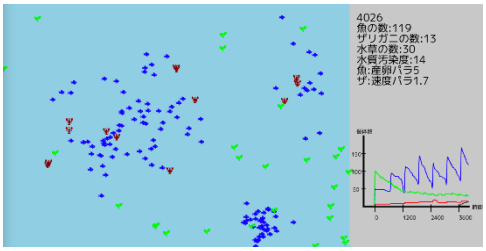


図 2　シミュレーションのスナップショット

次に、図 1 内に赤字で示したパラメータ X と Y の依存性を調べる。X と Y をそれぞれ 0 から 1 まで 0. 1 刻みとする。また、各対(X, Y)に対してシミュレーションを 100 回実行して最後の魚が亡くなるまでの時間(ターン数)の平均値と標準偏差を計算する。図 3 にパラメータの相図を示す。赤色のエリアは生存しているターンが長く、緑色のエリアは短い。

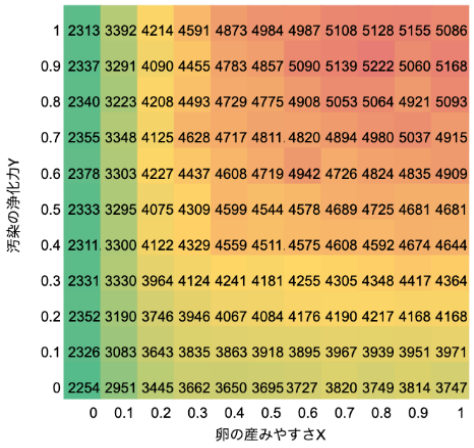


図 3　実行結果の平均値

4. 結　言

図 3 のパラメータの依存性の調査結果から、水草への卵の産みやすさと汚染の浄化力の両方が強くはたらくことで、魚の生存時間は長くなる。特に、浄化力よりは卵の産みやすさが重要であった。

5. 今後の予定

本シミュレーションでは卵の産みやすくなることで魚を生存させることができたが、アメリカザリガニ事態を抑制するまでには至っていない。今後はアメリカザリガニを捕食する第三の生物の導入などの新たな対策を模索したい。

文　献

[1] 中田和義. (2020). 水田水域に定着した外来種アメリカザリガニの生態と有効な駆除手法, 95(4), 285-290.
[2] 成瀬継太郎. (2013). 群れ形成の動力学, 計測と制御, 52(3), 234-239.

Q 学習によるオセロエージェントに関する検討

A study on a Q-learning based othello player

18515 小島 実
指導教員 内田 健

1. はじめに

囲碁 AI として有名な AlphaZero[1]をはじめとする人工知能は、人間の脳や知能を模倣しようとしている。本研究では、強化学習の一手法である Q 学習[2]をオセロなどの二人零和有限確定完全情報ゲームに応用し、その学習効果を調べることを目的とする。

2. Q 学習によるオセロエージェント

強化学習の一手法である Q 学習は、時点tでの状態s_tで最適な行動a_tをとるよう学習するために、行動の価値$Q(s_t, a_t)$を

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow (1-\alpha)Q(s_t, a_t) + \alpha(r_{t+1} + \gamma max_{a_{t+1}} Q(s_{t+1}, a_{t+1}))$$

で繰り返し更新する。ここで、αを学習率、γを割引率とよぶ。また、r_{t+1}は状態s_{t+1}に遷移するときに得る報酬である。

Q 学習をオセロに適用する場合、状態s_tは時点tでのオセロ盤面、行動a_tは時点tでの自分と相手の合法手の組(d_t, d'_t)である。状態の遷移先s_{t+1}は、盤面s_tから手d_tによって盤面s'_tに遷移したあと、盤面s'_tから手d'_tによって遷移する 2 手先の盤面である。また、報酬r_{t+1}は表 1 を用いて

$$c_1 A(s_{t+1}) + c_2 B(s_{t+1}) + c_3 C(s'_t, s_{t+1}) + 100c_4$$

で与える。ここで、c_4は盤面s_{t+1}で勝利した時に 1（その他は 0）となり、勝利報酬 100 を与える。c_1～c_3は、各尺度の重み付けのための係数で、本研究ではそれぞれ 1、10、5 とする。

Q 学習の流れを図 2 に示す。学習中の行動選択にはϵ-greedy を用い、通常は Q 値の高い行動を選択するが、ϵの確率でランダムに行動する。

表 1 各尺度の内容

変数	内容
$A(s_{t+1})$	自分と相手の盤面評価テーブル（図 1）値の総和の差
$B(s_{t+1})$	s_{t+1}での、自分と相手の確定石数の差
$C(s'_t, s_{t+1})$	s_{t+1}での、自分と相手の合法手数の差

30	-12	0	-1	-1	0	-12	30
-12	-15	-3	-3	-3	-3	-15	-12
0	-3	0	-1	-1	0	-3	0
-1	-3	-1	-1	-1	-1	-3	-1
-1	-3	-1	-1	-1	-1	-3	-1
0	-3	0	-1	-1	0	-3	0
-12	-15	-3	-3	-3	-3	-15	-12
30	-12	0	-1	-1	0	-12	30

図 1 盤面評価テーブル

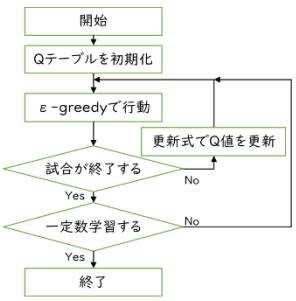


図 2 Q 学習の流れ

3. 数値実験

3.1 エージェントの学習

学習条件の違いが Q テーブルの更新に与える影響を調べる。

表 2 の 4 通りの条件において、α=0.2、γ=0.7、ϵ=0.1 としてエージェントを学習させる。学習後の Q テーブルの状況を表 3 に示す。結果より、学習回数あたり 26 程度の新たな盤面に出会い、230 程度の新たな行動の選択がわかる。

表 2 学習条件

学習条件	学習相手	学習回数[回]
A	ランダム	10000
B	ランダム	100000
C	1 手読み	10000
D	1 手読み	100000

表 3 学習後の Q テーブル

学習条件	状態数	Q 値の総数
A	269129	2323344
B	2622399	22951717
C	262451	2291387
D	2564670	22631089

3.2 対戦の結果

学習成果を調べるために、3.1 節の 4 つの学習済みエージェントをランダムエージェントと 1 手読みエージェントと対戦させる。対戦では、学習済みエージェントは Q 値の高い手を確率的に選択する。対戦結果を表 4 に示す。

結果より、先攻より後攻の方が勝率が高いものの、学習条件によらず低い勝率となっている。

表 4 対戦結果

学習条件	対戦相手	先手勝率	後手勝率
A	ランダム	44.83%	49.64%
	1 手読み	29.19%	34.16%
B	ランダム	45.68%	49.65%
	1 手読み	30.07%	32.88%
C	ランダム	45.80%	50.64%
	1 手読み	29.91%	31.88%
D	ランダム	45.02%	50.09%
	1 手読み	29.64%	33.00%

4. まとめ

数値実験では、学習条件によらず勝率の低さが確認された。この原因としては、最大3^{64}通りあるオセロの実現可能盤面数のごく一部しか学習できていないことや、試合開始 5 手以降は学習していない盤面に遭遇していることなどがあげられる。

文 献

[1] 大槻知史, “最強囲碁 AI アルファ碁 解体新書 増補改訂版 アルファ碁ゼロ対応 深層学習、モンテカルロ木探索、強化学習から見たその仕組み”, 翔泳社, 2018
[2] 布留川栄一, “AlphaZero 深層学習・強化学習・探索人工知能プログラミング実践入門”, pp.120-173, ボーンデジタル, 2019

三角格子上の量子ウォークに対する解析

Analysis for quantum walk on a triangle

18516 齋藤 悠乃
指導教員 真島 裕樹

1. はじめに

量子ウォークは，古典的なランダムウォークの量子版として，あるいは量子動力学シミュレーターや量子情報科学への応用を目的に 1990 年代に研究が開始された．

本研究の目的は量子ウォークの基本的な性質を理解することである．そのために，非自明で最も簡単なモデルの一つとして三角格子上の量子ウォークを定義し，時間発展を表すユニタリ変換や初期状態の違いが量子ウォーカーの振る舞いに与える影響を，確率流の計算をもとに調べる．

2. 三角格子上の量子ウォーク

二つの内部自由度を有する粒子が三角格子上$(x=-1,1,+1)$を運動する離散時間量子ウォークを考える．この粒子の時刻t，位置xにおける量子状態（確率振幅）は，α，βを複素数として$|\psi_t(x)\rangle = \begin{pmatrix}\alpha_t(x) & \beta_t(x)\end{pmatrix}^{\mathrm{T}}$で定義される．物理的には$|\psi_t(x)\rangle$は電子のスピン状態を表し，その場合は$\alpha$がアップスピン成分，$\beta$がダウンスピン成分となる．この量子状態の時間発展は，複素成分a，b，c，dを持つユニタリ行列U

$$U=P+Q,\ P=\begin{pmatrix}a & b\\ 0 & 0\end{pmatrix},\ Q=\begin{pmatrix}0 & 0\\ c & d\end{pmatrix} \qquad (1)$$

により，

$$|\psi_{t+1}(x)\rangle = P|\psi_t(x+1)\rangle + Q|\psi_t(x-1)\rangle \qquad (2)$$

のように表現される．時刻tにおいて位置xで量子ウォーカーが観測される確率$p_t(x)$は

$$p_t(x) = \||\psi_t(x)\rangle\|^2 = |\alpha_t(x)|^2 + |\beta_t(x)|^2 \qquad (3)$$

となる．初期条件は$\sum_{x=-1}^{1}\||\psi_0(x)\rangle\|^2=1$を満たすように決められる[1]．量子状態はユニタリ変換により時間発展するため，確率の保存が常に成り立つ．

三角格子上の量子ウォークの振る舞いを確率の評価で理解することは難しい．したがって本研究では，確率$p_t(x)$ではなく，確率流

$$J_t=\sum_{x=-1}^{+1}[|\beta_t(x)|^2-|\alpha_t(x)|^2] \qquad (4)$$

についての評価を行う．

3. 結果と考察

初期状態を$|\psi_0(0)\rangle=(1\quad 0)^{\mathrm{T}}$とする．ユニタリ変換については，各成分を$a=1/\sqrt{2}$，$b=1/\sqrt{2}$，$c=1/\sqrt{2}$，$d=-1/\sqrt{2}$としたものを$U_1=P_1+Q_1$，$a=\sqrt{3}/2$，$b=1/\sqrt{2}$，$c=1/\sqrt{2}$，$d=-\sqrt{3}/2$としたものを$U_2=P_2+Q_2$とする．

はじめに最も基本的な設定として，空間依存性がなく，常にU_1で時間発展するモデルを考える（モデル A）．

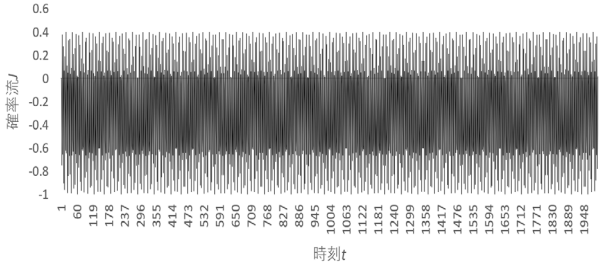


図 1 モデル A の確率流

この場合の確率流J_tの時間変化を表した図 1 より，量子ウォークでは振幅の周期が非常に短いことがわかる．一般に古典的なランダムウォークは時間の平方根$\sqrt{t}$で拡がるのに対し，量子ウォークは時間tに比例して移動することの反映と考えられる．確率流の時間平均は-0.3程度であり，全体として負の向きに流れが生じている．初期状態が$|\psi_0(0)\rangle=(0\quad 1)^{\mathrm{T}}$の場合には確率流の平均が$+0.3$程度となることから，この偏りは初期状態に依存していることがわかる．これは量子ウォークが一般に初期状態依存性が強い事実と合致している．

続いて時間発展に時間・空間（場所）依存性がある場合を考えよう（モデル B）．時刻tが偶数になるとき，原点にいる量子ウォーカーに作用するユニタリ変換のみU_2とする．この場合の確率流J_tの時間変化が図 2 である．

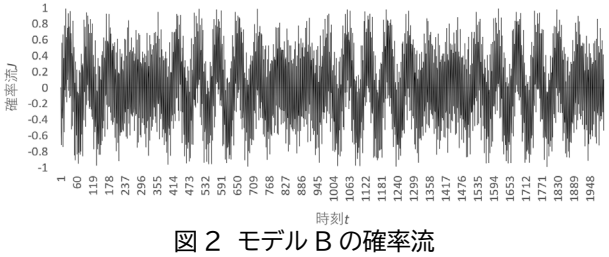


図 2 モデル B の確率流

振幅の周期は 500 ステップ程度である．1 周期内では 200 から 400 ステップの間に変調が生じている．時間依存性は周期の増長や確率流の偏り抑制を促す傾向にあるが，空間依存性が加わることにより，それらが助長されている可能性がある．特にモデル B では，確率流の平均値がほぼゼロとなり，流れの向きの正負が周期的に繰り返されることが見て取れる．これは，時間依存，空間依存という 2 つの振動の重ね合わせにより，うなりが誘起された結果と推測される．

文 献

[1] 町田拓也，“図でわかる量子ウォーク入門”，森北出版 (2015)

株価と外的要因の相関関係

Correlation between stock price and external factors

18517 佐藤 優樹
指導教員 亀山 統胤

1. 背　景

2016 年度東証マネ部が行った株式投資に関する調査データで，個人投資家が株式投資で「利益を出せている」と回答した割合は全体の 46%であり，残りの 54%は「利益がゼロ」または「損している」と回答している.利益が出ない大きな原因として株価は社会情勢の影響を受けて不規則に変動するからと考えられる.そこで，仮に株価と「ある事象」の間に相関関係があるとすれば，株を投資する際に「事象」を観察することで株価の変動の推測ができるのではないかと考えた.

2. 方　法

株価と天気（気温,雲の量）の 2011-2021 の 10 年分のデータを活用して研究を行う．気象データは気象庁[1]から，株価データは investing.com [2]からそれぞれ csv ファイルを取得する.取得したデータを元に「雲量と株価の変化率の関係性」，「四季ごとの最高/最低気温と株価の相関関係」を統計的に調査する.相関関係を知るためには相関係数 r を求める必要があるが，以下の式 1 を用いる.

$$r = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}} \quad \cdots \quad (式\ 1)$$

しかしながら，10 年分のデータをそのまま相関関数に通してしまうと特徴が掴みにくいため，各年の四季ごとに相関を算出し,同じ四季の相関の平均を算出して株価の動きの特徴を捉える.最後に気温と雲量データを重回帰分析にデータを渡し,2020/2021 年度の株価を予測する.

3. 結　果

今回使用した株価データは,アイスクリーム(以下，単にアイスと記す)を販売している日本企業 5 社である.過去 10 年分(2011-2021)の変化率(ROC)と雲量の関係性の調査(実験 1)と四季ごとの最高/最低気温と終値の相関関係の調査(実験 2)を行った．雲量が 50%未満の時と雲量 50%以上の時の ROC の平均をまとめたグラフを図 1,10 年間の四季ごとの相関係数をまとめたものを表 1 として以下に示す.

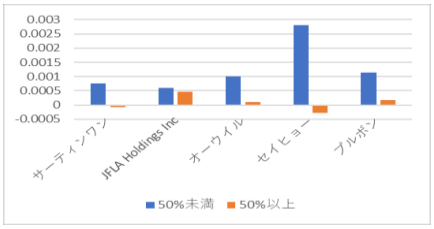


図 1　雲量に対する株価の平均変化量

表 1　最高/最低気温の変化と終値の変化の相関

	冬	春	夏	秋
サーティンワン	0.263	0.599	-0.423	-0.510
JFLA Holdings Inc	-0.015	-0.284	0.288	0.421
オーウイル	-0.021	-0.442	0.192	-0.358
セイヒョー	-0.067	0.381	0.082	-0.247
ブルボン	-0.016	-0.049	0.146	0.314

	冬	春	夏	秋
サーティンワン	0.353	0.686	-0.562	-0.555
JFLA Holdings Inc	-0.002	-0.275	0.327	0.489
オーウイル	-0.060	-0.444	0.215	-0.391
セイヒョー	-0.125	0.459	0.053	-0.260
ブルボン	-0.061	-0.047	0.187	0.350

(実験 1)の結果から，雲量が少ないほど平均的に株価の ROC が高いことがわかった.

また，(実験 2)の結果から，アイスのみの商品を扱うサーティンワンでは最高/最低気温の両者で 1 年通して高い相関がある結果が得られたが，他 4 社はアイス以外の商品を扱っている関係か部分的に高い相関が出ているものの気温と関係があるとはいえない結果となった.

これらの結果を踏まえ気温と最も高い相関関係があったサーティンワンの株価を用いて予測を行った．気温データは比較的高い相関が得られた最低気温を移動平均 SMA(5/10/15 日)の 3 つを活用し説明変数を[SMA5,SMA10,SMA15]の予測結果を図 2,説明変数を[SMA5,SMA10,SMA15+雲量]の結果を図 3 として以下に示す.

図 2　[SMA5, SMA10, SMA15]の予測結果

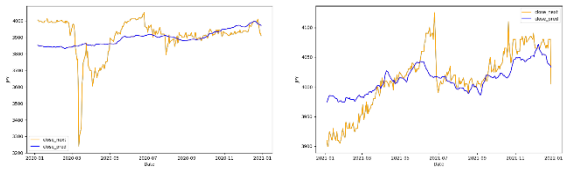
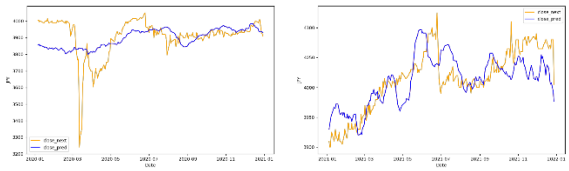


図 3　[SMA5, SMA10, SMA15+雲量]の予測結果



完璧までとはいかないものの実際の株価の動きと同じように予測される結果が得られた.

4. まとめ

アイスのみ扱うサーティンワンの株価を気温と雲量で予測することができた．ただ，雲量に関しては「雲量の少なさ=上昇」といったようなデータの加工ができなかった．雲量データ加工次第で予測精度の改善が期待できると考える.

文　献

[1]気象庁　https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/
[2] investing.com　https://jp.investing.com/

通所介護施設巡回を対象としたビークルルーティング問題

A vehicle routing problem for day care facilities

18518 篠﨑 実記
指導教員 島川 陽一

1. はじめに

少子高齢化に伴い通所介護施設(以下、施設と称する)を利用する高齢者が年々増加している。この要介護者にとって施設までの送迎における長時間の乗車は心身への負担が大きい。本研究では施設から要介護者の自宅を巡回する経路を改善することで巡回にかかる時間を短くする問題の検討を行う。

2. VRP 問題と問題解決のアルゴリズム

VRP は複数のサービス車が全ての需要点を訪問して元のスタート地点に戻る総経路コストを最小化する問題である。施設からサービス車が高齢者を送迎する問題はこの VRP を応用することができる。

まず、対象とする施設を 1 つ選択しその施設と要介護者の家のノード集合を$V = \{0,1,\dots,n\}$、ノード間を結ぶエッジe_{ij}の集合を$E = \{(i,j)|i,j \in V, i \neq j\}$、$V$と$E$からできる無向グラフを$G = (V,E)$とする。この施設の送迎車の集合を$k = \{1,\dots,m\}$とし、拠点を施設、需要を要介護者として施設を出発し各要介護者の家を 1 回以上巡回し施設に戻る最短経路問題を解く。訪問予定の各要介護者の自宅間と施設間の経路のコストを算出する。送迎車kに乗車している歩ける要介護者の人数をpw_k、車椅子の要介護者の人数をpc_kとする。車両の容量を制約として(1)式のように制約条件を定義できる。

$$\text{s.t. } pw_k + 2pc_k \leqq 7 \qquad \forall_k \in k \tag{1}$$

エッジe_{ij}は始点iから終点jまでのダイクストラ法によって求められた最短経路に対応する。ダイクストラ法のアルゴリズムは文献を参考にする[1]。e_{ij}のコストをc_{ij}とする。のうち小さい方から順 Greedy 法でノードを選択する。決定変数を以下のように定義する。

$$x_{ij}^k = \begin{cases} 1 & (\text{送迎車}k\text{ が経路}e_{ij}\text{を通る}) \\ 0 & (\text{それ以外}) \end{cases} \tag{2}$$

c_{ij}の総和が最小になる経路を見つければよいので、解くべき目的関数は(3)式のようになる。

$$\min \sum_{k \in K(i,j) \in E} \sum c_{ij} x_{ij}^k \tag{3}$$

3. 数値計算の結果

東京都昭島市を対象に計算機実験を行う。施設の所在地は昭島市の HP から取得し[2]、道路データで OpenStreetMap から取得する[3]。市内のある施設を利用する 20 人の要介護者を 2 台の送迎車で巡回を行った際の経路を図 1 に示す。

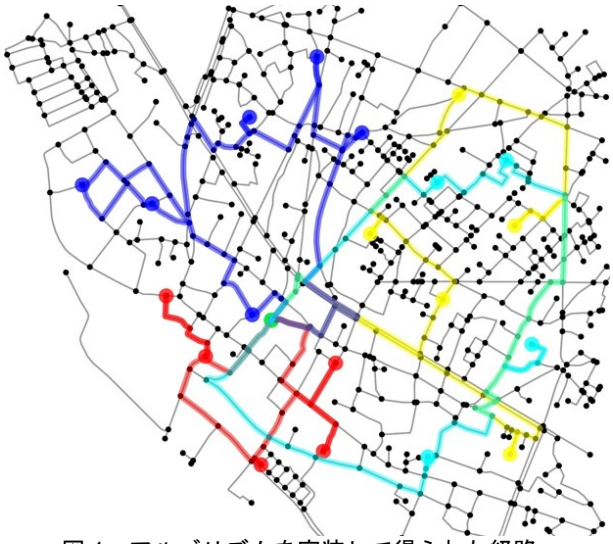


図 1　アルゴリズムを実装して得られた経路

車両 A は赤い経路、車両 B は青い経路で 1 回目の巡回を行う。車内が満員になると施設に戻る。黄色の経路は車両 A、水色の経路は車両 B の再出発した 2 回目の巡回経路である。赤と青の巡回経路はあまり余計な経路を通っておらず、比較的に無駄が少ない。一方、黄色と水色の経路は、残ったノードを巡回するので遠回りをしてしまうことがあり、無駄に時間をかけてしまっているところが見られる。平均巡回時間は車両 A が 58.9 分、車両 B が 64.4 分であった。

以下では作成したアルゴリズムを実装して得られた経路と最も乗車時間が長くなる経路を比較し評価を行う。最も乗車時間が長くなる経路の巡回時間は車両 A が 119.7 分、車両 B が 109.9 分であった。巡回時間は車両 A が 60.8 分短縮され車両 B が 45.5 分短縮された。車両 A は 50.8%、車両 B は 41.4%の時間を削減できた。

4. まとめ

本稿では施設をサービス車が巡回する経路の問題を VRP として扱った。要介護者の状態(自立可能か車椅子か)を考慮し、ノードを選択することでさらなる時間短縮が可能であると考えている。

文献

[1]伊理正夫也, 韓太舜, 佐藤創, 他, “応用システム数学”, 共立出版株式会社(1996)
[2]昭島市の HP 通所介護施設の所在地
https://www.city.akishima.lg.jp/s050/020/010/010/010/190/20140911104104.html
[3]OpenStreetMap
https://www.openstreetmap.org/search?whereami=1&query=35.7067%2C139.3628#map=14/35.7067/139.3628

汚損したQRコードの読み取りと修復

Reading and repairing of defaced QR codes

18519 嶋津 瑛
指導教員 川村 春美

1. はじめに

デンソーが開発したマトリックス型２次元コードであるQRコードは、汚れや欠損、歪みに対して強い耐性を持っている。しかし、QRコードには、仕様上、読み込みの中核となるパターンが存在するために、特定の部分が判別できなくなると、格納されたデータ自体は損傷していなくても、読み込むことが出来なくなる場合がある。

また、QRコードが汚損などによって読み込めなかった場合、QR コードを再度生成するには、作成者自身がその内容を覚えている必要があるため、余分な労力を必要とさせる。

本研究では、一般的なQRコードでは読み取れない、強い汚損のあるQRコードから格納された情報を読み取ることを目的とする。

2. 方　法

対象とするQRコードは、汚れていたり歪んでいたりするものと想定し、まず歪みの補正と、次いで汚れ領域の検知を行う。

歪みの補正には、ハフ変換と射影変換を用いる。ハフ変換によって得られた直線のうち、画像の中心から最も離れているものを QR コードの輪郭線とし、輪郭線同士の交点に基づいてQRコード領域の頂点位置を推測する。推測した頂点位置が正方形になるように射影変換を行って、歪みを補正する。

汚れの検知では、QRコードには存在しない長大な暗領域を汚れと判定する。X軸方向およびY軸方向へ線形に探索を行い、暗領域が閾値以上に連続した場合に、その暗領域を汚れ領域と判定する。各軸方向への探索の両方で汚れ領域と判定された領域を、最終的な汚れ領域とする。

続いて、歪みが修正され、汚れ領域が検出されたQRコードに対し、暗領域の連続数を用いてモジュールサイズを推測し、QRコードのメタデータを読み出して、マスク処理の解除とその後のデコードに必要な情報を得る。

その後、実際にデータを読み出し、実データと誤り訂正符号から、リード・ソロモン符号の性質を利用して、相補的に誤りを復元・再計算する。

提案手法による歪み補正および汚れ検知とQRコードの読み取り成功率と、一般的なQRコードリーダーでの読み取り成功率を比較し、提案手法の有効性を検証する。

3. 実　験

CEFR-J Wordlist[1]より1~5単語をランダムに抜き出して生成したQRコードに、汚れまたは歪みの一方を加える、あるいは両方の処理を行った汚損QRコードを48,549個生成した。

図1(a)に示すQRコードに、汚れ・歪みを加えた結果を図1(b)に示す。図1(c)は、歪み修正処理および汚れ検知を行った結果であり、最終的に検知された汚れ領域が白色で塗りつぶして表示されている。

(a) : 生成したQRコード　(b) : 汚れ・歪みの付加結果　(c) : 歪み・汚れの除去

図 1 実験画像例

表 1 に、付加汚損ごとの提案手法と一般的なQR コードリーダーでの読み取り成功率を示す。

表 1 読み取り成功率の比較

付加汚損	提案手法 [%]	一般的なQRコードリーダー [%]
汚れのみ	63.87	43.10
歪みのみ	98.75	26.31
汚れ・歪みの両方	45.86	10.18

表1より、提案した手法の方が、一般的なQRコードリーダーに比べ、読み取り成功率が高いことがわかる。しかし、提案した手法では、図2に示すような長方形状の汚れが存在する場合、汚れ検知に失敗し、結果的に読み取りにも失敗することもわかった。

図 2　汚れ検知に失敗した QR コード

4. まとめ

擬似的に歪みと汚れを付加した、短英文を格納するQRコードを用いた実験を行った結果、提案手法の有効性が検証できた。しかし、長方形状の汚れに対しては、閾値設定のアルゴリズムに欠陥があることから、汚れ検知が正しく行えず、読み取りに失敗することもわかった。今後は、新たな閾値設定手法を検討する予定である。

文　献

[1] “CEFR-J Wordlist Version 1.6”, 東京外国語大学 投野由紀夫研究室. (http://www.cefr-j.org/download.html 2022年7月付)

テクニカル指標を用いた投資戦略の研究

A Study on Investment Strategies using Technical Indicators

18520 庄司瑞人
指導教員 佐藤　豊

1. 緒　言

本研究では、pandas-datareader[1]を用いて東京証券取引所の株式[2]の過去データを入手し、そのデータを使用し既存の投資戦略と自分が考えた戦略のどちらがより多くの利益を出せるのかを検証する。複数の戦略を試し、どの戦略のパフォーマンスが優れているのか、また組み合わせることでどのくらい利益が上がるのかを調べる。具体的には、移動平均線を使用し、利益が出せる戦略をテクニカル分析で検証する。また、利益が出る確率が高い投資戦略を試行錯誤し作成する。

2. 方　法

指数平滑移動平均線（EMA）と二重指数移動平均線(DEMA)の 2 本の移動平均線を使用し、期間の異なる 2 本を用いてその交差する場所、ゴールデンクロスとデッドクロスで売買を行う。今回は訓練データを使用し、売買のタイミングを決定する。売却時の計算式は以下のとおりである。

売却時の条件
条件 1:購入時の値×h 以上になる株価のときに売却
条件 2：購入時の値×h 以上になる DC の場合に売却
購入時の条件
条件 1：GC のタイミングで購入
条件 2：前回購入した値以下の株価のときに購入
条件 3：初回購入時は GC のときに購入
※売却後のみ購入可能とする

訓練データを使用した、ゴールデンクロスの時に購入し、デッドクロスの時に売却するが購入した時の h 倍以上の場合のみ売却する。

自分が考えた戦略は基本の動作は上記で記載した動作だが、購入する条件に売却した時の k 倍以下の時に購入を追加し、売却する条件に通常時の場合を追加する。

今回は、訓練データをもとに売却する最低倍率と購入する最低倍率を決定したので、訓練データ次第では異なる結果になる。

3. 結　果

本研究で使用したテクニカル指標を用いて売買のシミュレーションを行った。今回は指数平滑移動平均線と二乗指数移動平均線を使用する。そして、10 年間の累積収益率から平均収益率を求めている。

また、今回の売買した結果を下記にまとめる。

表 1　ENEOS の株価データでの売買シミュレーションの結果

	本研究の戦略	EMA 戦略	DEMA 戦略
取引回数	1	1	1
最終利益(円)	25310	24240	24240
累積収益率(%)	48.39	46.35	46.35
平均収益率(%)	4.839	4.635	4.635

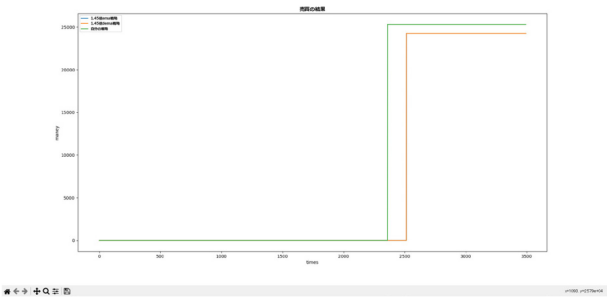


図 1　ENEOS の株価データで既存の戦略と本研究の戦略を売買した時のグラフ

表 1 の通り本研究の最終利益が EMA や DEMA に迫っていることがわかる。そして、図 1 のグラフから本研究の戦略がほかの戦略より早く売買していることから、有利な価格で取引ができていることがわかる。

4. 結　言

本研究では同一の期間での売買戦略のシミュレーションに絞ったため、異なる期間でも検証すべきであった。今回の検証では上昇トレンドで利益が出る売買プログラムであり下降トレンドや膠着相場の場合の戦略ではないため、その点も考慮して作成していれば異なる結果が得られる。

今回の実験での最終的な損益は銘柄毎に異なったが既存の戦略と本研究の戦略の収益率の間に大きな差異はなかった。この結果から、少なくとも上昇トレンドの場合は利益を生む可能性が高いと判断する。

文　献

[1] pandas-datareader
https://pandas-datareader.readthedocs.io/en/latest/#pandas-datareader
[2] PTS　銘柄一覧
https://portal.morningstarjp.com/StockInfo/pts/list?code=1000
[3] 株式・証券関連用語集
https://www.okasan-online.co.jp/support/beginner/glossary/
[4] ta-lib
https://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/#ta-lib

解析的手法を用いたコラッツ予想の分析

Analysis of the Collatz conjecture using analytical methods

18522 菅原 颯羅
指導教員 亀山 統胤

1. 背景

数学には未だに多くの解決されていない問題、未解決問題が存在している。これらは何百年もの昔から存在するものや、最近提唱されたものまで実に多種多様なものがあり、私はその中でも単純かつ明解であるにも関わらず長い間解かれていないコラッツ予想という未解決問題に興味を持った。ここで、コラッツ予想とは次のような問題である：

【ある自然数に対し「奇数であれば 3 倍して 1 を足し、偶数であれば 2 で割る」という操作を繰り返すと必ず 1 になるのではないか？】

今日までさまざまな研究者により解明に向けた研究がなされているが、未だ解決されていないコラッツ予想を様々な視点からアプローチすることで予想解明に向けて一歩でも近づきたいと思ったことが研究背景である。

2. 研究方法

コラッツ予想の解決に近づくための研究方法として、プログラムを使い大量の計算をさせることで数ごとの特徴や変化の情報を集めていき、それらを使って『推測・検証・反例の有無』などをみていく。

また、自然数をコラッツ予想の操作で 1 になるまで計算した際、その計算回数を算出すると隣り合った自然数の計算回数が同じ場合がある。これをコラッツ予想の双子の系列と呼ぶことにし、プログラムを用いてコラッツ予想にどのような影響を与えているかを調べる。

3. 結果

コラッツ予想の特徴と変化を記述する。以下の図 1 は各計算回数をグラフにしたものである。

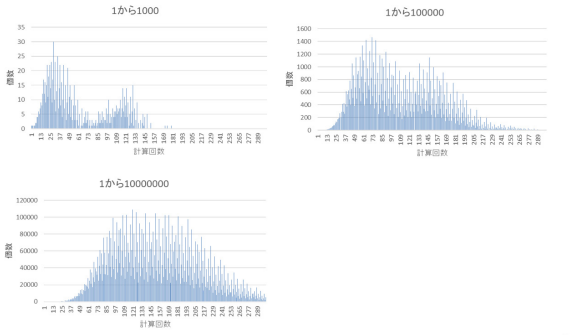


図 1　各計算回数のグラフ

図 1 を見ると数が大きくなるにつれて規則性、特徴のようなものが見える。この図 1 を元に、5 の倍数のみを抽出した図を以下に記述する(図 2)。

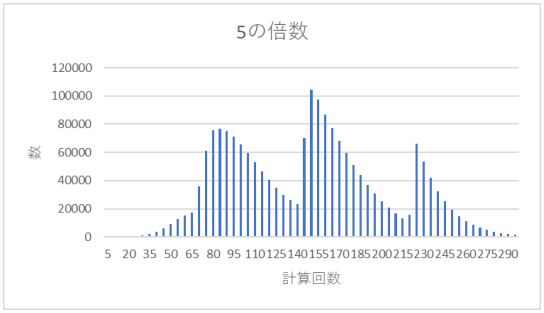


図 2　5 の倍数の計算回数のグラフ

コラッツ予想の操作時に出る隣り合った数が同じ計算回数であるコラッツ双子なときの結果を以下に記述する。(図 3)

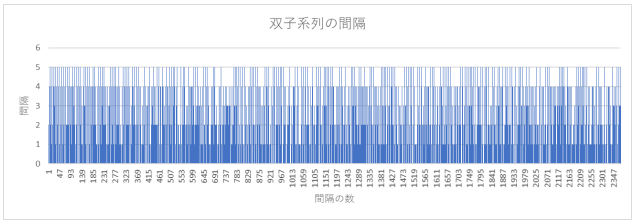


図 3　各計算回数のグラフ

最後にコラッツ予想の操作時に偶数と奇数の確率を調べる。1 から 10,000 までの自然数をコラッツ予想の手順で解いてみると、その過程で出現する数字の偶数と奇数の確率は偶数の方が高いことがわかった。

奇数 ＝30.93%　偶数 ＝69.07%

これをもとに 1 から 10,000 までの数字を python のランダムを使用し偶数と奇数の確率通りにコラッツ予想の操作を行ったところ、すべて 1 以下の値になった。

4. 結論

図 1 ,2 の計算回数の結果をみると規則性があるのがわかる。また図 3 を見るとわかるようにコラッツ双子の間隔が 5 以下である。これらを見るとコラッツ双子と図 2 の結果は関係していると考えられる。コラッツ双子の出現条件と規則性を研究していけばコラッツ予想の解決に近づくことができるのではないかと考えている。

また、確率の結果から今回扱った範囲に限って言えばすべての自然数に対してコラッツ予想の操作を行うと結果は全て 1 に限りなく近づくことが分かったので、例えどんな大きな数であってもコラッツ予想は正しいのではないかと考えている。

文　献

[1] 栗林音菜,高畔聖奈,藤本裕暁, “コラッツ予想に関する双子の系列について” 愛媛大学教育学部卒業論文(2021)

遺伝的アルゴリズムを用いた大富豪エージェントの最適化手法

An optimization method for a player in Daifugo game using a genetic algorithm

18523 平 颯
指導教員 内田 健

1. はじめに

現在、コンピュータによる意思決定を行う試みが増えており、その一つに大富豪エージェントがある。大富豪エージェントでは次の手を選ぶために、モンテカルロ法による乱数を用いたシミュレーションを行う。しかし、乱数を使う方法では、強い手と弱い手が平等に選択される問題がある[1]。

そこで、本研究ではモンテカルロ法によるシミュレーション精度を向上させるために、遺伝的アルゴリズム(GA)[2]を用いた調整手法を提案する。

2. 遺伝的アルゴリズムによる調整手法

GA とは確率的探索の一手法で、解の候補となる個体の最適化を行う。本研究では、個体$\boldsymbol{g}$は文献[1]のカード選択の重要度g_1~g_{166}の 166 個の実数値を遺伝子座として持つ。また、それらの遺伝子座を 10 個のパラメータ$a_{i,j}$に分解して、以下の式で表す。

$$g_1 = a_{1,1} + a_{1,2} + \cdots + a_{1,10}$$
$$g_2 = a_{2,1} + a_{2,2} + \cdots + a_{2,10}$$
$$\vdots$$
$$g_i = a_{i,1} + a_{i,2} + \cdots + a_{i,10}$$
$$\vdots$$
$$g_{166} = a_{166,1} + a_{166,2} + \cdots + a_{166,10}$$
$$-1.0 \leqq a_{i,j} \leqq +1.0$$
$$-10.0 \leqq g_i \leqq +10.0$$

GA による解法を以下に示す。

1. ランダムなパラメータを持つ個体を 12 個生成する。
2. 5 試合分の試合結果から以下の評価値を累積し、累積値を各個体の適応度として与える。
   1 位:0　2 位:1　3 位:2　4 位:3　5 位:4
3. 適応度の高い個体から順に 6 個選択する。
4. 選択された個体 2 つの各遺伝子座g_iとg'_iを二点交叉する。
5. 遺伝子$\boldsymbol{g}$の全てのパラメータに対して、1/5000 の確率で別の実数値に変異する。
6. 2 から 5 を最大世代数になるまで繰り返す。

3. 結果

コンピュータ大貧民大会 UECda[3]の入賞エージェント jn17 を 5 体対戦させる。そのうち 1 体は、GA による調整前(ランダム)または調整後(GA)のカード選択の重要度をもつ。対戦を 750 試合実施し、順位に対する以下の得点

1 位:2　2 位:1　3 位:0　4 位:-1　5 位:-2

の累積値の推移を図 1 と図 2 に示す。結果より、調整前より調整後の方が得点の累積が高いことがわかる。

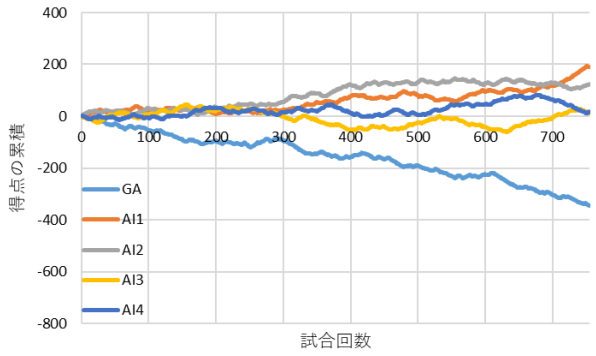


図 1　GA エージェントの試合結果

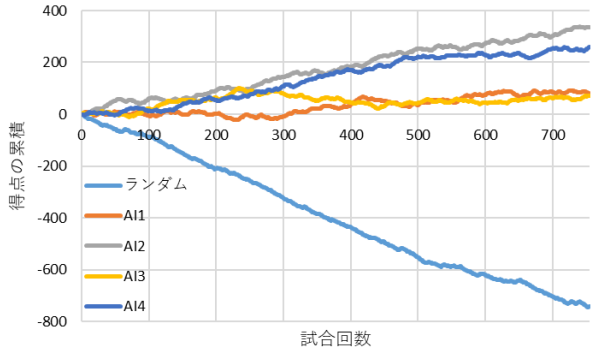


図 2　ランダムエージェントの試合結果

4. おわりに

GA による調整手法は一定の効果があることが分かった。しかし、既存のエージェントと比較すると勝率は低いため、十分な調整ができていないと考えられる。

参考文献

[1] 岡和人,松崎公紀,"札譜データの学習を用いた大貧民モンテカルロプレイヤの強化",第 56 回プログラミングシンポジウム予稿集,pp13-24,2015

[2] 吉本富士市,原田利宣,森山真光,吉本芳英,"実数を遺伝子とした遺伝的アルゴリズムによるデータあてはめ",情報処理学会論文誌,vol.41,2000

[3]電気通信大学,UECda-2022 コンピュータ大貧民大会, http://www.tnlab.inf.uec.ac.jp/ (2023.2.3 参照)

経済効用観点からの列車ダイア策定法の考案

A proposal of Train Diagram Formulation Method Considering Economic Utility

18524 高橋 祥吾
指導教員 島川 陽一

※都合により原稿はありません。

水切り運動における石の回転が及ぼす影響

Effect of stone's rotation on Stone-skipping motion

18525 詫間 翔
指導教員 山野辺 基雄

1. はじめに

本研究は、既存の研究[1]にて用いられている水切りの運動モデルを参考に、回転速度の減衰や石の傾きの変化を考慮した運動モデルを新たに作成し、水切り運動のシミュレーションを行うものである。

行ったシミュレーションの結果から、先行研究の見積もりの妥当性を検証すること、回転速度の減衰が水切りに与える影響について考察することを目的としている。

2. 研究のアプローチ

先行研究では回転速度の減衰は極めて小さいものとして無視し、また並進速度の低下と、石の水面との迎角の変化に注目して、水切り運動中の石が水に衝突する回数の見積もりを算出している。しかし、本研究では回転速度の減衰が水切り運動に及ぼす影響に注目し、また並進速度と迎角の変化は互いに作用しあうものと考えている。

そのため本研究では、先行研究において定められた運動モデルを参考に、石の並進速度などの方程式は変更せず、回転速度の方程式を新たに追加した運動モデルを作成し、水切り運動のシミュレーションを行う。

作成した運動モデルでは、シミュレーションを行う上で必要ないくつかのモデル化を行い、水切り運動を簡略化している。

作成した運動モデルを用いて、2 種類の初期並進速度と 2 種類の初期回転速度からなる 4 種類の初期条件(表 1)で水切り運動のシミュレーションを行い、先行研究にて示されている水との衝突回数の見積もりと、シミュレーションの結果を比較することで、先行研究の見積もりの妥当性を検証する。

同時に、各シミュレーションの結果から、速度と回転速度のどちらがより水切り中の水との衝突回数の増加に寄与するかなどを検証する。

表 1. 各シミュレーションの初期条件

	回転速度 低	回転速度 高
並進速度 低	初期条件 A	初期条件 C
並進速度 高	初期条件 B	初期条件 D

3. シミュレーションの結果

並進速度と回転速度は、計算によって求められるエネルギー量が同等となる値を初期条件 A の値からそれぞれ上昇させている。

先行研究において、水切り回数の見積もりは、「エネルギー散逸による速度の低下」を水切り運動終了の理由とする見積もりNc_{sd}、「回転速度の減衰による石の傾きの大幅なずれ」を水切り運動終了の理由とする見積もりNc_{spin}の二つが存在する。この二つの内、値の小さいものを水切り運動の水切り回数の見積もりとしている。

先行研究を基に求められた見積もり回数と本研究にて行ったシミュレーションの結果は以下の表 2 の通りである。

表 2. 水切り中の石の回数の見積もりと
シミュレーションの結果

初期条件	A	B	C	D
見積もり	5 回	5 回	7 回	10 回
結果	2 回	3 回	3 回	7 回

4. まとめ

回転速度の減衰を考慮し、並進速度の低下と迎角の変化を独立させず、実際に計算した本研究のシミュレーションの結果と、先行研究の水切り回数の見積もりには大きな差が見受けられた。

したがって、回転速度の減衰を無視し、並進速度の低下と迎角の変化を独立したものと捉えていた先行研究の見積もりの妥当性は高くないと思われる。

また、結果からわかることとして、同等のエネルギー量だけ並進速度と回転速度をそれぞれ上昇させた場合(初期条件 B と C)では、衝突回数の増加量に差はなく、しかしその両方を上昇させた場合(初期条件 D)、それぞれのみを上昇させた場合の合計を大きく上回る衝突回数の増加を記録した。

これは並進速度と回転速度が互いに影響し、水切りの運動に大きな影響を与えるものであることを意味していると考えられる。

文 献

[1] “The physics of stone skipping”, Lydéric Bocquet, American Journal of Physics, 71, pp150, 2002.

Q 学習にもとづく迷路探索アルゴリズムに関する検討

A study on a maze exploration algorithm based on Q-learning

18526 田桑 大輔
指導教員 内田 健

1. はじめに

本研究では、迷路探索に対して強化学習の一手法であるQ学習[1]を適用する。数値実験にて、学習の繰り返し（エピソード）当たりの探索回数を調べ、迷路のサイズや経路長に対する適切な探索回数について明らかにする。

2. 手法

本研究では、Q学習により作成したエージェントを用いて迷路問題に取り組む。Q学習では、エージェントの現在の状態をs_t、状態s_tで選択できる行動をa_tとしたときに、状態s_tで行動a_tを選択した時の価値$Q(s_t, a_t)$を次の式で更新する。

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow (1-\alpha)Q(s_t, a_t) + \alpha(r_{t+1} + \gamma max_{a_{t+1}} Q(s_{t+1}, a_{t+1}))$$

この式では一手先の最大Q値 $max_{a_{t+1}} Q(s_{t+1}, a_{t+1})$ と報酬r_{t+1}を使い、学習率αと割引率γを加味してQ値を更新する。

Q学習を迷路問題に適用した場合、状態s_tは迷路盤面上の座標、行動a_tは上下左右のいずれかの移動となる(図 1)。本研究では報酬r_{t+1}を座標s_{t+1}に移動したときに図 2 のように与える。

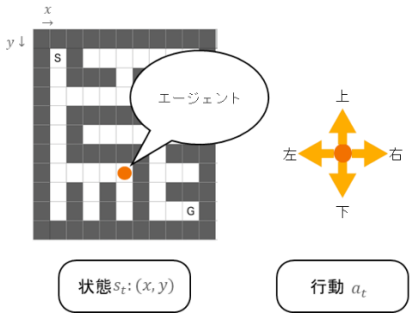


図 1　迷路問題における Q 学習の適用

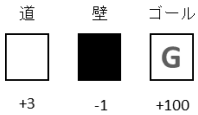


図 2　報酬の与え方

エージェントがスタートからゴールに到達すること、または決められたステップ数を移動することをエピソードと呼ぶ。このエピソードを複数回数繰り返し学習する。また、学習中のエージェントの行動方策としてε-greedy 法を用いる。通常は最大Q値の行動a_tを選択するが、確率εでランダムに行動を選択することにより、迷路の広い範囲を探索する。

3. 数値実験

本実験では、迷路の問題サイズと学習におけるエピソードあたりの最大ステップ数の関係を調べる。実験では対象問題として 3 つの問題サイズ毎にスタートからゴールの経路長が異なる 5 つの迷路を用意する（表 1）。

各迷路に対して、α=0.3、α=0.7、ε=0.3 で最大 300 エピソードの学習を行い、すべてのエピソードでゴールに到達するのに必要なステップ数（飽和ステップ）を調べる。

表 1　学習に使用した迷路のサイズと経路長

問題サイズ	経路長
20×20	40,45,36,41,44
40×40	97,84,118,105,114
60×60	192,223,197,188,211

図 3 と図 4 に問題サイズと経路長に対する飽和ステップ数の関係を示す。

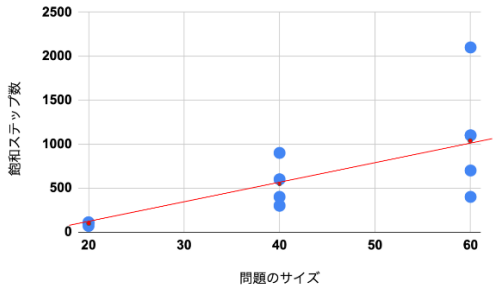


図 3　問題サイズと飽和ステップ数の関係

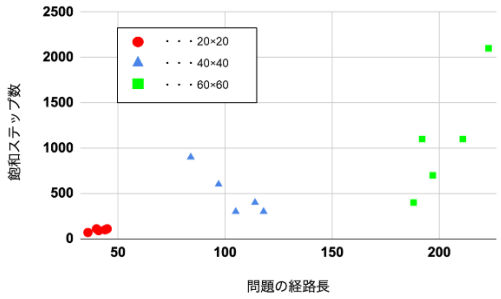


図 4　経路長と飽和ステップ数の関係

結果より、問題のサイズが 10 増えるごとに必要な飽和ステップ数が 250 増えていることがわかる。他方、経路長と飽和ステップ数では同様の傾向はみられない。

4. おわりに

Q学習を迷路探索エージェントの学習に適用し、エピソードあたりの探索回数が迷路問題のサイズに比例していることがわかった。他方、迷路の経路長と探索回数の間には同様の関係が見られず、結果の分析に関しては今後の課題としたい。

文　献

[1] 布留川栄一,”AlphaZero 深層学習・強化学習・探索人工知能プログラミング実践入門”, pp.120-173, ボーンデジタル, 2019

BCCWJ を用いた文章の敬体から常体への変換システムの作成

The system for converting sentences from honorific to regular form using BCCWJ

18527 田代 征也
指導教員 大島 真樹

1. 背　景

日本語の特徴として,文体には大きく分けて常体と敬体が存在し、文章を書く際は文体を統一することが必要とされる。近年、個人のインターネット利用率は増加し、多くの人々が電子メールや電子書類を作成している。文章量が多くなると常体と敬体が混在するといった誤りを発生させてしまうことがある上に、人手による文章の校正では間違いに気付けない可能性がある。そこで、敬体から常体へ変換ができるシステムを作成したいと考えた。

2. 目　的

BCCWJ により用意した敬体の文章を入力し、形態素解析と係り受け解析をおこなう。次に、文章内に含まれる敬語を検出・抽出し、常体に変換するシステムを作成する。また、変換精度の評価と考察をおこなう。

3. 環　境

・PC(Windows10 対応)
・統合開発環境:Visual Studio Code
・使用言語:Python 3.10.5
・自然言語処理ライブラリ: GiNZA 5.1.1
・入力データ：BCCWJ

4. 方　法

BCCWJ を利用して、システムに入力する敬体文を 50 文用意する。次に、用意したそれぞれの文に対し形態素解析及び係り受け解析を行う。解析後、敬語を種類ごとに(尊敬語・謙譲語・丁重語・丁寧語)検出し、その文に合計いくつ敬語が存在するか表示する。続いて、検出した敬語を利用して敬体文を常体文に変換し、並べて表示する。敬語の指針[2]のルールに基づき、敬語の検出精度と常体文への変換精度に対して評価を行う。

助動詞である「れる・られる」は、尊敬語の他にも、受け身、可能や自発の意味を持つ。それらの意味の違いを判定するには、主語や動詞の関係だけでなく、文の意味や文脈の理解が必要となる。本研究では意味解析や文脈解析を行わないため、「れる・られる」の検出はしないものとする。

また、美化語に関しては「お・ご」を付けた名詞を含む尊敬語や謙譲語が多数存在し、区別するのが困難なため、美化語単体での検出・変換は行わないものとする。

5. 結　果

用意した入力文 50 文に対し常体変換を行った。検出・変換の正確性を各文に含まれる敬語の種類ごとに評価し、数値化したものを以下の表 1 に示す。常体変換の失敗回数は、敬語検出の失敗回数を含まないものとする。

表 1. 変換システムの評価結果

	尊敬語	謙譲語	丁重語	丁寧語
評価数	27	23	23	56
失敗回数[検出]	0	1	1	0
失敗率(%)[検出]	0	4.3	4.3	0
失敗回数[変換]	3	4	0	1
失敗率(%)[変換]	11.1	18.1	0	1.7
成功率(%)[全体]	88.3	78.3	95.7	98.3

次に、敬語検出に失敗した入力文の例を以下の図 1 に示す。

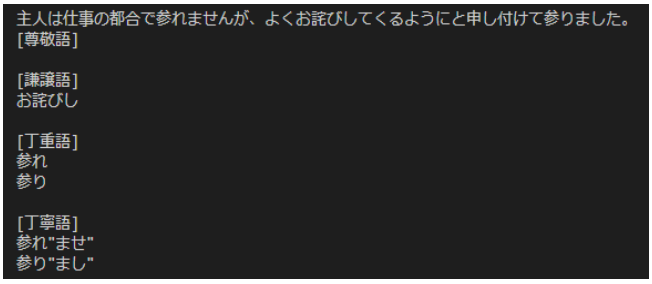


図 1. 未検出の例

図 1 の結果から、入力文内にある謙譲語「申し付ける」の部分を検出できていないことがわかる。「申し付ける」は特定形なため、特定形をまとめたデータファイルに情報を追加する必要がある。

続いて、常体変換に失敗した入力分の例を以下の図 2 に示す。

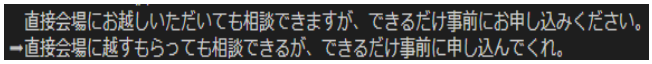


図 2. 誤変換の例

図 2 の結果の、「お越しいただく」の部分の変換に失敗している。「越す」→「来る」という特定形の変換が用意できていない上で、「お+動詞+いただく」→「動詞+もらう」というパターンの変換がされた結果であると考えられる。

文　献

[1]国立国語研究所 言語資源開発センター“現代日本語書き言葉コーパス(BCCWJ)”
https://clrd.ninjal.ac.jp/bccwj/
[2]文部科学省 文化審議会“敬語の指針”
https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashingikai/kokugo/hokoku/pdf/keigo_tosin.pdf
[3]常見歩夢“文章の敬語検出システムの作成”2021 年度サレジオ工業高等専門学校卒業資料

足音の周波数特性を用いた個人の識別に関する研究

A Study on Identification of Individuals from Frequency Characteristic of Footstep Sounds

18528 田中 大貴
指導教員 宮田 統馬

1. はじめに

近年，人間が持つ生体情報をもとに個人識別がされており，パスコードのロック解除などが行われており．生体情報として人間の目の虹彩や指紋などが例として挙げられるが，これらは特定の条件下によって正しく認識できないことがある．そこでこれらの情報以外にも人間が持つ生体情報として声などの音を用いて個人識別を行うことが考えられる．先行研究では歩行音の周波数スペクトルから得られるパワースペクトルを用いた判別法が提案されている[1]．本研究では，靴自体の音と人の足音から得られる振幅スペクトルとスペクトル包絡を用いて，個人の持つ特徴について検討する．

2. 解析手法

本研究では録音した人の足音及び，靴自体の音の解析を行う．

事前実験としてサンプリング周波数48kHzで録音した音源に離散フーリエ変換を行った結果，足音が出す周波数帯が低いことを確認した．そのためダウンサンプリングを行い，低い周波数帯にあらわれる特徴が見えるようにし，足音の切り出しを行う．1音分の切り出しは，最大のピーク点を探索し，そこから前後M点を範囲とする．このように切り出した足音と靴自体の音に離散フーリエ変換を行う．離散フーリエ変換の変換式は離散信号$g(i)(i = 0,1, \dots, M-1)$とすると，

$$G(k) = \sum_{i=0}^{M-1} g(i)\, exp\, -j\frac{2\pi ki}{M} \qquad (1)$$

と定義される．ただし，$k = 0,1, \dots, M-1$である．ここで，算出した周波数スペクトルから振幅スペクトルを求め，被験者ごとの基準値を算出する．これは被験者ごとに切り出した歩数分の振幅スペクトルから振幅が最大となる周波数をそれぞれ抽出し，平均を算出したものとする．

次に，振幅スペクトルに移動平均フィルタをかけスペクトル包絡を算出する．移動平均フィルタの差分方程式は振幅スペクトル$|G(k)|$を用いて，

$$O(k) = \frac{1}{P+1}\sum_{p=0}^{P} |G(k-p)| \qquad (2)$$

と定義できる．ただし，Pはフィルタ次数である．

振幅スペクトルから得られる基準値の周波数とスペクトル包絡を用いて，個人の持つ特徴について検討を行う．

3. 解析結果

被験者は10名（本科5年男子学生）とし，サンプリング周波数は48kHz，履き物は同一のスニーカーとサンダルを使用し，足音の録音を行った．録音した音源にダウンサンプリングを行い1/8まで落とす．M=220で切り出しを行い，足音を10歩分と靴自体の音を10個分切り出し，離散フーリエ変換を行った．また，フィルタ次数はP=8とした．

算出したスニーカー自体の音および，被験者のスニーカーの足音のスペクトル包絡をそれぞれ10個同時に表示させたものを図1に示す．この結果から，靴自体のスペクトル包絡と被験者の足音のスペクトル包絡には靴によって形状が似ていることがわかる．さらに人の足音の振幅スペクトルは靴の振幅スペクトルの形状を維持しつつ，低い周波数帯にシフトしていることが確認できる．これは他の被験者の結果でも同様の傾向がみられた．次に振幅スペクトルから得られる被験者ごとの基準値を計算した．その結果を図2に示す．図より明らかなように，被験者によって同じ履き物でも基準値は200～550Hzといった広範囲に分布していることを確認できた．

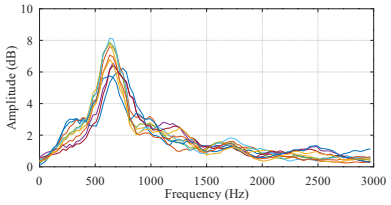
以上の結果から，靴自体の周波数に対して，各被験者の周波数のシフト量が異なるため，これを特徴として用いることで個人の識別ができるのではないかと考えられる．

4. まとめ

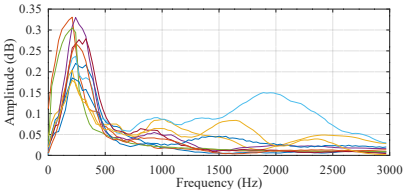
本研究では人の足音と靴自体の音から個人の持つ特徴についての検討を行った．その結果，周波数解析により個人の特徴を得ることができた．

文 献

[1] 田中元志，井上浩，“足音スペクトルの比較による木木造家屋内の歩行認識に関する一検討”，電学論 C, 122-C, no.03, pp.525-526, 2001



A. 靴自体の音



B. 被験者の足音の一例

図 1 スニーカーのスペクトル包絡

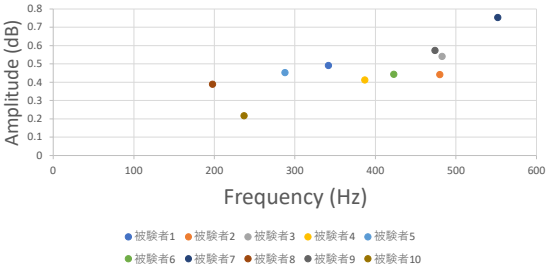


図 2 基準値の様子（スニーカー）

画像内に含まれている個人情報の削除

Deletion of personal information contained in the image

18529 田中 稀尋
指導教員 川村 春美

1. 緒　言

近年, SNS の利用者の増加に伴い様々なトラブルが増えてきた. 2019 年には会員制の交流サイトに投稿された顔写真の瞳に映った景色を手がかりに, 住所を特定するというストーカー事件があった. また, 2014 年には記者会見の写真から複製した指紋でも指紋認証が可能であることが発表された. これらのことから SNS 上の画像から流出した個人情報が不正に使用されてしまう可能性がある.

本研究では, SNS 等, 不特定多数のユーザが閲覧する可能性のあるサイトに画像を投稿する際に画像内に含まれる個人の特定が可能な情報を違和感なく変形することを目的とする.

画像による個人の特定が可能な情報には様々な生体情報がある. 本研究では, 生体認証として最も世の中で普及しており, 複製が可能という事実をふまえ, 指紋を対象とする.

2. 方　法

指紋を除去, 即ち, 検出されないようにするためには手と指の位置検出と除去する手法が必要である.

手と指の位置検出には深層学習ベースの SSD と FPN を使用する. SSD は一般の物体検出手法であり, 手の検出に用いる. 一方, FPN は画像の解像度を段階的に変化させて学習させており, 小さい物体領域の抽出に適しているため, 指の検出に用いる.

指紋の除去には, 既存の 2 手法を組み合わせる. 1 つ目の手法[1]は用意した指紋と入れ替える手法で, 2 つ目の手法[2]にはジャミングパターンを指先に装着し, 指紋を取らせないようにする手法である. 前者は, 指の角度が直立していないと適用できないことが問題であり, また用意した指紋によっては, 他人の指紋と一致する可能性がある. 後者は物理的にパターンを指に装着することを前提にしている.

本研究では, 筆者が作成したジャミングパターンを用い, 更に, 指が直立になるよう角度補正をした上で, 入れ替え対象の指紋とサイズ合わせ, 置き換え処理を行うため, 違和感のない指紋を作成できると考える.

3. 実　験

3.1 実験目的

本提案手法の有効性を実画像を用いて検証することを目的に以下の実験を行う.

3.2 実験方法

自分の手指を撮影した画像 5 枚を入力画像とし 2.方法で述べたように手指領域を検出した上で, 図 2 に示すジャミングパターンを用い, 指紋除去を行う. 除去範囲は親指のサイズに合わせる. 入力画像の一例を図 1 に示す.

図 1 入力画像

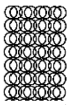


図 2 ジャミングパターン

3.3 実験結果

指紋除去した結果を図 3 に示す.

(a) 親指

(b) 人差し指

図 3 指紋除去後の指

(b)には, 背景色の混在が見られた.

指紋が除去されているかを確認するため入力画像, 指紋除去後の二値化画像, 及びこれらの差分画像を図 4, 5, 6 に示す.

図 4 入力画像

図 5 除去後画像

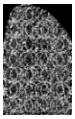


図 6 差分画像

図 6 より, 指紋が変化していることが確認できる.

4. 結　言

画像から個人情報の流出を防止するために, 画像から指紋を除去する手法を提案した. 本手法は, 指先画像の角度補正とオリジナルのジャミングパターンを用いることを特徴とする. しかしながら, 角度補正時に指先が検出できない画像が発生し, 親指以外の生成指紋内に背景色の混在が見られた. 前者の原因は指が画像領域の外に出てしまったためであり, 後者は指紋の除去範囲を親指と同じ大きさに設定していたためである.

今後は, 上記課題の解決策を検討する予定である.

文　献

[1] 中村他, "個人情報保護のための写真内の指紋情報自動除去", 第 82 回全国大会講演論文集 2020 (1), p.137-138, (2020)

[2] 大金他, "BiometricJammer: ユーザの利便性を考慮した指紋の盗撮防止手法", 情報処理学会コンピュータセキュリティシンポジウム 2016 (CSS2016) 論文集, pp.355-362, (2016)

ハンドトラッキングを用いた文字入力の VR 空間上の能力の比較

Comparison of character input abilities in VR space using hand-tracking

18530 谷川　僚
指導教員 大島 真樹

1. 研究背景

近年、LeapMotion を用いてハンドトラッキングを行うことができるようになった。これにより、空間上にキーボードを描画し、ハンドトラッキングによって 3D 空間上で文字入力が可能となった。

2. 研究目的

本実験では、VR 空間上でキーボードが手元にある状態と液晶からキーボードが視認できる状態の 2 通りの手法をハンドトラッキングを用いて、比較することによってどちらが優れているかを検証する。

3. 環境

Windows 10 搭載の PC、Unity(2021,3f,3f1)
Leap motion、HTC VIVE PRO2

4. 研究方法

4.1 実験準備

Unity にて、仮想キーボードの実装を行う。なお、今回実装するキーボードは、Ultraleap にてダウンロードしてきた物を使用する。[1]

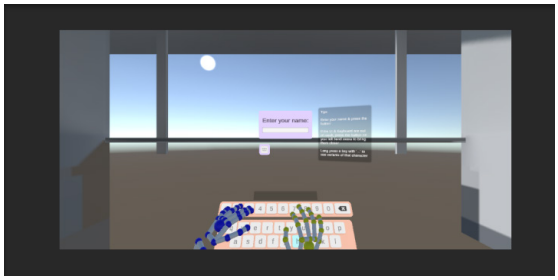


図 1. Unity での視点画像

4.2 実験方法

本実験では、5 人の被験者に対し、Unity の仮想キーボードに「ほうれんそう」「とうもろこし」「あすぱらがす」「ぱいなっぷる」「きょうはいいてんきだ」という 5 単語を入力させ、測定を行う。これらの被験者には、事前に 3 分間程度の練習時間を与えた。実験を実施し、結果として、入力時間と正誤率を算出する。また、アンケートを行い、1~5 の 5 段階で、入力しやすく、疲労感が少なければ、5 に近い評価を、逆に入力しにくく、疲労感が多ければ、1 に近い評価を出してもらう。アンケート内容は
(1) 文字の入力のしやすさ　(2) 精度の良さ
(3) 頭の疲労感　　(4) 腕の疲労感　とした。

5. 研究結果

以下に、入力時間と正誤率、アンケート結果をまとめたものを示す。グラフの横軸に関しては、課題文に関しては、実験方法に記載した準で入力しており、アンケート結果に関しても、横軸は実験方法にて記載した内容の順で記載している。

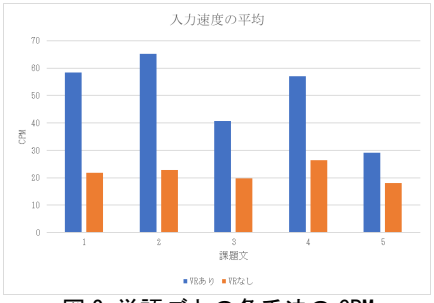


図 2. 単語ごとの各手法の CPM

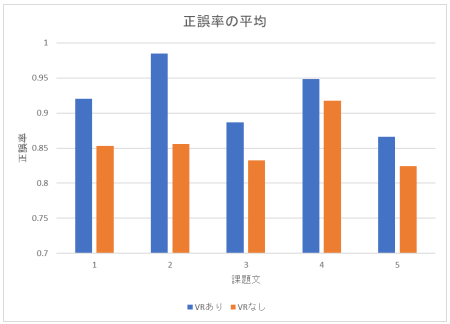


図 3. 単語ごとの各手法の正誤率

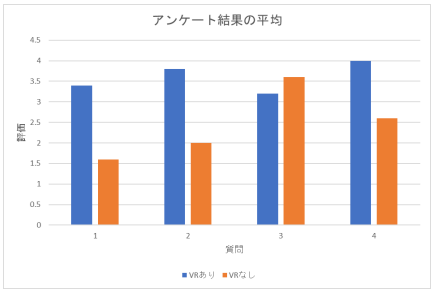


図 4. アンケート結果

CPM の平均は、VR ありの場合は、50.05CPM、なしの場合は、21.75CPM と VR ありの手法のほうが 2 倍以上速い結果となった。正誤率の平均は VR ありの場合は 92%、なしの場合は 85%とありのほうが正確に入力できるという結果となった。また、アンケート調査による結果では、「文字の入力のしやすさ」「精度の良さ」「腕の疲労感」に関しては、VR ありの手法のほうが良い結果となったが、「頭の疲労感」に関しては、VR なしのほうが良い結果となった。

参考文献

[1] How To Use Our XR Keyboard For Unity (2022 年 5 月)
https://docs.ultraleap.com/ultralab/xr-keyboard
[2] 福仲、伊織　VR 環境におけるフリック入力形式インターフェースの開発　(2019 年 3 月)
https://dspace.jaist.ac.jp/dspace/bitstream/10119/15922/5/paper.pdf

バーテックスモデルにおける構造変形シミュレーション

Numerical computations of structural deformation using the vertex model

18531 戸田 悠晴
指導教員 須志田 隆道

1. 緒　言

鳥の骨や蜂の巣等、生物は自然界にて生き残るために様々な場面で多様な構造が用いられている。これらの生物が生きていくうえで必要なスキルや身体の構造といったものを新しい技術として様々な分野に取り入れていくことをバイオミメティクス(生物模倣)といい、段ボールや飛行機等、日常的な物にも多く用いられている。

本研究では、段ボールや飛行機等に用いられているハニカム構造やトラス構造に着目する。強度を極度に損なうことなく構成に必要な材料を減らすことができるハニカム構造やトラス構造に対する耐久性や衝撃吸収性等について、コンピュータシミュレーションを行うことで、それぞれの人工物を使用することに対するメリットおよびデメリット等を調査し、今後新たに作られる技術や製品に用いることを想定する。

2. 方　法

本研究ではコンピュータシミュレーションを行うにあたり、数理モデルの 1 つであり、細胞の能動的な変形や剛体や接着性の変化等の力学的な作用を表現することが可能であるバーテックスモデルを考える。バーテックスモデルは構造の多面体の集合体で表現し、各頂点r_iの駆動方程式を下記に示すエネルギー関数Uの勾配系として与えるというものである。

$$\eta \frac{dr_i}{dt} = -\frac{\delta U}{\delta r_i}$$

ここで、ηは時定数である。バーテックスモデルを用いた力学シミュレーションにより、様々な力学作用を仮定して、その結果として組織の形状変形を予測することができることから発生生物学等の分野で盛んに研究されている[1]。本研究で構築するバーテックスモデルにおけるエネルギー関数Uは、ハニカム構造ないしトラス構造における各面の面積と各辺の長さを一定に保つように設計したバーテックスモデルの数値計算では、関数Uの汎関数微分を導出し、オイラー法によるスキームを実装した。

3. 結　果

同質同量の材料から構成され、各面の面積が同じ値であるハニカムのメッシュ構造とトラスのメッシュ構造を用いて、それぞれの構造に対し、球体を押し込んだときに、どのような変形が起こるかをシミュレートする。

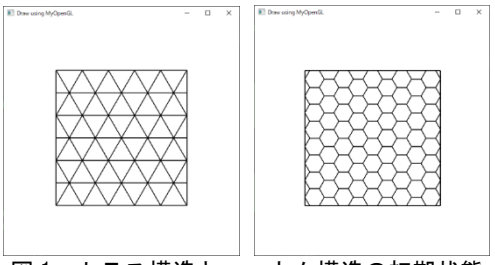


図 1　トラス構造とハニカム構造の初期状態

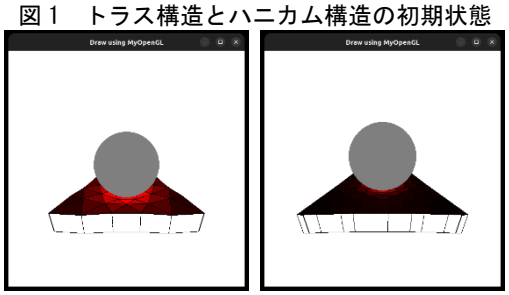


図 2　トラス構造とハニカム構造の押し込み結果

構造の上面を赤色-黒色のカラーマップとして表し、変形具合を可視化した。ハニカムの六角形面とトラスの三角形面の面積が同じである場合は、トラス構造の変形の方がハニカム構造の変化よりも大きいという結果を得た（表 1）。

さらに、全体の構造の大きさを変更せずに、トラス構造をより細分化した構造について、同じように球体の押し込みを行った結果を表 1 に示す。細分化したトラス構造は、メッシュの密度が高くなったことにより、ハニカム構造よりも構造の変化がなく、強度が上がるという結果を得ることができた。

表 1　構造の押し込み時の最大変化量

計算ステップ数	トラス	ハニカム	細分化トラス
0	0.0	0.0	0.0
250	0.3255	0.2004	0.2991
500	2.2502	1.5283	1.3072
1000	2.9315	1.6941	1.4421

4. 結　言

本研究ではバーテックスモデルを用いたシミュレーションとして、トラス構造およびハニカム構造の強度に関する検証を行った。その結果、メッシュの密度が増すと強度が上がるということが分かった。今後は複雑な形状での構造変形が議論することができる枠組みを構築したい。

文　献

[1] 奥田悟, 井上康博, 安達泰治, 多細胞の形作りを理解するための力学シミュレーション, 生物物理, 54(1) (2013), pp.31-pp.33
[2] 柳田英二, 中木達幸, 三村昌泰, 理工系の数理 数値計算, 裳華房 (2014)

バレーボールにおけるボールの接地および位置判定方法の検討

A Study on Judgement of Ball Contact in Volleyball Game

18532 永井淳也
指導教員 川村 春美

1. 緒 言

近年、競技レベルの高度化やスピード化により人の目では判定が難しいプレーが増えてきている。判定を正確かつ公平に行うために、多くのスポーツでビデオ判定への期待が高まっている。

しかし、ビデオ判定はどのスポーツにおいてもプロの世界でのみ使用されている。その理由は、ビデオ判定に時間とコストがかかり、時代の流れに逆行するからである。

そこで、本研究ではアマチュアの大会でも使用できるように市中に流通しているスマホのカメラを利用してバレーボールの試合の判定を行う技術を確立することを目的とする。

2. 研究手法

本研究では、ボールのイン/アウト判定を対象にするため、ボールとコート上のライン検出、および、ボールのイン/アウト判定をする手法から構成される。

2.1 ボールの検出

ボールは常に動いていることから、フレーム間差分を用いて動く物体を抽出する。

動画をフレーム毎に分割し、二値化後、動物体の取得のため差分画像を得る。膨張・収縮により、差分画像内の小領域を削除した上で、最後にボール領域をテンプレートマッチングにより取得する。

2.2 コート上のライン検出

バレーボールでのラインは白色であり、床や他のスポーツ用のラインとは異なるという特徴を用いる。

ボール検出と同様に動画をフレームに分割し、ノイズによる影響を小さくするためガウシアンフィルタによる平滑化後、白領域をライン候補として抽出する。さらに、ライン以外の白領域を除外するため、領域をコート内に制限することでラインを検出する。

2.3 ボールのイン/アウト判定

ボール領域が床に接地した点と、ボールの接地点から最も近いラインとの位置関係からイン/アウトを判定する。ボール領域が床に接地した点は、テンプレートマッチングで照合した画像領域の、左隅と右隅の中心点を接地点とする(図 1)。

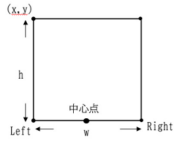


図 1 画像領域の中心点

3. 実 験

半コート側の、サイドラインとエンドラインの延長線に計 3 台のカメラを設置し(図 2)、相手コートからサーブをする 18 本の動画を用いてボールのイン/アウト判定を行う。実験結果を表 1 に示す。

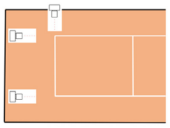


図 2 半コート分のカメラの配置

表 1 イン/アウト判定の結果

	動画数	正常判定	誤判定	成功率
IN 判定	10	9	1	90%
OUT 判定	8	8	0	100%
合計	18	17	1	94%

表 1 から成功率は 9 割り以上であるが、誤判定が 1 本ある。誤判定の画像を図 3 に、1 フレーム前の画像を図 4 に、差分画像を図 5 に、誤判定時のボールの接地点を図 6 に示す。

図 3 と図 4 よりボール約半個分の位置の変化がある。また、図 5 よりボールの位置が正確に取得できておらず、図 6 のように接地点がずれたことが誤判定に繋がったと考えられる。

図 3 誤判定の画像

図 4 1 フレーム前の画像

図 5 差分画像

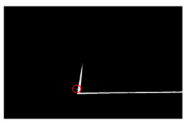


図 6 ボールの接地点

4. 結 言

アマチュアの大会でも導入可能な試合判定を目指し、スマホのカメラを用いてボール位置を検出し、ライン判定を行う手法を提案した。実験の結果、9 割の成功率を得たが、ライン際での誤判定が生じた。

今後は、フレームレートを高くしたり、また、実際の試合に近い状態での検証を進めていく予定である。

文 献

[1] 國部,”チャレンジシステムの分析によるバレーボールのレフェリーにおける判定の正確性に関する研究”, 日本バレーボール学会「バレーボール研究」,19(1),51-53(2017)

[2] 藤吉他,”歩行者 ITS のためのフレーム間差分による移動体検出法とその評価”, 情処誌,45(SIG13),11-20(2004)

距離と標高を考慮した EV の郵便配達経路問題に関する研究

A Mathematical Model of Windy Postman Problem Considering Distance and Elevation as Cost

18533 中村 凌翔
指導教員 島川 陽一

1. はじめに

近年の環境意識の高まりから発生した電気自動車(EV)へのパラダイムシフトは日本郵便でも2020 年から本格的に実施されている。問題点は導入された EV の長距離走行と登坂走行に弱い点である。本稿では距離と標高の高低差もコストとして考慮した郵便配達経路問題の数理モデルを提案する。

2. 方　法

2.1 方法概要

本稿における郵便配達経路問題は Windy Postman Problem の一種と考えることができる。これは Chinese Postman Problem の派生であり、進む方向によって辺の重みが異なるネットワーク上において、オイラー閉路を求める問題である。郵便配達員は道路ネットワーク上のすべての辺を通って配達する。したがってオイラー閉路コストを最小化した解を求める問題をモデル化すればよい。

Windy Postman Problem による本稿の求解手順[1]を以下に示す。

Step1. グラフG上で隣接しているノード間の辺の重みを、距離l_{ij}と標高を含めた 1 つの辺w_{ij}として再定義する。

ここでl_{ij}は実際の距離、h_i, h_jは標高値、A, B_1, B_2は定数である。(1)、(2)は距離と標高の和であり、(3)は(1)と(2)の平均をとることで一つの辺として表している。

$$f_{ij} = Al_{ij} + B_1(h_j - h_i)\ (h_j \geq h_i) \quad (1)$$

$$f_{ji} = Al_{ij} + B_2(h_i - h_j)\ (h_j < h_i) \quad (2)$$

$$w_{ij} = w_{ji} = \frac{f_{ij} + f_{ji}}{2} \quad (3)$$

Step2. すべてのノードの組(i, j)に対する最短距離d_{ij}をw_{ij}からワーシャルフロイド法で求める。

Step3. 次数が奇数のノードの集合Kをつくる。

Step4. G全体のd_{ij}の和が最小となるように、次数が奇数のノード間のペアにそのときの辺を複製する。この複製された辺はその辺を 2 回通る無駄な走行(回送)となる。ペアの求解は整数計画問題として定式化する。

2.2 整数計画問題としての定式化

無向グラフ$G(V, E)$において、$i, j \in V$をノードの集合、$w_{ij}, d_{ij} \in E$を辺の集合とする。また$x_{ij} \in \{0,1\}\ (\forall i, \forall j \in V)$とする。

決定変数は複製する辺$x_{ij}\ (\forall i, \forall j \in K)$である。

本稿で提案する問題は以下のように定式化する。

$$\min z = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} d_{ij}\, x_{ij} \quad (4)$$

$$\text{s.t. } x_{ij} = x_{ji} \quad \forall i, \forall j \in K \quad (5)$$

$$\sum_{j \in K} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in K \quad (6)$$

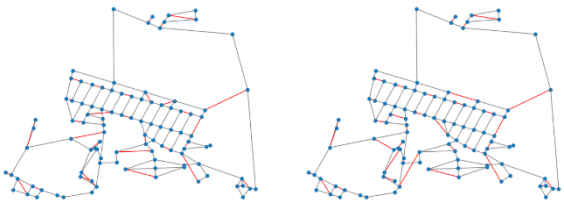
$$\sum_{i \in K} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in K \quad (7)$$

ここで(4)は目的関数で、組合せにより生じる移動距離の総和の最小化を意味する。$x_{ij} = 1$のときiからjへの辺d_{ij}を 2 回通ることを意味する。(5)はx_{ij}を 2 回通る辺とした際に、x_{ji}も 2 回通る辺とする制約条件である。(6)、(7)も制約条件で、選ぶ頂点は次数が奇数の頂点の番号の集合 K の中からのみで、どの頂点も一度しか登場しないことを意味する。

3. 数値計算の結果

上式の整数計画問題を町田市多摩境地域の道路ネットワーク(ノード数:102、辺の数:147、辺の総コスト:9706.4[m])に適用し、計算結果を図 1 と表 1 に示す。

道路ネットワークのオープンデータは OpenStreetMap [2]から CSV 形式で取得する。



(左:距離のみを考慮$A = 1, B_1 = 0, B_2 = 0$、右:距離と標高を考慮 $A = 1, B_1 = 30, B_2 = 1$)

図 1　Windy Postman Problem の実行結果 (2 回通る辺は赤く示されている)

表 1　回送の最小距離とその増加率

	z [m]	総距離に対する経路の増加率[%]
図 1 左	2139.6	22.0
図 1 右	2296.2	23.7

4. まとめ

本稿では道路距離のみではなく登坂距離も考慮した郵便配達経路のモデル化をした。標高を考慮すると、回送の対象となる辺が距離のみを考慮したときと異なることがわかった。

文　献

[1] 佐々木智之, “標高を考慮に入れた郵便配達経路問題”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集, pp160-161, 1999.

[2] OpenStreetMap 財団, 2022, (2022 年 12 月 3 日取得, www.openstreetmap.org).

S^1 上に拘束された粒子の運動に関する考察

A comment on a motion of a particle constrained on a S^1

18534 栫 一真
指導教員 山野辺 基雄

※都合により原稿はありません。

マッピングされた画像を歪みなく観測するための入力画像補正に関する検討

Verification about input image correction for observing mapped image without distortion

18536 原藤 秀行
指導教員 須志田 隆道

1. はじめに

現代においてプロジェクションマッピングは広告や展示など様々な場面で活用されている。

本研究の目的は斜めに配置された壁に対して、プロジェクションマッピングを行った際に発生する画像のゆがみを除去するような画像の補正に必要な数式を求めることである。

2. 方　法

本研究では、3 つの手法を用いて画像の補正に必要な数式を求める。1 つ目は距離の変化による画像の縮小率と壁の角度変化による縮小率を理論から考察する（以降、手法 1）。2 つ目は 3D 上に配置された壁を使用して距離の変化による視覚的な縮小率と傾きによる視覚的な縮小率求め、その結果より立式する（以降、手法 2）。3 つ目は虚画面を用いて立式する（以降、手法 3）。

3. 結　果

手法 1 では文献[1]を参考にして、距離の変化による視的な画像の縮小率に関する考察を行う。

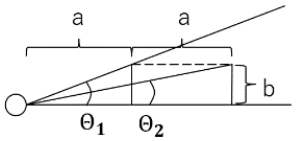


図 1　距離変化の考察のため想定する状況

図 1 より、距離の変化による視覚的な縮小は $\tan(\Theta_1) = b/a$、$\tan(\Theta_2) = b/(2a)$ となる。次に傾きによる縮小率を考える。図 2 のような状況を考えると、縮小率は $(\Theta_1 + \Theta_2)/(2\Theta_o)$ で求まると考えられる。

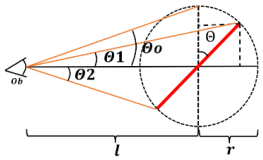


図 2　傾きに関する考察のため想定する状況

よって、補正を行う式は要約すると(xあるいはy成分における視点の位置)±(注目頂点座標と視点座標とのxあるいはy成分の距離)*(xあるいはy成分における距離による変化率の逆数)*(xあるいはx成分における傾きによる縮小率の逆数)と表現できると考えた。この式を図 3 左に反映させたのが図 3 中央であり、それを実際に投影したのが図 3 右である。図 3 の赤い三角形は想定する投影面を加筆したものである。

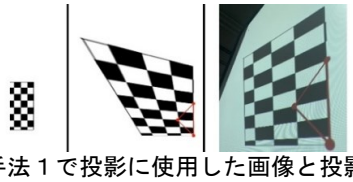


図 3　手法 1 で投影に使用した画像と投影結果

手法 2 では Unity を用いて距離変化と傾き変化に伴う画面上での大きさの変化率をそれぞれ測定し、図 4 はその結果である。図 4 左側の図は横軸が距離、縦軸が画面上での大きさを表す。また右側の図は横軸が傾き、縦軸が画面上での大きさを表す。図 4 右の傾きと大きさの関係を表すグラフには最小二乗法を用いて 3 次の多項式曲線を描画した。

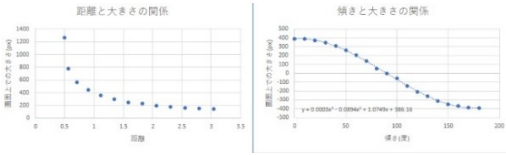


図 4　距離変化及び傾きと画面上での大きさの関係

図 4 の結果より得られた数式を図 5 左に反映させたのが図 5 中央であり、その投影結果が図 5 右である、図上の赤い四角は変形前の画像サイズを表している。

図 5　手法 2 で投影に使用した画像と投影結果

手法 3 では、観測者に対して図 6 左のように垂直に配置された投影面（赤色）を設置し、虚画面上に射影された歪んだ画像を正しい画像になるように元画像の頂点を移動させるという手法を考える。図 6 左では、2 つの頂点r_1とr_2を観測者から見て縦横比 1:2 の長方形に見えるように移動させる。図 6 中央はその計算結果より得られた入力画像であり、図 6 右は実際にプロジェクタを用いて投影した結果である。

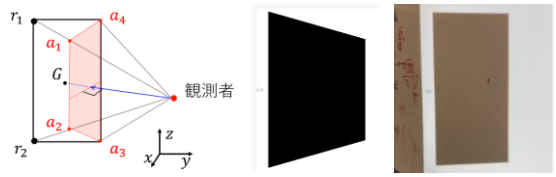


図 6　手法 3 の説明図および視点位置から歪みなく長方形を観測するための入力画像とその投影結果

4. まとめ

今回手法 3 では画像を完全に補正するような数式を求めることができた。今後は手法 3 の結果をもとに、手法 1 および 2 の改良および複雑な曲面へのマッピングを考えたい。

文　献

[1] 光科学及び光技術調査委員会，有効視野の特性とその測定手法，光学，42(9)，pp. 473-474，2013.

経路案内に利用する端末の通信性能評価

Communication performance evaluation of terminal devices in a route guidance system

18538　福光 匠斗
指導教員　内田 健

1. はじめに

キャンプ場は山の中や湖の傍など自然の中にあることが多い。夜になるとほとんどのキャンプ場では街灯がなく、ライト等を持ち歩かないと歩けないほどである。そこで、本実験ではキャンプ場において自分のいる位置から自分のテントまでの経路を案内するシステムを検討する。

2. メッシュネットワークを利用したシステム

キャンプ場にみたてた長方形の領域にメッシュメットワークを構築した様子を図 1 に示す。図の例では、キャンプ場を 3×4 のブロックに分割し、各ブロックの 4 つの頂点にメッシュネットワークを構成する固定ノードを配置している。ここで、図の左上のブロックを（1,1）、右下のブロックを（3,4）とし、ブロックの位置する座標で表現する。

今、ブロック（2,1）にいるユーザが、ブロック（1,4）に設置したテントに移動する場合、このシステムは経路（2,1）→（1,1）→（1,2）→（1,4）上のブロックの右上の固定ノードに搭載される LED 照明を点灯する、経路上の LED 照明を順に点灯することによって、テント設置ブロックまでユーザを案内する。

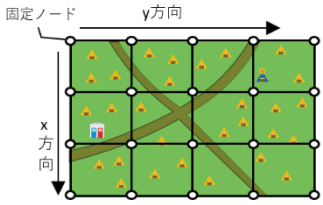


図 1　キャンプ場の概略図

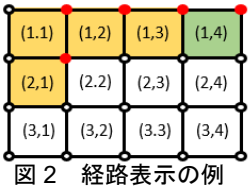


図 2　経路表示の例

メッシュネットワーク上の固定ノードは, 隣接する固定ノードとアドホック接続されている。本研究では，固定ノードとして Raspberry Pi[1]を使うことを想定し、その通信性能を調査する。

3. 実験

3. 1. 実験方法

まず、調査対象のアドホック接続環境（表 1）と比較対象の Wi-Fi 接続環境（表 2）を構築する。

表 1　アドホック接続時の通信環境

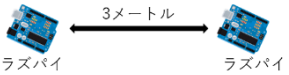
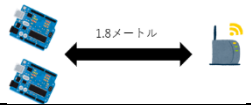
使用機器	Raspberry Pi 4 mobile B…2 台 MicroSD カード…2 枚
設定	OS：Raspberry Pi OS(32bit) 通信方式：ad-hoc
構成図	

表 2　Wi-Fi 接続時の通信環境

使用機器	Raspberry Pi 4 mobile B…2 台 Buffalo WSR-2533DHP-CB(Wi-Fi ルーター)…1 台 MicroSD カード…2 枚
設定	OS：Raspberry Pi OS(32bit) 通信方式：Wi-Fi(2.4G)
構成図	

各々の接続環境において、以下の手順で通信性能を測定する。

1)ping-pong 通信用のサーバープログラムとクライアントプログラムを用意する。

2)クライアントから送信した b[byte](10^3~2×10^9)のデータをサーバーはそのままクライアントに送り戻す。

3)クライアントでの送信開始から受信完了までの経過時間 t[sec]を測定する。

4)次式により通信速度を算出する。

$$s = 8 \times 2b/t \ \ [\mathrm{bps}]$$

3. 2. 実験結果

ping-pong 通信の経過時間から算出した通信速度の結果を図 3 に示す。

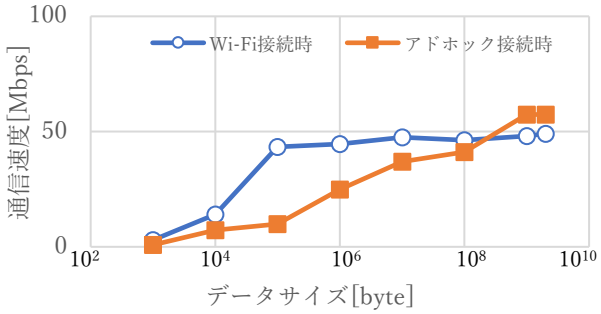


図 3　各接続時の通信速度

結果より Wi-F 接続ではアドホック接続より早く最高速度に到達しているのに対し、アドホック接続ではデータサイズが10^8バイト程度まで Wi-Fi 接続より通信速度が遅いにもかかわらず最高速度は 60Mbps を超える勢いである。

4. おわりに

本稿では、経路案内システムで利用する予定の固定ノードのアドホック接続における通信性能を測定した。その結果、経路案内などのデータサイズが小さい通信においては、通常の Wi-Fi 接続に比べて低速であることがわかった。

参考文献

[1] Raspberry Pi Trading Ltd, “Raspberry Pi 4 Computer Model B”, Published in January 2021

キャラクターイラストの毛先表現における線画の補完

Complementing line drawings in character illustration hair tip expression

18539 藤澤 勇希
指導教員 大島 真樹

1. 研究背景

デジタルイラストにはレイヤーという概念があり,加筆調整が簡単である,ごみが出ず,手も汚れないといった様々な利点がある. [1]マンナビのアンケート結果により,約 9 割の漫画家がデジタルメインで漫画制作,スマホやタブレットも活用[2]デジタル制作を始めた理由（複数選択可）で62.2%の漫画家がスピードアップと回答しており[2],アナログに比べ制作時間を大きく短縮できるようになった.しかし,それでもかなり制作に時間がかかってしまうため,時間がないことや仕事等で忙しく余暇がないことを理由にイラスト制作に抵抗がある人がいる. [3]

2. 研究目的

本実験では,デジタルイラスト制作の効率化を図るため,デジタルイラスト作成ツールにおいて,塗りつぶし機能を使用した際,予期せぬ部分が塗りつぶされてしまうといった問題を解決するため,線画工程の線が途切れている個所を手動で選択し補完を行うシステムを作成する. 類似研究の「自動似顔絵生成のためのマハラノビス距離を利用した形状抽出」では各顔器官の位置検出において平均適正率が 68%にてほぼ正確としているため[4], 68%以上の補完を達成することを目標とする.

3. 環境

・Windows OS
・Python Ver 3.9.7
・画像処理ライブラリ : Python 用 OpenCV Ver 4.6.0.66
・行列計算ライブラリ : NumPy Ver 1.22.3,matplotlib Ver 3.5.2,pandas Ver 1.4.2
・エディタアプリ : Visual Studio 2022 Ver 17.4
・ペイントソフト : CLIP STUDIO PAINT Ver 1.13.0

4. 研究方法

実験方法は以下のように進める.

i. OpenCV による入力データの読み込み.
ii. 入力データを濃淡画像化,二値化,リサイズ,回転等変換を行う.
iii. オブジェクト輪郭検出関数の RETR_EXTERNAL の抽出モードを用い,最も外側の輪郭を検出する.
iv. 検出した領域ごとに色分けする.
v. 線の先端座標と少し前の座標を用いて二次方程式を作り交点をもとめる.
vi. 求められた交点と先端座標を結ぶ線を描画する.
vii. サイズを入力時のものに戻し出力.

上記のシステムを髪の領域を指定する際に影響する外側の隙間のある毛先すべて 22 か所に実行し,線の交点で延長できたものを成功,そうでないものを失敗とし,成功率を検証する. また,想定した領域が塗りつぶせているか検証する.

5. 研究結果

以下にプログラムを実行し,読み込んだ画像例と延長成功例,線画を補完する前の画像,毛先を補完した後,手動で画像を結合し塗りつぶしを行った画像を示す.

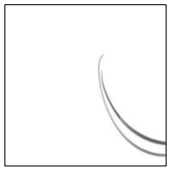


図 1 読み込んだ画像

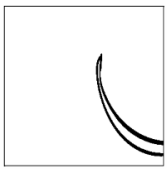


図 2 出力画像

図 3 塗りつぶし前画像

図 4 塗りつぶし後画像

また,以下はプログラムの成功率は 91%であった.

実験結果より,線画補完成功率は 91%であり想定した領域の大部分は塗りつぶされているため,線画工程の線が途切れている個所の補完を行うシステムを作成する目的は達成していると考える.

参考文献

[1] ハシケン. デジタルでイラストを描くメリット・デメリットは絵の初心者こそ知っておこう.https://conte-anime.jp/draw/digital-merit#:~:text=1%20.2022.9.1
[2] マンナビ. 漫画家の約 9 割がデジタル制作。半数以上は 3D を活用 —漫画家実態調査アンケート—.https://mannavi.net/14929/.2021.11.30
[3] お絵描き図鑑. 【イラストの悩み】絵を描く時間がないときの対処法。3 つのルールを決めて創作をしよう”. https://oekaki-zukan.com/articles/42452.2022.07.08
[4] 佐藤美恵. 大須賀美恵子, 渡辺光司 自動似顔絵生成のためのマハラノビス距離を利用した形状抽出.https://www.jstage.jst.go.jp/article/itej1997/57/11/57111534/pdf/-char/ja.2003

複数のステレオカメラを用いた距離計測とその統合

Distance Measurements using Multiple Stereo Cameras and Their Integration

18543 宮越 凌雅
指導教員 宇都木 修一

※都合により原稿はありません。

深層学習を用いた船舶と障害物の判別に関する研究

A Study on Distinguishing Ships from Obstacles Using Deep Learning

18546 大和 拓真
指導教員 宮田 統馬

1. はじめに

近年, 乗り物分野における自動運転技術の開発が進む中で, 船舶の自動運航技術の実用化が期待されている. この技術を実現するために, AIS や船舶レーダーを用いた見張り自動化技術が存在する[1]. しかし, 最新情報が入手不可能, 船舶の種類が不明といった問題がある. 近年, 画像認識分野で深層学習が広く利用されている. 本研究では深層学習を用いた船舶と障害物の判別について検討を行う.

2. 判別手法

深層学習とは, 与えられた複数のデータを繰り返し学習し, 学習毎にパラメータを変化させ, 最適な解に近づけていく機械学習手法である. 本研究では入力データが少ないため, 深層学習の手法として転移学習を扱う. 転移学習とは, 優秀な内部表現を学習しているネットワークを用いることで, 新しい画像を認識する際に, 学習回数や学習データを減らす手法である[2]. 本研究では入力データの与え方にミニバッチ法, 学習パラメータの更新方法にモーメンタム項付き確率的勾配降下法を扱う. 加えて, 転移学習で使用する学習済みネットワークは ResNet-50 とする.

ResNet-50 は深さが 50 層, 入力サイズが 224×224 の畳み込みニューラルネットワークである. 特徴として, 畳み込み層と Shortcut Connection の組み合わせで構成される残差ブロックの繰り返しによって構成される[3]. 本研究では ResNet-50 の最終層である FC の出力を 7 に, 重みの学習率を 10, バイアスの学習率を 10 とする. ResNet-50 の変更部分を図 1 に示す.

次に, 利用する入力データについて述べる. 事前加工とし, 収集した画像データから船舶や障害物が写っている個所の切り取りを行った. 加えて, 転移学習を行うには, 入力データの大きさを使用する学習済みネットワークの入力の大きさに合わせる必要がある. そのため, 切り取りを行った画像データの縦横いずれか大きいほうを基準として, 既定の大きさ(使用するネットワークの入力サイズ)を満たした際, 空いている空間を黒色で塗りつぶす. 大きさを調整した例を図 2 に示す. 事前加工を施した障害物と船舶の画像データ 6 種類(貨物船, 軍艦, キャリアー船, クルーズ船, タンカー, 漁船)をそれぞれ 50 枚ずつ分け, 学習データと検証データを作成する. また, 見張り自動化技術は夜間でも使用されるため, 入力データはグレースケール画像に近いものになる. そのため, グレースケール変換を行った入力画像を用意する. このとき, ネットワークの入力は 3 次元のカラー画像のため, グレースケール画像の次元数も 3 次元とする.

3. 実験結果

作成したカラー画像とグレースケール画像の学習用データと検証用データと ResNet-50 を用いて転移学習を行った. 転移学習の設定は, ミニバッチを 10, エポック数を 5, 初期学習率を 0.0002, 学習率の変動を一定, 反復毎に入力データをシャッフルとした. 10 回施行し認識率の平均を計算した結果から判別が正しく行われたか検証を行う. その結果, カラー画像ではミニバッチ精度は 98.0%, 認識率は 85.6%となった. グレースケール画像ではミニバッチ精度は 99.0%, 認識率は 81.5% となった. 認識率が共に 80.0%以上となり, 高精度なことから正しく船舶と障害物の判別が行われていることを確認した. さらに, カラー画像を行うネットワークに, グレースケール画像を使用してもほぼ同様な判別を行えることがわかる.

4. まとめ

本研究では ResNet-50 を用いた船舶と障害物の判別について検討を行った. その結果, カラー画像とグレースケール画像でほぼ同様な判別が可能であることを示した.

文献

[1] 吉田桂奈, 清水信行, 平岩桂一, 他, “自動運航戦の開発に関する基礎研究”, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, No.22, 2016S-654-1, pp.335-340, 2016

[2] 斎藤康毅, “ゼロから作る DeepLearning”, オライリー・ジャパン, 2016

[3] Kaiming He, Xiangryu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun, “Deep Residual Learning for Image Recognition, ” Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.770-778, 2016

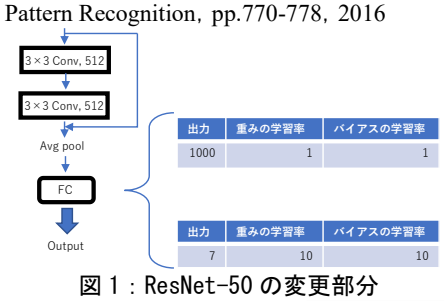


図 1：ResNet-50 の変更部分

図 2：大きさを調整した例

モノクロ画像のカラー化

Colorization from a monochrome image

18549 依田 蒼大
指導教員 川村 春美

※都合により原稿はありません。