

サレジオ工業高等専門学校

2021 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】 2022 年 3 月 18 日



学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
20601	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
20602	板倉 翔太郎	キャリア傾斜型FeSi ₂ 熱電モジュールの作製と評価
20603	大庭 康平	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
20605	黒澤 暢生	リン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料製骨固定スクリューの強度向上に向けた延伸処理の検討
20606	小橋 冬威	熱電特性に及ぼす素子形状の影響
20607	小林 恵士	無機黒色顔料の合成およびエネルギーハーベスティングへの応用に関する研究
20608	近藤 榛樹	PVモジュールから発生するノイズ抑制用MPPT機能付きアクティブフィルタに関する一検討
20609	杉山 大季	PVモジュール内配線から放射されるノイズの低減を目的とした一検討
20610	鈴木 永遠	金属熱電対による熱発電器の作製
20611	継田 夏海	IH クッキングヒータ使用時に発生する騒音と高調波ノイズ
20612	中川 湧貴	交流電池と昇圧回路を組み合わせた電源システムの実用性と優位性
20613	中山 真斗	プラズマ処理によるフルオロカーボン材料の表面無機化の可能性と接着強度向上に関する研究
20614	千葉 穰	交流電池に接続する倍電圧整流回路の開発
20615	水間 黎	画像から複数食材の抽出手法の研究

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

Development of Low Loss Transmission Line Using FR-4 Substrate and Its Application to Millimeter-Wave Devices

20601 石井 岳人

指導教員 風間 俊哉, 水谷 浩

1. 緒言

あらゆるモノがクラウドに接続する IoT (Internet of Things) 技術の普及が著しい[1]。28 GHz 帯やミリ波帯を用いる 5G (第五世代) や Beyond 5G など次世代の高速無線通信システムは、IoT 化による通信混雑の解消に期待されている[2]。ミリ波などの高い周波数帯で動作するデバイスでは比較的高価な低損失基板である LCP (Liquid Crystal Polymer) を用いた例がある[3]。このように、ミリ波帯デバイスは低損失基板や高性能トランジスタを用いるために高コスト化する傾向にある。一方、FR-4 基板は誘電体損失が大きくミリ波帯で使用できないものの、非常に低廉な材料として知られている。従って、FR-4 基板をミリ波帯で使用できるようになれば、デバイスコストの最小化が期待できる。

伝送線路の損失には、誘電体損失と導体損失があり、共に周波数に伴って増加する。ここで、誘電体損失は周波数 f に比例し、導体損失は周波数 f の平方根に比例することから、ミリ波帯においては誘電体損失が支配的となる。従って、ミリ波帯では誘電体損失の低減が重要である。

そこで本研究は、低廉な材料である FR-4 基板を用いてミリ波帯での低損失伝送線路を開発することを目的とした。さらに、ミリ波帯デバイスに低損失伝送線路を応用し、低コストかつ低損失なミリ波帯デバイスを開発することを目的とした。

2. 研究のアプローチ

IMSL (Inverted Microstrip Line) は実効的な誘電体損失を低減させるのに有効な構造である。なぜなら、一般的な MSL (Microstrip Line) と比較して、MSL の誘電体層が無損失の空気に置き換わることで、誘電体損失の原因となる誘電正接や比誘電率が実効的に小さくなるためである。しかし、IMSL は信号線近傍の領域で誘電率の高い誘電体基板に電界が侵入することで誘電体損失を生じる。そこで本研究では、実効的な誘電体損失低減のため、新たな伝送線路の低損失化構造を提案した。すなわち新構造は、IMSL の信号線の両端に Slit 加工を設けることで誘電体内に侵入する電界を最小化する IMwS (Inverted Microstrip Line with Slits) 構造である。

本研究はまず、IMwS の伝送線路の実効誘電体損失低減効果の妥当性検証を行った。その後、デバイスへの応用として、低損失化が重要な受動素

子であるミリ波帯スイッチ回路を開発し、ミリ波帯デバイスの低コスト化、低損失化について検証した。伝送線路や回路の設計には Keysight 社の高周波回路シミュレーション ADS (Advanced Design System) を用いた。また、ネットワークアナライザを用いた S パラメータ測定の結果で伝送特性の評価を行った。

3. FR-4 基板を用いた低損失伝送線路の開発

各伝送線路は ADS の Momentum を用いて設計し、DC から 30 GHz の範囲でシミュレーションを行った。

表 1 各種構造の 50Ω 伝送線路の設計条件

構造	誘電体層材料	誘電体層高さ h [mm]	線路幅 w [mm]	線路長 l [mm]
IMwS	空気	0.2	0.6	15
IMSL	空気	0.2	0.6	15
MSL	FR-4	0.4	0.7	15

表 1 に設計条件を示す。加えて、FR-4 (基板厚 0.4 mm)、基板サイズ 18 mm×12 mm とした。図 1 は、製作した各種伝送線路である。特に図 1 (右) が新構造の IMwS 伝送線路である。

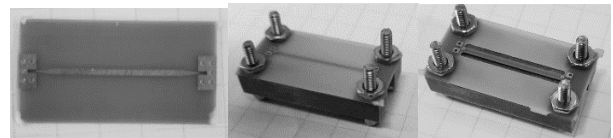
図 1 製作した伝送線路
(左) MSL (中) IMSL (右) IMwS

図 2 の一点鎖線にシミュレーション結果を示す。IMwS は最も低い挿入損失を示した。28 GHz での挿入損失は、提案した IMwS が 0.252 dB/cm、IMSL が 0.521 dB/cm、MSL が 1.25 dB/cm であった。シミュレーション結果から、特に IMwS について伝送損失低減特性が得られた。製作した図 1 の伝送線路の測定を、Agilent Technology 社のネットワークアナライザ (E8364B) を用いて行った。図 2 及び表 2 に実測結果を示す。また、実測 (図 2 破線) の振動は特性インピーダンスの不整合によるものである。従って振動を取り除くために近似式を用いて回帰曲線 (図 2 実線) を描いた。近似曲線より、28 GHz における挿入損失は、IMwS が 0.49 dB/cm、IMSL が 1.11 dB/cm、MSL が 1.62 dB/cm であった。シミュレーションと比較して損失は大きいものの、IMwS はほかの構造の伝送線

路と比較して最も低い挿入損失を示した。従って、IMwS 構造による FR-4 基板を用いた伝送線の低損失特性を確認した。

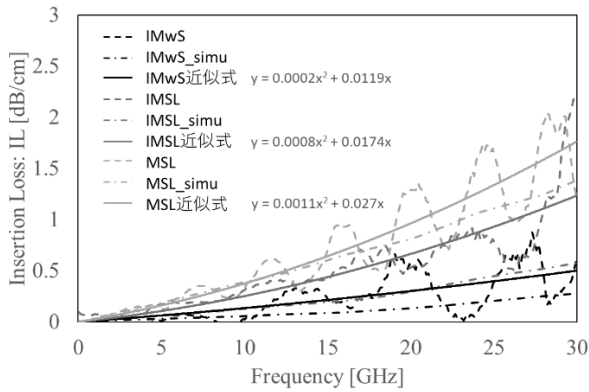


図2 各伝送線の挿入損失 IL (シミュレーション：一点鎖線、実測：破線)

表2 28 GHz における各伝送線の挿入損失 IL

構造	Insertion Loss: IL [dB/ cm] @ 28 GHz		
	シミュレーション	近似式	実測値
MSL	1.25	1.62	1.97
IMSL	0.521	1.11	1.14
IMwS	0.252	0.490	0.360

4. IMwS 構造のデバイスへの応用

IMwS 構造のデバイスへの応用として、Low Band (LB) : 4.5 GHz、High Band (HB) : 28 GHz の2つの動作周波数を切り替える 28 GHz 帯 SPST (Single Pole Single Throw) スイッチの設計を行った。動作周波数はバイアスによって切り替わる。

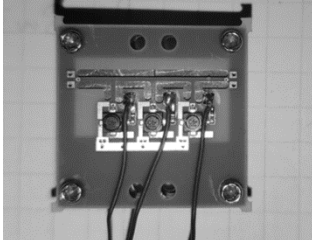


図3 製作した 28 GHz 帯 SPST スイッチ

図3に製作した 28 GHz 帯 SPST スイッチを示す。ネットワークアナライザ (E8364B) を用いて測定を行った。図4に周波数特性の実測結果、表3にバイアスによる動作周波数 ON/OFF 特性を示す。製作した 28 GHz 帯 SPST スイッチは、素子のパッケージを含む設計パラメーターの精度が不十分であったため 28 GHz におけるスイッチ特性を得られなかったが、共振周波数がズレた HB (16.1 GHz) においてスイッチ動作を確認した。HB で 6.04 dB の ON 特性 (Insertion Loss)、32.7 dB の OFF 特性 (Isolation) を得た。また、LB (4.6 GHz) で 2.61 dB の ON 特性、29.7 dB の OFF 特性を得た。挿入損失が大きいのは、設計パラメーターの精度不足により、動作周波数でインピーダンス整合をとれなかったためである。このように、回路

の原理的動作を確認することができた。今後設計パラメーターの精度を向上させることで実用レベルの低損失特性が期待できる。従って、IMwS 構造のミリ波帯デバイスへの応用は原理的に可能であるといえる。

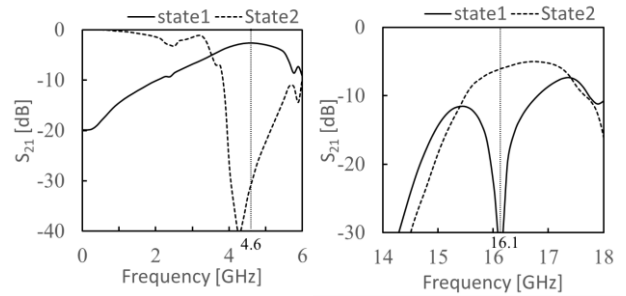


図4 実測結果 (左) LB:4.6 GHz (右) HB:16.1 GHz

表3 動作周波数 ON/OFF 特性実測結果

State	Bias	特性			
		LB (4.6 GHz)		HB (16.1 GHz)	
		ON / OFF	IL / Iso [dB]	ON / OFF	IL / Iso [dB]
1	0.2 V	ON	2.61	OFF	32.7
2	-1.0 V	OFF	29.7	ON	6.04

5. 結 言

本研究はミリ波帯デバイスの低損失化、低コスト化のために FR-4 基板を用いた新しい低損失伝送線の構造の開発と、低コストミリ波帯デバイスへの応用を目的とした。新構造の IMwS を提案し、伝送損失の低減効果をシミュレーション及び実測で確認した。28 GHz での挿入損失は、IMwS が 0.252 dB/cm、IMSL が 0.521 dB/cm、MSL が 1.25 dB/cm であった。実測では、IMwS が 0.49 dB/cm、IMSL が 1.11 dB/cm、MSL が 1.62 dB/cm であった。IMwS の挿入損失はシミュレーション結果と実測結果で最も低損失であった。従って、IMwS 構造による FR-4 基板を用いた伝送線の低損失特性を確認した。IMwS のデバイス応用として、28 GHz 帯 SPST スイッチを開発し、測定を行った。設計パラメーター精度の問題で動作周波数が変化し、その分特性もズレたが、HB で 6.04 dB の ON 特性、32.7 dB の OFF 特性、LB で 2.61 dB の ON 特性、29.7 dB の OFF 特性を得た。スイッチ動作を確認し、IMwS のミリ波帯デバイスへの応用は原理的に可能であることが分かった。本研究により、IMwS の伝送損失低減効果が示され、低コストかつ低損失なミリ波帯デバイスの実現に一步前進した。

文 献

[1] 総務省, “令和 3 年版情報通信白書”, p.43, 2021.
 [2] Y. Sagae, S. Sawamukai, Y. Ohwatari, et al. “5G Network,” NTT DOCOMO Technical Journal Vol.22, pp.23-39, 2020.
 [3] R.Hosono, Y. Uemichi, Y. Hasegawa, et al. “Development of millimeterwave devices based on liquid crystal polymer (LCP) substrate”, IEICE Electron. Express 14, 2017.

キャリア傾斜型 FeSi₂ 熱電モジュールの作製と評価

Preparation and evaluation of FeSi₂ thermoelectric modules with graded carrier concentration

20602 板倉 翔太郎

指導教員 山下 健一郎, 加藤 雅彦

1. 緒言

近年、エネルギーハーベスティングの1つとして工場の排熱などを直接電気エネルギーに変換する熱電発電が注目されているが、エネルギー変換効率が低いという欠点がある[1]。熱電素子の性能は性能指数 $Z=S^2/\rho\kappa$ 、及び電気的物性値を取り出したパワーファクター $PF=S^2/\rho$ であらわされる。式中の S はゼーベック係数、 ρ は比抵抗、 κ は熱伝導率である。また、 κ は格子成分 κ_l とキャリア成分 κ_c の和で示される。 Z の S と ρ は比例関係にあるため、 Z を向上させるには κ を減少させる必要があるが、ヴィーデマン・フランツ側より、 ρ と κ_c もトレードオフの関係にあるため熱電発電の性能向上のためには κ_l を減少させる方法が主である[2]。所属研究室では、キャリア濃度の傾斜を与えることによってヴィーデマン・フランツ側による κ_c と ρ のトレードオフの影響を低減し、 κ_c を減少させ出力の向上を狙った。一般的に用いられる組成を High キャリア、High キャリアの半分の不純物量の組成を Low キャリアとし、Low キャリア: High キャリアの体積比率を 9:1 にした FeSi₂ 熱電素子において、Low キャリア側を p 型と n 型の両方とも高温端とすることでパワーファクターが最も高くなることが報告された[3]。また、卒業研究において、高温端 300°C での最大電力が、傾斜素子を用いることで従来の無傾斜素子を用いた FeSi₂ 熱電モジュールよりも約 1.5 倍大きくなることを報告した[4]。本研究では、素子数を増やし、8 対のキャリア傾斜型及び無傾斜型の FeSi₂ 熱電モジュールをそれぞれ 2 つずつ作製した。熱電特性と素子内部の温度分布を赤外線サーモグラフィカメラ (FLIR 社製 E6-XT) で測定し、出力の測定とその再現性の確認を目的とした。図 1 に作製した 8 対モジュールの概略図を示す。

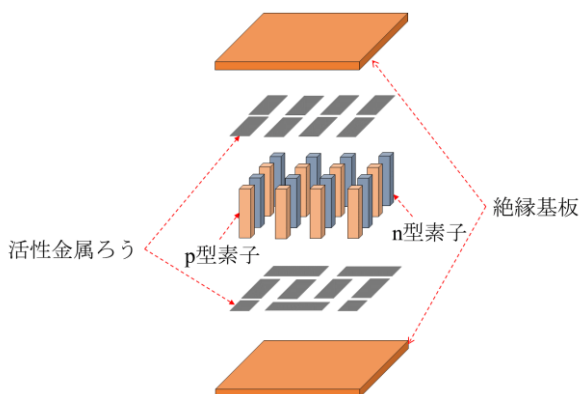


図 1 8 対モジュールの概略図

2. 方法

p 型の High キャリアは Fe_{0.92}Mn_{0.08}Si₂、Low キャリアは Fe_{0.96}Mn_{0.04}Si₂、n 型の High キャリアは Fe_{0.96}Co_{0.04}Si₂、Low キャリアは Fe_{0.98}Co_{0.02}Si₂ の組成で秤量した。これらの組成に加えて半導体化処理の時間を短縮する Cu を各組成の全重量の 0.5% となるように添加した[5]。アルゴンガス雰囲気中でアーク溶解し、インゴットを作製した。インゴットは鉄鉢で粉碎した後、180~355μm に造粒し、ダイ穴面 12mm×25mm の直方体型ダイスに充填した後、圧力 300MPa で成型した。傾斜素子の成型は指定した体積比率となるようにダイ穴に仕切板を設置し、Low キャリア粉末と High キャリア粉末を各々充填した。成型後は電気炉で雰囲気を真空にし、1170°C で 3h かけて焼結した後、800°C で 25h かけて半導体化処理を行った。作製した High キャリア素子と Low キャリア素子のゼーベック係数と比抵抗は、熱電特性評価装置 (アドバンス理工製 ZEM-3) を用いて室温から 500°C まで 50°C ステップで測定した。測定後、素子を切断、研磨し 4mm×4mm×10.5mm の大きさとし、35mm×35mm×1mm のアルミナ絶縁基板 (Al₂O₃) 上に素子を設置した後、活性金属ろう (東京ブレイズ製 TB-608T、70Ag-28Cu-2Ti) を塗布した。ろう付けはアルゴンガスを送風しながら 800°C で 20min かけ接合し、熱電モジュールを作製した[6]。作製したモジュールの片面を冷却器、反対面をヒータに接触させ両端に温度差を与え、高温端が 100、200、300°C の時に負荷特性測定と熱画像を撮影し、熱電モジュールの出力の測定と温度分布を観察した。負荷特性測定は、可変抵抗器の抵抗値を変化させたときの電圧降下を 10 点ほど測定した後、電流値を可変抵抗の抵抗値と電圧からオームの法則により算出し、グラフにプロットした。熱画像は赤外線サーモグラフィカメラを用いてモジュールから 30cm の距離から撮影した。温度分布は、モジュールの p、n 型素子について、熱画像の素子を 4 つの領域に分け、各領域の温度差とその温度時のゼーベック係数及び比抵抗から素子 1 つでの出力電力を算出した。p 型と n 型の出力電力の合計に素子数を掛けてモジュール全体の出力電力とした。傾斜モジュールと無傾斜モジュールの出力比を比較することでその評価を行った。再現性は、傾斜モジュール同士、無傾斜モジュール同士の負荷特性測定の結果をそれぞれ比較して確認した。

3. 結果

図2に無傾斜モジュール、図3に傾斜モジュールの高温端が300°Cの時の負荷特性測定結果を示す。それぞれ2つずつ作製したので(1)、(2)とした。無傾斜モジュール(1)は最大電力38.9mW、内部抵抗1.9Ω、無傾斜モジュール(2)は41.7mW、1.1Ω、傾斜モジュール(1)は55.6mW、2.4Ω、傾斜モジュール(2)は54.1mW、2.2Ωであった。傾斜モジュールは2つとも同様の結果となっていた。

表1に熱画像から得た素子内部の温度差を示す。無傾斜モジュールに対して、傾斜モジュール

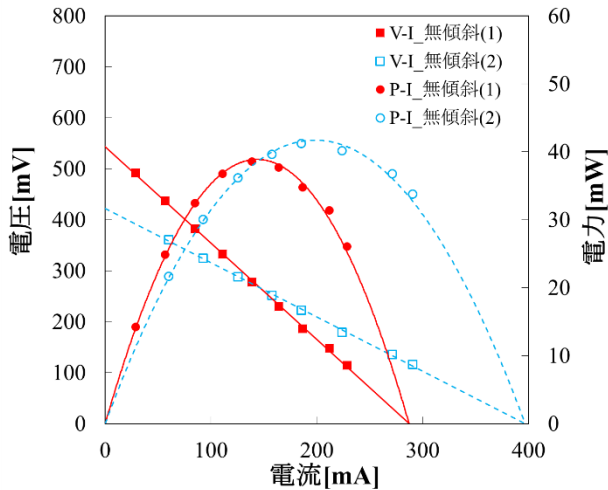


図2 高温端 300°Cでの無傾斜モジュールの負荷特性

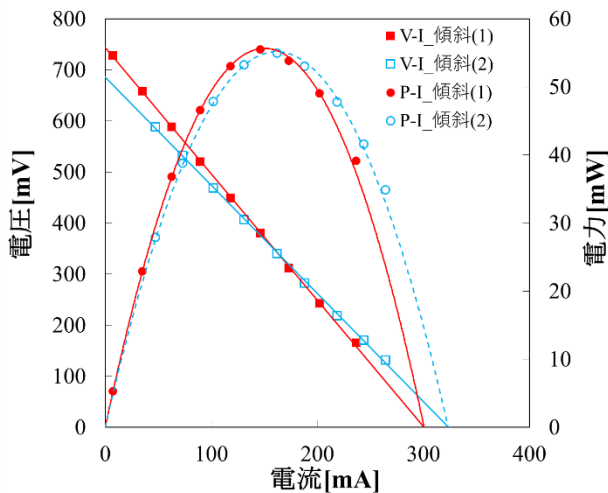


図3 高温端 300°Cでの傾斜モジュールの負荷特性

表1 素子内部の温度差

試料番号	素子数 [対]		高温端 [°C]	低温端 [°C]	温度差 [°C]
1	2	傾斜	236.7	91.7	145.0
2	2	無傾斜	205.5	104.1	101.5
3	8	傾斜(1)	231.0	95.6	135.5
4	8	傾斜(2)	232.1	96.3	135.8
5	8	無傾斜(1)	234.5	126.5	108.0
6	8	無傾斜(2)	234.5	131.6	102.9

の温度差は約30°C大きくなっていった。傾斜素子を用いることで熱伝導率が減少し、素子に大きな温度差が生じ出力が向上したと考えられる。

図4に試料1~6の実験値及び熱画像から計算した出力について、それぞれ試料3の傾斜モジュール(1)を基準に規格化し比較したグラフを示す。試料6については、モジュールの内部抵抗がほかのモジュールと比較して極端に小さかったため、計算値よりも実験値が大きくなった。それ以外は計算値も実験値と同程度の出力比であった。

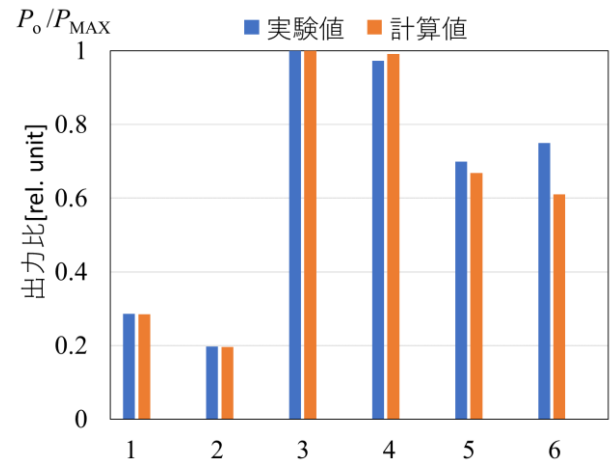


図4 実験及び計算から得られた出力の比較

4. 結言

本研究では、先行研究と同じ比率の傾斜率を有する素子からなる8対モジュールを活性金属ろう法で2個ずつ作製し、その出力及び再現性を評価した。その結果、傾斜素子を用いたモジュールの最大出力が無傾斜モジュールに対し1.2~1.4倍になった。熱画像の解析結果から、素子内部の温度差は無傾斜モジュールに対し、傾斜モジュールの温度差が30°Cほど大きくなっていったことから、傾斜素子により熱伝導率が減少し出力が向上したと考えられる。また、モジュールごとの出力をそれぞれ比較したところ、傾斜、無傾斜どちらも最大出力がおおよそ一致しているため、再現性を確認できた。温度分布から計算値と実験値とを比較したところ、無傾斜モジュール(2)は内部抵抗により出力に若干の差が生じた。

文献

- [1] X. Meng, and R. Suzuki, J. Electron. Mater. 44(6), pp.1469-1476(2015).
- [2] B. Abeles, Phys. Rev. 131(5), pp.1907-1911(1963).
- [3] 吉田聖, “キャリア濃度を傾斜させたFeSi₂熱電素子の作製”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2018)
- [4] 板倉翔太郎, “キャリア傾斜型FeSi₂熱電モジュールの作製と評価”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2019).
- [5] K. Kayamura, Y. Nakajima, M. Kato *et al.*, Trans. Mat. Res. Soc. Japan, 31(4), pp.875-878(2006).
- [6] H. Inoue, T. Kobayashi, M. Kato and S. Yoneda, J. Electron. Mater. 45, pp.1767-1771(2016).

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

Survey Using a School Observation System of the Warm Temperature Environment in a School Building

20603 大庭 康平

指導教員 島川 陽一, 吉田 将司

1. 緒言

近年、学校の空調設備導入に伴って室内温熱環境についての関心が高まっている。学校は多くの人が生活する空間であり学生や教員が過ごす環境を適切に保つ必要がある。そのため現在、学生が快適に学習することが出来る環境の基準として文部科学省が定める学校環境衛生基準が存在する[1]。平成21年4月から施行されており、この学校環境衛生基準によると気温が17℃以上28℃以下、湿度が30%以上80%以下であることが望ましいとされている。先行研究では、温冷感評価のアンケート調査が実施されており、結果として室内温熱環境の改善を図ることで学生の学習効率が上昇することが指摘されている[2]。延原らの研究[3]では最上階の教室では屋上の放射熱による影響を受けることで室温、体感温度が高くなることが分かっている。本校の校舎は北東と南西の2棟の建物からなっており、時間によって日光に当たる教室が違い、風通しのよさも変わってくる。教員、学生が校内で快適に生活を送るには全校一律の集中管理ではなく全教室の温湿度を把握し基準を満たすよう各所に適切な制御をする必要があると考えられる。そのためには、校内の温熱環境を把握が求められる。本研究の目的は、教室の温熱環境の変化の傾向を統計手法を利用し解析することである。

2. 方法

表1は2019年度、2020年度のノード配置である。本研究はまず1年間を通した学校内の温度・湿度のデータを自動で分割、統合するプログラムを作成する。次に統計手法を用いて定量化し、そのデータを基に本校における学習環境の調査と検討を行う。まず初めに約2週間おきに回収したデータを統合する。統合したデータをノードごとに振り分ける。ノードごとに振り分けたファイルを平均値を算出して出力する。今回はpythonでプログラムを作成した。次に八王子における一日平均のデータを目的変数、ノード2,4,5,8を説明変数として重回帰分析を行った。気象庁が公開している気象データをダウンロードし、各教室の温湿度データと合わせて解析、検討をする。また2019年、2020年、2年の統合したデータで数量化3類で解析を行った。本研究では有意水準を5[%]に設定する。

表1 ノード配置

2019年度				2020年度			
ノード名	方位	階層	種類	ノード名	方位	階層	種類
1	北東	3	研究室	1	北東	3	教室
2	南西	3	教室	2	南西	3	教室
4	南西	1	図書室	3	北東	3	研究室
5	北東	4	研究室	4	南西	1	図書室
7	北東	3	教室	5	北東	4	研究室
8	北東	3	教室	7	北東	2	研究室
9	南西	4	教室	8	南西	2	教室
				9	南西	4	教室
				10	南西	2	教室

表2 重回帰分析結果

	決定係数	有意	t値
4月	0.756	◎	ノード5
5月	0.882	◎	ノード6
6月	0.807	◎	ノード5
7月	0.959	◎	ノード5
8月	0.648	◎	ノード5
9月	0.762	◎	ノード8
10月	0.775	◎	ノード8
11月	0.822	◎	ノード5
12月	0.273	◎	ノード8

3. 結果

表2は2019年度の重回帰分析の結果である。4月から11月までは自由度調整済み決定係数が0.5より大きいため目的変数が説明変数によって説明されているといえる。また、どの月も有意Fより0に近いこの解析結果は有意であるといえる。表より12月は自由度調整済み決定係数が0.27と0.5より小さいため目的変数が説明変数によって説明されていないことがわかる。4月～8月、11月はt値、P-値よりノード5が最も目的変数に対して影響が強いことがわかる。9月、10月はt値、P-値よりノード8が最も目的変数に対して影響が強いことがわかる。4月、5月、8月～11月はt値、P-値よりノード2が目的変数に対して最も影響が弱いことがわかる。6月、7月はノード8が目的変数に対して最も影響が弱いことがわかる。

表3、4、5は2019年度、2020年度、2019年度と2020年度の観測データを総合して数量化3類による解析を行った結果であり月別傾向である。△は傾向が弱いことを示している。2019年は12月以外は南西が快の傾向にあり、夏季は3階が快の傾向にあった。冬季は傾向がつかめなかった。2020年の解析結果では夏季である8月では3、4

階より2階のほうが快適なのに対して、冬季である11、12、1月は2階より3、4階のほうが快適になっていた。特に夏季と冬季の階層が分布する結果は逆になっており、階層が温熱環境に与える影響が大きいと考えられる。月別で階層の分布をみると2階は寒さによった不快を感じる事が多く、それに対し4階は冬の間、快い空間が保たれやすいと考えられる。

4. 結 言

本研究では温熱環境観測用センサネットワークで取得した温度・湿度などのデータを効率よく解析するためにデータを自動で統合、ノードごとに分割、平均値を算出するプログラムを作成した。また、それらのデータを統計的に解析した。八王子観測所の気温データを目的変数、各ノードの温度データを説明変数として重回帰分析を行った。結果として八王子観測所の気温データは本校の温熱環境を説明するための要素として不適格であった。また重回帰分析は目的変数が必要なため、本校の温熱環境を構成する因子はわからなかった。そこで目的変数を必要としない数量化3類で解析を行った。2019年度、2020年度、2019年度から2020年度のデータを統合したものを解析した結果、夏場と冬場は2階と4階が不快になる傾向にある。2020年度の結果では冬場は2階が不快になった。冬場は2階は不快になりやすいことがわかった。この結果は、先行研究[3]、[4]と一致しており、階層が高いほど室温が高い傾向を示している。不快指数の範囲は「何も感じない」～「やや暑い」に収まる必要があるが、7～9月に「暑くて汗がでる」「暑くてたまらない」、12月に「肌寒い」「寒い」が確認された。以上の結果から少なくとも因子として階層が重要であることが推定できた。

5. 今後の展望

南西側の2階、4階、研究室のデータが足りず、本校全体の温熱環境の傾向がわかるとはいえなかった。さらに良い分析をするためには、南西側、2階、4階、研究室にノードを設置する必要がある。加えて、時間帯別、部屋ごとの詳細な分析が必要となる。2年間のデータでもまだ足りないところがあり、解析データの増量が必要である。解析方法も検討の余地があり、目的変数を使わない主成分分析などでの解析も必要である。

文 献

- [1] 文部科学省, 学校環境衛生基準, 2009年.
- [2] 田辺新一, “温度と知的生産性”, からだと温度の事典, pp394, 2012.
- [3] 延原理恵, 角谷環, “冷房時における小学校教室の温熱環境と温冷感評価”, 京都教育大学環境教育研究年報, 第20号, p65, 2012.
- [4] 溝口紗蘭, “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”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文, 2020.

表3 2019年度 数量化3類

	不快感	方角	階層	用途
6月	快	南西	4	研究室
	不快	北東	3	教室△
7月	快	南西	3	教室
	不快	北東	4	研究室
8月	快	南西	3△	研究室△
	不快	北東	4△	教室△
9月	快	南西	4	研究室△
	不快	北東	3	教室△
10月	快	南西	4	研究室△
	不快	北東	3	教室△
11月	快	南西	△	教室
	不快	北東		研究室
12月	快	北東	4	研究室
	不快	南西	3	教室

表4 2020年度 数量化3類

	不快感	方角	階層	用途
3月	快	北東	4	研究室
	不快	南西	3,2	教室
4月	快	北東	4	研究室
	不快	南西	3,2	教室
5月	快	南西△	3,2	△
	不快	北東△	4	
6月	快	南西△	2,4	△
	不快	北東	3	
7月	快	南西△	3	教室△
	不快	北東△	2,4△	研究室△
8月	快	北東	2	研究室
	不快	南西	3,4△	教室
10月	快	南西△	2	教室△
	不快	北東△	3,4	研究室△
11月	快	南西△	3,4	教室△
	不快	北東△	2	研究室△
12月	快	△	3,4	△
	不快		2	
1月	快	△	3,4	△
	不快		2	

表5 統合 数量化3類

	不快感	方角	階層	用途
6月	快	南西	4	教室
	不快	北東	2,3△	研究室
7月	快	北東△	3	教室△
	不快	南西	2>4	研究室
8月	快	北東	3	教室△
	不快	南西	2>4	研究室
10月	快	南西	2	△
	不快	北東	3,4△	
11月	快	北東△	3	研究室△
	不快	南西△	2,4	教室△
12月	快	△	3	教室△
	不快		2,4	研究室△

リン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料製骨固定スクリューの 強度向上に向けた延伸処理の検討

Investigation of Drawing to Improve Strength of
Tricalcium Phosphate/Poly(lactic acid) Composite Bone Fixation Screws

20605 黒澤 暢生

指導教員 黒木 雄一郎, 坂口 雅人

1. 緒言

高齢者は身体機能の低下のために転倒しやすく、骨密度の低下によって骨折に至りやすい。従って、高齢化の進行に伴い骨折患者数も増加している。従来の骨折治療では、整復した骨を固定するために、金属製の骨固定具が用いられていた。しかし、これらの金属材料はイオンの溶出により炎症を発生させるほか、応力遮へいによって自家骨を弱化させる可能性が知られている。このため、治癒後の摘出手術が必要となり、患者の負担となっていた。そこで、生体吸収性高分子材料であるポリ乳酸 (PLA) と骨伝導性を有する人工骨材料であるリン酸三カルシウム (TCP) の複合材料である TCP/PLA 製骨固定スクリューが開発され、顎顔面領域を中心として実用化されている[1]。しかし、金属製に対し力学的特性が大きく低下するため、適用範囲は低負荷部に限られており、強度向上の手法が検討されている。

高分子材料の加工として延伸処理が一般的に行われている。これは、材料の大変形によって分子鎖を配向させ、変形した軸方向の強度を向上させる処理である。これまでに、引張延伸処理を用いた TCP/PLA バルクの強度向上を検討した。その結果、延伸比 1.5 で、約 1.6 倍の引張強度向上を達成し、TCP/PLA においても延伸処理が有効であることを確認した[2]。そこで、本研究ではより実用形状に近い TCP/PLA スクリューを成形し、押出型鍛造を用いた押出延伸による力学的特性変化を調査した。

2. 実験方法

使用した材料は PLA (武藤工業製, MAGIX-PLA-17CL) 及び TCP (富士フィルム和光純薬製, 032-10855) である。PLA は乾燥炉を用い 70°C で 20 時間程度絶乾した。絶乾終了直後に成形を行った。単軸押出混練機 (株式会社井本製作所製, PPKR-mini) を用いて材料を混練と同時にキャスト成形した。混練条件はホッパ部温度 145°C, 混練温度及び製品温度 200°C, 成形時の回転速度 100 である。TCP 含有率は 0 mass%, 15 mass% 及び 30 mass% の 3 条件とした。各含有率の試験片はそれぞれ未処理 (キャスト成形), 熱処理, 延伸処理の 3 条件とした。未処理及び熱処理試験片

は混練機出力部に M6×35 mm スクリュー形状の金型を、延伸処理試験片は直径 8.5 mm の円筒ビレット金型を取り付けてキャスト成形した。キャスト成形では混練機を用いて金型に材料を充填し、プレス機を用いて押切荷重 8 kN を負荷しながら冷却した。キャスト成形後、延伸処理試験片は押出型鍛造によって押出延伸とネジ山の成形を行った。押出型鍛造では図 1 に示すように、ホットプレスを用いて 130°C に加熱した金型に成形したビレットを入れて 10 分間加熱し、10 kN の押切荷重を負荷してスクリュー金型に押し出すことで成形した。なお、押出型鍛造においてスクリューの軸方向延伸比が 2 倍となるようにビレット直径を決定した。熱処理試験片は押出型鍛造と同じ処理温度と熱処理時間を設定し、図 2 に示すように金型に入れたスクリュー試験片を加熱及び加圧した。

成形した試験片の力学的特性評価としてせん断試験とねじり試験を行った。せん断試験は万能試験機 (島津製作所製, AGS-1000A) に取り付けられた 1 組の金型で、試験片両端部と中央部をそれぞれ保持し、0.5 mm/min の強制変位で圧縮して行った。ねじり試験は試験片端部を固定、反対側の端部を 0.2 min⁻¹ で回転させ、トルクコンバーター (共和電業製, TP-50KCM) を用いて計測した。また、試験片破壊挙動を調査するため、アコースティックエミッション (AE) の測定を行った。AE センサ (エヌエフ回路設計ブロック製, AE-900M) を試験片保持金型に瞬間接着剤を用いて接着し、プリアンプ (40 dB) で増幅した信号をメモリハイコーダ (日置電機, MR-6000) を用いて測定した。得られた AE データは数値解析用ソフトウェア GNU Octave の FFT 関数を用いて高速フーリエ変換し、パワースペクトルを算出した。



図 1 押出型鍛造



図 2 熱処理

3. 結果と考察

各条件で成形した試験片のせん断強度を図 3 に示す. TCP 含有率の増加に伴いせん断強度は単調減少した. これは TCP が応力集中源として作用したためと考えられる. 一方で, 延伸処理試験片の強度は熱処理試験片に対して向上した. これは延伸による分子鎖配向の影響と考えられる. 一方, 強度向上率は TCP 含有率の増加に伴い減少し, 30 mass%ではほとんど強度が変化しなかった. これは TCP 粒子の増加により母材の軸方向への分子配向が阻害されたためと考えられる. TCP 含有率 15 mass%延伸処理試験片のせん断強度が 0 mass%未処理試験片を超えたため, TCP 添加によるせん断強度低下を延伸処理による強度向上によって相殺することができたといえる.

各条件で成形した試験片のねじり強度を図 4 に示す. キャスト成形した試験片において TCP 含有率に対してねじり強度の変化は小さかった. 延伸処理した試験片の強度は熱処理試験片の強度に対して 0 mass%では低下したが, 15 mass%においては変化せず, 30 mass%では向上した. これは前述の分子配向の阻害に伴い, 延伸による異方性が緩和されたためと考えられる.

図 5, 6 にねじり試験で得られた TCP 含有率 0 mass%及び 15 mass%延伸処理試験片の AE データを示す. 実線がねじりモーメント, 点線が累積 AE イベント, 一点鎖線が累積 AE エネルギー, 丸プロットが振幅を表している. 0 mass%に対し

て 15 mass%では破壊は瞬間的に発生しており, かつ破壊に伴い解放されたエネルギーはわずかであった. これは TCP の添加の影響で試験片がぜい性的に破断したことを示している.

4. 結言

本研究では TCP/PLA スクリュー試験片の強度に及ぼす延伸処理の影響を調査した. TCP 添加によってせん断強度は低下したが, 延伸処理による強度向上によって相殺することができた. 延伸による強度向上率は TCP 含有率の増加に伴い減少した. 一方, キャスト成形したスクリューのねじり強度は TCP 添加によって大きく変化せず, ねじり強度向上率は TCP 含有率の増加に伴い向上した. 収録した AE の解析により, PLA スクリューは TCP 添加によってぜい性的に破断したことが示された.

5. 今後の展望

破壊挙動を考察するために電子顕微鏡による破面観察を行う予定である. 最終的に本研究をまとめ, 論文投稿を行う.

文献

- [1] Teknimed, "EUROSCREW® PLA & PLA/TCP", <<https://www.teknimed.com/portfolio-items/euroscREW/>>, (2021/06/10 アクセス).
- [2] 黒澤暢生, 坂口雅人, 小林訓史, "β 型リン酸三カルシウム/ポリ乳酸複合材料の引張強度に及ぼす引張延伸と界面処理の影響", 日本機械学会 2020 年度年次大会講演論文集, J03331, (2020).

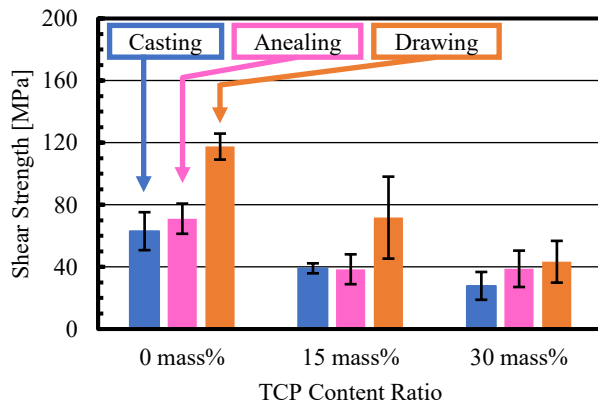


図 3 キャスト成形, 熱処理, 延伸処理を施した TCP/PLA スクリューのせん断強度

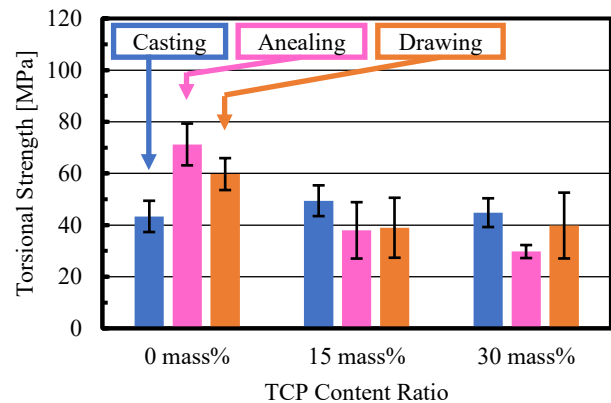


図 4 キャスト成形, 熱処理, 延伸処理を施した TCP/PLA スクリューのねじり強度

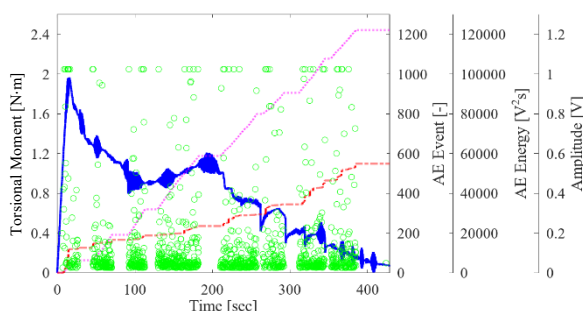


図 5 TCP 含有率 0 mass%, 延伸試験片の AE データ

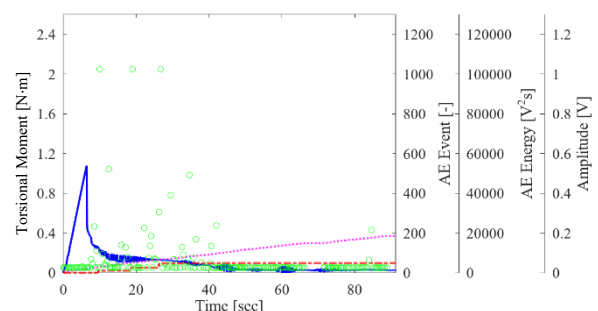


図 6 TCP 含有率 15 mass%, 延伸試験片の AE データ

熱電特性に及ぼす素子形状の影響

Effect of element dimensions on thermoelectric properties

20606 小橋 冬威

指導教員 山下 健一郎, 加藤 雅彦

1. 緒言

熱電材料とは熱を電気に直接変換する材料である。近年、ペルチェモジュールの外部熱抵抗が低温端の冷却能力に影響を与えることが報告された[1]。このことから、バルクスケールの素子を使ったモジュールの設計時にはモジュール自体の熱抵抗も考慮する必要がある。また、一般にペルチェ係数とゼーベック係数は比例関係にあり、ゼーベックモジュールも同様にその効果を考慮する必要がある。熱抵抗は熱の伝わりにくさを表し、熱抵抗 R_{th} = 温度差 ΔT / 通過熱量 Q で定義される。仮に、熱流方向の長さや熱流方向に垂直な断面積が変化しても通過熱量 Q が変わらないならば、温度差 ΔT の変化が熱抵抗 R_{th} の変化を表している。よってモジュールに供する素子の寸法変化による熱抵抗変化からモジュールの温度差 ΔT を評価することができる。そこで本研究では、素子高さ h と p 型/n 型素子のペア数 N を変え、モジュール全体の熱抵抗を変化させた際の実出力への影響を検討し、熱電モジュールの普遍的な設計指針を得ることを目的とした。

2. 方法

$40 \times 40 \text{ mm}^2$ のアルミナ基板上に素子底面積 $2.5 \times 2.5 \text{ mm}^2$ 、素子高さ 5, 7.5, 10, 12.5, 15mm、ペア数 4, 8, 16 の Bi_2Te_3 熱電発電モジュールを作製した。また、 $30 \times 30 \text{ mm}^2$ のアルミナ基板上に素子底面積 $2.5 \times 2.5 \text{ mm}^2$ 、素子高さ 5, 10, 12.5mm、ペア数 4 の FeSi_2 モジュールを作製した。モジュールの片端を自然冷却、もう片端をホットプレートで 80°C に加熱し、可変抵抗の値を変化させながら電圧を測定する V-I 特性測定を行った。サーモグラフィカメラで、V-I 特性測定時のモジュール側面の温度分布を記録し、高温端及び低温端温度の抽出をした。V-I 特性測定の結果から最大発電電力 P_{max} を読み取り、V-I 特性測定時の素子両端の温度差 ΔT にペア数 N を乗ずることで擬似通過熱量 $N\Delta T$ を導出した。作製したモジュールを、擬似通過熱量を用いて導出した変換効率 $\eta = P_{max} / N\Delta T$ と最大発電電力 P_{max} の観点から評価した。

3. 結果

図 1 に 4 ペア Bi_2Te_3 モジュールの V-I 特性の測定結果を示す。図 1 より、素子高さが高くなるほど最大発電電力が大きくなった。素子高さに依存するモジュールの通過熱量の変化が原因だと考えられる。また、素子高さにかかわらずペア数が増加すると最大発電電力は大きくなった。

図 2 にペア数 4、素子高さ 5, 15mm の Bi_2Te_3 モジュールの熱画像を示す。図 2 より、素子高さが高くなるにつれ素子の温度差が得られやすいたことがわかった。これはいずれのペア数でも同様であった。よって、素子高さが高くなるほど素子を通過する熱量は増大すると考えられる。

図 3 には Bi_2Te_3 モジュールの最大発電電力 P_{max} に対する擬似通過熱量 $N\Delta T$ の依存性を示す。図 3 より、すべての素子高さ、ペア数において擬似通過熱量 $N\Delta T$ と P_{max} は比例関係にあることがわかる。 Bi_2Te_3 モジュールの評価として、最初に変換効率 η の観点から評価を行った。図 3 のグラフの傾きは変換効率 η を示している。これらのプロットが近似直線の傾きに則っていることから、素子高さ h とペア数 N の変化は変換効率 η に影響を与え

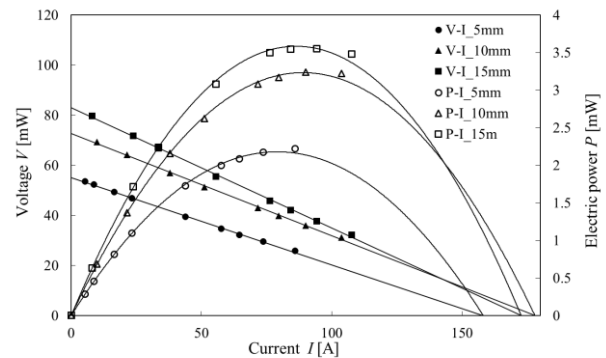


図 1 4 ペア Bi_2Te_3 モジュールの V-I 特性

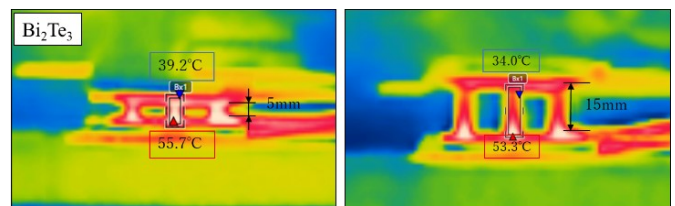


図 2 異なる素子高さの Bi_2Te_3 モジュールの熱画像

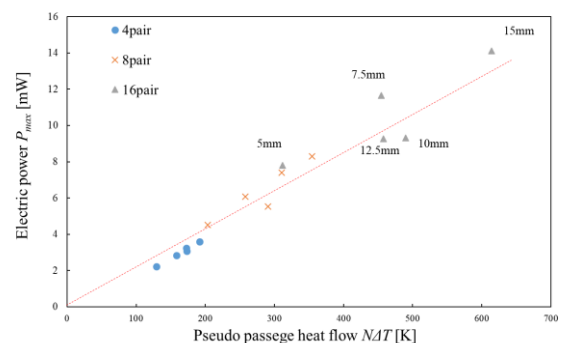


図 3 Bi_2Te_3 モジュールの最大発電電力に対する擬似通過熱量依存性

ないと考えられる。次に、最大発電電力 P_{max} の観点から評価を行った。素子高さ及びペア数に比例して最大発電電力は大きくなった。ただし、16ペアの7.5mmと12.5mmのような例外もあった。この要因として、モジュールを手作業で作製したことに起因するモジュールの個体差や、低温側が自然冷却であるため出力が外乱を受けやすいことなどが考えられる。前者は同条件のモジュールを複数個作製することで、後者は室温を一定に保つような実験環境を構築することで対策できると考えられる。

図4は Bi_2Te_3 モジュールの単位体積当たりの最大電力 P_{max} に対する擬似通過熱量 NAT の依存性を示す。図3と異なり縦軸が単位長さあたりの最大発電電力 P_{max} となっており、モジュールに使用した素子の底面積は一定であるため、最大発電電力を素子高さで割ることで、体積当たりの最大発電電力としてプロットを行った。

最初に、変換効率 η の観点から評価を行った。図4よりそれぞれのペア数において擬似通過熱量 NAT と P_{max} は素子高さごとに異なる傾きを持つ比例関係にあることがわかった。このグラフの傾きは変換効率 η とみなせるため、素子高さが低いほど体積当たりの変換効率は高くなると考えられる。また、ペア数は体積当たりの変換効率に影響を及ぼさないとはいえる。次に、最大発電電力の観点から評価をした。この場合、素子高さが低いほど素子体積当たりの最大発電電力が大きくなる傾向にあることが分かる。体積当たりの変換効率 η と最大発電電力の二つの観点からの評価より素子の出力への寸法効果は存在することが分かる。

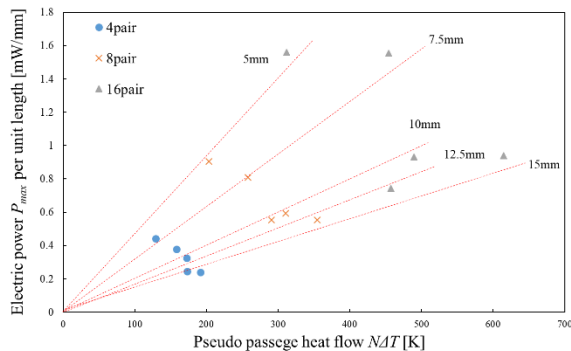


図4 Bi_2Te_3 モジュールの単位体積当たりの最大発電電力に対する擬似通過熱量依存性

FeSi_2 はペア数4、素子高さが5、10、12.5mmのモジュールを作製したが、V-I特性測定時に素子高さ12.5mmのモジュールが破断したため、素子高さ12.5mmのV-I特性測定はできていない。

図5に FeSi_2 モジュールのV-I特性測定の結果を示す。図5より FeSi_2 モジュールは、 Bi_2Te_3 モジュールと同様に素子高さが高くなるほど、最大発電電力が大きくなることが分かる。

図6に FeSi_2 及び Bi_2Te_3 モジュールの単位体積

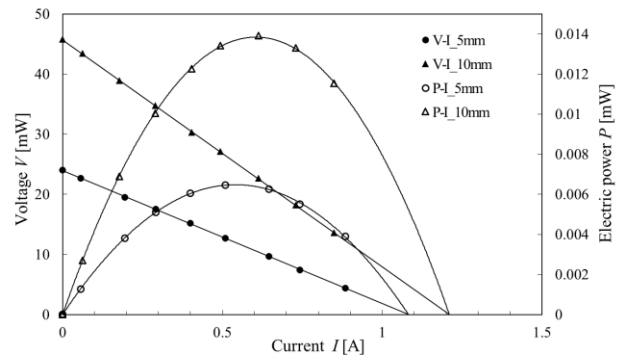


図5 4ペア FeSi_2 モジュールのV-I特性

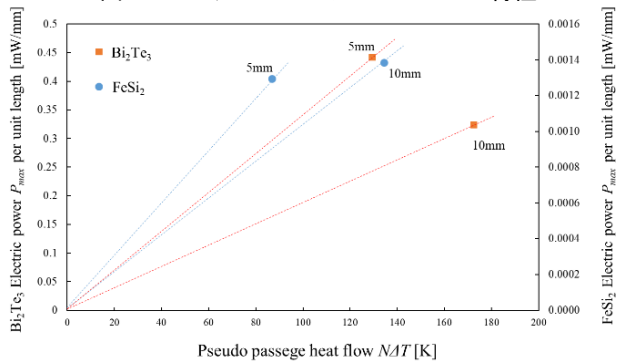


図6 FeSi_2 及び Bi_2Te_3 モジュールの単位体積当たりの最大発電電力に対する擬似通過熱量依存性

当たりの最大電力 P_{max} に対する擬似通過熱量 NAT の依存性を示す。図6より、 FeSi_2 も Bi_2Te_3 と同様に素子高さが低いほど、素子体積当たりの変換効率は良くなると考えられる。また、 Bi_2Te_3 は素子高さが低いほど体積当たりの最大発電電力が大きくなる傾向にあったが、 FeSi_2 は素子高さが5mmよりも10mmの方が最大発電電力が大きくなった。これは FeSi_2 の熱伝導率が Bi_2Te_3 よりも高いことが原因だと考えられる。

4. 結言

Bi_2Te_3 モジュールの設計指針を立てると、体積当たりの発電量を考慮するならば、熱電モジュールは素子高さが低い素子でモジュールを作製することが好ましいといえる。素子高さが低ければ材料のコストは安くなり、モジュールの機械的耐久力の向上も見込める。また、体積当たりの発電量を考慮しない場合、素子高さが高い素子を多くのペア数で直列接続することが好ましいといえる。このようなモジュールは、熱源の面積が限られ、素子高さが低いモジュールでは要求される出力を得られない場合に有用である。また FeSi_2 モジュールは体積当たりの発電量を考慮すると素子高さは5mmよりも10mmの方が好ましく、これは Bi_2Te_3 モジュールの設計指針と異なっていた。ゆえに、モジュールの設計は使用する材料の熱伝導率に注視する必要がある。

文献

- [1] Ravi Anant Kishore, et al., Nat. Commun., 10, (2019).
- [2] 日本熱電学会, 熱電変換材料, 日刊工業新聞社, p.53-55, (2012)

無機黒色顔料の合成および エネルギーハーベスティングへの応用に関する研究

A Study on Synthesis of Inorganic Black Pigment and Application to Energy Harvesting

20607 小林 恵士

指導教員 米盛 弘信, 黒木 雄一郎

1. 緒言

近年、光や熱など、環境中の微小なエネルギーを回収して電力へ変換する“エネルギーハーベスティング”が注目されている[1]。本研究では、太陽電池等に用いられる Si のバンドギャップよりもエネルギーの低い赤外線に注目した。波長 1100nm 以上の赤外線は Si ベースの太陽電池を透過する。そこで未利用赤外線のエネルギーを回収する方法の一つとして、光熱変換による熱を利用した熱電発電を検討した。黒色物質の多くはバンドギャップが小さく、光を吸収して熱に変換する性質をもつ。このことから赤外線を効率良く熱へ変換する黒色顔料を熱電素子表面に塗布することで、未利用赤外線のエネルギーを回収可能と考えた。入手性の高い黒色顔料はカーボン等がある。しかし、光吸収デバイス等への応用においては、耐久性の面から実用化が難しいとされている[2]。本研究では、毒性の低い無機黒色顔料として、bixbyite ($Mn_{0.74}Fe_{1.26}O_3$)に注目した。そして、合成実験や第一原理計算を用いた電子構造解析、試料を塗布した熱電素子における発電特性の評価、および光吸収に関する評価手法の一つである光音響分光法を用いた光熱変換評価を行い、bixbyite の光熱変換材料としての応用を検討した。

2. 方法

原料は Mn_3O_4 粉末と Fe_2O_3 粉末を使用した。仕込み組成比が $Mn:Fe=1:1$ となるように Mn_3O_4 と Fe_2O_3 を秤量し、乳鉢と乳棒を用いてプロパノール中で 2 時間湿式混合した。Crum らの報告[3]をもとに、900°C に設定した電気管状炉内で混合粉末を 2 時間および 10 時間熱処理することで試料を得た。2 時間熱処理した試料をプロパノール中にて 2 時間湿式粉碎した後、さらに 2 時間熱処理した。その後、試料をガラス試料板に充填し、XRD により結晶相を同定した。

第一原理計算に使用するコードは、「Quantum Espresso」とした。bixbyite は Mn、Fe、O からなる固溶体である。本研究では「Supercell program」を用いて、bixbyite の Special Quasirandom Structure : SQS を構築することで固溶体におけるランダムな原子配置を再現した。計算方法には一般化勾配近似法を採用し、擬ポテンシャルにはウルトラソフト型を使用した。平面波のカットオフを 46Ry、電荷密度のカット

オフを 316Ry とし、Mn と Fe の Hubbard U をそれぞれ 3.9eV、および 5.3eV とした[4]。サンプリング k 点を $2*2*2$ とし、状態密度を計算した。

熱電素子の高温面に銅板を接着し、グラファイトおよび合成した試料をそれぞれ素子に塗布した。各試料を 0.5g 秤量し、乳鉢と乳棒を用いて細かく粉碎してからプロパノールに分散したものを塗布し、よく乾燥させてから実験に使用した。また、低温面にヒートシンクを取り付けることで放熱した。次に、熱電素子に可変抵抗を接続し、ハロゲン光を照射した際の電圧を測定することで、発電特性を調査した。

谷田貝らの報告[5]を参考に、アルミニウム製の光音響セル(外径 $\phi 60$ 、内径 $\phi 20$ 、深さ 10mm)を製作した。試料をアルミニウム製試料台に充填し、O リングと石英窓、アルミニウム製の上蓋を用いてセル内部を密閉した。100W タングステンランプと分光器、チョップを用いて波長 900~1600nm、断続周波数 500Hz の断続光を生成し、試料上方より照射した。試料から生じた音波をエレクトレットコンデンサマイクロフォン(ECM)で取得し、光音響信号をロックインアンプにより検出した。同様の測定をグラファイトについてもを行い、結果を比較した。

3. 結果

合成した試料の外観はいずれも黒色であった。図 1 に合成した試料の XRD パターンを示す。900°C で 2 時間熱処理した試料では※印のピーク(Fe_2O_3)以外は全て bixbyite によるものであった。一方、900°C で 2 時間、2 回熱処理した試料、および 10 時間熱処理した試料は、 Fe_2O_3 のピークが消失し、単相の bixbyite が得られた。以上より、単相の bixbyite を得るためには 900°C で 2 回熱処理、または長時間の熱処理が有効であることを確認した。

図 2 に bixbyite の状態密度を示す。計算結果より、-50eV 付近にマンガンの 3p 電子、-20eV 付近に酸素の 2s 電子が局在しており、フェルミレベル付近にマンガンの 4s 電子、鉄の 4p 電子、酸素の 2p 電子からなる混成軌道が存在する。したがって、0K において金属的であり、アップダウンスピンの対称でないことから磁性体であることがわかった。以上より、合成した試料の黒色はフリーキャリアによる光吸収に起因するものと考えられる。

図3に各試料を塗布した熱電素子の発電特性を示す。グラファイトを塗布した場合は $2.35\mu\text{W}$ の最大電力が得られた。また、単相の bixbyite を塗布した場合はいずれもグラファイトの 1.2 倍程度の結果を示した。以上より、単相の bixbyite を塗布することで発電特性が向上することを確認した。

図4に試料(900°C、2+2h)およびグラファイトの光音響スペクトルを示す。900~1100nm 付近において試料の光音響スペクトルは上昇傾向を示し、強度はグラファイトと同程度であった。1100nm よりも長波長では下降傾向を示し、1600nm 付近ではグラファイトの 50%程度まで減衰した。また、全ての試料において同様の傾向を示した。以上より、波長 900nm~1100nm において bixbyite はグラファイトと同程度、1100nm~1600nm では同程度~50%程度の光熱変換が可能であることが示された。

4. 結言

本研究では、光熱変換によるエネルギーハーベスティングに資する無機黒色顔料として bixbyite に注目し、合成実験や光熱変換評価を行った。その結果、900°Cで2回熱処理、または長時間の熱処理により単相の bixbyite を合成することに成功した。また、試料を塗布した熱電素子の発電特性および光音響スペクトルから、bixbyite は近赤外領域においてグラファイトと同程度~50%程度の光熱変換が可能であることを明らかにした。

文献

- [1] K. Takeuchi, *Electrochemistry*, 84(2016)157
- [2] K. Amemiya, H. Koshikawa, M. Imbe, et al., *J. Mater. Chem. C*, 7(2019)5418
- [3] J. V. Crum, B. J. Riley and J. D. Vienna, *J. Am. Ceram. Soc.*, 92(2009)2378
- [4] S. Sharifi, A. Yazdani and K. Rahimi, *Sci. Rep.*, 10(2020)10916
- [5] 谷田貝豊彦, 伊藤雅英, 日野真 他, *光学*, 11(1982)596

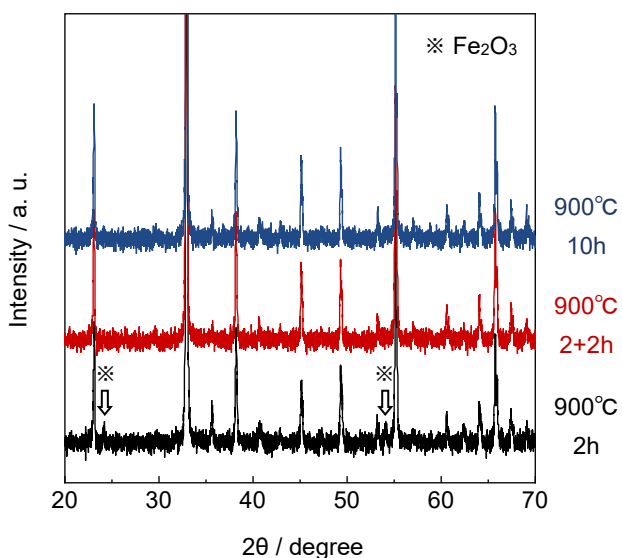


図1 合成した試料のXRDパターン

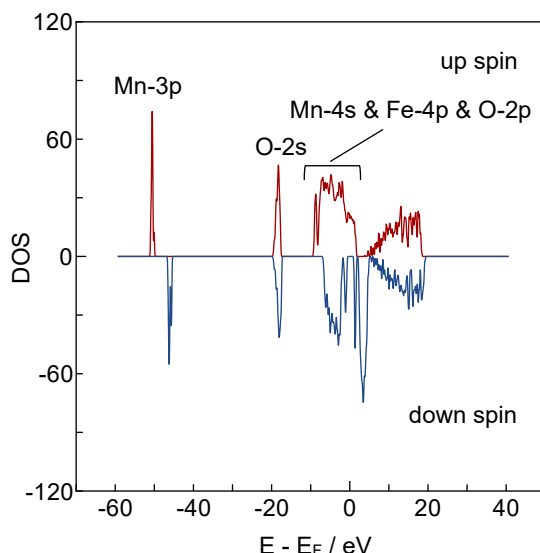


図2 bixbyiteの状態密度

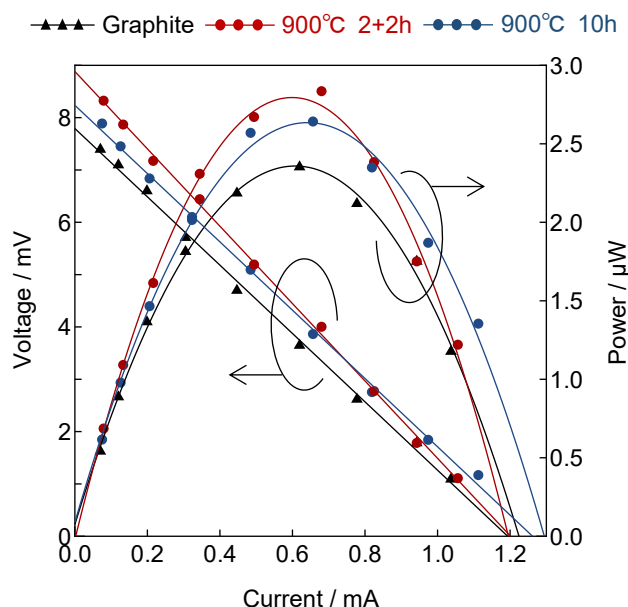


図3 試料を塗布した熱電素子の発電特性

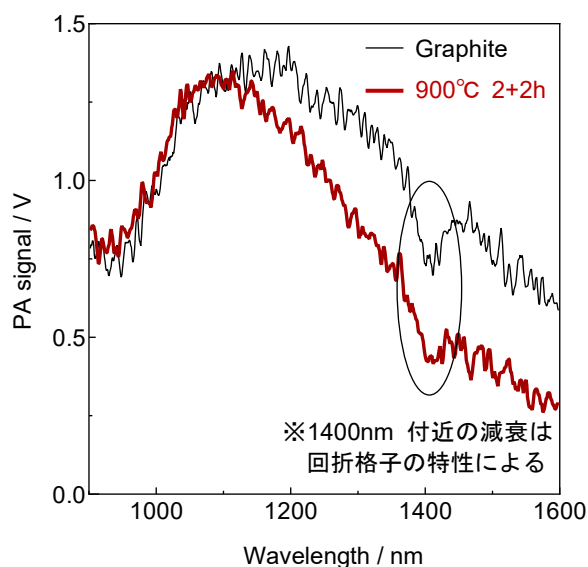


図4 試料の光音響スペクトル

PV モジュールから発生するノイズ抑制用 MPPT 機能付きアクティブフィルタに関する一検討

A Study on the Active Filter with MPPT for Suppressing Noise Occurred from PV Module

20608 近藤 榛樹

指導教員 黒木 雄一郎, 米盛 弘信

1. 緒言

近年、エネルギーの消費が高まっていることから、火力発電等による温室効果ガスが多く発生し、地球温暖化への影響が懸念されている。そのため、地熱発電や風力発電等の再生可能エネルギーが注目を集めている。中でも太陽光発電システムは、発電時における騒音被害が少ないことや、設置が容易である等の理由があり、企業から一般家庭まで幅広く普及している。しかし、図1へ示すようにメガソーラーなどの大規模な太陽光発電システムからノイズが発生し、AM ラジオ帯やアマチュア無線帯の一部に電波障害を引き起こしていると報告が挙がっている[1-2]。先行研究で、ノイズの発生原因は、最大電力追従装置機能付きのDC-DC コンバータ(以下:MPPT)におけるスイッチング動作に起因することが明らかになった[3]。これを抑制するため、発生源であるMPPTにアクティブフィルタ(以下:AF)の導入を検討してきた[4]。

本稿では、取り組んだ研究の一部として、先行研究で行ったシミュレーション、及び再現実験の方法とその比較結果[5]、小規模な太陽光発電システムを模擬したシステムにAFを導入した際のAFがノイズに与える抑制率の影響を示す。本科5年次からこれまでにかけての先行研究の主な概要や、詳細な実験条件・結果は本論文を参照されたい。

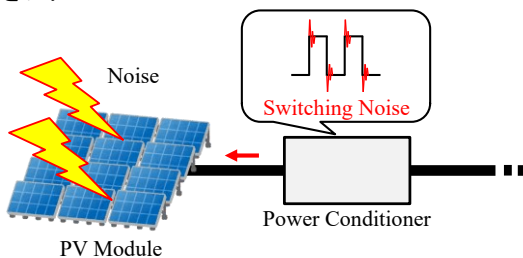


図1 ノイズの放射原理

2. 先行研究における評価

先行研究では、回路シミュレータの一つであるLTspiceにより、太陽光発電システムを模擬した発電システム、及びAFを構築し、AFを模擬システムへ導入した。模擬システムは、スイッチングによって発生した歪を含んだ発電状態を表現するため、ホワイトノイズ(以下:WN=White Noise)を重畳した直流電源とした。また、MPPTはPVモジュールの最大電力点が開放電圧の約80%であるため、Duty比80%の降圧チョップ回路を

採用した。AFのフィードバック部は、論理回路を用いて、基準波形との比較、及び逆相への変換を再現した。信号を重畳する箇所は大電力の使用を想定しているため、MOS-FET式のミキサー回路を採用した。

次に、図2に示すような実験構成で実機による再現実験を行った。実験条件はシミュレーションと同様になるよう調整し、重畳したWNはホワイトノイズジェネレータを用いて再現した。ただし、再現実験のためMPPTによる最大電力追従制御を行わず、Duty比を80%に固定させて実験を行った。比較を行うため、評価指標として全高調波歪み(以下:THD=Total Harmonic Distortion)を算出し、AFの有無がノイズへ与える影響を明らかにした。

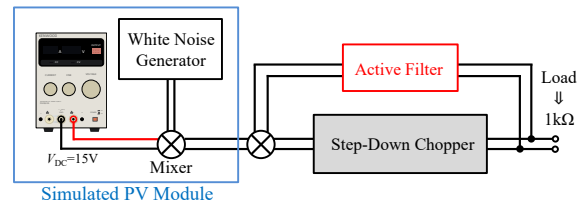


図2 先行研究の実験構成

図3に先行研究のシミュレーション、及び再現実験におけるノイズ抑制結果を示す。模擬システムに重畳したWNは実験毎に変化するランダム波形であるため、結果に多くのバラつきが生じた。そこで、30回のシミュレーション、及び再現実験を行い、THDの平均値を取った。その結果、模擬システムにAFを導入することで重畳したノイズが全体的に30%ほど抑制されたことがわかった。しかし、シミュレーション結果と再現実験の結果を比較すると、後者の方がノイズの抑制効果が12%ほど低かった。その原因としては、導通損失やミキサーでの信号劣化が考えられる。

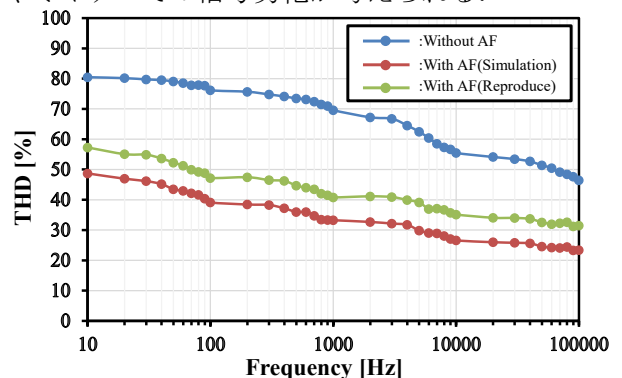


図3 先行研究の実験結果

3. 本実験の内容

先行研究の結果から、小規模な太陽光発電設備を模擬したシステムではAFを導入することによって、重畳したノイズが抑制可能であることを明らかにした。そこで、次のステップとして実際にPVモジュールから発生しているノイズが抑制可能か実験を行う。図4に本実験の構成を示す。PVモジュールを直流安定化電源に置き換え、MPPTは山登り法を導入した降圧チョッパ回路を用いた。山登り法については本論文第2章を参考されたい。先行研究の結果より、部品点数が増加したことによる導通損失や、ミキサーによる信号劣化がノイズ抑制率低下と関係していることから本実験ではミキサーを使用せず、部品点数を可能な限り少なくした。

はじめに、図4に示す回路においてシミュレーションを行った。その後、先行研究と同様に実機を用いた再現実験を行った。また、実際にPVモジュールから放射されているノイズは、MPPTのスイッチング動作に起因していることが先行研究[3]より明らかになっている。そこで本実験では、AFによるノイズ変動を観測しやすくするため、意図的にスイッチングノイズが大きくなるよう設計した。

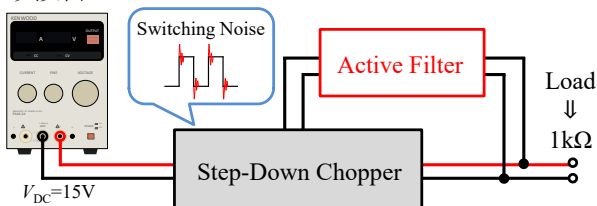


図4 本実験の構成

4. 実験結果

AFによるノイズ抑制の評価指標は、先行実験と同様にTHD[%]を用いた。図5に本実験のシミュレーション結果、図6に実機を用いた再現実験の結果を示す。図5、及び図6より、実際に発生しているスイッチングノイズが全体的に20~25%ほど抑制可能であることがわかった。しかし、稀にMPPTが追従できずに発散し、回路が故障してしまうことがあった。現段階では、ノイズ逆流や、定格による上限規制により追従が不完全になってしまったことが原因として考えられる。

5. 結言

本稿では、取り組んだ研究の一部として、先行研究で行った小規模な太陽光発電システムを模擬したシステムに、AFを導入したシミュレーション、及び再現実験の方法とその比較結果を示した。また、同システムにおいて、追従機能を付加した際のAFによるノイズ抑制効果をシミュレーション、及び実機における再現実験で確認した。その結果、追従機能付加前のシステムでは、AFを導入することで、重畳したWNが30%ほど抑制可能であることがわかった。しかし、ミキサーを

導入したことによる導通損失の増加や、信号劣化により、シミュレーション時と比べ、再現実験時の抑制率が低くなることがわかった。また、ミキサーを使用せず、部品点数を可能な限り少なくした追従機能付加後の模擬システムにAFを導入することで、MPPTのスイッチングノイズが20~25%ほど抑制できることを明らかにした。また、稀にノイズの追従できず発散したことを確認した。

今後の展望としては、回路の故障を防ぐための保護回路と、追従が不完全になった際の補償回路導入が挙げられる。また、実際に稼働している太陽光発電システムへ導入した際の検証実験が必要である。

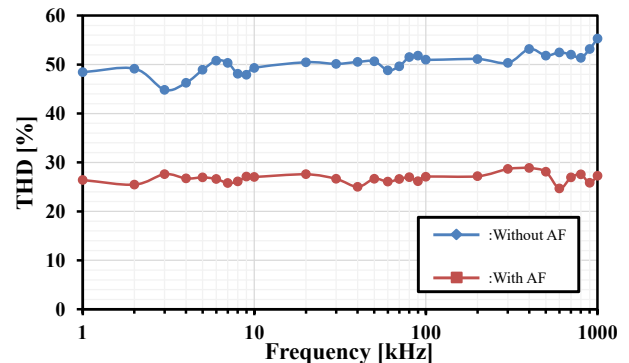


図5 本実験におけるシミュレーション結果

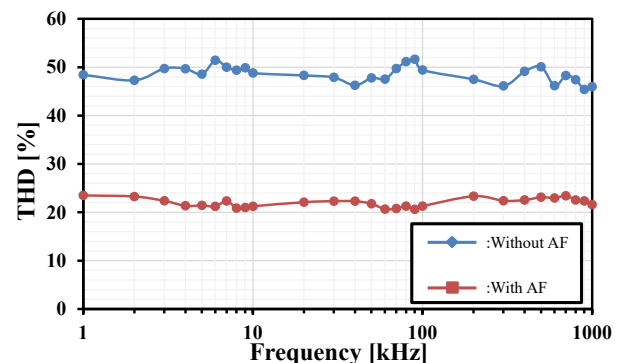


図6 本実験における再現実験の結果

文献

- [1] 杉下農樹：「周囲のラジオにノイズが！原因は“パネル内配線のアンテナ化”」，(2014)，2019年2月閲覧
- [2] 大橋矩美子：「太陽光発電はアマチュア無線にどれほど影響があるのか」，株式会社オルテナジー(2016) 2019年2月閲覧
- [3] 西原貴之，米盛弘信：「MPPTのスイッチング周波数がPVモジュールから放射されるノイズに与える影響」，2017年(第35回)電気設備学会全国大会講演論文集，pp.450-451(2017)
- [4] 近藤榛樹，米盛弘信：「PVモジュールから放射されるノイズの抑制のためのアクティブフィルタの検討」，2019年(第37回)電気設備学会全国大会講演論文集，p.561(2019)
- [5] 近藤榛樹，米盛弘信：「PVモジュールから放射されるノイズ抑制用MPPT機能付きアクティブフィルタに関する一検討」，2021年(第3回)電気設備学会研究会プログラム・予稿集，pp.41-42(2021)

PV モジュール内配線から放射される ノイズの低減を目的とした一検討

A Study for Reducing Noise Radiated from Wiring in the PV Module

20609 杉山 大季

指導教員 黒木 雄一郎, 米盛 弘信

1. はじめに

近年, SDGs やパリ協定などが採択され, 再生可能エネルギーに注目が集まっている. 中でも太陽光発電設備は導入量の増加が見込まれている. しかし, 発電時に電波障害を引き起こしていると報告が挙がっている[1-2]. 原因として, PV モジュール内の配線(バスバー)が指摘されている[3]. そこで, 電波障害を改善するためにバスバーの形状に着目した. 図1は, 折り曲げ段数が異なるバスバーの模式図である. 本研究では, 図1に示すバスバーモデルを対象として放射ノイズ(磁束密度・電界強度)を解析・測定し, 放射ノイズが少なくなるバスバー形状を明らかにすることが目的である[4].

本稿では, 目的を達成するために取り組んだ(1)有限要素法(FEM: Finite Element Method)による磁界解析, (2)バスバーの模擬モデル(EUT: Equipment Under Test)を使用した際の放射電界強度の実験結果を述べる.

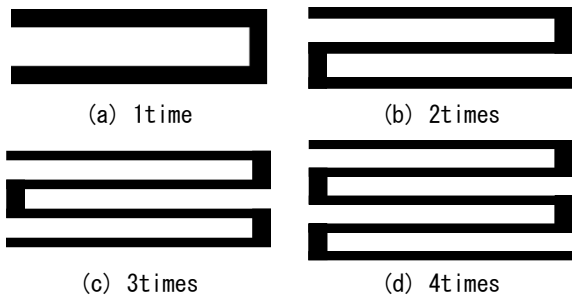


図1 折り曲げ段数の定義

2. 有限要素法による磁界解析

2.1. 解析条件

図2はバスバーの折り曲げ段数が2段時の解析モデルである. また, 1段・3段・4段の各モデルについても図2と同値(バスバーの間隔: 62mm, 全長: 200mm, 断面積: 1.57mm×2mm)に固定し, 図1(a)~(d)の各モデルに対してFEM解析を行った. 表1はバスバーの周辺の媒質とバスバーの材料, 電流の解析条件である. PVモジュールは屋外に設置されることから, 媒質は空気, バスバーの材料は銅とした. 解析モデルに流す電流は, 発電(直流)電流0.1Aにノイズ(交流)電流10kHz・1μAを重畳させることでPVモジュールの発電電流を模擬した. 解析時のメッシュは, 導体(バスバー)の周辺が細かく設定できるアダプティブメッシュとした.

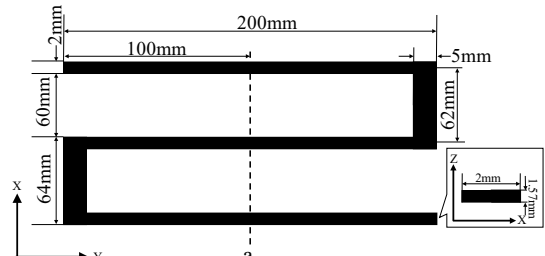


図2 折り曲げ段数2段時における解析モデルの上面図

表1 FEMの解析条件

Item	Things
Peripheral Medium	Air
Simulated Model Material	Copper
Current	DC current 0.1A superimposed on cosine 10kHz 1μA

2.2. 解析結果

図3は, 折り曲げ段数が1段~4段時の磁束密度分布である. 本解析結果は, 図2に示すa線上の値であり, 図3(a)~(d)において最も高い磁束密度の箇所がバスバーを示している. 図3より, 折り曲げ段数が偶数段(2段・4段)のときは, バスバー周辺の磁束密度が1.3nT~4.1nT程度であった. 一方, 奇数段(1段・3段)のときは3.7pT~0.39nT程度であった. したがって, 奇数段は偶数段よりもバスバー周辺の磁束密度が低くなることがわかった.

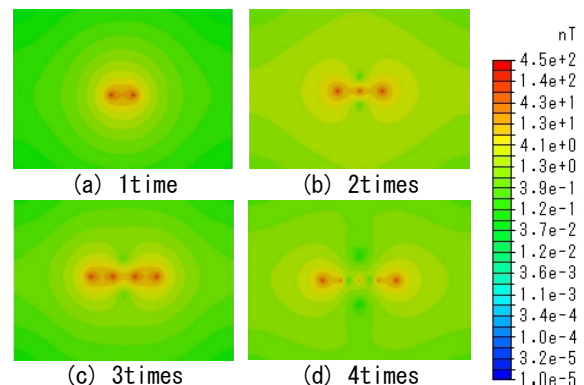


図3 FEMによる解析結果

3. 電波暗箱内における放射電界ノイズの測定

3.1. 測定条件

太陽光発電設備の最大電力点追従(MPPT: Maximum Power Point Tracking)制御は, パワー半導体のスイッチング動作によって行われる.

したがって通常は歪波となるが、本測定では簡単化のために、EUT へ流す電流を正弦波とした。

図 4(a)に折り曲げ段数 2 段時、(b)に 3 段時の EUT を示す。図 5 に実験環境を示す。破線で示した電波暗箱内に EUT とループアンテナを設置し、両者の距離を 0.5m に設定した。また、FEM 解析の結果と比較ができるように EUT のバスバー面とループアンテナが直交するように配置した。EUT への入力周波数は 0.1, 0.15, 0.2, 0.5, 0.7, 0.9, 1.0, 1.3, 1.5, 2.0, 5.0MHz, 各周波数の振幅は 0.5, 1, 5, 10, 50V_{pp} の正弦波とした。スペクトラムアナライザ(以下, SA)の中心周波数とファンクションジェネレータの周波数を同値に設定し、電界強度の測定を行った。ただし、SA の周波数スパンは 50kHz とした。

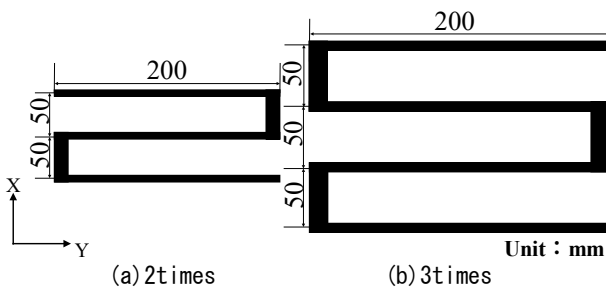


図 4 EUT の模式図

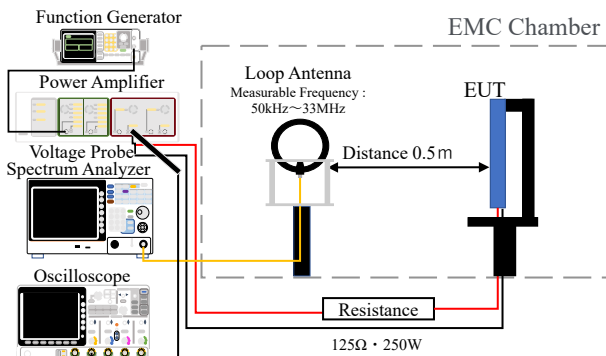


図 5 放射電界強度の実験環境

3.2. 測定結果

図 6 に放射電界強度の測定結果を示す。図 6 より、入力信号の振幅値が大きくなると、放射電界強度も大きくなることを確認した。また、入力信号の振幅値や EUT を変更しても、放射電界強度の概形に変化は見られなかった。放射電界強度は 50V_{pp}・1MHz 時において、折り曲げ段数 2 段時に 116.62dB μ V/m, 3 段時に 114.41 dB μ V/m と 3 段の方が 2.21 dB μ V/m 小さい結果となった。また、5V_{pp}・1MHz 時において、折り曲げ段数 2 段時は 95.43dB μ V/m, 3 段時は 93.52dB μ V/m と 3 段の方が 1.91dB μ V/m 小さい結果となった。同様に、1MHz 時における放射電界強度を折り曲げ段数 2 段と 3 段で比較すると 3 段の方が 10V_{pp} ときに 2.16 dB μ V/m, 1V_{pp} ときに 2.34 dB μ V/m, 0.5V_{pp} ときに 1.46 dB μ V/m 小さい結果となった。したがって、すべての周

波数帯で放射電界強度は折り曲げ段数 2 段と比較して、折り曲げ段数 3 段の方が 2~3 dB μ V/m 程度小さいことがわかった。これは FEM 解析の結果と同じ傾向である。以上より、バスバーの形状を奇数段にすることで放射電界強度の低減が可能であるという有益な知見を得られた。

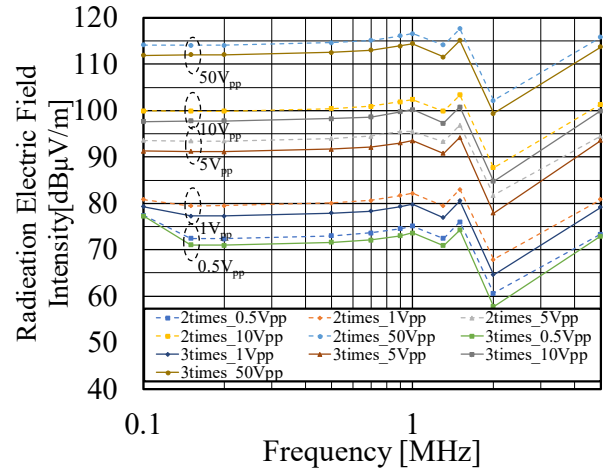


図 6 EUT に正弦波を入力したときの放射電界強度

4. まとめ

本稿では、放射ノイズを低減するための最適なバスバー形状を明らかにするため、(1)FEM による磁界解析と(2)電波暗箱内における放射電界強度の測定を行い、その結果を述べた。FEM による磁界解析の結果より“折り曲げ段数が奇数段のときは偶数段よりもバスバー周辺における磁束密度が低い”ことがわかった。また、放射電界強度の測定結果より“バスバーの形状を 2 段から 3 段に変更することで放射電界強度の低減が可能である”ことがわかった。以上より、バスバーの折り曲げ段数を奇数にすることで放射ノイズ(磁束密度・電界強度)の低減が可能であることを明らかにした。

今後は、折り曲げ段数の異なる PV モジュールを製作し、発電中における放射電界強度の測定を行い、ノイズ低減効果を明らかにしたい。

文 献

- [1] 古野純二, 柴田重雄, 松原克己, 田中丈和: “太陽光発電所における AM ラジオ受信妨害の調査とその考察”, 2014 年(第 32 回)電気設備学会全国大会講演論文集, pp.297-298(2014)
- [2] 鶴田靖孝, 濱野陽一, 奥山純正: “AM ラジオへの PCS ノイズ障害対策”, 電気設備学会誌第 40 巻, pp.190-193(2020)
- [3] 堤 淳祥, 原田和郎, 石原好之, 戸高敏行: “DC-DC コンバータ接続時における太陽電池パネルの放射ノイズ特性”, 電子情報通信学会信学技報, pp.39-44 (2000)
- [4] 杉山大季, 米盛弘信: “PV モジュールにおけるバスバーの折り曲げ段数が放射磁界に与える影響”, 平成 31 年度電気設備学会全国大会講演論文集, p.541(2019)
- [5] 杉山大季, 米盛弘信: “太陽光発電モジュール内のバスバー配線形状が周辺磁界に与える影響”, 日本 AEM 学会誌, 29 巻, 2 号, pp. 251-256(2021)

金属熱電対による熱発電器の作製

Production of thermoelectric generators by using metal thermocouples

20610 鈴木 永遠

指導教員 山下 健一郎, 加藤 雅彦

1. 緒言

近年、エネルギーハーベスティング技術の一つである熱電発電が再注目されている。熱電発電は熱エネルギーを電気エネルギーに直接変換する発電方法で、例えば工場や発電所から発生する廃熱を利用することができる。現在、熱電発電モジュールに用いられている材料は、性能の高い熱電半導体がほとんどである。熱電半導体の多くは焼結体が用いられているが、製造工程が多くコストが高いという問題がある[1]。そこで、性能は劣るが安価な金属熱電対で発電できないかと考えたのが研究の動機である。焼結体の製造は原料の溶解から始まり、粉碎、焼結、加工など数多くの工程があり、モジュールを製造するのに数十時間かかる。一方、金属熱電対[2,3]は焼結体に比べ加工がしやすく製造が容易であり、強度も高いといった特徴を持つ。そのため、金属熱電対で作製した熱電発電モジュールは、焼結体を使用したものと比べて安価に作製することができる。

一昨年、所属研究室で行われた研究では安価で汎用性の高いクロメル-アルメル熱電対を用いて熱電発電モジュールを作製し、十分な出力(熱源 500°C最大電力 42mW)が得られることがわかってきた。そこで本研究では、金属熱電対の材質や形状を変化させることで更なる出力の向上を図ることを目的とした。方法として、熱電対の材料をクロメル-アルメル(K型熱電対)より熱起電力の高いクロメル-コンスタンタン(E型熱電対)に変更した。また、クロメル-アルメル熱電対では直径 2.3mm の丸棒を使用したのが、本研究では加工性の向上と体積あたりのペア数増加による出力向上を狙い、厚さ 0.4mm の薄板を用いた。

2. 方法

厚さ 0.4mm、幅 4mm のクロメル板とコンスタンタン板を長さ 5、10、15cm に切断し銀ろう及びガストーチを使用しろう付けした。ろう付けは板の先端をクランク状に曲げ、銀ろうを介して板同士を接触させ、銀ろう用フラックスで濡らしながら実施した。作製した 1 ペアモジュールを更なるろう付けし、5 ペアのモジュールとした。作製したモジュールは V-I 特性測定を行い出力結果から発電に最適な長さを検討した。V-I 特性測定の手順は千住金属工業製スパークルはんだ(Sn60%、Pb40%)を用いてモジュール端部とリード線をはんだ付けし、モジュール接合部の先端 3mm とリード線接合部の間をイソライト綿で包み断熱した。モジュール接合部の先端をホットプレートに

設置し、ホットプレート温度を 100°C に上昇させた。この時、先端の熱源への接触性を高めるためにモジュールにセラミック煉瓦を載せた。ホットプレート温度が 100°C に達してから 20 分間、モジュールの高温端と低温端温度、ホットプレート温度、室温を測定した。V-I 特性測定は、可変抵抗及びマルチメータによって実施した。また、赤外線サーモグラフィカメラ(FLIR E6-XT)を用いてモジュールの温度分布を観察した。得られた熱画像と V-I 特性測定結果からその相関性を調べた。熱起電力及び温度分布の測定結果から検討した最適長を用いて 5~100 ペアのモジュールを作製し、温度差 ΔT を約 300°C としたときの V-I 特性測定を都度行った。ペア数の増加とともに低温端の温度が上昇するため 100 ペア測定時は日本スペリア製鉛フリーはんだ LF-Z3(Zn8.0%、Mn0.005%、Sn 残部)を用いてはんだ付けを行い、50~100 ペア時の出力を測定した。本測定と先行研究の出力結果から比較検討を行った。

3. 結果

作製した 5 ペアモジュール外観を図 1 に V-I 特性の測定結果を図 2 に示す。出力は図 2 に示すように、最大電力が素子長 5cm で 0.042mW、10cm で 0.099mW、15cm で 0.088mW となった。この結果より、素子の長さが増加すると出力は増加する



図 1 作製した 5 ペアモジュールの外観

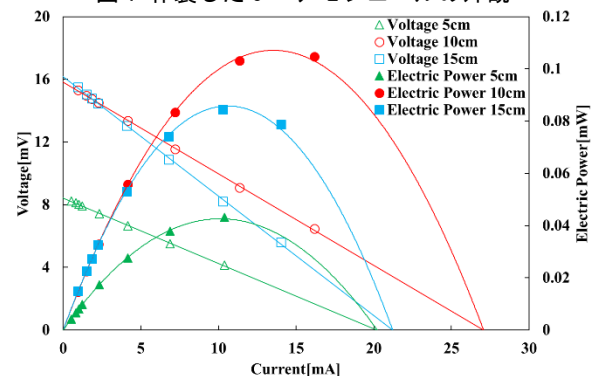


図 2 5 ペアモジュールの V-I 特性

がある程度の長さを超えると出力が小さくなる
ことがわかった。これは、温度差は変わらないが、
素子長の増加に伴い内部抵抗が増加した事が原
因だと考えられる。

モジュールの温度分布は図 3 に示すように素
子長 7cm 付近までで急激に温度が低下し、7cm 以
後は室温と同程度になっていた。この結果から素
子長 7cm 付近に最適長があると考えられる。こ
の結果を基に作製した 7cm モジュールと 10cm モ
ジュールの温度分布を比較した結果を図 4 に示
す。2つのモジュールの熱源温度が 100℃の時に
その温度分布はほとんど同じであった。しかし、
熱源温度が 300℃の時、温度勾配が素子長 7cm に
比べて 10cm は急峻であった。これは、素子長
10cm モジュールにおける 7cm 以降の領域がモジ
ュールを冷却するフィンの役割を果たしていた
のが原因だと考えられる。また、熱源温度 100℃
及び 300℃の温度分布はどちらも熱源との接触
点から素子長 4cm 付近から急激に変化していた。
この結果から、熱源の温度が変化すると温度の絶
対値は変わるが温度分布の傾向は変わらないこ
とがわかった。

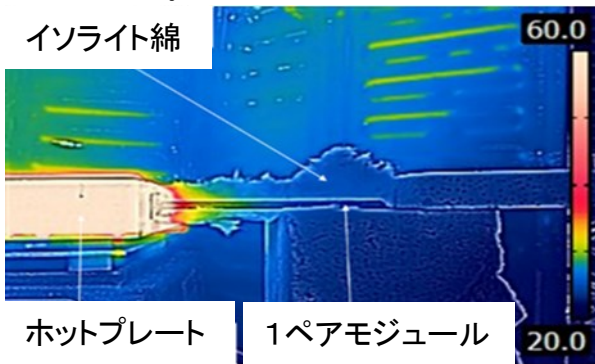


図 3 素子長 10cm の熱画像

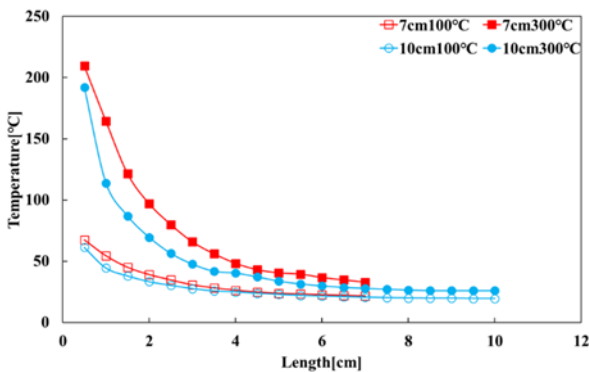


図 4 モジュールの温度分布比較

図 5 に素子長に対する出力を示す。図に示すよ
うに素子長の増加に伴い出力も増加しているが
素子長が 7cm を越えると出力がほぼ一定とな
った。この結果から素子長 7cm 以降は出力が増加
せず材料として機能していないので、コスト面か
ら素子長 7cm が適している。よって、出力は高
温端と低温端の温度差ではなく素子の温度分布
も出力に影響を与えると考えられる。

図 6 にモジュール電圧及び出力のペア数依存

性を示す。ペア数の増加に伴い出力が増加する
ことがわかった。LF-Z3 を用いたモジュールは同ペ
ア数のスパークルはんだを用いたモジュールの
出力を上回った。これは、電圧に差がほとんど見
られないことから抵抗値の低下が原因だと考え
られる。その他に、クロメル-コンスタタンを用
いた 50 ペアモジュールの出力は先行研究のク
ロメル-アルメルを上回る出力が得られたこと
がわかった。また、本研究で作製した素子と先
行研究で作製された素子の体積比は 1:3.7 であり、
これらの結果から、先行研究で作製されたモジ
ュールより材料を減らしつつ出力を増加するこ
とができた。

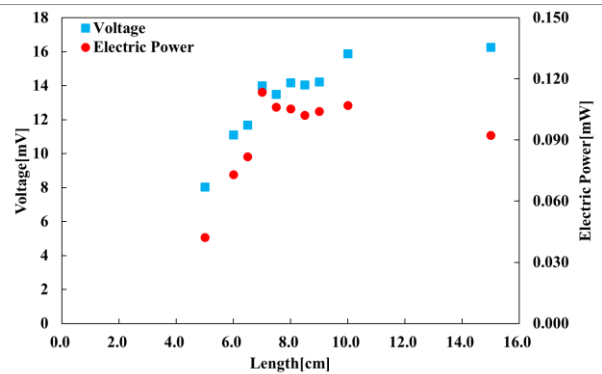


図 5 素子長に対する電圧及び出力

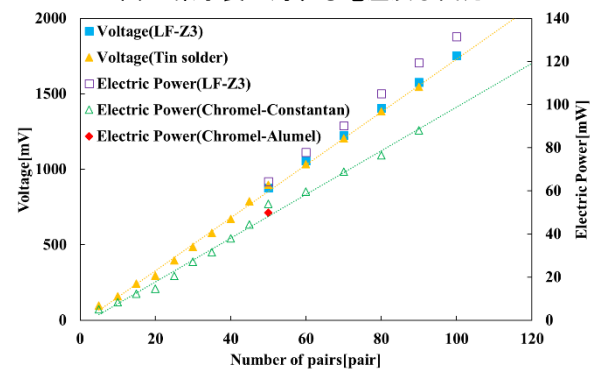


図 6 ペア数に対する電圧及び出力

4. 結 言

本研究で作製した E 型熱電対材を用いたモジ
ュールは、先行研究で作製した K 型熱電対材を
用いたものよりも大きな出力を得られた。

温度分布観測結果から素子長 7cm が発電に最
適だとわかった。また、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、高温
端から 4cm 付近までの間に急激に変化するこ
とがわかった。これらの結果から、素子長 7cm の
金属板を長さ 4cm 地点で接合したモジュールで
発電を行うと、より大きな出力が得られるの
ではないかと考えられる。

文 献

- [1] 坂田亮, “熱電変換工学—基礎と応用—”, リアライズ社, pp.330-331(2001).
- [2] 山本直克, 高井裕司, 電気学会論文誌 B, 121 巻 8 号, pp.1011-1016(2001).
- [3] 日本工業規格 JIS C1602, “熱電対”, (2015).

IH クッキングヒータ使用時に発生する騒音と高調波ノイズ

Noise and Harmonic Noise Generated when Using an IH Cooking Heater

20611 継田 夏海

指導教員 吉田 将司, 米盛 弘信

1. 緒言

昨今、家庭等に IH クッキングヒータ(以降、IH 調理器)が普及している。しかし、IH 調理器から可聴域騒音が発生し、人々に頭痛や吐き気などの不快感を与えているという報告がある[1]。先行研究では、商用電源に重畳した電源ノイズが騒音の原因[2]であることや、鍋底径を大きくすると騒音が大きくなること[3]が報告されている。また、重畳する電源ノイズ周波数によって騒音の大きさが変化することが示唆されたが、原因の解明には至っていない。先の研究では、商用電源 100V に対して 0.05%~0.7%程度のノイズが重畳すると環境省が定める環境基準を超えることが明らかにされている[2]。環境省の騒音に係る環境基準「専ら住居の用に供される地域」「主として住居の用に供される地域」における騒音は、昼間で 55dB 以下、夜間で 45dB 以下が基準値として設定されている[4]。一方、電源に重畳するノイズの周波数に関する規制は設けられているが、CISPR 規格 14-1 より、9kHz 以下は規制の対象になっていない。したがって、IH 調理器から騒音を出さないための新たなガイドライン策定が必要であると考えられる。そこで、1~9kHz の電源ノイズを重畳し、騒音の測定を行う。そして、電源ノイズと騒音の関係を明らかにする。

本研究では、IH 調理器用の騒音に関するガイドラインの策定に資するため、文献[2]より、加熱対象を鍋底径 14cm, 20cm の三層 SUS 鍋とし、重畳する電源ノイズ振幅値を $720\text{mV}_{\text{rms}}$ 、 $500\text{mV}_{\text{rms}}$ 、 $300\text{mV}_{\text{rms}}$ 、 $100\text{mV}_{\text{rms}}$ とした際に発生する騒音の周波数特性と、電源ラインに発生する高調波ノイズ、周波数掃引試験の結果を明らかにした。

2. 実験方法

図 1 に実験構成図を示す。可聴域騒音を測定する実験方法は、以下に示す①~⑩である。また、実験では加熱対象に鍋底径 14cm, 20cm の三層 SUS 鍋を使用する。

- ① 先行研究[2]に従い、図 1 のように各機器を準備する。
- ② 鍋に水道水 1ℓ を注ぐ。
- ③ プログラマブル交流安定化電源(TEXIO : ARS202-401)の設定を定格 100V, 60Hz, 1.4kW, 正弦波出力に設定し、出力する。
- ④ ファンクションジェネレータ(Hp : 33120A)

を用いて電源ノイズ振幅値を $720\text{mV}_{\text{rms}}$ に設定し、電源ノイズ周波数を 1kHz, 2kHz, 4kHz, 7kHz, 9kHz と変更する。

- ⑤ IH 調理器(卓上型, 100V, 1.4kW)を用いて鍋の加熱を開始する。
- ⑥ オシロスコープ(Tektronix : TDS5034B)を用いて、電源ノイズ振幅値が設定通りになっているか確認する。
- ⑦ FFT アナライザ(RION : SA-78)を用いて、重畳した電源ノイズ周波数における騒音レベル(SPL)を測定する。
- ⑧ 水を替え、④~⑦の実験を各電源ノイズ周波数について 5 回行う。
- ⑨ ④から⑧の実験を電源ノイズ振幅値 $500\text{mV}_{\text{rms}}$ 、 $300\text{mV}_{\text{rms}}$ 、 $100\text{mV}_{\text{rms}}$ に変更して行う。
- ⑩ それぞれの結果で平均をとる。
- ⑪ 平均をとった値と環境基準を比較する。

実験時の注意点として、IH 調理器は加熱開始直後に共振点を自動検出するために周波数掃引を行っているため、周波数が一定になってから騒音の測定を行う必要がある。さらに、鍋の水を替える際に鍋の位置が僅かにずれるだけでも実験結果が変化してしまうため、鍋を動かさずに水の入れ替えを行う必要がある。

ここで、高調波ノイズ及び周波数掃引試験の実験方法は紙面の都合上割愛する。

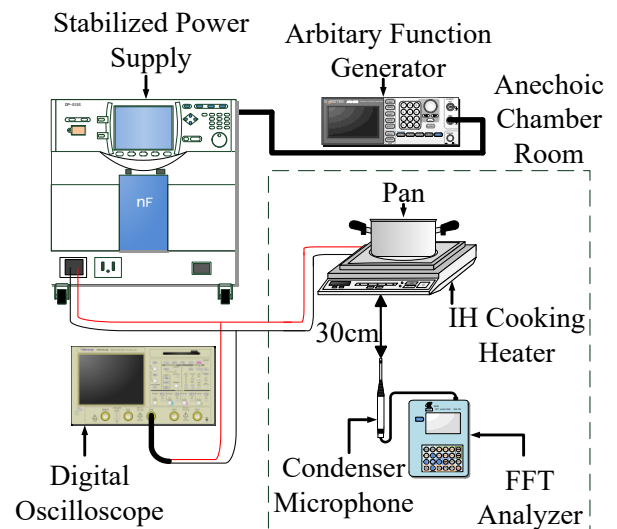


図 1 騒音の周波数特性測定の実験構成

3. 実験結果

図2に可聴域騒音における周波数特性の例を示す。表1に先行研究で行った鍋底径20cmにおける各電源ノイズ周波数時の騒音を示す。表1は環境省が告示する「騒音に係る環境基準」[4]を超える騒音が発生している値に色を付けている。表1より、720mV_{rms}では2kHz, 4kHz, 7kHz, 9kHzで環境基準を超えていることがわかる。また、500mV_{rms}, 300mV_{rms}ではどちらも9kHzのときのみ環境基準を超えていることがわかった。表2に鍋底径14cmにおける各電源ノイズ周波数時の騒音を示す。表2は表1と同様に環境省が告示する「騒音に係る環境基準」[4]を超える騒音が発生している値に色を付けている。表2より、720mV_{rms}では4kHz, 7kHzで環境基準を超えていることがわかる。また、500mV_{rms}では1kHz, 4kHz, 9kHzで環境基準を上回り、300mV_{rms}では7kHzのときのみ環境基準を上回る騒音が発生することがわかった。さらに、電源ノイズ振幅値を100mV_{rms}以下にすることによって、環境省が告示する環境基準を超えることがないことがわかった。

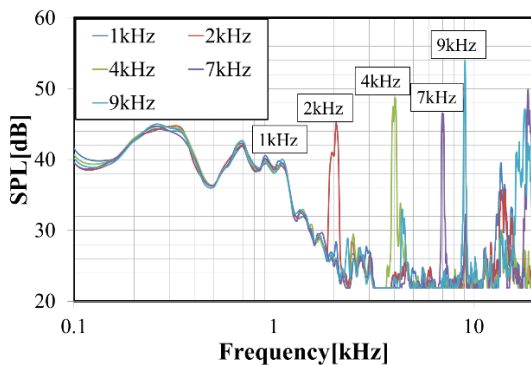


図2 騒音の周波数特性の例

4. 結言

本研究では、IH調理器用の騒音に関するガイドラインの策定に資するため、文献[2]より、加熱対象を鍋底径14cm, 20cmの三層SUS鍋とし、重畳する電源ノイズ振幅値を720mV_{rms}, 500mV_{rms}, 300mV_{rms}, 100mV_{rms}とした際に発生する騒音の周波数特性と、電源ラインに発生する高調波ノイズ、周波数掃引試験の結果を明ら

表1 鍋底径20cmにおける各電源ノイズ周波数時の騒音[dB]

Power Supply Noise Frequency[kHz]	Power Supply Noise Amplitude Value[mV _{rms}]			
	720	500	300	100
1	39.8	39.7	40.7	39.2
2	45.2	40.4	41.1	30.8
4	48.8	43.8	38.1	31.7
7	46.5	44.3	37.1	29.8
9	53.9	48.3	46.2	34.3

かにした。IH調理器で鍋を誘導加熱した際にIH調理器から発生する可聴域騒音のSPLを測定し、環境省が告示する環境基準と比較した。その結果、加熱対象を鍋底径20cmとした際、夜間の基準値を超えるものは720mV_{rms}で2kHz, 4kHz, 7kHz, 9kHzであった。500mV_{rms}及び300mV_{rms}では、9kHzのみ環境基準を超えた。100mV_{rms}では環境基準を上回るものがないことを確認した。加熱対象を鍋底径14cmとした際には、夜間の基準値を超えるものは720mV_{rms}では4kHz, 7kHzであった。500mV_{rms}では、1kHz, 4kHz, 9kHzを重畳した際に環境基準を上回った。300mV_{rms}では、7kHzのみ環境基準を超えた。100mV_{rms}では環境基準を上回るものがないことを確認した。

以上のことから、電源にノイズフィルタを挿入し、IH調理器に流入する電源ノイズ振幅値を100mV_{rms}以下にすることができれば、環境省が告示する環境基準を超えることはないと言える。

本研究では、鍋底径20cmと14cmの鍋を使用した。これらにした理由は、一般家庭で使われていることが多い鍋底径と考えたからである。しかし、鍋底径30cm等の鍋も使用される機会があるため、鍋底径30cm等を使用した実験を行うことが今後の展望として挙げられる。

文献

- [1] 米盛弘信, 丸山諒: 「IH クッキングヒータにおける高周波騒音と鍋振動の関係」, 第25回「電磁力関連ダイナミックス」シンポジウム講演論文集, pp.80-81(2013)
- [2] Masayoshi NAKAGAWA, Hironobu YONEMORI: “A Study on the Audible Frequency Area Noise Emanating from a Pan when the IH Cooker is Fed by the Power Source Including Harmonics”The 18th International Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics”(ISEM 2017), P-SOC-3:5, SP_245, Chamonix Mont-Blanc, France(2017)
- [3] 森山瑛斗, 米盛弘信: 「IH クッキングヒータで加熱した各鍋から発する可聴領域騒音」, 第10回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, pp.94-95(2018)
- [4] 環境省: 「騒音に係る環境基準について」, <https://www.env.go.jp/kijun/oto1-1.html>, (2021年12月8日閲覧)

表2 鍋底径14cmにおける各電源ノイズ周波数時の騒音[dB]

Power Supply Noise Frequency[kHz]	Power Supply Noise Amplitude Value[mV _{rms}]			
	720	500	300	100
1	42.3	48.6	--	--
2	34.1	37.2	--	--
4	47.5	50.1	44.6	--
7	45.7	40.5	45.0	--
9	44.8	46.9	39.9	--

交流電池と昇圧回路を組み合わせた電源システムの実用性と優位性

Practicality and Advantages of Power Supply System Combining AC Battery and Boost Circuit

20612 中川 湧貴

指導教員 吉田 慧一郎, 米盛 弘信

1. 緒言

本研究室は、共同研究を行っている AC Biode 社が開発した独立型交流電池と昇圧回路を組み合わせた新たな電源システムの開発を目指している [1]。交流電池は、Anode と Cathode 間に両性電極の Biode を挿入することで、電位が 1/2 になり、安全性かつ長寿命化を実現し、さらに外部スイッチによって交流波形を出力できる。図1に提案する電源システムと従来システムの比較を示す。著者らは、交流電池の特長を活かしつつ、本来の電位を維持する手法として昇圧回路を接続することを提案した。コッククロフト-ウォルトン回路(CWM)や倍電圧整流回路等の昇圧回路は、交流電圧を直流高電圧へ容易に変換できる。本提案システムは、昇圧回路に大容量かつ内部抵抗の小さい電気二重層コンデンサ(EDLC)を用いることで、交流電池より出力される交流電圧を昇圧すると共に、電池の電圧降下を低減することで長時間駆動を実現し、システム全体の容量増加が期待できる。

本稿では、最適化した提案システムの開発、及び実動作における評価を行い、従来システムとの比較により優位性を明らかにする。

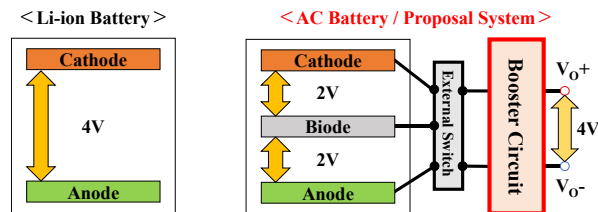


図1 提案システムと従来システムの比較

2. 走行車の試作と動作検証

本実験では、供試回路を搭載した走行車を試作し、動作検証した結果を明らかにする。図2に走行車に搭載した供試回路を示す。交流電池が改良を重ねている現在は、直流電源とインバータ回路を用いて交流波形を模擬する。交流電池の電位を 1/2 にする構造は、従来の電池を並列接続した際と同義として考えられる。そのため、電源は KEPOWER 製 18650 型リチウムイオン電池(LiB:3.7V(満充電時 4.2V)-2600mAh)を 2 直 2 並接続した。Hブリッジ回路は、Arduino により 50Hz で駆動した。CWM に用いる EDLC は、容量:10F を採用した。

図3は走行時、及び空転時の電池とモータの電圧変動を示す。図3より、走行時は約 8 時間 40 分走行し、空転時は約 20 時間空転した。走行時と空転時の電圧変動に着目すると、記録開始時 2 直 2 並接続した電池側の出力電圧値は、走行時・空転時共に

約 8V となった。一方、モータ側の駆動電圧は、走行時:14.7V、空転時:15.8V と損失はあるが、約 2 倍に昇圧された。本実験では、LiB の放電限界まで完走したため、提案システムで小型モビリティを長時間駆動することに成功した。しかし、電池の容量を考慮すると、更に長時間の駆動が可能であるため、更なるシステムの高効率駆動が望まれる。

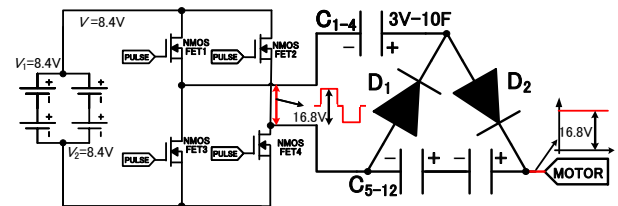


図2 走行車に搭載する電源システム

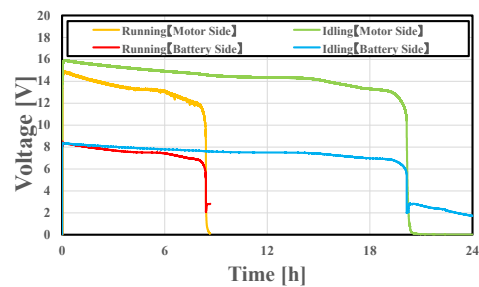


図3 走行時と空転時の電池とモータの電圧変動

3. システムの高効率化と EDLC の容量変動特性

3.1 提案システムの高効率化

先の実験において、Hブリッジ回路と CWM を組み合わせた供試回路の電力変換効率は最高 82%であった。そこで、システム的最適化を目指して提案システムの再構築を行う。図4は、改良した提案システムである。図4のようにインバータ回路は、4 石式 Hブリッジ回路から 2 石式ハーフブリッジ(H.B.)回路に変更することで素子数を減らし低損失化を図る。また、使用する MOS-FET は、SiC 素子へコンバートした。さらに昇圧回路は、CWM と比較して EDLC の個数を削減できる倍電圧整流回路を用いてシステムを小型化、及び高効率化を目指す。本実験では、EDLC の容量を 10,50,100F と変動させて行う。

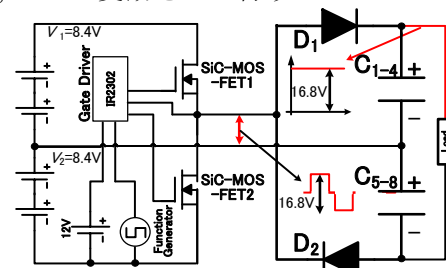


図4 改良した提案システムの構成

3.2 高効率化したシステムの電力変換効率を評価

本実験は、直流安定化電源を用いて供試回路を動作し、電子負荷装置によって0.1C(0.26A),0.2C(0.52A),0.3C(0.78A)の各値で定常駆動した。なお、電源は V_1, V_2 共に8.4V一定とした。駆動周波数は、50Hz~100kHzの各値でH.B.回路と倍電圧整流回路、及びシステム全体の電力変換効率を算出する。

図5~7は、提案システムに用いるEDLCの容量と周波数を変動したH.B.回路と倍電圧整流回路、及びシステム全体の電力変換効率である。図5より、最大効率は99.1%となった。また、使用したMOS-FETの特性により、10kHz以上の高周波帯の効率は減退した。図6より、最大効率は96.5%となった。本回路では、高周波数帯でダイオードが飽和傾向になり10kHz以上で効率が減退したが、効率が90%を下回ることなく高効率駆動した。図7より、システム全体の最大効率は95.0%となった。以上より、本システムは周波数の最適値が10kHz以下であることがわかった。また、今回実験に供したEDLCは容量、及びESRが小さかったため、容量を変動した際のシステムへの影響は小さかった。

3.3 積算電力による提案システムの優位性

本実験は、LiBを用いて提案システムを動作し、モビリティの動作を想定して電子負荷装置で10秒ごとに0.1C,0.2C,0.3Cの各値をループさせて負荷変動した。駆動周波数は、電力変換効率の結果から10kHzとした。LiBの放電時間はバラツキが生じるため、実験は3回行い平均値を算出する。また、提案システムを介さず、4直接続したLiBを負荷変動した際の単純放電(従来法)結果と提案法の駆動時間、及び積算電力を比較する。

表1は、提案法と従来法の積算電力、及び駆動時間の比較である。表1より、電池側の電力に着目すると、交流電池を模擬した提案法は、従来法よりも多くの電力を引き出した。さらに、駆動時間においてもEDLC:100F時に従来法よりも24分長く駆動したため提案法の優位性を確認した。しかし、システム全体の積算電力を比較した際に回路の損失によって従来法に劣った。これを改善する例として、倍電圧整流回路に採用しているショットキーバリアダイオードをSiC化することで更なるシステムの高効率化が望める。

表1 従来法と提案法の積算電力及び駆動時間の比較

Mode	Capacitance[F]	LiB[Wh]	System Output[Wh]	Drive Time[h]
Proposal System	10	44.0	30.8	4.2
	50	41.3	29.1	4.1
	100	44.6	31.7	4.3
Conventional System	-	32.5	-	3.9

4. 昇圧回路の充電特性による比較

本実験はH.B.回路にCWM、及び倍電圧整流回路を接続して充電特性を比較する。充電は、30分間無負荷で行い、 V_1, V_2 共に8.4Vとし、駆動周波数は10kHzとした。EDLCは、容量:600Fを採用した。

図8はCWM、及び倍電圧整流回路の充電特性の比較である。図8(a)より、CWMは V_1, V_2 で電圧/電流共に時間推移でバラツキが生じており、 V_2 側に偏って過負荷が生じている。一方、図8(b)より倍電圧整流回路は V_1, V_2 共にバランスよく放電されていることがわかる。これは、昇圧回路に用いるEDLCの数が影響していることがわかる。よって、本システムにおいて倍電圧整流回路を採用することがシステム設計上望ましい。

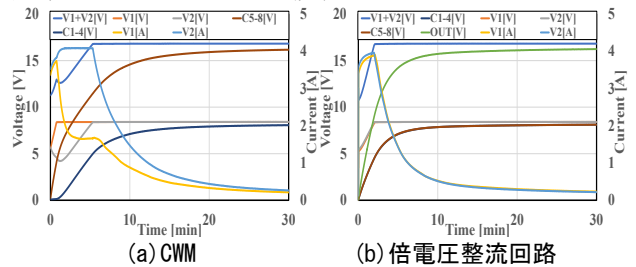


図8 各昇圧回路を30分間充電した際の比較

5. 結言

本稿では、交流電池と昇圧回路を組み合わせた新たな電源システムの開発に寄与した。以下に、得られた知見を示す。

- (1) 供試回路を搭載した小型モビリティを長時間駆動することに成功した。
- (2) ESR値に依存するが、EDLCの容量変動に対するシステムへ与える影響は小さい。
- (3) H.B.回路と倍電圧整流回路の組み合わせで電力変換効率は、最高95%を達成した。
- (4) CWMと比較し、倍電圧整流回路はよりセーフティに充放電が可能である。

以上より、提案システムの最適化に成功した。今後の展望として、電動バイクやドローン等の大型モビリティへ本電源システムを搭載する。

参考文献

- [1] AC Biode 社 HP, <https://www.acbiode.com/home>

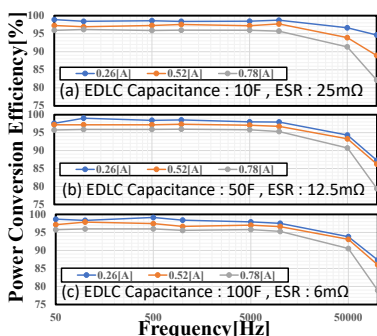


図5 H.B.回路の効率

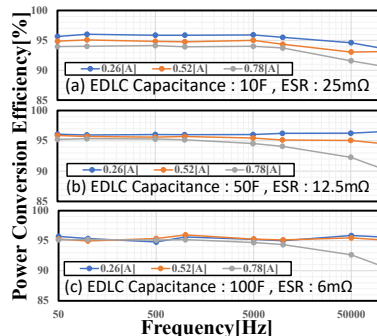


図6 倍電圧整流回路の効率

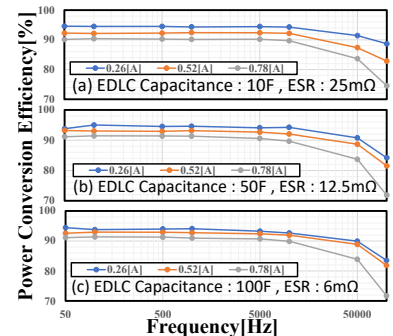


図7 システム全体の効率

プラズマ処理によるフルオロカーボン材料の表面無機化の可能性と 接着強度向上に関する研究

A Study on the Possibility of Surface Inorganic Transformation of Fluorocarbon Material
by Plasma Treatment and Improvement of Adhesion Strength

20613 中山 真斗

指導教員 坂口 雅人, 黒木 雄一郎

1. 緒言

フルオロカーボン材料の一つである PTFE(Poly TetraFluoroEthylene) は、フッ素原子と炭素原子で構成された高分子材料である。また低誘電率、低誘電正接の特徴から高周波基板への応用が検討されている。しかし接着性が低く、回路形成のために銅膜を密着する過程において何らかの脱フッ素処理が必要である。従来法としてナトリウム溶液を含む薬品を使用した湿式エッチング処理を用い接着強度の向上が達成されてきた[1,2]。しかし、ナトリウム溶液は劇薬であり、環境負荷が大きく、PTFE 表面が粗くなるため、代替手法としてプラズマ処理やプラズマ処理+表面グラフト重合などが注目されている[3,4]。

私が所属する研究室では、真空マイクロ波プラズマ処理を施した PTFE において、PhotoLuminescence (PL) が得られることを見出した[5]。プラズマ処理によるフッ素の脱離により、炭素同士の 2 重結合 (sp^2 結合) による π 共役系が形成され、 π - π バンドギャップの存在によって電子遷移が許容となり、可視発光を示したものと考えられる。また、真空マイクロ波プラズマ処理や大気放電プラズマ処理により、PTFE 表面の接着強度が向上することを報告してきた[5]。プラズマ処理によって PTFE 表面に生成された化学種が接着剤と化学結合し、接着強度が向上しているものと考えられる。

本研究では、各種プラズマ処理におけるプロセスモニタ (*in-situ* 検知方法) として、PL 測定を応用することを検討する。PL 測定をプロセスモニタとして応用することでプラズマ処理プロセスの不具合検知や接着強度の早期予測が可能になる。また、励起光を試料に照射し発光を観測するシステムは、光ファイバ等による取り回しが容易であり、既存の装置との親和性も高いため、産業応用面で極めて大きな貢献が出来るものと期待している。

2. 方法

試料として厚さ 2 mm の PTFE を 50×20 mm に切断し、アセトン、プロパノール、蒸留水で 15 min ずつ超音波洗浄した。試料の洗浄液を揮発させる目的で 3 日以上乾燥させた。本実験では、真空中での RF プラズマおよび大気放電プラズマ

の 2 条件を検討した。以降、前者を真空プラズマ、後者を大気放電プラズマと呼ぶ。真空プラズマの処理条件は Ar ガス圧 100 Pa、投入電力 100 W、処理時間 15 min とし、大気放電プラズマは Ar ガス流量 5000 ml/min、O₂ ガス流量 5 ml/min、処理時間 15 min、印加電圧は交流 100 V とした。処理した試料を一点反射 ATR 法 FTIR により振動解析した。測定条件は波数範囲 700-4000 cm⁻¹、分解能 4.0 cm⁻¹、積算回数 20 回とした。室温における PL を測定した。励起光として波長 325 nm の He-Cd レーザを用いた。次に真空プラズマの処理時間を変化させた場合の接着せん断応力測定を行った。切削加工機を用いて引張用試験片を作製した。プラズマ処理を行った PTFE に 2×15×15 mm のアクリルタブ、1×25×15 mm のステンレスタブをエポキシ系接着剤で接着した。接着した試料は真空容器内で脱泡した。万能試験機を用い、引張せん断応力を測定した。クロスヘッドスピードは 0.5 mm/min とした。

3. 結果

図 1 に未処理、真空および大気放電プラズマ処理を施した PTFE の PL スペクトルを示す。図 1 より、いずれの試料においても可視発光が観測された。大気放電プラズマ処理した PTFE は、未処理の約 0.9 倍の発光強度を示した。一方、真空プラズマ処理した PTFE は、未処理の約 4 倍の発光強度を示した。この結果は、真空マイクロ波プラズマ処理を施した PTFE と同様の傾向[5]であり、大気放電と真空で大きな差異が確認された。振動解析の結果により、未処理の PTFE では CH₂ および CH₃ 結合に起因するピークを確認した。大気放電プラズマ処理した場合には、酸素を含む結合 (C=O, COF, COOH) に起因するピークが観測された。真空プラズマ処理では、CH₂ および CH₃ 結合の減少が観測された。

図 1 の結果より、未処理の PTFE は発光が観測されたため、 π 共役系が存在したと考えられる。大気放電プラズマ処理した PTFE における発光強度の減少は、元々存在した π 共役系が分解されたためだと考えられる。一方、真空プラズマ処理した PTFE では、振動解析による π 共役系の増加は観測されなかったものの、PL 測定における発光強度の向上が観測された。そのため、 π 共役系が増

加したものと考えられる。また、PTFE の表面が一部無機化している可能性も考えられる。この無機化というのは、プラズマ処理した PTFE 表面がグラフェン等の無機炭素材料へ変化している途中段階を示していると考えている。

図 2 に未処理および真空プラズマ処理した PTFE の処理時間を変化させた場合の PL スペクトルを示す。図 2 より 5, 10 min 真空プラズマ処理した PTFE は未処理の約 4 倍の発光強度を示した。15 min の処理では、わずかに強度が減少した。図 3 に真空プラズマ処理時間を変化させた場合の接着せん断応力を示す。未処理の PTFE は、接着強度が低く、セッティングの際に剥がれることが多かった。測定できた試料ではおよそ 0.1 MPa 程度であった。真空プラズマ処理した PTFE の接着せん断応力は、処理時間の増加に伴い 5.0 MPa 程度まで増加した。振動解析により、処理した試料すべてにおいて CH_2 および CH_3 結合の減少が観測された。しかし、処理時間の変化による差異は観測されなかった。

図 2,3 の結果より、真空プラズマ処理した PTFE は π 共役系の増加するものの、長時間処理を施すと、生成された π 共役系が分解されると考えられる。接着せん断応力の向上は、振動解析において観測されなかったわずかな化学種の変化や、表面性状の変化によるものと考えられる。

以上より、真空プラズマ処理した PTFE における接着強度の増加と発光強度の増加を明らかにした。この結果は、PL がプロセスモニタとして応用できる可能性を示唆するものである。

4. 結 言

各種プラズマ処理におけるプロセスモニタとして、PL を応用することを検討した。真空プラズマ処理した PTFE は、発光強度および接着強度が向上した。以上の結果は、真空プラズマ処理された PTFE 表面が一部無機化し、グラフェン等の無機炭素材料へ変化している途中段階であるとも考えられる。真空プラズマ処理した PTFE の PL 測定はプロセスモニタとして応用できる可能性を示唆している。

文 献

- [1]M.L.Miller,R.H.Postal,P.N.Sawyer,J.G.Martin,M.J.Kaplit, Appl.Polym.Sci.,14 , 257 (1970)
- [2]David W Dwight,William M Riggs,"Fluoropolymer surface studies",j.Adhesion,39,185(1992)
- [3]大久保 雅章, 田原 充大,"気圧プラズマ複合表面処理によるフッ素樹脂の接着性向上とその応用"日本接着学会誌,46,3(2010)
- [4]大久保 雄司,"熱アシストプラズマ処理による PTFE の革新的な表面改質と異種材料との強力接着への応用"表面技術,70, 2 (2019)
- [5]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",卒業論文(2017)

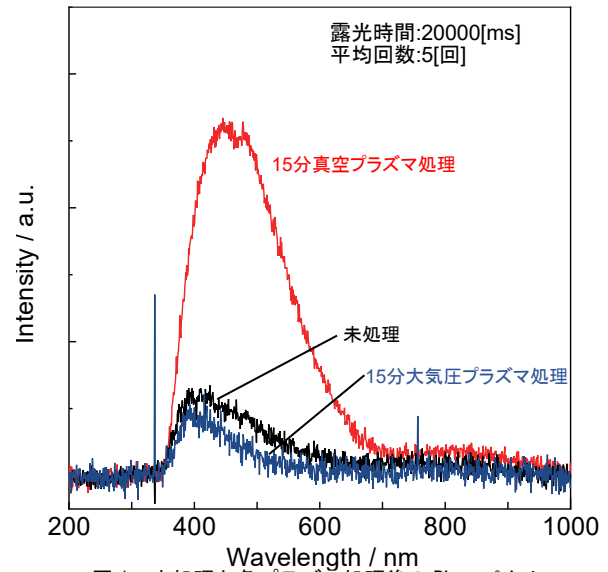


図 1 未処理と各プラズマ処理後の PL スペクトル

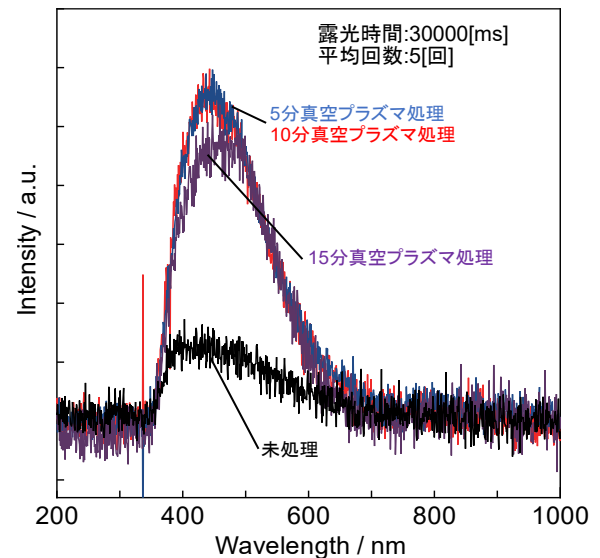


図 2 プラズマ処理時間を変化させた場合の PL スペクトル

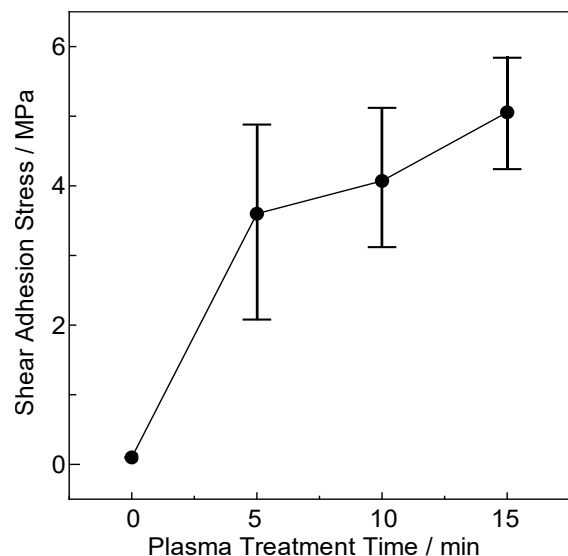


図 3 真空プラズマ処理時間と接着せん断応力の関係

交流電池に接続する倍電圧整流回路の開発

Development of a Voltage Booster Circuit to be Connected to an AC Battery

20614 千葉 穰

指導教員 吉田 将司, 米盛 弘信

1. 緒言

現在,あらゆる製品に使用されている電池は,1800年にボルタが銅を負極,亜鉛を正極として一次電池を実用化して以来,直流電源という認識が一般的である.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(AC Biode社製)に関する共同研究を2020年からスタートした[1].交流電池は,負極(Anode),正極(Cathode)の間にBiode(両性電極,AC Biode社の造語)を入れることで,矩形波の電圧出力を実現している.しかし,直流負荷を動かす場合や負荷が所望する電圧に達していない場合は,整流回路や昇圧回路が必要となる.そこで,本研究では電気二重層キャパシタ(EDLC: Electrical Double Layer Capacitor)を活用して,整流と昇圧を同時に実現できる倍電圧整流回路の開発を目的とする.将来的には,交流電池を組み込んだ新たな電源システムの開発を目指す.

本稿では,実際に交流電池を実装させる前段階として,直流電源とHブリッジ回路(SiC-FET実装)を使用して交流電池を模擬し,提案回路の動作確認を行う.本動作確認では,将来的に小型ドローンを飛行させる予定があるため,実動作を想定し,倍電圧整流回路の出力電流(負荷電流)を可変させた際の出力電圧・電力・効率を解明する.また,同回路における周波数の最適値を模索するために周波数を可変させたときの変換効率を明らかにする.

2. 開発する電源システムについて

本電源システムでは,EV等における電池セルの接続方法に着目している.EV等に搭載されている産業用の組電池は,高電圧を得るために複数個の直流リチウムイオン電池(以下:DC-LiB)を直列接続して構成している.しかし,以下のようなデメリットがある.

- ① 直列数が増えると,内部抵抗が増加するため放電時の電圧降下が大きく,放電限界電圧に達する時間が短くなるため電池のエネルギーを最大限利用できない.
- ② 負荷変動があつて定電流放電できない場合,大きな変動電流となるため,バッテリーの放電が早い.

このようなデメリットを踏まえて,提案する電源システムでは,交流電池(以下:AC-LiB)と昇圧回路の組み合わせを検討している.ここでは,AC-LiBを並列化することで,各電池セルから出力される電流を低くすることができる.また,昇圧回

路内のEDLCが変動電流を平滑化するため,バッテリーが放出する電流の変動を抑えることができる.すなわち,定電流放電に近似するため放電時間を伸ばすことできる.

図1は,従来の3AhのDC-LiB×6個を直列にして25.2Vとした場合の電圧と容量の関係を表している.①の問題より,実際に使用できる容量を示したものが赤破線のようになる.図2は従来の電源システムと同じ電池個数で容量を有効利用した場合の概念図を示す.電圧は12.6Vになるが,電流容量は6Ahと図1の組電池と比べて2倍になる.一般的にドローンを飛ばすためには22.2Vが必要であるため,6Ahの交流電池と昇圧回路を組み合わせる.このとき昇圧回路内の損失は,低抵抗で大容量のEDLCを活用することで抑えることができる.目標としては,赤破線のように従来と比べて1.3倍程度の電力容量を目指している.

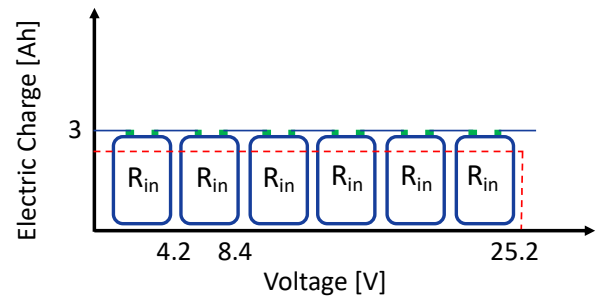


図1 既存の組電池における電圧と容量の関係

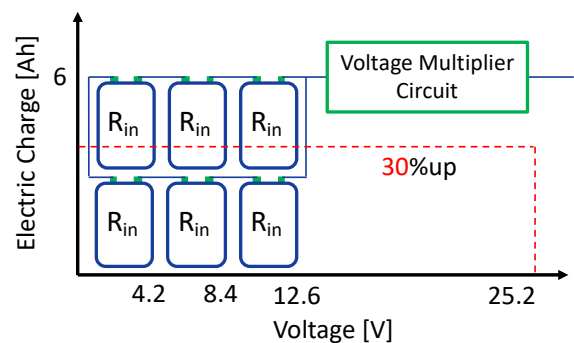


図2 従来の電源システムと同じ電池個数で容量を有効利用した場合の概念図

3. 実験方法

図3に実験回路,図4に実際の供試回路を示す.本実験回路は,独立型交流電池を直流電源とSiCタイプのMOS-FETを使用したHブリッジ回路の組み合わせにより模擬している.直流電源の電圧値は,DC-LiBを3直並接続したことを想定して12.6V(DC-LiB1本分が4.2V),入力電流を25A上限とした.Hブリッジ回路のスイッチング周波

数は 1,3,5,7,10kHz の 5 種類とした.Hブリッジ回路で交流化された信号は, EDLC(400F-3V) 9 個直列を 1 ユニットにして構成した倍電圧整流回路で最大値 25.2V 弱まで昇圧される. ドローン等を想定した負荷は, 菊水電子社製の直流電子負荷 “PLZ334W” によって定電流放電を行うことで模擬する. 実験手順は, 以下の通りである.

- ① 無負荷状態で倍電圧整流回路内の EDLC を満充電させる.
- ② 電子負荷を定電流動作させて,0.1A から 0.5A は 0.1 A ステップ,1A から 10A まで 1A ステップで変化させる.
- ③ 各定電流放電時において,倍電圧整流回路の出力電圧,および直流入力電圧・電流を測定する.なお,測定値については,値が十分に定常状態になったことを確認してから取得する.
- ④ ③で測定した値から,直流の入出力電力,および電力変換効率を算出する.

また,選定した 5 種類のスイッチング周波数を可変させ,倍電圧整流回路の電力変換効率を比較する.

4. 実験結果

図 5 に,実験結果の例としてスイッチング周波数 5kHz における各負荷電流に対する直流入力電圧・電流・電力,および倍電圧整流回路の出力電圧・電力,システム全体の電力変換効率を示す.図 6 に倍電圧整流回路を 0.3A で CC 動作させたときの周波数特性を示す.図 5 より,倍電圧整流回路の最大出力電圧(EDLC を満充電させたとき)は,23.56V と入力電圧の約 2 倍の値が出力されたが,出力電流の増加とともに減少した. 出力電力は,9A 時で最大になっており,本システムは最大効率点と最大出力電力点が異なるため,開発を進める上でどちらを優先するか選定する必要がある.図 6 より,スイッチング周波数が 5kHz のときに電力変換効率は最大の 97.94%を示した.10kHz 以降はさらに効率が下がると考えられる.

5. 結言

本稿では,交流電池を実装させる前段階として,直流電源と SiC タイプの MOS-FET を使用した Hブリッジ回路を交流電池と模擬し,電源システムの特性を明らかにした.結果として,システム全体の電力変換効率は,スイッチング周波数 5kHz のときに,最大で 97.94 %と比較的高い値を確認した.また,定電流で放電すると,一定の電圧に収束することから出力電圧の制御は可能と考えられる.電力変換効率を文献の実験と比較すると,約 14.4%も増加したため,SiC 素子の採用によって導通損失を低減できたと考察できる[2].将来的には,小型ドローン等を駆動させる予定があるため,さらなる効率向上を目指し,駆動電圧・電流,およびコンデンサ容量の最適値を求めるための充放電

実験を行う必要がある. また,実装において装置の小型化や倍電圧整流回路の電流増大に関する提案を行う必要がある.今後の展望として, GaN タイプの MOS-FET を使用した供試装置でも同実験を行い,様々な条件下における交流電池の適性を精査する.

文献

- [1] AC Biode 社 HP, [https://www.acbiode.com/home\(2022/1/29 閲覧\)](https://www.acbiode.com/home(2022/1/29%20閲覧))
- [2] 千葉稔,米盛弘信: “交流電池に接続する倍電圧整流回路の出力特性”,2021 年電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集,pp.147-148 (2021-9)

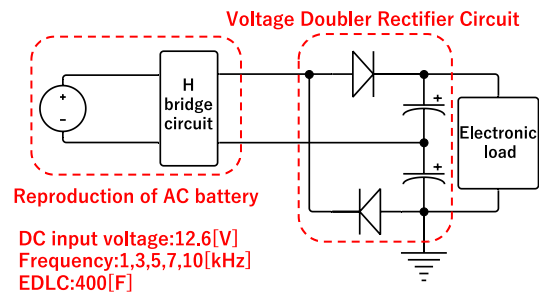


図 3 実験に供した交流電池の模擬回路

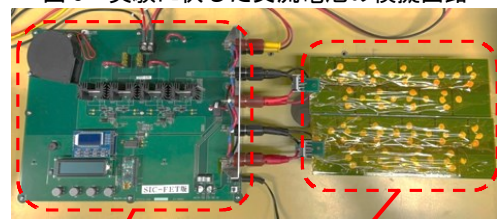


図 4 供試装置の写真

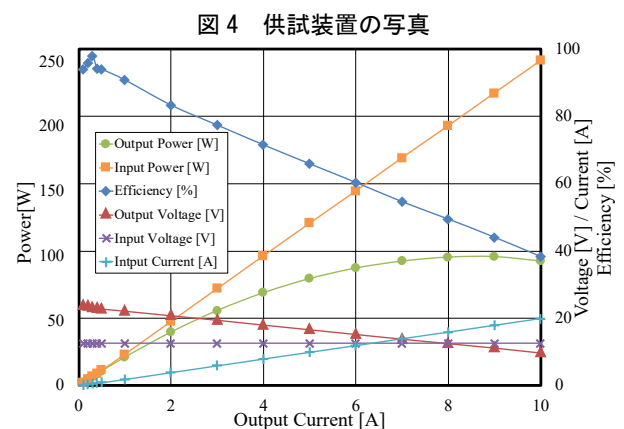


図 5 倍電圧整流回路の電力変換効率

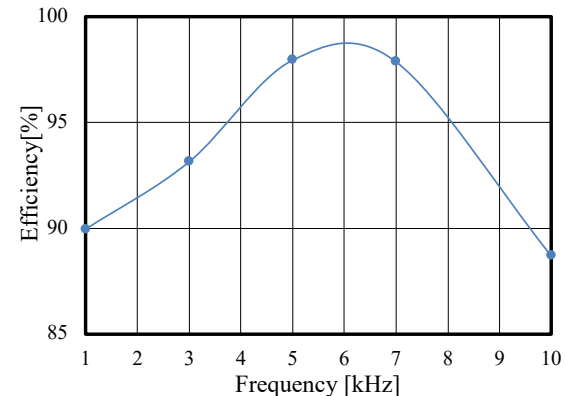


図 6 倍電圧整流回路の周波数特性

画像から複数食材の抽出手法の研究

A Study on Extracting Multiple Ingredients in an Image

20615 水間 黎

指導教員 島川 陽一, 川村 春美

1. 緒言

近年、健康志向の上昇に伴い、食事の際にカロリーや栄養などを記録し、健康管理に役立てる人が増加している。食事を記録することは健康管理に大いに役立つ半面、手作業の場合には非常に手間がかかるという問題がある。上記問題に対し、食事画像からメニューを推定し、カロリー計算を行うサービスがある。しかしながら、食事メニューの判定ができたとしても、分量の推定に誤りがある場合にはカロリー計算を正確に行えない問題点を抱えている。そこで、岡本[1]はサイズが既知の物体を食事画像と一緒に映りこませることで上述の食事分量推定の問題を解決している。近年では食材をプレート上に置くことで食材の重量を記録し、遠隔地でも残量を知らせるサービスが開発されており、一般家庭において重量を計測することは難しくないと考えられる。そこで、本研究では、より一般家庭向けのサービスを想定し、サイズが既知の物体を用いずに、複数の食材を含む画像から、食材の種別判定、及び食材全体の重量より個々の食材の量を推定する手法を提案する。

2. 方法

本研究は、食材を含む画像から食材領域の抽出、及び食材の種別判定、食材の量推定を行う3ステップから構成される。食材種別の認識では既存の機械学習手法である You Look Only Once(YOLO)[2]を使用するため、本研究では特に食材の量を推定することを主眼とする。

食材領域の抽出では、確実に食材のみを含む領域を抽出するため、食材が白色紙の上にあることを前提に、二値化処理により食材以外の背景を除去し食材領域のみを取得する。具体的には、画像内の最も面積の大きい白色領域をその内側も含めて白色化し、白色紙内とそれ以外(背景領域)を分離する。抽出された白色紙上の領域を再度二値化することで、食材領域のみを黒色で抽出でき、黒色領域の各頂点座標から食材領域のみを分離することができる。しかしながら、図1の画像での玉ねぎのように食材表面の反射が強い場合には、食材領域が白色と判別され、図2のように食材領域が見切れる可能性がある。そこで、黒色領域の頂点座標の横幅及び立幅の両方を5%分大きめに抽出することで、食材領域の抽出漏れを防止する。



図1. 入力画像

図2. 食材領域の分離結果

食材の種別判定では、前述の YOLO を用い、各食材領域の抽出と食材種別の認識を同時に行う。なお、本研究では、じゃがいも、玉ねぎ、人参の3種類の各食材画像を100枚ずつ、総ラベル数1045個のデータセットを事前に学習させ、実験を行う。

食材の量推定では、あらかじめ対象食材の LL,L,M,S の重量と、異なる食材間のサイズの比率を取得しておき、食材領域から推定される食材サイズと重量に対し、実際の食材重量の合計値との整合性に基づいて図3のように判定する。

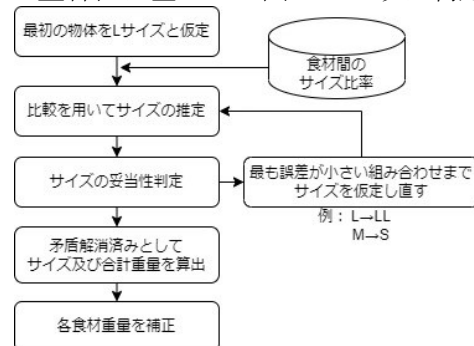


図3. 食材の重量推定手順

最初に抽出された食材のサイズを L と仮定し、各食材の画素数の相対比率と事前に取得した食材間のサイズ比率を比較することで対象食材のサイズ推定を行う。推定された食材サイズに基づいて、画像内の全ての食材の合計重量を算出し、合計重量の真値よりも小さくなった場合は最初の抽出物体を1サイズ上に仮定し直し、大きくなった場合には反対の処理を行う。この時、重量の真値との誤差率が小さくなった方をより妥当性が高いと判定し、最も誤差率の小さい組み合わせを探索する。この時点では、食材ごとの細かなサイズを無視しているため、 g_i を理想重量との誤差率、 w_i を食材の推定重量とし、(1)式で個体差による重量のぶれを吸収した食材重量 W を算出する。

$$W = w_i \times g_i \dots (1)$$

(1)式より細かなサイズによる変化を反映できるが、最初の食材を理想的なサイズと仮定しているため、実際の合計重量との誤差が発生する

ことが考えられる。そこで、 W_i を各食材の重量、 h を合計重量の誤差率としたとき、(2)式で食材の重量 L を補正する。

$$L = W_i \times h \dots (2)$$

3. 実験

本実験では、白色紙の上に複数の食材を配置し、蛍光灯下の画像 35 枚と自然光下の画像 19 枚の 2 種類の照明条件での画像を使用した。また、物体領域の推定及び種別判定に失敗した画像は誤差が定まらないことから、重量推定精度の評価からは除外する。よって、重量推定精度の評価と YOLO(検出器)の精度評価も実施する。

本手法における重量推定精度を表 1 に示す。

表 1, 重量推定精度

	じゃがいも 相対誤差率(%)	にんじん 相対誤差率(%)	たまねぎ 相対誤差率(%)	全体の 相対誤差率(%)
自然光光源下	10.15	17.59	10.96	12.55
蛍光灯光源下	7.50	11.45	6.98	8.33
全体	9.49	16.28	10.10	11.58

表 1 より、自然光下では相対誤差率は約 13%程度、蛍光灯光源下では約 8%、自然光下、蛍光灯下の全てを合わせた相対誤差率は約 12%である。また、実験画像の重量推定結果例を表 2、表 3 に示す。

表 2, 重量推定結果 A

食材名	番号	推定値(g)	正解値(g)	誤差率	誤差率(絶対値)	平均誤差(%)
Carrot	B	302.44	242	0.25	0.25	13.12
Onion	A	272.71	289	-0.06	0.06	
Potato	B	174.26	221	-0.21	0.21	
Potato	A	226.59	225	0.01	0.01	

表 3, 重量推定結果 B

食材名	番号	推定値(g)	正解値(g)	誤差率	誤差率(絶対値)	平均誤差(%)
Carrot	A	230.45	325	-0.29	0.29	18.02
Onion	A	317.39	289	0.10	0.10	
Potato	A	252.47	225	0.12	0.12	
Potato	C	217.68	180	0.21	0.21	

表 2、表 3 より、人参 B より重いはずの人参 A が軽いと推定され、また、同じ玉ねぎ A でも表 2 では約 273g なのに対し、表 3 では約 317g と推定値にばらつきが生じている結果となった。

次に、YOLO(検出器)による物体検出精度を表 4 に示す。

表 4, 検出器の物体検出精度

	正解数	検出数	誤りの数	精度(%)	適合率(%)	再現率(%)	f値(%)
じゃがいも	87	87	0	100.00	85.29	100.00	91.58
たまねぎ	70	61	14	87.14	100.00	87.14	93.13
にんじん	63	63	2	100.00	98.44	100.00	99.21
全体	220	211	17	0.96	92.54	95.91	94.20

表 4 より殆どの食材で精度が 90%を超えており、全体を通して 95%と非常に高精度な検出になっている。F 値も全食材が 90%を超えており、全体でも 94%と非常に高い数値を記録している。

4. 考察

表 2、表 3 より全体的に、手前にある食材の方が実際よりも重く、奥側にある食材は実際よりも軽く推定された。本手法では、僅かな奥行き情報は重量推定に影響を与えないと考え、奥行き情報を考慮していないが、実験結果より、僅かな奥行き情報が重量推定に大きな影響を与

えたことが推定誤差の要因と考えられる。

また、表 4 より玉ねぎの検出誤りの多さが目立つ。じゃがいもや人参の学習画像と比較して玉ねぎは解像度が低い画像が多く、それが推定精度低下の一因と考えられる。また、学習に使用した画像自体の特徴にも影響があると考えられ、じゃがいもや人参は図 4 や図 5 に示すような複数個食材が映っている画像が全体の 60%を占めている。



図 4, 複数個のじゃがいも 図 5, 複数個の人参

しかし、玉ねぎのみ、複数個の食材が映っている画像が全体の 40%ほどであり、学習時に最もラベル数が少なかったのは玉ねぎであった。これらより、玉ねぎの学習量が十分ではなく、また色や形状等、じゃがいもと類似している点があることから誤検出が多くなったと考えられる。

5. 結言

本研究では一般家庭での利用を想定し、大きさが既知の物体を利用せず、比較的取得が容易と考えられる食材全体の重量を用いて各食材の量を推定する手法を提案した。

自然光下、蛍光灯下における 3 種類の食材が映った実画像に適用した結果、量推定の相対誤差率は約 11.6%であり、約 88.4%の推定精度となった。また、食材の種別判定に関しても精度は約 95.9%、F 値でも約 94.2%であった。

6. 今後の展望

学習する画像枚数の増加といった学習量の増加だけでなく、玉ねぎなど一部食材のラベル数の少なさや解像度を改善することができれば、食材検出の精度が向上し、結果的に白色背景を前提にせず各食材の領域及び種別を認識できると考えられる。また、本提案手法では奥行き情報を考慮せずに食材のサイズ(重量)を推定したため、食材の奥行き方向の位置によって誤差が生じた。そのため、奥行き情報を考慮に入れる、もしくは斜めからの撮影ではなく、直上から撮影することによって上述の課題を解決できると考えられる。さらに、本研究での成果に基づき、推定された重量からカロリーの算出及びレシピ提案にも応用範囲を広げることできる。

文 献

- [1] 岡本晃一, “食事画像からの自動カロリー量推定システムの実現”, 電気通信大学大学院修士研究論文(2016)
- [2] J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 779-788(2016)

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
17202	井原 歩夢	知りたい知識を集めて作る自分だけの図鑑
17203	上野 心	思春期のための身だしなみセット
17206	大久保 潮音	読書離れに対する提案 読書する人を増やすための媒体研究
17207	小野 航汰	フォーマルな装いに適した男性向けの紫外線対策
17208	木村 さやか	地下鉄駅の緑化
17209	木村 希	若者向けの花活布の新しいパッケージ・売り方の提案
17210	工藤 真那人	食べるインテリア
17211	剣持 蓮	在宅ワークを快適にするハンモック型オットマン
17212	小池 一博	モノを大切に作る人間を育てる家具の提案
17213	小泉 聖菜	円滑なバス利用のための提言
17214	小嶋 千尋	家庭菜園のためのSNS
17215	齋藤 由佳	遺族の心を労わる調香セット
17216	坂井 隼	ビジネスマンのための化粧直しコスメ
17217	関谷 賢人	認知症患者のための塗り絵フィンガーペイントセット
17218	竹内 弓乃	声帯萎縮予防アプリ
17219	立浪 岳歩	テレワークにおける家具の提案
17220	千葉 友貴	コロナ禍における運動不足を解消できる椅子
17221	中里 風景	就活メイクを理解するための提案
17222	中澤 峻	コロナ禍におけるベンチ
17223	二宮 湧介	お弁当の入る多目的バッグ

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
17224	沼倉 美羽	小学生向けの手話学習
17225	根岸 千暉	現代における紙とその魅力についての研究
17226	白水 鈴音	練り込み技法による陶器の制作
17227	林 壱可	「エンターテインメント」と「嫌悪」の間の閾値に関する研究
17228	原屋敷 紗杏	「質感を感じやすい特殊紙」による特殊紙の周知のためのビジュアルブック
17229	深澤 里美	女性の就職活動でのパンプスの快適性
17230	福田 翔	完璧すぎないデザインの研究
17232	町田 萌	睡眠と目覚めの中間領域
17233	宮川 亮太郎	楽しく・易しいロゴデザイン学習
17234	宮森 衿名	若年層への訴求を目指した和菓子のトータルデザイン
17236	山崎 涼佳	幼少期から長期間使える多用途家具
17237	山崎 実果	子供が野菜を好きになるためのデザインアプローチ

知りたい知識を集めて作る自分だけの図鑑

Anything You Want to Know Original Picture Book

17202 井原 歩夢

指導教員 李 盛姫

1. 研究背景と目的

情報技術が発達した昨今、特定の情報を収集するだけであればとても容易になった。その反面、調べ物をする人間側の問題を指摘する声を耳にする機会が増えたようにも感じられる。そこで知識を得るというプロセスに着目し、より良い仕組みを提案出来ないかと考えた。

2. 調査内容

まず、「調べ物」について調査した。総務省「社会課題解決のための新たな ICT サービス・技術への人々の意識に関する調査研究(平成 27 年)」によれば、場面や世代を問わず約 70%が「検索サイト」で情報収集をしており、何かを調べる際の最も一般的な手段として「インターネット」が広く浸透していることが分かった。

次に、「調べ物」が問題となっている事例を調査した。東京大学大学院の酒井邦嘉教授がデジタル教科書に関する講演会にて「簡単にネット検索などができると、確かに便利だが、考える前に調べてしまう。大学生たちを見ていると、何か少し私に話をただけで、スマホで検索が始まっている(中略)それが学習なのだ勘違いしている」と述べた。このような意見や事例は枚挙に暇がない。

3. アイデア展開及びコンセプト

ネット検索の問題点として、自分の頭と体を使わず、また繰り返しも十分に行われなため、知識として定着し辛いことが挙げられる。これに対し、調べ物の際に使用でき、かつユーザー自身に手を動かしてもらおうモノを提案しようと考えた。

以上のことから「自分の知りたいことを知識として蓄える為の図鑑制作キット」をコンセプトとし、気になることを自分で調べ纏める経験を通しより良い「調べ物」を習慣化してもらおうキットを提案する。ターゲットは、インターネットネイティブと呼ばれる Z 世代(1997~2012 年生まれ)、その中でも高専生・大学生(18~24 歳)に設定し、登下校時や図書館、博物館などでの使用を想定する。

4. 最終提案

図鑑制作キット(図 1)は普段の持ち運びを想定した A6 サイズを基準とし、ケース、制作手順書、仕切り用の扉(3 枚)、調べた内容を書き記す制作用紙(32 枚)の 4 点とした。制作用紙は使用時に扱い易いカードタイプで、表面がタイトルと図、裏面を内容欄とした。また、完成した図鑑を読み返す際のポイントとして、制作用紙表面にはクイズ欄、裏面には内容のまとめ欄を設けた。これにより手軽に読み返す事が可能で、尚且つ知識の定着率を

確認できる。制作用紙の枚数は 1 日 1 枚、約 1 ヶ月で 1 冊完成するペースを目安に、1 キット 32 枚と設定した。



図 1 提案物一式

5. 検証及び今後の展開

ターゲットである大学生数名に使用してもらった(図 2)ところ、「気になっていたことを改めてしっかり調べる良いキッカケになった」「今後実際に完成品を使用してみたいと思う」など概ね好評をいただいた。キット内容や制作ペースの設定についても「適切だと思う」との意見をいただいた。また、「絵が描けない人に向けたアイテムがあると良い」という意見もあった。これらの結果をもとに、改善を念頭に置く。



図 2 検証の様子

文 献

[1] “社会課題解決のための新たな ICT サービス・技術への人々の意識に関する調査研究”, 総務省(平成 27 年)

https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h27_06_houkoku.pdf (閲覧:2021.10.14)

[2] “くばらばらじっくり 教育に新聞を>デジタル教科書の問題点 実体なく 記憶残りにくい”

東松充憲, 東京新聞 2021 年 6 月 15 日

<https://www.tokyo-np.co.jp/article/110650> (閲覧:2021.10.14)

思春期のための身だしなみセット

Grooming Set for Adolescents

17203 上野 心
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

あなたの思春期はどうだったのだろうか。変わりたくても変われないコンプレックスを経験したのではないだろうか。思春期は知的にも成長する時期で、成長と共に自己表現の幅が広がる。感情の起伏が激しい中で変わりたくても変われない、変わる方法がわからないという悩みを抱く人も多い。そこで化粧という自己表現で思春期でジレンマを解消するきっかけを提案する。

2. 調査内容

身だしなみの一種である「化粧」の意味や効果を調査した。ある研究によると化粧とは「対人的な魅力づくりであり他者に対して適切なイメージを与え、社会への適応や心の健康が得られるもの」とであると定義されている。対人的効果以外にも化粧をすることでリラックス効果が得られる。これは日本メナード化粧品が行った研究で明らかになっている。また化粧を始める時期で最も多いのは「中学生」ということが分かった。中学生はお小遣いの関係上、高額なものを買えない。また大半の化粧品は薬局や雑貨店で売られているが今はインターネットでも購入できる。しかしここでは生産国や成分が怪しいものが売られており、かつ薬局や雑貨店などの商品と酷似しているため区別がつかない。また安価なため手が出しやすくなり購入してしまうケースが後を絶たない。そこで使い手も安心して使用でき、化粧に触れるきっかけが生まれるものを提案する[1][2][3]。

3. コンセプトおよびアイデア展開

上記の調査内容から思春期の自己表現の確立を促進させるには、自分自身で考えて選ぶという意思が重要と考える。そこからコンセプトは「WIFT(変わる魔法箱)」。魔法箱という名前ですぐに変身できることを想起させ、「自分も変われるのかもしれない」というきっかけを作れるのではないかと考えた。このコンセプトから面白味のある形にし、自分自身が感じて体験する化粧セットにした。

4. 最終提案

外観に目を引くようなデザインを施し、「スキンケアから使える化粧初心者向けセット(青色)」と「化粧に興味を持ち始めたものの更に化粧を試したい人向けのセット(赤色)」の二種類を展開した。段数ごとに化粧をする手順で化粧品を配置することによって自分の度合いに合わせてそれぞれが手に取りやすいように工夫した。初心者向けには化粧品が揃っていないため一段目に小さ

い筆やチップなどの小物を収納でき、二段目、三段目には化粧の手順ごとの化粧品を収納できるようにした。化粧経験者向けのセットでは一段目、二段目に化粧手順通りの物を収納できるが二段目に一番容量の大きいサイズにすることで筆など縦横に大きいものを収納できるようにした。色味では二種類でフランス国旗のトリコロールをイメージし「自由、平等、博愛」という意味を思春期の中学生に投影した。また、鏡の角度について検証し調査した結果、一番化粧のしやすい角度30度に設定した。(図1)



図1 最終モデル

5. 結論

実際にターゲットユーザーある中学生5人に化粧セットを体験してもらった。「中学生ではまとめて化粧品を買う機会が少ないため、セットでなら失敗なく化粧を始められる」、「円柱型でスライドするため家の中のどこに置いても空間に馴染みやすいと思う」という意見をもらった。要望として「鏡が回転してライトがついていたら良い」、「外に持ち運べたらいい」という意見もあった。改良点としては要望を踏まえ、主要な化粧品のみコンパクトサイズのセットも制作するなどシリーズ化やバージョンアップの研鑽に努めたいと考える。この化粧セットを使用することで自分自身の表現の幅は広がりコンプレックスの解消が見込めるため、研究の目的は概ね達成できたと考える。

文献

- [1]メイクアップの心理的効果と生体防御反応に及ぼす影響(参照-2021-09-06)
<http://www.cis.kit.ac.jp/~kida/2011/tokuron/018.pdf>
 [2]化粧の個人的効果と対人的効果に関する実証的研究(参照-2021-09-06)
https://www.kose-cosmetology.or.jp/research_report/archives/1996/fullVersion/Cosmetology%20Vol4%201996%20p145-157%20Hida_M.pdf
 [3]日本メナード化粧品(参照-2021-09-13)
https://corp.menard.co.jp/research/tech_05_03.html

読書離れに対する提案 読書する人を増やすための媒体研究

How To Get the Lazy Reader Love Reading

17206 大久保 潮音

指導教員 氏家 和彦

1. 研究目的

自分自身、読書が趣味だが、歳を追うごとに読む時間が取れなくなってしまった。そのような状況で読書離れなどの問題が上がっていることを知り、本を読む時間を取る方法と、読書する人を増やしたいと思った。より多くの人々に読書の面白さや有効性を感じ、習慣的に読書を楽しんでもらうために、問題の起きる理由や解決策を明らかにする。

2. 調査内容

読書趣味の人がどこから読書好きになったのかを調べたところ、児童の場合、保護者の読書好きの程度が高くなるにつれ、児童・生徒も読書が好きであり、また一か月に読んだ本の数の統計でも同じようなアンケート結果があった。

なぜ本を読む時間が成長するにつれて取れなくなるのか、それは学生から社会人となるにつれ、自由時間が取りにくくなる事でネット視聴などの想像力を使わずとも理解しやすいものに走りがちということが分かった。

さらに、読みやすい字間や大きさなどを A6 判の文庫本を基準とし、数冊分の比較検討を行った。

3. アイデア展開

ターゲットは3年生以降の小学生とし、コンセプトとして短い時間でも楽しめる読書導入冊子という内容を設定した。これはスマホ等を使用する合間や、休憩時間に読書という選択に行き着くものという意味である。

数冊分の小説文庫の字体・字の大きさをくらべ、読みやすい物を考えた。そこから、持ち運びのし易い薄い冊子であること、読み手の読書経験数によって冊子に対し求めることが違うと考えた所から、ある程度冊子がしなり、手になじむ事で持ち易く、場所を取らない A6 判と、大きめでページがめくり易く、しっかりとした表紙の本を読んだという経験を楽しんでもらう特殊サイズの二種展開にした。

A6 判とを基準とした理由は他に、持ち運び易さや教科書の様な大きな本ではなく、小さな本を読む事で「しっかりとした小説を読んでいる」感覚を得るためなどが挙げられる。

また、小・中学校で行われる、朝読書の時間に読み切れるくらいの長さを意識し、2000 字程度の作品をピックアップすることに至った。

これらは一回に読む量が少しでも、自分の読みやすい文章を習慣的に読むということに繋げ

てもらえる仕組みを意識した作りになっている。

4. 最終提案

最終提案物として、二種の冊子を制作した。

ダミーテキストとして使用した作品が違うため、便宜上冊子 A を雪女、冊子 B を手袋とする。
(図 1)



図 1 制作した冊子 A 及び冊子 B の写真

どちらも基本は A6 判の文庫サイズを元とし、雪女は無縫製本かつ A6 判丁度の大きさ、手袋はくるみ製本かつ A6 サイズより 20cm 大きい大きさとした。

雪女と手袋の本文に使用したフォントや文字の大きさ、行間は一律だが、天地とノド・小口に関しては上記の通り本体サイズが違うため、20cm 分変わっている。

ダミーとして雪女と手袋を買いにを設定した理由としては二つあり、一つ目はおよそ 2000 字前後の文字数であり、一般的に短編に分類される物である事、二つ目はターゲットとした年齢層の児童が触れる可能性の高いと予想される、昔話や童話作品を選定した。

対象年齢に近い 10~20 代の七名に実際に冊子を手に取り読んで貰った所、「行間が広いので同じ行を読むといった間違いが起こりにくい」「天地と小口・ノドの空気が大きくて読みやすい」「絵が多くて想像し易い」といった意見をもらうことができた。この調査より、読みやすい文章であれば文章を読みなれていない人でも読む事が苦にならず、それほど時間をかけることなく読書できると考えられる結果となった。

参考文献

- [1] 「親と子の読書活動等に関する調査」文部科学省 https://www.mext.go.jp/a_menu/shougai/tosho/houkoku/05111601.htm
平成 16 年度
- [2] 「平成 30 年度「国語に関する世論調査」」文化庁 https://www.bunka.go.jp/tokei_hakusho_shuppan/tokeichosa/kokugo_yoronchosa/index.html
平成 30 年度
- [3] 「OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA)」国立教育政策研究所 <https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html#PISA2022>
平成 30 年度

フォーマルな装いに適した男性向けの紫外線対策

Wearable Cooling Device for Mens Business Suit

17207 小野 航汰
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

日本国内における平均寿命は伸び続け、2040年には平均寿命が男性で89.63歳、女性で83.27歳に達すると予想されている[1]。そのため、若い年齢から健康寿命の延命に効果的な取り組みを行うことが望ましい。一方で近年日本国内で観測される紫外線量は上昇を続けており、紫外線に関わる健康問題はこれからより深刻になることが憂慮される[2]。女性用の紫外線予防製品は数多くあるが、男性用の手段は少ない。若い男性を対象にした紫外線の悪影響を低減する製品の提案が必要と考えた。

2. 調査内容

初めに若い男性が紫外線を長時間浴び続ける状況を観察から探した。そこから通勤時の移動と営業活動をはじめとした屋外での長時間の業務が特に危険と考えた。紫外線の予防には衣類の着用が効果的であり、多くの社会人が着用するビジネススーツは露出が少なく本来であれば一定の紫外線予防効果を発揮できる[3]。しかし、多くの対象が炎天下でジャケットを脱ぐ、袖をまくるなどの行動をとっていた。そしてほとんどの対象が帽子や日傘を持っていなかった。

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプト：脱がない紫外線予防

紫外線は遮蔽物を用いて防ぐことが基本のため、製品にはある程度の面積が必要となる。しかし男性用の紫外線予防策が少ない現状では、日傘のような面積が大きく目立つ製品は受け入れられないと考えた。そのため、正しくビジネススーツを着用した状態でも屋外で快適な状態を保たせることで結果的に紫外線を予防できることを提案の目的とした。違った方法で快適さを提供する複数の案を試作した。最終的に最も安定して性能を発揮し、使用に対する手間が少ない理由からペルチェ素子によって冷気を発生させる案を最終案に反映させることで決定した。しかし、ペルチェ素子単体を直で体に当てるのみでは局所的に冷却されるのみで快適とは言い難く、ペルチェ素子自体の個数を増やせば排熱の難しさと高コスト化が問題となる。ペルチェ素子の個数を最低限に抑えながら広い面積を冷却できる仕組みの考案が最終案には必要となる。

4. 最終提案

最終提案では左右計2つのペルチェ素子内蔵のフック付きユニットで発生させた冷気を、銅線を編み込んだベルトと胸前面に当てるアルミニ

ウム製のパーツに行き渡らせる案を採用した。この仕組みにより、少ない個数で広く上半身を冷却することが可能となり、問題点であった排熱を腰付近で行わせることによってジャケット内に熱が籠る問題を回避した。本体形状はサスペンダーをモチーフにし、ジャケットを着用した際に目立つことを防ぐために両脇付近にパーツを寄せ、肩の動きを抑制させないために「くの字」のパーツを用いている。操作は専用のスマートフォン用アプリケーションを通して行うため、電源等のボタンは配置していない。(図1)



図1 最終提案モデル

5. 結論

複数人にモデルを装着してもらい、冷却を行うベルトとパーツを問題なく体に固定できた。「くの字」のパーツも機能し、「肩が窮屈にならず動かしやすい」と意見を頂いた。また、構造を再現した模型によって熱伝導が行えていることも確認でき、ビジネススーツを快適に着用した状態を維持できることが確認できた。本研究では機械構造をモデルに最適な大きさに縮小することが出来なかったため、改めて検討が必要と考える。このような課題もあるが、フォーマルな装いを維持したまま紫外線予防を提案できたため、研究の目的は概ね達成できた。

文献

- [1] 厚生労働省 令和2年度厚生労働白書
<https://www.mhlw.go.jp/stf/wp/hakusyo/kousei/19/backdat/a/01-01-02-01.html>
(参照-2021-09-13 10:32)
- [2] 気象庁 紫外線の経年変化
https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/uvhp/diag_cie.html
(参照-2021-07-11 11:04)
- [3] 環境省 環境保健マニュアル
<https://www.env.go.jp/chemi/matsigaisen2020/matsigaisen2020.pdf>
(参照-2021-07-11 10:55)

地下鉄駅の緑化

Subway Station Greening Plan

17208 木村 さやか
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

近年、都市部での建物緑化が増えてきたが、地下緑化については海外の事例はあるものの日本での事例はまだ多くない。本研究では、計画の対象を地下鉄と設定し、地下空間をより魅力的なものとするための提案を模索する。

2. 調査・分析

海外での地下緑化について事例を調査した。安心感を与える、景観を楽しむ、ストレスを軽減するなどの効果があることがわかった [1]。地下緑化に使えるシステムとしてスカイライチューブがある。電気を一切使わず、太陽の光を直接利用した照明システムで、地下でも光を取り込み植物を育てることができる [2]。また都内の地下鉄の現状について調査を行った。現在都営線を中心に駅の個性化が進んでいるが、空間が閉鎖的であることに加え、便利な反面路線の乗り換えも複雑で分かりづらく、利用者のストレスの一因となっていることがわかった。次に植物が与えるストレス軽減効果について調査した。植物には、心理的な「うるおい・癒し」や蒸散作用による温湿度調整などの効果の他、ある種の植物には化学物質除去効果があることがわかった [3]。以上を踏まえ、複数路線が乗り入れ、かつ地域の固有性としてのポテンシャルを持つ都営線森下駅を提案対象とする。

3. コンセプトおよびデザイン展開

「人々に癒しを与え、その場所らしさを伝える緑化」をコンセプトとする。利用者に緑で癒しを与えストレス軽減を図り、その場所固有の風景を思い出せるような緑化を目指す。また路線ごとに個性を出すことで、乗り換えの分かりづらさを改善できないか考えた。

森下駅の玄関口としてのホームの演出

ホーム壁面パターンのモチーフとして「のらくろ」を選んだ (図1)。「のらくろ」の作者田河水泡さんは、江東区ゆかりの漫画家である。森下には「田河水泡・のらくろ館」や「のらくろード商店街」などがあり、既に地域を代表するキャラクターとして子供からお年寄りまで親しまれている。「のらくろ」をモチーフとすることで、森下駅の顔になり駅に個性が生まれるのではないかと考えた。

路線ごとの特徴付けを行なった地下通路

江戸期に樹林が繁茂して周囲の町屋は森の下のようなであったことが地名の由来となった。そこで現在の森下駅があるエリアを「江戸時代

の古地図」と重ね合わせ、当時の町割りをモチーフに壁面にパターン化した。また、都営新宿線と都営大江戸線で緑化する部分を逆にすることで差別化し、利用者がどちらの線にいるのか一目でわかるようにした (図2、図3)。地下通路を利用する人々の目に緑が入るようにすることで、ストレス軽減や空気の浄化の効果が図られることをねらった。

4. 最終提案

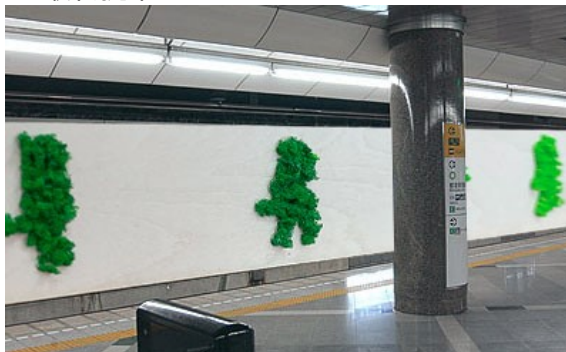


図1 ホーム部の模型

©田河水泡/講談社

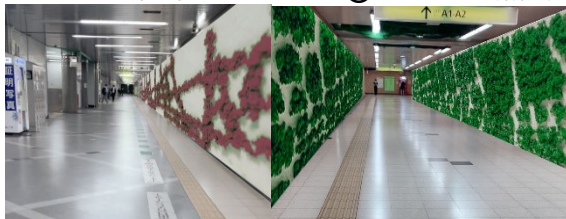


図2 都営大江戸線通路

図3 都営新宿線通路

5. 結論および今後の展開

コロナ禍で駅に調査に行けなかったため、身近な人に調査を行った。地下鉄は空気がこもりがちかつ緑が全くないため地下鉄に緑化するという発想は良い、地下鉄は温湿度調整を必要としているので緑は役に立つのではないかなど概ね好評価を頂けた。また、他の駅にも緑化を施す際には地域のキャラクターやモチーフを同じように利用してもいい、などの意見が挙げられた。一方、どの植物を使用するのかもっと深く検討してもいいという意見も頂いた。今後は、具体的な植物についてもっと検討し、他の駅にも同じように緑化を施せないか研究していきたい。

文献

- [1]地下空間緑化技術の開発
<https://www.ena.or.jp/GEC/tec/syokai/sk7.PDF>
- [2]太陽光照明システムスカイライチューブ
<https://kaueco.net/3rd/02.html>
- [3]観葉植物のグリーンアメニティ効果に関する研究
https://www.jstage.jst.go.jp/article/shasetaikai/2012.1/0/2012.1_961/_pdf-char/ja

若者向けの花活布の新しいパッケージ・売り方の提案

New HANACUP Packaging and Sales : Suggestion for Young People

17209 木村 希
指導教員 坂元 愛史

1. はじめに

本研究で取り扱う花活布は、任意の産官学研究団体花活布プロジェクトが開発した室内で栽培できる新しい花きである。水耕栽培に近い第三の栽培形態を持ち、花瓶を持っていない人でもパッケージのまま栽培できる点や、週に一回ほど水を補充すれば枯れずに数週間は元気に生きる点など従来の花きに比べ手間が無く手入れが簡単であることに魅力がある[1][2][3]。

2. 研究動機と目的・意義

現在、花き業界では若者が花を買ってくれないことによる売り上げ低下が問題になっている。これは将来に向けて花きの購買層が減少する可能性を暗示しており、若者へのテコ入れが業界の取り組みの課題となっている。若者が花を買う機会は少ないが、購入した場合の動機を調べるとギフトとしての使用が多いことが分かった。そこで、ギフトとして最適な花活布を効果的に若者に届ける方法を考えることで、若い層が花に触れるきっかけを作れると考えた。若者が花を手にするにより、多くの人が生涯にわたって花のある暮らしをすることにつながるだけでなく、無機質になりがちな現代の暮らしに潤いを与え、社会生活全般における活力につながることも期待できる。そこでこの研究では、花活布を若者が手に取りやすくするための改良について提案する。

3. 調査結果と問題点

花を購入している年齢、性別と花の購入目的、花き業界の現状などについて既存の調査結果を整理した[4]。また、切り花生産額とGDPデフレーターとの関係から花き業界の売り上げ低下が判明した。そして研究開発を続けてきた花活布は、まだ販売が大きく成功する状況に至っていない。これらから現状では大きく分けると3つの問題点がある。①ほかの花きと同じく若者の購入が少ない。②栽培した植物への愛着から廃棄→買換えのサイクルが回らない。③販売、運送用及び花瓶として使うためのプラスチックカップが脱プラスチックの流れに反している。この中から①の若者が手に取ってくれないという問題点を軸に提案を考えた。

4. 最終提案

若者へのアプローチとして、2点のアイデア展開をしていくことにした。①「花活布本体の改善」現在の花活布の布部分は巾着形状で培地を包み込むようになっている。この巾着形状は栽培しているポリポットからの移し替えに手間がかかる

ことと、布が傷んだ時に全体の見た目が悪くなるという問題点がある。そこで、カップの外側に布を服のように掛けて着せ替えられるものを考えた(図1)。汚れても取り外しが簡単であり、移し替える手間を省くことができるだけで無く、日光を遮るため花瓶内(提供しているカップを含む)に藻が生えづらい。②「興味を持ってもらうための販売仕器」花き販売では中高年以上の女性しか興味を示してくれないという現状がある。若者に買ってもらうためには、若い層が興味を持つようなディスプレイ方法が必要だと考えた。また、現在花活布の主たる販売形式となっている軒先マルシェ(店頭や住宅の軒先を日中だけ借りて移動販売する形式)で使いやすい工夫も必要となる。そこで花活布を載せたまま持ち運べて、それ自体が若者に魅力的に見える販売ディスプレイに変化するという2WAY使用が可能な販売仕器を作成した。この検証として、作成した販売仕器を使用し、軒先マルシェで販売を行った(図2)。



図1 新パッケージ



図2 販売仕器

5. まとめ

実際に販売を行い、若者に足を止めてもらうことの難しさが浮き彫りとなった。ディスプレイに関するアンケートでは、見せ方に関する改善の余地を感じた。そこで新たに高低差をつけた販売仕器を作成した。その仕器の実践販売と、若者に対するアプローチの模索を花活布プロジェクトのメンバーに引き継ぐこととする。

文献

- [1] 花活布プロジェクト、<http://hanacup.info/>(最終閲覧日 2021-10-18)
- [2] 竹内美樹、“研究的な取り組みをデザインの力で社会とつなげる”、サレジオ高専 2017 年度 特別研究・卒業研究
- [3] 木下シエナ、“「自然」をより身近に感じるための自然負荷を軽減した製品開発”、サレジオ高専 2019 年度 特別研究・卒業研究
- [4] インターワイヤード株式会社、「花の購入に関するアンケート」、TIMELYRESEARCH(2006)、<http://www.dims.ne.jp/timelyresearch/2006/060131> (最終閲覧日 2021-09-17)

食べるインテリア

Edible Interior Plant Decorations

17210 工藤 真那人
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

コロナ禍により家庭内で過ごす時間が増えたことで、日常生活での豊かさについて改めて見直されている。本研究では、何気ない日々の生活の中で室内を彩るだけでなく、より積極的に生活に活力を与えるようなプロダクトを提案することを目的とする。

2. 調査・分析

人工光を使用した植物栽培に起こるメリットについて調査を行なった。気候や天候に関係なく一年中安定して野菜が作れ、都市部のビルなどの土のない場所や狭い場所でも多段階システムによりたくさんの野菜をそれぞれの野菜に合った環境で育てることができる。また、雑草や害虫を防ぐことができ、農薬が不要であるうえに一般生菌を極めて少なく野菜の劣化を抑えることができる。露地栽培よりも早く育ち連作障害が起こらない。さらに、肥料などを工夫することで、栄養価の高い野菜が作れるので生産従業者として、高齢者や障害者でも従事できるなど多くのメリットが挙げられる。

観葉植物などの植物インテリアが人間に及ぼす影響「メリット」について調査を行なった。

①空気清浄と調湿をしてくれる

植物は光合成を行う。二酸化炭素を取り入れて酸素を吐き出す。部屋に観葉植物を置くと自然な空気清浄が実現できる。

②リラックス効果がある

植物は「フィトンチッド」という化学物質を発散している。フィトンチッドには精神を安定させたり自律神経を安定させたりする効果がある。

3. コンセプト及びアイデア展開

「食べるインテリア」をコンセプトに、食卓で野菜を育て、家族がみんなでその場で収穫して新鮮な野菜を味わうことができる、おしゃれなインテリア製品を考えた(図1)。観るだけでなく実際に食べることができる「食べるインテリア」という新たな価値が生まれることが期待できると考えた。リビングの卓上で使用できるサイズとしながら既存のプランターや照明器具とは異なり空間を照らす照明器具としての機能を果たしていること、また観葉植物との差別化を図るため野菜そのものがインテリアとしての役割を果たしていること、の二点を達成するデザインを模索し

た。今回の提案は人工照明での栽培が比較的容易な豆苗を前提に、スーパーで販売されているサイズを参考に設計した。

4. 最終提案



図1 全体イメージ



図2 使用シーンと収穫イメージ

5. 結論及び今後の展開

制作した製品を実際に使用して実際に機能しているか検証を行なった。作成した製品に実際に豆苗を入れて光を当てて豆苗そのものがしっかりと育つか実験を行なった。その結果として、豆苗はしっかりと提案物である製品で育てることができた。またリビングの空間にとけ込むかどうかについてインタビューを行なった結果も比較的良好な結果が得られたことから、目的は概ね達成できていると考える。今後の展開としては、食べられるインテリアとしてインテリアの新しい形を確立していくことであり、これからそのようなものが増えていくトリガーにしていくことである。

文献

- [1] 人工光で野菜を育てる注目植物工場 8 <https://agrijournal.jp/renewableenergy>
- [2] 一人暮らしで観葉植物を置くべき理由とは？メリットデメリットをご紹介 <https://www.chintai.net/news/2021/03/22>
- [3] 観葉植物を室内に飾る5つのメリットとおすすめ10選 - Hitohana <https://hitohana.tokyo/note>

在宅ワークを快適にするハンモック型オットマン

Hammock-shaped Ottoman for Your Work-from-Home

17211 剣持 蓮
指導教員 坂元 愛史

1. 研究目的

今まではオフィスでオフィスチェアに座って仕事を行うのが一般的だった。しかしコロナウイルスの影響で在宅ワークが増え、現代の働き方が変わってきた。それに伴い、あまり普及していない在宅専用チェアの需要が高まってきた。本研究ではオフィスワーク、在宅ワークで用いる椅子の差や許容される姿勢の違いから、在宅ワーク中のより良い姿勢を実現できる提案を目指した。

2. 調査

2-1.長時間着座姿勢による体への影響について

文献から オフィス作業時の着座姿勢の観察と体圧分布における座り心地の官能評価を行った結果、腰や上体の姿勢と比較して、脚の姿勢変化の方が椅子座面の体圧分布に大きく影響を与えることが分かった[1]

2-2.血行不良予防のストレッチ

長時間着座姿勢をとりながらの作業では、脚の自重により太ももから先へ血液が行きづらくなり、血行不良を起こす可能性がある。そこで、厚生労働省が推奨しているエコノミークラス症候群予防のストレッチを脚の動きのパターンとして取り入れる。[2]

2-3.在宅ワークの特徴

- ・下半身が見えないので脚をリラックスできる。
- ・家に新しくデスクチェアを設置する際の大きさ、重さ、価格等の問題がある。[3]

3. コンセプト

以上から「在宅ワーク時に下半身の姿勢の自由度を高める」ことをコンセプトとした。下半身の自由の定義はエコノミークラス症候群予防のストレッチを参考とする。

4. 最終提案

脚を乗せて下半身の動きの幅を広げるハンモック型のオットマンを提案、製作した。

家の中で誰でも使用できるよう横幅 600mm で設計をし、脚を充分に乗せる事ができるスペースをとった。

フレームは鉄の無垢材で製作し、垂直に壁に当たって押しでも動かないようにした。

ハンモックにクッションが乗っていることで脚を乗せたときの安定感を増した。

これらにより脚の動きの幅が広がり、様々な体勢での椅子使用が可能となる。(図1)

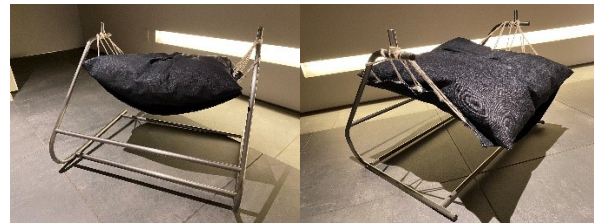


図1 完成品

5. 検証

実際に 50 代の男女 2 人に 1 日ずつ在宅ワークで使用してもらい、感想や意見をいただいた。

- ・机が小さい場合、フレームが大きい。
- ・一般的なオットマンと違い、その時に合わせて胡坐などの自分好みの角度や体勢がとれて使い心地がよかった。
- ・自然と脚を上げたり揉んだりしていていつもより疲れづらいつと感じた。
- ・骨盤が寝ている体勢、休憩の時に脚を伸ばせるが、仕事中に伸ばすのは厳しい。
- ・足が床に届かない人にとっては楽に感じた。

6. 今後の展開

検証の結果、在宅ワークに適したオットマンとして一般的なオットマンを置くこととの違いが明確になった。しかし、以下のような改善点が挙げられた。

使用者が脚を乗せる使い方のみにとらわれがちであったことから、脚を下しても良いなど、姿勢の自由度を高める道具であることを伝える。

脚にフレームが当たって冷たい等の意見からフレームの大きさ、設置の負担を見直す。

ハンモックの長さ調節機能を持たせ、仕事時と休憩時に合わせた切り替えをやすくする。

今後商品化する場合は以上の問題点を改善し、完成品をベースにより柔軟な視点から改善していきたいと考えている。

文献

[1]加藤健郎, 小山拓海, 井上貴朝, “オフィスチェアにおける着座姿勢および体圧分布の分類とその座り心地評価”, 日本デザイン学会デザイン学研究 vol.61No.6(2015)

[2]厚生労働省, “エコノミークラス症候群の予防のために(2017)

<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000170807.html> (閲覧 2021-10-17)

[3]厚生労働省, “自宅等でテレワークを行う際の作業環境整備”, (2021)

https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_01603.html(閲覧 2021-12-6)

モノを大切に作る人間を育てる家具の提案

Assembling furniture according to your taste

17212 小池 一博

指導教員 坂元 愛史

1. はじめに

我々は大量消費社会に生きている。世の中に物が多く出回ったことで人々の生活が豊かになった反面、資源の枯渇やごみ問題など、数多くの環境問題を引き起こす原因になっている。大量生産・大量消費に依存した現代では、安い物を短期間で買い換える、いわば「使い捨て」が当たり前となってしまった。不必要な使い捨てを削減しなければ、先述の通り多くの資源を消費し、廃棄が増えるとゴミ問題に直面するなど、環境へ大きな負荷が掛かる事が懸念される。本研究では、家具を対象とし、製品寿命を向上させることで、モノと長く付き合い不必要な使い捨てを減らし、人々が物を大切にするようになる事を目的とする。家具を研究対象とした理由として、複合材料が多く使用されている為リサイクルが容易でない点や、引越し・家族構成の変化・子供の成長などといった買い替えの要因が多い点などが挙げられる。

2. 調査

東京都生活文化局の「家具の長寿命化に向けて-商品の長寿命化等に関する懇談会報告」では家具を修理する際の問題点を6つ挙げており、以下の通りである。[1]

- ・複合素材や塗装により、修理の困難な製品が多く、さらにコストもかかる
- ・製造元に修理を依頼する際の輸送コストが高額になる
- ・修理に高度な技術を必要とする場合、販売店で対応できない場合がある
- ・部品等の保存期間が短いことや、製品の規格化が困難な場合がある
- ・新たに修理工場を建設することは環境問題等から難しい
- ・廉価な輸入家具や通販による家具は修理せず、殆どが使い捨てとして扱われている

以上から、家具の長寿命化を図る上では部品点数の削減及び統一化、組み立てや分解・廃棄時の分別がしやすい単純な構造を採用する必要であると考察した。

3. コンセプト

コンセプトは「家具のモジュール化」とした。身の回りにある椅子や机、棚などの基本骨格をモジュール化することで、拡張性を持ちつつ柔軟に形を変えることのできる家具を提案する。これにより、整備性の向上、修理時の部品調達しやすさ、リサイクルの容易さなど家具が持つ

欠点を払拭したいと考えている。

4. 製作物

試作当初は四角形の構造体とH型の構造体の2つを組み合わせる案を想定していたが、「変形の自由度が薄い」「保管時にかさばる」などの理由から四角形からコの字型へ、H型から板状のパーツへ変更した。最終案はコの字型の構造体と複数穴が開けられた板状のパーツの2種類で構成される。以下は三面図(図1)および最終提案物の画像(図2)である。

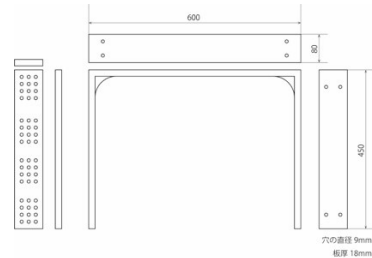


図1 パーツの三面図



図2 最終提案物

この2つのパーツの組み合わせ方によって、写真のようなスツールやテーブルの枠(天板は別途用意)、さらには棚などへ変形できる。また高さや長さも細かく調整することができる点も特徴である。ボルトとナット以外は全て木材のため、廃棄する際も分別が容易である。表面仕上げは面取りのみ行い、塗装仕上げは行っていない。これはリサイクルする上でも有効だが、八王子コンソーシアムの発表時に「自分で色を塗れたら、より一層愛着持って使ってもらえるのではないか」との意見をいただいたため、あえて木材の無垢の状態にとどめたいと考えたからである。

5. まとめ

現時点では、あくまでアイデアの具現化に留まっており、耐久性の面に課題が残っており、実用強度が確保できるよう改善してゆく必要がある。

文献

- [1] 東京都生活文化局消費生活部, “家具の長寿命化に向けて :商品の長寿命化等に関する懇談会報告書”, 東京都生活文化局消費生活部(2000)

円滑なバス利用のための提言

Proposals for smooth bus ride

17213 小泉 聖菜

指導教員 氏家 和彦

1. 研究目的

日頃からバスを利用する際に、地域によって乗り方が違い、また事業者や地区によって異なっている乗り方がわかりにくいいため、戸惑っている人を見かけた。そこで、複雑でわかりにくいバスの利用方法をデザインの手で、はじめてでもわかりやすくできないか研究し、その表示方法を考えてみる。

2. 調査内容

最初に全国にある乗合バスの数を調査したところ、民営バスと公営バスを合わせて 2,000 社以上あり、それぞれの地域に合わせて運用されていることがわかった。各地域の環境による違いも多いため、今回は東京近郊で考えていくことにした。次に、東京近郊のバス事業者による、主な乗り方の種類を調査したところ、乗降するドア、支払いのタイミングが違い、約 4 種類^(図 1)あることがわかった。

乗車ドア	支払いのタイミング	降車ドア
後ろ	後払い	前
前	後払い	前
前	前払い	後ろ
前	前払い (運転手に降りる停留所名を告げる)	前

図 1 バスの利用方法

この調査により、はじめて利用するバスはどこから乗ればいいのかかわからず、利用を控えてしまう人がいると考えられる。他にも整理券の有無や回数券、定期券、両替の仕組みなどのサービスが会社によって違っていた。以上の問題点に対して、デザインの手でなんらかの提言を行い、より利用しやすいバス環境を考えていく。

3. コンセプト及びアイデア展開

ターゲット:東京圏でバスを利用する人

コンセプト:一目でわかるバス利用案内

乗り方が難しいと敬遠されがちな路線バスに対して、はじめてでもスムーズに利用できるような案内表示を考えることにより、安心して利用できるような環境を整えていく。

当初は利用方法を説明する冊子やスマホアプリも検討していたが、外国からの観光客を含めて、より多くの人に理解してもらうことが重要だと考えた。そこで、複数にわたるバス事業者に対して、共通の案内表示方法を提案してくことにより、

使用数を増やし低コストで共通利用できるものを考えていく。また、誰でも一目でわかるように、案内の共通化提案物を検討した。誰が見てもわかるように文字を無くし、理解しやすいアイコン化^(図 2)することにした。この提案物は共通化して大量生産することによりコストを下げ複数のバス事業者で利用してもらうことを想定した。

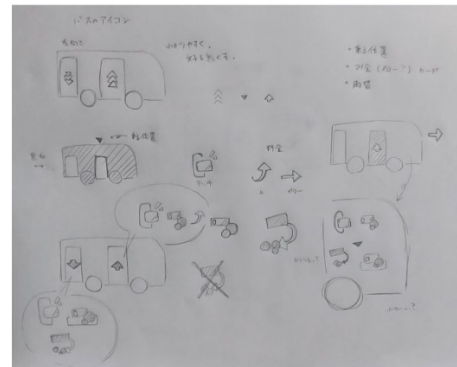


図 2 アイデアスケッチ

4. 最終提案物

抽出したアイデアをもとに、現段階では、東京圏のバス会社がバス停やターミナルの表示追加して共通に使える小型ステッカーを最終提案^(図 3)として制作している。

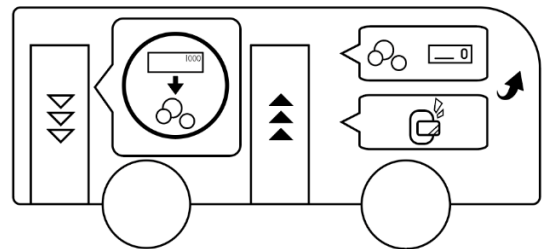


図 3 最終提案

参考文献

- [1] 自動車関係情報・データ - 統計情報 - 国土交通省 <https://www.mlit.go.jp/statistics/details/content/001420569.pdf>
- [2] 神奈川中央交通 <https://www.kanachu.co.jp/index.html>
- [3] 西武バス <https://www.seibus.co.jp/rosen/norikata/>
- [4] 阪急バス <https://www.hankyubus.co.jp>
- [5] 路線バスの乗り方 <https://www.hankyubus.co.jp/rosen/guide/>
- [6] 全但バス株式会社 <https://www.zentanbus.co.jp/beginner/>
- [7] 後払い方式:多摩地区 - 京王バス <https://www.keio-bus.com/bus/howto/paper/after.html>
- [8] 関東鉄道 <https://www.kantetsu.co.jp/bus/guide1.html>

家庭菜園のための SNS

Kitchen Garden Care through Social Media

17214 小嶋 千尋
指導教員 西野 隆司

1. はじめに

本研究では家庭で食品ロスを出すことに罪悪感がなくなっていることを問題視し、それらを減らしていくための方法を提案する。そのためにひとりひとりが生活の中で意識を変える必要があると考え、SDGs の目標達成のためのターゲットの中から「2030 年までに、人々があらゆる場所において、持続可能な開発及び自然と調和したライフスタイルに関する意識を持つようにする」という項目を目標に設定した。

2. 方法

日常生活の中で上記の問題を再認識できるよう、私たちの生活により身近なツールを使った提案を考えた。現在多くの人々がスマートフォンを所持しており最も身近な情報集取源となっていることを受け、スマートフォンアプリを用いた方法を提案する。アプリケーションは以下の目標に分けて制作する。

- ①インターネット・SNS を中心として情報収集する人をターゲットとする
- ②家庭菜園をより手軽で楽しいイメージにする
- ③誰でも活用でき、長期的に興味を持つことができるようにする

また、ゴミ問題を解決するという観点から、野菜の捨ててしまう部分を再利用して再び可食部を育てる「再生栽培（リボベジ）」を組み込んだ提案を考える。

3. 調査

まず、家庭菜園の普及について調査した。40 人に「家庭菜園をしたことがあるか」というアンケートをとった結果、したことがあると答えたのは 17 人だった。今までどのようなものを育てたことがあるかを調査した結果、まずほとんどが手軽にできる豆苗の再生栽培、次に人参などの再生栽培、そして種や苗から育てる野菜となっていた。家庭菜園を楽しみたい層では、一から育てるものと再生栽培のどちらもが始める際の選択肢に入っていることが分かった。

4. 最終提案

個人での家庭菜園を手軽に楽しめるアプリ「GROW ME」の UI を制作した。このアプリ内では大きく分けて 3 つの機能を提案している。[図 1]

①提案機能

野菜を育てるための知識がなく始めにくいというアンケート結果を受けて、育てる野菜の種類を調べることができる機能を提案する。植え

付け時期や、種から植える・再生栽培から始めるなどの項目を選択することで自分のライフスタイルに合わせた家庭菜園が始められる。



1 提案物のバナー

②SNS 機能

同上に知識が少なく始めにくいという意見から、様々な環境で野菜を育てている人が利用できる場所として制作した。ベランダ菜園から本格的な農家まで、様々な人が栽培に関する情報を発信できることでそれらをより身近に感じてもらえることができる。実際にアンケートの結果、約 70%の人がそのようなコミュニティがあれば見てみたい、入りたいと回答した。

③生育管理機能

家庭菜園をしない理由の大変そう・難しそうというイメージを改善するために、野菜の生育が管理できる機能を提案した。提案を受けて育て始めた野菜をストレスなく管理ができるような画面を制作した。

5. まとめ

制作したアプリケーションを実際に複数人に体験してもらったところ、野菜を選ぶ、記録するのが簡単で良い、双方向に発信するコミュニティはややハードルが高いが、一方的に見るだけでよい形式の SNS は手軽で良いとの回答をいただいた。今回の提案で複数の人に新たに家庭菜園について興味を持ってもらうことができた。一方で、アンケート中でこのようなアプリがあっても家庭菜園への興味は湧かないという意見もあったため、そのような層に対してのアプローチを考えることが今後の研究課題である。

文 献

- [1] 小林富雄『知ろう！減らそう！食品ロス』,小峯書店, 2020
- [2] 消費者庁“令和 2 年度 消費者の意識に関する調査”https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_policy/information/food_loss/efforts/assets/consumer_education_cms201_20210427_001.pdf (閲覧日 2021-10-15)
- [3] 総務省“平成 27 年度版 情報通信白書”<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc122310.html> (閲覧日 2021-10-15)

遺族の心を労わる調香セット

A Set of Incense to Comfort the Bereaved

17215 齋藤 由佳

指導教員 李 盛姫

1. 研究目的

新型コロナウイルス感染症で亡くなった方とその遺族への対応から、遺族は充分なお別れが出来ていなく、通常のお別れよりも悲しむケースが多いことを知った。そこで遺族がまた前向きに生きていけるような提案がしたいと考えた。

2. 調査内容

医療従事者であり、患者や遺族と接する機会が多い母に聞き込み調査を行った。患者は亡くなったらそのまま火葬場に送られ、遺族に会えない。感染予防対策で仕方ないとはいえ、遺族は通常よりも深く悲しみ、立ち直れない人も多いことが分かった。次に、死に関する研究テーマを掘り下げるため、本校の校長先生である小島神父に話を伺ったり、死生観についての書籍を勧めてもらった。それらの体験でカトリック教の死を悲しいものと捉えていないという死生観について学ぶことができた。日本の香文化のひとつである組香に興味を持った。組香は、何種類かの細かく刻んだ香木を混ぜて焚き、どういう香りが使われているのかを当てる遊びである。調査によって、香りは、その人を印象付け、その香りを嗅ぐとふんわりその人を思い出すことができるかと考察した。

3. 提案内容

キリスト教の遺族への心のケアを重視する考え方と、日本の伝統文化である組香の遊び要素を取り入れて、亡くなった人の遺族や友人がその人のイメージの香りをつくる調香セット「想い香OMOIKOU」の提案をする。このセットにはガイドブック、精油10種類、スプレータイプの瓶、木のプレートと紐、精油を混ぜるためのビーカー、精油を取り出すためのスポイト、香りを確かめるためのムエット紙が入っている。ガイドブックに従い、故人のイメージに合わせて精油を調香する。調香する過程で、家族や友人とコミュニケーションを取ることで重く捉えすぎず、悲しみを乗り越えて生きていくきっかけになってほしい。また、大切な人が亡くなるとその悲しみが癒えるのには3年ほどの時間がかかると言われている。悲しい気持ちになったとき部屋に香りをかけてほしい。付属の木のプレートには、表に故人の名前、裏にその人の好き

だった言葉や、その人のイメージなど香りのテーマや、生まれた年・亡くなった年を書いて紐に通し、瓶に飾りつける。出かける時に香りを持ち運びたいと思ったら、プレートにフレグランスを吹きかけてブレスレットにしたり、カバンにつけたりすると持ち運ぶことができる。



図1「想い香」フレグランス完成(左)パッケージ(右)

4. 結果

家族（祖母、父、母、妹）を対象に検証を行った。祖父が亡くなってもうすぐ7回忌なので、祖父をイメージしたフレグランスを作った。手順はガイドブックを見ながらスムーズに調香できていたように感じる。祖母から「調香したり、みんなと祖父について話す中で、亡くなってから時間は経っているけど、本を読んでいる姿や笑っている顔を昨日のこのように思い出すことができた」と感想をもらった。検証では「故人を思い出す機会になった」「家族と思い出を語りながら作ったので楽しく調香できた」という意見をもらうことができたので、研究目的が達成できたと思う。このセットを使うことで、悲しみを乗り越えて前向きに生きていくきっかけをつくったら嬉しい。

文献

- [1]「より良き死のために「死への準備教育」創始者が伝えたいこと」アルフォンス・デーケン, 星野和子ダイヤモンド社(2018/4/5)
- [2]「新型コロナウイルス感染症により亡くなられた方及びその疑いがある方の処置、搬送、葬儀、火葬等に関するガイドライン」厚生労働省、経済産業省(2020)
- [3]「源氏香図」文化遺産オンライン
<https://bunka.nii.ac.jp/heritages/detail/245280>
 (2021/8/27)

ビジネスマンのための化粧直しコスメ

Touch-up cosmetics for Male Office Employees

17216 坂井 隼
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

多様化が進み、男性と女性の境目が曖昧になってきた現代。その例の一つに「ビジネスマンのナチュラルメイクの流行」がある。メイクを施すことによって第一印象である外見を整え、相手に好印象を与えるというものである。しかし、日本ではメンズメイクに興味がありつつも、抵抗のある人は多く、「メイクがばれたくない」という男性が多いのが現状である。そこでこうした心理に着目したメンズコスメを提案する。

2. 調査内容

2.1 メイクをしている男性について

男性向けメイクサロン「粋華男製作所」の「身だしなみメイク・レッスン」を受講した20代から60代の男性270名に対して行われたアンケート結果をまとめると、「30代後半から40代前半で、人と関わる仕事をしているため、ビジネスにいい影響があると思いメイクをしているが、実際にメイクをしていることは知られたくないビジネスマン」となる。

2.2 メンズメイク市場

メンズメイクが若年層を中心に浸透してきている。THREEなどの既存メーカーからメンズコスメが展開されていたり、韓国ジェンダーレスコスメブランドのLAKAが誕生している。

2.3 男性の肌について

男性はほとんどが脂性肌である。肌の悩みでは、クマやシミ、毛穴に関する悩みや、髭剃り跡などがみられた。

2.4 日本人の心理

日本人特有の心理である「みんなやっているから自分もやる」や「出る杭になりたくない」という心理は、自己防衛の本能である。人間は社会的な生き物であり、集団でないと生きていけないため、孤立することに対して嫌悪感が働く。この研究では、「メンズメイクは集団と異なる価値観ではない」ということを提示する必要があると考えた。

3. コンセプトおよびアイデア展開

男性の肌の悩みに合わせて自由にカスタマイズできるパレットをベースに展開する。普段はスーツの胸ポケットなどにしまっておき、然るべきタイミングで取り出して使用してもらうのが狙いである。また、男性のメイクというイメージを持ってもらうため、パッケージも高級感や重厚感を意識したものにす。付属するブラシなどは意図して大きめに設計し、シェーバー

を使うときなどの男性特有の所作を反映する。

4. 最終提案

大きさはスーツの胸ポケットなどに収納することを考慮し、名刺ケースのような大きさにした。外観デザインは「男性のためのコスメ」というイメージと、腕時計などのような嗜好品のイメージを持ってもらうため、単純な造形に光沢のある塗装や厚みを持たせることによって、重厚感や高級感のある落ち着いたデザインにした。蓋に着せ替え可能の装飾部分を設けることで、様々なスーツやシーンに合わせて外観を簡単に変更することができる。顔料は使用者に合わせて自由に入れ替えることが可能である。一体型ブラシと眉ブローブラシは、あえて大きめに設計し、男性特有の所作を反映した。(図1)

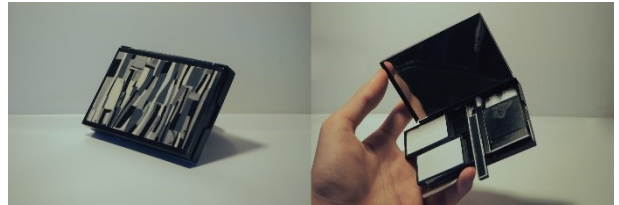


図1 最終モデル

5. 結論

検証を行ったところ、外観デザインについては、柄を自由に入れ替えられるのが良く、「男性のもの」という印象があり、従来の化粧品より使いやすそうという意見が出た。しかし、サイズの制限やレイアウトの影響で隙間がなく、ツールが取り出しにくいという意見が出た。今回取材した男性は指が太めであったため、すべての男性がストレスなく使用できるよう、男性の身体的特徴も視野に入れて考えることが必要だったと考えられる。

文献

- [1] (株)リクルートライフスタイル ホット ペッパービューティーアカデミー 男性メイクに関する調査 https://hba.hotpepper.jp/wp/wp-content/uploads/2019/04/WEB_mensmakeup_190425.pdf (参照 2021年6月7日)
- [2] 現代日本論講読 1 長期課題 2 服装の性差:なぜ女性しかスカートをはかないのか 青柳蓉子 東北大学文学部 <https://tsigeto.info/2001/writing/aoyagi2.pdf> (参照 2021年8月22日)
- [3] メンズコスメ拡大のカギは女性!? | 男性メンバーの美容事情について <https://business.cosme.net/column/research-beautytrend004> (参照 2021年5月12日)

認知症患者のための塗り絵フィンガーペイントセット

Finger Painting Set that Stimulates the Five Senses

17217 関谷 賢人
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

近年、高齢化が進展する日本において認知症患者は年々増加している。また、日本の医学の進歩によって平均寿命が延伸しているため、今後さらに認知症患者は増加していくと考えられている。高齢者の5人に1人が認知症、という時代は目の前に迫りつつある。認知症患者の治療が模索される中、リハビリテーションにアートセラピーという絵や粘土細工などの表現手法を利用し、精神状態に働きかける治療が注目を集めている。私はその点に着目し、本研究では、アートセラピーの手法を用いた認知症患者のためのリハビリテーションツールを提案することを目的とする。

2. 調査内容

アートセラピーとしてフィンガーペイントと塗り絵が行われている事例を調査した。塗り絵の事例で使用される道具は主に色鉛筆のみ、フィンガーペイントの事例で使用される道具は絵の具と紙皿などだった。またフィンガーペイントのお絵描セットとして既存の商品があるが、ツールは絵の具と用紙のみとなっていた。

3. コンセプトおよびデザイン展開

「塗り絵フィンガーペイントをより手軽に楽しく」というコンセプトを設定した。特にフィンガーペイントは準備する道具が複数あり、また手が絵の具で汚れてしまうなど制作において手間になる要素が多い。そこでその手間を解決するようなデザイン展開をするため、複数のツールをまとめて一体化でき、持ち運びや収納が可能なこと・誰がセットを使っても不自由なく簡単に制作できることを目指した(図1)。

・ツールが一つにまとめられていることによる使いやすさ

ツールの内容は、パレット・絵の具、水入れ、指を拭くスポンジとなっており、不自由なく指で塗り絵をすることが可能となっている(図1)。また、その複数のツールを水入れの部分左右に引くだけで出し入れができる設計なので、簡単に制作の準備・片付けが可能となっている(図2)。また、使う際特に水入れとスポンジがバラバラに散らばってしまうと制作しづらいので、引き出した水入れを長方形の穴に入れることで、水入れと指拭きを同時に使うことができる設計になっている。(図1右上)

・塗り絵の原画の形状

あまり精密な描画ができないフィンガーペイ

ントの欠点を補うため、指でも塗り絵をきれいに塗ることができるように原画の枠部分のみを取り外し可能にし、塗り終えた後にその枠を取り外すことで枠まではみ出していた絵具が取り除かれるので、最終的に綺麗な塗り絵を完成させることができるという構造を考え(図3)。

4. 最終提案



図.1 セットに含まれる道具一式

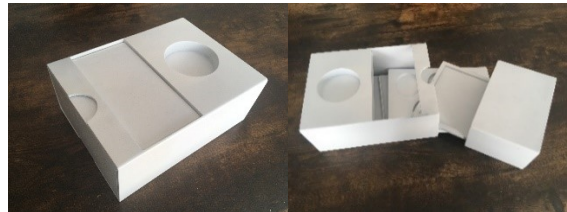


図.2 収納時(左)と取り出した状態(右)



図3 塗り絵の原画(左)と塗り絵完成図(右)

5. 結論および今後の展開

ユーザーによって塗り絵の原画サイズの要望や、色の種類の要望の違いが出てくると思うので、それに合わせた絵の具の色展開や塗り絵原画のサイズ展開も広げられると良いと考える。

文献

[1] 超高齢化社会における「認知症」の特徴・取り巻く社会の変容

<https://mansseiki.com/news/>

[2] 「塗り絵」はストレス解消や認知症予防にも効果的

<https://howagroup.jp/>

[3] フィンガーペインティングでセルフアートセラピーを！色を塗ることの効能とは？

https://www.replug.jp/topics/2021/07/02/fingerpainting_arthrapy/

声帯萎縮予防アプリ

Preventive Care Application for Vocal Cord Atrophy

17218 竹内 弓乃
指導教員 西野 隆司

1. 研究目的

コロナ禍の外出自粛の中、声帯萎縮により、声が出にくくなってしまった人のために効果的な対策法を研究、提案することである。

2. 調査内容

(1) コロナ禍の声の老化について

2020. 7/22 朝日新聞によれば、

外出自粛で「声の老化」に要注意 いい声を保つNG習慣、OK習慣とは？

新型コロナウイルスの影響で、外出を自粛している人も多いでしょう。声を出さないと声筋はあつという間に衰えます。

2021. 1/4 産経新聞によれば、

「声が出にくくなった」外出自粛で自宅にこもりがちになることで、「人と会話する機会が減り、しゃべりにくくなった」との声が寄せられている。

(2) 声帯萎縮とは

筋肉は使っていないと痩せて動力にならない。腕や足などの筋肉と同様で、声帯にも声筋と言う筋肉があり使っていないと声筋が痩せてしまい結果的に声が出にくくなってしまふこの現象を声帯萎縮という。声帯萎縮になってしまうと医学用語で嗄声と呼ばれる声になってしまう。

(3) 声帯萎縮に対するアンケート

声帯萎縮について約 100 人にアンケート調査を行った。[図 1][図 2]

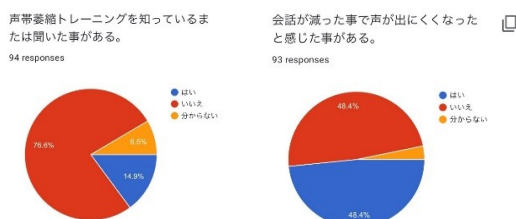


図 1 (左) コロナ禍での声帯に対するアンケート調査
図 2 (右) 声帯萎縮に対するアンケート調査

以上の結果から、大半の方が声に違和感がある事、さらに対策法の声帯萎縮トレーニングを知らない方が大多数いると言う事が分かった。

(4) アプリに対するアンケート

アプリに関して約 100 人にアンケート調査を行った。

1. 使う頻度の高いアプリは何ですかという問いに対して、一番多かったのが Instagram で 51%、次に LINE で 22%、最後に多かったのが、Twitter14%、YouTube が同列 14%。
2. 今までにすぐに飽きてしまったアプリは何ですか、又その理由を知りたいですという問いに

対し、ミニゲームやダイエット記録アプリなどが多く見られた。理由として、「同じ内容のプレイしかない」「地道にやるもので飽きてしまった」「緊急度が低い」などの問題が出ている。

上記 2つのアンケート結果から、人は同じ事を繰り返す物や、地道に進めていく形のアプリより、新しく情報が更新されていく投稿型アプリに興味を示されていることがわかる。

3. コンセプト

「コロナ禍の生活と声を潤す」声が出にくいストレスな日々から抜け出そう。声帯萎縮予防アプリにより、生活と声の潤いを取り戻そう。

4. 提案

声帯萎縮予防アプリ「V-LESS」[図 3]



図 3 声帯萎縮予防アプリ「V-LESS」

- (1) 簡単な声帯萎縮予防トレーニングを行う事が出来る。
- (2) 投稿型で、人の進みや情報が見られる事により本人の刺激になり、アプリを開く頻度を増やす。

5. 結論

実際に XD で作成したプロトタイプを使用してもらい、「イラストで表現しているから試作より扱いやすくなった」「投稿型になっているからあきないと思う」とプラスの意見を頂いた。又、アプリに使用しているトレーニングを舌癌の女性の方に実際の効果が見込めるかためして頂いた。結果は、5日間という短期間であったが、十分な効果が得られた。以上の事から、この提案により、今回のテーマ「コロナ禍の生活と声を潤す」を概ね達成できたと考える。

文献

- [1] 「『声が出にくくなった』長引く外出自粛、高齢者に何が」、産経新聞、2021-1-4
- [2] 「外出自粛で『声の老化』に要注意 良い声を保つNG習慣、OK習慣とは?」、朝日新聞、2020-7-22
- [3] 岩野耳鼻咽喉科サージセンター、「声のかすれ、声の出にくい原因と治療」
https://www.iwano-jibika.or.jp/hoarse_voice/ (閲覧日 -2021-9-11)

テレワークにおける家具の提案

A Work-from-Home Office Furniture

17219 立浪 岳歩

指導教員 坂元 愛史

1. 研究目的

新型コロナウイルスが世界中で猛威をふるった。その結果、新たな働き方としてテレワークが普及した。テレワークを利用するメリットは時間的、空間的な制約からある程度解放され、より柔軟に仕事に取り組めることが挙げられる。デメリットとして日本の狭い住環境を考えた場合、業務を行うスペースを確保することの困難さと、それが家族のコンフリクトを引き起こす懸念がある。メリット、デメリットの比重は様々に考えられるが、アフターコロナの状況や今回多くの人が理解したテレワークのメリットは計り知れないため、今後も遠隔での作業が普及していくのは止められないだろう。そこで本研究では、テレワークのデメリットに注目して改善するための家具を提案する。

2. 調査

テレワークにおける問題点を調査したところ、オンとオフの切り替えができないなどのプライベートと仕事の両立の問題が挙げられた。具体的な事象として、子供や家族との干渉と混乱が起こることが予想される。既存のアンケート資料を見ると、実際に自宅でも一番広く使える空間であるリビングを主な仕事や学習場所としていると答えた人が全体の50%であることから、空間を分けて使うことの困難さが伺えた。[1][2]

3. コンセプト

「仕事とプライベートのオン、オフ切り替え」をコンセプトとして、家具を提案していく。これは切り替えができて、切り離しにならないことが重要であると考えた。つまり、現在既に提案されているようなパーティションで区切り、住空間に職場環境をつくるようなものではなく、生活の中に職場を取り入れて、その切り替えがスムーズで自然的に行われるようにすることが、これからの理想的な働き方になるのではないだろうか。今回の研究ではそれが実現出来る様な提案を目指す。

4. アイデア展開

オンとオフの切り替えを、行為や動作で表現できるようにする。

これまで家と職場間の通勤・帰宅という行為が、実はオンとオフ、つまり仕事や家庭生活への切り替えになっていたのではないかと考えた。これを家庭内にも取り入れ、切り替えとなる行為や動作を利用することが重要だと考えた。

次にその動作の内容について検討した。

仕事であれ学習であれ、一日の終わりに必ず片づくとは限らない。机の上を作業途中のままにしておいた方が次に取り組みやすいこともある。しかしある程度、机の上を整理整頓して終わることは頭の切り替えにもなるだろう。そこで、作業状況の保存がある程度できること、しかし整理も必要となること、その双方が自然に行えるような工夫として

- ・机面全体が覆えること
- ・多少の整理を必要とする高さ方向の制限という二つを条件と考えた。

5. 最終提案

リビングに馴染むようなモダンかつ温かみのある机を目指した。

- ・天板にノートパソコン周辺機器を収納できるロールトップ式の蓋がついている。(図1)
- ・天板までの高さは730mmでパソコン作業がしやすい高さに設定。
- ・天板の下に書類をしまいう収納スペースを設置。

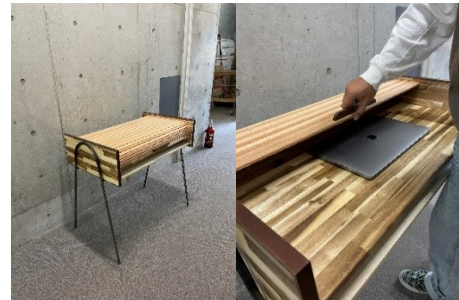


図1 提案物と使用例
(幅900, 奥行550, 高さ820)

6. 検証

実際に在宅でテレワークをしている方に協力していただき検証を行った。お昼休憩や家事などの隙間時間で仕事道具を一箇所に管理することができ、片付けや、仕事の導入がスムーズになったというコメントをいただいた。(図2)



図2 検証の様子

文献

- [1] 古川靖洋, “日本におけるテレワークの成功要因” 関西学院大学総合政策研究 (13), 25-40, 2002-09, 2002
- [2] 総務省, “通信利用動向調査” 2020(閲覧 20201001)

コロナ禍における運動不足を解消できる椅子

A Chair for Work and Health

17220 千葉 友貴
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

コロナ禍の影響により在宅勤務が増加し多くの人が運動不足に陥った。本研究では在宅勤務をしながら運動不足を解決する方法を提案する事を目的とする。

2. 調査・分析

1日の平均歩数のデータをコロナ前後で比較すると2019年は約8000歩であるのに対して2020年は7300歩まで低下しており、宣言下の生活様式の変化が運動不足に影響を及ぼしている事が分かった。また英国医学誌により運動不足の人がコロナに感染すると重症化率が2.5倍上昇する事が発表された。一方で効率よく仕事する方法としてスタンディングワークに着目した。これは集中力の向上だけでなく運動不足解消にも様々な効果が期待できると考えた。しかし長時間立ち続ける点が使用者への負担が大きく現状日本での導入率は1割以下である。そこで、この問題を解決するために長時間持続可能なスタンディングワークの考案を目標とした。

3. コンセプト及びアイデア展開

「仕事をしながら運動不足を解消できる椅子」在宅勤務者が快適なスタンディングワークと運動不足の解消との両立を目指した(図3)。

足の傾斜板とヒップレスト部2点で負担の軽減

長時間立ち姿勢でも作業が可能となるように傾斜がある足板に乗るだけで自然とヒップレスト部が体にフィットするよう工夫し、人体の理想的な直立姿勢に沿う形状に設計した(図1)。

腰への負担が少ない姿勢を維持できる

ヒップレスト部は直立姿勢を保つのに適した角度とした。直立姿勢だと背骨が本来のS字のカーブ(図2)となり、椅子に座るよりも腰への負担が少ない姿勢を維持できると考えた(図4)。

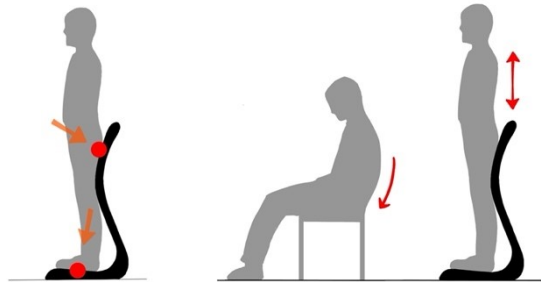


図1 イメージ

図2 椅子との姿勢の違い

インテリア性と収納性

この椅子は普通の椅子より存在感があるためどの空間にも馴染みやすいようダークブラウンの

革と木材のエボニーを合わせて落ち着いた仕上がりにした(図3)。また横幅を取らないため昇降机に収納できる(図5)。

4. 最終提案



図3 スタンディングチェア



図4 使用イメージ

図5 収納イメージ

5. 結論及び今後の展開

制作した椅子を使用して頂いた結果、通常のスタンディングワークでは前傾姿勢になっていた点が、この椅子では直立状態を維持しやすく楽だったという結果を受けた。以上の事から負担を軽減したスタンディングワークにより運動不足を解消するという目的は概ね達成できたと考える。問題点として腰を支える板が持たれた時にしなるため壊れないか心配だという意見を頂いた。今後はその問題を改善し耐久性の向上について検討していく必要がある。

文献

- [1] 英国医学誌「British Journal of Sports Medicine」
- [2] カイザーパーマネンテの運動調査「エクササイズ・バイタルサイン」
- [3] スタンディングワークの効果
Standing-based office work shows encouraging signs of attenuating post-prandial glycaemic excursion.
- [4] 運動不足はコロナウイルス重症化につながる
<https://dmnet.co.jp/calendar/2021/035972.php>

就活メイクを理解するための提案

Job-hunting make-up guide

17221 中里 風景

指導教員 氏家 和彦

1. 研究目的

就職活動の際にどのようなメイクや髪型で面接に挑むかわからなかったため、ネットで調べてみたところ、どのサイトも文章説明が多かったため気が滅入ってしまった。友人にも確認したところ、よくわからないという意見が多く、多くの人がこの内容で悩んでいることがわかった。そこで、もっと気軽に就活メイクや髪型について知ることができる手段があれば良いと考え、研究していくことにした。

2. 調査内容

就活の際の見た目がどれほど採用に関わるのかということから調べた。株式会社マイナビ 地域活性化事業部を通じて、実際に人事担当社にアンケートを実施した内容では、「かなり関わる」(36.1%)、「少し関わる」(50%)と8割以上が「採用に関わる」と回答していた。この調査結果から、就活での見た目の重要性を改めて確認することが出来た。

2つめに、初めて就活メイクに触れる人が特に知りたいこと(図1)はどんな内容かについて調べてみた。メイクの濃さ(度合い)によって、清潔感や知性的な印象が左右されるという観点から、最も知りたいとされていたのは、ケバイのラインや口紅の色、チークやファンデのトーンなどメイクの濃さについてだった。

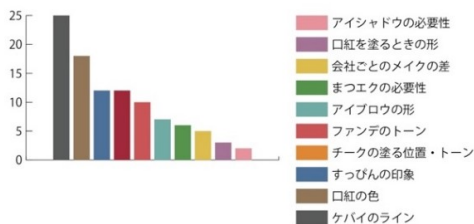


図1. 初めて就活メイクに触れる人が特に知りたいことのアンケート

3つめに、化粧品会社(資生堂)と就活支援会社(マイナビ)の就活メイクサイトの内容を改めて確認してみた。改めて見直してみたところ、できるだけ丁寧に内容を説明しようとしているため、メイクの手順一つ一つがとても事細かに書かれており、結果的に、その文章の長が長くなってしまっていて、気後れしてしまった。

このように、現在あるメイクに関する解説は、自宅でメイクを学ぶことを前提に作られており、色々な資料で細かに説明されているため、気後れしてしまうことが多い。よりわかりやすく、いつでもどこでも確認できるものがあれば、学びき

かけになり、実際の就活時に確認することも可能になるのでは無いだろうか。そこで、就活メイクに対するポイントチェックツールがあれば、もっとわかりやすいのでは無いかと考えた。

3. コンセプト

調査結果から、就活初心者のために次のようなターゲットとコンセプトを設定した。

ターゲット：就活を始める学生。

コンセプト：就活メイクを楽しく直感的にいつでもどこでも、手軽に確認できるツール。

4. アイデア展開

スマートフォンアプリでの展開か、紙媒体での展開で検討した。アプリのメリットは、常に持ち歩いていること、より細かな解説が可能になることである。デメリットとしては、面接会場では使いにくい、バッテリー切れなどにある。紙媒体のメリットは、いつでもどこでも確認できることである。デメリットは表現上の制限にある。

今回は、気軽に確認できることを第一に考えるため、確認するためのツールとして、スーツでもひっそり忍ばせられるサイズの紙媒体(図3)で考えていく。内容は、メイクを確認するためのポイントをピックアップし思い出すことができるようにしていく。

5. 最終提案・課題

最終提案物(図2)は、いつでもどこでも、気軽に楽しんで確認ということが一番を考え、カード型の冊子を提案する。また、より気軽に使ってもらえるための仕掛けや、ビジュアル表現を考慮して制作した。

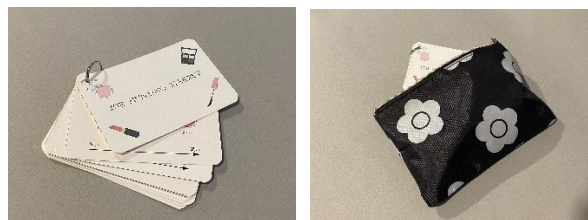


図2. 最終提案物の使用例

参考文献

- [1] 人事担当者の97%が認めた就活メイク
<https://clutch-times.com/articles/135>
- [2] 【就活メイク完全版】資生堂
<https://www.shiseido.co.jp/sw/beautyinfo/sp/DB009213/>
- [3] 女子学生ナビ就活メイク講座
就活準備-マイナビ2023
<https://job.mynavi.jp/conts/2023/tok/woman/make/>
- [4] 気になる就活メイク疑問点アンケート
<https://clutch-times.com/articles/135>

コロナ禍におけるベンチ

Compatible bench for the COVID-19 pandemic

17222 中澤 峻
指導教員 坂元 愛史

1. 研究目的

コロナウイルス感染予防のため他者と1m以上の距離（ソーシャルディスタンス）をとらなければならなくなった。そのため飲食店の席や屋内ベンチは隣り合わせて座ることができなくなった。これにより多人数が座れるベンチ本来の機能が果たせなくなり、外観上も問題が生じてしまった。このことから、機能を保ち、外観を損なわないベンチの提案を目指した。

2. 調査内容

ベンチの種類やベンチの定義、ベンチに関する法律などについて調査をした。

2-1.屋外設置のベンチには「道路占用許可基準法」が適応され、「原則として長さ3m以下、幅0.7m以下とし、路面に固定することと決められている。」と記されている。[1][2]

2-2.ベンチの種類は、ストリートファニチャーを扱っている株式会社コトブキを参考に挙げると、おおよそ20ある。駅のホームに設置されているエルラインベンチや街中でよく目にするエフラインベンチ、バス停やターミナルに設置されているサポーターベンチなどが基本的なものである。また最近ではオランダのデザイン会社「Object Studio」が「Corona Crisis Kruk」というソーシャルディスタンスのとれる持ち運び式ベンチを設計した。このように様々な種類のベンチがあり、定義も定まっていないが、一般的には「ベンチは、古代より伝統的に背もたれのない腰掛（腰を下ろすための台）の一種のことを指す。しかし現代では、横に長い椅子の形状をした腰掛」であることがわかった。[3][4]

3. コンセプト及びアイデア展開

ショッピングモールのフードコートや待合室など、様々な場所で席を一つ空けて座らなければならなくなり、座れる人数が本来の半分になってしまった。そこで、座る人数が変わることなく、かつ感染の予防にもなるというコンセプトでアイデア展開をしていった。しかしソーシャルディスタンス重視で制作をすると、間が空きすぎて個々の椅子のようになってしまう。そこで、そうならないよう間を空けないコロナ感染対策を取り入れた結果、飲食店などで使われている「パーテーション」を取り入れることにした。

4. 最終提案

三人掛けのベンチに、座った時に隣の人顔がギリギリ見えない程度のパーテーションを取り付けた。そのため従来のベンチよりも隣の人を気

にせずに気軽に座ることができる。（図1）

三人掛けのベンチに二つのパーテーション。座面の高さは480mm、座面の幅は380mm、背もたれの高さは1010mmと少し高めである。（図2）



図1 最終提案物

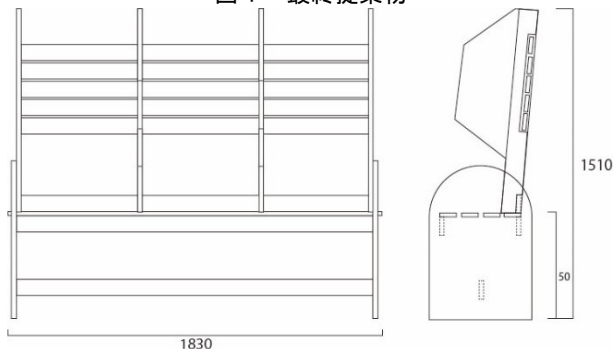


図2 図面

5. 結果

実際に10人に座っていただいた結果、「隣の人の目は気にならない」「完全に区切られているから友達と居座ってしゃべらない」などの意見が寄せられた。高さのあるパーテーションをつけることによってできると一人の空間の3人掛けベンチで感染防止対策と結びつけることができたこの作品は、コロナ禍におけるベンチとして適しているのではないかと。

参考文献

- [1] 国土交通省, “ベンチ及び上屋の道路占用の取扱いについて”, <https://www.mlit.go.jp/notice/noticedata/sgml/077/79000319/79000319.html>(閲覧 2022.2.3)
- [2] 大田区例規集, “道路占用許可基準”, https://www1.greiki.net/cityota.reiki/reiki_honbun/g112R-G00002464.html#joubun-toc-span(閲覧 2022.2.3)
- [3] 株式会社コトブキ HP, <https://toenscape.kotobuki.co.jp/product/bench> (閲覧 2021.9.27)
- [4] Object Studio HP, <https://www.objectstudio.com/coronacrisiskruk?rq=corona> (閲覧 2022.2.3)

お弁当の入る多目的バッグ

Multipurpose Lunch Bag

17223 二宮 湧介

指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

プラスチックごみや地球温暖化などの問題が課題視される中、令和2年7月から日本全国でプラスチック製買物袋の有料化が始まった。これによりエコバッグの普及率は6割を超えたという調査結果もある。[1] その中でコンビニエンスストア（以下：コンビニ）のお弁当などは、バッグの中で偏ったり液漏れなどが起こるため、袋を購入する人の割合が高い。今回はバックの中で偏ったりしない多目的バッグの提案を目的とする。

2. 調査内容

2.1 販売されている容器のサイズ

コンビニやスーパーマーケットで実際に販売されているお弁当容器は270mm×180mmが多い。

2.2 年齢別エコバッグ使用率

20代から50代までを対象としアンケートを行った。その結果から40代以降の人は5割以上の人が普段から使用していることが分かった。

しかし、20代の使用率は他の年代と比べ低くなった。なぜ20代は使用者が少ないのかを調べるためインタビューを行った。

2.3 20代の使用率が低い原因

インタビューの結果は「バッグを2つ持ちたくない」や「メインバッグに入れる」などの意見は多数あった。また「見た目がカッコ悪い」や「バッグを2つ持ちたくない」などの意見を得ることができた。

2.4 現状分析

上記の調査結果から、メインバック兼エコバックになり、お弁当が入れやすく偏りにくいバッグを考案することが必要なのではないかと考えた。

3. コンセプトおよびアイデア展開

本研究ではコンビニやスーパーマーケットなどでお弁当を買う人に焦点を当てる。家でお弁当を作る人に焦点を当てない理由としては、家庭用のお弁当箱はパッキンなどで密閉できるため、こぼれる心配がほとんどないからである。

コンセプトは「偏らない多目的バッグ」とする。物を入れるだけではなく入れたものをそのままの状態を維持できるような製品を考えていく。お弁当のサイズは一般的な270mm×180mmを基準として制作していく。

アイデア展開ではデリバリー用のバッグなどを参考に取組んだ。

バッグ下部にファスナーをつけスペースを2つ

つくるものや、バッグの中に小さなバッグを取り付ける仕組みなどを考え試作した。

4. 最終提案

メインバッグの中に一回り小さいバッグを取り付けることでお弁当を入れるスペースと他の物を入れるスペースが分かれるような仕組みになっている。これによりお弁当に物が干渉なくなり、偏る根本的な要因をなくすることができる。また、2つのバッグは取り外しが可能になっており、使用パターンに応じて大きくしたり小さくすることが可能になる。お弁当は外側バッグに入れることを考えており、内側バックがついていても片側のテープ部を外すことで簡単に入れられる仕組みになっている。

外側のバッグは重いものを入れたり仮に漏れてしまっても洗えるように撥水素材の硬い布地を使い内側のバッグは持ち運びしやすく使用しやすい柔らかい布地にした。（図1）



図1 最終モデル

5. 結論

実際に20代使用してもらい検証を行ったところ、「手軽にお弁当を買いやすくなりこぼれなかった」や「ビニール袋を買わなくなった」「このエコバッグなら使いたい」などの意見をいただくことができた半面、「外側についている紐の長さを調節できたらさらに使いやすくなる」という意見もあった。また自分自身も使っている中でレジ袋を貰うことがほとんどなくなり、お弁当などを入れてもこぼれたり偏ったりすることがなくなった。

このことからビニール袋の削減と、偏らないバッグの提案という目的を達成できたと考えている。

文献

- [1] 環境省 令和2年11月レジ袋使用状況に関する調査
<http://plastics-smart.env.go.jp/rejibukuro-challenge/pdf/20201207-report.pdf>
(参照-2021-9-16)

小学生向けの手話学習

Sign Language Learning for School Student

17224 沼倉 美羽
指導教員 李 盛姫

1. 研究目的

本研究は、健常者にとっても手話が身近なものに感じられる社会にしていくために、健常者が手話に興味を持てるようになる機会を増加させ、手話学習へのハードルを下げることを目的としたものである。

2. 調査内容

初めに、健常者が手話学習に触れる機会にはどのようなものがあるか現状を調べた。調査の結果、受動的姿勢な不特定多数の受け手に対しても働きかけることができる、授業や講習会のようなカタチが本研究の提案には適していると考えた。また、持続可能な社会の実現へと繋いでいく提案になるように、子供たちを対象とすることは理にかなっていると見えよう。

次に、区の手話サークルに所属しており、地域の小学校で何度も特別講師として聴覚障害者への理解を深めるための授業を行っている祖母に話を聞いた。祖母によると、小学校で行っている特別授業は基本的に単発で行われ、継続することはほぼないという、また、統一された授業の段取りはなく、講師仲間の友人たちは各々で授業内容を独自に考えて行っているのだという。

3. コンセプト及びアイデア展開

調査内容から、2つの問題が浮き彫りになった。手話とは言語であるはずなのに、英語や国語のような統一された指導要領やそれを助けるツールが一般に浸透しておらずまだまだ乏しいこと、単発のイベントのような授業がほとんどで深く掘り下げられないこと、この2点である。この問題点を補い授業の内容をより充実させることで、手話や聴覚障害に関する知識の定着に繋がり、先述した本研究の目的にも繋がると考察する。

以上の問題点を解決すべく、私は小学生向けの手話学習ツール、及び学習内容の提案をする。手話学習ツールについては書き込み式ドリル、ICT教材の2つを制作する。書き込み式ドリルは上下巻に分け、今回の提案範囲は上巻のみとした。学習内容はシラバスにまとめる。

4. 最終提案

書き込み式ドリル^(図1)は、筆者が小学生の時に使用していたワークブックや既存の小学生向けの英語のドリルを参考に制作することで、手話が言語の1つであるということを実感的に理解してもらおう。また、親しみやすいイラストとチャプター形式を導入することで、学習への取り組みや

すさを向上させるようにした。

ICT教材^(図2)については、書き込み式ドリルに掲載されているQRコードを読み込むと、そのページで学んだ手話の詳しい解説や実写動画が見られるようなアクセス形式にした。また、図鑑機能もつけることで、今まで学んだ手話の復習も容易にできるようにした。デザインに関しては、誰でも直感的に操作できるシンプルなユーザーインターフェースを目指した。



図1 書き込み式ドリル



図2 ICT教材

5. 検証及び今後の展開

複数の視点から検証をするため、メインターゲット層である小学校3年生、母親、小学校の手話体験学習での特別講師の経験がある聴覚障害者のそれぞれ3名に対して検証を行う予定であったが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響によって協力をお願いしていた小学校3年生への検証が困難となり、2名への検証となった。2名には、実際にドリルに書き込んでもらいつつ、小学生にとって難しすぎる言い回しや漢字、問題はないかなどにも注意するようにお願いした。結果、「小学生にもわかりやすい構成になっている」「見やすい色づかいになっている」「イラストの動きがわかりやすい」「また見返したくなる」などのポジティブな意見を多くいただくことができた。今後は、書き込み式ドリルの上巻に続く下巻の制作に取り組むことを念頭におく。

文献

- [1]モンキー高野, “DVDと動画でわかるはじめての手話” (2020)
[2]株式会社文理, 山川博昭, “3年 英語教科書ワーク” (2020)

現代における紙とその魅力についての研究

A study on different kinds of paper and its appeal to the human senses

17225 根岸 千暉
指導教員 氏家 和彦

1. 研究目的

電子化が進み必要性が薄れてきた紙媒体の製品。広告やカード類のほか、教材などにもこの波が及んでいる。この流れの中で、今必要とされている紙とはどのようなものだろうか。現代で価値を持つ「新しい紙のあり方」を求め、その魅力を伝える。

2. 調査内容

技術の進歩により、紙でなくても良い、紙でない方が便利だという製品が増えたことで、紙、板紙の需要・生産は右肩下がりが現状である。このまま紙文化は衰退し、紙の出番は無くなって行ってしまうのではないかと危惧する声も多くみられた。電子化された製品と紙媒体の製品の最も大きな違いとして挙げられたのは「実物が存在し、実際に触ることができる」ということであった。普段から手でさまざまなものを触って知覚している我々人間にとってこの点は非常に大きい。手に持って実際に触ることができるということが紙文化を押し進めるために重要なポイントとなる。今回、紙が多く利用されているものの中で書籍に着目した。書籍は何枚もの紙が綴じられてつくられており、手で開いてめくりながら読むため、紙の魅力を伝えるためにはとても都合が良いと言えるだろう。

3. コンセプト・アイデア展開

調査の内容を踏まえ、「新しい紙のあり方」として、手で持ち、触ることに力を入れた書籍を作成することにした。既存の書籍の演出を、紙を用いて作り替え、より効果的な演出方法を模索する。コンセプトは「感じる本」とする。ものが存在することによってのみ感じることでできる触覚や紙同士の重なり、光の当たり具合等を用いて書籍の内容をより感覚的に伝える挑戦である。まずは書籍の中でもどのような内容のものを取り扱うかであるが、写真や絵が大きく掲載されたものが直感的に理解でき、紙の効果に集中できるのではないかと考えた。また、絵本は少しずつ衰退している書籍、出版産業の中でも売り上げを守っている一定の読者を持つジャンルであり、より多くの人にこの提案をみてもらうためにもよいと考えられるからである。近年では大人向けの絵本も作られるようになり、多様な読者を持っていると言える。ここでは絵が大きく描かれた絵本を取り扱うこととし、候補の中から選出を行った。複雑な内容のものは避け、より単純なものを求めた結果として子供

向けの絵本「もけらもけら」が選出された。これに対し、和紙、フィルム、再生紙、複合素材等の特殊紙を用いて演出を加えていく。「もけらもけら」が選出された理由の一つは前述の通り、絵が大きく取り扱われ内容が単純であることだが、二つ目の理由に、感覚に訴える効果を持つ擬音語、擬態語が使用されていることがある。絵本「もけらもけら」は題名を見ても感じられるように「べたら ぱたら」や「しゃば」などの擬音、擬態語で内容の全てが構成されている。言葉の音と人間の感覚には多くの人々が共通してもつ一定の関係性があると言われており、例えば「濁点がついている音は"硬い"、"強い"、"粗い質感"、が感じられるなどといったものであるが、これを本提案に活用しようという考えである。質感という魅力をわかりやすく捉えてもらうために、絵本に描かれた言葉の持つ印象に合った質感の紙を選択した。また、それが絵にそぐわないものにならない様調整を行なった。

4. 最終提案・課題

最終提案としては絵本「もけらもけら」一冊が制作された。中身だけでなく表紙やカバーにも変更を加え、書籍として形を整えた。絵本「もけらもけら」はひと見開きで一つの内容が描かれ、テイストが変化していくため、ひと見開きごとに使用する紙を変え、多種類のページを一冊にまとめるため糸綴り製本を採用した。後方にページの絵のサムネイルとそこに使用されている用紙の名称や特徴などが解説される紙の解説ページが備え付けられ、内容とともに自然と紙の情報が入ってくる仕様となった。絵本として楽しみながら紙というものに親しんでもらう、そのまま楽しめる商品でありながら「紙の特徴や魅力を宣伝する」という目的を満たすことに成功した。この研究自体に特定のターゲットは定めていないが、誤飲や扱い方の危険を踏まえ大人向けの提案とした。

文 献

- [1] 出版指標年報 2019 年度版日本製紙連合会/生産推移・紙、板紙 2021/8/23
<https://www.jpa.gr.jp/states/paper/index.html>
- [2] 土斐崎龍一,電気通信大学大学院情報理工学学術研究科博士,学位申請論文“オノマトペと質感印象の結びつきによる商品検索システムのための基礎研究”,(2017)
- [3] 山下洋輔,中辻悦子,元永定正,“もけらもけら”(1990)

練り込み技法による陶器の制作

“Nerikomi” Patterns and Techniques

17226 白水 鈴音
指導教員 西野 隆司

1. はじめに

伝統工芸品が少なくなっている世の中に、ものづくりでしか感じられないぬくもりやこだわりをたくさんの人に知ってもらいたいと思い、SDGs の 12「つくる責任つかう責任」を念頭にこの研究テーマにした。伝統工芸品である陶器にした理由は、人々の身近にあり想像しやすい、既に、練り込み技法を使用した食器で人気が出ているため、興味を持ってもらえると考えたからである。若者に伝統工芸品に触れる機会を提供し、興味を持ってもらい愛着をもって長く使える器の提案を目標とした。

2. 調査内容

まず、伝統工芸品の衰退に注目した。伝統工芸品や日本のものづくりが衰退する理由は、3つある。①伝統工芸品は売れない、儲からない。②製造管理や販売などで必要な「作ること以外の業務」に不慣れた職人が忌避しているため、製品自体は時代のニーズに合っても広めることができていない。③そもそも職人がいない。以上の問題を解決するために、伝統工芸品の良さを知ってもらうことが必要になってくる。

次に、伝統工芸品についてアンケートを51人に実施した結果、「伝統工芸品に触れる回数が少ない」が67%、「触れ合う機会があれば使用したい」が77%だった。実際、そのような機会を提供している所は少なく、気軽に体験できないことが工芸品に対しての興味を持ってない原因であることが分かった。

また、色は「青」、模様は「自然にできた模様」、釉薬は「半艶消釉薬」のそれぞれが一番人気が高かった。

3. 最終提案

アンケート結果を踏まえ、若者向けの練り込み技法で表裏の模様も色も違う陶器を制作した。[図 1][図 2]



図 1 最終作品 内側「ピーコック」・外側「トルコ青」



図 2 最終作品 内側「ピーコック」・外側「紫」

難しかった点として

- ・色鮮やかに出すこと
- ・色粘土を組み合わせることで割れやすい
- ・色粘土との相性
- ・乾かし方
- ・釉薬のかけ具合

工夫点

- ・水分を拭き取る
- ・乾かす際に、ビニールをかける
- ・ムラなく釉薬をすること
- ・タタラに蚊帳目をつける。

4. まとめ

この研究で確立した技法を通して伝統工芸品の良さを後輩に受け継いでもらいたい。参考資料として、練りこみ技法の制作手順をまとめた。

5. 今後の予定

毎年本校で開催している体験入学のメニューとして、練りこみ技法で制作を行うことや、板づくりの授業の際に、取り入れられる可能性がある。また、地域のクラフトフェアなどで販売し、伝統工芸品に興味を持つきっかけ作りになるような展開を考えている。

文 献

- [1] 芳村俊一『釉から見たやきもの』光芸出版,1996
- [2] 北川八郎『自然灰釉の作り方』理工学者,2010
- [3] 四季の美“伝統工芸品とは？伝統工芸業界の現状と生産高推移、職人後継者について”
<https://shikinobi.com/traditionalcraftsinfo>
(閲覧日 2021-10-19)
- [4] うるしアートはりや“SDGs と蒔絵. 伝統工芸の蒔絵で SDGs の 12 番「つくる責任つかう責任」”
<https://shop.urushiarthariya.com/?mode=f12>
(閲覧日 2021-10-19)

「エンターテインメント」と「嫌悪」の間の閾値に関する研究

A study on the threshold between “entertainment” and “disgust”

17227 林 壺可

指導教員 川崎 紀弘

1. 研究目的

昨今エンターテインメント（映画、アニメ等）において、恐怖や残虐なシーンが対象年齢を問わず採用されることが多い。不快感や嫌悪感、作品の表現に対する抗議などの基準がぶれているため、エンターテインメント作品での嫌悪感の閾値についてデザインの見地で分析、研究する。

2. 研究方針

娯楽のために生まれた存在でありながらエンターテインメント性と嫌悪や恐怖の対象としての側面を兼ね備えており、時には社会現象として取り上げられたりするなど、常に賛否両論を巻き起こしている存在であるクラウン（道化師）が今回の研究テーマに適した存在だと考えた。

3. 調査

道化師やピエロ、クラウン、ジョーカーなど、その出自や定義の範囲が異なる名称が存在する、そのためそれらを総じて研究対象としていいのか疑問が残った。しかし多くの人にとってそれらの呼び名の違いに過ぎないとも考えられるため、各名称の中で最も広く浸透しているのはどの名称なのか、区別をされているのか調査するために、道化師的特徴をもつ国民的キャラクターに対して、「道化師、ピエロ、クラウン、ジョーカー」のどの名称がしっくりくるか、各名称の違いを区別しているか、31人に聞き取り調査を行った。結果は7割の人がピエロであると答え、さらに9割の人が区別をつけていないことが分かった。これらの結果によって多くの人によってこれらの呼び名の違いは区別されていないことが分かったので、クラウンをモチーフとした作品全てをまとめて調査、分析の対象とする。

4. マトリクスによる調査

どのようなピエロに恐怖心を抱くのか、どのようなピエロに親しみや好感を抱くのかを、さまざまなピエロの画像を用意して、それらの画像を見た人がどのように感じたか、その感想をヒアリングして、マッピングしていく事で「エンターテインメント」と「嫌悪」の境界線を探る。そしてヒアリングによってよりピエロらしく、より嫌悪を感じられた存在を「嫌悪感の感じられるピエロ代表」として、その特徴を分析した。（図1）

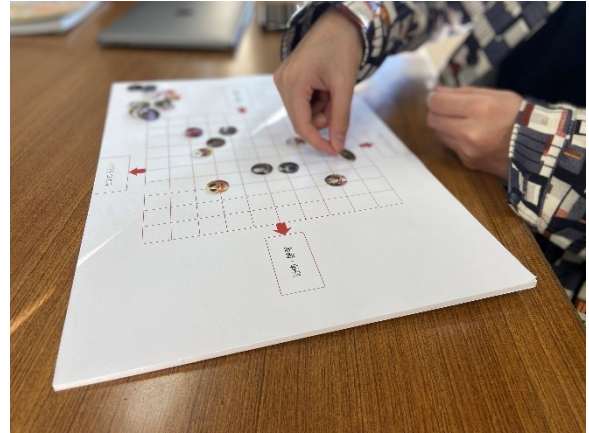


図1 マトリクス調査の様子

5. 最終制作物

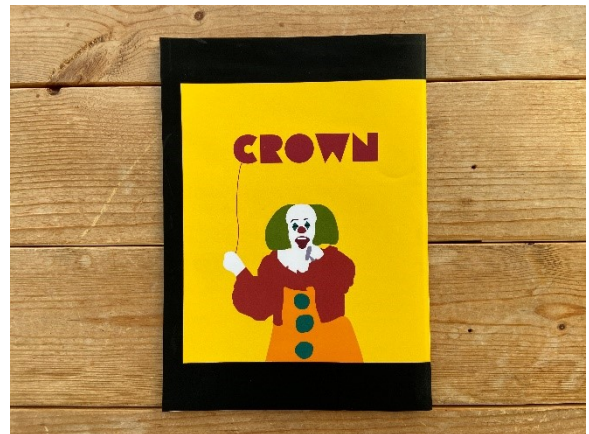


図2 作成した ZINE

恐ろしさや気持ち悪さの中にみるエンターテインメント性や面白みへの理解を深めてもらい、そういった紙一重の性質を持つメディアを安易に否定する事に警鐘をならす目的で一連の調査と分析の内容を ZINE という形式でまとめた。

6. 今後の展開

一度の ZINE 制作で終わらずに今後も継続して ZINE を制作、発信していくことによって、嫌悪感とエンターテインメント性の閾値をより明確にしていく。

文 献

「ジョーカー」公開で警察、米陸軍が警戒態勢強化へ
<https://www.nikkansports.com/entertainment/column/chitose/news/201910010000372.html> (2021年11月23日)

「ピエロ恐怖症」は現代特有の病か

<https://news.yahoo.co.jp/byline/ishidamasahiko/20171030-00077552> (2021年10月2日)

「質感を感じやすい特殊紙」による 特殊紙の周知のためのビジュアルブック

Visual book to let people know about Specialty Paper

17228 原屋敷 紗杏
指導教員 川崎 紀弘

1. 研究目的

無意識に触れる「紙」、その存在を意識してもらうために「触れなくなる絵本」の状態にすることで、能動的に「見て」「触れて」もらい、デザインを職業としない一般的な大人に特殊紙の認識を拡大してもらうことを目的とする研究。本提案を通し、「紙の趣」や「感情的価値」についても認識を促したい。

2. 調査内容

特殊紙に関する認識調査を行なったところ、9割が特殊紙に対する認識が薄い、または無いことがわかった。

また、触・視覚に注目したときに「触れなくなるもの」は、視覚と触覚との複合によるもの、「見なくなるもの」は「丸い形状因子」と「和み因子」^[1]を持つものの複合がもっとも大きな質感知覚効果を与えることが調査^[1]からわかった。

視覚触覚の関連で能動性についても調査を行なったところ、能動的に触れてもらうことで記憶分野への定着が高まることもわかった。また、触覚上の「和み因子」を紙についてアンケート調査を行なったところ、「ざらざら」「ごわごわ」の質感を持つ紙が和み因子が強く、「丸い形状因子」については、丸を少し崩したような形、少し角の残るような形が効果的であると結果が得られた。

3. 提案内容

「質感を感じやすい特殊紙」による特殊紙の周知のためのビジュアルブック

ターゲット：特殊紙の認識が薄い大人の女性

「特殊紙」がわかりやすい方法かつ、記憶分野への定着効果が高く見込まれる提案。

ビジュアルブックという形態で特殊紙に触れてもらうことで、従来の固定ユーザーに限らず、より多くの人に特殊紙についての認識を向上してもらうきっかけになるツールを作成する。

気に留められないことの多い特殊紙を一般の方にも覚えてもらい、手軽にあたかさを感じられる日常的な創作を生み出すきっかけを目的とする。

そのために、「認識」に効果を発揮する、能動性を重視した体験を促すツールの提案を行う。



図1 制作物外観 図2 制作物内部ページ

4. 最終提案物

「植物・特殊紙図鑑」を最終提案物として提案する。

触覚上では、特殊紙の手ざわりによる和み因子を特徴とし、視覚上では植物のフォルムからくる丸い形状因子をモチーフとした特殊紙の簡易植物図鑑。

前述の調査結果を参考に、主に丸を少し崩したような形を選定してイラストレーションを描き、特殊紙での、凹凸を作ったビジュアルを作成し、各ページに配置を行なった。また、どんな紙にどんな触れ方をするかという面では、触・知覚の強い紙「ざらざら」「ごわごわ」な質感のものをを使用することを重視した。

また、能動的に触れてもらうための仕掛けとして、何かに付加するという形で特殊紙を活かすという手法をとった。

さらに、デザインテイストとして、触覚を邪魔しないためにモノクロとし、レイアウトと造本もできる限りシンプルにして、特殊紙の質感が際立つように性質が対照的な紙質を組み合わせた。(図1、図2)

文 献

- [1] 日暮 恭子(首都大学東京大学院 システムデザイン研究科) 笠松 慶子(首都大学東京大学院 システムデザイン研究科), “論文「“つい触れてしまう”ものの形と完成評価に関する一考察””, (2011)
- [2] 永野光・岡本正吾・山田陽滋, “総説論文「触覚的テクスチャの材質感次元構成に関する研究動向””, (2011)
- [3] エリザベート・トロティニョン著・ダコスタ吉村花子訳, “ちいさな手のひら事典 薬草”, (2011)

女性の就職活動でのパンプスの快適性

A tool for making shoes comfortable for job-hunting women

17229 深澤 里美
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

女性は、就職活動（以下、就活と表記）の際、スーツにヒール付きのパンプス（以下、パンプスと表記）を履くことが定着している。その際、足の痛みを感じる人が多い。パンプスが、心身にどのような影響を与えているか調査し、その中で発見した問題点を解決する。本研究では、心身ともに快適に就活ができるサポート器具の提案を目的とする。

2. 調査内容

文献の調査から、パンプスは就活や仕事に女性が履くことが定着しているが、体に負担があることがわかった。[1] [2]

次に、就活にかかわる人に聞き込みをした結果、「痛みがある」といったマイナスな意見が多かった中で、「身だしなみを整え、気持ちの切り替えができる」といったプラスの意見もあった。このことから、パンプスは気持の面で良い効果を与える可能性がある。また、就活の場でのみ、パンプスを履く人もいるため、値段を安く抑えたいという意見が多くあがった。実際、スーツ販売店で調査をした結果、3000 円前後のパンプスが最も多く購入されていると判明した。

3. コンセプトおよびアイデア展開

これらの現状から、靴という形ではなく一般的なパンプス全てに対応できる補助具が必要と考えた。コンセプトは「フォーマルに溶け込む補助具」とした。スーツにパンプスという服装でも、目立たず違和感のない補助具を提案する。

制作は、試作を作り、実際に使用し、問題点を改善していくという形で行った。具体的な方法は以下の通りである。まず素材を選び、次にミシンを用いて補助具の形に加工する。完成した2本の補助具を履いたパンプスの上から装着し、2kmほどの距離を約30分で歩くという方法で試した。また、就活においてはリクルート用のバックを使う人が多いことから、使用後の補助具を簡単にコンパクトにしまうことができるケースも制作した。そして、ケースと補助具と一緒に販売することを想定し、パッケージと同封する取扱説明書を用意した。

4. 最終提案

提案物の工夫点として、マジックテープの力の加わることを2重にすることで長時間使用し

ても外れにくくなっている。また、伸縮性と撥水性のある素材を使用し、全体をマジックテープの接着範囲としたことで、晴雨兼用かつサイズ調節が可能となった。補助具をしまうケースは、中に補助具を挟むクリップがついた形となっている。カバーを開ける手の動きに沿ってクリップに補助具をはめるので、簡単にしまうことができる。また、荷物の多いバックの中にも入れられるよう、丈夫かつコンパクトに収納できる形状とした。（図1）



図1 完成した提案物とそのケース

5. 結論

実際、5人の就活生に使用してもらい検証を行った。まず補助具は、「装着していない時に比べ長時間歩いてもパンプスによる痛みや不快感を感じなかった」という意見をいただいた。ケースについては、「ケースを開く手の動きでそのままクリップを開く動作に移ることが出来き、直感的に使い方が分かった」という意見だった。パッケージについては、「箱を開けてから製品を取り出す流れが考えられていて、読む順序を迷わなかった」という使用に対する意見と、「フォーマルな見た目を気に入った」という感想があった。また、同封した取扱説明書を見ることで、初めてでもあまり戸惑うことなく装着ができたといった感想を聞くことができた。

評価と検証から、制作した提案物は、着目した問題を解決し、目的としていた効果が達成できたと言える。

文献

[1] 婦人靴のヒールの高さの違いがバランスと歩行に及ぼす影響

https://www.jstage.jst.go.jp/article/cjpt/2012/0/2012_48100108/_pdf/-char/ja

(参照-2022-01-24)

[2] NHK ニュース#KuToo って知ってますか？

<https://www.nhk.or.jp/seikatsu-blog/>
(1/24 7:44 時点)

完璧すぎないデザインの研究

Perfection in imperfection: A study of design

17230 福田 翔
指導教員 川崎 紀弘

1. 研究目的

現代のデザインの主流を占めるデザインはデザイン的な諸要素（レイアウト、色彩等）をいづれも完璧といえるレベルに設定して制作されている、しかしそのような技術に乏しい、拙いデザインにも多くの可能性があるとは私は考えた。そんな完璧すぎないデザインの可能性を探る。

2. 研究方法

完璧すぎないデザインを紹介し、その魅力、可能性を伝えるメディアの制作。完璧すぎないデザインの可能性を探るために、どのような媒体を選択するか考えた時、ZINE が候補に上がった。ZINE は個人で制作されるプレスのことからサークル規模のものから一個人の趣味規模にいたるまであらゆるものが存在する。そんな ZINE にはおおよそデザイン的にすぐれているとはいえないものも多く存在し、「完璧すぎないデザイン」を伝える媒体として合っていると考えた。また、完璧すぎないデザインは現代では多くはメインカルチャーから外れたところに存在し、ZINE はそんな注目されづらい部分をすくいあげる役割を果たしているため、研究目的ともあっていると考えた。

3. 社会的背景

現在、完全なデザインへのカウンター的アプローチは多くなされており、代表的な人物でロエベのデザイナー、ジョナサンアンダーソンについて、The New York Times Style Magazine は「地に足のついた、スローで不完全な、人類的なものに対する、漠然として説明のつかない希求心に訴えかけようとする。だからこそ、彼のコンセプトは人々の共感を呼ぶのだ。」^[1]と書いている。不完全性を帯びたデザインというのは完全性を欠く代わりに多くの共感をよぶ道具となりうると推測できる。

4. デザイン手法

“完璧すぎないデザイン”の作品を収集し、各ページで紹介している。タイポグラフィと写真素材による構成が主となっており、シンプルながらもアナログ感のある、手作り感の出るデザイン表現を心がけた。また、各タイトルに秀英角にじみゴシックを使用し、よりオールドスタイルな雰囲気仕立てた。英字よりもカタカナの持つパワーを利用した。^(図1)

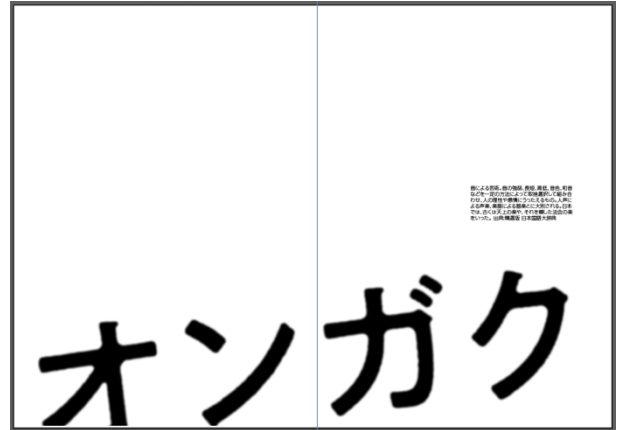


図1 タイポグラフィで構成した扉ページ

5. 最終提案

ZINE のタイトルは Wild Design と名付けた。代表的カルチャーとして音楽、本、映画、テレビゲームなど様々な場合の完璧すぎないデザインについて作品例をあげ、評論を行い、それぞれのデザインの歴史的背景と現在に続く影響について解説した ZINE を制作し、最終提案とした。^(図2)

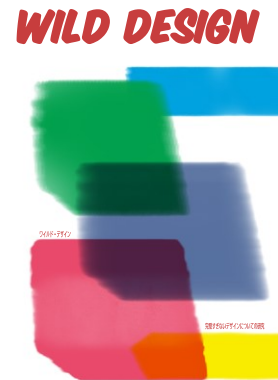


図2 表紙

6. 今後の予定

さらに多方面で“完璧すぎないデザイン”を収集し、分析したい。本研究では過去の作品に重きを置いて制作したが、今後は欧州ではない国々の現地に向けたデザインの調査や、ストリートカルチャーの延長線上での調査をしていきたいと考える。よりニッチに深く調べていくことにより本質的なデザインの視点が得られることを期待している。

文献

[1]ロエベ デザイナージョナサンアンダーソンが愛する“不完全な美”
<https://www.tjapan.jp/fashion/17309883?page=8>
(2月4日)

睡眠と目覚めの中間領域

Home furniture to help you from sleeping-to-waking

17232 町田 萌
指導教員 坂元 愛史

1. はじめに

6年前に姉が起立性調節障害という疾患を発症した。朝の起床が困難になり、当時高校生だった姉は学校を休むようになり、最終的に自主退学した。このような家族のつらい経験から、起立性調節障害を発症した人をデザインの方で何か手助けできることはないかと考えた。

2. 調査

起立性調節障害の症状は多くあるが、研究の対象として取り上げるのは、精神的ストレスによって、朝の起床時に自律神経がうまく機能せず、血圧が過度に高く/低くなってしまふことで、耐えがたい頭痛などを引き起こす症状である[1]。この症状は自律神経と血圧が通常に戻るまで続く。症状が辛いからと言って横になってしまうと、血圧が通常値に戻りにくくなり、余計に症状が長引いてしまう。しかし、特別なことをしなくとも、待つことで、血圧が正常値に戻る。健常者における目覚めについても目覚めが悪い原因として、起床時の血圧が低いもしくは高いことが挙げられる[2]。

3. 目的

調査を受けて、疾患に関わらず血圧が正常でないことで朝の目覚めが悪くなることが分かった。待つことで血圧が徐々に正常値へと戻ることを利用して、起きるために血圧が正常になるのを待つ新しい“領域”を提案する。また、その領域を定義するために最適な家具を制作する。

4. 実験

起きるために最適な背もたれの角度がどの程度なのかを確かめるために以下の条件で自らを対象に実験を行った。7時間睡眠をとったのちに起床し近くに設置した椅子に移動。着席した後にストップウォッチを起動し、脳が覚醒した時にそれを止めることで、椅子に座ってから覚醒にかかった時間を計測する。実験に使用した椅子は既存の製品の、1、学習椅子 2、ダイニングチェア 3、オフィスチェア 4、リクライニングしたオフィスチェア 5、ダイニングチェア 6、ソファの以上、6種類(表1)。

表1 中間領域に最適な製品の実験結果

	覚醒までの時間	二度寝	快さ
学習椅子	-	×	×
ダイニングチェア	2:29	×	△
オフィスチェア	18:23	○	○
オフィスチェア2	26:44	○	◎
ダイニングチェア	21:06	○	◎
3人掛けソファ	31:12	○	◎

5. 提案

実験結果を参考に、朝の忙しい時間に使用することを考慮して、20分前後で活動が可能になるまで血圧が回復することが適していると考え、オフィスチェアが最も好ましい椅子であると結論付けた。この椅子の背もたれの角度は約103°。また、この椅子の使用中に眠ってしまわないように工夫。本制作を行った(図1)。

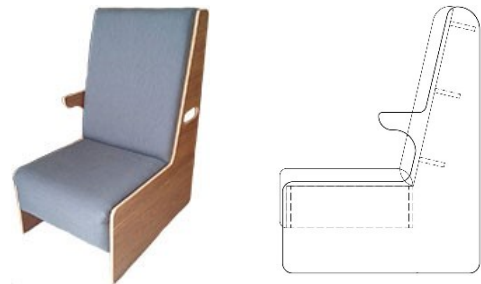


図1 左:本制作 右:簡易側面図

6. 検証

目覚めが悪い問題を抱えている二名に使用してもらい、検証を行った。本制作の椅子に座ってもらい、座り心地や改善点についての意見を収集。その後、研究内容の説明を行い、実際に朝の起床後に使用してもらった。その結果、両名ともに、ほかの椅子を使用するよりも、移乗が容易で、適度な居心地の良さがある。朝の起床時に継続的に使用してみたい。という感想が得られた。また、改善点も聞いたところ、背もたれの高さが足りず、頭が乗らないために、眠ることは出来ない。手すりは両側にほしい。手すりは長いほうがいい。以上の意見が得られた。これらの意見は、椅子に移動した後に、眠ってしまわないためにあえて不満感の残るように設計しているため、狙い通りであったと言える。

7. まとめ

椅子に座って血圧の上昇を待つという無理のない工夫で、目覚めの難易度が変化することが常識化し、目覚めが悪い人が、自身の力で睡眠と覚醒の中間領域を定義することができるようになるのとよいと考える。

文献

- [1] 田中英高, “起立性調節障害 (OD)”, 日本小児心身医学会 HP, <http://www.jisinsin.jp/detail/01-tanaka.htm> (閲覧日時 2021/10/15/15:46)
- [2] 厚生労働省 e-ヘルスネット, “眠りのメカニズム”, <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/heart/k-01-002.html> (閲覧日時 2021/06/07/22:20)

楽しく・易しいロゴデザイン学習

Fun and easy way logo design learning

17233 宮川亮太郎

指導教員 李盛姫

1. 研究背景・目的

ロゴデザインはシンプルな色・形の造形でありながら、色々な背景や制約、メッセージが込められている。このようにロゴデザインはとても奥が深く、考える力があれば気軽に制作することが可能である。私はロゴデザインを多くの人に認知してもらいたいと思っている。本研究は『デザインを敷居の高いものとせず、誰でも簡単に始められる』ということを示すのが、最終目標であり、題材としてロゴデザイン制作を取り入れる。

2. 調査分析

創造性が豊かである若年層をターゲットにした。若年層の中でも進路活動をしていて人生の選択に立っている中学3年生に一つの道を示す思いで、ターゲットを設定した。そして本校が年4回中学生を対象に実施している体験授業に着目して研究を進めることに決めた。体験授業とは、その学校に関心のある学生や保護者に学校のことを知ってもらうために、一部の授業や課題制作を体験できる講座のことである。現在、デザイン学科グラフィックデザインコースではMacでオリジナルデザインの体験授業が開設されている。Macを使って、テーマは設けずに自由に表現してもらおう内容である。私はスタッフとして参加し、受講生側の課題点を洗い出した。

- ・テーマが設定されていないことで、何を作れば良いか困惑するケースが見受けられる
- ・講座の補助教材として配布されているリーフレットが活用されていない。以上、2点を現状の課題点として抽出した。

3. コンセプトおよびデザイン展開

前述の課題を一括で解決するべく、体験授業にテーマを設ける。また、補助教材をICT教材としてDX化し、なるべく文字を減らし直観的に楽しい、そして易しさを感じられるような教材提案を目指す。体験授業ではMacを使うことから教材はWEBで制作することにした。

4. 最終提案

最終提案物はWEBデザインで制作したロゴデザイン教材(図1)である。インターネット世代である中学生がターゲットなので直観的に操作しやすく、楽しめるようなUIデザインを意識

した。教材内容としてはロゴや使用するソフトについて理解してもらうフェーズから始まり、身近なロゴの歴史やAdobe illustratorで制作できる作品を紹介することで中学生の心をつかむ。そのためにWEBアニメーションを多用し授業に導入しやすくした。そしてAdobe illustratorの基礎知識を学ぶトレーニングフェーズに移る。Adobe illustratorのよく使われる6ツールをピックアップし、それぞれの画面で詳細を動画で学ぶことができる。Adobe illustratorの機能を基礎、応用、ロゴ制作に段階分けし、トレーニングの1セットとしている。トレーニングフェーズは限られた時間の中で自分に必要な分だけ学べるシステムにすることで、時間の節約や自主性に繋がると考えた。またホーム画面にはロゴデザインを知る、トレーニングの他にアルファベット一覧というボタンも存在する。これはトレーニングを飛ばして、いきなりロゴ制作に挑戦することができる。トレーニングよりは内容が簡素にはなるがロゴを制作する過程を簡単に学ぶことができる。トレーニングは初心者向け、アルファベット一覧は中級者向けという認識で制作した。

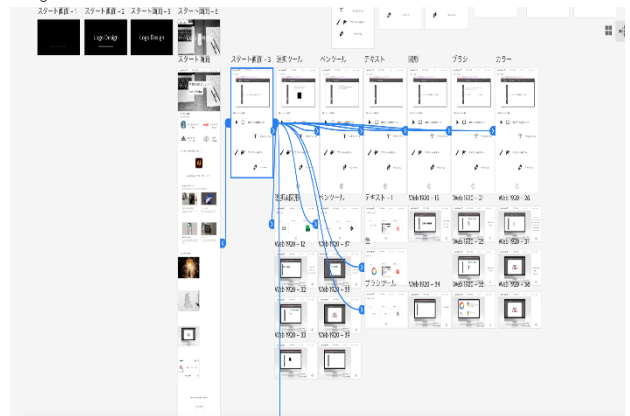


図1 画面遷移図

5. 今後の展開

本校の体験授業で中学生に実際に制作体験を行ってもらい、ヒアリング・フィードバックを得て作品向上へ繋げたい。

参考文献

- [1] デジタルハリウッド大学「ロゴデザインとは」
2021/10/18
https://school.dhw.co.jp/course/graphic/contents/w_logodesign.html

若年層への訴求を目指した和菓子のトータルデザイン

Japanese sweets for young people

17234 宮森 衿名
指導教員 川崎 紀弘

1. はじめに

日本の伝統のお菓子である和菓子の中でも「練り切り」は自然や季節をテーマに作られる芸術性の高いお菓子である。しかし、現代では和菓子よりも洋菓子を好んで購入する人が多く、年齢が下がるにつれて「練り切り」の認知度が低い傾向にある。このことから若者にも親しみを持ってもらい和菓子離れの解決を目指した和菓子を中心としたサービス全体のトータルデザインを提案する。

2. 調査

若者が和菓子に対してどのようなイメージを持っているかについての調査から、購入するお菓子の種類の調査では和菓子より洋菓子を多く購入する人の方が多く、和菓子を多く購入している人は約 1 割であった。食べる頻度の調査では、和菓子より洋菓子を頻繁に食べる人がほとんどで和菓子のほうが食べる頻度が高いと答えた人は 1 割未満であった。また、和菓子の認知率についての調査では他の和菓子に比べ「練り切り」の認知率が低かった。和菓子に関するイメージの調査では、「かしこまった感じ」「気軽に食べられない」「高級感・特別感がある」という意見があった。和菓子は洋菓子よりも身近な存在ではなく、見た目などから特別感を感じて気軽に食べてもらえず、洋菓子より遠い存在に感じていることがわかった。[1]

先行事例としては、和と洋の融合に注目して和菓子を楽しんでもらえる商品を販売している老舗和菓子店がある。

3. デザイン手法

パフェと練り切りを組み合わせることで、若者に練り切りを親しんでもらう商品を提供するカウンターカフェを提案する。カウンターカフェはパフェを作っている工程を間近で見ることができ、作っている過程が美しい練り切りを楽しんでもらうために最適なカフェの形式である。コンセプトを「見て香って食べて楽しむデザート」として味覚のテーマに沿った味の商品を展開する。

パフェを提案するにあたり、そのお店に関わる制作物を提案する。具体的にはロゴデザイン、パッケージ、パンフレットを制作する。お持ち帰り用の紙袋とパッケージは若者に好まれ、お店に合うようなデザインを提案する。

4. 制作内容

店名は香庵（英語表記で koan）とした。作っている工程を間近で見て、食べ終わるまで楽しんでもらいたいという思いを込めた。庵の字で和のイメージを持たせ、英語表記で洋のイメージを入れた。パフェは季節の練り切りをメインに、「甘い・酸っぱい・苦い・旨い」の味覚をテーマにした 4 種類の味を展開し和と洋の間になるデザインにした。容器もガラスでパフェのイメージを残した。お持ち帰りの「練り切り」専用のパッケージは開けたときに練り切りが綺麗に見え、取り出しやすくなることを考えサク箱を応用した形状にした。手提げはケーキ箱を応用した。(図 1、図 2)



図 1 パフェ写真



図 2 パッケージ写真

5. まとめ

実際にパフェを食べてもらい、パフェ自体の甘さを控えめにしたので練り切りの餡と合っていたという感想と、普段練り切りを食べないのでショーケースに練り切りが並んでいたらお土産に買いたくなるという感想があった。

パッケージは形状とデザインから高級感が感じられるという意見と、開ける動作からワクワク感が感じられるという感想があった。

文献

[1] オールアバウト・春華堂

和菓子に関する調査

https://corp.allabout.co.jp/corporate/press/2017/0509_1.html (2021. 7. 20)

幼少期から長期間使える多用途家具

Your Personal Versatile Furniture for Childhood to Your Grown-up Years

17236 山崎 涼佳
指導教員 比留間 真

1. 研究内容

持続可能な開発目標(以下 SDGs)が採択されて以降、2030年までに世の中の環境に対する意識を根本から見直すことが求められている。本研究では、大人だけではなく子供の頃から物を大切にする感性を養うための提案を検討することを目的とする。

2. 調査分析

(1)おもちゃの廃棄と環境への関心について

0歳～満6歳までの子どもがいる近所の幼稚園、保育園の保護者に2020年の1年間で処分したおもちゃの数についてアンケートを行った。半数以上が1年間でおもちゃを処分しており、処分方法は「捨てた」という人が7割を超えるという結果だった。また、環境問題への意識については、「関心がある」と答えた人は3割、「少し関心がある」と答えた人は5割、「関心がない」と答えた人は2割という結果になった。「関心がない」と答えた人にその理由を聞くと「環境問題に配慮した製品はお金がかかる」、「環境汚染に実感がわからない」などがあげられた。

(2)SDGs 12番目の目標について

12番目の目標である「持続可能な消費と生産のパターンを確保する」では、項目が11個あるが、4、5、8の項目をピックアップした。

(3)子供の身長に合わせた机と椅子の高さ

ターゲットである3～6歳の平均身長は120cmであり、JIS規格に基づく机と椅子の適切な高さは、椅子31cm、机52cmであった。

3. コンセプトおよびアイデア展開

「捨てるという概念を無くす家具」をコンセプトとしてデザイン提案していく。

「子供が飽きない、組み換え可能なかたち」

六角形というあまり見ない形にすることで子供の興味を引き色々な組み合わせで、好きな遊び方で長く使ってもらえることを目指した(図1)。大きさはJIS規格に則ったサイズで展開する。

「子供と共に成長する家具」

子供の成長に合わせて、用途を変えながら使い続けられる組み合わせを提案する(図2)。さらに長期間使えるよう六角形の接合方法や重荷に耐えられるような形を探ために3Dプリンターで検討を重ねた。

「環境に優しい家具」

もし使わなくなったとしても捨てるのではなく、リサイクルや生分解性できる素材で家具を作ることで環境に優しい家具にする。

4. 最終提案



図1 単体パーツの形状



図2 様々な組み合わせの提案

5. 結論および今後の展開

実際にターゲットである5～6歳の子供たちに使用してもらい検証を行なったところ、立ち会って下さった保育士の方から「シンプルで使い方が限定されないからこそ、子供たちの自由な発想で遊べるのは良い」、「珍しい形で子供たちだけではなく私も欲しくなった」などの意見をいただいた。長期間使える家具ということで、大人になっても使いたいと思っていただけたということから、今回の研究目的は概ね達成できたのではないかと考える。一方で「色がもう少しあれば子供たちももっと興味を持ちそう」といった意見もいただいたので、商品化する際には色展開の検討も必要だと考えた。

文献

- [1]SDGs とは？17の目標を事例とともに徹底解説
2021年7月6日
<https://imacocollabo.or.jp/about-sdgs/>
- [2]JIS規格 2021年9月20日
<https://kikakurui.com/s/S1021-2011-02.html>

子供が野菜を好きになるためのデザインアプローチ

Design approach for kids to love vegetables

17237 山崎 実果

指導教員 川崎 紀弘

1. 研究目的

子供の野菜嫌い、それに悩まされる保護者たちを問題視し、野菜の調理法以外で克服方法を考える。この研究をすることで、子供の偏食を改善し、保護者の悩みも軽減したい。

2. 調査内容

2020年にゼネラルリサーチが全国でおこなった「子供の食事」に関する調査[1]によると、子供がいる保護者の回答で、「子供がしっかり食べないことがストレスになっている」という声が6割以上で寄せられた。また、「子供の食事で不安なことはあるか」という問いかけには、「好き嫌いが多い」や「お菓子ばかり食べている」などの声が数多く寄せられていた。次に、関西国際大学の堀尾強教授が行った「食の好き嫌いが発生する原因」の研究[2]によると、生理学的には、食の好き嫌いが発生する原因は、遺伝的要素と環境的要素があると述べている。ケーキやフライドポテトなどから感じられる甘味・塩味・旨味は人間に必要な栄養素であるもののシグナルであり、人間が自然と好むようになっている。また、小さい頃食べたときに「お腹を痛めた」、「気持ち悪くなった」などの記憶がトラウマとなり、以降見ただけで拒否反応を起こす例も多い。そしてもうひとつ、Amazonのランキング調査から、子供の好みに関する考察ができた。ランキングには、主にペンやメモ帳、シールなどが挙げられ、デザインは主にキャラクターもしくはスポーツの競技などをモチーフにしたものだった。また男女によって色の好みにも多少偏りがあるように見えた。そしてキャラクターにも、共通点がいくつか見出せた。これらから、シルエットやそのキャラの設定などにも、子供が好む要素のヒントがあると考えられる。また独自で色の好み、形の好み、キャラクターの好みに関するアンケートを小学生低学年までの男女32人に行った。色のアンケートでは、好きな色というよりかは色の明るさや濃さについてアンケートを行い、結果は男女ともにパステルよりの優しい色味を好むということが分かった。次に形に関しての調査では、単純に丸みのある形とか角ばった形どちらが好きかというアンケートで、結果は男女どちらも丸みのある形でした。

3. コンセプト及びアイデア展開

この研究では身近な物の中に視覚的に好んでもらえるデザインをするということをコンセプトに、Tシャツ、トートバッグの2つの制作に加え親子で楽しめるレシピ本の制作をした。Tシャツとトートバッグのデザインに関しては、事前に行ったアンケートと調査から、野菜にちなんだキ

ャラクターを作った。男女を問わないデザインと女の子向けのデザインの2種類で作成した。女の子向けを別途作成した理由は、ファッションへの関心が高い傾向にあるためである。男女問わないデザインは二頭身風で単調な形を意識したイラストになっている。女の子向けのデザインは、可愛さと少し大人っぽさを意識したデザインになっている。



図1 野菜のキャラクター展開

4. 検証結果と今後の展望

制作物を元に子供にアンケートを行ったが、「嫌悪感なく受け入れられた」などの声と共に、「食べた時の不味さは変わらない」という声もあった。本研究では視覚的側面からのアプローチしかしなかったが、見た目の嫌悪感はなくせるということが分かったとともに、やはり実際に食べるとなった時のアプローチ方法は別で模索すべきだと感じた。

文献

[1]「子供の食」に関する調査 モニター提供：ゼネラルリサーチ

<https://kodomo-mog.jp> [2021/6/4]

[2]「食べ物の好き嫌い克服の脳内メカニズム研究」
大阪大学歯学部歯学研究科/豊田博紀准教授

<https://www.rikelab.jp/study/8762> [2021/7/3]

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
17301	市村 優匠	ステレオカメラを用いた物体認識システムの構築
17302	伊藤 幸寛	誘導型磁気浮上推進装置の通過検知システムの検討
17303	伊藤 倫太郎	声帯情報と生理学的パラメータを用いた感情指標システム構築に関する研究
17304	稲田 斗夢	耳たぶ式パルスオキシメータにおけるリアルタイム解析及び体動アーチファクトの改善
17305	井上 薫	金沢城跡における探査研究
17307	小川 諒	自動運転レベル3EVにおける電装システムの検討
17308	小澤 一暁	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
17309	落合 陽樹	誘導型磁気浮上推進装置の動作回路システムの開発
17311	小俣 大貴	地中レーダによる青山学院構内遺跡の研究
17312	金子 宙生	誘導型磁気浮上推進装置の推進特性に関する検討
17313	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
17319	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
17320	斉藤 友人	ヒラムシの体表パターンの画像処理による分類手法の開発
17322	櫻庭 大樹	キールの形状に着目したヒレ型推進機構の揺れ軽減に関する実験的研究
17323	佐藤 駿	レーダによるコンクリート診断手法の検討
17325	早田 勝美	集合住宅を想定した仮想同期発電機に関する実験的検討
17326	高岡 航	導電性インクペンを用いた回路パズルの製作
17327	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
17328	武田 弘二郎	地中レーダによる神野向遺跡の研究
17329	鶴野 剛大	自動運転レベル3EVの車体設計

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
17330	寺崎 如海	自動運転に向けた地図データと自己位置推定についての検討
17332	橋本 千明	カマキリの歩様に関する研究
17334	福田 結一	白狐塚遺跡における探査研究
17335	福本 秀	フィン型モジュール結合系を用いた海洋プラスチック搬送に関する実験的研究
17336	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
17337	光川 興	加茂横穴墓群における探査研究
17339	森 友作	直列接続方式ウィンドファームのためのループ式直流送電システムの定常特性に関する実験的検討
17340	森田 歩	Open Poseと脈波センサを用いた歩行姿勢の矯正
16328	月永 理玖	両側式アキシヤルギャップ型誘導電動機に関する研究

ステレオカメラを用いた物体認識システムの構築

Construction of Recognition System using Stereo Camera

17301 市村 優匠
指導教員 井組 裕貴

1. 背景

現代の社会において AI は実用化できるまでの進化を遂げてきた。今後の社会において人間が行ってきた作業が AI によって行われる可能性が高く、AI を用いた認識システムの研究が活発である。また、高齢者における自動車死亡事故が著しく高い中、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。先行研究では Yolo v3 及び Tiny Yolo^[1]による物体認識アルゴリズムを用いた機械学習を単眼カメラでの研究を行っており、認識対象への測距精度に懸念が生じた。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認識システム及び認識対象への測距システムの構築を行う。

2. 方法

本研究では車載を行うことを前提としているため、使用 PC は NVIDIA Jetson AGX Xavier、動作環境は Ubuntu 18.04 である。開発ツールやライブラリなどが含まれるオープンソフトウェアである ROS Melodic を用いてシステム構成を行う。物体検出システムは Tiny Yolo を使用し、機械学習を行った。使用するステレオカメラは Intel Realsense Depth Camera 435i である。認識対象をステレオカメラによって距離測定を行うよう独自のプログラムを作成した。Tiny Yolo を用いて機械学習をするデータとなるものは主に信号や歩行者などである。

3. 結果

Tiny Yolo で機械学習を行った物体認識クラスは 6 クラスであり学習枚数は 4800 枚である。主に赤信号、青信号の学習枚数が過半数を占めている。図 1 に示すノードは本実験で用いた ROS のノードを視覚的に表示した RQT グラフである。ステレオカメラからの情報を Yolo のノードに入力し、認識した情報にステレオカメラからの距離測定ノードから距離を測定するようになっていた。測距システムの測定値と実際の距離を測定し

表 1 機械学習クラス

No	クラス	枚数
1	Red_traffic_light	1228
2	Yellow_traffic_light	681
3	Blue_traffic_light	1009
4	Yasutaka_Ikumi	545
5	Pedestrian	885
6	Face	545

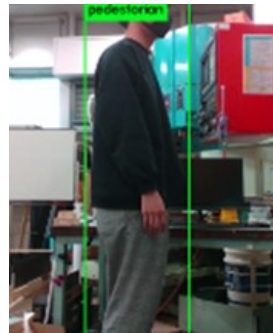


図 2 歩行者の検出

表 2 測距値, 実測値の比較

実測値 [mm]	測距値 [mm]
1070	1089
1300	1320
1530	1567
1810	1893
1900	2012
2150	2301
3260	4071
4000	5160

た実測値の比較が表 2 である。2m 前後の距離では、測定精度が 5% 以内の結果となったが認識対象物の距離が離れていくごとに誤差が増加し、4m の距離では約 30% の増加となった。この理由として照度などの環境によるものや 3 次元計測における奥行き誤差の可能性がある。これらを改善するため、今後認識システムや測距システムの最適化が必要であると考えている。

4. 結論

本研究ではステレオカメラ及び Tiny Yolo を用いて物体認識システムの構築を行い、認識対象への距離測定が確認できた。

文献

- [1] Redmon Joseph, Darknet: Open Source Neural Networks in C, <http://pjrcddic.com/darknet>, 2013-2016[accessed:2022-2-2]

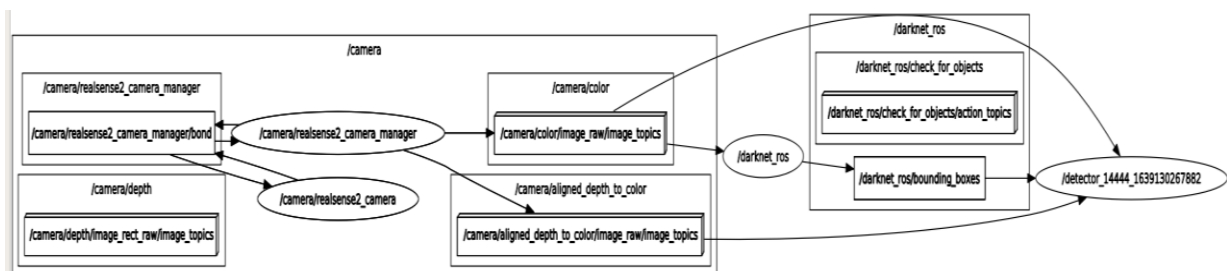


図 1 RQT グラフ

誘導型磁気浮上推進装置の通過検知システムの検討

Experimental Study of Passage Detection System for Inductive Magnetic Levitation Propulsion Device

17302 伊藤 幸寛

指導教員 渡邊 聡

1. 緒言

ベルトコンベアを工場内で使用すると、小さな塵などの発生や、潤滑剤などの揮発によって、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通常の移動装置が使用できない。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^[1]。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。ここでは、運用上必要な搬送物（アルミ円盤）の位置及び通過を検知するセンサーを実験的に検討する。

2. 磁気浮上推進装置の原理

54 個の三相巻線コイル上に搬送物（アルミ円盤）を置くと誘導反発により円盤が浮上する。コイルの相順を進行方向と、左右端から中心方向の移動磁界を同時に発生させるように配置すると、浮上した円盤が中心位置を保ちながら進行方向へ移動する。この並びを組み合わせることで一つの電源だけで移動方向を変えることができる。

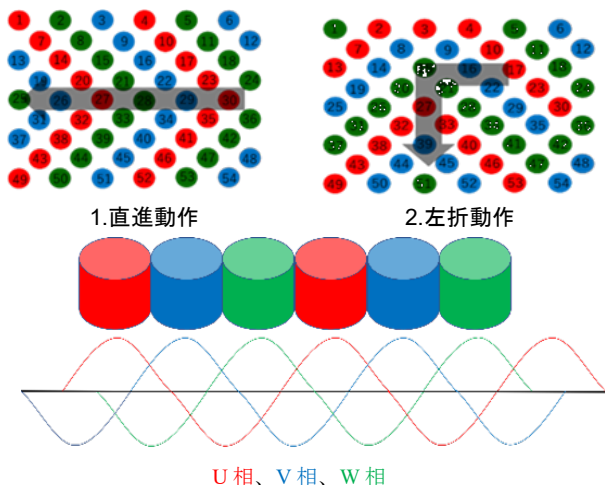


図1 移動磁界の発生原理とコイル配置図

3. 位置センサーの選定

装置が省スペースである点やノイズが小さい点から CDS セル（硫化カドミウムを主成分とする光導電素子）を用いてセンサー回路を作製することにした。光の明暗で通過の有無を検知し、各パネルに一つずつ設置することで個別に位置検出を行う。回路を作製した後パネル内への設置方法を模索し、どの程度までの明るさの下で使用可能かを調べた。

4. 結果

作製したセンサー回路は正常に動作することを確認した。光を検知する CDS セルを用いているため、部屋の明かりはもちろん、外からの光やその他の光の反射によっても出力に影響を与えることが分かった。使用可能な照度の限界としては手元が見えるかどうかぐらいの明るさでも動作可能であるが、光の反射や人の移動による影の移ろいでも変化してしまうため、運用時には注意が必要である。照度が下がるにつれ回路内の可変抵抗の端子電圧は下がるが、動作可能な最低照度を超えると出力が出たままになってしまう。数値として最低でも 1 lx は必要であった。これは光源の直下でなら辛うじて手元が見える程度である^[2]。

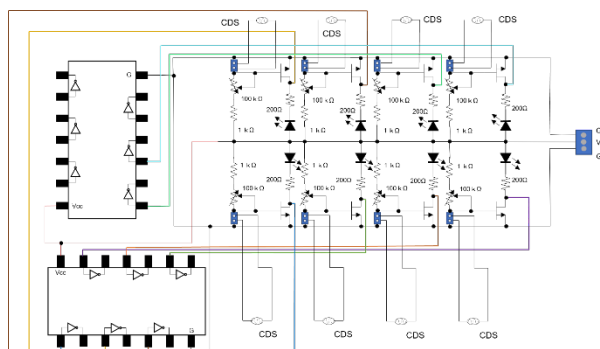


図2 CDS センサー回路

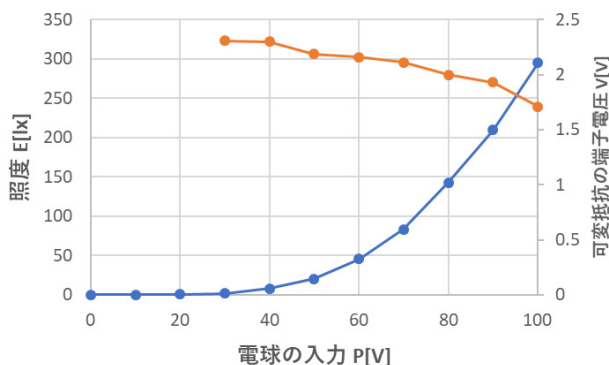


図3 電球への入力電圧と照度・抵抗の端子電圧

5. 結論

磁気浮上推進装置に利用できる CDS セルを用いた位置検出センサーを作製した。また、運用時の周囲の環境に影響する照度範囲を測定し、広範囲に使用ができることが分かった。

文献

- [1] 大圖知聖, “誘導型磁気浮上推進装置の回転機構の構築”, 令和2年度卒業論文
 [2] 一般社団法人 照明学会, “照明工学”, (2012)118

声帯情報と生理学パラメータを用いた感情指標システム構築に関する研究

A Study on the Construction of Emotion Index System Using Vocal Cord Information and Physiological Parameters

17303 伊藤 倫太郎
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒言

現在、世の中は新型コロナウイルスの影響によりとても生きづらい環境に変わった。例を挙げると、緊急事態宣言における会社のリモートワーク推奨や、学生に向けてのオンライン授業の実施がある。突然に変化した環境の中では人同士に近づくことを危険な行為とされ上手くコミュニケーション等が取りづらくなっているのが現状であり、人と話す際にはマスクの着用が必須とされている。

そこで本研究では、人が話しているときの声の大きさや周波数情報(声帯情報)の計測と脈波などの身体情報の解析が可能な機器を扱い、人のストレスなどの感情を指標化し理解することができることを目的に研究を行う。

2. 方法

本研究では、1分間の日常会話を友人と話す時、教員と話す時と2回に分けて行った。会話は雑音の少ない静かな部屋という環境で行った。その際、フォルマントの変化から感情のくせを読み取り、推定を行う。

また、Arduino を用いて反射型脈派センサーから脈波の取得を行い、得られた時系列データの出力結果から周波数及びスペクトル(絶対値)を導き LF/HF(ストレス指標)の算出を行う。

以下に日本語の成人男性の既成フォルマントを示す[1]。

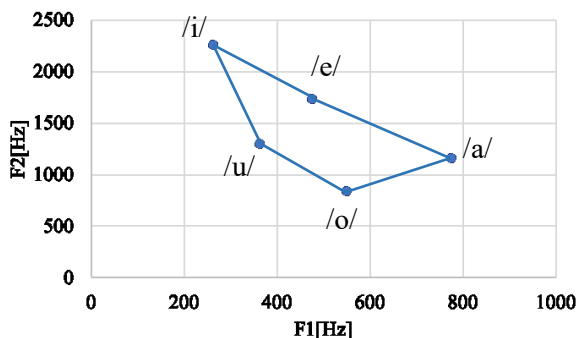


図1 日本語の既成フォルマント(成人男性)

上記に示した図は a.i.u.e.o のそれぞれの母音から F1(第一フォルマント周波数)、F2(第二フォルマント周波数)を読み取った日本人のグラフである。F1 は口の高低(開き)を表しており F2 は舌の高低(動き)を示している。上記はあくまでも成人男性を対象としたグラフを示しており、性別や年

齢によってグラフの形は変わる[2]。

3. 結果

実験より得られた友人と話した時、教員と話した時のフォルマント及びストレス指標(LF/HF)を示す。

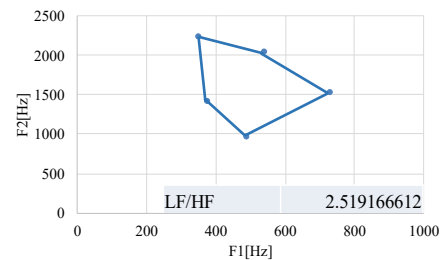


図2 平均フォルマント(友人と話した時)

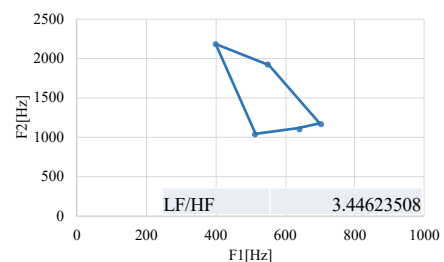


図3 平均フォルマント(教員と話した時)

結果より、教員との会話では、F1 の値が高い傾向にあるまた、F2 の値は友人との会話のフォルマントと比べて少し低い。また、それぞれの LF/HF の値は友人と話した時は 2.519166612、先生と話した時は 3.44623508 となる結果となった。

4. 結論

本研究では感情を可視化し理解することができることを目的に声帯情報と身体情報を用いて研究を行った。結果として、教員と話した時の方が LF/HF の値が大きくなった。また、第二フォルマントが図 2 に比べて小さいことから呂律が回りにくくなっていることも読み取ることができる。結果として、話す人によっても喋り方の特徴が変わりそれとともにストレス指標も変わっていくことが分かった。

文献

- [1] 鈴木松美, “あの人の声はなぜ魅力的なのか”, 株式会社技術評論社, (2011) pp30-70
- [2] 雄山真弓, “心の免疫力を高める「ゆらぎ」の心理学”, 祥伝社, (2012) pp30-48

耳たぶ式パルスオキシメータにおけるリアルタイム解析及び 体動アーチファクトの改善

Real-time analysis and improvement of body motion artifacts using an earlobe pulse oximeter

17304 稲田 斗夢
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒言

近年、自然を利用した登山やダイビングといったアウトドアアクティビティの需要が年々高まっている。しかし、それらの人口増加に伴い、高山病や減圧症等のアウトドアアクティビティ中の事故も増加している。それらの症状は、血液中の酸素や窒素といった気体の割合の変化によって引き起こされるため、目視での予防が極めて困難である。先行研究では、様々な環境や運動の下、生理学的パラメータ変動の調査を行い、予防機器の開発を行った。開発した耳たぶ式パルスオキシメータを調査したところ、体動アーチファクトに万全でないという問題が得られた[1]。そこで本研究では、運動時における体動アーチファクトの改善と、リアルタイム解析を可能にすることを目的とし研究を行った。

2. 方法

図1に本研究で用いた耳たぶ式パルスオキシメータを示す。実験では、計測機器を被験者の耳たぶに装着し、運動時における SpO₂ 及び心拍数の測定を行った。また、計測機器の動作確認として、動画の撮影や、既製品のパルスオキシメータを用いて SpO₂ 及び心拍数を測定し、比較を行った。



図1 実験で用いた耳たぶ式パルスオキシメータ

3. 結果

図2に実験結果の一例を示す。図2の実験は、バスケットボールにおいて、3対2で10分間測定したときの、被験者A及び被験者Bの結果である。図2の左のグラフ(被験者A)より、SpO₂ はあまり変化をしていないことが分かる。また、心拍数についても、80[bpm]~100[bpm]付近内のわずかな変化である。この時の変化を動画と比較しても、被験者があまり動いていなかったために、このような結果が取得できたことが確認できた。

図2の右のグラフ(被験者B)からは、1[min]から徐々に減少している SpO₂ の変化に対して、

心拍数は増加していることが分かる。この変化について、被験者Bは被験者Aよりも運動強度が高かったためにこのような結果が取得できたことが動画より確認できた。また、既製品の測定結果と比較しても、ほとんど近い値が取得できていたことが確認できた。

これらより、運動時において SpO₂ が減少するとそれに伴って心拍数は増加することが分かった。また、本実験では激しい運動時に機器が外れやすいことが、問題として明らかになった。

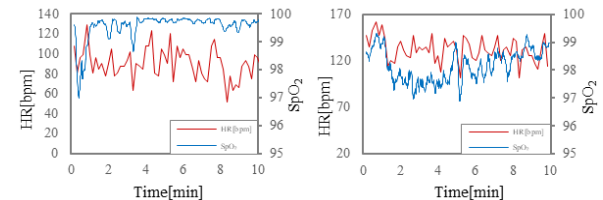


図2 運動時における測定結果

4. 結論

本研究では、運動時における体動アーチファクトの改善と、リアルタイム解析を可能にすることを目的とし研究を行った。実験より、運動時における SpO₂ 及び心拍数の関係について確認することが出来た。また、激しい運動により安定した測定が行えない問題を、装着部にゴムシートを挟む等の改善を行うことで、改善の可能性が示された。さらに、体動アーチファクトが生じる一つの要因と考えられる測定時の装着部とセンサ受光部のずれの問題も、この改善により緩和されたことが確認できた。これらより、計測時に生じる体動アーチファクトの除去について再度見直し改善することで、計測精度の向上が可能であることが考えられる。

5. 今後の予定

競技大会及びマラソン大会での実験で特に体動アーチファクトによる影響が確認できた。この改善として、加速度センサを用いることにより体動を検出させることで、計測精度の向上が図れると考えられる。

また、運動時でのリアルタイム解析を可能にすることで、耳たぶ式パルスオキシメータの有用性の向上が考えられる。

文献

- [1] 住吉佑基, 吉田慧一郎, “運動時における生理学的パラメータのリアルタイムモニタリングに関する研究”, サレジオ工業高等専門学校令和2年度特別研究論文(2020)

金沢城跡における探査研究

GPR survey on the Kanazawa castle

17305 井上 薫
指導教員 泉 吉紀

1. 研究背景・目的

金沢城跡(柵跡)は秋田県横手市に所在する古城址である。これまでの考古学的な調査で、金沢柵がどこにあったのかは明らかになっておらずその位置推定が大きな課題となっている。

本研究では、金沢城跡において、過去の柵列の検出や廓の様相を探ることを目的に地中レーダを用いた探査研究を実施する。

2. 探査方法

探査を行うため sensors&software 社の Noggin plus 250 MHz を用いた。

また側線の間隔は 0.5[m] で探査を行った。探査範囲を図 1 に示す。

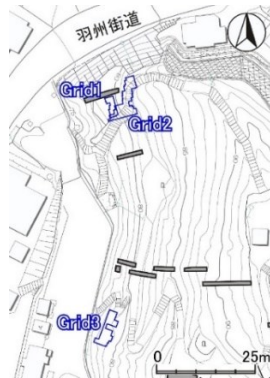


図 1 探査範囲

探査範囲は金沢公園の北側平坦面に Grid1, 北側斜面に Grid2, 南側平坦面に Grid3 を設定した。

後三年合戦絵詞によれば、金沢柵は堅固な作りの柵と伝えられており、城跡の北端に柵列の痕跡が残っている可能性がある。また南側平坦面は、これまで確認されていない新たな廓と考えられている。

3. 探査結果

探査結果として鉛直断面図(図 2)を作成しこれを統合して水平面図を作成した。図 3 に Grid1, 図 4 に Grid2, 図 5 に Grid3 の水平面図を示す。鉛直断面図では反射の強弱を色の濃淡, 水平面図は反射の強弱を色の寒暖で表現している。^[1]

Grid1 では、横軸に水平になるように測定した。縦 1.0[m], 3.5[m], 4.5[m] 地点に反応が見られた。縦 4.5 [m] 地点は柵を設置する際に地面を掘った形跡であると考えられる。縦 1.0[m] 地点も同じように柵を設置するため地面を掘った形跡であると考えられる。縦 3.5 [m] では反応は見られたが柵跡の可能性は低いと考えられる。

Grid2 では、横軸と水平になるように測定した。縦 1.0[m], 8.0[m] 地点に反応が見られた。1.0[m] 地点には溝のようなものが見られこの反応は

Grid1 の縦 1.0[m] 横 0.75[m] の反応と繋がっていると考えた場合この反応も柵跡の可能性があると考える。8.0[m] の反応途切れておりは柵跡の可能性が低いと考えられる。

Grid3 では、横軸と水平になるように測定した。縦 0.5[m], 6.0[m], 7.5[m] 地点に反応が見られた。いずれの反応も盛土した形跡があり廓として造成されたと考えられる。

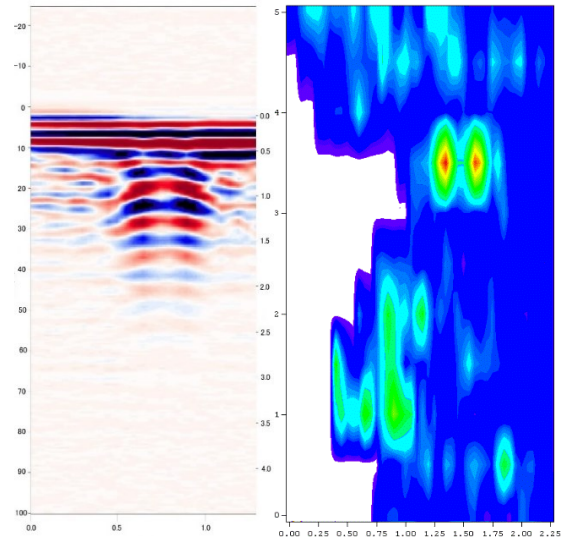


図 2 鉛直断面図

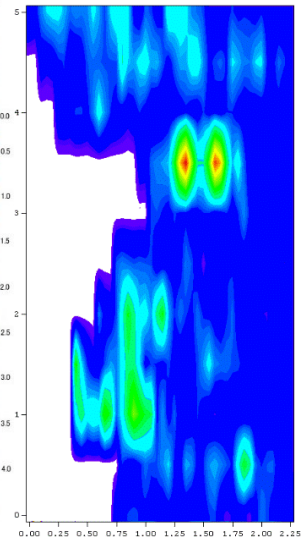


図 3 Grid1 水平面図

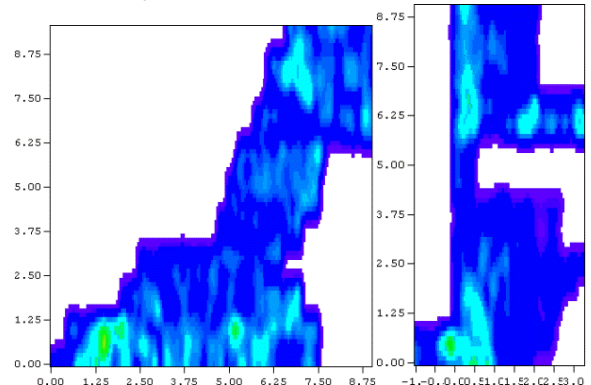


図 4 Grid2 水平面図

図 5 Grid3 水平面図

4. 結論・まとめ

本研究では、金沢城跡において、過去の柵列の検出や廓の様相を探ることを目的に地中レーダを用いた探査研究を実施した。探査結果としては Grid1 では柵跡の可能性のある反応が確認できた。Grid2 でも柵跡の可能性のある反応が確認できた。Grid3 では埋め立てられた形跡があり盛土して平坦な地表を造成していると考えられる。

参考文献

- [1] 水永秀樹, “はじめの一步 物理探査学入門”, 九州大学出版社, 2019

自動運転レベル 3EV における電装システムの検討

Examination of Electrical System at Level 3 Autonomous Driving Car

17307 小川 諒
指導教員 井組 裕貴

1. 背景・目的

近年の高齢化社会において自動車メーカー及び、他業種からの自動運転車両業界への参入や研究を行っている。これらの情勢を鑑みて昨年度までに校内走行を目的とし既存の電動カートを用いた自動運転システムを開発した。今年度の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を行う。この上で速度調整やブレーキ制御の自動化及び従来の制御方法では干渉してしまうことのあるアクセルとブレーキ制御など Arduino を用いてシステムの再構築を行う。

2. 方法

以下の計算式に基づいて消費電力の算出およびモーターの選定を行った。本校校内の外周路走行を目的としており、勾配抵抗や加速抵抗は大きな影響がないものと考えている。

$$P_{our} = \frac{1}{2} \rho C_d A v^3 + C_r M g v \quad \dots \textcircled{1}$$

表1 各諸量

空気抵抗		転がり抵抗	
$v(\text{m/s})$	5.0	C_r	0.0100
$\rho(\text{kg/m}^3)$	1.165	$M(\text{kg})$	500.00
C_d	0.300	$g(\text{m/s}^2)$	9.81
$A(\text{m}^2)$	2.500	走行抵抗(N)	59.972
$C_d * A$	0.750	消費電力(W)	299.859

以上の計算結果により 250W のモーターを2つ利用することとした。また、センサーのフェージョニングを ROS によって構築する。モーターやアクチュエータから得られたデータをロータリーエンコーダを介して Arduino に値を入力し制動、操舵の制御を行う。

3. 結果

図1、図2にロータリーエンコーダ(OMRON E6B2-CWZ3E)の出力波形を示す。

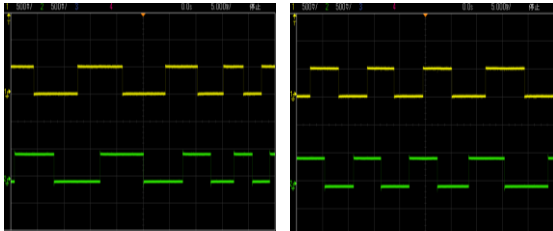


図1 正回転波形 図2 負回転波形

使用したロータリーエンコーダは1回転が600 ppr なので600回パルスを検出することで1回転したと処理を行った。また合計の回転数、走行距離の算出によって車両の速度算出可能である。負回転させた場合にも速度がマイナスの

値にならないようになっている。ブレーキに用いるアクチュエータの制御にはアクチュエータからのフィードバック線を用いてアクチュエータの長さを制御しているが個体差によって初期段階の値が異なるため個体毎に初期の数値を確認してプログラムの書き換えを行わなければならない。図3はフィードバック線より得た値の長さ(mm)、図4に実測したものを示す。

ジョイスティック=511 Length=34mm
ジョイスティック=511 Length=34mm
ジョイスティック=511 Length=34mm
ジョイスティック=511 Length=34mm
ジョイスティック=510 Length=34mm
ジョイスティック=511 Length=34mm
ジョイスティック=511 Length=34mm
ジョイスティック=510 Length=34mm
ジョイスティック=511 Length=34mm
ジョイスティック=511 Length=33mm
ジョイスティック=511 Length=34mm
ジョイスティック=511 Length=34mm
ジョイスティック=511 Length=34mm
ジョイスティック=511 Length=34mm



図3 検出値 図4 実測値

検出値と実測値では1mm弱のずれが確認された。アクチュエータの制御では可変抵抗にて数値を設定し、その数値の長さに自動的に追従するようなプログラムを作成した。ループの中で20msecほどの待機時間を動作毎に取ることで動作が安定した。図5、図6は各配線図となる。

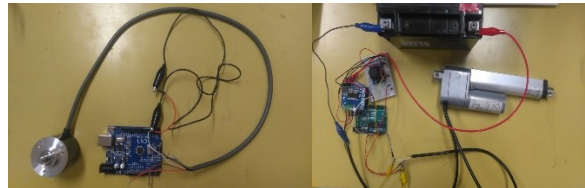


図5 ロータリーエンコーダ 図6 アクチュエータ

4. 結論

本研究では自動運転レベル3における制御系の構築の目的と題して実験、検証を行ってきた。現段階においてはロータリーエンコーダを用いた各種回転系の情報の取得及び、得られたデータによる速度変換等の処理を行った。また、アクチュエータにおいては外部から入力された数値を処理してアクチュエータを任意の長さまでの伸縮動作を可能にした。

5. 今後の予定

ROS 環境下における他のセンサーとの融合を行う。

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

Search for ideal posture during exercise using Open Pose and physiological parameters

17308 小澤 一暁
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒言

我々の生活において運動を行うことは健康になるために欠かせないものと考えられている[1]。どの運動においても行い方を間違えると怪我や姿勢の悪化につながってしまう。その中でも姿勢の悪化が身体に及ぼす影響の一つとして猫背が挙げられる。猫背のような前傾姿勢になってしまうと肺が圧迫されて呼吸が浅くなり、十分な酸素を取り込むことができなくなるため、全身の血流が悪くなり、乳酸や老廃物などの疲労物質がたまりやすくなるのが挙げられる。これによって、疲れが取れにくくなり、運動離れ、筋肉の衰えといった悪循環に陥ってしまう。これを未然に防ぐためには指導者に教わり正しい知識を身につけることが効果的だと考えられる。しかし、教わる指導者によって考え方は大きく異なるため指導を受けたとしても正しい姿勢になるとは限らない。そのリスクを少しでも減らすためにデータから定量的に評価を行うことが必要である。そこで本研究では、バスケットボールに着目し、シュートフォームの改善を図りシュート決定率を向上させるために Open Pose による姿勢の角度解析およびシュート時の筋電位を用いて運動時の理想姿勢を模索した。

2. 方法

本研究では、Open Pose によるシュート時の腰と膝の角度推定、筋電位センサ[2]を用いて測定したシュート時の大腿四頭筋の筋電位、シュートの場合分けから被験者ごとの理想姿勢を模索した。シュートの場合分けはノータッチシュート、タッチシュート、外れた場合の3種類に分けて判断を行った。これらの測定を姿勢改善前、姿勢改善指導、姿勢改善後の順番で行った。被験者は4名(A、B、C、D)で行った。

3. 結果

図1~4に被験者Aの姿勢改善後の各シュートにおける腰と膝の角度および左右の大腿四頭筋の筋電位を、表1に改善前と改善後のシュート決定率を示す。

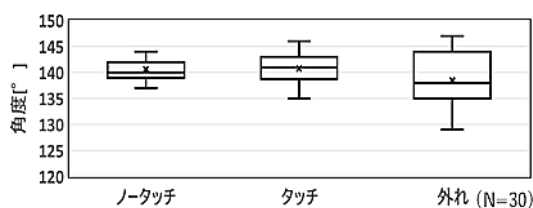


図1 シュートの入り方における腰の角度

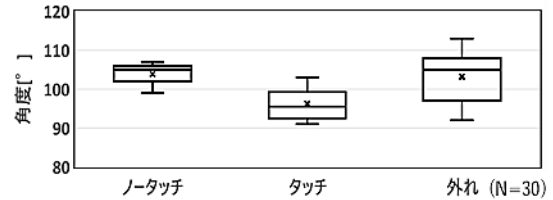


図2 シュートの入り方における膝の角度

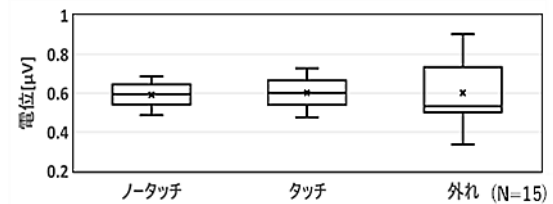


図3 右大腿四頭筋の筋電位

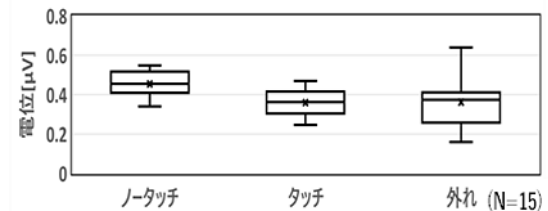


図4 左大腿四頭筋の筋電位

表1 シュート決定率

改善前	改善後
50%	57%

測定結果より被験者Aでは腰と膝の角度、左右の大腿四頭筋の筋電位ともにノータッチシュート時のばらつきが最も小さいという結果になった。また、姿勢改善の結果シュート決定率は57%となり姿勢改善前と比較して7%増加した。

4. 結論

本研究では、バスケットボールのシュート時において Open Pose による腰と膝の角度推定、筋電位センサによる大腿四頭筋の筋電位測定、シュートの場合分けを行った。その結果、指導により被験者Aのシュート決定率が7%増加した。このことから、被験者Aは腰の角度が137°~144°、膝の角度が99°~107°であること、またシュートを打つ際は両足で踏み込むことでシュート決定率は向上するという結論に至った。

文献

- [1] 厚生労働省, “身体活動・運動”, https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/b2.html (最終閲覧日:2022年1月27日)
- [2] 村岡慶裕, 石尾晶代, 武田湖太郎, “ステレオマイク入力端子を用いた低コスト2ch筋電図バイオフィードバック装置”, Japanese Journal of Comprehensive Rehabilitation Science Vol5, pp.1-6, (2014)

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

17309 落合 陽樹
指導教員 渡邊 聡

1. 緒言

ベルトコンベア等のモータを原動力とした電動機駆動システムは、機械的な結合箇所にて摩擦を生じさせ、部品の摩擦による粉塵、装置の潤滑剤や保守に使われる機械油の揮発など、衛生環境面に問題を引き起こす原因となっている。我々はこのようなクリーンルームなどの特殊環境下で使用可能な磁気浮上推進装置の開発を行っている^[1]。本装置の特徴は非接触で直進のほか右左折や停止、自転をすることができ、交差点での方向や動作の切り替え、さらに障害物の回避などブロックごとに設定することで平面を二次元的に運用することができる。これを実現するためにはブロックごとに動作に必要な回路設計された制御基板が必要になる。ここでは、各制御基板をプラットフォーム化し基板上で各動作の配線を行うことで自由度が高い本装置のシステムに汎用性を持たせることができる。本研究では切り替えの必要がない回路と切り替えが必要な回路の2種類の基盤の設計・製作を行い動作確認とその有用性について検討する。

2. 磁気浮上推進装置の原理

移動媒体はアルミ円盤を用いる。固定部のコイルに交流電流を流すと、アルミ円盤に誘発した、電磁誘導作用による誘導反発によって、アルミ円盤が浮上する。また、固定部のパネルに54個のコイルを敷き詰め、三相交流を流し、u相、v相、w相コイルを順番に並べることで、移動磁界を発生させ、さらにコイルをくの字型に置くことで、外側から内側に向かう移動磁界を同時に発生させている。これにより、単一電源だけでコイルを敷いたレール上を脱線することなく安定的に浮上し移動させることができる^[2]。

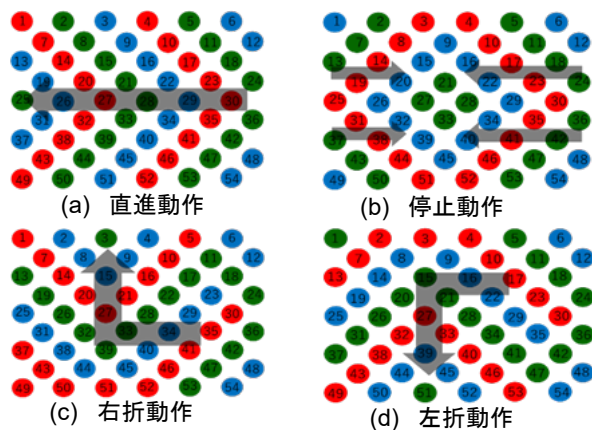


図1 各種動作のブロック内のコイルの配置図

3. 回路基板の製作

各動作に共通した回路基板を開発し、各動作の相配置通りに基板内で配線を行った。基板設計図を図2、図3に示す。

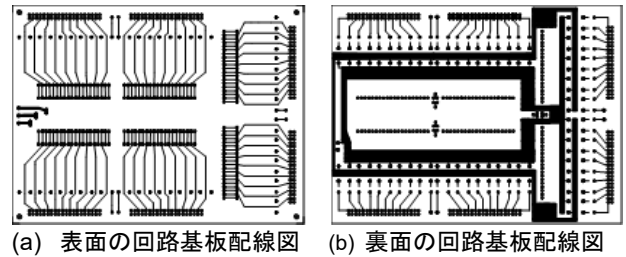


図2 切替有りの両面基板回路パターン

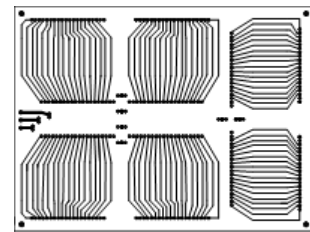


図3 切替なしの回路基板パターン

4. 共通した基板

図4に製作した基板の写真を示す。共通した基板上で各動作の配線を行い基板1枚で一つの動作を行う。切替が必要なブロックでは切替える動作のリレー有の基板を重ねて動作の切替を行う。

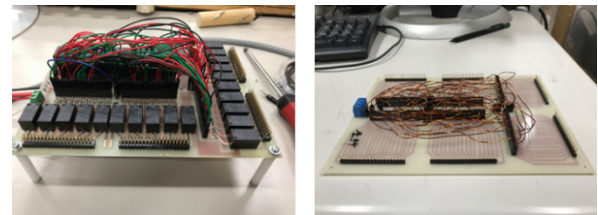


図4 製作した基板

5. 結言

本研究では、誘導型磁気浮上推進装置に運用に向け、各動作が行える共通した基板の設計を行い、作製し動作の確認を行った。

それらをブロックに納め、自由に組み合わせることで直進、右左折、停止の動作を柔軟に容易に組み合わせ運用することが可能となった。

文献

- [1] 坂野佑太、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”、令和元年度サレジオ工業高等専門学校卒業論文、pp.1-6、25-29
- [2] 大圖知聖、“誘導型磁気浮上推進装置の回転機構の構築”、令和2年度サレジオ工業高等専門学校卒業論文、pp.33

地中レーダによる青山学院構内遺跡の研究

Study on Aoyama Gakuin campus using GPR

17311 小俣 大貴

指導教員 泉 吉紀

1. はじめに

青山学院構内遺跡は、1994年の青学会館増改築地点をはじめとした調査以降、数度の発掘調査が実施され、伊予西条藩松平家上屋敷跡に関わる多くの遺物や遺構が発見されている。発掘調査は一部の範囲で実施されており、構内全体の遺跡の様相は不明である。^[1]

そこで本研究では、発掘の事前調査および広範囲の遺跡の様相を探ることを目的に地中レーダによる探査を実施した。昨年度に調査した範囲を含め、新たに調査範囲を設定し、実施した。^{[2][3]}

2. 探査方法

探査は2021年9月に実施し、探査装置はSensors&Software社NOGGIN plus 250MHzを使用した。探査範囲はSite1 ウェスレーホール前、Site2 ロータリー中央部、Site3 青山学院女子短期大学前の中庭、Site4 メインストリートの4つの範囲を探査した。また、測線間隔は全て1[m]で行った。

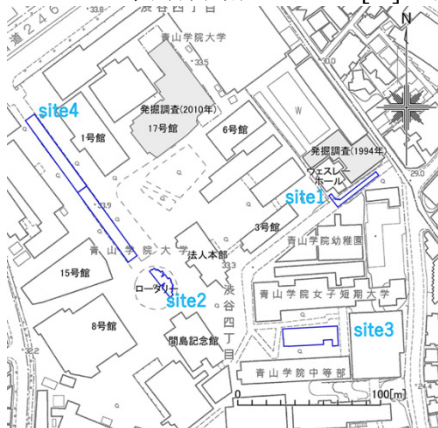


図1 探査範囲

3. 探査結果

探査結果は反応が良く読み取れる Site2 の Timeslice 図と GPRprofile 図を示した。

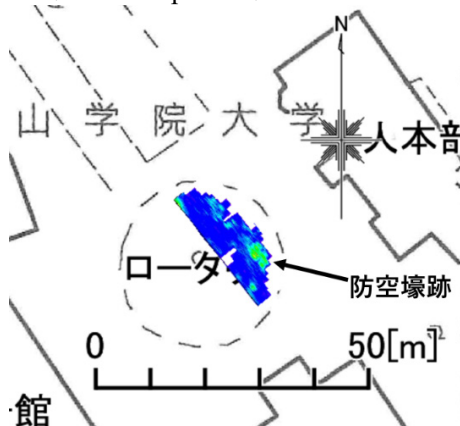


図2 Site2のTimeslice図(1.73~2.59[m])

図2より、色が薄いところは反射強度が高く、

濃いところは反射強度が低いところである。つまり、一番色が薄く、広範囲に広がっている場所が防空壕跡だと思われる。もともと、ロータリー付近に防空壕跡があると示唆されていたため、この場所に防空壕跡があると考えられる。

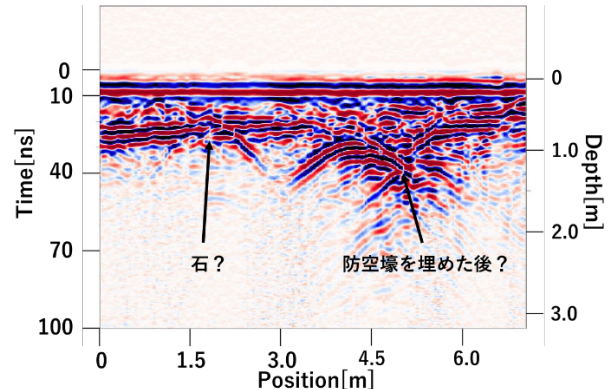


図3 Site2のGPRprofile図(Line7)

図3より(X=1.0~2.8[m], Y=0.8~1.3[m])地点に石の反応が見られる。これは、礎石である可能性が高い。理由は、場所的に開発されていない場所だからである。また、木が生えているため、浅い場所に配管を設置できないからである。また、(X=4.0~6.0[m], Y=0.5~2.1[m])地点に一度掘られた跡の反応が見られる。これよりこの地点は一度掘られて、埋められた可能性が高い。よって防空壕跡だと考えることができる。

4. まとめ

本研究では青山学院構内において、広範囲の遺跡の様相を探ることを目的に地中レーダ探査を行った。

その結果、Site1では昨年と同じように、池跡および溝の反応が確認された。Site2では戦時中の壕と考えられる反応を検出した。Site3では近代の攪乱のせいでうまく地中を探査することが出来なかった。また、多くの配管を確認できたが、この配管のせいで、探査したい深度を見ることができなかった。Site4では配管やマンホール等の人工物の反応しか確認できなかった。これらより、発掘の事前調査としても十分な成果が得られた。

文献

- [1] 青山学院構内遺跡調査委員会, “青山学院構内遺跡: 伊予西条藩松平家上屋敷跡の調査 青学会館増改築地点”, 青山学院構内遺跡調査室(1994)
- [2] 青山学院, “青山学院構内遺跡第3地点”, 青山学院(2008)
- [3] 青山学院, “青山学院構内遺跡第4地点”, 青山学院(2010)

誘導型磁気浮上推進装置の推進特性に関する検討

Experimental Study of Propulsion Characteristics of Inductive Magnetic Levitation Propulsion Device

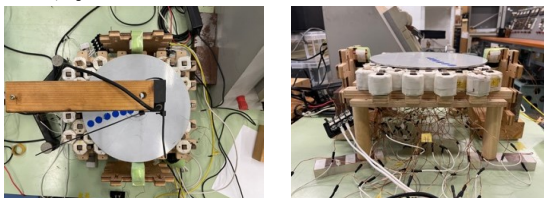
17312 金子宙生
指導教員 渡邊 聡

1. 緒言

現在多くの工場で使用されている物品の運搬装置として、モーターやギアなどを用いたベルトコンベアがある。しかしこれらのベルトコンベアにはいくつかの欠点が存在する。それは摩擦による機械的損傷やモーター、ギアなどに使用する潤滑油・機械油の揮発が引き起こす衛生環境問題、さらに移動方向が一つに限られる点などが挙げられる。そこで、それらの問題を解決し、さらにはその特性を生かしてクリーンルームなどに活用することができる磁気浮上推進装置の開発を行っている。本装置の特徴は搬送物であるアルミ円盤が非接触で直進、右左折や停止、自転をすることができ、平面を二次元的に移動することができることにある。本研究では装置の形状や特徴を生かしながら性能を向上させることを目的に実験的に研究を行った。

2. 方法

磁気浮上推進装置のさらなる浮上力向上の一案としてサイドパネルの増設を提案する。このサイドパネルでは、縦方向に54個並んでいるコイルの一行を横方向に90°倒し、それを進行方向から見て両脇の左右に各一行ずつ増設するものである。また、基盤の上昇は約5mmとし、サイドパネルのコイルは一行分の厚さで設置をした。また、今回の研究では測定がしやすいように停止状態で実験を行い、円盤の円周の先端部分がサイドからの磁束の影響を一番受けやすい位置に、コイルを両サイドに1つずつ配置した。図1に作成したサイドパネルと円盤の配置を示す。



(a)上から見た図 (b)横から見た図
図1 作成したサイドパネルの配置

3. 結果

今回の実験では以下のことが明らかとなった。
(1)今回作成したサイドパネルは円盤に対して浮上高を増す方向に力を加えることができる。
(2)サイドパネルはコイルの向きと電流の流れる方向で異なる影響を円盤に与える。
(3)円盤上の渦電流とサイドパネルの磁界の関

係で安定に浮上させる方法は、円盤とコイルが反発する方向に力を加えることである。

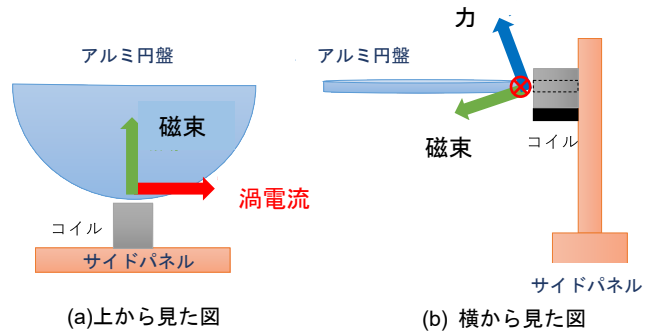


図2 サイドパネルが円盤に与える影響

(3)の状態でのサイドパネルとアルミ円盤の間に働いている力についての関係を図2に示す。アルミ円盤を上方向からサイドパネルのコイルの磁束を鎖交させることで上向きの反発力が円盤に働けば、アルミ円盤の浮上高を磁気浮上推進装置に加えて増すことができる。

4. 結言

今回の研究では磁気浮上推進装置の推進特性に関する検討として、浮上力の向上を目的として研究を進めてきた。構造的には円盤の上を覆わないようにサイドパネルを作製し、横から磁場を加えることで、円盤の渦電流に対して影響を与えることができるのではないかと考えた。実験内容として、作製したサイドパネルを従来の磁気浮上推進装置に加えて円盤に対して横方向に設置し、サイドパネルを動作させた時とさせていない時とで円盤の浮上高の高さについて比較を行った。この研究から、横方向に設置したサイドパネルは磁束の向きの条件を整えることにより円盤に対して浮上高を増す方向に力を加えることができるということがわかった。

5. 今後の予定

今回の研究では停止のみの場合で実験を行った。更なる研究では円盤の動作時(直進、回転など)にサイドパネルがどのように円盤に対して影響を与えるのかを明らかにしたい。

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(2018)

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

Effect of Adding Ceramic Balls in Roasting Coffee Beans Using Microwave Oven

17313 上村 楓一
指導教員 水谷 浩

1. 緒言

近年リモートワークが増えている中で、自宅でコーヒーを飲む人が増えている。その中で、インスタントコーヒーや既に焙煎された市販のコーヒー豆を粉砕し、あるいは粉砕したものを購入し、抽出する人が大半な中でコーヒーを自宅で焙煎する人は、ほんの一握りである。焙煎したての豆を挽いて飲むコーヒーの味は格別にもかかわらず、一握りの人しか自宅で焙煎していない。その理由として、面倒であることや、時間がかかること、上手に焙煎するのは難しいことや、焙煎機は高価であることなどが挙げられる。どの家庭にもある電子レンジは手軽に加熱をすることができる調理機器である。そこで本研究室では、電子レンジを用いて手軽にコーヒー焙煎をすることが可能と考え、その手法について研究を進めている。先行研究は、攪拌機を用いて研究を行った。本研究では、先行研究と同じく攪拌機を用いた上で、磁器セラミックボールを添加することで、焙煎度のばらつき改善の効果を検証することを目的に研究を行った。

2. 方法

本研究は以下の手順で研究を進めた。

- A) 秤量 生豆を計量
- B) セット 電子レンジにセット
- C) 加熱 3~18分攪拌機と加熱
- D) 冷却 ファンで冷却
- E) 計測 一粒ずつ焙煎度測定
- F) 統計処理 excelで統計処理

3. 結果

本研究では、磁器セラミックボール添加の効果について研究を行った。その結果について、本研究と先行研究の比較を行った。図1に焙煎時間に対する焙煎度平均を比較したものを示す。

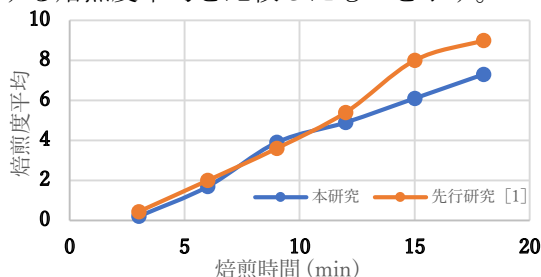


図1 本研究と先行研究の焙煎度平均の比較

図2は、焙煎時間に対する焙煎度標準偏差を先行研究と比較したものを示す。

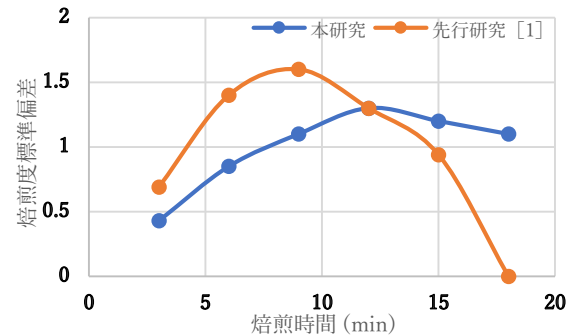


図2 本研究と先行研究の焙煎度標準偏差の比較

図1の焙煎度平均では、焙煎時間12分まで本研究と先行研究に差はないが、12分以降では先行研究の焙煎度平均が急激に上昇している。

図2の焙煎度標準偏差は、12分までは本研究のほうが小さくなっているが12分以降は先行研究のほうがよくなって見える。その原因は、先行研究の15分以降焦げが出現し、18分ではすべて焦げであったためである。焦げたものはコーヒーとして飲むことできないため、その点では、本研究の結果が優れているといえる。

4. 結論

先行研究では、攪拌機の効果を得ることができたので本研究は、陶器に着目して磁器セラミックボールを混ぜることで、焙煎度のばらつきを低減する効果を検証する目的で研究を行った。本研究では、先行研究と同様の、コーヒー豆55g、攪拌機、3~18分の3分ステップで加熱といった条件に加えて、磁器セラミックボール55gをコーヒー豆と同じ量を混ぜ込み加熱を行ってきた。その結果、焙煎度平均では、先行研究と同様のグラフになったが、先行研究は焙煎時間12分以降で焙煎度が急激に上昇した。一方焙煎度標準偏差では、12分までは本研究のほうのばらつきが小さかったが、12分以降は、先行研究のほうのばらつきが小さくなった。その原因は先行研究の後半は、豆が焦げていたためである。本研究の磁器セラミックボール添加の効果は、急激な焙煎度上昇を抑え、焙煎度のばらつきを低減する効果があることがわかった。

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

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

17319 小林光司
指導教員 渡邊 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。本研究では装置の設置状況から動作の切り替え及び電源の供給の有無を集中的に制御することを目的として、マイコンを用いた新たな制御システムを試作及び GUI を描画する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。しかし、マイコンである Raspberry Pi では直接リレーを作動させることや、直接センサの情報を受け取ることにはできないため、以下の3つのドライブ・受信回路を作成し、制御システムを構成した。

(1) センサ情報受信回路

センサ回路では 5[V] を、マイコンでは 3.3[V] を用いており、直接接続することはできなかったため、フォトカプラを用いて電氣的に絶縁し、センサとマイコンを接続できる回路を作成した。

(2) 電源基板ドライブ回路

パネルに印可する電源を個々に制御するため、パネルの相配置を決定する基板にリレーを用いて電源を印可するかどうか決め、制御を行う。この時、マイコンから直接リレーをドライブすることはできないので、FET を用いて別電源からリレーをドライブできる回路を作成した。

(3) 切り替え基板ドライブ回路

磁気浮上の特徴である進行方向を変える制御をこの基板上で行い、基板上のリレーを動作させることで推進方向が変化する。しかしこの基板上のリレーでは合計 6[A] の電流が必要であるため、パワーFET を用いてドライブ回路を作成した。

以上の回路をマイコンとそれぞれのリレー・センサに接続し、制御を Python で行った。制御は

クローズドループとし、センサの反応から出力を決定する方式としたが、センサの設置位置から円盤が通過中でもセンサが反応しないことが考えられたため、センサの値を次のループに引き継ぐことができるシステムを考案し、実装した。これによりセンサが反応しない箇所においても制御できるシステムを作成した。

これらにより円盤が通過しないパネルの電源の制御をすることができ、目的の1つを達成することができた。

3. GUI の作製

電源の制御を行ったのに合わせて、制御システムが煩雑になり、プログラムの状態を把握することが困難になってしまった。これを受けて、Python の tkinter と呼ばれるツールを用いて GUI(Graphical User Interface)を作成し、プログラムの状態を把握しやすくした。作成した GUI を次の図1に記す。



図1 作製した GUI

左が作成した GUI、右がパネルの模式図である。パネルと同じ形で配置することで、瞬時に理解しやすいデザインとした。この GUI において、対象の部分がオレンジに光れば True 灰色であれば False とした、また右上のボタンをマウスで操作することで右折か直進かを切り替えることができる。作成した GUI をプログラムに取り入れ、制御を外部から確認しやすい状態とすることができた^[2]。

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。単一のマイコンを用いて動作の切替や、省電力化を行うことができた。このことで装置の設置の設計から動作の制御及び動作確認までを集中的に管理することが可能になった。

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] 田島悟、”すぐに役立つ生産管理の基本としくみ”、株式会社アニモ、p132

ヒラムシの体表パターンの画像処理による 分類手法の開発

Development of the classification system based on the image processing of body surface patterns of Polyclad flatworms

17320 齊藤 友人
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒言

扁形動物多岐腸目に分類されるヒラムシ(図 1, [1])は種類も様々であり, 模様のパターンも種類によって様々である. 単色, ストライプ, 斑点に大別できる. 本研究では, このように多様なパターンを分類するシステムを構築したい. 具体的には, 画像という視覚情報から特徴量を抽出し, データ解析でパターンを仕分けるシステムを構築する.

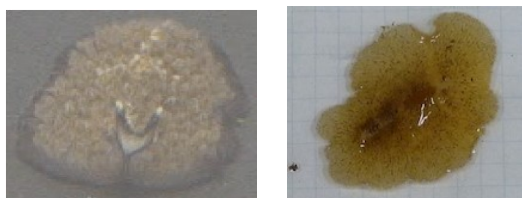


図1 ヒラムシ a) 斑点

b) 単色

2. 方法

まず, 実際のヒラムシの画像を使う前段階として, 簡素なパターン画像を PC で作成し試行実験を行った. 実物のヒラムシの画像と同じ手順で解析を行い, ヒラムシを模したパターンのサンプル画像でも正しくパターンを分類することができるか実験する. まずヒラムシを模したパターンを 200×200 Pixel で自作した(図 2a) - d)). 作成したパターンに対して 2 値化処理を行い, 画像を 1Pixel 毎に 0-255 の明度で表したテキストデータに変換する. 200×200 Pixel の画像だと, 200×200 の行列になる. そのデータを Excel でパターン判別をするための処理を行い, パターンを判別する. パターン判別のための処理としては, 得られた行列を 1 列毎に加算し平均を取ったグラフを作成した(図 2e) - h)). 本研究で用いた機材はノート PC (Dell 製 Inspiron5570, CPU: Intel Core i5-8250U, RAM: 8.00 GB), 解析ソフトは ImageJ Fiji を用いた. 図 2e) - h) に得られたグラフを示す.

3. 結果

縦縞(図 2 a))では 0 と 255 付近の値で構成され, 黒の 6 つのラインが入っている画像のため, 6 箇所値が 0 に沈み込むグラフとなった(図 2 e)). 横縞(図 2 b))は縦 1 列毎に加算し平均したグラフのため, 値が 178 で一定とな

った(図 2 f)). 斑点(図 2 c))は値が乱れるように分布した(図 2 f)). 単色(図 2 e))は明度 0 で一定のため, 値はすべて 0 を示した(図 2 g)).

4. 結言

ヒラムシを模したサンプルパターン画像を用いて解析を行った結果, 縦縞, 横縞, 斑点, 単色について, パターン毎に特徴的なグラフが得られた. パターンを仕分けるシステムの基礎的な枠組みを構築した.

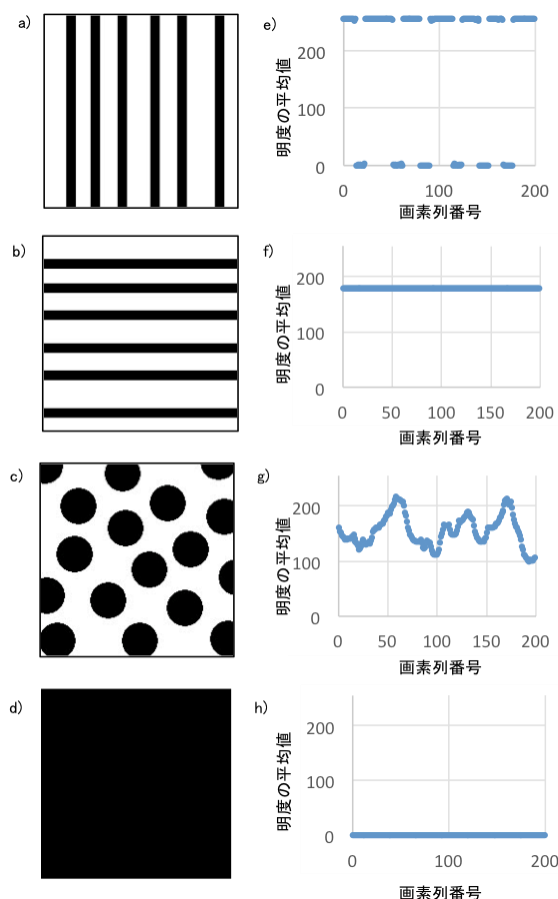


図2 パターン画像(a) - d))と解析結果(e) - h))

文献

- [1] Leslie Newman, Lester Cannon, "MARINE FLATWORMS", CSIRO PUBLISHING (2003)
- [2] 小島, 岡本, "画像解析テキスト", 羊土社, pp. 91-96, pp. 252-261 (2006)

キールの形状に着目したヒレ型推進機構の 揺れ軽減に関する実験的研究

Experimental studies on the reduction in shakiness of the fin propulsion system
focusing on the shape of keel

17322 櫻庭 大樹
指導教員 風間 俊哉

1. はじめに

船の推進機構には様々な様式があり、ヒレ型推進機構も古くから研究されている[1]。これは魚の尾ヒレのようなものを船尾に取り付け、左右に運動させることで水をかいて推進力を得る機構である。風間研究室ではフィンの材質や、かたち、取り付け位置などを変化させ速度や消費電力等を定量し推進機構のパフォーマンスを評価してきた[1-3]。推進の際発生する横揺れについても、柔らかい材質を用いることで低減できることが分かっている[1]。本研究ではさらなる横揺れ低減を目指し、キールを用いた方法を検討する。キールの形状や材質を変化させて、ヒレ型推進機構においてはどのようなキールが揺れ低減につながるかを実験的に確かめる。

2. 実験方法と結果

図1に実験で用いたヒレ型推進機構を示す。後部のヒレはサーボモーターで駆動させる。モーターの制御にはマイコン (Arduino Fio) を用いた (図2 矢印 A)。横揺れの計測は加速度センサー (チップ型 3 軸加速度センサー, KWR94-2050 モジュール) を船の前方と後方 2 箇所に設置し測定する (図2 矢印 A)。センサー出力値はマイコン及び無線通信 (XBee) を用いてデータ保存用 PC に送られる。キールは図1 矢印 A のように、船底に取り付けた。キールは図3に示すように、6 種類のものを用いて実験した。ヒレの往復運動の周波数を 1.5 [Hz]、振幅を 60° に設定して、大型のプール内で直進運動させ加速度センサーからの出力値を記録した。

実験結果を表1に示す。アクリル板 (基準) に対して、他のキールで揺れが軽減することが分かった。最も揺れが小さかったのはアクリル板 (浅い) であった。

3. まとめ

キールのサイズや材質を変えることにより、横揺れが変化することが分かった。

文 献

- [1] 田中一郎, 永井實, “抵抗と推進の流体力学(水棲動物の高速遊泳能力に学ぶ)”, シップアンドオーシャン財団 (1996)
- [2] 山本新, “ヒレ型推進機構に関する実験的研究” サレジオ工業高等専門学校卒業論文 (2017)
- [3] 相澤泰暉, “ヒレ型推進機構の性能改善に関する実験的検討” サレジオ工業高等専門学校卒業論文 (2018)

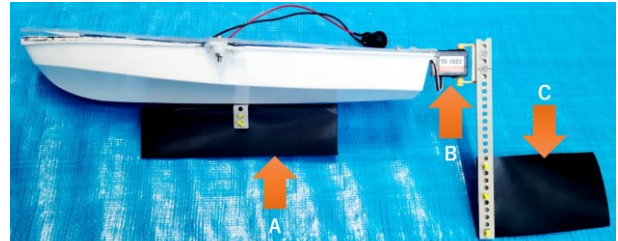


図1 ヒレ型推進機構 横図
(A:キール B:サーボモーター C:ヒレ)

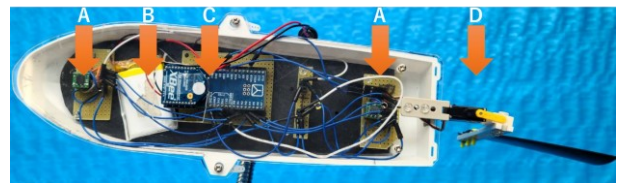


図2 船体にインストールした加速度センサー
(A:加速度センサー B: バッテリー C:マイコン D:サーボモーター)

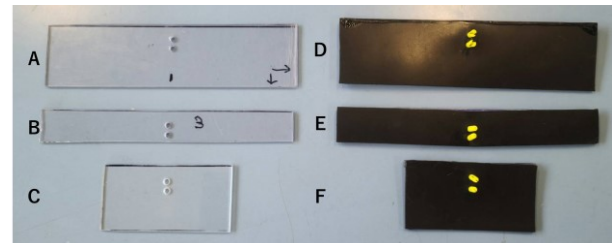


図3 キールモデル
(A:アクリル板(幅135 [mm],高さ 35 [mm])基準,B:アクリル板(幅:Aと同じ,高さ:17.5 [mm]) 浅い C:アクリル板 短い(幅67.5 [mm],高さ:Aと同じ) D:ゴムシート (Aと同じ) 基準 E:ゴムシート (Bと同じ) 浅い F:ゴムシート (Cと同じ) 短い 厚さはすべて2 [mm])

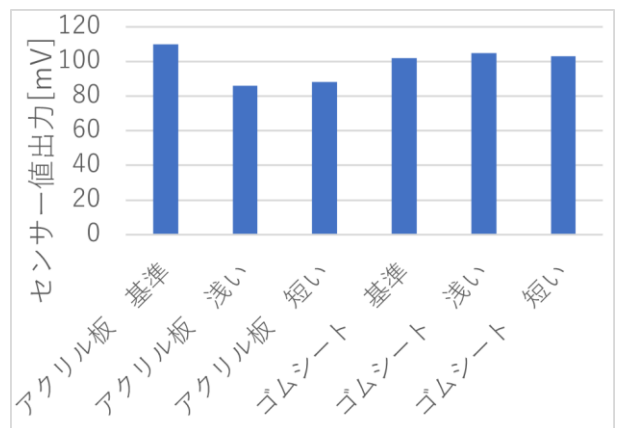


図4 ピーク値 比較

レーダによるコンクリート診断手法の検討

Examination of concrete structures using GPR

17323 佐藤 駿
指導教員 泉 吉紀

1. 背景

日本でコンクリート構造物が普及したのは 20 世紀初頭であり、近年これらの構造物の老朽化が問題となっている。国土交通省による全国の道路インフラの現状の調査結果を記した「道路メンテナンス年報」によると、予防保全の措置が望ましいとされる道路構造物は全体の半数以上占めておりまた緊急措置が必要なものも少なくない[1]。現状これらの構造物の建て替えは困難であり、維持管理が重要となっている。

本研究室では地中レーダ (Ground Penetrating Rader)法を用いたコンクリート診断の研究を行っている。本研究の目的は、内部が劣化したコンクリートを作製し、様々なパターンで GPR 探査を行い、結果にどのような変化が得られるか、その差異について検討する。

2. 研究方法

劣化コンクリートの作製には縦 20[cm]×横 20[cm]×高さ 10[cm]、重さ約 10[kg]のコンクリートブロックを用いた。ブロックの上面から、たがねとピックルハンマーを用いて、コンクリートを中心で二等分するように割れ目をいれた (2021/9/6)。

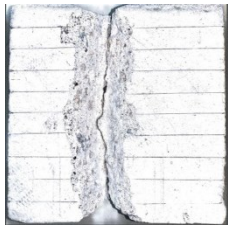


図 1 劣化コンクリートブロック

実験方法として、コンクリートの二つの劣化パターンを再現し GPR 探査を行い比較、検討を行った。実験 1 では劣化したコンクリートブロックの上面を測定範囲とし、測線本数 10 本、2[cm]間隔で測定を行い、水平断面図の作成を行った (2021/11/8)。実験 2 ではブロックを積み重ねることで厚さ 1[m]のコンクリート壁を再現して、一番下にひび割れブロックを置いた状態で測定を行った。ブロックの上面を測定範囲とし、測線本数 10 本、2[cm]間隔で測定を行い、水平断面図の作成を行った (2021/11/29)。測定に使用した装置は、Sensors&Software 社の PulseEKKO 1000 を使用した。アンテナの周波数は実験 1 で 1200[GHz]、実験 2 で 450[GHz]を用いた。また、解析には Sensors&Software 社の EKKO Mappar を用いた。

3. 結果

実験 1 の測定結果を図 2 に示す。断面図からはひび割れをとらえたと思われる、強い反射波がみられた。強い反射波は X Position : 9~11[cm]、Y Position : 0~20[cm]の間で広がっている。実験 2 の測定結果を図 3 に示す。断面図からひび割れをとらえたと思われる、強い反射波がみられた。強い反射波は X Position : 8.7~9.3[cm]、Y Position, 0~14[cm]の間で広がっている。

二つの断面図を比較すると、図 2 はひび割れの形がはっきりと反射波として映っているが、図 3 は反射波の映りが弱く、ひび割れの形が曖昧である。このことから、コンクリートブロックの厚さが増えると反射波の反応が弱まるのだと推測される。

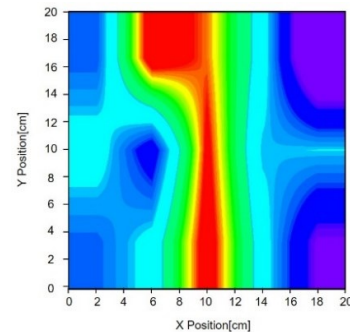


図 2 劣化ブロック上面の水平断面図

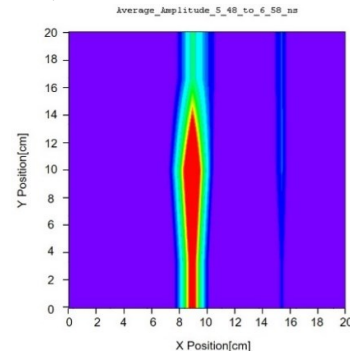


図 3 厚さ 1m のブロック上面の水平断面図

4. 結論

本研究では、ひび割れブロックを二つのパターンで測定し、比較を行った。結果として、深さで反射波の強弱が変化することが確認された。今後の展望として、別パターンの劣化を再現したコンクリートを作製して、測定結果と実際の劣化との差異について比較を行うことが望ましい。

参考文献

- [1] 国土交通省 道路局「道路メンテナンス年報 (令和 2 年度・二巡目)」, https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/pdf/r02/r02_08maint.pdf, 2021/8/30

集合住宅を想定した仮想同期発電機に関する実験的検討

Experimental Studies on a Virtual Synchronous Generator for Multiple Dwelling House

17325 早田 勝美
指導教員 山下 健一郎

1. まえがき

持続可能な社会の構築に必要な再生可能エネルギーの導入には種々な問題がある。再生可能エネルギーの多くはその変動が予測できないため、これらを電力系統に接続する場合、系統が不安定になる可能性がある。また、これらは一般に半導体で構成されるインバータなどの電力変換装置を介して系統に接続される。しかしながらこれらの装置は慣性力を持たないため、大量導入した場合、系統の安定度を維持することが困難になると懸念されている。同問題を解決する方法の一つとして、蓄電設備を有する電力変換装置に仮想的な慣性力を持たせる仮想同期発電機 (Virtual Synchronous Generator: VSG) が研究開発されている。VSGを導入した場合、インバータがあたかも同期発電機のようにふるまい、系統に発生した擾乱を吸収し、電力系統の安定度を高めることができる[1]。本研究では太陽光発電などの分散型電源を有する集合住宅を対象とした VSG の開発を目的として供試装置の製作を行う。

2. 提案システム

図 1 に本研究で提案するシステムの構成を示す。本システムでは余剰売電を想定しており、電力系統とシステムのキュービクルは図示のように接続される。キュービクルへ給電された電力は、集合住宅へ単相三線式 (集合住宅の負荷)、三相三線式 (大型エアコン、エレベータなどの動力) で給電される。分散型電源の出力はインバータを介し三相三線式でキュービクルに供給され、集合住宅へ給電される。本システムは図示のインバータに VSG の機能を付与するものであり、系統などの事故時にはバッテリーのエネルギーを回転型発電機として模擬する形で放出することにより、系統の安定度を維持することができる。

3. 供試装置の製作

本研究の実験的検討には供試装置が必要不可欠であるため、現在供試装置の製作を行っている。図 2 に設計した三相 PWM インバータの回路図を示す。図 3 に図 2 を用いて実際に製作した供試装置のインバータ部を示す。図 4 は図 3 を用いて行ったサージ電圧抑制試験の電圧波形の一例である。主回路にスナバ回路を適切に設けたことにより、電圧波形のチャタリングを大幅に抑制できることが判明した。その結果、図 5 に示すようにチャタリングのないインバータの線間電圧波形 (同図は無負荷時の WU 相間) を同実験装置で得ることができた。

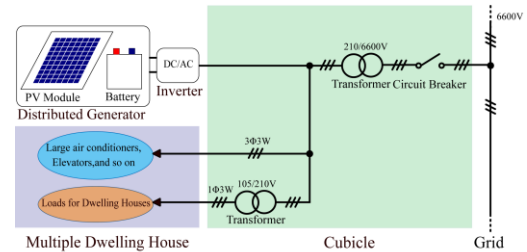


図 1 提案システムの構成

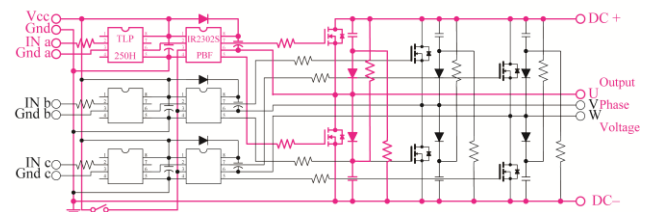


図 2 設計した三相 PWM インバータ回路図

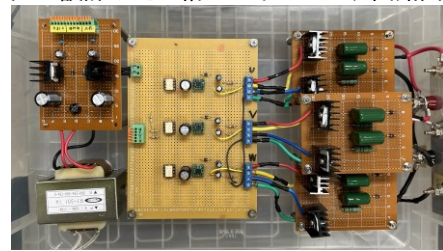


図 3 製作した三相 PWM インバータのインバータ部

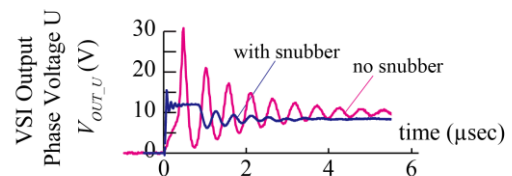


図 4 サージ電圧抑制試験電圧波形

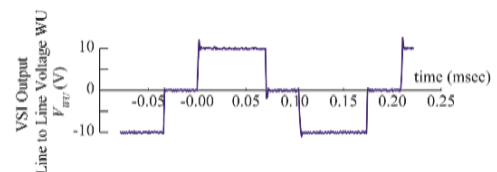


図 5 WU 線間電圧波形

4. むすび

本研究では、分散型電源を有する集合住宅を仮想同期発電機とするシステムを提案し、同システムの有用性を明らかにする事を目的に、供試装置のインバータ部を製作した。同研究に今後残された課題として、製作したインバータに VSG 制御を付与し、これを用いた実験的検討により、提案システムの有用性を確認することが挙げられる。

文献

- [1] WU Jian, LIU Tong, LIU ZiDong, XU DianGuo, "VSG Current Balance Control Strategy Under Unbalanced Grid Voltage," 22th International Conference on Electrical Machines and Systems, Harbin, China, 2019.

導電性インクペンを用いた回路パズルの製作

Development of the electrical circuit puzzle with using conducting ink pen

17326 高岡 航
指導教員 風間 俊哉

1. 緒言

電気回路を学ぶための教材は、様々なものが提案・開発・販売されている。例えば、抵抗やトランジスタ等が組み込まれたブロックを組み合わせることで電子回路を作製できる実験キット(学研電子ブロック EX-150)やカードゲーム[1]などがある。本研究では、小学校中学年をターゲットとし楽しみながら学習できるような、電気回路学習教材を開発することを目的とする。そこで、回路製作とパズルをかけあわせたキットを考える。具体的には、導電性インクペンを用いて回路が描けるスライドパズルを製作する。

2. 実験と結果

まず、導電性インク(AgIC #1000)の性質を調べる実験を行った。専用の用紙に導電性インクペンで直線、曲線、切れ込みを入れた線を描き、電気を通すことができるのかを確かめた。デジタルマルチメータで抵抗値を測定したところ、直線や曲線では抵抗値を得ることができた。切り込みを入れた線では導通しないことを確かめた。線の長さに比例して抵抗値が大きくなることが分かった。

次に、厚紙を用いてスライドパズルを作成した(図1)。パズルのピースをスムーズに動かせるような材料や作り方を工夫した。各ピースには、導電性インクペンで導通する線分を描いた。図1 a) - b) はパズルのピースを移動させて、回路を変化させたものである。左上の端点を直流電源の+、左下を GND につなぐことを考える。図1 a)では3本の導線が電源に並列につながっているが、図1 b)では、パズルのピースを移動させることで、1本の導線が電源の+と GND を結ぶように配線できている。

3. 結言

今回小学校中学年を想定して、楽しみながら学習できる電気回路学習教材として、回路制作とスライドパズルを組み合わせた回路パズルを作製した。まず導電性インクペンの性質を調べる実験では、線を長くすると抵抗値が大きくなるなど、インクペン抵抗としての性質を持つことが分かった。そこで、抵抗率の学習にも使える可能性があることが分かった。また、切れた線分に導体で橋渡しをするなどの実験をすることで、導体・不導体を学ぶ実験にも使える可能性があることが分かった。

回路パズルの製作では、厚紙と専用シートを用いることで、回路パターンを変化させることができるスライドパズルを簡単に作製できることが分かった。しかしスライドパズルの性質上、ピース間に溝ができてしまう。そこで、図2に示すような、溝を埋めるシートを作製し、これを上から押さえつけることで、導通可能になるアイデアを考えた。

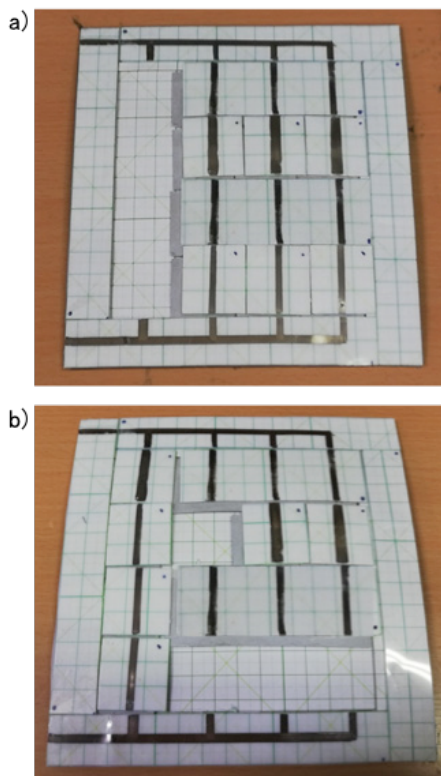


図1 今回製作した4×4の回路パズル

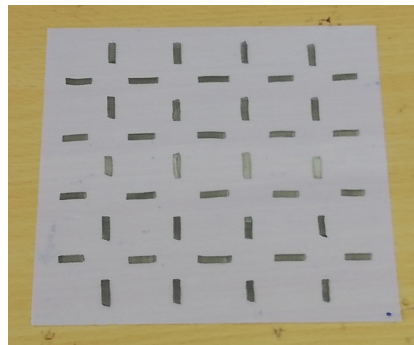


図2 ピースの溝間を導通させるためのシート

文献

- [1] 山下, 斉藤, 渡邊, 鳥羽, 加藤, 竹本, “対戦型電気回路計算カードゲームの開発”, 工学教育研究講演会講演論文集, 23(59), pp. 604-605 (2011)

素子形状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 element and output power by thermoelectric element shapes

17327 武田 和樹

指導教員 加藤 雅彦

1. 緒言

現在熱電素子には焼結体が多くいられている。しかし、焼結体を用いた熱電モジュールでは製造コストが増加してしまう。先行研究では製造コスト削減を目的とし、焼結体ではなく一般的な熱電対で使用される金属対を用いた熱電発電モジュールが検討された[1]。また、他の先行研究において素子形状によって温度分布や出力が変化することが報告された[2]。そこで本研究では、金属熱電対による熱電モジュールにおいて、素子の形状に着目し、形状の変化による素子内温度分布と熱電変換出力の関係を調査し、出力向上が見込めるかを検討した。

2. 実験方法

素子形状の変化による温度分布を調べるため、長さ 70mm、幅 4mm、厚さ 0.5mm のクロメル板とコンスタンタン板を用い、図 1 に示す 8 つの形状の素子を作製した。これらの素子に黒体スプレーを塗布しホットプレートを熱源として素子内温度分布を観察し、熱起電力を測定した。また、1 対モジュールを作製し負荷特性を測定した。

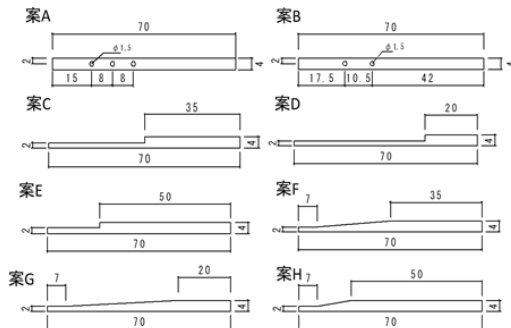


図 1 設計した素子

3. 結果

熱源 300°C における素子内温度分布は図 2 のような結果となった。素子形状 C、D、E は無加工の素子よりも温度分布の勾配が緩やかになっていた。また、温度分布に差が見られたのは高温端から 3~4cm ほどまでであり、以降は同じ傾向がみられた。

熱源 200°C で測定した熱起電力から各素子の予想出力を算出したところ、熱起電力の大きかった素子 F は無加工よりもわずかに大きい値を示した。

次に、予想出力の大きかった素子 F と無加工、及びそれらの素子の中間的な形状の素子 H の体積当たりの予想出力と実際に負荷特性測定より求めた最大出力を比較した結果を図 3 に示す。体

積当たりの予想出力と実際の最大出力を比較したところ、予想出力では素子 F が無加工の素子よりも大きくなると思われたが、実際には素子 F、無加工の体積当たりの出力にほぼ差がないことが分かった。素子 H に関しては、それらの素子に比べて予想よりも実際の出力は小さかった。

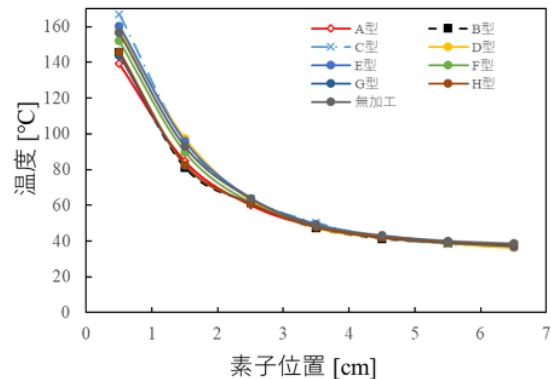


図 2 300°Cにおける素子内温度分布

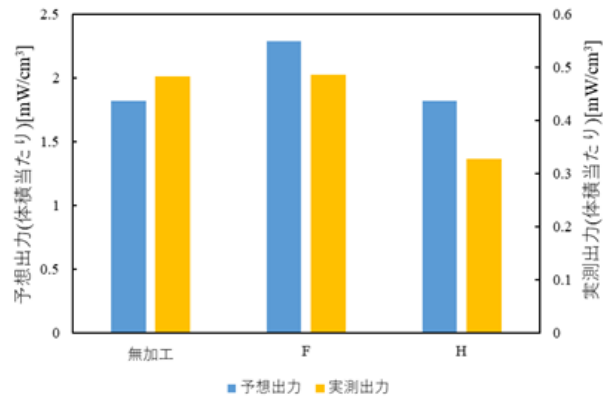


図 3 各素子の単位体積当たりの最大出力電力

4. 結言

熱起電力測定の結果より体積当たりの予想出力を算出したところ、200°C において素子 F の予想出力が最も高いと予想された。この結果を踏まえて負荷特性測定にて実際の出力を測定し体積当たりの出力を算出したところ、素子 F の方が無加工よりも僅かに大きい値を得られたものの、予想出力程の差は得られなかった。この原因については引き続き検討する必要がある。

文献

- [1] 宇喜多秀, “台形素子を用いた FeSi₂ 熱電モジュールの作製”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文, (2019)
- [2] 岩井隆人, “電流出力型熱電モジュールの作製”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文, (2018)

地中レーダによる神野向遺跡の研究

Survey of the Kanomukai site using GPR

17328 武田 弘二郎

指導教員 泉 吉紀

1. はじめに

神野向遺跡は、茨城県鹿嶋市に所在する官衙遺跡であり、1980年に行われた発掘調査で郡衙推定地となった。翌年には礎石建物や掘立柱棟が検出され、さらに正倉域が確認されたことで、国の史跡に指定されたが、遺跡の規模が広大なため、広域の遺構状況の把握が課題となっている。本研究では、遺構の配置状況の把握を目的として、非破壊の地中レーダによる探査を行った。そこで本研究では、発掘の事前調査および広範囲の遺跡の様相を探ることを目的に地中レーダによる探査を実施した。

2. 探査方法

探査は正倉域の南側に設定した。探査装置には Sensors&Software 社 NOGGIN plus 500MHz を使用した。探査範囲を図1に示す。図1の東側を site1、西側を site2 と設定した。測線間隔は site1, site2 共に 1[m]として、走査を行った。[1]

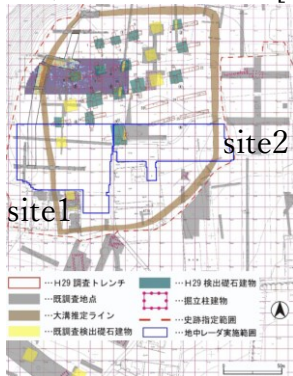


図1 探査範囲

3. 探査結果

探査結果として Timeslice 図による検討と GPRprofile 図による検討を行った。図2に site1 の LINE25 における GPRprofile 図を示す。4箇所反応を捉えた。①②の反応は大きさや埋設深度から礎石建物跡であると思われる。③の反応は以前の調査資料から、埋設している人工物を捉えたと思われる。④の反応は以前行われた調査の跡であると思われる。

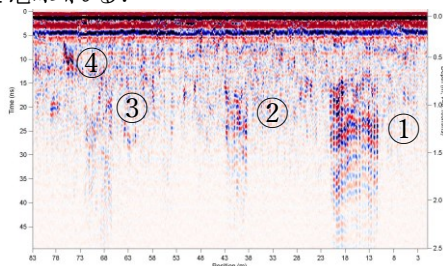


図2 site1のLINE25のGPRprofile図

図3に site2 の LINE4 における GPRprofile 図を示す。3箇所反応を捉えた。①の反応は以前の発掘で検出された礎石建物跡の反応を捉えた。②の反応は①の礎石建物跡を発掘した際に掘り返された土の反応であると思われる。③の反応は大きさや埋設深度から礎石建物跡であると思われる。

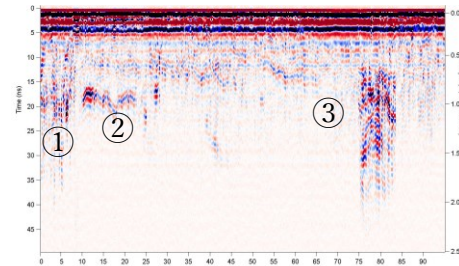


図3 site2のLINE4のGPRprofile図

図4に探査範囲の Timeslice 図を示す。礎石建物に加え、site1には大溝と思われる線状の反応を捉えたが、反応の弱さに加えて大溝にしては幅が狭いため、低い可能性であると思われる。

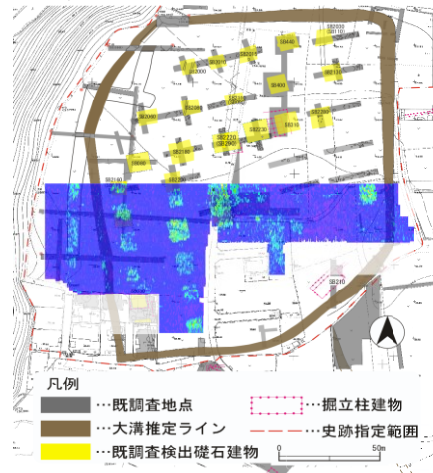


図4 探査範囲のTimeslice図

4. まとめ

神野向遺跡にて、地中レーダを用いた広範囲に遺跡の地中探査を行い、そのデータの解析を行った。

結果、site1, 2共に礎石建物跡と思われる複数の反応を捉えることができた。また、site1において大溝推定ライン上に、微弱ではあるが線状の反応を捉えることができたため、今後行われる発掘調査の参考データとして十分に満足するものが得られた。

文献

[1] 鹿嶋市教育委員会, “国指定史跡「鹿島神宮境内内附 群家跡」正倉域(倉庫群)確認調査”, 現地説明会資料(2017).

自動運転レベル 3EV の車体設計

Mechanical Design of Level 3 Autonomous Driving Car

17329 鶴野 剛大
指導教員 井組 裕貴

1. 背景

交通事故による死亡者数は年々減少している。しかし、65 歳以上の高齢者が占める割合は年々増加している[1]。その事故の主な原因として人的なミスが主な原因であるため、人為的ミスの起こらない自動運転車両に注目が集まっている。また公共交通機関が満足でない過疎地域における住民の移動手段などで活躍が期待される超小型モビリティにも注目が集まっている。そこで本研究では本校内の自動運転レベル 3 走行を目的とした小型サイズの EV 車両設計開発を行う。

2. 方法

2-1 車体設計

3DCAD ソフトを用いて設計をおこない、そのデータをもとに実際に部品の解析や製作、加工を行った。車両全体の重量は約 500[kg]を目標としているためそれに耐えうる剛性が必要にある。シャーシ構成は軽量化および強度・剛性の観点、製作面から CFRP とハニカム材の層を積層したサンドウィッチ構造とした。CFRP とハニカム材のそれぞれの積層枚数は厚さ 10[mm]のハニカム材をそれぞれ 3 プライの CFRP で挟むこととした。3DCAD 上で強度解析を行い走行に十分な形状であることを検証した。

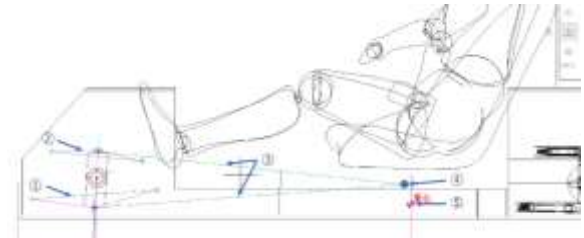


図 1 安全率(左)と応力(右)の解析データ

図 1(左)の安全率は最大で 8 である。解析結果では、車体全体は 8 であるため安全率は問題無いことがわかる。また図 1(右)の応力も同様に最大で 5.914[MPa]の応力となり、CFRP の引張強度から問題ないがわかる。

2-2 足回りの設計

車体設計同様に 3DCAD で作成したデータをもとに部品の製作、加工を行った。サスペンション形式はジオメトリの設計自由度が高いダブルウィッシュボーン式を採用した。またセンサーの誤作動を抑えるため、ロアアームとアッパーアームは非平行とし、加減速時のロール発生時、ピッチ発生時の回転軸を重心に近づけることでモーメント発生を抑えるよう開発を行った(図 2)。またジオメトリについてはキャスター角、キングピンアングルは直進性に影響を与える重



①ロアアーム ②アッパーアーム ③仮想軸
④車体回転中心 ⑤車体重心
図 2 車体正面図

要な要素であり、今回は、キャスター角が 3°]キングピンアングルを 6°]として設計を行った。

3. 結果

図 3、図 4 は足回りやシャーシについて 3DCAD の設計データと実際に製作した部品を示す。部品は NC フライス、フライス、旋盤などで加工し、設計通り製作することが確認できた。



図 3 設計データ(左)と実際に製作した部品(右)



①アッパーアーム ②ロアアーム ③アップライト
図 4 実際に組付けた様子

4. 結論

自動運転レベル 3EV 車両の車体設計を行った。その結果自動運転のために有効であるロールやピッチを考慮した足回り設計や強度・剛性の付与したシャーシの設計、シャーシや足回り部品の設計通りの製作が確認できた。

5. 今後の予定

リア側足回りの製作、アクチュエーター、ブレーキの取り付けを行う。

文献

- [1] 警視庁,“交通事故統計”,
www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/toukeihyo.html,(accessd-2022-02-01)

自動運転に向けた地図データと自己位置推定についての検討

Examination of Map Data and Self-Position Estimation for Autonomous Driving Car

17330 寺崎 如海
指導教員 井組 裕貴

1. はじめに

近年、高齢者による事故が話題となっており、事故自体は年々減少傾向にあるものの高齢者の事故割合は依然高く、原因として操作不適による事故が多い傾向にある。そのため、車の自動運転化が注目され日々自動運転技術の開発、研究が行われている。本研究では LiDAR を用いて得られたデータを基に地図データの作成と自己位置推定を行い、自動運転レベル 3 の小型モビリティの開発に向けた地図データと自己位置推定についての検討を行う。

2. 方法

本研究では、PC に Linux と ROS (Robot Operating System) をベースとしたソフトウェアである Autoware のインストールを行う。Autoware を用いて LiDAR から得られた点群データを使用し、校内地図データの作成を行い、地図データを用いての自己位置推定と走行経路の作成を行う。表 1 に本研究で用いるものを示す。

表 1 本研究の構成要素一覧表

名称	メーカー	バージョン
ノート PC	mouse	
OS	Canonical UKLtd	Ubuntu 18.04
ROS	Open Robotics	Melodic
3D LiDAR	Velodyne	VLP-16
Autoware	Autoware Foundation	

校内地図データの作成、自己位置推定、走行経路の作成を行う方法として、小型モビリティの全高 1.4[m]を想定した台車の製作を行い、LiDAR を搭載した台車を引きながら校内の点群データを測定し、測定したデータを基に作成する。



図 1 製作した台車

3. 結果

図 2 がサレジオ校内外周の 3D 地図データである。台車を用いて点群データを測定し、データを基にサレジオ校内外周の 3D 地図データを作ることができた。また、作成した 3D 地図データを用いての自己位置推定ができた。1[m]間

隔でウェイポイントを設定することで走行経路の作成ができた。しかしながら、自己位置推定を行う際に台車の揺れなどによって自己位置推定が失敗してしまうことがあった。

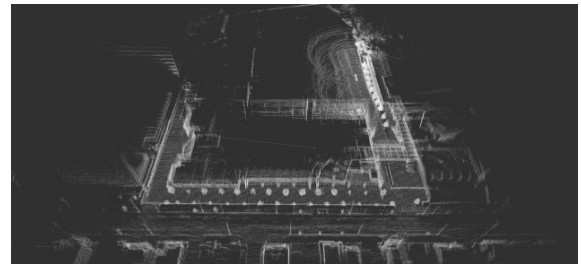


図 2 サレジオ校内外周の 3D 地図データ

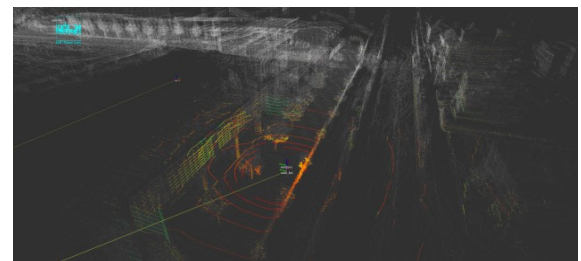


図 3 自己位置推定

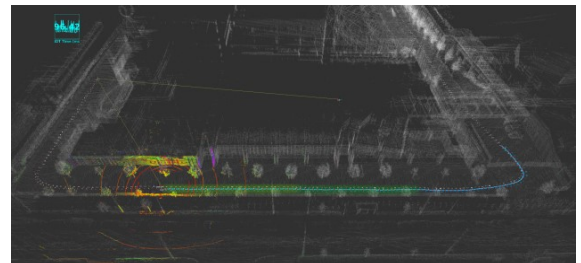


図 4 走行経路

4. まとめ

本研究では Ubuntu が搭載された PC に Autoware をインストールし自動運転に向けた地図データと自己位置推定についての検討を行った。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 地図データの作成ができた。また、3D 地図データを基にしての自己位置推定と走行経路の作成ができた。しかしながら、台車の揺れによって自己位置推定が失敗してしまうことがあったため、揺れに対する対策が必要である。

5. 今後の予定

取得したデータを基に開発する小型モビリティに実装し動作を確認する。

文献

- [1] 田崎 豪,“Autoware ではじめる自律移動技術入門”, 森北出版 (2021)

カマキリの歩様に関する研究

A study on the gait of praying mantis

17332 橋本 千明

指導教員 風間 俊哉

1. 緒言

鎌のような前脚を用いて他の昆虫などを捕食し昆虫界の生態系の頂点に君臨する存在、カマキリ。私は毎年8月の下旬になると終齢幼虫または成虫を採集し11月の初めまで飼育をしている。観察して気づいたことは、前脚には大きく分けて2通りの使い方があるということである。1つ目は獲物の捕獲時の「手」としての使い方、もう1つは移動する際の「脚」としての使い方である。カマキリの移動様式については「中脚と後脚だけで歩く」というのが伝統的な理解[1,2]であるが、私が観察で感じたことは、前脚も使って移動する、すなわち他の多くの昆虫のような6脚歩行をすることが、思いの外多いということである。本研究ではどのようなときに6脚歩行するのか実験的に確かめる。さらにWilsonが提唱した6脚歩様モデル[2]のどれに当てはまるかを調査することが目的である。

2. 方法

本研究では、本校敷地内でよく見られるオオカマキリとハラビロカマキリを採集し、歩様をビデオ撮影した動画から、ゲートダイアグラムを作成した。図1にゲートダイアグラムの一例を示す(Wilsonが提唱した6脚歩様モデル(a)-(e)の5パターンからb, c, eを選び、模式的に描いた)。横軸を時間、縦軸は各脚の状態を表す。Rを右脚, Lを左脚として、後脚から順番に3,2,1と添え字を振る。図で塗りつぶされたバーは遊脚時間を表し、塗られていないところは立脚時間を表す。モデルb(図1(1))を例に説明すると、前脚と反対側の後脚が同時に遊脚した後、後脚側の中脚が遊脚していることがわかる。

実験では自然界に有り得る環境を想定して、平面(図2(A))、枝上(図2(B))、ガラス面(図2(C))の3パターンの環境で実験を行った。

3. 結果

平面では、オオカマキリはモデルbとモデルc、ハラビロカマキリはモデルeの歩様を示した。枝上とガラス面では両種共、後脚から前脚にかけて遊脚期が起こるというルール[2]に当てはまらず、Wilsonのどのモデルにも当てはまらなかった。また、前脚が他の脚よりも遊脚時間が長めであることが分かった。また、どの歩様も中脚と後脚だけで移動することはなく、6脚歩行であった。

4. 結言

本研究では平面・枝上・ガラス面の3つの環

境でオオカマキリとハラビロカマキリの2種をそれぞれ歩かせ歩様を動画で撮影・解析し、Wilsonが構築した歩様モデルのどれに当てはまるか確かめた。平面では両種共にWilsonが構築したモデルに当てはまる結果となったが、枝上とガラス面ではどのモデルにも当てはまらない結果となった。また、あまり使われないと考えられていた前脚も他の脚と同様に脚として歩行に使われることが分かった。

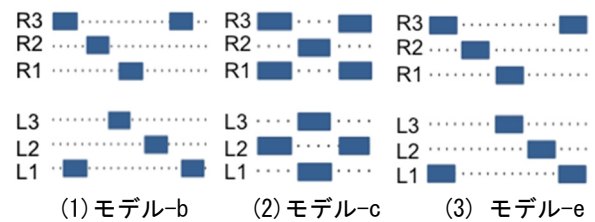


図1 Wilsonが構築した昆虫の歩様モデルの抜粋
([2]をもとに模式図を描いたもの)

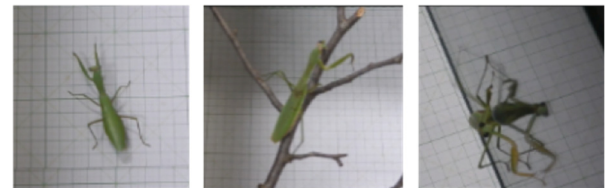


図2 環境設定

表1 実験結果

No	実験個体	脚場	歩様
1	オオカマキリ	平面	b・c
2	ハラビロカマキリ	平面	e
3	オオカマキリ	枝上	部分的にe
4	ハラビロカマキリ	枝上	該当なし
5	オオカマキリ	ガラス面	該当なし
6	ハラビロカマキリ	ガラス面	該当なし

文献

- [1] 西井淳：“多脚動物における歩行運動計画”，日本ロボット学会誌, Vol.23 No.1, pp.17-22 (2005)
- [2] D.M.Wilson:“INSECT WALKING”, Ann. Rev. Entomo., vol.11, pp.103-122 (1966)

白狐塚遺跡における探査研究

Magnetic survey of the Byakkozuka

17334 福田 結一
指導教員 泉 吉紀

1. 序論

青森県東津軽郡平内町にある山林からは、昭和段階より中世陶器破片が表採できることが知られていた。このことから本州最北端の経塚である可能性が高いとされ、平成29年に学術調査を行ったところ経塚であると結論付けられた。

ここ白狐塚遺跡周辺で表採された陶器片は灰原資料であると考えられている。しかし灰原資料は一般的に終通しないことから、焼成した窯跡が近くにある可能性が示唆された。^[1]

そこで本研究では、焼成した窯跡の有無を検討することを目的として、令和3年10月26、27日に白狐塚遺跡周辺で磁気探査を実施した。昨年度も探査は実施したが、窯跡の発見には至らなかったため、今年度は昨年実施した場所とは別の場所で探査を行った。

2. 実験方法

令和3年10月26、27日に白狐塚遺跡周辺で磁気探査を実施した。装置はGEOMETRICS社製光ポンピング型磁力計G-858Gを使用した。今回は地磁気の日変化やノイズを除去する目的で、磁力計を鉛直方向に2台設置して、その上下の差から磁場強度の算出を行った。探査範囲を図1（西側斜面の二つの四角形の範囲は昨年度の探査範囲、その他は今年度の探査範囲）、探査の様子を図2に示す。図1より、今回は探査場所が線状の場合はまっすぐ0.5[m]間隔で走査し、面状の場合は同一方向に0.5[m]間隔で走査した。本来であれば間隔をもっと狭くすることが精度上好ましいが、日程の都合上この間隔とした。

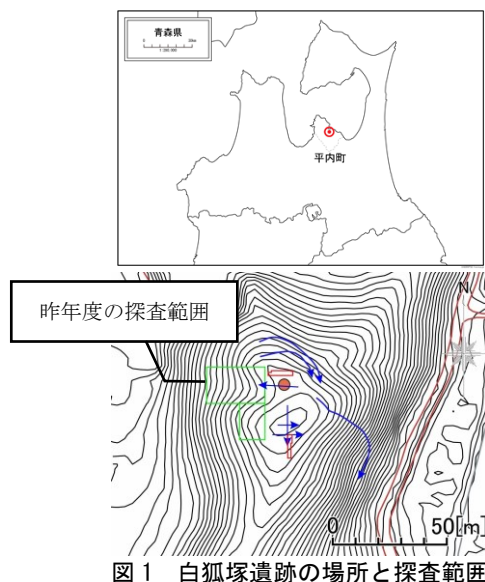


図1 白狐塚遺跡の場所と探査範囲



図2 白狐塚遺跡での探査の様子

3. 探査結果

白狐塚遺跡周辺で磁気探査を行ったところ、北側の斜面で強い磁気異常がみられた。磁場強度の強弱を色の濃淡で表し、観測された磁気異常を図3に示す。図上で縦2.5-6.5[m]付近から横方向にかけて最大300[nT]以上の強い磁気異常がみられる。今回探査範囲が小さかったため、この磁気異常のみでは窯跡であると断定はできない。しかし窯が斜面に沿って作られことを考慮した場合、この磁気異常は北側の斜面と垂直となる。このことから、この場所に窯跡がある可能性が高いといえる。

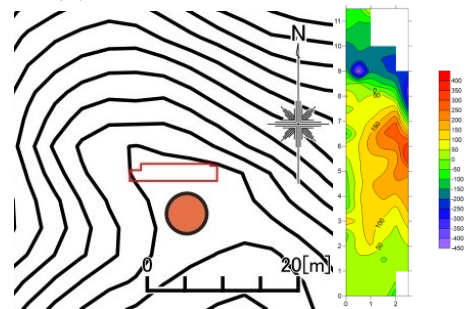


図3 観測された磁気異常の場所と磁場強度

また、図1に示すほかの場所では、大きな磁気異常は観測されなかった。しかしここに窯跡がなかったとすれば、逆に言えばそのほかの場所に窯跡がある可能性が高いこととなる。窯を造ることができる斜面は限られているため、北側斜面を含め、その場所を絞ることができたことから、今回の探査は窯跡発見への大きな前進となった。

4. 結論

今回の調査では、白狐塚遺跡の北側斜面で強い磁気異常がみられた。しかしその規模、数までは探査範囲が小さかったため検討することができなかった。そこで今回探査した範囲から北東方向へ範囲を拡大し、より広い範囲で探査をするべきであると考えます。

参考文献

- [1] 東北の中世陶器が語ること：伊達市教育委員会，八重樫 忠郎，2020

フィン型モジュール結合系を用いた 海洋プラスチック搬送に関する実験的研究

Experimental study on the multi fin-module system for the collection of marine plastics

17335 福本 秀
指導教員 風間 俊哉

1. 背景

近年、海洋に投棄されるプラスチックゴミの増大により、環境の汚染や海洋生物に害を及ぼすことが問題となっている。2019年のG20大阪サミットでは2050年までに海洋プラスチックゴミによる追加的な汚染をゼロにすることを目指す「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」が共有されるなど世界的な取り組みが進んでいる[1]。海洋プラスチックゴミの収集については、大型船による牽引や人の手による方法[2]が主流である。本研究では人手やコストを低減し、効率的に収集できるようにロボットを用いた方法の開発を目標とする。具体的には、フィン型モジュール結合系[3]を用いる方法について、実験的に検討する。

2. 方法

フィン型モジュール結合系（以下系と称する）とは、フィンがついたモジュール（図1(b))を多数結合させ、結合部分をアクチュエータで連結させ、能動的に制御することで、全方位推進可能な水上移動体である。例えば図1(a)のように円環状の系は、前・後移動、左右ステアリングが可能であることが確かめられている[1]。またコントローラ（図1(c))で遠隔操作可能である。本研究では、この系を用いて水面に浮遊するプラスチックゴミを運搬できるのではないかと考えた。以下2つの方法を考えた。

方法1：系を構成する円環内にプラスチックゴミを入れて運搬（円環内運搬）する方法。

方法2：系の運動により発する波によって、系外にあるプラスチックゴミを運搬（円環外運搬）する方法。

ペットボトル(500 ml, 以下ボトル), プラスチック容器 (200 ml, 以下容器), ボトルキャップ (以下キャップ) について、以上2つの方法での運搬実験を行った。

3. 結果

結果を表1にまとめる。

方法1：ボトルと容器は運搬に成功した（図2）が、ペットボトルキャップは運搬中にモジュール間の隙間から流出してしまった。

方法2：系から発する波によって全てのプラスチックゴミの移動を確認した。図2に運搬の様子を示す。

4. 結論

方法1では円環内に収まり、モジュール間の隙間より大きいものであれば運搬が可能だということが分かった。方法2では形状やサイズに関係なく運搬が可能だということが分かった。2つの方法を比較すると、目標位置への正確な搬送という面では方法1が有用である。また方法2は、運搬物の大小にかかわらず運搬でき、運搬速度も速くなることが分かった。2つの方法を組み合わせることで、海洋プラスチックゴミの運搬が可能であると考えられる。

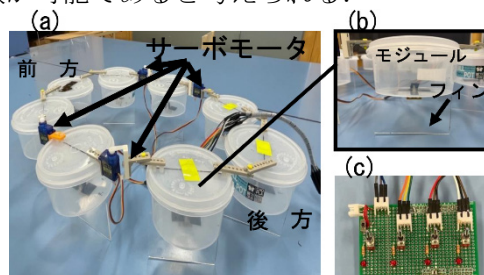


図1. フィン型モジュール結合系。
(a) 全体図, (b) モジュール, (c) コントローラ。

表1 実験結果

運搬可能に○, 運搬不可能に×を記した。

	ボトル	容器	キャップ
方法1	○	○	×
方法2	○	○	○

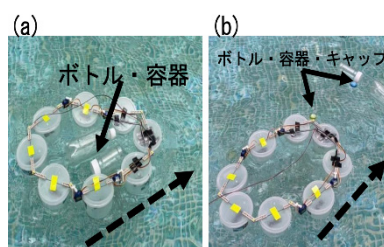


図2. 実験結果. (a) 円環内, (b) 円環外,
破線矢印はロボットの進行方向。

文献

- [1] 環境省, “G20ブルー・オーシャン・ビジョンと実践枠組(概要)”, 環境省ホームページ(2019), <https://www.env.go.jp/water/g20.html>, (2022/02/03 閲覧)
- [2] Sarah-Jeanne Royer and Dimitri D. Deheyn, “The Technological Challenges of Dealing With Plastics in the Environment”, Marine Technology Society Journal, Vol. 53, No. 5, pp.13-20 (2019)環境省, (2022/02/03 閲覧)
- [3] 山口航平, “フィン型モジュール結合系の運動特性に関する検討”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2018)

呼吸パターンを入力とする遠隔操作システムの開発

Development of the remote control system which makes use of the breathing patterns as input signals

17336 舟久保 海

指導教員 風間 俊哉

1. はじめに

おもちゃで家族や友達と遊んだ記憶は誰しもあるだろう。ところが身体に障害がある子供は、不幸にもそうした経験がないかもしれない。平成18年度の厚生労働省の調査によると18歳未満の身体障害児のうち肢体不自由の子供は視覚や聴覚障害、内部障害を超えて多くいる[1]。現在販売されているおもちゃを見ると、目や耳の不自由な子供たちのための音や振動を用いていたおもちゃは存在する。しかしながら、手や腕が不自由な子供たちも遊べるおもちゃがあまり存在しないことに気づいた。そこで本研究では手や腕の不自由な子供と健康な子供が一緒になって遊べるようなおもちゃの開発に向けた試みを行う。具体的には「呼吸パターン」を入力とする遠隔操作システム「呼吸リモコン」を開発する。そして2輪駆動ロボットの制御に応用させ、このシステムの実用性について議論する。

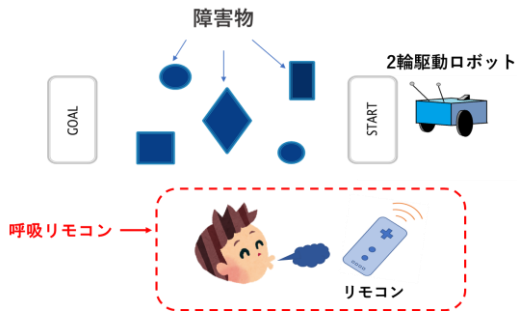


図1 提案するおもちゃの概要

2. システム開発

「呼吸リモコン」とは、「呼吸パターン」すなわち、吐く息の、強さやタイミング、周期性を入力とするリモコンである。市販のうきうき呼吸エクサブレスアッパー（ドリーム社製）を改造して製作した。このエキササイズマシンは、キセルの口から息を吹き込むと、円柱内のボールが、吐く息の強さに応じて、上下するというものである。円柱の側面にフォトリフレクタ（RPR-220）を取り付け（図2）、その出力をマイコン（Arduino UNO）で処理し、ボールの位置をリアルタイムに計測できるようにした。さらにリモコンを無線化し送信機とし、受信機として用いるマイコン（Arduino Fio）にセンサ情報がリアルタイムに送信できるようにした。

3. 応用実験

製作した呼吸リモコンを用いて、2つの応用実験を行った。1つ目はLEDの点灯パターン制

御を行った。図3(a)にLEDの点灯パターン制御の様子を示す。LEDの番号は右から順に1～4である。センサ1まで吹き上げた場合はLED2を点灯、センサ2の場合はLED2とLED3を同時に点灯、センサ3の場合はLED2とLED3、LED4を同時に点灯させることに成功した。2つ目は2輪駆動ロボット（JAPANROBOTEC社製、RDS-X25）の無線運動制御を行った。図3(b)に2輪駆動ロボットの制御の様子を示す。この実験ではセンサ1まで吹き上げた場合は後退を、センサ2では右旋回を、センサ3では左旋回を行い、障害物回避をしながら移動させることに成功した。

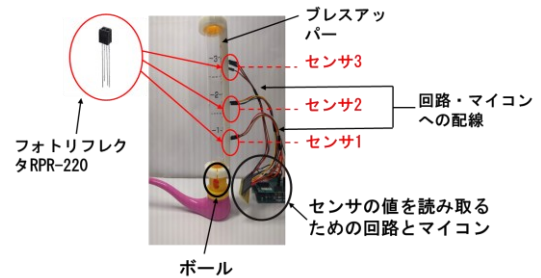
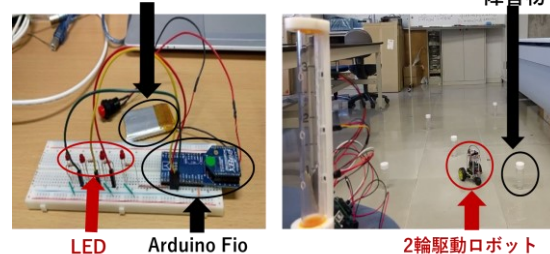


図2 呼吸リモコンとフォトリフレクタ



(a) 点灯パターン制御 (b) ロボットの運動方向制御

図3 呼吸リモコンの応用実験

4. まとめ

本研究では呼吸パターンを入力とする遠隔操作システム「呼吸リモコン」を製作した。さらに応用実験として、LED点灯パターンの制御と、2輪駆動ロボットの運動制御に成功した。これにより手や腕の不自由な子供と健康な子供が一緒になって遊べるおもちゃに活用できる様々なおもちゃに応用できる可能性が示された。

文献

- [1] 厚生労働省, “平成18年身体障害児・者等実態調査”, 厚生労働省ホームページ, <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/shintai/06/dl/01.pdf>, (2006) (2022/02/05 閲覧)
- [2] 斎藤孝, 呼吸入門, 角川書店, (2004)
- [3] 山崎 大輝, “自動制御ロボット学習のための教育プログラムの開発”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文 (2018)

加茂横穴墓群における探査研究

GPR survey of the Kamo tomb

17337 光川 興
指導教員 泉 吉紀

1. はじめに

富山県高岡市に所在する加茂横穴墓群は、元取山東側斜面に位置している。崩落したものも含め26基の横穴墓が確認されており、6世紀末～8世紀初頭頃に構築されたと考えられている。

本研究では、未発見の横穴墓を対象に地中レーダ探査を実施し、反射強度の差異から内部の空洞、墓前域や玄室の有無を検討することを目的とする。

2. 探査方法

探査は2017年3月に実施したものを解析し、横穴墓の有無を検討した。また、壁の奥にある空間がGPRで検出可能か室内実験を行った。探査装置にはSensors & Software社NOGGIN plus 250MHzを使用した。サレジオ工業高等専門学校校内のコンクリート壁とアルミ板を使用し実験を行った。図1に加茂横穴墓でのGPR探査の様子を示す。また、図2に室内実験の様子を示す。



図1 加茂横穴墓でのGPR探査の様子



図2 室内実験の様子

3. 探査結果・実験結果

探査結果はGPR profile図による検討を行った。代表的な探査結果として、図3にLine1のGPR profile図を示す。深さ0.5[m]に歪みの応答が見られた。その歪みの左右には応答が無かったため、歪みは空洞を表しており、歪みの左右の無かった応答は石の門であると考えられる。

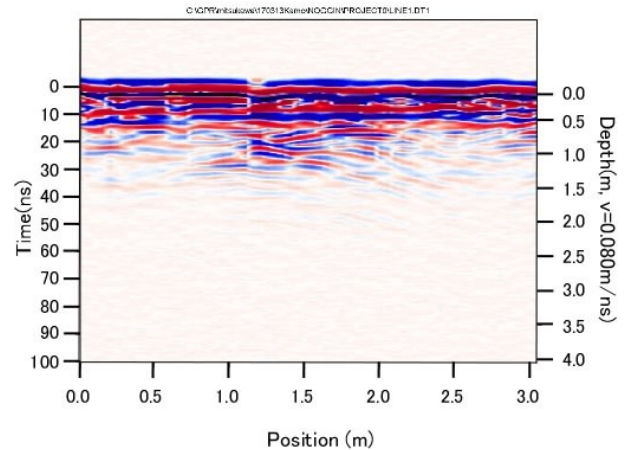


図3 加茂横穴墓 Line1 GPR profile 図

探査結果より、明確な反射ではないのでサレジオ高専校内のコンクリート壁とアルミ板を使用し室内実験を行った。図4にアルミ板を0.0~2.0[m]移動させたGPR profile図を示す。深さ2.0[m]から0.0[m]に応答が見られた。このことからNOGGINから空間を挟んでも測定できることが分かった。

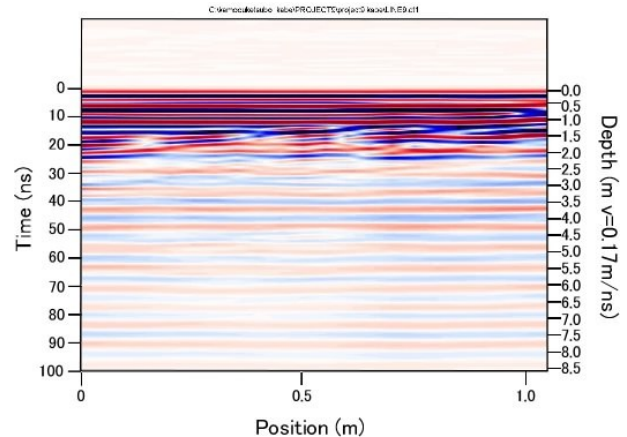


図4 室内実験 GPR profile 図

4. まとめ

未発見の加茂横穴墓群において、地中レーダ探査を実施し、反射強度の差異から内部の空洞、墓前域や玄室の有無を検討した。

その結果、深さ0.5[m]に歪みが見られ、横穴墓であると考えられる。また、室内実験ではNOGGINから空間を挟んでも測定できることが分かった。

文 献

- [1] 足立和成, 中篠利一郎, 西村康 “文化財探査の手法とその実際”, 真陽社(1999)
- [2] 平木直哉, 木寺正平, 松田庄司 “レーダの基礎 探査レーダから合成開口レーダまで”, コロナ社(2017)

直列接続方式ウィンドファームのための ループ式直流送電システムの定常特性に関する実験的検討

Experimental Studies on Steady-State Characteristics of a Loop-Type High-Voltage Direct Current Transmission System for Series-Connected Wind Power Plants

17339 森 友作
指導教員 山下 健一郎

1. はじめに

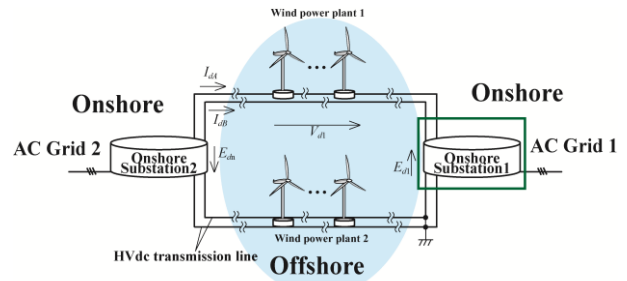
洋上風力発電の世界全体の導入量は、2010年では2.9GWであったが2020年には35GWとなり、10年間で10倍以上に増加している。また、今後も導入量の増加が見込まれている[1]。本研究室では洋上風力発電の送電方式の1つとして、LCC-HVDC（他励式HVDC）に基づくループ式直流送電システムを提案している[2]。図1に本システムの構成を示す。本システムは、洋上風力発電所と陸上変電所を、直流送電線上で直列接続する構成となっており、高コストな洋上変電所や直流遮断機が不要となる利点を有する。直流送電線では、信頼性を確保するために2本以上で構成される。図2に陸上変電所の構成を示す。陸上変電所は電流形サイリスタインバータ/コンバータや、電力補償装置などで構成されている。電力補償装置は、インバータの転流に基因した高調波の除去や、サイリスタインバータの転流に必要な無効電力を補償することができる。本研究では、同システムのシミュレーションモデルの妥当性を明らかにするため、供試装置を用いた実験的検討を行っている。本稿では、陸上変電所の定常特性について報告する。

2. システムの定常特性

供試装置（2kVA）を用いた陸上変電所の動作範囲についての実験的検討を行う。陸上変電所は電流形コンバータ（Current Source Converter: CSC）としてサイリスタ変換器を2台有するが、本検討では2台のCSCに同じ制御角を与えた場合の解析を行った。図3に、直流入力電力 P_c に対する、CSCの制御角 β 並びに電流重なり角 u の特性を示す。実線はシミュレーションモデルによる計算値、プロット点は実測値である。図より、制御角 β を適正な値に調節することにより2台のCSCはインバータだけでなくコンバータとしても動作し、陸上変電所は制御角の調整により受電端だけでなく送電端としても動作可能であることがわかった。なお、計算値と実験値がよく一致しており、シミュレーションモデルの妥当性を確認できた。

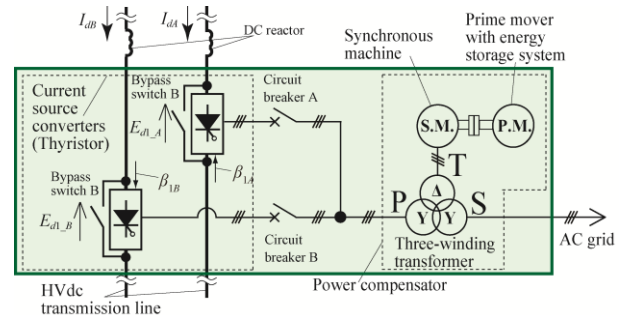
3. おわりに

本稿では、システムのシミュレーションモデルの妥当性を確認するため、陸上変電所の定常特性に関する実験的検討をおこなった。2台のCSCの



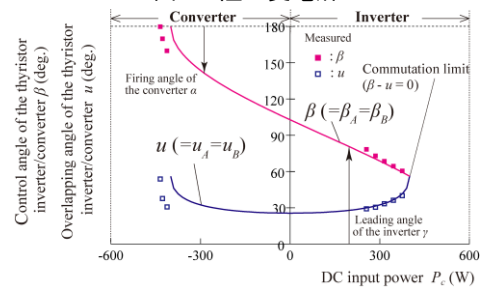
Notes $-V_{dn}$: dc link voltage of n th wind power plant (WPPn), E_{dn} : dc side voltage of the n th onshore substation (OSn), I_{dA} , I_{dB} : dc link currents.

図1 ループ式多端子直流送電システム



Notes $-\beta_{1A}$, β_{1B} : control angles of the CSCs.

図2 陸上変電所



System conditions (constant):

$$I_{dA} = I_{dB} = 0.75(\text{A}), V_{gd} = 209(\text{V}), P_g = 450(\text{W}), f_g = 50(\text{Hz}), p f_g = 1.0$$

図3 システムの定常特性

制御角 β を適正な値に調節することにより、陸上変電所は受電端だけでなく送電端としても動作が可能であることがわかった。また、計算値と実験値が一致しており、シミュレーションモデルの妥当性を確認することができた。

文献

- [1] RENEWABLES 2021 GLOBAL STATUS REPORT, [Online], Available: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>
- [2] K. Yamashita, G. Tsukamoto, and S. Nishikata, "Steady-state characteristics of a line-commutated converter-based high-voltage direct current transmission system for series-connected wind power plants," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 56, no. 4, pp. 3932-3939, July-Aug. 2020.

Open Pose と脈波センサを用いた歩行姿勢の矯正

Posture correction and inner thigh correction using Open Pose and pulse wave sensor

17340 森田 歩
指導教員 吉田 慧一郎

1. 緒言

正しい姿勢で歩くことは、つまり、身体の筋肉を必要に応じてバランスよく働かせることによって得られる最も身体への負担の少ない姿勢で歩くことである。姿勢が悪いと、特定の筋肉や関節へ負担がかかることになり、特定の筋肉を疲労させ、多くの使わない筋肉は衰えてしまい、関節のゆがみや痛みとして症状が表われ、体に様々な支障を来し、怪我の原因ともなる[1]。

本研究では、不良姿勢での歩行が身体に与える影響に注目し、Open Pose による姿勢解析および、脈波センサを用いた LF/HF を「ストレス値」とした指標の計測結果をもとに、歩行時のリラックスしつつ歪みがない理想的な姿勢を模索することを目的とする。

2. 方法

本実験では、「何も意識していない普段通りの歩き方」「競歩・ファッションモデル・CA を参考にした歩き方」をストレッチ A (首・肩・背中) とストレッチ B (膝・足首) の前後に行った。歩いている姿を正面と側面から動画で撮影し、図 1 (左) の Open Pose で骨格を検出した。また、歩行時の脈波を、図 1 (右) の製作した脈波センサ計測システムを用いて計測し、その結果を FFT 解析して、ストレス指標を求め、姿勢ごとの比較を行った。

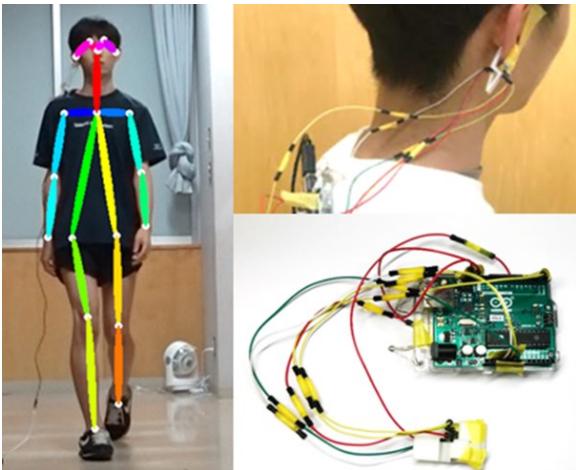


図 1 Open Pose (左)、脈波センサ (右)

3. 結果

通常時の歩行姿勢を Open Pose で推定したものを図 2、3 に示す。



図 2 通常時の歩行姿勢の推定結果



図 3 ストレッチ後の通常時の歩行姿勢の推定結果

図 2 の推定結果より、脚が X 脚になっている他、時折つま先がクロスしている、左右で肩の位置がずれている、肩が前に出ている、顔が肩より前に出ている、背中と首が曲がっていることが分かった。一方で、首・肩・背中・膝・足首のストレッチをした直後では、X 脚が改善され、肩の高さのズレも治まり、背筋が伸びていた。

また、歩行時に計測した脈波から算出したストレス指標は下記の表 1～3 に示す通り、「何も意識していない普段通りの歩き方」「競歩・ファッションモデル・CA を参考にした歩き方」ともにストレッチ後の方が、ストレス指標は低くなっていた。

表 1 ストレッチ前の歩行時のストレス指標

普段	競歩	モデル	CA
3.83616	5.51952	17.39414	4.87981

表 2 ストレッチ A 直後の歩行時のストレス指標

普段	競歩	モデル	CA
3.43301	5.64309	11.56082	3.15713

表 3 ストレッチ B 直後の歩行時のストレス指標

普段
2.72860

4. 結言

本研究では、Open Pose を用いて歩行時の画像から骨格推定を行い、脈波センサ計測システムを用いて歩行時の脈波データからストレス指標を算出し、よりリラックスしつつ歪みがない歩行姿勢を模索した。

その結果ストレッチをする前と後での姿勢の視覚的な変化を Open Pose で確認することができた。また、歩行時に計測した脈波データをもとに算出したストレス指標から、何もせずに歩いた場合の通常時のストレス指標と、ストレッチを行った直後の何も意識せずに歩いた時のストレス指標では後者のほうが、ストレス指標が低くなっていた。また、他の歩行姿勢と比較したときにストレッチ後の方がストレス指標の差がないことから、姿勢の歪みを改善することが、歩行時のストレス軽減につながっていたといえる。

参考文献

- [1] 塩田 徹, 森尻 強, 佐藤 幹夫, “女子大学生における姿勢矯正の意識と姿勢変化の関連について”, 作新学院大学紀要, 17 卷(2007) pp.91-103

両側式アキシアルギャップ型誘導電動機に関する研究

Study on Double-sided Axial Gap Type Induction Motor

16328 月永 理玖

指導教員 渡邊 聡

1. 緒言

近年、環境問題から内燃機に替わり電動機（モータ）の重要性が一層高まっている。また、目的に適した形状のモータ開発が進んでいる。ここでは薄型化と高トルク化の両立可能なアキシアルギャップ誘導電動機についてその特性について検討する。従来のラジアル構造は固定子と回転子を円筒状に配した構造であり薄型に伴い固定子と回転子の対向面積がトルクの大きさに影響を与える。一方アキシアル構造は対向面積が変わらないため高トルクの維持が可能である。また、本装置は両側式であるために出力と回生発電を共に出力に応じて接続切替えができる特徴を持つ。本装置の基本特性について検討する。

2. 構造

薄型化と高トルク化を両立可能なアキシアルギャップ誘導電動機を試作し、電動機運転、発電機運転の特性測定を行い、アキシアルギャップ型誘導電動機の運用について検討する。

図1に試作機の断面図¹⁾を示す。左右対称にドーナツ状の固定子を配し、中心の回転子を両側から挟む形の構造である。低出力・低回生時では片側運転で行い高出力時には両側運転し、出力に応じた運転を可能にしている。

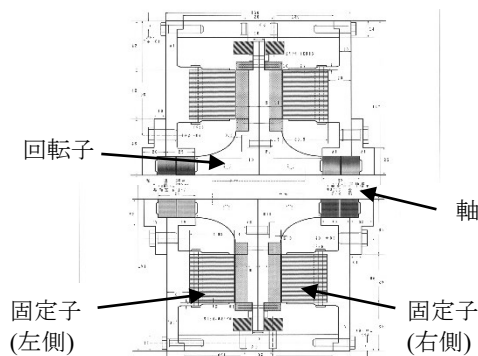


図1. 両側式アキシアルギャップ型誘導電動機の断面図

3. 測定結果及び検討

図2に両側式アキシアルギャップ型誘導電動機の無負荷時の入力電力に対する三相の平均電圧と平均電流を示す。

図3は片側（左側）をモータとしてインバータ駆動し、周波数を30[Hz]から90[Hz]まで変化させ、右側を50[Hz],15[V]で励磁した時の左側モータ入力と右側発電機入力の実験結果を示す。発電機入力は回転数の上昇とともに入力が高減し同期速度(500[rpm])を境に発電領域に移る。その後

回転数700[rpm]からは再びプラスになる。

これは片側のモータの最大トルクを超えたため、不安定な領域入っていったと考える。

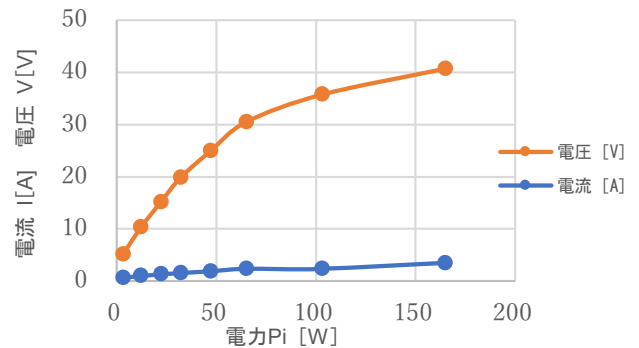


図2. 両側式アキシアルギャップ誘導電動機の無負荷特性

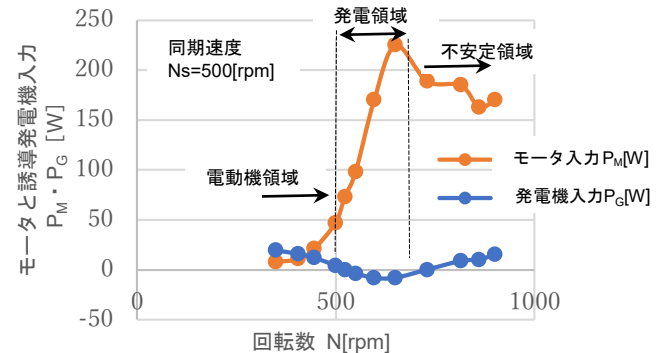


図3. 両側式アキシアルギャップ誘導電動機の回転数とモータ入力と誘導発電機入力

4. 結言

電動機は電気自動車(EV)の様に負荷が大きく変動するような場合は使用上十分な容量を持たせる必要がある。その一方で軽負荷時には効率の悪い領域で使用せざるを得ない状況にある。試作した両側式アキシアルギャップ誘導電動機は軽負荷では片側運転することで効率の良い領域で運転し負荷に応じた運用が可能である。また、誘導発電機として回生する際にも回生量に適応した片側、両側の切り替えで運用できる特徴をもつ。今回基礎的な実験を行ったが誘導機の最大トルクを超えない範囲での運用が必要であり、電源を含めた実験データの蓄積が必要であると考えられる。

参考文献

- [1] 渡邊, 依田, 松岡 「ディスク型誘導モータの試作」
平成5年電気学会全国大会 No.811

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
17401	浅沼 聡	デブスカメラを用いたハードル走の簡易動作解析の検討
17402	荒川 陸	押出型鍛造によって成形したTCP/PLA骨固定スクリューの分子配向に及ぼす成形条件の影響
17403	伊藤 幸輝	運動休憩中の生体信号についての一考察
17406	大塚 聖	解析的シミュレーションによる模型回りの超音速流の可視化
17407	大森 耀裕	自律走行車を用いた投擲補助システムの検討
17408	小川 拓道	光学測定による果実収穫時期推定の検討
17409	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
17410	川島 爽義	沿岸センサネットワーク可視化システムの検討
17412	気仙 龍ノ介	第6回廃炉創造ロボコンのロボット開発～電源回路～
17413	黒川 優真	GPS受信機を使用した時刻同期型運動解析システム-遠隔制御型システムによる運動解析-
17414	黒澤 海人	富山県入善町での高圧電線路の塔脚部分に記録された雷電流に関する研究
17415	桑原 佑介	サレジオ高専周辺におけるLoRa通信のカバレッジに関する研究 ～測定環境を考慮した調査実験～
17416	小泉 朝陽	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
17417	古賀 豊	第6回廃炉創造ロボコンのロボット開発～本体の開発～
17418	桜井 堅斗	IHクッキングヒータ使用時の騒音による脳波の変化
17419	佐々木 楽人	IHクッキングヒータ使用時に発生するコンロ間の干渉音に関する研究
17420	坪川 美玲	VaRTM法を用いた平織炭素繊維強化プラスチックの成形に及ぼす曲率半径の影響
17421	中里 桂輔	R.F.マグネトロンスパッタリングにより成膜したTiO ₂ 薄膜の発光特性
17422	中田 竜聖	電磁加速を用いたバリスティックレンジのための計測装置の開発
17423	中野 大輔	第6回廃炉創造ロボコンのロボット開発～制御プログラム～

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
17424	中村 修斗	ハイブリッドPVモジュールにおける熱電変換素子の発電特性と熱伝導の改善案
17426	長谷 佳紀	無隔膜駆動部を有する衝撃風洞の構築と性能試験
17427	坂東 礼徒	富山県入善町での残留磁化による雷電流に関する研究
17428	平田 智哉	熱可塑性プラスチックの体積収縮に及ぼす熱処理時間の影響
17430	藤倉 亮太	250W級PVモジュールにおける放射ノイズの調査とノイズ抑制法
17432	牧 実香	サレジオ高専周辺におけるLoRa通信のカバレッジに関する研究 ～拡散率と帯域幅に着目した調査実験～
17433	三堀 二知加	非同期検波技術を用いた基本周波数推定法の研究
17434	室尾 彪太	空き瓶パルスジェットエンジンの性能試験
17435	望月 優一	圧電セラミックスの圧力センサによる超音速流の流速計測
17436	安武 凜太郎	LoRa通信のカバレッジ測定結果の可視化に関する研究
17437	山川 拓真	雑音等に頑健な基本周波数推定法に関する研究
17438	善村 拓真	第6回廃炉創造ロボコンのコントローラー開発
17439	若山 隼	小型簡易メルトマスフローレイト試験機を用いた融解樹脂における流動性の調査

デプスカメラを用いたハードル走の簡易動作解析の検討

A Study of Simple Motion Analysis of Hurdle Running Using Depth Camera

17401 浅沼 聡
指導教員 吉田 将司

1. 緒言

近年様々なスポーツで動作解析が行われており、ビデオ映像を元にした動作解析システムは非常に有効な手段とされている。しかしその多くは体にセンサを身につけることで選手の動作に制約がかかる。また精度が高い機器は値段も高くなるため使用にも制約がある[1]。そこで本研究室では安価で、中学や高校の部活などで導入が可能な簡易動作解析システムの検討を目的として、デプスカメラを用いた簡易動作解析を行っている。

昨年の研究では市販のデプスカメラを用いて簡易的な動作解析を行なった。ハードル走の経験者、未経験者の2人を被験者として計測部分を選定し、実際に撮影を行った。測定後のデータを比較し簡易動作解析が可能になったことが分かった[2]。本稿では、昨年の計測部位や撮影方法を引き継ぎ動作解析を行い、その効果測定として未経験者を被験者として実験した。

2. 方法

本校陸上競技部のハードル走未経験者1人を被験者として約2ヵ月毎定期的に計測を行った。

昨年の結果から膝と腰の計測が可能と分かったため、今年は膝-踵の偏差の差分と腰-ハードルの偏差の変化を記録する。測定は6月、8月、10月、12月に実施した。6月と8月は測定のみとし、10月と12月はデータを用いたアドバイスを被験者にフィードバックとして与えた。

測定部位は、(a)膝と踵の偏差の差分、(b)ハードルと腰の偏差、(c)ハードルの通過速度、以上の3ヵ所である。項目(a)においては、ハードルと膝、踵の両方の偏差を計算し、差分を求めた。項目(b)も(a)と同様に、ハードルと腰の偏差を計測した。ただし、項目(c)については今回算出していない。図1は計測環境を示す。計測にはIntel社製のデプスカメラD435iを使用し、同社の編集ソフトReal sense viewerを使用した。撮影方法は校庭脇の陸上用助走路に男子110mHの間隔、女子400mHの高さに合わせた3台のハードルを設置し、2台目にカメラを設置した。そして被験者がハードルの真上を通過した時の踵、膝、腰の偏差を動画で撮影し、後処理で距離を計測した。最後に計測したデータの平均と標準偏差を求めて比較した。

3. 結果

図2は膝-踵の偏差を示す。図3は腰-ハードルの偏差を示す。表2は膝-踵の平均と標準偏差、表3は腰-ハードルの平均と標準偏差を示す。6

月はグラフから、膝-踵、腰共に偏差は大きく変化が見られない。表からは、どちらも平均値は大きい標準偏差は8月、10月よりも低いことが分かる。8月は膝-踵の偏差は回数毎に減少した。腰-ハードルの偏差はあまり変化がなかった。10月は、膝-踵は3回目以外は回数毎に減少し、8月を下回っている。どちらも平均値は、5.82 cm、20.42 cm、標準偏差は、34.8 cm、1.64 cm減少した。12月は全て過去3回の偏差を下回っている。10月よりも平均値は約8.5cm、標準偏差は約8 cm減少し、全ての項目で測定値が改善した。

4. 結言

被験者はハードル初心者であるが短期間で膝と踵の偏差の差分が小さくなり、腰の偏差も安定した。この結果から、初心者のハードリング技術の向上について簡易的な定量評価が可能になったと考えられる。今後の課題としては、項目(c)の検討、計測部分の追加、被験者へのフィードバック方法の検討が挙げられる。

文献

- [1] 小松茂美, “陸上競技”の指導について-ハードル編-, 松本大学研究紀要第15号, 2017,
- [2] 内藤州, “デプスカメラを用いたハードル走の動作解析-”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文, 2021,

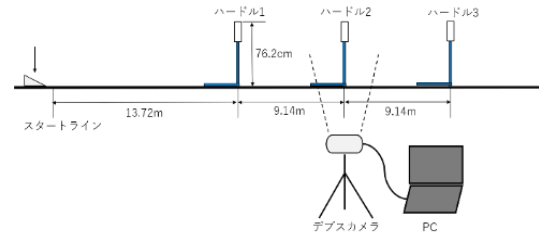


図1 計測環境

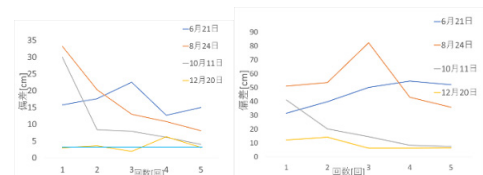


図2 膝-踵の偏差

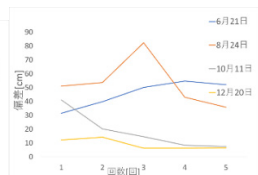


図3 腰-ハードルの偏差

表1 膝-踵の平均値と標準偏差

月	6月	8月	10月	12月
平均値(cm)	16.72	17.08	11.26	3.58
標準偏差(cm)	3.29	9.02	9.44	1.46

表2 腰-ハードルの標準偏差と平均値

月	6月	8月	10月	12月
平均値(cm)	45.62	53.14	18.3	9.00
標準偏差(cm)	8.67	15.86	12.22	3.45

押出型鍛造によって成形した TCP/PLA 骨固定スクリューの 分子配向に及ぼす成形条件の影響

Effect of Molding Condition on Molecular Orientation of TCP/PLA Bone Fixation Screw
Molded by Extrusion Die Forging

17402 荒川 陸
指導教員 坂口 雅人

1. 緒言

骨折治療には高い強度と柔軟性を持つチタン合金やステンレスなどの金属製の骨固定デバイスが用いられている。しかし金属材料は体内で炎症を引き起こす可能性がある。そこで本研究では生体吸収性のポリ乳酸 (PLA) とリン酸三カルシウム (TCP) の複合材料 (TCP/PLA) に注目した。PLA は加水分解し、分解生成物は完全に代謝される^[1]。一方で、TCP は破骨細胞に吸収され新生骨に置換される。これらの複合化により生体吸収性及び骨置換性を持つ複合材料となることが期待できる。しかし TCP/PLA 複合材料は強度が低い。そこで、力学的特性を向上させるために、鍛造による分子配向に注目した。

本研究では TCP/PLA 複合材料の分子配向に及ぼす鍛造における成形条件の影響の解明を目的とする。このために延伸比と TCP 含有率を変化させて押出型鍛造によってスクリューを成形し、配向係数及び結晶化度を調査した。

2. 方法

2. 1. 成形方法

PLA は武藤工業製、MAGIX-PLA-17CL, TCP は富士フィルム和光純薬製、032-10855 を使用した。TCP の質量含有率は 0 mass%, 15 mass%, 30 mass% とした。単軸押出混練機 (井本製作所, PPKR-mini) を用いて PLA と TCP を混練し、同時にキャスト成形した。混練条件はホッパ部温度 145°C, 胴体及び製品温度 200°C, 回転速度 100 とした。成形したビレットを 130°C に加熱して 10kN の押切荷重を加えることで押出型鍛造を行った。押出鍛造したスクリュー (Drawing) の寸法は M6 長さ 35 mm であった。なお、キャスト成形により直接成形したスクリューを Casting, 押出型鍛造と同じ熱を加えたスクリューを Annealing と定義して Drawing と比較した。

2. 2. DSC 試験

示差走査熱量計を用いて結晶化度を調査した。結晶化度 X_c は(1)式より求めた。このとき、融解ピークの吸熱量 ΔH_m , 結晶化発熱 ΔH_c , 完全結晶の融解熱 $\Delta H_m^0 = 135 \text{ J/g}$ ^[2], 質量含有率 W_{TCP} とした。

$$X_c = \frac{\Delta H_m - \Delta H_c}{\Delta H_m^0} \times \frac{1}{1 - W_{\beta-TCP}} \times 100 [\%] \quad \dots (1)$$

2. 3. FTIR 試験

全反射測定装置を取り付けたフーリエ変換赤外線分光測定 (FTIR) により配向係数を決定した。

配向係数を (2) 式より求める^[3]。このとき赤外二色比 D , 分子鎖が完全に延伸軸を取ったときの二色比 $D_0 = 0$ である^[4]。

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

3. 結果と考察

各成形条件で成形された TCP/PLA スクリューの結晶化度と配向係数をそれぞれ図 1 と 2 に示した。図 1 より熱処理及び延伸処理により結晶化度は増加した。これより、押出型鍛造による結晶化は分子配向よりも加熱の方が支配的と考えられる。図 2 より延伸処理は配向されなかった。これは押出型鍛造では様々な方向に配向したためと考えられる。これらより熱処理が配向係数を向上及び結晶化させるのに優れている。

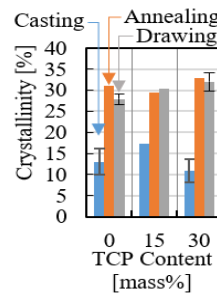


図 1 TCP/PLA 複合材料の結晶化度の比較

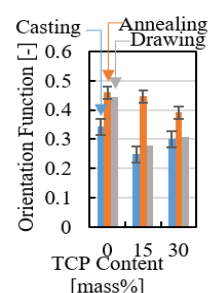


図 2 TCP/PLA 複合材料の配向係数の比較

4. 結言

結晶化及び配向係数を向上させるのは、押出型鍛造するより熱処理した方が優れた特性を与えられる。

文献

- [1] 辻秀人, 筏義人, “ポリ乳酸—医療・製剤・環境のために—”, 西口守, (株)高分子刊行会, (1997), pp. 1-16.
- [2] T. Miyata, T. Masuko, “Crystallization behaviour of poly(L-Lactide)”, Polymer, 39 巻 22 号(1998), pp. 5515-5521.
- [3] R. J. Samuels, “Morphology of deformed polypropylene. Quantitative relations by combined x-ray, optical, and sonic methods”, Journal of Polymer Science Part A, 3 巻 5 号(1965), pp. 1741-1763.
- [4] D. Sawai, K. Takahashi, A. Sasashige, T. Kanamoto, S. H. Hyon, “Preparation of Oriented β -Form Poly(L-lactic acid) by Solid-State Coextrusion: Effect of Extrusion Variables”, Macromolecules, 36 巻 10 号(2003), pp. 3601-3605.

運動休憩中の生体信号についての一考察

A Study on Biological Signals during Exercise Break

17403 伊藤幸輝

指導教員 富田雅史

1. はじめに

スポーツの成果に感情という要素が関わってくることは妹尾らによって論じられている[1]。スポーツを行う場合、必ず休憩をとる。その間、プレイヤーは感情のコントロールを行うものと考えられる。本研究では、スポーツの合間の休憩に着目し、これまで開発を行ってきた情動測定器が休憩時の情動測定への適用の可能性を探ることを目的とし、ユニオンツール社の「My Beat」をベンチマークとして検討を行った。

2. 測定について

情動測定器は人間の発汗の精神性発汗[2]による皮膚コンダクタンス反応(SCR)を測定する。これはヒトの心理的な緊張状態が反映されていると報告されている[2]。一方、人の心拍の間隔 RRI を解析し、周波数解析して得られる周波数成分の割合 LF/HF でストレス度合いを評価する報告がされている[3]。本研究では、ユニオンツール社の「My Beat」を用いて LF/HF を解析し、先行研究で開発した情動測定器との結果を比較する。

3. 検証方法

計測は測定器の都合から安静状態が望ましい。そこで被験者に対して緊張をどう与えるか検討が必要となる。本研究では、スポーツを行うと緊張状態が生じると仮定し、合間の休憩時間に安静状態を作りだし、計測器を取り付け、計測することで検証を行った。

測定の流れを図 1 に示す。緊張を与えるため 50m 走を行い、繰り返し継続した運動が情動に影響を与える可能性も視野に入れ、シーケンスを合計 3 セット行った。

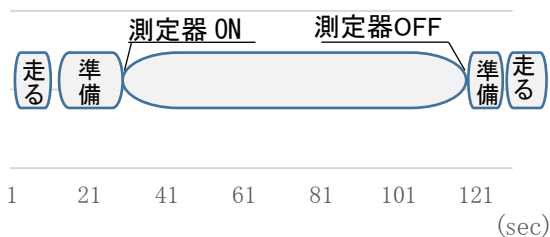


図 1 測定シーケンス

4. 結果

測定は 2 名を被験者として行った。情動測定器による SCL の測定結果を横軸を時間[sec]と

して図 2 に示す。LF/HF は被験者 1 が 0.48、被験者 2 が 0.42 となった。

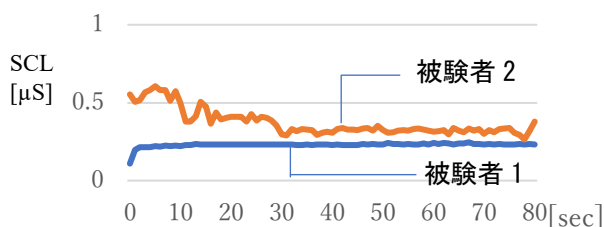


図 2 SCL の測定結果 (1 シーケンス目)

5. 結論

図 2 から、被験者 1 は SCL の変動が少ないのに対して被験者 2 は変動が多い。両者を比較すると被験者 2 の方が緊張状態にあることが示唆された。LF/HF の結果から被験者を比較すると被験者 1 の方が若干大きな数値である。これは、被験者 2 の方が緊張している事が示唆されている。したがって、いずれの測定器においても緊張状態を判別できる可能性が示唆されていると考える。

以上のことから、本研究で提案したシーケンスは運動における緊張を測定する手段として有益だと考える。

6. 今後の予定

今回は被験者 2 名で測定シーケンスおよびデータ処理の検討を行った。今後は被験者の増加、検討を与え、生体信号から得られる情報について明らかにしたい。

文献・引用元

- [1] 妹尾江里子, “筋パフォーマンス感情イメージの効果について”, 成城文芸, 2003 年, pp94-72
- [2] 看護 roo!, “発汗・体温とその調整”, <https://www.kango-roo.com/learning/2301/>, 2021 年 7 月
- [3] 梅沢章男, 黒原彰, “バイオフィードバック指標としての皮膚コンダクタンス変化と皮膚電位活動の比較”, バイオフィードバック研究, 1994 年, pp29-34
- [4] 藤原幸一, “ヘルスマニタリングのための心拍変動解析”, システム/制御/情報 Vol.61, 2017 年, pp381-386

解析的シミュレーションによる模型回りの超音速流の可視化

Visualization of supersonic flow around the model by analytical simulation

17406 大塚 聖
指導教員 廣瀬 裕介

1.背景

現在, 超音速旅客機関係の研究が盛んに行われている. 超音速流を発生させる実験は大きい設備や事前の準備が多くなるだけではなく, 流れの観察可能な角度に限りができてしまい, 全容解明を実験のみですることは困難である. また, 流動時間などが非常に短いため計測そのものが難しい. そこで, 本研究では超音速流のシミュレーションの実施を計画した. 具体的には, 超音速流中に設置した模型の周りの流れの可視化を目的としており, 最終的には衝撃波角の理論値との比較も検討している. 本稿では, 五角柱周りの超音速流を解析し, その結果を示すことを目的とした.

2.解析方法および条件

解析前に FreeCAD を使用し, 円錐の代用として五角柱の設計を行う. また, 五角柱の他に翼型の設計も行った. 境界条件はウェブベースの OpenFOAM 用プリプロセッサと各フィールドファイルで行う. なお, 図 1 は五角柱の寸法, 図 2 は解析対象(流路と模型)の概要である. 表 1 には境界条件を示す. 翼型の流路と模型は中間発表の概要に記述しており, 本稿では省略する. 解析用ソルバは rhoPimpleFoam を使用する.

3.結果

図 3 は高圧部圧力を 0.5, 0.7, 0.9MPa, 低圧部圧力を 0.1MPa とした場合の流動開始から 0.01 秒後の解析結果を示している. 高い圧力は赤色, 低い圧力は青色で示されている. 図 3 より五角柱の先端から付着衝撃波, 後端から膨張波が発生していることが確認できる. 表 2 は図 3 で計測した衝撃波角(黒の点線から黄色の実線までの角度)とその理論値, 誤差率, マッハ数を示す. 表 2 より高圧部圧力が 0.9MPa と 0.7MPa の場合, それぞれ 6.4% と 7.3% の誤差率が発生した結果となった.

4.結論

翼と五角柱周りの超音速流についてのシミュレーションを OpenFOAM にて実施した. その結果として, シミュレーション結果を ParaView により可視化することができた. また, 衝撃波角を理論値と比較し, 解析的シミュレーションの整合性を比較したところ, 最大で 7.3% の誤差があることが確認された.

文献

- [1] 春日裕, 今野雅 “OpenFOAM による熱移動と流れの数値解析”, 森北出版株式会社,(2016)
- [2] 林真, “はじめての ParaView”, (2014)
- [3] “NACA 翼型三次元モデル生成概要 - 計算工学ナビ”

(http://www.cenav.org/wing_conv/)

[4] XSim (<http://xsim.work>)

[5] E.ラサクリシュナン, 鈴木宏二郎, 久保田弘敏, “圧縮性流れの理論”,丸善株式会社,(2008)

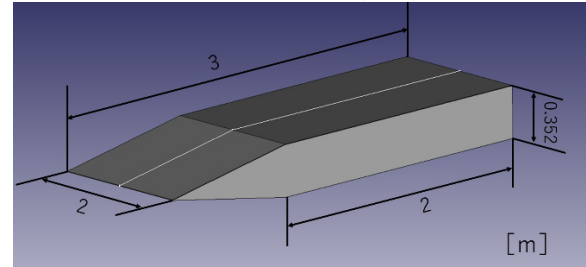


図 1 五角柱の寸法

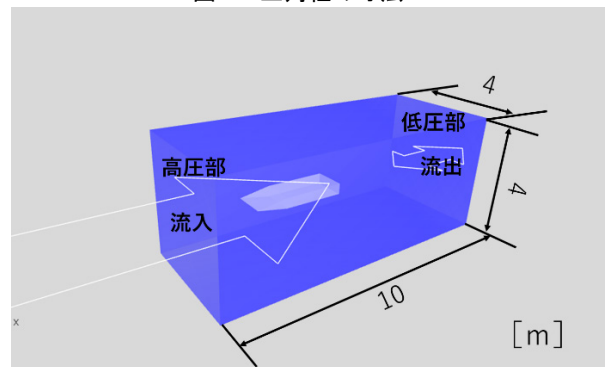
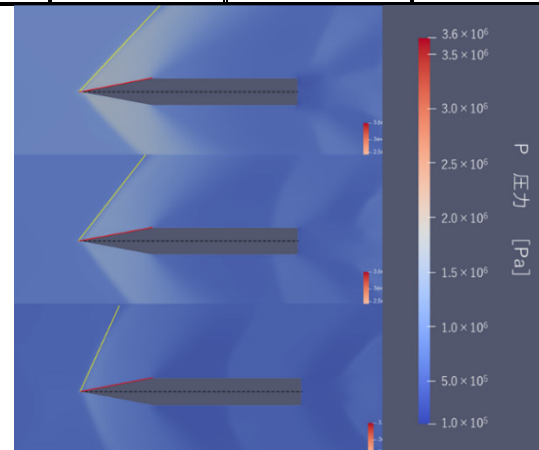


図 2 解析対象の概要

表 1 境界条件

流れ	非定常	高圧部圧力	0.9,0.7,0.5 MPa
流体	空気	低圧部圧力	0.1 MPa
密度	1.293 g/cm ³	周りの壁	静止壁



(上から高圧部が 0.9, 0.7, 0.5 MPa)

図 3 圧力の解析結果

表 2 測定結果

高圧部圧力 [MPa]	マッハ数 [-]	測定値 [°]	理論値 [°]	誤差率 [%]
0.9	1.70	44	47	6.4
0.7	1.52	51	55	7.3
0.5	1.35	62		

自律走行車を用いた投擲補助システムの検討

A Study of a Throwing Aid System Using Autonomous Vehicles

17407 大森 耀裕

指導教員 吉田 将司

1. はじめに

近年、トヨタ自動車が開発したように、小型自律走行車の実用化に向けた研究が盛んである[1]。本研究でも補助員の削減や実用化に向けて、自律走行車による投擲補助システムについて研究してきた[2]。しかし、一昨年度の研究では測位精度[2]、昨年度の研究ではシステムの複雑化と機体の制御が不十分だという課題があった[3]。本研究では高精度測位法である RTK 測位法を用いて、機体の更なる高精度誘導と速度・方位制御を目指す。また、完成した機体を用いて、遠隔で開催の GPS ロボットカーコンテストに出場した。

2. 研究内容

自律走行車に実装する前に、単独測位と RTK 測位の精度差比較のために校舎周辺における移動体の実験とグラウンドの受信強度確認実験を行った。単独測位とは、1つの受信機で複数の衛星から信号を受信し位置を算出する手法である。RTK 測位とは、基地の地点である基準局と未知の地点である移動局の 2 点間で情報をやり取りして測位精度を高める手法である。基準局から補正データを送信し、移動局で受信後、測位計算を行うことにより、数 cm の誤差にすることが可能である。基準局は本校北側校舎 3 階の窓側に設置し、基準局からの補正送信データには Xbee を使用した。実験場所はグラウンドのサッカーコートである。サッカーコートの右端から約 3[m] 間隔で左端まで計 12 往復した。図 3 に本研究で製作した自律走行車を示す。機体のアルゴリズムとしては GPS から得た位置情報を Arduino で計算し、目的地までの距離を算出して、その情報をもとに目的地に移動する。

3. 実験結果

図 1 は、校舎周辺における測位結果を示す。左側の画像は単独測位、右側の画像は RTK 測位結果を Google earth 上で表したものである。両者を比較すると、単独測位よりも RTK 測位の方が実際に歩いた道路に対して測位点の振れ幅が少なく、優れていることがわかる。ただし、校舎南側では補正データが受信できなかったため、RTK 測位ではなく単独測位となっていた。図 2 は、測位方式の分布と測位結果より推定される Xbee の受信強度をサッカーコートに対して区画で分けたものである。Fix 解率は 65.5[%]、Float 解率は

31.4[%]、ディファレンシャル率が 1.6[%]、単独測位率が 1.5[%]となった。この実験結果より、サッカーコートの右側中央寄りの区間の受信強度が少し弱いことがわかった。

自律走行車に関しては 8 の字走行を試したが、モータが正回転と停止を繰り返し理想的な走行ができなかった。また、ロボットカーコンテストは殊勲賞取得に終わった。



図 1 校舎周辺の測位結果

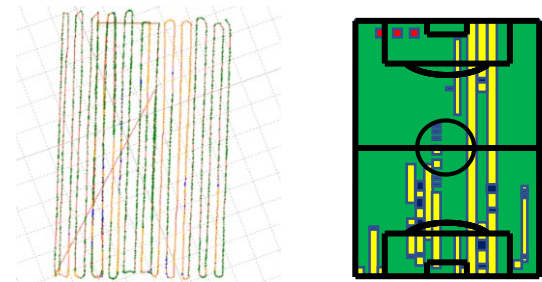


図 2 受信強度実験結果



図 3 製作した自律走行車

4. まとめ

RTK 測位の精度を確認し、グラウンド内の使用可能範囲が明らかとなった。しかし、自律走行車を用いて投擲物を運搬するという本来の目的は達成できなかった。今後はプログラムの問題を解決し、走行試験を実施する予定である。

文献

- [1] 久米 秀尚, 『東京五輪でハンマー運ぶ、トヨタの自律走行ロボット「FSR」』, 日経 xTECH/日経 Automotive, 2019 年 7 月 22 日
- [2] 西 亮介, 吉田 将司, “小型自律走行車を用いた投擲補助システムの検討”, 測位航法学会全国大会, No.5, 2019
- [3] 吉野 伶弥 “自律走行車の高精度誘導に関する検討”, サレジオ高専卒業論文, 2020

光学測定による果実収穫時期推定の検討

Study on Estimation of Fruit Harvest Time by Optical Measurement

17408 小川拓道
指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒言

近年、農業従事者の担い手不足により ICT やロボット AI などを活用した「スマート農業」が注目されている[1]。例えば、果実の収穫時期を推定するには農家の経験に依る部分が大きいですが、果実の熟度に応じた色彩の変化や糖度を数値化出来れば、経験の浅い作業員やロボットによる収穫が可能となる。特に色彩の変化を検出する手法は、色覚異常の作業員を支援する技術としても期待できる。一部の果実は熟したときに、表面にブルームと呼ばれるロウ状の物質が付着する。私はブルームの有無によって光の反射率が変化すると考え、収穫時期が推定できると予想した。私が所属する研究室では、独自に開発した小型簡易分光反射率測定器を用いてポトスの葉の表面の反射率スペクトル測定を行い、色彩を数値化することに成功している[2]。

本研究では、小型簡易分光反射率測定器を用いて、農作物の色彩や糖度を推定する手法を開発することを目的とする。本稿では、ブルームを持ち、入手性が高いブドウを用い、ブルームの有無による収穫時期の推定の可能性を検討した結果について報告する。

2. 方法

・2.1 試料の準備

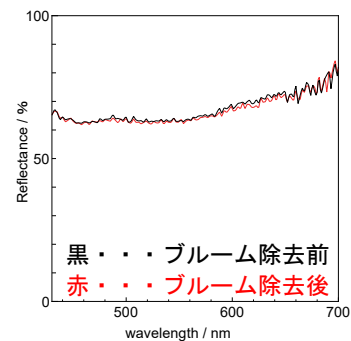
本研究では市販のブドウを使用し、反射率スペクトルの測定を行った。ブルームが付着したブドウと、ブルームを除去したブドウの反射率スペクトルの比較を行う為に試料を2種類用意した。赤ブドウと白ブドウをそれぞれ2つのグループに分け、そのうち半分をアルカリ性である重曹水溶液に浸した布で拭くことによってブルームを除去した。

・2.2 小型簡易分光反射率測定器による反射率スペクトル測定

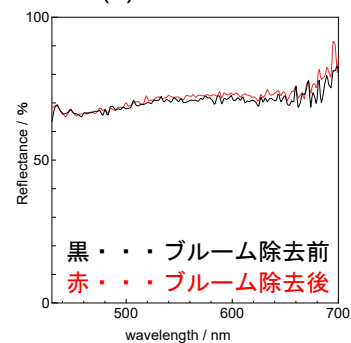
小型簡易分光反射率測定器を使用してブドウ表面の反射率スペクトルを測定した。球体を測定するためのアタッチメントを3Dプリンターで製作した。3DCADソフトの一つである Inventor を使用して設計を行った。Flashprint でデータを Gコードに変換し、3Dプリンターに転送した。製作したブドウアタッチメントにブドウを設置し、小型簡易分光反射率測定器を用いて反射率スペクトルを測定した。測定波長領域は340~850nmとした。

3. 結果

図1に赤ブドウと白ブドウにおけるブルーム除去前後の反射率スペクトルを示す。縦軸が反射率、横軸が波長である。赤ブドウ、白ブドウいずれもブルームの有無による反射率スペクトルの変化は確認できなかった。一方、赤ブドウと白ブドウのスペクトル形状には違いが見られた。反射率スペクトルからブルームの有無を検出することは困難であることがわかった。



(a) 赤ブドウ



(b) 白ブドウ

図1 ブドウ表面の反射率スペクトルの比較

4. 結論

本研究では、ブドウを用いて果実の収穫時期の推定の検討を行った。小型簡易分光反射率測定器を使用してブルームが付着したブドウとブルームを除去したブドウの反射率スペクトルを測定し、比較を行った。両者の反射率スペクトルの有意差は確認できなかったため、この方法では収穫時期の推定は困難であることがわかった。しかし、本実験では、ブルームを除去しきれていない可能性もある。よってブルームを除去する方法を更に検討する必要がある。

参考文献

- [1]「スマート農業の展開について」農林水産省 HP より,(2020)
[2]樋口凱斗「小型簡易分光反射率測定器の製作」,サレジオ工業高等専門学校,(2019)

大豆と二条大麦を対象とした湿害モニタリングの検討

A Study of Moisture Damage Monitoring for Soybeans and Niho Barley

17409 尾本 一樹
指導教員 吉田 将司

1. 背景

近年日本において米消費量が減少傾向にある[1]。そこで転作作物として大豆や麦などが着目されている。しかし畑に直接蒔く作物は湿害により種の2,3割が蒔き直しとなる。さらに発芽の確認は目視で行っており、蒔き直しの判断が遅れる問題がある。そこで農場の温湿度、土壌中の水分量を可視化する湿害モニタリングシステムを用いることで蒔き直し時期を定量化する。これにより、農業に新規参入した人でも収穫量が増加し、効率的な栽培が期待できる。本研究室では、2019年から土壌水分センサの研究を行っており、現在はM5Stickと土壌水分センサ及び温湿度センサを用いた湿害モニタリングシステムの開発を行っている[2][3]。

本稿では、まず湿害モニタリングシステムを製作した。次に温湿度と土質の条件が一定とした場合において水分量が作物の発芽に与える影響及び、時間経過による土壌水分量の変化を調査した。

2. 方法

図1は本研究で使用するシステム構成図を示す。マイコンにM5StickCを用い、ノードから基地局に向けLoRaでデータを送信した。またセンサは静電容量式センサを用いた。基地局に送られてきたデータはWi-Fiを経由してGoogleドライブのスプレッドシートに表示する。次に土壌の種類別による土壌水分量の違い、電圧値からの水分量の算出について調査した。培養土、鹿沼土、農場の土、配合土(赤玉土6:腐葉土3:鹿沼土1)の4種類の土の土壌水分量を観測した。土壌の重量は1kg、水を重量比10~60%の割合で変化させ計測した。一回の計測時間は30分、データの送信間隔は1分間とする。取得したデータは日時、温湿度、気圧、4つの土壌の土壌水分量である。

3. 結果

図2に4種類の土壌による水分量の測定結果を示す。図2より、鹿沼土と培養土は出力電圧に違いはあるが、どちらもほぼ線形的に変化している。また、農場の土と配合土は30%以降、出力電圧が大きく低下している。鹿沼土、培養土は60%以上でも冠水せずに保水されていた。農場の土は50%の時点で完全に冠水した。

4. 結論

図1より静電容量式センサを用いて取得したデータをLoRa通信で基地局に送り、Googleス

プレッドシートに表示させることでスマホやPCからデータを確認させることが可能になった。図2より4種類の土壌を測定した結果、土壌ごとの特性が異なることがわかった。このことから共通した計算式による土壌水分量の算出はできないと考えられる。また鹿沼土は酸性、赤玉土は弱酸性であるため培養土は酸性、農場の土は弱酸性であると考えられる。このことからpHの測定も必要であるといえる。

5. 今後の予定

今後は数種類の土壌に種を植え水分量ごとによる発芽率の調査、また結論からpH計の追加も検討する。最後に農場にて実地試験を行う予定である。

文献

- [1] 農林水産省 コメをめぐる関係資料
<https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/syokuryo/210226/attach/pdf/index-36.pdf>
- [2] 澤田陸志,“遠隔地での運用を想定した土壌水分浸水センサシステムの検討”,八王子コンソーシアム D124 (2020)
- [3] 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)

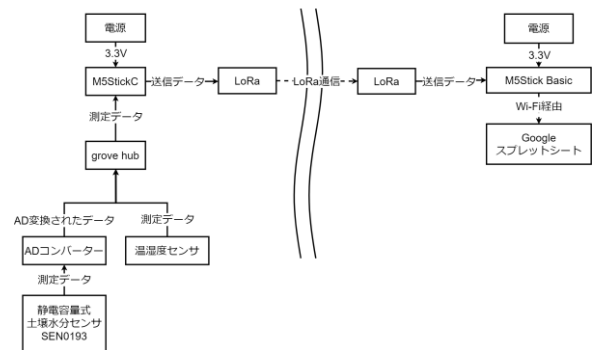


図1 システム構成図

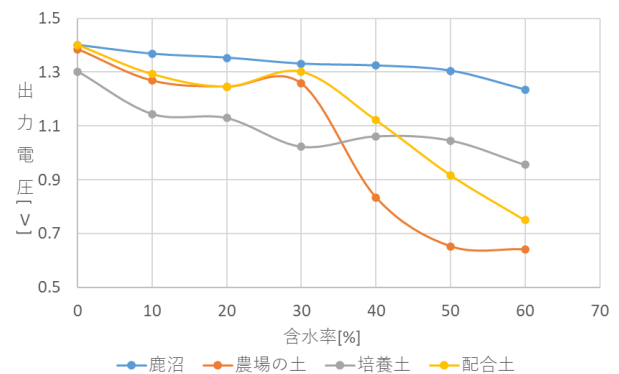


図2 4種類の土壌による水分量

沿岸センサネットワーク可視化システムの検討

A Study of Coastal Sensor Network Visualization Systems

17410 川島 爽義
指導教員 吉田 将司

1. はじめに

本研究室では、2009 年度より多点多層リアルタイム海洋観測システムである、「沿岸センサネットワーク」の開発を行っている[1]。「沿岸センサネットワーク」を用いて山口県周防大島町にある大島商船高等専門学校付近において多点多層の水温を観測し、Google Earth で水深別温度分布グラフとして可視化するシステムを開発してきた[2][3]。しかし、Google Earth では画像の組み合わせを制作して表示しているため多点多層に対応していない。更にデータを手動でセットする必要があるため、リアルタイムでデータ表示ができないという課題を抱えていた。また、過去データとの相関性を見るにはデータをダウンロードしてユーザがデータを加工する必要があった。本研究では、Google Earth に代わる多点多層に対応した深度別で可視化できるシステムとチャート表示システムについて制作、検討した。

2. MAP 表示システムの構成と特徴比較

図 1 は、今回検討した QGIS、Google java script、API、Maps SDK for Android を利用したシステム構成を示す。QGIS は、PC 用のフリーソフトであり、リアルタイムに GIS 上にデータを視覚化する。Google java script API は、スマホやパソコンから WEB にアクセスすることでマップ上にリアルタイムのデータを可視化できるシステムである。Maps SDK for Android では、サーバと通信をしてスマホアプリでマップ上にデータを可視化するシステムである。本稿では、上記のシステムをそれぞれ構築し、現在稼働している沿岸センサネットワークのシステムに組み込みリアルタイムのデータを可視化する実験を行った。

3. MAP 表示システムの結果

まず QGIS では、GUI 上で設定の変更が可能であり、温度を色の濃淡のあるカラーバーで表示することができた。また表示したカラーバーは、縦に並べることによって多層を表し、過去データとリアルタイムデータの表示を切り替えることができた。そのため、各ノードの移動状況の視覚化や多点に対応することができた。しかし、PC 専用であることや、初期設定が必要なこと、折れ線グラフのようなグラフが表示できず相関関係が見にくい、頻繁なデータ更新で PC に負荷がかかるという課題があった。

次に Google java script API では、WEB 上で色別にして多層を表現したデータをリアルタイムに表示することができた。また、WEB 上で動くため端末にとらわれず表示することができる。しかし、ライブラリをヶ月当たり 1000 リクエストするごとに 0.76 円の金額が発生することや、濃度別に色を

変えられない課題があった。

最後に Maps SDK for Android では、スマホアプリで Google MAP 上に簡単なセンサデータを表示できた。しかし、色別の表示やグラフ表示が出来ず、android にしか対応していないという課題があった。

4. チャート表示システム

チャート表示システムは、Chart.js というライブラリを用いて指定したノード・チャンネルのデータを折れ線グラフで実時間表示することができた。

5. まとめ

本稿では、チャート表示システムと MAP 表示システムを数値表示画面と併用できるようなシステムを新たに 3 種類制作した。新しい MAP 表示システムでは、数値表示画面と併用できるようになった。さらに、リアルタイムでの表示やホームページ上で見える化したため端末での制限を受けなくなり、基地局や使用者のパソコンに画像を呼び出す処理や KML ファイルに変換する負荷が不要になった。3 種類のシステムを制作して動作を比較した結果、QGIS はカラーバー表示ができるため PC 用とし、Google java script API をサーバに組み込み運用することとした。今後は、本システムを GAS(Google App Script)への移行等を検討する必要がある。

文 献

- [1] 吉田将司, 千葉元, 北條晴正, 安田明生, “沿岸環境観測ネットワークの基礎的検討”, サレジオ工業高等専門学校研究紀要 No35, p77-p81, (2009)
- [2] 菊地将矢, “沿岸センサネットワークによる周防大島の観測”, 八王子コンソーシアム要旨, C113-p36, (2019)
- [3] 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”, 八王子コンソーシアム要旨 B113-p66, (2017)

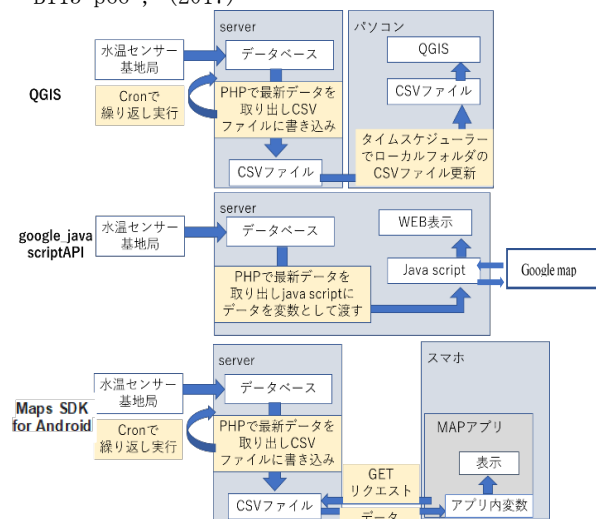


図 1 各システムの構成図

第 6 回廃炉創造ロボコンのロボット開発～電源回路～

Development of a Robot for “The 6th Creative Robot Contest for Decommissioning”
- Power Supply Circuit -

17412 気仙 龍ノ介
指導教員 富田 雅史

1. 緒言

本研究室では本年度開催される第 6 回廃炉創造ロボコンに出場する。第 6 回廃炉ロボコンは日本原子力研究開発機構と廃止措置人材育成高専等連携協議会が主催する行事である。我々は高専 4 年間で得た知識経験をもとに社会の問題を解決に導くことを目的として、今大会に出場する。ロボット開発はプログラム、コントローラー、機体、電源回路の 4 つに役割を分担した。本論文では電源回路について報告する。

2. 課題概要

今大会は福島第一原子力発電所原子炉建屋内における高線量エリアの遠隔高所除染を想定した競技である。高さ 2700mm、幅 1000mm の壁の上部が汚染されており、その部分を除染する。第 6 回廃炉創造ロボコンでは壁上部の模造紙(縦 788mm、横 1091mm)をペンで塗りつぶすことがミッションでその精度と効率が評価される。ロボットは幅 2000mm の通路を走行できる大きさに収める必要がある。高さは走行時 1700mm 以下、重量と停止時の高さは無制限、競技時間は 10 分である。図 1 に移動ルートを示す[1]。

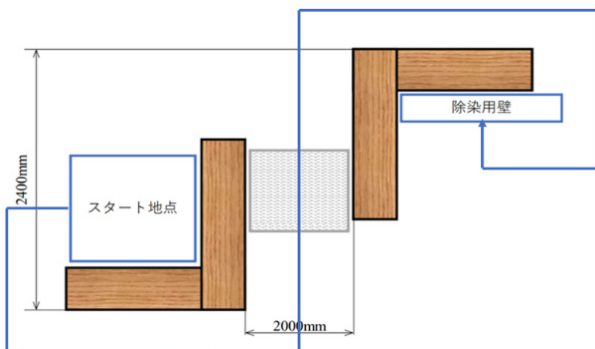


図 1. 移動ルート

3. 電源回路の設計

開発するロボット本体に動力バッテリーを搭載せず、操縦エリアから電力供給する構想とした。これは、ロボットが動作しないなどの非常時には動力カットが可能な電源回路構成を検討した結果である。この場合、供給電線延長による動力の電圧降下が問題となる。その対応策として AC100V を供給し、電圧低下を考慮した AC/DC コンバータをロボット本体に搭載して動力の安

定供給を行う構成とした。表 1 はロボット機体における各要素の電圧仕様である。ロボットの各モーターにおける電力供給を図 2 のブロック図に示す。

表 1. ロボットの電圧仕様

機能	型番	定格電圧
モータードライバ	MD20A	6V～30V
ステッピングモータ	CSA-UP60D3	24V
高出力モータ	RS775GM104	18V
モータ	RS555	12V

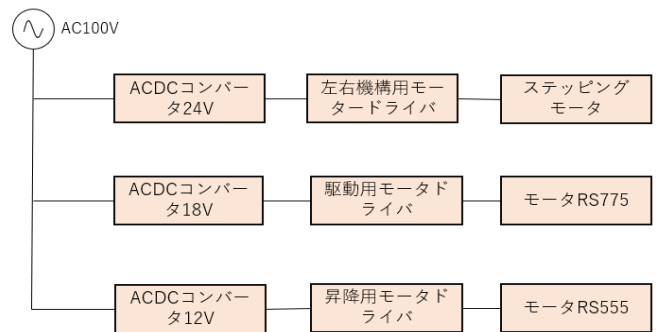


図 2. 電力供給のブロック図

4. 結言

大会前にステッピングモータが故障してしまい昇降機構では、代わりに RS555 を使用した。本大会では PWM の値を小さくしすぎてロボットを動かすことができなかった。

5. 今後の展望

本大会ではロボットを動かすことができなかった要因として PWM 制御ミス、電流不足、メカナム周りのメンテナンス不足等があげられた。それらの修善・改善である。

参考文献

- [1] きらめく若い想像力で廃炉ロボットの未来を切り拓こう！, <https://fdecomi.fukushimanct.ac.jp/index.html>, (参照 2022-01)

GPS 受信機を使用した時刻同期型運動解析システム -遠隔制御型システムによる運動解析-

Time-Synchronize Motion Analysis System Using GPS Receivers
Motion Analysis according to Remote Control Type System

17413 黒川優真
指導教員 吉田将司

1. 緒言

運動解析は、人の各点に動作が加わった際、座標値の変化等から対象の動きを評価する処理技術である[1]。近年、スポーツ分野においてプロや実業団、大学等で選手の技術向上を目的とした運動解析が普及してきている。しかし、運動解析は簡単に導入することができない。理由は、運動解析には「動作解析システム」が必要になり、その価格が高額なためである。そこで、本研究は安価で且つ正確に動作解析を行うシステムを製作し、運動解析の導入に貢献することを目標とした。昨年度の研究で、「遠隔制御システム」とGPSを用いた「観測装置」を製作した[2]。しかし、観測装置で得られたデータは測位誤差が大きい等、問題が多く改善の必要ありという評価であった[3]。本稿は、動作解析システムの構築及び改善結果について述べる。

2. 概要

図1は、今年度実装した動作解析システム構成を示す。このシステムは制御装置・観測装置・検出装置の3つで構成される。

本システムによる計測手順を以下に示す。

- (1) 計測者が制御装置を始動させると、被験者に付けた観測装置に開始信号Sが送られる。
- (2) 観測装置が信号検知時にブザーを鳴らし計測開始。計測データはGPS受信機からSDカードへ保存される。
- (3) ゴールにある検出装置が被験者を検知すると制御装置に信号Eを送信。その後、制御装置は観測装置に終了信号Fを送り、計測終了。
- (4) 計測データから被験者の動作を解析する。

3. 問題点の改善結果

システムの動作試験を行った結果、以下の問題が発生した。

- ① 観測装置に6m以上の測位誤差がある。
- ② 被験者の計測時間が得られない。
- ③ 測定環境によって被験者が通過する前に計測が終了してしまう。

①は、昨年度のGPS受信機であるSparkFun GPS Dead Reckoning Breakout-NEO-M8U(Qwiic)(以降M8U)が原因であると考えた。そのため、今年度はGPS受信機をM8Uよりも精度の高いZED-F9P(以降F9P)に変更し、観測装置に組み込んだ。静止測量の結果、測位環境が良くない場

合においてもF9Pを用いることで、約3[m]の測位精度の向上が期待できることが分かった。

②に対しては、制御装置のプログラムを変更することで、「制御装置が開始信号Sを送信してから終了信号Fを受信するまでの時間」を被験者の計測時間として取得可能となった。

③の赤外線センサには、距離に応じて変化する出力電圧にしきい値を設定している。しきい値以下になると、検出装置が信号を送信し、計測を終わらせる。この狙いは、計測を遠隔で終了させることである。しかし、測定環境によっては出力電圧の上下が大きくなり、被験者が通過する前に計測が終了するという問題が起きた。改善策として、しきい値を4段階に増やし、測定条件によってその場で適切な値に変更できる機能を追加した。

動作解析システムの実装後、被験者を用意して実際にハードル走で運動解析を行った。その結果、計測手順に則ってのデータ取得に成功し、昨年度よりも被験者の動作を正確に記録することができた。

4. 結言

試験段階で起きた問題を改善し、動作解析システムを実装することができた。来年以降、更なる精度向上と加速度の同時取得が実現できれば、本格的な運動解析が可能になると考える。

文献

- [1]阿江通良, スポーツにおける動作分析の利用, 36 巻 9 号 p. 622-626 (1997)
- [2]田中来希, GPS 受信機を使用した時刻同期型運動解析システム - 遠隔制御型システムの構築 - サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2020)
- [3]町田有作, GPS 受信機を使用した時刻同期型運動解析システム - 観測装置の開発及び解析 - サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2020)

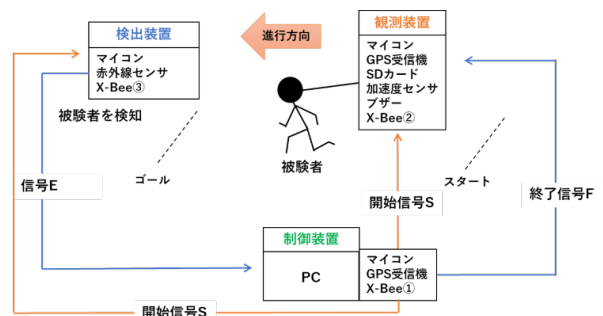


図1 今年度の動作解析システム

富山県入善町での高圧電線路の塔脚部分に記録された雷電流に関する研究

Research of Lightning Current at Tower Legs of High Voltage Distribution Line
in the Nyuzen Town, TOYAMA

17414 黒澤 海人
指導教員 伊藤 光雅

1. 緒言

残留磁化は、落雷時の地磁気特性を長期にわたって記録する。落雷時の状況を調べる有用な資料となる。落雷の際に生じる雷電流は、周囲に強い円周磁場を生じる。その際周囲の地表や物質は磁場により当時の地磁気を等温残留磁化として獲得する。等温残留磁化とは、温度が一定のもとで外部磁場を変化させることによって獲得する残留磁化である。また、落雷の雷撃点は雷電流により高温となるため、熱残留磁化を獲得する。熱残留磁化とは、磁場を加えながらキュリー点以上の温度から冷却されるときに獲得する残留磁化である。電流経路の特定は落雷時の磁化の方向が分かれば、図1の右ねじの法則より特定することができる。

酒井 他(1997)では、落雷における大地の帯磁調査が、残留磁化を用いた雷撃電流の流路を探る研究手法となることを明らかにしている。

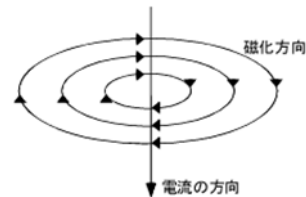


図1. 落雷時の電流と磁化方向の関係

本研究では塔脚部に設置した測定用サンプルを用いて雷電流の特性を解明する。サンプルは磁性鉱物を含む海砂、水、石膏を混ぜて固め、7cc キューブに入れたものである。サンプルに記録された残留磁化を解析することにより雷電流の特性と、地下を伝搬する迷走電流の解明を目的として実施した。

2. 実験方法

研究対象は、富山県内にある南福岡線 71 番である。研究方法は、以下の通りである。

- ①回収したサンプルは、測定時に汚れやごみが付着しないように洗浄した。
- ②磁化測定は、スピナー磁力計を用いて測定し磁化の偏角、伏角や磁化強度の情報を取得した。帯磁率計を用いて帯磁率も測定した。
- ③段階交流消磁(AFD)は、超伝導磁力計(SQUID)を用いて測定した。
- ④測定したデータは、ザイダーベルト図を用いて解析することで結果を得た。

3. 結果

図2は、NRM 測定結果から得られた南福岡線 No. 71, 塔脚部分の磁化方向である。磁化方向は反時計回りの円周磁場を確認した。

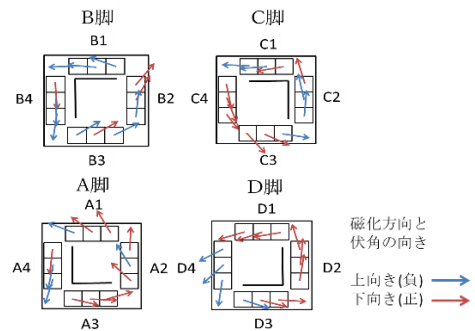


図2. 各塔脚の磁化方向

図3は、鉄塔の磁化強度である。各塔脚の磁化強度は、平均値で表すとA脚が3.66[A/m]、B脚が4.46[A/m]、C脚が5.92[A/m]、D脚が3.88[A/m]となった。左から磁化強度が強い順番に並べるとC→B→D→Aである。

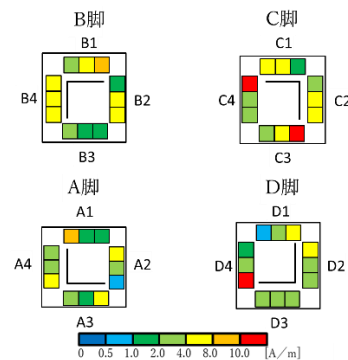


図3. 各塔脚の磁化強度

4. 結言

結果より、落雷は負極性の夏季雷であることが明らかとなった。磁化強度より、雷電流はC脚に強く流れている。

以上の結果より、本研究では残留磁化を用いた落雷の特性は明らかになったが落雷時の電流経路の解明は不十分である。そのため今後は調査範囲を広げてサンプルを取得し、迷走電流を調査する必要がある。

文献

[1]酒井英男, 他, “帯磁現象からみた雷撃電流経路の研究”, 電気学会論文誌 B, Vol. 117. No7 (1997) 1050

サレジオ高専周辺における LoRa 通信のカバレッジに関する研究 ～測定環境を考慮した調査実験～

Research on LoRa Communication Coverage Area around Salesian Polytechnic.
～Survey Experiment Considering The Measurement Environment～

17415 桑原 佑介
指導教員 三輪 賢一郎

1. 背景

近年、急速な IoT 化にとともない、あらゆるモノがインターネットに繋がる時代になっていく中で、LoRa[1]を代表とする低消費電力で長距離通信が可能な LPWA が様々な分野で注目されている。IoT 環境の構築にあたっては、予めその可用エリアを調査しておくことが重要になる。

昨年度実施したサレジオ高専周辺における LoRa カバレッジ調査では、基地局の設置場所や測定環境に不十分な点がいくつかあり、通信可能エリアを正確にとらえることができていなかった[2]。そこで本研究では、より正確なデータを得るために測定環境を改善して整え、有効なファクトデータを蓄積することを目的とする。

2. 方法

2-1 測定方法

本研究では、LoRa 基地局と LoRa 移動端末とを使用して、相互間の通信を確認することで実験を行う。移動端末には LoRa モジュールと GPS モジュールが搭載されており、移動端末の位置情報を基地局に送信する。基地局は移動端末から送られてくる位置情報を受信し、クラウドサービスである ThingSpeak[3]にデータがアップロードされる。その後、Google Earth[4]を使用して ThingSpeak に蓄積された位置情報を地図上にプロットすることで通信可能範囲を特定する。

2-2 実験条件

まず、基地局の設置場所を前回の中庭から校舎の屋上に移設した。移動端末の移動方法については、昨年度の自家用車から徒歩に変更した。今回の実験における拡散率は 12 とし、帯域幅は 125 [kHz]に設定した。なお、使用した機材は昨年度とほぼ同一のものであり、基地局は Dragino 社製の IoT ゲートウェイ LG01-JP、移動端末は LoRamini Dev である。アンテナは付属のもの他に 5dBi と 8dBi のものを新たに用意し、比較検証を行うこととした。

3. 結果

図 1 に昨年度のカバレッジ測定結果を示す。図 2、図 3 はそれぞれ 5dBi と 8dBi のアンテナを使用した測定結果である。今回の実験で通信が確認できた範囲は昨年度より 100 m ほど延びて、約 500m となった。5dBi と 8dBi の通信範囲はそれぞれ約 500m と 1.1km となった。

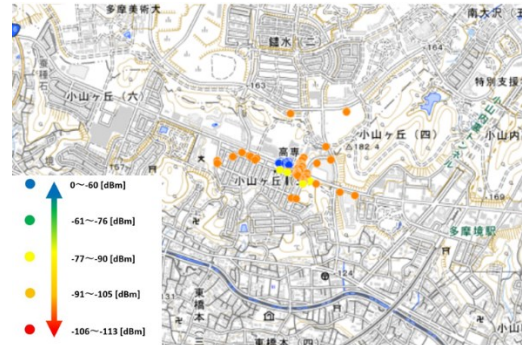


図 1 先行研究のカバレッジ調査結果

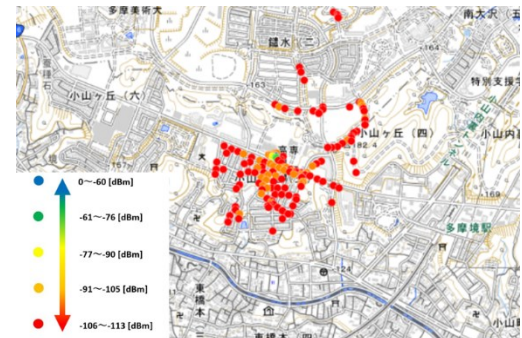


図 2 カバレッジ調査結果（アンテナ利得：5dBi）

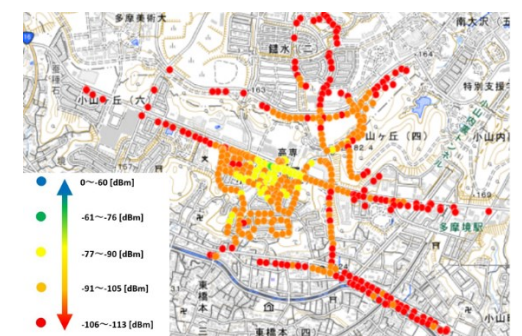


図 3 カバレッジ調査結果（アンテナ利得：8dBi）

4. 結 言

測定環境を改善したことにより、本校周辺における LoRa 通信が可能な範囲をより正確に特定することが出来た。また LoRa 通信は遮蔽物の影響を強く受けるが、アンテナの性能を上げることで通信範囲を広げられることも確認した。

文 献

- [1] LoRa Alliance. <https://lora-alliance.org/>
- [2] 吉田龍紀, "自営 LPWA 無線の小山ヶ丘地区周辺におけるカバレッジに関する研究 ～基地局の構築、運用～," サレジオ工業高等専門学校卒業論文, March. 2021.
- [3] ThingSpeak. <https://thingspeak.com/>
- [4] Google Earth. <https://www.google.com/earth/>

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

17416 小泉 朝陽

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。全盛期には様々な音源の録音に使用されており、その歴史的価値は高い。

SP レコードのジャンルに演説、講談などの「語りもの」を録音したものがある。それらは、SP レコード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場合が少なくない。よってそれら膨大な歴史遺産を文字の形で後世に残すためには、何らかの方法で文字起こしを実施する必要がある。また、このような歴史遺産のアーカイブ化事業は、その性質上、国の予算で対応せざるを得ず、人の耳による文字起こしでは時間、労力、コストともに割高となるため、極力コストがかからず、容易な方法の提案が必要である。そこで、本研究では、安価でコンパクトなシステム構成にて音声認識を実行し、SP レコードに遺された「語りもの」の文字起こしの可能性を検証する。

2. 方法

本研究では、音声認識エンジンには、オープンソースである Julius[1]を用いた。ハードウェアには安価でかつ小型の計算機である Raspberry Pi 4 を用いることとし、Julius を実装して使用した。また、音声認識に必要な音響モデル、発音辞書、及び言語モデルについては、Julius のディクテーションキットに同梱されているもの(国立国語研究所『現代日本語書き言葉均衡コーパス』(BCCWJ)ベースの言語モデル)を用いた。

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慮することとし、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。

$$\text{文字認識率} = \frac{\text{正解文字数} - \text{誤挿入文字数} - \text{誤削除文字数} - \text{誤置換文字数}}{\text{正解文字数}}$$

3. 結果

本実験で用いた音源は、「国立国会図書館デ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」(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。なお、認識実験はノイズ除去前とノイズ除去後の 2 つの音源に対して実施した。加えて、認識性能の比較対象として、YouTube の自動字幕付与機能を用いた認識実験を、ノイズ除去前の音源に対して実施した。

図 1 に各音声認識システムの文字認識率を、図 2 に各認識結果の誤認識文字数をそれぞれ示す。結果から、音源にノイズ除去を施すことにより認識率が 30%ほど向上することが確認できたが、Julius の認識精度は YouTube と比べて現状では著しく低精度であり、誤置換文字数も多いことが確認された。

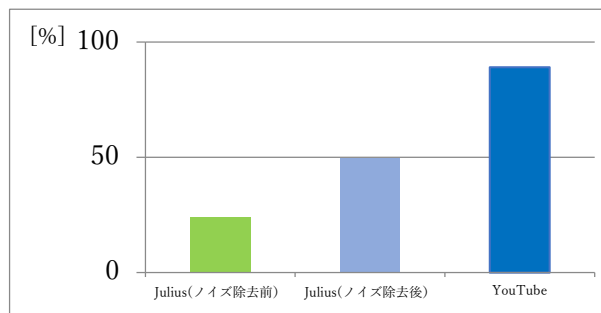


図 1 各音声認識システムの認識率

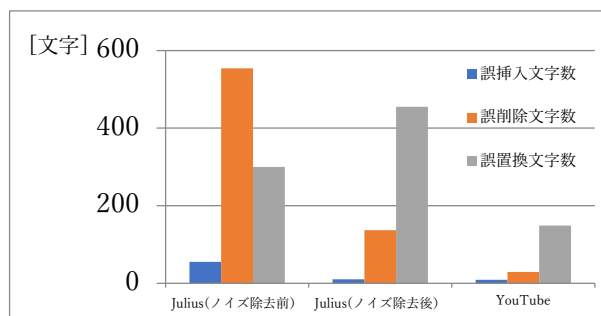


図 2 各認識結果の誤認識文字数の内訳

4. 結言

本研究では、安価でコンパクトな音声認識システムを構築し、SP レコードに遺された「語りもの」の文字起こしの可能性を検証した。結果から、音源にノイズ除去処理を施すことにより音声認識率がノイズ除去前と比べ 30%ほど向上することが確認できたが、提案システムの認識精度は YouTube の認識精度と比較した場合、現状では低水準であることが明らかとなった。

5. 今後の展望

認識精度向上を図るべく、ポップノイズの除去、異なる音源の使用、Julius 内の単語辞書への語句追加等を検討していく必要がある。

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「歴史的音源」」 Web サイト (<https://rekion.dl.ndl.go.jp/>)

第6回廃炉創造ロボコンのロボット開発～本体の開発～

Development of a Robot for “The 6th Creative Robot Contest for Decommissioning”

- Development of the Robot Body -

17417 古賀 豊
指導教員 富田 雅史

1. はじめに

廃炉創造ロボコンとは、日本原子力研究開発機構及び廃止措置人材育成高専等連携協会が主催する大会である。この大会は、ロボット製作を通じて学生に、廃炉に関する興味を持たせることと同時に学生の創造性・課題解決能力・課題発見能力を養うことを目的としている^[1]。筆者は、今年の3月に報道された除染のニュースや除染による常磐線の全線復旧を知り廃炉に興味を持ち、NHK ロボコンで身に着けた技術を生かすため参加を希望した。本研究では、大会に参加するロボットを開発することを目的としており、筆者は、ロボットの設計・製造を担当した。

2. ロボットの概要・設計

図1に本体のCAD図面を示す。設計ではCADソフトにAutodesk Inventor 2020を使用した。本体は、移動機構と昇降機構そして除染機構の3ユニット分けて設計を行った。

本体の部材には、アルミフレーム5シリーズ20mm×20mmを用いた。このフレームは、ブラケットがあれば組み立てができるため、各機構の取り付け、交換が容易となることから採用した。移動の方法として、直径が152mmのメカナムホイールを採用し、モータには、高トルクモータのRS-775GM104を採用した。

移動時の本体の大きさは、通路通過を考慮したサイズ1250mm×1250mm×1650mmとし、昇降機構を設けることで高所作業を可能にした。

昇降機構は、長さ1000mmのボールねじを2本使い、2段階で昇降する機構とすることで、高さ約1650mmから約3300mmまで展開可能とした。

また、除染機構では、ペンを左右に移動する機構に、プーリーの中心間距離を1100mmとしたタイミングベルトを採用した。この除染機構のフレームは、10mm×10mmのアルミ角パイプを使用して軽量化を図った。

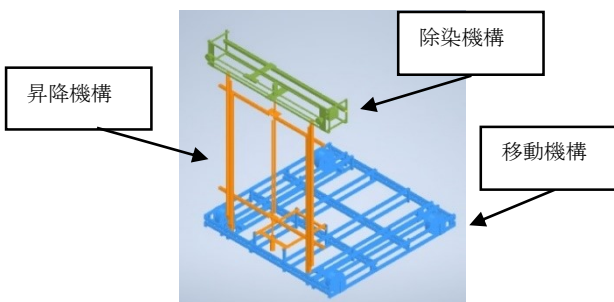


図1 ロボットのCAD図面

3. ロボットの回路構成

ロボットの制御系のブロック図を図2に示す。ロボットの信号はコントローラから送信された信号をメインのArduino1で処理して、移動機構、昇降機構、除染機構、センサを制御するArduino2～5に指令を出してモータドライバーやセンサを動作させる。これは、制御プログラムを単純化して開発時間削減をもくろんだ結果である。モータドライバーには、Cytron社製のMD20A、超音波センサには、SainSmart社製HC-SR04を使用した。

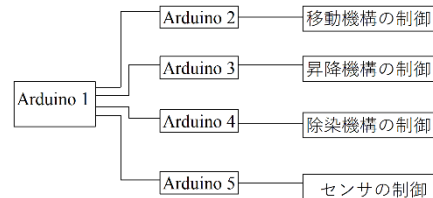


図2 制御系のブロック図

4. まとめ

図3に開発したロボットの外観を示す。開発したロボットは本体に汎用性がある部材を使用することで、調整に時間を要することなくメカナムホイールがすべて接地できた。このことから採用したアルミフレームは、ロボットの開発効率を向上できる可能性があることを確認した。

2021年12月11日(土)に日本原子力研究開発機構・楡葉遠隔技術開発センターにおいて開催された大会においては製作上の不備が原因で残念ながら課題を達成することができなかった。



図3 製作したロボットの外観

文献

- [1]廃止措置人材育成高専等連携協会“第6回廃炉創造ロボコン実施要項”(2021)
- [2]ミスミ“No.000841【部品組み合わせテンプレート】ベルト駆動による搬送機構”<https://jp.misumi-ec.com/ec/incadlibrary/detail/000841.html>(2021/10/16)
- [3]宇津木 諭、住野 和男、林 俊一“絵ときでわかる機構学”オーム社(2018)

IH クッキングヒータ使用時の騒音による脳波の変化

Electro Encephalographic Changes Due to Sound Noise During Use of IH Cooking Heater

17418 桜井 堅斗
指導教員 米盛 弘信

1. 緒言

近年、IH クッキングヒータ(以降、IH 調理器)が幅広く普及している。しかし、IH 調理器で鍋を加熱する際に約 100dB という非常に高い音圧レベルを有した可聴域外の高周波騒音が発生し、人に不快感を与えている事例が報告されている[1]。本研究では、IH 調理器の超音波暴露問題により引き起こされる不快感の軽減・改善案の提案を最終目的とする。評価指標は生体信号の中でも簡易脳波測定器で計測できる脳波に注目した。

本稿では、IH 調理器の騒音が人体へ与える不快感を定量化し、騒音と脳波の関係を明らかにする。

2. 実験で使用される簡易脳波計測器

本実験で使用される簡易脳波測定器は、Neuro Sky 社製の Mind Wave Mobile 2 である。本計測器は脳波の測定が可能であり、専用のアプリケーションを通すことで生波形の可視化と 8 つの脳波帯域への分類、およびそれらを元に独自のアルゴリズムで集中度/リラックス度の数値化を行うことができる。

3. 可聴域騒音により変化する脳波の測定

本実験の目的は、脳波の視覚化および評価指標の獲得である。スピーカから 10kHz-70dB の音を発し、途中で ON/OFF を切り替えて計 10 分間脳波の測定を行う。図 1 は測定可能項目である Attention/Meditation の結果である。図 1 より、スピーカから音を発した 5 分(300 秒)時点を境に Meditation が 30~40%程度低下した。Meditation は音による変化が得られることから、今後の実験における評価指標として使用できると判断した。

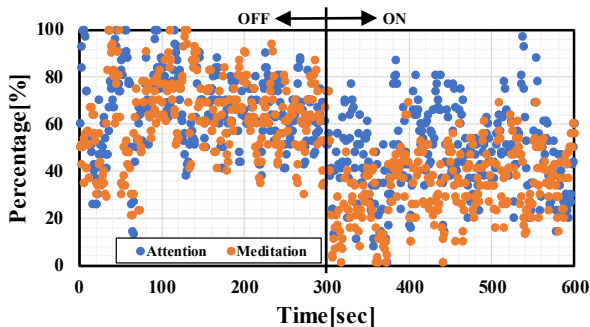


図 1 可聴域騒音を受聴した被験者の Attention/Meditation

4. IH 調理器の騒音により変化する脳波の測定

本実験では、実際に IH 調理器を使用して、脳波への影響を確認する。IH 調理器と鍋を使用し、加熱途中で ON/OFF を切り替えて計 20 分間、脳波の測定を行う。また、被験者の人数は男女 10 名である。図 2 は Meditation の測定データである。図 2 より、IH 調理器の電源を入れた 5 分(300 秒)時点

Meditation が 12%程度低下した。しかし、電源を切った 10 分(600 秒)時点では Meditation に大きな変化が見られなかった。原因として、騒音の周波数分布や電源 OFF 後における脳波の回復時間の不足等が考えられる。

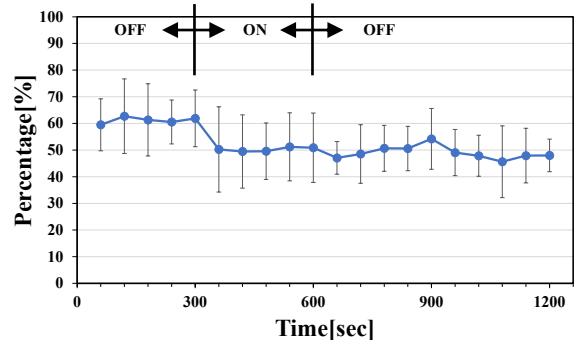


図 2 IH 調理器から発生する騒音を受聴した被験者の Meditation

5. 可聴域外騒音により変化する脳波の測定

本実験は、IH 調理器の可聴域外騒音を抽出してスピーカから発し、脳波への影響を確認する。途中でスピーカの ON/OFF を切り替えて計 20 分間脳波の測定を行う。ここで、被験者の人数は男女 10 名である。図 3 は Meditation の測定データである。図 3 より、全体を通して Meditation に大きな変化が見られなかった。現時点において理由は不明であり、今後、詳細な検討が必要と思われる。

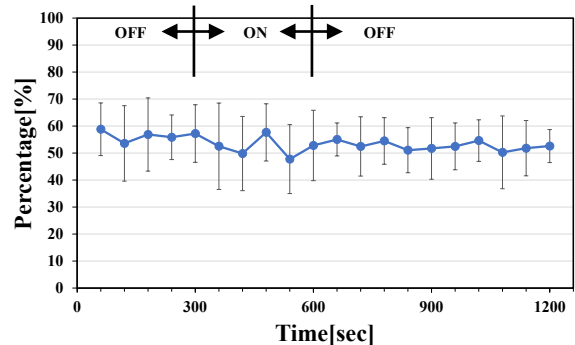


図 3 可聴域外騒音を受聴した被験者の Meditation

6. 結言

本稿では、IH 調理器が人体に与える不快感を定量化し、騒音と脳波の関係を明らかにした。その結果、IH 調理器から放射される可聴域の騒音は Meditation の評価指標で判断できそうな傾向を得た。一方、可聴領域外騒音については、さらなる追求が必要と言える。

参考文献

[1] 米盛弘信,丸山諒:“IH クッキングヒータにおける高周波騒音と鍋振動の関係”,第 25 回「電磁力関連ダイナミクス」シンポジウム講演論文集,pp.80-81(2013)

IH クッキングヒータ使用時に発生する コンロ間の干渉音に関する研究

A Study on the Interference Noise Between Electric Stoves in IH Cookers

17419 佐々木 楽人
指導教員 米盛 弘信

1. 緒言

昨今、IH クッキングヒータ(以降、IH 調理器)が普及している。しかし、2コンロタイプのIH 調理器は、2つのコンロ間の周波数差が原因で干渉音を発するため、VPCF(Variable Power Constant Frequency)制御が行われている。しかし、干渉音に関する詳細な実験結果や参考文献が見受けられない。一方、IH 調理器から高周波騒音が発生し、人々に頭痛やめまいなどの不快感を与えているという報告がある[1][2]

そこで本研究では IH 調理器から発生する干渉音の大きさと距離の関係を調べることを目的とし、本稿では2つのIH 調理器を同時に駆動させた時に発生する騒音の干渉音について、2台のIH 調理器の距離を変化させた際の干渉音を測定し、騒音及び距離と干渉音の関係を明らかにする。

2. 干渉音の測定方法

測定方法は、以下に示す①～④である。本実験では、加熱対象として鍋底径 20cm、および 22cm の三層 SUS 鍋を使用した。無響室内の台に鍋とIH 調理器、およびマイクをセットする。

- ① 図1(a)(b)のように、無響室内の台に鍋とIH 調理器、およびマイクをセットする。
- ② 1Lの水を鍋に入れる。
- ③ 図1(c)(d)は、今回の実験で使用した治具である。この治具は、段ボールを半径30cmの半円状に切り抜き、上から見て90°の角度に張り合わせたものである。この治具に①～⑨の9つの測定点を定義した。
- ④ マイクを治具にある測定点に合わせて動かす。なお騒音を測定する際には治具を取り外す。

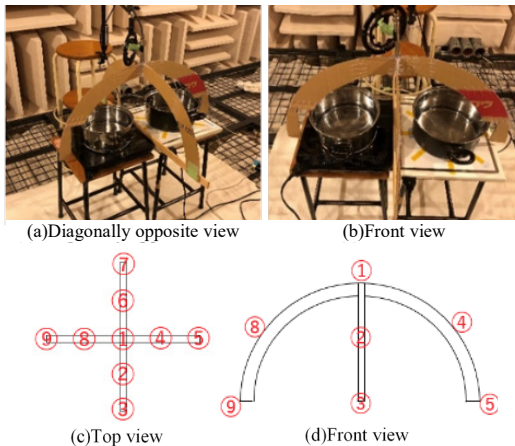


図1 測定の様子

3. 結果

IH 調理器の駆動周波数は、加熱時間と共に変動するため、図1で示した測定点①～⑨の4kHz～6kHzにおける平均音圧を算出し、比較を行う。

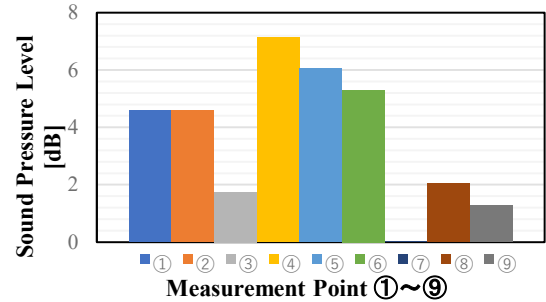


図2 各距離における騒音のスペクトル

図2は各測定点における干渉音の比較グラフである。鍋の底面に近い測定点③⑤⑦⑨よりも鍋の縁付近の測定点②④⑥⑧の方が、音圧が高い傾向にあることがわかった。その要因は、各IH 調理器の駆動音が干渉し、音波の重ね合わせから強め合ったと考えられる。

4. 結論

本稿では、駆動周波数が異なる2つのIH 調理器を同時に駆動させたときに発生する騒音について、測定マイクの位置を変化させた際の干渉音を測定し、測定位置と干渉音の関係を明らかにした。その結果、鍋の縁付近の測定点で干渉音が増加する傾向にあることがわかった。

5. 今後の発展

測定点②③と⑥⑦および測定点④⑤と⑧⑨の干渉音の等価騒音レベル(SPL)は、鍋から距離が等しいため同値になると予想されるが、異なった値となった。本件については、原因が分かっておらず、実験回数を繰り返すことによって明らかにしていきたいと考えている。

文献

- [1] 山本 正和:“パワーエレクトロニクスハンドブック”, R&D プランニング, p.941, 2002.
- [2] 米盛弘信, 丸山諒:“IH クッキングヒータにおける高周波騒音と鍋振動の関係”, 第25回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集, pp.80-81, 2013.
- [3] 米盛弘信, 佐々木楽人:“IH クッキングヒータにおけるコンロ間の干渉音に関する研究”, 電気設備学会全国大会論文集, p12, 2021.

VaRTM 法を用いた平織炭素繊維強化プラスチックの成形に及ぼす曲率半径の影響

Effect of Curvature Radius on Molding in Plain Woven Carbon Fiber Reinforced Plastics with VaRTM Method

17420 坪川 美玲
指導教員 坂口 雅人

1. 緒言

近年、日本において急速な高齢化が進行している。四肢切断者の中で高齢者の占める割合も増加している。その切断要因となるのが日常生活で起こりうる糖尿病 (DM) や閉塞性動脈硬化 (ASO) の他、外傷性によるものである。生活を送る上で使用する装具は患者自身の身体機能を補助する目的であるため簡単に装着できることが重要である。そのためには、患者の身体にうまく整合しつつ軽量で耐久性に優れている必要がある。そこで比強度に優れた炭素繊維強化プラスチック

(CFRP) を用いて成形コストが低い VaRTM (真空含浸工) 法で実験を行った。

本研究では、VaRTM 法を用いた曲げ板成形及び曲率を変化させた成形実験を行った。

2. 方法

本製作では、主剤としてビスフェノール A 型エポキシ樹脂(日新レジン株式会社製)と硬化剤として変性脂環式ポリアミン(日新レジン株式会社製)を 100 対 50 の配合比で混合・脱泡した。図 1 の示す VaRTM 法の概略図に示すように樹脂をケーシング圧-40KPa の真空圧によって注入した。CFRP 全体にエポキシ樹脂が行き渡ったら 20 時間ほど樹脂を硬化させた。成形した CFRP の寸法は 110mm×110mm である。積層構成として [0f]₄ とした。また、今回の実験の成形条件は表 1 である。

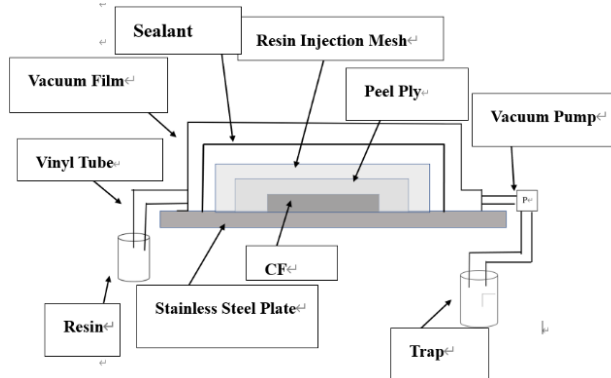


図 1 VaRTM 法の概略図

表 1 成形条件

真空	時間	材料	積層構成
-40KPa	20 時間	110mm×110mm	[0f] ₄

3. 結果と考察

成形して得られた CFRP の外観写真を示している。図 2(a) の平板成形の曲率半径を無限にして成形した CFRP はフィルムの間隙から空気が入っておらずまた気泡が入らなかったため硬化した。図 2(b) の曲率半径 125mm の CFRP は、フィルム同士が重なってしまったことで出来たシワの部分から空気が流入した。図 2(c) の曲率半径 195mm の CFRP は、空気が入らなかったため樹脂が硬化した。

この結果を踏まえて、曲率半径を無限から一番小さい 195mm まで成形できることが分かった。

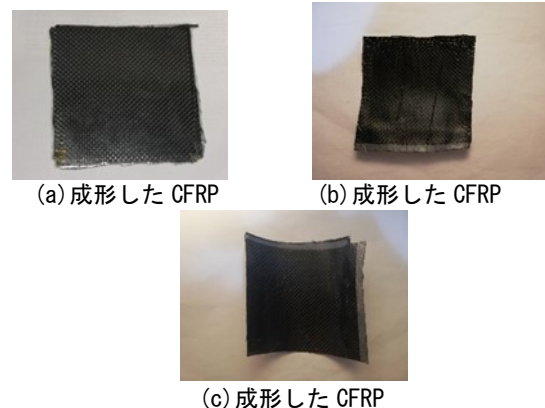


図 2 成形した CFRP

4. 結言

本実験を通じて、曲率半径が 195mm までであれば VaRTM 法を用いて成形できた。また、競技用の義足の曲率半径 250mm に比べ半径が小さいため 195mm より曲率半径が大きいものは成形できない。

文献

- [1] 佐伯覚. “標準理学療法学・作業療法学・言語聴覚障害学 別巻 義肢装具学. 2018 年 3 月 1 日 第 1 版第 1 刷 pp.26-29
- [2] 監修：高田治実，編集：豊田輝，石垣栄司，発行人：一戸裕子. ”PT・OT ビジュアルテキスト 義肢・装具学 異常とその対応がわかる動画付き. 2016 年 9 月 1 日 第 1 刷発行 pp.16-18

R. F.マグネトロンスパッタリングにより成膜した TiO₂ 薄膜の発光特性

Light Emission Properties of TiO₂ Thin Film Prepared by R. F. Magnetron Sputtering

17421 中里 桂輔

指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒言

酸化チタン(TiO₂)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3種類の結晶構造が知られている。工業分野ではほとんど利用されていないブルッカイト型構造のTiO₂と比較して、ルチル型とアナターゼ型ものは古くから白色顔料として利用されてきた。また、本多・藤嶋効果[1]の発見により、アナターゼ型のTiO₂が高い光触媒性能を示すことが知られてからは、建築用外装や自動車・浴室におけるコーティング等に幅広く産業展開されている。近年、株式会社信光社の特許において、ルチル型TiO₂にクロムを添加することにより赤外発光が得られることが報告された[2]。また、私が所属する研究室では無添加のルチル型TiO₂でも赤外発光が得られることを報告してきた[3]。しかし、粉末であるため光学特性、特に光吸収係数の測定や、電気特性の評価が進んでいない。これらの測定を行うには薄膜試料が適している。

本研究では、R.F.マグネトロンスパッタリングによりTiO₂を薄膜化し、作製した薄膜試料から赤外発光及び光学特性を得ることを目的とした。

2. 方法

R. F.マグネトロンスパッタリングによりTiO₂膜を堆積した。ターゲットにはTiO₂粉末を使用した。背圧 6.6×10^{-4} Paまで真空引きした後、Arガスを流入し、スパッタリングを行った。ガス圧を0.10、0.15、0.25、1.0Paに設定して4種類の薄膜を作成した。得られた薄膜について、X線回折(XRD)による結晶相の同定を行った。フォトルミネッセンス(PL)測定装置を用いて室温での発光特性を調査した。励起光として波長325nmのHe-Cdレーザーを用いた。作成した薄膜のうちルチル型TiO₂について、逆スパッタリング処理を行った。ルチル型TiO₂の赤外発光には酸素空孔が関係していると考えられていることから、この処理により酸素空孔の導入が期待できる。スパッタガス圧を0.10及び100Paとし、10または60minの逆スパッタリング処理を行った。これらの逆スパッタ処理を施した薄膜についても発光特性を調査した。

3. 結果と考察

薄膜には干渉色が確認できたことから、全体的に均一な膜厚であることがわかった。作成した薄膜のXRDによる結晶相の同定結果から、スパッタガス圧を減少させることにより、ルチル相のピ

ークが増大し、アナターゼ相のピークが減少することが確認できた。図1に作成した薄膜のPL測定を示す。0.15から1.0Paの条件で作成した薄膜は波長420nmにピークを有する微弱な可視発光を示した。アナターゼ単相である1.0Paの薄膜が最も強い発光を示した。アナターゼ相の減少に伴い発光強度も減少したことから、この可視発光はアナターゼ型TiO₂に起因するものと考えられる。ルチル型TiO₂の回折ピークが最大化した0.10Paの薄膜について逆スパッタリング処理を施した結果、いずれの処理条件においても発光は確認されなかった。

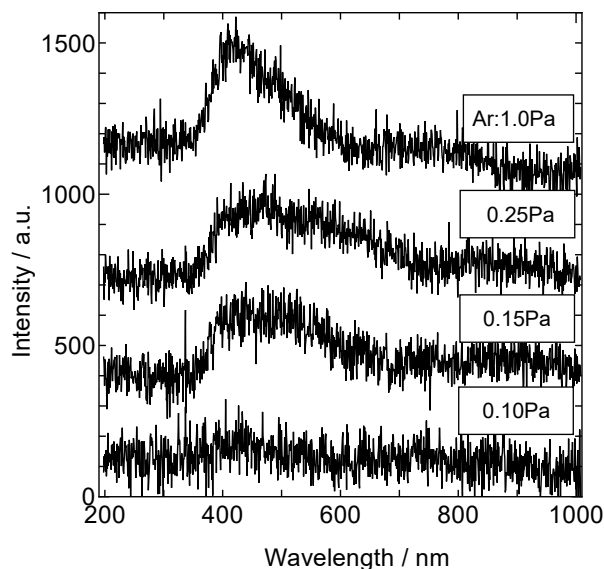


図1. 酸化チタン薄膜の発光特性

4. 結論

R.F.マグネトロンスパッタリングによりTiO₂の薄膜を作成することができた。スパッタガス圧を減少させることでルチル型の薄膜が得られることを確認した。0.15から1.0Paまでの薄膜からは波長420nmにピークを有する可視発光を確認した。逆スパッタリング処理によりルチル型TiO₂への酸素空孔の導入を試みたが、赤外発光は確認できなかった。赤外発光の観測に資するだけの酸素空孔を導入する方法として、水素ガスによる還元雰囲気下での真空プラズマ処理が考えられる。

文献

- [1] A. Fujishima and K. Honda, Nature, 238 (1972) 37
- [2] 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)
- [3] Y. Kuroki and M. Sawa, PACRIM13 (2019) 28-P-S28-15

電磁加速を用いたバリスティックレンジのための計測装置の開発

Development of velocity measurement system for ballistic range using electromagnetic acceleration

17422 中田 竜聖
指導教員 廣瀬 裕介

1. 緒言

バリスティックレンジが次世代の加速器として注目されている。本研究室においてもバリスティックレンジそのものが開発されている。しかし、バリスティックレンジから射出される飛翔体の基本的な特性である速度に関する計測装置が無いことが問題点であった。本研究では飛翔体の飛行に影響を及ぼさないため、コイルを用いた非接触の速度計測装置を開発することを最終的な目的として研究を実施する。本稿ではコイルによる非接触速度計測実験の実施を目的とする。

2. 理論

バリスティックレンジから射出される飛翔体は磁性体となることが知られている。その磁性体がコイル内部を通過する際に起電力が発生する電磁誘導を利用し、速度計測を実施する。この電磁誘導はレンツの法則とファラデーの電磁誘導の法則に則り発生する。

レンツの法則は、例えば、電流を流したコイルに N 極を近づけるとコイルを貫く磁束線の量が多くなり、コイルには磁束線の侵入を妨げる向きに電流が流れることを示した法則である。ファラデーの電磁誘導の法則は、電磁誘導で発生する起電力が磁束密度の時間変化量に依存することを示した法則である。式(1)にファラデーの電磁誘導の法則を示す。

$$V_{em} = - \frac{d\Phi}{dt} \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

(1)式において、 $d\Phi$ は磁束[Wb]、 Δt は時間変化量[sec]、そして、 V_{em} は誘導起電力[V]である[1]。

3. 実験

3.1 実験装置

速度計測装置の概要図を図1に示す。本装置は2つの自作のコイル、直流安定化電源、オシロスコープから構成されている。2つのコイルは同一中心上に設置しており、磁性体通過時に発生する起電力はオシロスコープにより記録可能である。

3.2 実験条件

直流安定化電源は定電圧モードとし、1Vをコイルに印加する。定電圧が印加されているコイルは塩ビパイプにポリウレタンの導線を巻き付けたものであり、巻き数は111巻きとした。本実験ではネオジウム磁石を飛翔体に見たてて実験を実施した。ネオジウム磁石は円柱形状であり、1つの直径が12mm、高さが4mmである。磁石を落下させる高度は780、680、580mmとした。

3.3 実験方法

まず、コイルを直流安定化電源と、そしてオシロスコープに接続する。本実験では測定対象であるネオジウム磁石を落下させながら計測するため、Coil 1を上流、Coil 2を下流となるように設置する。直流安定化電源の電源を入れた後、ネオジウム磁石を上流側から落下させると、オシロスコープに各コイルから発生する起電力が計測される。起電力の最大値が出力される時間差から速度を算出し、自由落下の公式とその値を比較する。

4. 結果

計測した速度の平均値と理論値の関係を図2に記す。エラーバーは最大値と最小値を示している。落下高度が580mmの際、計測値より理論値の方が遅く、エラーバーの範囲内に理論値が含まれていることが分かった。また、落下高度が高くなるにつれて理論値との誤差が小さくなり、780mmの条件で最も誤差が小さくなった。

5. 結言

バリスティックレンジから射出される飛翔体用の非接触速度計測装置を開発した。磁石を飛翔体とし、本装置による自由落下の速度計測実験をしたところ、エラーバーの範囲内に理論値が含まれていることが分かった。このことから、今回製作した装置が飛翔体の速度計測用として使用可能であることが示唆された。

文献

[1] 太田昭男, “はじめて学ぶ電磁気学”, 丸善株式会社, 1999年, 159ページ。

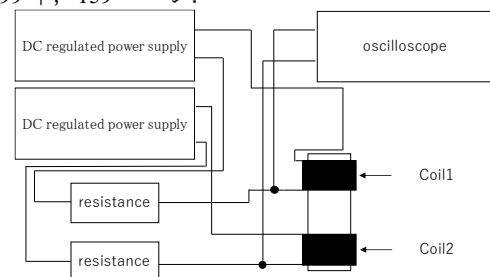


図1 速度計測装置の概要図

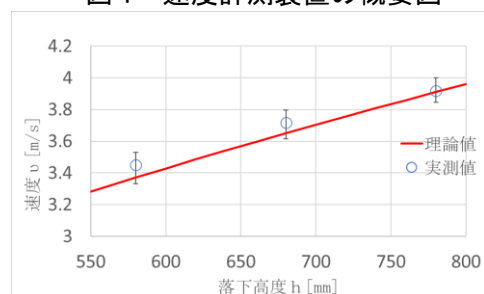


図2 速度の実験値と理論値の比較グラフ

第 6 回 廃炉創造ロボコンのロボット開発～制御プログラム～

Development of a robot for "The 6th Creative Robot Contest for Decommissioning"
- Control Program -

17423 中野大輔
指導教員 富田 雅史

1. はじめに

廃炉創造ロボコンは文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業：廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」の一環として開催されている大会である[1]。本研究の目的はこの廃炉ロボコンに参加することで、現在問題になっている福島第一原子力発電所の放射線によって人が立ち入れないエリアにおける除染作業や放射線デブリの回収など具体的な問題を対象に、高専 4 年間で得た知識経験を発揮することにある。

2. 仕様

今回ロボットの制御をするためのマイコンとして Arduino Nano(ELEGOO 社)採用し、Arduino IDE[2]を用いてプログラムを制作した。

Arduino はロボット本体に 5 台、コントローラに 1 台の計 6 台を使用した。図 1 は 6 台の各 Arduino の役割と通信方向をまとめたものである。

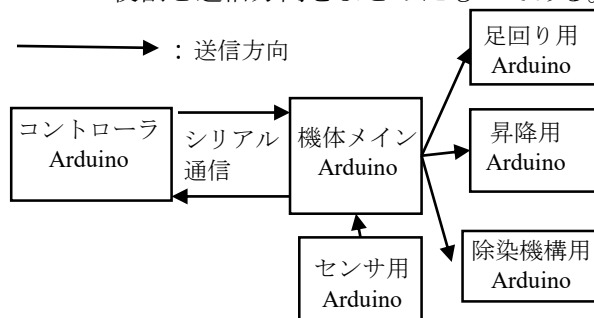


図 1 Arduino の通信方向

コントローラからロボットのメイン Arduino への通信はシリアル通信を使用した。1 回で送る情報量を減らすためにコントローラからのボタンとレバー合計 10 個の情報の組み合わせにアルファベット 1 文字で名前をつけそれをアスキーコードに変換し送信した。こうすることで伝えたい内容はそのままに、送る情報量を減らすことができる。メイン Arduino は受け取ったアスキーコードを指令伝号に変換し 3 つの Arduino に送信している。

移動機構のタイヤは全方向に移動できるメカナムホイールを使用し、モータはマブチモータの RS775GM103、モータドライバは Cytron Technologies の MD20A を使用した。前後左右の移動はジョイスティックレバーと動きを連動させた。しかし競技内容から斜めの移動は必要ないと考え斜め前に倒した場合はそれぞれ右回り旋回、左回り旋回になるようプログラムした。

昇降機構は 1 本 1m のボールねじを 2 本使用した。回転させるモータはマブチモータの RS555 を使用し、モータドライバは移動機構と同じ MD20A を使用した。動作は、それぞれをモータで回し、除染機構を上昇、下降する設計になっている。操作はモータ 1 つに対して上昇用、下降用の 2 つのボタンで操作ができるプログラムを制作した。

除染機構は Plexmootion 社のステッピングモータ PMSA-U60 を使用した。モータドライバは付属の PDSA-UP を使用した。ステッピングモータの制御は付属のソフトである CosmoApp を使用し、移動量はパルス数で制御する。そのため Arduino の制御は動作の開始を伝えるためにボタンを押すと自動でモータが動くプログラムを制作した。

3. 結果

大会の結果はロボットに指令を送ることはできたが、モータが空回りしてしまいそこからうまく動かすことができなかつたため途中棄権となってしまった。原因として大会前日のテストランの走行時にロボットの移動速度が速く操縦者が思うように操作ができなかつた。そのため、モータの PWM をテストランの時は最大の 255 に設定していたが大会本番では速度を抑えるため値を 100 に設定していたためロボットを動かすためのトルクが足りずタイヤが空転してしまつたと考える。

4. まとめ

今回課せられた競技課題を達成することができなかつた。反省点としてロボットの完成が大会に向け出発する当日になってしまった。そのため事前にロボットの動作確認をすることができず操縦の練習をすることもできなかつた。完成が遅れた要因としてコロナウイルスにより、想定より作業時間が減ってしまったことやチームメンバーとの報連相が取れておらず細かな仕様の違いが起きその修正により不必要な作業が増えてしまったことがあげられる。

文献

- [1] 廃炉ロボコン公式ホームページ
<https://products.suzakugiken.jp/cytron/cytron-md20a/>
- [2] Arduino 公式ホームページ
<https://www.arduino.cc/>
- [3] Arduino 日本語リファレンス
<http://www.musashinodenpa.com/arduino/ref/>

ハイブリッド PV モジュールにおける 熱電変換素子の発電特性と熱伝導の改善案

Proposal for Improvement of Power Generation Characteristics and Heat Transfer
of Thermoelectric Conversion Devices in Hybrid PV Modules

17424 中村 修斗
指導教員 米盛 弘信

1. 緒言

昨今、日本各所で太陽光発電(以下、PV)が活用されており、一般家庭にも普及している。問題点は、夏場に長時間太陽光を受けると表面が高温になり、発電効率が低下することである。そこで、先行研究では PV モジュールと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(以下、HPV)を試作し、発電電力を測定した[1]。

本研究では、異なる温度差における HPV の発電特性、および発電電力増大のために熱伝導部の伝熱改善を行った結果を述べる。

2. 実験方法

図 1 に HPV の構造、及び実験構成を示す。図 1 に示すようにハロゲン灯の光を PV モジュールに照射し、流水路に水を流す。その後、高温化した PV モジュールと冷却された流水路の温度差によって、熱電変換素子による発電を行う。熱電変換素子は 7 個を直列接続としている。熱電変換素子の固定には熱伝導シートを使用した。実験条件は、外気温 21.2℃、水道水温度 16.0℃である。HPV の熱電変換素子に温度差 6.5℃を与えて発電特性を測定し、その後に温度差 15.0℃を与えて熱伝導シート 2 枚と 3 枚時の発電特性を測定する。

図 2 に提案する熱伝導改善案を示す。従来は熱伝導シート 2 枚で実験を行っていたが、図 2(a)に示すように PV モジュールの裏面にある凹凸によって隙間が生じていた。そこで、図 2(b)のようにシートを 3 枚へ変更することで隙間を埋めて熱伝導性の向上を図った。

3. 実験結果

図 3(a)は温度差 6.5℃時、(b)は温度差 15℃時における熱電変換素子の発電特性である。温度差 6.5℃では、熱伝導シートの枚数変更によって最大発電電力が 12.8mW から 22.7mW へ、1.7 倍に増加した。温度差 15℃では、最大発電電力が 55.2mW から 69.2mW へ、1.25 倍に増加した。先行研究において、同型素子の最大発電電力は 1 個あたり 109mW であった[2]。しかし、本実験結果は素子 7 個で 69.2mW であり、非常に小さい値であった。これは、熱電変換素子と PV モジュール間の加圧不足のよって熱伝導が低下したためと考えられる。

4. 結言

本稿では、異なる温度差における HPV の発電特性、および発電電力増大のために熱伝導部の改善結果を述べた。HPV における熱電変換素子の発電電力は、先行研究の結果と比べて非常に低かった。改善するためには、加える圧力を

強めて熱伝導を向上することが必要である。

文献

- [1] 田中紫苑, 米盛弘信: “ハイブリッド PV モジュールの熱交換特性改善に関する研究”, 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, A-9, pp.17-18, (2020-12)
- [2] 片山颯真, 米盛弘信: “熱電変換素子のゼーベック効果を活用した HPV の提案”, 2019 年(第 1 回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, pp.58-59 (2019-12)

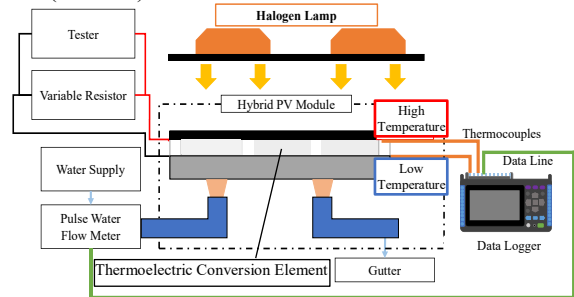
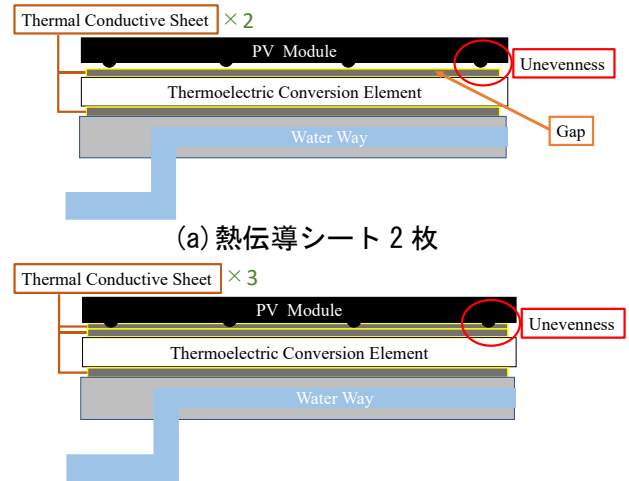


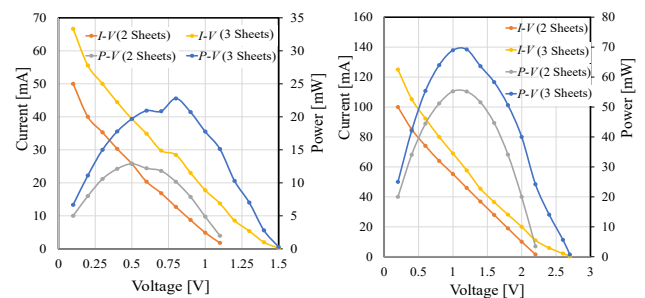
図 1 HPV の構造



(a) 熱伝導シート 2 枚

(b) 熱伝導シート 3 枚

図 2 熱伝導の改善案



(a) 温度差 6.5℃

(b) 温度差 15℃

図 3 熱伝導シートの枚数を変更した際の発電特性

無隔膜駆動部を有する衝撃風洞の構築と性能試験

Experiment of shock wind tunnel characteristics with a diaphragmless driver section

17426 長谷佳紀
指導教員 廣瀬裕介

1. 緒言

超音速旅客機などの超音速で飛行する機体の開発が活発である。しかし、超音速流という現象は条件を指定した上で発生させることは難しいことが知られている^[1]。最近では、隔膜/無隔膜駆動部により超音速流を発生させる衝撃風洞が実験で多く使われている。しかし、隔膜により超音速流を発生させた場合、隔膜が同時に流動することが原因で、管内で一様に流れが発生しにくいなど、欠点があった。

本研究では上記の欠点を克服した無隔膜駆動部を有する衝撃風洞の高圧部を再構築し、基本性能の計測として、高圧部と低圧部を隔てるピストンの動作確認とピストン動作を基準とした流速計測を計測する。

2. 理論

衝撃風洞は高圧部(圧力 p_0)と低圧部(圧力 p)から構成される。両部の閾を取り除くことにより高圧部から低圧部に気流が発生しする。圧力差とマッハ数の関係を以下に記す。

$$\frac{p_4}{p_1} = \frac{2\kappa_1 M_s^2 - (\kappa_1 - 1)}{\kappa_1 + 1} \left(1 - \frac{2\kappa_1 - 1}{\kappa_1 + 1} \frac{a_1}{a_4} \left(M_s - \frac{1}{M_s}\right) - \frac{2\kappa_4}{\kappa_4 - 1} \dots \dots (1)\right)$$

M_s はマッハ数, κ_1 は低圧部の比熱比, κ_4 は高圧部の比熱比, p_4, p_1 はそれぞれ高圧部と低圧部の圧力, a_4, a_1 はそれぞれ高圧部と低圧部の音速を示している^[2]。

3. 実験

3-1. 実験装置

図1に実験装置の概略図を示す。本実験装置は高圧部, 低圧部, コンプレッサ, 電磁弁, 圧力センサ, オシロスコープから構成される。低圧部は、圧力センサ設置可能な孔が4つある。

3-2. 実験条件

本研究では、高圧部圧力をパラメータとして実験を実施する。高圧部圧力 p_4 は、0.4 MPa, 0.6 MPa, 低圧部圧力 p_1 は 0.1 MPa とする。

3-3. 実験方法

図1が示す通りに、実験装置を接続する。電磁弁の電源を入れた時間を t_1 , 圧力センサから出力された信号を記録した時間を t_2 とし、低圧部入口(高圧部出口)と圧力センサまでの距離を L とし、時間差 Δt とその間の速度 v を求める。

4. 結果

まず、衝撃風洞を構築し、高圧部に設置されい

る無隔膜駆動部の動作に成功した。

図2に示した圧力センサの反応時間測定結果から表1に示した流速を計算した。図1のエラーバーが最大で 8 msec であり、ピストン動作には時間差が発生していることが明らかになった。また、計測した流速の最大値は 440.141 m/s となった。特定の区間にて計算されたマイナスの流速もピストン動作に時間差が発生していることが原因と考えられる、

5. 結論

衝撃風洞の高圧部を再構築した。エラーバーと流速が負の値になった要因は、ピストン動作に時間差があったことが考えられる。したがって、詳細な流速を計測する場合は複数の圧力センサを用いる必要がある。流速は音速を超えていることから、衝撃風洞としての性能は十分に有していることが分かる。

文献

- [1] 西野友貴, 廣瀬裕介, 宇田川真介, “無隔膜駆動部を有する反射型衝撃風洞のピート管による全圧測定”, 産業技術高専卒業論文, 2012年3月
- [2] 生井武文, 松尾一泰, “圧縮流体の力学”, 理工学社, 1981, p118~121

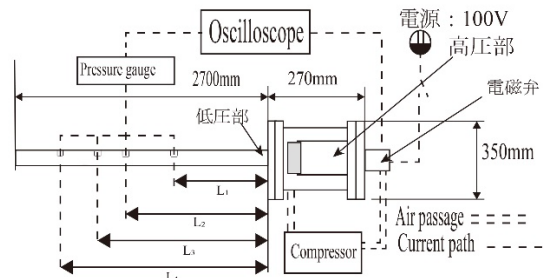


図1 実験装置

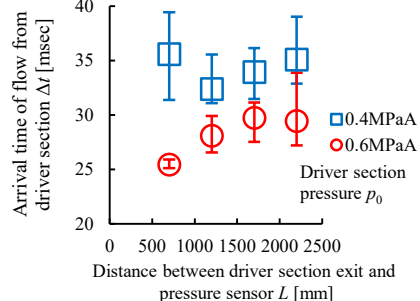


図2 センサ位置と反応時間の関係 (平均値プロット, エラーバーは最大・最小値)

表1 区間ごとの流速変化

区間 [mm]	流速 v [m/s]	
	0.4 MPa	0.6 MPa
700-1200	-155.41	188.822
1200-1700	317.259	300.481
1700-2200	440.141	-1562.5

富山県入善町での残留磁化による雷電流に関する研究

Research of Lightning Current by using Remanent Magnetization
in the Nyuzen Town, TOYAMA

17427 坂東 礼徒

指導教員 伊藤 光雅

1. はじめに

酒井 他(1997)では,新たな研究手法として大地内に記録された残留磁化を用いて,雷の特性の分析が解明できることを明らかにした. その結果として,雷撃電流の電流経路も探ることが可能であることを示した.

残留磁化とは磁性体に対して磁場をかけ,磁場を取り除いても磁性体に磁化が残ってしまう現象である.落雷が生じた場合,被雷した周囲は残留磁化を獲得し,円周磁場が発生する.この時,記録した残留磁化は等温残留磁化の一種である.また落雷により獲得した残留磁化は右ねじの法則より雷撃電流の向きを特定することが可能となる.

本研究では酒井 他(1997)と同じ手法を用いて富山県入善町にある風力発電所と高压電線路の塔脚部に記録された残留磁化を測定し,被雷した雷の特性の分析を試みた.

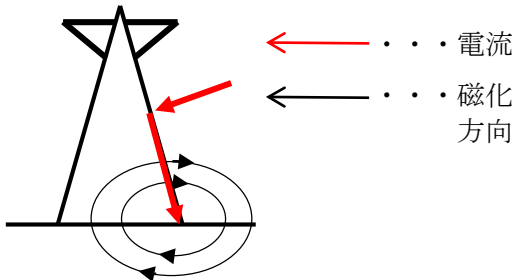


図1 雷撃電流と磁化方向の関係図

2. 実験方法

はじめに,あらかじめ富山県入善町の風力発電所に設置していた資料サンプル計9個と塔脚周りと北と南西に6[m]までにある小石を計36個の回収を行った.二つ目に持ち帰ったサンプルをスピナー磁力計(青山学院大学所有)にてNRMの測定を行い,偏角,伏角,磁化強度の3成分の測定を行った.三つ目に帯磁率計にてサンプルの帯磁率を測定し,その後質量を計測して質量帯磁率を調べた.最後に段階交流消(AFD)では,超伝導磁力計(海洋研究開発機構所有)にて段階交流消磁を行い,測定した.また測定結果からはガイダーベルト図を作成し熱履歴とNRMの方向の分析を行った.

3. 研究結果

図2(a)は図1の本来の配置図を元にスピナー磁力計にて計測したサンプルのNRMの磁化方

向を,また図2(b)はスピナー磁力計にて計測した磁化強度の分布図である.図2より(a)図はサンプル②と⑦にて磁化方向にばらつきがあり(b)図は②,⑤,⑦ともに2.7[A/m]以下であった.

一方,風力発電の北20[cm]に位置していた小石のサンプルの磁化方向は偏角が116[°],伏角が-49,8[°]を獲得し,南東の方角を示していた.また磁化強度は8.08[A/m]と強い磁化強度が得られた.

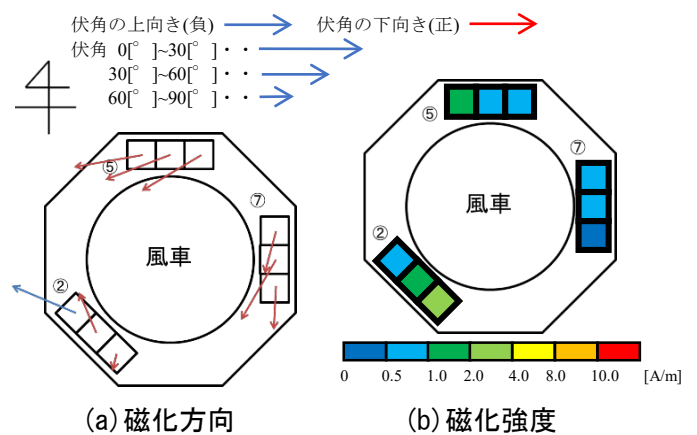


図2 サンプルの測定結果

4. 結言

風力発電所のサンプル②と⑦は測定結果から磁化方向にばらつきがあった.また磁化強度は落雷が確認された南福岡線71と比較して0.228倍弱かった.以上より風力発電所は円周磁場が確認されず,磁化強度が弱いことから落雷が無かったことが明らかである.

一方,測定した小石は一つのみとなってしまったため,落雷の有無を確かめるのは不十分であった.しかし川野(2019)では本地域の小石にも円周磁場が確認され,小石が落雷による磁化を獲得することを報告している.今後は本研究にて測定が行えなかった35個の小石の測定を行い,落雷の特性の分析を行う.また風力発電所にて調査する範囲を広げ,落雷後の迷走電流の経路の解明につなげる.

文献

- [1]酒井英男,砂田信也,櫻野仁志,“帯磁現象からみた雷撃電流経路の研究”,電気学会論文誌B,pp.1050~1055,1997
- [2]川野禮矢,“残留磁化による落雷時の雷電流の研究-入善風力発電施設での事例”,電気設備学会,C-11,2019

熱可塑性プラスチックの体積収縮に及ぼす熱処理時間の影響

Effect of Annealing Time on Volume Shrinkage of Thermoplastics

17428 平田 智哉
指導教員 坂口 雅人

1. 緒言

近年、輸送機器の軽量化の為に、鉄より軽量で高い強度、剛性を誇る炭素繊維強化熱硬化性樹脂 (CFRTS)が注目されている[1]。そこに熱可塑性樹脂を母材として成形した CF RTP の実用化に力が入れている。CF RTP は CFRTS と比べて靱性的で、耐衝撃性が高く、リサイクル性に優れているが、強度と剛性が低い[2]。輸送機器の材料として使用するためには強度と剛性を向上させなければならない。そのため、樹脂の体積を収縮して界面強度を上げ、結晶化度を上昇させなければならない。

本研究では、熱可塑性樹脂であるポリ乳酸 (PLA)、ポリプロピレン (PP)、ポリアミド (PA) の熱処理を行い収縮率の変化を調査し、CF RTP の強度、剛性の変化を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2-1.成形方法

PLA (武藤工業株式会社 Value3DmagixPLA17)、PP (日本ポリプロ製 ノヴァテック PP BC6)、PA (東レ製 アミラン CM1017)ペレットからフィルムを成形した。フィルムは絶乾されたペレットを金型に入れ、200℃に加熱した後、5kNで10分間加圧して成形した。

2-2.熱処理方法

試験片を結晶化させるために乾燥炉(NEXAS製 OFX-50)を用いて熱処理を行った。熱処理温度を130℃に設定し、3.5時間、7時間、14時間の熱処理を行った。4種類の密度のデータを計測するため、1つの試験片をカッターで4つに切り出し、そのうち3つの熱処理を行った。

2-3.収縮率測定

試験片の密度をアルキメデス法によって測定し、得られた密度から体積収縮率を求めた。アルキメデス法は空気中と精製水中の質量 M_d と M_w 、水の温度 ρ_w を測定して密度を導出する方法である。測定は常温で測定した。密度 ρ は(1)式を用いて算出した。

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

3. 結果と考察

図1に体積収縮率の測定結果を示す。どの試験片も熱を加えると密度が大きくなり、収縮率

が上昇した。

その後も熱処理を続けると密度が少し小さくなっていく現象が確認された。これは図1の収縮率のグラフを見ると、全体的に熱処理前の試験片と比較して上がっているため、誤差の範囲に留まっていると思われる。

図1より、収縮率が一番大きくなる試験片はPLAだったことから、PLA、PP、PAの中で強度と剛性の向上に一番適している熱可塑性プラスチックはPLAと言える。

4. 結言

PLA、PP、PAを加熱すると密度が上がり、収縮率が上昇する現象を確認した。同様に結晶化度も上がり、密度と結晶化度の関係性が示された。

また、本実験で使用した材料の中で一番強度と剛性の向上に適しているのは、熱処理による収縮率の変化が一番大きいPLAという結果となった。

文献

- [1]後藤広夢,坂口雅人「CF/PLAの力学的特性に及ぼす結晶化度の影響」日本機械学会 2019年度年次大会 2019年
- [2]坂井 建宣,SHAMSUDIM Nur Safiah Binti,福嶋 遼太,蔭山 健介「炭素繊維強化ポリアミドの結晶化が静的曲げ特性に及ぼす影響」日本複合材料学会誌 2019/11/15

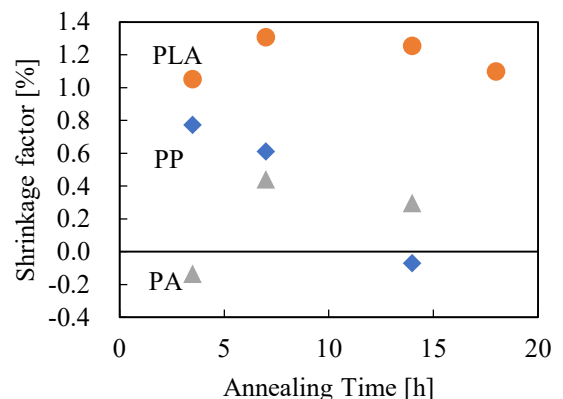


図1 熱処理の時間ごとの収縮率。

250W 級 PV モジュールにおける放射ノイズの調査とノイズ抑制法

Radiation Noise Investigation and Noise Suppression Method in 250W Class PV Module

17430 藤倉 亮太
指導教員 米盛 弘信

1. 緒言

太陽光発電(以下、PV)モジュールは、発電時にノイズが放射されており、AM ラジオ帯(531 kHz~1602kHz)等に電波干渉する問題がある[1]。先行研究では、15W 級の PV モジュールに銅線を閉ループ状にしたノイズ抑制線(以下、アースバー)を設置することで放射ノイズの抑制を確認した[2]。

本研究では、文献[2]より大きな 250W 級 PV モジュールを対象として、放射電界強度の周波数スペクトルを実験的に確認し、アースバーを設置した際のノイズの抑制効果を明らかにする。本稿では、研究成果の中から 250W 級 PV モジュールにおけるアースバーの適用効果を述べる。

2. 放射電界強度の周波数スペクトル

本実験では、ループアンテナを用いて 250W 級 PV モジュールにおける放射電界強度の周波数スペクトルを確認する。図 1 は測定結果である。ここでは、AM ラジオ帯を測定対象としたが、結果としてラジオ局の電波しか観測できなかった。原因は、1 枚の PV モジュールで実験を行ったため、空間中のラジオ電波に比べて PV モジュールから放射されるノイズが十分に小さかったためと考えられる。しかし、放射ノイズは PV モジュールの面積に比例することが報告されているので、注意が必要である。

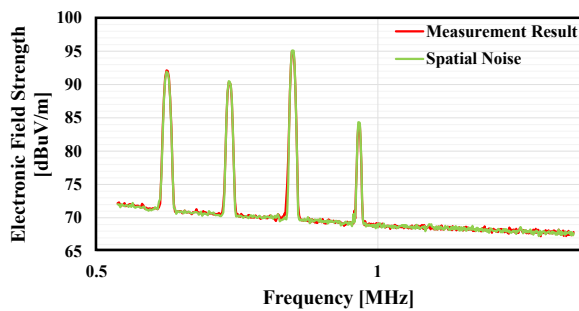


図 1 放射電界強度の周波数スペクトル

3. PV モジュール上における磁束密度の抑制

本研究における先行研究との相違点は、PV モジュールを小型の 15W 級から大型の 250W 級に換えたことである。定格が換わると、PV セル同士を接続する導線(以下、バスバー)が一本直列から三本並列になる等、バスバーの配線が異なる。図 2 は 250W 級 PV モジュールの上半面イメージである。左から 10 面並ぶセルを 1c~10c、上から 9 本並ぶバスバーを A~I と定義する。また、AB や BC 等、バスバー間にも名前を 8 点定義する。本測定では、アースバー有り

と無しの場合において、定義した座標の交点 170 点における磁束密度を測定した。

4. アースバー設置による磁束密度の抑制効果

図 3 は、アースバーによる磁束密度の抑制効果を示す。(a)(b)は共に図 2 の座標と対応している。(a)と(b)を比較すると、アースバー設置によって磁束密度が全体的に抑制されていることがわかる。ここで、バスバー直上の平均値を算出すると、(a)は 0.22A/m、(b)は 0.12A/m であり、約 60.6%の抑制となった。従って、250W 級 PV モジュールに対してアースバーを設置した場合でも、先行研究と同様に放射ノイズ(磁束密度)を抑制可能であることがわかった。

5. 結言

本稿では、250W 級 PV モジュールに対してアースバーを設置したときにおける放射ノイズの抑制効果を明らかにした。その結果、約 60.6%の放射ノイズを抑制でき、提案法はバスバー配線の異なる PV モジュールにおいても、適用が可能であることがわかった。

文献

- [1] 鶴田靖孝, 濱野陽一, 奥山純正: “AM ラジオへの PCS ノイズ障害対策”, 電気設備学会誌, Vol.40, No.3, pp.190-193(2020)
- [2] 八木貫太, 米盛弘信: “PV モジュールを対象としたノイズ抑制法におけるリッツ線の活用”, 2020 年(第 32 回)「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集, pp.143-148(2020)

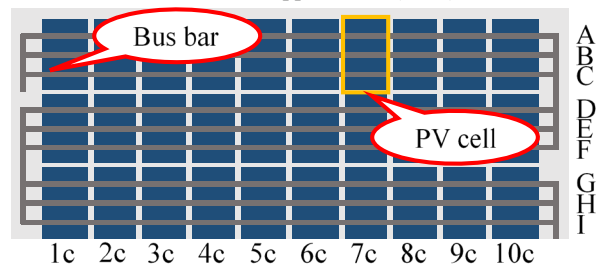
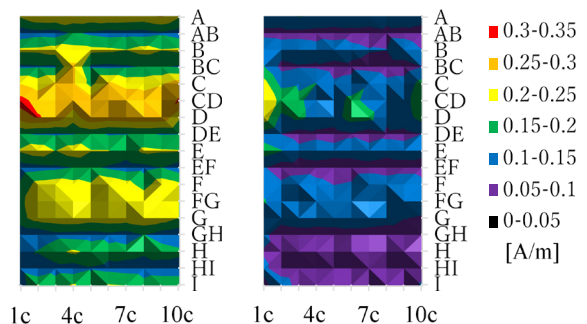


図 2 250W 級 PV モジュールの上半面イメージ



(a) アースバー無し (b) アースバー有り

図 3 アースバーによる放射ノイズの抑制効果

サレジオ高専周辺における LoRa 通信のカバレッジに関する研究 ～拡散率と帯域幅に着目した調査実験～

The Research on LoRa Communication Coverage Area around Salesian Polytechnic.
～Survey Experiment Focusing on Spreading Factor and Bandwidth～

17432 牧 実香
指導教員 三輪 賢一郎

1. 背景

LoRa (Long Range) は、無線局免許も無線従事者資格も不要であることから、IoT で幅広く利用されている。LoRa の最大通信距離は仕様上では最大 10km とされているが、実際の通信距離は周辺の障害物や拡散率で大きく異なる。昨年度の実験においては、その最大通信距離は 400 [m]にとどまっており、これは測定環境が十分なものではなかったことが考えられる。そこで本研究では、測定環境を改善して整えた上で本校周辺における LoRa 通信のカバー範囲を調査することで、丘陵地域における LoRa 通信時の拡散率や帯域幅と通信カバレッジとの関係性を明らかにする。

2. 方法

本研究で使用する機材として、LoRa 通信に対応した基地局 (IoT ゲートウェイ) と移動端末を昨年度と同一のもので準備した。基地局には Dragino 社製 IoT ゲートウェイ LG01-JP を用いており、ThingSpeak[1]にデータをアップロードするためのプログラム (オープンソース) [2]が実装されている[3]。また、基地局のアンテナは付属のものをそのまま用いることとした。移動端末は、Dragino 社製 LoRa mini Dev に GPS モジュールを搭載したものであり、基地局及び ThingSpeak にデータの生成/送信を可能にするためのプログラム (オープンソース) [2]が実装されている。これにより、移動端末から緯度、経度などの情報が基地局に送信され、インターネット経由でクラウドサービスである ThingSpeak にアップロードされる。LoRa 通信が途切れると基地局にデータが送信されないため、LoRa 通信のカバー範囲が特定できる。

3. 結果

図 1 に拡散率 7、帯域幅 125kHz の測定結果を示す。図 2 に拡散率 12、帯域幅 125kHz の測定結果を示す。図 3 に拡散率 12、帯域幅 500kHz の測定結果を示す。拡散率 7 の場合には約 550m (最大 800m)、拡散率 12 帯域幅 125kHz の場合には約 728m (最大 1.4km)、拡散率 12 帯域幅 500kHz の場合は約 729 m のカバレッジが確認された。

4. 結論

拡散率の違いにより LoRa 通信のカバー範囲が異なることが確認できた。また、帯域幅を変更しても通信範囲に大きな差異は見られなかった。

本校周辺のような丘陵地がかつ住宅地の場合においては、その通信範囲は 500 m から 800 m 程度であることがあらためて明らかとなった。

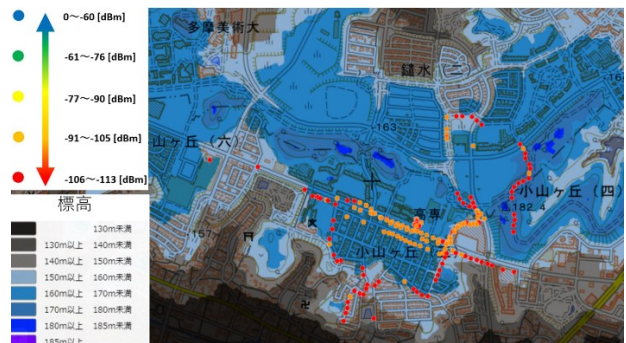


図 1 測定結果 (拡散率 7、帯域幅 125kHz) [4]

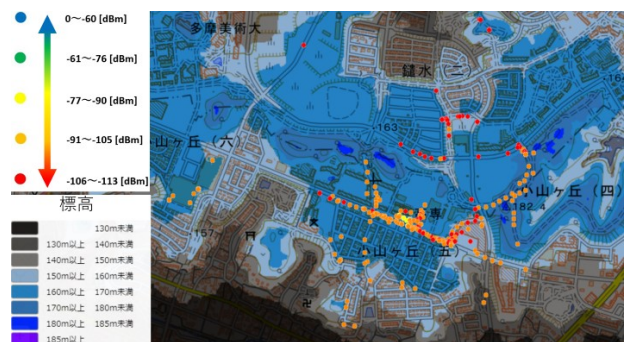


図 2 測定結果 (拡散率 12、帯域幅 125kHz) [4]

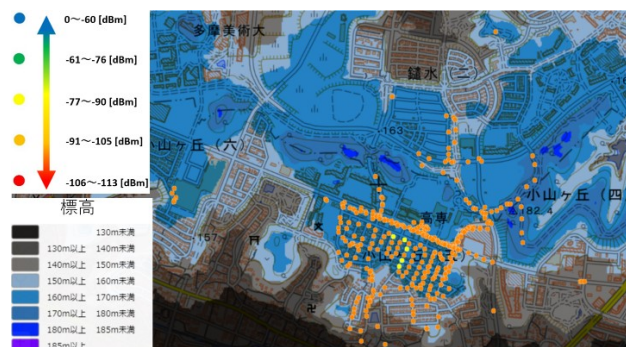


図 3 測定結果 (拡散率 12、帯域幅 500kHz) [4]

文献

- [1] ThingSpeak. <https://thingspeak.com>
- [2] 「LoRa に GPS を付けて、会社の周りを歩いてみた」、(株)オープンウェーブ社、<https://qiita.com/openwave-co-jp/items/8dae802638cf6ac62650>
- [3] GitHub. "LoRa GPS Example" <https://github.com/openwave-co-jp/LoRaGPSExample>
- [4] 国土地理院 <https://maps.gsi.go.jp/>

非同期検波技術を用いた基本周波数推定法の研究

Study of Fundamental Frequency Estimation Method Using Asynchronous Detection Technique

17433 三堀 二知加
指導教員 三輪 賢一郎

1. 緒言

基本周波数(F0)とは人の声や楽器の音の根幹となる周波数成分である。F0の時間変化はそのメロディを表し、F0の振幅は声の強弱を表す。このF0を正確に推定することができれば、対象音に関する音源分離や雑音除去などの処理を効果的に施すことが可能になる。

F0推定法については、数多くの推定法が提案されてきた。それらは一般に、対象音の時間領域における周期的特徴や、周波数領域における調波性を利用したものが多く存在し、静音環境において頑健なF0推定法は確立されている。

しかし、実環境では雑音や残響の影響からF0が複雑に歪んでしまうことから、雑音や残響下におけるF0を正確に推定することは容易ではない。雑音と残響の両方に頑健なAM復調による手法(FreeDAM[1])も提案されているが、同期検波方式を用いていることから計算量や推定精度の面で課題がある。そこで本研究では、雑音や残響にロバストで、かつ計算量が少ないF0推定法を検討する。

2. 提案法

2.1. 概念

提案手法は、ヒトのピッチ知覚メカニズムとAM復調技術をF0推定に応用した方法である。ヒトの聴覚はF0の欠落した倍音列を聴くと、欠けているF0が知覚されるMissing Fundamental(ミッシング・ファンダメンタル)とよばれる現象が起きる[2]。これは図1に実線で示す。480、540、600[Hz]の3本の倍音列をヒトに聞かせたとき、F0である60[Hz](点線部分)をヒトは知覚できるということである。この現象はAMの復調技術に非常に似ており、AM復調技術を使えばヒトのピッチ知覚を計算機上で実現できると考えられる。

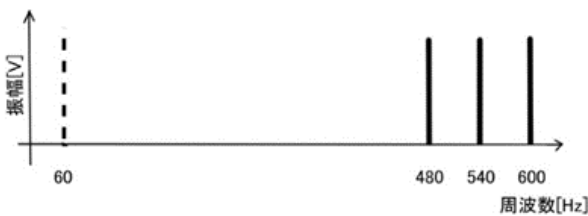


図1 Missing Fundamental

2.2. 実装

上記コンセプトをもとに、F0推定法をMATLAB上で下記の通り実装する。

- (1) 入力信号波を帯域通過フィルタにかけ、AM信号を取り出す。
- (2) 取り出した信号を復調し、自己相関関数を用いて復調信号の周波数を求める。

- (3) 帯域通過フィルタの幅を変更して、(1)~(2)を実行する。これを、対象とする周波数レンジの最低域から最高域まで繰り返す。
- (4) 上記の処理で出力されたF0の候補の中から、もっともらしい値をF0の最終的な値として決定したうえで出力する。

今回は、(2)の復調処理に、代表的な非同期検波方式である包絡線検波方式とヒルベルト変換方式を用いることとした。

3. 実験結果

10種類の白色雑音による雑音環境を用意し、理想的な調波複合音(10次)を入力したときに確実に基本周波数が推定できるかどうかをシミュレーションにより検証した。入力信号に用いた基本周波数は60[Hz]から5[Hz]刻みで600[Hz]までの計108種類であり、許容誤差を5%以内とした正答率を用いて評価を行った。

結果を図2に示す。ただし、横軸はSNRであり、縦軸は正答率である。

結果から、提案法はSWIPE法と同程度の耐雑音性を持っていることが確認された。

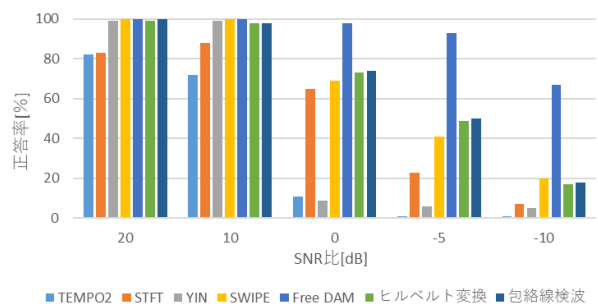


図2 雑音環境におけるF0推定結果

4. 結言

本研究においては、雑音に比較的頑健かつFreeDAMと比較して計算量が少ないF0推定法を、非同期検波技術を用いて提案した。シミュレーション結果から、提案法はF0推定法として平均的な耐雑音性を持っていることが確認された。

5. 今後の予定

今後は残響に対する耐性を中心に、シミュレーションにより検証・検討する予定である。

文献

- [1] 三輪賢一郎, 鶴木祐史, "振幅変調音のピッチ知覚に基づいた調波複合音の基本周波数推定法," 電子情報通信学会論文誌A, Vol. J98-A, No.12, pp. 668--679, 2015年12月
- [2] 清川隼矢, "微分音のメモ帳 -microtonal memo-", <https://sites.google.com/site/microtonalmemo/system/app/pages/sitemap/hierarchy>

空き瓶パルスジェットエンジンの性能試験

Performance test of bottle pulse jet engine

17434 室尾 彪太

指導教員 廣瀬 裕介

1. 背景

パルスジェットエンジンはタービンやコンプレッサを有していないことから、最も単純な構造のエンジンといえる。このエンジンは燃焼、排気、吸気を繰り返して動作する間欠燃焼方式である。そのため燃焼室内部は圧力変動が激しく、燃焼ガスの高温や衝撃に耐えるため通常は金属が素材に使われている。そのためエンジン内部の燃焼の様子が観察されてこなかった。また、昨年の研究にて、燃焼の様子を肉眼で観察するために空き瓶を使用し透明化し内部燃焼の観察に成功した[1]。昨年は燃焼時間の向上を狙った実験をしており、性能試験は実施されてこなかった。

本研究では空き瓶パルスジェットエンジンの基本性能を計測、実験することを目的とする。

2. 理論

パルスジェットエンジンの動作原理を図1に示す。空き瓶パルスジェットの場、空き瓶そのものがエンジンの燃焼室、空き瓶の蓋の穴がエンジンのノズル（給排気口）の役割をする。

まず、空き瓶に蓋をした状態で燃焼室内に燃料と空気の混合気が充満している状態を作り出す。ノズル付近に火種を近づけると燃焼室内部の混合気が爆発的な膨張を起こす。その燃焼ガスはノズルから排気され、燃焼室内は負圧の状態となる。すると、ノズルから周囲の空気が燃焼室内に流入し、燃焼室内部に残留した火種と燃料と空気の混合気により再び着火する。この燃焼、排気、吸気を繰り返すことによりパルスジェットエンジンは動作をしている[1]。

3. 実験

3.1 実験装置

図2に実験装置の配置図を示す。本装置を使用することにより、推力、温度そして音圧レベルが計測可能となる。まず推力は空き瓶の下に設置した電子天秤（EW1500I, A&D）により計測する。温度と音圧レベルは空き瓶の上に設置する温度計（73063, シンワ）と騒音計（78588, シンワ）で測定する。また、カメラの録画機能を用い燃焼中の様子を観察できるようにする。

3.2 実験条件及び実験方法

実験条件について記す。燃料はメタノールとエタノールの混合液（メタノール濃度 $\phi_m = 76.6\%$ 、エタノール濃度 $\phi_e = 21.4\%$ ）を使用する。吸排気口の直径は13mmと16mmとする。空気入れの回数は30回と固定し空き瓶容量300ml及び500mlを使用する。

3.3 実験結果

表1と図3に容量300ml及び500mlかつ吸排気口の直径13mmの計測結果を示す。直径16mmの実験結果は省略した。表及びグラフから、空き瓶の容量が大きい場合、燃焼時の燃料の使用量が増えるため音圧レベルと温度は大きくなった。推力に関しては点火直後の燃焼が終わり、排気された後に吸気され点火直後の燃焼以外の燃焼は点火直後ほどの推力がかからなかった。

4. 結言

空き瓶パルスジェットエンジンの性能試験を実施した。容量が大きくなれば燃焼時に燃料の使用量が増えるため燃焼が大きくなる。それに伴い音圧レベルと温度が大きくなることがわかった。点火直後の燃焼はそれ以外の燃焼より大きい推力が得られることがわかった。

文献

- [1] 倉田亮介, "空き瓶パルスジェットエンジンの燃焼時間向上を狙った実験", サレジオ工業高等専門学校創業論文

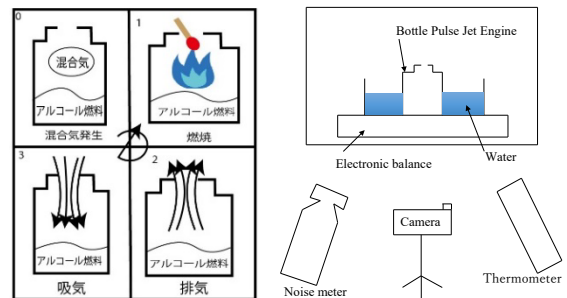


図1 動作原理

図2 実験装置の配置

表1 容量300mlと容量500mlの吸排気口の直径13mm時の温度と音圧レベルの関係

容量 d [ml]	300	500
温度 T [°C]	31.7	40.2
音圧レベル A [dB]	77.0	71.3

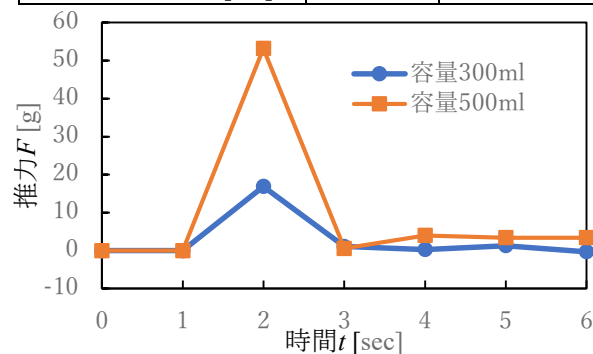


図3 容量300ml及び500mlかつ吸排気口の直径13mmの推力

圧電セラミックスの圧力センサによる超音速流の流速計測

Velocity Measurement of Supersonic Flow using Piezoelectric Ceramic Pressure Sensor

17435 望月 優一
指導教員 廣瀬 裕介

1. 緒言

超音速の特性を知るために、流れの圧力計測は必須である。圧力計測にはブルトン管圧力計や圧電型圧力センサが使われている。しかしブルトン管圧力計では反応速度が遅く、超音速流の計測には使用できない。反応速度が速いセンサとして圧電型圧力センサは Piezotronics 社製のセンサが多く使用されている。しかし高価であることが知られており、複数個を同時に使うには多くの予算が必要となる。一方で、比較的安価かつ、反応速度が速い圧力センサには圧電セラミックスが使われている。Piezotronics 社の圧力センサと比較すると反応速度は劣るが、超音速領域であれば十分に使用可能であると考えた。

本研究の目的は圧電セラミックス用により圧力センサを超音速流の流速計測に適用できるか検討することを目的とする。

2. 理論

2.1 圧電セラミックス

まず圧電セラミックスについて述べる。まず、圧電体とは機械的エネルギーを電気的エネルギーに変換し、電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換可能な物質を指す。圧電体の性質を持つセラミックスのことを圧電セラミックスと呼ぶ。また、圧電体を使用したセンサでは、加わった力に比例した電荷が発生する[1]。

2.2 マッハ数の理論式と定義

次にマッハ数の理論式と定義について述べる。マッハ数を求めるには

$$M = \frac{u}{a} \quad (1)$$

という式で求めることができる。M はマッハ数[-]、u は流速[m/s]、a は音速[m/s]示している。音速の求め方は

$$a = \sqrt{\kappa RT} \quad (2)$$

である。空気の場合、比熱比 $\kappa[-] = 1.402$ 、ガス定数 $R [J/kg \cdot K] = 287.1$ 、温度 $T[K] = t[^\circ C] + 273.15$ である[2]。

3. 実験

3.1 実験装置

図1は風洞装置の概略図である。高压部、低压部、電磁弁、そして圧力センサから構成される。

3.2 実験条件及び方法

計測条件として、圧電セラミックスの圧力センサは同時に4つ使用した。圧力センサはオシロスコープに接続し、その接続チャンネルである ch1 から ch4 のセンサ位置は固定である。計測する際は、ch1 から得られる信号をトリガーとした。ま

た、低压部の圧力は絶対圧(0.1MPaA)、高压部圧力はそれぞれ 0.4MPaA、0.5MPaA、0.6MPaA としそれぞれ5回ずつ計測を行う。室温は 10°C、使用気体は空気である。

4. 結果

計測結果をグラフに示す。縦軸は時間 t[s]、横軸は距離 L[mm]を表している。表1は理論マッハ数と実際のマッハ数の誤差を示す。

5. 結言

今回、衝撃風洞の超音速流計測に圧電セラミックスの圧力センサが適用可能であるか検討した。高压部の圧力をそれぞれ 0.4MPaA、0.5MPaA、0.6MPaA とした実験では圧力センサから出力される電圧をオシロスコープでとらえることができたため実験は成功したと言える。実験データを基にそれぞれの流速や到達時間を求めた。以上のことから今回の実験で使用した圧電セラミックスを用いた圧力センサは超音速流の流速計測に適用できると考える。

文献

- [1] 村田製作所, “圧電セラミックスとは 基礎知識”, Murata<https://www.murata.com/ja-jp/products/timingdevice/ceralock/library/basic/description>
- [2] 松尾一泰ほか, “やさしい流体力学-完全流体と圧縮流体”, 森北出版株式会社, pp85-90 (1990)

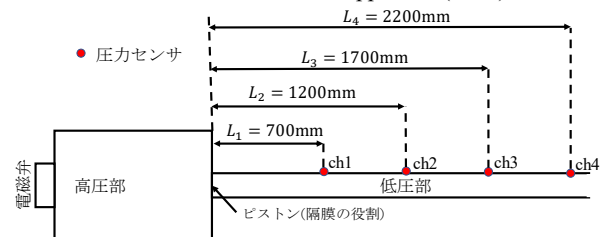


図1 実験装置の概略図

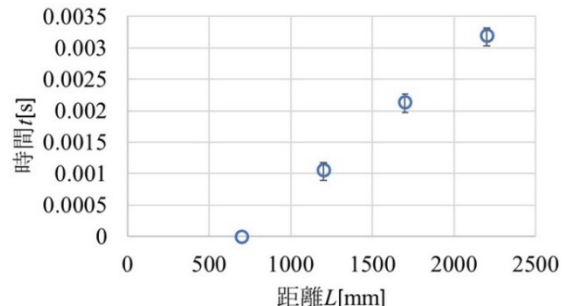


図2 高压部 0.4MPaA 時の到達時間

表1 理論マッハ数と実際のマッハ数との誤差

位置	実際のマッハ数 (平均速度)	理論マッハ数	誤差率 [%]
700~1200mm	1.417083	1.399883	12.3
1200~1700mm	1.369338		2.1
1700~2200mm	1.399883		4.9

LoRa 通信のカバレッジ測定結果の可視化に関する研究

Study on Visualization for LoRa Communication Coverage Area Measurement Results

17436 安武 凜太郎
指導教員 三輪 賢一郎

1. 緒言

あらゆる分野で IoT の導入が進展している中、低消費電力で広域に通信が可能な LPWA が注目されている。実運用に当たっては、そのカバレッジ範囲を予め調査しておくことが肝要である。そこで本研究では、本校周辺の LoRa 通信のカバレッジの測定結果に対し、付加価値の高い可視化を検討することで、将来の IoT 研究やセンサネットワークの実運用に役立てることを目的とする。

2. 方法

本研究では、(株)オープンウェーブ社が制作した LoRa 通信カバレッジ可視化のためのプログラム (オープンソース[1]) に改良を加えることにより、以下の 5 種類の可視化を実現する。

(3) 標高の可視化 (国土地理院地図)

標高ごとの色別化を行った。ただし、RSSI 値の可視化を妨げないためにモノクロで作成した。

(4) 調査ルート of 可視化

移動端末の移動ルートを、別途専用のプログラムを作成して、ライン表示により可視化した。

(5) 基地局と通信地点との位置関係の可視化

Power BI を利用し、標高、基地局からの距離、RSSI 値を、散布図として表示させることとした。

3. 結果

本校周辺の LoRa カバレッジの測定データを本プログラムに適用したものを図 2、図 3 に示す。図 2 では、(1)RSSI 値、(2)標高値、(4)調査ルートの可視化に成功していることが分かる。図 3 では、(5)基地局と通信地点との位置関係について効果的な可視化が行えていることが確認できる。

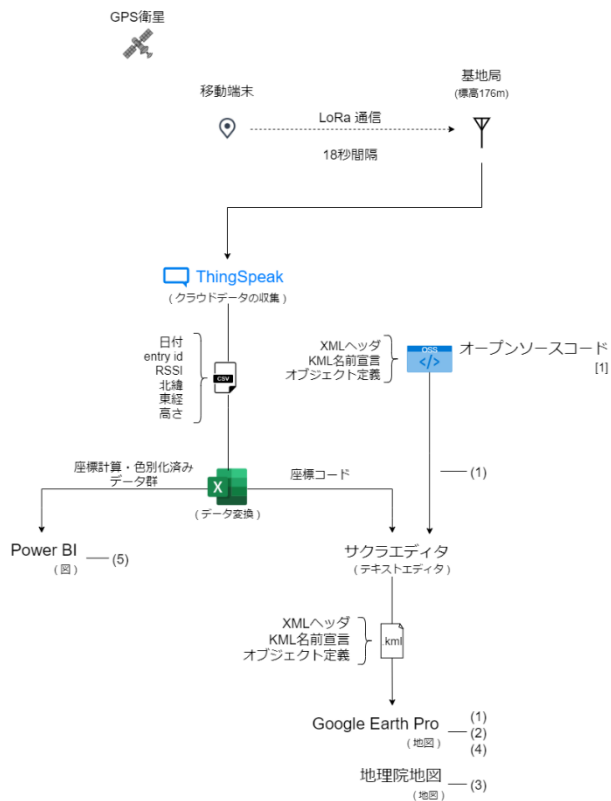


図 1 実験手順の概略

(1) RSSI 値の可視化

マップ上の表示アイコンを、RSSI 値に応じて色別で表示させることとした。

(2) 標高値の可視化 (Google Earth Pro)

表示アイコンと併せて標高が表示されるようにした。そのための名前設定は Excel 内で行っている。



図 2 RSSI 値と標高値の可視化

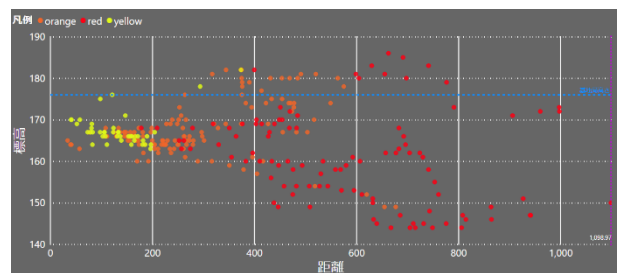


図 3 基地局と通信地点との位置関係の可視化

4. 結言

本研究では、本校周辺の LoRa 通信のカバレッジの測定結果に対し、既存のプログラムに改良を加えることで、付加価値の高い可視化を実現した。

文献

- [1] 株式会社オープンウェーブ, “LoRa 実験 GoogleEarth.kml”, [https://github.com/openwave-co-jp/LoRaGPSEExample/blob/master/LoRa 実験 GoogleEarth.kml](https://github.com/openwave-co-jp/LoRaGPSEExample/blob/master/LoRa%20実験%20GoogleEarth.kml), 2017 年 5 月 19 日
- [2] Google Earth, <https://www.google.com/earth/>

雑音等に頑健な基本周波数推定法に関する研究

Study on Robust Fundamental Frequency Estimation Method against Noise and/or Reverberation

17437 山川 拓真
指導教員 三輪 賢一郎

1. はじめに

音声の基本周波数（以下、 F_0 ）は、音の高さに密接な関係があり、イントネーションやアクセントなどの韻律情報だけでなく、話者の個人性や感情性なども包含している。そのため、 F_0 は音声の分析合成、強調処理、認識のほか、非言語情報の認識・変換といった様々な音声信号処理で重要な特徴として利用されている。したがって基本周波数の推定手法は、雑音や残響が存在する実環境での使用が可能なものが望ましい。

雑音と残響の両方に対応した手法として AM 復調を利用した FreeDAM が提案されている[1]。しかし、計算量や推定精度の面で課題があった。

本研究では、計算量が比較的小さく、かつ雑音と残響の両方に頑健な F_0 の推定手法として二乗検波の有効性を検討する。

2. 理 論

2.1 AM 復調を用いた基本周波数推定法

実環境（雑音残響環境）で観測された音信号から任意の隣り合う三本の調波成分を抽出する。抽出した三本の調波からなる信号は AM 信号と見做せることから、復調処理によりその AM 信号から復調波形を取り出し、その周期を特定することで音信号の F_0 推定が実現できる。

2.2 二乗検波

AM 変調の復調処理の 1 つである。観測信号（AM 変調波）を二乗することで、図 1 のスペクトルが出力される。出力された信号を低域通過フィルタに通すことにより、高調波が除去され、メッセージ信号を取り出すことができる[2]。本研究では復調処理にこの二乗検波を採用している。

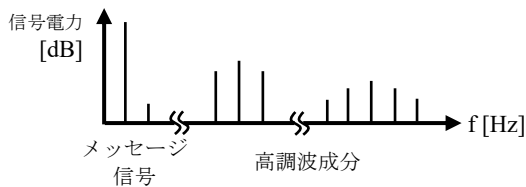


図 1 二乗検波によるスペクトラム図

3. 方 法

3.1 実装

観測信号から帯域通過フィルタにより抽出された AM 信号を二乗検波により復調し、復調波形の周期を特定することで F_0 を推定する。

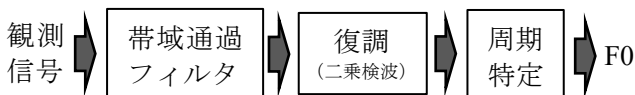


図 2 提案法のブロック図

3.2 実験方法

提案法の実装を MATLAB 上にて実装し、雑音環境を模擬したシミュレーションを実施した。入力信号は 10 次の調波複合音を用いることとし、その F_0 は 60 [Hz] から 5 [Hz] 刻みで 600 [Hz] までの計 108 種類の信号を用意した。付加した雑音は 10 種類の白色雑音であり、その SNR は 20、10、0、-5、-10 [dB] の 5 通りで実施した。評価指標は、許容誤差を 5 [%] 以内とした正答率を用いた。

4. 結 果

表 1 に、各手法の雑音環境における F_0 推定正答率と計算時間をそれぞれ示す。SNR が 0 [dB] 時の提案法の F_0 推定結果を図 3 に示す。ここで横軸は F_0 の真値、縦軸は F_0 の推定値である。

表 1 雑音環境における F_0 推定正答率と計算時間

手法	正答率%					計算時間 s
	20dB	10dB	0dB	-5dB	-10dB	
TEMPO2	81.7	72.3	11.0	0.917	0.917	48.9
STFT	87.9	88.0	65.0	23.2	6.70	9.43
YIN	99.1	98.9	8.81	6.33	4.68	10.2
SWIPE	100	99.7	68.9	40.8	19.6	30.9
FreeDAM	100	100	97.6	93.4	67.2	1.28×10^5
包絡線検波	100	98.1	74.5	50.0	17.3	651
ヒルベルト変換	100	98.9	75.0	49.8	16.8	727
二乗検波	100	95.7	68.3	37.6	10.6	654

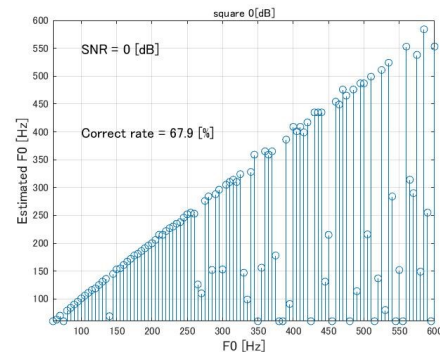


図 3 SNR=0 [dB]における提案法の F_0 推定結果

表 1 から、提案法の雑音耐性は FreeDAM に劣り、計算時間は雑音耐性で同等だった SWIPE に劣った。また、図 3 から、周波数が高くなるほど F_0 の推定が困難になっていることが確認された。

5. まとめ

本研究では、雑音・残響に頑健な F_0 の推定手法として、二乗検波による方法を提案した。

文 献

- [1] 三輪賢一郎, 鶴木祐史, “振幅変調音のピッチ知覚に基づいた調波複合音の基本周波数推定法,” 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J98-A, No.12, pp. 668–679, 2015 年 12 月.
- [2] 小紫典居, 植田佳典, “発振・変復調回路の考え方,” オーム社, pp. 86--87, 1979 年 5 月.

第6回廃炉創造ロボコンのコントローラー開発

Development of a Robot for "The 6th Creative Robot Contest for Decommissioning" - Controller -

17438 善村 拓真
指導教員 富田 雅史

1. 緒言

第1回廃炉創造ロボコンは2016年の12月に行われ、今年で第6回目の開催となる。廃炉創造ロボコンとは、日本原子力研究開発機構と廃止措置人材育成高専等連携協議会が主催する大会である[1]。大会の目的は主に、学生たちに廃炉へ興味を持ってもらうこと、創造性を発揮して実践的に課題発見力・課題解決力を養うことの2点である。本年度は、福島第一原子力発電所原子炉建屋内における高線量エリアの遠隔高所除染を想定した競技内容である。指定のペンで高所除染する壁（高さ2700mm・幅1000mm）の上部に設置された模造紙をペンで塗り潰す競技で、作業の精度が評価される。除染対象の壁までの競技フィールドは2000mmの幅の道となっており、途中の移動経路にスロープ（傾斜15度程度）が設置されており、ロボットが前後左右に動くことができる必要がある。また、ロボットは有線で遠隔操作する要件が課されている。

筆者は高専4年間で得た知識・経験をもとに社会の問題を解決に導くことを目的とし、今大会に出場した。本論文では、ロボットを操縦するためのコントローラーの設計・開発について報告する。

2. コントローラーの仕様

表1はコントローラーに対する要素から定めた仕様である。また、表1に示した仕様とコントローラーの操作部の関係を図1に示す。

表1 コントローラーの仕様

機能	部品名	個数(個)
前後左右移動 ①	ジョイスティックレバー	1 (スイッチ)
速度可変①'	可変抵抗	1 (B20K)
第1昇降②	ゲームスイッチ	2 (スイッチ)
第2昇降③	ゲームスイッチ	2 (スイッチ)
左右操作④	ゲームスイッチ	1 (スイッチ)
事故回避 センサー表示	パイロットランプ	5 (LED)
平行感知 センサー表示	パイロットランプ	1 (LED)
距離感知 センサー表示	パイロットランプ	1 (LED)

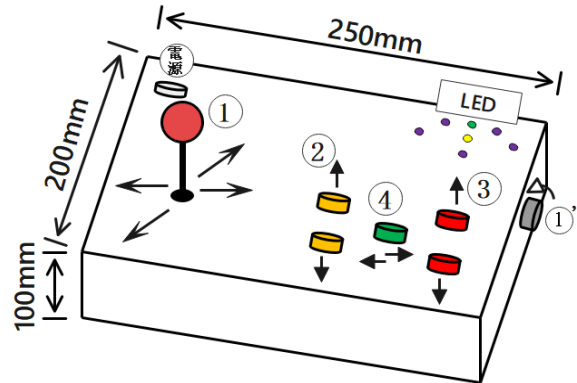


図1 コントローラーの名称

コントローラーはアーケードコントローラーのように両手操縦することを基本とする構造とし、操作の容易性を優先するために、ジョイスティックレバーを採用した。ロボット本体が障害物に当たらぬよう、事故回避を目的とした超音波センサーをロボット本体に複数配置し、それに対応するパイロットランプをコントローラー（図1中のLED部分）に取り付けた。

大会のルールでロボットを直視できないため、ロボット本体にカメラを取り付けた。カメラ映像を出力するモニターが必要になるが、会場に操作スペースが確保されているので、ディスプレイモニターを使用し、コントローラーの軽量化と持ち運び精度を優先した。

3. プログラミングの概要

操縦者とロボットとの通信距離が最長50mであり、十分に長距離である。この場合、信号が電圧降下によって正常に読み取れないという通信障害が起こる可能性がある。従って、ロボット側とコントローラー側の各々に、RS422を1台ずつ配置し、有線接続のシリアル通信を採用した。

4. 結言

本研究では、廃炉創造ロボコンに出場し、ロボットを動かすためのコントローラーの設計・開発と、RS422の設計・開発を完了した。RS422を用いた長距離での有線通信実験は成功しており、良好な結果を得られた。

5. 今後の展望

廃炉ロボコンは2年に1度、競技内容が変更されるので、それに応じたコントローラーの再設計または、動作確認を行うことが挙げられる。

文献

[1] 廃止措置人材育成高専等連携協議会 “第6回廃炉創造ロボコン実施要項”

小型簡易メルトマスフローレート試験機を用いた 融解樹脂における流動性の調査

Investigation of Flowability for Fusion Plastics
with Small-size Simple Melt Mass Flow Rate Index Tester

17439 若山 隼
指導教員 坂口 雅人

1. 緒言

熱溶解積層型 3D プリンターは融解した材料を積み重ねて形を成形する装置である。3次元データから直接造形物を出力することができるため、コストの削減、造形の自由度、開発工程の簡易化など多くの利点がある。

造形物を作成するにはフィラメントと呼ばれる材料を用意する必要がある。代表的なフィラメントの材質としてアクリロニトリル、ブタジエン、スチレンの共重合体 (ABS 樹脂) やポリ乳酸 (PLA) などが挙げられる。フィラメントは押出機を使用して製作することができ、成形性は樹脂の流動性に依存する。樹脂の流動性の試験方法として Melt Mass Flow Rate (MFR) がある。しかし MFR 試験機は大型かつ高価であるため、安価な予算で測定を行うことが困難である。そこで本研究では安価な予算で測定する方法を検討した。

2. 実験方法

2.1 小型簡易 MFR 試験機の製作

本研究では JISK7210 [1] を元に製作をした。シリンダの設計方法について以下に記載する。

シリンダの材料は一般構造用圧延鋼材を使用した。シリンダの長さは JIS 規格では 115 mm ~ 180 mm、内径は 9.550 ± 0.025 mm であるが、本研究では小型化と加工の簡易型の為、長さを 50 mm、内径を 9.5 mm にした。Fig1 はシリンダの図面を示す。

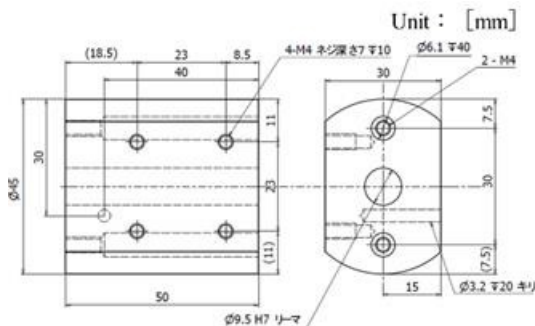


Fig1. Design of the cylinder.

2.2 β -TCP/PLA の MFR 測定

製作した MFR 試験機を用いて、 β -TCP/PLA 複合材料の MFR 測定をした。材料は β -TCP 粉末「ラサ晃栄株式会社製」、PLA ペレット「Nature Works LLC 製 Ingeo Biopolymer 3001D」を使用した。

β -TCP/PLA は PLA と β -TCP の含有率を 30mass% ドライブレンドした。

試験機の温度を 200°C にした後、シリンダの中に材料を 2 g 入れ、1.23 kgf の負荷を加えた。その後、容器の底の開口部から 15 秒間置きに押し出した樹脂をカットした。切り取った樹脂の質量を電子天秤で測定し、(1)式に代入して MFR を求めた。

$$MFR[g/10min] = \frac{600 \times m}{t} \dots (1)$$

m : 切り取り試験片の平均質量 [g]

t : 試料の切り取り時間間隔 [s]

3. 結果と考察

Fig2 は各 TCP 含有率の β -TCP/PLA 複合材料における MFR の測定値を示す。MFR は熔融流動性の尺度のことで、分子量と相関性がある。MFR の数値が高いほど材料の分子量が小さく、流動性が優れていることを意味している。逆に、逆に MFR の数値が低いほど材料の分子量が大きく、流動性が優れないことを意味している。 β -TCP の割合が高い程、MFR が上がった。これより、造形物の成形がしやすいことがいえる。

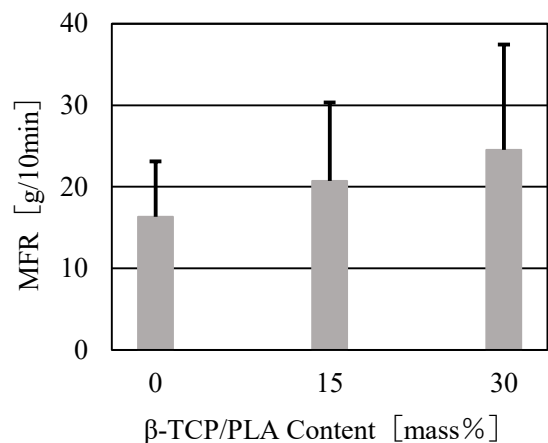


Fig2. β -TCP/PLA MFR measurement.

4. 結言

本研究を通じて簡易型の MFR 試験機を製作した。MFR 測定は、 β -TCP の割合によって測定値が変化することから、含有率によって成形のしやすさが変化することが確認できた。

文献

[1] JISK7210:2014: プラスチック-熱可塑性プラスチックのメルトマスフローレート (MFR) 及びメルトボリュームフローレート (MVR) の求め方。

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
17501	赤松 将多	LSTMを用いた機械加工における不良品判別法の検討
17502	渥美 宗太郎	ヘテロジニアスな並列計算システムにおけるデータの分配方式による効率化の検証
17504	石山 英龍	greedyアルゴリズムによるルータの最適配置に関する研究
17505	和泉 怜恩	ナップサック制約付きの影響最大化問題を解く手法の提案
17506	伊藤 知希	深層学習を用いたカラスの鳴き声の識別に関する研究
17507	稲富 丈士	畳み込みニューラルネットワークにおける再学習アルゴリズムの特性評価の検討
17508	海野 心杜	個別要素法の感染シミュレーションの検証
17510	荻野 遥加	曲面上での体表パターンを表現する反応拡散モデルの数値シミュレーション
17512	梶原 琉那	単眼カメラを用いた腕の動きの追跡
17513	神谷 祐輔	Webカメラによる青, 黄, 赤色と矢印信号の検出
17517	久保田 優太	統計的手法を用いたコロナ感染率と人口の関係性と今後の予測
17518	小坂 優介	分岐パターンが出現する反応拡散モデルの並列計算
17520	小林 虎之介	境界層常微分方程式に対する摂動解析
17521	小山 稀平	指定した係数値を有する直線位相FIRフィルタの設計法に関する研究
17524	阪本 和樹	背景差分とステレオ視を用いた障害物の計測
17525	崎田 将吾	CUDAを用いたバリ検出法の高速度の検討
17526	佐々木 舜	包丁画像内の持ち手の位置の自動認識について
17527	差波 大雅	KAZE特徴量を用いた加工面のバリ検出法の検討
17528	佐藤 駿一	webGLとGPGPUを用いた分散コンピューティングでの大規模連立一次方程式の計算時間短縮手法の模索
17529	澤登 侑姫	機械学習を用いたベース音の判別に関する研究

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
17530	治部 真大	バスケットボールにおける4ポイントシュートライン導入の検討
17531	白澤 昇馬	背景差分とテンプレートマッチングを用いたボールの軌道抽出
17534	菅田 修平	計算資源を効率よく使用するための並列処理アルゴリズムの研究
17535	平良 博ハーン	トーラス面上のシュレディンガー方程式の導出 -デカルト座標を經由しないシュレディンガー方程式の導出-
17536	高田 雄人	手書き文字画像の正規化手法の検討
17537	高松 晴幸	プッシュ通知処理用の待ち行列の構成
17538	高村 優作	複数光源下画像における陰影除去法の検討
17539	武田 夢音	ランダムフォレストを用いた株価のテクニカル分析の適合度に関する調査
17540	玉村 一瑛	強化学習の最適経路問題への適用 —— 迷路探索を例題として
17541	溜 玲音	画像処理を用いた自動運転における曲線の通過
17542	常見 歩夢	敬語検出システムの作成
17543	鳥巢 龍之介	テクニカル指標とチャート画像の解析を用いた売買戦略の考察
17546	鳴島 悠人	ステレオ視を用いた人物の身長 の推定
17547	西河 航	カードゲームによるブレインストーミングのオンライン環境に関する検討
17548	西脇 彰	螺旋葉序のパターンを表現する数理モデルとその数値計算
17549	早瀬 竜希	貝殻の螺旋構造を表現するための幾何学モデルと数値シミュレーション
17550	廣田 知希	駅プラットフォーム内の人物危険動作検知手法の検討
17551	福本 泰大	暗号通貨の価格変動の分析
17552	前田 文平	行方不明者の搜索を想定したUAVの飛行経路の決定方法の検討
17553	三科 雄一朗	土地価格の推定における逆距離加重法とKriging法の比較

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
17555	村上 颯一	画像を用いた自動車の車間距離の制御
17556	村山 英慈	回転するコインの運動に関する考察
17557	安福 仁	陣取りゲームのルート評価
17558	山下 和輝	2台のカメラを用いた三角測量による物体の3次元追跡
17559	山下 暉史	オセロ盤面における探索の効率化
17560	横山 開	挨拶における良い第一印象をもたらす要因検討
17561	横山 巧弥	LSTMによる株価予測用の入力データセット
17562	吉田 俊太郎	太陽系の三次元シミュレータ
16528	酒井 慧	遠隔授業における学生の理解度の把握方法に関する検討

LSTM を用いた機械加工における不良品判別法の検討

A Study on Distinction Method of Defective Products in Machining by LSTM

17501 赤松 将多
指導教員 宮田 統馬

※都合により原稿はありません。

ヘテロジニアスな並列計算システムにおける データの分配方式による効率化の検証

Verification of Efficiency Improvement by Data Distribution Method in A Heterogeneous Parallel Computing System

17502 渥美 宗太郎
指導教員 須志田 隆道

1. はじめに

スーパーコンピュータとは一般に CPU や GPU などの演算装置を搭載した計算ノードを複数接続した、大規模で高速な演算が可能な汎用計算機である。スーパーコンピュータは大規模な演算を細かく分割し並列化することで処理を高速化している。このようなシステムを並列計算システムと呼ぶ。一般的なコンピュータを複数接続することでも並列計算システムを構築することが可能である。

並列計算システムは構成する各計算機の性能が均一なホモジニアスな並列計算システムと、性能や構成がまちまちなヘテロジニアスな並列計算システムとに分類できる。ホモな並列計算システムでは、システムを構成するすべての計算機に同じだけ処理を割り振るだけなのでプログラムが簡単に書けるが、一般家庭や小規模な組織で均質な計算機を複数新たに用意するのは費用が掛かる。使っていないコンピュータなど、既存の計算機をかき集めて構成できる並列計算システムは自ずとヘテロな環境となるため、ヘテロな環境の安易な効率化方法を示すことで、機械学習やシミュレーションなど演算能力が必要となる分野の研究・開発へのハードルが下がることが期待できる。

2. 方法

ヘテロジニアスな並列計算システムの性能が、各計算機の性能に合わせたデータの分配を行うことで、どの程度効率化できるのかを実験に実験を行って確認する。まず、性能がまちまちな計算機 4 台をネットワークに接続し、ヘテロな並列計算環境を構築する。構築した並列計算システムの各計算機の CPU とメモリ容量を表 1 に示す。MPI を用いた行列-行列積を完全分散並列化方式で並列計算によって求めるプログラムを作成し、並列計算システム上で実行、データの分配方法ごとに処理時間を計測し、Zhang らの定義をもとに一番性能の高い計算機の性能を基準として高速化率、等価マシン数を算出し、並列化効率を求めてその性能を比較する[1]。プログラムは、各計算機内でも並列に演算を行う。目的の行列-行列積を求める前に、小さなサイズの行列-行列積をそれぞれの計算機で実行して処理時間を計測し、その処理時間をもとにその

計算機の性能を判断してデータの分配量を決定する。

3. 結果

作成した MPI プログラムを用いて、まず各計算機で 4 段階の行列サイズで行列-行列積の処理時間を計測した。計測結果を表 1 に示す。次に、これらの計算機を接続して構成した並列計算システムですべての計算機に同じ量のデータを分配して計算させた場合を効率化前、各計算機の性能に合わせた量のデータを分配して計算させた場合を効率化後として、それぞれの処理時間を表 2 に示す。また、表 1 の結果から等価マシン数を算出し、表 2 の結果と合わせて高速化率を計算し並列化効率を求めて表 3 にまとめた。表 3 から、計算機の性能に合わせたデータの分配を行うことで、並列化効率が最大 7.6% 向上した。

表 1 各計算機での処理時間

コンピュータ	処理時間 [s]			
	1024 × 1024	2048 × 2048	4096 × 4096	8192 × 8192
コンピュータ A	0.293	2.844	26.955	229.817
コンピュータ B	0.255	2.030	19.093	199.064
コンピュータ C	0.385	3.070	32.082	354.646
コンピュータ D	0.374	3.011	27.615	234.090

表 2 データの分配方式ごとの処理時間の比較

	処理時間 [s]			
	1024 × 1024	2048 × 2048	4096 × 4096	8192 × 8192
効率化前	0.539	2.238	11.455	86.181
効率化後	0.521	2.238	11.364	77.710

表 3 データの分配方式ごとの並列化効率の比較

	並列化効率 [%]			
	1024 × 1024	2048 × 2048	4096 × 4096	8192 × 8192
効率化前	14.7	29.7	55.7	70.5
効率化後	15.2	29.7	56.1	78.1

4. まとめ

全体を通して、ヘテロジニアスな並列計算システムにおいて各計算機の性能に合わせたデータの分配を行うことで、かなりの効率化を行えることを示すことができた。しかし、行列-行列積の演算という限定的な場合での検証のみであるうえ、スーパーコンピュータのような汎用性を示すまでには至らなかった。

文献

- [1] Xiaodong Zhang, Yong Yan, Modeling and characterizing parallel computing performance on heterogeneous networks of workstations, "Proceedings. Seventh IEEE Symposium on Parallel and Distributed Processing", pp.25-34, 1995

greedy アルゴリズムによるルータの最適配置に関する研究

A study on optimal location of Wi-Fi equipment by greedy algorithm

17504 石山 英龍

指導教員 島川 陽一

1. はじめに

本校では学生が自由に接続できる Wi-Fi が設置されているが、学生全員が利用するのに十分な台数ではない。本研究では学内の Wi-Fi 設備（ルータ）の最適配置を greedy アルゴリズムで求める。

2. ルータの最適配置の定式化

サレジオ高専の学内全体を最小数のルータでカバーしたい。この最適化問題を以下のように定式化する。決定係数 $x_i \in \{0,1\} (i = 1, \dots, n)$ は位置 i にルータを置くときに 1、そうでなければ 0 とする。式(1)は設置したルータの台数が最小になるということを表している。式(2)では需要点で電波を取得できるルータが最低 1 つ以上であることを表している。ここで $[a_{ij}] = [0,1]$ は需要点 j が位置 i のルータでカバーされるとき 1、そうでなければ 0 である。また x_i はルータが設置されるときに 1 そうでないときは 0 をとる決定変数である。

$$\min \sum_{i=1}^n x_i \quad x_i \in [0,1] \quad (1)$$

$$\text{s. t. } \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i \geq 1 \quad [a_{ij}] \in [0,1] \quad (2)$$

3. 学内全体を対象とした実験

本問題は greedy 法により解く。greedy 法は計算の各段階で最も需要点のカバー数の大きい部分解を選んでいき、それらの部分解を組合せたものを最終的な解とする。

需要点はプレの一般教室を基準に考える。研究室などの小さい教室は 2 部屋で 1 教室分とする。2 教室分の大きさがある大講義室は 2 つに分割して 2 部屋分とする。ルータは各需要点 1 つに 1 つとし、接続可能範囲は隣り合う需要点のみとする。階段や廊下などの障害物を挟んでいる場合は隣あっているとは考えない。

需要点は学内全体で 99 ヶ所になる。需要点 1 つにつきルータの設置候補点を 1 つ設けるため需要点を左側、設置候補点を右側のノード集合とする 99×99 の 2 部グラフとなる。枝の本数は 244 本である。

評価は全需要点に対する被覆された点の割合で行う。また被覆の効率の悪さを重複率で表し、これも評価の尺度とする。

数値実験の結果 Greedy アルゴリズムによる探索回数は 45 回であり、最終的な重複率は 35%であった。計算回数 27 回目までは重複は発生しないという結果を得た。図 1 に計算回数による被覆の割合と重複率を示す。青のグラフが被覆の割合で赤のグラフが重複率になる。被覆の割合は重複が発生する 27 回目までは一定の割合で上昇していたが、重複発生後は重複率が上がり、割合の上昇程度は小さくなった。被覆割合と重複率の関係を見ると重複発生後から一定の割合で上昇し続けていることが分かる。

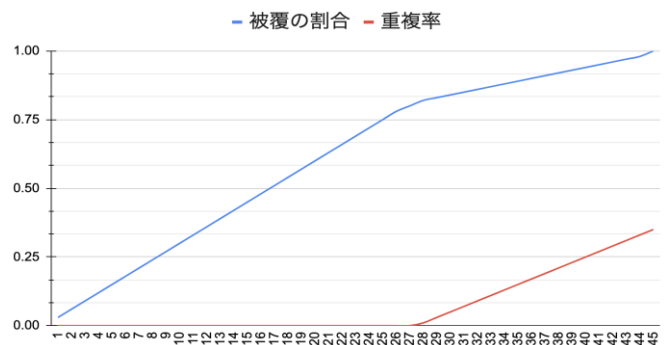


図 1：被覆の割合と重複率のグラフ

4. まとめ

学内全体をカバーするには 45 台のルータが必要であり、重複率は 35%であった。実際に 45 台の全てのルータを設置しようとした際に掛かる金額は設備費を除いても 504 万円の費用が掛かることが明らかとなった。

文献

- [1] 伊藤史織, 山田直輝, “渋谷駅周辺地域におけるゴミ箱の最適配置化問題”, 豊島女子学園, 筑波大学, 2021/03/23.
- [2] 株式会社 NTT データ数理システム, Numerical Optimizer 例題.
- [3] 岡部篤行, 鈴木敦夫, “最適配置の数理”, 1992/04/20.

ナップサック制約付きの影響最大化問題を解く手法の提案

A proposal of a method solving influence maximization problems with knapsack constraints

17505 和泉 怜恩

指導教員 島川 陽一

1. はじめに

影響最大化問題とはネットワーク上で最も広範囲に情報を拡散できる一定数のノードを求める問題である。本研究では ICBP モデル[1]を仮定したナップサック制約付き影響最大化問題の最適解を求める手法を提案する。

2. ICBP モデルの概要と定式化

ICBP モデルはネットワーク上の情報拡散過程をモデル化したものであり、これを用いたシミュレーションにより情報源となるノード集合の影響度を調べることができる。有向グラフ $G = (V, E)$ 、各リンク $(u, v) \in E$ の拡散確率 $p_{u,v}$ 、シミュレーション回数 M 、情報源となるノード集合を $W \subset V$ と定義したとき、影響度 $\sigma_G(W)$ の計算手順は以下の通りである。

I. 有向グラフ G の複製を M 個用意する。複製されたグラフを G_i ($1 \leq i \leq M$) とし、 G_i の各リンク (u, v) を確率 $(1 - p_{u,v})$ で削除する。

II. G_i 上で W から到達可能なノード集合を $R_{G_i}(W)$ とすると、影響度 $\sigma_G(W)$ を求める式は $\sigma_G(W) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M |R_{G_i}(W)|$ となる。

本研究で使用するナップサック制約付き影響最大化問題の定式を以下に示す。

$$\begin{aligned} & \operatorname{argmax}_{W \in \mathcal{V}} \sigma_G(W) \\ & \text{s.t.} \quad \sum_{v \in W} c(v) \leq B \end{aligned}$$

ここで、情報源のノード v のコストを $c(v)$ 、予算を B としている。この式は、コストの合計が予算を超えない範囲内で、影響度が最大になる情報源を求めることを意味している。

3. 提案方法

影響度 $\sigma_G(W)$ は劣モジュラ関数であることが証明されているため[2]、部分列挙法と greedy 法を用いて近似度 $1 - e^{-1}$ の解を求めることができる。しかしながら、このアルゴリズムは計算コストが大きい問題点が指摘されている[3]。

本研究では計算時間を短くするため greedy 法のみを用いて影響度 $\sigma_G(W)$ を求めるアルゴリズムを提案する。そのアルゴリズムの手順を示す。

- ① $w_0 \leftarrow \emptyset, k \leftarrow 1, V_0 \leftarrow \emptyset$
- ② $\theta_k \leftarrow \max_{v \in V_k \setminus W_k} \frac{\sigma_G(W_{k-1} \cup \{v\}) - \sigma_G(W_{k-1})}{c(v)}$
- ③ ステップ k で最大値を取る時の引数を v_k とする。 v_k が $\sum_{v \in W_{k-1} \cup \{v_k\}} c(v) \leq B$ を満たすなら (a)、満たさないなら (b) を実行する。
 - (a) $W_k \leftarrow W_{k-1} \cup \{v_k\}, V_k \leftarrow V_{k-1}$
 - (b) $W_k \leftarrow W_{k-1}, V_k \leftarrow V_{k-1} \setminus \{v_k\}$

- ④ $V_k \setminus W_k = \emptyset$ なら W_k を出力して終了する。そうでないなら $k \leftarrow k + 1$ をして②に戻る。

4. 数値計算による性能評価

プログラムはネットワーク分析ライブラリ NetworkX を使用して Python で実装し、Google Colaboratory 上で実行する。 G は NetworkX で定義されている les miserables graph を有向グラフ化して使用する。パラメータを以下に定義する。

$$\begin{aligned} p_{u,v} &= 0.7 / \max\{\deg_G^+(v) - \deg_G^+(u) + 1, 1\} \\ c(v) &= 4 \times \deg_G^+(v) + 100 \\ M &= 100 \end{aligned}$$

これらを使用して B を 200 から 1000 まで 100 ずつ増やして実行した結果を表 1 に示す。括弧内は部分列挙法と greedy 法を用いるアルゴリズムを使用した結果である。

表 1 アルゴリズムの性能比較

B	$ W $	$\sigma_G(W)$	Wall time
200	1(1)	59.79(62.06)	112ms(24.6s)
300	2(1)	64.51(68.53)	101ms(24.5s)
400	2(2)	68.53(69.77)	95.4ms(42min 43s)
500	3(3)	69.24(70.44)	112ms(1h 18min)
600	3(4)	69.77(70.82)	106ms(1h 30min 17s)
700	4(5)	70.44(71.15)	113ms(1h 34min 13s)
800	5(6)	70.82(71.46)	113ms(1h 42min 59s)
900	6(7)	71.14(71.59)	143ms(1h 53min 49s)
1000	7(8)	71.46(71.98)	150ms(2h 5min 52s)

本研究で提案する greedy 法のみでの求解性能は、部分列挙法と greedy 法を用いるアルゴリズムよりも影響力 $\sigma_G(W)$ が平均 1.963% 悪くなっているが、計算時間が平均 99.90% 短くなっている。

6. まとめ

本研究では ICBP モデルを仮定したナップサック制約付きの影響最大化問題について、greedy 法のみを用いて最適解を求めるアルゴリズムを提案した。このアルゴリズムは部分列挙法と greedy 法を用いたアルゴリズムよりも計算時間が短いにもかかわらず、近い性能を持っていることが分かった。

文献

- [1] 大原剛三, 齊藤和巳, 木村昌弘 他, “情報拡散モデルに基づく社会ネットワーク上の影響度分析”, オペレーションズ・リサーチ, 60(8) (2015) pp.449-455.
- [2] David Kempe, Jon Kleinberg, Éva Tardos, “Maximizing the Spread of Influence through a Social Network”, Proceedings of the ninth ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining, (2003) pp.137-146.
- [3] Maxim Sviridenko, “A note on maximizing a submodular set function subject to a knapsack constraint”, Operations Research Letters, 32(1) (2004) pp.41-43.

深層学習を用いたカラスの鳴き声の識別に関する研究

A Study on Identification of Crow Calls Using Deep Learning

17506 伊藤 知希
指導教員 宮田 統馬

※都合により原稿はありません。

畳み込みニューラルネットワークにおける再学習アルゴリズムの 特性評価の検討

A Study on Evaluating the Relearning Algorithm in Convolutional Neural Network

17507 稲富 丈士
指導教員 川村 春美

※都合により原稿はありません。

個別要素法の感染シミュレーションの検証

Validation of the infection simulation of the individual element method

17508 海野 心杜
指導教員 大島 真樹

1. 背景

人の動きを再現した感染シミュレーションの研究は、既存の研究が少なかった[1]。

そのため人の動きを考慮した感染シミュレーションの研究をしたいと考えた。

2. 目的

ウイルスシミュレーションを行えるシミュレーターを作成する。

感染率が 50%の場合に総感染者数が何%になった時にロックダウンすることが、総感染者数を 50%以下に抑えることが出来るか検討する。

3. 方法

3.1 実験 1

作成したシミュレーターと SIR モデルのシミュレーション結果を比較する。

シミュレーターの初期条件は以下の通りである。

- ・八王子市の人口を 100 分の 1 にした人数(約 5601 人)

- ・初期感染者 1 名とし、感染率は 50%とする
- ・人の一日に移動する距離は 3840m
- ・外部の都市との間で人口移動がないこと
- ・潜伏・発症期間はそれぞれ 5 日
- ・1 日の計測時間は 24 分
- ・人は 0 分から 9 分まで動かない (0 から 9 分までは行動していないと仮定して動きを止める)
- ・人の動きは一定として、1 分ごとに動く方向がランダムで変更される

- ・感染者が非感染者に接触した場合に感染の有無が行われる

- ・感染した場合は、潜伏・発症期間後に、免疫保持者に変化する

- ・感染者の状態推移を時間ごとに保存し、csv ファイルとして出力する

SIR モデルの初期条件を以下の通りである。

- ・人口(5601 人)
- ・初期感染者 1 名
- ・感染率 50%
- ・回復率 20%(免疫保持者)

3.2 実験 2

シミュレーションを行う環境は八王子市を想定し、総感染者数の割合に対するロックダウン率を 10%ずつ上げて測定する。シミュレーターの初期条件は実験 1 の通りである。

4. 結果

実験 1 の結果を以下の図 1 と図 2 に示す。

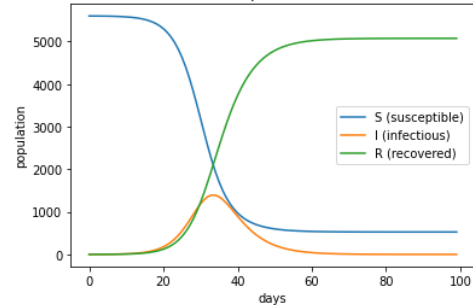


図 1 SIR モデルの結果

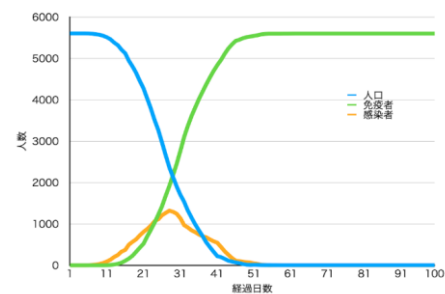


図 2 シミュレーターの結果

実験 2 の結果を以下の表 1 に示す。

表 1 総感染者数に対するロックダウン率

ロックダウン率%(人)	ロックダウン後の総感染率%(人)
10%(560 人)	16.7%(934 人)
20%(1120 人)	31.0%(1734 人)
30%(1680 人)	47.9%(2682 人)
40%(2240 人)	56.7%(3178 人)
50%(2800 人)	72.3%(4050 人)
60%(3360 人)	100%(5601 人)

5. 考察

図 1, 2 より未感染者と感染者の接触によって、感染率 50%の確率で一定時間の経過に伴い免疫獲得者に変化している。そのため、一定時間ごとに感染状況を計測するシミュレーターを作成できたと考える。

表 1 より感染率が 50%の場合に総感染者数が 20%になった時にロックダウンすると、総感染者数を 50%以下に抑えることが出来るのではないかと考える。

文献

- [1] 一ノ瀬俊明, 田丹鶴, 李一峰, ” 時空間ランダムウォークモデルによる感染対策の検証”, 日本地理学会発表要旨集(2021), 2021-7-26 参照
https://www.jstage.jst.go.jp/article/ajg/2021s/0/2021s_37/_article/-char/ja/

曲面上での体表パターンを表現する反応拡散モデルの数値シミュレーション

Numerical simulations of a reaction-diffusion model for body surface patterns on curved surfaces

17510 萩野 遥加

指導教員 須志田 隆道

1. 緒言

自然界には、いろいろな形の物体や生物、また様々な模様を持つものが存在する。シマウマ、キリン、猫などの動物の体表にある模様のパターンも動物がその環境で生存のために獲得したものである。20世紀初め、アラン・チューリングは「2つの物質がある条件の下で、反応し合いながら広がるとき、そこに物質の濃淡の波ができ、その波が生物の形や模様を作り出す」と述べ、それを反応拡散方程式で表した。この数式で作られる模様はチューリングパターンと呼ばれ、数値シミュレーションを行うことで動物の模様に酷似した模様が表現できる[1]。

本研究では、体表パターンを表現する反応拡散方程式による数理モデルの数値計算を通して、どのようなメカニズムでパターンが制御されているかを明らかにする。その際に生物の模様に関連する方程式の数値計算結果を示す。さらに、形状の特徴で模様の違いがあるのかを調査する。

2. 方法

球体などの単純な形状から動物などの複雑な形状まで幅広く扱うために、本研究では三角形のメッシュデータを使用する。メッシュデータは各頂点の座標のデータと三角形の頂点番号のデータから構成されている。後述する離散ラプラシアンを導入するために、1つの頂点に隣接している頂点を整理する必要がある。

反応拡散方程式とは、空間的な広がりを表す拡散項と化学反応による増減を表す反応項を足し合わせた偏微分方程式である。体表パターンを表現する数理モデルとして、[1]に記載された以下の反応拡散モデルを考える。

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \gamma f(u, v) + D_u \Delta u \\ \frac{\partial v}{\partial t} = \gamma g(u, v) + D_v \Delta v \end{cases} \quad (1)$$

ここで、反応項 $f(u, v)$ と $g(u, v)$ はそれぞれ以下のように与えられるものである。

$$\begin{aligned} f(u, v) &= a - u - h(u, v) \\ g(u, v) &= \alpha(b - v) - h(u, v) \\ h(u, v) &= \rho uv / (1 + u + Ku^2) \end{aligned}$$

反応拡散方程式の数値シミュレーションでは、[2]で定式化された離散ラプラシアンを採用し、様々なメッシュ形状の上で計算を行う。

3. 結言

動物の体表パターンを表現する方程式(1)の

解 u の数値計算例を図1と図2に示す。白色は値が大きく、黒色は値が低いことを表している。さらに、白黒の色合いを強調するために、非線形関数を採用している。

図1では、球体のメッシュ形状の上で数値計算した結果を示す。パラメータを $a = 92$, $b = 64$, $\alpha = 1.5$, $K = 0.1$, $\rho = 18.5$ と固定する。また、 $dt = 0.001$, $D_u = 0.001$, $D_v = 0.02$ である。三角形の頂点数は122882個である。

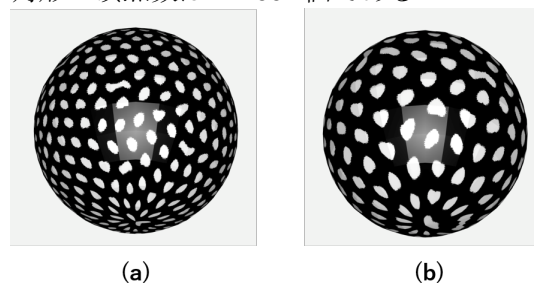


図1 球体での計算結果. (a) $\gamma = 0.5$, (b) $\gamma = 1$

球体の形状ではスポットのパターンが現れることを観察することができる。

図2では、馬のメッシュ形状を採用した数値計算結果を示す。パラメータを $a = 92$, $b = 64$, $\alpha = 1.5$, $K = 0.1$, $\rho = 18.5$ と固定する。また、 $dt = 0.01$, $D_u = 1$, $D_v = 20$ である。三角形の頂点数は15495個である。

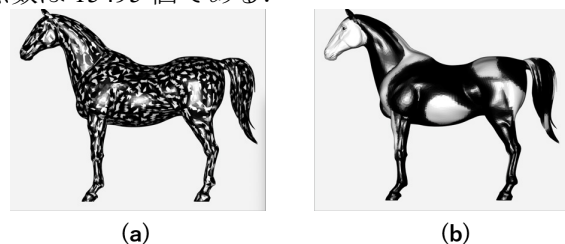


図2 馬の形状での計算結果. (a) $\gamma = 0.01$, (b) $\gamma = 1$

(1)の方程式では、領域のサイズの違いやパラメータの違いでスポットや縞模様などのパターンが現れることを観察することができる。

4. 今後の予定

Gray-ScottモデルやFitzHugh-Nagumoモデルなどの模様を表現することができる反応拡散方程式や離散ラプラス=ベルトラミ作用素を実装したシミュレーションを行うことが課題である。

文献

- [1] James S. Murray, マレー数理生物学 応用編, 丸善出版株式会社(2016)
- [2] Koji Fujiwara, Eigenvalues of laplacians on a closed riemannian manifold and its nets, Proceedings of the American Mathematical Society, 123(1995).

単眼カメラを用いた腕の動きの追跡

Arm motion tracking using a monocular camera

17512 梶原 琉那
指導教員 宇都木 修一

1. はじめに

近年、新型コロナウイルス感染症の流行で外出の機会が減り、ダンスのレッスンや、ワークショップ（ダンサー個人が開くプライベートレッスンのようなもの）に行きづらい状況が生まれている。自宅でダンスの練習をする場合、鏡がないため自分がどれだけ動いているのか、どのような形で踊れているのかわからない人が多い。

そこで、動きの精度を確認できるシステムを作ればダンスの上達に近づくことができる。本研究ではダンスのレッスンやワークショップに行くことがあまりできない状況下で、1人で練習できるようなシステムを作成することを目的とする。日常生活でスマートフォンの使用率が高い点、スマートフォンにステレオカメラが搭載されていない点から、単眼カメラでの動画で人体の動きを追跡する。

2. 三次元座標の導出

本研究では二次元上の情報を取得するために、肩、肘、そして手首にそれぞれ違う色の折り紙を貼る。単眼カメラでは制約が何もないならば三次元の追跡まではできないので、肩から肘、肘から手首までの長さは固定であるという制約を用いて、画像上の見た目の腕の長さから奥行き方向の位置を求める。取得した三次元座標を用いて、上空視点の図を作成し、腕がどれだけ前あるいは後ろに出ているか判別できるようにする。上腕の場合、上腕の長さの初期値を a_1 、肩を原点としたときの肘の x 座標を b_1 とすると、式(1)から、奥行きの位置である z 座標 c_1 が求められる(図1)。前腕の場合、図1から前腕長さの初期値を a_2 、肘を軸にして前腕を前後させることによって変化する手首の x 座標を b_2 とし、式(2)を用いて z 座標である c_2 が求められる。ここで使う各関節間の距離はピクセルを単位とする。

$$c_1 = \sqrt{a_1^2 - b_1^2 - y_1^2} \quad (1)$$

$$c_2 = \sqrt{a_2^2 - (b_2 - b_1)^2 - (y_2 - y_1)^2} + c_1 \quad (2)$$

各フレームごとに算出した z 座標を用いて上からの視点のイメージ動画を作成する。

3. 実験結果

元動画と正面トラッキング動画と上から視点の動画を合成し、時系列順に並べた結果を時系列

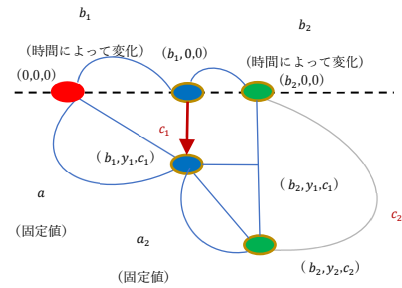


図1 奥行き座標の取得方法

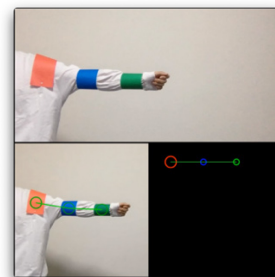


図2 腕を伸ばした状態で
の追跡 1

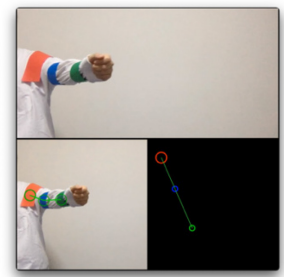


図3 腕を伸ばした状態で
の追跡 2

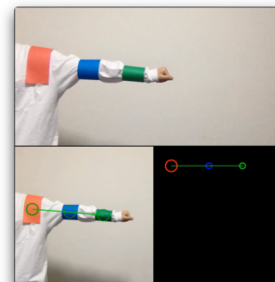


図4 前腕だけを動かした
時の追跡 1

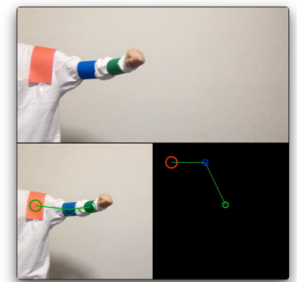


図5 前腕だけを動かした
時の追跡 2

順に図2、図3、図4、図5に示す。

4. まとめ

手首がカメラの近くに来た場合、図3を見る限り肘から手首の距離が少し長く見える。実際に手首がカメラに一番近づいた場合 x 座標の変化が大きくなることから、手首の奥行きだけ z 座標の変化が大きくなってしまふ。そのため、奥行き座標を求める計算式をもう少し改良する必要がある。

肘を曲げて撮影した場合、肘が手首で隠れてしまうことや、肘につけている色紙に影ができて暗くなり追跡ができなくなることから、色紙が追跡できなくなった時点での予測座標を算出する式を立てる事で対応することが今後の課題である。

Web カメラによる青，黄，赤色と矢印信号の検出

Detection of Traffic Light and Arrow Signal using Webcam

17513 神谷 祐輔
指導教員 川村 春美

1. 緒言

近年，高齢者が第一次当事者となる交通事故が多発している。要因として高齢化に伴う動体視力の低下により，信号機や標識など様々な情報を瞬時に得るのが難しくなっていることが挙げられる。

現在では，安全運転支援システムを搭載した車が販売されているが，一般的な車よりも値段が高く，購入への敷居が高い。一方，ドライブレコーダーは安価で取り付けが容易であり，事故時の証拠映像にも活用できることから，商用車に加え，自家用車など多くの車に搭載されている。しかしながら，ドライブレコーダーは記録が主であり，リアルタイムでコンピューターに映像を送信し，処理結果を返すことが難しい。

既存の手法[1]では，誤検出を防ぐため，車のダッシュボード上の Web カメラの画像から右側部分を切り出しており，左側にのみ信号がある場合に信号を検出できないという課題がある。また，信号の色範囲が不適切なために別の信号と誤認識することもある。

そこで，本研究では，Web カメラを用いて信号の色と矢印信号を従来手法よりも高い精度で検出する技術を確立することを目的とする。

2. 提案

既存手法での課題を解決するため，本手法では切り出し範囲を縦方向の中央部分とし，信号の各色の範囲を複数の画像から調査することで，もれない範囲を設定する。赤信号が検出された場合には赤信号の位置を基準にテンプレートマッチングを用いて矢印信号の検出を行う。また，点灯している灯火の種類を音で運転者に伝える

3. 実験

既存手法で信号の検出に失敗した例と同じ条件の動画を用意し，その画像に対して提案手法を適用する。画素サイズは，1280×1080画素である。図1の画像は左側に信号があるが，右側のみを信号の検出対象とすると信号の検出に失敗するケースであり，図2の画像は看板を赤信号と誤認識するケースである。提案手法を適用した結果を図3，図4に示す。なお，検出例の画像中の円で覆われた部分が検出された信号領域であり，青色の四角で囲われた部分が検出された矢印信号領域である。

この結果より，従来手法では検出に失敗する画像に対して，提案手法により信号が検出できていることが確認でき，検出率は表1のようになった。

表1 検出結果

動画	赤信号の検出結果	検出率
昼間 19 分	10 個中 8 個	80%
夜間 18 分	8 個中 7 個	87.5%



図1 左右両方に信号のある画像



図2 赤い看板のある画像



図3 図1左の画像の提案手法による結果

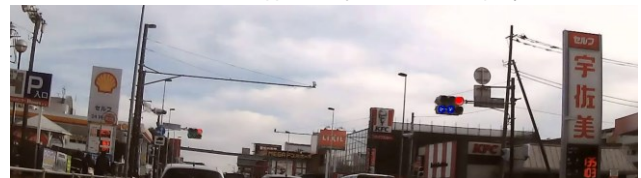


図4 図2右の画像の提案手法による結果

4. 結言

画像から信号の色と矢印信号を検出する手法を提案した。実画像を用いて評価した結果，従来手法で失敗したケースに対しても安定して検出でき，点灯している灯火の種類を音声で再生できることを確認した。しかしながら，誤検出や未検出がまだ多く発生しており，十分な精度とはいえない。

5. 今後の予定

現状，逆光下等の影響で信号の色が事前に設定した範囲から外れた場合や，信号に近い色の図形が存在する場合に誤検出が発生する。そこで，機械学習により信号機そのものを学習させることで検出精度の向上，および上述の誤検出を減らす予定である。

文献

[1]濱本健介，“Web カメラを用いた遠距離からの自動車用信号機の検出”，サレジオ工業高等専門学校 卒業論文,2017

統計的手法を用いたコロナ感染率と人口の関係性と今後の予測

A Study on Relationship between Coronavirus Infection Rate and Population using Statistical Methods of Predictions

17517 久保田 優太
指導教員 佐藤 豊

1. 研究背景

コロナ禍になった現状，国内や世界の新型コロナウイルス患者数，ワクチン接種率のニュースを頻繁に見かけるようになった。

感染者数の累計データの推移から，統計的手法を用いて今後のコロナ禍における感染者の増減等を予測できるか気になった。

2. 研究目的

日々更新される国別の累計感染者数のデータを，折れ線グラフを用いて可視化し自己回帰(AR)モデル，自己回帰和分移動平均(ARIMA)モデルを用いて時系列解析を行う。今後の新型コロナウイルスの新規感染者数の変化について時系列分析を用いて予測を行う。

3. 研究方法

日経ビジュアルデータより公開されている新型コロナウイルス感染世界マップ[1]を用いて，特に感染者数と人口との比率が激しい国(全 25ヶ国)を抜粋し，その累計感染者数データを国ごとにグラフにプロットする。対象の期間は 2020 年 6 月 1 日から 2021 年 12 月 31 日までとし，そこから R の時系列解析モデルを用いて今後の感染者数の変動についての考察を行う。

AR(1)モデルの式は以下ようになる。

$$y_t = \omega_0 + \omega_1 y_{t-1} + \delta_t \dots \text{式(1)}$$

ARIMA モデルの式は以下ようになる。

$$y_t - y_{t-d} = c + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^p \varphi_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} \dots \text{式(2)}$$

4. 研究結果

図 1 は日本を含めた 9ヶ国の 2020 年 6 月 1 日から 2021 年 12 月 31 日までの約 1 年半の間の新型コロナウイルス累計感染者数の推移を示したグラフである。

図 2 は，日本の 1 日の感染者数の推移を分析し，今後の感染者数の予測値を調査したものである。感染者数データは 2020 年 6 月 1 日から 2021 年 12 月 31 日までとし，2022 年 1 月 1 日から約 1 ヶ月半の予測を行った。予測部分は青色と灰色の範囲を表示している期間からである。信頼区間を青色は 50%，灰色は 95%としている。

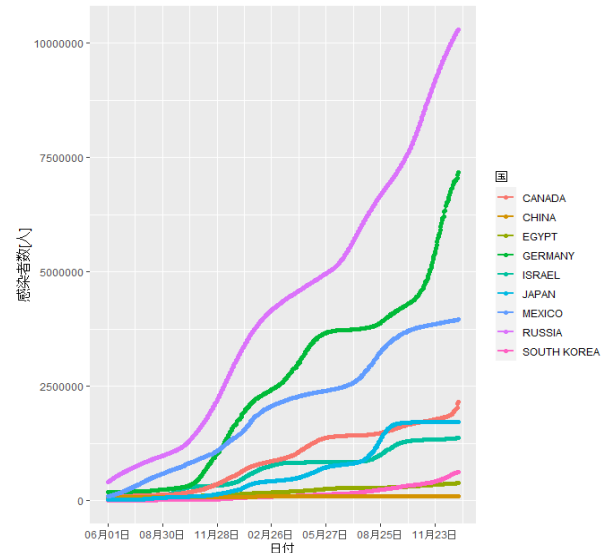


図 1: 9ヶ国の累計感染者数推移

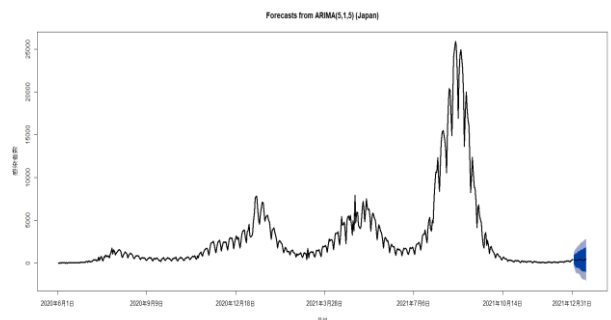


図 2: 日本の感染者数の推移と予測

図 1 において，日本は上から 5 番目の水色のグラフである。図 2 より日本の感染者数推移を ARIMA モデルで推定した結果は ARIMA(5,1,5) となった。

5. まとめ

図 2 より，日本の場合感染ピーク時期は明白であり，予測誤差も少ないが，急峻な感染者数の増加により予測がうまくいかなかった国もあった。また，本研究では 2020 年 6 月 1 日以前や 2022 年以降の感染状況を含めて解析していない。含めればオミクロン株の感染率等により予測結果も大きく変わってくる可能性がある。

文献

- [1] 新型コロナウイルス感染世界マップ:日本経済新聞 URL:<https://vdata.nikkei.com/newsgraphics/coronavirus-world-map>
- [2] 馬場 真哉(2018), 時系列分析と状態空間モデルの基礎 R と Stan で学ぶ理論と実装, プレアデス出版
- [3] 青木 義充(2014), 時系列データ分析, 港北出版

分岐パターンが出現する反応拡散モデルの並列計算

Parallel computing of a reaction-diffusion model with bifurcation patterns

17518 小坂 優介
指導教員 須志田 隆道

1. 緒言

近年、チューリングパターンで生物の模様が作られていることが判明し、反応拡散系の数理モデルの数値計算により生物の模様の形成の原因を探究する研究が盛んに行われている[1]。

本研究の目的は、ミズクラゲや枯草菌などで観察される分岐パターンがどのようなメカニズムによって出現するかを探究することである。ここでは、重定氏らによる枯草菌の反応拡散モデル[1]を題材として、どのようなパラメータが分岐パターンに影響を与えているかを数値的に調べる。空間二次元の反応拡散モデルの数値計算では、後述する ADI 法 (交互方向陰解法) [2]を採用し、マルチスレッド CPU による並列計算を実装する。

2. 方法

本研究で扱う反応拡散方程式とは、変数の空間的な広がりを表す「拡散項」と他の変数との相互作用や自己減衰などを表す「反応項」の二つからなる偏微分方程式のことである。重定氏らによる枯草菌モデルは、 u を養分とし、 v をバクテリアの密度とした反応拡散系

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \Delta u - uv, t > 0, (x, y) \in \Omega \\ \frac{\partial v}{\partial t} = \sigma(\nabla(uv\nabla v)) + vu, t > 0, (x, y) \in \Omega \end{cases}$$

と与えられる。ここで、 $\sigma = \gamma + \zeta$ とし、 v の値が平均より大きいときに、摂動 ζ を与える。 Ω は二次元の有界領域である。

上記の枯草菌モデルのような空間二次元の反応拡散方程式では、ADI 法と呼ばれる数値計算法を用いることで、通常の陰解法よりも高速に計算を行うことができる。ADI 法とは、時間ステップを2段階に分けて計算を行う。最初の時間ステップにおいては、 x 方向には陰解法、 y 方向には陽解法で差分を行い、次の時間ステップにおいては、 x 方向には陽解法、 y 方向には陰解法で差分を行うという数値計算法である。

3. 結果

以下に本研究の主な結果を2つ示す。1つ目は枯草菌モデルの数値計算結果である。ここでは、境界条件として斉次ノイマン境界条件を用いる。時間刻み幅を $dt = 0.1$ とし、空間刻み幅を $dx = 0.5$ 、 $dy = 0.5$ とする。図1に示された通りに、拡散に影響する摂動のパラメータ γ の値に応じて、分岐パターンの複雑さが変わることが観察できる。1つ目の結果について、複雑な分岐パターンを観察するためには、計算時間が長くなるこ

とから、高速な数値計算が望まれた。

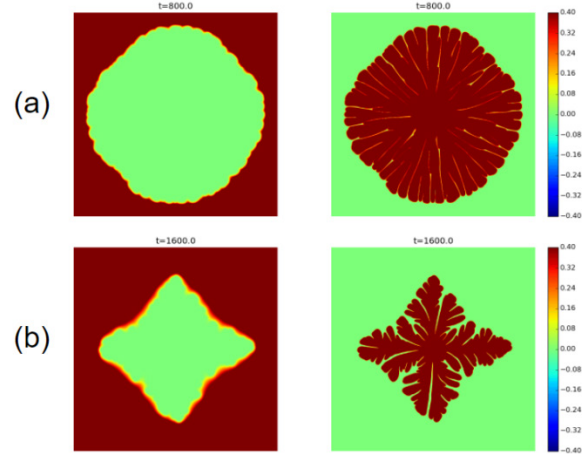


図1 枯草菌モデルの結果

(a) $\gamma = 1.0, t = 800$ 、(b) $\gamma = 0.1, t = 1600$

2つ目として、マルチスレッド CPU による並列計算を可能にする OpenMP を用いて ADI 法の並列化を実装した結果を示す。ここでは、配列サイズを 600×600 とし、Mac mini (Intel Core i7, 3.2 GHz, 12 スレッド) を用いて計算を行った。

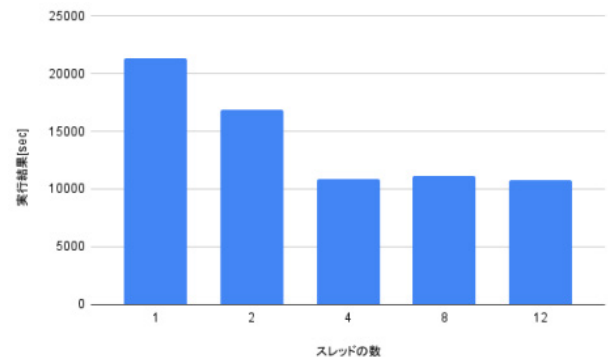


図2 枯草菌モデルのスレッド数ごとの計算時間

1スレッドと4スレッドを比べると実行時間がおよそ半分になった。4スレッドよりスレッドを増やしたとしても、実行時間が短くならなかった。その理由として、スレッドが増えるとスレッドとメモリ間のデータ通信が増えるため、実行時間が短くならなかったと考える。

4. 今後の予定

今後の課題は、ミズクラゲなどの枯草菌以外の生物についても数理モデルの数値計算を用いて、分岐パターンが出現するためのメカニズムを探究することである。

文献

- [1] 平瀬創也, “C#で学ぶ偏微分方程式の数値解法”, 東京電機大学出版局(2009)
- [2] James S.Murray, “マレー数理生物学 応用編”, 丸善出版株式会社(2016)

境界層常微分方程式に対する摂動解析

Perturbation analysis for boundary layer ordinary differential equations

17520 小林 虎之介

指導教員 真島 裕樹

1. 緒言

微分方程式には、工学・物理学・医学などに現れる幅広い現象を記述する数理モデルとしての側面があるが、実際の問題では、厳密解を得ることは困難であることが多い。そのため、未知の項の影響を逐次的に取り込み、近似的に微分方程式の解を求める手法として摂動法が考案された[1]。ところが、最高階導関数が微小な場合には、問題の数学的構造が変化するため、厳密解と近似解の振る舞いが大きく異なる。これは境界層問題として知られ、単純な摂動法では解を求めることが難しいことが知られている。本研究では、境界層問題に対して有効な近似法である接合漸近展開法[2]の妥当性を検証する。そのために、可解な線形常微分方程式をモデルとして採用し、近似解を厳密解と比較する。

2. 境界層の発生

境界層が生じる2階線形常微分方程式として

$$\varepsilon \frac{d^2 y}{dt^2} + (1 + \varepsilon) \frac{dy}{dt} + y = 0 \quad (\varepsilon \ll 1) \quad (1)$$

を考える。ここで y は変位、 t は時間を表す。境界条件は $y(0) = 0$ 、 $y(1) = 1$ である。(1)式の厳密解は $\varepsilon \rightarrow 0$ のもとで

$$y_{\text{ex}}(t) = \frac{e^{-t} - e^{-t/\varepsilon}}{e^{-1} - e^{-1/\varepsilon}} \quad (2)$$

である。(2)式の振る舞いは、時間領域によって大きく異なる。時間 $0 \leq t \leq \varepsilon$ (内部) においては $y \sim e^{-t/\varepsilon}$ が、 $\varepsilon \leq t < 1$ (外部) においては $y \sim e^{-t}$ が支配的となり、 $t \approx \varepsilon$ を境界として振る舞いが変化していることがわかる。この問題では内部領域が境界層に相当する。

3. 接合漸近展開法による解析

第2節で示した(1)式の解を摂動論によって求め、その解の振る舞いを(2)式と比較することで、近似の妥当性を明らかにする。まず y を ε のべきで

$$y = y_0 + \varepsilon y_1 + \dots \quad (3)$$

のように展開し、(1)式に代入する。得られた方程式を ε の次数で整理すると、

$$O(\varepsilon^0) : \dot{y}_0 + y_0 = 0 \quad (4)$$

$$O(\varepsilon^1) : \dot{y}_1 + y_1 = -\dot{y}_0 - \dot{y}_0. \quad (5)$$

(4)式から明らかなように、最高階導関数が最低次の式から消えてしまうため、2つの境界条件を同時に満たす解を構成することができない。

そこで、境界条件 $y(1) = 1$ を課し、外部領域で適用可能な解を ε の1次までで構成すると、

$$y_{\text{out}}(t) = e^{1-t} \quad (6)$$

が得られる。

次に、境界層に相当する内部解を構成するために、新たな時間変数 $\tau = t/\varepsilon$ を導入する。この変換は、時間領域 ($0 \leq t \leq \varepsilon$) の拡大になっている。この変数で(1)式を書き換え、 ε の次数で整理すると、

$$O(\varepsilon^0) : y_0'' + y_0' = 0 \quad (7)$$

$$O(\varepsilon^1) : y_1'' + y_1' = -y_0' - y_0. \quad (8)$$

ここでプライム (') は変数 τ での微分を表す。境界条件 $y(0) = 0$ のもとで解くと、 A_0 を任意定数として、

$$y_{\text{in}}(\tau) = A_0(1 - e^{-\tau}) + O(\varepsilon) \quad (9)$$

が得られる。これが境界層を表す内部解である。内部解と外部解をつなぐマッチング条件 $\lim_{t \rightarrow 0} y_{\text{out}}(t) = \lim_{\tau \rightarrow \infty} y_{\text{in}}(\tau)$ を課すことで、 $A_0 = e$ が得られる。

全領域で適用可能な摂動解は、2つの領域で得られた解の和から重なり部分の解 e を引くことで、 $\varepsilon \rightarrow 0$ において

$$y_{\text{co}}(t) = e(e^{-t} - e^{-t/\varepsilon}) \quad (10)$$

のように構成される。結果を図1に示す。 $\varepsilon = 0.2$ とした。

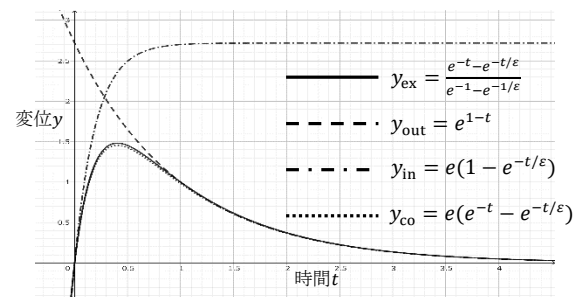


図1 解の比較

4. 考察

厳密解(2)式と摂動解(10)式を比較すると、係数を除いて一致していることがわかる。図1からも、内部解および外部解はそれぞれの領域で厳密解をある程度再現し、全領域で構成した摂動解(10)も大域的に厳密解と同様の振る舞いをしていることがわかる。よって、変動の激しさの違いによって領域を分割し、異なる領域で別々の近似解を構成する手法は、モデル(1)式の境界層常微分方程式において有効であり、妥当な近似であることが明らかとなった。

文献

- [1] L.Y. Chen, N. Goldenfeld, Y. Oono, Phys.Rev.E, **54** (1996) 376-394.
[2] 柴田正和, “漸近級数と特異摂動法”, 森北出版(2009)

指定した係数値を有する直線位相 FIR フィルタの設計法に関する研究

A Study on Design Method of Linear Phase FIR Filters with Specified Coefficient Values

17521 小山 稀平
指導教員 宮田 統馬

1. はじめに

近年、ベルトコンベアを使用した質量計測器の高速高精度な計測を目的とし効率的にノイズを除去するために、阻止域の一部の帯域に高い減衰量を持たせ、その位置などが可変なフィルタの設計法が提案されている[1]。また機器に組み込むことを考慮し、遺伝的アルゴリズム(以下 GA)を用いた有限語調設計が提案された[2]。しかしながら GA は、メタヒューリスティックアルゴリズムであるため、最適解が得られない可能性がある。有限語調設計において最適解を得るために、分枝限定法を用いることが考えられる。この方法で設計する場合、係数値を固定して設計する必要がある。本研究では、指定した係数値を有する直線位相 FIR フィルタの設計について検討を行う。

2. 係数値を固定した設計法

直線位相 FIR フィルタの振幅特性は、

$$H(\omega) = \sum_{n=0}^{N/2} a_n \cos n\omega \quad (1)$$

と表せる。\$N\$はフィルタ次数、\$a_n\$はフィルタ係数、\$\omega\$は角周波数である。次に等リプル特性を有するフィルタを設計するために、最大許容誤差\$\delta\$を用いて設計問題を、

$$\begin{aligned} \min \delta \\ \text{s.t.} \quad D(\omega) - H(\omega) \leq \delta \\ -D(\omega) + H(\omega) \leq \delta \end{aligned} \quad (2)$$

と定義する。ただし、\$D(\omega)\$は所望特性(通過域 1, 阻止域 0)であり、この設計問題は線形計画法として解くことができる[3]。コンピュータで設計を行うため角周波数\$\omega(0 \sim \pi \text{ rad/sec})\$を\$M+1\$点で離散化し、\$D(\omega)\$と\$H(\omega)\$を行列で表すと、

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} D(0) \\ \vdots \\ D(\omega_M) \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \cos(0) & \cdots & \cos((N+1)\omega_0) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \cos(0\omega_M) & \cdots & \cos((N+1)\omega_M) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ \vdots \\ a_{N/2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

となる。本稿では、例として係数\$a_0\$を任意の値に固定し設計する方法を示す。\$a_0\$を固定することで定数となり、未知数ではなくなる。そのため式(3)と式(4)は、定数化した係数を\$\hat{a}_0\$とすると、

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} D(0) - \hat{a}_0 \cos(0) \\ \vdots \\ D(\omega_M) - \hat{a}_0 \cos(0\omega_M) \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \cos(1\omega_0) & \cdots & \cos((N+1)\omega_0) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \cos(1\omega_M) & \cdots & \cos((N+1)\omega_M) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_{N/2} \end{bmatrix} \quad (6)$$

となる。このようにすることで任意の係数の値で設計を行う。また、同様な手法により、複数の係数を固定し設計することができる。

3. 設計結果

実際に係数値を任意の値に固定し低域通過フィルタの設計を行う。本設計例では係数値を 0 に固定した結果を示す。そのために、線形計画法を用いて一度係数値を固定せずにフィルタを設計し、そこからフィルタ係数の大きさが小さいものから任意の個数を 0 とした設計を行う。フィルタの仕様は、\$N = 80\$、通過域端正規化角周波数\$0.10\pi\$、阻止域端正規化角周波数\$0.15\pi\$、周波数の評価点は 800、固定した係数の数は 10 とした。図 1 に設計したフィルタの振幅特性を示す。その結果、固定せずに設計した場合と比べ、減衰量が劣化したが、等リプル特性が得られていることを確認した。

4. まとめ

本研究では係数値を固定した設計法について検討を行った。等リプル特性を得るために設計問題を線形計画法として定式化し、所望のフィルタが設計できることを示した。

文献

- [1] 宮田統馬, 岡本光平, 相川直幸, “繰り返し重み付き最小二乗法を用いた阻止域の複数要素が可変な FIR フィルタの準等リプル設計,” 電学論 C, vol.135, no.6, pp.671–678, June, 2015.
- [2] 竹内想, 宮田統馬, 相川直幸, “遺伝的アルゴリズムを用いた阻止域可変 FIR フィルタの設計法,” 信学総大, A-8-14, 2017.
- [3] Lawrence R. Rabiner, “Linear Program Design of Finite Impulse Re-sponse(FIR) Digital Filters,” IEEE Trans. Electron., vol.AU-20, no.4, pp.280-288, Oct., 1972.

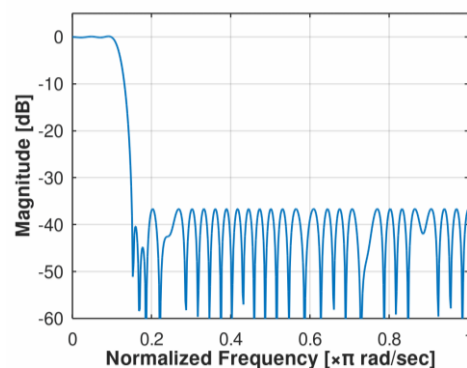


図 1 設計例

背景差分とステレオ視を用いた障害物の計測

Measurement of obstacles using background subtraction and stereo vision

17524 阪本 和樹

指導教員 宇都木 修一

※都合により原稿はありません。

CUDA を用いたバリ検出法の高速化の検討

A Study on Speeding Up Burr Detection Method Using CUDA

17525 崎田 将吾
指導教員 宮田 統馬

1. はじめに

現在のものづくり業界において、素材に加工を行うとバリが生じ、製品として使用することができなくなるため、不良品として検出する必要がある。先行研究[1]では、Jetson Nano とマイクロスコープを用いたリアルタイムでの CFRP のバリ検出法が研究された。Jetson Nano とは、NVIDIA 社が提供する GPU を搭載したシングルボードコンピュータである。しかし、GPU を使用したプログラムとなっていない。そこで本研究では、CUDA[2]と呼ばれる GPGPU の開発環境を用いて CFRP のバリ検出の高速化について検討を行う。

2. 検討手法と実行結果

本研究では、先行研究[1]のバリ検出手法の一部を GPU を用いて計算を行う。この手法の流れは以下ようになる。

1. グレースケール化と二値化
2. 加工穴の輪郭点の検出
3. 加工穴の重心の検出
4. 重心から輪郭点への距離の算出
5. 距離の標準偏差の算出と正規化
6. バリの判定

この手順の中で、画像のグレースケール化、距離の標準偏差の算出と正規化を GPU を用いて計算する。GPU を用いた計算には、先行研究[1]で Python を用いて開発が行われていたため、CuPy と OpenCV with CUDA を使用する。本研究の検証環境を表 1、撮影環境を図 1 に示す。

ここで、先行研究で作成されたプログラムと研究手法を用いたプログラムで行うバリの判定にかかる処理時間を 5 回計測し、得られた結果の平均を用いて比較を行った。なお、撮影する画像は $640 \times 480\text{px}$ で取得する。計測した結果、処理時間は先行研究で作成されたプログラムで 0.5365×10^{-5} 秒、研究手法を用いたプログラムで 0.3993×10^{-4} 秒と検討手法の方が遅いといった結果が得られた。その原因として、CPU と GPU 間のデータの転送に時間を要していることが考えられる。

3. データ転送時間の検証

次に研究手法を用いたプログラムの処理速度が遅い原因の検証を行う。本検証では、CFRP をリアルタイムで撮影し、 $640 \times 480\text{px}$ で取得した画像をリサイズで 3 倍の大きさにした後、グレースケール化を行ったときの処理時間を 5

回計測し、得られた結果の平均を用いて比較を行った。この計測を、CPU のみの場合、CPU と GPU 間のデータ転送を含む場合と含まない場合で分けて計測し、比較を行う。検証する環境と撮影環境は 2 章と同一とした。

計測した結果、CPU のみの場合で 0.2571×10^{-5} 秒、データ転送を含む場合で 0.3631×10^{-5} 秒、データ転送を含まない場合で 0.2509×10^{-5} 秒であった。この結果より、データ転送を含む場合は、データ転送を含まない場合と比べて処理時間が長いことがわかった。この結果により、CPU と GPU 間のデータ転送は時間がかかり、ボトルネックになる部分だということがわかる。

4. まとめ

本研究では、CFRP のドリル穴のバリ検出を GPU を用いたプログラムによる高速化の検討を行ったが結果は、GPU を用いたプログラムは従来法で作成されたプログラムより遅かった。CPU と GPU 間のデータ転送時間の検証を行った。データ転送を含む場合、処理時間が長くなっていることがわかった。GPU を使用する際は、CPU と GPU 間のデータ転送を少なくすると高速になると考えられる。

文献

- [1] 川本智大, “Jetson Nano へのバリ検出法の実装に関する研究”, サレジオ工業高等専門学校令和 2 年度卒業研究論文, 2021.
- [2] 青木尊之, 額田彰, “はじめての CUDA プログラミング”, 工学社, 2013.

表 1 検証環境

OS	Windows10
CPU	Intel(R)Core(TM) i7-9750H
メモリ	16GB RAM
プログラミング言語	Python3.10.0
GPU	NVIDIA GeForce RTX 2060
マイクロスコープ	ViTiny UM12
CUDA	CUDA11.5
ライブラリ	CuPy10.0.0, OpenCV4.3.0

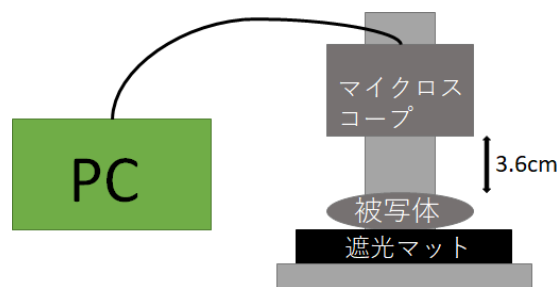


図 1 撮影環境

包丁画像内の持ち手の位置の自動認識について

About automatic recognition of the handle position in the kitchen knife image

17526 佐々木舜

指導教員 大島 真樹

1. 背景

人を手伝えるロボットを一般的な道具で正常に動作させたなら、便利であると考えられる。

一般的な道具を使用して動作ができるロボットなら、専用の備品などがいらぬため、低コストで済むと考える。

ボタンを押すロボットはいるが、持ち手を認識できるロボットはいない[1][2]。

2. 目的

「持ち手部分と刃部分の色に差がない包丁」と「持ち手部分と刃部分の色に差がある包丁」の画像において、持ち手の位置を識別できれば、ロボットのカメラ機能として利用できるので成功とする。

2021年11月08日にアマゾンにて「包丁」と検索した際のおすすめの上位12個の画像のデータ[3]に対して、持ち手と刃の画素値(R,G,B)の合計値の差が50以上の画像を色差ありと判断し、色差がない包丁とある包丁に分け、それぞれ正答率60%以上で目的達成とする。

3. 研究方法

研究方法は以下のように進める。

①OpenCVによる入力データの読み込み

②入力データに変換処理を行う

③Canny法による領域分割を行う

④領域分割に変更処理を行う

⑤輪郭検出関数による領域判断を行う

⑥入力データの面積の一定範囲(0.01倍以上0.7倍未満)内の面積において最大面積のものを持ち手部分と判断するAパターンと最大面積から2番目のものを持ち手部分と判断するBパターン、2つのパターンで実行する。

⑦Aパターンはすべての実験データに対して実験を行い、BパターンはAパターンで失敗した実験データに対して実験を行う。

⑧OpenCVによる画像出力を行う

⑨人間による正誤判定を行う

4. 結果

結果は下記の表1の通りである。A、Bパターンの成功数は以下の表に示す。

表1 実験結果

持ち手と刃の色の色差(調査個数)	A: 成功	A: 失敗 B: 成功	A: 失敗 B: 失敗
有る(計10個)	5個	4個	1個
無い(計2個)	0個	0個	2個

5. 考察

結果より、持ち手部分と刃部分の色が違う包丁ならば90%以上の確率で持ち手部分を識別できるのではないかと考える。

また、「持ち手部分と刃部分の色に差がない包丁」と「持ち手部分と刃部分の色に差がある包丁」、2種類の包丁の全てのデータに対して、正答率は合計で9/12、つまり75%であることから研究は成功したと言えるのではないかと考える。

6. 今後の予定

現在、アマゾンにて「包丁」と検索した際のおすすめの上位12個をテストデータとして研究を行っている。今後の研究では、テストデータを20個以上として実行していきたいと考えている。

判断パターンにおいては、Canny法や領域分割の変換処理のパラメータ値を手動で設定している。将来的には各画像に対し自動で各パラメータ値を設定するようにしたいと考えている。

また、調理器具として包丁のみ実験を行っているため、お玉等の他の持ち手付き調理器具を追加していきたいと考えている。

文献

[1]移動ロボットのためのエレベータ操作表示盤認識・齋藤昌和,川田浩彦,大矢晃久,油田信一・ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集・発行日:2010年

<http://www.cs.tsukuba.ac.jp/~ohya/pdf/Robomec2010-SIT.pdf>

[2]その他の機器(ボタン操作)のテスト自動化-自動テストシステム Quality Commander[日本ノーベル株式会社,閲覧日 2021/11/29

https://www.jnovel.co.jp/service/qc/lineup/lineup_etc.html

[3]アマゾンにて「包丁」と検索した際のおすすめの上位12個の包丁画像,閲覧日 2021/11/24



図1 持ち手部分と刃部分の色差がある包丁画像10個



図2 持ち手部分と刃部分の色差がない包丁画像2個

KAZE 特徴量を用いた加工面のバリ検出法の検討

A Study on Burr Detection Method of Machined Surface Using KAZE Features

17527 差波 大雅
指導教員 宮田 統馬

1. 緒言

従来より様々な加工品の品質検査がなされており、特に工作精度の求められる品々は人の目により外観検査される[1]。昨今のコロナウイルスの影響により、人間による製品検査が困難になっている。そのため、検査工程の無人化は急務と考えられる。そこで、本研究では機械加工の木材加工面に注目し、加工不良の有無について、撮影された画像から KAZE 特徴量による特徴抽出および Bag of Visual Words(以下、BoVW)処理による特徴となるデータの作成を行い、これを用いた SVM による判別手法を検討する。

2. 検討する判別方法

本研究では機械学習の一種であるサポートベクターマシン(SVM)を用いて、下記の図1での図(a)の赤枠に示した加工面のバリの有無を判別する。SVM は学習データをもとに境界面を定義し入力データの判別を行うものである[1]。SVM の学習データを得るために、KAZE 特徴量による特徴抽出を行う。KAZE 特徴量は異方性拡散を利用した非線形拡散フィルタを採用していることが特徴である[2]。これにより画像の特徴を失わずに平滑化することが可能となる。非線形拡散フィルタは、

$$\frac{\partial L}{\partial t} = \text{div}(c(x, y, t) * \nabla L) \dots (1)$$

$$c(x, y, t) = g(|\nabla L_{\sigma}(x, y, t)|) \dots (2)$$

と定義される。ただし、 L は原画像、 L_{σ} は平滑化された原画像、 x, y は画像内の座標、 t はスケールパラメータを表している。次に BoVW 処理を行い、上述の方法より得られた特徴点データから単一のリストを作成し、SVM への学習に適したデータを作成する。BoVW は画像認識の分野で用いられる処理手法である[3]。初めに全画像の特徴点を k-means 法を用いたクラスタリングを行い各クラスタの重心を得る。次に各重心の座標データを visual word 辞書とし、各画像の特徴点を辞書内の最も近い座標の重心へと分類する。各重心への特徴点の分類回数をまとめることで BoVW による特徴を作成する。



図1 判別する加工面

3. 判別方法の検証結果

本研究で利用するバリありなしともに70枚(学習用60枚,テスト用10枚)の画像に対して KAZE 特徴量による特徴抽出を行った。その結果、図1(a)内の赤枠部分に示したバリの部分に特徴点が集まり、一方で(b)は加工面の背景となる部分に特徴点が一様に分布していることを確認した。ここで得た特徴点データをもとにして、クラスタ数を12として BoVW 処理を行った結果の一例を図2に示す。図2には各クラスタ間でのデータ数の差異が確認できる。これを学習データとして構築した RBF カーネルを用いた SVM による分類結果は正答率50%となり、十分な分類能力を持たせることができなかった。

4. 結言

本研究では機械加工を行った木材の加工面の画像に対して KAZE 特徴量を用いた特徴量抽出と、SVM を用いた加工面のバリ検出の検討を行った。特徴抽出の結果をもとに BoVW 処理による一次元データを生成した。一次元データには SVM の学習に有意な特徴を確認できた。このデータを RBF カーネルを用いた SVM に学習させ、バリを判別できるか検証した。しかしながら有意な分類結果を得られなかった。検証結果の原因としてデータ次元数の影響が考えられる。既存の BoVW を利用した研究[3]では、本研究より高次元での visual word 辞書を生成し有意な結果を得ているため、高次元で辞書を生成した場合の検証を行う必要があると考えられる。

文献

- [1] 一杉誠一, "SVM を用いた機械加工における不良品の判別", サレジオ工業高等専門学校平成 28 年度卒業論文, 2017.
- [2] Pablo F. Alcantarilla, Adrien Bartoli, Andrew J. Davison, "KAZE Features", Department of Computing Imperial College London UK, 2012.
- [3] 三角真, 折居英章, Tanjina SHARMIN, "Bag of Visual-words と SVM を用いたキュビズム絵画の分類", 福岡大学工学週報, 第96号, 2016.

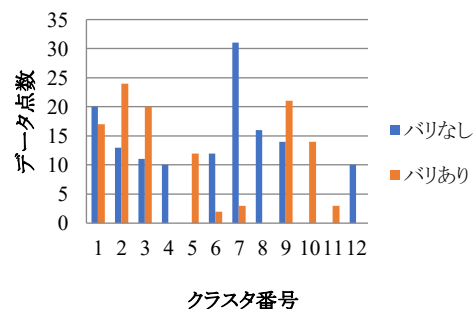


図2 BoVW 処理の適用結果の一例

webGL と GPGPU を用いた分散コンピューティングでの大規模連立一次方程式の計算時間短縮手法の模索

Searching for a method to reduce the computation time of large-scale simultaneous linear equations in distributed computing using WebGL and GPGPU

17528 佐藤駿一

指導教員 須志田 隆道

1. 緒言

現在、コンピュータで行われるシミュレーションは、偏微分方程式や常微分方程式で実際の物理現象を表現し、計算機を用いて演算して、結果を求めるものである。この際、有限要素法や差分法などを用いて、連立一次方程式の求解として帰着されることが多い。現代のシミュレーションでは大規模な物があり、そのような場合では、連立一次方程式の求解に充てる時間が大きいものになってしまう。このとき、大きな企業や研究機関であれば、大規模な並列計算機やスーパーコンピュータを利用できるだろう。しかし、個人や小規模の研究機関でこれを用意するのは難しい。そこで、GPU の有する豊富な計算資源を利用する。複数台の GPU を使用し、分散コンピューティングを行う。計算機を複数台用意するとき、必ずしも同程度の性能や同じオペレーションシステム、命令セットを用意できるわけではない。これらの条件を克服するために WebGL を用いる。

本研究では、様々な環境の複数台の計算機を用いて連立一次方程式の並列化を行い、より高速化を目指すことである。また、各々のコンピュータ内で GPGPU を行い、振り分けられた処理をさらに並列化し、さらなる高速化を目指す。

2. 方法

まず、GPGPU がどの程度、演算速度の向上に有用か CPU での演算と GPGPU での演算で比較する。このときに比較しやすいよう行列-行列積の演算速度をもって比較する。

つぎに、共有メモリ型分散コンピューティングのネットワークを構築し、各計算機での演算では GPU での汎用計算を利用する。この環境下で並列的に演算が行える、LU 分解法とブロック LU 分解法を実装する。このときに、行列サイズによる計算時間の変化、使用コンピュータ数による計算時間の変化、アルゴリズムの違いによる相違を記録する。

3. 結果

CPU と GPU で行列-行列積の演算を行った結果を図 1 に示す。図 1 から行列の大きさが十分に大きいときは GPU での並列計算が有効なことが分かる。一方行列の大きさが比較的小さい場合、CPU での演算速度が速いことが分かる。

次に分散コンピューティング環境で LU 分解法を実装し、演算を行った結果を図 2 に、ブロック LU 分解法を実装し、演算を行った結果を図 3 に示す。図 2 と図 3 より、単純な LU 分解法は本環境では台数が増加すると計算時間が増加してしまっていたが、ブロック LU 分解法では台数が増加すると計算時間が短縮された。

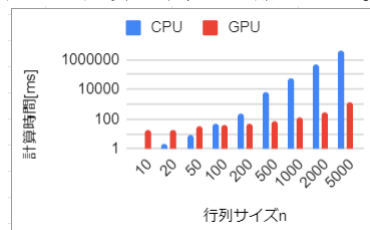


図 1 GPU と CPU での行列-行列積の計算時間の関係

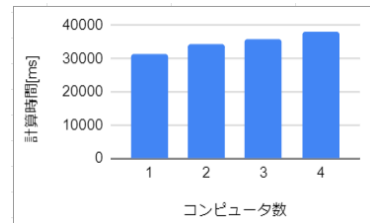


図 2 LU 分解法の計算時間と台数の関係

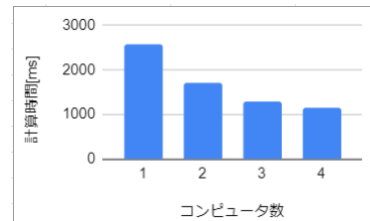


図 3 LU ブロック LU 分解法の計算時間と台数の関係

4. 結論

GPGPU での並列化には十分に効果があったが、計算量の小さい処理には向かない。LU 分解では単純に実装しただけでは台数が増えると計算時間も増加してしまう。これは計算量の小さい計算が多く発生してしまうためと考えられる。そのため、ブロック化して計算すると、計算量が増加し、結果的に効率的に演算が行える。

文献

- [1] 今村俊幸 (1998). 分散メモリ型並列計算機における縦ブロック分割並列 LU 分解 日本応用数学会論文誌, 3, 373-388
- [2] 岸本芳典 市川周一 (2002). 不均一クラスタ上での並列 Linpack の性能に関する検討 電子情報通信学会総合大会講演論文集 2002 年情報, 1, 177-178

機械学習を用いたベース音の判別に関する研究

A Study on Discrimination of Bass Guitar Tones Using Machine Learning

17529 澤登 侑姫
指導教員 宮田 統馬

1. 緒言

近年では自動採譜技術が盛んに行われている。その際、楽器を自動で判別する識別器が必要になる。文献[1]では、識別器の作成を機械学習の一つである SVM を用いて入力音が何の楽器であるかを判別する方法が提案されている。本研究では近年機械学習の分野で注目を集めている深層学習を用いた画像認識技術を用いて2つの音の識別器を作成する。また、対象とする音源はベース音(以下, bass)と、主にギター若しくはピアノで構成されている音(以下, other)とし、判別を行う。

2. ベース音の判別方法

本研究では学習データが少ない場合を考慮し、自然画像からなる学習済みモデルである VGG16[2]を使用して、モデルの一部を再学習させる技術であるファインチューニングを行った。これは、ネットワークの浅い層ほど汎用的な特徴が抽出される傾向があるという特徴を利用して浅い層を凍結し、認識率を向上させるものである。本研究では、全結合層(以下, FC層)を置き換えることにより1000分類のためのネットワークを2分類に変更する。図1に、学習済みモデルを a, 本研究で使用するファインチューニングを考慮したモデルを b として示す。図1bのように、FC層の上の3層でファインチューニングを行う。

使用するネットワークは画像を扱うため、音源の処理方法として、短時間フーリエ変換を用いてスペクトログラム画像とした。これにより、音の経時的な特徴を得ることができる。また、人の耳では聴き取ることができない小さい音のみの区間の画像にノイズが出現することが判明した。そこで、次のようなノイズ出現区間の削除の自動化を行う。音源データの絶対値を取ったものの平均値を計算し、4秒区間において、1点でもその値を上回る場合その区間を残し、条件に当てはまらなければ削除する。これらの処理を行ったものを入力画像として用いる。

3. 判別結果

ここでは実際に学習および判別を行い、その際に訓練画像の数を変え、過学習についての検証を行った結果を示す。

スペクトログラム画像への変換において、ハニング窓を使用し、サンプリング周波数44100Hz、フレーム長1024、フレームシフト量512、フレーム数512、画像サイズ512×512px

と設定した。MUSDB18[3]データセットの音源「bass」147曲と「other」147曲に処理を施した結果、bass画像4788枚、other画像5459枚となった。この画像のうちbass画像3138枚とother画像3523枚を訓練画像とした。そして、訓練画像の枚数による認識精度の変動を検証するために、使用率を100%、50%、25%、10%としてそれぞれ結果を確認した。また、学習時に使用していないbass画像1650枚とother画像1936枚をテストデータとした。

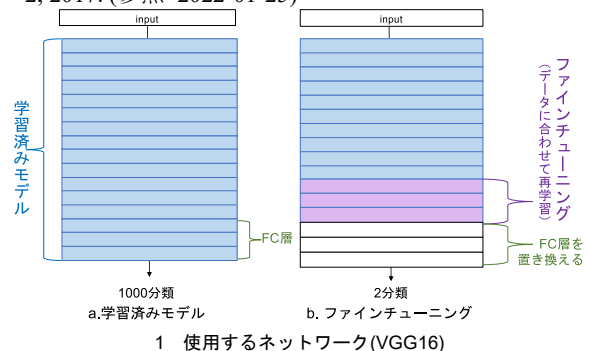
Epoch数40、学習率の初期値を0.00001として学習させた結果、訓練画像の使用率100%のとき認識率は97.43%で過学習、50%のとき97.38%で過学習気味、25%のとき97.69%で学習は適正、10%のとき95.76%で学習は適正となり、25%のとき最も優れた結果となった。

4. 結言

本研究では機械学習を用いたベース音の識別器の作成を行った。本研究では2種類の音源を用意し、それぞれをスペクトログラム画像に変換し、その際にノイズ出現区間の削除を自動化した。そして、学習済みモデルのVGG16に対してファインチューニングを行った。本研究の認識結果から、自然画像を用いた大規模な画像データセットからなる学習済みモデルを用いても、音源を処理して作成したスペクトログラム画像を分類することは可能であることを明らかにし、加えて訓練画像の適切な使用率を示した。

文献

- [1] 杉山幸恵, “SVMを用いた楽器音の識別”, 函館工業高等専門学校平成18年卒業論文, 2006.
- [2] Karen Simonyan, Andrew Zisserman, “VERY DEEP CONVOLUTIONAL NETWORKS FOR LARGE-SCALE IMAGE RECOGNITION”, Visual Geometry Group, Department of Engineering Science, University of Oxford, 2015.
- [3] Rafii, Zafar, Liutkus, “The {MUSDB18} corpus for music separation” <https://doi.org/10.5281/zenodo.1117372>, 2017. (参照 2022-01-25)



バスケットボールにおける4ポイントシュートライン導入の検討

Considering of introducing a 4-point line in basketball

17530 治部 真大
指導教員 大島 真樹

1. はじめに

北米で展開する男子プロバスケットボールリーグであるNBA（ナショナル・バスケットボール・アソシエーション）の1979～80年シーズンに逆転や小さな選手でも活躍できるようにするなどの試合の見どころを増やす目的で3点という得点が導入された。近年では、選手のレベルが上がってきているためシュートの成功率が上昇している。先行研究[6]から3ポイントラインの拡張では打つ数、成功数に減少傾向がみられたものの総得点には変化が見られない結果となっていた。そこで、4ポイントシュートが導入されれば試合展開が変わってくるのではないかと考えた。また、3on3では実際に2倍の得点差が導入されているが、シュートの試投数の比率に変化は見受けられなかった。

本研究では、データを分析した結果からバスケットボールにおける4ポイントシュート導入においてどのようにルールを設定するのかの検討を行い、適当なシュートラインを明らかにする。

2. 使用するデータについて

本研究ではNBAプレイヤーのレギュラーシーズンのスタッツ[1][2][4]とKobe Bryant選手の個人成績のデータ[3][5]を扱う。

3. 研究方法

1. データの可視化のためKobe Bryant選手のショットチャートを作成する。

2. 4ポイントシュートを決定するには、2点、3点シュートがどれだけの効率なのか確認する必要があるため以下の式でシュート期待値を算出する。

$$\text{シュート期待値}(n) = \frac{\text{成功した}n\text{点シュートの合計} \times n}{n\text{点シュートの試行の合計}},$$

$n = 2, 3, \text{or } 4$

4. 研究結果

1. Kobe Bryant選手のショットチャートを図1に示す。

ここではすべてのシュートのデータを表示して六角形が大きいほどその場所でシュートが打たれている。また、色はシュートの成功率を表しており、赤色は成功率が高く、逆に青色は成功率が低いことを表している。

2. Kobe Bryant選手の全シュートデータから4ポイントラインの距離を仮定して、それぞれの期待されるショット値をグラフに示すと図2のように得られた。

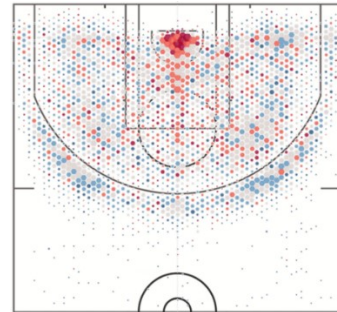


図1 Kobe Bryant選手のショットチャート

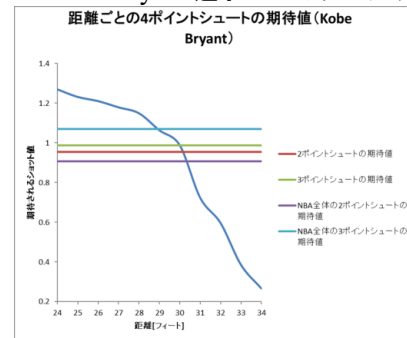


図2 Kobe Bryant選手の距離ごとのシュート期待値

5. まとめ

結果から4ポイントラインは31フィートの距離に設定するのが最適であると考えられる。

29フィート未満にしてしまうと試合がシュートコンテストとなってしまいう可能性がある。

例えば2ポイントシュートや3ポイントシュートと同等のシュート期待値にしようとした場合、30フィートが適切である。

しかし、実際に導入することを考えると、プレイヤーのシュート精度の向上の将来性についても考慮する必要性が出てくると考えられる。

これにより、31フィートの距離に4ポイントラインを設定することが研究の背景でもあった試合展開を変えられると考えられる。

文献

- [1] NBA League Averages(閲覧日:2022年12月20日)
<https://www.basketball-reference.com/>
- [2] NBA Japan NBA 日本公式サイト(閲覧日:2022年12月20日)
<https://www.sportingnews.com/jp/nba>
- [3] NBA Swish2.0(閲覧日:2021年6月28日)
<http://www.austinclemens.com/shotcharts/>
- [4] NBA 公式サイト(閲覧日:2022年12月20日)
<https://www.nba.com/>
- [5] Kobe Bryant Shot Selection(閲覧日:2021年6月20日)
<https://www.kaggle.com/c/kobe-bryant-shot-selection>
- [6] 中嶽 誠, “バスケットボール競技における3ポイントライン拡張によるシュート選択行動の変化”, 順天堂スポーツ健康科学研究, 2013
https://www.juntendo.ac.jp/hss/albums/abm.php?f=abm00007780.pdf&n=vol63_p41.pdf

背景差分とテンプレートマッチングを用いたボールの軌道抽出

Extraction of Ball Movement using Background Difference and Template Matching

17531 白澤 昇馬
指導教員 川村 春美

※都合により原稿はありません。

計算資源を効率よく使用するための並列処理アルゴリズムの研究

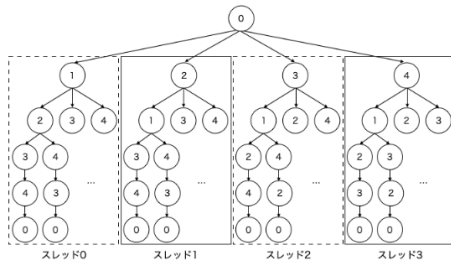
A study on parallel processing algorithm for efficiently using computational resources

17534 菅田 修平
指導教員 須志田 隆道

1. 緒言

本研究では並列処理を用いた計算において、計算資源を無駄なく使用する方法を検討する。問題は巡回セールスマン問題を取り上げ、並列処理によって厳密解を得るプログラムを作成する。巡回セールスマン問題は配送計画やスケジューリング、VLSI という超大規模集積回路などその応用は我々の生活に深く関係している [1]。

この巡回セールスマン問題の全経路は木構造によってあらわすことができ、各経路にスレッドを割り当てることで並列処理を行う。図 1 はこの概念を示したものである。

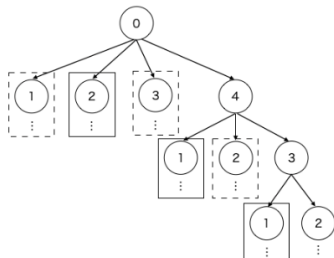


1 巡回セールスマン問題の並列化

これは都市数が 5 でスタート地点を都市番号 0 からとした巡回セールスマン問題であり、これを 4 スレッドで並列処理したのである。ここでスレッド数が 4 ではなく 3 であった場合、並列化した各計算範囲にスレッドを割り当てると一つだけ余りが出る。この範囲は用意されたスレッドのうち一つが計算を行う必要があるため、スレッドごとにタスク量の差が生まれてしまう。

2. 方法

並列化による計算資源の効率化のために、図 2 のような並列処理を考える。



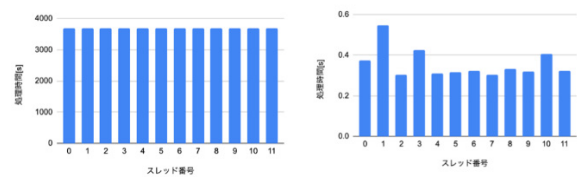
2 階層化を行った並列処理

このように階層化を行うと最後の問題がより細分化され、問題を各スレッドに分けられるようになる。この実験では、暫定解を更新する可能性がなくなった場合にその経路の計算を中断する機能を実装する。これは分枝限定法 [2] に似ており、処理の中断を行うとスレッドごとに計

算が長い経路と少ない経路が発生することになるため、タスク量の差が顕著に表れる。ここでは都市数 14 の問題を処理の中断あり、なしの二種類で階層化ありの並列処理をする。スレッド個別の処理時間を計測して、スレッド別のタスク量の偏りを見る。

3. 結果

図 3 は階層化を行った並列処理において、処理中断なしとありのスレッド別処理時間である。



3 中断なし(左)とあり(右)のスレッド別処理時間

この結果を見ると中断なしの場合ではタスクの分配が平等に行われているが、中断ありではタスク量に差が存在する。

4. 結言

階層化によって問題を細分化した場合でも、タスクを平等に割り振ることができない場合があることが分かった。これは中断ありのアルゴリズムでは最適解が存在する経路の計算に時間がかかるためであり、階層化を行った並列処理では最後の問題しか細分化しないため、最適解がそこになればどれだけ細分化をしてもすぐに処理が終了し、問題を細かく分けた意味がなくなるからである。

5. 今後の予定

この結果を考慮すると、細分化すべきは計算時間が長い経路であり、この計算範囲をピンポイントで細分化できれば良い。しかし処理の中断はいつ発生するかわからないため、経路別の総コストを事前にある程度評価しておかなければならない。

またはスレッドに一度割り振ったタスクを取り上げて、もう再度分配できるような並列処理を実現できれば、どのような並列処理においても計算資源を無駄なく使用することができる。

文献

[1] 山本芳嗣, 久保幹雄著, “巡回セールスマン問題への招待 I”, オペレーションズ・リサーチ:経営の科学, 1(1992)25
[2] 吉松敬仁郎, 安浦寛人, “並列部分問題探索法による最適化組み合わせ問題の並列処理”, 情報処理学会研究ハイパフォーマンスコンピューティング(HPC), 22(1996)49

トーラス面上のシュレディンガー方程式の導出 ～デカルト座標を経由しないシュレディンガー方程式の導出～

Derivation of the Schrodinger equation on a torus surface
～Derivation of the Schrodinger equation without going through Cartesian coordinates～

17535 平良博ハーン
指導教員 山野辺基雄

1. はじめに

古典力学は、マクロな物理現象に対して成り立ち、基本法則が異なるためミクロでは成り立たない。そこでミクロの質点の運動を求めるために量子力学が生み出された。量子力学ではシュレディンガー方程式を求めることでミクロでの物理現象の運動を確率的に求めることができる。デカルト座標以外の座標系のシュレディンガー方程式を求めるときはデカルト座標でシュレディンガー方程式を求め、そのシュレディンガー方程式に現れる座標変数をデカルト座標以外の座標変数に座標変換する方法が一般である。なぜデカルト座標を経由するのかというとデカルト座標では演算子の順序が一通りしかないのでエルミート性を満たす量子的ハミルトニアンが一意に決まるからである。デカルト座標と任意の座標で変数が違って物体の運動自体が変化したわけではないのにデカルト座標だけが特別な、正しいハミルトニアンを求めるための出発点である座標系ということは認めがたい、本研究では加藤の演算子順序 [1] をデカルト座標系と点変換で結ばれていないトーラス座標系に応用する。具体的にはトーラスという 2 次元曲面上でのシュレディンガー方程式を得ることを目的とする

2. 研究方法

ラグランジアン、ハミルトニアン形式、ポアソン括弧、量子論の正準量子化、観測可能量の物理条件を学習し、デカルト座標で量子化の手順を確認したのちにトーラス座標をデカルト座標のシュレディンガー方程式を経由せずに量子化する。

3. 結果

トーラス座標とは図 1 のような座標である。

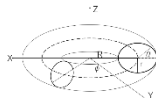


図 1 トーラス座標

デカルト座標の変数 x, y, z とトーラス座標の変数 R, r, θ, ϕ の間には以下のような関係成り立つ

$$\begin{aligned} x &= (R + r \cos \theta) \cos \phi \\ y &= (R + r \cos \theta) \sin \phi \\ z &= r \sin \theta \end{aligned}$$

トーラス座標系の 2 次元曲面での計量は

$$g_{ij} = \begin{pmatrix} r^2 & 0 \\ 0 & (R + r \cos \theta)^2 \end{pmatrix}$$

$$g^{ij} = \begin{pmatrix} \frac{1}{r^2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{(R + r \cos \theta)^2} \end{pmatrix}$$

トーラス座標系の 2 次元曲面の古典的ハミルトニアンは

$$H = \frac{1}{2m} \left(\frac{P_\theta^2}{r^2} + \frac{P_\phi^2}{(R + r \cos \theta)^2} \right)$$

Dewitt [2] に従い座標と運動量を演算子に変え $\theta \rightarrow \hat{\theta}, \phi \rightarrow \hat{\phi}$

$$\hat{P}_\theta = -i\hbar \left(\frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{r \sin \theta}{8(R + r \cos \theta)} \right), \hat{P}_\phi = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}$$

加藤氏が決めた演算順序 [1]

$$\hat{H} = \frac{1}{2m} \sum_{i,j=1}^2 g^{-\frac{1}{2}} \hat{P}_i g^{\frac{1}{2}} g^{ij} g^{\frac{1}{2}} \hat{P}_j g^{-\frac{1}{2}}$$

に代入すると以下の式が得られる。

$$\begin{aligned} \hat{H} = & -\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} - \frac{3 \sin \theta}{4r(R + r \cos \theta)} \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\sin \theta}{2r(R + r \cos \theta)} \frac{\partial}{\partial \phi} \right. \\ & - \frac{3((R + r \cos \theta) \cos \theta + 3r \sin^2 \theta) \psi}{16r(R + r \cos \theta)^2} + \frac{\sin \theta \psi}{8r(R + r \cos \theta)} \\ & \left. - \frac{3 \sin^2 \theta}{(R + r \cos \theta)^2} + \frac{1}{(R + r \cos \theta)^2} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \right) \end{aligned}$$

これがトーラス座標の 2 次元曲面のハミルトニアンを量子化した結果である。量子化したトーラス座標の 2 次元曲面のハミルトニアンのエルミート性をも求めた結果が以下の式である。

$$\int \psi^* \hat{H} \psi dV = \int (\hat{H} \psi)^* \psi dV$$

となる。最後に波動関数を ψ としてトーラス面上のシュレディンガー方程式を示す。

$$\begin{aligned} \hat{H} = & -\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \theta^2} - \frac{3 \sin \theta}{4r(R + r \cos \theta)} \frac{\partial \psi}{\partial \theta} + \frac{\sin \theta}{2r(R + r \cos \theta)} \frac{\partial \psi}{\partial \phi} \right. \\ & - \frac{3((R + r \cos \theta) \cos \theta + 3r \sin^2 \theta) \psi}{16r(R + r \cos \theta)^2} + \frac{\sin \theta \psi}{8r(R + r \cos \theta)} \\ & \left. - \frac{3 \sin^2 \theta \psi}{(R + r \cos \theta)^2} + \frac{1}{(R + r \cos \theta)^2} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \phi^2} \right) \end{aligned}$$

4. まとめ

デカルト座標系以外の座標系として、点変換で結ばれていないトーラス座標系を考えた。このトーラス座標系を用いてトーラス面上の量子的ハミルトニアンを加藤が決めた演算順序 [2] を用いて求めることができた。

文献

- [1]加藤澄也, “ハミルトニアン演算子の表現についての考察”, (2014)
- [2]B. S. Dewitt, “Phys. Rev. 85”, (1952), 653.
- [3]中島直樹, “円柱座標系における量子的ハミルトニアンの検証”, (2016)
- [4]金井勇樹 “量子的ハミルトニアンの一般座標系における表示” (2017)
- [5]日置善郎, “量子力学一その基本的な構成一”, 吉岡書店, (2001) 10

手書き文字画像の正規化手法の検討

A Study of Normalization Methods for Handwritten Text Images

17536 高田 雄人

指導教員 川村 春美

1. 緒言

近年、ステイホームにより自宅で過ごす時間が増え、慢性的に人々がスマートフォンやパソコンの画面を見る機会が増えている。VDT作業の増加に伴い、眼精疲労により、文章、特に手書き文字の読み間違いが多く発生することが考えられる。また手書き文字は、電子的に形体が決められているフォントと違い、常に万人が読みやすい状態とは限らないため、更なる読み間違いを誘発している。

現在の文字認識技術では限定的に手書き文字を高精度に認識することができ、多少のノイズがあっても影響を受けない場合が多い。しかし、鉛筆を使って文字を書くとかすれが生じたり、消しゴムのカスなどのゴミが文字と重なりノイズとなってしまうことで、文字認識技術だけでは全ての手書き文字を認識できるとは限らない。

本研究では、上記の問題を解決する手段として紙に書かれた手書き文字の画像を対象に既存の文字認識技術で確実に認識できるようにするための前処理を行い、認識率を上げることを目的とする。

2. 研究手法

本研究では、文字認識技術は既存のものを用いるため前処理としての文字の正規化をしてノイズ除去を含む処理を検討する。

消しゴムのカスについては二値化を行うことで背景側の領域とみなす処理を行い、鉛筆によるかすれは膨張と収縮の組み合わせ（クロージング）と細線化により対応する。また、文字認識はOCR(Optical Character Recognition)を適用する。以下に全体の処理の流れを説明する。

まず手書き文字画像を二値化し、背景(=白)と文字(=黒)から成る画像を生成する。次に、クロージング処理により領域内の穴を取り除き、細線化することで文字の特徴を得る。その後、文字領域に膨張処理を行い、OCRで文字認識を行う。

3. 実験

提案手法によって手書き文字画像のノイズを除去しOCRでの誤認識を減らせることを検証するため、文字画像にノイズパターンを組み合わせた画像(図1)を使う。実験画像は18個のひらがなを2Bの鉛筆で手書きしたものをスキャナで電子化した文字画像と、現実の消しゴムのカスを撮影したノイズ画像を組み合わせる。5種類の文字画像と4種類のノイズ画像の組み合

わせで合計20種類の画像を生成する。

二値化の閾値は130、クロージングでの膨張収縮の回数は4、細線化後の膨張の回数は3とする。OCRツールは“Free OCR API and Online OCR”[1]を使用する。

実験では入力画像をそのまま文字認識する結果と、提案手法を適用してから文字認識した結果を比較する。図1に示す画像を正規化した結果を図2に示す。

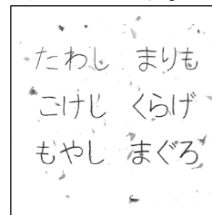


図1. 文字画像とノイズの組み合わせ例

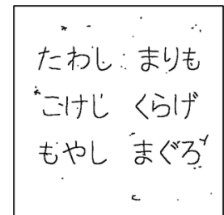


図2. 図1の画像を正規化した結果

4. 結論

本研究では、紙に書かれた手書き文字の画像に対し、鉛筆によるかすれや消しゴムのカスなどの大きめのノイズによる影響を除去し、OCRでの文字認識率を上げるための前処理手法を提案した。ひらがなの文字画像と、消しゴムのカスによるノイズを組み合わせた実画像で実験を行った結果、提案手法を実施することで色の薄いノイズや小さいノイズを除去し、認識率が向上することを確認した。しかしながら、色の濃いノイズは除去できず、文字領域に重畳したノイズは文字の一部と一緒に除去されるなどのケースが発生し誤認識を生む要因となった。

5. 今後の予定

本研究では、ノイズの入った文字画像を正規化し認識率を向上させることが実現したが、上手く除去しきれないケースも確認された。また、重なったノイズと共に文字の一部が除去され判断されるケースも発生した。

これらのケースについては、膨張と収縮の組み合わせで対応することが可能であるが、ノイズを除去する過程で濁点や文字の一部である点などが、ノイズとして除去される可能性を捨てきれない。今後の研究では、上記の問題を解決し、更なる認識率の向上に努める予定である。

文献

- [1] “Free OCR API and Online OCR”, <https://ocr.space/>, (2022/02/06 付)

プッシュ通知処理用の待ち行列の構成

Queue configuration for processing push notifications

17537 高松 晴幸
指導教員 大島 真樹

1. はじめに

スマートフォンを利用していると、多くのプッシュ通知が届く。しかしこれらはユーザの状況に依らないため、ユーザの活動を止めてしまうことがある。人間が自由な活動を阻害されると不快感を覚えることは示されている^[1]ため、近年プッシュ通知に関して、ユーザの不快感を和らげる研究^{[2][3]}や、通知タイミングを調整する研究^{[4][5]}が行われている。

本研究では、パーソナライズ解析における、ユーザがプライバシーへの不安を感じやすいという点を解消しつつ、プッシュ通知の処理の効率化を模索したい。これを実現するため、ユーザの処理を誘導するという発想で研究を行う。

2. 研究方法

本研究では、プロセスの処理順効率化に用いられる待ち行列を利用し、ユーザの行動を行列の構成方法を変えることによって疑似的に変化させ、通知 1 件当たりの処理時間への影響を確かめる。

まず、iOS12 以降の iPhone に搭載されているスクリーンタイムと呼ばれる機能を利用し、1 時間ごとの通知の到着数を収集する。収集するデータは、連続した平日 3 日分の平均と、異常に多く届いた 1 日分の 2 種類である。

続いて、簡易的なシミュレーションを行う。届いた通知を行列化して処理するモデルを、行列 1 本のモデルと 3 本のモデルの 2 種類作成する。3 本のモデルは、各行列にレベルを設け、レベルの低い通知から順に処理する。通知の処理は 10 分に一度(600 の倍数秒)行われ、その時点で蓄積されていた通知が全て処理される。待ち行列の条件は M/M/1 であり、到着数がポアソン分布に、到着間隔と処理時間は指数分布にそれぞれ従う。この 2 種類のモデルを、収集した 2 種類のデータに適用し、通知 1 件当たりの処理時間が 1 本と 3 本のモデルで変わるのかを検証する。処理時間に有意な違いが生じたかどうかは、t 検定で判定を行う。

3. 研究結果

以下の表 1 にシミュレーション結果を、表 2 に検定の結果を示す。

表 1 より、待ち行列の本数が 1 本の場合のほうが、3 本に分けるよりも 1 件あたりの処理時間が短いことがわかる。

また表 2 より、通常日のパターンでは通知 1 件当たりの処理時間に有意な違いが認められな

かったのに対し、通知数が多い異常日のパターンでは有意な差が認められたことが読み取れる。

表 1 シミュレーション結果

パターン/行列数(本)	1 件当たりの処理時間(s)
通常日/1	252.5583
通常日/3	274.9202
異常日/1	271.8097
異常日/3	294.9986

表 2 t 検定の結果

モデル	p 値	有意な違いはあるといえるか (有意水準 5%)
通常日	0.1453	$p \geq 0.05$ より違いはないといえない
異常日	0.0001696	$p < 0.05$ より違いはあるといえる

4. おわりに

実験結果より、行列数を増やした場合、1 件当たりの処理時間が延びることが認められた。これは、優先度の低い通知の処理時間が後回しにされた分延びたのに対し、優先度の高い通知の処理時間の短縮が少なかったためと思われる。

また、通知数が多いほうが 1 本と 3 本の際の違いが明確になるという点に関しては、有意な違いが現れる閾値となる通知数があると考えられる。

総評として、プライバシーへの不安を減らすという点は、先行研究より少ないデータで実験を行うことができたので、概ね成功といえる。また、窓口の処理を大きく変えずに、行列の構成変更のみで処理時間を変化させた点から、ユーザの行動を誘導する手法も可能であると示すことが出来た。処理の効率化の実現は、処理時間と関連のある要素を更に調査を進めて抽出し、レベル分けの指標や処理時間の決定プロセスに組み込めば可能と考える。

参考文献

- [1] 中島義明, 安藤清志, 子安増生他, "心理学辞典", 有斐閣, (1999)
- [2] 藤原康宏, 村山優子, "コンピュータ利用時の不快感を利用した警告インターフェースの提案", 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.1 (2011)77
- [3] 田中貴敏, 藤田欣也, "割り込み拒否度推定に基づくアンビエント情報提示による円滑なインタラクション開始支援", 知能と情報, Vol.24, No.5 (2012)921
- [4] 高城賢大, "通知情報調査システムの構築と端末側での適応的通知タイミング制御手法の提案", 奈良先端科学技術大学院大学, 情報科学研究科, 修士論文(2019)
- [5] T. Okoshi, K. Tsubouchi, and H. Tokuda, "Real-World Product Deployment of Adaptive Push Notification Scheduling on Smartphones," in Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining - KDD '19 (2019)2792

複数光源下画像における陰影除去法の検討

A Study on Shadow-Removing Method in an Image under Multi-Illuminants

17538 高村 優作
指導教員 川村 春美

※都合により原稿はありません。

ランダムフォレストを用いた株価のテクニカル分析の適合度に関する調査

A Study on Accuracy of Technical Analysis of Stock Prices Using Random Forest

17539 武田 夢音

指導教員 佐藤豊

1. 背景

近年、データ分析を投資の意思決定に取り入れた株式の売買が盛んに行われており、テクニカル指標を用いた株価の予測がよく用いられている。しかし、テクニカル指標を用いた投資判断が、すべての銘柄に対して同様に当てはまるわけでは無い。そこで本研究では、テクニカル指標を用いた特徴量に対してランダムフォレストを利用した株価の変動の予測を行う。

2. 研究のアプローチ

本研究では、多機能チャートツールサイトである TradingView を利用して用意した株価データに対して python ライブラリの talib を使用することによってテクニカル指標であるパラボリックと移動平均線を計算する。そして、テクニカル指標から得られる株価の上昇・下降のシグナルと実際の株価変動を、ランダムフォレストを使用してその銘柄においてパラボリックと移動平均線がどれだけ予測を当てられるかを解析する。

図 1 は、研究で使用したテクニカル指標の一つであるパラボリックである。

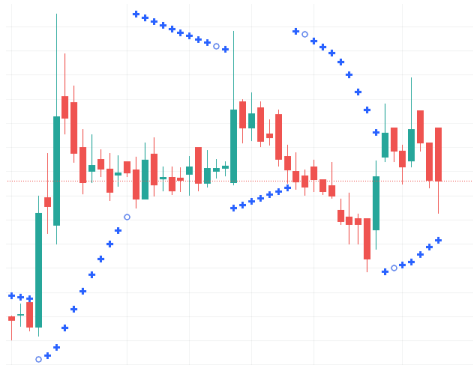


図 1 ローソク足とパラボリックのチャート

3. 結果

解析を行った結果、各銘柄の適合率である Score を得ることができた。表 1 と表 2 はそれぞれ、得られた結果の中でも Score の高い銘柄と低い銘柄を 3 つずつまとめた表である。

表 1 Score の高い 3 つの銘柄

銘柄	Score
INPEX	0.764705
日ハム	0.758288
日揮 HD	0.754010

表 2 Score の低い 3 つの銘柄

銘柄	Score
日清粉 G	0.680213
鹿島	0.682352
大和ハウス	0.682352

4. 結論

結果より、Score が最も高い値が 0.767914 であり、最も低い値は 0.680213 であることが分かる。

これらの値の差は少なく、ある程度の範囲でまとまっているため、テクニカル指標による株価変動の予測は、確実な予想ができる訳では無いが大きく外すこともあまりない程度の精度だと考えられる。

また、Score の高い銘柄に対してテクニカル指標を用いて予測し、投資計画を立てればある程度の利益を出すことも可能なのではないかと考えられる。

5. 今後の展望

今回使用したデータは 17 個しか用意できず、業種もかなり固まって集めてしまっていたため、十分なデータ数を用意できたわけではない。なので、今後は日経平均で採用されているすべての銘柄のデータや、その他にも様々な業種のデータを使用して予測を行っていきたいと考えている。

文献

- [1] Python でのランダムフォレスト
https://www.jstage.jst.go.jp/article/itej/70/9/70_788/_pdf/-char/ja
- [2] 日経リサーチ ランダムフォレスト
<https://www.nikkei-r.co.jp/glossary/id=1599>
- [3] SMBC 日興証券 MACD
<https://www.smbcnikko.co.jp/terms/eng/m/E0003.html>

強化学習の最適経路問題への適用

—— 迷路探索を例題として

An Optimization Using Reinforcement Learning in case of Maze Search

17540 玉村 一瑛
指導教員 島川 陽一

1. はじめに

本研究では強化学習を最適化問題の解法に適用する検討を行う。より具体的には近年注目されている Q-learning を用いる。強化学習では適用する問題の大きさにより学習に要する計算時間が増大する問題がある。本稿では Q-learning の定式を検討し計算時間の変化を明らかにする。また、学習率の影響を数値計算により明らかにする。

2. Q-learning

強化学習ではエージェント自らが指定された環境で行動し報酬を獲得することで学習していく[1]。Q値は状態Sから選択できる行動αの価値を表す。このQ値を以下の式により更新する。

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow (1-\alpha)Q(s_t, a_t) + \alpha(r_{t+1} + \gamma \max_{a_{t+1}} Q(s_{t+1}, a_{t+1}))$$

ここで時刻tの場所 s_t において選択した行動 a_t のQ値を $Q(s_t, a_t)$ とする。行動直後に得られる報酬rは即時報酬、未来に得られる値の信用度を表す変数 γ は割引率である。 α は学習率で学習に使用する現在のQ値と未来のQ値の割合を決定する。Q-learning における未来のQ値は図1に示されるようになる。

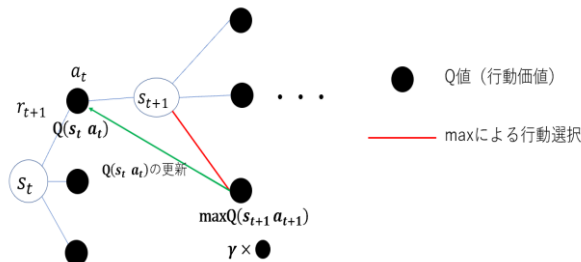


図1 Q-learning のダイアグラム

図1を見ると $Q(s_t, a_t)$ は、行動後 s_{t+1} から選択できる行動 a_{t+1} の最大のQ値である $\max Q(s_{t+1}, a_{t+1})$ をもとにその値を更新している。更新式はこの $\max Q(s_{t+1}, a_{t+1})$ に割引率を掛けた値に即時報酬を足し合わせ学習率を掛け合わせている。強化学習ではこの2つの値の和でQ値が更新されていく。

行動の基準は現在の状態 s_t からの行動 a_t を決める遷移確率で決められる。本稿では ϵ -greedy 法を用いる[2]。

3. 数値計算による検証

本稿では図2に示す迷路を対象に数値実験を行う。学習率が計算と結果に影響を与えているかを検証する。概要を以下に記す。

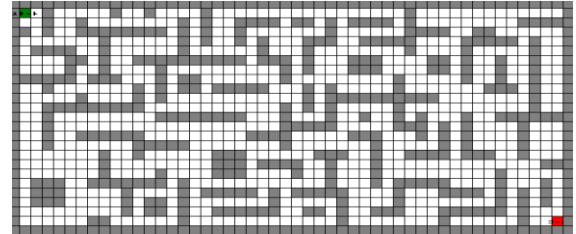


図2 数値計算に用いる例題

- 1). 左上の青いセルがスタート、右下の赤いセルがゴールである。ゴール後はスタート位置に戻る。この過程を2000回繰り返す。
- 2). スタートからゴールに到着するまでに行動した回数を行動回数とする。図2に示した迷路の最短経路のセル数は79である。
- 3). 割引率を0.9、即時報酬をゴール時に1、それ以外は-0.04、遷移確率は ϵ を0.2とする。

学習率の値を0.1, 0.3, 0.9と変化したときの学習の結果は図3となった。横軸はゴールした回数、縦軸はゴールまでに行動した回数とする。

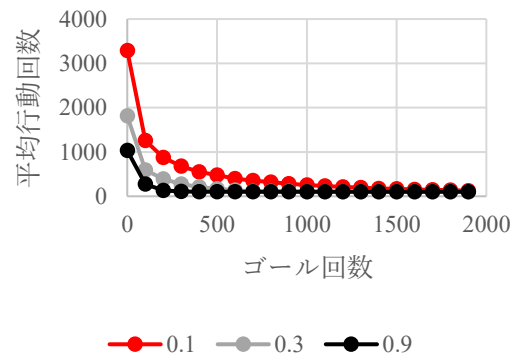


図3 学習率の変化による学習の変化

最短経路と動作時間を表1に示す。学習率が大きくなるほど平均行動回数が小さくなる。学習が早くなる結果が得られた。実行時間も短くなることがわかった。

表1 学習率の変化による学習の変化

	0.1	0.3	0.9
最短行動回数(回)	83	79	79
実行時間(秒)	41.4	27.1	22.2

文献

- [1] Bellman, R.E, "Dynamic Programming", Princeton University Press, Princeton, NJ. Republished, 2003, ISBN 0-486-42809-5.
- [2] 久保隆宏, "Python で学ぶ強化学習 [改定第2版] 入門から実践まで", 講談社, 2020年11月2日第3刷発行, pp.0-85.

画像処理を用いた自動運転における曲線の通過

Automated driving on curves using image processing

17541 溜 玲音

指導教員 宇都木 修一

1. 緒言

自動車事故の要因のほとんどが運転手による不注意で起きている。そこで、機械による自動運転を実現することで人間の不注意による事故を減らすことが期待できる。車の運転において、カーブでの運転は、直進の運転と比べて操作量が多くなり複雑になるため、本研究ではカーブをスムーズに曲がる。具体的には、Raspberry Pi と Raspberry Pi 専用のロボットカーとカメラモジュールを用いて画像処理をおこない、ロボットカーがカーブで負担をかけずに曲がれるように制御することを目的とする。また、ロボットカーを緩やかにカーブさせる制御として、クロソイド曲線とフィードバック制御である PI 制御[1]を利用する。

2. 曲線の通過

本研究では、ロボットカーを横方向に離して置いた二つのターゲットの間の中央を通過させる。そこで、大きく分けて直進とカーブの二つの制御が必要になる。

まず、ロボットカーを横方向にずらした2つのターゲット間の中心を通るように制御する。この際、フィードバック制御のPI制御を用いてまっすぐ進むようにする。ロボットカーが最初のターゲット間を通過後ゆるやかにカーブをさせて、二つ目のターゲットの間を通過させるようにする。この際、緩和曲線[2]としてクロソイド曲線を利用することで緩やかに曲がれるよう制御する。またターゲットを認識するための画像処理では、カメラモジュールから得た画像をHSV変換し、ターゲットである赤色領域と青色領域を抽出する。抽出した色領域の重心を求め、その中点を通るようにロボットカーを制御する。

3. 実験

本実験では、変更するパラメータは、PI制御のパラメータ K_p すなわち、比例ゲインや車の速度、車の角速度とし、PI制御のパラメータ K_i すなわち、積分ゲインや、ロボットカーとターゲットの位置関係は変更しないものとする。

以下の実験結果のグラフにてロボットカーの速度を V 、ロボットカーがタイヤの角度を変える速度、すなわち角速度を ω とする。ロボットカーの速度はパラメータで表しており、 $V=45$ の時 $306[\text{mm/s}]$ である。さらに、縦軸は目標値との(偏)差を示しており、ターゲットが左側にずれている時は正、ターゲットが右側にずれている時は負としている。また、横軸では時間を

表しており、1[step]約0.028秒である。図1は、 K_p を0.1で固定しており、角速度 ω を三段階に変更した時の結果である。また、図2では角速度 ω を0.01、 V を45で固定しており、 K_p を4段階に変更した時の結果である。

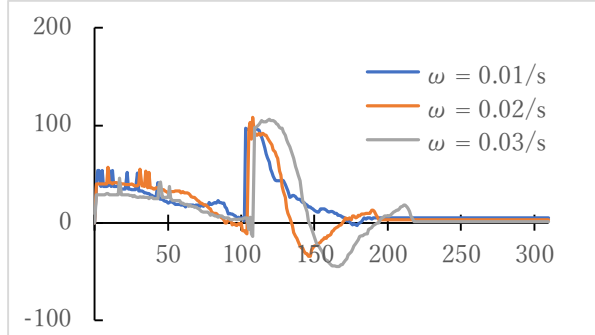


図1 $K_p=0.1$, $V=45$ とした時、 ω を0.01から0.03に変更した時の結果

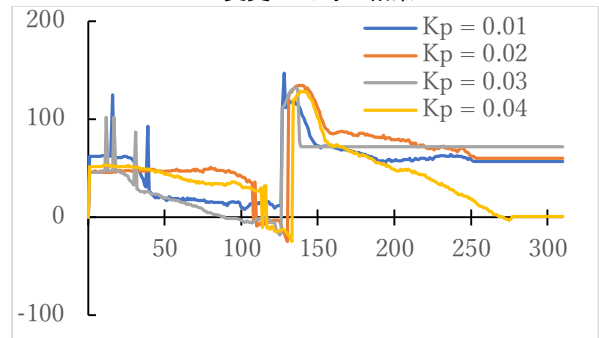


図2 $\omega=0.01$, $V=45$ とし、 K_p を0.01から0.04に変更した時の結果

図1より、角速度 ω は早くなるにつれて安定して収束している。また、図2より、 K_p の値は大きくなるにつれて安定して収束している。

4. 結言

実験結果より、 K_p の値は小さいほうが安定して収束することがわかった。しかし、 K_p の値が小さすぎるとロボットカーは角度を変えることができず、収束できなくなってしまう。また、角速度が早いほうが安定しやすいことがわかったが、角速度が早すぎるとカーブが急になり、緩やかに曲がれなくなってしまう。すなわち、 K_p の値や角速度は大きすぎず小さすぎないほうがよいことがわかった。

文献

- [1] 佐藤和也, 平本和彦, 平田健二, はじめての制御工学 改定版2版, 講談社, March 2019.
- [2] コトバンク, 「緩和曲線」の解説, <https://kotobank.jp/word/-1296881>

敬語検出システムの作成

Creating an Honorific Language Detection System

17542 常見 歩夢
指導教員 大島 真樹

1. 目的

敬語文を入力すると、その文章で使われている敬語の種類が、尊敬語と謙譲語のどちらなのかを検出するシステムを作成し、その性能を評価する。

2. 方法

文章に対して形態素解析を行い、文章を解析することで敬語検出を行う。尊敬語と謙譲語には、動詞が特殊な変化をする特定形と、ルールに従い変形できる一般形の二つがある。文部科学省の文化審議会が作成した“敬語の指針”[1]によると、一般形は以下の表1の種類がある。

表1 敬語の一般形

尊敬語	謙譲語
お(ご) + 動詞 + になる	お(ご) + 動詞 + する
動詞 + れる(られる)	お(ご) + 動詞 + 申し上げる
お(ご) + 動詞 + だ(です)	動詞 + ていただく
お(ご) + 動詞 + くださる	お(ご) + 動詞 + いただく
(ご) + 動詞 + なさる	お(ご) + 動詞 + いたす

このうち、「動詞+れる(られる)」の形は、受け身文であり、他の意味を持つことがあるため、この形をしているからといって尊敬語とは限らない。その為、この形は検出しない。

また、尊敬語の「(ご) + 動詞 + なさる」のパターンに関しては、動詞がサ変動詞の場合のみ作ることができる。

また、「する」の特定形としての「なさる」、「くれる」の特定形としての「くださる」、「言う」の特定形としての「申し上げる」、「もらう」の特定形としての「いただく」も存在するため、混同しないよう注意が必要である。

敬語検出は、文章に対して形態素解析を行うことで文章を分解し、表1の形の文章を検出することで行う。形態素とは、言葉の最小単位のことである。

敬語検出の可否判定は、“敬語の指針”に記載されている例文や、現代日本語書き言葉均衡コーパス(BCCWJ)[2]から敬語文を探し、それを基にテスト用文章を作成する。テスト用文章には、検出できなくてはならない文章、検出されてはいない文章が存在する。

検出できなくてはならない文章の種類として、(1)尊敬語文、(2)謙譲語文、検出されてはいけない文章の種類として、(3)文法がおかしいもの、(4)このシステムでカバーされていない敬語を使用しているもの、(5)“敬語の指針”に不適切と記載されているものがある。

(1),(2)は敬語が検出されなくてはならず、(3),(4),(5)は検出されない方が望ましい。

3. 結果

テスト用文章の中で、想定した結果と違ったものを、表2に示す。

表2 実験結果

文の種類	文の内容
(1) 尊敬語文	限定発売なさるとのこと。
(3) 文法がおかしいもの	彼はこの車をお帰りになる。 先生に御案内してくださる。
(5) 不適切とされるもの	彼はこの車をお帰りになる。

4. 考察

初めに、(1)の中で誤検出が起きている原因として、結果に示されている文章を見てみると、「販売」ではなく「限定販売」という単語が用いられていることで、係り受けが変わってしまっていることが考えられる。

(3)の文章が誤検出されてしまっている原因としては、このシステムでは、文字の係り受けのみを解析するため、文法のミスを理解できないことが考えられる。

(5)の文章は、“敬語の指針”では、動詞が立てる先が間違っているため不適切とされている。しかし、このシステムでは動詞の主語とその敬い先などは考慮しないため、不適切にもかかわらず検出されてしまっていると考えられる。

(3)と(5)の誤検出については、このシステムで考慮しなかった敬語のルールに反した文章であるため、新たにルールに適しているか判定する機構を作らないと対処できないが、(1)の誤検出に関しては、係り受け解析を行わずに単語のみを見るように変更することで対処できると思われる。

総じて、(1)の誤検出を除けば、その可否にかかわらず敬語自体を検出することは出来ていることがわかる。今後の課題としては、敬語自体が間違っただけの時、それを検出しないようにする機構を考えることである。

文献

- [1] 文化審議会，“敬語の指針”，文部科学省，2005年3月30日
https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkashingikai/kokugo/hokoku/pdf/keigo_tosin.pdf (2022年1月24日最終閲覧)
- [2] “現代日本語書き言葉均衡コーパス (BCCWJ)”
<https://ccd.ninjal.ac.jp/bccwj/> (2022年1月24日最終閲覧)

テクニカル指標とチャート画像の解析を用いた売買戦略の考察

A Study on Trading Strategies Using Technical Indicators and Analysis of Chart Images

17543 鳥巢龍之介
指導教員 佐藤 豊

1. 緒言

本研究では株式の売買戦略についての検証を行う。最初に、Trading view[1]から株式の過去データを入手し、そのデータから価格がどのように変化していくのか調べる複数のデータ解析手法を試し、どの手法が最も適切なのか、また組み合わせることで精度は上がるのかを調べる。株価の正確な予測を行うことよりも、株式の売り時や買い時を総合的に判断し売買戦略の成功度合いの解析に主眼をおく。具体的にはテクニカル指標とCNN（Convolutional Neural Network）によるチャート画像解析による2つのデータ解析の手法を比べて、手法の違いによる最終的に得られる富の差異を検証する。

2. 研究手法

本研究ではまず始めにTrading viewから企業の過去の株式データのcsvファイルを取得する。更に、複数のテクニカル指標[3]毎に売買シミュレーションを実行し、その結果を比較・検証する。その後、CNNによるチャート画像の解析を用いた売買シミュレーションを実行し、その結果を比較・検証する。最後にCNNとテクニカル指標の売買シミュレーション結果を比較し、どちらの運用成績が良いか調べる。

3. 研究結果

本研究では後述するテクニカル指標を用いて売買シミュレーションを行った。今回は代表例として、単純移動平均とMACDを使用した。各企業の株価データから単純移動平均を適用しゴールデンクロスとデッドクロスプログラムで検知したものを下記の図にまとめる。



図1 AU(KDDI)での実行結果

ゴールデンクロスで株を購入し、デッドクロスで売却した結果の利益を算出した。

算出結果を下記のグラフにまとめる。なお、縦軸は損益の変化を表している。

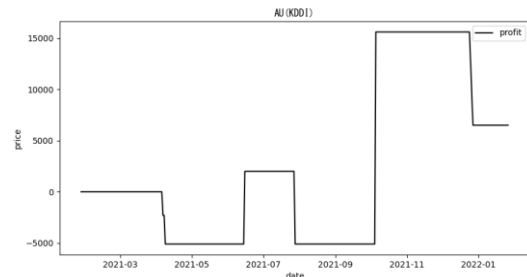


図2 AU(KDDI)のシミュレーション結果

次にMACDを用いたシミュレーションは単純移動平均のシミュレーションと同じ基準で利益の算出を行った。結果として最終利益がMACDの方が多かった。

4. 結言

研究結果の図2から最終的な利益が出ていることがわかる。このことからゴールデンクロスデッドクロスを用いた売買戦略はある程度の効果があることがわかった。

また、MACDを用いて作成した売買シミュレーション結果の方の利益が多かったことから、このケースにおいては単純移動平均よりもMACDの方が優秀な指標ということになる。

5. 今後の展望

最終的には人工知能を使用した株価の売買を行いたいと考えている。活動が不十分であったCNNを使用し、チャート画像からそのチャート画像が上昇傾向にあるのか下降傾向にあるのか判断する機能を取り入れたシミュレーションを行いたい。他にも、違う指標を参考にしたものでも研究を行いそれぞれの差異を調査したい。

参考文献

- [1]TradingView - <https://jp.tradingview.com/>, (2021.2.142021.1.26)
- [2] 河合 継、小澤 昂、大川 堯郁. FXにおける日足・4時間・15分のチャートのCNNによる最適化, 人工知能学会研究会資料 SIG-FIN-019
- [3]金融・証券用語解説[テクニカル指標] - <https://info.monex.co.jp/technical-analysis/indicators/>

ステレオ視を用いた人物の身長 の推定

Human height estimation using stereo vision

17546 鳴島 悠人

指導教員 宇都木 修一

※都合により原稿はありません。

カードゲームによるブレインストーミングの オンライン環境に関する検討

A study on an online environment for brainstorming workshops using a card game

17547 西河 航
指導教員 内田 健

※都合により原稿はありません。

螺旋葉序のパターンを表現する数理モデルとその数値計算

Mathematical model for representing spiral phyllotactic patterns and its numerical calculations

17548 西脇 彰
指導教員 須志田 隆道

1. 緒言

自然界では様々な模様を持った植物が存在するが、その多くは螺旋状になっていることが知られている。植物の葉や種などの配列パターンは螺旋葉序と呼ばれており、二葉間の角度を開度という。植物学の分野における調査によれば、典型的な植物の開度は黄金角(およそ 137.5 度)になり、カウントすることができる左巻きと右巻きの螺旋の本数がフィボナッチ数(1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...)である。このような観察結果から、どのような生物学的な機構で、黄金角のパターンがロバストに出現するということが主な問題意識である。

先行研究[1]では、茎頂から生成される原基(葉や種などの基になる細胞)が抑制物質を拡散するという抑制場モデルを構築し、パラメータに応じて、黄金角のパターンを含むさまざまな螺旋模様を得られることを示した。図1は原基が生成する抑制場を表し、黒円は茎頂を表す。新しい原基は黒円上の抑制物質の濃度が最も低い場所から生成される。

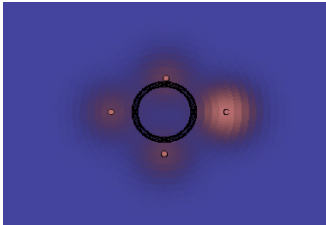


図1 原基が生成する抑制場

本研究では、[1]で提案された抑制場モデルを念頭に置いたプログラム作成を行い、原基の運動速度や抑制物質のパラメータを変更することで、なぜ黄金角のパターンがロバストであるかという主題を含めて調査を行う。

2. 方法

抑制物質 $u = u(t, r, \theta)$ の拡散に関して、二次元板上における拡散方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \left(\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} \right)$$

を解くことで表現する。ここで、 $D > 0$ は拡散係数であり、 D が大きいほど拡散が速くなり、 D が小さいほど拡散は遅くなる。

茎頂から等速直線運動をする原基から抑制物質が供給され、拡散および自己減衰することを表すために、反応拡散方程式を採用する。反応拡散方程式とは、空間に物質が拡散される様子を表す拡散項と他の変数との相互作用や自己減衰などを表す反応項の2つからなる偏微分方程

式である。本研究で扱う反応拡散方程式の反応項は供給項と減衰項が含まれている。供給項は、どこに原基がいれば成分が供給されるのかを表現し、減衰項では成分が供給されない場合成分が徐々に減衰して行くことを表現している。以下に本研究で扱う反応拡散方程式を示す。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D \Delta^2 u + a \sum_{i=0}^{n-1} f(|r - r_i|) - bu \quad (1)$$

ここで、 a 、 b は正の定数であり、 n は生成された原基の数を表す。関数 $f(x)$ は $|x| < R$ であれば 1 を供給するものと定める。

3. 結果

(1) の計算結果を図2、図3に示す。図2では1ステップでの移動間隔 dr の係数をそれぞれ 0.5, 1.0 に変化させた際の計算結果である。図3は dr の係数を 0.5, 1.0 に変化させた際の開度のグラフであり、 dr のときに、開度がおよそ 137.5 度に落ち着く様子を観察することができた。

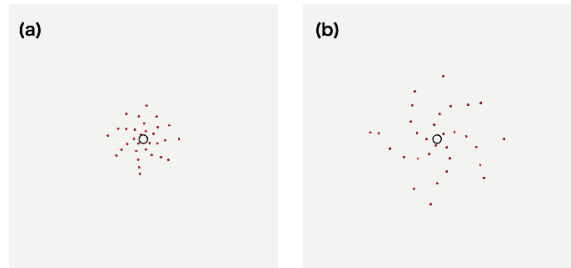


図2 反応拡散方程式の計算結果。(a) 0.5dr, (b) dr

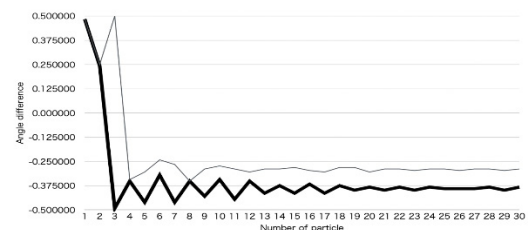


図3 dr の係数を変化させた際の開度のグラフ。横軸は原基の数であり、縦軸は開度を 2π で割った値である。

細線は図2(a)、太線は図2(b)の開度を示す。

4. 今後の予定

今後の展望として、原基を等速直線運動させるだけでなく速度を非線形に変化させた際にどのようなパターンが観察できるのかを調べたい。

文献

- [1] Richard S. Smith, Cris Kuhlemeier, and Przemyslaw Prusinkiewicz, "Inhibition fields for phyllotactic pattern formation: a simulation study" 2006
- [2] 桂田祐史, "熱方程式に対する差分法 2-円盤領域, 円柱領域, 球における熱方程式" <http://nalab.mind.meiji.ac.jp/~mk/lab/text/heat-fdm-2.pdf>, (閲覧日 2022 年 2 月 7 日)

貝殻の螺旋構造を表現するための幾何学モデルと数値シミュレーション

Geometrical model for representing spiral structures of shells and its numerical simulations

17549 早瀬竜希

指導教員 須志田 隆道

1. 背景

巻貝は軟体動物門における腹足綱に分類される生物であり、螺旋状の貝殻をもつことが特徴的である[1]. 典型的な巻貝の螺旋構造は対数螺旋的なものである. 古代の貝殻においては頭足綱に分類されるニッポニテスのような異常まきアンモナイトとされる複雑な形状の貝殻も存在していた. 本研究の目的は、貝殻の形状を表現するための幾何学モデルを構築した上で、実際の形状に酷似したものをシミュレートすることである.

2. 研究手法

第一に単純な対数螺旋構造を有する貝殻を表現するための数理的な枠組みを構築する. 貝殻を通る中心線を以下のように、 $t \geq 0$ でパラメータ付けされた空間曲線として定める.

$$\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \exp(b\pi t) \cos(\pi t) \\ a \exp(b\pi t) (-\sin(\pi t)) \\ z_0 - (c(\pi t^2)/(2\pi)) \end{pmatrix} \quad (1)$$

ここで a, b, c, z_0 は定数である.

第二にニッポニテスのような古生物が有する複雑な螺旋構造を表現するための数理的な枠組みの構築を試みる. ここでは(1)式の空間曲線を基にして、左巻きの螺旋と右巻きの螺旋を交互に繰り返す式を定める. パラメータ領域 $\{t \mid t \geq 0\}$ を $[t_0, t_1] \cup [t_1, t_2] \dots$ というように分割する. 各時刻 $t_j > 0$ は任意に定められるものである. 各区間 $[t_j, t_{j+1}]$ について

$$P_j(t) = \begin{cases} (x(t), y(t), z(t)), & (j = \text{even}) \\ (x(t), y(-t), z(t)), & (j = \text{odd}) \end{cases}$$

とする. $t \in [t_j, t_{j+1}]$ に対して、螺旋の式 $S_j(t)$ を以下のように決定する. はじめに $t \in [t_0, t_1]$ に対して $S_0(t) = P_0(t)$ とする. 一般の $t \in [t_j, t_{j+1}]$ について、 $M_j = M(S'_{j-1}(t_j), \xi_j)M(v_j, -\theta_j)$ として

$$S_j(t) = M_j (P_j(t) - P_j(t_j)) + S_{j-1}(t_j),$$

$$v_j = n(S'_{j-1}(t_j) \times P'_{j-1}(t_j)),$$

$$\theta_j = \arccos \left(n(S'_{j-1}(t_j)) \cdot n(P'(t_j)) \right)$$

とする. ここで、 $n(v) = v / |v|$ とする. また $M(v, \theta)$ はベクトル v を回転軸として、 θ だけ回転させることができるロドリゲスの回転行列を表す. $\xi_j \in [0, 2\pi)$ は j 毎に与えられる乱数である.

空間曲線が決定された後に、以下の手順に従い空間曲線を通るように円柱状の三角形メッシュ立体を作成し貝殻の形状に見立てることとする. 空間曲線のパラメータ t を $t_i = i\Delta t$ と差分化する. ここで $\Delta t > 0$ は刻み幅である. $P_j(t_i)$ を始点とし、 $P_j(t_{i+1})$ を終点とするベクトル $w_i = P_j(t_{i+1}) - P_j(t_i)$ に直交してかつ $P_j(t_i)$ を通る平面上の正多角形を $T(t_i)$ とする. $T(t_i)$ の各頂点 r_k はロドリゲスの回転行列を用いて、

$$r_k = r \cos\left(\frac{2\pi k}{m}\right) + \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi k}{m}\right)\right) (r \cdot w_i) w_i + (w_i \times r) \sin\left(\frac{2\pi k}{m}\right) + P_j(t_i)$$

と表すことができる. ここで m は多角形の各角を表し、 r はベクトル w_i に直交する平面上において固定されるベクトルである. r の大きさ $|r|$ によって $T(t_i)$ のサイズが決まる. 以下に示すシミュレーション結果では $|r| = c\pi t_i$ とした. 多角形 $T(t_i)$ と $T(t_{i+1})$ で三角形メッシュを作る.

3. 結果

キリガイマダシという貝に似せた描画結果を図1(a)に表す. ニッポニテスに似せた複雑な形の貝殻の描画結果を図1(b)に示す.

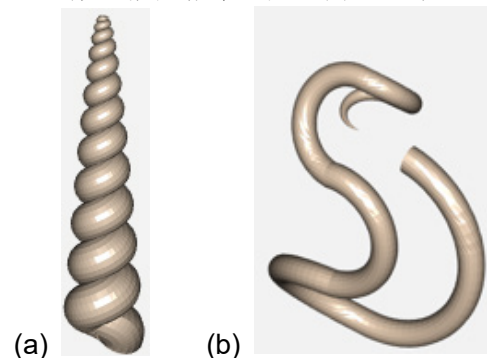


図1 (a)キリガイマダシに酷似した描画結果. $a = 1.1, b = 0.02, c = 0.1$. (b) 複雑な形の貝殻の描画結果. $a = 3.6, b = 0.04, c = 0.04$.

4. 結論

本研究では貝殻の形状を表現する幾何学モデルを構築し実際の貝殻に似た形を描画することができた. このことから古生物であるニッポニテスの異常巻きの貝殻から現在でも生息している典型的な貝殻まで対数螺旋構造が維持されているのではないかと考える.

文献

[1] 佐々木猛智, 貝の博物志, 東京大学出版(2002)

駅プラットフォーム内の人物危険動作検知手法の検討

A study on Detecting Dangerous Movements of People in the Station Platforms

17550 廣田 知希
指導教員 川村 春美

1. 緒言

近年、日本では鉄道人身事故の対策として、ホームドアの設置が進められている。国土交通省は、「ホームドア設置の課題」に、(1)膨大な初期費用と維持管理・更新コスト、(2)車両の扉位置・編成長の相違などの物理的制約、(3)施工時間及び施工能力の3点を挙げている。実際に、全国のホームドア設置率は10%にも満たず、文献[1]より、平成29年には200件近くのホーム内事故が発生している。このことから、現状ではホームドアの設置は追いついておらず、人身事故発生を防ぎきれていない。

現在、人物検出には特徴量を用いる手法と、深層学習を用いる手法が存在する。しかし、駅ホーム内の事故防止においては、最適な手法は不明である。

本研究では、駅ホーム内での鉄道事故防止に向け、既存の人物検出手法を比較・評価し、危険領域の領域判定手法を検討する。

2. 研究手法

本研究では、Haar-Cascade, YOLOv3, YOLO tiny の3つの手法を用いて人物検出を行う。その後、人物検出結果から、交差数判定アルゴリズムを用いて危険領域の内外判定を行う。

(1) 人物検出

HAAR-Cascade とは、HAAR-like 特徴が用いた Cascade 型分類器であり、処理が高速という特徴がある。しかし、Haar-Like 特徴は、主に顔検出への応用を目的としており、人物検出では精度が落ちる事が懸念される。

YOLO は、深層学習をベースとした一般物体検出アルゴリズムであり、物体のクラス情報と位置を同時に検出できる。YOLOv3 は 52 層の畳み込み層と 1 層の全結合層で構成される CNN フレームワークを特徴抽出器として用いる。YOLO tiny は基本的なモデル構造は YOLOv3 と同じだが、7 層の畳み込み層と 1 層の全結合層から構成される。

(2) 交差数判定

交差数判定は危険区域を、交差数を用いて内外判定を行う手法である。人物の位置を点 P_n 、点 P_n からの水平線を R_n 、危険領域を T 、及び領域 T の辺を S_n とする(図 1)。水平線 R_n が辺 S_n を交差する数 C が奇数なら内側、偶数なら外側と判定する。この手法では、水平線 R_n や点 P_n が辺 S_n と重なる場合の判定が考慮されていない。

そこで、次の3つのルールを新たに追加す

る。(1)水平線と平行な辺は交差数にカウントしない。(2)多角形の頂点に水平線、または点が重なる場合には交差数にカウントしない。(3)水平線と辺の交点は必ず点より右側にあるとする。

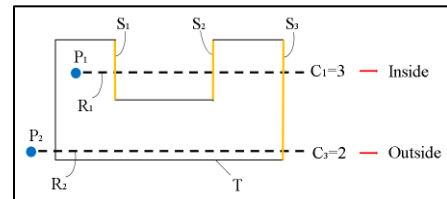


図1 交差数判定

3. 結果

各3つの人物検出手法の検出精度、誤検出数、実行時間を以下の表1に示す。

表1 各手法の評価

	Haar-Cascade	YOLO tiny	YOLOv3
検出精度[%]	42.68	89.76	98.84
誤検出数	14	4	5
実行時間[s]	10.83	18.62	36.94

表1より、3つの人物検出手法の中では、最も優位である YOLO tiny を交差数判定に適用し、その結果を図2に示す。人物が危険領域内に入ると図2のように位置を判定し、警告が表示される。

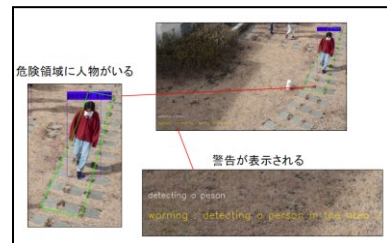


図2 領域判定成功時

4. 結言

駅プラットフォームでの危険領域への人物検出を目的として、既存の人物検出手法を比較・評価し、領域判定では交差数判定アルゴリズム改良した。駅ホーム内の監視カメラを想定した画像に適用した結果、YOLO tiny が人物検出の精度、処理時間に優位であることを確認し、領域判定ではほとんどのケースでうまくいったが、検出した人物の位置のずれによっては判定に失敗した。今後は、オプティカルフローを取り入れ、人物の進行方向、過去の位置を用いて領域判定精度を向上させる予定である。

文献

[1] 国土交通省, "ホームドアの設置状況", https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk6_000022.html, 2021/12/29 付

暗号通貨の価格変動の分析

Analysis of Price Fluctuations of Cryptocurrencies

17551 福本 泰大
指導教員 佐藤 豊

1. 研究背景

暗号通貨を使用した決済が徐々に活用されてきている。例えば米ペイパルがネット販売通販で暗号通貨の決済を始めたこと [1] は大きな話題になった。国内ではビックカメラでもビットコインで決済が可能 [2] となっている。

一方で暗号通貨を金融市場の商品として見ていくと株式市場と比較して価格に対する変動率が大きい。それは市場の規模や時価総額が株などよりも小さいためであり、資金の動きによる価格の振れ幅が大きく、投資家もリスクをとる必要が出てくる。

2. 研究目的

本研究では暗号通貨の価格データをチャートで視覚化して、騰落状況を把握する。価格データの性質を統計的に解析し、過去データを用いて時系列解析の手法により予測が可能なのか検証する。

3. 研究方法

本研究は以下の手順に分けて研究を行う。

- 1.暗号通貨の価格データの取得
- 2.暗号通貨の価格データに対する統計的性質の調査
- 3.価格変動の分析

暗号通貨の価格データの取得はTradingView[3]というサイトを使用し、暗号通貨の価格データを取得する。そのデータから単位根検定や自己回帰モデル(ARIMA モデル)を用いて統計的調査、予測を行う。また、価格データから異常検知を行い、価格の暴落または急騰の要因を検討する。

分析対象となる暗号通貨はビットコイン、イーサリアム、バイナンスコインの3つであり、それぞれ訓練データの期間を2021年03月01日から2021年09月30日とし、テストデータの期間を2021年10月01日から2021年11月01日とする。

4. 結果

3つの暗号通貨の原系列データに対してデータを加工し、対数差分系列とし、それぞれの暗号通貨の原系列データに対しての自己相関(ACF)と偏自己相関(PACF)を調べた結果、ビットコインは自己相関と偏自己相関が弱いことがわかった。イーサリアムとバイナンスコインは

強い自己相関と偏自己相関を得られなかった。

単位根検定の結果より、それぞれの p 値は 0.01 のためこの帰無仮説は棄却され、データは定常過程であると言えることがわかった。この結果よりそれぞれの暗号通貨に ARIMA モデルを適用し、予測精度の評価を以下の図1から図3に示す。

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	-0.0002736709	0.04057812	0.03115638	215.7266	248.2366	0.6441391	-0.004315834
Test set	0.0074416092	0.03147162	0.02569110	-311.7561	470.6830	0.5311478	NA

図1 ビットコインによる予測精度の評価

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	0.004052424	0.05812380	0.04355133	160.6674	180.7924	0.6568965	-0.00670447
Test set	0.010910376	0.03812129	0.02974193	102.5698	102.5698	0.4486056	NA

図2 イーサリアムによる予測精度の評価

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	0.002676433	0.06582020	0.04633020	40.26959	256.8562	0.6256033	-0.009282547
Test set	0.008198629	0.04054733	0.03019249	87.34509	107.1785	0.4076935	NA

図3 バイナンスコインによる予測精度の評価

次にそれぞれの暗号通貨の異常検知を行ったところ、ビットコインは所々、異常度が高くなることがわかった。イーサリアムは指標が増えていくにつれて異常度も増加していくことがわかった。バイナンスコインは指標が増えていくごとに異常度が増加していくことがわかったが他の2つの暗号通貨に比べて異常度はそこまで高くないことがわかった。

5. まとめ

本研究では暗号通貨の価格変動の分析を行った。予測精度はあまり良い結果ではなかったが、さらに長い期間や実験回数を増やすことで正確なデータを取ることや暗号通貨と他の金融商品の市場価格の相関関係を調査することが予測精度を向上させるために重要であると考えられる。

参考文献

- [1] 仮想通貨で買い物、米ペイパルが開始 まず ネット通販
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGN30CR60Q1A330C2000000/>
- [2] ビックカメラ、ビットコイン上限を引き上げ
<https://toyokeizai.net/articles/-/200602>
- [3] TradingView
<https://jp.tradingview.com/>
- [4] 時系列データに異常発見「時系列異常検知」とは
<https://laboro.ai/activity/column/engineer/eg-time-series-anomaly-detection/>

行方不明者の捜索を想定した UAV の飛行経路の決定方法の検討

A study on flight path for an unmanned aerial vehicle in case of searching for a missing person

17552 前田 文平
指導教員 島川 陽一

1. はじめに

近年多発する災害に対応するため消防庁では、UAV(Unmanned Aerial Vehicle)を用いた行方不明者の捜索を検討している。本研究では UAV を用いた行方不明者の捜索を想定し、捜索理論[1]を用いて高い確率で目標を発見する経路の策定方法を検討する。

2. 飛行経路の決定方法

2.1 捜索のためのネットワークの設定

実際のマップを格子状の離散セルに分割し、その中に UAV が飛行するネットワークを設定する。セルに対応してノード、そのセル内に目標が存在する確率を枝のコストとする。ネットワークを移動する UAV の最長経路を求めることで、目標の発見確率を最大化する。

セル内に目標が存在する確率は以下のように設定する。目標が最後に目撃された地点と目標が向かうと推測される地点の組合せを用意する。この地点間の経路が通過するセルにどの経路が通過しているかの属性を与える。また、セル内の道路の距離をすべてのセルについて計算する。

目標が通ると推測される経路に分配される割合を S 、セル内にある道路の距離に比例して分配される割合を $R (= 1 - S)$ とする。

マップ内の経路の総数を K 、 i 番目の経路のセルの数を $f_i (i \in \sim\{1, K\})$ とする。経路が通過する総セル数 a は

$$a = \sum_{i=1}^K f_i$$

とする。 n 番目の経路全体に割り振られる確率 F_n は、

$$F_n = \frac{(a - f_n)S}{a(K - 1)}$$

となる。 n 番目の経路の 1 セルあたりの確率は、 $\frac{F_n}{f_n}$ となる。

すべてのセルの道の長さの合計を W 、セル c の道の長さを D_c とする。道の長さから考慮される割合は $R \times \frac{D_c}{W}$ である。

以上から、ルート Z と X が通過するセル c に目標が存在する確率 P_c は、

$$P_c = \left(\frac{a - f_Z}{af_Z(K - 1)} + \frac{a - f_X}{af_X(K - 1)} \right) S + \left(\frac{D_c}{W} \right) R$$

と与える。

2.2 経路の決定方法

本稿ではダイクストラ法とグリーディー法による経路探索を検討する。本問題は最長経路を求

める最小化問題であるので、ダイクストラ法を用いるときには枝の重みの逆数を与えて最小化問題に変換する。グリーディー法では 2 つ先の選択肢まで考慮するローカルサーチを取り入れる。

比較は枝の重さを設定した 16 ノード 24 枝のネットワークを用いて行う。これを図 1 に示す。すべての枝は双方向の有向グラフで枝の数値は重み係数である。

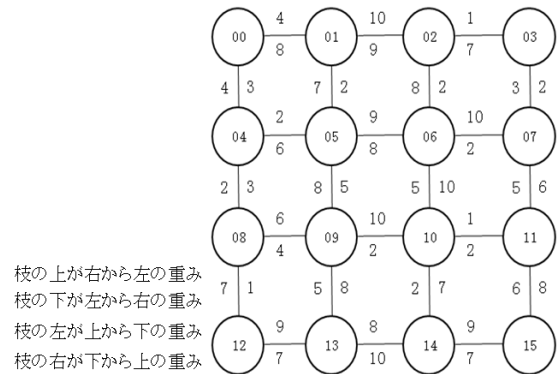


図 1. 実験に用いるネットワーク

3. 数値実験による経路の比較

本実験では探索した経路の総セル数と重みの総和、移動一回当たりの重みの平均を評価する。ダイクストラ法では始点からすべてのノードへの木の重みを求める。グリーディー法ではノード数 $\times 1.5$ の長さの経路を求める。

ダイクストラ法とグリーディー法を適用した結果は表 1 のようになった。グリーディー法の方による経路は確率の総和の大きい経路を選択できている。

表 1. ダイクストラ法とグリーディー法

	ダイクストラ法	グリーディー法
経路の総セル数	7	24
重みの総和	43	179
重みの平均	6.1429	7.4583

4. おわりに

本稿の経路探索ではダイクストラ法よりもグリーディー法の結果が優位であった。卒業研究の本発表ではグリーディー法を経路探索の手法とし実際のマップから作成したネットワークで、飛行経路を決定し報告したいと考えている。

文献

- 宝崎隆裕, “捜索理論とその応用”, システム/制御/情報, Vol.63, No9, pp.377-382, (2019).
- 宝崎隆裕, 飯田耕司, “捜索理論における確率モデル”, コロナ社, (2019).

土地価格の推定における逆距離加重法と Kriging 法の比較

A comparison of inverse distance weighting method and Kriging method for a land price estimation

17553 三科 雄一郎
指導教員 島川 陽一

1 はじめに

本研究では空間内挿推定法を用いて土地価格の推定精度の検討を行う。空間内挿推定法での手法として逆距離加重法と Kriging 法による適用精度を比較する。またその精度の向上法について調査する。

2 空間内挿推定法

2.1 逆距離加重法

逆距離加重法は各データに推定点までの距離のべき乗に反比例する重みを与えることで、推定値が近傍データより近い値になるように推定をする。データを考慮するエリア内のデータ数を n 、推定点と各標本点 $i (1 \leq i \leq n)$ の距離を h_i 、平滑化因数を s 、次数を l と標本データ z_i の影響を考慮して推定値 z_0 を求める式は以下のようになる。

$$z_0 = \frac{\sum_{i=0}^n \left[\frac{z_i}{(h_i+s)^l} \right]}{\sum_{i=0}^n \left[\frac{1}{(h_i+s)^l} \right]} \quad (1)$$

2.2 Dual-Kriging 法

Kriging 法は現象の空間特性が事前に分からないという空間内挿推定における問題を対処する特徴を持つ。Kriging 法では位置に応じて定まる入力から出力までの一連の複雑な現象をまとめて、一つの確率現象として概念化する。本研究で用いる Dual-Kriging 法では推定結果を $z(x_0, y_0)$ 、傾向を a 、変動を b とすると以下の式(2)を用いて計測する。加重 $K(|x_i - x_0|)$ は式(3)のように与える。 d_{max} は補間に考慮する距離を定めるパラメータで、 $c_0 = 0.6065, c_1 = 0.1839$ である。

$$z(x_0, y_0) = a_0 + a_1 x_0 + a_2 y_0 + \sum_{i=0}^n b_i K(|x_i - x_0|) \quad (2)$$

$$K(h) = \begin{cases} 1 + \frac{1}{c_1} \left(\frac{c_0 h}{d_{max}} \right)^2 \ln \left(\frac{c_0 h}{d_{max}} \right) & (0 \leq h \leq d_{max}) \\ 0 & (h > d_{max}) \end{cases} \quad (3)$$

Dual-Kriging 法に平滑化因数 s を $K(|h|)$ に導入した式を以下に示す。

$$K(h) = \begin{cases} 1 + \frac{1}{c_1} \left(\frac{c_0(h+s)}{d_{max}} \right)^2 \ln \left(\frac{c_0(h+s)}{d_{max}} \right) & (0 \leq h+s \leq d_{max}) \\ 0 & (h+s > d_{max}) \end{cases} \quad (4)$$

以後この式を改訂 Dual-Kriging 法と称する。

3 推定結果

3.1 数値計算に使用するデータの概要と評価方法

本研究では東京都区部または多摩地域を対象とした公示地価[4]を用いる。実測値のある地点一か所選択してその地点以外の公示地価の調査点の座標と価格を標本として推定を実施する。この値を実測値と比べることで評価を行う。

評価方法として用いる誤差率 e は実測値を r 、推定値を p とすると以下の式で与えられる。

$$e = \frac{|r-p|}{r} \quad (5)$$

3.2 逆距離加重法と Dual-Kriging 法での推定結果

データ反映距離を 2400m、次数を 6 の平滑化因数を 80 としたときの逆距離加重法による東京都公示地価の推定では誤差率は 36.758% となった。Dual-Kriging 法による推定を d_{max} を 1,200m とした推定では誤差率は約 77% となった。改訂 Dual-Kriging 法で s を 80m として推定した結果、誤差率は約 57% となった。東京都内を 5 か所選択した逆距離加重法、Dual-Kriging 法、と改訂 Dual-Kriging 法を用いた推定の結果を表 1 に示す。

表 1 東京都公示地価の推定値(円)

推定地点の市区町村	実測値	逆距離加重法	Dual-Kriging 法	改訂 Dual-Kriging 法
千代田区	3,160,000	2,740,836	960,692	2,818,028
誤差率		13.26%	69.60%	10.82%
新宿区	1,150,000	1,160,380	-1,484,326	729,561
誤差率		0.90%	229.07%	36.56%
八王子市	66,200	62,948	33,732	33,508
誤差率		4.91%	49.04%	49.38%
あきる野市	107,000	152,758	-72,828	-58,621
誤差率		42.76%	168.06%	154.79%

表 1 を見ると、Dual-Kriging 法では負の推定結果が発生している。これに対して改訂 Dual-Kriging 法では負の推定の数を減らせた。しかしながら、すべてのデータで正の値の推定が出来たわけではなく、一部の結果は負の値となった。

4 まとめ

本研究では空間内挿推定法による公示地価の推定精度について調査した。土地価格推定を行うにあたり逆距離加重法が最も精度が高く、適していることがわかった。また、平滑化因数の導入により Dual-Kriging 法の精度向上が可能であるとわかった。

参考文献

- [1]杉浦淳徳, 島川陽一, “Kriging 法を用いた土地価格の推定と空間分析”, 高等専門学校の教育と研究, 第 10 巻, 第 4 号, No40 (2005).
- [2]坂田義隆, “クリギング入門-空間データ推定の確率論的アプローチ-”, 株式会社コロナ社, 2021 年 4 月 23 日.
- [3]Robertson.G.P, Geostatistics for the Environmental Sciences, Gamma Design Software, Plainwell, Michigan USA, 2008.
- [4]東京都財務局, 公示価格個別地点データ (東京都分抜粋), 令和 3 年地価公示価格 (東京都分), 令和 3 年 3 月 24 日.

画像を用いた自動車の車間距離の制御

Control of inter-vehicle distance using images

17555 村上 颯一

指導教員 宇都木 修一

1. 序論

近年、交通事故による悲惨な事故が増加している。事故を減少させるため、各自動車メーカーでは AI による画像認識やソナーを用いた自動ブレーキ等の安全性機能が実現されてきている。

本研究では比較的安価な単眼カメラにて撮影された画像を解析して車間距離を測定し、自動的に車間距離を調整、あるいは停止する機能を開発することを目的とする。ただし、実際の自動車ではなく、Raspberry Pi と Raspberry Pi 専用の 4WD ラジコンカーを用いて実現する方法を研究することを目的とする。

また、速度の制御はフィードバック制御の一つである P 制御を用いて実現するものとする。

P 制御とは、比例(Proportional)制御となり、目標値との差に比例して出力値（本研究では速度）を制御する。

2. 追跡方法

Raspberry Pi でラジコンカーをカメラで取得した画像内の緑色の四角形を追跡する。そして、ラジコンカーが物体を追跡しつつ物体に近づいたら減速し、物体が離れたら加速するように制御する。これを実現するために、P 制御を実装する。

3. 実験

アクチュエータを使用し、ターゲット（緑色の四角形）を手前から奥に 2000[mm]移動させ、それをラジコンカーに追従させる。またアクチュエータの速度は変化させる。なお、0[mm]の地点はターゲットの開始位置とする。加速度と減速度は全て 3000[mm/s²]とする。アクチュエータは 0[mm]~1000[mm] の間で速度 600[mm/s]、1000[mm]~1500[mm]の間で速度 200[mm/s]、1500[mm]~2000[mm]の間で速度 300[mm/s]と速度を変化させる。

K_p を 0.1, 0.3, 0.4, 0.5 と変化させてそれぞれ実験を行う。 $K_p0.1$, $K_p0.3$, $K_p0.4$, $K_p0.5$ までの距離の遷移を対比したグラフが図 1 である。

図 1 から、 K_p を大きくすれば対象物の高さが変動した際に追従するまでの時間が短くなっていくことが分かる。

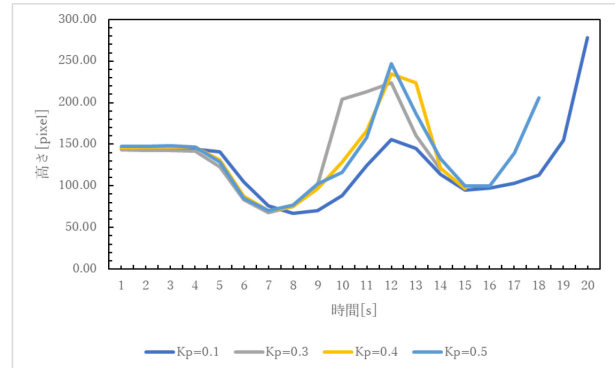


図 1 K_p の変化に対する高さ遷移の関係

4. 結論

本研究では Raspberry Pi を用い、取得した画像から目標物の高さを検出し、その高さに応じて追跡を行う自動運転の研究を行った。追跡はカメラで撮影した画像から緑色領域を検出し、そこから 4 角形の形状を認識した上、基準距離での高さとの比に応じて速度を変化させる方法を採用した。速度の決定には P 制御を用い、高さが小さくなるほど速度が速くなる機能を実現した。

画像認識においては高さの検出ではラジコンカーの挙動に大きな影響が出るような異常値も発生せず、期待する結果を得ることができた。速度制御についてであるが、当初の期待値としては P 制御を採用することで滑らかな速度の変化を期待したが、ラジコンカーの仕様により速度は 10 段階でしか変化せず、期待していたほどの滑らかさを実現することはできなかった。また、Raspberry Pi の性能の影響により、画像認識プログラムで決定した速度で実際にモーターが制御されるまでにタイムラグがあり、 K_p を大きくしてしまうと基準距離で停止できないという問題が発生した。このようにプログラムを動作させるプラットフォームの仕様や性能に応じて制御方法を変更し、検証することが今後の課題である。

回転するコインの運動に関する考察

A comment on a motion of a rotating coin.

17556 村山 英慈

指導教員 山野辺 基雄

1. 背景

コインを床に落としたとき、コインは複雑な回転運動を行う。一見複雑そうに見えるこのコインの回転運動は、コイン自体の回転（コインの中心を通り、コイン面に垂直な軸周りの自動）と、コイン自体が床に円を描くように運動する回動（自動軸自体が円を描くように動く歳差運動）に分けられる。このように物体の運動が自点運動と歳差運動に分けられるものの代表例としてコマの運動が挙げられる。コマの運動に関する研究は多くされているが、コインの運動に関する研究は少ない。本研究では厚みの無い円板に関する田崎の研究[1]を、厚みのあるコインに拡張することでコインの運動を扱う。

2. 方法

本研究では先行研究である田崎の研究との変化はコインの厚みがあるという点である。コインの2つの運動を記述するために2つの座標系を導入する（図1）。XYZ座標はコインと床の接触点を原点とし、鉛直上向きにY軸をとる。Y軸は歳差運動の角速度ベクトル Ω と平行である。一方、X'Y'Z'座標はコインと床の接触点を原点とし、Y'軸がコインの自転に関する角速度 ω と並行になるようにとっている。また、コインと床の間には滑りは無いとする。この状態で本研究ではコインの重心が動かない場合の運動について考察する。以下ではコインの質量をM、コインの半径および厚さをR、hとしている。

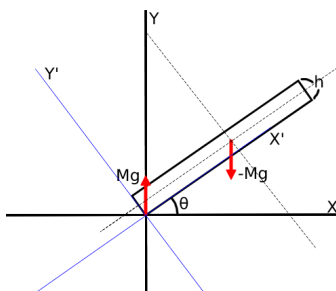


図1. 二つの座標系

3. 結果

コインが滑らないという条件から $\omega = \cos\theta\Omega$ であるため、歳差運動の角速度と自転運動の角速度の合成をX'Y'Z'座標系で表すと $(-\Omega\sin\theta, 0, 0)$ となる。この角速度で運動するコインの角運動量は慣性モーメントテンソルと合成角速度の積で表すことができ次のようになる。

$$L' = \begin{pmatrix} \frac{M}{4}(R^2 + \frac{h^2}{3}) & 0 & 0 \\ 0 & \frac{M}{4}(R^2 + \frac{h^2}{3}) & 0 \\ 0 & 0 & \frac{MR^2}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Omega\sin\theta \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{M\Omega\sin\theta}{4}(R^2 + \frac{h^2}{3}) \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

さらにこれをXYZ座標系に変換する。

$$L = \begin{pmatrix} \cos\theta & 0 & -\sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\theta & 0 & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{M\Omega\sin\theta}{4}(R^2 + \frac{h^2}{3}) \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{M\Omega\sin\theta\cos\theta}{4}(R^2 + \frac{h^2}{3}) \\ 0 \\ \frac{M\Omega\sin^2\theta}{4}(R^2 + \frac{h^2}{3}) \end{pmatrix}$$

XYZ座標系にかかる角運動量の時間変化はこれと $(0, 0, \Omega)$ との外積となる。

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \begin{pmatrix} \frac{M\Omega}{4}\sin\theta\cos\theta(R^2 + \frac{h^2}{3}) \\ 0 \\ \frac{M\Omega}{4}\sin^2\theta(R^2 + \frac{h^2}{3}) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \Omega \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -\frac{M\Omega^2}{4}\sin\theta\cos\theta(R^2 + \frac{h^2}{3}) \\ 0 \end{pmatrix}$$

次にXYZ座標におけるコインに働く重力のモーメントを求める。重力のモーメントは重心の位置ベクトルと重力の外積によって求まり次のようになる。

$$[\vec{r}\vec{f}] = \begin{pmatrix} (R - \frac{h}{2}\tan\theta)\cos\theta \\ 0 \\ (R - \frac{h}{2}\tan\theta)\sin\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ Mg \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -\cos\theta Mg(R - \frac{h}{2}\tan\theta) \\ 0 \end{pmatrix}$$

角運動量の時間変化と重力のモーメントは等しいので、角速度と傾斜角は次の条件を満たす必要がある。

$$\Omega = \sqrt{\frac{4g(R - 3h\tan\theta)}{\sin\theta(6R^2 + 2h^2)}} \quad , \quad \sin\theta = \frac{4g(6R - 3h\tan\theta)}{\Omega^2(6R^2 + 2h^2)}$$

また、コインの全エネルギーは

$$E = \frac{M}{4}\sin^2\theta \left(\frac{6gR\sin\theta - 3hgtan\theta\sin\theta}{6R^2 + 2h^2} \right) (R^2\sin\theta + \frac{h^2}{3}) + (R - \frac{h}{2}\tan\theta)\sin\theta$$

4. 結論

コインの重心が動かず、一定の角速度で回転しているとする。図1のようなコインの傾斜角、角速度、全エネルギーが求められた。本研究では田崎の研究[1]を参考にしており、その差は厚み、つまりhがあるかどうかである。実際に導出された。全エネルギーに対し、 $h=0$ を代入すると、

$$\begin{aligned} E &= \frac{Mg}{2} \frac{6R - 0}{6R^2 + 0} \sin\theta (R^2 + \frac{0}{3}) + Mg(R - \frac{0}{2}\tan\theta)\sin\theta \\ &= \frac{Mg}{2} \frac{1}{R} \sin\theta R^2 + MgR\sin\theta \\ &= \frac{1}{2}MgR\sin\theta + MgR\sin\theta \\ &= \frac{3}{2}MgR\sin\theta \end{aligned}$$

が導かれ、これはコインの厚みが無視できた時の全エネルギーと等価である。

5. 今後の展望

今回コインにかかっている力は重力のみだが、摩擦力が加わった場合のケースも行いたい。他にも、慣性中心が動かないケースであったが動くケースも行いたい。

陣取りゲームのルート評価

Route evaluation of the camp game

17557 安福 仁

指導教員 大島 真樹

1. 研究背景

数あるゲームの中に陣取りゲームと呼ばれるものが存在する。陣取りゲームとは可能な限り自分の陣地、または自分たちの陣地が広がるように目指すゲームである。

2. 今回使用する陣取りゲーム

以下の条件を満たすゲームを作成する。

- ・固定された MAP(図 1)全部にそれぞれの陣地をランダムに割り振る
- ・陣地すべてにそれぞれの陣営の人員を割り振る(最大 10 人の人員)
- ・人員は戦闘時に 1 から 10 の強さをランダムに持つ
- ・最初に攻撃する陣営をランダムに決め、そこから順番に攻撃順(陣地)を決める
- ・攻撃側は隣り合う敵の陣地を選択し、それぞれの陣地にいる人員の強さの合計値で攻撃対象と競う
- ・自分の人員の強さの合計値が高い場合は元居た陣地に人員を 1 人残し、それ以外の人員を攻撃した陣地に移動する。合計値が低い場合は自分の攻撃した陣地の人員を半分失う。合計値が同じ場合はそのまま状態とする
- ・1 つの陣営が 1 ターンに攻撃を開始する陣地は 1 つとする
- ・戦闘を行い勝利した場合は奪った陣地から攻撃を行える。それ以外の場合は攻撃を開始した陣営のそのターン中の攻撃は終了する
- ・人員が 1 人の場所は攻撃不能とする
- ・すべての陣営の攻撃が一順するごとに陣営の支配している陣地数の 1/3 の数を割り振って補充する
- ・すべての陣地が 1 つの陣営になったら終了とする

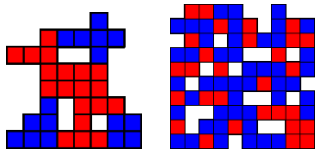


図 1 使用する map(左:mapA 右:mapB)

3. 研究目的

NPC(Non Player Character)の相手と戦い、最低限相手に勝てるルート構築において有効な要素について考察する。

4. 環境

本実験では Unity 2017.4.40f1, MonoDevelop, C# を Windows10 にインストールする。

Unity 2017.4.40f1 は 3D ゲームを制作する。

Monodevelop は Unity で動作させるプログラムを組むために使用する。C#は Unity にて動作させるプログラム言語として使用する。

5. 研究方法

以下の通りに研究を進める。

- ・Unity を用いて mapA, mapB(図 1)を作成する
- ・NPC は攻撃できる自分の陣地でどこか 1 つを選んで攻撃を開始し、隣り合う陣地を攻撃したら攻撃を終えるようにする
- ・自分側の行動は以下の中の 1 つとする
- ・ランダムに 1 箇所だけ攻撃を行う
- ・ α - β 法[1]を用いて計算を行う。読む手の深さを 2 手先、評価値を人もしくはマスとし、相手の人数が自分以下の場合に攻撃を行うか相手の人数に関係なく攻撃を行う

Map2 種類, 行動方法 5 種類(ランダム, 評価値 2 種類×相手の人数の考慮 2 種類)の組み合わせで 10 回ずつ研究を行う。

6. 研究結果

mapA, mapB で行った研究結果を以下の表 1, 表 2 に示す。

表 1 mapA での研究結果

方法		自分	敵	平均ターン
ランダム		50%	50%	168.8
評価値	相手の人数			
人	考慮する	100%	0%	85.8
	考慮しない	60%	40%	139.8
マス	考慮する	100%	0%	74.4
	考慮しない	50%	50%	136.8

表 2 mapB での研究結果

方法		自分	敵	平均ターン
ランダム		50%	50%	1258.4
評価値	相手の人数			
人	考慮する	100%	0%	75.2
	考慮しない	100%	0%	215.4
マス	考慮する	100%	0%	85.8
	考慮しない	100%	0%	203.6

7. 考察

NPC の相手と戦い、最低限相手に勝てるルート構築において、 α - β 法、相手の人数が自分の人数より多い場合に戦闘を行わないという要素が mapA, mapB で同様に勝率を上げて、平均ターン数を短くするのに役立っていると考えられる。

参考文献

- [1]探索(4)ゲームプレイング『北海道大学 オープンコースウェア』著 栗原 正仁, 野中 秀俊
<https://ocw.hokudai.ac.jp/wp-content/uploads/2016/01/IntelligentInformationProcessing-2005-Note-06.pdf>

2台のカメラを用いた三角測量による物体の3次元追跡

3D tracking of objects by triangulation using two cameras.

17558 山下和輝

指導教員 宇都木 修一

1. 緒言

近年のスポーツはデータを活用する場面が増えた。ボールを扱うスポーツはその代表例ともいえる。特にボールの位置は選手がどう動けばいいのかわかるのか、どう体を使えばいいのかわかるかを判定するための重要なものである。本研究では2台の単眼カメラで撮影した画像中の色付きの物体をボールに見立てて実験を行う。カメラから物体までの3次元座標は三角測量を用いて求める。

2. 物体の追跡

3次元上での物体座標取得方法は次のとおりである。^[1]

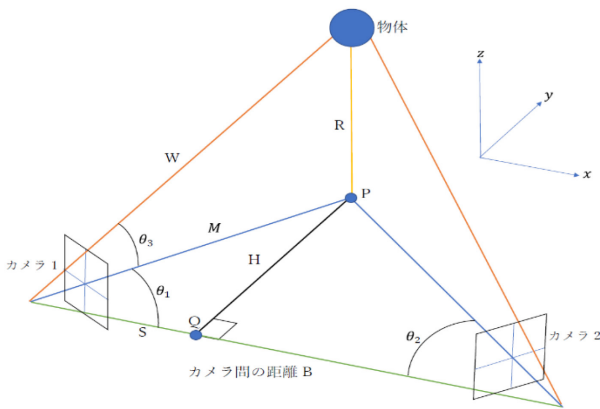


図1 3次元上の物体の位置を求める関係図1

はじめに、角度を固定した2つのカメラから物体をそれぞれ撮影する。カメラ間の距離を結んだ線分(基線)の長さを B とし、カメラと物体を結んだ線分と基線とのなす角を θ_1 と θ_2 とする。また、物体を x, z 平面に射影した点 Q から基線におろした垂線の足を P とする。カメラ1から P までの距離を S 、 P と Q の距離を H とする。

$$S = \frac{B \tan \theta_2}{\tan \theta_1 + \tan \theta_2} \quad (1)$$

$$H = \frac{B}{\tan \theta_1 + \tan \theta_2} \quad (2)$$

次に、カメラ1、カメラ2から Q までの距離をそれぞれ M とする。 $M = \sqrt{S^2 + H^2}$ である。また、カメラ1と物体を結ぶ直線とカメラ1と Q を結んだ直線のなす角を θ_3 とすると、 Q から物体までの高さ R は $R = M \tan \theta_3$ である。また、 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ はそれぞれ撮影した画像から求められる。以上から物体の3次元座標は、 (S, R, H) となる。

3. 実験

本実験では、青、赤、緑、紫、黄の物体の3次元座標を求める。物体の高さは青色を $0[\text{mm}]$ 、

赤色を $-200[\text{mm}]$ 、緑色を $200[\text{mm}]$ 、紫色を $-100[\text{mm}]$ 、黄色を $100[\text{mm}]$ とする。物体の位置は横方向に $450[\text{mm}]$ 、 $650[\text{mm}]$ 、 $850[\text{mm}]$ 、 $1050[\text{mm}]$ とずらしていき、奥行きも $500[\text{mm}]$ から $800[\text{mm}]$ まで $100[\text{mm}]$ ずつ、ずらしていく。奥行き $500[\text{mm}]$ の時のカメラ1から物体までの距離の相対誤差を図2に示す。またその時の青色の物体の位置の誤差を図3に示す。

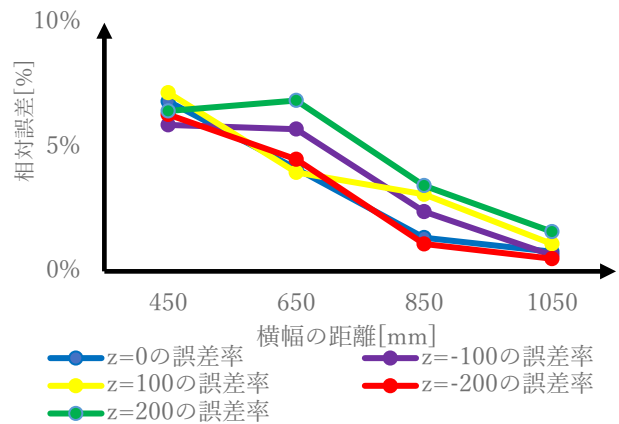


図2 奥行きが $500[\text{mm}]$ の時の誤差率

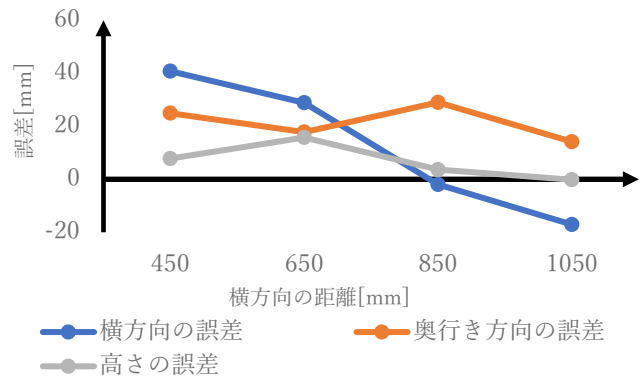


図3 奥行きが $500[\text{mm}]$ の時の青色領域の誤差

4. 結言

本研究では、カメラから物体までの3次元座標を求めた。図2をみると、誤差率がすべて $10[\%]$ 以内に収まっていることが分かる。また、ここでは紹介しきれていないが、奥行き $600[\text{mm}]$ 、 $700[\text{mm}]$ 、 $800[\text{mm}]$ の時どちらも全て誤差率 10% 未満に収まった。しかし、横方向が増えるにつれて、誤差率が徐々に少なくなっている傾向にある。図3を見ると誤差率が大きい $450[\text{mm}]$ の時は誤差も大きくなっている。

文献

[1] 橘野広, 複数のカメラを用いた物体追跡システム, サレジオ工業高等専門学校卒業論文, 2020.

オセロ盤面における探索の効率化

Improving the efficiency of search on the Othello board

17559 山下 暉史
指導教員 大島 真樹

1. はじめに

オセロは、二人零和有限確定完全情報ゲームに分類される。理論上は 8×8 オセロの完全な先読みが可能であり、双方のプレイヤーが最善手を打てば、必ず先手・後手必勝か引き分けかが決定する。 8×8 オセロでは探索空間が膨大となり、現在の最新の計算機を用いたとしても、完全解析が不可能である。

完全情報ゲームである 8×8 オセロにおいて、数手進めた状態のゲーム木探索を複数のコンピュータで分散し並列処理をすることで高速化を図る。

2. $\alpha\beta$ 法

minimax 法とは、「自分にとっての最善手は相手にとって最悪手」という考え方で、相手は自分にとって最悪な手を打ってくるかと仮定して、自分の最善手を求めるアルゴリズムである。

しかし、minimax 法は全ての手の探索を行う。そのため、オセロの可能である局面の組み合わせ 6.78×10^{19} 通りを全て探索する必要がある。スーパーコンピュータを駆使してもなお完全解析をするのに膨大な時間がかかり、計算を減らす工夫が必要である。そこで minimax 法における絶対に採用されることがない手を枝刈りすることで改良した $\alpha\beta$ 法がある。枝刈りの判定方法は、まず一つ上のノード値を、相手の手番の場合は下限値 (α) に、自分の手番の場合は上限値 (β) 設定し、この値を超えた場合に枝刈りを行う。 $\alpha\beta$ 法の枝刈りの例を図 1 に示す。

例では相手の手番の時に $\alpha = -4$ となり、その範囲に当てはまらない -6 という評価を得られた。よって、未探索の子ノードは枝刈りされる。

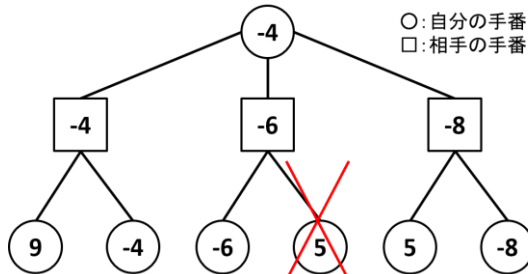


図 1 $\alpha\beta$ 法の流れ

3. 研究方法

PC を 3 台使用して、残り 11 手から残り 15 手の盤面におけるゲーム木探索を $\alpha\beta$ 法で並列探索を行う。複数の PC で分散処理をする手法を図 2 に示す。ネットワークを介して、サーバが各クライアントに探索をするスレッドを割り

当てて分散処理を行い、スレッドが全て終わるまでの時間を計測する。PC1 台と 3 台で分散処理をした際の探索時間の比較を行う。使用した PC を以下の表 1 に示す。表 1 の PC1 で単体処理、PC1, PC2, PC3 で並列処理を行った。

表 1 使用した PC の性能

	CPU
PC1	Core i3-8100 3.60GHz
PC2	Celeron 3205U 1.50GHz
PC3	Celeron 3205U 1.50GHz

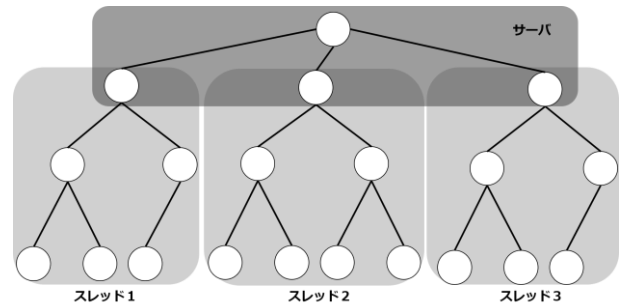


図 2 分散処理の手法

4. 研究結果

PC1 台での処理、PC3 台を使用して分散処理をした結果を以下の表 2 に示す。

表 2 PC1 台・分散処理の探索時間

残り手	PC1 台 探索時間[秒]	分散処理(3 台) 探索時間[秒]
11 手	11	26
12 手	78	52
13 手	521	102
14 手	3331	464
15 手	34711	11831

5. まとめ

PC を複数用意して並列化を行うことで、高速化を図ることができた。しかし、分散処理の効率にばらつきがあった。これは PC の速度差が大きかったのが原因の一つであると考えられる。探索に時間がかかる局面に高速な PC が割り当てられれば効率が良いが、低速な PC が割り当てられると処理速度が遅く効率が低下する。

文献

- 山崎拓哉, “ 6×6 の盤面のリバーシにおける、並列計算を使用した結果算出時間の短縮”, サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2018)
- 竹下祐輝, “縮小盤オセロにおける完全解析”, 宮崎大学工学部紀要, pp.221-227 (2015)

挨拶における良い第一印象をもたらす要因検討

A Study on Good First Impression Factors in the Greeting

17560 横山 開

指導教員 川村 春美

1. 緒言

初対面の他人と良好な関係を築くには、良い第一印象を相手に与えることが大切であると考えられる。UCLA 大学のアルバート・メラビアン「メラビアンの法則」によると人物の第一印象は初めて会った時の3~5秒で決まるとの報告がある[1]。このことから3~5秒間という短い時間でどのように相手に好印象を与えるかが大切であると言える。

ことぶき科学情報[2]のアンケートによると、男女ともに「表情」と「声」が第一印象に影響を及ぼす旨の報告がある。

また、「挨拶」は初対面同士の最初のコンタクトであり、第一印象を決めるきっかけの一つであると考えられる。

本研究では、挨拶において第一印象をもたらす表情と声の関係を主観評価によって明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

初対面の挨拶での、「笑顔」と「音量」が第一印象に与える影響を「おはようございます」という文言で主観評価を行う。

2.1 実験1

「挨拶の音量」と、良い第一印象との関係を調べる。音量を40dBから80dBまでの10dB刻みにの5段階とし、印象の度合いを5段階で評価してもらう。被験者は19~20歳の男性10名とする。

2.2 実験2

「挨拶の音量」と「笑顔」の二つの要素と、

良い第一印象との関係を調べる。笑顔のレベルを複数段階に設け、音量と組み合わせた映像を被験者に視聴させ、印象の度合いを5段階で評価してもらう。ま



図1 笑顔強度 300の画像

た、笑顔はOpencvで配布のカスケードファイル「haarcascade_smile.xml」に基づいて0から400まで100刻みで5段階の笑顔強度の画像を作成する(例:図1)。被験者は19~20歳の男性6名とする。

3. 結果

実験1と実験2の結果を、図2~図4に示す。

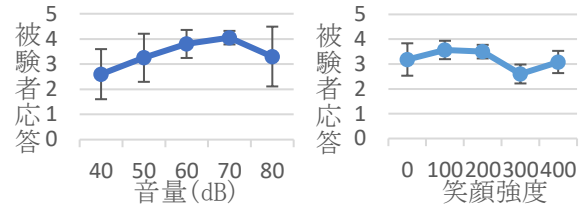


図2 実験1の実験結果

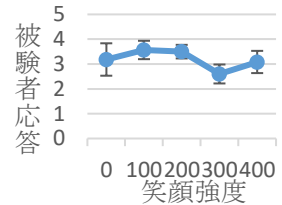


図3 実験2の実験結果

図2より、70dBの応答が最も高く、50dBと60dBとで、平均の値に有意差が見られた。

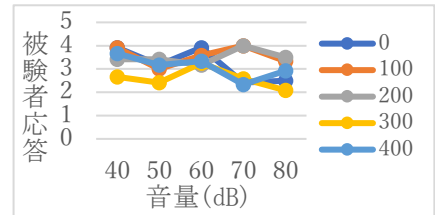


図4 実験2の実験結果2

音量が50dB以下と80dB以上では印象が下がる。図3より、笑顔強度が200と300の間で、有意差が見られた。また、その他の笑顔強度に対する評価点の平均の組み合わせでは有意差は見られなかった。図4から、同じ笑顔強度でも音量ごとに第一印象の評価にかなりのばらつきが生じている。70dBの音量では笑顔強度が100と200の時、第一印象が最も高いが、それ以外の音量では、笑顔強度が0と100の時に第一印象が最も高い結果となった。

4. 結言

初対面の挨拶における「表情」と「声」が第一印象に与える影響を主観評価実験を行って調べた。音量のみでは50dBと60dBの時に有意差があると判定され、音量と笑顔の組み合わせでは笑顔強度によって評価点の平均に有意差があると判定されたのに対し、音量による変化では、有意差があると判定されなかった。

よって第一印象に大きく影響するのは音量より笑顔であると思われる。

5. 今後の予定

挨拶の文言による印象の違いや「声の抑揚」や「見ている方向」などの他の要素が第一印象に影響することも考えられる。

文献

[1]”コトバンク「メラビアンの法則」”, <https://kotobank.jp/word/%E3%83%A1%E3%83%A9%E3%83%93%E3%82%A2%E3%83%B3%E3%81%AE%E6%B3%95%E5%89%87-1125754>

(2022/1/24 付)

[2]”第一印象に関する意識調査”, ことぶき科学情報, vol.84, 2017/6/27

https://onet.co.jp/company/release/2017/pdf/2017063_0.pdf

LSTM による株価予測用の入力データセット

Input data set for Stock prices prediction with LSTM

17561 横山 巧弥

指導教員 大島 真樹

1. 背景

株価予測はさまざまな方法で行われている [1][2][3].

しかし変数の組み合わせによる予測モデルの精度を上げることを目的とし、サイバーエージェント[銘柄コード: 4751]に適応する研究は公表されていない。

2. 目的

Keras の LSTM を用いて、複数の情報を基に株価の予測法[4]を用いて、サイバーエージェントの株価データを使って計算した場合、どのような変数の組み合わせが、精度の高い予測モデルとなるかを明らかにする。

3. 方法

本実験では使用する組み合わせデータごとの予測精度を明らかにするために、複数の種類のデータを学習データとして LSTM で構築された予測モデルに学習させる。予測モデルを学習させるためのデータの期間を 2010/1/4 から 2010/10/19 とする。予測モデルの精度を確かめるために 2010/10/20 から 2010/12/30 の期間の株価を予測する。予測した株価と実際の株価を使用して精度を求める。

予測モデルの構成[4]は下記の通りである。

- ① 予測モデルは入力として 1~60 日目のデータを読み込む
入力データと学習に使用するデータを「始値」、「始値+高値」、「始値+高値+取引高」、「始値+高値+取引高+終値」の 4 パターンで、予測モデルを学習させ、予測を行う
- ② 予測モデルは出力として 61 日目の始値を予測する
- ③ 予測モデルの層は入力層 1 層, 中間層 3 層, 出力層 1 層である
- ④ 中間層は LSTM 層が 2 層, Dense 層が 1 層となり, ユニット数はそれぞれ 60, 60, 25 となる。出力層は Dense 層が 1 層またユニット数は 1 個である
- ⑤ 最適化関数に「Adam」を使用する
- ⑥ 損失関数に「平均二乗誤差(MSE)」 [5]を使用する
- ⑦ 精度評価方法に「決定係数(R2)」 [6][7][8]と「平均二乗誤差の平方根(RMSE)」 [5][9]の 2 つを使用する

4. 結果

実験結果を以下の表 1 に示す。

R2 は 1 に近づくほど精度が良く、RMSE は 0

に近づくほど精度が良いモデルである。

表 1 実験結果

入力データの種類	精度評価 R2	精度評価 RMSE
始値	0.687093	10.5854
始値+高値	0.663238	10.9815
始値+高値+取引高	0.804328	8.37073
始値+高値+取引高+終値	0.850812	7.30912

5. 考察

表 1 より、始値+高値+取引高+終値の組み合わせが R2 と RMSE 共に、他の組み合わせよりも精度が最も優れていることから、始値+高値+取引高+終値の組み合わせが精度の高い予測モデルになるのではないかと考える。

文献

- [1] 池田 欽一, 適応的ルール生成システムによる株価時系列予測, 閲覧日 2022/02/03
https://catalog.lib.kyushu-u.ac.jp/opac_detail_md/?lang=0&mode=MD100000&bibid=3000189
- [2] 池田 欽一, ディープラーニングによる株価予測の入力情報の多重化による予測精度向上についての分析, 閲覧日 2022/02/03
https://kitakyu.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=730&item_no=1&page_id=13&block_id=431
- [3] 松井 藤五郎, 汐月 智也, LSTM を用いた株価変動予測, 閲覧日 2022/02/03
https://www.jstage.jst.go.jp/article/pjsai/JSAI2017/0/JSAI2017_2D3OS19a2/_pdf-char/ja
- [4] Python で Keras の LSTM を用いて、複数の情報を基に株価の予測を試してみた, 閲覧日 2022/01/29
<https://relaxing-living-life.com/147/>
- [5] [損失関数/評価関数]平均二乗誤差(MSE:Mean Squared Error)/RMSE(MSE の平方根)とは?, 閲覧日 2022/01/29
<https://atmarkit.itmedia.co.jp/ait/articles/2105/24/news019.html>
- [6] 決定係数 - Prediction One クラウド版, 閲覧日 2022/01/29
https://predictionone.sony.biz/cloud_manual/terminology/r2/index.html
- [7] 決定係数(寄与率)とは?高い場合と低い場合の解釈と相関との関係をわかりやすく, 閲覧日 2022/01/29
https://best-biostatistics.com/correlation_regression/r-square.html
- [8] [評価関数]決定係数(Coefficient of Determination)R2 とは?, 閲覧日 2022/01/29
<https://atmarkit.itmedia.co.jp/ait/articles/2108/25/news033.html>
- [9] RMSE - Prediction One クラウド版, 閲覧日 2022/01/29
https://predictionone.sony.biz/cloud_manual/terminology/rmse/index.html

太陽系の三次元シミュレータ

A 3D Simulator of the Solar System

17562 吉田 俊太郎

指導教員 山野辺 基雄

1. 緒言

宇宙の観測，惑星探査機などの軌道計算は困難である．そこでコンピュータ・シミュレーションを用いることで，宇宙の現象を容易に再現することができる．

本研究では，太陽系の8つの惑星すなわち，水星，金星，地球，火星，木星，土星，天王星および海王星の運動について数値計算シミュレーションを行う．そして，惑星の運動をリアルタイムで視覚的に表現することを目的とする．

2. 方法

シミュレータの開発方法として，三次元空間上に天体に見立てた3Dオブジェクトを配置する．そして数値計算による計算結果をもとに3Dオブジェクトの位置を更新する．このようにしてリアルタイムでの運動をアニメーションで表現する．

数値計算シミュレーションをするにあたって，デカルト座標系における惑星の運動方程式を求める．そして4次のルンゲ=クッタ法を用いて数値計算を行う．

3. 結果

シミュレータの実行結果を図1に示す．

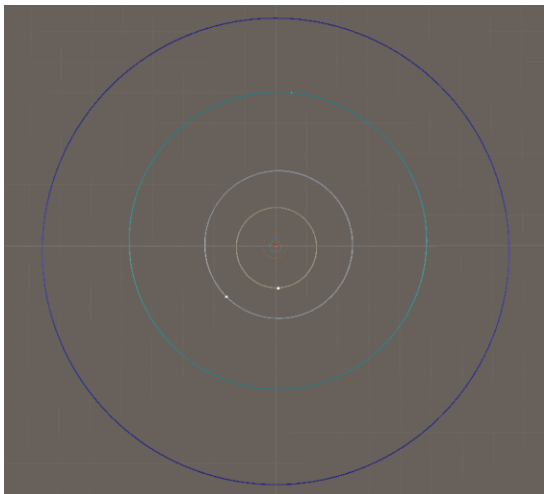


図1 シミュレーション結果

シミュレータの応用例として，木星に対して加速スイングバイのシミュレーションを実施した．宇宙船は地球から任意の速度を加えて発射する．ここではスイングバイをする宇宙船をS1とする．比較対象として，木星からの影響を受けずにS1と同様の条件で宇宙船を発射する．これをS2とする．また，S1に近い最高到達距離をもつように初速度を加えて発射する宇宙船をS3とする．シミュレーション結果を図2に示す．また，S1，S2，S3の発射時に加えた初速度と最高到達距離を

表1に示す．

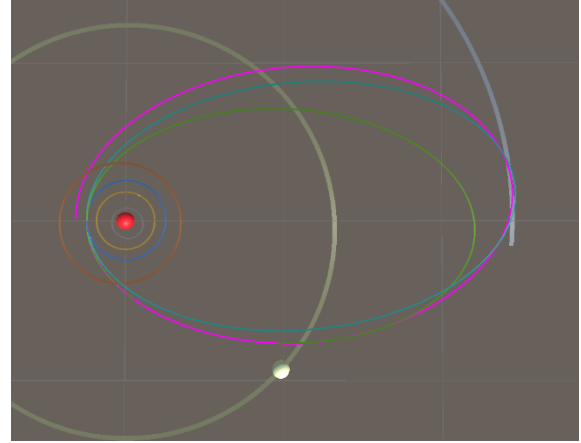


図2 加速スイングバイ

表1 宇宙船の初速度と最高到達距離

	S1	S2	S3
v_x [m/s]	-1200	-1200	-1200
v_y [m/s]	-10000	-10000	-10213.879
v_z [m/s]	-850	-850	-850
最高到達距離[AU]	10.86822	9.823234	10.86821

4. 結言

太陽系の運動をリアルタイムで視覚的に表現することができた．また，シミュレータの応用例としてスイングバイのシミュレーションを行い，惑星探査機などが実際に行う動きを視覚的に表現することができた．このように，本研究で開発したシミュレータをもとに，様々な現象をシミュレーションすることができた．

5. 今後の展望

本シミュレータでは惑星の中心を質点として座標を算出している．つまり，質点の座標を中心として3Dオブジェクトを配置しシミュレーションを行っている．そのため天体の大きさを考慮したプログラムにするべきである．

文献

- [1] 乙幡優，“太陽系の数値計算シミュレーション”，(2015).
- [2] 池内優太，“太陽系の数値計算シミュレーション”，(2016).
- [3] 市川貴祥，“惑星飛行におけるスイングバイ航法の考察”，(2016).
- [4] 鷲尾隆太，“惑星間飛行における軌道経路生成”，(2017).
- [5] 谷口慶祐，京都教育大学環境教育研究年報，28，(2020)，21.
- [6] 上杉耕玄，“スイングバイを行う惑星探査機軌道の再現”，大阪工業大学卒業論文，(2016).
- [7] 国立天文台，“理科年表”，丸善出版，(2016).

遠隔授業における学生の理解度の把握方法に関する検討

A study on a method for viewing student understanding level in online class

16528 酒井 慧
指導教員 内田 健

※都合により原稿はありません。