

サレジオ工業高等専門学校

2018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】 2019年3月11日



学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
17601	伊藤 開	PVモジュール表面より放射するノイズ抑制の検討
17602	内村 哲也	LPWAを用いた沿岸域環境観測の多点広域化についての検討
17603	小田原 駿	都市空間の利便性を評価する地理空間モデルの研究:東京近郊のフードデザート問題を事例として
17604	小山 和洋	走行中の非接触給電を想定した静的測定におけるコイル形状の検討
17605	澤 蒔音	熱処理した酸化チタンにおける赤外発光メカニズムの検討
17606	多田 大希	生体リズムに同期した刺激音による自律神経活動の研究
17607	谷地 卓	スマートフォンを用いた移動手段推定方法に関する研究
17608	長野 優	自律航行における屋内外測位方式有効性判別法の検討
17609	中丸 靖崇	直列共振回路と並列共振回路を組み合わせた新たな周波数可変型RF回路の検討
17610	八木 勇太	水和物における多面体歪みに関する研究
17611	安永 寿	Sigfoxを活用した農業支援システムの検討
17612	吉田 薫史	画像認識を用いた料理レシピ検索方法の研究
16608	佐藤 裕貴	エレベータ稼働指標のための確率モデルの定式化

# PV モジュール表面より放射するノイズ抑制の検討

A Study on Suppression of Noise Emitted from PV Module Surface

17601 伊藤 開

指導教員 黒木 雄一郎, 米盛 弘信

## 1. 緒言

近年、太陽光発電設備から AM ラジオ帯などに干渉する電磁波が発生し、電波障害を引き起こしているとの報告が挙げられている[1]。本研究の最終目標は、PV モジュールより発生するノイズを低減・抑制できる方法を提案することである。そこで、筆者は電磁誘導を用いてパネルごとにノイズ対策ができる抑制法を考案した。提案法は、PV モジュールの裏面にバスバーに沿った形で銅線(以下、抑制線)を設置するというシンプルなものである。また、提案法のメリットは発電システムの設置環境(発電規模、配線長等)に依らず対策が実現できることである。

本研究では、上述した提案法について図1に示す実験を行った。①～④の実験概要を述べる。ただし、本研究における実験では測定器の都合上、磁界のみの検討を行う。①提案法が磁界の抑制に有効であるかを明らかにするため、自作した模擬装置(以下、模擬 PV モジュール)を用いて実験を行う。②提案法を 15W の PV モジュールに適用し、発生する磁界の値が小さくなるか明らかにする。③抑制線の巻き数増加による抑制率向上を目的として、模擬 PV モジュールを用いて巻き数が抑制率に与える影響を明らかにする。④実験③の見解をもとに提案法を適用した 15W の PV モジュールを用いて抑制率の最大値を明らかにする。

本稿では研究成果の一例として③抑制線巻き数と抑制率の関係、及び④提案法を適用した 15WPV モジュールにおける最大の抑制率について述べる。なお、本研究に関する詳細は、紙面の都合上本稿では述べるできないため、特別研究論文を参照されたい。

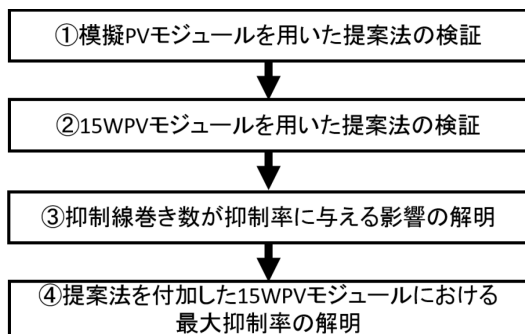


図1 研究内容

## 2. 抑制線巻き数が抑制率に与える影響

本実験では、模擬 PV モジュールを対象として以下の①～⑤に示す手順の実験を行った。抑制線の巻き数を 2～12 回まで 2 回巻きステップで増加させ、各巻き数と抑制率の関係を明らかにする。図2 に実験に使用した抑制線、図3 に模擬 PV モジュール表面上における測定位置をそれぞれ示す。図3 の抑制線は 1 回巻きごとに端子台に接続してあり、本実験では端子台の接続を変えることによって巻き数を変更した。

- ① 図3 に示す抑制線の巻き数を任意の巻き数に設定し、模擬 PV モジュールの裏面に設置する
- ② 模擬 PV モジュールのバスバーには 2.5A<sub>pp</sub>, 4.6kHz のスイッチング電流を流す
- ③ 図3 に示す位置で磁界強度を測定する
- ④ 測定した 20 点の磁界強度から平均値(平均磁界強度)を算出する
- ⑤ 式1、2 を用いて抑制率を算出する

$$H_{DEC} = 7.38 - H_{AVE}[A/m] \cdots \text{(式1)}$$

$$S = \frac{H_{DEC}}{7.38} \times 100[\%] \cdots \text{(式2)}$$

但し、 $H_{DEC}$ :抑制値、 $H_{AVE}$ :平均磁界強度、 $S$ :抑制率、7.38:抑制法を施していない場合の $H_{AVE}$ とする。



図2 実験に使用した抑制線

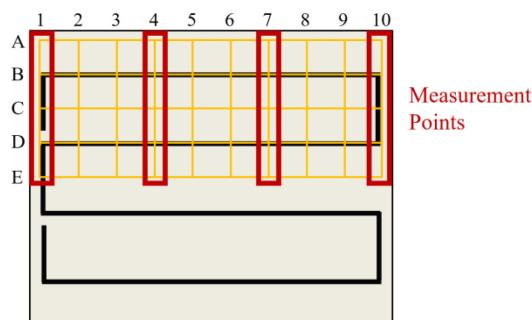


図3 測定位置

図4に抑制線巻き数と抑制率の関係を示す。図4より抑制線巻き数を増加させると抑制率が向上することがわかる。抑制線を1~4回巻きに増加したとき、抑制率は急峻に向上している。一方、4~8回巻きへの増加時は滑らかな曲線を描くように向上している。そして、8~12回巻きへの増加時は抑制率が飽和状態になっていることがわかる。すなわち、巻き数を増加すると抑制率は飽和状態に近づいていくことがわかった。この要因として、抑制線の長さが長くなると抑制線に流れる電流によって損失が大きくなることが考えられる。また、抑制率は巻き数が8回付近のときに飽和状態になっているため、本実験において最適な8回であると判断する。

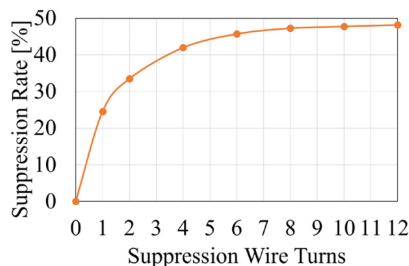


図4 抑制線巻き数と抑制率の関係

### 3. 提案法を15WPVモジュールに適用した際の最大抑制率

本実験では、以下に示す①~⑧の手順で実験を行い、15WPVモジュールを対象として放射磁界の最大抑制率を明らかにする。図5に実験環境を示す。本環境では人工太陽を用いて15WPVモジュールを発電させている。人工太陽には冷却用のファンが設置してあり、磁界強度を測定する際ファンから発生するノイズも含まれてしまう。そのため、手順⑥でファンから発生する磁界強度を減算している。

- ① モジュールの裏面に8回巻きの抑制線を設置する
- ② モジュールに人工太陽から800W/m<sup>2</sup>の日射強度で光を照射し、発電させる
- ③ 図3に示す位置で磁界強度を測定する
- ④ 裏面に設置した抑制線を取り外す
- ⑤ モジュールを開放状態として③と同じ位置で再度磁界強度を測定する
- ⑥ ③で測定した磁界強度から⑤で測定した磁界強度を減算する
- ⑦ 算出した20点の磁界強度から平均値(平均磁界強度)を算出する
- ⑧ 式2を用いて抑制率、式3を用いて抑制値を算出する

$$H_{DEC} = 1.36 - H_{AVE} \text{ [A/m]} \dots (式3)$$

但し、 $H_{DEC}$ :抑制値、 $H_{AVE}$ :平均磁界強度、1.36:抑制法を施していない場合の $H_{AVE}$ とする。

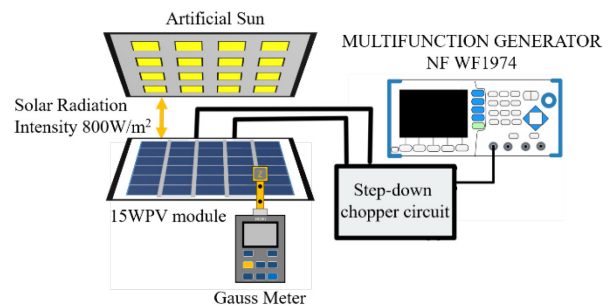


図5 測定環境

表1に抑制線巻き数が平均磁界強度と磁界抑制率に与えた影響を示す。表1より(a)の抑制値が0.54A/mなのに対し、(b)は0.81A/mであるため抑制値が0.27A/m増加していることがわかる。抑制率は(a)が40.0%であるのに対し、(b)は59.6%である。よって、(b)は(a)と比較して抑制効果が19.6%向上したことがわかる。すなわち、15WPVモジュールにおいて抑制線巻き数を1回から8回に増加させることで抑制効果が約1.5倍に向上することがわかった。また、本実験における磁界の抑制率の最大値は59.6%であることがわかった。

表1 抑制線巻き数による平均磁界強度と磁界抑制率の比較

	平均磁界強度 [A/m]	抑制値 [A/m]	抑制率 [%]
抑制線無	1.36	0	0
(a) 抑制線 1回巻き	0.82	0.54	40.0
(b) 抑制線 8回巻き	0.55	0.81	59.6

### 4. 結言

本研究では、図1に示す内容の実験に取り組み、提案法の有効性を明らかにした。本稿では、これらの研究成果の一例として抑制線巻き数と抑制率の関係、及び15WPVモジュールの裏面に8回巻き抑制線を付加した場合の抑制効果を述べた。その結果、①抑制線巻き数と抑制率には巻き数を増加していくと抑制率は飽和状態になる、②本実験における最適な巻き数は8回であることを明らかにした。また、15WPVモジュールにおいて抑制線巻き数を8回にすることで1回と比較して抑制効果が約1.5倍に向上し、15WPVモジュールにおける抑制効果の最大値は59.6%であることを明らかにした。

### 文献

- [1] 堤 淳祥, 原田和郎, 石原好之, 戸高敏之: 「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」, 電子情報通信学会技術研究報告, pp.39-44 (2000)

# LPWA を用いた沿岸域環境観測の多点広域化についての検討

## Study on Multipoint and Widening Area of Coastal Environment Observation Using LPWA

17602 内村 哲也  
指導教員 吉野 純一, 吉田 将司

### 1. 緒言

港内の河口域近辺においては、沖合からの潮汐の変動や河川からの淡水の流入による特異な海流が形成されている。港内の海流を詳細に把握することは災害予測や漁業など、幅広い分野での貢献が期待される[1]。しかし、港内全域の海流を把握し、可視化するシステムは現在確立されていない。本研究室では、富山高等専門学校と共同で港内の多点・多層の水温分布を継続的に観測するシステムの構築を行ってきた[2]。昨年度は無線部に LPWA を用いることで観測環境の広域化を実現した。今年度はデータの可視化及び、多点観測を重視したシステム構築を行った。

### 2. 方法

本研究で提案していたセンサネットワークのシステム構成はノード・基地局 PC から構成されている。ネットワークが拡張されると、ノード数が増加するため、複数の基地局が必要となる。しかし、現在のシステムでは複数台の基地局を一台の PC にて管理することは難しい。システムの改善方法として、EASEL 社のゲートウェイ(ES920LRGW)を用いたシステム構成をした。ゲートウェイを用いるメリットは複数の基地局で受信したデータを Web server で集約、管理可能となる。本研究では、上記のシステムの動作試験用の Local Area Network を構築した。図 1 は実験に使用したネットワークの構成を示す。DHCP server は Web server とゲートウェイモジュールに対して IP アドレスの割り当てに使用している。ノード 1・2 は各ゲートウェイ(ES920LRGW\_N1 及び N2)に対応した通信帯域と帯域幅を設定していることとする。各ノードは 4 本のサーミスタから取得した温度データをゲートウェイへ送信する。ゲートウェイはノードから受信したデータを POST 通信にて Web server へ送信する。Web server では各ゲートウェイにて受信されたデータを IP アドレスごとに管理する。また、受信データは画像ファイルにて保存することで、リアルタイムな観測データの可視化を実施した。

### 3. 結果

図 2 は Web server にてグラフ化したデータを示す。二つのグラフはノード 1・2 それぞれの観測結果を示している。横軸はノードに接続されているチャンネルを示している。ノードに設置されているサーミスタ (4 本) の温度分布をチ

ャンネルごとに表示することに成功した。実験結果から、LAN によって複数台の基地局を Web server により管理することが可能となった。

### 4. 結言

本研究は LPWA を活用し、広域的な環境観測システムの提案及び可視化を実現した。観測システムの多点化を実現する手法としては複数のゲートウェイから受信したデータを Web server にて集約する方法である。提案手法により、多点での同時観測やノード数の増加が容易になった。今後は Web server にて受信されたデータの活用方法や可視化方法の検討が必要である。

### 文献

- [1] 千葉元,濱田健史,橋本心太郎,他,“ADCP を用いた富山湾及び周辺海域の海潮流調査,” 日本航海学会講演予稿集, 2 巻, 2 号, pp.169-172, 2014.
- [2] 吉田将司,千葉元,島崎清寿,“沿岸環境システム用 2.4GHz 帯マルチホップネットワークにおける短距離海上伝搬路の影響に関する一検討,” 電子情報通信学会技術研究報告, ASN2015-108, pp. 141-146, 2016.

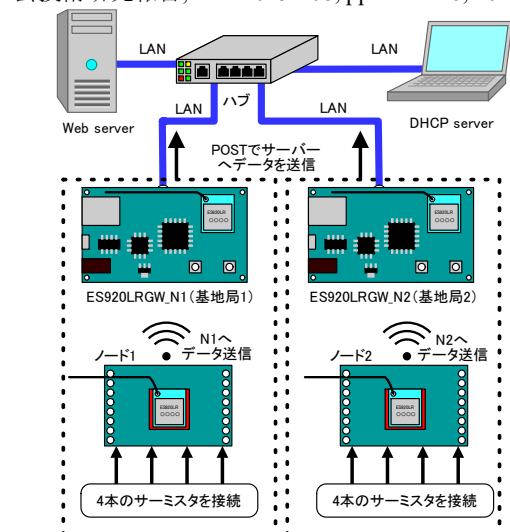


図 1 ES920LRGW を活用したネットワーク構成

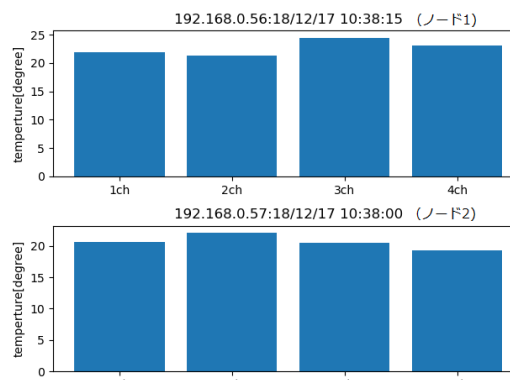


図 2 Web server の取得データ

# 都市空間の利便性を評価する地理空間モデルの研究： 東京近郊のフードデザート問題を事例として

An Assessment of Accessibility to Facility Using a Geographic Information System:  
Case Study of a Food Desert Problem in a Suburban Area of Tokyo

17603 小田原 駿

指導教員 川村 春美, 島川 陽一

## 1. はじめに

専攻科の特別研究ではフードデザート問題を念頭に居住地域から食料品店までの近接性の評価に交通機関を考慮した時間距離を用いて分析する方法について研究を進めている。具体的には交通機関の中でも地域内輸送に優れているバスの利用を考慮する方法を提案し、大都市やその郊外部などで試行評価している[1]。

本稿では[1]をもとに東京都の郊外部である多摩南部地域と隣接地域を対象に近接性の評価を行う。バスの利用を考慮した場合の時間距離を算出し地域ごとに可視化する。さらに、算出した時間距離と75歳以上の人口から問題の規模を推定し可視化する。

## 2. 近接性評価の計算手順

以下に本稿で用いるバスの利用を考慮した時間距離の計算手順を記す。

手順①:徒歩による食料品店までの時間距離を算出する。移動距離を最短経路問題を解いて求め、歩行速度 60[m/分]として移動時間を算出し、起終点間の時間距離とする。

手順②:徒歩による交通の起点から全バス停までの最短経路を求め、最小の時間距離の地点を最寄りのバス停とする。

手順③:最寄りのバス停に到着してからバスに乗車するまでの平均待ち時間 $t_w$ を計算する。平均待ち時間 $t_w$ は公共交通機関の利便性を定量化する手法 PTAL における平均待ち時間の式を用いて算出する[2]。すなわち、一日あたりの運行本数 $T$ をとすると

$$t_w = \frac{1200}{T} \times \frac{1}{2} \quad (1)$$

と与えられる。一日あたりの運行時間を 5:00 から 25:00 と仮定し、この間の 1200 分を運行本数で割ることにより待ち時間の平均を求めている。

手順④:バスの乗車時間を算出する。乗車時間は移動距離に対する表定速度により算出する。表定速度は[3]と同じ 200[m/分]とする。

手順⑤:徒歩による下車したバス停から全食料品店までの最短経路を求め、最小の時間距離だった地点を最寄りの食料品店とする。なお、手順④、⑤ではそれぞれの時間距離の総和が最小となる経路を選択する。

手順⑥:手順①で求めた時間距離の値に応じ

て始点における食料品店までの時間距離を決定する。基準値を設け、徒歩による時間距離が基準値を下回った場合は徒歩のみの値を始点における時間距離とする。一方、基準値を上回る場合は手順②から手順⑤で求めた各時間距離の総和を始点における時間距離とする。[4]において徒歩での買い物客の満足率がおよそ 0 となるのが移動距離 1500m であることが報告されており、本稿では移動距離 1500m に対する移動速度 60[m/分]の値から基準の時間距離を 25 分とする。

## 3. 地理情報システムを用いた近接性算出結果

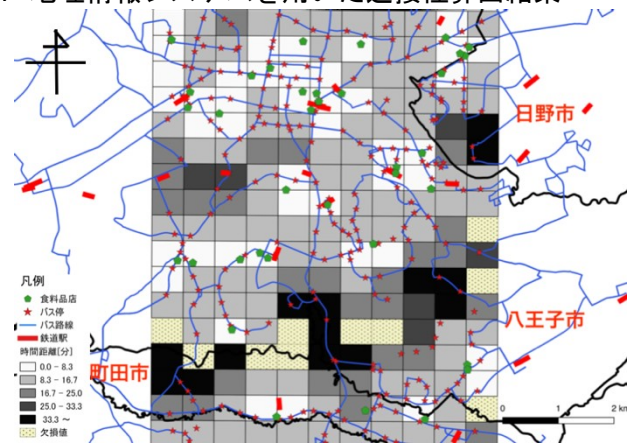


図 1 多摩南部地域における近接性の算出結果

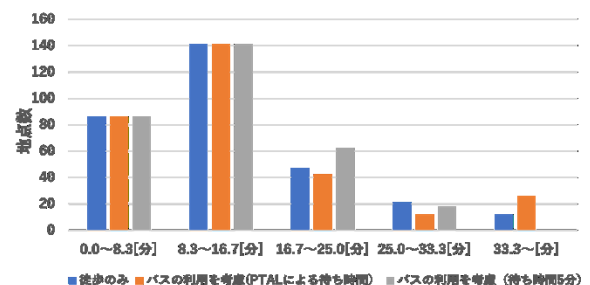


図 2 時間距離ごとの地点数の比較

図 1 は数値実験結果を用いて多摩南部地域のバスの利用を考慮した食料品店までの時間距離を 500m メッシュごとに平均し可視化したものである。赤の太線が鉄道駅、赤の丸印がバス停留所、青の細い線はバス路線、緑の丸印が食料品店を示す。食料品店が展開されている地域では時間距離が小さくなった一方で、食料品店がない地域では時間距離が大きくなった。

提案手法で算出した時間距離は平均待ち時間  $t_w$  が時間距離に対して大きな割合を占めた。そのため、徒歩のみと比較して時間距離が増加した地点が多く存在する結果となった。図2に時間距離ごとの地点数を比較したグラフを示す。このグラフでは、徒歩のみの時間距離、式(1)により算出した時間距離に加えて、バス停での待ち時間を5分に仮定した際の時間距離の結果も示している。

図2を見ると式(1)では徒歩のみの時間距離と比較して33.3分以上の地点が増加している。一方、式(1)はバスの運行間隔のおよそ半分の時間を待ち時間に想定している。そこで、通常時刻表を見てバス停に行くと考えればこれは過大であり、5分程度が適当であると考えられる。待ち時間を5分と仮定した結果は25分以上の時間距離において他の結果よりも地点数が減少した。

#### 4. フードデザート問題の深刻度の推定

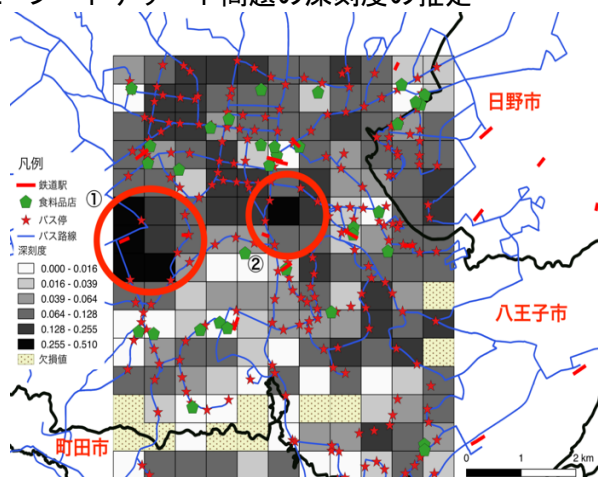


図3 多摩南部地域における深刻度の算出結果

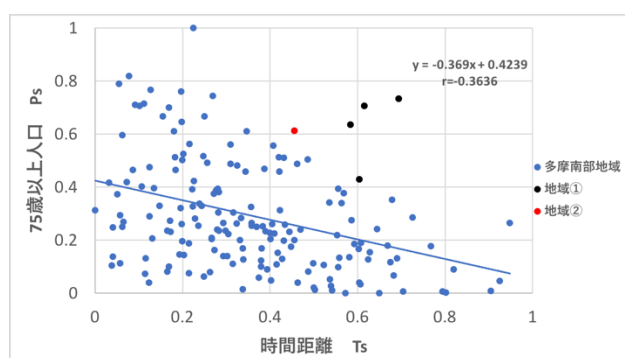


図4 多摩南部地域における75歳以上人口と時間距離の散布図

食料品店までの近接性と75歳以上人口を用いてフードデザート問題の深刻さを示す指標  $P_d$  を以下のように定義する。

$$P_d = T_s \times P_s \quad (2)$$

ここで  $T_s$ ,  $P_s$  はそれぞれバス停での待ち時間を5分とした際の時間距離と75歳以上人口をそれぞれ規格化した値である。人口は国土数値情報

の「500mメッシュ別将来人口」の2010年における75歳以上人口を用いる。この指標は1に近いほどフードデザート問題の深刻さが大きいことを示す。

図3に多摩南部地域における深刻度  $P_d$  の算出結果を示す。メッシュの色が濃いほど深刻度が高い。赤丸の地域は深刻度が最も高い黒色の地域であり、①は京王高尾線のめじろ台駅周辺、②は八王子市子安町2丁目周辺の地域である。

図4に75歳以上人口  $P_s$  を縦軸、時間距離  $T_s$  を横軸にした散布図と回帰直線を示す。大きく分散して分布する傾向がわかる。相関係数は  $-0.3636$  となり、負の弱い相関が示された。散布図の中で黒の点は地域①、赤色の点は地域②を示す。地域①の3つの地点は時間距離は大きくないが75歳以上人口が多い地域であることがわかる。

#### 5. まとめ

本稿ではフードデザート問題を念頭にバスの利用を考慮した食料品店までの近接性を算出する方法を提案した。また、この問題の深刻度を時間距離と75歳以上人口から算出した。

以下では数値実験の結果から明らかになったことをまとめる。

- ・PTALによる平均待ち時間  $t_w$  の算出は過大な値をとり、徒歩のみの結果より時間距離が増加した地点が多く存在した。実際の利用者の行動に近い待ち時間の推定方法の検討が必要である。
- ・全ての始点においてバス停での待ち時間を5分とした際の数値実験結果では他の結果と比較して時間距離が減少した地域が多くあった。具体的には、バスの利用の有無を決定する基準値の25分を超えた地域において時間距離の減少が示された。徒歩のみでの近接性が悪い地域ではバスを利用することによって時間距離が減少することがわかった。
- ・対象地域内のフードデザート問題の深刻さは京王高尾線のめじろ台駅周辺と八王子市子安町2丁目周辺が最も高いことがわかった。また、75歳以上人口と時間距離の散布図は大きく分散して分布しており、2つの相関関係は弱いことがわかった。

#### 文献

- [1] 小田原駿, 島川陽一, “公共交通機関の利便性を用いたフードデザート問題の分析”, 地理情報システム学会第27回学術研究発表大会予稿集, printing
- [2] 国府田論, 上岡直見, “埼玉県の公共交通の利便性”, 交通権, 2014, 31, pp.43-50
- [3] 渡辺由紀子, 長田基広, 加藤博和, “波及効果を考慮したLRTシステム導入の環境負荷評価”, 日本LCA学会研究発表会講演要項集, 2005, 1, pp.583-606
- [4] 鳥海重喜, “福岡市におけるフードデザート問題の分析”, 都市計画論文集, 2014, 49, pp.993-998

# 走行中の非接触給電を想定した静的測定におけるコイル形状の検討

## A Basic Study on the Coil Shape in Wireless Power Transfer for a Vehicle

17604 小山 和洋

指導教員 吉田 将司, 米盛 弘信

### 1. はじめに

近年、電気自動車（以降 EV）への技術的な取り組みが世界中でなされており、EV 等への非接触給電の適用を検討した研究が進められている。一般的な非接触給電のコイル形状は円形のものが多い。プリント基板の配線パターンでは、配線に角があると電流密度の集中が起きることが知られており、角形コイルは円形コイルと異なる性質が予想される。先行研究において、三角形コイルが中心ズレに強いことを明らかにした<sup>[1]</sup>。そこで、蛇行走行<sup>†</sup>中の非接触給電を想定し、円形、三角形、四角形、平行四辺形のコイル形状を組み合わせて多角的な給電電力の測定を行う。その結果から、走行中給電における安定した給電パターンを模索する。

本研究では、蛇行走行する移動体への非接触給電を想定し、4 種類のコイル形状を組み合わせて、コイル形状と給電電力の関係を多角的に解明する。

### 2. 走行中の非接触給電について

EV への走行中充電では、ロングスパンのコイルを用いることが多い<sup>[2]</sup>。しかし、電磁誘導技術を応用した非接触給電において、ロングスパンのコイルを道路に敷設した場合、充電対象以外の誘導体に多く磁束が誘導される恐れがある。そこで、ショートスパンのコイルで安定した給電を行う技術的取り組みが必要であると考えられる。隣接する送電コイル上を移動体が通過する場合、送電コイル間は磁束密度が低いいため給電電力が低下するデッドポイントとなる。また、デッドポイントにおいて移動体が送電コイル中心からズレて（蛇行して）走行する場合、給電電力は大幅に低下する。よって、送電コイル上の詳細な給電電力分布を明らかにする必要があると考える。そこで、静的な測定を行う。本研究における静的測定とは、送電コイル上を 147 のポイントに区画分けし、各ポイントで一定時間測定を行う。本方法で給電電力の安定化を模索する。

### 3. 実験内容

使用周波数は EV 向け非接触給電の周波数として規格が注目されている 85kHz とした<sup>[3]</sup>。共振周波数を 85kHz として P-S 方式（送電側並列-受電側直列）で非接触給電を行う。用いた導線は表皮効果の影響を加味して  $\phi 0.4\text{mm}$  線とした。

<sup>†</sup>本研究における蛇行走行とは車両が道路中心以外も走ることを想定していることとする

巻き数は、一層 25 回巻きを 4 層重ね、100 回巻きとした。測定方法は、同形状の送電コイルを 3 つ並べ、絶縁用 PP 板 (3mm) を挟んで送受電間距離とし、受電コイル（円形固定）を 1 つ設置する。送電電力 150mW（送電コイル 3 つ分）で各ポイント 30 秒間の測定を 2 回行い、平均受電電力を測定結果とする。P-S 方式のみとフェライト板を送受電双方に追加した実験を行う。

### 4. 実験結果

共振コンデンサを用いる非接触給電回路の中から P-S 方式で実験を行った。一般にフェライトを用いると磁束を誘導することが知られており、P-S 方式及びソフトフェライト板 10mm 厚を送受電双方に送受電コイルを挟むように設置し、給電電力との関係を明らかにした。

#### 4.1 P-S 方式の場合

図 1 に P-S 方式による非接触給電の結果を示す。図 1 は、送電コイルの形状が(a)円形コイル、(b)三角形コイル、(c)四角形コイル、(d)平行四辺形コイルの測定結果である。給電電力が最も高いのは、(a)円形コイル移動距離 50mm・中心からのズレ 0mm の時で 110.5mW ある。しかし、蛇行走行を想定した場合、給電電力が低い 40mW 以下の範囲が小さく、受電電力の大きさが送電電力の 70%以上となる 105mW 以上の白色系の色が最も広いのは、(d)平行四辺形コイルである。よって、平行四辺形コイルがデッドポイントにおける給電電力低下を抑制しており、給電電力の安定化に最も近づいていると考える。

#### 4.2 フェライト板を用いた P-S 方式の場合

図 2 にフェライト板を、送受電コイルを挟むように設置した際の P-S 方式による非接触給電の結果を示す。図 2 送電コイルの形状が(a)円形コイル、(b)三角形コイル、(c)四角形コイル、(d)平行四辺形コイルの測定結果である。給電電力が最も高いのは(a)円形コイル移動距離 0mm, 中心からのズレ 0mm の時で 126.8mW ある。しかし、この結果においても蛇行走行を想定した場合、(c)四角形コイルでは給電電力が低い 40mW 以下の範囲がない。よって、四角形コイルがデッドポイントにおける給電電力低下を抑制しており、給電電力の安定化に最も近づいていると考える。

### 5. おわりに

本稿では、蛇行走行する移動体への非接触給電を想定し、4 種類のコイル形状を組み合わせて、P-S 方式による給電電力の安定化について



検討を行った。結果、図 1(d)平行四辺形コイルの場合に給電電力の低い40mW以下の範囲が小さく、105mW以上の範囲が最も広い。給電電力の安定化に最も近づいていた。また、磁束を誘導することが知られているフェライト板を、送受電コイルを挟むように設置し、P-S方式で非接触給電を行った。結果、図 2(c)四角形コイルでは給電電力が低い40mW以下の範囲がなく、デッドポイントにおける給電電力低下を抑制しており、給電電力の安定化に最も近づいていることがわかった。このことから、蛇行走行中の非接触給電を想定した給電電力の安定化の検討では、コイル形状を平行四辺形や四角形コイルにすると給電電力の低下を抑制できる。さらに、フェライトを用いると、給電電力を向上させることが可能であることがわかった。

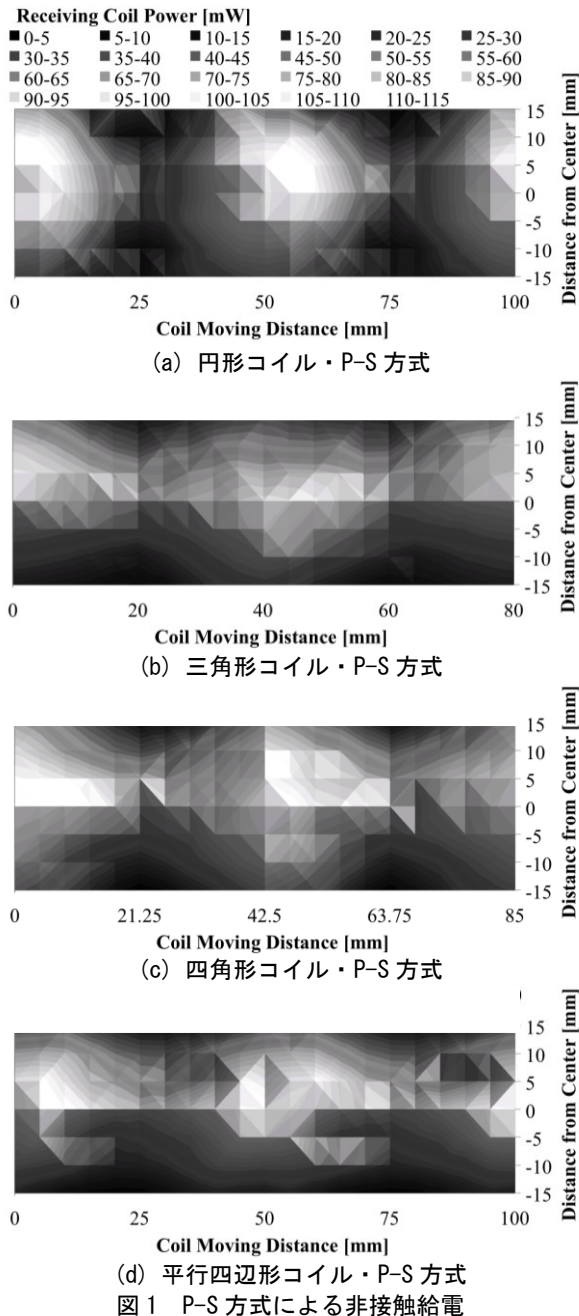


図1 P-S方式による非接触給電

## 文献

- [1] 小山和洋, 米盛弘信: “非接触給電における送受信コイル形状が給電電力に与える影響”, 第29回電磁気関連のダイナミクスシンポジウム講演論文集, pp.595-600(2017)
- [2] 三澤崇弘, 田倉哲也, 佐藤文博, 佐藤忠邦, 松木英敏: “EV用走行中非接触給電における送電コイルサイズと給電効率に関する検討”, 一般社団法人電子情報通信学会, pp.13-18(2012)
- [3] 笠井貴裕, 王文華, 卜穎剛, 水野勉: “磁性めっき線用いた高効率非接触給電システム”, 第28回電磁気関連のダイナミクスシンポジウム講演論文集, pp.84-89(2016)

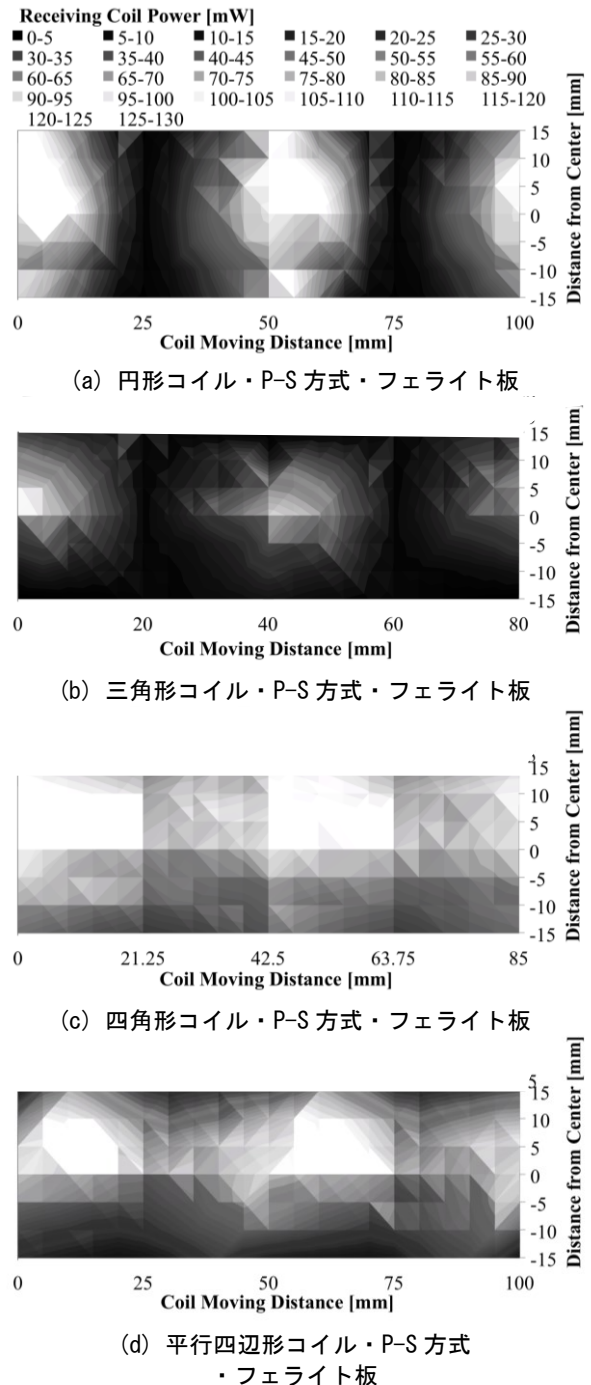


図2 フェライトを送受電双方に用いたP-S方式による非接触給電

# 熱処理した酸化チタンにおける赤外発光メカニズムの検討

A Study on Infrared Emission Mechanism of Heat-treated Titanium Oxide Powders

17605 澤 詩音

指導教員 米盛 弘信, 黒木 雄一郎

## 1. 緒言

セキュリティインクは、偽造防止技術として世界的に注目され、紙幣やクレジットカードに使用されている[1]。従来の紫外線照射型蛍光インクは、有機物蛍光体を原料としているため、長時間の紫外線照射や熱、摩耗により劣化するため、耐久性や耐摩耗性に問題がある。また、紫外線を照射すると可視光で発光するため、偽造防止技術が使われている箇所が視認できてしまう。近年、株式会社信光社の公開特許でルチル型の酸化チタンにクロムを添加することで赤外発光が得られることが報告された[2]。赤外線は不可視光であることから、偽造防止技術が使われている箇所が視認されない。また、強烈な太陽光線の下でも光触媒の機能を維持可能であり耐久性も高い。よって、クロムを添加したルチル型酸化チタンは、偽造防止効果の高いセキュリティインクへの応用が期待できる。本科の卒業研究では、熱処理したクロム添加酸化チタン粉末とポリビニルアルコール、エタノールを混合して赤外発光を示すセキュリティインクの作製に成功した。また、赤外線カメラ、赤外線透過フィルターやUVランプを用いて赤外線認識システムを構築した。図1に赤外線発光認識システムを、また図2にセキュリティインクの赤外発光の様子を示す。ここではインクを塗布した箇所のみが赤外発光することを確認した。

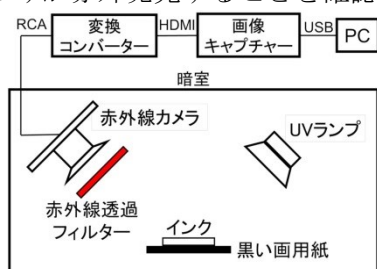


図1 赤外線認識システム



図2 セキュリティインクの赤外発光の様子

しかし、添加したクロムは酸化雰囲気などの特殊な環境下では6価クロムになる可能性があり、安全性において不安がある。従って、実用化には安全性の高い材料でセキュリティインクを作製する必要がある。私が所属している研究室では、図3に示すようにクロムを添加してい

ない酸化チタン粉末やアルミニウムを添加したものを熱処理することでも赤外発光が得られることを明らかにした[3]。また、無添加の酸化チタンは、クロムを添加したものよりも約5分の1で、アルミニウムを添加したものよりも2倍の発光強度だった。クロム無添加試料でも赤外発光を示したことから安全性の高い無機セキュリティインクの可能性が示唆された。

本研究では、熱処理したクロム添加、アルミニウム添加および無添加酸化チタンにおける赤外発光を比較し、その発光メカニズムを検討することを目的とする。

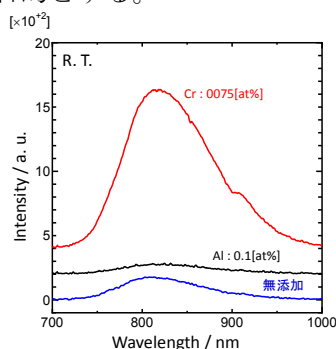


図3 室温における種々の試料の赤外発光

## 2. 実験方法

アルミナボートおよび小型チューブ炉(光洋サーモ,KTF045N1)を用いて粉末試料の熱処理を行った。クロム添加酸化チタンは、酸化チタン  $\text{TiO}_2$  と硝酸クロム(III)九水和物  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  を金属元素比が  $\text{Ti}:\text{Cr}=99.95:0.05[\text{at}\%]$  となるように秤量し、熱処理を行った。アルミニウム添加のものは、 $\text{TiO}_2$  と硝酸アルミニウム(III)九水和物  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  を金属元素比が  $\text{Ti}:\text{Al}=99.9:0.1[\text{at}\%]$  となるように秤量した。無添加酸化チタンは酸化チタン  $\text{TiO}_2$  原料粉末をそのままの状態に熱処理した。熱処理条件は、 $1100^\circ\text{C}$ 、2時間、空気中とした。波長  $325\text{nm}$  のヘリウム・カドミウム(He-Cd)レーザ、干渉フィルター、ミラー、平凸レンズ、励起光カットフィルター、光ファイバー分光器および窓付きクライオスタットで構成されたフォトルミネッセンス(PL)測定装置を用いて、粉末試料の室温および極低温の発光特性を調査した。

## 3. 結果と考察

室温および低温 PL 測定の結果より、クロム添加、アルミニウム添加および無添加の全ての試料で同じスペクトル形状の赤外発光が観測された。従って、得られた発光はクロムイオン特

有のものではなく、結晶内の真性欠陥が関係しているものと考察した。また、いずれの試料も250K～室温において発光強度が急激に低下した。作製した粉末試料の中で最も高い発光強度を示したクロム添加酸化チタンの30Kでのスペクトルを用いて図4のようにピーク分離を行った。

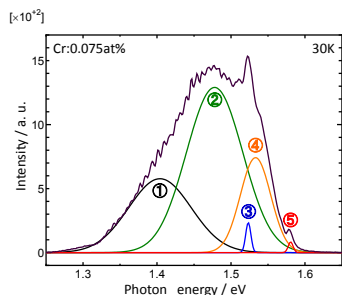


図4 クロム添加酸化チタンの30Kでの発光スペクトルとピーク分離

スペクトルを5つのピークに分離した後、各ピークごとにアレニウスプロットを行った。更に、(1)式をフィッティングすることで活性化エネルギーを求めた。

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

ここで  $I_0$  は 0[K]における発光強度、 $A$  は任意定数、 $E_a$  は発光の活性化エネルギー[eV]、 $k_B$  はボルツマン定数  $1.38064852 \times 10^{-23} [\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1}]$ 、 $T$  は測定温度[K]を示す。図5にクロム添加酸化チタンの各発光ピーク強度のアレニウスプロットを示し、表1にそれらの活性化エネルギーを示す。図5より、発光強度が急激に変化しているグループ(ピーク1,2)と緩やかに変化しているグループ(ピーク3,4)があった。表1より、赤外発光強度が最も高いピーク2の活性化エネルギーは0.352[eV]であることがわかった。

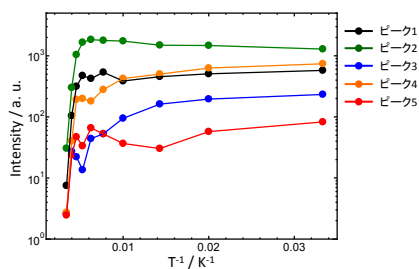


図5 クロム添加酸化チタンの各発光ピーク強度のアレニウスプロット

表1 クロム添加酸化チタンの各発光ピーク強度の活性化エネルギー

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

Nowotny らのグループは、1000°Cで熱処理した無添加酸化チタンにおいて最も高濃度の真性欠陥は2価の酸素空孔( $V_O^{\bullet\bullet}$ )と4価のチタン空孔( $V_{Ti}^{''''}$ )であることを報告している[4]。また、4価のチタン空孔は価電子帯上 1.15eV にアクセプター準位を形成すると報告している[5]。Cronemeyer らのグループは、2価の酸素空孔が伝導帯下端より 1.18eV 下にドナー準位を形成すると報告している[6]。以上の報告と本研究で得られた活性化エネルギーより予想した酸化チタンの真性欠陥のエネルギー準位を図6のように提案する。ここに示すように2価の酸素空孔と0.352[eV]の活性化エネルギーを有するアクセプター準位、もしくは4価のチタン空孔とドナー準位が関与した赤外発光である可能性が示唆された。

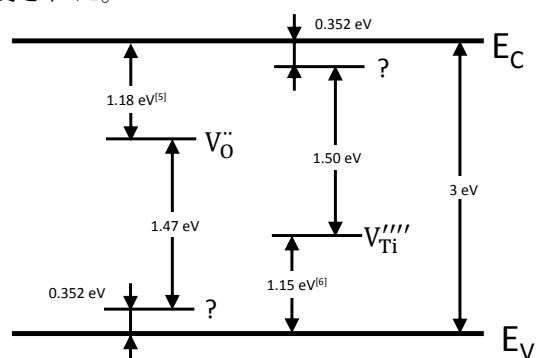


図6 発光に寄与する酸化チタンのエネルギー準位

#### 4. 結論

酸化チタンの発光メカニズムを検討するため、クロム添加酸化チタンの低温 PL 測定を行い、赤外発光の活性化エネルギーを求めた。その結果、赤外発光強度が最も高いピークの活性化エネルギーは0.352[eV]であることがわかった。酸化チタンの欠陥準位に関する報告例と本研究で得られた活性化エネルギーより、ルチル型酸化チタンの赤外発光は、2価の酸素空孔と4価のチタン空孔が関与している可能性が示唆された。以上の結果より、クロムを使わない安全性の高い無機セキュリティインクの実用化が期待できる。

#### 参考文献

- [1] P. Kumar, J. Dwivedi, and B. K. Gupta, *J. Mater. Chem. C*, **2** (2014) 10468
- [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] 菊池 優宏,黒木 雄一郎, 大学コンソーシアム八王子 学生発表会,要旨集 (2017) 172
- [4] J. Nowotny, *Energy Environ. Sci.*, **1** (2008) 565
- [5] F. M. Hossain, G. E. Murch, L. R. Sheppard and J. Nowotny, *Adv. Appl. Ceram.*, **106** (2007) 95
- [6] D. C. Cronemeyer, *Phys. Rev.*, **113** (1959) 1222

# 生体リズムに同期した刺激音による自律神経活動の研究

A Study on Autonomic Nervous Activity by Using Stimuli Sound Synchronized with Biorhythm

17606 多田 大希

指導教員 富田 雅史, 森 幸男

## 1. 緒言

現代社会において、緊張や恐怖などの影響により、心身ともにストレスを感じている人は多く存在している。このストレスは精神的のみならず身体的な悪影響をもたらしている。

このことから、恐怖や緊張などのストレスを緩和する方法の確立が望まれている。そこで我々が注目したのが「副交感神経系の働き」と「外部刺激」である。

副交感神経系は睡眠中などの安定している時に働き、人体の臓器などにエネルギーを蓄える働きがある[1]。副交感神経活動を優位にするには、一般に睡眠などの体を休める方法がとられているが、ストレスを強く感じている時は、このような方法を十分活用することが困難である。したがって、外部刺激によって副交感神経活動が優位にする方法があれば、有益であろう。本研究では外部刺激として、手軽である音楽に注目した。その中でも特に  $1/f$  ゆらぎ音に注目した。 $1/f$  ゆらぎ音は、一般にリラクゼーション効果を与えられている。そのため、副交感神経活動を優位にする可能性があると類推した。このことから、 $1/f$  ゆらぎ音の自律神経活動への影響について検討を進めることにした[2]。

我々は、 $1/f$  ゆらぎ音の独自の効果の検証のために、音楽の持つメロディやリズムといった要素を排除し、嗜好の影響を除去して試聴実験を行う必要がある。我々は、先行研究において非可聴域である超音波領域  $1/f$  ゆらぎ音を生成し、その効果を検討した[3][4]。結果として、超音波領域の  $1/f$  ゆらぎは自律神経活動に何らかの影響を与えているものの、副交感神経活動を明確に優位にさせているとは言えなかった。

一方、武者は、人の生体リズムも  $1/f$  ゆらぎと同じような特性を持っており、生体リズムと合ったゆらぎを提示すると、その人をリラックスさせる可能性があるとして述べられている[5]。このことから、生体リズムである心拍と同じ特性も持つゆらぎ信号を、そのまま実時間上で提示できれば、その人をリラックスさせることができると類推できる。

そこで、本研究では被験者の心拍と同期したトーンピップ音を生成し、それを外部刺激として被験者に提示し、自律神経活動にどのような影響をもたらすのか調査する。

## 2. 実験

図1に本研究で用いる実験システムの簡単なブロック図を示す。実験時には、被験者の指先に心拍センサを装着する。その心拍センサから出力された信号を、オペアンプ(NJM072D)を用いて増幅させ、コンパレータ(NJM360D)を用いてパルスに変換する。そのパルスを DSP(Texas Instruments : TMS320C6713DSP)のデジタル入力ポートに入力させる。なお、DSPでは、そのパルスの立ち上がりを検出して、その立ち上がりに応じて周波数 40kHz のトーンピップ音(長さ 100msec)をアナログ出力ポートから出力させる。その出力信号をハイパスフィルタ(nf HR-4FH2-EG)でノイズ除去をした後、オーディオアンプ(Yamaha A-S801)で増幅させ、超音波を出力可能であるリボン型スーパーツイータ(Pioneer PT-R4)を4台並列にして、音圧を確保し、被験者に提示する。なお、実験時には、非可聴音領域でも人が刺激として感じられる音圧レベルである 100dB[6]以上で超音波を提示している。

なお、この実験の実験環境は全無響音室となっている。被験者は無響音室内にある簡易ベッドの上で半座位の体勢になってもらう。この時、被験者の耳元から 30cm 程度離して、PR-R4 を設置する。

また、被験者の胸部に心拍センサ(Uniontool WHS-2)を装着する。この心拍センサが心拍変動 HRV(Heart Rate Variability)を測定する。この HRV から交感神経活動を表す指標である LF/HF 指標[7]を算出する。

また、以下にこの実験のシーケンスを示す。

「Synchronous-pulse※」→「Rest」

→「No-modulation※」→「Rest」

→「Asynchronous-pulse※」

このシーケンスは各区間 120sec で合計 600sec となっている。「Rest」は休息区間であり、「Synchronous-pulse」は心拍と同期したトーンピップ音を提示する区間、「Asynchronous-pulse」は心拍と非同期なトーンピップ音(他の被験者の心拍と同期させる)を提示する区間、「No-modulation」は一定間隔でトーンピップ音を提示する区間である。この時、シーケンスによる順番の影響が出ないように、※印がつけられている区間はランダムに入れ替えて実験を行う。なお、被験者は心身ともに健康であると申告した 19~22 歳の男性 20 名である。

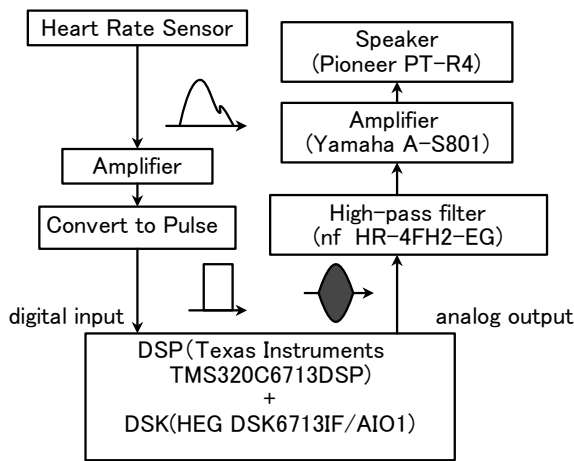


図1 実験システムのブロック図

また、検証実験として、同じ被験者 20 名で 2 回目の実験を行う。この時、実験シーケンスおよび実験環境などは全て 1 回目の実験と同じである。

### 3. 結果

図2は1回目の実験における各区間の LF/HF の値を箱ひげ図で表したものである。なお、2 回目の実験の結果は図3に示す。また、提示した音と副交感神経活動との相関を調査するため、4 つの区間における中央値と四分位範囲で比較する。その結果を表1および表2に示す。表1より、1 回目の実験では、「Synchronous-pulse」区間の中央値と四分位範囲が最も小さい値を示している。これはこの区間の中央値と分散が他の区間より小さくなっていることを表す。また、表2より、「Synchronous-pulse」区間の中央値は、1 回目の実験と異なり最も大きい値を示している。しかし、四分位範囲は最も小さい値を示している。これらの結果より、心拍と同期したトーンピップ音は、LF/HF を低くし、副交感神経活動を優位にさせる傾向があることが示された。しかし、2 回目の実験では、そのような傾向が顕著に示されなかった。

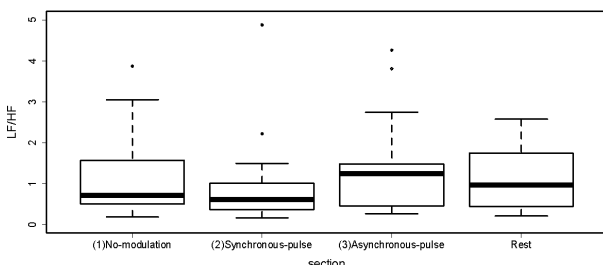


図2 1 回目の実験の結果(被験者 20 人)

表1 各区間の中央値と四分位範囲(1 回目)

区間	中央値	四分位範囲
No-modulation	0.72	0.99
Synchronous-pulse	0.62	0.62
Asynchronous-pulse	1.25	0.98
Rest	0.98	1.21

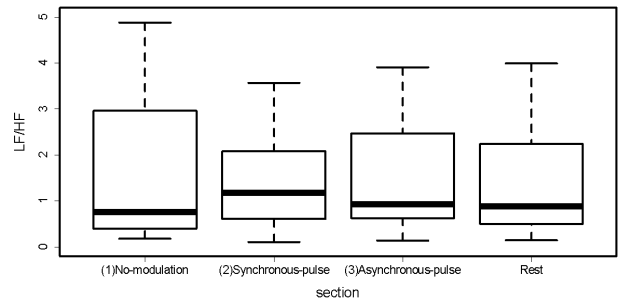


図3 2 回目の実験の結果(被験者 20 人)

表2 各区間の中央値と四分位範囲(2 回目)

区間	中央値	四分位範囲
No-modulation	0.76	2.33
Synchronous-pulse	1.23	1.47
Asynchronous-pulse	0.93	1.77
Rest	0.89	1.60

### 4. 結言

1 回目の実験では、心拍と同期したトーンピップ音を提示すると、副交感神経活動を優位にさせる可能性が示された。一方、2 回目の実験では、1 回目の実験のように顕著に LF/HF の値が下げる傾向は示されなかった。このような結果が得られた要因として、音圧レベルの確保ができていなかった可能性がある。実験では、音源を提示する際に、音圧レベルを 100dB に設定していた。しかし、超音波の直進性の影響により、体動によって音源の聴取位置が変わり、わずかな変化でも想定以上に音圧レベルが変動していた可能性がある。したがって、心拍と同期したトーンピップ音の効果を明確にするためには、更なる実験が必要と考えられる。

### 文献

- [1] 久保木富房, “自律神経失調症”, 高橋書店(2004), p.36.
- [2] 渡邊志, 松本有二, 富田雅史, 森幸男, “1/f ゆらぎ楽曲聴取時の心拍変動解析および Visual Analog Scale による主観評価”, BMFSA 学会誌(2013), pp.1-10.
- [3] 森幸男, 佐巻優太, 多田大希, 渡邊志, 白濱成希, 中谷直史, 富田雅史, “超音波領域における 1/f ゆらぎ音がもたらす自律神経活動への影響”, BMFSA 学会誌(2017), pp.67-72.
- [4] 多田大希, 佐巻優太, 渡邊志, 白濱成希, 中谷直史, 富田雅史, 森幸男, “QOL 向上のための超音波ゆらぎのパラメータ”, 第30回 BMFSA 学会年次大会 講演論文集(2017), pp.37-40.
- [5] 武者利光, “1/f ゆらぎと快適性”, 日本音響学会誌(1994), pp.485-488.
- [6] 蘆原郁, “高周波聴覚閾値の精神物理学的測定看護”, 日本音響学会誌(2011), pp.208-213.
- [7] 日本生理人類学会 計測研究部会, “人間科学計測ハンドブック”, 技報堂出版株式会社(1996), pp.387-399.

# スマートフォンを用いた移動手段推定方法に関する研究

A Classification Method of Transport Mode on a Smartphone

17607 谷地 卓

指導教員 清水 哲也, 島川 陽一

## 1. 緒言

本研究では、交通調査のデバイスとして利用することを目的としてスマートフォンのセンサによって計測された3軸加速度の時系列データから、その携帯者の移動手段を推定する可能性を検討する。ニューラルネットワークを用い深層学習によって移動手段の推定を行う。

先行研究[1]では、複数の機械学習アルゴリズムを用い、教師データから時系列特徴・周波数特徴を計算し、移動手段の推定を行っている。それに対し本研究で用いる方法では、事前に各特徴量の算出を行わずに教師データを入力することで、各クラスへの分類基準だけでなく、分類に用いる特徴量の抽出についても学習できるという特徴がある。本研究では時系列データも学習可能な再帰型ニューラルネットワークのひとつであるLSTMブロックを用いたネットワークを用いて移動手段の推定を行う。LSTMブロックは内部にメモリセルや入力ゲート、出力ゲート、忘却ゲートなどの構造を持ち、これらのゲートを適切に開閉することで通常の再帰型ニューラルネットワークより長期の記憶を反映した処理が可能なモデルである。

## 2. 移動手段推定モデルの学習と個人差の影響の調査

スマートフォン携帯者が移動する時に計測した交通モードと加速度データから教師データと検証データを作成する。それぞれの時系列データは図1のように分割し一定長のシーケンスデータを作成する。静止・歩行・自転車・自動車・電車の5クラスの状態にある被験者の加速度を計測し、データセットとする。サンプリング周波数は15[Hz]とする。

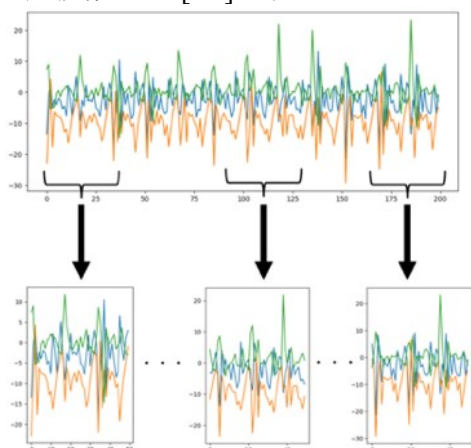


図1 シーケンスデータの作成例

このデータセットのなかから、各クラスについて、被験者1名によって連続して計測された5分間のデータ2つを用い、10分間のデータを教師データとして学習を行う。学習には3層のネットワークを用い、中間層のユニット数は10、バッチサイズは1000、時系列データのシーケンス長は20とする。誤差関数は交差エントロピー誤差(式1)を用いる。 $\vec{d}$ は教師ラベルであり $\vec{y}$ はネットワークの出力である。

$$loss = \sum_n^N \mathbf{d}_n \log(\mathbf{y}_n) \quad (1)$$

学習後には教師データと独立した同一被験者の5分間のデータを検証データとして推定し、精度の評価を行う。この一連の処理を繰り返し、学習を行う。この際の繰り返した回数をエポック数と呼び、最大のエポック数は200とする。学習時の教師データと検証データにて得られたエポック数に対する誤差関数の値を図2に示す。5クラスでの推定結果数に対する正しい推定結果数の比を推定精度とし、各データによって得られた推定精度を図3に示す。

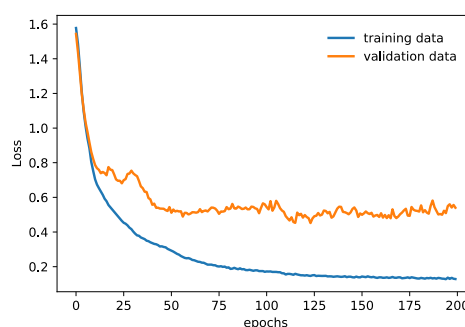


図2 学習回数に対する誤差関数の推移

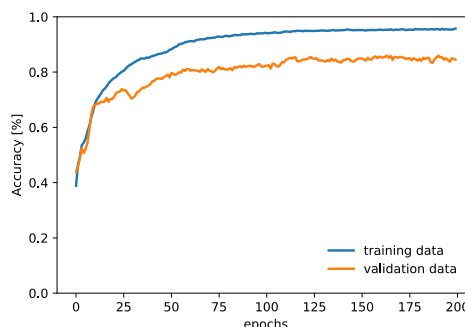


図3 学習回数に対する推定精度の推移

学習回数が増加するとともに誤差関数の値が減少し、推定精度は増加する結果が得られた。

検証データにて最高推定精度が得られた際の推定結果を表1に示す。全クラスにて85.99%の分類精度が得られた。電車クラスのデータの推

定精度は 64.20%と比較的低い結果となった。

表 1 学習後の推定結果 (エポック数 163) [%]

	静止	歩行	電車	自転車	自動車	精度
静止	87.32	8.41	1.81	2.43	0.02	87.32
歩行	2.70	95.58	0.58	0.76	0.38	95.58
電車	18.84	6.03	64.20	9.80	1.14	64.20
自転車	0.67	2.88	0.65	94.47	1.34	94.47
自動車	0.00	0.38	10.69	0.58	88.35	88.35

次に、加速度データによる個人差の影響の調査を行う。推定を行う 5 クラスのなかで歩行クラスが最も個人差があると考えられる。そこで、学習後のモデルを用いて、教師データには用いていない被験者 20 代男性 5 人の歩行クラスの加速度データの移動手段の推定を行った。それぞれの被験者での推定精度を表 2 に示す。

表 2 教師データに含まれない被験者の歩行クラスの加速度データに対する推定精度

被験者	推定精度[%]
A	95.67
B	89.09
C	83.13
D	95.02
E	94.22
平均	91.59

5 名の推定結果で 91%を超える平均推定精度が得られた。

### 3. 推定結果の補正

本研究で用いる手法では、特徴量を算出せずに再帰型ニューラルネットワークに加速度を入力するため、サンプル毎に推定結果が出力され、推定クラスが頻繁に変化する現象が発生する。しかし、このような頻度で移動手段が変化するのは考えにくい。そこで、出力されたクラスを前後に推定結果と比較することで補正を行う。

この補正処理では、時系列に並ぶ推定結果の  $i$  番目から直後の長さ  $n$  の結果を取り出す。  $i$  番目の推定結果が、取り出した結果のなかで最も多いクラスと異なる場合には、この最も多いクラスへと補正し、頻繁に変化する推定クラスの補正を行う。

2 章の学習後のモデルを用いた推定結果に対してパラメータ  $n$  を変更して補正処理を行った結果を表 3 に示す。

表 3 パラメータ毎の補正後の推定精度 [%]

パラメータ $n$	推定精度
15	94.65
30	95.35
75	95.38
150	95.81
300	96.37

いずれのパラメータによる補正でも推定精度の向上がみられた。最も推定精度が良かった  $n$  が 300 のときの補正後の混同行列を表 4 に示す。

表 4 補正後の各クラスの推定結果 ( $n=300$ ) [%]

	静止	歩行	電車	自転車	自動車	精度
静止	97.26	2.63	0.11	0.00	0.00	97.26
歩行	0.13	99.84	0.02	0.00	0.00	99.84
電車	9.33	0.16	89.80	0.60	0.11	89.80
自転車	0.07	0.25	0.07	99.55	0.07	99.55
自動車	0.00	0.04	4.55	0.02	95.38	95.38

補正前には最も精度が悪かった電車クラスの推定精度は補正によって 89%へと向上している。

### 4. 教師データの変化による推定精度の評価

教師データを増加させた場合には、分類精度が向上すること考えられる。そこで教師データの量に対する精度の変化の傾向を得ることを目的に数値実験を行う。

教師データは、全体のデータセットからランダムに各クラス一定時間の加速度データを選択し、学習を行う。検証データについても同様にランダムに 15 分間の教師データに選択されていない加速度データを選択し、学習モデルを評価する。選択する教師データの長さはそれぞれのクラスについて、5 分間から 30 分間まで 5 分刻みで増加させる。また、ランダムに選択するデータの影響を軽減させるために各条件について 10 回行い、それぞれのモデルから検証データによって得られた最高推定精度の平均値と標準偏差を求めた。これを表 5 に示す。

表 5 各条件での平均推定精度と標準偏差

教師データ数 [min]	推定精度 [%]	標準偏差
5	74.75	6.37
10	86.79	5.27
15	90.98	6.51
20	92.11	4.36
25	91.69	5.60
30	95.05	2.42

学習に用いる教師データの数を増加させることによって、推定精度が向上することがわかった。また、教師データの数を増加させることで各条件内での標準偏差の値は小さくなり、安定した学習が可能となることがわかった。

### 5. 結言

本研究では、交通調査のひとつであるパーソントリップ調査の代替手法を想定し、スマートフォンを用いた移動手段の推定手法を提案した。提案した手法を用いた推定では、85%を超える精度が得られた。個人差による推定精度への影響の調査では学習に用いていない被験者の歩行データに対して平均で 91%を超える推定精度が得られ、この手法では個人差の影響が少ない推定が可能であることがわかった。また、推定結果の補正を行うことで推定精度を 10%以上改善することができた。学習に用いる教師データが推定精度に与える影響の調査では、教師データを増加させることで推定精度が向上し、安定した推定が可能であることがわかった。

これらの調査からスマートフォンによる移動手段の推定は交通調査を目的とした利用において十分に可能性があると考えられる。

### 文献

- [1] 古川侑紀, 西山勇毅, 大越匡, 他, “加速度センサのみを用いた移動手段判定アルゴリズムの評価”, 研究報告 モバイルコンピューティングとユビキタス通信 (MBL), 2014, 43, pp.1-7

# 自律航行における屋内外測位方式有効性判別法の検討

Consideration of Indoor-Outdoor Positioning Method  
Validity Discrimination Method for Autonomous Navigation

17608 長野 優

指導教員 島川 陽一, 吉田 将司

## 1. はじめに

近年、日本ではスマートフォンの普及率の増加に伴い、GPS を中心とした GNSS（衛星測位システム[1]）や、各種センサを用いた PDR（歩行者自律航法[2]）といった、屋内・屋外における測位技術が様々なサービスに利用されている。これら測位技術を用いたサービスは、人間が取得した情報を判断する前提である。一方、無人の自律航行システムでも人間のような高度な処理が可能となり、技術開発が進められている。その高度な処理の一つとして「屋内外を連続的（シームレス）に判別」することが挙げられる。しかし処理のためには、センサや信号処理に高額なコストが掛かる。そこで本研究では、まず測位方式を切り替える簡易的な判断システムを提案する。次に、屋外から屋内へ誘導する際に必要な測位方式切替基準を実験的に調査した。

## 2. 提案する切替システム

シームレス測位による自律航行を実現するためには、切替基準点となる出入口付近での挙動が重要となる。そこで簡易に実現可能な方式として、図 1 に示す切替方式を提案する。これは屋内測位と屋外測位によって得られた情報を用いて、測位方式の切替基準を算出するシステムである。今回使用する測位方式は、屋外では GPS 測位、屋内ではビーコンを用いた PDR 法とした。本研究で使用した GPS モジュール(NEO-6M)の精度は、見通しの利く環境下で 2DRMS が 5m 以内になった。そのため GPS モジュールの精度が見通し環境と同等となる壁面から 5m 地点を目標切替基準とした。切替基準の算出は、各測位情報（電界強度や座標の分散）から屋内外測位方式の有効性を数値化し、比較を行った。比較結果から、有効性が高い測位方式に切替を行う。

## 3. 切替基準式の検討

本研究では GPS の衛星情報、BLE ビーコンの RSSI を屋内外の有効性の指標として使用する。このとき衛星情報は不可視、又は C/N 比が 30 以下の可視衛星を無効衛星、それ以外を有効衛星とした。RSSI は使用した BLE モジュール (RN-42) に搭載されているリンクモードにより取得した。これらの情報からまず簡易的な比較式を構成し、評価実験を行うこととした。算出式の構成は次の通りとする。

$$GPS \text{ 有効性 } V_{GPS} = \frac{2A}{2A+B} \times 100[\%] \quad \dots \text{式(1)}$$

$$RSSI \text{ 有効性 } V_{RSSI} = \frac{X-(255-Y)}{Y} \times 100[\%] \quad \dots \text{式(2)}$$

$$\text{切替基準} = V_{GPS} < V_{RSSI} \quad \dots \text{式(3)}$$

このとき A は有効衛星数、B は無効衛星数、X は RSSI 実測値、Y は閾値を 50%、MAX255 を 100%とした時の 0~100%の幅である。RSSI の閾値は 0m~8m までの各 1m 毎 5 分間の取得データから、目標切替基準である 5m 地点で切替が行われる 234 を選定した。

## 4. 切替算出式の評価実験

検討した算出式の評価として試験車両を用いた実験を行った。試験車両を壁面から 0m~9m の距離を直線に移動させ、切替地点を判別した地点で停止させた。図 2 は 20 回試行時の停止距離を示す。実験の結果は平均値 5.37m、標準偏差 0.80m となり、約 5m での停止が確認できた。しかし 8m 付近の停止も確認された。

## 5. まとめ

GPS の衛星情報と BLE ビーコンの RSSI から簡易的な式により壁面から約 5m での切替動作を確認できた。今後は切替地点の精度向上及び、別の環境で実験を行う必要がある。

## 文献

- [1] 岩田昭雄, “次世代測位衛星利用の効果と複数の衛星測位システム (マルチ GNSS) 測位に向けて”, 国土地理院, pp.5-8, Feb.2016.
- [2] 中尾 治一, “屋内測位技術の動向について”, 応用技術株式会社技術レポート, Vol.22, pp.50-51, Dec.2014.

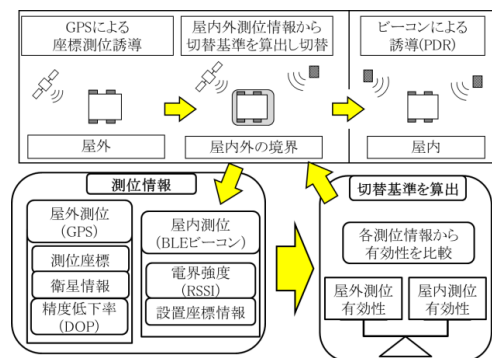


図 1 測位方式切替システム

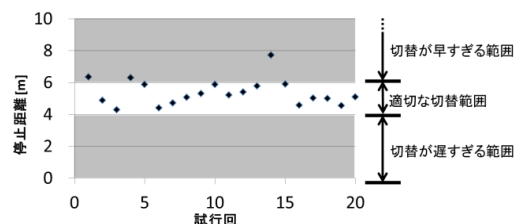


図 2 提案した判別法による評価実験結果



# 直列共振回路と並列共振回路を組み合わせた 新たな周波数可変型 RF 回路の検討

Investigation of Novel Frequency Variable RF Circuits Using Series and Parallel Resonances

17609 中丸 靖崇

指導教員 加藤 雅彦, 水谷 浩

## 1. はじめに

近年、自動車などの移動体における IoT の本格的な普及が期待されている[1]。移動体の IoT 化は、無線通信機器の増加を意味し、通信の大容量化や超高速化が必要となる。これらを可能とする通信システムとして、第 5 世代移動通信システム (5G) が挙げられる[2]。5G は、既存の第 4 世代移動通信システム (4G) の周波数帯と、3.7 GHz 帯、4.5GHz 帯、28 GHz 帯を組み合わせることで通信を行うこととなった[2]。一方で、一般に複信方式や周波数毎に RF フロントエンド (RFFE) が必要である[3]。従って、4G の RFFE と 5G で加わる周波数帯に対応した複数の RFFE が必要となる。このように 5G で使用する無線通信端末は、RFFE の増加によって、大型化や高コスト化の可能性がある、問題となる。一般に RFFE は、Antenna、Duplexer、SPDT (Single-Pole Double-Throw) Switch、Tx/Rx Amplifier、Filter、Mixer など構成されており、その中でも Duplexer と SPDT Switch などは Filter と共通の設計基盤があり、一般的に LC 直列共振回路及び LC 並列共振回路で構成される場合が多い。我々は、全ての複信方式と周波数帯で動作可能な究極な RFFE を実現する事が上記問題の究極の解決策と考えており、Duplexer と SPDT Switch を切り替えられる多機能 SPDT デバイスおよび Reconfigurable Filter は、究極の RFFE には必須のデバイスとなる。

このような背景のもと、本研究では、低コストに資する究極な RFFE の実現への第一歩として、直列共振回路と並列共振回路を組み合わせた新たな周波数可変型 RF 回路の検討を行った。様々な Filter 回路を構成する図 1 のような  $\Gamma$  型回路に着目した。特別研究 I では、図 2 (a) の直列共振回路をシリーズ接続、並列共振回路をシャント接続した回路構成を検討した。特別研究 I で用いた回路構成は、アクティブ CRLH (Composite Right-Left Handed) 伝送線路の発展型である [4][5][6]。特別研究 I では、FET と Varactor Diode (VD) 2 つを直列接続する事で、FET の ON-OFF 動作に伴う VD の連続的な静電容量の変化によって、直列共振周波数を 20 GHz 以上可変可能な Reconfigurable Filter 回路の理論構築をした [7][8]。特別研究 II では、図 2 (b) の直列共振回路をシャント接続、並列共振回路

をシリーズ接続した回路構成を用いて多機能 SPDT デバイスを検討した。

本研究の目的は、直列共振回路と並列共振回路を組み合わせた新たな周波数可変型 RF 回路としての Reconfigurable Filter と多機能 SPDT デバイスの原理的実証である。

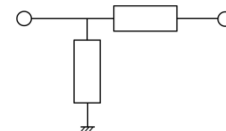


図 1  $\Gamma$  型回路

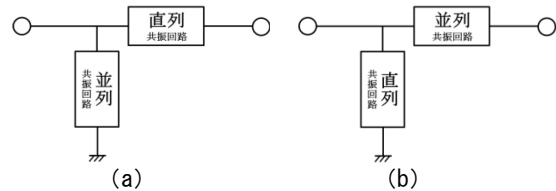


図 2 (a) 特別研究 I と (b) 特別研究 II の  $\Gamma$  型回路

## 2. 特別研究 I

図 3 は、特別研究 I で提案した FET と VD を直列容量として組み込んだ Reconfigurable Filter 回路の等価回路である [8]。表 1 は、直列共振周波数を数 GHz から数十 GHz に可変できるように設定したパラメータ値である。提案した回路を単位回路としたときの分散特性の算出結果を図 4 に示す。VD の FET のバイアス変化で共振周波数が変化する様子が確認出来た。構築した理論に基づいて設計した Reconfigurable Filter の原理的実証の詳細は、論文にて記す。

表 1 各パラメータ値

Lm	FET	VD	Lvia	Cr
0.09 nH	$C_{FET}$ =0.4 pF	$C_{VD}$ =1.3~14.1	0.1 nH	0.2 pF

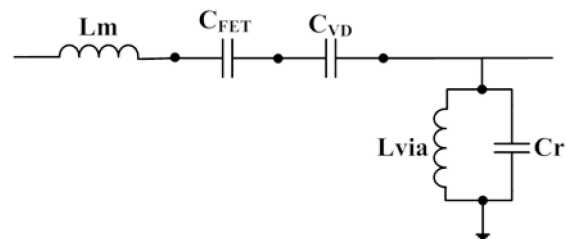


図 3 提案した Reconfigurable Filter 回路の等価回路

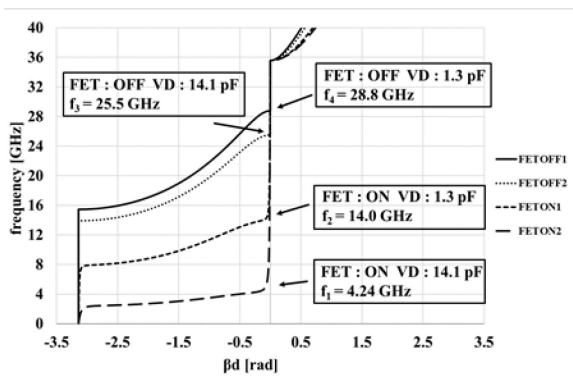


図4 提案した Reconfigurable Filter 回路の分散特性

### 3. 特別研究 II

すでに Duplexer と SPDT Switch の機能を持つ多機能 SPDT デバイスが提案されている[9]。このデバイスは、周波数軸と時間軸のどちらにも切り替え機能を有する 2次元切り替えスイッチを各 Branch (以降 BR) に配する事で、Duplexer と SPDT Switch の切り替えが可能の特徴を有する。

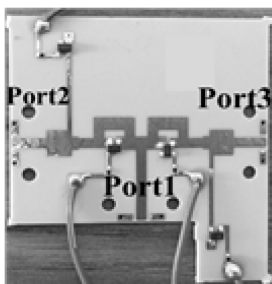


図5 多機能 SPDT デバイスの原理的実証回路基板写真

多機能 SPDT デバイスの原理的実証回路も同様の基板を使用した。使用する FET と抵抗は、それぞれ ATF35143 (BRORDCOM) と ERJ-2GEJ153X (Panasonic) である。図5に多機能 SPDT デバイスの原理的実証回路基板の写真を示す。各 BR に 2次元切り替えスイッチを構成した回路である。多機能デバイスの原理的実証回路基板は 2 端子で測定し、余った BR は 50 Ω で終端して小信号 S パラメータの測定を行った。

表2 多機能 SPDT デバイス原理的実証回路の実測結果

機能	Branch1 (BR1)		Branch2 (BR2)		特性			
					LB (2.5 GHz 帯)		HB (5.0 GHz 帯)	
	FET1	FET2	FET1	FET2	Iso [dB]	IL [dB]	Iso [dB]	IL [dB]
Duplexer1 上段: SR1 下段: SR2	0	1	1	0	-25.8	-	-	-2.95
					-	-1.06	-18.9	-
Duplexer2 上段: SR1 下段: SR2	1	0	0	1	-	-1.03	-12.5	-
					-23.4	-	-	-4.30
SPDT Switch1 上段: SR1 下段: SR2	0		1				-15.6	-3.08
	1	1	0	1			-12.3	-3.17
SPDT Switch2 上段: SR1 下段: SR2	1	1		0	-28.1	-1.46		
		0	1	1	-21.5	-1.58		

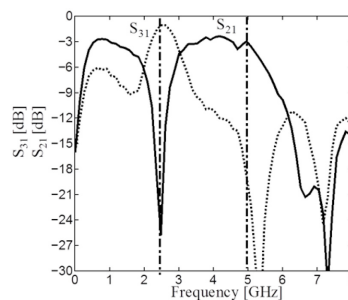


図6 Duplexer1の動作時の実測結果

表2は多機能 SPDT デバイスの原理的実証回路の実測結果一覧表である。Duplexer1 の実測結果を例として、図6に示した。多機能 SPDT デバイス原理的実証回路は、Duplexer1、Duplexer2、HB SPDT Switch、LB SPDT Switch の4つの機能を切り替える原理的動作が確認出来た。

### 4. まとめ

本研究は、低コスト化に資する究極な RFFE の実現への第一歩として、Reconfigurable Filter 及び多機能デバイスの原理的実証を目的とした。設計、試作した回路基板の実測結果から、Reconfigurable Filter 及び多機能デバイスの原理的動作が確認出来た。今後は、Reconfigurable Filter 及び多機能 SPDT デバイスの更なる性能改善を行う。

### 文献

- [1] Gubbi, Jayavardhana, et al. "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," Future generation computer systems 29.7, pp.1645-1660, Jan. 2013.
- [2] 総務省, 総合通信基盤局, 第5世代移动通信システムの導入のための特定基地局の開設に関する指針案について, Oct. 2018. [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000582765.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000582765.pdf) (2019年1月20日アクセス)
- [3] Resonant Inc., "RF Innovation and the Transition to 5G Wireless Technology," WHITEPAPER, Oct. 2016.
- [4] C.Christophe, and T.Itoh. "Novel microwave devices and structures based on the transmission line approach of meta-materials." Microwave Symposium Digest, 2003 IEEE MTT-S International, IEEE, pp.195-198, Jun. 2003.
- [5] H.Mizutani, K.Ota, R.Ishikawa, and K.Honjo, "Novel Active CRLH Transmission Lines Incorporating FETs for Reconfigurable Antennas", Proc. of Metamaterials 2013, pp169-171, Sep. 2013.
- [6] H. Mizutani, N. Watanabe, R. Ishikawa, and K. Honjo, "Novel Frequency Tunable CRLH-TL for Reconfigurable Wireless Systems" Proc. of ICEAA 2014, pp.434-437, Aug. 2014.
- [7] H.Mizutani, R.Ishikawa, and K.Honjo. "InGaAs MMIC SPST Switch Based on HPF/LPF Switching concept With Periodic Structure," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques 64.9, pp.2863-2870, Jul. 2016.
- [8] 中丸靖崇, 水谷浩, 瀬下拓也. "FETとバラクタダイオードを用いた新たなリコンフィギュラブルフィルタ回路の提案," 2018年電子情報通信学会総合大会, C-2-62, Mar. 2018.
- [9] 水谷浩, 本城和彦. "多機能 SPDT デバイスの提案," 2018年電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-2-4, Sep. 2018.

# 水和物における多面体歪みに関する研究

A Study on Polyhedral Distortion of Hydrate Minerals

17610 八木 勇太

指導教員 米盛 弘信, 黒木 雄一郎

## 1. 緒言

エネルギー問題の解決策として未利用熱の削減(Reduce)・再利用(Reuse)・変換(Recycle)を行う「3R」と呼ばれる技術の開発が進められている。経済産業省の平成29年度産業技術関係予算では、未利用熱エネルギーの革新的な活用技術研究開発事業として6.5億円が計上された[1]。この事業は3R技術開発の支援を目的としており、蓄熱技術はその1つである。特に室温～100℃付近の低温域での蓄熱技術は、屋内の保温や内燃機関の暖機時間短縮など数多くの利用が考えられる。蓄熱は利用する対象に応じて求められる蓄熱温度とエネルギー量が異なるため、用途に合わせた特性を持つ蓄熱材料の開発が求められる。蓄熱特性の原理を明らかにすることによって、目的の特性を有する蓄熱材料設計及び開発が可能となる。そのため蓄熱材料の融点や融解熱量に影響を与える動的な結晶構造の変化に関する知見を得ることは極めて重要な課題である。

蓄熱材料として実際に使用されている物質として水和物がある。水和物は金属イオンを中心とした酸素多面体が内包されている。その一例として図1に酢酸ナトリウム3水和物の結晶構造と電荷密度分布を示す。酢酸ナトリウム3水和物では、八面体の頂点同士が水素結合によって引き寄せあうことによって八面体が屈曲し歪みが生じている。

本研究では、低温域での蓄熱材料として使用されている水和物内の多面体歪みに注目し、酢酸ナトリウム3水和物を対象とした熱分析や分子動力学計算により、動的な結晶構造変化を解析した。

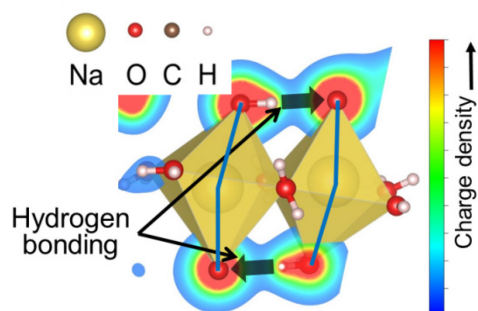


図1 酢酸ナトリウム3水和物の電荷密度分布

## 2. 方法

実際に蓄熱材料として使用されている酢酸ナトリウム3水和物を対象に蓄熱特性を確認するため、自作の熱分析装置による測定及び蓄熱現

象の確認を行った。蓄熱現象の確認は以下の手順で行った。①測定試料である酢酸ナトリウム3水和物を試験管へ入れ、オイルバス内に設置した。②ヒーターの温度を80℃に設定し、十分に時間を置き酢酸ナトリウム3水和物を融解させた。③融解した後、ヒーターの電源を切り自然冷却によって過冷却状態にし、凝固する際の試料温度をT型熱電対で記録した。

次に酢酸ナトリウム3水和物内の多面体歪みの解析のため、計算コード「Quantum Espresso」を用いたCar-Parrinello法による等温等圧(NPT)の第一原理分子動力学計算を行った。初期の結晶構造は文献[2]をもとにし、電子間相互作用の近似はGGA-PBE法を採用した。また、ファンデルワールス補正も行った。波動関数のカットオフを12.5 Hartree、電荷密度のカットオフを60 Hartree、圧力は大気圧である1 bar、温度は300～1000Kとした。酢酸ナトリウム3水和物の融点は58.4℃(331.4 K)と報告されている[3]。そこで、設定温度を融点付近である300～400Kの間では10 K刻み、以降1000Kまでは200 K刻みとした。計算手順は、まず原子及びセルの緩和、温度を安定させるための予備計算を行った後に本計算を行った。また、本計算のステップ数は20000ステップ(実時間で約0.5ps)とした。結晶構造の変化の解析には動径分布関数を用いた。動径分布関数の算出方法はNa原子を中心とする外径 $r=0.2\sim 10.0\text{ \AA}$ 、厚さ $0.2\text{ \AA}$ の球殻内に存在するO原子の個数を各ステップで数え上げ、時間平均を取った。

## 3. 結果

熱分析の結果、融点は約56℃であり、報告されている融点58.4℃[3]と近い値であった。図2に過冷却状態から凝固する際の酢酸ナトリウム3水和物の温度変化を示す。

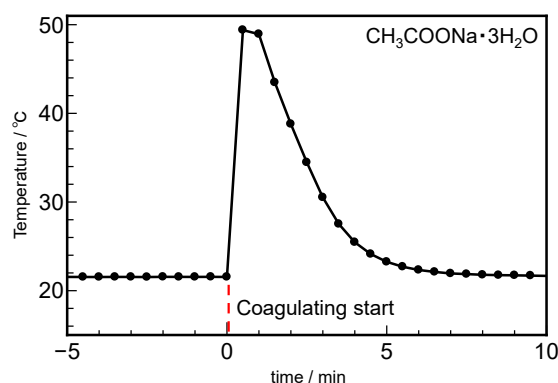


図2 過冷却液体が凝固する際の発熱現象

過冷却状態では約 21°C だったが、凝固する際に発熱し、約 30°C 上昇し約 50°C になった。以上より、酢酸ナトリウム 3 水和物の過冷却による蓄熱特性を確認した。

次に分子動力学計算の結果として、各シミュレーション温度における内部エンタルピーのステップ数を重みとした加重平均値の変化を図 3 に示す。その結果、融点である 330 K 付近で内部エンタルピーが増加していることを確認した。

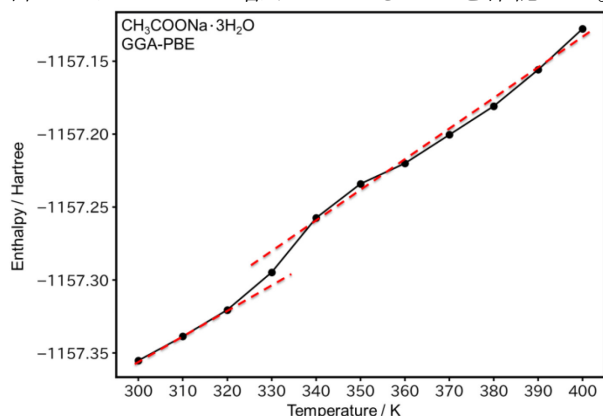


図 3 内部エンタルピー

図 4 に各シミュレーション温度における動径分布関数を示す。第一ピーク (①) はナトリウムに配位した最近接酸素に起因しており、第二ピーク (②) は隣共有している隣接八面体における水素結合した酸素に起因している。融解が起こることによって、動径分布関数のピークが小さくなるのが予想される。また、融解の際に八面体歪が緩和された場合、第二ピークの Na-O 間の距離が増加することによってピークが右側にシフトすることも考えられる。

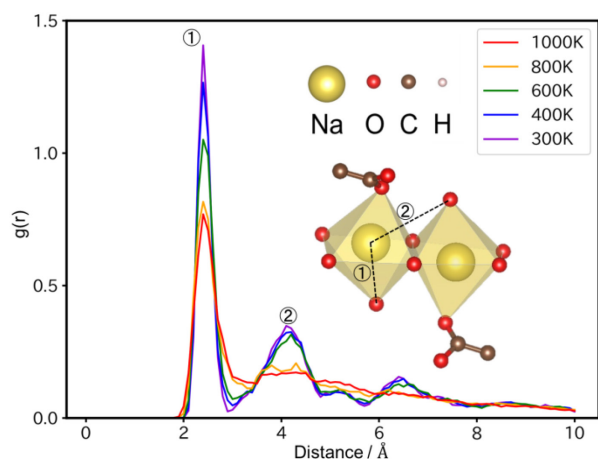


図 4 各シミュレーション温度における動径分布関数

報告されている融点は 331.52K[3] であるが、300~600K での動径分布関数に大きな変化はなかった。一方、800K 以上では第二ピーク以降がほぼ消失したため、融解したものと考えられる。

そこで、これらの結果を用いて 0~x ステップ目まで (x=2500, 5000, ..., 20000) の動径分布関数を算出し、その時間変化を解析した。図 5 に

1000K での結果を示す。300 と 400K ではステップ数の増加 (時間経過) に対して動径分布関数に大きな変化はなかったが、800 と 1000K では時間経過とともに第一ピークと第二ピークが小さくなった。また、ピーク間の谷部分が埋っていき結晶構造の規則性が乱れていることもわかった。以上の解析結果も 800K 以上での融解を強く示唆している。

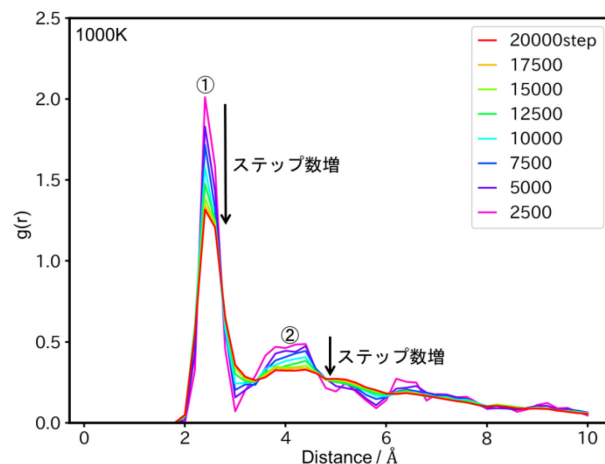


図 5 1000K での動径分布関数の時間変化

融点の実験値と比較して 500K 近く高くなった原因として、本研究で使用した GGA-PBE 法では水分子の自己拡散係数が実験値より 1 桁程度小さいこと[4]、が考えられる。また、図 5 の第二ピーク (②) を見ると 2500 から 5000 ステップにかけて、ピークが右側にシフトしていることがわかる。このことから融解時に八面体の歪みが緩和されていることが示唆された。

#### 4. 結言

水和物における多面体歪みに着目し、酢酸ナトリウム 3 水和物を対象として熱分析及び分子動力学計算を行った。前者の実験より融点が約 56°C であり、過冷却による蓄熱現象を確認した。また、後者の計算より、報告されている融点付近である 330K でのエンタルピー増加を確認した。更に、動径分布関数の時間変化から、融解時に八面体の歪みが緩和されていることも示唆された。

#### 文献

- [1] 経済産業省, “平成 29 年産業技術関係予算概要” (2017)
- [2] V. A. Efremov, N. O. Endeladze, V. M. Agre, V. K. Trunov, “Refinement of the Crystal Structure of Sodium Acetate Trihydrate” *J. Struct. Chem.*, **7**, (1986) 498-501
- [3] T. Wada, R. Yamamoto, “Studies on Salt Hydrate for Latent Heat Storage. I. Crystal Nucleation of Sodium Acetate Trihydrate Catalyzed by Tetrasodium Pyrophosphate Decahydrate” *Blu. Chem. Soc. Jpn.*, **55**, (1982) 3603-3606
- [4] 寺倉 清之, 池田 隆司, Boero Mauro, “第一原理分子動力学法による水の物理・化学的性質のシミュレーション: 超臨界水と高圧下メタンハイドレート” *低温科学*, **64**, (2006) 57-69

# Sigfox を活用した農業支援システムの検討

Study on Agricultural Support System Utilizing Sigfox

17611 安永 寿

指導教員 吉田 将司, 吉野 純一

## 1. 緒言

本研究は,IoT による栽培モニタリングシステムに着眼した.現在モニタリングシステムは主に屋内において活用され,灌水や養肥の制御機器のための指標としてセンシングデバイスのデータを活用している[1].一方,精密農業のように屋外の広大な土地では,屋内のように機械的に制御する対象がなく,IoT デバイスの活用が停滞している.農業は,異常気象や人手不足などを解決するためにノウハウ継承,新規参入の容易さを解決すべくデータに頼った農業を推進していく必要があり,データを適切に取得し分析に活用できるようにしていくことが課題である.本研究は,モニタリングシステムの構築,多点観測容易な土壤センサの製作をすることで土壤内部の構造および特性を明らかにする.

## 2. 方法

根の成長領域は土壤の団粒や水分分布に左右され,まばらなものであるため,観測点の設定をすることから容易ではない.市販されている土壤水分センサは,圃場の1ヶ所に対して土壤の深さを条件に合わせて一点のみ設置している状況である.土壤内のまばらな環境を把握するために複数箇所,深さ方向に多点観測できるように土壤センサを設計し,根域で起こりうる事象を土壤水分センサによって定量化するシステムの構築に着眼した.さらに製作したセンサを長期駆動しデータ送信できる Sigfox を用いたモニタリングシステムの構築を検討した.

## 3. 結果

多点観測可能な直流抵抗式土壤水分センサを製作する上で電極を小型化することは,特性上重要な課題であり評価する必要がある.図1は多点観測土壤センサの設計図,完成したセンサ基板である.土壤水分センサの電極は,幅 $l$ ,長さともに $1\text{cm}$ ,電極間距離は $0.7\text{cm}$ として特性評価を行った.測定の間隔は $4\text{cm}$ ,深さ $0\text{cm}$ から $28\text{cm}$ までの8ヶ所を測定した.また,腐食防止のため,電解金メッキを塗布している.図2は,製作したセンサを複数本用いて観測した灌水直後の土壤水分分布である.この水分分布から灌水量に対する浸透深度と浸透幅がわかるため,固有の土壤条件として有益なデータである.図3は,製作したセンサを活用した長期モニタリングシステム構想である.製作した土壤センサのデータは,10分頻度で Sigfox クラウドに送信し遠隔から把握することができ,Sigfox の活用によって省電力で運用が可能になる.

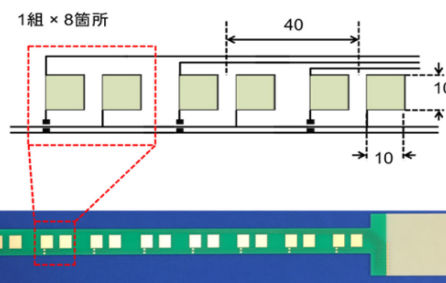


図1 同時多点観測可能な直流抵抗式土壤センサ

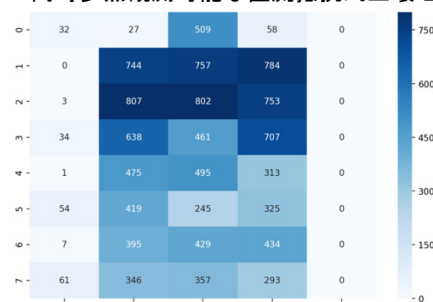


図2 直流抵抗式土壤センサ値のヒートマップ処理

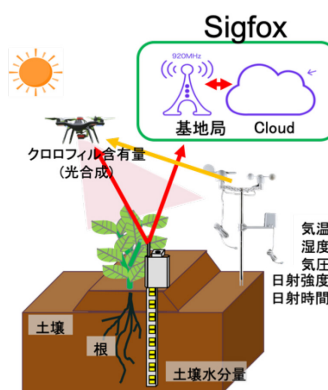


図3 Sigfox を活用した栽培支援システム

## 4. 結言

本研究で製作した多点観測容易な土壤センサは,土壤内を多点かつ空間的に観測することで,灌水直後の土壤内水分分布がまばらだと思われていた環境に規則性があるという知見を得た.

## 5. 今後の予定

今後は土壤の分析面で微生物量や肥料成分量の計測とセンサ値の観点で分析を行い,栽培ノウハウや経験値で行ってきた土作りの技術を解明できるシステムの構築を行う.

## 文献

[1]農林水産省,日本型精密農業を目指した技術開発,2015-01-28,  
[http://www.affrc.maff.go.jp/docs/report/report24/no24\\_p3.htm](http://www.affrc.maff.go.jp/docs/report/report24/no24_p3.htm)

# 画像認識を用いた料理レシピ検索方法の研究

Research on Recipe Retrieval Method Using Image Recognition

17612 吉田 薫史

指導教員 清水 哲也, 川村 春美

## 1. はじめに

近年、画像認識をする手法として深層学習が注目されている。画像認識においては特定物体認識と一般物体認識に分類される。一般的に、特定物体認識は入力画像に対してデータベース内に存在する最も近い画像を探し出すことであり計算機では比較的得意な分野とされている。一方、一般物体認識では物体の位置や種類が不明な条件下で物体のカテゴリ分類を行うことであり、認識に必要なカテゴリの分類が曖昧であるため計算機では認識が難しい分野である。しかしながら、現在では計算機の性能向上により、これまで不得意としてきた任意のカテゴリ分類に深層学習を適用し、問題解決を図る試みが行われている。

本研究では食材の画像認識を深層学習で行い、その食材の名前の情報を取得し、得た情報を基に料理レシピを検索するシステムの提案を行う。

## 2. 先行研究

丸山ら[1]は食材をスマートフォンで認識させその画像より食材をランキング方式で提示し、ユーザに選んでもらうことで料理レシピを検索する方法を提案している。目的の食材の認識精度は44.9%であり、上位5位までの情報を考慮すると80.9%の認識を達成できている。しかし、システム面では手動による検索に比べレシピ選択にかかる時間が長い実用化するには認識精度を上げる必要がある。

また、上東ら[2]は機械学習を用いた食事画像の認識の研究を行っている。その研究ではMultiple Kernel Learning(MKL)と呼ばれる機械学習の手法を用いBag-of-keypoints表現、色特徴、ガボール特徴を用いて50種類の食事画像の分類を行っている。提案手法の平均分類率は61.34%と半分以上の分類に成功している。

## 3. 実験方法

本研究では食材の画像認識を行うために畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を構築し、ネットワークや画像を変更し学習を行なった。このとき、学習回数はいずれも200回とした。

### (1) CNNを用いた学習

はじめに、図1のネットワークを用いた学習を行なった。学習に用いた画像は1枚につき45°ずつ回転させたRGB画像であり、7種類の食材(りんご、にんじん、大根、キャベツ、レタス、トマト、なす)を各600~1000枚準備した。

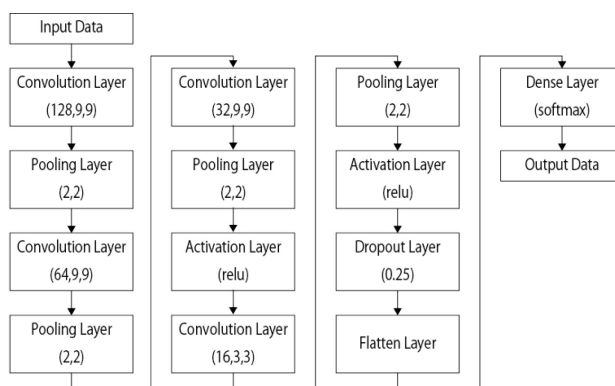


図1 初期ネットワーク

### (2) ネットワークを改良した場合の学習

次に、(1)で用いたネットワークに対して活性化関数の追加、ドロップ率の変更を行なった。図2の赤い部分が改良箇所である。また、画像の回転を0°から360°の中でランダムに回転させた画像を10枚に変更した。

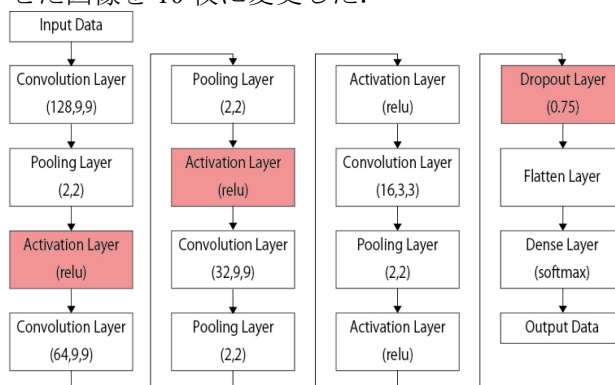


図2 改良を行ったネットワーク

### (3) 21種類の食材を用いた学習

最後に、(2)の研究で用いたネットワークに対して21種類の食材(表1)の画像を用いて学習を行なった。このとき1種類の食材に対して200枚から300枚の画像を準備し、学習を行なった。

表1 学習に用いた食材

アスパラガス,インゲン豆,オクラ,かぶ,かぼちゃ キャベツ,きゅうり,小松菜,さつまいも,じゃがいも 大根,玉ねぎ,トマト,なす,にんじん,白菜,ピーマン ブロッコリー,ほうれん草,りんご,レタス
---

## 4. 実験結果

以下に示すグラフは横軸が学習回数、縦軸が認識率である。また、青色がトレーニング画像での認識率、オレンジ色がテスト画像での認識率をあらわしている。

### (1) CNNを用いた結果

図より80%の認識率を得ることができた。し

しかし、200回の学習回数では認識率の収束が見受けられないため、学習回数を増やすことで精度が向上すると考えられる。

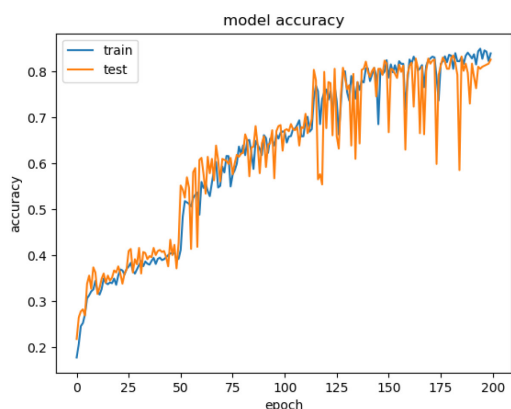


図3 学習結果

### (2) ネットワークを改良した場合の結果

ネットワークを改良したことにより、認識率が95%に向上した(図4). 過学習も発生しておらず、実用的な認識率であるため、このネットワークを用いてさらなる食材の学習を行う。

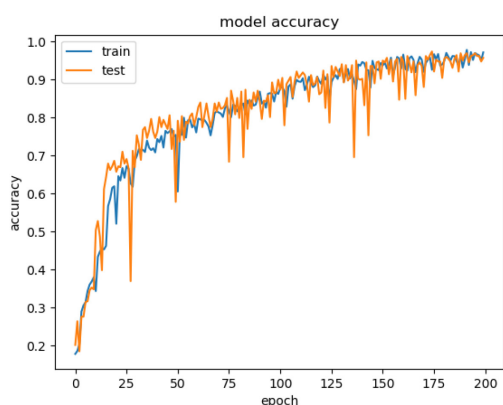


図4 改良したネットワークの学習結果

### (3) 21種類の食材を用いた場合の結果

21種類の食材に対して85%の認識精度を得ることができた(図5). しかし、使用した各食材に対する画像の枚数が少ないため、学習データを増やすことでさらなる精度の向上が期待できると考えられる。

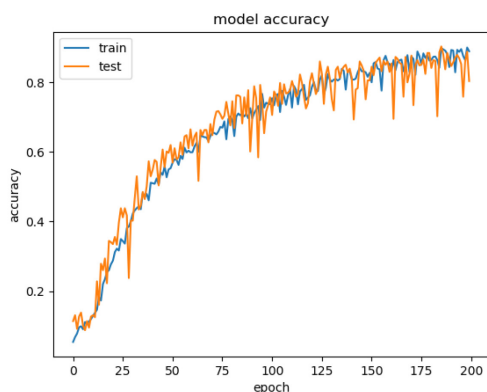


図5 21種類の食材に対する学習結果

## 5. アプリの構成

21種類の食材に対する学習結果を基に画像から認識された食材の名前からレシピを検索するアプリをiOS上で作成した。

動作手順は始めにカメラもしくは写真ライブラリから画像を読み込むことで自動的に画像認識され、画面に認識結果が表示される。その後 search ボタンをタップすることでその食材を用いた料理レシピが cookpad[3]で検索され表示される仕組みとなっている(図6).



図6 検索の流れ

## 6. まとめ

本研究では CNN を用いた料理レシピ検索方法の提案を行った。結果として21種の食材において先行研究を上回る85%の精度で認識を行うことが可能となった。しかし、レシピを検索するうえで認識可能な食材の数が少なすぎるため認識可能な食材数を増やす必要がある。また、家庭にある食材は状況により半分や4分の1などと分量が変化してしまうため今後は食材の名前だけではなく食材のサイズも考慮して料理レシピが検索できるシステムの開発を試みる。

## 文献

- [1] 丸山拓馬, 秋山瑞樹, 柳井啓司, “食事画像認識を用いたレシピ推薦システム”, 電子情報通信学会技術研究報告.MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, Vol.111, No.479, pp.42-48, 2012
- [2] 上東太一, 甫足創, 柳井啓司, “Multiple Kernel Learning による50種類の食事画像の認識”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J93-D, No.8, pp.1397-1406, 2010
- [3] cookpad “<https://cookpad.com/>”

# エレベータ稼働指標のための確率モデルの定式化

Formulation of a Statistical Model for an Elevator Performance Estimation

16608 佐藤 裕貴

指導教員 山野辺 基雄, 島川 陽一

## 1. はじめに

ビルには適切な台数のエレベータが設置される必要がある。これに対してビルの大きさや階数・フロアの機能や客の平均発生数をパラメータとして、計算機シミュレーションにより稼働指標を求めている。パラメータを変化させて複数回シミュレーションを行うため、稼働指標を得るには長時間かかるという問題点がある。

本稿ではエレベータの稼働指標を得るための数理モデルを定式化する。乗客の平均待ち時間とエレベータの稼働限界を推定する臨界確率を定式化する。計算機シミュレーションによって得られる稼働指標とモデルによって得られる値を比較しモデルの妥当性を検証する。

## 2. 平均待ち時間 $\langle W \rangle_N$ の定式化

エレベータがサービスを開始してすべてのサービスを実施して待機状態になるまでのサービス回数を推定するための数理モデル(以下サービス回数の確率モデル)はすでに[1]において定式化している。以下ではこのサービス回数の確率モデルを用いてエレベータの平均待ち時間を定式化する。

エレベータが1機設置された $n$ 階建のオフィスビルを想定する。コールはポアソン分布 $f(x) = a \exp(-ax)$ で発生すると仮定する。初期状態ではエレベータは決められた停止位置(以下基準階)に静止している。エレベータは客がフロアに到着するとともに処理を開始し、全ての客を目的階へ移動させると基準階に戻る。これをオペレーションと定義する。客がエレベータに乗って、 $i$ 階から $j$ 階への移動にかかる時間はドアの開閉時間より小さく、加えて出発階と到着階がどこでも移動時間はほぼ同じであると考えて良い。これらを踏まえて、以下を仮定する。

- (1). 一定速度処理の時間が0である。
- (2). ドアの開閉と加速減速のための時間の合計は、出発階目的階に関わらず一定であると仮定し、それを定数 $a$ とする。

発着階に関係なくビル全体でコールの到着を $\rho$ とすると1回のオペレーション中のサービスが $\{t_i\}(i = 1 \dots N - 1)$ である確率は以下のように与えられる。

$$\text{Prob}_\rho(\{t_i\}_{i=1 \dots N-1}) = \left(\frac{1-\rho}{\rho}\right) [\rho(1-\rho)^a]^N$$

これを用いてオペレーション中にサービスが $N$ 回含まれる確率は次式になる。

$$Q(N; \rho, a) = \left(\frac{1-\rho}{\rho}\right) [\rho(1-\rho)^a]^N \frac{1}{Na+1} \binom{N(a+1)}{N}$$

サービスが $N$ 回含まれるオペレーション中においてコールをしてからドアが開くまでの客の待ち時間は客の処理順序がFIFOであることから以下のように与えられる。

$$W_N = \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^{N-1} (na - t_n) \quad (N \geq 2)$$

これより平均待ち時間の一般式は

$$\langle W \rangle_N = \left(\frac{1-\rho}{\rho}\right) [\rho(1-\rho)^a]^N \binom{a+1}{2} F_{N-1}(a)$$

となる。ここで $F_N$ は有理数係数をもつ $N$ 次の高次元多項式である。

## 3. 臨界確率 $\rho_c(a)$ の定式化

$Q(N; \rho, a)$ を用いてエレベータが際限なく動作し続ける確率 $\theta(\rho, a)$ を定義する。

$$\theta(\rho; a) = 1 - \sum_{N=1}^{\infty} Q(N; \rho, a)$$

エレベータの臨界確率を以下のように定義する。

$\bar{\rho}_c(a) = \sup\{\rho: \theta(\rho; a) = 0\}$   
 $\rho < \bar{\rho}_c(a)$ の場合、オペレーションは有限時間で終了する。 $\rho > \bar{\rho}_c(a)$ の場合、オペレーションは有限時間で終了せず、無限に動作し続ける可能性が発生する。ここで $\bar{\rho}_c(a)$ は[2]により解かれており、

$$\bar{\rho}_c(a) = (1+a)^{-1}$$

と与えられる。

## 4. モンテカルロシミュレーションとの比較

### 4.1. 平均待ち時間 $\langle W \rangle_N$

シミュレーションで想定するビルには、エレベータ1機が設置され、具体的なビルとエレベータのパラメータは表1に示す。

表1: シミュレーションにおけるビルとエレベータの仕様

特性	値
ビルの階数	10階
エレベータの定員	10人
天井高	4.2m
開閉時間2回	20秒
運行速度	4m/sec
加速度	1.6m/s <sup>2</sup>

数理モデルとシミュレーションのユーザの平均待ち時間の比較結果を以下の図1に示す。modelは数理モデル算出値を、simulationは表1のパラメータを用いたときのシミュレーション算出値を表す。これよりモデルはシミュレーシ



ョンより大幅に小さい値をとることがわかる。モデルとシミュレーションの結果が乖離した原因は移動する時間を 0 と仮定していることによると考えられる。そこで運行速度を 40m/sec, 開閉時間を 18 秒に設定することでモデルにシミュレーションの動作を近づけることを試みる。この結果が simulation(no move time)である。これより、移動時間が大幅に短くなったためシミュレーション算出値はモデル算出値に近くなったと考えられる。

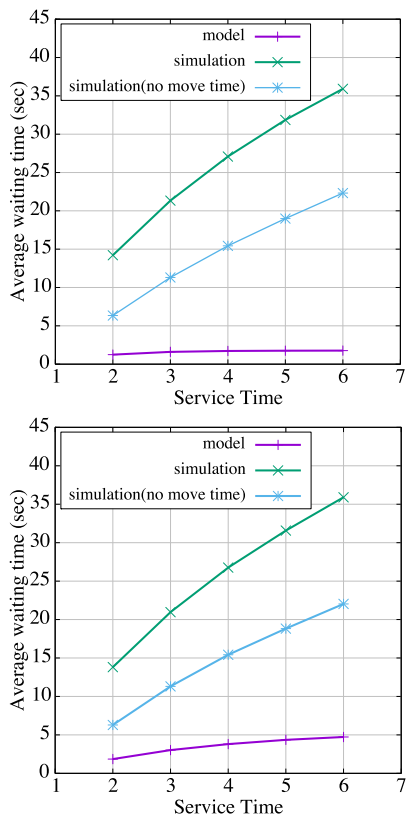


図 1: 平均待ち時間 $(W)_N$  (上 $\rho = 30$ 、下 $\rho = 90$ )

モデル算出値は $\rho$ が大きくなるほどシミュレーション算出値に近づき、待ち時間が増加する。シミュレーションは FIFO での処理ではなく、エレベータには一度に複数人乗ることが可能となっている。 $\rho$ が増加することで客の発生時間の間隔が短くなるためエレベータは基準階から移動するよりもわずかではあるが短い時間で客の出発階に到着することができると考えられる。そのためサービス回数毎の平均待ち時間は $\rho$ が 30 から 90 へ増加しても大きな変化は見取れない。

#### 4.2. 臨界確率 $\rho_c(a)$

$\theta(\rho; a)$ における $\infty$ を $k = 10000$ に置き換えることで確率 $\theta(\rho; a)$ を数値的に計算することができる。図 2 に確率 $\theta(\rho; a)$ のプロットを示す。 $\rho = 170$ 人/時にて傾向が変化している。

ドアの開閉と加速減速のための合計時間 $a$ は 20 秒に設定されている。このため $\bar{\rho}_c(a) = (1 + a)^{-1} = 21^{-1} = 0.04761$ となる。 $\rho = 170$ 人/時 = 0.0472 人/秒なのでこのパラメータが臨界

確率となる。モデルでは 1 人にかかる移動時間は 20 秒であるから最大処理可能人数は 180 人/時となり、臨界時の $\rho$ が 170 人/時は妥当であることがわかる。この結果は、それを超えるとエレベータが際限なく作動する危険性があることを示している。

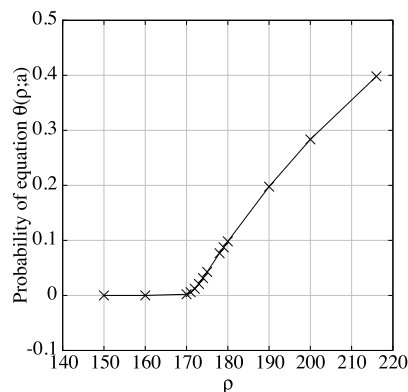


図 2: 臨界確率 $\theta(\rho; a)$

#### 5. おわりに

本稿では、[1]の成果をもとにエレベータ利用者の平均待ち時間とエレベータの処理が破綻する臨界確率を求めるモデルを定式化した。平均待ち時間については、このモデルの妥当性を実証するために、推定値をモンテカルロシミュレーションの算出値と比較した。

本モデルにはエレベータのドアの開閉時間と乗客の移動時間の合計 $a$ を一定としている。そのため待ち時間は過少に推定されることがわかった。これは提案した数理モデルの限界を示すものであると考えている。これの大きな原因は 1 人目の移動時間を 0 と定義していることであると思われる。

乗客の移動時間を減少させることでシミュレーション算出値はモデル算出値へ傾向が近づく。これより、本稿のモデルにおいては定数 $a$ に対し移動時間を加味する値を付加することで、シミュレーション算出値と同傾向の結果を得ることができるようになるのではないかと考えられる。

臨界確率は現在モデルのみの検証しか行うことができていない。シミュレーションではエレベータの定員は 10 人であるためモデルの FIFO 処理よりも臨界確率が大きいものになると考えられる。今後の課題として、モデルへの移動時間の適用とシミュレーションにおける臨界確率の算出を行いたい。

#### 文献

- [1] Yoichi Shimakawa, Yuki Sato, Hiroyuki Goto, "Elevator performance estimation model based on square lattices" Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2016 IEEE International Conference on 4-7 Dec. 2016, ISSN 2157-362X.
- [2] E. Domany, W. Kinzel, "Directed Percolation in Two Dimensions", Numerical Analysis and an Exact Solution, phys. Rev. Lett 47.5, (1981)

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
14201	相原 弘典	高齢者に向けた着脱が容易な靴
14203	新井 彩実	新しい図書館のための個人スペース
14204	岩崎 桃子	視覚へ伝える音楽の表現
14206	内田 大我	東ティモールに適切なゴミ処理の理解を広める取り組み
14207	大掛 千佳世	印刷メディアにおけるイラストの手法 -水墨画の表現を活用した印刷メディアへの展開-
14208	大久保 葵	個人向けの体感温度を調節する製品
14209	緒方 小夜子	熱中症対策の方法を遊びながら学べるカードゲーム
14210	掛野 さくら	乳児のためのテーブル
14211	河村 麻希	近所付き合い活性化による地域コミュニティの形成
14212	木村 留華	中学生向けの化学学習のための教材
14213	小嶋 音色	多摩織の復興に向けたビジュアル・アイデンティティ
14215	齋藤 徹太	環境へ与える傘の廃棄問題
14216	佐藤 開斗	日本の間仕切り「のれん」を見直す
14217	佐藤 伶	おいしいの視覚化
14218	清水 颯	2020年東京オリンピックポスター
14220	瀬井 隼人	秩父地域活性化のためのツーリングガイドブック
14221	関 可南子	幼児（3～5才）と保護者を対象にした食育ツール
14222	高澤 心太	主婦向けの買い物用バイク
14224	高橋 功武	訪日観光客に向けた動画インフォグラフィック
14228	田中 大智	コンビニを用いた災害時休憩ステーション
14229	田畑 孔暉	認知症予防のための遊具

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
14230	豊永 知里	陶磁器の可能性について考える
14231	鳥居 虎太郎	ユニット式組立茶室
14232	中家 美咲	アップサイクルのブランド化
14233	仲子 祐希	ICT教材におけるUIデザインの考察
14234	中村 悠見	複合素材による製品パッケージの分別対策
14235	新倉 萌乃	ストレスを解消するプロダクト
14236	長谷川 歩未	外来種問題に対する認知度向上のためのツール
14237	林 海人	「より良い休み」のための取り組み
14238	原子 虎太郎	災害時に被災者を助けるモビリティ
14239	春江 紗綾	観光地におけるシェアリング・モビリティ
14240	星 明里	愛情を再確認できるベビーベッド
14241	前島 野乃	子どもに外遊びを促すルールガイドブック
14244	山上 茉穂	アップサイクルのブランド化

# 高齢者に向けた着脱が容易な靴

Shoes for Senior Citizens

14201 相原 弘典  
指導教員 谷上 欣也

## 1. 研究目的

世の中には存在しているが普及していない素材やこれから普及していく可能性がある新素材や新技術が多く存在する。それらを使い現在ある社会問題を解決できないかを探ることを研究目的とする。

## 2. 調査内容

### 2.1 素材：バイオメタル(Bio Metal)

この素材は Ti-Ni 形状記憶合金を原料とした繊維状のアクチュエーターである。電気を流すことで熱を帯び収縮し、電気を止めることで素材が冷め、元の長さに戻る。素材自体が丈夫で繰り返しの運動に強い異方性を持つ組織を持っている。さらに、収縮時は引っ張り方向に大きい力がかかる。

### 2.2 高齢者問題について

街のスーパーで買い物をしている高齢者の観察を行うと靴のかかとを踏んだ状態で履いている人がいることが分かった。この理由として、身体能力の低下によって靴を履く際に腰を下ろすことが出来ない人や単純に面倒であると考えられる人がいることが挙げられた。靴をきちんと履かないと転倒の危険に繋がる。また、転倒は寝たきりの原因として二番目に多く、とても危険である。高齢者は身体能力の低下に伴い、歩く際に足を高くまであげられない。また、足に完全に固定されていない状態での歩行はつま先が浮いてしまう。その為、地面とこすれやすくなり転倒しやすくなる。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

### ・コンセプト：補助を必要としない靴

人が靴を履く際には手や靴べらを使いサポートを行う。しかし、高齢者の場合これが不可能である。また、腰に負担がかかる為、嫌がる人が多い。そこで補助を必要としない靴を提案することで高齢者が一人でも安全に買い物といった外出が出来るようになるのではないかと考えた。

### ・アイデア展開

手を使わずに靴を履くために、靴のタン部分からかかとにかけて大きく開く蛇腹構造を考えた。しかし、閉じたときに蛇腹が足に当たり無駄に足を圧迫する恐れがある。ひとによっては足の幅が大きく履きやすくなることには繋がらないという意見があった。これらの理由から、アッパー部分のつま先側から、かかとにかけて大きく展開する構造にした。

## 4. 最終提案

バイオメタルをアッパー部分に使用し、開閉する靴を提案した。履く際にはアッパー部分が大きく開き、靴がスリッパ状になる。靴に足を入れることで中敷き裏に取り付けられている感圧スイッチが反応し、バイオメタルに電気が流れる。そうすることでアッパー部分が閉じて足が完全に靴に固定される。靴を脱ぐ際には通常の靴を脱ぐ動作同様の方法で脱ぐことができる。脱ぐと感圧スイッチの反応が止まりバイオメタルに流れていた電気が止まる。そうすることで元のスリッパ状に戻る。また、ソールはつま先が上に反った形状にし、足をあげる高さが低くても地面とこすれにくくした。生地にはナイロンとメッシュを使い、防水性が高く、丈夫で軽い靴になるようにした。色彩も男女ともにベーシックカラーとして親しまれている黒を基調とし、トーンの低い色を使用する(図1)。



(左：収縮時 右：スリッパ状時)

図1 最終モデル

## 5. 今後の展開

対象である高齢者に実際に履いてもらい、履きやすさやスイッチ部分に足が確実に触れるかの検証を行った。「履きやすく手を使う必要がない」、「スムーズに履くことができる」など意見をいただき、履きやすさに関しては問題を解決できた。しかし、スイッチ部分に関して「足に違和感を感じる」、「歩くのがつかれそう。」との意見があった。これらの結果から高齢者が補助なしで楽に履くことという目標は達成できたが、スイッチ部分に関しては更に検討して必要がある。

## 文献

[1] トキコーポレーション：Bio Metal

<http://www.toki.co.jp/biometal/index.php>(参照-2018-6-22)

[2] 地域高齢者における足部に関する問題と転倒経験・転倒不安との関連(平成 22 年)

X[https://www.jstage.jst.go/article/jph/57/8/57\\_612/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go/article/jph/57/8/57_612/_pdf/-char/ja)(参照-2018-12-17)

[3] 高齢者における転倒予防介入プログラムの有効性に関する文献的考察 (平成 14 年)

file:///C:/Users/s14201/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/RQYKE8OP/49\_287.pdf(参照-2018-12-20)

# 新しい図書館のための個人スペース

Personal Space for the Library of Tomorrow

14203 新井 彩実  
指導教員 比留間 真

## 1. 研究目的

近年、図書館は従来のサービスに加え、社会の変化に応じて、より地域に役立つ施設としての改革が求められている。本研究では、新しい図書館にふさわしい、公共の場におけるプライベート空間のあり方について考察する。

## 2. 調査分析

働き方改革や IT 技術の発展により、社内のフリーアドレスオフィス化、テレワーカーやノマドワーカーの出現など、各々が好きな場所で仕事ができるよう変化してきている。それに伴い文部科学省は図書館の改革を行っている。千代田区のある新しい図書館では「千代田ゲートウェイ」「ビジネスを発想するセカンドオフィス」「区民の書斎」「クリエイトする書庫」「ファミリーフィールド」の 5 つのコンセプトを掲げ新たな取り組みに着手している。新しい図書館は従来の図書館に対し、本の貸出だけでなく、建物内に様々な施設やサービスが融合されカジュアルな雰囲気となり、館内で過ごすことをメインとした滞在型になることを期待されている。その結果、勉強や情報収集など多様なニーズを持った利用者が多く必然的に滞在時間も長くなっている。しかし、設置されている座席の種類は従来と変わらず、長時間滞在時の快適性が十分とは言えない。社会のニーズと図書館の変化を分析し、以下の問題点を抽出した。

- ・プライバシーが確保される席が少ない
- ・利用目的に合わせて場所の移動が必要
- ・現状では堅苦しい雰囲気まで心が落ち着かない

## 3. コンセプト立案

「図書館の滞在型個人スペース」

- 1)公共の場に個人スペースを作る
- 2)姿勢の多様性
- 3)周囲への配慮

## 4. アイデア展開

- 1)公共空間でのプライバシーの確保

高い背もたれが仕切りの役割をし、視界を遮ることで、プライバシーが確保される。公共の場に個人の居場所となるパーソナルな空間を作り出す 1 人掛けの椅子を設計した。(図 1)

- 2)長時間滞在ができる

作業時の緊張した姿勢から、リラックスの姿勢まで目的に応じて自由に姿勢を変えることができる。(図 2)多様な姿勢が取れることで疲れにくく、長時間の滞在ができるようになる。

- 3)公共施設内での個人スペースの在り方

個人の空間を保ちつつパブリック性を持たせることを配慮し、周囲からは覗き込むことなく利用者を確認できるように背もたれの高さに変化を持たせ、窓となる隙間を設計した。(図 3)旧来の固い雰囲気から離れるためにフォーマルな佇まいの中にもカジュアルさを表現した。

## 5. 完成図



図 1. 高い背もたれがパーソナル空間を作り出す

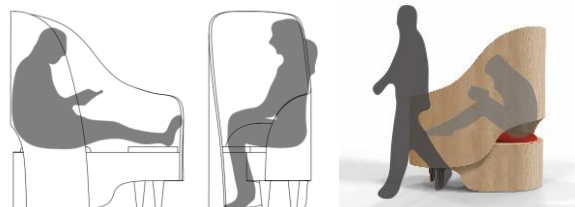


図 2. 多様な座り方

図 3. 周囲との関係性

## 6. 結論および今後の展開

検証結果として「座面の高さ、大きさ」「新しい図書館の雰囲気に合っている」「使ってみてほしい」の項目が高く評価されたが「脚を伸ばして座ったときの座面の長さ」「リラックスできそう」の項目の評価が低かった。資料と実験をもとにサイズを決めたが、体格によっては脚を伸ばしながら寄りかかることができなかった。脚を伸ばさずにリラックスした姿勢で寄りかかることも可能だが、検証で貰った意見を参考にし、寸法の最適値を探る余地があると考えた。

## 参考文献

- [1] 文部科学省, “これからの図書館サービスの在り方検討協力者会議”, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shougai/tosho/giron/05080301.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shougai/tosho/giron/05080301.htm) (参照 2018. 12. 27)
- [2] 佐藤智子, “地域に根差した新しい公共図書館づくり” (2016)

# 視覚へ伝える音楽の表現

## Visualizing Sounds

14204 岩崎 桃子  
指導教員 西野 隆司

### 1. 研究目的

音楽を耳で聴く以外で人間の感性に訴える方法として、音楽の可視化を模索し、ビジュアルでの表現を行う。閲覧者に音楽を認識させるというわけではなく、音楽の動きや表情を目で受け取り、音楽に対する興味につなげるきっかけづくりを狙いとする。

### 2. 調査分析

はじめに、音楽における音色は一定の特徴付けが非常に難しいため、本研究では「音階」と「音長」のみに注目する。

情報を抽象化し図形やシンボルを用いて簡易的なビジュアルに表現する方法は、日常的に万人が共有して読み取れるものであること、加えて直感的情報受容が行いやすいということが分かった。これより、音楽を表現する際にすでに用いられている楽曲の五線譜における音楽記号（ここでは音符・休符を指す）を、より多くの人に簡易的に伝達できる形で表現することが望ましい。このとき、前述にもあるが着目点は音階と音長のみなので、アーティキュレーション（強弱記号やその表現）などの表記に関しては、本研究では表現を行わないものとする。音階や五線譜を用いる際のモチーフについては、汎用性が高く大衆の身近にあり親しまれているピアノとする。

奥(2014)によれば、音に色を感じるという(共感覚)色聴保持者のもつオクターブ(ドから始まる12音)に関する色データを複数人分平均した結果、音階は虹のスペクトルと大方対応することが明らかとなり、またこの結果は一般群にも同様の感覚を有する可能性が高いことも確認された[文献2]。

### 3. アイディア展開

可視化する音楽の対象は、あらかじめ独自に行ったアンケートにて上位にあった知名度のある楽曲をピックアップし、主旋律部分を切り抜いて五線譜に書き起こす。

まず音符・休符固有の長さを丸をモチーフとした図形によってそれぞれ表現する。また音階に関しては、調査内容をもとに1オクターブを赤から始まるスペクトルに対応した純色12色で配色を行うことによって音階の順番のイメージづけを行う。そして組み合わせによってできた一音分のパターンを、五線譜に記されてる音符・休符に準じて変換を行い、最終的には一楽曲を一つのまとまりのあるパターンとして見る

ことができるものにする。楽曲によってパターンに違いが見えるので、音楽の見方を広げる。



(『ルパン三世のテーマ』のフレーズパターン)

### 4. 最終提案

基本となる楽曲の五線譜と、その楽曲をパターン化したものを照らし合わせて見ることで、ビジュアルブックとして展開する。パターンの展開を行う前に、閲覧者がパターンそのものの理解をより深められるように、パターン法則を伝えるための頁を設ける。

実際にビジュアルを提示し検証を行ったところ五線譜をみても音楽の印象がピンとこないものでも、このパターンなら瞬時に動きがわかり、興味を惹くための効果的な方法となるという声が多かった。色彩が顕著に変化するパターンは音階の動きが大きいものであったり、図形の大きさが変化するものは音の長さが様々混在するものであるということがわかる。また、色や図形という子どもでも認識できる形によって表現を行うことは、パターンの受容対象者を増やすことにもつながる。

### 5. 今後の発展

音楽に対する元々のイメージなどに個人差があるため、この法則で作られるパターンへの理解が広く得られることは難しいだろう。また、実際に色聴保持者や聴覚が不自由な人がこのパターンを見た際に、どのようなイメージが生まれるのか探り、理解を深めることをさらなる課題としたい。パターンとしては、ひとつひとつがまとまりのあるものであるため、たとえばマスキングテープや布地のパターン印刷への応用ができるのではないかと考える。

### 文献

- [1] 酒井 英樹, “色と音の共感覚”, 大阪市立大学大学院文学研究科 COE 国際シンポジウム「都市のフィクションと現実」, 2004
- [2] 奥 美佐子, “色と音をどのように表現するか”, 神戸松蔭女子学院大学研究紀要.人間科学部篇, 2014
- [3] 吉野 巖, “音楽を聴いて何を認知するのか:音楽鑑賞時の自由記述の分類を通して”, 日本音楽知覚認知学会平成16年度春期研究発表会資料, 2004
- [4] Kosuke Itoh, Honami Sakata, Ingrid L. Kwee, etc. “Musical pitch classes have rainbow hues in pitch class-color synesthesia”, Scientific Reports, 2017
- [5] 西野 和典, “ビジュアル表現の技法”, 学習情報研究, 187, 2005

# 東ティモールに適切なゴミ処理の理解を広める取り組み

Promoting Proper Garbage Disposal in East Timor

14206 内田 大我  
指導教員 谷上 欣也

## 1. 研究目的

東ティモールを訪問した際、路上や野山に投棄された多種多様なゴミが豊かな自然と対照的で印象に残った。そこで東ティモールの観光資源である自然環境や住環境を美しく保つために、この国が抱えるゴミ問題を改善に導く取り組みを行いたいと考えた。

## 2. 調査内容

現状東ティモールはゴミの最終処分が空地への集積と野焼きのみになっている。街中に設置されたゴミステーションの多くは、道の一角にコンクリートでスペースを区切り、ゴミ捨て場であることの表記や分別表示は施されていない簡素なものが多い。また、集められたゴミの量に対して、適正な処理のために必要とされる規模の清掃工場などは整備されていない。最終処分場に集められるゴミは、紙や生ごみなどの可燃ごみ、ビニールやペットボトルなどのプラゴミ、瓶や缶、段ボールなどである。これらに分別の法令などはなく、混在した状態で捨てられている。さらに、現地の人々の多くはゴミの分別に対する意識が極端に低い。これは外来の輸入製品であるプラスチック製品やゴム製品に対する知識と理解が浅いことが原因と考えられる。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

捨てているゴミがどんな特性を持った素材でできているか、捨てられた後どうなるのか、自然にどんな影響を及ぼすのか、これらを知ることが大切である。人々が生活の中で発生するゴミをより身近なものとして捉え、分別やリサイクルの有用性を理解することがゴミ問題を解決する第一歩だと考え、コンセプトを「意識の刷新」とする。最終的には東ティモールの社会全体にゴミの分別や再利用などの意識を浸透させることが必要であると考え。そのため、東ティモールが人口平均年齢の若い国であることに着目し、既存のゴミ問題対策を唱えた論文やポスターなどの媒体と差別化を図り、若年層の関心を集めることがこの提案が持つ意図を広範囲へ浸透させることにつながると予想できる。また、人口の99.1%がキリスト教の信徒であることから、人が集まりやすく街中と違い周辺を綺麗に保とうという意識が働いている教会が、ゴミの扱いに関する話や分別、リサイクルの概念を広める場に適していると考え。

## 4. 最終提案

ここまでの調査から、ゴミに関する基礎的な知識不足が諸々の原因と考えられるため、ゴミの基礎知識を学ぶ小冊子を作製した(図1)。小冊子に用いる言語は英語とし、文字の読めない子供や英語の読めない人にも視覚的に情報が伝わるようにイラストを併用して構成した。日常の中で意識せず扱っている物の成り立ち、処理する際の指標になる各素材の特性やリサイクルの可否、現状での分別法を分類したリストなどが記載されている。また、現地での展開や複製が簡便になるよう白黒印刷を前提とした無彩色で作成し、手に取り易さがこの提案の伝播を助けると考えられるためA5サイズの規格とした。さらに、小冊子に用いられた分別表示と連動した、身近にある段ボールや斗缶などの箱状の物に取り付けて使うタグを作成した。タグのついた箱がゴミ箱としての機能を持つことによって実践的に分別を行え、小冊子の内容をより深く理解することにつながると考えた。



(左:表紙 中/右:内容ページ例)

図1 ゴミの基礎知識を学ぶ小冊子

## 5. 結論

在日東ティモール人の方に実際に見て頂いて意見を伺った。英語の表記や内容においては「平易な表現とイラストで、内容が理解できる」と評価をいただき、ゴミに対する意識の変化に関しては「自分の国がどういう状況なのか改めて考えるきっかけになった」との感想をいただいた。コンセプトに対しての成果としては概ね研究の目的を達成できたと考える。大衆の意識変化については測定できていないため、今後も継続して取り組む必要があると考える。

## 文献

- [1] JICA 独立行政法人 国際協力機構 TIMOR JORNAL(2016-2018)<https://www.jica.go.jp/kansai/enterprise/volunteer/genchi/eti01.html>(参照-2018-5-21)
- [2] 田中勝,大野正人,“ごみ収集-理論と実践”,丸善株式会社(2011)

# 印刷メディアにおけるイラストの手法

-水墨画の表現を活用した印刷メディアへの展開-

Development on Print Media Utilizing the Representation of Ink Paintings

14207 大掛 千佳世

指導教員 氏家 和彦

## 1. はじめに

日本の伝統文化は優れているが、忘れられる傾向にある。しかし、伝統文化への関心度を調査したところ、半数近くが関心を持っている。つまり、潜在的に興味を示す対象物であることが分かる。そこで、日本の伝統文化とその技術を活用することで、伝統文化離れに歯止めをかける。また、現代の広告表現に、日本の伝統文化と技術を活用する事で、伝統的な良いものを再認識する機会を増やしていきたい。

## 2. 研究のアプローチ

はじめに、日本の絵画の歴史を調査し、表現の幅が広い日本画に焦点を絞った。次に事例調査として、日本画を含む伝統芸能への関心度を調査し、関心の低かった20代から30代のOLをターゲットに選定した。関心が低い理由として私的な時間をとることが難しいと分かった為、最もよく見る広告である、交通広告として展開していく。次に、水墨画の技術研究として、基礎的な技法の表現を練習(図1)し、それらを元に墨色とデジタルの見え方を比較し、デジタルで墨色に近い色を出す研究を行った。



図1 水墨画の基礎的な技法の表現練習

## 3. アイディア展開

ターゲット層の嗜好を調査した結果、化粧品について強く関心を持つことが分かった為、化粧品の広告物として展開した。幅広いターゲット層の中でも、どちらの年代も共に CHANEL の化粧品の使用率が高い事が分かった為、CHANEL の口紅を取り上げ広告を制作した。また、既存の水墨画の技法を活用した広告を調査し、ブランドイメージに合うアイデアを展開した。(図2)

次に、色みの研究の結果手書きの墨の色を元に比較すると CMYK のデータは黄みが強く、RGB のデータは青みが強く現れた。また、通常の印刷は表示可能な色調に限りがある為、色の境目に縞模様が見えた。しかし、それらの色みを調整し、ぼかしを加える事で墨色に近い色や滲みの再現が可能である事が分かった。



図2 メインビジュアルのアイデア展開

## 4. 最終提案

CHANEL のブランドコンセプトに合わせ、典型的な価値観にとらわれない自由さを表現する為、古典的な水墨画のような情景を細かく描写するのではなく、メインビジュアルで強く表現する事で、インパクトのある広告にした。また、ビジュアルを黒・白・赤の3色で構成する事で、商品の口紅の赤色を目立つようにした。展開は、駅貼りポスター・中吊り広告・ドアステッカーの3種類を制作した。



図3 最終提案物

## 5. まとめ

婦人服店で提案物のような交通広告が設置されていたら興味を持つか検証した。その結果、今までに見たことがないようなデザインで面白いなどの意見が得られた反面、ビジュアルの色合いがシンプルである為、目立ちにくいのではないかという意見がでた。その為、背景色の色を変更するなどの改善点が見つかった。しかし、全体の約7割が好感を持っていた為、広告へのイラスト手法として可能性があるといえる。

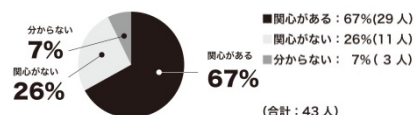


図4 提案物への関心度調査

## 文献

- [1] 時代ごとの水墨画:水墨画の歴史  
<http://www.bokusaian.com/history/>
- [2] 内閣府大臣官房政府広報室調べ:世論調査  
<https://survey.gov-online.go.jp/index.html>
- [3] 通勤手段の割合:通勤に関するアンケート調査  
[https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply\\_chain/gvc/business/files/D18-2.pdf](https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/business/files/D18-2.pdf)
- [4] 色のデジタル表現  
<http://www.edu.i.hosei.ac.jp/~sigesada/kyouzai/color.html>
- [5] 年代別×コスメブランド  
<http://design-dtp.net/nendai-cosme/>



# 個人向けの体感温度を調節する製品

A Tool To Balance One's Feeling Temperature

14208 大久保 葵  
指導教員 坂元 愛史

## 1. はじめに

2017年5月11日、各省庁副大臣会議において、クールビズのエアコン設定温度28度に対し“暑すぎる”という異論が挙げられたことが記事に載った[1]。当時の法務副大臣は設定温度について「何となく」と述べた。しかし環境省の担当者によると28度という温度設定には根拠があるようだった。

クールビズは暑さを耐えることが目的ではないはずである。クールビズの目的を調査し、問題を解決するモノを提案する。

## 2. 調査・分析

### ● クールビズとは

クールビズは“COOL CHOICE”という取り組みの一つであり、その目的はCOP21などの地球温暖化対策、温室効果ガス削減政策である[2]。

### ● エアコンの使用を抑える理由

- ①CO<sub>2</sub>は増加傾向にあり、原因の一つに企業・法人部門の空調使用の増加がある[3]。
- ②1973年に比べ、2015年度の部門別エネルギー消費量は産業部門で0.8倍、運輸部門で1.7倍、家庭部門で1.9倍。実質GDPが2倍以上になったことを鑑みると、増加は控えめといえる。しかし、業務他部門(≒オフィス等)は2.1倍と率が最も高くなっている[4]。(図1)

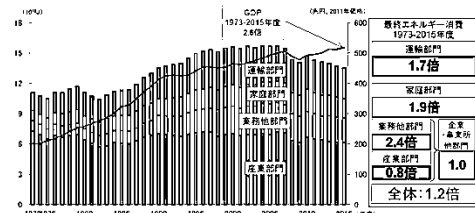


図1 最終エネルギー消費と実質GDPの推移

③一日の電気の使われ方を見ると、最も消費量が多いのは真夏の暑さのピークに当たる午後二時ごろである。一年の電気の使われ方を見ると、最も消費量が多いのは真夏の7~8月ごろとなる[5]。

①~③より、真夏の昼に電力を多く消費するもの、つまりエアコンの設定温度を高く設定すればよい。

### ● オフィスにおける室温の法律

地球温暖化対策のためにはエアコン等の使用を抑えるより、使わないほうがよい。しかし、労働安全衛生法により室温が17度以上28度以下になるように努めなければならない[6]。28度よりも高い室温に設定すると、事業者が法律違反をさせてしまうことになる。

## 3. 制作物

コンセプト：オフィス向け体感温度調節アイテム

人によって温度の感じ方が異なる[7]点に注目し、オフィス全体ではなく個人の裁量で体感

温度を調節できるものを提案する。電力コストを減らすには、電力を使うとしても、ピークさえ避ければCO<sub>2</sub>排出量は抑えられると考える。また、オフィスでは不定期に席を立つことが想定されるため、身体とクッションは固定しないものにする。



図2 提案物とその使用イメージ

## 4. 実証実験

実際のターゲットとなるオフィス従業員とそのオフィスの来訪者に3日間使用してもらった。冬の実験のため、ポケット部にはカイロを入れた。結果、「適所が暖められるので、いつもより快適」という意見や、「オフィスでもあまり違和感のない形状」という評価を得た。

## 5. まとめ

実証実験より、「使い心地が良い」という意見を年齢性別に関わらず頂けた。また「夏に保冷剤を入れても使ってみよう」という意見も得られたことから、「個人の裁量での体感温度を調節できるものを作る」とはある程度達成されたと考える。しかし、体の大きい男性からは少々安定しにくいとの意見もあり、より体型・体格に沿った展開も可能だろう。

## 文 献

- [1] 毎日新聞、「クールビズ 室温、冷房28度設定は暑すぎる 異論相次ぐ」, デジタル毎日(2017, 05, 11)
- [2] 首相官邸, “平成27年6月2日 地球温暖化対策推進本部 | 平成27年 | 総理の一日 | 総理大臣 | 首相官邸ホームページ”, (2015, 06, 02)
- [3] 環境省, “我が国の現状と低炭素社会に向けた取組”, 平成26年度版 図で見る環境・循環型社会・生物多様性白書(2014)
- [4] 資源エネルギー庁, “最終エネルギー消費と実質GDPの推移”, 平成29年度エネルギーに関する年次報告(2018)
- [5] 電気事業連合会, “日本の電力消費の山と谷”, 日本の電力消費(最終閲覧日2019, 02, 06)
- [6] 労働安全衛生法「事務所衛生基準規則」第5条第3項
- [7] 産業保健新聞, “職場の温度設定は男女差も考慮したい”, 第22887号(2016, 05, 25)

# 熱中症対策の方法を遊びながら学べるカードゲーム

Learning How to Deal With Heatstroke : A Card Game Tool

14209 緒方 小夜子

指導教員 李 盛姫

## 1. 研究目的

本研究は年々凶悪化していく熱中症に対する対策方法を広く認知してもらう為、多くの児童が抵抗なく遊べるカードゲームを提案する。熱中症によって死亡、または後遺症を患う患者を減らす事を目的としている。熱中症患者が急激に増加する中学1年生になる前の小学校高学年をターゲットとし、有能感を提供し好奇心を刺激するカードゲームを用いて、子供が楽しんで学習出来るカードゲーム型教材を考える。

## 2. 調査内容

調査の趣旨として、提案物は熱中症の原因説明や進行を食い止める、及び理解を深める為の物ではなく、熱中症の症状に対する療法について焦点を当てて調査した。平成30年7月16日から22日の全国の熱中症による救急搬送状況の年齢区分によると、少年が16%、成人が36%、高齢者が46%、その他が2%と、高齢者が最も高い結果となっている。しかし人口推計と合わせると数に対して最も熱中症の被害を受けているのは少年層であった。また、日本スポーツ振興センターの「学校の管理下の災害(平成28年版)」では、小学校より、中学校で起きる熱中症の件数の方が圧倒的に多い。(特に中学1年次の熱中症発生件数が最も多い)原因は、中学校での慣れない環境に置かれる為である。熱中症に罹る前に対処法を覚えてもらう為に小学校高学年を対象とする。これまで小学校に対して行われた熱中症に対する認知の方法は、パンフレット、リーフレットなどが主だった。提案物は授業内で使用する事を想定している為、能動的に使用する物である方が良いと考える。また、デジタル媒体のゲームはPC等の機材が無いと使用できず、機器に対する慣れが必要な為アナログ媒体の方がより適していると考えられる。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

アナログ媒体のゲーム、例えばすごろく、トレーディングカード、テーブルトークRPGがあげられる。ゲーム型の教材を提案するにあたり、4つの条件を設けた。①熱中症対策や症状のテキストを載せる事が出来る②媒体を手元に置いてプレイが可能③多くのパーツや物品を必要としない④ルールが簡単 以上の条件を満たすカードゲーム型の教材に決定した。コンセプトは「手軽に出来て知らない内に学べるカードゲーム」である。プレーヤーテキストを用いて熱中

症の解説をし、プレイ中に繰り返し目にする事が出来、知らないうちに学べるようなギミックを挟む。

## 4. 最終提案物

カードゲームをプレイする為のカード本体は、プレイヤーカード(手当カード)15枚1セットを5セット分、システムの進行の為の熱中症カードを15枚、ルールサマリーを記載したプレイヤー用カードを5枚、カード類が損傷した際に代用するblankカードを6枚がある。また、これらを収納するため箱型のパッケージを提案する。カードの数字が大きい物ほど療法として効果が高いものや症状が重いものを配置する事で、危ない症状に対して効果の高い療法を学ぶ事が出来る。カードイラストは熱中症カードの色味を赤系統で、症状カードを青系統でまとめている。カードルールは「ハゲタカの餌食」と同型のルールとなっている。



図1 手当カード(左図)と症状カード(中央図)とパッケージイラスト(右図)

## 5. 結論

検証を通して、小学校高学年に対して熱中症対策方法を認知させるのに効果がある事が確認出来た。カードサイズやゲームのルール、文字サイズ、イラスト等は問題なく機能した。テキストは興味を引く事は出来たものの、カードの文章が長く全てを読むに至らない事も確認した。

## 文献

- [1] 環境省熱中症予防情報サイト(2018)7M14  
[http://www.wbgt.env.go.jp/doc\\_prevention.php](http://www.wbgt.env.go.jp/doc_prevention.php)
- [2] 独立行政法人 日本スポーツ振興センター(2018)7M14  
<https://www.jpnsport.go.jp/anzen/default.aspx?tabid=114>
- [3] 池田俊明, 杵崎のり子, 学習とやる気、ゲーム-抑えられたやる気を解放する学習へのアプローチ-Learning, Motivation, and Games: An approach to release the suppressed motivation for learning

# 乳児のためのテーブル

Table for Babies

14210 掛野 さくら  
指導教員 谷上 欣也

## 1. 研究目的

現在、保育園の乳児クラスでは誤食を防ぐためにアレルギーの子どもを離して食事を行っている。そこで園のテーブルを改善し、アレルギーのある子どもを含む全員が向かい合って食事ができるようになることを研究の目的とする。

## 2. 調査内容

### 2.1 離乳食に関して

離乳食は4か月ごろから始まる。離乳食を通して様々な食品の味や舌触りを楽しむ、家族と一緒に食卓を楽しむ、手づかみ食べをして自分で食べることを楽しむことが重要である。そのためには、食事の時間を共有すること、食べる力を育むための支援を大人が行うことが必要だと分かった。

### 2.2 実地調査

実際に保育園で乳児と生活して調査を行った。アレルギーの子どもはベビーチェアについているテーブルで先生と1対1で食事をし、その他の子どもは大きなテーブルを使うことがわかった。ベビーチェアと大きいテーブルはそれぞれ離して置いてあり、全員が向き合って食べることはない。また、テーブルは狭いスペースで使用するため、子どものお腹周りが狭くなってしまいテーブルを前に押してしまう姿がみられた。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプト：みんなで楽しい食事

### A 案 6人掛けの大きなテーブル

大きなテーブルに凹みを作りお腹を入れる部分をつける。吹き出した食べ物が目の前の子どもに飛ばないように斜めに向き合うような配置にした。アレルギーの子どもはテーブルの短辺に座らせ他の子どもと距離をとる。(図1)

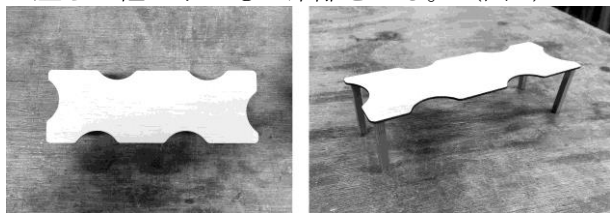


図1 A案の検証モデルの写真

### B 案 組み合わせられるテーブル

三角形を基本とし6台のテーブルを組み合わせると六角形になる。(図2)それぞれに凹みをつけ最大6人が向かい合って食事ができるようにする。アレルギーの子どもは他と高さを変えてアレルギー物質の付着を防ぐ。

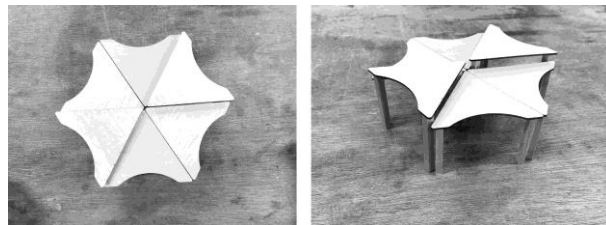


図2 B案の検証モデルの写真

## 4. 最終提案

検証を行い、その結果をもとに最終モデルを制作した。お腹の部分凹ませるために、分銅模様を用いて形を決定した。それにより複数のテーブルを組み合わせられ、子どもが正面で向き合わないような形にできた。高さは身長44%が適切であるため350mmに設定し、子供用の家具によく使われているパイン材を使用する。



図3 最終モデルの写真

## 5. 結論

保育園で検証を行ったところ、0歳児の食事だけでなく、1歳児のままごとにも使えそうだという意見が得られた。しかし、テーブルが軽く子どもでも動かせることから、落ち着いて食事をするために脚を連結できる工夫があれば良いと指摘されたので、改良を行う必要がある。

実際に制作したテーブルを使用することで全員が向き合って食事をし、楽しそうにお互いの顔を見合っていたのが印象的だった。子どもが手を伸ばしても他の子どもに当たらないことや、全員が正面で顔を向き合わせないことからアレルギーの子どもも一緒に食べることが可能だと考えられ、このことから研究目的は概ね達成できたといえる。

## 文献

- [1] 厚生労働省「授乳・離乳の支援ガイド」の策定について3 離乳編(平成29年)  
<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2007/03/s0314-17.html>(参照-2018-06-18)
- [2] 株式会社ハストネット  
<https://www.hust.jp/youchien/isp.html>(参照-2018-07-30)
- [3] 日暮眞 福岡秀興 飯田美代子  
“私の育児日記” 森永乳業株式会社(参照-2018-05-19)

# 近所付き合い活性化による地域コミュニティの形成

Forming Bonds within the Neighborhood: A Study Design

14211 河村 麻希  
指導教員 坂元 愛史

## 1. はじめに

近年顕著な近隣住民のコミュニケーション減少は人間関係の希薄さにつながる。しかし地域コミュニティが持っていた相互補助的な在り方には今後の未来をより良くする可能性を感じる。そこでコミュニティ再構築を目指す提案を行う。

## 2. 調査内容

### 2.1 現状

地域コミュニティは町村部、都市部ともに、減少傾向にある[1]。原因としては個人主義の蔓延、防犯意識の向上、時間的余裕の無さ、地域への親近感や愛着の減少等が挙げられる[2]。

### 2.2 地域コミュニティの利点

#### ■ 地域の防犯につながる

財産犯の多くの犯罪を諦めさせる原因として、近隣住民の目、挨拶等の要因がある[3]。

#### ■ 有事の際の助け合い

阪神・淡路大震災では、救助隊員の他、家族や近隣住民によって救助された人が多い[1]。

#### ■ 若者の社会的スキルの向上

社会に出た際の態度と自信は幼少期に親、教師以外の大人と話していたかが関係している。

#### ■ 親族以外のサポートが得られる

子どもがいる家庭では特に効果が得られる。

### 2.3 事例調査

現在、主として行われているコミュニティ再構築のための試みは次の2種に大別される。

- ① 観光客と地域住民のコミュニティ構築
- ② 趣味の共有によるコミュニティ構築

いずれも私が求める地域住民同士のコミュニティ再構築ではないことがわかったため、新たな切り口を探す必要があると考えた。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

地域コミュニティ再構築の試みを検討するにあたり、最初に「近所の定義」を明確にした。地域を大きい順に、市区町村、小中学校学区、自治会、商店街、集合住宅の5つに分け「すぐに顔を合わせられる距離」＝自治会以下を近所と定義した。また事例調査から、私が求める地域コミュニティのコンセプトを、1. 自然発生的、2. 強制力がなく緩やかなつながり、3. 敷居が低く風通しが良い、の3つとする。

## 4. 提案モデル

コミュニティ再構築へのきっかけを生む建築や町並みについて4つの概念をモデル作成した。

#### ■ 案1：壁と付随する窓の共有

互いの気配を生活の中で感じる

#### ■ 案2：大きい窓の共有

光の共有で共通の時間感覚を持つ

#### ■ 案3：部屋の共有

近隣住民の憩いの場を持つ

#### ■ 案4：街路と庭先の境界をなくす

外と内のコミュニケーション誘発

## 5. 検証

案の効果を検証するために建築設計分野の大学教授、住宅会社の設計従事者、対象の地域住民数名に意見を伺った。その結果、コミュニティ再構築については可能性を感じるとの見解を得た。その一方で具体性の欠如について指摘を受けた。そこで自分が居住する地域をモデルにした想定モデルを追加で作成した。(図1)

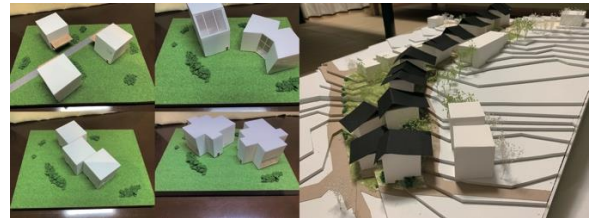


図1 提案モデルと地域をモデルとした模型

## 6. 今後の展開

検証の過程で更地から造る「共有庭を使ってコミュニティ構築を図る住宅街」があることがわかった。このことから本提案も住宅側に踏み込んだ設計を併せて行うことで、より効果と実効性を見込めると考える。今後はこの提案が地域の活性化、人間関係の再構築につながるきっかけとなることを願っている。

## 文 献

- [1] 国土交通省, "平成17年度国土交通白書"  
<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h17/hakusho/h18/html/H1022100.html>, (2018.5.6 アクセス)
- [2] 文部科学省, "地域の教育力に関する実態調査"  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo2/03/siryou/06021701/001\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo2/03/siryou/06021701/001_2.pdf), (2018.5.6 アクセス)
- [3] (社)日本都市計画学会都市計画報告集, "犯罪者の視点から見た防犯環境設計の有効性の検討 No.8",  
[http://www.cpij.or.jp/com/ac/reports/8-2\\_76.pdf](http://www.cpij.or.jp/com/ac/reports/8-2_76.pdf) (2009)

# 中学生向けの化学学習のための教材

Materials for Middle School Chemistry

14212 木村 留華

指導教員 氏家 和彦

## 1. 研究目的

本研究は、化学の勉強に対して苦手意識を抱えている中学生を対象とする。中でも周期表を取り上げ、初めて周期表を見た時に持ってしまう苦手意識をなくし、化学に対して親しみを覚えてもらうことを目的とする。

## 2. 調査内容

既存の周期表はポスターのもの他に、そのポスターを丸めたような立体型のものもあった。

[1][2]



図1 元素周期表

上記のものはいかにも勉強に使うものという印象が強く、慣れている人には扱いやすいが、そうでない人には理解しにくく、苦手意識を生みやすいと考えられる。

そのため、教材らしさを取り払った既存品もあった。それは元素をキャラクター化したもので、カードゲームやアニメーション作品等があった。カードゲームは既存のカードシステムを基に作られており、分子を作ったり、結合させたりして進めていくものが多かった。例として、ケミストリークエストというカードゲームがヒットした事例がある。[3]アニメーション作品も過去に話題になったものがあり、作中で消失してしまった元素を回収していくものだった。

以上のことにより、キャラクター化されたものは親しみを覚えやすく、苦手意識を生むことなく学んでいくことができると考えた。しかし、既存のものは共通して元素が1番から全て記されており、中学学習範囲のみが当てはまるものはなかった。

## 3. コンセプト及びアイデア展開

調査内容から「親しみやすい元素学習のための導入教材」をコンセプトに、元素をキャラクター化して使用して、最初に周期表に触れるタイミングで苦手意識が生まれるのを軽減させることを目的とした。

キャラクター化にあたり、菌をキャラクター化し話題になった漫画もやしもんを参考とした。

[4]参考にした理由として、ただ可愛いだけでなく、それぞれの菌の特徴をしっかりと表現しているため、元素の参考になると考えた。

## 4. 最終提案

ここまでの結果から、キャラクター化した元素を使用したカードゲームを作成した。扱った元素は中学校の教科書に沿った元素の中でも、更に第3周期の身近な元素のみに限定した。内容は元素を集め、分子や化合物を作り得点を集めるというもので、点数の合計によって勝敗を決める。



図2 制作したカードの一部

キャラクターは丸を基本に電子配置を取り入れ、気体と固体、族で特徴を統一して作成した。

カードゲームのテストプレイ及びアンケートを中学3年生に実施した結果、ゲームをプレイしたことにより元素の印象が良くなった、理解度が深まった、興味を持ったという意見が得られた。また、このカードゲームを使用することで今後元素についての理解度はより深められそうだと思いますかという問いに対して、思う・ややそう思うという意見が占めていた。このことから、導入教材としても、学習後の継続的な学習教材としても効果があると考えられる。

## 5. 結論

アンケート結果より、本研究は学習教材としての役割を果たすことが十分にできると期待できる。今回は中学生向けとしての研究で、その目標は達成できたと考えている。この結果を生かし、今後高校生向けのものも作成したい。

## 文献

- [1] 塚田捷、大矢禎一、鈴木盛久、他 “化学と変化と原子・分子”, 未来に広がるサイエンス 2 (2017) P.124-181
- [2] 前野悦輝 “元素の立体周期表 ELEMENtouch エレメンタタッチ”, <http://www.ss.scphys.kyoto-u.ac.jp/elementtouch/index.html> (June 2018)
- [3] ケミストリー・クエスト株式会社 <http://chemistryquest.com> (June 2018)
- [4] 石川雅之 “もやしもん” (2005)

# 多摩織の復興に向けたビジュアル・アイデンティティ

## A New Visual Identity for Tamaori Fabric

学籍番号 14213 小嶋音色  
指導教員 李 盛姫

### 1. 研究目的

伝統工芸品として守り続けられてきた織物である『多摩織』の知名度が昭和45年を最盛期に落ち込んでいる。本研究では、多摩織としてのブランドを見直し、更に身近なものとなるように利用範囲を広げ、新たな市場の開拓を目的としたVI（ビジュアルアイデンティティ）（以下、VIと称する）を開発する。

### 2. 調査内容

多摩織とは、東京都八王子地域の伝統工芸品であり、数百年前から守られてきた織物である。用途によって、5つの織技術を巧みに使い分けることを主な特徴としている。また、経済産業大臣が指定した伝統的工芸品でもある。しかし、多摩織の現状は、大衆からの知名度はまだ低く、問題として、以下のことが挙げられる。

- (1) 若年層が工芸品に興味を持っていないこと
- (2) 知る機会が少ないこと
- (3) 服飾業界が工場生産に移り変わり、織や染めの需要が少なくなったこと
- (4) ほとんどの作業が手作業であるため工芸品の単価が高価になってしまうこと

伝統文化で愛着を感じるかという内閣大臣官房政府の世論調査によると、工芸品を支持するという意見がわずか10%にも至らない結果となった。

### 3. コンセプト及びアイデア展開

多摩織のVI開発として、ロゴ・マーク、名刺、リーフレット、時計を提案する。ブランド構築を図る上でターゲットを20～40代の女性とした。「身につけてもらう工芸品」をブランドコンセプトし、多摩織を身近に感じてもらう。また、宣伝効果も期待できる。ターゲット層が身につけている所持品として、約70%が時計であることが調査で分かった。（図1）



図1 (株)バルクによる腕時計に関する調査(2016年)

### 4. 最終提案

ロゴ・マークは、多摩織の特徴である5つの織技術を5本の線で表現し、日本の工芸品であることを国旗の赤で配色している。更に、八王子地域の伝統工芸品であることを表すため、八王子市の地形の一部を抽象化した。



図2 ロゴ・マークの採用案及び検討案

ビジネスカードは、視覚や触覚の感覚が印象を左右するものである。その感覚に手の動作を加え、得られる印象を更に大きくする。仕掛けた動作は、情報をあえて隠し、両端を掴み横に引っ張ると情報が見える仕組みである。



図3 名刺の仕掛け

時計は、ベルト部分に工夫がある。蒸れにくくするため、比較的通気性の良いとされる多摩織の一つである風通織を採用する。ベルト部分は付け替えが自由で、ファッションコーディネイトとして楽しめる仕様になっている。品のある商品イメージに持たせるため、ベルト部分を細く設計した。



図4 多摩織の腕時計とリーフレット

### 5. 結論

検証を踏まえて、ベルト部分の付け替えは好評でした。しかし、従来の腕時計と比較するとベルトの強度面が心配という意見があった。本来の素材の良さを生かしながら、楽しく身につけてもらう工芸品として、ベルトの強度面での工夫の必要性を感じた。

### 文献

- [1] 澤井栄一郎, 多摩織 繊維と工業 Vol.61
- [2] 内閣府大臣官房政府広報室世論調査 (伝統文化で愛着を感じるか)
- [3] 「伝統的工芸品産業の振興に関する法律」に基づいて経済産業大臣により指定されている日本の伝統工芸品(225品※1)
- [4] 株式会社バルク マーケティングリサーチ事業

# 環境へ与える傘の廃棄問題

## On the Environmental Impact of Umbrellas

14215 齋藤 徹太  
指導教員 西野 隆司

### 1. 研究目的

近年、日本ではビニール傘の消費量が増加している。ビニール傘に代わる簡潔に廃棄処理を行える雨具の制作により、環境へ与える影響を軽減することを目的とする。

### 2. 調査内容

傘の国内年間消費量は推計で1億2~3千万本程度とされている。そのうち、ビニール傘の消費量は6~8千万本程度を占めている。

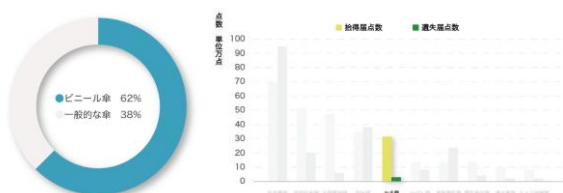


図1 消費されている傘の割合 図2 遺失物取扱状況

図2の警視庁の調査より拾得届が多いのに比べ、遺失届の数が少ないとわかった。ビニール傘の増加から、傘の置き忘れや紛失しても新しいものを買えば問題ないという意識に変化したと推測できる。現在ビニール傘はとても手頃に手に入る。その反面、焼却処理の際にダイオキシンが発生するため、焼却できないゴミとして埋め立て処理を行う自治体がほとんどである。

### 3. アイデア展開

クラフト紙を用いたバッグや財布等を出品している「Urban Kraft」を参考に、生地には紙の米袋を使用する方向性で展開する。使わなくなった米の紙袋を素材として活用することで、紙の再利用につながりビニール傘以外の環境問題に対するアプローチにもなると考えた。

紙にシワをつけることで柔らかくなる特性を使い、雨具を制作する。雨具一着を米袋一袋から作り、量産が可能になるように制作する。また本研究では使い捨ててしまうビニール傘の代替品を制作するため、使用済みの米袋を再利用することで原価が安く抑えられ、ビニール傘よりも環境へ与える影響が軽減される。

加工は天然塗料・染料である「柿渋」を使用する。柿渋は柿の実から絞って取った液体で防水効果の他に、防腐効果、防虫効果、消臭効果と多くの効果がある。柿渋は和傘にも使われていたため、雨具にも効果が期待できると考えた。また天然素材なので安全性が高く、安心して使用できることから紙の加工には柿渋を使用する。

### 4. 最終提案

紙の米袋一袋から一着の雨具を制作した。米袋を再利用として活用するのでコストを抑えた制作が可能となった。紙は丸めて細かいシワをつけ、アイロンをかけることで布のように柔らかくなる。そうした特徴を生かし、人が着ても体に沿う雨具になるように工夫した。「柿渋」を使用し、防水、防腐、防虫加工を施した。柿渋は臭いが強く、着用した時に不快な思いをする可能性が高いため、今回使用する柿渋は無臭タイプを使用した。



図3 紙の米袋から制作した雨具

### 5. 今後の発展

今回は3回程度の使用を目的とした雨具を制作した。今後は今より原価が高くないかつ、長く使うことのできる雨具にできるように検討していきたい。制作工程の見直しをし、より耐久性の高いものを制作する。

### 文献

- [1]警視庁,“遺失物取扱状況”,警視庁,  
[http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/about\\_mpd/jokyo\\_tokei/kakushu/kaikei.html](http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/about_mpd/jokyo_tokei/kakushu/kaikei.html), (参照 2018-07-16)
- [2]JUPA,“洋傘について”,日本洋傘振興協議会  
<http://www.jupa.gr.jp>, (参照 2018-07-18)
- [3]天野・大坂・関・山本,“トーダイ傘への道”,B班,  
<http://www.env.t.u-tokyo.ac.jp/j/komaba/training/suscampus/Bgroup.pdf>, (参照 2018-10-22)
- [4]環境省,“関係省庁共通パンフレット”,環境省,  
<https://www.env.go.jp/chemi/dioxin/pamph/2005.pdf>, (参照 2018-10-22)
- [5]Urban Kraft,“URBAN KRAFTS INTERIORS”,Urban Kraft, <http://urbankraftsinteriors.com>, (参照 2018-10-24)
- [6](株)トミヤマ,“柿渋について”,(株)トミヤマ,  
<https://www.kakishibu.com/kakishibu>, (参照 2019-01-28)

# 日本の間仕切り「のれん」を見直す

The Japanese “NOREN” from Another Perspective

14216 佐藤 開斗  
指導教員 氏家 和彦

## 1. はじめに

暖簾（のれん）は日本で生まれて使用されてきた、機能とファッション性を備えたユニークな間仕切り。しかし洋風建築が主流になった現在、ドアで空間を完全に遮断する事が求められ、一般家屋に使用される事はほとんど無くなってしまった。当研究では「のれん」の長所を活かし、現代の暮らしの状況に合わせたのれんのリメイクを行い、その使用を提案する。

## 2. 調査

### 2-1 暖簾の発展と変化

暖簾は平安時代末期に日差し・風・塵・人目避けを目的にかけられていた。鎌倉時代に入って、商標などが加えられメッセージ性が加わった。何かを避けるための間仕切りから店の特徴を知らせる告知物へと変わっていった。江戸期には庶民の識字力が上がり暖簾に文字が増え、広告としての力を強めた。このように、生活の中で告知物として発達して使われている。

### 2-2 現代を取り巻く暮らしの変化

現代の日本では個室化社会が進んでいると言われており、主に3つの要因がある。

- ・洋風建築が参入し、食寝が分離された。
- ・1979年ウォークマン登場。

これにより芸術鑑賞が共有型から独占型に。

- ・90年代に娯楽サービスが個室化した。

このため、プライバシー化現象※が増加した。

※本来プライベート化して自室に持ちよらなくてもいい行動まで過度に持ち込んでしまうようになる現象。

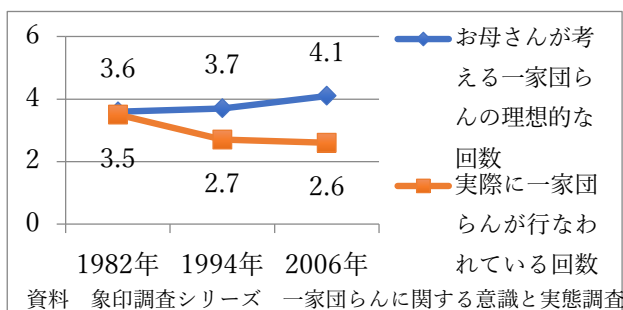


図1 一家団らに関する意識調査

お母さんが考える理想の一家団らの日数と、現実の一家団らの平均は時を経るごとに差が広がっていくことがわかる。

## 3. テーマとコンセプト

いくつかの事例より、最近の暮らしが個室主義になっているのに対し、一家団らんを望む母親の声が増えている。そのような家族に対して、「のれんというゆるい仕切りで家族を知る」

## 4. 制作物

対象は親子二世帯で暮らす家族。互いが自室で何をしているかが取り付け以前よりもわかることが目標。ドアの開閉で完全に塞ぐのではなく暖簾の代用で物音・気配がわかるようにし、完全に閉じた空間を作らない。足元30cmのみ開ける長丈ののれんでプライベート空間をつくることに関してドアにあまり劣らない。

## 5. 検証

複数の家庭で使用してもらい、4つの質問をもとにヒアリング調査をした。「自室で何をしているかどうかが取り付け以前よりもわかるか」について肯定的な回答が得られた。長めの丈もちょうどいいという声が多かった。大きな発見として、自室から外の会話も聞こえるので「楽しそうな会話に入りたいと思う機会が増えた。」ということがわかった。冬場、のれんを付けていられないほど肌寒いということはなかったが生地を通り抜ける寒さが若干感じられるという意見もあったので二重構造にするなどを検討。

## 6. 最終提案

二重の構造に変更。輪をあしらった絵柄が本当に欲されているのかという疑問を普段から強く感じていたので、家紋や筆文字などの古い

イメージを与えるグラフィックを除いた。大きなジーンズが下がっているような絵柄にした。



## 参考文献

- [1] 山本染匠 暖簾について  
<http://www.y-noren.com/noren.html>
- [2] 荻原 知子・中井 祐, “現代における都市の個室化現象の意味に関する試論 —仕切られたい私たちの居場所論—”, 景観・デザイン研究講演集 No.5(2009)[2]
- [3] 竹下 輝和, “個室成立以降の家族コミュニティーに関する実証的研究 —その1, 子ども部屋のプライバシー化現象についての住文化論的考察—”, 財団法人新住宅普及会住宅建築研究所報 1986 (1986)
- [4] 象印, 知る・楽しむ 象印調査シリーズ, 一家団らに関する意識と実態調査



# おいしいの視覚化

Seeing Delicious

14217 佐藤 伶  
指導教員 西野 隆司

## 1. はじめに

昔も今も増え続ける子供の好き嫌いや、食わず嫌いに着目した。現在減らすための対策が給食などで行われる中、少しずつ偏食は減ってはいるものの大きな改善はみられないという課題がある。

## 2. 研究目的

媒体で食事をビジュアル化することにより、食事を楽しく、さらにおいしい物を美味しく食べてもらう。また、料理の視覚影響の程度を計る。

## 3. 調査内容

●「美味しい」と感じるのは舌だけではない人は、口にする前に、目で見たり香りをかいだりすることで料理を認識し脳が刺激されて食欲が増大する。「日本人は目で料理を食べる」という言葉があるように日本人の食事の満足度には、視覚の情報が大きく影響している。

また、五感情報取得の割合では視覚がおおよそ87%。対して味覚が1%である。まさに「目で料理を食べている」といっても過言ではない。

五感の情報取得の割合

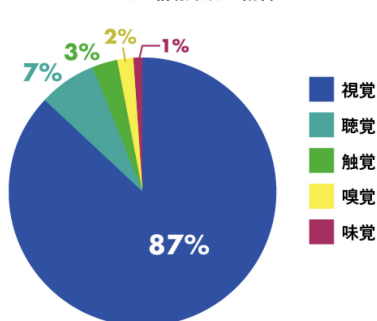


図1 互換の情報取得の割合[1]

食欲を刺激する食材の色は大切だが、料理にはそれを彩る食器も重要。また、色彩は食物の栄養成分にも含まれている。一般的に食欲を刺激する色彩とされているのは、赤や、オレンジなどの暖色系の色。逆に青系の寒色系の色は、食欲を減退させる効果があるとされている。しかし、寒色系の中にも紺色など、高級感を感じる色もある。料理は視覚から得る情報が、日本人は最も高く、その中でも色彩が最も有力であるということが分かった。

## 4. 最終提案

おいしいを視覚化するため、調査結果から得た情報を元に、色彩を考慮した食器や食材を選び、料理の見せ方を料理本として、本に起こす。

本に載せる料理の題材として、どこでも買えてすぐ食べられるコンビニやスーパーの食品に設定。器や盛り付け方を通して、コンビニ食品のパッケージングされた料理から、美味しそうな料理に見せる。最終的にレシピ本のような本に製本する。第一検証に向けて作った試作の反省から改善し、仕上げた。



図2 本制作

## 5. 検証

10代から50代を中心に検証を行った。実際に制作物を手に取ってもらい、その効果を実感したり、実行したいと思うか否かを問う。またその理由、改善点をそれぞれ記してもらう。

## 6. 今後の発展

結果から、効果を実感する事ができたという意見を多くもらった。しかし、改善点から、洗い物が増える、作業工程の簡略化、詳しく説明する必要性等があった。また、他の商品もやって欲しいとの意見もいただいた。これらを制作物の発展に活かしていきたい。

## 文献

- [1]村田容子, “食べる前に脳に伝達、色の力で食欲増進・減退/食卓の色の効果”, アスレレシピ, <https://athleterecipe.com/column/1/articles/1741225>, (参照 2018-05-07)
- [2]有限会社サニー, “料理と視覚の深い関係”, BAUER POTTERYTOKYO, [http://bauerpottery.jp/fan\\_contents\\_10.html](http://bauerpottery.jp/fan_contents_10.html), (参照 2018-04-23)
- [3]キネコ, “人は目で食べ物を味わっている?” 食欲を刺激する視覚の役割”, 目ディア, <http://eye-media.jp/entertainment>, (参照 2018-05-07)
- [4]ソデヤマシン, “簡単に色彩効果で料理が美味しくなる”, ColoRhythm, [http://colorhythm.web.fc2.com/3\\_1\\_food/index.htm](http://colorhythm.web.fc2.com/3_1_food/index.htm), (参照 2018-05-07)

# 2020 年東京オリンピックポスター

2020 Tokyo Olympics Poster

14218 清水 颯  
指導教員 李 盛姫

※都合により原稿はありません。

# 秩父地域活性化のためのツーリングガイドブック

A Guidebook for Tourists in Chichibu

14220 瀬井 隼人

指導教員 山館 順 氏家 和彦

## 1. 研究目的

地名としては秩父の名前は広く知られているにも関わらず、どんな所なのか、何が有名で何があるかわからない人が大半である。こうした事情の改善のため秩父地域について調査し、歴史を踏まえつつ魅力を伝えるためのガイドブックを制作する。

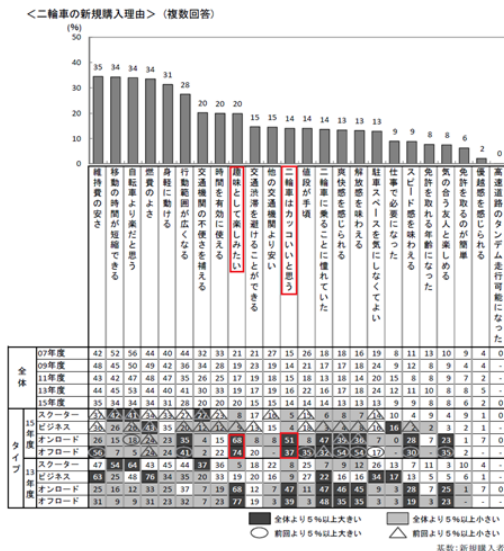
## 2. 調査

秩父についての書籍、観光地のホームページやサイト、ツーリングマップから関係の深い記事を中心に調査した。また二輪車関連の調査報告書を読んだ。大半は現地での調査となった。製本は、ツーリングに携帯しやすいサイズの究明に A4、B5、B6 の三種を用意し、検証と聞き取りの結果 B6 が採用された。秩父地域の活性化とは直接的な関係はないが、近年の二輪車の印象についても調査を実施した。かつては暴走行為などにより地の底を這っていたが、時代の流れや健全な使用によって徐々にイメージを回復させ、趣味のひとつとして認知されるようになったと言える。今後も注視する。

グに収まり、ツーリングではタンクバッグに収容しやすい。内容は、地図やマップアプリでは補完しきれない現地のイメージや詳細な情報を記載したものとなっている。また場所毎に QR コードを生成し、バーコードリーダーで読み取ると Google Map(Google 社の地図アプリケーション)にジャンプする、アプリとの連携も実装した。さらに、バイクでのツーリングのために 4 つツーリングルートに記載した。こちら QR コードで即座にスマートフォンと連携が可能である。32 人に対して聞き取りを行った結果、良い物であると応えたのが 29、ふつうが 1、悪いが 1 であった。



図 1 製作したガイドブックの詳細写真



## 5. 結論

秩父は美食、観光にも堪えうる地域であり、歴史的、文化的価値の高い行事、建造物が多く存在している。このため、ツーリングするには非常に都合が良いことが判明した。また、提案物の使用により、秩父に対する知名度の向上やイメージアップといった目的が概ね達成することができたとアンケートからも読み取れた。これをきっかけにして、秩父を訪れることや旅行先に秩父を選ぶ人が増えることを願う。

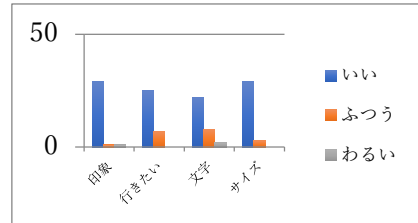


図 2 アンケート集計結果

## 3. 調査のまとめ

実際に訪問したところ、数々の名所や美食に触れることが出来た。また文化的、歴史的建造物や行事も存在し、社会的価値の高い地域であることも理解した。

## 4. アイデア展開と提案物

ツーリングガイドブックを制作した。全 14 ページの攻勢で、観光スポットをより鮮明にイメージしてもらうためにフルカラーを採用した。B6 版の冊子であるため、旅行の際はハンドバツ

## 文 献

- [1] ツーリングまっふる 2016 株式会社 昭文社 2016 年出版
- [2] ウェルカムライダーズおがの：ライダーズ MAP <http://www.bike-ogano.jp/> 2018/6/25
- [3] Google 秩父市 <https://www.google.co.jp/maps?hl=ja> 2018/6/25
- [4] さいたま祭り <https://www.saitamatsuri.jp/matsuri/ryusei/story/>
- [5] デンソーウェブ QR コード生成 <https://m.qrqrq.com/>

# 幼児（3～5才）と保護者を対象にした食育ツール

Educational Feeding Tools for Toddlers

14221 関 可南子  
指導教員 氏家 和彦

## 1. 研究目的

現代社会には食を巡る問題が多数存在する。根源は食に対する意識が薄れているからではないだろうか。本研究は食育活動が最も効果的な幼児とその母親(保護者)を対象に、「食材のプロセス」を取り扱う。食に対して興味を持つきっかけ作り、後の豊かな生活への貢献が目的。

## 2. 調査内容

研究発足当時は調味料に焦点を当てていた。しかし、近隣の町田サレジオ幼稚園の副園長にヒアリングを行ったが、幼児は興味を示さないと分かった。自分で味つけ、調理するという経験が少ないため。従って、興味を持ちやすいよう身近なものを取り扱うように方向性を変更し以下の調査を行った。

- (1)町田サレジオ幼稚園の保護者に子どもに食に関するアンケート
- (2)町田サレジオ幼稚園の副園長、調理担当者に諸々をヒアリング
- (3)文献による現状調査

## 3. アイディア展開

以上の調査により、次のことが判明した。

- a, 幼児は与えられたものを食べる
- b, 味覚が安定し好き嫌いがわかるのは3～6歳
- c, 幼児はイラストやキャラクターが好き
- d, 現在の幼児が好む食品、食材
- e, 幼児は実体験により理解を深める
- f, 幼児に食べ物を与える人の影響で好き嫌いが定まる

これらの結果から次のように設定する。

- ・ターゲット：3～6歳、コアターゲットは小学校入学前の子ども
- ・手を動かして食材のプロセスを学ぶツール
- ・幼児とその保護者で一緒に楽しむツール
- ・イラストを使用して親しみやすくする

## 4. 最終提案

手を動かし、母親と遊べるものとして双六にした。

【用いる食材】穀物→米、野菜→トマト、肉→鶏肉、魚→鮭の4種類（アンケートから子どもに馴染みのある食材を選出、研究ファイル参照）これらをイラスト化する。

【ルール】6色の目がある色サイコロを用いる。出た色の目までコマを進める。双六のマス目に描かれた形はカードと共通しており、カードを手にする。食材のプロセスを6段階に分け、台紙にパズルのように当てはめていく。ゴールに早く到着すると勝利。

【制作物】①双六シート②コマ③サイコロ

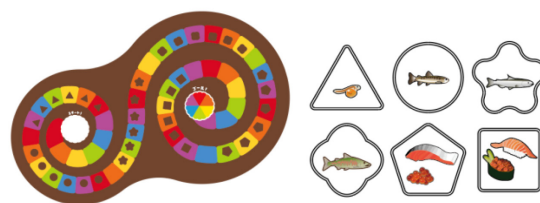


図1 左：双六シート、右：食材が描かれたカード

## 5. 検証

1月下旬に町田サレジオ幼稚園に協力いただき5～6歳の子ども5人を対象に検証を行った。双六のルールを既知のうえ、楽しく遊んでいる様子だった。当時の検証には野菜（トマト、じゃがいも、スイカ、人参）のプロセスを扱った。当園で畑栽培体験を行なっていることもあり、プロセスはある程度理解しているようだった為、この双六ゲームで食に対して学んでいる実感は得られなかった。

## 6. 結論

最終的に、食材を穀物、野菜、肉、魚の4種類に幅を広げ改善を図った。完成品は、幼児を子に持つ知り合いに説明し見せた。「楽しそう」「食に対して興味を持ってくれそう」と意見を貰った。今後は完成品で検証を行うべきと思われる。

## 文献

- [1] 内閣府、食育白書 2009、2018.10.10
- [2] 農林水産省 HP、<http://www.maff.go.jp/j/syokuiku/>、2018.10.10
- [3] KILIN HP、<https://www.kirin.co.jp/csv/food-life/think/episode/vol03-1.html>、2018.10.22
- [4] 厚生労働省 HP、<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2004/02/s0219-3.html>、2018.10.22

# 主婦向けの買い物用バイク

The Motorcycle for the Housewife

14222 高澤 心太

指導教員 谷上 欣也

## 1. 研究目的

現在は移動手段が発達し、生活が便利になっている反面、様々な問題が引き起こされている。増えすぎた車は渋滞を生み、大気汚染を起こす。そんな中で日常的な買い物等の目的で車を使うことは過剰とも言える。そこで買い物を多くする主婦に対して買い物に特化した原付二種を提案する。

## 2. 調査内容

道路交通法施行規則の改正により、原動機付自転車二種(125cc)の免許が取得しやすくなった。現在、原付二種は買い物や通勤通学で多く使われている。



図1 日本自動車工業会 原付二種の使用用途

モビリティ産業が活性化する中、社会問題として、自動車の各世帯の保有率の上昇による自動車道の渋滞、そしてその際に引き起こされる大気汚染などが問題視されている。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプトは「買い物もスマートに」とした。主婦が日常的に行っている買い物をより目的にあったモビリティを使ってもらい、現在の渋滞や大気汚染等の環境問題に配慮した原付二種を提案する。

日用品を積載すると安定した走行が困難になる可能性が考えられるため、優れた積載性と安定した走行ができる安全性を重視してアイデア展開を行った。そしてより優れた購入品の運び方に着目して展開した。

積載性に関しては原動機をエンジンからモーターにすることでシート下のパッケージデザインを変更してスペースを生み出し、新しい荷物の積み方を展開する。これによって排気ガスによる大気汚染問題も同時に解決することができる。安全性に関しては前輪を二輪にすることで積載時の安定した走行の向上を図り、また前輪をリーン(車体を傾ける動作)に追従させることで、従来のバイクと同じイメージで操縦することができる。また、より優れた購入品の運び方として、買い物袋をゴム製のネットで固定できるようにして、車体の揺れによって購入品が傷つくことを防ぐ。

## 4. 最終提案

スーパーマーケットの前にて荷物ボックスのモデルの検証を行った(図2)。対象を主婦に限定し、買い物袋を収納する一連の動作を行ってもらいアンケートを取った。荷物の出し入れを行いやすくするため、上部をスライド式にした。これは内部が見やすく好評だった。購入品の固定方法は細かい改善は必要だが好評だった。しかし、ボックスが小さいため大きな購入品を収納しにくいことや、扉の素材に対する不安が挙げられた。この意見を踏まえてボックスの高さを500mmから700mmに変更し高さを確保した。また、扉は耐候性の高い布からアルミニウムのスライドシャッターに変更することで解決する。



図2 主婦による検証

スタイリングは「新しいEVバイク」であることが外見からわかるアイコンックなシルエットにした(図3)。ターゲットが主婦のため、スカート等でも乗りやすいように跨らないスクータータイプとし、足元を広くフラットなスペースにした。荷物ボックスの高さは検証結果を踏まえ、地面から550mmに設定した。



図3 最終案 1/2 クレイモデル

## 5. 結論

本研究は買い物に特化した原付二種の提案に関しては、おおむね達成できたと考える。しかし、実現のためにはバイク駐輪場の数が少ないことやバイクの危険性に対する意識の改善が必要である。主婦が本研究の原付二種を日常的に使うことによって、渋滞や排気ガスによる大気汚染の解決の一助になると考える。

## 文献

- [1] 日本自動車会議所, “原付二種免許規制緩和”, <https://www.aba-j.or.jp/info/industry/3054/>, (参照-2018-8-20)
- [2] 自動車工業会, “2017年度二輪車市場動向調査”, [www.jama.or.jp/lib/invest\\_analysis/pdf/2017Motorcycle.pdf](http://www.jama.or.jp/lib/invest_analysis/pdf/2017Motorcycle.pdf), (参照-2018-9-15)

# 訪日外国人に向けた動画インフォグラフィックス

## Movie Infographics for Foreign Tourists to Japan

14224 高橋功武  
指導教員 李盛姫

### 1. 研究目的

本研究は、現在国内観光地で問題となっている多言語表示の少なさ、分かりにくさを解消し、外国人観光客に観光地の見所のポイントを知ってもらうことで、より旅行を楽しんでもらうことを目的とした。

### 2. 調査内容

平成 28 年度「観光庁の訪日外国人観光客が旅行中に困ったことトップ 3」の調査によると、第 3 位に「多言語表示の少なさ・わかりにくさ（観光案内板・地図等）」とあり、年々問題視されている。アジア各国から訪れる観光客は英語が読めないケースもあり、中国語、韓国語などで書かれた地図や看板が読みにくいことがある。現状の解決策としては他言語表示した地図や注意書き、案内板などにイラストを付けたり、国際的に認知されている世界共通のマークを用いるなどの方法が挙げられている。また、自治体が行っている対策としては、「音声ガイド」「タブレット」「スマートフォンのアプリ」「メール配信サービス」がある。しかし、観光地に設置ができないことや、多言語の表示が少ないという問題がある。そこで問題を解消するため、多くの情報をアイコン、ピクトグラム、イラストといったイメージ素材を使用し、音や動きを加えることで物事を順番に説明しやすくなり、言語が異なる人にも伝わる「動画インフォグラフィックス」を使用する。

東京都の訪日外国人の行動特性の調査によると外国人の訪日目的は「観光・レジャー」が 70.5%で最も多く「ビジネス」が 20.8%となっている。訪問先は「新宿・大久保」が 56.0%、「銀座」が 49.7%、「浅草」が 45.7%となっている。その中でも観光客として訪問されることが多い浅草を例に挙げてアイデア展開を行う。

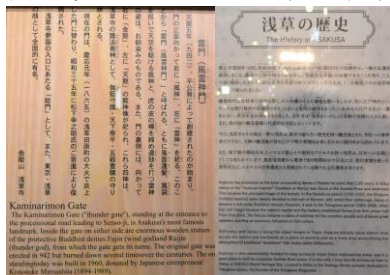


図 1 既存の浅草観光案内板

### 3. コンセプトおよびアイデア展開

動画インフォグラフィックスの事例調査で 30 本の作品を、事業分野のプロモーション、社

会性のテーマ内容、表現手法別に分類・分析を行った。実際に、現在国内観光地に QR コードの看板が設置されているといった事例がある。そのように、観光地にある分かりづらい観光案内板を動画インフォグラフィックスにまとめて、QR コードの看板として各観光地に設置することを想定して制作する。

### 4. 最終提案

訪日外国人により観光を楽しんでもらうため、既存の看板に記載されていた「歴史」と、あまり知られていない「浅草寺の観光スポット」を題材とした動画は、様々な場面で流せるように 60 秒 30 秒 15 秒で展開をし、制作をした。また、設置用の QR 看板の制作をした。QR コードを読み取ると、動画インフォグラフィックスが流れる仕組みになっている。

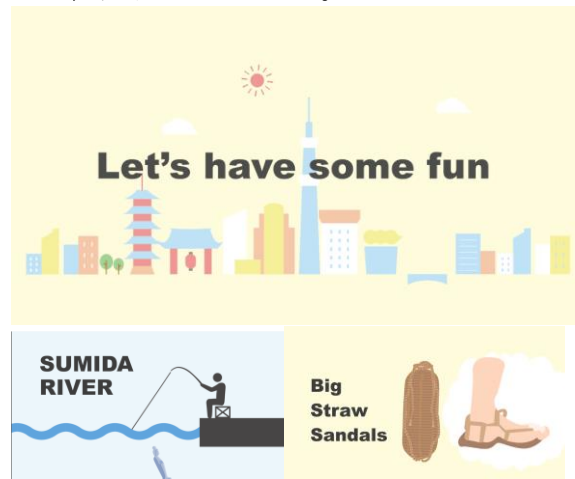


図 2 動画インフォグラフィックス(キャプチャー)

### 5. 結論

検証として街頭アンケートを行った結果、既存の観光案内板より分かりやすく、興味を持ってもらえた。しかし、動画内に出てくる単語が難しかったこともあり、アジア各国から訪れる観光客には少し伝わりづらかった。簡単な単語の使用、イメージ素材の増量の検討が必要だと考える。

### 文 献

- [1] 観光庁-国土交通省  
[http://www.mlit.go.jp/kankochu/news08\\_000233.html](http://www.mlit.go.jp/kankochu/news08_000233.html)(2017) 3M04
- [2] 東京都庁  
<http://www.metro.tokyo.jp/tosei/hodohappyo/press/2018/06/06/13.html>(2017) 6M06

# コンビニを用いた災害時休憩ステーション

## Convenience Stores As Resting Stations In Times Of Disasters

14228 田中 大智  
指導教員 比留間 真

### 1. 研究目的

東日本大震災発生後、政府は二次災害防止の為に当日帰宅を控える様に促すガイドマップを作成した。しかし、それ以降の災害においても帰宅困難者が帰宅を目指して道が混雑する様子はメディアで度々報道されている。本研究は帰宅困難者の帰宅をサポートする為の休憩所の提案を行い、水や情報といった支援を受けながら当日帰宅のリスク軽減させることを目的とする。

### 2. 調査分析

1. 首都直下型大地震発生時の帰宅困難者の数  
今後 30 年以内に 70~80%の確率で発生するといわれる首都直下型大地震では首都圏で 800 万人を超える帰宅困難者が発生する。
2. 帰宅困難者に対する既存の対策  
政府・自治体は災害発生時の当日帰宅を二次災害防止の為に控えるように促し、企業や施設には、3 日分の食料や飲料の備蓄を促している。
3. 災害時帰宅支援ステーション

東京都の施設としては全都立学校や、東京武道館が、民間企業では全国のコンビニやガソリンスタンドが参加している協定である。災害発生時に徒歩で帰宅を目指す人に対し、水やトイレ、災害情報といった提供を行う。

#### 4. 帰宅困難疑似体験

東日本大震災発生時に、徒歩での帰宅を目指す人が多かった甲州街道を対象に新宿駅を出発し、府中方面に向け三時間半歩き、1km 圏内にコンビニが必ず 1 軒以上あることが分かった。

以上の調査から 2 つの問題に着目した

- ・いつ起こるかかわからない災害に対し、日頃から、備えてならなくてははげなく民間企業レベルであるこね対応が必須である。
- ・災害時帰宅支援ステーションの協定は、水や情報の提供を行うもので帰宅困難者の帰宅リスクを軽減させることに繋がっていない。

### 3. コンセプト立案

「コンビニを用いたマラソンの給水所感覚で徒歩帰宅者を支援する休憩ステーション。」

1. 店舗資産と立地の活用
2. チェーン店のネットワークの活用

### 4. アイデア展開

#### 1. 店舗資産と立地の活用

- ・トイレや駐車場、イートインスペースを小休憩場所として提供 (図 1)。
- ・緊急時に休憩場所を構成できる常設什器  
いつ起こるかかわからない災害に対して通常営業

を妨げない常設什器 (図 2) を机や椅子を積み上げたようなものにする (図 3)。

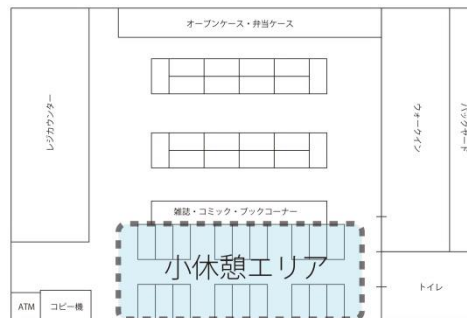


図 1. 災害発生後のコンビニの平面図

トイレの配置を中心に休憩場所を設け、入口に近い商品棚を活用し、小休憩スペースとする。

#### 2. 飲食物、情報の提供

- ・大手コンビニ 3 社では、水の提供に加え無料 Wi-Fi サービスや、充電のサービスなどが展開されており、通信手段として活用が可能。

### 5. 完成図



図 2. 商品棚としての展開例

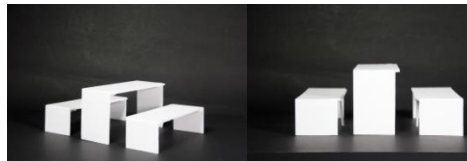


図 3. 机、椅子としての展開

### 6. 結論及び今後の展開

現在コンビニ店員をしている方に対して検証を行った。本提案はコンビニの地域性の向上、災害時商品のなくなった棚の利用法として好評を得ることができた。一方で、防犯上、従業員が 1~3 人ほどの店内に大勢の帰宅困難者をとどめることが心配との意見もいただいた。今後は、防犯上の配慮についても工夫する必要がある。

### 文 献

- [1] 東京都防災/帰宅困難者に対する支援  
<http://www.bousai.metro.tokyo.jp/bousai/1000026542.html>
- [2] 内閣府/首都直下型地震帰宅困難者対策委員会  
[http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/kitaku/kitaku\\_kyogi\\_top](http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/kitaku/kitaku_kyogi_top)

# 認知症予防のための遊具

Toys to Prevent Dementia

14229 田畑 孔暉  
指導教員 氏家 和彦

## 1. 研究概要・研究目的

これから増加していく高齢者が、健康的な生活を送る事ができるよう、認知症予防対策として、様々なシーンで手先を使いながら楽しめるツールを考える。

増加しつつある高齢者の認知症などの老化現象と、その問題に対して、身近な生活や高齢者施設などでも使用できる認知症予防のためのツール提案を試す。

## 2. 調査

認知症とは

認知症は、色々な原因で脳の細胞が死んで、働きが悪化し、様々な障害が起こり、生活する上で支障が出ている状態の事を指します。

将来の認知症

2012年の認知症患者は約462万人に上る事は厚生労働省研究班の調査で明らかで、認知症の軽度認知症患者も400万人と推測されており、2025年の認知症患者は、軽度の患者を加えると、約1,300万人となります。(図1)

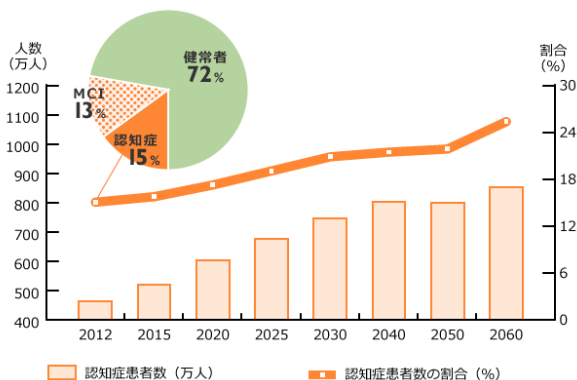


図1 日本における認知症の高齢者人口の将来推計のグラフ

認知症の予防方法

生活習慣病を予防し、手作業など体の一部を使う活動や作品と記憶が残る記憶行為、同じ取り組みをする仲間と交流する事が予防には効果的です。

## 3. コンセプト・アイデア展開

コンセプト

楽しみ、気軽に誰でも老化予防

アイデア展開

使用しながらコミュニケーションがとれて、誰でも知っている遊びの中から、年齢に関係な

く、ひとりでも複数人でも楽しめる、福笑いとだるまを取り上げました。仲間や家族戸の交流の中で、指先を使いながら笑い合うことで、脳を活性化し、認知症予防をしていくためのアイデアを考えました。

## 4. 最終提案

だるま

材料は主にダンボール、新聞紙・半紙、マグネットシートなどを使用し、形として斜方切頂立方八面体にししました。この形にすることで、本来のだるまの形にも近く、そのうえ顔を3面作ることができ、同時に複数人でも楽しめることができました。(図2)

顔のパーツ

顔のパーツは主にスチレンボード、磁石、軽量粘度などを使用し、様々な感情のパーツを作りました。



図2 最終作品 立体福笑いだるま

## 5. 結論

近隣の高齢者施設「いきいき倶楽部 LIKE YOU 美郷」で2週間ほど使ってみていただいたところ、やりながら会話が増え、笑顔も笑いも出て、遊ぶ人の顔が本人に似ているという意見もとても好評でした。

## 文献

- [1] 認知症ねっと :<https://info.ninchisho.net>、2018/4/23 参照
- [2] LIFULL 介護 :<https://kaigo.homes.co.jp/manual/dementia/basic/prevention/>、2018/09/12 参照
- [3] ウーマンエキサイト :[https://woman.excite.co.jp/article/lifestyle/rid\\_E14823734280199/](https://woman.excite.co.jp/article/lifestyle/rid_E14823734280199/)、2019/01/14 参照



# 陶磁器の可能性について考える

## Ceramics and Their Possibilities

14230 豊永 知里  
指導教員 西野 隆司

### 1. はじめに

日本の伝統工芸は様々な国から強い関心を持たれ海外でも高い評価を受けている。しかし、日本人は、次々と日本の伝統工芸や技術から離れて行っている。中でも陶磁器は、かつて日本のやきものは欧米で一大ブームになることもあったが、今では陶磁器生産額は減少するばかりである。先人が築き上げてきた日本の伝統工芸や技術を、守るためにデザインで解決することはできないか、日本のやきものの可能性について考える。

### 2. 研究方法

陶磁器産業が衰退している原因の一つに生活様式の変化などで、伝統的工芸品のもつ「本物の良さ」や味わい深さ、日常生活における伝統的工芸品の活用や使用について情報・理解が不足がちになっていることが分かった。この問題を解決するために陶磁器の良さをより多くの人に伝え、良さを知ってもらう必要がある。そのために陶器のタンブラーを制作した。タンブラーは食事中やデスクワーク中などに使用できるためいろんな場面で使えるので使う人も多くなる。一つ目の試作では、陶器の癒しの効果が伝わるように、人に癒しを与えてくれる形の条件を参考にして左右非対称で自然な曲線になるように後側面をへこませて歪んだかたちのタンブラーを制作したが、ありきたりな形になってしまいこの試作は不採用にした。二つ目の試作では、人に癒しを与える効果があるといわれている天然石の形をモチーフにしたタンブラーを制作したが、そもそもタンブラーは持ち運べる便利さで使われているのに陶器で作ると持ち運ぶときに割れてしまうのではないかという意見があったので、フリーカップを制作物にした。“フリーカップ”とは。“自由な容器”なので、何に使ってもよく、人によって使い易いように使っているいいので、使い方はそれぞれ違うので、違いも楽しめるといううつつである。何にでも使えれば、需要の幅が広がり使える人が増え、タンブラーより持ち運びが少ないため壊してしまう機会も減ると考えた。土の温かみが使う人に伝わるように形は、フリーカップとして使える一番シンプルな形にし、釉薬は柔らかみのあるマットな質感の釉薬を使用した。

### 3. 結果

検証をするために制作物について写真で微妙に形が異なる5つでアンケートをし、どんなと

きにどんな風に使ってみたいか、使いたくないと思ったものは、なぜ使いたくないと思ったかをアンケートした。結果は、44人中44人が使ってみてみたいとなり、形は、約7×10の大きさを使いたいと思う人が30人という結果になった。どんな風に使ってみたいかという質問には、朝食や夕食などの食事中サラダや丼を入れたり、勉強のときやリラックスしたり本を読んだりするときに飲料をのむコップとして、菓子入れとして、食器として使ったり、芳香剤入れ、ペン立てなどの意見があった。実際に制作物を使ってもらった検証では、ピヤスかけ、サボテンを入れて飾りとして使いたいや、持った感触は、片手で持てる、軽くて持ちやすいなどがあった。



図1 検証写真

### 4. まとめ

実際に制作物を使ってもらい、日常生活で使いたいという意見が多く、食器や物入れなど幅広い使い方の意見があり、人によって使い易いように使い、使い方はそれぞれ違うので、違いも楽しめるというフリーカップとして使用してもらえたことから、陶磁器の良さをより多くの人に伝え、良さを知ってもらうために、いろんな人が使ってみてみたいと思う陶器のフリーカップの制作の研究ができた。この研究結果からカラーバリエーションなども考えて行きたいと思う。

### 文献

- [1] 高坂美紀『成功事例にまなぶ癒しのデザイン』株式会社ビー・エヌ・エヌ新社,2005
- [2] CERANIS Project, “日本の陶磁器の魅力を世界に！焼き物産地の伝統を器でコレクションする”,<https://shop.ping.nikkei.co.jp/projects/ceranis>, (参照 2019-1-8)
- [3] 水津陽子, “十年で6割超の市場を失った陶磁器産業”, HANJO HANJO,<https://hanjohanjo.jp/article/332>, (参照 2019-1-7)
- [4] 水津陽子, “日本人が知らない新・ニッポンツーリズム”, 日経ビジネスオンライン,<https://business.nikkeibp.co.jp/atcl/report/15/261527/080700014/>(参照 2019-1-7)
- [5] 世之介, “日本の伝統工芸はなぜ衰退するのか？私たちに何ができるのか?”, KARAKURI JAPAN,<http://karakurijapan.jp/2017/01/08/dentoukougei/>, (参照 2019-1-8)

# ユニット式組立茶室

## Fast-assembly Japanese Tea Room

14231 鳥居 虎太郎  
指導教員 比留間 真

### 1. 研究目的

近年、あらゆる分野で日本文化への評価が高まっている。しかし、私たちは自国の文化について学ぶ機会はずしも十分ではないと考える。本研究では、礼法や日本の美意識が詰まった茶道の体験を通して、自国の文化への興味を刺激し、学ぶことができる茶室の提案に取り組む。

### 2. 調査分析

はじめに、本校茶道部の活動に参加させてもらい、自ら茶道を体験するとともに、活動内容の現状調査を行った。現状では畳のみを敷いて茶道を行う為、先生からの指導はしやすいが、空間のメリハリがなく、茶道をする上で本格的とはいえない。

次に、茶道の相手をもてなすための礼法や作法について調査を行った。茶道を行う際、躰り口や床の間などの茶室特有の構造が茶道の考え方や作法と関連した役割があることがわかった。

さらに、既存の組立茶室について調査を行った。組立茶室は、業者が工具を使い木組みを本格的に組み合わせる茶室、壁がなく畳台を敷き行う茶室、壁が屏風になっており畳を敷いて立て掛ける茶室の3つに分類できる。どれも茶室をリアルに体験できるが、素人が簡単に組み立てられるものではなく、頻繁に組立、解体、組み替えを想定しているものはない。

最後に国宝とされる三名席（京都府にある待庵と蜜庵、愛知県にある如庵）について調査した。いずれも現存する茶道文化史上最高部類の貴重な遺構とされているが、通常は非公開で見学はできず、茶室内で茶道を行うことはできない。

以上の調査から3つの問題に着目した

- ・組立茶室は簡単に組立できない
- ・身近に茶室を体験するのは難しい
- ・名茶室を体験することが難しい

### 3. コンセプト立案

「簡単に組立・収納・組み替えができ本格的に茶道ができる茶室」

- ・少人数で組立・分解できる
- ・本格的な茶道の演出
- ・学ぶツールとしての配慮

### 4. アイデア展開

日本文化を学ぶツールとして本格的な茶道を身近に体験できる茶室を提案する

#### 1. ユニット化した部材【図1】

部材はフレームとジョイントの二種類あり、フレームは紙管を使用する。紙管は軽く強度があ

るためジョイントにはめこむだけで組立できる。これら部材をユニット化することで既存の組立茶室より簡単に組立が行えるよう工夫した。

#### 2. 本格的な茶道の演出【図2】

間取りの組み替えにより、普段は体験することができない国宝茶室の間取りを疑似体験することができる。また畳、躰り口、床の間など茶室に特有な必要最低限の要素を取り入れた。

#### 3. 学ぶツールとしての配慮【図3】

茶室に入れない人からも御点前の様子を見学できるように、壁面には少し透けた和紙を採用することにした。

### 5. 完成図

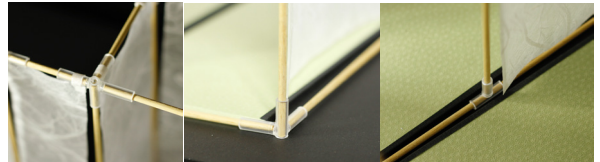


図1 ユニット化した部材

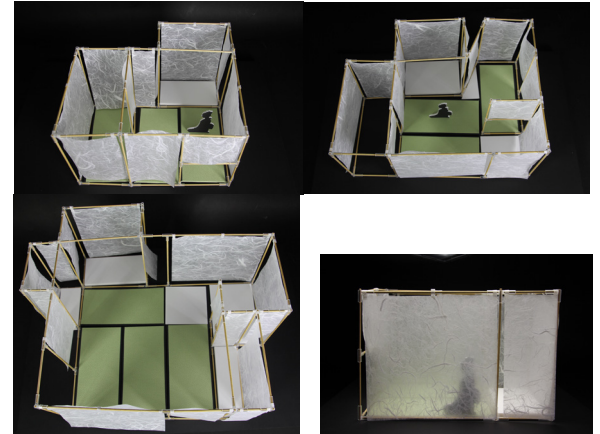


図2 間取りの組み替え

図3 学ぶツールの配慮

### 6. 結論及び今後の展開

日本文化に興味のある10代・20代に対して検証を行った。アイデア展開の3つの項目に対するアンケートを行った。自身で組立を行える間取りを組み替えられる、本格的な茶道を学べる点に関して、概ね好評を得ることができた。一方で、組立しやすそうだが部品がわかりづらい、部材に番号などを振ってほしい、説明書など冊子があれば良いなどという意見も頂いた。今後は組立手順を分かりやすくするために説明書や部材自体を工夫する必要があると考える。

### 7. 参考文献

- [1] 静寂の日本「茶室」  
<https://bonvoyagejapan.com/old-chasitu-selection/>
- [2] 加藤美健組立式置き茶室 [http://katoubiken.jp/oki/\\_01](http://katoubiken.jp/oki/_01)
- [3] 和比×茶美 茶室とは <https://wabi-sabi.info/>

# アップサイクルのブランド化

Branding UPCYCLING

14232 中家 実咲 14244 山上 茉穂  
指導教員 西野 隆司

## 1. 研究目的

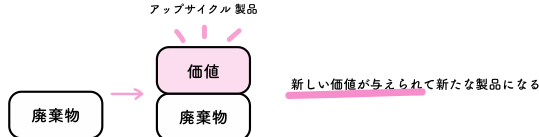
ものづくりによって社会問題の解決に関わりたいと考えた。また、廃棄物問題は長期にわたり大きな問題として扱われ続けているが、未だ解決に至っていないため、新たな解決方法や考え方が必要である。

## 2. 調査内容

### 1. ごみ問題への意識について調査

平成 24 年度の世論調査で、20 代ではごみ問題は重要だと思ふという割合が多い反面、ごみを減らす配慮やリサイクルの実施をいつも行っている割合が 4.5%と低かった。

### 2. アップサイクルについて調査



サレジオ高専 3 年デザイン学科の学生 34 人中 32 人がアップサイクルを知らないと回答したところから、アップサイクルの認知度の低さがわかった。

### 3. 昇華転写紙について調査

使用済みの昇華転写紙はリサイクルすると汚れの原因となるためリサイクルできないが、紙の緩衝材として他の紙と混ぜて使用されることが多い。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

アップサイクルを知ってもらうために、20 代前半の女性をターゲットに提案する。

### ・商品

アップサイクルされた商品を通じて、ごみ問題への興味や意識を持ってもらうために、20 代前半の女性にとって身近であるアクセサリーを、使用済み転写紙を含む紙の緩衝材を使用して制作する。緩衝材の利用方法として、強度面から積層する方法が適していると判断した。また、積層する回数によって厚みや強度が変わることもわかった。着色や防水の検証も行った段階で販売検証を行った。検証後の振り返りから、使用後は自然に還することができるアクセサリーを制作することとした。手間をかけず自然に還るようにするため、金具等を使用せず、積層した紙のみを使った指輪を制作し、5 年生女子 13 人に検証アンケートを行った。アンケート結果から、アクセサリーを通じて当初の目的であるごみ問題への興味や意識を持ってもらえることが、わかった。

### ・ワークショップ

アップサイクルを知り、体験して、実際に作ったものを使用することにより、ゴミへの意識を変えることを目的にワークショップを提案する。3 度の検証を、デザイン学科 3、4 年生各回 3 名または 4 名ずつ合計 10 名に行った。アップサイクルやゴミ問題についてのレクチャーや、アップサイクルの体験、アンケートを行った。1 度目の検証の参加者の意見で、難易度が丁度よかったことや、25 分では体験時間が短かったことがわかった。2 度目の検証からは、体験時間を 40 分に伸ばして、商品提案物の制作で出た端材を切り出してイヤリング・ピアス作りを体験してもらった。その後、検証参加者にそれぞれが制作したイヤリング・ピアスを着けて生活してもらった。検証後の振り返りで、新たに金具を購入して使用するのではなく、いらなくなったアクセサリーの金具を使用して制作してもらった。実際にアップサイクルを体験して、ごみ問題やアップサイクルへの意識を持つてもらうことができた。

## 4. 今後の展開

さらに多くの人に興味を持って貰えるようにアクセサリー以外の展開をしていくと同時に、実際に販売を行っていきたい。

## 文 献

- [1] hip cycle, “What is Upcycling, Anyway?”, <https://hipcycle.com/what-is-upcycling/>,(参照 2018-07-09)
- [2] YADOKARI, “第 1 回:アップサイクルとは?モノ・コトの循環を生みだすムーブメントの広がり”, <http://yadokari.net/upcycle-yadokari/20991/>,(参照 2018-07-09)
- [3] 内閣府大臣官房政府広報室, “環境問題に関する意識について”, <https://survey-online.go.jp/h21/h21-kankyuu/2-1.html>,(参照 2018-12-10)
- [4] 古紙再生促進センター, “古紙に出してはいけない!!リサイクルできない紙類”, [http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/Prahibitive\\_materials-2.pdf](http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/Prahibitive_materials-2.pdf),(参照 2018-10-08)

# ICT 教材における UI デザインの考察

A Study on the UI Design for ICT English Materials

14233 仲子 祐希  
指導教員 李 盛姫

## 1. 研究背景

2017年に本校デザイン学科、情報工学科、一般教育科(英語科)の担当教員と卒研生により、英語力向上を目的とした自学自習を支援する英語 ICT 教材の共同開発が行われた。本研究では、2017年に制作された英語 ICT 教材の実証実験で得られた使用者データの分析から抽出された課題点を明確にする。さらに、UI に特化したアンケートを実施し、UI デザインの考察を行うことを目的とする。

本校2年生、合計43名を対象に、2017年12月に実証実験で得られたアンケートと使用者データベースを調査・分析を行なった。分析結果、教材の使用方法の理解不足、画面のレイアウトやボタンなどの視認性、識別性、操作性など教材の UI に関わる問題点が浮上した。問題点の要因を探るべく、UI に特化したマークシート方式のアンケートを作成・実施した。対象者は UI デザインに関する内容から、デザイン学科4・5年生を中心に他学科(情報工学科、機械電子工学科)5年生を含め、合計83名に約30分間の教材を使用しアンケートに協力してもらった。

## 2. 調査内容・結果

アンケートは合計16設問、自由記述欄で構成された。アンケート結果をネガ・ポジ回答に分けて評価分析を行った。アンケート評価については、7段階評価を基本として、設問回答項によって6、5、3段階の例外的評価となった。設問12、13は6段階、設問15は3段階評価とした。アンケート集計後、ポジティブな回答結果(設問2~5、15)とネガティブな回答結果(設問10、12、14、13、16)どちらもでない(設問1、6、7、8、9、11)回答結果が得られた。

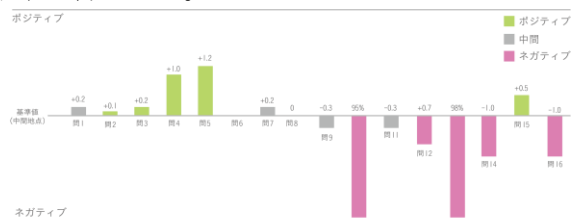


図1 アンケート解答のネガ・ポジ分布

## 3. 分析・考察

本稿では全学科の被験者からネガティブな回答結果となった設問16について述べる。『制限時間を過ぎると強制的に次の問題に飛ぶ仕組み

になっていますが、この仕組みは学習効果の側面からみて有効だと思いますか。』この問いに対して、否定的な意見が全体の半数を超える結果となった。しかし、時間制限に関しては肯定的な意見が多かったため、強制的に次のページに飛ばされることに混乱や抵抗からの結果になったと考えられる。そのため答え合わせ画面を表示するなど、ワンアクションをおき画面を切り替える必要があると考えられる。

## 4. 最終提案

アンケート結果やネガ・ポジ回答の分布、分析・考察など研究報告書としてイラストや図式を多く使用しながら視覚的な部分にも配慮してA5版56ページの冊子を制作する。



図2 冊子のページ例(分析・考察ページ)

## 5. まとめ

本稿ではアンケートを実施し調査・分析することで教材のUIデザインの考察を行った。また自由記述から、細かい意見を得ることができた。アンケート結果から本教材は操作性の部分に問題があり、イラストや配色などの視覚要素に関しては高い評価が得られた。また八王子コンソーシアムで研究を発表した際には教材の使用方法や使用目的の明確化や問題の選択肢の改善などの意見をいただくことができ、さらに課題点を明確化することができた。研究指導・協力の他学科の教員からは『今回の研究は学生が興味を持って学習する際に必要な要素は何かを抽出する取り組みとして今後の電子化教材の発展に寄与する意義は大きい』との評価をいただいた。

## 文献

- [1] Jeff Johnson: UI: デザインの心理学、インプレス (2015)
- [2] 李盛姫、仲子祐希、真島颯子、川村春美、大墨礼子: “英語 ICT 教材における UI デザインの考察”、芸術工学会誌 Design Research No.77, Oct.27 (2018)

# 複合素材による製品パッケージの分別対策

A New Measure to Distinguish Product Packages of Composite Materials

14234 中村 悠見  
指導教員 氏家 和彦

## 1. 研究目的

現在、日本の廃棄物処理方法では、異素材を同時に廃棄することで、1つの素材を処理する場合よりも手間や経費をかけ、尚且つ環境に大きく負担をかけている。その現状を改善するために、異素材が混合して使用されており、分別が困難な製品パッケージに着目。完全に分別することが不可能な製品パッケージを1種類の素材を用いて制作し、ゴミ処理にかかるコスト削減や環境負荷の改善を図り、単一素材パッケージの可能性を探る。

## 2. 調査内容

### ①環境への負荷

日本はゴミの処理方法として焼却処理を用いている。そのため、ダイオキシン発生など環境に悪影響をもたらす。近年は努力によりゴミの排出量は減少傾向にあるが、二酸化炭素や消火に伴う排気ガスの排出量は増える一方である。その事実に加え、異素材を同時に廃棄することで仕分けに費用がかかるなど、デメリットも多い。

### ②容器包装リサイクル法

従来は市町村だけが全面的に責任を担っていた容器包装廃棄物の処理を、消費者は分別して排出し市町村が分別収集、事業者は再商品化するという三者が一体となり包装容器廃棄物の削減に取り組むこと。これにより、廃棄物を減らせば経済的なメリットが、逆に廃棄物を増やせば経済的なデメリットが生じる。

### ③分別が面倒

容器包装リサイクル法の施行により家庭内でのゴミの分別が義務付けられ、家庭内のゴミ処理にかなりの仕事量が加算された。分別を面倒と感じる人も多く、この「面倒」という気持ちが分別を行わなくなる原因と考察した。更に、分別を日常的に行なっていたといしても「面倒」という気持ちが付きまとうことがわかった。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

現在普及している箱ティッシュは紙とプラスチックの2種類の素材から生産されているが、素材を単一化する際、製造時のコスト面や環境への配慮から紙のみで生産する。また、処分する際はワンアクションのみで処分できるような手間がかからないデザインを目指す。

## 4. 検証内容

第1回のアンケート調査では箱部分と取り出し口に異なる種類の紙を使用し、5種類の取り出し口を考案し、育英祭にてどの形が一番使いやすいかという内容でアンケートを行なった。このアンケートで、短辺に切り込みがはいっている取り出し口が票を獲得した。この結果を元に、最終提案物に向けての第2回アンケート調査をした。

第2回のアンケートでは最終提案物に近い作品に関して、提案物が既存品の箱ティッシュと同様に違和感なく使用できるか、使用上の不便はないか、開封から処分の流れまでの説明書きに不足はないかなどの調査を行なった。その結果、使用上の問題はなく、快適に使用できるという良好な結果を得られた。しかし、開ける際に動作説明に戸惑うという意見も寄せられたため、最終提案物は開け口に指を差し込む動作をわかりやすくするデザインにした。

## 5. 最終提案物

本研究では、現在分別不可能なパッケージのまま普及してしまっている製品にスポットを当てているため、箱ティッシュの使用法や見た目、販売形態に関しては既存品に対して違和感のないものを目指した。製品化する際には5つセットでの販売を想定している。また、単一素材の製品及び製品パッケージを作ることにより、分別を行う必要がなくなる。この考え方を広げていくことで分別という概念を変え、ゴミ処理にかかる時間や経費を削減でき、環境への負荷も減っていくと考える。

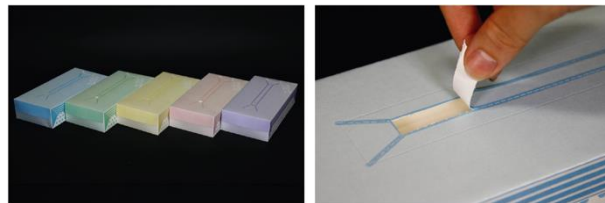


図1 最終提案物 単一素材の箱ティッシュ「unify」

## 文献

- [1] 環境省：3R 容器包装リサイクル法、  
<https://www.env.go.jp/recycle/yoki/>、2018/8/25
- [2] 日経BP社：  
ゴミの分別収集はなぜ環境に良いといわれているの、  
<https://www.nikkeibp.co.jp/article/tk/20100330/218326/>、  
2018/7/20

# ストレスを解消するプロダクト

A Productive Stress Reliever

14235 新倉 萌乃  
指導教員 西野 隆司

## 1. 研究目的

近年、日本ではストレス社会と言われているほどにストレスを抱えている人が多くいる。そのため、ストレスを溜めている人のストレスの解消をより簡単に行えるようなプロダクトを提案する。

## 2. 調査内容

### 1) ストレスの現状

28 年度の厚生労働省の国民生活基礎調査の生活概況によると、おおよそ半数が悩みやストレスを感じている[1]。

### 2) 日本の単独世帯

総務省国勢調査によると、単独世帯は増加傾向にあり、平成 27 年には世帯人口の約 32%が単独世帯である[2]。

### 3) ストレスの分類

対処法のマッピングを行った。自身で対処・施設、他人で対処・すぐに解消・ゆっくり解消の 4 つを置き、自身で対処とすぐに解消の 2 点に当てはまった対処法に着目(図 3)。

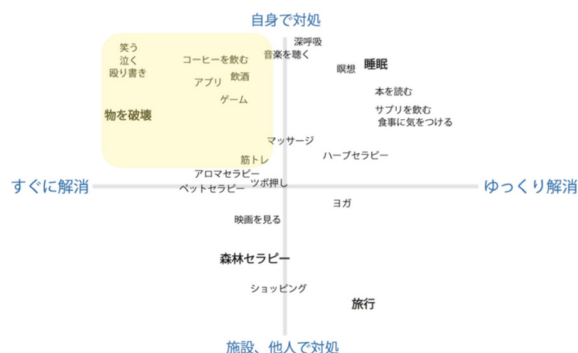


図 3 ストレス解消法のマッピング

### 4) 物を破壊

マッピングの結果から物を破壊に着目。ストレス解消法として、物を破壊することで緊張と緩和を起すセラピーがある。ストレスが発散される。しかし、全国に普及していなく、高価であるといった問題がある。

実際にどのくらいの方がストレスを感じると破壊衝動に駆られるのかのアンケートを行った結果、18 人中 7 名方が駆られると答えた。

## 3. コンセプト及びアイデア展開

コンセプト「マイナスをプラスに」

ストレスを感じることはよくないという認識を払拭するために破壊後に成長の早いかわれ大根が育つ仕組みにし、心地よい気持ちになるこ

とを目指す。破壊物は、壊す時のすっきり感が良くいろんな造形も作りやすいという理由から土を使用する。また、コーヒーの匂いには癒しの効果があり、すぐにストレスを発散することができるというマッピングの結果からコーヒーを使用する。

## 4. 最終提案

手軽に一人でストレスを解消できるプロダクトを提案する。対象のストレスとして、怒りや憎しみからくるストレスを解消する。プロダクトを使用する際の主な流れとして、コンセプトをもとに壊す→香る→育つの三段階とした。手でつぶすように壊すとコーヒーと種が入っていて水を与えていくとかいわれ大根が育つ。家の中で壊してもらうことや破壊物が三つ入ること、またその中で壊せるような大きさとした。すべて破壊が終わったときに再度壊せるように別で破壊物だけのセットも制作。



アンケートの実際にストレスから破壊衝動に駆られるという 7 名の方プラス 2 名に検証してもらい、ストレス解消ができそうだという回答をいただいた。

## 5. 今後の進展

ストレスの解消量や壊しやすさは高評価であったが、人によって破壊物のサイズが小さいことが問題点として上がったことからより大きなサイズ展開が今後の研究課題であると考え

## 文献

- [1]厚生労働省, “平成 28 年度国民生活基礎調査の生活概況”, <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/index.html> (参照 2018-05-28)
- [2]総務省 国勢調査 “一般世帯の家族類型別割合の推移” 2015
- [3]八つ当たりどころ, <http://yatsutaridokoro.com> (参照 2018-07-09)
- [4]全日本コーヒー協会, <http://coffee.ajca.or.jp/webmagazine/health/doctor/health69-2> (参照 2018-11-12)

# 外来種問題に対する認知度向上のためのツール

Knowing Exotic Species: A Card Game Tool

14236 長谷川 歩未  
指導教員 氏家 和彦

## 1. 研究目的

増え続ける外来種生物問題対策のため、小学生、中学生をターゲットとした遊びながら知識を身につけられるツールを提案する。

## 2. 調査内容

### 2.1 外来種の及ぼす影響

意図的、非意図的を問わず人為的に自然分布域外に移動させたことにより、生息、育成する生物種のことを外来種という。これらの及ぼす被害として「生態系」「人の生命・身体」「農林水産業」への様々な影響が確認され大きな問題となっている。

### 2.2 改善策

平成16年に「特定外来生物による生態系に係る被害の防止に関する法律」により飼育、栽培、運搬、輸入、譲渡、販売、引渡が禁止されている。外来生物被害予防三原則「入れない、捨てない、広げない」という原則があり、一般市民にはこちらを認知してもらうことで被害を減らせるのではないかと考える。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプト：外来種問題について遊びながら知識を身につける

ターゲット：小学生から中学生

侵入経路や事例から、将来性のある子どもを中心に外来種問題について知ってもらうことで

- ・なぜ無闇に放してはいけないか
- ・なぜ最後まで責任持って世話をしなければならないのか

これらを理解し、関心を持ってもらうことで成長と同時に外来種問題の深刻さを理解し、自然に対して無責任な行動を控えるようになる。そして大人になった時に外来種を減らす活動を行なう、改善策を考えるなどに繋がることで外来種問題改善につながると考える。使用場面は学校で友達と、家で家族とを想定している。

## 4. 提案物

1セット110枚のカードゲーム(図1)を制作する。いきものカード(外来種カード9種×4枚計36枚、在来種カード9種×4枚計36枚)、指示カード(38枚)の2種のカードから構成される。また、見やすくするため情報量は抑え、詳細を載せた冊子も制作する。プレイ人数は

3~5人あたりを想定している。プレイ時間は配るところから点数計算までを含め15分程度とする。ルールはババ抜きにオリジナル要素を少し加えた程度なので初めてでも遊び方を見ればすぐできるようになる。遊び方は初級編や中級編、絵合わせなど多少の年齢がさがってもプレイできるようした。



図1 制作物写真

## 5. 検証結果

小学3年生男児に7回家で親とプレイしてもらい、冊子を2回閲覧し質問したところ

- ・在来種、外来種の理解
- ・外来種が増えてはいけない理由、改善策
- ・在来種4種、外来種6種を記憶

これらの知識の会得を見ることができた。保本人からは授業でできたら楽しそう、親からは子供にぜひやってもらいたいなどの意見を貰うことができた。

## 6. 結論

検証結果から授業や学校の休み時間など子どもたちにある程度の制限のある空間では積極的に使用してもらえるのではないと思われる。これを多くの人に遊んでもらい、「外来種はかわいそうな生き物なので増やさないようにしよう」という志向を持ってもらうことで外来種問題も減少すると考えられる。

## 文 献

- [1] 環境省, 自然環境局, “日本の外来種対策”, <https://www.env.go.jp/nature/intro/index.html> (Apr.2018)
- [2] WWF ジャパン, “外来生物問題”, <https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/3557.html>, (Apr.2018)
- [3] 東京都環境局自然環境部 “こども学習サイト”, <http://gairaisyu.tokyo/children/>, (Apr.2018)
- [4] 環境省, “いきものログ”, <https://ikilog.biodic.go.jp/>, (Jun.2018)

# 「より良い休み」のための取り組み

A Study on Quality Rest

14237 林 海人  
指導教員 坂元 愛史

## 1. 緒言

現在、日本の平均寿命は約84歳であるが[1]、医療技術の進歩に伴って今後も平均寿命が伸び続け「人生100年時代」が訪れると言われている。そこで、人生の長い時間をどう使うのか見直すような社会状況が必要になると考えた。

## 2. 調査内容

### 2.1 人生100年時代に必要な要素

i.有形資産…金融資産、不動産

ii.無形資産…生産性資産/活力資産/変身資産

今後は無形資産がより重要になると考えられている(図1)

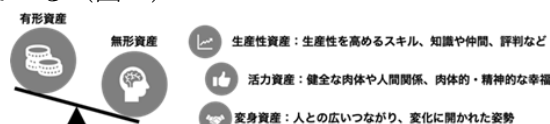


図1 有形資産と無形資産に関する詳細[1]

### 2.2 働き方改革と休み方改革

i.働き方改革

内閣府の働き方改革実行計画概要を見ると、働き方改革の骨子は法整備が中心である事が分かる[2]。

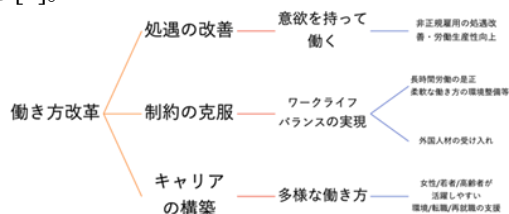


図2 働き方改革実行計画概要

ii.休み方改革

政府主導の国民が効果的に休みをとれるようにする一連の施策である。一例として経済産業省主導のプレミアムフライデーが挙げられる。

## 3. 考察

働き方改革により労働時間は減少しつつある。その結果として、時間を持て余す社会人が急増している。これは働き方改革と対を成すべき休み方改革が、旧来の有形資産中心の社会状況を前提とした消費行動を促す施策となっており、国民の意識との乖離が生じていることが原因と考えられる。

## 4. コンセプトおよび取り組みのロードマップ

「より良く休むことをきっかけとして新しい生き方を考えていく環境を構築する」

「より良く休む=他者を慮るあり方」の二つをコンセプトとした。休みが増えることは自己だけでなく他人を慮る余裕につながると仮定。

ここに焦点を当て、無形資産を生み出せるような環境をつくることを目標とする。本研究では社会課題解決を目的としているため、少し長い期間を使った取り組みとし、図3の様なロードマップを建て、実験と準備に関する取り組みを卒業研究での目標設定とした。



図3 取り組みに関するロードマップ

## 5. 研究内容

研究内容は次の2つの取り組みからなる。

取り組み1: 外部講座での提案と検証  
横浜市経済局主催のソーシャルビジネス・スタートアップ講座において提案の社会性確認とブラッシュアップを行なった。結果3位という評価と今後の支援を受ける状況を得た。

取り組み2: 具体的な取り組みの準備と実験  
検証は「より良く休む=他者を慮るあり方」を構築するために、ワークショップで制作可能なベンチを設計し、それを媒介とするコミュニティ形成の実証実験を行なった。実証実験にあたってはソーシャルビジネス・スタートアップ講座で得られた支援を活用した。(図4、5)



図4,5 神奈川県住宅供給公社にて実証実験を実施

## 6. 結言

実証実験の結果を元に実験用のベンチの改修を行なった。今回の研究では、ワークショップについての取り組みが果たせなかった。大学進学後に更に実証実験を重ね、将来の社会改善活動につなげていきたいと考えている。

## 文献

- [1] リンダ・グラットン, アンドリュー・スコット LIFESHIFT 100年時代の人生戦略, 東洋経済新報社, (2016)
- [2] 内閣府, "内閣府の働き方改革実行計画概要" (2018.)



# 災害時に被災者を助けるモビリティ

Facility of Movement in Rescuing Disaster Victims

14238 原子 虎太郎

指導教員 谷上 欣也

## 1. 研究目的

近年、日本ではさまざまな災害が発生している。今年だけでも地震や台風、水害など避難所での生活を強いられるケースが多くあり、避難所生活での問題点が多く露呈している。本研究では、自動車業界が研究開発を行っている超小型モビリティに着目し、単なる街乗りだけの移動手段だけではない、災害時に被災者を助けるモビリティを提案する。

## 2. 調査内容

### ・超小型モビリティ

「軽自動車未満・原付以上」のコンパクトカーで、全長・全幅・全高が軽自動車の規格内に収まる三・四輪自動車。乗車定員は2人以下と定められている。最高速度 60km/h 以上の道路は走行不可である。最近までは地方公共団体に販売が限定されていたが、現在では一般に向けて販売されるようになった。

### ・避難所が抱える問題

狭いスペースでの生活を余儀なくされる。学校・教育施設を避難所として長期使用する為、空調の調節が困難である。その他にも水・食料の確保や携帯の充電、温度対策と体調管理、生活空間の広さ、プライバシーの確保等の多くの問題がある。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプトを「ホッと一息できる空間」とし、電力源、周囲を気にしない空間、収納スペースの確保の1つに着目しアイデア展開をおこなった。

### ・電力源の確保について

スマートフォンが普及している現在、充電がないと情報収集も困難となる。モビリティに備え付けてあるバッテリーやソーラーパネルを使い発電できるようにする。

### ・周囲を気にしない空間の確保について

避難所生活は他人と生活を共にしている為、常に他人の目がある環境で生活する事になる。避難生活が長期化するほどプライベートの空間を必要とする人が増えると考えた。車内は密閉されている為、温度調節も可能である。エコノミークラス症候群や孤立を防ぐ為に、短時間滞在を基本とする。

### ・収納スペースの確保について

避難所には個人の確立された収納スペースがない為、貴重品や衣類、防災用品が収納できるスペースを設ける。

## 4. 最終提案

### ・収納ボックス

当初は貴重品、衣類、防災用品を1つにまとめられるボックスを制作したが「安全性と取り出しやすさ」の面で問題があったため、種類ごとに分かれているボックスを制作した。収納ボックスは衣類・防災用品入れを2つ、貴重品入れを1つ用意し、大きいサイズは目印を付けてわかりやすくし、避難所で椅子としても使えるようにする。

### ・モビリティ

図1のように、現在市販されている2人乗り超小型モビリティを基準に荷物を詰めて、内装は落ち着いた雰囲気のパベージュとグレーを採用した。電力源はルーフにソーラーパネルを取り付けて緊急時に使えるようにする。車内でUSBケーブルによる充電も可能とする。



図1 3Dモデリング

## 5. 結論

検証した結果、「椅子の代わりにもなりそうなのでクッションを付けているとよい」という意見や貴重品ボックスは「収納にゆとりがもう少しあると良い」という意見が得られた。空間として「明るい色を用いているので実際よりも広く感じる点が良い」、「安心感の表現が不足しているのでよくわからない」という意見もあった。このことから被災者にとって必要となるものを含めた総合的な提案はできたが、実寸大での検証には至らなかったため、気持ちの面で被災者を癒すことができるか今後検証していく必要がある。

## 文献

- [1] 高柳正盛, “まるわかり EV 電気自動車”, 日経 BP ムック, (2018)
- [2] 国土交通省, “超小型モビリティの認定制度について”, [www.mlit.go.jp/common/000986203.pdf](http://www.mlit.go.jp/common/000986203.pdf)
- [3] “避難所が抱える問題”, [www.monotsukuri.net/daisinsai/03.pdf](http://www.monotsukuri.net/daisinsai/03.pdf)(2018)
- [4] 和田隆昌, “防災グッズは何を用意したらいいか?”, <http://allabout.co.jp>(2018)
- [5] “状態を作る色！緊張する色と落ち着いた色”, <https://ino-color.com/episode/stained-color-and-relaxed-color.html>(2019)

# 観光地におけるシェアリング・モビリティ

Sharing Mobility in Tourist Destination

14239 春江 紗綾

指導教員 比留間 真

## 1. 研究目的

現在モビリティを取り巻く環境は大きな変革期を迎えている。本研究では、観光地の交通状況の問題に焦点を当てながら、新たな時代にふさわしい人とモビリティの関係性、造形と機能について考察する。

## 2. 調査分析

①鎌倉市の観光エリアの交通状況について現地調査を行った。国土交通省が鎌倉市において自動車利用の抑制やバス・タクシーなどの公共交通機関の活性化を推奨しているが、運転手の不足が予想される。②またバスでの移動は観光スポットだけの点での観光になり、車内も混雑しているため車窓から街の景観を眺めることは難しい。また、鎌倉市には歴史的な風土や豊かな自然環境を守ることを目的とした景観条例があるが、バスのグラフィックに対する規約は未定で景観に対する配慮に欠けているといえる。バス、電車以外では主に人力車やレンタサイクルが活用されている。しかし人力車は大型である上に駐車設備が遅れており、路上駐車が問題となっている。また、レンタサイクルはアップダウンの激しい市内の道路において移動するには体力を使うが、電動アシスト付き自転車の貸出を行っている店舗は少ない。観光しながらの操作も困難である。③新技術(電気化や自動化)による今後のモビリティの利用方法の変化に伴い、人とモビリティの関係性も変化する。例えば今後電気自動車が普及するにあたってバッテリーの統一化がなされる可能性があり、それにより各社の製品の性能差が無い状態になることが予想される。そのためマシンの利便性だけでなくモビリティが人にどのような経験や感情、価値を与えることができるか(=UX :

UserExperience)がより重要になると考えられる。

以上の調査からポイントとして以下の3つが挙げられる。

- ・現状の道路、駐車場は飽和状態にある
- ・現在の鎌倉地域には観光と景観に適している交通手段や移動体が少ない。
- ・今後のモビリティにはより UX が求められる

## 3. コンセプト立案

景観になじみ観光を楽しむミニマムモビリティ

- ①交通状況、駐車効率の改善
- ②観光を楽しむ機能と造形
- ③新たな移動価値の提供

## 4. アイデア展開

### ①モビリティの大きさ

市内の観光スポットを人ひとりが快適に移動できるミニマムなサイズとすることで交通状況の改善と駐車効率の向上が期待できる。

### ②歴史的な街並みとその観光にフィットするスケールとモチーフ

観光の楽しみの演出と、伝統的な日本人のミニマムな移動空間を兼ね備えた「駕籠」をモチーフとする。駕籠は江戸時代から鎌倉市でも利用されていたため歴史的な街並みに馴染むと考えた。手持ちの端末で配車し、観光スポット間(約500 - 1000m)を自動走行する。

### ③過去と現在を結ぶ移動体験

駕籠と同様にフレームからキャabinを吊り下げる構造とする。乗車の動作や開放感のある空間により従来の乗り物との差別化を図った。またプリミティブな造形にすることで、観光地の景観を損ねずに街並みが見やすくなる。また、角を丸く取ることによってシェアリングサービスと新技術を用いたモビリティに対する親しみやすさの演出、駐車時走行中ともに周囲の人に圧迫感や威圧感を与えないものにした。

## 5. 完成品



図1 1/4スケールモデル



図2 レイアウト図

## 6. 結論及び今後の展開

鎌倉におけるシェアリングモビリティを提案したが、具体的なシステムやそのリアリティなど不足している点が多々あるため改善のためのアイデア展開を継続する。

## 文献

- [1]鎌倉市：鎌倉地域の交通計画に関する提言 <https://www.city.kamakura.kanagawa.jp/koutsu/teigen1.html> n-of-transportation/ 2018年4月21日閲覧
- [2]経済産業省：資源エネルギー庁 電気自動車化 <http://www.meti.go.jp/> 2018年4月20日閲覧
- [3]観光に資する交通の研究：東京成徳大学観光文化学科 秋山秀一 / 海口 晴彦 2012年
- [4]鎌倉における伝統的な「古都観光」の継承に関する研究：押田佳子 2012年

# 愛情を再確認できるベビーベッド

A Cradle That Transmits A Parent's Care

14240 星 明里

指導教員 坂元 愛史

## 1. 研究目的

特別大きな差がないように見えても、自己肯定感をしっかり持てる人と持てない人がいるように思える。何らかの経験がその強弱に影響をもたらすのではないだろうかと考えた。自己肯定感は人生の活力に繋がる面があると予想できることから、本研究では自己肯定感が弱くなるのを未然に防ぐ、または強くする方法について検討する。

## 2. 調査内容

### 1. 自己肯定感の定義

自分のあり方を積極的に評価できる感情、自らの価値や存在意義を肯定できる感情などを意味する[1]。

### 2. 自己肯定感の育つ年齢

自分のことが好きと感じる「自己肯定感」が10歳の時が最も強いことが判明。10歳までの経験が自己肯定感の強弱に影響をもたらすことがわかる[2]。

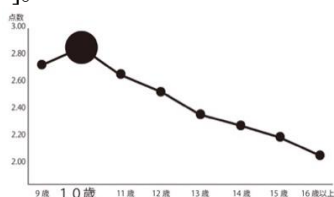


図1. 自己肯定感の年齢別変化のグラフ

### 3. 自己肯定感の定義

自己肯定感=自己有能感+自己有用感  
自己有能感は自己の能力に対する自己評価により得られ、自己有用感他者から承認され、役に立っていると実感することで得られる[3]。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

分析の結果から自己有能感については子どもの内側から発生し形成されていく要素が強いように思われるが、自己有用感他者にあるものを認識することで形成されることから、何らかのデザインアプローチが行いやすいと考えた。そこで、乳幼児の頃に与えてもらっていた親からの無償の愛を確認することが自己肯定感に繋がるのかについて検討した。

具体的には乳幼児期に使っていたベビーベッドを確認のためのツールとして活用することを想定して再度文献等をあたったところ、モノと愛着に関する論文より、愛着の発生要因は一次価値(モノに元から備わる機能や素材などの要素)から二次価値(ヒトが新たに見出す思い出などの要素)へと変化していくこと、また愛着のあ

るモノが自己に同一化される場合と身近な他者に同一化される場合があることがわかった[4]。

そこでコンセプトを「10歳まで側にある、変化するベビーベッド」とした。乳幼児の頃に使うミニベビーベッドから様々な家具へと変化していき、10歳頃までの使用ができる事を想定して試作を行なった。

## 4. 最終提案

まずミニベビーベッドとして使用し、子供が成長したらメッシュ生地の子巾着の張り方を変え、ローチェアに。その後巾着を外し、ひっくり返してお絵かき机として使用する。使い方は自由とする。



図2. 提案物

検証：フェミニストカウンセラーの河野貴代美先生にお会いし、本提案について心理学という観点から他者に推薦できる内容だという文を頂いた。

保育ママに通う子供たちに実際に使ってもらい、保育ママや保護者から意見を頂いた。



図3. 保育ママでの実際の写真

## 5. 今後の進展

実際にこの研究を立証するには長い時間が必要になるが、検証から本提案がある程度の効力を持つ可能性が示されたのではないかと考える。しかしベビーベッドのエッジや安全性に不安があるという意見も頂いたので、形の検討が今後の研究課題であると考えます。

## 文献

- [1] 国立青少年教育振興機構, “自己肯定感とは”, <http://www.niye.go.jp/pickup/post1/>, 2018年4月15日
- [2] Wacoal, “10歳キラキラ白書2018”, <https://www.wacoal.jp>, 2018年5月27日
- [3] 栗本隆雅, “子どもの「自己肯定感」を高める生活科学学習—アドラー心理学を手がかりとして—”, 愛知教育大学生生活科教育講座, 生活科・総合的学習研究, 12巻, pp. 37-46, 2014年3月31日
- [4] 後藤 真一, 椎塚 久雄, “モノにまつわる体験とモノに抱く愛着感との関連”, 工学院大学研究報告第110号

# 子どもに外遊びを促すルールガイドブック

A Guide Book for Children to play outside

14241 前島 野乃

指導教員 李 盛姫

※都合により原稿はありません。

# アップサイクルのブランド化

Branding UPCYCLING

14232 中家 実咲 14244 山上 茉穂  
指導教員 西野 隆司

## 1. 研究目的

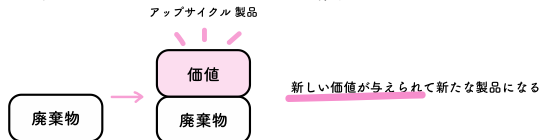
ものづくりによって社会問題の解決に関わりたいと考えた。また、廃棄物問題は長期にわたり大きな問題として扱われ続けているが、未だ解決に至っていないため、新たな解決方法や考え方が必要である。

## 2. 調査内容

### 1. ごみ問題への意識について調査

平成 24 年度の世論調査で、20 代ではごみ問題は重要だと思いう割合が多い反面、ごみを減らす配慮やリサイクルの実施をいつも行っている割合が 4.5%と低かった。

### 2. アップサイクルについて調査



サレジオ高専 3 年デザイン学科の学生 34 人中 32 人がアップサイクルを知らないと回答したところから、アップサイクルの認知度の低さがわかった。

### 3. 昇華転写紙について調査

使用済みの昇華転写紙はリサイクルすると汚れの原因となるためリサイクルできないが、紙の緩衝材として他の紙と混ぜて使用されることが多い。

## 3. コンセプトおよびアイデア展開

アップサイクルを知ってもらうために、20 代前半の女性をターゲットに提案する。

### ・商品

アップサイクルされた商品を通じて、ごみ問題への興味や意識を持ってもらうために、20 代前半の女性にとって身近であるアクセサリーを、使用済み転写紙を含む紙の緩衝材を使用して制作する。緩衝材の利用方法として、強度面から積層する方法が適していると判断した。また、積層する回数によって厚みや強度が変わることもわかった。着色や防水の検証も行った段階で販売検証を行った。検証後の振り返りから、使用後は自然に還することができるアクセサリーを制作することとした。手間をかけず自然に還るようするため、金具等を使用せず、積層した紙のみを使った指輪を制作し、5 年生女子 13 人に検証アンケートを行った。アンケート結果から、アクセサリーを通じて当初の目的であるごみ問題への興味や意識を持ってもらえることが、わかった。

### ・ワークショップ

アップサイクルを知り、体験して、実際に作ったものを使用することにより、ゴミへの意識を変えることを目的にワークショップを提案する。3 度の検証を、デザイン学科 3、4 年生各回 3 名または 4 名ずつ合計 10 名に行った。アップサイクルやごみ問題についてのレクチャーや、アップサイクルの体験、アンケートを行った。1 度目の検証の参加者の意見で、難易度が丁度よかったことや、25 分では体験時間が短かったことがわかった。2 度目の検証からは、体験時間を 40 分に伸ばして、商品提案物の制作で出た端材を切り出してイヤリング・ピアス作りを体験してもらった。その後、検証参加者にそれぞれが制作したイヤリング・ピアスを着けて生活してもらった。検証後の振り返りで、新たに金具を購入して使用するのとは新たなゴミを増やすことにつながるのではないかと考えた。3 度目の検証では、2 度目と同じように商品提案物の制作で出た端材を切り出すところまでは同じだが、新たに金具を購入して用意するのではなく、いらなくなったアクセサリーの金具を使用して制作してもらった。実際にアップサイクルを体験して、ごみ問題やアップサイクルへの意識を持つてもらうことができた。

## 4. 今後の展開

さらに多くの人に興味を持って貰えるようにアクセサリー以外の展開をしていくと同時に、実際に販売を行っていきたい。

## 文 献

- [1] hip cycle, “What is Upcycling, Anyway?”, <https://hipcycle.com/what-is-upcycling/>,(参照 2018-07-09)
- [2] YADOKARI, “第 1 回:アップサイクルとは?モノ・コトの循環を生みだすムーブメントの広がり”, <http://yadokari.net/upcycle-yadokari/20991/>,(参照 2018-07-09)
- [3] 内閣府大臣官房政府広報室, “環境問題に関する意識について”, <https://survey-online.go.jp/h21/h21-kankyuu/2-1.html>,(参照 2018-12-10)
- [4] 古紙再生促進センター, “古紙に出してはいけない!!リサイクルできない紙類”, [http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/Prahibitive\\_materials-2.pdf](http://www.prpc.or.jp/wp-content/uploads/Prahibitive_materials-2.pdf),(参照 2018-10-08)

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
14301	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
14303	荒川 晋次郎	交流回路学習のための教育用カードゲームの開発
14306	伊藤 嶺太	非接触センサを用いたヒト前腕部義手制御技術の開発
14307	今井 佳亮	小型風洞装置の改良とCFD解析を用いた空力解析の検討
14308	今西 優太	生体信号計測と光通信の教材開発
14309	岩井 隆人	電流出力型熱電モジュールの作製
14310	上出 隆大	地域性を考慮し公道走行を目指した超小型モビリティの設計と開発
14314	金子 徹哉	$Mg_2(Si,Sn)$ の低温常圧焼結における単相化の検討
14316	京田 慧太	熱電特性に及ぼす素子の形状の検討
14317	桐山 大輝	誘導型ベアリングレスリニアモータの試作
14320	佐藤 理貴	生体信号計測と光通信の教材開発
14321	澤井 風我	ケルヴィン水滴誘導起電機の帯電量測定
14322	椎名 丈	地域性を考慮し公道走行を目指した超小型モビリティの設計と開発
14323	住吉 佑基	レジャーダイビングにおける減圧症の予防に関する研究
14327	友部 将志	ろう接モジュールの長期耐久性評価
14328	豊島 正隆	誘導型ベアリングレスリニアモータの試作
14329	豊田 源大	重力場中のブラウン運動に関する研究
14331	仲島 晶紀	自励式巻線形同期発電機を用いた風力発電装置の動作範囲に関する実験的検討
14332	花岡 祐飛	マルチコプターの複数台協調制御に関する検討
14336	宮城 海人	交流回路学習のための教育用カードゲームの開発
14337	三宅 慶実	脈波計を用いた心疾患の予防に関する研究

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
14338	八木 貫太	真空バギング法におけるTiO <sub>2</sub> の低温焼結法の検討及び曲面形状可能な色素増感太陽電池の試作
14339	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
14341	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
14342	佐藤 奏恵	マグナス波力発電システムのブレード回転機構に関する検討
14344	吉田 聖	キャリア濃度を傾斜させたFeSi <sub>2</sub> 熱電モジュールの作製
13327	福林 豪	FeSi <sub>2</sub> 熱電モジュールの絶縁基板の検討
13335	山辺 幸佑	誘導型ベアリングレスモータの安定性向上の研究
14433	新山 彰	スラスタとフィンのハイブリッド推進機構の検討

# ヒレ型推進機構の性能改善に関する実験的検討

Experimental studies on the performance improvement of the fin propulsion system

14301 相澤 泰暉

指導教員 風間 俊哉

## 1. はじめに

船舶に用いられている推進機構はプロペラ型やウォータージェット推進などが主流である[1]。一方、近年魚等の水性動物に着想を得た推進機構の研究が行われている[2]。その中でも、魚のヒレを模したヒレ型推進機構は、プロペラ型に比べて、海や川に生息する生き物や水草などを巻き込み傷つけてしまわなくて、生態環境に優しい推進機構と考えられ、研究が進められている[1][2]。既存の研究では、ヒレの材質に依存して、横揺れが発生したり、速度帯域が制限されてしまうなどの問題点が指摘されている[1]。本研究では、これらの問題点を改善する方法を検討する。

## 2. 実験方法

図1に本研究で用いるヒレ型推進機構を示す。私はヒレの材質やサイズ、ヒレの設置の仕方を変えることによって、上記の問題が解決できるのではないかと考え、以下3つのヒレモデルを検討した。

モデル1「材質混合ヒレ」：3種の材質（アクリル板、ゴムシート、シリコンゴム）を並べて、一つのヒレとして用いる（図2(1)）。ヒレの高さを変化させる（図3）。

モデル2「シリコンゴム高さ調整ヒレ」：シリコンゴム1枚だが、ヒレの高さを変化させる。（図2(2)）。

モデル3「シリコンゴム高さ調整・長ヒレ」：モデル2で用いたヒレの縦幅を2倍にし、さらに高さを変化させる（図2(3)）。

それぞれのモデルにおいて、ヒレの動作周波数を変化させて遊泳実験を行い、遊泳速度と、z軸方向の回転角速度を測定した。

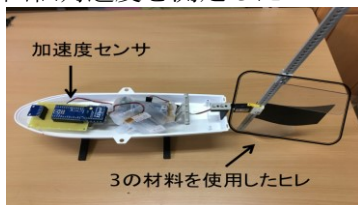


図1 本研究で使用するヒレ型推進機構

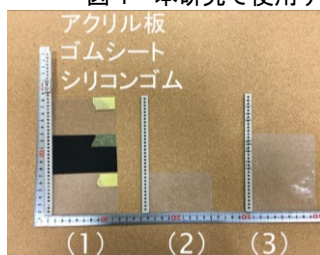


図2 3つのヒレモデル

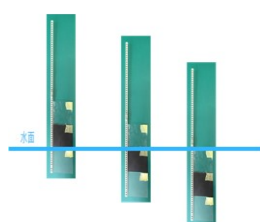


図3 高さ調整

## 3. 実験結果

ヒレモデル1では、水没させる領域を変化させることで、広速度帯域を実現できることが分かった。横揺れは軽減できなかった。ヒレモデル2では、ヒレの高さを変化させることで、横揺れを軽減でき（図4(a)）、広速度帯域を実現できることが分かった（図4(b)）。ヒレモデル3では、モデル2と同様に、ヒレの高さを変化させることで、広速度帯域を実現でき、さらにヒレモデル2に比べると、速度帯域が高い領域にシフトすることが分かった（図5(b)）。この速度帯域シフトの原因として、動画観察により、遊泳時のヒレの動き方や、流体の動きが異なることが分かった（図6）。

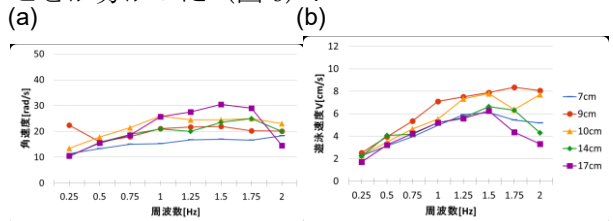


図4 ヒレモデル2 角速度(a) 遊泳速度(b)

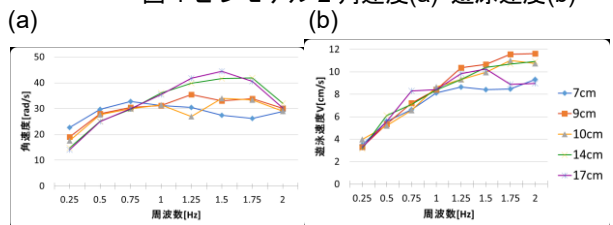


図5 ヒレモデル3 角速度(a) 遊泳速度(b)

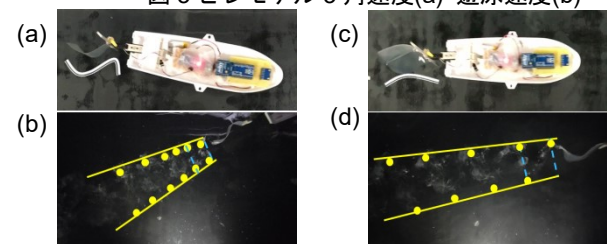


図6 遊泳時のヒレ・流体の観察。ヒレモデル2のヒレの動き(a)、流体の動き(b)。ヒレモデル3のヒレの動き(c)、流体の動き(d)。

## 4. まとめ

本研究により、一定の周波数でも、ヒレの高さを変えることにより、横揺れの軽減や、広速度帯域を実現できることが分かった。

## 文献

- 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)
- 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, pp.169-195, (Sep.1996)



# 交流回路学習のための教育用カードゲームの開発

Development of an Educational Card Game for AC Electric Circuit

14303 荒川 晋次郎 14336 宮城 海人

指導教員 山下 健一郎

## 1. 緒言

近年、先進国を中心にいわゆる「理科離れ」と呼ばれる現象が起きている[1]。これに対して、各国は理数系教育の充実に重点を置き、科学技術分野の人材育成に力を注いでいる。日本でも同様な現象が起きており、2018年に発表された「2016年の論文数」において日本は世界ランキング3位(2016年発表)から6位に落ちている[2]。論文数が減少傾向にあるのは先進国では日本だけであることから、早急に対応しなければならない問題であると考えられる。我々が専攻する「電気工学」の分野においても同様の傾向があり、工学教育の分野において、より効果のある教育法が提案されるなど、様々な工夫がなされている。先行研究で提案された「直流回路計算カードゲーム」は電気工学の基礎となる直流回路の計算に対する意欲向上、計算能力向上を目的としたカードゲームであり、同教材による一定の学習効果が確認されている[3]。

本研究では、電気工学を学ぶ上で直流回路よりも計算が複雑になる「交流回路の計算」の習得を目的に先行研究で開発された「直流回路計算カードゲーム」を拡張した教材を開発する。

## 2. 交流回路計算カードゲームの概要

提案する教材は交流回路計算の基礎となる電圧・電流の大きさと位相の関係を理解させ、インピーダンスや有効電力の計算を習得できるものとした。また、学習者の苦手意識を調査し、楽しみながら習得してもらいたい項目として次の5つを設定した。

- ① 種々な方法で有効電力の計算ができる。
- ② リアクタンス  $X$  は電気角周波数  $\omega$  を含んでおり周波数で変化することを理解できる。
- ③ 直列共振の現象を理解できる。
- ④ 電力が周波数によって変化することを理解できる。
- ⑤ 計算に実効値を用いることを理解できる。

以上の目標をもとに開発したカードゲームを図1に示す。学習者は互いに山札からカードを引き、手札より電源カード、抵抗カードを組み合わせて自分の場に電気回路を構築する。攻撃カードを使用することにより、構築した回路の有効電力を対戦相手の最大電力(同値が0になると負けとなる)から引くことができる。攻撃された相手はコイルカードやコンデンサカード等を攻撃側が構築した回路に組み込み、力率低



図1 開発した交流回路計算カードゲーム

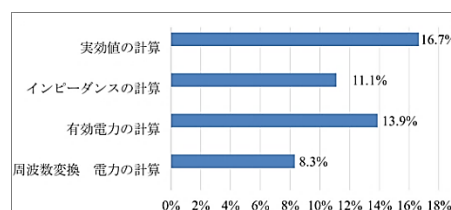


図2 カードゲーム実施前後の正解者数の推移

下などを利用してダメージとなる有効電力を減らすことができる。同教材は個人戦だけでなく、チーム戦も行うことができ、計算に不慣れな学習者はチームを組むことにより、楽しみながら学習することができる。

## 3. 交流回路計算カードゲームによる学習効果

教材の学習効果を検証するため、学習者(交流回路を学び始めたばかりの高専の2年生)を対象にテスト形式のアンケート調査を実施した。得られた結果の一例を図2に示す。同図はカードゲーム実施後に問題を解けるようになった学生の割合を示したものであり、いずれの問題においても正解者数が上昇傾向にあることが分かる。また、実効値や有効電力の計算に特に効果のあることが分かった。

## 4. 結言

本研究では「交流回路の計算」の習得を目的とした教材を開発し、教育効果を検証した。その結果、短期間でも一定の成果が得られたことから、繰り返し学習することにより、大きな教育成果を期待できることなどが明らかになった。

## 文献

- [1] 加藤巡一, “理科教育と理科離れの実態(一): 小学校”, “研究紀要. 人文科学・自然科学篇”, 48(2007)pp.35-50
- [2] National Science Foundation, “Science and Engineering Indicators 2018”, <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/nsb20181.pdf>, (2018)
- [3] 山下健一郎, 齊藤純, 渡邊聡, 他, “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(2011)pp.604-605

# 非接触センサを用いたヒト前腕部義手制御技術の開発

Development of control technique for prosthetic hand by non-contact sensor

14306 伊藤 嶺太

指導教員 吉田 慧一郎

## 1. 背景

日本の身体障害者数は平成 29 年時点で 436 万人にのぼり<sup>[1]</sup>、その内 45%は肢体不自由者である<sup>[2]</sup>。そのため、肢体不自由者の QOL(Quality of Life)向上に向けた生活支援装置が求められており、電動義手に関する研究開発が盛んに行われている<sup>[3]</sup>。

筋電義手とは、皮膚表面の筋電位をパッドにて読み取り、動力のモータを制御する電動義手である。従来の義手と比較した利点は、外観と機能性を両立できる点である。反面、長時間のパッド装着は利用者における QOL 低下の恐れがある。さらに、高位切断者(肘や肩での切断)においては、筋電位取得が困難である<sup>[4]</sup>。

そこで本研究では、利用者の QOL を損ねず、高位切断者にも応用可能な電動義手制御技術の開発を目的とする。

## 2. 方法

### 2-1.原理

義手の制御は、以下の流れで行う。

Step1:被験者の表情変化を赤外線カメラで撮影

Step2:映像を PC にて画像処理(OpenCV)

Step3:処理結果を Arduino へ送信

Step4:受信結果に基づき、Arduino にて義手のサーボモータを制御

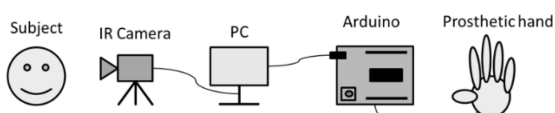


図 1. 義手の制御原理

### 2-2 実験方法

#### 実験 1:二値制御プログラムの動作確認

ウインク時に手を握る二値制御プログラムを作成し、その動作を確認する。

#### 実験 2:多段階制御プログラムの動作確認

口の y 座標変化に応じ 4 段階で義指を曲げる多段階制御プログラムを作成し、その動作を確認する。プログラムのパラメータを表 1 に示す。

表 1. 多段階制御プログラムのパラメータ

系列名	設定値
scaleFactor (縮小量)	1.1[倍]
minNeighbors (判別閾値)	45[箇所]
maxSize (最大サイズ)	500*500[pixel]
minSize (最小サイズ)	65*65[pixel]
口の y 座標閾値	190,210,230,250
サーボ角閾値	10,60,90,150[°]

## 3. 結果

### 実験 1:二値制御プログラムの動作確認

4 名の被験者(20 代男性 3 名、30 代男性 1 名)において、把持動作の二値制御が確認できた。動作確認の様子を図 2 に示す。

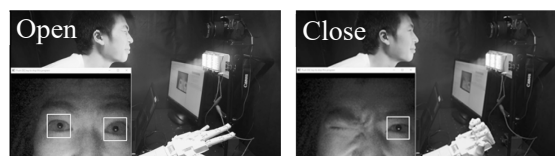


図 2. 二値制御の様子(被験者:20 代男性)

### 実験 2:多段階制御プログラムの動作確認

3 名の被験者(20 代男性)において、把持動作の多段階制御が確認できた。動作は正常であったが、操作の複雑さが課題として明らかとなった。プログラムの動作確認の様子を図 3 に示す。



図 3. 多段階制御の様子(被験者:20 代男性)

## 4. 結論

本研究の目的は、利用者の QOL を損ねず、高位切断者にも応用可能な電動義手制御技術の開発であった。本年度は、画像処理による義手の二値制御プログラム、義指の多段階制御プログラムを作成した。多段階制御プログラムには、操作性の向上が求められる。

## 5. 今後の予定

多段階制御プログラムの操作性向上に向け、口の面積変化を入力とする。現状では面積変化の検出精度が低いため、フィルタ処理の実装、機械学習データの改良および、パラメータの適正化を行い検出精度の向上を図る予定である。

## 文献

- [1] 内閣府, “平成 30 年度版 障害者白書”, p.235.
- [2] 厚生労働省, “平成 28 年生活のしづらさなどに関する調査 (全国在宅障害児・者等実態調査) 結果の概要”, p.2.
- [3] 関弘和, “筋電義手における把持動作制御および操作訓練法の検証”, 日本福祉工学会誌, vol.18-No.2(2016),pp.32-37.
- [4] 佐々木 一彦, “筋電義手と試用評価サービス”, 国リハニュース第 281 号 (平成 19 年), p.1.

# 小型風洞装置の改良と CFD 解析を用いた空力解析の検討

## Improvement of Small Wind Tunnel and Consideration of Fluid Analysis Using CFD

14307 今井 佳亮  
指導教員 井組 裕貴

### 1. 緒言

現在電気自動車等は限られたエネルギーを使用している為航続距離を伸ばすには空気抵抗の低減が重要であり、メーカーも風洞実験を行い車両の抗力を計測している。風洞実験ではマッハ数  $M$  とレイノルズ数  $Re$  を実際の値と一致させて行うことで得られた結果から実際の模型まわりの流れがわかる。しかし、模型と実車とのスケールに差がありすぎると  $Re$  を一致させるのが難しい。本校の小型風洞装置は 1/10 スケール未満の模型までしか測定できない為、実際の走行条件の再現度が低い。そこで本研究では、測定範囲を拡大し 1/10 スケール以上の模型を測定可能にする。また、現在の模型位置出し方法では手動で水平調整を行っており正確に水平にすることが難しく時間がかかる為、模型位置出し工程を簡略化する。また、風洞実験では模型自体の揺れによる誤差が発生するというデメリットが考えられる為 CFD 解析を用いた空力解析の検討をする。

### 2. 方法

吹き出し口面積を  $60000[\text{mm}^2]$  に拡大することで風速が低下する為プーリー比を変更して送風機の回転数を上昇させ最大風速を補填し、CFD で解析し整流されているかを確認する。また、吹き出し口を 24 分割しそれぞれの風速を測定して風速分布が均一であるかを確認する。次に、図 1 のように Arduino とモータードライバー、ステッピングモーターを配線し模型位置出し工程簡略化の妥当性を確認する。その後、1/8 スケール模型の風洞実験をムービングベルトと境界層吸引装置を稼働させた状態で行う。また、CFD 解析による空力解析の検討をする。

### 3. 結果

$60000[\text{mm}^2]$  時の最大風速は  $19.45[\text{m/s}]$  となり CFD 解析した結果、整流されていることがわかった。また、風速分布を測定した結果最大誤差率は  $1.38[\%]$  となった(図 2)。ステッピングモーターを使用して動作させた結果、4 台同時に動き水平に上昇下降することを確認できた。風洞実験した結果 1/1, 1/8, 1/10 スケールそれぞれの空気抵抗係数  $C_d$  は 1/1 は  $0.17$ 、1/8 は  $0.21$ 、1/10 は  $0.25$  となった。また風洞実験結果の  $C_d$  はそれぞれ 1/1 は  $0.156^{[1]}$ 、1/8 は  $0.20038$ 、1/10 は  $0.23376$  となった。風洞実験結果と CFD 解析結果を比較し誤差率を求めると、1/1 は  $8.2[\%]$ 、1/8 は  $4.8[\%]$ 、1/10 は  $6.4[\%]$  となった。



図 1 ステッピングモーター設置後の模型位置出し部

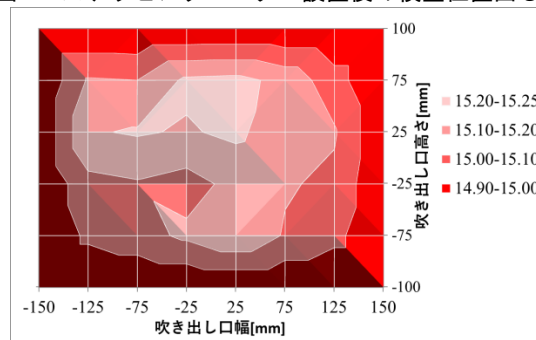


図 2 風速分布結果

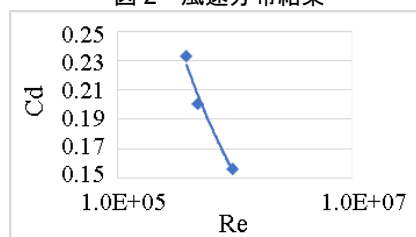


図 3 各スケールの  $C_d$  と  $Re$  の比較

### 4. 結言

吹きだし口面積を  $60000[\text{mm}^2]$  に拡大し、最大風速が  $15[\text{m/s}]$  以上であることを確認した。また、風速分布が均一であることも確認できた。次に、模型位置出し部についてはステッピングモーターを Arduino で制御することで模型位置出し工程の簡略化には成功したが、駆動トルクが不足しており模型を載せた状態での位置出しはできなかった。また、1/8 スケール模型の測定結果と 1/10 スケール模型の測定結果を比較した結果 1/8 スケールの方が 1/1 スケールの  $C_d$  に近く、図 3 に示すように相似性があることを確認できた。最後に、CFD 解析を用いた空力解析の検討をした結果、3 つのスケールの平均誤差率を求めると  $6.5[\%]$  となった。このことから CFD 解析と風洞実験双方の妥当性を確認することができたといえる。また、これらを併用することでより正確な解析ができると考えられる。

### 文献

- [1] 渡辺聡・島津豊・依田勝・他, "ソーラーカー"SALESIO"号の空力・走行テスト結果", サレジオ工業高等専門学校研究紀要(2005), p.5

# 生体信号計測と光通信の教材開発

Development of teaching material for biosignal measurement and optical communication

14308 今西 優太 14320 佐藤 理貴  
指導教員 吉田 慧一郎

※都合により原稿はありません。

# 電流出力型熱電モジュールの作製

## Preparation of current output type thermoelectric modules

14309 岩井 隆人  
指導教員 加藤 雅彦

### 1. 緒言

熱電発電素子とは、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する素子である。現在、一般に使用されている熱電モジュールは n 型と p 型の素子対を多数直列接続し、よりたくさんの電圧を出力させている電圧出力型モジュールとなっている。本研究では前述のような電圧出力型ではなく、1つの素子が大きな断面積を持つような、内部抵抗が小さく電流の大きな電流出力型モジュールの作製をし、電圧出力型との比較を行いそれぞれの特性を把握することを目的とした。

### 2. 実験方法

p 型  $\text{MnSi}_{1.83}$ 、n 型  $\text{Fe}_{0.96}\text{Co}_{0.04}\text{Si}_{2.1}$  の組成で秤量を行い、それらをアーク溶解、微粉碎しそれぞれの合成粉末を作製した。作製した合成粉末を  $180[\mu\text{m}]-355[\mu\text{m}]$  になるように造粒を行い、冷間プレスの後常圧焼結し p 型  $\text{MnSi}_{1.73}$ 、n 型  $\text{Fe}_{0.96}\text{Co}_{0.04}\text{Si}_2$  の素子を作製した。作製した素子の物性値測定を行い p 型と n 型で内部抵抗が同じ値になるような断面積を算出し素子を切断し、東京ブレイズ製 TB-608T 活性金属ろうを使用し素子をアルミナ基板に配置して接合し、 $\pi$  型の電流出力型モジュールを作製した。また、比較対象として、内部抵抗を揃えずに総面積だけを同じとした p 型 n 型それぞれ同じ面積の電圧出力型のモジュールも同時に作製した。しかし、この方法では電流出力型の特性が得ることができなかつたため、総断面積を同じ面積とした上で n 型、p 型素子の断面積の比を 1:1 に保ったまま電流出力型として 1 対、電圧出力型として 2 対のモジュール作製を行った。また、n 型、p 型素子の断面積比を変えた際のデータを見るため断面積比を n 型、p 型で 1:3 としたモジュールの作製も行った。比較の方法としては、 $100\sim 400[^\circ\text{C}]$  の温度差を与えた時の負荷特性測定を行い、出力電圧[V]と電流[A]を測定し、出力[W]を算出し比較した。

### 3. 実験結果

素子の総断面積を  $92[\text{mm}^2]$  として p 型と n 型それぞれ  $46[\text{mm}^2]$  の素子が 1 対のみの電流出力型モジュールと、 $23[\text{mm}^2]$  の素子が 2 対の電圧出力型モジュール、断面積比を変えた n 型  $69[\text{mm}^2]$  p 型  $23[\text{mm}^2]$  としたモジュールの作製を行った。

図 1、図 2 に示すように、素子の総断面積を  $92[\text{mm}^2]$  としたモジュールの  $400[^\circ\text{C}]$  差時の電流出力型の最大電力が  $2.43[\text{mW}]$ 、短絡電流が

$145[\text{mA}]$  となっていて、電圧出力型の最大電力が  $14.2[\text{mW}]$ 、短絡電流が  $256[\text{mA}]$  となった。

ヒーターを  $150[^\circ\text{C}]$  に設定し、低温側を冷却水ではなく空冷として測定を行った時、電流出力型の方が電圧出力型よりも温度差が大きくなった。しかし、電流出力型の最大電力は  $0.028[\text{mW}]$ 、短絡電流は  $12.3[\text{mA}]$  となり電圧出力型の最大電力  $0.135[\text{mW}]$ 、短絡電流  $26.3[\text{mA}]$  よりも小さくなった。理論的に、素子の断面積が大きければ、電流出力が大きくなると考えられるが本結果では、そのような特性は出なかつた。原因として考えられるのは、本研究ではモジュールの内部抵抗を素子の内部抵抗のみとして考えていたため、その他の接触抵抗等を考慮に入れていなかったからだと考えられる。

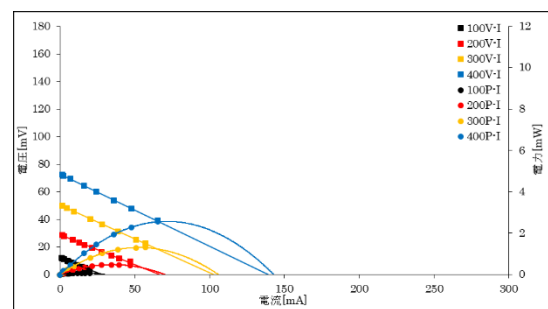


図 1 一対モジュールの V-I 特性測定結果

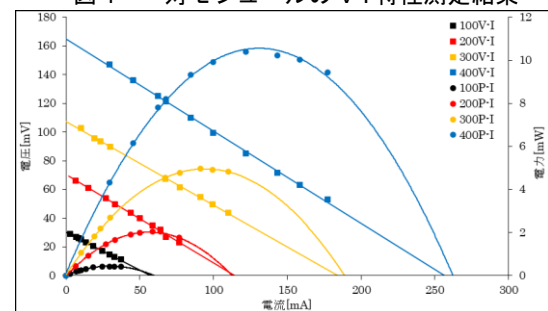


図 2 二対モジュールの V-I 特性測定結果

### 4. 結言

一対及び二対モジュールでは、電流出力型よりも電圧出力型の方が短絡電流が大きく出る結果となった。電流出力型のメリットを活かすには接触抵抗等をほぼ無くした環境での測定や、電圧出力型のペア数を数十対程に増やして比較を行えば電流出力型のメリットが見えてくるのではないかと考えられる。

### 文献

- [1] 坂田亮, 熱電変換, 裳華房, p.2-4, (2005)
- [2] 日本熱電学会, 熱電変換材料, 日刊工業新聞社, p.101-107, (2012)

# 地域性を考慮し公道走行を目指した超小型モビリティの設計と開発

Design and Development of Ultra Lightweight Vehicle Considering Local City and Aiming to Use on the Public Road

14310 上出 隆大 14322 椎名 丈  
指導教員 井組 裕貴

## 1. 背景

近年、社会情勢の変化に伴い、より環境負荷が少ない手ごろな交通手段が求められている。そこで、本研究では高齢者向けに町田市の地域性を考慮した超小型モビリティの提案を行う。車両走行時の消費電力において、抗力係数や転がり係数などの車両固有値以外を推定するため、町田市に合わせた式を導出し、消費電力量を算出する。これにより、町田市の地域的な要因から起因するエネルギーを推定することができる。また、町田市における最小および最大の消費電力量の算出し、得られた推定値を基に超小型モビリティのスケールに合った車体を設計し、走行時の消費電力量やバッテリーセルの必要数などを検討した。

## 2. 超小型モビリティ

超小型モビリティとは自動車よりコンパクトで小回りが利き、環境性能に優れ、地域の手軽な移動手段となる1人～2人乗り程度の3～4輪自動車のことである。

## 3. 走行条件

以下の式より消費電力が表される。

$$P = \frac{1}{2}\rho C_d A v^3 + C_r m g v + m a v + m g v \sin \theta \quad (1)$$

本稿では(1)式より勾配角度と加速時間考慮し、より正確に消費電力量が推定できる式を導出し、以下に示す。

$$P_t = \frac{1}{2}\rho C_d A v^3 t_1 + C_r m g v t_1 + \frac{1}{2} t_1 (m g v \sin \theta_U + m g v \sin \theta_D) + (m + m r) a v t_2 \quad (2)$$

上記の式に用いる詳細を表1に示す。

表1 式における各名称

P	平均消費電力[W]	v	速度[m/s]
P <sub>t</sub>	消費電力量[Wh]	C <sub>r</sub>	転がり抵抗係数
R	平均走行抵抗[N]	m	車両重量[kg]
θ	最大勾配抵抗角度[°]	g	重力加速度[m/s <sup>2</sup> ]
ρ	空気密度[kg/m <sup>3</sup> ]	A	全面投影面積[m <sup>2</sup> ]
t <sub>1</sub>	総走行時間[h]	a	加速度[m/s <sup>2</sup> ]
t <sub>2</sub>	加速時間[s]	θ <sub>D</sub>	勾配角度(下り)[°]
C <sub>d</sub>	空気抵抗係数	θ <sub>U</sub>	勾配角度(上り)[°]

町田市は駅を中心として半径 20[km]以内に老人ホームやスーパーなどの施設が密集しており、走行距離は往復分の実走行距離を加味し 51.2[km]とした。下り方向の勾配による自重での加速は勾配角度、車両重量の点から影響がないものとし、加速時は平坦とみなした。信号間

での速度は法令に従い最高速度の 30[km/h]を限度とし、加速、減速を考慮し加速度は 2.08[m/s<sup>2</sup>]としている。また、空気抵抗係数 C<sub>d</sub>、全面投影面積 A、転がり抵抗係数 C<sub>r</sub>は車両固有のものであり、重量は法令に従い最大 600[kg]であるため、車両重量を 300[kg]および 600[kg]で算出し、消費電力量の最小値を p<sub>(300)</sub>、最大値を p<sub>(600)</sub>とし、以下の式を導出した。

$$p_{(300)} = 334.5C_d A + 24426.9C_r + 836.7 \dots (3)$$

$$p_{(600)} = 334.5C_d A + 48853.8C_r + 1631.1 \dots (4)$$

式(3)、(4)を用いて最小および最大消費電力を算出した。p<sub>(300)</sub>は車両の形状を卵型にし、C<sub>d</sub>が低くなるように設計し、消費電力量の最小値は 1159.28 [Wh]となった。p<sub>600</sub>は車両の形状を箱型にし、C<sub>d</sub>が高くなるように設計し、消費電力量の最大値は 4362.24[Wh]となった。

## 4. 車両設計

今回、車両を設計する際にタンデムシートでの2人乗りを考えたが、高齢者が乗り降りすることを考えると後部座席が狭く、乗り降りがしにくいことを踏まえ今回は、セパレートシートにした。

CFD解析の結果、新車両の C<sub>d</sub>値が 0.58、C<sub>d</sub>Aの値が 1.11 となった。これにより、設計した超小型モビリティの合算消費電力量は 1909.78[Wh]となり、必要な電池の数は 242セルとなった。



(a)乗降部(旧車両) (b)新車両  
図1 乗降部及び新車両の完成予想図

## 5. 結論

車両の重量 300[kg]時の固有値以外の消費電力量の値は、式(3)となり、C<sub>d</sub>、A、C<sub>r</sub>の値を加えることで消費電力量の算出が可能となる。また、町田市の地域性に合わせた小型モビリティを設計した結果、新車両の総消費電力は 1676.58[Wh]であり、走行に必要な電池本数は 211セルであることが分かった。

# Mg<sub>2</sub>(Si,Sn)の低温常圧焼結における単相化の検討

Investigation of single phase formation of Mg<sub>2</sub>(Si,Sn) by pressureless sintering at lower temperatures

14314 金子 徹哉  
指導教員 加藤 雅彦

## 1. 緒言

近年、エネルギー資源の枯渇や地球温暖化等の環境問題が深刻化しており、このような問題を軽減する手段として熱エネルギーを電気エネルギーに直接変換出来る熱電発電が注目されている<sup>[1]</sup>。マグネシウムシリサイドスズ(以下Mg<sub>2</sub>(Si,Sn))系熱電材料は毒性が少なく、資源が豊富に存在する熱電材料である<sup>[2]</sup>。昨年度ではMg<sub>2</sub>(Si,Sn)焼結体にSnを添加することで比抵抗と嵩密度が改善したが分相してしまった。そこで分相温度を熱重量・示差熱同時測定を用いて測定を行ったところ、n型組成において778°Cにブロードな発熱ピークが観察された。この温度は昨年度の焼結温度(850°C)未満でMg<sub>2</sub>Siの酸化開始温度(600°C)以上の範囲であり、この間に他の化学反応が起こるとは考えづらいため、778°Cのブロードなピークは分相に起因していると考えられる。

そこで今年度は分相温度未満での低温焼結により分相を起こさず、かつ熱電特性が向上した焼結体を作製することを目的とした。

## 2. 実験方法

Mg<sub>2.02</sub>Si<sub>0.495</sub>Sn<sub>0.5</sub>Sb<sub>0.005</sub>の組成となるように原料粉末を秤量し、そこにSnを1.5、4、15[wt%]添加した。Ar雰囲気中で仮成型し、800°C[10h]で反応合成を行った。合成粉末を微粉碎し、PVBを1[wt%]となるように添加し、ふるいにて90~180[μm]の大きさに揃えた後、ダイスにて本成型し、Ar雰囲気中焼結を行った。焼結体及び粉末の相分析をするためにXRDを用いた。また焼結体は嵩密度D、比抵抗ρ及びゼーベック係数αを測定した。

## 3. 実験結果

作製した焼結体の嵩密度D、比抵抗ρ、ゼーベック係数α及びパワーファクターPFを表1に示す。Snの添加量を増えるにつれて比抵抗が低下する傾向が見られた。しかしながらゼーベック係数も低下したため、パワーファクターが低下した。焼結温度を750°C、650°Cにすると850°Cよりも比抵抗が約10倍増加したためパワーファクターが約10倍低下した。

XRDプロファイルを図1に示す。Snの添加量を増えるにつれてMg<sub>2</sub>Si<sub>0.4</sub>Sn<sub>0.6</sub>相の強度比が減少し、Mg<sub>2</sub>Sn相の強度比が増大した。焼結温度を850°Cから750°Cに下げるとMg<sub>2</sub>Si<sub>0.4</sub>Sn<sub>0.6</sub>相の強度比が増大し、Mg<sub>2</sub>Sn相の強度比が減少した。焼結温度を750°Cから650°Cに下げる

とMg<sub>2</sub>Si<sub>0.4</sub>Sn<sub>0.6</sub>相の強度比が減少し、Mg<sub>2</sub>Sn相の強度比が増大した。

表1 Sn添加量を変えた熱電特性

組成式	+Sn [wt%]	t [°C]	D [g/cm <sup>3</sup> ]	ρ [μΩm]	α [μV/K]	PF [μW/K <sup>2</sup> m]
Mg <sub>2.02</sub> Si <sub>0.495</sub> Sn <sub>0.5</sub> Sb <sub>0.005</sub>	1.5	850	2.78	108	-202	378
	4		2.87	131	-207	327
	15		3.01	131	-172	226
	1.5	750	2.04	1425	-254	45
	4		2.42	1220	-197	32
	15		2.56	1082	-162	24
	1.5	650	2.94	3911	-193	10
	4		2.64	978	-65	4
	15		2.34	1537	-98	6

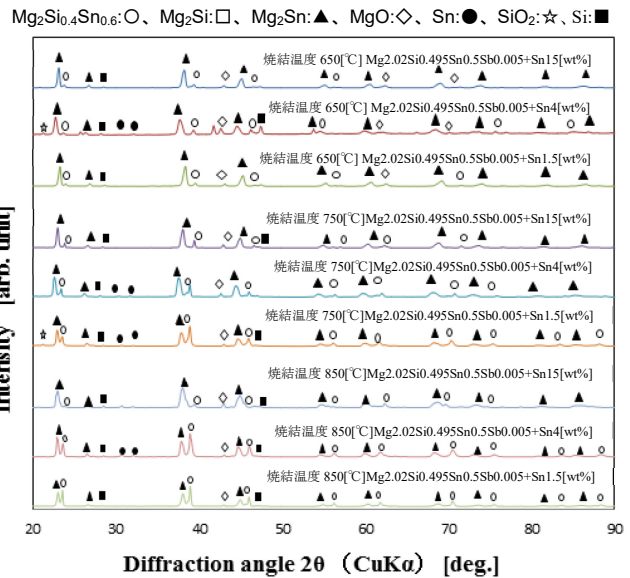


図1 焼結体のXRDプロファイル

## 4. 結言

Snの添加量を増やすことで熱電特性のパワーファクターが低下し、Mg<sub>2</sub>Sn相の強度比が増大した。このことからMg<sub>2</sub>Sn相とMg<sub>2</sub>Si<sub>0.4</sub>Sn<sub>0.6</sub>相の擬二元合金となってしまうパワーファクターが約10倍低下した。

## 5. 今後の予定

Snが液相にならず、Mg<sub>2</sub>Sn相となってしまうので焼結しきれていないと考えられる。そこで十分に焼結させるために焼結時間を増加させることを検討していきたい。

## 文献

- [1] 坂田亮, “熱電変換-基礎と応用-”, 裳華房(2005), p.137
- [2] 同上, p.180

# 熱電特性に及ぼす素子の形状の検討

## Investigation of element shapes on thermoelectric properties

14316 京田 慧太  
指導教員 加藤 雅彦

### 1. 緒言

近年、地球温暖化などの環境問題があり、安全かつ環境にいい発電技術が求められている。そこで熱電発電という発電技術がある。この発電技術は発電寿命が30年以上<sup>[1]</sup>と長く、火力発電などで捨てられている熱を利用して発電することができる。しかし熱電発電はまだ生産コストが高いので、熱電モジュールの値段が高く、値段に見合った発電効率(5~10%)<sup>[1]</sup>がないためあまり利用されていないのが現状である。

本研究では、製造コストをかけずに熱電性能を向上させる一つの手法として、従来の直方体形状ではなく、台形状の熱電素子からなる熱電発電モジュールを作製し、V-I特性の評価を行うことを目的とした。

### 2. 実験方法

熱電素子の原料は、p型  $\text{Fe}_{0.92}\text{Mn}_{0.08}\text{Si}_{2.1}$ 、n型  $\text{Fe}_{0.96}\text{Co}_{0.04}\text{Si}_{2.1}$  の組成で秤量を行った。原料をアーク溶解し、作製したインゴットを粒径  $38\mu\text{m}$  以下になるよう粉碎した。造粒した粉末を冷間プレスし、焼結を行った。焼結温度  $1170^\circ\text{C}$  で5時間焼結を行った。もう一方はSPS法で焼結を行った。SPS法の条件は、焼結温度  $975^\circ\text{C}$ 、焼結圧力  $50\text{MPa}$ 、焼結時間  $30\text{min}$  で焼結を行い、焼結体を台形状に切断し、台形素子とアルミナ絶縁基板を活性金属ろう(東京ブレイズ製TB-608T)を塗布しろう付けを行った。ろう付けは、温度  $800^\circ\text{C}\sim 820^\circ\text{C}$  のAr雰囲気中で行い、次に熱電モジュールのV-I特性評価装置を使い、可変抵抗で抵抗値を変え電圧を測定し、測定値から電流と電力を算出した。

### 3. 実験結果

図1及び図2は、強制冷却時の条件を変えた時のV-I特性測定結果である。台形状の素子で作製した熱電モジュールをV-I特性測定を行った結果、自然冷却時では接地面が大きい側を加熱側としたほうが、接地面が小さい側を加熱側とするよりも大きな電力を得られた。逆に強制冷却時では接地面が大きい側を冷却側としたほうが、大きな電力を得られた。

自然冷却の場合では、ゼーベック係数と比例して発電効率も上がっていくので、素子をより温めた方が発電効率も良くなる。よって台形の接地面積の大きい方を高温側としたほうが、接地面積の小さい方を高温側とするより素子の

温度が上がり効率が良くなった。逆に強制冷却の場合、自然冷却時より温度差が付きやすい。熱は高温部から、低温部へ移動する性質を持っているので接地面の大きいほうを低温側とし、接地面の小さいほうを高温側としたほうが、温度差が付きやすくなる。よって強制冷却時では、ゼーベック係数よりも温度差の影響で発電されたと考えられる。

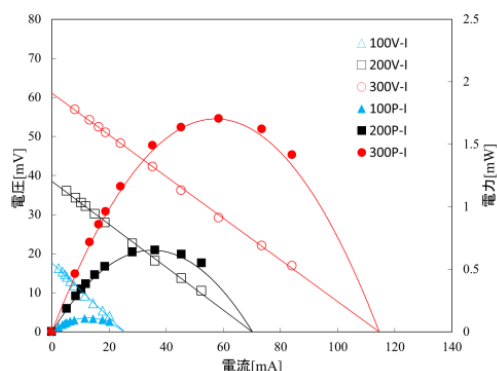


図1 接地面が大きい側が高温時

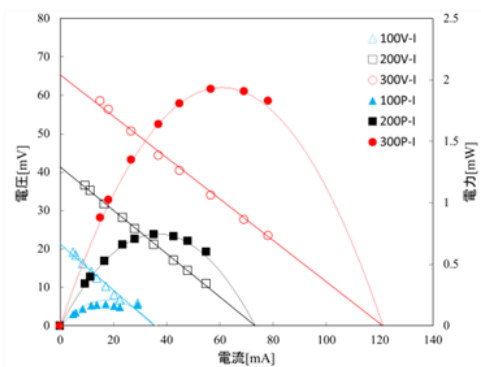


図2 接地面が大きい側が低温時

### 4. 結言

温度差が付きづらい環境で発電するときは、接地面を大きいほうを高温側として発電し、逆に温度差が付きやすい環境で発電するときは接地面の大きいほうを低温側として使用したほうがいい。

### 文献

[1] 寺崎一郎, “熱電材料の物質科学”, 内田老鶴圃(2017), pp.6-8



# 誘導型ベアリングレスリニアモータの試作

Experimental Study of Induction-type Bearingless Linear Motor

14317 桐山 大輝 14328 豊島 正隆  
指導教員 渡邊 聡

※都合により原稿はありません。

# 生体信号計測と光通信の教材開発

Development of teaching material for biosignal measurement and optical communication

14308 今西 優太 14320 佐藤 理貴  
指導教員 吉田 慧一郎

※都合により原稿はありません。

# ケルヴィン水滴誘導起電機の帯電量測定

## Study on Measurement of Electric Charge of Kelvin Water Dropper

14321 澤井 風我  
指導教員 渡邊 聡

### 1. 緒言

誘電物が静電誘導している場合、分極の分布と誘電体の位置関係が挙動に影響及ぼすと考えられる。電気的な分極の帯電量を測定できると誘電物の挙動が予測可能になると考えられる。一般的な電荷測定法のファラデーゲージは、帯電物全体の分極した電荷の総和量を計測するので、静電分極された電荷量を測定することができない。ここでは誘導分極現象を再現しやすいケルヴィン水滴誘導起電機を利用して静電分極電荷量の測定方法の検討を行う [1][2][3]。

### 2. 実験方法

予備実験として、ケルヴィン水滴誘導起電機の片方側の水滴ノズルに直接高電圧を印加し、片側ノズルのみ水滴を滴下した状態で金属容器に蓄えられた水滴の測定を、正極と負極で行い、極性の判別と印加電圧の大きさによる誘導電圧の値を測定する。極性と印加電圧に対する誘導電圧の校正グラフからケルヴィン水滴起電機の水滴金属容器の電荷を推測する。

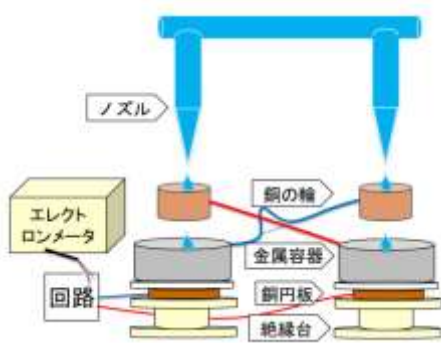


図1 ケルヴィン水滴誘導起電機と実験装置

### 3. 結果

#### 3.1. 水滴の誘導電圧 (ノズルに直接印加)

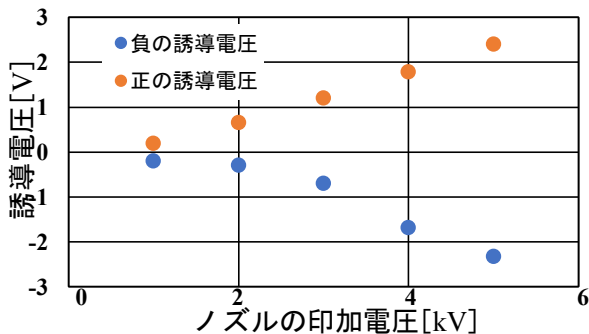


図2 ノズルに直接電圧を印加した時の誘導電圧

図2のグラフはノズルの印加電圧と誘導電圧の関係を表している。極性の違いにより誘導電圧の極性が変わり、印加電圧の大きさに伴い誘導電圧が変化していることが分かる。

#### 3.2. ケルヴィン誘導起電機の誘導電圧測定

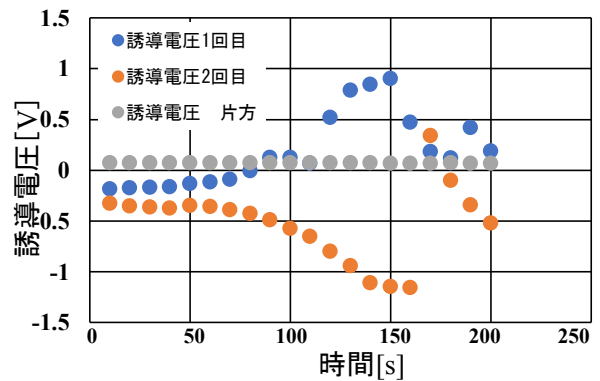


図3 水滴誘導起電機の水滴金属容器の誘導電圧

図3のグラフはケルヴィン水滴誘導起電機の金属容器の誘導電圧を測定したものである。ケルヴィン水滴誘導起電機の極性は、原理上測定ごとに異なり時間と共に金属容器に帯電した水滴が蓄積し誘導電圧が上昇している。誘導電圧がさらに上昇し誘導リングにて水滴の拡散が広がり装置外に水滴が飛び散ると誘導電圧が急に低下していることがグラフから読み取れる。

### 4. 結言

本方式の誘導電圧試験にて帯電した電荷の誘導電圧を確認できた。これにより電荷の有無と極性を判別することができた。また、高圧電源を直接水滴ノズルに印可した時の誘導電圧測定から校正曲線を描き、ケルヴィン水滴誘導起電機の水滴が貯まる金属容器の電荷量を推測することが可能である。実験は環境に影響されやすく今後さらに測定方法の検討が必要であると考える。

### 文献

- [1] 佐藤政次, “静電気ハンドブック”, オーム社, pp.159,319,344,500,506,571,638,1173, (Nov.2006)
- [2] 鳥居優介, 八木下和哉, “容量センサーを応用した帯電粒子観測器の特性計測”, 電機システム研究室, pp.29-39, (Nov. 2017)
- [3] 坂本勇貴, “双極性帯電に関する考察”, 電機システム研究室, pp.3-16, (Nov. 2010)

# 地域性を考慮し公道走行を目指した超小型モビリティの設計と開発

Design and Development of Ultra Lightweight Vehicle Considering Local City and Aiming to Use on the Public Road

14310 上出 隆大 14322 椎名 丈  
指導教員 井組 裕貴

## 1. 背景

近年、社会情勢の変化に伴い、より環境負荷が少ない手ごろな交通手段が求められている。そこで、本研究では高齢者向けに町田市の地域性を考慮した超小型モビリティの提案を行う。車両走行時の消費電力において、抗力係数や転がり係数などの車両固有値以外を推定するため、町田市に合わせた式を導出し、消費電力量を算出する。これにより、町田市の地域的な要因から起因するエネルギーを推定することができる。また、町田市における最小および最大の消費電力量の算出し、得られた推定値を基に超小型モビリティのスケールに合った車体を設計し、走行時の消費電力量やバッテリーセルの必要数などを検討した。

## 2. 超小型モビリティ

超小型モビリティとは自動車よりコンパクトで小回りが利き、環境性能に優れ、地域の手軽な移動手段となる1人～2人乗り程度の3～4輪自動車のことである。

## 3. 走行条件

以下の式より消費電力が表される。

$$P = \frac{1}{2}\rho C_d A v^3 + C_r m g v + m a v + m g v \sin \theta \quad (1)$$

本稿では(1)式より勾配角度と加速時間考慮し、より正確に消費電力量が推定できる式を導出し、以下に示す。

$$P_t = \frac{1}{2}\rho C_d A v^3 t_1 + C_r m g v t_1 + \frac{1}{2} t_1 (m g v \sin \theta_U + m g v \sin \theta_D) + (m + m r) a v t_2 \quad (2)$$

上記の式に用いる詳細を表1に示す。

表1 式における各名称

P	平均消費電力[W]	v	速度[m/s]
P <sub>t</sub>	消費電力量[Wh]	C <sub>r</sub>	転がり抵抗係数
R	平均走行抵抗[N]	m	車両重量[kg]
θ	最大勾配抵抗角度[°]	g	重力加速度[m/s <sup>2</sup> ]
ρ	空気密度[kg/m <sup>3</sup> ]	A	全面投影面積[m <sup>2</sup> ]
t <sub>1</sub>	総走行時間[h]	a	加速度[m/s <sup>2</sup> ]
t <sub>2</sub>	加速時間[s]	θ <sub>D</sub>	勾配角度(下り)[°]
C <sub>d</sub>	空気抵抗係数	θ <sub>U</sub>	勾配角度(上り)[°]

町田市は駅を中心として半径 20[km]以内に老人ホームやスーパーなどの施設が密集しており、走行距離は往復分の実走行距離を加味し 51.2[km]とした。下り方向の勾配による自重での加速は勾配角度、車両重量の点から影響がないものとし、加速時は平坦とみなした。信号間

での速度は法令に従い最高速度の 30[km/h]を限度とし、加速、減速を考慮し加速度は 2.08[m/s<sup>2</sup>]としている。また、空気抵抗係数 C<sub>d</sub>、全面投影面積 A、転がり抵抗係数 C<sub>r</sub>は車両固有のものであり、重量は法令に従い最大 600[kg]であるため、車両重量を 300[kg]および 600[kg]で算出し、消費電力量の最小値を p<sub>(300)</sub>、最大値を p<sub>(600)</sub>とし、以下の式を導出した。

$$p_{(300)} = 334.5C_d A + 24426.9C_r + 836.7 \quad (3)$$

$$p_{(600)} = 334.5C_d A + 48853.8C_r + 1631.1 \quad (4)$$

式(3)、(4)を用いて最小および最大消費電力を算出した。p<sub>(300)</sub>は車両の形状を卵型にし、C<sub>d</sub>が低くなるように設計し、消費電力量の最小値は 1159.28 [Wh]となった。p<sub>600</sub>は車両の形状を箱型にし、C<sub>d</sub>が高くなるように設計し、消費電力量の最大値は 4362.24[Wh]となった。

## 4. 車両設計

今回、車両を設計する際にタンデムシートでの2人乗りを考えたが、高齢者が乗り降りすることを考えると後部座席が狭く、乗り降りがしにくいことを踏まえ今回は、セパレートシートにした。

CFD解析の結果、新車両の C<sub>d</sub>値が 0.58、C<sub>d</sub>Aの値が 1.11 となった。これにより、設計した超小型モビリティの合算消費電力量は 1909.78[Wh]となり、必要な電池の数は 242セルとなった。

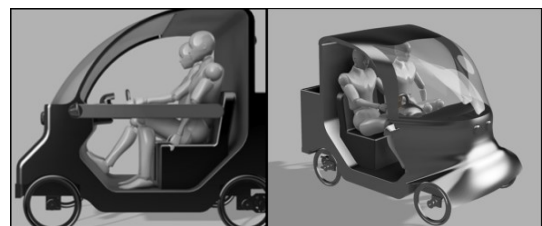


図1 乗降部及び新車両の完成予想図

## 5. 結論

車両の重量 300[kg]時の固有値以外の消費電力量の値は、式(3)となり、C<sub>d</sub>、A、C<sub>r</sub>の値を加えることで消費電力量の算出が可能となる。また、町田市の地域性に合わせた小型モビリティを設計した結果、新車両の総消費電力は 1676.58[Wh]であり、走行に必要な電池本数は 211セルであることが分かった。

# レジャーダイビングにおける減圧症の予防に関する研究

Study on prevention of the leisure diving dysbarism

14323 住吉 佑基

指導教員 吉田 慧一郎

## 1. 緒言

近年、レジャーの多様化により海におけるレジャー人気が高まりつつあり、日本の豊かな海の自然を生かしたスキューバダイビングやシュノーケリングなどの人気が高まっている。しかし、ダイバーが無自覚のまま発症する減圧症などの病気が報告されており<sup>[1]</sup>、減圧症の非侵襲的なリアルタイムモニタリング装置が求められている。そこで本研究では、ダイビング中における生理学的パラメータをリアルタイム計測し、減圧症の早期発見を行う機器を開発することを目的とする。本稿では、運動時下における心拍数および動脈血酸素飽和度(Arterial Oxygen Saturation, SpO<sub>2</sub>)の連続計測可能な機器の開発および、既存の機器との比較検討を行った。

## 2. 方法

図1に本研究で製作したリアルタイム生体情報計測機器を示す。実験では、試作機を被験者の上腕部に装着し、登山時における生理学的パラメータ(SpO<sub>2</sub>, 心拍数)の連続計測および、試作機器の性能評価を行うため比較として既製品のパルスオキシメータ(dretec 社, OX-101 および日本精密計測株式会社製, BO-600)を用いて、SpO<sub>2</sub>と心拍数の取得を各ポイント(各合目)で行い、解析を実施した。



図1 試作計測機器

## 3. 結果

図2に実験結果の一例を示す。既製品での取得データでは8合目(3100[m])~9合目(3600[m])にかけて急激に低下している。この時、心拍数は8合目~9合目にかけては一定の値を保っている。これは、高度上昇に伴う酸素濃度低下が関係していると考えられる。次に試作機での取得データでは、8合目~9合目にかけて心拍数は急激に上昇し、その後減少している。SpO<sub>2</sub>値での変化は、8合目中盤以降、低い値が継続している。このように、既製品と試作機では8合目~9合目においてSpO<sub>2</sub>値の変化が高度上

昇に伴い低下する点で一致した。また、心拍数計測において、既製品と試作機とでは各ポイント良い一致が見られた。これにより、本研究で作製した試作機は良い精度で計測が可能であると考えられる。また、試作機では8合目~9合目において心拍数の急激な増減が確認された。高度上昇に伴う心肺機能の動作が既製品と比較してより詳細な生理学的パラメータ取得の可能性が示された。

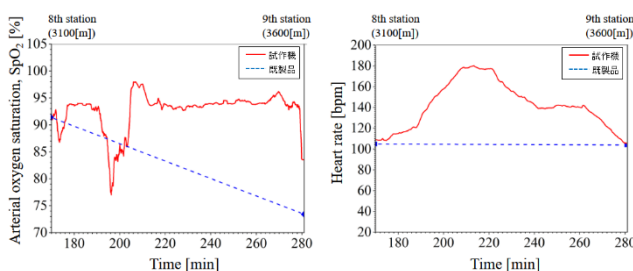


図2 登山実験結果

## 4. 結言

登山実験において、登山中におけるSpO<sub>2</sub>と心拍数の計測を試作機により行い登山試験より試作機の運動時下における測定の有用性が確認された。また、アーチファクト除去などの改良による精度の向上の可能性が示された。

## 5. 今後の予定

潜水試験においては、防水ケースの防水性能が不十分であったため、潜水中の連続での生理学的パラメータの変化を記録することが出来なかった。しかし、潜水前後のパラメータ変化より減圧症予防に関しての検討が行える可能性が示されている<sup>[2]</sup>。現在、試作機の改良を実施しており、潜水中におけるパラメータ変化を計測する予定である(図3)。

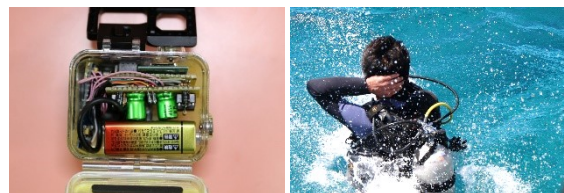


図3 実験器具及び実験風景

## 文献

- [1] 佐藤道也,北原哲,井上鐵三,池田知純,“スクーバ潜水による内耳型減圧症”,日本耳鼻咽喉科学会 95 巻 4号,pp.499-504, (1992).
- [2] 住吉佑基,吉田慧一郎,“レジャーダイビングにおける減圧症の予防に関する研究”,サレジオ工業高等専門学校研究紀要第49号,投稿中.

# ろう接モジュールの長期耐久性評価

Evaluation of long-term durability for brazing thermoelectric modules

14327 友部 将志

指導教員 加藤 雅彦

## 1. 緒言

近年、温度差によって発電を行う熱電発電が注目されている。その中で工場や焼却所から出る排熱を利用し、温度差を利用して発電することが可能である。現在ごみ焼却場や鉄鋼関連炉での排熱温度が  $300^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$  である。この中温域を利用するには熱的安定性が重要となる。使用する素子は、資源が豊富かつ有害物質を排出せず、熱電素子に耐熱性があるものが必要となる。この条件に該当する素子として p 型に  $\text{MnSi}_{1.73}$ 、n 型に  $\text{FeSi}_2$  がある。

そこで本研究では、上記の素子を用いて、作製した熱電モジュールに  $500^{\circ}\text{C}$  で耐熱試験を行い、長期耐久性を評価することを目的とした。

## 2. 実験方法

熱電素子の作製方法として、p 型は  $\text{MnSi}_{1.73}$ 、n 型は  $\text{FeSi}_2$  の組成になるように秤量を行い、Ar 雰囲気中でアーク溶解を行い、インゴットを作製した。その後、インゴットを粉砕し、 $180\mu\text{m}\sim 355\mu\text{m}$  に粒径を揃えた。冷間プレスで  $200\text{MPa}$  で行い、 $\text{MnSi}_{1.73}$  は  $1130^{\circ}\text{C}$ 、 $\text{FeSi}_2$  は  $1170^{\circ}\text{C}$  で焼結を 3h 行った。素子の作製後、物性値測定を行った。熱電モジュールの作製として、活性金属ろう（東京ブレイズ：TB-608T）を用いて切断した素子とアルミナ絶縁基板を  $800^{\circ}\text{C}\sim 820^{\circ}\text{C}$  で電気炉を用いて接合した<sup>[1]</sup>。次に熱電モジュール評価装置を用いて負荷特性測定を行い、耐熱試験(256h、512h、1024h)を  $500^{\circ}\text{C}$  で行った。その後、耐熱試験前後の負荷特性測定の結果を比較した。さらに、他に作製した熱電モジュールに温度サイクルを 100 回、 $500^{\circ}\text{C}$  で行った。

## 3. 実験結果

p 型と n 型の対モジュールを作製した結果として、接合に使用した活性金属ろうは金色の光沢が見られ、モジュールの内部抵抗が  $0.41\Omega$  で接合された。

接合直後の負荷特性測定の結果は、得られた最大電力は  $100^{\circ}\text{C}$  の時  $0.55\text{mW}$ 、 $200^{\circ}\text{C}$  の時  $2.29\text{mW}$ 、 $300^{\circ}\text{C}$  の時  $4.72\text{mW}$  となった。耐熱試験 256h では変化はあまり見られなかったが、512h では電圧は低下し、電流と電力がやや増加した。1024h では  $100^{\circ}\text{C}$  の時  $0.77\text{mW}$ 、 $200^{\circ}\text{C}$  の時  $3.70\text{mW}$ 、 $300^{\circ}\text{C}$  の時  $8.50\text{mW}$  という結果となった。耐熱試験を行うことによって、内部抵

抗は  $0.26\Omega$  ほどとなり、接合直後に比べて  $0.15\Omega$  ほど低下し、熱電モジュールの性能が上がった。性能が向上した理由として、 $\text{MnSi}_{1.73}$  の素子内に存在する  $\text{MnSi}$  のストリークが減少したためではないかと考えられる<sup>[2][3]</sup>。温度サイクルを行った結果は、内部抵抗が  $0.7\Omega$  となり  $0.4\Omega$  ほど増加した。

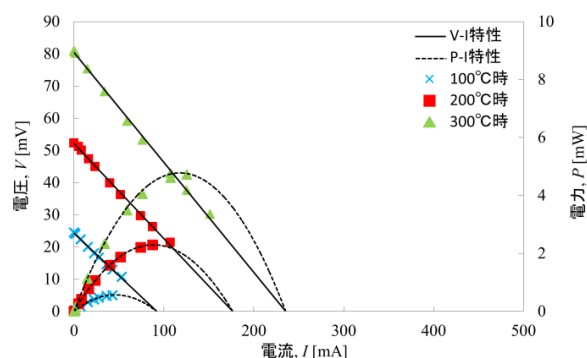


図1 耐熱試験前の負荷特性

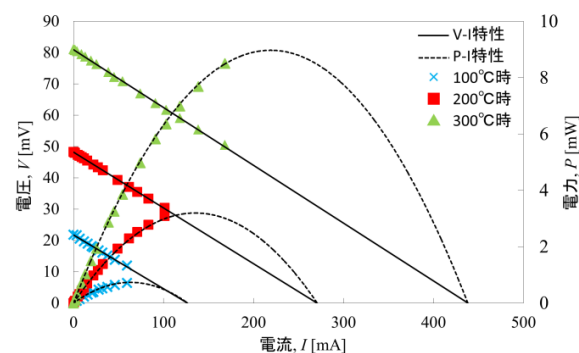


図2 耐熱試験  $500^{\circ}\text{C}$ 、1024h 後の負荷特性

## 4. 結言

耐熱試験を 1024h まで行っても特性の低下は見られず、逆に内部抵抗が減少し電流が増加した。その結果、熱電モジュールの作製直後と比べて、 $300^{\circ}\text{C}$  では  $8.50\text{mW}$  と 2 倍ほどの電力が得られた。温度サイクルを行った結果、内部抵抗が増加し劣化したことを確認した。

## 文献

- [1] 小寺祐也, “p 型  $\text{MnSi}_{1.73}$  と n 型  $\text{FeSi}_2$  熱電素子の接合方法の検討”, 平成 28 年度サレジオ工業高等専門学校卒業論文(2017)
- [2] 坂田亮, “熱電変換工学-基礎と応用-”, 株式会社リアライズ社(2001), p.235
- [3] Y. Miyazaki, H. Hamada, K. Hayashi, K. Yubuta, “Crystal Structure and Thermoelectric Properties of Lightly Vanadium-Substituted Higher Manganese Silicides ( $\text{Mn}_{1-x}\text{V}_x$ ) $\text{Si}_7$ ”, Journal of Electronic Materials, 46(5)(2017), pp.2705-2709

# 誘導型ベアリングレスリニアモータの試作

Experimental Study of Induction-type Bearingless Linear Motor

14317 桐山 大輝 14328 豊島 正隆  
指導教員 渡邊 聡

※都合により原稿はありません。

# 重力場中のブラウン運動に関する研究

Brownian motion in a gravitational field

14329 豊田 源大  
指導教員 真島 裕樹

## 1. はじめに

土木工事における粉塵飛散の抑制や、福島第一原発の事故で起きた放射性物質の飛散予測等のためには、大気中に存在する微粒子の飛散状況を把握する必要がある。このようなマイクロメートルオーダーの大きさの微粒子は、空気分子からランダム力を受けながら落下する。この運動はブラウン運動する粒子（ブラウン粒子）の落下問題としてモデル化できる。本研究では、重力場中を落下するブラウン粒子について、速度・位置・位置の揺らぎ（標準偏差）に関する解析解を求め、微粒子の拡がり方を調べる。また、数値計算の結果と解析解の結果を比較し、構築した数値解析モデルを検証する。

## 2. 解析

落下方向をz軸とすると、重力場中のブラウン運動は以下のランジュバン方程式で表される[1]：

$$m \frac{dv_x}{dt} = -\zeta v_x + F_x(t), \quad (1)$$

$$m \frac{dv_y}{dt} = -\zeta v_y + F_y(t), \quad (2)$$

$$m \frac{dv_z}{dt} = -mg - \zeta v_z + F_z(t). \quad (3)$$

ここで、 $m$ は質量、 $v$ は速度、 $\zeta$ は粘性抵抗係数、 $g$ は重力加速度、 $F(t)$ は空気分子から受ける力である。通常の運動方程式とは異なり、外力 $F(t)$ はランダム力であるため、式(1)-(3)は確率微分方程式となる。ウィーナー過程（標準ブラウン運動） $W$ に対して成り立つ伊藤の確率微分スキーム[2]

$$(dW)^2 = dt, \quad dW \cdot dt = 0, \quad (dt)^2 = 0 \quad (4)$$

を用いると、ランジュバン方程式の解析解は以下のようになる：

$$x = \frac{1}{\beta} \int_0^t [1 - e^{\beta(t-s)}] dP(s) \quad (5)$$

$$y = \frac{1}{\beta} \int_0^t [1 - e^{\beta(t-s)}] dP(s) \quad (6)$$

$$z = z_0 + \frac{g}{\beta^2} (-e^{-\beta t} + 1 - \beta t) - \frac{1}{\beta} \int_0^t [1 - e^{\beta(t-s)}] dP(s) \quad (7)$$

これより、期待値は

$$E(x) = 0, \quad E(y) = 0 \quad (8)$$

$$E(z) = z_0 + \frac{g}{\beta^2} (-e^{-\beta t} + 1 - \beta t) \quad (9)$$

となる。 $\beta$ は単位質量当たりの粘性抵抗とする。式(5)-(9)より、以下のような標準偏差 SD が得られた。

$$SD = \frac{1}{\beta} \sqrt{t - \frac{3}{2\beta} + \frac{2e^{-\beta t}}{\beta} - \frac{e^{-2\beta t}}{2\beta}} \quad (10)$$

標準偏差の時間 $t$ による振る舞いを図1に示す。また、落下距離に対する解析解と数値解の比較を図2に示す。

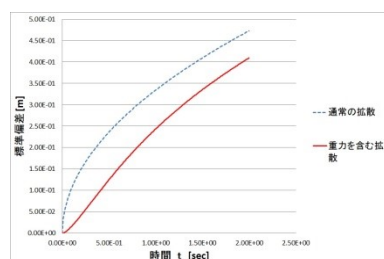


図1 通常の拡散と重力を含む標準偏差の比較図

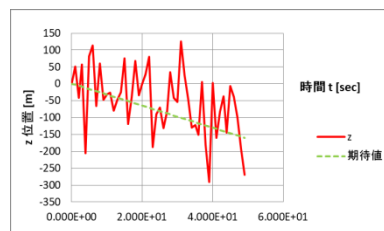


図2 zの数値解析結果と期待値の比較図

## 3. 考察

(5)-(10)式の結果が得られた。重力場中のブラウン運動は指数関数の効果により、通常の拡散で標準偏差が $\sqrt{t}$ に比例するのとは異なる振る舞いを示すことがわかる。また、構築した数値解析モデルが解析解の結果を再現することを確認できた。今後は、大気の変動を含むより現実的な状況下での微粒子の飛散分布を求める。また、ブラウン運動に特徴的な物理量である速度相関を求め、現象に対する理解を深める。

## 文献

- [1] 米沢富美子, “ブラウン運動”, 共立出版株式会社, 6(1996)81
- [2] 伊藤清, “確率論”, 岩波書店, (1991)



# 自励式巻線形同期発電機を用いた風力発電装置の 動作範囲に関する実験的検討

Experimental Study on Operating Range of a Wind Turbine Generator System Using Self-excited Synchronous Generator

14331 仲島 晶紀  
指導教員 山下 健一郎

## 1. 緒言

近年、風力発電システムはそのフィールドを陸上から洋上に拡大しつつあり、長距離送電に有利な直流送電システムを用いたものが実用化されている。こうしたシステムの多くは、ウィンドファームの電力を一旦、洋上サブステーションに集電し、直流に変換して陸上に送電する方式をとる。これに対し、洋上サブステーションを用いない次世代のシステムとして、風力発電装置を直流送電線上で直列接続する方式が提案されている[1]。同システムの風力発電機としては現在主流となっている永久磁石同期発電機や巻線形の同期発電機などが考えられるが、自励式の巻線形同期発電機は励磁電流の調節により発電機出力電圧を制御できるため、同システムの風力発電機としては有力な候補になりうると考えられる。本研究では、直列接続方式の風力発電システムの風力発電機として自励式同期発電機を用いた場合の動作範囲について検討を行う。

## 2. 自励式同期発電機を用いた直列接続方式の風力発電システム

図1に直列接続方式の風力発電システムの風力発電装置部の構成を示す。同図の風力発電機は励磁用のサイリスタ整流器を有する自励式の同期発電機であり、堅牢で信頼性の高いダイオード整流器を介して直流送電系統に接続される。本システムは図1の発電装置を直列接続する構成となっており、風速 $V_{wind}$ によらずほぼ一定に制御される直流送電電流 $I_d$ に対し、発電装置の直流側電圧 $V_d$ を制御することにより風力タービンの効率（出力係数 $C_p$ ）を最大の値に保つことができる。 $V_d$ はサイリスタ整流器の制御角 $\alpha$ の調整により制御できるが、そのためには発電機の励磁電流を所望の値に維持する必要がある、これによって発電機の動作範囲が決定される。

## 3. 発電装置の動作範囲と供試装置を用いた実験的検討

風速 $V_{wind}$ に対し、出力係数 $C_p$ を最大に保つためには発電機の励磁電流を適切な値に制御する必要がある。そこで、実際の運用を想定し、直流送電電流 $I_d$ を定格値に維持したまま $C_p$ を最大値とすることを条件に供試装置（2kW）を用いた実験を行った。実験では定格風速11.5[m/s]、

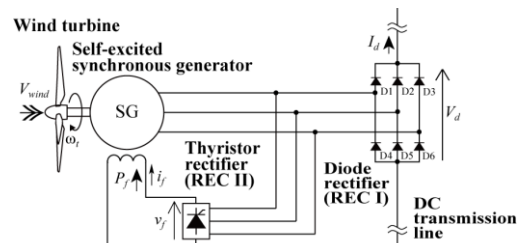


図1 直列接続方式風力発電システムの発電装置部

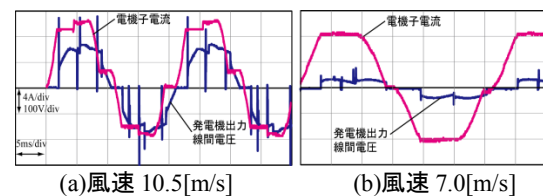


図2 発電機出力線間電圧波形と電機子電流波形

タービン半径1.29[m]、出力係数最大値0.4の風車を模擬し、 $I_d$ の定格値は7.4[A]とした。

図2は実験結果の一例で、風速を $V_{wind}$ 、10.5[m/s]、7.0[m/s]とした場合の発電機出力線間電圧ならびに電機子電流の瞬時波形を示したものである。同図より、風速が低下すると発電機の電圧波形ひずみが増大することがわかる。これは、ダイオード整流器交流側の転流インダクタンス（同システムの場合、発電機の初期過渡インダクタンス）の影響により整流器のダイオードが瞬時に転流しないことが原因であると考えられる。このひずみは一般に直流電流 $I_d$ が大きいくほど、発電機出力電圧が低いほど影響が大きくなることが知られており、供試装置では風速6.5[m/s]以下で電圧波形ひずみの影響により励磁を保つことができなくなった。

## 4. 結言

直列接続方式の風力発電システムにおいて自励式巻線形同期発電機を風力発電機として用いた場合の動作範囲について実験的検討を行った。その結果、低風速域では発電機の転流リアクタンスに基因する電圧波形ひずみの影響により、励磁電流を維持できなくなる可能性のあることが明らかとなった。

## 文献

- [1] K. Yamashita, Y. Kameda and S. Nishikata : “A Harmonics Elimination Method Using a Three-Winding Transformer for HVDC Transmission Systems”, IEEE Trans. Ind. Appl., Vol.54, No.2, pp.1645-1651, (March-April.2018)

# マルチコプターの複数台協調制御に関する検討

Consideration of the cooperative multicopter system

14332 花岡 祐飛  
指導教員 風間 俊哉

## 1. はじめに

近年、マルチコプター（通称：ドローン）は簡易に制御のできる航空機として様々な研究が行われており、今後の活躍が期待されている。その中でも物体搬送における分野に関しては、Amazon や Google といった大企業が研究を行っており、一部の都市では、試験運用が行われている。そのような物体搬送の場においては1機の大型のマルチコプターを用いて行われている。そこで、マルチコプターを複数台協調させ物体搬送を行うことを提案する。マルチコプターの複数台協調制御を行うことで搬送対象に適したパワーでの物体搬送が行うことができると考える。マルチコプターを用いて実機試験を行い、自動協調制御システムの構築、構築したシステムの有効性を検討することを目的とした。

## 2. 方法

Arduino に加速度センサとマルチコプターのコントローラを接続した。加速度センサから得られた値に応じてスロットル値（ドローンの上昇・下降を制御するパラメータ）の値を変化させ、搬送物体を水平に保たせる問題を考えた。

制御手法として、PID 制御[1]を用いた。偏差  $e(t)$  を(1)式のように表す。

$$e(t) = \theta_0 - \theta(t) \quad (1)$$

$\theta_0$  は目標角、 $\theta(t)$  は現在の角度である。目標角は  $0 [^\circ]$  とした。操作量  $C(t)$  を(2)式のように表す。

$$C(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2)$$

スロットル値  $T(t)$  は  $C(t)$  を用いて、(3)式のように表す。

$$T(t) = T_{offset} + C(t) \quad (3)$$

本研究では、超小型のマルチコプターである CoDrone（図 1. Robolink 社製）とセンサモジュールシステム（図 2）を用いて、トレイを用いた1機・2機での実験（図 3）と、天秤を用いた実験（図 4）を行った。トレイを用いた1機での実験は、トレイの片側を壁にテープで固定して行った。上述した PID 制御で、トレイや天秤を水平に保たせる実験を行った。



図 1 CoDrone 図 2 コントローラとセンサモジュール

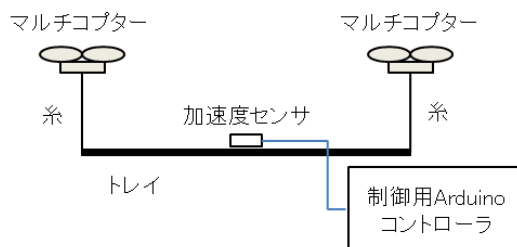


図 3 トレイを用いた1機・2機での実験

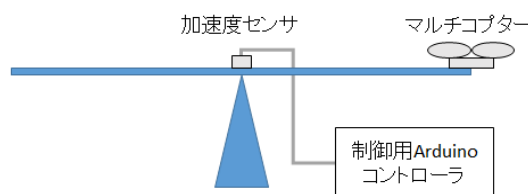


図 4 天秤を用いた実験

## 3. 結果

加速度センサから値を読み取り、傾斜角度によってマルチコプターを上昇・下降させることに成功した。トレイでの実験ではマルチコプターが安定して飛行できなかった。原因の一つとして、コントローラとセンサを有線接続していたため、配線に引っ張られてしまったことが考えられる。天秤を用いた実験では、手動制御ではうまく天秤を水平にできなかったが、P 制御を用いたところ、水平に保つことができた。手動制御時と P 制御時の傾斜角度のグラフを図 5 に示す。

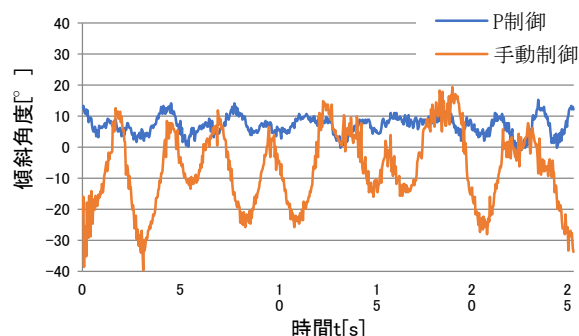


図 5 天秤制御時の P 制御と手動制御

## 4. まとめ

加速度センサからの値に応じてマルチコプターを制御することに成功した。トレイを用いた実験では、マルチコプターを安定して飛行させることができなかった。天秤を用いた実験では、P 制御を用いてマルチコプターを水平に保つことができた。

## 文献

[1] 山川 聡子, “オドメトリを用いた軌道制御”, RDS-X25 Users Guide, (2017) pp.180-191

# 交流回路学習のための教育用カードゲームの開発

Development of an Educational Card Game for AC Electric Circuit

14303 荒川 晋次郎 14336 宮城 海人

指導教員 山下 健一郎

## 1. 緒言

近年、先進国を中心にいわゆる「理科離れ」と呼ばれる現象が起きている[1]。これに対して、各国は理数系教育の充実に重点を置き、科学技術分野の人材育成に力を注いでいる。日本でも同様な現象が起きており、2018年に発表された「2016年の論文数」において日本は世界ランキング3位(2016年発表)から6位に落ちている[2]。論文数が減少傾向にあるのは先進国では日本だけであることから、早急に対応しなければならない問題であると考えられる。我々が専攻する「電気工学」の分野においても同様の傾向があり、工学教育の分野において、より効果のある教育法が提案されるなど、様々な工夫がなされている。先行研究で提案された「直流回路計算カードゲーム」は電気工学の基礎となる直流回路の計算に対する意欲向上、計算能力向上を目的としたカードゲームであり、同教材による一定の学習効果が確認されている[3]。

本研究では、電気工学を学ぶ上で直流回路よりも計算が複雑になる「交流回路の計算」の習得を目的に先行研究で開発された「直流回路計算カードゲーム」を拡張した教材を開発する。

## 2. 交流回路計算カードゲームの概要

提案する教材は交流回路計算の基礎となる電圧・電流の大きさと位相の関係を理解させ、インピーダンスや有効電力の計算を習得できるものとした。また、学習者の苦手意識を調査し、楽しみながら習得してもらいたい項目として次の5つを設定した。

- ① 種々な方法で有効電力の計算ができる。
- ② リアクタンス  $X$  は電気角周波数  $\omega$  を含んでおり周波数で変化することを理解できる。
- ③ 直列共振の現象を理解できる。
- ④ 電力が周波数によって変化することを理解できる。
- ⑤ 計算に実効値を用いることを理解できる。

以上の目標をもとに開発したカードゲームを図1に示す。学習者は互いに山札からカードを引き、手札より電源カード、抵抗カードを組み合わせて自分の場に電気回路を構築する。攻撃カードを使用することにより、構築した回路の有効電力を対戦相手の最大電力(同値が0になると負けとなる)から引くことができる。攻撃された相手はコイルカードやコンデンサカード等を攻撃側が構築した回路に組み込み、力率低



図1 開発した交流回路計算カードゲーム

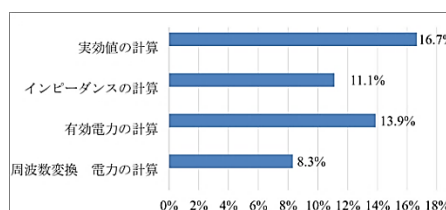


図2 カードゲーム実施前後の正解者数の推移

下などを利用してダメージとなる有効電力を減らすことができる。同教材は個人戦だけでなく、チーム戦も行うことができ、計算に不慣れな学習者はチームを組むことにより、楽しみながら学習することができる。

## 3. 交流回路計算カードゲームによる学習効果

教材の学習効果を検証するため、学習者(交流回路を学び始めたばかりの高専の2年生)を対象にテスト形式のアンケート調査を実施した。得られた結果の一例を図2に示す。同図はカードゲーム実施後に問題を解けるようになった学生の割合を示したものであり、いずれの問題においても正解者数が上昇傾向にあることが分かる。また、実効値や有効電力の計算に特に効果のあることが分かった。

## 4. 結言

本研究では「交流回路の計算」の習得を目的とした教材を開発し、教育効果を検証した。その結果、短期間でも一定の成果が得られたことから、繰り返し学習することにより、大きな教育成果を期待できることなどが明らかになった。

## 文献

- [1] 加藤巡一, “理科教育と理科離れの実態(一): 小学校”, “研究紀要. 人文科学・自然科学篇”, 48(2007)pp.35-50
- [2] National Science Foundation, “Science and Engineering Indicators 2018”, <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/nsb20181.pdf>, (2018)
- [3] 山下健一郎, 齊藤純, 渡邊聡, 他, “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(2011)pp.604-605

# 脈波計を用いた心疾患の予防に関する研究

Study on prediction of heart failure using sphygmograph device

14337 三宅 慶実

指導教員 吉田 慧一郎

## 1. 緒言

現在、日本人の死因の第2位<sup>[1]</sup>として心疾患が挙げられるが、日頃より予防を図ることによって心疾患のリスクを低減できることが知られている。先行研究<sup>[2][3]</sup>より、鎖骨下動脈における狭窄と心疾患のリスクに関連性があることが明らかとなっているが、一般家庭で日頃より動脈の状態を把握することは非常に困難である。

そこで本研究では、左右指尖容積脈波の波高値の比較を行う脈波測定機器を製作し、一般家庭で使用可能な狭窄監視システムの開発を目的とした。

## 2. 脈波測定機器の製作

本研究では、高齢者が使用することを想定し、測定結果をその場で医療機関へ送信するオンライン診療支援システムを導入した。製作した脈波測定機器を図1に示す。本機器では Raspberry Pi を使用して体動アーチファクトを FFT フィルタによって除去したのちに波高値の比較を行い、Sigfox デバイスを通じて測定結果をクラウドにアップロードしている。また測定結果は、装置に付属させているディスプレイにも表示される。図2に結果を表示した画面を示す。



図1 装置外観

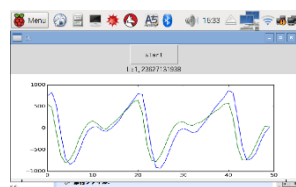


図2 結果表示画面

## 3. 波高値の比率を用いた測定誤差低減の検討

本研究では左右指尖容積脈波の波高値を比較する際の手法として、波高値の差分による比較、及び波高値の比率による比較の2つの検討を行った。本実験は20代男性1名に対して、左上腕部に止血カフを使用し150 [mmHg]まで加圧を行った場合とそうでない場合それぞれで10回ずつ左右指尖容積脈波を取得した。その後、得られた脈波の波高値の差分及び波高値の比率から、平均値及び標準誤差を求め比較した。なお、平均値及び標準誤差は、波高値の差分及び比率共に、正規化を行った上で算出した。その結果、カフを巻いていない状態及びカフを巻いた状態における正規化を行った左右指尖容積脈波の波高値の比率の平均値はそれぞれ、0.0183 及び 0.524 であり、標準誤差はそれぞれ、0.00607 及

び 0.0597 であった。また、カフを巻いていない状態及びカフを巻いた状態における正規化を行った左右指尖容積脈波の波高値の差分の平均値はそれぞれ、0.191 及び 0.491 であり、標準誤差はそれぞれ、0.0618 及び 0.0711 であった。図3(a)及び(b)にそれぞれ、左右指尖容積脈波を比率及び差分で比較したときの平均値及び標準誤差を示す。

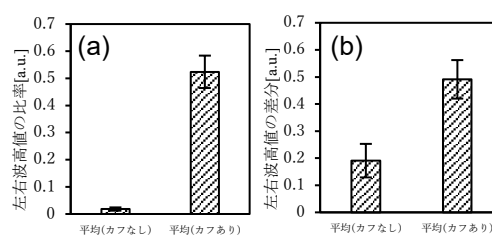


図3 (a)左右指尖容積脈波の波高値を比率で比較したときの平均値及び標準誤差 (b)左右指尖容積脈波の波高値を差分で比較したときの平均値及び標準誤差

これらの結果より、標準誤差の値は波高値を比率で比較した場合の方が小さいことが明らかとなった。また、カフを巻いている状態と巻いていない状態の平均値の差は、波高値を差分で比較した場合には 0.300 であったのに対し、比率で比較した場合には 0.506 であった。したがって、左右指尖容積脈波の波高値の比較を行う場合は、比率で比較することが望ましいといえる。

## 4. 結言

本研究で製作した脈波測定機器は、小型かつ簡便な測定が可能であるとともに、医療機関と測定結果の共有を行うことが可能である。したがって、本機器は一般家庭で使用可能な条件を満たしているといえる。また、本研究より、左右指尖容積脈波の比較を行う際に、波高値の比率を用いて測定を行うことにより正確な測定が可能となる事が明らかとなった。

## 文献

- [1] 厚生労働省, 平成 29 年(2017)人口動態統計月報年計(概数)の概況,(2018),p.36.
- [2] Clark CE et al, THE LANCET, Association of a difference in systolic blood pressure between arms with vascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis, 379-9819(2012).
- [3] Christopher E Clark et al, British Journal of General Practice, Inter-arm blood pressure difference and mortality: a cohort study in an asymptomatic primary care population at elevated cardiovascular risk,66-646(2016).

# 真空バギング法における TiO<sub>2</sub> の低温焼結法の検討及び曲面形状可能な色素増感太陽電池の試作

Examination of the TiO<sub>2</sub> Sinter in Low Temperature Heating by Vacuum Bagging and Trial Production of the Curved Dye Sensitized Solar Cell

14338 八木 貴太  
指導教員 井組 裕貴

## 1. 緒言

現在、身の周りの様々なエネルギーを獲得するエネルギーハーベスティングが注目されている。そこで、室内灯等から発電できることから DSC(色素増感太陽電池)が期待されている。また、DSC はより多様な局面での設置を目的としたフレキシブル化の研究が盛んであり、ITO(インジウム酸化スズ)フィルムに TiO<sub>2</sub>(二酸化チタン)薄膜を低温焼結させる方法として電気泳動法<sup>[1]</sup>やバインダーフリーによる成膜法<sup>[2]</sup>等が挙げられる。しかしこれらは焼結後に TiO<sub>2</sub> 薄膜の形状を変化させるため、過度のストレスがかかってしまい剥離等が生じる可能性が高い。そこで本研究では真空下にて TiO<sub>2</sub> 薄膜を低温焼結する真空バギング法を提案する。そのため2つの真空下で温度の異なる試験片を作製し、焼結条件を判断した後、実際に曲面形状の DSC を作製する。

## 2. 方法

TiO<sub>2</sub>、ポリエチレングリコール、酢酸、イオン交換水を小型自動攪拌機にて2時間攪拌し、TiO<sub>2</sub> ペーストを作製する。攪拌を終えた TiO<sub>2</sub> ペーストを基板に塗布する。TiO<sub>2</sub> ペーストを塗布した基板を真空バギング法にて焼結を行う。真空バギング法とは TiO<sub>2</sub> 薄膜を塗布した電極を密閉フィルムで密閉し真空ポンプで真空引きする方法である。今回は低真空下で真空度の異なる2種類の試験片を作製し比較した。真空度は大気圧を基準として-80[kPa]と-40[kPa]とした。また比較する為に大気圧下 420℃で作製した試験片を用意した。それぞれの真空度で 80℃、90℃、100℃、110℃、120℃の5種類を作製し SEM(走査型電子顕微鏡)及び XRD(X 線回折装置)を用いて評価を行った。また実際に FTO(フッ素ドープ酸化スズ)ガラス及び ITO フィルムを用いて DSC を作製し、性能評価を行った。

## 3. 結果

今回作製した試験片の中で表面構造においては-80[kPa]下で 80℃焼結を行った試験片が最も多孔質であった(図 1)。焼結温度が上昇するにつれて粒径が肥大化していく傾向が見られた。また今回作製した試験片の中で全ての試験片でアナターゼ型の結晶構造が確認出来た(図 2)。実際に測定した発電効率では真空下-40[kPa]90℃で

焼結を行ったセルが最も効率が高かった(図 3)。しかし大部分に剥離が生じてしまい、耐久性に問題があるため-80[kPa]下で 100℃焼結して曲面形状 DSC を作製し発電を確認できた。発電効率は大気圧下のセルの 4.75[%]程となった。

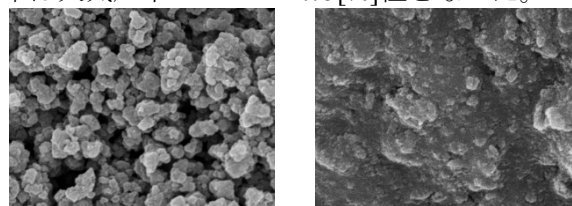


図 1 大気圧下 420℃で作製した試験片(右)  
真空下-80[kPa]80℃で作製した試験片

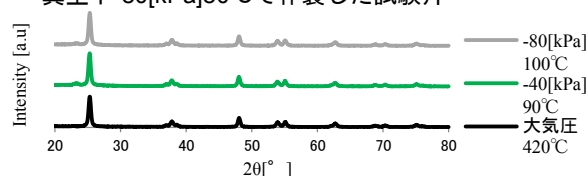


図 2 結晶構造

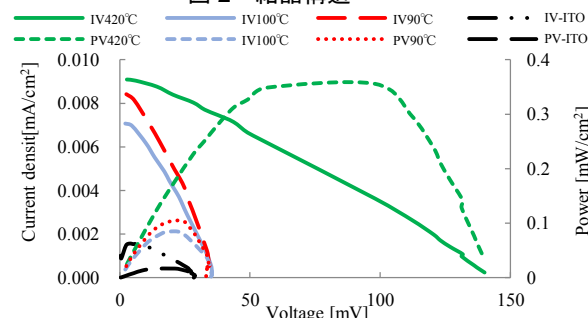


図 3 I-V 及び P-V 特性

## 4. 結論

本研究では曲面形状 DSC 作製のための手法として真空バギング法による TiO<sub>2</sub> 薄膜の低温焼結を行い曲面形状 DSC を作製した。真空下で作製した全てのセルにおいて大気圧下で作製したセルに比べ発電効率が低下していた。要因として焼結時の真空引きで TiO<sub>2</sub> 薄膜の剥離が生じてしまい電子の移動が阻害された可能性がある。また作製した DSC で発電を測定できたことで真空バギング法の妥当性が確認でき曲面形状 DSC の試作が成功したと言える。

## 文献

- [1] 加藤一徳, 加藤正樹, 鈴木正史, 他, "電気泳動法を利用した色素増感太陽電池用電極の作製", 愛知県産業技術研究所研究報告, 第 5 号, 6-9(2006)
- [2] 池上和志, 宮坂力, "プラスチック色素増感太陽電池の先進技術", J. Jpn. Soc. Colour Mater.80(9),380-384 (2007)

# フィン型モジュール結合系の運動特性に関する検討

## Experimental studies on the motional property of the multi fin-module system

14339 山口 航平  
指導教員 風間 俊哉

### 1. はじめに

様々な遊泳ロボットの中でも、蛇型のロボットの研究は古くから行われてきた。伝統的な蛇型ロボットは、リンクを一系列につなぎ、リンク間の関節を規則的に動かすことで、蛇のような多様な動きを生み出す。信州大学の小林等は、リンク毎に独立のフィンを配し、フィンの角度を変化させることで、ロボット全体としては蛇のように屈曲運動をさせただけでも、様々な方向へ移動可能であるということを示した<sup>[1]</sup>。本研究ではこの研究に着想を得て、リンクを環状につないだ場合について、次のような2つの問題を解くことを目的とする：問題①一定方向に進むにはどのように関節角を動かせば良いか。問題②リンク毎のフィンの角度を変えることで、様々な方向に移動できるだろうか。

### 2. 方法・結果

まず、フィンのついたリンク (図 1 (a)) を構築し、フィン型モジュールと名付けた。サーボモータを介して他のモジュールと結合する (図 1 (b))。フィンの角度は自由に変更することができる (図 2(d)) このモジュールを結合したものをフィン型モジュール結合系と呼称する。8つ結合した系 (図 1 (c)) を用いて以下の2つの実験を行った。

#### 問題①に関する実験

蠕動運動すれば前進できるのではないかと考えた。様々な検討を行った結果、8つの関節のうち、4つの関節角を正弦波運動させることで実現できることが分かった。まず、関節角度を以下の式で表す。

$$\theta_i = \frac{\pi}{2} + A_i \sin(\omega t + \phi_i) \text{ [rad]} (i=1,2,3,4) \quad \textcircled{1}$$

パラメータ  $A_i$ ,  $\phi_i$  を表 1 の設定 No. 1 のように設定すると、系が蠕動運動様の動きをしながら前進することが分かった (図 2)。さらに、表 1 に示すようにパラメータを設定すると、後進や左/右旋回できることが分かった。

#### 問題②に関する実験

表 1 の設定 No. 1 の状態で、先頭モジュールのフィンの角度を変えることで、右旋回、左旋回できることが分かった。図 3 はフィンを前方に対して  $\pi/4$  傾けた時 (図 1 (d)) の遊泳時のスナップショットである。右方向に旋回している様子が分かる。

### 3. まとめ

環状にリンクをつないだフィン型モジュール

結合系において、前進だけでなく、様々な方向に進む手法を確立することに成功した。また、関節角の動かし方は一定であっても、フィンの角度を変えることで、様々な方向に移動できることが確かめられた。

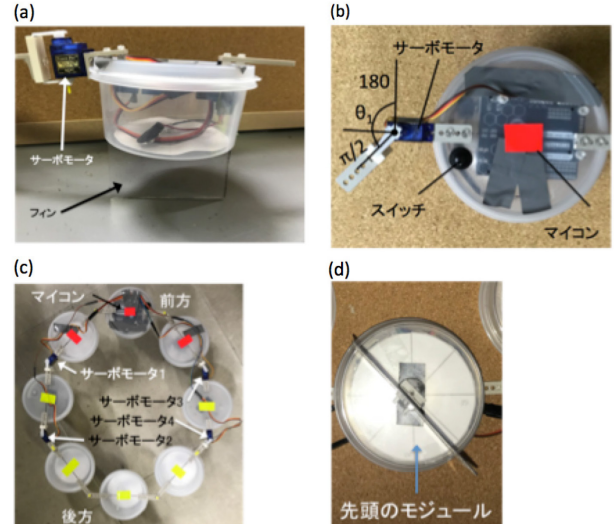


図 1 (a) フィン型モジュール. (b) サーボモータの角度. (c) フィン型モジュール結合系 (モジュール数: 8). (d) 先頭モジュールのフィン角度を  $\pi/4$  傾けた状態

表 1 ロボットのパラメータとそれに伴う動作結果

設定No.	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_3$	$\phi_4$	結果
1	$\pi/3$				$\pi/9$	0	$\pi/9$	0	前進
2	$\pi/3$				0	$\pi/9$	0	$\pi/9$	後進
3	$\pi/3$		0		$\pi/9$	0			前進右旋回
4	0	$\pi/3$					$\pi/9$	0	左方向に前進
5	$\pi/3$		0		0	$\pi/9$			後進左旋回
6	0	$\pi/3$					0	$\pi/9$	後進右旋回

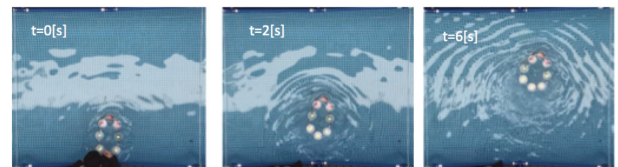


図 2 設定 1 での遊泳の様子 (前進)

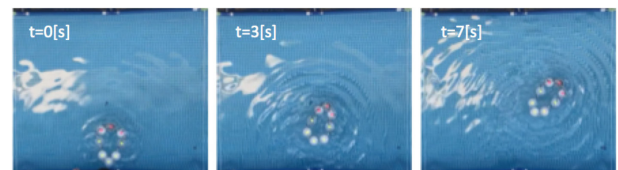


図 3 フィンの角度を変えた状態での遊泳の様子

### 文献

[1] 小林俊一, "生物規範型推進機構", 日本機械学会誌, Vol.117, No.1143, (2014) pp.82-84.

# 自動制御ロボット学習のための教育プログラムの開発

## Development of the educational program for the autonomous robot

14341 山崎 大輝  
指導教員 風間 俊哉

### 1. はじめに

自動制御ロボットは既に私たちの生活に身近な存在である。今後はユーザー層や用途の拡大・多様化に伴って、システムも複雑化し、技術も高度になると考えられる。そうした状況下で活躍できるロボット技術者の育成が社会的にも期待されている[1]。そこで本研究では、サレジオ高専電気工学科における自動制御ロボット教育の充実を企図して、新たな教育プログラムを構築することを目標とした。特に以下の2点を兼ね備えた教育プログラムの設計、教材開発を行った：①センサや自動制御などのロボットの要素技術の練習・習得、②製品仕様に応じた部分・全体の最適化[2]の練習・習得。

### 2. 教育プログラムの設計

提案する教育プログラムは、2つの学習フェーズで構成される。学習フェーズ1では、小型2輪駆動ロボットを用いて、モータの動作方法、センサの取り扱い方（障害物検知、ライントレース）、オドメトリによる自己位置推定や、PID制御などの自動制御手法など、基礎的な学習を行う。フェーズ2では、小型ロボットで用いた機能を、大型ロボットに移植するという学習を行う。こうして意図的に大きな仕様変更を学習に取り入れることで、応用力、特に製品仕様に応じた部分・全体の最適化の練習・習得を養う場になると考えた。

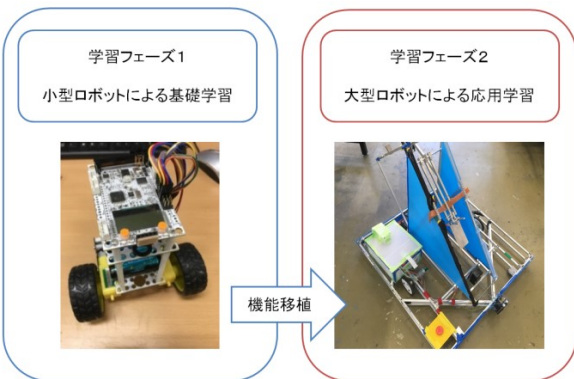


図1 提案する教育プログラムのイメージ

### 3. 教材開発

設計に基づき、以下のような教材を開発した。小型ロボットとして、市販の小型2輪駆動ロボット (RDS-X25, Japann Robotech 社製) を導入した。学習フェーズ1で用いる指導書、マイコンプログラムを作成した。大型ロボットとして、NHK ロボコン用に製作したロボット (サレジオ高専ロボコン A チーム製作「トリアングルム」

2018年度大会出場)を用いた。学習フェーズ2の、指導書、マイコンプログラムを作成した。さらに、教材評価のためのアンケートを作成した。アンケート内容は、自動制御ロボットへのイメージ、講習の理解度などを調査する形とした。

<pre>int M1_1 = 4; int M1_2 = 5; int M1_PWM = 8; int M2_1 = 7; int M2_2 = 8; int M2_PWM = 9; int maxDuty = 255; float vr=0; float vr=0;  void setup() {   Serial.begin(9600);   pinMode(M1_1, OUTPUT);   pinMode(M1_2, OUTPUT);   pinMode(M1_PWM, OUTPUT);   pinMode(M2_1, OUTPUT);   pinMode(M2_2, OUTPUT);   pinMode(M2_PWM, OUTPUT);   delay(2000); }  void loop() {   vr=100;   vr=90;   motorDrive(M1_1, M1_2, M1_PWM, vr);   motorDrive(M2_1, M2_2, M2_PWM, vr); }  void motorDrive(int a1Pin, int a2Pin, int PWMpin, float vr) {   int duty;</pre>	<p><b>基礎学習第1回</b> <b>自動制御ロボット学習</b> —小型ロボットを用いた基礎動作の学習— 作成者 山崎 大輝</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目的 Arduino というソフトを使い、また、プログラムの基本的な知識を知り、今後自動制御ロボットを学ぶ上で必要な基礎動作を学び、センサなどを用いたロボットにつなぐための土台を築いていくことを目的とする。</li> <li>2. ロボットプログラムの導入方法 Arduino を起動 プログラムを書き込む —プログラムの基礎知識— int ... 定数。 void setup() ... 初期設定、初期の処理をこの関数に一度だけ設定されるもの。 Serial.begin ... シリアル通信のボーレートを設定する。 void loop() ... 繰り返し実行されることを書き込む if ... もしも ... だった場合、if文に書かれている動作を行う。if文では else (または else if) 文を書ける。 else (else if) ... if文と同時に行う。if文の条件に合わない場合は、else 文に書かれたことが動作される。また、else if では if 文と同じく条件に合った場合のみ書き込んだ動作が行われる。 Serial.print ... シリアルモニタでの確認が取り可能となる。 delay ... 0 ... 0内に動作を書き込むことでプログラムとプログラムの間に時間差を付けることができる。 pinMode ... 番号、入力/OUTPUTの出力 (OUTPUT) ... ...ピンを入力、出力の定数。 digitalWrite ... デジタルピンを HIGH/LOW ... ...ピン番号のデジタルピンを</li> </ol>
---	--

図2 マイコンプログラムと指導書の例

### 4. 教材評価

サレジオ高専の学生(電気工学科1年生3名, 3年生3名, 機械電子工学科3年生1名, 合計7名)を対象とした講習会を行った。図3は講習会の風景である。講習会後のアンケートでは、「今回学んだことは、今後役にたちそうですか? Yes/No」という質問に対して、全員が Yes に丸をつけており、講習会そのものについては成果があった。一方で、マイコンプログラミングをはじめ体験する学生にとっては難易度が高い内容であることも分かった。



図3 講習会風景 (左: フェーズ1 右: フェーズ2)

### 5. まとめ

学習プログラムを設計し、それに基づいて教材を開発し、講習会を企画し教材の評価を行った。

### 文献

- [1]佐藤知正, “人と協働するロボット革命最前線”, (2016), pp.87-118
- [2]古田勝久, “メカロニクス概論”, (2007), pp.210-215

# マグナス波力発電システムのブレード回転機構に関する検討

## Consideration of a Rotational Mechanism of Cylindrical Blades for a Wave Generator System with Magnus Effect

14342 佐藤 奏恵  
指導教員 山下 健一郎

### 1. はじめに

近年、化石燃料の枯渇や環境問題が懸念されており、再生可能エネルギーに注目が集まっている。日本は島国であるため、広大な排他的経済水域を有しているが、海洋再生可能エネルギーの利用は他の国よりも遅れており、波力発電においてはほとんど導入されていないのが現状である[1]。本研究室では、波力発電装置としてマグナス効果を利用して駆動するマグナス波力発電装置の開発を行っている。本研究では、同発電装置のブレード回転機構に関する検討を行う。

### 2. マグナス効果を用いた波力発電装置

図1にマグナス効果の概念図を示す。マグナス効果とは、一様な流体中におかれた回転体に回転方向に従った揚力が発生する現象である。

図2にマグナス効果を用いた波力発電装置の構成を示す(図は波が上昇している場合)。同発電装置は、自転する円筒型のブレード(マグナスブレード)を有し、波の上下運動により生じた水流によってタービンが駆動する発電装置である。波は反復運動であるため、ブレードに流入する水流の向きは時々刻々と変化するが、これに合わせてブレードの自転方向を変えることにより、タービンを常に一定方向に回転させることができる。これまでの検討では、マグナスブレードの回転速度・回転方向を電動機の制御によって実現してきたが、機構が複雑になる問題がある。

本研究では簡易で堅牢な機械式のマグナスブレード回転機構を提案する。

### 3. 提案するマグナスタービンの回転機構

図3(a)に提案するディスククラッチ式回転機構の構成・原理を示す。同装置は、海上の浮体部、タービンの回転を発電機に伝達するメインシャフト、上下にスライドするレールを介してメインシャフトに取り付けられたマグナスブレード、浮体部に固定され、メインシャフト回転時にマグナスブレードに摩擦トルクを与える2枚のディスククラッチ(マグナスブレード上下にそれぞれ設置される)などで構成される。以下、動作原理について説明する。システム本体が波の力で上昇/下降すると、これによる水流がマグナスブレードに作用し、上部または下部のディスククラッチにマグナスブレードのシャフト部が接触することとなる。この状態でメイン

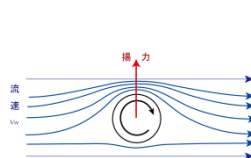


図1 マグナス効果

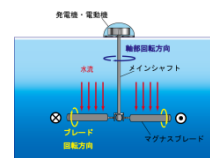
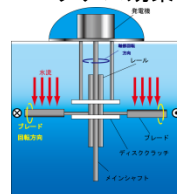
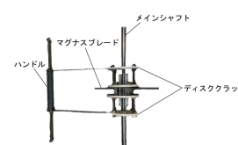


図2 マグナス波力発電装置



(a)構成



(b)供試装置

図3 ディスククラッチ式回転機構の構成と供試装置  
シャフトが回転すると、マグナスブレードのシャフト、ディスククラッチ間に摩擦が発生するため、マグナスブレードが自転し、マグナス効果による揚力が発生する。自転の方向は水流の向きにより自動的に反転するため、マグナス効果による揚力はタービンを常に一定方向に回転させることとなる。

### 4. ディスククラッチ式回転機構を持つ供試マグナスタービン

提案する回転機構の有用性を確かめる為、実際に装置を製作した。図3(b)に製作した供試マグナスタービンを示す。同供試装置は浮体部や発電機を省略し、代わりに水中で装置に上下運動を与えるためのハンドルを取り付けてある。

同装置を用いて動作実験を行った結果、水中でマグナス効果による揚力を得ることができたが、水流の向きが切り替わる点で、運転を継続できない問題のあることがわかった。これは、供試装置が発電機などを持たないため、タービンの慣性力が小さく水流が切り替わる点でタービンの回転を維持できないことが原因であると考える。

### 5. おわりに

マグナス効果により駆動するマグナス波力発電装置のブレード回転機構について検討を行い、ディスククラッチ式の回転機構を提案した。また、供試装置を製作し、動作実験を行ったところ水流反転時に動作を維持できない問題のあることなどが分かった。これらについてはさらなる改良を加える必要がある。

### 文献

- [1] NEDO “再生可能エネルギー技術白書”第2版/第6章/海洋エネルギー “  
<https://www.nedo.go.jp/content/100544821.pdf> (2014)



# キャリア濃度を傾斜させた FeSi<sub>2</sub> 熱電モジュールの作製

Preparation of FeSi<sub>2</sub> thermoelectric modules with graded carrier concentration

14344 吉田 聖  
指導教員 加藤 雅彦

※都合により原稿はありません。

# FeSi<sub>2</sub> 熱電モジュールの絶縁基板の検討

Examination of insulating substrates of the FeSi<sub>2</sub> thermoelectric modules

13327 福林 豪  
指導教員 加藤 雅彦

## 1. 緒言

先行研究では熱電素子に FeSi<sub>2</sub>、絶縁基板に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を用いてろう接により熱電モジュールを作製した。耐熱試験を行った際、600°C、16h で素子から基板が剥離してしまった。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の熱膨張率は FeSi<sub>2</sub> の熱膨張率より若干小さいため、熱応力が生じたことが原因だと考えられる。

そこで本研究では、絶縁基板に FeSi<sub>2</sub> より熱膨張率が若干大きい MgO を用いてモジュールの作製を行い、耐熱試験により熱安定性の検討を行った。

## 2. 実験方法

FeSi<sub>2</sub> を n 型 Fe<sub>0.96</sub>Co<sub>0.04</sub>Si<sub>2</sub>、p 型 Fe<sub>0.92</sub>Mn<sub>0.08</sub>Si<sub>2</sub> の組成になるように秤量、アーク溶解、粉碎、造粒、焼結、切断、研磨を行い、4×4.5×5mm<sup>3</sup> の熱電素子を作製した。

熱電モジュールの作製は MgO 絶縁基板に東京ブレイズ社製活性金属ろう (TB-608T) を電極パターンとして塗布し、n 型、p 型熱電素子が 1 対または 2 対の直列接続になるように素子を配置した。ろう材を介して素子を 2 枚の基板で挟んだモジュールを電気炉に入れ Ar ガス雰囲気中 800°C で接合を行った。

作製したモジュールは大気中 500°C で 128h まで耐熱試験を行い、試験前後の負荷特性測定を行った。

## 3. 実験結果

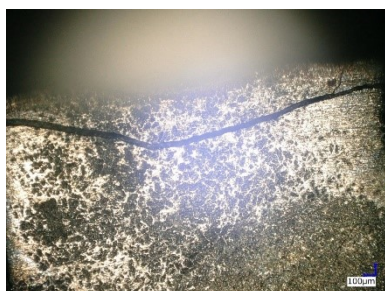


図 1 1 対モジュールの素子の断面

図 1 は 1 対モジュールの負荷特性測定後に亀裂が入った素子の断面である。原因として絶縁基板の MgO が熱電素子の FeSi<sub>2</sub> の熱膨張率より高い為、熱応力で素子に負荷がかかったことによるものだと考えられる。

図 2 は 500°C で耐熱試験前の 2 対モジュールの負荷特性測定結果を示す。図 3 は 128h 耐熱試

験後の 2 対モジュールの負荷特性測定結果を示す。2 対モジュールでは素子に亀裂は確認されなかった。耐熱試験前の出力は 10.8mW、128h 耐熱試験後の出力は 7.23mW が得られた。128h 耐熱試験後では電圧、電流、出力ともに耐熱試験前より低下していることがわかった。

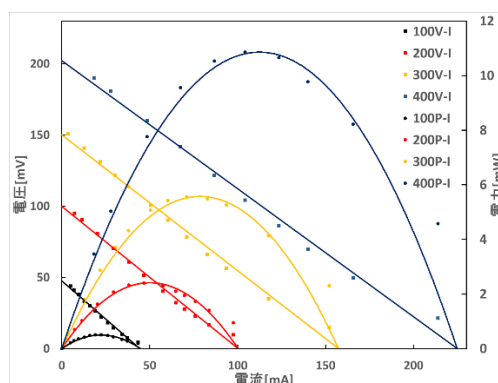


図 2 耐熱試験前の 2 対モジュールの負荷特性

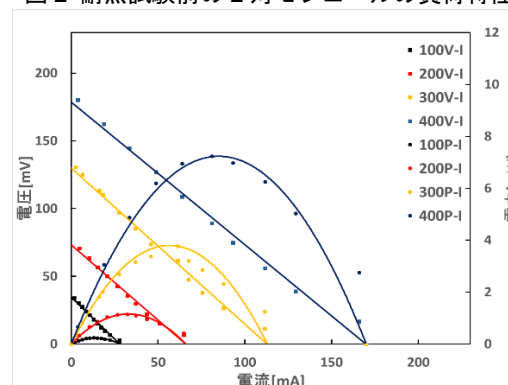


図 3 128h 耐熱試験後の 2 対モジュールの負荷特性

## 4. 結言

1 対モジュールの負荷特性測定を行った際、熱応力により素子に亀裂が入ってしまったが 2 対モジュールで 128h 耐熱試験を行っても素子に亀裂が入ることはなかった。素子を増やすことにより素子 1 つにかかる熱応力が減少するため素子数を増やすことが有効である。しかし耐熱試験後の出力が低下してしまったことから、MgO 基板の成分が拡散した可能性がある。

## 5. 今後の予定

FeSi<sub>2</sub> 熱電素子の熱膨張率に近いジルコニア絶縁基板を用いて検討する。

## 文献

[1] 安部聡, “シリサイド系熱電モジュールの簡便な作製方法の研究”, 平成 29 年度サレジオ高専特別研究論文

# 誘導型ベアリングレスモータの安定性向上の研究

Study on Stability Improvement of Induction-type Bearingless Motor

13335 山辺 幸佑  
指導教員 渡邊 聡

※都合により原稿はありません。

# スラストとフィンのハイブリッド推進機構の検討

Consideration of the thruster-fin hybrid propulsion system

14433 新山 彰

指導教員 風間 俊哉

## 1. 緒言

船舶等で用いられる推進機構には様々なものがあるが、プロペラを回転させて推進するスラスト型推進機構が主流である[1]。また、近年魚等のヒレの動きに着想を得た、フィン型推進機構についても研究が進められている[2,3]、本研究では、この2つの推進機構を組み合わせたハイブリッド推進機構の提案と、速度や輸送コスト等の性能評価を行うことを目的とする。また、フィンを舵として活用できるかどうかについても検討する。

## 2. 方法

作成したハイブリッド推進機構を図1に示す。塩ビ管をベースに、防水処理を施し、後方に防水サーボモータとDCモータを搭載している。

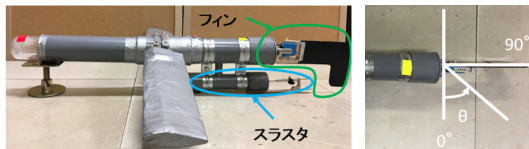
サーボモータには、図1の(b)のようにアクリル板で製作したフィンが取り付けられており、サーボモータによってフィンが左右に往復運動する。サーボモータの角度は以下の式で制御する。

$$\theta = \theta_{offset} + A \sin(2\pi ft) \quad \text{①}$$

DCモータは、防水のため塩ビ管の格納容器に入れた。DCモータの回転部にはシャフトを取り付け、スタンチューブ構造を介して容器の外に出し、その先端にプロペラを取り付けた。バルサ材に防水処理を施した翼は、浮きの役割と筒の回転運動を抑制し、機体を安定化させるために取り付けられた。

モータ制御にはマイコン(Arduino Fio)を用いた。また、性能評価のための電流センサ、測定のためのワイヤレス通信機能を搭載している。これら計測制御回路は、塩ビ管内に収まるように設計した。

この機体を用いて、以下3つの実験を行った。



(a)左側から見たところ (b)角度の取り方  
図1 製作した推進機構

### 実験1：速度測定

縦4.5 m、横2.2 mの大型水槽に水深30 cmになるように水を張り、推進機構の速度を測定した。測定はサーボモータのみ運動させた場合(フィン型)、DCモータのみを運動させた場合(スラスト型)、と両方を動かした場合(ハイブリッド型)で行った。フィン型では、式①の周波

数 $f$ を変化させて測定した。ハイブリッド型では、DCモータの電圧を12[V]で動作させ、サーボモータの周波数 $f$ を変化させた。スラスト型では、DCモータの電圧を12[V]で動作させた。フィン型とハイブリッド型の結果を図2の(a)に示す。スラスト型では、 $v = 0.21$  [m/s]であった。ハイブリッド型は、3種の推進機構の中で1番推進速度が速いことが確認できた。

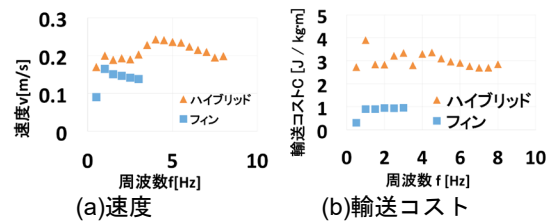


図2 フィンとハイブリッドの比較

### 実験2：輸送コスト測定

推進機構の輸送コストを測定した。輸送コストは推進する際の、単位距離・重さあたりに消費されるエネルギーを表す。消費エネルギーは電流センサを用いて求めた[3]。パラメータは実験1と同じ設定で行った。結果を図2の(b)に示す。スラスト型の場合の輸送コストは、2.3 [J/kg·m]となった。3つの推進機構の中では、スラスト型が高く、フィン型が低いことが分かった。

### 実験3：旋回能力の測定

フィンを、舵としても活用し、推進機構の旋回角度を制御できるかどうかを確認するため、式①において、 $A = 0$ にし、 $\theta_{offset}$ を変化させた実験を行った。 $\theta_{offset}$ が、 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ の場合の軌跡を見た。 $\theta_{offset}$ が大きくなるにつれて、大きく旋回することが分かった。

## 3. 結言

本研究では、スラスト型とフィン型の推進機構を持つハイブリッド推進機構を提案・製作した。水中で推進できることを確認し、速度、輸送コストの測定を行った。また、フィンが舵として活用できることも確認した。

## 文献

- [1] 巻俊宏, “AUV Tri-TON –海底熱水地帯の3次元画像化を目指して–”, 49 (2014), p.225-229
- [2] 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, pp.169-195, (Sep.1996)
- [3] 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)

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
14401	相川 未弥	センサネットワークを用いた学内暑熱環境の観測
14402	赤須 雄大	圧縮成形における炭素繊維/ポリプロピレン複合材料の力学的特性と含浸率に及ぼす成形条件の影響
14403	飯田 莉玖	BGMを利用した図書館における目的作業促進の検討
14405	井田 裕基	エポキシ系接着剤の接着特性による硬化剤の影響
14408	江崎 豪生	プログラミング教育の再構築に向けた教材開発
14409	大津 真央	有限要素法と分子鎖ネットワークモデルを用いたポリ乳酸基複合材料の押し出し延伸における母材分子配向の連成解析
14410	鹿毛 涼太	R.F.マグネトロンスパッタリングにより成膜したMg <sub>2</sub> Si膜の熱電特性評価
14411	笠原 淳一	交流式電気磁気曝露による自律神経活動の一検討
14412	笠原 鷹	異なるバスバー形状のPVモジュールが放射するノイズに関する検討
14413	神林 駿	金ナノ粒子を用いた合成樹脂の加飾プロセスの検討
14414	久保 達実	渦電流探傷試験の適用用途拡大を目指した磁性・非磁性金属負荷時の共振特性
14415	久保 琳太郎	GPS測位による30mバウンディング走の動作解析
14417	小泉 響輝	酸化銅を用いた光伝導セルの作製
14418	越宗 廉	中依知遺跡群の中世古銭について帯磁率と残留磁化の測定による鑄造年代の研究
14419	齋藤 虎大	PVモジュール表面の汚染対策に関する研究
14420	坂梨 直哉	成形方法の異なるアクリル樹脂の赤外レーザ加工に関する研究
14421	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
14423	鈴木 拓光	廃炉ロボットの開発
14425	関谷 友輔	残留磁化を用いた落雷時の電流経路の研究
14427	田上 大樹	GPS自律制御による屋内外走行車の製作
14429	露木 啓人	露地栽培における直流土壌水分センサの検討

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
14430	中島 竜馬	生体リズムと同期した1/f ゆらぎ音刺激による副交感神経活動について
14431	中野 秀秋	ポリ乳酸バルク体の機械的特性と高次構造に及ぼす引張延伸温度の影響
14434	野田 聖人	PVモジュールの再利用を目的とした発電システムの検討
14435	野田 祐基	運動強度の変化に対する衣服内環境の調査
14436	橋本 晴亀	金ナノ粒子を用いた電気接点材料へのレーザ焼結プロセスの検討
14437	花岡 優哉	フォトルミネッセンス励起スペクトル測定システムの構築
14438	原田 雄太	幼児向け教育教材の制作
14439	樋口 凱斗	小型簡易分光反射率測定器の製作
14440	深澤 拓真	時間管理が困難な人向けの視覚化タイム付きスケジュール表の開発
14441	藤森 拓哉	富山湾沿岸域の夏季における水温分布の特性調査
14442	二上 幸久	考古学における出土遺物の帯磁の解明に向けたデータベースの開発
14444	宮田 凱人	Sigfoxを活用した見守りシステム
14445	村山 大地	大気圧プラズマによるPTFEの表面処理とFTIRによる振動解析
14446	森 タケル	Sigfoxを用いた農業支援システムの一検討
14447	森山 瑛斗	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
14449	山口 泰輝	土壌内における温度分布に関する検討
14450	山口 達也	大気圧プラズマ処理装置におけるプラズマ密度分布の分光計測
14451	山本 讓基	成形方法の異なるアクリル樹脂の被削性に関する研究
14453	鷺坂 慧	皮膚コンダクタンス測定器の開発
14454	渡辺 周	温湿度センサによる農業支援システムの検討
13435	幅野 岬太	全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路を用いたパワーLED式人工太陽光の点灯回路に関する検討

# センサネットワークを用いた学内暑熱環境の観測

Observation of Thermal Environment in Campus Using Sensor Network

14401 相川 未弥  
指導教員 吉田 将司

## 1. はじめに

学校には文部科学省が定める学校環境衛生基準が存在する[1]。この基準は学生の健康を保持増進し学習能率の向上を図るため、健康的で快適な学習環境を作ることとを目的として平成 21 年 4 月から施行されている。すべての教室が快適な学習環境を保つためには、教室ごとの学習環境を把握し、対策をとる必要がある。

また、近年は平均気温の上昇などが影響し、学校等の屋内において熱中症にかかる危険性が高まっている。教育現場における熱中症対策は、教育監督者や学生の主観的判断によるものが多く、指導には限界がある。屋内での熱中症を未然に防ぐためには、熱中症の危険度を把握し、場所ごとに適切な対応をとる必要がある。

本研究室では平成 26 年より学校内にセンサネットワークを構築し、夏季における学習環境の調査を行ってきた[2]。今年度は7月から9月中旬にかけて学校内の学習環境を調査した。

## 2. 観測実験

### 2-1. 実験概要

観測用センサノード(以下、ノード)を学校内に設置し、気温と湿度を観測した。様々な観点から考察するために、設置場所や気象など条件を適宜変更しながら観測を実施した。観測データを用いて「ノードの信頼性評価」、「学校環境衛生基準との比較」、「WBGT との比較」、「学校内の暑熱環境の調査」を行った。また、得られた観測データより不快指数を算出し、暑熱環境の評価に用いた[3]。ノードには温湿度気圧センサ(BME280、以下センサ)を使用して、気温と湿度の観測を行った。通信には LoRa を使用してスター型ネットワークを構築した。基地局は3階303に設置し、観測データはターミナルソフトである Tera Term で保存した。

### 2-2. 実験結果

ノードより得られた観測データを熱中症暑さ指数計と比較した。その結果、誤差率の標準偏差が気温は 0.089、湿度が 0.200 となった。よって、得られた観測データはバイアス成分を除くことにより信頼できるといえる。

次に、教室の学習環境を学校環境衛生基準と比較した。基準では、教室内の気温は 17[°C]以上 28[°C]以下、湿度は 30[%]以上 80[%]以下が望ましいとされている。図 1 は晴れの日の中庭の気温と湿度を示す。エアコンを使用すると気温は基準値内に収まっている。また、湿度は 1

日中基準値内であった。よってエアコンを使用すれば学習に適した環境になることが分かる。

図 2 は場所ごとの不快指数の変化を示す。気温の高い校庭やエアコンの無い体育館、日が昇っている時間帯の北東に面した教室(303,401)は不快指数が 80 以上と高く、「暑くて汗が出る」環境であった。それに対し、321 や図書館など南西に面した教室は、直射日光が当たらないため、エアコンを使用しなくても不快指数が 80 を大きく上回ることはなかった。以上のことから不快指数の上昇には日光が大きく関わっており、日光の当たる北東、さらに建物の上の階にある教室が熱中症の危険性が高いと考えられる。

## 3. まとめ

観測結果より、夏季における本校の学習環境はエアコンを常時使用すれば基準値内に収まることが確認された。しかし、方角や階、エアコンの使用の有無によって熱中症の危険性が大きく異なっており、場所ごとに適切な対応をすべきことが分かった。

今後は教室内の気温と湿度の分布調査や冬季における学習環境の調査、観測結果と実際の学生の体感の比較を行う。

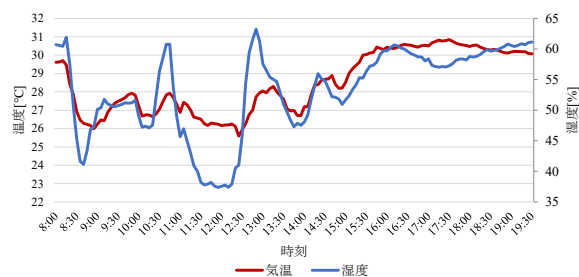


図 1 教室内の気温と湿度 (321 教室、7月 31 日)

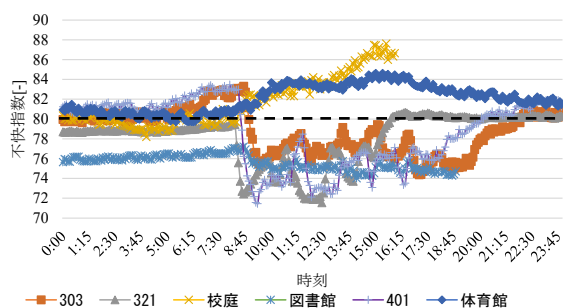


図 2 設置場所ごとの不快指数 (7月 31 日)

## 文献

- [1] 文部科学省, “学校環境衛生基準”, 2009.
- [2] 上川翼, 吉田将司, “校内の暑熱環境を観測するためのセンサネットワークの構築”, 第 7 回大学コンソーシアム八王子要旨集 p24, 2015.
- [3] E.C. Thom. The Discomfort, 1959.

# 圧縮成形における炭素繊維/ポリプロピレン複合材料の 力学的特性と含浸率に及ぼす成形条件の影響

Effect of molding conditions on mechanical properties and  
impregnation ratio of CF/PP composites in compression molding

14402 赤須 雄大  
指導教員 坂口 雅人

## 1. 緒言

地球環境問題は自動車メーカーが直面する大きな問題の一つで、各社は低燃費の自動車を開発している。様々な燃費向上技術があるがその中でも注目されているのが熱可塑性炭素繊維強化プラスチック(CFRTP)を用いた軽量化である。CFRTPの導入を図る先行研究では物的特性の低さが問題視されており、様々な方法で物的特性の向上が図られている。本研究テーマである含浸率によるアプローチもその1つで、含浸率が向上すれば物的特性が向上するデータが先行研究で示されている[1]。本研究では、汎用プラスチックであるポリプロピレン(PP)を用いてCFRTPを成形し、その際の成形条件を変更して含浸率にどのような影響があるのかを調査・比較をし、含浸率の向上を目的とした。

## 2. 方法

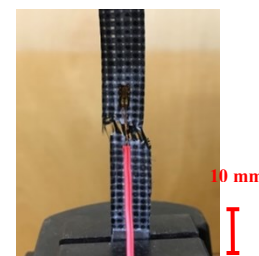
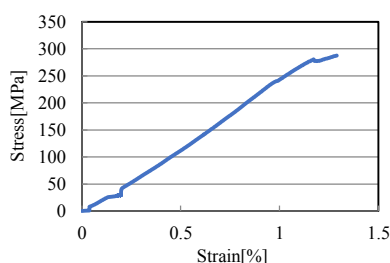
ホットプレスにて単層CFRTPの圧縮成形を行う。金型にPPペレット3gとカーボクロスを配置し、0.25MPaの圧力でプレスを行う。この時のプレス温度は200℃で加熱とした。PPを熔融させたのち10分間その状態を保持し、その後水冷した。70℃に達したら冷却を終了し、ここで成形したCFRTPを0.5mm/minの速度で引張試験を行い物的特性の調査を行う。

続いてペレットで成形した際と同条件で、PP3gを熔融しシート状に加工した2層のフィルムスタッキング法で成形を行う。この際、成形時間による含浸率の変化を観察するためにプレス中の時間を10分、60分、90分と変化をさせて成形を行う。その後、試験片すべての含浸率を測定する。

## 3. 結果

ペレットで成形したCFRTPは図1に示す通り290MPaあたりで破断を起こしたが完全には破断が起きておらずに炭素繊維のみで繋がった状態になった。原因を含浸率が低く引き抜けてしまったものと考え、含浸率を測定してみると、64.8%という数値が求められた。小林らの報告では、異なる成形方法だがマイクロブレイディング法を用いて75%以上という結果が出ており、今回の結果と比較して高い含浸率を示した[2]。これを受け含浸率を改善すべくフィルムスタッキング法で成形し、75%以上の含浸率を得

られるよう試みた。図2に示す通り、フィルムスタッキング法を用いた圧縮成形はペレットを圧縮成形した際の含浸率よりも優れているが、75%以上の含浸率が認められたのが60min加熱したもののみであった。ここから、成形時間を長くすると含浸率は向上し、高い含浸率が得られるが60min以上の過熱には耐えられずに熱による劣化を起こしてしまうと考えられる。



(A) CFRTPの破断した応力

(B) PPのみの破断の様子

図1 ペレットで成形したCFRTPの引張試験

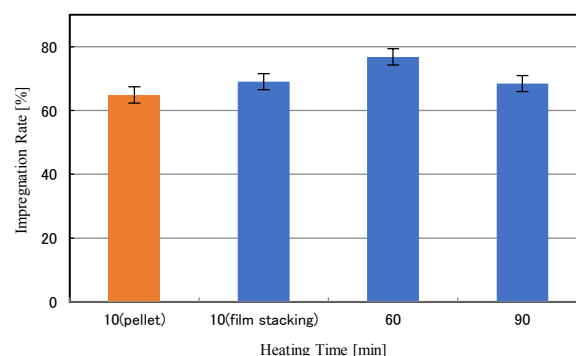


図2 含浸率の比較

## 4. 結言

今回行ったフィルムスタッキング法ではペレット状のPPをそのまま圧縮成形するよりも含浸率が高いため、物的特性がペレットの圧縮成形より高いと示唆される。成形時間による影響は、長ければ含浸率が向上するが、60min以上の成形はPPが熱劣化してゆく恐れがある。

## 文献

- [1] H.Ueda, W.Okumura, H.Uematsu and S.Tanoue, J. Fiber. Sci. Technol.,72(12), 244 (2016)
- [2] S.Kobayashi and A.Tanaka, J. Compos Mater., 38(2), 51 (2012)



# BGM を利用した図書館における目的作業促進の検討

A Study on BGM for Facilitation of Work in School Library

14403 飯田莉玖

指導教員 森幸男

## 1. はじめに

近年図書館では、コミュニティスペースや個人学習の場など多様な目的が要求されている。そのため必ずしも静寂な場が適切だとは言えなくなっている。このような施設では利用者の話し声や騒音が問題となるため BGM(Background Music)を用いたサウンドマスキングによる騒音対策が行われている例がある[1]。我々も同様な検討を行っているが、その際、ある被験者から「完全に静かな環境より好みの音楽や BGM が流れていた方が集中できる」という意見を得た。これは、図書館の音環境に BGM を導入することによって騒音対策と共に作業を促進できる環境を作ることができる可能性を示唆している。そこで我々は、そのような BGM を明らかにすることを目的として検討を行った[2]。これにより、BGM があった方が作業がしやすいと感じるが、読書課題では作業が促進されず、計算課題では作業が促進されるという相反する結果が得られた。この結果から、音源と作業の種類に何らかの関係があるのではないかと推測されるので、本研究では、音源と作業量の関係性に注目し先行研究と比較しながら検討する。

## 2. 概要と結果

被験者は、10代の男性8人～12人である。測定時間、測定場所は先行研究[2]と同様に行い、作業量をまとめた。本研究の BGM として、先行研究で尺度値が高かったクラシックのジャンルに注目した。さらに、先行研究から、単純な曲調であるクラシック・ヒーリングでは左脳作業である計算課題が促進され、複雑な曲調であるジャズでは右脳作業である読書が促進されていることが明らかになっている。そこで、単純な曲調と複雑な曲調を、気分が高揚するという視点で分類し、単純な曲調を高揚下位、複雑な曲調を高揚上位として、これを新たな BGM とした。この分類は谷口の提案した感情価測定尺度(AVSM: Affective Value Scale of Music) [3]を用い、その分類の高揚上位と高揚下位の2種類の音源を集めて提示 BGM とした。併せて、音源の提示時間を3分から5分に伸ばした。読書課題は先行研究と同様の書籍を利用し、計算課題は「クレペリン検査は飽きが来る」という被験者の意見を考慮して小学校三年生レベルの計算問題に変更した。

図 1,2 に読書課題、計算課題の結果を示す。両課題ともに BGM がない方が作業しやすいと

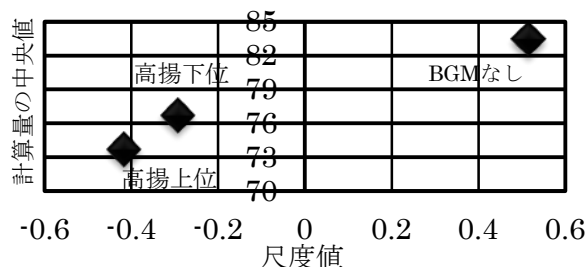


図 1 計算課題時の尺度値と計算量の中央値の関係

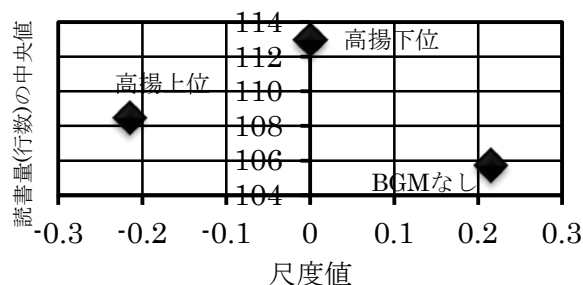


図 2 読書課題時の尺度値と読書量の中央値の関係

いう先行研究とは逆の結果になった。さらに、単純な曲調の高揚下位では、複雑な曲調の高揚上位と比べて、読書課題、計算課題ともに作業が促進されたと感じ、作業量が伸びていることがわかった。

## 3. 諸言

本研究の結果は、先行研究とは異なるものになった。その理由として以下の点があげられる。

1. 被験者の性差や年齢が偏ってしまい個人差の影響によって差が出なかった。
2. 被験者に音楽を流すことを伝えてしまったために意識がそこに重点的に置かれてしまい集団催眠を与えてしまったのではないかとこれらの理由を考慮し、さらに検討を進めたい。

## 謝 辞

本研究にあたり、有益なご助言をいただき本校教育支援課和田初枝様に感謝いたします。

## 文 献

- (1) 加藤修子: “全国 11 都道府県における音環境調査の総合報告と比較分析:図書館におけるサウンドスケープ・デザイン”, Library and Information Science, 37, pp.13-34, 1997.
- (2) H.Wada, R.Iida, S.Ogawa, K.Miyamoto, Y.Mori: “A consideration of effect of sound environments in libraries”, Proc. of ICISIP 2018, SS2-2, pp.183-186, 2018.
- (3) 谷口高士, 音楽と感情, 第 5 章, pp.89-117, 北大路書店, 京都, 1999.

# エポキシ系接着剤の接着特性による硬化剤の影響

Effect of Curing Agent by Adhesive Properties of Epoxy Adhesive

14405 井田 裕基  
指導教員 坂口 雅人

## 1. 緒言

近年、建設業界の市場規模が拡大し、建設事業が盛んとなっている。しかし、後継者不足により少ない建材での効率的な作業が求められ今までより丈夫な建材が必要になる。そこで、比強度の高い炭素繊維が応用され、既設のコンクリート部材にエポキシ系接着剤を用いて炭素繊維シートを貼り補強する[1]という方法がある。そこで、炭素繊維シートに似た一方向炭素繊維強化プラスチック(Unidirectional CFRP)を用い、引張試験により接着特性を測定しようと考えた。しかし、CFRP はそのままの方法で行うと引張試験機のつかみにより一方向繊維に沿ってスプリッティング破壊が生じる。そこで本研究では、スプリッティング破壊が生じないようにタブを接着して引張試験を行い、結果から得た接着強度を測定、接着面の画像を観察することにより、タブ材料として何が最適かを検討する。またエポキシ接着剤の物性は硬化剤によって変化するため、タブと CFRP を接着する硬化剤として何が最適かを検討する。以上の基礎研究により本研究の目的は、CFRP の接着強度を測定、接着面状況を観察する試験方法としての最適解を検討することである。

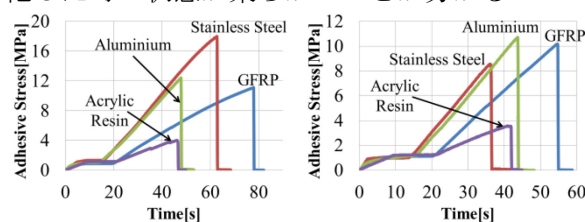
## 2. 方法

試料は CFRP と、ガラス繊維強化プラスチック(GFRP)、ステンレス合金、アルミニウム、アクリル樹脂を主剤エポキシ樹脂、硬化剤を変性ポリアミン及びポリメルカプタンで接着した接着継手試験片である。接着条件は常温真空下(ゲージ圧-0.06 MPa)で行う。引張せん断接着強さ試験はクロスヘッドスピード 0.50 mm/min で行い、結果から接着強度を求める。また、走査型電子顕微鏡を用いて接着面を観察した。

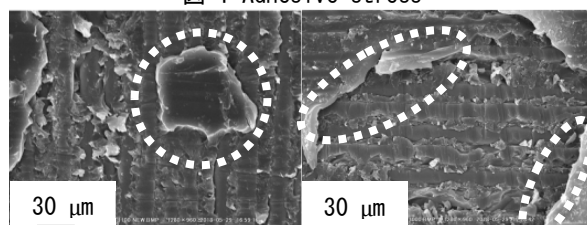
## 3. 結果

図 1 は硬化剤を変えた場合の CFRP と各材料の接着応力-時間曲線を示す。図 1 より、ステンレス合金、アルミニウム、GFRP、アクリル樹脂の順に変性ポリアミンの接着強度は 18 MPa, 12.4 MPa, 11.1 MPa, 4.00 MPa であるのに対し、ポリメルカプタンは 8.55 MPa, 10.7 MPa, 10.2 MPa, 3.58 MPa となり、全体を通して変性ポリアミンの方が高強度であり、タブ材料をステンレス合金、硬化剤を変性ポリアミンとしたときの接着強度が最も大きいことが確認できる。また、接着面を目視で観察した結果、硬化剤を変性ポリアミンとしたステンレス合金の接着面に

CFRP の一部が剥がれ付着していた。以上よりステンレス合金と接着剤の接着強度が CFRP の引張強度を上回っていたため、CFRP の表面上で破断したと考えられる。また、アルミニウム、アクリル樹脂及び硬化剤をポリメルカプタンとした場合の試験片では、CFRP 及び被接着材どちらにも接着剤が付着していたことから、凝集破壊が生じ破断したと考えられる。さらに、より拡大して GFRP の接着面を観察した結果、図 2 より変性ポリアミンにおいて接着面上の点線丸枠に、硬化したエポキシ接着剤が GFRP の接着面から裂断されず剥がれていることが分かるが、ポリメルカプタンにおいては接着面上の点線丸枠より、硬化した接着剤が GFRP の接着面から裂断された痕跡がある。この結果により、ポリメルカプタンの方が変性ポリアミンより硬化した時の状態が柔らかいことが分かる。



(1) Denature polyamine (2) Polymercaptan  
図 1 Adhesive stress



(1) Denature polyamine (2) Polymercaptan  
図 2 Adhesive surface of GFRP

## 4. 結言

CFRP の引張せん断接着強さ試験を行う際、タブ材料としてステンレス合金、硬化剤を変性ポリアミンとしたときの接着強度が最も大きいことが分かった。また、変性ポリアミンの方が GFRP と接着した際において、接着面上でポリメルカプタンより硬化した上で接着強度も大きいことが確認できた。よって CFRP の接着特性を研究する際は、タブをステンレス合金、硬化剤を変性ポリアミンとした方法が正確な測定を行える最適解であることが分かった。

## 文献

[1] 佐藤靖彦, 浅野靖幸, 上田多門, “炭素繊維シートの付着機構に関する基礎研究”, 土木学会論文集 (2000)

# プログラミング教育の再構築に向けた教材開発

Development of Teaching Materials for Reorganization of Programming Education

14408 江崎 豪生  
指導教員 富田 雅史

## 1. 背景

今現在、コンピュータなどの情報機器やサービスと、それにもたらされる情報を適切に選択・活用し、問題を解決していくことが不可欠な社会が到来しつつある。これをきっかけに各国でプログラミング教育を行っている。日本でも 2020 年度よりプログラミング教育が小学校で必修化される。また、中高学校でもプログラミングの授業が大幅に増加する。それにともない、各学校にはプログラミング環境を整備していくことが求められている[1]。

本校の機械電子工学科は以前からプログラミング教育を LEGO®MINDSTORMS®を使用し行ってきた。しかし、老朽化により不具合が生じてきたため、新しい教材を来年度から導入することになった。教材として、安価であり様々な言語に対応している ArtecRobo を導入することになった。本研究では、このプログラミング教材をスムーズに授業の中で使用できるように環境整備や教材、マニュアル等の作成を行う。

## 2. ArtecRobo について

ArtecRobo の外観を図 1 に示す。ArtecRobo は、Arduino 互換マイコンボードである Studuino が搭載されている。そのプログラム開発には Scratch、アイコンプログラミング、Studuino との互換性の高い Arduino、多くの場面で使用されている C 言語を使用することができる。



図 1 ArtecRobo 外観

## 3. マイコン開発環境の再構築

本学科で、現在行っているプログラミング教育の学習目標を表 1 に示す。この目標を達成することが本教材の必須条件である。

### ① Studuino ver.1 のインストールと調整

ArtecRobo 専用の開発環境で、Scratch 及びアイコンプログラミングが可能で、1~2 年生の教材として使用する予定である[2]。これは、容易に開発 PC にインストールでき、Studuino も正常動作が確認できた[3][4]。

### ② Atmel Studio のインストールと調整

4 年生の教材として C 言語の開発環境が必要であることから、Atmel Studio をインストールした。ただし、Artec 社が提供するマニュアル通りでは Studuino の実行ができなかったため、不具合箇所を見つけ出し、マニュアルの修正をかけた[5]。

表 1 各学年の学習目標

学年	学習目標
1 年	論理的思考で物事の手順を考える アルゴリズムの基礎を理解する
2 年	目的達成できるプログラムを作る コンピュータの基礎を理解する 分岐・繰り返し命令を使う
4 年	マイコンのプログラムを作る ・周辺機器の利用 ・割込み処理の利用

## 4. 現教材の適正化

現在の教材は PIC18K14K50 を動作させるために PIC18C という C 言語で記述されている。Studuino を動作させるために、Atmel Studio の C 言語で記述することで適正化を行った。さらに、今度の教材開発のために、I/O や周辺機器についても一覧リストを作成した[6]。

## 5. 今後の予定

C 言語の関数や設定などについてあまり詳しいガイドがない。これを補うための様々なプログラム表現ができるようにガイドを作成する。

また、317 教室における ArtecRobo の管理方法を検討し、整備する必要がある。

## 文 献

- [1] “プログラミング基礎資料 新学習指導要領” 文部科学省(平成 29 年)
- [2] “Studuino プログラミング環境 取扱説明書”, Artec (平成 30 年)
- [3] “Studuino ライブラリ 関数リファレンス”, Artec (平成 30 年)
- [4] “Studuino アイコンプログラミング環境 入門ガイド”, Artec(平成 30 年)
- [5] “Atmel Studio の環境立ち上げと使用方法” Artec (平成 30 年)
- [6] “ATmega48P/PV, ATmega88P/PV, ATmega168P/PV 完全データシート”, Atmel(平成 28 年)

# 有限要素法と分子鎖ネットワークモデルを用いたポリ乳酸基複合材料の押し出し延伸における母材分子配向の連成解析

Interaction Simulation with The Finite Element Method and Molecular Chain Network Model of Extrusion Drawing and Extrusion Drawing in Polylactic acid Composite

14409 大津 真央  
指導教員 坂口 雅人

## 1. 緒言

近年医療の発達により、医療に用いられる材料への高強度化が求められている。高分子材料は分子量が多く加工によって強度を増加することができる。19 世後半に人間の体内に医療材料を埋入する医療行為を行い始め、常に課題として存在するのが安全性と強度、生産性の連立である。例えば安全で高強度な材料は加工や成形に高度な技術が要求される。より多くの人に医療を受けてもらうために解決しなくてはならない課題である。さらに母材の分子配向の把握が可能になれば、製品製造する際の金型などを最小化でき、製品の強度や製造コストが低減できる。よって本研究では技術者として安全性が保証されている材料を軸に、強度と生産性を高めることを目的に、解析ソフトを用いて押し出し延伸加工の解析を行う[1][2][3]。

## 2. 解析方法

ポリ乳酸(PLA)と  $\beta$  型リン酸三カルシウム( $\beta$ -TCP/PLA)のビレットを有限要素法による解析をするため ANSYS/MechanicalAPDL (解析ソフト)により本解析を行う。解析内容は PLA 単体と  $\beta$ -TCP /PLA 複合材料のビレットをそれぞれ異なる延伸比の金型に挿入し、押し出し延伸させ塑性ひずみなどのデータを取得するものである。金型は円筒状の金型内部に絞り部を設けた押し出し延伸加工用のものを使用する。また金型とビレットの材料特性は表 1, 2 にまとめる。またビレットのセルは一辺が 0.2 mm の正方形である[4]。

解析結果から(1)式を用いて配向係数を求めビレット内部の分子配向を評価する。配向係数とは材料中の分子の存在する量である。

$$\text{配向係数} = \frac{3(\cos^2\theta) - 1}{2} \dots (1)$$

表 1 金型のサイズ

延伸比	1.3	2	3	4	8
金型の内径[mm]	7.5	9	11	13	17.5
絞りの直径[mm]	6				

表 2 ビレットの材料特性

	PLA	$\beta$ -TCP /PLA
弾性率[MPa]	5.22	182 MPa
ポアソン比	0.156	0.344
0.2%耐力[ MPa]	0.0964	4.57 MPa
n 値	0.487	0.282

## 3. 結果及び考察

図 1 より、ビレットの中心軸から約 2.65 mm の分子が大きく配向した。これは金型内部の絞り部と内壁にビレットが引っかかり延伸したことが原因と考えられる。また分子の配向が最も大きくなるのは延伸比 4 であった。ピークが計測されたのは 2.65 mm であった。

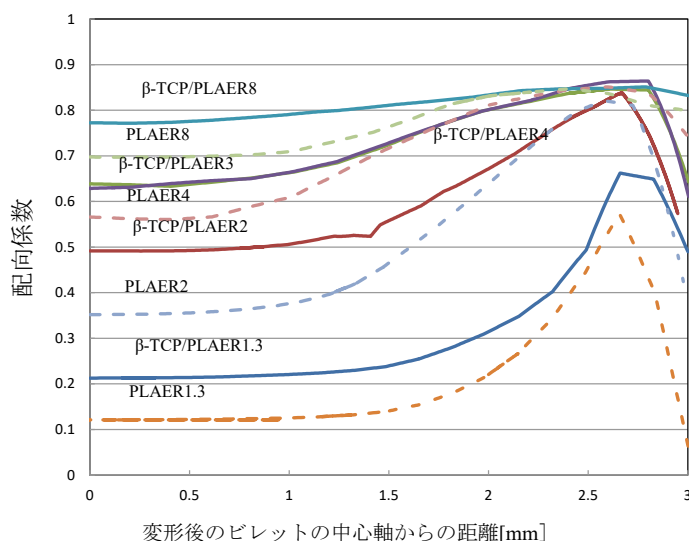


図 1.  $\beta$ -TCP/PLA 複合材料に押し出し延伸加工を施した際の分子配向のグラフ

## 4. 結言

今解析の結果を受け延伸によってビレットの中心から 2.65 mm の部分の分子配向が高まるのがわかった。また延伸比 8 のように材料全体の分子配向が高まるものもあった。よって、求められる性能により延伸比を変え製品を製造することが望ましい。

## 文献

- [1]Y. Shikinami, “Development of high strength F-u-HA/PLLA composite devices and its clinical application”, Journal of Japanese Society for Biomaterials, (2008)122
- [2]M. Kikuchi, S. B. Cho, J. Tanaka, 他, “Preparation and Biocompatibility of  $\beta$ -Tricalcium-Phosphate/Copolymerized-Poly-L-Lactide Composite”, 粉体および粉末冶金(1998)36
- [3]高澤弘明, “生体吸収性高分子の医療材料への応用”, 繊維工学 Vol.49 (1996) 19
- [4] M. Sakaguchi, “Improvement in Mechanical Properties of Poly (Lactic Acid) Bone Fixation Device by Molecular Orientation Control”, (未公開)

# R. F. マグネトロンスパッタリングにより成膜した Mg<sub>2</sub>Si 膜の熱電特性評価

Thermoelectric properties of Mg<sub>2</sub>Si film Prepared by R. F. magnetron sputtering

14410 鹿毛 涼太  
指導教員 黒木 雄一郎

## 1. 緒言

熱電材料は熱エネルギーと電気エネルギーを相互変換する特性を持つ材料である。環境低負荷半導体であり毒性も極めて低い Mg<sub>2</sub>Si は、中温度域(300~600°C)での熱電変換デバイス材料として期待されている。また薄膜化により熱電デバイスのみならず、集積回路の形成や磁気センサー、精密温度センサーなど多くの技術に応用できる。そこで本研究では、R.F.マグネトロンスパッタリングにより Mg<sub>2</sub>Si を成膜し、熱電特性を評価することを目的とした。

## 2. 方法

プレパレートガラス基板を2-プロパノール中で10分間超音波洗浄した。次に Mg<sub>2</sub>Si 膜をスパッタリングにより堆積した。ターゲットには組成比 Mg<sub>2.01</sub>Si<sub>0.99</sub> のバルクと粉末を石英ガラスに敷き詰めたものを使用した。スパッタ装置のチャンバーを背圧 6.6×10<sup>-4</sup>Pa 以下まで真空引きした後、Ar ガスを流入しガス圧を 4Pa に設定した。スパッタ電力を 75W に設定し、プレスパッタ、本スパッタの順でスパッタリングを行った。プレスパッタは 30min とし、本スパッタは 10、20 および 30min とした。得られた薄膜試料について段差計を用いて膜厚を測定した。次に X 線回折とラマン散乱分光器により相同定を行った。更に熱電特性評価装置により低温から 300°C までの比抵抗およびゼーベック係数を測定した。

## 3. 結果

膜厚測定の結果、スパッタレートは 10 nm/min であることがわかった。薄膜試料の X 線回折パターンを確認した結果、10、20 および 30min の試料の全てにハローパターンを確認し、アモルファスであることがわかった。図 1 に成膜直後のラマンスペクトルを示す。257cm<sup>-1</sup> 付近に Mg<sub>2</sub>Si のピーク、298cm<sup>-1</sup> 付近に Mg(OH)<sub>2</sub> のピークを確認した[1,2]。また Mg(OH)<sub>2</sub> のピーク強度は、時間経過に伴い増大することを確認した。これは時間経過と共に薄膜試料が白く変色していたこととも一致する。図 2 に薄膜試料のゼーベック係数の温度依存性を示す。10 および 30min で成膜した試料は、どちらも 70°C 付近で正の値を示し昇温に伴い負の値へ移行した。さらに 300°C 付近でほぼ同じ値である約 -150μV/K を示した。降温させるとさらに上昇し、70°C 付

近で約 -400μV/K を示した。また 300°C での報告されているバルクの値(約 -500μV/K [3])と、比較すると約 1/3 であることがわかった。

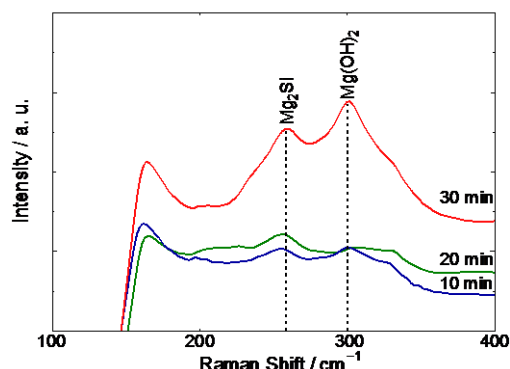


図 1 成膜直後のラマンスペクトル

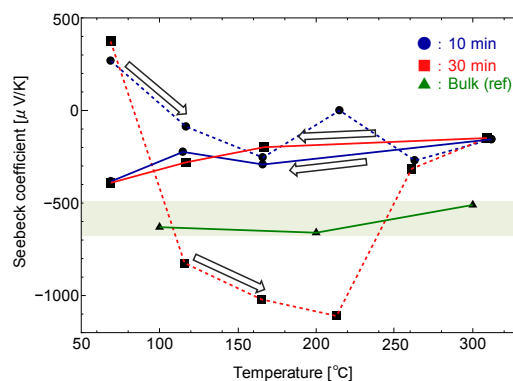


図 2 ゼーベック係数の温度依存性

## 4. 結言

本研究では、R.F.マグネトロンスパッタリングにより Mg<sub>2</sub>Si を成膜した。X 線回折の結果からはアモルファスであることを確認し、ラマン散乱からは Mg<sub>2</sub>Si の振動モードを確認した。得られた薄膜試料は熱処理することで、報告されているバルクの物性値(-500μV/K@300°C)の約 1/3 程度(-150μV/K@300°C)のゼーベック係数を示した。以上により本研究で得られた薄膜は、熱電デバイスとしての応用が期待できる。

## 文献

- [1] 池畑 隆, “Si 基板 Mg スパッタ膜のアルゴン雰囲気中アニール処理による Mg<sub>2</sub>Si 膜の合成”, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 (2013) 14.
- [2] Aslihan Suslu, et al., “Unusual dimensionality effects and surface charge density in 2D Mg(OH)<sub>2</sub>”, SCIENTIFIC REPORTS, 6 (2016) 20525.
- [3] J.Tani and H.Kido, “Thermoelectric properties of Bi-doped Mg<sub>2</sub>Si semiconductors”, Physica B, 364 (2005) 218.

# 交流式電気磁気曝露による自律神経活動の一検討

A Consideration on Autonomic Nerve Activity using AC Electromagnetic Fields Exposure

14411 笠原淳一  
指導教員 森 幸男

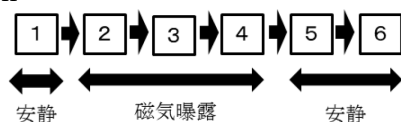
## 1. 緒言

現在、自律神経失調症で悩んでいる人が多く、自律神経活動を正常化させる治療支援が望まれている。我々は治療支援のひとつの手法として、交流式電気磁気治療に注目した。交流式電気磁気治療には血流改善効果がある事が報告されている[1]。しかし自律神経活動との関係は解明されておらず、更なる検討が望まれている。我々は、先行研究において、磁気曝露によって副交感神経活動が優位になる傾向を見出したが、データのばらつきと被験者数の問題から、その特徴を明らかにすることはできていない[3]。そこで、本研究では、交流式電気磁気曝露による副交感神経活動を心拍変動(Heart Rate Variability, HRV)解析と皮膚電位活動(Skin Potential Activity, SPA)から検討することを目的とした。

## 2. 方法

本研究では、始めに5分間の安静状態の後、15分間の磁気曝露、10分間の安静状態とするシーケンス(図1)において、5分ごとに生体信号(HRVおよびSPA)を計測する。実験時、被験者は仰向けとし、腕に皮膚電位計SPN-01((株)西沢電機計器製作所製)、胸部に心拍センサWHS-2(ユニオンツール(株)製)を取り付け、首の後ろに磁気治療器ソーケン((株)ソーケンメディカル製)を設置する。

Section



\*1sectionは5分である。

図1. 実験シーケンス

## 3. 結果

図2は section ごとの SPA の変化として、その直流成分である SPL の変化を示す。図2より、section 1 では SPL の中央値が 3.68[mV]になっているが、磁気曝露中である section 2,3,4 から 2.81, 2.66, 2.50[mV] と徐々に低下した。更に磁気曝露後も 2.32, 2.27[mV] と低下していることがわかる。すなわち磁気曝露を行ってからすぐに副交感神経が優位になる。

図3は HRV から求められる副交感活動の指標である LF/HF の変化を section ごとに示したものである。図3より section 1 と磁気曝露中の section 2,3 では LF/HF の中央値は 1.17, 1.04, 1.30 と比較的高値を示し、ばらつきも大きい事が分かる。しかし、section 4 から数値が 0.86 と低下

し、ばらつきも少なくなった。同様に磁気曝露後の section 5,6 でも中央値が 0.74, 0.80 と低値で安定している。このことから、磁気曝露により時間差があるものの副交感神経が優位になることがわかる。

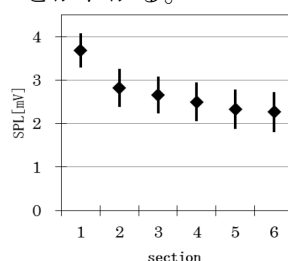


図2. SPL の変化

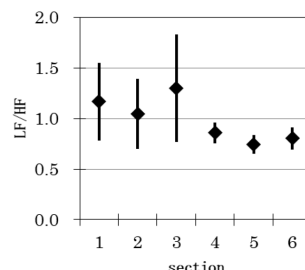


図3. LF/HF の変化

## 4. 結言

本研究により以下の知見を得た。

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

ただし、SPL, LF/HF で時間差のある副交感神経活動の様子が得られたが、一つの生体内の現象としては矛盾するともいえる。実際の自律神経活動がどのようなになっているのか、さらなる検討が必要である。

## 5 今後の予定

今後は、被験者の増員による統計的信頼性の確保と磁気を曝露している状態としていない状態での自律神経活動の比較を行っていく。また、被験者の年代や性別による差異の検討を行う。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、多大なる有益な助言、使用機材などのご協力をいただいた(株)ソーケンメディカル石渡弘美氏、岡野英幸氏に心より感謝申し上げます。

## 文献

- [1] H. Okano et. al., The physiological influence of alternating current electromagnetic field exposure on human subjects, Proc.of ICSMC, pp.2444-2446, 2017.
- [2] 中村空美他 5 名, 交流式電気磁気治療による自律神経活動について, 第 29 回 BMFSA 年次大会講演論文集, pp.99-102, 2016.
- [3] 岩田和也, 皮膚電位計を用いた交流式電気磁気曝露時の自律神経活動, 第 30 回 BMFSA 年次大会講演論文集, pp.29-32, 2017.
- [4] 坂口正雄他 6 名, 局所発汗量連続記録装置による皮膚電位反射の評価, 信学技報, 437, pp.57-65, 1991.
- [5] 早野順一郎, 循環系指標のスペクトル解析, 自律神経, 35, pp.110-117, 1998.

# 異なるバスバー形状のPV モジュールが放射する ノイズに関する検討

A Study on Noise Radiated from Different Shape PV Modules

14412 笠原 鷹  
指導教員 米盛 弘信

## 1. 緒言

近年、再生可能エネルギーが注目[1]されており、企業から一般家庭まで広く普及している[2]。しかし、太陽光発電には電磁波に関する問題が指摘されている。これは、発電中の太陽光発電設備からAMラジオ帯などに干渉する電磁波が発生し、電波障害を引き起こしているという報告である[3]。電磁波が発生する一要因は、PVモジュールに接続される半導体電力変換素子のスイッチング動作によって発電電流が脈動化することである[4]。

本研究では、他の機器に影響を与えかねない電磁波の抑制を目的としている。そこで、ノイズ源と考えられるPVモジュールに着目し、モジュール内のバスバー形状の違いが電磁波（磁界）の放射に与える影響を明らかにする。

## 2. 実験方法

図1に本実験の構成を示す。図2にPVモジュールを模擬したバスバーの寸法を示す。本実験では、自作した模擬バスバーを用いてバスバー形状が磁界の放射に与える影響を確認する。図1のように模擬バスバーへ発振器を接続して1kHz - 40mAの電流を流し、発電中のPVモジュールを模擬する。これは、PVモジュールに接続される半導体電力変換素子のスイッチング動作によって発電電流が脈動化することを模擬する工夫である。模擬バスバーから放射される磁界は、HIOKI社製磁界測定器“FT3470”を使用して測定する。図2のIntervalを30mm~100mmまで可変し、また折り曲げ段数を1段から5段まで変えて磁界の測定を行う。

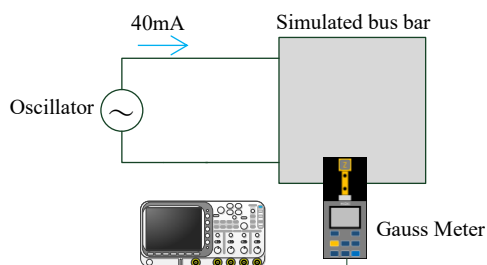


図1 実験構成

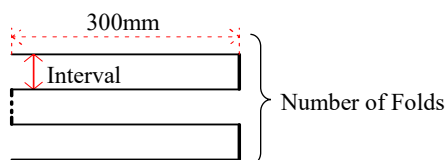


図2 模擬バスバーの寸法

## 3. 実験結果

図3にバスバー形状ごとの磁界強度を示す。図3より折り曲げ段数は1回、3回、5回、4回、2回の順に磁界強度が低くなっていることがわかる。折り曲げ段数を偶数と奇数に分けてみると、偶数のほうが奇数よりも磁界強度が低くなっている。また、バスバーの間隔が広がるほど段数を変えた際の影響が低くなっていることがわかる。これらは平行電流間の磁界の干渉が関係していると考えられる。

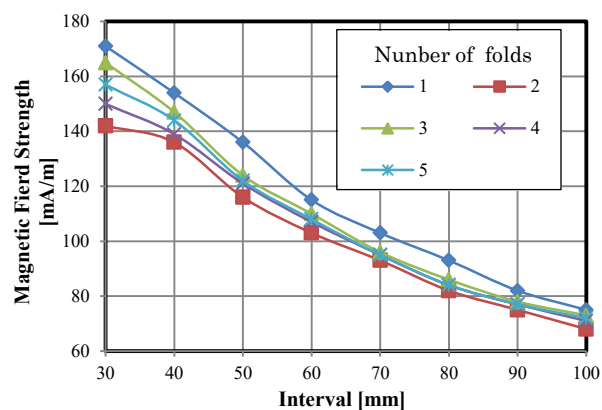


図3 バスバー形状ごとの磁界強度

## 4. 結言

筆者は、PVモジュールのバスバー形状に着目し、バスバー形状が放射磁界に与える影響を明らかにした。その結果、放射磁界を抑制するためには、①バスバーの折り曲げ段数を偶数に設計、②バスバーの間隔を広くする、以上2点の知見を得た。

今後は、磁界だけでなく電界の測定も行うことで電磁波障害を改善する技術開発を進める予定である。

## 参考文献

- [1] 経済産業省：“なっとく!再生可能エネルギー”，[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/renewable/outline/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/renewable/outline/), 2018-10-24 閲覧
- [2] JPEA 太陽光発電協会：“太陽光発電のメリット”，<http://www.jpca.gr.jp/knowledge/merit/index.html>, 2018-10-24 閲覧
- [3] 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」”，<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/FEATURE/20140603/355862/?ST=msb>, 2018-10-24 閲覧
- [4] 堤 淳祥, 原田和郎, 石原好之, 戸高敏之：“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”，電子情報通信学会技術研究報告, EE, 電子通信エネルギー技術 99(624), pp.39-44 (2000)

# 金ナノ粒子を用いた合成樹脂の加飾プロセスの検討

Study on Decorative Process Using Gold Nanoparticles for Synthetic Resin

14413 神林 駿  
指導教員 山口 貢

## 1. 緒言

工芸品の漆器を彩る伝統的な加飾技術として、蒔絵や沈金などがある。これらの従来法では、多くのノウハウ、熟練技術を必要とするため、製造プロセスが比較的簡易なスクリーン印刷技術が普及してきている[1]。しかし、スクリーン印刷技術では、大量生産により製造コストの削減が可能であるが、絵柄を形成するための版（マスク）が必要になる。一方、近年では金属ナノ粒子を用いたインクジェット印刷技術による機能性膜・配線形成法に関する研究が注目されている[2]。インクジェット印刷技術では、金属ナノ粒子を含む分散液を必要な領域のみに塗布できるため、マスクレスで直接絵柄の描写が可能である。

本研究では、工芸品の漆器などの装飾に用いられる金・銀を用いたプロセスについて、金属ナノ粒子およびインクジェット印刷技術を用いた新しい加飾技術の開発を目的とする。本研究では、成形性、耐久性、メンテナンス性などの理由から近年広く用いられている樹脂製の合成漆器について、本プロセスにより加飾し、実用化を検討する。熱処理条件を変化させて金ナノ粒子の焼成実験を行い、金膜と基材との密着性を評価して実用性を検討した結果について報告する。

## 2. 方法

表1に使用材料および実験条件を示す。本研究では、フェノール樹脂基材およびABS樹脂基材（ $\square 25$ 、 $t5$  mm）に $4\mu\text{L}$ の金ナノ粒子分散液を塗布し、スピナー（ $2000\text{rpm}\times 60\text{s}$ ）を用いて薄膜を形成した。その後、電気炉を用いて各種条件で熱処理を行った。金ナノ粒子分散液には、ハリマ化成グループ株式会社製金ナノ粒子ペースト（NPG-J）を用いた。

表1 使用材料および実験条件

基材	
材質	フェノール樹脂 ABS樹脂
寸法	$25\times 25\times 5\text{mm}$
金属ナノ粒子分散液	
ナノ粒子	金
粒径	7nm
含有率	57mass%
溶媒	ナフテン系
スピナーコート	
回転数	2000rpm
時間	60s
熱処理	
温度	50, 100, 150, 200
時間	1h

## 3. 結果

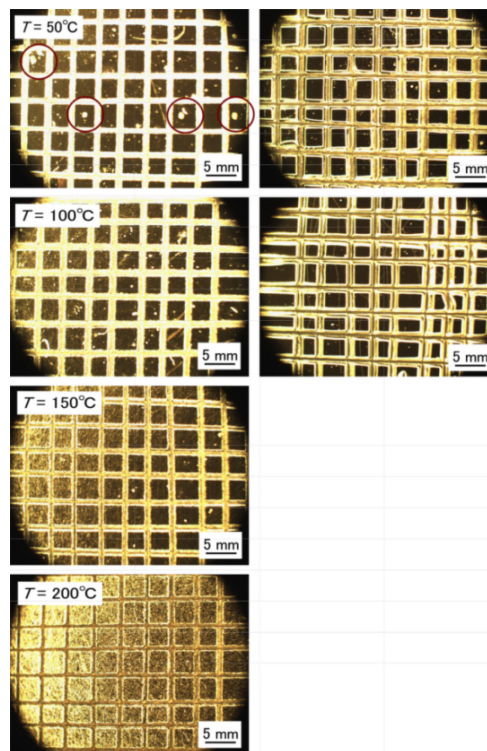
図1にクロスカット後のフェノール樹脂基材およびABS樹脂基材の外観を示す。図中の赤丸のようにフェノール樹脂では、焼成温度 $50^\circ\text{C}$ で金膜を形成したときに金膜の剥離が発生した。しかし、 $150^\circ\text{C}$ 以上ではABS樹脂では基材表面が熔融し、フェノール樹脂では基材の変色および膨張が発生した。今回の実験条件の中ではフェノール樹脂、ABS樹脂共に $100^\circ\text{C}$ のときに密着性が良く、基材への熱影響が少なかった。

## 4. 結論

熱処理条件を変化させて金ナノ粒子の焼成実験を行い、金膜と基材との密着性を評価して実用性を検討した結果、以下の結論が得られた。熱処理温度 $100^\circ\text{C}$ では、フェノール樹脂、ABS樹脂共に基材との密着性に優れる金膜が得られた。 $50^\circ\text{C}$ では $100^\circ\text{C}$ と比べて金膜の密着性に劣り、 $150^\circ\text{C}$ 以上では基材に熱影響が発生した。

## 文献

- [1] 伊東洋一，“特集「機能性スクリーン印刷の現状と将来展望」”，日本印刷学会誌，40，1（2003）2。
- [2] 小田正明，“プリントドエレクトロニクスにおけるインクジェット印刷の現状と課題”，エレクトロニクス実装学術講演大会講演論文集，26（2012）314。



フェノール樹脂                      ABS樹脂  
図1 クロスカット試験後の基材外観



# 渦電流探傷試験の適用用途拡大を目指した 磁性・非磁性金属負荷時の共振特性

Resonance Characteristics of Magnetic and Non-Magnetic Metal Loads  
Aimed at Expanding the Application of Eddy Current Testing

14414 久保 達実  
指導教員 米盛 弘信

## 1. はじめに

非破壊検査は、建築物や検査対象を破壊することなく検査できることから様々な用途に用いられている<sup>[1]</sup>。中でも渦電流探傷試験は、導体と非接触で傷の有無を確認することができるため、液体を用いた試験と比較して汚れないメリットがあり注目を集めている<sup>[2]</sup>。

本研究では、渦電流探傷試験の適用用途拡大や高精度測定を最終目的として、試験片の傷の有無が共振特性に与える影響を明らかにする。

## 2. 実験方法

図1に試験片の測定環境を示す。導体には鉄SS400、アルミニウム1000系を用い、鉄片に切り込みがあるものを(a)、切り込みがないものを(b)、アルミニウム片に切れ込みがあるものを(c)、切れ込みがないものを(d)とする。鉄片、アルミニウム片ともに弓のこを用いて切れ込みを入れることで傷を再現した。本実験では、並列接続したコイル17.45 $\mu$ Hとコンデンサ0.1 $\mu$ Fの両端にNF社製LCRメータ“ZM2376”のプロープを接続し、周波数解析機能を用いて共振特性を測定した。

## 3. 実験結果

図2に鉄片(a)(b)における共振特性を示す。図内の三角プロットは鉄片(a)、丸プロットは鉄片(b)を示している。図2より、鉄片(a)では、共振点が135kHzで最大振幅が76.11mV<sub>p-p</sub>であるのに対し、鉄片(b)では共振点が133kHzで最大振幅が68.37mV<sub>p-p</sub>であることを確認した。したがって、鉄片は、傷の有無で共振周波数が2kHz、電圧振幅が7.74mV<sub>p-p</sub>の差が生じていることが分かった。

図3にアルミニウム片(c)、(d)における共振特性を示す。図3内の三角プロットはアルミニウム片(c)、丸プロットはアルミニウム片(d)を示している。図3より、アルミニウム片(c)では、共振点が141kHzで最大振幅が73.49mV<sub>p-p</sub>であるのに対し、アルミニウム片(d)では共振点が140kHzで最大振幅が68.01mV<sub>p-p</sub>であることを確認した。アルミニウム片は、傷の有無で共振周波数が1kHz、電圧振幅が5.48mV<sub>p-p</sub>の差が生じていることが分かった。

以上より、試験片の傷の有無は共振周波数と電圧振幅に影響を与えることを確認できた。

## 4. まとめ

本稿では、研究目的を達成する第一段階として、鉄とアルミニウムを用いた基礎的な探傷実験を行った。結果、試験片に切り込みを入れることで共振周波数が低く、共振電圧の振幅が小さくなることを確認した。

今後は、探傷周波数の高周波化に着目して、試験片表面の傷を深さ方向に変えた場合の共振特性を明らかにする予定である。

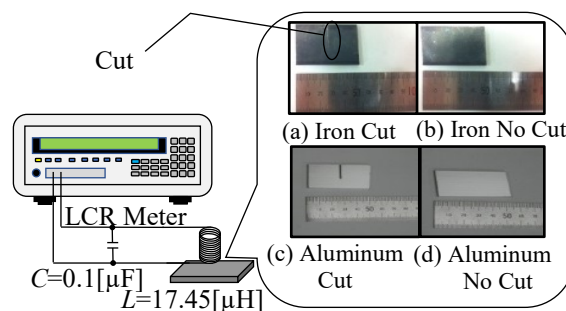


図1 渦電流探傷の測定環境

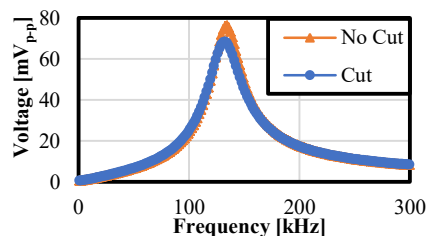


図2 鉄片における共振周波数の変化

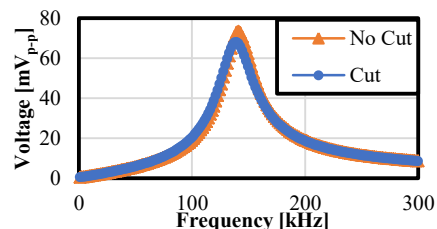


図3 アルミニウム片における共振周波数の変化

## 参考文献

- [1] 後藤雄二, 橋本光男: 「渦電流探傷試験法」, 職業能力開発報文誌, VOL.11 No.2 (22), p.49(1999)
- [2] 田中涼, 笹山瑛由, 松尾政晃, 園福敬二: 「磁性材料の検査に向けた低周波渦電流探傷法の開発」, 平成28年度電気・情報学会九州支部連合大会, 14-2A-03, p.353(2016)

# GPS 測位による 30m バウンディング走の動作解析

Analysis of Motion of 30 m Bounding Run by GPS Positioning

14415 久保 琳太郎

指導教員 吉田 将司

## 1. はじめに

陸上競技におけるバウンディング走は、主に筋肉や腱の伸張と短縮のサイクルを利用し爆発的なパワー発揮を伴う運動であり、跳躍種目に必要な跳躍力や短距離走における疾走速度向上を目的とした練習法として用いられている[1]。また、バウンディング走の動作解析をするには、ビデオ撮影による画像解析やモーションキャプチャを用いた解析が行われる。しかし、これらを利用するにはコストが高く、中学校や高校の部活動には取り入れることが難しい。そこで、現在ランニングや球技で普及している GPS ロガーと加速度センサを用いてバウンディングの動作解析ができれば、簡易化が期待できる。本研究では、実験装置をつけて、30m バウンディング走(以降「30mBD」)を実施し、跳躍競技の動作解析方法を検討した。

## 2. 実験方法

本研究の測定方法は、スタート地点から手前の 5m 区間を加速区間にして目印を置いた。次に 30m にゴール地点となる目印、さらに歩数の端数を把握するために、ゴール地点から手前 2m 位に 20cm 刻みに目印を置いた。

測定方法は、まず実施者はスタート地点までの 5m 以内の距離で加速をつけて、スタート地点で踏み切り以降 30m のバウンディングを行う。次にスターターは実施者がスタート地点を通過したところで測定者に合図を送る。次に測定者は、スターターの合図とともにストップウォッチを押し、実施者がゴール地点を通過するまでの時間を測定する。最後に、スタートからの歩数を、実施者が第三者が数えるとともに、ゴール地点での端数をマークの位置から割り出す[2]。これを 10 名で練習も含めて 2 回ずつ実施した。

## 3. 実験結果

図 1 は 2 回目に実施した測定結果を示す。名前は匿名としアルファベットにしている。図 1 の縦軸は歩数 Z[歩]、横軸は時間 t[sec]を示す。図 1 から、歩数が少なく、ゴール地点までかかった時間が早いほどグラフにある歩数と時間の面積が小さくなり、30mBD 値が少なくなる。これは、跳躍力と疾走速度に関係しており、歩数が少ないと跳躍力が高く、時間が早いと疾走速度が速いことが分かる。図 2 と図 3 は、G が 3 回目のとき、GPS ロガーで測定したときに取得された GPStime[sec]と標高及び、その時の加速

度センサで取得された上下方向の加速度[g]を示す。図 2 は、跳躍毎に標高の値は変動したが、実際の標高とは異なる値だった。一方図 3 では、バウンディングの上下方向の加速度を計測することによってバウンディングの回数を示すことができた。また、垂直ジャンプを 10 回行った結果、標高はピーク時を取得することができたが、実際の標高とは違う値だった。一方、加速度は垂直ジャンプの回数を示すことができた。また、GPStime と加速度センサの図が異なる原因は、サンプリング周期が加速度センサが 0.01[sec]に対し、GPStime は 0.2[sec]と長いと考えられる。

## 4. まとめ

本研究で実施した 30mBD では、GPS ロガーと加速度センサでバウンディングの動作を取得することができたが、GPS 測位結果は動作に対応した変動をしたもののピーク時しか取得できなかった。また、実際の標高と異なる値であった。今後は、高いサンプリング周波数の GPS 受信機を用いた距離算出や被験者による違いをさらに検討する。

## 参考文献

- [1]立命館大学大学院，修士論文，井口雅仁，“バウンディング運動と短距離走の運動学的比較” 2013.
- [2]陸上競技クリニック Vol4, 児玉育美,p.14,2009.

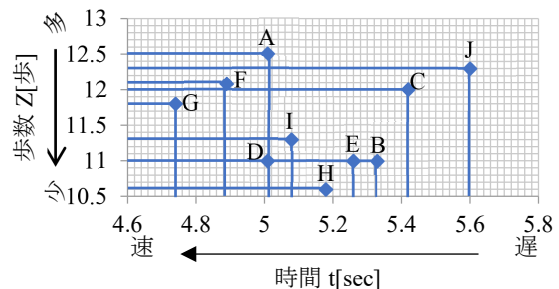


図 1. 30mBD を行った時の歩数と時間の関係

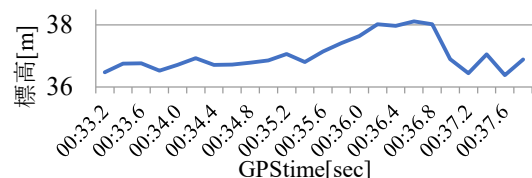


図 2. GPStime と標高[m]の関係

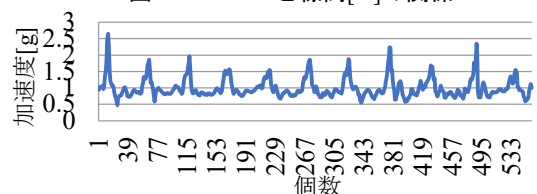


図 3. 加速度センサを用いた時の加速度[g]の変動

# 酸化銅を用いた光伝導セルの作製

Fabrication of photoconductive cell using copper oxide

14417 小泉 響輝  
指導教員 黒木 雄一郎

## 1. 緒言

サレジオ高専では、小中学生を対象に体験教室を開催している。我々電子セラミック研究室ではCdS(硫化カドミウム)セルを用いた電子楽器「光テルミン」を提供している。しかし、万が一CdSを体内に摂取すると、内臓器官障害や発がん性の恐れがあるため、廃棄の際などの取り扱いに注意を要する。そこで本研究では、CdSの代替として酸化銅(CuO,Cu<sub>2</sub>O)に着目した。CuOはバンドギャップが1.4eVの間接遷移型半導体であり、Cu<sub>2</sub>Oは2.1eVの直接遷移型である[1,2]。いずれも適度なバンドギャップと光吸収係数を有するため、太陽電池材料として期待されている。CdSの代替を考えた場合、複雑な作製プロセスは現実的ではない。また、Cu<sub>2</sub>Oは大気中では不安定なため、時間経過と共に酸化が進行しCuOに変化する。つまり、Cu<sub>2</sub>Oを利用する為には多くの技術的課題が有る。対してCuOは大気中でも安定していることが利点である。本研究では、CuO焼結体を作製し、CuOが光伝導セルとして代替が可能であるか評価を行うことを目的とした。

## 2. 方法

原料としてCuO粉末(株高純度科学研究所,99.9%)を使用した。粉末を2g量り取りハンドプレス器にてφ15mmの圧粉体を作製した。圧粉体を500,600,700,800及び900℃の温度で2時間、空气中で焼成し、焼結体を作製した。XRD(RIGAKU RINT2500)にて結晶相の同定を行った。同定結果から理論密度を求め、5つの温度で作製した試料のかさ密度と比較した。光伝導性の測定は、焼結体(900℃)に金スパッタおよび銀ペーストを用いて電極を形成してから行った。恒温暗箱内に試料を設置し、定電流2.6mAにて2端子法により電圧測定を行った。光源には532nmのレーザーポインターを使用し、11cm上方から試料に照射した。5分毎に照射(ON)と消灯(OFF)を繰り返し、光伝導性の有無を確認した。

## 3. 結果

図1にCuO焼結体のかさ密度の焼結温度依存性を示す。温度上昇に伴いかさ密度が上昇していることがわかった。XRDより、作製した焼結体がTenorite(黒銅鉱)であることを確認した[3]。この結果から、理論密度を6.5g/cm<sup>3</sup>と算出した。ここから、かさ密度は理論密度の50%程度であることがわかった。

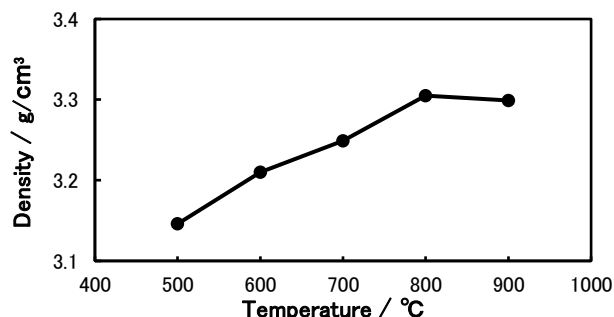


図1 CuO焼結体の焼結温度依存性

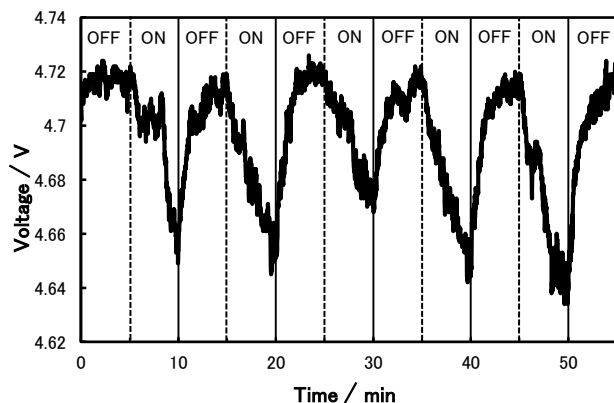


図2 CuO焼結体(900℃)の光伝導性

図2にCuO焼結体(900℃)の光伝導性を示す。OFF時に4.72V程度の電圧を示したが、ON時には4.65Vまで低下した。再度光源をOFFにすると、4.72Vまで回復することを確認した。5回繰り返し同様の現象が起きたことから、試料が光伝導性を有することを明らかにした。

## 4. 結言

作製したCuO焼結体で光伝導性を確認した。しかし、4.72Vから4.65Vに低下するまでに約5分を要しており応答速度が低い。感度も低くノイズが大きい。これは、焼結体に空隙が多く、電流の流れが阻害されていることと、根本的にCuOが間接遷移型半導体であるためだと考えられる。

## 5. 今後の予定

ノイズの影響をできる限り除去できる光学測定暗室を設計し、光伝導性の評価を行う。

## 文献

- [1] A. E. Rakshani, Solid State Electronics, 29(1986)7
- [2] F. P. Koffyberg and F. A. Benko, Journal of Applied Physics, 53(1982)1173
- [3] S. Asbrinks and A. Waskowska, Journal of Physics, 3(1991)8173

# 中依知遺跡群の中世古銭について帯磁率と残留磁化の測定による 鑄造年代の研究

Study of the cast age from susceptibility and residual magnetization about old coins from ruins of Nakaechi

14418 越宗 廉  
指導教員 伊藤 光雅

## 1. 緒言

考古学では、物性研究の1つとして出土物の磁化研究がある。出土物の磁化研究では、残留磁化の測定から、地磁気の永年変化との比較により、年代の特定をする。

先行研究である(酒井他 2018)では、反磁性体で構成されている青銅板の残留磁化を測定した。結果として青銅板は、磁化強度及び磁化方向の平均値より残留磁化を獲得したことが明らかになった[1]。

著者らは、先行研究の研究手法を出土物としての古銭に転用できる考えに至った。本研究の目的は、古銭の磁化研究による鑄造年代の推定である。

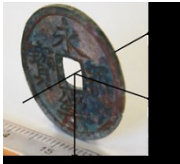
## 2. 方法

本研究の供試体は、中依知遺跡群で発掘された永楽通宝(中世古銭)108枚(神奈川県埋蔵文化センター所蔵)および新規に鑄造された寛永通宝(複製貨幣)6枚(富山大学所蔵)並びに複製貨幣の鑄型である。

本研究では、中世古銭および複製貨幣について、簡易帯磁率計による帯磁率測定、超伝導磁力計による自然残留磁化(NRM)測定、段階交流消磁(AFD)測定、カップブリッジ帯磁率計による帯磁率異方性測定を実施した。NRMの測定結果は、グルーピングを実施した。AFDの結果は、消磁段階を分けて、磁化成分ごとの方向を特定した。

図1は、磁化の3成分の設定方向である。

表1 中世古銭の帯磁率測定結果



古銭番号	質量帯磁率 $\chi(-)$ (SI)
17	-7.72E-07
19	-5.38E-06
45	1.77E-06
62	5.77E-07
平均	-8.69E-07

図1 磁化の3成分の方向

また、複製貨幣の鑄型に関しては、帯磁率測定およびNRM測定を実施した。

## 3. 結果

### 3.1 帯磁率

測定の結果より、正の帯磁率を示した古銭は、108枚中5枚と明らかになった。正の帯磁率は、古銭の常磁性・強磁性を表している。表1は、中世古銭の代表的な質量帯磁率である。

### 3.2 自然残留磁化(NRM)

NRMの測定結果から、各グループでの共通点は認められなかった。原因は、鑄造場所および鑄造年代の違いと考えられる。

### 3.3 段階交流消磁(AFD)

測定および磁化成分ごとにおける方向の特定の結果から、中世古銭 No.27 (消磁段階 10-40[mT]) が、国内の永年変化曲線近辺に位置すると明らかになった。図2は、AFDの測定結果をザイダーベルト図にて示した。

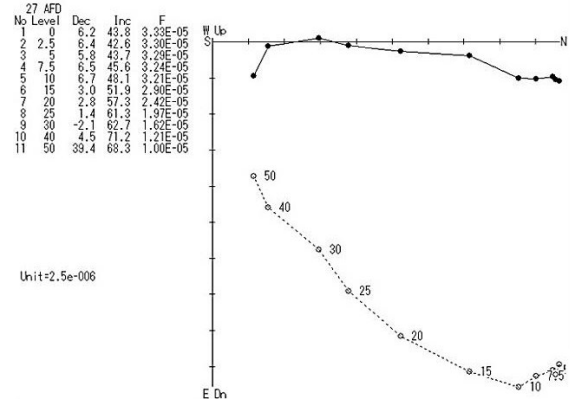
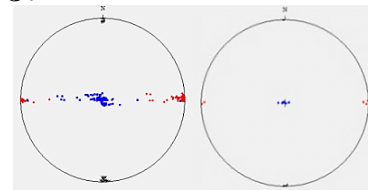


図2 AFDの測定結果(中世古銭 No.27)

### 3.4 帯磁率異方性

図3は、帯磁率異方性を表したシュミット投影図である。



中世古銭 (No. 1-108) 複製貨幣 (No. 1-6)

図3 帯磁率異方性の傾向

測定の結果から、帯磁率異方性は、中世古銭、複製貨幣ともに、東西方向に最大軸、南北方向に最小軸という傾向であった。原因は、鑄造時の湯の流れによる粒子配列および貨幣の形状と考えられる。

### 3.5 鑄型の磁化研究

図4は、鑄型の帯磁率異方性およびNRM測定結果である。

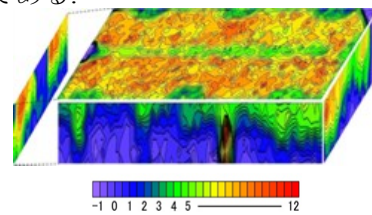


図4 鑄型の帯磁率

測定の結果からは、帯磁率の分布および磁化の獲得が明らかになった。

## 4. 結言

実験結果から、古銭のAFD測定結果について、磁化成分ごとの方向の特定によって、年代測定に活用できる可能性が明らかになった。また、鑄型の磁化獲得によって、年代推定に活用できる可能性が明らかになった。本研究成果の考古学への波及は大きい。

日本国内では、正確な永年変化曲線が確立していることから、供試体として、日本国内で鑄造された古銭を用いることで、更なる研究の推進も可能である。

## 文献

[1] 酒井英男, 菅頭明日香, 長柄毅一, “青銅の磁化研究の試み”, 日本情報考古学会講演論文集, 41 (2018) 49

# PV モジュール表面の汚染対策に関する研究

A Study on the Pollution Countermeasure of PV Module Surface

14419 斎藤 虎大  
指導教員 米盛 弘信

## 1. はじめに

近年、地球温暖化が問題になっており、再生可能エネルギーである太陽光を利用した太陽光発電が注目されている。しかし、太陽光発電に使用する太陽電池（以下 PV）モジュールは、屋外で長期間使用されるため、モジュール表面に汚染物質が付着する。この汚染物質が影響して発電電力が低下する問題がある[1]。一般的に、PV モジュール表面が汚染された際の洗浄は、人為的作業を必要とする。したがって、長期的保守の観点からセルフクリーニングが必要である。そこで、本研究室では、セルフクリーニング効果を有する光触媒を応用して、PV モジュールを 3 種類の表面状況（A:無塗布, B:分子結合チタニアシリカ光触媒塗布, C:ガラス用光触媒塗布）で 2013 年 3 月から継続して長期暴露している[2]。PV 用に開発された分子結合チタニアシリカ光触媒は、メタルウェザー試験によって実環境下 20 年に相当する耐久性を確認[2]しているが、実際の自然環境下における耐候性（セルフクリーニング効果の維持）は明らかになっていない。一方、筆者は他の発電維持方法として、帯電防止剤を応用して PV モジュール表面に付着するホコリの軽減手法を考案した。

本稿では、取り組んだ研究の一部として、分子結合チタニアシリカ光触媒の耐自然環境性能を検証するために 5 年以上屋外暴露している PV モジュールのセルフクリーニング効果を述べる。帯電防止剤の評価結果は、本論文を参照されたい。

## 2. 長期暴露した PV モジュールの評価

本評価では、サレジオ高専の屋上に設置されている 3 種類の PV モジュール及び 3 種類の表面状況の PV モジュールを使用し、1 年間（2018 年 1 月～12 月）の発電電力を比較する。そして、分子結合チタニアシリカ光触媒のセルフクリーニング効果の有効性を確認する。

図 1 に単結晶 PV モジュール、図 2 に HIT 型 PV モジュールにおける 1 年間の発電電力量を示す。図 1、図 2 より、1 年間すべての月において PV 用の分子結合チタニアシリカ光触媒は発電電力が高いことを確認できる。したがって、5 年以上屋外暴露した状態でも光触媒の有機物分解、及び超親水性により、セルフクリーニング効果が作用したと考えられる。また、PV 用の分子結合チタニアシリカ光触媒は、これらの特徴に加えて、わずかに透過率が向上する為、ガ

ラス用光触媒よりも発電に寄与していると考えする。

## 3. おわりに

本稿では、5 年超にわたる屋外長期暴露における評価として、3 種類の PV モジュール及び 3 種類の表面状況における 1 年間の発電電力量の推移を比較し、分子結合チタニアシリカ光触媒のセルフクリーニング効果が有効であるか確認を行った。その結果、単結晶と HIT 型の PV モジュールにおける発電電力が改善されていることがわかった。このことより、分子結合チタニアシリカ光触媒のセルフクリーニング効果は、5 年超の屋外長期暴露後も有効であるといえる。

今後の展望としては、本稿の成果に加え PV モジュールの設置角度とセルフクリーニングの関係を明らかにすることによって更なる発電電力量の向上を目指す。

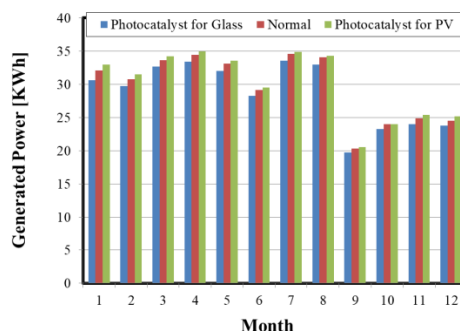


図 1 単結晶 PV モジュールの発電電力

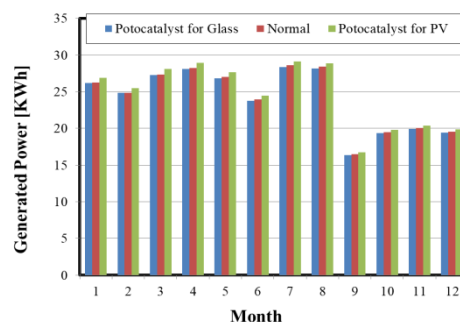


図 2 HIT 型 PV モジュールの発電電力

## 参考文献

- [1] 小林 幹, 米盛弘信: “安全・安心に有効である独立型 PV の提案”, 2009 年電気学会産業応用部門大会 講演文集, pp.II-119-II-120,(2009)
- [2] 中川寛淑, 片倉嘉之, 岩下真輝, 米盛弘信: “分子結合チタニアシリカ光触媒が塗布された PV モジュールの発電特性に関する検討”, サレジオ高専研究紀要, 第 43 号, pp.33-38,(2014-12)

# 成形方法の異なるアクリル樹脂の赤外レーザー加工に関する研究

## Study on Infrared Laser Processing of Acrylic Resin Molded by Different Methods

14420 坂梨 直哉  
指導教員 山口 貢

### 1. 緒言

アクリル樹脂は、プラスチックの中でも特に透明性や耐候性に優れている。アクリル板の成形方法には、大きく分けてキャスト法と押出法がある。押出板は、加熱溶融しやすいようにポリマー分子量の小さい成形材料を用いるため、キャスト板と比較すると耐熱性に劣り、残留熱歪みも大きい。これらの重合度に起因する物性の違いが影響し、切削加工やレーザー加工時の加工性が変わることが一般的に知られている[1]。アクリル樹脂のレーザー加工に関して、透過吸収性の違いを上手く利用し、用途に合わせてレーザー波長を使い分けた多くの加工事例がある[2]-[4]。しかし、アクリル板の物性（成形方法）の違いがレーザー加工時の加工性におよぼす影響について、同じ条件で詳細に比較し、定量的に評価した事例は殆どない。

本研究では、成形方法の異なるアクリル樹脂を試料とし、材料表面の透過吸収特性やレーザー波長が加工性におよぼす影響について明らかにする。キャスト法および押出法により成形されたアクリル板を試料とし、赤外レーザーを用いて加工実験を行い、成形方法による物性の違いが加工面品位におよぼす影響について検討した結果を報告する。また、透明色アクリル板に加えて、色による透過吸収特性の違い[5]を検討するために不透明色アクリル板をレーザー加工した結果についても併せて報告する。

### 2. 方法

表1に使用材料およびレーザー加工条件を示す。本研究では、透明色アクリル板に加えて、不透明（黒茶、赤、青、緑）色アクリル板の加工性についても検討した。不透明色アクリル板はキャスト法により成形されている。レーザー装置には、パッシブ冷却式ファイバカップリング型高出力半導体レーザーを用いた。本装置は、最大出力100W、波長915nmの赤外レーザー照射が可能である。試料をステージに固定して一定の走査速度でレーザー照射を行い、加工後のアクリル板の表面および断面観察を行った。

### 3. 結果

図1に不透明（黒茶）色アクリル板を試料とし、レーザー出力を変化させた場合の断面性状の比較を示す。図は、走査速度10mm/s、デフォーカス0mmとし、レーザー出力40~60Wに変化させたときの結果である。レーザー出力40Wでは、試料が裏面まで溶融して切断は可能であるが、

表1 使用材料およびレーザー加工条件

材質	
材料	不透明色アクリル板 (黒茶色)
寸法(mm)	70×40×2
レーザー	
種類	LDレーザー
波長(nm)	915
出力(W)	40-60
走査速度(mm/s)	10
デフォーカス(mm)	0
レーザー口径(mm)	0.6

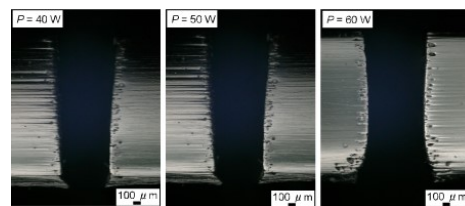


図1 レーザ出力が試料断面性状におよぼす影響

入射口径(0.77mm)と比較して出射口径(0.39mm)が小さい。レーザー出力50Wでは、入射口径(0.86mm)と出射口径(0.81mm)は同程度になり、60Wでは入射口径(0.86mm)と比較して出射口径(1.16mm)が大きくなった。

### 4. 結言

不透明色アクリル板のレーザー加工実験の結果、不透明（黒茶）色アクリル板では、レーザー出力40W以上で切断加工が可能である。また、レーザー出力50Wにおいて入射口径と出射口径が同程度になり、良好な断面性状が得られた。レーザー出力60W以上では、入射口径に対して出射口径が著しく大きくなり、断面性状は劣悪であった。

### 文献

- [1] 岸本祐一郎, “アクリル樹脂の特徴と加工方法”, 第34回計測分科会討論会発表抄録(1), 18 (2010) pp.24-28.
- [2] 金羽木惇二, 南部剛志, 池野順一, “フェムト秒レーザー加工による樹脂の3次元加工—熱処理による連続空間の創成—”, 精密工学会学術講演会講演論文集, 2014S (2014) C13.
- [3] 栗幅将樹, 森 貴章, 池野順一, “アクリル樹脂のレーザー内部加工に関する研究”, 精密工学会学術講演会講演論文集, 2013S (2013) I69.
- [4] 森 貴章, 池野順一, 柴田圭輔, “アクリル導光板のレーザー微細加工に関する研究”, 精密工学会学術講演会講演論文集, 2012A (2012) L09.
- [5] 加藤俊二, “身の回りの光と色”, 裳華房, (1993) pp.51-55.

# 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

A Study on Efficiency Improve of Receiving System in Sensor Network

14421 柴田 健吾  
指導教員 吉田 将司

## 1. はじめに

本研究室では 2009 年度より沿岸部における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]。このシステムは各々に設置したノードから位置、深さの異なる水温データを基地局へ送信する。基地局で KML ファイルを出力すると同時に、リアルタイムでノードの情報を表示する[2]。また本研究室では気象観測についての研究も行っており、観測ノードはほぼ同様のシステムを用いているが、データの整理と解析は自動化できていなかった。

そこで本研究ではデータ処理の自動化を進めるために、受信システムの効率化について検討した。

## 2. 昨年の問題点

昨年度製作された受信システムはコンソールアプリケーションにより製作されていた。オフラインの状態でも保存先のドライブを入力し、観測データのファイル名を入力することで観測を開始し、データログの CSV、リアルタイム表示の KML ファイルを出力する。しかし、保存先が限られている、通信時間が分かりにくい、ノードごとの動きを判別できない、破損もしくは不足したデータ数がどれほどかわからない、という問題があった。

そこで、受信システムの GUI 化及び、出力するファイル数を増加させ、データ処理の効率化を目指した。

## 3. 受信システムの製作

まず、受信システムの GUI 化を行うためフォームアプリケーションを Visual studio で製作することにし、言語は昨年のシステムと同様 C# を使用した。図 1 は製作したフォームアプリケーションを示す。COM ポート指定、ファイル名、保存先選択を入力できるようにした。ファイルの出力は、CSV ファイル、KML ファイルの出力に加え、各ノード一つのポイントを表示する KML ファイル、受信した文字列をそのまま表示する log ファイルを追加した。データの表示方法は、各ノードのボタンを設け、各ノードの最終更新日時時の整理したデータをアプリケーション上に表示するようにした。これにより KML ファイルを開かなくても受信データを見ることができるようになった。また、通信開始時間、通信時間、受信データ数を表示し、

進捗状況の可視化も行った。このデータは通信終了後、log ファイルと CSV ファイルに書き込まれる。

## 4. システムの動作実験

製作したシステムの動作実験を 10/8 の 14 時 59 分から 10/9 の 17 時 58 分まで学校内で行った。その結果、データの受信、アプリケーション上のデータ表示及び各ファイルの出力に成功した。図 2 は出力した KML ファイルの表示結果を示す。各ノードの位置の表示には水温に応じた棒グラフのアイコンを用いていて、説明文には座標、水温データの表示を行っている。

## 5. まとめ・今後の予定

本稿では昨年の基地局の受信システムの改善を行った。これによりデータのさらなる可視化と解析の効率化が可能となった。今後はこのシステムを拡張し、ファイルを直接インターネット上へ出力するオンラインのシステムを検討する。

## 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 No.35,p77-p81,2009.
- [2]厨裕紀,吉田将司:“センサネットワークにおける受信システムの改善と可視化”大学コンソーシアム八王子要旨 B113,2017.

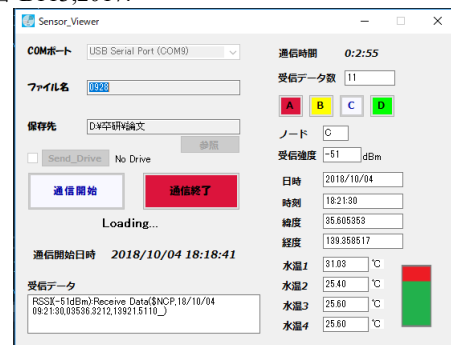


図 1. 製作した受信システム

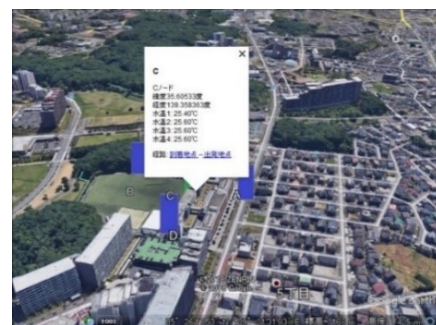


図 2. KML ファイル表示結果

# 廃炉ロボットの開発

## Development of Decommissioning Robot

14423 鈴木 拓光

指導教員 富田 雅史

### 1. 背景

ロボットが身近な存在になりつつある。同時に、高性能でありながら低価格の部品も入手可能になっており、どのようなロボットを開発するかが今後の課題とも言える。将来の技術者育成を目的とし、多くのロボットコンテストが開催されていることからこのことがうかがえる。本研究は、このような、コンテストの一つである、「廃炉創造ロボコン」参加に向け、システム構成の検討を行ってきた。このコンテストは、今現在進められている福島第一原発の廃炉作業で使用するロボットをイメージしたテーマである。廃炉作業は人が立ち入って作業するにはとても危険な環境であるため、遠隔操作または自動で動く必要があり、制約条件が厳しいが、ロボット開発技術向上には意義のあるコンテストである。

本論文では、本年度のテーマを対象にシステムを検討し今後の大会に参加するために必要となる遠隔操作部分について報告する。

### 2. 競技課題

福島第一原子力発電所のペDESTAL下部に存在する燃料デブリ取出しを想定し、ペDESTALのモックアップを競技フィールドとしている。ロボットはプラットフォームから 3.2m 下にランダムで置いてあるデブリを模したもの(テニスボール、ゴルフボール卓球ボール)を 3 個ずつ回収しペDESTALの外部に移動させる[1]。

### 3. 提案するロボットの仕様

ロボットは遠隔操作となる。図 1 のようにプラットフォームまで移動するロボット(親機)とクレーンによってペDESTAL下部に降下して、デブリを回収するロボット(子機)の 2 台のロボットで構成されている。

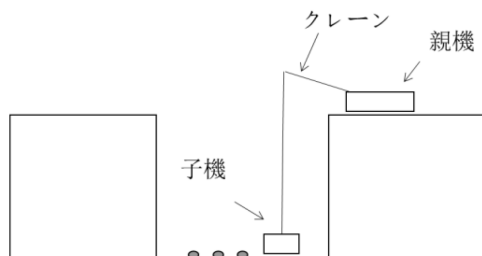


図1 ロボットの全体図

### 4. 遠隔操作システムの仕様

子機の構成ブロック図を図 2 に示す。親機はカメラを搭載しており、10m 離れた操縦者がその映像をモニターで確認しながら操作する。子機は 2 つのカメラを搭載している。一つは、操

縦者が周囲の情報を得るためのものである。もう一つが、子機の自動制御を行うためのものである。子機のカメラ情報は Raspberry Pi にて画像処理をして障害物や段差などがあれば自動停止し、危険を操縦者に知らせる。Arduino はモーターなどハードウェアを制御するのに用いる。廃炉内は電波が届かないため有線で通信するため、Raspberry Pi と I2C 通信で通信する[2]。なお、操縦のための電線は、10m と長くなるので、本数を最小にとどめ、取り回しについても配慮する必要がある。



図2 子機の構成ブロック図

### 5. 画像処理について

図 3 は画像処理の結果である。画像処理ライブラリである Open CV[3]を使用する。障害物があると認識し、図 3 のように障害物の外観を枠で囲み操縦者にわかりやすいようにしている。

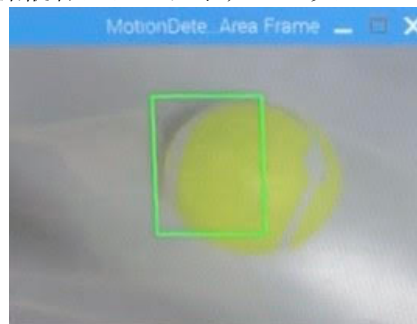


図3 画像処理の処理結果

### 5. 今後の展望

画像処理のシステムは完成した。次はこれを用いてモーターを制御するシステムの完成を目指す。また、これらのシステムを応用して廃炉ロボットの車体の完成を目指す。以上を今後の展望とする。

### 文献

- [1] 第3回廃炉創造ロボコン実施要項, 廃炉創造ロボコン実行委員会
- [2] 林和孝, Raspberry Pi で遊ぼう!, 株式会社ラトルズ
- [3] ryopi\_c : EnskiTT Blog, Python+OpenCV と Web カメラを使って動体検知する話, <https://ensekitt.hatenablog.com/entry/2018/06/11/200000>



# 残留磁化を用いた落雷時の電流経路の研究

Study of Lightning Current by using Remanent Magnetization

14425 関谷 友輔

指導教員 伊藤 光雅

## 1. 緒言

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残留磁化として記録する[1]。残留磁化は落雷時の地磁化の特性を長期にわたって記録するため、落雷時の状況を調べる有用な試料となる。

落雷時の雷電流の経路を解明することは落雷被害の対策において有用であり、防災工学の発展に寄与できる。

酒井 他(2012)では IG 装置を使用して模擬的な落雷実験を実施し、残留磁化を用いて試供体中の IG 電流の挙動を明らかにしている[2]。本研究では 2 種類の試料を対象として電流経路の解明を実施した。

(1) 株式会社昭電技術開発部より頂いた、IG 電流を用いて被雷した瓦試料

(2) 2017年8月19日に二子玉川緑地運動場にて発生した落雷で被雷したポール(ポール A)及び、落雷後に焦げ跡を確認したポール(ポール B)周辺の土壌試料

また土壌試料に対しては雷電流値の推定も実施した。

## 2. 方法

本研究では試料の自然残留磁化(NRM)の測定及び段階交流消磁(AFD)に富山大学総合研究棟・磁気シールド室内の超伝導磁力計(SQUID)を使用した。NRM の測定結果より試料の磁化方向と磁化強度を確認した。NRM 測定後、二次磁化を取り除くため段階交流消磁(AFD)を実施した。また選定した土壌試料に対して等温残留磁化(IRM)の獲得実験を実施した。さらに IRM 獲得実験の結果を用いて雷電流値の推定を実施した。

## 3. 結果

図 1 は NRM 測定結果より解明した瓦の磁化方向及び解明した電流経路である。図 1:a より時計回りの円周磁場を確認した。

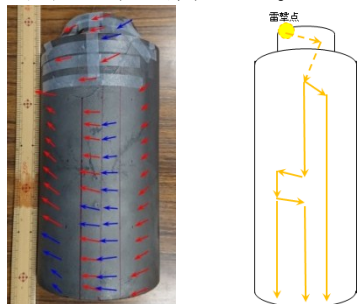


図 1 被雷した瓦の測定結果

図 2 は各ポールサイト周辺の磁化方向である。図 2:a より磁化方向は反時計回りの円周磁場を

示すためポール A への落雷は負極性雷であると確認した。しかし図 2:b よりポール B への落雷による円周磁場は確認できなかった。

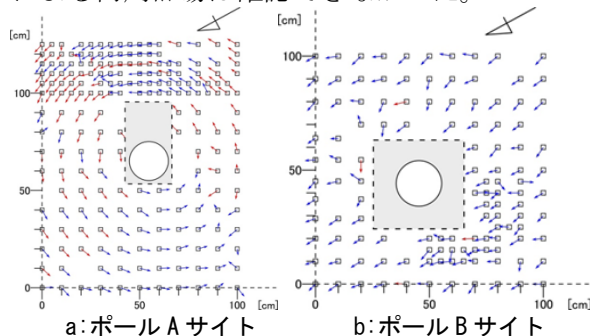


図 2 ポール周辺土壌の磁化方向

図 3 は IRM 獲得実験における電磁石の磁束密度と磁化強度のグラフである。

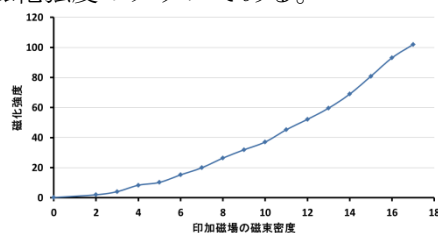


図 3 IRM 獲得実験結果

雷電流値は(1)式より与えられる。

$$I=4\pi Hr^2 \cdot \dots \cdot (1)$$

(I:電流[A] H:磁場[A/m] r:距離[m])

式(1)より雷電流値は 2.2[kA]となった。一般的な雷電流値は数[kA]~数百[kA]のため有効な値といえる。

## 4. 結言

瓦の磁化方向より、右ねじの法則を用いて雷電流経路を解明した。雷電流は被雷した瓦(図 1 a)上部から下方向に向かって流れたと推定した。また雷電流は分流した可能性がある。

土壌試料の解析結果より雷電流はポール A の右側から流入したと考えられる。またポール B は被雷していない可能性が高いが、焦げの周囲の磁化方向に異常を確認した。これはポール A の雷電流がポール B に伝播した可能性を示唆している。

以上の結果より残留磁化を用いた落雷時の電流経路の解明は可能であり、今後の防災工学の発展に大いに寄与できる。

## 文献

- 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, Vol.117, No.7(1997) 1050
- 酒井英男, 永田翔一, 升方勝巳, "雷撃のモデルとしての IG 電流の地中伝搬の特性を磁化から探る", 電気学会論文誌 A, Vol.134, No.8 (2012) 670

# GPS 自律制御による屋内外走行車の製作

## Making of Robotcar by GPS Self-controlled at Indoor and Outside

14427 田上大樹  
指導教員吉田将司

### 1. 緒言

近年、建物内外の警備や倉庫内の運搬などを目的とする自律制御ロボットが実現しつつある。室内の構造を人工知能などで理解し、自律走行で掃除するルンバなどが代表例である[1]。本研究室は、今後必要になると想定される屋内外をシームレスに走行するシステムの簡易化とロボットの衝突防止システムの構築を目標としている。そのため GPS などの測位技術を用いたロボットカーの自律制御を図っている[2]。

本研究では、屋内外における衝突防止を図るためのアルゴリズムの検討及びセンサの選定を行った。屋外走行における高性能化を目指して車体及びアルゴリズムを再検討した。性能向上の確認として、測位航法学会主催の GPS・QZSS ロボットカーコンテストに参加した。

### 2. 衝突防止方法の検討

ロボットカーが屋内走行をする際は置物や柱、階段など様々な障害物があることが想定される。それらを避けつつ目的の地点にたどり着くために、赤外線センサをロボットカーの前方3方向と後方に1つずつで、計4つ取り付ける。そして様々な状況で起こりうる衝突を想定し、避けられるよう、状態遷移図を作成した。

### 3. GPS を用いた自律走行

屋外で走行する自律走行車の高性能化は、任意の座標を Waypoint (以下 WP とする) として設定し、より正確に走行をさせるために必要である。ロボットカーコンテストでは正確な 8 の字走行が求められるため、それを考慮して WP の位置決めをした。検討した結果 WP④、⑤の外側を通過する最適条件が 5m 離れた位置と WP3 のみ 10m 離して通過点を置く事にした。図 1 は WP の設定位置を示す。表 1 及び図 2 は走行時間と走行軌跡を示す。

表 1 走行時間

	WP1	WP2	WP3	WP4	WP5
WP通過時間	36.48秒	2分37.40秒	3分37.32秒	4分53.02秒	7分23.41秒

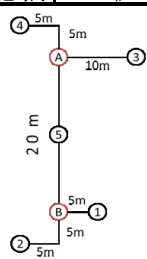


図 1 WP 設定位置



図 2 走行軌跡

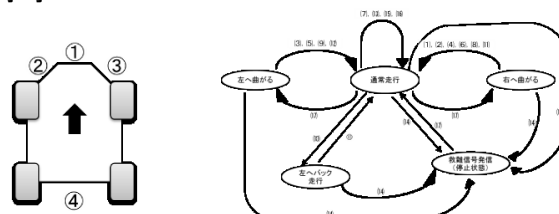


図 3 センサ配置 図 4 衝突防止の状態遷移図

表 2 走行状態の採番

①	(1)	②, ③	(7)	②, ③, ④	(13)
②	(2)	②, ④	(8)	①, ②, ③, ④	(14)
③	(3)	③, ④	(9)	④	(15)
①, ②	(4)	①, ②, ③	(10)	センサ感知無し	(16)
①, ③	(5)	①, ②, ④	(11)	障害なくなった	(17)
①, ④	(6)	①, ③, ④	(12)	3秒バックした	(18)

### 4. 結果

図 3 はロボットに取り付ける赤外線センサの配置図を示す。図 4 は各センサの反応に応じた動作の状態遷移図を示す。また、表 2 はセンサが反応した状態におけるパターンに番号を振ったものである。この表 2 より図 4 の状態変化の番号を振り分けている。このアルゴリズムを実装できれば、屋内外における衝突防止が可能になると考えられる。GPS 走行では図 2 の走行軌跡を見てわかるように、8 の字走行はできたものの、ロボットカーが回転していた。大会でも回転してしまったが、WP①を通過し次の WP②へと向かったため得点を取得することができた。

### 5. 結言

大会では目的地に向かって一直線の走行ができなかった。この改善として測位環境の向上、使用センサの変更、キネマティック測位などの単独測位を用いる事などが望ましいと考えられる。また屋内外で障害物を感知するのに最適なものは赤外線センサであった。これを 4 つ用いり衝突パターンを想定し状態遷移図を作成した。今後は、それを基にしたプログラムを作成し実装することが必要である。

### 文献

- [1]ルンバの機能詳細  
[https://www.digimoba.com/products/roomba/roomba\\_function.html](https://www.digimoba.com/products/roomba/roomba_function.html)
- [2]西良介, 吉田将司, ”シームレス測位試験用自律走行車の製作”, 第 9 回 GNSS シンポジウムビギナーズセッション 2017 年 10 月

# 露地栽培における直流土壌水分センサの検討

A study direct current soil moisture sensor in open field cultivation

14429 露木 啓人  
指導教員 吉野 純一

## 1. 緒言

近年精密農業や農業支援システムの活性化が目覚ましい中、農林水産省委託事業の「担い手の育成に資する IT 等を活用した新しい生産システムの開発」プロジェクトより平成 19 年から各研究開発が行われている[1]。農業の工場化において露地栽培から水田農業まで幅広く応用され、作物の安定した生産量を図っている。しかし、各農業従事者における支援システムの一般化が論点となっている中、工場生産完備であるハイテク農業は設備構築の投資コストが高いことなどで各農業従事者に導入できる状態ではない。幅広い農業従事者が低コストで導入でき、作物に安定した生産量・品質を見出すため「超低コスト土地利用型作物生産技術の開発」が必要となる[2]。

本研究では農地を実験地とし、独自で設計・製作した直流水分土壌センサの試作をする。さらに、土壌灌水時の水分分布を計測し、土壌マッピングを行う。

## 2. 方法

本研究では農地を実験地とし、独自で設計・製作した直流水分土壌センサの試作をする。また、土壌灌水時の水分分布を計測し、土壌マッピングを行う。図 1 は、製作した試作品直流水分土壌水分センサの寸法および全体図である。試作品を 5 本使用し野外農地にさし込むことで、地中内の水分分布より、平面マッピングすることができる。実験条件は、2 日以上降水なしの土壌を使用する。実験手順は、試作品の直流水分土壌センサ 5 本を治具に固定し、センサ間隔を 30mm ずつ開け、土壌に電極に埋まるよう地面と垂直にさし込む。センサ 3 の上部から 400ml 灌水を行い、計測機から各電極の検出した導電率を浸透性・水分分布を評価する。図 2 は、試作品を土壌にさし込み、センサ上部から灌水している様子である。

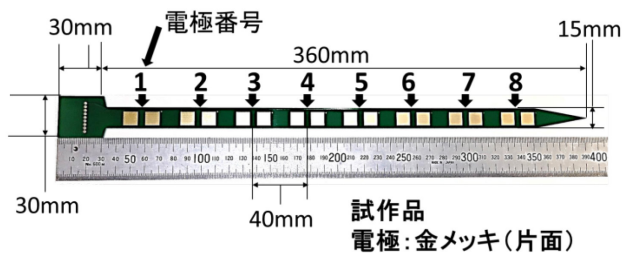


図 1 試作品直流水分土壌水分センサ

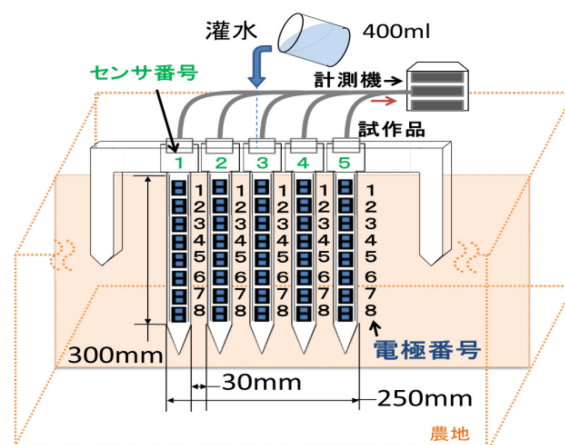


図 2 計測機設置および灌水

## 3. 結果

灌水した後、野外農地に 2 日間設置し計測を行った。図 3 はセンサ 3 の計測値をグラフに表したものである。センサ 3 は、上部から灌水したため、各センサ 1~5 のなかではセンサ値が最も大きい値となった。また、浅い電極は時間が経つにつれて、電極 7, 8 がなだらかになる傾向があるため、土壌内に水分が停滞していることが見て取れる。

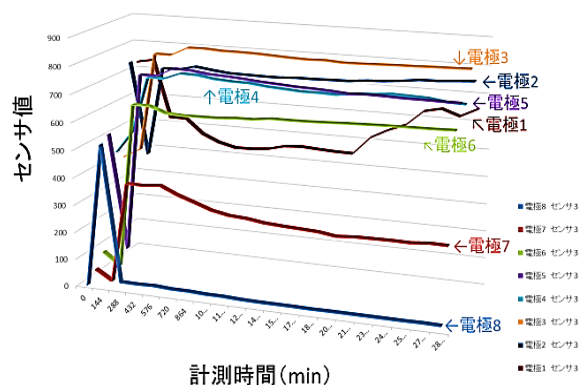


図 3 試作品の野外農地における計測結果

## 4. 結言

製作した計測機器において野外平面多点計測より土壌水分分布を最高 2 日データの計測をすることができた。電極の消耗については実験できていないため、今後は、長時間使用における電極の防食について課題となる。

## 文献

- [1] 澁澤 栄 東京農工大学大学院(2007)「リアルタイム土壌センサの活用技術」 pp. 11-13
- [2] 小平正和東京農工大学(2007)「リアルタイム土壌センサを利用した効率的土壌マッピング手法の開発」 pp.351-352

# 生体リズムと同期した $1/f$ ゆらぎ音刺激による副交感神経活動について

## A Consideration on Parasympathetic Nervous System using $1/f$ Fluctuation Stimulation Sound Synchronized with Biological Rhythm

14430 中島 竜馬  
指導教員 森 幸男

### 1. 緒言

人の自律神経系には、体の疲れやダメージを回復させる効果がある副交感神経系がある。渡邊らは可聴音領域における、 $1/f$  ゆらぎ音を被験者に聞かせた時の副交感神経活動を調査したが、音楽の嗜好の影響のため  $1/f$  ゆらぎ音の自律神経活動への影響については明確にはできていない[1]。また、多田らは非可聴音領域の  $1/f$  ゆらぎを生成し、自律神経活動への影響について調査したが、ここでも  $1/f$  ゆらぎ音の影響については明確な関係性が得られなかった[2]。一方、武者利光によると、人間の生体リズムは  $1/f$  ゆらぎ特性を有しており、またゆらぎと生体リズムが一致したゆらぎ音を提示したときに快適を感じると指摘している[3]。そこで、本研究では、生体リズムと同期した  $1/f$  ゆらぎ音刺激による副交感神経活動について検討する。

### 2. 方法

図1は生体リズムと同期した  $1/f$  ゆらぎ音を生成するシステムである。本研究では、40kHzのトーンピップ音を用いた。刺激音を提示するシーケンスは次のとおりである。

- ① 被験者の心拍に同期した刺激音
- ② 一定間隔で提示する刺激音
- ③ 被験者とは別の心拍に同期した刺激音

各区間は120secであり、①～③の間に120secの休憩を入れた。区間ごとに心拍変動を測定し、自律神経活動の指標であるLF/HF指標を算出する。刺激音を与える区間は順番の影響を避けるため、被験者ごとに①～③をランダムに提示した。なお、被験者は10代から20代の男性20名である。

実験に用いた心拍のゆらぎ特性を図2に示す。傾きは(a)が-0.9495、(b)が-1.0506であり、人間の心拍リズムは  $1/f$  ゆらぎをもっていることが確認できる。

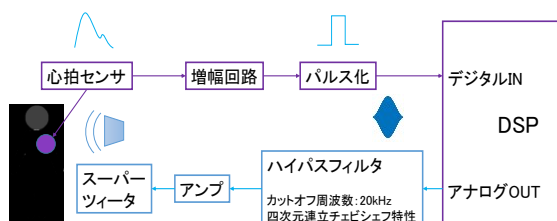


図1. システム構成図

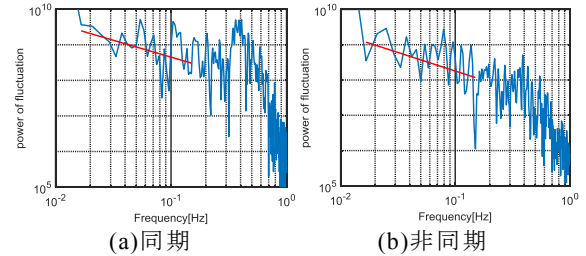


図2. 心拍リズムによるスペクトル解析結果

### 3. 結果

図3は各区間ごとのLF/HF指標の値を箱ひげ図を用いて表したものである。LF/HF指標が低いと副交感神経活動が優位であることを示す。心拍と同期している区間(Synchronous)では、中央値が低く、分散が小さいことが分かる。本実験の検証のため、同じ被験者での追実験と別の20名の被験者での追実験を行った。紙面の都合上結果は示さないが、中央値が低くなる傾向は確認できなかったものの、自分のリズムに合致したときの分散は小さくなることが確認できた。ただし、本研究では、被験者の数が少なく統計的な信頼性が低い。したがって被験者を増加するなど、さらなる検討が必要であると考えている。

### 文献

- [1] 渡邊志, 松本有二, 富田雅史, 森幸男, "  $1/f$  ゆらぎ楽曲聴取時の心拍変動解析および Visual Analog Scale による主観評価 ", BMFSA 学会誌, pp.1-10, 2013.
- [2] 多田大希, 佐巻優太, 渡邊志, 森幸男, その他: " QOL向上のための超音波ゆらぎのパラメータ ", 第30回 BMFSA 学会年次大会講演論文集, pp.37-40, 2017.
- [3] 武者利光: "  $1/f$  ゆらぎと快適性 ", 日本音響学会誌, pp.485-488, 1994.

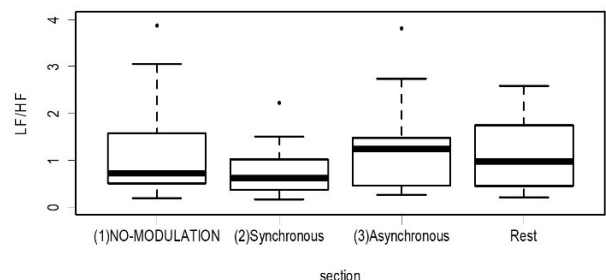


図3. ストレス指標における箱ひげ図

# ポリ乳酸バルク体の機械的特性と高次構造に及ぼす 引張延伸温度の影響

Effect of Tensile Drawing Temperature Conditions on Mechanical Properties and Higher-order Structure for Poly(lactic acid) Bulk

14431 中野 秀秋  
指導教員 坂口 雅人

## 1. 緒言

骨折の治療には金属製骨固定デバイスが用いられる。しかし、金属材料は治療後の除去手術が必要がある。除去手術は骨折患者の負担となっている[1]。初期強度が曲げ強度 200 MPa 以上の高強度で全吸収性を併せ持つ非仮焼、非焼成であるハイドロキシアパタイト(u-HA)粒子/ポリ L 乳酸(PLLA)複合体からできた骨接合材をつくることに敷波らが成功させている[2]。しかし、高負荷のかかる長幹骨などの適用はされておらず、さらに強度を高めることが課題となっている。また、ポリ乳酸(PLA)繊維の延伸の研究が盛んにおこなわれているが、バルク体は内部まで延伸によって高配向するのは難しいと小杉らが述べている[3]。よって、バルク体を引張延伸させることにより配向の変化を調べ、強度との関係性を明らかにすることが求められている。

骨固定デバイスの実用範囲を広げることを視野にいれ、PLA バルク体の延伸温度条件を変化させ、引張試験により機械的特性の変化、フーリエ変換赤外分光法(FTIR)により高次構造の変化を調べ、機械的特性と高次構造との関係性を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

ポリ乳酸(Nature Works LLC Ingeo 300ID)を 200 °C まで加熱、0.4 MPa 加圧をし、板を成形した。延伸温度 50 °C~80 °C で、10 mm/min の速度で 1.5 倍まで延伸させ、機械的特性を調べるため、引張試験を 0.5 mm/min の速さで行い、配向の変化を調べるため、FTIR 全反射法で、波数範囲 700 cm<sup>-1</sup>~4000 cm<sup>-1</sup>、積算回数 20 回で行った。均一に延伸していない事も考え、長さを 100 % とし、長さが 0~10 % 部分、20~30 % 部分、40~50 % 部分を選抜し、測定した。

## 3. 結果

図 1 は引張試験における応力-時間線図で、50 °C~70 °C で延伸をすると未延伸よりも強度が上がっており、温度が低くなるにつれ引張強度が高くなり、最大値は 50 °C の 89.49 MPa となった。よって、延伸により強度が上がることが分かった。

図 2 は FTIR 試験の結果で、未延伸の配向度は -0.159 となり、60 °C~80 °C、50 °C の 0~10%

部分、20~30%部分の配向度は未延伸付近の値になり、配向しているとは言い難い。しかし、50 °C の 40~50%部分の配向度は 0.294 となり配向していることが分かる。バルク体を配向させるには延伸温度 50 °C で行うのが有効であることが分かった。また、未延伸との差が、配向度 0.453 のあり、他の温度との違いがあった。これは、延伸温度 50 °C の場合、ガラス転移点よりも低い値で延伸を行ったため、違いが出ているのではないかと考えた。

温度によっては配向度が未延伸付近の値にも関わらず、延伸により強度を高めることには成功している。このことより、強度は配向度の他にも結晶化度の関係性もあると考えられる。

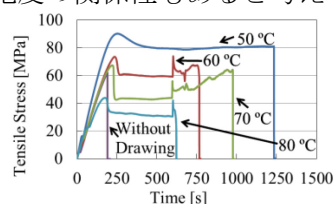


図 1 応力-時間線図

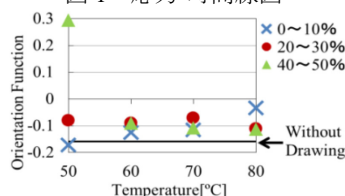


図 2 FTIR 試験の結果

## 4. 結言

延伸条件により強度が変化することが確認され、延伸により強度が上がることも示した。また、延伸により配向することが確認され、延伸するときの温度がガラス転移点の上下で、配向度の違いがあることを示した。

強度は配向度の他にも結晶化度の関係性もあることが考えられる。

## 文献

- [1] Sugiyama Yoshiki, "Biodegradable osteosynthesis system for maxillofacial surgery: -focusing on high-strength PLLA materials-", Dental journal of Iwate Medical University, 30, (2005)121
- [2] Shikinami Yasuo, "Development of high strength F-u-HA/PLLA composite devices and its clinical application", Journal of Japanese Society for Biomaterials, 26(2008)122
- [3] Kosugi Kazuhiro, YOKOYAMA Toshio, TERANISHI Kaito, "Effects of Drawing on Mechanical Properties of Biodegradable Plastics Fibers", Advanced Experimental Mechanics, 8(2008-9)245

# PV モジュールの再利用を目的とした発電システムの検討

A Consideration of Power Generation System Aimed at Reusing PV Module

14434 野田 聖人  
指導教員 米盛 弘信

## 1. はじめに

太陽光発電は、発電時に振動や騒音がなく、二酸化炭素が発生しない[1]等の理由から幅広く普及している。一方、総務省の見解では2040年にPVモジュールが約80万トン廃棄されると予想されている[2]。そのため、将来発生するPVモジュールの大量廃棄を見据え、対策が検討されている[3]。筆者は、継続使用可能な中古PVモジュールの再利用を実現するために異なる規格のPVモジュールを混在使用できる太陽光発電システムを考案した。

本稿では、異なる規格のPVモジュールが混在しても構成可能な太陽光発電システムを提案する。そして、本システムが実現可能かを実験で明らかにする。

## 2. 中古のPVモジュールを再利用する

### 発電システムの提案

図1に提案システムの実験構成を示す。ここで、「PVモジュール(アレイ)」+「MPPT」+「DC-DCコンバータ」を1ユニットと定義する。一般にPVモジュールの電圧が異なる場合、直接並列接続することができない。そこで、本システムはMPPTの後にDC-DCコンバータを接続することで、任意の電圧へ変換して全ユニットの出力電圧を同一化する。これにより、全ユニットの並列接続が可能となり、システム全体の発電電力が回収可能となる。提案法で使用するMPPTやDC-DCコンバータは、既存の技術で実現できるためシステムの構築が可能であると考えられる。

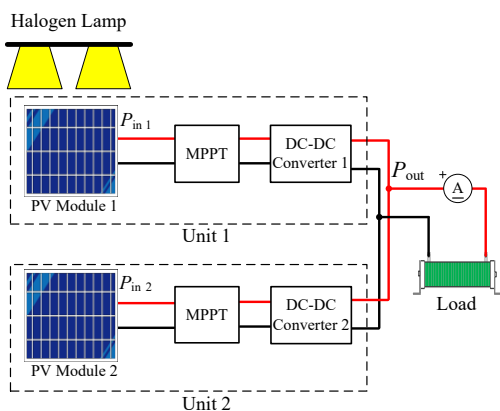


図1 提案システムを用いた実験構成

## 3. 実験方法

図1の回路で発電実験を行う。はじめに、PVモジュールのP-V特性の測定、および実験に供する自作MPPT（山登り法）の動作確認を行っ

た。P-V特性は、負荷抵抗値を可変して電圧・電流を測定し、電力を算出することで得た。また、MPPTの動作確認をするためにMPPT内のマイコンからシリアル通信によって動作点電流・電圧をPCで記録した。このとき、負荷はホーロー抵抗、模擬太陽光はハロゲン灯（日射強度：1000W/m<sup>2</sup>）を使用した。各発電電力は、PVモジュール1を $P_{in1}$ 、PVモジュール2を $P_{in2}$ 、全体を $P_{out}$ として測定した。そして、 $P_{in1}$ と $P_{in2}$ の合算値が $P_{out}$ になるか確認する。

## 4. 実験結果

図2はP-V特性上にMPPTの動作点をプロットしたものである。P-V特性の最大値にMPPTの動作点が存在することから、自作のMPPTは正常に動作していることを確認した。そして、 $P_{in1}$ と $P_{in2}$ の測定結果は、3.04Wと1.98Wであり合算すると5.02Wとなった。一方、システム全体の出力電力 $P_{out}$ の測定値は4.16Wであった。DC-DCコンバータの電力変換効率(公称値87%)を考慮すれば、理想通りの値であると判断できる。よって、本システムは実現可能である。

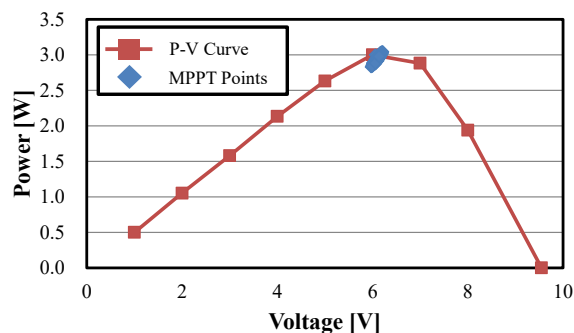


図2 PVモジュールのP-V曲線

## 5. まとめ

本稿では、異なる規格のPVモジュールが混在しても構成可能な太陽光発電システムを提案し、実験によって実現性を明らかにした。その結果、各PVモジュールの最大電力点で発電した電力とシステム全体の出力電力がほぼ一致した。したがって、本システムは実現可能である。

## 参考文献

- [1] 経済産業省資源エネルギー庁，“太陽光発電の買取制度について”，(2010)，2018.5.21 閲覧
- [2] 経済産業省資源エネルギー庁，“太陽光発電設備の廃棄処分等に関する実態調査”，(2017)，2018.4.20 閲覧
- [3] 太陽光発電協会光発電部会リユース・リサイクルワーキンググループ，“使用済太陽光モジュールのリユース、リサイクルの社会システムに関する調査検討”，(2008)2018.6.2 閲覧

# 運動強度の変化に対する衣服内環境の調査

Survey of Clothing Environment Against Change in Exercise Intensity

14435 野田 祐基  
指導教員 吉田 将司

## 1. はじめに

近年、夏季における熱中症の被害が問題となってきた。予防には外気より衣服内温湿度から体調を予測する方がより適していると考えられる。衣服内気候とは、人体と衣服の空間に生じる気候であり、衣服内温湿度を測定する事で個々の体調変化を測定できるからである[1]。

そこで本研究では、変化が大きいと考えられる運動時の衣服内温湿度を観測した。まず、衣服内温湿度をPC上に表示する装置を製作した。次に運動中の衣服内温湿度・心拍数・体表温・外気温湿度を測定し、運動強度による違い及びその傾向を調査した。

## 2. 方法

図1は実験のシステム構成を示す。まず衣服内検出器が衣服内の温湿度を検出する。その結果を表示機に送信し、受信データを Tera Term を用いて表示する。また心拍数の測定は、心拍センサ My Beat を用いた。運動強度は(1)式から算出した。なお式中の最大心拍数は220-年齢で求められる。平均心拍数は運動前の平均心拍数とした。

$$\text{運動強度} = \frac{(\text{心拍数} - \text{安静時心拍数})}{(\text{最大心拍数} - \text{安静時心拍数})} \times 100 \quad \cdot \cdot (1)$$

本研究ではランニングマシンで走行を行った際の衣服内温湿度・外気温湿度・心拍数を測定した。ランニングマシンを用いた理由は、運動中の運動量の差をなくすことが目的である。衣服内検出器のセンサは背中に設置し、10分間走行、5分間休憩を行った。また走行速度は6 [km/h]・9 [km/h]・12 [km/h] で行った。

## 3. 結果

図2は6 [km/h]、図3は9 [km/h]、図4は12 [km/h] で走行した際の衣服内温湿度と心拍数の変化を示す。図2では、(1)式より最大運動強度が30.6 [%]と算出できた。同様に図3では67.6 [%]、図4では88.4 [%]と算出できた。運動強度を増加させると衣服内湿度の最大値が増し、衣服内温度が低下し始める時間が早くなった。

## 4. まとめ・今後の予定

本研究では、運動中の衣服内温湿度と心拍数の測定を行った。その結果、運動強度の違いによって衣服内気候が変化するタイミングや変化量に違いがあることが分かった。

今後はこの結果をもとに、衣服内気候の変化の個人差及び、運動強度を利用した衣服内気候の変化予測方法を検討する。

## 文献

[1] 多井吉之介, 田多井恭子: “最新被服衛生学”, 光生館, p12, 1960.

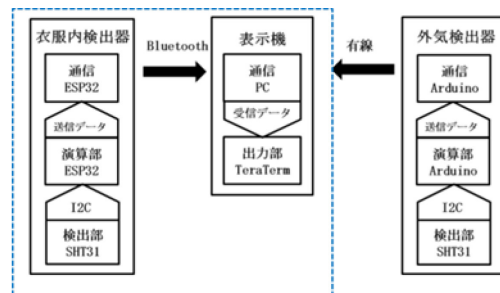


図1 システム構成

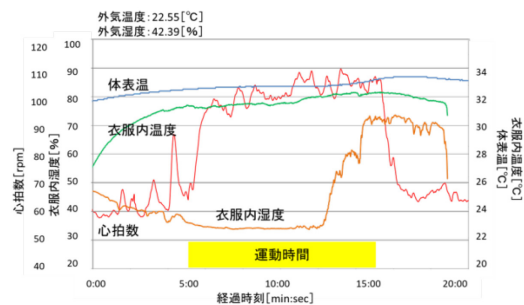


図2 衣服内環境 (6 [km/h]時)

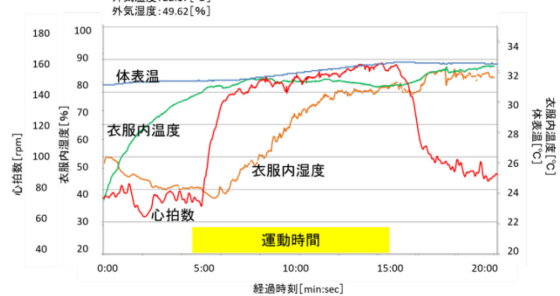


図3 衣服内環境 (9 [km/h]時)

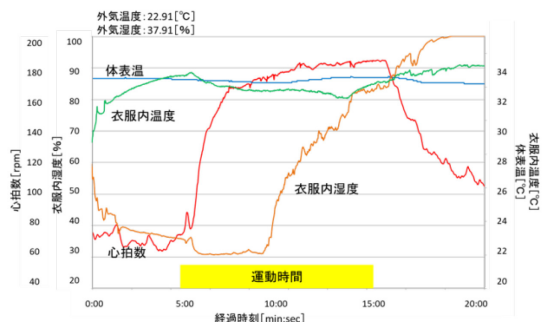


図4 衣服内環境 (12 [km/h]時)

# 金ナノ粒子を用いた電気接点材料へのレーザ焼結プロセスの検討

## Study on Laser Sintering of Gold Nanoparticle for Electrical Contact Material

14436 橋本 晴亀  
指導教員 山口 貢

### 1. 緒言

電子機器用のコネクタ、スイッチ、メモリーカードなどに用いられる電気接点形成法について、従来法では電気めっきが用いられている。しかし、電気めっきでは、脱脂、表面処理、活性化処理、ストライクめっき処理、本めっき処理、酸洗い、乾燥など工程が複雑で効率が悪い[1]。また、大量の廃棄物の処理が問題になる。本研究では、これらの用途に対して従来の電気めっきに代わる貴金属ナノ粒子を用いた代替技術について検討を行う。本技術は、貴金属ナノ粒子分散液を用いたインクジェット印刷およびレーザ焼結法を組み合わせた方法であり、貴金属ナノ粒子分散液を必要な場所のみ塗布し、瞬時に電気接点を形成できる。本研究では、金属ナノ粒子を焼結する技術を確認し、そのレーザ焼結機構について明らかにすることを目的とする。焼結後の金属ナノ粒子膜の特性評価を行い、工業分野への実用化について検討を行う。

### 2. 方法

表1に使用材料および実験条件を示す。基板には電子機器用のコネクタなどに広く用いられているリン青銅板材 (JIS C5210, 25×20×0.25 mm) を用いた。基材表面には、金ナノ粒子膜への下地銅の拡散防止のために電気ニッケルめっき (厚さ 0.8~1.5 μm) を施した。金ナノ粒子分散液には、ハリマ化成グループ株式会社製金ナノ粒子ペースト (NPG-J) を用いた。金ナノ粒子ペーストに含まれるナノ粒子の平均粒径は 7 nm、含有率は 57 mass% であり、粘度は 7.5 mPa・s である。レーザ装置には、パッシブ冷却式ファイバカップリング型高出力半導体レーザを用いた。本装置は、最大出力 100 W、波長 915 nm の赤外レーザ照射が可能である。本研究では、まず基材に 4 μL の金ペーストを塗布したのち、スピンドクターを用いて薄膜を形成し、仮乾燥を行った。仮乾燥後の金ナノ粒子ペーストに、レーザ照射を行い、金ナノ粒子膜を形成した。その後、金ナノ粒子膜を顕微鏡で観察し、曲げ戻し - ピール試験を行い、金ナノ粒子膜と基材との密着性を評価した。

### 3. 結果

図1に曲げ戻し - ピール試験後のレーザ焼結膜の拡大像を示す。図中の破線は曲げ戻しの領域を示す。図は 50 °C で仮乾燥した後に各種条件でレーザ照射した時の結果である。レーザ出力 20 W では、試験後に焼結膜は殆ど剥離し、密着

性は劣悪であった。レーザ出力の増加に伴い試験後に残留する焼結膜の幅は広くなり、30 W では 460 μm、40 W では 580 μm であった。50 W では、金ナノ粒子膜は優れた密着性を有するものの、基材表面に熱影響が発生した。これらの結果から、レーザ出力 30~40 W の場合に外観および密着性に優れた焼結膜が得られることがわかった。

### 4. 結言

リン青銅基材への金ナノ粒子のレーザ焼結実験の結果、レーザ出力 20 W では焼結膜の密着性は劣悪であった。30 W 以上では良好な密着性を有していたが、50 W では基材に熱影響が発生した。

### 文献

- [1] T.A.Green, "Gold Electrodeposition for Microelectronic, Optoelectronic and Microsystem Applications", Gold Bulletin, 40 (2007) 2, pp.105-114.

表1 使用材料および実験条件

<b>基材</b>	
材質	リン青銅 (C5210)
寸法	25×20×0.25 mm
<b>ペースト</b>	
金属粒子	金
粒子径	7 nm
含有率	57 mass%
溶媒	ナフテン系溶媒
塗布量	4 μl
<b>スピンドクター</b>	
回転数	2000 rpm
時間	1 min
<b>仮乾燥</b>	
温度	50, 100, 150, 200, 250 °C
時間	5 min
<b>レーザ焼結</b>	
出力	20, 30, 40, 50 W
速度	5 mm/s
デフォーカス	0 mm
スポット径	0.6 mm

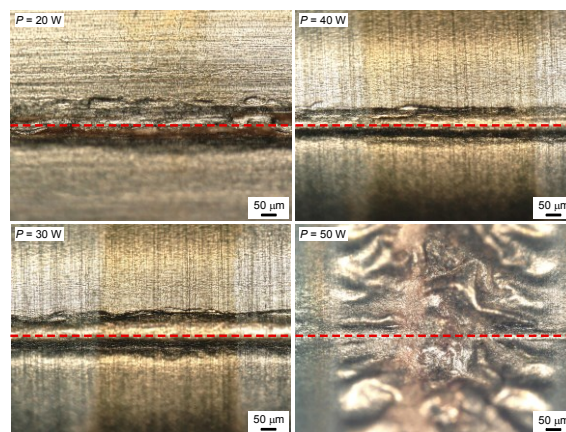


図1 曲げ戻し - ピール試験後の焼結膜外観



# フォトルミネッセンス励起スペクトル測定システムの構築

## Development of photoluminescence excitation measurement system

14437 花岡 優哉  
指導教員 黒木 雄一郎

### 1. 緒言

励起光波長を変化させながら PL (Photoluminescence) スペクトルを測定する方法をフォトルミネッセンス励起スペクトル (Photoluminescence excitation : PLE) 測定と呼ぶ。試料から放出された PL は励起波長と発光波長の 2 つの関数から求められることになり、吸光された励起光エネルギーに対応した PL スペクトルのデータを得ることが出来る。このように PLE 測定を行うと試料に関する情報は飛躍的に増加する<sup>[1,2]</sup>。幅広い励起光波長範囲での PLE 測定を行う場合、毎回手で分光器を操作し励起光波長を変化させることは作業効率が低い。また膨大な量のデータを各励起光波長ごとにグラフ化し、直感的な可読性を向上させるための余地がある。本研究では、測定時及びデータ比較時における研究効率の向上を目指して、PLE 測定の半自動化及びデータの 3D グラフ化を目的とする。

### 2. 方法

製作した PLE 測定系は、

- ① 励起光波長を変える
- ② PL データを測定
- ③ ①②を繰り返して得た大量の PL データをソフトで統合し PLE データを作成するという流れでデータを取得する。従って本研究は「PLE 光学系の構築」と「統合ソフト及び 3D 可視化ソフトの開発」の 2 つに分類される。PLE 光学系の構築に関して、検討した光学系のイメージを図 1 に示す。手作業による励起光波長変更を改善するために、マクロを用いた自動化を行った。フリーソフト「HiMacroEX」を使用し、初期条件を設定すると、それに合わせて自動的に励起光波長を変更することが出来る。ソフト開発に関しては、測定した大量の PL データを統合する為の「データ統合ソフト」と、PLE データを 3D グラフとして描画する為の「3D 可視化ソフト」の 2 つのソフトを制作した。

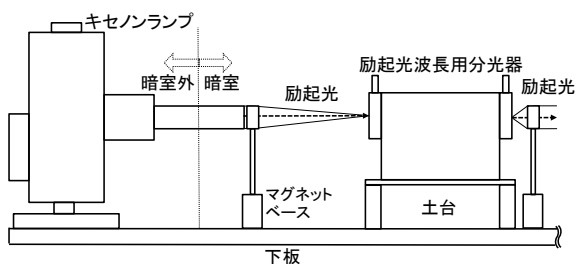


図 1 検討した光学系のイメージ図

### 3. 結果

PL データに模したデータ群に対して制作したソフトを適用し、統合及び 3D グラフ化を行った。統合される前の PL データを図 2 に、統合後の PLE データを図 3 に、3D グラフ化したものを図 4 に示す。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	SpectraViewS Measure Spectrum Data V2.5										
2	<< MEASURE CONDITION >>										
3	Exposure T Aver										
4	Exposure T 1000										
5	Exposure C 200										
6	Measure T #####										
7	Data Name										
8	Data Comment										
9	<< SAMPLE SPECTRUM >>										
10	Wave [nm] No2										
11	197.845	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53	
12	198.639	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53	
13	199.432	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53	
14											
15											

図 2 測定した PL データの一つ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		197.845	198.639	199.432	200.225	201.019	201.812	202.605	203.398	204.191
2	325	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53
3	326	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53
4	350	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53
5	380	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53
6	400	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53
7	500	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53
8	550	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53
9	700	-26.42	-25.07	-25.04	-21.24	-22.27	-29.7	-29.08	-22.74	-22.53
10										
11										
12										

図 3 統合された PL データ群 (PLE データ)

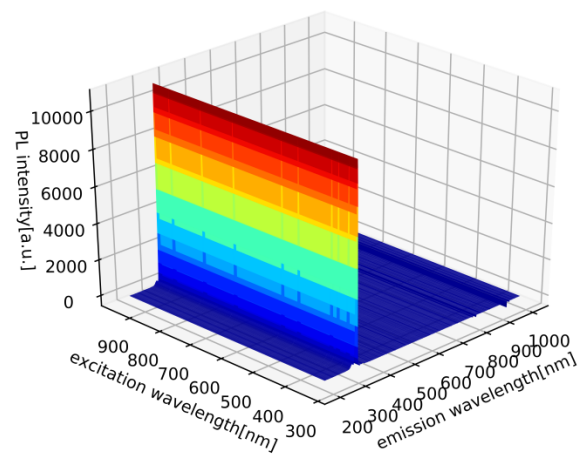


図 4 3D グラフ化した PLE データ

### 4. 結論

本研究では、半自動化 PLE 測定用光学系の製作と PLE データの 3D グラフ化ソフトの制作を行った。マクロの導入や制作したソフトによって PLE データを効率よく取得できる。また PLE データを 3D グラフとして描画することで可読性を向上させることにも成功した。

### 文献

- [1] 田島道夫, 清水良祐, "高効率赤外領域フォトルミネッセンス励起スペクトル測定装置の開発", 応用物理, 56(1987)1183
- [2] Damon N. Hebert, Julio A. N. T. Soares and Angus A. Rockett, "Photoluminescence and Photoluminescence Excitation Spectroscopy of Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> Thin Films", Materials Research Society symposium proceedings, 1165(2009)3M05

# 幼児向け教育教材の制作

Production of Educational Teaching Materials for Infact

14438 原田 雄太  
指導教員 富田 雅史

## 1. 背景

本校にはサレジオ幼稚園が隣接する。幼稚園のカリキュラムは教育要領に従っており、幼稚園修了までに「心身の健康に関する領域」、「人とかかわりに関する領域」、「身近な環境とかかわりに関する領域」、「言葉の獲得に関する領域」、「感性と表現に関する領域」の5つの事項を達成しなければならない[1]。本研究では、年少を対象として「言葉の獲得に関する領域」、「感性と表現に関する領域」の教育目標を達成するための視覚芸術を用いた教育教材を幼稚園に提案する。

## 2. 教育開発

本研究では下記の手順で教育開発を進めた。

- ① 園児、先生の観察、アンケート調査を行う。なお、観察対象は年少、年中、年長の園児と幼稚園の先生とした。また、先生に対してアンケート調査も行った。
- ② 観察結果とアンケート調査結果をもとに目標設定をする。
- ③ 目標達成するために教材を作成する。
- ④ 教材の効果測定を行い、修正を繰り返すことで教育教材の品質を向上させていく。

## 3. 調査結果

### 3.1 園児と教諭の観察結果

表1は園児と教諭の観察結果である。

表1 園児と教諭の観察結果

	年少	年中	年長
園児	音に反応する声や音は真似するが動きはあまり真似しない 文字を絵のように書く 自分に注目してもらいたい 集団で行動するのが難しい 集団で遊んでいても役割分担ができない	年少と比較すると非常に落ち着いている 先生の要求に応えられる 集団で遊ぶ時に役割分担ができる	論理的整理ができる 集団で行動ができるようになる 遊んでいる時に譲り合いができる
教諭	間違えていても否定しない 大文字、小文字で文字の色を変える 歌を歌う時に手を動かしながら歌わせる	間違えていることを認識させる 出来るだけ園児の力で解決させようとする	

### 3.2 目標設定

表1より、教材は対象とする年代に合わせて仕様を決定する必要があることが明らかになった。年少は、個人行動が目立つが、刺激に対する反応が良く、他者からの肯定欲求が強い傾向が見られた。このことは、自発的な学習意欲が強いと特性を有すると考えられる。本研究では、年少を対象に、教材の開発により、既存の手段よりもより高い教育効果を得ることを目標とした。

### 3.3 書き順を教えるための教材の提案

画像だけだと飽きてしまう可能性があるため、アニメーションに高低差のある音声を追加することで記憶に定着させることを狙いとした教材を提案した。

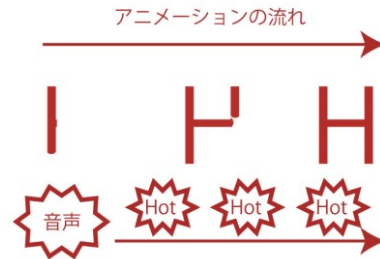


図1 提案する教材

図1は大文字のHパターンである。赤色からHotを連想させ、高低差と音声の速さに変化をつけた。他の文字についても同じパターンで5つ制作した。

### 4. 教材の検証実験

音声ありと音声なしでの教材による教育効果を確認するため2グループに分け、制作した教材を視聴させた。1つ目のグループには音ありを、他方のグループは音無しとした。そして、8日間の間隔を開け、長期記憶になっているか確認するための確認テストを行った。その結果を表2に示す。

表2 音あり(左)と音無し(右)のテスト結果

アルファベット (音あり)	達成 人数	アルファベット (音無し)	達成 人数
G	4人	G	1人
M	2人	M	0人
D	3人	D	1人
H	3人	H	1人
C	3人	C	2人

いずれのグループも動画に見入ってくれる園児や、書き順を真似してくれる園児が多かった。また、個人の能力から差は生じるが、音ありの教材の方が園児の記憶に定着する傾向が見られた。

### 5. 今後の課題

音にもリズムや音程が違うと思われるので何が1番効果的か検証していく必要がある。

### 6. 将来の発展性

将来的には園児自らが動画を視聴できるように方向性を構築し、先生たちの負担を減らすことで働き方改革につながる教材にする。

### 文献

[1] 文部科学省”学習指導要領「生きる力」幼稚園教育要領

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/you/index.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/you/index.htm)”

# 小型簡易分光反射率測定器の製作

Fabrication of compact and simple spectral reflectometer

14439 樋口 凱斗

指導教員 指導教員 黒木 雄一郎

## 1. 緒言

分光反射率測定器は、物質表面の反射率を波長成分ごとに測定する分析機器の一つである[1]。物質表面の波長毎の反射率を測定するという事は、目では感じる事ができない色の要素を定量化できるメリットがある。私の所属する研究室では、セラミック等の物質表面を分光反射率測定器にて測定する機会がある。現在市販されている分光反射率測定器は、精密測定が可能な反面、高額であり、装置が大型になる。一方で、ある一定以上の測定精度を確保しつつ、小型試料を迅速に測定したいという市場からの要望がある。そこで本研究では、そのようなニーズに対応すべく、コスト低減、測定方法の簡易化、測定器の小型化を検討するとともに、新たな使用方法を摸索することを目的とする。

## 2. 方法

図 1 に設計した分光反射率測定器の断面概略図を示す。標準光源として白色 LED を内蔵し、外部光源の利用にも対応できるように光ファイバ設置溝を用意した。光路断面積は 10mm<sup>2</sup> 固定、かつ入射角と反射角は 45 度として設計した。分光器モジュールには C12880MA(浜松ホトニクス)を搭載したカラーコンパス PCF(AT システム)を使用した。光源以外の不要な光が入り込まないように、本体はアルミニウム合金製のブロック構造を採用し、CNC を用いて製作した。光源に白色 LED(OSPW5111A-Z3)と WI (タングステン-ヨウ素)ランプを用いた。LED は装置内部に設置し、WI ランプからの光は光ファイバを用いて入射光路に導入した。分光器モジュールは試料からの反射光が受光部に対して垂直に入射されるように設計した。

全ての光を遮断し、バックデータを取得することでダーク補正を行った。また、ホワイトデータの基準には PTFE 板を用いた。分光器モジュールからの出力値が飽和しないように光源の輝度を調整した。分光モジュールは露光時間を 256 $\mu$ 秒に設定し、ノイズ低減のため積算回数は 100 回とした。測定の際には測定器を試料の測定面に被せるように設置した。LED と WI ランプを用いて色紙の測定を行い、反射率スペクトルを比較した。取得したデータは CSV ファイルにて出力されるため、Excel を用いてデータの編集を行った。

## 3. 結果

図 2 に光源として LED と WI ランプを用いた場合の PTFE 板の反射光スペクトルを示す。LED

と WI ランプが示す発光スペクトルであることを確認した。また、使用したカラーコンパス PCF は 340nm~850nm までのスペクトルを測定できることがわかった。

図 3 および図 4 に光源として LED および WI ランプを用いた場合の色紙の反射率スペクトルをそれぞれ示す。LED、WI ランプともに色の違いがスペクトル形状に反映している。ここから色差を定量的に読み取ることができる。ただし LED で測定した場合、赤色紙の反射率スペクトルにおいて、700nm より長波長側で反射率が 100%を超えた。これに対して WI ランプでは試料全色で反射率が低く、80%を超えることはなかった。光源の拡散の度合いと、試料表面の光沢や表面粗さの影響により、100%を超える反射率が現れ、スペクトルに差が生じたものと考えられる。

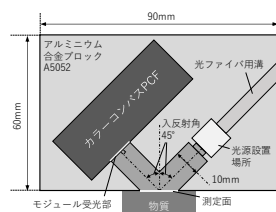


図 1 設計した分光反射率測定器の断面概略図

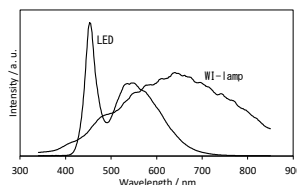


図 2 LED と WI ランプによる PTFE の反射光スペクトル

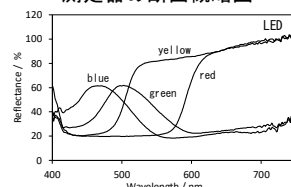


図 3 LED を用いた色折り紙の反射率

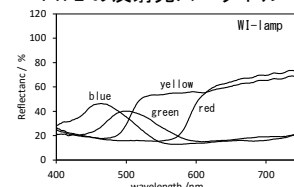


図 4 WI ランプを用いた色折り紙の反射率

## 4. 結言

本研究では小型簡易分光反射率測定器を設計し、CNC を用いて製作した。光源として白色 LED と WI ランプを用いて、PTFE 板及び各種色紙の反射率スペクトルを得た。

## 5. 今後の予定

小型簡易分光反射率測定器を用いた様々な応用が考えられる。例えば非破壊での植物の健康状態や、家の外壁など塗料の劣化や色落ちの状態を定量化できる。また、反射率は角度や表面粗さに依存性がある事がわかった。そのため、角度や測定面の条件をカスタマイズすることで、測定対象物に合わせた測定器の製作が可能となる。

## 文献

[1] (社)日本分光学会編「分光測定入門シリーズ第 5 巻 可視・紫外分光法」, 講談社 (2009)

# 時間管理が困難な人向けの視覚化タイマ付きスケジュール表の開発

## Development of Visualization Timer with a Schedule of Autistic Children for Time Management

14440 深澤 拓真  
指導教員 富田 雅史

### 1. はじめに

社会の中には自閉症などにより時間の管理をうまくできない子供が存在する。総務省によると、平成27年度にはその数1万4,189人いると報告されている[1]。その問題を解決するためにタイマやスケジュール表を使用して時間を理解させる方法がとられてきた。ただし、これらの方法は使用する側の工夫を必要とする。そこで、本研究ではその様な時間を忘れて行動する子供達のサポートを目的とし、時間とスケジュールを関連付けて可視化できる装置を開発する。

### 2. このシステムの発想

対象者の問題のうち、特に反復的行動パターンと関心の著しい限局[2]においては、時間を意識して行動できないという問題が生じる。これまで、この問題を解決するためにどのような装置が使われていたか調査した結果、図1のようなタイマ[3]とスケジュール表[4]が市販されていることが分かった。しかし、それぞれの装置の機能は独立しており、使用者が工夫する必要がある。

本研究では、スケジュールボードに視覚的なタイマを組み合わせることで、さらなる効果が得られるのではないかと考え、この2つの機能を組み合わせた装置を開発することにした。



図1 既存のタイマとスケジュール表

### 3. 製作計画

本研究では図2に示すような装置を提案した。左側が最大1時間まで設定できるタイマ部分で、詳細な作業を管理する部分である。右側は最大10時間まで設定できるタイマを備えたスケジュール表部分である。こちらには、スケジュール全体の計画と、その手順および所要時間を意識できる機能を与えた。

なお、タイマとスケジュール表の制御にはArduino UNOを2つ使用した。また、大量のLEDを制御する必要があったため8bitシフトレジスタSN74HC595Nを使用した。

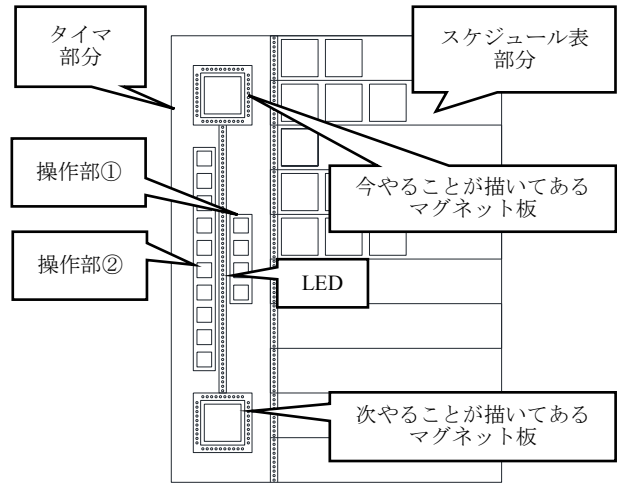


図2 装置の外観

### 4. 検証実験

実験対象者10名にスケジュール表部分を実際に使ってもらった後、タイマ部分を使い5分間に100マス計算のプリントを行ってもらった。この実験後、スケジュール表部分とタイマ部分についての評価をアンケートとして調査した。

### 5. 実験結果

以下に実験対象者からの評価を記す。  
「スケジュールの可視化ができるのはわかりやすくいいと思う。」、「よく時間管理ができると思った。」、「タイマのカウントが終了したときに、何か通知が欲しい。」、「LEDの明るさを任意に設定できると良いと感じた。」

### 6. 今後の改善点

今後は装置に音を鳴らす機能や、LEDの明るさを調整できる機能をつけようと考えている。

### 7. おわりに

本研究では、視覚化タイマ付きスケジュール表の必要機能を洗い出し、試作機を製作し、検証実験を行った。検証実験から、本装置は症状を持つ子供達のサポートになり得ると判断できる良好な結果を得た。今後は具体的な提案に向けて開発を進めたいと考える。

### 文献

- [1] 総務省行政評価局, 発達障害者支援に関する行政評価・監視結果報告書
- [2] 村田健史, 吉松靖文, "PDAによる自閉症児のためのタイムエイドの提案", IPSJ-JNL4505028
- [3] コムフレンド・マーケット, "タイムログ 20-1", <http://comfriend.cart.fc2.com/ca2/18/p-r-s/>
- [4] (株)古林療育技術研究所, "コバリテ視覚支援スタートキット", [https://www.kobarite.co.jp/products/start\\_kit/](https://www.kobarite.co.jp/products/start_kit/)

# 富山湾沿岸域の夏季における水温分布の特性調査

Survey on Characteristics of Water Temperature Distribution  
In the summer of Toyama Bay Coastal Area

14441 藤森 拓哉  
指導教員 吉田 将司

## 1. はじめに

本研究では、2009年より多点多層の水温や塩濃度を観測する「沿岸センサネットワーク」を構築し、富山新港港内の水質調査を実施してきた[1]。先行研究では無線モジュールに LoRa を使用し安定性の改善を試みた。また、極沿岸域における水深ごとの水温の変化を観測し、気温・湿度・潮汐が水温に与える影響を調査した[2]。本研究では、今年の夏季に取得した観測データと昨年夏季における水温のデータを比較した。また水温変動の可視化を試みた。

## 2. 方法

2018年9月5日16時43分から9月7日13時59分の間に富山県射水市の富山高専射水キャンパス臨海実習場付近で観測を行った。図1は実験時のノードの配置を示す。ノードは5基を用意し、ノードAを堀岡新明神(新湊大橋東側デッキの柵)、Bを公園、Cを基地局前、Dを新湊弁財天付近に設置し、Fノードは移動局とした。各ノードには水温が測れるように水深ごとにプローブを設置した。各ノードのプローブは水深0.2m、0.5m、1.0mは同じだが、B・Dノードは2.0m、A・Cノードは3.0mとなっている。また3つの塩濃度計(WA-2017SDJ,佐藤計量器製)は昨年とは異なり分散させずCノードと同じところに設置(1つはプローブの長さの関係上ドックに一番近い浅い場所に設置)した。また、データ解析の際に必要な気温・潮汐のデータは気象庁より取得した[3][4]。

## 3. 結果

図2は水深0.2mにおける昨年夏季と今年夏季のB,Cノードの水温を示す。昨年と比較すると潮汐は同様の傾向を示していたが、前日までの台風の影響で水かさが増え潮位が高くなっていた。また、台風の影響により水塊構造が乱れ水温が昨年と比べて1~2℃低くなっていた。

図3はFノード実験の観測地点を示す。今回の最大観測距離は2.7kmとなった。また、図2の時間変動をアニメーション化することができた。

## 4. まとめ

今回の観測結果から、水深が同じでもノードの設置場所によって水温の時刻変動が大きく異なること、また台風が及ぼす水温への影響が分かった。2017年9月と2018年9月のデータを比較し夏季の水温の変動特性の調査を行った。また、水深ごとの水温変動をアニメーション等

で可視化することが出来た。今後は、台風などの特殊環境下における観測結果の特徴抽出及び、季節変動を比較することが挙げられる。

## 文献

- [1]吉田 将司,千葉 元,“沿岸センサネットワークを利用した水温観測システム”,サレジオ工業高等専門学校研究紀要 No.41,P.31-35,2013年11月
- [2]渡邊 崇央,吉田 将司,“富山湾沿岸域における水深別水温計測,”大学コンソーシアム八王子要旨”,A134,2017年12月
- [3]気象庁過去気温データ 草島 2018/9/5-2018/9/7
- [4]気象庁潮汐観測資料 富山湾 2018/9/5-2018/9/7

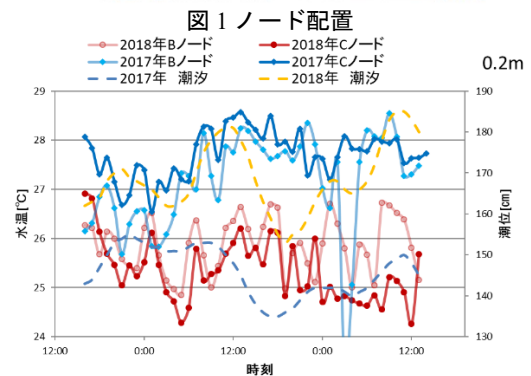
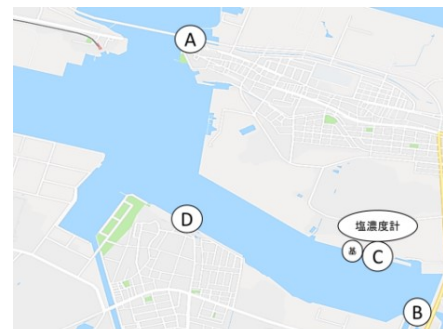


図2 水深0.2mの観測結果

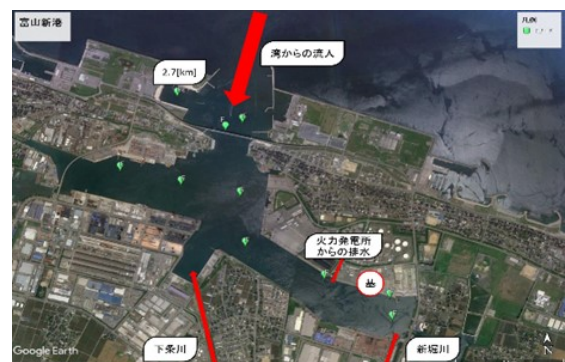


図3 Fノード(移動局)の観測結果

# 考古学における出土遺物の帯磁の解明に向けたデータベースの開発

Development of Magnetic Properties Database for Elucidation of Function of Magnetic Susceptibility about Archeological Site's old coins

14442 二上 幸久  
指導教員 伊藤 光雅

## 1. 緒言

考古地磁気学とは過去1万年前の人工物や自然岩石物に残された地磁気の記録を調べる学問である。考古地磁気学の研究対象は加熱された遺跡のかまど跡や焼土のもつ熱残留磁化である。

本研究は中世古銭を例に残留磁化と成分分析の測定を実施した。「中世銭貨は12世紀中期に中国から輸入され、日本国内に広まった。輸入された銭貨の中の永楽通宝は全国各地で出土される。」[1] 本研究では神奈川県埋蔵文化センターで借用した中依知遺跡群の永楽通宝と富山大学から借用した複製貨幣の成分分析及び帯磁率の測定を実施した。

酒井他(2018)によると、青銅や古銭は外部磁場の影響を受けて帯磁する。これまで出土遺物の帯磁する原因は解明されていない。

本研究の目的は出土遺物、特に古銭の帯磁のメカニズムの解明を目指している。

## 2. 方法

基礎データとしては、寛永通宝（複製貨幣）と永楽通宝（出土品）に関する直径、厚さ、質量の測定を行った。帯磁率測定にはBartington社製の帯磁率計MS2Bを使用した。成分分析はRigaku社製の蛍光X線分析装置（XRF: X-ray Fluorescence）RIX2000を使用した。測定対象は寛永通宝（複製貨幣）6枚と永楽通宝（出土品）108枚である。

図1は測定対象の寛永通宝（複製貨幣）である。また、図2は測定対象の永楽通宝（出土品）である。



図1 寛永通宝  
（複製貨幣）



図2 永楽通宝  
（出土品）

## 3. 結果

表1と表2は複製貨幣の基礎データにおける平均値である。

表1 複製貨幣の基礎データの平均値 (N=6)

直径 [mm]	厚さ [mm]	質量 [g]	比重	硬度 [L]
24.83	1.300	3.811	6.059	564.2

表2 永楽通宝の基礎データの平均値 (N=108)

直径 [mm]	厚さ [mm]	質量 [g]	比重	硬度 [L]
24.97	1.353	3.550	5.415	529.9

図3は複製貨幣の厚さと質量帯磁率の関係を表したグラフである。図4は永楽通宝の厚さと質量帯磁率の関係を表したグラフである。

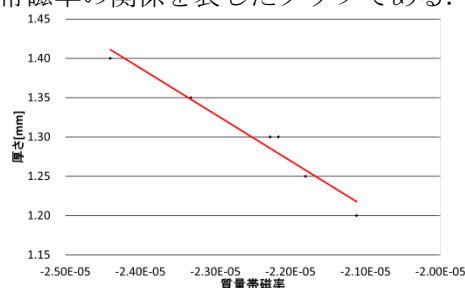


図3 複製貨幣の厚さと質量帯磁率の関係

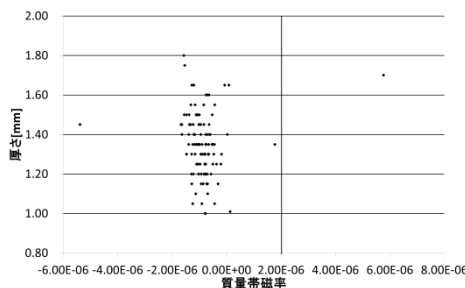


図4 永楽通宝の厚さと質量帯磁率の関係

図3の複製貨幣の厚さと質量帯磁率の関係は、逆比例のグラフとなった。また、永楽通宝は108枚のうち、5枚に帯磁率の正の値を確認した。103枚は負の値となり、 $0 \sim 2.00 \times 10^{-6}$ の範囲の質量帯磁率に対して、広範囲に分散している。

## 4. 結言

本研究では複製貨幣及び永楽通宝の帯磁率測定と成分分析を行った。帯磁率測定の結果から、正の帯磁率の値を示す5枚の永楽通宝が特定できた。正帯磁率について、鑄造時の青銅古銭に不純物が混入したと考察する。以上より、帯磁のメカニズムの解明に向け、帯磁率、帯磁率異方性、成分分析のデータを拡充する必要がある。

## 文献

- [1] かながわ考古学財団『かながわ考古学財団調査報告205』, かながわ考古学財団, (2007) P.4
- [2] 酒井英男・管頭明日香・長柄毅一『青銅の磁化の試み』, 日本情報考古学会(2018) P.49

# Sigfox を活用した見守りシステム

Study on Watching System Using Sigfox

14444 宮田 凱人  
指導教員 吉野 純一

## 1. はじめに

近年、様々な見守りシステムが注目されている。屋外向けの見守りシステムでは GPS デバイスを使ったシステムがある。GPS デバイスはバッテリー駆動ため、長時間運用ができないことがある。長時間の運用を行うために Sigfox を用いることを考えた。Sigfox は低消費電力と長距離伝送が特長となっている[1]。

本研究では、Sigfox を用いて見守られる対象の位置が確認できる見守りシステムの製作、システムの動作確認、測定時間の間隔の検討を行う。

## 2. システム

図 1 はシステム構成図である。本研究では、見守られる対象が所持する送信部及び位置情報が確認できる受信部の構成を行った。送信部は Arduino を用いて GPS モジュール及び Sigfox モジュールを動作させる。GPS モジュールで対象の位置情報を GPS 衛星から受信し、Sigfox モジュールで受信した位置情報を Sigfox 基地局に送信する。送信した位置情報が Sigfox クラウドに確認後、位置情報を GoogleMap に表示させる。受信部は位置情報を表示させた GoogleMap を見守る人のスマートフォンなどの端末で確認できるようになっている。

図 2 はシステムのアルゴリズムである。電源が ON になると位置情報を測定し、測定した位置情報を GoogleMap に表示するのを測定時間の間隔を 3 種類で行う。

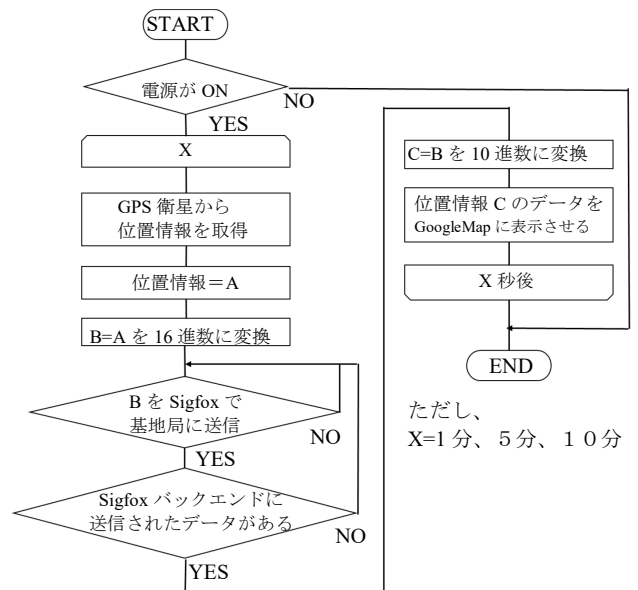
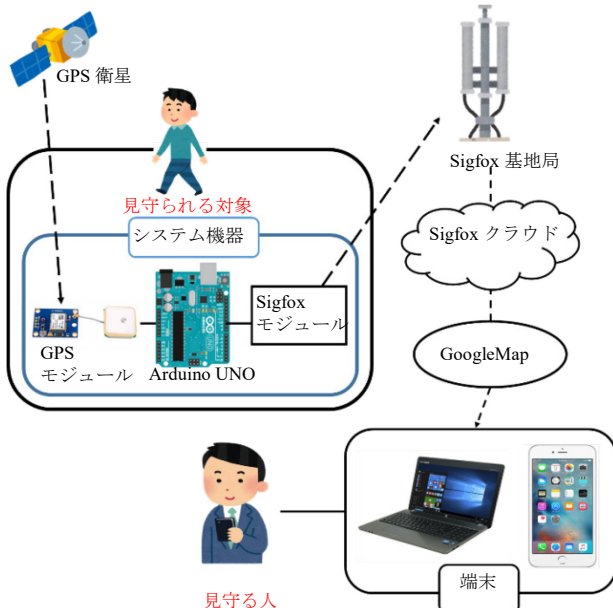


図 2 見守りシステムのアルゴリズム

## 3. 実験結果

図 3 は学校から自宅までの帰宅時に位置情報の記録をし、地図に記録した位置情報をプロットしたものである。図 2 の 10 分間毎に設定し、位置情報の記録を行った。



図 3 10 分間毎に位置情報をプロットした地図

## 4. まとめ

本研究では、Sigfox を用いた見守られる対象の位置が確認できる見守りシステムの製作及びシステムの動作の確認、測定時間の間隔の設定を行った。見守りシステムの動作は見守られる対象が行動した道筋が確認できた。測定間隔は 10 分毎で位置が確認できることが分かった。

## 文献

[1] 鄭立:IoTネットワーク LPWA の基礎—SIGFOX、LoRa、NB-IoT—, 株式会社リックテレコム, p24(2017)

# 大気圧プラズマによる PTFE の表面処理と FTIR による振動解析

Surface treatment of PTFE using atmospheric plasma and its FTIR analysis

14445 村山 大地  
指導教員 黒木 雄一郎

## 1. はじめに

フッ素原子と炭素原子のみからなる高分子化合物である PTFE (PolyTetraFluoroEthylene) は、耐熱性・耐薬品性・絶縁性・非接着性・耐摩耗性といった優れた特性を有するため、調理器具のコーティングや自動車の部品など様々な形で使用されている。また、誘電率と誘電正接がともに低いため、高周波基板への応用も検討されている。しかし、PTFE は接着性が極めて低く、回路を構成するための銅箔を接着するためには何らかの表面処理が必要となる[1]。これまでに提案されている表面処理方法として、プラズマ処理や Na エッチング処理等の方法が挙げられる[2,3]。しかし、Na エッチング処理は特殊な薬品を使用するため環境負荷が大きい。そこで我々の研究室では、これまで大気圧プラズマ処理による PTFE 表面処理に取り組み、接着強度の向上を確認してきた[4]。本研究では、PTFE の大気圧プラズマ処理における表面化学種の結合状態の変化と接着強度の関係を調査することを目的とした。

## 2. 実験方法

### 2.1 サンプル製作

2mm 厚の PTFE 板から 30mm×30mm のサイズにサンプルを切り出し超音波洗浄した。

### 2.2 大気圧プラズマ処理

洗浄後の PTFE 板表面に 30、60、300、600sec の大気圧プラズマ処理を施した。Ar ガス 5000mL/min、O<sub>2</sub> ガス 500mL/min をプラズマ発生ユニットとアース板の間に流入し、ここに 100V の交流電圧を印加することでプラズマを発生させた。

### 2.3 一点反射 ATR 法による FTIR 測定

一点反射 ATR 法により未処理と大気圧プラズマ処理を行ったサンプル表面の振動解析を行った。波数範囲 400~4000cm<sup>-1</sup>、分解能 4.0cm<sup>-1</sup>、積算回数 20 回として赤外反射光強度を測定した。

## 3. 結果

図 1 に大気圧プラズマ処理を行った各サンプルの FTIR スペクトルを示す。未処理のサンプルにおいて CH<sub>2</sub> 伸縮に起因する 2 つのピーク (2920.23 と 2852.72cm<sup>-1</sup>) を確認した。この結果から、今回用いた PTFE サンプルは完全にフッ化されていないことがわかった。また、これら 2 つのピークはプラズマ処理時間の増加に伴い消失した。一方、処理時間の増加により C=O の振動に起因するピーク (1884.45cm<sup>-1</sup>) が増大した。以上よ

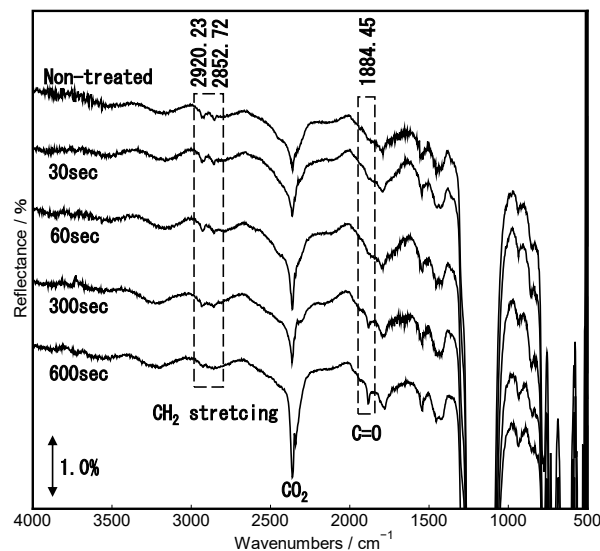


図 1 各 PTFE サンプルの FTIR スペクトル

り、大気圧プラズマ処理を施すことにより、PTFE 表面が酸化し、CH<sub>2</sub> 結合が減少し、C=O 結合が増大した事がわかった。このことから大気圧プラズマ処理を施した PTFE は、化学結合によって接着強度が向上している可能性が示唆された。

## 4. まとめ

一点反射 ATR 法 FTIR 測定により、大気圧プラズマ処理を施した PTFE の表面から水素が脱離し、酸素が結合することを確認した。処理を施した PTFE は、表面の酸素がエポキシ系接着剤のアルキル基と化学結合することで接着強度が増大したものと考察した。また、処理時間の増加に伴い表面の酸素と接着強度が増大した。今後、サンプル表面の劣化や電力効率を考慮した処理時間の最適化が必要である。

## 参考文献

- [1] 山田能生, 棚池修, 白石壮志, “PTFE の脱フッ素化による多孔質炭素の調製と電気二重層キャパシタへの応用”, 炭素 TANSO, 215, (2004) 285
- [2] 大久保雄司, 佐藤悠, 石原健人他, “熱アシストプラズマ処理によるポリテトラフルオロエチレンの表面改質と表面硬化”, 精密工学会春季大会学術講演会講演論文集 S19, (2015) 1097
- [3] 柴原正文, 本田幸司, “PTFE 基板への無電解銅めっき被覆に関する研究”, 精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集 K21, (2013) 579
- [4] 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”, 第 9 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集 D125, (2017) 170



# Sigfox を用いた農業支援システムの一検討

A study on agriculture support system using Sigfox

14446 森 タケル  
指導教員 野 純一

## 1. はじめに

日本の農業では、担い手の減少や、高齢化に伴い、労働力が減少している[1]。労働力の減少により、農業従事者への負担の軽減などが課題となっている。近年は、農業従事者への負担を軽減するためにロボットやIoTを用いたスマート農業がおこなわれている。スマート農業は、作業効率の向上や、省力化が期待できる反面、IoT デバイスの消費電力や、通信距離などの課題がある。

本研究は、デバイスの電力消費や、通信距離の課題を解決するために、Sigfox ネットワークに着目した。Sigfox ネットワークは、IoT に特化して、開発、研究が進められている LPWA 技術である。Sigfox ネットワークの特徴として、送信できるデータサイズや一日の通信回数に制限があるが、低コスト、低消費電力であることが挙げられる[2]。Sigfox ネットワークを用いて、システムを作製し、既存のシステムである Wilog との最大接続数、測定精度を比較する。

## 2. システム構築

図1は、Sigfox ネットワークを用いたシステムである。このシステムは、土壌の上にある Sigfox モジュールに内蔵されている気温・湿度・気圧センサを用いて、気温・湿度・気圧を測定する。そのデータを Sigfox クラウドに送信し、Sigfox クラウドから、農業従事者が見られるようにしている。Sigfox モジュールは、データを送信後、30 分の間スリープ状態になり、消費電力を削減している。

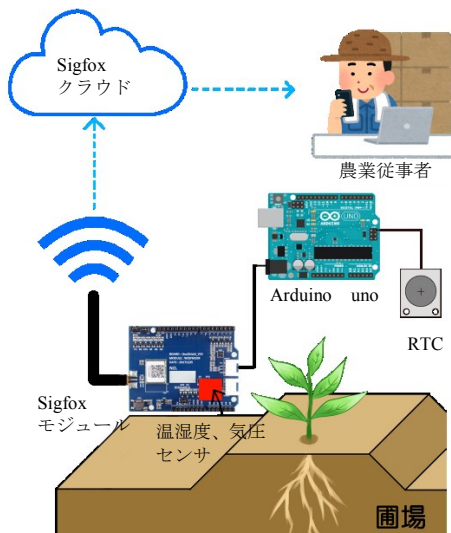


図1 Sigfox モジュールを用いたシステム図

## 3. 既存のシステムとの比較

本研究では、Sigfox を用いたシステムと、既存のシステムである Wilog を用いて通信距離、温湿度の変化傾向について比較した。図2は、Wilog の通信距離である。また、図3は、Sigfox モジュールの通信距離である。図2、図3から、Sigfox モジュールは、Wilog よりも長距離での通信を行える。このことから、Sigfox のシステムは、Wilog よりも少ない台数で圃場全体をカバーすることができる。

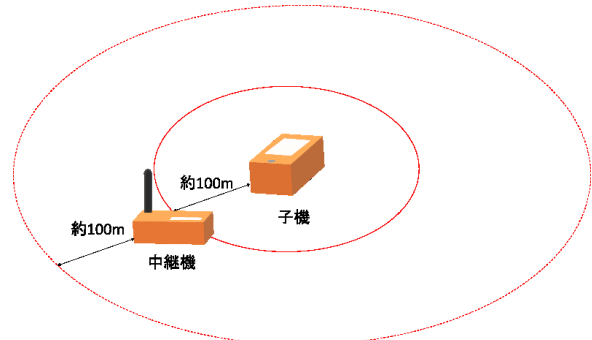


図2 Wilog の通信距離

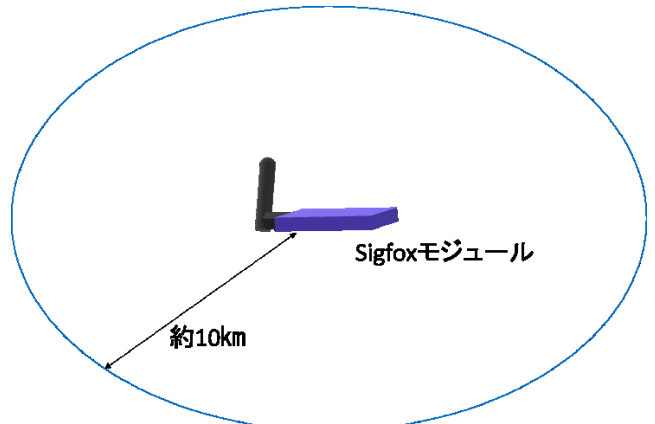


図3 Sigfox モジュールの通信距離

## 4. まとめ

本研究では、Sigfox を用いてシステムを作製し、検討を行った。比較から、Sigfox モジュールを用いたシステムは、Wilog を用いたシステムより、農業支援に適していることがわかった。

## 参考文献

- [1] “農業労働力に関する統計－農林水産省”  
<http://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/08.html>
- [2]IoT ネットワーク LPWA の基礎-SIGFOX、LoRa、NB-IoT- p24

著 鄭 立(ていりつ)

出版社 株式会社リックテレコム

# 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

## A Study on the Audible Range Noise Emitted from Each Pans Heated by IH Cooking Heater

14447 森山 瑛斗  
指導教員 米盛 弘信

### 1. はじめに

IH 調理器の普及に伴い、使用時の騒音が人々に不快感を与えている一報告がある[1]。本研究の最終目標は、IH 調理器から発する可聴領域騒音が問題とならない条件を明らかにし、ガイドラインを策定することである。先の研究によると IH 調理器から発する可聴領域騒音は、商用電源に重畳したノイズが原因であることが報告された[2]。本研究室では、引き続き多様な鍋から発する騒音レベルの解明を進めている。

本稿では、三層 SUS 鍋の鍋底径を変更した際の可聴領域騒音について測定・比較・評価を行った。

### 2. 実験方法

IH 調理器使用時に発生する可聴領域騒音の測定方法は、以下の①～④である。ここで、加熱対象は三層 SUS 鍋（鍋底径：14cm, 20cm, 30cm）である。

- ① 無響音室内に各機器を準備し、鍋に水 1ℓ を入れる[3]
- ② 電源ノイズ周波数を 1kHz にし、振幅値を 0Vrms(Normal), 500mVrms, 1.0Vrms, 1.5Vrms, 2.0Vrms と変化させる
- ③ FFT 分析器により騒音を測定する
- ④ ①～③の実験を、電源ノイズ周波数 3kHz, 5kHz, 7kHz, 10kHz と変更し、測定を行う

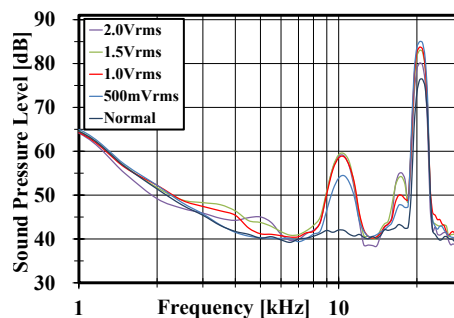
### 3. 実験結果

図 1 に鍋底径を変更した際の可聴領域騒音を示す。(c)において 2kHz から 7kHz にかけて最大で約 60dB のスペクトルが確認できた。鍋底径が(a)(b)(c)と大きくなるにつれて同帯域の騒音も増加傾向にあることが分かった。原因として、鍋が複雑に振動していることが考えられる。鍋がスピーカの役割を果たすことによって様々なノイズレベルの騒音が発生したと思われる。直径が大きなスピーカは、低音が出やすいことから鍋底径が大きくなるにつれて 2kHz から 7kHz の騒音が発生しやすくなったと考察する。

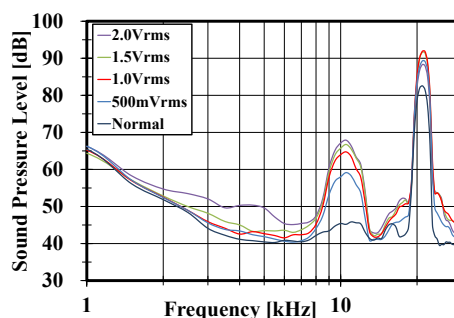
### 4. まとめ

本稿では、鍋底径を変更した際の可聴領域騒音について、測定・比較・評価を行った。その結果、電源ノイズ周波数 10kHz を重畳させた商用電源で IH 調理器を動作させ、鍋底径 30cm の鍋を加熱した際、IH の駆動周波数や電源ノイズ周波数以外のスペクトルを確認した。

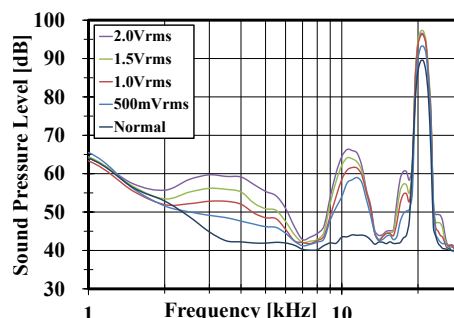
今後は、ガイドライン策定に向けて他の鍋のデータを収集すると共に振動解析によって鍋振動を詳しく調べ、重畳させた周波数以外のスペクトルが発生した原因を解明する予定である。



(a) 鍋底径 14cm



(b) 鍋底径 20cm



(c) 鍋底径 30cm

図 1 鍋底径を変更した際の可聴領域騒音

### 参考文献

- [1] 船瀬俊介：“やっぱりあぶない IH 調理器”，pp.8-9(2005)
- [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 (2017-09)
- [3] 中川将嘉, 米盛弘信：“IH 調理器使用時に鍋から放射される騒音を認識できる電源ノイズレベルの解明”，第 9 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, pp.240-241(2017-12)

# 土壌内における温度分布に関する検討

## Study on temperature distribution in soil

14449 山口 泰輝  
指導教員 野 純一

### 1. はじめに

近年農業では、安価な農産物を安定供給することを目的に、大規模化や連作が重視されてきた。しかし、同一の場所で作物を作付け続けることで、土壌に含まれる病原菌や土壌害虫が大量に増殖する。病原菌・土壌害虫の増殖を防止させ、土壌微生物を活性化させる方法として一般的に利用されている手段が土壌消毒である[1]。土壌消毒の中には、主に熱を利用する方法が用いられている。土壌加熱を行うことによって、農作物の生育を促進させる土壌微生物が増殖して活性化し、増殖した微生物が有害な化学物質を分解して消毒する。また、土壌加熱によって一部の病原菌・土壌害虫を排除することが出来る[2]。

本研究では、作物の生育に不可欠である微生物を増殖させて活性化させるため、意図的に土壌を加熱し、土壌の温度分布を作成する。この土壌温度分布から、微生物の増殖環境について検討を行う。

### 2. 方法

実験方法は、土壌加熱を行う手段としてラバーヒーターを用いて土壌内を意図的に加熱し、土壌温度分布を作成する。本実験では、土壌内の水分量等を変えた条件で意図的に加熱し、熱の分布状態と微生物の活性化する温度との相関について観察する。

図1は土壌温度測定における実験構成図である。横軸距離における土壌温度を明かにするため、ラバーヒーターから5cm、10cm 離れた位置に熱電対温度センサを差し込んだ。また、スライダック調整器を使用して5～30[V]まで30分置きに5[V]ステップで変化させ、土壌内の水分量を変えた時の5点における土壌温度分布を測定した。

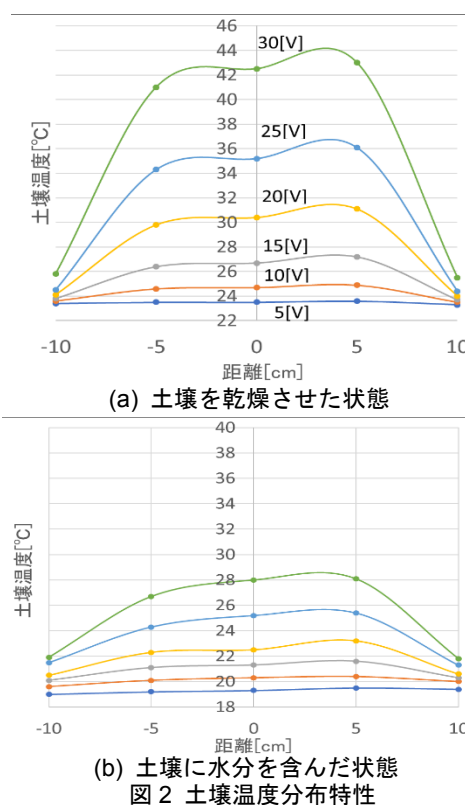
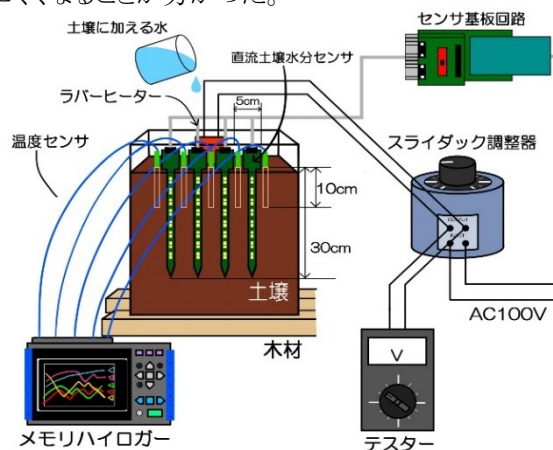
### 3. 結果

図2(a)は、土壌に水分を全く含まない状態で土壌加熱をした時の温度分布測定結果である。ラバーヒーターの表面温度が30[V]の時65℃まで上昇するのに対し、5[V]～30[V]の電圧では23℃から40℃へと上昇した。また、図2(b)は土壌に500mlの水分を入れた時の温度分布測定結果である。水分が土壌内で停滞していることから図2(a)の時よりも土壌温度が低く、5[V]～30[V]の電圧では18℃から28℃の範囲で温度上昇した。

### 4. まとめ

本研究では、作物の生育に不可欠である土壌微生物を活性化させるため、意図的に土壌加熱を行い、土壌温度分布を作成した。実験結果から、土

壌に水分を加えて土壌加熱することによって加えた水分が土壌中に停滞し、土壌内の熱伝搬がされにくくなることが分かった。



### 文献

- [1] 櫻本 直美「土壌の生物性評価法『土壌微生物多様性・活性値』について」  
有限会社ディーシーシー総合研究所 (2013年8月)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sicejl/52/8/52.679/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sicejl/52/8/52.679/_pdf)
- [2] JACOM 一般社団法人農協協会ホームページ  
農業協同組合新聞(2017年6月)  
<https://www.jacom.or.jp/nouyaku/rensai/2017/06/170630-33093.php>

# 大気圧プラズマ処理装置におけるプラズマ密度分布の分光計測

Spectroscopic measurement of plasma density distribution  
in atmospheric pressure plasma processing

14450 山口 達也  
指導教員 黒木 雄一郎

## 1. 緒言

プラズマは固体、液体、気体に続く第4の状態であり、表面処理や排気ガス処理など幅広い分野で既に応用されている。現在、我々の研究室ではPTFEと銅箔の接着強度向上のために、プラズマによるPTFEの表面処理を行っている。しかし、プラズマ処理装置の構成によっては、プラズマ照射位置によりプラズマ密度に分布があり、処理が不均一になるという問題を有している。そこで本研究では、大気圧プラズマ処理装置におけるプラズマ発光スペクトルをファイバー分光器で測定し、プラズマ密度の分布について解析を行うことを目的とした。

## 2. 方法

### (1)大気圧プラズマ処理装置

大気圧プラズマ処理装置のプラズマ発生ユニット下部の照射口とアース板との間隔を1mmとし、Ar+O<sub>2</sub>ガス(O: 500mL/min、Ar: 5L/min)を流入し、交流60Vを印加することによってプラズマを発生させた。

### (2)治具の作製と分光測定

CNCを用いてプラズマの発光スペクトル測定のためのコリメータを作製した。内部には、二枚のスリットが設置されており、局所的なプラズマ発光スペクトルを光ファイバーに導入することが出来る。大気圧プラズマ処理装置に1cmごとに穴をあけたコリメータ移動用治具とコリメータを設置し、照射口の下部を左から1cm毎に18箇所移動しながらプラズマ発光スペクトルを測定した。

## 3. 結果

図1に大気圧プラズマ処理装置で発生させたプラズマの発光スペクトルを示す。また、表1にAr+O<sub>2</sub>プラズマにおける発光種と波長の関係を示す<sup>[1]</sup>。図1及び表1より、全ての発光ピークは、Ar及びOに起因するものであることを確認した。図2にAr及びOの正規化発光強度の測定位置依存性を示す。横軸に測定位置、縦軸に正規化発光強度を示す。結果より、Arの発光強度は測定位置が3、8、13cmの時に極大になった。一方、Oの強度は測定位置による違いは見られなかった。

## 4. 結言

大気圧プラズマ処理装置によって発生させたプラズマの発光スペクトルを測定した。また、発光強度の測定位置に対する依存性をグラフ化し

た。Arの発光強度には、測定位置により分布があることを確認した。種々のプラズマ発生条件で同様の分布を得ることで、処理装置に最適な均一化条件を導出できる可能性が示唆された。

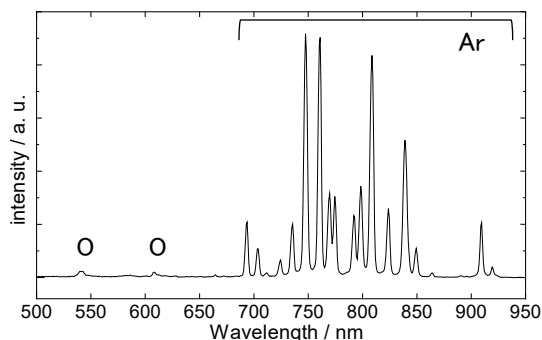


図1 プラズマの発光スペクトル

表1 Ar+O<sub>2</sub>プラズマにおける発光種と波長の関係<sup>[1]</sup>

発光種	波長[nm]	発光種	波長[nm]
O	538.193	Ar	791.927
O	607.261	Ar	798.290
Ar	692.957	Ar	808.640
Ar	703.214	Ar	823.786
Ar	709.530	Ar	838.956
Ar	724.541	Ar	849.351
Ar	735.613	Ar	862.962
Ar	747.488	Ar	909.571
Ar	769.685	Ar	919.248
Ar, O	777.447		

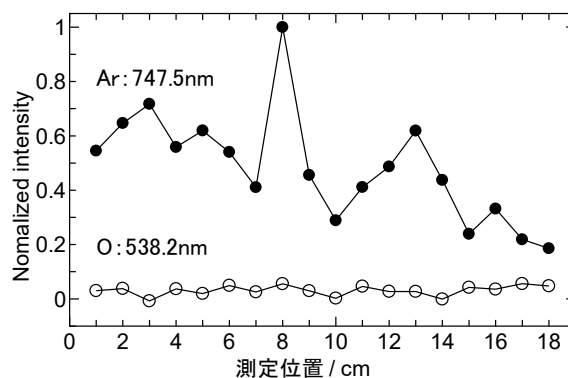


図2 正規化発光強度の測定位置依存性

## 文献

[1]Jiang S-P, Duan S, Liu K-Q, *et al.* "Highly efficient synthesis of [60] fullerene oxides by plasma jet", R. Soc. Open Sci., 4(2017)170658

# 成形方法の異なるアクリル樹脂の被削性に関する研究

Study on Machinability of Acrylic Resin Molded by Different Methods

14451 山本 謙基

指導教員 山口 貢

## 1. 緒言

アクリル樹脂は、プラスチックの中でも特に透明性や耐候性に優れており、成形が容易であるため、水族館の水槽パネル、自動車用ランプカバー、液晶テレビなどに広く用いられている。アクリル板の成形方法には、大きく分けてキャスト法と押出法がある。押出板は、加熱溶融しやすいようにポリマー分子量の小さい成形材料を用いるため、キャスト板と比較すると耐熱性に劣り、残留熱歪みも大きい。これらの重合度に起因する物性の違いが影響し、成形方法によって被削性が変わることが一般的に知られている。アクリル樹脂を含むプラスチックの切削加工に関する研究は古くから進められているが[1]-[2]、物性（成形方法）の違いが被削性におよぼす影響について、同じ切削条件で詳細に比較し、定量的に評価した事例は見当たらない。

本研究では、キャスト法および押出法により成形されたアクリル板を被削材とし、成形方法による物性の違いが切削後の加工面品位におよぼす影響について検討した結果を報告する。

## 2. 方法

切削実験は卓上 CNC フライス盤（KitMill RD300）を用いて行った。表1に使用材料および切削条件を示す。被削材には、クラレ製アクリル板（パラグラス、コモグラス）を用いた。パラグラスはキャスト法、コモグラスは押出法により成形されている。工具には、2枚刃超硬スクエアエンドミル（φ2 mm）を用いた。ドライ雰囲気です長さ50 mmの溝加工を行い、切削後のアクリル板の加工面の観察を行った。

## 3. 結果

図1に各種アクリル板の加工面の比較を示す。

表1 使用材料および切削条件

被削材	
材料	アクリル板 (パラグラス, コモグラス)
寸法 (mm)	60×60×2
工具	
名称	エンドミル
材質	超硬
直径 (mm)	2
刃数	2
刃のねじれ角	30°
切削条件	
切削速度 $V$ (m/min)	25-70
切込み量 $D$ (mm)	0.1, 0.5, 1.0, 1.5
送り速度 $F$ (mm/min)	100, 300, 500
切削時の状態	ドライ

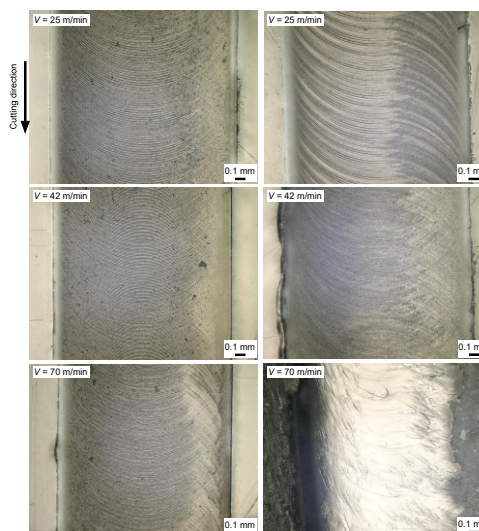
図は、切込み1 mm、送り速度100 mm/minとし、切削速度を25~70 m/minに変化させたときの結果である。キャスト板では、加工面全域に前方の切れ刃軌跡による加工痕が認められ、切削速度の増加に伴い徐々に前後両方の切れ刃による加工痕が発生している。本実験では切込みが大きいことに加え、切削速度25 m/minでは一刃当たりの送り量（0.01 mm/tooth）が大きくなって水平方向分力も増加し、工具が進行方向と逆方向にたわんだことにより前方の切れ刃軌跡による加工痕が残ったと考えられる。また、70 m/minでは、一刃当たりの送り量（0.005 mm/tooth）が減少することにより水平方向分力が小さくなり、加工痕の形状が徐々に変化したと考えられる。一方、押出板では、42 m/min以下において前後両方の切れ刃による加工痕が発生している。また、切削速度の増加に伴い、溝端部が溶融して溝幅が大きくなった。さらに、70 m/minでは加工領域が完全に溶融してエンドミルに溶着し、加工面は劣悪となった。

## 4. 結言

成形方法の異なるアクリル樹脂の切削実験の結果、キャスト板では切削速度の増加により加工痕の形状が変化するが、良好な加工面が得られた。一方、押出板では切削速度の増加に伴い切削熱の影響が顕著になり、加工面品位は劣悪となった。

## 文献

- [1] 鴨川昭夫, “プラスチックの切削加工の研究”, 精密機械, 27, 322 (1961) 726.
- [2] 堺晴樹, 堀尾健一郎, 金子順一, 山崎次男, “樹脂系材料の切削加工における加工面粗さ低減手法の検討”, 精密工学会学術講演会講演論文集, 2013A (2013) C21.



(a) キャスト板 (b) 押出板  
図1 アクリル板の加工面の比較

# 皮膚コンダクタンス測定器の開発

A Development of Instrument for Measuring Skin Conductance Change

14453 鷺坂 慧

指導教員 富田 雅史

## 1. 背景

精神活動状態を電氣的に取得したものととして皮膚電気活動(EDA)がある。本研究ではこのひとつである皮膚コンダクタンス変化を測定する装置を開発してきた。本年度は、日常生活における情動測定の実現のために、これまで開発してきた装置を改良し、脈拍の測定機能を追加した。

## 2. 測定対象

皮膚コンダクタンス変化(以下 SCC)は、人間の覚醒状態など持続的な変動を表す皮膚コンダクタンス水準(以下 SCL)と、これに重畳して痛覚や触覚などの一過性の変化を表す皮膚コンダクタンス反応(以下 SCR)がある[1]。これらを利用することで集中状態やリラックス状態の指標の一つとすることができる。しかし、SCCは手掌や足底などで発生する精神的・情動的刺激がもたらす精神性発汗による皮膚抵抗の変化を表すものであり、SCCのみでは詳細な覚醒状態を計測するのは不可能である[2]。そのため脈拍などの測定器との併用が必要となる。脈拍とは心臓が血液を全身に送り出す際に発生する拍動が全身の動脈に伝わったときに発生するものである。基準値は分間 60 回~90 回とされており、一般的にスポーツなど運動をすると減少し、緊張などで増加するとされている。これも精神的、物理的な刺激を受けやすい物理量であるため、同時測定の対象として適切であると判断した。

## 3. 測定器の開発

先行研究で開発した測定器は、PC に接続して Processing を用いてグラフの作成を行っていた。これを電池で稼働させ、データを microSD カードに保存するように変更した。加えて、被験者に与える電圧を安定させ、SCC の測定精度を向上させた。また、脈拍センサ SFE-SEN-11574 を追加し、センサが取得した信号から脈拍を計算するプログラムを製作した。

## 4. 動画視聴実験

改良した測定器を用いて、脈拍と SCC が刺激により反応することを確認した。測定部位は SCC が左手第 2 指末節部および第 3 指末節部であり、脈拍は右手第 2 指末節部にセンサを装着した。SCC 測定には日本光電株式会社製ディスポ電極 F ビドロードを使用した。対象は本校男子生徒 4 人である。測定方法は、装置一台を用いて 20 秒ごとに映像と音声による刺激を与える映像を視聴させ、その変化を記録した。刺激

は 6 回繰り返され、刺激に慣れることで脈拍、SCC 共に反応が安定するという仮説を立て、実験を行った。

## 5. 結果

図 1 は被験者の内一人の実験開始から実験終了までの SCC の測定結果である。図 2 は同被験者の脈拍(以下 BPM)とセンサの取得した信号である。各図中の縦線は刺激を与えた時間である。図 1 より、最初の刺激が与えられた時から持続的に SCL が上昇し、5 回目の刺激までは 35[ $\mu$ S] あたりを維持し、以降は減少している。この間 SCR は刺激のたびに反応を示し、同じく 5 回目の刺激以降目立った反応は見せなくなっている。

BPM は 5 回目の刺激の直前からそれ以前に比べ 5 回程度増加している。つまり、BPM は SCC とは異なり、安定していない。しかし、2 回目、6 回目以外の刺激に対しては反応しているため、BPM と SCC には関連があると考えられる。

以上の事から、仮説とは異なり、繰り返される刺激に対して必ずしも反応が安定するとは限らないということがわかった。

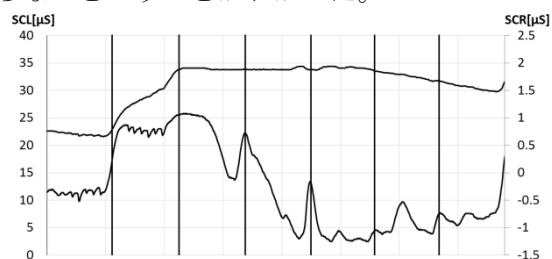


図 1 SCL(上)とSCR(下)

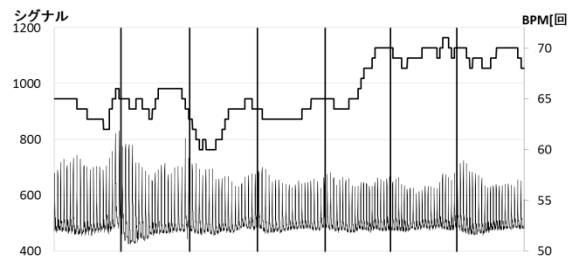


図 2 BPM(上)と脈動(下)

## 6. 結論

装置の改良により、前年度の目標であった装置単独での測定と測定対象の追加を達成した。また、測定器の精度も向上しており、安定した SCC の測定が可能となった。

## 文献

- [1]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,21 卷(1994)p29-36
- [2]石原金由,宮田洋,“皮膚電位活動とその基礎的背景”,人文研究,3 号(1980)p75-94

# 温湿度センサによる農業支援システムの検討

## Study on agricultural support system by temperature and humidity sensor

14454 渡辺 周  
指導教員 吉野 純一

### 1. はじめに

現在、日本の農業就業人口は年々減り続けており、平均年齢も平成 29 年度には 66.7 歳と高齢化が進んでいる[1]。また、近年若者の担い手も減っており、将来的に農業技術の伝承が困難になることが予想される。若者の担い手が減っている理由として、技術の伝承にはベテランの勘や経験といった暗黙知に頼る部分が多く、習得には多くの時間がかかってしまうことがあげられる。そこで、暗黙知であった技術をセンサで測定し定量化することが必要であると考えた。定量化されたデータを用いることで技術伝承は円滑に行われる。

本研究では、作物の成長にとって重要な温度、湿度を定量化するシステムを構築した。

### 2. システム構成

図 1 はシステム構成図である。本研究では、Arduino UNO を制御基板として、温度センサ、湿度センサから気温、地温、湿度を取得するシステムを構築した。また、RTC(real-time clock) を搭載することで測定時の時刻も取得している。気温、地温、湿度、時刻データは、micro SD に保存される。保存されたデータはテキストファイルとして保存されるため農業従事者がパソコン等から確認することができる。電源部には、鉛蓄電池を使用し、長時間での測定にも対応できるようにしている。また、夏季等の測定時、高温による回路故障を防ぐため、冷却ファンを搭載し、高温を防止する。

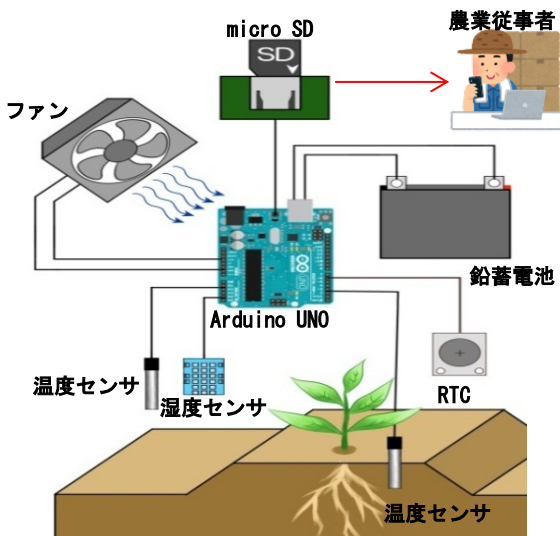


図 1 温湿度センサを用いた農業支援システム

### 3. 実験方法

測定は、東京都西東京市の農地にて行った。測定間隔は 5 分間とし、気温、湿度は地上から高さ 80[cm]の地点、地温は地上から深さ 10,20,30[cm]の 3 か所で測定を行った。

### 4. 実験結果

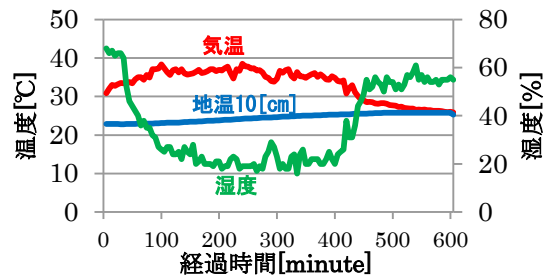


図 2 農地環境データ

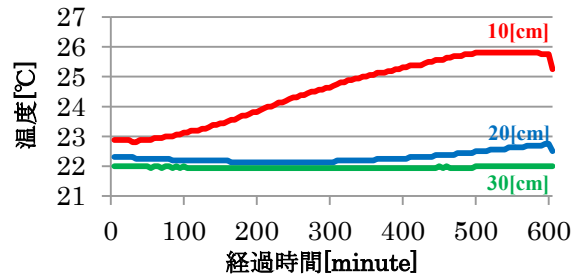


図 3 土壌深さごとの地温データ

図 2 は農地の環境データであり、気温と地温 10[cm]を比較すると気温が約 10[°C]高い値となった。また、気温と湿度を比較すると、気温が高いとき、湿度は低くなり、対照的な関係となった。図 3 は土壌深さごとの地温データであり、10[cm]地点では 23~26[°C]まで温度上昇がみられ、20[cm]地点では 22~22.5[°C]の微小な温度上昇がみられた。また、30[cm]地点では 22[°C]から温度変化が見られず、ほぼ一定となった。

### 5. まとめ

本研究では、農場において気温、地温、湿度をマイクロ SD に保存するシステムを構築した。今後の予定として、長時間の測定を行い、基板の動作状況や、電源持続時間を確認する。

### 文 献

- [1] 農林水産省  
大臣官房統計部経営・構造統計課センサ統計室  
「農業労働者に関する統計」2019 年 1 月 16 日アクセス  
<http://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/08.html>

# 全波整流型コッククロフト-ウォルトン回路を用いた パワーLED 式人工太陽光の点灯回路に関する検討

A Proposal on the Lighting Circuit of Power LED Type Artificial Sunlight using  
Full-Wave Rectification Type Cockcroft-Walton Circuit

13435 幅野 岬太  
指導教員 米盛 弘信

## 1. はじめに

PV (Photo-Voltaic) モジュールの室内実験では、主にメタルハライドランプやハロゲンライトなどの太陽光に波長が近似している光源が使用される。本研究では、従来の光源の代替としてパワーLEDの利用を考えている。しかし、一般的なスイッチング方式のLED照明回路を使用すると調光の際にスイッチング動作 (e.x. PWM) を行うことから、人間には認識不可能な点滅が発生しPVモジュールの発電電圧に影響を与える懸念がある。そこで、コッククロフト-ウォルトン (CW : Cockcroft-Walton) 回路[1]を用いて点灯回路の検討を行った。本回路は、高出力電圧を得られるが、出力電流が多く得られない特性がある。そこで、高周波化することによって改善を試みた。先の報告では、リップル率の低減に加え、出力電流の増加を確認した[2]。しかし、目的とするLED点灯のために必要な電圧は得られなかった。そこで筆者は、CW回路を多段接続して出力電圧の増大を図った。出力電圧の目標値は280Vとする。

本稿では、全波整流型CW回路を多段接続した場合の出力電圧変動、およびリップル率を明らかにする。

## 2. 実験方法

本実験では、CW回路の段数を変化させた際の電圧変動とリップル率を明らかにする。CW回路の交流電源は、周波数:10kHz, 電圧:100V<sub>p-p</sub>一定とした。負荷抵抗はメタルクラッド抵抗器を使用した。測定は、CW回路を1段から4段までの各段数において、負荷抵抗を100Ωから1kΩまで100Ωステップで変化させて行う。リップル率と出力電流は、負荷抵抗の両端の電圧波形から算出する。

## 3. 実験結果

図1と図2に負荷抵抗に対する電圧変動とリップル率を示す。図1と図2より、負荷抵抗の増大に伴い、出力電圧が高くなり、リップル率が低下していることが分かる。特に、4段時は実験範囲の負荷において目標の280V以上に達する高い出力電圧であり、リップル率の最大値も約7.8%と低い値を得た。これは、高周波化に

よってコンデンサの充電サイクルが増加した結果と考えられる。

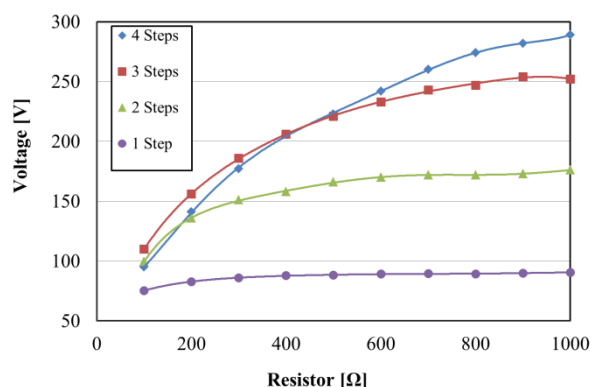


図1 10kHz 時の電圧変動

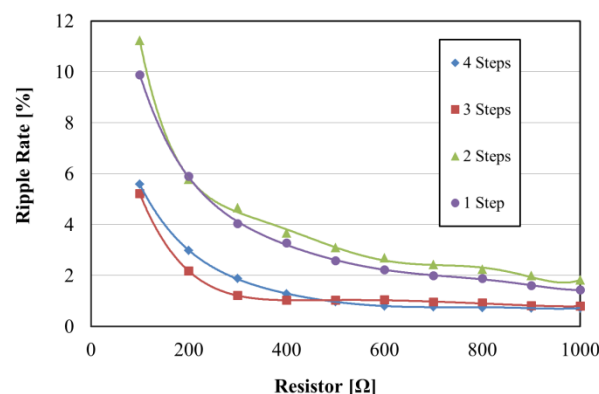


図2 10kHz 時のリップル率

## 4. まとめ

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

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

## 参考文献

- [1] 熊谷寛夫, “実験物理学講座 28 加速器”, 共立出版(株), p.88(1988)
- [2] 幅野岬太, 米盛弘信, “全波整流型CW回路の高周波駆動”, 2018年(第36回)電気設備学会全国大会講演論文集, p.431(2018)



学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
14501	青山 采未	確率モデルを用いた画像修復
14502	荒井 草太	パラシュートを用いた物体投下に関する考察
14507	今田 悠貴	日本習字における毛筆文字の自動評価
14508	巖 晃	SVMを用いた木材のバリ検出における前処理フィルタの効果
13513	上野 元気	白とび及び黒つぶれの補正方法の検討
14510	大塚 亮平	画像内対象物の自動消去法の検討
14511	大那 海人	Kerasを使ったキャラクター画像の自動識別
14512	大町 祥輝	マイクロブログの投稿情報による鉄道の混雑状況の予測手法の提案
14513	荻野 陽太	Population Based Trainingを用いた機械学習によるバリ検出精度の向上に関する検討
14514	小野 洋佑	惑星探査機の軌道計算
14515	小野寺 雅	対話型遺伝的アルゴリズムによる警報音の特徴を持ったサイン音の自動生成に関する検討
14516	小野寺 蓮	熱抵抗値による適切な重ね着を提案するシステムに関する検討
14517	片山 貴仁	時系列解析を用いたマーケット指標の予測に関する研究
14518	加藤 翔太	OFDMにおけるノイズの影響に関する一研究
14519	金子 航	長方形板取問題における近似解法への適用
14520	川口 美月	球面上に拘束された粒子の正準共役変数間のディラック括弧 - 拘束面の与え方による違い -
14521	北村 開	陰影を含む文書画像からの陰影除去
14522	小林 雅大	3D空間上でのLeap Motionの操作精度調査
14523	小森谷 勇二	暗号通貨に対する統計的手法による投資戦略の検討
14524	米華 真典	巨大数に関する式の展開プログラムの開発
14525	今野 央惟	三次元空間上に描画する線の判別

学籍番号	学生氏名	テーマ（和文）
14526	澤田 航希	遺伝的アルゴリズムを用いたテーマパークにおける最適巡回路探索に関する検討
14527	篠澤 尚樹	逆走の検知手法
14528	末永 瑛大	マルコフモデルを用いたサッカー選手の評価方法
14529	地寄 夏彦	Antコロニー最適化手法を用いた即売会の混雑予測に関する検討
14530	都筑 天音	三増合戦の戦死者数の検証
14531	土井 智弘	逆遠近錯視表現と立体知覚の関係
14532	新村 修都	不完全情報ゲームalgo用のAI
14533	西峯 弘明	相模原市への郷土愛を育てる3D教材
14534	西牟田 航平	重力レンズ効果のシミュレーション
14535	橋口 人龍	手書き文字の濃淡情報に基づく個人識別法の検討
14538	藤岡 豊	乗り合いタクシーの平均移動距離を求める数理モデル
14539	邊田 季	地震の揺れによる書籍の飛び出しのシミュレーション
14540	保科 慧	槍の飛行軌道に関する考察
14541	丸尾 一真	CFRPのドリル加工におけるバリ検出法の開発
14542	三上 柊悟	小説文における接続詞多用防止システム
14543	水野 恭介	会話内容を考慮した笑顔認識の検討
14544	皆川 恭徳	ウェーブレット変換を用いた剣道における打音の特徴抽出に関する研究
14546	宮井 岳	QGISにおける交通混雑予測システムの開発
14549	山口 拓真	カデンツを使用した自動作曲に対する飽き時間
14550	山崎 拓哉	6×5のリバーシ盤における、並列計算を使用した計算時間の推定
14551	山之上 公輝	回帰分析を用いたゴルフの賞金ランキング予測に関する一考察

学籍番号	学生氏名	テーマ (和文)
14552	吉田 優司	ブラックホール付近での質点の運動シミュレーション
14553	吉村 望	交通流捕捉型配置問題への遺伝的アルゴリズム適用の検討
14554	和泉 功亮	粘菌アルゴリズムを利用した複数の最短経路探索に関する検討
13523	川本 将大	Raspberry Pi への可変デジタルフィルタの実装の検討
13507	雨宮 永	屋内における人物位置の実時間検出
13515	大堀 達基	3Dモデルを用いた歴史資料作り

# 確率モデルを用いた画像修復

Restoration of image based on the stochastic model.

14501 青山 采未  
指導教員 真島 裕樹

## 1. はじめに

計測機器や測定環境の影響および測定対象の動きによって、画像データは劣化してしまう。このような劣化画像から原画像を復元することを画像修復という。近年、ベイズ推定を応用した画像処理が注目されている[1]。本研究では、ベイズ推定と統計物理の方法を応用した確率モデルによる2値画像の修復を行う。

## 2. 研究のアプローチ

画像情報は格子点上の黒と白の2状態だけで表現されていると考え、 $i$ 番目の格子点の状態を  $s'_i = \pm 1 (i = 1, 2, \dots, N)$  で表すことにする。伝送の途中に生じた誤りによって劣化したデータを修復することをここでの課題とする。

はじめに伝送器によって入力劣化する過程を考える。各格子点上の画像データ  $s'_i = \pm 1$  は独立にある確率で誤った状態に遷移するものと考え、入力  $s'_i$  に対して出力  $h_i = \pm 1$  の得られる確率が

$$P(h_i | s'_i) = \frac{\exp(h_i s'_i / T^*)}{\exp(1/T^*) + \exp(-1/T^*)} \quad (1)$$

によって与えられるとする。ここで  $T^*$  は伝送器の精度を表すパラメータである。

このとき、ある入力情報の組  $s' = (s'_1, s'_2, \dots, s'_N)$  が出力情報の組  $h' = (h'_1, h'_2, \dots, h'_N)$  に変換される確率は

$$P(h' | s') = \prod_{i=1}^N P(h_i | s'_i) \quad (2)$$

で与えられる。

画像の多くは表面からの反射であり、物体の表面は概ねある種の連続性を持っている。そのため、隣接格子点の画素値は多くの場合お互いに近い関係にある。この知識は、

$$P_0(s) \propto \exp \sum_{(i,j)} s_i s_j / T \quad (3)$$

と表させる。式(3)をベイズ推定の事前分布として用いる。この分布は物理的には強磁性体のイジング模型に対応しており、低温では、隣り合うスピンの状態が同じ状態をとる確率が高くなる。式(3)は、このような強磁性体におけるスピンの状態と、画素値の状態の類似性に着目したモデルとなっている。

## 3. 結果と考察

遷移確率(2)と事前確率(3)をベイズの公式

$$P(s|h) = \frac{P(h|s)P(s)}{\sum_s P(h|s)P(s)} \quad (4)$$

に代入すると、画像データが与えられたもとの事後分布は、以下のように算出できる：

$$P(s|h) \propto \exp[-E(s|h)/T], \quad (5)$$

$$E(s|h) = - \sum_{(i,j)} s_i s_j - c \sum_i h_i s_i, \quad (6)$$
$$c = T/T^*. \quad (7)$$

これは温度  $T$ 、エネルギー  $E$  のボルツマン分布に他ならない。式(6)に  $h_i$  が含まれていることから明らかなように、劣化過程(伝送過程)の情報に基づいて原画像を予測していることが分かる。原画像推定の際は、ある  $h$  が与えられたときに  $P(s|h)$  が最大となる  $s$  を推定結果とする：

$$s = \arg \max_s P(s|h). \quad (8)$$

このような推定法を最大事後確率推定とよぶ。式(8)は原画像のすべての候補の中から事後確率  $P(s|h)$  を最大にするものを選び出すことを表している。

事後確率  $P(s|h)$  を求めることは2値画像であっても膨大な計算量となる。ここで式(5)をみると、 $P(s|h)$  が最大となるのは式(6)で与えられるエネルギー  $E$  が最小となるときであることがわかる。つまり、エネルギー  $E$  が最小となる  $s$  が推定値となる。

式(6)はパラメータ  $c$  を含むが、それは式(7)から分かるとおりの  $T$  と  $T^*$  の比で与えられている。パラメータ  $T$  は隣接画素値の揃いやすさに起因し、 $T^*$  は伝送過程における誤り信号を送る確率の高さに関係している。言い換えれば、 $T^*$  は伝送の物理過程を分析することで特定でき、 $T$  は画像情報に関する知識により推定することができる。つまり、原画像と伝送過程の情報を表すパラメータ  $c$  によって、原画像の推定値が特定される。

## 文献

[1] 田中和之, “確率モデルによる画像処理技術入門”, 森北出版, (2006).

# パラシュートを用いた物体投下に関する考察

A comment on a motion of dropping object using parachute

14502 荒井 草太  
指導教員 山野辺 基雄

## 1. 緒言

近年、海外などでは支援が必要な地域に対して食料などの救援物資をパラシュートを用いて空から投下することが度々みられる。また、災害大国である日本でも空から物資の投下を行う場面が将来的にあるのでは無いかと考えられる。そこで本研究では、仮定的な条件のもとパラシュートの落下運動モデルを考える。モデルに現れるパラメータは実験により取得し、その後数値計算によるシミュレーションを行い投下位置と落下位置の間にうまれる差を数値として算出することを目的とする。

## 2. 方法

本研究で考察する物理モデルは、パラシュートに対して加わる抗力と重力の2つが働くものとする。このような数式モデルとして、加わる力を横方向と縦方向の成分として分けて考えられる質点の運動方程式を用いる。その際に、抗力は傘の角度方向に働き、重力は垂直下向きに働くと考えた上で以下の数式で表されるモデルを考案した。

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = - \frac{kv^2 \frac{dx}{dt}}{\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}} \dots \textcircled{1}$$

$$m \frac{d^2y}{dt^2} = -mg - \frac{kv^2 \frac{dy}{dt}}{\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}} \dots \textcircled{2}$$

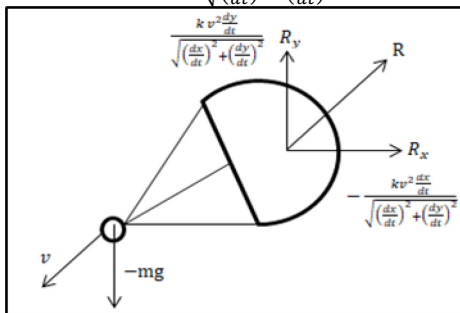


図1. モデル参考図

式①,②中のkは抵抗係数を表し、物体に働く抗力のモデルであるニュートンの抵抗法則より、

$$k = \frac{1}{2} \rho S C \dots \textcircled{3}$$

となる。ここでρは大気密度、Sは断面積、Cは抗力係数を表す。大気密度ρは国際標準大気モデルを用いて求めるものとする。抗力係数Cと断面積Sについては実験より求めるものとする。

実験は以下の内容となる。まず、ビニールパラシュートを作成し、風洞装置を通し扇風機で風を当てる。この際のパラシュートに働いた力Fを

錘を用いて計測する。その際の風速についても風速計より計測を行う。その後、Ngraphを用いて抗力係数Cを算出する。また、パラシュートを撮影した写真より断面積を求めた。

これらを式③に代入して式①,②で使用するkの値を決定した。その後、実際の状況を想定した値を設定して落下時間と進行距離を求めるシミュレーションを行った。

## 3. 結果

実験より求められた抗力係数Cは 4.70710986 となった。その後、数値シミュレーションを行い落下物の動きを数値として算出した結果は以下のようになった。

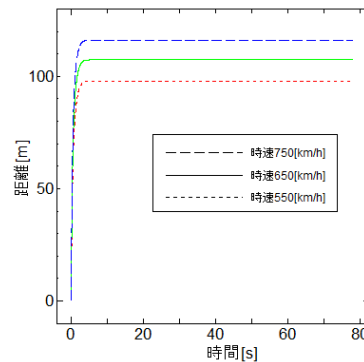


図2. 時間に応じた進行距離の関係

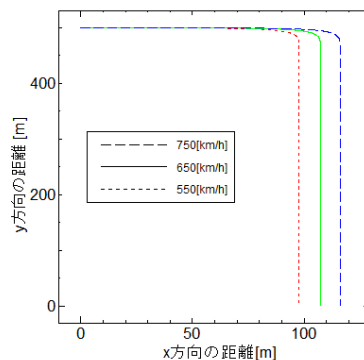


図3. x,y 方向距離の関係

これより、仮想的条件下ではあるものの航空機よりパラシュートを用いて物資を目的の位置に落下させたい場合に、どの位置から落とせば良いかシミュレーションより求めることが出来た。

## 4. 今後の展望

今回使用した簡易的な風洞装置及びパラシュートをより正確なものにして実験を行うことで、より実用的な結果を求められるのではないかと考えられる。

# 日本習字における毛筆文字の自動評価

## Automatic evaluation of japanese brush character in calligraphy

14507 今田 悠貴  
指導教員 大島 真樹

### 1. はじめに

習字における文字の良し悪しは人間が評価をしているため、人それぞれの感性に左右される。コンピュータで人間が書いたように自動で書く研究はされているが、人間が書いた毛筆文字をコンピュータが評価する研究はあまりされていなかった。

そこで文字のバランスなどに注目して文字を評価するプログラムを作成しようと考えた。

本研究では、以下の2点のバランスについて自動評価するプログラムを作成する。

1. 横画が重なる時の間隔
2. へん(扁)とつくり(旁)のバランス

### 2. 研究方法

#### 1. 横画が重なる時の間隔[1]

実験用の画像として、1つの文字につき3枚の画像を用意する。

用意した画像を OpenCV に読み込ませて、確率的ハフ変換を用いて画像から直線を検出する。

検出した直線をもとに横画の中点を求め、中点と中点の距離をもとに評価をつける。

#### 2. へん(扁)とつくり(旁)のバランス[1]

先程と同様に3枚の画像を用意する。

用意した画像を OpenCV に読み込ませて、画像から輪郭を検出する。

検出した輪郭をもとにへんとつくりについて評価させる。

### 3. 評価方法

文字のバランスを評価する際の各評価方法を以下に示す。

#### 1. 横画が重なる時の間隔

横画が重なる文字は、横画と横画の間隔の差のドット数をそれぞれ求め、その平均を100から引いた数値を得点とする。



図1 横画が重なる文字にハフ変換を用いた結果

図1は用意した3枚の画像に得点をつける際に使用する直線を描画したものであり、左から1-1、1-2、1-3とする。

#### 2. へん(扁)とつくり(旁)のバランス

へんとつくりで構成される文字は、へんの高さとつくりの高さをそれぞれ輪郭検出にて求める。へんの高さを5で、つくりの高さを8で割り、その数値の差を100から引いた値を得点とする。



図2 へんとつくりの矩形を描画した結果

図2はへんとつくりから構成される文字から輪郭を検出し、その矩形を描画したものであり、ここで検出した輪郭をもとに文字を評価する。また、左から2-1、2-2、2-3とする。

### 4. 結果

表1 横画が重なる文字の評価結果

	横画が重なる文字の得点
1-1	96点
1-2	88点
1-3	58点

表1は横画が重なる文字から直線を検出し評価した結果をまとめた表である。

表2 へんとつくりで構成される文字の評価結果

	扁と旁で構成される文字の得点
2-1	100点
2-2	88点
2-3	78点

表2はへんとつくりで構成される文字から輪郭を検出し評価した結果をまとめた表である。

### 5. まとめ

今回の実験では、文字のバランスに注目して評価基準を作成することができた。しかし評価基準を2つしか作成できなかったため評価できる文字が少なかった。

今後の展望としてだれが見ても明確な部分に注目し、評価基準をたくさん設けることで多くの文字に対応できると思われる。

### 参考文献

- [1] 中村剛士, 松下政親, 世木博久, 他, "フラクタルを用いた毛筆文字のかすれ表現について", 日本ファジィ学会誌 Vol.8, No.3, pp.558-566 (1996)
- [2] 宮地功, "AHP とファジィ推論を用いた毛筆書写の評価方法を学習する知的システムの構成", 岡山理科大学, 科教研報 Vol.10 No.5 (1996)

# SVM を用いた木材のバリ検出における前処理フィルタの効果

Effect of Pre-processing Filters in Detection of Burrs on Wood Using SVM

14508 巖 晃  
指導教員 宮田 統馬

※都合により原稿はありません。

# 白とび及び黒つぶれの補正方法の検討

A Study on overexposure and blackout correction

13513 上野 元気  
指導教員 川村 春美

※都合により原稿はありません。



# 画像内対象物の自動消去法の検討

A Study on Automatic Removal of Target Objects in an Image

14510 大塚 亮平  
指導教員 川村 春美

※都合により原稿はありません。

# Keras を使ったキャラクター画像の自動識別

Auto classification of character images with Keras

14511 大那 海人  
指導教員 大島 真樹

## 1. 研究背景

画像特徴量の一つである HOG と学習手法 SVM を用い、マンガのキャラクター識別を行った実験の結果は存在するが、Deep Learning を用いた識別を行った研究は公表されていない。

## 2. 研究目的

キャラクターの顔画像の認識フィルターを用いて顔画像部分を切り取ることができること、切り取った画像を Deep Learning を使った AI に機械学習させることができること。姉妹キャラクターの画像を自動識別することしそれぞれを示す。二人のイラストレーターの姉妹キャラクターを学習させ、片方のイラストレーターの姉妹キャラクター以外のキャラクター達を識別させ、どちらのイラストレーターが書いたものかを識別させる。

## 3. 環境

本実験では Anaconda, TensorFlow, Keras を Windows にインストールする。Anaconda[1]は機械学習に必要な Python が入っている。

TensorFlow は Keras のバックエンドとして動作させた。Keras は機械学習の本体のライブラリであるこの研究では、計 6 層のニューラルネットワークを文献[2]と同じ構造で作成した。

## 4. キャラクターの使用許諾について

公式サイトに「当社は、非商用に限り個人、または同人サークル等が、本キャラクターの二次創作物を公開、配布する事を許諾します」と記載されており、今回使用させて貰ったイラストを描いているイラストレーター2名「ほかん」「MtU」（敬称略）から Twitter を通じて直接承諾を得ている[3][4]。

## 5. 研究方法

### 5.1 研究方法 1



図1 学習に使った画像の一部

図1は学習に使った画像の一部である。akane(左側)が姉、aoi(右側)が妹となっている。これはGitHubに公開されているアニメキャラ用画像フィルターlbpcascade\_animeface.xmlを用いて抽出した。



図2 学習に使わない別の作者(©ほかん)が描いた画像

の一部

図2は学習に使わなかった画像一部である。学習に使った画像と使わなかった画像は別の作者が同じキャラクターをモチーフに書いた絵である。

### 5.2 研究方法 2



図3 学習に使った画像の一部

図3は学習に使った画像の一部である。

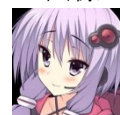


図4 学習に使わないキャラクターの一部

図4は学習に使わなかった画像の一部である。これらの画像を研究1と同じように動画ファイルに変換して Keras に入力し、どのクラスとして識別されるかを確認した。

## 6. 研究結果

### 6.1 研究方法 1

表1 akane と aoi の正解と不正解の割合

名前	正解	不正解
Akane	100%	0%
Aoi	99%	1%

表1は akane と aoi の正解と不正解の割合を示しており、akane の正解率は 100%となったが、aoi は 99%となった。

### 6.2 研究方法 2

表2 ほかんの正解と不正解の割合

名前	正解	不正解	どちらでもない
ほかん	83%	8%	9%

表2はほかんの正解と不正解の割合を示しており、正解率は 83%、不正解は 8%、どちらでもないのが 9%となっている。

## 参考文献

- [1]Anaconda, Theano, Tensorflow, keras ColdSnap(HatenaBlog), <http://coldsnap.hatenablog.jp/entry/2017/08/27/114900>, 2018-10-19 参照
- [2]Keras:Python の深層学習ライブラリ Keras.io, <https://keras.io/ja/>, 2018-10-19 参照
- [3]琴葉茜・葵-ライセンス, 株式会社 AHS, <https://www.ai-j.jp/kotonoha/>, 2018-10-19 参照
- [4]ボイスロイドの著作権・二次創作のガイドラインまとめ, 木村すらいむ, <https://kimu3.net/20170406/7344#i-2>, 2018-10-19 参照

# マイクロブログの投稿情報による 鉄道の混雑状況の予測手法の提案

A Congestion Prediction Method using Microblogging Data

14512 大町 祥輝  
指導教員 島川 陽一

## 1.はじめに

文章データから情報を抽出する技術として、テキストマイニングと呼ばれる手法が存在する。テキストマイニングは、文章データを形態素と呼ばれる、文節よりさらに細かい単位に文章を分解し、それらの出現の頻度や共出現の相関、出現傾向、時系列などを解析することで有用な情報を取り出す技術である。この技術を用いて、Twitterの雑多な投稿を分析し、予測に有用な情報を取り出すことのできるのではないかと考えた。これが本研究の着想点である。

本研究ではソーシャルセンサとしてマイクロブログサービス Twitter の投稿情報を用い、Twitter の投稿情報に対してテキストマイニングを利用して分析を行って、鉄道の利用状況の推定を試みる。これによって、Twitter のソーシャルセンサとしての有用性の検証および、テキストマイニングを用いたソーシャルセンサに対する情報抽出の技術の有用性を検証する。

## 2. 方法

テキストマイニングは、文章データを形態素と呼ばれる、文節よりさらに細かい単位に文章を分解し、それらの出現の頻度や共出現の相関、出現傾向、時系列などを解析することで有用な情報を取り出す技術である。本研究では、品詞を分類した後、名詞の形態素に絞って数え上げを行う。名詞だけに絞る理由としては、名詞以外の形態素の傾向を調査しても、そこには実世界で起こっていることや注目語に当たる単語はないと考えたためである。Twitter の投稿情報に対し、形態素解析を用いて名詞の数え上げを行うことで、収集した当行の中でどのようなトピックが注目されているのかを知ることができる。

## 3. 結果 (ゴシック、10.5 ポイント)

遅延や運転見合わせ、運休など、何らかのアクシデントにより運行状況が変化した場合に Twitter の投稿にどのような変化が現れるのか、テキストマイニングを用いて調査する。収集した投稿に対して名詞の数え上げを実行し、運行状況の変化を示すキーワード 2 つについて、それらが投稿内で登場する回数が増加する日を見つけ出し、実際の運行状況との関係がどのようになっているか調査する。表 1 に「見合わせ」という名詞の形態素が多く投稿された日のリストを示す。

表 1. 「見合わせ」が多く投稿された日

日付	順位	単語の使用回数	運行情報
9月16日	24	40回	鶯谷 旅客転落
9月30日	24	72回	台風 運休
8月17日	30	42回	渋谷 不審物
8月23日	33	41回	路線上発煙
8月29日	43	42回	渋谷 信号故障

表 1 より、「見合わせ」などの形態素は、実際に遅延や運転見合わせが発生した日に多く投稿されていることがわかる。

## 4. まとめ

運行状況の変化が発生すれば、「遅延」、「運転見合わせ」等の語句の利用が増加すると考えられる。頻出形態素内にこれらの語句が含まれた場合、運行状況が変化したことを判断することができると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、収集済みの投稿に対して、分析を行うことで、鉄道の運行状況の変化を推定できることを確認した。収集用スクリプトと、形態素解析、共起分析をリアルタイムに実行することで、リアルタイムに Twitter 上の投稿を監視することで、運行状況の変化をリアルタイムな情報から検知して、提供できるシステムを構築できる可能性があると考えられる。

今後の課題としては、Twitter の投稿を監視することで、リアルタイムに運行状況の変化を検知、通知できるシステムを構築し、その有効性を検証することが挙げられる。また、鉄道以外の分野にもリアルタイムに雑多な投稿をテキストマイニングすることで、キーワードを取り出し、検知可能な情報はあると考えられるため、鉄道以外の対象を取って応用し検証していくことも挙げられる。

## 文 献 (ゴシック、10.5 ポイント)

- [1]丸千尋, 榎美紀, 中尾彰宏, 山本周, 山口実靖, 小口正人, “大規模災害時における Twitter を用いたネットワークシステム制御に有用な情報の抽出”, 第 6 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム C7-3,2014
- [2]榎剛史, 松尾豊, “ソーシャルセンサとしての Twitter”, 人工知能学会, 人工知能学会誌 Vol.27 No.1, pp.67-74, 2012
- [3]“JR 東日本の遅延情報を記録してみるブログ”, <https://遅延記録.com>, 2019 年 2 月 8 日

# Population Based Training を用いた機械学習による バリ検出精度の向上に関する検討

A study on accuracy improvement for burr detection using machine learning  
with Population Based Training

14513 荻野 陽太

指導教員 宮田 統馬, 内田 健

※都合により原稿はありません。

# 惑星探査機の軌道計算

## Orbital calculation of planetary probe

14514 小野 洋佑  
指導教員 山野辺 基雄

### 1. 緒 言

近年宇宙開発事業が活性化していて、中小企業でも人工衛星や惑星探査機の打ち上げに携わっておりその目的も様々である。

しかし惑星探査機の打ち上げコストの問題やロケットに積める惑星探査機の重量に限りがあるため、できるだけエネルギー効率をよくする必要がある。

本研究では、作年度の鷲尾らの研究[1]を基礎とし惑星探査機の軌道計算を行い、最適化を行うことを最終的な目的とする。

そこで、惑星間飛行では燃料を消費しない「スイングバイ航法」が利用する。「スイングバイ航法」は自ら燃料を使うことなく天体の万有引力や公転運動を利用して惑星探査機の加減速や運動方向の変更を行うことができる航法である。

今回の研究では、スイングバイをされる惑星の引力圏に到達した位置と速度と角度によりその後の軌道が決まるので、引力圏には到達したときの探査機の位置と速度と角度を任意にとり、その値を得るには地球でどのような初期値で惑星探査機を飛ばせばいいかを調べることを目的とする。

### 2. 方 法

本研究では、太陽系の惑星の公転運動をある一つの平面に限り、円運動をしている太陽・地球・木星を考え、地球周回軌道から発射される惑星探査機の軌道を扱う。

惑星間飛行では円錐曲線の中の楕円軌道を用い、太陽と惑星探査機の二体問題で軌道を考える。

影響圏

時間  $t$  におけるケプラー方程式

$$\sqrt{\frac{\mu}{a^2}}(t - t_\pi) = E - e \sin E$$

を  $E$  について解くことで惑星探査機の位置を計算する。

今回はケプラー方程式をニュートンラフソン法で解き近似解を計算し惑星探査機の軌道を求めている。

### 3. 結 果

ニュートンラフソン法でケプラー方程式を解くことで得られた

$$\mathbf{r} = a(\cos E - e)\mathbf{P}^\wedge + \sqrt{apsinE}\mathbf{Q}^\wedge$$
$$\mathbf{v} = -\frac{\sqrt{\mu a}}{r}\sin E\mathbf{P}^\wedge + \frac{\sqrt{\mu p}}{r}\cos E\mathbf{Q}^\wedge$$

を用いて惑星探査機の時間  $t$  における座標と

速度の数値計算をおこなった。

数値計算で求められた結果を用いて地球の公転軌道・木星の公転軌道・木星の影響圏・同じ位置に到達する速度の違う 2 種類の惑星探査機の軌道を以下に示す。

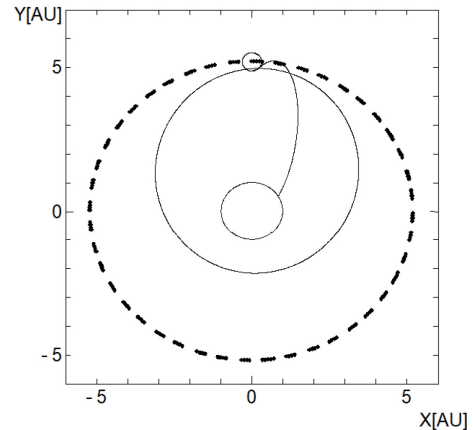


図 1:2 種類の惑星探査機の軌道

図 1 の線はそれぞれ軌道を表しており、外側の破線のような線は木星の公転軌道・木星の公転軌道上の小さな円は木星の影響圏・中央にある円は地球の公転軌道・地球の公転軌道と影響圏を結ぶ線と木星影響圏に接して円軌道を描いている線は惑星探査機を表している。

2 種類の惑星探査機の軌道は両方とも影響圏上の同じ座標になるように初期値を設定している。

### 4. 今後の予定

今回使用したモデルは公転周期など考慮して部分があるのでモデルを改良し精度を上げる必要がある。また、最終的な目的である飛行軌道の最適化を行うためにスイングバイ時とスイングバイ後の計算を行うことを今後の予定とする。

### 文献

- [1] 鷲尾 陵太, “スイングバイ航法における速度の変化”(2017)
- [2] 乙幡 優”太陽系のシミュレーション”(2015)
- [3] 半揚 稔雄, “ミッション解析と軌道設計の基礎”(2014)

# 対話型遺伝的アルゴリズムによる警報音の特徴を持った サイン音の自動生成に関する検討

A study on automatic generation of audible alarms using an interactive genetic algorithm

14515 小野寺 雅  
指導教員 内田 健

※都合により原稿はありません。

# 熱抵抗値による適切な重ね着を提案するシステムに関する検討

A study on a system for suggesting feasible layered clothing using thermal resistance values

14516 小野寺 蓮

指導教員 内田 健

※都合により原稿はありません。

# 時系列解析を用いたマーケット指標の予測に関する研究

A Study on Stock Market Indexes Prediction with Time Series Analysis

14517 片山 貴仁  
指導教員 佐藤 豊

## 1. 緒言

本研究では、マーケットの対象を東京証券取引所とし、その指標は日経平均株価を使用する。日経平均株価は以前より様々な場面で注目されている。株式投資家などは勿論、政府の経済統計に使われることもあるなど非常に重要視されており、動向次第で日本経済に大きな影響を与える。日経平均株価は企業の業績や為替、世界の経済状況など様々な要因によって変化し予測を行うのは非常に困難である。そのため、研究も盛んに行われており様々な人がマーケット指標の予測値を出している[1]。しかし、予測手法が異なるため予測値は違っている。

本研究の目的は、日経平均株価の変動を AR モデル、ARMA モデル、ARIMA モデル、ARCH モデル、GARCH モデルの複数の時系列解析モデルでそれぞれ予測し、実際のデータとの比較をそれぞれ行うことである。比較結果から日経平均株価の予測においてどの時系列解析モデルを使うのが一番適しているか明らかにする。また、予測期間を相場に合わせて変更し相場によるモデルの優劣が存在するのかを確認する。

## 2. 研究環境

- Windows10 Pro
  - R ver3.4.4
  - Rstudio
- package : quantmod, fgarch, tseries

## 3. 研究方法

- (1) 日経平均株価(2017年)のデータを取得する。
- (2) 株価データを対数差収益率に直す。対数差収益率は以下の(1)式で求められる[2]。

$$r_t = \log y_t - \log y_{t-1} \quad (1)$$

$r_t$  : t時点の対数差収益率

$y_t$  : t時点の株価

- (3) 対数差収益率データを訓練データとテストデータに分ける。今回は、1月~11月末を訓練データ、12月をテストデータとする。
- (4) Rで訓練データを用いて複数の時系列解析モデルを求める。  
使用モデル: AR, ARMA, ARIMA, ARCH, GARCH モデル

- (5) 求めたモデルを用いて予測を行う。予測したデータとテストデータを比較し予測誤差(RMSE)を求める。モデル同士の予測誤差を比較し、精度が一番高いモデルを明らかにする。

- (6) (3)~(5)の手順で解析期間の変更を行う。解析期間は、株価のチャートを観察し相場の特徴を見つけて期間設定を行う。

## 4. 結果

表1は、各相場の予測誤差をまとめたものである。

表1 各相場での予測誤差

相場	一年間	膠着相場	膠着相場	上昇相場
		1	2	
AR	0.7693814	0.8341031	0.3874843	0.9497131
ARMA	0.7634004	0.8080973	0.3851292	0.9571165
ARIMA	0.7738643	0.8330464	0.3884871	0.9531818
ARCH	0.7701501	0.8325382	0.4034028	0.9633924
GARCH	0.7709863	0.8329083	0.3990594	0.955683

表2は、表1の予測誤差をもとに時系列解析モデルを制度順に並べたものである。

表2 精度順の時系列解析モデル

相場	一年間	膠着相場	膠着相場	上昇相場
		1	2	
時系列解析モデル	ARMA	ARMA	ARMA	AR
	AR	ARCH	AR	ARIMA
	ARCH	GARCH	ARIMA	GARCH
	GARCH	ARIMA	GARCH	ARMA
	ARIMA	AR	ARCH	ARCH

## 5. 結言

表2を見るとARMAモデル、ARモデルが上位に来ている。このことから、和文や分散といった要素は今回使用したデータには合っていないことがわかる。また、どの相場でもARMAモデルやARモデルが上位にいることや、同じ膠着相場でも膠着相場1と2では時系列解析モデルの精度順が一致していないことから相場によるモデルの優劣は見られなかった。

表1を見ると膠着相場では予測誤差が小さく、上昇相場では予測誤差が大きい値となっている。しかし、膠着相場1は膠着相場2と比較すると大きい値をとっている。これは、膠着相場1は膠着してはいるが一日の値の変動幅が大きいからだと思われる。このことから、本研究で使用したモデルは価格変動の大きいデータの予測にはあまり向いていないと思われる。

## 文献

- [1] 植田英三郎(2019)「時系列解析による株価予測」、『大阪府立大学経済研究』53, pp.95-111, 大阪府立大学。
- [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-』ブレアデス出版。



# OFDM におけるノイズの影響に関する一研究

A study on the influence of noise in OFDM

14518 加藤 翔太

指導教員 宮田 統馬

※都合により原稿はありません。

# 長方形板取問題における近似解法への適用

Heuristic approaches to Rectangle Packing Problem

14519 金子 航  
指導教員 島川 陽一

## 1. はじめに

長方形板取問題は長方形の大きな資材からリストで与えられた小さな長方形の板を切り出す問題である。一般的に「切り出したときに使用できなくなる余り（以下「一般的には端材」という）の量」の最小化を指すことが多いが、本稿ではこれに加えて作業者にとっての切りやすさの観点にも注目し「切断する回数」の最小化を考える。実際に板金で作業者が行った板取りの資料に対して複数の近似アルゴリズムを適用する。BLF法とNF法の処理の概要については本論文に記した、本稿では結果の検討を中心に行う。

## 2. 長方形板取問題の定式化

要求物*i*の幅を $x_i$ 高さを $y_i$ とし、要求リストの要求物*i*の面積を $P_i(x_i, y_i)$ とする。この要求物の数を $n$ とすると最小化する端材の量 $H$ は式(1)で与えられる。切り出しを行った際に使用した母材の最大高さを $y_{max}$ 母材の幅を $w$ とすると母材の面積 $S$ は式(2)によって求められる。

$$\min H = S - \sum_{i=0}^n P_i(x_i, y_i) \quad (1)$$

$$S = wy_{max} \quad (2)$$

式(3)に表す端材の量から求められる充足度 $M$ によって評価を行う。これは使用する長方形の面積と、母材に配置した資材の面積による割合である。

$$M = \frac{\sum_{i=0}^n P_i(x_i, y_i)}{wy_{max}} \quad (3)$$

## 3. 数値計算の結果

表1の要求リストからBLF法とNF法によって最適化を行った結果を図1, 2に示す。この例では大きな資材は幅1800高さ900とし、要求リストの順番は高さの降順とする。

表1. 要求リスト

幅	803	803	803	376	376	376
高	316.4	291.4	284.4	316.4	291.4	284.4

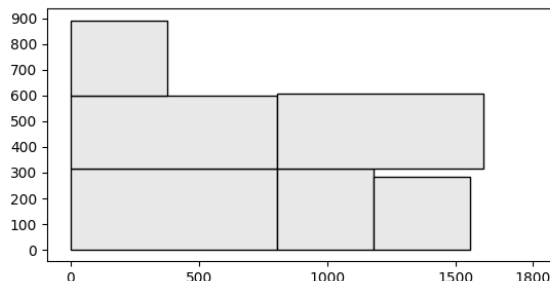


図1. BLF法による計算結果

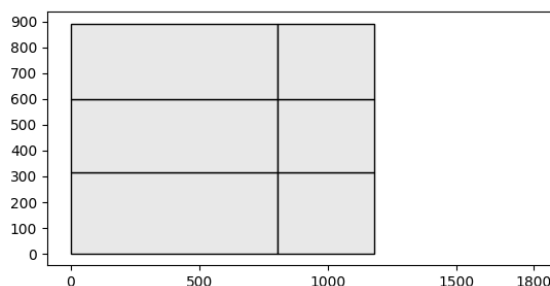


図2. NF法による計算結果

計算結果から求められたBLF法とNF法の結果の評価は表2である。切断は母材の面内に存在する配置された資材同士の辺の重なりを1つの直線とし、これを1回の切断と数える。

表2. BLF法とNF法の結果の評価

近似解法	BLF法	NF法
充足度[%]	65.50	65.50
切断回数[回]	12	5

BLF法とNF法の充足度 $M$ は65.50%と同じ結果になったが、切断回数に関してはNF法がBLF法よりも優れていた。これはNF法の結果に「頂点が多く重なる点」が多いためだと考えられる。

## 4. まとめ

BLF法及びNF法のプログラムに充足度の算出する機能を実装した。課題として「作業者にとっての切りやすさ」のモデル化が存在する。

## 文献

- [1] 塩見 雄佑等, “現実的な制約を考慮した二次元板取問題”, 東京大学大学院工学研究科(2007).

# 球面上に拘束された粒子の正準共役変数間のディラック括弧 -拘束面の与え方による違い-

The Dirac brackets of canonical variables of a particle constrained on a spherical surface  
-A difference according to initial constraint conditions-

14520 川口美月  
指導教員 山野辺 基雄

## 1. 緒言

質点の古典的な運動の扱いには、ラグランジュ形式とハミルトン形式の2つの方法がある。拘束系でのハミルトン形式を記述する際には、ディラック括弧を用い、一般座標 $q_i$ と一般運動量 $p_i$ の正準共役変数間におけるディラック括弧の結果がカノニカルになることで、量子論への移行が容易に行うことができる。「カノニカルになる」とは、各座標変数とその共役運動量の間のディラック括弧が1になり、変数同士のその他ディラック括弧は0になるということである。

しかし、ハミルトン形式において3次元内の球面上に拘束された粒子を条件として与えたとき、ディラック括弧はカノニカルにならならず、量子論への移行する際に困難が伴う結果となった。これを解決する方法として、拘束条件の時間微分をラグランジアン $L$ に与えるとディラック括弧の結果がカノニカルになるとされている。

そこで本研究では、球面方程式 $x_1^2+x_2^2+x_3^2=a^2$ をラグランジアン $L$ に与えた場合と、その微分 $x_1\dot{x}_1+x_2\dot{x}_2+x_3\dot{x}_3=0$ を与えた場合の二つの拘束条件でのディラック括弧の結果を考察する。

## 2. 結果

(1) 拘束条件 $x_1^2+x_2^2+x_3^2=a^2$ の場合

はじめに、球面上での拘束条件 $x_1^2+x_2^2+x_3^2=a^2$ をラグランジアンに与えた場合

$$L = \frac{1}{2}m(\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 + \dot{x}_3^2) - x_4(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 - a^2)$$
を考へる。ここで $x_4$ はラグランジュの未定乗数である。このラグランジアン $L$ からハミルトン形式を考へると

$$\phi_1 \equiv P_4 \approx 0$$

$$\phi_2 \equiv x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 - a^2 \approx 0$$

$$\phi_3 \equiv x_1 P_1 + x_2 P_2 + x_3 P_3 \approx 0$$

$$\phi_4 \equiv \frac{1}{m}(P_1^2 + P_2^2 + P_3^2) - 2x_4(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) \approx 0$$

なる拘束条件が得られる。この拘束条件をもとにディラック括弧を求めた結果は

$$\{x_i, x_j\}_D = 0$$

$$\{x_i, P_j\}_D = \delta_{ij} - \frac{x_i x_j}{a^2}$$

$$\{P_i, P_j\}_D = \frac{x_i P_j - x_j P_i}{a^2}$$

となり、カノニカルにならない。

(2) 拘束条件 $x_1\dot{x}_1+x_2\dot{x}_2+x_3\dot{x}_3=0$ の場合

次に時間微分した拘束条件 $x_1\dot{x}_1+x_2\dot{x}_2+x_3\dot{x}_3=0$ を加える。これによりラグランジアン $L$ は

$$L = \frac{1}{2}m(\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 + \dot{x}_3^2) - x_4(x_1\dot{x}_1 + x_2\dot{x}_2 + x_3\dot{x}_3)$$

となる。このラグランジアン $L$ からハミルトン形式に移行すると

$$\phi_1 \equiv P_4 \approx 0$$

$$\phi_3 \equiv x_1 P_1 + x_2 P_2 + x_3 P_3 + x_4(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) \approx 0$$

なる拘束条件が得られる。この拘束条件をもとにディラック括弧を求めると

$$\{x_i, x_j\}_D = 0$$

$$\{x_i, P_j\}_D = \delta_{ij}$$

$$\{P_i, P_j\}_D = 0$$

となり、ディラック括弧はカノニカルになった。

(1)と(2)の拘束条件の同等性については、(2)に対して初期条件として半径を $a^2$ と限定することで解決できる。

## 3. 結論

本研究では、拘束系におけるハミルトン形式の記述について二つの条件で与えた結果、拘束条件を時間微分した場合のみディラック括弧の結果がカノニカルになることを確認できた。これにより、拘束系の粒子を量子化について論ずる際は、与える拘束条件を時間微分することで安易に行うことができると言える。

## 4. 今後の発展

本研究では、球面上での拘束条件を用いた一例での検証となってしまうため、他の拘束条件での検証が必要である。

## 文献

- [1] Landau, L. and Lifshitz, E., “力学” (東京図書 1987)
- [2] P.A.M. Dirac, “Lectures on Quantum Mechanics” (Yeshiva Univ. Press, New York, 1964); 九後 一郎, “ゲージ場のシ量子論 I” (培風館 1998)

# 陰影を含む文書画像からの陰影除去

## Removing shadow from taken document picture covered with shadow

14521 北村 開  
指導教員 川村 春美

### 1. 緒言

ここ数年、携帯端末に搭載されているカメラの性能が著しく向上していることに着目し、携帯性を備えたままスキャナの代替として携帯端末を機能させられるのではないかと考えた。一例として、iOS では標準のメモアプリにてスキャナを用いずに矩形フィッティングを含め紙文書の電子化の機能が備わっている。

しかし実際に撮影を行うと、照明等による陰影が写り込んで OCR 等の解析に影響を及ぼしてしまうことが問題である。

上述の状況から本研究では、携帯端末で撮影された陰影を含む文書画像から陰影を除去する手法を検討する。

### 2. 研究のアプローチ

本研究では、入力画像に対し陰影領域の特定を行い、その領域のみを切り出し明るくするという一連の処理を繰り返すことにより、陰影を除去する。陰影領域の特定には、閾値自動算出の一般的な手法の一つである判別分析法[1]を用いる。陰影を含む文書画像を判別分析法で二値化すると以下ようになる。

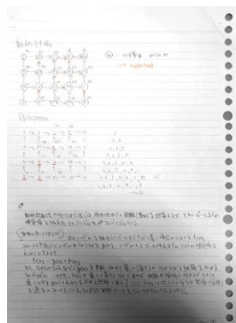


図 1. 携帯端末で撮影した文書画像

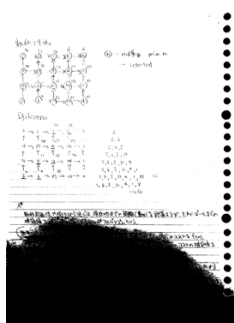


図 2. 判別分析法による二値化結果

これにより、陰影領域の輪郭を明確にできる。この画像から、陰影領域と判断できる領域のみを抽出したい。これは相対的に面積の大きい領域のみを抽出することで実現できる。そのために輪郭検出[2]を行うが、字や線などが残っていることが考えられるため、収縮と膨張処理でノイズ除去と陰影領域の輪郭の低解像化を行う。その後輪郭検出を行い、検出された輪郭によって得られる領域の面積に基づいて陰影領域を特定する。

次に、特定した陰影領域を入力画像から切り出し、ガンマ補正を行う。繰り返し処理により徐々に明るくするため、1.0 に近い  $\gamma=1.18$  でガンマ補正をかける。ガンマ補正後の領域を入力画像の切り出し位置に復元し、それを新たな入力画像とし

て再度判別分析法による二値化の行程から繰り返す。この処理をフローチャートで表すと以下のようなになる。

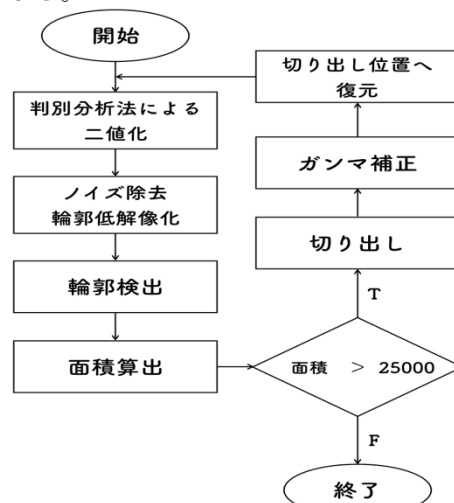


図 3. アプローチのフローチャート

### 3. 結果

図 1 を入力画像とし、提案手法を適用した結果を示す。

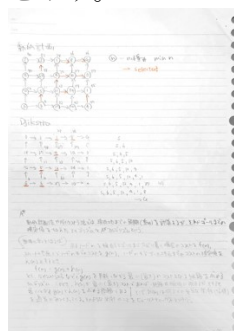


図 4. 提案手法を適用した画像

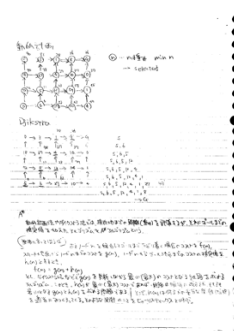


図 5. 提案手法を適用した画像(二値化)

図 5 より、文書画像から陰影が除去できることがわかる。

### 4. 結言

本研究では、陰影を含む文書画像から陰影を除去する手法について研究を行なった。提案手法の適用によって、陰影を除去することができた。しかし、入力画像に応じた陰影面積の閾値の導出法を今後検討していく必要がある。

### 文献

- [1] 大津展之, “判別および最小 2 乗規準に基づく自動しきい値選定”, 電子通信学会論文誌 D 63(4), pp349-356, 1980-04
- [2] Suzuki, S. and Abe, K., “Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by Border Following”, CVGIP 30, 1, pp.32-46 (1985)

# 3D 空間上での Leap Motion の操作精度調査

Accuracy of Leap Motion in 3D space

14522 小林 雅大  
指導教員 島川 陽一

## 1. 研究背景

現在のコンピュータインターフェースは GUI(グラフィカルユーザーインターフェース) と NUI(ナチュラルユーザーインターフェース) の 2 つが存在する。NUI の開発・実用化が進んでいる。

NUI の実現例のひとつとして「Leap Motion」がある。

「Leap Motion」を使用した 3D アプリケーションのメニュー選択の方法は、オブジェクトに触れるだけで決定が行われるもの(本研究では「タッチ式」と呼ぶ)と、オブジェクトに触れ続けることで決定されるもの(本研究では「カウント式」と呼ぶ)がある。

Leap Motion 社より UI Input Module というパッケージが提供されている。本研究では、このパッケージより作成したボタンのメニュー操作を「ボタン式」と呼ぶ。

## 2. 問題点

「タッチ式」でのメニュー操作は、触れるだけで操作ができるので直観的操作が可能だが、意図せずに触れてしまっても反応してしまうため誤動作につながってしまう。誤動作を少なくするためには、カウント式を採用するか、他に決定するための入力が必要になる。現在、どの方式を採用するのが最適かわかっておらず、アプリケーションごとに仕様がまちまちになっている。

## 3. 研究目的

Leap Motion コントローラを使用し、3D 空間上でメニュー操作を行うアプリケーションを作成する。以下の 3 つの操作方式で実験を行う。

- ① Leap Motion - ボタン式
- ② Leap Motion - タッチ式
- ③ Leap Motion - カウント式

それぞれの操作時間・操作ミスなどの記録を取り、その結果どの決定方式が最適なのかを考察する。

## 4. 実験方法

本実験では Unity5.6.1 を使用し以下の図 1 に示す 3D アプリケーションを作成する。



図 1 Leap Motion-ボタン式のアプリケーション画面

このアプリケーションは、スタートすると「？」に選択する数字が表示される。表示された数字と同じものを選択し、決定を行うと次の数字が表示される。この数字は一つ前の数字と被らないように表示される。画面右上には経過時間が表示される。10 回正確に表示された数字を選ぶと終了する。

スタートから終了までの間に、正確な選択までにかかる時間(A)、選択から決定までの時間(B)、選択ミス(a)、決定ミス(b)を記録する。

20 代の学生 8 人を対象とする。対象者は、操作に慣れるため、約 50 回ボタンを押すテストを実施する。その後、記録を開始する。この方法で①～③の実験を行う

## 5. 実験結果

以下の表 1 に実験①～③の結果の平均をまとめたものを示す。

表 1 実験①～③の結果の平均をまとめ

	プレイ時間 (A+B) [s]	選択にかかる 時間(A) [s]	選択から決定 までにかかる 時間(B) [s]	選択 ミス(a)	決定 ミス(b)
① Leap Motion ボタン式(平均)	15.2	7.9	7.4	9.9	0.6
② Leap Motion タッチ式(平均)	13.3	8.6	4.7	5.9	0.5
③ Leap Motion カウント式(平均)	18.1	8.4	9.6	3.3	0.3

「選択ミス(a)」「決定ミス(b)」が実験①、②、③の順で小さくなるという結果となった。

## 6. 結論

本研究では、Leap Motion を初めて操作する人が調査対象者だったため操作に不慣れな状態であった。表 4 の「選択ミス(a)」「決定ミス(b)」が実験①、②、③の順で少なくなっているのは、実験を行うにつれて調査対象者が操作に慣れたということも考えられる。実験を長期間行うことで結果が変化すると思われる。

本研究の結果からは、正確に操作する、ユーザが操作しやすいという点においては③ Leap Motion - カウント式が最適であると考えられる。

## 7. 今後の展望

記録実験を実施する前に数週間 Leap Motion を使用し、操作に慣れることで、より信頼性のある記録を取ることができるとと思われる。

## 文献

- [1] 大前 研一, “大前研一 世界を知る 6 つの特別講義”, good.book 編集部, good.book, 2016
- [2] 山本 英礼, 松原 俊一, Martin Duerst, “モーショントラッキングを用いた直感的ポインティングシステムの提案と実装”, 第 78 回全国大会講演論文集. 2016, 巻:2016, 号:1, p.253-254

# 暗号通貨に対する統計的手法による投資戦略の検討

A Study on Investment Strategy for Cryptocurrency with Statistical Methods

14523 小峯谷 勇二  
指導教員 佐藤 豊

## 1. 緒言

近年ビットコイン(以降 BTC)をはじめとした暗号通貨が開発されている。その価格は従来の通貨同様常に変動しており、時点ごとの価格データが存在する金融系の時系列データである。同等のものには他にも株式・外国為替があり、それに対する統計的な解析は今日も積極的に行われている。

本研究の目的は、BTC の価格データに対して、統計的手法を用いて投資戦略を検討することである。

## 2. 方法

本研究は大きく分けて以下の手順で行う。

1. BTC 価格の取得
2. 期間 5・25 単純移動平均の計算
3. 買いシグナル・売りシグナルに従った売買結果の計算

なお、本研究では価格データの取得は Python3.6.4、価格データの解析は Python anaconda3-5.1.0 で行う。その際 Ta-Lib[1]を利用する。

BTC 価格の取得は、Cryptowatch[2]という api を利用する。

単純移動平均とは、時系列データに対して現時点から過去一定期間のデータの平均をとったものである。すなわち、時系列データ  $X_1, X_2, \dots$  における、単純移動平均線の期間  $p$  の、任意の時点  $t$  での単純移動平均線の値  $SMA(t, p)$  は、

$$SMA(t, p) = \frac{1}{p} \sum_{i=0}^{p-1} X_{t-i}$$

と算出される。

単純移動平均を利用した買い時(買いシグナル)、売り時(売りシグナル)の目安の一つにゴールデンクロス(GC)、デッドクロス(DC)がある。GC とは、原系列データに対する期間の異なる 2 つの移動平均線をチャート上に表示し、短期の移動平均線が長期の移動平均線を下から上に突き抜けたことを指す。反対に DC とは、短期の移動平均線が長期の移動平均線を上から下に突き抜けたことを指す。実際のデータによる単純移動平均線の GC・DC の例を示す。

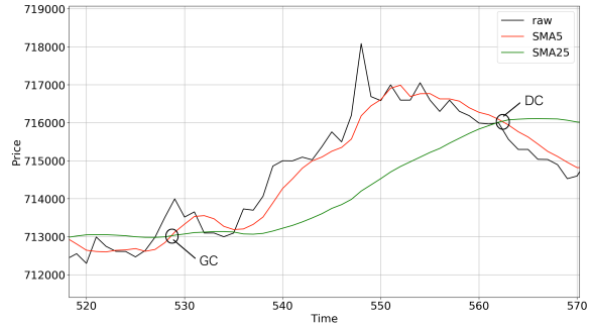


図 1 単純移動平均線 GC・DC の一例

図 1 における GC の時点で購入し、DC で売却した場合、利益をあげることができる。なお、図 1 における凡例の raw は原系列データ、SMA5 は 5 時点単純移動平均線、SMA25 は 25 時点単純移動平均線である。

## 3. 結果

2018 年 10 月 31 日 12 時 00 分 00 秒から 2018 年 11 月 30 日 23 時 55 分 00 秒における 5・25 時点単純移動平均線における売買の結果を以下に示す。

```
売買回数: 231
損益合計: -19424
合計収益率: 0.9998657412139597
勝利回数: 77
勝率: 0.3333333333333333
```

図 2 5・25 時点単純移動平均線売買結果

## 4. 結言

5・25 時点単純移動平均線の売買結果は、図 2 の通りであり、最終的に利益をあげることができなかった。しかし、一回あたりの損失額は平均 85 円程度であり、他のテクニカル解析を導入し組み合わせ、損失を最小限にすることで利益をあげることが期待される。

## 5. 今後の予定

今後は、単純移動平均以外のテクニカル指標を導入及び複数のテクニカル指標の組み合わせにて解析を行う。また、テクニカル指標のパラメータを最適化する研究の余地が存在する

## 文献

- [1] mrjbq7/ta-lib: Python wrapper for TA-Lib (<http://ta-lib.org/>). <https://github.com/mrjbq7/ta-lib>
- [2] Market Data REST API <https://cryptowatch.jp/docs/api>

# 巨大数に関する式の展開プログラムの開発

Development of a program to expand expressions related to big numbers.

14524 米華 真典

指導教員 木村 欣司, 島川 陽一

## 1.はじめに

本研究では、巨大数に関する複雑な式を理解の手助けの一つとして、巨大数に関する式の展開過程を出力するプログラムを作成する。

## 2.計算対象となる式について

この項では、今回作成する数式展開プログラムの計算対象となる式(ハイパーE 表記<sup>[1]</sup>)について解説する。

ハイパーE 表記は1つ以上の正の整数列  $a_1, a_2, \dots, a_n$  の引数をハイペリオン記号“#”で区切ったものである。

これを

$$Ea_1#a_2#\dots#a_n \quad (1)$$

と記す。この式を展開する。式の展開ルールは以下の通りである。

$$Ea_0 = 10^{a_0} \quad (2)$$

$$Ea_0#a_1#\dots#a_{n-2}#a_{n-1}#a_n \#1 \\ = Ea_0#a_1#\dots#a_{n-2}#a_{n-1}#a_n \quad (3)$$

$$Ea_0#a_1#\dots#a_{n-2}#a_{n-1}#a_n \\ = Ea_1#a_2#\dots#a_{n-2}#A \quad (4)$$

$$A = Ea_1#a_2#\dots#a_{n-2}#a_{n-1}#(a_n - 1)$$

## 3.プログラムの流れ

この項では、作成したプログラムの流れについて解説する。作成したプログラムのフローチャート図を図1に示す。

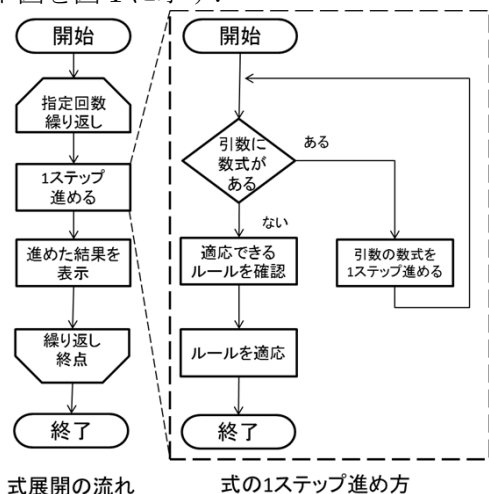


図1:作成したプログラムのフローチャート

図1の通り、今回作成したプログラムは1回の関数の実行で数式の1ステップだけ展開をして、それを何回か繰り返すことで処理を行うという仕組みになっている。

式の展開の1ステップの中では、まず引数に数式が存在するならばその中の数式を1ステップ進めるようにし、存在しないのであれば、

(2),(3),(4)式の中で適応できるルールを確認・適応する。ここで、1ステップ進めるとは、式の展開を意味する。すなわち、自己再帰プログラムによって式の展開を実現する。

## 4.実行結果

この項では作成したプログラムの実行結果を示す。

図2に1つのハイペリオンで構成される式を展開したときの実行結果を、図3に2つのハイペリオンで構成される式を展開したときの実行結果を示す。

```
E100#3
0:E100#3
1:E(E100#2)
2:E(E(E100#1))
3:E(E(E100))
4:E(E(10^100))
5:E(10^10^100)
10^10^10^100
```

図2:式展開プログラムの実行結果(1)

```
0:E100#3#2
1:E100#(E100#3#1)
2:E100#(E100#3)
3:E100#(E(E100#2))
4:E100#(E(E(E100#1)))
5:E100#(E(E(E100)))
6:E100#(E(E(10^100)))
7:E100#(E(10^10^100))
E100#(10^10^10^100)
```

図3:式展開プログラムの実行結果(2)

図2の実行結果ではハイパーE表記が多重指数に展開できていることがわかる。図3の実行結果では多重指数の計算をする直前のところで止めている。なぜならばこの状態からもう1ステップ展開を進めるには多重指数の計算を行う必要があるためである。もし、その計算を実行するならば、計算量が膨大になってしまうのでこれを最終的な実行結果とする。

## 5.まとめ

本研究では巨大数の数式を理解するための手助けとなるソフトウェアを作成した。

作成したソフトウェアは、コンソール画面上で起動して式を入力することにより利用できる。そのため、ソフトウェアを利用するにあたり、コンピューターの知識が必要となる。そのような視点から、コンピューターの知識を多く持っていない方にも使いやすいソフトウェアとなるように改良することを、今後の課題とする。

## 文 献

[1] Sbiis Saibian, "One to Infinity: A Finite Journey", <https://sites.google.com/site/largenumbers/home>, (Nov.2011)

# 三次元空間上に描画する線の判別

Recognition of drawing lines on three dimensional space

14525 今野 央惟  
指導教員 大島 真樹

## 1. 背景

三次元空間上においてイラストのような表現を行うことができるソフトウェアとして、VR(Virtual Reality)空間上でイラスト作成ができるアプリ「Tilt Brush」が Google より公開されている[1]。

このようなソフトウェアの登場から、今後 VR を通じて行われる三次元空間上での表現技術は一般のユーザにとっても身近な技法になりつつあると考えられる。しかし、論文データベース・サービスを提供している web サイト CiNii で公開されている限りでは、三次元空間上でのイラスト作成やその表現方法についての研究・論文は未だ少ない。

ペイントソフトを用いて行うデジタルスケッチのような、二次元コンピュータグラフィックスでの描画において、そうしたイラスト作成経験が少なく、自身の技術や経験が身につけていないユーザが、自身の思い描く通りのイラストを作成することは容易ではないという問題が指摘されている[2][3]。

このことから、三次元空間に対する描画においても同様の問題が存在すると考えられるため、未習熟のユーザに対する支援を行うことが必要である。

## 2. 目的

この研究では、三次元空間上に用意したガイド線に対して、ユーザの描いた複数の線のうちより近似している線を判別するプログラムを作成し、ユーザの描いた線について評価を行う。

## 3. 方法

本研究では Unity5.6 を用いて、以下の図 1 に示すフローチャートに沿ったアプリケーションを作成する。

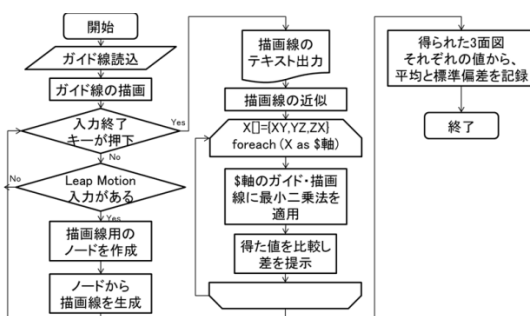


図 1 研究に使用するアプリケーションの構成

このアプリケーションを用いて被験者に、「画面を参照してガイド線に近い線を描く」パターン A、「画面を参照しながら X 軸、Y 軸、Z 軸のうち 1 軸について無視して線を描く」パターン B、「すべて無視する」パターン C の 3 パターンについて描画してもらった。パターン別に記録されたデータを比較し、総合評価値が 0 に近いものをより良いものとして順位付けをすることで、描画線の判別を図る。ここまでは 1 セットとし、5 セットぶんの測定を行った。

## 4. 結果

本研究によりパターン別に得られた順位データとその回数を以下の表 1 に示す。

表 1 パターン別の順位取得回数表

	1位	2位	3位
パターン A	5	0	0
パターン B	0	3	2
パターン C	0	2	3

## 5. 結論

表 1 に示す結果より、測定 5 回すべてでパターン A のものが最もよい順位として評価ができたため、入力された描画線の中で最もガイド線に近い線を判別できたといえる。

一方パターン B とパターン C の順位にはばらつきがある。ある視点から見たときはガイド線に近く見える場合でも、総合的に見てガイド線と遠いのであれば低く評価しているといえる。

## 6. 今後の発展

評価方法の見直しを行う。一例として t 検定を採用することで、パターン別の複数の線と比較を行わずとも、単独の線でガイド線との評価値を得られるようになると考えられる。

## 文献

- [1] 水原由紀,(2017),「VR お絵かきアプリ『Tilt Brush』とは？使い方・購入方法も紹介 | MoguLive」, [online]https://www.moguravr.com/vr-tilt-brush/ (参照 2018-01-07)
- [2] 金澤明典、皆月昭則、林秀彦, “対話型遺伝的アルゴリズムを用いた手描きイラスト補正システム”, 第 75 回全国大会講演論文集, 一般社団法人情報処理学会, (2013), pp.275-276
- [3] 川瀬穂高, “手書きイラストトレースのための手ぶれ補正”, 東邦大学理学修士論文(情報科学専攻)平成 23 年度, (2012), pp.1-72



# 遺伝的アルゴリズムを用いたテーマパークにおける 最適巡回路探索に関する検討

A study on finding the optimal route for a theme park using a genetic algorithm

14526 澤田 航希  
指導教員 内田 健

※都合により原稿はありません。

# 逆走の検出手法

Detection of Reverse Running

14527 篠澤尚樹  
指導教員 川村春美

## 1. 緒言

近年自動車業界では、先進安全自動車(ASV)と呼ばれる、先進技術を利用してドライバーの安全運転を支援するシステムを搭載した自動車の研究開発及び販売が活発的に行われている。しかし、当然のことながらこれらのシステムは新型車にのみ搭載されている。一方、比較的新しい車を購入するには金銭的な問題があり現実的には難しい。

そこで本研究では、ASV でない既存の自動車でも逆走を認識できるようにし、もし逆走した場合、速やかに警告を発する技術を検討することを目的とする。

## 2. 研究のアプローチ

逆走の判定方法は運転者から見える中央線の向きや位置が異なることを利用する。なお、実画像を用いた実験では左右反転画像を用いる。

判定の条件として片側一車線の道路が前提であり二車線以上や一方通行道路、中央線が存在しない道路、そして大雪で路面が全く見えない場合は対象外とする。

本研究の評価方法は、中央線の検出確率、逆走判定の正答率と評価とする。

## 3. 実験

本研究の結果では、日中や夜間等によるシチュエーションに分けて処理をする都合上、動画で処理を行うとコンピュータがフリーズを起こすことが多い為、画像で処理を行う。

インターネット上から取得した動画をFFMPEGを用いて指定したフレーム数で画像化し、その画像をもとに車道の中央線を検出する。フレームレートは1秒間10枚(=1fps)に設定する。



図1、日中の判定結果



図2、日中の判定結果

図1は原画像から切り出した画像を、直線検出で求めた線の両端点の座標から原画像に線を描画したものである。図1は検出が成功しているが図2は失敗した例である。

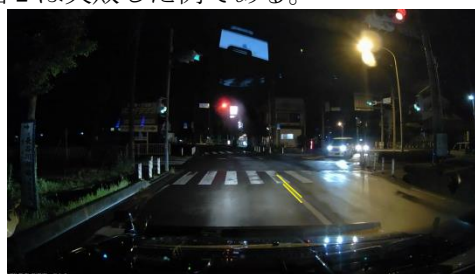


図3、夜間の判定結果

図3では夜間の逆走判定結果であり夜間であっても中央線が検出されていることがわかる。

## 4. 結言

本研究では、インターネット上の車載動画を用いて、中央線より逆走判定をして運転者へ警告をする技術を実現するという目的は達成することができなかったが、逆走を判定する手法を提案し、実画像を用いた実験により手法の有効性を確立し、問題点を明らかにした。

これにより、ASV 技術を搭載していない自動車でも、カメラで読み込んだ動画からドライバーの操作を補助する技術の実現可能性を示すことができた。

## 5. 今後の予定

今後の課題として「中央線の検出率の向上」、「撮影条件に依存しない指定領域の領域設定」、「自動車内での動作できる環境の構築」が挙げられる。

## 文献

- [1] 国土交通省 - 「実用化された先進安全自動車(ASV)技術について」  
[http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/02assessment/car\\_h19/asv.html](http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/02assessment/car_h19/asv.html) (2019/02/04)
- [2] 内閣府 - 「高齢者に係る交通事故防止」  
[https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h29kou\\_haku/zenbun/genkyo/feature/feature\\_01.html](https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h29kou_haku/zenbun/genkyo/feature/feature_01.html)(2019/02/04)

# マルコフモデルを用いたサッカー選手の評価方法

## A Performance evaluation method of football players based on Markov Model

14528 末永瑛大  
指導教員 島川 陽一

### 1. はじめに

本稿では中間発表で報告したマルコフモデルを用いたフットサルのシミュレーションを基にマルコフモデルを用いてサッカーのシミュレーションを実装する。シミュレーションにより得られた指標を用いて本研究で提案する評価を示す。

### 2. サッカーマルコフモデルの状態空間

2012 年に行われたロンドンオリンピック決勝サッカー女子代表日本 vs アメリカ, 2016 年に行われた女子国際親善試合日本 vs アメリカの2試合のデータを映像より目視にて数値化する。

本研究では状態空間, 吸収状態と初期分布を以下のように一部変更してマルコフモデルを作成する。

各チームの各選手が自陣にいるとき, 各チームの各選手が敵陣にいるとき, 各チームの各選手がシュートをしたとき, 各チームがゴールしたとき, またボールがピッチの外へ出るとき(PO)を状態と定義し, 状態空間を作成する。選手一人ひとりの評価の対象とするためポジションではなく選手ごとに状態を分ける。

吸収状態と初期分布を表1に示す。吸収状態1ではAチームの自陣のプレイヤーのいずれかからボールがピッチの外へ出たとき(PO)に吸収状態となりモデルの推移を打ち切る。その後, 初期分布よりBチームのゴールキーパー(GK)以外の敵陣のいずれかのプレイヤーからモデルを再開する。ほかの吸収状態も同様に動作する。前発表では吸収状態1,3で初期分布に各チームのGKを含んでいたが, サッカーマルコフモデルでは含めない。

表1 吸収状態と初期分布

吸収状態		初期分布
吸収状態1	A 自陣→PO	B の GK 以外の B 敵陣
吸収状態2	A 敵陣→PO	B 自陣
吸収状態3	B 自陣→PO	A の GK 以外の A 敵陣
吸収状態4	B 敵陣→PO	A 自陣
吸収状態5	A シュート→PO	B のゴレイロ
吸収状態6	B シュート→PO	A のゴレイロ
吸収状態7	A 得点	B のピヴォ
吸収状態8	B 得点	A のピヴォ

$i$ を現在の状態,  $j$ を次の状態(候補),  $P_{ij}$ を状態*i*から状態*j*への推移確率とする。 $P_{ij}$ を用いて以下の式に表す $c_{ij}$ を計算し, リスト1に示すシミュレーションを行って, サッカーの試合を再現する。ここで*L*は列数である。

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^L P_{ik} (Lは列数)$$

リスト1 シミュレーションの基本的な処理  
step1  $x(0 \leq x \leq 1)$ を生成する。

step2  $c_{i,j-1} < x \leq c_{ij}$ を満たす状態*j*を決定する。

step3  $j$ が吸収状態ならば表1の初期分布に従って次の状態を決定し step1へ戻る。 $j$ が吸収状態でなければ,  $i$ に*j*を代入して step1へ戻る。

### 3. 選手評価

本研究ではシュートに至った場合のみを攻撃成功と考え, ボールを奪取してからシュートに至るまでのボールの訪問回数が最多の人を攻撃の要, ボールを奪取した回数が最多の人を守備の要として選手を評価する。評価をした結果を以下の表2, 表3に示す。

表2 攻撃の要

試合名	国名	攻撃の要	
		ポジション	名前
ロンドンオリンピック決勝	日本	DF	岩清水
	アメリカ	FW	モーガン
女子国際親善試合	日本	DF	村松
	アメリカ	FW	モーガン

表3 守備の要

試合名	国名	守備の要	
		ポジション	名前
ロンドンオリンピック決勝	日本	MF	川澄
	アメリカ	DF	ランポーン
女子国際親善試合	日本	DF	熊谷
	アメリカ	DF	アーツ

攻撃の要では, 日本とアメリカともに評価選手のポジションは変わらなかった。

守備の要では, アメリカはランポーン, アーツともにDFの選手であることから特に大きな変化はないが, 日本は川澄がMFの選手であるのに対して, 熊谷がDFの選手である。この結果はロンドンオリンピックでは, 中盤でのボール奪取回数が多かったのに対して女子国際親善試合では, 後方でボール奪取回数が多くなったことに対応している。これは, 戦術的な変化があったと推測できる。

### 4. まとめ

本稿ではサッカーのシミュレーションを作成し, 作成したシミュレーションから選手評価をおこなった結果を示した。

### 文献

[1] 島圭介, 島川陽一”マルコフモデルを用いたサッカーの戦術分析”, サレジオ工業高等専門学校, 2006年

# Ant コロニー最適化手法を用いた即売会の混雑予測に関する検討

A study on congestion forecast for exhibition booths using an ant colony optimization method

14529 地寄 夏彦

指導教員 内田 健

※都合により原稿はありません。

# 三増合戦の戦死者数の検証

Verification the number of war death of Mimase-Battle

14530 都筑 天音  
指導教員 大島 真樹

## 1. 研究目的

戦国時代最大の山岳合戦であった三増合戦をシミュレートし、部隊ごとに戦死者数を試算できるようにして、文献の値と近いのか検証できるようにする。

武田軍と北条軍の報告（甲陽軍艦と北条五代記）のどちらが盛った報告が残ったのかを明らかにする。

## 2. 研究方法

三増峠の戦いの初期配置と移動目標を部隊ごとに与え、途中経過と最終的な損害が自動計算できるようにする。

Unity と地形データ、部隊データを使ってステップごとにシミュレーションできるようにする。

初期位置は図1の地図を参考に配置した。

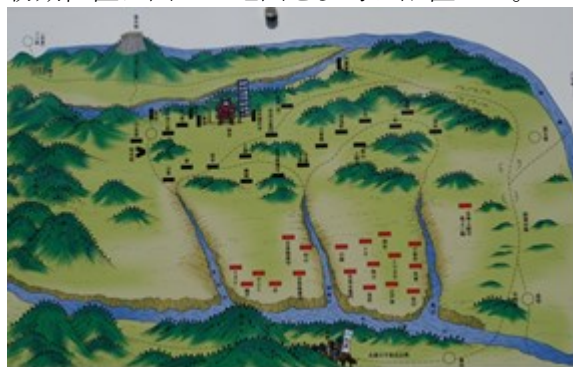


図1 初期配置図

図1の地図は三増合戦場碑の近くに設置されているものである。

## 3. 環境

以下の環境でC#のプログラム開発を行った。

- Windows 7(Unity5.6の基盤として)
- Unity 5.6(基盤地図情報の3Dモデル化として)
- Visual Studio 2013 C#(プログラムデバッグとして)
- 国土地理院の三増峠周辺の基盤地図情報データ[1][2](シミュレーション地図用として)

## 4. 環境作成

今回の研究での環境作成の手順は下記のようになる。

1. 使用する地図情報のダウンロード
2. ダウンロードした地形データの編集
3. 地形データをUnityへの読み込み
4. 部隊の作成、表示
5. 部隊の行動の作成、選択
6. 部隊ごとのパラメータを与える

## 7. 攻撃時の攻撃力の決定

### 5. 部隊の行動

表示した部隊は1秒を1ターンとして毎ターン3.6[km/h]で行動できるようにする。行動の種類は攻撃、待機の二種類とする。攻撃目標と待機目標はどの部隊にも予め決めておく。

攻撃目標は自分の現在位置から近い敵武将を選択する。

待機時はその場に留まり、敵方との距離が近く(今回は300メートル)になったら攻撃をする。

シミュレーションでは、相手側の戦闘意欲損失者を味方側の部隊の人数の0.01倍として毎ターン算出し、そこから10%を戦死者として計算した。

### 6. 結果

シミュレーション結果と甲陽軍艦・北条五代記の損害を表1に示す。

表1 シミュレーション結果と史実の結果

条件	武田側の損害 (戦死者)[人]	北条側の損害 (戦死者)[人]
甲陽軍艦[4]	900	3,269
北条五代記[4]	1,000	(軽微)
シミュレーション	1,252	1,280

今回の結果では、武田は20,050人中12,521人、北条は12,800人中12,800人の戦闘意欲損失者となった。

### 7. 考察

表1から今回のシミュレーションの結果ではどちらも敵方の損害を多く報告していることがわかった。

### 参考文献

- [1] 国土地理院地図  
<https://maps.gsi.go.jp/#16/35.554382/139.284689/&base=std&ls=std%7Crelief&blend=1&disp=11&lcd=relief&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0f1&d=1>  
2019-01-07 参照
- [2] 基盤地図情報ダウンロードサービス  
<https://fgd.gsi.go.jp/download/mapGis.php?tab=dem>  
2019-01-07 参照
- [3] Unityで国土地理院のデータを使って地形を作る  
<https://qiita.com/mechamogera/items/68791c10beeb59dca07d>  
2019-01-07 参照
- [4] 愛川町教育委員会(1967)，“愛川町文化財調査報告書第5集三増合戦資料集成”  
2019-01-07 参照
- [5] 愛川町教育委員会発行，“三増合戦パンフレット”  
2019-01-07 参照

# 逆遠近錯視表現と立体知覚の関係

Relationship between Reverse Perspective Illusion and Stereoscopic

14531 土井 智弘  
指導教員 川村 春美

※都合により原稿はありません。

# 不完全情報ゲーム algo 用の AI

AI of Incomplete information for game Algo

14532 新村 修都  
指導教員 大島 真樹

## 1. 研究背景

不完全情報ゲームの研究はされているが、どこを調べてみても推理ゲーム algo の解析はされていなく、最適な攻め方が分かっていない[2][3][4]。

不完全情報ゲーム algo の認知度が低く、あまり知られていない。

## 2. 問題点

推理ゲーム algo の解析が行われていないため、最適な攻め方が分かっていない。従って、自分がプレイしていて、使っていた攻め手を基準として最適な攻め方を明確にしたい。

## 3. 目的

推理ゲーム algo での最適な攻め方を明確にする。研究をするにあたって、ふたつのアルゴリズムの攻め方を AI を作り、1 手ごとの期待値を用いて、最適な攻め方を AI を作成する。

## 4. アルゴリズムの説明

本研究ではふたつのアルゴリズムをもちいて実験をおこなう。アルゴリズム 1 の勝率が高いような攻め方をするように設定をする。

- ・アルゴリズム 1 相手の両端のカードから当て相手の最大～最少の間を探してから攻める
- ・アルゴリズム 2 真ん中の値をランダムで当ててからその両端を攻めていく。

## 5. 環境作成

推理ゲーム algo をプレイするための環境作り

1. 白と黒を 24 枚用意して、4 枚ずつ配る
2. 配られたカードを決められた順番にソートする
3. 先手のプレイヤーが一枚ひいて相手のカードを予測して当てに行く
4. 当てたらもう一回当てに行くか、自分のカードに並べるかを選択
5. 外した場合は数字が見えるようにして並べる
6. 後手も先手と同じことを繰り返し、どちらかのプレイヤーのカードがすべて表になったら、表になったプレイヤーが敗北となり終了する
7. 対戦結果から勝率を算出する

## 6. 環境作成の方法

作成した環境のプログラムに 2 つのアルゴリズムのプログラムを組み込み対戦させる。

100 試合対戦させて、アルゴリズム 1 の方の勝率が高いかを確認する。

2 つのプログラムを参考にして最適な攻め方を AI に期待値を用いて作成し、勝率を測定する。

## 7. 結果

表 1 勝率の結果

アルゴリズム名	1 (後攻)	2 (後攻)	3 (後攻)
1 (先攻)	41%	89%	2%
2 (先攻)	11%	38%	0%
3 (先攻)	98%	100%	43%

表 1 の 1～3 はアルゴリズムの名前を示し、3 は 1、2 をもとに作成したアルゴリズムである。

表 1 は 100 試合した時の結果行った時の結果で、同じアルゴリズム同士が対戦した場合は、縦列のアルゴリズムが先攻、横行が後攻となるように結果をまとめ先行の勝率をまとめたものである。

結果の表を見る限り今回作成した改良アルゴリズムは、最適な攻め方をしていることが判明した。

## 8. 考察

結果の表から後攻有利であり、改良アルゴリズムも負けることがあるが、負けた結果が不完全情報ゲームなので、当て方の順番の乱数が悪かったのだと思う。後攻が有利になったのは先手が分かっている情報量よりも、後手が知っている情報量が 1 枚多くわかるので、後攻が有利になったのだと考える。

## 参考文献

- [1] 遠田 英嗣, 小高 知宏, 黒岩 丈介, 白井 治彦, “ゲームエージェントを使った不完全情報ゲームの盤面予測”, 機関リポジトリ, 2017 年  
<http://hdl.handle.net/10098/10140>  
2019.01.07 参照
- [2] 蓑代 成功, 永井 秀利, 中村 貞吾, “対戦相手の状況を考慮し行動選択する麻雀 AI”, J-STAGE, 2016 年  
[https://doi.org/10.11527/jceec.2016.0\\_286](https://doi.org/10.11527/jceec.2016.0_286)  
2019.01.07 参照
- [3] 大佐賀 猛, 野中 秀俊, 吉川 毅, 杉本 雅則, “不完全情報ゲームにおける適応的モンテカルロ木探索手法の提案”, 情報処理学会, 2015 年  
IPSIJ-TOM0801006.pdf  
2019.01.07 参照
- [4] 松岡 確, 堀内 研, 中山 泰一, “不完全情報ゲーム UNO のモンテカルロ法による解法”, 情報処理学会, 2014 年  
IPSIJ-Z76-1U-6.pdf  
2019.01.07 参照
- [5] 大曾根 圭輔, 鬼沢 武久, “ポーカーゲームにおけるルール学習エージェントの構築”, J-STAGE, 2011 年  
<https://doi.org/10.14864/fss.27.0.128.0>  
2019.01.07 参照
- [6] 算数オリンピック委員会, “アルゴ-頭のよくなる推理ゲーム-”  
<http://www.sansu-olympic.gr.jp/algo/>  
2019.01.07 参照

# 相模原市への郷土愛を育てる3D教材

A teaching material of SAGAMIHAYA for local patriotism using 3D Models

14533 西峯 弘明

指導教員 山館 順, 大島真樹

## 1. 研究背景

地元である相模原において知られていない、南北朝時代の武将である淵野辺義博を知ってもらう[1][2].

地元に対する無関心を解消するきっかけを作る.

## 2. 淵野辺義博(? - 1335)とは

地元の淵野辺駅周辺を治水、開発した英雄とされている[1][2].

南北朝の対立の中、鎌倉において後醍醐天皇の皇子護良親王を暗殺したとされ、悪役的存在である。しかし地元の淵野辺駅周辺では田畑の開発など、彼を讃える伝承が存在する[1][2].

## 3. 問題点

一般向けのわかりやすい文献がほとんどない。

相模原市には視覚的な理解を助ける小・中学生向けの郷土教育教材が少ない。

地元である JR 横浜線淵野辺駅周辺には、淵野辺義博関連の伝説が残っているが、現状では忘れられている。

相模原市は2010年に政令指定都市となったが、従来の本市と周辺の各町村との合併に拠るため、約72万人もの人口を抱えているが、市域全体に知られた市を代表する歴史的な人物がおらず、市民の関心も低い[3].

## 4 研究目的

地元の小・中学生を対象に、郷土への関心・誇りを育てる社会科・郷土史の、3Dを用いた視覚的なわかりやすい教材を作る。

Unityを用いて淵野辺義博の歴史的出来事に興味を持てるような3D教材で表現する。

## 5. 研究準備

Unityを用いて相模原市の地図データを再現し、QGISで相模原の地図データを貼り付ける[4].

わかりやすい解説の追加をする。

小・中学生を対象と想定したアンケートを作成する。

## 6. 研究環境

以下のような実験環境で実験を行う。

- ・MacBook Pro (13 インチ, 2016 年モデル)
- ・QGIS 2.1.8
- ・Unity 5.6

## 7. 研究結果

作成した3D教材を本校の1年生から5年生の各5人ずつ、計25人の生徒に見てもらった。アンケートの答え方として、小・中学生の観点

として判断してもらえるように指示をした。集計したデータの一部を以下に示す。

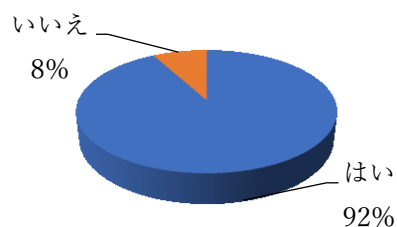


図1. 3D教材がわかりやすかったか

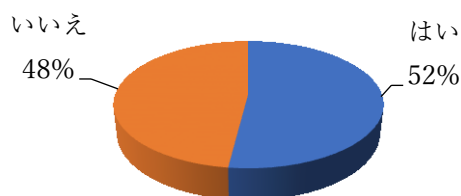


図2. 淵野辺義博に興味を持てたか

図1より、作成した3D教材に対して約9割以上の人がわかりやすいと答えた。

図2より、過半数が淵野辺義博に興味を持てたと答えた。

## 8. 考察

研究結果より、教材がわかりやすいと答えた人がほとんどであるにもかかわらず、淵野辺義博に興味を持てなかったと答えた人の割合が依然過半数近くいたことの原因として、教材自体に興味を持つことと、人物に対して興味を持つことは別なのではないかと考えた。

## 9. 今後の展望

アンケートを行った結果小人数ではあるが、“3D教材がわかりにくかった”と答えた人の中から、「音声欲しかった」という意見、「もう少し文字が大きくと見やすかった」という意見が存在したため、音声の併用、文字の大きさ調整が今後の改善点として挙げられる。

## 参考文献

- [1]野澤伸平, “神奈川県歴史散歩 上”, (2005/06/01 発行), pp179-180
- [2]野澤伸平, “神奈川県歴史散歩 下”, (2005/06/01 発行), pp21-22
- [3]人口と世帯数 | 相模原市, <http://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/toukei/1010325/index.html> (2019/02/07 閲覧)
- [4]基盤地図情報ダウンロードサービス, <https://fgd.gsi.go.jp/download/mapGis.php?tab=dem> (2019/02/07 閲覧)



# 重力レンズ効果のシミュレーション

Simulations of a gravitational lensing

14534 西牟田 航平

指導教員 山野辺 基雄

## 1. 緒言

相対性理論において質点の運動は時間と3次元空間を合わせた4次元時空中での軌跡として扱われる。しかし、3次元空間中で生活している我々には4次元時空中での軌道を想像することは困難である。

4次元時空中で表される現象の一つに重力レンズ効果というものがある。ニュートン力学では重力とは質量のある物体にかかる力だとされる。これに従うと光は質量をもたないため重力によって光の軌道が影響を受けることはない。しかし、相対性理論では重力は時空のゆがみであるとされる。光がゆがんだ時空を直進すると我々には光が曲がったように見える。それが重力レンズ効果である。

そこで、本研究では重力レンズ効果のシミュレーションを行い、4次元時空中での現象が3次元空間でどのように見えるかを確認することを目的とする。

## 2. 研究のアプローチ

重力以外から影響を受けない自由粒子に対する相対論的運動方程式である測地線方程式

$$\frac{d^2 X^\lambda}{d\tau^2} + \Gamma^\lambda_{\mu\nu} \frac{dx^\mu}{d\tau} \frac{dx^\nu}{d\tau} = 0$$
$$\Gamma^\lambda_{\mu\nu} = \frac{1}{2} g^{\lambda\sigma} \left( \frac{\partial g_{\sigma\mu}}{\partial x^\nu} + \frac{\partial g_{\sigma\nu}}{\partial x^\mu} - \frac{\partial g_{\mu\nu}}{\partial x^\sigma} \right)$$

を解くことで重力によってゆがんだ空間を進む光の軌道を求める。

まず上記の式では運動してる物体に固定された座標系の時間  $\tau$  がパラメータになっている。ニュートン力学では物体に固定された座標系の時間と観測者に固定された座標系の時間が同じためそれで問題ないが、相対性理論では見るものによって時間の経過が異なるため、パラメータを観測者に固定された座標系の時間に書き換える。

測地線方程式中の  $\Gamma^\lambda_{\mu\nu}$  は時空のゆがみを、すなわち重力を表していると考えられる。本研究では球対称な時空である Schwarzschild 時空を考えることとし、Schwarzschild 計量を用いて  $\Gamma^\lambda_{\mu\nu}$  を求める。

## 3. 結果

測地線方程式から得られた

$$\begin{cases} \frac{dr}{dt} = \pm \left(1 - \frac{r_g}{r}\right) \sqrt{1 - b \frac{d\phi}{dt}} \\ \frac{d\phi}{dt} = \frac{b}{r^2} \left(1 - \frac{r_g}{r}\right) \end{cases}$$

を用いてシミュレーションを行った。シミュレーションは4次のアダムス・バッシュフォース法とルンゲクッタ法を用いた。

シミュレーションで得られた結果を用いて太陽及び、太陽より遠い天体を見た場合と、ニュートン力学において同様の観測をした場合の見え方をそれぞれ以下に示す。

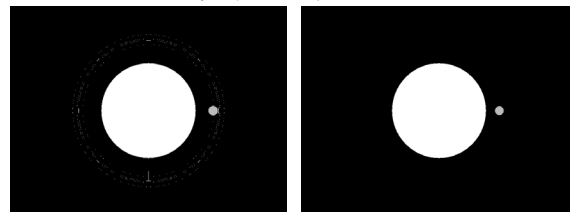


図1. 天体の見え方(左:相対性理論, 右:ニュートン力学)

図1の中心の白い円が太陽であり、右に見える小さい円が遠くにある天体である。図1から光が重力によって曲がり、ニュートン力学とは違う見え方をしていることがわかる。

## 4. 今後の予定

結果にて示した図1は太陽による重力のみについて考えた。しかし、図1のような場合では本来遠くにある天体の質量も光の軌道に影響を与えるはずである。そこで、今後の展望として複数の質点が存在するような場合、つまり Schwarzschild 時空以外の時空での光の軌道のシミュレーションを考えている。

## 文献

- [1] 橋本正章, 荒井賢三, “相対論の世界”, 裳華房, pp.1-66, pp.96-151, (2014)
- [2] 内山龍雄, “相対性理論”, 岩波書店, pp.46-64, (1989)
- [3] エリ・デ・ランダウ, イェ・エム・リフシッツ, “ランダウ=リフシッツ理論物理学教程 力学”, 東京図書株式会社, pp.2, (1987)
- [4] Thomas A. Moore, “A GENERAL RELATIVITY WORKBOOK”, University Science Books, pp.144, (2013)

# 手書き文字の濃淡情報に基づく個人識別法の検討

A Study on Handwriting Classification based on Black-White Density Pattern

14535 橋口 人龍  
指導教員 川村 春美

※都合により原稿はありません。

# 乗り合いタクシーの平均移動距離を求める数理モデル

A mathematical model of average travel distance for a shared-taxi

14538 藤岡 豊  
指導教員 島川 陽一

## 1. はじめに

乗り合いタクシーでは行きたい方向と同じ方向に向かう乗客を同時に乗せる。通常のタクシーに比べて安い価格で乗車できるが、乗車距離が増加する。相乗りタクシー乗客の乗車位置から降車位置までの間に追加の乗客が発生し、追加の乗客の目的地へ先に向かう場合が存在し、最短経路ではない経路で進む。

本研究では、乗り合いタクシーの利用において経路変更を行う場合についてクロフトンの微分方程式を用いて平均移動距離を求める。円盤内に一様に分布する2点間の距離、経路変更を行う距離を計算機シミュレーションにより求め、比較することで数理モデルの妥当性の検討を行う。

本稿では経路変更した場合の距離の解析解とシミュレーションの結果が一致することを示す。

## 2. 経路変更を行う距離の導出

2番目の乗客が1番目の乗客の目的地へ移動する途中で乗車してくる場合を考える。このとき2番目の乗客の降車位置は最初の乗客の降車位置の反対方向へ向かわないと仮定する。2番目の乗客の降車位置が1番目の乗客より近い場合、図1のように1番目の乗客の目的地への経路が変更される。本モデルでは図2中の扇形の中に2番目の乗客の降車位置があると仮定する。

最初の乗客の乗車位置

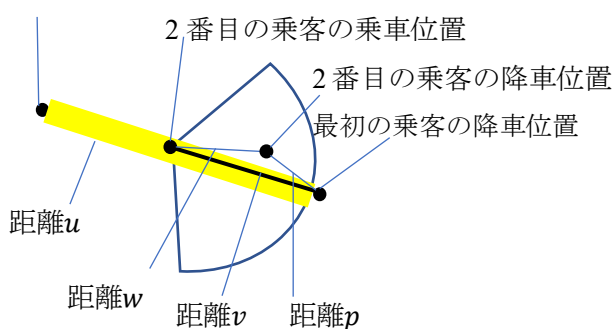


図1 経路変更を行う範囲

最初の乗客の乗車から2番目の乗客の乗車、2番目の乗客の降車、最初の乗客の降車までを足し合わせた平均距離を求める。

経路変更を行う場合の平均距離は

$$u_2 = \frac{1}{u} \int_0^u u - v + \frac{3}{v^2 \pi} \int_0^{\frac{2\pi}{3}} \int_0^v (w + p) w \, dw \, d\theta \, dv \quad (1)$$

となる。この式を解くと以下を得る。

$$u_2 \cong 1.1284u \quad (2)$$

半径 $\alpha$ の時の円盤内の直線距離 $u$ の確率密度関数 $f(u)$ はクロフトンの微分方程式により導出できる。 $f(u)$ の平均値の式は

$$\int_0^{2\alpha} u f(u) \, du \quad (3)$$

となり、これを求めた平均は  $0.9054\alpha$  である<sup>[1]</sup>。最初の乗客の乗車位置と降車位置の発生条件が変わらないので $u$ の確率密度関数 $f(u)$ も変わらない。よって円盤内の経路変更距離 $u_2$ の平均は

$$\int_0^{2\alpha} u_2 f(u) \, du \cong 0.9054 \times 1.1284\alpha \quad (4)$$

となる。

## 3. シミュレーションとの比較

半径1の円に対して一様な乱数で乗車位置、降車位置として2点与える。2点の間に一様な乱数で2番目の乗客として点を与える。与えた点から降車位置の点までの扇形上で2番目の乗客の降車位置を発生させる。

最初の乗客の乗車から2番目の乗客の乗車、2番目の乗客の降車、最初の乗客の降車までを足し合わせる。これを100、1000、10000、100000、1000000回試行し、平均距離を求める。

試行回数ごとに100セット行い、それぞれの平均と解析解との誤差を求め、足し合わせる。それを100で割ったものを以下の図2に示す。

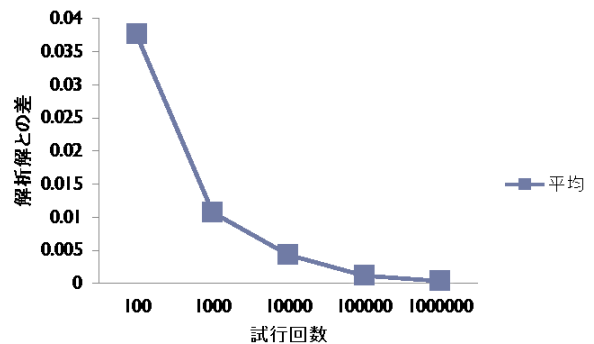


図2 経路変更をした場合解析解の誤差

## 4. まとめ

本研究では経路変更をした場合の解析解を求め作成したシミュレーションと比較した。

図2より、円盤内の経路変更を行うシミュレーションを行い、求めた解析解と近似した結果が求められることが分かった。

経路変更を行う場合、直線距離に比べて約1.1284倍増加することが分かった。

## 文献

[1] 栗田 治, “都市モデル読本,” 共立出版, pp.166-172, 2004年4月10日

# 地震の揺れによる書籍の飛び出しのシミュレーション

## Simulation of pop out of books by earthquake

14539 邊田 季  
指導教員 山野辺 基雄

### 1. 緒言

地震大国たる日本では、各所で様々な地震対策が講じられている。図書館や書店といった場所も例外ではない。書架の転倒や書籍の落下を防止することは避難経路の確保や怪我などの人的被害、資料の破損などの物的被害を抑えるために、非常に重要な要素となる。そのため、書架の固定や書籍の落下防止装置が導入されている。書籍落下防止装置のひとつに、傾斜棚がある。

傾斜棚とは棚板が傾斜している本棚をさし、地震対策を目的とした傾斜棚は手前側が高く、奥が低くなるよう傾斜がついている。

本研究の最終目的は通常時には本棚として問題なく機能し、かつ非常時には書籍の飛び出しを防止する効果を持つ角度を求めることとする。

本研究では、水平状態の棚について、地震の揺れによる書籍の動きについてシミュレーションを行った。

### 2. 方法

はじめに、揺れに対する書籍の動きのモデル化を行う。ここで、モデルの簡易化を図るため、視点の変更を行う。地震が発生した際、実際には本棚とその上に載っている書籍のふたつが動くが、本研究では揺れている棚からの視点に変え、書籍のみが動いているものとする。また、モデルは地震の加速度を $m$ 、書籍の質量が $m$ 、速度 $v$ 、重力加速度 $g$ 、動摩擦係数 $\mu$ とし、1次元振動として作成したモデルを以下に示す。

$v = 0$ のとき

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -ma - \mu mg \frac{v}{|v|}$$

$v \neq 0$ のとき

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -ma$$

次にシミュレーションを行う。気象庁が公開している地震の加速度データ(単位[gal])のなかから、最も加速度が大きい時点を中心とした1分間分を抜きとり使用する。加速度は北南・東西・上下の3方向成分で与えられるが、本研究では北南成分のみ使用する。このとき、 $g = 9.8$ とし、 $\mu$ は測定値2.7とする。

シミュレーションでは揺れによって発生する書籍の移動速度と移動した場合の位置を求め、任意に設定した位置を超えた場合、本棚から落下したものとして判定を行う。

### 3. 結果

切り出した入力用の加速度データを図1に、シミュレーションの結果得られた書籍の速度と位置を図2に示す。

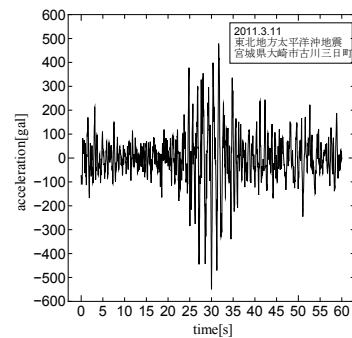
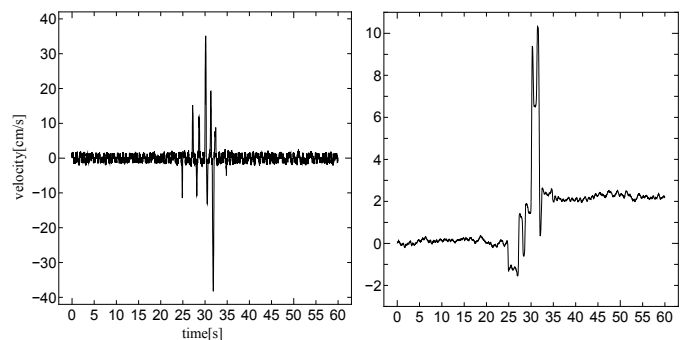


図1 使用した加速度データ



(左図が書籍の移動速度、右図が位置)

図2 シミュレーション結果

このように、地震の加速度に対して速度と位置に関連性が見られるため、妥当であるといえる。しかし、入力するデータによっては関連性が見られない結果となることがあった。

### 4. 今後の展望

今回のシミュレーション結果で、妥当とは言えない結果となった理由として、モデルを簡易化したために本来加わっている力が考慮されていなかったことが考えられる。よって、モデルを改善することでより正確に結果が得られるのではないかと考える。

また、最終目的であった傾斜棚のモデルの作成を行い、地震の加速度データを複数成分用いることでより現実に近い状態での検証が行えると考えられる。

### 文献

- [1] 内閣府, “平成22年度版防災白書”, 2010
- [2] 浦上澤之, “理工基礎物理学”, 裳華房, 1990
- [3] 気象庁ホームページ(www.jma.go.jp)

# 槍の飛行軌道に関する考察

Some Considerations on a flight trajectory of a spear

14540 保科 慧

指導教員 山野辺 基雄

## 1. 緒言

現在のやり投げ競技のルールや槍の規格などを定めているのが国際陸上競技連盟なのだが、その規格には許容幅があり材質は金属としか明記されていないため、規格の範囲内ならば様々な槍を使用することができるようなルールになっている。しかし、競技中に選手が飛距離を出しすぎたために人に当たる事故が起り、槍の規格のうち重心を変更することとなった。この事故からなぜ槍の重心の変更が槍の飛びすぎの防止になるのかに興味を持った。そこで、本研究では槍の飛行中の姿勢角の変化率を不変ではないものとして扱う。この変更を踏まえて本研究では槍の重心変化が与える影響を調べ、槍の飛行において最適な槍の重心位置を見つけ出すことを目的とする。

## 2. 研究のアプローチ

本研究では、以下のモデルを使用した。

〈槍のモデル〉

槍は、厚さを均一とする。また、槍の重心位置を変更する際には変更したい場所の密度を大きくして行う。

〈槍の飛行軌道モデル〉

槍の飛行軌道モデルは、

$$m \frac{dv_x}{dt} = -CSv^2 \sin^2(\phi - \theta) \sin \phi$$
$$m \frac{dv_y}{dt} = CSv^2 \sin^2(\phi - \theta) \cos \phi - mg \quad (1)$$

で与えられる。式(1)の中で現れる各変数は図1の通りである。

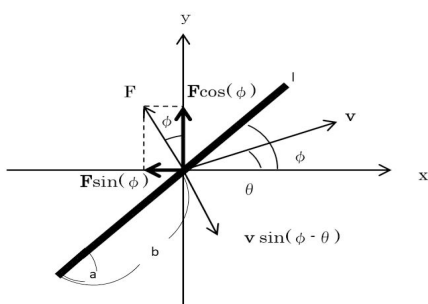


図1. 槍の飛行軌道モデル

〈槍の空気抵抗のモデル〉

槍の空気抵抗  $F$  のモデルは、

$$F = CSv^2 \quad (2)$$

とした。ここで、 $S$ は風の速度方向から見た物体の断面積、 $v$ は風速、 $C$ は空気抵抗係数である。 $C$ の決定には風洞実験より計測した揚力、抗力を元に空気抵抗係数を式(2)から求めた。

〈槍の重心位置変更モデル〉

槍の重心位置変更モデルは、重心を飛行方向前方に移動させたものを仮定し、重心まわりの回転方程式と運動方程式(1)を連立させてシミュレーションを行った。

## 3. 結果

式(1)、式(2)、式(3)から槍の飛行軌道シミュレーションを行なった。以下の図2にそのシミュレーション結果を示す。

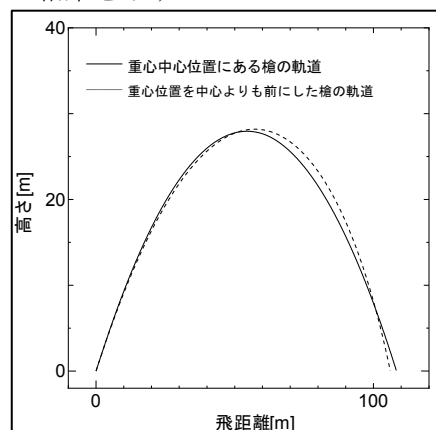


図2. 槍の飛行軌道シミュレーション

## 4. 結論

図2から槍の重心位置が前にあると飛距離が上がる事がわかる。これは、槍の後ろ側の力のモーメントが大きくなることで、槍の  $\phi - \theta$  角が重心が中心にあるときよりも小さくなる。これにより、断面積が小さくなり、空気抵抗が小さくなる。このことから飛距離が伸びることになった。

## 文献

- [1] 安田萌, 富樫泰一, “やり投げにおけるヤリの飛行経路シミュレーション,” 茨城大学教育学部紀要, 66号, pp57.-63, march. 2017

# CFRP のドリル加工におけるバリ検出法の開発

A Study on the Detection Method of Burrs in Drilling of CFRP

14541 丸尾一真  
指導教員 宮田統馬

## 1. はじめに

一般的に機械加工した製品に不良品があると製品化ができない。現場では加工した製品の不良品検査を目視または機械で行なっている。目視検査では検査する人間の加減や体調等によって結果が変わるため、自動検査を導入する必要がある。先行研究[1]では、Deep learning を用いたバリの判別が提案されている。この手法の問題点として、大量の画像を集めて学習させる必要がある、処理が重い等が挙げられる。そこで、本研究ではCFRPにドリルで円形に加工した際のバリの検出法の開発を行う。提案法は画像から距離のデータに変換し、その距離の変動を評価してバリを判別する。最後に実験結果により有効性を確認する。

## 2. 提案するバリの検出法

本研究では、図形の形状情報から算出した値を用いたしきい値による判定手法を検討する。まず、対象の重心から輪郭に向かって角度で刻み分割した放射線を引き、交わった点を距離とする。図1に実際に線を引いたものを示す。図2、図3を比較すると図3は距離のばらつきが大きい。距離のばらつきが0に近づくにつれバリがなくなり真円に近づく。このことから本研究ではこのばらつきに着目し、バリの判定を行う。

提案法の流れは以下ようになる。

画像のグレースケール化を行い、文献[2]の手法を用いて二値化を行う。文献[3]の手法を用いて輪郭の検出を行う。重心は画像の1次のモーメントを0次のモーメントで正規化することで算出する。重心から輪郭点への距離は三平方の定理を用いて算出する。距離の標準偏差を算出する。算出した標準偏差を距離の最大値で正規化する。この値よりしきい値でバリを判別する。

## 3. 実験結果とまとめ

ここでは、提案法の有効性の検証を行う。検証で使った画像は顕微鏡 UM12 (MicroLinks Technology Corp.)を用いてバリあり、曖昧なバリ、バリ無しの画像を計8枚の2592 × 1944画素の画像を撮影した。ここで、放射線を0.5, 1, 36度の角度に分割して引き、提案法で算出した結果を図4に示す。図4より明らかなようにバリありとバリ無しの数値が大きく離れているため、しきい値より区別でき、提案法が有効であるとできる。また、提案法を用いることで先行研究[1]と比較し、多量のデータを必要とする問題を解決することができる。

## 文献

- [1] 桑原大輔, 大坪樹, 宮田統馬, "Deep Learning を用いた機械加工における不良品判別の一検討," 電子情報通信学会東京支部学生研究発表会, pp.35, 2017
- [2] 大津展之, "判別および最小2乗基準に基づく自動しきい値選定法," 電子通信学会論文誌 D, vol. 63, No. 4, pp.349-356, 1980
- [3] 鈴木智, 阿部圭一, "2値画像のトポロジカルな構造解析のための境界追跡アルゴリズム," 電子通信学会技術研究報告, vol. 85, No. 27, pp.9-16, 1983

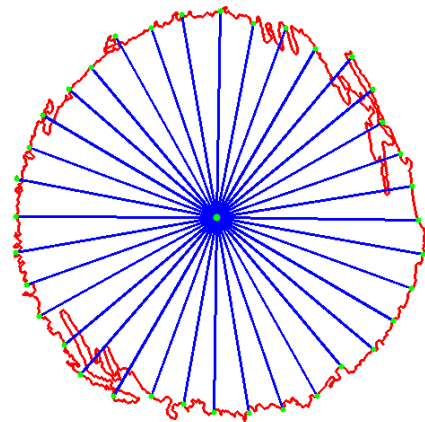


図1. 距離の算出の様子

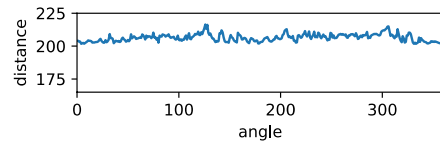


図2. バリ無しの距離

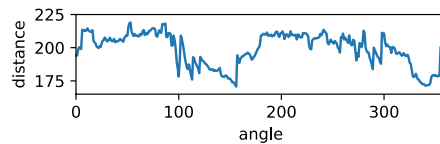


図3. バリありの距離

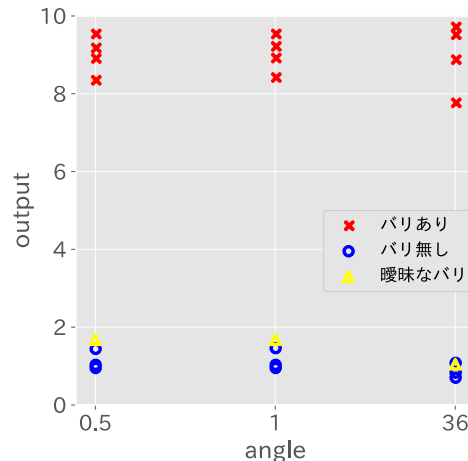


図4. 各画像での結果

# 小説文における接続詞多用防止システム

A system that prevents heavy use conjunction in novels

14542 三上 柁悟  
指導教員 大島 真樹

## 1. はじめに

小説を書き始めの初心者は自分の文を客観的に評価できない。こういった初心者の方を対象に文章のヘルプシステムが存在する。現状小説文におけるヘルプシステムとしては多頻出言語の検出、句読点の分布が挙げられる[1][2]。しかし、既存の研究だけでは十分に支援することはできない。その要因として、接続詞など乱用してはけない品詞の検出をしないことが挙げられる。本研究では接続詞に着目して行う。

初心者でも効果的に接続詞が使用できるために、接続詞を多用しているか否かを指摘するシステムを作成する。

## 2. 接続詞乱用の例とその改善

図1に接続詞を乱用している文を示す。

今朝は目玉焼きを食べた。  
そして、昼にスクランブルエッグを食べた。  
さらに、夜にオムライスを食べた。  
だから、今日は卵づくしの日だったと言えるだろう。  
しかし、卵好きな僕はそれだけでは満足できない。

図1 接続詞を乱用している文の例

図1の文の場合、総文数に対する接続詞の割合は80[%]である。接続詞が多いときのデメリットとして主張が分かりづらい、稚拙な文に見えてしまうことの2つが存在する[3]。図1の文を改善した結果を図2に示す。

今朝は目玉焼きを食べた。  
昼にスクランブルエッグを食べた。  
夜にオムライスを食べた。  
今日は卵づくしの日だったと言えるだろう。  
しかし、卵好きな僕はそれだけでは満足できない。

図2 接続詞を乱用している文の改善例

この改善によって、総文数に対する接続詞の割合は20[%]となった。また、最初の3つ順接の接続詞が消えたことで文章の稚拙さが減少し、逆接の接続詞によって最後の1文が強調された。

## 3. 方法

青空文庫の20作品をテスト対象とし、それぞれ400文字目以降の句点で文を区切った。テスト対象の句点と接続詞の検出を形態素解析ツールMeCabを用いて行う。その後、総文数に対する接続詞の割合を求め、平均・偏差値を算出する。偏差値が40以上60以下の作品を合格、それ以外の作品を不合格とした。

## 4. 結果

実験の結果を表1に示す。

表1 実験結果

作品番号	割合[%]	偏差値	文章の可否
1	0.0	37	不合格
2	12.5	52	合格
3	8.33	47	合格
4	11.1	51	合格
5	16.7	57	合格
6	11.1	51	合格
7	12.5	52	合格
8	15.4	56	合格
9	0.0	37	不合格
10	28.6	72	不合格
11	16.7	57	合格
12	10.0	49	合格
13	0.0	37	不合格
14	27.3	70	不合格
15	12.5	52	合格
16	0.0	37	不合格
17	16.7	57	合格
18	5.56	44	合格
19	0.0	37	不合格
20	7.69	46	合格

表1における割合とは総文数に対する接続詞の割合、偏差値は割合の偏差値をそれぞれ表している。

## 5. 考察

本システムによって接続詞を多用しているか否かの可視化ができるようになった。これによって、客観的な評価ができるようになった。

## 文献

- [1] 望月 朝香, 鈴木 泰博, “小説における文体印象解析の試み”, 日本情報処理学会, 2007年12月21日, pp180
- [2] 村田 匡輝, 大野 誠寛, 松原 茂樹, “読点の用法的分類に基づく自動読点挿入”, 日本情報処理学会, 2010年5月27日, pp2
- [3] 安藤智子, “言いたいことが伝わる上手な文章の書き方”, 秀和システム, 2015年11月25日, pp128~130, pp135~139

# 会話内容を考慮した笑顔認識の検討

## A Study of Assisting Smile Detection with Conversation Content

14543 水野 恭介  
指導教員 川村 春美

### 1. 緒言

人間は2人以上でポジティブな会話をしているときは、感情もポジティブとなり、ポジティブな感情を持つことによって、表情が無表情から笑顔に変化する可能性がある。反対に、ネガティブな会話をしているときは、感情もネガティブとなり、笑顔になる可能性は相対的に少ないと考えられる。

本研究では上述の点を仮定とし、会話情報を含む笑顔認識と、会話情報を含まない笑顔認識の精度を比較し、笑顔認識に会話情報が有効であるか否かを評価する。

従来の表情認識技術は、静止画ベースか動画ベースかで分類でき、さらにそれぞれの具体的な表情認識技術が、ルールベースか統計的学習ベースかで2種類に分類されるため、表1のようになる。

表1 従来の表情認識技術の分類

		使用情報による分類	
		動画ベース	静止画ベース
識別手法による分類	ルールベース	無表情状態⇨表情変化をルールと照合して識別	目や口の形状等を測定⇨ルールと照合して識別
	統計的学習ベース	無表情状態⇨表情変化をあらかじめ学習した識別手段により識別	目や口の形状等を測定⇨あらかじめ学習した識別手段により識別

### 2. 方法

男子学生2名での録画を行い、会話が終わった直後の正面顔を実験データとする。実験データは19個得ることができた。

笑顔認識精度は、正解データを手動で定め、会話情報を含む笑顔認識の結果、含まない場合の比較し正解率と不正解率を算出する。

会話情報を含まない笑顔認識は、画像処理ライブラリ Dlib[1]から得られる顔の特徴点の口角の距離の比率が閾値以上になった場合に笑顔と判定する。

閾値は、同研究室の笑顔の男子学生6名の口角の距離の平均値とした。

会話情報が「ポジティブ」か「ネガティブ」かどうかは、会話の極性によって判定する。極性とは、ある単語が一般的に良い印象を持つか（ポジティブ）、悪い印象を持つか（ネガティブ）を表した値である。会話文に形態素解析を行うことによって会話を単語に分割することができる。形態素解析器にJUMAN++[2]、極性辞書にPN Table[3]を用いる。

会話情報を含む笑顔認識は、会話情報を含まない笑顔認識の結果に、笑顔と認識した場合は1、無表情と認識した場合は-1としてスコアを付与し、得られたスコアと会話の極性の和が0以上になった場合に笑顔と判定する。スコアを定数と、会話の極性に1以上の係数を掛け、最も認識精度が上がる最適な会話の極性の係数を決める。

### 3. 結果

会話の極性を含まない笑顔認識の正解率は52.6%、会話の極性の係数を5としたときの会話の極性を含む笑顔認識の正解率は63.2%となり、笑顔を正しく認識した確率が10.6%高くなった(図1)。なお、無表情を正しく認識した確率には変化がなかった。

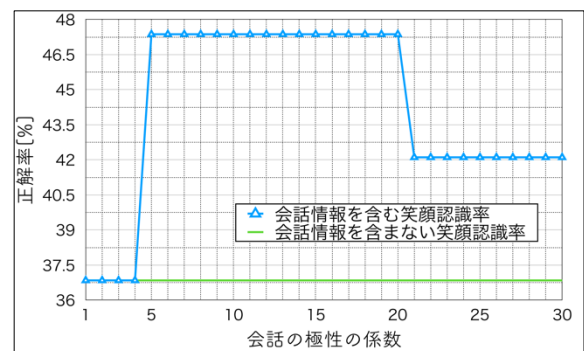


図1 会話の係数を1~30に変化させた時の正解率

### 4. 結論

実験結果から、本実験環境での会話情報を含む笑顔認識は有効であったが、実験対象が男子学生2名であることや、会話情報を含む顔画像が19枚であることから、有効性は限定的なものであると考えられる。

### 5. 今後の展望

本研究の結論が限定的なものとなる理由は、実験データが少ないことに起因する。今回、2名での自然な会話を13時間録画した中から条件を満たすサンプルを抽出した結果、3分程度の映像しか得られなかった。このことから、音声認識を利用するなど効率的な会話情報を含む画像データの収集方法を考える必要がある。

### 文献

- [1] Dlib, “dlib C++ Library”, <http://dlib.net/> (2019/1/28 付)
- [2] 黒橋禎夫, “JUMAN++ - KUROHASHI-KAWAHARA LAB”, <http://nlp.ist.i.kyoto-u.ac.jp/index.php?JUMAN++> (2019/1/28 付)
- [3] 高村大也, “PN Table”, [http://www.lr.pi.titech.ac.jp/~takamura/pndic\\_ja.html](http://www.lr.pi.titech.ac.jp/~takamura/pndic_ja.html) (2019/1/28 付)



# ウェーブレット変換を用いた剣道における 打音の特徴抽出に関する研究

A Study on the Feature Extraction from Strike Sound in Kendo Using Wavelet Transform

14544 皆川 恭徳  
指導教員 宮田 統馬

## 1.はじめに

野球やゴルフなどのスポーツでの打音は正しいフォームで打っているかなど瞬時に評価を得られる指標になるため、音というのはスポーツにおいて大事な役割を持っていると考えられる。剣道においても打音は有効打突の基準の1つとしてあり、大学剣道の試合において、打音の大きさにより有効打突の判定大きくかわることが示唆されている[1]。このことから、剣道においても音というものは大事な役割を持っていると考えられる。先行研究[2]では周波数域で上級者と初級者の閾値が存在を確認した。本研究では、時間一周波数領域で解析を行う離散ウェーブレット変換を用いて、上級者と初級者での面打ちの打音の違いについて検討を行った。

## 2. 提案する解析方法

本研究では、多重解像度解析法である離散ウェーブレット変換を行う。これは、図1に示すように、高周波成分と低周波成分の4つの成分(H, LH, LLH, LLL)に分割するものである。サンプリング周波数192kHzで面の打音を録音し、離散ウェーブレット変換を行った際、周波数帯域が広すぎるため打突音部分の情報を検出することができなかった。そこで、サンプリング周波数を2.4kHzまで下げることでより細かい情報の検出を行った。この結果からHとLLHで、初級者と上級者で差の違いがあることが分かった。以上を踏まえて以下の手順で解析を行う。

- ① 収録したデータのダウンサンプリングを行う。
- ② ダウンサンプリング行った打音に離散ウェーブレット変換を行う。
- ③ 一定の基準で評価を行うために、比較を行うため、4つの成分の中の最大振幅を求め、全体の正規化を行う。
- ④ 1回の打音ずつ最大振幅点の比率を、

$$S = LLH/H \quad (1)$$

として求め、百分率にする。

- ⑤ 各テンポでの掛け手の平均値を求める。さらに、上級者と初級者の値をまとめた平均値を表にまとめる。

## 3. 結果

本研究では、で収録された、面うちの打音を使用した。環境は、OS : Windows 7 Professional 64bit, 解析ソフト : octave4.2.0 : 録音ソフト :

Audacity 2.1.2, 指向性マイク : audio-technica AT8015, オーディオインタフェース : Steinberg UR22mk である。マイクは面を打たれる人から50cm, 地面から160cm離れた位置とした。

表1に、初級者6人の平均値と上級者2人の平均値を示す。この表から、freeのテンポだと明確に分ける差は検出せず、180bpmでは上級者二人の数値に大きな差があり平均値での初心者との比較には上級者のデータを増やす必要がある。しかし、60bpm, 120bpmでの上級者と初級者の差は剣道の習熟度の差として明確であることを検出した。

## 4. まとめ

本研究では、剣道の面打ちにおける多重解像度解析を用いた判別法を提案した。上級者と初級者の習熟度に差があるのか検証を行った。その結果、提案法を用いることで特定のテンポに明確な差が出現することが分かった。

## 文献

- [1] 橋爪 和夫, “剣道の打突時の音の大きさと耳で聞くことだけによる有効打突の判定との関連性に関する研究,” 武道学研究, vol.41, no.1, pp.33-38, 2008
- [2] 納谷知朗, “剣道における打音における打音からの特徴解析法の検討,” サレジオ工業高等専門学校平成29年度卒業論文,2017.

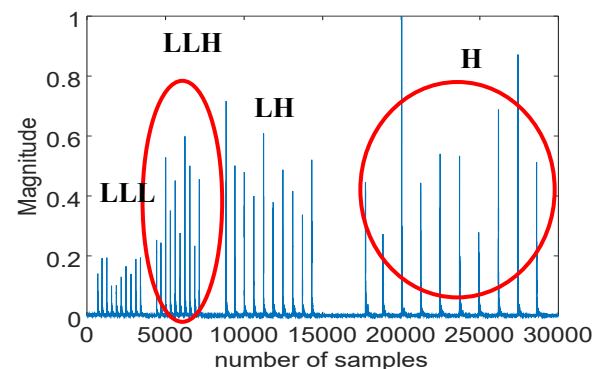


図1 離散ウェーブレット変換の結果

表1 各テンポでの上級者と初級者の平均値

段・級	60bpm	120bpm	180bpm	free
上級者	86.63	71.54	76.35	61.71
初級者	54.62	45.88	43.65	53.10
平均の差	34.01	25.76	32.70	8.61

# QGISにおける交通混雑予測システムの開発

A forecasting system for traffic congestion on GIS

14546 宮井 岳  
指導教員 島川陽一

## 1. はじめに

最短経路数え上げ問題は道路ネットワークの複数のノードを起終点として選び、この最短経路問題を解き、各リンクを通過する経路の本数を求める問題である。これを用いて簡易に渋滞するリンクを求める。

本稿では、この機能を地理情報システム上に実装して簡易に渋滞リンクを推定する。渋滞リンクを主要渋滞箇所地図から抽出して推定結果と比較し、検討する方法が妥当であることを示す。なお、最短経路数え上げについての詳細は本論文を参照されたい。

## 2. 実験結果

推定結果から交通量の多い幹線道路を7箇所選択してリンク量の推定交通を $x$ 、そこに対応する実データによる交通量を $y$ として回帰分析を行う。実交通量は交通センサスの日平均観測交通量を用いる。

表 1. 回帰分析に用いるデータ

	混雑地域	実測値(x)	予測値(y)
①	412号線(城山~相模湖駅入り口)	5,888	8,141
②	129号線(246号線合流箇所)	11,208	4,4395
③	255号線(小田原東IC~大井松田)	9,856	21,860
④	246号線(愛甲宮前~伊勢原~秦野)	12,664	60,348
⑤	16号線(橋本5差路~橋本駅南口)	5,836	43,645
⑥	413号線(橋本郵便局前~城山)	4,224	20,162
⑦	相模原愛川線(上溝~上田名)	5,688	22,306

回帰分析により与えられた回帰式、相関係数Rは表2のようになる。

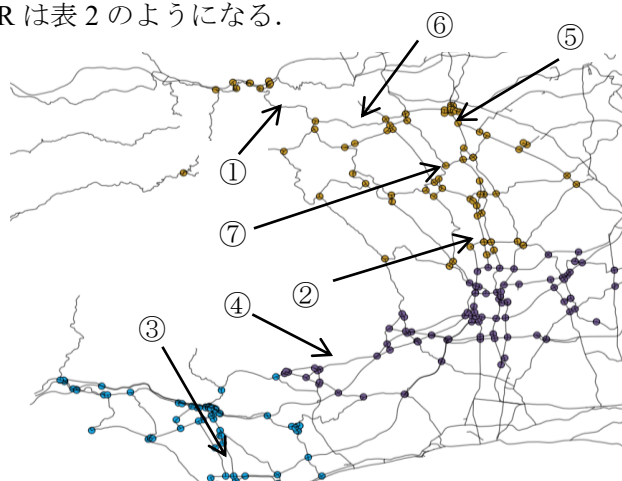


図 1. 回帰分析対象地域

表 2. 回帰分析結果

項目	結果
相関係数 R	0.68
回帰式	$y = 3.8202x + 1336.1$

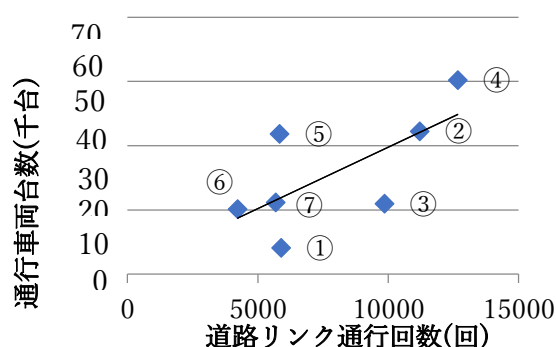


図 2. 予測値と実交通量の関係

相関係数 R は 0.68 であり、回帰分析の結果としてプラグイン混雑箇所結果と、実の渋滞箇所は相関が存在することが明らかになった。

他の地域でも同様にプラグイン実行結果と実データ的一致は多くみられ、回帰分析によって高い相関がみられたためネットワーク構造による渋滞箇所の特定は妥当であり、道路構造と交通集中は関係性が存在すると考えてよい。

## 3. おわりに

本研究は、最短経路数え上げ理論を用いて混雑度推定モデルを作成した。モデル上の推定結果は実渋滞箇所とおおよそ一致した。本システムでは起終点間の交通量は、実際の交通量ではなく単位交通量を用いている。道路ネットワークは道路種別の区分けしていない。このため幹線から非幹線への経路が選択されやすくなる。実際の交通の再現において問題点が発生する。

残された課題として、プラグイン実行速度を高速にすることがあげられる。最短経路を求めるアルゴリズムにヒープ構造を導入することにより実現できると考えている。

## 文献

[1] 田口東・大山達雄, “ネットワーク構造に基づく道路の重要度評価” オペレーションズ・リサーチ pp.465-470, 1993年9月

# カデンツを使用した自動作曲に対する飽き時間

A time of being tired of automatic composition music using Cadence

14549 山口 拓真  
指導教員 大島 真樹

## 1. 研究背景

乱数を用いた作曲は250年以上前から行われており、現在では確率論を用いた作曲が計算機によって行われている[1].

自動作曲システムは“機械の音楽”と言われて、人間が作る曲のようになっていない[1].

## 2. カデンツ

コードはトニック、サブドミナント、ドミナントの役割に分かれており、これらの役割を利用したコード進行の定型をカデンツという[2].

## 3. 問題点

自動作曲システムは一般的に音楽理論に基づいて作られ、音楽理論での評価方法は妥当ではないため、本研究では「人間が飽きずに長く聴いていられる曲」が良い曲だと仮定し“飽き時間”を評価方法とする。

過去の研究の自動作曲システムにおけるChord生成確率モデルにカデンツを取り入れると結果が変わる可能性がある[1].

## 4. 目的

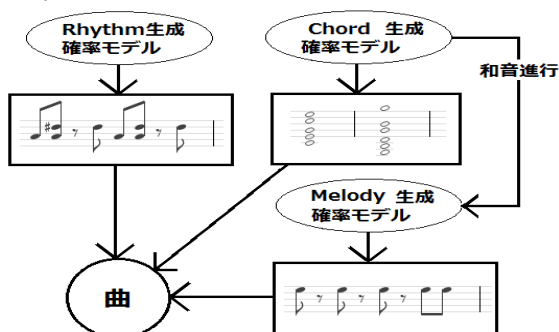


図1 自動作曲システム概要図

図1は先行研究で使用された自動作曲システムである[1]. このシステムにおいてChord生成をカデンツ内での確率遷移に変更する。

## 5. 実験方法

実験1はカデンツにおける終止に、実験2はカデンツが使用されているコード進行の中のセブンスコード(4和音)を導入した。両実験共にテンポ120, A, B, C, Dメロで展開する合計32小節の曲を、導入前と導入後それぞれ4曲ずつ生成する。生成したMMLファイルをMIDIファイルに変換。MIDIの4和音は綺麗に鳴らないため実験2ではMIDIファイルをMP3ファイルに変換。奇数人数の聴取者集団に対し、導入前と導入後の曲を順番ランダムに聴かせ、飽きたら手を挙げてもらう。過半数手が挙げたところで曲再生を止め、再生時間を表にまとめる。

## 6. 実験結果

表1に終止導入の結果、表2にセブンスコードを含む、カデンツが使用されているコード進行導入の結果を示す。

表1, 実験1の結果の表

	導入前(mid) 単位:秒		導入後(mid) 単位:秒
①	14.84	⑤	12.78
②	16.43	⑥	6.27
③	14.22	⑦	19.04
④	17.05	⑧	18.56
平均	15.635	平均	14.1625

表2, 実験2の結果の表

	導入前(mp3) 単位:秒		導入後(mp3) 単位:秒
①	18.44	⑤	22.94
②	14.84	⑥	14.87
③	13.06	⑦	19.41
④	14.99	⑧	20.54
平均	15.3325	平均	19.44

## 7. 考察

表1, 表2より、終止が飽き時間に与える影響は見られなかったが、セブンスコードが飽き時間に与える影響は見られた。

表1より、3和音に限定すると確率遷移でも似た進行になる可能性があるため、終止のみでは影響が見られなかったと考えられる。

表2より、⑤が一番飽き時間が長くなった要因として、日本人が比較的聴き慣れた王道進行、カノン進行、小室進行などの進行が含まれるためと考えられる。

表2より、導入後であるが⑥に影響が見られなかった要因として、独特なリズムが生成され、コード以上に目立ったためだと考えられる。

## 8. 今後の展望

考察より、コードと同じくリズムも大きな影響を与える可能性がある大きな要素のため、今後の改善点だと考えた。

## 参考文献

- [1] 石坂 征人 他, “自動作曲システムの演奏時間に対する飽きを数値モデル化したときの評価”, 情報処理学会第76回全国大会講演論文集, 2014年, pp.309-310
- [2] ヤマハ, “第4回 カデンツとコード進行の基礎”, [https://jp.yamaha.com/services/music\\_pal/study/chord/cadence/index.html](https://jp.yamaha.com/services/music_pal/study/chord/cadence/index.html), 2018/7/28 閲覧

# 6×5のリバーシ盤における、並列計算を使用した 計算時間の推定

Estimate of required time to calculate using parallel computation on 6 x 5 reversi board

14550 山崎 拓哉  
指導教員 大島 真樹

## 1. 研究背景

理論上は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、必ず先手必勝か後手必勝か引き分けかが決まる。

8×8の盤では組み合わせ爆発が起こるので現段階ではマスを減らして調べる必要がある。

## 2. 問題点

6×5の結果を調べたいが組み合わせ爆発が起こるため計算ができていない[4]。

6×5の1手目から調べるのではなく数手進めたものであれば並列計算を用いて結果がだせる可能性がある。

## 3. 目的

1手目から調べるのではなく数手進めたものを初期条件にして並列化および alpha-beta 法を使用した場合の探索時間を求める。

## 4. 実験方針

実験方針を以下に示す。

- 6×5は残り26手(=6×5-4)で計算すると時間が膨大にかかってしまうため、最初から1~10手進ませた状態を複数作り、それぞれの残り手を計算する。
- 双方駒を打てる場所は決まっているため、そのパターン数をカウントする。
- 駒の配置が同じになるものはカブリものとして除外する。
- alpha-beta法を用いたプログラム複数起動して並列処理をする。

## 5. 環境

以下の開発環境で研究を行う。

- 統合開発環境 Visual Studio 2017
- 使用言語 C++
- 使用したPC
  - OS . . . . Windows10(Pro 64bit)
  - RAM . . . . . 64GB
  - CPU . . . . . Intel Core i7-7700
- alpha-beta探索プログラム[4]

## 6. 結果

表1 6×5の10手進めた盤面の数

10手進ませた状態	探索時間	盤面のカウント	盤面のカブリ
10	373,804 秒	4,920,610	89,186

表2 6×5の残り手計算

残った手	探索時間
16 (10手まで進めた状態その1)	11,994 秒
16 (10手まで進めた状態その2)	6,610 秒
16 (10手まで進めた状態その3)	6,968 秒
平均探索	8,525 秒
最長	11,994 秒

表1は10手まで進めた初期状態をすべて出すのにどれくらいの時間がかかったかを示したものである。盤面数は約492万であった。その中から3つの残り手を求めて、その探索時間の平均を出したものが表2である。

## 7. 考察

表2よりCPUが1coreのパソコンが4,920,610台用意し同時に探索を行うことで、平均8,525秒、最長11,994秒で探索できることが示される。CPUが4coreならば1,230,153台、8coreならば615,077台あればよいと示された。

## 8. 今後の展望

6×5の探索時間の見積もりができたので、次は6×6も同様の見積もりを行いたい。

## 9. 文献

- 宮崎 和光, 坪井 創吾, 小林 重信, “罰回避政策形成アルゴリズムの改良とオセロゲームへの応用”, 発行人工知能学会論文誌 17巻 5号 2002年06月20日, <https://doi.org/10.1527/tjsai.17.548>
- 上田陽平, “池田心遺傳的アルゴリズムによる人間のレベルに適応する多様なオセロ AI の生成”, 発行情報処理学会研究報告 2012 03 02, <http://id.nii.ac.jp/1001/00080933/>
- 中村和樹, “奇数マスを含む縮小盤オセロの完全解析”, 2016年度サレジオ高専卒業資料 2017年02月16日
- visual studio 2017 インストール方法, <https://docs.microsoft.com/ja-jp/visualstudio/install/install-visual-studio>
- 竹下祐輝, 池田諭, 坂本真人, 伊藤隆, “縮小盤オセロにおける完全解析”, <https://www.ipsj-kyushu.jp/page/ronbun/hinokuni/1004/1A/1A-2.pdf>

# 回帰分析を用いたゴルフの賞金ランキング予測に関する一考察

A Study on Golf's Prize Ranking Prediction Using Regression Analysis

14551 山之上 公輝  
指導教員 佐藤 豊

## 1. はじめに

数多くのスポーツにおいて様々なデータ収集や高度な統計分析が行われ、科学的な見地から戦術解析や評価が行われている。

この分析の事例として「マネー・ボール」という実話をもとに映画にもなった書籍がある[1]。

本研究では、プロゴルファーが賞金ランキングに上位入賞するために、統計解析を用いて各説明変数に重要度をつけ、ランキングの予測をする。

上位の基準として、獲得賞金が五千万円以上とする。

## 2. 研究方法

日本ゴルフツアー機構から、過去のデータを取得し csv 形式にする[2]。

第1シード権を持つ60選手を対象に、「平均ストローク・バーディ率」など9つの項目を説明変数とし「獲得賞金」を目的変数とする。

表1 説明変数一覧

平均ストローク	バーディ率	パーキープ率
パーオン率	平均パッド	イーグル率
ドライビングディスタンス	FWキープ率	サンドセーブ率

重回帰分析、ロジスティック回帰、非階層クラスター分析を用いて解析を行う。データに不備がある選手は除外して解析を行う。

## 3. 結果

今回使用したデータは、2016年から2018年のデータである。データの一部が無い選手がいたため2016年は59人分、2017年は58人分、2018年は59人分のデータを用いて解析を行った。2018年データの対散布図が図1、ヒートマップ化したものが図2、非階層クラスター分析でグループ化したものが図3である。

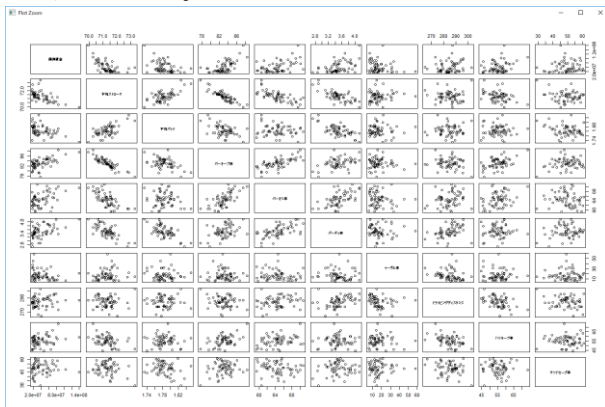


図1 2018年データの対散布図

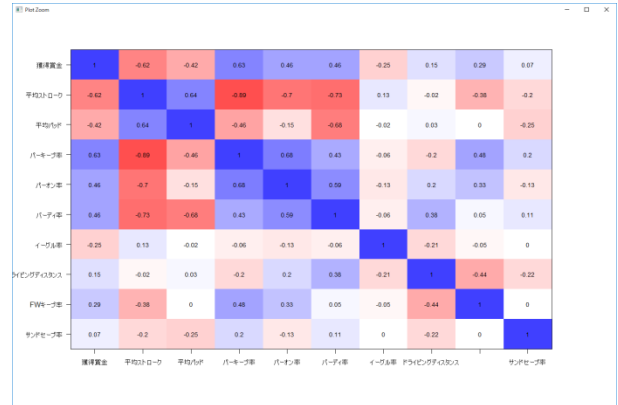


図2 2018年データの相関値付きヒートマップ

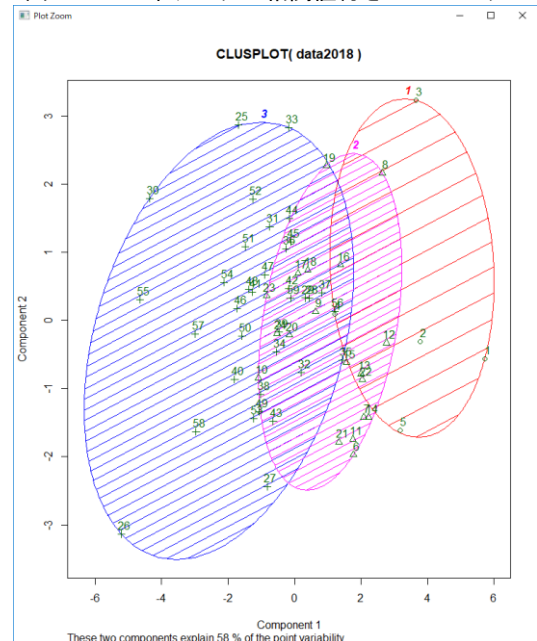


図3 2018年データの3グループ分け

## 4. まとめ

様々な解析結果から、平均ストロークが優秀であると獲得賞金5000万円以上になりやすいことが分かった。

ゴルフの獲得賞金ランキングの予想として上位10位までの多くは平均ストロークが極めて優秀な選手たちが入賞すると考えられる。

## 5. 今後の展望

今回の解析においてシード権を獲得している選手だけのデータしか見てこなかったため、シード権獲得の可能性があった選手も含めて解析を行う。

## 文献

- [1] マイケル, ルイス (2004) 「マネー・ボール」, 中山宥訳 『マネー・ボール』, ランダムハウス講談社.
- [2] 日本ゴルフツアー機構(<https://www.jgto.org>)

# ブラックホール付近での質点の運動シミュレーション

Simulation of a motion of a particle around a black hole

14552 吉田 優司

指導教員 山野辺 基雄

## 1. 緒言

近年 GPS を用いたカーナビなどが増え渋滞状況などを表示しおおよその所用時間も表示してくれる。しかし、GPS では地上の時計と GPS 衛星の時計とでは時間の進み方に違いが生じてしまうので補正が必要である。この時間の進み方の違いはニュートン力学では説明できず、相対性理論によりはじめて説明することが可能となる。

本研究では、ブラックホール付近での質点の運動シミュレーションを例にとりニュートン力学と相対性理論の違いを確認する。これにより、相対論における四次元での運動が我々の三次元ではどのように見えるかを明らかにすることができる。また、過去の研究者の主張が正しいのかを検証する。

## 2. 研究のアプローチ

本研究では、二つの時空内の質点の軌道を求める。相対性理論での運動方程式である測地線方程式

$$\frac{d^2 x^\mu}{d\tau^2} + \Gamma^\mu_{\alpha\beta} \frac{dx^\alpha}{d\tau} \frac{dx^\beta}{d\tau} = 0$$

$$\Gamma^\mu_{\alpha\beta} = \frac{1}{2} \sum_{\nu=0}^3 g^{\mu\nu} \left( \frac{\partial g_{\beta\nu}}{\partial x^\alpha} + \frac{\partial g_{\nu\alpha}}{\partial x^\beta} - \frac{\partial g_{\alpha\beta}}{\partial x^\nu} \right)$$

を解くことで歪んだ空間での質点の軌道を求めることができる。ここで、 $g_{\mu\nu}$  は空間の計量と呼ばれるものである。今回扱う時空として Schwarzschild 計量を採用する。Schwarzschild 計量は質量を持ち角運動しておらず電荷を持たない場合のブラックホールのことである。しかし、四次元のままでは観測者から観測できない為三次元に変換する必要がある。その後、数値計算を使って質点の軌道の近似解を求める。アルゴリズムはルンゲクッタ法を採用する。比較対象としてニュートン力学を使う。ニュートン力学での惑星軌道の運動方程式は

$$m \left[ \frac{d^2 r}{dt^2} - r \left( \frac{d\theta}{dt} \right)^2 \right] = - \frac{GMm}{r^2}$$

$$\frac{m}{r} \frac{d}{dt} \left( r^2 \frac{d\theta}{dt} \right) = 0$$

で与えられる。

## 3. 結果

$$\frac{d^2 r^2}{d\tau^2} = \frac{1}{\sqrt{1-r_g/r}} \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{\sqrt{1-r_g/r}} \frac{dr}{dt} \right)$$

$$\frac{d^2 r^2}{d\tau^2} = \frac{1}{\sqrt{1-r_g/r}} \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{\sqrt{1-r_g/r}} \frac{dr}{dt} \right)$$

が測地線方程式と等しいため

$$\begin{cases} \frac{d^2 r}{dt^2} = \frac{1}{r} \left\{ \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{r_g}{r} \right) \frac{r_g}{r} c^2 - \frac{1}{2} \frac{r_g}{r-r_g} \left( \frac{dr}{dt} \right)^2 \right. \\ \left. - r^2 \left( \frac{d\phi}{dt} \right)^2 + r_g r \left( \frac{d\phi}{dt} \right)^2 \right\} + \frac{1}{2} \frac{1}{1-\frac{r_g}{r}} \frac{r_g}{r^2} \frac{dr}{dt} \\ \frac{d^2 \phi}{dt^2} = - \frac{2}{r} \frac{1}{1-\frac{r_g}{r}} \frac{dr}{dt} \frac{d\theta}{dt} + \frac{1}{2 \left( 1 - \frac{r_g}{r} \right)^2} \frac{r_g}{r^2} \frac{d\theta}{dt} \end{cases}$$

が得られた。これらの式を用いて数値計算を行った。

ニュートン力学における質点の軌道は閉じた円となった(図1)。一方、相対性理論における質点の軌道は閉じない楕円となった(図2)。このことから、ニュートン力学と相対性理論では質点の運動の違いがあることがわかる。

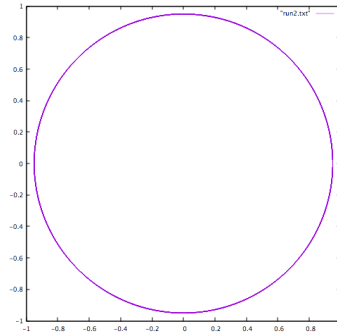


図1 ニュートン力学での軌道シミュレーション

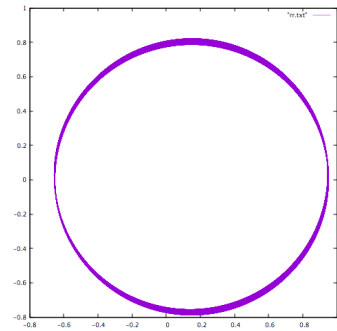


図2 一般相対性理論での軌道シミュレーション

## 4 今後の予定

Schwarzschild 時空での質点の軌道はシミュレーションできたが他の時空でのシミュレーションは行えていない。そのため今後の展望は他の時空でのシミュレーションについても確認していきたい。

## 文献

- [1] 橋本正章, 荒井賢三, “相対論の世界”, 裳華房, pp.1-66, pp.96-151, (2014)
- [2] 内山龍雄, “相対性理論”, 岩波書店, pp.46-64, (1989)

# 交通流捕捉型配置問題への遺伝的アルゴリズム適用の検討

Applying a genetic algorithm to a signboard layout problem based on a flow captured location-allocation problem

14553 吉村望  
指導教員 島川陽一

## 1. はじめに

交通流捕捉型最適配置問題は道路ネットワークを流れる交通流を需要として、施設を配置したときに捕捉できる流量の最大化する問題である。距離が遠い施設で需要を共食いするため問題のサイズが大きくなると最適解を得ることは難しい。既存の研究では Greedy アルゴリズムで解く方法が示されている[2]。

本研究では遺伝的アルゴリズム(以下 GA)を用いて交通流捕捉型最適配置問題を解くプログラムの作成し東京地区のネットワークを対象に数値実験を行う。本稿ではこの問題の数理モデルを示し GA で解く手順を検討する。

## 2. 交通流捕捉型最適配置問題の定式化

交通流捕捉型最適配置問題は以下のように定式化される。

Maximize:

$$Z = f^T y \quad (1)$$

subject to:

$$Rx \geq y \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^L x_i = p \quad (3)$$

$$x, y \in \{0 \text{ or } 1\} \quad (4)$$

ここで $x$ は施設の配置を示すリンク、 $p$ は配置される施設数、 $f$ は経路別の流量、 $L$ は施設を配置するリンクの候補の個数をである。

目的関数(1)は捕捉される流量の最大化を意味する。制約条件では、 $y$ は捕捉されれば 1 そうでなければ 0 となる。(3) は配置する施設数を、(4)は $x$ と $y$ は 0・1 変数であることを示している。

## 3. 結果

本稿では、配置数 4 の場合について検討する。

初期個体を 2 個用意し、得られた最良解を表 1 に示す。

表 1. 最良解[台]

	初期個体 1	初期個体 2
最良解	264,280	264,280

図 1 に初期個体 1 の最良解の変化を示し、図 2 に初期個体 1 の適合度の変化を示す。適合度は、配置数 4 の遺伝子の解を全て足し遺伝子の個数で割った値である。

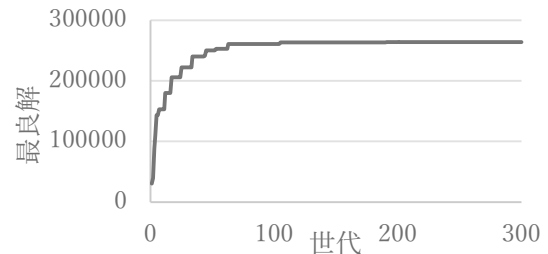


図 1. 最良解の変化(初期個体 1)

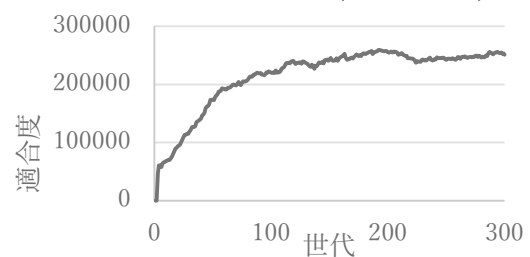


図 2. 適合度の変化(初期個体 1)

世代が進むにしたがって配置数 4 の遺伝子は最良解と同じ値になっている。同じ個体が母集団を占めていくものと考えられる適合度は最良解とほぼ同じ値をとっている。

## 4. 終わりに

本研究では GA で交通流捕捉型最適配置問題を解くためにパラメータを変え、最良解を求めた。

最良解は、はじめの 100 世代では解が変化するが、その後大きな変化が見られない。適合度は、代を重ねるごとに最良解に近くなる。

残された課題として共食いの条件を定式化の式に入れ、式を入れたときの最良解と配置数、共食いの条件なしで配置数を固定としたときの最良解を比較を行う。

## 文献

[1]島川陽一, “The flow-capturing location-allocation モデルの交通流 Network への適用:東京地区”,1997 年度日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集, pp.76-77, 1997.

[2] Hodgson, M J., Rosing, K E., Leontien, A. and Storrier, G., “Applying the flow-capturing location-allocation model to an authentic network: Edmonton, Canada”, European Journal of Operational Research, 90(3), pp.427-443, 1996.

# 粘菌アルゴリズムを利用した複数の最短経路探索に関する検討

A study on finding top k shortest paths using a slime mold algorithm

14554 和泉 功亮

指導教員 内田 健

## 1. はじめに

本研究では、複数の上位最短経路を同時に探索することを目的に、粘菌アルゴリズム[1]による最短経路探索を検討する。ここでは、粘菌アルゴリズムのパラメータである流出入量を変更することで、複数の経路を同時に探索できることを示す。

## 2. 粘菌アルゴリズム

粘菌の輸送管のネットワーク  $G = (V, E)$  は、 $N$  個のノードからなり、ノード  $i, j$  間を流れる原形質をモデル化したもので、ノード間距離  $L_{ij}$ 、ノード圧  $p_i, p_j$ 、枝  $(i, j)$  の太さ  $D_{ij}$ 、枝に流れる原形質の流量  $Q_{ij}$  から定義される。

粘菌アルゴリズムを以下に示す

- I. 流出入量  $I, D_{ij}$  の初期値を与える。ただし、 $I$  は粘菌に与える餌の量である。
- II. 式(1)に  $D_{ij}, L_{ij}$  を与え、ICCG法により求め各ノードの圧力  $(p_0, p_1, \dots, p_{N-1})$  を求める。ただし、 $in$  は始点、 $out$  は終点のノードである。

$$\sum_{i \in \{v | (v, j) \in E \wedge v \in V\}} \frac{D_{ij}}{L_{ij}} (p_i - p_j) = \begin{cases} -I \cdots j = in \\ 0 \cdots j \neq in, out \cdots (1) \\ I \cdots j = out \end{cases}$$

- III.  $D_{ij}, L_{ij}, (p_0, p_1, \dots, p_{N-1})$  の各値を式(2)に代入し各枝の流量  $Q_{ij}$  を求める。

$$Q_{ij} = \frac{D_{ij}}{L_{ij}} (p_i - p_j) \cdots (2)$$

- IV. 式(3)より  $D_{ij}$  を更新する。ただし  $n$  はヒル係数である。

$$\frac{dD_{ij}}{dt} = \frac{|Q_{ij}|^n}{1 + |Q_{ij}|^n} - D_{ij} \cdots (3)$$

- V. II~IVを終了条件まで繰り返す。

## 3. 数値実験

数値実験の対象とするグラフネットワークを図1に示す。ノード0を始点、ノード9を終点とし流出入量  $I$  を調整することで複数経路を探索できるか確認する。粘菌アルゴリズムの終了条件を繰り返し回数 100 回とする。

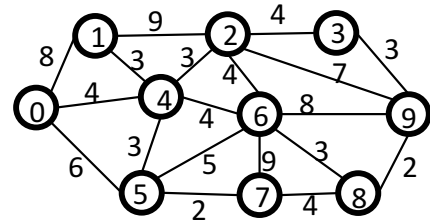
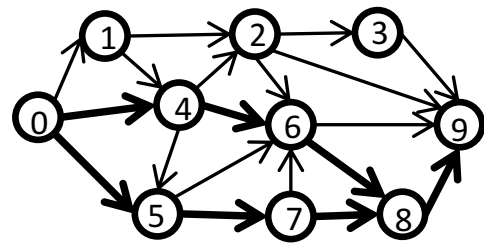
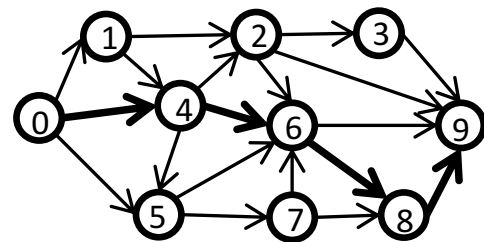


図1. 実験用グラフネットワーク

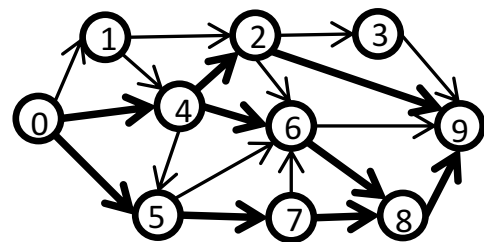
$I$  を 1.0, 1.5, 2.0 に変化させたときの結果を図2に示す。結果より  $I$  を増加させると複数経路を探索できることがわかった。



(a)  $I = 1.0$  のとき



(b)  $I = 1.5$  のとき



(c)  $I = 2.0$  のとき

図2. 流出入量  $I$  の違いによる変化

## 4. おわりに

粘菌アルゴリズムを用いた最短経路対策を実装した。粘菌に与える餌の量を流出入量として調整することでより短い複数の経路を同時に探索できることがわかった。

## 文献

- [1] 小林亮, “粘菌の最短経路における最適化”, 日本ロボット学会誌, vol.51, No.6, pp.530-535, 2014年



# Raspberry Pi への可変デジタルフィルタの実装に関する検討

Investigation of the Implementation of Variable Digital Filters on Raspberry Pi

13523 川本 将大  
指導教員 宮田 統馬

※都合により原稿はありません。

# 屋内における人物位置の実時間検出

Real-Time Detection of Indoor Person position

13507 雨宮 永  
指導教員 川村 春美

※都合により原稿はありません。

# 3D モデルを用いた歴史資料作り

## Teaching materials using Matumoto-castle 3D model

13515 大堀 達基  
指導教員 山館 順, 大島 真樹

### 1. はじめに

近年の技術は目覚ましく、PC・インターネット・スマートフォンと様々な新機種が登場する中で、最新のVR技術は五感をかなり忠実に再現可能と考えられており、注目されている。しかし教育現場における応用はさほど進んでいるとは言えない状況であり、紙媒体の教材が依然として主流である。紙媒体の教科書では具体的な対象に対する実感を持った理解に限界があり、細部や実際の大きさ、インパクトにおいて不十分である。本実験では、社会科分野の教材にVRを用い、従来の教科書に比べ五感に訴え、生徒が“従来の教科書よりわかりやすいと感じ”、“VRならではの解説ができる”よう教材を開発することを目的とする。

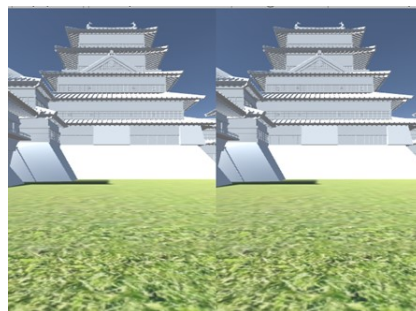


図 1VR 出力テスト

### 2. 研究方法

unity 上に松本城を表示し立て札を立てテキストを書き解説を追加する、なお本実験では代表的な天守閣群のみを再現する。

メインカメラにスクリプトを書きスマホの角度と連動し下を向いたときに前進できるようにする。

unity remote 5 をアンドロイドスマホに入れ作ったものを apk ファイルにし送る。

スマホを入れる vr ゴーグルをかぶり学生にテストしてもらい目的を達成できたかどうかアンケートを取る。

### 3. 松本城とは

松本城は長野県松本市にある1593年~1615年頃に建造された城である。日本の三大天守閣の一つに数えられ、社会科歴史分野の教材として検定教科書にも取り上げられる、しかし教科書には写真や名前だけの掲載で詳細なことが取り上げられていない。

本実験で開設する箇所は

- ・五連で形成された複合天守閣
- ・追加された月見櫓
- ・大天守の外観上の特徴とする。

### 4. 研究方法

VR ゴーグルをかぶると図 1 の画像のような VR が出力される。

また表 1 にあるアンケートを実施し目的が達成されたかを○×で確認しグラフにまとめる。アンケートの下段は従来の目的とは外れるが考察に使用するためアンケートに追加する。

### 5. 研究結果

本校の 1,2 年生の学生計 16 名に実際に VR を体験してもらった後アンケートを取った。アンケート結果は以下の表 1 のようになった。

表 1 アンケート結果

	はい	いいえ
この教材はわかりやすかったか	86%	14%
解説か所がわかったか	67%	33%

### 6. まとめ

この教材がわかりやすかったかに対し解説か所が理解できたかという質問は「はい」と答えた人が約 20% 低下した。また「いいえ」と回答をした中に解説か所がわかりにくかったという意見があり改善が必要だと考える。しかしながら約 7 割の人が理解できたと回答したので本実験をした意味があると考えられ目的を達成することができた。また多くの人にさらにわかりやすい教材の作成のためのプランを今後の発展を考える。

### 参考文献

- [1] Unity <https://unity3d.com/jp> 2018.10.30
- [2] 国宝 松本城-松本城をより楽しむ <https://www.matsumoto-castle.jp> 2018.10.30
- [3] 香川 芳文, 神奈川の郷土史を素材とした生徒の興味・関心を高める教材の開発, 神奈川県立総合教育センター長期研修員研究報告, 第 7 集, p19-24, 2008
- [4] 3Dchaya <http://www.3dchaya.com/> 2018.10.30
- [5] 中世地域経済のイメージを喚起する教材の開発, サレジオ工業高等専門学校情報工学科泉大地,
- [6] 山川 所説日本史図録 野沢 伸平 2016 年 11 月 10 日第 7 版第 1 発行 p147
- [7] 日本城郭大系 第 8 巻 官 英志 昭和 55 年 10 月 10 日発行 p206-216