

サレジオ工業高等専門学校

2016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】 2017年3月8日


Salesian Polytechnic

No.	テーマ (和文)	学生No.	氏名
A104	衝撃波を含む渦噴出流れ場における非定常現象の3次元定量計測	7AC01	伊藤 拓海
A105	地理情報システムを用いた電気自動車の充電施設の配置に関する研究	7AC02	河野 拓哉
A106	オールメタル対応缶飲料誘導加熱装置の検討	7AC03	土屋 樹生
A107	ソレノイドを用いた小型模型射出装置の開発および列車トンネル内に発生する圧力波の計測	7AC04	森田 大

A104

衝撃波を含む渦噴出流れ場における 非定常現象の3次元定量計測

Three-dimensional quantitative measurement of unsteady flow fields including shockwaves and vortexes

AC01 伊藤拓海
指導教員 稲毛達朗

1. 緒言

これまでの研究において、衝撃波を含む非定常超音速流れ場の計測手法として、BOS (Background oriented schlieren)法とCT(Computed tomography)画像再構成法を組み合わせた3次元定量計測が提案されている^[1]。BOS 法を用いた定量計測においては、画像の歪み量を得る為に撮影画像に合わせた画像処理が必要である。しかしながら、撮影画像に物体を含む場合は物体が計測光を遮ってしまう為、計測結果にデータ欠損を生じてしまう。また、CT 画像再構成を行うには多方向の投影データを取得する為に、各角度において画像処理を行う必要があり、物体によるデータ欠損が再構成結果に致命的なアーティファクトを引き起こしていることが問題となっている。データ欠損に強いCT再構成法として、SA(Simulated annealing)CT法^[2]があるが、非常に低速である為、SACT 法を並列化し高速化したPSACT(Parallel computing SACT)法を開発した。本報告では、衝撃波を含む渦噴出流れ場における非定常現象を簡素な光学系で構築されたSP-BOS 計測法とPSACT 法を用いたCT画像再構成により、3次元定量計測を行うことを目的とする。

2. SP-BOS 計測

図1に本研究の計測システムを示す。衝撃波管の駆動部には、ピストン式無隔膜衝撃波管を用いている。試験気体を空気とし、高压部をゲージ圧で4気圧、低压部を大気圧としている。背景画像には横方向のストライプパターンを採用する。SP-BOS 計測画像から得られる密度勾配の積分値 I_ρ は式(1)で与えられる。式(1)において、背景画像から観測部までの距離を l_b 、観測部からカメラまでの距離を l_c 、カメラの焦点距離を f 、Gladstone-Dale 定数を G 、密度を ρ 、屈折角を ε 、屈折率を n 、背景画像上における縞の移動量を Δy 、撮影画像上における縞の移動量を Δh としている。

$$I_\rho \cong \int_{l_b - \Delta l_b}^{l_b + \Delta l_b} \frac{\partial \rho}{\partial r} dl = \frac{G\rho_0 + 1}{G} \frac{l_b + l_c - f}{l_b f} \Delta h \quad (1)$$

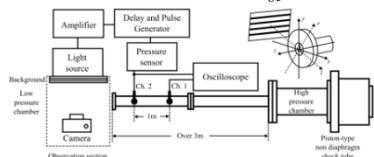


図1 SP-BOS 計測システム

3. PSACT 法を用いた CT 画像再構成

式(2)に評価関数 ΔE を示す。ある断面におけるデータのある1点 (x_0, y_0) の値をランダムな値 $\Delta\mu$ だけ変更し、再投影した投影データ $P(r, \theta)$ と計測された投影データ $P_0(r, \theta)$ の二乗誤差の増減値と統計学的スムージング項 $c\Delta\sigma$ により評価値を決定し、改善に向かう場合は変更、改悪に向かう場合においてもある確率で変更することにより、局所的最適解に陥らない逐次近似計算による再構成を行う。

$$\Delta E = \sum_{\theta} \{ \Delta\mu^2 + 2\Delta\mu[P(r, \theta) - P_0(r, \theta)] + c\Delta\sigma \} \quad (2)$$

4. 結果

図2にSP-BOS 計測により得られた3次元密度勾配分布および3次元密度分布を示す。SP-BOS 計測結果から3次元密度分布を取得することができなかった。

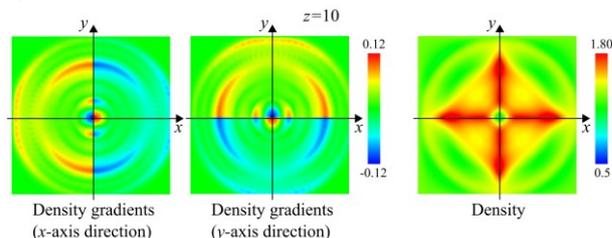


図2 3次元密度勾配分布および3次元密度分布

5. 結論

衝撃波を含む渦噴出流れ場における非定常現象を簡素な光学系で構築したSP-BOS 計測装置とPSACT 法により3次元定量計測した。しかしながら、密度勾配分布から密度分布を得ることができなかった。

6. 今後の発展

3次元定量計測工程を再検討し、密度の3次元定量計測を行っていく。

文献

[1] M. Ota, K. Kurihara, K. Aki, Y. Miwa, T. Inage, K. Maeno: "Quantitative density measurement of the lateral jet/cross-flow interaction field by colored-grid background oriented schlieren (CGBOS) technique", The Journal of Visualization, Vol. 18, pp.543-552, April 2015.
 [2] 西川幸宏: 画像再構成装置, 画像再構成方法, 画像再構成プログラム, CT 装置, 国際特許分類 A61B 6/03 (2006), 国際出願番号 PCT/JP2007/072339, 国際公開番号 WO 2008/059982 A1, 世界知的所有権機関国際事務局, 国際公開日 22.05.2008.

A105

地理情報システムを用いた

電気自動車の充電施設の配置に関する研究

A Charging Facility Location Problem for EV on Geographic information Systems

AC02 河野拓哉

指導教員 島川陽一

1. はじめに

電気自動車(以下 EV)の普及は CO2 削減につながり環境問題の解決に貢献する. その充電施設を最適配置することは重要な交通政策の課題である.

本研究ではこの配置問題を交通流捕捉型の施設として定式化し, 数理計画法の手法を用いて解くことを試みる. 仮想道路ネットワークを用意し数値計算によって交通量を求め, 流量を算出する. 仮想道路ネットワークの各リンクの交通にどのような特徴が表れるかを検討する. また各リンクの流量の分布を示し, 貪欲法で適用する場合の施設配置に適しているリンクを示す.

2. 交通量配分計算の方法

2. 1. BPR 関数の設定

BPR 関数は交通量から走行時間を求める関数で交通量の増加につれて走行時間が加速度的に増加していく. リンク a の自由走行時間 t_{a0} , リンク交通量 x_a , 交通容量 C_a とする. リンクコストは以下に示す BPR 関数で与えられる[1].

$$t_a(x_a) = t_{a0} \left(1 + \alpha \left(\frac{x_a}{C_a} \right)^\beta \right)$$

3 章以降の数値計算ではパラメータは $\alpha = 0.48$, $\beta = 2.82$ とする.

2. 2. 利用者均衡配分

交通量の配分原則には利用者均衡配分を用いる. この配分原則には Wardrop の第一原則である「利用される経路の旅行時間は皆等しく, 利用されない経路の旅行時間よりも小さいか, せいぜい等しい.」

を用いる. OD ペア rs 間の経路 k の経路交通量を f_k^{rs} , OD ペア rs 間の OD 交通量を Q_{rs} , OD ペア rs 間の経路 k がリンク a を含むとき 1, そうでなければ 0 とするダミー変数 $\delta_{a,k}^{rs}$ とする. この交通量配分問題は以下の最適化問題として定式化される[2].

$$\begin{aligned} \min \quad & Z = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(w) dw \\ \text{s.t.} \quad & x_a = \sum_{rs} \sum_k \delta_{rs,k}^a \cdot f_{rs,k} \quad \forall a \in A \\ & \sum_k f_{rs,k} - Q_{rs} = 0 \quad \forall rs \in \Omega \\ & f_{rs,k} \geq 0 \quad \forall k \in K_{rs} \end{aligned}$$

この配分を解くためのアルゴリズムとして以下では Frank-Wolfe 法を用いて計算する.

3. 数値計算による道路ネットワークの流量

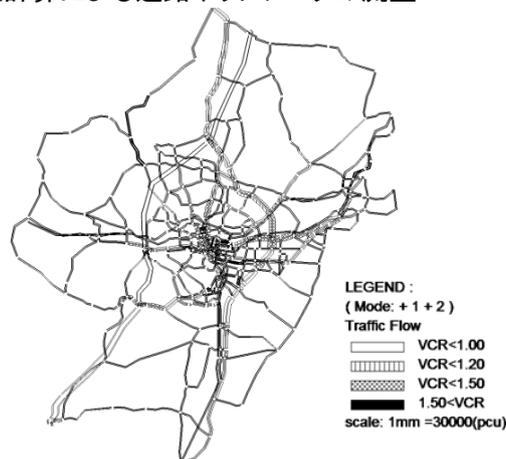


図 1. 数値実験に用いる仮想道路ネットワーク

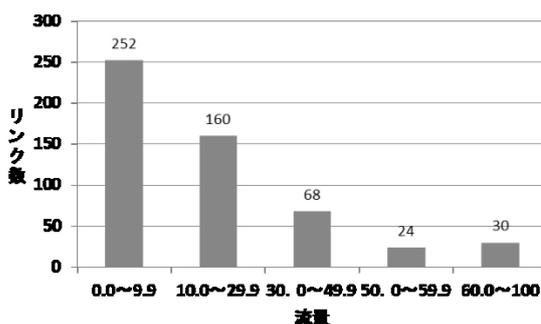


図 2. 流量とリンク数

図 1 に示す流量を求めた仮想道路ネットワークは中心部が格子状となっており, 交通が集中する傾向を持つ. 中心部を通ることにより周辺部のノードにアクセスしやすくなるので, 交通が集中する傾向がある. 図 2 には交通流分布を示す. 交通流が多いところに EV 充電施設を配置することが適しているとすれば図 2 の分布の右にあたる流量の大きいリンクから配置すべきと考えられる.

4. おわりに

本稿では, 仮想道路ネットワークに利用者均衡配分を適用し, 各リンクの交通量, リンク流量を求めた. 交通流から EV 充電施設を配置するのに適したリンクを検討した.

文献

- 若林健吾, 島川陽一, “交通量配分計算を利用した経路選択率の計算方法と精度の検討”, 2014 年オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集, 2-B-7, pp.190-191, 2014.
- Wardrop, J.G., “Some theoretical aspects of road traffic research”, proceedings of the Institution of Civil Engineers Part II, (36), pp.325-378, 1952

A106

オールメタル対応缶飲料誘導加熱装置の検討

A Basic Study of Heating System for Beverage Cans to All Metal

AC03 土屋樹生
指導教員 米盛弘信

1. はじめに

現在、抵抗加熱式缶飲料加熱装置の問題点を解決するために、急速加熱が可能な誘導加熱を用いた缶飲料加熱装置が研究されている。また、近年スクリューキャップ付きのホット・コールド兼用の大型アルミ缶が増加している。したがって、筆者は飲料缶のサイズを問わずに加熱が実現できる汎用的な缶飲料誘導加熱装置の提案を目指している。

先行実験では、加熱コイルと缶に隙間がある場合、ショートスチール缶において、発熱が大きく低下した。そこで、ショートスチール缶の加熱を改善するために、シミュレーションで検討を行った。

本稿では、汎用的な缶飲料誘導加熱装置の実現を目指し、加熱コイルと缶に隙間がある場合の発熱向上のための手法を提案する。

2. 有限要素法解析によるシミュレーション

本研究では、有限要素法解析 (FEM) によって、先行実験の環境を再現し、発熱の向上が見込まれる手法を検討した。シミュレーションしたのは、(a) 先行実験モデル、(b) 缶の底面にフェライトを追加、(c) 缶側面に加熱コイルを追加、(d) 缶底面に加熱コイルを追加した(a)~(d)の合計 4 モデルである。以上を FEM によって磁場解析し、最も発熱する加熱構造を明らかにする。

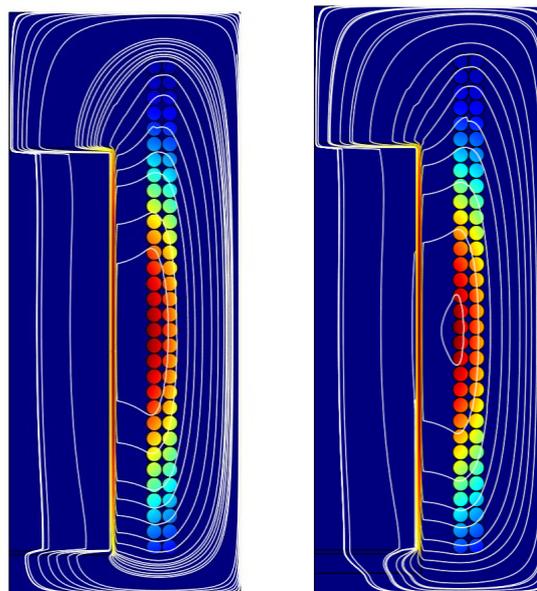
3. シミュレーション結果

図 1 にシミュレーション結果を示す。赤色は、渦電流密度、および磁束密度が高い部分を示している。加熱コイルは図内の“○”箇所である。加熱対象の缶はスチール缶であり、缶の中心を回転軸対称場として解析モデルを描いた。先行実験を再現した(a)の先行実験モデル(基準)と改善モデル(b)~(c)を比較する。(b)は缶底面にフェライトを追加しているが、加熱コイルと距離がある関係で発熱にあまり寄与していない。(c)は缶下側面に加熱コイルを追加したモデルであり、磁束密度の増大によって発熱に寄与していることがわかる。(d)は、缶底面に加熱コイルを追加したモデルであり、缶底面に磁束が鎖交することで、今まで発熱していなかった缶底面が発熱している。

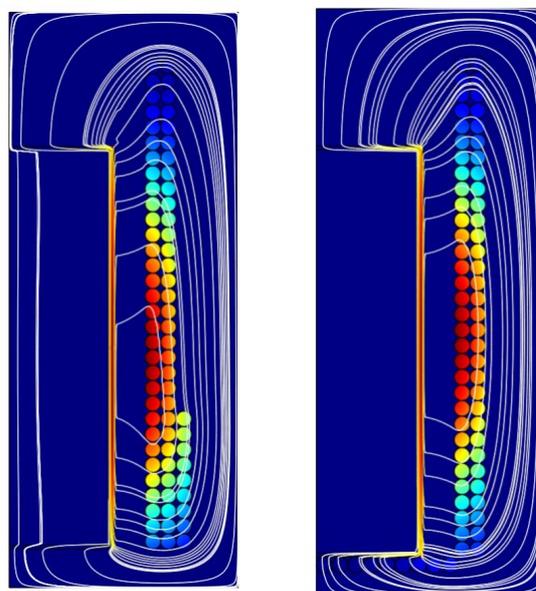
以上より、缶底面に加熱コイルを追加することで加熱コイル内径より小さい飲料缶の加熱を増大できる汎用性の高い加熱装置が実現できるといえる。

4. まとめ

本稿では、飲料缶のサイズを問わず使用できる汎用的な缶飲料誘導加熱装置の実現を目指し、加熱コイルと缶に隙間がある場合の加熱手法を検討した。FEM シミュレーションの結果、缶底面に加熱コイルを配置した構造が加熱に寄与することがわかった。



(a) 先行実験モデル (b) 底面にフェライト追加



(c) 側面にコイル追加 (d) 底面にコイル追加

図 1 各シミュレーションモデルの FEM 結果

A107

ソレノイドを用いた小型模型射出装置の開発
および列車トンネル内に発生する圧力波の計測Development of a solenoidal-injection-system
for measuring the micro-pressure-wave generated in a train tunnelAC04 森田大
指導教員 稲毛達朗

1. 緒言

近年、新幹線の最高速度は技術の進歩と共に向上し現在では320[km/h]での走行が可能となった。しかし、速度の向上に伴い、トンネル微気圧波問題という環境問題が深刻化している。トンネル微気圧波は列車がトンネルへ突入した際にトンネル出口部で観測される圧力波であり、空気振動と騒音を発生させる[1]。本研究では小型列車模型を射出する装置を構築し、微気圧波を模擬発生させることでトンネル微気圧波の低減対策を検討する。

2. 研究のアプローチ

本研究では小型列車模型を高速で射出するため列車模型の射出機構にソレノイドを用いた装置を構築する。ソレノイドへ大電流を流すことによって発生する磁界を利用して磁性体の列車模型を射出する。したがって、本研究では大容量の電解コンデンサに蓄えた電荷をソレノイドへ放電し、磁界を発生させる。また、列車模型を高速で射出させるため、ソレノイドによる加速部を複数段設けることで、連続的な加速を可能とする。本研究では JR 山陽新幹線の高塚山トンネルおよび700系新幹線と同じ断面積比[2]で模型を設計する。本研究では、直径 $\phi 17.5$ [mm]、全長20[mm]の鉄の円柱の先頭にプラスチック製円柱を接続した円柱模型と700系新幹線と同様の断面積変化を持つプラスチック製円柱を接続した2つの模型を射出し、微気圧波の圧力値の違いを計測する。2つの列車模型を直径 $\phi 36$ [mm]、全長3[m]のトンネル模型へ突入させた際に発生する微気圧波をトンネル模型内に設置した2つのコンデンサマイクを用いて計測する。

3. 結果

円柱列車模型を128[km/h]でトンネル模型へ射出した際の2つのコンデンサマイクによる出力信号を図1に示す。

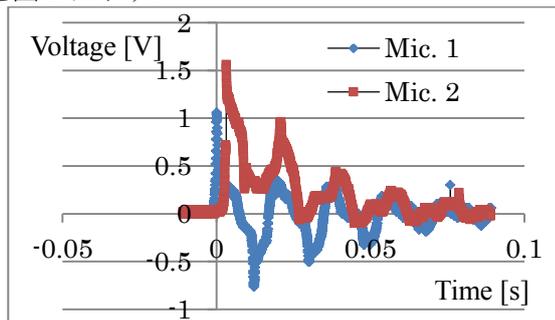


図1 円柱模型を射出した際のマイク信号

図中の Mic. 1 の波形はトンネル模型入口側、Mic.2 の波形はトンネル模型出口側を示している。コンデンサマイクの距離は1000[mm]、圧力波の通過時間は3.55[ms]であるため、この圧力波の伝播速度は1014[km/h]である。また、電圧値を圧力値へ変換すると入口側の圧力値は5.372[kPa]、出口側は2.549[kPa]である。また、700系新幹線を模擬した列車模型を128[km/h]でトンネル模型へ射出した際の2つのコンデンサマイクによる出力信号を図2に示す。

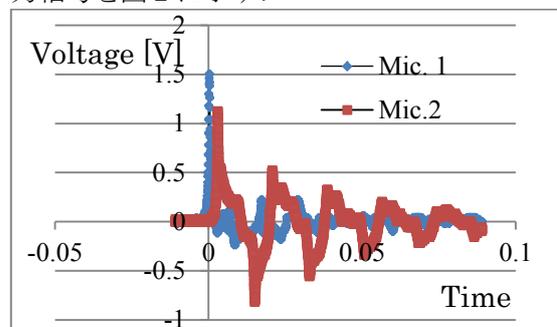


図2 700系新幹線模型を射出した際のマイク信号

図中の上の波形はトンネル模型入口側、下の波形はトンネル模型出口側を示している。コンデンサマイクの距離は1000[mm]、圧力波の通過時間は3.5[ms]であるため、この圧力波の伝播速度は1030[km/h]である。また、電圧値を圧力値へ変換すると入口側の圧力値は3.134[kPa]、出口側は2.78[kPa]である。圧力値および伝播速度が実際のトンネル微気圧波と近似しているため、本実験で微気圧波を模擬することができたと考えられる。

4. 結論

本研究では小型模型を用いてトンネル微気圧波を模擬発生させ、圧力値と伝播速度を計測したところ、実際の微気圧波に似た信号を得られた。また、列車模型の形状を変更して実験を行ったところ、微気圧波の出やすい円柱模型が700系新幹線を模擬した模型より高い圧力値を示したことから、本実験装置は、トンネル微気圧波低減対策の実験を行うことが可能であると考えられる。

文献

- [1] 小沢智, “トンネル内の圧力変形とトンネル出口微気圧波,” 数理解析研究所講究録, 908 巻, pp.123-133, (1995)
- [2] 飯田雅宣, “高速車両の先頭形状,” 鉄道技術来し方行く未発展の系譜と今後の展望, 70 巻, pp.28, (2013)

No.	テーマ (和文)	学生No.	氏名
2001	報道番組におけるテレビ美術	5AD01	浅野 美幸
2002	絶滅危惧植物の理解を深める絵本	5AD02	飯島 朝陽
2003	外国人に日本の文化を知ってもらうための表現	5AD03	井澤 康平
2004	大和言葉を広めるためのビジュアルデザイン	5AD04	伊藤 悠
2005	3次元CAD教材	5AD05	稲垣 天門
2006	保育園で使用する多人数用ベビーカー	5AD08	岩田 鉄平
2007	プロジェクションマッピングを用いた体験型学習コンテンツ	5AD09	上野 蘭
2008	明かりと人間の関係性の可視化	5AD11	大神 昌光
2009	ドットの造形性	5AD13	大竹 花波
2010	エレベーター用開閉ボタンのピクトグラム	5AD14	大塚 有希子
2011	公共家具	5AD15	大本 健太
2012	ビジュアルデザインに軸をおいた英語学習支援教材	5AD17	片柳 葵
2013	被災地で使う移動可能な防災用品	5AD18	鬘谷 悠馬
2014	郷土の歴史、文化を伝えるワークショップ	5AD19	加藤 拓実
2015	車椅子利用者への災害避難援助	5AD22	今野 義己
2016	これからの和室の在り方	5AD23	佐藤 彩花
2017	和紙で作る材料と活用法	5AD24	佐藤 愛
2018	犬食い改善のための道具	5AD25	佐藤 幸也
2019	伝統行事を通して日本文化にふれる	5AD26	下川 和倫
2020	若者が興味を持って読める新聞	5AD27	荘子 奈穂
2021	高齢者のための木製食器	5AD28	白石 宙
2022	初心者に向けた化粧品キット	5AD29	杉本 咲耶
2023	中学校における読書スペースのありかた	5AD30	鈴木 優香
2024	手拭いに愛着をもってもらうための注染体験キット	5AD35	永野 日彩
2025	持続可能エネルギーを用いた移動体	5AD36	中村 賢都
2026	エコノミークラス症候群に配慮した震災時の車中泊	5AD37	西濱 智行
2027	郷土の文化「三つ目囃子」を学ぶツール	5AD38	丹羽 結菜
2028	「MIZUNO1906 カケル Sweets」キャンペーン	5AD39	長谷川 健人
2029	日本のユーモアを盛り込んだサインデザイン	5AD42	深井 美月
2030	日々の食生活について	5AD43	宮内 瑛理
2031	笑いのビジュアル表現	5AD45	山田 皓生
2032	妊婦が過ごしやすくなるスペース	5AD46	李 知宣
2033	人を惹きつける花屋	5AD47	若海 芽依
2034	自然音を生活に取り入れるツール	5AD48	渡邊 日香里
2035	幼少期に創造力を養う知育玩具	5AD49	平崎 智規
2036	メッセージをこめたイラストレーション	5AD50	橋爪 陽平

2001

報道番組におけるテレビ美術

A Set Design for a TV News Show

AD01 浅野 美幸
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

現在放送されているテレビ番組ではTwitterなどのSNSを利用し視聴者のコメントや意見が画面上に表示されるようになった。これはスマートフォンやタブレットの普及により、テレビと視聴者に双方向の関係が生まれ、自身の意見がリアルタイムで番組に反映されるようになったことにある。本研究では現代の時代を反映した美術セットの在り方について考察する。

2. 研究方法および調査内容

2.1 文献調査

論文や書籍による美術セットの変遷を調査した。情報伝達や技術革新による社会の変化が最も反映されているのが情報を取り扱う報道・ニュース番組であることが分かった。番組構成が変化し視聴者目線が優先された親しみやすいセットに変化した。

2.2 現場調査

某テレビ局の報道番組を現場調査した。スタジオの大きさ、美術セットの動かし方やカメラの位置などを生放送の番組の動きを見学した。また実際のセットを担当されたデザイナーやスタッフの方に、どのようなプロセスでセットが制作され、実際の報道番組として放送される取材を行った。

3. コンセプト立案

「情報化社会の報道番組」

- ・ 情報化社会をイメージさせるセット
- ・ 信頼性のある報道番組としての表現
- ・ 双方向、リアルタイム感の演出

4. デザイン展開

[1] 情報化社会を表現したセットの造形

折り重なる曲線状の層により、情報の流れを表現した。それぞれの層には、LEDの電光掲示板によってニュースや株価、TwitterなどのSNSのコメントが流れる仕組みとした。また参加者の机は個人で独立しながら一つに繋げ、ネット社会をイメージする造形とした。(図1)

[2] 視聴者参加型コーナー

実際にスタジオに来てもらうことを提案する。双方向の関係から番組をリアルタイムで

伝えると共に番組の理解を深められると考える。報道をする際は視聴者が映らない場所にキャスターを配置し放送する。(図2)

[3] 視聴者とSNSの共有

視聴者の前にパソコンを設置し、SNSの視聴者とリアルタイムで情報を共有する。(図3) 新しい情報は設置されたモニターに映し出され、キャスターと共有される。

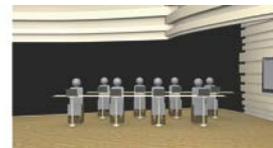
5. 完成図



▲ 図1 全体位置



▲ 図2 キャスター位置



▲ 図3 視聴者位置

6. 検証結果

現場の方に提案内容を見ていただき、視聴者の安全に配慮し視聴者は移動せずカメラの画角だけで映る配置にすること。カメラの導線上に顔が映るよう視聴者を配置すること。視聴者の参加する番組の事例はあるが、視聴者に対する配慮が難しく実現できていないことが多いなどの意見をいただいた。生放送のリスクなどを考慮しつつ、視聴者の配慮や参加の仕組みについて検討をしていくことが今後の課題と考える。

参考文献

- [1] 鏡子、米倉律「テレビ美術から見る「キャスターショー」の誕生と発展～『ニュースセンター9時』と『ニュースステーション』のスタジオセット分析を中心に～」(2009)
- [2] 西美里「ニュースメディアの変容—その娯楽化傾向をめぐる一考察—」
- [3] 廣谷鏡子「放送オーラル・ヒストリー「テレビ美術」の成立と変容」(2014～2016)

2002

絶滅危惧植物の理解を深める絵本

Deepening the Understanding of Endangered Plants through a Picture Book

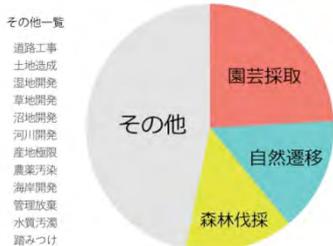
AD02 飯島 朝陽
指導教員 西野 隆司

1. 研究目的

植物の絶滅危惧種、動物の絶滅危惧種に比べて、多くの人がある存在を認知出来ていないのが現状で、実際に絶滅危惧植物のみの書籍は少数である。この問題から、「絶滅危惧植物の理解を深める」事を重要な目的として、研究制作する事にした。

2. 調査内容(事前調査)

- 楽しく知り、学ぶことが出来るツール
育英祭にてアンケート調査を行った。結果として「絵本」が最も多く票を集め、絶滅危惧植物の理解を深める媒体として絵本を選んだ。又絵本を今までに読んだ事があるか、と言う質問に対して「いいえ」と答える人はおらず、誰もが一度は読む媒体であると言う事実も得られた。
- 絵本について
サイズや表現方法には規格はなく、自由度が高い。
0～3歳児までの読み聞かせは、母親とのコミュニケーションツールのひとつであり、3～7歳児までの読み聞かせは絵本を通じて様々な体験をする事が、脳への良い刺激を与えるとされている。絵本を通じて子供は知識力・発想力・想像力・コミュニケーション能力・思いやり・論理的な思考を構築し、大人になっても絵本の内容を覚えている事が多く、絵本が子供に与える影響は大きい。
- 植物が絶滅の危機に陥る問題



- 植物が減少する事で考えられる問題
 - ① 植物が減少事によって酸素を作り出す効果がなくなるので、二酸化炭素が充満し地球温暖化を加速させる。
 - ② 地面に張っていた根がなくなるので土砂崩れが発生する。植物を主食とした草食動物や昆虫、バクテリアは早々に絶滅して行く。
 - ③ 絶滅危惧植物が絶滅すると、生物多様性の崩壊を助長させ、人間にも悪影響を及ぼす。

3. コンセプトおよびアイデア展開

本研究は読み聞かせを前提とした絵本の制作を行い、絶滅危惧植物と言う難しい内容に対して、子供だけで考えるのではなく、親子で考える事で、より理解を深める事が出来ると考えた。又絵本の内容をストーリー化する事で、子供に受け入れやすい形にし、一人で読んでいても、何度も繰り返し読む事で本の内容を徐々に記憶、理解するのが望ましいと考えた。ターゲットユーザーは、絵本を読む世代であり、授業等で地球温暖化等の内容が始まる前の小学生低学年を想定する。本研究は授業前の導入をイメージして制作する。

4. 最終提案(作品)



(作品の一部を抜粋)

絶滅危惧植物を伝える上で、何が大切かを考えた時、既に絶滅した植物を知る事が重要なのではなく、「何故絶滅したのか」「今後どうやって絶滅危惧植物に向き合うべきなのか」が重要だと考えた。

5. 今後の発展

絶滅危惧植物の問題は、国内だけの問題ではないので、絵本の言語も日本語だけに設定するのではなく、他言語設定をする事で、より多くの人に絶滅危惧植物への理解を深める事が出来ると考える。

文献

- [1] 宮本みきお, “絵本と読み聞かせの効能効果”, 幼児の才能開花教育まといプロジェクト,
<http://www.might-project.com/child-care/book-select/003/index.html>, (参照 2016-11-10)
- [2] 岩科司, “多様性を守る”, 波実験植物園,
<http://www.tbg.kahaku.go.jp/diversity/protect/angered/why/index.html>, (参照 2016-07-18)

2003

外国人に日本の文化を知ってもらうための表現

Japanese Culture to Non-Japanese:an Illestration-only presentation through Manga

AD03 井澤 康平
指導教員 氏家 和彦

1. 研究目的

訪日した外国人が日本の生活に触れた時に直面する、日本独自の文化性を言葉以外で理解してもらえないかを目的として、研究に取り組む。

2. 調査内容(事前調査)

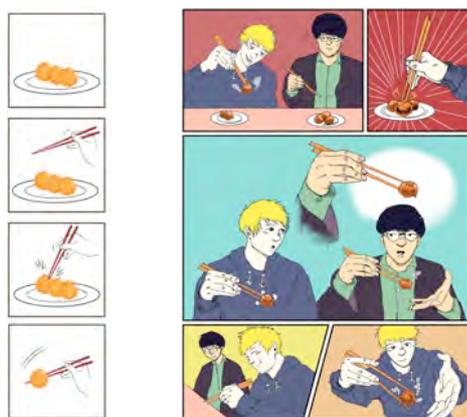
①訪日外国人が、不便に感じていることについて日経リサーチで調査してみた。それらの資料によると、お風呂の使用方法やトイレの使用方法、食事のマナー、香水やお香、食へ物の臭い、不泊や料金のトラブル、備品の持ち出し、その他などがあげられた。食事の際に、一度取った料理を戻したり、床にたくさんの食へカスを落としたり箸の使い方などがある。またトイレの使い方では、使用済のトイレトーパーを流さずにゴミ箱に流したり、客室のトイレを使用した後、便器の便を流さないことやお風呂をトイレ代わりにしている。

②日本独自の文化として、漫画のイメージが強い。そのため、漫画の起源について調査してみた。漫画の起源について調べてみたところ、平安時代の「鳥獣戯画」と「絵巻物」や江戸時代の北斎漫画(浮世絵)にたどりついた。これらの特徴から現代の漫画に通ずるものがあつた。それは、台詞のない表現で物語・展開を伝えることや陰影がない単純化された絵である。台詞のない表現で物語・展開を伝えることは、言葉の通じない外国人に瞬時に理解できる単純さを持っていることからこの研究に有効と考えた。さらに海外で「マンガ」といえば日本のマンガのことを指し、世界共通語となっている。特に日本のマンガは、海外のマンガにはない高い人間描写やドラマ性あるとわかつた。これらの特徴として言葉を使用しない表現方法の一部と考え、この研究に使用することが可能と考えた。

3. コンセプトおよびアイデア展開

以上のことから訪日外国人を対象に、「訪日外国人に日本独自の文化であるマンガを使い、日本での生活を楽しく過ごせるようにする。」というマンガを使ったツールを提案する。アイデア展開として、台詞のない4コマ漫画を考えてみた。台詞のない4コマ漫画(図①)がもっとも単純で伝わりやすい表現方法と考えた。しかし、実際にできたモデルを海

外から訪日した外国人に試してみたところ、「よくわからない」や「表現がこわい」などという意見、結果が得られた。原因は、4コマ漫画では伝えきることが不十分ではないかと考えた。そこで改善案として日本のマンガの表現方法で用いられる高い人間描写やストーリー性に注目し1ページ内に収まるコマの多い漫画(図②)にしてみた。



▲図①

▲図②

4. 最終提案

登場人物の人間描写と、〈間違える→気づく→正しく直す〉といったストーリー性を意識し制作した。そして図②のようなマンガを実際に検証を行った。検証の結果、殆どの人が「わかりやすい」や「簡単にわかつた」などの意見が得られ、内容を理解してもらえた。以上のことから、文字を使わないマンガでも情報を伝えることは可能だと考えている。

5. 今後の発展

さらに訪日した外国人が直面する、不便について詳しく調査し、様々な国の人への対応を考えていく必要がある。

参考文献

- [1] “現代マンガ・その源水と展開「鳥獣戯画」と「北斎漫画」- 瀬木 慎 国文学「鳥獣戯画」を読み解く” 今村みゑ。(参照 2016-6-12)
- [2] “日本のアニメを活用した国際観光交流等の拡大による地域活性化調査報告書,” 国土交通省総合政策局。(参照 2016-12-10)
- [3] “日本のマンガはなぜ世界を制したか,” 里中美智子。(参照 2016-1-20)

2004

大和言葉を広めるためのビジュアルデザイン

Classical Japanese Words: A Visual Communication Design

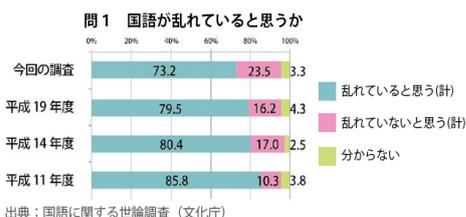
AD04 伊藤 悠
指導教員 李 盛姫

1. 研究目的

近年、日本人の日本語乱れが問題視されている中、日本古来の「大和言葉」が見直されているが、大和言葉の知名度は低い。大和言葉というジャンルを知ってもらうことで、綺麗な日本語を心がけなければならない場面で役立つように若者を中心に広めることが本研究の目的である。

2. 調査内容(事前調査)

平成26年度「国語に関する世論調査」の中で、「国語が乱れている」という回答は半数以上に及んだ。しかし国語が乱れていると答えた人が年々減少傾向にあるのは、乱れた日本語を聞き慣れてしまったなど「慣れ」という理由も関係していると考えられる(図1)。



(図1) 国語に関する世論調査

また、大和言葉を使うメリットとして「表現がやわらかくなり、知的で品の良い印象を相手に残すことができる」などがあげられる。堅くなってしまいがちなビジネスメールも、大和言葉を使うことでやわらかく丁寧な表現となる。

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプトは「20代前半の就活生など若い世代に向けた大和言葉のLINEスタンプ開発」である。大和言葉には普段から使える言葉も多いため、若年層が普段触れる頻度が比較的高いLINEを使いLINEスタンプを通じて大和言葉を広めようと考えた。また、言葉遣いを見つめ直す機会の一つとして「就活」、言葉遣いを意識しなければならない機会が多い新社会人をターゲットとした。

スタンプ表現で用いる大和言葉は、気持ちを表現できるものや、挨拶に使えるもの、「よろしくお願ひ致します」などの普段からよく使い、大和言葉にすることでより相手に丁寧に伝わる言葉を中心に選んだ。

LINEスタンプを作るにあたり、現在人気のあるスタンプから絵柄を調査した結果、下記の2点が分かった。

- ・キャラクターに丸みがあり、全体的に緩やかな曲線を使っている

- ・兎や熊、犬といった動物が多い

上記のことなどを含めてデザインを検討した結果、スタンプのメインモチーフは下記3点の理由より、雉(キジ)とした。

- (a) 昔話等にも登場するため日本人に馴染み深い
- (b) 人型だと好き嫌いや送る相手を限定してしまう
- (c) 日本の国獣である

4. 最終提案(作品)

ビジュアルを制作しアンケートを行い、どのデザインがスタンプとして機能しやすく親しみを持ちやすいかなどを検討した結果、ベタ塗りでの線のないデザインのスタンプに決定し、計32種類制作した。(図2)。



(図2) スタンプ最終デザイン

また、スタンプを広める為の広告ツールとして、大学食堂トレーの上のせるフライヤーとPOPを制作し、さらにQRコードを載せることで、広告を見たその場でスタンプをダウンロードできるようにした(図3)。その他、就活サイトに出すWeb広告も予定している。



(図3) 広告デザイン

5. 今後の発展

検証を行った結果、スタンプのデザインについては「丁寧な言葉使いだから使いやすい」という意見が多く、広告類を見ただけでも大和言葉を知る良い機会になると思うという意見が多かった。しかしQRコードを読み込むのは面倒という意見も見受けられた為、今後の展開としては、端末を使っていて直感的にスタンプをダウンロードできるようにWeb広告の数を増やすなどのデジタル広告の工夫を考えている。

文献

- [1] 高橋こうじ「日本の大和言葉を美しく話す-こころが通じる和の表現-」東邦出版株式会社(Dec.2014)

2005

3次元 CAD 教材

Three Dimensional CAD Learning Kit

AD05 稲垣 天門
指導教員 竹内 明

1. 研究目的

本校デザイン学科4学年授業【コンピューターグラフィックスⅡ】で扱われる3次元 CAD ソフトウェア (Rhinceros) についての理解を深めるための研究を行う。理由としては本授業の修学レベルにバラつきがあり、理解に苦しむ学生の声を聴く中から、解説資料・補助教材などの研究・工夫の必要性を感じた。

2. 調査内容(事前調査)

2-1. 授業形態の分析調査

課題は、三面図で指示された立体のデータを作る、学生に配布されるのは三面図のみであり、口頭説明・実演による授業形態・説明を聞き逃すと進め方がわからなくなる。

2-2. 担当教員・学生へのインタビュー調査

学生からの意見は、『ツールが多すぎて覚えられず困っている』『三面図がわからない』などがあった。

担当教員からは、データを作る立体の実物があつたほうがわかりやすいのではないかという意見をいただいた。さらに授業としては一つの立体のデータを作るのにも様々な方法があることを知ってもらいたいとのこと。

3. コンセプトおよびアイデア展開

3-1. モデル

課題として出されている立体の実物を作って、見せることで明確に完成形を理解でき、三面図だけでは想像できなかった学生の理解の助けとする。

立体の作り方も理解する助けとなるための工夫も入れる。例えば複数の立体を組み合わせた立体や、一つの立体から削り取ってできた立体などを表現したモデルを製作する。

3-2. テキスト

テキストは、授業課題で出された立体の作り方の解説である。テキストがあることで、『今までテキストがないので復習ができなかった』『授業から遅れてしまったので、一人で進められない』と困っていた学生が助かると考えた。

ツールが多すぎて覚えられず困っているという意見に対しては、その課題で使うツールについての解説を記載する。

先生の意見にもあつたいろいろな方法があることを知ってもらうため、一つの課題に対して複数の方法を記載する。

4. 最終提案(作品)



5. 検証

来年度この授業を受けることになる立体コースを選択した3年生を対象にテキスト・モデルが実際に使えるものか検証を行った。方法はモデル・テキスト・課題で渡される三面図を渡し、テキストを見ながら課題を完成させられるかを試してもらった。

検証した結果、Rhinceros の操作方法的説明があつたほうが良いと判り、追加で最初に読む用の取扱説明書を作ることになった。

伝わりづらい表現などもその都度、修正することでより理解しやすいように改良した。

調査中に得られた興味深い意見の一つに現在のコンピューターグラフィックスⅠの授業でも授業の進みについていけず置いて行かれることがあるので一人で進められるものがあると助かるという意見があつた。

間違っているところなどをモデルで指示できることがわかつた。

6. 今後の発展

モデルを3D データを元に3D プリンターを使って作ったものを用意し見せることで3D データからモデルを作れるということを見せる。

検証をさらに重ねて、テキストをよりよくすることができるであろうと考えられる。

文献

[1] 是枝靖久, 『Rhinceros ver.5 入門』, ラトルズ, 2013

2006

保育園で使用する多人数用ベビーカー

Double-Seater Baby Cart for Use in Day-Care Centers

AD08 岩田 鉄平
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

近年保育に関する問題が注目を集めている。その中でも保育士の負担軽減と育児環境の改善が急務である。都市近郊にある保育園は園庭を設ける敷地が十分確保されていないため、園児を遊ばせる際は多人数用ベビーカーを使って近隣の公園に移動せざるを得ないケースが少なくない。本研究では、保育士・園児ともに公園までの移動をサポートする多人数用ベビーカーの提案を行う。

2. 調査内容

製品分析: 保育園で使われていた4人乗りベビーカーを譲り受け、構造や部品構成を理解するために分解分析を行った。また構造・部品構成・寸法を理解するためにCAD図面を書き起こし、最終提案物の大きさの参考資料とした。

使用状況: 実地調査として保育園から公園までのお散歩コースに同行し、以下の事が分かった。

- ベビーカーの出し入れ、子どもの乗せ降ろしの作業は女性の保育士にとってとても力を必要とする
- ベビーカーの重さに加え、4人の子供を乗せた状態は非常に重くなり、上り下り坂では危険を伴う
- 現在4人乗りと6人乗りの2種類があるため、取り出しにくく片付けづらく、置き場所もかさばる

3. コンセプト立案

保育士の負担軽減「連なり、繋がるベビーカー」

- 出し入れ（準備・収納）の際の負担軽減
- その時の園児の人数によって適切な規模で対応
- フレーム構造、部品構成の簡略化による軽量化

4. デザイン展開

- 出し入れ（準備・収納）の際の負担軽減

現在の折り畳み式ベビーカーは、折り畳みの為の構造が重く出し入れに力を要するため、負担の少ない2人乗りを基本形とした。(図-1)

一方で収納時には買い物カートのようにスタッキングの行える形にすることで、女性保育士でも扱いやすいものにした。(図-2)

またベビーカーの正面が開いたため、子供の乗せ降ろしを円滑に行えるようになった。

- その時の園児の人数によって適切な規模で対応
- 2人乗りのベビーカーを連結し4人乗りのベビーカーにすることができる。(図-3) こうすることにより、その時の園児の人数によって適切な規模で対応

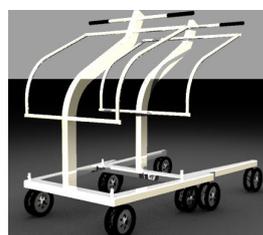
し、ベビーカーの編成を変更した結果ベビーカーを軽くでき、保育士の負担も減ると考えた。

- フレーム構造、部品構成の簡略化による軽量化
- 現在のベビーカーから不要なフレーム・部品やタイヤの数を減らすことにより軽量化を図った。

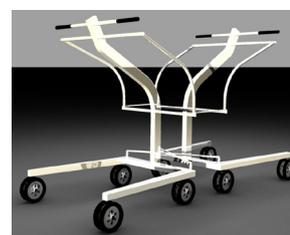
5. 完成図



▲図-1: 今回提案する多人数用ベビーカー



▲図-2: スタッキングの様子



▲図-3: 連結する様子

6. 結論および今後の展開

今回 1/1 検証モデルを作ったことにより、走行性や重心の安定性、ハンドルの高さの調整・確認を行うことができた。

また 1/1 検証モデルを使って貰った際保育士からは、「使いやすい」や「かっこいい」などの感想を貰い、高評価であった。

しかし当初の計画よりも少しサイズが大きくなってしまったため、より収納の行きやすい大きさにできるのか、また使用する素材の更なる調査・検討が今後の課題である。

参考文献

- [1] 独立行政法人国民生活センター(2016)「医療機関ネットワークにみる店舗用ショッピングカートでの子どもの事故-転落時の頭部損傷のリスクが高く、危険です! -」
http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20161207_1.pdf

2007

プロジェクションマッピングを用いた体験型学習コンテンツ

Experience Learning Through Projection Mapping

AD09 上野 蘭
指導教員 氏家 和彦

1. 研究目的

デジタルメディアの発展に伴い、様々な人と意志を伝え合うことが可能になった。なかでも、プロジェクションマッピング (Projection Mapping: PM) は活用の幅が広がっているが、被験者が一方的に情報を受け取ることが多い。イベント等で人の目を引きつける PM の活用方法を考えることにした。被験者がアクションを起こし、映像がリンクする双方向型のコンテンツを導入し被験者の好奇心や意欲を高めることを目指す。

2. 調査内容(事前調査)

東京工芸大学の調査で PM はプロモーションの広告宣伝効果、興味を引きつける効果があると見込めた。今後どのような場面で実施を期待するかという調査で「子供の学習・教育」で使用したいという声があった[1]。この結果から PM を活用した子供向けの学習コンテンツを制作しようと考えた。

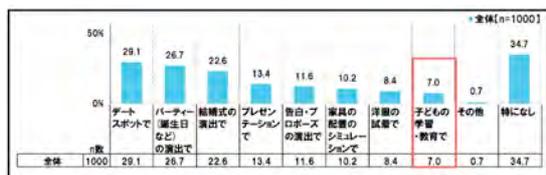


図1: PM を使用したい場面グラフ

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプト「楽しみながら学習できる体験型 PM」

- ① ターゲットは子供の学習ということから幼稚園児 (3~5歳) を設定。学習要素は園児の身近にある動物図鑑とした。マッピングの題材は園児の身近にあり、取り組み易い折り紙とした。
- ② コンテンツで取り上げる動物調査をサレジオ幼稚園の年少、年中に計48名に実施。アンケート調査をもとに、6種類を選出した。
- ③ 動物図鑑について、幼稚園児の現在の紙図鑑の捉え方についての調査を行った。調査には簡易紙媒体の図鑑を制作し、紙図鑑を見る前と見た後のクイズの結果の変化を調べたが、園児たちは何かを覚えようとして図鑑を読んでいるわけではないと考察することができた。
- ④ 体験型の要素に折り紙を用いることにしたが、園児に折ってもらったところ、正確性の問題が浮上した。折り紙の正確性の研究で3~4歳頃は折り紙の正確性が大幅に変化する年齢である事が分かった[2]。この事を改善するため

に折り紙の折り方プレートを制作した。

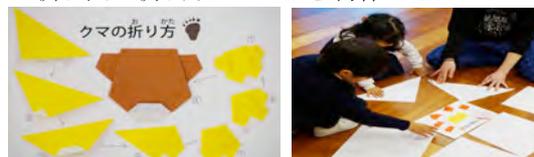


図2: 折り紙プレートと園児が折っている様子

- ⑤ 映像コンテンツ内容で取り扱うカテゴリーは書店にある図鑑等を参考に「大きさ」「鳴き声」「生息地(生まれた場所)」「重さ」「餌」とした。
- ⑥ 映像制作は Premiere 等で行い、コンテンツは園児向けに平仮名や片仮名で構成し、図鑑も動物本来の姿が見えるようにイラストはあまり使用しないことにした。また、紙図鑑調査からも得た、一方的に見せるのではなく、園児の好奇心を高める簡単なクイズ式を組み込みこんだ映像制作を行った。

4. 最終提案(作品)

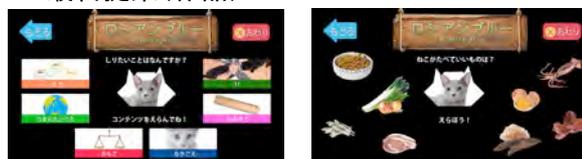


図3: 一部制作動画の静止画



図4: 実際のマッピング風景

本作品は、まず折り紙を折ってもらい、その後、指定位置に折り紙を置く。折り紙にマッピングされながら、コンテンツを進めていくことができる(図4)。また、折り紙を白にしたのには映像を投影したときの色がくすんでしまうためである。

5. 今後の発展

PM ならではの映像表現にまだ欠けている部分があるので改善していけたらと思う。

文 献

- ・[1] 東京工芸大学プロジェクションマッピング調査
http://www.t-kougei.ac.jp/static/file/research_projection.pdf, (参照 2016-5-10)
- ・[2] 幼児の折り紙技術の発達
<http://www.e-yoshimi.jp/56soukai/ronbunshu/PH071.pdf>, (参照 2016-12-15)

2008

明かりと人間の関係性の可視化

Illustrating the Relationship between the Human Being and Light

AD11 大神 昌光
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

「光害」は、過剰な光による公害のことで、人工照明によって夜空が明るくなり、天体観測に障害をおよぼすだけでなく、生態系を混乱させ、エネルギーの浪費の一因にもなっている。日本においても例外ではなく、多くの分野(生態学、天文学、医学、土地利用計画など)の研究者の間で関心が増している。

本研究では、光害によって私たちを取り巻く環境や身体のリズムが壊れ始めていることを認識し、明かりと人間の関係性を可視化することで、これまでの明かりを見直すきっかけを創造することを目的とする。

2. 調査内容

- ・光害について調査し、理解を深める。
- ・光を用いたアートやデザインの事例を調査する。
- ・明るさを得たことによって失った美の領域や感性について、谷崎潤一郎をはじめとする暗闇を守る取り組みを進める人々の思想と向き合い、思索を重ね、「明かり」と人の新たな関係性を模索する。
- ・その結果から考察し、アイデア展開を行う。

3. コンセプトおよびアイデア展開

陰影にある美の領域を示す言葉を現代に蘇らせる5つの立体作品を制作しインスタレーションを行う。また、インスタレーションの内容をまとめた本「失われた陰翳礼讃の記憶」を制作する。

4. 最終提案

作品 1:「夜陰の音色」

「明かりを使うことで、更なる明かりを使うことで、僕たちは夜の神聖さと美しさを森と海に追い返してしまった」と警告するヘンリー・ベストンの言葉から、振動スピーカーによってコオロギの鳴き声と自然環境を取り巻く失われつつある美しい音色がわずかに聞こえてくるように意図した。(図1左端)

作品 2:「記憶の共鳴」

現代人の自然に対する一つの特徴的な見方を「見られる自然」とみなして、「一つの光景は、『観察者によって見られるものとして』の場所を意味している」というウェンデル・ベリーの言葉から、色温度1800から12000KのLEDを光ファイバーに伝達させて、蛍や星、失われつつある自然の美しい情景を連想させることを狙った。(図1左から2番目)

作品 3:「人間の軌跡」

「人間が自然を支配する」のではなく、「自然界に存

在するものは人間も含め、すべて相互依存の関係にある」というアルド・レオポルドの言葉から、センサーによって落ちる水滴が、紙に印刷したインクが滲み、人間の多様で複雑な情感が模様によって映し出されるように意図した。(図1中央)

作品 4:「月夜の輪光」

人工照明が星空を見ることを不可能にし、美しい星空が喪失していることをアメリカやヨーロッパで問題意識のもと、都市における「身近な夜」を探しその本来の価値を再発見しようと試みるポール・ボガードの言葉から、マイクロコンピュータによって、LEDの明るさを制御し、時間と共に変化する光の輪で失われつつある月明かりの美しい変化を蘇らせることを試みた。(図1右から2番目)

作品 5:「生命の階調」

「心が思慕する幸福というもの、儂い瞬間のでき事ではなく、単純で永続的な状態である。次に、乱れない隙間のない、均一でほどほどの運動が必要であるとしている」と語るジャン＝ジャック・ルソーの言葉から、透明なケースの中に白い砂と粘度を調整した液体を用いて失われつつある生命の思想へと粒子の不規則性が導くことを狙った。(図1右端)



図1:完成作品

本「失われた陰翳礼讃の記憶」のみの検討だったが、全ての方に明かりへの興味を持ってもらえ、日本人の美意識に触れ、忘れてはいけない感覚を改めて考えさせる機会になったとコメントをもらいました。

5. 今後の展開

制作したインスタレーションでの検討を実施し卒業テーマとの合致性や感想、自分の作品メッセージが体験者に伝わったかのアンケートを行いたい。

その後、アンケートをもとに本「失われた陰翳礼讃の記憶」の改良を行う。

文献

- [1] 谷崎潤一郎, “陰翳礼讃,” 創元社, 年(1939)

2009

ドットの造形性

Dot Illustration

AD13 大竹 花波
指導教員 李 盛姫

1. 研究目的

本研究は、ドットの造形表現を模索することが目的である。きっかけは私が課題を制作する上でよくドットを用いていたことにある。4年次では荒いハーフトーン処理を施した画像の透過性を活かし、ブックカバーを制作した。物語の主人公の心情の変化を、カラー写真と帯のモノクロ画像の掛け合わせで演出している。私はもっとドットの活用方法があるのではないかと考え、卒業研究として扱うことにした。そもそも、私たちの世界を形づくっているものはとてつもなく小さな粒(原子)である。この物質のあり方を基に、粒をドットに置き換え平面上に再構築する。

2. 調査内容

すでに世に出ているドットのイメージを確認するため、ドットが使われたグラフィック作品の収集をした。以降に生じたビジュアルデザインのムーブメントの確認を行い、著名なグラフィックデザイナーの表現手法の調査をした(研究ノート参照)。デザイナーごとに確認してみると線やぼかしを使った表現など、それぞれビジュアルの特徴になる手法が浮き彫りになっていた。

3. コンセプトおよびアイディア展開

ドットを活かしたビジュアルを表現手法として5つのテーマ設定を行った。

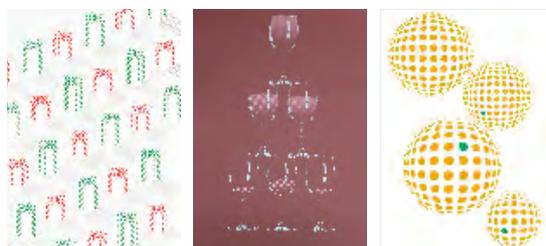
- ① ドットの重ね効果
- ② 色の対比と質感表現
- ③ ドットの曲面表現
- ④ ドットのグラデーション
- ⑤ ドットと写真の組み合わせ

それぞれにモチーフを当てはめ、色や形といった造形にとどまらず、表現の幅が広がること、また、ドットの造形性の面白さを発見することが狙いである。②以外の作品に関して、規則的な網点の配列と網点の大きさを変化させることで濃淡を表現する AMスクリーニングを用いて制作する。②の作品はシルクスクリーン印刷で出力する。主に使用するソフトはPhotoshop(以下Ps)とIllustrator(以下Ai)である。

4. 最終提案(作品)

①ドットの重ね効果はリボンが巻かれた箱がモチーフである。リボンが二重になっている部分とそうでない部分とでドットの大きさが変化するように操作した。物質の量の違いを表す試みである。また、側面と上面とで網点の角度を変え、面の違いを表現した。

- ②色の対比と質感表現は、グラスタワーがモチーフである。出力方法はシルクスクリーン印刷とし、ガラスのハイライト部分、ワインの部分の2版を刷る。ガラスと液体の透明感を意識して制作した。
- ③ドットの曲面表現はみかんをモチーフとした。特殊な視覚表現を与えるよう計算された「オブ・アート」。中でも代表的な作家ヴィクトル・ヴァザルリのドットの曲面表現を参考にした。
- ④ドットのグラデーションは、波をモチーフとした。Ai で形を作り、k10-49%のグラデーションをかける。K50%以上になるとPsで網点加工を施した際、ドットが反転してしまうことがわかった。網点に加工した波を4枚重ね、それぞれ角度をつけて配置した。モアレを波の揺れに見立てる試みである。
- ⑤ドットと写真の組み合わせは、和装の女の子をメインに、化粧や簪など上乗せされるモチーフをドットで表現した。



5. 今後の発展

5枚のビジュアルを、グラフィックを専攻した学生にヒアリングした結果

- ・面、曲面がしっかりみえる
 - ・近くでみたら違いが分からないが、遠くから見るとワインの液体の移り変わりがみえるので不思議
 - ・波が消えたり、モアレ表現が面白い
- といった意見をもらった。

しかし、網点加工のやり方を知っている学生はごくわずかであった。制作したビジュアルのプロセスをまとめたものがあると、今後の制作に役立つという声があったので、制作したいと考えている。

文献

- [1] 野口尚子, 『仕組みを知ってつかいこなすオフセット印刷・紙・インキ』, ビー・エヌ・エヌ新社, 2012,

2010

エレベーター用開閉ボタンのピクトグラム

The Open & Close Buttons of an Elevator: a Pictogram

AD14 大塚 有希子
指導教員 西野 隆司

1. 研究目的

海外へ訪れた際に様々な場面でピクトグラムに助けられた経験、また日常生活でエレベーターの開閉ボタンを押し間違えた経験から、ピクトグラムと開閉ボタンを絡めて研究したいと考えた。

2020年東京オリンピックの際には多く外国人観光客が訪日し、エレベーターを使用する機会も多くあると予想される。ピクトグラムをよりわかりやすく改善することで、そこで起こりうる混乱や事故を減らすことを目的とする。

2. 調査内容

調査の為に実施したアンケートの「開閉ボタンを押し間違えたことはあるか?」という質問では回答者52人中77%の40人が「ある」と回答した。間違えた理由は人が来て咄嗟に開けようとした、考え事をしていた等の意見が多く挙げられた。

開閉ボタンの現状を知るために、現在使用されているボタンの調査を行った。まず三角形のピクトグラムの問題点を考察したところ、形が似すぎていること、三角形は見る角度によって頂点がわかりづらいこと、トーンが同じであることだとわかった。次に、UDを考慮しデザインされた開閉ボタンの調査では、開閉ボタンに緑の枠をつける、漢字表記ではなくひらがな表記に変更する等の対策が為されていることがわかった。緑の枠に対しては「目立つからわかりやすい」といった意見が多く挙げられた、しかし、ひらがな表記に対しては、ひらがなが読める日本人は効果的であると回答したが、訪日した外国人観光客からは、「ひらがなが読めないのかえってわかりにくい」との意見が挙げられた。

3. コンセプトおよびアイデア展開

調査の結果から、咄嗟に判断できること、一目で区別がつくこと、言語を必要としないこと、がデザインをする上で必要なことだと考えた。

4. 最終提案



(左図) JIS規格化エレベーター図記号

エレベーター自体のピクトグラムを参考にデザイン

展開を行った。エレベーターのピクトグラムを使用することによってデザインの統一性を図り、エレベーターが表現されていることが使用者に伝わりやすいと考えた。

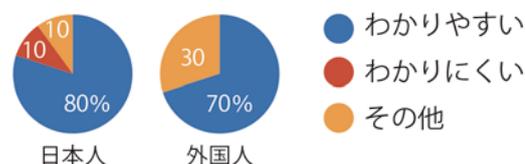
扉の開き具合はアンケートを実施し、開ボタンを60%、閉ボタンを4%と設定した。



(モデル写真)

〈検証結果〉

日本人、外国人共に10名ずつ検証を行い、結果は以下の通りである。



わかりやすいと回答した人の意見として、具体的に描かれているため理解しやすい、という意見が最も多く挙げられた。他にも、開と閉の差が大きいのが良い、といった意見をもらうことができた。逆に、わかりにくいと回答した人からは、理解するのに時間を要した、現状のデザインと大きく変わるため混乱しそう、などの意見が挙げられた。また、改善のアイデアとして閉ボタンにも色をつける、多くの人が理解できる言語をそえる、等の意見を頂いた。

5. 今後の発展

エレベーター会社とコンタクトを取り、専門家から見た意見を頂きたいと考えている。

検証にて挙げられた改善点について考慮していく。

文献

- [1] 村越愛策, 『図記号のおはなし: 国際共通語としてのグラフィックシンボル』, 日本規格協会, pp.108-131, 1987
- [2] 文部科学省, 『高等学校用デザイン技術』, 海文堂, pp. 145-155, 2012
- [3] 高橋かおる・及川さえ子・宮崎亜美(編), 『ピクトグラムアイコングラフィックス 2』, ピエ・ブックス, 2007

2011

公共家具

Furnitures for the Public

AD15 大本 健太
指導教員 竹内 明

1. 研究目的

高度経済成長期に緑化のために多く植えられた杉は今 50 年の成長を済ませ、材として最も利用に適した樹齢を迎えている。

しかしながら杉木材は日本各地に多く余っており、現在用途を失った杉木材の処理に困っている状態であるということが分かった。このことから杉を有効活用について研究する。

2. 調査内容

1. 杉の利用候補

余っている杉の大量消費を果たすため、国内外から大勢の人が集まる 2020 年開催の東京オリンピックに焦点をあてて利用方法を考察する。

2. 杉利用とオリンピックの関係性

新国立競技場の屋根を木材にする構想を提案した隈研吾氏は、「日本には古くから木の文化があり、人や地球環境にやさしいものだとすることを世界に発信すべきだと考えています」と述べた。(一部抜粋)(文献:[1])

木材を利用した構造物は外国から見て、日本の象徴としてアピールできるものであると考えた。

3. 外国人の日本への不満調査

外国人旅行者は、日本への観光中に無料で休憩できるようなスペースが少ないことを不便に感じ、手軽に休憩できるベンチが足りていないという意見が多いことがわかった。(文献:[2])

3. コンセプトおよびアイデア展開

- ・単純な構造であること
 - ・対候性に優れた表面処理がされていること
 - ・空間の一部に溶け込む外見
- これらを条件に案を展開した。

4. 最終提案

木材の効率の良い活用のため、統一された細い角材を主材料としたベンチを提案する。

表面処理は、シーラーと外壁用水性塗料の 2 重塗装になっており、防腐・防虫・耐水性を確保した。

利用者がいない場合は自重で折りたたまれるような構造をしており、普段はパーテンションのような役割を果たす。使用する場合は軽い力で座面全体が下がるようになっている。



5. 検証結果

検証の結果以下の意見が得られた。

良い点

- ・パーテンションの状態とベンチの状態のギャップがあつて面白い
- ・使われていない状態で邪魔にならない構造なのが良い

問題点

- ・座った際に前方向に傾いてしまい不安
 - ・可動部の動きがもう少しスムーズなほうがいい
- その他にも問題点が多く見受けられたためこれらの改善を考える必要がある。

6. 今後の改善

前項の問題点の改善について。

- ・座面を支える部品の固定が甘いことが原因と考え、材のサイズを大きくし、基本的な座面を支える構造の見直しが必要
- ・塗装による膨張を考慮していないことが原因と考え、塗料および塗装仕上げの見直しを行う
- ・背面の固定が弱く、間隔がまばらになっていることも原因に挙げられる、この点については新たに背面部を横方向に貫通する別の部品を設計に組み込む

文献

- [1] 新国立競技場整備事業に関する技術提案書
<http://www.jpnsport.go.jp/newstadium/tabid/490/Default.aspx>
(参照 2016-10-09)
- [2] 『訪日外国人個人旅行者が日本旅行中に感じた不便・不満調査』報告書
http://www.jnto.go.jp/jpn/downloads/20091029_TIC_at_tachment.pdf (参照 2016-09-24)

2012

ビジュアルデザインに軸をおいた英語学習支援教材

English Learning Support Teaching Materials Using Visual Design

AD17 片柳 葵
指導教員 李 盛姫

1. 研究動機および目的

グローバル化が促進する今日、高専においても英語力の向上は重要な課題である。より実践的なコミュニケーション能力向上の為の授業が進められる一方で、英語の苦手な学生が、苦手なまま進級していることも現状である。

本研究では、高専の授業において英語が苦手な学生を対象に、学習者個人が主体的に利用でき、英語力の底上げとなるような ICT 教材(ソフトウェア)のユーザーインターフェイス(UI)デザインを行うことが目的である。開発は本校情報工学科と協力していき、ソフトウェアをビジュアルコミュニケーションの立場から考察し、UI デザインを行う。

2. 調査内容(事前調査)

国際ビジネスコミュニケーション協会の調べ(2016年)によると、TOEICを受験する高専生の得点平均は、同年代の高校生や大学生の得点平均を大きく下回っており、高専全体を通して英語に対する苦手意識は根強い。しかし、ターゲットユーザーであるサレジオ高専1年生を対象に実施した「英語とゲームに関するアンケート」によると、多くの学生が英語を使えるようになりたいと答えている。

それに加え、同アンケートの結果によると、高専では68%の学生が1日に1時間以上ゲームをするということが分かる。日頃から慣れ親しみ、得意とするゲームを用いることで、学習効果が期待できるのではないかと考えた。

3. コンセプトとアイデア展開

ゲームという遊びの一環で英語を学習し、継続させるというコンセプトで UI デザインを行う。

3.1 主人公及びキャラクターについて

クイズの各所で主人公となるキャラクターと会話相手、あるいは敵キャラクターが対面するような形式を取る。主人公を配置することにより、ゲームの画面をより主観的に見ることが可能になり、問題に向き合う時間も増えるのではと考察できる。

主人公キャラクターは、本校の学生をモチーフとした。ゲームの中で学習し、英語力を上げていく主人公を自分自身に重ねることにより、より親しみを持ってもらおうと試みた。

3.2 色彩計画について

トップメニューには、それぞれテーマカラーとキャラクターが設定されており、クリックすることでそれら

に関連した問題へと移動し、背景が変化する。これによりユーザは、今何をやっているのかを瞬時に理解することができる。

3.3 アイコンデザインについて

各所のアイコンではなるべく文字列を使わず、なじみのあるアイコンやピクトグラムを用いることで英文に集中させるよう工夫をした。

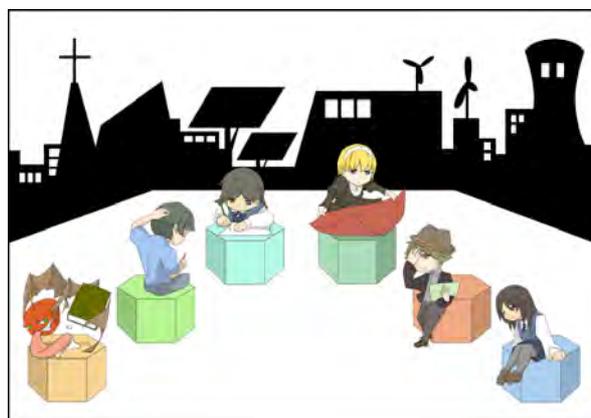


図 1: トップ画面

4. 検証と考察

サレジオ高専1年生を対象としたリメディアルクラス(英語支援講座)内で用い、検証を行った。結果として、従来の学習法より関心を得ることができたもの、大幅な成績向上には繋がらなかった。大きな要因として、継続させる為のゴールの可視化ができていなかったことがあげられる。

これらを踏まえ、デザインを改良し、再び検証を行ったところ、多くの学生が、教科書で勉強した後の小テストよりも、ゲームで勉強した後の小テストで高い得点を取ることができた。このことから、ゲームを用いた英語学習は効果があると言える。

5. 今後の発展

学習したことをより実践的な場で生かせるような手段として、現在実装しているビジュアルデザインを用いたクイズ形式の他、読み・書きを用いたクイズの開発も行っていきたい。

6. 参考文献

- [1] TOEIC 受講者分布, 一般財団法人国際ビジネスコミュニケーション協会, <http://www.toEIC.or.jp/>, (参照 2016-5)
[2] 深田浩嗣, ゲームにすればうまくいく, NHK 出版, 2012

2013

被災地で使う移動可能な防災用品

Easy-to-Move Evacuation Tools in Disasters

AD18 鬘谷 悠馬
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

日本ではさまざまな災害が起こる。これらの際に「食料不足」や「物資不足」という問題が発生している。一人ひとりの防災への意識は高まってきているが、備えていることに満足して日々の確認やメンテナンスを行うことは少ない。そこで常に備えを意識し、確認のしやすい防災用品を提案する。

2. 調査と分析

防災用品についてアンケート調査をしたところ、4割の家庭で防災用品を備えていないことがわかった。この結果から備えに対する意識の低さが伺える。一方で防災用品を備えている家庭でも非常食の賞味期限切れや家族全員が中身を把握できていないなどの問題もおこっていることがわかった。賞味期限切れについては期限が長いいため安心してしまうことや防災バッグに入れた際に確認がしにくいことが原因であると考えられる。

防災用品の置き場についても調査した。ほとんどの家庭では防災用品を目につきにくいところにしてしまっているため、すぐに持ち出せないことがわかった。これは見た目が不格好で隠したくなることが原因であると考えられる。また、避難所ではスペースが限られているが、荷物が多く、整理整頓に苦労していることもわかった。

阪神大震災を経験した方からお話を伺ったところ咄嗟に逃げる時と、少し落ち着いてから荷物を取りに行く時の二段階の動作があったことがわかった。

3. コンセプトの立案

コンセプトは「確認しやすい防災用品」とした。また、「二回に分けて持ち出す」ことや「避難所での使用」も視野に入れる。

4. デザイン展開

「二回に分けて持ち出せる」ものにするため、バッグを上下2段に分かれるようにする。上部は緊急避難用、下部は避難後、一時帰宅して食料などを持ち出す際に使用できるものにする。

緊急避難用は、両手が空くようにバックパックとする。背負うことにより体への負担を軽減するだけでなく、瓦礫などが散乱した場所でも避難が可能となる。緊急避難時だけではなく、配給など避難所での生活にも対応できるようにする。「確認しやすさ」を出すために、上部は二つの口から物の出し

入れができる構造にする。素材は、ナイロン製の布を用いることで、撥水性や強度を補う。

落ち着いてから持ち出す下部は、キャリー型のバッグとする。4つのユニットを重ねた仕様で、一番上は上部から荷物を出し入れでき、下の3段はダンスのような引き出し式とした。内容物によって重ね方が変えられるようになっており、避難所での収納としての使い勝手を高めた。緊急避難時に比べ、持ち出す荷物が多く、重いものがメインになるため、タイヤをつけ移動時の負担を軽減する。素材は布と硬い板を使用し、軽量化と強度不足を補う。生地は比較的丈夫なオックスフォード織りのものにする。「確認しやすさ」のため、ユニットごとに内容物が分かれている。確認が容易にできるようになることで定期的な確認への意識を促す。

5. 完成図



6. 結論

検証の結果、上下2段階に分け持ち出す仕様については「今までのものよりも持ち出しやすそう」という意見が得られた。ユニット式にして順番を変えられることについては「避難所での収納性がよくなりそう」という意見を得た。「確認頻度が増えるかわからない」、「黒一色だと暗い中発見しづらい」という意見ももらった。定期的に確認するように促す仕組みやカラーについては更なる検討が必要だと考える。

今までになかった、二段階に分けて持ち出せるものだったために、今までのものよりも量の多さや、重さを伝えられることができると感じた。それにより、防災用品の重要性、防災に対する意識の向上を少しではあるが達成することができたと考える。

文 献

- [1] 東京都防災ホームページ
<http://www.bousai.metro.tokyo.jp/1002147/>
(参照 2016-12-01)
- [2] 東京防災
編集・発行/東京都総務局総合防災部防災管理課
協力/東京消防庁

2014

郷土の歴史、文化を伝えるワークショップ

Workshop on Local History and Culture.

AD19 加藤 拓実

指導教員 山舘 順 氏家 和彦

1. 研究目的

近年、若者の地域の行事や文化への関心の低下という問題が起きている。実際人口が増加傾向にある地域であっても、人手不足に悩み、地域行事を自粛するところも少なく無い。本研究では、郷土の歴史・文化を伝える目的で、小学生を対象とした小山・小山ヶ丘の地域を学習できる教材を制作した。学校での地域学習の時間に教材を有効活用してもらおうという狙いから、小学生を対象として研究を進めた。

2. 調査内容(事前調査)

サレジオ高専(以下、本校)に在籍する1~2年の学生(16~17才)約400人に対して行ったアンケートで、歴史を学んだ記憶が一番鮮明なのが小学生の頃であることが分かった。小学生には、思考の柔軟性、新しい環境への順応性があると判断し、小学生を対象にワークショップを行うこととした。また、今回ワークショップを行う対象を、歴史教育に積極的で過去、同様の研究に協力していたことなどの観点からの本校付近にある、町田市立小山小学校の二年生の児童に定めた。また、同校を訪問し、歴史教育を行う上での課題や要望の調査を行った。その結果、既に地元文化を伝える教育を熱心に行っており、地域文化への関心の低下という問題へ、対策を施したいという点では我々と共通認識であることがわかった。その為、新たにワークショップを提案するのではなく、学校側の要望を取り入れながら、街探検など地域教育の授業に活かすことができる補助教材を制作していくこととした。

3. コンセプトおよびアイデア展開

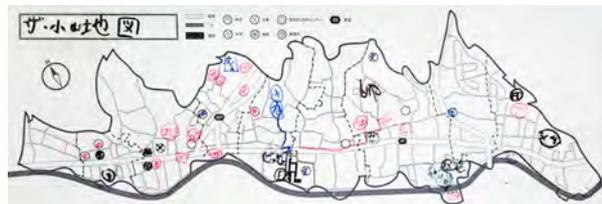
難しい授業ではなく、楽しみながら学べるものを制作するため、「楽しんで学ぶ郷土の伝統」をコンセプトとした。町探検での発見を共有したり、協同して作業を行ったりすることにより児童同士の繋がりを生み、感覚的に楽しみながら学習ができるように考慮した。

4. 最終提案(作品)

小山小学校で制作物への要望、文化祭で来場者に宛ててヒアリング及び調査を行った。そこから得られた内容をもとに試作品を制作した。ホワイトボードマーカー用シートの「消せる紙」を使用することにより、自由に情報の書き消しや更新ができる。ま

た折り曲げることが可能な為、保管が楽など、小学校側の要望を取り入れながら、児童が協力しながら楽しめるものを狙った。その後、試作品を小山小学校に持ち込み三年生の児童約30人を対象に検証を行った。その結果以下のような意見を頂いた。

- ・書き消しができるため、印刷物に対しエコである。
 - ・児童が共同で学習するうえで効果的。
 - ・4人グループ(児童が混乱することなく学習を行える人数)で取り組む上で、児童4人分の机に丁度収まるサイズでグループ学習に適している。
 - ・通学路や友達の家を思い出すのが楽しかった。
 - ・普段通らない道を友達に教えてもらった。
 - ・色々思い出しながら描くのが面白かった。
- また、改善点としては以下が挙げられた。
- ・もう少し縮尺の大きい地図の方が描きやすい。
 - ・目印になる建物の情報がほしい。
 - ・地図記号が少ない。
 - ・目印のチップなどを紛失してしまいそうになる。



(図)検証後の生徒用学習マップ

- ・4人グループの机に収まる大きさ(800×275mm)。
- ・教員(業務)用と生徒(学習)用の2種類を制作。

5. 今後の発展

検証により、地図に共同で自由に書き込むことが、協力し学ぶ楽しさや、地元に対する気づきや、感心を高めることが判明した。教材としても、地図記号の学習や、街探検のフィードバックなどに幅広く役立てられるとの意見を頂いた。本教材により郷土の歴史・文化に関心を持ってもらう上で有効であり、歴史学習の補助教材としての役割を果たしている。また、この検証で得られた意見や問題点を元に、教材のブラッシュアップを行い、最終制作物を小山小学校に納品する予定である。

文 献

- [1] 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究員研究報告 7:19~24.2009
<http://www.edu-ctr.pref.kanagawa.jp/kankoubutu/h20/chouken07/no04.pdf> (参照 2016-7-28)

2015

車椅子使用者への災害避難援助

Guide for Wheelchair Users during Disasters

AD22 今野 義己
指導教員 坂元 愛史

1. 研究目的

私は車椅子を使用する妹の存在をきっかけに、車椅子使用者のための様々な補助具について触れる機会に恵まれてきた。一方で近年多発する地震等の災害について注目すると、車椅子利用者の避難には大きな困難が予想される。そこで、地震時に有効に機能する車椅子使用者のための補助具について研究を行うこととした。

2. 調査内容

■日本の在宅身体障害者の数

全体で約 358 万人。そのうち肢体不自由者は約 181 万人。その数は年を経るごとに増えている。資料[1]

■地震について

日本では地震が多く発生している。マグネチュード 7 以上は阪神淡路大震災や東日本大震災などが有名。1990 年から 2016 年現在まで震度 1 以上の地震が 71,132 回起きている。資料[2]

■災害と車椅子使用者の関係性

東日本大震災において、高齢者、障害者などが経路、施設などの設備状況により避難に支障があったことをかんがみ、災害時や緊急時に対応した避難経路などのバリアフリー化と情報提供の在り方について検討した研究もされている。資料[3]

■災害の避難に遅れてしまい亡くなってしまった原因・理由

「寝たきりや付き添い」という自力避難が困難な人は 20%。「自宅」にいた死者は 66%。「自宅」にいて、「逃げなかった」「戻ってしまった」という人は 46%。自宅から出たものの「避難途中」での死者は約 21%であった。人的被害を軽減させるために「避難行動に移るための必要な情報提供」や「避難にあたっての困難の解消」が必要である。資料[4]

■市販されている避難道具

車椅子を人力車のように前輪を「浮かせて引く」ことができ、段差や積雪、砂利道など押すだけでは移動が困難な悪路の移動を可能とする「JINRIKI(じんりき)」と、災害時に体の不自由な方や病気の方、お年寄りの方を避難させることや悪化した道路の運行も車椅子に乗っている時よりもスムーズに行うことができる「おんぶ隊」がある。

3. コンセプトおよびアイデア展開

■市販されている避難道具の問題点

- ・保管場所が必要
- ・緊急時にすぐ使えない
- ・数を多く用意できない

■解決策

身近な状況で手に入り、すぐに使えるようなものが必要ではないかと考えた。

■提案

本研究では車椅子のシートベルトに注目し、日常で使用しているベルトが避難用のおんぶ紐のようなものに変形するものを提案する。

4. 最終提案

布の素材はダブルラッセルメッシュ、クッション材はウレタンを使用する。ベルトの上にもダブルラッセルメッシュを張り、肩に荷重がかかっても痛くならないようになっている。



最終提案品の検証で、ベルトの位置と体格によっては装着のしにくさにつながる可能性もみられたが予定していた軽さ、おぶりやすさは得られ、避難時使用について一定の成果を達成できたと考える。

5. 今後の発展

今後、この補助具を量産ができるようになるならば、家庭で使用するだけでなく、学校や病院などの公共施設にある車椅子にも設置していく方向で考えている。

文献

- [1]日本福祉車両未来研究会,統計調査
<http://www.294mirai.com/toukei.html>,
- [2]地震を知る統計サイト,揺れる日本列島,
<http://jisin.jpn.org/>
- [3]災害時・緊急時に対応した避難経路等のバリアフリー化と情報提供のあり方に関する調査研究
<http://www.mlit.go.jp/common/000996096.pdf>
[金原出版株式会社 移動補助具(第2版)ISBN 978-4-307-75022-6]
[医学書院 車いすのヒューマンデザイン ISBN4-260-24386-1]
- [4]MIRAIO 災害時の障害者に対する支援方法
<http://www.mirairo.co.jp/acchives/180,chives/180chives/180>

2016

これからの和室の在り方

The Next Generation Washitsu (Japanese Room)

AD23 佐藤 彩花
指導教員 坂元 愛史

1. 研究目的

現在日本の住宅は、洋室が広まり、日本の生活文化である和室の数が減っている、という事実を耳にした。和室が大好きな私は、この現状をどうにかしたいと思い、研究を行うことにした。

2. 調査内容

1) 和室について

現在日本の住宅は、フローリングが普及し、畳の需要が低迷している。国内の畳表需要量は、平成5年は4500万枚だったが、24年には1490万枚にまで減少している。(資料4)

2) 戦後の住宅環境について

・ 公営住宅標準設計「51-C型」

戦後日本で初めてLDKが大々的に取り入れられた標準設計。これにより、日本の住宅内の公室や私室は分化し、個室数が増えた。(資料1)

・ 欧米の生活スタイルへの流動

戦後、欧米の生活スタイルが入ってきたことで、日本の生活スタイルに合わせていた和室はうまく活用できず、必要性を感じなくなっている。(資料1)

3) 和風モダンルームについて

和室の特徴とモダン家具を組み合わせたインテリアのことを指している。(資料3)

3. コンセプトおよびアイデア展開

1) 調査内容から、現代の日本人が捉える和室の在り方では、いずれ消えてしまう存在になるのではないかという推測ができる。そのため、かしまった、古臭い、といった和室の固定観念を見直し、新しい和室の在り方について考察した。

2) 調査から、現在の日本人は、和室は無くなってほしくないと思っているが、同時に生活内での必要性を感じていないことが分かった。欧米の生活スタイルが定着した今の日本人には、和と洋の両方の要素が組み込まれた和風モダンに近い空間が合っているのではないかと考えた。

3) 提案:「和風モダンと呼ばれる空間を、現代の和室であると捉える」

現在の生活空間の中心であるリビングルームと、かつての日本人の生活空間の中心であった畳を組み合わせる図面を作成した。アンケートと聞き取り調査により、インテリアを気軽に換えることができるカーペット状の畳に関心を寄せる人が

多く存在していることが分かった。

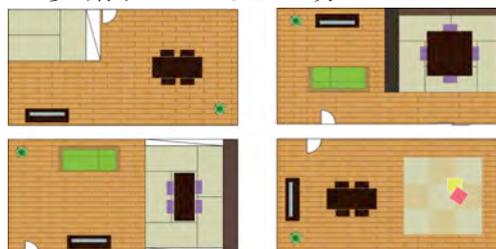


図1 畳を使用した展開図面

4. 最終提案

「現代の和室の作成」

実在する洋室に和モダンの要素を取り入れることで、新しい和室に変換した。(資料2)

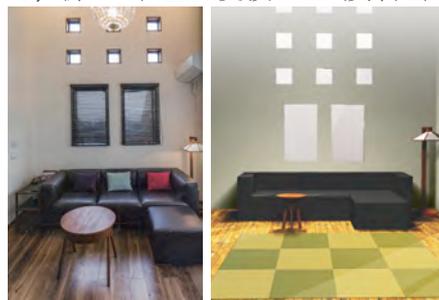


図2 これからの和室の作例

5. 今後の発展

- ・今ある和風モダンスタイルを認知してもらう
需要はある筈の和風モダンを知らないという人はまだ多く存在している。モデルルームや雑誌などを利用し、更に人の目に留めてもらえるように展開し、知ってもらう。
- ・和室は観光材料として残していく
例えば、旅館の部屋にある和室が目当てで泊りに来る観光客は、外国人だけでなく日本人にも多く存在する。畳で敷き詰められた部屋というのは、今の日本人にも珍しいものとして映っている。

文 献

- [1] 鈴木成分, 上野千鶴子, 山本理顕, 布野修司, 五十嵐太郎, 山本喜美恵, “「51C」家族を容れるハコの戦後と現在”, 平凡社, (Oct.2004)
- [2] “SUUMO 注文住宅”, 2017 冬春号, (Dec.2016)
- [3] 不動産用語集【HOME'S/ホームズ】, <http://www.homes.co.jp/words/wl/525003719/> (参照 2016-6-12)
- [4] 岩口利一, 産経新聞, <http://www.sankei.com/west/news/140517/wst1405170087-n1.html> (参照 2016-4-25)

2017

和紙で作る材料と活用法

The materials and a utilizing method to make with Japanese paper.

AD24 佐藤 愛
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

様々な素材に満ち溢れる現代、新たな素材の登場は我々の生活を便利にしている。しかし、新たな素材に置き換わることで衰退していく技術や文化があることも事実である。今回はその中でも和紙に着目した。現代において、書く紙としての役割に洋紙が多く使われ、日用品の素材として樹脂製品が多く使われている。和紙が担っていたものが新たな素材に置き換わっているのである。このままでは和紙は衰退の一途を辿ることになるだろうと考えた。このことから、和紙の素材としての活用法を探り、新たな需要を見出すとともに、和紙の有用性を多くの人に実感してもらえらることを目的とする。

2. 調査内容と分析

和紙の原料は木の靱皮繊維から作られている。靱皮繊維は繊維が長く絡まり合うことから、丈夫で分厚くても軽いという和紙の特性を成している。しかし、書くための紙という役割では洋紙が主流となり、和紙は美術や書道といった限られた需要となっている。また、和紙の需要低下に伴い楮の生産量が減少し、現在輸入に頼っているが海外での生産も危ういのが現状であることが、紙すきの村・久保昌太郎和紙工房の和紙職人の方へのインタビューで分かった。これから和紙の素材としての活用を見出すために和紙の原料である楮に着目する必要があると考えた。楮は繊維であることを活かして紙や布へ加工され、現在まで様々な手法で制作・販売されてきたが、これらの需要は時代の流れと共に衰退している。紙、布以外の加工を考えることで、和紙の新たな活用法が開拓できるのではないかと考えた。

3. コンセプトおよびアイデア展開

繊維の加工法として、木質繊維を板状に加工した木質繊維板がある。楮も同じ繊維であるので、板状に加工することが可能ではないかと仮説を立てた。また丈夫で分厚く軽いという特性を持った素材になるのではと考えた。そこで、和紙が固形に成形できるのか実験を行ったところ、強度と軽さが実現でき、新たな和紙の加工法として有効だと考えた。塊となった和紙の特性として、肌触りが良い、吸水率が高い、軽い、適度に柔らかいことが挙げられる。これらを活かした活用法としてインソールを制作する。インソールには主に革やウール、ポリウ

レタンなどが使用される。それぞれの素材に暖かい、蒸れにくい、クッション性があるというメリットと蒸れやすい、高価、すべりやすいといったデメリットがある。和紙をインソールにすることで、今ある素材のメリットを合わせ持った素材として活用できると考えた。そして、和紙を紙としてだけではなく、機能的に優れた素材だと実感してもらい、和紙の活用の幅広さをアピールできると考えた。

4. 最終提案(作品)

和紙を繊維に戻しインソールの形に成形したものを、男女4人に一週間着用してもらい検証を行ったところ、「暖かい」、「見た目に色がついていたら良い」、「汚くなる」、「ずれてしまう」、「乾かして再利用した」という意見を得た。これらを参考に最終提案では柿渋染めを行い、見た目の改善と抗菌効果をつけた。裏側には柿渋を塗布することで繊維の剥がれとズレを防止した。一枚の板状に加工してからハサミでインソールの形に成形することでズレが大きく改善された。製品を長く使うために乾燥させるなどといった手入れがしやすいように柿渋染めを行った和紙のタグをつけ、靴から引き出しやすく、また干しやすいような工夫を施した。最終提案の検証にて、色がついて可愛くなった・履き心地に違和感がなくなったという意見が得られた。



5. 結論

独特の肌触り、汗を吸う吸水性、足を温めるという機能性から、インソールとして適した素材だと考えた。しかし、耐久性や制作方法の点から製品化した場合高価になってしまうと考えられるので量産品として幅広く普及することは難しいと考える。インソールというアプローチは和紙の紙としてのイメージから離れた意外性のある提案だったことや機能的に良いと実感してもらえたことから、和紙の有用性を知ってもらうことには有効であったと考える。

文献

[1] 穴倉佐敏, “和紙の歴史,” pp.18-24, (Nov.2006)

2018

犬食い改善のための道具

Tool to Help the Physically-Challenged Person to Eat Properly

AD25 佐藤 幸也
指導教員 坂元 愛史

1. 研究目的

私は障害を持つ弟が食事を摂る際の不便さについて考える事が多かった。そこで、弟の食事環境を改善する研究に取り組むこととした。また、弟の生活が良くなることは共に生きる家族にとっても意味があるのではないだろうかと考えた。最終的には、弟と同様の障害を持つ人とその家族への有益な提案となることを目指したい。

2. 調査内容

2-1 弟が主にもっている大きな障害

- ・てんかん
- ・重度知的障害
- ・外販偏平足
- ・重度難聴

2-2 問題視している事柄の抽出

- ・握力が弱い
- ・姿勢が悪い
- ・咀嚼ができない
- ・細かい動きが苦手

これらを原因として、食事の際に姿勢が保てず、食器に顔を近づける姿勢、いわゆる犬食いになってしまう。

2-3 犬食い姿勢の文化的な捉え方について

日本の食文化において、「犬のように顔を食器に寄せて食事する」姿勢については、特にマナー違反として認識をされている。

2-4 犬食いにかかる問題点の整理

- ・手や口周りが汚れる
- ・食べ物をこぼしやすくなる
これらは個人に直結した問題である。対処としては食器類の形状を変えることで身体障害者専用品とした例が見られる。
- ・机が汚れる
- ・食器の周りが汚れる
これらは食事環境の問題である。調査の上では対応した製品は少ない。
- ・犬食いの姿勢がマナー的に気になる
これは家族の心理的環境に関わり、現在までに対応した製品は見当たらない。

3. コンセプト

障害者と家族との関係は強く、ほぼ一生続く。そこで今回は「本人と周りの人々」との関係性を重視して、犬食いの心理的面と物理的面の両方

を解決するための台を提案する。

4. 試作、検証

弟が犬食いをする原因として、うまくスプーンを扱えないことと姿勢が悪いことが大きく関わっていると分析した。そこで、食器自体を顔に近づけることにより姿勢が自然とよくなるのではと考え、試作品を作成し、障害者施設で働く職員による検証を行った。



図1：試作で食事する弟

5. 最終提案

検証の結果、姿勢が改善され食べ物のこぼれが減少した。そこで、使用者の体格に対応できるように天板の角度が変わり、高さも変わる機能を加えた最終提案品を作成した。



図2：最終提案物

5. 今後の発展

検証の結果、機能訓練にも使える可能性があるなど概ね好評を得た。細かい点を修正する必要があるものの、実用に向けた提案となった。

6. 参考文献

[1]小倉朋子（編），『世界一美しい食べ方のマナー』，高橋書店，2014

7. 検証及び検討協力

[1]グリーンハウス
[2]東京都立多摩桜の丘学園

2019

伝統行事を通して日本文化にふれる

Traditional Events in Japan

AD26 下川 和倫
指導教員 竹内 明

1. 研究目的

現在の日本は欧米化が進み、世間の人々も日本の文化よりも海外の文化に興味を持っている。日本に昔からあった文化よりも海外から来た文化のほうが大きく盛り上がり、日本文化から人々が離れている。そこで、身近な行事から日本の文化を知るきっかけを作る事を研究したいと考えた。

2. 調査内容(事前調査)

日本で新しく定着したハロウィンなどの今人気の海外の行事が流行った理由には SNS の存在が大きく関わっている。SNS が年々一般化していくのに連れて、SNS の一つのツイッターでハロウィンに関するツイートもふえている。



また、そのツイートをしている年代や性別の内訳をみると、年代では「20代」が多く、性別では圧倒的に女性が多い。

3. コンセプトおよび提案内容

調査の結果から、若い女性が新しい行事の中心であり、SNS の普及率とともに行事が盛り上がり、ということ、SNS に写真を投稿したくなる「フォトジェニック」なモノであることが必要であると考えられる。このことを踏まえた上で実施率が低い行事の中でも女性に関する行事の「ひな祭り」を取り上げ、20代の女性が楽しめる新しいひな祭りを提案する。

4. 最終提案

女性だけで集まりパーティなどを行う女子会とひな祭りを組み合わせた「ひな女子会」の提案をする。このように現代の要素と組み合わせることでひな祭りにもう一度興味を持ってもらえるのではないかと考え、そして、その「ひな女子会」で使うツールのコンセプトモデルを製作した。ツールはひな祭りの意味や思いを知ってもらう為にひな祭りにまつわるものから展開した。

① 檜扇プロップス

女雛の檜扇がモチーフのフォトプロップス。

② ひな女飾り

女雛の髪飾りを簡単に着けられる仮装グッズ。

③ 桃花酒セット

桃花酒を飲む習慣を体験できる酒器のセット。

④ 貝紅コンパクト

縁起の良いハマグリを使った貝紅。

⑤ 三段ひなあられ重

菱餅型のお重のひなあられケース。

⑥ ひな女子会の心得

ひな祭りの意味やセット内容を説明した冊子。



5. 検証結果

実際にツールを使い、「ひな女子会」を行ったところ、③や⑤のように使い方が明確な物は積極的に使用してもらえたが、①や④などは使い方に戸惑っていた。しかし、⑥の説明を補助する物があると意味や使い方が理解してもらえた。また、新しい要素を取り入れたツールよりも、既存のひな祭りの要素が強いツールに興味を持っていた。提案については今まで祝い方がわからなかったが、このような形で提案してもらえるとわかりやすいという意見が得られた。また、「ひな女子会」を行う中で新しいひな祭りの祝い方について考える様子も見られた。

6. 結論

検証の結果から、実際にツールとともに新しい祝い方を提案することでひな祭りの意味が理解しやすくなり、興味を持ってもらった為、きっかけとして有効であると考えられる。しかし、ツールについては今までの祝い方になかった物は理解されにくかったので、既存のイメージを残した新しい物を考える事が必要だと考えている。

文献

- [1] NTTDATA イマツイ (参照 2016-12-20)
http://imatsui.com/seasonal_topics/post_45/
http://imatsui.com/seasonal_topics/post_4/
- [2] ICT 総研 SNS 利用動向に関する調査 (参照 2016-12-20)
<http://ictr.co.jp/report/20160816.html>

2020

若者が興味を持って読める新聞

A Newspaper that Catches the Interest of the Young

AD27 莊子 奈穂
指導教員 氏家 和彦

1. 研究目的

新聞を読むことは、活字を読む癖、知識の幅を広げることができるが、「文字が多い」「ニュースはネットで読める」などの理由から新聞を読もうとしない若者が増えている。そこで、従来の新聞に対して、若者が興味を持つような新聞の内容、レイアウトを研究し、活字を読む癖、知識の幅を広げることを目的とした新たな新聞を提案しようと考えた。

2. 調査内容(事前調査)

新聞とは、世界規模の出来事から国内外、地域内、さらにはコミュニティ内部などの情報伝達として様々なものが発行されている。

日本人によって作られた国内ニュース中心の新聞が明治元年に出現し、日本の近代化に大きく関与し、20世紀には発行部数や普及率も世界でトップクラスを極めたが、1995年から2015年にかけて男女ともにとくに10代20代の新聞行為者率は下がってきている。読まない理由として「時間がない」「興味のない内容だから」特に多かったのが「テレビやネットなどの情報で十分」だった。

3. コンセプトおよびアイデア展開

10代、20代が最も新聞を読まない世代なので、主に10代をターゲットにした「興味を持てる新聞」をコンセプトとし、内容は、テレビにもインターネットにも載っていない若者が興味を持つものを扱うことにした。そこで、今回は、本校3,4年にも特に身近な、進路についての内容を扱う。そこで、内容を考えるため、進路について3・4年生の学生にアンケートを行った結果、進路について考えているかの質問に「はい」と答えた学生は3年生36人中33人、4年生29人中、27人いた。つまり、3・4年生ともにほとんどが進路について考えていることがわかった。また、「就職の流れが分からない」「一部の人しか知らされていないことがある」など、進路について不安がある学生もいることがわかった。

さらに、レイアウトについてのアンケートを行った結果、読みたいと思う新聞の特徴は、「色がある」「文字が大きい」「読みやすい文の配置」が多かったので、それを参考にした新聞を製作しようと考えた。

4. 最終提案(作品)

載せるテーマについてはアンケートの結果、「面接によく出る質問と回答例」「五年生の進路活動の流

れ」「企業に送るメールの例」「卒業生が行った進路先」が多くの学生が知りたいという結果になったのでそれを掲載。フォントは縦文字の読みやすさ、タイトルの強調を意識し、見出しは「ヒラギノ角ゴシック Std W8」、本文はヒラギノ明朝、横文字の本文はヒラギノゴシック。各見出しの下には内容の重要性を「!マーク」で表している。また、大きさは持ちやすいようにA4サイズの構成にし、新聞の堅苦しさを無くすために犬のキャラクター、イラストや四コマ漫画を載せた。

レイアウトはサレジオのカラーである、青系をベースにして製作。



図 1

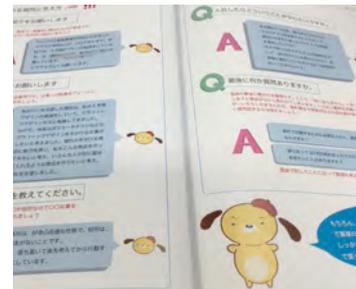


図 2

5. 今後の発展

デザイン学科の学生に進路新聞を見てもらい、意見をもらおうと、キャラクターや、四コマ漫画などのイラストがあると内容が頭に入りやすくなったり、親近感が湧いて、楽しんで読めたことがわかった。進路に関しての情報の幅も広がったという意見も得た。しかし、文字が読み辛かったりする部分があるという指摘も得た。今後は、文字のレイアウトの見直し。また、進路というテーマ以外でも若者が興味を持てるような絞った内容なら他のテーマでも展開できるのではないかと考えた。

文 献

- [1] 若者が新聞を読まない理由と現代の情報収集
<http://yamayoshi.hatenablog.com/entry/2014/04/07/174029>,(参照 2016-09-15)
- [2] 日本の新聞
<https://ja.wikipedia.org/wiki/>,(参照 2016-09-15)
- [3] 新聞購読率減退中。高齢者すら減る(2016)
<http://www.garbagenews.net/archives/1754749.html>,(参照 2016-10-20)

2021

高齢者のための木製食器

Wooden Tableware for the Elderly

AD28 白石 宙
指導教員 坂元 愛史

1. 緒言

- 1-1 間伐材についての問題は兼ねてより耳にすることが多い。また多くの人にとっては花粉症の原因のひとつでもあり、身近な問題として取り組むことが求められている。
- 1-2 現代の日本は高齢者の増加が著しい。そのため高齢者が健康であることは日本社会全体の幸せにつながっていくのではないだろうか。そこで私は、この2つの問題解決へつながる研究に取り組むこととした。

2. 調査のまとめ

2-1 間伐材の問題

① 現状

利用が減り、人手不足による二次的な問題(花粉症、里山の荒廃)が起こっている。

② 現在の利用方法

- 本来の木の状態で扱わない
- 繊維の紙コップ

2-2 高齢者の生活における問題点

① 経済的な問題

年金の若年者負担増、高齢者の経済破綻

② 身体的な問題

日常生活における細かい動作への不安げがのリスク、器物を損壊するリスク

3. コンセプト

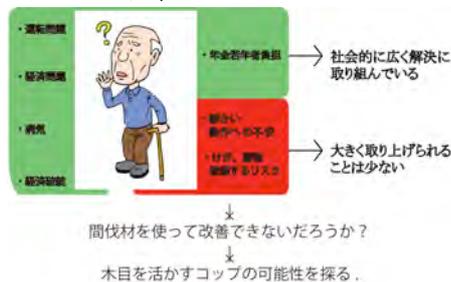


表1 木材と他の素材の比較

名称	熱伝導率	摩擦係数	比重
杉	0.087	0.5-0.2	0.38
ヒノキ	0.095	0.5-0.2	0.41
陶器	1.08-1.73	0.3-0.4	2.5
ガラス	0.16	0.51-0.7	2.5
PET	1	0.1	1.34-1.39
アルミニウム	0.14	0.36	2.7
ステンレス	1.95	0.3-0.4	7.8-8.0
花崗岩	1.8	0.3-0.4	2.6

木材:熱伝導率→低, 摩擦係数→高, 比重→軽.保温,滑りにくく,軽量→コップにできる可能性大.

4. 製作

4-1 試作, 検証

育英祭でアンケートをとり、木材は他の素材に劣る部分もあるが形状などの改善が可能である質感の魅力があることがわかった。続いてコップの形状について調査をした。寸胴型、絞り型、台形型、砂時計型、絞り型(角あり)の5つの形状を考え、検証を行ったところ寸胴型、絞り型、砂時計型が好まれたため、これらについて本製作を行うこととした。

4-2 本製作, 検証



図2 本製作物

検証結果:全ての形状について好評を得た。中でも絞り型と砂時計型は高い評価を得られた。

5. 最後に

今回の提案は“間伐材による高齢者の生活改善につながる日用品開発”の可能性が少し見えたのではないかと考える。今後も機会があれば同様のテーマに取り組んでいきたい。

6. 文献

- [1] 総務省統計局, “高齢者の人口・世帯,” <http://www.stat.go.jp/data/topics/topi141.htm>, 月年(1996)
- [2] 本医師会, “高齢者の身体と疾病の特徴,”
- [3] 利益財団法人長寿科学振興財団, “健康長寿ネット” <https://www.tyojyu.or.jp/net/byouki/rounensei/dassui.html>
- [4] 文部科学省新体力テストに関する高齢者の体力, “ADL・QOLと日常生活実態の関連” <http://www.ntu.ac.jp/research/publication/pdf/vol7/v7pp25-34.pdf>

2022

初心者に向けた化粧品キット

Cosmetics Kit for Beginners

AD29 杉本 咲耶
指導教員 谷上 欣也

1. 研究目的

就職活動を始める際にまわりの友人たちに化粧ができない人が多かった。化粧をすることは社会人の基本であり、面接では社会人としてのエチケットが身につけられているかどうか審査の対象となる場合が多い。しかし化粧をしたことがない人にとって化粧をすることはハードルが高い。したがって初心者が迷うことなく購入かつ使用できる化粧品キットの提案をする。

2. 調査と分析

化粧の使用状況を把握するために15歳～20歳の女子学生107名にアンケートを行った。

化粧をする人は65名、それに対してしない人は42名という結果になった。その中で化粧をする人の意見としては「気分が晴れやかになる」、「マナーとして必要だから」と言った声があった。また、化粧をしない人に話を聞くと2つの共通する問題点があることが分かった。

まず1つ目は、「どの化粧品を購入してよいかわからない」という意見がでる。市場では様々な種類の化粧品が販売されておりその量も多いため購入する際に迷ってしまう人が多い。さらに化粧品の名前もわからない人も多かった。

2つ目は「化粧の仕方がわからない」という意見である。様々な種類があるため「どの化粧品をどの順番使用してよいかわからない」という声が多かった。次に普段使用している化粧品を調べるために化粧をする人65名にアンケートを行った。一番使用しているものは口紅、その次にファンデーション、チークだった。

3. コンセプトの立案

- ・コンセプト: change your look
- ・ターゲット: 就職活動を間近に控えた学生
- ・シチュエーション: 家を出る前のメイク、企業に行く前のメイク直し(駅のトイレ)

4. デザイン展開

最低限必要とされる化粧品を調査しファンデーション・口紅・眉墨・アイシャドウ・チークとなった。また、普段使用にマスカラ・アイライナーをセットとして提案する。これによって就職活動時だけでなく普段から化粧に興味を持ってもらうきっかけとなると考える。化粧品を収納するポーチも同時に提案

する。水辺での使用も考えられるためビニール素材。フェミニン・クールの2種類のタイプを提案することで印象の異なる女性にも対応出来るようにした。

5. 最終提案(作品)



ポーチは手のひらに収まるサイズとなり自立するよう考えた。化粧品はすべてスティックタイプにすることにより中身がバラバラになりにくい上にアイコンをつけることにより上から見た際に一目でわかるようになっていく。また、QRコードを掲示することで購入する際に自分がどちらかのイメージか判断するきっかけになると考えている。

6. 結論

女子学生8名に冊子をもとに化粧をしてもらい検証を行った結果「使いやすい、らくそう」といった意見があった。一方で「提案されている色が本当に自分に合っているかわからない」という意見もあった。またポーチの検証を行った結果「取り出しやすくとてもコンパクト」といった意見があった。さらに販売方法としてパッケージ展開をして検証をしたところ「このようなパッケージだったら手に取りやすい」という意見があり目的を達成したと考えられる。今後の展開として冊子の内容をより細かく記載していきたいと考えている。化粧品の色味についてはフェミニン・クール2つのイメージから細分化した色味を提案し1色だけではなく3色ほどの展開をしていきたいと考えている。

文献

- [1] 株式会社マーシュ, “メイクに関するアンケート,” http://www.marsh-research.co.jp/mini_research/mr2014_04makeup.html, (参照 2016-10-12)

2023

中学校における読書スペースのありかた

The Next Generation Reading Corner in Junior High Schools

AD30 鈴木 優香
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

読書には集中力や感受性の向上など、様々なメリットがあるにも関わらず、文科省の調査によれば日本の不読者数は全年代において増加している。本研究は、読書に対する意味づけが行われると考えられる中学生を対象に、中学校内部に新たな読書スペースを設けることで、読書を娯楽として自主的に行う習慣をつけさせ、結果として日本の読書率を向上させることを目的としている。

2. 研究方法および調査内容

現在若者に人気の書店及び図書館について、メディア調査と実地調査を行った。また、某市立中学校へ伺い現地調査を行い、さらに図書室の現状や問題について学校司書の方にお話を伺った。これらの調査から、中学生が読書を積極的に楽しく行う読書スペースには、以下の要素が必要であると考えられる。

- ① 多様な使い方ができる
- ② くつろぎながら読書を行うスペースがある
- ③ 中学校内での中学生の動線上に読書スペースが存在する
- ④ 読書及び情報センターとしての機能の他に、子供たちに居場所を提供すること

3. コンセプト立案

「多様な使い方ができる読書スペース」

4. アイデア展開

① 読書スペースを身近に

現在活用されていない、教室前の多目的スペースに図書室を移行し、各階を階段で繋いだ。これにより、図書室をより身近に感じてもらい、また、授業内での調べ学習でも活用することができる。

② 階層毎に違う過ごし方ができる

1) 2階:蔵書と貸出のスペース

本の紛失を防ぐ為、図書室としての管理機能は2階に集約した。そのため、廊下と階段への出入口前に貸出カウンターを設置した。

2) 1階:くつろぎスペース

靴を脱ぎ自由な態勢で本が読めるスペースと、円形の椅子とテー



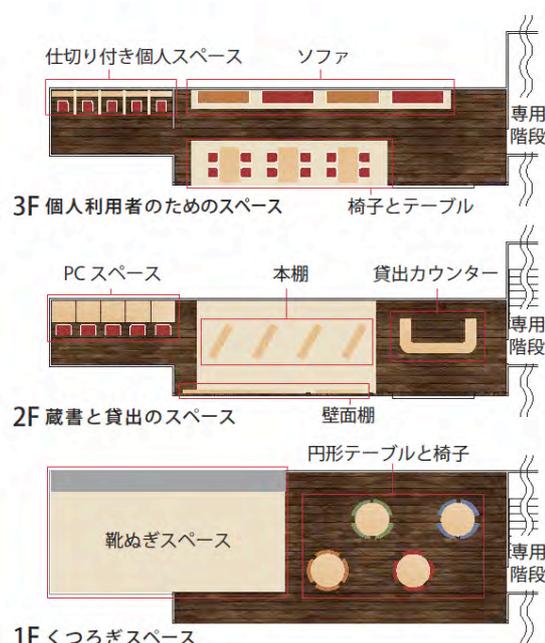
▲ 図1 配置図

ブルからなる読書スペースを設置。友人らと話しながら読書を楽しむことができる。

3) 3階:個人利用者のためのスペース

一般的な机と椅子の他、ドアと仕切りで区切られた個人スペースを用意した。

5. 完成図



▲ 図2 提案する読書スペースの図面

6. 結論

この提案内容を学校司書の方にお見せしたところ、多様な性格を持つ中学生にとってとても魅力的な空間であるとの評価を頂いた。実際、中学2年生の男女3人にも意見を伺ったところ、その時の気分に合わせて読書スペースを選べるという点において好意的な意見が多く、この読書スペースを積極的に利用したいとの評価が得られた。

このことから、自分の読書スタイルにあった読書スペースが存在すれば、多くの中学生が読書を楽しんで行うことができるのではないだろうか。

参考文献

- [1] 第61回学校読書調査
<http://www.j-sla.or.jp/material/research/54-1.html>
(参照 2017-2-8)
- [2] 文部科学省 学校図書館の位置付けと機能・役割
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/dokusho/meetin g/08092920/1282744.htm (参照 2017-2-8)

2024

手拭いに愛着をもってもらうための注染体験キット

The Tenugui (Japanese Handtowel)

AD35 永野 日彩
指導教員 氏家 和彦

1. 研究目的

手拭いは江戸時代には人々の暮らしに欠かせないものであったが、現代ではあまり生活に浸透していない。しかし手拭いには実に多くの使い道があり、日常生活や災害時など様々な場面で役立つ存在となり得る。そこで今回は、手拭いを、現代人にとってより身近なものにすることを目的とし、研究、提案を行うものである。

2. 調査内容(事前調査)

●歴史

手拭いが庶民に広く使われるようになったのは江戸時代である。当時の流行の先端であった歌舞伎役者が自分の名前を図柄にし、使用していたことで、庶民の間にも手拭いが流行した。

明治時代になると注染という日本独自の染色方法が生まれた。注染は大量生産を可能にし、手拭いだけでなく、染色業界に変革をもたらした。

「手拭い合わせ」という品評会が開かれるなど、手拭いは庶民の生活に欠かせないものであった。人々は自分のオリジナルの手拭いを愛用していた。

●材料

手拭いの染めの工程に用いる染料や防染糊などの材料は、染色の専門店など、限られた場所ではか手に入らず、管理にも注意が必要である。

3. コンセプトおよびアイデア展開

●コンセプト「作って親しむ」

親しみ、愛着をもって使ってもらう為、手作業でのオリジナル手拭いの製作を通し、手拭いに触れてもらうことを目的とした製作キットの提案。

●ターゲット 8～12 歳の子ども

調査を踏まえ、自分のオリジナルの手拭いを製作することによって、手拭いがより身近なものになるのではないかと考えた。ターゲットはものに対する興味や愛着を持ちやすく、製作を自主的に行える8歳から12歳の子どもとし、気軽に手拭いの製作を体験できる製作キットを提案する。

4. 最終提案(作品)

(提案する作品の解説)

手拭いの全行程を行ってもらう事は、時間やコストの制約上難しい。そこで今回は手拭いに柄を付け

る注染の模擬体験を行ってもらう事で、手拭いに対する関心を深めてもらおうと考えた。

実際に行ってもらう予定の工程は、「手拭いの柄の決定」「防染糊の糊置き」「染色」「天日干し」である。製作キットの内容物に関しては以上の工程に必要な「型」「手拭い生地」「染料」「じょうろ」「防染糊」「スキージ」「型枠」である。今回は手拭いの手拭いをより身近に感じてもらう為、材料は入手・扱いが簡単なものを選んだ。染料に関しては、市販のものではなく、草木から作ったものを使用し、安全性も重視した。



◀注染体験キット

5. 今後の発展

実際に9歳の子ども3人に製作キットを使用してもらい、検証を行った。

検証の結果、「手拭いを作る」という言葉への食いつきは良かったものの、体験を終えた後「簡単すぎた」という意見が上がった。「柄の決定」の工程を省き、あらかじめ用意しておいた柄の型を使用することが原因と考えられる。安全を確保する目的でカッターでの切断の作業を省いたのだが、結果的に子どもたちに物足りないという印象を与えてしまった。そこで元々柄の切ったある型の他に、切っていないものも用意する事で、子どものレベルに合った体験を行ってもらう事にした。柄付きの型に関しても、種類を増やすなどして、子どもたちに飽きさせない工夫をする。また、身近な材料での染色は防染や染料の定着が不完全である。今後も実験を重ね、染色の精度の向上に努める。

文献

- [1] 「かまわぬを「知る」/てぬぐいについて | 株式会社かまわぬ」< www.kamawanu.co.jp >(2016/11/28)
- [2] 「手ぬぐいとは - 日本語表現辞典 Weblio 辞書」< www.weblio.jp >(2016/12/3)
- [3] 「染」について | 手ぬぐい | オーダーメイド | 染の安坊」< www.anbo.jp >(2016/12/3)

2025

持続可能エネルギーを用いた移動体

Sustainable Mobility Vehicle

AD36 中村 賢都
指導教員 竹内 明

1. 研究目的

近年、ガソリン自動車に替わるものとして、電気自動車(EV)や水素自動車(FCV)といった環境低公害車の開発が進んでいる。しかし、これらの動力源である電気や水素は、生成する段階で地球に負荷を与えているのではないかと感じた。それではEVやFCVは本当に「環境に優しいのか」という疑問が生まれたため、この問題解決の糸口を探る研究とした。

2. 調査内容

i) 電気と水素

EVの動力源である電気は、日本国内において大半が天然ガスと石炭を燃焼させることにより発電されている。これらは化石燃料であるため枯渇問題や、燃焼時のCO₂排出による環境汚染が挙げられる。水素も、天然ガスから生成する方法と、水を電気分解して生成する方法があるが、水素を生成する際にも電気を使用することが分かる。

ii) クリーンな発電方法

発電時にCO₂を排出しない方法として、太陽光発電技術がある。しかし既存の太陽光パネルは板状なため、曲面に貼ることができないという点や、一番発電効率が良い状態(パネルに対して垂直に太陽光を受ける)で常に受光することが難しいという問題がある。自身のソーラーカープロジェクトでの経験からも、太陽光を受けるパネル角度の調整は発電効率を良くするために重要である。

iii) 交通事情

現在の道路交通事情を調査すると、走行時の乗車人数は、車の乗車定員に関わらず1~2人がほとんどであった。乗車人数に対して車体が大きいことや、車の台数が多いことにより渋滞が発生していると分かった。

iv) 超小型車規格

2012年6月、国土交通省がミニカー規格より大きく軽自動車よりも小さい移動手段として、超小型車規格のガイドラインを発表した。まだ確立されていない規格であるため、現在も実証実験が進められている。

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプトは「2人乗り超小型モビリティ」とした。

i) 新しい太陽光パネル

スフェラーパワー社の“スフェラーセル”モジュールを用いることで、これまで難しかった曲面への対応が可能になり、車体デザインの自由度が上がる。どの方向からも効率よく太陽光を受けられるのが特徴で、モビリティにとって適していると考えられる。

ii) 2人乗り超小型モビリティ

交通事情調査から、車体形状は小さく、乗車定員は1~2人が最適だと考えた。今後この規格の車両が発展していくと予想を立て、2人乗り超小型モビリティとする。

4. 最終提案(作品)

自動追従技術、自動運転技術を用い、走行しながら発電できる。ユーザーが買い物中、モビリティを駐車させている際に充電できるインフラ環境、超小型モビリティが走行する専用レーンを提案する。これらを整備することで、太陽光発電を用いた超小型モビリティが発展するのではないかと考えている。モビリティを表現する1/6スケールのコンセプトモデルを制作した。



図1. スフェラーセル

図2. 1/6 コンセプトモデル

5. 結論

実際にスフェラーパワー社に意見を伺った。“移動体への実装は従来のパネルに比べて合理的だが、面積当たりの発電量は現状では劣る”，とご指導をいただいた。移動体のような重量物を動かすための動力源としては厳しいことが分かった。今後の発展として、スフェラーセル以外での発電方法や、充電システムの検討が必要だと考える。

文献

- [1] スフェラーパワー株式会社, “テクノロジー”
<http://sphelarpower.jp/technology/> (参照 2016-07-11)
- [2] 国土交通省, “超小型モビリティについて”
<http://www.mlit.go.jp/jidosha/> (参照 2016-11-14)

2026

エコミークラス症候群に配慮した震災時の車中泊

The Prevention of the Economy-Class Syndrome in Times of Disaster for People Evacuating in Their Own Cars

AD37 西濱 智行
指導教員 比留間 真

1. 研究目的

熊本地震では、これまでの震災と比べて被災者の方々が避難所ではなく自家用車の車内で一時避難する様子が数多く取り上げられた。長い時間、狭い車内で過ごさなければならない被災者の中には、長引く避難生活の中で健康状態に支障をきたし、エコミークラス症候群によって亡くなった事例も報告された。

本研究では、車中泊によるエコミークラス症候群に配慮し、少しでも車中泊による精神的、身体的なストレスを軽減することを目的し、提案を行う。

2. 調査内容

2.1 エコミークラス症候群の予防について

主な予防策としては適度な運動(ストレッチやジョギングなど)や水分をこまめに取ること、生活習慣の改善などが主にあげられる。

2.2 被災地での車中泊について

被災地では、大型車よりコンパクトカーや軽自動車などスペースに限りがある車での車中泊が目立った。また、なぜ車中泊を行うのか調査したところ避難所で着替える時の周りの目線が気になるや、建物が余震などで崩れるのではないかとの不安から、屋内で就寝できないなどの理由が挙げられた。

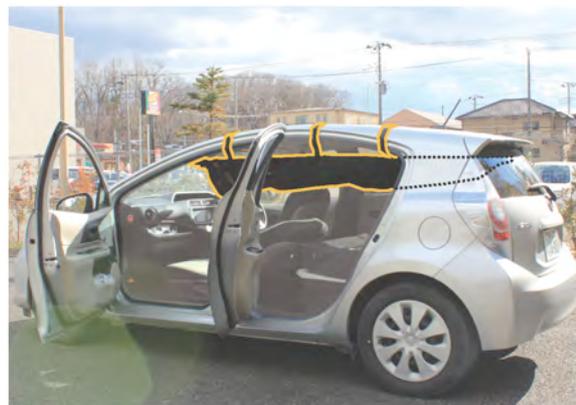
3. コンセプト

「コンパクトカーで手軽に車中泊」

4. デザイン展開

- 大人が“身体を伸ばして寝るスペース”を確保シートアレンジの対応が十分ではない狭い車内でエコミークラス症候群の予防対策するために室内上部の空間を利用することとする。(図1)これによって生まれた下部の空間は荷物の収納スペースやもう一つの就寝スペースへの利用も可能である。
- ハンモック方式による設置
どんな車種にも対応できるように調節可能なベルトによってルーフ上からハンモックを吊るし、設置できる構造とした。(図2)
- 荷室に収まる収納性
必要に応じて収納、持ち運びができるようにラゲージスペースの幅に合わせて、分解・収納できるサイズとした。(図3)

5. 完成図



▲ 図1 室内上部の空間を利用



▲ 図2 車内設置



▲ 図3 収納の様子

6. 結論および今後の展開

ヴェッツ、アクア、カローラパシオの3車種に取り付け実験を行った。実験の結果、さまざまなコンパクトカーに対応できることがわかった。また、ハンモックの強度が約75kg耐えられることが分かり、重さによる車の変形などの影響見られなかった。

今後の展開としてハンモックのシート部分の強度が予想より低かったので、ナイロンやポリエステルシートなどを使い、強度を向上させる必要がある。また、ハンモックの乗り込みの方法も車種によって想定している乗り込み方ができないので、今後はハンモックの下から乗り込める提案などを考える必要がある。

文 献

- [1] 中西宣文, 循環器病情報サービス「46」急性肺血栓栓症(エコミークラス症候群)の話。
<http://www.ncvc.go.jp/cvinfo/pamphlet/blood/pamph46.html> (2004)
- [2] 第2章避難所生活の現状・課題と改善策
<http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/e-quakes/shiraberu/higai/amenity/documents/02.pdf>
- [3] 大橋保之「カーネル」2016年秋号,
p.80-95 (2016)

2027

郷土の文化「三つ目囃子」を学ぶツール

A Study to Learn the Local “MITSUMEBAYASHI”

AD38 丹羽 結菜

指導教員 山館 順 氏家 和彦

1. 研究目的

自分の町の郷土文化というものに触れ合う機会が減ってきていると感じたため、その改善、地域活性の手助けとなるようなものの提案を考える。

今回は本校の地元でもあり、200年以上の歴史をもつ小山・小山が丘地域を取り上げる。

2. 調査内容(事前調査)

①地域の意識調査アンケート

地元への関心について地元を本校の一年生から二年生を対象にアンケートを行った。「地元の歴史や文化に関心があるのか?」という質問に対して6割の学生が地元について関心がないことがわかり、「地元の文化をいつ学びましたか?」という質問では42%の方が小学校で学んだと答えた。

②小学校への授業調査

小学生の現状を把握すべく小山小学校の先生方に取材を行った。そこで小山町、小山が丘の伝統なお囃子として伝わっている、三つ目囃子のお話を聞き、それを題材に研究を行うことにした。

③三つ目囃子の調査

三つ目囃子振興会へ取材にいきお話を伺って、簡単な三つ目囃子の歴史から、お囃子としての独特の文化を教わった。また具体的な悩み等を聞いた所、深い伝統のある音が変わってしまっており、今でも音が直せていないなどの回答が返ってきた。実際の子供の話の聞いたところ、具体的な歴史にはあまり詳しくなく、習い事の一環として行っている子供がほとんどだということが分かった。

これらの状況から専門的に研究するよりも、三つ目囃子の簡単な知識や歴史を漫画やイラスト形式して分かりやすく、興味をもってもらえるような教材の制作を行うことにした。

3. コンセプトおよびアイデア展開

今現在三つ目囃子を習える最低年齢が小学校3年生の為、小学校中学年にターゲットを決め、提案を行う。三つ目囃子への導入や紹介を主眼とし、イラストや漫画で学べ、飽きない工夫を入れていく。子供でも簡単に描けるキャラクターを目指し、小山の象徴であり、三つ目囃子にも登場する狐と狸を元に制作した。二匹には実際踊る時の衣装を着せ、

デフォルメを行いながら現実の仮面に近いように制作した。また、冊子のサイズはA6に設定し、子供の手の大きさでも簡単に持てるようにした。全体的なカラーは女兒に好まれる淡い色をベースに置くようにした。



4. 最終提案(作品)

制作した冊子を小山小学校で展開した結果、三つ目囃子の認知度はクラス一つの内10人程度であった。その状態で検証を行った結果、小学生には大変関心を持ってもらえ、特にクイズや、太鼓がどんな音を出すのかなどに興味を示していた。また、冊子を読み終わった後にキャラクターを真似して描く児童もいた。

三つ目囃子に使用される漢字を知ってもらうために漢字を多めに使用しルビを振っていたが、それも問題ない様子だった。しかし、一部のキャラクターが他に比べて見劣りするなどの意見も上がった。

5. 今後の発展

イラストの修正を行う。また検証の際に、子供が漫画などの項目よりもクイズを楽しんでいることが分かったので、三つ目囃子のクイズのページを増やし、より子供向けに制作したものを三つ目囃子振興会の方に納品する。

また、今回は三つ目囃子の内容を使用した。堀音頭など他の小山に伝わる伝統的な文化に関する冊子への発展が望める。

文献

- [1] 三つ目囃子振興会
(<http://mitsume-hayasi.com/>)(参照 2016.7.18)
- [2] 祭り伝統芸能「祭り囃子」
(http://www.homemate-research-festival.com/useful/12717_tour_020/)(参照 2017.1.12)

2028

「MIZUNO1906 カケル Sweets」キャンペーン

Campaign of “MIZUNO1906 KAKERU Sweets”

AD39 長谷川 健人
指導教員 李 盛姫

1. 研究目的

ミズノ株式会社の認知度は高いが、スポーツカジュアル市場においてのミズノのブランド「MIZUNO 1906」の認知度が低いという現状がある。それに加え、ミズノ株式会社に対するイメージとして以下の3つが挙げられた。

- (1) 小・中学校の頃に使っていたメーカー
- (2) スポーツを本格的にやっている人が使用
- (3) 他社のブランドの方が魅力的

認知度を向上させるためにはまず、これらのイメージを払拭する必要があると考えた。本研究では認知度の向上のためのイメージ払拭を目的としたクロスメディア展開の提案をする。

2. 調査内容(事前調査)

本研究を進めていく上で、以下の調査を行った。

- (1) 本校デザイン学科 2～5 年生男女を対象にスニーカーについてのアンケート調査
- (2) スニーカーの社会背景について
- (3) 競合他社の一つであるアシックスとの比較分析
- (4) MIZUNO1906 の他、「Mizuno M-line」の調査
- (5) 育英祭に訪れた方々へのアンケート調査及びインタビュー調査
- (6) ターゲットやクロスメディア展開の舞台となる原宿についての調査

これらの調査からわかったことは以下の通りである。

- ・アンケート回答者 200 人弱の中でミズノ製品を所持している人が 1 人という現状(1)
- ・スニーカーやファッションを中心とした 90 年代ブームの中心に 20 代前後の若い世代が存在している現状(2)
- ・ミズノの強みや弱み(3)

これらの調査結果から「20 代前後の若い世代」をターゲットとした。

3. コンセプトおよびアイデア展開

(1)媒体計画

- ・NOHARA 原宿店
- ・クロスメディア(①原宿駅スーパージャック, ②表参道街路灯フラッグ, ③デジタルサイネージ, ④本キャンペーン特設サイト, ⑤NOHARA 原宿店, SNS, 公式 HP)

ターゲットが多く集う、ミズノ株式会社の直営店である NOHARA 原宿店が立地している、これらが原宿を本提案の舞台とする理由である。

(2)表現計画

キービジュアル:MIZUNO1906, スイーツ
キーワード:「カケル」(カジュアルさや気軽さ, という意味も込めてスイーツをかける)
ターゲットと原宿の共通特徴の一つとして「スイーツ」が挙げられること。

4. 最終提案(作品)

「MIZUNO1906 カケル Sweets」キャンペーンと題し、MIZUNO1906 製品の形をしたスイーツを使ったビジュアルと原宿とスイーツを連想させるパステルカラーを用いてビジュアル展開を行った。最終提案物は以下の通りである。(図1)

- (1) 原宿駅スーパージャック
- (2) 表参道街路灯フラッグ
- (3) デジタルサイネージ(明治神宮前駅)
- (4) 本キャンペーン特設サイト
- (5) NOHARA 原宿店外装イメージ



(図1)

5. 今後の発展

ターゲットとなる世代の友人とミズノ株式会社の広報宣伝部の方から本研究への意見を聞いた。

- (1) ミズノへ抱いていたイメージが変わった
- (2) MIZUNO1906 という名前やミズノがスイーツで何か行うということは伝わった。
- (3) 原宿とスイーツという切り口は興味深く、ビジュアルも綺麗であれだけジャックすればインパクトもあり、一定の効果は期待できる。

今後の課題として、店内デザインや、タイアップなどの包括的なコミュニケーション活動を展開することが挙げられる。

文 献

- [1]常盤 有未, “名門ミズノはなぜ時代遅れになったのか”, 東洋経済 ONLINE, <http://toyokeizai.net/articles/-/113299>, (参照 2016-04)
- [2]桂川 保彦, “アシックス vs ミズノ スポーツ用品業界に必要なブレークスルー”, 事業構想 project design online, <http://www.projectdesign.jp/201411/rivals/001731.php>, (参照 2016-11)

2029

日本のユーモアを盛り込んだサインデザイン

Public Signs with Japanese Humor

AD24 深井 美月
指導教員 氏家 和彦

1. 研究目的

外国人旅行者の多くが日本滞在中に言葉やコミュニケーションで不満、不便を感じたという調査結果があげられている。そこで、次期東京オリンピックに向け、外国人の方にも伝わる、「わかりやすさ」と「日本らしさ」を取り入れたサインデザインを考える。

2. 調査内容と分析

①「日本らしさ」について

日本らしさから連想される、判じ絵、浮世絵、北斎、戯画に着目し調査を行った。この調査の結果、日本人は対象物を別のものになぞらえ、「見立てる」という手法を好む事がわかった。この手法を行うことで、何気ないことも面白可笑しく伝える事ができる。

②日本のサインデザインについて

1964年の東京オリンピックで考えられたピクトグラムは、世界で最も多く見られるサインデザインの手法となっている。しかし、現在は言語に頼っているものが多く、そのために理解できない外国人観光客が多く見られる。その解決策としてQRコードなどを用いる例や、googleの画像翻訳がある。

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプト:「和のユーモア」

事前調査より、「見立て」は日本独特のユーモアの精神だと考え、「わかりやすさ」と「ユーモア」の精神を取り入れた、サインデザインを提案する。この提案を行うことで、外国人観光客に日本の文化性を知ってもらいきっかけを作り、日本人自身にも文化性を見直してもらい事ができる。日常生活で使われているサインデザインをもとに、「見立て」の考え方をういてアイデア展開を行った。考え方だけでなく、見た目からも「日本らしさ」を強めるため、日本で古くから見られる表現と親しみやすさを兼ねそろえた、手ぬぐいの絵柄を意識した。本校英語科の外国人教員とSNSを利用して、外国人への検証をおこなったところ、日本らしさは感じられるがサインデザインの意味は伝わらないものが多くあった。

4. 最終提案

「見立てた」ものを日本古来のものに限定し、展開を行った。そのために、検証では日本的な印象が

強くなりすぎてしまい、意味が伝わらなかったデザインがあった。しかし、検証の結果から「目を惹く」という結果が得られていたため、ある程度の日本的な印象は、「日本らしさ」を強めるためには必要だと考える。そこで、伝わらなかったものに関しては英語表記をつけ、「見立て」の程度を修正した。

今回、提案する種類は外国人観光客が不満、不便に感じるものの調査をもとに、想定されるものをピックアップした。設置場所は2020年に開催される東京オリンピックの会場や、会場付近の商業施設内での展開を想定する。



(図: 修正前後比較, 最終提案例)

5. 今後の展開

修正を行った最終提案は再度、検証を行う。ただし、外国人観光客が初めてこのサインデザインを見たときに「わかりやすさ」と「日本らしさ」を同等に感じてもらうことは難しいと考えられる。そのため、絵柄を空港などでお土産として展開し、サインデザインそのものの認知度を上げる必要があるだろう。また、平面上での多言語対応には限界があるため、VRなどをもちいた情報媒体での展開を考えられる。

文 献

- [1] BOJ Report & Research Papers
https://www.boj.or.jp/research/brp/ron_2015/data/ron151228a.pdf (参照 2016-05-20)
- [2] 岩崎均史,『いろは判じ絵江戸のエスプリ・なぞなぞ絵解き』, 2014
- [3] Jis 規格ピクト | ピクトグラム
<http://kanbanmaker.com/pictsign/category/jis/>, (参照 2017-0-20)
- [4] 2020年東京オリンピック・パラリンピック東京大会に向けた多言語対応協議会について
http://www.soumu.go.jp/main_content/000329521.pdf, (参照 2016-05-20)

2030

日々の食生活について

Proper Nutrition

AD43 宮内 瑛理
指導教員 坂元 愛史

1. 研究目的

「食べることは体をつくり、自身の生活習慣を整えるだけでなく人と食事を共にすることで心を豊かにもしてくれる。しかし、時間に追われ生活をする中で食事が疎かになってしまふことが多いように感じる。このようなことから、毎日の生活を振り返り食生活について関心を持つきっかけをつくるための提案を行う。

2. 調査のまとめ

現在の食を取り巻く環境は、ライフスタイルの多様化や食文化の変化により個々で異なっている。

①生活面

朝食を摂らないことや、孤食や偏食により食事から得られる栄養が偏ることで体力の低下や体重増減など身体的な問題が生じる。特に成長期の子どもは代謝が活発で活動量も多いことから、多くのエネルギーを必要とする。その成長段階で十分な栄養を摂らないでいると発育への影響が出たり、感染症に対する抵抗力も落ちてしまう。体の基礎を作り、成長に必要な栄養を摂るためにもバランス良く食事をするのが大切である。

②食に対する意識

現在では、食に関する様々なことを健全化することを目的とした食育基本法がある。食育そのものが国民全体に浸透しているとはいえない状況にあるが、食に対して関心を持っているという人は多く存在している。

3. アイデア展開

食育への入口として、小学生向けに食べる行為の認識を高める方法についてアイデアの展開を行った。

①食べることを認識する

教科書を使った学習だけでなく、自身の食事体験を記録することで食事の内容を意識し、興味を抱くきっかけをつくれるのではないだろうか。

②一緒に取り組む

生活の基本的なことを学ぶ場所は家庭であることから、子どもが一人で行うのではなく保護者も一緒になり考え、取り組むことでより食に対して意識を向けることができるのではないだろうか。

4. 最終提案



図1. 食日記



図2. 食事バランスタワー

①食日記

約1週間分の食事記録をつけるための冊子。書き出すことで食事内容を見返すとともに何気なく食べたものに対して意識を向けることができる。

②食事バランスタワー

自身の食事内容を基に輪を積み重ね、簡易的に記録ができる。ゲームの感覚で視覚的に食事のバランス等も見ることができる。

[検証]

小学校の教職員の方と保護者に意見を聞き小学生に使用してもらった所「記録できたらスタンプやシールをつけてもらいたい」「何を食べたか気にしていなかったが、書き出してみても何を食べているか知れた」「続けることで子どもの味覚の成長も感じられるのではないか」などといった意見が得られた一方、わかりやすさに対する指摘などを受けた。

5. 今後の発展

今回の提案は食について知るきっかけの一つとして利用できる可能性があるのではないかと考える。今後は検証を基に、冊子の改善や、子供の成長に合わせて段階的に食について取り組むことのできるような展開も可能だと考える。

文 献

- [1] 農林水産省, “食育に関する意識調査報告書(平成 28 年 3 月)”
<http://www.maff.go.jp/j/syokuiku/ishiki/h28/> (参照 2016.9 月)
- [2] 内閣府, 共生社会政策統括官, 食育推進基本法
<http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9929094/www8.cao.go.jp/syokuiku/about/plan/pdf/kihonkeikaku.pdf> (参照 2016.9 月)
- [3] 独立行政法人日本スポーツ振興センター, “平成 22 年度児童生徒の食生活実態調査報告書”
http://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kenko/siryou/chosa/syoku_life_h22/H22syokuseikatsu_4.pdf (参照 2016.10 月)

2031

笑いのビジュアル表現

Illustrations of Humor

AD45 山田 皓生
指導教員 李 盛姫

1. 研究目的

私は幼い頃から人に笑ってもらったり喜んでもらうことが好きであり、それが私のエネルギーでもあった。また、その経験が身の回りの生活を豊かにしていった。

そのような生活を豊かにする笑いと、現在私が専攻しているグラフィックデザインを掛け合わせることで、効果的に笑いの要素を取り入れることができる。ビジュアル表現を通してポジティブになったり、リラックスしたり、楽しい気分になることができるのではないかと考え、この研究テーマに至った。

2. 調査内容(事前調査)

1. 笑いの効果

研究を始めるにあたって、笑いやユーモアが人や人間関係にどのような影響を及ぼし、それによってどのような効果があるのか調査した。笑いには、ストレスの低減やリラックス効果、より良い人間関係の構築などの様々な効果があったが、詳しい内容はここでは省略する。(研究ノート参照)

2. ユーモアのある表現についての調査及び考察

事例の作品からユーモアを感じるビジュアル表現について調査した。またユーモアのある表現とは何かを考察し、ユーモラスなビジュアル表現において特に大切だと感じた要項を3つにまとめた。

2-1. 人間的である

調査したユーモアのあるビジュアルは人間の表情を感じ、笑える表現には人間的であることが必要だと考えた。例え、笑いの対象物がモノであっても、作品には必ず人間の表情が感じられた。

2-2. 共感できる

ユーモラスな表現には人間の滑稽な姿が描かれる。同じ環境で生きている人々には共通認識があるとされており、その滑稽な姿を見て自分のことのように共感し、警戒心を解く。それが笑いの感情へと繋がる。

2-3. 落差(ギャップ)がある

例えば、馬鹿げたことに真面目な表情で取り組んでいたり、些細なことを大袈裟に表現したりと、ビジュアルの中で感情のギャップが演出された表現は面白い。あるモノが「普段はこうあるべき」と見る人の概念と表現をずらすことによって笑いが生まれるのだと考える。

3. コンセプトおよびアイデア展開

調査内容2の結果、視覚的な表現だけで声を上げ、笑わせるのは難しいが、ビジュアル表現だけでクスッと笑えるものは多くあることがわかった。そこで、笑いの効果のひとつである、ストレスの低減やリラックス効果に着目して、笑えて、脱力する表現をコンセプトとする。また日常の様々な出来事をユーモラスなイラストレーションに起こし、アイデア展開を進めていった。

4. 最終提案(作品)

調査結果2で考察した人間的である、共感できる、落差(ギャップ)がある、というユーモアのある表現に必要なと思う要素に基づき、計18枚のユーモラスイラストレーション(図1)を制作した。

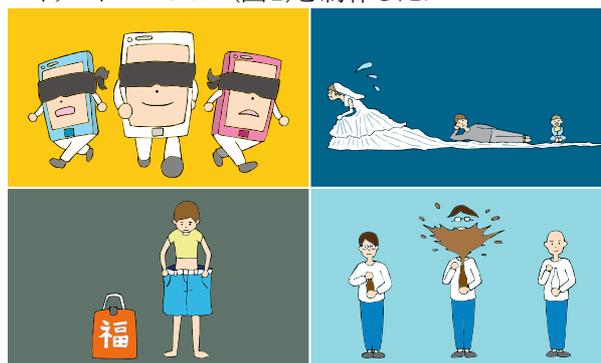


図1

5. 今後の発展

18枚のユーモラスイラストレーションを10代から50代の男女24人に1枚ずつ見てもらい検証を行った。結果、笑えた、脱力した、共感したなどの意見をもらうことができた。一方で、意味が分からない、もっと風刺があれば笑えるなどの意見もあった。また、男女によって笑えるイラストに偏りがあり、笑いには個人差があることもわかった。これらから、今後はターゲットユーザーをしぼり、それぞれに適したユーモラスイラストレーションを作成していく。

文献

- [1] アンリ・ベルクソン(著) 林達夫(訳)「笑い」岩波文庫、1976
- [2] 沢井製菓, サワイ健康促進課, “笑いがもたらす健康効果”, (参照 2016-07-27)
<http://www.sawai.co.jp/kenko-suishinka/illness/200908.html>

2032

妊婦が過ごしやすくなるスペース

Pregnant-Women-Friendly Space

AD46 李 知宣
指導教員 谷上 欣也**1. 研究目的**

妊婦のために作られたマタニティマークが逆に妊婦を苦しめている現状があるということに着目した。マタニティマークをつけて公共交通機関を利用する際に罵倒されたり殴られたりすることがあり、公共交通機関を利用しづらくなっている。今より妊婦が公共交通機関を利用しやすくなる研究を行なっていく。

2. 調査内容

調査によると、妊婦は電車の優先席を利用しづらいという現状がある。例えば、席を譲ってもらおうと申し訳なくなることや、他人の目が気になる等が挙げられる。その中で妊婦が優先席に座ると罵倒されてしまうという重大な理由が調査で分かった。これは、高齢者が増えているにも関わらず、一両あたりに優先席が約6人分の席しか設けられていないため座席数が足りていないとからだと考えられる。妊婦は、お腹がまだ小さく目立たないときは、深く腰をかけて座るのが楽だが、ある程度お腹が大きくなってきたときには、ずっと座っていることが難しい。一方で、立っている際もお腹を守る手段は少なく、満員電車に乗るのがとても困難である。

3. コンセプトおよびアイデア展開

妊婦が利用しやすいスペースを設けるべきなのではないかと考えた。

電車の席数を増やすのは難しいと考え、優先席の形や色で人を誘導出来るような椅子の提案を考えましたが、席が足りなくて問題になっているのにも関わらず、優先席を変えて今よりもお年寄りの席を減らしてしまうと、余計に問題が起こり解決に至らないのではないかと考えた。優先席から離れて他に良い場所がないのか調査したところ、最近では各電車で設けられている車椅子・ベビーカースペースに着目した。その理由としては、このスペースを利用することによって、座席数を減らすことなく、ベビーカーを押している人や車椅子に付き添っている人も利用することが可能であり、妊婦が人の目を気にすることなく座ることができるのではないかと考えた。人の目が気にならないように座ってもお腹が見えないような衝立設置や、妊婦のおなかの大きさによって座面の高さを変えられる椅子の設置をする。荷物の上げ下げの動作をなくすために、荷物置きを椅子の隣に設置する。人目が気になっ

たため、人とは逆向きに座るように椅子の向きを変更する。混雑時には座るが邪魔にならないように折り畳み式とする。

4. 最終提案

しゃがむ・立つといった動作が大変だということに着目し、座面の高さを750mmに設定することで腰を掛ける程度の椅子とした。更に荷物を上げ下げする動作ができないことを改善するために座った時に一緒に荷物を置けるくらいのスペースを設けた。電車が混雑しているときには座れないが、椅子の周りがある衝立によって、人ごみからお腹を守るようにした。椅子の材質は、角や固いものがあると妊婦が不安に感じてしまうため、全体的にクッションをつけて柔らかくなるようにした。

**5. 結論**

優先席とは別に設けたスペースによって、妊婦にとってはお腹を守れるし、気が楽になり助かるという意見が得られたが、座面の高さについては再度検討が必要である。お腹が大きくないと分かってもえなため、やっぱり不安であるという結果にも至った。今後は緊急処置などのサポート面やベビーカースペースとの位置関係、安心できるような仕組みの提案が必要である。

文献

- [1] KEIO あなたとあたらしいあしたへー京王グループ (<https://www.keio.co.jp/train/>)
- [2] 数字で見るマタニティマークの効果 (<https://conobie.jp/article/9896>)
- [3] 妊娠育児の情報マガジンココマガ (<http://cocomammy.com/pregnancy/onaka-okisa/>)

2033

人を惹きつける花屋

A Flower Shop that appeals to the Human Heart

AD47 若海 芽依
指導教員 竹内 明

1. 研究目的

Be-LIFE(実家の花屋)で店の手伝いをしていて、繁忙期と閑散期とでは客足に大きな差がある事に気がついた。そこで、デザイン力で今よりもっとお客様に喜んでもらえる、個人経営の花屋の具体的なプロモーション計画を研究する事とした。

2. 調査と分析

Be-LIFEと他の花屋(青山フラワーマーケット・日比谷花壇・フラワーショップ京王・小田急フローリスト・第一園芸)の比較検証を行った。

【照明】白色の照明を使用しているが、他店舗では店内全体を照らす電球色の照明とスポット照明を使用していた。

【壁の色】白色を使用しているが、他店舗では白、橙、茶を使用する店舗が多く、白色を使用している花屋は、照明に電球色を使用している為、店内全体はオレンジ色の印象がある。

【床の色】コンクリートの汚れから茶色の床になっている。他店舗では灰色、黒、茶色、を使用。

【花桶】灰色のステンレスを使用している。他店舗では灰色、黒、ガラスが多い。

【値札】明朝体で価格のみを黄色の紙に印刷しているが、商品名、価格、一言コメントを手書きで、黒色の紙に記載している花屋が多い。

【看板】緑と黒の看板を使用している。多店舗では、立体文字とLEDを使用した白色の看板や、スポット照明で橙の看板を照らした物が使用されている。

【鉢物】仕入れた時と同じ状態で販売しているが、他店舗ではラッピングを施し、手に取りやすい工夫が行われている。

【小物】オリジナルの商品は使用していなかったが、他店舗ではロゴ入りのテープや、オリジナルデザインの和紙を使用。紙袋にはロゴを記載。

3. コンセプトの立案

現状の問題点と店舗の特徴から以下の点に注目して研究を進めた。

- ・一目で花屋だとわかる
- ・店内の広さと花数の多さを店の外から感じる
- ・暖かみを感じる
- ・花が魅力的に見える

4. デザイン展開

- ・通りから店内がよく見えるように、ウインドウの前に

背丈の低い季節の苗物を配置した。

- ・店内の見通しを良くするために、メインの花の花桶をステンレスからガラスに変更した。
- ・店内に入った時に沢山の花が目に入るように、入り口付近の花を低く、奥の花を高く、展示に高低差をつけた。
- ・電球色の照明に変更し花の色を鮮やかに、スポット照明の追加で店内の展示に強弱をつけた。
- ・壁を淡い橙色に変更し店内に温かみを持たせた。
- ・床を薄い灰色、花桶を黒色に統一することで色の散らばりをなくし、視線が花に集中するようにした。
- ・プリザーブドフラワー等、贈り物に多く用いられる商品は背景を黒にして、高級感を出した。
- ・大規模の改修について、内装業者に見積もりを依頼した。

5. 完成図



6. 結論

両親/常連客/内装業者から以下の意見を頂いた。

【良い意見】

- ・以前よりも店内の見晴らしが良くなった
- ・壁以外の色を落ち着かせる事で店内全体に落ち着きが出ていい
- ・店内の雰囲気が柔らかくなった
- ・ウインドウ越しに店内が見えるようになった

【今後の課題】

- ・ガラスの反射が大きくて、日中は覗かないと店内が見えにくい

今後は内装業者が出した見積もりと様々な意見を元に、再度両親に提案を行う。

2034

自然音を生活に取り入れるツール

Research to Incorporate in Life the Sounds of Nature

AD48 渡邊 日香里
指導教員 西野 隆司

1. 研究目的

近年、街を歩く人々の耳にイヤホン・ヘッドフォンを装着している姿が多く見受けられる。音楽がいつでも、どこでも楽しめる世の中になった。しかし、それと同時に「自然の音」から現代人は遠ざかった生活を送り、音だけでなく日常生活も自然から遠ざかってしまったのではないだろうか。地球環境問題が深刻となっている今、この現状を問題と捉えた。上記の点から、今一度自然に意識を傾けるきっかけを「音」をテーマに提案し、少しでも自然への関心を高めることを目的とする。

2. 調査内容(事前調査)

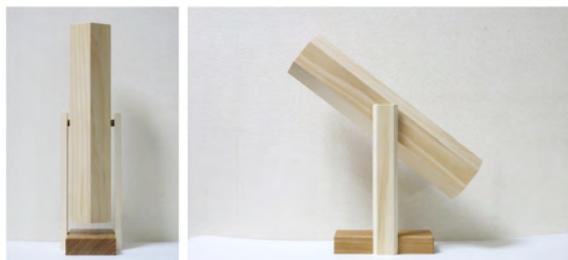
- i) イヤホン・ヘッドフォンの使用実態調査
2005年に3,156人を対象に行われたインターネット市場調査において普段から使用している人は46.3%と、およそ半分の人が使用していることが分かった。
- ii) 人間の情報認知を行う五感について
人間が情報を認知する際、視覚が約87%と認知する感覚の大半を占めており、その次に必要な情報は聴覚で約7%となっている。
- iii) 睡眠のための音楽
近年、音楽療法に注目が集まっている。その中でも癒しの音楽として自然音だけで構成されたCDが多く市場に出ている。それを睡眠に就く前・睡眠時に聴くと、不安、緊張、ストレスなどが和らぐとされている。また、水の音を聴くと、無意識のうちに胎内にいた頃の安らぎを思い出すため、質の高い睡眠が得られるとされている。

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプト 水の音
音を注目してもらうためには「目を閉じて音を聴く」必要があると調査結果より考えた。日常生活の中で目を閉じる時間。それは睡眠時である。そこで睡眠導入としての自然音を検討した。しかし、自然音をスピーカー等から通して聴く音はもはや機械音ではないか、と考えた。そのため、自然音を機械から聴かせるのではなく、その場で自然に近い音、または自然を連想させる音を提案しようと考えた。また、調査にて自然音の中でも水の音が効果的ということが分かったため水の音に限定した。これらのアイデア展開を行った結果「眠りを誘発するガジェット」を提案することにした。

4. 最終提案(作品について)

水を入れる容器の検討を様々な素材(プラスチック・アルミ・陶器)で行ったところ、スチール缶に水を入れ、同じスチール缶で蓋をしたものをひっくり返したところ程よい水の音の響き生まれた。そのためスチール缶を使用し、缶の中を水が移動することで音が鳴るもの考えた。また見た目が缶のままだと味気なく、自然要素を感じられなかった。したがって自然に近づける為、木材で周りを覆い音だけでなく、見た目からも自然を感じられるようにした。使用した木材はヒノキで、耐久性に優れている点やヒノキの香りは精神安定効果もあり、睡眠を誘発させやすいリラックス状態にできると考えた為、ヒノキを使用した。また、回転する構造にしたことによって水の音を長時間聴くことができるようにした。



5. 今後の発展

この提案物は使う人が限定的でなく誰でも使えるため、普段ストレスを抱え十分に眠れてない人や、病院などのリラックスしにくい環境での利用が検討できる。またその利用した人々が自然環境へと意識がリンクする様になるためには、音だけでないアプローチも考える必要がある。

文献

- [1] 情報の宅急便,人間の視覚からの情報量は8割じゃない!変化するので注意が必要,最終更新2016/08/12, ニューススポーツ, (参照 2016-08)
<http://ニューススポーツ.net/useful/5231/>
- [2] せせらぎメンタルクリニック | 精神科・心療内科
『音楽療法はこころの安定に効果があるのか?』, 2016/05/12, (参照 2016-10)
<http://seseragi-mentalclinic.com/music/>
- [3] iGotit, 『睡眠に効果をもたらす音楽と正しい利用方法』, 2016, (参照 2016-10)
<http://igot-it.com/suimin-ongaku-362.html>

2035

幼少期に創造力を養う知育玩具

Toys that Nurture Creativity in Kids

AD49 平崎 智規
指導教員 西野 隆司

1. 緒言

幼い頃から自由に遊び、想像力と創造力を鍛える、物を作る楽しさ、完成したときの喜びを知ってもらう知育玩具の提案を行う。

今日、市場には様々な知育玩具がある。その中のブロック遊びに注目した。ブロック遊びは年齢に応じて自由に遊ぶ事ができる。その遊んだ経験から想像力や創造力を鍛える知育玩具を制作したいと考えた。

2. 研究のアプローチ

近年様々な仕事が機械化してきている。しかし、機械化できないと言われている仕事もちろんある。それは機械にない感情や感性が求められる仕事である。その中のクリエイター職に注目した。注目した理由は「13才に聞いた将来になりたい職業100」で10年後に機械化されていると言われる仕事を除くとクリエイター職が多く残る事がわかった。クリエイターに成るためには右脳を鍛えると良いと言われる。右脳は芸術脳と言われ、音楽・芸術・直感・感性・感情を司る。この右脳を鍛えるには手を使う、絵を描く、読書をする、音楽を聞く、多色で刺激を与える、などが挙げられ、そしてこれらの事を幼少期に行う事が大事になる。幼少期の脳はまだ未完成で、あらゆる事を吸収する。この時期を逃してしまうと脳がある程度完成してしまい吸収しにくくなる。これらの事から右脳を鍛えるには幼少期で、鍛え方はブロック遊び(積み木・LEGOなど)が良いと考える。ブロック遊びの良い点は、自分の手を使って触れる、様々なパーツがあるが数に限りがある事、何かを模倣する事、その発展で自由な発想の元に何かを想像する事、などの様々な利点が挙げられる。なので、ブロック遊びを元にアイデア展開をした。

3. コンセプトおよびアイデア展開

ターゲットユーザーをもっとも右脳を鍛えるのに良いとされる3歳とし、コンセプトはパーツを組み合わせ1つの作品を完成させる事で想像力と創造力、作品を作る楽しさ、完成させる達成感、自分が作った作品が動く驚きにより右脳を鍛える知育玩具とした。制作物は日本の伝統工芸「カラクリ」からヒントを得て歯車を基本パーツとし、組み上げた作品が動く事を考えたが、幼少期の子供には難易度が高いと考え、難易度を下げ、土台に歯車を配置して回るようにする二次元の物とした。

4. 最終提案

歯車36個とベースを制作した、歯車は小さいと誤飲の恐れがあるため、ある程度大きさを持たせ誤飲防止を図った。



3歳児に行った検証では、説明せずに物を渡しただけで歯車を回して遊んでもらうことができた。検証後も楽しそうに遊んでいた。被験者に感想を聞いた、楽しいや一緒に遊ぼうなどポジティブな意見をもらった。他のおもちゃと組み合わせて遊んでいた。

問題点として歯車内部の穴が小さかったため、子供の指でも回しづらい事が分かった。

5. 今後の発展

接着のあまい部分の改良。回し易くするための歯車形状と仕組みの再検討。歯車以外の別パーツを加え更に楽しめる工夫を行いたい。

文献

- [1]“13歳のハローワーク公式サイト”人気職業ランキング
<http://matome.naver.jp/odai/2140922878624297401>
(参照 2016-6-13)
- [2]“フリーランス wed デザイナーリアル“ , 結局なくならない仕事とは「機械化できない仕事じゃない」
<http://free-webdesigner.com/never>(参照 2016-6-13)
- [3]“DIAMOND online”, 機械に奪われそうな仕事ランキング1~50位! 会計士も危ない! 激変する職業と教育の現場
<http://diamond.jp/articles/-/76895?page=2>(参照 2016-7-4)
- [4]“幼児教育おもかせ隊“, オススメの幼児教材, 右脳を鍛えられるのは幼少期だけです。右脳を鍛える教材「はっぴいタイム」
<http://11ko.jp/86/8/000058.php>(参照 2017-2-8)

2036

メッセージをこめたイラストレーション

Illustrations with Multiple Messages

AD50 橋爪 陽平
指導教員 李 盛姫

1. 研究目的

イタリアへ留学していた時(2015.5～2016.4)に、スケッチや絵を描くことで異国の人とコミュニケーションをとることができた。そういった経験を通してイラストレーションは、言葉や文化にかかわらず視覚のみで通じ合えるものがあると感じた。研究目的は、イラストレーションを用いて、言語によらずわかりやすく瞬時にメッセージを伝える作品を制作し、文化が違う人とも意思疎通をはかることである。

2. 調査内容(事前調査)

どの世界にも、共通する人が抱える普遍的な内容とは何か、またどのようなテーマが本能的であり、人種や言語、文化にかかわらず共感してもらえるかなどといったメッセージイラストレーション制作が本研究の目的である。事前調査としては、イラストレーションの表現スタイルや表現手法、構図、色が持つイメージ(カラーシンボリズム)、光による印象の違いなど、ビジュアル面だけでどれだけの確に情報を伝えることができるか事例作品などで調査を行なった(参考文献を参照)。

3. コンセプトおよびアイデア展開

コンセプトは「普遍的なメッセージをイラストレーションで伝える」である。様々な人の普遍的な日常を複数枚描き、伝えたい印象、感情、雰囲気を画ごとに表現する(まず、エスキースの段階でテーマ内容を明確にしていく)。

言葉としてテーマ提示はしないが、絵の視覚情報のみでテーマを理解することができることが研究目標である。

4. 最終提案

コンセプトに沿って、7つのイラストレーションを制作した。(テーマに、家族、爽快感、ロマンチック、喪失、自然と人工、寂しさ) 映画のワンシーンのようにオムニバス形式で老若男女の様々な人が過ごしている普遍的な日常を表現した。自分が意図した印象を伝えるために絵の雰囲気や空気感、色、光、構図が適切なのかを考察し、それぞれの絵を描きわけた。一例として、温かさ、家族、優しさ、安息をテーマに図1のイラストレーションを制作した。温かさや家族を表現するため、画面全体のカラーパレットを暖色で構成し、距離感を縮めた構図にした。



図1

5. 検証

約7カ国の人たちにそれぞれの絵をみてもらい、絵から得られる印象を訊ね、検証を行った。多くの絵は自分が伝えたいと思っていた通りの反応を得ることができた。しかし、自分の意図した色や光で描いていても構図のトリミングが上手くできてなかったり、自分では思いつかなかったような物語の背景を深く考えてくれる人もいて、異なったメッセージにとられてしまう作品もあった。

6. 今後の発展

検証を踏まえたうえで意図したメッセージが伝わるように、手直しをしていく。卒業研究展示会に向け、7つのイラストレーションをまとめたイラストレーションブックを制作する。

文 献

- [1]堤大介,ロバートコンドウ共同制作「ダム・キーパー」
www.thedamkeeper.com (2016/06/13)
- [2]Color Wheel Pro -See Color Theory in Action-
www.color-wheel-pro.com/color-meaning.html
(2016/12/12)
- [3]129 Of The Most Beautiful Shots In Movie History
www.buzzfeed.com/danieldalton/there-will-be-scrolling?utm_term=.lrmYWmw6V#.ws4qn6LXk
(2017/01/09)

No.	テーマ (和文)	学生No.	氏名
3101	日本近海への設置を対象とした波力発電装置の開発	5EE04 5EE36	大澤 隼人 廣本 和万
3102	マグナス効果を用いた水力発電装置の効率改善に関する検討	5EE24 5EE45	清水 悠介 藤野 裕太
3103	ユニバーサルデザインを取り入れた電子楽器の提案	5EE28	園田 祐介
3104	低次高調波の無い直流送電システムに関する研究	5EE38	福本 賢太
3201	Mg ₂ (Si,Sn)常圧焼結体の熱電特性向上の検討	5EE02	遠藤 理
3202	p型MnSi _{1.73} とn型FeSi ₂ 熱電素子の接合方法の検討	5EE16	小寺 裕也
3203	マグネシウムシリサイド系熱電材料のモジュール化の検討	5EE19	小宮 寛生
3204	鉄シリサイド系熱電モジュールの作製方法の検討	5EE39	本田 遥暉
3205	p型MnSi _{~1.73} とn型Mg ₂ (Si,Sn)熱電素子の接合方法の検討	5EE44	麻生 航平
3501	フーコーの振り子を用いた発電装置の振幅減衰に関する検討	5EE08	金子 滉
3502	磁界共振を用いたワイヤレス電力伝送の共振周波数追従方法に関する研究	5EE09	金子 圭汰
3503	フーコーの振り子を用いた発電方式の発電効率の検討	5EE13	栗山 敦士
3504	CRLH構造を有する基板のRF特性に関する研究	5EE32	中丸 靖崇
3505	新しいビーコンシグナル検出システムの提案	5EE37	福田 佳実
3506	Acoustic Cloakingの基礎的研究	5EE40	松原 太一
3601	フィールドミルによる雷放電観測の検討	5EE05	大野 淳之介
3602	地上静電界計測とVLF帯電界計測の併用による雷観測の初期結果	5EE15 5EE20	小嶋 春輝 小森 安登
3604	電力回収を目的とした家電製品からの伝導性ノイズの測定	5EE23	清水 鏡介
3605	ソフトウェア無線を用いた電磁環境調査	5EE27	瀬戸 亮
3606	簡易雷サージ検出システムの開発	5EE29	田中 健太郎
3701	選択高調波除去方式PWMインバータに関する検討	5EE07 5EE26	勝田 鷹志 関田 大樹
3702	ガソリン車を電気自動車化した際の特性測定	5EE21 5EE43	坂本 航 渡邊 裕貴
3703	誘導型磁気浮上推進装置の試作研究	5EE34 5EE42	中村 翔大 藪田 智朗
3901	モンゴル高専との学生共同によるM2M技術を活用した多段式水耕栽培機の製作	5EE01	有福 修
3902	モンゴル高専との連携によるAmazon Web Serviceを用いた水耕栽培システムの構築	5EE10	上脇 優人
4610	スペースフレームで構成したマルチコプターにおける姿勢制御システムの開発 [→機械電子工学科にて審査]	5EE06	大野 秀樹
4611	BOS法による衝撃波の観測に用いる圧力センサーの改良 [→機械電子工学科にて審査]	5EE35	糠信 泰蔵
5608	自動運転シミュレーションSUMOにおける合流時に割り込み動作をするAI [→情報工学科にて審査]	5EE12	木村 賢治

3101

日本近海への設置を対象とした波力発電装置の開発

Development of a Wave Power Generation System for Installation in the Pacific Ocean and Japan Sea

EE04 大澤隼人 EE36 廣本和万
指導教員 山下健一郎

1. はじめに

近年、再生可能エネルギーである太陽光や、風力などを用いた発電装置の研究が多く行われている。一方、島国である日本には、大きな波力エネルギーが存在するが、波力発電装置の普及は、あまり進んでいない。そこで本研究室では、新しい波力発電装置として、マグナス波力発電装置及び、ジャイロ波力発電装置の研究／開発を行っている。本稿ではマグナス波力発電装置について記述する。

マグナス波力発電装置とは円筒型の(マグナス)ブレードをモータで駆動し、これにより発生する揚力を用い、発電を行う装置である。通常のブレードを用いた場合、波の上下運動に対し、タービンの回転方向を一定に保つことができない。しかしながら、マグナスブレードは、ブレード自体の回転方向を可変することにより、タービンの回転方向を一定に保つことができる。以下、構築したマグナスブレードの回転制御システムについて述べる。

2. マグナスブレードの回転制御システム

マグナスブレードは、波の流向、流速に対し、その回転方向及び回転速度を可変させる必要がある。そのため、ブレードの制御方法は、次のようになる。まず、水流計(①)で流速・流向を計測し、水流計の出力信号を基にマイコン(②)で PWM 信号を生成する。PWM 信号はドライブ回路(③)に入力され、モータを適切な動作で駆動させる。

① 水流計

波の流速及び流向は連続的に変化し、この変化を逐次、計測する必要がある。図1に開発した水流計の構成を示す。図示の様に、プロペラに磁石が取り付けられており、また、その周囲のフレームには、ホールセンサが a→b→c の順で等間隔に設置されている。同センサは磁石が近接した時のみ電圧信号を出力する。波の向きが同図(i)の場合、ブレードが時計回りに回転し、電圧信号は a→b→c の順で出力される。同図(ii)はその逆の動作となり、電圧信号は c→b→a の順で出力される。

② マイコン(信号処理プログラム)

水流計(センサ a,b,c)からの電圧信号は前述した様に、波の流入する方向によって、出力される順番が異なる。マイコンでは、この順番の違いより流向を判定する。また、電圧信号の周波数から、流速を算出する。さらに得られた流向・流速を基に PWM 信号を生成し、ドライブ回路へ出力する。

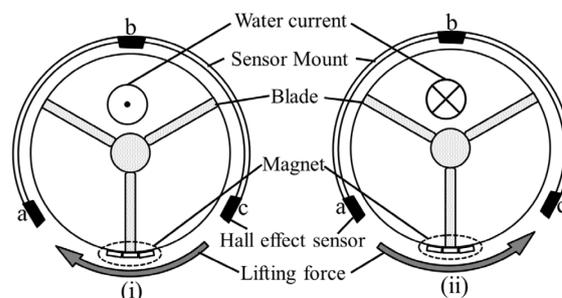


図1. 水流計

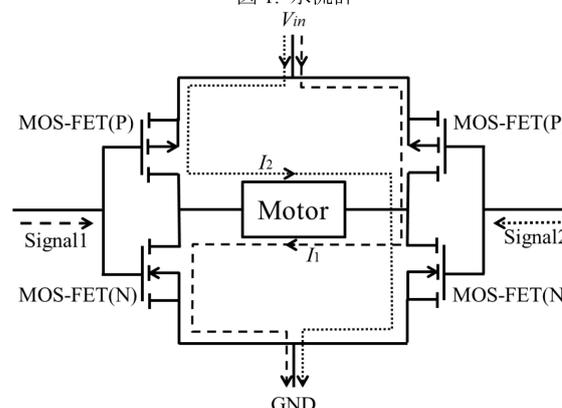


図2. ドライブ回路

③ ドライブ回路

マイコンの PWM 信号に従って、モータを駆動し、さらにモータの回転方向を切り替える必要があるため、H ブリッジを主回路としたドライブ回路を製作した。この構成を図2に示す。図示の様に、本回路では信号入力端子が左右に2つあり、左側の端子に PWM 信号(Signal1)を入力すると電流 I_1 が流れる。また、右側の端子に PWM 信号(Signal2)を入力すると、電流 I_2 が流れる。この様に PWM 信号を入力する端子によりモータの回転方向を制御する。

3. おわりに

マグナス波力発電装置のマグナスブレードの回転制御装置を構築し、千葉県銚子市の沿岸において動作試験を行った。その結果、所望の動作を確認できた。また、この装置の他に、ジャイロ波力発電装置の供試装置の製作を行い、現在は検討を行っている。

文献

- [1] 岸田隼, 山下健一郎, “垂直軸型マグナス水力発電装置のブレード制御に関する検討” 電気学会産業応用部門大会, (2014)

3102

マグナス効果を用いた水力発電装置の効率改善に関する検討

Consideration of Efficiency Improvement of a Hydro Power Generation System with Magnus Effect

EE24 清水悠介 EE45 藤野裕太
指導教員 山下健一郎

1. はじめに

地球温暖化や化石燃料の枯渇問題を背景に再生可能エネルギーの導入が進んでいる。再生可能エネルギーの中で最も普及が進んでいるものに水力発電があげられるが、水力発電の中には発電量が3万[kW]未満の中小水力発電と呼ばれるものがある。中小水力発電は世界全体の賦存量が150~200[GW]とされているが、そのほとんどが未利用であり、開発されているのは5%程度に過ぎない^[1]。本研究では中小水力発電の一つとなる、マグナス水力発電装置の研究開発を行っている。今回、マグナスブレードの効率改善に関する検討を行ったので報告する。

2. 提案するマグナス水力発電装置

図1にマグナス水力発電装置の構成の一例を示す。本装置は円筒型のマグナスブレードを有するタービンを用いたシステムである。同装置のタービンは流体中でブレードを自転させ、得られる揚力により駆動する。また、タービンの効率改善を目的としたガイドベーンを設置している。

3. マグナスブレードの効率改善を目的としたガイドベーン

図2にマグナスブレードに対するガイドベーンの働きを示す。同図(a)はガイドベーンがない場合、同図(b)はガイドベーンがある場合の、タービン回転時における流体、揚力、抗力の方向を示したものである。同図(a)の場合、相対流速に対する抗力はタービンの回転を妨げる方向に生じるが、同図(b)の場合、ガイドベーンの働きにより、タービンの回転方向とは関係のない方向に抗力が発生することとなる。その効果について検討した結果の一例を図3に示す。図3はガイドベーンの有無におけるタービンの回転速度の変化を示したものである^[2]。図示のようにガイドベーンがある場合、ない場合と比べタービンの回転速度は二倍近く上昇しており、ガイドベーンの有用性が確認できる。

4. 渦を用いたマグナスブレードの効率改善

ガイドベーンは有用であるが、機械的な部品の追加は信頼性の低下を引き起こす可能性がある。そこで、ガイドベーンの代わりに渦流を用いる方式を提案する。流体に回転を加えることにより発生する渦は、ガイドベーンと同様の効果が得られるものとする。その働きを図4に示す。図示のように渦

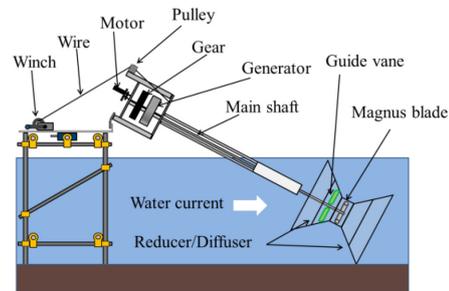


図1. 供試マグナス水力発電装置の構成

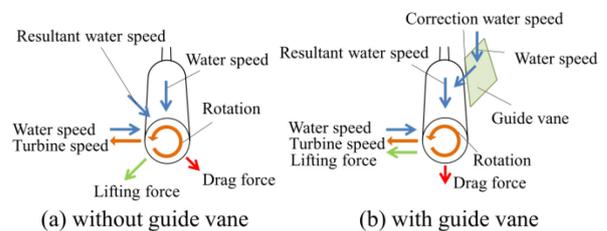


図2. マグナスブレードに対するガイドベーンの働き

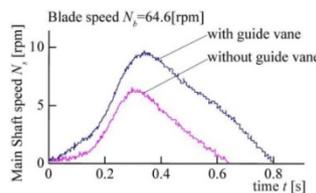
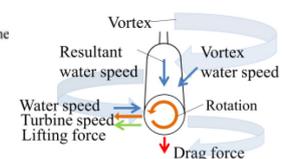
図3. ガイドベーンの効果^[2]

図4. マグナスブレードに対する渦の働き

がブレードに作用する状態は、図2(b)と同じと考えることができる。提案する方式の有用性を確認するため供試装置を製作し動作確認を行った。その結果、十分な流速を得られない状態においてもシステムが駆動することが確認できた。

5. おわりに

本稿ではマグナス水力発電装置の効率改善について検討を行い、渦を用いる方式を提案した。また、同提案の有用性を確認するため供試装置を用いた実験を行った。その結果、渦を用いることによりマグナスブレードの効率改善の可能性があると判明した。

文献

[1] NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版
<<http://www.nedo.go.jp/content/100544823.pdf>>
(2016/12/23)

[2] 青木裕太, 小坂聡彦, 高橋大輔, “マグナス波力発電装置のガイドベーンに関する検討”, コンソーシアム八王子学生発表会, (2010)

3103

ユニバーサルデザインを取り入れた電子楽器の提案

Proposal of an Electronic Musical Instrument Considering Universal Design

EE28 園田祐介
指導教員 山下健一郎

1. はじめに

シンセサイザーやエレクーン等の楽器は、誰でも容易にプロと同じような音を再現できる電子楽器である。その容易さから、電子楽器は児童教育やリハビリテーションなどに用いられている^[1]。例えば、鉛筆型電子楽器「Drawdio」は引いた線の長さによって音が変わり、テルミンなどは音が独特で耳に残りやすい特徴がある。しかしながら、これらの電子楽器の音は周囲環境に依存するため、奏者の意図しない音量、音程変化を起こす可能性があり十分な演奏を行うためには時間をかけて練習する必要がある^[2]。

そこで、本研究では児童施設や福祉施設などで用いることのできる、テルミンをベースとした新しい電子楽器の提案を行う。

2. テルミンの構成

図1にテルミンの簡易的な構成を示す。テルミンは図示のように、筐体内に周波数が固定されていない発振回路1と固定されている発振回路2の二種の高周波発振回路を持っている。周波数が固定されていない発振回路1はアンテナに接続されており、アンテナと奏者の手の距離を変化させることにより同回路の周波数が変化する。これが発振回路2の固定周波数との差分を増幅し、ローパスフィルタで可聴領域の信号としてスピーカーから音を出力する仕組みとなっている^[3]。

3. 提案する電子楽器のコンセプト

本研究で提案する新しい電子楽器のコンセプトを以下にまとめる。児童や高齢者の興味を引くように独特な音色のものであること、容易に演奏できるように操作方法が簡単であること、小型であること、さらに、周囲の環境から受ける奏者の意図しない音量、音程の変化を最小限に抑えることをこれらに加える。以上の条件をコンセプトとして、新しい電子楽器について検討を行った。

4. 提案する電子楽器の操作部に関する検討

前述したとおり、Drawdio やテルミンは周囲環境に依存する特性がある。これを取り除くため、テルミ

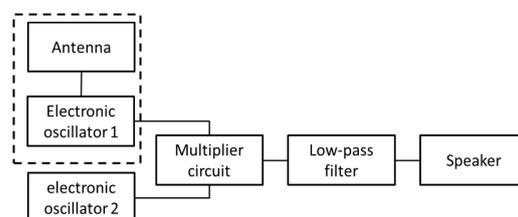


図1. テルミンの簡易構成図

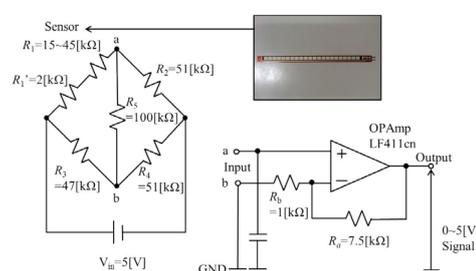


図2. 提案する電子楽器の操作部

ンのアンテナ(図1点線内)を別のセンサに置換した電子楽器を提案する。アンテナ以外のセンサとして圧力センサ、照度センサ、曲げセンサを選定し検討した。圧力センサを用いる場合、多くの圧力センサが必要となり大型化する可能性がある。また、照度センサは周囲環境の影響を受けやすいと考えた。本研究では、小型化が容易であり、空間による影響が少ないセンサとして曲げセンサを選定し、図2の回路を製作した。同図は提案する電子楽器のセンサ部であり、曲げセンサの角度により 0~5[V]の電圧信号が出力される。同信号をマイコンで処理し、高周波信号を得る。

5. おわりに

本研究では、児童教育や福祉に利用できる電子楽器として曲げセンサを用いた新しい電子楽器を提案し、センサ部の回路を製作した。

今後残された課題として同センサ回路を用いた楽器本体の製作などがあげられる。

文献

- [1]笠井史人, "脳卒中片麻痺上肢の治癒的電子楽器演奏法によるリハビリテーション" (2016/5/12)
<http://www.otonanokagaku.net/feature/vol12/index.html>
- [2]大西ようこ, "テルミン演奏法の説明", (2016/12/12)
<http://www.otonanokagaku.net/feature/vol12/index.html>
- [3]菊池誠, "テルミン原理詳細" (2016/12/20)
<http://www.otonanokagaku.net/feature/vol12/index.html>

低次高調波の無い直流送電システムに関する研究

A High-Voltage Direct Current Transmission System without AC Grid's Low-Order Harmonic Distortions

EE38 福本賢太
指導教員 山下健一郎

1. はじめに

近年、化石燃料の枯渇や地球環境問題を背景に、再生可能エネルギーを利用した発電装置の導入が盛んに行われている。筆者らは次世代洋上風力発電システムの一つとして、直流送電システムにウィンドファームを直列接続する方式を提案し、種々な検討を行っている^[1]。提案システムの構成を図1に示す。本システムは、サイリスタインバータ/コンバータを用いるため高い信頼性を有し、大容量化が容易である反面、サイリスタの転流に起因して高調波が発生する問題がある。しかしながら、高調波除去可能な特殊変圧器(6パルス方式のサイリスタ変換器の場合は3巻線変圧器)を用いることにより、この問題を解決できることが明らかとなっている^[2]、^[3]。しかしながら、12パルス方式のシステムに対する同変圧器の効果については、ほとんど検討がなされていない。そこで、本研究では12パルス方式の直流送電システムを対象とした高調波除去法について検討を行う。

2. 高調波除去を可能とする特殊変圧器

図1に示すように本システムの同期機(図1右上)はダンパ巻線を有するため、内部誘導起電力は正弦波となる。同期機の初期過渡インダクタンスを変圧器の負の等価インダクタンスで打ち消すことができるならば、内部誘導起電力を励磁されることになる。その結果、サイリスタインバータで発生した高調波は同期機側のみに流入し、受電端側の電力は高調波の無い高品質なものとなる⁽³⁾。

3. 12パルス方式の提案システムに対する波形改善効果

前述した波形改善効果を検討するため、供試装置を用いた実験並びに、PSIMを用いたシミュレーション双方での検討を行った。計算に用いたシステムの仕様とパラメータを表1に示す。

図2はサイリスタインバータの出力線間電圧波形(a)、同期機の出力線間電圧波形(b)、受電端系統の出力線間電圧波形(c)の一例である。同図の(a)と(b)の電圧波形には高調波が含まれているが、(c)の電圧波形は特殊変圧器の働きにより、ほぼ正弦波となっていることがわかる(THDは5%以下)。また、理論値と実測値はよく一致しており、使用したシミュレーションモデルの妥当性を確認できる。

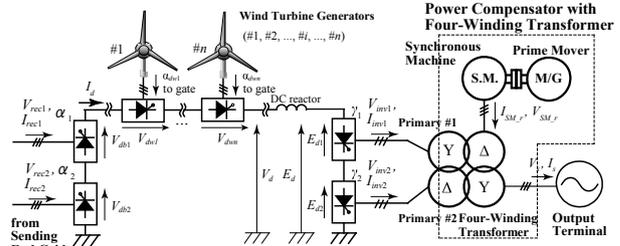


図1. 12パルス方式の提案システム構成

表1 供試装置の仕様とパラメータ

Synchronous machine		Transformer 1 (four-winding transformer)	
Rating capacity:	$V_{ASM} = 2 \text{ kVA (1.0 pu)}$	Number of turns:	$N_{11} = N_{12} = 128,$ $N_{3A} = 222, N_{3B} = 111$
Rating voltage:	$\sqrt{3} V_{SM,r} = 200 \text{ V}$	Equivalent inductances:	$L_{\alpha} = 42.66 \text{ mH},$ $L_{\beta} = 48.91 \text{ mH},$ $L_{\gamma} = -16.78 \text{ mH}$
Short-circuit ratio:	$K_{s,r} = 2.23$		
Subtransient inductance:	$L_{s,r}'' = 5.703 \text{ mH (0.0896 pu)}$		
DC transmission line		Output terminal	
Rating total DC link voltage:	$V_{dc} = 425.5 \text{ V (1.0 pu)}$	Rating line to line voltage:	$\sqrt{3} V_r = 200 \text{ V}$
Rating DC transmission current:	$I_{dc} = 4.7 \text{ A (1.0 pu)}$	Frequency:	$f_r = 50 \text{ Hz (1.0 pu)}$
Total resistance:	$R_{dc} = 1.1 \Omega (0.0122 \text{ pu})$	Load impedance:	$Z_r = 27.0 \Omega (1.354 \text{ pu})$
DC reactor inductance:	$L_{dc} = 200 \text{ mH (0.694 pu)}$	Power factor:	$p, f = 1.0$

Operating Conditions

$$V_d = 58.5 \text{ (V)}, I_d = 1.11 \text{ (A)}, \sqrt{3} V_{SM,r} = 96.0 \text{ (V)}, I_{SM,r} = 3.76 \text{ (A)}, \sqrt{3} V_r = 96.9 \text{ (V)}, I_r = 2.07 \text{ (A)}$$

$$\gamma_1 = 77.4 \text{ (deg.)}, \gamma_2 = 74.0 \text{ (deg.)}, P_{SM,r} = 296.7 \text{ (W)}, P_r = 347.7 \text{ (W)}, f_r = 50 \text{ (Hz)}$$

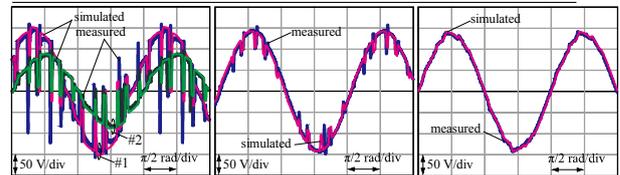


図2. 提案システムの出力線間電圧波形(抵抗負荷時)

4. むすび

本研究では、12パルス方式の直流送電システムを対象とした高調波除去法について検討を行った。その結果、同期機の初期過渡インダクタンスを負の等価インダクタンスで打ち消すことのできる特殊変圧器を用いることにより、本システムの高調波除去が確認できた。以上より、6,12パルス方式双方において、特殊変圧器が有用であることが判明した。

文献

- [1] K.Yamashita and S.Nishikata, "Effects of system parameters on the steady-state characteristics of a DC transmission system including wind turbine generating system," ICEMS2012, Hokkaido, Japan, Oct. 2012.
- [2] 山下, 亀田, 竜田, 鈴木, 西方 "三巻線変圧器を用いた高調波除去を可能とする再生可能エネルギー用電力補償装置の開発" 電気学会全大, 7-004(2016)
- [3] 亀田, 山下, 竜田, 鈴木, 西方 "特殊三巻線変圧器を用いた再生可能エネルギー用電力補償装置の変圧器に関する検討" 電気学会全大, 7-004(2016)

3201

Mg₂(Si,Sn)常圧焼結体の熱電特性向上の検討Examination of Improving Thermoelectric Properties of Pressureless-sintered Mg₂(Si,Sn)EEO2 遠藤 理
指導教員 加藤雅彦

1. 緒言

熱電材料とは熱を電気に直接変換できる材料である。Mg₂Si系熱電材料は400°C程度の中温域で熱電特性が高い材料^[1]である。熱電素子は単体では出力密度が低いので、n型及びp型の素子を電気的に直列に多数接続し、熱電モジュールとして用いられる。Mg₂Si系熱電材料の作製には加圧焼結法や放電プラズマ焼結法が多く用いられるが、本研究では安価で簡便な常圧焼結法により素子の作製を行った。

これまで本研究室では常圧焼結法により、Sb添加Mg₂Si_{0.75}Sn_{0.25}組成でn型素子の作製を試みた。しかしながら、作製した素子の熱電特性はAg添加p型Mg₂Si_{0.25}Sn_{0.75}と比較し低い値であった。

そこで本研究では、加圧焼結法において報告されているSb添加Mg₂Si_{0.5}Sn_{0.5}組成^[2]でn型素子の常圧焼結体を作製し、Sb添加量を主とした組成の検討を行うことで熱電特性向上を試みることを目的とした。

2. 実験方法

原料は純度99.5%のMg粉末およびSn粉末、99.999%のSi粉末および粒状Sbを用い、Mg_{1.99-2.01}Si_{0.49-0.50}Sn_{0.50}Sb_{0.005-0.2}の組成となるように秤量した。秤量した原料を半密閉のカーボン容器に封入し、電気炉内にてAr雰囲気中800°Cで反応合成を行いMg₂(Si,Sn)の出発原料を得た。出発原料を一軸冷間プレスにより4×4×30mm³の直方体に成型後Ar雰囲気中800°Cで5h焼結した。反応合成後の粉末と焼結体のX線回折を行い、相を同定した。作製した焼結体は密度、ゼーベック係数 α 及び比抵抗 ρ を測定した。ゼーベック係数は素子両端に1°Cの温度差を与えた際の出力電圧で規定した。比抵抗は二端子二探針法を用い、端子間に直流電流を流し、試料中央付近の電圧降下と断面積から算出した。パワーファクターPfは α^2/ρ から算出した。

3. 結果

作製した焼結体及び昨年度作製した焼結体の相対密度 D_r 、ゼーベック係数 α 、比抵抗 ρ 、パワーファクターPfをそれぞれ表1に示す。

表1. 作製した焼結体の熱電特性

組成式	D_r [%]	α [μ V/K]	ρ [m Ω m]	Pf [μ W/mK ²]
Mg _{2.00} Si _{0.5} Sn _{0.5} Sb _{0.01}	96.4	-171	0.14	208
Mg _{1.99} Si _{0.5} Sn _{0.5} Sb _{0.02}	89.9	-325	0.88	120
Mg _{2.01} Si _{0.495} Sn _{0.5} Sb _{0.005}	91.7	-175	0.12	255
Mg _{2.01} Si _{0.4925} Sn _{0.5} Sb _{0.0075}	95.3	-200	0.14	285
Mg _{2.01} Si _{0.49} Sn _{0.5} Sb _{0.01}	92.1	-283	0.41	195
Mg _{2.02} Si _{0.74} Sn _{0.25} Sb _{0.01} (昨年度トップデータ)	81.4	-108	0.12	97

Sb添加量に対してMg量を調整した素子では、最大208[μ W/mK²]のパワーファクターを示した。一方、Sb添加量に対してSi量を調整した素子では、最大285[μ W/mK²]のパワーファクターが得られ、これまで作製したn型Mg₂(Si,Sn)常圧焼結体の中で最も高い値を示した。比抵抗は素子の密度の影響が考えられ、密度が高いほど比抵抗が小さくなる傾向が確認できた。ゼーベック係数はSbの添加量が影響しており、Sb添加量が多いほどゼーベック係数が高くなる傾向が確認された。合成粉末及び焼結体についてそれぞれX線回折により相同定を行ったところ、粉末についてはMg₂(Si,Sn)にほぼ単相化されていた。焼結体については、Mg₂(Si,Sn)のピーク強度が減少しMg₂SiとMg₂Snのピークに分離したが、昨年度作製した焼結体と比較すると分離の角度幅が狭まっていたため、より単相に近い焼結体が得られている事が確認できた。

4. 結言

n型Mg₂(Si,Sn)常圧焼結体の熱電特性の向上を狙い、Sb添加Mg₂Si_{0.5}Sn_{0.5}組成で常圧焼結体を作製したところ、これまで作製したn型Mg₂(Si,Sn)常圧焼結体の中で最も高いパワーファクターを示した。今後、Sb添加量並びに組成の検討を進めていくことで、熱電特性の向上が見込まれる。

文献

- [1] S. Tada, Y. Isoda, H. Udono, H. Fujiu, S. Kumagai, and Y. Shinohara, J. Electron. Mater., 43(6), pp.1580-1584, (2014)
- [2] 多田智紀, 磯田幸宏, 井上裕之, 熊谷俊司, 篠原嘉一, 第13回日本熱電学会学術講演会予稿集, p.117, (2016)

3202

p 型 $\text{MnSi}_{1.73}$ と n 型 FeSi_2 熱電素子の接合方法の検討Examination of Joining Methods of p-type $\text{MnSi}_{1.73}$ and n-type FeSi_2 Thermoelectric ElementsEE16 小寺裕也
指導教員 加藤雅彦

1. 緒言

廃熱の有効利用の一つとして、熱を電気に直接変換できるとして熱電発電が注目されている。熱電発電に用いる熱電素子として特に $\text{MnSi}_{1.73}$ と FeSi_2 は原料が豊富で熱電能や耐熱性にも優れている。しかし、これらの素子はろう材の濡れ性が悪く、高い接合強度が得られない。その解決手段として活性金属ろう法などが挙げられる。先行研究では活性成分である Ti が含まれる活性金属ろうを用いて Ni 電極と $\text{MnSi}_{1.73}$ 及び FeSi_2 との接合条件を検討し、良好な接合が得られる条件を見出した^{[1]-[3]}。

本研究では、金属電極を使わず p 型 $\text{MnSi}_{1.73}$ と n 型 FeSi_2 を活性金属ろうを介してアルミナ絶縁基板と直接接合したモジュールを試作し、従来の p/n FeSi_2 モジュールと比較しながら出力電圧の温度依存性及び負荷特性の評価を行うことを目的とした。

2. 実験方法

$\text{MnSi}_{1.73}$ 及び FeSi_2 素子は常圧焼結法で作製した。素子は $4 \times 4 \times 5 \text{mm}^3$ の小片に切断した。厚さ 1mm の Al_2O_3 絶縁基板と素子の切断面に東京ブレイズ製活性金属ろう TB-608T を塗布し、 $\text{MnSi}_{1.73}$ と FeSi_2 が電氣的に直列になるように接着させた。電気炉内で Ar 雰囲気中 820°C で 10 分間加熱し接合を行った。得られたモジュールに銅線と T 熱電対を付け、温度差に対する出力電圧、温度差 100°C 、 150°C 時の負荷特性を測定した。

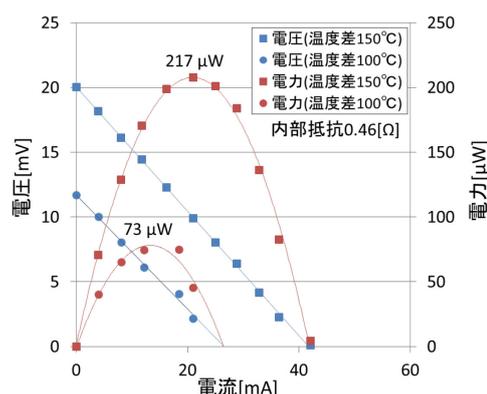
3. 結果

モジュール片面の Al_2O_3 基板を加熱し、出力電圧を測定した結果を表 1 に示す。本研究で作製したモジュールの中では No.3 が温度差が大きく、出力電圧が高かった。先行研究で作製した p/n FeSi_2 モジュールと比較すると、出力電圧は低く、素子の高さと同面積を同じにした場合は更に出力電圧は低くなると思われるが、p/n FeSi_2 より $\text{MnSi}_{1.73}$ の方が比抵抗が桁低いいため、トータルでは p/n FeSi_2 より高い電力が得られると考えられる。1 対の $\text{MnSi}_{1.73}/\text{FeSi}_2$ 熱電モジュールの負荷特性測定の結果より、温度差 150°C の最大電力は $217[\mu\text{W}]$ が得られた。温度差 100°C の時では最大電力 $73[\mu\text{W}]$ であったため、温度差が 50°C 増加すると電力が約 3 倍増加することがわかった。温度差 150°C の最大電力が $217[\mu\text{W}]$ と低く見えるが、実際に発電に用いる場合は温度差 500°C 程度かつ、多対モ

ジュールで使用するため高い電力が得られることが考えられる。

表 1 温度差-出力電圧測定の結果

サンプル名	温度差 [$^\circ\text{C}$]	出力 電圧 [mV]	素子の 高さ [mm]	素子の 断面積 [mm^2]
$\text{MnSi}_{1.73}/\text{FeSi}_2$ No.1	56.6	8.6	3.6	22.3
$\text{MnSi}_{1.73}/\text{FeSi}_2$ No.2	68.0	8.1	3.7	21.9
$\text{MnSi}_{1.73}/\text{FeSi}_2$ No.3	79.0	12.3	6.7	13.0
p/n FeSi_2 比較試料	64.6	15.5	5.0	16.0

図 1 $\text{MnSi}_{1.73}/\text{FeSi}_2$ モジュールの負荷特性

4. 結言

電極に金属板を使わず活性金属ろうを用いて Al_2O_3 基板に直接素子を接合させた 1 対の熱電モジュールの作製に成功した。p/n FeSi_2 モジュールと出力電圧を比較すると、 $\text{MnSi}_{1.73}/\text{FeSi}_2$ モジュールの方が比抵抗が低いいため p/n FeSi_2 より高い電力が得られると考えられる。実際の発電に用いる場合は高温かつ多対モジュールで使用するため高い電力が得られると考えられる。

文献

- [1] 安部聡, 加藤雅彦, 井上裕之, 小林隆秀, 水戸洋彦, 磯田幸宏, 第 12 回日本熱電学会学術講演会予稿集, p.80, (2015).
- [2] H. Inoue, T. Kobayashi, M. Kato and S. Yoneda, J. Electron. Mater., **45**, 3, pp.1767-1771, (2016).
- [3] 図師寛太, “ $\text{MnSi}_{1.73}$ 熱電モジュールの作製方法の検討”, 平成 27 年度サレジオ高専卒業論文, p.27, (2015).

3203

マグネシウムシリサイド系熱電材料のモジュール化の検討

Examination of Production Methods of a Magnesium Silicide Based Thermoelectric Module

EE19 小宮寛生
指導教員 加藤雅彦

1. はじめに

近年、地球温暖化等の環境問題により、熱エネルギーから直接電気エネルギーを作り出す熱電発電が脚光を浴びている。しかし、現在実用化されている熱電素子の殆どは有害物質を使用しているうえ、製造コストなどの課題も残されている。無害な物質である Mg_2Si 系熱電材料を使用し、低コストで熱電素子と熱電モジュールの作製について検討を行った。昨年度の研究成果では、出力があまり良くないが接合部にアルミ箔を用いた Mg_2Si 系のモジュール化の方法が検討されている。出力効率が悪いのは、接合部に用いたアルミ箔に原因があるのではないかと考えられている。

そこで本研究では、 Mg_2Si 系常圧焼結体のモジュール化として、アルミ箔の厚さや接合雰囲気の詳細、及び活性金属ろうを用いた方法を検討することを目的とした。

2. 実験方法

先行研究^[1]を基に、p型 $Mg_{2.02}Si_{0.25}Sn_{0.75}Ag_{0.02}$ 、n型 $Mg_{1.98}Si_{0.75}Sn_{0.25}Al_{0.06}$ の $Mg_2(Si,Sn)$ 熱電素子を作製し、Al箔を用いたp型とn型の素子の直接接合及び、活性金属ろうを用いた熱電モジュールの作製を行った。Al箔には厚さ10[μm]のものを1枚用い、接合温度620[$^{\circ}C$]、接合時間3[min]で直接接合を行った。活性金属ろうには東京ブレイズ製TB-629Tを用い、アルミナ板と素子を接合温度680[$^{\circ}C$]、接合時間10[min]で接合させて熱電モジュールを作製した。Al箔直接接合素子及び熱電モジュールの評価として負荷特性測定を行った。

3. 結果

Al箔1枚を用いた接合は、接合部の面積が小さい場合は接合が出来なかったが、同じ条件で面積を広げて実験を行ったところ、接合する事ができた。表1に負荷特性測定結果を示す。この結果、内部抵抗は約6[Ω]を示し、昨年度の約1[Ω]に比べて非常に高い値となった。これは、n型の焼結密度が昨年度に比べて低いことが原因と考えられる。温度差280[$^{\circ}C$]時、最大出力は142[μW]と小さい値であった。しかし、昨年度の温度差280[$^{\circ}C$]時における最大出力は85[μW]であったことから、昨年度と比べて約1.7倍と大幅に向上した。

ろう材を用いた熱電モジュールの作製は、アルミナ板と素子の接合には成功したが、アルミナ板に

亀裂が生じ、素子が割れてしまっていた。これは、活性金属ろうは熱膨張率が大きく、アルミナ板はセラミックスなので熱膨張率が小さいため、電気炉内で高温から常温に自然冷却した際に、活性金属ろうが収縮し、アルミナ板がその収縮に耐えきれずにひびが生じてしまったと考えられる。割れてしまった素子を銅線でしばって固定し、負荷特性測定を行った結果を表2に示す。内部抵抗は約2.3[Ω]であり、温度差150[$^{\circ}C$]時の最大出力は0.083[μW]と非常に小さい値となった。素子が割れていたため、出力は小さいが、これは、割れた素子の断面やろう材部分が上手く噛み合っていなかったことが原因なのではないかと考えられる。

表1 Al箔直接接合の負荷特性

温度差 [$^{\circ}C$]	開放電圧 [mV]	短絡電流 [mA]	最大出力 [μW]
110	19.5	2.94	14
280	59.3	9.8	142

表2 熱電モジュールの負荷特性

温度差 [$^{\circ}C$]	開放電圧 [mV]	短絡電流 [mA]	最大出力 [μW]
50	0.096	0.053	0.0012
100	0.25	0.12	0.0076
150	0.85	0.37	0.083

4. おわりに

n型熱電素子の焼結密度が低い場合、プレス圧やプレス時間を考える必要がある。Al箔1枚を用いた接合に成功し、内部抵抗が大きいものの、最大出力が昨年度と比べて約1.7倍と大幅に向上した。熱電モジュール作製を行った結果、活性金属ろうの熱収縮にアルミナ板が耐えきれずにアルミナ板にひびが生じてしまい、素子が割れてしまったため、アルミナ板や活性金属ろうの厚さを考える必要がある。

文献

[1] 増田天, “熱電材料 $Mg_2(Si,Sn)$ の電極接合法とモジュール化の検討”, サレジオ高専卒業論文, pp.9-12, (2015)

3204

鉄シリサイド系熱電モジュールの作製方法の検討

Examination of Production Methods of an Iron Silicide Based Thermoelectric Module

EE39 本田遥暉
指導教員 加藤雅彦

1. 緒言

近年電気エネルギーの有効利用が進められている。その中で熱を電気に変える熱電発電に注目が集まっている。熱電発電は今まで捨てられていた排熱を電気エネルギーに直接変換でき、エネルギー資源を効率的に利用することができる。また、稼働部分がないため、メンテナンス性が良い。だが、製造コストの高さが課題となっている。ろう材を電極として用い、作製の簡易化をすることでコストの削減を行う。

本研究では、昨年度^[1]成功した活性金属ろうとNi板によるFeSi₂熱電モジュールの作製方法を用い、Al₂O₃板との接合を検討した。

2. 実験方法

FeSi₂の組成は、p型Fe_{0.92}Si_{2.0}Mn_{0.08}、n型Fe_{0.96}Si_{2.0}Co_{0.04}とした。原料を電子天秤で秤量し、アーク溶解法によりインゴットを作製した。鉄鉢や乳鉢でインゴットを微粉碎し、圧粉体の欠陥や亀裂を防ぐため、PVAを混ぜて、粒径を180~355μmに揃えた。その後300MPaで冷間プレスして圧粉体を作製し、1170℃で3h焼結後、800℃で25h半導体化熱処理した。得られた4×4×30mm³の焼結体を切断し、4×4×6mm³の素子を得た。活性金属ろう(東京プレイズ製TB-608T)を用いて、厚さ1mmのAl₂O₃絶縁基板上にp型とn型一対の素子を並べ、接合実験を行った。接合条件は、815℃、820℃、830℃で10min保持し、Ar雰囲気中で接合を行った。接合に成功した素子について、特性評価を行った。

3. 結果

FeSi₂熱電素子とAl₂O₃板の接合結果を表1に示す。表中の結果は良好な接合が○に、接合に成功したけど剥離してしまった結果を△に、接合に失敗した結果を×で示す。

まず初めに、TB-608Tの熔融温度より若干高い815℃で実験を行った結果、接合出来なかった。更に温度を上げて、820℃で実験を行った結果、取り出した直後は接合されていたが、素子の特性を測定しているときにろう材が剥離してしまった。更に830℃で実験を行った結果、良好な接合が得られ、特性を測定することが出来た。

接合に成功した素子の負荷特性の測定を行い、50℃差、100℃差、150℃差の結果を図1及び表2

に示す。この結果より、FeSi₂の使用温度領域^[2]の300~500℃の時の使用を想定し、温度差に対する最大出力のグラフの近似曲線から、一対モジュールでは、300℃差で0.2mW程度出力されることが予測される。

表1 FeSi₂素子の接合結果

温度[℃]	雰囲気	結果
815	Ar	×
820	Ar	△
830	Ar	○

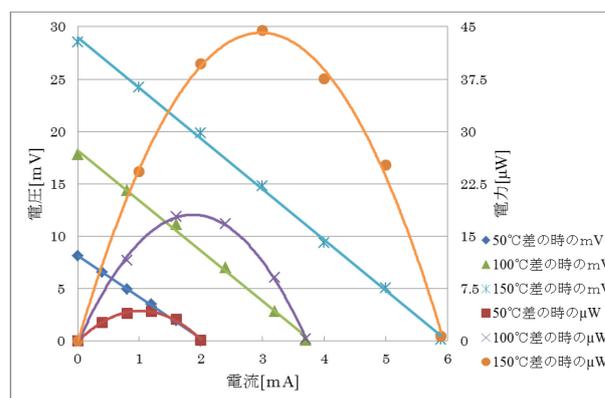


図1 負荷特性

表2 FeSi₂素子の温度差に対する出力測定結果

温度差 [℃]	短絡電流 [mA]	開放電圧 [mV]	最大出力 [μW]	内部抵抗 [Ω]
50	2.0	8.09	4.04	4.05
100	3.7	17.8	16.4	4.82
150	5.9	28.5	42.0	4.84

4. 結言

活性金属ろうを用い、Al₂O₃板にFeSi₂素子を直接接合し、金属電極板を使わず、ろう材を電極の代わりとした、一対の熱電モジュールを作製することに成功した。このことは、製造コストの削減に繋がると考えられる。今後は、複数対のモジュール作製や熱安定性の評価を行っていく必要がある。

文献

- [1] 安部 聡, “FeSi₂熱電モジュールの作製方法の検討”, サレジオ高専卒業論文, pp.11-41(2015)
[2] 坂田 亮 “熱電変換基礎と応用”, 裳華房, p116-121(2005)

3205

p 型 $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ と n 型 $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})$ 熱電素子の接合方法の検討Examination of Joining Methods of p-type $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ and n-type $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})$ Thermoelectric ElementsEE44 麻生航平
指導教員 加藤雅彦

1. はじめに

Mg_2Si 系熱電材料は原材料が豊富であり、安価に製造ができ、中温域(400℃前後)^[1]で高い熱電特性を持つ。 Mg_2Si はn型であり、ドーピングによって伝導型をp型にすることが出来るが、p型 Mg_2Si 系熱電材料は耐熱性や耐酸化性に問題がある。

本研究ではp型 $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})$ の代わりに、比抵抗が小さく、熱電特性が優れた材料であり、 Mg_2Si 系と同じ中温域で性能を発揮する $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ をp型に使用し、n型 $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})$ との接合方法の検討を行うことを目的とした。

2. 実験方法

安価に作製ができる常圧焼結法^[2]によって焼結体を作製した。 $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ 焼結体は、原料をアーク溶解したインゴットを微粉砕した後、240~300MPaの圧力で冷間プレスし、 $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ の圧粉体を電気炉で常圧焼結し、 $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ の焼結体を作製した。この時の焼結温度は1139℃、保持時間は180minとした。 $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ 焼結体は重量と体積から密度を算出し、ゼーバック係数、比抵抗を測定した。 $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})$ 焼結体は原料粉末を反応合成し、冷間プレス・常圧焼結法によって作製した。

p型 $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ とn型 $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})$ の一对の熱電素子を作製した。絶縁基板に Al_2O_3 板を使用し、東京プレイズ製活性金属ろう TB-629T(60Ag,24Cu,2Ti,14In)を絶縁基板とp,n両素子に塗布し、電気炉で温度625℃及び680℃で10min保持し、接合を行った。接合した素子の負荷特性を測定し、内部抵抗を算出した。

3. 結果

作製した $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ 常圧焼結体は、一回目の試料は冷間プレス時に圧粉体に亀裂が生じ、焼結体は割れてしまっていた。これは冷間プレス時のプレス圧が300MPaと高かったためと考えられる。焼結体に空洞が出来たことにより、密度3.45g/cm³、相対密度67%と低い値になった。

二回目に作製した常圧焼結体はプレス圧を240MPaと一回目より低く設定し、密度4.46g/cm³、相対密度80%と良好な常圧焼結体を作製できた。また、ゼーバック係数は136μV/K、比抵抗は3.18×10⁻⁵Ωmと昨年度とほぼ同等の値を示した。

p型 $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ とn型 $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})$ 素子の接合実験を行った結果を表1に示す。一回目と二回目は接

合温度を625℃に設定し実験を行った。一回目は接合されておらず、 Al_2O_3 板からろう材が剥がれていた。保持時間が180minと長かったためと思われる。二回目は実験直後は接合されていたが、その後破損したため特性を測定できなかった。三回目は、両素子とも片面は Al_2O_3 板に接合したが、もう片面はn型素子と Al_2O_3 板との間に隙間ができてしまっていた。素子の高さが揃っていなかったことが原因である。四回目の実験は固定がうまくいっていなかったためか、全く接合されていなかった。五回目は接合に成功し、一对素子が作製できた。特性が測定できた素子はこの一点のみである。

作製した $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})/\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ 一对素子の内部抵抗を負荷特性より算出した結果4.5[Ω]と高い値になった。これはろう材の拡散によって、 $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})$ とろう材の成分が化合してしまい高い値になったと考えられる。

表1 $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})/\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ 一对素子の接合結果

回数	温度	保持時間[min]	雰囲気	結果
一回目	625℃	180	Ar	×
二回目		10		○
三回目	680℃	10		×
四回目		10		×
五回目		10		○

4. おわりに

常圧焼結法にて $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ の常圧焼結体の作製を行った結果、ゼーバック係数136μV/K、比抵抗3.18Ωm、相対密度80%と良好な常圧焼結体を作製できた。活性金属ろうを用い、絶縁基板上への $\text{Mg}_2(\text{Si},\text{Sn})$ 及び $\text{MnSi}_{\sim 1.73}$ 素子の接合実験を行った結果、一对素子の作製に成功し、負荷特性を測定できた。

今後は複数対に連結したモジュールの作製を行い一对素子と特性を比較検討する必要がある。

文 献

- [1] 坂田敦, 吉田達治, “熱電変換-基礎と応用-”, 裳華房, pp.86-87, (2005)
- [2] 上村誠一, 野田泰稔, 篠原嘉一, 渡辺義見, “傾斜機能材料の技術”, シーエムシー出版, pp.51-52, (2009)

3501

フーコーの振り子を用いた発電装置の振幅減衰に関する検討

Investigation of Amplitude Attenuation for Power Generation System Using Foucault Pendulum

EE08 金子滉
指導教員 水谷浩

1. 緒言

現在、停電などの非常時に懐中電灯に電力は供給する方法として主に利用されている方法は、手回し発電や電磁誘導方式を利用したものである。これらは、人力で発電するため、労力を極力少なくし、子供から大人まで苦労なく簡単に発電できる方法が必要である。

懐中電灯等を使用できるような新たな発電機として、振り子を振らせるだけで発電する発電機を提案するために、発電の可能性についての検討を目的とする。発電時に発生する減衰を測定、算出することで、実用化のための最適条件を目指し、本研究を行う。

2. 実験

実験器具としてフーコーの振り子を製作した。振り子の支点からおもりの中心までの長さを $L=1.5$ m とした。おもりの重さを $m=5$ kg、重力加速度を g とし、位置エネルギーの算出を行った。振り子を振らせ、その様子を図1のようにビデオカメラを用いて振幅を測定し、位置エネルギーを算出した。また、Arduinoを用いてコイルが発電した電圧 V を測定した。

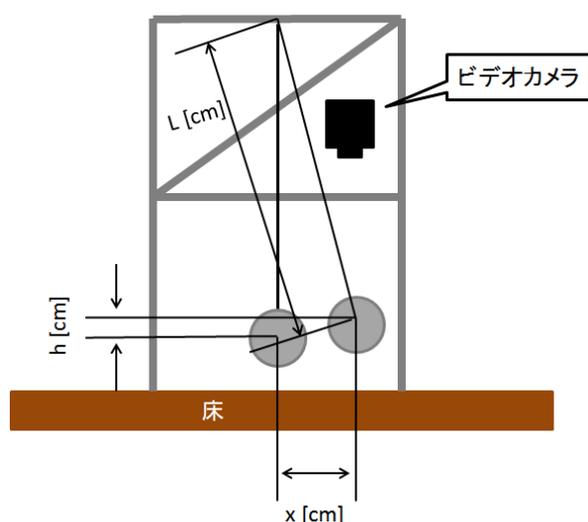


図1 計測イメージ

発電に使用するコイルの配置は振り子が真下にある場合を中心 0 cm としたとき、中心から 5 cm、 12.5 cm、 22.5 cm、 32.5 cm 離し、配置した。2 個以上コイルを配置する場合はコイル同士は並列接続にて測定を行った。表1に示した全 13 パターンで

測定を行った。

測定した振幅 x から振り子の高さ h を求め、算出した高さ h を用いて(1)式のように位置エネルギーを算出した。

$$U = mg(L - \sqrt{L^2 - x^2}) \quad \dots(1)$$

振り子が初期に持っている位置エネルギーから発電時に減衰した位置エネルギー ΔU を算出した。また、発電した電圧 V が最大電圧 V_{\max} の $\frac{1}{2}$ になるまでの時間を Δt とした。これら Δt 、 $\frac{1}{2}V_{\max}$ 、 ΔU を表 1 に示す。

表1 減衰したエネルギー G と発電量及び効率

コイルの配置	Δt [sec]	$\frac{1}{2}V_{\max}$ [mV]	ΔU [J]
0	21.5	49.95	1.793
5.0	24.1	36.52	1.924
12.5	17.1	35.45	1.398
22.5	27.1	25.24	1.683
32.5	33.3	11.28	1.667
5.0 - 5.0	29.2	27.39	2.603
12.5 - 12.5	33.8	18.26	2.557
22.5 - 22.5	21.2	13.96	2.070
32.5 - 32.5	13.2	12.89	0.861
5.0 - 0 - 5.0	4.7	10.74	1.592
12.5 - 0 - 12.5	6.1	16.65	1.177
22.5 - 0 - 22.5	20.6	16.65	2.188
32.5 - 0 - 32.5	21.7	10.74	2.294

表より、 $\frac{1}{2}V_{\max}$ が高く最も長く発電できていた配置は 0 cm あるいは 5.0 cm 離れた配置であった。

3. 結言

本研究はフーコーの振り子を用いた発電装置の減衰を計測し発電の可能性の検討を目的として行った。その結果、コイルを 0 cm あるいは 5 cm 離し、一つだけ置いた配置が発電時間も長く、発電電圧も高いことが分かった。

4. 今後の発展

今後、減衰したエネルギー ΔU の減少、発電した電圧 V の増加、発電時間 Δt の増加などの改善をする必要があり、これらの技術的方策を開発することで改善を行う。

文献

[1] 大塚徳勝「これならわかる物理学」(共立出版株式会社),(2012)

3502

磁界共振を用いたワイヤレス電力伝送の共振周波数追従方法に関する研究

Study on Resonant Frequency Tracking Method for Wireless Power Transfer Technology Using Magnetic Resonance

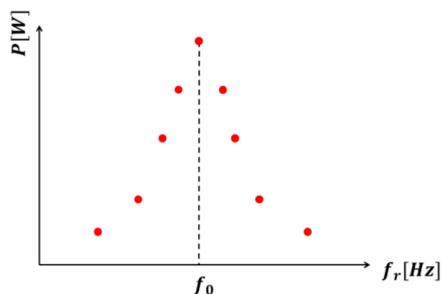
EE09 金子圭汰
指導教員 水谷浩

1. 緒言

ワイヤレス電力伝送は近年最も注目されている技術の一つである。伝送方式は多種あるが、近距離においては磁界共振方式が最有力となっている。しかし、磁界共振方式は伝送距離によって伝送部の共振周波数に変化してしまう特徴がある^[1]。従来の共振周波数を追従する方法は電源周波数を可変し、伝送部の共振周波数変化に対して追従を行っている^[2]。日本では電波法により、従来の方法は適用することができない^[3]。我々のグループの先行研究によって電波法を順守した共振周波数追従システムが提案された^[4]。本研究では提案システムを実現するため具体的な共振周波数追従方法の検討を行うことを目的とする。

2. 実験

回路は伝送用コイルと静電容量が異なる積層セラミックコンデンサを複数組み合わせたもので構成される。



P: 受信電力 f_0 : 電源周波数 f_r : 共振周波数

図1 静電容量の可変による周波数特性の変動

図1のようにスイッチで静電容量の切り替えを行い送電部の共振周波数 f_r を変化させ、最大電力点の把握、共振周波数の追従を行った。回路構成を図2に示す。

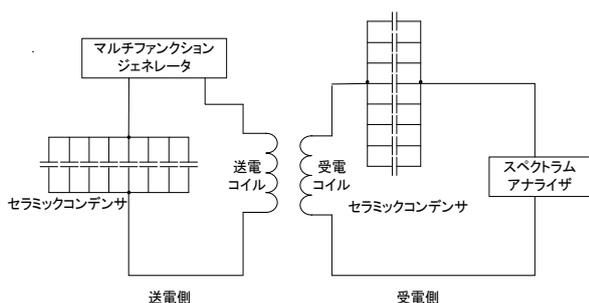


図2 回路構成

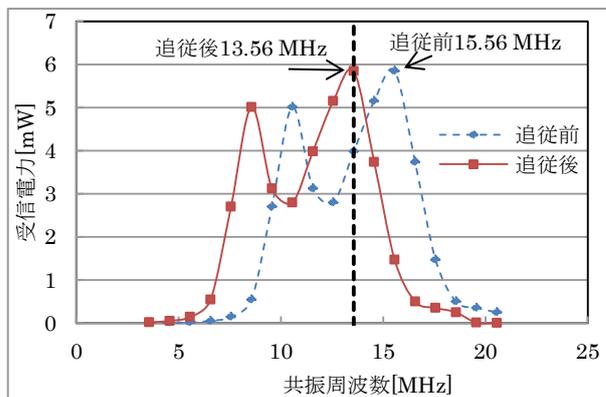


図3 コイル間距離 10 mm の周波数特性

コイル間距離が 10 mm の時の測定結果を図3に示す。ピーク分裂による共振周波数の変化を確認したので追従操作を行った。追従前の最大電力のピーク周波数が 15.56 MHz であった。この最大電力を電源周波数 13.56 MHz で得るために回路の静電容量の切り替えを行った。切り替え後の静電容量は 14 pF であった。追従前と比べ受信電力が 3.98 mW から 5.85 mW へ増加し、共振周波数の追従が行えていることが確認された。

3. 結言

静電容量が異なる複数のセラミックコンデンサを組み合わせ送電部の共振周波数の可変を行うことで、共振周波数を追従し、最大電力を 13.56 MHz において得られることが実証された。

4. 今後の発展

パワー-MOSFET を用いた電子的制御を行い、マイコンを用いた具体的な追従方法の検討を行う。

文献

- [1] 居村 岳広、内田 利之、堀 洋一、“非接触電力伝送における電磁誘導と電磁界結合の統一的解釈”,自動車研究会,VT-09,1-9,pp.3-5,(Jan.2009)
- [2] Nam Yoon Kim, Ki Young Kim, Chang-Woo Kim, “Automated frequency tracking system for efficient mid-range magnetic resonance wireless power transfer”, Microwave and Optical Technology Letters, Volume 54, Issue 6, pp.1423-1426, (June 2012)
- [3] 電波法施工規則 第三章高周波利用設備第四十六条
- [4] 青山 博紀, “磁界共振方式を用いたワイヤレス電力伝送の共振周波数追従方法の提案”,サレジオ工業高等専門学校卒業論文,pp.13-15,(2015)

3503

フーコーの振り子を用いた発電方式の発電効率の検討

Efficiency of Power Generation Method Using Foucault Pendulum

EE13 栗山敦士
指導教員 水谷浩

1. 緒言

本研究は、再生可能エネルギーとして、地球の自転により発生する「コリオリの力」を利用し発電することに注目した。そこで、フーコーの振り子を利用した発電方式として、磁石とコイルによる電磁誘導を用いた発電方式を提案する。そして、電圧の測定を行い、実用化が可能か検討することを目的とする。

2. 実験

本実験では、振り子の長さを 1.5 m、コイル (500 巻) を並列接続し、横並びのコイル位置を変えコイルの電圧の測定を行った。実験方法は、振り子を振りオシロスコープを用い電圧を測定した。表 1 にコイル測定位置を示す。コイルの位置は、振り子を真下に垂らした状態を原点とし、そこからの距離である。

測定電圧の結果を図 1, 2, 3 に示す。各条件において得られた最も高い電圧をグラフにプロットした。

表 1 コイル測定位置

条件	コイル位置 [cm] (中心座標)	コイルの数 [個]
1	0	1
2	5	
3	12.5	
4	22.5	
5	32.5	
6	5_5	2
7	12.5_12.5	
8	22.5_22.5	
9	32.5_32.5	3
10	5_0_5	
11	12.5_0_12.5	
12	22.5_0_22.5	
13	32.5_0_32.5	

コイル 1 個の結果は、[0] が最も高い電圧であり、コイルが遠ざかるに伴い電圧が減少した。コイル 2 個結果は、[5_5] が最も高く出力し、コイル 1 個と同様の傾向であった。コイル 3 個の結果は、[12.5_0_12.5] が最も低く、[32.5_0_32.5] が最も高い電圧を出力した。その結果、コイル 1 個の [0] にて 0.09 V が最も電圧を出力していた。コイル 2, 3 個の電圧が減少した原因とし、隣り合うコイルの電圧が相殺し合

ったためだと考えている。

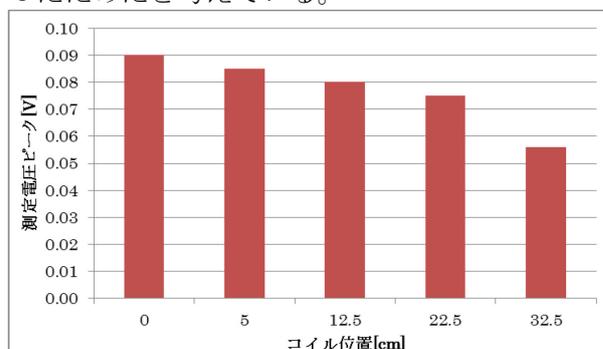


図 1 測定電圧の結果 (コイル 1 個)

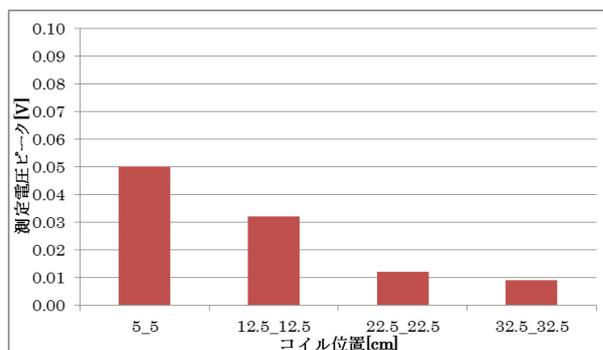


図 2 測定電圧の結果 (コイル 2 個)

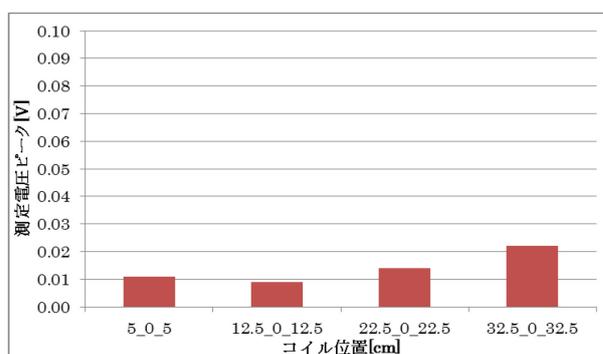


図 3 測定電圧の結果 (コイル 3 個)

3. 結言

フーコーの振り子を利用した発電方式として、磁石とコイルによる電圧を確認した。コイル 1 個の [0] が最も高い電圧 0.09 V を出力することが確認できた。

4. 今後の発展

本実験は、強磁性体の鉄球を錘に用いた為に、発電量が低下したと考えられるので、磁界分布を改善することで、発電量の向上を図りたい。

CRLH 構造を有する基板の RF 特性に関する研究

Study on RF Characteristic of the Substrate with CRLH Structure

EE32 中丸靖崇
指導教員 水谷浩

1. 緒言

メタマテリアル技術を応用したものとして CRLH 伝送線路がある^[1]。この CRLH 伝送線路の物理的構造の一つにマッシュルーム構造があり、電磁バンドギャップのため、媒質内に電磁波が伝搬できない周波数帯があることが知られている^[2]。CRLH 伝送線路を応用した漏れ波アンテナ^[3]があり、従来は移相器などで電子的に指向性を可変させていた^[3]が、我々は、マッシュルーム構造基板を用いて電子的に指向性を可変させる新しいアンテナの提案を目指す。本研究ではマッシュルーム構造基板の伝搬特性と放射特性を測定し、マッシュルーム構造の電磁バンドギャップの周波数帯の特定を目的とした。

2. 実験

図 1 のマッシュルーム構造は電磁バンドギャップの周波数帯で波数 β が 0 となるので、電磁波が伝搬できなくなる。よって図 1 のマッシュルーム構造基板の上に信号線路を設置することで、伝搬特性及び放射特性から電磁バンドギャップの周波数帯を特定することができる。また信号線路を特性インピーダンス 50Ω にすることで測定機器の同軸ケーブルとのインピーダンス整合が取れ、損失なく信号線路に電磁波を伝搬できる。金属パッチ幅が 1 mm から 5 mm の 5 種類を用意し 5 種類の伝搬特性と 1 mm, 3 mm, 5 mm の 3 種類の放射特性を測定した。図 2 (b) の放射特性用信号線路は、図 3 の伝搬特性の結果から式 (2) を用いて算出した伝送損失 (TL: Transmission Loss) の矢印で示したピークの 4 分の 1 波長とすることでモノポールアンテナとして作用するように設計した。

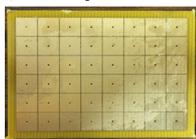


図 1 マッシュルーム構造基板



(a) 伝搬特性用 (b) 放射特性用

図 2 信号線路

図 3 に伝搬特性から得られた TL を示す。金属パッチ幅が大きくなるにつれ図 3 の TL のピークが低い周波数にシフトしていた。放射特性から、真上の放射が生じていた周波数帯はマッシュルーム構造

基板の波数 β が 0 であるとき位相角度 θ は 0 となるため^[1]式(1)から電磁バンドギャップと言える。 k_0 は真空中の光の波数ベクトルである。金属パッチ幅 3 mm の基板では放射を確認はできなかった。

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{\beta(f)}{k_0}\right) \cdots (1)$$

$$\text{Transmission Loss} = 1 - |S_{11}|^2 - |S_{21}|^2 \cdots (2)$$

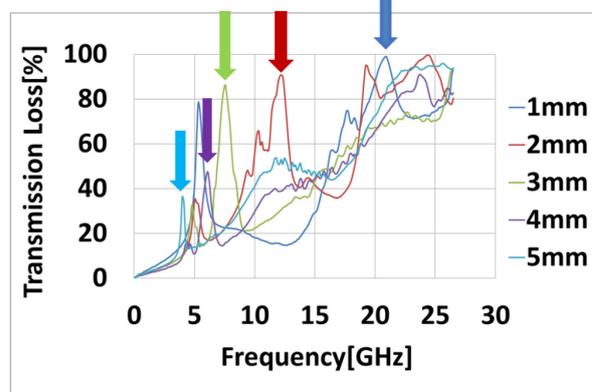


図 3 金属パッチ幅 1mm から 5mm の伝送損失

表 1 電磁バンドギャップの周波数帯

金属パッチ幅[mm]	周波数帯[GHz]
1	20.5~21.75
3	観測できなかった
5	8.5~9.0

3. 結言

本研究はマッシュルーム構造の電磁バンドギャップの周波数帯の特定を目的とした。伝搬特性からは金属パッチ幅が大きくなるにつれ、伝送損失のピークが低い周波数にシフトしていた。放射特性から電磁バンドギャップが金属パッチ幅 1 mm で 20.5 ~ 21.75 GHz、金属パッチ幅 5 mm で 8.5 ~ 9.0 GHz だと分かった。

4. 今後の発展

特定した電磁バンドギャップの周波数帯を可変できる基板を設計し、伝搬特性と放射特性を測定する。

文献

- [1] C.Caloz and T.Itoh, "Metamaterials for High-Frequency Electronics," Proc of the IEEE, vol.93, No.10, pp1744-1752
- [2] 道下 尚文, "電波を遮断する EBG 構造," 電子通信情報学会通信ソサイエティマガジン, pp19-22, 2010.15(2010)
- [3] 佐藤 和夫, 沢 晋一郎, "左手系材料を用いたミリ波自動車レーダー用ビーム走査アンテナ," 光学 pp590-592, 36.10(2007)

3505

新しいビーコンシグナル検出システムの提案

Proposal of Novel Beacon Signal Detection System

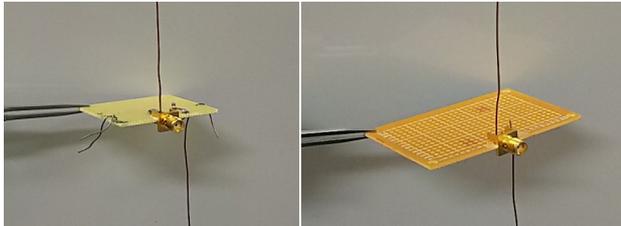
EE37 福田佳実
指導教員 水谷浩

1. 緒言

近年登山者が増加する傾向にある。また、それと同時に山での遭難や救助者も増加傾向にある^[1]。雪山に登る際はビーコンと呼ばれる発信器兼受信機を常備することが推奨されている。^[2]しかし、現存するビーコン発見システムは音で判断するため確実性に欠ける。

本研究は雪山登山に必要なビーコンシグナル検出の新しいシステムの提案と原理実証を行うことを目的とする。

2. 実験



(a)発振器 (b)受信器

図1 提案したシステムの(a)発振器と(b)受信器

図1に本実験で使用する(a)発振器と(b)受信器を示す。本実験では2つの受信機を用いて発振器からの電波強度の距離依存性を測定した。本システムを用いた実際の使用形態を想定して図2のように測定した。

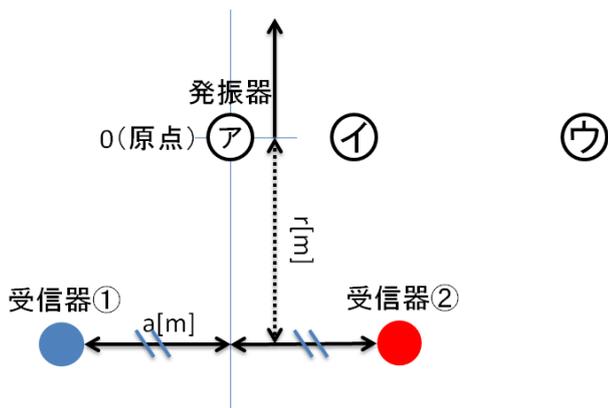


図2 測定モデル

図2の測定モデルで発振器を (a)、(b)、(c) の場所に置いて計3種類測定した。発振器が (a) にある場合、理論では受信器①と受信器②の距離がそれぞれ発振器と等しくなるので二つの測定電力は同じ値を示す。二つの受信器と発振器が一直線に並ぶとき、最大電力をとる。図3に理論値と測定結果

を示した。二つの測定値が重なっており、理論と一致することを確認した。

測定結果をもとに発振器の方向特定プログラムを作成した。正しい方向を示すことを確認し、システムの有効性を実証した。また、プログラムの実行画面を図4に示した。

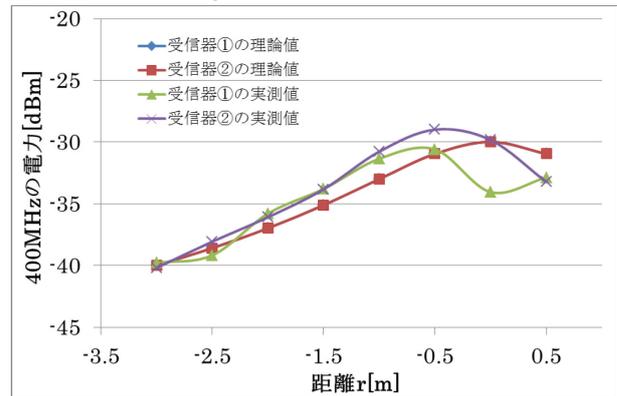


図3 測定結果

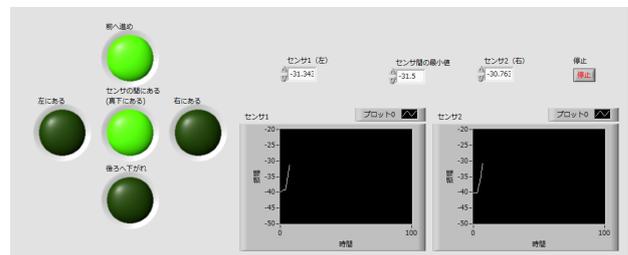


図4 プログラムの実行画面

3. 結言

本研究は雪山での雪崩発生時に被災者がでた際使用するビーコンの新しい検索システムの提案、原理実証を目的に行った。実際の測定データを参考にプログラムを作り、発振器の方向特定をしたところ、正しい方向を示すことを確認し、システムの有効性を実証した。

4. 今後の発展

本研究で作成したプログラムを動かす時に最適なセンサ間の距離を探す。発信源(被災者)が複数人いた時のシステムの課題抽出を行う。

文献

- [1]山岳遭難の概況, (Jun.2016)
http://www.npa.go.jp/safetylife/chiiki/h27_sangakusouna.pdf
- [2]富山県山岳遭難対策協議会, 立山室堂地区入山ルール, (2014)
<http://toyamaken-sotaikyoo.jp/rule>

Acoustic Cloaking の基礎的研究

Fundamental Study of Acoustic Cloaking

EE40 松原太一
指導教員 水谷浩

1. 緒言

Acoustic cloakingとは、音響的に物体を「不可視化」という意味である。一般的に音は、物体によって反射・吸収されるが、Acoustic cloakingによってある周波数だけ選択的に音が反射・吸収せずに物体を透過することが出来る。この現象を電氣的に制御することが出来れば、コンサートホールの音の響きを制御することに利用できると考える。

本研究は、先行研究^[1]を礎に、壁に張る膜を変えることによって透過する周波数を変更・制御することを目的とする。

2. 実験

表1 測定を行った各膜の値

No.	膜の密度 [kg/m ³]	膜の厚さ [mm]	透過する周波数 [Hz]
1	920	0.012	1187
2	920	0.3	403
3	1700	0.0105	1085

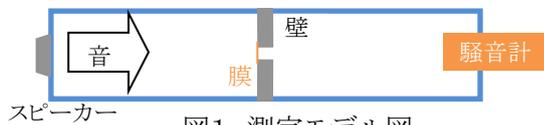


図1 測定モデル図

先行研究より透過率 T は次の式で求められる。

$$T = \frac{1}{1 + \frac{A}{2Z_0 \pi^2 r^4} (b_{eff} - j\omega M_{eff})} \quad \dots(1)$$

$$\frac{M_{eff}}{M_0} = (1 + \frac{\rho_0 \omega}{\rho_t} [1 + 1.7 \frac{r}{w}]) (\frac{r}{w})^2 - \frac{\omega_{ref}^2}{\omega^2} \quad \dots(2)$$

このとき、 A は穴の面積、 Z_0 は音響インピーダンス、 r は穴の半径、 b_{eff} は減衰係数、 M_{eff} は有効質量、 j は虚数単位、 ρ は膜の密度、 ρ_0 は空気密度、 w は壁の厚さ、 ω_{ref} は基準角周波数であり $\omega_{ref} = \sqrt{k/M_0}$ 、ここで $M_0 = \pi \rho w^2 t$ 、 ω は角周波数、 k は膜のばね定数である。

図1のように筒の端から周波数一定の音を出し反対側の騒音計によって音圧レベル L_p [dB]を3種類の膜について測定した。なお、透過した周波数を理論値と比較するために L_p [dB]より音の強さ I [W/m²]を算出した。また、各膜の寸法と(1)(2)式を用いて算出した透過する周波数の理論値を表1に示す。

実験で得られた音の強さ I [W/m²]と透過率の理論値 $|T|^2$ を以下に示す。

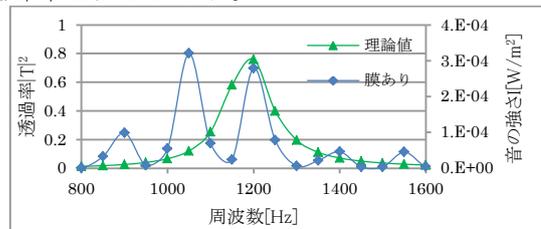


図2 No.1の理論値と実測値の比較

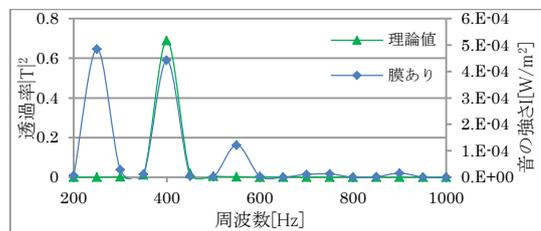


図3 No.2の理論値と実測値の比較

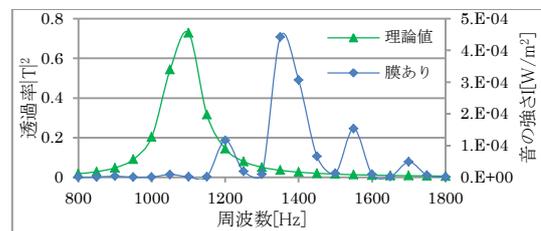


図4 No.3の理論値と実測値の比較

3. 結言

全ての膜で音は透過していたが、理論値とは違う周波数で透過していた。膜を変えることによって周波数を変更することはできたが、理論値とは異なる周波数であった。

4. 今後の発展

理論値との周波数のズレの原因を探り、目標の周波数で透過させる技術を確立する。また、実用化のために、透過させる周波数を電氣的に制御する方法を検討していく。

文献

[1]Jong Jin Park, K. J. B. Lee, Oliver B. Wright, Myoung Ki Jung, and Sam H. Lee, "Giant Acoustic Concentration by Extraordinary Transmission in Zero-Mass Metamaterials" Phys. Rev. Lett.110, 244302 (2013)

3601

フィールドミルによる雷放電観測の検討

Study on lightning observation by using electric field mill

EE05 大野淳之介
指導教員 山下幸三

1. 背景

近年、積乱雲に伴う豪雨や雷害が世界各国で報告されている。気象災害の低減には、積乱雲の形成の早期検知は必要不可欠であると考えられる。

先行研究では、電磁界計測と雷放電観測に基づいた降雨予測が検討されている。積乱雲形成に寄与する上昇気流の強さを表す指標として、雷データの有用性が示されている[1]。

2. 研究目的

本研究は、積乱雲の発生初期に生じる電磁界放射の弱い雷放電検知法を検討するものである。本年度は、地上静電界計測に基づいた雷放電検知を検討する。

3. 観測システム

本研究では2種のデータを用いた。一つは地上静電界データである。計測器として Boltek 社製フィールドミル(型番:EFM-100)を用い、東京都町田市に設置した。表1に概要を示す。

表1 Boltek 社製フィールドミルの概要

羽根の枚数	6
回転数 [s ⁻¹]	30
時定数 [ms]	5.6
サンプル周期 [ms]	50

もう一つは全国雷観測ネットワーク(JLDN)による雷データである。JLDN は全国 30 か所に設置した電磁界センサー網を用い、落雷の位置・極性・ピーク電流を導出している。落雷の検出率は 90%以上、観測対象域における位置推定精度は 500m である。

4. 結果・考察

本研究では、2014年9月6日13:00 [JST]以降に神奈川県海老名市上空で発生した積乱雲を解析対象とした。同時刻帯における地上静電界データと雷データを比較した結果を図.1に示す。

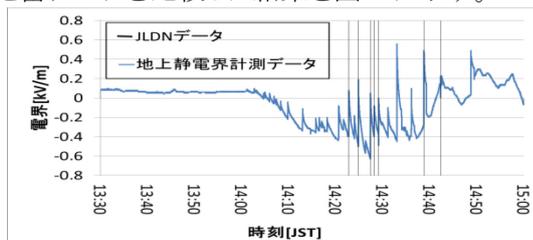


図.1 2014年9月6日13:30-15:00 [JST]における地上静電界データと JLDN による落雷検知時刻の比較結果

地上静電界データでは、JLDN で落雷が検知されたイベントに加え、JLDN で未検知のパルスも確認されている。これらは、JLDN では解析対象外となった電磁放射の弱い落雷、もしくは雲放電によるものと考えられる。

また、JLDN により導出されたピーク電流値 I_p [A] から観測点における地上静電界強度 E_{calc} [V/m]を算出し、本観測で得られた地上静電界強度 E_{EFM} [V/m]との比較を行った。 E_{calc} [V/m]の算出式を式(1)に示す。ただし、放電路長を h [m]、放電の時定数を τ [s]、中和電荷量を $Q=I\tau$ [C]、放電位置から観測点までの距離を d [m]としている。

$$|E_{calc}| = \frac{2|Q|h}{4\pi\epsilon_0(d^2 + h^2)^{3/2}} [V/m] \quad (1)$$

比較結果を図.2に示す。外れ値となる1イベントを除くと両データの相関係数 $R=0.657$ となり、やや相関があることが確認できた。雷位置データを併用した単点での地上静電界計測による雷の中和電荷量推定の可能性を示したのと考えられる。ただし、今回の解析では時定数と放電路長は定数とし、また9イベントしか解析していないことから詳細な検証が必要である。

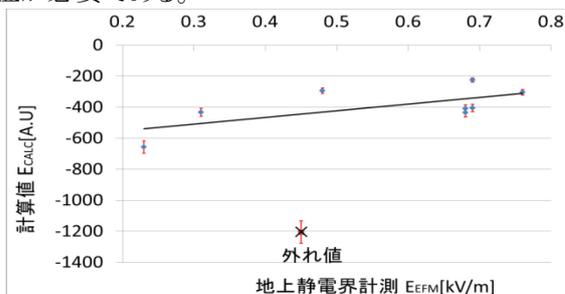


図.2 地上静電界計測と JLDN の電流値データを電界に計算した結果の比較

5. 今後の課題

本稿では地上静電界データと電磁界計測に基づいた雷データを比較し、前者の静電界強度と後者のピーク電流値の間にやや相関関係があることを確認した。今後、解析イベント数を増やすと共に、解析手法を精査する必要がある。

文献

- [1] Mansell, E.R., Ziegler, C.L., MacGorman, D.R., "A lightning data assimilation technique for mesoscale forecast models", Mon. Weather Rev. 135, 1732-1748, (2007)
- [2] 阪井陸真, "多地点電場観測網による積乱雲の電荷構造の推定", 北海道大学大学院理学院 宇宙理学専攻, pp12-13, (2014)

3602

地上静電界計測と VLF 帯電界計測の併用による雷観測の初期結果

Initial result of lightning observation with the combination of electrostatic measurement and radio observation in VLF band

EE15 小嶋春輝 EE20 小森安登
指導教員 山下幸三

1. 背景・目的

近年、電子機器は小型化、高集積化が進む一方で、雷サージ耐性の低下が懸念されている[1]。従来から問題となってきた落雷に伴う直撃雷に加え、雲内の放電(以下、雲放電)からの電磁界放射を原因とする誘導雷による損傷被害は拡大する傾向にあり、その対策は急務である。

従来の雷観測のほとんどは、放電規模が大きく、計測が容易な落雷を主対象としている。放電規模が小さく、電磁界放射の弱い雲放電の観測は研究段階にある。先行研究では LF 帯以上の周波数帯に着目した高サンプリングレート(数 MHz 以上)での電磁界観測により、雲放電検出が可能な高感度雷観測を実現している。上記技術の社会実装における大きな課題は高い観測コストである。本研究では、地上静電界計測と VLF 帯電磁界計測を組み合わせ、高感度雷観測に適用する電界計測の低サンプリングレートを検証する。

2. 雷観測

本研究では地上静電界計測と電磁界計測を組合せたシステムを稼働させ、動作検証を実施した。

2.1 スローアンテナシステム

落雷や雲放電に伴う地上静電界変動の高感度計測を目的とし、東京都町田市にスローアンテナシステムを構築した。センサーは2枚の平板から構成される。本研究では、雨滴に含まれた電荷による信号発生を抑制するため、上部の GND 板で下部のセンサー板を覆う形状とした。

センサーで検知された信号は RC 並列回路(時定数 $\tau = 0.1$ s)を介し、増幅回路より出力される。データ記録におけるサンプリング周波数は 100 kHz である。

2.2 VLF 帯電界計測システム

落雷や雲放電からの電磁界放射の計測を目的とし、VLF 帯に主題を置いた電界計測を実施した。計測システムはダイポールアンテナ、信号増幅回路、GPS 受信器から構成される。観測周波数帯は 0.5-50 kHz、データ記録のサンプリング周波数は 100 kHz である。

今年度は、千葉県千葉市に新しい観測拠点を構築した。雷位置推定では、雷信号の各観測点への到来時刻の差を用いる Time-of-arrival(TOA)法を適用した。

3. 結果・考察

2016 年 8 月下旬よりスローアンテナシステムと

VLF 帯電磁界計測の同時計測を実施した。図 1 は、2016 年 9 月 8 日 14:22:30[JST]に発生した雷位置の推定結果である。図中の点線は、各観測点における雷信号の到来時刻差を生み出す地点の集合である。各線の交点が雷位置として推定される。

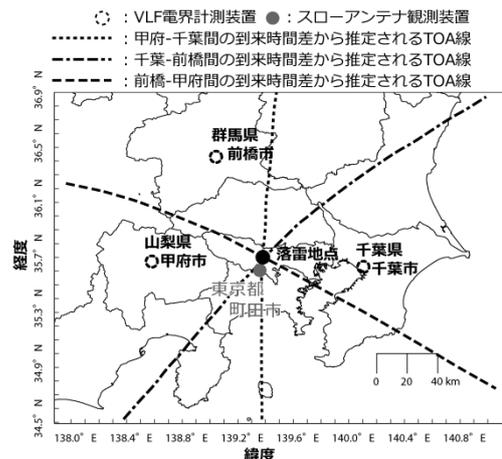


図 1 2016 年 9 月 8 日 14:22:30[JST]に発生した雷位置の推定結果

図 2 は 9 月 8 日 14:22:30[JST]における東京都町田市での地上静電界変動(破線)と、千葉県千葉市での VLF 帯電界波形(実線)である。両者に時刻的一致(時刻 $t=0.07\sim 0.08$ s, $0.14\sim 0.15$ s)が見られ、同時計測は成功したものと考えられる。

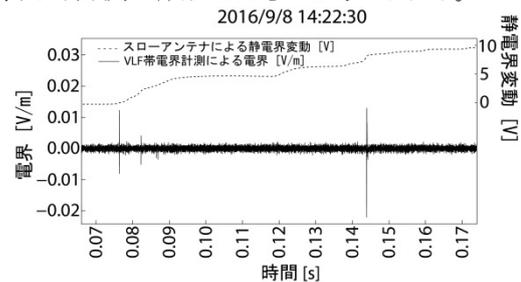


図 2 2016 年 9 月 8 日 14:22:30[JST]に取得された町田市における地上静電界変動と、千葉市における VLF 帯鉛直電界波形

4. まとめ

2016 年 8 月下旬より、地上静電界計測と電磁界計測を組合せた雷観測システムの試験運用を実施した。2016 年 9 月 8 日には東京都町田市上空で発生した雷活動の同時観測に成功した。今後、さらに解析を進め、両者の検出感度の比較等を実施する予定である。

文献

[1] 柳川俊一, “よくわかる雷サージ対策技術”, 日刊工業新聞, pp20-21, (Aug, 2015)

3604

電力回収を目的とした家電製品からの伝導性ノイズの測定

Measurement of conductive noise emitted from consumer electronics for energy scavenging

EE23 清水鏡介
指導教員 山下幸三

1. 背景

近年、センサーや通信機器の小型化、省電力化が進んだことにより、多数のセンサーノードを用いて周囲環境の遠隔監視を可能とするセンサーネットワーク(以下、SN)構築が検討されている。SN構築の大きな課題は、ノードへの電力確保である。現在、生活環境下に潜在する熱や光エネルギーから電力を回収する環境発電が注目されている。

環境発電の大きな課題は周囲環境の変化により、電力回収量が大きく変動してしまう点にある。近年では、エネルギー密度は微小だが常に一定の電力回収が見込める環境中の電磁波に着目した環境発電が期待されている[1]。

2. 目的

本研究の目的は、住環境の電気製品から定常的に破棄される伝導性ノイズに着目した電力回収・利用の検討である。伝導性ノイズの電力量は小さいが常時一定の電力回収が期待できる。センサーノードへの電力供給に有効だと考えられる。

3. 電力回収システム

本研究では、機器のフレームグラウンドに流れる電流を伝導性ノイズとして扱った。電力回収回路の回路図を図1に示す。

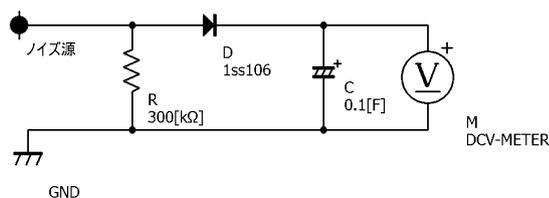


図1 電力回収回路 回路図

電力回収回路は抵抗、ダイオード、コンデンサ、テスターで構成されている。初めにノイズ源から伝導性ノイズが供給される。次に伝導性ノイズを抵抗にて起電力に変換する。ダイオードにて電圧を半波整流し、コンデンサに充電する。そしてコンデンサへの充電電圧をテスターにて計測し、PCにて記録する。なおテスターとPCは光通信で接続されているため回路に対し影響はないと考える。回路素子の値は $C=0.1[F]$ 、 $R=300[k\Omega]$ として設計した。また、電力回収回路の時定数を(1)式に、充電電圧 V_C の理論式を(2)式に示す。また、等価回路を図2に示す。

$$\tau = CR = 30000[s] \dots (1)$$

$$V_C = I_0 \cdot R \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right\} \dots (2)$$

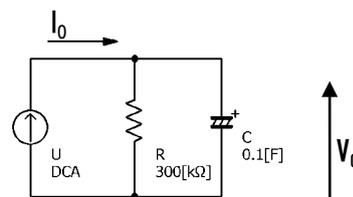


図2 電力回収回路の等価回路

4. 結果・考察

住環境に多数存在し、常時稼働している電気機器としてデスクトップ PC に着目し、伝導性ノイズの回収を検討した。

本研究では PC の電源ユニット(型番: SST-ST60F-PS)を対象に充電実験を行った。電力回収回路を PC のアース端子と GND 間に接続した。結果を図3に示す。

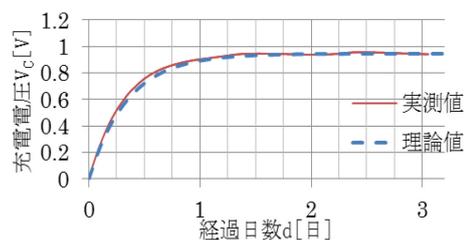


図3 充電応答波形

充電開始から 32 時間で定常状態となり、充電電圧 $V_C=0.947V$ を確認した。また充電電圧の実測値と理論式との比較を行った。この際、理論式において $V_C=I_0 \cdot R$ とした。結果、ほぼ設計通りの時定数を確認した。

また伝導性ノイズによる充電電力を用いて、昇圧回路(型番:LTC3108)の駆動を検証した。約 45 分の充電により、昇圧回路が駆動することを確認した。

5. 今後の発展

今後は、測定対象とする電気機器を増やし、伝導性ノイズ源として適切な機器の選定、伝導性ノイズ源となる部品の考察を行う。また、充電電力による昇圧回路の稼働を確認している。今後は、通信機器の動作確認を実施する。

文献

- [1] 成畑徳浩, 佐藤祐樹, 幸野奨, 吉野純一, 山下幸三, “住空間の電界に着目した電力回収システムにおける受信部と充電部の検討,” サレジオ工業高等専門学校研究紀要, 第 41 号, pp.21-24, 2013

3605

ソフトウェア無線を用いた電磁環境調査

Investigation of electromagnetic environment based on Software-Defined Radio

EE27 瀬戸亮

指導教員 山下幸三

1. 研究背景

近年、周囲環境のリアルタイム監視を可能とするセンサーネットワーク(以下、SN)構築が、農業・医療・工場・流通等の様々な分野で検討されている。SN構築における大きな課題は、SNを構成するセンサー、通信機器の稼働に必要な電源確保である。既に生活環境下にある光・熱・電磁波などをエネルギー源とした環境発電の応用が検討されている[1]。

光や熱をエネルギー源とした環境発電は、他のエネルギー源を用いた手法と比べて相対的に大きな電力確保が可能である。しかし、周囲環境により発電量に変動が生じる点が課題である。電磁波に着目した環境発電は、エネルギー量は微弱だが時間変動が小さく、常時一定の電力回収が期待される。既に、ラジオ・テレビの放送波や携帯電話の通信波に着目した電力回収が検討されている。

2. 目的

本研究では、生活空間中に漂う電磁波からの電力回収を目的とし、ソフトウェア無線(Software Defined Radio, 以下 SDR)を用いた電磁環境の簡易評価システムを新たに構築する。本稿では、主に AM ラジオ波や標準電波が含まれる kHz 帯を主たる計測帯域とし、特定周波数における電磁界強度の時間変化の評価法を検討する。

3. 計測システム

本研究で構築した、電磁環境評価システムの概要を図 1 に示す。受信部をダイポールアンテナ(長さ:60cm)、データ記録計として SDR とノート PC を用いた。

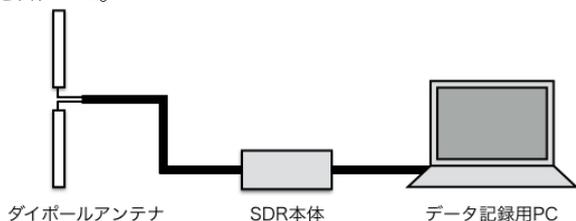


図 1: SDR を用いた電磁環境評価システムの概要

SDR は単一機器で A/D・D/A 変換や信号処理の設定変更を可能とするものである[2]。今回使用した SDR(型番:SDR-IQ)は、分解能 14bit、観測帯域 500Hz-30MHz での電磁界計測を可能とするものである。上記システムにおいては SDR を A/D 変換やスペクトル計算を担う機器として用いている。

4. 結果・考察

計測対象を AM ラジオ波(954 kHz)に設定し、SDR を用いた電磁ノイズ計測の 24 時間変動を評価した結果を図 2 に示す。計測期間は、2017 年 1 月 12 日 16:47-1 月 13 日 15:47、計測場所は研究室(窓ガラスにアンテナを固定)である。

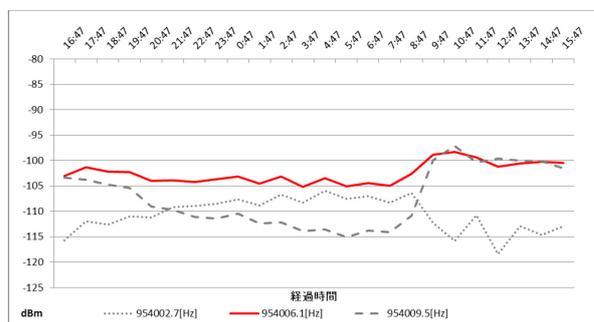


図 2: AM ラジオ波(954[kHz])の 24 時間変動の評価

表 1: 24 時間計測データの変動量評価

平均 μ	-102.50[dBm]
標準偏差 σ	2.0375[dBm]

計測結果より、最大強度を示した 954006[Hz] では、平均的な強度が -102.50[dBm]、標準偏差がその 2%以下の 2.0375[dBm]となった。空間中に漂う AM ラジオ波は時間変動性が低く、電力回収の課題である「安定した電力」の供給において有効であることを示したものと考えられる。しかし、電力量は微弱であり、今後は、アンテナ設計の見直しなどが必要不可欠であると考えられる。

5. まとめ・今後の発展

本研究では SDR を用いた簡便な電磁ノイズ評価を構築した。計測の一例として AM ラジオ波(954 kHz)の電磁界強度の時間変化を計測した。

課題として、電磁波の受信強度が微弱であることが挙げられる。今後は観測周波数を増やすと共に、実効サイズを考慮したアンテナ設計に取り組む予定である。

文 献

- [1] Paradiso, J. A. and T. Starmer, Energy Scavenging for Mobile and Wireless Electronics, Pervasive Computing, IEEE, 2005
- [2] 山本衛, USB2.0 接続, オープンなハードウェア&ソフトウェアで DC~5.9GHz まで送受信! GNU Radio と USRP で始めるソフトウェア無線, RF ワールド: 無線と高周波の技術解説マガジン, 10 号, pp.79-92, 2010

3606

簡易雷サージ検出システムの開発

Development of simple system for surge detection

EE29 田中健太郎
指導教員 山下幸三

1. 背景

近年、電子機器は高性能化・高集積化によるサージ耐性の低下が懸念されている[1]。雷電流は、電線やアース線等を介して雷サージとして電子機器に流入する。社会インフラとしての重要性が今後高くなってゆく情報通信機器の安定稼働において、雷サージ対策は喫緊の課題である。

2. 研究目的

本研究は、これまで観測対象外となっていた比較的弱い雷サージの検知、機器損傷への影響の把握を目指すものである。2015 年度より本格稼働した関東圏雷観測網と同期した雷サージ検出システムを新規開発し、雷放電の規模や距離と、雷サージの発生条件を考察する。本年度は雷サージ検出が可能な廉価な計測器の設計に取り組む。

3. 装置設計・製作

本稿で検討した雷サージ検知器のブロック図を図 1 に示す。アースから侵入するサージ電圧のピーク電圧をピークホールド回路で保持し、小型マイコンでの低レートサンプリングを可能とする。



図 1 簡易サージ検出器のブロック図

3-1. ピークホールド回路

入力信号として波頭長:1.2 μ s 波尾長:50 μ s の標準雷インパルス波形を想定し、回路計算ソフト LTspice を用いピークホールド回路を設計した。

回路図を図 2 に、ピークホールド回路の入出力波形の計算結果を図 3 に示す。約 0.8 秒のインパルス波形保持を確認した。ピークホールド回路の適用により、10Hz 程度の低レートサンプリングレートでのサージ捕捉が可能となったと考えられる。

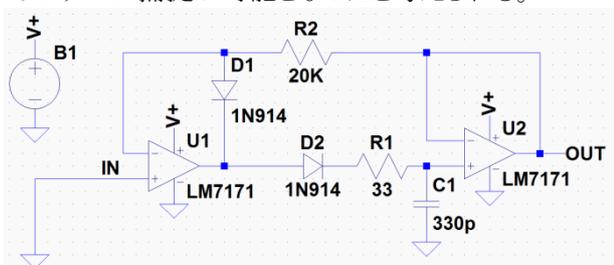


図 2 設計したピークホールド回路図

製作回路の動作検証のため、バンデグラフの放電を入力インパルス信号とした試験環境を構築した。結果、波形保持が確認できた。

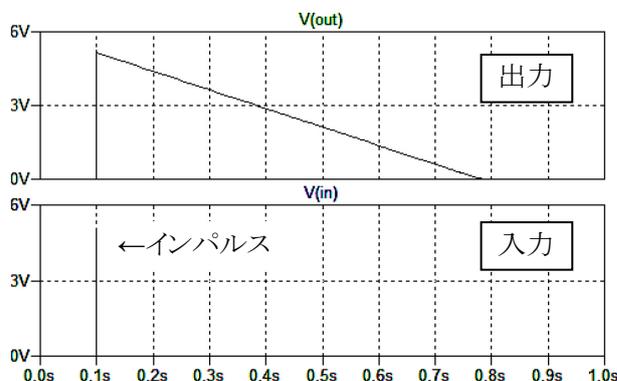


図 3 ピークホールド回路のシミュレーション結果

3-2. データロガー

ピークホールド回路の出力波形に対するデータ記録計として故障時の機器交換コストが低い小型マイコン(Arduino Uno R3)を用いた。また、データ記録の為の SD カードモジュール(型番:103030005)と、多点観測時に必要な時刻精度保証のため GPS モジュール(型番:GYSDMAXB)を取り付けた。データ処理の流れを図 4 に示す。

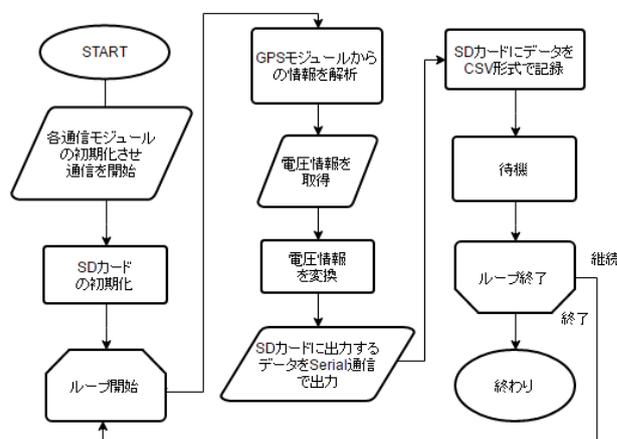


図 4 データ記録の処理フロー

4. まとめ・今後の発展

本研究では雷サージ検出システムを構成するピークホールド回路とデータロガーの設計・製作を実施した。前者は動作試験により波形保持を確認できた。後者は、今後予定している多点観測に向けて時刻同期が可能なデータ記録処理を検討した。今後、回路とロガーを組み合わせた動作試験を行うと共に、波形保持時間の評価が可能な動作試験環境の構築を検討する必要があると考えられる。

文献

[1] 柳川俊一, よくわかる雷サージ対策, 日刊工業新聞社, pp.13-18 (2015)

3701

選択高調波除去方式 PWM インバータに関する検討

Study on Selected Harmonic Elimination-type PWM Inverter

EE07 勝田鷹志

EE26 関田大樹

指導教員 渡邊聡

1. 緒言

現在、直交変換を行うインバータは鉄道車両や自動車、家庭用電気器など生活に欠かせない様々な機器に用いられている。しかし、インバータが直流から生成する交流波形は矩形波のためその出力は高調波成分を含んでおり、電車の中高速域のように高い電圧が必要な、1パルスモード(定電圧)で駆動されるタイミングが多く存在する負荷では出力電圧波形に多くの低次高調波成分が含まれる。負荷が誘導電動機の場合にはトルクの脈動や損失の増加につながる。そこで、インバータ出力の矩形波を特定の角度で転流させ変調させることで、刻み数に応じた高調波成分を除去する選択高調波除去方式(同期式)^[1]に注目し、刻み数を増やした時の高調波含有率の算出を行う。本研究では、選択高調波除去方式 PWM インバータの出力に含まれる高調波について負荷を誘導電動機とした場合の理論値を、誘導電動機のモデル機を特性測定より定数算出し求め、実測値との比較及び評価を行う。

2. 誘導電動機における高調波含有率の理論値算出及び実測結果

誘導電動機の特性試験及び L 型等価回路より各高調波次数の相電流を求め(1)式を用いて、誘導電動機を負荷とした場合の高調波含有率の理論値を算出した。基本周波数は 10Hz で(1)式より基本波を 1 としたときの割合を表している。

$$\text{高調波含有率} = \frac{I_{1n}'}{I_{11}'} \cdot \dots \cdot (1)$$

n: 高調波次数 I_{11}' : 基本波の相電流
 I_{1n}' : n 次高調波の相電流

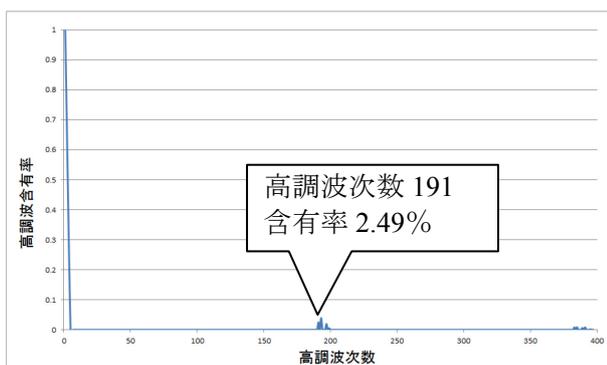


図 1. 刻み数 62 における高調波含有率の理論値

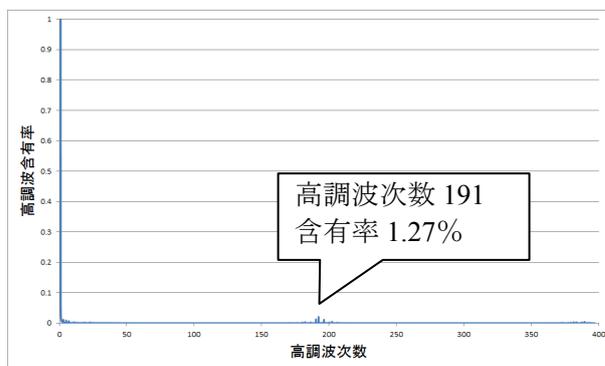


図 2. 刻み数 62 における高調波含有率の実測値



図 3. 誘導電動機の電流波形(刻み数 62)

3. 理論値と実測値の高調波含有率

本研究で算出した理論値と実測値の比較を行った結果ほぼ一致し、高調波を除去した際に残留高調波が減衰していることが確認できた。

4. 結言

誘導電動機の定数を測定し、さらに実機の電流波形の高調波含有率が理論値と一致することを確認した。抵抗負荷時では低次高調波除去後の残留高調波が現れるが、誘導機負荷時においては、刻み数を増やすことで高次の残留高調波が減衰し高調波含有率及びひずみ率が低減したと考える。

選択高調波除去方式(同期式) PWM インバータは、刻み数に応じた高調波を低次から除去することができる。誘導性負荷時での電流波形は残留する高次高調波が低減し、ひずみ率も低減することができる。今後、半導体の性能が向上し、さらに精密な転流角度の指定が可能になった場合、さらなる波形の改善が期待できると考える。

文献

[1] 宮部実, 近藤稔, “低次高調波消去インバータ波形による電車で誘導電動機の損失低減”, 鉄道総合技術研究所, (May 2010)

3702

ガソリン車を電気自動車化した際の特性測定

Electrical Characteristics Measurement when Gasoline-powered Car is Converted into Electric Vehicle

EE21 坂本航

EE43 渡邊裕貴

指導教員 渡邊聡

1. 緒言

近年、電気自動車のためのインフラ整備の加速や税金などの維持費での優位性、またバッテリーやモータ技術の進化などによる影響を受け、電気自動車の製品化が急速に普及しつつある。これらからガソリンとエンジンを動力源とした移動手段からバッテリーとモータを用いたものに今後さらに遷移していくものと予想される。現在、ガソリン自動車はスポーツ走行や積載、牽引を目的とした高出力・高スペックのものから、女性や高齢者が取扱いやすいようなコスト重視の小型低出力・低スペックのものまで様々である。よってこれが電気自動車となった際にも、使用者のニーズに合わせて対応し必要最低限の機能・性能にすることでコストの低減、電気自動車の普及につながると考えられる。そこで、既存のガソリン車のエンジンをモータに置き換えることにより、発展途上国などで、環境対策になると考える。ここでは、既存の小型ガソリン車を電気自動車化した際の走行中の基本特性を得るために、実験・計測を行い電動化へのシステムを検討する。

2. 車両概要

表1 主な車体の仕様

メーカー	MG
車体名	MIDGET1500
生産国	イギリス
車体寸法[mm]	3,585×1,360×1,235
車体重量[kg]	817
駆動方式	FR
変速機	MT4速



図1 使用した車体の写真

3. 車両メンテナンス

車両の駆動用電源は短絡事故や計測時の安全対策に細心の注意が必要である。そこで、各部においてブレーカを設け、過電流時に回路を遮断するようにした。車両整備では、ブレーキシリンダの漏

れを確認したので整備を行った。

4. 計測

ガソリンエンジンをモータに置き換える際、既存の機械的駆動部分を考慮し電気設計を行う必要がある。そこで、本試験では図2のように測定箇所を分割し、各部分での損失を導出した。

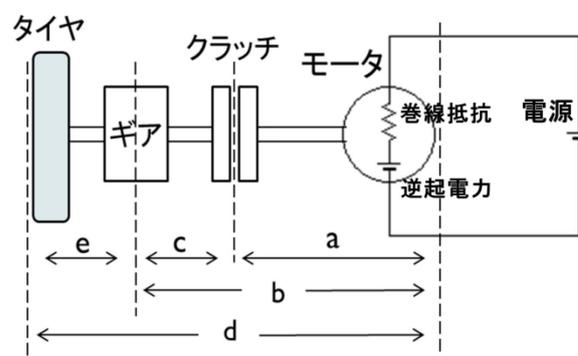


図2.モータから駆動タイヤ間の簡略図

5. 結果

表2 10[km/h]時の各特性

電圧 V[V]	変速ギヤ	スピード [km/h]	電力 P[W]
50	4速	10	141
100	2速	10	281
150	1速	10	362

表2は、バッテリー電圧に対する各変速ギヤ時の車速と入力電力の特性において、10[km/h]の部分を抜き出したものである。表より、低トルク時では、電圧による速度制御よりギヤを変化させた場合のほうが消費電力を抑えられることがわかる。

6. 結言

自動車の駆動部の機械的な損失を確認することができた。車両は多様な路面を走行するが、限られた場所での走行にはパワーエレクトロニクスの制御を用いずにマニュアルミッションとバッテリーの直並列可変による速度制御も有効であると考えられる。

文献

[1]MUDGET 1500 1975 to1977PartsBook BLAMSERV (1975)

3703

誘導型磁気浮上推進装置の試作研究

Experimental Study of Induction-type Magnetic Levitation Propulsion Device

EE34 中村翔大

EE42 藪田智朗

指導教員 渡邊聡

1. 緒言

現在多くの工場で使用されている物品の運搬装置には、ベルトコンベア等のモータを原動力とした電動機駆動システムが広く利用されている。しかし、このシステムではモータやギアをはじめとした様々な箇所に摩擦を生じさせ部品の摩耗による粉塵や、装置の潤滑剤や手入れに使われる機械油の揮発など、衛星環境面に様々な問題を引き起こす。

そこで本研究ではクリーンルームなど特殊環境下での運搬装置として、誘導反発による磁気浮上を利用した非接触の運搬装置を提案し、実用化研究を行う。汎用性拡大を目指して、センサを用いた動作時の円盤の位置の検出、動作中での停止、右左折の切り替えを提案し、実験的に検討を行う。

2. 原理

浮上原理

ある1枚の非鉄金属円盤下にあるコイルに交流電流 I_1 を流すと右ネジの法則に従った磁束 ϕ_a が発生する。この磁束 ϕ_a が円盤を通過した時、電磁誘導作用により円盤には渦電流 I_2 が生じる。この渦電流 I_2 より右ネジの法則に従った磁束 ϕ_b が生じる。この結果、コイルより生じた磁束 ϕ_a と円盤から生じた磁束 ϕ_b との間で斥力が生じる。

推進原理

三相交流を用いてコイルを運用する場合、U→V→W の相順に従って移動磁界を発生させる。線的な移動磁界を発生させる場合には相順に合ったコイルを順番に配置すれば良い。しかしそのようにすると横からの力ですぐ脱線してしまう。しかし図1の配置にすることで外側から内側に向かう移動磁界も発生するような配置になり、移動させる円盤の脱線を防ぐことができる。

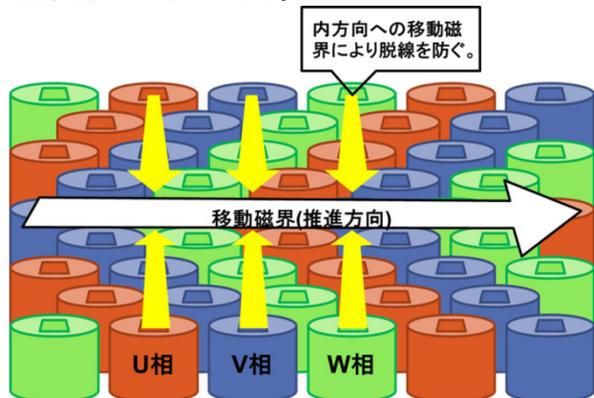


図1 直進状態での推進原理

3. 相配置の切り替え

本研究装置の1パネル分にリレー回路を図2のように設置していくことにより相の配置を切り替え、推進方向を変化させた。

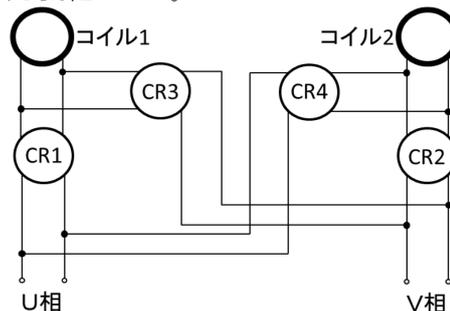


図2 コイルの相切り替え例

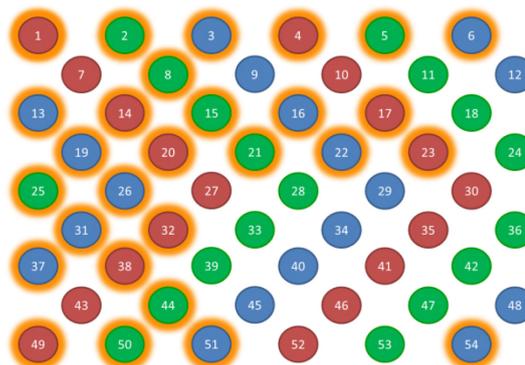


図3 コイル切り替え場所

図3のだいたい色で囲われたところがコイルを切り替えるところである。例としてまず直進配置に1番コイルをU相、2番コイルをV相とするとCR1、CR2のリレー回路をONにし、CR3、CR4のリレー回路をOFFにすればよい。次に変換する配置に1番コイルをV相、2番コイルをU相とするとCR3、CR4のリレー回路をONにし、CR1、CR2をOFFにすればよい。このような配線を他の切り替えるコイル1つ1つに組み込むことによって、PCからの信号でパネルの配線を変化させることが可能である。

4. 結言

提案したリレー回路でコイルの相を切り替えることにより1つのパネルで直進方向、曲進方向、停止方向へと推進方向を変えることができた。これによって1つのパネルを置くだけでどの方向へも推進できるため、このパネルを増やすことで移動範囲が広がり、格段と拡張性が向上することができる。

文献

[1] 藏野玄和、誘導型磁気浮上推進装置の試作研究、平成27年度サレジオ工業高等専門学校卒業論文、pp.28-32

3901

モンゴル高専との学生共同による M2M 技術を活用した多段式水耕栽培機の製作

Production of Hydroponic Culture by using the M2M system Collaboration with Mongol Kosen

EE01 有福 修

指導教員 伊藤光雅

1. 緒言

モンゴルは、大陸性気候であり年間を通して乾燥している。そのため、栽培できる野菜や期間が、限られている。また、人口密度は 1km^2 当たり 1.9 人で極めて低く、労働力が限られている。したがって、モンゴルでは、多くの労力を使わず効率的な野菜の栽培が求められている。

そこで、本研究は、環境に左右されず、野菜を安定的に供給することが可能な水耕栽培^[1]に着目した。環境の計測と制御は、M2M 技術を用いた。

本研究では、M2M 技術を用いた多段式水耕栽培機を製作し、本機における XBee を用いた通信方法を検証した。

2. 研究のアプローチ

2.1 多段式水耕栽培機の概要

本研究で製作した多段式水耕栽培機は、効率的な野菜の栽培を目指し、栽培環境の計測および制御に M2M 技術を用いた。M2M 技術を用いた本機の特徴は、下記の 3 点である。

- M2M 技術により PC による一括管理が可能。
- 装置の規模の拡張を容易にすることで、既存の閉鎖施設への導入に対応。
- 低価格なデバイスを利用することで故障・不良時に対応。

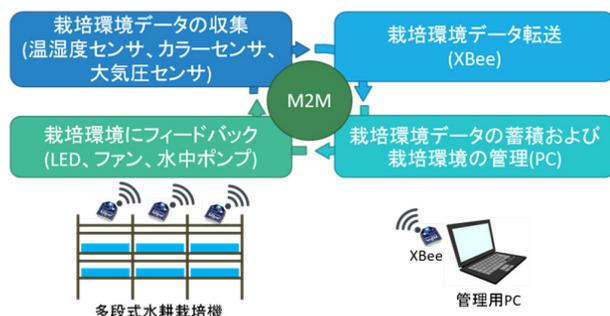
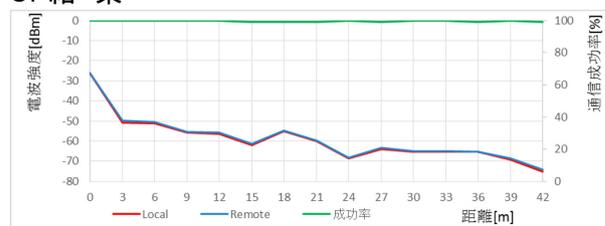


図1 M2M 技術を活用した多段式水耕栽培機

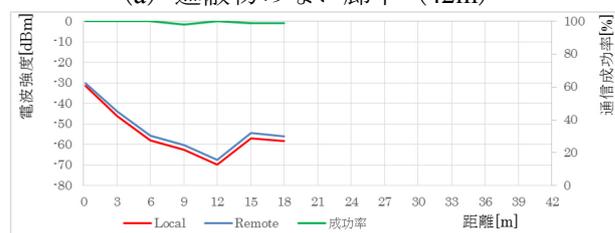
2.2 電波強度と通信成功率の測定

本機の無線モジュールには XBee を用いている。規模の拡張にともなった使用環境を想定し、3m 間隔の距離にて 100 回ずつ送受信を行った。その際、電波強度の平均と通信成功率を測定した。測定には、PC に接続されたローカル側とリモート側の二つの XBee を用いた。場所は閉鎖空間を想定した遮蔽物のない 42m の廊下と閉鎖空間外からの管理を想定した遮蔽物のある 18m の実験室で実施した。

3. 結果



(a) 遮蔽物のない廊下 (42m)



(b) 遮蔽物のある実験室 (18m)

図2 電波強度と通信成功率の測定結果

4. 結言

図2より、計測された電波強度は、直接波と反射波の搬送波の位相差により変動している。本測定での電波強度の最低値は -75dBm であった。XBee の受信感度は、仕様上 -92dBm である。そのため、計測された通信成功率は図2より、どちらも 98% 以上であった。

水耕栽培機は固定通信のため、あらかじめ設置する位置や高さを調節することでヌル・ポイントを避けることができる。また、通信距離は、中継ルータを用いたマルチホップ通信により拡大できる。以上より、水耕栽培施設における XBee を用いた M2M 技術は十分に活用できることが明らかとなった。

5. 今後の発展

今後は、栽培環境における温度、湿度、水温などの制御対象を増加させると共に、水耕栽培機を改良する。また、本研究では、シングルホップ通信を行った。そのため、マルチホップ通信により、水耕栽培機の拡張に伴ったセンサネットワークの構築が必要である。

文献

- [1] 高辻正基・森康裕, “LED 植物工場,” 日刊工業新聞社, pp.2-9, (Jan.2011)

3902

モンゴル高専との連携による Amazon Web Service を用いた水耕栽培システムの構築

A Joint Research between Salesian Polytechnic Tokyo and Mongol KOSEN on Development of Hydroponic system using the Amazon Web Service

EE10 上脇優人
指導教員 伊藤光雅

1. 緒言

モンゴル国は、夏季に気温 30℃、冬季に気温 -30℃と年間を通じて気温が安定しない。また、大陸性気候であり、乾燥している。その為、モンゴル国における安定的な野菜生産は、困難である。

そこで、本研究では屋内にて環境制御可能な水耕栽培に着目した。本研究は、下記の 2 点を主目的として実施した。

- 計画的・安定的な野菜生産を可能とする M2M 技術を用いた自律制御可能な水耕栽培システムを構築する。
- Amazon Web Service(AWS)を活用した環境情報の遠隔監視システムを構築する。

2. 水耕栽培システム

本研究にて構築した水耕栽培システムは、図 1 である。本システムは、Arduino を用いて環境計測・制御を行い、Web カメラを用いて生育状況をモニタリングしている。また、Arduino の制御及び計測情報取得は、コンピュータ上のコントロールパネルにて行う。コントロールパネルは、Python のライブラリである wxPython を用いて製作した。コントロールパネルは、図 2 である。

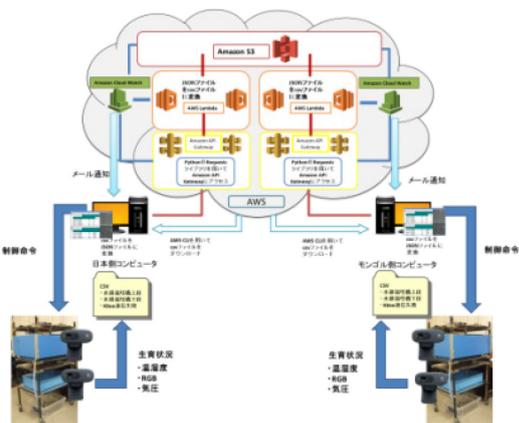


図 1 構築した水耕栽培システム

本システムでは、コントロールパネルによる制御の他、温度及び LED の点灯を自動化している。温度は、計測情報を用い、フィードバック制御をしている。LED の点灯は、コンピュータより取得した時刻情報で制御している。

また、Amazon S3 へは、計測情報を送信している。計測情報送信は、Amazon API Gateway 及び AWS Lambda を用いている。

計測情報取得は、10 分に 1 回。画像情報取得

は、20 分に 1 回。Amazon S3 へのデータ送信は、12 時間に 1 回としている。

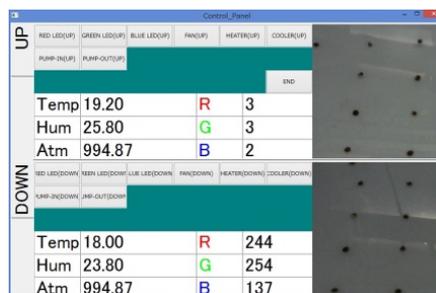


図 2 コントロールパネル

3. 結果及び課題

本研究では、構築した水耕栽培システムを用いて環境計測・制御実験を実施した。本システムを用いた実験結果は、下記の 3 点である。

- 先行研究より多くの計測情報を取得。コントロールパネルにて複数の制御系の制御が可能。
 - Parse から AWS へシステムを移行し、よりセキュアなシステムを構築。
 - 画像処理技術による発芽の判定。
- 本研究の今後の課題は、下記の 2 点である。
- 計測及び制御系の安定動作
 - AWS を用いた 2 国間データ共有

先行研究では、情報の喪失が多々あった。そのため、本研究では、エラー処理を組み込み、命令を短くした。しかし、計測情報がずれ、制御に遅延が生じてしまった。

システムは、完成した。しかし、モンゴル高専側にてアカウント登録が完了していない。モンゴル高専側では、今年度内の運用を目指している。

4. 結言

本研究は、AWS と連携した自律制御可能な水耕栽培システムを構築することを目的として実施した。本システムでは、先行研究より多くの計測情報を取得し、多くの制御系を制御した。本システムは、AWS と連携することにより計測情報の遠隔地管理を可能としている。また、画像情報を画像処理することで本システムにおける画像処理活用の可能性を示した。

本研究は AWS を活用し、遠隔地の水耕栽培機を制御するシステム構築において先駆的な一事例としてその成果を情報発信する。

No.	テーマ (和文)	学生No.	氏名
4576	教育向けモータドライブシステムの開発	5ME01	阿部 柊
		5ME22	高津 一磨
		5ME49	村中 香介
4577	PVモジュール表面における磁界強度分布の解明	5ME03	伊藤 開
4578	臨界角式変位センサの測定感度向上方法の検討	5ME04	井一 颯
4579	高密度電気探査を用いた地下構造の解析-基礎理論を学ぶための教材の研究-	5ME05	内野 裕介
4580	沿岸センサネットワークにおける920MHz帯無線モジュール導入の検討	5ME06	内村 哲也
4581	非接触給電におけるコイル形状と位置の関係	5ME08	小山 和洋
4582	GPS自律制御車の制御部の改善	5ME09	勝又 和輝
4583	ドアノブの接触, 非接触を活用した見守りシステムの検討	5ME10	私市 守
4584	外部電源としてMg電池を用いた電気防食の一検討	5ME11	来住野 慎吾
4585	誘導加熱式間接加熱法を用いた暖房便座装置に関する基礎検討	5ME17	坂口 空
		5ME18	笹井 康佑
		5ME21	鈴木 僚太
4586	情動測定を目的とした生体信号測定器の開発	5ME55	横山 勝拓
		5ME19	澤 蒔音
4587	赤外発光を示すセキュリティインクの作製と赤外線認識システムの構築	5ME19	澤 蒔音
4588	ソレノイドを用いた小型模型射出装置におけるエネルギー変換効率の改善	5ME23	高橋 颯斗
4589	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	5ME25	多田 大希
4590	独立型PVシステムにおける低日射時の自動電力回収システムの一検討	5ME26	立松 龍一
4591	列車模型の先頭形状におけるトンネル微気圧波の圧力値計測	5ME27	田村 彬
4592	誘導加熱時に空間へ放出される熱エネルギーの検討	5ME28	富澤 陽太
4593	沿岸センサネットワークに用いるシステムに関する研究	5ME29	富田 青
4594	アロマテラピーにおける嗜好性と自律神経活動について	5ME31	内藤 柚菜
4595	エア挿入時におけるMg電池の特性に関する検討	5ME32	中込 建人
4596	交流式電気磁気治療による自律神経活動について	5ME33	中村 空美
4597	競技者の動作解析システムにおける位置情報の高精度化	5ME34	新美 遥一郎
4598	圧力と水分量におけるMg電池の特性に関する検討	5ME37	花野 紘平
4599	水熱法により合成した銅添加ヒドロニウムアルナイトの発光強度における原料溶液濃度と徐冷時間の効果	5ME39	菱山 雄飛
4600	センサネットワークを用いた校内学習環境の調査に関する研究	5ME41	藤島 佳祐
4601	マグネシウム空気電池における集電体の材質と構造に関する研究	5ME42	藤田 夏乃介
4602	R.F.マグネトロンスパッタリングと熱処理により作製したFeSi ₂ 膜の熱電特性評価	5ME43	伏見 章吾
4603	クロム添加チタニア粉末の近赤外発光強度におけるクロム添加量の最適化	5ME47	丸山 宏人
4604	種々の炭素材料を用いたMg電池の電気的特性評価	5ME48	三木 克尚
4605	光スキッド法における形状再生方法の検討	5ME50	諸泉 湧
4606	低温域示差熱分析装置の開発	5ME51	八木 勇太
4607	IoTを活用した農業支援システムの研究	5ME52	安永 寿
4608	沿岸センサネットワークにおける水質情報の可視化	5ME54	山田 宏二
4609	IH調理器で加熱する金属板の板厚と発熱分布の関係	5ME56	大森 悠航
4610	スペースフレームで構成したマルチコプターにおける姿勢制御システムの開発	5EE06	大野 秀樹
4611	BOS法による衝撃波の観測に用いる圧力センサーの改良	5EE35	糠信 泰蔵
5308	照明演出におけるレーザーの制御方法の提案 [→情報工学科にて審査]	5ME12	郷原 颯

4576

教育向けモータドライブシステムの開発

A Development of Motor Drive System for Education

ME01 阿部 柊 ME22 高津 一磨 ME49 村中 香介
指導教員 富田 雅史

1. 緒言

現在、モータドライブシステムは、私たちの生活を支える重要な技術となっている。この技術を扱うことができる技術者を育てていくことは、今後の技術発展に大きく寄与できるといえる。しかし、技術の取得には多くの時間が必要となってしまう。

本研究では、様々な技術を効率的に取得するため、体感的に学べる安価なモータドライブシステム実習機を開発し、学習環境の充実を目標とする。

2. 概要

研究対象であるモータドライブシステムは、モータのトルク、回転数をリアルタイムで監視しそれに応じた指令値を与えるシステムである。図1にシステムの構成を示す[1]。

本研究ではモータドライブシステムを用いた効率的な学習が目的となっているため、それぞれの機能ごとに特性を理解できるようにユニット化した。さらに、制御装置は小型で扱いやすい、シングルボード PC の Raspberry Pi を適用しており、プログラムの変更で様々な制御を可能とした。これにより効率的に実習を行えるようになっている[2]。

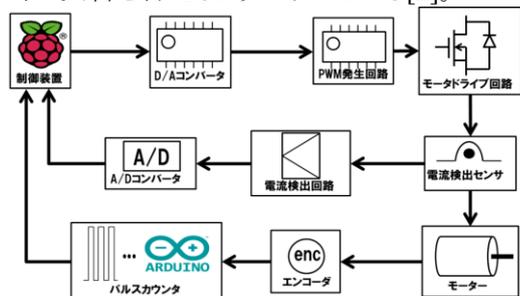


図1 モータドライブシステム全体構成図

先行研究で制御 PC を Raspberry Pi 2 に換装したことによって、パルスカウンタと D/A コンバータの再開発が課題となっていた。本研究では、これら装置の開発とともに、Raspberry Pi 3 へのバージョンアップを図った。

3. 開発した装置の検証

3.1 制御装置のアップグレード

制御 PC を Raspberry Pi 2 から Raspberry Pi 3 へ移行したことにより、CPU が 64bit 対応、動作クロックが 1.2GHz となった。これにより、他デバイスとの通信の高速化や起動時間の短縮化を図ることができた。更に、I²C 通信のテスト、ARCS の導入、

オープンループ制御のプログラム作成と確認までを行い、換装以前よりも更に効率的に実習を行えるようにした。

3.2 DAC ユニットの開発

D/A コンバータをユニットし、製作したユニットの動作確認を行い、プログラム通りの出力が得られたので、正常な動作が確認できた。結果を図 2 に示す。

3.3 パルスカウンタ(PC)の開発

開発したパルスカウンタ(PC)で角度検出と速度検出の動作確認を行った。図 3 より、55[kHz]のパルスまでは正常な動作を確認できた。

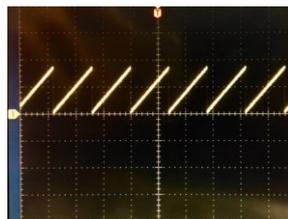


図2 出力結果

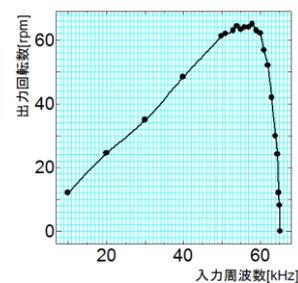


図3 PCの特性図

4. まとめ

制御 PC を Raspberry Pi 3 へ移行し、I²C 通信の有効化、ARCS の導入、オープンループ制御のプログラム作成と動作確認を行った。また、DAC ユニットの開発を行い正常な動作が確認できた。さらに、パルスカウンタの開発では、ソフトウェアの改善を行い、55[kHz]まで対応できる角度検出と速度検出を可能とした。

5. 今後の展望

今後は検出したパルス値を I²C 通信にて Raspberry pi 3 へ入力し、フィードバック制御を可能にする。また、各ユニットのケース作製により、安全性と堅牢性の向上を目指す。

文献

- [1] 神谷直季, 依田文徳, 富田雅史:平成 26 年度 “教育向けモータドライブシステムの開発”, 平成 26 年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会,電子情報通信学会, 2014
- [2] 長田 環:平成 27 年度 卒業論文 “教育向けモータドライブシステムの開発”,平成 27 年度

4577

PV モジュール表面における磁界強度分布の解明

Elucidation on the Magnetic Field Intensity Distribution of PV Module Surface

ME03 伊藤 開
指導教員 米盛 弘信

1. はじめに

近年、再生可能エネルギーを利用した太陽光発電は企業から一般家庭まで広く普及している。しかし、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がっている[1]。先行研究では、PV モジュールがアンテナ化し、電磁波ノイズが放射されていることが明らかになっている[2]。

本研究では、PV モジュールの裏面に高透磁率のフェライト板を設置することでモジュール表面におけるノイズ発散の抑制が可能であるか検討した。

2. 実験方法

2.1 PV 表面の磁界強度分布測定(フェライトなし)

定格 15W の多結晶シリコン PV モジュールに人工太陽より光を照射し、模擬的に発電環境を用意した。磁界測定器は XYZ の三軸計測が可能なものを用いた。PV モジュール表面上の磁界強度は、図 1 の測定範囲内における PV セル間のラインに沿って 4cm 間隔で測定した。

2.2 PV 表面の磁界強度分布測定(フェライトあり)

本実験では、図 1 で示す PV モジュール裏面の位置にフェライト板を設置する。その後、2.1 節と同様に PV 表面の磁界強度分布を測定する。

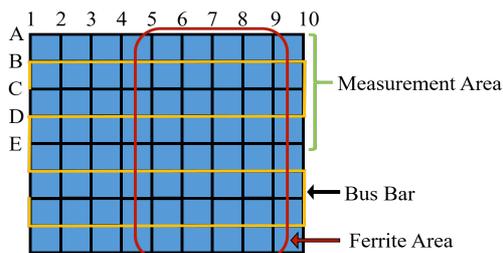


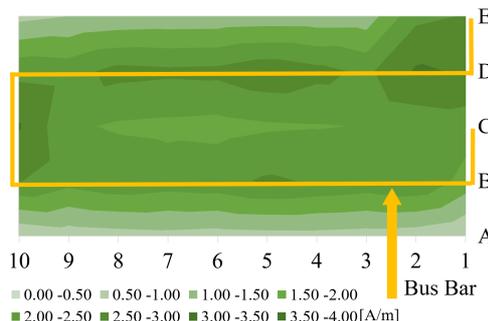
図 1 PV モジュール表面上における測定範囲

3. 実験結果

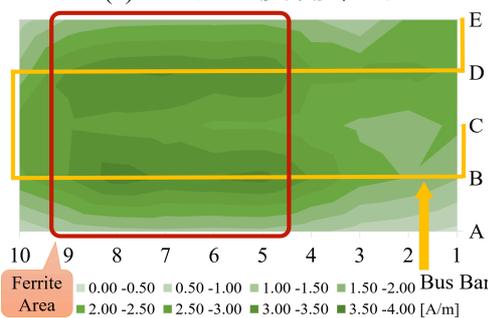
図 2 にフェライト板非設置時と設置時の PV モジュール表面における磁界強度分布を示す。これらは磁界強度を 8 段階に分けて、色が濃く表示されている程、強い磁界強度を示している。図 2(a)より、フェライト板を設置しない場合、磁界強度はバスバーに沿って大きくなっていることがわかる。また、図 2(b)より、フェライト板を設置した場合、フェライト板設置範囲上部の磁界が強くなっていることがわかる。このことから PV モジュール上の磁界がフェライト板に集中していることがわかる。

次に PV モジュール表面の平均磁界強度をフェ

ライト板設置時と非設置時で比較する。非設置時は約 1.84A/m であった。設置時は約 3.27A/m であり、非設置時の約 1.8 倍の平均磁界強度が確認できた。これは、フェライト板非設置時に空間中へ広がっていた磁界がフェライト板を設置することにより PV モジュール表面に集中した結果と考えられる。



(a) フェライト板非設置時



(b) フェライト板設置時

図 2 PV モジュール表面における磁界強度分布

4. まとめ

本研究では、PV モジュールの裏面に高透磁率のフェライト板を設置することで PV モジュール表面におけるノイズ発散の抑制が可能であるか検討した。その結果、フェライト板設置箇所上の磁界強度が強いことから、空間に発散していた磁界をフェライト板が吸収していると考えられる。したがって、PV モジュール裏面にフェライト板を設置することは有効である可能性が高いことを明らかにした。

文献

- [1] 杉下農樹:「周囲のラジオにノイズが！原因は“パネル内配線のアンテナ化”」, 中部電気保安協会 太陽光プロジェクトチーム, 第10回 <http://techon.nikkeibp.co.jp/article/FEATURE/20140603/355862/?ST=msb> (2014)
- [2] 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, pp.39-44 (2000)

4578

臨界角式変位センサの測定感度向上方法の検討

Improvement of measurement sensitivity in the critical angle method sensor

ME04 井一 颯
指導教員 大坪 樹

1. 緒言

精密加工分野の検査工程では、高速走査が可能かつ高い分解能を有する臨界角式変位計による形状検査が注目されている。臨界角法は、高感度を得るために臨界角プリズムでの光線の反射回数を増やしている^[1]。そのため、光学部品のサイズが大きくなりセンサの小型化の妨げになる。さらに光学的に測定感度を増加させた場合、測定範囲が小さくなる。本研究では、測定感度向上の演算方法を提案し、先行研究で実績ある光線追跡シミュレーション^[2]を用いて有効性の検討を行った。

2. センサ出力の演算方法

図1は臨界角式変位計の光学系である。2組の臨界角プリズムを使用することにより測定面の斜面による光束移動を補正する。C.B.S.で光を2分割することにより、対称的に光線を2PDに与えることができる。各2PDの光量を V_A, V_B, V_C, V_D とすると、センサ出力の算出は式(1)で求めることができる。

$$E_1 = \frac{(V_A - V_B) - (V_C - V_D)}{V_A + V_B + V_C + V_D} \quad (1)$$

提案する演算方法は

$$E_2 = \frac{V_A - V_B}{V_A + V_B} - \frac{V_C - V_D}{V_C + V_D} \quad (2)$$

である。出力信号 E_1, E_2 は光源の強度変化や測定面の反射率の変化の影響を除去するため、無次元量にしている。このとき、 $V_A = V_D = k, V_B = V_C = s$ とすると、式(1)、式(2)は

$$E_1 = \frac{k - s}{k + s} \quad (3)$$

$$E_2 = \frac{2(k - s)}{k + s} \quad (4)$$

となる。式(3)、式(4)より提案した演算方法を適用した場合、センサ出力は従来の2倍となる。

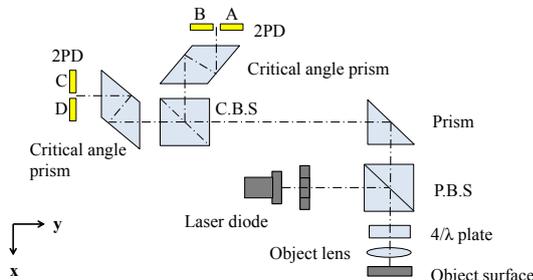


図1 臨界角式変位計

3. 光線追跡手順と受光量計算

表1にシミュレーション条件を示す。本シミュレーションでは、照射光の光量分布を均一な平行光とし、光学部品、測定面、その他すべて理想的なも

のとした。直径 D のレーザの分割数を n 、入射する光線1本あたりの光量を I 、2PDに到達した光線1本あたりの光量を v_i とする。また、臨界角プリズムの反射率 r_{pi} はフレネル係数によって求める。

v_i は臨界角プリズム内で2回反射のするため

$$v_i = r_{pi}^2 \times I \quad (5)$$

となる。各素子の光量は次式で求まる。

$$V_A = \sum_{i=1}^n v_i \quad (6)$$

表1 シミュレーション条件

レーザ直径 D [mm]	$\Phi 1$
レーザの分割数 n	21
1本あたりの光量 I [V]	1
変位 h [μm]	± 100
測定間隔 [μm]	20.0
対物レンズ外径 [mm]	$\Phi 12.7$

4. NAが感度に与える影響

本シミュレーションではNAを0.16から0.24の範囲内で測定感度を評価した。図2はNAが測定感度に与える影響を示している。提案した手法では従来の手法と比較して2倍の測定感度を得ることができた。また、直線性は、従来のものと提案手法で同一であった。

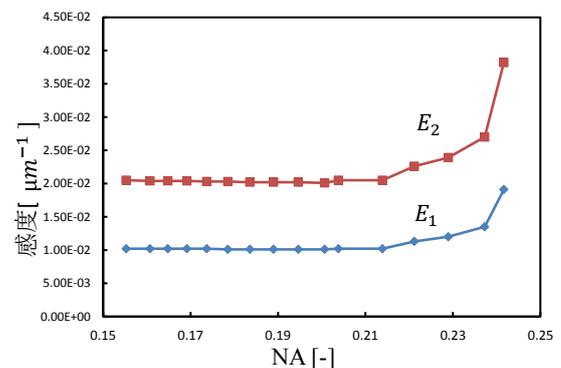


図2 NAが測定感度に与える影響

まとめ

臨界角式変位計における測定感度向上を目的とした演算方法を提案し、直線性を維持したまま測定感度の向上を確認した。また、提案方法により、ワーキングディスタンスの向上の可能性を示した。

文献

- [1] 小沢則他：“非接触光学式微細形状測定ヘッド(HIPOSS-1)”，精密工学会誌，第52巻，第12号，pp.87-88, 1985年
- [2] 大坪樹他：“センサ光学系における調整誤差の定量的特定手法の検討”，長崎大学大学院工学研究科研究報告，第42巻，第79号，pp.9-14, 2012年

4579

高密度電気探査を用いた地下構造の解析-基礎理論を学ぶための教材の研究-

The Analysis of Subsurface Structure using High-Density Electric Survey -A Study of Teaching Materials to Learn Basic Theory-

ME05 内野裕介
指導教員 伊藤光雅

1. 緒言

物理探査とは、私たちの目では直接見ることのできない地下構造を空中や地表で得た物理現象を基に探査する技術である。

物理探査の一つである電気探査は、地盤に電流を流して地盤内に発生する電位の変化を解析して、地質の特長や地下構造を解析する。本探査は、地盤の土木工学的調査、地下水探査、遺構の発掘探査など、非破壊による地下調査を可能とするため広く用いられている。

筒井、他(2010)は、物理探査の学習教材の開発を報告^[1]している。従来の学習教材は、教材準備に労力を要した。本研究では、容易に準備可能な学習教材を製作した。さらに、新たな学習教材による電気探査の基礎理論の理解をアンケート調査による検証をした。

2. 研究のアプローチ

2.1 等電位線の可視化の実験

電気探査の一つである比抵抗法は、電気の流れにくさをグラフィカルに表示することで地下構造を解析する。本実験では、カーボン紙に穴を開けることで電流の流れない部位(抵抗)をつくり、等電位線を計測することで電流の流れを可視化した。

2.2 アルミ・銅板による簡易乾電池の実験

地盤内の造岩鉱物には、有色鉱物に含まれる Fe, Mg, Al, Cu を含む。また地盤内では、含水により、イオンを有している。本実験では、アルミ板と銅板と用いて簡易乾電池をつくることで、地盤内での電流発生原理を理解する。

3. 結果

3.1 等電位線の可視化の実験結果

図1からは、カーボン紙の両端に 1.5V の電圧を印加すると黄色の等電位線を得たことを示している。その結果から予想される電気力線は赤色の矢印である。穴の部分は、抵抗となっている。電気力線は、穴の部分を避けて流れている。

3.2 アルミ・銅板による簡易乾電池の実験結果

図2は、アルミ板、和紙、銅板を1ペアとして簡易乾電池を作り起電力を計測した結果である。実験からは、下述の4つの結果を得た。

- 1) 水溶液の種類により起電力の差を生じる
- 2) レモン水による起電力が高く、最大値 4.06V
- 3) 水による起電力が低く、最大値 0.92V
- 4) ユニット数を増やすと起電力も比例する

4. 課題

本物理探査の学習教材を用いた実験では、実験手順書を用意して被験者 5 名へ実施した。アンケート解析からは、電気探査の基礎理論を理解する上で効果的であるとの回答が優位であった。基礎理論を理解するためには、実験手順書の役割が大きい。今回の研究では、実験手順書の内容の精査まで至っていない。

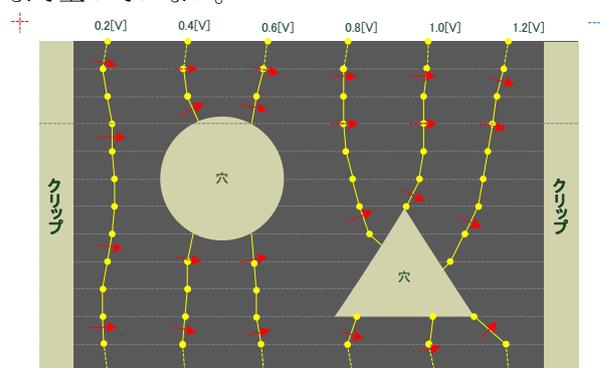


図 1. 実験により測定した等電位線

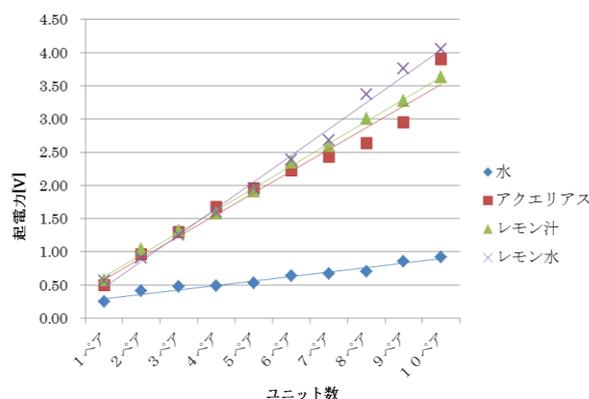


図 2. 実験により測定した起電力

5. 結言

本研究では、学習教材を用いて電気探査の基礎理論を理解する上で効果的であるとの成果を得た。次年度以降は、計測手法を理解するための手動発電機教材や高感度増幅器教材を加えて、実験授業および理科教室としての展開を目指す。

文献

- [1] 筒井智樹、西谷忠師、坂中伸也「秋田大学体験学習教室の理念と物理探査学習教材の開発」物理探査 63(2), pp.141-151, (2010)

謝辞

本研究は、富山大学理学部地球電磁気研究室の協力を受けて実施した。

4580

沿岸センサネットワークにおける920MHz帯無線モジュール導入の検討

Consideration of the Introduction of the 920MHz Band Module in the Coastal Sensor Network

ME06 内村 哲也
指導教員 吉田 将司

1.はじめに

富山湾では河川からの淡水の流入などで複雑な海流が形成されている。海流の時刻変動特性や季節変動特性の解明は漁業、養殖業等に需要がある [1]。本研究室では富山湾沿岸域の環境変化を観測し、予測することを目的として、多点多層で水温等を観測する無線センサネットワークを構築してきた[2]。しかし、測定環境の条件によって、通信障害が発生しデータ受信率が低下していた。その原因の一つとして、現在通信モジュールに 2.4GHz 帯無線モジュールを用いている事が挙げられる。そこで、近年利用が認められた 920MHz 帯無線モジュールに変更することを検討した。本研究では屋外環境での通信実験を行い、その結果を比較検討した。

2.比較実験

今回の実験は、陸上における 2.4GHz 帯モジュール(XBee-PRO)と 920MHz 帯無線モジュール(NECBee)の1対1通信の通信成功率を比較した。一方、海上では XBee-PRO の MeshNetwork と NECBee の 1 対 1 通信の通信成功率を比較した。通信成功率はノードと基地局の 1 時間当たりの通信回数とした。(1)式に計算式を示す。

$$\text{通信成功率}[\%] = \frac{\text{一時間当たりの通信回数}}{360} \times 100 \quad (1)$$

各無線モジュールの送信電力は 10mW に統一した。また、通信環境と通信成功率の関係を検討する為に、気象庁より八王子市と富山市の気温データを取得した[3][4]。陸上伝搬実験はサレジオ高専校舎3階を基地局、ノードを校舎から110m離れた地点に設置した。基地局アンテナ高を5m、ノードのアンテナ高を2mとして2016年9月22日9:00から9月25日3:10までの観測を行った。海上伝搬実験は、富山高専臨海実習場を基地局とし、430m離れた公園にノードを設置した。基地局のアンテナ高を7m、ノードのアンテナ高を1mとし、2016年9月16日8:24から9月18日19:13まで10秒に1回の頻度で通信を行った。実験で使用した各ノードの構成を図1に示す。

3.結果

図2は陸上での実験結果を示す。NECBeeの通信成功率の方が5%~10%程度高いことが分かる。図3は海上での実験結果を示す。NECBeeは9/16

の16:00以降は基地局で受信されなかった。この時、XBee-PROは通信できていることから、制御部に用いたArduino Nanoの動作が原因と考えられる。気象庁の気温データを元に通信成功率の比較を行ったが、気温による通信成功率の変動は見られなかった。

4.結論

今回の実験では、陸上伝搬での通信成功率は常に100%を維持しており、920MHz帯モジュールの優位性が示せた。海上伝搬では、通信の出来ている間はNECBeeの通信成功率の方が高かったが期間全体ではXBee-PROの方が高かった。今後の課題は制御用マイコンの統一化を行うことで、ノードの安定性向上を図る。

文献

- [1] 千葉元,濱田健史,道田豊,橋本心太郎,“ADCPを用いた富山湾およ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2014年
- [2] 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”,研究紀要第41号2013年度(31-35)
- [3] 気象庁過去気温データ,東京都八王子市 2016/9/22-2016/9/25
- [4] 気象庁過去気温データ,富山県富山市 2016/9/16-2016/9/18

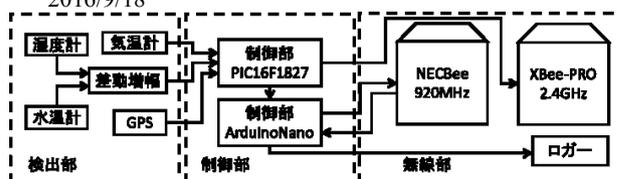


図1.ノードの構成

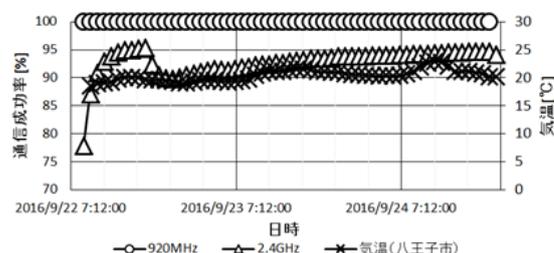


図2.陸上伝搬実験

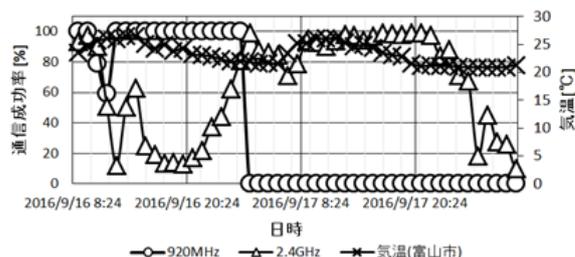


図3.海上伝搬実験

4581

非接触給電におけるコイルの形状と位置の関係

A Basic Study on the Coil Shape and Position Used for Wireless Power Transfer

ME08 小山 和洋
指導教員 米盛 弘信

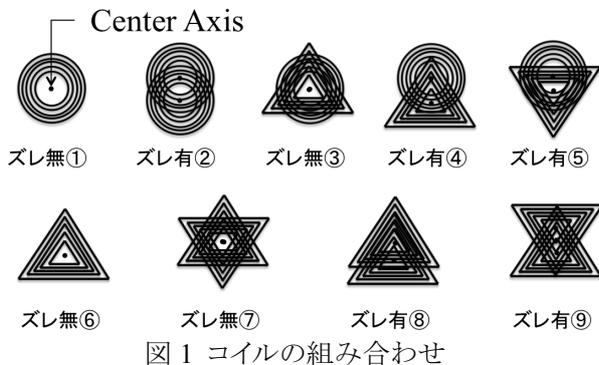
1. はじめに

近年、非接触給電を活用したワイヤレス充電器が民生品として使われるようになってきている。非接触給電に用いる給電コイルの形状は、円形のものが多く、角形コイルを用いた非接触給電についての文献は少ない。そこで、著者は先行研究にて、コイル形状の違い及びコイル位置と給電電力の関係性を明らかにした^[1]。

本稿では、送受電コイルの形状と位置の組み合わせに対するコイル間距離と給電方式が受電電力に与える影響を明らかにする。

2. 実験方法

図1に実験に供した送受電コイルの組み合わせを示す。コイル形状と位置の違いが、給電電力に与える影響を解明するために、2.1 節と 2.2 節の実験を行った。磁界共鳴方式の回路構成はいくつかあるが、電磁誘導方式の回路に共振コンデンサを挿入することで簡易的に実現が可能である。



2.1 磁界共鳴方式による測定

送受電コイル間の距離を変化させた場合における受電電力の測定を行う。受電電力は、1 分間測定して平均値を算出する。測定条件は(1)～(4)である。

- (1) 送電側コイル(電源:85kHz, 10mW 固定)
- (2) 受電側コイル(負荷抵抗:100Ω)
- (3) コイル間距離(0.2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50mm の11点)
- (4) 送受電コイルの組み合わせ(図1①～⑨)

2.2 電磁誘導方式による測定

2.1 節(1)～(3)の条件と、図1①③⑥⑦のコイルの組み合わせで、電磁誘導方式による測定を行った。結果をそれぞれ(I)～(IV)と定義する。

3. 実験結果

図2に①～⑨の各組み合わせ時の距離に対する給電電力の関係を示す。①②③④⑤より、受電電力は、位置ズレがないとき①円形-円形が大きく、位置ズレがあるとき⑤円形-三角形の値が大きい。また、⑥⑦⑧⑨の三角形-三角形では、位置ズレがないとき(⑥⑦)に対して、位置ズレがあるとき(⑧⑨)の受電電力が低くなっている。すなわち、⑤円形-三角形の組み合わせは給電電力に与える位置ズレの影響が小さいといえる。

図3は磁界共鳴方式と電磁誘導方式の比較である。①③⑥⑦の磁界共鳴方式は給電電力に大きな差はないが、(I)(II)(III)(IV)の電磁誘導方式では給電電力に大きな差があることがわかる。すなわち、磁界共鳴方式の方が形状による影響が小さいといえる。

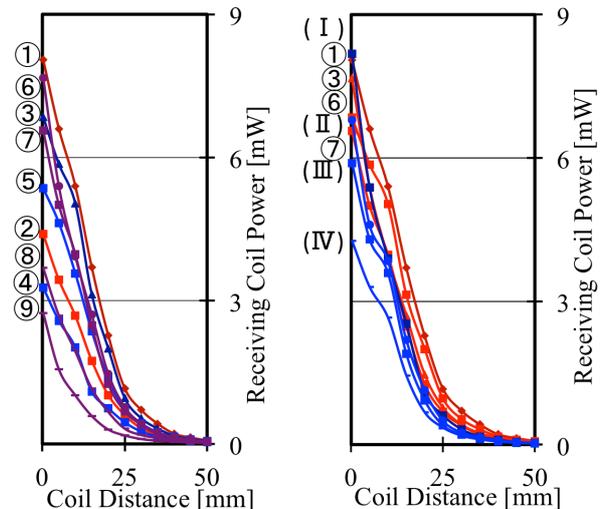


図2 距離に対する

給電電力の関係

図3 電磁誘導方式と

磁界共鳴方式の比較

4. まとめ

本稿では、送受電コイルの形状と位置の組み合わせに対するコイル間距離と給電方式が受電電力に与える影響を明らかにした。実験結果より、磁界共鳴方式の方が比較的給電効率は距離が離れても高く、コイルの位置ズレにおいては、異なるコイル形状にすると良い場合があることが分かった。

文献

- [1] 小山和洋, 米盛弘信:「非接触給電におけるコイル形状と給電電力の関係」, 第8回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, pp.166-167(2016-12)

4582

GPS 自律制御車の制御部の改善

Improvement of Control Unit of a GPS Autonomous Control Car

ME09 勝又 和輝

指導教員 吉田 将司 准教授

1. はじめに

近年、自律走行車の研究が注目されており、本研究室は 8 年前から測位技術を主たるセンサーとした自律制御車(GPS ロボットカー)を開発している[1]。具体的には GPS で測位を行いマイコンでサーボモータや駆動モータを制御し、目的座標に到達する GPS ロボットカーを開発してきた。今年度は、車体を昨年使っていたものから新たな機体へ変更し、「GPS・QZSS ロボットカーコンテスト」において必要とされる 8 の字走行の周回速度向上に向けて調整を行った。また、機体変更に伴いシステム構成の見直しをはかった。

2. 研究内容

今年度は昨年度から問題となっていた以下の点について改善を行った。改善車体を使用して、第 10 回「GPS・GNSS ロボットカーコンテスト」に出場した。また、出場後にアルゴリズムの改善を行った。

①GPS ロボットカーの車体変更

昨年度グランドプレーンの取り付けにより、重量が増加したため、GPS ロボットカーの車高が低くなり、天然芝での走行が不可能になってしまった。今年度は車体を新たに製作した。また、グランドプレーンを昨年度使用していたものから小型のものに変更し、測位開始時間の比較を行った。

②回路構成の変更

サーボモータやGPS モジュールなどの電源は9V 電池を用いていた。しかし、電池の消費が激しくサーボモータが停止し旋回ができなくなる不具合が発生したため、ラジコンバッテリーのみで給電を行えるように回路を変更した。

3. 結果

①GPS ロボットカーの車体変更

ベースの車体をオフロードバギー型から車高が十分に高い TAMIYA 製ランチボックスへと変更した。グランドプレーンの小型化による測位開始時間の比較実験を行った結果、グランドプレーンの大きさによって GPS の受信速度に影響が有ることが分かった。

②回路構成の変更

回路構成を変更した結果、9V 電池を使用せずにラジコンバッテリーのみで GPS ロボットカーのすべてのモジュールを動作させることが可能となった。

4. GPS ロボットカーコンテスト後の修正点

①GPS ロボットカーコンテストへの出場

10 月 23 日東京海洋大学越中島キャンパスで GPS ロボットカーコンテストが行われた。車体の変更をしたため、駆動モータは正常に動作し芝でとまることはなかった。しかし、一つ目の Way point を回ることができず得点は 0 という結果になった。その原因として、サーボモータの制御値が適切ではなかったことがあげられる。GPS からの位置情報をうけ指定した Waypoint で到着動作を行ったが、次の Waypoint に向けてサーボモータで進行方向の切り替えが適切に行われていなかった。

②アルゴリズムの変更

GPS ロボットカーコンテストに出場した他の機体と製作した機体と比べると走行速度に違いがあった。そこで、駆動モータの速度コントロールを行った。図 1 はスタート地点 A から地点 B 間の速度を高速で走り、地点 B から地点 C 間を中速、地点 C から地点 D を高速、地点 D から地点 E まで中速、地点 E から地点 B までを高速で走るプログラムの製作を行った。しかし、走行試験にはいならなかった。

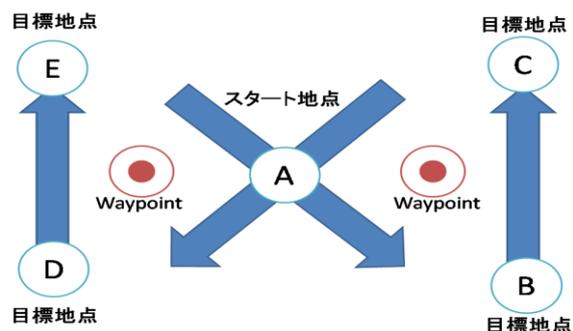


図 1 周回速度向上に向けたアルゴリズム

5. 結論

GPS ロボットカーの車体を変更したため、走行不能になる問題が解決された。ラジコンバッテリーのみですべてのモジュールへと電源供給を行い、サーボモータだけ動かなくなり曲がれずに走行不能になる問題も解決できた。しかし、モータの制御値が適切ではなかったためコンテストでは得点できなかった。

今後の発展としてGPS 受信機の取得間隔の変更による位置精度の向上、プログラムによる周回速度向上を行っていきたい。

文献

[1]吉田 将司:“学生が製作する GPS ロボットカーの問題点と“みちびき”による改善効果”, 日本航海学会誌 NAVIGATION, pp33-37, October 2015

4583

ドアノブの接触, 非接触を活用した見守りシステムの検討

A study of monitoring system using door knob

5ME10 私市守
指導教員 吉野純一

1. はじめに

住空間の電気機器からは電界, 磁界が放射されている。先行研究では、電界, 磁界に着目した高齢者見守りへ応用するためのスイッチングシステム構築に関する研究を行ってきた。先行研究の実験から、人体が受信部に接触すると受信電圧が高くなることが確認されている。これは人体が受信部の一部となり、受信部の面積が増大することで電圧上昇するためと考えられる。また、日常生活において人が最も触れやすいと考えられるドアノブを受信部とし、人体がドアノブに接触した際に電圧変化が得られることが分かっている[1]。

本研究では、住空間で使用されているドアノブを使用し、人体がドアノブに接触した際の電圧変化について検討を行う。

2. 検討内容

本実験は、見守りシステムの研究を行っていくにあたって、ドアノブの接触, 非接触時に着目した。検討内容は、住空間にあるドアノブを用いて人体の接触, 非接触のサンプルを取得し、接触, 非接触の判別に活用できるかを調査する。ドアノブの接触, 非接触に着目したため、実験を行う際に身近である19歳~20歳の男子30名を対象とした。

人体の接触, 非接触の判別方法は、人体のドアノブ接触時及び非接触時の電圧値を測定することである。ドアノブには銅テープが巻いてあり、銅テープとドアノブの金属部を同時に触れることを条件とする。

3. 結果

図1は人体のドアノブ接触時及び非接触時の電圧変化である。実線部は被験者30名のデータの中から最大値を選択したもので、点線部はその最小値を選択したものである。0~10[秒]は非接触時で、10~20[秒]は接触時、また20~30[秒]は非接触時を示す。図1より、非接触時の電圧値は約16[mV]である。よって、マイコンなどを使用して人体の接触, 非接触の判別を行う場合には約16[mV]から判別可能であることが分かる。

しかし、点線部のグラフでは、約30[mV]と電圧変化はあるものの、非接触時と比べ変化が少ない。よって、個人によっては接触, 非接触の判別が困難な可能性があると考えられる。

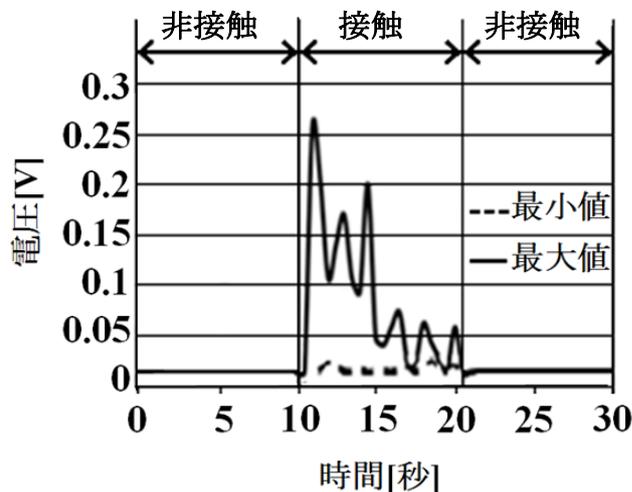


図1 ドアノブの接触時及び非接触時

4. まとめ

本研究により得られた知見は以下の3点である。
(1)住空間にあるドアノブで人体の接触, 非接触の判別をすることは、本研究で想定した見守りシステムにおいて可能であることが分かる。
(2)実験は19~20歳の男子30名で行った結果、ドアノブに接触する人の違いによって電圧値の変化量が変わることが分かった。そのため、人によっては接触, 非接触の判別が困難な可能性がある。
(3)ドアノブ接触時の電圧値は一定ではなく、接触している間にも変動していることが分かる。この変動によってシステムが誤作動してしまう可能性がある。

5. 今後の発展

今後の課題は、この見守りシステムを実用化していけるようにすることである。以下の5点を行うことで実用化に近づけると考える。
(1)ドアノブ接触時の判別のデジタル化
(2)IoTを利用した遠隔確認可能なシステムの構築
(3)ドアノブ接触時間の平均化
(4)異種金属による電圧変化の調査
(5)温度, 湿度の影響による電圧変化の調査

文献

- [1] 吉野航平, 吉野純一, 山下幸三, 「住空間における電界・磁界を事例としたスイッチングシステムの検討」第7回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, pp36-37

4584

外部電源として Mg 電池を用いた電気防食の一検討

A study on cathodic protection using a magnesium battery as external power supply system

5ME11 来住野慎吾
指導教員 吉野純一

1. はじめに

先行研究では、ボルタ電池の構造を用いることにより亜鉛板の電気防食を行うことができた。防食は 800[mV]の定電圧を人為的に印加することにより可能であることがわかった。電気防食の方法は外部電源方式を利用した[1]。外部電源方式の特徴として、広範囲の防食は可能であるが、電源のない場所では、電池や発電機などが必要であると報告されている[2]。

本研究では、電源がない場所で外部電源方式を用いた電気防食を行うため Mg 電池に着目した。Mg 電池は水分を与えることで発電する電池である。課題は出力電圧が安定しない。電気防食の電源として Mg 電池を活用するには、出力電圧を 800[mV]一定とする必要がある。研究目的は、Mg 電池の出力電圧を一定にし、電気防食の電源として用いることが可能か検討することである。

2. 実験内容

図 1 は防食実験で用いた回路図である。防食実験では、亜鉛板の防食を行うためボルタ電池の構造を利用した。防食の条件は、負荷抵抗に流れる電流を 0[μ A]にすることである。

Mg 電池の出力電圧を一定にし電気防食が可能であるか検討するために、2つの実験を行った。

(1)一定の電圧を出力する電源の試作

電源は、Mg 電池 4つ及び DC-DC コンバータを接続し試作したものである。試作した電源から一定の電圧が出力されるかを測定した。

(2)Mg 電池を電源とした亜鉛板の防食

亜鉛板の電気防食は、Mg 電池 4つ及び DC-DC コンバータを用いて行った。電気防食が可能であるか判断するため、負荷抵抗に流れる電流値を測定した。

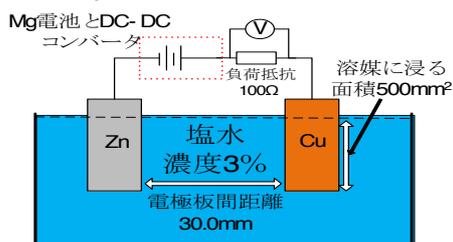


図 1 防食実験回路図

3. 結果

図 2 は実験内容(2)の結果を示し、負荷抵抗に流れる電流値の経時変化である。腐食時は、約 300[μ A]から 800[μ A]の電流が流れた。Mg 電池と DC-DC コンバータを電源として防食した時は、負荷抵抗に流れる電流を約 0[μ A]から 5[μ A]にすることができた。

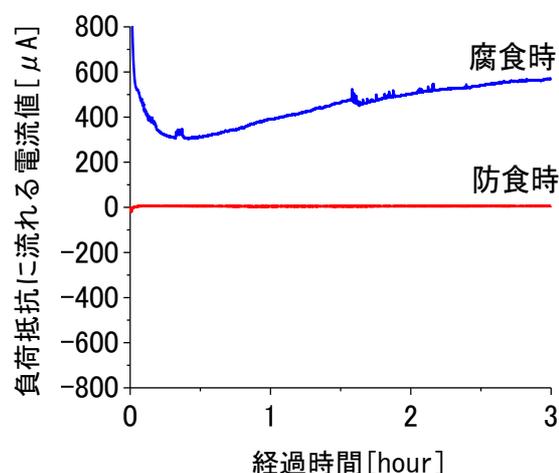


図 2 負荷抵抗に流れる電流値の経時変化

4. おわりに

Mg 電池の出力電圧は DC-DC コンバータを接続することにより一定にすることができた。したがって、Mg 電池を外部電源とした亜鉛板の電気防食は可能である。

5. 課題

本研究では、亜鉛板を使用して電気防食の実験を行った。今後は、防食対象を亜鉛板から鉄筋コンクリートにして電気防食の実験を行う。

文 献

- [1]長谷川亮太「環境発電を外部電源とした電気防食の一検討」サレジオ工業高等専門学校、卒業論文、2015年
[2]危険物関係用語の解説「電気防食」、2014年

4585

誘導加熱式間接加熱法を用いた暖房便座装置に関する基礎検討

A Basic Study on the Heater System of Toilet Seat by Induction Heating Type Indirect Heating Method

ME17 坂口 空
指導教員 米盛 弘信

1. はじめに

暖房便座の加熱手法には、便座内部に電熱線を配置した抵抗加熱法が多く用いられている。しかし同手法は、(1)便座の温度上昇が遅い、(2)保温状態を保つために一定の電力を常時消費している等の諸問題が挙げられる。そのため、急速加熱が可能な誘導加熱(Induction Heating: IH)を用いた暖房便座の加熱手法が検討されている[1]が、実際に便座を IH 式間接加熱した際の昇温時間、消費電力量に関する報告は見受けられない。

本研究では、IH 式間接加熱法を用いた暖房便座の実用化に向けた基礎検討として、ポリプロピレン(以下 PP)盤を加熱対象とし、IH 式間接加熱法の加熱時間及び消費電力量を明らかにする。そして、抵抗加熱法(以下 RH)と比較することで、暖房便座の加熱手法としての優位性を示す。

2. IH 式間接加熱法による PP 盤の加熱原理

図 1 に IH 式間接加熱法の原理を示す。加熱コイル上部に絶縁板、発熱体である磁性金属、加熱対象である PP 盤を順に配置した。加熱コイルは、交流電流を流すことで磁力線が発生する。発生した磁力線を発熱体に鎖交させることで内部に渦電流が流れる。そして、渦電流と発熱体の抵抗成分によって、ジュール熱が発熱体に生じる。同熱が加熱対象に伝熱することで間接加熱が可能となる。なお、IH 式間接加熱を用いて PP 盤が加熱可能であることは先行研究にて解明した[2]。

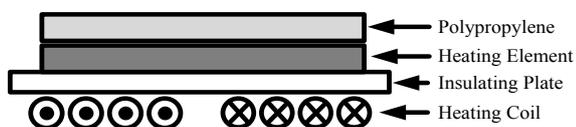


図 1 IH 式間接加熱を用いた PP 盤の加熱原理

3. 実験方法

本実験では、IH 式間接加熱法で 40℃までの加熱時間、及び 50 秒間保温した際の消費電力量を明らかにする。そして、既存の加熱手法である抵抗加熱法と比較する。加熱対象は、便座を模した PP 盤(板厚 0.75mm, 外径 180mm, 内径 90mm)を用いた。発熱体には同形状の SUS304 板(厚さ 0.5mm)、加熱コイルはリッツ線(直径 3.0mm)・18 ターンを用いた。加熱コイルへの電力供給は、エヌエフ回路設計ブロック製のバイポーラ電源

“BP4620”を用いて電源周波数 20kHz, 供給電力 200W 一定とし、平均温度が 40℃に達するまでの加熱時間と消費電力量を測定した。消費電力量は、YOKOGAWA 製のパワーアナライザー“WT500”を用いて測定した。RH には、ニクロム線を用いた電熱ヒーターである Sure 製“SK-65S”を用いた。また、PP 盤をムラなく加熱するために、シリコングリスを PP 盤に塗布し、樹脂製のナット及びボルトを用いて発熱体へ固定した。

4. 実験結果

図 2 に IH 式間接加熱と RH の加熱時間及び消費電力量を比較したグラフを示す。グラフより、表面温度が 40℃に達するまでの時間は、IH 式間接加熱が約 11 秒、RH が約 50 秒となった。また、加熱後 50 秒間保温した際の消費電力量は、IH 式間接加熱が 1260Wh, RH が 3665Wh となった。以上より、RH と比較して IH 式間接加熱は加熱時間が短く、消費電力量が少ないことを確認した。

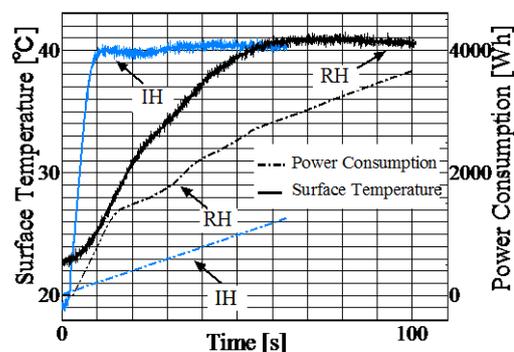


図 2 加熱時間及び消費電力量の比較

5. まとめ

本研究では、IH 式間接加熱法を用いた暖房便座の実用化に向けた基礎検討として、IH 式間接加熱法の加熱時間及び消費電力量を明らかにし、抵抗加熱法と比較した。比較の結果、IH 式間接加熱法は暖房便座の加熱手法として用いた場合、抵抗加熱法より加熱時間・消費電力の面で優位性があることを示した。

文献

- [1] 日本特許 松下電器産業株式会社.暖房便座. 特開 平 8-71019 号. 1996-03-19..
- [2] 坂口 空, 米盛弘信:「誘導加熱による間接加熱を用いた暖房便座装置に関する基礎検討」, 2016年(第34回)電気設備学会全国大会講演論文集, pp.35-36(2016)

4586

情動測定を目的とした生体信号測定器の開発

Development of biosignal measurement device applied to emotion measurement

ME18 笹井 康佑 ME21 鈴木 僚太 ME55 横山 勝拓
指導教員 富田 雅史

1 緒言

生体活動^[1]を電氣的に計測したものを一般的に生体信号と呼ぶ。この生体信号には、脳波や筋電のように電気信号として測定できるものと、心拍や脈拍そして呼吸のように、物理センサを必要とするものがある。人の生体信号には、情動による無意識下で変化を示す情報が含まれ、先に記したセンサを応用すれば、人の情動は電氣的に取得可能である。一部には、ストレスは外界からの刺激により変化するという報告もあるが、その科学的証拠として生体信号計測に対する期待は大きい。本研究では、この情報を、より日常生活に近い状態で計測できる装置を開発することを目的とし、本論文では生体信号取得のためのセンサおよび取得データを記録する装置の開発について報告する。

2 研究のアプローチ

2.1 記録装置の開発

先行研究では、開発の都合上、記録装置としてマイコンボード GR-SAKURA を用いてきた。しかし、装置自体も大きくなり、体に直接取り付けるには不便であった。我々は、簡略化・小型化を実現するために不要機能の見直しの検討を行った。その結果、Arduino pro mini というマイコンボードに、記録媒体である microSD を組み合わせるシステムを構築した。表 1 に記録装置の仕様を示す。

表1 記録装置の仕様

項目	詳細
マイコンボード	Arduino pro mini
記録媒体	micro SD
大きさ	約 60×26mm
重量	約 9.7g

2.2 心音センサの開発

一般には心拍の周期変動が人間のストレス情報を含んでいると言われる。また、心音の強弱にも何らかの情報が含まれている可能性が考えられる。よって、我々は心音センサの開発を行った。

開発した心音センサを身体に装着し、周囲騒音が 60dB～70dB 程度の教室における心音測定を行った。図に測定結果を示す。この結果から、I～II 音は良好に計測できていることから、目的とする日常に近い環境で利用可能なセンサであることを確認した。

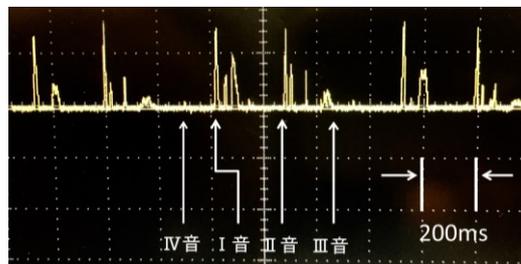


図1 心音センサの測定結果

2.3 体温計測センサの開発

人の感情の起伏は体温の変化に顕著に出る。^[2]従って、体温計測センサの開発を行った。このセンサは、湿度温度センサを用いて開発を行った。センサ部を汗や湿気から守るため、カバーの取り付けが必須である。また、被験者の肌を守る必要もあるため、センサ部をゴムとガーゼを組み合わせ合わせたカバーで包んだ改良版を製作した。図 2 に測定結果を示す。

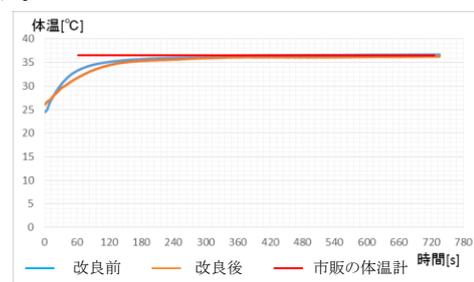


図2 体温計を使用した体温測定結果

3 結言

生体信号を記録するための記録装置に加え、心音センサおよび、体温計測センサユニットの開発を行い、正常動作を確認した。今後の展望として、測定対象の拡大を目指し、センサユニットの開発を進める。また、センサユニットと記録装置を接続するためのインターフェースの規格を構築し、実用性を高めていくことである。

4 文献

- [1]長崎洋一 “生体信号の基礎知識”
CQ 出版社 interface 2015 年 4 月号
[2]島田多佳子 “快・不快感情と皮膚深部温、皮膚電気伝導水準の関連”
日本看護技術学会誌 Vol. 3, No. 2 p6～p12

4587

赤外発光を示すセキュリティインクの作製と 赤外線認識システムの構築

Development of infrared emissive ink and security system

ME19 澤 蒔音

指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒言

酸化チタン(TiO_2)は、温度や圧力に応じて、ルチル、アナターゼ、ブルッカイトの三種類の結晶構造が知られている。工業分野ではほとんど利用されていないブルッカイト型構造の酸化チタンと比較して、ルチルとアナターゼ型構造のものは古くから白色顔料として利用されてきた。また、本多・藤嶋効果[1]の発見により、アナターゼ型の酸化チタンが高い光触媒性能を示すことが知られてからは、建築用外装や自動車・浴室におけるコーティング等に幅広く産業展開されている。近年、株式会社信光社の特許において、酸化チタンにクロムを添加することにより赤外発光が得られることが報告された[2]。

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ている[3]。従来のセキュリティインクは、紫外線を照射し、可視光を発光するため、使用箇所が視認できる。しかし、酸化チタンにクロムを添加した粉末は、目視できない赤外線を発光するため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。

本研究では、セキュリティインクの製作を目標として試料を作製し、その発光スペクトルを測定した。また、赤外線を撮像できる赤外線認識システムを構築し、セキュリティインクとしての実用性を評価した。

2. 実験方法

(1) 試料作製

酸化チタンと硝酸クロム(III)九水和物を金属元素比が 99.95:0.05 となるように秤量した。精製水に、硝酸クロム(III)九水和物を溶解した。次に、乳鉢を用いて2時間の湿式混合を行った。乾燥後、得られた混合粉を電気炉で熱処理した。熱処理条件は、 1100°C 、2時間、空気中とした。

(2) 赤外発光特性

得られた試料の赤外発光特性をフォトルミネッセンス測定装置により調査した。励起光として波長 325nm のヘリウム・カドミウムレーザーを用いた。 325nm 以外の光を除去する目的で干渉フィルターを設置した。励起光を除去する目的で分光器の前に励起光カットフィルタを用いた。試料からの発光を光ファイバーを介して分光器に導いた。また、装置全体を暗箱内に設置した。

(3) 赤外発光認識システム

作製した粉末とエタノールとポリビニルアルコールを混合してインクを作製した。黒い画用紙にシルクスクリーン印刷した。UV ランプで紫外線(365nm)を照射し、赤外線モノクロカメラで赤外線を撮像した。赤外線のみを検出するために、カメラの前に赤外線透過フィルターを設置した。映像は、画像キャプチャーを用いてノートパソコンに表示した。自然光および紫外線(365nm)を照射した状態を撮影した。

3. 結果

図1に得られた粉末の赤外発光スペクトルを示す。発光のピーク波長は 820nm 付近であり、赤外発光を示すことがわかった。図2に赤外線認識システムを用いて、インクの赤外発光を撮像した結果を示す。自然光の状態では、インクを塗布した箇所が白く写った。これは、元々のインクが白いため、赤外線を含むすべての光を反射していることを意味する。一方、紫外線(365nm)を照射した状態でも、インクを塗布した箇所が白く写った。これは、暗室内で赤外線透過フィルターを通した結果得られたものである。従って、インクを塗布した箇所が赤外発光していることがわかった。

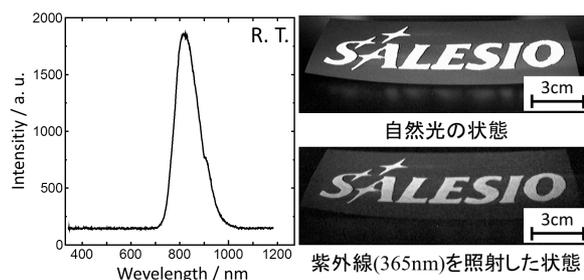


図1 得られた粉末の
発光スペクトル

図2 赤外発光の様子

4. 結論

得られた粉末を紙に塗布した箇所が赤外発光を示した。このことから、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、UVランプと赤外線モノクロカメラを使用して、赤外線を認識するためのシステムを構築した。

文献

- [1] A. Fujishima, K. Honda, Nature, **238** (1972) 37.
- [2] 特開2010-53213「蛍光発光材料及びその製造方法」(株式会社信光社)
- [3] P. Kumar, J. Dwivedi, and B.K. Gupta, J. Mater. Chem. C, **2** (2014) 10468.

4588

ソレノイドを用いた小型模型射出装置における エネルギー変換効率の改善

Improvement of energy conversion efficiency in a train model accelerator using a solenoid

ME23 高橋颯斗
指導教員 稲毛達朗

1. 諸言

現在、新幹線技術の向上により新幹線における走行速度の高速化が進んでいる。しかし、高速化における問題点であるトンネル微気圧波が近年の高速化に伴って深刻化している。開業当時の新幹線における最高速度は 210[km/h]と現在に比べ低速であったことや、軌道に用いる砕石や砂利の上に敷いた材木により圧縮波の吸収が可能であった為、深刻な問題には至らなかった^[1]。しかし、スラブ軌道への変更で圧縮波が吸収しにくい構造になったことからトンネル微気圧波問題を深刻化させている^[1]。本研究室ではソレノイドによる電磁誘導の原理を用いて磁性体の列車模型を射出し、トンネル通過の模擬を行うことでトンネル微気圧波を模擬発生させる。しかし、トンネル微気圧波を模擬発生させる為には列車模型を 250[km/h]から 300[km/h]で射出する必要がある。従って本研究ではソレノイドにおけるエネルギー変換効率を向上させ、列車模型を高速で射出することを目的とする。

2. 実験方法

本研究で構築した列車模型射出装置のブロック図を図 1 に示す。射出の工程として、アクリルパイプに磁性体の列車模型を装填し、直流安定化電源を用いて電解コンデンサに電圧を加え電荷を蓄える。充電後、半導体素子のサイリスタを用いて回路を導通させることによりソレノイドへ電流が流れ、磁界が発生し、磁性体の列車模型は電磁誘導により射出される。本実験では、直径 $\phi=2.0$ [mm]の銅線を用いた巻数 $N=240$ 回、ソレノイド長 $L=107$ [mm]のソレノイド A と直径 $\phi=3.2$ [mm]の銅線を用いた巻数 $N=140$ 回、ソレノイド長 $L=107$ [mm]のソレノイド B における射出速度とエネルギー変換効率を計測する。コンデンサ電圧 800[V]時に電流計測用として用いた抵抗値 $R=0.1$ [m Ω]のシャント抵抗へ加わる電圧 ΔV [mV]をオシロスコープで計測し、式(1)より電流 I [A]を算出する。列車模型の射出速度は列車模型がセンサ間距離 $d=0.1$ [m]を通過する通過時間 Δt [ms]をオシロスコープで計測し、式(2)より射出速度 v を算出する。式(3)より磁界強度 H [A/m]を算出する。式(4)よりエネルギー変換効率[%]を算出する。以上の実験を 10 回行い、平均値を算出する。

$$I = \frac{\Delta V}{R} [A] \quad (1)$$

$$v = \frac{d}{\Delta t} [m/s] \quad (2)$$

$$H = \frac{N}{L} I [A/m] \quad (3)$$

$$\text{エネルギー変換効率} = \frac{mv^2}{\frac{2}{C} V^2} [\%] \quad (4)$$

模型質量 m は 37[g], v は射出速度[m/s], 静電容量 C は 8200[μ F], コンデンサ電圧 V は 800[V]とする。

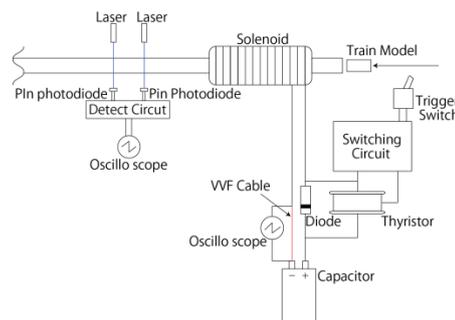


図1 列車模型射出装置

3. 結果及び考察

ソレノイド A 及びソレノイド B による実験結果を表 1 に示す。

表1 ソレノイド A, B の結果

ソレノイド	電流 [kA]	射出速度 [km/h]	磁界強度 [MA/m]	効率 [%]
A				
平均値	5.05	128.57	11.32	0.90
ソレノイド				
B				
平均値	10.40	77.05	13.60	0.32

ソレノイド B はソレノイド A に比べコイル銅線の全長が短く直径が太い為、インピーダンスが低くなり電流が 5.35[kA]高くなったと考えられる。さらに、電流の影響によりソレノイド B はソレノイド A に比べ磁界強度は 2.32[MA/m]高くなった。射出速度はソレノイド B よりソレノイド A が 51.53[km/h]向上した。これは、ソレノイド A はソレノイド B に比べソレノイド直径が細い為、磁束密度が列車模型の軸中心に集中したことにより列車模型の推進力として働いたと考えられる。そしてエネルギー変換効率から、ソレノイド A はソレノイド B に比べ効率が 0.59[%]高くなった。

4. 結論

銅線直径の細いソレノイドを用いて列車模型を射出することで、列車模型へより強力な磁界の影響が働き、高速で射出することができた。

文献

- [1] 前田達夫, “鉄道沿線の騒音と低周波音の対策,” Railway Research Review, 2006年1月号, pp. 27-30

4589

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Behavior of Autonomic Nervous by $1/f$ Fluctuation Sound Sources in Ultrasonic RangeME25 多田 大希
指導教員 森 幸男

1. はじめに

現代社会において、人は心身ともにストレスなどの外的侵害を受けており、それが自律神経活動の乱れる要因となっている。その乱れを正す方法として、副交感神経を優位にする方法がある。 $1/f$ ゆらぎは、一般にリラックスを与えられている。このことから、我々は、 $1/f$ ゆらぎは副交感神経活動を優位させる効果があると類推している。その効果を検証するために、 $1/f$ ゆらぎを有する音楽を用いて自律神経活動を調べたところ、 $1/f$ ゆらぎは交感神経活動を有意に減少させることを示した[1]。しかし、同時に、嗜好の差で自律神経活動が左右されることも示されており、 $1/f$ ゆらぎそのものの効果については、未だ不明瞭という問題が残されている。本研究では、その嗜好の影響を取り除くために、非可聴音である超音波を $1/f$ ゆらぎの特性を持つゆらぎ信号(以下 $1/f$ ゆらぎ信号とする)で変調し、 $1/f$ ゆらぎを超音波として人に伝える方法を提案する。本研究では DSP(Digital Signal Processor)を用いて、計測システムの構築を行い、交感神経の指標である LF/HF を計測して、 $1/f$ ゆらぎは人にどのような影響をもたらすのかを調べる。これによって、 $1/f$ ゆらぎ独自の効果について明らかにすることを目的とする。

2. 計測システムの構築と測定

DSP 内で $1/f$ ゆらぎ信号で 40kHz の正弦波を振幅変調をし、無響音室内のスーパーツイータで超音波として出力する。この時の耳における音圧レベルは無変調時平均 97.8dB (変調時最大 100dB) とする。また、この時被験者にはユニオンツール株式会社製心拍計「myBeat」により、LF/HF を測定する。また変調度はスーパーツイータの電氣的最大定格を考慮して 30%とする。今実験は以下のシーケンスを用いる。

rest (120sec) → no-modulation (120sec) → rest (120sec) → $1/f$ (120sec) (1)

rest(120sec) → $1/f$ (120sec) → rest(120sec) → no-modulation(120sec) (2)

実験は最初の 120 秒間は超音波も何も与えない「rest」を与える。次に無変調の超音波を 120 秒間与える。これを「no-modulation」とする。次にまた

「rest」を 120 秒間与えた後、120 秒間 40kHz の正弦波を $1/f$ ゆらぎ信号で振幅変調した超音波を与える。これを「 $1/f$ 」とする。それぞれの区間の LF/HF を比較し、影響を調べる。

なお実験の被験者は 10 代と 20 代の心身ともに健康であると申告した男女 20 名で行う。10 名はシーケンス(1)の通りに実験を行い、残りの半分はシーケンス(2)の通りに実験を行う。これによってシーケンスによるバイアスを防止することができる。

また、同様な実験環境、変調方法でホワイトノイズの超音波を被験者に与えた時の実験も行った。これにより、ホワイトノイズを被験者に与えた時と $1/f$ ゆらぎを与えている時で異なった生体反応を示すと期待できる。なお、被験者は 20 名でシーケンスは「 $1/f$ 」区間を「white」区間とし、この区間にホワイトノイズで変調した超音波を被験者に与えた。

3. 実験結果と今後の展望

図 1 は、被験者 13 人の no-modulation 区間と $1/f$ 区間と white 区間の各区間 120sec の LF/HF の値を箱ひげ図で表したものである。図 1 より、no-modulation 区間と $1/f$ 区間を比べると no-modulation 区間の四分位範囲は 1.9 で、 $1/f$ 区間の四分位範囲は 3.0 で、white 区間の四分位範囲は 1.0 となった。よって、 $1/f$ 区間が最も値にバラつきがあったと言える。これらの結果から $1/f$ ゆらぎは生体に何らかの影響を与えている可能性が高いと言える。またホワイトノイズは生体への影響は少ないと言える。そこから今後の展望としては、ゆらぎのパラメータを変更し、一番人間に効果があるパラメータを探す必要があると考えられる。

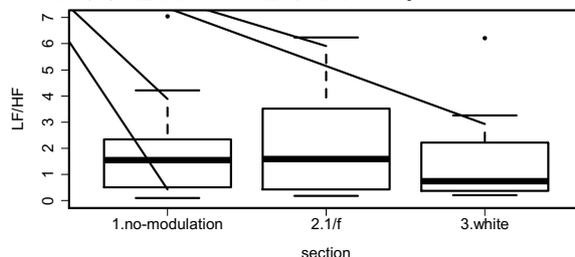


図 1 各区間における LF/HF の変化

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, Vol.15, No.2, pp.1-10, 2013.

4590

独立型 PV システムにおける低日射時の自動電力回収システムの一検討

A Study on Power Charge of Low Solar Radiation in the Automatic Stand-Alone Solar Power Generation System

ME26 立松 龍一
指導教員 米盛 弘信

1. はじめに

近年、太陽光発電(PV)が普及している。本研究で対象とする独立型 PV システムは、災害地などでも注目されている[1]。しかし、曇りや雨天時等の日射量が不足しているときは、PV モジュールの出力電圧が MPPT の動作電圧に至らず[2]電力回収が行えない場合がある。本研究では、MPPT が動作しない低日射時において自動的に電力回収を行う手法[3]を提案する。提案法は、複数の電気二重層コンデンサ(以下 EDLC)を並列充電した後、直列接続へ切り替えことにより負荷電圧を確保するものである。また、システムの動作を自動化し、実用に供するシステムの提案を行った。先の報告[4]では、低日射時において自動的に電力回収可能なシステムを提案し、低日射時に電力回収が可能であることを実験的に明らかにした。ここでは、実験開始時も低日射環境で行った。

本稿では、研究成果の一例として通常日射環境から低日射環境に移行した際の電力回収実験について述べ、提案法の優位性が確認できた結果を示す。詳細は、本論文を参照されたい。

2. 提案する低日射時の電力回収について

新しく提案した太陽光発電システムの充電方式は、先の報告[3]の通りである。通常日射時は、従来通り MPPT バッテリーチャージャー(MPPT.B.C.)を用いてバッテリーへ充電を行い、夕方など効率的に充電を行えない環境下では複数の EDLC を並列接続して低日射時に特化した電力回収を行う。電力回収後は、EDLC を直列接続してバッテリー電圧以上にすることでバッテリーへの電力供給を行う。また、提案したシステムは先の報告[4]にて自動化を行い、夕方短期間による実験で低日射時における電力回収が行われていることを確認している。

3. 実験方法

実験は、15W の PV モジュールを 2 枚使用し、提案法と従来法の比較を行った。提案法において低日射時に充電で使用する EDLC ユニットは、0.55F/5.5V の EDLC を組み合わせたものである。充電時間は、2016 年 12 月 2 日 12 時 32 分から開始し、17 時 45 分に終了した。

4. 実験結果

図 1 に実験結果のグラフを示す。グラフから分かるように、実験開始時刻 12 時 32 分(0 秒)から 15 時 52

分(12000 秒)までは、通常日射モードにて動作を行っていた。15 時 52 分(12000 秒)からは低日射モードに移行し、16 時 26 分(14050 秒)まで発電を行った。今回の実験で得ることができた電力は、従来法が 18.14Wh、提案法が 18.28Wh となり、提案法の電力が約 133mWh 上回る結果を得た。システムが動作を行うと、コンデンサの充電と放電が繰り返されるため、グラフのようにパルス状に電力を見ることができる。また、従来法は 12300 秒以降に MPPT の消費電力が発電電力を上回ったため、グラフが負側になっている。

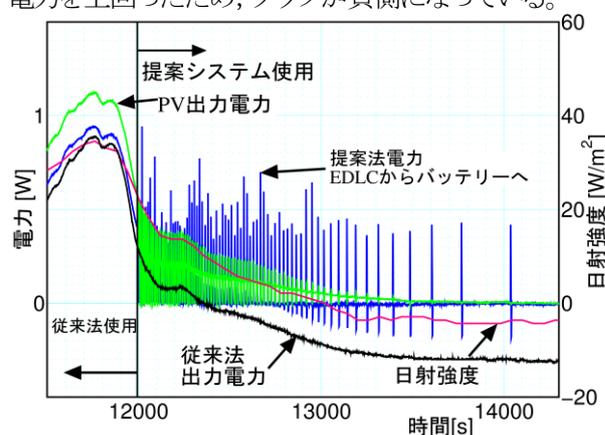


図 1 電力の遷移

5. まとめ

本研究では、独立型 PV システムにおいて低日射時に電力回収を実現できる自動電力回収システムを提案した。そして、本稿では成果の一例として自動電力回収システムを屋外に一定期間設置し、電力を効率よく回収できることを明らかにした。

今後は、月単位で運用した場合の電力回収量や季節に依存する有効日射時間・日射量が回収電力に与える影響等の検証が必要と考えている。

文献

- [1] 社団法人 プラント協会:「モンゴル遊牧民向け携帯型太陽光発電システム供給計画」,経済産業省,pp.2-3 (2002)
- [2] 金山真宏 他:「色素増感太陽電池の屋外実証実験」,島根県産業技術センター研究報告,第 51 号, pp.18-19 (2015)
- [3] 立松龍一,米盛弘信:「独立型 PV システムにおける低日射時の電力回収法の一検討」,2016 年(第 34 回)電気設備学会全国大会講演論文集, pp.41-42(2016)
- [4] 立松龍一,米盛弘信:「独立型 PV システムにおける低日射時の自動電力回収システムの一検討」,第 8 回大学コンソーシアム八王子学生発表会 pp.162-163(2016)

4591

列車模型の先頭形状における トンネル微気圧波の圧力値計測

Measurement of the pressure value of a micro-pressure wave
in a shape of a train model head part

ME27 田村 彬
指導教員 稲毛 達朗

1. 緒言

1964年に開業した東海道新幹線の最高速度は210km/hであったが、走行速度の高速化が進み、現在の最高速度は320km/hとなった。しかし、車両の高速化に伴って騒音などの環境問題が発生するようになった。その1つにトンネル微気圧波問題が挙げられる。トンネル微気圧波とは列車がトンネルに突入した際に形成された圧縮波がトンネル出口部で外部へ放出される圧力波である。トンネル出口から放出される圧力波が騒音や振動などを発生させていることから環境問題として扱われている。日本は国土の大部分が山岳であるため、トンネルが多く存在する。したがって、トンネルに関する環境問題の解決に取り組む必要がある。実際のトンネル断面積と新幹線の列車断面積の比率や実際の新幹線におけるトンネル突入速度を等しくすることによって小型模型によるトンネル微気圧波模擬実験が可能となる^[1]。本研究では小型の列車模型を高速で射出する装置を構築し、微気圧波の模擬発生を試みる。

2. 研究のアプローチ

本研究ではソレノイドを用いた列車模型射出装置によって列車模型をトンネル模型へ射出し、トンネル微気圧波の模擬発生実験を行う。本研究で構築した列車模型射出装置はソレノイドによる加速部を4段設けた多段式の加速装置となっている。トンネル模型には全長3m、内径φ36mmの亚克力パイプを用い、微気圧波の形成過程を計測するために4つのコンデンサマイクを等間隔に設置している。また、2, 3, 4段目におけるソレノイドの上流側にセンサを設置し、列車模型の通過を検出してスイッチングを行うことで列車模型の連続的な加速を可能としている。列車模型の射出速度は、各段のソレノイド下流側に設置された速度計によって計測される。そして、マイクを設置したトンネル模型内へ列車模型を突入させ、トンネル模型内部の音圧を計測し、マイクの実出力電圧を圧力値へ変換する。本実験では円柱の列車模型と700系新幹線を模擬した列車模型の2つを製作し、それぞれの模型をトンネルへ射出した際の微気圧波の伝播速度と圧力値の変化を計測する。円柱形状の列車模型と700系新幹線を模擬した列車模型の寸法を図1に示す。

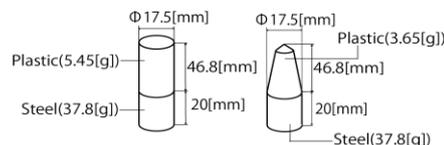


図1 円柱形状列車模型と700系新幹線列車模型
3. 結果および考察

表1は円柱の列車模型と700系新幹線を模擬した列車模型をそれぞれ128km/hでトンネル模型へ射出した際の微気圧波の圧力値を計測した結果である。4カ所に設置されたコンデンサマイクはトンネル入口側から順にマイク1、マイク2、マイク3、マイク4とする。円柱形状の列車模型の圧力値は700系新幹線を模擬した列車模型の圧力値よりも全体的に高い値を示した。円柱形状の列車模型は断面積変化が急峻であるため、新幹線模型のように空気の逃げ道が得られず微気圧波の圧力値が高くなったと考えられる。また、圧力値は徐々に向上すると予測したが、結果では3.17kpaから0.54kpaまで徐々に減少している。圧力が減少する傾向として、列車模型の射出速度が低かったことと、トンネル出口部で反射した反射波と圧縮波の衝突で圧力値が減少してしまったと考えられる。微気圧波の伝播速度は700系新幹線が1255.6km/h、円柱形状の列車模型が1260.2km/hであり、どちらも音速に近い値となった。

表1 列車模型形状による圧力値の違い

	マイク1	マイク2	マイク3	マイク4
円柱	3.17kpa	2.53kpa	1.75kpa	0.54kpa
新幹線	2.84kpa	2.25kpa	1.47kpa	0.52kpa

4. 結論および今後の展望

700系新幹線を模擬した列車模型の射出における圧力波の圧力値は円柱形状の列車模型よりも全体的に低下した。また、圧力値が実際の圧力値に近く、伝播速度はどちらも音速に近い値となったことからトンネル微気圧波を模擬することができたと考えられる。今後は、実際の新幹線の速度320km/hで射出することで、より正確な微気圧波の計測が可能であると考えられる。

文献

- [1] 遠藤洋一“無隔膜駆動部を有する模型発射装置を用いた在来線列車のトンネル突入時に発生する圧力波に関する実験的研究,”千葉大学審査学位論文, pp. 20-21, Jan. 2014

4592

誘導加熱時に空間へ放出される熱エネルギーの検討

A Study on the Thermal Energy Emitted into Air in the Induction Heating

ME28 富澤 陽太
指導教員 米盛 弘信

1. はじめに

IH 調理器は、ガス調理器と比較して加熱効率が低い。IH 調理器の加熱効率に関する算出法は、自主基準^[1]や論文^[2]などが存在する。しかし、いずれの算出方法においても測定環境を限定している。一方、調理場の環境(鍋の種類、室温、水量)は様々である。

本研究では、調理場の様々な環境を想定し、加熱時に鍋から空気へ放出される熱等の環境を考慮した際の定数算出を試みる。

2. 加熱効率に関する実験方法

図 1 に実験構成を示す。鍋の放熱を防ぐために、ロックウールとスタイロフォームを用いて断熱した。加熱試験は、直径 200mm の三層ステンレス鋼鍋で実施し、温度変化および消費電力の変化を測定した。実験は、以下の①～③の手順で行った。

- ①水 1ℓ を鍋に入れ、二重断熱構造で覆う。このとき、IH 調理器の加熱出力を最大(急速加熱)にし、水が 100℃ に近似するまでの温度変化および消費電力量を測定する。
- ②IH 調理器の加熱出力を最小(緩慢加熱)にし、①と同様の測定を行う。
- ③二重断熱構造を外し、①②と同様に測定する。

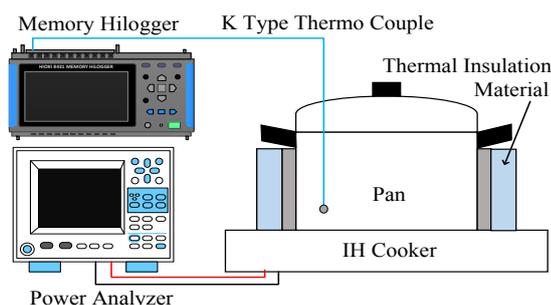
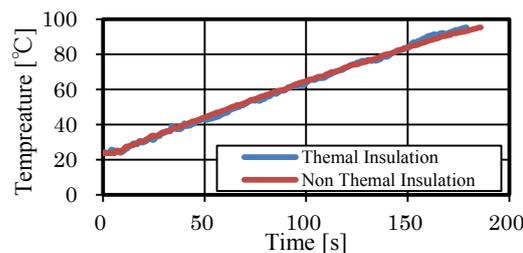


図 1 実験構成

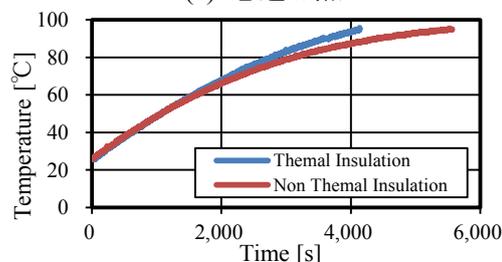
3. 実験結果

図 2 に断熱・非断熱時の水温変化、図 3 に急速加熱・緩慢加熱時の消費電力量を示す。図 2(a)より、急速加熱時は、断熱・非断熱時の差が少ないことが確認できる。一方、図 2(b)より、緩慢加熱時の断熱時には、非断熱時と比較して加熱時間が約 1800 秒早い。図 3 より、断熱・非断熱時では消費電力量に差異が生じ、急速加熱時は約 6.9Wh、緩慢加熱時は約 18.7Wh の差が生じた。また、図 2(b)の結果から区分求積法を用いて定数を算出を試み

た結果、定数 $k = 2.65t$ (t : 加熱時間[sec]) となった。断熱・非断熱時の相互変換は、従来の加熱効率式に定数 k を加えることで実現できる。



(a) 急速加熱



(b) 緩慢加熱

図 2 二重断熱構造の有無による水温変化

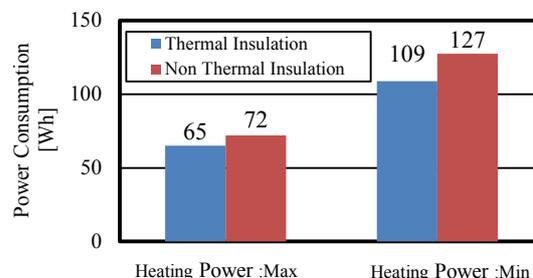


図 3 加熱出力が消費電力量に与える影響

4. まとめ

本研究では、断熱時と非断熱時の水温変化や加熱時間の違い、IH 調理器の消費電力量等から得られる放熱の影響について明らかにした。そして、断熱・非断熱時の加熱効率の相互変換に供せる定数 k を提案した。

今後の展望として、外気温を変えた際に求めた定数が適用されるか検証したいと考えている。

文献

- [1] 日本電機工業会:「電磁誘導加熱調理器の高周波出力算出に関する自主基準」(1983-02)
- [2] 米津大吾, 原武久:「有限要素法を用いた IH 調理器による加熱効率の簡易計算法の提案」平成 22 年度電気設備学会全国大会講演論文集, p7-8(2010)

4593

沿岸センサネットワークに用いるシステムに関する研究

A Study on the System Improvement for Coast Sensor Networks

ME29 富田 青
指導教員 吉田 将司

1. 序論

本研究室では、2008 年度より極沿岸域に於ける多点リアルタイム簡易海象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]。また、それをを用いた観測も行っている。観測の結果より海面表層部の水温と気温には、関係があるとされている[2]。しかし、先行研究では基地局で海上に設置したノードより破損したデータが受信されるまたは、受信できないなど不良が報告されている[3][4]。本研究では、本システムの構成及び動作を見直し不良箇所の推定及び改良を行った。また、改良したシステムの動作の確認、評価を行った。

2. システムの見直し

本システムは、観測実験時に受信率が低い乃至は受信されないという点が指摘されてきた。その一因として、通信機の経年劣化が実証された[3]。しかし、受信率の時間変化による増減及び通信の可否については明確な原因が判明していない。

この問題点に対し、同期信号、送信時に添付する情報及びノードに搭載するセンサの不足が考えられる。これらを補うことを目的に、新たにノードを試作した。図1は改善したシステムの構成を示す。

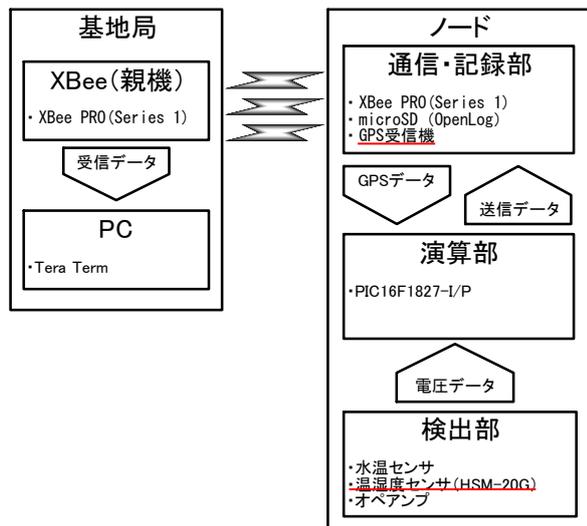


図1. 試作した基地局及びノードの構成

従来システムとの相違点は、通信の同期手法と筐体内の温湿度の観測である。これまでは、親機(基地局)からの同期信号によって子機(ノード)が省電力状態から復帰していた為、基地局からの同期信号が届かない場合は復帰しないという問題があった。そこで、ノード側に GPS 受信機を取り付け、そこから得られるパルス信号で通信機に直

接電気信号を与え、復帰させるものに変更した。GPS 受信機は、1 秒毎にパルス信号と GPS データを出力するため、時刻情報と位置情報を得ることができる。このため、パルス信号を同期に用いることでネットワークから離脱してもネットワーク参加時と同様の間隔で観測を続行することができる。

温湿度センサは、先行研究で指摘された観測地点周囲の気象による影響を調査する為にノードの筐体の内外に 1 つずつ設置した。このシステムには、ノードから送信されるデータに時刻及び位置情報を添付するというソフトウェア面での改良も行った。これにより、時刻変化と周囲の気象変化両方に対応し、不良原因の推定が行えると考えられる。

3. 動作実験

本システムの動作確認を 2016 年 9 月 14 日より 2 日間サレジオ高専のグラウンドにて行った。本実験の目的は、ノード内部のソフトウェアの動作確認と、周囲環境による受信率低下の確認である。ノードは、陸上実験なので水温センサを取り、校舎から見て奥の電灯に設置した。基地局はサレジオ高専 303 教室の窓際に設置した。実験期間は、14 日の 20 時から、16 日 22 時頃までである。実験の結果、新規システムのノードが送信データを誤り無く出力することがわかった。また、受信率低下とその発生時刻を記録できた。これによって、先行研究で生じていた受信率低下[3][4]を送信側と受信側双方で検討が可能になった。

4. まとめ

本研究では、システムの見直しと新規システムの動作確認を行った。これにより、ノードの位置情報が得られるので、地図上へのデータの表示が可能である。今後は、データ受信後の処理を検討したい。

文献

- [1] 吉田 将司, 島崎 清寿, 千葉 元: "沿岸観測システム用 2.4GHz 帯マルチホップ無線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", 信学技報 115(467), 141-146, 2016 年 2 月
- [2] 吉田 将司, 千葉 元: "沿岸海洋環境観測システムにおける観測精度と無線ネットワークの評価", サレジオ工業高等専門学校研究紀要 (45・46), 1-6, 2015 年
- [3] 盛 裕之, 吉田 将司: "小エリア環境観測システムの観測ノードの設置条件に関する検討", 情報科学技術フォーラム講演論文集 13(4), 255-256, 2014 年 8 月
- [4] 吉田 将司, 千葉 元, 北條 晴正: "富山湾における環境観測用センサネットワークの構築(3)海水温観測システムの運用と課題", 日本航海学会論文集(128), 153-159, 2013 年 3 月

4594

アロマテラピーにおける嗜好性と自律神経活動について

Relationship between Autonomic Nervous Activity and Individual Preferences in Aromatherapy

ME31 内藤 柚菜
指導教員 森 幸男

1. はじめに

近年、メディカルアロマテラピーが注目されつつあるが、アロマテラピーが自律神経活動に与える影響についての定量的な検討が少なく、この分野の成果が望まれている。このような状況において、谷田は心拍変動の周波数解析を用いて評価を行っているが、女性のみを被験者として扱っている[1]。そこで、本研究ではより幅広い応用のために、性差についての検討を行う。

2. 実験手順

エアコンディショナーを用いて室温 20℃前後に調節した校内の講義用教室(228A/228B)にて実験を行った。測定は開眼座位で行った。教室 A は芳香なしとし、教室 B にはバレリアン精油を 3 滴垂らしたアロマディフューザーを用いて香りを充満させた。図 1 のように、測定を開始して 1 分から 5 分間教室 A で安静状態にし、その後 7 分から 5 分間隣の教室 B で安静状態にし、その後 13 分から 5 分間教室 A で安静状態にした。実験終了後に精油の嗜好に関するアンケートを行い、香り肯定群、中立群、香り否定群の 3 つに分類した。

3. 結果と結論

図 2 に香り肯定群、図 3 に中立群、図 4 に香り否定群の LF/HF の変化を示す。A が芳香吸入前、B が芳香吸入中、C が芳香吸入後を示す。t 検定を行い p 値から有意差を検討したところ、次のような結果を得た。

香りの嗜好性と自律神経活動について 3 群に分けて比較を行った。香り肯定群は芳香吸入中に交感神経優位になり、芳香吸入前に比べ有意差があった。中立群は交感神経優位になる傾向が見られ、香り否定群は副交感神経優位になる傾向が見られたが、有意差は得られなかった。

吸入後の効果の持続については、どの群においても効果が持続しているように見えたが、有意差がなかったため、はっきりと結論付けることはできなかった。

香り肯定群は芳香吸入中に交感神経優位になることは明らかになったが、それ以外では有意差が認められず、傾向を示すにとどまっている。これは谷田の結果と逆であり、男性は女性と逆の傾向が見られた。明確な傾向を得るために、さらなる検討が必要である。

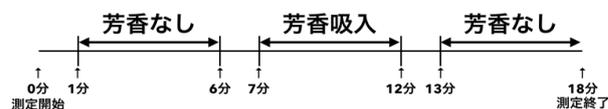


図 1 実験シーケンス

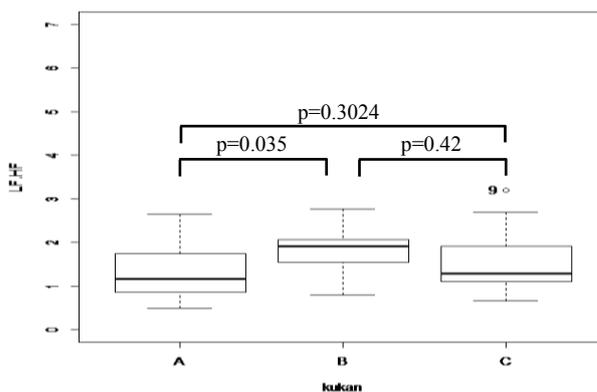


図 2 香り肯定群の LF/HF

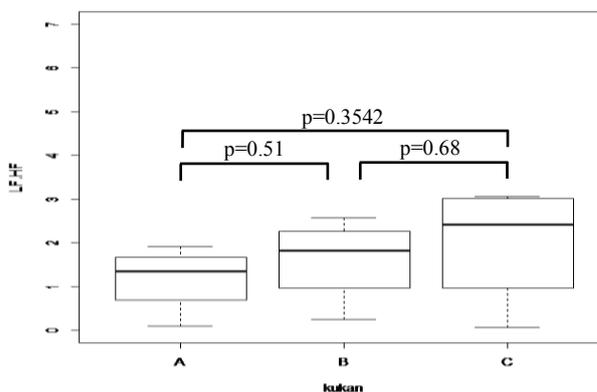


図 3 中立群の LF/HF

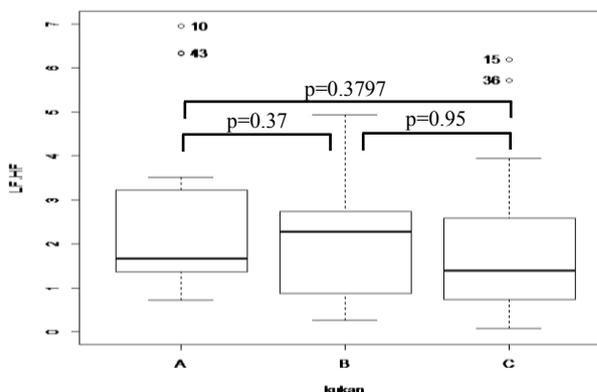


図 4 香り否定群の LF/HF

文献

- [1] 谷田恵子, 真正ラベンダーの香りが副交感神経活動に及ぼす影響, 日本アロマセラピー学会誌, p45-51, 2004.

4595

エア挿入時における Mg 電池の特性に関する検討

A study on the characteristics of magnesium battery applying insertion of air

5ME32 中込 建人
指導教員 吉野 純一

1. はじめに

先行研究において、マグネシウム(以降 Mg)電池は少量の水分で約 1.5[V]の電圧が確保でき、自己放電が少ないということがわかった[1]。Mg 電池は酸素と Mg の化学反応による Mg の腐食で発電する。また、Mg を腐食させるためには水分と酸素の両方が必要である。

本研究では、Mg を腐食させるために必要な酸素に着目した。研究目的は、エアの挿入量を増減させることにより電気的特性が変化するのではないかと考え、Mg 電池の電気的特性とエアとの相関を明確にする。

2. 実験内容

図 1 はエアを挿入した時の実験環境であり、(a)の点線を拡大したものが(b)である。本実験では、Mg 電池を 3 つ製作し、2[mL]の水道水をセパレータ部分に注水した。製作した Mg 電池にファンを使用して水平方向からエアを挿入した。使用したファンの動作する最低電圧は4[V]であった。ファンの電源部に無風状態の 0[V]及び 4～12[V]まで 2[V]ステップで 6 種類の電圧を加えた。Mg 電池にエアを挿入しながら、接続した負荷抵抗の値を 0～20[k Ω]の全 39 点とし、電圧を測定した。エア挿入時とエア非挿入時の出力電力の比較を行った。

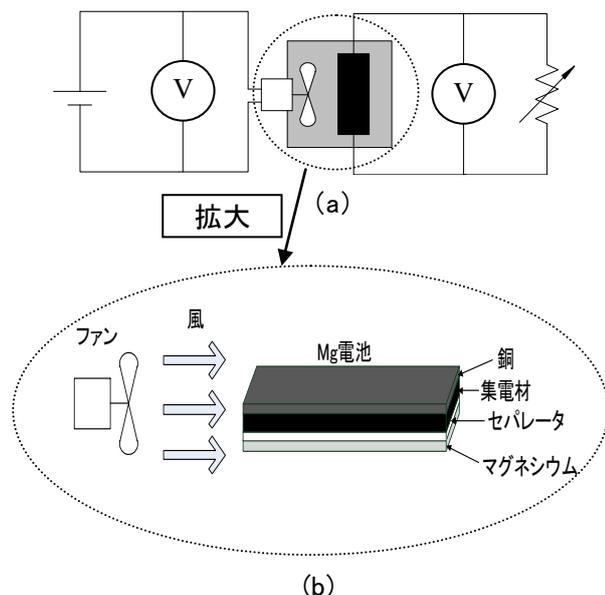


図 1 エア挿入時の実験環境

3. 結果

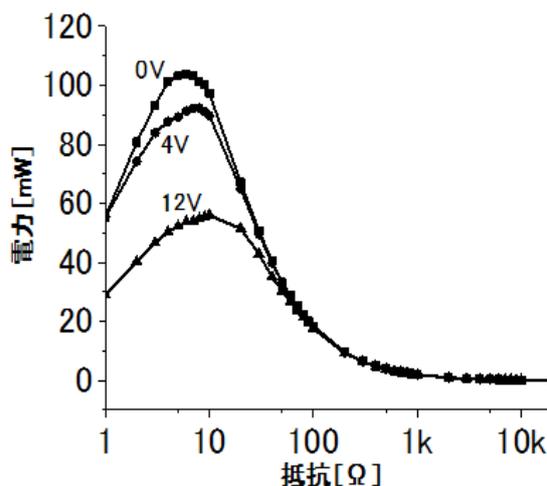


図2 エア挿入時の電力比較

図 2 は、エア挿入時に得られた電力の平均を比較し、ファンに印加した電圧 0[V]、4[V]および 12[V]の 3 つをグラフ化したものである。ファンへの電圧印加が 0[V]時の最大電力は 104[mW]、内部抵抗は 6[Ω]であった。ファンへの電圧印加が 4[V]時の最大電力は約 92[mW]、内部抵抗は 8[Ω]であった。また、ファンへの電圧印加が 12[V]時の最大電力は約 56[mW]、内部抵抗は 12[Ω]であった。ファンに 12[V]の電圧を加えてエアを挿入した状態の Mg 電池の最大電力は、エアを挿入していない状態の最大電力のおおよそ半分の値であった。

4. まとめ

Mg 電池から得ることのできる最大電力は、エアの挿入量を増加させると右肩下がりに減少した。最大電力が右肩下がりに減少したのは、エアの挿入量を増加させると腐食が促進し、酸化膜の発生が早くなり、発電が終了してしまうことが原因であると考えられる。

文献

[1] 久保田健太郎「マグネシウム発電の特性を活かしたセンサー駆動の検討」サレジオ高専，卒業論文，(2015)

4596

交流式電気磁気治療による自律神経活動について

The Effect of Autonomic Nervous Activity by AC Electromagnetic Fields

ME33 中村 空美
指導教員 森 幸男

1. 概要 [1]

現代社会を健康的に生きていく上で、ストレスと上手に付き合うことが非常に重要である。生体の生命活動は自律神経によって制御されているが、過度のストレスなどに晒されると、自律神経活動が乱れ、人の健康に悪影響を及ぼす可能性がある。そのため、自律神経活動を任意に調整できる手段の検討が重要となる。

本研究ではこの手段に磁気治療法を選択した。磁気治療は生体の血行を改善させる効果をもつとされている。この手法は現在多くの研究機関が実用化に向けて研究を進めているが、自律神経との関連性に関する研究は少なく、この点についての更なる検討が望まれている。

本稿では、被験者に対して 15 分間の磁気曝露を行い、曝露前後における自律神経活動の変動傾向を比較した。その結果、有意な結果が得られたので報告する。

2. 治療実験

交流磁気曝露時における自律神経活動の変動を測定するため、心身ともに健康であると申告した本校在籍の 10～20 代の男子学生 15 名を対象に、以下の実験を行った。

2.1 実験方法

実施時間帯は平日(月・火・金)の 15 時～19 時のいずれかに限定し、学内の静かな教室にて実験を行った。図 1 に示す通り、区間 B でのみ磁気を曝露させ、区間 A(曝露前)と区間 C(曝露後)における自律神経活動指標 LF/HF を比較する。区間 A から区間 C にかけて、LF/HF が上昇していれば交感神経が優位に、下降していれば副交感神経が優位になっているとみなすものとする。

本実験では、磁気曝露手段として、交流式電気磁気治療器「ソーケンリラックス(ソーケンメディカル株式会社製)」を使用した。



図 1 実験シーケンス

2.2 自律神経活動の算出

自律神経の活動指標 LF/HF の取得にあたり、実験中を通じて心拍センサにより RRI(心拍の R-R 間隔)を計測する。得られた RRI のパワースペクトルから LF 成分と HF 成分を抽出し、両者の比 LF/HF をとる。この傾向から自律神経活動を確認する。

3. 結果とまとめ

2. の実験から得られた LF/HF の変動傾向は、磁気曝露により上昇した者が 11 名、下降した者が 4 名となった。また、実験前後における LF/HF の変動を図 2 の箱ひげ図に示す。区間 A(曝露前)と、区間 C(曝露後)における自律神経活動指標 LF/HF の差を独立サンプル t 検定によって有意差検定を行った。有意水準を $\alpha=0.05$ として実施したところ、 $p=0.02209$ となり、 $p<\alpha$ の条件を満たした。したがって、区間 A と区間 C は十分に有意差があるといえる。つまり、磁気治療を実施すると LF/HF が上昇し、交感神経が優位になるという結果が得られた。

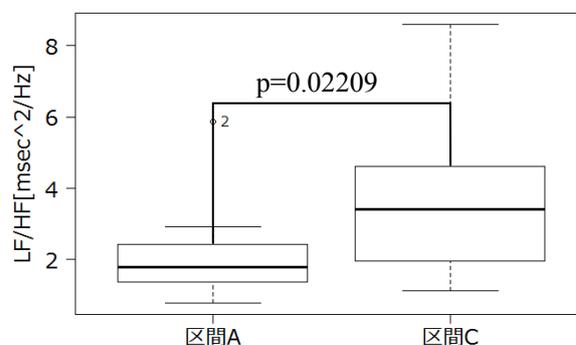


図 2 実験結果

4. 今後の展望

今回得られた LF/HF は心拍に依存した数値であるが、今回の操作対象である心拍を測定に用いるのは本来望ましくない。そのため、測定方法の改善が必須である。

また、今回は被験者の対象が若い男子学生 15 名に限定されていた。今後は性差や年齢差を考慮し、より一般的な性質を解明する必要がある。

文献

[1] 後藤幸生, “心身自律神経バランス学”, 真興交易(株) 医書出版部, pp.9-22, 2011.

4597

競技者の動作解析システムにおける位置情報の高精度化

Highly Precise of Positioning Information for Analysis System of Athlete

ME34 新美遥一郎
指導教員 吉田 将司

1. はじめに

近年センサを用いた競技者の動作解析に関する研究が進んでいる[1]。位置センサである GPS を使用すれば、走行時の軌跡が記録出来る。また、測位点ごとの区間距離、速度を算出することができる。前年度の研究は、400m 走の動作解析として、加速度の測定を行なった[2]。その際、脚に GPS アンテナをつけて、走行軌跡と GPS カメラで撮影したデータの比較を行なった。しかし、アンテナの取り付け位置が悪く、軌跡が取れなかった。また、加速度センサを用いなくても、GPS 受信機のデータだけで速度変化・動作特徴の変化が分かると考えられる。本研究では、まず後処理 RTK 測位を利用して歩行時の測位結果を高精度化し、歩行軌跡の明瞭化を行なった。次に、運動経験者の走行データを取得し、区間距離、平均速度のデータを算出した。

2. 計測装置

計測装置は外付け GPS アンテナ(Gramin 社製 1575R-A)を装着、GPS モジュール(NEO-6M-0-001 u-blox 社製)を搭載した簡易計測装置(SWITCHSCIENCE 社、ちょっとすごいロガー)を用いた。簡易計測装置は、0.2 秒毎にデータを取得する。取得したログデータを見るために、GPS 評価ソフト(u-blox 社製、u-center)、RTK-GPS 評価ソフト(RTKLIB)を用いた。また、後処理の際に必要なデータとして、国土地理院から提供されている電子基準点データ、JAXA から提供されている GPS 精密歴データ最終歴の2つを用いた。また、軌跡を表示させるために Google map を用いた。

3. 結果

(1) 歩行記録実験

単独測位、後処理 RTK 測位の比較を行うために歩行測位を行なった。実験方法は、1周 270mのグラウンドを計測装置、アンテナを上向きで手に持った状態で一周した。単独測位では、測位開始時点で建物と森林の影といった障害物によって、衛星が多く取得出来ずにコースから外れてしまった。しかし、歩き始めて約 2 分後から、コースに沿って軌跡が表示された。後処理 RTK 測位では、軌跡が補正されてコース上に沿って表示されたが、軌跡の乱れが生じており、測位再現は出来なかった。

(2) 走行記録実験

陸上部員の走行時の軌跡を取得するために、障害物のない陸上競技場で 300m 走の測位実験

を行なった。計測装置を右腕に装着した状態で、1 コースを走ってもらった。被験者はスタートして時速 24.30[km/h]の速度で 46.15 秒後にゴールした。取得した単独測位・後処理の軌跡データから、緯度・経度を 1 秒毎に平均化し、区間距離・速度を計算した。また平均化した緯度・経度データを Google map 上に軌跡として表示させた。図 1 と図 2 はそれぞれ、単独測位、後処理 RTK の測位点を平均化した軌跡を示す。単独測位の場合は、スタートしてからコースを外れ、曲走路からゴールまで軌跡は大きく外れてしまった。図 2 の後処理の場合は、スタート時はレーンに収まっていたが、曲走路の中盤から、ふくらみ始めた。単独測位は、総距離の誤差が 19m と大きくなった。しかし、後処理により総距離の誤差が 10m まで削減できた。軌跡が大きく外れた原因として、GPS 受信機の移動平均フィルタの影響が考えられる。

4. 結論

2 つの実験から、後処理 RTK 測位を行うことで実際の走行軌跡に近い軌跡を表示させることが出来た。また、走行距離と速度の誤差が減少した。しかし、速度が高くなると、軌跡が外れることがある。今後は、GPS のフィルタの設定を変更して、測位を行うほか、運動未経験者のデータを取得し、陸上部経験者との動作特徴の比較を行う。



図 1. 単独測位の軌跡データ



図 2. 後処理の軌跡データ

文献

- [1] 磯 繁雄・石井 喜八 著 日本体育大学論文(110M 障害走の記録向上の要因分析) 1985 年 8 月
[2] 寺澤 諒太 吉田 将司 著 サレジオ工業高等専門学校卒業論文(簡易センサを用いた 400m 走の動作解析) 2015 年 2 月

4598

圧力と水分量におけるMg電池の特性に関する検討

Study on characteristics of magnesium batteries according to pressure and the water amount

SME37 花野 紘平
指導教員 吉野 純一

1. はじめに

日本では地震や大雨などの自然災害が多く発生している。自然災害の発生により電線が断線し、電気機器及び通信が使用困難となる。また、スマートフォンなどの電子機器の充電が不可能となり、情報伝達の手段が絶たれる。本研究室では、電源確保としてマグネシウム(以降Mg)電池の使用を考えている。Mg電池は少量の水分を注入することで発電する特性を持っており、自己放電が少ないため長期保存に適している。先行研究より、Mg電池は約1.5[V]の電圧を確保できたが、安定的に発電を行うことが困難であり、短寿命であることがわかった[1]。「安定」という指標は、電圧が0.5[V]~1.0[V]以上の変化がないことを示す。「安定」の指標を設けた理由は、先行研究で行った実験において、短時間で0.5[V]~1.0[V]以上の変動があったからである。安定していた時間が少なかったことに起因し、安定度の指標を設けた。

本研究では、Mg電池に与える圧力及び水分量に着目し、安定的に発電する方法を検討した。

2. 検討内容

本研究では、圧力と水分量の与え方を以下の(1)~(4)の計4つに分類した。圧力は、Mg電池にターンクリップを用いて与え続けた。また水分は、Mg電池を発電させるために適量注水するものと別の水分を与え続けた。4つの与え方を考慮し、それぞれMg電池の放電特性を24, 48, 72時間測定した。Mg電池の放電特性を測定した後、最も電圧が安定していた圧力と水分量の与え方を調査した。

(1) 圧力を与えず水分も与え続けなかった場合

Mg電池に圧力を与えず、また水分はMg電池に1度だけ注水し放電特性を測定した。

(2) 圧力のみ与えた場合

Mg電池に圧力を与え続けながら放電特性を測定した。

(3) 水分のみ与え続けた場合

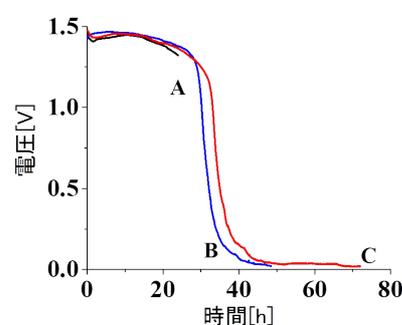
Mg電池を発電させるために1度注水した後、別の水分を与え続けながら放電特性を測定した。

(4) 圧力及び水分を与え続けた場合

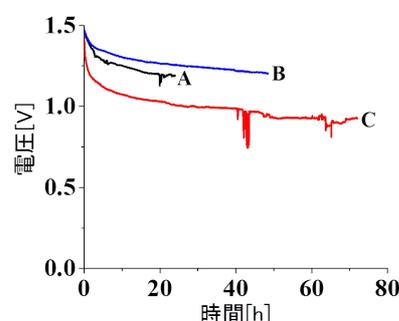
Mg電池には圧力を与え続け、またMg電池を発電させるために1度注水した後、別の水分を与え続けながら放電特性を測定した。

3. 結果

図1の(a)及び(b)は検討内容(2)、検討内容(3)のMg電池放電特性をそれぞれ示したものである。放電特性のグラフからは、測定時に使用したMg電池の容量が判明する。(a)の場合、約30時間で電圧は急降下するため、長時間使用することが不可能であることがわかる。(b)の場合、電圧は安定しているため長時間使用することが可能であることがわかる。



(a) 圧力のみ与えた場合



(b) 水分のみ与えた場合

図1 Mg電池放電特性

4. まとめ

Mg電池に圧力のみ与えた場合は、安定的に発電させることが困難であった。一方、Mg電池に水分を与え続けた場合は、安定的に発電させることが可能であることがわかった。また、水分を与え続けることにより電圧が安定することから、Mg電池の寿命が長くなると考えられる。

文献

- [1] 久保田健太郎, “マグネシウム発電の特性を活かしたセンサー駆動の検討”, サレジオ高専卒業論文, (Feb.2015)

4599

水熱法により合成した銅添加ヒドロニウムアルナイトの 発光強度における原料溶液濃度と徐冷時間の効果

Effect of solution concentration and cooling time on luminescence intensity
of copper-doped hydronium alunite synthesized under hydrothermal condition

ME39 菱山 雄飛

指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒言

蛍光体は、蛍光灯や表示機など幅広い用途に使われている。多くの蛍光体では、原料として希土類元素が使われている。しかし、特定の産出国からの輸入に頼っており、安定した価格と供給が困難な状態である。そこで近年では、希土類元素の使用削減や代替する材料開発が進んでおり、希土類元素を原料としない新規蛍光体の開発が期待されている。

我々の研究室では、新規蛍光体として銅添加ヒドロニウムアルナイトを研究している。この材料は、アルミニウム、銅、硫黄、酸素、水素から構成されており、希土類元素を使用しない。これまでに、室温にて波長 414nm の発光を示すことを報告してきた[1,2]。しかし、一般的な蛍光体と比べ発光強度が低く、応用するためには発光強度の増大が必要である。本研究では、原料溶液濃度を低くすることと徐冷時間を長くすることにより、発光強度の増大を目指した。

2. 実験方法

試料の合成は、水熱法を用いた。硫酸アルミニウム十五水和物、硫酸銅五水和物を精製水に溶解し溶液を調製した。金属イオンの濃度比が $Al : Cu = 0.25 : 0.16 \text{ mol/L}$ となるように原料を秤量した。調製した溶液に対し、希釈のための精製水を体積比が $1 : x$ ($x = 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0$)となるよう加えた。それぞれの溶液を石英容器に注入し、オートクレーブ内に設置した。昇温速度 $1.5^\circ\text{C}/\text{min}$ で 240°C まで加熱し、1時間保持後に1分でプログラムを終了させて炉冷を行った。1時間保持後の徐冷時間 t ($t=10, 20, 30, 60 \text{ hour}$)を変化させた。X線回折装置とラマン散乱により試料の結晶相を同定した。フォトルミネッセンス(PL)により、作製した試料の発光スペクトルを調査した。励起光としてヘリウム-カドミウム(He - Cd)レーザの紫外線(波長 325nm)を照射した。

3. 結果

XRD測定の結果から、すべての試料はアルナイト型の結晶構造を有することがわかった。また、ラマン散乱測定からは、 SO_4^{2-} , Al-O, Al-OH, OHなどの振動に起因するラマンピークが観測された。

作製した試料の発光スペクトルを図1と2に示す。いずれの試料も波長 426nm にピークを有することがわかった。図1は、溶液濃度を変化させたときの

発光スペクトルである。原料溶液濃度が半分となるように作製した試料($x=1$)が最大の発光強度を示した。この発光強度は、希釈前($x=0$)の約 1.4 倍に及んだ。図2は、徐冷時間を変化させたときの発光スペクトルである。長時間の徐冷により、発光強度が大きくなった。徐冷時間を 30 および 60 時間として作製した試料の発光強度に大きな違いは見られず、飽和した。

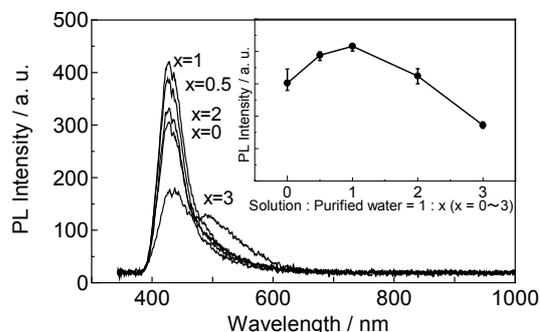


図1. 銅添加ヒドロニウムアルナイトの
発光スペクトル(溶液:精製水 = 1 : x ($x=0\sim3$))

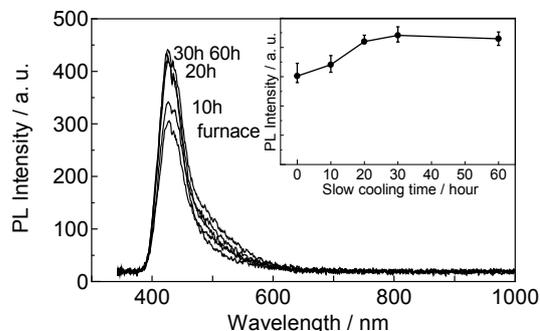


図2. 銅添加ヒドロニウムアルナイトの
発光スペクトル(炉冷(10~30 hour))

4. 結論

本研究では、水熱法により合成した銅添加ヒドロニウムアルナイトの発光強度における原料溶液濃度と徐冷時間の効果を調査した。PLにて試料の発光スペクトルを調査した結果、波長 426nm にピークを有することがわかった。原料溶液濃度が半分となるように作製した試料が最大の発光強度を示した。従来の方法で作製したものよりも約 1.4 倍の発光強度を得ることに成功した。

文献

- [1] Y. Kuroki, N. Iwata, T. Hatsuse, T. Okamoto, M. Takata, IOP Conf. Ser. : Mater. Sci. Eng. 012004, 21, 2011.
- [2] Y. Kuroki, N. Iwata, T. Okamoto, M. Takata, Ceramics International, S567, 38S, 2012.

4600

センサネットワークを用いた 校内学習環境の調査に関する研究

A Study on an Investigation of a Learning Environment in the School Using a Sensor Network

ME41 藤島 佳祐
指導教員 吉田 将司

1. はじめに

現在行われている熱中症の予防は主観的な判断が主となっている[1]。屋内での熱中症対策として、定量的なモニタリングができれば熱中症予防に有効であると考えられる[2]。

本研究では暑熱環境に加えて冬期の学習環境にも着目し、センサネットワークを用いた校内学習環境の調査を行った。今年度は温度・湿度・WBGT 値だけではなく、冬期にも用いることができる不快指数にも着目し関係性について検討した。次に、校舎全体を使ったセンサネットワークの構築を行った。構築したセンサネットワークを用いて、10月～1月にかけて一ヶ月ごとに温湿度の観測を行った。

2. 熱中症暑さ指数と不快指数の比較実験

熱中症暑さ指数計を用いて教室における温度・湿度・WBGT 値の観測実験を行い、観測された WBGT 値と、気温と湿度の関係から求められた不快指数を比較した[3]。図1は WBGT 値と不快指数の時刻変化を示す。WBGT 値と不快指数は概ね同じ動きをしていることがわかる。WBGT 値の指針が「注意」のときは、不快指数の体感は「不快」となり指針と体感がほぼ一致していた。

3. 学内ネットワークの構築

学内全体でのネットワーク構築を目的として、受信確認実験を行った。図2は実験時に構成したネットワークを示す。図のようにセンサノードと中継機を配置することによって、基地局での受信が確認できるようになった。しかし、センサノードの設置場所によっては受信率が低い場所があった。

4. 構築したネットワークを用いた観測

構築した屋内ネットワークを用いて1～3階の南北校舎での観測実験を行った。観測期間は10月から1月に掛けて一ヶ月ごとに一週間とした。図3は10月観測実験の時間別温度変化を示す。室温は、プレテックセンターと創造演習室が平均して高かった。これは、部屋の位置が南側に位置しており日光が良く当たることが考えられる。

5. まとめ

屋内では WBGT 値と不快指数は体感と指針が一致することがわかった。その結果、校内での観測を行うために構築したセンサネットワークの有効性が確認できた。また、センサネットワークを用いて観測実験を行った。その結果、教室の室温は、方角に影響を受けており、南側の太陽に面している教

室が暖かいことが確認できた。

今回の研究では、冬期の学習環境の観測だけで、夏季暑熱環境の観測が行えなかった。また、観測する場所も多目的室が主だったので、実際に授業を行う教室での夏季から冬期を通しての観測が必要である。

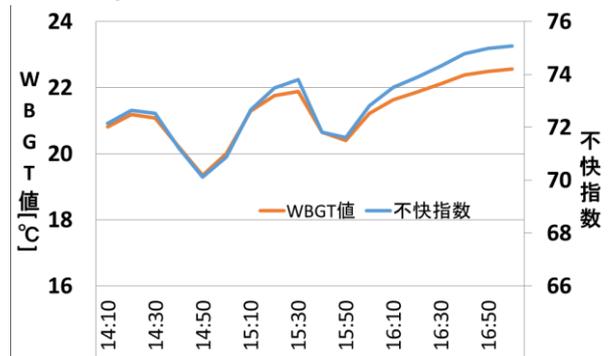


図1 WBGT 値と不快指数の時刻変化

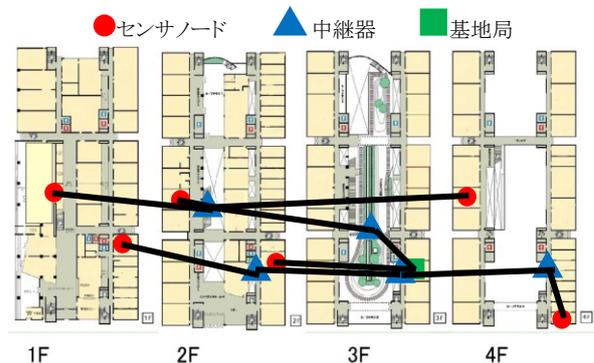


図2 屋内ネットワーク構成

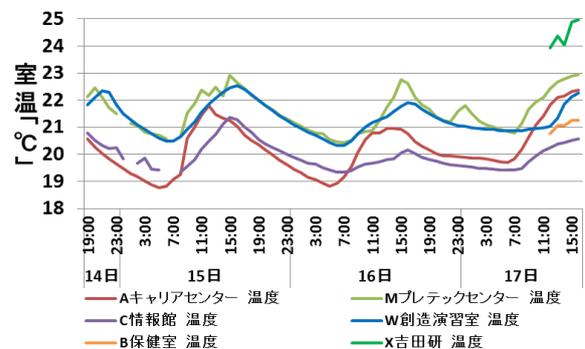


図3 10月観測実験

参考文献

- [1] 文部科学省, 学校の管理下における熱中症の発生状況, (2013)
- [2] 日本生気象学会, 「日常生活における熱中症予防方針」(2013)
- [3] E. C. Thom. The Discomfort (1959)

4601

マグネシウム空気電池における集電体の材質と構造に関する研究

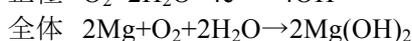
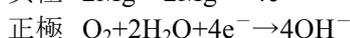
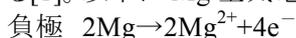
Study on the material and structure of current collector in magnesium air battery

ME42 藤田 夏乃介

指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒言

空気電池の一つであるマグネシウム(Mg)空気電池は、他の化学電池と比較して自己放電が無い。よって長期間劣化せずに保存できる。これらの特徴から、災害時の非常用電源として注目されている[1]。以下に Mg 空気電池の反応式を示す。



私の所属する研究室では、Mg 空気電池の集電体を使用されている炭素材料に着目している。炭素材料はその多様性から、様々な分野における主要な先端材料として使用されている[2]。本研究では、産業廃棄物の中で年間約 612 万 t 廃棄される廃プラスチック類[3]を炭化し、Mg 空気電池における集電体としてのリサイクルを検討した。また、炭素量と、接触面積の定量評価を目的として、集電体の構造を検討した。

2. 実験方法

本研究では、廃プラスチック類に含まれるタイヤの廃ゴムチューブに注目した。廃ゴムチューブを 2mm 四方に切断して洗浄した後、電気炉により、400℃、2 時間、空気中で熱処理した。Mg 空気電池は、銅・集電体・セパレーター・Mg を積層した構造を有する(図 1)。集電体として、炭化した廃ゴムチューブと食塩を 4:1 の重量比で混合した粉末を不織布に擦り込み、これを重ねた物を用いた。

得られた電池の定電流放電特性を測定した。実験条件は、放電電流 20mA、気温 22℃、湿度 48% とした。定電流値と放電時間の積より、電池の放電容量を求めた。また、一般に Mg 空気電池の集電体として用いられているケッチェンブラックと、炭化した廃ゴムチューブにおける放電特性を比較した。さらに製品として発売されている Ni-H 電池とも比較を行った。集電体の構造として、不織布をカーボンペレットにした場合と、スチールウールに炭素を塗布した場合についても検討した。

3. 結果

図 2 に放電特性の測定結果を示す。A~C は集電体にケッチェンブラックを用いた場合の放電特性を、また D~F は炭化した廃ゴムチューブを用いた場合を示す。これらの結果より、炭化した廃ゴムチューブでも Mg 空気電池として放電が可能である事がわかった。しかし、放電電圧は最大でも 0.7V 程度であった。炭化した廃ゴムチューブと水を小瓶

に入れ振った所、粉末と水は混合せずに分離した。この事から、炭化した廃ゴムチューブは疎水性であることがわかった。以上の結果から、試料が疎水性を有することにより、電解液との接触面積が小さくなり、内部抵抗の上昇により、容量が小さくなったものと考察した。

集電体にカーボンペレットを用いた物は、放電時にペレットが崩れたため、従来の Mg 空気電池より放電時間が短くなった。スチールウールを用いた物は、スチールウールが電池反応に加わったため、放電の経時変化が不安定になることがわかった。

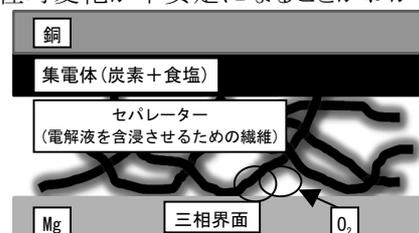


図 1 Mg 空気電池の構造

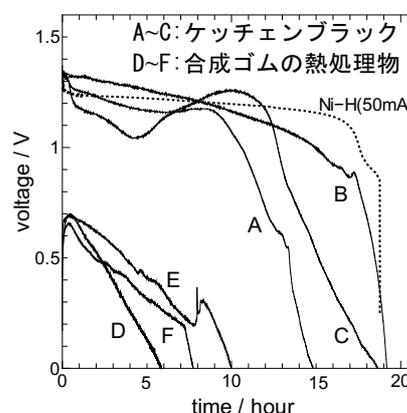


図 2 測定した Mg 電池の放電特性

4. 結論

廃ゴムチューブの熱処理により、Mg 空気電池の集電体としてリサイクルが可能であることがわかった。また、廃ゴムチューブの熱処理物の親水化処理を行う事により、Mg 空気電池の容量改善が期待できる。今後、集電体の構造については、更なる検討と改善が必要である。

文献

- [1]伊藤 他：“非常用マグネシウム空気電池「Mgbox®」の評価試験”，古河電池株式会社，FB テクニカルニュース，70 (2014) pp23-24
- [2] 滝澤 他：“材料科学・材料工学-基礎から応用まで-”，東京化学同人(2012) p120
- [3] 環境省：産業廃棄物の排出及び処理状況(平成 25 年度実績)について(2015)

4602

R. F.マグネトロンスパッタリングと熱処理により作製した FeSi₂ 膜の熱電特性評価

Thermoelectric properties of FeSi₂ film prepared by R. F. magnetron sputtering
and heat treatment

ME43 伏見 章吾
指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒言

熱電材料は温度差により熱を電力に直接変換する。また逆に直流の通電によって冷却や加熱もできる。環境親和性と入手性が高い 1:2 組成の β -FeSi₂ は、大きなゼーベック係数を持つことが特徴であり、更に耐酸化性が高く高温の大気中でもそのまま使用できる[1]。1993年の Dresselhaus の報告によると、Bi₂Te₃ を低次元化することで、無次元性能指数 ZT を大幅に引き上げる事ができるという理論的な結論を導いた[2]。この報告により現在では、熱電材料の低次元化は ZT を大幅に向上させることのできる有用な方法であると認識されている。本研究では、R. F.マグネトロンスパッタリングと熱処理により β -FeSi₂ の薄膜を作製し、熱電及び電気特性を評価することを目的とする。

2. 実験方法

研磨により Si 基板表面の自然酸化膜を除去した。次にアセトンと 2-プロパノールで 10 分ずつ超音波を照射して基板洗浄を行った。次に Fe 膜をスパッタリングにより堆積した。ターゲットには、バルク Fe 板を使用した。背圧 6.6×10^{-4} Pa までチャンバーを真空引きした後、Ar ガスを 20 cc/min で流入し、ガス圧を 4 Pa に設定した。スパッタ電力を 100 W に設定し、プレスパッタ 15 分、本スパッタ 15 分の順でスパッタリングを行った。次に基板の Si と Fe 膜を反応させ β -FeSi₂ を形成する為に電気炉による熱処理を行った。電気炉内を真空にし、600°C、3 時間の熱処理を行った。得られた試料について、X 線回析 (XRD) による結晶相の同定を行った。走査型サーマルプローブマイクロイメージ SPM-1000 を用いてゼーベック係数を測定した。

3. 結果

シリコン基板表面の自然酸化膜の除去を行わずにスパッタリングした試料を熱処理した結果、膜が虹色に変色し、全体的に剥離した。一方、シリコン基板表面の自然酸化膜を除去した試料は変色せず、剥離も見られなかった。

図 1 に試料の XRD パターンを示す。自然酸化膜を除去した後に熱処理した試料において、 β -FeSi₂ の 331 と 004 に起因する回析ピークが観測された。また、シリコン(100)基板上に β -FeSi₂ の 004 ピークが観測された事から、膜の一部はエピタキシャル成長している事が考えられる。以上により、本手法で β -FeSi₂ を得るためには、Si 基板表面の自

然酸化膜の除去が重要であることがわかった。

図 2 に試料の拡大写真を示す。カプトンテープを用いて Si 基板にマスクを行い Fe をスパッタすることで、Si 面と β -FeSi₂ 面を作製した。Si と β -FeSi₂ の境界を含む範囲(点の集合部分)を走査しながらゼーベック係数を測定した結果を図 3 に示す。図中左側の黒い領域は図 2 の Si 面に対応している。得られた β -FeSi₂ のゼーベック係数は、 $-11.2 \sim -150 \mu\text{V/K}$ であり、文献値[1]の $-200 \sim -300 \mu\text{V/K}$ に近い値が得られた。

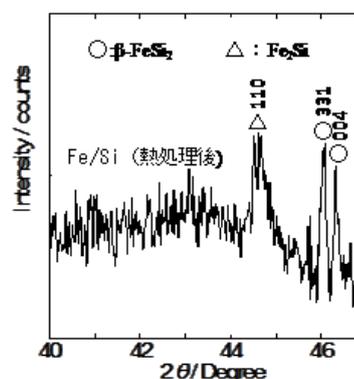


図 1. XRD パターン

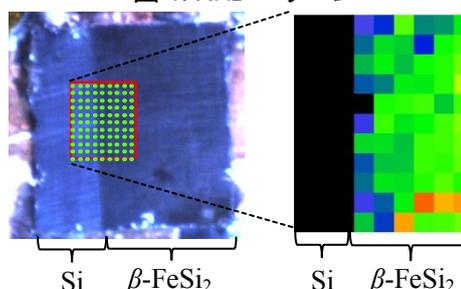


図 2. 試料の写真

図 3. ゼーベック係数

4. 結論

シリコン基板の自然酸化膜を除去した後にスパッタリングにより Fe 膜を堆積した。その後真空中で熱処理を行うことにより、 β -FeSi₂ 膜の作製に成功した。得られた膜は $-11.2 \sim -150 \mu\text{V/K}$ のゼーベック係数を示した。以上の結果より、本研究で得られた試料は、薄膜型熱電デバイスへの応用が期待できる。

文献

- [1] 西田勲夫, 金属間化合物半導体 FeSi₂ の製造法とその熱電特性, 鉄と鋼, 81 (1995) N454.
- [2] L. D. Hicks, M. S. Dresselhaus, Effect of quantum-well structures on the thermoelectric figure of merit, Phys. Rev. B, 47 (1993) 12727.

4603

クロム添加チタニア粉末の近赤外発光強度における クロム添加量の最適化

Optimization of doping amount on near-infrared emission intensity
for titanium oxide doped with chromium

ME47 丸山 宏人
指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒言

酸化チタン(TiO_2)は、温度や圧力に応じて、ルチル、アナターゼ、ブルッカイトの三種類の構造になることが知られている。ルチル型とアナターゼ型構造のものが古くから白色顔料として利用されてきた。また、本多・藤嶋効果[1]の発見により、アナターゼ型の酸化チタンが高い光触媒性能を示すことが知られてからは、建築用外装や自動車・浴室におけるコーティング等に幅広く産業展開されている。近年、株式会社信光社の特許において、酸化チタンにクロムを微量に添加することにより赤外発光が得られることが報告された[2]。

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ている[3]。従来のセキュリティインクは、紫外線を照射し、可視光を発光するため、使用箇所が視認できる。一方、酸化チタンにクロムを添加した粉末は、目視できない赤外線を発光するため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。

これまでに、クロムを 0.05~5%添加した試料の発光特性を調査した結果、0.05%の添加量で最大発光強度を示すことが明らかにされた[4]。

本研究では、酸化チタンにクロムを添加した試料において、0.05%付近の添加量を詳細に変化させたものを合成し、赤外発光の最適値を調査することを目的とする。

2. 実験方法

(1) 試料作製

微量なクロム添加量を詳細に制御するために、溶液を用いた添加方法を採用した。酸化チタン TiO_2 と硝酸クロム(III)九水和物 $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ の金属元素比が $\text{Ti} : \text{Cr} = 100 - x : x$ ($x = 0.01, 0.025, 0.05, 0.075, 0.1$) となるように秤量した。精製水に硝酸クロム(III)九水和物を溶解した溶液をチタン粉末に加え、乳鉢を用いて2時間湿式混合した。乾燥後、得られた混合粉を 1100°C 、2時間、空气中で熱処理した。

(2) 赤外発光特性

クロム添加チタニア粉末の赤外発光特性をフォトルミネッセンス (PL) 測定装置により調査した。励起光として波長 325nm のヘリウム・カドミウム (He-Cd) レーザーの紫外線を用いた。試料からの発光を分光器で分析した。

(3) ラマン散乱分光による振動解析

ラマン散乱測定より、得られた試料の振動解析を行った。光源として波長 532nm の半導体励起レーザーを用いた。光学顕微鏡内のレンズ系を用いて励起光を試料に照射し、スペクトルを得た。また測定は室温で行った。

3. 結果

クロム添加チタニア粉末は、波長 820nm にピークを有する赤外発光を示すことがわかった。クロムの添加量を変えた場合の赤外発光強度の変化を図1に示す。クロムの添加量が 0.075%の時に最も強くなった。図2にクロム添加量を 0.075%とした場合のラマンスペクトルを示す。 E_g (420)及び A_{1g} (600)の振動モードが観測された。クロム添加量を増加すると、振動モード E_g のピークが低波数側にシフトした。これはチタニア粉末の欠陥濃度の増大を意味している[5]。欠陥の増加に伴い、赤外発光が増大したが、その濃度がある閾値($x=0.075\%$)を超えると結晶構造の歪みが大きくなり、発光強度が減少したものと考えられる。

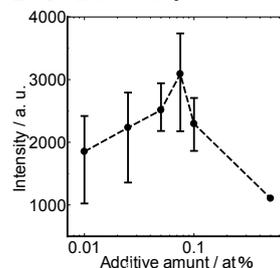


図1 クロムの添加量を変えた場合の発光強度

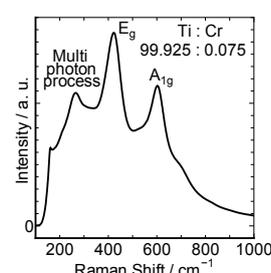


図2 試料のラマンスペクトル

4. 結論

クロムを 0.075%添加した試料が最も強い近赤外発光を示した。ラマンシフトの結果より、クロムの添加によりチタニア粉末の欠陥濃度が増大していることが判明した。

文献

- [1] A. Fujishima, K. Honda, Nature, 238 (1972) 37.
- [2] 特開 2010-53213「蛍光発光材料及びその製造方法」(株式会社信光社)
- [3] P. Kumar, J. Dwivedi, and B.K. Gupta, J. Mater. Chem. C, 2 (2014) 10468.
- [4] R. Sakamoto, 大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, 7 (2015) 114.
- [5] Applied Physics Letters volume89 27 November 2007 Number 22 Y. Kuroki, T. Okamoto, M. Takata, M. Osada

4604

種々の炭素材料を用いた Mg 電池の電気的特性評価

Electrical characteristics of the magnesium batteries using the various carbon materials

5ME48 三木克尚
指導教員 吉野純一

1. はじめに

先行研究において、マグネシウム(以降 Mg)電池は少量の水分で約 1.5[V]の電圧が確保でき、自己放電が少ないという事がわかった。Mg 電池の構成要素の一つである集電材は、「ケッチェンブラック、植物性炭及び岩塩の混合物」を使用した[1]。ケッチェンブラックは工業製品であり特殊な炭素材料である。

本研究では身近な食品や飲料などから排出されて捨てられる産業廃棄物に着目した。産業廃棄物であるコーヒーの抽出粕及び米の糠、そして先行研究で使用したケッチェンブラック計 3 種の炭素材料を Mg 電池の集電材として用い、電気的特性の比較評価を行った。また、コーヒーの抽出粕及び米の糠から製作される炭素材料は、先行研究で使用されたケッチェンブラックの代替品とすることができるか検討を行った。

2. 実験内容

Mg 電池は、陽極として銅 (以降 Cu)、集電材、セパレータ、陰極として Mg の 4 つを積層した構成であり、サイズは 25×50[mm]とした。

Mg 電池の評価をするために 3 つの実験を行った。

①産業廃棄物の炭化

コーヒーの抽出粕及び米の糠を炭素材料とするために熱処理し炭化した。

②Mg 電池の電気的特性

産業廃棄物を構成要素にしたときの Mg 電池から電力が得られるかを調査した。Mg 電池、電圧計、負荷抵抗を並列に接続し、負荷抵抗を変化させた時の電力を求めた。

③ラマン散乱分光による振動解析

コーヒーの抽出粕を熱処理したものと米の糠を熱処理したものについてラマン散乱分光による振動解析を行った。振動解析の結果と Mg 電池の電気的特性の関連性を調査した。

3. 結果

図 1 は実験内容②の結果を示し、(a)の点線内を拡大したものが(b)である。炭素材料としては、ケッチェンブラック、コーヒーの抽出粕及び米の糠の 3 種を活用した。ケッチェンブラック、コーヒーの抽出粕及び米の糠の各々の最大電力は、約 110[mW], 0.5[mW], 2.7[mW]であった。

炭素材料としてケッチェンブラックを活用し製作した Mg 電池は、他と比較してより大きな電力を得られることがわかった。

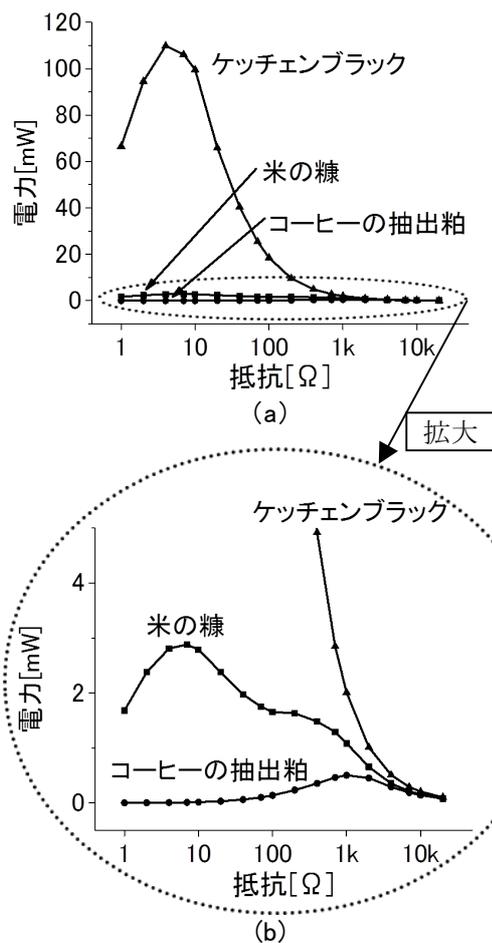


図 1 各 Mg 電池の電力比較

4. まとめ

コーヒーの抽出粕及び米の糠は各々 0.5[mW], 2.7[mW]の電力が得られた。現状コーヒーの抽出粕及び米の糠は RFID タグなどの低電力で作動する機器の電源として利用できると考えられる。したがって、産業廃棄物であるコーヒーの抽出粕及び米の糠による炭素材料は Mg 電池の集電材として利用可能である。

文献

[1]久保田健太郎「マグネシウム発電の特性を活かしたセンサー駆動の検討」サレジオ高専，卒業論文，(2015)

光スキッド法における形状再生方法の検討

Reconstruction method in optical skid

ME50 諸泉 湧
指導教員 大坪 樹

1. 緒言

変位計を用いた工作機械上で形状計測を行う場合、振動などの外乱の影響を取り除く必要がある。除振方法の1つとして光スキッド法があるが、光スキッド法の原理上、振幅誤差が発生する。この問題に対して先行研究では測定結果から被測定物形状を再生する方法を提案し、一定の効果を確認した^{[1][2]}。しかし、先行研究は CAD データに基づいた形状再生にとどまっており、未知形状における形状再生方法の検討が不十分であった。そこで本研究では、未知形状の再生手法を提案、評価した。

2. 測定原理

2.1 光スキッド

図1は光スキッド法の原理図である。センサにはスポット径の異なる2本のレーザ(スタイラス、スキッド)が同軸に設置されている。スタイラスのスポット直径を d_t 、変位出力を St とし、スキッドのスポット直径を d_k 、変位出力を Sk とする。センサと被測定物間に相対的な変位誤差 E が発生した場合、それぞれの出力は次式で求めることができる。

$$St = \frac{1}{d_t} \int_{x-d_t/2}^{x+d_t/2} f(x)dx + E \quad (1)$$

$$Sk = \frac{1}{d_k} \int_{x-d_k/2}^{x+d_k/2} f(x)dx + E \quad (2)$$

ここで被測定物形状の波長に対して、 d_t が十分に小さく、 d_k が十分に大きい場合、2つの出力の差分より E を除去し、被測定物形状 $f(x)$ のみを算出できる。しかし、被測定物の波長が d_k より長い場合、完全に平滑化されないため振幅誤差が発生する。

2.2 形状再生手法

フーリエ展開の原理より被測定形状 $f(x)$ は正弦波の重ね合わせで表せる。したがって、被測定形状の波長 λ としたとき2つの出力差 $g(x)$ は(1)、(2)式から次式となる。

$$g(x) = \left(\frac{\sin \frac{\pi d_t}{\lambda}}{\frac{\pi d_t}{\lambda}} - \frac{\sin \frac{\pi d_k}{\lambda}}{\frac{\pi d_k}{\lambda}} \right) f(x) \quad (3)$$

ここで、 $f(x)$ の係数を $\alpha(\lambda)$ とする。 $g(x)$ からDFTを用いて、 $g(x)$ の波長スペクトル $G(\lambda)$ を抽出する。抽出した波長成分ごとに算出した $\alpha(\lambda)^{-1}$ を $G(\lambda)$ にかける。このとき $\alpha(\lambda)$ が0の場合、 $\alpha(\lambda)^{-1}$ が発散してしまうため、 $G(\lambda)$ を1で除算をする。IDFTを行い、 $f(x)$ を再合成し元の形状を再生する。 $\alpha(\lambda)^{-1}$ を

$G(\lambda)$ にかける際、先行研究では任意波長の $\alpha(\lambda)$ を算出し、形状を再合成していた。これに対し、本研究では抽出した全ての波長において $\alpha(\lambda)$ を算出し形状再生を行った。

3. 形状再生シミュレーション

被測定形状に対する形状再生の差の標準偏差を評価した。シミュレーション条件を表1に示す。条件はJIS B 0633 および JIS B 0651 より決定した。図2は被測定物の波長が形状再生の精度に与える影響である。波長が0.1[mm]および0.2[mm]を除いた範囲では標準偏差は 2.7×10^{-6} [μm]以下となり、測定対象であるプラスチック用金型の要求精度1 [μm]よりも高い精度で形状を再生できた。0.1[mm]および0.2[mm]では形状を再生できなかった。この原因は、0.1[mm]および0.2[mm]のとき $\alpha(\lambda)$ が0となり(3)式の $g(x)$ が0となる。そのためDFTで波長を抽出ができず、形状再生を行うことができなかったと考えられる。

表1 シミュレーション条件

波長 λ [mm]	0.1~2.5	2.5~8	8~18
サンプリング間隔 Δx [μm]	0.5	1.5	5
測定距離 L [mm]	$\lambda \times 5$		
振幅 a [mm]	0.1		
スタイラススポット直径 d_t [mm]	0.2		
スキッドスポット直径 d_k [mm]	0.4		

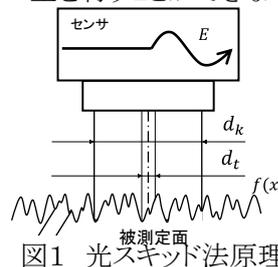


図1 光スキッド法原理

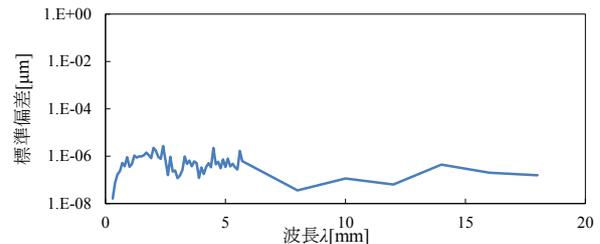


図2 波長が測定精度に与える影響

4. まとめ

本研究では、シミュレーションの範囲内において波長が0.1[mm]、0.2[mm]を除き、提案した形状再生手法が要求精度よりも高い精度で形状を再生できることを明らかにした。

文献

- [1] Tatsuki Otubo etc. "Accuracy of Three-Dimensional Shape Measurement using a Triangulation Method Sensor with Optical Skid", key Engineering Materials, Vols.656-657, pp.768-773, 2015
- [2] 大坪 樹 他. "三角測量式光スキッドセンサの高精度化、一形状再生手法の問題とその改善一", 2012年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp.995-996, 2012

4606

低温域示差熱分析装置の開発

Development of low-temperature region differential thermal analyzer

ME51 八木 勇太
指導教員 黒木 雄一郎

1. 緒言

経済産業省の「エネルギー関係技術開発ロードマップ」では、「エネルギーから仕事への変換効率向上技術が飽和していく中、排熱エネルギーを回収・再利用する蓄熱・断熱技術がキーテクノロジーとなる」と記されている[1]。このように、蓄熱・断熱技術の開発は極めて重要な課題の一つである。蓄熱技術は様々な場面での活用が考えられ、活用する場所によって求められている温度は様々である。その中でも 40～100℃付近の低温域は、一般家庭でも多くの利用が考えられ、ニーズの高い温度域である。

蓄熱材料の評価には、一般に示差熱分析装置や示差走査熱量計が用いられる。これらの装置は広い温度範囲(室温～800℃)で極めて精密な熱分析を行うことが可能である。一方、我々がターゲットとしている低温域での蓄熱材料評価においては、広い温度範囲での分析は必要としない。近年の数々の技術革新によって、精密温度センサや高性能マイクロコンピュータを安価に入手することが可能となった。そこで、それらを利用し、低温域測定専用の熱分析装置の構築が可能であると考えた。

本研究では、このような背景から低温域示差熱分析装置の開発について報告する。また、低温域での蓄熱材料としても知られるパラフィン(蠟燭)の熱分析を行い、分析装置の有用性を評価した。

2. 実験方法

2. 1. 分析装置

図 1 に低温域示差熱分析装置の概略図を示す。堀部らの報告[2]を参考にオイルバス、攪拌機、温度コントローラ、記録部により装置を構成した。また、記録部として、精密温度センサ(MCP9600)、高性能マイクロコンピュータ(DaVinci32U)とパソコンを用いた。MCP9600 はマイクロチップ社製の熱電対コンバータ IC、DaVinci32U はストロベリー・リナックス社から発売されている Arduino 互換ボードである。Excel でシリアル通信を行うマクロである EasyComm.NET を用いてデータ取得を行った。

2. 2. 実験方法

パラフィンを試験管へ入れ、オイルバス内に設置した。ヒーターの温度を 90℃に設定し、十分に時間を置き温度を安定させた。その後、ヒーターの電源を切り自然冷却した。その際、試料温度とオイル温度を T 型熱電対で記録した。また、試料とオイルの温度差を算出した。

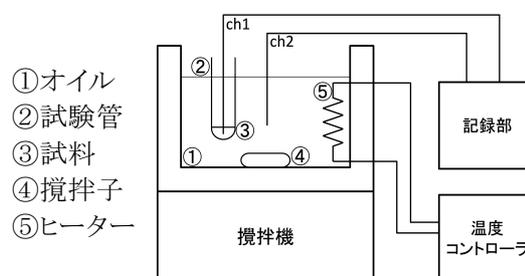


図 1 低温域示差熱分析装置の概略図

3. 結果

図 2 に測定結果の一例を示す。ピーク両側の最大傾斜点で引いた接線の交点温度を融点と定義した。得られた融点(約 59℃)から、測定に用いたパラフィンの平均分子量は 380.4 であり、その組成は $C_{27}H_{56}$ であると予想した[3]。開発した装置を用いることで、パラフィンの平均分子量と組成の推定が可能であることを実証した。

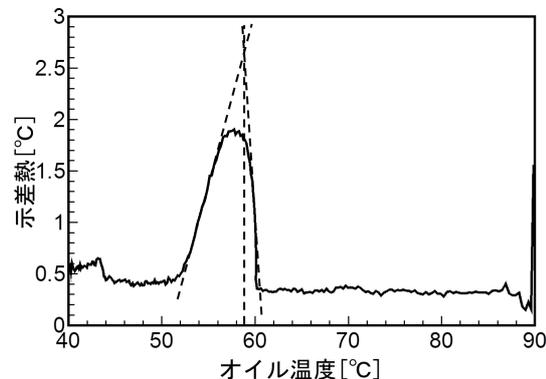


図 2 パラフィンの示差熱曲線

4. 結論

精密温度センサ、高性能マイクロコンピュータ、パソコンを用いて記録部を製作した。また、これらを用いた低温域示差熱分析装置を開発し、パラフィンの熱分析を行った。その結果から、分析に用いたパラフィンの平均分子量は 380.4、組成 $C_{27}H_{56}$ はであると予想した。以上の結果から開発した分析装置の有用性を明らかにした。

文 献

- [1] 経済産業省:「エネルギー関係技術開発ロードマップ」, 2014
- [2] 堀部明彦, 劉植秀, 春木直人, 金田彰郎, 町田明登, 加藤雅士:「2 種類の潜熱蓄熱物質による混合材料の融解特性」熱物性, Vol. 25, pp. 136-142, 2011
- [3] A. H. Etessam, M. F. Sawyer:「RELATION BETWEEN MELTING POINT AND MOLECULAR WEIGHT IN THE N-PARAFFIN SERIES.」J. Inst. Petroleum, Vol. 25, pp. 253-262, 1939

4607

IoT を活用した農業支援システムの研究

Research on agricultural support system utilizing IoT

SME52 安永 寿
指導教員 吉野 純一

1. はじめに

日本は、農林水産省が地産地消を推進しており、地域で生産した農作物を地域で消費することが多い[1]。そのため、地産地消を推進することで、食料自給率が高くなるとされる。しかし、TPP含む世界的貿易の流通により、海外から低価格の野菜が輸入されやすく、出荷量の低下が危惧される。

日本の野菜は、品質、味を売りにしているブランド野菜が豊富である。ブランド野菜は、日本特有の気候が収穫量を不安定にし、生産量が少量になってしまう。また、室内栽培が主流であるため、設備費が高騰し、価格が高くなってしまふ。さらに、経験則を頼りにした暗黙知による栽培方法であるため、生産拡大が困難である。

本研究では、栽培方法を可視化し、低コストで品質の良い野菜を安定的に栽培するため、IT端末を活用し、圃場で観測したデータを遠隔監視できるシステムを構築する。

2. 検討内容

農業の可視化を支援するシステムは多く市販されており、主にモニタリングシステムが主流である。モニタリングシステムは、露地栽培や屋内栽培で使用し、気温湿度、土壌水分量、日照などを取得する。データは、通信回線を使用することによりリアルタイムでIT端末から閲覧できる。さらに、通信回線を搭載したゲートウェイ、その周囲に観測点(ノード)を複数設置させることで、複数箇所の状況を監視できる。モニタリングシステムの構築に当たって、次の二つに着目した。

① 栽培方法のマニュアル化が困難である。

国内農業は非常に多品種であり、地域ごとに地質や肥料の成分が異なるため、データ化することが困難である。このためモニタリングシステムでは気象データのみ定量化されている。しかし、栽培中の気象データは1年に1度しか取得できないため、収集に時間がかかってしまふ。そこで地質や肥料の成分に左右される作物の「根の可視化」に着目した。根の可視化を行うことで、土が作物に対して適切か否かを判断することができる。また、1株に対して1つのデータを取得できるため、解析に必要なデータを早期に得ることができる。

② 初期導入費用が農業従事者の所得に対して高コストである。

モニタリングシステムは、多項目のデータを高い頻度取得することで栽培のマニュアル化を行う。IT端末では、リアルタイムで更新されたデータを閲覧することができる。このようにモニタリングシステムは、とても高性能であるため初期導入費用が農業従事者の所得に対して高価格になってしまう。そこでシステム運用目的を「根の可視化」に絞る。必要のない機能、扱いきれない機能を排除することで初期導入費用を抑えることができる。

3. システム構築

本システムは、「根の可視化」に着目し、システムを構築した。図1は、システムを低コストで構築する構想図である。このシステムは、観測点(ノード)で主に土壌のマッピングを行う。複数箇所の観測点(ノード)で取得したデータをマルチコプター(ゲートウェイ)が集約し、IT端末で閲覧することができる。また、データ管理にクラウドコンピューティング(AWS)を使用することで、データ閲覧頻度、データ保管量分の費用を払う形であるため、従来に比べ初期費用が低コストである。

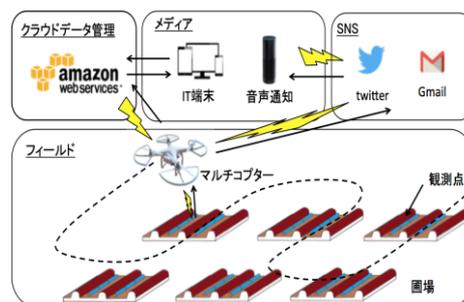


図1 農業支援システム

4. まとめ

本研究では、栽培方法を可視化し低コストで品質の良い野菜を安定的に栽培するため、IT端末を活用し、圃場で観測したデータを遠隔監視できるシステムの提案を行った。システムが普及することで、作業負担を軽減し、農地拡大、生産量の向上が期待出来る。

文献

- [1] “地産地消の推進について - 農林水産省”
<http://www.maff.go.jp/kyusyu/kikaku/tisanntisyounomado/pdf/suishin2608.pdf>

4608

沿岸センサネットワークにおける水質情報の可視化

A Visualization of Water Quality Information in the Coastal Sensor Network

ME54 山田 宏二
指導教員 吉田 将司

1. はじめに

沿岸水域の水質情報は回遊魚や微生物の種類や数に影響を与える[1]。漁業等の分野では沿岸水域の海水温や塩濃度等の特性を把握することが重要となっている。現在、センサデータを利用したGISに関する研究が進められている[2]。本研究グループは沿岸センサネットワークを用いて富山湾沿岸部にて観測実験を行い、水質の調査をしている。現在、設置したセンサノードからは水温や塩濃度等の情報が取得できる。しかし、他のセンサノードとの位置関係を把握することは困難であった。そこで、本研究では各センサノードの位置と、取得した水温または塩濃度を地図上に表現し、水質情報を可視化するシステムについて検討を行った。

2. システム概要

図1は本研究における水質情報を可視化するシステムのイメージ図である。本システムは、センサノードから取得した時刻毎または水深毎のノード位置や水質情報を電子地図上に表示する。地図上に表示させることで各センサノードの位置関係の把握が容易になる。多数のデータを処理する場合、各々情報を入力するのは非効率的なため、ファイルデータを読み込む機能が必要になる。また、水深毎に表示させれば擬似的に3次元で表現することができる。

本研究ではGoogle Maps APIを使用し、フロントエンド言語によるプログラミングでブラウザ画面上に地図を表示する方法で行った。この手法はインターネットに接続したパソコンであれば即座に使用可能という利点がある。

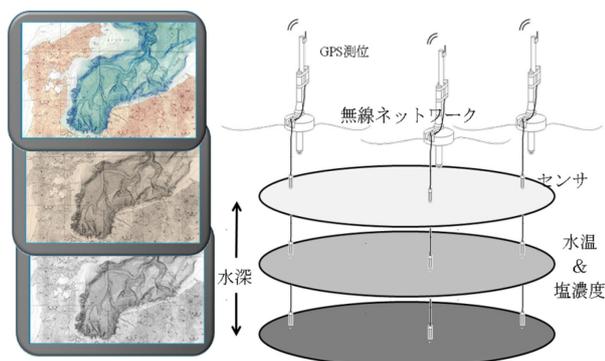


図1 水質情報の可視化システム

3. 結果

図2に本研究で製作したプログラムの画面全体図を示す。必要な情報として緯度、経度を指示することにより、そこから定まる地図上の一点に円状のマークを表示することができた。水温値を設定するとその高低によって、マーカーの色が明るい青や暗い青に変わる。また、フォルダから読み込んだ指定の記述方法のテキストファイルまたはCSVファイルの情報を地図上に反映させることに成功した。さらに画面上でタブを選択することにより、地図を3段階に切り替えることができる。すべての地図で同様の機能が使用可能であり、水深別で情報を確認する場合に区別することができる。

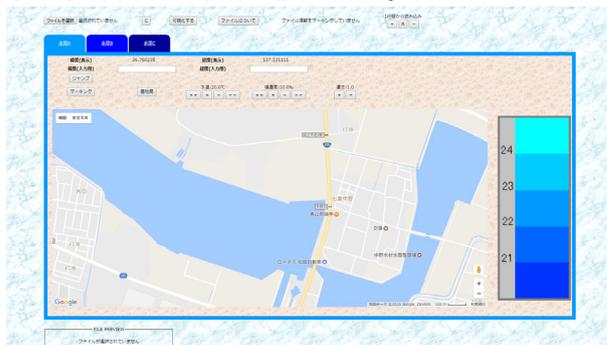


図2 製作したシステムの画面図

4. 結論

本研究では水質情報を可視化するシステムを試作した。その結果、プログラムの機能としては個別の情報入力、または特定形式のファイルを読み込むことにより位置情報及び水質情報を電子地図上に表示することができた。今後の課題としては観測実験のデータを、実時間(リアルタイム)で表示することや、表示結果をファイル形式で出力する方法を検討することが挙げられる。

文献

- [1]吉田将司, 島崎清寿, 千葉元「沿岸観測システム用 2.4GHz 帯マルチホップ無線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(2016-02),pp141-146
- [2]森下功啓, 三田長久 (2013)「衛星測位の補間のための気圧高度履歴に基づく移動経路推定」測位航法学会論文誌 Vol.4 No.1 pp.1-10

4609

IH 調理器で加熱する金属板の板厚と発熱分布の関係

A Basic Study on the Heating Distribution Affected from Thickness of Metal Plate for IH Cooker

ME56 大森 悠航
指導教員 米盛 弘信

1. はじめに

IH 調理器は、一般家庭等へ幅広く普及している。IH 調理器で使用する鍋等は、誘導加熱の原理により鍋底が自己発熱する。調理場では、様々な材質・板厚の調理器具が使用されている。したがって、IH 調理器に適した板厚等の条件を見出すことで加熱の高効率化に寄与できると考えられる。

本研究では、調理において使用頻度が高い鍋の材質[1]である鉄とステンレス鋼(以下 SUS)を加熱対象として、板厚を変化させた場合の発熱を解明し、IH 調理器に適した鍋の板厚を検討する。本稿では、研究成果の一例として、板厚と金属板表面における平均温度の関係を述べる。

2. 実験方法

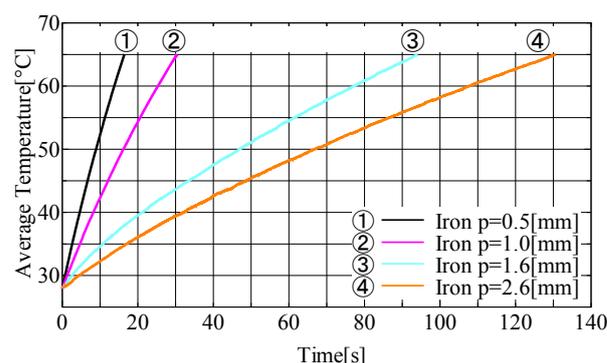
本実験では、鉄と SUS を加熱対象として、板厚を変化させた場合の金属板表面における平均温度を明らかにする。加熱対象の厚さは、鉄： $p = 0.5, 1.0, 1.6, 2.6\text{mm}$ 、SUS： $p = 1.5, 2.5, 4.0\text{mm}$ とする。加熱コイルは、IH 調理器に用いられる渦巻状の円型コイルである。回路構成は、加熱コイルと並列に共振用コンデンサを接続した。共振用コンデンサは、電圧と電流波形の位相差が 10° 以下となる静電容量を選定した。実験手順は、(1)～(4)である。

- (1) 厚さ 0.5mm の鉄板をトッププレート上に設置。
- (2) バイポーラ電源で $20\text{kHz}-51\text{V}_{\text{p-p}}$ を加熱コイルに印加。
- (3) サーモグラフィで金属板表面の温度分布を観測し、データ処理によって平均温度を算出。
- (4) 加熱コイルを常温に戻し、鉄板の厚さ 1.0, 1.6, 2.6mm と SUS 板の厚さ 1.5, 2.5, 4.0mm について、(1)～(3)と同様に観測。

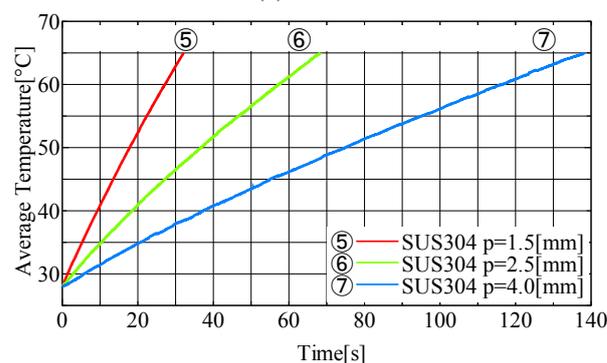
3. 実験結果

図 1 に金属板表面における平均温度の推移を示す。図 1 より、同種の金属でも薄板は昇温が早いことがわかる。ここで、IH 調理器の駆動周波数： 20kHz 時の表皮厚(鉄： 0.08mm 、SUS： 3.053mm)を考える。実験に供した①～④の鉄板は、すべて 20kHz 時の表皮厚を超えており、金属板表面の温度は表皮厚部分の自己発熱部から伝熱した結果といえる。SUS は、⑦ 4.0mm が表皮厚以上であることから、鉄板と同様に表皮厚部分からの伝熱で昇温している。一方、⑤ 1.5mm 、⑥ 2.5mm は表皮厚以内の板厚であり、電流密度の高い部分が金属板

表面に表れている。以上の結果は、表面温度分布に影響を与えている。薄板は、渦電流で自己発熱した部分が直に表面温度分布となるので加熱ムラが大きくなる。したがって、金属板の板厚と表皮厚が発熱に大きく寄与していることを確認した。



(a) 鉄板



(b) SUS 板

図 1 金属板表面における平均温度の推移

4. まとめ

本研究では、加熱対象として鉄と SUS を選定し、板厚と発熱の関係を解明した。特に本稿では、板厚と金属板表面における平均温度の関係について述べた。実験および考察の結果、鉄・SUS ともに板厚が厚いと伝熱によって加熱ムラは小さくなり、昇温速度は遅いことがわかった。また、表皮厚より薄い鍋は加熱ムラが大きく調理に向かない[2]ことがわかった。

今後は、多層構造材でも実験を行い、IH 調理器に適する板厚を検証する予定である。

文献

- [1] 川井孝子, 堀京子:「家庭における鍋の使用実態」, 信愛紀要, 和歌山信愛女子短期大学, p.22 (1957)
- [2] 辰口直子, 洪川祥子:「材質及び厚さの異なる鍋の調理適性に関する研究」, 日本調理科学会誌, Vol.13, No.2, p.34 (2000)

4610

スペースフレームで構成したマルチコプターにおける 姿勢制御システムの開発

Development of attitude control system for the multi copter made to space frame structure

EEO6 大野秀樹
指導教員 稲毛達朗

1. 緒言

近年、人の立入が困難な橋梁、高線量の原発内、送電線等でマルチコプターを用いた点検や調査に関する研究が行われている。また、安価な機体の登場で入手が容易となったが、上空で見失い墜落に至る事故の多発によって、規制対象の明確化等について航空法改正^[1]が行われた。そこで、より安全な機体を開発するにあたり、株式会社エムアイエーよりスペースフレームドローンの提供を受け、機体開発について共同研究を行っている。しかし、機体制御に市販の機体制御システムを用いると事故原因や不具合の原因を究明することは難しいことから、本研究では機体制御システムを開発し、より安全なマルチコプターの飛行を実現していく。

2. スペースフレームドローン

主にマルチコプターは片持ち梁で構成されていることから、アンチトルク等の曲げ応力に耐えるには部材の強度が求められる。一方、スペースフレームドローンはトラスで構成されることから、斜材に圧縮、弦材に引張の応力が作用している。従って曲げ応力が作用しないことから、部材の軽量化が可能となる。また、斜材、弦材、接合ピンのみで構成できることから、修理と形状変更が容易である。更に、スペースフレームドローンは、プロペラがフレーム内に収まっていることから、フレームがプロペラガードとして機能し、障害物からの保護だけではなく、軽量化とプロペラの破損防止が行える。本研究に用いた機体は長辺 800 [mm]、高さ 120[mm]の台形である。また、8ローターを持ち、フレーム重量は 900[g]である。外観を図1に示す。



図1 研究に用いたスペースフレームドローン

3. 姿勢制御の開発

本研究では MBED と NucleoF303K8 によって、姿勢制御の開発を行った。姿勢角の取得には、9軸センサ MPU9250 と Ilia Manenok 氏により開発された MPU9250 ライブラリを用いた。また、姿勢制御には PID 制御を用いた。目標角 t と制御量 r の差である偏差 e を(1)式、操作量 u を(5)式により算出

する。また、操作量 u を、(6)式および(7)式により上昇推力 L に対して加算と減算を行い、算出値を出力信号のパルス幅[μs]とした。出力信号を ESC に入力し、モーターの回転数を制御する。

$$e[n] = r[n] - r[n] \quad (1)$$

$$u_p[n] = K_p e[n] \quad (2)$$

$$u_i[n] = K_i \sum \left\{ \frac{e[n] + e[n-1]}{2} (t[n] - t[n-1]) \right\} \quad (3)$$

$$u_d[n] = K_d \frac{e[n] - e[n-1]}{e[n] - e[n-1]} \quad (4)$$

$$u[n] = u_p[n] + u_i[n] + u_d[n] \quad (5)$$

$$ESC_a[n] = L + u_{Roll}[n] \quad (6)$$

$$ESC_d[n] = L - u_{Roll}[n] \quad (7)$$

4. 姿勢制御の評価

標本化周期を 0.1[s]、係数を $L=1450$ 、 $K_p=1$ 、 $K_i=1$ 、 $K_d=0$ とする姿勢制御を Roll 軸について評価を行った。また、試験台で固定することで、Roll 軸のみ可動させた。図2 [a]は突風を受けている場合を想定した特性、[b]は受風時、錘積載時、外乱なしについて定常飛行時を想定した特性の実験の結果である。

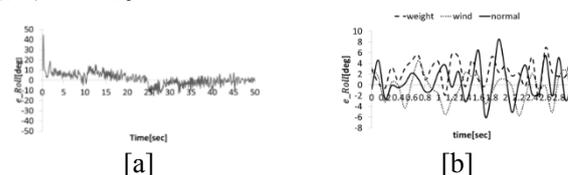


図2 スペースフレームドローンの特性

図2[a]の偏差 e は 0[s]時における錘の積載により 43.7[deg.]となり、次第に 0[deg.]に収束することを確認した。図2[b]の偏差平均 \bar{e} は外乱なしでは 0.5[deg.]、受風時では 1.3[deg.]であることから、残留偏差を確認した。

5. まとめ

姿勢制御の開発および評価を行った。突風を受けている場合、定常飛行時を想定した特性を測定し、残留偏差が確認したことから姿勢制御の最適化が必要である。

6. 今後の展望

係数変更や飛行を想定した実験を行い、PID 制御による姿勢制御を最適化する。旋回やホバリングの制御を実装し、より安全マルチコプターの飛行を実現していく。

文献

- [1] 金川雄策, 長島一浩, 中田絢子, “ドローン規制 商機浮上,” 朝日新聞, 2015年12月7日付夕刊, p1

4611

BOS 法による衝撃波の観測に用いる圧力センサーの改良

Improvement of the pressure sensor for measuring unsteady flow fields including shockwave using BOS technique

EE35 糠信泰蔵
指導教員 稲毛達朗

1. 緒言

衝撃波は物体が高速で移動した際に生じるものであり、その一例として、ロシアのチェリャビンスク州において、隕石落下による衝撃波の発生が確認されている。この隕石落下によって、隕石周囲に衝撃波が発生し、建物のガラスが割れるなど被害をもたらした。これらの被害を軽減するためには衝撃波の発生を模擬し、観測することによって現象を詳細に解明する必要がある。現在、衝撃波の解析には、模擬実験や数値解析によるシミュレーションが用いられている。模擬実験と数値解析の結果を比較するには、模擬実験の結果が定量的結果であることが望ましい。しかしながら、模擬実験において主流となっている計測手法は、シュリーレン法やシャドウグラフ法などの実験結果が定性的な手法である。そのため、定量的結果を得ることができる数値解析の結果と比較することができない。従って、本研究では、流れ場の定量計測が可能な Background Oriented Schlieren(BOS)法を用いる^[1]。放出衝撃波の定量計測には、衝撃波管内における衝撃波の圧力値を計測することが重要である。本稿では、衝撃波管内で発生する衝撃波の圧力値を計測に用いる圧力センサーの開発について報告する。

2. 研究のアプローチ

衝撃波の発生にはピストン式無隔膜衝撃波管を用いる。高圧部に乾燥空気をゲージ圧で4気圧まで充填し、高圧部と衝撃波管を仕切るピストンを電磁弁により動作させる。これにより、解放された高圧部から圧縮空気が大気中に放出される。圧縮空気が衝撃波管内を伝播する際に衝撃波が形成されていき、衝撃波管の開孔端から衝撃波が放出される。この衝撃波を観測するためにカメラと光源を観測対象である衝撃波を挟む形で設置する。衝撃波管には直径9.45[mm]の穴を二点開けており、その二点に圧力センサーを設置する。2つのセンサーにおいて、衝撃波が通過した際に出力される圧力信号から衝撃波の速度を求めると同時に、光源を発光させる。圧力信号により光源を発光する際、Delay and Pulse Generator (DPG)により圧力信号を任意の時間だけ遅延させる。この任意の時間を衝撃波が観測部に到達する時間に合わせることで衝撃波をカメラにより撮影する。光源の前方には、一定間隔の平行な横縞模様を印刷したOHPフィルムを配置している。衝撃波の密度変化によって観測光が屈折し、撮影した画像の平行な横縞模様に歪

みを生じる。この縞の歪みを画像処理によって算出することで、衝撃波の密度勾配を定量的に得ることができる。本研究では、ピエゾ圧電素子を用いた圧力センサーを開発する。図1に製作した回路を示す。この回路にはバイアス回路を用いており、圧力信号にオフセット電圧を加えている。このバイアス回路により、感度の調整が可能になっている。この回路の圧力信号に対する応答波形を図2に示す。

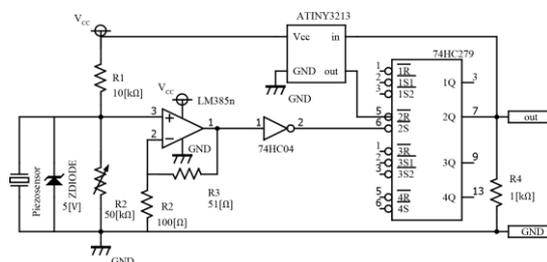


図1 圧力センサー回路

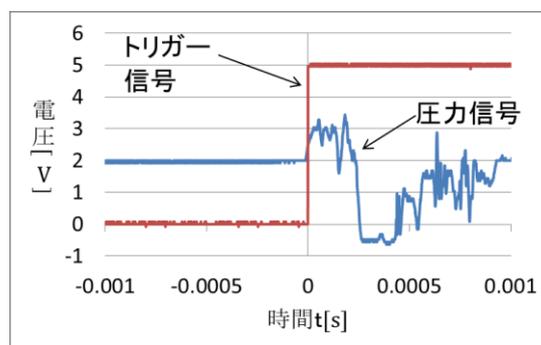


図2 圧力センサー回路の応答波形

3. 結論

衝撃波の通過を検知し、DPG にトリガー信号を送ることができた。しかしながら、衝撃波の圧力値を得ることは来なかった。原因としてはピエゾ圧電素子の弾性力が強いため、振動を起こしてしまい、圧力の変化を正確に追従出来ないという点が考えられる。

4. 今後の発展

ピエゾ圧電素子が振動してしまうため、振動を発生させないように固定方法を変更する必要がある。

文献

- [1] Masanori OTA, Kenta HAMADA, Kazuo MAENO, "QUANTITATIVE 3D DENSITY MEASUREMENT OF SUPERSONIC FLOW BY COLORED GRID BACKGROUND ORIENTED SCHLIEREN TECHNIQUE," Measurement Science and Technology, Vol. 22, No. 10, pp. 1-6, 9 September 2011

No.	テーマ (和文)	学生No.	氏名
5101	マルコフモデルにもとづいたフットサル試合分析の一検討	5CS01	相田 一誠
5102	数理的手法にもとづく鉄道ダイヤの改善法の提案	5CS03	飯塚 智也
5103	QGISへの混雑度推定モデルの実装の試み	5CS14	小田原 駿
5104	時間割編成問題に追加する強い制約条件の定式化と計算への影響	5CS29	竹本 瑞基
5105	財の供給遅延を考慮したクモの巣調整過程の拡張	5CS48	柳戸 新一
5106	包絡分析法によるサッカー選手の多面的評価	5CS49	矢野 竜徳
5201	太陽系の数値計算シミュレーション	5CS04	池内 優太
5202	惑星間飛行におけるスイングバイ航法の考察	5CS06	市川 貴祥
5203	直列多重振り子のシミュレーション計算	5CS15	河内 海斗
5204	円柱座標系における量子的ハミルトニアンを検証	5CS33	中島 直樹
5205	重力レンズ現象のシミュレーション	5CS46	三原 園花
5206	Schwarzschild時空における質点の運動	5CS50	山田 創平
5301	中世地域経済のイメージを喚起する教材の開発	5CS05	泉 大地
5302	バスケットボールにおけるシュートフォーム習得支援システムの開発	5CS09	上田 朋久
5303	表情筋の筋電位を用いたロボットアームの操作方法に関する一考察	5CS30	田中 叡
5304	筋電信号を用いた入力インターフェイスのプラットフォームの提案	5CS31	谷地 卓
5305	身体を用いて楽しむ音楽演奏ツールの提案	5CS42	星島 佑哉
5306	生物種推定補助システム構築において発生する問題の影響評価	5CS44	真下 諒
5307	プロジェクションマッピングを用いた体験型学習コンテンツの制作	5CS53	吉田 薫史
5308	照明演出におけるレーザーの制御方法の提案	5ME12	郷原 颯
5401	RSA暗号の計算量的安全性についての考察	5CS02	安藤 祐貴
5402	代数方程式の実根数の数え上げ方法に関する研究	5CS10	牛岡 綾夏
5403	途中式が表示できる電卓の開発	5CS20	佐藤 明依
5404	WebGLを用いたグラフ描画ソフトウェアの改良	5CS32	中熊 芳樹
5405	数式処理システムにおけるインターフェースの考案	5CS52	山家 祥太郎
5406	言語外情報を用いたICT英語学習教材の開発	5CS54	吉田(ケイ) 洋平
5407	数式処理システム上での行列式演算と演算速度に関する研究	5CS55	渡会 拓人
5501	GPUによる分散遺伝的アルゴリズムの並列効果の検討	5CS12	大友 一馬
5502	遺伝的アルゴリズムを用いたQRコード画像復元手法の検討	5CS17	後藤 優作
5503	局所探索可能な交叉による分散遺伝的アルゴリズムの効率化に関する検討	5CS47	柳内 友宏
5601	サレジオ校舎を用いた避難シミュレーションの開発	5CS07	糸数 弘成
5602	メロディー生成ごとの聴取時間の研究	5CS11	江坂 建
5603	Robocodeの戦車の行動パラメータ発見の自動化	5CS26	杉野 雅
5604	奇数マスを含む縮小盤オセロの完全解析	5CS34	中村 和樹
5606	赤外線センサとモータを使った台車の障害物回避動作	5CS40	福島 拓哉
5607	外縁検出による模型四輪車自動制御の画像処理	5CS43	前原 和郁
5608	自動運転シミュレーションSUMOにおける合流時に割り込み動作をするAI	5EE12	木村 賢治
5701	ソフトウェア無線を用いたFM受信機に関する研究	5CS16	小磯 順平
5702	遺伝的アルゴリズムを用いた阻止域可変FIRフィルタの設計法に関する研究	5CS28	竹内 想
5703	剣道における打音の特徴解析の一検討	5CS37	花澤 彰太
5704	SVMを用いた機械加工における不良品の判別	5CS38	一杉 誠一

5101

マルコフモデルにもとづいたフットサル試合分析の一検討

A Study on an Futsal's Game Analysis of based on Markov Model

12501 相田一誠
指導教員 島川陽一

5102

数理的手法にもとづく鉄道ダイヤの改善法の提案

A method of improving Railroad Scheduling based on mathematical model

12503 飯塚智也
指導教員 島川陽一

1. はじめに

本研究は永井ら[1]の研究をベースに数理モデルとネットワークを作成し、利用者の総移動時間を推定することで既存の列車ダイヤからより所要時間の短縮したダイヤに改善する可能性を調べることが目的である。

2. 作成した数理モデル

本研究では鉄道の乗客数を、最小費用流問題を用いて推定する。これは以下のように定式化される。

$$\min Z = \sum_{j \in S} \sum_{i \in S} t_{ij} \cdot f_{ij} \quad (1)$$

$$\text{s.t. } \sum_{i \in S} f_{ik} - \sum_{j \in S} f_{kj} = p_k, \forall k \in S \quad (2)$$

$$0 \leq f_{ij} \leq u_{ij}, \forall i, j \in S \quad (3)$$

ここで式中の変数は表 1 のように定義する。(1)は利用者の総移動時間の最小化を表現している。この目的関数に対し、(2),(3)の制約条件が設けられている。(2)は各地点での輸送量、(3)は*i* から *j* への輸送人数の上下限を示している。

表 1. 変数の定義

変数	定義
<i>S</i>	ノードの集合体 $S = \{1,2,3, \dots, 26,27,28\}$
f_{ij}	<i>i</i> から <i>j</i> への輸送量 $i \in S, j \in S$
u_{ij}	<i>i</i> から <i>j</i> への輸送上限 $i \in S, j \in S$
t_{ij}	<i>i</i> から <i>j</i> への所要時間 $i \in S, j \in S$
p_i	<i>i</i> での流入量と流出量の差 $i \in S$

3. 本研究に用いるネットワーク

ノード数 28、リンク数 34 のネットワークの例を図 1 に示す。これは利用者が列車を用いて出発駅から目的地の駅までの行程を示すネットワークを表現している。始発ノードは列車が最初に出発する駅、入場ノードは利用者が入場する改札口、出場ノードは利用者が出場する改札口、発ノードは列車が発車する駅の乗り場、着ノードは列車が到着する駅の乗り場を示している。[]の中に振られている数字はリンクのコストで各ノード間の移動時間である。乗車リンクは利用者が乗り場から列車に乗車する時、移動リンクは実際に列車で移動している時、降車リンクは利用者が列車から乗り場に降りる時、見送りリンクは後続の列車に乗車することになった時、列車待ちリンクは列車が到着するまで乗り場に待機している時を示している。横方向の枝は列車による移動を表す。縦方向の枝は駅での待ちを示す。

横方向の枝のノードは 4 駅分あり、リンクコストは 2 駅間の所要時間、駅での停車時間を指す。

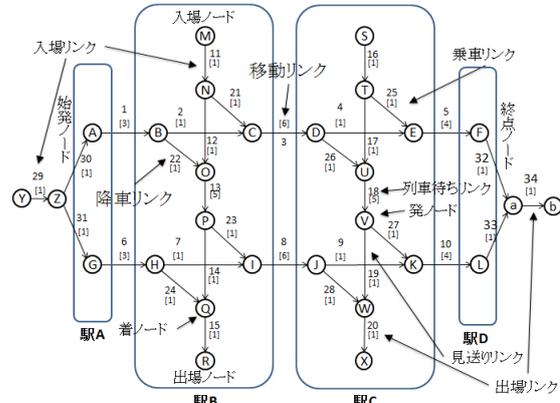


図 1. 時空間ネットワーク

4. 数値計算の結果

求解手法には線形計画法を用いる。駅 B から駅 D までの総移動時間を推定する。ノード M からノード b までの OD 交通量は 2000 人とする。ただし、入場リンクと出場リンクの最大流量は 2500、それ以外のリンクの最大流量は 1500 と仮定する。図 2 は数値計算後の各リンクの流量である。

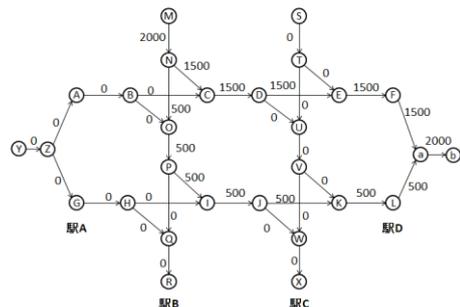


図 2. 駅 B から駅 D までの流量配分

図 2 から得られた総移動時間は 33000 分となった。移動時間短縮のため、1500 人の利用者が最初の列車、残りの人数は後続列車に乗車していることが分かる。

5. おわりに

本稿では、数理モデルとネットワークを作成し、利用者の総移動時間を推定することで既存の列車ダイヤからより所要時間の短縮したダイヤに改善する可能性を調べた。

文献

[1] 永井邦彦, 家田仁, “利用者便益からみた都市間鉄道の停車パターン改善法”, 土木計画学研究・講演集 No.13, pp.501.508, Nov.1990

5103

QGIS への混雑度推定モデルの実装の試み

An Implementation of Traffic Congestion Estimating Method to QGIS

12514 小田原 駿
指導教員 島川 陽一

1. はじめに

本研究では災害時の道路の交通状況を簡易的に推定するモデルをオープンソフトウェアの GIS 上に実装を試みる。

最短経路数え上げ問題は各リンクの通行回数を最短経路問題を解くことにより推計できるので比較的簡単に交通量を得ることができる。これを混雑度とし、道路ネットワーク上の交通が集中する箇所を推定するモデルを提案する。地理情報ソフトウェア上で提案モデルの処理を行うプラグインを開発し、実際の道路ネットワーク上での混雑度を推定する。

2. 混雑度推定モデルについて

本研究において混雑度とは道路ネットワークにおいて交通が集中する割合と定義する。混雑度は最短経路数え上げ問題のアルゴリズムから着想を得ている。

最短経路数え上げ問題とは n 個のノードを有するネットワークにおいて任意のノードから他の全ノードに最短で向かう移動が 1 回ずつ存在する時、各リンクの通行回数を数え上げる問題である^[1]。

図 1 に本研究で提案する混雑度推定モデルの処理手順を示す。(1)ネットワーク上の次数が 1 または 3 以上のノードを起終点の対象とする。(2)すべての対象ノード間の最短経路をダイクストラ法にて求める。(3)最短経路として求めた経路で使用されたリンクを数え上げていく。

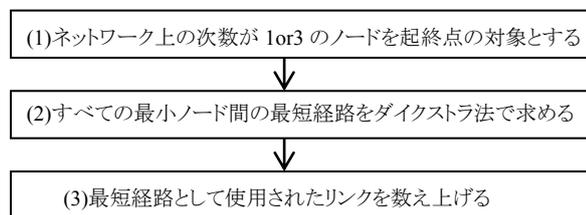


図 1 混雑度推定の処理手順

3. QGIS でのプラグイン開発

QGIS とはフリー・オープンソフトウェアの地理情報システムソフトである。このソフトウェアではプラグインをダウンロードまたは自ら開発することで機能を拡張することができる。本研究ではその特徴を利用し、混雑度を推定するプラグインを開発する。このプラグインでは全ノード間での最短経路を求め通行回数を数え上げる処理と通行回数に応じて道路ネットワークを描画する処理を行う。

4. 数値計算の結果

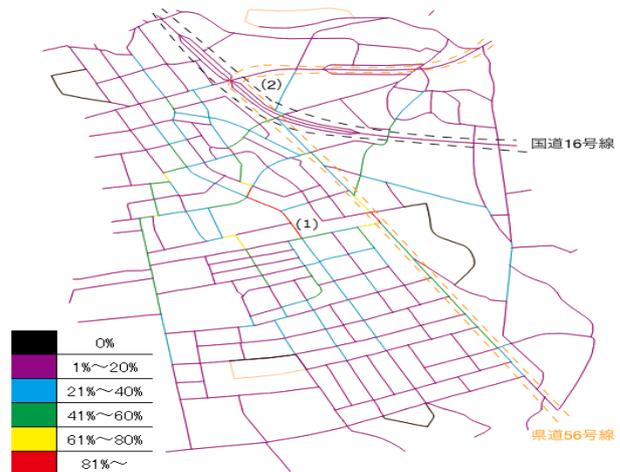


図 2 混雑度推定結果

図 2 はリンク数 421、ノード数 273 の神奈川県大和市の一部の道路ネットワークにおいて混雑度推定を行った結果である。(1)はつきみ野駅の場所を示している。また、(2)付近は幹線道路である国道 16 号線と県道 56 号線の合流地点である。混雑度の大きい赤色のリンクはつきみ野駅前および県道 56 号線の一部に表示された。一方、幹線道路である国道 16 号線ではすべてのリンクで混雑度が 2 番目に小さい色である紫色で表示された。

5. まとめと今後の展望

本稿では混雑度の推定モデルの推定手順、QGIS への実装および実際の道路ネットワークでの混雑度推定結果を示した。

数値計算の結果では幹線道路の国道 16 号線では全ての区間に渡って混雑度が小さい結果となった。一方、幹線道路ではないつきみ野駅前の道路では長い区間に渡って混雑度が大きい結果となった。この数値実験ではネットワーク外からの交通の流入を仮定していないのでその流量が多い幹線道路では実際の交通量に近い結果を得ることはできない。一方、幹線道路以外の道路では実際の交通量に近い結果を求めることができている。

本稿では研究背景である災害時の交通状況の簡易的推定を実施することができなかった。道路ネットワークに閉塞区間を与え災害時の道路状況を仮定した上で再度混雑度の推定を行うことは今後の課題である。

文 献

- [1] 島川陽一・菊池翔, “道路評価のためのネットワーククラスタリング大規模計算方法の評価”, サレジオ工業高等専門学校紀要, 第 36 号, pp.51-52(2010)

5104

時間割編成問題に追加する強い制約条件の定式化と計算への影響

A Mathematical Formulation of Strong Constraint to a School Timetable Problem and Computational Impact

12529 竹本瑞基
指導教員 島川陽一

1. はじめに

サレジオ高専では火から金曜日の間に教員が科目を受け持たない裁量日が、常勤講師に1日与えられる。先行研究[1]ではこの裁量日を設定する制約条件が定式化されていないため作成される時間割は実際に使用できないという問題があった。

本研究ではサレジオ高専の時間割編成問題を0-1 整数計画問題として定式化し先行研究[1]に制約条件を追加する。これを厳密解法を解くことによりその制約条件の計算への影響を検討する。

2. 時間割編成問題の定式化

対象の時間割は5学年4学科で20クラスである。月～金曜日のコマ数は20コマである。ここに274科目、教員を93人、教室を58室割り当てる。

目的関数を午後に割り当てる連続科目の最大化としている、制約式を以下に示す。 CR_{12} が本研究で追加した制約式である。裁量日を決める定数 u_{tw} が1となる (t, w) を R_5 で求め、その曜日 w のすべての時間 p で教員 t の決定変数 x_{stp} を0とすることで、科目を割り当てない制約となっている。

- CR_1 教員が同じ時間帯で重複しない
 CR_2 教室が同じ時間帯で重複しない
 CR_3 各科目の必要単位数を守る
 CR_4 各時間帯の教員数が必要な教員数と等しい
 CR_5 各時間帯の教室数が必要な教室数と等しい
 CR_6 固定科目は決められた時間に行う
 CR_7 連続科目は2コマ連続で行う
 CR_8 科目はある時間であるクラスでしか行わない
 CR_9 授業を行えない時間に授業を入れない
 CR_{10} 2, 3コマ目には必ず科目を入れる
 CR_{11} 連続科目と固定科目を除く科目は1日に2回以上行わない。
 CR_{12} 教員は裁量日には授業を行わない。

$$\sum_{w \in \{w | (t, w) \in R_5\}} \sum_p x_{stp} = 0, \forall t, \forall s$$

$$R_5 = \{(t, w) | u_{tw} = 1\}$$

3. 数値実験による検証

53人の常勤講師を対象に CR_{12} を入れて計算を行ったところ実行不可能となった。対象教員数を33人に限定すると実行可能解が見つかった。 $CR_1 \sim CR_{11}$ までの制約と、これに CR_{12} を追加した制約の下でそれぞれ計算を行った比較を表1に示す。 CR_{12} を追加したことにより変数や制約式の数が増えたが、分枝限定法により分割された部分問

題数は減少した。これは、 CR_{12} で裁量日に授業を行うという解を分枝限定法の限定操作により省いたことによる。単体法ピボット数や、経過時間も同様の理由で減少している。目的関数値が減少したのは、 CR_{12} を追加したことによって問題が難しくなったことが考えられる。

表2と3に得られた教員の時間割を示す。表2では設定した裁量日通りに金曜日に受け持つ科目はない。表3では裁量日を設定していないが授業を行わない日が2日間ある。このことから教員の希望する裁量日の自由度を大きくすればより多くの教員に裁量日を割り当てることができる。

表1 CR_{12} による影響

状態	$CR_1 \sim CR_{11}$	$CR_1 \sim CR_{12}$
変数の数	126,480	161,792
制約式の数	45,880	54,923
単体法ピボット数	1,335,664	905,148
部分問題数	6,533	4,779
目的関数値	38	32
計算時間(sec.)	452.29	257.10

表2 裁量日設定した教員 A

月	火	水	木	金
1	1年AD LHR	2年AD 化学(実験)	2年ME 化学(実験)	
2	1年AD 情報倫理	1年ME 情報倫理	1年CS 情報倫理	2年AD 化学
3	2年CS 化学(実験)	2年EE 化学(実験)	1年CS 表現	2年CS 化学
4	1年EE 情報倫理		1年AD 表現	4年AD 自然科学概論

表3 裁量日設定をしていない教員 B

月	火	水	木	金
1				2年EE 基礎物理 I
2		2年EE 基礎物理 I		2年ME 基礎物理 I
3		5年ME 物理学		
4		2年ME 基礎物理 I	4年AD 自然科学概論	3年ME 物理

4. おわりに

本稿では教員に裁量日を設定する制約条件 CR_{12} を定式化した。裁量日を定数として与えることで探索数が減り、計算時間が減少することが分かった。一方、裁量日の設定によっては厳密解を得ることができない。裁量日を定数として与えるのではなく変数として解くことが改善案として考えられる。

文献

- [1] 柿本陽平, 島川陽一, 高橋弘毅, “時間割編成問題への制約充足アルゴリズムの適用と評価”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集, pp.38-39, Sep.2014

財の供給遅延性を考慮したクモの単調整過程の拡張

An Extended Model of Cobweb Theory considering Goods Supply lag

12548 柳戸新一
指導教員 島川陽一

1. はじめに

本研究では財の価格決定プロセスにおける周期性の原因の究明を目的とする。

フーリエ変換を用いてチャートを周波数領域で表すと、価格に周期性が確認できることがある。例をあげると1973年3月から1996年12月の首都圏におけるマンション価格は、その周期は複数あるが、短期周期0.6年、中期周期3.4年、長期周期7.8年であると[2]では報告されている。

今回はこの周期性が「供給者が市場へ参加するまでに必要とする準備時間に起因するものである」という仮説のもとに、離散的数理モデルでどのような周期性が発生するかを数理モデルとモンテカルロ・シミュレーションで検証した。

2. 数理モデルによる価格周期の生成

2.1. クモの単調整過程

完全競争市場においては、市場価格は均衡し、その調整原理はいくつかの理論によって説明されている。そのうちのひとつ、クモの単調整過程は価格が上下に変動しながら均衡していくものである。

図1に示すように市場は、それぞれ単調関数である需要曲線 $D = D(P)$ と供給曲線 $S = S(P)$ で決定される。初期供給量 Q_0 が決定されると、これをちょうど完売するだけの価格 $P_0 = D^{-1}(Q_0)$ が定まる。価格 P_0 で売れることがわかった供給者は供給量 $S(P_0)$ を販売するが、結局価格はこれをちょうど完売するだけの $P_1 = D^{-1}(S(P_0))$ に変動する。これを繰り返すことで需要曲線と供給曲線の交点で価格が均衡する。つまり最終価格 P_∞ は、

$$P_t = \begin{cases} D^{-1}(Q_0), & t = 0 \\ D^{-1}(S(P_{t-1})), & t > 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$P_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} P_t \quad (2)$$

で表される。また、 P_1 の収束性(安定性)については[1]に詳しい。

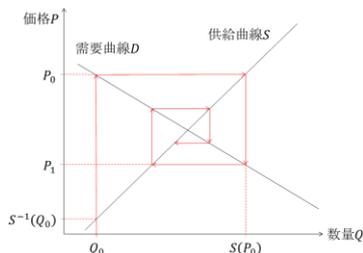


図1 クモの単調整過程

2.2. 供給の遅延性

売り手が販売を始めるにあたっては初期投資が必要となり、一度販売準備を始めるとそれを売らず

に販売を取りやめることは市場でよく見られる難しい状況である。供給側が市場へ参加・撤退するまでに Δt 時間を要するものとする、(1)式は、

$$P_t = \begin{cases} D^{-1}(Q_0), & t = 0 \\ S(S(P_{t-1}) + \Delta S_{t-\Delta t}), & t > 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\Delta S_t = S(D^{-1}(S(P_t))) - S(P_t) - \sum_{k=t-\Delta t+1}^{t-1} \Delta S_k, \quad t \geq 0 \quad (4)$$

となる。 $t < 0$ のときの ΔS_t は時刻 $t = 0$ 以前から市場参加の準備を行っている売り手であり、これは初期条件によって与えられる。また、 $\Delta t = 0$ とすれば遅延がなくなり、条件を満たしたすべての売り手が市場に参加するため、(1)式と一致する。

3. 数値シミュレーションによる周期性の測定

(3)式、(4)式において、 $\Delta S_t = 0(t < 0)$ と定めるとき、 Δt を $\Delta t = 1, 2, 3$ とした場合の結果を図2に示す。図から、その価格周期は $2\Delta t$ であることがわかる。供給が遅れるほどその周期は長くなり、価格の収束までにより長い時間を要するということがわかる。

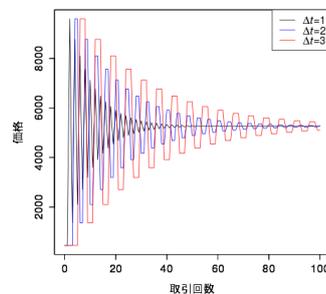


図2 価格推移

4. おわりに

数理モデルによる計算では、供給の時間的遅延を加味することでその遅延の長さに対応した周期が確認できた。

数値計算の結果、価格変動が矩形波のようになってしまい、なめらかな変動を起こしていないことが見て取れる。この原因は(4)式のモデルに単位時間後に供給変化量の絶対値が増えた場合しか考慮されていないからであると考えられる。これを考慮した場合に数理モデルがどのように変形できるかについては本研究の今後の課題である。

文献

- [1] 金田貞夫・吉田真理子, “グラフィック ミクロ経済学”, 新世社, (2004)
- [2] 田原巨樹・川口有一郎・清水千弘, “住宅価格の周期性の関する一考察”, 日本不動産学会, (2007)

5106

包絡分析法によるサッカー選手の多面的評価

An Multidimensional assessment of Soccer Players by Envelope Analysis Method

12549 矢野竜徳
指導教員 島川陽一

1. はじめに

本研究では、イギリスのプレミアリーグ 2015/16 シーズンに 900 分以上出場した 288 名の選手を対象に、包絡分析法を用いてサッカー選手の評価を行う。2015/16 シーズンのベストイレブンの作成を行い、イングランド・プロサッカー選手協会(PFA)によって選ばれたベストイレブンと比較する。

2. 研究へのアプローチ

本研究では包絡分析法の入力は全選手 1 に設定し、出力は得点、アシスト、クロス、パス、タックル、インターセプト、クリア、ブロック、ファウルの 9 項目それぞれを出場時間で割って 90 分に換算した値を設定する。出力項目の値の大きさが違うので以下の式により各出力項目の値を規格化した y_{ij} を求める。

$$y_{ij} = \frac{Y_{ij} - \min(Y_{ij})}{\max(Y_{ij}) - \min(Y_{ij})}$$

ここでは y_{ij} は出力項目 i の選手 j に関する標準化した値 Y_{ij} は出力項目 i の選手 j に関する値である。 $\max(Y_{ij})$ と $\min(Y_{ij})$ は全選手における出力項目 i の最大値と最小値である。

効率値 θ は標準化した y_{ij} とそれぞれの出力項目に対するウェイト u_i から以下のように求めることが出来る。

$$\theta = \sum_{i=1}^9 u_i y_{ij}$$

参照集合(効率的でないとは評価された選手が目標とする効率的な選手の集合)は効率値を最大化するという主問題に対する双対問題を解くことで求める。本研究では双対変数が 0 を超える選手を参照集合としている。

また評価対象からどのように評価されているかがわかる平均クロス効率値を以下では計算する。この値はある評価対象 a の効率値を求めたときに得られる最適ウェイトから他の評価対象 j の効率値を計算することにより得られる。すなわち評価対象 j のクロス効率値 e_{ja} は評価対象 a のウェイト u_a を用いて以下の式で与えられる。

$$e_{ja} = \sum_{i=1}^9 u_{ia} y_{ij}$$

$$(a = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n)$$

この e_{ja} の各ポジションでの最大値の選手をベストイレブンとして選出する。

3. 結果

参照集合への出現回数を非効率となった選手からどの程度目標とされているかを指標値と考え、以下では参照集合と平均クロス効率値を用いてベストイレブンの作成をし、比較を行う。参照集合への出現回数によるベストイレブンと平均クロス効率値によるベストイレブンと PFA によるベストイレブンを表 1 に示す。ベストイレブンに選出された選手が所属するチームを表 2 に示す。()内の数字はそのチームのプレミアリーグ 2015/16 シーズンにおける順位である。

表 1 各々のベストイレブン

	参照集合	クロス効率値	PFA
FW	アグエロ	デウロフェウ	ケイン
	スターリッジ	スターリッジ	ヴァーディ
MF	シエルヴェイ	シエルヴェイ	パイエ
	カンテ	カンテ	カンテ
	アンヤ	ヘンダーソン	アリ
	コウチーニョ	コウチーニョ	マフレズ
DF	ベインズ	ベインズ	ローズ
	ガブリエル	モリ	モーガン
	コネ	アルデルヴァイレルト	アルデルヴァイレルト
	ダニエルズ	ダニエルズ	ヴェジャリン

表 2 所属チーム

	参照集合	クロス効率値	PFA
FW	マンチェスター・C(4)	エヴァートン(11)	トッテナム(3)
	リヴァプール(8)	リヴァプール(8)	レスター(1)
MF	フットフォード(13)	フットフォード(13)	ウェストハム(7)
	レスター(1)	レスター(1)	レスター(1)
	フットフォード(13)	リヴァプール(8)	トッテナム(3)
	リヴァプール(8)	リヴァプール(8)	レスター(1)
DF	エヴァートン(11)	エヴァートン(11)	トッテナム(3)
	アーセナル(2)	エヴァートン(11)	レスター(1)
	サンダーランド(17)	トッテナム(3)	トッテナム(3)
	ボーンマス(16)	マンチェスター・C(4)	アーセナル(2)

表 1 を見ると PFA のベストイレブンは参照集合とクロス効率値のベストイレブンとは全く違う選手が選出されている。これは PFA によるベストイレブンはプレミアリーグに所属している選手たち自身によって選出されているため、強いチームに所属して目に見える結果を残している選手に対して高く評価をしてしまいがちなためだと考えられる。

4. おわりに

最終目標の達成と参照集合や平均クロス効率値を用いることによって総合的な評価とともに多面的な評価も可能であることが明らかになった。

文献

[1] 上田徹, “DEA 評価における領域限定法の提案: サッカー選手評価への適用,” 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集, 2008, pp.216-217

5201

太陽系の数値計算シミュレーション

A Numerical Simulation of the Solar System

12504 池内 優太
指導教員 山野辺 基雄

1. はじめに

太陽系には8つの惑星があり、それぞれの惑星は、他の7つの惑星と太陽からの重力の影響を受けながら公転運動をしている。このため、惑星の運動を記述する運動方程式は、複雑になり、これを解析的に解くことは難しい。そこで一般的にはコンピュータを用いた数値計算で解くことになる。

昨年度の卒業研究において乙幡は、4次のルンゲ・クッタ法により、太陽系の全惑星の運動シミュレーションを行った。その結果は惑星の近日点移動という、他の惑星からの影響を再現するものとなったが、近日点の移動角の値は、実際の値とは大きく異なるものであった。

本研究では昨年度の乙幡の研究を引き継ぎ、太陽系の全惑星の運動シミュレーションを行う。ただし、昨年度の卒研で十分な結果が得られなかった近日点の移動角の値については、より高い精度となる様に改良を行う。

2. 研究のアプローチ

本研究で行う数値計算シミュレーションのモデルとして、太陽と8つの惑星が互いに重力の影響を及ぼし合う、多体系モデルを考える。ただし、太陽質量は惑星質量に比べ、非常に大きいので太陽は静止しているものとして考える。また、各惑星間に働く重力は、ニュートンの万有引力とし、各惑星は質点として扱う。

数値計算シミュレーションをするにあたってまずは、デカルト座標系で各惑星の運動方程式を求める。その後求めた運動方程式を数値計算により解く。この際に用いる計算アルゴリズムは、乙幡が用いた4次のルンゲ・クッタ法よりも、収束次数が大きいものを用いる。また、各惑星の初期条件は、理科年表に記載されている軌道要素より計算によって求める。数値計算により求めた軌道から、各惑星の近日点の位置を求め結果の評価は次の様に行う。近日点の移動角度を算出する。算出された値を文献データと比較することによって本研究の計算精度の評価をする。

3. 5次のルンゲ・クッタ法

微分方程式の数値的解法の1つにルンゲ・クッタ法がある。

一階の常微分方程式 $\frac{dy}{dx} = f(x, y)$ を初期条件 (x_0, y_0) のもとで解く際の5次のルンゲ・クッタ法の計算スキームは

$$\begin{aligned} k_1 &= f(x_n, y_n) \\ k_2 &= f\left(x_n + \frac{h}{4}, y_n + \frac{1}{4}hk_1\right) \\ k_3 &= f\left(x_n + \frac{3}{8}h, y_n + \frac{1}{32}h(3k_1 + 9k_2)\right) \\ k_4 &= f\left(x_n + \frac{12}{13}h, y_n + \frac{1}{2197}h(1932k_1 - 7200k_2 + 7296k_3)\right) \\ k_5 &= f\left(x_n + h, y_n + h\left(\frac{439}{216}k_1 - 8k_2 + \frac{3680}{513}k_3 - \frac{845}{4104}k_4\right)\right) \\ k_6 &= f\left(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + h\left(-\frac{8}{27}k_1 + 2k_2 - \frac{3544}{2565}k_3 + \frac{1859}{4104}k_4 - \frac{11}{40}k_5\right)\right) \\ y_{n+1} &= y_n + h\left(\frac{16}{135}k_1 + \frac{1408}{2565}k_3 + \frac{28561}{56430}k_4 - \frac{9}{50}k_5 + \frac{2}{55}k_6\right) \end{aligned}$$

である。ここで h は計算ステップ幅を表す。

4. 結果

シミュレーションの精度を確認するために、太陽と地球の2体問題の軌道計算を行った。本シミュレーションでは計算のステップ h の値は1.00(day)を採用している。実際にシミュレーションした結果と、昨年度の卒業研究結果との近日点移動角度の比較を以下に示す。

表1. 地球の近日点の移動角度(秒/年)の比較

昨年度の結果(秒/年)	本研究の結果(秒/年)
1.1138930048442690	0.5925292646903010

上記の結果からより高い精度となっている。

5. 今後の発展

現在のプログラムではエネルギーの保存についての実装が行えていないため、今後はエネルギーの保存が行えるアルゴリズムの実装を行う。

文 献

- [1] ハーベイ・ゴールド/ジャン・トボチニク, “計算物理学入門”, ピアソン・エデュケーション, pp.65-98, (2000)

惑星間飛行におけるスイングバイ航法の考察

Discussion of the Swing-by in Interplanetary Flight

12506 市川 貴祥

指導教員 山野辺 基雄

1. はじめに

今日、惑星探査機等宇宙航空機は絶え間なく発射されているが、宇宙機にはその用途に応じた機材が多く積まれることがあり、宇宙機自ら加速するための燃料などを積むことにより宇宙機の容量を圧迫することにつながる。しかし、宇宙機を発射する際や、ある軌道に移動する際に宇宙機自身がエネルギーを必要とすることがあるため、最小限の燃料で目標へ到達することが望ましい。

そこで、本研究では惑星間飛行の効率化手法である「スイングバイ航法」による惑星間移動のシミュレーションを行い、その理論を理解することを目的とする。

具体的には、地球を出発点とする惑星探査機をモデルとして、意図的に他の惑星や恒星の引力を受けさせながら飛行する「スイングバイ航法」を用いることで、どのような軌道を描き、どれだけの時間で目標へたどり着くか検証する。

2. 研究のアプローチ

今回の研究では、一つの平面の中で円運動をしている太陽、地球、木星および天王星を考え、地球から発射される宇宙機の軌道を描く。このとき、宇宙機は、「ホーマン軌道」と呼ばれる地球から天王星までを長軸とした楕円軌道を描きながら木星と向かうと想定する。

また、宇宙機は太陽からのみ引力を受けるものとするが、木星に近づいていくと、太陽からの引力と木星引力と拮抗する距離がある。計算を簡単にするため、この拮抗点を境とし、木星引力圏突入前、木星引力圏内、木星引力圏脱出後の3区間に分けて計算を行う。

① 木星引力圏突入前

スイングバイの影響を計算するためには、まず、宇宙機の軌道を計算しなければならない。宇宙機は太陽に対してのみのケプラー運動をしているものとし、宇宙機の初期位置、初速度などの初期条件を決め、その条件のもとで軌道計算を行う。

② 木星引力圏内

続いて、木星引力圏内での計算だが、宇宙機の軌道と引力拮抗点との接点とその時の速度を求め、その条件のもとで、軌道計算を行う。

また、木星引力圏内において、木星を原点に固定した座標系を用い、木星に対してのみのケプラー運動を行うものとする宇宙機は木星に対して双

曲線軌道を描く。

本研究では木星引力圏内の数値計算によって引力圏脱出時の位置と速度を導出する。また、木星引力圏突入時から脱出時までの時間とその間の木星の変位を計算する。

③ 木星引力圏脱出後

太陽を原点とする座標における移動後の木星脱出時の位置と宇宙機の速度を初期条件として、木星引力圏突入前と同じように太陽に対してのケプラー運動を行うものとする。その後、宇宙機の軌道と天王星軌道と接触するまでの時間を計測し、その結果から、スイングバイによる影響を考える。

3. 結果

各区間での軌道方程式が求まれば、ケプラー方程式を用いて経過時間を求めることができる。

計算の結果、木星引力圏突入前までの時間は1.172[年]、また、木星引力圏内から木星引力圏脱出までにかかる時間は数値計算の結果0.089[年]、木星引力圏脱出後から天王星軌道までが3.838[年]となった。これらを合計すると地球からスイングバイを用いて天王星軌道に到着するまでに約5.099[年]となる。

一方、スイングバイを行わず、ホーマン軌道で天王星までたどり着いた場合の経過時間はケプラーの第三法則から導くことができ、その結果かかった時間は16.049[年]となった。つまり、宇宙機自身の推進力によってかかる時間とスイングバイを用いた際の時間では約11年もの時間の差があり、その影響力は絶大であることがわかる。

4. 今後の発展

スイングバイでは、惑星の位置エネルギーを利用して、加速、減速を行っている。宇宙機が木星をスイングバイした際、木星は少なからずエネルギーを失っているはずである、今後の研究では、その大きさを計算し、影響を考察していく。

文献

- [1] 堀源太郎, “間違いだらけの物理概念”, 丸善, pp.55-67, (2001).
- [2] 長沢工, “天体の位置計算”, 地人書館, (1985).

5203

直列多重振り子のシミュレーション計算

A Numerical Simulation of the Series-Multiple Pendulum

12515 河内 海斗
指導教員 山野辺 基雄

1. 緒言

本研究では多体系問題のひとつである直列多重振り子に対して数値計算を行う。また、数値計算を行う際に発生する「誤差」について注目し、より正確な解を得られるようにする。

2. 研究のアプローチ

本研究では、まず古典的ルンゲクッタ法を使い近似解を求めた。しかし、得られた全エネルギーの値が保存しなかったため、2段4次ガウス・ルジャンドル法を使い数値計算を行った。

本研究で用いる知識を以下に記述する。

〈多重振り子〉

はじめに、通常の剛体振り子のおもりの先から剛体振り子を連結する。次に、2つめのおもりの先から剛体振り子を連結する。これを繰り返していくつかのおもりをぶら下げた振り子のことを多重振り子と呼ぶ。このおもりの数が2個の場合を2重振り子と呼び、3個の場合を3重振り子と呼ぶ。

本研究では、空気抵抗と摩擦は考えないこととする。

〈ラグランジュ方程式〉

ラグランジュ方程式とは最小作用の原理から導かれる方程式で、ニュートンの運動方程式を再現する。これは以下のようになる。

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0 \quad \cdots(1)$$

(1)式の q は一般座標で表されているためデカルト座標だけではなく極座標なども用いることができる。ラグランジュ方程式に対しては古典的ルンゲクッタ法を使い数値計算を行う。

〈Hamilton方程式〉

Hamilton方程式とは一般座標 q と一般運動量 p によって力学系の時間発展を記述する方程式で以下のようなものである。

$$\dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i} \quad \cdots(2)$$

$$\dot{p}_i = -\frac{\partial H}{\partial q_i} \quad \cdots(3)$$

この $2s$ 個の1階微分方程式を Hamilton 方程式という。Hamilton方程式に対しては2段4次ガウス・ルジャンドル法を使い数値計算を行う。

3. 結果

はじめに、3重振り子に対して古典的ルンゲクッタ法を行ったが、エネルギーの値が大きく変化（発散）してしまい、数値計算が行えな

った。そこで、シンプレティック解法である2段4次ガウス・ルジャンドル法に注目した。

以下に2重振り子および3重振り子に対して2段4次ガウス・ルジャンドル法を行った結果を示す。

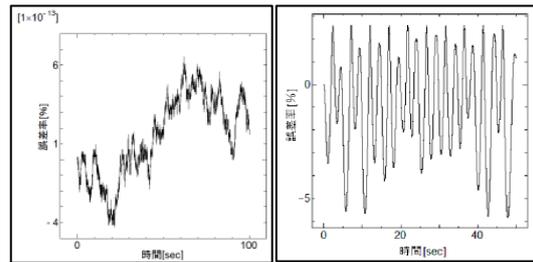


図1 2重振り子

図2 3重振り子

図1および図2では全エネルギーの誤差率を示している。初期条件はおもりの重さは全て1とし、剛体の長さは全て7とした。また、2重振り子の初期角度は θ_1, θ_2 を 30° とした。3重振り子の初期角度は θ_1, θ_2 および θ_3 を 30° とした。3重振り子では誤差率が3%から-6%の間に収まり計算が50秒間行えた。ここで3重振り子の初期角度 θ_1 を 120° 、 θ_2 を 60° 、 θ_3 を 30° とした結果を以下に示す。

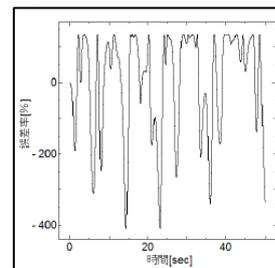


図3 3重振り子誤差率

この場合は、図3のように誤差率が-400%と大きくなってしまいが、古典的ルンゲクッタ法に見られるようなエネルギーの発散は起きないことが確認できる。

4. 今後の発展

ガウス・ルジャンドル法では段数を増やし誤差率の確認をする。

また、おもりの数はいくつの場合でもシミュレーションを行えるように定式化する。

文献

[1]ランダウ=フリッツ, “力学,” 東京図書(1986)

[2]三井武友, 小藤俊幸, 斉藤善弘, “微分方程式により計算科学入門”, 共立出版(2005)

5204

円柱座標系における量子的ハミルトニアンを検証

Verification of the Quantum Hamiltonian in Cylindrical coordinates

12533 中島 直樹
指導教員 山野辺 基雄

1. はじめに

量子力学とは、物理学理論の一つであり、誕生から約 100 年程度の比較的新しいものである。

量子力学では、ハミルトニアンと呼ばれる演算子を座標表示する必要がある。特に、デカルト座標系以外の座標表示を用いる場合は、一度デカルト座標系での表示を求めてから目的の座標系へ移行するのが従来の方法であった。しかし、これは本来同等な扱いをされるべき座標系に対して、デカルト座標系を特別とみなすことになる。これに対し、母袋や加藤らはデカルト座標系を特別扱いすることなく、デカルト座標系を経由せずに他の座標系における表示を求め、従来の方法と同値な結果が得られる方法を提案している。

本研究では、特に加藤が行った一般化座標系におけるハミルトニアンの座標表示の考察に基づいて、具体的に円柱座標系におけるハミルトニアンを扱い、加藤の指摘を確認する。

2. 本研究のアプローチ

本研究では、2つの手順に従ってハミルトニアンの円柱座標表示を求める。

手順1では、まずデカルト座標系における量子的ハミルトニアンの座標表示を求める。続いてこれに対して円柱座標へ座標変換を行うことによりハミルトニアンの円柱座標表示を得る(図1)。

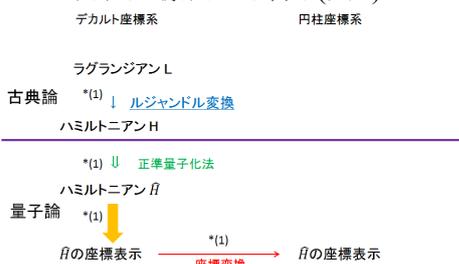


図 1. 手順 1

手順2では、古典論の段階でハミルトニアンをデカルト座標系から円柱座標系に座標変換する。続いて、円柱座標系において量子化を行い量子的ハミルトニアンの円柱座標表示を求める(図2)。



図 2. 手順 2

3. 結果

以下に示す順序が違う 4 通りのハミルトニアンについて計算を実施した。

$$\hat{H}_1 = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \hat{g}^{ij} \hat{P}_i \hat{P}_j \quad (1)$$

$$\hat{H}_2 = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \hat{P}_i \hat{g}^{ij} \hat{P}_j \quad (2)$$

$$\hat{H}_3 = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \hat{P}_i \hat{P}_j \hat{g}^{ij} \quad (3)$$

$$\hat{H}_4 = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \hat{g}^{-\frac{1}{4}} \hat{P}_i \hat{g}^{\frac{1}{4}} \hat{g}^{ij} \hat{g}^{\frac{1}{4}} \hat{P}_j \hat{g}^{-\frac{1}{4}} \quad (4)$$

デカルト座標系ではどれも同じ量子的ハミルトニアンの座標表示となったが、手順2では全て違うものとなった。

手順2で得られた量子的ハミルトニアンの座標表示のうち、どれが正しいか確認するためにデカルト座標系の量子的なハミルトニアン H と比較を行い、その結果加藤らの指摘した H_4 が正しいものであると確認できた。

4. まとめ

実際に円柱座標系においてハミルトニアンを計算することにより、加藤らの主張が正しいことが確認できた。今後の展望としては、本研究では用いた計算手順に基づき、極座標系や球面座標系における量子的ハミルトニアンの計算を実施していきたいと考えている。

参考文献

- [1]母袋大輔,2006 年度卒業論文,サレジオ工業高等専門学校(2007)
- [2]加藤澄也,2013 年度卒業論文,サレジオ工業高等専門学校(2014)

5205

重力レンズ現象のシミュレーション

Simulations of Gravitational Lensing

12546 三原 園花

指導教員 山野辺 基雄

1. はじめに

素粒子物理学の超対称性理論において存在が予想される粒子であるダークマターは、宇宙を形成する重要な物質である。しかし、未だ直接観測された実例はなく、その性質についても数多くの謎が残る。そこで、ダークマターの検証方法として、重力レンズ現象というものがある。(参照:図 1)これは一般相対性理論が予言する現象で、端的にいうと重力によって光の軌道が曲がる、という現象である。本研究では、一般相対論では重力によって空間が曲がるという

ことを、光の軌道を調べることにより確認する。ニュートン力学では重力は質量をもった対象に働く力として扱われるので、質量のない光は直進する。しかし、光の軌道が曲がるのが分かれば、それは力以外の効果、すなわち空間が曲がっていることになる。

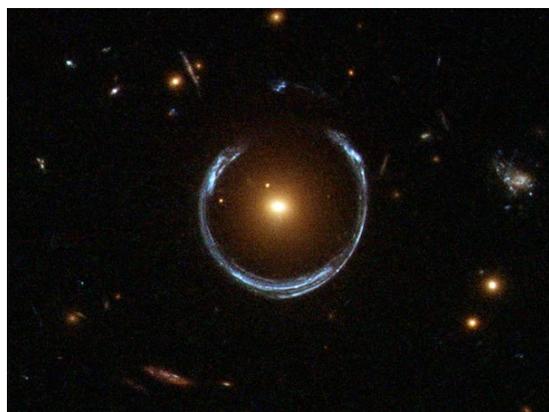


図 1. 重力レンズ現象(NASA)

2. 研究のアプローチ

本項目では、どのような状況を仮定してシミュレーションを行っていくか、ということについて具体的に述べる。

まず、相対論的運動方程式

$$\frac{d^2 x^\lambda}{d\tau^2} + \frac{1}{2} g^{\lambda\rho} (\partial_\mu g_{\nu\rho} + \partial_\nu g_{\rho\mu} - \partial_\rho g_{\mu\nu}) \frac{dx^\mu}{d\tau} \frac{dx^\nu}{d\tau} = 0$$

により、重力がある曲がった時空中において物体がどのような運動をするのか決定される。次に、アインシュタイン方程式

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

によってその時空自体の構造が決まる。そのアインシュタイン方程式の解として、今回のシミュレーションでは、最もシンプルであるシュバルツシルド時空を用いる。このシュバルツシルド時空とは、空間の原点にのみ質量が存在する、という空間のことである。こういった条件下における光の軌道を求め、結果を視覚化する。

3. 結果

本項目では、実際どのようにシミュレーションを行ったか、ということについて具体的に述べる。重力によって曲がった光の軌道のシミュレーションの最もシンプルな状況を想定した。観測者、太陽、ある恒星 A が等間隔で一直線上に並んだときである。このとき、観測者からみて、恒星 A の光が太陽の重力によってどのように曲がり、目に映るかというシミュレーションを行った結果、図 2 のようになった。この図中で大きな塗りつぶされた白い円は太陽、その周りの白線が恒星 A である。

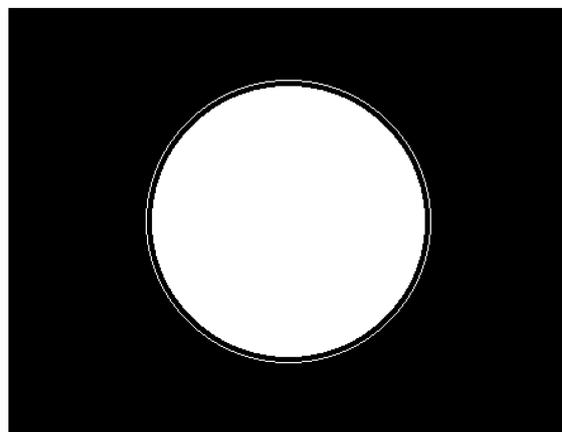


図 2. シミュレーション結果

4. 今後の発展

本研究の今後の発展として、より高度なシミュレーションを行う、ということを考えている。具体的には、現時点では一点の光のみのシミュレーションを行っているが、複数の点のシミュレーションができるようにする。あるいは、適当な画像を読み込み、それを重力レンズ現象によって歪ませたシミュレーションを行う、ということを考えている。

文献

[1] 佐藤勝彦, “相対性理論”, 岩波書店(1996)

5206

Schwarzschild 時空における質点の運動

Motion of a particle in the Schwarzschild Spacetime

12550 山田創平

指導教員 山野辺 基雄

1. はじめに

物理学者アインシュタインが提唱した一般相対性理論という理論がある。一般相対性原理をもとに、おもに重力場での問題に用いる理論である。

一般相対論とも言われ、ニュートン力学で記述すると誤差が大きくなる現象(光速に近い運動や、大きな重力場における運動)を正しく記述できる。

我々の身近なところで利用されている一般相対論を用いた技術としては GPS(Global Positioning System)が主で、車のカーナビや携帯電話の位置情報機能などに用いられている。

本研究では相対論による運動方程式の導出を行い、相対論・物理空間への知識を深めていくことを目的としている。

2. 研究のアプローチ

アインシュタインが 1905 年に提唱した、光速不変の原理からなる特殊相対性理論では、従来のニュートン力学に用いられた Euclid 空間は光速で運動する物体は記述できことが明らかになった。そこで新たな時空として 3 つの空間座標と時間を一緒に扱う四次元の Minkowski 空間を生み出した。1915 年に提唱した一般相対性理論では、特殊相対論から拡張し、一般相対性原理・等価原理といった二つの原理を取り入れ、より正確な物体の運動を記述するためには、時空は四次元かつ曲がった空間であるリーマン空間とした。

本研究では一般相対性理論の運動方程式を導出したのち、その方程式を三次元的に書き換えることで相対論での運動を正しく導出する。

3. 測地線方程式の導出とシミュレーション

ラグランジアンより運動方程式を導出する過程を以下に示す。特殊相対論における自由粒子に対する作用関数は、

$$\delta S = \int_{\tau_1}^{\tau_2} L(x + \delta x, u + \delta u) d\tau - \int_{\tau_1}^{\tau_2} L(x, u) d\tau$$

$$L = -mc \int_{\tau_1}^{\tau_2} \sqrt{-g_{\mu\nu}(x) u^\mu u^\nu}$$

で与えられる。ここで τ は固有時、 x^μ は 4 次元座標、 u^μ は 4 元速度で $u^\mu = dx^\mu/d\tau$ 、 m は質量、 c は光速、 $g_{\mu\nu}(x)$ は計量テンソル、 L はラグランジアンである。

これらを用いて運動方程式を導出すると

$$\frac{d^2 x^\lambda}{d\tau^2} + \Gamma_{\alpha\beta}^{\lambda} \frac{dx^\alpha}{d\tau} \frac{dx^\beta}{d\tau} = 0$$

が得られる。これが測地線方程式(または自由粒子の相対論的運動方程式)である。 $\Gamma_{\alpha\beta}^{\lambda}$ はアフィン接続関数であり、

$$\Gamma_{\alpha\beta}^{\lambda} = \frac{1}{2} g^{\lambda\rho} \left(\frac{\partial g_{\beta\rho}}{\partial x^\alpha} + \frac{\partial g_{\rho\alpha}}{\partial x^\beta} - \frac{\partial g_{\rho\alpha}}{\partial x^\rho} \right)$$

で与えられる。

本研究では、シュバルツシルド時空において測地線方程式を解くが、シュバルツシルド時空の計量は

$$(ds)^2 = - \left(1 - \frac{2MG}{rc^2} \right) (cdt)^2 + \frac{1}{1 - \frac{2MG}{rc^2}} dr^2 + r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2)$$

で与えられている。

測地線方程式を数値計算でシミュレーションするために、本研究では座標系を準ミンコフスキー座標系 (ct, x, y, z) に変換した。

シミュレーションは $G = M = c = 1$ の単位系で行い、図 1 の様な結果を得ることができた。

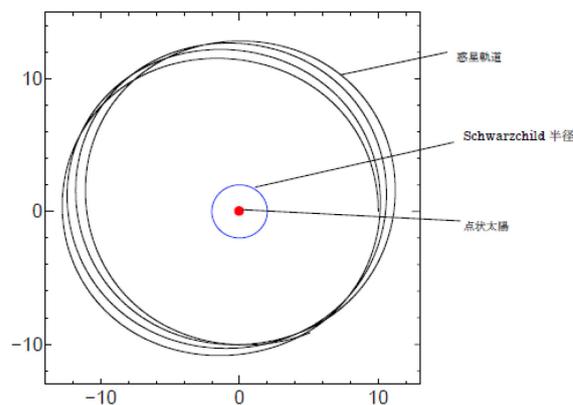


図 1 測地線方程式のシミュレーション結果

4. 今後の展望

求めた運動方程式を用いて具体的な数値を持つ惑星の事象をシミュレーションしていきたい。

文献

- [1] エリ・デ・ランダウ イェ・エム・リフシッツ著 広重徹 水戸巖訳, “力学”
- [2] 東京理科大学相対論講義資料, (2017)
- [3] 量子場を学ぶための場の解析力学入門 高橋康著

5301

中世地域経済のイメージを喚起する教材の開発

Development of teaching materials to evoke image of medieval regional economy

12505 泉 大地

指導教員 山舘 順・清水 哲也

1. 緒言

近年パソコンなどのインターネット端末や電子黒板など教育現場で活用できる ICT 端末が増加したことや、政府が「教育における情報化を促進する」という基本方針を発表するなどした結果、教育現場で ICT を用いた教育が行われるようになった。しかし、高校日本史の分野では ICT 技術を用いた教材がほとんど存在しない。そこで、今回は新たに ICT を用いた教材を開発し従来の教材よりも郷土史に興味を持ってもらえるようにする。

2. 研究のアプローチ

今回、Google 社の Google Maps というサービスを用いて高校日本史の中でも生徒・学生側と教師側の意識に大きな開きがある「地域社会の歴史と文化」という分野[1]の貨幣経済の流通を視覚化した教材を開発することにした。

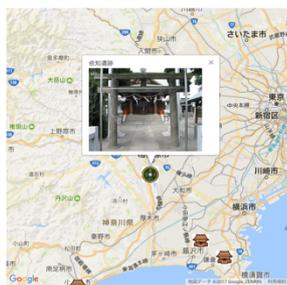


図 1 作成した教材の動作画面

教材を開発するにあたり、筆者の所属している歴史資料学研究室で過去に扱ったことのある依知遺跡(神奈川県厚木市)、熊川遺跡(東京都福生市)、四ツ谷遺跡(東京都日野市)、多摩ニュータウン遺跡(東京都多摩市)の4カ所から出土した「永楽通宝」、「洪武通宝」、「宣徳通宝」、「朝鮮通宝」の4つの銭種データを使用し、開発を行った。各遺跡からどのような古銭が出土したかを以下(表 1 教材に掲載する遺跡と銭貨の対照表)に示す

表 1 教材に掲載する遺跡と銭貨の対照表

	依知	熊川	四ツ谷	多摩ニュータウン
洪武通宝	○	○		
永楽通宝			○	○
宣徳通宝	○	○		
朝鮮通宝	○	○		

実際に興味を持ってもらったかどうかを検証する方法としてアンケートを用いた。

3. 検証作業実施環境

本研究で開発した教材を以下の環境(表 2 検証作業実施環境の詳細)で示す。

表 2 検証作業実施環境の詳細

調査対象	本科第2学年2学級	
	2年B組	2年C組
対象人数	46名	43名
	計 89名	
調査日時	2017年1月11日	2017年1月20日

4. 結果

アンケートで教材の使い勝手に関して2つの質問を行った。2つの質問を表 3 に示す。

表 3 本教材に関して質問した項目

設問1	いままでの教材と比較してこの教材はわかりやすかったですか?
設問2	この教材で学習して郷土史への興味・関心は深まりましたか?

表 3 のアンケートの回答結果を以下(表 4 質問した項目の回答結果)に示す。

表 4 質問した項目の回答結果

	設問1	割合	設問2	割合
はい	78	88%	76	86%
いいえ	11	12%	11	12%
どちらでもない	0	0%	1	1%
無回答	0	0%	1	1%

表 4 より今回、従来と比較して 88%もの学生がわかりやすいと感じていることがわかった。

また、ICTを用いた教材を使用して学習したことで 86%もの生徒の理解・関心が深まったと感じていることがわかった。

5. 考察

今回の検証結果より、ICT コンテンツを用いた教材を使用することで生徒・学生に興味・関心を持ってもらうことは可能であると思えた。

6. 今後の発展

今回開発した教材では使用データが圧倒的に不足していたため、データ数の充実を図りたい。また、今回は写真の表示のみを行ったが今後は動画の追加や流通ルートを視覚化するなどより一層興味・関心を持ってもらえるようなコンテンツを追加していきたい。

文献

[1] 国立教育政策研究所, “平成17年度高等学校教育課程実施状況調査”, p.1, Apr.2007

5302

バスケットボールにおけるシュートフォーム習得支援システムの開発

Development of the shot form acquisition support system in the basketball

12509

指導教員

上田朋久

清水哲也

1. 緒言

バスケットボールはスポーツの中で最も多くの得点を競い合うスポーツであり、競技特性上シュートは勝敗を左右する最も重要な技術であるとされている。シュート成功率を上げるには、シュートフォームが大きく関係しているため、シュート成功率を上げるためには、熟練者のシュートフォームに近づける必要があると考える。

本研究では、学習者のシュートフォームを熟練者のシュートフォームに近づけることを目的とした学習支援システムを構築し、シュートフォームの改善とともに学習者のシュート確率に変化があるかを検証する。

2. シュートフォーム習得支援システム

2.1. ジェスチャー判定

シュートフォーム習得支援システムを作成するにあたって正しいシュートフォームであるか判断をする識別器が必要である。そこで、熟練者のシュートフォームを Kinect Studio v2.0 を用いて撮影し、Visual Gesture Builder を使って識別器を作成した。その識別器を使用してフォロースルー・セット・シュート前のジェスチャー判定を行う。

2.2. シュートフォーム習得支援システム

本シュートフォーム習得支援システムは、メニュー画面・テスト画面・フォロースルーの練習画面・セットの練習画面・シュート前の練習画面・シュートフォームの確認画面で構成されている。学習支援システムに映し出される RGB の映像や、Depth データは Kinect v2 の特性上左右反転している。



図 1: シュートフォーム指導画面

図 1 は、実装したシュートフォーム習得支援システムの指導画面である。リアルタイムに学習者のジェスチャーを検出して熟練者に近いジェスチャーであるかを判別する。また、テスト画面では 3 つの各モーションが正しく行われているかのテストを行う。シュートフォームの確認画面では、学習者が熟練者のシュートフォームを観察し各モーションの確認

やイメージトレーニングを行う。

3. 実験方法

実験手順は以下の図 2 の手順で行う。

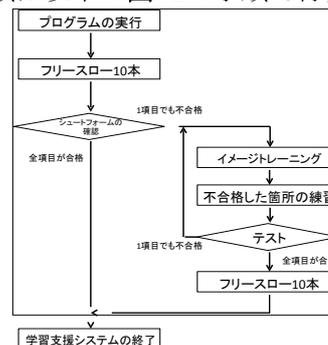


図 2: 実験手順

なお、フリースローを 10 本打つ時のみバスケットボールを使用する。

4. 実験結果

初心者のシュート確率は、指導前平均確率は 23%で指導後平均確率は 17%であり、指導後の確率が下がった。経験者のシュート確率は、指導前平均確率は 35%で指導後平均確率は 48%であり、指導後の確率が上がった。

5. 考察

シュートフォーム習得支援システムを体験した初心者の結果から、考えられることとして指導前のシュート確率と比較し、指導後のシュート確率のほうが低いのは練習時間が足りなかったことが原因であると考えられる。また、熟練者の結果から考えられることとして経験値からシュートフォームを修正する能力があったため、すぐに対応することができ指導後のシュート確率の方が高かったと考える。

指導前と比較してシュートフォームは改善できましたかという質問のアンケート結果から、初心者は練習時間が短くシュートフォームの指導を受けることも初めてであるため、「少しできた」や「あまりできなかった」という意見が多かったと考える。経験者の場合、実際にシュート確率が上がったことやシュートフォームを修正する能力が初心者よりあったため「できた」と回答する人が多かったと考える。

6. 文献

[1] 植野淳一, 渡辺悦男, 大谷和寿, 斉藤重徳, 伊藤豊彦, 境英俊, “バスケットボールの学習指導に関する研究,” 島根大学教育学部紀, 第 22 巻, 第 2 号, pp.1-15, Dec.1988.

5303

表情筋の筋電位を用いたロボットアームの操作方法に関する一考察

A Study on Control of Robotic Arm using Myoelectric Potential of Facial Muscles

12530 田中叡

指導教員 清水哲也

1. 緒言

現在コンピュータの入力機器として主流であるマウス、キーボードなどは、基本的に手のみを使って操作する形態となっている。一方、人体には表情筋や腹筋、視線など、手の他にも外部に情報を出力する手段が存在し、これらの一部はインタフェースとしての活用が始まっている。

Antuvanら[1]は筋電信号と動作の対応付けに抽象的な関数(一次変換)を使い、人間に操作方法を学習させるという方法を提案しており、特定の対象者特有になるという機械学習による解析の欠点や、特定の用途にのみ適用できるという直感的な解析手法の欠点を解決できている。

本研究では、手の構造による制約を受けないインタフェースを、表情筋の筋電位を用いて実現可能であるか検証することを目標とする。その際、操作の対象としてロボットアームを使用し、筋電位を動作に対応させる方法として先行研究[1]の手法を用いる。

2. 研究のアプローチ

顔の4箇所(図1)と腕の2箇所(図2)に電極を装着し、計6チャンネルで筋電位の包絡線(筋電強度)を取得する。センサの出力はA/D変換され、無線経由でPCに送られる。PCでは先行研究[1]にならぬ、各チャンネルの筋電信号 $\mathbf{e} = (e_1, \dots, e_6)^T$ ($0 \leq e_i \leq 1, i \in \{1, \dots, 6\}$) を、一次変換

$$\mathbf{u} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 720 & -720 \\ 0 & 0 & 720 & -720 & 0 & 0 \\ 720 & -720 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \mathbf{e}$$

によって、各関節の角速度 $\mathbf{u} = (u_1, u_2, u_3)^T$ に変換する。 u_1 はロボットアームの台座、 u_2 は肩、 u_3 は肘の関節(図3)に対応する。計算された角速度は数値積分を行い角度に変換され、ロボットアームに指示される。

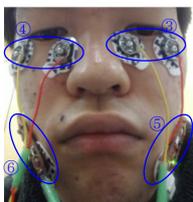


図1 顔の電極位置

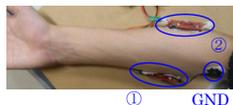


図2 腕の電極位置

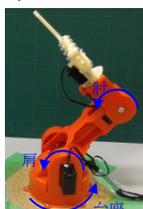


図3 ロボットアームの関節

3. 実験方法

4人の被験者が上記の方法でロボットアームを操作し、アームの先端を設置されたターゲット(1辺4cmの立方体)に接触させる作業を20回行った。作業1回ごとにアームをターゲットに接触させるまでの時間を測定した。

また、手のみを使った従来の操作方法との比較として、ゲームパッドを用いてロボットアームを操作する実験を行った。

4. 結果

図4は筋電位を用いた実験結果の一例である。作業の所要時間は最初の数回で減少し、それ以降は5秒以内となっている。ただし数十秒などの長い時間を要することが数回あった。

図5はゲームパッドを用いた実験結果である。こちらも最初の数回で時間が減少しているが、それ以降に長い時間を要することはなかった。

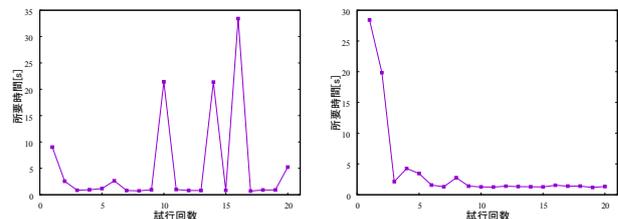


図4 筋電位による操作の結果 図5 ゲームパッドによる操作の結果

5. 結論

実験で行った作業においては、ゲームパッドと同程度か若干長い時間で作業を行うことができ、従来の操作方法と同様にロボットアームの操作が可能であった。また作業を繰り返すごとに時間が短縮されたことから、被験者は筋電位による操作方法を学習しているといえる。

6. 今後の展望

本研究ではターゲットは常に同じ位置で実験を行った。ターゲットの位置が変化する場合にも同じ手法が適応できるかはさらなる検討が必要である。

また、表情筋の他に腕の筋肉を併用する必要があった。それに対しては、腹筋など、人体の持つ別の情報出力手段を併用することも必要と考えられる。

7. 文献

[1] C.W.Antuvan et al., "Embedded Human Control of Robots Using Myoelectric Interfaces", *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol.22, no.4, pp.820-827, 2014

5304

筋電信号を用いた入力インターフェイスのプラットフォームの提案

A platform of the interface using biosignals.

12531 谷地卓
指導教員 清水哲也

1. はじめに

近年、コンピュータの小型化が進み、使用されるシーンが多様化している。これに伴い、様々なインターフェイスが新たに提案されている。

筋電位とは筋肉が動作する際に発生する電位である。氏間らは尻尾型のデバイスを臀部の筋電位によって操作している[1]。本研究室の加藤らは脳波計により表情筋の筋電位を取得し、プレゼンテーション支援システムの提案を行っている[2]。

筋電位は個人差があり、また個人内でも動作毎に変化するため実装ごとに計測・設定を行うのは困難である。この点が筋電位を用いたインターフェイスの普及の阻害要因となっている。

そこで本研究では筋電位を汎用的に扱うことができるプラットフォームを開発することでこの問題を解決できると考え、開発の初期段階として信号の認識を機械学習によって行った。

2. 研究へのアプローチ

ニューラルネットワークとは、 m 次元のベクトルを n 次元のベクトルに写す関数 f を推定する学習手法である。出力層に分類するクラス数と同数のユニットを並べそれぞれの出力をクラスに所属する確率として扱うことで分類問題を解く事ができる。

本研究では、認識を計測した筋電位から手の動作状態を推測する問題として扱う。 m チャンネルの筋電位を計測し、手の状態 n クラスに分類されるとき、 m 次元のベクトルから n 次元のベクトルを出力する関数を学習し、認識を行う。

3. 結果

前腕部に筋電センサを取り付け、指の開閉運動の際の筋電信号を計測した。この筋電信号を手の状態ごとに分類を行った。学習を行った筋電信号を図1図2に、この信号の分類結果を図3に示す。

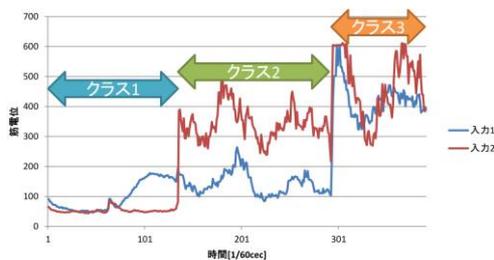


図1 計測した筋電位

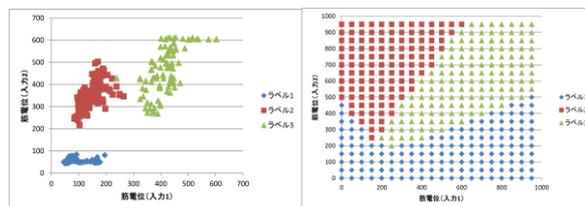


図2 計測した筋電位

図3 分類結果

また、学習を行ったニューラルネットワークを用いた状態の認識を行った。2クラスの状態認識では96%、3クラスの状態認識では79%の認識結果が得られた。

4. 結論

本研究では、筋電センサを用いたインターフェイスを汎用的に扱うことができるプラットフォームを開発のために、筋電信号の認識をニューラルネットワークによって行った。ニューラルネットワークで行い、筋電信号を指の状態ごとに分類することが可能であることが分かった。

実際の筋電信号に対しても2クラスの分類では96%を超える高い結果が得られた。また3クラスへの分類においても79%の結果が得られた。

これらより、筋電位を用いたインターフェイスの計測・設定を容易にするという目的に対して、ニューラルネットワークによる認識は有効であるといえる。

5. 今後の展望

今回の実験では、3クラス以上への分類は実用的な結果は得られなかった。改善には精度の高い信号の計測、ニューラルネットワークの学習率の向上が必要である。具体的な方法としては、計測する筋肉の選定、計測機材の高性能化、また、ネットワークのチューニングなどが考えられる。それらを達成し、センサの数を増やすことでより多くの身体状態の推定が可能になると考えられ、汎用的な筋電信号の認識が行えると考えられる。

文献

- [1] 氏間可織, 義尾: 退化した機能を取り戻すための身体拡張, 情報処理学会インタラクション, pp.349-354, 2015
- [2] 加藤弦, :Emotiv EPOCを用いたプレゼンテーション支援システムの提案, サレジオ工業高等専門学校平成27年度卒業研究論文, 2015

5305

身体を用いて楽しむ音楽演奏ツールの提案

Proposal of Playing Music Tools to Enjoy using Movement

12542 星島佑哉
指導教員 清水哲也

1. 緒言

近年、スマートフォンの高機能、多機能化により非対面コミュニケーションが盛んに行われている。しかし、非対面コミュニケーションは対面コミュニケーションに比べると、仕草や表情などは分からない。対面コミュニケーションでは、直接的に五感を通じての会話やボディタッチをすることができるため、そこで生まれる生まれる一体感や楽しさがあると考えられる。ほかに一体感や楽しさが生まれるものとして音楽が挙げられる。音楽は感情に直接的に作用する[1]ため、楽しさや一体感を演出しやすい。例えば、ライブコンサートで、同じ音楽を共有することで一体感を演出し、楽しむことが多い。

本研究では、システムの体験者同士が会話などの対面コミュニケーションを発生させ、楽しいと感じる音楽演奏システムを開発する。

2. 研究のアプローチ

本システムは、楽器の演奏技術を必要とせず、楽しめるよう考慮する。Kinect v2[2]を用いて人間の身体で演奏を行う。

左右の腕の角度の情報を用いて、6種類の打楽器音から選択を行う。画面を三等分し、頭のx座標がどこにあるテンポの選択を行う。左側は60BPM、中央は120BPM、右側は240BPMとなっている。選択されている音を手の形がパーの場合は再生、グーの場合は停止を行う。音を選択している時の肩から手首までの距離で音量を変更する。楽器にそれぞれ割り当てられている色を使用し、音となっている楽器の色を画面上部に描画することで、現在どの音が鳴っているか分かるようにする。

システムを実行した際のイメージ図を図1に示す。

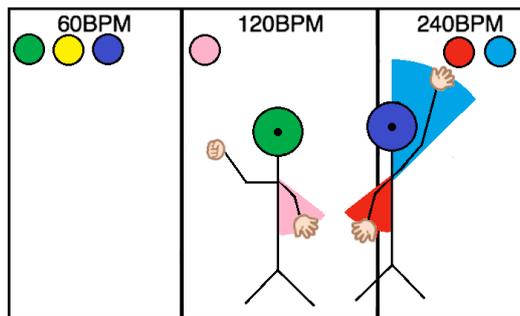


図1 システム実行イメージ図

3. システム構成

Kinect v2 で身体の動き取得し、それを用いて演奏する。システムは Processing と PureData(以下、PD)を使用する。Processing のライブラリ「Kinect v2 for Processing」を用いて、Kinect で身体の動きを検出し、それを Open Sound Control を用いて PD に送信する。PD は送信された情報を元に音やテンポの選択と音量の変更を行う。システム構成図を図2に示す。

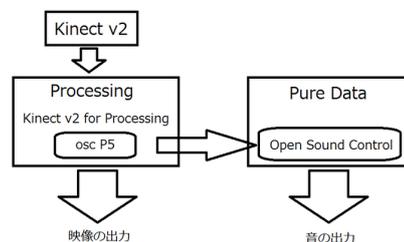


図2 システム構成図

4. 結果

システムを実際に体験してもらいアンケート調査を行った。アンケートの結果から体験して楽しい音楽演奏システムの開発が出来た。しかし、対人コミュニケーションが実際に発生した体験者は少なかった。システムの実行画面を図3に示す。



図3 システム実行画面

5. 今後の発展

対人コミュニケーションが実際に発生した体験者は少なかった。さらに楽しいと感じるシステムを制作するには、コミュニケーションをもっと促すための工夫が必要だと考えられる。

6. 文献

- [1] 松本じゅん子: 悲しい気分と音楽聴取に関する心理学的検討, 京都精華大学紀要, 25号, pp. 145-153, (2003).
[2] Xbox One Kinect センサー: 入手先
(<http://www.xbox.com/ja-JP/xbox-one/accessories/kinect-for-xbox-one>), (2017.02.08).

5306

生物種推定補助システム構築において発生する問題の影響評価

Impact assessment of problems in building a creature estimation system

12544 真下諒
指導教員 清水哲也

1. 緒言

生物種は一般的に色、身体、動作、発見場所など、様々な特徴から総合的な判断で推定を行うことができる。しかし、生物種を見分ける知識がない場合は、見分けることができないばかりか、個人や環境へ様々なリスクを負わせてしまう可能性がある。従って、そのような生物種を推定するシステムが必要であると考えたが、そのようなシステム現在開発や運用がされていないようである。生物特有の不確定要素の多さや、医療等の開発よりも優先度が低いからであると考えられる。

本研究では、この生物を推定するシステムの試行において不確定要素から発生する問題を予測し、どのような影響がシステムに与えられるのかを評価する。

2. 構成

システムは機械学習を使用した決定木による選択式のシステムで構築する。他の方法として画像を使用した認識方法が挙げられるが、このシステムの目的は生物を推定における「判断」の補助である。このシステムを用いてその生物を見分けるまでの判断を使用者自身が学習し、次にその生物種に遭遇した際にこのシステムがなくても判断できるようになって欲しい。従って、今回は画像認識ではなく、決定木を使用したシステムを構築する。

システム学習のシーケンス図を図1に示す。学習後の試行では、推測結果後の過程は省略する。

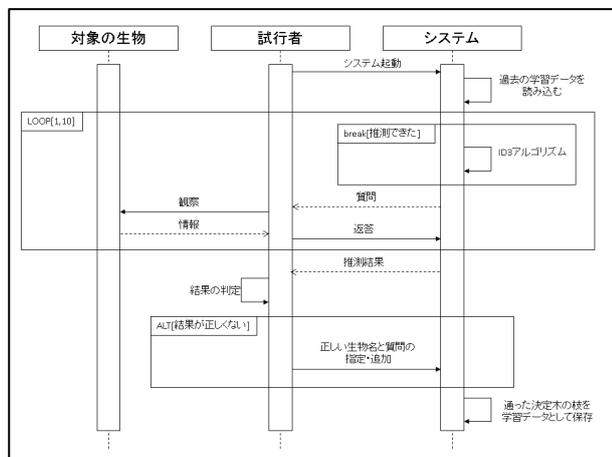


図1. システム学習のシーケンス図

3. 実験

システムを試行するにあたって、影響が出ると考えられる問題がある。

- 男女の感覚の違いである人間の問題(異性)
- 種は違うが似た外見をしている問題(類似性)
- 種は同じだが特徴が異なる問題(乱雑性)

この二つの問題について、ちりめんじゃこを使用し協力者二人(A・B)に協力してもらい、学習を1000回行う。学習後の試行結果から影響があるかどうかを協力者五人(A・B・C・D・E)に確認する。行う実験は以下の通りである。

- (1) 協力者 A・B で個々に学習
- (2) 協力者 A・B で交互に学習
- (3) 協力者 A・B でサンプルを固定し個々に学習
- (4) 学習データを使用して協力者五人にシステムを試行してもらい生物を推測させる

4. 結果

実験(1)~(3)の学習過程で100回毎に正規数を記録した結果、学習段階では異性や乱雑性がない方が正解数は高かった。

学習後の試行段階では異性、乱雑性が含まれた学習データを使用した試行の方が、含まれていない学習データを使用した試行に比べて正解数が高かった。従って、システムの試行には異性、乱雑性が関与していると高い正解数が得られるということがわかった。実験(2)の学習データが一番高い正解率を出す傾向が見られた。また、実験(2)に対して、学習に協力している協力者(A・B)は10~7回の正解数を出したが、協力していない協力者(C・D・E)の方は6~4回と正解数は低かった。

従って、異性と乱雑性は生物側に影響を与える傾向があることがわかった。

5. 今後の発展

今回の研究はシステムの正解数が低くなってしまったので、ベイズの定理やオッカムの剃刀などの方法を用いるほか、探索回数が少ない生物への対応や人間の特徴などを抽出して利用することで、システムの向上に繋がると考えられる。また、「用語や選択肢がよくわからないので、絵や写真などを使って欲しい」という意見や、「山菜を採るためにこのシステムが使えるとよい」という意見を研究中に多く貰った。従って、写真などを使った正解数の向上方法や山菜採集へのニーズもあると考えられる。

5307

プロジェクションマッピングを用いた 体験型学習コンテンツの制作

The creation of interactive content using projection mapping

12553 吉田薫史
指導教員 清水哲也

1. 緒言

現在手軽に映像の制作を可能とするソフトの登場やプロジェクターの低価格化により誰でもプロジェクションマッピング(Projection Mapping :PM)の制作が容易行えるようになってきた。しかし、PM は仮想空間を作り出すような映像技術でありアートや人の目を引く宣伝広告でのみ活用されてきた。東京工芸大学が行なった PM に関する調査結果では PM のイベントや利用したいシーンで「子供の学習や教育」の場面が挙がっていた[1]。

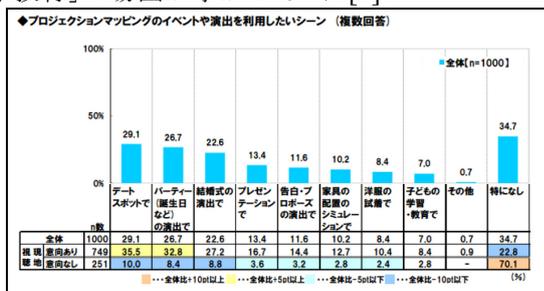


図 1:PM を利用したい場面のグラフ

そこで、PM の活用方法を考えるにあたって PM と学習コンテンツを組み合わせた体験型学習システムを制作することにした。メインターゲットを幼稚園児としたことにより、最も慣れ親しむであろう図鑑と動物を制作するコンテンツの題材とした。

本研究では幼稚園児向けのプロジェクションマッピングを用いた動物図鑑の制作を行い、被験者の「興味・関心・意欲」を高められることを目指す。本研究はデザイン学科上野蘭と共同で行う。

2. 研究のアプローチ

PM を用いた動物図鑑の制作を行うにあたって事前に幼稚園生を対象に好きな動物の調査を行った。さらに、自ら学ぶ姿勢を伸ばすために折り紙を組み込むことにした。折り紙は幼児でも簡単に組み組め脳の活性化にも期待できるとしている[2]。また、幼稚園児をメインターゲットとしたため文字が読めなくても視覚的にわかりやすいものを制作することにした。制作するシステムはスクリーン、パソコン、プロジェクター、Kinect の 4 つで構成される。

3. 結果

作成した図鑑システムの有用性を確かめるために幼稚園児を対象に「紙の図鑑」を使った場合と、本研究で作成した「図鑑システム」を遊んでもらっ

た場合の評価実験を行った。評価方法はそれぞれのコンテンツで遊んでもらう前と後に全 6 問の選択式のクイズに答えてもらい正解率の変化とその時の様子をもとに評価をする。

表 1:クイズの正解数(紙の図鑑)

	遊ぶ前	遊んだ後
女の子 A	6 問中 3 問	6 問中 4 問
女の子 B	6 問中 4 問	6 問中 5 問

表 2:クイズの正解数(図鑑システム)

	遊ぶ前	遊んだ後
男の子 A	6 問中 3 問	6 問中 4 問
女の子 C	6 問中 3 問	6 問中 5 問

4. 結論

上記の結果より、2 つコンテンツでは正解率の変化は変わらないことが分かる。しかし、主観的ではあるが紙の図鑑を見ているときよりも、作成したシステムで遊んでいるときのほうが興味を示し、紙の図鑑を渡したときには興味を示さなかった子ども興味を示していた。なので、本研究で作成した図鑑システムは有用性があると考えられる。

5. 今後の発展

予定していた折り紙を認識してからシステムを再生する機能をシステムに組み込むことができなかった。その機能を追加し、より双方向性をもたせたシステムにしていく。また、実証実験での被験者のサンプル数が極端に少ないためより多くの人に試してもらい、改善点を見つけていく必要がある。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり実験に協力してくださったサレジオ幼稚園の先生方と被験者として快く受け入れてくださったサレジオ幼稚園の園児の皆様がこの場を借りて感謝いたします。また、様々なご指導をいただいた本校デザイン学科氏家 和彦先生に深謝いたします。

文献

- [1] プロジェクションマップに関する調査
https://www.t-kougei.ac.jp/static/file/research_projection.pdf
 [2] 子供に効く「折り紙 巧緻性」折って育てよう知的好奇心
<http://www.might-project.com/lecture/report/03.html>

5308

演出照明におけるレーザーの制御方法の提案

Propose a method of laser performance control

12412 郷原颯
指導教員 清水哲也

1. 緒言

音楽のライブやコンサートにおいて演出照明は場を盛り上げるのに欠かせない位置づけになっている。照明演出の種類は様々あり、中でもレーザー照明は、演出照明のアクセントとしての位置づけを担っている。

レーザー照明の制御は二種類あり、DMX(Digital Multiplex)制御と ILDA(International Laser Display Association)制御[1]がある。どちらも操作は直感的と言いくく、いくつかの課題も存在する。

本研究では、演出経験がなくとも制御できるようにし、尚且つリアルタイムで演出に反映することを目標とする。そのため、提案するシステムは、体の動きを座標取得し、その座標を入力することでレーザー照明の照射座標を決定し、制御する方法を行う。

2. 研究のアプローチ

2.1 レーザー照明の演出制御における課題

現在の演出制御には以下の課題が存在する。

- ・ 出演者のアドリブに対して即座に対応することができず、レーザー演出との間に違和感が生じる。
- ・ 基本図形(丸や三角など)による演出により、似通った演出となり、予測しやすく、飽きが生じる。
- ・ 専用のソフトを用いての演出制御は、ソフトに対する知識や慣れが必要となり演出制御の難解さにつながっている。

2.2 提案するシステム

本研究で提案するシステムは、手の位置座標を用いてレーザーの描画座標を決定するシステムである。

モーションセンサーにより手の X,Y 座標を取得し、取得した座標を Arduino へ送りデジタル信号として自作した DAC へと入力する。DAC からは ILDA 制御によりレーザー機器[1]へと入力する。

今回は、左手の X,Y 座標を取得してレーザーの照射位置座標を決定するシステムを作成する。

システム構成を図 1 に示す。

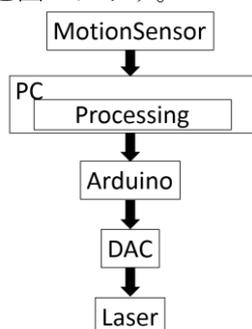


図 1 システム構成図

3. 結果

Kinect [2]の座標取得により任意の位置にレーザーを照射し、左手の状態によって色を変更することができた。Kinect による結果を図 2 に示す。



図 2 レーザーの描画と左手の状態による色変化

Leap Motion の座標取得により、指の本数によって描画するレーザーの本数を調節することができた。Leap Motion による結果を図 3 に示す。



図 3 Leap Motion によるレーザーの描画

4. 結論

モーションセンサーの座標取得によりレーザーのリアルタイムな描画が可能となった。Kinect の複数人追跡を用いることで複数人での描画が可能となった。Leap Motion を用いて手のみの座標取得に特化することで、省スペースでの制御が可能となり、手の小さい動きで大きな動きをレーザーに持たせることが可能となった。

座標取得によりレーザーの描画を行ったことで操作が直感的で簡易化された。また、Leap Motion では、指の座標を用いたことで複雑なパターンの生成が可能になり、演出に対して予測がつきにくくなった。

5. 今後の展望

スケッチなどに描いた形を描画するモードを追加し、現在の座標をリアルタイムで描画に反映するモードと切り替えができるようにしたいと考えている。

文献

- [1] International Laser Display Association:
(<http://www.ilda.com/>)
- [2] Xbox one Kinect センサー:
(<http://www.xbox.com/ja-JP/xbox-one/accessories/kinect-for-xbox-one>)

5401

RSA 暗号の計算量的安全性についての考察

A study about computational safety of RSA encryption

12502 安藤祐貴
指導教員 大墨礼子

1. 緒言

RSA 暗号は通信等情報技術の根幹を支える非常に重要な暗号技術の一つである。様々な場面にて広く使われている暗号が故に、開発・研究者の間では RSA チャレンジ等を通じて強度について長年議論されている。しかし、この暗号の安全性の担保や安全性が保たれる条件等を考えずに使用することのできる環境が既に用意されている為、実際には軽視されがちである。

本研究では RSA 暗号の安全性の担保について改めて確認をした上で、現時点における暗号に使用される鍵長とその暗号強度の関係性について考察を行う。

2. 研究のアプローチ

RSA 暗号は異なる 2 つの鍵である秘密鍵と公開鍵を用いた公開鍵暗号と呼ばれる暗号の一つである。RSA 暗号を解読する場合、公開されている情報の 1 つである、2 つの素数からなる合成数を素因数分解することで鍵の元となる素数を取得し、鍵を生成する。素数が短ければ合成数も小さな値になり、長ければ大きな値となる。現時点において、大きな桁の合成数を効率よく素因数分解するアルゴリズムは見つかっていないため、素数が非常に大きければ現実的な時間内に素因数分解をすることができない。この事が RSA 暗号の安全性の担保となっている。そこで、実際ある合成数が与えられたとき、素因数分解を行い鍵の元となる 2 つの素数を発見するまでの時間と発見された素数の大きさの関係性から安全性についての考察を行う。

3. 方法

本研究では安全性について 2 種類の解析を行い、鍵長と素因数分解の所要時間の関係性についての解明を行う。

まず比較的小さい素数 2 つからなる合成数を解析し、その所要時間を取得する。これによって所要時間と鍵となる素数の長さの関係性を取得し、グラフ化を行う。

次に大きい素数 2 つからなる合成数を解析し、その所要時間を取得する。大きい素数は発見にも時間が掛かってしまう為、今回は既に発見されている素数のうち、 $2^n - 1 (n \in \mathbb{N})$ で表されるメルセンヌ素数を用いた。メルセンヌ素数 2 つの積で成り立つ合成数の解析所要時間を複数取得し、両解析結果を

元に素数の大きさと安全性について検討・考察を行う。

4. 結果

行った実験それぞれの結果をまとめたグラフが以下の図 1,2 である。

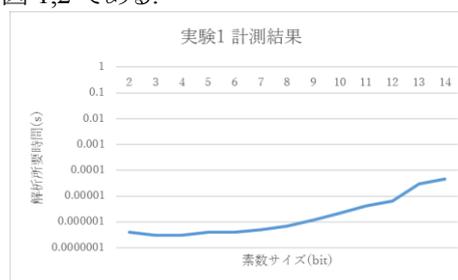


図 1 実験 1 計測結果

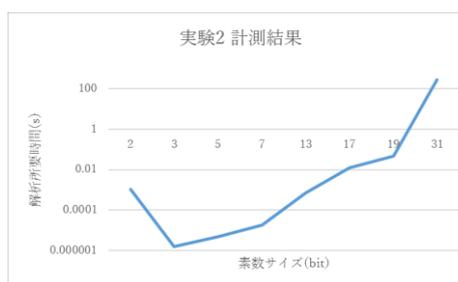


図 2 実験 2 計測結果

5. 考察

上記実験の結果より、素数の大きさと所要時間の関係性が指数関数的であることがわかった。故に RSA 暗号の理論については安全であると言っていると考える。しかし、開発者の過失によって簡単に安全性は保証されなくなってしまうため、意識改善を行っていくことで安全性の保証を行っていかなくてはならない。

6. 今後の発展

素因数分解の所要時間は使用する分解アルゴリズムによって大きく変動する。そのため数体ふるい方等の高速アルゴリズムの実装を行い、計測を行っていく必要がある。

文献

- [1] 結城 浩, “暗号技術入門”, SB Creative, 2015 年 9 月初版発行
- [2] Mersenne Research, “Greate Internet Mersenne Prime Search”, <http://www.mersenne.org>, 2017 年 2 月 6 日アクセス

5402

代数方程式の実根数の数え上げ方法に関する研究

A study about real roots counting methods

12510 牛岡 綾夏
指導教員 大墨 礼子

1. 緒言

数値解析で二分法やニュートン法などのアルゴリズムを使用して方程式の解の近似値を求めるためには、最初に設定する任意の区間に解が確実に存在する必要がある。そこで、何らかの方法を用いてその区間に解が確実にあるかどうかを調べる必要がある。

今回は、その解を調べる方法のひとつであるスツルムの定理についての調査を行う。

2. 研究のアプローチ

スツルムの定理とは、代数方程式の実数解が任意の実数区間 $I = [\alpha, \beta]$ 上にいくつ存在するかどうかの判定を行う定理であり、スツルム列と呼ばれる多項式列の符号の変化の回数で解の個数を判定している。

このスツルム列とほかの多項式列の生成方法のひとつとしてフーリエ列が存在する。

スツルム列の生成方法として、ユークリッドの互除法を用いる方法があり、下記のような生成方法となる。 $g_n(x)$ は $f_{n-1}(x)$ を $f_n(x)$ で割った時の商である。

$$\begin{cases} f_0(x) = f(x) \\ f_1(x) = f'(x) \\ f_2(x) = -\{f_0(x) - g_1(x)f_1(x)\} \\ \vdots \\ f_m(x) = -\{f_{m-2}(x) - g_{m-1}(x)f_{m-1}(x)\} \end{cases}$$

フーリエ列の生成方法は、以下の式で求められる。

$$f_i(x) = \frac{d^i f(x)}{dx^i}, (i \geq 0, i \in \mathbb{Z})$$

$f_0(x) = f(x)$ とし、 $f_i(x)$ を $f(x)$ の i 階の微分をする。 i は最大 m までとし、 $f_m(x)$ の値を次数0の単項式となるようにしている。

これらの方法で求めた $f_i(x)$ に、区間の両端の値を代入し、符号変化を調べることで実数解の有無を判定できる。

本研究では、スツルム列及びフーリエ列を使用した際の各々の特徴、数式処理システム上での各多項式列の生成速度を調査し、それぞれの有効性について検討する。

3. 結果

今回は判定する方程式を陰関数とし、 x および y を $[-2, 2]$ で0.1刻みで代入し、 x または y の1変数関数と考え、スツルム列およびフーリエ列の生成と実数解の存在判定を行う時間を計測した。これを1回として、20回の平均をとった。また、計測結果の単位はすべて秒である。

表 1. スツルム列の実行結果

	cpu[s]	gc[s]	total[s]
diamond(y)	0.0468003	0.10920087	0.15600117
heart(y)	0.06552042	0.155221	0.22074142
spade(y)	1.37593	5.745518	7.121448
club(y)	11.70712	40.03921	51.74633

表 2. フーリエ列の実行結果

	cpu[s]	gc[s]	total[s]
diamond(y)	0.04836031	0.10842086	0.15678117
heart(y)	0.06552042	0.143521	0.20904142
spade(y)	0.10686081	0.2457016	0.35256241
club(y)	0.17316108	0.3634823	0.53664338

4. 結論

スツルム列はユークリッドの互除法を使っているため数式同士の除算が発生する。そのため、式が膨大だとスツルム列の生成に時間がかかってしまう。

フーリエ列は、式が膨大になっても生成時間はあまり変わらないが、フーリエ列は重解と虚数解を含んだ方程式を判定することができないという特徴がある。

5. 今後の発展

今後は、方程式が多変数の場合どのように判定をするのか、スツルムの定理以外のアルゴリズムと比べると計算量はどのように違ってくるのかの調査をする。

文献

- [1] 齋藤友克・竹島卓・平野照比古, 「グレブナー基底の計算 実践篇 Risa/Asir で解く」, 2011年, 東京大学出版会
- [2] 穴井宏和・横山和弘, 「Quantifier Eliminationの計算アルゴリズムとその応用 数式処理による最適化」, 2003年, 東京大学出版会

5403

途中式が表示できる電卓の開発

A development of a calculator software shows computing procedures

12520 佐藤明依
指導教員 大墨礼子

1. 緒言

数学の学習においては多くの計算方法が出てくる。これらの理解のためには計算の手順を自分で追い、確認をしていくことが大切である。しかし、計算の手順を詳細に示していくこと、より細かくいえば計算の途中の状態というのは省略されてしまうことが多く、学習者がとまどうことも多い。そこで計算の手順の導出手伝うツールがあれば学習者の学力量向上につながるのではないかと考えた。

2. 研究のアプローチ

本研究では、ベースとなる電卓をVisual Basic.NET で作成する。逆ポーランド記法を用いた計算の優先度の判定、xやyの文字に対応した関数電卓化を行う。さらに四則演算のみで途中式の表示機能も実装する。最終目標を微積分の途中式の表示とし、微積分の処理を数式処理システム Maxima を用いて行い、四則演算の処理は電卓側に任せるものとする。

3. 結果

途中式を表示しようとする逆ポーランド記法のまま表示されていたが、それが改善された。しかし、式によっては数式の項が前後するものもある。

図1に示すように、

$$1+2 \times 3$$

の続きに $1+6$ を表示したいのだが、

$$6+1$$

が表示されるという点である。

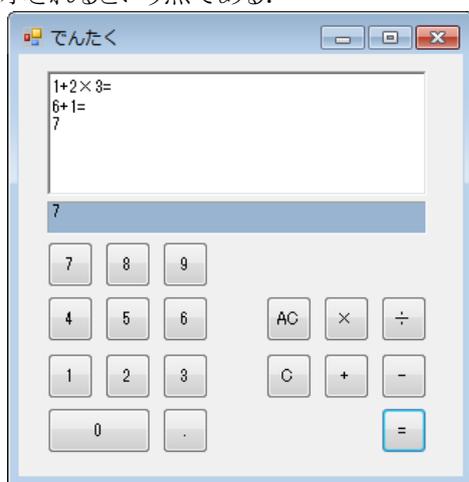


図1 作成した電卓

4. 今後の展望

最終目標である微積分の途中式の表示には

この状態のものにさらにカッコやべき乗に平方根など関数電卓にあるような機能に加え、微分積分を扱う上で必要になってくるxやyなどを実装する必要がある。

現在四則演算のみをif文を用いて逆ポーランド記法に書き換えているが、カッコが実装されている電卓の例ではcase文を用いたものが多い。これはカッコが来た時にカッコが終わるまでその中の四則演算の優先度を高める処理をするためであると考えられる。

次にべき乗の処理である。べき乗は「 2^5 」のようにべき指数を右上に添える表記が一般的でわかりやすいが、使用しているテキストボックスではこの表現は難しいであろうと考える。しかし「 2^5 」と表すのは一般の人にはなじみがないのでこれではわかりやすい途中式とは言えない。そこでテキストボックス上で2行用いてフォントサイズを変えて表記するか、途中式を表示している部分に別の表記方法を用いるかということを考えないとならない。今のところ実現するにあたっては2行使うほうが現実的であると考える。

最後はxやyなど文字を使用する場合の計算について考える。文字を使った式の計算はその多くが代入をしない状態での計算であり、代入をするタイミングとしては答えが出てからという印象が強い。となるとどうやって「 $2x+3x=5x$ 」という式をxを保持したまま計算をするのかという疑問が生まれる。「 $2x$ 」とはもともと「 $2 \times x$ 」なのでこのように分け、乗算がおきないようにするべきなのだろう。

5. 参考文献

- [1] 簡単電卓プログラム作成-VB ADO.NET サンプル <<http://adonetvb.com/WinAppLeaning/CalcuInteger01.html>>(2016/05/30 アクセス)
- [2] yHomework: 数学の宿題を手伝ってくれる計算機アプリ。無料。|AppBank <<http://www.appbank.net/2014/04/06/iphone-application/786681.php>>(2016/05/30 アクセス)
- [3] PhotoMath: 方程式をカメラで撮ると自動で解いてくれる無料アプリ。途中式もバッチリ表示!! |AppBank <<http://www.appbank.net/2014/11/04/iphone-application/921843.php>>(2016/05/30 アクセス)
- [4] Maxima 入門 インストールから簡単な式、グラフ作成まで <<http://maxima.zuisei.net/>>(2016/07/29 アクセス)

5404

WebGL を用いたグラフ描画ソフトウェアの改良

An improvement of the graph plotting software using WebGL

12532 中熊芳樹
指導教員 大墨礼子

1. 緒言

先行研究[1]において,Web ブラウザさえあれば動作するグラフ描画ソフトウェアの開発が行われている。しかし,先行研究では,計算時間がかかるという問題があり,Cell の個数と式の複雑さに依存すると述べられている。

本研究では,計算時間の問題を解決する方法について検討し,解決することを目指す。

2. 研究のアプローチ

WebGL とは, Web ブラウザで 3 次元グラフィックス(3DCG)を高速に表示するための仕様の一つである。また,WebGL は, 風景や物体に対して,なめらかな表面や影の表現,リアルな色遣いなどが充実に再現することが可能である。また,計算時間の問題の解決には,WebGL での描画が有効なのではないかと考えられる。本研究では WebGL をサポートした 3D 描画ライブラリである three.js を利用する。

グラフを描画するために Cell 型アルゴリズムの一つである Signature Character を用いる。Signature Character とは,描画範囲を Cell と呼ばれる四角形に区切り,各頂点の座標を関数に代入した後,それらの符号の結果によって,描画を行うかどうかを判定する手法である。この手法は数値計算だけで Web ブラウザによる実装が可能のため three.js で使用することができる。しかし,Cell の一辺に対し線分が偶数回交わった場合や Cell の内に,完全に含まれる閉曲線や孤立点がある場合,判定できずに描画されないという欠点が存在する。

3. 研究成果

WebGL と Signature Character を用いて制作したグラフ描画ソフトウェアの説明と描画および時間計測を示す。Web ブラウザにより表示されるグラフには以下のような機能がある。

- 描画範囲は, x 軸と y 軸ともに $[-50, 50]$
- Cell のサイズは, $\frac{1}{50} \times \frac{1}{50}$ の正方形
- Cell の総数は, 25,000,000 個
- Signature Character により,描画された Cell を緑色で表す

本実験の計算時間の比較対象となる式は次の通りである。

$$f(x, y) = \frac{93392896}{15625}x^6 + \left(\frac{94359552}{625}y^2 + \frac{91521024}{625}y - \frac{249088}{125}\right)x^4 + \left(\frac{1032192}{25}y^4 - 36864y^3 - \frac{7732224}{25}y^2 - 207360y + \frac{770048}{25}\right)x^2 + 65536y^6 + 49152y^5 - 135168y^4 - 72704y^3 + 101376y^2 + 27648y - 27648$$

描画したグラフを図 1 に示す。

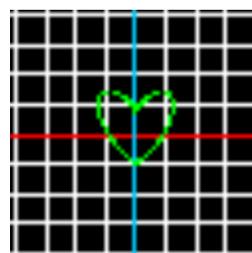


図 1. 描画結果

グラフが描画されるまでの計算時間の平均は 11.1 秒である。

先行研究では,描画するのに約 2 分 35 秒の計算時間を要するが,本実験では上記より約 11 秒で描画することができ,大幅な高速化ができた。

4. 今後の発展

今回は WebGL のライブラリとして three.js を用いたが,本実験で使用した three.js 以外にも Pixi.js という WebGL をサポートした 2D 描画ライブラリが存在する。three.js は 3D 描画, Pixi.js は 2D 描画を専門に扱っている。Pixi.js による実装ができればさらなる高速化ができると考えられる。

文献

- [1] 守屋汐里, 「5407 HTML5 を用いたグラフ描画ソフトウェアの開発と描画精度の比較」, 2015 年度サレジオ工業専門学校 情報工学科卒業研究論文
- [2] [three.js - Javascript 3D library] (<https://threejs.org/>) (2016/10/20 アクセス)

5405

数式処理システムにおけるインターフェースの考案

A devising of input interface for computer algebra system

12552 山家祥太郎
指導教員 大墨礼子

1. 緒言

数式処理システムとは、数式をそのまま処理できるため、数学的に正確に近い解答が導出できる特徴を持ったシステムである。しかし、既存の数式処理システムのインターフェースには、ユーザーが利用する際に障害となっている様々な問題点がある。本研究では、その問題点を改善する数式処理システムのインターフェースの研究・制作を行う。

2. 研究のアプローチ

本研究では、初めて数式処理システムを利用する人をユーザーとして想定する。事前準備として、数式処理ソフトMaxima(以下Maxima)を対象としてインターフェースの問題点の調査を行った。その中で、次の2つの問題点に焦点を当てて研究を行う。

- ① 数式の自然表現ができない為、数式が全体的に捉えにくく、数式理解の複雑化に繋がっている。
- ② 関数名などに誰もが納得する数学の言葉を使用しない為、数式入力時の複雑化に繋がっている。

2. 1. 数式理解の複雑化

①の問題点の要因について、以下の図を用いて例を挙げる。

$$\int_2^3 x^3 dx$$

図1.入力された数式の自然表現

Maximaは固有の文法を用いて数式を構成されており、それが連なり数式が長大・横並びになると、一目でどんな数式かを理解することが困難となる。

この問題に対し、数式の入力中に図1のような自然に表現された数式をリアルタイムでプレビューし、数式入力を助けることで改善できるのではないかと考えた。

2. 2. 数式入力時の複雑化

Maximaで用いられている数式入力例を以下の表に示す。

表1. Maximaでの数式入力例

数式	Maxima
平方根	sqrt(x)
定積分	integrate(x^3,x3,2)

表1より、数式入力の際に用いられる関数は「平方根(square root)」など、英単語の省略形である場合が多く、元の英単語の意味を知らない場合、関数の意味を理解しにくい。

この問題に対しては、数式入力の際に用いる関数名を、誰もが納得する数学の言葉に変換し、その言葉を数式入力に用いることができれば、改善できるのではないかと考えた。

3. 結果



図2.制作したインターフェース

本研究で制作したインターフェースには以下の機能を実装した。

- ① 数式の入力
- ② オリジナル文法の実装(問題②の改善)
- ③ 演算子の選択式入力
- ④ 入力ボックスの追加・削除
- ⑤ 数式を自然表現へ変換・表示(問題①の改善)
- ⑥ 入力した数式の TeX コードの生成

4. 結論

2章で述べたアプローチで問題点の改善を試み、オリジナルの文法の作成や、数式を自然表現へ変換し表示する機能を実装した。そして本研究の目的である初めて数式処理システムを使うユーザーが、利用しやすい数式処理システムのインターフェースを制作することができたと考える。

文献

- [1] 渡辺健示,長谷川武光,佐藤義雄“数式処理システムと数学計算のための快適な環境の開発”,福井大学工学部研究報告,45巻,1号,pp.59-69 (Mar.1997)
- [2] 白井詩沙香,“学習支援システムにおける数式入力改善に関する研究”,情報処理学会 研究会推薦博士論文速報, (Jun.2015)

5406

言語外情報を用いた ICT 英語学習教材の開発

The development of an ICT teaching resource with extra-linguistic information

12554 吉田レオナルド洋平
指導教員 真島顕子・大墨礼子

1. 緒言

2013年に文部科学省が発表した「グローバル化に対応した英語教育改革実施計画」[1]の施行によって、英語教育の改革が行われている。英語の授業においても従来の知識習得を中心とした授業から、グローバル化社会で実践的に対応できるコミュニケーション能力の向上を中心とした授業へと変化してきている。

この改革は学校によってスタートする時期に差が生じており、実際の授業でも学生の英語力に格差が生じている。そのため、英語の苦手な学生が、苦手なまま進級しているという現状がある。

本研究では、学校の授業において英語が苦手な学生が自主学習に使用して、英語力の底上げとなるようなソフトウェアを作成し、実際に実証実験を行い、ソフトウェアの学習効果を検証する。

2. 研究のアプローチ

本研究では、10代半ばの学習者向けの ICT 教材(ソフトウェア)を作成する。作成する教材は、学習者が個人で主体的に利用でき、言語外情報を装備した教材とする。

どのような言語でも、言語以外の情報を多く取り入れてコミュニケーションを行っている。例えば、「相手の表情やしぐさ」などといった、言葉以外のデータが多くやり取りされ、その認識によって理解している部分も多い。本研究では、ICT ツールを用いて上記のような言語外情報を提供し、実際の言語を使用する状況に近いような学習用ソフトウェアを作成し、その効果を検証する。

作成したソフトウェアのユーザとして、本校 1 学年に絞り込む。また、英語教員からの視点だけでなく、情報工学科、デザイン学科と協力し、多角的な視点をもって作成していく。

本ソフトウェアの使用状況として、学内において学習時間を設けて使用することを想定している。そのため、Web ブラウザで稼働可能な JavaScript を用いて作成し、Web ブラウザ Google Chrome を用いて実行する。また、学習ツールではあるが、ゲームや様々な ICT ツールに慣れ親しんだ10代の学生が使用することを考え、ソフトウェアにゲーム性やキャラクターの存在を与えた仕様のソフトウェアとする。

3. 結果

本研究で作成したソフトウェアを、本校1年生を対象として行われている、毎週1回60分放課後の時間を用いた支援講座で使用した。合計7回の支援講座で実証実験を行い、最終アンケートを行った。

アンケートの結果、全ての学生がこの教材が役立つと感じていることが分かった。

表 1.「教材は役に立ちましたか？」

とても役立った	まあまあ役立った	少し役立った	役立たなかった
5人	3人	3人	0人

しかし、講座前と講座後の定期試験の点数に大きな変化はあまり見られなかった。利用者11名のうち点数が上昇した学生はわずか4名となった。

4. 結論

アンケートより、教材に対して好意的な意見を多く受けた。講座後の通常授業において教材で学習したことを思い出した、という回答もあり、学習によって内容を記憶に残し、引き出せていると考える。

定期試験の点数にあまり変化が見られなかった原因として考えられるのが、出席率である。実証実験7回のうち5回以上出席した学生はわずか5名となった。この5名の成績をみると、わずかながら向上がみられるので、出席率の対策をとることで学習効果の向上が期待できる。

5. 今後の発展

本教材の検討段階では、英語の問題を解きながらキャラクターをコレクトしていくというコンセプトがあったが、現段階で実装に至っていない。また、レベルアップ、バッジなどといった報酬を学習者に与えるという機能も実装に至らなかった。

以上の機能はゲーム形式の教材を作成する上で重要なものだと考えるので、実装することでより大きな効果の上昇が見られるのではないかと考える。

文献

[1] 文部科学省, “グローバル化に対応した英語教育改革実施計画” (Dec. 2013)

<http://www.mext.go.jp/a_menu/kokusai/gaikokugo/_icsFile/s/afiefieldfile/2014/01/31/1343704_01.pdf>

(アクセス日: 2017/02/06)

5407

数式処理システム上での行列式演算と演算速度に関する研究

A study about calculation speed of determinant on computer algebra system

12555 渡会拓人
指導教員 大墨礼子

1. 緒言

数式処理システムとは、数式を数式のまま演算することのできるシステムである。また数式処理上での演算は、計算時間が数値計算に比べて多くかかる。先行研究[1]によると、実験的に演算速度の要因となるものを調査している。本研究では、行列式演算に的を絞り、より詳細な要因について調査・検討を行う。

2. 研究のアプローチ

先行研究 [1]では、ガウスの消去法と余因子展開を用いた行列式計算を行っている。実験及び分析から、空間計算量が速度の要因として考えられると結論づけている。

本研究ではガウスの消去法とLU分解による行列式演算を実装し、速度の要因を調査する。

ガウスの消去法による行列式の演算は、前進消去(元の行列に行基本変形を行い上三角行列に変形)した後に、対角成分の積で求められる。計算量は $O(n^3)$ となる。

LU分解を用いた演算では、まず元の行列 A を下三角行列 L と上三角行列 U の積に分解する。

$$|A| = |L||U|$$

分解した行列 L と U それぞれの行列式の積を求めることで A の行列式を求められる。同様に計算量は $O(n^3)$ となる。

これらのアルゴリズムを実装し、行列の要素毎の実行時間を計測し比較を行う。行列の要素毎に比較した結果を元に、実行時間の要因を分析する。本研究では数式処理システムは Risa/Asir を用いる。

3. 実験内容・結果

3.1 数式処理上でのアルゴリズムの比較

数式処理システムRisa/Asir上でAsir言語を作成し、実験を行う。扱う実験データとして先行研究を踏まえ、以下の入力を要素として使用する。

- i. 1桁の整数
- ii. 1変数多項式
- iii. 多変数多項式
- iv. ファンデルモンド行列

これらの要素の行列を用いて行列式を計算し、実行速度について調査した。

表1は、入力ivを用いた場合の実行結果である。

表1 ファンデルモンド行列実行時間

size	ガウス[s]	LU分解[s]
2	0	0
3	0	0
4	0.00312	0.00312
5	0.4227628	0.3666022
6	*	*
7	*	*

*:1時間以内に終了せず

入力 i, iii, ivにおいても、ガウスの消去法とLU分解は実行速度がほぼ等しい結果となった。

3.2 行列のゼロ要素の割合での比較

先ほどの要素 i, ii, ivを入力として、行列内のゼロの割合を上下させて3.1同様に実験を行う。様々な行列の部分でゼロの割合を変えることで、要素ゼロが演算速度にどのような影響を及ぼすのかを調査する。

表2は、入力ivの対角成分以外の要素ゼロの割合を上下させた行列を用いて、ガウスの消去法で行列式を計算したときの実行時間である。

表2 対角成分以外での実行時間

size	100%[s]	75%[s]	50%[s]	25%[s]	0%[s]
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0.00468003	0.03900029	0.3447621
6	0	0	1.05612607	*	*
7	0	0.00156001	*	*	*

*:1時間以内に終了せず

4. 結論及び今後の発展

2つのアルゴリズムでの行列式演算は、行列内の要素ごとに、近い実行時間となった。その原因として、同様な項数・係数の膨張の傾向があると考えられる。また要素内のゼロの数にある程度比例して、演算速度は速くなったが、1桁の要素のとき、ゼロをもたない行列の方が高速であるという例外も存在した。

インターフェース言語であるAsir言語でプログラミングをしている為、実行時間がソフトウェアにある程度依存する結果となっている。より綿密な実行速度の要因を調査するには、数式処理システムに組み込んで同様の実験を行う事が必要である。

文献

- [1] 北村竜之介, 「行列演算高速化要因に関する一考察」, 平成27年度サレジオ工業高等専門学校専攻科生産システム工学専攻特別研究論文

5501

GPU による分散遺伝的アルゴリズムの並列効果の検討

A study on parallel performance of a distributed genetic algorithm using GPU

12512 大友一馬
指導教員 内田健

1. はじめに

近年、並列分散コンピューティングの一種として GPU が注目されている。先行研究[1]にて GPU 上に実数値分散遺伝的アルゴリズム (RDGA) を実装する手法が提案されているが、並列効果の検討が不十分である。

そこで、本研究では先行研究[1]で実装された RDGA について GPU による並列効果を調べ、RDGA の各遺伝的処理の並列化における課題を明確にする。

2. 研究のアプローチ

本研究で使用する GPU は、ストリーミングマルチプロセッサ (SM) を 14 個、その SM の中に CUDA コアを 32 個、合計して 448 個の CUDA コアをもつ。

先行研究[1][2]の並列化手法は、RDGA を島ごとに並列化せず、島を構成する各個体を並列化する。各個体は、SM のシェアードメモリに格納され、遺伝子を構成する遺伝子座を CUDA コアで分散処理する。その結果、記憶領域の小さい GPU のメモリを有効活用し、並列効果の向上を可能としている。

3. 数値実験

RDGA を CPU と GPU で実装し、逐次処理と並列処理の実行時間を比較する。表 1 と表 2 に示す条件で次式のベンチマーク関数に対し解探索を実施し、経過時間を計測する。

$$f(x) = \sum_{i=1}^n x_i - 5.12 \leq x_i < 5.12$$

図 1 に、CPU 上の逐次処理と GPU 上の並列処理の経過時間を示す。また、並列処理に対する逐次処理の経過時間の比を高速化率として示す。結果より、RDGA の処理時間の多くは突然変異によるものであることがわかる。他方、GPU では突然変異を効率良く並列化でき、最大で 45 倍の高速化率を得ている。

4. おわりに

本研究では、GPU 上で RDGA を並列化し、その並列効果を検討した。RDGA は、一般的なバイナリ遺伝子を持つ DGA と異なり、ソートを含む突然変異に時間を費やすことがわかった。RDGA の並列化効果は問題規模を大きくすると

増加し、最大で 45 倍の高速化を達成した。

表 1 実験環境

CPU	Intel Xeon W3565 (3.20GHz)
main memory	24GB
GPU	NVIDIA Tesla C2070 448cores
GDDR	6GB
OS	ubuntu 16.04
API	CUDA ver.7.5

表 2 RDGA のパラメータ

個体数	512
遺伝子長	1,2,4,8,16,32,64,128,256
島数	16
最終世代数	10000 世代
選択方法	トーナメント選択
トーナメントサイズ	2
交叉方法	ブレンド交叉
アルファ定数	0.5
交叉率	0.8
突然変異方法	ガウス突然変異
突然変異率	0.3
移民方法	ランダムリング
移民レート	0.5
移民頻度	25 世代

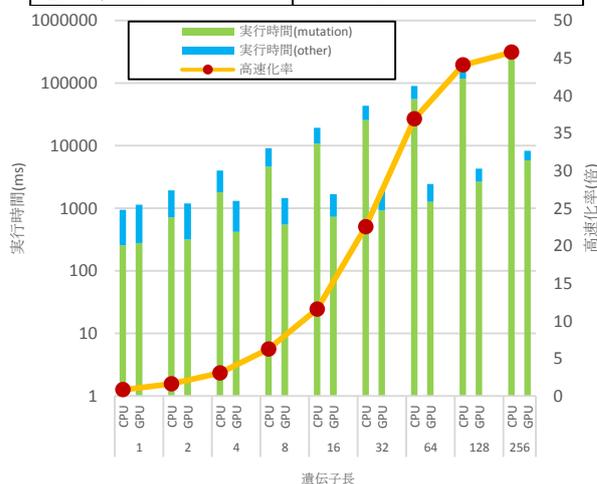


図 1 結果

文献

- 島谷直規, 門田貴章, 保田俊行, 大倉和博: GPU コンピューティングによる島モデル実数値 GA の実装, ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, 1A1-D11(1)-1A1-D11(4), 2012
- 大磯正嗣, 松村義之, 保田俊行, 大倉和博: CUDA 環境におけるデータ並列化を用いた遺伝的アルゴリズムの実装手法, 日本知能情報フイジイ学会誌 Vol.23, No.1, P18-28, 2011

5502

遺伝的アルゴリズムを用いた QR コード画像 復元手法の検討

A study on a QR code image restoration method using a genetic algorithm

12517 後藤 優作
指導教員 内田 健

1. はじめに

遺伝的アルゴリズム(GA)を用いた QR コード画像復元手法において、復元後の QR コードの認識率を上げるには多くの個体を必要とする[1]。しかし、携帯端末等のスペックの低い機器においては、数多くの個体を扱えない。そこで、本研究では個体数が少なくても高い認識率を持つ新たな復元手法を提案する。

2. 研究のアプローチ

従来の復元手法[1]の概念図を図1に示す。従来法は劣化した QR コードを入力とし、GAによって復元画像を得る。この時 GA は図2の網掛け部分をバイナリ列とした1次元の遺伝子を持ち、ランダムに生成された遺伝子からなる初期個体群に対して、トーナメントサイズ3のトーナメント選択、一様交叉、ビット反転突然変異を適用する。個体の評価では、遺伝子に対する QR コードを表2のガウシアンフィルタで人工的に劣化させたものと入力 QR コードの平均二乗誤差を用いる。従来法は初期個体をランダムに生成するため、個体数が少ない時に良い解探索ができない問題を持つ。

そこで、提案法は初期個体の生成に入力画像の2値化画像を用い、その2値化画像に対し一定の割合でランダムにビット反転を行い、初期個体を生成する。初期個体生成に、入力画像を用いることで、解探索が容易になるものと考えている。

3. 数値実験

数値実験で用いる QR コードの仕様を表1に示す。実験では、フィルタによって人工的に劣化させた QR コードを入力として用い、提案法や従来法から得られた復元 QR コードをスマートフォンアプリ「Q (iOS アプリ、バージョン1.30.00)」で読み取り、認識の可否を判断する。各実験では、個体数を100から900まで100おきに変化させ、各々の条件で20回試行した。

一つ目の実験では、文献[1]と同条件で提案法の効果を確認するために表2のフィルタを用いて劣化させた QR コードを入力とした。実験結果を図3に示す。図3より、個体数が少ない場合でも提案法は認識率を低下させないことがわかる。

二つ目の実験では、表3のフィルタを用いて一つ目の実験より劣化させた QR コードを入力と

した。実験結果を図4に示す。図4より、提案法は全ての個体数において従来法より認識率が高いことがわかった。

4. おわりに

GAを用いた QR コード画像復元手法において、初期個体の生成に輸入された QR コードの2値化画像を用いる新たな画像復元手法を提案した。数値実験の結果より、提案法は個体数によらず従来法より高い認識率を持つことがわかった。

文 献

- [1] 古屋保, 森邦彦, “遺伝的アルゴリズムによる低解像度 QR コード画像の復元”, FIT2015, pp.237-238, 2015 年



図1 従来法の概念図

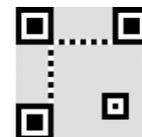


図2 遺伝子として用いる範囲

表1 今回用いる QR コードの仕様

バージョン	2 (25 × 25)
エラー訂正レベル	レベル M (15%)
保持する文字列	「Kagoshima University」
保持可能な文字列	20(英数字)

表2 ガウシアンフィルタのパラメータ

フィルタサイズ	7 × 7 ($\sigma = 1.5$)
---------	--------------------------

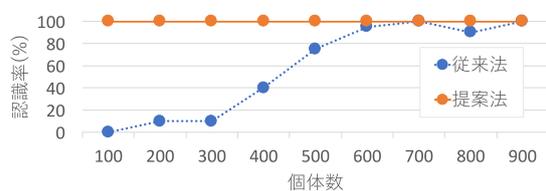


図3 QRコード復元画像の認識率

表3 ガウシアンフィルタのパラメータ

フィルタサイズ	11 × 11 ($\sigma = 1.85$)
---------	-----------------------------

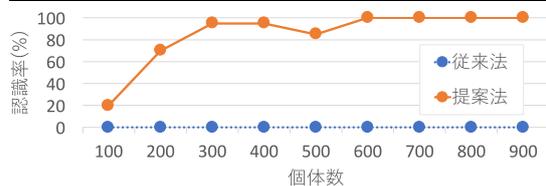


図4 QRコード復元画像の認識率

5503

局所探索可能な交叉による分散遺伝的アルゴリズムの効率化に関する検討

A study on the efficiency of a localized crossover in a distributed genetic algorithm

12547 柳内友宏
指導教員 内田健

1. はじめに

遺伝的アルゴリズム(GA)の並列化手法の1つとして、分散遺伝的アルゴリズム(DGA)が提案されている。この手法の特徴は、GAにおける母集団を複数に分割し、母集団間で個体を交換する移民を行うことである。DGAは、移民により解探索の停滞を解消し、解探索性能を高めることができる。しかし、移民による解探索の同期が、DGAの並列化や高速化の妨げになる。そこで、本研究では先行研究[1]で検討されている最良組み合わせ交叉法の移民抑制に対する効果を明らかにする。

2. 研究のアプローチ

DGAでは単純に移民を減らすと解探索性能が低下する。解探索性能を維持したまま移民を減らすためには、解探索を促進する工夫が必要である。

本研究では、局所探索能力を持つ交叉のDGAへの導入を検討する。以下に、2つの手法を示す。

- 最良交叉：先行研究[1]では最良組み合わせ交叉法と呼ばれ、1点交叉によって生成できる全ての個体の中から適応度の高い上位2個体を交叉結果とする。
- 距離交叉：1点交叉によって生成できる全ての個体の中から交叉前の個体からユークリッド距離の長い上位2個体を交叉結果とする。

これら2つの交叉手法を単独で適用し、移民抑制による解探索の停滞を解消する。

3. 数値実験

最良交叉と距離交叉をDGAに適用し、従来の1点交叉によるDGAとの解探索の違いについて明らかにする。さらに、最良交叉を適用し、移民の回数をどの程度減らすことができるか確認する。

実験では表1の示すDGAを用い、次式のベンチマーク関数の最適解を探索する。問題規模を5から15まで変化させ、10回ずつ試行し、最適解発見世代数を記録する。

$$f(\vec{x}) = 10n + \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i))$$

ここで、各設計変数は $-5.12 \leq x_i < 5.12$ の値をとり、10bitグレイコードにより遺伝子を構成

する。

図1に問題規模に対する最適解発見世代数のグラフを示す。

表1 DGAのパラメータ

パラメータ	値
母集団サイズ	400
島数	40
各島の個体数	10
選択手法	トーナメント(サイズ4)
最大世代数	1000
交叉率	1.0
エリート個数	5
突然変異率	1 / 遺伝子長
移住間隔	5, 20, 25, 30, 35
移住率	0.5

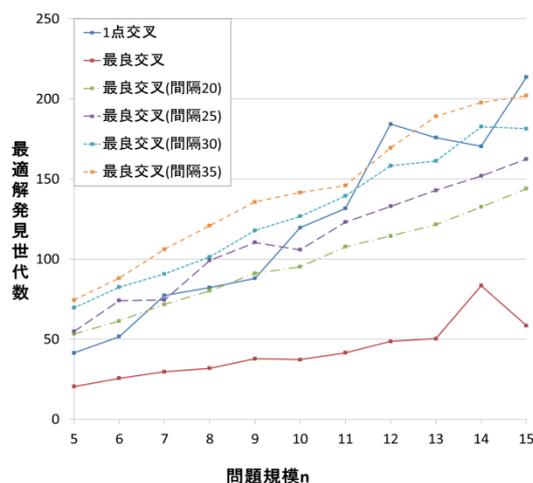


図1 問題規模に対する最適解発見世代数

4. おわりに

移民の削減を目的に局所探索能力を持つ2つの交叉手法をDGAに適用することについて検討した。最良交叉は解探索を改善するため、移民を削減したDGAへ適用した場合、移民間隔を5から7倍まで広げられることがわかった。

参考文献

- [1] 三木光範, 廣安知之, 吉田純一, 大向一輝, "分散遺伝的アルゴリズムのための新しい交叉法", 電子情報通信学会技術研究報告. AI, 人工知能と知識処理, 100, 89, pp.41-48, May.2000
- [2] K.Kojima, et al., "Asynchronous parallel distributed genetic algorithm with elite migration", International journal of computational Intelligence, vol.4, pp.105-111, (2007).

5601

サレジオ校舎を用いた避難シミュレーションの開発

Evacuation routes on the campus map of Salesian Polytechnic Tokyo

12507 糸数弘成
指導教員 大島真樹

1. 研究目的

サレジオ高専では避難マニュアルが配布されているが、実際に避難を行わなければ避難時間や適切な経路がわからないので、複数の経路を使用するシミュレーションを開発する。

2. 研究内容

本実験ではサレジオ校舎の建設データが記載されている dwg ファイルを AutoCAD の機能を用いて展開、必要なオブジェクトを選択、変更を加えて c++ の win32 API にて描画させて、その描画図内でプランニングを行う。避難終了までの時間を測定し、経路ごとの比較を行う。

2.1. ネットワークモデル

避難経路で用いる空間モデルはネットワークモデルを使用する。ネットワークモデルとは各エージェント(避難者)がノード目標に移動を行うという動作を繰り返して、目的地にたどり着く手法である。(図1)

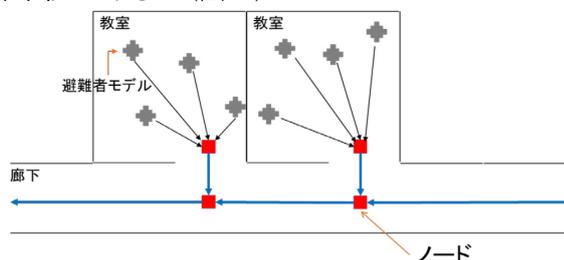


図1 ネットワークモデルの説明図

2.2. AutoCAD

AutoCAD とは、オートデスク(株)が開発する汎用の CAD ソフトウェアである。AutoCAD を用いて dwg ファイルの編集、書き出しを行う。(図2,3)



図2 4階の編集前の建設図



図3 4階の編集後の建設図

2.3. 避難ルート

本研究で使用する3つのルートを以下に示す。

経路1：初期地点から最も近い階段へのルート

経路2：初期地点から2番目に近い階段へのルート

経路3：避難マニュアルに従ったルート
階段に到着後、避難出口まで移動を行う。

2.4. 避難者モデル

避難時における歩行速度は参考文献[1]よりやや速く移動する男女の速度の平均値をとる。歩幅は集団での避難なので、ややゆっくり移動する男女の歩幅の平均値をとる。以上より、歩行速度は分速107mとし、歩幅は60cmとする。

避難者は教室と研究室を初期地点とする。なお、1階を開始階層としては使用しない。

3. 研究結果

歩行速度107mより秒速1.78mで移動させたステップ数を研究結果とする。このステップ数は秒数を表している。なお、階段を下った際にステップ数に8.5秒分加算している。(表1)

表1 各階層の避難時間(秒)

経路	1	2	3
2階	243.5	292.5	267.5
3階	433.0	556.0	433.0
4階	326.5	349.5	542.5

4. 結論

初期地点から最も近い階段へのルートである経路1のルートが全体を通して最速という結果になった。しかし、避難マニュアルでのルートは各階層での合流についても想定しているので時間がかかった。なので、すべての階層で同時にシミュレーションを行った際には結果は変わると予測できた。

5. 今後の発展

全体での避難ではなく階層毎の避難のため、実際の避難訓練などとの比較が行えず、正確性が不明である。よって全階層を同時に避難させるシミュレーションを開発する必要があると考えた。

6. 文献

- [1] 関屋 舜・長崎 浩・伊東 元・古名 丈人, “正常歩行における歩行速度, 歩行率, 歩幅の相互関係”, 理学療法学, 第21巻, 2号, pp.416, Apr1994
[2] 久米設計, “育英工業高等専門学校校舎竣工図・設備図”, CD-ROM, 意匠図, IKK-PL04.dwg, 2005

5602

メロディー生成ごとの聴取時間の研究

Study of the duration to listen a music depending on melody generation

12511 江坂 建
指導教員 大島 真樹

1. はじめに

次の音へ進行する際、隣り合った音に進行することで違和感のない曲になるが、次の音を予測することができてしまうため退屈なメロディーとなってしまう。そこで隣り合った音に進行する頻度を多くし、跳躍した音に進行する頻度を少なくすることで良いメロディーとなる。

[2]

そこで本研究では、実際に良いメロディーとなる条件を満たした曲と、他の曲（他の進行で作成した曲）で比較を行う。

2. 作曲 方法

本プログラムは曲情報を決める Program.cs と作曲を行う Music.cs に分かれている。

Program.cs では、曲調・フレーズ数・フレーズの小節数・小節の拍子を決定する。この曲情報を表 1 に示す。

表 1. 曲情報

曲調	長調
フレーズ	15
フレーズの小節数	4
小節の拍子	3

Music.cs では、ベース作成・和音作成・内音メロディー作成・外音メロディー作成を行う。これらの詳しい説明を以下に示す。

2.1. ベース作成

ベース作成では、まず音楽理論に基づいたコード進行となるように各小節の和音を決める。その和音を基にベースは和音の根音を鳴らす。

2.2. 和音作成

和音作成では、ベース作成で決められた和音を基に和音を鳴らす。

例えばベース I であった場合、和音は I となる。

2.3. 内音メロディー作成

内音メロディー作成では和音を基に和音に含まれている音の中からいずれかの音を乱数で決定する。

2.4. 外音メロディー作成

外音メロディー作成では、和音に含まれていない内音以外の音を決定する。

また外音の作成は「順次進行」のみ行う。

3. 測定 方法

サレジオ高専の 5 年情報工学科 8 人を対象に飽き時間の測定を行った。視聴者にはその曲に飽きたら手を挙げてもらいその時間を測定した。各曲の要素を表 2 に示す。

表 2. 曲の要素

曲	曲の要素
A	順次進行のみ
B	跳躍進行のみ
C	順次進行 10%・跳躍進行 90%
D	順次進行 50%・跳躍進行 50%
E	順次進行 90%・跳躍進行 10%

4. 測定 結果

各曲の飽き時間の合計値・平均・分散を表 3 に示す。

表 3. 飽き時間の測定結果

曲	合計 [秒]	平均 [秒]	分散
A	754	94	322
B	490	61	894
C	816	102	972
D	784	98	968
E	871	109	856

5. 結 論

表 3 の結果から順次進行と跳躍進行が混合した曲は、順次進行・跳躍進行のみの曲よりも長く聴いてもらえることがわかった。またその中でも曲 E が一番長く聴いてもらえることがわかった。

文 献

- [1] 吉田 慎弥, 変奏曲形式を用いた自動生成曲を聴き止める時間の研究, サレジオ工業高等専門学校制御情報研究室, 平成 27 年度卒業論文
- [2] 勝田哲司ほか: 音楽の知識があまり無い人向けの作曲法, 音楽研究所(オンライン), 入手先 <<http://www.asahi-net.or.jp/~HB9T-KTD/music/Japan/Research/Compose/balance.html>>, (参照 2016 - 12 - 28).

5603

Robocode の戦車の行動パラメータ発見の自動化

Automatic discovery of behavioral parameters for Robocode Tank

12526 杉野雅

指導教員 大島真樹

1. 最初に

プログラミングゲーム「Robocode」に登場する戦車は、java 言語で行動パターンがプログラミングされており、そしてそのパターンには行動に関する「パラメータ値」という数値が存在する。そしてその数値によって戦車の強弱が変化する場合がある。

本研究では、パラメータ値の設定を人工知能、遺伝的アルゴリズムによって自動化し、安定して勝利を取れるか研究する。

2. 研究環境

表 1. PC 環境

OS	Windows7 Professional
CPU	Intel® Core™ i3-3220 3.30Ghz
メモリ	4.00GB

表 2. 使用したアプリケーション・言語

Robocode	ver1.9.2.5
Eclipse	ver4.5.2
java	8 update 92

3. 研究方法

本研究では、数ある人工知能のうちの「遺伝的アルゴリズム」を、そしてその比較対象として「解空間の総当たり」を使用する。Eclipse にてプログラムを作成した後、Robocode の戦車に搭載させ適当な敵戦車を数種類用意。1 対 1 の対戦を行わせ、一定時間経過後、または一定世代に到達後における最高取得点数を比較結果とする。

3.1. Robocode

Robocode とは、Flemming N .Larsen 所属の Mathew Nelson 氏によって開発された、小型戦車を複数台で四角形の競技場内にて対戦を行わせる、オープンソースの教育ゲームである。

特筆すべき点は、一般的なゲームのように戦車をコントローラーやキーボードを用いて直接操作するのではなく、試合前に記載・設定されたプログラムを基に動作させる点である。

3.2. 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム(以下 GA)とは、生物が環境に適応していく過程を模倣した人工知能であり、今回の実験の場合であれば、一定の回数まで対戦を繰り返す事で動きの距離や角度、砲弾の大きさなどの最適な数値を模索する。

4. 実験結果

実際に GA を搭載した戦車で通常の戦車との対戦を行い安定して勝利できるかを実験する。

(設定条件 表 3、4 ・ 実験結果 図 1)

表 3. 遺伝的アルゴリズムの設定条件

遺伝子数	5 個
評価点	試合総スコア中の取得率 (小数点第 3 位まで)
選択	エリート+トーナメント方式
交叉	一点交叉
突然変異	変動確率 1%
世代数	1000 世代

表 4. 使用する戦車一覧

FireX	GA 搭載戦車
Fire	FireX のベースとなった戦車
Walls	Robocode 側で標準搭載されている戦車
Corners	
TrackFire	

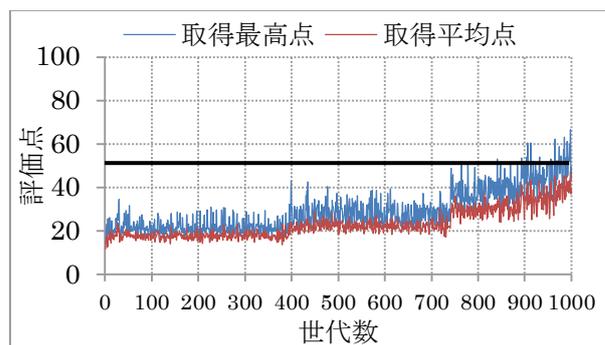


図 1. FireX vs TrackFire の実行結果

5. 考察

Fire など、多くの戦車には戦績の向上が確認され、結果的にパラメータ値の発見の自動化は成功したと考えられる。しかし、一部の戦車には横ばいのままで芳しい戦績が得られなかった。試合の状況などから、パラメータ値だけでは矯正しきれないプログラムの基礎部分の相性が原因だと考えられる。

故に、真に強い戦車を作るためには、パラメータ値だけでなく、アルゴリズムを改良しなければ辿り着けないのである。

6. 文献

[1]. Robocode 1.9.2.0 API :

<http://robocode.sourceforge.net/docs/robocode/overview-summary.html>

[2]. 簡単な遺伝的アルゴリズム :
<http://www.ics.kagoshima-u.ac.jp/edu/ProgrammingJava/samples/SimpleGA/index.html>

5604

奇数マスを含む縮小盤オセロの完全解析

Perfect analysis of a mini Othello on odd squares

12534 中村和樹
指導教員 大島真樹

1. はじめに

本研究では奇数×偶数盤オセロ, 偶数×奇数盤オセロ, 奇数×奇数盤オセロ(以下 奇数マスを含むオセロと省略)の完全解析を行い, 奇数マスを含むオセロの解析結果と, 偶数×偶数盤オセロの解析結果に違いがあるかなどを明らかにすることが目的である。

2. 研究環境

OS・Windows8.1 CPU・AMD A10-6700 メモリ・4GB プログラミング言語・C 言語 統合開発環境・Visual Studio2015Express

3. 研究方法

① 奇数マスを含むオセロの取り扱い方法

奇数マスを含むオセロでは明確な中央がなく, 初期配置の駒をどのように配置するかという問題が出てきてしまう。この問題は中央付近に一番近い位置を中央とし, その場所にそれぞれの初期配置の駒を配置することによって対処した。ただし, そのように対処しても初期配置の駒を配置できる箇所が複数存在するため結局どこに初期配置の駒を配置すればよいのかとなってしまうが, 盤面の対称性などを考慮すると, 初期配置の駒の位置が異なる盤面全ての解析を行う必要はない。そのため, 奇数×偶数盤オセロと偶数×奇数盤オセロでは初期配置の駒の位置が異なる盤面で対称性の異なる盤面は存在しないため, 初期配置の駒を配置した1パターンの盤面のみを解析, 奇数×奇数盤オセロでは初期配置の駒の位置が異なる盤面で対称性の異なる盤面は2箇所存在するため, それぞれの位置に初期配置の駒を配置した2パターンの盤面での解析を行う。

② AIの作成

AIはalpha-beta法と呼ばれるゲーム木探索アルゴリズムを用いて作成した。alpha-beta法はゲーム内に現れる局面を先読みすることによって最善手を求めるアルゴリズムである。

③ 完全解析の実行

常に最善手を打つAI同士を対戦させ, 3×3盤オセロ・4×3盤オセロ・6×3盤オセロ・5×4盤オセロ・5×5盤オセロ・7×4盤オセロの6種類のオセロの完全解析を実行する。また, 3×3盤オセロと5×5盤オセロでは初期配置の駒の位置が異なる盤面で, 対称性の異なる盤面が2箇所存在するため, それぞれの位置に初期配置の駒を配置した2パターンの盤面での解析を行う。

④ 解析結果の整理・偶数×偶数盤オセロと比較

本研究で得られた奇数マスを含むオセロの解析結果を整理すると共に, 整理した解析結果と既に完全解析が行われた偶数×偶数盤オセロの解析結果の比較を行う。

4. 研究結果

それぞれのオセロの解析結果を下表(表1)にまとめた。下表(表1)の(1)(2)では初期配置の駒の位置が異なることを表している。

表1 完全解析結果

オセロ盤面	解析結果	局面評価数(回)	計測時間(秒)
3×3(1)	黒0白9	13	0.021
3×3(2)	黒9白0	8	0.020
4×3	黒12白0	55	0.041
6×3	黒18白0	60070	0.466
5×4	黒18白2	45381	0.427
5×5(1)	黒19白6	6899581	67.4
5×5(2)	黒22白2	3170882	20.9
7×4	黒25白1	21033922	159

5. まとめと今後の展望

本研究で, 3×3盤オセロ・4×3盤オセロ・6×3盤オセロ・5×4盤オセロ・5×5盤オセロ・7×4盤オセロの完全解析結果を明らかにすると共に, 奇数×偶数盤オセロ・偶数×奇数盤オセロの解析結果に関しては偶数×偶数盤オセロ(長方形)の解析結果と同じ解析結果になる可能性が高いということを証明した。

ただ, 可能性が高いと表現した理由は, 完全に正しいとは現段階では断定できないため, 断定してしまうと誤謬となってしまうと考えたからである。そのため, 今後もそれらの断定を行うために, オセロにおけるさまざまな盤面での完全解析を行う必要がある。

また, 今後の展望として, さらなる高速化を行ってより大きい探索量を持つ盤面での完全解析を実現できるようにしていきたい。

6. 文献

- [1] 竹下裕輝, “縮小盤オセロにおける完全解析,” 宮崎大学工学部紀要, VOL.44, pp.221-228, 2015
- [2] 白濱拓哉, “縮小盤オセロにおける必勝木の作成,” 宮崎大学工学部情報システム工学科平成18年度卒業論文, 2007

5607

外縁検出による模型四輪車自動制御の画像処理

An image processing of the four-wheeled model automatic control with the outside edge detection

12543 前原和郁
指導教員 大島真樹

1. まえがき

近年自動車にはコンピュータ技術が多く取り込まれ高度化している。これは、交通事故軽減・防止が求められているためマイコンによる制御システムが必要なためである。本研究では、Raspberry Pi に接続したカメラの画像内から、模型四輪車を自動制御するための画像処理について提案する。

2. 目的

本研究の目的は、外縁検出と検出結果に基づく自動運転の基本的な技術を模型とマイコン、画像処理技術、組み込みシステム技術を用いて制御することである。この中でも、正確に外縁を検出することができる画像処理技術を開発することが本研究の目的である。

3. 研究環境

模型四輪車は Sunfounder 社スマートビデオカーキットに Raspberry Pi を搭載し、USB カメラを接続したものを使用する。処理は全て Raspberry Pi で行うものとする。

4. 研究方法

本研究では 2 種類の画像処理方法を提案し、それぞれの方法で模型四輪車が進行する角度を算出した結果について比較する。

自動制御するにあたり前輪部分のサーボモータの制御値を各手法で算出した角度 θ に対応させ自動制御を行った。サーボモータの制御値は -10 から 10 まで設定しているが、自動制御値を -4 から 4 までとした。この時対応する θ の範囲は $46 < \theta \leq 134$ とし $\theta = 90$ 以上は制御値を負数に割り当てた。 θ が範囲外でも制御値は割り当てているが全て停止制御としている。

手法 1 は画像を Canny 法[1]よりエッジ検出を行い外縁の候補点を抽出する。外縁候補点に Hough 変換[2]を施し、外縁候補線を抽出し外縁とする。外縁は 2 本抽出し、2 直線の交点から模型四輪車を制御するための角度を算出し、サーボモータの自動制御値を設定する。

手法 2 は画像を RGB 色空間から HSV 色空間に変換する。変換した HSV 色空間より外縁予想部分(黒色部分)を抽出する。抽出箇所以外を黒色とし、抽出部分と合成する。合成後の画像上部分(0,170)までの領域を黒色にする。ここまでの処理をマスク処理とする。画像のマスク処理後は手法 1 同様 Canny 法よりエッジ検出、Hough 変換を行い外縁検出し、角度算出後自動制御値を設定する。手法 2 で

は、外縁は左右のどちらか片側のみ検出され、1 本は(0,170)までを黒色にした領域の境界線を使用するためである。

5. 実験結果

本研究の有効性を検討するために、外縁検出と走行実験を行った。画像は走行状態で毎秒撮影を行い、サイズは横 640 画素 × 縦 480 画素のものを使用する。各手法の結果を示す。検出した外縁を白色で、走行ラインを緑色で描画している。ここでは手法 2 の結果は手法 1 と比較するため手法 1 の失敗例と同じ画像を使う。

5.1 手法 1 と手法 2 の外縁検出結果

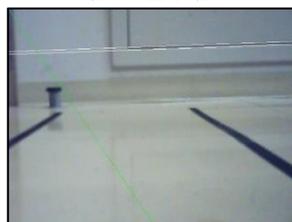


図 1 手法 1 失敗例

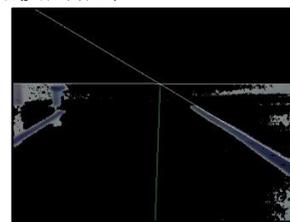


図 2 手法 2 成功例

手法 1 では図 1 より外縁以外の部分を検出しており、走行ラインも左に傾いている。これは、外縁以外の余分な情報を外縁と検出したためである。この誤検出により本来走行可能箇所が走行不可と判断されるのを減少するために、同一画像を用いて手法 2 を実行した。

手法 2 ではマスク処理後の画像を使うことで外縁以外の余分な情報の削除に成功した。図 2 よりマスク処理した画像を用いることで右側の外縁と領域境界線を検出でき、走行ラインもほぼ傾いていないため手法 1 と比べ制御に適している結果である。

6. むすび

本研究では画像処理を用いて画像から外縁を検出し、直線コースにおける自動制御する方法を提案した。提案した手法において、マスク処理を施すことで制御に適する結果が得られる。今後の課題として、直線以外のコースでの各手法による角度算出と走行を検証する必要がある。

文献

- [1]R.O.Duda and P.E.Hart , “ Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures”, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a457992.pdf> , (2016/10/17 アクセス)
- [2]“Canny エッジ検出器(Canny Edge Detector)”, <http://opencv.blog.jp/algorithm/canny%E3%82%A8%E3%83%82%B8%E6%A4%9C%E5%87%BA%E5%99%A8> , (2016/9/26 アクセス)

5608

自動運転シミュレーション SUMO における 合流時に割り込み動作をする AI

An AI that performs interrupt operation during merging in SUMO

12312 木村賢治
指導教員 大島真樹

1. 研究背景

現在自動運転技術はほぼ完成されており、高速道路での試験運転もたびたび行われている^[1]。

しかし、現在の技術では渋滞に弱く、特に渋滞中の合流はドライバーが手を貸してやる必要がある^[1]。

本研究では、シミュレーションソフトの一つである SUMO^[2]を用いて渋滞中に割り込み動作をするための AI を開発し、完全自動運転に貢献することを目的とする。

2. 実験方法

2-1. リアリティの向上

SUMO の問題点として、リアルな挙動ではない部分がある。例えば、合流部で本線が車線を独占してしまうなどが見つかった。そこで本ソフトのパラメータを変更し、挙動をリアルにする。

実験はソフト内の時間で1回 100s 行う。今回は5種類の合流パターンを用意した。

- ① 合流部に信号を設けない
- ② 優先度高の信号を全ての車線に配置
- ③ 本線右車線の合流の手前に優先度低の信号を配置
- ④ 本線 2 車線両方に優先度低の信号を配置
- ⑤ ごく短い加速車線を設ける

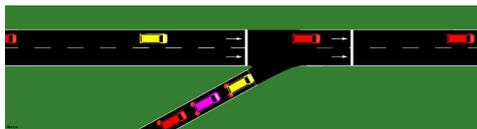


図 1. パターン①合流部に信号を設けない

2-2. 信号機を利用した方法

自動車間で通信を行うことによるリアリティの向上を目的とする。信号機を合流部にセットし、黄色いセンサを自動車踏むことで信号を変える。

譲った回数は合流部で本線が車線を独占しない回数と同じと考えられる。この回数が多いほど SUMO の問題点が解決されている。(合流部で本線が車線を独占しないことによるリアリティが向上したとする) また、実際の自動車は速度がランダムに増減するため考慮してみる。

2-3. 信号機を利用した方法の有用性

渋滞中に AI が道を割り込む方法として、他の自動車に譲ってもらう方法を提案した。これは前記の信号機を利用した方法と同じ方法である。渋滞を再現するために自動車の最高速度を 10km/h にし

た。また、自動車の出現台数は 200 台とし、出現比率は、本線:側道=8:1 とした。自動運転の目的として CO₂ 削減があるため、信号設置前より CO₂ の総排出量が少なければ有用であるとする。CO₂ 排出量の値は SUMO がアクセル開度によって自動で計算しているため、これを用いる。

3. 結果

表 1. リアリティの向上の実験結果

合流パターン	①	②	③	④	⑤	
最終的な事故件数	0	15	0	3	0	
100s で通過した台数	本線側	29	23	23	17	30
	合流側	2	28	29	25	11

表 2. 信号機を利用した方法の実験結果

ランダム	なし	あり
譲った回数	16.8	15.6
本線を通った台数	60.8	61.6

表 3. 信号機を利用した方法の有用性の実験結果

CO ₂	信号あり	信号なし
合計[mg]	6.24×10 ⁸	6.30×10 ⁸
平均[mg]	852.3	837.7
データ個数[個]	7.33×10 ⁵	7.52×10 ⁵

表 1 はリアリティの向上、表 2 は信号機を利用した方法、表 3 は信号機を利用した方法の有用性の実験結果である。

4. 結論

渋滞中に自動運転で合流するためには、通信を行い本線側の自動車にスペースを空けてもらって合流するという手法を提案できた。実際の運用では合流部に信号を設けることで、本線側にスペースを空けてもらうことになる。これは自動運転のみに関わらず手動運転同士でも信号を用いることで CO₂ 削減と渋滞緩和につながると思われる。

5. 今後の発展

今回の実験は全てシミュレーション上の結果である。遅れやエラーがあるため、SUMO 上でできたことが必ずしも実機で実現できるわけではない。そこで、実機でも実現できる SUMO 上のパラメータの範囲を明らかにする必要がある。

文献

[1]. 日産の自動運転車、一般道をすいすい 試乗で感じたトヨタ車との違いと課題 著 会田聡

<http://www2.business-i.jp/business/news/151104/bsa1511040500001-n1.htm>

[2]. SUMO user's guide

http://sumo.dlr.de/wiki/Simulation_of_Urban_MObility_-_Wiki

5701

ソフトウェア無線を用いた FM 受信機に関する研究

A Study on FM Receiver Using Software-defined Radio

12516 小磯順平
指導教員 宮田統馬

5702

遺伝的アルゴリズムを用いた阻止域可変 FIR フィルタの設計法に関する研究

A Study on Designing FIR Filters with Variable Stopband Characteristics Using Genetic Algorithm

12528 竹内想
指導教員 宮田統馬

1. はじめに

近年、高速で高精度に計測を行うために阻止域が可変なフィルタによるノイズの除去が提案されている[1]。しかし、多くの組み込み機器ではフィルタ係数を有限語長に丸めてしまうために、設計したフィルタ特性が劣化する場合がある。本研究では予めフィルタ係数を遺伝的アルゴリズム(以下、GA)によって有限語長ビット列で設計する手法を提案し、その有効性を示す。

2. GA を用いた阻止域可変 FIR フィルタの設計

阻止域の一部に高い減衰量を持ち、その位置が可変なタイプ I の直線位相 FIR フィルタの振幅応答は、可変パラメータ ϕ を用いて、

$$H(\omega, \phi) = 2 \sum_{i=0}^N \sum_{l_{\phi}=0}^{L_{\phi}} g(i, l_{\phi}) \tilde{\phi}^{l_{\phi}} \cos(i\omega) \quad (1)$$

で表される。ただし、 $g(i, l_{\phi})$ は多項式係数、 L_{ϕ} は多項式次数、 $2N$ はフィルタ次数である。さらに、所望特性を $D(\omega)$ (通過域:1, 阻止域:0), 誤差関数を $E(\omega, \phi)$, 最大許容誤差を λ としたとき、ミニマックス基準の設計問題は下式となる。

$$\begin{aligned} & \text{minimize } \lambda \\ & \text{s.t. } E(\omega, \phi) \leq \lambda \end{aligned} \quad (2)$$

$$E(\omega, \phi) = W(\omega, \phi) |H(\omega, \phi) - D(\omega, \phi)| \quad (3)$$

ここで、重み $W(\omega, \phi)$ によって、阻止域中の一部に減衰量の高い帯域を実現する[1]。

今、組み込み機器に実装することを考えるために、式(1)の多項式係数 $g(i, l_{\phi})$ を丸めることを考える。本稿では、GA を用いてその係数を固定小数点で設計を行う方法を提案する。連続値で表現された式(1)の多項式係数を固定小数点数に変換し、 B ビットで表すと1個体は、

$$G_p^{filter} = [G_{0,0}^{gcoef} \dots G_{i,l_{\phi}}^{gcoef} \dots G_{N,L_{\phi}}^{gcoef}] \quad (4)$$

$$G_{i,l_{\phi}}^{gcoef} = [X_1 \dots X_b \dots X_B] \quad (5)$$

となる。ただし、 $1 \leq b \leq B$, $X_b \in (0,1)$ であり、 p は個体番号を示す。提案法の流れを以下に示す。

1. 初期値を生成する。
2. 各個体の $fitness_p = 1/(1 + \lambda_p)$ を算出する。
3. $fitness_p$ に基づいてルーレット選択を行い、最も高い $fitness_p$ を持つ個体をエリート個体とする。
4. 2つの個体からフィルタ係数毎に一点交叉を行う。

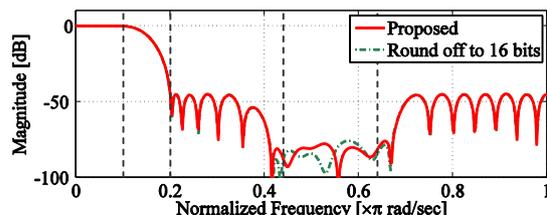


図 1. 可変フィルタの設計例($\phi = 0.36\pi$)

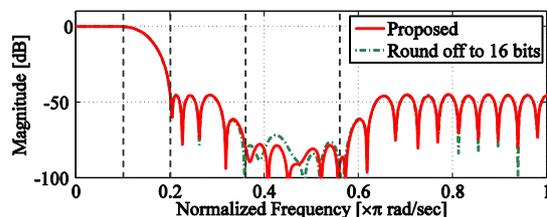


図 2. 可変フィルタの設計例($\phi = 0.44\pi$)

5. 突然変異率により各ビットに突然変異を行う。
6. 任意の世代数に達するまで 2 から 5 を繰り返す。

3. 設計例

提案する設計法を用い、フィルタ次数 $2N = 50$, 通過域端 0.10π , 阻止域端 0.20π , 高い減衰量とした帯域の左端 $0.36\pi \sim 0.44\pi$, 帯域の幅 0.20π , 重み $W(\omega, \phi) = 100$, 多項式係数を16bitとしたフィルタを設計する。GA に用いる多項式係数の初期値は、上述の仕様を半正定値計画問題[1]にて連続値の多項式係数を設計したものを16bitに丸めたものとし、個体数40, 世代数10000, 個体の突然変異率0.05, ビット毎の突然変異率0.05として提案法にて設計を行った。図1と図2に、単純に16bitで丸めたフィルタと提案法にて設計したフィルタの振幅特性を示す。図より明らかなように、可変パラメータを変化させることで高い減衰量の位置が可変なフィルタが設計できていることが分かる。また、単純に16bitで丸めたフィルタと比べ、高い減衰量とした帯域における減衰量が改善していることが分かる。

文献

- [1] Toma MIYATA, Naoyuki AIKAWA, "A Design Method for Variable Linear-Phase FIR Filters with Changing Multifactors for Checkweighers," IEICE TRANS. Fundamentals, Vol.E96-A, No.08, pp.1400-1407, Aug, 2010.

5703

剣道における打音の特徴解析の一検討

A Study of Characteristic Analysis for Strike Sound of Kendo

12537 花澤彰太
指導教員 宮田統馬

1. 緒言

剣道において有効打突を眼と耳で判断している。現在、体さばきなどの目視による判断に関する運動学的な研究は進んでいるが、発声や打音などの耳で判断する研究はあまり行われていない。しかし、目視による判断と耳による判断に大きな違いはないとの研究結果も出ており、耳での判断も重要だと考えられる [1]。本研究では剣道の打音に注目し、離散フーリエ変換を用いた時間周波数解析を行い、打撃の客観的評価方法の検討を行う。

2. 時間周波数解析

周波数解析とは、フーリエ変換を行い信号の周波数に対する振幅を出力することである。これにより信号がどのような周期の成分からなっているかを見ることができる。本研究では、離散フーリエ変換

$$F[k] = \sum_{n=0}^{N-1} f[n]e^{-j\frac{2\pi kn}{N}}, \quad 0 \leq k \leq N-1 \quad (1)$$

を用いる。ただし、 $f[n]$ が時間信号、 N がデータの点数である。しかし、音声全体を周波数解析すると特定の周波数の信号が発生する時間を調べることができないため、時間周波数解析を用いる。時間周波数解析とは、信号をある時間ごとに区切り、その区間ごとに周波数解析を行う手法で、特定の時間の周波数成分を知ることができる。その結果は横軸を時間、縦軸を周波数、それに対する振幅を色で表現したスペクトログラムを用いて表示する。ここで、切り出した時間データと1つ前の切り出したデータの1部を重ねるオーバーラップを行うことで、前の処理を考慮し細かな時間に対する周波数と振幅の変化を見ることができる。フーリエ変換では与えられた波形を周期信号として計算するため、切り出したデータの両端に大きな差がある場合、誤差が発生してしまう。そこで、窓関数を用いて切り出した信号の両端に重みをつけることで、両端を滑らかにつながるようにし、誤差を減らす。本研究では、以下に示すハミング窓を使用した。

$$w[n] = \begin{cases} 0.54 + 0.46 \cos \frac{2\pi n}{N}, & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

3. 実験結果

以下の環境で打音の収録を行った。指向性マイク：AT8015(audio-technica)、オーディオインターフェイス：UR22mk II (steinberg)、録音ソフト：

Audacity ver.2.1.2 を使用した。また、マイクから地面までの距離を 1m60cm、マイクから打たれる人までの距離を 50cm とし、サンプリング周波数を 192[kHz]に設定した。時間周波数解析を行う際は窓のサイズを 1000、オーバーラップを 90%とした。図1に録音した音声データの内、被験者が面を10回打った内の1回を切り出して時間周波数解析を行った結果を示す。図から明らかなように 10kHz以下で強い信号が続いていることが分かる。表1には複数の被験者により得られた音声データより、切り出した範囲での時間領域での最大振幅と、フーリエ変換後に得られる振幅の最大値とその時の周波数の平均値をそれぞれ求めた。また、表の A, B, C は有段者である教員の判定により A は一本、C は一本でない、B は明確に判別できないものを示す。表1より、時間領域での最大振幅と周波数に関して A と C において差が生じていることが確認できる。今後は 4kHz 付近を中心とした低い周波数で解析を進める必要があると考えられる。

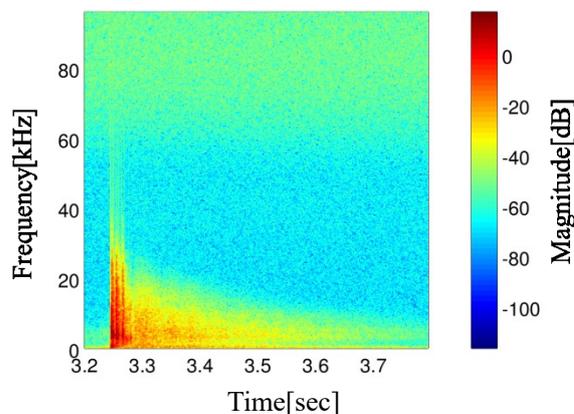


図1 一回の打音を解析したスペクトログラム

表1 判定ごとの最大振幅とその周波数

	時間領域での最大振幅	フーリエ変換後の最大振幅[dB]	周波数 [Hz]
A	0.2044	17.61	4227
B	0.1815	16.87	4127
C	0.1389	17.83	4137

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, pp.33-38, Nov., 2012.

5704

SVM を用いた機械加工における不良品の判別

Discrimination Method of Defective Products in Machining by SVM

12538 一杉誠一
指導教員 宮田統馬

1. 緒言

一般的に機械加工で発生する不良品は商品として納品することはできないため、加工品から不良品を判別しなければならない。不良品の判別方法には、目視検査と機械検査がある。機械検査は目視検査と比べて不良品の見逃しが少なく、精度も非常に高い。しかし、判別する機械は高価であり導入コストがかかってしまう。そこで、本研究では一般的なデジタルカメラで撮影した写真を用いて不良品の判別を行う手法の研究を行う。

2. 提案する判別法

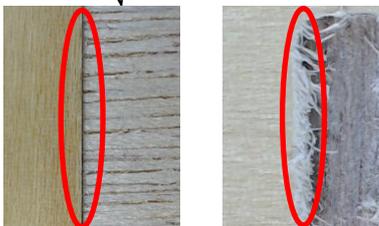
本研究ではパターン認識手法の一つである SVM(Support Vector Machine)を用いて、図1(a)のように上手く削れている物と(b)のように削れていない物の判別を行う。SVMとは教師あり学習を用いた2クラス分類器[1]で、学習データの中で最も他クラスに近いデータのユークリッド距離が最も大きくなるような位置に識別境界を設定し判別を行うものである。また、学習データの作成には特徴量が必要であるので、本研究では HOG(Histograms of Oriented Gradients)特徴量を使用する。HOG 特徴量とは局所領域の輝度勾配をヒストグラムで表す特徴量である。HOG 特徴量の求め方を下式(1)~(4)に示す。

$$\begin{cases} f_x(x, y) = L(x + 1, y) - L(x - 1, y) \\ f_y(x, y) = L(x, y + 1) - L(x, y - 1) \end{cases} \quad (1)$$

$$m(x, y) = \sqrt{f_x(x, y)^2 + f_y(x, y)^2} \quad (2)$$

$$(x, y) = \tan^{-1} \frac{f_y(x, y)}{f_x(x, y)} \quad (3)$$

$$v(n) = \frac{v(n)}{\sqrt{\sum_{k=1}^{q*N} v(k)^2}} \quad (4)$$



(a)削れている (b)削れていない

図1 判別を行いたい加工品の例

ここで、 L は画素値、 q はセルサイズ、 N は勾配方向数で、式中の v は正規化前の特徴ベクトルである。式(1)では中心画素を $L(x, y)$ として、式(2)の勾配強度と式(3)の勾配方向を求めるための勾配を計算している。式(4)では勾配ヒストグラムの正規化を行う。

3. 実験結果

本研究では Logicool の Web カメラ HD Pro Webcam C920 を使用して加工品の撮影を行った。その撮影画像を 50×50 ピクセルでトリミングを行い、その HOG 特徴量を Octave3.8.2 で作成したプログラムで抽出する。ここで HOG 特徴量のセルサイズ q を 5 ピクセル、勾配方向数 N を 9、まとめるブロック数を 3 セルに設定した。また、使用した木材には図 1(a)のように削り部分の木目が横縞のものや縦縞のものが存在する。そこで木目の方向による影響を確認するために、木目が横縞の画像で学習データを作成し、学習データに使用していない横縞の画像と縦縞の画像にそれぞれ分けてテストデータを作成し、SVM のライブラリである LIBSVM を用いて判別を行った。LIBSVM にはカーネルや SVM のタイプなど様々なオプションがあるが、ここではすべてデフォルトで行う。判別した結果を表 1 に示す。綺麗に削れている所や大きなバリの判別をすることができたが、削れているか曖昧なものはすべて削れていると判別された。また表 1 より縦縞の木目が綺麗に削れていると判別されなかったことから木目が不良判別の際に影響を及ぼしていることが確認できた。図 2 のように削り部分の状態によって HOG 特徴量に差が出るので木目の影響を消すことができれば削れている物とそうではない物の判別が行うことができると考えられる。また、学習データの作成の際に削れている所とそうではない所の境界を明確にする必要がある。

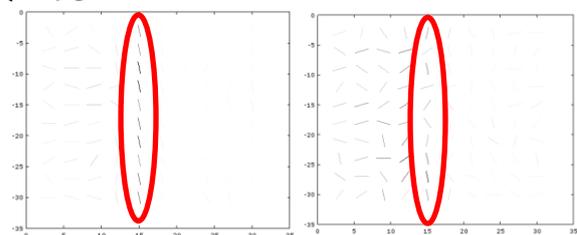


図2 削れ方の差による HOG 特徴量

表1 判別結果

	横縞		縦縞	
	正(枚)	誤(枚)	正(枚)	誤(枚)
削れている	16	4	0	20
削れていない	9	11	20	0

文献

[1]藤吉弘亘, 山内悠嗣, "デジタル画像処理", CG-ARTS 協会, pp.259, 2015