熱電素子の水冷方式による発電効率の改善

(近畿大学高専 総合システム工学科) 吉川 隆 伊藤 聡真 小畑 周平 的早 耕太郎 森川 裕汰 山下 玲伊

キーワード 熱電素子 水冷式 高効率化 エネルギーハーベスティング

1. 背景

これまで著者らは遅々として進んでいない HEMS (Home Energy Management System)を現実のものとす るためにセンサネットワークを用いた HEMS の実現 に向けて検討を進めてきた。センサネットワークを用 いた HEMS を実現するにあたり、電池や電源ケーブル を用いないで環境からエネルギーを収集するエネルギ ーハーベススティング (EH) の技術を導入することと した。これまでに室内光のみで長期間に亘って動き続 けるセンサネットワークノードの実証実験を行ってい る[1]。また人体と環境温度の温度差を利用した温度差 発電、床に発電素子を取り付けて、人の歩行の振動に よる発電についても実験を行ってきた[2][3] (図1参 照)。温度差発電は常に人体に熱電素子が接触してい れば発電可能であることから、有望視されている EH 方式であるにもかかわらず、これまでの実験結果では 100µW 程度の発電量に止まっていた。他方, 10℃程 度の温度差を与えた際に熱電素子を用いた発電量の理 論値としては数mW クラスの発電が見込める事から 本来の性能を活かしきれていない事が確認されていた。 その大きな理由の一つとしては放熱側を空冷方式とし ている事が要因であると考えており、今回、放熱側だ けを空冷式と水冷式とした場合の実験を行い、その発 電特性の違いを確認する事とした。



図1 人体と環境温度による発電

2. 空冷·水冷対照実験

図2に空冷式水冷式の対照実験の測定系を示した。 温調台を通常の用い方として温調ステージ面を鉛直上 向きにし、その上に熱電素子を取り付け(片面を温調 台の高温側に),熱電素子のもう一方の面にヒートシ ンクを取り付け空中に晒す空冷方式とした(写真上)。 他方,温調台をひっくり返して熱電素子を取り付け, 熱電素子の高熱側を温調台に取り付け,他方の面にヒ ートシンクを取りヒートシンクを付け水に浸す水冷方 式として(写真下)実験を行った。





図2 対照実験測定系

実験の結果温調台の温度を 24.8℃,周囲の温度を 14.8℃という環境下に於いて,熱電素子の開放端電圧 と短絡電流を測定し最大発電量を算出した。その結果 空冷式では僅か 30 µ W しか発電しなかったのに対し, 水冷式では5 mW の発電が得られることを確認した。

参考文献

- [1] 吉川 隆, "センサネットワーク HEMS", 電子 通信学会講演論文集, P.480, 2011.9.
- [2] 森 優樹,吉川隆" HEMS 用人体温度差発電の小型化に向けて",2013 年度信学会総合大会(新潟大) 講論集, P.612, 2014.
- [3] 吉川 隆,森 優樹,境 新,中田 夢元,桂山 卓 也,服部 広,松田 翔太,山門 怜史,"リッチ HEMS に向けての家庭内発電",電子情報通信学 会ソサイエティ大会,B-18-5, P.363,2014.9.

お問い合わせ先 氏名:吉川 隆 E-mail:<u>voshikawa@ktc.ac.jp</u>

PE-02 自律型移動ロボットによる自己位置検出を目的とした

ランドマークの自動設置システムの構築

(米子高専 電子制御工学科¹)

〇永田 崇弘¹•小谷 尚輝¹•中山 繁生¹

キーワード:自律型移動ロボット,端末用アプリケーション,自己位置検出,ランドマーク

1. はじめに

自律型移動ロボットの自己位置検出には,主に GPS とデッドレコニングが使用されている.しか し,これらの方法では誤差が大きいことや誤差の 累積により,ロボットの自己位置を正しく検出で きないケースが多い.

そこで本研究では,GPS やデッドレコニングに より発生した自己位置検出値の誤差を修正する ために,LEDを用いた多色発光型ランドマークを 全方位カメラにより検出する.全方位カメラによ り,ランドマークが3つ検出された場合,ランドマ ーク間の相対角度を用いて Cassiniの定理によ り自己位置検出をすることが可能である.

これまではランドマークの設置は人の手で行ってきた.しかし,危険な場所への設置など人の手では困難な場合もある.そこで本研究では Android 端末でマップを表示するアプリを作成し,マップ上で指定した地点の位置情報を基に,車両型移動ロボットもしくはドローンを用いてランドマークを設置させるシステムを構築する.

2. ランドマーク設置システムの概要

本システムは専用のアプリケーション(以下, アプリ)を起動すると画面上に地図が表示され, 初めに GPS により現在地の位置情報を取得し画 面中央に現在地が表示される.本研究では Cassiniの定理に基づき自己位置検出を行うため, 少なくとも3つのランドマークを必要とする¹⁰. ランドマークの設置位置は,画面上をタップする ことで決定する.その後ランドマークを搭載した ロボットは,ロボットに実装する GPS モジュール で検出した位置情報と,タブレット端末上でタッ プした地点の位置情報を比較して目的地まで移 動する.アプリを起動させた状態の端末画面を Fig.1 に示す.

3. GPS 位置情報の誤差の検証

本システムは GPS に大きく依存する.ここで GPS は誤差が大きいため,マップに表示されてい る現在地の誤差と GPS モジュールの誤差を検証 する.

まず,GPS モジュールにより位置情報を取得し た2点間の距離を算出し,実際の距離と比較する ことでGPS モジュールの誤差を検出した.さらに 同地点におけるアプリの位置情報とGPS モジュ ールの位置情報の誤差を検出した.これらの結果 からアプリにより取得した位置情報と実際の位



Fig.1 端末画面

置情報の誤差を求めた.結果を Table1 に示す. Table1 より,アプリの位置情報は誤差が大きい ことがわかる.屋外の測定で Wi-Fi 環境下ではな かったことが原因の1つだと考えられる.

Table1 測定結果

	モジュール	アプリ- モジュール	アプリの
	の誤差(m)	間誤差(m)	誤差(m)
最大	6.24	20.43	26.67
最小	0.75	7.24	6.49

4. まとめ

本研究の成果を以下にまとめる

1) 現在地,ランドマーク設置点の座標の取得お よび表示を可能とするアプリを作成した. 2) アプリによる位置情報取得の際の誤差が大き

いため,GPS モジュールの見直しと Wi-Fi の導入 を検討する.

参考文献

1) 岩本佳吾ほか,移動ロボットの自己位置検 出を目的とした多色発光ランドマークの独 立検出法,第26回計測自動制御学会中国支 部学術講演論文集,pp.111-112(2017)

お問い合わせ先

氏名:中山 繁生

E-mail : <u>nakayama@yonago-k.ac.jp</u>

全方位カメラを用いた ロボカップ Jr. サッカー用ロボットの開発

(沼津高専電子制御工学科)〇今泉肇・西島海渡・川上誠

キーワード: ロボカップ Jr., 全方位カメラ, 画像認識, Raspberry Pi

1. 研究背景

ロボカップ Jr.とはロボットの製作を通じ、次 世代のロボカップの担い手を育て、次世代のリ ーダーとなるための共同学習の場を提供し、競 争の先にある協調を目指す 19歳以下の競技会 である。本研究室はロボカップ Jr.の種目の一 つであるサッカー競技の運営に携わっている。 ロボカップ Jr.サッカーオープンリーグでは自 律制御のロボットをお互い 2 台用意し戦わせ る。また、試合ではオレンジ色のボールが使用 されるのでカメラ等を用いたボールの認識を 行う必要がある。

2. 研究目的

本研究は、昨年度の研究成果を用いてロボカッ プ Jr.のサッカーオープンリーグにおいてルー ルに則り、他のチームと試合をすることが可能 なロボットの制御が目的である。画像認識、モ ータ制御、各種センサの制御は Raspberry Pi 上の Python のコードによって行う。

3. 研究計画

先行研究によって、全方位カメラによるロボットから見たボールの方向と距離の取得、及びそれを元にボールを斜め移動で追跡することができる。まずロボットの動作を、前後左右移動を主とした戦略的な移動ができるように改良する。また、オープンリーグのルールでは、 Figure1に示すような、緑色のカーペットのフィールドに引かれた白線の外側に出てはいけないため、白線検知のためのラインセンサや、壁との距離を計測しロボットをコート内に維持するための超音波センサを実装する。実装後、動作試験を行い、適宜ハード、ソフト面で改善を重ねる。



Figure 1 オープンリーグのフィールド

4. 進捗状況

先行研究で開発された機体だと試合をする上 で基板やバッテリーの取り付け、足回りに不安 があったため主要な部品は変更せずに新しく 機体を製作した。新しい機体の画像を Figure 2 に示す。



Figure 2 新たに製作した機体

機体の一新に伴うプログラムの書き換えを終 え、新機体でもボールを追いかけることが可能 となっている。前後左右移動の設定、各センサ の単体動作試験を終え、現在はこれらを統合し たメインプログラムを作成している。

お問い合わせ先 氏名 : 川上誠 E-mail : <u>kawakami@numazu-ct.ac.jp</u>

超伝導線材の簡単な接合法の提案

(米子高専 電気情報工学科)〇長谷川柊太・永井裕登・田中博美

キーワード:高温超伝導体,超伝導ケーブル,DI-BSCCO,HTS-HTS 接合

1. 緒言

近年、エネルギー問題が深刻化する中、革新 的な省エネルギー技術が注目されている。その ような中、高温超伝導体(HTS)は転移温度(*Tc*) 以下で電気抵抗が 0 になる完全導電性を持つ ことから、電力ケーブルに応用することで電力 の無損失送電の実現が期待されている。しかし、 超伝導ケーブルの中身である超伝導線材を製 造できる最大長は数百メートル程度である。そ のため超伝導線材を接合する必要がある。

先行研究では、機械的ピーリング法により超 伝導線材の HTS フィラメントを露出させ、フ ィラメント同士を重ねてプレスした後、ビスマ ス蒸気下 850℃で加熱する方法で HTS-HTS 接合を実現した。しかし、従来法では超伝導状 態の転移が緩やかであり、接合前の抵抗・温度 (*R-T*)に比べ特性が劣化していた。この原因と して「高圧および高温処理による HTS フィラ メントの劣化」、「界面に存在する銀の経由によ る電気特性の低下」が挙げられる。そこで本研 究では、加熱処理を行わずプレスのみで HTS フィラメント同士を接合する手法を提案する。 図1に接合のイメージ図を示す。

2. 実験方法

本研究では HTS として住友電気工業(株) が製造している高温超伝導線材 DI-BSCCO Type HT-NX (幅: 4.5±0.2mm 厚さ: 0.31± 0.03mm)を用いた。提案手法では、HTS フィ ラメント同士の接合を実現するため DI-BSCCO を斜めに研磨し、HTS フィラメント の断面の露出を行う。その後、印加圧力を 20kN から 40kN まで変え、最適な圧力値を探 索した。圧力印加後の試料は、走査型電子顕微 鏡(SEM)とエネルギー分散型 X 線分光法 (EDX)を用いて接合面の状態から圧力の評価 を行った。接合処理後の電気特性として、4端 子抵抗法による *R-T* 測定から接合前後での DI-BSCCO の特性について評価した。



図 1. 超伝導線材接合界面のイメージ図 [(a)従来手法 (b)提案手法]



図 2. 圧力の違いによる接合界面の比較



3. 結果

HTS フィラメントの露出について、研磨面 の SEM 像から DI-BSCCO を斜めに研磨する ことによって接合に十分な断面積を持った HTS フィラメントが露出していることが確認 できた。印加圧力の最適化については、図2よ り 30kN では接合界面に空隙が確認できたが、 40kN の圧力では接合界面の空隙および亀裂 が少なく、密着性の高い接合が断面の SEM 像 から確認できた。この試料から得られた R-T特 性を図 3(b)に示す。従来手法での R-T特性[図 3(a)]は超伝導転移が始まる温度が 109K であ ったのに対して、提案手法でも同様の 109.6K で超伝導状態への転移が見られた。また、従来 手法と比較して超伝導転移が急峻であること から、接合処理前後で HTS フィラメントの特 性が変化していないことが確認できた。

今後は接合界面に生じる不純物の除去についての検討、および *I-V* 測定による接合処理後の臨界電流密度の比較および評価を行う。

お問い合わせ先 氏名 : 田中博美 E-mail : hitanaka@yonago-k.ac.jp

PE-05 3軸センサを用いたインソール型足底圧計測器の製作

(米子高専電気情報工学科)〇篠原照人・権田英功・宮田仁志

キーワード:転倒,高齢者,多軸触覚センサ,足底圧計測器,インソール

1. はじめに

現在の日本では認知症や脳血管疾患, 衰弱に 次ぎ要介護となる原因第4位に転倒が位置す る¹⁾.人は年齢が上がるにつれて歩行時の転倒 が多くなることが確認されており, 高齢者は若 者と比べ転倒時の怪我が大きな事故につなが る.そのため歩行時の足裏の圧力データの解析 により歩行を改善し転倒を防止できる.

足底圧計測器にはプレート式とインソール 式がある.現在使用しているのはプレート式で あり,センサを組み込んだプレート上を歩行す ることで圧力を計測する.しかしプレート式は 大きく重いため,移動が困難である.その点イ ンソール式は通常の靴と同じサイズであり移 動させるのが容易になる.また,プレート式と 比べ安価であることも利点である.さらにプレ ート式は平面での歩行に限られてしまうが,イ ンソール式であれば転倒の多い階段の昇降を はじめ様々な場面を測定できる²⁾.

本研究では多軸触覚センサを用いた足底圧 計測器の製作を行う.多軸触覚センサを用いる ことで圧力の大きさだけでなく方向まで調べ られる.足底圧計測の方法はインソール式であ り,靴の中に入れて被検者に歩行させることで 足裏の圧力を測定できることを目的とする.

2. 多軸触覚センサ

足底圧計測器に使用するのはタッチエンス 株式会社のショッカクチップ ™である.この 製品は X, Y, Z 軸を検知できる超小型触覚セ ンサであり,多軸方向の高感度検知を実現して いる.

<2 · 1>複数同時接続

使用するセンサ専用の GUI を購入したが, この GUI はセンサの複数接続が不可能である ため使用できなかった. そこでターミナルエミ ュレータ「Tera Term」を使用しセンサの通信 規格に合わせることで 2 つの同時接続が可能 になった.

<2・2>測定値変換

センサ専用 GUI は X, Y, Z 軸の力と数値を 表示し, せん断力ベクトル, 圧力を色で表現す るグラフィック付きである. しかし「Tera Term」を使用した測定結果は較正後の値では なく, デジタル値となっている. そのため値を 「N(ニュートン)」に変換するプログラムが 必要である.

<2 · 3 >時間設定

デフォルトのセンサ設定では約 10ms おき に測定値を送信していた.しかし歩行時は足裏 にかかる圧力に急激な変化はないため,測定を 約 100ms 測定するよう設定を行った.現段階 では歩行時のみを対象としているが,運動時な どの圧力変化を測定する場合は変化が急にな るため,測定時間の間隔を狭める必要がある.



図1 製作イメージ図



図2 ショッカクチップ TM

[0 [0	00:18:13.0125	01080)7FC()7EB	07B4 07B4	0885
ΪŎ	00:18:13.0328]	0108	X	Y	Z	J885

図 3 Tera Term を使用した測定結果

3. まとめ

本研究は多軸触覚センサを用いたインソー ル式足底圧計測器の製作を行う.現在は Arduinoを用いて,同時に同期したデータを取 るための回路,プログラムを作成している. 今 後の展望としては,無線化モジュールを使用す ることで,離れた場所からも測定可能とする. また,得られたデータを簡明なものにする.

参考文献

[1]厚生労働省 国民生活基礎調査,「介護の状況」, pp1-6 (2016)

[2]中井亮仁,「3 軸触覚センサ埋め込みによる足裏応力分布 計測システムを用いた各種スポーツ計測」, pp1-9(2014)

お問い合わせ先 氏名:権田英功 E-mail: gonda@yonago-k.ac.jp

PE-06 電子波減衰を考慮したグラフェン超格子の透過特性の評価

(米子高専電気情報工学科)

〇田邊明大・浅倉邦彦

キーワード: グラフェン超格子, 電子波減衰, 等価回路表現

1. はじめに

当研究室では、半導体超格子と類似の特性を示 すグラフェン超格子について、回路理論を応用し た解析・設計手法の検討を行っている.本研究で はグラフェン超格子内の構造上の乱れ等による 電子波減衰を回路論的に表現するモデルを提案 し、透過特性への影響の調査を試みる.

2. 研究内容

グラフェン中の電子波動は以下のディラック 型方程式に支配される.

$$|v_f(\boldsymbol{\sigma} \cdot \boldsymbol{p}) + U(x)|\boldsymbol{\Psi} = E\boldsymbol{\Psi}$$
(1)

ただし、 σ は疑スピン、pは運動量演算子、yはフェ ルミ速度(10^{6} m/s)と呼ばれる物理量である.ま た、Eは電子エネルギーであり、 $E=\hbar\omega$ の関係があ る. \hbar はディラック定数、U(x)は多層構造方向の一 次ポテンシャルである.波動関数を $\Psi = \Phi(x)e^{-jk_{y}y}$ の形式で与えると、式(1)は連立微分 方程式で表現できる.ただし k_{y} はy方向の波数で 入射角 β により定まる(ここでは $\beta=\pi/4$ とする). 一般化伝送線路理論の応用により、グラフェン中 の波動を伝送線路上の電圧波、電流波として取り 扱うことができる^[1].

図1 にグラフェン超格子のポテンシャル構造 を示す. グラフェン超格子は井戸とバリアが交互 に周期的に並んだ構造を成す. そのポテンシャル 構造は, 層数 N, ポテンシャルの高さ V, バリア幅 D_b, 井戸幅 D_w, の4つの構造パラメータで決定さ れる. 図2に損失成分を挿入した場合の等価回路 モデルを示す. 電子波減衰を表現するために抵抗 R, コンダクタンス G を通常の等価回路の各界面 に挿入した. 等価回路全体の縦続行列は各層の乗 算で求められる. また, 外部インピーダンス Z_{0b}, Z_{0f} は外部ポテンシャルにより定まる. 構造左の 境界での電力反射係数を用いてトンネル確率を 算出することができる.

図3に実線でR=0.003[Ω],G=0.003[S]とした時



図1 グラフェン超格子のポテンシャル構造



図3損失挿入時のグラフェン超格子の透過特性

の,破線で無損失時のグラフェン超格子の透過特性を示す.横軸は電子のエネルギー,縦軸はトン ネル確率である.構造パラメータは N=17, V=0.13eV, $D_b = D_w = 71$ Åである.図3より,損失挿入の影響は通過域のピークの下降,谷の上昇,同時に阻止域の上昇として表れることがわかる.Rのみの 場合は特に通過域の劣化,Gのみの場合は特に阻止域の劣化として影響があることも確認している.

3. まとめ

本研究では,グラフェン超格子の電子波減衰を 考慮した回路モデルを提案し,透過特性への影響 の調査を試みた.その結果,抵抗成分およびコン ダクタンス成分の挿入で通過域および阻止域の 劣化を表現できることを確認した.

参考文献
[1]真田博文他, "グラフェンにおける量子力学的
波動の回路理論的取り扱い",信学論(C),
Vol.J101-C, no.6, pp.266-272, 2018.

氏名:浅倉邦彦

E-mail : asakura@yonago-k.ac.jp

PE-07 グラフェン超格子のリップル情報の抽出方法の検討

(米子高専電気情報工学科)〇水ロ大輔・浅倉邦彦

キーワード: グラフェン超格子, ディラック方程式, 半無限周期モデル

1. はじめに

当研究室では半導体超格子と類似した特性 を示すグラフェン超格子について,回路理論を 応用した解析・設計手法の検討を行っている. 本研究では等価回路の基本区間の半無限周期 化により,透過特性のリップル情報を簡易に抽 出する手法の確立を目指す.

2. 研究内容

1 原子の厚さの炭素原子シートであるグラフェンは、これまでの材料には見られない特異な性質から多くの注目を集めている. グラフェン中の電子波動は以下のディラック方程式に支配されている.

 $[v_f(\boldsymbol{\rho}\cdot\boldsymbol{p})+U(x)]\boldsymbol{\Psi}=E\boldsymbol{\Psi}$ (1)ただし、 ρ は疑スピン、pは運動量演算子、 v_f は フェルミ速度(10⁶m/s)と呼ばれる物理量である. また, E は電子エネルギーであり, $E=\hbar\omega$ の関 係がある。ħはディラック定数,U(x)は多層構 造方向の一次元ポテンシャルである. 波動関数 を $\Psi = \Phi(x)e^{-ik_y y}$ の形式で与えると,式(1)は連 立微分方程式で表現することができる.ただし、 kyはy方向の波数で入射角βにより定まる.-般化伝送線路理論の応用により, グラフェン中 の波動を伝送線路上の電圧波,電流波として取 扱うことができる[1]. 図1上にグラフェン超格 子を半無限周期化した構造を示す. 左端の障壁 から右側にポテンシャル Vでバリア幅の D_bの 層と、ポテンシャル0で井戸幅 D_w の層が交互 に周期的に無限に積層された構造である.また, 左端の障壁より左側はポテンシャル 0 で無限 に続く外部領域である.右側の周期的に無限に 積層された構造は1 組のバリアと井戸を周期 とする無限周期構造なので,回路理論の反復パ





図 2.透過特性

ラメータの適用が可能である.図1下に等価回路を示す.トンネル確率の解析は、図の境界から右側を見込んだ反復インピーダンス Zin と内部インピーダンス Zobのインピーダンス整合の問題に帰着される.

図 2 にグラフェン超格子の透過特性と半無限周期化したグラフェン超格子の透過特性を示す.構造パラメータは N=17, V=0.13[V], Db=Dw=70Åとした.破線がグラフェン超格子,実線が半無限周期化した場合の透過特性である.同じ帯域にミニバンドが形成されること,リップルの大きさに応じたトンネル確率が表現されていることが分かる.通過域の性質のパラメータ依存性は当日示す.

3. まとめ

本研究では、半導体超格子とグラフェン超 格子のアナロジーに着目し、グラフェン超格 子の半無限周期化を試みた.その結果、半無 限周期化によりグラフェン超格子のリップル 情報を簡易に抽出することを確認した.

文 献

[1] 真田博文他, "グラフェンにおける量子力学的波動 の回路理論的取り扱い", 信学論(C), Vol.J101-C, pp.266-272, 2018.

お問い合わせ先 氏名:浅倉邦彦 E-mail:asakura@yonago-k.ac.jp

PE-08 クレーン自動移動のための廃棄物量高さ検出の開発

(米子高専電気情報工学科)○中本宙希・権田英功・宮田仁志

キーワード:廃棄物、クレーン、自動化、レーザ距離計、ステッピングモータ

1. はじめに

廃棄物処理を行う際,廃棄物の山からクレーンで処理装置まで運ぶ必要があるが,その工程はまだ人間の手作業で行われている.クレーンを自動化することで廃棄物処理のコスト削減, 作業の効率化をはかる.本研究ではクレーン自動化のためにレーザ距離計を使用して廃棄物の山の各地点を測定し,得られたデータから山の頂点を探し出すための装置を開発する.

研究背景としてステレオセンサを用いて画 像解析を行い廃棄物の表面形状,体積の計算を 行う取り組み¹⁾や,カメラを複数用いて廃棄 物の山を4方向の写真を撮り画像解析によっ て3次元で表現する取り組み²⁾が行われてい る.その他に3Dレーザースキャナーで3Dスキ ャンを行い,3次元マップを作成して高さを立 体的に比較する方法³⁾がある.しかし,機器本 体の価格が高価で精密なため廃棄物処理場で することが難しい.そこで,比較的安価で工事 現場で使われるようなLeicaのレーザ距離計 を使用してシステム構築する⁴⁾.

2. 使用計測システムについて

高さ検出のためレーザ距離計は Leica DISTO™ S910 を用いた.本機はある地点か らレーザを使い高さを検出する事が可能で高 さの精度もカメラを用いた画像検出よりも正 確である.また,本機と PC をつなげるために Leica の公式ホームページから計測ソフト DISTO transfer 6.0を導入し,本機と PC を Bluetooth で接続してレーザ距離計で計測し たデータを Excel 上に表すことが可能である.

3. システム概要

レーザ距離計を 12.5m 上の柱に固定させ, それぞれ X 軸 Y 軸を設定し,区画を設ける. レーザ距離計を X 軸と Z 軸に動かし,区画ご とに距離を測定させ,レーザ距離計と廃棄物の 高さを比較し,頂点を算出する.本研究では高 さ 10~20m,幅 9×15mの規模を想定して開発 を行っている.

また、レーザ距離計を劣悪な環境の中でも上下 左右に動かすため、正確に操作できることが可 能なステッピングモータを使用し、高さ検出装 置を製作中である. 4. まとめ

本研究ではレーザ距離計を用いて廃棄物の 山の頂点を探し出し,自動でクレーンが廃棄物 の山の頂点から廃棄物を掴み,適切な場所へ運 搬すること低コストで実現することを目的と し、レーザ距離計を使用して各地点を測定し, 廃棄物の山の頂点を探し出すための装置の開 発を行った.

レーザ距離計は Leica DISTO™ S910 を使 用し,低コストでの廃棄物クレーン自動化を実 現することで中小企業への実用化を図ってい る.

今後は装置を製作し,実際に廃棄物処理場の 廃棄物の山を測定したデータを元に改良を加 え,実用性,耐久性,正確性の向上を目指す. 同時にレーザ距離計から得られたデータを自 動で解析し,廃棄物の頂点を算出するアルゴリ ズムを開発する予定である.



参考文献

[1]伊藤大輔・高岡昌輝・中塚大輔・角田芳忠・武田信生・藤 原健史・大下和徹:ステレオ画像処理を用いたごみ焼却炉ホ ッパ内のごみ体積の計測,廃棄物学会論文誌, Vol. 16, No. 5, pp. 378~389 (2015)

[2]藤原健史:視体積交差法を用いたがれき堆積廃棄物の計測
手法の開発,学会誌「EICA」,第17巻,第2・3合併号,(2012)
[3] http://www.opt-techno.com/x300/

[4] http://www.disto.jp/s910.html

お問い合わせ先 氏名:権田英功 E-mail:gonda@yonago-k.ac.jp

PE-09 構造変調を導入したグラフェン超格子の設計手法

(米子高専電気情報工学科)

〇谷村 柊・浅倉邦彦

キーワード:ディラック方程式,グラフェン超格子,構造変調,設計手法

1. 緒言

グラフェン超格子に構造変調を導入すると, 通過域の性能が向上することが文献[1]で示さ れている.併せて,ある入射角において,所望 する通過域を設計する手法が提案されている. 本研究では,任意の入射角においても,本設計 手法が成立することを確認し,文献[1]で示す 設計手法の一般化を目指す.

2. 研究内容

グラフェン中の電子波動は以下のディラッ ク型方程式に支配される.

 $[vf(\boldsymbol{\rho} \cdot \boldsymbol{p}) + U(x)]\boldsymbol{\Psi} = E\boldsymbol{\Psi} \quad (1)$

ただし、 ρ は疑スピン、pは運動量演算子、 v_f はフェルミ速度(10⁶m/s)と呼ばれる物理量である.また、Eは電子エネルギーであり、E=hooの関係がある.hはディラック定数、U(x)は多層構造方向の一次元ポテンシャルである.波動関数を $\Psi=\Phi(x)e^{-jk_y v}$ の形式で与えると、式(1)は連立微分方程式で表現することができる.ただし、 k_y はy方向の波数で入射角 β により定まる.一般化伝送線路理論の応用により、グラフェン中の波動を伝送線路上の電圧波、電流波として取扱うことができる^[1].

図1 に構造変調を導入したグラフェン超格 子のポテンシャル構造を示す.ポテンシャル Vでバリア幅の値をガウス分布関数に従って 変調させた奇数層と,ポテンシャル0で井戸 幅が一定の偶数層が交互にN層積層された構 造である.

図2に破線でグラフェン変調超格子,実線で グラフェン周期超格子の透過特性例を示す.横軸は電子のエネルギー,縦軸は透過確率である. 基準となる周期超格子のパラメータは N=17, V=0.13eV, $\beta=\pi/3$,井戸幅とバリア幅は 40Å で ある.図2より,構造変調の導入によりリップ ルが解消され,特性改善が実現されることがわ



図1グラフェン変調超格子のポテンシャル構造



かる. 図 3 に, 図 2 と同じパラメータのグラ フェン変調超格子の中心バリア幅 D_M の変化 に対する通過域の中心エネルギー E_C の変化を 示す. D_M の増加に対して E_C がほぼ一定値を 示す井戸幅 D_W (\Rightarrow 42.8[Å])が存在することが分 かる. また D_M に依存して通過域幅が変化し, 一定となる E_C が V に依存して変化する. この 性質を利用し,所望する通過域の設計が可能で ある[1]. 文献[1]では特定の入射角の場合のみ 確認しているが,本研究ではあらゆる角度にお いて本設計が適用できることを確認した.

3. 結言

本研究では,優れた通過域性能を示すグラフ ェン変調超格子について,任意の入射角におい ても文献[1]の設計手法が成り立つことを確認 した.

文 献

 由島拓哉,"グラフェン超格子の構造変調による透過特 性の改善",第24回高専シンポジウム講演要項集, PF-16, 2019.

お問い合わせ先

氏名:浅倉邦彦

E-mail : asakura@yonago-k.ac.jp

PE-10 スイッチングストップ機能を用いたクロス結線式 インターリーブコンバータの入力電流波形改善

(秋田高専専攻科生産システム工学専攻¹、秋田高専創造システム工学科² 石川高専電気工学科³、長岡技科大電気系⁴)

〇寺田 蒔人¹·安東 至²·矢吹 明紀³·上町 俊幸³·大石 潔⁴

キーワード:コンバータ、インターリーブ、スイッチングストップ、クロス結線

<u>1. はじめに</u>

フライングキャパシタを活用したクロス結線 式インターリーブコンバータは入力インダク タンス La,Lbが同値であるとき各電流は180deg の位相差をもって流れる。入力インダクタンス がわずかに異なる値では電流の立ち上がりの タイミングがずれ入力電流波形に偏りが生じ る^{III}。本論文では、スイッチングストップ(SS) 機能を用いることで入力インダクタンスが異 なる値でも電流が 180deg の位相を持つようス イッチングさせ、入力電流波形を改善させる手 法を提案し、その有効性をシミュレーションに より明らかにした。

2. 主回路および制御手法

図1に主回路を示し、図2に動作時のリアクトル電流の波形とSS機能の動作を示す。La、Lb が異なる場合リアクトル電流の一周期の時間 が変化し各リアクトル電流に偏りが生じる。そ こで一周期の時間が長いリアクトル電流 iaの立 ち上がりからの一周期と同期したのこぎり波 vss を生成し、vss が vss のピーク値の半値 Vssh を 超えたときに ib を立ち上がらせるようにするこ とで、ib の立ち上がり条件の完了から Tstop 分だ け立ち上がりが遅れ、リアクトル電流が 180deg 位相差を持つようスイッチングされる。

3. シミュレーション結果

図3に各インダクタンス値の入力電流波形 と *ia,ib* の一部を拡大した波形のシミュレーシ ョン結果を示す。(a)より *La,Lb* が同じ値の場合 では入力電流波形に偏りが生じないことが確 認できる。これに対し(b)より *La,Lb* がそれぞれ 正負に 3%異なる場合、*ia,ib* の立ち上がりの位 相差により入力電流波形に偏りが生じ、*ig*の歪 みが増加していることが分かる。(c)よりわず かな SS 時間を入れることで *ia,ib* は 180deg の 位相差をもってスイッチングされ、入力電流波 形の偏りが改善されていることが確認できる。

<u>4.むすび</u>

SS 機能を用いたクロス結線式インターリー ブコンバータの入力電流波形改善を提案し、わ ずかな SS 期間で大きな効果を得られることを 確認できた。

[謝辞]

本研究では科研費(課題番号:19K04361)の助 成を受け行われたものであり、感謝致します。 [参考文献]

[1]安東他, 電気関係学会東北支連大, 2D18, 令和元年



フライングキャパシタを活用した クロス結線式高効率コンバータの実験的検証

(秋田高専専攻科生産システム工学専攻¹,秋田高専創造システム工学科², 石川高専電気工学科³,長岡技科大電気系⁴) 〇舩木友也¹,安東至²,矢吹明紀³,上町俊幸³,大石潔⁴

キーワード:フライングキャパシタ、インターリーブ制御, PFC 機能, ソフトスイッチング

<u>1 まえがき</u>

入力力率の改善や電源電流の歪みの解消,さらに高効率化を達成するためにソフトスイッ チング(以下 SSW)機能を備えたインターリー ブ式 SSW PFC 回路が提案されている.本研究で は,従来方式で達成されていた高効率化を達成 するための完全 SSW は維持し,フライングキャ パシタ(以下 FC)を追加することでさらに高い 昇圧率を実現したクロス結線式コンバータを 提案し,試作機での実験的検証を行った.^[1]

2 主回路と制御手法

主回路は図1に示すように、昇圧用リアクト ル L_a, L_b と直列接続した2つのスイッチ、ダイ オードを一組とした昇圧回路を2つ並列に接 続し、各組のスイッチの中点にスナバコンデン サ C_s を接続した構成を基本とする.これにFC である C_{fa}, C_{fb} とリアクトル L_{al}, L_{bl} をクロス結 線状に組み込んでいる.

制御は出力電圧 V_{out} と指令値との偏差に PI 補償を施しリアクトル電流指令値 i_{ref} とし、リ アクトル電流 $i_{a,ib}$ を追従させるようスイッチ $S_I \sim S_4$ の ON, OFF を切り替えている. 動作は図 2 のように、(a) S_1 と S_2 を ON しリアクトル電流 i_a を増加させ、(b) S_2 を OFF し C_s を充電する. (c) 電源と C_a の充電電圧を加えて L_a のリアクトル エネルギーが負荷側へ転送される. これによっ て FC を活用した高い昇圧率が得られる. (d) 他 組のリアクトル電流 i_b の増加のためのスイッ チングによってもう一方の FC (C_{fb})にも充電を する. このように各組の位相をずらして同様の 動作を行うことで、インターリーブ制御により 電源電流歪みの低減も可能となる.

3 実験結果

図 3 に各部の電圧,電流波形を示す.測定時 の電源電圧は 50V_{rms}, V_{out} の指令値は 200V とし た.図 3(1)とその拡大図(2)より i_a, i_b のピーク 値は指令値に追従し, $\tau \sim p - \eta - \tau$ 制御が正 しく行われている.また, (3)より v_{in} と i_{in} はほ ぼ同相であり入力力率は 99%以上を達成して いる.(4)より S_2 の OFF後, v_{S2} は緩やかに立ち上 がり(2)の臨界モード制御と合わせて SSW が実 現されている.結果, すべての動作で完全 SSW が 達れたいる.

<u>4 むすび</u>

FC を活用したクロス結線式高効率コンバー タは高い昇圧率の確保,すべての素子での SSW の達成,インターリーブ制御による電源電流歪 みの低減が可能であり,本コンバータの有効性 を試作機での測定によって確認できた.





図3各電圧,電流波形

<u>謝辞</u>

0

本研究は科学研究費(課題番号:19K04361)の 助成を受け行われたものであり,感謝致します. 参考文献

[1]安東他:電気関係学会東北支連大, 2D17, R元年

お問い合わせ先 氏名:安東至 E-mail:i-ando@akita-nct.ac.jp

入力より高い電圧出力に適した 一線共通型単相電圧調整器の実験的検証 (秋田高専技術教育支援センター¹,秋田高専創造システム工学科²) ○渡部秀崇¹,安東至²

キーワード:昇降圧チョッパ,ACチョッパ,電圧調整器,一線共通

1. はじめに

効率向上を目的に高電圧を要する負荷が増加している.筆者らはその開発用として,入力よりも大きな電圧出力に適し,出力フィルタの小型化が可能な一線共通型単相電圧調整器を提案し,シミュレーションによりその有効性を確認してきた.⁽¹⁾本研究では,試作機を作成し,抵抗負荷での基本特性を得,有効性を確認したので報告する.

2. システム構成

図1に提案する主回路を示す.本回路は安全 性を考慮し,入出力線の一線を共通とする構成 であり,DC電圧を一定に制御すると共に,可 能な限り入力力率の改善を図る AC 昇圧機能 と,電源電圧に直流電圧を加算するかしないか で出力電圧を電源電圧の2倍以上に制御する 機能を有している.

図 2 に入力電圧 vin >0 のときの回路動作を 示す.図 2(a)のように S2 と S3 を ON し, Vdc の電圧の状態によって SA と SB の同時 ON/OFF 期間を制御することで入力力率の向上と Vdc 一定電圧制御を実現する昇圧チョッパ動作を 実現する.また,図 2(b)のように S5 を ON/OFF(S6 を OFF/ON)することで出力電圧は 電源電圧に Vdc を加算したり電源直送で出力 し,電源電圧以上に制御することができる. Vdc の可変制御も施すことで電源電圧以上で 歪みの少ない出力電圧を得ることができる.な お, vin <0 の場合も同様である.

3. 実験結果

図 3 に vin=50Vrms, vo=100Vrms, Vdc 指令 値 80V 一定時の R 負荷の実験結果を示す.出 力はオープンループの PWM 制御であるが入 力電圧の 2 倍の出力電圧が確認できる.また, 理論通り voL=vin +vdc と voL=vin のように電 源電圧に DC 電圧を加算したり,直送し出力し ているのを確認できた.なお,(c)より昇圧回 路により電源電流は正弦波状に制御され,Vdc は 80V 一定に制御されていることを確認して いる.

4. むすび

理論およびシミュレーションどおり動作し, 入力電圧に対して2倍の出力電圧を出力でき ることを確認した.今後は,入力電流歪みの改 善や L-R 負荷での実験,出力電圧の制御を行 っていく予定である.



本研究は,科学研究費補助金[奨励研究](課題 番号:19H00249)の助成を受けて行われたもの であり感謝致します.

【参考文献】

(1) 倉内翼他, 平成 29 年度電気関係学会東北 支部連合大会, 2A07, (2017-8)

お問い合わせ先 氏名 : 渡部秀崇

E-mail : hidetaka@akita-nct.ac.jp

PE-13 PE-13 ー動作再現の外挿性向上を狙った写像の構造〜 (長岡高専専攻科¹,長岡高専電子制御工学科²,長岡高専機械工学科³) O伊藤里桜¹・外山茂浩²・竹部啓輔²・池田富士雄³

キーワード:ヒューマノイドロボット,動作再現,個人差,写像,自由度

1. 緒言

本研究グループは、ヒューマノイドロボットを 活用したスポーツのトレーニング支援方法に関 する研究を進めている^{III}.これまでの研究では、 線形写像による動作再現方法を提案している.対 象の人間動作に関する関節情報(38自由度)と、 再現側のヒューマノイドロボットの関節角(20 自由度)との関係を線形写像で関係づけたもので ある.しかし提案方法では、異なる被験者の動作 再現の際、その個人差が、再現精度を悪化させる ことが分かった^{III}.線形写像を得る際に用いた正 解データ群の偏在による外挿問題と、線形写像の 冗長性がその要因と推察された.そこで本研究で は、再現精度向上を目的として、人体各部位に対 して構造をもたせた線形写像を提案する.

2. 実験方法

人間の関節角の測定は、モーションキャプチャ ーシステム (nac 社 MAC3D System · nMotion musculous)を用いる.また、ヒューマノイドロ ボットに, 全長 454[mm], 20 自由度をもつ ROBOTIS 社の DARwIn-OP を用いる. 実験方法 は、先行研究と同様の動作再現方法を利用する[1]. 人間と DARwIn-OP の肩関節に対し、自由度の 差異が影響を及ぼすと予想される「ラジオ体操第 一の深呼吸」を対象動作とする.正解データ群に 幅を持たせるために、人間の肘関節を180度,90 度の2通りに固定し、かつ指先の軌道を4段階の 高さで指定することで計8通りの動作を測定す る. それぞれの動作から, l=18[個]の代表姿勢を 選定し、この代表姿勢に対して正解となるロボッ トの姿勢を対で与えた正解データ群を構成する (以下,このデータ群を Dall と呼ぶ).

ここで本研究では、再現精度の向上を狙って、 頭部、腰部、各四肢の 6 要素からなる構造をもた せた線形写像群 $M_{c}=\{M_1, M_2, \dots, M_6\}$ による動 作再現を提案する. そのような構造をもたない写 像 M を用いた従来の方法^[1]では、表現に冗長性 を有していたものの、線形写像を得る際に用いた 関節情報の正解データ群の偏在によって生じる 外挿性能が担保されていない^[2]. 次章では、本提 案手法の基本的な有効性を検証した実験結果を 説明する.

3. 実験結果

関節情報の正解データ群Dallに対して獲得した線形写像群Mc,写像Mについて,内挿性,外挿



性の評価を行った.図1~4は,線形写像群*M*_c, 写像*M*をそれぞれ用いて動作再現した際の手先 位置軌道を示している.図1,2より,写像*M*と 比較して写像群*M*_cによる再現の方が指先軌道の 歪みが低減されており,内挿性が向上しているこ とがわかる.また図3,4より,写像群*M*_cによる 再現の方が手先位置軌道の再現精度が向上して おり,提案手法の外挿性が優れていることがわか る.これは,線形写像に構造をもたせたことで過 分な冗長性が低減され,動作の個人差が再現精度 に与える影響を抑制できたためと考えられる.

4. 結言

本研究では、人間の動作再現の際、再現側のヒ ューマノイドロボットの関節角ベクトルを算出 する線形写像 *M* に構造をもたせることで、内挿 性、外挿性の向上が期待できることが明らかにな った.

参考文献

- [1] 小坂,外山,池田:ヒューマノイドロボットによる 人間の動作再現(特異値分解を用いた写像の設計) 平成29年度長岡高専専攻科特別研究論文,(2018).
- [2] 伊藤,外山,竹部:ヒューマノイドロボットによる 人間の動作再現(写像に関する個人差の影響),平 成 30 年度長岡高専専攻科特別研究中間発表,(2019).

お問い合わせ先

氏名:外山茂浩

E-mail: toyama@nagaoka-ct.ac.jp

熱音響現象における蓄熱器の長さの影響

(仙台高専専攻科生産システムデザイン工学専攻¹、仙台高専²)
 〇門間悠輔¹・矢入聡²

キーワード:廃熱、熱音響現象、蓄熱器

1. 背景及び目的

現在,私たちは様々な産業に支えられて生活 を営んでいる。また、移動や輸送の要である自 動車も欠かすことができない。しかし、工場や 自動車などが使用する熱エネルギーの内, 60%が利用されずに捨てられている。それら の熱を活用する方法として,熱を音に変換する 熱音響現象に着目した。熱音響現象とはパイプ などの細長い管の中に蓄熱器(小さい穴が無数 に開いたある程度の長みのある仕切り)を設置 し、その状態で片側をバーナーなどを用いて加 熱すると蓄熱器の両端に温度差が生じ音が鳴 るというものである[1]。この現象で発生させた 音を圧電素子などに接続することで電気を生 み出すことができる。音波によるエネルギー変 換のため,可動部を必要とせず構造が簡単なた め、環境にも優しい。

熱音響現象に使われている蓄熱器について、 開いている穴の大きさを変えた場合に熱音響 現象の効率が変化するという報告がある^[2]。ま た、先行研究で蓄熱器を温度差が発生しないで あろう長さにしても熱音響現象が発生すると いう結果が出ている。このことから、熱音響現 象において、蓄熱器の長さを変えることが出来、 また変えたことにより熱音響現象の効率が変 化するのではと考え、実験し確認を行った。

2. 実験方法

まず、鉄パイプ(長さ 780 mm、外径 32 mm、 内径 30 mm、両側開管)に切断したステンレスパ イプ(長さ100mm、外径4mm、内径3mm)を用い て作成した蓄熱器を挿入し、ヒーターを用いて 加熱を行ったが熱音響現象は発生しなかった。 私は熱音響現象が発生しなかった原因として、 使用した鉄パイプに対して蓄熱器の長さが長 すぎたのではと考えた。そのため、使用した蓄 熱器の長さを 70 mm、30 mmに変更して再度実験 を行ったがその場合でも熱音響現象は得られ なかった。使用する鉄パイプを変更(長さ 915 mm、外径 38.1 mm、内径 35.3 mm)して実験を行 ったところ、加熱時間約15秒で熱音響現象が 発生した。しかし、同じ条件で再度実験を行っ ても熱音響現象は発生しなかった。なぜ15秒 加熱した際に一度熱音響現象が発生したのか を調べるために実験を行った。

実験方法を以下に示す。

1. 鉄パイプの長さの 1/4 の位置に蓄熱器

を設置する。

- 2. ガスバーナーを鉄パイプの蓄熱器に近い口から1cm離し加熱する。
- 3. 加熱した時間と、加熱前・加熱後の鉄パ イプの表面温度を蓄熱器から上側 3cm の位置にて記録する。
- 加熱時間を15秒から1秒ずつ変化させ 実験を繰り返す。

使用した実験器具を以下に示す。

 ・蓄熱器(長さ30mm、外径4mm、内径3mmのス テンレスパイプを40本束ね、下にステンレス

- メッシュを敷いたもの)
- ・ガスバーナー(イワタニカセットガス)
- ・放射温度計(AD-5626 A&D 社)
- ・熱電対(AD-1214 A&D 社)

熱電対はマスキングテープを用いて張り付けた。今回は加熱時間が17秒になるまで繰り返している。結果として、加熱時間17秒、最高温度が86.1℃の場合でも熱音響現象が発生した。しかしながらその場合でも加熱時間を同じにした場合を2回と、温度を同じにした場合を1回、再度実験を行ったが熱音響現象は発生せず、再現性がないものとなっている。

3. 今後の予定

今後については、まずステンレスパイプを用いて熱音響現象を安定して発生させられるように実験を行っていく。また、蓄熱器の長さを変えた場合の効率を調べるために加熱温度も統一したい。加熱方法としてガスバーナーを用いた場合、加熱時間が同じでも最高温度が50℃の場合や80℃の場合があり、ばらつきが発生した。そのため、温度を統一するためにヒーターを用いた加熱方法を考えたが、その場合熱音響現象が発生しなかったため、ヒーターを用いた加熱での熱音響現象の発生も行っていきたい。

参考文献

[1]津田研一郎(2017),「濡れた蓄熱器を持つ熱音響エ ンジンの発振温度」、学位論文、東京農工大学 [2]畠沢政保(1996)「熱音響冷凍機用音波発生器の特 性」日本機械学会第73期通常総会講演会講演論文集, p461-462,日本機械学会

お問い合わせ先 氏名:矢入聡 E-mail:yairi@sendai-nct.ac.jp

PE-15 無電解ニッケルメッキ 3D プリンタフィラメントのミリ波へ

の応用

(秋田高専技術教育支援センター¹,秋田高専物質・生物系²,秋田高専電気・電子・情報系³) 〇松田英昭¹ - 野坂 登² - 田中将樹³ - 伊藤桂一³

キーワード:無電解ニッケルメッキ,3Dプリンタ、ミリ波

1. はじめに

近年 3D プリンタは高精度・低価格化してお り,アンテナ試作に応用できれば利便性は高い。 先行研究により,近年需要が見込まれる 76 GHz のミリ波帯で使用する WR-10 規格の導 波管スロットアレーアンテナを 3D プリンタ で試作した。3D プリンタのフィラメントだけ で試作しても受信できなかったが,無電解ニッ ケルメッキをすることで受信できる可能性が あることが分かった[1]。本研究ではメッキ後 の PLA,導電性 PLA, 銅入り PLA の各フィ ラメント材料の電気的特性を明らかにするこ とを目的とする。今回は電子顕微鏡を用いてメ ッキの状態を観察し,測定結果と比較を行った。

2. 無電解ニッケルメッキの概要

今回行った無電解ニッケルメッキとは,金属 パラジウムを触媒として析出させておき、化学 的にメッキ反応を起こす方法である。外部電源 が不要で,ビーカーと溶液があればメッキする ことが可能であり,特殊な装置を必要としない ため場所を選ばず低予算かつ短時間で簡単に メッキすることができる。

本研究では 20×50×2 mmの試験片を 3D プ リンタで印刷した。PLA, 導電性 PLA, 銅入 り PLA の各フィラメント素材の試験片を各 5 枚用意した。メッキ時間による厚さや表面状態 を比較検討するために,各材料についてメッキ 時間を 2.5 分, 5 分, 10 分, 15 分と変えた場 合の 4 種類の試験片を作成した。

3. 観測環境および結果

電子顕微鏡で観測するためにはサンプルを エポキシ樹脂に埋め込む必要がある。作成した 試験片で反射および透過特性などの電気的特 性の測定を行った後[2],図1に示すように試 験片から幅5mmのサンプルを切り出し,エポキ シ樹脂で埋込を行った。樹脂硬化後に観察しや すいように研磨紙を使用して表面を磨き,脱脂 後に電子顕微鏡で境界面を観察した。

観察画像の例を図 2 に、メッキ時間とメッキ の厚さ(平均)の関係を表1に示す。メッキ時 間が長いほどメッキは厚くなり、15 分では 0.937 μ mmの厚さがあることが分かった。また 3D プリンタで印刷された面は凸凹であり、メ ッキの厚さも均一ではないことも分かった。

今後はニッケルメッキにもう一層メッキを

して性能改善を試みる予定である。





図2 電子顕微鏡による断面画像

表1 導電性 PLA のメッキ時間と厚さの関係

メッキ時間(分)	メッキの厚さ(µm)
2.5	0.029
5	0.645
10	0.719
15	0.937

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金(課題 番号: 19K04383)により行われた。

参考文献

[1]松田他:第24回高専シンポ,PF-25(2019) [2]松田他:令和元年度北海道連大,59(2019)

お問い合わせ先 氏名:松田 英昭 E-mail: hideaki@akita-nct.ac.jp

(久留米高専専攻科機械・電気システム工学専攻)

江藤真士

キーワード:物体検出、距離推定

1. 背景

現在、久留米市には104件の市指定文化財が存在する^[1]。しかし、その存在を知る人は少ない。そのため、広報活動を行わなければ久留米の文化が忘れられていく可能性がある。

2. 目的

本研究では、久留米市指定文化財である弓曳 童子を、現代技術を用いた復元を行い、また、 その様子を久留米市内で行われるイベント等 で紹介することで、久留米市に存在する文化財 に対する興味を誘発し、後世にその存在を残そ うとする意識を高めること、また、現代の技術 を身近に感じることのできるシステムの開発 を行う。

3. システム概要

本研究で製作するシステムは以下の通りと する。

- 復元する弓曳童子は、的を自動で判別した うえで、すべての矢を的に当てる。
- イベントで人々の関心を集めるために、視覚的に楽しめる機能を持つ。
- 4. 方法

現在、世の中には多様な物体検出を行う深層 学習モデルが存在する。その中で、本研究では 高速で高精度な予測を行う yolo モデルを使用 する。ここで、今回判別する物体は「人」と「的」 とするのだが、「的」の学習データセットは存 在しないため、自作のデータセットを用いて、 転移学習を行う。転移学習とは訓練済みの重み モデルの一部の重みを固定し、固定しなかった 部分のみ学習を行うことで、少ない訓練データ 数でも高い判別精度を得る、深層学習モデルの 学習方法である。距離の推定は、予測したバウ ンディングボックスの面積を距離の比を用い て算出する。また、イベント参加者の関心を引 くための機能として、yolo 学習モデルを改変し、 物体検出を行うと同時に中間層を出力するモ デルを構築する。発射前に予測した軌道を表示 する。

5. Yolo モデルの学習 訓練画像数:747[枚] 学習したレイヤ:250、251、252 層



Fig1:yolo のアーキテクチャ^[2]

250、251、252 層はそれぞれ Fig1 の Avgpool 層、Connected 層、Softmax 層(Activation 層) にあたる。

距離の推定、軌道の予測については後日講演に て発表する。



Fig2:訓練し改変した yolo モデルの出力 参考文献

[1]「久留米市:指定文化財」,< https://www.city.kurume.fukuoka.jp/1060manabi/2 050bunkazai/3010bunkazai/>(参照 2019-12-5) [2]Joseph Redmon, Ali Farhadi(Submitted on 8 Apr 2018)「An Incremental Improvement」,arXiv.1804.02767(cs.CV)

お問い合わせ先 氏名 :江藤 真士 指導教員:越地 尚宏 E-mail:shinji1095nameko@gmail.com

可視・赤外反射光を用いたぶどうの糖度推定

(近畿大学高専専攻科生産システム工学専攻) 〇新田 純・齊藤 公博

キーワード:糖度、Brix、近赤外、可視光、分光

1. 緒言

光には目に見えない波長範囲があり、様々な 波長による画像を解析することによって、人間 には見えない微妙な色の違いや、サンプルの成 分の違いを捉えることができる。例えば近赤 外カメラは、青果物等の品質管理、異物検査と いった場面で活躍し、農業、生物医学研究、食 物選別などに用いられている。

本校所在地である名張市ではぶどうの生産 が盛んで、近年ワインの生産が始まった。ワイ ンを作るにはぶどうの糖度が 20%以上必要と 言われているが、採取せずに測定できる方法が あれば、成長過程を含めた観察ができる。

本研究は、ぶどうの赤外・可視反射光の非侵 襲測定を用いて、果実糖度の測定を行う手法を 見出すことを目的としている。

2. 実験方法

参照値として、屈折計型の糖度計を用い、 Brix 値を測定した。

また、図1に示すようなY型ファイバーを 用いた反射型の分光測定を行った。 ぶどう表 面を軽く洗浄し、表面へ2芯のファイバー先端 を1mm以内程度(目視)で近づけて測定した。 赤外・可視光の分光器を切り替えて、2種類の スペクトルを取得した。



図1 測定系

3. 実験結果

測定データはスペクトルの面積で正規化し、 糖度計値との相関を調べた。2種類のスペク トルを図2および3に示す。 グラフより、 スペクトルに変化はあるものの、一点の波長で 糖度を推定することは難しい。

赤外、可視光のそれぞれの領域で、2波長の 反射光の比率をサーチし、最も相関が高いと思 われる関係式を導いた。

$$Index = \frac{I_{1636}}{I_{1495}} - 1.8 \cdot \frac{I_{820}}{I_{670}} \tag{1}$$



図4 Brix値(糖度)と反射光スペクトルを用いた指標の相関

この関係式を用いて Brix 値と指標をプロットした結果を図4に示す。 相関係数は 0.77 であった。

4. まとめと課題

赤外・可視反射光の測定スペクトルをもとに ぶどうの糖度を推定し、屈折計による Brix 値 との相関を確認した。

今後はさらに相関の高い指標や測定方法を 探る予定である。

お問い合わせ先 氏名:齊藤 公博 E-mail:<u>ksaitoh@ktc.ac.jp</u>

PE-18 イオン液体を添加した有機半導体のアンバイポーラ特性

(近畿大学高専専攻科電気電子工学専攻¹、近畿大学高専総合システム工学科²)

〇坂本直弥¹·三崎雅裕²

キーワード: 有機半導体, 有機トランジスタ, 有機 EL, イオン液体, プラナー型構造

1. 緒言

現在,市販されている多くの有機 EL は蒸着方 式で製造されている.しかし,既存の方式では比 較的大型(10~40インチ)のディスプレイを製造 する事が困難であり、大規模な真空装置が必要で あるため、コスト面での課題も多い.近年、印刷 を用いて有機 EL を製造する方式が技術的に確立 されつつあり、製造方式が蒸着から印刷へと移り 変わろうとしている. 一般的に印刷は大面積化が 優位な反面, 塗り重ねることが難しく, 積層化が 困難である. すなわち, 従来の有機 EL の構造で ある多層構造はインク状材料を用いる印刷方式 とは相性が悪く、有機 EL の構造そのものを見直 すことが一つの解決策になるのではないかと考 えた. 我々のグループでは、本来積層するべきキ ャリア輸送層を省き,発光層のみを成膜する"単 層型の有機 EL"の研究・開発を行ってきた. 通常, 発光層と電極のみの素子では,駆動電圧が高くて 十分な発光も得られないが,発光層に使用する有 機材料にイオン液体を混合すると,低い駆動電圧 でも発光させることができる.残る課題として, サンドウィッチ構造のデバイスを製造する際に 高い成膜精度が必要となることで,薄く均一な膜 でなければデバイスが安定しない. そこで, サン ドウィッチ構造ではなく, 電極が平行に形成され るプラナー構造に着目した.プラナー構造では, 膜質の影響を受けにくく, 安定なデバイスを製造 できる可能性が高い.本研究では、イオン液体を 添加した発光性有機材料を活性層としたプラナ ー型素子における電流・電圧特性について報告す る.

2. 実験

基板として p 型の酸化膜付シリコンウエハー をアセトン,メタノールを用いて洗浄した.次に, 発光性 p 型半導体の Poly(9,9-dioctyl-9H-fluorene-2,7-diyl) (PFO)をクロロホルムに溶解させ, 1w% の PFO 溶液を調整した.同様に,イオン液体の Trihexyl[tetradecyl]phosphoniumbis[trifluoromethylsulfonyl]imide (P₆₆₆₁₄TFSI)をクロロホルムに溶解 させ, 1w%のイオン液体を調整した.調整した PFO 溶液とイオン液体を 10:1 の重量比で混合 し、シリコンウエハー基板上にスピンコート法で 成膜した.最後に,真空蒸着装置で Au 電極を蒸 着した.作製したプラナー型素子のトランジスタ (I_D-V_D)特性は,真空プローバ(メジャージグ 製,MD-8D)と 2 台の電流電圧源(KEITHLEY6517 及び 2400)を用いて評価した. 3. 結果

リファレンスとして作製したイオン液体を含 まない (PFO 単独)素子では、ノイズレベルの電 流しか流れないのに対し、イオン液体を添加した 素子では良好な半導体特性がみられた.図1(上) に I_D - V_D 特性(V_D, V_G <0)を示す. V_G によって I_D の 変調が見られ、良好な p型特性を示していること がわかる。一方、図1(下)に I_D - V_D 特性(V_D, V_G >0) を示す. V_G によって I_D の変調が見られ、良好な n型特性を示した.すなわち、作製したプラナー 型素子では、アンバイポーラ特性を示すことが明 らかになった.しかし、現状では正孔と電子の両 方のキャリアが注入できるものの、素子からの発 光は観察されていないので、今後の課題とする.





図1 上:p型特性,下:n型特性

お問い合わせ先 氏名:三崎 雅裕 E-mail:misaki@ktc.ac.jp

バブルディスプレイ制御システムの Kotlin 言語移行

(米子高専電気情報工学科)

〇福井琢真・権田英功・宮田仁志

キーワード:バブルディスプレイ, Android アプリ, Kotlin 言語

1. はじめに

近年のディジタル技術の発達に際し、水を媒体と した様々なディスプレイが注目されている.本研究 で使用しているバブルディスプレイもその一種であ る. バブルディスプレイとは、ソレノイドバルブを 制御し、水中に気泡を発生させ、それにより文字や 図形を出力させるものである.このディスプレイは、 主にイベントなどで使用され、霧によって演出を行 うフォグディスプレイや水滴によってパターンを出 力する滴ディスプレイと比べ,屋内での使用が容易 な点や大規模な設備を必要としない点、気泡特有の 揺らぎによる癒し効果などの他の種類のディスプレ イにない特性がある.本研究では、バブルディスプ レイシステムを Java 言語をより簡潔・安全になるよ うに改良した産業利用向け汎用言語として開発され た Kotlin 言語への移行を行い、開発環境を整え、 Android アプリケーションの改良に取り組む。図1 にバブルディスプレイの概観を示す.



図1, バブルディスプレイシステムの全体像

2. 研究内容

先行研究にて作成されたバブルディスプレイシ ステムは、制御アプリが Java 言語を用いて書かれ ているため、Kotlin 言語への変換を行った。その結 果図2のように型推論などを用いて省略することが できる.実際のコードの詳細はポスターに示す.今 後の展望として、プロジェクションマッピングのテ クスチャを現在使用している Android アプリの描画 データを元に作成する。また、プロジェクションマ ッピング部との通信を行えるようにするなどの機能 を追加していくことが考えられている。

Kotlin 言語
fun main(args: Array <string>)</string>
{ println("") }
Java 言語
<pre>public class SampleCode{ public static void</pre>
<pre>main(String[] args) { System.out.println(""); } }</pre>

図2、プリント文を書いた際の比較

3. まとめ

本研究では、バブルディスプレイシステムの Kotlin 言語への移行とその応用に関する研究を 行う.バブルディスプレイシステムを Kotlin 言 語へ移行することにより簡潔に書くことが可能 となり、今後その応用としてプロジェクションマ ッピングのテクスチャの作成やプロジェクショ ンマッピング部との通信を行えるようにし最終 的に気泡に追従してプロジェクションマッピン グを行えるようにする。また、システム部を整え ることにより、今後気泡の微細化などの機械部の 調整を行う際の実験用水槽に制御アプリが完全 に対応していないため、その調整も行いたいと考 えている。

参考文献

 [1]堀江洗介:"バブルディスプレイにおける微細 化気泡の検討とアプリケーションの改良",
 H29年度米子高専電気情報工学科卒業論文集,
 (2018)

お問い合わせ先

氏名: 権田英功 E-mail: gonda@yonago-k.ac.jp

歩行における荷重データに関する研究

(米子高専電気情報工学科)〇波多野拓海・権田英功・宮田仁志

キーワード:自己組織化マップ,歩行,荷重,圧分布システム,転倒防止

1. はじめに

近年,高齢化社会が進んでいて高齢者による 歩行時の転倒も多くなっている.平成27年版 高齢社会白書(全体版)によると,高齢者が「要 介護」となる主な原因で「骨折・転倒」は全体 の12.2%を占め,4番目の多さになっている¹⁾. 高齢者は若い人に比べると転倒時の怪我でも 大きな事故につながる事がある.また転倒後に, 外傷がなくても転倒への恐怖感を示すように なり,自立歩行が可能であるにも関わらず歩行 障害を来す転倒後症候群も知られている.

本研究はこの問題を解決するため、歩行時の 足底にかかる荷重データを解析することで転 倒を防止することができるのではないかと考 えた.そこでプレート型圧分布システム²⁾を 用いて健常者、高齢者、障がいを持った方の歩 行時の荷重データを取得する.その後、自己組 織化マップ(Self-Organizing Maps:SOM)を用 いて、転倒時と歩行時にどのような荷重の違い があるのか解析を行う.

2. SOM について

SOM は競合型ニューラルネットワークの一 種であり入力層と出力競合型の2層から成っ ている.SOM は多次元データの分類,解析に 効果的な技術として知られている.SOM の特 徴は,n次元のベクトル集団を学習することに より2次元のマップにそれらのベクトルの関 係を写像することができる.ユークリッド距離 の近いベクトルは2次元のマップ上の近い位 置に配置され,ユークリッド距離の遠いベクト ルは遠い位置に配置される.汎用性があり,認 識,予測,分類など様々な分野への応用が可能 である³⁾.

3. 荷重データ整理

今回は19~22歳の41人の学生を対象として 足底にかかる荷重,身長や体重,歩幅などの基 礎データを計測した.足底にかかる荷重データ は時系列データのため荷重がかかっている箇 所とかかっていない箇所があり,荷重がかかっ ていない箇所を省き,リサンプリングを行う. リサンプリングは個々の荷重時間に差があり, 一定時間にそろえる目的で行なっている.一人 あたりのデータの個数にはばらつきがあり,ま た収集データ SOM にかける際にはデータの個 数を同じにする必要がある. SOM にかけたデ ータは図 1 のように出力される. 図 1 の左が SOM により生成されたマップで黒,または白 の点で表していて 3 つの集団に分かれている ことがわかる.右のヒストグラムはグループに 該当するマップの一点のデータを示している.



図1SOM 出力結果(左1歩目)の分布の様子

4. まとめ

本研究では歩行における荷重データをプレ ート型圧分布システムを用いて測定し、データ を整理した.基礎データは男性、女性に分けて 解析を行なった.現在、歩行データはそれぞれ 1歩ずつの解析しか行っていないが今後はそ れぞれ歩数を増やして行っていく.また、今回 は19~22歳の学生のデータで健常者のみのデ ータしかないため、高齢者、障がいを持った方 の歩行時の荷重データを取得していく必要が ある.

参考文献

[1] https://www.irs.jp/article/?p=509

[2]https://www.zebris.de/fileadmin/Editoren/zebris-PDF/ze bris-Prospekte-EN/27_9_FDM_EN_150.pdf

[3] 大北正昭・徳高平蔵・藤村喜久朗・権田英功:自己組織 化マップとそのツール, pp1-5 シュプリンガー・ジャパン株 式会社 (2008)

お問い合わせ先 氏名:権田英功 E-mail:gonda@yonago-k.ac.jp

PE-21 簡易脳波計を用いた脳波の利活用に関する研究

(米子高専電機情報工学科)

〇山根一真・本村信一

キーワード: 簡易脳波計, まばたき

1. 緒言

現在, 脳波計の小型化が進んでおり, 近い将 来にインタフェースやコミュニケーションツ ールの1つとして, 簡易脳波計を用いた脳波の 利活用が期待される.これまでに脳波計を用い たインタフェースの例として, 麻痺患者の意思 疎通のために脳波が使用された研究例がある [1].また, 脳波を用いて仮想空間上のアバタ を操作するといったコミュニケーションツー ルの研究例がある[2].

一方で、安価で軽量かつ装着も容易な特徴を持 つ簡易脳波計が人々の日常生活にまでは浸透 しておらず、利活用の面で研究の余地がある. そこで、本研究において簡易脳波計を使用し、 人間のまばたきに着目したインタフェースを 実現するための基礎的な検討を行い、これを実 現する基盤を構築する.

2. 原理

<2・1> 簡易脳波計の仕様について

簡易脳波計は NeuroSky 社の MindWave Mobile2を使用する. 左耳朶をアース(基準電 極)として,額中央部(FPz)に電極部を当て る.耳朶との電位差をサンプリングレート 512Hzで測定する仕様となっている.本研究で は,まばたきに着目しているため,脳波帯域の 周波数成分は使用していない.

<2・2> まばたきの検出方法

まばたきをすると,図1に示すように大きな 電位差が生じる.そこで,点線のラインに閾値 を設定し,その値を超えた時間帯をまばたきの 状態とした.なお,縦軸の数値はメーカー非公 表のため物理量は不明である.また,1秒以内 に連続して閾値を超えた場合,連続してまばた きをしたと定義することによって連続まばた きの回数を検出した.



図1 連続まばたき2回を行った波形の一例

3. 実験結果

まばたきデータに対して, Visual C#で作成 したまばたき検出プログラムにかけたところ, 本来1回分のまばたきが検出されるべき箇所 で2回以上のまばたきが検出されてしまう誤 検出が生じた.これは閾値付近のノイズによっ て,意図せず連続で閾値を超えたことが原因で あると推察した.この問題を回避するために, まばたきのデータに対して5点での移動平均 の処理を行い,ノイズが除去されたことで,正 しくまばたきの回数を検出することができた. 図2に移動平均処理前と処理後の閾値付近の 波形形状を示す.波形の形状が滑らかになるこ とで,閾値付近で幾度もカウントされなくなっ ていることが確認できる.



図2 移動平均処理前後の波形形状の違い

4. 結言

簡易脳波計を用いて実際のまばたきデータ を採取し,まばたきの回数を検出するプログラ ムを Visual C#を用いて作成した.このプログ ラムにより,まばたき回数を正確にカウントす ることが可能となった.

	文 献
[1]	山ノ井髙洋, "BMI/BCIの研究の現状",
	計測と制御, 55 巻 2 号, pp-107-113,
	2016
$\lfloor 2 \rfloor$	福井健太郎ほか4名、"脳波計を用いた
	アバタの表情変化手法",日本バーチャ

ルリアリティ学会, 11 巻 2 号, pp-205-212, 2006

お問い合わせ先

氏名:本村信一

E-mail : motomura@yonago-k.ac.jp

PF-22 Bi系超伝導バルクを用いた高温超伝導線材の接合法の提案

(米子工業高等専門学校 電気情報工学科¹) 〇永井裕登¹・長谷川柊太¹・田中博美¹

キーワード:Bi 系高温超伝導体、長距離送電、無損失接合

1. 緒言

近年、高温超伝導体(High-Temperature Superconductor: HTS)は超伝導臨界温度(72) 以下で完全導電性を示すことから、究極の省エ ネルギー材料として電力ケーブルへの応用が 期待されている。しかしながら、HTS線材は 一度に製造できる長さに限界があるため、長距 離送電を行う際に、線材同士を接合(HTS-HTS 接合)する必要がある。オックスフォード大学 の研究グループは微細加工と加熱処理により HTS-HTS 接合に成功した。しかし、その加工 プロセスは複雑で高度な技術を要する。

先行研究では、薬品等を用いずに HTS 線材 の補強材を除去する機械的ピーリング法を提 案し、簡単に超伝導層同士の接合を行える方法 を確立した。そこで、本研究では、先行研究で 得られた知見を持ち、HTS 線材を超伝導バル クに埋め込み接合することで、簡易的に HTS フィラメント同士の接合を実現することを目 的とする。

2. 実験方法

超伝導バルクは Bi₂Sr₂CaCu₂O_y(Bi-2212)高 温超伝導体を採用した。作製は原料粉を組成比 が Bi:Sr:Ca:Cu = 2.2:1.8:1.0:2.0とな るように秤量・混合し、電気炉を用いて 12 時 間、2回仮焼きし(1回目:800℃、2回目:820℃)、 24 時間、855℃で本焼きする。作製した粉体は X 線回析(XRD)測定を用いて結晶構造を確認 した。その後、結晶内に酸素を供給するため、 酸素アニールを施した。この時、酸素流量 60ml/min、600℃で2時間処理した。

また、HTS 線材の接合には、住友電気工業 (株)が製造している DI-BSCCO Type HT-NX(幅:4.5±0.2mm、厚さ:0.31±0.03mm) の高温超伝導線材を用いる。まず、HTS フィ ラメント同士の接合を行うために HTS 線材を 斜めに研磨し、HTS フィラメント断面を露出 する。そして、HTS 線材の断面に Bi-2212 粉 体を挟み、油圧プレス機を用いて圧着する。こ の時のプレス圧は 10kN~30kN とした。その 後、HTS 線材同士を完全に接合をするために、 400℃で1時間、酸素流量 60ml/min で加熱処 理する。

接合を行った試料は4端子抵抗法を用いて 抗-温度(*R-T*)特性測定を行った。また、走査型



図1 HTS-HTS 接合後の *R*-T 特性(30kN)



電子顕微鏡(SEM)を用いて接合面の観察を行った。

3. 実験結果

図1に30kNの圧力でHTS-HTS 接合を行 った*R-T*特性を示す。図より110K付近と90K 付近の2ヶ所で超伝導特性を確認することが できた。これは、今回作製した Bi-2212 粉体 と DI-BSCCOの*Tc*が異なるためである。し かしながら、試料を70K付近まで冷却しても 抵抗がゼロになることなく、残留抵抗が生じた。

続いて図2にHTS-HTS 接合断面のSEM像 を示す。図より、DI-BSCCOの断面とBi-2212 の層が隙間なく、きれいに接合されていること がわかる。しかしながら、DI-BSCCO内のHTS フィラメントが押し潰れて断続的になってい る。これが原因となり、図1の残留抵抗が生じ てしまったと考える。

今後は HTS フィラメントの劣化を防ぐため にプレス圧と加熱処理の最適値を探索し、損失 ゼロの HTS-HTS 接合を目指す。

```
お問い合わせ先
```

```
氏名:田中博美
```

E-mail : hitanaka@yonago-k.ac.jp;

PE-23 分割リング共振器によるミリ波帯メタマテリアルの設計および試作 の設計および試作 (秋田高専電気・電子・情報系¹,秋田高専電気情報工学科²) 〇田中将樹¹・渡部遥也²・伊藤桂一¹

キーワード:ミリ波、メタマテリアル、分割リング共振器

1. はじめに

近年, 左手系メタマテリアルと呼ばれる負の 屈折率を有する人工物質が回折限界を打ち破 るスーパーレンズを実現可能とする材料とし て注目されている。メタマテリアルを実現する 方法として, 金属円環にギャップを設けること でコイルとコンデンサの直列回路を構成する 分割リング 共振器 (SRR : Split Ring Resonator)を配列するものがある。本研究で は、ミリ波領域に適用可能な1分割1重リン グ SRR の各構造パラメータの設計値について, 共振周波数と実効透磁率の点で検討を行った。

2. SRR の設計

SRR の共振周波数のわずかに上の周波数帯 域で負の透磁率が得られることが知られてい る。SRR はコンデンサとコイルの直列回路を 構成し,その実効透磁率 $\mu_{\rm eff}$ は $C \ge L$ を用いて (1)式で与えられる。ここで, $C \ge L$ の値は SRR の寸法から(2)式および(3)式で求められる[1]。 SRR の共振周波数が 50~90 GHzの周波数帯域 に収まるように図 1 に示す SRR の構造パラメ ータの設計を試みた。

$$\mu_{\text{eff}} = \mu_{\text{Re}} + i\mu_{\text{Im}} = 1 - \frac{F\omega^2}{\omega^2 - \frac{1}{CL} + i\frac{Z(\omega)\omega}{L}} \qquad \cdots (1)$$
$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{wT}{c} \qquad \cdots (2)$$

$$L = \frac{\mu_0 \pi r^2}{l} \qquad \cdots (3)$$

3. 結果

図1に示す1重 SRR において、寸法をリン グ内半径 r = 1.2 mm、リング幅 w = 0.8 mm、リ ング厚み T = 20 µm、ギャップの間隔 g = 0.5mm、リング列周期 l = 0.5 mm として、リング 周期 a をパラメータとした場合の実効透磁率 の変化を図2に示す。共振周波数はリング周期 a に依らずに一定値を示しており、a が減少す るに従って実効透磁率の実部および虚部の値 が増加していることが分かる。また、リングの 充填率を $F = \pi r^2 / a^2$ (Filling factor)として、実 効透磁率の実部 μ_{Re} が負の値を示す帯域幅との 関係を図3に示す。帯域幅が F 値にほぼ比例 して増加していることがわかる。

参考文献

[1] A. Ishikawa et al. : Phys. Rev. Lett., 95, 237401(2005).



謝辞 本研究の一部は電気通信普及財団研究助成を受 けて行われた。

お問い合わせ先 氏名 : 田中将樹 E-mail : tanaka@akita-nct.ac.jp

マスター音源からレコード調の音を再現する 音声加工の基礎研究

(米子高専電気情報工学科)

〇土肥凜・本村信一

キーワード:マスター音源、レコード、音声加工

1. 緒言

高齢者の脳機能研究において,昔のメディアを 視聴して思い出を語る回想法が脳の認知機能に よい効果をもたらすという報告がある.しかしな がら,レコード盤の紛失やプレーヤーの故障とい った理由で当時のリアルな音声再生は困難であ る.そこで本研究において,1960年代から70年 代のマスター音源を基に,その時代の一般家庭で 使用されていたレコードプレーヤーの音色を再 現するための音声加工について基礎研究を行う.

2. 音質に関する原理

現在市販されているエフェクトソフトを使用 すれば,高音質な音源をレコード風に聴くことが できる^[1].しかしながら,高音質な音源に対して ノイズを付加しただけの場合,聴覚的に古めかし い音色には聴こえない.そこで,再生環境や音質 の違いについて以下の3点に着目して検討を行 った.

- ① レコード特有のノイズの有無
- ② 再生周波数帯域や周波数特性の違い
- ③ ダイナミックレンジの違い

①は主にレコード盤の表面についた傷を針が なぞることに起因するクリックノイズや収録時 のアナログ録音の際のヒスノイズがあり,ボツッ という音やシーという音が加工の際に必要とな る.

②はレコード特有の低域の厚みや,昔の安価な 再生装置を考慮した狭い再生周波数を再現する ことにより,当時聴いていた音色に近づける必要 がある.

③のダイナミックレンジは,再生可能な信号の 最大値と最小値の比率を表したものであり,一般 的にレコードは高くないため,考慮が必要である.

3. レコード音声の取り込み結果

実際に 1950 年代から 1980 年代にかけて使用 されていたレコード盤を 35 枚準備し、レコード プレーヤー (SONY PS-LX310BT) と PC を接続し て,44.1kHz,16bitの WAV ファイル形式で取り 込みを行った.図1は当時の古いレコードを再 生中のクリックノイズを示す.図2 左側は 1970 年代に製造されたレコード盤の再生周波数帯域 を示し、図2右側は2010年代に製造されたレコ ード盤の再生周波数帯域を示す。年代の異なる レコード盤を比較すると16kHz付近の箇所でレ ベルが異なっており、当時のレコーディング装 置の影響(性能)を受けているものと考えられ る.



図1 クリックノイズの一例



4. 結言

レコード特有のノイズや音の聴こえ方に注目 し,新旧のレコード盤の楽曲を取り込んで波形の 表示や周波数分析を行った.その結果,16kHz付 近の特性に差があることが明らかとなった.今後 はレコード調の音声加工処理について実験を行 う予定である.

文 献

- [1] 田高悦子ほか7名,"認知症高齢者に対する回想 法の意義と有効性:海外文献を通して",老年看護 学,第9巻2号,pp-56-63,2005
- [2] https://www.izotope.com/en/products/vinyl. html (アクセス日:2019/10/14)

お問い合わせ先

氏名:本村 信一

E-mail: motomura@yonago-k.ac.jp

簡易脳波計を用いた入眠時の脳波変動に関する研究

(米子高専電気情報工学科)

〇鳥飼優太朗・本村信一

キーワード:簡易脳波計,入眠過程,スペクトログラム,眼球運動,

1. 緒言

近年,脳波を計測する簡易な機器が登場してお り、徐々に用いられ始めている、従来研究では、 集中力、睡眠の深さの変化、快・不快の感性評価 などにおいて有用な知見や成果を得ている.しか し、漫然状態から眠りに落ちる瞬間までの過程に 関しては十分に研究が行われていない. そこで本 研究では、スペクトログラムを用いた分析により、 入眠の過程を周波数と時系列の観点から追跡で きるようにし、周波数成分の時間変化を明らかに する.

実験環境の構築

図1に示すような FUTEK エレクトロニクス 社の Brain Pro を経由した SEB-L センサバンド 型の簡易脳波計を被験者の額に装着してもらい, ベッドで横たわり眠るように誘導する. Brain Pro は簡易脳波計と脳波記録用 PC に有線で接続 される. SEB-L センサバンド本体からケーブル で接続されている金属部が耳たぶと接触して基 準電位となる. そしてバンド部に埋め込まれた2 つの電極との電位差を測定する.双極誘導法を用 いており、サンプリング周波数 1024Hz で 3~30Hz までの範囲で専用の計測ツールに記録 される.



図1 実験で使用した簡易脳波計

3. 睡眠実験の結果

プレ計測テストを含めて延べ 4 名の被験者に よるデータ採取を行った. 睡眠実験結果の一例を 図2と図3に示す.図2と図3のスペクトログ ラムについて,縦軸は時間軸,横軸は周波数軸を 表し、パワーが強い場合濃い色で示される.図2 は入眠時と比較しやすくするために、被験者が覚 醒時においてゲームに集中しているときの結果 を示し、図3は入眠実験開始から約5分後の結 果を示したものである.



図3 入眠時のスペクトログラム

4. 考察

両者を比較すると,横軸の周波数成分の現れ方 に違いが見られる. 図2はβ波が強く出現してい ることから、ゲームで興奮していることが考えら れる.図3はδ波の割合が徐々に大きくなってい ることから、この時間中に入眠したものと推測で きる.

5. 結言

簡易脳波計を用いた入眠過程の脳波を採取し、 覚醒・入眠時における周波数成分の時間変化を確 認した. 今後の課題として, 被験者数を増やすこ とや, 眠りに落ちた瞬間を正確に追跡し, その前 後の波形や周波数成分を詳細に分析することが 挙げられる.

文 献

- [1] 平井章康 おか2名、"簡易脳波計による学習時の思 考と記憶の比較分析",DICOMO2013, pp-1441 -1446, 2013
- [2] 伊藤申一はか3名、"脳波計の個人特性を考慮した脳 波分析法の提案",電学論 C,124 巻 6 号, pp-1259-1266, 2004

お問い合わせ先

氏名:本村 信一

E-mail: motomura@yonago-k.ac.jp

LSTM を用いた天気予測システムの開発

(仙台高専専攻科生産システムデザイン工学専攻¹、仙台高専総合工学科²) 〇中道圭清¹、鈴木知真²

キーワード:ディープラーニング、LSTM、天気予測

1 背景

本研究では、ディープラーニングの手法の1 つである Long Short-Term Memory (LSTM) を用いた、新たな天気予測システムの開発を目 的とする。

従来の天気予測では、全国に置かれた観測所 から気圧、気温、風などの大量の観測データを 収集し、それらを基に、大気の状態を予測して いる。人工知能を用いた天気予測も近年では行 われており、例としてウェザーニュースの手法 が挙げられる[1]。これは、過去数年間の雨雲 レーダー画像から、天気の予測を行うよう学習 させている。本研究では、画像のような比較的 容量の大きいデータに頼らず、自分がいる地点 で得られる「気温」、「降水量」、「風向」、「風力」 の4つのデータの時間変化を入力データとし て、天気予測システムの開発を行う。

2 研究内容

本研究では、各データの時間変化を扱う必要 があるため、長期的な時系列データを扱うこと ができる LSTM という手法を用いた。作成し た LSTM モデルの構造を図1に示す。



1時間ごとの気温、降水量、風速、風向のデ ータを学習データとし、その際の天気(降水の 有無)を教師データとして用意した。これらの データを用い、時系列データ長さの変化に対す る精度への影響と、計測をしたい月、季節によ って精度に違いがあるかを検証した。

3 結果

時系列データ長さによる精度の変化を図 2 に示す。学習データは、2014 年から 2018 年の 8 月における 1 時間あたりのデータ (2976 セット)を使用した。精度を求めるた めのテストデータは、2019 年 8 月における 1 時間当たりのデータ(744 セット)を使用 した。



図2.時系列データ長さに対する精度の変化

3000 セット程の学習データで、90%程度 の高い精度を得られた。図より、時系列データ 長さによる精度への影響はあまり見られなか った。計測をしたい月、季節による精度への影響については、後日講演で発表する。

【参考文献】

[1]Weather News

「目指せ精度 99.9%、ウェザーニュースの予報 がわずか 1 年で大幅に改善した前代未聞のプ ロジェクト」

https://weathernews.jp/s/topics/201703/2202 35/

(access 2019/12/6)

お問い合わせ先 氏名:鈴木知真 E-mail:s-kazuma@sendai-nct.ac.jp

PF-27 水素を用いた高温超伝導ジョセフソン接合素子の作製

(米子工業高等専門学校 電気情報工学科¹) 〇田中祥太¹・田中博美¹

キーワード:高温超伝導体、SQUID、ジョセフソン接合、水素アニール処理

1. 緒言

超伝導体は現在、超高感度磁気センサである 超 伝 導 量 子 干 渉 磁 束 計 (Superconducting Quantum Interference Device : SQUID)の基本素 子としても応用されている。SQUID は高い磁 場分解能(ϕ o=2×10⁻¹⁵Wb)があるため、医療機 器である脳磁計等への応用が進められている。 一方で SQUID 素子の構成要素の一つであるジ ョセフソン接合(Josephson Junction : JJ)を作製 するには、2つの超伝導層で数 nm の薄い絶縁 層を挟み込む必要があり、高い技術を要する。

先行研究では、高温超伝導体の中でも、臨界 電流密度 J_cが高いBi 系高温超伝導針状結晶(Bi 系ウィスカー)に着目し、Bi 系ウィスカー表面 に水を接触させることで起こる化学反応を利 用して JJ 素子の作製を行った。しかし、作製 した素子からは、1 接合分の電圧の飛び(図 1(a)) を観測できるまでにとどまっており、実用化の 観点からは接合数が不十分であった。

そこで本研究では、水素アニール処理を行う ことで生じる水和物を利用し、安価かつ簡単に JJ素子を作製する手法を提案する。本研究の進 展により、JJ素子をエッチングレスに作製する ことが可能になると期待される。

2. 実験方法

Bi 系ウィスカーの作製にはガラス急冷体を 酸素気流下で再加熱し、結晶成長を行う Quenched ASGOP((Al₂O₃-Seeded Glassy Platelets)法を採用した。成長した Bi 系ウィス カーに金蒸着を4箇所に施し、大気雰囲気下で 400℃のアニール処理を10分間施した。製膜し た金薄膜上に4つの電極を設置した。その後、 作製した素子を管状炉の中に入れ、はじめに水 素気流を流量 40ml/min として 5 分間流してか ら、管状炉の口をゴム栓で封止した。そして密 閉した水素雰囲気下で 500℃のアニール処理 を施した。そして、水素アニール処理を施した Bi 系ウィスカーの交流電流-電圧(I-V)特性の測 定を三端子通電法により行った。

3. 実験結果

処理時間を 30 分として水素アニール処理を 行った素子を作製した。その結果、図 1(b)に示 すようにギャップ電圧 Vg が 0.01V の電圧のと び1回を観測することができた。この電圧のと



(a)水浸処理(1h) (b)水素アニール処理(30分)

図1 JJ素子の電圧・電流特性

びが SQUID センサの動作に必要な特性である。 水浸処理を処理1時間で1接合分のとびを確認 できたのに対し、水素アニール処理を 30 分で 3 接合分のとびを確認することができた。よっ て JJ 素子の作製手法を水浸処理から水素アニ ール処理に変更したところ、JJ の接合数の増加 と素子作製時間の短縮に成功した。

また素子作製の観点から、従来の水浸処理では、綿棒を用いて Bi 系ウィスカーの表面に水 を接触させなければならなかったため、手作業 のプロセスとなっていた。そのため、素子作製 が困難となっていた。しかし水素アニール処理 では、管状炉の中に放置しておくだけなので、 素子作製の成功率が格段に上がった。

4. 結言

本研究では高精度非破壊検査の実現に必要 とされている JJ 素子の安価で簡易な作製方法 の確立を目的として実験を行った。その結果、 水浸処理から水素アニール処理に作製手法を 変更することで、従来よりも短い処理時間で、 確認できる JJ の接合数が増加した。また素子 作製のプロセスが手作業から管状炉内の放置 に変更したため、効率的な JJ 素子の作製が可 能となった。

お問い合わせ先 氏名:田中博美 E-mail:fomalhaut0022@gmail.com

による Cu 極細線形成技術の開発

(仙台高専電気システム工学¹、JR 東海(株)²、仙台高専機械・エネルギーユニット³) 〇石川 慶¹・石田佳月²・鈴木勝彦³

キーワード:レーザー、微粒子、PET 樹脂、Cu 配線

1. 緒言

タッチパネルの配線は透明配線である必要 性から ITO 材料が通常使用されている。その 成分であるインジウムは高価であり,毒性も 有している.さらに ITO はスパッタ蒸着法や 電子ビーム法で成膜することから高価な真空 装置,真空チャンバーが必要とされ,高抵抗の ため,大画面化すると信号の劣化が生じると いう問題があった.

そこで最近,安価で毒性のない配線材料として Cuを使用し,線幅5~10 µm のメッキ Cu 極細線膜を形成することにより,細いので透 明性が充分確保され,ITOより優れた導電性を 有する Cu 配線によるタッチパネルが開発さ れている.

これまで、レーザーを照射しながら Cu 微粒 子をジェット噴射させて不透明熱可塑性樹脂 Cu 埋め込み配線にする技術を開発してきてい る.その技術によりこれまで 100 μ m の Cu 配 線形成が可能なとこが確認されていたが、最 近、レンズ使用により線幅 70 μ m までの極細 線化が確認された.

現在,当該技術により透明である PET 樹脂 基板に Cu 極細線(70 µm 以下)の配線技術の 開発をしている.その配線を形成する装置を 開発し,Cu 配線の極細線化に取り組んでいる. 発表では専用の装置開発とその配線形成結果 を報告する.

2. 実験について

○基板:透明で熱可塑性樹脂の PET 樹脂を 基板として使用する.

OCu 微粒子:水アトマイズ法で作製された 球形の平均粒径 1.5 μm の Cu 微粒子を使用し てジェット噴射する.

○成膜条件: 0.6 MPa~0.8 MPa の噴射圧力 で膜を形成する. 0.8 mm~1 mm の径のノズ ルを使用し, 基板−ノズル間距離はポテンシ ャルコア領域になる 3~5 mm で成膜する. ス,レーザーは Cu 微粒子へのエネルギー吸収 の高いグリーンレーザー(波長 532 nm)を使 用する. 3. 装置作製

これまで、グリーンレーザーにより凸レンズの焦点距離が33mmのもので集光し、Cu微粒子のジェット噴射で線幅が約70 µmのCu 配線が形成されることを確認済みである.この場合、基板表面に微粒子ジェットしレーザー照射して膜形成した.

今回,透明な PET 樹脂基板にレーザー照射 するので、レーザー照射効果が極端に低下す る恐れがあるので、基板が透明であることを 活かして基板下面からレーザー照射できるよ うに改良した。図1に改良した装置を示す.



図1. 改良した装置全体写真

4. 製作結果と検討

改良した装置を用いて, 焦点距離が 33 mm より小さい 10 mm と 8 mm のレンズを使いレ ーザースポット径がどれだけ小さくできるか 検証する. 8 mm のレンズを使用すれば線幅 16~17μm まで極細線化ができることが期待さ れる.発表ではその結果を発表する.

お問い合わせ先 氏名:鈴木勝彦 E-mail:<u>suzukik@sendai-nct.ac.jp</u>

PE-29 機械学習を援用したアンテナ用誘電体レンズの形状設計に関する研究

(秋田高専専攻科生産システム工学専攻¹,秋田高専電気・電子・情報系²) 〇大森宇栄¹・伊藤桂一²

キーワード:機械学習、ニューラルネットワーク、トポロジー最適化、遺伝的アルゴリズム

1. 緒言

ミリ波センサ用ホーンアンテナに誘電体レ ンズを装荷し、高性能化する研究が試みられて おり、レンズ形状の設計にトポロジー最適化が 用いられている[1]。[1]ではトポロジー最適化 に遺伝的アルゴリズムを用いたため、自由度の 高い設計が可能な一方で、通常のコンピュータ では一週間程度かかるなど計算負荷が高いと いうデメリットが存在する。そこで、ニューラ ルネットワークを用いた判別器を作成し、計算 負荷の原因になっている低評価の個体をスキ ップする手法を提案する。本研究では、判別器 の作成に主眼を置き、トポロジー最適化の設計 において作成される目的関数と学習データの 紐付けを行った。

2. 判別器の作成について

これまでの研究によって、誘電体レンズの断 面画像を利用した判別器は作成することがで きた[2]。判別器の概念図を図1に示す。[2] では誘電体レンズのスライス画像一枚分を判 別する判別器であったため、本研究では誘電体 レンズの特徴抽出の観点から、3Dの誘電体レ ンズを対象とした判別器へと改良することを 試みた。トポロジー最適化により得られたレン ズ形状の全ての2Dスライス画像を抽出し、全 画像を並べることで3Dデータを2D化して取り 扱えるように修正した。2D化した3D誘電体レ ンズの学習データの例を図2に示す。

3. 学習データと判別器の紐づけについて

3D学習データを作成することができたため、 次に学習データと目的関数の紐づけを行った。 目的関数とはトポロジー最適化における評価 関数であり、通常目的関数を最小化、または最 大化するように最適化される。本研究では目的 関数の最大化に取り組んでいる。本研究では目 的関数を閾値でくくり、ランク付けする方法に ついて検討した。

今回は学習データを作成し、目的関数にラン クを設定した際、どの程度の割合となるのか検 証を行った。実際にランク分けの例として示し たものを表1に示す。学習データは18,000 個 であり、開始位置、終了位置は目的関数の値で ある。上位から15%程度以下で目的関数が一桁 劣化することが分かったため、今後は上位15% をさらにランク付けする予定である。





図2 学習データの概要図

表1 ランク分けの表現例

総個体数	上位からの割合	開始位置	終了位置
900	5%	2.3876E-03	1.2837E-03
1800	10%	1.2830E-03	1.0978E-03
2700	15%	1.0973E-03	9.7272E-04
4500	25%	9.7229E-04	8.0058E-04
18000	100%	8.0046E-04	5.7545E-06

謝辞

本研究は電気通信普及財団研究助成、科学研究 費補助金(課題番号:19K04383)、高専ー長岡技 科大研究助成の支援により行われた。

参考文献

[1]煤賀他, H30 電気学会全国大会, 3-010 (2018) [2]大森他, H31 電気学会全国大会, 3-001 (2019)

お問い合わせ先 氏名:伊藤桂一 E-mail:itok@akita-nct.ac.jp

ミリ波を用いたマルチコプター搭載クラック検知システム の解析的検討

(秋田高専専攻科生産システム学専攻¹,秋田高専電気・電子情報系²) O佐藤海斗¹ · 伊藤桂一²

キーワード:境界要素法、クラック検知、ミリ波

1. 緒言

ミリ波は空間分解能が高く、直進性も高いため距 離センサや障害物センサとして用いられている。ま た、高い透過性も有しており、壁紙などで隠れたコ ンクリートクラックの検知への応用も報告されて いる[1]。従来のミリ波クラック検知は極近距離で の測定が一般的であるが、距離が離れても簡易的に 測定できれば車載用またはマルチコプター用のク ラック検知システムを開発することが可能となる。

微細なクラックを高精度に測定するためには指 向性の鋭い指向性アンテナが必要となると考えら れる。基礎検討として、7 cm の距離における解析 結果では、指向性の違いによる受信レベルの差を確 認することができた[2]。本研究はマルチコプター 搭載時を想定して大規模化した解析環境下でのク ラック検知の様子を可視化し、定性的に解析するこ_30 とを目的とする。数値解析には大規模空間でも容易 に解析が可能である境界要素法を採用した。

2. 境界要素法による解析条件

境界要素法とは解析対象の境界を要素といわれ る直線の集まりで近似してモデリングし、各要素の ® 交点を求める計算方法である。今回はクラック検知 ™ システムをマルチコプターに搭載することを想定
30 し、送信アンテナであるホーンアンテナ(指向角 20 20 deg)と導波管スロットアレーアンテナ(指向角 7 10 deg)、壁面(金属)とクラックを想定した凹みについ てモデリングを行った。凹み幅は 0~5 mm に変化 させた。図1に示す解析モデルは送信アンテナとク ラックであり、これらの表面に 0.18 mm 間隔で接 点を設置した。要素数、節点数ともに 1700~4200 のモデルで波源の周波数 76 GHz とした。 Windows10、CPU が CORE-i7 の計算環境におい て、計算時間は45~210秒ほどであった。

3. 計算結果

個みに対して送信アンテナを 10° 傾けた場合と 正面に設置した場合についてクラック幅を変えて 電界強度の計算を行った。図2に示すようにアンテ ナの設置条件によって電界分布が変化する様子を 確認できる。また、導波管スロットアンテナについ て解析条件中のX軸上(Y=0)における電界強度を比 較したグラフを図3に示す。正面に設置したときは クラック幅 3 mm 以上の時、X=2~5 cm の範囲で計 算値に明確な差が現れた。また送信アンテナを 10°傾けた場合においてもクラック幅 3mm 以上 の時に X=-5~-15 cm の範囲で計算値が大きく変 化するという結果が得られた。

4. 謝辞

本研究の一部は電気通信普及財団研究助成、科 学研究費補助金(課題番号:19K04383)、高専-長 岡共同研究助成の支援で行われた。

参考文献

[1]長妻他, NTT 技術ジャーナル, Vol.18, No.6, pp.25-28 (2006)

[2] 佐藤他, 電気学会全国大会, 3-002(2019)



お問い合わせ先 氏名:伊藤桂一 E-mail : itok@akita-nct.ac.jp

ミリ波ホーンアンテナ用誘電体レドームのトポロジー最適化 による形状設計

(秋田高専専攻科生産システム工学専攻¹,秋田高専電気・電子・情報系²) 〇三浦悠介¹・煤賀司¹・田中将樹²・伊藤桂一²

キーワード:ミリ波、トポロジー最適化、水位計、ホーンアンテナ

1. 緒言

降雨による河川の氾濫などの自然災害をいち 早く判断するなど、水位センサを活用する場が増 え、中でも指向性の強いミリ波ホーンアンテナを 用いた水位センサは高精度測定が期待されてい る。ホーンアンテナを水位センサに応用するため に、外部環境からアンテナ内部を保護しつつ、性 能を改善する誘電体レドームの開発を検討して いる。本研究は、76 GHz ミリ波ホーンアンテナ (開口面 24 mm×18 mm、ホーン長 49 mm)を対 象として誘電体レドームを設計し、その性能を評 価することを目的とした。3D プリンタで印刷可 能な誘電体レドームの形状を設計するために 3 次元トポロジー最適化を用いた。誘電体材料はポ リ乳酸(PLA、比誘電率 ε =2.6)を用いた。

2. 誘電体レドーム設計領域

ミリ波ホーンアンテナと誘電体レドームの設 計領域を図1に示す。アンテナ開口面に装荷する レドームの設計領域の高さは 10 mm とし、アン テナ開口面とレドーム天面が一致している状態 を基準とする。本研究では設計領域の位置がレド ーム形状に与える影響を調べるために、基準から 設計領域を2 mm ずつアンテナ外側に移動させ、 正面方向の利得が最大となるようトポロジー最 適化を行った。トポロジー最適化には NGnet を 用いた[1]。図2は設計領域の移動量xと最大放射 電力の関係を示す。基準から 10mm 移動させた場 合、すなわち、設計領域が完全にアンテナの外に ある場合に放射は最大となった。このときの誘電 体レドームの形状と試作結果を図3に示す。トポ ロジー最適化により試作可能な誘電体レドーム の形状を設計することができた。

3. 結言

推移量 x が大きくなるほど、つまり、誘電体レ ドームがアンテナ外部に装荷される設計条件に なった時、レドームが試作可能なまとまった形状 となる傾向が見られた。また、ホーンアンテナを 完全に覆う形状は確認できなかったことから、ア ンテナに誘電体レドームを装荷することは利得 の向上につながりにくいと考えられる。なお、設 計されたレドームは、図4の放射パターンが示す ようにビーム幅が絞られ、収束効果が見られた。 **謝辞**

本研究の一部は電気通信普及財団研究助成、科 学研究費補助金(課題番号:19K04383)、高専-長 岡共同研究助成の支援と九州大学情報基盤研究 開発センター研究用計算機システムで行われた。



お問い合わせ先 氏名:伊藤桂一 E-mail:itok@akita-nct.ac.jp