

有明工業高等専門学校紀要

第 50 号

平成 26 年 10 月

Research Reports
of the
Ariake National College of Technology
No. 50
October 2014

Published by Ariake National College of Technology

Omuta, Japan

目 次

安価な簡易霧箱を用いた理科教育講座実践報告	竹森 内田 伯 夫 鮫 島 恵 一 酒 井 朋 子	1
夏休み自由研究支援事業の実践とその効果 ー有明高専おもしろ研究室体験ー	吉原 田 正 道 岩 槇 真 也 篠 本 達 烈 石 崎 洋 平 江 川 成 人 出 頭 智 昭 藤 口 大 輔 竹 本 伯 夫 奥 苑 登 志子	7
ハンドポーズラリースystemにおける単眼カメラによる手の姿勢推定法	菅 沼 明 國 友 佑 一	15
長光路吸収レーザーレーダーの特性評価	内 海 通 弘 坂 田 亮 介	23
大型商業施設での体験教室開催に関する報告	森 紳 太 朗 原 武 嗣 ゴーチェ・ロヴィック 森 山 英 明 石 川 洋 平 菅 沼 明	29
Education-Oriented Processor Architecture and the Corresponding Design Tool “教育向けのプロセッサ・アーキテクチャと対応する設計道具”	ゴーチェ・ロヴィック	33
有明高専の教育における課題	氷 室 昭 三	41
マイコンを使ったフィードバック制御実験装置の設計・試作 ーソーラーボート用 DC モータの PI 制御ー	岡 崎 朋 広 明 石 剛 二 泉 勝 弘	47
長崎県島原市 松平文庫『菅家文草』巻三・巻四 ～翻刻（その二）～	焼 山 廣 志	60
本居宣長記念館所蔵・小津桂窓宛書簡（一）	菱 岡 憲 司	66

安価な簡易霧箱を用いた理科教育講座実践報告

竹内 伯夫・森田 恵一・鮫島 朋子・酒井 健

〈平成26年 6 月11日受理〉

Enforcement report on educational lecture describing a simple, inexpensive fog chamber

TAKEUCHI Norio, MORITA Keiichi, SAMESHIMA Tomoko and SAKAI Takeshi

A science educational lecture for elementary and junior high school teachers was held at National Institute of Technology, Ariake College. At this event, we lectured on radiation, and proposed a cheap and simple fog chamber that can be constructed from materials available at home centers or uniform 100-yen stores. We proposed a radiation source that can be easily obtained and used to create radiation tracks in the fog chamber. The lecture attracted favorable comments from the participants.

1. はじめに

1.1 背景

平成23年に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故以降、放射線に関する社会的な関心が高まっている。また、学習指導要領の改正に伴い、小学校および中学校の理科では平成24年度より、放射線に関する項目を必ず学習することになった^{[1][2]}。一方、学習指導要領で放射線に関する項目が掲載されるのは約30年ぶりであることから、小学校および中学校の教員において、放射線に関する正しい知識および実験経験の不足が指摘されており^[3]、この分野の教育方法および教材開発の重要性が近年特に高まっている。

1.2 小・中学校理科教育講座

有明工業高等専門学校（以下、有明高専）は大牟田市教育委員会および荒尾市教育委員会と連携協力協定を締結しており、地域の小学校、特別支援学校および中学校理科の教員を対象に毎年テーマを変更しながら理科教育講座を実施している。有明高専一般教育科（物理）では平成23年度に大牟田市中学校の理科教員18名を対象に、平成25年度に荒尾・玉名地区小学校および中学校の教員31名を対象に、放射線に関する教育講座を実施した。

講座の内容は、放射線の種類や単位などの基本的な説明と放射線に関する実験および観察とし、簡易放射線測定器「はかるくん」^[4]や有明高専の本科3年生の学生実験で使用している放射線測定器（GM管）等を

使用した。また、放射線の飛跡を観察するために、平成23年度は既製品の霧箱および放射線源を使用した。平成25年度は小学校や中学校でも導入できるように安価な簡易霧箱を考案し、これを使用した。放射線源も身近にあるものを選択し、本講座では実際に参加者が霧箱を作成した後、各自で放射線の飛跡を観察した。本講座の開催時間は平成23年度は1時間半、平成25年度は2時間半であった。場所は物理実験室で行い、実験および観察は各4～5名の班に分けて物理教員および技術職員で参加者を支援した。図1に講座における実験の様子を示す。本報告では工夫を施したこの安価な簡易霧箱および放射線源について紹介する。なお、寒剤を使用しない霧箱も近年提案されているが^[5]、ここでは従来通りの構造が単純で寒剤を使用する一般的な霧箱^[6]を採用した。



図1 講座における実験の様子

2. 簡易霧箱の作成

2.1 材料

霧箱本体の材料として黒い布、結露吸水テープ、輪ゴム、サランラップ、側面が透明な容器（樹脂性タッパー容器もしくはプラスチック容器）、発砲スチロール製の皿をホームセンターや100円ショップで購入し、その他必要な材料としてエタノール、ドライアイス、放射線源を用意した。図2に簡易霧箱の材料を示す。結露吸水テープは数メートル単位で販売されているため、必要な長さに切っている。エタノールとドライアイスのみ、薬局や化学薬品取扱店および専門の業者で購入する必要がある。上記の材料のうち、黒い布は黒色の折り紙や厚紙を使用しても良いが、放射線源を置く場合には摩擦係数の大きい布の方が滑らなくて都合が良い場合があった。容器は蓋も透明であればサランラップと輪ゴムは不要である。図2では放射線源の1つとして利用した小さな風船を掲載しているが、放射線源についての詳細は次章で述べる。



図2 簡易霧箱の材料

2.2 簡易霧箱の作成方法

霧箱本体はあらかじめ用意した材料を組み合わせて10分程度で完成する。まず側面が透明な容器の上部の淵に結露吸水テープを貼り、容器の下部に黒い布を置く。黒い布の上に放射線源を置き、エタノールを結露吸水テープにまんべんなく垂らした後、サランラップとゴムでふたをする。最後にあらかじめかき氷製造機などで粉末状（板や粒状でも可）にしておいたドライアイスを発砲スチロール製の皿の上に置き、さらにその皿の上で容器の下部を冷やすと放射線の飛跡が見える簡易霧箱が完成する。放射線源として風船を利用した場合の簡易霧箱を図3に示す。風船から放出される放射線や自然放射線の飛跡が肉眼で十分に確認できた。



図3 簡易霧箱

3. 放射線源に関する考察

3.1 放射線源の選択

放射線は自然界に存在し、特別な存在ではないことを知る良い機会になるため、霧箱における放射線源は身近なものを使用することを特に意識した。放射線源として、空気中などの浮遊物質を付着させた濾紙、小さな風船、アウトドア用品であるマントル（ガスマントル）、市販の放射線源（ α 源および β 線源）を利用した。

空気中などの浮遊物質を付着させた濾紙は、図4のように掃除機の先端にペットボトルと濾紙を取り付け、さまざまな場所で掃除機を数分間作動させ、各種物質を付着させて作成した。廊下にたまっている塵や埃、教室内の浮遊物質、普段出入りの無い地下室の浮遊物質などについて放射線量を調べた結果、人の出入りがある廊下や教室の空気中で吸着させた濾紙は放射線源として利用できる効果が得られなかったが、密室に近い地下室の浮遊物質を付着させた濾紙はその効果が確認できた。



図4 掃除機の先端に濾紙をつけた様子

また、浮遊物質が付着した濾紙をはさみで適当な大きさに切り、図5のように黒い布の上に立てることで飛跡が観察できた。これは建物のコンクリートや建築

材料内に含まれる放射性物質「ラドン」が濾紙に付着したため、 α 線の飛跡が観察できたものと考えられる。濾紙で観察する場合、あらかじめ濾紙に放射性物質を付着させておく必要があるため、大量に用意する場合は準備に時間がかかる。また、ラドンは半減期が短い（ ^{222}Rn は3.8日、 ^{220}Rn は56秒）^[7]、実験の直前に濾紙を用意する必要があるため、準備の都合上、本講座では採用しなかった。

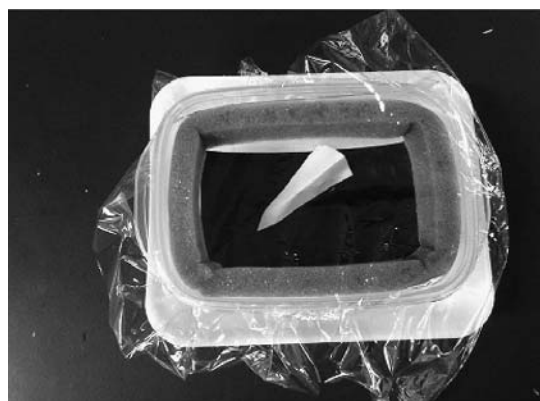


図5 濾紙を放射線源とした様子

小さな風船は膨らませた後、服などにこすって静電気を起こすと空気中のラドンを含む浮遊物質が風船の表面に張り付く。コンクリートの壁にこすったり空中で振ったりして1分ほど経った後、元の大きさに戻し、霧箱に入れるとラドンの α 線の飛跡を見ることができる。風船を利用する場合は事前準備に手間がかからず、風船を膨らませたり空中で振ったりする作業も楽しめるため、本講座では放射線源として風船を採用した。

マントル（ガスマントル）はアウトドア用品の1つで、ガス灯の点火口にかぶせ、熱すると白光を発生する網状の筒であり、ガス灯の炎を安定させる目的で放射性物質「トリウム」を含有している。霧箱では濾紙や風船よりも多くの飛跡が観察できるため、本講座では風船での飛跡の観察の後に希望者に小さく切ったマントルを配布して観察していただいた。また他に、注射器やピントン内にマントルを密閉しておき、その空気を霧箱内に挿入する手法もある。この方法でも数多くの飛跡を観察することができる。トリウムは半減期が長い（ ^{232}Th は 1.4×10^{10} 年）^[7]、実験・観察に適している。

また、本講座では市販の放射線源（ α 線源 ^{241}Am と β 線源 ^{90}Sr および ^{90}Y ）と霧箱を用いて、各線源から放射線が放出し続けている様子を観察した。ただし、市販品の放射線源は値段が高価であったり、厳重な管理が必要であったりと小・中学校や多数の受講者を対象とする公開講座等で使用するにはあまり適していな

いと思われる。

3.2 身近にある放射線源

本講座で実際に採用した放射線源は、風船とマントルだけであった。しかしながら、身近な放射線源は、例えばカリ肥料（塩化カリウム）、花崗岩、ラジウムおよびラドンの成分を含む湯の花など他にもたくさんある。霧箱内での単位時間あたりの飛跡の本数を数えたり、GM管などを用いて放射線源の放射能を数値化してゆけば、放射線に関する理解がさらに深まるであろう。また、 α 線、 β 線、 γ 線のそれぞれの飛跡の距離を具体的に調べることで各特徴が見えてくるため、この点も今後の教材開発に組み込んでゆく予定である。

4. 霧箱作成にかかる価格の検討

今回、小学校および中学校の先生方に提案した霧箱は「安価な簡易霧箱」をテーマにしたものであった。具体的に霧箱本体1個あたりを作成するのに必要な材料の価格（概算）を算出したものを表1に示す。

表1 霧箱1個あたりの全材料費（概算）

名称	価格（概算）
サランラップ・ゴム	0円
風船	3円
黒い布	5円
エタノール	5円
結露吸水テープ	8円
ドライアイス	15円
発泡スチロールの皿	10円
樹脂性タッパー容器	67円
合計	113円

サランラップとゴムは経費がほとんどかかっておらず0円としている。黒い布は折り紙や厚紙でも代用でき、その場合は1個あたり1～2円となる。また、容器は樹脂性タッパー容器でなく、プラスチック容器やペットボトルを採用すれば価格はより低く抑えることができる。ただし、プラスチック容器は耐久性がなく、ペットボトルは大きさの選択肢が少ないため、扱いやすさの点では樹脂性タッパー容器の方が適している。なお、アクリル板を組み合わせた透明の容器の作成も試みたが、強度の面で加工が難しく、価格の単価も上がるので採用は見送った。エタノールの価格は算出が難しく概算である。ドライアイスの価格は霧箱1個あたり30g使用するものとして算出した。また、霧箱内に光を照射することによって放射線の飛跡が観察しや

すくなるため、予算に余裕があれば、ペンライトやLEDライト等を用意することが好ましい。

5. アンケート結果

平成25年度の本講座終了直後に参加者（小学校および中学校教員）31名にアンケートをお願いし、30名からの回答を得た。図6～8にアンケートの各質問項目と回答結果を示す。図6において、質問「本日のテーマは先生方にとって興味のあるものでしたか」に対して、全参加者が興味あるものとして回答した。これは講座のテーマが学習指導要領に新しく盛り込まれた内容を扱うものであったことと、放射線に関する内容は社会的な関心の高いことを意味しているものと解釈できる。

図7において、質問「本日の講座内容は学校教育の中で役に立つと思われますか」に対して、約77%（23

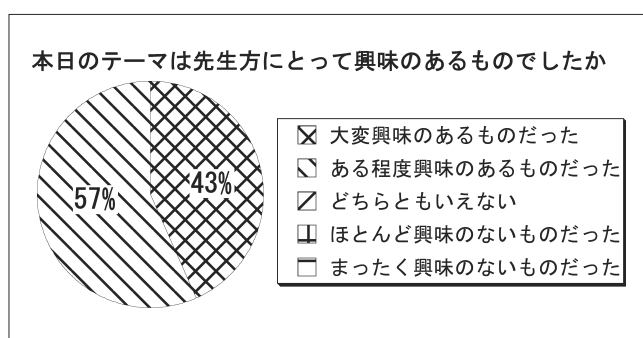


図6 アンケート結果1

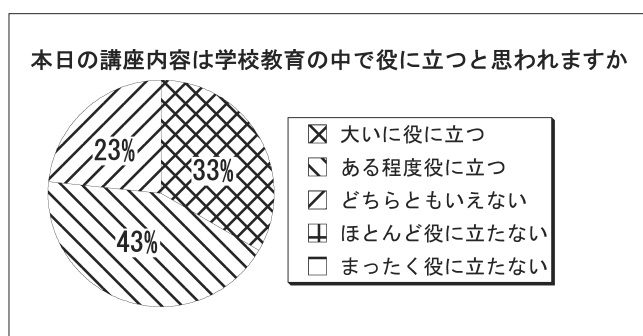


図7 アンケート結果2

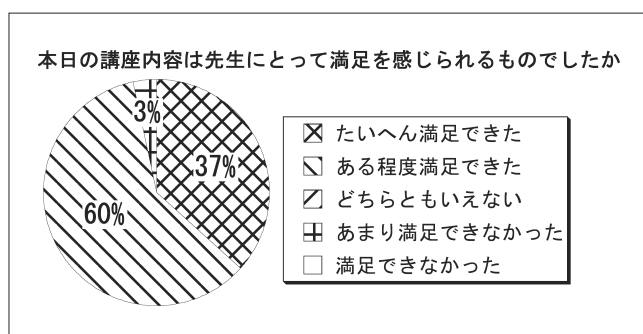


図8 アンケート結果3

名)の参加者が役に立つと回答し、約23%（7名）の参加者がどちらともいえないと回答した。小学生から中学生まで、誰でも実験および測定ができるような教材を提案したつもりであったが、小学生は集中力の関係でじっくり観察できない場合もあり、実際に小学校で実験をする時には心配な点があるという意見があった。参加者全員に役に立つと思っていただくためには、それぞれの学年の到達度にあった内容を精査する必要性を感じた。図8において、質問「本日の講座内容は先生にとって満足を感じられるものでしたか」に対して、約97%（29名）の参加者から満足を感じていただいた。一方で残り3%（1名）の参加者からはあまり満足を感じていただけなかった。今後、同様の講座の依頼があった場合には特に小学生を意識して、さらなる改善を施す予定である。

また、以下にアンケートの自由意見および感想を記載する。研修が放射線教育の良い機会になったことが伺える。

- やり方を工夫すれば、もう少し分かりやすく「オーッ」と思える気もするのですが、話と測定（実験とはいえないと思います）のみで、少し退屈しました。
- 理科講座の開催が年1回なので2回以上でも参加したい。楽しかった。毎年計画して実践して欲しい。実験はいいですね。
- 原発のことを考えると、目に見えないから怖いものをβ線カウンター計測や霧箱でα線を見せることで、人間にとって制御できるものへの意識が変わったと思います。ただ、霧箱はなかなか分かりにくかったです。お世話になりました。
- 教材はこちらの活用しただと思います。放射能、放射性物質について理解を深めることができました。ありがとうございました。
- 面白くはあったが、難しかった。面白い実験で楽しむことができた。個人的には興味を持って取り組めた。しかし、内容が難しかったので、次回は小学校の内容の発展当たりの実技研修でやってもらえたらうれしいです。話は分かりやすかったです。また、実験準備も大変だったと思います。是非、来年以降もやっていただけたらと思います。
- 楽しく学ぶことができました。実験の楽しさを子ども達にも伝えていきたいと思います（準備をしっかりやって）。機会を作ってください本当にありがとうございました。
- 自分自身、知らないことも多く大変勉強になりました。
- 霧箱に関しては中学校でも作成可能なもので参考になりました。

6. まとめ

有明高専で開催している「小・中学校理科教育講座」において放射線に関する講座を実施し、その際にホームセンターや100円ショップで材料が入手できる安価な簡易霧箱を考案した。また、放射線の飛跡の観察の際に、簡単に入手できる放射線源を提案した。材料としてドライアイスのみ特別に用意する必要があるが、安価な簡易霧箱の提案に対して、受講した小学校および中学校の教員から好評を得た。今後は今回使用した放射線源について、観測される飛跡の密度（単位時間単位体積あたりの本数）、放射線の種類や半減期などをより詳しく調べていく予定である。また、各教育機関において、学習到達度に応じたより分かりやすい教材および実験方法を提案していく予定である。

謝辞

本研究にあたり、有明高専の理科教育講座に参加し、コメントをくださった大牟田市の中学校教員および荒尾市の小学校および中学校教員の皆様、アンケート集約に協力してくださった有明高専総務課の奥苑登志子様に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 文部科学省, “小学校学習指導要領解説 理科編”, pp.18, 2008.
- [2] 文部科学省, “中学校学習指導要領解説 理科編”, pp.63, 2008.
- [3] 内閣府原子力委員会第12回原子力委員会資料 第1-2-2号, “学校における放射線教育”, pp.5, 2010.
- [4] 文部科学省 “はかるくん” 貸出事業
- [5] 小田部 荘志, 谷 太郎, “教育研究報告 可搬型ペルチェ式霧箱の製作”, 久留米工業高等専門学校紀要, 28-1, pp.1-7, 2012.
- [6] 愛知・三重物理サークル, “いきいき物理わくわく実験 3”, pp.200-202, 日本評論社, 2011.
- [7] 国立天文台, “理科年表2013”, 丸善株式会社, pp.476, 2012.

夏休み自由研究支援事業の実践とその効果

—有明高専おもしろ研究室体験—

吉田正道・原槇真也・岩本達也・篠崎 烈・石川洋平
江頭成人・出口智昭・藤本大輔・竹内伯夫・奥苑登志子

〈平成26年6月16日受理〉

Effects of the project to support the personal research in summer vacation for students
—Exciting experience at the laboratories in Ariake Kosen—

YOSHIDA Masamichi, HARAMAKI Shinya, IWAMOTO Tatsuya, SHINOZAKI Akira,
ISIKAWA Yohei, EGASHIRA Naruto, DEGUCHI Tomoaki, FUJIMOTO Daisuke,
TAKEUCHI Norio and OKUZONO Toshiko

A project to support personal research for elementary and junior high school students was carried out in the last summer vacation. The participating students performed their researches with help of the laboratory staffs in Ariake Kosen. In this paper, the detail and effects of this project are described, and results of the analysis on the survey to the students are shown. According this survey, almost participants were satisfied with this project.

1. はじめに

高等専門学校制度が創始されたのは昭和37年（1962年）である。その当時、わが国は、平均経済成長率が10%を超えるような高度経済成長期（1955年～1973年）の真っただ中に当たり、高等専門学校（以下、高専）は「オリンピック景気」から「いざなぎ景気」と称された好景気時代の経済発展とともに、その創成期を歩んできた。高専は、日本の主力産業である「工業」に携わる「技術者」の早期育成高等教育機関としての使命を果たすべく、独自の実践的教育方法を用いて技術者教育を行ってきた。しかしながら、昨今、我が国の経済成長は安定期から低迷期に移行し、高等教育機関における技術者教育も多様化が求められる時代になった。このような状況において、高専は、自校における内包的な技術者教育のみならず、キャンパスを置く地域との連携のもとに行う活動を通して、効果的な技術者教育と地域の発展を図る「地域連携型技術者教育」の実践へとその教育施策を展開して行った。

本校では、その一環として、地域教育支援活動を組織的に行っており、平成19年に「大牟田市教育委員会」、平成23年に「荒尾市教育委員会」と連携協定を締結するとともに、校内に「地域教育支援委員会」を設置して、出前授業や公開講座等の教育支援活動を実施して

いる。これらの活動において、本校の学生が、TA（ティーチングアシスタント）として参加し、様々な教育体験を通して技術者としての素養を身につける機会を提供している。

このような活動の中で、本校では、上述した両市教育委員会との連携のもとに地域小中学生を対象とした「夏休み自由研究支援事業：楽しくやろう夏休み自由研究～有明高専おもしろ研究室体験～」を平成25年度から実施しており、本稿ではその実施背景や事業内容、およびその実践とともに、本事業の効果について、実施後のアンケート調査を基に分析した結果を報告する。

2. 夏休み自由研究支援事業計画

2.1 実施背景

小中学生が科学分野に興味を持つ動機となる一つの要素として、科学現象の仕組みを自分で調べ、そのからくりを自ら発見した時の驚きと興奮があることは論を待たない。そのため、小中学校では、夏休みの期間を利用した「自由研究」という名目の活動を推奨することが一般的に行われている。しかしながら、研究の方法を体得していない小中学生が家庭において行える研究活動には限界があり、どうしても不十分なものになって、所期の目的に到達しないことが多いのも事実である。そこで、本校では、5年前から「自由研究お

助け教室」と題して、地域中学生向けに夏休みの自由研究に関する企画（半日：実験演示と相談対応）を実施してきたが、昨年度は、参加者が本校の研究室で数日間にわたって研究活動を行う内容に発展させ実施することにした。この企画において、研究の方法はもとより、テーマの設定から研究結果のまとめと発表までを一貫して支援することにより、一つの研究活動を通して小中学生に科学の真の楽しさ、おもしろさを体感してもらおうというものである。その結果を把握するために、参加者に対して事後アンケートを実施することにした。

また、本事業の対象は、本校が立地する大牟田・荒尾両市教育委員会とその所管小中学校であり、両教育委員会が所掌する地域において、本校は唯一の技術系高等教育機関であるため、本校の所有する高度な研究機器やスタッフの開放は地域教育界からの要望でもあり、それに応える意味でも、本企画の社会的意義が認められる。

2.2 教育委員会との連携の意義

本校は、上述したように、地域教育支援に関して地域教育委員会（大牟田市、荒尾市両教育委員会）と連携協定を締結しており、本事業もその連携により実施するものである。連携協定により両教育委員会とは定期的に協力会議を開催しており、その際に本事業企画の説明を行うことで、事前に詳細な企画内容を連携先へ周知させることができる。その会議には、理科部会担当校長等の地域小中学校の代表者も出席しているため、その際に企画参加者側の要望を聴取することにより、企画内容の修正を即座に行うことができる。すなわち、この連携は、本事業実施の円滑化に大きく貢献している。また、参加者募集においては、企画内容や募集方法の広報、および募集実務を連携教育委員会的主導で行うことにより、的確な参加者募集活動の実施ができるものと思われる。

さらに、本企画においては、企画終了後、参加者の研究成果を市や県のコンクールに出展することも視野に入れており、その際には、上記コンクール等を掌握している両教育委員会の全面的な協力が期待される。

2.3 実施計画と配慮事項

表1に、本事業の実施計画表を示す。

表1の実施計画表に基づき、本事業を実施したが、その際、次に示すような教育的配慮を行った。

まず、本事業においては、参加者がそれぞれ研究テーマを設定しており、研究活動過程においておのずと課題が出てくる。まず、この課題設定が重要であり、こ

表1 実施計画表

1日目	参加者全員および本校指導教員と各研究室のT A 学生代表が本校の合同講義室に集合し、本企画の実施担当者から企画内容の詳細な説明と実施の際の注意事項等の連絡を行う。その後、参加者の希望によりあらかじめ決定しておいた研究テーマと担当研究室の発表を行い、併せて指導スタッフを参加者に紹介する。さらに、参加者にも自己紹介してもらい、初期のコミュニケーション促進を図る。上記各講行事終了後、研究室代表者の案内により、参加者をそれぞれの研究室へ案内する。各研究室においては、その他の指導スタッフの紹介等を行った後、研究テーマの詳細な説明と研究方法の打ち合わせを参加者と担当スタッフの間で行う。この際に、保護者の同席も可能とする。
2日目	参加者はそれぞれ配置された研究室へ直接集合し、研究活動を継続する。この際、各研究室の指導スタッフ（教職員やT A 学生）は参加者の主体的活動を促すように支援し、研究室の実験設備や器具を使用した実験および観察活動を指導する。実験や観察の終了後は、その結果について指導スタッフと話し合う場を設定し、さらに参加者はその成果を含めた研究活動をどのようにまとめればよいのかということを指導スタッフとともに考え、助言を受ける。研究活動の発表用資料を作成する作業は参加者がそれぞれの家庭である程度まで行い、それを3日目に持参するよう指導する。
3日目	当日の研究活動は、研究成果のまとめ作業が中心となり、各研究室の指導スタッフの指導を受けながら、発表用の資料作成等を行う。2時間程度の活動の後、参加者は作成した発表用資料を持って、合同講義室に集合する。実施主担当者による発表会要領の説明の後、参加者が研究発表を行う。この際は、本校担当者全員、連携両機関担当者（教育委員会指導主事）および保護者も同席する。発表会終了後、実施主担当者の講評、連携機関担当者の感想発表を行い本企画を終了する。

の際に、配属された研究室の指導スタッフがていねいに助言し、参加者が適切な課題を設定できるよう導く。このために、参加者1名に対して複数のスタッフが配置され、十分にきめ細かな支援ができるように配慮している。さらに、課題の解決方法についても、研究室に適切な実験設備や実験器具等を準備し、参加者が課題解決について、その方法を考えやすいような環境を整えとともに、実験や観察を行おうとするモチベーションを発現させるように指導スタッフが助言をする体制をとっている。このように本企画においては、参加者の主体的課題解決を促すような指導方法を身に付けたスタッフがマンツーマンで配置されることによ

て、参加者の研究活動を通して、相互の深いコミュニケーションが確立され、その結果、対話方式で意見を引き出すことが自然にできるよう工夫されている。

次に、本事業においてまとめた成果を発表する場を設定し、参加者の表現能力を高めることができるよう配慮した。具体的には、最終日に研究発表会を設定し、参加者が一人ずつ研究活動の中で得た知見や感想などを発表する。その際の発表資料（A1用紙にまとめたもの）についても、研究活動の中で、配属された研究室の指導スタッフの助言を受けながら、参加者が自ら作成することによって、研究成果のまとめ方を実践しながら身につけられるよう工夫した。

3. 夏休み自由研究支援事業実施内容

3.1 実施研究テーマ

実施したテーマ一覧とその担当研究室を表2に示す。参加者は、各研究室があらかじめ示した研究テーマを、各小中学校に事前配布されたポスターで確認し、その中で第5希望までを選択してはがきでの応募時に本校へ連絡することにした。応募締め切り後、本校で調整し、なるべく参加者の希望テーマにかなうよう配慮した。本年度の応募者数は15名であり、兄弟・姉妹での申し込みもあった関係で、一部のテーマは2名で行い、表2に示すように、計12テーマ・9研究室の体制で実

表2 研究テーマと担当研究室

	研究テーマ	担当研究室
1	体で長さを測って“my地図”作り	篠崎研究室
2	穴があいても水がもれないペットボトルの不思議を調べてみよう	吉田研究室
3	メカロボットの仕組みを調べてみよう	原楨研究室
4	きれいなオリジナル線香花火を作ってみよう	藤本研究室
5	身近な小さなものを大きく見よう	篠崎研究室
6	米こうじを使ってもち米から水あめを作るしくみを調べてみよう	出口研究室
7	小さなコンピュータで音、光、温度をあやつろう	石川研究室
8	音の違いを調べてみよう	岩本研究室
9	電池のいないラジオを作ろう	江頭研究室
10	身の回りの微生物を調べてみよう	出口研究室
11	磁石の性質調べ～リニアモーターカー作り～	竹内研究室
12	電子顕微鏡でいろんなものを観察してみよう	藤本研究室

施した。なお、研究テーマの選定に当たっては、各研究室の担当教員の裁量で行ったが、なるべく、身近なもので、小中学生に興味を持ってもらえるとともに、各研究室の研究設備や資源が活用できるテーマ内容とテーマ名になるよう配慮した。また、教育委員会から、小中学校における平成24年度の自由研究テーマ（市や県の自由研究コンクールの入選作品）を提供していたので、研究テーマ選定の際の参考にした。

3.2 参加者募集

参加者募集にあたり、まず、5月および6月に開催された荒尾、大牟田両市の教育委員会との連携協力推進会議にて、本事業の説明を行い、募集に関する協力依頼を行った。その後、募集要項およびポスター（図1参照）の制作を行い、7月1日（月）にそれらを両市教育委員会に持参し、両市各小中学校への配布を依頼した。7月25日（木）に募集を締め切り、前述したように15名の参加応募があり、全員の受け入れを決定した。その後、参加者の希望する研究テーマをもとに、本校で、配属研究室と研究テーマを決定し、その内容と初日の集合場所等の連絡を参加者に対して行った。

楽しくやろう夏休み自由研究

～有明高専おもしろ研究室体験～

有明高専の研究室で自由研究やってみませんか？
やるなら・・・夏休みでしょ！

実施期間：8月1日(木)・2日(金)・6日(火)の3日間（8/5は予備日）
 実施場所：有明高専の研究室
 実施時間：午前中あるいは午後の3時間程度
 募集対象：荒尾・大牟田市内の小中学生
 募集人員：10名程度（各研究室に2名ずつ）
 研究指導：研究室スタッフ（教員・学生）
 申込方法：はがきによる申し込み（抽選あり）
 参加費用：無料

◎研究テーマ（はがきに下のテーマ番号を第5希望まで書いて申し込んでね！）

- ①ポンポン船がすいすい走るしくみを調べてみよう
- ②穴があいても水がもれないペットボトルのふしぎを調べてみよう
- ③身近な小さなものを大きく見よう
- ④体で長さを測って（はかって）“my地図”作り
- ⑤電子顕微鏡（けんびきょう）で色んなものを観察してみよう
- ⑥キレイなオリジナル線香（せんこう）花火を作ってみよう
- ⑦磁石（じしゃく）の性質調べ～リニアモーターカー作り
- ⑧身近な物の放射線（ほうしゃせん）を調べよう
- ⑨形の強さを比べてみよう
- ⑩音の違い（ちがひ）を調べてみよう
- ⑪米こうじをつかってもち米から水あめを作るしくみを調べてみよう
- ⑫身の回りの微生物（びせいぶつ）を調べてみよう
- ⑬身近な機械（きかい）のしかけの研究
- ⑭メカロボットの研究
- ⑮電池（でんち）のいないラジオを作ろう
- ⑯小さなコンピュータで音、光、温度をあやつろう




主催：有明高専／住所：〒836-8585 大牟田市東萩尾町158番地
 担当：吉田正道：Tel 0944-53-8698, Fax 0944-53-8885, E-mail yoshidadaiki@act.ac.jp
 申し込み方法：以下の内容（1）～（5）をはがきに明記し、下記申し込み先にお送りください。
 （7/25（木）までに必着。申し込み多数の場合は抽選で選ばさせていただきます。）
 （1）住所、（2）氏名（ふりがな）、（3）所属小中学校、（4）学年、（5）自宅電話番号、
 （6）希望研究テーマ番号（第5希望まで記入してください）
 （※個人情報は本行事務以外の目的では使用いたしません）
 申し込み先：有明高専 総務課（企画室）〒836-8585 大牟田市東萩尾町158番地
 TEL 0944-53-8885（企画室）、FAX 0944-53-1381
 問い合わせ：上記担当者（有明高専：吉田・奥野）まで、お気軽にお問い合わせください。
 ※抽選で選ばれた皆さんへは、7/26（金）までにお電話にてご連絡いたします。

図1 募集ポスター

3.3 実施内容

表1に示す実施計画に従って、8月1日(木)～8月6日(火)のうちの3日間を使用して実施した。その概略を以下に示す。

・第1日目(8月1日(木) 13:00集合)

参加者全員(15名)が有明高専合同講義室に集合し、保護者とともに本事業の開講式を行った。この中で、参加者の自己紹介や担当教員の紹介等が行われ、その後、あらかじめ配属を決定しておいた各研究室に担当教員が参加者を案内して、研究活動を開始した。なお、保護者も一緒に研究活動を体験した研究室もあった。その開講式の様子を図2に示す。



図2 開講式の様子(担当研究室の教員紹介)

・第2日目(8月2日(金)～8月5日(月)の間の1日間)

研究2日目は、参加者と研究室スタッフとの打ち合わせの上、上記期間で自由に設定した。参加者は、直接配属研究室を訪れ、第1日目の研究の継続活動を行い、制作・実験やそのまとめに取りかかる等、研究を進めた。図3および図4にいくつかの研究室における研究活動の様子を示す。

・第3日目(8月6日(火) 13:30～16:00)

最終日は、まず、初日に集まった合同講義室で出席確認と諸注意を行った後、各研究室に分散して研究活動の継続とそのまとめを行った。その後、再度合同講義室に担当教員および指導にあたった学生とともに全員集合し、記念写真を全員で撮影したのち、閉講式を行った。この式の中で、当初計画では、研究発表として、これまで行った研究成果をまとめて簡単なプレゼンテーションを実施する予定であったが、研究テーマにより進行状況にかなりの差異が生じたため、今回は、参加者各自より、高専の研究室で自由研究を行った感想を一人一人発表してもらった。その後、アンケート



図3 研究活動(米こうじを使ってもち米から水あめを作るしくみを調べてみよう:保護者も参加)



図4 研究活動(メカロボットの仕組みを調べてみよう:TA学生の指導)



図5 閉講式の様子(感想発表)

に記入してもらい、解散した。閉講式の様子と集合写真をそれぞれ図5および図6に示す。



図 6 終了後の集合写真

4. アンケート結果とその分析

本事業の効果や今後の発展のための資料を得るために閉講式の際に実施したアンケートの分析を行った。以下にいくつかの設問に対する結果と分析内容を示す。

設問 1：今回の「楽しくやろう夏休み自由研究」があることをどのように知りましたか

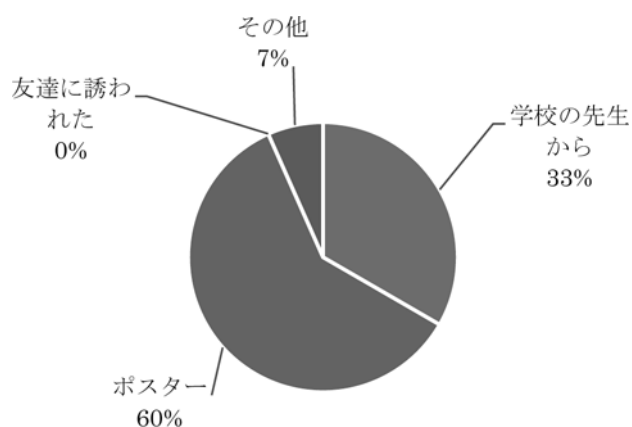


図 7 アンケート結果（設問 1）

上記設問は、本事業の広報の効果を確認するものであるが、90%以上の参加者がポスターや学校の先生からの情報により参加しており、教育委員会を通して、所管地域の小中学校へポスターの掲示および周知依頼を行う方法が妥当であることを示している。

設問 2：今回の「楽しくやろう夏休み自由研究」に参加しようと思った理由を教えてください。

本事業は、小中学校の夏休みの宿題として与えられる「自由研究」の実施を支援することにもなり、その参加動機の多くは、「宿題ができるから」に集中する

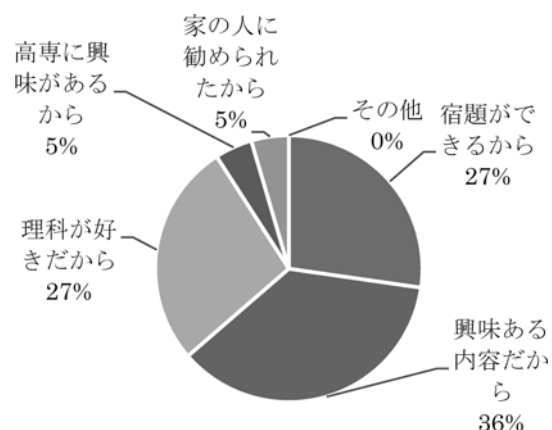


図 8 アンケート結果（設問 2）

ものと予想していたが、実際は、図 8 に示すように「興味ある内容だから」や「理科が好きだから」という回答が60%以上になっており、今回の参加者の多くは、純粋に研究活動に興味をもって本事業に応募したことがわかる。この結果は、重要な意味を含んでいると思われる。すなわち、小中学生の理科離れが危惧されている現状においても、地域小中学生の中に、理科好きの子供たちがある程度の割合で確実に存在し、彼ら・彼女らは、その興味を発展させる機会を欲しているということである。この状況から、その地域に立地している技術系の高等教育機関は、そのような要求に的確に答えることがその責務の一つであると思われる。

設問 3：今回の「楽しくやろう夏休み自由研究」はおもしろかったですか

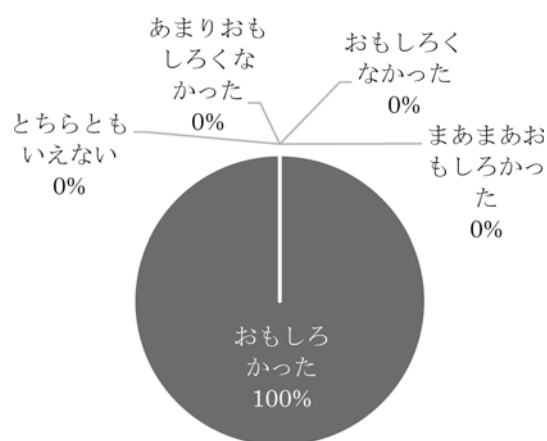


図 9 アンケート結果（設問 3）

昨今の小中学生の理科離れを改善する主な方策として理科等に関連する科学的事項・現象に興味を抱かせるのが重要であることは議論の余地はないと思われる。本支援事業の目的の一つもここにあり、参加者が活動内容に対して興味を抱いたか、つまりおもしろいと思っ

たかどうかということが本事業の成否を判断する一つの指標となる。図9より、設問3において、すべての参加者が「おもしろかった」と回答しており、本事業が上記の目的に対して完遂していると判断される。

設問4：理科や数学の知識をつかう仕事をしたいと思っていますか

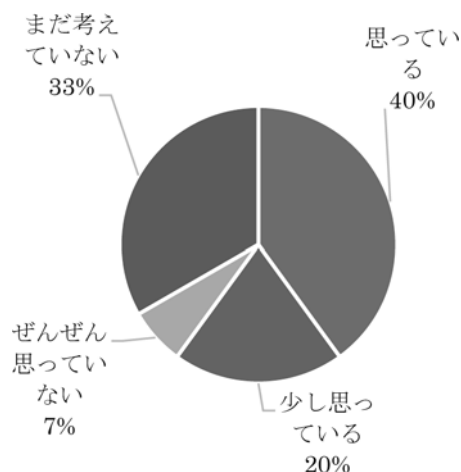


図10 アンケート結果（設問4）

前掲の設問2により、本事業に参加した小中学生は、ほとんどが理科に興味がある児童・生徒であることがわかったが、これらの児童・生徒が将来の職業に対してどのような意識を持っているかということを上記の設問4で確認した。その結果、理科や数学といった科学分野に関連する職業を意識しているのは、60%程度であり、この年代においては、理科に興味を示しても必ずしもそれが将来の職業まで意識していることを示すものではないことがうかがえる。

5. 夏休み自由研究支援事業実施効果

本事業は、前述したように、地域教育支援事業の一環として実施されたものであり、地域の小中学生に科学のおもしろさを伝えることがその主目的である。この点に関しては、既述したように、一定の成果が得られた。しかしながら、その他に、以下に示すようないくつかの重要な効果が認められた。

・専攻科生の教育効果

本事業が実施されたのは、本校の定期試験期間中であつた。この期間は、小中学校の夏休み期間前半に当たるとともに、本科の授業がなく、午後からは、教員が授業に拘束されることなく、参加者の指導に当たれる。また、専攻科生は定期試験科目が非常に少ないため、TA学生として、指導に当たった学生はほとんどの場合、専攻科の学生であつた。研究室に小中学生を

受け入れるに当たっては、その研究テーマの設定から、研究テーマや指導方法および研究機材や資料の準備にわたるまで、教員とその研究室所属の専攻科生が打ち合わせを行いながら、効果的な支援ができるように工夫を凝らして実施した。

本校専攻科の教育目標には、「課題設定とその解決能力」、あるいは「コミュニケーション能力」といった項目が掲げられており、本事業に参加した専攻科生は、これらの能力を育成するために、参加者を直接指導する実地訓練を経験したことになる。すなわち、現在、教育現場に積極的に取り入れられようとしている「アクティブラーニング」が、本事業によって、専攻科生に施されたことになろう。

・高度な研究設備の開放

本校は工業系の高等教育機関であり、教員や学生の教育・研究に必要な高度な研究設備や工作機械が設置されている。これまでは、これらの設備等を学外者のために使用することはほとんどなかったが、地域の科学教育推進のためには、本校の所有する研究設備等を地域に開放することが効果的ではないかと思われる。

本事業では、参加した小中学生が本校の研究室で活動したため、当該研究室の研究設備を使用する機会もあり、結果的に研究設備の開放を行ったことになる。アンケートに記入された参加者の感想コメントには、「電子けんびきょうで、ふつうは見られないようなものが見られてよかったです」あるいは「液体窒素がすごく楽しかったです」というような、本校の高度な設備等を実際に体験できた驚きや喜びが表現されていた。

・有明高専に対する認知度向上

地域小中学生にとって、本校はどのように認知されているのかを的確に把握することは、本校の入試対策にとって、重要なことであると思われる。本校の情報については、ホームページや広報誌、あるいはオープンカレッジなどの広報アイテムや公開イベントなどで発信しているが、いずれも、表面的な情報にとどまり、有明高専の本来の姿を正確に伝えきれていない状況であると思われる。本校の学生には、兄弟・姉妹あるいは親子2代で入学している場合が少なくないことを鑑みれば、高専の実情を正しく把握することが、高専への進学を希望する大きな要素であると思われる。

本事業に参加した小中学生は、延べ9時間にわたって本校の教員や学生と研究活動を共にを行い、その活動場所も学外者がふだん立ち入れない部分である。そのような場所で、教員や学生が研究活動を行っている様子を見ることにより、本校での最終段階における学生の研究活動に対する姿を直接目の当たりにすることができ、本校の学生に対する認識が深まるものと思われる。

る。図11は、以下の設問に対する結果を示しているが、多くの参加者において、本校に対する興味が本事業への参加によって向上していることが認められる。

設問 5：有明高専に興味を持つようになりましたか

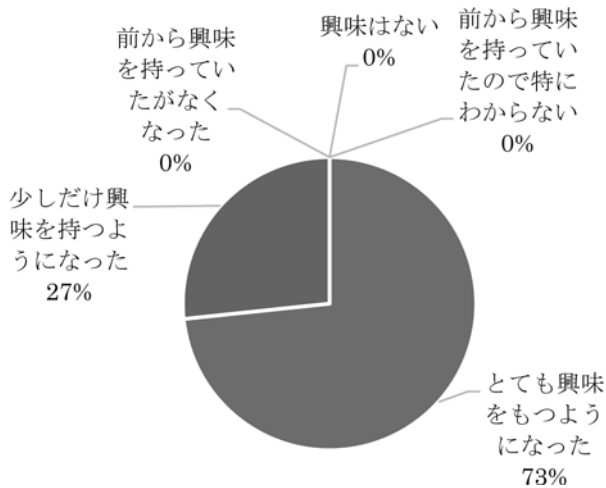


図11 アンケート結果（設問 5）

6. おわりに

地域教育支援活動の一環として、「楽しくやろう夏休み自由研究」と銘打った小中学生自由研究支援事業を行った。本事業に対する参加者の満足度はかなり良好であり、所期の目的をおおむね達していると思われる。これは、研究室単位で1名から2名の参加者を受け持ち、多くの人員が長時間にわたってその指導・援助に当たったことによる指導の緻密さにその要因があるものと思われる。一方で、各研究室によって、研究の進捗度が異なり、最後に予定されていた結果発表ができない状況になったことは今後の課題である。

謝辞

本事業の実施に当たり、荒尾・大牟田両市教育委員会においては、ポスター配布および参加者募集にご協力をいただきました。ここに深く感謝いたします。また、本事業は、平成25年度の校長裁量経費による援助を受けて実施されました。ここに記して、感謝の意を表します。

ハンドポーズラリーシステムにおける 単眼カメラによる手の姿勢推定法

菅 沼 明・國 友 佑 一*

〈平成26年 6 月16日受理〉

A Method Estimating the Postures of a Hand with a Single Camera for “Hand Posing Rally System”

SUGANUMA Akira and KUNITOMO Yuuichi

In recent years, Natural User Interface (NUI) is attracted as the technique to operate a machine by human motion. If a human speaks (touches, moves and so on) naturally, a machine obeys his indication. NUI begins to be used in medical field, business field, and so on. We have focused on the gesture recognition in the NUI. On the other hand, a stamp rally is useful to make customer travel some shops. We are developing “Hand Posing Rally System” that does stamp rally without a stamp card. Our system identifies the player with the several posture of player’s hand, which is pre-registered in the system. In this paper, we describe a method estimating the posture of a human hand. From the image of the hand, our method detects fingertips and inter-digital spaces, recognizes some stretched fingers, and estimates the posture of his hand. Finally, we have evaluated the method with 12 testers.

1. はじめに

近年、新たなユーザーインタフェースとして、喋る、触る、動くなど、人間の五感や自然に行う動作によって機械を操作するナチュラルユーザーインターフェース (NUI) が注目されている。NUI はスマートフォンなどのタッチパネル操作や、音声アシスタント機能などの身近なものから、医療分野やビジネス分野などでも利用され始めており、用途も様々である。

われわれはその中でもジェスチャー認識技術に注目した。この技術は昨今、家庭用体感ゲーム機などにも取り入れられており、代表的なものとして Microsoft 社の XBOX 360 向けのデバイスである Kinect が挙げられる。このデバイスを用いることで、自分自身の体をコントローラーとし、直感的にゲームを楽しむことができる。また、文献[1]の調査結果では、Kinect を含めた体感型ゲームにおけるジェスチャー認識に対する印象を回答者1,000人に尋ねたところ、「楽しい（楽しそう）」という人が74.7%と高い数値を示しているとのことである。そこで本研究では、ジェスチャー認識を用いて、様々な人が楽しむことができるエンターテインメント性に富んだシステムの開発を目指した。

一方、世間一般では、イベントなどにおいて、ある一定のテーマの中でスタンプを集めるスタンプラリーという企画が行われている。通常、スタンプラリーは参加者が紙カードや電子タグを使用し、それらを各地点へ持ち運んでスタンプを押すという形で行われる。しかしながら、そのスタンプラリーが数日間かけて行うものである場合、もし参加者がカードを忘れてしまうと何も行うことができなくなる。そこで、紙カードや電子タグの代わりに、手を用いたスタンプラリーを行うとするならば、そのような事態を招くことはなくなるであろう。

本稿では、ハンドポーズラリーシステムに関して述べる。ハンドポーズラリーシステムとは、手を USB カメラ一台で撮影し、入力された手の姿勢を認識し、プレーヤを識別してスタンプラリーを行うシステムである。本システムのイメージを図1に示す。システムの流れは、まず参加者は手の姿勢を、いくつかシステムに提示し登録する。その後、登録した姿勢をそれぞれの地点で示すと、その場所でカードにスタンプを押したことに同義となる。

ハンドポーズラリーシステムを実現するためには、システムに提示された手の姿勢が、どのような姿勢であるかを推定する必要がある。最終的には参加者が任意に提示した姿勢で認識し、ラリーを行うつもりであ

* 有明高専専攻科卒業生

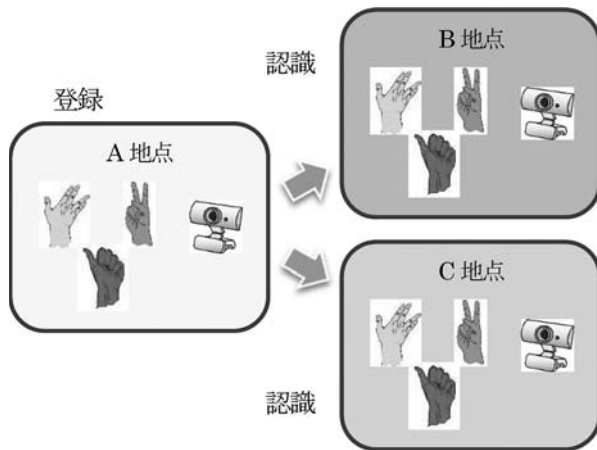


図1 ハンドポーズラリースystemのイメージ図

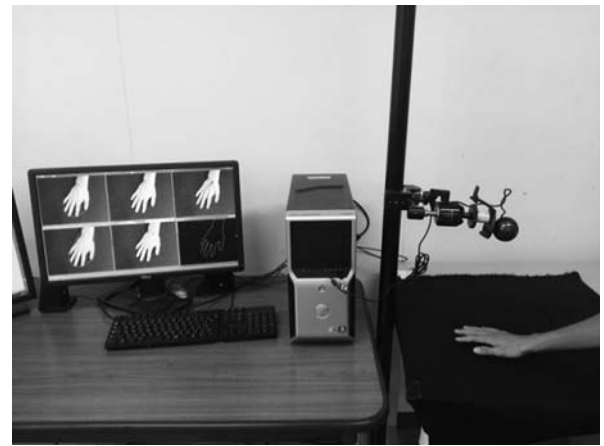


図2 撮影環境

るが、今回はその前段階として、提示した姿勢をシステムが指定した姿勢に落とし込むことにしている。例えば、片手5本の指を用いて、指が伸びている、または伸びていないとだけ判断する場合、表現できる姿勢は32種類ある。これは手で二進数を数える、二進指数え法に取り入れられている。これらの姿勢を以後、典型姿勢と呼ぶ。

姿勢の推定は、提示した手の画像から手首の位置、指先の位置、手指間隙の位置を検出し、それらの相互関係を用いて手の姿勢を推定する手法を構築した。本手法は予め登録した典型姿勢と比較することによって手の姿勢を区別している。

2. 手の特徴点の検出

2.1 指先・手指間隙による姿勢認識

例えばジャンケンのポーズにおいて、伸びている指の数が、パーは5本、チョキは2本、グーは0本、と手の姿勢の認識において、指が伸びているか否かは重要な目印であると考えられる。手指間隙と指先の位置関係を知ることで、指が伸びているか否かを知る事ができる。また、手の指先や手指間隙の情報から姿勢の分類を行っている研究も多い^{[2][3][4]}。

今回は、右手の甲側を正面からカメラで撮影して、手首から指先までの全体が画像に映っている画像から手の姿勢を認識する。さらに、伸ばす指は完全に伸ばし、指と指の間は開いている状態で姿勢の認識を行うことを想定する。

2.2 手領域の抽出

2.2.1 輪郭の抽出

指先・手指間隙を検出するためには、手領域のみを入力画像から抽出しなければならない。本研究で使用する撮影環境を図2に示す。カメラで撮影する範囲に

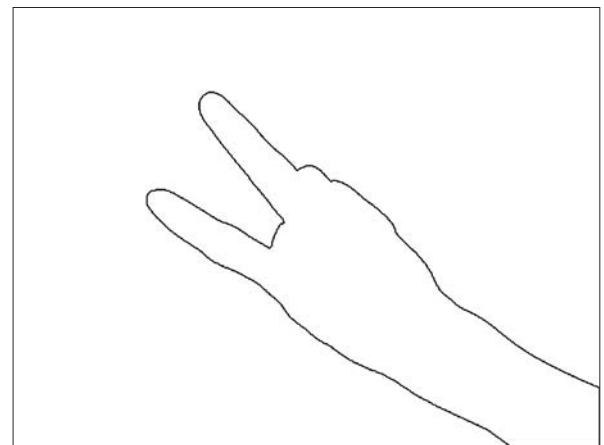


図3 抽出した手領域の輪郭

黒い布を敷いて撮影を行い、そこに現れる白に近い色（肌色）を手領域として抽出することにする。入力画像は大きさ480×640ドットで、色・明るさの情報を持つ8ビット（255階調）3チャンネルのRGBカラー画像として入力される。その画像を明るさに関する情報だけを持つ、8ビット1チャンネルのグレースケール画像に変換する。そうすることで手領域の画素値は255（白色）に近くなり、布（背景）の領域の画素値は0（黒色）に近くなる。さらに、その画像に閾値を設け、二値画像に変換する。

この二値画像をもとに、手領域の輪郭を抽出する。画像処理における輪郭とは、背景と物体の境目を示すものである。2値画像において黒から白に変化する部分、または白から黒となる部分が輪郭点となる。

上の手法で輪郭を抽出した画像をみると、手領域以外の輪郭も抽出されることがある。これは照明などの外乱の影響で背景の部分にも白に近い領域が発生し、ノイズが生じるためである。この問題を解決するために、入力された画像の輪郭のうち、輪郭で囲まれる領域の面積が最大のものを手領域とすることにした。その結果、図3のように手領域を検出することが可能で

ある。

2.2.2 腕の位置の検出

手をカメラの前に差し入れて撮影すると、必ず腕の一部も画像内に映っている。画像の淵で腕の輪郭が切り取られる位置を腕の位置と呼び、その位置を検出する。腕の輪郭は小指側と親指側があるため、腕の位置は2点存在する。

腕の位置の検出は、画像の淵を走査することで検出する。画像の左上の角から反時計回りに淵を走査していき、黒画素から白画素に変化する点を小指側の腕の位置とする。さらに走査を続けて、黒画素から白画素に変化する2つ目の点を検出すると、そこを親指側の腕の位置とする。さらに走査を続けて、左上に戻るまでに3つ目の変化する点を検出しなければ、検出が成功したとする。

上のアルゴリズムで検出した場合、画像の左上の角が腕の像の中にあると逆の判定となる。そのため、2つの腕の位置が上淵と左淵に存在する場合は、小指側と親指側の判定を入れ替える。

2.3 手の輪郭の凸包の生成

凸包 (Convex Hull) とは、平面上の点集合の中で最も「外側」にある点を直線で結んでできる線分の集合である^[5]。つまり今回の場合は、輪郭上の点を集合とし、その中でも最も外側の点を見つけ、凸包を生成する。まず、輪郭上の点のうち y 座標が最も大きな点を求め (複数ある場合は x 座標が最も小さい点を採用する)、それを基準点とする。基準点から輪郭上の各点に対する偏角 (基準点と輪郭上の点を結んだ直線と x 軸とのなす角) を求めて、それが小さい順に整列する。その点を順番に辿ることで、凸包の点になりうるかを判定し求めていく。手の輪郭から凸包の点を求め、凸包の点と、隣り合う凸包の点同士を結んだ線を

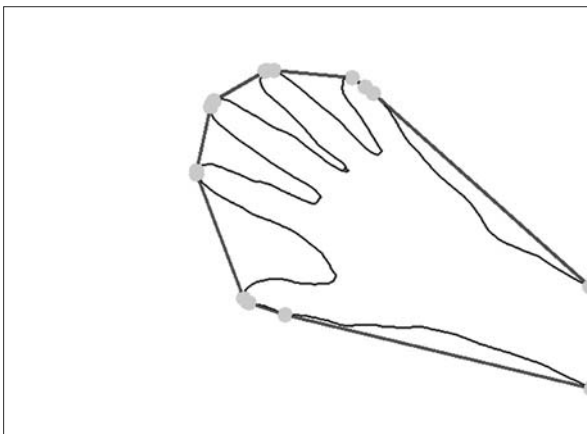


図4 手の輪郭より生成した凸包

描画した画像を図4に示す。

2.4 手指間隙の点の検出

手の輪郭と生成した凸包による凹状欠損から、手指間隙の点を検出する。凹状欠損とは、手の輪郭と凸包の辺の間でへこんでいる部分であり、その凸包の辺から最も遠い点が手指間隙の点になりうると考えられる。手指間隙の点を検出する方法は、まず、隣り合う2つの凸包の点を取り出し、それを始点と終点とし、それらの点を結んだ線を底辺とする。輪郭に沿って始点から終点まで点を動かしていき、3つの点で作る三角形の高さを計算する。その高さが最大となる点を、手指間隙の点とする。これを全ての凸包の点で行う。この処理で使った始点と終点は指先になりうる。以後、これら始点、終点、手指間隙の点を3点まとめて欠損の点と呼ぶ。

手の輪郭と凸包から手指間隙の点を検出して、欠損の点を描画し、手指間隙の点、始点、終点それぞれを結んだ線を描画したものを図5に示す。図5にあるように、手指間隙以外にも、手首付近や指周り付近に欠損の点と判定される点が見つかる。これは手指間隙以外にも、様々な箇所です非常に小さな凹状欠損があることが原因である。

2.5 手首の検出

手首の位置は像の幅が大きく変化する位置である。腕の部分ではほとんど変化しない像の幅が、掌の位置で急に大きくなる。そこで画像に写っている像の幅の変化値が、ある閾値を超えた位置を手首の位置とする。まず、基本の腕の太さを計算する。2.2.2項で検出した腕の位置の2点を結んだ線は、必ずしも腕の輪郭の接線に垂直な線とは限らない。そのため、上の2点間の距離を腕の太さにはできない。そこで、腕の位置のうち手首に近い点を腕の基準点とし、基準点を

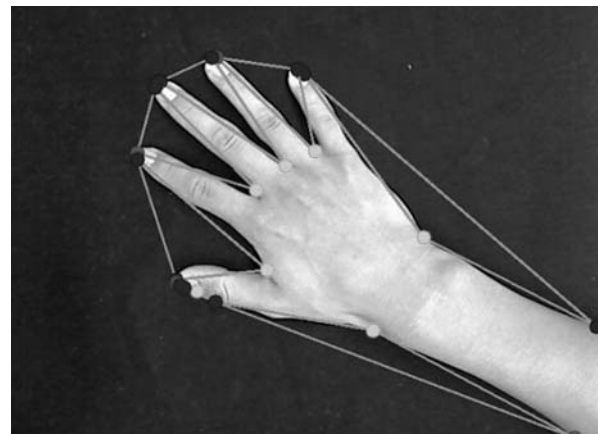


図5 検出した凹状欠損

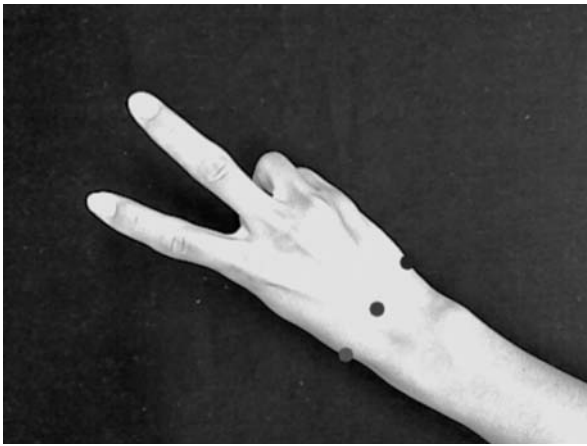


図6 腕の太さの変化による手首検出



図7 抽出された指先・手指間隙の点

通り、輪郭線の方向線に垂直に交わる直線を引き、それが反対側の輪郭と交わる点を検出する。この検出した点と基準点との距離を基本の腕の太さとする。

上の処理で求めた2つの点を輪郭に沿って手首の方向に移動させながら、その点での腕の太さを計算し、基本の腕の太さより15ドット以上太くなったとき、その両端の点を手首の位置とした。この15という数値は実験的に決めたものである。

検出した手首の座標を描画したものを図6に示す。図には、上の方法で検出した輪郭線上の2点とその中点を示している。この手法は、手の姿勢にかかわらず、ほぼ正確に手首の位置を検出することができる。

2.6 指先・手指間隙の点の抽出

複数個検出された欠損の点から、指先・手指間隙となりうる欠損の点（以後、指先・手指間隙の点と呼ぶ）のみを抽出する。指先・手指間隙の点として抽出される欠損の点の条件を以下に示す。

$$\frac{\text{手指間隙の点から始点(終点)までの距離}}{\text{手首の中心点から手指間隙の点までの距離}} > 0.35 \quad (1)$$

$$\left(\text{手首の中心点と欠損の始点(終点)とを結んだ線分と腕の中心線のなす角度} \right) \geq 95 \quad (2)$$

まず、式(1)では、手首の中心点から手指間隙の点の距離と、手指間隙の点から指先となりうる欠損の始点（または終点）の距離の比を求めることで、どれだけ指が伸びているかがわかる。この条件を適用すると、指先周りの細かい欠損や、指を曲げたときの第3関節による欠損などが取り除かれる。

次に、式(2)では、手首の中心点と欠損の始点（または終点）を結んだ線分と腕の中心線のなす角度を計算することで、その角度が95度より小さい場合、その欠損は手首より腕側にあることになり、それは手首の

位置に現れる欠損と考えられる。よって、この条件を適用することで、手指間隙の位置に現れる欠損のみが残る。抽出された指先・手指間隙の点を図7に示す。

3. 姿勢の推定

3.1 ベクトルの作成

姿勢を推定するには、予め認識させたい姿勢を典型姿勢として撮影し、これまでに述べた手首の中心点の座標や指先候補の各座標よりベクトルを求める。それらのベクトルと、提示した姿勢のベクトルを比較することで姿勢の推定を行う。

推定を行うために求めるベクトルを図8に示す。手首の中心点から手指間隙の点までのベクトルを $\overrightarrow{MD}$ とし、手指間隙の点から欠損の点の始点までのベクトルを $\overrightarrow{DS}$ 、手指間隙の点から欠損の点の終点までのベクトルを $\overrightarrow{DE}$ 、手首の中心点から欠損の点の始点までのベクトルを $\overrightarrow{MS}$ 、手首の中心点から欠損の点の終点までのベクトルを $\overrightarrow{ME}$ とする。これらの5つのベクトルを手指間隙の欠損の数だけ求める。



図8 姿勢推定に用いるベクトル

3.2 ベクトルの比較による姿勢の推定

ベクトルの比較は、典型姿勢のベクトルと提示した姿勢のベクトルのなす角の余弦を式(3)により計算し、この値を類似度として扱う。

$$\cos \theta = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| |\vec{B}|} \quad (3)$$

典型姿勢の各ベクトルを $\vec{A}$ 、提示した姿勢の各ベクトルを $\vec{B}$ とすると、この式で求まる値が 1 に近いほど二つのベクトルのなす角は小さく、2 つの姿勢の各点が同じ位置関係にあるということになる。典型姿勢で計算されたベクトル $\overrightarrow{DS}$ ($\overrightarrow{DE}$) と提示した姿勢で計算されたベクトル $\overrightarrow{DS}$ ($\overrightarrow{DE}$) を比較することで似た姿勢であるかを判断する。

3.2.1 ベクトルの回転

カメラに差し出す手の方向が違うと、典型姿勢と提示した姿勢とが同じ姿勢であっても、ベクトルの向きが異なるため、単純に比較することができない。そこで、カメラと手の位置関係を揃えるために、典型姿勢と提示姿勢とでベクトル $\overrightarrow{MD}$ の向きを揃える回転行列（手首を中心とした回転を行う行列）を作成する。この行列を用いることで、どの方向から手を差し入れても手指間隙と指先のベクトルによる推定を行うことができるようになる。

典型姿勢と提示した姿勢でベクトル $\overrightarrow{MD}$, $\overrightarrow{DS}$, $\overrightarrow{DE}$, $\overrightarrow{MS}$, $\overrightarrow{ME}$ を求める。典型姿勢から求めたベクトルを $\overrightarrow{MD1}$, $\overrightarrow{DS1}$, $\overrightarrow{DE1}$, $\overrightarrow{MS1}$, $\overrightarrow{ME1}$ と記し、提示した姿勢から求めたベクトルを $\overrightarrow{MD2}$, $\overrightarrow{DS2}$, $\overrightarrow{DE2}$, $\overrightarrow{MS2}$, $\overrightarrow{ME2}$ と記す。典型姿勢と提示した姿勢で手を差し入れる方向が異なると、これらのベクトルは図 9 のようになる。このうち $\overrightarrow{MD1}$ と $\overrightarrow{MD2}$ を使って全体の向きを合わせる。まず、 $\overrightarrow{MD1}$ と $\overrightarrow{MD2}$ のなす角を θ とし、式(3)より $\cos \theta$ を求め、 $\sin \theta (= \sqrt{1 - \cos^2 \theta})$ を求める。求めた余弦と正弦で手首の中心点を原点として回転させる行列 R を作ることができる。 $\overrightarrow{MD1}$ を行列 R で回転させたときに $\overrightarrow{MD2}$ と向きが一致した場合、典型姿勢

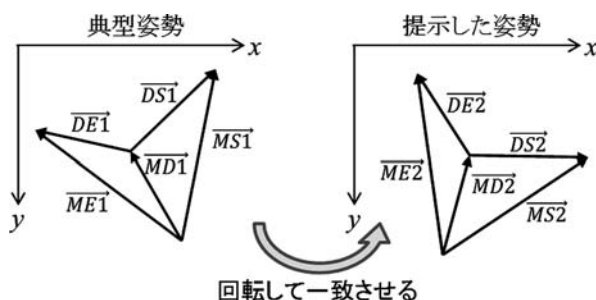


図 9 姿勢ベクトルの回転

のベクトルを回転させる。一致しなかった場合は、提示した姿勢のベクトルを回転させる。以下では、典型姿勢のベクトルを回転させる場合の処理を述べる。

$\overrightarrow{MD1}$ を回転させて $\overrightarrow{MD2}$ と向きを一致させたベクトルを $\overrightarrow{MD1'}$ とし、同様に $\overrightarrow{MS1}$, $\overrightarrow{ME1}$ に R をかけたベクトルを $\overrightarrow{MS1'}$, $\overrightarrow{ME1'}$ とする。これらのベクトルより、手首の中心点を原点とし、 θ だけ回転した $\overrightarrow{DS1'}$ ($= \overrightarrow{MS1'} - \overrightarrow{MD1'}$)、 $\overrightarrow{DE1'}$ ($= \overrightarrow{ME1'} - \overrightarrow{MD1'}$) を求めることができる。この $\overrightarrow{DS1'}$ と $\overrightarrow{DS2}$ 、 $\overrightarrow{DE1'}$ と $\overrightarrow{DE2}$ の余弦をそれぞれ計算する。

3.2.2 類似度の計算と姿勢の識別

姿勢の識別は、2.6 節で抽出された指先・手指間隙の点の数で分類することから始まる。例えば、提示した姿勢の指先・手指間隙の点が 2 つであった場合、典型姿勢の中から指先・手指間隙の点が 2 つである姿勢を選択する。選択された典型姿勢を 1 つずつ取り出し、3.2.1 項で述べた回転を行った後に、典型姿勢のベクトルと提示した姿勢のベクトルとの余弦を欠損毎に計算して合計を計算する。この時の計算は、右手の小指側に近い欠損から順に行っている。

最後に足し加えた余弦の数で割って平均を出す。この値を類似度と定義し、最も大きい値（最も 1 に近い値）となる典型姿勢を、提示した姿勢と判断する。ただし、計算した平均値が 0.95 以下の場合、典型姿勢に登録されていない姿勢が提示されたとみなしている。

4. 性能評価

これまで述べたアルゴリズムで姿勢を推定するシステムを PC 上に構築し、それを用いてシステムの性能評価を行った。評価実験では、12 人の被験者に本システムを使用してもらった。二進数指数え法の姿勢のうち、無理なく指を曲げる事ができる姿勢の 23 種類を対象とし、認識率の評価を行った。また、典型姿勢とは異なる方向から手を差し入れて写した画像で推定したり、手をカメラの正面から少し傾けて差し入れた状態で推定したり、各姿勢 5 枚ずつの画像を用いて姿勢を推定している。

典型姿勢は、主に筆者の手で 23 種類の姿勢を撮影し、その画像から求めたベクトルで作成した 232 個のテンプレートを用いた。同じ姿勢を撮影しても、撮影角度などの微妙な違いで認識される手指間隙の数異なる場合がある。このことを考慮して、テンプレートには、1 つの姿勢でも複数の欠損の数を登録している。

各姿勢を提示した場合の認識率を表 1 に示す。認識率が最も高かった「31」の姿勢の推定結果の一部を図 10 に示す。図中の「提示した姿勢」は、システムに提

表1 各姿勢の認識率

姿勢	認識率	姿勢	認識率
‘1’	70.00%	‘18’	60.00%
‘2’	65.00%	‘19’	58.33%
‘3’	70.00%	‘20’	36.67%
‘4’	38.33%	‘21’	30.00%
‘5’	60.00%	‘22’	63.33%
‘6’	75.00%	‘23’	63.33%
‘7’	70.00%	‘24’	35.00%
‘12’	46.67%	‘28’	50.00%
‘14’	50.00%	‘29’	50.00%
‘15’	48.33%	‘30’	90.00%
‘16’	53.33%	‘31’	93.33%
‘17’	61.67%	全体	58.19%

示した手の姿勢であり、左上の数字はシステムが推定した姿勢番号である。「類似度最大の典型姿勢」はシステムが最も似ているとした典型姿勢の画像である。

図10の[c], [d]の典型姿勢には親指の側面に欠損がある。これは式(1)の条件で取り除けなかった指先・手指間隙以外の欠損であるが、テンプレートを撮影する段階で現れたため、テンプレートに登録した。この‘31’の姿勢の場合は、[a], [b]のような欠損の数が4つの場合でも、[c], [d]のような欠損の数が5つの場合でも、どの人物でもほとんど変わらずに現れたため、典型姿勢との類似度が高く、正しく認識することができた。

認識率が平均より高かった‘1’の姿勢の推定結果の一部を図11に示す。図11の[a]では正しく識別できているが、[b]では‘18’の姿勢と識別した。これは、図を見るとわかるように、 $\overrightarrow{DS}$ と $\overrightarrow{DE}$ の向きがよく似ているため、ベクトルによる類似度が典型姿勢の‘1’の姿勢の時より、‘18’の姿勢の時の方が大きくなってしまったことが原因である。因みに‘1’の姿勢をした手をシステムに与えた場合の推定結果で最も多かった誤答は‘18’の姿勢であった。また、人によっては図11の[c]のように手を握ったときの人差し指と中指の間の第3関節の位置に欠損が現れ、欠損の数が2つの‘19’の姿勢と識別されてしまうこともあった。

最も認識率が低かった‘21’の姿勢の推定結果の一部を図12に示す。図12の[a]では正しく識別できているが、[b], [c], [d]では誤った識別をした。[b]に関しては図11の[b]と同様に $\overrightarrow{DS}$ と $\overrightarrow{DE}$ の向きが似ていたために起こった誤認識である。[c]では親指の側面に、[d]では小指の側面に、人によっては指先・手指

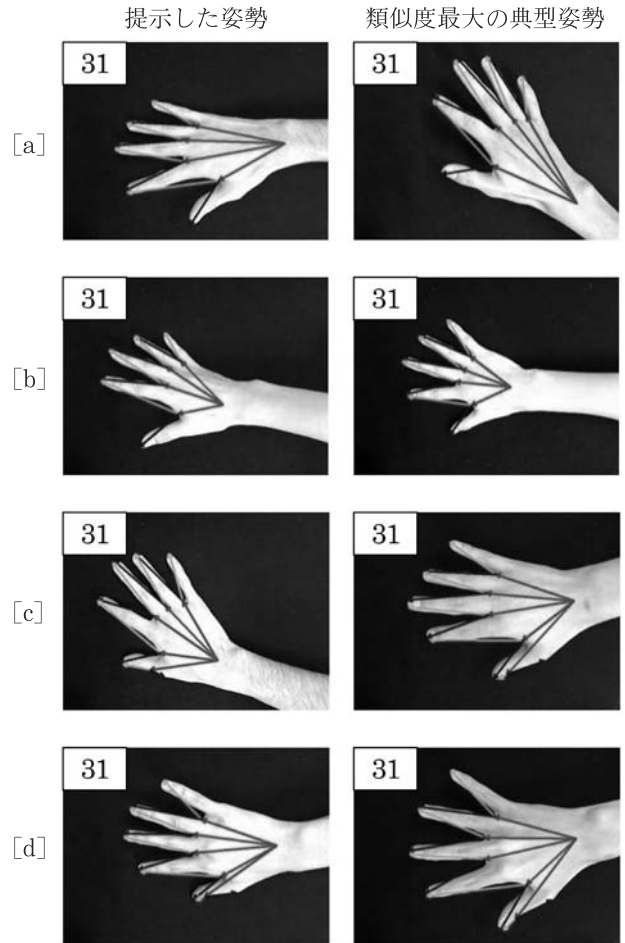


図10 ‘31’の姿勢の推定結果

間隙以外の場所に欠損が現れ、‘21’の典型姿勢に欠損の数が3つのものがなかったために起こった誤認識であった。

図11の[b]や図12の[b]のように、 $\overrightarrow{DS}$ と $\overrightarrow{DE}$ の向きが似ていたために起こった誤認識を解決するためには、2つの姿勢で向き以外に異なる点、 $\overrightarrow{DS}$ と $\overrightarrow{DE}$ のベクトルの大きさも考慮した推定が必要であると考えられる。

図11の[c]や図12の[c], [d]のように、指先・手指間隙以外の場所に欠損が現れたことによる誤認識を解決するためには、‘31’の姿勢の時のように指先・手指間隙以外の欠損もその姿勢の特徴として用いる、つまり指先・手指間隙以外の欠損も含めた典型姿勢のテンプレートを登録し、推定を行うことで解決できると考えられる。しかし、推定処理時間の短縮のためにテンプレートを減らすという意味で、指先・手指間隙以外の欠損を取り除いても問題なく識別できるのであれば、式(1)以外の条件でその欠損を取り除き、既存の典型姿勢で推定を行う事が好ましいと考えられる。そのため、各姿勢において推定を行うためにどの欠損が必要

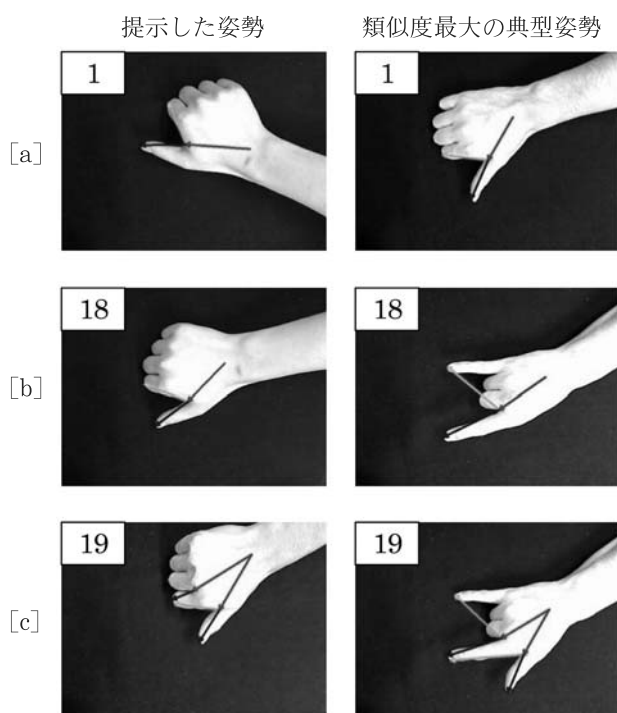


図11 ‘1’の姿勢の推定結果

であるかどうかを検討していかなければならない。

全体の認識率（全ての姿勢における認識率の平均）は58.19%とあまり高くない数値となっている。しかし、全ての姿勢において、識別された姿勢番号の中で最も多かった姿勢番号は、本来答えてほしい姿勢番号であった。

また、今回の実験データで手首が意図した位置で検出できたかを目視で確認したところ、正解率は87.83%であった。誤検出は、手を傾けた場合や、手をカメラに極端に近づけた場合などに起こっていた。このような場合、人によっては基本の腕の太さから手首の位置までの太さが異なる変化をするためや、腕が十分にカメラに写っていないために期待した太さの変化が得られないことが原因である。しかし、手首の位置が少しずれていても、他の典型姿勢とベクトルの向きが似ていなければ、正しい識別が行われる場合があることがわかった。だが、今後ベクトルの大きさも考慮して推定を行う場合、手首から手指間隙に向かうベクトルの大きさも重要となってくるため、どのような条件でも手首の位置を正確に検出する必要がある。

5. おわりに

手でスタンプラリーを行うシステム、ハンドポーズラリーシステムを実現するために、システムに提示された手の姿勢がどのような姿勢であるかを推定する手法の構築を行った。

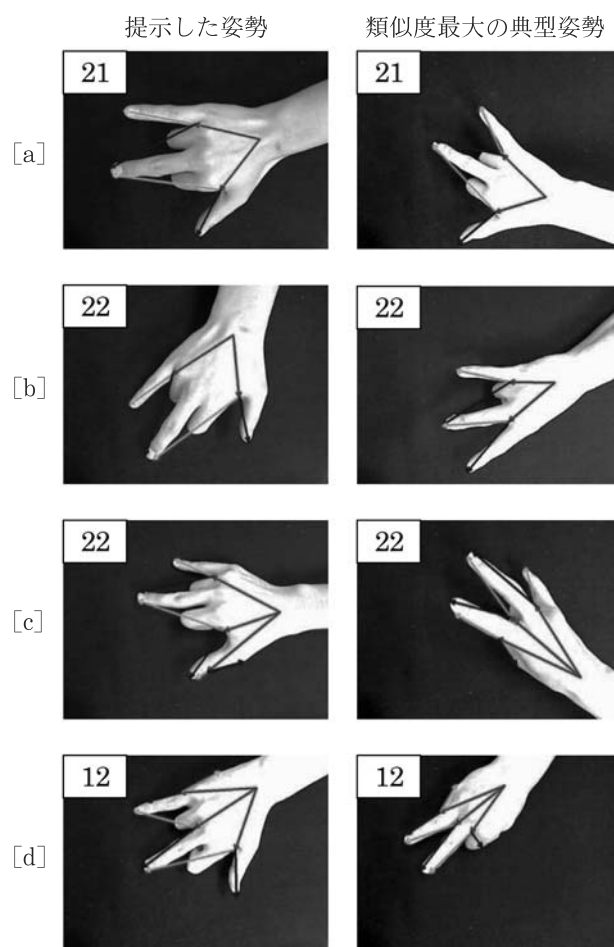


図12 ‘21’の姿勢の推定結果

手の輪郭から凸包の点を検出し、凸包の辺と輪郭の欠損から指先・手指間隙の点を検出する。さらに、手首の太さの変化から手首の中心点を検出する。これら検出した点からベクトルを求め、予め求めておいた典型姿勢のベクトルとの余弦を計算し、類似度を比較することで、その中でも類似度が最も高くなるものをその姿勢と識別する。

認識率を評価するための実験の結果は、58.19%とあまり高くない結果となってしまった。これは、姿勢によってはベクトルの向きが酷似してしまうことがあるため、理想とする典型姿勢とは異なる姿勢との類似度が高くなってしまったり、指先・手指間隙以外にも欠損が現れたため、姿勢を正しく識別することができないことなどが原因である。

今後の課題は、まず、姿勢の誤認識を解決するために、ベクトルの向き以外の条件も加えることや、指先・手指間隙以外の点も用いることで、確実な識別を行うようにする。そしてスタンプラリーを実現するために、認識された姿勢の情報を複数のコンピュータ間でうまく通信する手法を構築する必要がある。

参考文献

- [1] 東京工芸大学：ナチュラルユーザーインタフェースに関する調査,
<http://www.t-kougei.ac.jp/static/file/nui.pdf>
- [2] 藤本光一, 松尾直志, 島田伸敬, 白井良明：輪郭部分特徴の階層構造学習による三次元手指姿勢推定的高速化, 画像の認識・理解シンポジウム, MIRU 2010
- [3] 松尾直志, 山田寛, 白井良明, 島田伸敬：HMM を利用した画像処理による手話単語の認識のための特徴抽出および状態分割, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 15, No. 1, pp. 85-94, 2013
- [4] 水地良明, 川井秀樹, 荻原良信, 今村弘樹, 伊与田健敏：指間部に基づく指の曲げや開閉に頑健な単眼WEB カメラによる手の3次元位置と姿勢の推定, 第42回計測自動制御学会北海道支部学術講演会論文集, pp. 109-110, 2010
- [5] 数学アルゴリズム演習ノート (点集合の凸包),
<http://www.etcnotes.info/almath/mathtotu.html>

長光路吸収レーザーレーダーの特性評価

内海 通 弘・坂田 亮 介*

〈平成26年 6 月26日受理〉

Evaluation of a Long Path Absorption Laser Radar

UCHIUMI Michihiro and SAKATA Ryosuke

A random modulated continuous wave laser radar has been developed. As the first step, we performed a trial experiment to evaluate the LIDAR system. A long path Differential Optical Absorption Spectroscopy method was used for the water vapor measurement. Moreover, measurement errors of this method are also discussed. Although the atmospheric humidity was measured, it is not in good agreement with hygrometer measurement. It is found that the wavelength dependence of the transmittance of an interference filter should be taken into account.

1. まえがき

レーザー光を大気に向けて照射すると、大気分子による散乱、吸収といった現象が生じる。本研究では大気分子によるこれらの性質を利用して、水蒸気量を測定する装置を開発している。大気分子は分子特有の吸収線を持っており、それらの吸収線のデータは HITRAN (HIGH-resolution TRANsmision molecular absorption database) にまとめられている。これは、高分解能透過分子データベースのことであり^[1]、HITRAN には様々なバージョンのものがあるが、今回は最新版である HITRAN 2008を使用した。

2つのレーザー光を測定対象の気体分子に照射することを考える。一つのレーザー光は波長が、on 波長と呼ばれるもので、レーザー光は距離とともに徐々に気体に吸収される。もう一つのレーザー光は、off 波長と呼ばれる波長をもち、レーザー光はその気体に吸収されずに透過する。on 波長のレーザー光は大気分子による吸収により光強度が弱くなるため、on 波長と off 波長のエコーには距離に比例して強度差が生じることとなる。この強度差から測定対象分子についての情報を得る手法を二波長差分吸収法と呼ぶ。反射体を利用する二波長差分吸収法を長光路吸収法^[2] (DOAS : long path Differential Optical Absorption Spectroscopy) と呼ぶ。これは反射体にあたって反射してきたエコーを観測し、それにより光源と反射体の間の測定対象分子

の平均密度を求める手法であり、比較的安定したエコー観測が可能である。

2. 実験装置

計測に用いたライダー構成図を図1に示す。観測は太陽光などの背景光が少ない夜間に行う。連続発振である半導体レーザー (LD : Laser Diode) から連続波 (CW) レーザ光をパルス化して大気中に照射する。CW レーザ光は光音響変調により、パルス幅100 ns の単パルスに変調して、任意の周期で照射する。音響光学変調器 (AOM : Acousto-optic Modulator) を通過する時に、データジェネレータによって生成された単パルスを周期的に、または場合によっては M 系列に変調される^{[3]~[8]}。レーザー光を空に向けて照射すると、大気中の空気分子やエアゾルによってレーザー光の散乱が起こる。この散乱光を望遠鏡で集光する。そして干

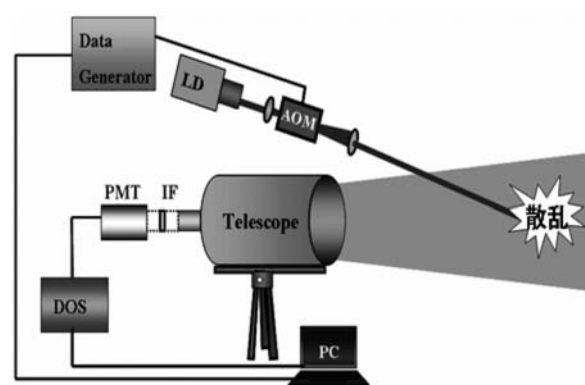


図1 レーザレーダ装置

* 元有明工業高等専門学校専攻科 (現九州大学大学院総合理工学研究科)

渉フィルタ (IF: Interference Filter) で余計な背景光をカットし, 光電子増倍管によって受信光を電気信号に変換し, アンプで信号を増幅してオシロスコープを用いて観測を行なう。

3. 測定原理

二波長長光路吸収法による実験結果から湿度を導出する方法を述べる。この方法で直接測定される量は水蒸気数密度 [molecules/m³] である。[molecules] はモル [mol] ではなく分子の数を表し, 物理的には無次元 (無名数) である。レーザー光の透過率は次式のビーアの法則により与えられる

$$T = e^{-\sigma NL} \quad (1)$$

を用いる。ここで,

T : 透過率

σ : 吸収断面積 [m²/molecules]

N : 水蒸気数密度 [molecules/m³]

L : 測定距離 [m]

である。吸収断面積 σ は水蒸気の吸収線に同調したレーザー光の波長 (これを on 波長と呼ぶ) の吸収線強度と吸収線幅等により求められる。HITRAN データベースには地球のほとんどの大気成分の吸収スペクトルの情報がデータベース化されている。吸収線は広がりを持っており, ローレンツ広がりによる吸収線幅 γ_L は,

$$\gamma_L = \gamma_0 \frac{P}{P_0} \left(\frac{T_0}{T} \right)^n \quad (2)$$

で与えられる。ただし $P_0 = 1013.25$ [hPa] と $T_0 = 296$ [K] とされている。 n は線ごとに異なる温度依存性で 0.62 位である。吸収線の強度も,

$$S = S_0 \left(\frac{T_0}{T} \right)^{1.5} e^{\frac{E''hc}{k} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right)} \quad (3)$$

で与えられる。ここで E'' は下位準位でのエネルギー, h はプランク定数, c は光速, k はボルツマン定数である。ドップラー広がり, は,

$$\gamma_D = \frac{k_0}{c} \sqrt{\frac{2kT \ln 2}{m}} \quad (4)$$

で与えられ, κ_0 は吸収線の中心波数 [cm⁻¹] である。HITRAN では, 波長 λ ではなく波数 $\kappa = 1/\lambda$ で考えた方が扱いやすい。これらの吸収線の真空中の中心波数, 強度 S_0 [cm⁻¹/(molecules cm⁻²)], 吸収線幅 γ_0 [cm⁻¹ HWHM], 下位準位エネルギー E'' などの数値データは, HITRAN データベースより与えられている。

気体分子の吸収プロファイルは, 一般に voigt 型であり,

$$\sigma(x, y) = \sigma_0 \frac{y}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{-t^2}}{y^2 + (x-t)^2} dt \quad (5)$$

で与えられる。ここで,

$$\begin{aligned} \sigma_0 &= \frac{S}{\gamma_D} \sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}} \\ y &= \frac{\gamma_L}{\gamma_D} \sqrt{\ln 2} \\ x &= \frac{\kappa - \kappa_0}{\gamma_D} \sqrt{\ln 2} \end{aligned} \quad (6)$$

である。しかし, voigt 型といっても, 近似的に地上からおおまかに下部成層圏以下ではローレンツ広がり, 中間圏上部以上ではドップラー広がりと考えてよい。我々の行う地上付近の計測であるので, 吸収断面積 σ はレーザーのスペクトル幅を無限小と仮定すれば,

$$\sigma(\kappa) = \frac{S}{\pi} \cdot \frac{\gamma_L}{(\kappa - \kappa_0)^2 + \gamma_L^2} \quad (7)$$

と与えられる。レーザーの同調ずれがないとして $\kappa = \kappa_0$ とすれば,

$$\sigma(\kappa_0) \doteq \frac{S}{\pi} \cdot \frac{1}{\gamma_L} [\text{m}^2/\text{molecules}] \quad (8)$$

となる。実際の吸収断面積はレーザー線幅が有限であるため, これより小さくなる。正確には, レーザの規格化されたスペクトルプロファイル $g(\kappa)$ と吸収断面積の畳み込み積分で次式のように与えられる。

$$\sigma_{\text{eff}}(\kappa) = \int_{-\infty}^{\infty} \sigma(\kappa') g(\kappa - \kappa') d\kappa' \quad (9)$$

ライダー光源からターゲットまでの距離は L とする。レーザー光はターゲットまで進み, 反射されてライダーまで戻ってくるので往復で吸収が起こる。on 波長と off 波長の 2 つのレーザー光を発射し, エコーのピーク強度の差分を透過率 T とする。二つのレーザー光の波長における吸収断面積の違いは,

$$\Delta\sigma_{\text{eff}} = \sigma_{\text{eff}}(\kappa_{\text{on}}) - \sigma_{\text{eff}}(\kappa_{\text{off}}) \quad (10)$$

で与えられる。(1) を N について変形すると,

$$N [\text{molecules}/\text{m}^3] = -\frac{1}{\sigma L} \ln T \quad (11)$$

と求まるので, 分母の σ として, (10) で得た $\Delta\sigma_{\text{eff}}$ または近似的には (8) で得た σ を使えば良い。実際には,

レーザー光は水蒸気などの吸収物質による吸収で失われる光だけでなく、気体分子やエアロゾルの散乱でレーザー光からはずれる光もあり、これを消散と呼んでいる。消散係数は光を消散する比率であり、波長、高度の関数である。on と off 波長の波長差が 0.1 nm 以下と非常に小さくしていれば、消散係数の波長依存性が緩やかであるため、無視できる。

測定対象物である H_2O の分子量 m およびアボガドロ数 A は

$$H_2O \text{ の分子量 } m = 18.02 [\text{g/mol}]$$

$$\text{アボガドロ数 } A = 6.0221415 \times 10^{23}$$

であるので、水蒸気重量密度 N' は

$$N' [\text{g/m}^3] = \frac{N}{A} m \quad (12)$$

を得る。実験を行った際の気温は $T [^\circ\text{C}]$ での飽和水蒸気量を求める。次式より飽和水蒸気圧 $e(T)$ を求め、それから飽和水蒸気量 N_0 を求めると

$$e(T) = 6.1078 \times 10^{\frac{7.5T}{T+237.3}}$$

$$N_0 [\text{g/m}^3] = \frac{217 \times e(T)}{T + 273.15} \quad (13)$$

となる。湿度は、

$$H [\%RH] = \frac{N'}{N_0} \times 100 \quad (14)$$

を得る。

長光路吸収法では、on 波長と off 波長の 2 つのエコーのピーク強度の差分を透過率 T とする。しかしながら、光源に使用した 2 つのレーザー装置の出力が異なるため、出力を補正する必要がある。まず、2 つの LD レーザ 1, 2 を on, off 波長に同調し、ターゲットに発射し、そのエコー LD_{1on} と LD_{2off} を得る。次に間髪を入れず、2 つの LD レーザ 1, 2 を off, off 波長で発射し、それらのエコー LD'_{1off} と LD'_{2off} を得る。時間差があれば、大気は変動しているので、水蒸気密度、温度など変化しているので、同時刻間の比較のみが可能である。最初に吸収差を求め、次にレーザーの性能の差を取っている。レーザーの性能の差は、2 つのレーザーの光路やフットプリント等が違っている室内実験では求まらなないと考えている。最後にそれらの測定値の比を取ることにによって、LD の出力を補正して透過率 T が得られ、

$$T = \frac{LD_{1on} LD'_{2off}}{LD_{2off} LD'_{1off}} \quad (15)$$

とした。

4. 誤差論

光計測には光電子増倍管を用いて電気信号に変換した後、ディジタルオシロスコープを使用して A/D 変換している。A/D 変換の際の量子化誤差を考慮すべきである。

使用しているディジタルオシロスコープ DSO-X 2012 A の分解能は 8 ビットである。例えば、垂直レンジは 10mV/div で、平均のための積算数が 512 回とすると、量子化誤差は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{量子化誤差} &= \frac{10\text{mV/div} \times 8\text{div}}{2^8\text{bit}} \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{512}} \\ &\approx 6.91 [\mu\text{V}] \end{aligned} \quad (16)$$

1 つのデータは、レーザーパルスを 512 回照射して、積算し平均化している。ノイズの発生率がポアソン分布に従うと仮定すれば、ノイズは積算数の平方根で減少するため、 $\sqrt{512}$ で割っている。

また、量子化による誤差について考えてみることにする。『直接測定できる観測量が $X, Y, Z \dots$ であり、目的とする物理量 Q がこれらから導かれるとする。それぞれの観測量の誤差が $X + \delta X, Y + \delta Y, Z + \delta Z \dots$ であるとき、これによって生ずる Q の誤差 δQ を見積もる。各誤差 ($\delta X, \delta Y, \delta Z$) が互いに独立でランダムであるとき、誤差の期待値は

$$\delta Q = \sqrt{\left(\frac{\partial Q}{\partial X} \delta X\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial Y} \delta Y\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial Z} \delta Z\right)^2 + \dots} \quad (17)$$

これは、誤差伝搬の式と呼ばれる。』^[9]

量子化による誤差を求めるために、まず水蒸気数密度 N は (11) より

$$\begin{aligned} N &= -\frac{1}{\sigma L} \ln \left[\frac{LD_{1on} LD'_{2off}}{LD_{2off} LD'_{1off}} \right] \\ &= -\frac{1}{\sigma L} \{ \ln LD_{1on} + \ln LD'_{2off} - \ln LD_{2off} \\ &\quad - \ln LD'_{1off} \} \end{aligned} \quad (18)$$

これを $LD_{1on}, LD_{2off}, LD'_{1off}, LD'_{2off}$ の各要素について偏微分する。そして $Q = N$ として、偏微分の結果を (17) に代入すると、求める水蒸気量 N の誤差

$$\begin{aligned} \delta N &= \\ \frac{1}{\sigma L} \sqrt{\left(\frac{\delta LD_{1on}}{LD_{1on}}\right)^2 + \left(\frac{\delta LD_{2off}}{LD_{2off}}\right)^2 + \left(\frac{\delta LD'_{1off}}{LD'_{1off}}\right)^2 + \left(\frac{\delta LD'_{2off}}{LD'_{2off}}\right)^2} \end{aligned} \quad (19)$$

を得る．ここで σ , L , LD_{1on} , LD_{2off} , LD'_{1off} および LD'_{2off} は湿度導出の際に用いた値を用いた． δLD_{1on} , δLD_{2off} , $\delta LD'_{1off}$ および $\delta LD'_{2off}$ の各値は (16) で求めた量子化誤差とした．これらを代入して，水蒸気数密度の誤差は

$$\delta N [\text{molecules/m}^3] \quad (20)$$

の単位で求まる．水蒸気重量密度は

$$N [\text{molecules/m}^3] = N_0 \pm \delta N \quad (21)$$

である．

水蒸気重量密度および湿度の誤差を求める．水蒸気重量密度の誤差は

$$\delta N' = \frac{\delta N}{A} m [\text{g/m}^3] \quad (22)$$

となるので，水蒸気重量密度は

$$N' [\text{g/m}^3] = N_0' \pm \delta N' \quad (23)$$

となる．湿度の誤差は

$$\delta H [\%RH] = \frac{\delta N'}{N_0} \times 100 \quad (24)$$

となる．

5. 実験

ライダー観測において，図2のように本校電子情報工学科棟5階の研究室前廊下にライダー装置を西の方角に向けて設置し，レーザー光を照射した．反射体には本校物質工学科棟の屋上にある125 m 先の建物を利用した．温度および湿度は，エンベックス社製の温湿度計（定格誤差：温度 ± 1 [%RH]，湿度 ± 5 [%RH]）を電子情報工学科棟5階ベランダに設置して測定した．実験は9月5日，背景光の少ない23～25時頃に行った．天気は曇りで気温は25[°C]，湿度は61 [%RH]であった．

中心波長825.16 [nm]，半値全幅 1 [nm] の干渉フィ

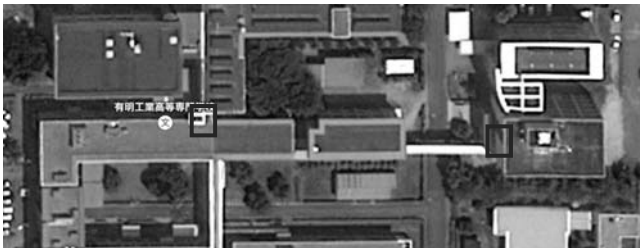


図2 本校上空からの写真．2つの四角印を結ぶ直線上の水蒸気密度が計測され，この領域の水蒸気密度の平均値が計測される．

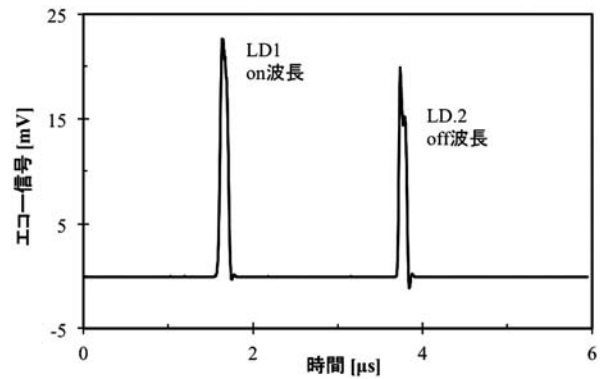


図3 半導体レーザー1と2をそれぞれ on 波長と off 波長に同調した場合のエコー

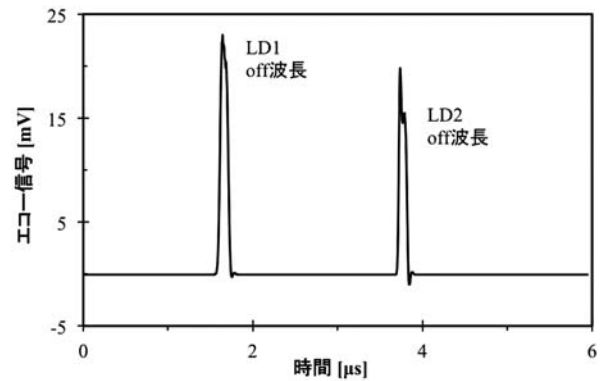


図4 半導体レーザーの出力の補正を行うため，半導体レーザー1と2を共に off 波長に同調した場合のエコー

ルタを利用し，月明かりや町灯りなどの背景光を除去することができ，on 波長と off 波長レーザー光を高透過率で透過できる．しかし，レーザーのモードホップなどによりレーザー光の波長が透過域外の波長になってしまう場合は干渉フィルタでレーザー光が除去され，光強度が大きく減少する．今回はより背景光の少ない環境で観測を行うため，夜間に実験を行った．

以下に観測結果を示す．on 波長のレーザーパルス (LD_1) と off 波長のレーザーパルス (LD_2) を 2 [μs] の差をあけて照射しているので，このようなエコーが観測されている．

光源に使用したレーザーの出力が異なるため，出力を補正する必要がある．まず，各エコーの信号強度は次のとおりである．

$$LD_{1on} = 22.5 [\text{mV}]$$

$$LD_{2off} = 19.9 [\text{mV}]$$

$$LD'_{1off} = 23.0 [\text{mV}]$$

$$LD'_{2off} = 19.8 [\text{mV}]$$

これにより出力を補正して透過率 T を求めると

$$T = \frac{LD_{1on} LD'_{2off}}{LD_{2off} LD'_{1off}} \simeq 0.974 \quad (25)$$

一方, on 波長には 825.4992 [nm] (真空中) を用いたため, HITRAN データベースよりこの波長の吸収線のパラメータは,

$$\begin{aligned} \kappa_0 &= 12113.8821 \text{ [cm}^{-1}\text{]} \\ S_0 &= 6.99 \times 10^{-24} \text{ [cm}^{-1}\text{/(molecules} \cdot \text{cm}^{-2}\text{)]} \\ \gamma_0 &= 0.103 \text{ [cm}^{-1}\text{ HWHM]} \\ E'' &= 173.3658 \text{ [cm}^{-1}\text{]} \\ n &= 0.76 \end{aligned}$$

とあるから, 吸収断面積は, 気象条件 25°C, 1 気圧 (気圧を測定していないので仮定) として,

$$\sigma(\kappa_0) \simeq 5.83 \times 10^{-27} \text{ [m}^2\text{/molecules]} \quad (26)$$

これを (11) 式に代入して, 水蒸気の数密度は,

$$N = 1.81 \times 10^{22} \text{ [molecules/m}^3\text{]} \quad (27)$$

を得る. (12) 式より重量密度 N' は,

$$N' = 0.541 \text{ [g/m}^3\text{]} \quad (28)$$

を得る. 一方, 飽和水蒸気は, (13) 式より

$$N_0 \simeq 23.1 \text{ [g/m}^3\text{]}$$

従って, (14) より湿度は,

$$H = 2.35 \text{ [%RH]} \quad (29)$$

となり, 実際の湿度と一桁程度の差が生じていることが分かった.

このことから, 実際の湿度を得るためには, 吸収断面積が一桁小さくしなければならないとも考えられる. 仮に, レーザの波数 κ が水蒸気の吸収線の中心波数 κ_0 に精確に同調されておらず, ずれているために $(\kappa - \kappa_0)$ が 0 にならず, (7) 式の分母が大きくなり, その結果, 吸収断面積が小さくなったと考えてみる. 実際には, (9) (10) を使った計算が必要であるが, (7) による概算で, 一桁の違いは逆算すると同調ずれ 20 pm 程度に相当する. 観測では, 0.1 pm の精度の波長計で on 波長を監視して, 0.1 pm オーダの変化しか許しておらず, 何かの基準にレーザをロックしているわけではないので, レーザの波長が揺らいでいるものの, データ収集時間の数秒でこれ程の波長ずれが生じているとは, 考えられない.

今回, 干渉フィルタ帯域幅を 1 nm と小さくしたた

め, 干渉フィルタの透過率を考慮すべきであった. 干渉フィルタの波長 λ_{off} における透過率を t_{off} と表すことにすると, (25) 式は次のように書き換えられる.

$$T = \frac{LD_{1on} LD_{off}^2 t_{offX}}{LD_{off}^2 LD_{offX}^2 t_{on}} \quad (30)$$

ただし $on = 825.4992 \text{ nm}$, $off = 825.0574 \text{ nm}$, $offX$ は不明の off line. ダッシュ「'」は, 異なった時間で測定されたことを表す. ただし, 図 4 の LD1 のオフ波長は迅速にオン波長から外すため, 適当に温度を変えて行ったため, LD2 のオフ波長と異なるので, $offX$ とした. 図 3 と図 4 の LD2 のオフ波長は共通で $off = 825.0574 \text{ nm}$ である. 干渉フィルタのデータシートより,

$$t_{on} \approx 0.52$$

である. なお波長 $offX$ は計測していなかった. 妥当な結果を得るためには, $t_{offX} = 0.27$ 程度であるため, 波長は 825.7 nm であったと考えられる.

次に, 妥当な結果が得られた場合を想定して, 仮に湿度を 62.3 [%RH] として, 数密度, 重量密度, 湿度の誤差を推論してみる. 数密度の誤差は

$$\delta N \simeq 1.21 \times 10^{22} \text{ [molecules/m}^3\text{]} \quad (31)$$

となるので, 重量密度の誤差は

$$\delta N' \simeq 0.362 \text{ [g/m}^3\text{]} \quad (32)$$

となる. 湿度の誤差は

$$\delta H \simeq 1.57 \text{ [%RH]} \quad (33)$$

となる. 湿度計の誤差は ± 5 [%RH] であるため, 誤差範囲は 61 ± 5 [%RH] である. 一方, ライダーの誤差は 62.3 ± 5.1 [%RH] などとなるであろう. その相対誤差は 2.5 [%] と 13 [%] になる.

ライダーの第一測定量は水蒸気数密度であるので, ライダーによる湿度の誤差が大きくなるのは, 温度計から得た温度を用いて飽和水蒸気量を求めるため, 温度計の誤差が入るためである. ライダーによって水蒸気数密度が高精度に求まるが, 湿度も高精度に求めるなら, 温度も測定しなければならないことがわかる.

6. 考察とまとめ

ターゲットライダー実験で水蒸気計測を行った. CW レーザ光をパルス状に変調して 125 m 先の屋上建物の壁に向けて照射し, 長光路吸収法にて湿度の算出を行った. その結果, ベランダの湿度計による一点測定における湿度は 61 [%RH] に対し, 長光路吸収法に

より湿度計測を試みた。この誤差要因は、干渉フィルタの透過率を考慮していないためと考えられる。それに比べて、デジタルオシロスコープの量子化誤差は非常に小さい。また、気圧、温度の測定誤差も小さいと考えられる。今後はこのような誤差原因を軽減する必要がある。

参考文献

- [1] L. S. Rothman, D. Jacquemart, A. Barbe, D. Chris Benner, M. Birk, L. R. Brown et al. The HITRAN 2008 molecular spectroscopic database,” J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, Vol.110, pp. 533-572, 2009.
- [2] R. B. Baumgartner and R. L. Byer, “Continuously tunable IR lidar with application to remote measurement of SO_2 and CH_4 ,” Appl. Opt., vol. 17, pp. 3555-3561, 1978.
- [3] 竹内延夫, 馬場浩司, 桜井捷海, 他: “半導体レーザを光源とする擬似ランダム変調 CW ライダーの試作と動作特性”, レーザ研究 第13巻 第4号, 1985, pp. 353-364.
- [4] 上野敏行, 竹内延夫, 他: “M 系列擬似ランダム変調法を用いたレーザーレーダーの応答特性”, レーザ研究 第16巻 第3号, 1988, pp. 101-118.
- [5] N. Takeuchi, S. Sugimoto, H. Baba and K. Sakurai, “Random modulation CW lidar,” Appl. Opt., vol. 22, pp. 1382-1386, 1983.
- [6] C. Nagasawa M. Abo, H. Yamamoto and O. Uchino, “Random modulation CW lidar using new random sequence,” Appl. Opt., vol. 29, pp. 1466-1470, 1990.
- [7] 竹内延夫, 杉本信夫, 他: “大気汚染計測用擬似ランダム変調 CW ライダー”, レーザ研究 第11巻 第10号, 1983, pp. 763-771.
- [8] 竹内延夫: “擬似ランダム変調 CW ライダーの開発とフィールド開発への応用”, 国立公害研究所研究報告第122号, 1989年.
- [9] 例えば, 一瀬正巳: “誤差論”, 培風館, pp. 26-28, 1953. など

大型商業施設での体験教室開催に関する報告

森 紳太郎, 原 武嗣, ゴーチェ・ロヴィック, 森山 英明, 石川 洋平, 菅 沼 明

〈平成26年 6 月10日受理〉

Report on Holding of experience course in the Shopping mall

MORI Shintaro, HARA Takeshi, GAUTHIER Lovic, MORIYAMA Hideaki,
ISHIKAWA Yohei, and SUGANUMA Akira

This paper reports the experience course carried out at the shopping mall on the 14th September 2013. This event was the first held in commercial facilities, but there were visitors of 43 people in three hours in the end. The contents of the event was a programming experience using an optical sensor and temperature sensor. In future, it is necessary to increase the visitors of junior high school students.

1. はじめに

近年, 子供たちの理数系離れが問題となっており, 数学や理科に対する関心の低さが指摘されている^[1]. この問題に対して, 理科や技術に対する子供たちの関心を高め, 理系に興味を持ってもらうための試みとして, 多くの高専や大学で小学生や中学生を対象としたものづくりを主体とした様々なイベントが開催され, 理系離れへの対策が行われている^[2].

有明高専電子情報工学科においても, 夏季休暇中の公開講座でインターネット体験やプログラミング体験を開催し, オープンカレッジで電子ホテルやピコクリケットの製作体験, さらに2006年度から継続的にエレクトロニクスものづくり体験教室と題して小学生向けにライントレーサを用いた講座を行ってきた.

2013年度は 9 月に光と温度のセンサを用いた体験教室を行ったが, 初めての試みとして学内や公共施設ではなく一般の大型商業施設を用いて実施した. 本稿ではイベントの概要と実施までの準備, イベントの実施状況とその結果の分析, および今後のイベントに向けての課題点について報告する.

2. イベントの概要

今回の体験教室は「コンピュータプログラミング超入門」というタイトルで, 平成25年 9 月14日土曜日にイオンモール大牟田店(大牟田市岬町 3 番 4)の 2 階にあるイベントホール(約122平方メートル)を借りて実施した.

会場であるイベントホールは開店直後の10時から17

時までの使用を申請し, 午前中に会場設営などの準備を行い, イベント自体は13時から16時までとした. このイベントに関する事前の参加申し込みや予約などは行っておらず, 自由参加とした.

エレクトロニクスものづくり体験教室で使ったのはヴィストン株式会社の「計測制御プログラマー」である. これは図 1 に示すように, 幅12mm, 奥行き68mm, 高さ23mmの小さな基盤に PIC18F14K50 を搭載し, 入力装置として温度センサと照度センサ, 出力装置として LED とブザーを備えている. LED は赤, 黄, 緑の三色で, ブザーは 3 オクターブの単音音階を発することが可能となっている. また, PC とのインタフェースとして USB 端子を備えている. 通常は USB 端子から電源を供給するが, 単 4 乾電池 1 本を使用すれば PC から切り離してプログラマー単体でも動作可能である.

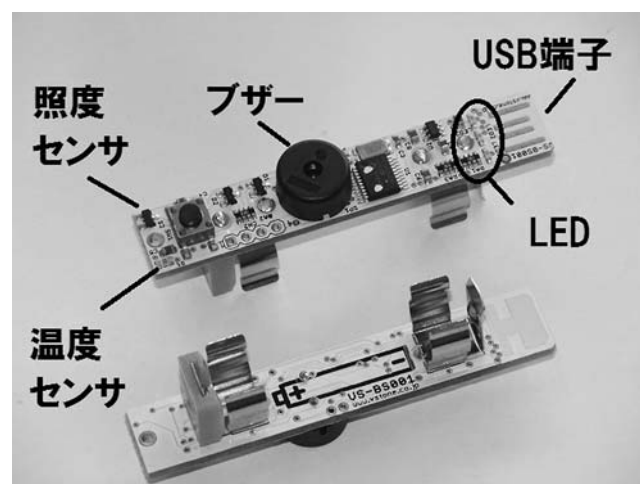


図 1 計測制御プログラマー

PC上で図2に示すタイル型のプログラミングソフトウェア「ビュートビルダーP」を使用することにより、各センサからの状態を読み取り、分岐やループ、タイマなどを用いてLEDの点灯やブザーでメロディを鳴らすなどの小規模なプログラミングが可能となっている。さらに、上級者向けの機能を使用すれば8種類の変数や温度センサの調整なども可能となる。作成したプログラムはUSBケーブルでプログラマー本体に書き込むことでビュートビルダーPを動作させることができる。また、USBケーブルを接続すれば照度センサと温度センサのデータをPC上の画面でリアルタイムに表示することも可能である。

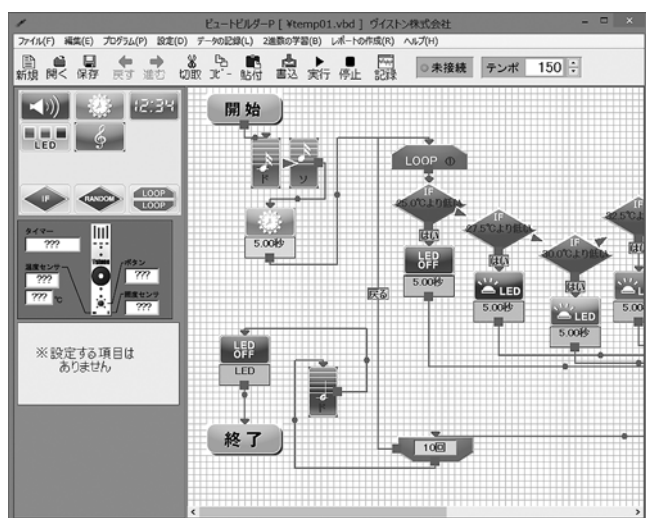


図2 ビュートビルダーPによるプログラミング例

3. イベント実施に当たっての検討事項

今回の体験教室は学外のイベントホールでの開催となり、いくつか予測が難しい課題点があった。

まず、会場となるイベントホールの様子が事前に把握できなかった。申込書から会場の広さが分かり、借用する机と椅子の数から会場のレイアウトについておよその見当をつけたが、それでも会場入り口からの見通しや、照度センサの実験をするにあたって重要な採光の状態などは当日まで不明であった。これに関しては今後も同じ会場を利用するのであれば今回の経験をもとにすることができる。

次に、来場者の予測がつかないことが問題となった。開催する側としては小学生と中学生の来場を期待しているが、開催時期が夏休み終了後の2学期中であること、イオンモールに訪れる買い物客にどれほどの小中学生がいるかは全く不明であった。また、当日の告知は限られた場所でのチラシ配布のみが許可され、ポスターなどの掲示はできないということだった。さらに、イオンモールに買い物に来た客の中で、イベントにい

きなり参加する時間的余裕がある人がどれほど存在するのかと言う予測もできなかった。

買い物の途中にちょっと立ち寄っただけの方に対してプログラミング講座のような長時間のイベントは不向きであるし、自由参加であることから年齢層の見込みもつかないので、対象者の状況に合わせて複数のイベントを準備することにした。

4. 体験イベントの準備

今回は短時間で説明を聞きながら体験できるものと、ある程度の時間的余裕がある方にはプログラミングまで体験してもらうものの二つのイベントを企画した。

短時間で体験してもらうものとして

- 1) 周囲の明るさ（4段階）によって異なるメロディが流れるオルゴール
- 2) 周囲の明るさの違いで音階が変わる電子オルガン
- 3) 8段階の温度を区別してLEDの点灯パターンが変わる温度センサ
- 4) 一定時間の間に照度センサで検知した明暗の変化をLEDの点灯パターンで示すカウンタ

などを事前に計測制御プログラマーにプログラミングして準備した。これにより、センサの説明と動作を体験することができる。

学生には図3のチラシをイオンモール1階の受付付近で配布することも依頼した。

図3 当日配布した案内チラシ

会場では、来場客の呼び込み効果を期待してノート PC とプロジェクタおよびスクリーンを準備し、センサの説明や温度センサのデモンストレーションを行うことにした。照度センサに関しては LED の電気スタンドを、温度センサのデモンストレーションのためにクーラーボックスに保冷剤を入れたものを用意した。

5. 実際のイベントの概要

午前10時からイベントの準備を行い、実際にイベントを開催したのは午後1時から4時までである。図4は会場内から入り口を見ているが、イベントホールはエレベータからショッピングモール2階へ向かう通路上に入り口が面しており、人の流れからは若干はずれたところにある。イベントホールの使用契約上、ポスターなどの掲示はできなかったため、図4に示すように入り口に近いところで倒立振子を動かして人の注意を惹きつけることにした。



図4 会場内より入り口方向を見る
入り口付近で小さな倒立振子(矢印)を動かしている

図5は入り口から会場内を見ており、入り口から直視できる位置にスクリーンとデモンストレーション用のテーブルを配置して興味を持ってもらうことができるようにした。そして、その奥に体験用のテーブルを並べてプログラミング体験へ誘導するようにした。

ホールには窓がなかったため、照度センサのデモンストレーションのために準備した LED ライトが有用であった。



図5 会場内の様子

表1にイベント期間中の来場者を時間帯、男女別、年齢別に示す。

表1. イベントの来場者内訳

	大人		子供	
時間帯	男性	女性	男性	女性
13:00-		1	2	1
13:30-		1	1	3
14:00-		4	5	1
14:30-		2	1	1
15:00-	1	4	2	4
15:30-	3	1	3	2
小計	4	13	14	12
	17		26	
合計	43			

開催した午後1時から4時までの3時間に来場したのは小学生が26名、その保護者が17名の合計43名であった。ただし、子供はすべて小学校低学年以下の児童であり、中学生や高校生はいなかった。

来場者は買い物の途中や買い物帰りの家族であることがほとんどで、親子連れでの見学が多かったが、子供のみでの参加者も数名いた。

短時間の体験のみで終了した参加者はおらず、図6に示すようにすべての来場者が計測制御プログラマーの機能について説明を受けてデモンストレーションを見た後でプログラミング体験まで参加した。

プログラミングそのものは小学校低学年の児童には少し難しかったかもしれないが、高専生の説明を受けながら自分でプログラミングブロックを配置し、それに応じて計測制御プログラマーが動作することで興味を示した子供も多かった。



図6 プログラミング体験中の様子

6. まとめ

電子情報工学科初の試みとして、一般商業施設を利用した体験講座を開催し、小学生とその保護者を中心としてコンスタントに来場者があり、理系の技術に興味を持ってもらうという目的は達成できた。

今回のイベントでは、会場となるイオンモール大牟田のイベントホール使用の契約上、事前のポスター掲示ができなかったうえに当日の告知用ビラの配布場所も限られており、会場への呼び込みもできなかった。それにもかかわらず来場者はコンスタントに訪れ、イベントホールが空白になるような時間帯はなかった。

中学生の来場者がいなかったことについては、中学校に対する事前の告知がなかったこと、イベントホールがショッピングモール中央の2階にあり、映画館やフードコートなどから離れていて中学生があまり立ち寄らない通路に面していたことなどの理由が考えられる。

ただし、今回のイベントに関してはイオンモール大牟田としても内容の詳細が把握できていなかったようであり、実際の様子を見学された後で、地域貢献という意味でもこのようなイベントの際にはポスター掲示やイオンモール大牟田のウェブサイトでの告知などの協力をして頂けるとのことだった。また、会場についても、イオンモール大牟田ではイベントホール以外の催事スペースを利用することも有効であると考えられる。

したがって、今後、このようなイベントを行う際には学校や市の広報を通じて告知をしっかりと行い、イオンモール大牟田にも告知を依頼することによって中学生や高校生に対するイベントの認知も得られると考える。

これが学外の商業施設でのイベント開催の第一歩と

なり、これから経験を蓄積していくことでイベント内容もさらに充実し、その効果も高まっていくものと考ええる。

【謝辞】

今回のイベントを実施するにあたり、教育人事交流で一年間本校に在籍した久留米高専制御情報工学科の江頭成人先生、ならびに有明高専電子情報工学科5年生、同専攻科生産情報システム工学専攻の学生にも御協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

- [1] 国立教育性尺研究所：「I E A国際数学・理科教育動向調査の2011年調査 (TIMSS2011)」
- [2] 深井澄夫, 佐々木伸一, 福田隆良, 石川洋平, 松野良信, 活田健治：「大学・高専連携による「理科離れ対策」に関する一考察 ―エレクトロニクスものづくり体験教室―」日本産業技術教育学会九州支部論文集, 第15巻, pp.(59-63), (2007)

Education-Oriented Processor Architecture and the Corresponding Design Tool

Lovic Gauthier

〈Received 11 June, 2014〉

Abstract: This paper presents a simple and flexible processor architecture whose instruction set can be completely redefined using an extensible and easy-to-use tool. The aim of this framework is to show undergraduate or graduate students how concretely a processor works, and how it is designed.

I. Introduction

Processors are more and more widely used. Therefore, processor architecture is an important field to teach to both electronics and computer science students. While there are a lot of good materials for theoretical teaching [1,4], practical teaching is more difficult: the lack of openly available architectures and tools makes it difficult to study or modify actual processors.

This paper presents a simple processor architecture designed for educational purpose. Its main feature is that its instruction set can be completely redefined using a processor design tool developed for being used by students. This tool is easy to use and extensible in order to match many education purposes. A gate-level model of the processor have been implemented using the Simulink modeling platform [2] so that the students can easily visualize the execution process within the processor, and the effects of change applied onto the instruction set or the architecture.

The rest of the paper is organized as follows: section II presents some related works and section III gives an overview of the proposed architecture. Then, section IV explains the specificities of the architecture, and section V details the proposed design tool. Finally, section VI and section VII give respectively an example of instruction design and an overview of the Simulink model of the processor, before section VIII, which concludes the paper.

II. Related work

There are a few education-oriented processor architectures: we can cite the DLX [3], which is a well-known RISC (Reduced Instruction Set Computer) pipelined processor. Otherwise, it is very common to use for education old processors like the Z80 or the 68000. However, they are commercial processors so that their architectures have irregularities (for sake of efficiency) and it is difficult to study their internals. As for the tools, there are multiple processors simulators, e.g., [4,5], including processor simulator generation tools [5]. Compared to these tools, the one proposed in this paper targets a real processor architecture and supports any kind of instruction sets, for the simplest and most regular RISC ones to the most complex and irregular CISC ones.

III. The global architecture of the processor

The proposed processor is microprogrammed, i.e., its sequencer (which generates the signals controlling the whole processor) is implemented with a *ROM* (Read-Only Memory). The content of this ROM is called the microprogram, and each of its rows, called microinstruction, contains the values of the control signals. The current address for accessing this ROM is also the state of the processor,

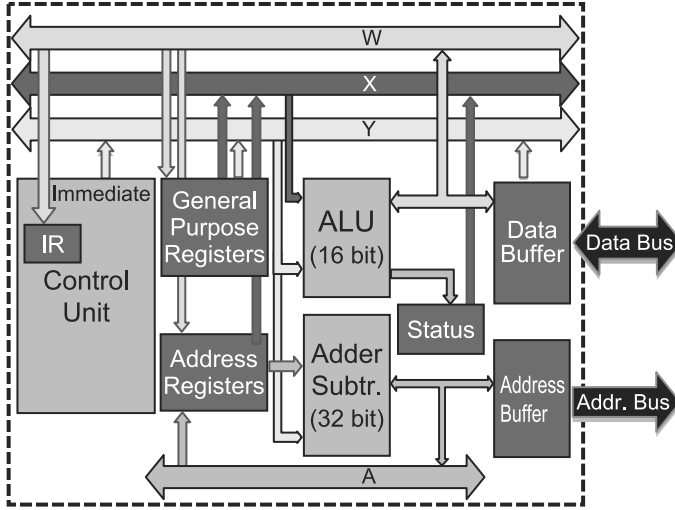


Fig. 1 The processor global architecture

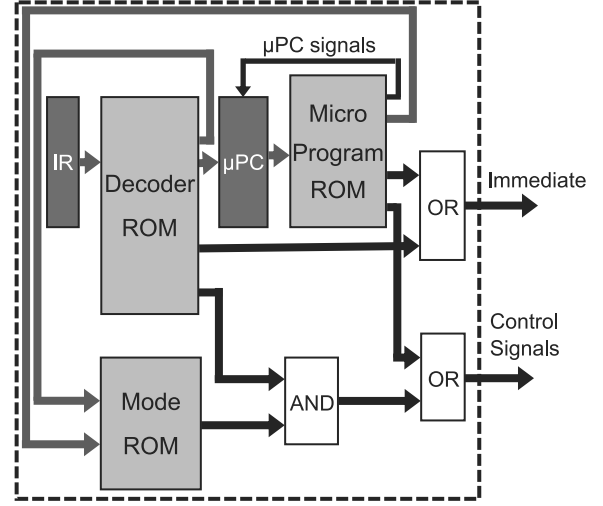


Fig. 2 The control unit architecture

and is stored into a register called microprogram counter and noted μPC .

The global architecture of the processor is shown in Fig.1. It comprises a control unit and a processing unit. The control unit includes one 16-bit instruction register called *IR*, a microprogram ROM and two original ROMs used for the redefinable decoder and its management. The processing unit includes eight 16-bit general purpose registers (*GPR*), eight 32-bit address registers (*AR*), one 16-bit status register, one 16-bit arithmetic and logic unit (*ALU*), used for data computations, and one 32-bit adder-subtractor, used for address computations. For the inner communications, the processor includes three 16-bit data buses and one 32-bit address bus. The data buses comprise the *X* bus, which is connected to the first input of the *ALU*, the *Y* bus, connected to the second input of the *ALU* and the *W* bus, connected to the output of the *ALU*; the address bus is called *A* and is connected to the 32-bit adder-subtractor. For the output communications, one address buffer (*ADDR*) and one data buffer (*DATA*) make the interface with the outer address and data buses.

IV. The specificities of the architecture

1. The basic design choices

Even if the most irregular instruction sets are supported, the goal was to achieve a processor whose instruction set can remain regular (so that it is easy to understand) when instructions contain numerous fields. For that purpose, the instruction register (*IR*) has been made 16-bit wide, while the number of general purpose registers has been limited to eight. This way, an instruction using three registers as arguments has still seven bits available for encoding the operation.

2. The specificities of the control unit

2. 1. The architecture of the control unit

While it is common for processors to use a ROM for implementing the sequencer, the decoder is usually hard-wired for sake of efficiency. In our case, efficiency is secondary compared to flexibility and simplicity. Hence a ROM is used for the decoder too. This architecture is given in Fig.2. In the figure, the black arrows represent control signals and the grey ones represent address signals driving the ROMs. The microprogram ROM is addressed by a register, noted μPC , which gives the address of the current microinstruction. The decoder ROM is addressed by the instruction register (*IR*) and produces control signals too, which are combined with the μROM 's ones using the mode ROM as it is explained in the next subsection. From here, the microprogram ROM is noted μROM , the decoder

ROM is noted *dROM* and the mode ROM is noted *mROM*.

2. 2. The operating of the control unit

Each row of the μ ROM has the following fields :

ctrl	imm	lmode	μ ctrl
------	-----	-------	------------

In the above figure, *ctrl* comprises the 60 control signals of the processor, *imm* is the immediate value, *lmode* is the lower part of the mROM's address and μ *ctrl* comprises the signals controlling μ PC. Similarly, each row of the decoder ROM has the following fields :

ctrl	imm	μ addr	hmode
------	-----	------------	-------

The meanings of the abbreviations are the same as with the μ ROM, while *hmode* is the higher part of the mROM's address and μ *addr* is the address to assign to μ PC is case of branch within the microprogram.

The processor's actual control signals and immediate value are obtained by selecting between the corresponding output bits of the μ ROM and the dROM. For generating the immediate value, a bitwise OR is performed between the μ ROM and dROM *imm* fields. Hence, it is enough to set the μ ROM's *imm* field to 0 to select dROM's one, and reversely to set the dROM's *imm* field to 0 to select μ ROM's one. Generating the control signals is more complex : multi-cycle instructions require selecting them one by one and differently according to the clock cycle. For that purpose, the *lmode* and the *hmode* fields of the respective μ ROM and dROM are concatenated for addressing the mROM. The selected row of the mROM is then used to mask the control signals of the dROM through a bitwise AND, the result being combined with the μ ROM control signals through a bitwise OR. For instance, if the selected row of the mROM contains only zeros, the control signals of the dROM are disabled which selects the signals of the μ ROM. In the current implementation, *lmode* and *hmode* contain four bits each so that the mROM includes 256 entries.

Section VI gives concrete examples of how to program these ROMs for implementing instructions.

3. The specificities of the processing unit

Apart from the four communication buses, there are two other specificities about the processing unit. First, there is no special register. That is to say that registers like the stack pointer register or even the program counter (noted *PC*, and whose value is the address of the software instruction to execute) are not defined. Instead, they are to be assigned to one of the address register when designing the instruction set. This gives great flexibility for implementing complex instruction sets.

Second, the status register is also partially configurable: it is a 16-bit register where each bit can be accessed individually. In details, this register includes five fixed flag bits (containing the state of the previous ALU operation), three fixed interrupt bits, and eight configurable bits. The configurable bits can be used to encode user and super user modes, multiple instruction sets (like the ARM processor with its normal and thumb mode [6]), or any other specific state.

V. The processor design tool: instruction set and microprogram generation

1. Overview

This tool generates the contents of the three ROMs of the control unit. Its inputs include one macro definition file and one description file per ROM. The ROM description files are similar to assembly or RTL (Register Transfer Language) programs: the approach is to describe for a ROM, one or several rows per line of the corresponding file. Concretely, one line includes a list of bit configurations, each giving the value of a group of bits of the corresponding ROM's row. A bit configuration can be

described as the list of bits which are to be set to 1, or alternatively, as the value of a range of bits (called *bit range*) interpreted as a binary number. For instance, the following sample line sets to one the first five bits of the row, and the next line sets the value of the 2 to 56 bit range to 567:

```
0,1,2,3,4,5
2..56 = 567
```

In this paper, we qualify this approach as *raw*. While simple, it is tedious and error-prone so that macros has been added which allows describing bit configurations with a redefinable human-friendly language.

2. The macro language

The macro language allows to map character strings, called *macro string*, to a list of bit configurations or ranges, which can be raw, made of previously described macros, or executable blocks. For instance the two lines bellow map respectively the string “AR” to a raw bit range and the string “A0” to a bit configuration (the operator which maps strings to bit configurations is noted ‘=>’):

```
“AR” => 19..21
“A0” => AR=0
```

The macro engine recursively replaces the macro strings by the corresponding values, selecting the longest matching macro string in case multiple matches. Additionally, for sake readability, spaces within macros are expendable: they actually match any number and any kind of space. For instance “A @ B” is equivalent to “A@B” or “A @ B”. This engine supports in theory any line-based grammar, but is especially well suited for ones where the order of the statements does not matter. This is the case when describing the bit configurations since each line gives a list of signals to set in parallel.

The executable blocks are there for extending the macro language. They consist of functions in the Ruby programming language [7], which are executed when the corresponding macro string matches and whose result is recursively interpreted. The use of Ruby permits any kind of extension, including new grammatical structures or the usage of a GUI.

Sections V.5 and VI give concrete examples of how to define simple macros, and show that even basic macros are enough to provide an easy to understand language for describing the ROMs.

3. The micro program description file

In this file, each line that is neither a comment nor a label corresponds to exactly one row of the μ ROM, starting from address 0. Such a line contains bit configurations described using raw representations or macros. The label lines are used for the micro branches: they are converted to macros giving the address in the μ ROM of the following bit configurations line. Bellow is an example of one label line followed by one comment line and one (raw) bit configurations line:

```
PROCESS0:
    # This is a comment
    0,1,2,3,4,5
```

4. The decoder and the mode description files

These files describe the content of, respectively, the dROM and the mROM. For both, each line, if not a comment, corresponds to one or several rows of the respective ROM, and has the following format:

```
<address>: <bit configurations>
```

In this format, <bit configurations> is a list of bit configurations and <address> indicates which rows of the ROM the bit configurations are to be mapped to. For the case of the dROM, this address is actually the machine code of a processor instruction since a row of the dROM describes the control signals to set in order to execute the corresponding instruction. For the case of the mROM, this

address is actually the concatenation of the lmode and hmode fields of the dROM and the μ ROM (cf. section IV.2.)

The address field is described as a bit vector, each bit being 0, 1 or x. An x bit stands for *don't care* which means that the bit configurations are applied to each row whose address matches the rest of the address field. For instance, the bit vector 000000x0 corresponds to rows 0 and 2 of a ROM.

The bit configurations field is similar to one line of the micro program's file, but it also allows to map bits of the ROM address (i.e., of the machine code instruction) to some control signals. This mapping is to be used for defining operand fields within an instruction. For instance, if the three upper bits of a 16-bit instruction are used for selecting one GPR to write to¹, the following bit mapping is used, where '<=' is the mapping operator:

10..12 <= 15..13

5. The default macros

While the macro language brings flexibility, it can be too abstract for the students. Hence, a default set of macros has been added which allows describing the bit configurations using a register transfer language.

The default macros include four categories: the register names, the connections, the writes and the execution operations. The registers names are "uPC" for the μ PC, "GPR" for the bit ranges selecting GPR, "R0" to "R7" for each single GPR, "AR" for the bit ranges selecting one AR, "A0" to "A7" for each single AR, "IR", "STATUS", "IMM" for the immediate value (considered as a read-only register), "ADDR" and "DATA" for respectively the address and the data buffers. The connections indicate to which bus the outputs of registers are connected, and are noted "<source>@<destination>". For example, the connection of R0 to the X bus is noted "R0@X". The elements of the write category indicate writing on registers and are noted "-> <register>". For example, writing to R0 is noted "->R0". The execution operations are represented by the corresponding operators, e.g., "+" for an addition. Also, 32-bit operations are prefixed by "\$", e.g., "\$+" is a 32-bit addition. Finally, memory access operations are represented by "[ADDR]" for reading and "-> [ADDR]" for writing.

VI. Illustrative example

1. Objective

In this section, the design of the following two instructions is detailed:

- (a) add d,s add GPR d to GPR s and write the result into GPR d
- (b) add d,[s] add GPR d to the content of the memory at the address given by AR s
 and write the result into GPR d

For easing the description, a few macros are added. They are given in Fig. 3, where "PC" stands for program counter, "Rd" for destination GPR, "Rs" for source GPR and "As" for source AR. The two first macros respectively maps "PC" to A7 and "As" to "AR". The third and the fourth macros respectively map the three upper bits of an instruction to the connection of a GPR to the X bus and the three following bits to the connection of a GPR to the Y bus. Finally, the fifth macro maps the write to a GPR with "-> Rd".

The microprogram, the mode and the decoder description files are given in Fig. 4, Fig. 5 and Fig. 6, and are explained in the following subsections.

¹ The corresponding control signals are number 10 to 12.

```

1. "PC" => A 7
2. "As" => AR
3. "Rd @ X" => GPR@X <= 15..13
4. "Rs @ Y" => GPR@Y <= 12..10
5. "-> Rd" => -> GPR

```

Fig. 3 Macro definition sample

```

1. xxxx 0000: disabled
2. 00010001: all controls
3. 00020001: address controls
4. 00020002: data controls

```

Fig. 5 Mode description sample

```

1. FETCH:
2.   PC@A -> ADDR
3.   [ADDR] -> DATA
4.   DATA@Y -> IR
5.   lmode=1 -> uPC
6. REGMEM:
7.   [ADDR] -> DATA
8.   lmode=2 DATA@Y 0->uPC

```

Fig. 4 Microprogram sample

```

1. xxxxxx 0000010000: Rd@X + Rs@Y -> Rd hmode=1 FETCH
2. xxxxxx 0000010001: As@Y -> ADDR   Rd@X + -> Rd hmode=2 REGMEM

```

Fig. 6 Decoder description sample

2. Instruction fetch

The instruction fetch is described in the 4 first lines of the micro program (Fig. 4). The first line is a label, the second sends the contents of PC to the address buffer, the third reads the main memory (the result being written to the data buffer) and the forth sends the content of the data buffer to IR.

3. Instruction execution

Depending on the content of IR, a single-cycle, or a multi-cycle execution has to be performed. For that purpose the mROM is used. As given by Fig. 5, when lmode is 0 (line 1), the decoder signals, including μ addr (the μ PC address), are all disabled. When both lmode and hmode are 1 (line 2), all the decoder's signals are enable, including the μ addr. Hence, instruction (a), described in line 1 of the decoder's file, is fully executed from line 5 of the microprogram, and μ PC is set to FETCH for starting the next instruction. When lmode is 1 and hmode is 2 (line 3), the decoder's only enabled signals are the ones related to the address processing (including μ addr) so that for instruction (b), line 5 of the microprogram sends the content of As to the address buffer and sets REGMEM to μ PC. However, the remaining processing is not performed yet. Finally, when both lmode and hmode are 2 (line 4), the decoder's only enabled signals are the ones related to the data processing, so that for instruction (b), line 8 of the micro program performs the addition described by the decoder with the value previously read from the memory and stored into the data buffer. In this line, "0->uPC" sets the μ PC to 0, i.e., to the beginning of the fetch.

VII. The Simulink model

For validating the architecture and providing an easy to use implementation of the processor, a gate-level model has been described using the Simulink modeling platform [2]. An overview of the model executing a simple program is shown Fig. 7. The graphs on the left of the figure represent the value of the GPRs and the ARs depending on the time and the chart on the right is the actual model. With this model, each gate of the processor can be inspected or modified at will. Moreover, the model is accurate to half a clock cycle time. This high accuracy, high flexibility and high level on details have

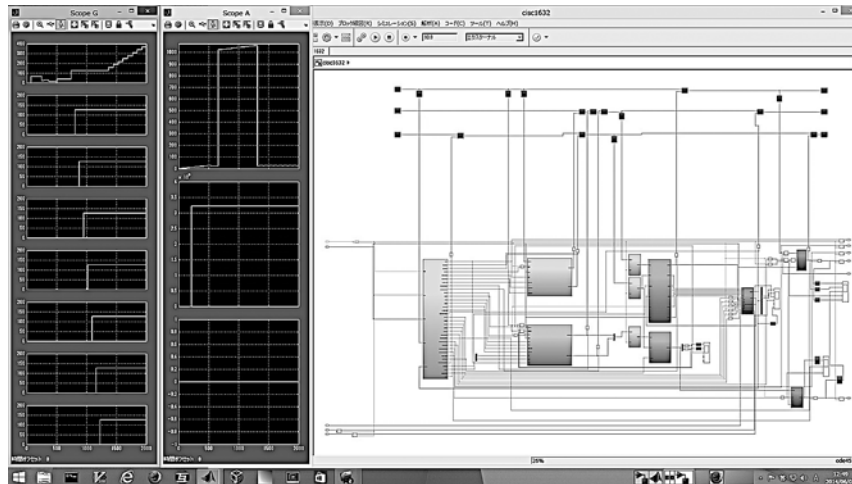


Fig. 7 The Simulink model

however the drawback of poor performance since the model execution speed is about 500 clock cycles per second on an icore7-based PC. Moreover, the lack of support for bidirectional signals by Simulink required approximating the buses of the processor with combinations of wired OR and multiplexers. Hence, the model is not hardware synthesizable.

VIII. Conclusion

In this paper we presented the architecture of an education-oriented processor and the corresponding design tool. The main specificity of this architecture is the control unit, made of three ROMs, which allows redefining the instruction set and the corresponding microprogram. The flexibility of the architecture makes it possible to support regular or irregular instruction sets, RISC, CISC, and multiple execution modes. In order to easily design or modify an instruction set, a tool is also provided for generating the ROMs contents from assembly-like or RTL-like descriptions. A gate-level model of the processor has been implemented using the Simulink modeling platform. It allows studying or modifying freely any part of the processor and visualizing its execution half cycle by half cycle.

While functional and illustrative, the Simulink model is slow and not hardware synthesizable. Hence, we plan as future work to write a fast software model of the processor and a synthesizable model using a hardware description language. We also plan to map the processor to an FPGA (Field-Programmable Gate Array) board.

References

- [1] John L. Hennessy and David A. Patterson, "Computer Architecture: A Quantitative Approach", *Kaufmann, Morgan*, fourth edition, 2006
- [2] Mathworks, "Simulink", URL: <http://www.mathworks.com/products/simulink/>
- [3] Philip M. Sailer and David R. Kaeli, "The DLX Instruction Set Architecture Handbook", *Kaufmann, Morgan*, 1996
- [4] John L. Hennessy and David A. Patterson, "Computer Organization and Design: The hardware/Software Interface", *Kaufmann, Morgan*, fourth edition, 2008
- [5] Dale Skrien, "CPU Sim 3.1: A tool for simulating computer architecture for computer organization classes", *ACM Journal of Educational Resources in Computing*, 46-59, 2001
- [6] ARM, "The ARM processor", URL: <http://www.arm.com/products/processors/index.php>
- [7] David Flanagan and Yukihiro Matsumoto, "The Ruby Programming Language", *O'Reilly Media*, 2008

有明高専の教育における課題

氷室 昭三

〈平成26年 6 月18日受理〉

Education Problems of Ariake Kosen

HIMURO Shozo

In 2000, a new educational program was introduced to our college. Under this program, students are educated to be technological engineers characterized by creativity, self-development, interdisciplinarity, and internationality on the basis of extensive knowledge of basic technology as well as high culture. There is an aim at coping with problems flexibly for the goal of developing human friendly technology harmonized with natural environment. However, there are a lot of students who lost interest in their work. The program should produce the more interest of students and improve their learning motivations. This paper describes some education problems of Ariake Kosen.

1. はじめに

有明高専では、「幅広い工学基礎と豊かな教養を基盤に、創造性、多様性、学際性、国際性に富み実践的な高度技術者の育成をめざす」という教育理念に基づき、人に優しい、自然と共存できる技術の開発に携わる技術者を育成することを目指している。

ここでは、具体的な技術者像として、人の営みから出てきた解決困難な課題に挑戦できる技術者の養成が考えられている。解決困難な課題というのは、地球温暖化に代表される環境問題、資源エネルギー問題、食糧問題、貧困問題、都市問題、高齢化社会問題などである。その大部分は人類活動の膨張の必然的な結果であり、私達がよりよい未来社会を築くためには、これらの課題の解決が不可欠である。

ところが、平成23年 3 月11日に発生した東日本大震災は、M9.0の東北地方太平洋沖の巨大地震、それに起因する大津波、さらにそれに続く原子力発電所事故と未曾有の大災害となった。また、平成24年 7 月の九州北部の大水害は記憶に新しいところである。これらのことは、現代の科学技術の脆く危うい盲点を衝いている。こういう科学技術の盲点を一つひとつ解消していくことも高専として解決すべき課題であると思われる。

このような人類が直面する大きな課題の解決に率先して取り組み、現代社会が抱える様々な課題を解決できる技術者の養成を本校は目指していかなければならない。

一方、国立高等専門学校機構（高専機構）は第二期

中期計画の柱に高専教育の「高度化」を掲げ、統括する全国51の国立高専に対し、技術の融合や高度化に対応した学科再編の検討を指示した。「電気・電子」「機械」「化学」などモノづくりの伝統的な縦割り学科構成を見直し、これらを統合したうえでコース制をとるよう促した。これにより環境、エネルギー、食品、農工連携などのグリーンイノベーションやライフイノベーションの教育研究を推進している。

これらの諸課題への対応はもちろんであるが、これまでなかなか解決できていない一般教養教育や原級留置など問題点がいくつか残っている。それらについて検討したのでここに報告するが、これらの問題を解決することが、現代社会が抱える様々な課題を解決できるとともに、未来へ希望をつなぐ技術を創成できる技術者の養成を実現できると思われる。

2. これまでの改革と成果

2.1 平成12年の教育改革

本校が創設されて50年になるが、平成12年に行われた教育改革は、これまでの本校の歴史の中で最も大きな教育改革であった。当時21世紀の人類における最大の問題は「環境問題」「エネルギー問題」「食料問題」と推測された。これからの高専は、これらに柔軟に対応できる技術者教育を目指す必要があると思われた。そのためには、「創造性」「学際性」「国際性」「多様性」という資質を身につけさせることが極めて重要であり、国際的に通用し、しかも実践力をもった

高専独自の技術者教育を展開するためにこれらは必要な資質であると思われた。

平成12年度から開始された教育改革の具体的な内容¹⁾は、低学年において人間教育とエンジニアリングの導入教育を主体とした教育を実施し、高学年において実践的技術基礎教育を主体とした教育を実施することで、低学年と高学年と大別した教育を実施することであった。前者を1・2年生で、後者を3・4・5年生で実施することにより、高専特有の「中だるみ」現象の解消、3年から実践的技術者としての意識の高揚を図るものであった。3年の教室は、それまで一般棟に配置されていたが、専門棟に移した。つまり、(1・2・3) - (4・5)年制から(1・2) - (3・4・5)年制にしたのである。

特に、第2学年に混合学級制度を取り入れた。これは学生間に幅広い人間関係を形成させると同時に、異なった学科の学生がチームをつくり創造演習を行うことは、学際的な能力を養成できる効果的な方法であると思われた。混合学級の導入については、平成元年に社会の多様性への対応と2年生の中だるみ現象の解消ということで教務委員会で取り上げていただいたが、否決された。文部省でも認められないということであったが、平成3年の制度改正により混合学級ができるようになった。

1年と2年では全校的に専門教育の基礎としてエンジニアリングの第一段階の動機づけ教育を行うこととした。このことは、低学年における専門科目の消化不良をなくすねらいがあった。動機づけを含む導入教育は、本質的にはエンジニアリングへの興味を抱かせるために行われるものであり、そこからものづくりに対する意欲がわき、創造性の向上へとつながると思われた。

エンジニアリングの分野ににいることに誇りをもたせ、将来に夢と希望を与えることを最終的な目標として第一段階（低学年時）の動機付けのための導入教育（工学基礎Ⅰ）を行うことにした。まず、1年次にエンジニアリングの歴史的な背景を認識させることにより、技術者のあるべき姿について考えるきっかけを与える。次に、エンジニアリングのおもしろさを具現できるように工夫した講義（工学基礎Ⅱ）を受講させることによって、将来の勉学に対する自信と意欲を育ませる。さらに、2年次には、創造性を養うことを目的とする創造演習的な科目（工学基礎Ⅲ）を配置し、ものづくりの楽しさを体験させることにした。以上の内容を工学基礎という科目名で全学科共通に開講した。その実施においては、専門全学科の教員で担当することとした。

また、留年生へのアンケート調査から約30%はまじめな学生であることがわかった。これらの学生に補習を行うことは効果的であろうと考えられたので、放課後に補習時間とオフィスアワーをつくることにした。

新しいカリキュラムでは、従来のように断片的専門知識の詰め込みを行って間に合わせの即戦力技術者を養成してよしとするのではなく、幅広いしっかりした工学基礎学力の上に、多様性、学際性、国際性および創造性を備えた良心的で豊かな才能と柔軟さに溢れた人材の育成を図るべきであると考えたのである。なお、転学科の制度を導入したことで、学生の学科におけるミスマッチの解消を図った。

高学年では、「ものづくり」の基礎面の創造的能力の修得、自己啓発・向上能力の修得、各専門の主要分野のうち1分野以上の分野に対する「ものづくり」面の課題探究・解決能力の修得、実践的職業技術者として活躍し得る学際性・国際性の能力修得を学習到達目標とした。

専攻科では、21世紀の高度科学技術を支える実践的・高度職業技術者に要請される高度な創造性、学際性、国際性、自己啓発・向上能力の修得および技術者の国際的資格に関する日本技術者教育認定機構の認定基準を満たす学習内容の修得を学習到達目標とした。

2.2 平成12年度教育改革の成果

工学基礎Ⅰについては、次のような学生の感想がある。「学び得たものの一つに、今私達は何のために学ぶのか、という先生のお話が挙げられる。おそらく私だけでなく、私の周りの友や同じ年代の人々の多くが自分の将来に不安を抱き、自分に何ができるのだろうかと考えているのではなかろうか。私はずっと考えている。必要とされる場所があるのだろうか？人の役に立てるのか？そんな力をもっているのか？そんなとき先生は、『私たちは700万年前から培われてきた個々それぞれにある何らかの能力を見出さねばならない。そのために学んだ。』とおっしゃった。この先生の言葉に、自分にも何らかの力があるかもしれない、たくさんのかことを学びたい、と強く思い、それまで将来に不安しかなく、今何をなすべきなのか？といつも問いただしていた私にとって、きっと今すべてが“学んでいる”ということなのだろうと、すごく前向きに考えられるようになった気がした。改めて人のために自分の力を使うことができる人間、技術者になりたいと思った。」

工学基礎Ⅲは、混合学級で取り組んでいる科目である。この科目は全学科で対応しているが、与えられた課題あるいは自ら設定した課題について、着想力と想

像力を駆使して問題解決の道筋を模索し、実現するための方法・手段を学ぶことで、学生の創造的能力と自主的学習能力の育成を図ることを目的としている。

学生の感想は、「自分の科ではできないことができる」「自主性が養える」「他の学科のことが学べてよい」「自分の学科に戻ったとき、他の学科のことを学んだことが役に立つ」「みんなで話し合ったり、協力してつくることが楽しい」などで、学生が主体的に授業に参加していることが伺われる。

本校は、平成16年度には JABEE 認定、平成17年度には認証評価の訪問調査を受け、高い評価を得た。主な優れた点として「教育活動を円滑に実施するための支援体制の一つとして教員チューター制度を設け、新任教員のスムーズな教育活動を実現している」「教育研究技術支援センターが18人の技術職員により組織され“実践的な技術者の育成”を目的とした教育課程を有効に展開する教育支援体制となっている」「卒業（修了）生の就職率が極めてよい」「大部分の進路先で高専の卒業（修了）生は、その総合的資質を高く評価されており、教育の目的に照らし教育の効果や成果が十分に挙げられている」などが挙げられた。

さらに、平成24年に第2回目の大学評価・学位授与機構からの機関別認証評価の訪問調査を受け、「創造性を育むために効果的な教育方法の工夫」が評価された。特に、「研究活動の状況」と「学生以外に対する教育サービスの状況」がともに最高位の評価を示す「目的の達成状況が非常に優れている」に評価された。これほど高い評価を受けたのは、同時に受審した12高専中2校のみである。理由として、文部科学省プログラム GP により地域企業との共同研究を通して、地域の製造販売に貢献する成果を上げたことと、中学生を対象としたエリート科学者養成プログラム「有明次世代科学クラブ」で特色ある取り組みを行っていることが挙げられた。

また、1年から3年生に毎年実態調査を行っているが、そのアンケートで勉強に対する取り組み具合について訊ねた結果を図1に示す。平成9年は「怠けている」が66%あったが、平成25年になるとそれが40%に減少し、頑張っている学生が34%から60%に増加し、この16年間の取り組みが勉強への取り組みに頑張っていると思っている学生数を増加させているようだ。

高専機構が学習到達度試験を3年生に対して実施しているが、平成25年度の数学と物理の結果を図2と図3に示す。数学と物理のいずれの項目においても平均点が全国の平均および九州・沖縄地区の平均点よりかなり高いことがわかる。入試の点数は全国の平均点くらいなので、本校の教育が学生にうまく反映されてい

ることを示している。これらは平成12年の教育改革の成果によるものと思われる。特に、平成12年度からの一般教育科による補習の効果は甚大である。

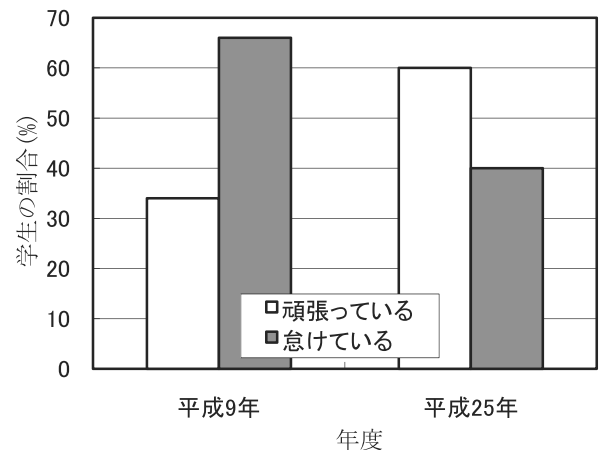


図1 「勉強に対すると取り組みはどうか」に対する回答

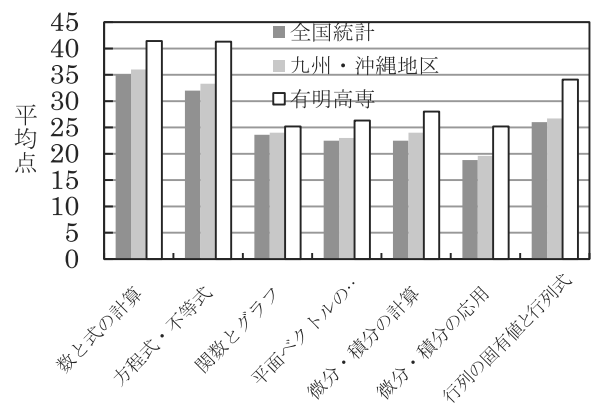


図2 平成25年度の数学の到達度試験の結果

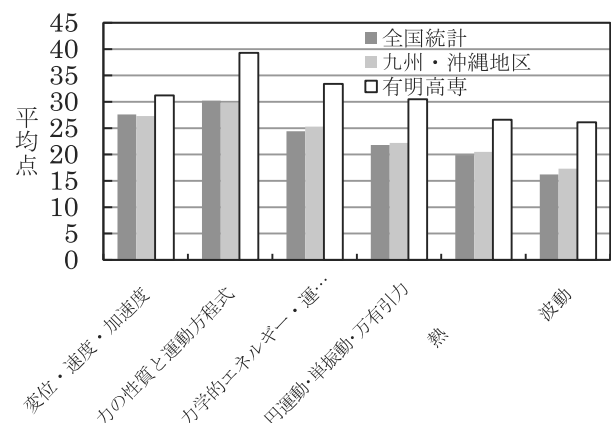


図3 平成25年度の物理の到達度試験の結果

3. 今なお残る問題点

3.1 自宅学習

平成12年の改革後なかなか改善しなかった問題点の一つが自宅学習である。自宅学習する学生の割合は、期待したほどに増加しなかった。図4に本校における昭和41年²⁾、昭和52年²⁾、平成9年および平成25年に調査した学生の自宅学習時間の推移を示すが、自宅学習が1時間未満の学生の割合は、昭和41年が17%、昭和52年が38%、平成9年が67%と増大してくるが、平成25年では54%でこの15年間に12%ほど減少した。一方、2時間以上自宅学習する学生の割合は、昭和41年が83%、昭和52年が23%、平成9年が6%と激減した。平成25年は2時間以上自宅学習する学生の割合が7%であり、この15年間に於いて変化はあまり見られなかった。

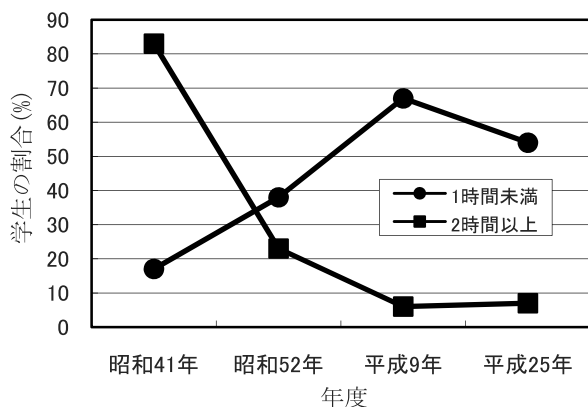


図4 自宅学習時間1時間未満と2時間以上の経年変化

この15年間での変化は1時間以内しか自宅学習していなかった学生の割合が12%程度減少し、その分が1時間から2時間へシフトし、いくぶん自宅学習する学生の割合は増加したようだ。しかしながら、学生が、学生生活に余裕がなく、じっくり思考力を養うだけのゆとり、自分の発想に基づいた自主的な学習をするゆとりがない状態が続いているといえる。

3.2 留年

高校に比べて高専の留年者数が極めて多いことは、よく知られた事実である。そのことは、「高専」や「留年」といったキーワードで検索するとすぐにわかる³⁾。特に高専3年の留年者数はかなり多い。その中でも本校の留年者の数は、全国的にも多い方に位置しており、大きな問題の一つである。

そこで、本校の留年している学生に対し、彼らの実態を知るためのアンケート調査を行った。その中から授業態度について質問した結果を図5に示すが、きれ

いな正規分布をしている。真剣に受講した学生としなかった学生が半々ずつおり、授業態度が悪い学生が多いわけではないようだ。

そこで、授業中の居眠りについて尋ねた。その結果を図6に示すが、「よくした」が31%、「ときどきした」が39%で合わせると70%の学生は授業に対する真剣みが欠如していことがわかった。授業中の私語や居眠りはずいぶん前から指摘されている問題であるが、なかなか改善されず、むしろ増加傾向にあるようにも思われる。

家庭学習について尋ねた結果を図7に示すが、「ほとんどしない」が31%で、「たまにする日がある」が25%であった。半数程度が自宅学習に対する意識がないことがわかった。一方、1時間以上自宅学習をしている学生は25%で、彼らにきちんと自宅学習する習慣を身に付けさせる工夫が必要である。

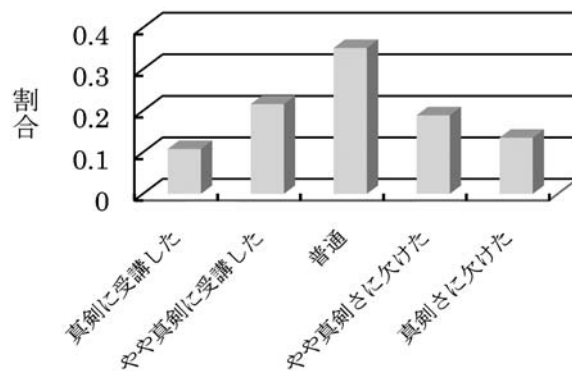


図5 留年生の授業態度について調査した結果

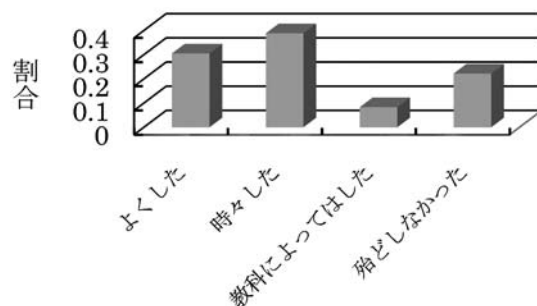


図6 留年生の授業中の居眠りについて

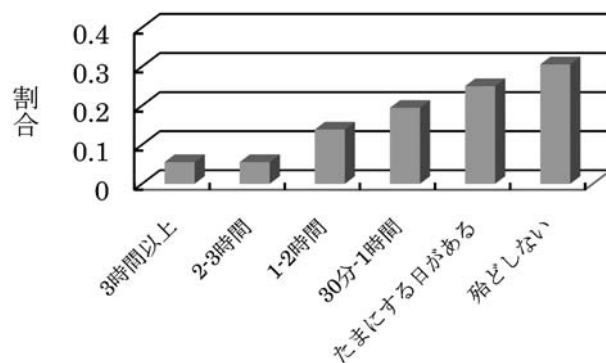


図7 留年生の自宅学習時間

彼らが自宅学習をしない原因を明らかにするため睡眠時間について調べた結果を図 8 に示すが、7 時間以上睡眠している学生はわずか 9%，6 時間以下はなんと 69% もいた。睡眠不足で授業中に眠たくなるという現象が起きていることがよくわかる。

厚生労働省の検討会は平成 26 年 4 月、若年・勤労・熟年の 3 世代別に睡眠の注意点やアドバイスを盛り込んだ新たな睡眠指針を公表した。若者には夜更かしや、寝床に入ってからメールやゲームのやりすぎを避けるよう求めている。

新指針は、睡眠の不足や質の低下が高血圧、糖尿病などの生活習慣病やうつ病につながることを科学的な根拠を基に解説しており「よい睡眠は生活習慣病予防につながる」と明記している。さらに、大人の必要な睡眠時間は「6 時間以上 8 時間未満が妥当」とし、必要以上に長く寝ても健康維持に役立つわけではないと説明している。

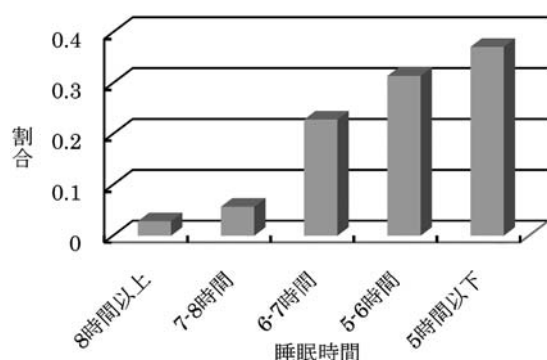


図 8 留年生の睡眠時間

また、最近は、教室の密閉率が高く、冬の暖房、夏の冷房による二酸化炭素濃度の増加による授業中の居眠りが発生するのも否定できない。学生がいかにベストコンディションで授業を受けることができるかという点も考えなければならない。

さらに、定期試験の準備について留年生に尋ねたところ、定期試験の準備を「ほとんどしなかった」が 17% もいた。また、「前日しかしなかった」という一夜漬け型が 17% と定期試験に対する意識が薄い学生が 34% もいることがわかった。

3. 3 全人教育の問題点

昭和 46 年に高専は、第 3 種の高等教育機関として前期中等教育を修了した者に対して、将来、特定の専門的な職業に従事するための資格または能力を得させるため、または他の特別な目的のため、後期中等教育の段階を含めて 5 年程度の一貫教育を行う高等教育機関と定義されている。高専は、このときから「専門職養

成の目的」と「人格養成の目的」をもつことになったが、高専教育では若年技術者教育の観点から丁寧な授業、生活指導、課外活動の指導など、きめ細かい教育が行われてきた。ここに高専教育の優位性を見ることができる。

しかしながら、高専における一般教養教育の中心は後期中等教育の部分で高等教育の部分では不足していると言わざるを得ない。技術者教育においては、全人教育と専門教育は車の両輪である。高等教育部分での一般教養教育の不足が言われる中で、視野の狭い専門に閉じこもる教育システムは、根本的な見直しが必要なければならない。

大学における一般教養教育であるが、第二次世界大戦後の米国の占領下において行われた学制改革の一環として、昭和 24 年に新制大学が発足したが、その際に、人文科学（外国語を含む）・社会科学・自然科学の 3 系列にわたる「一般教養科目」と「一般体育」の履修が定められ、「大学の最初の二年間における課業は主としてこの三つの部門の広い基本的な科目で構成されなければならない」とされた。翌年には人文科学から外国語が独立し、昭和 31 年には、改めて文部省の大学設置基準によって、人文科学、社会科学、自然科学からなる「一般教育科目」を計 36 単位、外国語科目を 8 単位以上、保健体育科目を 4 単位とする履修要件が定められ、以後平成 3 年の「大綱化」まで、長くこの枠組みが存続することとなった。

新制大学に導入された教養教育の中核をなす、人文・社会・自然の 3 系列からなる「一般教養科目」の直接的なモデルとされたのは、米国の大学の教養学部のカリキュラムであった。また、こうした科目群を導入する目的は、「余りに早くまたあまりに狭すぎ、そして職業的色彩が余りに強すぎるように思われる」専門化を是正し、戦後日本の民主主義社会を担う「民主的市民」、すなわち “good citizen” を育成することにあったようだ。

昭和 62 年に臨時教育審議会が出した「教育改革に関する第二次答申」において、「一般教育は、理解力、分析力、思考力、構想力、表現力等を培い、知的活動の基盤をなす自覚的探究心を鍛え、学問や文化を創造する基礎的資質を養うなどの見地から、大学教育において重要な要素であるとされている。

平成 21 年(社)日本経済団体連合会「競争力人材の育成と確保に向けて」による⁴⁾と、企業が求める「人材像」の要素は、「自主性・積極性」「進取の精神」「柔軟な発想と深い考察力」「コミュニケーション力」「国際的な視野と多様性の受容」などである。また、学生時代に若者が身につけておくことが望ましい資質とし

ては、外国語能力（特に英語力）を含む国際的な視野、物事を考察する際の基礎となる思考力、それを支える深い教養、自主性・積極性を促す多様な知識・経験などが挙げられている。これらを考慮すると、国際化対応能力を含めた教養教育の充実は、これから社会に出る若者を教育する上で重要な柱とすべきである。

また、一般的に「ビジネス」と「リベラルアーツ」は関係性の薄いものと捉えがちであるが、グローバル展開が進むいま、企業における哲学をはじめとする教養教育があらためて見直され、人財育成の重要な役割を担う動きが出てきている。なぜなら、グローバルビジネスを展開する企業においては、相手の文化的・思想的背景を理解し、その違いからくる認識の差異を把握するだけでなく、自国の文化について説明でき、教養豊かな会話を展開できることも必要だからである。

知識人としての教養・見識を学ぶことで、「哲学・人間観」「歴史観」「世界観」「倫理観」などを切り口に賢者の知識や思考法に触れ、知識人・社会人としての視野をより拡大するとともに、物事の判断軸や精神的豊かさを醸成することが重要である。

現在、日本社会では、会社人間として多忙な日々を過ごすなかで「自分の存在価値」「なぜ、何のために生きているのか」といった人生における目的を見失った人、また、自分自身の判断基準を失いロボット化した人が多いとされる。だが、政治・経済など、あらゆる分野におけるグローバル化が進展するなか、想定外の事象についても臨機応変に対応できるだけのキャパシティ、その事象を素直に自分の内面に吸収することのできる心の幅と深さ、つまり「人間力」なくしてはビジネスを成立させることは難しくなっていることを認識する必要があるだろう。

4. さいごに

ここ十数年間に高等教育機関における教育への取り組みは大きく変化してきた。平成13年にはJABEEが登場し、高専はその審査を受けることになった。基本的には教育の質の向上であるが、特に技術者教育の向上と国際的同等性に重きが置かれている。

さらに、平成14年11月の学校教育法の改正により、認証評価制度が導入され、平成16年から実施されている。これにより高等教育機関は第3者からの評価を受けなければならなくなった。これは、教育の重要性を強く認識し、教育の質を高めるための評価であるといっていよい。

一方、高等教育の質の向上を図り、世界で活躍できる人材を養成する目的で平成16年度から現代GPがスタートした。まさに高等教育機関は「評価」と「競争」

の時代に突入した。

この3つに問われているのは組織としての教育力であるが、このような取り組みを行ってきたにも関わらず、「自立心の不足」「授業中の私語や居眠り」「知的好奇心の低下、想像力の低下」「読書習慣の低下、思考力の低下」「試験前の暗記型勉強」「コミュニケーション能力不足」についてはなかなか解決できていないのが現状である。

これまでさまざまな教育改革を実施してきたにもかかわらず、繰り返し指摘されてきた諸課題は依然として未解決のものが多く、より複雑化・顕在化している。また、急速な社会変化により近年新たに生じた課題についても、すべてに十分対応できているとは言い難い。

本報告では「自宅学習」「留年」「一般教養教育」を取り上げて検討した。「自宅学習」と「留年」から言えることは、学生がいかに自主的に自己形成に努めるようにできるかである。このことによって、科学的知見を人間の生活に役立つ「もの」として学生が実体化し、価値を生み出すことに喜びを感じ、技術を通じて人類の繁栄に貢献することに誇りと自負をもってほしい。

「一般教養」については、いかに「人間力」を身に付けさせるかである。「人間力」とは本来的にすべての人に備わっているものであるが、従来型の知識習得型の教育で育つ類のものではない。それは、さまざまな真理を追究したり、物事の本質を見抜くトレーニングを重ねたりして磨かれるものである。したがって、これから求められる人材教育とは、従来型の知識習得型教育ではなく、「人間力」の基礎となる感性を磨きあげる「全人教育」であるといえるだろう。

これからの新しいカリキュラムには、これらのことを反映し、魅力ある有明高専をつくらなければならない。

参考文献

- 1) 氷室昭三：高専教育における創造性、学際性、国際性、多様性、高等専門学校の教育と研究、Vol.12, No.3, pp.35-40, 2007.
- 2) 実態調査委員会：有明工業高等専門学校紀要、Vol.14, pp.23-56(1978)
- 3) <http://高専.com/kosensei/ryunen/>, 2014
- 4) (社)日本経済団体、「競争力人材の育成と確保に向けて」、<http://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/2009/036/honbun.pdf>, 2009

マイコンを使ったフィードバック制御実験装置の設計・試作 —ソーラーボート用 DC モータの PI 制御—

岡崎 朋広・明石 剛二・泉 勝弘

〈平成26年 6 月11日受理〉

A Design and Prototype of Feedback Speed Controller Using Microcontroller
— Speed PI Control of a DC Motor for Solar Boat —

OKAZAKI Tomohiro, AKASHI Koji and IZUMI Katsuhiro

This paper describes a speed PI controller of the DC motor. In the student experiments, motor control is the most basic. However, it is difficult for students to understand motor control. They are not interested in motors in the experimental rooms.

So, we have developed a DC motor controller for Solar Boat using a microcontroller. The MPU of this controller is an ARM microcontroller (Cortex-M4 core) with a floating point unit (FPU). By using a solar boat in the experiment, students would be interest to motor control. Therefore, it is expected that students have a good understanding of motor control.

KEYWORDS : PI control, DC motor, solar boat, ARM Cortex-M4

1. はじめに

学生実験の中でも、モータ制御は最も基本的なテーマである。本校電気工学科の制御実験でも、シミュレータを用いた応答波形の解析やソフトウェアを用いたモータ制御系の解析を行っている。しかし、定番であるといえるモータ制御を学生は理解できていないように見受けられる。理解を妨げている要因として以下のものが考えられる。

- 1) 制御工学には高度な数学知識が必要であり、難解な数式を理解しなければならない。
- 2) 制御対象がモータを使用した身近な製品のモデルでないため、モータ単体に関心がなく、触れても興味が抱けないので、理解する意欲を失う。
- 3) ステップ入力に対する応答波形などは抽象的データであるため、実際のモータの動きを想像しにくく、直感的に理解しにくい。

1) については、内容を易しく簡略化すれば良いというものではなく、座学によって制御の基礎をしっかりと理解することが大事である。

2) については、学生は実験室に設置されたモータと、実社会で使用されているモータが別物だと考えているように見受けられる。モータは、家庭の電化製

品^①、電気自動車、豪華なクルーズ客船などに応用されているが、実験用モータと原理的には全く同じである。実験用モータと実社会での応用事例が結びつけば、よりモータ制御に興味を抱くことができると考えられる。そのためには、制御対象が応用事例だと明確にわかるようなモデルを用意する必要がある。

3) については、実物がないシミュレータやソフトウェアによる解析だけでなく、応答波形とモータの実際の動きを見比べることが必要であろう。

本校におけるモータ制御の応用事例として挙げられるのは、毎年の柳川ソーラーボート大会への挑戦である。学生はチームを組み、ゴール時にバッテリーを使い切るようなモータ制御に取り組んでいる^②。

ソーラーボートは自然エネルギーを利用した先端技術であり、エネルギー問題とも関連しているため、学生が関心を持つきっかけになり得る。また、スクリューが回転する様子は、制御対象がソーラーボートであると簡単にイメージできる。DC モータはバッテリーによる駆動が可能であるので、設置場所の制限もなく、モータの挙動を容易に見ることができる。

そこで、本研究ではソーラーボート用 DC モータをマイコンでフィードバック制御する実験装置を設計・試作し、モータ制御の理解を妨げていると考えられる

要因 2) と 3) を改善することを目標とする。ソーラーボートの駆動装置であることを明確にするため、モータにはシャフトとスクリューを取り付け、プール内でスクリューを回転させる。従来の手動制御をマイコン制御にすることで、シミュレーションと同様に容易にパラメータ変更が可能となる。

マイコンには STMicroelectronics の浮動小数点演算機能付き ARM マイコンボード STM32F4-DISCOVERY を採用し、開発環境は IAR Embedded Workbench for ARM を使用した。

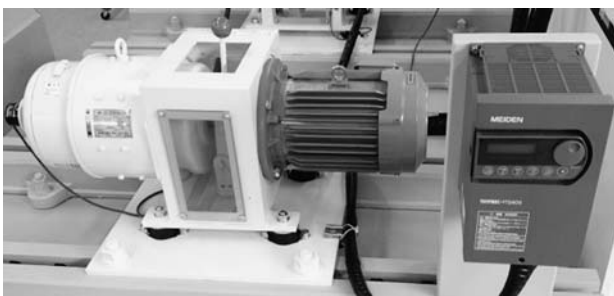
PI 制御器の最適パラメータはジグラーニコルズの過渡応答法³⁾によって求め、応答波形を観測してゲインを微調整する。

本文では、マイコンの選定から最適パラメータ計算まで、DC モータの PI 制御を実現するための一連の作業内容について報告する。

2. モータ制御

2.1 モータ制御の学生実験

実験で使用している各種モータの外観を図 1 に示す。(a) は三相誘導電動機をインバータ制御するもので直流の発電機が接続されている。(b) は DC モータを PC から制御し、接続されたもう一つの DC モータを負荷として応答波形などを PC に取り込み表示する。(c) は二相サーボモータの各種特性を測定するものである。どのモータも実験用に設置固定されているため、実社会での応用事例とは視覚的に大きな違いがあることがわかる。



(a) 三相誘導電動機とインバータ



(b) DC サーボモータ



(c) AC サーボモータ

図 1 実験用モータの外観

2.2 組み込み用 CPU

ARM マイコンは携帯電話やテレビ、デジカメなどにも組み込まれており、全世界で 200 億個以上出荷されている (2010 年 11 月時点)⁴⁾。現在の CPU の用途は、a) パソコン用、b) ワンチップマイコン用、c) カスタム IC 用に分けることができる。b) の代表は H8 や PIC マイコンであるが、消費電力やサイズ、価格が重要視され、性能や機能は必要最低限であった。ARM マイコンは当初 c) の分野で、CPU の能力と周辺回路のバランスが重要視され、高性能、小型、省電力の厳しい要求を満たしてきた。しかし、近年のアプリケーションの複雑化にともない、c) だけでなく b) も目指し、ワンチップの ARM マイコン Cortex シリーズが誕生した。必然的に、従来の b) の代表である H8 や PIC マイコンに比べ、ARM マイコンは高性能、小型、省電力の点で優れている。

モータ制御に適したマイコンを選定するために、ヴィストン社から教材用ロボットとして市販されているキットを購入し、動作を確認した。各ロボットキットの概要を表 1 に示す。①、②が倒立振子ロボット、③がライントレースロボットである。モータ制御に使用するマイコンは高機能であることが望ましいので、キット③に使用されている ARM マイコンと同等のものをを使用することにした。

表 1 購入したマイコンキット

	キット名	マイコン	開発環境
①	ビュートバランサー	H8/Tiny 16bit	HEW
②	ビュートバランサー Duo	H8/Tiny 16bit	HEW
③	ビュートローパー ARM	ARM 32bit	LPC Xpresso

2.3 組み込み用 CPU ボード

Cortex-M3 に浮動小数点ユニット (FPU) が追加された Cortex-M4 が開発された。積和演算を高速でする必要があるフィードバック制御には、FPU を持つマイコンが適していると考え、STMicroelectronics (以下 STM 社) の STM32F4-DISCOVERY を採用した。マイコンボードを図 2 に、マイコンのコア Cortex-M4 のブロック図を図 3 に示す。マイコンの機種名は STM32F407VGT6 である。主な機能を以下に示す。

- Maximum CPU frequency 168 [MHz]
- Flash memory 1024 [Kbytes]
- Internal RAM size 192 [Kbytes]
- 16-/32-bit timers 12/2
- 12-bit ADC 16

- GPIOs 82
- Operating voltage 1.8 to 3.6 [V]

開発環境は True STUDIO (Atollic社)やEmbedded Workbench for ARM (IAR 社) (以下 EWARM とする), MDK-ARM (Keil 社) 等から選択できるが, 日本語機能のある EWARM で開発を行った。

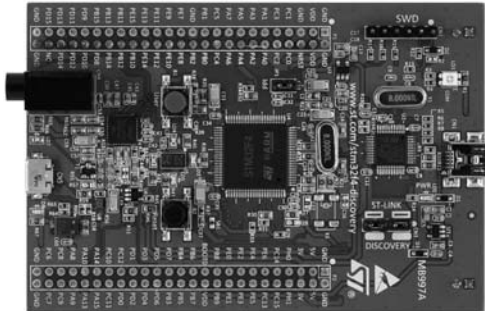


図 2 STM32F4-DISCOVERY

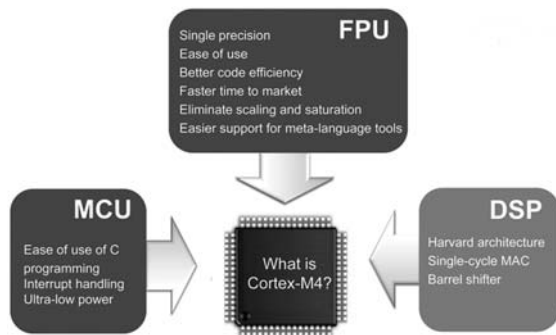


図 3 STM32 Cortex-M4 コア

2. 4 制御プログラム開発システム

STM 社が提供する STM32F4 用ファームウェア (FW_V1.1.0) には, AD コンバータや PWM 出力プログラム⁽⁵⁾⁽⁶⁾があり, その解析を行った. ボードにはデバッガ ST-LINK が付属しており, PC とは USB ケーブル一本の接続のみで, 書き込みとデバッグが可能である. 開発環境 EWARM の画面を図 4 に示す.

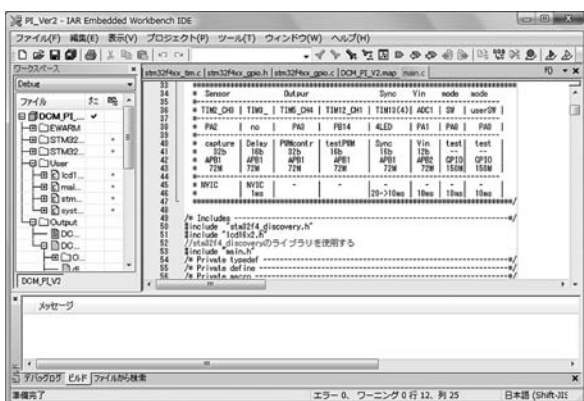


図 4 開発環境 EWARM

2. 5 制御系

これまでは, コントローラに手動でモータ端子電圧指令値を入力していた. これにマイコンを追加し, 回転数指令値とモータ回転数を入力して, コントローラ用のモータ端子電圧指令値を出力する. 図 5 に PI 制御システムのブロック図を示す. 制御対象となるモータコントローラとモータの仕様を表 2, 表 3 に示す.

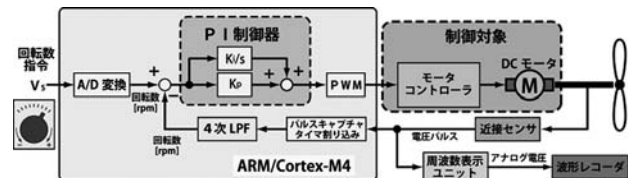


図 5 PI 制御システム

表 2 モータコントローラの仕様

電源電圧		DC24V $\pm$ 4V
制御	方式	トランジスタ PWM 定電圧、定電流制御
	周波数	10kHz
出力電圧可変範囲		DC0V $\sim$ 22V (入力 DC24V 時)
最大負荷電流 (連続定格)		30A
外部信号 (制御電圧)		DC 0V $\sim$ 5V (最大 10V)

表 3 モータの仕様

形 式	400R (L)-AC5B
出 力	453W
回転数	980rpm $\pm$ 10%
定格電流 (DC)	24A
トルク	4.4N $\cdot$ m
定格電圧 (DC)	24V

2. 6 センサと操作量

モータの回転数を計測するために, 歯数が12の歯車と近接センサを用いて, デューティ比が50 [%] の矩形波を発生させる. この回転パルス信号を周波数測定用デジタルパネルメータに入力し, 回転数 [rpm] に変換し表示する. 同じパルス信号をマイコンにフィードバックして制御を行う. 図 6 (a) にシャフトに取り付けた歯車と近接センサ, (b) に周波数表示用デジタルパネルメータの外観を示す.

マイコンへの入力値は, 目標値となる回転数を設定する可変抵抗器の電圧値 V_s (0 $\sim$ 3 [V]) と回転数を



(a) 歯車と近接センサ

(b) 回転数表示器

図 6 速度センサとその表示器

計測する近接センサの電圧パルス信号である。マイコンからの出力はコントローラへの PWM 信号である。

可変抵抗器の電圧値は ADC によって 10 [ms] ごとにアナログ電圧 0～3 [V] を 12 [bit] デジタル値 0～4095 に変換する。デジタルの最大値 4095 (0 FFFh) をモータ回転数の最大値約 1000 [rpm] に対応させるには、単純に 4 で割って回転数として計算しても良いが、実際は同じアナログ電圧入力であっても、デジタル変換値は多少変動するため、40 で割って 10 倍して回転数として計算することで、デジタル変換値のバラつきによる回転数指令値の変動を抑えている。

歯車が一回転すると 12 パルス発生するので、12 個のパルスの時間を計測することで回転数が計測できる。パルスの時間を計測するために、パルスキャプチャタイマ割り込み機能を使って 32 [bit] 値で計測を行った。計測値は 16 個のリングバッファに格納し、どのタイミングでも参照できるようにした。

PWM 信号は 1 [kHz] のパルス幅のデューティ比を変化させて出力している。マイコンの出力電圧はデューティ比が 100 [%] で最大 3 [V] である。しかし、表 2 のモータコントローラの仕様より、外部信号（制御電圧）が 0～5 [V] となっているため、マイコンの最大電圧 3 [V] を出力しても、コントローラには 60 [%] の入力となり、モータの回転数を最大にできない。そのためロジックレベル変換モジュール（FXMA108 搭載）を使用して、3 [V] を 5 [V] に変換してコントローラに入力した。図 7 に変換モジュールの外観を示す。

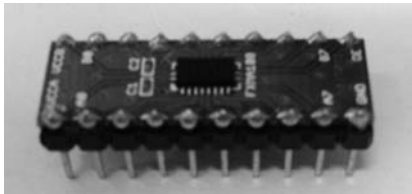


図 7 変換モジュール

2.7 PI 制御器

P（比例）制御のみでは目標値と出力の間に定常偏差（オフセット）が存在してしまう。しかし、比例ゲインを大きくすると定常偏差は小さくなるが、ゼロにはならず、不安定になりやすい。そこで I（積分）制御を組み合わせることで、定常偏差を除去することができる。モータ制御では P 動作で比例ゲインを調整して、I 動作で定常特性改善を行う PI 制御が一般的である⁽⁷⁾。PI 動作の伝達関数を式(1)に示す。

$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right) \quad (1)$$

比例ゲイン K_p 、積分時間 T_i の値については後述する。

2.8 4 次 LPF

回転数を計測するための電圧パルスは、歯車の各歯の幅や近接センサとの距離の違いなどで一定の回転数であっても変動する。そのためパルス幅をキャプチャしたタイマカウンタの値も変動するので、デジタル LPF（ローパスフィルタ）を通して高周波成分を除去する必要がある⁽⁸⁾。1 次よりも減衰特性の良い 2 次の LPF を 2 回通すことで 4 次の LPF を構成している。図 8 に 2 次 LPF のブロック図を示す。2 次 LPF の入出力の関係を式(2)に示す。サンプリング周波数 f_s を 100 [Hz]、カットオフ周波数 f_c を 6 [Hz] としてフィルタを設計した。

$$\left. \begin{aligned} w[k] &= x[k] + a_1 w[k-1] + a_2 w[k-2] \\ y[k] &= b_0 w[k] + b_1 w[k-1] + b_2 w[k-2] \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

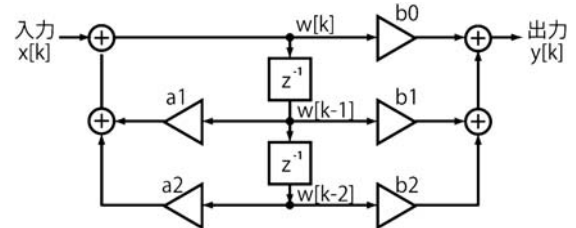


図 8 2 次 LPF のブロック図

2.9 制御周期

マイコンの入出力処理は、タイマを利用して一定時間ごとの割り込み処理の中で行った。その割り込み処理の周期（制御周期）は 10 [ms] とした。多重割り込みを防ぐために、マイコンの入出力処理は、制御周期よりも短い時間で終了する必要がある。

3. 制御ゲインの設計

3.1 単位ステップ応答

ジグラーニコルズの過渡応答法とは、制御対象のステップ応答波形から近似伝達関数を求め、PID 制御器の K_p 、 T_i 、微分時間 T_D を実験から求める方法である⁽³⁾。この方法は、制御を行っていない状態で制御対象にステップ状の変化を与え、それに対する制御量の応答波形から、制御対象の特性を決定するものである。単位ステップ応答の概要については図 9 に示す。

任意のタイミングでモータコントローラに、1 [V] から 2 [V] へ変化するステップ入力を加え、その応答波形として、周波数表示用デジタルパネルメータのアナログ電圧出力の変化を、波形レコーダ（HIOKI 8807 MEMORY HiCORDER）で観測した。応答波

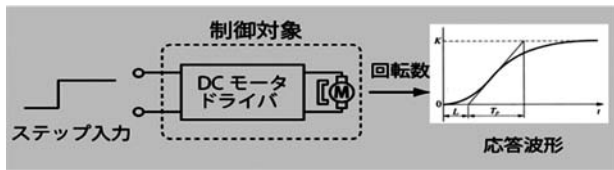


図9 単位ステップ応答

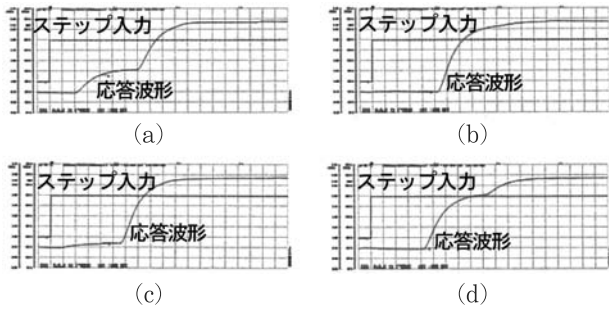


図10 ステップ応答波形

形の形状は、ステップ入力のタイミングによって変化した。ステップ入力のタイミングによって形状の異なる応答波形を図10の(a)～(d)に示す。

3.2 モデルの近似

計測したステップ応答波形のうち、途中に窪みのない波形として図10の(b)を選んで数式モデル化を行った。図11に示すように、応答波形の出力変化がもっとも大きいところ（もっとも勾配が急なところ、つまり変曲点）に接線を引いて、横軸との交点と最終値との交点から、ゲイン K 、むだ時間 L 、時定数 T を求め、一次遅れ+むだ時間で式(3)のように近似した。また、むだ時間を有理関数で近似するためパディ近似法を用いて式(4)とした。

このように、制御対象の特性をむだ時間 L と時定数 T とゲイン K を用いた等価伝達関数で近似し、これを

$$G(s) = \frac{Ke^{-Ls}}{1+Ts} = \frac{200e^{-0.5s}}{1+0.364s} \quad (3)$$

$$\text{むだ時間 } e^{-Ls} \doteq \frac{12-6Ls+L^2s^2}{12+6Ls+L^2s^2} \quad (4)$$

$L = 0.5$ として計算する

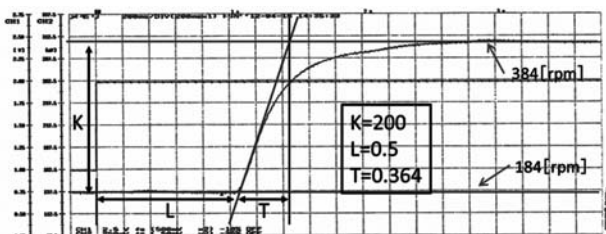


図11 数式モデル化

ベースに最適な PID パラメータ値を求め、チューニングの初期値として活用する。

3.3 制御ゲイン

Scilab-5.3.3^⑨を使ってモデルの数式(3)、(4)の確認を行った。図12に示すように、Scilab のシミュレーション出力と応答波形がほぼ一致したことを確認した。

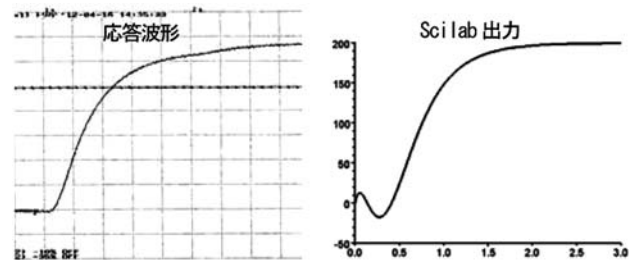


図12 Scilab による数式化の確認

ジグラーニコルズの過渡応答法で求められる PI 制御の最適パラメータについては表 4 に示す。計算から求められた最適パラメータは、 $K_p = 0.003276$ 、 $T_i = 1.65$ となった。

表 4 過渡応答法による最適パラメータ (PI 制御)

制御動作	比例感度 K_p	積分時間 T_i	微分時間 T_d
P+I 動作	$\frac{0.9T_p}{KL}$	3.3L	0

4. 制御応答

4.1 最適パラメータの調整と評価

過渡応答法によって求めた K_p と T_i の近傍にその最適値が存在するため、パラメータを微調整する必要がある。微調整を行う前の初期値として、過渡応答法で求められた K_p と T_i を PI 制御プログラムに設定し、マイコンへの回転数指令電圧を入力したが、モータは停止したり回転したり間欠的回転であった。そこで、むだ時間 L の値 0.5 に 1/2 をかけて最適パラメータを再度計算し、回転数指令電圧を入力すると、間欠的な回転であったが、間隔が短くなった。そこで、むだ時間 L を 1/4, 1/8, 1/16 としたものについて最適パラメータを求め PI 制御を試みた。各パラメータについて、マイコンにステップ入力を与えたときの応答波形をレコーダで計測した。各応答波形については図13の(a)～(d)に示す。

むだ時間 L をどんどん小さくしていくとモータの回転はスムーズになり、最適値に近づくと考えられたが、 L が小さくなりすぎてもモータの回転は不安定に

なった。試したパラメータでは $L=0.0625$ のとき (図 13 (c)) が最も安定した回転であった。最適なパラメータはこの値の近辺にあると考えられる。

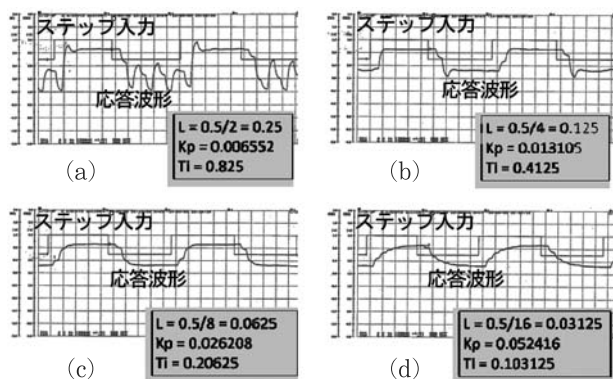


図13 パラメータの調整と応答波形

4. 2 考察

ジグラーニコルズの過渡応答法で求めた K_p , T_i の値は、最適値とは大きくずれていた。単位ステップ応答の波形から、入力タイミングによるむだ時間のばらつきがあったが、周波数ユニットのアナログ出力機能に原因があった。モータの回転数をアナログ出力に時間遅れなく変換する F-V 変換器を新たに作製して、応答波形を計測することが必要である。

マイコンからモータコントローラへの入力時に 3 [V] から 5 [V] に電圧変換をしているが、プログラムの実行中に動作が不安定になった。そのため電圧変換回路を介さずにマイコンのピンを直接コントローラと接続すると正常に動作した。マイコンの最大出力ではモータコントローラの 60 [%] の入力なので、モータコントロールとしては不十分である。今後は不具合なく 3 [V] を 5 [V] に変換して入力する必要がある。

今回行った PI 制御は試験的に陸上で回転させながら行った。本来は水中でスクリューを回転させることが目的であるので、今後は、各計測回路や電圧変換を正常に行い、プール内でのスクリューの回転制御を行って評価する。

5. おわりに

マイコンを使ったフィードバック制御実験装置を試作するにあたり、マイコンの選定、プログラム解析と開発、制御対象のモデル化、最適パラメータの計算、ゲインの微調整など一連の作業を実施して、DC モータの PI 制御システムを構築することができた。ソーラーボートを応用事例とすることで、モータ制御への理解が深まることが期待できる実験装置となった。

最適パラメータの初期値の精度を上げるには、ステッ

プ応答波形のむだ時間のバラつきを改善する必要がある。また、モータ回転数を最大限制御するためにもマイコンの出力 3 [V] を 5 [V] に変換する必要がある。

学生がモータの制御を実現する一連の手順を学び理解することによって、高専の掲げる実践的技術者の育成の価値は増すと考えられる。また、実社会における組み込みの主流である ARM マイコンに触れておくことは、社会に出て実務で扱う可能性が高く、十分意味のあることである。

スクリューを水中で回転させるためには組み立て式のプールなど、常設に向かない大がかりな実験装置が必要となる。そのため、現在のところ工学実験で使用するのではないが、ソーラーボート愛好会の学生を対象に実施していきたいと考えている。

謝 辞

本研究は JSPS 科研費・奨励研究 (23918006) の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 井澤浩一：洗濯機における最新技術，電気学会誌，Vol. 132, No. 8, pp. 551-553 (2012)
- (2) 岡崎朋広：ソーラーとバッテリーを効率よく利用する推力実験装置の試作と実験結果の検証，有明工業高等専門学校紀要，No. 49, pp. 65-74 (2013)
- (3) 加藤隆：制御工学テキスト，日本理工出版会，p. 211 (2003)
- (4) トランジスタ技術 2011 年 3 月号，CQ 出版，p. 282 (2011)
- (5) 島田義人ほか：世界の定番 ARM マイコン超入門キット STM 32 ディスカバリ，CQ 出版，p. 175 (2011)
- (6) 川内康雄：Interface 増刊 STM 32 マイコン徹底入門，CQ 出版，p. 327 (2010)
- (7) トランジスタ技術編集部編：小型 DC モータの基礎・応用，CQ 出版，p. 242 (2006)
- (8) 三上直樹：はじめて学ぶデジタル・フィルタと高速フーリエ変換，CQ 出版，p. 195 (2005)
- (9) 三谷政昭：Scilab で学ぶデジタル信号処理，CQ 出版，p. 259 (2006)

去歲占黃移野種
乾枯便蔭庭中樹
珍風重秋無缺損

此春問白乞僧家
今潤爭堆雨後沙
如何酈水岸頭花

56
丁
*風重秋…重秋風（大系本）

289 齋日之作

相逢六短斷葷腥
山柏香焚新燧火
念歸觀世音菩薩
懺悔無量何事○

獄訟雖多廢不聽
野葵花插小陶瓶
聲誦摩訶般若經
為儒為吏每零丁

*呵…訶（大系本）
*○…最（大系本）

290 訓伎州○史便過旅館告別

青衫刺史意殷勤
今日不須添別酒

停棹湖頭問故人
為嫌醉後定霑巾

*伎…備（大系本）
*○…刺（大系本）

291

予曾經以聞群臣賦花鳥共逢春之詩寄上前濃州田別駕。
別駕今之不遣遠辱還答詩篇之外別附書問予先讀消息。
詩云書云不覺流淚更用園字重感花鳥。

自聞花鳥遠形言
心折細書千里面
我悲凋落浮煙水
努力明春求友到

憶昔吹噓意氣溫
舌饒長句万令恩
君歎低飛宿○門
一枝巢在舊丘園

*○…草（大系本）

別駕先年罷官未得放還
余此冬秩滿功過雖知故云

292 苦日長 十六韻

少日為秀才
朋交絕言笑

光陰常不給
妻子廢親習

壯年為侍郎
隨日東西走
結綬與垂帷
榮華心剋念
當時殊所苦
忽忝專城任
吾黨別三千
政嚴人不到
茅屋獨眠居
眠疲也嘯倦
為客四年來
此時最攸患
日長或日短
自然一生事

曉出逮昏入
承顏左右指
孜々又汲々
名利手偏執
霜露變何急
空為中路泣
吾齡近五十
衙掩吏無集
蕪庭閑嘯立
歎息而嗚慨
在官一帙及
焉兔駐如繫
身騰或身繫
用意不相襲

*指…揖（大系本）

*帙…秩（大系本）
*焉…鳥（大系本）

（付記）

『菅家文草』卷三・卷四の翻刻をお許いただいた島原市松平文庫及び
島原市教育委員会の皆様方の御厚意に対しまして深謝申し上げます。

邊地生々常下賤
非由宿業皆如此
无量無邊何處起
逋逃課稅冥司錄
漁叟暗傷昔兄弟
在風濫訴犁耕舌
遠教万万罪先現
肉飛羅刹鬼前刃
疑惑愚癡無曉悟
可慙可愧誰能勸

*
仁和五年

280 元日戲諸小郎

珍重行年五九春
不須多勸屠蘇酒

281 寄紙墨以謝藤才子見過

沙浪不由遇舊知
松煙若映桃花上

55丁

春詞二首

282 和風料理遍周遊
自古人言春可樂

283 雨後江邊草染來
歸鴻若當家門過

*
未來世々又單貧
忽復當時更結因
自身自口此中臻
欺詐公私獄卒隕
獵師好殺舊君親
習俗狂言湯爛脣
乖和一夕苦相遵
骨赴泥犁鼎下薪
雖無曉悟欲精慙
菩薩弟子管道一

*一真 (大系本)

*仁和五年…ナシ (大系本)

可憐兒輩二三
其奈家君白髮新

今朝目擊淚先垂
詠折春風桂一枝

山樹紅開水綠流
何因我意凜於秋

遙思去歲始花梅
為報春眉結不開

284 正月十六日 憶宮妓蹋歌

星居在北澗天濤
此夜應同新月色
舞非春夢難行見
每屬佳辰公宴日

遣意宮人整玉簪
他鄉不似舊年心
歌是昔聞便臥吟
空々濕損客衣襟

285 聞群臣侍内宴賦花鳥共逢春聊製一篇寄上前濃州田別駕

花不含靈鳥不言
幽溪轉感求賢詔
望鶴晴飛千万里
裏香低翅風莎地

知春為政調寒○
古木方驚養老恩
思梅艷發九重門
爭得時來入禁園

*○…溫 (大系本)

286 訓藤馬司詠廳前櫻花之作

押韻

*馬司…司馬 (大系本)

紅櫻笑殺古甘棠
不用春庭無限色

安使君公遺愛芳
欲看秋畝有餘糧

*周…用 (大系本)

287 亞水花

花發巖邊半入流
日燒迅瀨薰龍腦
恰拾湘妃臨岸泣
無人共見陶春意

紅勾綠淥兩悠々
風獵低枝破鴨頭
欺誣蜀錦帶波浮
觸物空添旅客愁

*拾…似 (大系本)

288 官客前播菊苗

少年愛菊老逾加

公館堂前數畝斜

*客…舍 (大系本)

272 驚冬

送冬如昨只今歸
牀上卷收青篋簾
不愁官考三年黜
節是安寧心是君

應道炎涼傳翼飛
篋中開出白綿衣
唯歎生涯万事非
天時為我義相遠

*是…最（大系本）
*君…苦（大系本）
*義…幾（大系本）
*遠…違（大系本）

273 晨起望山

不寐通宵直到明
避人猿鳥松蘿裏

蘆簾手撥對山晴
唯有飛泉雨後聲

274 冬夜閑思

白茅簷下火爐前
案曆唯殘冬一月
性無嗜酒愁難散
千萬思量身上事

侍坐兒童倚壁眠
居官且遣秩三年
心在吟詩政不專
窓間報得欲明天

275 冬夜對月憶友人

月轉孤輪滿百城
山疑小童微微積
涼夜猶宜閑望坐
每思玄度腸先斷

無端惱殺客中情
水誤新冰漸漸生
寒風不得出遊行
空放吟詩一兩聲

*童…雪（大系本）

276 客居對雪

溫液寒疑暗有期

驚看銀粉滿茅茨

*疑…凝（大系本）

立於庭上頭為鶴
花散忽因風力處
城中一夜應盈尺

居在爐邊手不龜
玉銷初見日光時
祝著明年免早飢
今年有旱故云

277 訓藤十六司馬對雪見寄之作

次韻

人皆踏玉似蓬瀛
口詠君詩心且祝

雪色應羞我性清
明年秋稼與雲平

278 立春 在十二月廿六日

54丁

偏因曆注覺春來
誣告浪從水下動
浮雲自後寒夜暖
消息窮通皆有運

*物色人心尚冷灰
瞳思花在雪中開
壯日如今去不廻
莫言墮戶不驚雷

*瞳…暗（大系本）

279 懺悔會作 三百八言

一切衆生煩惱身
承和聖主勅初下
內自九重外諸國
年終三日繫心馬
發願以至五十載
我今為吏居南海
趨拜宮門或佞士
會之前後禁屠割
禪悅寒擎霜碗味
城中遍滿菩提念
香出善心無用火
歸依一万三千佛

求哀懺悔仰能仁
貞觀明王格水陳
起於万乘及黎民
天下一時轉法輪
星霜如故事如新
朝夕翹誠望北辰
春行制肯即忠臣
會之中間絕葷辛
過伽曉指井花神
境內掃除雜染塵
花開合掌不開春
哀愍二十八萬人

*至…來（大系本）

*春…奉（大系本）

*肯…旨（大系本）

*過…過（大系本）

*花…華（大系本）

*用…出（大系本）

經中佛名

部内戸口

269

寄白菊 四十韻

未省中懷散
葉紅時易感
不得隨君去

空添別淚多
雲白路難過
傷情欲奈何

遠隔蒼波路
東京蝸舍宅
小壇斜當戶
無池蓮本欠
擬擅孤叢美
苗從台嶺得^{56丁}
下手分移遍
早春新膩葉
得灌占依井
藥期揚酷列
爽籟吹灰到
乍看珠顆拆
蟬翅迷施粉
地疑星隕宋^{*}
○襲衣藏篋
仙家嫌葱圃
笑敏陶元亮
和光宜月露
色惜裳虛室^{*}
慙竿曾猷主
任老休炊桂
芬芳應佩眼^{*}
四序環無賜
生涯雖量測
面目歡娛少
業拋羊柱筆

遙思白菊園
西向雀羅門
疏欄正逼軒
有畝竹逾繁
先芸庶草蕃
種在侍郎存<sup>予為吏部侍郎之日
天台明公寄是花種</sup>
中心愛護敦
初夏細牙根
承湯免戴盆
莖約引嬋媛^{*}
流年轉穀奔^{*}
爭賞素窠翻
峰巒鬧著痕
庭似雪封素^{*}
香浮酒滿罇
隱士厭桃源
浪資楚屈原^{*}
同類是蘭蓀
名後要盛昆
悔劍只貽孫^{*}
忘憂倍帶萱^{*}
貞潔欲攀援^{*}
千秋失不諼^{*}
祿命未平反
風塵悶亂煩
官建隼旗幡

*欠…飲 (大系本)

*傳…侍 (大系本)

*得…待 (大系本)

*列…烈 (大系本)

*穀…轂 (大系本)

*素…衰 (大系本)

*○…紫 (大系本)

*敏…殺 (大系本)

*裳…哀 (大系本)

*猷…猷 (大系本)

*劍…劍 (大系本)

*眼…服 (大系本)

*失…矢 (大系本)

失道人皆議
雙龜收北闕

鬱々江雲晃^{*}
行程過綠浦
水國親賓絕
一來疲涕泗
想像霜華發
含情排客館
悵望將穿眼
意驚由過雁
有處堆沙插
自開還自落
暮景愁難散
寄詩花盛盃

270 秋雨

秋霖晴日少
屋見苔侵壁
苦情唯客夢
帶雨年華落

271 路邊殘菊

菊過重陽似失時
金精未滅薰香在

安身我獨論
五馬屬南轅

文選云別子雙龜李氏謂
罷二官也。余及為刺史解却
兩印故云也。

濛々潤雨溫^{*}
逆旅臥青蘋
漁津商賈喧
三度變寒暄
悲傷晚節昏
抱影立荒村
追尋且送魂
腸斷豈聞援
何人折柳焚^{*}
誰見也誰言^{*}
涼颿恨易吞^{*}
珍重可知恩

*晃…晃 (大系本)

*焚…焚 (大系本)

*颿…風 (大系本)

*盃…杏 (大系本)

旅館感懷多
池聞水溢科
閑境併詩魔
其如我老何

相憐好是馬行遲
欲把還羞路拾遺

門外小池池内蓮
稚膚葉展纔承露
提予一時風景改
及看灼灼新花發
心誤絳幡依岸陣
西方色相開為寶
尋繹凡夫机利鈍
同僚偃草稱權首
都計道場唯四七
人皆採擷分頭去
未昔離心於魏闕
先祈海內長無事
從自初來言已立
豈圖此歲無豪雨
風卷春山雲宿澗
毒龍貪惜神通水
祝史疲馳頒幣社
悲哀鄭白源流涸
近見塵飛芳萼死
善根道斷呼甘樹
莫笑蒸修偏少力
魂迷案轡顛羸馬
儒館罷歸雖叱咄
刻飢刻骨身為鏤

問來誰種又誰穿
清溜溪通不導消
下車三度月光圓
終信曙曙故老傳
眼疑紅燭出泥燃
南郡榮華見可憐
混成樂處善緣因
闔境奔波供佛前
擬施世界滿三千
我獨思帷合掌眠
如今享福不唐捐
次願城中大有年
欲令後到禮相台
何罪當州且旱天
火燒夏日地生煙
邪思呵留智慧泉
禪僧倦看讀經筵
夢想龔黃德化宣
遍知土塹稼苗刈
眞實謀窮稔福田
應慙理政每多愆
手拙揚薪爛少鮮
吏途蹶步更迎遭
此偈寧非薄命篇

*導…導 (大系本)
*消…涓 (大系本)
*予…第 (大系本)

*開…聞 (大系本)
*緣因…因緣 (大系本)

*擷…摘 (大系本)
*帷…惟 (大系本)

*思…鬼 (大系本)
*看…著 (大系本)

*爨…熱 (大系本)
*煎…煎 (大系本)

*蒸…芳 (大系本)
*理政…政理 (大系本)
*飢…肌 (大系本)

263 憶諸詩友兼奉寄前濃州田別駕

〔51丁〕

天下詩人少在京
巨明府劇官將滿
南郡旱災無所與
君先罷帙閑多暇

況皆疲倦論阿衡
傳聞朝廷令在京諸儒
定阿衡典職之論
安別駕煩代未行
東夷曠俗有何情
日月煙霞任使令

*帙…秩 (大系本)

264 謝文進士新及第拜辭老母尋訪舊師

怪來言笑夢中間
春月不辭高折桂
西京老母知猜我
争得一枝司馬印

客舍蕭蕭夜半分
秋風有力遠披雲
南海閑人喜遇君
便留多少附公文

*枝…枚 (大系本)

265 聞早雁寄文進士

無勝早雁叫傷情
不見家人書便附
下弦秋月空驚影
憶汝先來南海上

沙漠涼風送遠行
唯煩旅客夢難成
寒櫓曉舟欲亂聲
夜等落魂舊能鳴

*魂…魄 (大系本)
*等…尋 (大系本)

266 江上晚秋

不敢閑居任意愁
山銜落日分陰駐
鷗鳥從將天性狎
銷憂自有平沙步

勸身江畔立清秋
水趁凋年一種流
鱸魚妄被在風羞
王粲何煩獨上樓

*在…土 (大系本)

仲宣賦云暇日聊以銷憂

267 九日偶吟

客中三見菊花開
今日低頭思昔日

只有重陽每度來
紫宸殿下賜恩盃

268 別文進士

見來纔一月

相送幾重波

255 寄雨多縣令江雖緒一絕

不雨應緣政不良
州官縣吏○相混

唯馮大般若經王
乙丑同年髻早霜

*雖…維 (大系本)
*○…更 (大系本)

256 遊覽偶吟

鳥出樊籠翅不傷
京中水地王公宅
口戲貪憐誣犯限
此間勝境雖無主

青山碧海任低昂
畿內花林宰相莊
眼偷臨望叱窺堂
漸々聞來欲有妨

*樊…樊 (大系本)

257 法花寺白牡丹

色卽爲貞白
嫌隨凡草種
在地輕雲縮
繞叢作何念

名猶喚牡丹
好向法花看
非時小雪寒
清淨寫心肝

*花…華 (大系本)

258 題南山亡名處土壁

秘密鄉村與姓名
無妻澗戶松偕老
泡影身浮修道念
比量心地安閑理

年顏朽邁意分明
不稅山畦黍旅生
煙嵐耳冷讀經聲
一室應勝我百城

*旅…叢 (大系本)

259 客舍書籍

來時事々任輕疎

不妨隨身十帙餘

260 言子

百一方資泣病術
謳吟白氏新篇籍
罷秩當須收得去

五千文貴立言虛
講授班家舊史書
自慙猶過橐衣儲

*泣…治 (大系本)

261 讀家書有所歎

男愚女醜稟天姿
寒樹花開紅艷少
家無擔石應由我
此事雖同窮老歎

依禮冠笄共失時
暗溪鳥乳羽毛遲
業有文章欲附誰
適言其子客情悲

*潛…借 (大系本)

一封書到自京都
兒病先悲爲遠吏
豈憂伏臘貧家產
客舍閑談王道事

潛紙公私讀向隅
論危更喜不通儒
唯畏風波嶮世途
應看山近○樵夫

*看…羞 (大系本)
*○…似 (大系本)

262

丙午之歲四月七日予初莅境巡視州府之少北
有一蓮池池之近東有一長老長老曰是蓮也元慶以往
有葉無花仁和以來花葉俱廢適至夏末已遇花時
長老之言誠而有驗尔時予向僚屬作是唱言採摘
池中百千萬莖分拾部内二十八寺聞者隨喜見者
發心加之香油東西供養乃謂自我爲故將貽後人
至于去年亦復如是意之所約爲不爲不諧不諧
令茲日春不雨入夏無雲池底塵生蓮根氣死天與人失
心事違非佛力不至蓋人心之不信聊敘文章便以嗟嘆
云尔

*廢…發 (大系本)

*拾…捨 (大系本)

*不諧…ナシ (大系本)

*令…今 (大系本)

*日…自 (大系本)

*心事…心與事 (大系本)

246 哭翰林學士

秋思病甚馬相如
補替驚者新任詔
被拘卑守橫蒼海
旅客從來無夜夢

別後三廻附起居
聞喪泣讀故人書
不及高呼走素車
未知苦樂二生初

*者…看（大系本）

247 春日獨遊三首

放衙一日惜殘春
唯有時々東北望

水畔花前獨立身
同僚指目白癡人

248

花凋鳥散冷春情
昏夜不歸高嘯立

詩興催來試出行
州民謂我一狂生

249

日長不得久眠居
適遇多情垂釣叟

出引諸兒且讀書
各言其志不言魚

250 別遠上人

何處浮盃欲絕蹤
傳將法界二明火
若海須臾今日別
慈悲若不忘鄉里

愁看泣血舊溪龍
謝却僧老一老松
靈山畢竟後生逢
便付春風送曉鍾

*僧老…老僧（大系本）
*若…苦（大系本）

— 48 —

251 四年三月廿六日作

到任之三年也

我情多少與誰談
計四年春殘日四
生衣欲待家人著
好去鶯花今已後

況換風雲感不堪
逢三月盡客居三
宿釀當招色老酣
冷心一向勸農蠶

*邑…邑（大系本）

252 首夏聞鶯

行藏万物不蹉跎
梁鷲雖成爭有舌
似移愛妾人前笑
鳥若逢春應滑語

四月鶯聲聽甚訛
窓梅子結覺無窠
因失時共意外欲
臣愚妾老欲如何

*鷲…燕（大系本）
*笑…哭（大系本）
*因…同（大系本）
*共…臣（大系本）
*欲…歌（大系本）

253 新蟬

新發一聲最上枝
今年異例腸先斷

莫言泥伏遂無時
不是蟬悲客意悲

254 對鏡

四十四年一人*
我心無所忌
半面分明見
此愁何以故
自疑鏡浮翳
塵消光更信
未滅胸中火
意猶如少日
正五位雖貴
悔來手開連

生涯未老身
對鏡欲相親
雙眉斗頓頻
照得白毛新
再三拭去塵
知不失其眞
空銜口上銀
只已非昔春
二千石雖珍
無狀損精神

*一人…人（大系本）

*連…匣（大系本）

長崎県島原市 松平文庫蔵『菅家文章』卷三・卷四―翻刻（その二）―

焼山廣志

〈平成二十六年五月七日受理〉

Kankebunsô, an anthology of Chinese poetry written by Sugawara Michizane,
which is stored in Matsudaira Library in Shimabara City, Nagasaki Prefecture

— a translated version (2) —

YAKIYAMA Hiroshi

一

244 書懷寄文才子

平安朝の漢詩人として著名な菅原道真の漢詩集『菅家文章』の伝本の一つが長崎県島原市の松平文庫に所蔵されていることが知られて久しくなる。未だ活字化されていない松平文庫本・第一冊中の卷三・卷四該当箇所を翻刻し、研究の一助に寄与できることを期待する。今回は前回（有明工業高等専門学校紀要 第四十九号）に引き続いて巻四を取り挙げる。凡例は前回のそれに倣う。但し、本稿より大系本との校異がある文字は「*」を付した上で下欄に列記することにした。

二

菅家文章第四 詩四

※243 題驛樓壁。
歸州之次、到播州明石驛。自此以下八十首、自京更向州作。 ※頭注に「仁和四年」とある。

離家四日自傷春
為問去來行客報

梅柳何因觸處新
讚州刺史本詩人

※245 聞文進士及第、題客舍壁

得聞春榜故人名
匏繫不辭煙絕臥
三千門下獨留守
年少*嘲君耄及
有試。賦河水清。百字絕文。故云。

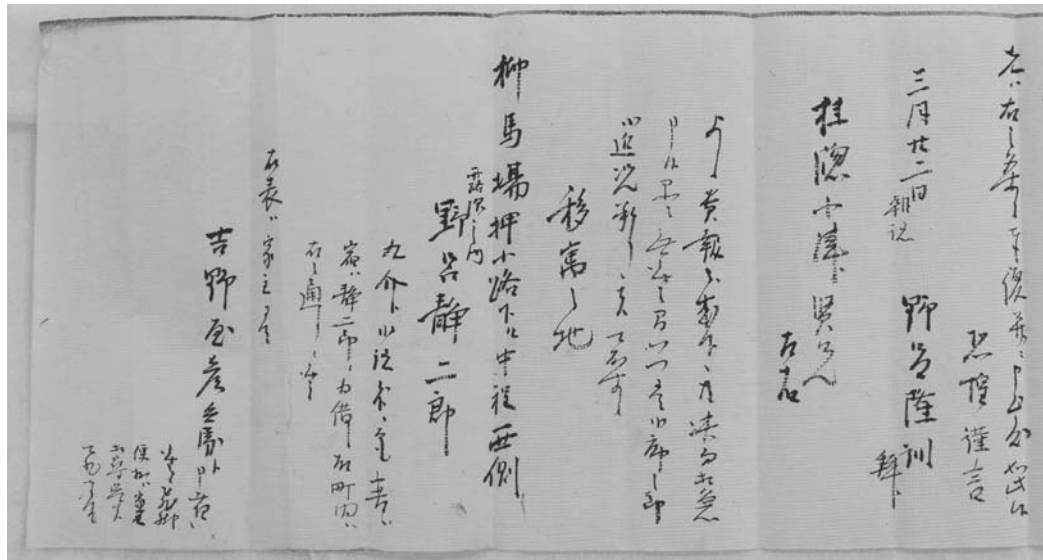
非喜高飛喜久生
履穿無厭雪寒行
一百字中纔晚成
慙慙為解俟河清

*…若（大系本）

※頭注に「文言時實」とある。
*言…室（大系本）

*…水（大系本）

*氷闊雲深春日長
聞來奉試詩評未
送我歸時心半死
如何四十無名客
含情不覺有風光
聞得同門博士亡
思君臥處淚雙行
師在邊州母在堂



先は右の条々奉復、并に申上度如此候。

三月廿二日

朝認

恐惶謹言
野呂隆訓
拜

桂窓小津賢兄

座右

尚々、貴報被成下候共、決て相急申候品々無御座候間、いつにて御序の節、御近況承り候は可辱候。

移寓の地

柳馬場押小路下る中程西側

露次の内

野呂静二郎

九介と御認被下候ても不苦候。宿は静二郎に為借候故、町内は右の通りに御座候。

右表は家主にて

吉野屋彦兵衛と申宿に御座候。飛脚便杯は家主相尋呉候ば、可然奉存候。

柳馬場押小路下る中程西側

野呂静二郎

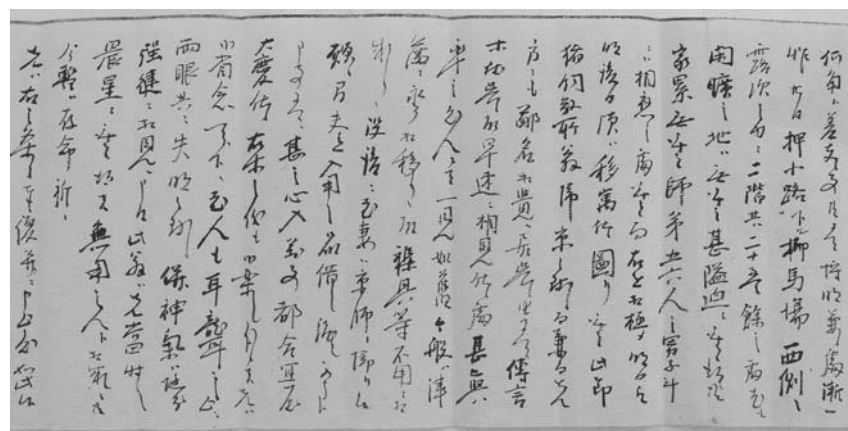
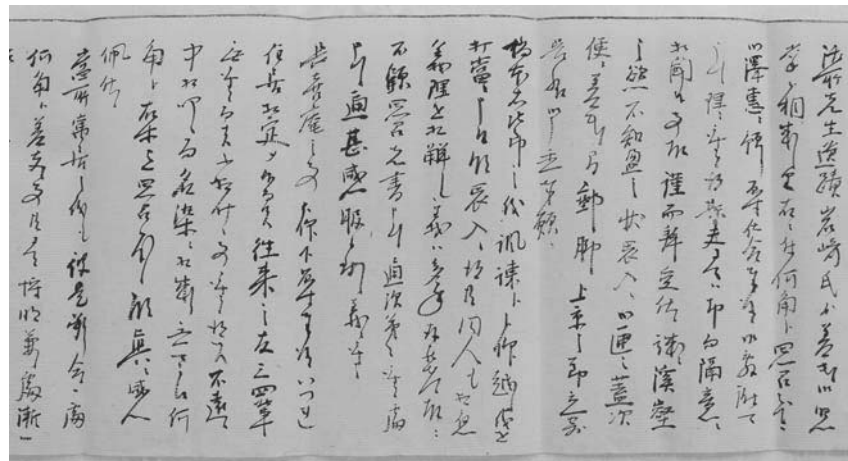
九介と御認被下候ても不苦候。

宿は静二郎に為借候故、町内は右の通りに御座候。

右表は家主にて

吉野屋彦兵衛と申宿に御座候。

飛脚便杯は家主相尋呉候ば、可然奉存候。



†活所先生 那波活所。和歌山藩儒。文禄四年（一五九五）三月生、正保五年（一六四八）一月三日没、五十四歳。名は信吉・方・觚、通称は平八・祐氏、字は道門、活所と号す。藤原惺窩に学ぶ。小津久足「青葉日記」（天保十三年）に「かねてしれる書林何がしが宿りにさま／＼の書もて来たる中に、『活所遺稿』ありしに、こははやくより所蔵せれど」とあり。

†活所先生遺蹟、岩崎氏より差出候御照幸被相来候由、右に付何角と思召被下候御沢恵に預り、辱仕合奉存候。御辞謝可申上候理に御座候得共、夫にては却て隔意に相聞候事故、謹で拝受仕候。誠に溪壑の慾、不知盈の状、畏入候。御匣の蓋、次便に差出候間、郵脚上京の節立寄呉、右御申置奉願候。

橋本右次郎の儀、諷諫と被仰越候儀を打当に申候段、畏入候得共、同人も相応義理を相解し、義は多年奉罷在候故に、不顧思召、先書申上候通次第に御座候処、申上候通、甚感服被致候義に御座候。

長喜庵の事被仰下、辱奉存候。いづれ住居相定め候ては、往來の友三四輩無御座候ては、不相叶候事御座候得ば、不遠候中相聞候て、名染に相成り置可申候。何角と右等迄思召被下候段、真に感佩仕候。

当所寓居の儀も、彼是承り合候処、何角と差支候事共にて埒明兼候処、漸一昨廿日、押小路下る柳馬場西側の露次の内に、二階共二十畳余の処、尤も閑広の地は無御座候。甚隘迫に御座候得共、家累無御座候師弟五六人の男子計には相応の処御座候て、右を相極め、明日歟明後日頃は移寓仕候図り御座候。此節、猪飼敬所翁歸京被致候て、兼て先方にも鄙名相覚え居呉候由にて、伝言等致呉候故、早速に相見仕候処、甚真率の老人にて、一見如旧、今般は津藩に永く相移り候故、雜具等不用に相成り候。没後に老妻は京師に滞り被願候間、夫迄入用の処、借し渡し可申と申事にて、甚の心入、万事都合宜敷大慶仕候。右等の儀も御案じ被下候ば、先は御省念可被下候。老人も耳聾の上に、両眼共に失明被致候。併神氣は随分強健に相見え申候。此翁は先當時の晨星に御座候得ば、無用の人と相成候共、今暫は存命祈候。

†岩崎氏 紀州湯浅村の岩崎家は、干鰯問屋「湯浅屋」の小津与右衛門家（桂窓は六代目）の成り立ちにも関わり、分家の小津新七家は、代々岩崎の血統が継ぐ。

†長喜庵 洛東の双林寺長喜庵。ここでは初代庵主月峰（一七六〇～一八三九）の長男、義亮（一八〇〇～一八六五）のこと。小津桂窓は二代にわたって親しく、上洛の度に長喜庵に赴いた。義亮より桂窓に宛てた書簡も本居宣長記念館に現存。

†猪飼敬所 津藩儒。宝曆十一年（一七六一）三月二十二日生、弘化二年（一八四五）十一月十日没、八十五歳。名は安治郎・彦博、通称は三郎右衛門、字は文卿、敬所と号す。手島堵庵に心学を学び、のち儒に転じて岩垣龍溪に学ぶ。

兼て厚く思召被下候故、唐突も不顧蒼卒の事御申出候処、無御捨置思召被
下候条々、委曲奉銘肝候。右用意と申ても、賤子の儀、何程の事無之申出
候も慚愧候儀に御座候。委細は先便にも申上候通り、賤息共発起の漫遊に
御座候故、弊荆共も国許も差置候て、父子夫婦奮発の意相合候事故、何れ
五年計は彼此と世話仕合候ねば、万事に付候て、不都合の事に御座候故、
長男へいか程相渡し、右は不所存にて虚耗仕候とも、我等は天命と存候。
併其方は右等の処に相成り候ては、彼天命に相背き可申敷に候間、右の義、
相含に我等衰老の後と相応に養ひ候。右の了簡に存候て、今般相渡し候処、
虚耗不致候は、父子共仕合と存候条にて、右長男の義は相片付け、弊婦に
は我等祖先神牌相守り、国許に相残り候も、夫家祖霊への孝道、且は一脈
血統盛衰の機会に相当り候間、二人子共相励し候為に、暫く艱苦不自由可
相渡候。其中の神牌供養及其身立行候為に、いか程相渡し可申候間、猶婦
巧にて相助け虚耗不致候は、二兄の為、且は老後の為に候。右の条、相心
得可申と申渡し、右にて長男弊荆の二人は相片付き、其余僅なる品を懷に
相抱候て、次兄召連罷出候。元来無多の余財を右の通りに相分け候事故、
相預け申候とて、僅二十金程にて、右は賤子及次兄、万一の事の節と用
意仕候事御座候。右等些少の処、大造に御聞を犯し候事、泚類に不堪候得
共、寒士の常然と憐察可被下候。扱二十金程の処不苦候ば、御地に御留め
置被下候ば、先當時の趣にては急に入用の節も有之間敷奉存候間、何卒貴
翰御諭しの体に相成候ば、万々辱奉存候。御困被仰下候付、無覆藏又々老
婆縷絮の冗話申上候。

兼て厚く思召被下候故、唐突も不顧蒼卒の事御申出候処、無御捨置思召被
下候条々、委曲奉銘肝候。右用意と申ても、賤子の儀、何程の事無之申出
候も慚愧候儀に御座候。委細は先便にも申上候通り、賤息共発起の漫遊に
御座候故、弊荆共も国許も差置候て、父子夫婦奮発の意相合候事故、何れ
五年計は彼此と世話仕合候ねば、万事に付候て、不都合の事に御座候故、
長男へいか程相渡し、右は不所存にて虚耗仕候とも、我等は天命と存候。
併其方は右等の処に相成り候ては、彼天命に相背き可申敷に候間、右の義、
相含に我等衰老の後と相応に養ひ候。右の了簡に存候て、今般相渡し候処、
虚耗不致候は、父子共仕合と存候条にて、右長男の義は相片付け、弊婦に
は我等祖先神牌相守り、国許に相残り候も、夫家祖霊への孝道、且は一脈
血統盛衰の機会に相当り候間、二人子共相励し候為に、暫く艱苦不自由可
相渡候。其中の神牌供養及其身立行候為に、いか程相渡し可申候間、猶婦
巧にて相助け虚耗不致候は、二兄の為、且は老後の為に候。右の条、相心
得可申と申渡し、右にて長男弊荆の二人は相片付き、其余僅なる品を懷に
相抱候て、次兄召連罷出候。元来無多の余財を右の通りに相分け候事故、
相預け申候とて、僅二十金程にて、右は賤子及次兄、万一の事の節と用
意仕候事御座候。右等些少の処、大造に御聞を犯し候事、泚類に不堪候得
共、寒士の常然と憐察可被下候。扱二十金程の処不苦候ば、御地に御留め
置被下候ば、先當時の趣にては急に入用の節も有之間敷奉存候間、何卒貴
翰御諭しの体に相成候ば、万々辱奉存候。御困被仰下候付、無覆藏又々老
婆縷絮の冗話申上候。

兼て厚く思召被下候故、唐突も不顧蒼卒の事御申出候処、無御捨置思召被
下候条々、委曲奉銘肝候。右用意と申ても、賤子の儀、何程の事無之申出
候も慚愧候儀に御座候。委細は先便にも申上候通り、賤息共発起の漫遊に
御座候故、弊荆共も国許も差置候て、父子夫婦奮発の意相合候事故、何れ
五年計は彼此と世話仕合候ねば、万事に付候て、不都合の事に御座候故、
長男へいか程相渡し、右は不所存にて虚耗仕候とも、我等は天命と存候。
併其方は右等の処に相成り候ては、彼天命に相背き可申敷に候間、右の義、
相含に我等衰老の後と相応に養ひ候。右の了簡に存候て、今般相渡し候処、
虚耗不致候は、父子共仕合と存候条にて、右長男の義は相片付け、弊婦に
は我等祖先神牌相守り、国許に相残り候も、夫家祖霊への孝道、且は一脈
血統盛衰の機会に相当り候間、二人子共相励し候為に、暫く艱苦不自由可
相渡候。其中の神牌供養及其身立行候為に、いか程相渡し可申候間、猶婦
巧にて相助け虚耗不致候は、二兄の為、且は老後の為に候。右の条、相心
得可申と申渡し、右にて長男弊荆の二人は相片付き、其余僅なる品を懷に
相抱候て、次兄召連罷出候。元来無多の余財を右の通りに相分け候事故、
相預け申候とて、僅二十金程にて、右は賤子及次兄、万一の事の節と用
意仕候事御座候。右等些少の処、大造に御聞を犯し候事、泚類に不堪候得
共、寒士の常然と憐察可被下候。扱二十金程の処不苦候ば、御地に御留め
置被下候ば、先當時の趣にては急に入用の節も有之間敷奉存候間、何卒貴
翰御諭しの体に相成候ば、万々辱奉存候。御困被仰下候付、無覆藏又々老
婆縷絮の冗話申上候。

↑長男 野呂深処。和歌山藩儒。松盧の長男。名は公麟、通称は八十一郎、
字は龍草、深処と号す。深処（八十一郎）より桂窓に宛てた書簡も本居
宣長記念館に現存。
↑次兄 野呂静処。和歌山藩儒。松盧の次男。文久二年（一八六二）没。名
は公翊、通称は静二郎・静吉郎、字は鶴章、静処と号す。

1 野呂隆訓(一一一)

[illegible][illegible]

（端裏）丑正月廿三日

本月十四日御認華翰、廿一日無滞着仕て、靚縷御懇情の条々、辱拜読仕候。御起居益御清適自在候段、欣抔の至奉敬寿候。二に弊方無異瓦全仕候間、乍憚御煩念被下間敷候。陳ば、先便の節、不顧冒黷絮談申上候処、宜敷御聞取被成下、又々御懇款の御示諭、千万辱、却て赧顔仕候。因て貴地浪遊の儀も申上候処、可出の御報辱奉存候。いづれ一遊と御心掛け罷在候間、不遠罷出候て、御養介に奉預り度奉存候。扱当所も松南物故被致候後は、相応の老輩、多年業を鬻居候。名流と申人々も多くは他処に遊び、当所生徒等の世話等致し候人は無御座候由にて、着後彼此一兩輩相尋呉候処、皆々若き人々にて、老後の知友には不似合なる人のみ。其他は一向人物も無御座候由御座候。賤子事は当時迄は五橋西涯の小楼を相借り寓候て、賤息共々僑寓の事抔、世話も致罷在候得ば、人を相尋可申暇も無御座候て、絶て当所の様子は不承候得共、摩嶋の遺弟抔と申候人々尋ね来り呉候て、大略当所の風義、儒生の心得等も申し聞せ呉候て、荒増は相会得仕候得ば、聊力を得候方にて安心仕候。甚恥入候事に御座候得共、儒生一統銅臭に不堪、夫故皆々相応栄耀に罷在候て、常に田舎へ遍歴致し候事の由に御座候。併右等は彼栄耀に塵芥仕候故、青銅の臭を遺し候事と奉存候。何卒窮蹙に罷在候時の風義を相忘れ不申候ば、彼臭名は可脱候歟奉存候て、今暫の余年に没世の恥を換易不仕候様、相心得度存念に窃々相誓候。

†丑正月廿三日 天保十二年（一八四二）一月二十三日。

十松南 摩嶋松南。京都の漢學者。寛政三年（一七九一）三月十一日生、天保十年（一八三九）四月二十九日没、四十九歳。名は長弘、通称は助太郎、字は子毅、松南と号す。若槻幾斎・猪飼敬所に学ぶ。小津久足「ぬさ袋日記」（天保九年）には、「この人はいまだしる人ならねど、この人の作の詩文章などをみてその人がらもゆかしければ、ふりはへとひたる也」（九月二十七日）と初めて訪問した様子が記される。また「浜木綿日記」（天保十年）「梅重日記」（天保十四年）でも言及する。

ざむくの虚言おほく、つひにはみづからも自にあざむかれ、いとをこなる僻説をわれはがほにかきしるし、人にもほこるものなるが、その弊はよくまぬがれたる人とみえたり。床に活所先生が杜鵑の詩に惺窩先生が昔ほめられしよしをみづから墨書あるものをかけたり。しばしものごたりするほど、岩崎氏よりゆふげくはせんとして使いのうながすに、せんかたなくしてかへりぬ。（中略）かの野呂氏は酒戸なりとき、しかばまねきたるに、たちまちとぶらひきて、ものに圭角なき人なるがうへ、よのつねの酒戸にたがひて、酒の席ながら談の本末すこしもみだれず、たゞわがまゝにのみて杯を人にもさゝず、独楽のさま、わが得意のひとなりけり。

〔浜木綿日記〕

また、「青葉日記」（天保十三年）の四月二十二日の記述より、桂窓は京に出た野呂松廬と再会したことがわかる。

こよひ野呂隆をとぶらひぬ。こは紀伊国人にて、はやくおなじ国の湯浅村にてあひし人なるが、今は都に偶居せる也。はからず伊藤松・野々口隆正などいふ人もきあひたり。松は『隣交徴書』といふ書をあらはして功ある人なれば、ものがたりもをかし。隆正は著述もあれど、おほかた無用の著述にて、はたものがたりもをかしからずおぼゆるはゆゑあることにて、この人平田篤胤の門人なり。篤胤は本居翁の「三大考」の臭気をうけつぎたる人にて、はやくしる人なりしかども、幽冥とかいふことをときて、古史をわたくしにつゞりかへなどせし狂人なれば交をたちしが、はたして一昨年、公の御とがめをうけしこそころよけれ。それにもこりず、この人も幽冥はもとより、言霊・神代文字などをむねといふ狂人なれば、論ずるにたらず。さればうへはいと穩に見えたる人にて好人めきたれど、そこにはいかゞなることもあるよしかねてきけり。佞人はうへよく見ゆるものにて、世によくいはる、人にまことたゞしき人もなきものなれば、このましからぬ人なるべし。

折しも来合わせた伊藤松・野々口隆正について、さらには平田篤胤に対しても、桂窓らしい辛辣な口吻で人物評が記される。

このように紀行文と書簡を照らし合わせることで、桂窓と交流のあった同時代の人物の生々しい姿が立体的に浮かびあがってくる。今回より、一

群の小津桂窓宛書簡を紹介する所以である。

凡例

- 一、漢字は通行の字体を用いた。
- 一、適宜、句読点・濁点を加えた。
- 一、助詞の「江」「而」「之・乃」「者」「と」「而已」は「え」「て」「の」「は」「より」「のみ」に改めた。
- 一、「ゝ」「く」は残したが、「ッ」は「々」に改めた。
- 一、行移りは基本的に無視したが、日付・差出人・宛名等は改行した。
- 一、一部の助詞・送り仮名等の表記に用いられる片仮名は、平仮名に改めた。
- 一、書簡番号は、現所蔵機関である本居宣長記念館により付された番号を（ ）内に示した。

本居宣長記念館所蔵・小津桂窓宛書簡（一）

菱岡憲司

〈平成二十六年五月二十二日受理〉

Reprinting Notes of letters to Ozu Keiso owned by Mootori Norinaga Memorial Hall. No.1

HISHIOKA Kenji

Reprinting Notes of letters to Ozu Keiso (A merchant of Edo period) owned by Mootori Norinaga Memorial Hall.

本居宣長記念館が所蔵する小津桂窓（久足 一八〇四～一八五八）宛書簡を翻刻紹介する。

本居宣長記念館には、一群の小津桂窓宛書簡が所蔵されており、分類封筒の識語「松坂市史編纂室移管資料」から、その来歴が知れる。今回より、同書簡を連載のかたちで翻刻紹介する。調査・撮影・掲載の許可を賜った本居宣長記念館、また書簡の存在をご教示下さった吉田悦之館長に、この場を借りて深く御礼申し上げます。

小津桂窓については、拙稿「若き日の小津久足」（『雅俗』11号、H24・6）等を参照されたい。

今回紹介する書簡の差出人、野呂松廬（隆訓）について、『国書人名辞典』『改訂増補 漢文学者総覧』及び『日本古典文学大辞典』『松廬先生遺稿』項（梅谷文雄）を参考に私にまとめる。

野呂松廬。漢学者。寛政三年（一七九一）生、天保十四年（一八四三）六月二十三日没、五十三歳。名は隆訓、字は式夫・翼卿、通称は九介、松廬と号す。別号に槃澗・盤谷・九鶴山樵など。父以耕は和歌山藩士、叔父介石は和歌山藩絵師、子の深処・静処とともに和歌山藩儒。藩校学習館の督学山本東籬に学ぶ。一時、紀州湯浅に住居し、晩年、京都に塾を開く。墓は京都金戒光明寺。著作に『松廬先生遺稿』（三巻三冊、弘化三年刊）があり、『天保三十六家絶句』にも二十一首選ばれる。

本書簡の端裏には「丑正月廿三日」とある。本文中、天保十年に没した摩嶋松南について「松南物故」と言及するため、本書簡は天保十年から野呂松廬の死去した天保十四年までの丑年、すなわち天保十二年一月二十三日の差出しだと知れる。

小津久足（桂窓）は天保十年、家業に縁のある紀州湯浅を訪れた際、野呂松廬を尋ねている（四月九日）。岩崎氏や那波活所の墨蹟など、本書簡にも関わる内容のため、以下引用する。

この宿（※湯浅宿）の岩崎なにがしがもとをとぶらひてそこにやどりぬ。こはわが家にふるくちなみある家にて、十一年前やどりしこともありしが、その、ち面をあはせねば、いとなつかしがりて、よろこびほにあらはるゝは田舎人の厚意にて、口にはしひてとゞめながら、心にては『一宿をせずもあれ』とねんずる薄情にはこよなくたがへり。（中略）かくてこの里の野呂何がしをとぶらふ。こは儒を業としてこのさとかきこまれる隠君子なりと、かねて名をきければとぶらひたるに、つかへをこのみて録をむさぼり、儒の名をかりてわが威をふるひ、口に文官となへて武官にへつらふ、よの中の腐儒にはことなる人にて、温厚に風流をかねたる人なれば、槃澗といふ号もむなしからずおもはる。よに名ある人は、おほくはわが才にはこりて英雄人をあ

研 究 活 動 概 要

発表した論文・著書及び講演題目

(自 2013年4月～至 2014年3月)

発表年 月	論文の種類	論文（著書／講演）の名称・題目	著者名	雑誌名・巻号（出版社名／学会名）
2014 3	審査付き論文	樹脂ブロックを用いた超伝導教材の開発・製作	竹内 伯夫 酒井 健 鮫島 朋子 森田 恵一	物理教育, Vol.62, No.1 (2014)
2014 3	講演論文	一次元拡張ハバード模型におけるペアリング基底状態	田中 彰則	日本物理学会第69回年次大会
2013 9	講演論文	ギャップのない複数バンドを持つハバード模型での強磁性	田中 彰則	日本物理学会2013秋季大会
2013 9	講演論文	二重交換模型とハバード模型における強磁性	田中 彰則	物性理論研究会
2014 3	審査付き論文	『菅家後集』所載「哭奥州藤使君」の構成論考	焼山 廣志	国語国文学研究（熊本大学文学部）第49号
2014 3	その他(寄稿・学術以外の講演等)	太宰府時代の菅原道真の漢詩【総括】～『菅家後集』編纂の謎に迫る～	焼山 廣志	大牟田市民大学講座高等教育編
2014 1	その他(寄稿・学術以外の講演等)	太宰府時代の菅原道真の漢詩『菅家後集』考	焼山 廣志	熊本大学 文学部
2013 12	その他(寄稿・学術以外の講演等)	親子で学ぶ日本語表現力習得法	焼山 廣志	大牟田市民大学講座高等教育編
2013 12	その他(寄稿・学術以外の講演等)	太宰府天満宮と菅原道真公について	焼山 廣志	大牟田市立駛馬南小学校
2013 11	その他(寄稿・学術以外の講演等)	漢字のすごさとおもしろさを知ろう	焼山 廣志	荒尾市立八幡小学校/大牟田市立中友小学校
2013 10	審査なし論文	長崎市島原市 松平文庫蔵『菅家文草』巻三巻四一翻刻（その一）	焼山 廣志	有明工業高等専門学校紀要, 第49号
2013 10	著書	菅原道真研究～『菅家後集』所載の作品論と編纂事情考（注釈を通して）	焼山 廣志	熊本大学文学部
2013 11	その他(寄稿・学術以外の講演等)	大牟田市民大学講座「布の魅力とインド社会の変化」	山口 英一	

2013	10	その他(寄稿・学術以外の講演等)	福岡大学特別講義「アジア学入門・インド編」(全3回)	山口 英一	
2013	9	その他(寄稿・学術以外の講演等)	熊本高専熊本キャンパス特別講義「国際・異文化理解：インド事情」(全2回)	山口 英一	
2014	3	講演論文	所定の表面残留応力を有する小野式回転曲げ試験編の旋盤加工技術	(黒田 雅利) 岩本 達也 (猪崎 貴晴) (山田 輝明)	日本機械学会九州支部第67回総会・講演会
2013	9	講演論文	技術者レベルおよび計測条件の違いが非破壊評価技術の計測誤差に与える影響に関する一考察	(桃木 昌平) (森 和也) 岩本 達也 (下園 晋一郎) (内田 慎哉) (吉沢 勝) (服部 晋一) (山田 雅彦)	土木学会第68回年次学術講演会 講演概要
2013	8	講演論文	シールドマシンにおけるビット再利用技術の開発 ～実施工後状況調査～	(高倉 克彦) (森田 泰司) (嘉屋 文隆) (佐々木 誠) 岩本 達也	土木学会第68回年次学術講演会 講演概要
2013	8	その他(寄稿・学術以外の講演等)	リユースのためのトンネル掘削用ビットの健全性診断技術	岩本 達也	イノベーションジャパン2013
2013	5	その他(寄稿・学術以外の講演等)	環境にやさしいシールドマシンのビット再利用技術	(高倉 克彦) (森田 泰司) (佐々木 誠) 岩本 達也	建設リサイクル((一財)先端建設技術センター)
2014	3	審査付き論文	“Metal Mirror Surface Grand Prix” in Mechanical Shop	Shinozaki, A. Ishibashi, D.	Global Education Review
2014	3	講演論文	ダブルバイト切削加工における仕上げ面粗さ向上の効果	篠崎 烈 (中山 賢作) (磯部 浩巳)	2014年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集
2014	1	講演論文	石炭人形製作のための石炭切削加工技術に関する研究	篠崎 烈 (中村 俊輝)	第19回高専シンポジウム in 久留米講演要旨集
2013	12	講演論文	高専生による金属鏡面手仕上げ加工グランプリの実践 ーめざせ！キラキラグランプリー	篠崎 烈 石橋 大作	精密工学会九州支部宮崎地方講演会講演論文集
2013	12	その他(寄稿・学術以外の講演等)	難しいけど知れば面白い！～機械屋さんが見た地元の炭鉱技術～	篠崎 烈	少年少女発明クラブ九州地区ブロック会議講演会

2013	11	その他(寄稿・学術以外の講演等)	機械屋さんの目から見た炭鉱技術のすばらしさ	篠崎 烈	平成25年度大牟田市市民大学講座
2013	10	審査なし論文	1年生の機械基礎実習における金属鏡面製作課題－目指せ！『キラキラコンテスト』グランプリ－	石橋 大作 篠崎 烈	有明工業高等専門学校紀要
2013	9	講演論文	TRIAL OF LARGE SCALE OBJECT DESIGN AND MANUFACTURING EDUCATION WITH LOCAL PEOPLE－The project of Manda coal mine 2nd shaft tower monument manufacturing－	Shinozaki, A. Ishibashi, D. (Nakayama, D.) (Tashiro, N.) (Ishikawa, T.)	7th International Symposium on Advances in Technology Education 2013
2013	9	講演論文	大型ガラス光学部品の成形技術に関する基礎的研究	篠崎 烈 (大木 彬寛) (難波 義治)	2013度精密工学会秋季大会学生研究発表講演会講演論文集
2013	8	その他(寄稿・学術以外の講演等)	過去から現在までの三池港・閘門のしくみ	篠崎 烈	平成25年度ふるさと大牟田講座
2013	7	審査付き論文	チタン金属の超精密切削加工に関する研究	篠崎 烈	精密工学会誌
2013	4	審査付き論文	地元の「人」と「技術」を共に学ぶ環境づくり	篠崎 烈 松原 征男 吉 富 貴 司 真 島 吉 将 石橋 大作	日本高専学会誌
2013	5	講演論文	超冗長アームの運動学計算システムの開発	(内野 敬介) (佐竹 利文) (林 朗 弘) 原 槇 真 也	ロボティクス・メカトロニクス講演会2013 in Tsukuba
2013	12	その他(寄稿・学術以外の講演等)	作って動かそう、おもしろメカニズム	原 槇 真 也	実験解説集鹿児島高専の日2013
2014	1	講演論文	Development of Model Robot Based on Multi Agent System	(Araki, R.) Haramaki, S. (Hayashi, A.) (Komori, M.)	International Symposium on Artificial Life and Robotics AROB 19th, 2014
2014	3	講演論文	MAS 概念に基づく柔軟なロボット運動制御方法の研究	(前田 祐樹) (鳥越 航) 原 槇 真 也	日本機械学会九州学生会第45回卒業研究発表講演会論文集
2014	3	講演論文	シングルボード・コンピュータを用いた分散型ロボット制御の研究	(豊永 拓人) (松井 隆幸) 原 槇 真 也	日本機械学会九州学生会第45回卒業研究発表講演会論文集

2014	3	審査なし論文	異種材料の接合設計 任意個の一系列だ円形 介在物をもつ板の引張	(野 田 尚 明) (佐 野 義 一) (高 瀬 康) 堀 田 源 治	機械設計 Vol. 58, No. 3
2014	3	講演論文	自動機械の失敗例に学ぶ幾何公差設計	堀 田 源 治	日本設計工学会研究会（日本設計工学会）
2014	2	審査付き論文	機械設備の信頼性に影響を与える人的要因 についての分析	堀 田 源 治	材料（日本材料学会）
2014	1	審査なし論文	異種材料の接合設計 応力集中の干渉効果 (列直角方向に引張りを受ける介在物の場 合)	(野 田 尚 明) (佐 野 義 一) (高 瀬 康) 堀 田 源 治	機械設計 Vol. 58, No. 1
2013	12	講演論文	Deep understanding of engineer's Social responsibility in Themes of ethics Education	堀 田 源 治	Australasian Association for Engineering Education Annual Conference
2013	11	審査なし論文	異種材料の接合設計 応力集中の干渉効果 (介在物が剛体円板や球体の場合)	(野 田 尚 明) (佐 野 義 一) (高 瀬 康) 堀 田 源 治	機械設計 Vol. 57, No. 11
2013	11	講演論文	機械設備の信頼性に影響を与える人的リス クについての分析	堀 田 源 治	第27回信頼性シンポジウム講演 論文集（日本材料学会）
2013	10	審査なし論文	異種材料の接合設計 応力集中の干渉効果 (介在物が穴や球かの場合）（下）	(野 田 尚 明) (佐 野 義 一) (高 瀬 康) 堀 田 源 治	機械設計 Vol. 57, No. 10
2013	9	審査付き論文	The analysis of unconscious action as a dangerous factor and the promotion of risk aversion	Hotta, G.	Safety and Security Engineering
2013	9	審査なし論文	異種材料の接合設計 応力集中の干渉効果 (介在物が穴や球かの場合）（上）	(野 田 尚 明) (佐 野 義 一) (高 瀬 康) 堀 田 源 治	機械設計 Vol. 57, No. 9
2013	8	審査なし論文	異種材料の接合設計 介在物による応力集 中（下）	(野 田 尚 明) (佐 野 義 一) (高 瀬 康) 堀 田 源 治	機械設計 Vol. 57, No. 8
2013	8	講演論文	The proposal of safety education which paid its attention to The difference of individual risk aversion capability	Hotta, G.	Engineering Mechanics and its Applications, 2013

2013	7	審査なし論文	異種材料の接合設計 介在物による応力集中（上）	(野田 尚 明) (佐野 義 一) (高瀬 康) 堀田 源 治	機械設計 Vol. 57, No. 8
2013	6	審査付き論文	意志決定論を援用した非定常作業におけるリスク解析	堀田 源 治 (福永 道 彦) 明石 剛 二 (福本 真 吾) (三上 喜 貴) (大瀧 慶 史) (坂本 英 俊)	設計工学 Vol. 48, No. 6
2013	6	著書	機械保全 3 級学科の受験参考書	堀田 源 治	(株)JIPM ソリューション
2013	5	審査なし論文	異種材料の接合設計 2 個の介在物が周期配列をなす複合材料の等価弾性係数に及ぼす影響	(野田 尚 明) (佐野 義 一) (高瀬 康) 堀田 源 治	機械設計 Vol. 57, No. 5
2013	4	審査なし論文	異種材料の接合設計 有限要素法による等価縦弾性係数の計算（下）	(野田 尚 明) (佐野 義 一) (高瀬 康) 堀田 源 治	機械設計 Vol. 57, No. 4
2014	3	その他(寄稿・学術以外の講演等)	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム「有明次世代科学クラブ」	坪根 弘 明 石丸 智 士 藤本 大 輔 田中 彰 則 竹内 伯 夫	子ども環境会議, 2014
2013	11	その他(寄稿・学術以外の講演等)	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム『有明次世代科学クラブ』	坪根 弘 明 石丸 智 士 藤本 大 輔 田中 彰 則 竹内 伯 夫	サイエンスアゴラ2013, 子供の理系の才能をどう育てるか～大学等の事例から～
2013	9	講演論文	水草回収船用螺旋推進部の開発	坪根 弘 明 宮本 龍之介	日本機械学会2013年度年次大会 DVD-ROM 論文集
2013	9	講演論文	中学生を対象とした環境問題の解決を担う科学者養成プログラム「有明次世代科学クラブ」の取組：太陽光発電に関する学習	石丸 智 士 坪根 弘 明 藤本 大 輔 田中 彰 則 竹内 伯 夫	第66回電気関係学会九州支部連合大会講演論文集
2013	9	講演論文	排水からの微細海苔の除去	坪根 弘 明 堺 吉 寿 石 橋 大 作	日本機械学会九州支部鹿児島講演会論文集, No. 138-3
2013	8	講演論文	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム「有明次世代科学クラブ」－1 年目の取り組みについて	石丸 智 士 藤本 大 輔 田中 彰 則 竹内 伯 夫 坪根 弘 明	日本高専学会第19回年会発表会講演論文集

2013	8	講演論文	有明次世代科学クラブー1年目の取組ー	坪根 弘明 (石丸 智士) (竹内 伯夫) (田中 彰則) (藤本 大輔)	第11回全国高専テクノフォーラム
2013	6	その他(寄稿・学術以外の講演等)	海苔排水からの微細海苔の除去技術の開発	坪根 弘明 (石橋 三四) (石橋 大作)	有明広域産業技術振興会総会 2013
2014	3	講演論文	二相二重管熱サイフォン内の流動と熱輸送に関する理論的研究	(秀山 文彦) 吉田 正道	日本機械学会九州学生会第45回 卒業研究発表講演会論文集
2014	3	講演論文	ヒートポンプとして作動するスターリングエンジンを用いた教育用工学実験システムの開発	(奥苑利企矢) 吉田 正道	日本機械学会九州学生会第45回 卒業研究発表講演会論文集
2014	2	講演論文	専攻科が直面する課題と高度化への問題分析	吉田 正道	日本高専学会第16回連続シンポジウム
2013	11	審査付き論文	Theoretical Research on Flow and Heat Transfer in a Two-Phase Double-Tube Thermosyphon	(秀山 文彦) 吉田 正道	Proceedings of 3rd International Symposium on Technology for Sustainability
2013	8	講演論文	地域小中学校教員を対象とした教員研修講座の実践とその意義	吉田 正道	日本高専学会第19回年会講演会 講演論文集
2013	7	審査付き論文	高専学生寮の「教育寮」としての役割と課題	吉田 正道	日本高専学会誌第7回論文特集号, pp.11-14
2014	3	講演論文	排気ガスからの電力回収を目的とした固体酸化物型燃料電池の開発ーバイオエタノール濃度が発電特性におよぼす影響ー	(大仁田恵悟) 柳原 聖 (山田 力丸) (中川 陽平)	日本機械学会九州支部第67期総 会講演会論文集
2014	3	講演論文	排気ガスからの電力回収を目的とした固体酸化物型燃料電池の開発ーエキゾーストパイプ径がユニット出力に与える影響ー	(中川 陽平) (山田 力丸) (大仁田恵悟) 柳原 聖	日本機械学会九州学生会第45回 卒業研究発表講演会論文集
2014	3	講演論文	排気ガスからの電力回収を目的とした固体酸化物型燃料電池の開発ーバイオエタノール濃度が発電特性におよぼす影響ー	(山田 力丸) (柳原 聖) (大仁田恵悟) (中川 陽平)	日本機械学会九州学生会第45回 卒業研究発表講演会論文集
2014	3	講演論文	飲料厨芥バイオエタノール燃料の実用化に関する研究ーゼオライト膜を利用した高効率脱水工程の開発ー	(柿原 大輝) 柳原 聖	日本機械学会九州学生会第45回 卒業研究発表講演会論文集
2014	3	講演論文	燃料電池電極材料耐久性めっき被膜の開発 (Co-Mn 複合めっき被膜の評価)	(森 祐樹子) 柳原 聖	日本機械学会九州学生会第45回 卒業研究発表講演会論文集

2014	1	その他(寄稿・学術以外の講演等)	排ガス、廃棄飲料、捨てられる物からエネルギーの回収を試みる.	柳 原 聖	日本技術士会九州支部懇話会
2014	1	審査付き論文	Development of Muscle-Power Measuring and Training System by Utilizing Electric Dynamometer for Aged Senior	Yanagihara, K. (Ryu, K.) (Mihara, T.) (Tsuchiya, K.)	Journal of System Design and Dynamics, JSME, Vol.7, No.4 ,2013
2013	10	その他(寄稿・学術以外の講演等)	排ガス、廃棄飲料、捨てられる物からエネルギーの回収を試みる.	柳 原 聖	再生可能エネルギー先端技術展 2013
2013	9	講演論文	排気ガスからの電力回収を目的とした固体酸化物型燃料電池の開発ーバイオエタノール燃料使用時の発電特性ー	(大仁田恵悟) 柳 原 聖 (堀 寛 芸)	日本機械学会2013年度年次大会
2014	3	3 講演論文	機能性酸化物薄膜の調製と応用	(金 子 大 介) (馬 場 隆 司) 石 丸 智 士	電気学会九州支部第 4 回高専卒業研究発表会講演論文集
2013	9	3 講演論文	交流電気泳動法による色素増感太陽電池用酸化チタン電極の調製と最適化	(馬 場 隆 司) 石 丸 智 士	第66回電気関係学会九州支部連合大会
2013	9	3 講演論文	中学生を対象とした環境問題の解決を担う科学者養成プログラム「有明次世代科学クラブ」の取組：太陽光発電に関する学習	石 丸 智 士 坪 根 弘 明 藤 本 大 輔 田 中 彰 則 竹 内 伯 夫	第66回電気関係学会九州支部連合大会
2013	9	3 講演論文	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム「有明次世代科学クラブ」ー 1 年目の取り組みについてー	石 丸 智 士 藤 本 大 輔 田 中 彰 則 竹 内 伯 夫 坪 根 弘 明	日本高専学会第19回年会
2014	2	3 講演論文	IPMSM 制御系に用いるデジタル PI 演算の改善	(月 足 仁 紀) 泉 勝 弘	電気学会九州支部平成25年度(第 4 回) 高専卒業研究発表会講演論文集
2014	3	3 講演論文	メダカ受精卵 に対する 物質導入 実験に用いる 印加 電圧波形の検討	(福 原 義 剛) 山 口 明 美 富 永 伸 明 河 野 晋	電気学会九州支部平成25年度(第 4 回) 高専卒業研究発表会
2013	12	3 講演論文	新規物質導入法を用いたビスフェノール類の発生影響評価	山 口 明 美 (福 原 義 剛) 河 野 晋 (渡 辺 咲 子) (中 田 晴 彦) (有 蘭 幸 司) 富 永 伸 明	環境ホルモン学会第16回研究発表

2013	11	5 その他（寄稿・学術以外の講演等）	パルス印加による魚類受精卵への高効率物質導入技術	河野 晋	九州沖縄地区 KOSEN 新技術マッチングフェア2013
2013	10	5 その他（寄稿・学術以外の講演等）	研究紹介（High Voltage Pulse Generator, メダカ受精卵物質導入システム）	河野 晋	第5回パルスパワーおよび放電の農水系利用調査専門委員会
2013	9	3 講演論文	ビスフェノールAの新規物質導入法による発生影響評価	山口 明美 河野 晋 (渡辺 咲子) (中田 晴彦) (有蘭 幸司) 富永 伸明	フォーラム2013:衛生薬学・環境トキシコロジー
2013	9	3 講演論文	高電界パルスによるメダカ（Oryzias latipes）卵への物質導入 ー物質導入量の増加を目的とした電圧パルスの連続印加および分子量と導入効率についての検討ー	山口 明美 富永 伸明 (福原 義剛) 河野 晋	第19回日本環境毒性学会研究発表会
2013	6	1 審査付き論文	Incorporation material into medaka (Oryzias latipes) eggs by asymmetric burst pulses	Kono, S. Yamaguchi, A. (Kubo, T.) (Fukuhara, Y.) Tominaga, N.	Proceedings of the 19th IEEE Pulsed Power Conference
2014	3	3 講演論文	トランスインピーダンスアンプを用いたカレントミラーの5ビットセグメント型D/A変換器への応用	(荒牧 恵悟) 清水 暁生 石川 洋平 (深井 澄夫)	電気学会九州支部平成25年度（第4回）高専卒業研究発表会講演論文集
2013	10	3 講演論文	ベンチャー・技術教育への経済・経営感覚導入に関する一検討	森山 英明 清水 暁生 (相賀 宏) (永利 新一) 石川 洋平 菅沼 明	日本産業技術教育学会第26回九州支部大会講演要旨集
2013	10	3 講演論文	学内向け演算増幅器設計コンテストの実施とその教育効果について	清水 暁生 (花桐詩瑞香) (古賀 圭介) 萩島 真澄 石川 洋平 (野口 卓朗) (深井 澄夫)	日本産業技術教育学会第26回九州支部大会講演要旨集
2013	9	1 審査付き論文	A Framework of MicroBlaze nad PetaLinux on FPGA	(Inoue, Y.) (Kumano, S.) (Kondo, K.) Ogichima, M. Shimizu, A. Moriyama, H. (Fukai, S.) Ishikawa, Y.	The Japan - Thailand - Lao P.D.R Joint Friendship International Conference on Applied Electrical and Mechanical Engineering 2013 (JTLAEME '13)

2013	7	1 審査付き論文	Simplified Minute Phase Difference Measurement Circuit with Class AB Buffer	(Noguchi, T.) (Fukai, S.) Shimizu, A. Ishikawa, Y. (Mukai, E.)	The 28th International Technical Conference on Circuits/Systems Computers and Communications (ITC-CSCC)
2013	9	3 講演論文	4 値加算器における生成回路部分の比較	(畑 石 和 慶) (下 田 和 馬) (深 井 澄 夫) 清 水 暁 生 石 川 洋 平	平成25年度電気関係学会九州支部連合大会
2013	9	3 講演論文	D/A 変換器に適した多出力ニューロン MOS カレントミラーの検討	(中 山 恭 綺) (松 元 聡 志) (深 井 澄 夫) 清 水 暁 生	2013年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集
2013	9	3 講演論文	FG-MOSFET を用いた4値マイコンの設計	(下 田 和 馬) (畑 石 和 慶) (深 井 澄 夫) 清 水 暁 生 石 川 洋 平	平成25年度電気関係学会九州支部連合大会
2013	9	3 講演論文	FG-MOSFET を用いた4値乗算器の設計	(森 智 博) (畑 石 和 慶) (下 田 和 馬) (深 井 澄 夫) 清 水 暁 生 石 川 洋 平	2013年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集
2013	9	3 講演論文	FPGA 上で動作する PetaLinux を用いた 7 セグメント LED 制御	(熊 野 修 平) (井 上 優 良) (近 藤 一 輝) 萩 島 真 澄 清 水 暁 生 森 山 英 明 (深 井 澄 夫) 石 川 洋 平	平成25年度電気関係学会九州支部連合大会, 02-1A-14
2013	9	3 講演論文	MicroBlaze MCS を用いた FPGA 設計に関する一検討	(近 藤 一 輝) (井 上 優 良) (熊 野 修 平) 萩 島 真 澄 清 水 暁 生 森 山 英 明 (深 井 澄 夫) 石 川 洋 平	2013年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集
2013	9	3 講演論文	SKILL 言語を用いた IC レイアウト環境の拡張	(眞 崎 瑛 里) (大 塩 悠 貴) (花 桐 詩 瑞 香) (野 口 卓 朗) 清 水 暁 生 (深 井 澄 夫) 石 川 洋 平	2013年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集

2013	9	3 講演論文	カレントミラーに用いる電流電圧変換回路の測定	(江 中 祐 貴) 清 水 暁 生 石 川 洋 平 (深 井 澄 夫)	2013年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集
2013	9	3 講演論文	トランスインピーダンスアンプを測定するための電圧電流変換回路の検討	(三 浦 唯 我) 清 水 暁 生 石 川 洋 平 (深 井 澄 夫)	2013年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集
2013	9	3 講演論文	多値加算器における最適レベルの比較・検討	(笹 原 昭 平) (畑 石 和 慶) (下 田 和 馬) (深 井 澄 夫) 清 水 暁 生 石 川 洋 平	2013年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集
2013	9	3 講演論文	微小位相差計測回路に用いる電流バッファ回路の検討	(森 田 翔 大) 清 水 暁 生 石 川 洋 平 (野 口 卓 朗) (深 井 澄 夫) (向 井 栄 一)	2013年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集
2013	7	1 審査付き論文	Design of a four-valued arithmetic and logic unit with FG-MOS transistors	(Shimoda, K.) (Hataishi, K.) (Fukai, S.) Shimizu, A.	The 28th International Technical Conference on Circuits/Systems Computers and Communications (ITC-CSCC)
2014	3	3 講演論文	ケミカルインピーダンスメータを用いた脂質膜の膜インピーダンス計測の検討	(江 口 晃 哉) 高 松 竜 二	電気学会九州支部平成25年度(第4回)高専卒業研究発表会
2014	3	3 講演論文	味覚センサを用いた味の抑制効果	(有 働 正 隆) 永 守 知 見 高 松 竜 二	電気学会九州支部 平成25年度(第4回)高専卒業研究発表会
2014	3	4 著書	情報テクノロジー教授用指導書	(稲 川 孝 司) (河 野 稔) (高 橋 参 吉) 尋 木 信 一	実教出版
2014	1	4 著書	文部科学省検定済教科書 情報テクノロジー	(西 野 和 典) (倉 光 浩 二) (中 川 修) 尋 木 信 一	実教出版
2013	8	3 講演論文	テキストエディタ Free Bee を用いたプログラミング学習支援	尋 木 信 一	平成25年度全国高専教育フォーラム

2013	8	3 講演論文	プログラミングコンテスト競技部門「数えなサイ」のシステム構築	(寺 元 貴 幸) 松 野 良 信 (井 上 泰 仁) (千 田 栄 幸) (金 寺 登) (長 尾 和 彦) 尋 木 信 一	平成25年度全国高専教育フォーラム
2013	6	3 講演論文	プログラミング学習支援エディタ FreeBee の開発	尋 木 信 一	日本情報科教育学会第 6 回全国大会
2014	2	3 講演論文	EHD 効果を利用した空気清浄器の開発	(坂 井 靖 広) 塚 本 俊 介	電気学会九州支部平成25年度(第 4 回) 高専卒業研究発表
2014	3	3 講演論文	味覚センサによる味の抑制効果の測定	(有 働 正 隆) 永 守 知 見 高 松 竜 二	会講演論文集
2013	10	3 講演論文	全国高専第23回プログラミングコンテスト有明大会の運営	永 守 知 見 松 野 良 信	平成25年度全国高専教育フォーラム
2014	3	1 審査付き論文	リンガー数の制約緩和を指向した複数音を有するデジタル・ミュージックベルの開発	森 山 賀 文 (飯村伊智郎) (坂 口 恵) (東 佳 澄) (中 山 茂)	九州地区国立大学教育系・文系研究論文集, 1(2)
2014	3	3 講演論文	NSGA-IIを用いた電子回路設計	(吉 住 亮 祐) 森 山 賀 文 清 水 暁 生 石 川 洋 平 塚 本 俊 介	電気関係学会九州支部 平成25年度(第 4 回) 高専卒業研究発表会
2014	2	1 審査付き論文	観測後ビット列の復号処理の違いによる整数型遺伝子の量子ビット表現法に関する探索性能分析	(飯村伊智郎) 森 山 賀 文 (中 山 茂)	情報処理学会論文誌, Vol.55, No.2
2014	2	3 講演論文	量子ビット表現に基づく整数型遺伝子を用いた順列最適化の試み	森 山 賀 文 (飯村伊智郎) (中 山 茂)	2013年度情報文化学会九州支部研究会
2013	12	3 講演論文	整数型遺伝子の量子ビット表現法における観測後ビット列の復号処理の違いによる探索性能分析	(飯村伊智郎) 森 山 賀 文 (中 山 茂)	進化計算シンポジウム2013
2014	3	講演論文	トランスインピーダンスアンプを用いたカレントミラーの 5 ビットセグメント型D/A 変換器への応用	(荒 牧 恵 悟) 清 水 暁 生 石 川 洋 平 (深 井 澄 夫)	電気学会九州支部平成25年度第 4 回高専卒業研究発表会

2013	10	講演論文	ベンチャー・技術教育への経済・経営感覚導入に関する一検討	森 山 英 明 清 水 暁 生 (相 賀 宏) (永 利 新 一) 石 川 洋 平 菅 沼 明	日本産業技術教育学会九州支部 第26回九州支部大会
2013	10	講演論文	各種センサを用いた技術教育に関する一検討	森 紳太郎 原 武 嗣 ゴーチェ・ロヴィック 森 山 英 明 石 川 洋 平 菅 沼 明	日本産業技術教育学会九州支部 第26回九州支部大会
2013	10	講演論文	有明高専における企業連携型アプリ開発教育の試み	(大 塩 悠 貴) (近 藤 一 輝) (眞 崎 瑛 里) 森 山 英 明 石 川 洋 平 菅 沼 明 (橋 爪 康 知) (深 井 澄 夫) (野 口 卓 朗)	日本産業技術教育学会九州支部 第26回九州支部大会
2013	9	審査付き論文	A Framework of MicroBlaze and PetaLinux on FPGA	(Inoue, Y.) (Kumano, S.) (Kondo, K.) Ogishima, O. Shimizu, A. Moriyama, H. (Fukai, S.) Ishikawa, Y.	JTL-AEME 2013
2013	9	講演論文	4 値加算器における生成回路部分の比較	(畑 石 和 慶) (下 田 和 馬) (深 井 澄 夫) 清 水 暁 生 石 川 洋 平	第66回電気関係学会九州支部連 合大会
2013	7	著書	図解入門よ〜くわかる最新電子回路の基本としくみ	石 川 洋 平	秀和システム
2013	6	講演論文	インターンシップやビジネスプランコンテストを介した産学連携型教育プログラムの実践研究 (その2)	(佐 藤 三 郎) (内 山 修 一) (松前あかね) (後 藤 厳 寛) (土井浩多朗) (野 口 卓 朗) 石 川 洋 平 (横 尾 敏 史)	産学連携学会第11回大会

2014	1	講演論文	擬似ランダム変調 CW レーザレーダの開発	内 海 通 弘 (坂 田 亮 介)	レーザ学会学術講演会第34回年次大会
2014	1	講演論文	表面プラズモンセンサの開発	(下 釜 光 平) (甲 斐 郁 矢) (古 賀 一 力) (荒 木 健 嗣) 内 海 通 弘 富 永 伸 明 出 来 恭 一	第19回高専シンポジウム in 久留米
2014	1	講演論文	M系列を用いた CW ライダーの開発	(坂 田 良 助) (北 川 慎 悟) (徳 光 幸 一) 内 海 通 弘	第19回高専シンポジウム in 久留米
2013	11	審査付き論文	Development of a Semiconductor Laser Radar for Sensing of the Atmospheric Water Vapor	(Sakata, R.) Uchiumi, M.	Proceedings of the 3rd International Symposium on Technology for Sustainability
2013	11	講演論文	Development of a Semiconductor Laser Radar for Sensing of the Atmospheric Water Vapor	(Sakata, R.) Uchiumi, M.	The 3rd International Symposium on Technology for Sustainability
2013	11	講演論文	コンパクト擬似ランダム変調 CW ライダーの開発	内 海 通 弘 (坂 田 亮 介)	応用物理学会九州支部学術講演会
2013	11	その他(寄稿・学術以外の講演等)	地球温暖化分子計測用ライダーの開発	内 海 通 弘	第11回おおむた産学官連環交流会シーズおよび事例発表会
2013	10	審査なし論文	イメージングライダーによる葉牡丹とパンジーの観察	内 海 通 弘 (植 村 由 里) (萩 尾 貴 明) (大 曲 新 矢)	有明工業高等専門学校紀要
2013	10	その他(寄稿・学術以外の講演等)	面白い光の実験ー 3 D映像の原理	内 海 通 弘	大牟田市中友小学校
2013	9	講演論文	高速・長距離ネットワークにおける TCP の性能評価および改善の提案	(永 吉 俊 貴) 嘉 藤 学	第21回電子情報通信学会九州支部学生会講演会
2013	9	講演論文	劣悪な通信環境における DTN ルーティング方式の検討と提案	(姫 野 大 樹) 嘉 藤 学	第21回電子情報通信学会九州支部学生会講演会
2013	9	審査付き論文	Hybrid Compile and Run-Time Memory Management for a 3D-Stacked Reconfigurable Accelerator	Gauthier, L. (Ueno, S.) (Inoue, K.)	International conference on Compilers architectures and synthesis for embedded systems (CASES)
2013	10	審査付き論文	ビリヤード初級者支援システムにおける SVM によるテーブル上の球の識別	菅 沼 明 (渡 辺 信 幸)	有明工業高等専門学校紀要

2013	10	講演論文	有明高専における企業連携型アプリ開発教育の試み	(大 塩 悠 貴) (近 藤 一 輝) (眞 崎 瑛 里) 森 山 英 明 石 川 洋 平 菅 沼 明 (橋 爪 康 知) (深 井 澄 夫) (野 口 卓 朗)	日本産業技術教育学会九州支部大会
2013	9	講演論文	ビリヤード初級者支援システム—ウェアラブルコンピュータを用いたプレイヤーの位置推定—	(渡 辺 信 幸) 菅 沼 明	電気関係学会九州支部連合大会
2013	9	講演論文	手の姿勢認識によるハンドポーズラリースシステムの構築	(國 友 佑 一) 菅 沼 明	電子情報通信学会九州支部学生会講演会
2013	6	審査付き論文	Development of Billiards Support System for Beginners by Image Processing	(Watanab, N.) Suganuma, A.	3rd ITC-CSCC
2014	1	講演論文	PIC マイコン制御と Android 端末を用いた計測機器システムの構築	(梶 原 天 翔) 原 武 嗣	第19回高専シンポジウム講演要旨集P408
2014	1	講演論文	ダイヤモンド状炭素膜の半導体材料としての検討	(鶴 征 一) (富 永 秀 星) (田 上 英 人) 原 武 嗣	第19回高専シンポジウム講演要旨集P458
2013	10	審査なし論文	ボロンドープ超ナノ微結晶ダイヤモンド膜の作製と電気特性	原 武 嗣 (古 賀 優 太) (山 口 大 輝) (笠 正 博)	有明高専紀要第49号, P103-107
2013	8	講演論文	ダイヤモンド状炭素膜の太陽電池への利用に向けた基礎検討	(富 永 秀 星) 原 武 嗣 (田 上 英 人)	高専連携教育研究プロジェクト学生成果報告会
2014	3	審査付き論文	対面授業のムービーコンテンツ化と一定間隔での操作要求を行うムービー配信サーバの構築	松 野 良 信 (田 中 良 一) (Nishantha, G G.D.) (林 田 行 雄)	CIEC (コンピュータ利用教育学会) 研究会報告集vol.5
2013	10	審査なし論文	九州 5 高専共同調達による校内 LAN システムの更新	松 野 良 信 堀 田 孝 之 池 上 勝 也 石 川 洋 平 巖 島 え り 子	有明工業高等専門学校紀要, 第49号
2013	10	審査なし論文	校内情報通信システムにおける統合認証システムの構築と運用	松 野 良 信 堀 田 孝 之 池 上 勝 也 石 川 洋 平 巖 島 え り 子	有明工業高等専門学校紀要, 第49号

2013	8	講演論文	九州5高専共同調達による有明高専校内LANシステムの更新	松野良信 堀田孝之 池上勝也 石川洋平 巖島えり子	平成25年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表概要集
2013	8	講演論文	全国高専第23回プログラミングコンテスト有明大会の運営	永守知見 松野良信 (全国高専第23回プロコン主管校事務局)	平成25年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表概要集
2013	8	講演論文	有明高専における統合認証システムの構築と運用	松野良信 堀田孝之 池上勝也 石川洋平 巖島えり子	平成25年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表概要集
2014	1	講演論文	KVMにおける優先度制御法のCPU資源を考慮した評価	(木下 椋 司) 森山 英 明	第19回高専シンポジウム in 久留米講演要旨集p.125
2014	1	講演論文	携帯端末を用いた部活動支援システムの提案	(宮 崎 加 奈) 森山 英 明	第19回高専シンポジウム in 久留米講演要旨集p.191
2013	10	審査なし論文	KVMにおける優先度制御法の有効性	森山 英 明 (山内 利 宏) (谷口 秀 夫)	第12回情報科学時術フォーラム (FIT2013)講演論文集 第1分冊 pp.225-226
2013	10	審査付き論文	Synthesis and Characterization of a Calix[4]arene Amphiphilie Bearing Cysteine and Uniform Au Nanoparticle Formation Templated by its Four Cysteine Moieties	(Fujii, S.) (Sakurai, K.) Okobira, T. (Ohta, N.) (Takahara, A.)	Langmuir, Vol. 29, pp 13666-13675
2013	6	講演論文	ゾル溶射酸化チタン皮膜の光触媒特性	(西原 将 貴) 田中 康 徳 川瀬 良 一	日本溶射学会第97回 (2013年度 秋季) 全国講演大会
2013	6	講演論文	低温HVAF (LT-HVAF) 溶射装置によるプラスチック基材へのAl溶射皮膜の作製	(小島 大 和) 田中 康 徳 (松倉 健 人) 川瀬 良 一	日本溶射学会第97回 (2013年度 秋季) 全国講演大会
2013	6	講演論文	低温HVAF (LT-HVAF) 溶射装置開発におけるガンノズルの改良と溶射皮膜性能	(三浦 耕 暉) 田中 康 徳 (岡本 牧 子) (秋本 浩 一) 川瀬 良 一	日本溶射学会第97回 (2013年度 秋季) 全国講演大会
2014	1	講演論文	ゾル溶射による光触媒皮膜の作製と性能調査	(西原 将 貴) 田中 康 徳 川瀬 良 一	第19回高専シンポジウム

2014	1	講演論文	低温 HVAF (LT-HVAF) 溶射装置開発 におけるガンノズルの改良	(三 浦 耕 暉) 田 中 康 徳 (岡 本 牧 子) 川 瀬 良 一	第19回高専シンポジウム
2013	7	講演論文	光合成細菌, 光合成膜を用いた光電変換特 性について	小 林 正 幸 (高 木 洋 介) (豊 福 航 平) (大 友 征 宇) (野 澤 庸 則)	第21回光合成の色素系と反応中 心に関するセミナー
2013	8	審査付き論文	Photoelectric conversion by using of photosynthetic bacterial cell or isolated bacterial photosynthetic membrane	Kobayashi, M. (Takagi, Y.) (Toyofuku, K.) (Z.-Y. Wang.) (Nozawa, T.)	Proceedings of 16th International Congress of Photosynthesis
2013	8	講演論文	Photoelectric conversion by using of photosynthetic bacterial cell or isolated bacterial photosynthetic membrane	Kobayashi, M. (Takagi, Y.) (Toyofuku, K.) (Z.-Y. Wang.) (Nozawa, T.)	16th International Congress of Photosynthesis
2013	9	講演論文	<i>Rhodobacter sphaeroides</i> による抗酸化物 質の生産	(佐 藤 美 紀) 小 林 正 幸 出 口 智 昭	2013年度日本農芸化学会関西・ 中四国・西日本支部大会
2013	9	講演論文	ノリ加工廃水処理用微生物担持竹炭の作製	(高 田 好 見) (田 浦 昌 純) 出 口 智 昭	2013年度日本農芸化学会関西・ 中四国・西日本支部大会
2013	5	審査付き論文	Study of dietary phytoestrogens and estrogenic activity in pet animal diets	(Nakashima, S.) (Ji, H.) (Ishitobi, S.) (Kawazoe, S.) (Koga, M.) (Shinohara, R.) (Ishibashi, H.) Tominaga, N. (Arizono, K.)	Jpn.J. Food Chem. Safety, 2013, 20(1)22-30
2013	7	講演論文	バナジン酸とインスリンによる線虫 <i>C. elegans</i> の応答遺伝子探索	(梶 島 李 歩) 富 永 伸 明	第50回化学関連支部合同九州大 会
2013	9	講演論文	バナジウムの線虫 <i>C. elegans</i> による <i>in</i> <i>vivo</i> 評価	(梶 島 李 歩) 富 永 伸 明 山 口 明 美 (中 村 浩) (内 田 雅 也)	日本農芸化学会関西・中四国・ 西日本支部合同大会

2013	9	講演論文	ビスフェノールAの新規物質導入法により発生影響評価	山口 明 美 河 野 晋 (渡 辺 咲 子) (中 田 晴 彦) (有 蘭 幸 司) 富 永 伸 明	フォーラム2013衛生薬学・環境トキシコロジー
2013	9	講演論文	高電界パルスによるメダカ (<i>Oryzias latipes</i>) 卵への物質導入	山口 明 美 富 永 伸 明 (福 原 義 剛) 河 野 晋	第19回日本環境毒性学会研究発表会
2013	9	講演論文	線虫合成培地を用いた銅・亜鉛の生体影響	(梶 島 李 歩) (隈本宗一郎) 山口 明 美 富 永 伸 明 (有 蘭 幸 司) (中 村 浩) (内 田 雅 也)	第19回日本環境毒性学会研究発表会
2013	12	講演論文	バナジウムとインスリンの線虫 <i>C. elegans</i> による複合影響評価	(梶 島 李 歩) 富 永 伸 明 山口 明 美 (中 村 浩) (内 田 雅 也) (有 蘭 幸 司)	日本内分泌攪乱物質学会第16回研究発表会
2013	5	講演論文	マイクロバブル・ナノバブル超微細気泡の基礎と各種分野への応用	氷 室 昭 三	サイエンス&テクノロジーセミナー
2013	8	講演論文	高専教育における問題点	氷 室 昭 三	平成25年度全国高専教育フォーラム
2013	8	講演論文	微生物に及ぼすマイクロバブルの影響	氷 室 昭 三	日本混相流学会混相流シンポジウム2013講演論文集
2013	8	講演論文	有明高専女子の会「A-Tec.」の活動報告	(平 山 茜) 氷 室 昭 三 鮫 島 朋 子 岡 本 則 子 藤 本 大 輔	日本高専学会第19回年会講演会講演論文集
2013	9	講演論文	高専教育における一般教育の問題点	氷 室 昭 三	日本高専学会第19回年会講演会講演論文集
2013	11	講演論文	マイクロバブルの基礎と福岡・熊本でのその応用	氷 室 昭 三	第5回ファインバブル技術講習会
2013	11	講演論文	高専教育と一般教養教育について	氷 室 昭 三	平成25年度九州沖縄地区高等専門学校教員研究集会
2014	1	講演論文	さまざまな分野へのマイクロバブルの応用	氷 室 昭 三	第19回高専シンポジウム in 久留米, 講演論文集

2014	1	講演論文	マイクロバブルによるフェノールの分解	(西原 莊 明) 氷室 昭 三	第19回高専シンポジウム in 久留米, 講演論文集
2014	1	講演論文	マイクロバブル処理した界面活性剤水溶液 の性質	(平川 申 弥) 氷室 昭 三	第19回高専シンポジウム in 久留米, 講演論文集
2014	2	講演論文	高専の問題点を探る	氷室 昭 三	日本高専学会第16回連続シンポ ジウム講演論文集
2013	4	審査付き論文	有明次世代科学クラブについて	坪根 弘 明 石丸 智 士 藤本 大 輔 田中 彰 則 竹内 伯 夫	日本高専学会誌
2013	8	審査付き論文	全国高専女子学生の連携による高専女子ブ ランドの発信 ～連携による女子学生の成 長を目指した活動～	(藤田 直 幸) (上田 悦 子) (小林 淳 哉) (小松 京 嗣) (大和田恭子) (宮 重 徹 也) (武田 字 浦) (芦原 佑 樹) (佐々木伸子) (内田由理子) (今岡 芳 子) 藤本 大 輔	高専教育フォーラム
2013	8	その他 (寄稿・学術 以外の講演等)	有明次世代科学クラブー1年目の取組ー	坪根 弘 明 石丸 智 士 竹内 伯 夫 田中 彰 則 藤本 大 輔	第11回全国高専テクノフォーラ ム
2013	9	審査付き論文	環境問題の解決を担うエリート科学者養成 プログラム「有明次世代科学クラブ」 ー1年目の取り組みについて	石丸 智 士 藤本 大 輔 田中 彰 則 竹内 伯 夫 坪根 弘 明	日本高専学会第19回年会発表会 講演論文集
2013	9	審査付き論文	全国高専女子学生の連携による高専女子ブ ランドの発信と女子学生の育成	(藤田 直 幸) (上田 悦 子) (小林 淳 哉) (小松 京 嗣) (大和田恭子) (宮 重 徹 也) (武田 字 浦) (芦原 佑 樹) (佐々木伸子) (内田由理子) (今岡 芳 子) 藤本 大 輔	日本高専学会

2013	9	審査付き論文	中学生を対象とした環境問題の解決を担う科学者養成プログラム「有明次世代科学クラブ」の取組：太陽光発電に関する学習	石丸智士 坪根弘明 藤本大輔 田中彰則 竹内伯夫	第66回電気関係学会九州支部連合大会講演論文集
2013	12	審査付き論文	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム「有明次世代科学クラブ」－1年目の取り組みについて	石丸智士 坪根弘明 藤本大輔 田中彰則 竹内伯夫	日本高専学会誌
2013	12	審査なし論文	導電性ダイヤモンド電極を用いたアルカンの電解酸化反応	(渡辺由祐) 藤本大輔	第19回高専シンポジウム in 久留米
2014	1	審査なし論文	導電性ダイヤモンド電極を用いたアルコール及びアミンの電解処理	(井元純平) (牟田口 篤) 藤本大輔	九州沖縄地区 高専フォーラム
2013	4	審査付き論文	Characterization of iron elution for seaweed bed restoration using a steelmaking slag and compost method	(Yamamoto, M.) Dan Liu	Journal of Material cycles and Waste Management, 15 (No. 3), 264-268.
2013	4	講演論文	有明高専と中国姉妹校の国際交流について	劉 丹	9 高専海外渡航報告会
2013	7	講演論文	多孔質担持体の環境浄化分野への応用	劉 丹	全国 kosen 多孔質・多孔体研究ネットワーク第2回会議
2013	7	講演論文	竹を素材にした畜産排水のリン回収および土壌改良剤としての利用	劉 丹	H25年度 JST 新技術説明会
2013	12	講演論文	晶析化についての検討	劉 丹	株式会社カネカ 共同研究報告会
2013	12	著書	気仙沼舞根湾海域における水質の推移	(山本光夫) 劉 丹 (長坂翔子) (横山勝英)	海洋と生物, 35(6): 547-553, 2013
2014	3	講演論文	気仙沼・舞根湾における生物環境調査－鉄を中心とした水質の推移	(山本光夫) 劉 丹 (長坂翔子) (横山勝英)	H26年度日本水産学会春季大会
2014	3	講演論文	晶析化についての検討(2)	劉 丹	株式会社カネカ 共同研究報告会
2014	3	講演論文	竹炭を利用した畜産排水からのリン回収	劉 丹 (上甲 勳)	日本化学工学会第79回年会
2014	3	講演論文	鉄を利用した藻場再生技術における製鋼スラグへの有機物添加の影響評価	(山本光夫) 劉 丹	日本化学工学会第79回年会

2013	7	講演論文	加圧熱水による梨剪定残渣の分解	(田 尻 久 也) 近 藤 満	第24回九州地区若手ケミカルエンジニア討論会
2014	1	講演論文	加圧熱水による梨剪定残渣からの有用物質回収	(田 尻 久 也) 近 藤 満	第19回高専シンポジウム in 久留米
2013	10	審査なし論文	有明高専とシンガポール・ポリテクニクとの国際交流プログラム	岩 下 勉 Grumbine, R.	有明工業高等専門学校紀要, 第49号
2013	8	講演論文	異なる深さの疲労き裂あるいは機械切欠きを有する3点曲げ試験片の脆性破壊に関する研究 その2切欠き先端周辺の応力状態の考察	岩 下 勉 (小 林 良 平) (東 康 二)	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), 構造Ⅲ
2013	8	講演論文	溶接始終端部に存在する切欠きを起点とする脆性破壊の数値シミュレーション	(坂 本 高 穂) (東 康 二) 岩 下 勉	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), 構造Ⅲ
2013	6	審査付き論文	Assessment of brittle fracture for single edge notched bend specimens with different machined-notch depth	Iwashita, T. (Kobayashi, R.) (Azuma, K.)	ASME 2013 32nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, Volume 3: Materials Technology
2014	3	講演論文	RC造柱梁接合部を水平ハンチで補強した場合の耐震補強性能に関する研究	(近 藤 智 紀) 上 原 修 一 (山 川 哲 雄)	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・1構造系
2014	3	講演論文	丸竹を用いた建築構造技術の研究	上 原 修 一	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・1構造系
2013	11	審査付き論文	Seismic performance of reinforced concrete beam-column joint retrofitted by horizontal hunches	(Kondo, T.) Uehara, S. (Yamakawa, T.)	ISTS
2013	10	審査なし論文	丸竹を用いた建築構造技術の研究 ー合板と半割丸太を使って接合した梁の性状についてー	上 原 修 一 (黒田竜太郎)	有明工業高等専門学校紀要, 第49号
2013	7	審査付き論文	RC造柱梁接合部補強鋼板の位置がせん断補強性能に及ぼす影響	上 原 修 一 (竹 内 卓 也) (山 川 哲 雄)	コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 2
2013	7	審査付き論文	床スラブと直交梁のある十字形接合部を水平ハンチにより補強した場合の耐震補強性能に関する研究	(近 藤 智 紀) 上 原 修 一 (山 川 哲 雄)	コンクリート工学年次論文集, Vol. 35, No. 2
2014	3	講演論文	アンサンブル平均を利用した材料の吸音特性の in-situ 測定に関する研究 ーポーラスモルタルを活用した内装仕上げ材開発への適用ー	(上 水 隆 義) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子 (奥 園 健) (山 口 信)	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・2環境系

2014	3	講演論文	アンサンブル平均を利用した測定法による 地表面の吸音特性の in-situ 測定	(奥 園 健) (大 鶴 徹) (大 嶋 拓 也) (富 来 礼 次) (平 栗 靖 浩) 岡 本 則 子	日本音響学会春季研究発表会講 演論文集
2014	3	講演論文	残響室法吸音率の測定に関する数値解析的 研究 ー測定誤差及びばらつきの検討ー	(畔 地 良 樹) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子 (奥 園 健) (足 立 大 輔)	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・2 環境系
2014	3	講演論文	時間領域有限要素法による残響室法吸音率 の測定精度改善に関する研究 ー試料への音の入射エネルギーの割合に関す る検討と実測への適用ー	(足 立 大 輔) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子 (奥 園 健) (畔 地 良 樹)	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・2 環境系
2014	3	講演論文	時間領域有限要素法による室内音場解析の 室形状モデリングに関する研究 ーその 6 音響要素の検討ー	(板 井 健) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子 (奥 園 健) (相 星 光)	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・2 環境系
2014	3	講演論文	時間領域有限要素法を用いた波動音響シミュ レーションの室形状モデリングに関する研 究 ー部材の奥行きを簡略化に関する検討ー	(相 星 光) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子 (奥 園 健) (星 和 磨) (板 井 健)	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・2 環境系
2014	3	講演論文	振動・音響信号を利用した建築物のシロア リ防除に関する研究 ー木材へ信号を付加した際の摂食活性のば らつきに関する検討ー	(原 千 晶) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子	日本音響学会春季研究発表会講 演論文集
2013	12	審査付き論文	Reproductibility and applicability of ensemble averaged surface normal impedance of materials using an in-situ technique	(Din, N. B. C.) (Otsuru, T.) (Tomiku, R.) Okamoto, N. (Kusno, A.)	Acoustics Australia, Vol. 41, No. 3
2013	12	講演論文	残響室法吸音率の測定に関する有限要素解 析 ー減衰曲線に着目した検討ー	(富 来 礼 次) (大 鶴 徹) 岡 本 則 子 (奥 園 健) (足 立 大 輔)	日本音響学会建築音響研究会資 料

2013	11	講演論文	アンサンブル平均を利用した測定法による 地表面の吸音特性測定に関する基礎的研究	(柳 池 将 俊) (大 鶴 徹) (大 嶋 拓 也) (富 来 礼 次) (平 栗 靖 浩) 岡 本 則 子 (奥 園 健)	日本音響学会九州支部第10回学 生のための研究発表会講演論文 集
2013	11	講演論文	振動・音響信号を利用した建築物のシロア リ防除に関する基礎的研究 ー生息地域の異なるグループ間の特性の差 異の検討ー	(原 千 晶) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子	日本音響学会九州支部第10回学 生のための研究発表会講演論文 集
2013	9	審査付き論文	Humidity effect on pressure-velocity sensor examined in sound absorption measurement with ensemble averaging technique	(Otsuru, T.) (Kusno, A.) (Tomiku, R.) (Okuzono, T.) Okamoto, N. (Din, N. B. C.)	Proc. Inter-Noise2013
2013	9	審査付き論文	Relationship between dispersion error and accuracy of room acoustics parameter in time-domain finite- element room acoustics simulation	(Okuzono, T.) (Otsuru, T.) (Tomiku, R.) Okamoto, N.	Proc. Inter-Noise2013
2013	9	講演論文	波動数値解析の吸音モデリングのための建 築材料の吸音計測 ーアンサンブル平均を用いた測定法におけ る吸音特性の分布ー	(奥 園 健) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子	日本音響学会秋季研究発表会講 演論文集
2013	8	講演論文	建築材料の吸音特性の現場測定に関する数 値解析的検討 ー音源-試料間の距離と測定誤差ー	(上 水 隆 義) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子 (奥 園 健) (松島梨花子)	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), D-2 環境工学 I
2013	8	講演論文	時間領域有限要素法による残響室法吸音率 の測定に関する数値解析的研究 ーその1 減衰曲線の補正に関する検討ー	(畔 地 良 樹) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子 (奥 園 健) (足 立 大 輔)	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), D-2 環境工学 I
2013	9	講演論文	時間領域有限要素法による残響室法吸音率 の測定に関する数値解析的研究 ーその2 補正した減衰曲線による残響室法 吸音率の算出ー	(足 立 大 輔) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡 本 則 子 (奥 園 健) (畔 地 良 樹)	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), D-2 環境工学 I

2013	8	講演論文	時間領域有限要素法を用いた波動音響シミュレーションの室形状モデリングに関する研究 ーその1 単語と音楽の聴取に関する主観評価実験の設定ー	岡本 則子 (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) (奥 園 健) (板 井 健) (相 星 光)	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), D-2 環境工学 I
2013	8	講演論文	時間領域有限要素法を用いた波動音響シミュレーションの室形状モデリングに関する研究 ーその2 単語と音楽の聴取に関する主観評価実験の結果ー	(板 井 健) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡本 則子 (奥 園 健) (相 星 光)	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), D-2 環境工学 I
2013	8	講演論文	時間領域有限要素法を用いた波動音響シミュレーションの室形状モデリングに関する研究 ーその3 窓形状のモデリングに関する検討ー	(相 星 光) (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) 岡本 則子 (奥 園 健) (板 井 健)	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), D-2 環境工学 I
2013	7	講演論文	材の吸音特性の in-situ 測定に関する数値解析的検討	岡本 則子 (大 鶴 徹) (富 来 礼 次) (奥 園 健) (松島梨花子) (上 水 隆 義)	日本音響学会建築音響研究会資料
2013	5	審査付き論文	Dispersion-reduced spline acoustic finite elements for frequency-domain analysis	(Okuzono, T.) (Otsuru, T.) (Tomiku, R.) Okamoto, N.	Acoustical Science and Technology, Vol. 34, No. 3
2013	5	講演論文	アンサンブル平均を利用した材料の吸音特性の in-situ 測定法 ー共鳴器型吸音材に関する測定例ー	(富 来 礼 次) (大 鶴 徹) 岡本 則子 (奥 園 健) (中 野 一 樹)	日本音響学会建築音響研究会資料
2014	3	講演論文	細胞の特性を応用した建築構造物の形態創生に関する研究 (その1) トラス構造物における形態創生方法	(益 田 翼) 小 野 聡 子	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・1 構造系
2014	3	講演論文	細胞の特性を応用した建築構造物の形態創生に関する研究 (その2) 形態創生の結果およびその考察	(益 田 翼) 小 野 聡 子	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・1 構造系
2013	11	審査付き論文	Experimental Study on Sliding Base-Isolator with Thermal Sprayed Molybdenum to Two Directions Vibration	(Satonaka, T.) Ono, S.	The 3th International Symposium on Technology for Sustainability (ISTS 2013), Hong Kong

2013	8	講演論文	モリブデンを滑り面に溶射した滑り型免震支承に関する実験的研究 (その4) 2方向(水平方向および上下方向)に同時加振した場合	(里 中 拓 矢) 小 野 聡 子	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), B-2 構造Ⅱ
2013	8	講演論文	細胞の性質を応用したトラス構造物の形態創生に関する研究 (その4) 細胞の増殖・消滅・伸縮を同時に生じさせた場合	(益 田 翼) 小 野 聡 子	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), B-2 構造Ⅰ
2013	8	その他(寄稿・学術以外の講演等)	モリブデンを各種膜厚で滑り面に溶射した滑り型免震支承に対する2方向加振実験結果	(里 中 拓 矢) 小 野 聡 子	シェルと空間構造に関する夏期セミナー 2013
2013	8	その他(寄稿・学術以外の講演等)	細胞の特性を応用したトラス構造物の形態創生に関する研究	小 野 聡 子	シェルと空間構造に関する夏期セミナー 2013
2014	1	その他(寄稿・学術以外の講演等)	大きな空き家の可能性(空き家再生スイッチ3)	加 藤 浩 司	
2013	10	審査付き論文	様々な背景を持つ学生が日韓デザインワークショップで意思決定までに到った過程	加 藤 浩 司 (辻原万規彦) (江 藤 紅 音)	日本建築学会技術報告集, 第43号
2013	10	その他(寄稿・学術以外の講演等)	空き家が育むひととまち(空き家再生スイッチ2)	加 藤 浩 司	
2014	3	講演論文	沖縄本島南部における「格子状集落」の形成ー南城市玉城・前川集落などを事例にー	(山 元 貴 継) 鎌 田 誠 史 (浦 山 隆 一) (澁 谷 鎮 明)	日本地理学会春季学術大会
2014	3	講演論文	与論島における城・朝戸集落の空間構成の特徴に関する研究	(大 川 泰 毅) 鎌 田 誠 史 (浦 山 隆 一)	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・3計画系
2013	10	著書	学際シンポジウム『生き続ける琉球の村落ー固有文化にみる沖縄の環境観と空間形成技術ー』	鎌 田 誠 史 (浦 山 隆 一) (齊 木 崇 人) (澁 谷 鎮 明) (仲 間 勇 栄) (高 良 倉 吉) (山 元 貴 継) (鈴 木 一 馨)	富山国際大学現代社会学部
2014	3	講演論文	地域公共図書館の児童書エリアに関する研究(1) おはなし会とその空間について	北 岡 敏 郎 (竹 本 有 里)	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・3計画系
2014	3	講演論文	地域公共図書館の児童書エリアに関する研究(2) 行為の展開と空間毎の特徴	(竹 本 有 里) 北 岡 敏 郎	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・3計画系

2013	10	審査なし論文	ブリッジ模型用簡易載荷装置の教育現場への導入	田 中 三 雄 下 田 誠 也	有明工業高等専門学校紀要, 第49号
2013	10	審査なし論文	ブリッジ模型用簡易載荷装置の設計・製造	田 中 三 雄 下 田 誠 也	有明工業高等専門学校紀要, 第49号
2014	3	講演論文	庇型太陽電池を用いた換気システムに関する研究 ーモデルルームにおける夏季の省エネルギー効果ー	(松 尾 橋 花) 鳶 敏 和	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・2 環境系
2014	3	審査付き論文	三池炭鉱関連施設における1間を6.2尺とした設計	松 岡 高 弘	産業考古学151号
2014	3	講演論文	柳川の住宅における「仏の棟」について ー柳川の近代の住宅に関する研究 その5ー	松 岡 高 弘 (百 田 直 美)	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・3 計画系
2014	3	講演論文	柳川の住宅における床の間横に設置された仏壇について ー柳川の近代の住宅に関する研究 その4ー	(百 田 直 美) 松 岡 高 弘	日本建築学会九州支部研究報告, 第53号・3 計画系
2014	3	その他(寄稿・ 学術以外の講演等)	三川坑に残る歴史的遺産を残すことの意味	松 岡 高 弘	シンポジウム世界遺産と市民の 遺産ー三川坑の保存を考えるー
2014	3	その他(寄稿・ 学術以外の講演等)	柳川の近代に建設された住宅における座敷構成の変遷について	松 岡 高 弘	平成25年度第4回柳川市史連絡 会
2014	2	その他(寄稿・ 学術以外の講演等)	旧筑後川橋梁(筑後川昇開橋)	松 岡 高 弘	有明高専図書館報No. 19郷土の 文化財
2013	12	その他(寄稿・ 学術以外の講演等)	民家の建築時期を把握するためのいくつかの視点 ー柳川を中心とした民家調査からー	松 岡 高 弘	福岡県ヘリテージマネージャー 養成講習会第11回
2013	9	講演論文	上五島の神社の下屋付拝殿について ー上五島の神社建築に関する研究 その2ー	松 岡 高 弘 (中村あかね) (川 上 秀 人)	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), F-2
2013	9	講演論文	上五島の神社建築について ー上五島の神社建築に関する研究 その1ー	(中村あかね) 松 岡 高 弘 (川 上 秀 人)	日本建築学会学術講演梗概集 (北海道), F-2
2013	9	その他(寄稿・ 学術以外の講演等)	柳川市指定有形文化財八幡神社本殿の建築	松 岡 高 弘	平成25年度皿垣地区公民館地域 づくり学級
2013	8	その他(寄稿・ 学術以外の講演等)	100年前の沖端	松 岡 高 弘	広報やながわ市史抄片101/柳 川市

2013	5	その他(寄稿・ 学術以外の講 演等)	柳川に残る「くど造」の民家	松岡 高 弘	広報やながわ市史抄片98/柳川 市
2014	3	審査付き論文	“Metal Mirror Surface Grand Prix” in Mechanical Shop Basic Practice of First Year Students	Shinozaki, A Ishibashi, D	Global Education Review, ISSN2220-1599 March 2014, Vol2, No33-38
2014	3	講演論文	非定常作業における応答特性の研究	堀 田 源 治 石 橋 大 作 福 田 一 博 大 淵 慶 史 坂 本 英 俊	日本機械学会九州支部第67期総 会・講演会
2013	12	講演論文	高専生による金属鏡面手仕上げ加工グラン プリアの実践ーめざせ！キラキラグランプリー	篠 崎 烈 石 橋 大 作	精密工学会 九州支部（宮崎大 学）
2013	10	審査なし論文	1年生の機械基礎実習における金属鏡面製 作課題ー目指せ！『キラキラコンテスト』 グランプリー	石 橋 大 作 篠 崎 烈	有明工業高等専門学校紀要, 第49号
2013	10	審査なし論文	導電性ダイヤモンド電極を用いたモノエタ ノールアミンの電解処理	藤 本 大 輔 嶋川真理子 石 橋 大 作	有明工業高等専門学校紀要, 第49号
2013	9	審査なし論文	TRIAL OF LARGE SCALE OBJECT DESIGN AND MANUFACTURING EDUCATION WITH LOCAL PEOPLE	Shinozaki, A. Ishibashi, D. Nakayama, K. Tashiro, N. Ishikawa, T.	ISATE2013 25-27September 2013, Nara, Japan
2013	9	審査なし論文	排水からの微細海苔の除去	坪 根 弘 明 堺 吉 寿 石 橋 大 作	日本機械学会九州支部鹿児島講 演会アドバンスド
2013	8	審査なし論文	1年生の機械基礎実習における金属鏡面製 作課題ー目指せ！『キラキラコンテスト』 グランプリー	石 橋 大 作 篠 崎 烈	平成25年度 西日本地域高等専 門学校技術職員特別研修会（機 械系）
2013	4	審査付き論文	地元の「人」と「技術」を共に学ぶ環境づ くり	篠 崎 烈 松 原 征 男 吉 富 貴 司 真 島 吉 將 石 橋 大 作	日本高専学会誌, 第18巻, 第2 号

【卒業研究】（平成25年度）

機械工学科

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
エッチング工程に使用する自動給紙機の開発	野口 高 広	堀 田 源 治
個人のリスク対処個性の評価方法に関する研究	福 田 一 博	堀 田 源 治
接着された材料の強度に関する実験的研究	吉 瀬 雄 貴・山手光四郎	堀 田 源 治・福 永 道 彦
二相二重管熱サイフォン内の流動と熱輸送量に関する研究	光安高二朗	吉 田 正 道
ポンポン船の推進原理に関する研究	坂 本 涼 平	吉 田 正 道
出前授業に用いる卓上実験装置の開発	野 村 一 貴	吉 田 正 道
敷設用シート巻取りシステムの開発	堤 敏 裕	吉 田 正 道
温・熱間鍛造用マトリックスハイス金型の動的熱負荷試験	入 江 正 樹・矢 上 賢 造	南 明 宏
難燃性マグネシウム薄板材の深絞り成形性に関する研究 （パンチ径30mmによる成形）	新 免 直 士・村 本 秀 斗	南 明 宏
正面切削における薄肉加工後の変形量低減に関する研究	高 木 勇 作	明 石 剛 二
切削加工におけるアクリル透明度に関する基礎研究	奥 田 倖 太	明 石 剛 二
光造形装置を用いたモデル作成に関する基礎研究	古賀健一郎	明 石 剛 二
環境保全のための切削加工法の研究	黒 澤 華 奈	明 石 剛 二
MAS 概念を用いた柔軟なロボット運動制御法の研究	鳥 越 航・前 田 祐 樹	原 槇 真 也
シングルボード・コンピュータによる分散型ロボット制御の研究	豊 永 拓 人・松 井 隆 幸	原 槇 真 也
飲料厨芥バイオエタノール燃料の実用化に関する研究 （ゼオライト膜を利用した高効率脱水工程の開発）	柿 原 大 輝	柳 原 聖
固体酸化物型燃料電池を利用した排気ガスからの電力回収に関する研究 ーエキゾーストパイプ径がユニット出力に与える影響ー	中 川 陽 平	柳 原 聖
燃料電池電極材料耐久性めっき被膜の開発 （Co-Mn 複合めっき被膜の評価）	森 祐 樹 子	柳 原 聖
固体酸化物型燃料電池に関する研究～バイオエタノール濃度がユニット出力に与える影響について～	山 田 力 丸	柳 原 聖

海苔排水中からの海苔の除去に関する研究	下村 慎哉	坪根 弘明
高電圧プローブを利用した空気-冷媒二相流におけるボイド率の測定	喜多 亮氏	坪根 弘明
EHDガスポンプの可視化に関する研究	塚本 亨	坪根 弘明
歩行型壁面検査ロボットの開発	坂井 佑輔・鶴 浩平	岩本 達也
プロペラ推力式壁面検査ロボットの開発	足立 憲洋・福島 弘剛	岩本 達也
仕上げ面粗さの向上を目的としたダブルバイト切削加工法に関する研究	木下 陽平・初村 航	篠崎 烈
高専の機械実習における実践的実習テーマの検討	古川 正明	篠崎 烈
深屈曲動作時の膝関節力の算出	日巻 智貴	福永 道彦
股関節形状と可動範囲の関係について	赤星 亮太・吉岡 陸	福永 道彦

電気工学科

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
EHD を用いた空気清浄器の製作	古賀 翔太・松永 拓也	塚本 俊介
キノコ増産用可搬型パルスパワー電源の製作	鬼塚 大悟・宮原 巧	塚本 俊介
味覚センサを用いたアミノ酸の味質の研究	轟 敦志・堀尾 大樹 吉山 裕貴	永守 知見
リアルタイムモニタの制御への応用	堤 将裕	泉 勝弘
マルチ空間ベクトルPWMの開発	田口 琢斗	泉 勝弘
IPMSM センサレス制御	平河 貴信	泉 勝弘
IPMSM 制御のシミュレーション	尾上 正文	泉 勝弘
色素増感太陽電池に関する研究	松尾 一真・宮本潤一郎 森田 雄貴	石丸 智士
メダカ受精卵に対する物質導入に関する研究 —周囲溶液による影響調査—	米田 宗次	河野 晋
大腸菌に対するプラスミド導入の高効率化に関する研究	村上めぐみ	河野 晋
水中放電の赤潮プランクトンに対する影響に関する研究	中河原大貴	河野 晋

仮想空間での育成・協調型学習支援システムの開発	上田 将弘・柿原 心	尋木 信一
ICT を活用した学生寮システムの開発	岡 祐輔・宮原 佑輔	尋木 信一
半導体光触媒を用いた水質浄化における高効率化の検討	田中 将人・堤 修治	高松 竜二
寒天と界面活性剤を用いた味覚センサ用電極の検討	明石 祐嗣・金森 亮	高松 竜二
電力ネットワークの制御・モデリング・予測に関する研究	安達 一城・伊東 宥貴 小松 豊	池之上 正人
シーケンス制御実験装置の製作～ピタゴラススイッチの製作～	永田 千尋・福井 健太郎	池之上 正人
量子アルゴリズムによる順列最適化	大野 友嗣	森山 賀文
進化計算を用いた経路探索アプリケーションの開発	合戸 尚也・西田 凌	森山 賀文
高精度電流源回路に用いる電流電圧変換回路の測定	江中 祐貴・三浦 唯我	清水 暁生
微小位相差計測回路に用いる電流バッファに関する研究	森田 翔大	清水 暁生

電子情報工学科

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
二酸化チタン層の作製法の違いによる色素増感太陽電池の性能比較と教育教材としての検討	伊東 柁貴	原 武嗣
Android 端末と PIC マイコン制御を用いた計測機器システムの開発	梶原 天翔	原 武嗣
同軸型アークプラズマ蒸着法を用いて作製したカーボン膜のサイクリックボルタンメトリー測定	鶴 征一	原 武嗣
ダイヤモンド状炭素膜の半導体材料としての検討	富永 秀星	原 武嗣
半導体プロセスを意識した演算増幅器設計	大塩 悠貴	石川 洋平
FPGA に実装するソフトプロセッサと Linux に関する研究	近藤 一輝	石川 洋平
D 級アンプの製作と特性検証	眞崎 瑛里	石川 洋平
花と気軽に触れ合うことを支援するシステムの検討 ～『Flower Watching』の開発～	森 さくら・伊藤実沙都	松野 良信
OCR を用いた求人情報検索システムの検討	西 広規	松野 良信
Web サーバにおけるログ監視支援システムの試作	後藤 隆文	松野 良信

水中カメラの遠隔操作に関する基礎研究 ーOpenCVを用いた物体追跡Ⅲー	永見友之	森紳太郎
遺伝的アルゴリズムを用いた時間割生成プログラムの開発 ーPyevoiveの導入Ⅱー	中古賀理・山下りえ	森紳太郎
USB カメラと半球状鏡を用いたパノラマ展開動画の作成	北原 怜	江頭成人
Excel VBA による最小二乗法を用いた大牟田市の人口予測	戸上剛史	江頭成人
CGI プログラミングによる大学入試センター試験採点システム	米野綾華	江頭成人
PIC プロセッサのソフトウェアシミュレータ	高田尚輝・水谷龍希	Gauthier Lovic
オープンソース指向カメラ搭載多脚ロボットの製作	西村珠美・東 優子	松野哲也
高速かつ高精度な数値積分のための反応拡散方程式の差分化	田中隼斗	松野哲也
水蒸気ライダーを用いた大気観測実験	北川 慎悟・徳島光一	内海通弘
光ヘテロダイン法を用いた表面プラズモン共鳴センサの最適化実験	荒木健嗣・古賀一力	内海通弘
KVM における優先度制御法の CPU 資源を考慮した評価	木下 椋司	森山英明
携帯端末を用いた部活動支援システムの提案	宮崎加奈	森山英明
原子イメージ表示による原子構造の学習支援システム ーOpenCV を用いた文字列照合ー	糸山広菜	菅沼 明
屋外映像からの移動物体の検出	成松瑞基	菅沼 明
ビリヤード初級者支援システムにおける手球の軌道表示に関する研究	佐藤悠耶	菅沼 明
ビリヤード初級者支援システム ーキュー検出による球の軌道予測ー	高田文哉	菅沼 明

物質工学科

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
種子に及ぼすマイクロバブルの影響	井口 恵	氷室昭三
エレクトロポレーション法における電界とパルス幅の関係	石橋佑太	富永伸明
超臨界二酸化炭素によるコーヒーカす由来成分の抽出におけるエントレーナ効果の探索	板井幸博	近藤 満

ビスフェノールA及びSの野生型と変異型線虫に対する影響	岩下華穂	富永伸明
硝酸マンガ加熱物からの二酸化マンガンの合成	宇都孝太郎	宮本信明
紅色光合成細菌 <i>Rhodobacter sphaeroides</i> RV 株の光依存水素発生酵素 Nitrogenase 構造遺伝子解析	甲斐涼太	小林正幸
梨剪定残渣の急速熱分解によるバイオオイルの生成および改質	菊田めぐみ	近藤 満
シュウ酸マンガ加熱物からの二酸化マンガンの合成	小堺理史	宮本信明
バイオマスを用いた新規排煙脱硫剤の開発に関する研究	坂口風沙	劉 丹
低密度酸化チタン粉末を用いた溶射皮膜の作製	佐々木 愛	田中康徳
HAP生成反応による排水からのリン回収	佐知聖人	劉 丹
海苔加工排水浄化のための微生物担持竹炭の調製	澁田真衣	出口智昭
マイクロバブルによる有機化合物の分解	下田美月	氷室昭三
水中におけるマイクロバブルの挙動	竹下美海	氷室昭三
導電性ダイヤモンド電極を用いたカルボン酸の電解処理に関する研究	田代陽子	藤本大輔
リン酸化合物を用いた導電性ダイヤモンド電極によるアミン類の電解処理に関する研究	田中悟志	藤本大輔
光合成光集光色素-タンパク質超分子複合体 (LH1-RC) の <i>in vitro</i> 再構成に関する研究	塚崎裕二	小林正幸
低温高速フレイム (LT-HVAF) 溶射装置による耐摩耗性・防食性に優れた複合溶射皮膜の作製	辻下 茜	川瀬良一
電子線グラフト重合法によるリチウム回収材料の作製	成清颯斗	大河平紀司
炭酸マンガ加熱物の酸処理	野田正悟	宮本信明
超臨界・亜臨界メタノールによるコーヒーかすの分解	野田裕宣	近藤 満
光合成細菌 <i>Allochromatium vinosum</i> による抗酸化物質の生産	箱嶋友佳	出口智昭
銅担持酸化チタンによる光触媒皮膜の作製	稗島未紀	田中康徳
低温高速フレイム (LT-HVAF) 溶射装置による銅溶射皮膜作製と防汚性能調査	平田祥貴	川瀬良一
加圧熱水によるリグニンの分解	平山 茜	近藤 満

炭酸マンガ加熱物からの二酸化マンガンの合成	福田幸太郎	宮 本 信 明
水槽実験における磯焼け改良に関する研究	堀 内 恵 太	劉 丹
鉄担持ゼオライト触媒によるトリクロロエチレンの連続除去実験に関する研究	前 田 竜 騎	藤 本 大 輔
タンパク質に及ぼすマイクロバブルの効果	前 間 歩	氷 室 昭 三
高分子材料へのリパーゼ固定化条件の最適化に関する研究	松 尾 あ い	大河平紀司
酢酸マンガ加熱物からの二酸化マンガンの合成	松岡龍之介	宮 本 信 明
米麴分解物の乳酸発酵による新規発酵食品の開発	松永真生子	出 口 智 昭
ホウ素を高速除去可能な機能性材料の開発に関する基礎研究	松 藤 貴 大	大河平紀司
酸化還元酵素の固定化による多孔性材料の機能化と活性評価	松 本 光	大河平紀司
溶射粒子と自由落下金属液滴に対する基材温度の影響	三嶋紗有実	田 中 康 徳
塩存在下でアルコール発酵を行う酵母の探索	吉 田 一 貴	出 口 智 昭
種々の基材表面への厚膜ふっ素樹脂/アルミナ複合溶射皮膜の作製	吉 本 翠	川 瀬 良 一
重金属曝露による <i>C. elegans</i> F41E6.9 遺伝子の発現変化解析	龍 美 月	富 永 伸 明

建築学科

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
市民参加型図書館づくり手法の評価に関する研究 ー伊万里市民図書館とたらみ図書館の比較からー	今 村 裕 一・山 田 純 平	北 岡 敏 郎
地域公共図書館の児童書エリアに関する研究 ーおはなし会の空間の型についてー	播 摩 憲 汰・藤 愛 美	北 岡 敏 郎
教室の物理環境の均一化に関する研究ー季節に応じた室内空気循環装置の検討ー	甲 斐 史 也・椛 島 悠 加	鳶 敏 和
庇型太陽電池を用いた換気システムの省エネルギー効果についてーモデルルームによる実測調査ー	松 下 建 介	鳶 敏 和
ペルチェ素子を用いた簡易な冷却・加熱装置の実用性評価	室 園 翔 吾	鳶 敏 和
RC 造ト形接合部を水平ハンチにより補強した場合の耐震補強性能に関する研究	櫻 木 卓 矢・田 中 弘 毅	上 原 修 一

鋼板による RC 造柱梁接合部のせん断破壊防止に関する研究	堤 直 斗・小 山 智 久	上 原 修 一
柳川における近代の民家に関する研究 －座敷構成を中心として－	百 田 直 美	松 岡 高 弘
在村医原家住宅（八女市立花町原島所在）の復元的研究	山 口 美 咲	松 岡 高 弘
細胞の特性を応用したトラス構造物の形態創生に関する研究 －細胞の特性および塑性座屈の考慮を同時に取り入れた場合－	江 口 信	小 野 聡 子
細胞の特性を応用したトラス構造物の形態創生に関する研究 －形態の創生領域を設定した場合－	小御門真伍	小 野 聡 子
溶射膜厚の異なるモリブデンを滑り面に溶射した滑り型免震 支承に関する実験的研究 －模擬地震波を水平方向に入力した場合－	馬 場 舞 子	小 野 聡 子
大牟田市宮原町における空き家の実態に関する研究	有 働 紘 希・後藤潤一郎	鎌 田 誠 史
ウガンダ・カンバラにおけるインフォーマルな住宅地に関する研究	ジェイジェイ	鎌 田 誠 史
斜面地における土地利用の変遷と宅地形態から見た空間的特 徴に関する研究－佐世保市天神町を対象として－	藤本ちひろ	鎌 田 誠 史
全蓋式アーケード内部におけるあふれだしの状況と来街者によ るその評価	古賀壮一郎・百代 咲 桜	加 藤 浩 司
全蓋式アーケードを有する商店街における道路空間利用に関 する研究	小坪加奈子・比 田 勝 翼	加 藤 浩 司
繰返し負荷が作用する切欠きを有する試験片を用いた脆性破 壊に関する実験－実験方法の改善と繰返し負荷の影響－	青 野 駿 也・古 賀 大 貴	岩 下 勉
繰返し負荷が切欠きを有する試験片の脆性破壊に及ぼす影響 －ワイブル応力による検討－	池 田 辰 弥・吉 永 秋 也	岩 下 勉
竹筋コンクリートスラブの構造性能に関する実験的研究 －竹筋の結束方法およびその間隔が曲げ耐力に与える影響－	坂 本 幸 誠	下 田 誠 也
火山灰を用いたモルタルの開発に関する実験的研究 －桜島火山灰の混入量が強度性状に及ぼす影響－	園 田 朋 之	下 田 誠 也
建築材料の吸音特性測定法による施工状態管理手法開発に関 する研究	川 島 直 城・國丸慶太郎	岡 本 則 子
アンビエントノイズと 2 マイクロフォンを利用した材料の吸 音特性の in situ 測定法に関する研究－測定システムの構築－	川 島 茜 音・牧野穂乃香	岡 本 則 子

【専攻科特別研究】（平成25年度）

生産情報システム工学専攻

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
マルチエージェントシステムに基づくモデルロボットの開発	荒木隆太郎	原 模 真 也
磁性流体ポンプにおけるポンプ性能に関する研究	飯 川 翔 平	坪 根 弘 明
ガラス光学部品製造用金型研磨加工技術に関する研究	大 木 彬 寛	篠 崎 烈
ヒートポンプとして作動するスターリングエンジンを用いた教育用工学実験システムの開発	奥苑利企矢	吉 田 正 道
空気-冷媒二相流におけるボイド率測定のための高電圧プローブの開発	河 内 拓 也	坪 根 弘 明
仕上げ面粗さ向上を目的としたダブルバイト切削加工法に関する研究	中 山 賢 作	篠 崎 烈
二相二重管熱サイフォン内の流動と熱輸送 に関する理論的研究	秀 山 文 彦	吉 田 正 道
赤潮駆除を目的とした衝撃波発生システムの改良	岩 屋 健 人	河 野 晋
プログラミング言語学習支援のためのエディタの開発	小 山 雄 也	尋 木 信 一
交流電気泳動法による色素増感太陽電池用酸化チタン電極の調製と最適化	馬 場 隆 司	石 丸 智 士
脂質膜電極の温度特性	米 田 宗 広	永 守 知 見
FPGA 上で動作するソフトプロセッサを用いた音声処理システムの開発	井 上 優 良	石 川 洋 平
表面プラズモン共鳴（S P R）センサの数値計算と実験	甲 斐 郁 矢	内 海 通 弘
ハンドポーズラリーシステムの構築における手の姿勢推定	國 友 佑 一	菅 沼 明
FPGA と Linux による組み込みシステムの構築方法に関する基礎研究	熊 野 修 平	石 川 洋 平
半導体レーザを用いた水蒸気ライダーの開発	坂 田 亮 介	内 海 通 弘
高速長距離ネットワークにおける TCP の性能評価および改善の提案	永 吉 俊 貴	嘉 藤 学
演算増幅器の特性検証を通じた集積回路設計に関する研究	花桐詩瑞香	石 川 洋 平
劣悪な通信環境における DTN ルーティング方式の検討	姫 野 大 樹	嘉 藤 学
ビリヤード初級者支援システムにおけるウェアラブル端末の有用性の検討	渡 辺 信 幸	菅 沼 明

応用物質工学専攻

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
バナジウムとインスリンの線虫 <i>C. elegans</i> による複合影響評価	栴 島 李 歩	富 永 伸 明
微生物担持竹炭による新規ノリ加工排水処理システムの検討	高 田 好 見	出 口 智 昭
紅色非硫黄光合成細菌 <i>Rhodobacter sphaeroides</i> による抗酸化物質の生産	佐 藤 美 紀	出 口 智 昭
加圧熱水による梨剪定残渣の分解	田 尻 久 也	近 藤 満
ゾル溶射による酸化チタン光触媒皮膜の作製	西 原 將 貴	田 中 康 徳
低温高速フレイム（LT-HVAF）溶射装置におけるガンノズルの改良と性能調査	三 浦 耕 嘩	川 瀬 良 一
導電性ダイヤモンド電極を用いたアルカンの電解酸化反応	渡 辺 由 祐	藤 本 大 輔

建築学専攻

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
与論島の城・朝戸集落における空間構成の特徴	大 川 泰 毅	鎌 田 誠 史
R C 造柱梁接合部を水平ハンチにより補強した場合の耐震補強性能に関する研究	近 藤 智 紀	上 原 修 一
各種膜厚のモリブデンを溶射した滑り型免震支承に関する研究 ー 2 方向同時加振実験結果および滑り面における動特性の推定 ー	里 中 拓 矢	小 野 聡 子
地域公共図書館の児童書エリアに関する研究	竹 本 有 里	北 岡 敏 郎
細胞の特性を応用した建築構造物の形態創生に関する解析的研究 ー トラス構造物の形態創生 ー	益 田 翼	小 野 聡 子

【学位論文】

学位記番号 乙博文第15号

授与年月日 平成26年3月10日

氏 名 焼 山 廣 志

学位論文題目

菅原道真研究 ～『菅家後集』所載の作品論と編纂事情考（注釈を通して）～

昌泰(しょうたい)、四年(901)正月二十五日、五十七歳の道真は突然罪を問われ、太宰権帥(だざいのごんのそち)に左遷されて都を追われた。それから約二年の後、延喜三年(903)二月二十五日、道真は配所で死を迎えるが、その間の詩集は『菅家後集』という名の詩集となって今に伝わっている。その残された漢詩39首の全注釈を通して、窺える菅原道真の詠作姿勢を探る試みが本著の主旨である。

序 [作品概要]

第一部 [作品論]

この『菅家後集』中 太宰府謫居時代に詠作された「五言 自詠」から「謫居春雪」までの作品三十九首の注釈作業を通して、作品の内容から 大きく以下の三期に分類した。

- 「1. 太宰府謫居一期 昌泰四年(901)春～延喜元年(901)秋」
- 「2. 太宰府謫居二期 延喜元年(901)初冬～延喜二年(902)早春」
- 「3. 太宰府謫居三期 延喜二年(902)春～延喜二年(903)冬」

この分類に属する主要作品を具体的に考察し その作品論を通してその期の菅原道真の詠作姿勢の特色を概観した。

「1. 太宰府謫居一期 昌泰四年(901)春～延喜元年(901)秋」

この昌泰四年は七月十五日に「昌泰」が「延喜」に改元されている。(『日本紀略』醍醐天皇、昌泰四年七月十五日の条に、「改昌泰四年為延喜元年」とある。)この年には「敍意一百韻」を始めとする「詠楽天北窓三友詩」「哭奥州藤使君」等二十韻以上の長編の大作が矢継早に詠作されている。いずれも秋までに詠まれたものだと考えられる。右大臣の地位から突如として職を解かれ、太宰府に左遷させられたその現実を直視出来るだけの精神的余裕を持ち得ず、それをどう受け入れれば良いのかに苦悩する、その痛々しいほどの心の葛藤が作品の根底に流れているものが、この期のものと考えられる。

ここでは「敍意一百韻」「哭奥州藤使君」の長編二大作及び「秋夜」「讀開元詔書」「慰少男女」の三首を取り上げて作品論を展開した。

「2. 太宰府謫居二期 延喜元年(901)初冬～延喜二年(902)早春」

この期の作品としては「東山小雪」から「梅花」あたりのものを想定している。この時期、延喜元年の冬を迎える頃から道真の詩風に変化の兆しが見えて来るように思う。具体的なこの期の道真の詩の傾向として次の二点を指摘することが出来る。「1. 太宰府謫居一期」時に詠まれている作品群に比して道真自身が、精神的に或る種の安定が見られるようになったことが大きいと思われるが、「自然の事物」を「事物」として見つめることが出来るようになり、その「事物」に「自己の感情移入」を図る作品が目立つようになる点が、まず一点目である。そしてその「自己の感情」とは、主に「望京の念」と換言してもよい。

そして二点目は、道真の得意とする「見立て」の技法を駆使する作品が目立つ点である。これは道真の「詩人」としての自負、執念なるものが或る種の精神の安定期を迎え、表出した事象とも言い換えられる。

ここでは「東山小雪」「雪夜思家竹」「梅花」の三首を取り上げ考察をした。

「3. 太宰府謫居三期 延喜二年(902)春～延喜二年(902)冬」

この期の作品としては「奉哭吏部王」から「偶作」を想定している。この期の作品群の特質として次の二点を

指摘した。

その一つは、「仏教への傾倒」である。死期の近い事を悟りつつある道真にとって死後の世界に心の安泰を求めようと、仏教に心の支えを得んとする姿勢がより鮮明になり、仏教用語が詩語として多用されているのがこの期の作品の特徴とうつる。

そして二点目は一点目と深く関わるが、死期の近い事を自覚しつつ、我が日々の謫居生活に何の好転も見出せないことから来る諦念、もしくは意識的にそうしようとする「則天去私」とも言うべき心情に裏打ちされた詠作姿勢が見られる点である。大曾根章介氏の言われる「現世の苦悩を払拭し超俗悟脱の境地に近づこうと真摯な努力をしながらも、遂に果すことの出来ぬ弱い人間の姿が現れている。」や「心情を率直にしかも平明流麗な語句で表現した晩年の詩篇は、至純最高の詩境に到達したものといえよう」と指摘されている事が主にこの期の作品を指しているものと思われる。

ここでは「官舎幽趣」「偶作」二作品を取り上げ作品論を展開した。

第二部 [編纂事情考]

菅原道真の太宰府謫居時代に詠作された作品は巻頭の「自詠」から巻尾の「謫居春雪」まで三十九首残されている。それらの作品は今までは制作時順に配列されていると考えられて来た。

今回取り上げて考察を試みた作品以外を含む全作品の注釈をし終えて見えて来たのは、概ね、制作時順に配列の方針を取りつつも、そこに菅原道真の後世に自己の生き様を託そうとする意図の基にこの『菅家後集』が編纂されているのではないかという事である。とりわけ巻尾の「謫居春雪」にそれが顕著であるように思う。

今までこの詩を辞世の句だというとならえ方が定説のようにになっている。ところが、太宰府謫居中に詠まれた作品の注釈を施す作業を続けるなかで、この巻尾に置かれている「謫居春雪」は本当は辞世の詩ではないのではないかという疑問が生じて来た。本稿でその疑問に対する筆者の見解を提起し、更には太宰府の地より、盟友紀長谷雄に託した『菅家後集』の編纂事情の一端を考察した。

第三部

初出論文一覧

資料編 [『菅家後集』【注釈】関連 論文一覧]

【学位論文】

学位記番号 博甲第6787号

授与年月日 平成26年3月25日

氏 名 福 田 尚 広

学位論文題目

On the construction of wavelets and its application to numerical analysis of differential equations

(ウェーブレットの構成およびその微分方程式の数値解析への応用について)

1 はじめに

数値解析は電気・機械・情報など種々の工学分野で応用され、計算機の処理能力の向上と共に日々発展している。特に、微分方程式を離散問題に帰着し、その近似解を得るための方法であるガレルキン法・有限要素法は、微分方程式の数値解法として非常に強力な道具である。例として、境界値問題

$$\begin{cases} -\frac{d^2}{dx^2}u + u = f, & 0 < x < 1, \\ u(0) = u(1) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

を考える。この問題に対応する弱形式は $\langle u, v \rangle_{L^2(0,1)} + \left\langle \frac{d}{dx}u, \frac{d}{dx}v \right\rangle_{L^2(0,1)} = \langle f, v \rangle_{L^2(0,1)}$ である。 v をテスト関数という。

関数 φ に対して、 $\varphi_{j,k}(x) = \varphi(2^j x - k)$ とおく。この φ を基底関数と呼ぶ。(1)の近似解 $\tilde{u}$ のうち、 $\tilde{u} = \sum_{k=0}^N u_k \varphi_{j,k}$ なる形のものを求めたい。そのために、弱形式に対しテスト関数として $\varphi_{j,k} (k = 0, 1, \dots, N)$ を順次適用し、得られた連立方程式を解いて係数 u_k を求める。ここで、 N は φ に依存して決まる自然数である。具体的には、

$$MU = F$$

を解くことになる。ここで、係数行列 M の (k, ℓ) 成分は $\langle \varphi'_{j,k}, \varphi'_{j,\ell} \rangle_{L^2(0,1)} + \langle \varphi_{j,k}, \varphi_{j,\ell} \rangle_{L^2(0,1)}$ で与えられる。また、 $F = \{ \langle f, \varphi_{j,k} \rangle_{L^2(0,1)} \}_k$ は f とテスト関数の内積から決まる列ベクトルであり、 $U = \{ u_k \}_k$ は求めたい係数からなる未知の列ベクトルである。この方程式を解く (M の逆行列を求める) ことで近似解を得る方法をガレルキン法といい、特に、基底・テスト関数として区分的多項式を用いるガレルキン法を有限要素法という。

自然数 n に対して、 n 次 B スプラインを次によって帰納的に定義する：

$$N_1(x) = \chi_{(0,1)}(x),$$

$$N_n(x) = N_{n-1} * N_1(x), \quad n \geq 2.$$

標準的な有限要素法に用いられる基底関数は、ハット関数 (2 次 B スプライン)

$$\varphi(x) = N_2(x)$$

である。このとき、 $c_{k,\ell} = \langle \varphi(\cdot - k), \varphi(\cdot - \ell) \rangle_{L^2(\mathbb{R})}$, $a_{k,\ell} = - \left\langle \frac{d}{dx} \varphi(\cdot - k), \frac{d}{dx} \varphi(\cdot - \ell) \right\rangle_{L^2(\mathbb{R})}$ はそれぞれ次の値となることがわかる：

$$c_{k,\ell} = \begin{cases} 2/3 & \text{if } k = \ell, \\ 1/6 & \text{if } k = \ell \pm 1, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases}$$

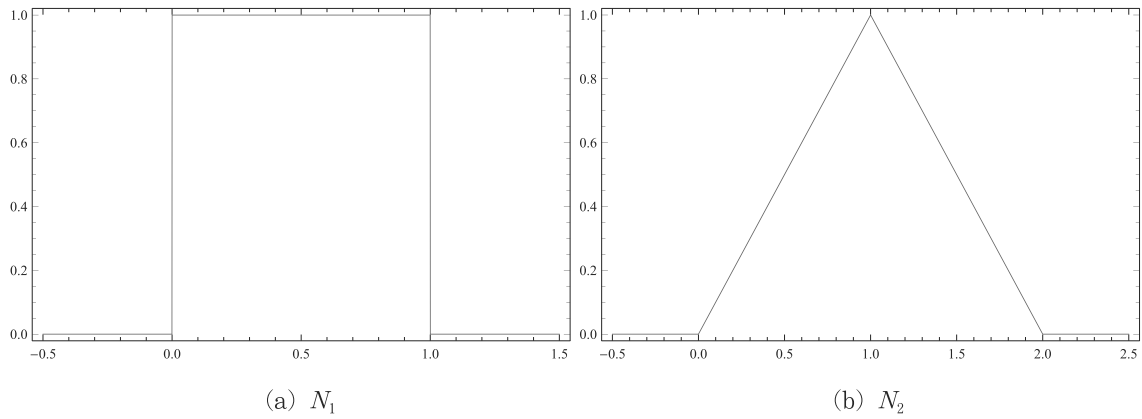


Figure 1 1次および2次のBスプライン

$$a_{k,\ell} = \begin{cases} -2 & \text{if } k = \ell, \\ 1 & \text{if } k = \ell \pm 1, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases}$$

2 正規直交スケーリング関数の利用

ウェーブレット理論は、多重解像度解析 (Multiresolution Analysis, MRA) の概念が Mallat, Meyer によって整備されて以降、理論・応用の両面において急速に発展してきている。応用面では信号処理、画像処理などが特に有名であり、データ圧縮などに広く応用されている。また、ウェーブレット理論は近似理論とも深い関係があり、ウェーブレット関数の理論を用いた数値解析およびその誤差評価に関する研究も数多く存在する。

本論文では、ウェーブレット理論を応用することにより、数値解析により有効な基底関数を構成する。いま、基底関数 φ を次のようにとる：

$$\varphi(x) = \mathcal{E} * \Phi(x).$$

ここで Φ は正規直交スケーリング関数であり、 $\mathcal{E}$ はエレベーターと呼ばれる関数である。ガレルキン法の基底関数にはコンパクトサポートを持つ関数が一般に利用される。そのような基底関数で、2次のBスプライン N_2 より滑らかなものを構成するために、 Φ として、コンパクトサポートを持つ Daubechies のスケーリング関数[1]を用いる：

$$\varphi_2^D(x) = N_1 * \Phi_2^D(x). \quad (2)$$

ここで、 Φ_2^D は2次の Daubechies スケーリング関数、 N_1 は1次のBスプライン (Haar のスケーリング関数) である。 φ_2^D について、次が成立する：

定理 1 ([6]) $c_{k,\ell} = \langle \varphi_2^D(\cdot - k), \varphi_2^D(\cdot - \ell) \rangle_{L^2(\mathbb{R})}$, $a_{k,\ell} = - \left\langle \frac{d}{dx} \varphi_2^D(\cdot - k), \frac{d}{dx} \varphi_2^D(\cdot - \ell) \right\rangle_{L^2(\mathbb{R})}$ とする。このとき、

$$c_{k,\ell} = \begin{cases} 131/180 & \text{if } k = \ell, \\ 37/240 & \text{if } k = \ell \pm 1, \\ -11/600 & \text{if } k = \ell \pm 2, \\ 1/3600 & \text{if } k = \ell \pm 3, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases}$$

および

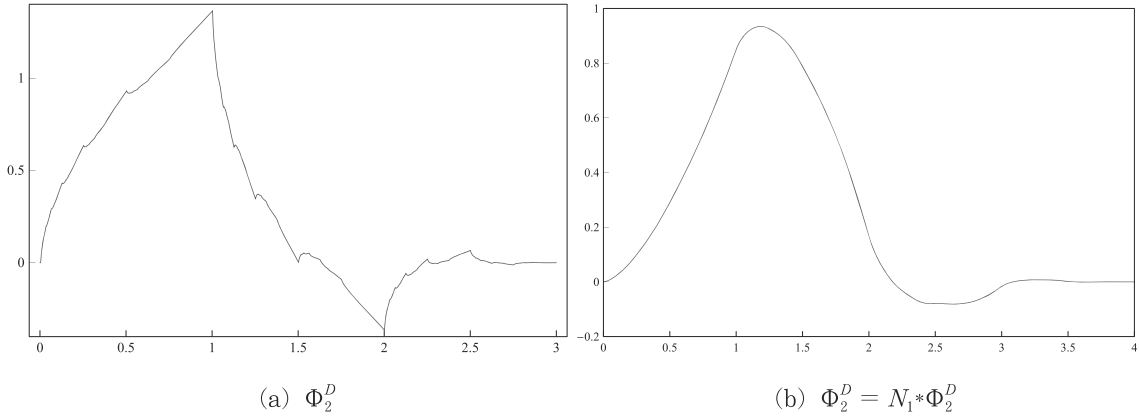


Figure 2 Daubechies スケーリング関数 Φ_2^D と φ_2^D

$$a_{k,\ell} = \begin{cases} -2 & \text{if } k = \ell, \\ 1 & \text{if } k = \ell \pm 1, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases}$$

が成り立つ.

[10] は我々とは異なる方法で φ_p^D を構成している. また, $\langle \varphi_p^D(x-k) : k \in \mathbb{Z} \rangle$ はリース基底になっている [9].

3 双直交スケーリング関数の利用

ガレルキン法の基底関数とテスト関数は, 同一の関数のシフトを用いるのが一般的であるが, 異なる関数を基底関数, テスト関数に用いる (これを重み付き残差法という) ことで, 双直交スケーリング関数 $\phi, \tilde{\phi}$ のガレルキン法への適用を考えることができる. 特に, 2 次の Deslauriers-Dubuc スケーリング関数 φ_2^{DD} [2-5] と 2 次の B スプライン N_2 に対して次が成立する:

定理 2 ([7]) $c_{k,\ell} = \langle \varphi_2^{DD}(\cdot - k), N_2(\cdot - \ell) \rangle_{L^2(\mathbb{R})}$, $a_{k,\ell} = - \left\langle \frac{d}{dx} \varphi_2^{DD}(\cdot - k), \frac{d}{dx} N_2(\cdot - \ell) \right\rangle_{L^2(\mathbb{R})}$ とする. このとき,

$$c_{k,\ell} = \begin{cases} 131/180 & \text{if } k = \ell, \\ 37/240 & \text{if } k = \ell \pm 1, \\ -11/600 & \text{if } k = \ell \pm 2, \\ 1/3600 & \text{if } k = \ell \pm 3, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases}$$

および

$$a_{k,\ell} = \begin{cases} -2 & \text{if } k = \ell, \\ 1 & \text{if } k = \ell \pm 1, \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

が成り立つ.

注意 1 定理 2 において, $c_{k,\ell}$ の値は, 定理 1 のそれに一致している. 実は, Deslauriers-Dubuc 関数と Daubechies スケーリング関数との間には, 関係式

$$\varphi_2^{DD}(x) = \int_{\mathbb{R}} \Phi_2^D(t) \Phi_2^D(t-x) dt$$

が成り立つ [8]. この関係式から両者が一致することを証明できる.

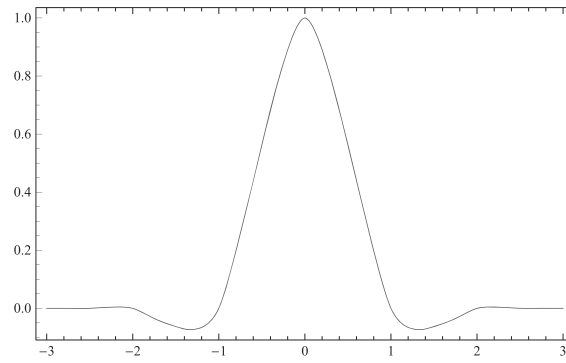


Figure 3 Deslauriers-Dubuc スケーリング関数 φ_2^{DD}

定理 1, 2 から, 基底関数とテスト関数として φ_2^D を用いた場合と, φ_2^{DD} を基底関数, N_2 をテスト関数とした場合で, 係数行列は一致することがわかる. 更に, 後者の場合は, N_2 をテスト関数に採用しているため列ベクトル F の計算が簡単になり, 高速処理が実現できる.

4 おわりに

上述の定理を用いることにより, ウェーブレット理論を応用した微分方程式の近似解の構成が可能となる. 博士論文では, まず関数の構成について解説し, その後, 構成した関数の諸性質, 得られる近似解の精度, 解析に必要な時間などについて詳しく述べている.

References

- [1] I. Daubechies, Ten lectures on wavelets, CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics, 61, SIAM, Philadelphia, PA, 1992.
- [2] G. Deslauriers and S. Dubuc. Symmetric iterative interpolation processes, Constructive approximation, **5** (1989), 49-68.
- [3] D. L. Donoho, Smooth wavelet decomposition with blocky coefficient kernels, Recent Advances in Wavelet Analysis, (L. Schumaker and F. Ward, eds.), Academic Press, 1993.
- [4] D. L. Donoho and Thomas P. Y. Yu, Deslauriers-Dubuc: ten years after, CRM Proc. Lecture Notes, Amer. Math. Soc., Providence, RI, **18** (1999), 355-370.
- [5] S. Dubuc, Interpolation through an iterative scheme, J. Math. Anal. Appl. **114** (1986), 185-204.
- [6] N. Fukuda, T. Kinoshita and T. Kubo, On the Galerkin-wavelet method for higher order differential equations, Bulletin of the Korean Mathematical Society, **50** (2013), No. 3, 963-982.
- [7] N. Fukuda, On the wavelet-Galerkin method with Deslauriers-Dubuc interpolating scaling functions, to appear in Tsukuba Journal of Mathematics.
- [8] N. Saito and G. Beylkin, Multiresolution representations using the auto-correlation functions of compactly supported wavelets, IEEE Trans. Signal Processing, **41** (1993), 3584-3590.
- [9] W. C. Shann, J. Tzeng and S. W. Chen, The leveraged wavelets and Galerkin-wavelets methods, preprint.
- [10] J. C. Xu and W. C. Shann, Galerkin-wavelet methods for two-point boundary value problems, Numer. Math., **63** (1992), 123-144.

平成26年度 紀要委員

委員長	水 室 昭 三（教務主事）
委 員	焼 山 廣 志（図書館長）
〃	菱 岡 憲 司（図書情報管理部室員）
〃	原 槇 真 也（機械工学科）
〃	清 水 暁 生（電気工学科）
〃	森 紳太朗（電子情報工学科）
〃	出 口 智 昭（物質工学科）
〃	鳶 敏 和（建築学科）
〃	阿 嘉 奈 月（一般教育科）
〃	福 田 尚 広（一般教育科）

有明工業高等専門学校紀要

第 50 号（2014）

平成26年 10 月 31 日発行

編 集 有明工業高等専門学校紀要委員会

発 行 有明工業高等専門学校

〒836-8585 大牟田市東萩尾町150

電話（0944）53－8613

CONTENTS

Enforcement report on educational lecture describing a simple, inexpensive fog chamber	····· TAKEUCHI Norio MORITA Keiichi SAMESHIMA Tomoko SAKAI Takeshi	····· 1
Effects of the project to support the personal research in summer vacation for students —Exciting experience at the laboratories in Ariake Kosen—	····· YOSHIDA Masamichi HARAMAKI Shinya IWAMOTO Tatsuya SHINOZAKI Akira ISIKAWA Yohei EGASHIRA Naruto DEGUCHI Tomoaki FUJIMOTO Daisuke TAKEUCHI Norio OKUZONO Toshiko	····· 7
A Method Estimating the Postures of a Hand with a Single Camera for “Hand Posing Rally System”	····· SUGANUMA Akira KUNITOMO Yuuichi	····· 15
Evaluation of a Long Path Absorption Laser Radar	····· UCHIUMI Michihiro SAKATA Ryosuke	····· 23
Report on Holding of experience course in the Shopping mall	····· MORI Shintaro HARA Takeshi GAUTHIER Lovic MORIYAMA Hideaki ISHIKAWA Yohei SUGANUMA Akira	····· 29
Education—Oriented Processor Architecture and the Corresponding Design Tool	····· Lovic Gauthier	····· 33
Education Problems of Ariake Kosen	····· HIMURO Shozo	····· 41
A Design and Prototype of Feedback Speed Controller Using Microcontroller —Speed PI Control of a DC Motor for Solar Boat—	····· OKAZAKI Tomohiro AKASHI Koji IZUMI Katsuhiko	····· 47
Kankebuns?, an anthology of Chinese poetry written by Sugawara Michizane, which is stored in Matsudaira Library in Shimabara City, Nagasaki Prefecture —a translated version (2)—	····· YAKIYAMA Hiroshi	····· 60
Reprinting Notes of letters to Ozu Keiso owned by Motoori Norinaga Memorial Hall. No.1	····· HISHIOKA Kenji	····· 66