ISSN 0389−9314

鹿児島工業高等専門学校

研　究　報　告

第 49 号

RESEARCH REPORTS
OF
NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY,
KAGOSHIMA COLLEGE
Number 49

2014

鹿児島工業高等専門学校研究報告

第４９号　　２０１４

目　　次

簡易視線計測システムの開発
今村　成明　１～６

視野拡大のためのリハビリテーションシステムの開発
今村　成明　７～12

人型ロボットの足指の動きを組入れた姿勢制御
植村眞一郎　13～16

マイクロコンピュータープログラミングの近代化
福添　孝明　17～19

相互相関法等を用いた地表伝播速度の測定
幸田　晃　21～27

聴音上の検討を加えた適応ラインエンハンサによる漏水音検知について
幸田　晃　29～34

自己相関型モデルの連想記憶における記憶容量の検討
濱川　恭央，吉元　宏幸，脇田　靖弘　35～40

微分相関型モデルの連想記憶における記憶容量の検討
濱川　恭央，飛佐　洋平，井ノ上　大輝　41～46

簡易カメラを用いたインタラクション解析システムの開発
新徳　健，渡邉　岳　47～52

携帯端末を用いた簡易障害物検出システムの開発
新徳　健，市野　拓郎　53～57

高専・中学校の連携による環境気象情報ネットワークの構築その３
武田 和大，芝 浩二郎，豊平 隆之，樫根 健史
前薗 正宜，瀬濤 喜信，荒巻 勇輔，永田 亮一　59～60

桜島の流下土砂を細骨材として用いたコンクリートの
海洋環境下におけるアルカリシリカ反応性
池田　正利　61～70

建築デザイン関連教育課程進行に係る環境整備・活動報告
岡松　道雄，毛利　洋子　71～74

現代の英文法―コミュニケーションのヒント
塚崎　香織　75～80

オックスフォード大学における伝統的な大学生活
塚崎　香織　81～87

小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」
におけるプログラムの開発
大竹 孝明，山下 俊一，山田 孝行，脇園 好光，
川越 渚，新納 時英，中村 哲　89～94

総合型地域スポーツクラブの経営理念に関する研究
-NPO 法人格を取得しているクラブの事例研究-
堂園　一　95～99

海外からの短期交流学生に対する「ものづくり講座」の改善
上沖　司，植村　眞一郎，上野　孝行，松尾　征一郎 101～103

職業能力を涵養するシーケンス制御実験の教材開発
永田　亮一，樫根　健史，瀬濤　喜信 105～107

研究業績（2013 年 4 月 1 日～2014 年 3 月 31 日）　109～114

RESEARCH REPORTS
OF
NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, KAGOSHIMA COLLEGE

No.４９　　２０１４

CONTENTS

Development of a simple gaze tracking system
Nariaki IMAMURA　１～６

Development of vision rehabilitation system to expand the visual field
Nariaki IMAMURA　７～12

Attitude control of the human robot incorporating the movement of the toes
Shinichiro UEMURA　13～16

Modernization of Programming Microcomputers
Takaaki Fukuzoe　17～19

Measurement of the surface-of-the-earth sound wave velocity using a cross correlation method
Akira KOUDA　21～27

About the leakage-of-water sound detection by the adaptation line enhancer which added the examination on hearing
Akira　KOUDA　29～34

Examination of Storage capacity about Associative Memory of Correlation model
Yasuo HAMAKAWA，Hiroyuki YOSHIMOTO，Yasuhiro WAKITA　35～40

Examination of Storage capacity about Associative Memory of Differential Correlation model
Yasuo HAMAKAWA，Youhei TOBISA，Hiroki INOUE　41～46

The Development of an Interaction Analysis System with a Simple Camera
Takeshi SHINTOKU　Gaku WATANABE　47～52

The Development of an Obstacle Detection System with a Mobile Computer
Takeshi SHINTOKU　Takuro ICHINO　53～57

Development of an Environmental Weather Information Network on the Basis of the Cooperation between National Colleges of Technology and Junior High Schools　- part3 -
Kazuhiro, TAKEDA　Kojiro, SHIBA　Takayuki, TOYOHIRA
Kenji,KASHINE　Masaki, MAEZONO　Yoshinobu, SETO
Yusuke, ARAMAKI　Ryoichi, NAGATA　59～60

Alkali silica reactivity of the concrete using debris flow sediment in Sakurajima as fine aggregate under marine environment
Masatoshi IKEDA　61～70

A Report on Improvements in Educational Environment for Architectural Design which have been developed since FY2010 at Kagoshima National College of Technology
Michio OKAMATSU,　Yoko MOURI　71～74

Modern English Grammar: Tips for Communication
Kaori TSUKAZAKI　75～80

Oxford University: A Brief Explanation of Traditional Aspects in College Life
Kaori TSUKAZAKI　81～87

Development of an Educational Program for Manufacturing and Scientific Experimental Classes "Kagoshima National College of Technology Day 2013" for Schoolchildren
Takaaki OHTAKE, Shunichi YAMASHITA, Takayuki YAMADA,
Yoshimitsu WAKIZONO, Nagisa KAWAGOE, Tokihide NIIRO
and Satoshi NAKAMURA　89～94

Management philosophy of comprehensive community sports clubs
-NPO Case Study of the club has obtained a legal entity –
Hajime Douzono 95～99

The improvement of the "craftsmanship lecture" teaching materials to the short-term exchange student from overseas.
Tsukasa KAMIOKI, Shinichiro UEMURA, Takayuki UENO, Seiichiro MATSUO 101～103

Development of the teaching materials for the sequence control experiment to cultivate the ability of occupation
Ryouichi NAGATA Kenji KASHINE Yoshinobu SETOU 105～107

Extramural Activities（Apr.1，2013～Mar.31，2014） 109～114

論　　文　　抄　　録

［原著論文］

簡易視線計測システムの開発

今村成明

我々の研究室では、視覚障害者のための視野拡大のリハビリ支援ソフトを開発している。これまでに開発したリハビリ支援システムでは、第三者の補助なしで患者の視線誘導を行うことが困難であった。そこで、本研究では簡易視線計測システムを開発し、視野拡大のリハビリ支援ソフトに導入することで、視線誘導を効果的に行えるようにすることを目的とした。

本研究で開発した視線計測システムの計測精度は、単眼(片目)システムが1.55度、複眼(両目)システムが1.02度と市販の視線計測器程度の同等精度を実現することができた。また、視野拡大のリハビリ支援ソフトに導入するにあたっては、十分な精度であった。

［原著論文］

視野拡大のためのリハビリテーションシステムの開発

今村成明

脳梗塞や脳卒中などの後遺症として，様々な機能障害が現れる。特に、視野に関する後遺症として半側空間無視、同名半盲があり、これらは患者の日常動作における自立を阻害する大きな要因となっている。本研究では、誰にでも利用でき、患者の興味を促し、リハビリに積極的になれるリハビリシステムを考案・開発した。患者に使用して頂いた結果、本システムで繰り返しリハビリすることにより、全所要時間、各所要時間ともに減少しており、症状の改善が見られた。

［原著論文］

人型ロボットの足指の動きを組入れた姿勢制御

植村眞一郎

本研究では，あらかじめ決められた動作を逐次的に実行していくシーケンス制御ではなく，あらかじめ行動の意思に基づく動きを想定した上で，様々なセンサを用いロボットに人間のような動作を予測したスムーズな動作を行わせることを目的とした．今回は，前に倒れることを未然に防ごうとする一例として，前かがみの深い前傾姿勢を保つことを可能にする人間の足指での踏ん張りに着目した．そこで，動作の一例として，お辞儀動作を取り上げ，人間の動きに倣って足指情報を姿勢制御に反映し，ロボットにおいても人間のように足指を使って踏ん張ることでより安定した姿勢制御を行うことができるかどうかを調べた

［ノート］

マイクロコンピュータープログラミングの近代化

福添孝明

近年では学生は非常に高性能なコンピュータであるスマートフォンを所持している。そこで、スマートフォンを用いた教育プロ

グラムを開発した。プログラムの能力を高めるためには、多くの経験が必要である。そのため、私はスマートフォンを用いてマイクロコンピューターのプログラムを行う方法を教えることにした。この演習では、マイクロコンピューターの Arduino とスマートフォンの Android OS 搭載の Nexus7 を用いた。スイッチを押すことにより LED を光らせるプログラムを作成する。プログラムが簡単に出来る事で、学生の学習意欲が向上することを期待する。本報告では、この演習の様子を報告する。

［原著論文］

相互相関法等を用いた地表伝播速度の測定

幸田　晃

漏水音探知においては単一のセンサを用いる方法、複数のセンサを用いる方法、電磁探査による方法等多種多様にわたる。特に複数のセンサを用いる場合、媒体となる地表面または水道管の振動の伝播速度が基本的なパラメータとなる。本論文では、相互相関法とパワー法により地表面の伝播速度を求めた結果、土において相関法は 140 m/s、パワー法においては 400m/ s となり、違う結果がえられた。コンクリート、アスファルトにおいても違う結果が得られた。伝播速度が得られたとは考えられない結果となった。

［原著論文］

聴音上の検討を加えた適応ラインエンハンサによる漏水音検知について

幸田　晃

適応フィルタを適応ラインエンハンサとして用いて、漏水音に混入する突発的な雑音、例えば車両騒音等の除去を行った。スペクトル領域においては 10ｄB 前後の改善が得られた。しかし漏水音は、単一センサを使用した機器による判断において、最終的に人の判断に委ねられており、聴音上の検討が必要であった。本提案により得られた信号は、スペクトルが若干ではあるが変化しており、聴音上、漏水音とは判断できないものであった。

［原著論文］

自己相関型モデルの連想記憶における記憶容量の検討

濱川　恭央

連想記憶の分野は、記憶する系列パターンと記憶内容あるいは認識結果の対応付けが定型化しにくいことから、連想記憶の研究はあまりなされていない。

本研究では，学習モデルは積結合モデルの自己相関型モデルを用いて連想記憶を実現し、固定系列パターンを記憶する。しかし固定系列パターンをそのまま記憶した場合は、記憶容量が少ない。そこで、新たなマスキング手法としてｎ直線マスキングを提案し、ニューラルネットワークに固定系列パターンを記憶する。また連想記憶シミュレーションにより、本マスキング手法と記憶容量と想起の関係性について考察した。結果、マスキング手法が記憶容量の増加に有用であることを示すことができた。

［原著論文］

微分相関型モデルの連想記憶における記憶

容量の検討

濱川　恭央

連想記憶の分野は、記憶する系列パターンと記憶内容あるいは認識結果の対応付けが定型化しにくいことから、連想記憶の研究はあまりなされていない。

本研究では，学習モデルは積結合モデルの微分相関型モデルを用いて連想記憶を実現し、固定系列パターンを記憶する。しかし固定系列パターンをそのまま記憶した場合は、記憶容量が少ない。そこで、記憶枚数の合計が奇数の場合はロジスティックマスキング、偶数の場合はマスキング系列パターンの挿入を提案し、連想記憶のシミュレーションにより、記憶容量と想起の関係性について考察した。結果、マスキング手法が記憶容量の増加に有用であることを示した。

［原著論文］

簡易カメラを用いたインタラクション解析システムの開発

新徳健、渡邉岳

近年の急速な情報技術の発展に伴い、テレビ電話などの遠隔コミュニケーションシステムが実用化されてきた。しかし、このような遠隔コミュニケーションでは、対面でのコミュニケーションと異なり、間がつかみにくく、意思が伝わりにくいなどの欠点が指摘されている。これはコミュニケーションにおいて重要とされるノンバーバル情報が欠落するからであると考えられる。本研究では、ノンバーバル情報の有効性を確認するために、一般に普及しており安価で手に入るUSBカメラを用いた、3者間コミュニケーションにおけるインタラクション解析システムの構築を行う。

［原著論文］

携帯端末を用いた簡易障害物検出システムの開発

新徳健、市野拓郎

日本における視覚障害者数は 31 万人とされている（2006 年)。視覚障害者が移動する際に用いる手段としては白杖を利用し、視覚障害者誘導ブロックを使用する、盲導犬を利用するなどがある。これらの問題点として、前者の場合は点字ブロックの上に障害物が存在する場合歩行の妨げになる、雨天時に滑りやすいなどがある。後者の場合には盲導犬を育てるために多額の費用がかかる、視覚障害者の数に対し盲導犬の数が少ないことがあげられる。これらの問題点を解決する方法としてウェアラブルコンピュータを用いた歩行支援システムがある。本研究は、覚障害者がより安全に歩行できるよう支援するシステムを開発することを目的とする。

［ノート］

高専・中学校の連携による環境気象情報ネットワークの構築　その３

武田 和大、芝 浩二郎、豊平 隆之、樫根 健史、前薗 正宜、瀬濤 喜信、荒巻 勇輔、永田 亮一

これまでに，統合型気象センサを用いて５分毎の各気象要素を測定し，データはインターネットを通じて集信するシステムを

構築し運用してきた．今年は設置する施設の電源や LAN への接続が必要であった「測定点」のシステムについて改良を行った．まず太陽電池と蓄電池の使用により電源を独立させた．次に携帯電話の通信網に直接接続することで設置点のネットワーク設備やポリシーによる制約から解放させた．これにより，設置箇所の設備を借用する必要がなくなって設置箇所へ与える負担が小さくなっただけでなく，公園や山中，民間企業施設など，電源や LAN 接続を期待できない場所への「測定点」の設置を考えることができるようになる．

［原著論文］

桜島の流下土砂を細骨材として用いたコンクリートの海洋環境下におけるアルカリシリカ反応性

池田　正利

桜島の流下土砂（土石流土砂）は、細骨材としての密度や粒度分布等の物理特性が良好であり、コンクリートの施工性や強度特性において良好な結果が得られた。ただ、流下土砂は火山性の骨材であり火山ガラスを多く含みアルカリシリカ反応を引き起こす骨材である。アルカリシリカ反応を起こす骨材を使用したコンクリートは、海洋環境下では塩化物イオンの浸透により反応が促進される懸念がある。本研究では、アルカリシリカ反応抑制対策を講じたコンクリートを海洋環境下に曝露し、アルカリシリカ反応に対する抑制効果の検証を行った。現在、曝露して 5 年が経過しているが各種試験結果にアルカリシリカ反応によるコンクリートの劣化は見られない。

［ノート］

建築デザイン関連教育課程進行に係る環境整備・活動報告

岡松道雄、毛利洋子

鹿児島工業高等専門学校（以下「本校」）において平成 22 年度、土木工学科（以下「本学科」）が都市環境デザイン工学科として改称され、建築系の講座を複数開設する運びとなった。

平成 23 年度から昨年度までの報告では、23 年度から 24 年度に亘って開講された建築関連科目と立ち上げの状況をとりあげ、これらの科目相互の関連と位置付けについてまとめた。また、建築教育の一環としてはじめた課外活動である建築同好会について紹介した。

本稿では、建築系講座の立上げに伴う建築デザイン教育のための環境整備と建築同好会を中心としたデザイン学習活動について報告する。

［原著論文］

Modern English Grammar: Tips for Communication

塚崎香織

この論文では、日本人の英語学習者にとって新しいと思われる現代における英文法の特徴をまとめた。それらの特徴を意識することにより、よりよいコミュニケーションが図れるのではないかと思われる。一番目に、丁寧な英語の表現についてふれている。丁寧に話すためには、より細かな文法が必要となる。二番目に、高頻度で用いら

れる英語の動詞を取り上げ、その中の一つについてイディオムを紹介している。三番目に、従来の英文法では進行形にならないとされた状態動詞の進行形について触れている。特別な意味を持つ際には、状態動詞も進行形をとることができる。最後に、英語の新しい語彙や表現を紹介している。

［原著論文］

Oxford University: A Brief Explanation of Traditional Aspects in College Life

塚崎香織

オックスフォード大学は、世界最古の名門大学の一つで、数多くの著名人を輩出してきた。その長い歴史の中で様々な伝統が生まれ、900 年たった今でも、この中世の町オックスフォードでは伝統的な学生生活が送られている。この大学で始まった伝統の中には、世界の大学の標準となったものもある。小論では、オックスフォード大学における伝統的な学生生活を、歴史、大学組織、教育制度、建築物、セレモニーで着用する制服などの側面から説明する。オックスフォード大学を形成する 38 のコレッジの中から、特に、エクセター・コレッジとブレイズノーズ・コレッジを取り上げる。

［原著論文］

小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」におけるプログラムの開発

大竹　孝明、山下　俊一、山田　孝行、脇園　好光、川越　渚、新納　時英、中村　哲

地域での創造的人材の育成と，子どもたちの理科離れを食い止めるため，鹿児島市立科学館との連携により，科学実験教室等の各種イベントを通じて科学に対する興味や関心を高め，夢や創造性を育む機会を設ける事業を計画した．この事業は，独立行政法人科学技術振興機構(JST)の「平成 25 年度科学技術コミュニケーション推進事業機関活動支援」に，“小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」”のテーマで採択され，鹿児島高専を地域へ広く PR し，本校への志願者増に向けた広報活動の一環とも位置づけ，科学実験教室や展示等を，平成 25 年 8 月 11 日に鹿児島市立科学館，平成 25 年 12 月 15 日にかごしま県民交流センターにて実施した．

［原著論文］

総合型地域スポーツクラブの経営理念に関する研究-NPO 法人格を取得しているクラブの事例研究-

堂園　一

本研究は、全国の NPO 法人格を取得している総合型地域スポーツクラブの経営理念の内容がどのような内容を重視しているのか、そしてそれらは機能しているのかについて上場企業、大企業（未上場）、中小企業（未上場）のデータと比較して特徴を明らかにし、さらに経営理念の重視する内容とクラブの会員の増減率について分析を加えた。これまでの総合型地域スポーツクラブに関する研究は、文部科学省の総合型地域スポーツクラブ育成モデル事業の指定クラブを対象とするものや、特定のクラブを取り上げた事例報告など個別事例が多く、本研究は全国的な調査を行うことで横断的な

データを示すことが可能と考えられる。

［報告］

海外からの短期交流学生に対する「ものづくり講座」の改善

上沖　司、植村　眞一郎、上野　孝行、
松尾　征一郎

近年，国際交流活動が推進されており，本校でも国際学術交流協定を締結した大学と様々な交流事業を行っている．その一環として，2013年3月に香港VTC/IVEからの短期交流学生を受け入れて交流事業が行われた．この事業の中で開講された「ものづくり講座」を筆者らは計画し，活動支援を行った．

本研究は，当時実施した「ものづくり講座」の技術的な問題点を精査し，今後の学校間における国際交流事業の講座として反映させていくことを目的とする．

［報告］

職業能力を涵養するシーケンス制御実験の教材開発

永田　亮一、樫根　健史、瀬濤　喜信

シーケンス制御技術は，工作機械の制御など，耐環境性・耐ノイズ性が求められる分野で高いシェアを誇っており，関連する企業においては主要技術とされている．高専生は，早くから専門的な技能を習得して，社会に貢献していくため，この技術を習得することは重要な意義を持つ．そこで，電気電子工学科のシーケンス制御実験を対象として，シーケンス制御技術を効果的に習得するための実験用教材を開発して，その効果を調査したので報告する．

鹿児島工業高等専門学校
研究報告　49（2014）

簡易視線計測システムの開発

今村　成明

Development of a simple gaze tracking system

Nariaki IMAMURA

In our laboratory, we have developed vision rehabilitation support system to expand the visual field for the visually impaired person in a few years. It was difficult to perform visual guidance of the patient without the assistance of someone. Therefore we developed a simple gaze tracking system to implement it into the vision rehabilitation support software to perform visual guidance effectively. the gaze tracking system that we developed in this study reaches an accuracy of 1.55 degrees for one eye tracking system and 1.02 degrees for both eyes tracking system. The measurement precision is almost the same precision of the commercial gaze tracking system. It is enough precision to implement it into our vision rehabilitation support software to expand the visual field.

Keywords : Vision Rehabilitation, Gaze Measurement, OpenCV, Web Camera

1　はじめに

脳梗塞や脳卒中などの後遺症として，半側空間無視などの視覚障害は頻繁に現れる[1]．我々の研究室では，タッチパネルを用いて，半側空間無視などの視覚障害者であっても容易に利用でき，利用した結果から患者の病状を評価し，患者のリハビリに対する積極性を促すことのできるようなリハビリシステムを考案・製作している[2]．視覚障害者用のリハビリシステムを開発するに当たり，システム利用時の利用者の視線を計測することで，より詳しい病状の評価をすることができると考えられる．また，視線を計測し，視線の誘導を効果的に行うことで，システムの利用がより容易になることが期待できる．

そこで本研究では，リハビリテーションシステム利用時の利用者の視線を計測する視線計測システムの開発を行った．フリーソフトの画像処理ソフトである Open CV と赤外線 Web カメラ，赤外線 LED を用い，市販品に比べて非常に安価な視線計測システムを構築した．

本研究では，単眼（右目のみ）による視線計測システムと複眼（両目）による視線計測システムの２つの視線計測システムを開発し，精度評価・比較を行うこととした．また，視線計測の精度として，市販の視線計測器の視野角 2.0 度以内を目標として開発を行った．

†鹿児島高専　電気電子工学科

2　視線計測システム

2.1　視線計測手法

視線計測は様々な手法により行われている．現在の視線計測の代表的な手法を以下に例示する[3),4),5)]．

① 角膜反射法

角膜反射法とは，角膜表面での反射光を検出して視点を測定する手法である．眼球に近赤外線を照射し，角膜表面における反射光（プルキニエ像）をカメラで撮影することで，視線を算出する．視線算出には，プルキニエ像に加えて瞳孔中心を利用する場合が多い．他の手法に比べて調整の手間が少なく，測定精度も優れたものでは視角 0.5 度程度と高いため，もっとも一般的な視線測定法となっている．頭部にカメラ，光源等を固定する形式の頭部装着型と，カメラ，光源等を卓上に固定する卓上型の 2 種類があり，卓上型は被験者への負担も少ない．

② サーチコイル法

コイルを組み込んだコンタクトレンズを被験者の眼球に装着し，被験者自身を磁界の中に入れる．すると，磁界に置かれたコイル，すなわち被験者の眼球に装着されているコイルに磁界となす角度に比例した電位が発生する．この電位を測定することで視線の検出を行う手法である．測定精度は高いが，サーチコイルを組み込んだコンタクトレンズを装着す

るため，被験者への負担は極めて大きい．

③ EOG 法

EOG 法とは，皮膚表面電極によって眼球付近の電位変化を測定し，眼球の角膜側が正電位に，網膜側が負電位に帯電している性質を利用して視線検出を行う手法である．眼球の回転によって発生する表面電位から眼球の回転角度を推定することで視線を推定する．比較的低価格で実現可能だが，電極の設置位置などに関するノウハウが必要である．また，ノイズに弱い，ドリフトが発生しやすいなどの問題もある．

④ 強膜トラッカー法

強膜トラッカー法とは，近赤外線を照射し，強膜と角膜の境界をフォトディテクタで検出し，視線方向を算出する手法である．測定精度は角膜反射法と同程度である．ただし頭部に装置を装着する必要がある．

これらの視線検出の手法には固有の特長があり，目的によってこれらの手法の中から選択使用する必要がある．本研究では，視線計測中の被験者への負担が少なく，測定精度も高いことから，卓上型の角膜反射法を用いて視線計測を行う．また，安価にシステムを製作するため，赤外線 web カメラと，無料の画像処理ライブラリである Open CV を用いて本システムを構築した．

図 1 にヒトの大まかな眼球構造を示す．一般に視線は瞳孔中心と眼球中心を結んだ延長線上か，角膜を球の一部であると見なした角膜曲率中心と瞳孔中心を結んだ延長であると仮定する．本研究では，角膜表面で反射された光源の虚像（プルキニエ像）を検出し，それを基に角膜曲率中心を求めることで，瞳孔中心と角膜曲率中心を結ぶ直線である視線ベクトルを求める [3]．

本研究での視線計測システムの処理の流れを以下の①～⑥に示す．また，視線計測システムのフローチャートを図 2 に示す．

① 赤外線を照射し，Web カメラにて画像を取得する．
② 取得した画像から顔検出を行う．
③ 検出された顔領域から目領域の検出を行う．
④ 検出された目領域から瞳孔中心，プルキニエを検出し，瞳孔中心座標，角膜曲率中心座標を求める．
⑤ 瞳孔中心と角膜曲率中心より視線の算出を行う．
⑥ 画面上に注視点の表示を行う．

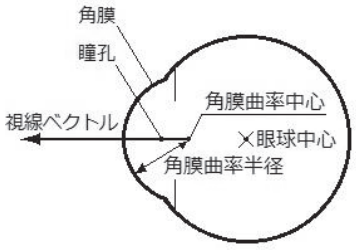


図 1　眼球構造

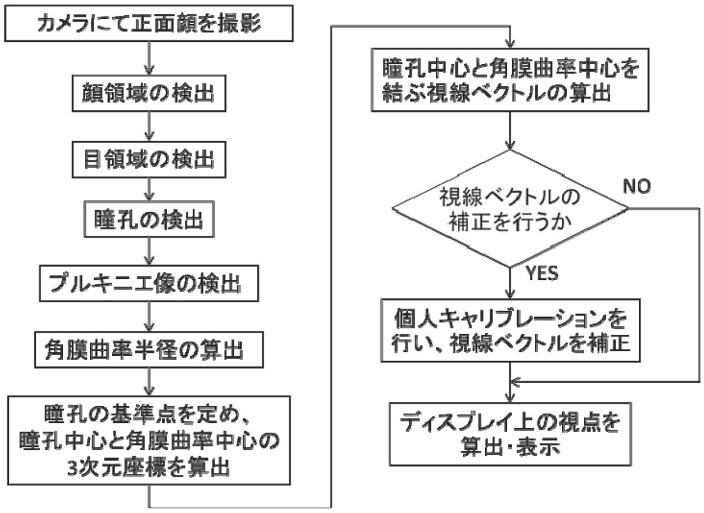


図 2　視線計測システムのフローチャート

2.2　システム配置

本研究では，頭部固定での視線検出を行っている．赤外線カメラ，赤外線 LED，ディスプレイを図 3 のように配置した．

縦 265mm，横 487mm のディスプレイを使用し，ディスプレイと赤外線 LED 間の間隔を 600mm，ディスプレイを見たときの瞳孔の高さを 280mm ディスプレ

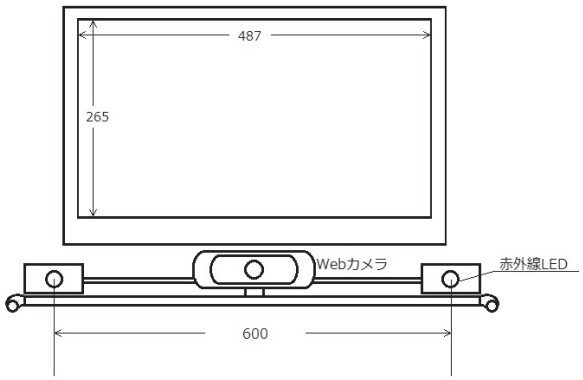


図 3　赤外線 web カメラ，ディスプレイ，赤外線 LED の配置

イと瞳孔間の距離を 500mm として，頭が動かないようにし，瞳孔中心座標と角膜曲率中心座標から視線ベクトルを算出し，視線計測を行った．

2.3　顔領域の検出

赤外線 Web カメラで撮影した正面顔画像から，顔領域の検出を行った．本研究では，Haar-like 特徴を使った顔検出手法で正面顔領域を検出した．Haar-like 特徴とは，矩形領域の平均明度の差分値として求められるスカラ量であり，明度勾配の強度を表す [6]．これらの Haar-like 特徴のパターンを様々に変化させることで判別能力の高い識別機を生成し，顔領域を検出している．

2.4　目領域の検出

テンプレートマッチングにより，目領域の検出を行った．テンプレート画像としてあらかじめ用意した目の画像を，顔領域内で少しずつずらしながら，探索領域内の対象領域との類似性の比較を行った．これにより，テンプレート画像のパターンと入力画像の類似したパターンの存在の有無を調べることで，目領域の検出をする．

2.5　瞳孔，プルキニエの検出

瞳孔中心座標は，目画像を二値化処理し，輝度値の最も低い点を抽出している．プルキニエ座標は，眼の二値化処理画像より輝度地の最も高い点を抽出している．

角膜曲率中心は，視線特徴より，正面を見た際に瞳孔中心の角膜曲率中心が重なった時に同じ座標にならないといけない．そこで，地上から 36cm のところにある画面上の点を見つめた際に，角膜曲率中心座標と瞳孔中心座標が重なるため，まっすぐ正面を見たときの瞳孔中心座標を角膜曲率中心座標とおいて視線計測を行っている．図 4 に瞳孔，プルキニエ像の検出結果例を示す．

図 4　瞳孔，プルキニエ像の検出結果例

2.6　注視点座標の算出

本研究では頭部を固定した状態での視線検出を行った．基準点と被験者の瞳孔中心，角膜曲率中心の位置関係を図 5 に示す．図 5 のように X，Y，Z 軸と原点を取り，ディスプレイを垂直に見た際の被験者の瞳孔の高さを H，ディスプレイからの距離を e，角膜曲率半径を R として設定する．本研究ではこの基準点を見た際の瞳孔の位置を瞳孔の基準位置として記録し，その位置からどれだけ瞳孔が動いたかを計測することで，視線ベクトルの算出を行っている．カメラで捉えた瞳孔の平面座標を（a, b）とすると，瞳孔座標（a, $b+H$, e）と角膜曲率中心座標（0, H, $e+R$）を通る直線は，

$$\frac{x-a}{x}=\frac{y-(b+H)}{y-H}=\frac{z-e}{z-(e+R)} \quad (1)$$

で表される．ディスプレイ上の点（x, y, 0）の点を求めると次のようになる．

$$x=\frac{a\cdot(e+R)}{R} \quad (2)$$

$$y=\frac{(b+H)\cdot(e+R)-e\cdot R}{R} \quad (3)$$

$$z=0 \quad (4)$$

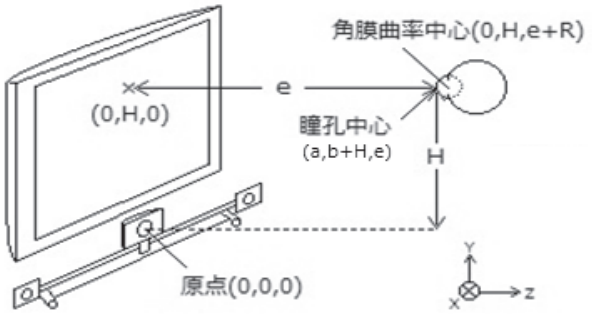


図 5　基準点，瞳孔中心，角膜曲率中心の位置関係

2.7　視線の補正

視線計測で得られた視線は，個人の眼球の大きさ・形状の違い，視軸と光軸のずれなどによりそのままでは少なからず誤差を含んでいる．これらの誤差を個人キャリブレーションにより補正する．さらに，瞳孔と角膜曲率中心により算出される視線ベクトルは光学軸であり，多くの場合実際の視線ベクトルと異なる．こ

れらの誤差は，個人キャリブレーションを行うことによって補正することができる[4]．

個人キャリブレーションの手順を以下に示す．

① ディスプレイ上のキャリブレーションマーカを見た際の正しい視線ベクトル $\boldsymbol{v}_1$ と，その際に計測された視線ベクトル $\boldsymbol{v}_1$’を算出する．

② カメラのレンズ中央を見た際の正しい視線ベクトル $\boldsymbol{v}_2$ と，その際に計測された視線ベクトル $\boldsymbol{v}_2$’を算出する．

③ $\boldsymbol{v}_1$，$\boldsymbol{v}_1$’，$\boldsymbol{v}_2$，$\boldsymbol{v}_2$’を用いて，(5) 式で表される補正された視線ベクトル $\boldsymbol{v}_p$’のキャリブレーション係数 w_1，w_2，w_3，w_4 を算出する．

$$vp' = \begin{bmatrix} \ell \\ w_1\theta + w_2 \\ w_3\Phi + w_4 \end{bmatrix} \tag{5}$$

④ ③で求められたキャリブレーション係数を用い，リアルタイムで検出された視線ベクトルを補正された視線ベクトル $\boldsymbol{v}_p$’に順次変換する．

3　視線計測の精度評価

3.1　視線計測の精度評価方法

開発した視線計測システムの精度を確かめるため，精度評価計測を行った．精度評価計測における計測点を図 6 に示す．ディスプレイ上に計測点としてマーカを 20 個表示させた　(5 列×4 行)．各計測点は，等間隔 (縦 7.9mm : 150pix, 横 5.2mm : 227pix) としている．この際，補正に必要なキャリブレーションマーカは，4 列 2 行目の計測点としている．20 個の各計測点と，各計測点をそれぞれ 2 秒間注視した際の視点を比べることで，視線計測システムの精度評価を行った．

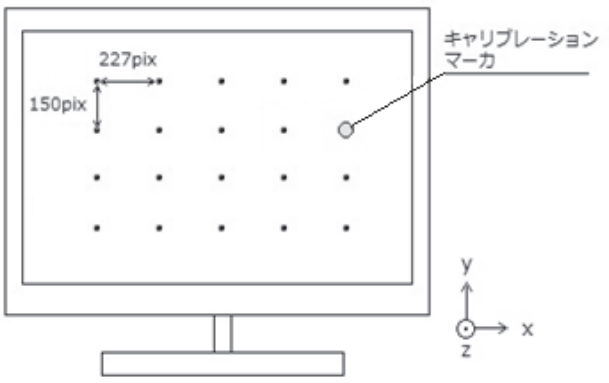


図 6　視線計測精度評価計測における計測点

3.2　単眼（片目）による視線計測精度

図 7 に単眼（片目）システムによる補正前，補正後の精度評価結果を示す．図 3.1 より，補正前に比べ，補正後は全体的に計測誤差が小さくなっていることが分かる．

補正前における全体の平均計測誤差は 57.43 ピクセル：20.10mm（視野角 2.30 度）となり，市販品の視線計測器の計測誤差（視野角 0.3～2.0 度）と比べ，大きな誤差が出ていることが分かる．

補正ありの場合における平均計測誤差は 38.66 ピクセル：13.53mm（視野角 1.55 度）となり，補正なしの場合と比べ大幅に改善されたと言える．市販品の視線計測器の計測誤差（視野角 0.3～2.0 度）と比べても概ね良い計測結果が得られた．

誤差の原因として，図 8 に示すように赤外線 LED によるプルキニエ像により瞳孔画像が欠落してしまい，正確な瞳孔中心座標を検出することができなかったことが考えられる．また，画面左側における誤差は，右目検出により視線計測を行っているため，右側を見た際は正確に瞳孔中心を取得できるが，左側を見た際は瞳孔中心が目頭と重なってしまう場合があり，瞳孔中心座標にずれが生じたものだと考えられる．

開発した視線計測システムは，被験者とディスプレイ間の距離が 500mm となっており，ディスプレイ上の誤差は 10.0mm 程度であるので，我々の研究室で開発している視野拡大のリハビリテーションシステムに導入するにあたって十分な精度であると言える．

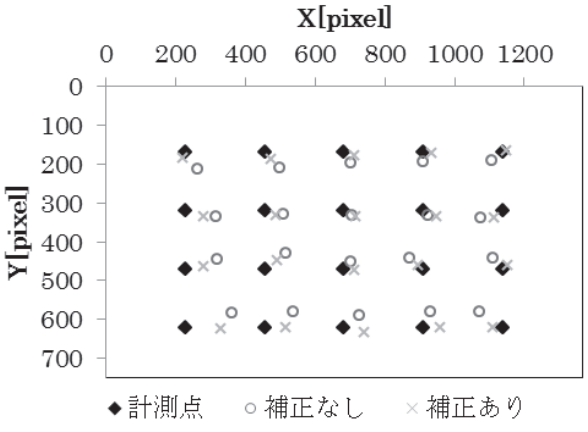


図 7　単眼（片目）における視線計測結果

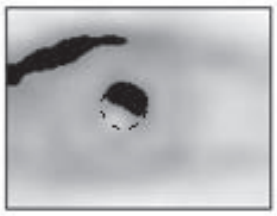


図 8　瞳孔画像の欠落

3.3　複眼（両目）による視線計測精度

図 9 に補正あり，補正なしにおける注視点座標結果を示す. 図 9 より, 単眼システム同様, 補正前に比べ, 補正後は全体的に計測誤差が小さくなっていることが分かる．特に補正前に目立っていた四隅の誤差は，補正により小さくなっていることが分かる．また，単眼システムで目立っていた画面左側における誤差は複眼システムでは小さくなっていることが分かる. これは, 複眼システムでは，両目の注視点座標の平均を取っているため，左目が目頭やプルキニエ像と重なってしまい，正確な瞳孔中心が検出できなくても，もう片方の目で正確に瞳孔中心を捉えられるため，単眼システムに比べ計測誤差が小さくなったと考えられる.

補正なしの場合の平均計測誤差は，34.14 ピクセル：11.95㎜（視野角 1.37 度）であり，市販の視線計測器の計測誤差（視野角）0.3～2.0 度と比べ，やや値が大きいことが分かる．これは，補正を行っていないこと，プルキニエ像による瞳孔の欠落など瞳孔中心の検出精度に問題があると考えられる.

補正ありの場合の平均計測誤差は，25.34 ピクセル：8.87㎜（視野角 1.02 度）と，補正なしに比べ誤差が小さくなっており, 市販の視線計測器の計測誤差(視野角）0.3～2.0 度と比べ，概ね良い計測結果が得られたと言える.

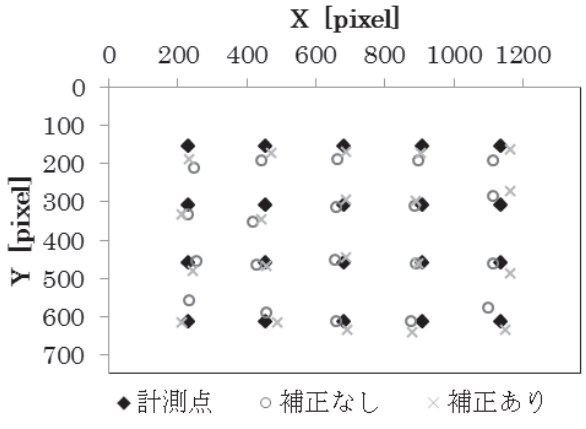


図 9　複眼（両目）における視線計測結果

ディスプレイ上の誤差は 8.0㎜ 程度であるので，単眼（片目）システム同様，我々の研究室で開発している視野拡大のリハビリテーションシステムに導入するにあたって十分な精度であると言える.

4　結論

本研究では，視線を計測することで患者の病状をより詳しく評価し，リハビリテーションや治療につなげることを目的として，単眼による視線計測システムと複眼による視線計測システムの開発を行った.

単眼による視線計測システムと複眼による視線計測システムでは，視線計測の精度に違いがあらわれた. 単眼システムにおいて，ディスプレイ右側での計測誤差は少ないが，左側にいくにつれ計測誤差は大きくなった．その原因として，目頭やプルキニエ像が瞳孔中心と重なり瞳孔中心が欠落するため，正確な瞳孔中心が取れず，注視点座標に計測誤差が生じたと考えられる．複眼システムにおいては，両目の注視点座標の平均を取っているため，片方の眼が目頭やプルキニエ像と重なってしまい，正確な瞳孔中心が検出できなくても, もう片方の眼で正確に瞳孔中心を捉えられるため, 単眼システムに比べ，計測誤差が小さくなったと考えられる．そのため，複眼システムでは注視点座標の左側での計測誤差は単眼システムに比べが小さくなったと考えられる.

補正後の単眼・複眼の両システムの誤差について，単眼システムにおける誤差は視野角で 1.55 度となり，複眼システムにおける誤差は視野角で1.02度となった. これは，市販されている視線計測器の視野角 0.3～2.0 度と比べ，およそ同等程度の精度となった．今回開発した視線計測システムは，被験者とディスプレイ間との距離が 500mm となっており，ディスプレイ上の誤差は 8.0～10.0mm 程度であるので，開発したリハビリテーションシステムに導入するにあたっては，十分な精度であると言える.

今後の課題として，目頭・プルキニエ像により瞳孔中心が欠落する問題の改善が必要である．また，本研究での視線計測システムの被験者は 2 人のみだったため，個人差により計測結果に大きな誤差が出る可能性がある．そのため，被験者を増やし，様々な個人差にも対応できるようにする必要がある．さらに，患者の負担を考えてなるべく頭の位置を固定させない状態での視線計測が行えるシステムに改良したい.

謝　辞

本研究は平成 24 年度卒業研究生の田上勝基氏, 中園翔太氏, 平成 24 年度特別研究生の浦邊大史氏の協力を得た．ここに記して深謝する．

参考文献

1) 藤田一郎:“「見る」とはどういうことか”, 化学同人, 2007

2) 浦邊大史, 今村成明:“半側空間無視患者のリハビリテーションシステムの開発”, 電子情報通信学会, D-57, 2012

3) 大野健彦, 武川直樹, 吉川厚:“眼球形状モデルに基づく視線測定法”, 第 8 回画像センシングシンポジウム, pp. 307-312, 2002

4) 大野健彦:“1 点キャリブレーションによる視線計測とその応用”, 社団法人情報処理学会研究報告, 2006-H-117

5) 遠藤さやか, 阪口豊:“人間の運動制御機構の解明に向けた 3 次元視線計測システムの構築”, 計測自動制御学会, SI2002

6) Gary Bradski, Adrian Kaebler:“詳解 OpenCV　コンピュータビジョンライブラリを使った画像処理・認識”, オライリー・ジャパン, 2010

視野拡大のためのリハビリテーションシステムの開発

今村　成明†

Development of vision rehabilitation system to expand the visual field

Nariaki IMAMURA

Various aftereffects appear as sequelae of the cerebral infarction. Especially, unilateral spatial neglect and homonymous hemianopia appear as aftereffects on the fields of vision. These become a big factor to obstruct independence in the daily operations of the patients. In this study, we devised and developed a vision rehabilitation system to expand the visual field which anyone could use easily and the patients take interest in and perform rehabilitation positively. As a result of using the rehabilitation system which we developed, each mean required time and total required time were decreased by undergoing rehabilitation repeatedly with this system. The symptom of the visual impairment was slightly improved.

Keywords : Unilateral Spatial Neglect, Homonymous Hemianopia, Vision Rehabilitation, Vision Disorder

1　はじめに

平成 25 年度人口動態統計の年間推計によると脳梗塞や脳出血，くも膜下出血などの脳卒中は日本人の死因の第 4 位であり，上位に位置しており，年間約 12 万人が脳卒中で死亡している．この脳梗塞などの後遺症として様々な後遺症が現れる．特に，視野に関する後遺症として半側空間無視，同名半盲があり，これらは患者の日常動作における自立を阻害する大きな要因となっている．

半側空間無視や半盲の治療は患者が継続してリハビリを行うことが効果的である．だが，リハビリに対してなかなか積極的になれない．そのため，症状の回復に繋がらないケースが多々ある．また，患者のリハビリへの積極性を高めることが半側空間無視の回復には効果的であるという報告もされている [1]．しかし，半側空間無視の一般的なリハビリは机上で行うものが主であり，患者の興味を促すものではないと思われる．

本研究では，誰にでも容易に使用でき，患者の症状の自覚とリハビリに対する積極性を促し，その興味が持続するようなリハビリシステムを開発した．また，鹿児島大学に協力をいただき，鹿児島大学病院の霧島リハビリテーションセンターにて開発したリハビリシステムを導入し，実際に脳梗塞患者の方々に使用して頂いた．

†鹿児島高専　電気電子工学科

2　半側空間無視と半盲

2.1　半側空間無視とは

脳梗塞や脳卒中において視野に関する後遺症として，半側空間無視と半盲がある．半側空間無視は失認症の一種であり，半盲は視野障害である．そのため，この 2 つの後遺症の違いとしては，視野が狭くなっている状態に対して本人の自覚，不自由感の有無である．

半側空間無視とは，頭頂葉，特に右側の頭頂葉が傷ついたときに現れる症状である [2]．網膜に投射された情報は，視索を通り，視床の外側膝状体でニューロンを変え，ブロードマンの分類による 17 野に投射される．その後，頭頂葉で情報として処理される．右半球が処理するのは，両眼の左側の視野なので，そこが破壊されると見えていても情報として認識されないため表現できないのである．そのため，自分の身体や目で見た情景の片側，あるいは奥行きなどの空間の情報処理がうまくいかず，片側，特に左側からの刺激に気が付かないため，反応できなくなるというものである．

半側空間無視で重要なのは，患者自身は半側を無視しているということに気付かないということである．また，図 1 に示すように，たとえ自覚し得る側のものであっても，それを注視すると，やはりそこでも半側空間無視が起こる．そのため，日常生活において様々な障害が生じる．

この半側空間無視は脳の障害であるため治療することはできない．だが，自分が半側空間無視だと認識で

きている患者は，左空間も注意しようとなり，無視しなくなる．したがって，患者自身が半側空間無視であることを自覚することが重要である．しかし，ほとんどの患者は無視空間の刺激は認識できないため，自らが半側空間無視であるという自覚を持つことが困難である．そのためリハビリに対して消極的になってしまうことが多い．

図 1　左半側無視の視覚的無視部分

2.2　半側空間無視の日常生活における影響

半側空間無視になると，片側，特に左側からの刺激に気が付かないため，日常生活に以下に挙げるような様々な影響が出てしまう．

○　ベッドの両脇に人が立ったとき，右側の人にしか話しかけない．
○　歩行時に左側にある障害物に気付かずぶつかってしまう．
○　食事の際，自分は全部食べたつもりなのに左側の食べ物を食べ残す．
○　車椅子のブレーキを掛け忘れる．

しかし，これらの障害はいずれも無視している視覚に注意することができれば事前に防ぐことができるものばかりである．そのため，本研究では現在の患者のリハビリ状況を把握し，患者が興味を持ち自発的にリハビリを行うようなシステムの制作が必要となってくる．

2.3　半側空間無視のリハビリの現状

現在の半側空間無視のリハビリは主に BIT 検査というもので行われている．BIT 検査とはイギリスのウィルソンらによって開発され，1987 年に出版された半側空間無視検査である．これらはどれも紙と鉛筆を用いて 机上で行うものが主である.いくつか例を示すと線分二等分検査，線分末梢検査，模写試験などがある．

(1) 線分二等分検査

紙に書いた線分の中央に丸や 2 分割する線を付けていく検査である．半側空間無視患者の場合，中心より無視している空間と逆の方に線を付けてしまう．

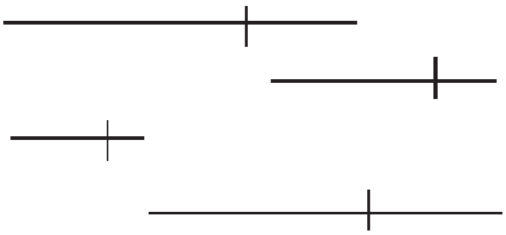


図 2　線分二等分試験

(2) 線分抹消検査

紙に書いた，いくつかの線分に 1 つ 1 つ印をつける検査である． 半側空間無視患者の場合，無視している空間の線分を見落としてしまう．

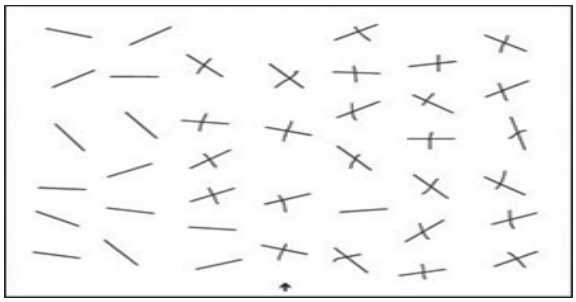


図 3　線分抹消試験

(3) 模写試験

絵を模写させる検査である．半側空間無視患者の場合，無視している空間の絵を模写しない．

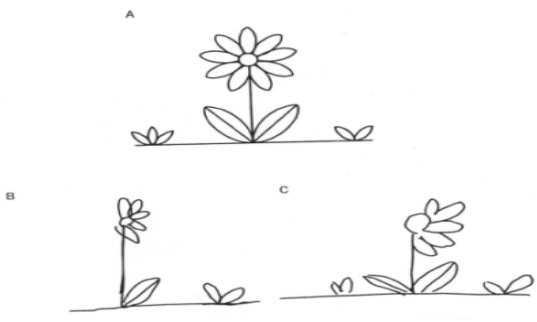


図 4　絵画模写試験

他にもプリズム眼鏡を使用した治療法などさまざまなリハビリ方法がある．しかし問題点として検査方法

が多彩で採点基準や正常値が不明確であることが挙げられ，また，主に紙と鉛筆を用いて机上で行うものがほとんどで，患者の興味を促すものとは言えない．そのためリハビリに対して積極的になれない．

2.4　半盲とは

半盲には両目とも同じ側の欠損が生じる同名半盲と，それぞれの目で欠損が生じる視野が異なる異名半盲とがある．また，異名半盲の場合は両目とも視野の外側が欠ける状態（両耳側半盲）と視野の内側が欠ける状態（両鼻側半盲）があるが，異名半盲のほとんどの場合が両耳側半盲である．

同名半盲は片側の視索あるいは大脳の側頭葉や後頭葉に障害が生じると，反対側の同名半盲が起こる．異名半盲は視交叉の内側部分で障害が生じると両耳側半盲，外側部分では両鼻側半盲が起こる．

半盲は半側空間無視とは違い，見えていない部分に自覚はあるが，慣れるまでは見えない部分にある壁などにぶつかったり，物を書いたり読んだりすることが不自由になる．また，細胞が死んだ部分を再生することができないため，しっかりと確立された治療法やリハビリ方法はまだ無い．しかし，半盲も半側空間無視と同様に，半盲側を絶えず意識しその方向に頭部を向けたり，視線を動かしたりするように訓練することによりある程度回復する．

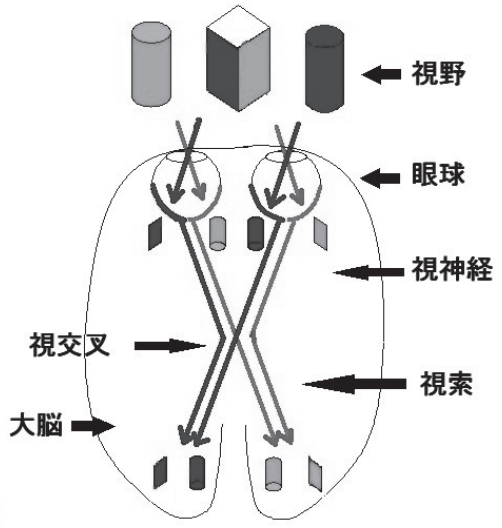


図 5 視神経の簡易図

3　リハビリテーションシステムの構成

3.1 システムの概要

現状の半側空間無視のリハビリは主に紙と鉛筆を用いて机上で行うものがほとんどで患者の興味を促すようなものではない．そのため，自分自身が病気だと自覚することや患者に興味を持たせ，積極的にリハビリを行わせるのが難しい．そこで，ゲーム感覚でリハビリを行ってもらうことができればリハビリに積極的になってもらえるのではないかと考えた．そのため，タッチパネルを使用したゲーム感覚でできるシステムを考案し，制作した．操作が直感的であるタッチパネルを使用することにより，高齢者でも容易に使用できるのではないかと考えた．

患者は他者が無視空間に注意を促せば，無視空間でも認識することができる．これを繰り返すことで障害の自覚を促すことができる．これより，システムの実行画面に数字や十二支の動物の絵，アルファベット，平仮名を表示させ，それを番号順，十二支順など順番にタッチさせるシステムを制作した．システムの概要を以下に示す．

① リハビリ対象者の名前を入力・選択する．
② メニューから難易度，赤枠ありなし，画像消去あり・なしを選ぶ．
③ スタートボタンを押すと選んだ難易度の画像がランダムな配置で画面に表示される．
④ 順番に画像をタッチする．
⑤ すべての画像をタッチし終えると，配置された画像の場所を押すのにかかった時間やランキングを画面上に表示させる．
⑥ また，⑤と同時にスタートボタンを押してからすべての画像をタッチし終えるまでの時間などが，リハビリ対象者ごとのエクセルファイルに保存される．
⑦ ②～⑥を繰り返し行う．

重度の半側空間無視患者の場合，次にタッチすべき画像が見つけられない可能性があるため，次に押すべき画像が表示されてから 5 秒以上時間が経った場合，視点の誘導を行うようにした．そのために，5 秒以上経つと次に押すべき画像を赤く表示させ，魚のアニメーションを泳がせてヒントを与え患者が気付くよう促した．また，メニューで画像の種類と枚数，画像消去の有無，赤枠有無を変更して難易度の設定を行うことができる．

(1)　画像の種類と枚数

画像が数字の場合，難易度 1 で 9 枚（3 行 3 列），難易度 2 で 16 枚（4 行 4 列），難易度 3 で 25 枚（5 行 5 列）に変更できる．また，画像が平仮名の場合，難易

度 4 で 36 枚（6 行 6 列），難易度 5 で 49 枚（7 行 7 列）に変更できる．そのほかにも画像の種類を十二支（12 枚,3 行 4 列）やアルファベット（25 枚,5 行 5 列）などに変更することもできる. 図 6 から図 10 に各難易度別の実行画面例を示す.

(2)　画像消去の有無

タッチした画像を消去するか，そのまま残すかを選択できるようにした.「画像消去あり」を選択すると，画像をタッチしていく上で正解すると，その正解した画像が消えるように設定できる.「画像消去なし」を選択すると画像を消さず残すように設定することができ，難易度を上げることができる.

(3)　赤枠の有無

「赤枠あり」を選択すると，実行画面を赤枠で囲うことができる．また,「赤枠なし」を選択すると赤枠で囲われなくなり難易度が少し上がる．これは，横書きの文章を読む際に無視側に赤線を引くことで正しく文章を読むことが可能になる，というデータを元にしている.

図 6　難易度 1

図 7　難易度 3

図 8　難易度 5（平仮名）

図 9　干支

図 10　アルファベット

3.2　測定データ

測定結果はリハビリ対象者別のテキストファイルに保存される．測定しているのは全てをタッチし終えるまでの所要時間（全所要時間）だけでなく，それぞれの場所の画像をタッチするまでにかかった時間（各所要時間）や，難易度，数字の配置，それぞれの場所での押し間違いの回数，計測を行った日時なども保存される. これらのデータからリハビリ効果の評価を行う．以下に記録される測定データの詳細を示す.

(1) 全所要時間

記録されるデータの中に，全所要時間というものがある．これはスタートボタンを押し，1 から番号順に

数字の描かれた画像をタッチしていき，すべての画像をタッチし終えるまでの時間のことである．半側空間無視が改善されれば，全所要時間は短縮されることが予想される．各日の全所要時間の推移を見て，リハビリの効果の評価を行う．

(2) 各所要時間

各所要時間とは，タッチすべき画像を見つけ，タッチし終えるまでの時間を，画像の場所ごとに測定したものである．無視空間内の各所要時間は長くなることが予想されるので，無視空間の特定に利用する．

(3) 画像の配置

画像はランダムに配置されるようにしている．その画像の配置を記録する．

(4) 指し間違い，ミスの回数

指し間違い回数とは，タッチすべく画像とは異なる画像をタッチした回数である．指し間違い回数は，場所ごとにも保存される．

4 結果および考察

鹿児島大学霧島リハビリテーションセンター内で高次脳機能障害の患者に本システムを自由に利用してもらい，難易度（数字 25 個・画像消去なし）を評価対象にした．また，多数の患者のうちデータ数の多かった 2 名を代表で選出し，測定データを用いてリハビリ効果の評価を行った．

ただし，本論文では半側空間無視患者の測定データ数が少なかったため，数字を認識するのが困難な失認症の一種であるゲルストマン症候群の患者と，半盲の患者のみを評価対象にした．

4.1 対象者 1（ゲルストマン症候群の患者）の場合

図 11 に対象者 1 の全所要時間の推移, 表 1 に対象者 1 の各所要時間の平均，表 2 に対象者 1 の各所要時間平均の差をそれぞれ示す．平均所要時間の差は，本リハビリソフトを使用し始めた最初の 50 回分のデータの平均と最後の 50 回分データの平均の差を取っている．図 11 より全所要時間を指数近似してみると，若干ではあるが測定回数を重ねるごとに全所要時間が短くなっていることが見て取れる．表 1 から画面内で周辺の視野の反応が遅いことが分かる．表 2 より画面内での減少傾向を個別に見てみると，左右両端の 1 列目と 5 列目が約 0.15 秒縮まっている．また，上下両端の 1 行目が 0.25 秒，5 行目が 0.16 秒縮まっており，周辺視野の反応が改善していることが分かる．

4.2 対象者 2（半盲患者）の場合

図 12 に対象者 2 の全所要時間の推移, 表 3 に対象者 2 の各所要時間の平均，表 4 に対象者 2 の各所要時間平均の差をそれぞれ示す. 図 12 より全所要時間を指数近似してみると，対象者 1 と同様に測定回数を重ねるごとに全所要時間が短くなっていることが見て取れる. 表 3 より左側の列がほかの列に比べ時間がかかっているため, この患者は左同名半盲だということが分かる. 表 4 より対象者 2 も全体的には視野の反応に改善が見られるが，対象者 1 ほどの改善が見られていないことが分かる．

対象者 1 の患者は，難易度 3（数字 25 個）の使用回数が 600 回を超えていた. 繰り返し訓練しいったため, 症状の改善につながったのではないかと考えられる. それに対し，対象者 2 の使用回数は 100 回程度であった．そのため，対象者 2 は症状の改善傾向はあまりみられなかったのだと考えられる．しかし，このままこのリハビリシステムを使用し続ければ，対象者 1 と同様に症状の改善につながるのではないかと考えられる．

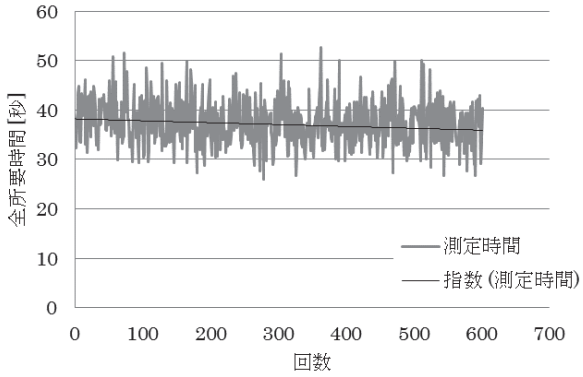


図 11 対象者 1 の全所要時間の推移

表 1 対象者 1 の各所要時間の平均（秒）

	1 列	2 列	3 列	4 列	5 列	各列平均
1 行	1.82	1.75	1.53	1.51	1.84	1.69
2 行	1.50	1.406	1.09	1.30	1.67	1.39
3 行	1.84	1.494	1.14	1.41	1.42	1.46
4 行	1.72	1.566	1.30	1.42	1.74	1.55
5 行	1.61	1.591	1.40	1.78	1.95	1.67
各行平均	1.70	1.56	1.30	1.48	1.72	

表 2　対象者 1 の各所要時間の平均の差（秒）

	1 列	2 列	3 列	4 列	5 列	各列平均
1 行	−0.12	−0.15	−0.34	−0.29	−0.34	−0.25
2 行	−0.18	−0.24	0.012	0.06	−0.22	−0.11
3 行	−0.3	−0.06	0.04	0	0.31	−0.00
4 行	−0.12	−0.19	−0.06	0.139	−0.33	−0.11
5 行	−0.01	−0.34	0.029	−0.26	−0.23	−0.16
各行平均	−0.15	−0.19	−0.06	−0.07	−0.16	

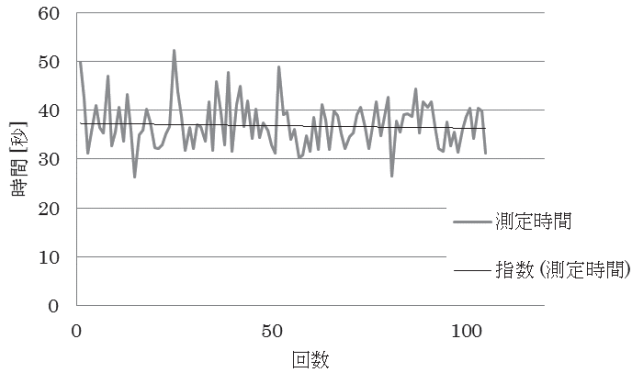


図 12　対象者 2 の全所要時間の推移

表 3　対象者 2 の平均各所要時間（秒）

	1 列	2 列	3 列	4 列	5 列	各列平均
1 行	2.15	1.77	1.45	1.60	1.49	1.69
2 行	2.03	1.56	1.35	1.31	1.22	1.49
3 行	1.82	1.54	1.35	1.20	1.31	1.44
4 行	1.52	1.42	1.75	1.08	1.34	1.42
5 行	1.61	1.61	1.35	1.27	1.46	1.46
各行平均	1.82	1.58	1.45	1.29	1.36	

表 4　対象者 2 の各所要時間の平均の差（秒）

	1 列	2 列	3 列	4 列	5 列	各列平均
1 行	−0.36	−0.21	0.106	−0.18	−0.12	−0.15
2 行	−0.38	0.175	0.082	−0.28	−0.04	−0.09
3 行	−0.07	0.115	0.347	−0.18	0.07	0.06
4 行	0.177	0.041	−0.49	−0.03	−0.19	−0.10
5 行	0.152	−0.03	0.169	0.058	−0.00	0.07
各行平均	−0.1	0.017	0.043	−0.12	−0.06	

5　むすび

本研究では，視野拡大のためのリハビリテーションシステムの開発，および評価を行った．

今回は多数の患者に本システムを使用してもらったが，半側空間無視の患者は測定回数が少なく評価できなかった．したがって，ゲルストマン症候群の患者と半盲患者のみを評価対象とした．

結果として，ゲルストマン症候群の患者も半盲患者も全所要時間，各所要時間ともに減少しており，症状の改善が見られた．また，各所要時間を解析すると，各病状の特徴が出ており，患者の病状を大まかに把握することができた．さらに，半側空間無視だけではなく，ゲルストマン症候群の患者のような失認症患者にもこのリハビリシステムを活用できると考えられる．

謝　辞

本研究は平成 22 年度卒業研究生の浦邊大史氏，蓑田郁一氏，平成 23 年度卒業研究生の市来亮介氏，山田洋平氏の協力を得た．ここに記して深謝する．

また，本研究においてご協力と有益な助言を頂いた鹿児島大学霧島リハビリテーションセンターの川平和美前教授，下堂薗恵教授にも，この場を借りて謝意を表す．

参考文献

1)　安東 他: “半側空間無視を有する患者における “自発的解決を促す介入"の効果の検討”, Journal of health sciences, Hiroshima University[3] no.1, p.13-20

2)　藤田一郎:「見る」とはどういうことか，化学同人，2007

人型ロボットの足指の動きを組入れた姿勢制御

植村眞一郎†

Attitude control of the human robot incorporating the movement of the toes

Shinichiro UEMURA

This is basic research on the attitude control of a human size robot which walks treading by toes. The purpose of this research is to perform more stable attitude control so that the robot cannot fall down treading by toes like a human. The human can keep a deep forward-bent posture by using toes. Thus we focus on toes as one of control methods of preventing the robot from falling down. As a method of attitude control, we used “ZMP”. It is the most popular method of attitude control. The model we assume is about 110cm tall and weighs 2kg. The experiments on two patterns, “using toes” and “not using toes” were conducted, and the results between them were verified.

Keywords : Robotics, Attitude control, Humanoid robot, Entertainment

1　緒　言

エンタテイメント的な要素を持つロボットの開発が行われて久しいが，最近ではさらに二足で安定した歩行するものや人を癒やすことの出来るものまで，様々な動作を行えるロボットが多く開発され，実用に供されている. センサ技術や IT 技術の大きな進歩がロボットの複雑な姿勢制御技術をもたらしたという背景がある．一方で，人間は現在の状態や自分自身の意思から予測をすることで様々な安定した動作を行っている．例えば，歩くという動作では足を踏み出す前に軸足に重心を移そうとし，次の動きに備える．この重心の移動の予知によって，歩行動作に伴う体の一連の動きを制御し，スムーズに歩行動作を行うことができる．そこで本研究では，あらかじめ決められた動作を逐次的に実行していくシーケンス制御ではなく，あらかじめ行動の意思に基づく動きを想定した上で，様々なセンサを用いロボットに人間のような動作を予測したスムーズな動作を行わせることを目的とした．今回は，前に倒れることを未然に防ごうとする一例として，前かがみの深い前傾姿勢を保つことを可能にする人間の足指での踏ん張りに着目した．そこで，動作の一例として，お辞儀動作を取り上げ，人間の動きに倣って足指情報を姿勢制御に反映し，ロボットにおいても人間のように足指を使って踏ん張ることでより安定した姿勢制御を行うことができるかどうかを調べた．姿勢制御の方法には様々なものがあるが，今回はその中でも現在もっとも使われている ZMP 制御という制御方法を用いた．

†鹿児島工業高等専門学校　電子制御工学科

2　ロボットの概要

2・1　コンセプト

本ロボットは，基本的にエンタテイメント的な要素を持つロボットを設計・制作することを目的としている．そのため，以下のコンセプトで設計を行った．

(1)小学生程度の大きさで親しみやすいロボット．

(2) あらかじめ定められた順序または手続きに従って制御の各段階を逐次進めていく制御（シーケンス制御）ではなく，センサの値などから自ら状況を判断して動くようにする．

二つのコンセプトを基に，設計には 3DCAD ソフト Solid Works を使用し, 主にレーザー加工機を用いてロボットを製作した．Fig. 1 に 3D-CAD で設計したモデルとそれを元に部品加工し組み立てたロボットの全形, Fig.2 に圧力センサーの取り付け状況を示す.

2・2　仕様

今回製作したロボットの概要を以下に示す．ロボットは誰にでも親しみやすいロボットというコンセプトから，全高は小学生程の身長を持つモデルに設計・製作を行った．

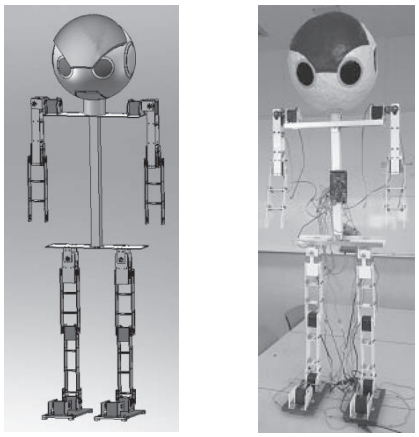


Fig.1　Robot designed by 3D-CAD and assembled

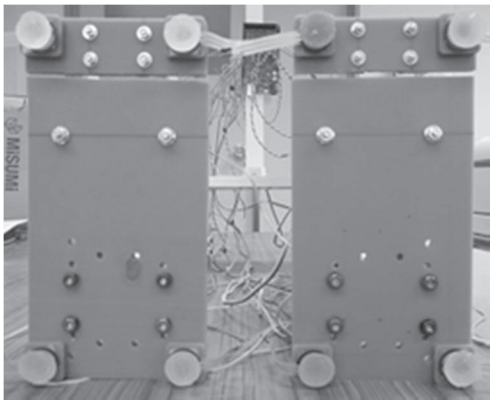


Fig.2　Apparatus of pressure sensor on foot

また今回は，お辞儀動作と屈伸動作，手を振る動作を行わせた．

(1) ロボットの仕様
 1) 全長：約 110cm
 2) 重量：約 20 N

(2) 主な材料
 1) フレーム部・・・アクリル板 (板厚 2mm)
 2) 足部・・・MC ナイロン (板厚 5mm)

(3) アクチュエータ
 1) 肩,肘
  ○サーボモータ(KRS-788HV)
   ・トルク：10.0 Kg・cm (9V 使用時)
   ・スピード：0.14 sec/60°(9V 使用時)
   ・電源電圧：9～12 V (今回は 9V で使用)
 2) 足首,膝,股関節
  ○サーボモータ(KRS-4034HV)
   ・トルク：41.7 Kg・cm (11.1V 使用時)
   ・スピード：0.17 sec/60°(11.1V 使用時)
   ・電源電圧：9～12 V (今回は 9V で使用)

(4) CPU
  ArduinoMega2560,

(5) サーボモータコントローラ
  RCB-3(近藤科学)

(6) 圧力センサ
  FSR-402

2・3　関節の自由度

各関節の自由度は，肩 2,肘 1,股関節 2,膝 1,足首 1 であり，お辞儀としゃがむ動作,手を振る動作が可能である．また，足指の機構を搭載しており，人間の踏ん張るという動作をロボットでも実現することが可能である．足裏には圧力センサが 8 つ取り付けられており，この圧力センサからの値で ZMP を計算してロボットの姿勢を制御する．

2・4　アクチュエータの制御

ロボットの制御には，マイコンとして Arduino Mega とサーボモータ・コントローラ RCB-3 を使用している．Arduino Mega は圧力センサの値からの ZMP の計算とサーボモータ(KRS-788)の制御を担っている．Arduino シリーズは低コストで，開発環境が C 言語と似ているため扱いやすいという利点から採用した．また，RCB-3 は近藤科学製のコントロールボードである．コストは高いが，プログラム作成が容易で，シリアルサーボも動作速度を変えながら動作させることができることから，サーボモータ(KRS-4034HV)の制御用に採用した．

2・5　足指機構

今回製作したロボットの特徴として，足指機構が挙げられる．人間が足指で踏ん張ることでより深くお辞儀をすることができることから，この機構をロボットにも搭載することで人間の動きと同じような効果を得るために実装した．実際に製作した足指部を Fig. 3 に示す．

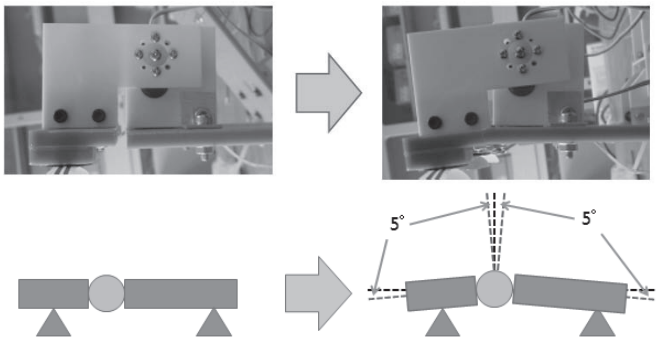


Fig.3 Mechanism of the toes

足指部は Fig. 3 のような構造になっており，圧力センサ部には接地面が安定するように半球状のゴムが取り付けられている．可動範囲は 5°であり，この機構により人間の踏ん張る動作を再現した．

本来，人間が踏ん張った場合には前方の床反力が増加することでより深いお辞儀を可能にしているが，今回は体全体を 5°後ろに傾けることでロボットの重心位置を後ろにずらして疑似的にこの効果を再現した．現在の足指部は一枚の板状の指で構成されているが，人間の足指のように 5 つの指状に分けてそれぞれの指を独立して動かせるような足指の構成にすることで，より人間に近い効果が得られる可能性があると考えられる．

2・6　腕部

腕部を Fig.4 に示す．腕部は肩の自由度が 2，肘 1，手首 1 の計 4 自由度であり，手を振る動作を行えるような設計になっている．腕部は下半身に比べて必要なトルクが小さいため，コスト面も考慮して KRS-788 をアクチュエータとして使用した．

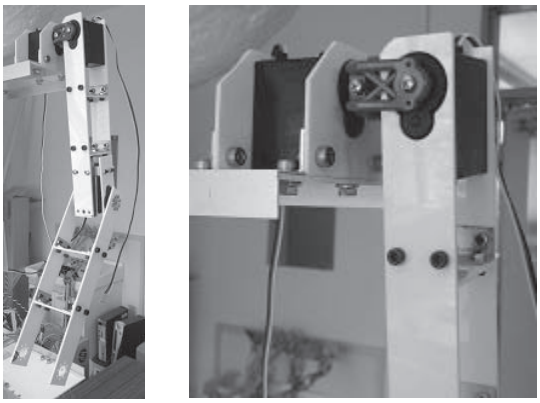


Fig. 4 Mechanism of the Arms

3　ZMP 理論

3・1　ZMP (Zero Moment Point)

ZMP とは，足裏全体に分布してかかっている床反力の法線成分を，ある一点にかかっているとして置き換えたときの作用点のことである．ZMP を用いると，この点では床から受けるモーメントの水平方向軸成分は 0 であり，床反力を 1 つの並進力のみで表すことができるので考えやすい．床反力の作用点なので，ZMP は必ず Fig. 5 に示す支持多角形のなかにあると考えられる．

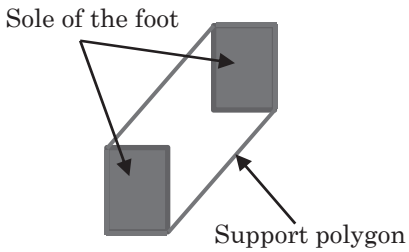


Fig.5　ZMP& the support polygon

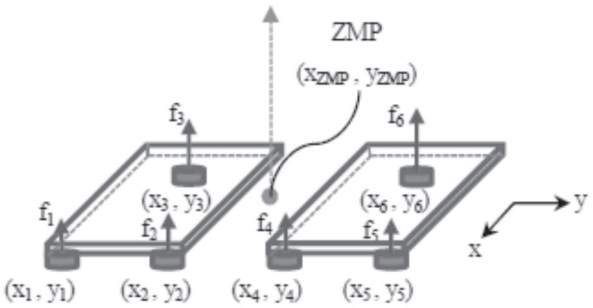


Fig.6　Calculation example of ZMP

3・2　ZMP の算出

例えば Fig. 6 のように，両足裏それぞれ 3 点で床反力を受けている場合の ZMP は次のように求められる．y 軸まわりのモーメントについて以下の関係が成り立つ．

$$x_1f_1+x_2f_2+x_3f_3+x_4f_4+x_5f_5+x_6f_6=X_{ZMP}F \qquad (1)$$

左辺は各点にかかる床反力によるモーメントの和であり，右辺はそれらの力がすべて ZMP にかかっているとしたときのモーメントである．

4　測定結果

今回の測定ではお辞儀動作での ZMP を測定し，足指での踏ん張りがある場合と無い場合で ZMP にどのような差が現れるかを考察した．測定条件とその結果を以下に示す．

○測定条件

・股関節のサーボモータのみ駆動させる．

・股関節が 0°～30°傾く間の ZMP を 1°ごとに測定する．

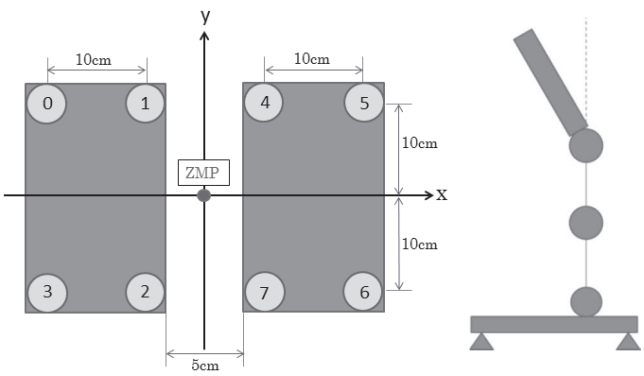
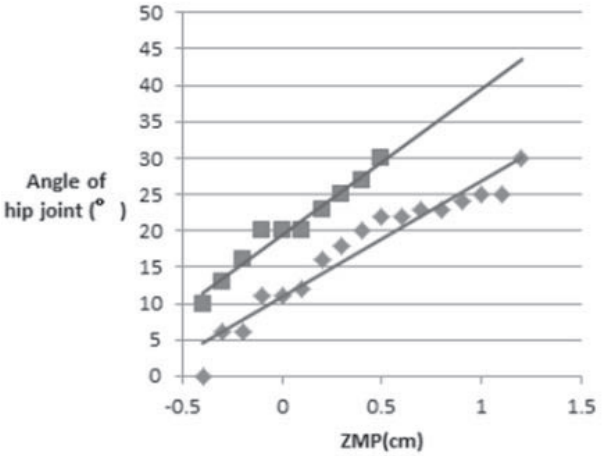
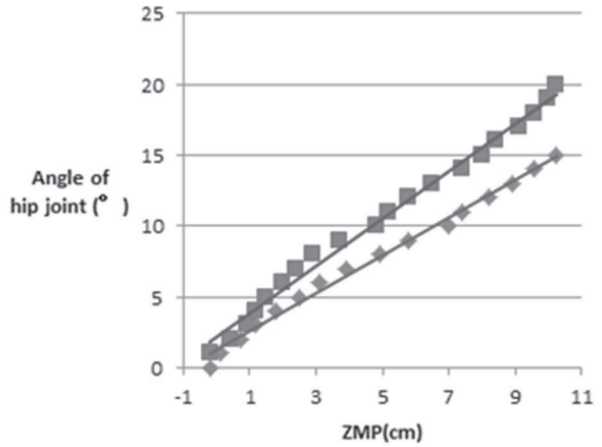


Fig.7 Configuration of the sole & measured angle α



(a)　Body only



(b)　Equipped with arms and head

Fig.8 Measurement results of the ZMP

Fig. 7 は今回製作したロボットの足裏の構成図と実際に測定した角度を示している．足裏には Fig. 7 のような配置で 8 つの圧力センサが搭載されている．この圧力センサの値から式(2)を用いて ZMP を計算し，姿勢制御に反映した．

$$y_{zmp} = \frac{\sum y_i f_i}{\sum f_i} \text{ (cm)} \qquad (2)$$

y_i・・・圧力センサの座標値 (cm)
f_i・・・各圧力センサの読み取り値 (g)

Fig. 8 における赤いグラフは足指で踏ん張った場合，青いグラフは踏ん張らなかった場合の測定結果である．

この測定結果から足指で踏ん張った場合は踏ん張らない場合の同じ ZMP において頭部と腕部を搭載しない場合で約 8°，頭部と腕部を搭載した場合で最大 5°，平均して約 4°深くお辞儀ができるということがわかった．また，頭部と腕部を搭載した場合，搭載しない場合は 30°までお辞儀できていたのに対し，20°で ZMP が足裏の範囲を超えて倒れてしまった．このことから，上半身の重量が増すことは ZMP に大きな影響を与えるということが分かった．

5　むすび

人型ロボットについては，ホンダが開発したロボット asimo に代表されるように実用化を目指したものから，ホビー用の小型で安価なロボットに到るまで，多種多様のものが開発されている．本研究の目指すロボット開発は，サイズとしては小学生ほどの身長を持ち，相手に合わせて様々な反応を示すエンタテイメント性を有するロボットに関する基礎的研究の一環として，人間が有する身体的機能の一部をロボット動作に組入れ，その有用性を検証した．

今回の検証結果から，足指で踏ん張る機構を設けたことで，より深いお辞儀動作を行うことができるということがわかり，その有用性を確認した．

これは足指で踏ん張る動作を模倣し，自身を後ろに傾けることで ZMP の位置が後ろにずれ，結果的に体を起こそうとする方向のモーメントが増加したからだと考えられる．このことから，人間が行っている動作をロボットに反映することでほぼ同じような効果が得られるということがわかった．

したがって，この他にも足指で踏ん張るのではなく，股関節と同時に足首を可動させることでも同じような効果が得られるのではないかと考えられる．

今後の課題と予定を以下に示す．

(1)　加速度センサを取り付けることでより細かな測定を行い，姿勢制御に反映する．
(2)　足首の動作を取り入れたときにどのような結果になるのか測定する．
(3)足首に横方向の自由度を加え，横方向の ZMP に関しても測定を行い，いかなる動きに対しても安定した動作を行わせる．

鹿児島工業高等専門学校
研究報告　49（2014）

マイクロコンピュータープログラミングの近代化

福添　孝明†

Modernization of Programming Microcomputers

Takaaki Fukuzoe

Recently, students have a smartphone which is a highly efficient computer itself. We can even develop a program with the smartphone. In order to master programming skills, it is important for students to have many experiences with their smartphone. For this reason, I decided to teach how to program a microcomputer with a smartphone. In this lesson, Arduino and Nexus7 powered by Android OS were used as a microcomputer and a smartphone respectively. In the program, LED lights were turned on by pressing the buttons. One of the highly motivated students developed the program very easily. This paper will report this lesson in detail.

Keywords: Programing, Smartphone, Microcomputers, Arduino, Android

1　緒言

電子制御工学科では，機械工学・電気電子工学・情報工学・制御工学と幅広い分野の知識を教授しているが，その中の一つにマイクロコンピュータープログラミングがある．コンピュータは入力に応じて出力を制御する装置であるが，特に入出力端子数が少ない物をマイクロコンピューター（以下，マイコンと略す）として区分している．その特性として消費電力が小さい等の利点があるが，記憶装置の容量が小さい等の制約もあり，マイコンプログラミングを経験する事は，応用力向上が期待出来る．具体的な応用例として，地面に書かれている黒線を認識追従して走行するライントレースや，遠隔地の温度や湿度の情報を取得するリモートセンシングなどが挙げられる．

プログラミングは知識の習得も必要であるが，外国語の習得と同様に，多くのプログラムを作成することによって，その感性が身につく側面があり，学生には授業時間以外にも多くの作成経験が求められる．パソコンプログラミングに対する開発環境は広く整ってきており，当校でもパソコン室等で自主的にプログラム作成が可能となっている．一方でマイコンに対するプログラミングは，簡単に試す環境が整っていない．例えば当科の演習で扱ってきた PIC16F84A というマイコンであれば，書き込み装置の使用を必要とする．ただし近年では，Arduino と呼ばれるマイコンが，USB ケーブル一本を接続するのみで，電源供給ならびにプログラムの書き込みが可能であり，親しみやすい物になってきた．

ところで，近年ではスマートフォンの普及が進んできており，本校学生の所持率も高くなっている．このスマートフォンは高性能なコンピュータであり，Arduino のプログラム開発環境が無償で提供されている．このスマートフォンでマイコンプログラミングを行う手法を教授することで，より幅広くプログラムを作成する経験を得やすくなるのでは無いかと考えていたが，学生私物品の利用を前提とした演習を計画する事は不適切であり，その導入を見送っていた．

本報告では，校内助成採択によって購入可能となったスマートフォンを用いて，それを用いたマイクロコンピュータープログラミングの演習を導入した事について報告する．この取り組みによって，学生自身の意思に基づいて，私物スマートフォンでのプログラミングを行う，「近代的」な学生が増えていくことを期待する．

2　演習機材の構成

演習機材について説明する．一つのクラスは標準 40 名定員であるが，故障時の予備も考慮して，Arduino を 50 台購入した．1 台当たりは約 2,300 円であった．また，プログラミング用のスマートフォンについて，1 台 2 人の交代制で考え 25 台程度購入したかったが，配分予算は申請額の 60%であったので，当初の予定を変更し，1 台 4 人の交代制で実施することにした．

†鹿児島工業高等専門学校

スマートフォンにて Arduino を認識するためには USB ホスト機能が必要であり，その機能をサポートしている Android OS 搭載機を選択する必要がある．また 3G 機能は今回の目的には不要であり，Wi-Fi 接続専用機で十分である．それらを考慮して「Google タブレット Nexus7（Wi-Fi 専用モデル）」（以下，タブレットと略す）を選定し，10 台購入した．1 台当たり約 23,000 円であった．

この Nexus7 は初期設定時に Wi-Fi 環境と Google アカウントが必須であることに注意が必要である．この機種用に Google アカウントを事前作成し，10 台共にアカウント登録を行った．参考までに一つの Google アカウントで 20 台登録可能とのことである．最初に本体とアプリのアップデートを全て適用し，Arduino の開発環境である「ArduinoDroid」[1]をインストールした．

演習時間外は，図 1 に示す通り充電用ケーブルを接続したまま移動用バック（SANWA SUPPLY BAG BOX4BK）に格納している．なお，タブレット充電用の USB 形式コンセントも市販されており，それを利用するとよりコンパクトになるが，付属品の充電器を活用するために一般的な電源コンセントを用いて接続した．

タブレットと Arduino の USB ケーブルによる接続は端子形状に注意が必要である．通常のケーブルは Type A と Type B のペアとなっている．これは，接続が木構造になる様に配慮されているためであり，一般的に Type A はコンピュータ本体側，Type B は周辺機器側に適用される．また，端子の大きさ形状も複数定義されており，Standard，Mini，Micro の 3 種類がある．タブレット（スマートフォン含む）は Type B（Micro）の採用が多く，Arduino は Type B（Standard）である．今回は，Type A-B（Standard）ケーブルと，図 2 右下に示す Type B-B（Standard-Micro）の形状変換アダプタ（SSA SUAF-MCH）を用いて接続した（図 3）．

3　演習の様子

平成 25 年度は，著者が主担当の 4 年生向け科目「応用情報技術」内で実施した．演習の様子を図 4 に示す．演習は，ブレッドボード上に設置しているスイッチと LED を用いて動作確認を行うという流れである．

学生達はスマートフォンを普段操作している事が多いと思われるが，ソフトウェアキーボードによる入力は不慣れな様子であった．また，キーボード設定が初期設定である日本語であったため，プログラムで多用する記号の入力が不便である事が判明した．

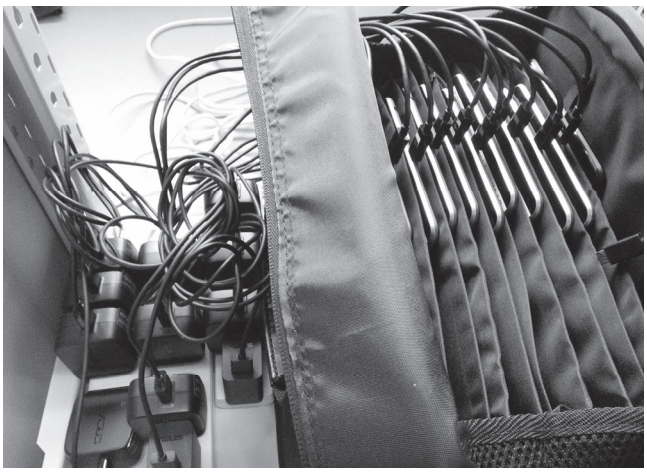


図 1　バッグでの充電接続の様子

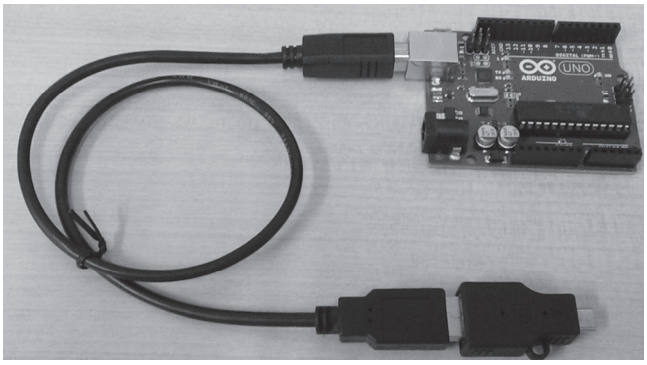


図 2　Arduino と変換アダプタ

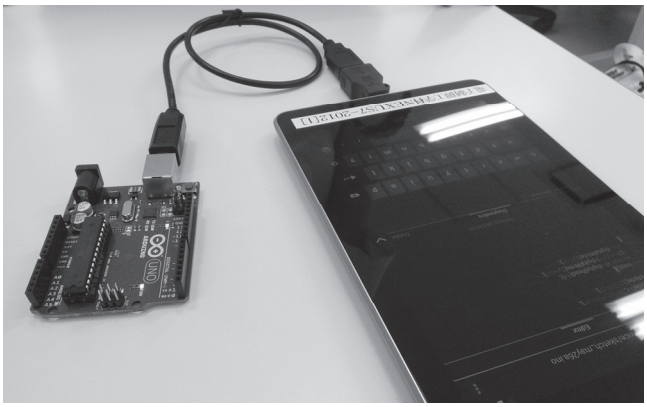


図 3　Arduino とタブレットの接続

図 4　タブレットによるプログラムの様子 1

平成 26 年度は 4 年生向けの演習「創造設計Ⅱ」の中でも，本手法を取り入れて実施している（図 5）．3 年生では，与えられた目標を達成する手動操作ロボットを，学生自身がチームを組んで設計製作を行う「創造設計Ⅰ」という科目を行っているが，「創造設計Ⅱ」ではそのロボットにマイコン制御によるライントレース機能を追加することを目的としている．前回の反省点を生かして，今回はキーボードの設定を英語に変更した．また図入りの操作説明書を作成し，学生自身でプログラミングが出来る様にした．

この「創造設計Ⅱ」では，学生自身が作成したロボットを改良対象としているが，そのロボットの出来には差があり，演習終盤では速度調整のためマイコンプログラムを修正する回数が増えてくる．昨年度まではパソコン室までマイコンのプログラムを書き換えに往復していたが，今年度はタブレットによって，ロボット改良現場にて修正することが出来るため，作業効率が向上することを期待している．

演習を実施する中で色々な課題も見えてきている．例えば依然としてタッチ操作による入力は難しいとの声が多数であった．特にカーソル移動は意図した箇所へ動かせないとのことである．その点については Bluetooth 接続型のキーボードを購入し入力環境の改善を行いたいと思う．また，コンパイルに要する時間がパソコンに比べると長い. これは CPU の処理性能差にも起因すると思われるが，ソフトウェア最適化を行う余地も残されていると思うので，今後のバージョンアップに期待したい．

4　今後の展開

昨年度には，シンガポールのポリテクにて実施する海外語学研修にて，学生同士でスマートフォンプログラムを作成する取り組みが募集されていた．スマートフォンプログラムが作成出来ることは，グローバルに求められているスキルである．今年度後期に開講する「応用情報技術」では今回の取り組みで購入したタブレットを用いて，Android プログラミングの演習も導入する予定である．

図 5　タブレットによるプログラムの様子 2

また，本取り組みの目的である，学生自身が自分のスマートフォンを用いてプログラムを行う様になるか追跡調査したいと考えている．今回の演習ではタブレットを用いたが，Arduino，USB ケーブル，変換アダプタを購入すれば，学生所持のスマートフォンでも同様の作業が可能である．スマートフォンは一般的に情報収集に使われているが，プログラミングも可能な装置であることを認識すれば，従来の用途を超えた活用方法を見いだせると思う．

今回の取り組みによる教育効果は短期間で発現するものでは無いので，これからも受講学生の意見を参考に改善を行いながら継続していく．また，機会を得ることが出来れば，本取り組みによる成果を改めて報告したい．

謝　辞

本取り組みは，平成 25 年度校内助成（教育研究推進経費）の採択を受けて実施したものである．申請を採択して頂いた赤坂裕校長に，この場を借りて謝意を示す．

参考文献

1) ArduinoDroid - Arduino IDE for Android
http://arduinodroid.blogspot.jp/, last access date: 14/05/30

相互相関法等を用いた地表伝播速度の測定

幸田　晃†

Measurement of the surface-of-the-earth sound wave velocity using a cross correlation method

Akira KOUDA

A method with a single sensor, a method with plural sensors, a method by the electromagnetic exploration pass in the leak of the water sound detection diversely. When I use particularly plural sensors, it becomes the parameter that communication speed of the vibration of an earth surface becoming the medium or the water pipe is basic. As a result of having demanded the communication speed of the earth surface, the correlation method became 400m/s in 140m/s, the power method in soil, and, in this article, a result different was got by the cross-correlation method and the power method. A different result was provided in concrete, the asphalt. It followed that it was not thought that communication speed was provided.

Keywords：cross-correlation-method , earth-surface, power-method , wave-velocity

１．序論

地中にある水道管の漏水を検知する方法としては，漏水箇所から伝わってくる微弱な振動を，地面に置いた振動センサで拾い，アンプで増幅させ，技術者の聴覚によって探査する聴音調査が主流である．しかし，地表に伝搬してきた漏水音を検知するため，その環境や騒音などに大きく左右される．そのため，調査は交通量などの少ない夜間に行われる．また，埋設管上を決まった間隔で歩行調査するため，損傷部位や調査員の耳，経験などが大きく関わってくる [1) 2)]．さらに発展させた方法として，適応フィルタを用いて騒音除去を行う漏水音検知システムが提案されている [3)]．このシステムは，騒音源から伝わる音を地上のマイクで，騒音源から伝わる振動と漏水音をセンサで拾い，騒音を取り除いて漏水音を検知するものである．

振動は分子の衝突によって伝わるが，固体は気体に比べ分子が密に詰まっているため，地中は空気中よりも伝搬速度が速い．一般的には，空気中は約 340［m/s］で，地中は約 3000～8000［m/s］である [4)]．このことから，センサに入ってくる騒音信号を遅らせて調整し，マイクに入ってきた騒音信号により，センサの騒音信号を除去する．音の伝搬速度は，空気中より地中の方が速いという前提で開発が行われているが，我々の研究室では地面の伝搬速度は測定されていない．

†情報工学科

２．目的

本研究では，上で説明した漏水音検知システムの騒音信号遅延時間の算出に向けて，実際に地面の伝搬速度を測定することが目的である．

３．原理

３．１ 音（振動）の伝わり方

空気中の音は，媒質である空気が，ばねのように疎密を繰り返すことで伝わる．硬い固体を伝わる音は，気体や液体よりも弱まりにくく，また，固体中では音が伝わる速さもずっと速くなる．気体と液体の振動には，波動の進行方向に振動し，疎密を繰り返す疎密波である縦波しか伝わらない．しかし，固体中の振動には，波動の進行方向と直交する方向に，物体を振動させる横波も伝わる．縦波を伝えるためには，疎密を元に戻そうとするばねの性質が必要であるが，横波を伝えるためには，横ずれをもとに戻そうとする力が必要である．固体は疎密以外に横ずれにも弾性（ばねの性質）を持っていて，これを「ずり弾性」と言っている．このずり弾性によって，固体中は横波も伝わるのである．また，同じ固体の中でも，縦波と横波では伝わる速度が異なる．横波の伝搬速度は縦波より遅いのである [5)]．

ここで，地中の振動伝搬の例として，地震が起きたときの振動の伝わり方を説明する．地震の揺れは，震源や震央を中心とする同心円状に伝わる（図 1）．地震が発生したら，まず初期微動という小さな揺れが起こる．これは地震波の P 波（Primary wave）と呼ばれる縦波が届いたときに起こる．P 波は固体と液体の

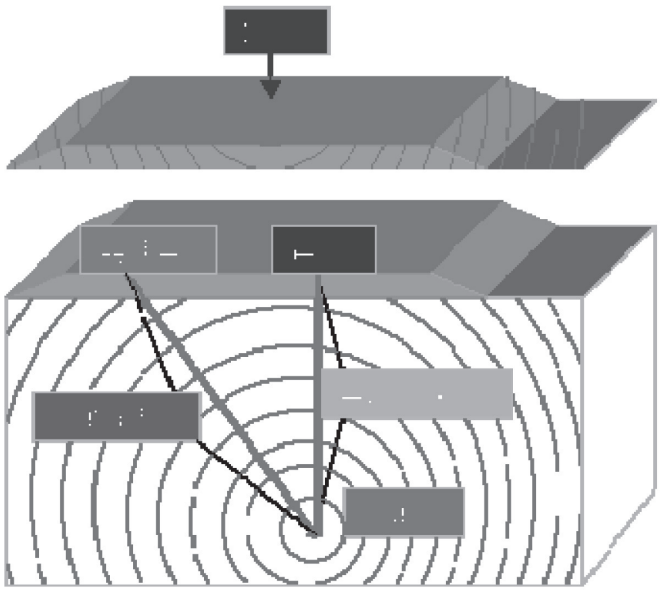


図 1．地震発生時 [4]

中を伝わり，地表近くでは約 6000～8000[m/s]の速さになる．初期微動の後には，主要動という大きな揺れが起こる．これは地震波の S 波（Secondary wave）と呼ばれる横波が届いたときに起こる．S 波は固体の中を伝わり，その速さは地表近くで約 3000～5000[m/s]である（図 2）．地震にはこの他に地球の表面にそって伝わる表面波があり，横波よりも遅い．一般に表面波の特性は場所毎の地下構造を反映して著しく異なり，表面波の振幅は深さと共に急激に減少する．表面波には，地表面の動きが波の進行方向を含む鉛直面内で楕円運動するレイリー波と，波の進行方向に垂直で，しかも水平に振動するラブ波の 2 種類がある．表面波の速さは約 3000[m/s]である [6)7)8)]．

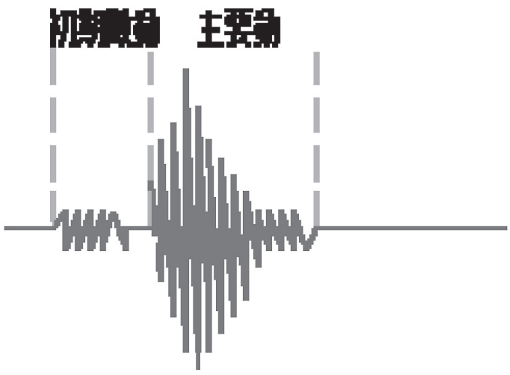


図 2．地震の振動の伝わり方 [4]

3．2 伝搬速度について

大きな固体中の縦波および横波の速さ c_1，c_2[m/s]は，物質のずれ弾性率（歪めるのにどれほどの力が必要かの程度）G と，体積弾性率（縮めるのにどれほどの圧力が必要かの値）K を用いて，(1) 式で表される．縦波の速度 c_1 は

$$c_1 = \sqrt{\frac{\left(K + \frac{4}{3}G\right)}{\rho}} \left[m/s\right] \qquad (1)$$

ただし，ρ[K_g / m^3]は媒質の密度である．

であり，横波の速度 c_2 は，

$$c_2 = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \left[m/s\right] \qquad (2)$$

である．もし，全く体積が変化することのない固体，つまり体積弾性率がゼロ（K=0）の場合でも，縦波の速さは横波の $\sqrt{4/3}$ （$= c_1/c_2$）倍であるが，どんな固体でも強い力で押しつけられたら，ほんのわずかな縮むから，縦波は速いのである [9)]．

3．3　伝搬速度導出原理

地表の伝搬速度の測定にあたり，2 つの方法で試みる．

1）相互相関法による導出
2）パワー計算法による導出

1）相互相関法による導出

相互相関について説明する．2 つの信号の類似性を時間のずれに関係なく判定したい，あるいは 2 つの信号が時間的にどれぐらいずれているのかを知りたい，このような時に利用されるのが，相互相関関数である．対象としている 2 つの関数 $f(t)$, $g(t)$ が周期関数で，その周期が T [s]であるとき，相互相関関数 $R_{fg}(\tau)$ は (3) 式のようになる．

$$R_{fg}(\tau) = \langle f(t), g(t+\tau) \rangle = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)g(t+\tau)dt \qquad (3)$$

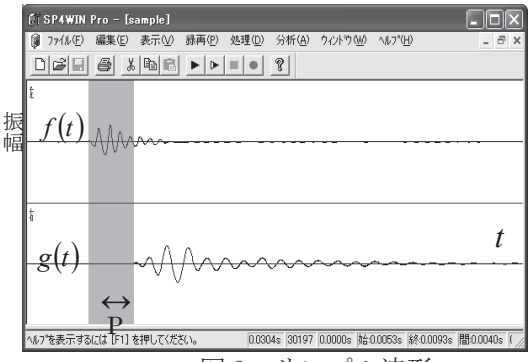
ここで τ は時間軸のずれである．この式は $f(t)$ の時間軸はそのままにして，$g(t)$ の時間軸を τ だけずらし両者の内積をとっている．

$-T/2 \sim T/2$ の範囲で計算を繰り返し，T で割っているので，この式は平均をとることと同等である．内積は関数間の相関の強さを表すから，この相関値を時間軸のずれ τ を変数とする関数として表しているわけである [10)]．今回の測定データは有限個なので周期関数とみなせる．

サンプル波形を図 3 に示す．図の P の部分が，相互

相関によって求める時間軸のずれ τ である．また，図3の波形データに（3）式の相互相関関数を用いたグラフを図4に示す．丸印の部分が最も相関の強いところで，この結果から，２つの波形のずれが求められる．相互相関を用いた伝搬速度導出方法について説明する．

今回の測定では，振動源から直線上に，間隔を開けた２つの振動センサを置く．センサで感知した振動波形を同時にPCに読み込み,プログラムにかけて相互相関をとり，２つの波形の時間差(伝搬時間)を出す．



$R_{fg}(\tau)$

図 3．サンプル波形

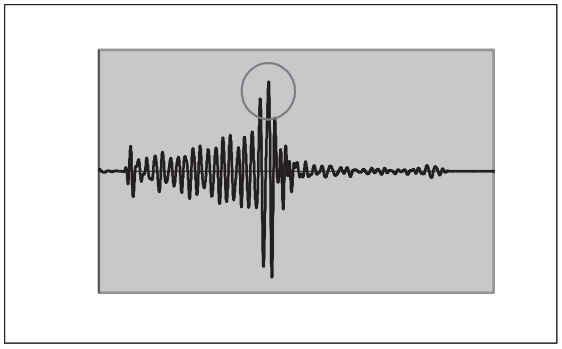


図 4．（3）式の相互相関を用いたグラフ

その後２つのセンサ間の距離を伝搬時間で割り，伝搬速度 V[m/s]を求める．

$$V = \frac{\text{センサ間の距離}}{\text{伝搬時間}} \quad [m/s] \qquad (4)$$

２）パワー計算法による導出

音は疎密波であり，これは大気圧からの圧力変動とも言える．この変動分を音圧と呼んで，音の物理的大きさを表[5]．どんな振動でも，発生すれば必ず圧力変動が起こり，音圧が変わる．対象データを $x(t)$ とすると，音の音圧レベルを表すパワー $pw(x)$ は（5）式のようになる．

$$pw(x) = 10 \times \log_{10}(x^2(t)) \ [\mathrm{dB}] \qquad (5)$$

入力された２つの振動波形データをプログラムにかけてパワー計算し，振動感知点として，無振動状態時の最大パワーより最初に 10ｄB 以上上がった時点 $po1$，$po2$ を探す.次に $po2 - po1$ から２つのデータのずれを出し，サンプリング周波数（今回は 44.1kHz）で割ると伝搬時間 t が求められる．その後，伝搬速度 V を算出する．

$$t = \frac{(po1 - po2)}{\text{サンプリング周波数}} [\mathrm{s}] \qquad (6)$$

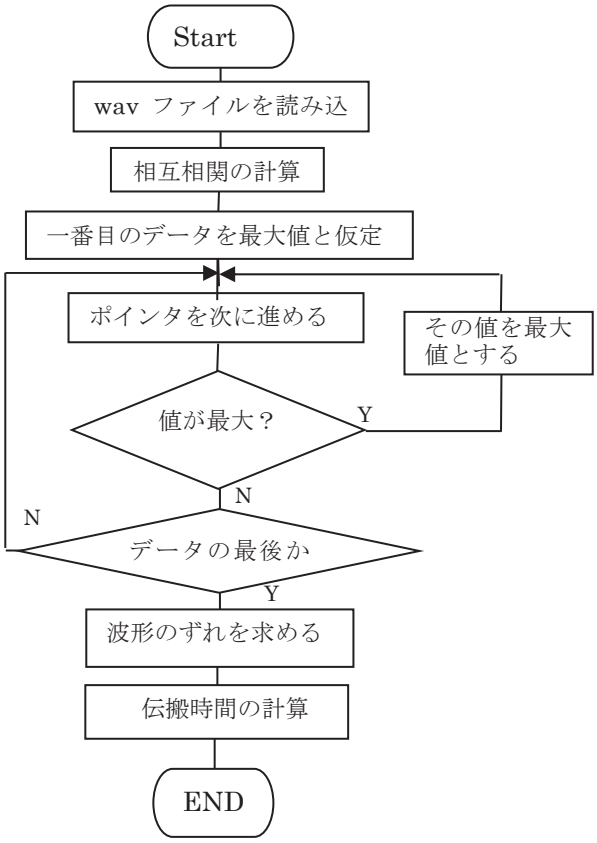


図 5．相互相関法

４．プログラムの動作確認

実際のプログラムは１つだが，ここではそれぞれの部分に分けて動作確認を行う．

４．１　wav データの数値変換

今回測定したデータは WAV ファイルで保存した.WAV は，RIFF（Resource Interchange File Format）というフォーマットの１つで,データの説明部分(ヘッダ),データという順で記録されている．

始めの 44bit がヘッダで，ファイルサイズやサンプリング周波数などの情報が埋め込まれており，データはそのあとに続く．今回は 16bit なので，－32768～32767 の範囲で 16 進数が 2byte ずつのバイナリ形式で並んでいる[11]．

プログラムで計算する際には，16 進数のままでは扱えないので，wav データを読み込んだ後，10 進数に変換する．

変換の手順

（１）ファイルポインタをデータの先頭（45bit 目）に進める．

（２）データの数だけ 16 進数で読み込む．

（３）補数表示なら－1 をして反転する．

（４）10 進数に変換する．

数値変換がうまくいっているかどうか，実際に自分

で数値入力した wav データをプログラムにかけて確認する．まず，プログラムの数値変換部分を抜き出す．次にテキストファイルで簡単な波形データを作成し，spwave で wav ファイルに変換する．それを抜き出したプログラムにかけ，数値変換したあとのデータを出力し，テキストファイルのデータと比較する．

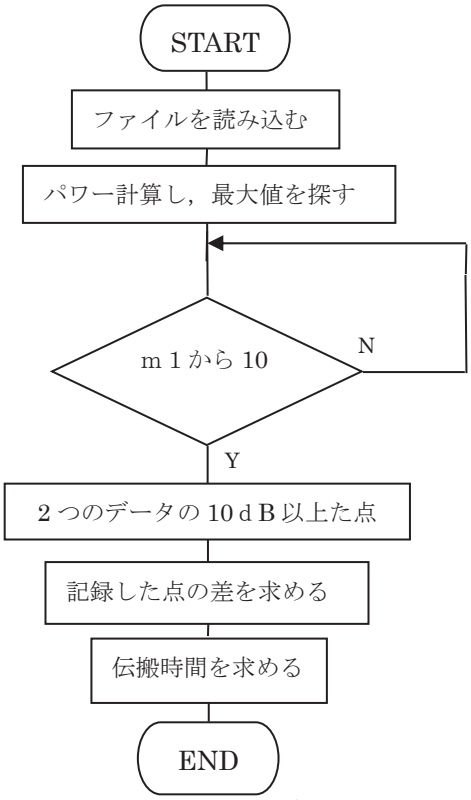


図 6．パワー計算法

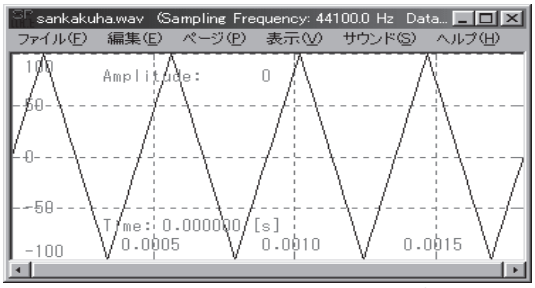


図 7．spwave で変換した wav データ

図 8．数値変換プログラムの実行結果

４．２ 相互相関法

相互相関の部分がきちんと動作しているか確認するために，開始位置をずらした同一波形のファイルを 2 つ用意し，相互相関プログラムにかけてみる．

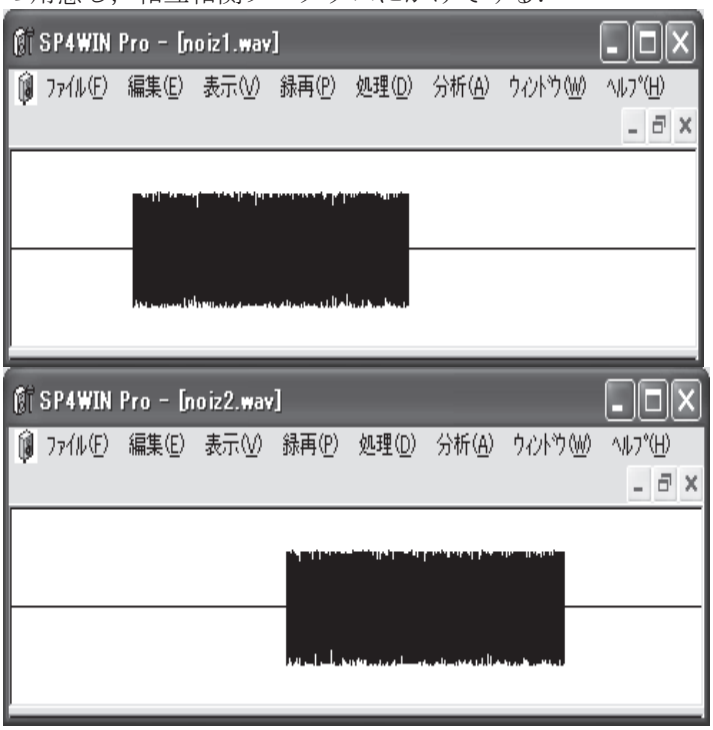


図 9．開始位置をずらしたノイズ波形

確認には，値が正負ランダムになっているため，相関の強さがはっきりわかるノイズを用いる（図 9）．サンプリング周波数は 44.1kHz，2 つの波形のずれは 0.1 秒（4410 ポイント）である．プログラムの実行結果（図 10）と，実際にずらしたポイント数の値が一致したので，相互相関プログラムは正しく動作したと言える．

４．３　パワー計算法

パワーによる波形のずれ（ポイント差）の計算部分が正しく動作するかどうか確認するために，４．２で使用したノイズ波形を用いる．

図 12 に出力されたパワーのグラフ，図 13 にプログラムの実行結果を示す．

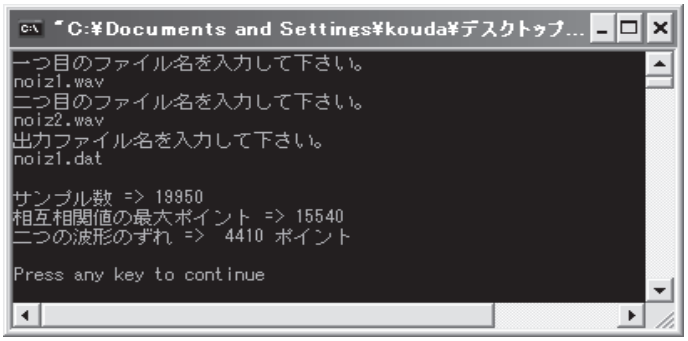


図 10．相互相関プログラム実行結果

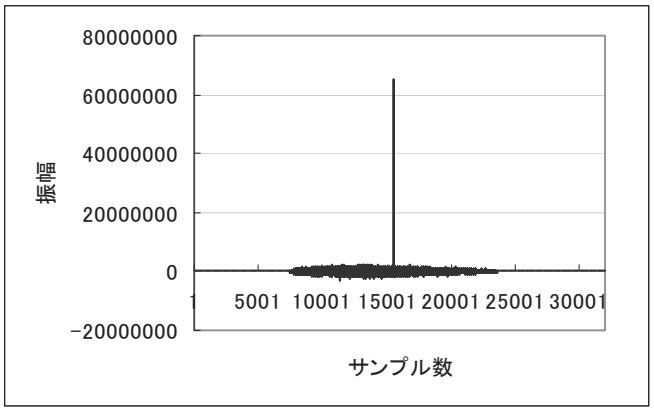


図 11. ノイズの相互相関グラフ

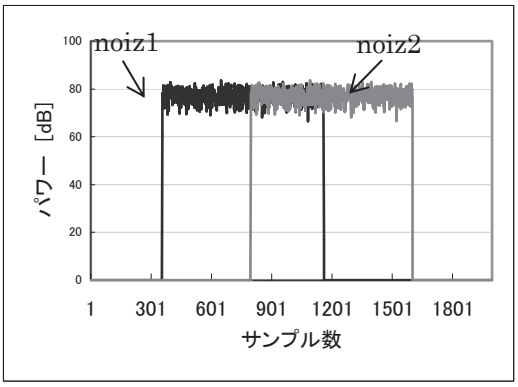


図 12. パワー

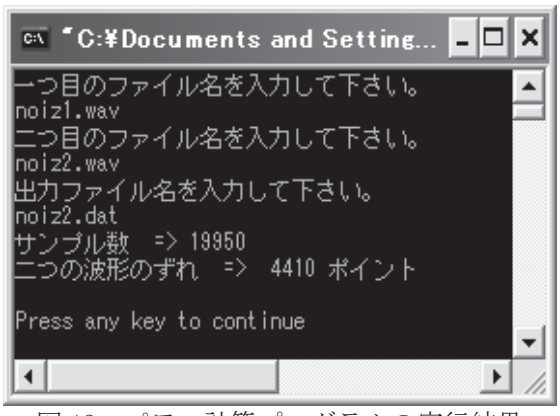


図 13. パワー計算プログラムの実行結果

プログラムの実行結果（図 11）と，実際にずらしたポイント数が一致したので，パワー計算プログラムは正しく動作したと言える．

５．測定

５．１ 使用機器

測定に使用した機器を示す．

① プリアンプ内蔵型加速度ピックアップ（センサ 1） NP－3121 ONO SOKKI
② 圧電形加速度ピックアップ（センサ 2） PV－87 リオン株式会社
③ SENSOR AMP（AMP1） PS－601 ONO SOKKI
④VIBRATION METER（AMP2） VM－83 リオン株式会社
⑤ USB DIGITAL AUDIO PROCESSOR（DAP）SE－U55X ONKYO
⑥ ノートパソコン（PC）DELL

５．２ 測定方法

2 つのセンサを直線上に離して置き，少し離れたところで，地面に衝撃を与える．その衝撃によって生じた振動を 2 つのセンサ①，②で感知して，信号を AMP③，④で増幅させ，DAP⑤でデジタル化しパソコン⑥に読み込む．読み込んだデータをプログラムにかけて，相互相関及びパワー計算によって地面の伝搬速度を求める．使用機器の接続図を図 14 に示す．

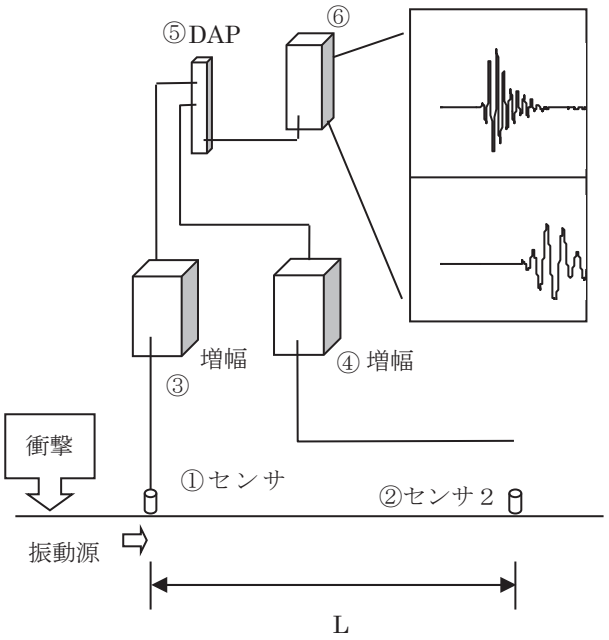


図 14. 接続図

５．３ 測定項目

伝搬速度の測定にあたり，材質が影響を与えるかもしれないため，学内において様々な測定場所を選ぶ．以下に，全測定項目を示す．また，その測定場所を図 15 に，実際の写真を図 16 に示す．

1)土（校庭）での測定
(1) センサ間の距離Ｌが 5mのとき （ポイント：A)
(2) センサ間の距離Ｌが 3mのとき （ポイント：A)
2)コンクリートでの測定
(1) センサ間の距離Ｌが 5mのとき （ポイント：B)
3)アスファルトでの測定
(1) センサ間の距離Ｌが 5mのとき （ポイント：C)
(2) センサ間の距離Ｌが 3mのとき （ポイント：C)

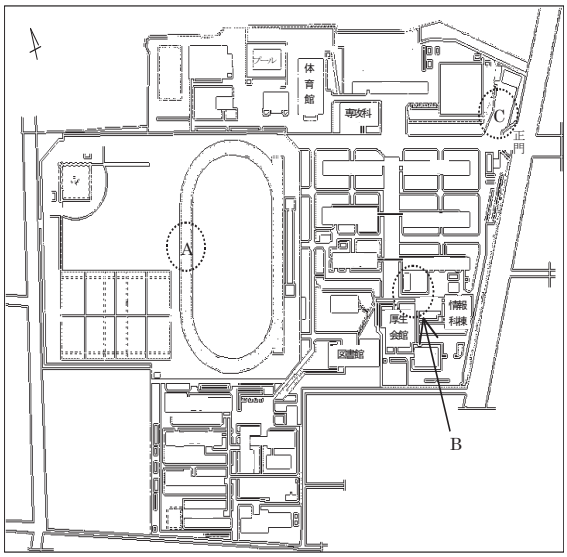


図 15. 測定

6．結果

測定で得られた結果を表 1 に示す．
ここで，v1 は相互相関法によって求めた伝搬速度，v2 はパワー計算法によって求めた伝搬速度，v3 は実際の振動波形から目視でずれを出し，算出した伝搬速度である．

表 1．伝播速度 1

L：センサ間の距離	v1[m/s]	v2[m/s]	v3[m/s]
土　L：5m	125.427	359.706	367.647
土　L：3m	145.225	394.925	483.871
コンクリートL：5m	828.947	1231.844	1190.476
アスファルト L:5m	102.463	1645.523	1923.0769
アスファルト L:3m	747.458	1718.182	1764.706

7．考察

今回は 2 つの方法で伝搬速度の導出を試みた．その結果について考察する．

今回測定した振動は，地震が発生した時に伝わる表面波と同等のものだと考えられる．原理３．１の中で説明した地震の伝わり方より，測定結果として約 3000[m/s]の値を予想したが，パワーから求められた伝搬速度 v2，v4，振動波形から求めた伝搬速度 v3 の値は，予想よりも遅い結果となっている．また，測定場所によっても伝搬速度に大きな差が見られる．

A：土（校庭）

B：コンクリート

C：アスファルト

図 16. 測定環境

予想より測定した伝搬速度が遅くなった理由を検討してみる．伝わり方としては，今回測定した振動は地震波の表面波と同等かもしれないが，地震の場合にいう地表面は地球規模での地表面の可能性もある．それがどのくらいまでの深さを言うのかわからないが，例えば地下 10km くらいまでを地表面と言うとしても，今回の地表面とは明らかに違っているわけであり，伝搬速度にも差が出てくるものと思われる．また，地震の場合の振動源は地中にあるが，今回の振動源は地表にあるという点も，伝搬速度の差に関係しているのではないかと考えられる．

測定場所によって伝搬速度に大きな差が見られる理由を検討してみる．地表面の粗い地面での測定は，地面とセンサとが綺麗に接地されず，そのことが測定結果にも影響を与えるのではないかと思われる．

８．結論

本研究では，土，コンクリート，アスファルトの 3 種類の地面において，地表面の伝搬速度の測定を行った．伝搬速度の導出は，相互相関法とパワー計算法の 2 つの方法で試みた．用いた 2 つの方法のうち，相互相関法による導出結果は，土とアスファルトが約 140[m/s]で空気中の伝搬速度よりも遅く，地面の伝搬速度は空気中よりも速いことから，理論的におかしい値である．コンクリートの場合は約 800[m/s]だったが，実際の振動波形から目視でずれを出し，算出した伝搬速度約 1200[m/s]と比較すると大分差がある．これらの結果より，相互相関法による導出はうまくいかなかったといえる．

パワー計算法による導出結果は，土が約 400[m/s]，コンクリートが約 1200[m/s]，アスファルトが約 1650[m/s]で，全て空気中の伝搬速度よりも速い値である．材質や条件によって差が見られるものの，実際の振動波形から求めた伝搬速度との違いはほとんどなく，パワー計算法による導出はうまくいったといえる．

しかし，今回は指標となるデータが特に無く，測定回数も少なかったため，各環境における伝搬速度を確定することは出来なかった．

９．今後の課題

まずは金属など，特性が明確なもので測定を試みることが必要だと思われる．また，他の導出方法についても検討していかなければならない．

参考文献

1) http://www.fujisi.co.jp/sindanrousuiontyo.htm

2) http://www.toyosuiken.co.jp/service/trl.html

3) 幸田晃，”適応フィルタを用いた漏水検知に関する検討”，音講論集，535-536（2001.10）

4) http://yslibrary.cool.ne.jp/harorika017.htm

5) 中村健太郎　著，図解雑学　音のしくみ

6) http://www.howtosurvive.org/010601.htm

7) http://www.pari.go.jp/bsh/jbnkzo/shindo/english/

8) http://db.gakken.co.jp/jiten/sa/207380.htm l

9) 都筑卓司　著，　なっとくする音・光・電波

10) 雨宮好文　監修　佐藤幸男　著，　図解メカトロニクス入門シリーズ　信号処理入門　改訂 2 版

11) http://www.kk.iij4u.or.jp/~kondo/wave

聴音上の検討を加えた適応ラインエンハンサによる漏水音検知について

幸田　晃†

About the leakage-of-water sound detection by the adaptation line enhancer which added the examination on hearing

Akira　KOUDA

We used an adaptive filter as an adaptation line enhancer and removed a sudden noise to get mixed with a leak of the water sound, e.g., the vehicle noise. Improvement before and after 10dB was provided in the spectrum domain. However, the leak of water sound was finally entrusted to the judgment of the person in the judgment with the apparatus using the single sensor, and examination in the power of hearing was necessary. A spectrum was a few, but I changed and was not able to judge the signal provided by this suggestion with the leak of water sound in the power of hearing.

Keywords：Leakage-of-water , Adaptive-line-enhancer , Filter, Detection

1.　はじめに

1.1　背景

地中に埋設されている水道管は，老朽化などの原因からその一部が破損することがある．その破損部分からの漏水は，水資源の損失はもちろん地盤沈下や管破裂による浸水など，社会的に大きな問題をもたらす原因となる．このため，漏水箇所の早期発見を目的とした検知が必要になる．漏水検知の方法の一つに漏水を振動センサで検知する漏水音検知というものがあり，この方法は単一の振動センサを用いて人間が聴音し行う簡易なシステム[1)]から複数のセンサを使用して漏水位置を特定するシステム[2)]まで多種にわたる．中でも，単一センサタイプのシステムは小型軽量で利便性が高いため広く用いられている．しかし，センサは漏水音だけでなく車両走行音，工事による振動，人の声や足音などの周囲の騒音をも感知してしまうため，漏水音検知は深夜などの騒音が少ない環境に限られてしまう．そのため，車両交通量や人通りが一日中多い場所で漏水音検知を行う場合には，何らかの騒音対策が必要になる．一方，信号を定常性の強い周期性信号と定常性の弱い非周期性信号に分ける際には，適応フィルタ(Adaptive Digital Filter:以降ADFと呼ぶ)のアルゴリズムを用いた適応ラインエンハンサ(Adaptive Line Enhancer:以降ALEと呼ぶ)が有効である場合がある[3)]．

そこで,漏水音を周期性信号の集まりと考えた場合,ALEを用いることにより突発的な騒音に埋もれた漏水音を抽出することができるのではないかと考えた．本論文によりALEの有効性が確認できれば,騒音環境下での漏水音検知の精度の向上が期待できる．

1.2　目的

本論文では，突発的な騒音環境下においてALEを応用した漏水音検知を提案し，そのシミュレーションを行い，有効性を検討する．

2.　システム原理

2.1　ADF

ADFとは,ディジタルフィルタの係数を時間と共に変化させ，出力信号を適応的に目標の信号に近づけるものである．ディジタルフィルタの中でもフィルタの係数が有限個のものをFIR(Finite Impulse Response)フィルタといい，図1のような構成となり，出力信号は次式で表される．

$$y(n)=\sum_{j=0}^{N-1}h_j\cdot x(n-j) \qquad (1)$$

ここで時刻nにおける入力信号を$x(n)$，出力信号を$y(n)$とし，h_jはj番目のフィルタ係数，Nはタップ

†情報工学科

長を示す．一方，ADFの構成を図2に示す．ADFは目標信

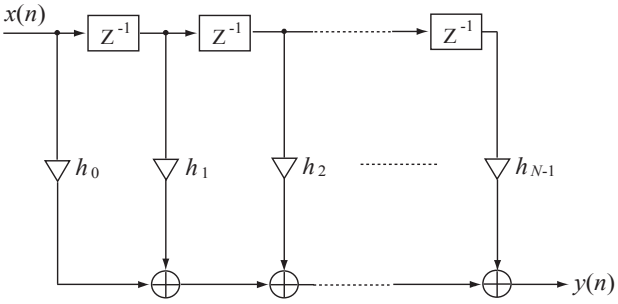


図１　FIR フィルタ

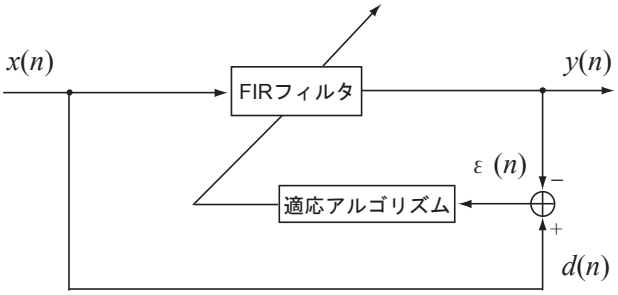


図２　適応フィルタ（ADF）

号 $d(n)$ を出力信号 $y(n)$ で推定するものであり，推定誤差信号 $\varepsilon(n)$ を

$$\varepsilon(n) = d(n) - y(n) \tag{2}$$

として $\varepsilon(n)$ を最小にするように係数 h_j を変化させる．h_j を変化させるにあたって，まず推定誤差の評価量について考える．$\varepsilon(n)$ の自乗値 $\{\varepsilon(n)\}^2$ を $e(n)$ とおくと，式(2)より

$$\begin{aligned}\{\varepsilon(n)\}^2 = e(n) &= \{d(n) - y(n)\}^2 \\ &= d^2(n) - 2d(n)y(n) + y^2(n)\end{aligned} \tag{3}$$

式(3)に式(1)を代入すると，

$$\begin{aligned}e(n) = d^2(n) &- 2d(n)\left\{\sum_{j=0}^{N-1} h_j \cdot x(n-j)\right\} \\ &+ \left\{\sum_{j=0}^{N-1} h_j \cdot x(n-j)\right\}^2\end{aligned} \tag{4}$$

となる．次に $e(n)$ を最小にするためにはグラディエント・ベクトル $\nabla e(n)$ を求めればよい．そこでまず，時間変化する係数 h_j を $h_j(n)$ として，式(4)の $e(n)$ を $h_j(n)$ で偏微分すると，

$$\begin{aligned}\frac{\partial e(n)}{\partial h_j(n)} &= -2d(n)x(n-j) \\ &+ 2\sum_{m=0}^{N-1} h_m(n)\cdot\{x(n-j)x(n-m)\}\end{aligned} \tag{5}$$

となる．そして式(2)に式(1)を代入し

$$d(n) = \sum_{m=0}^{N-1} h_m(n)\cdot x(n-m) + \varepsilon(n) \tag{6}$$

とし，両辺に $x(n-j)$ をかけると

$$\begin{aligned}d(n)x(n-j) = &\sum_{m=0}^{N-1} h_m(n)\cdot\{x(n-m)x(n-j)\} \\ &+\varepsilon(n)x(n-j)\end{aligned} \tag{7}$$

となる．そして，式(7)を式(5)の右辺第一項に代入すると

$$\frac{\partial e(n)}{\partial h_j(n)} = -2\varepsilon(n)x(n-j) \tag{8}$$

となる．ここで，$\boldsymbol{x}^T = (x(n), x(n-1),..., x(n-N+1))$（Tは転置行列を表す）とおくと，$\nabla e(n)$ は

$$\nabla e(n) = -2\varepsilon(n)\boldsymbol{x}(n) \tag{9}$$

となる．$h_j(n)$ はこの $\nabla e(n)$ を用いて次式でその値を時間ごとに更新していく．

$$\boldsymbol{h}(n+1) = \boldsymbol{h}(n) + 2\mu\varepsilon(n)\boldsymbol{x}(n) \tag{10}$$

ただし，$\boldsymbol{h}^T = (h_0(n), h_1(n),..., h_{N-1}(n))$ とし，μ は収束係数と呼ばれ，$\boldsymbol{h}(n)$ の更新量を表す．

2.2　ALE

ALEとは，ADFの応用として騒音に埋もれた周期的な信号が存在する場合に，騒音を抑圧して周期的な信号を強調するシステムである．本論文では，ADFの係数更新アルゴリズムとして学習同定法を用いる．時刻nにおいて，周期性信号 $S(n)$ と騒音 $v(n)$ の加算を入力信号 $x(n)$ とし，

$$x(n) = S(n) + v(n) \tag{11}$$

推定誤差信号 $\varepsilon(n)$，出力信号 $y(n)$，目標信号 $d(n)$ としたときのALEの構成を図3に示す．　このとき，フィルタ係数を $\boldsymbol{h}(n)$，ステップサイズを μ，タップ長を N として，フィルタ係数の更新を式(10)で行い，学習同定法を用いた際の μ を式(12)で定義する．また，α は学習同定法における更新係数である．

$$\mu = \frac{\alpha}{\sum_{j=0}^{N} x^2(n-j)} \quad （但し，0＜α＜1） \tag{12}$$

図3の Z^{-M} は $x(n)$ を M サンプル遅らせ $x(n-M)$ を作るための遅延器である．ALEでは目標信号を $d(n)$ とし，適応フィルタの部分には $x(n-M)$ を入力する．一般に騒音のようなランダムな信号の自己相関関数は遅延が0の時最大で，遅延が大きくなるにつれて急激に減少する．一方，周期的な信号の自己相関関数は遅延が0および周期の整数倍のところで最大になり，それ以外のところでも急激に減少するということはない．したがって，入力信号を M サンプル遅らせるための遅延器を挿入することでALEの $x(n)$ と出力信号 $y(n)$ の騒音成分の間の相関は非常に小さくなる．反対に，$x(n)$ と $y(n)$ の周期的な信号の成分の間の相関はある程度大

きな値になる.

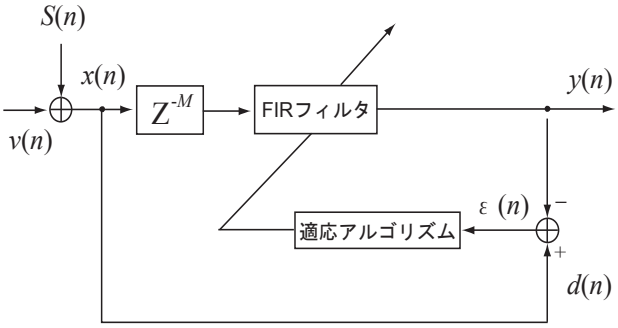


図 3　ALE

ALEは $x(n)$ と $y(n)$ の自乗平均誤差が小さくなるように作用するので，相関の大きな成分は強調され，相関の小さな成分は抑制される.

2.3　提案システム

前述のALEの働きにより，漏水音を周期性信号の集まりと考えた場合,ALEを用いて突発的な騒音に埋もれた漏水音の抽出が可能であると考えられる.ここで,ALEの入力信号には定常的に漏水音が存在しており,騒音を突発的な車両騒音に限定すると，騒音の影響による係数更新を減らすことができれば係数は漏水音だけに合うように成長していくのではないかと考えた．そこで，ALEに比較器を挿入することにする．図4にその構成を示す.

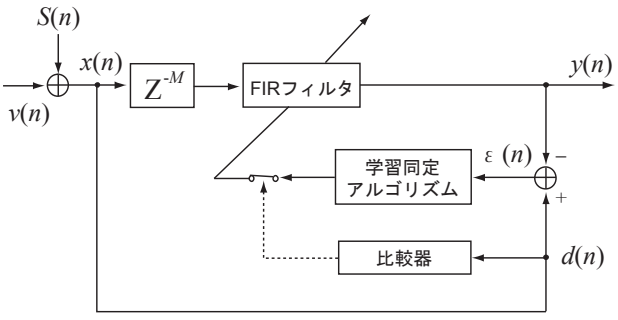


図 4　提案システム

挿入した比較器では，目標信号 $d(n)$ と目標信号の最大値の平均 $Median\{d_{\max}(m)\}$ の二つの値を比較し，式(12)の μ を用いてフィルタ係数の更新は式(13)で行うこととし， $Median\{d_{\max}(m)\}$ を求める手順と比較器内の処理を図5に示す.

$$\boldsymbol{h}(n+1)=\begin{cases}\boldsymbol{h}(n)+2\mu\varepsilon(n)\boldsymbol{x}(n) \\ \qquad \text{if} \quad |d(n)| \leqq Median\{d_{\max}(m)\} \\ \boldsymbol{h}(n) \\ \qquad \text{else} \quad |d(n)| > Median\{d_{\max}(m)\} \end{cases} \quad (13)$$

ここで，$d_{\max}(m)$ は切り出し区間ごとの最大値であり，

$$d_{\max}(m)=\max\{|d(n)|,\ldots,|d(n+l-1)|\} \qquad (14)$$

とする．但し， $m=INT(n/l)$ ， $Median\{\}$ は集合のメディアン値を示し，切り出しサンプル数 l は512とする.

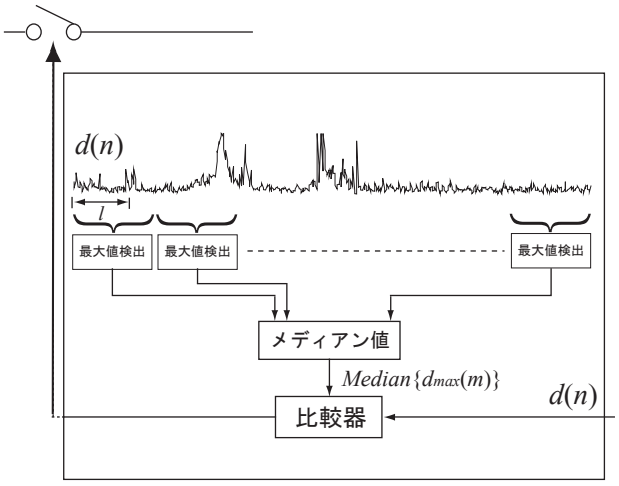


図 5　比較器内の処理

比較器により，$d(n)$ が $Median\{d_{\max}(m)\}$ より大きい場合には，騒音が混入したと判断してフィルタ係数の更新を行わず，$d(n)$ が $Median\{d_{\max}(m)\}$ 以下の場合にだけ係数の更新を行うように制御する．これにより，騒音の影響による係数更新を減らすことができ，ALEのフィルタ係数は比較器挿入前よりも漏水音に当てはまるように成長することが期待できる.

3.　シミュレーション

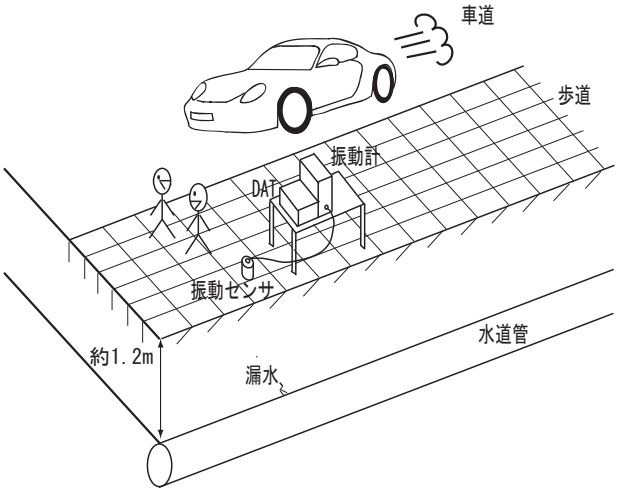


図 6　収集状況

本論文のシミュレーションはソフト上で行うこととする．まず，このような収集状況で漏水音と車両騒音や人間の会話等の周辺騒音が混在しているものを実際に振動センサで収集し,振動計を通してDATに録音する.その後,DATに録音したデータをPCにオフラインで取り込み，その信号を入力信号 $x(n)$ として提案システムにかけ，得られた出力信号 $y(n)$ を抽出した漏水音として評価する.

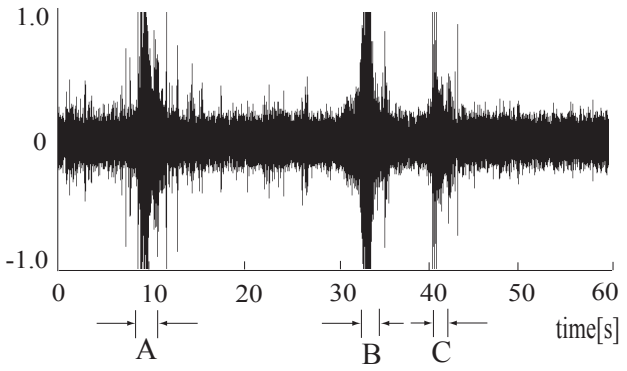


図 7　入力信号

ここで，シミュレーションで扱う信号の標本化周波数は8kHz,量子化精度は16bit,録音時間は60sとする．シミュレーションに用いる入力信号 $x(n)$ を図7に示す．$x(n)$ は，漏水音が定常的に存在しているものに突発的に騒音が混入している信号であり，A，B，Cはそれぞれ騒音が存在している区間である．また，提案システムを用いる際には，タップ長 N，遅延量 M，ステップサイズ μ 等のパラメータを最適なものに選ぶ必要がある．まず，タップ長 N については多ければ多いほどよいとされているが，タップ長の増加は処理量の増加を引き起こすことになる[4]．そのため，本論文では一般に人間の可聴範囲の下限とされている20Hzに対応できるタップ長として N=400と決めてシミュレーションを進める．これは，単一センサタイプのシステムの漏水音検知の場合，最終的な判断は観測者が聴音することによって行うためである．

次に,遅延量 M については漏水音の周期の整数倍を選ぶことにする．これは，漏水音の周期分だけ $x(n)$ を遅らせることで，遅延後の漏水音成分の自己相関関数の減少を抑え,ALEのフィルタ係数を漏水音のみに当てはまるように成長させるためである．このとき，漏水音の周期は，$x(n)$ を参照し，騒音が存在していない区間の周波数スペクトルを出すことで確認することができる.図8は漏水音のみの区間の一部のスペクトルであり，以後これを漏水音のスペクトルとする．

このスペクトルにより，漏水音の周波数は440Hz，900Hz付近だということが分かる.本シミュレーションで扱う信号のサンプリング周波数は8kHzであるので，440Hzの波の周期は18ポイント，900Hzの波の周期は9ポイントとなる．よって，二つの周期が一致する最小の値として18を遅延量の M として用いることにする．

最後に，ステップサイズ μ を設定する．学習同定法における μ は式(12)で定義され，μ は $x(n)$ と更新係数 α によって決まる．よって，α を最適な値に設定することとなる．ここで，α を小さくした場合，ALEは周期性信号のみを出力するように働く．反対に，α を大きくすると非周期性信号までをも抽出しようとする．従って，騒音に埋もれた周期性信号を抽出する場合には

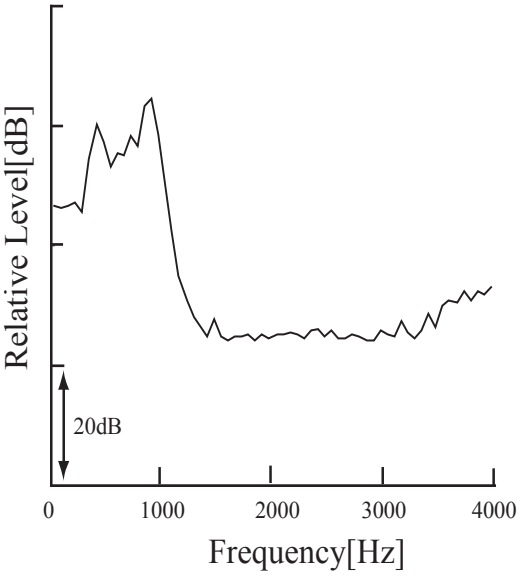


図 8　漏水音のみの区間のスペクトル

α をある程度小さい値に設定すればよい．しかし，本実験における抽出の対象は漏水音であり，漏水音は成分の一部に非周期性信号を含むため，完全な周期性信号の集まりとは言えない．このため，漏水音を歪ませずに抽出するには α を極端に小さくすることができない.そのため,本シミュレーションでは α を0.4とした.

4.　シミュレーション結果

図9は入力信号，図10，図11は前章で定めたパラメータを用いた場合のALEと提案システムの出力信号についてそれぞれ波形とスペクトログラムを示している．ALEの出力信号と入力信号を比較した場合,多少の変化はあるが,大きな変化を見つけることは難しい.一方，提案システムの出力信号と入力信号を見てみると，出力信号波形では，騒音が存在するA，B，Cの区間の振幅が入力信号波形と比べて大きく減少し，騒音が存在しない区間の振幅に近づいていることが確認できる．

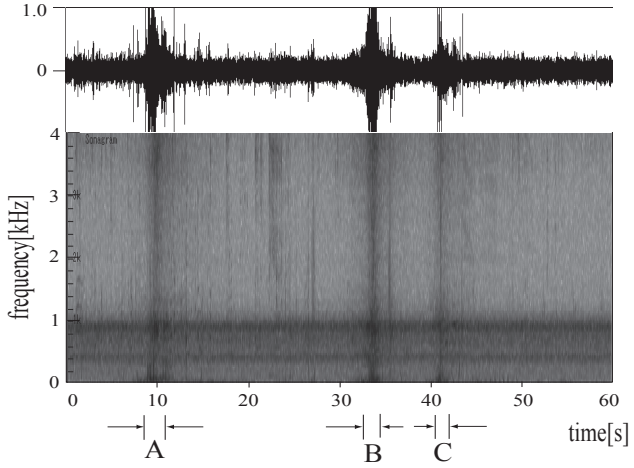


図9　入力信号波形

また，ALEと提案システムの出力信号を見ても，提案手法を用いた方の信号ではALEに比べて騒音が存在する区間の振幅が著しく減少していることが分かる．

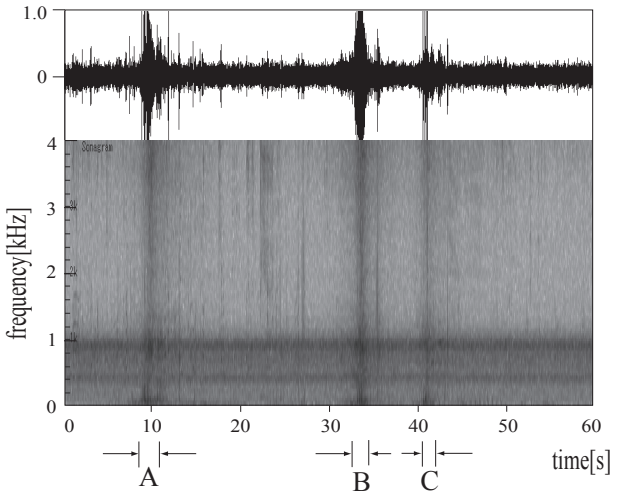


図 10　出力信号波形(ALE)

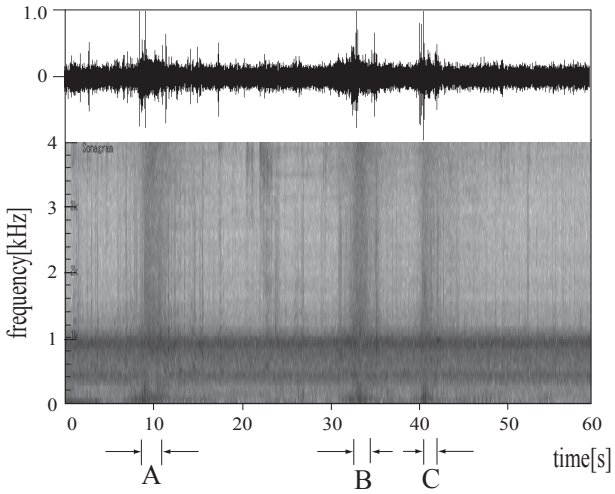


図 11　出力信号波形(提案手法)

次に，区間ごとの入力信号，ALEによる出力信号，提案手法による出力信号，漏水音の四つのスペクトルを比較する． 図13はB区間における各信号のスペクトルである．ALEを用いた場合，1100Hz以上のスペクトルは漏水音に近づいているが，それ以下の周波数スペクトルについて入力信号との変化はほとんど見られない．一方，提案手法を用いた場合，出力信号のスペクトルは入力信号に比べて全体的に漏水音に近づき，かつ下回っていないことが確認できる．これにより，漏水音成分には大きな影響を与えていないことが分かり，図11の出力信号波形において著しく減少した振幅は主に騒音成分であると判断できる．続いて，図13，図14にA，C区間の各スペクトルを示す．A区間ではB区間と同様にスペクトルは漏水音に近づいているが，440Hz付近のスペクトルが漏水音に比べて下回ってしまっている．そこで，入力信号のスペクトルを見てみると，騒音によってピークが完全に隠れていることが分かり，そのために抽出が困難になってしまったと考えられる．また，C区間においてもB区間ほどではないが，入力信号に比べて漏水音に近づいている．

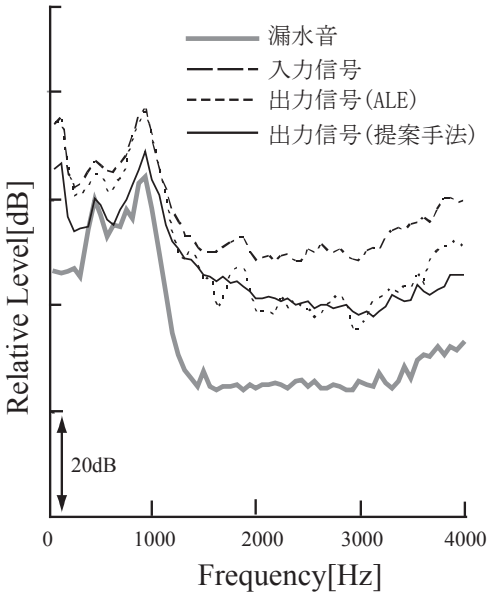


図 12　B 区間のスペクトル

以上のことから，提案手法はALEよりも1100Hz以下の騒音成分を多く低減することができていることが分かる．さらに，A，B，Cいずれの区間においても入力信号に含まれる騒音成分を低減していることがスペクトル上から確認することができた．

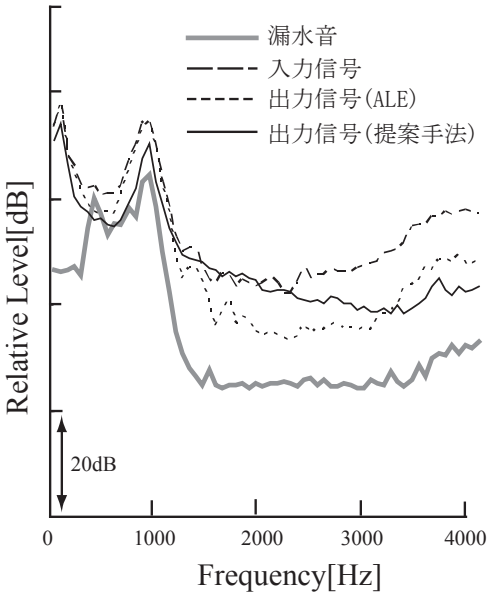


図 13　A 区間のスペクトル

図15に入力信号，ALEによる出力信号，提案手法による出力信号のパワ包絡，及びA，B，C区間での入力信号と提案手法を用いた出力信号の差を示している．この図より，ALEと比べて提案手法を用いた場合の方が騒音のパワ低減効果が高いことが分かるまた，提案手法を用いた際の各区間のパワ差は，A区間は16.3dBから8.7dBとなり7.6dB，C区間では11.0dBから7.6dBとなり3.4dB，そしてB区間が最も変化が大きく，16.5dBから8.5dBとなり8.0dBであった．そして，A，B，Cの三区間平均では6.89dBの騒音のパワを低減し，提案システム

の騒音低減効果を確認できた．加えて，騒音が存在しない区間ではパワの変化は小さいため，漏水音への影響は小さいと考えられる．これにより，突発的な騒音環境下での漏水音検知における提案システムの有効性を確認することができた．

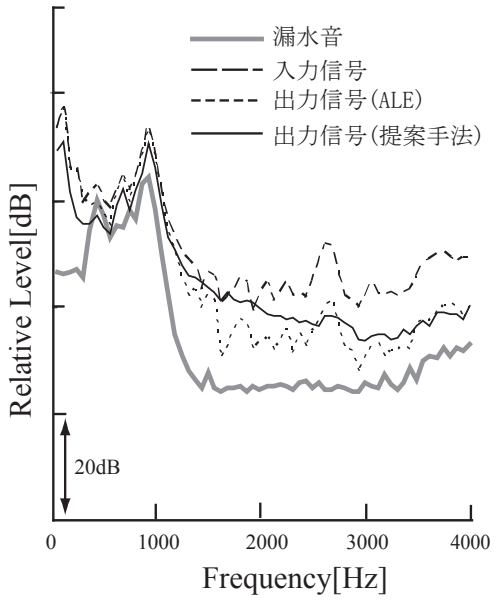


図 14　C 区間のスペクトル

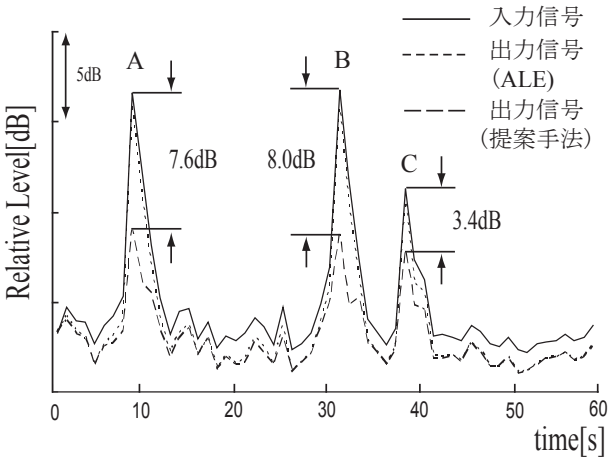


図 15　入出力信号のパワ包絡及び A，B，C 区間における入力信号と出力信号(提案手法)の差

5.　聴音上において

漏水音の判定には,現在でも人の聴音上の判定が,最終的に用いられている.そこで本提案により得られた,漏水音とされる信号を数人の技術者に聞いてもらったところ,スペクトルが多少なりとも変形するためか,漏水音と判定するに至らなかった.

6.　おわりに

本論文では，突発的な騒音環境下での漏水音検知のためにALEを応用したシステムを提案し,シミュレーションを行いその有効性について検討した．その結果，騒音が存在する区間において平均6.89dBの騒音を低減し,ALEを上回る騒音低減効果を得ることができた．しかし,人の聴音上は漏水音との判定に至らなかった.

参考文献

1） フジテコム株式会社,
(http://www.fujitecom.co.jp)
2） 宮元恒夫，佐野透，棚村俊二：“漏水位置特定技術の研究開発”，環境システム計測制御学会誌,第3巻1号，pp.37-42，(1998,1)
3） 浦部英二，岡村幸雄，西原明法：“分割適応ラインエンハンサ”,電気情報通信学会誌,J79-A,No.1,pp.1-10，(1996,1)
4） 藤井健作，杉原裕司，笹岡直人，伊藤良生：“音声に重畳した周期性騒音の低減法”，日本音響学会誌，61，pp.636-644，(2005,11)

自己相関型モデルの連想記憶における記憶容量の検討

濱川　恭央[†]　吉元　宏幸[††]　脇田　靖弘[†††]

Examination of Storage capacity about Associative Memory of Correlation model

Yasuo HAMAKAWA　Hiroyuki YOSHIMOTO　Yasuhiro WAKITA

This paper describes the research of associative memory using neural networks. We use the model of product of input as the learning model and realized the associative memory of static pattern using correlation model. However, the case memorizing static pattern, the storage capacity is limited and quantity of memory is poor. Therefore, we propose the n-line masking system for a new masking system. From the simulation, we considered the relation among the storage capacity and recalling. Moreover, we describes the new masking system increase the storage capacity. Further, it is shown that the way of masking system is useful to increase the storage capacity.

Keywords：Neural Network, Associative memory, model of products for input, storage capacity

1　はじめに

人間の脳は多数のニューロンが同時並行に相互作用を及ぼし合うことで超並列処理を実現し，学習と自己組織化によって知識を獲得する．人間の脳の神経回路網を数理モデルとして捉えたニューラルネットワークは以上の背景から盛んに研究が進んでいる[1][2][3].

ニューラルネットワークの研究分野の中に，連想記憶がある．連想記憶とは，神経回路網上に分散・多重化されて蓄積された記憶内容を，入力情報を基に全体像や関連事項を想起するような人間の脳機能の１つである．この連想記憶のシミュレーションにおいては記憶する系列パターンと記憶内容あるいは認識結果の対応付けが定型化しにくく，シミュレーションの想起に失敗することが多い為，これまであまり取り扱われていない．連想記憶のシミュレーションも系列パターンに無相関なランダムパターンを用いることが多い.

しかし，神経回路網（脳）の情報処理の連想記憶において，この固定系列パターンを記憶し連想する連想記憶に関する研究の重要性は周知の事実である。

† 鹿児島工業高等専門学校情報工学科
†† 鹿児島工業高等専門学校電気情報システム工学専攻
H22 年度修了生（当時　九州工業大学大学院進学）
††† 鹿児島工業高等専門学校電気情報システム工学専攻
H24 年度修了生（当時　九州工業大学大学院進学）

また連想記憶のモデルは，これまで様々なニューロンモデル及びニューラルネットワークの学習方法が提案され，特に自己連想記憶のような，時間変化しない静的パターンを用いたものが多く研究されている[4].

しかし，相互連想記憶のような，時間変化がある系列パターンの連想記憶がより現実的であり，これらについても様々なモデルが提案されている．また学習するパターンを相関のある固定系列パターンとした場合，記憶できる数が少なく，固定系列パターン数を増加すると想起に失敗することがわかっている[4][5][6].

本研究では，連想記憶のモデルとして相互連想記憶，学習モデルは積結合モデルとして，入力と出力パターンの相関を神経回路網の結合荷重に埋め込む自己相関型モデルを採用する[7][8][9][10]．また，学習するパターンを相関のある固定系列パターンとし，固定系列パターンにマスキングを付加する複数の手法を提案し，そのマスキング手法の有用性について評価を行う[11].

2　シミュレーションのモデル

2.1　積結合モデル

積結合モデルは，ニューロンに対する全ての入力の中から任意の k 個の入力を取り出し，それらの積に結合荷重を与え，全ての組み合わせの和を入力とする.

k は入力の個数でそのモデルの次元数を表している．本研究では二次の積結合モデルを採用する(図１参照).

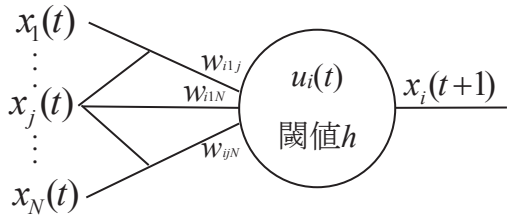


図１　二次の積結合モデル

$$u_i(t) = \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{k=j+1}^{N} w_{ijk}\, x_j(t) x_k(t) \qquad (1)$$

$$x_i(t+1) = \mathrm{sgn}[u_i(t) + b x_i(t) - h] = \begin{cases} -1 (u_i \le 0) \\ 1 (u_i > 0) \end{cases} \qquad (2)$$

このモデルの時刻 t における内部ポテンシャル $u_i(t)$は式(1)で表される．ここで，x_j，　x_kはニューロンに対する入力，w_{ijk}はニューロン j とニューロン k からニューロン i への結合荷重を示す．また，出力式は式(2)である．積結合モデルでは，積結合モデルは結合荷重数の増加が見込め，記憶可能な系列パターン数が多くなり，後述の連想記憶を構築することができる[8][9][10]．

2.2　ネットワークの構成

ニューロンの接続であるネットワーク構成は，相互結合型ネットワークを採用する。相互結合型ネットワークは，各ニューロンが対等に結合し，出力信号が他のニューロンにフィードバックされる特徴を持ったネットワークである．このネットワークにおいて，各ニューロンは対等に結合した w_{ij}=w_{ji} とし，自身の出力がフィードバックする自己結合 b を持つ構成とする．また入力パターンと出力パターンが異なる（系列パターンの入力パターンの次の）パターンを想起させるネットワークとした．

2.3　自己相関型モデル

ニューラルネットワークを用いた連想記憶は，系列パターンの学習を行う記憶過程と，入力に従って出力を行う想起過程がある．連想記憶の実現において，記憶過程の系列パターンの学習方法が重要であり，その学習モデルとして，自己相関型モデルを採用した．

自己相関型モデルは，時間軸における μ 番目の系列パターン $\boldsymbol{S}^{\mu}$ とある定数パターン a との差分により，結合荷重を決定するモデルである．また，右下の添字は各パターンの構成要素を示している．自己相関型モデルの結合荷重 w_{ij} を式(3)に示す．

$$w_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{\mu} (s_i^{\mu+1} - a_i)(s_j^{\mu} - a_j) \qquad (3)$$

二次の積結合モデルにおける自己相関型モデルの結合荷重 w_{ijk} の決定式は，学習式(3)を拡張した式(4)を用いる．ここで，${}_aC_b$ は a 個から b 個をとる組み合わせ(combination)を表す．

$$w_{ijk} = \frac{1}{{}_NC_2} \sum_{\mu} (s_i^{\mu+1} - a_i)(s_j^{\mu} - a_j)(s_k^{\mu} - a_k) \qquad (4)$$

３　連想記憶のシミュレーション

3.1　パラメータと類似度の定義

固定系列パターンとして，一般の手書き文字である電子技術総合研究所(現:産業技術総合研究所)で収集された ETL 文字データベースの中の ETL8 を採用する．このデータベースのひらがな文字を，一要素が 2 値の白(-1)か黒(+1)を取る 16×16 の二次元画像に変換し，固定系列パターンとして定義する．パラメータとして，固定系列パターンを $\boldsymbol{S}^{\mu}$，その数を M とし，入力パターンを $\boldsymbol{x}$，ニューロン数を N と定義する．

連想記憶のシミュレーションにおける想起結果の精度を示すものとして類似度を定義する．類似度は式(5)で表され，μ 番目の固定系列パターン $\boldsymbol{S}^{\mu}$=(s_1^{μ}，…，s_N^{μ}) と時間軸における記憶している固定系列パターン $\boldsymbol{x}(t)$=($x_1(t)$，…，$x_N(t)$)との差分を表し，値が 1 に近いほど想起すべきパターンに近いことを示している．

$$l_{\mu} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} s_i^{\mu} x_i(t) \qquad (5)$$

3.2　シミュレーションアルゴリズム

固定系列パターンを用いた連想記憶のシミュレーションは，まずニューロン 1 つに 1 画素を対応させ，二次元画像を固定系列パターンとしてニューラルネットワークに学習させる．次に，入力として学習させた固定系列パターンの初期値を入れると，次々と学習している固定系列パターンを想起するという動作を行う．

以下に，マスキング手法を用いない場合の固定系列パターンを用いたシミュレーションアルゴリズムを示す．また，扱う固定系列パターンを $\boldsymbol{S}^{0}$ から $\boldsymbol{S}^{M}$ とし，

固定系列パターンと想起結果間の類似度を l_0 から l_μ とする．

1. 各パラメータをそれぞれ設定する．
2. 固定系列パターン $\boldsymbol{S}^0$，$\boldsymbol{S}^1$，…，$\boldsymbol{S}^M$ を生成する．
3. 結合荷重 w を式(5)に基づいて求める．
4. ニューラルネットワークにパターン $\boldsymbol{x}(0)=\boldsymbol{S}^0$ を初期値として与える．
5. 式(1)と式(2)に基づいて $\boldsymbol{x}(1)$ を求める．
6. 式(5)から $\boldsymbol{x}(1)$ と $\boldsymbol{S}^2$ の類似度 l_2 を求める．
7. 3 から 5 の操作を繰り返して遷移回数 100 回を越えたら終了とする．

この場合に，連続する l_μ が 0.93 より大きい場合を想起に成功したと仮定する．

4　マスキング手法

4.1　系列パターンと想起

系列パターンのパターン相互に相関がないランダムパターン（図 2 参照）を系列パターンとし，ニューラルネットワークに学習させる．系列パターンをランダムパターンとした場合，連想記憶のシミュレーションの想起は成功する．しかし，現実に取り扱う系列パターンは，図 3 に示すような固定系列パターンであり，この固定系列パターンを用いた連想記憶のシミュレーションでは，ランダムパターンよりもパターン同士の類似度が増加するため，想起に失敗している(表 1)．

系列パターン間の類似度が増加すると，システムは想起すべきパターンとは別のパターンを出力し，図 4 のように想起に失敗する．そこで系列パターン間の類似度を減少させるマスキング手法を提案する．

表 1　パターン間類似度の比較

	最小値	最大値	想起結果
ランダムパターン (M=5)	0.04	0.20	成功
固定系列パターン (M=5)	0.30	0.55	失敗

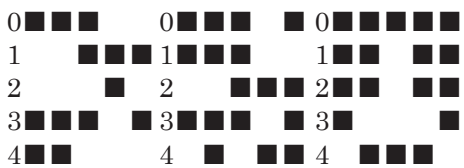


図 2　ランダムパターン(M=3)

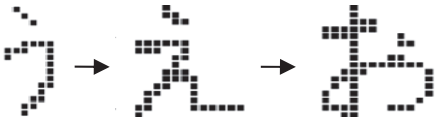


図 3　学習させる固定系列パターン(M=3)

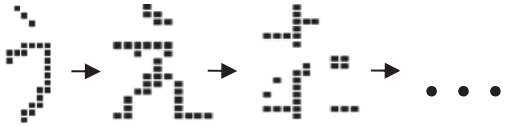


図 4　想起失敗例(M=3)

4.2　n 直線マスキング

固定系列パターンを用いた連想記憶の想起には，パターン間類似度が関係し，想起を成功させるためには固定系列パターンにマスキングを付加してニューラルネットワークに学習させる必要がある．しかし，固定系列パターン数が増加すると，マスキングパターンも増加し，記憶容量との関係が明らかになっていない．

そこで本研究では，固定系列パターンの記憶に適し，その記憶枚数が多くても対応できる新たなマスキング手法として n 直線マスキングを提案する[11]．

n 直線マスキングは，図 5 のように縦方向と横方向へランダムな位置に直線を付加し，総計を n (本)としたものである．n 直線マスキングは各パターンにおける黒の部分を増加させ，パターン間類似度を減少させることが期待できる．

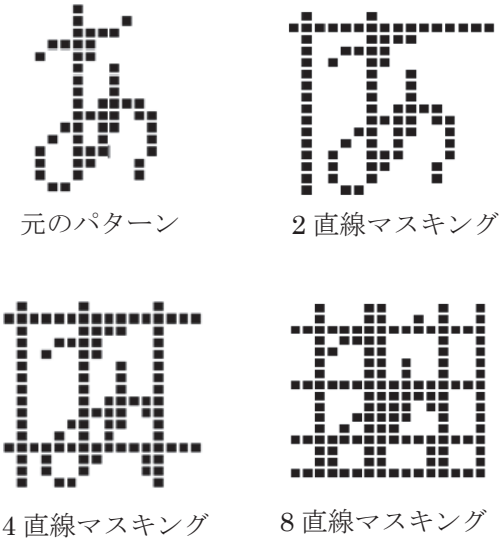


図 5　n 直線マスキング

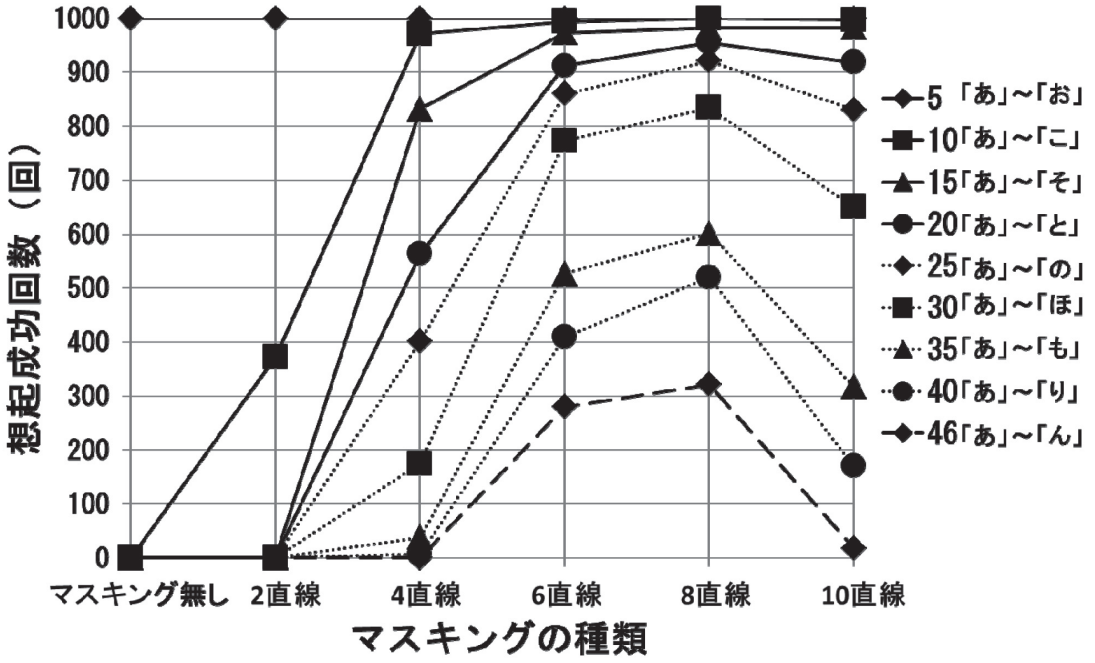


図 6　n直線マスキングシミュレーション結果

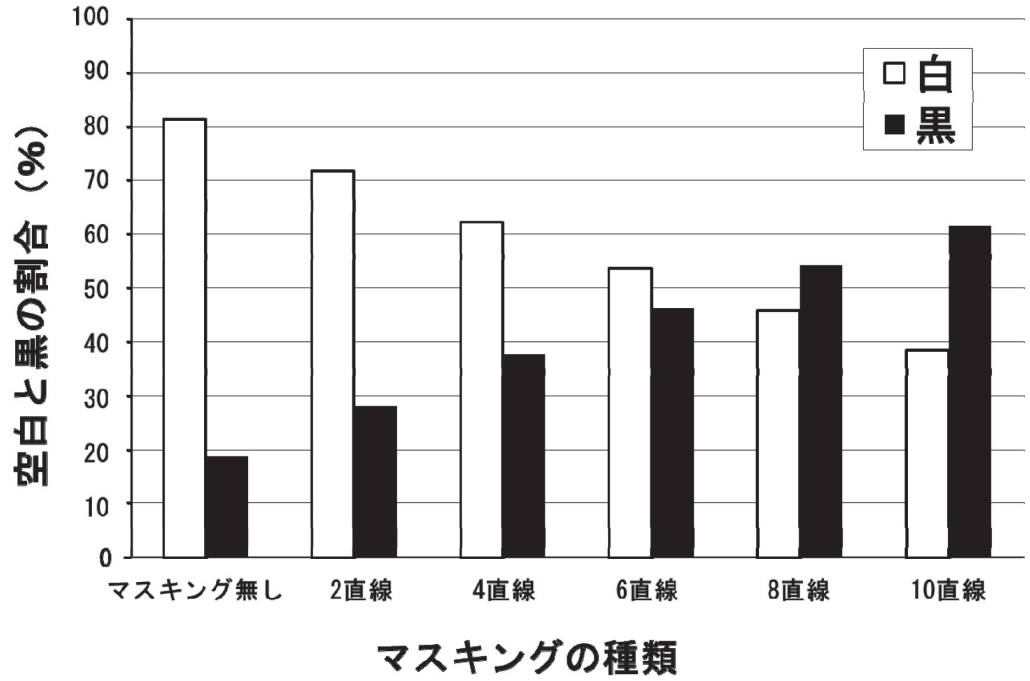


図７　各ｎ直線マスキングによる空白と黒の割合

4.3　n直線マスキングシミュレーション

固定系列パターン数は次のように増加させ，シミュレーションを行う．始めは「あ」から「お」の 5 枚とし，次は「あ」から「こ」の 10 枚というように，学習する固定系列パターンを 5 枚ずつ増やし，最後は「あ」から「ん」の 46 枚までというようにする．また，シミュレーションは固定系列パターンにマスキングを付加しない場合と，各 n 直線マスキングを付加したそれぞれの場合で行う．シミュレーション回数は 1000 回とし，1000 回の中で，想起成功となる回数をカウントし，評価を行う．

固定系列パターンにマスキングを付加した場合の連想記憶のシミュレーションアルゴリズムを以下に示す．

1. 各パラメータ，固定系列パターン数，マスキング本数の設定．
2. 固定系列パターン $\boldsymbol{S^0}$，$\boldsymbol{S^1}$，…，$\boldsymbol{S^M}$ にマスキングを付加．$\boldsymbol{S^{0\prime}}$，$\boldsymbol{S^{1\prime}}$，…，$\boldsymbol{S^{M\prime}}$ とする．
3. マスキング付加固定系列パターン $\boldsymbol{S^{0\prime}}$，$\boldsymbol{S^{1\prime}}$，…，$\boldsymbol{S^{M\prime}}$ を入力．
4. 式(5)に基づいて結合荷重を計算．
5. ニューラルネットワークにパターン $\boldsymbol{x(0)= S^{0\prime}}$ を初期値として与える．
6. 式(1)と式(2)に基づいて $\boldsymbol{x(1)}$ を決定．
7. 式(5)から $\mathbf{x(1)}$ と $\boldsymbol{S^{2\prime}}$ の類似度 l_2 を計算．
8. 6 から 7 の繰り返し．設定した遷移回数を越えたら終了．

この場合に，連続する l_μ が 0.93 より大きい場合を想起に成功したとする．

4.4　シミュレーション結果

図 6 に n 直線マスキングシミュレーションの結果を示す．縦軸はシミュレーション 1000 回中の想起成功回数を示し，横軸は固定系列パターンに付加したマスキングの種類を示している．また，各マーカーはニューラルネットワークに学習させる固定系列パターン数を示している．

図 6 より，ニューラルネットワークに学習させる固定系列パターン数が増加すると想起に失敗することが多くなっている．しかし，固定系列パターンにマスキングを付加して学習することで，想起に成功する回数が増加している．更に，固定系列パターンに付加するマスキングを 8 直線マスキングとした場合，他のマスキングに比べて想起成功回数が多くなった．これは，従来の縦横マスキングである 4 直線と比較しても，ニューラルネットワークに学習させる固定系列パターン数の増加に対応しており，本論文で扱ったひらがな文字全てを想起することにも成功している．しかし，ニューラルネットワークに学習させる固定系列パターンに付加するマスキングが 8 直線マスキングまでならば，マスキングの線の数が増加すると想起成功回数が増加しているが，10 直線マスキングの場合は，想起成功回数が減少することがわかった．

次に，ニューラルネットワークに学習させる固定系列パターンを 46 枚とし，マスキングを付加しない場合と各 n 直線マスキングを付加した場合の各パターンにおける空白の部分と黒い部分の割合を図 7 に示す．図 7 は，固定系列パターン 46 個の各パターンにおける空白の割合と黒の割合のそれぞれの平均値を示している．

図 7 より，固定系列パターンに付加するマスキングの線の数が増加すると，黒の割合が増加し空白の割合は減少している．また，マスキングを付加しない場合では，空白の割合が圧倒的に多く，ニューラルネットワークに学習させる固定系列パターンにおいて，各パターン同士の空白の部分が重なり，パターン間類似度が増加していると考えられる．同様に，10 直線のように黒の割合が増加すると，各パターン同士の黒の部分が重なり，パターン間類似度が増加し，シミュレーションの想起に失敗したと考えられる．

以上のことから，マスキング手法は固定系列パターンの各パターンの空白の割合と黒の割合について考慮して付加する必要があると考えられる．

5　結論

本研究では，固定系列パターンを用いた連想記憶において，新たなマスキング手法として n 直線マスキングを提案し，固定系列パターン数と想起の関係性について考察を行った．

まず，系列パターンの連想記憶における変数及びパラメータを定義し，シミュレーションのアルゴリズムを示した．また，従来の研究で扱われていたランダムパターンや，固定系列パターンを提示し，より現実的な連想記憶の実現のために固定系列パターンを扱うことや，固定系列パターンが想起に成功するために必要なマスキング手法の説明を行い，検討すべき問題として，固定系列パターン数の増加に対応したマスキング手法が必要であることを示した．

次に，新たに提案したマスキング手法である n 直線マスキングについてその概要とシミュレーションによる評価方法を示し，固定系列パターンにマスキングを付加させない場合と各 n 直線マスキングを付加させた

場合に分け，固定系列パターン数を変化させながら連想記憶のシミュレーションを行った．結果として，固定系列パターンにｎ直線マスキングを付加することは有用であることがわかった．また，8 直線マスキングを固定系列パターンに付加させた場合，固定系列パターン数 46 枚全ての想起に 3 割程度成功でき，提案したマスキング手法の中で，最も有用なマスキング手法であることがわかった．さらに，ｎ直線マスキングの考察として，固定系列パターンに対し，マスキングを付加させない場合と各ｎ直線マスキングを付加させた場合について，空白の割合と黒の割合をそれぞれ調べた結果，空白と黒のどちらか一方の割合が増加しすぎると，パターン間類似度が増加し，想起に失敗する事がわかった．

以上のことから，相関を持つ系列パターンである固定系列パターンの連想記憶において，固定系列パターン数が増加しても対応できるマスキング手法の提案が行えた．また，マスキング手法全般においては，マスキングを付加させた固定系列パターンの空白の割合と黒の割合を考慮することが必要だということがわかった．

謝　辞

本研究は，鹿児島工業高等学校情報工学科濱川研究室で卒業研究ならびに特別研究を行ってくれた学生が，日々切磋琢磨し研究をすすめてくれた成果である．この場を借りて謝意を表す．

参考文献

[1] 久間　和生，中山　高，“ニューロコンピュータ工学”，工業調査会，1992.

[2] 坂和　正敏，田中　雅博，“ニューロコンピューティング入門”，海文堂，1996.

[3] 甘利　俊一，“ニューラルネットの新展開”，サイエンス社，1993.

[4] 矢内浩文，沢田康次，“系列を連想する神経回路網モデルの性質，”信学論(D-Ⅱ)，vol. J73-D-Ⅱ，no. 8，pp. 1192-1197，Aug. 1990.

[5] H. Miyajima，N. Shigei，and Y. Hamakawa，“Transition properties of higher order associative memory of sequential patterns，” Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems，Volume 3215/2004，pp. 855-861，Springer Berlin，Heidelberg，2004.

[6] H. Miyajima，N. Shigei，and Y. Hamakawa，“Higher order differntial correlation associative memory of sequential patterns” IEEE International Joint Conference on，vol.2，pp. 891-896，July 2004.

[7] Y. Hamakawa，H. Miyajima，N. Shigei and T. Tsuruta，“On some properties of higher order correlation associative memory of sequential patterns，” Journal of Signal Processing，vol.8，No.3，pp. 225-234，May 2004.

[8] 立川雄一朗，，濱川恭央“微分相関モデルによる連想記憶のパラメータに関する研究”第 16 回電子情報通信学会九州支部 学生講演会，D-60，2009.

[9] 飛佐洋平，，濱川恭央“高次微分相関型モデルの連想記憶における類似度とマスキング手法”FIT2010 第 9 回情報科学技術フォーラム，講演論文集第 2 分冊，G-006，pp. 541-542，Sep. 2010.

[10] 吉元宏幸，濱川恭央“高次自己相関型モデルの連想記憶における類似度とマスキング法”FIT2010 第 9 回情報科学技術フォーラム，講演論文集第 2 分冊，G-006，pp. 539-540，Sep. 2010.

[11] 脇田靖弘，濱川恭央“連想記憶における系列パターンの学習方法に関する考察” 第 20 回 電気情報通信学会九州支部　学生会講演会，D-30，2012.

微分相関型モデルの連想記憶における記憶容量の検討

濱川　恭央[†]　飛佐　洋平[††]　井ノ上　大輝[†††]

Examination of Storage capacity about Associative Memory of Differential Correlation model

Yasuo HAMAKAWA　Youhei TOBISA　Hiroki INOUE

This paper describes the research of associative memory using neural networks. We realize the associative memory by means of the model of product of input as differential correlation model and memorize static pattern. However, the case memorizing static pattern, the storage capacity is limited. Therefore, we propose the new masking system for odd number pattern and inserting sequential masking patterns system for even number pattern. From the simulation, we considered the relation among the storage capacity and recalling. Moreover, we describe the new masking system and inserting sequential masking patterns system increase the storage capacity. Further, it is shown that the way of masking system is useful to increase the storage capacity.

Keywords：Neural Network, Associative memory, model of products for input, storage capacity

1　はじめに

多形態の情報を区別なく統合して扱う情報処理技術，曖昧な入力情報や不完全な情報から正しい結果や知識を獲得する情報処理技術など，人間の脳の情報処理に類似した柔軟な情報処理技術の開発が求められている．このような課題を解決する方法の１つとして脳の神経回路を模したニューラルネットワークがある[1].

1980 年代に Hopfield の相互結合型ネットワーク，Rumelhalt らの誤差逆伝播法(バックプロパゲーション)，Hinton と Sejnowski のボルツマンマシンなどの提案を契機として，現在の第 2 期ブームに至っている[2]．ニューラルネットワークの研究分野の中に，連想記憶がある．連想記憶とは，神経回路網上に分散・多重化されて蓄積された記憶内容を，入力情報を基に全体像や関連事項を想起するような人間の脳機能の１つである．連想記憶の研究分野において，これまで様々なニューロンモデルやニューラルネットワークの学習法が提案されており，特に自己連想記憶のような，時間変化しない静的パターンを用いたものが多く研究されている．一方，相互連想記憶のような時間変化がある系列パターンの連想記憶は自己連想記憶に比べ，人間の情報処理により類似しており，これらについても様々なモデルが提案されている[3].

また連想記憶のシミュレーションも系列パターンに無相関なランダムパターンを用いられている．しかし学習するパターンを相関のある固定系列パターンを用いた研究はより現実的であり，重要であることは周知の事実である．この学習するパターンを相関のある固定系列パターンとした場合，記憶容量（記憶できる枚数）が少なく，さらに固定系列パターン数を増加すると想起に失敗することがわかっている[4][5][6][7].

本研究では，連想記憶のモデルとして相互連想記憶，学習モデルは積結合モデルとして時間軸における入力と出力パターン間の差の相関を結合荷重に埋め込む微分相関型モデルを採用する[8][9][10]．また，学習するパターンを相関のある固定系列パターンとし，固定系列パターンに付加する新たなマスキング手法を提案し，そのマスキング手法の有用性について評価を行う．

2　シミュレーションのモデル

2.1　積結合モデル

積結合モデルは，ニューロンに対する全ての入力の中から任意の k 個の入力を取り出し，それらの積に結合荷重を与え，全ての組み合わせの和を入力とする．

k は入力の個数でそのモデルの次元数を表している．

† 鹿児島工業高等専門学校情報工学科
†† 鹿児島工業高等専門学校電気情報システム工学専攻
H22 年度修了生（当時　東京大学大学院進学）
††† 鹿児島工業高等専門学校電気情報システム工学専攻
大阪大学大学院進学予定

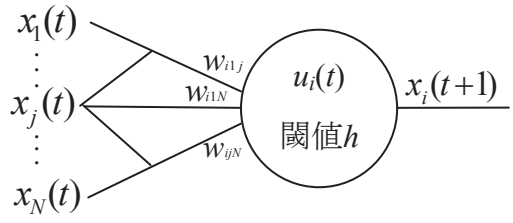


図１　二次の積結合モデル

$$u_i(t) = \sum_{j=1}^{N-1} \sum_{k=j+1}^{N} w_{ijk}\, x_j(t) x_k(t) \qquad (1)$$

$$x_i(t+1) = \mathrm{sgn}[u_i(t) + b x_i(t) - h] = \begin{cases} -1 (u_i \le 0) \\ 1 (u_i > 0) \end{cases} \qquad (2)$$

本研究では二次の積結合モデルを採用する(図１参照). このモデルの時刻 t における内部ポテンシャル $u_i(t)$は式(1)で表される．ここで，x_j，　x_kはニューロンに対する入力，w_{ijk}はニューロン j とニューロン k からニューロン i への結合荷重を示す．また，出力式は式(2)である．積結合モデルは結合荷重数の増加が見込め，記憶可能な系列パターン数が多くなり，後述の連想記憶を構築することができる[8][9][10].

2.2　ネットワークの構成

ニューロンの接続であるネットワーク構成は，相互結合型ネットワーク（図２参照）を採用する．相互結合型ネットワークは，各ニューロンは対等に結合した w_{ij}=w_{ji} とし，出力信号が他のニューロンにフィードバックされる特徴を持ったネットワークである．このネットワークに自身の出力がフィードバックする自己結合 b を持つ構成とする．

また入力パターンと出力パターンが異なる（系列パターンの入力パターンの次の）パターンを想起させるネットワークとした. この相互結合型ネットワークは，組み合わせ最適化問題の解決や，連想記憶などパターン処理に用いられている．

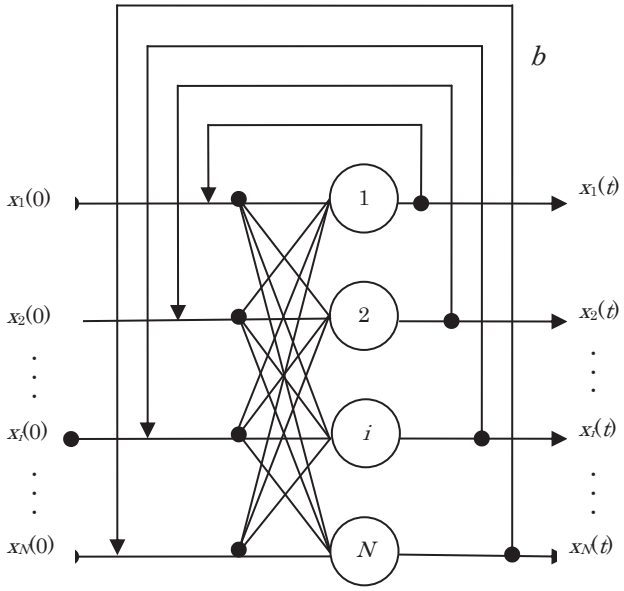


図２　相互結合型ネットワーク

2.3　微分相関型モデル

ニューラルネットワークを用いた連想記憶は，系列パターンの学習を行う記憶過程と，入力に従って出力を行う想起過程がある．連想記憶の実現において，記憶過程の系列パターンの学習方法が重要であり，その学習モデルとして，微分相関型モデルを採用した．

微分相関型モデルは，連続する時系列パターンの差によりニューラルネットワークの結合荷重を学習するモデルである．従来モデルにおける微分相関型モデルの結合荷重 w_{ij} の学習式は式（3）で表される．また，右下の添字は各パターンの構成要素を示している．

$$w_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{\mu} (s_i^{\mu+1} - s_i^{\mu})(s_j^{\mu} - s_j^{\mu-1}) \qquad (3)$$

時間軸における $\mu+1$ 番目の系列パターン $S^{\mu+1}$ と μ 番目の系列パターン $\mathbf{S}^{\mu}$ の差と, 同様に μ 番目の系列パターン $\mathbf{S}^{\mu}$ と $\mu-1$ 番目の系列パターン $\mathbf{S}^{\mu-1}$ の差の積により結合荷重 w_{ij} を求める．

二次の積結合モデルにおける微分相関型モデルは，従来モデルにおける学習式（3）を拡張したものであり，学習式（4）で表される．また，二次の微分相関型モデルでは，記憶したパターンが $\mathbf{S}^{\mu} \rightarrow \mathbf{S}^{\mu+1} \rightarrow \mathbf{S}^{\mu+2}$ と連続で記憶しているにもかかわらず，想起は連続ではなく $\mathbf{S}^{\mu} \rightarrow \mathbf{S}^{\mu+2} \rightarrow \mathbf{S}^{\mu+4}$ と一つ飛ばしたパターンを想起する特性があることがわかっている．

$$w_{ijk} = \frac{1}{{}_N C_2} \sum_{\mu} (s_i^{\mu+1} - s_i^{\mu})(s_j^{\mu} - s_j^{\mu-1})(s_k^{\mu} - s_k^{\mu-1}) \qquad (4)$$

ここで，${}_aC_b$ は a 個から b 個をとる組み合わせ(combination)を表す.

3　微分相関型モデルの連想記憶

3.1　パラメータと類似度の定義

ニューラルネットワークに記憶させる系列パターンとして無相関ランダムパターンを用いる．無相関パターンの各要素は式(5)を基に確率的に生成する．

ここで，Pr{･}は事象{･}の起こる確率を表し，各パラメータは M は系列パターン数，N はニューロン数を表す．$\mathbf{S}_i^{\mu}$ は μ 番目の無相関ランダムパターンの i 番目の要素を表す．

$$\Pr\{s_i^{\mu}=-1\}=p$$
$$\mu\in\{1,\cdots,M\},i\in\{1,\cdots,N\} \tag{5}$$

式(5)から，系列パターンの相関の大きさを式(6)で定義する．p=0.5 なら$\bar{S}$=0 となり系列パターンは互いに独立で相関が無いため，無相関ランダムパターンとなる．一方 $p\neq$0.5 なら系列パターンは互いに相関を持つ．

$$\bar{S}=1-2p \tag{6}$$

想起結果の精度として類似度 l_{μ} を式(7)に示す．

$$l_{\mu}=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}s_i^{\mu}x_i(t) \tag{7}$$

これは，μ 番目の系列パターン $\mathbf{S}^{\mu}=(s_1^{\mu},\ldots,s_N^{\mu})$ と時間 t におけるニューラルネットワークの各ニューロンの状態 $\boldsymbol{x}(t)=(x_1(t),\ldots,x_N(t))$ との差分を表している．類似度が 1 に近いほどニューラルネットワークの状態と想起すべきパターンの差分が少なく，類似していることを表す[10]．

3.2　シミュレーションアルゴリズム

ニューロンに 1 画素を対応させ，2 次元の画像をネットワークに記憶させる．系列パターン数 M=5，ニューロン数 N=25 とする．系列パターンを $\mathbf{S}^0$~$\mathbf{S}^4$ とし，系列パターンと想起結果間の類似度を l_0~l_4 とする．シミュレーションに用いるパラメータ値は文献[8],[10]を参照し，b=1，h=0 とする．以下に，シミュレーションアルゴリズムを示す．

1. 各パラメータの設定．
2. 式(5)から系列パターン $\mathbf{S}^0,\mathbf{S}^1,\ldots,\mathbf{S}^M$ を生成．
3. 結合荷重を式(4)に基づいて計算．
4. ニューラルネットワークにパターン $\mathbf{S}^0$ に似たパターン $\boldsymbol{x}(0)$ を初期値として与える．
5. 式(1)と式(2)に基づいて $\boldsymbol{x}(1)$ を決定．
6. 式(7)から $\boldsymbol{x}(1)$ と $\mathbf{S}^2$ の類似度 l_2 を求める．
7. 5～6 の繰り返し．設定した遷移回数を越えたら終了．

そこで次章では，系列パターン間の類似度を下げるマスキング手法を提案する．過去の論文から，連続する l_{μ} が 0.93 より大きい場合を想起成功とする[4],[8]．

3.3　無相関パターンのシミュレーション結果

表 1 に無相関ランダムパターン間の類似度を示す．無相関ランダムパターンは，パターン間の類似度は低く，連想記憶も正しく想起できている．また，微分相関型モデルの連想記憶では $\mathbf{S}^0\rightarrow\mathbf{S}^2\rightarrow\mathbf{S}^4\rightarrow\mathbf{S}^1\rightarrow\mathbf{S}^3$ のように，系列パターンを 1 つおきに想起することを画像データで確認できた．

3.4　固定系列パターンのシミュレーション結果

相関を持つ系列パターンを固定系列パターンとして，一般の手書き文字である電子技術総合研究所(現:産業技術総合研究所)で収集された ETL 文字データベースの中の ETL8 を採用する．このデータベースのひらがな文字を，16×16 の二次元画像とし，一要素が 2 値の白(-1)か黒(+1)を取るに変換し，固定系列パターンとして定義する．パラメータとして，固定系列パターンを $\mathbf{S}^{\mu}$，その数を M とし，入力パターンを $\boldsymbol{x}$，ニューロン数を N と定義する．

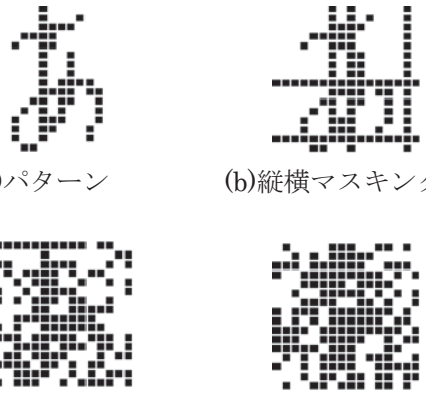
シミュレーションの想起結果を無相関ランダムパターンと比較するため，固定系列パターン間の類似度を表 2 に示す．シミュレーションの結果，想起に失敗した．これは表 2 に示した系列パターン間の類似度が高いことに原因があると考えられる．

表 1　無相関ランダムパターン間の類似度(M=5)

	$\mathbf{S}^1$	$\mathbf{S}^2$	$\mathbf{S}^3$	$\mathbf{S}^4$
$\mathbf{S}^0$	0.12	0.04	0.04	0.28
$\mathbf{S}^1$		0.12	0.04	0.04
$\mathbf{S}^2$			0.12	0.04
$\mathbf{S}^3$				0.04

表 2　固定系列パターン間の類似度(M=5)

	い	う	え	お
あ	0.33	0.47	0.53	0.43
い		0.48	0.38	0.3
う			0.55	0.45
え				0.46



(a)パターン　(b)縦横マスキング後

(c)ランダムパターン　(d)ランダムマスキング

図 3　マスキング手法概要

4　マスキング手法

どのような系列パターンにおいても，一様に系列パターン間の類似度を下げ，想起可能となるマスキング手法を提案する．概要図を図 3 に示す．

4.1　縦横マスキング

図 3(a)のパターンに図 3(b)のように縦横 2 本ずつのマスキングを付加した縦横マスキングをニューラルネットワークに記憶する．この際，各パターンに付加するマスキングの行及び列の位置はランダムに決定する．

結果，表 3 のように系列パターン間の類似度を下げることが出来，正しい想起結果を得られた．しかし，系列パターン数が増加すると各系列パターン間の類似度が大きい場合が多くなり，想起失敗となった．

表 3　系列パターン間の類似度（縦横マスキング）

	い	う	え	お
あ	0.02	0.1	0.11	0
い		0.07	0.02	0.05
う			0.07	0.15
え				0.02

表 4　系列パターン間の類似度
（ランダムマスキング）

	い	う	え	お
あ	0.03	0.05	0.1	0.02
い		0.03	0.06	0.02
う			0.07	0.06
え				0.05

4.2　ランダムマスキング

次に，図 3(a)の固定系列パターンに図 3(c)のような無相関ランダムパターンを付加したランダムマスキング（図 3(d)参照）をニューラルネットワークに記憶する．

表 4 からランダムマスキングの系列パターン間の類似度は，縦横マスキングより小さい値となり，正しい想起結果を得られた．また M=47 としシミュレーション実行回数 1000 回とした場合，縦横マスキングに比べて想起成功確率が上昇した．しかし，シミュレーションの度に異なるマスキングを用いるため失敗する場合もあった．

4.3.　ロジスティックマスキング

ランダムマスキングは，シミュレーションの度に異なるランダムパターンを生成し，各系列パターンに付加していたため，想起に失敗する場合もあった．

そこで，各系列パターンから特徴値（図 4 参照）を算出，さらに式(8)のロジスティック写像を用いて乱数値を算出することにより，各系列パターンとランダムパターン間に一意性を持たせるロジスティックマスキングを提案する．

$$X_{n+1} = \alpha X_n (1 - X_n) \qquad (8)$$
$$0 \le \alpha \le 4, 0 \le X_0 \le 1$$

各パターンの特徴値は，パターンの先頭からビットパターンが存在する座標(x_0,y_0)と，パターンの末尾からビットパターンが存在する座標(x_1,y_1)の 2 点（図 4 の参照）から求める．次に式(9)からロジスティック写像に代入する初期値 X_0 を算出する．

想起シミュレーションの結果，M=47 としシミュレーション実行回数 1000 回とした場合も，ロジスティックマスキング方式は，正しい想起結果を得ている．

$$X_0 = \{(x_0 + x_1) + (y_0 \times y_1)\} / \text{黒のビット数} \qquad (9)$$

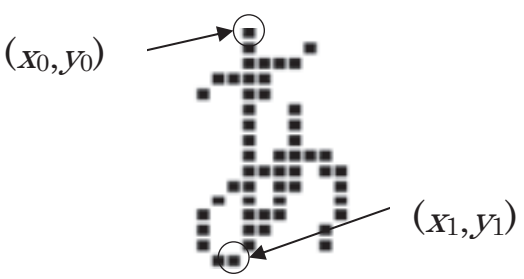


図 4　特徴値の選択

表 5　各マスキング手法のシミュレーション結果

	系列パターン間の類似度 (max/ave)	想起成功確率 [%]
マスキング無し	0.74/0.43	0
縦横マスキング	0.85/0.09	0
ランダムマスキング	0.38/0.04	74.8
ロジスティックマスキング	0.27/0.05	100

4.4　マスキング手法の考察

系列パターンに付加する各マスキング手法のシミュレーション結果を表 5 に示す．表 5 から以下のことがわかる．

(1)　縦横マスキングは，付加する直線の位置が重なる時に，系列パターン間の類似度も増加し，系列パターン数が多いとその重なりも増え想起に失敗する．

(2)　ランダムマスキングは，ランダム性が高く，ビットの重なりが少ない．系列パターン間の類似度も小さくなり，想起成功確率も上昇した．しかし，想起結果はそのランダム性に依存するため，シミュレーション実行のたびに想起の失敗も存在した．

(3)　ロジスティックマスキングは，個々の系列パターンに対し一意にランダムパターンが決定する．想起結果もシミュレーション実行のたびに変化せず，想起も安定する．

5　系列パターンの総数とマスキング

5.1　系列パターン枚数

微分相関型モデルには，$S^{\mu} \rightarrow S^{\mu+1} \rightarrow S^{\mu+2}$ と記憶したパターンが連続であるにもかかわらず，想起は連続ではなく $S^{\mu} \rightarrow S^{\mu+2} \rightarrow S^{\mu+4}$ と一つ飛ばしで想起するという遷移特性がある．記憶させる枚数を奇数枚の 5 枚の場合は，$S^0 \rightarrow S^2 \rightarrow S^4 \rightarrow S^1 \rightarrow S^3$ と全ての系列パターンを想起可能となる．しかし記憶させる枚数を偶数枚の 6 枚に設定すると，$S^0 \rightarrow S^2 \rightarrow S^4 \rightarrow S^0 \rightarrow S^2$ のように偶数枚目だけを想起する特徴がある．この特性を利用し，記憶させたい系列パターンの間に，別の挿入パターンを付加する方法を提案する．

記憶させる系列パターンの生成確率 ps，挿入パターンの生成確率 pb とし，想起シミュレーションを行う．

5.2　系列パターン挿入のシミュレーション結果

微分相関型モデルにおいて M=1300 とし，想起シミュレーションを行った．図 5 にその結果を示す．記憶させる系列パターンの生成確率 ps に関わらず，挿入パターンの生成確率 pb=0.5 で想起結果の類似度が最大（想起成功）となった．記憶させる系列パターンの生成確率 ps=0.25 場合においても pb=0.5 で想起可能となった．以上から理想的な挿入パターンは生成確率 pb=0.5 であり，相関がない挿入パターンであることがわかる．また相関がない挿入パターンの付加は，本来記憶させることのできなかった系列パターンの記憶も可能となった．

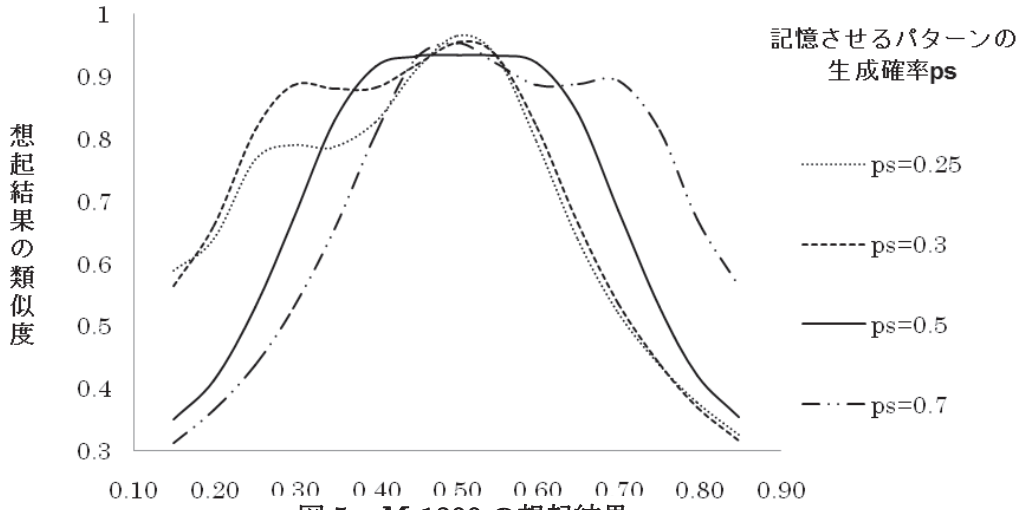


図 5　M=1300 の想起結果

６　まとめ

本研究では，微分相関型モデルによる，相関のある系列パターンの連想記憶を実現した．そこで，系列パターン間の類似度により，連想記憶の想起成功の有無が決まることがわかった．また，相関を持つ系列パターンの連想記憶を実現するために，複数のマスキング手法を提案した．

まず，パターンを１つのニューロンに１画素を対応させた２次元の画像とし，無相関ランダムパターンの連想記憶のシミュレーションを行った．結果，無相関ランダムパターンは，系列パターン間の類似度が低く想起に成功しやすいことがわかった．次に，同様に無相関ランダムパターンを用いて，微分相関型モデルの想起特性を示した．さらに，積結合モデルは従来モデルに比べ記憶可能な系列パターン数が多いことをシミュレーションにより示した．

次に，より現実的な相関を持つ固定系列パターンを用いて想起シミュレーションを行った．結果，想起シミュレーションに失敗し，系列パターン間の類似度が高いことに原因があると考えられた．そこで，解決策としてマスキング手法を提案し，その中でも特に，ロジスティックマスキングが有効であり，想起シミュレーションを成功させることができた．これにより，微分相関型モデルの連想記憶のシミュレーションにおいて，系列パターン間の類似度を下げることが有効であることがわかった[9].

さらに，微分相関型モデルには，記憶した系列パターンを $S^{\mu} \rightarrow S^{\mu+2} \rightarrow S^{\mu+4}$ と，一つ飛ばしで想起するという遷移特性がある．

この特性を利用し，記憶させたい系列パターンの間に，別の系列パターンを挿入する方法を提案し，挿入する系列パターンの生成確率 pb=0.5 の時に，想起に成功することがわかった[10].

以上の結果から，相関を持つ系列パターン間の類似度を下げるマスキング手法を提案し，従来できなかった相関を持つ系列パターンの連想記憶を実現することができた．

謝　辞

本研究は，鹿児島工業高等学校情報工学科濱川研究室で卒業研究ならびに特別研究を行ってくれた学生が，日々切磋琢磨し研究をすすめてくれた成果である．この場を借りて謝意を表す．

参考文献

[1] 久間　和生，中山　高，“ニューロコンピュータ工学”，工業調査会，1992.

[2] 坂和　正敏，田中　雅博，“ニューロコンピューティング入門”，海文堂，1996.

[3] 甘利　俊一，“ニューラルネットの新展開”，サイエンス社，1993.

[4] 矢内浩文，沢田康次，“系列を連想する神経回路網モデルの性質，”信学論(D-Ⅱ)，vol.J73-D-Ⅱ,no.8,pp.1192-1197,Aug.1990.

[5] H. Miyajima, N. Shigei, and Y. Hamakawa, “Transition properties of higher order associative memory of sequential patterns,” Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, Volume 3215/2004, pp.855-861, Springer Berlin, Heidelberg, 2004.

[6] H. Miyajima, N. Shigei, and Y. Hamakawa, “Higher order differntial correlation associative memory of sequential patterns,” IEEE International Joint Conference on, vol.2, pp.891-896, July 2004.

[7] Y. Hamakawa, H. Miyajima, N. Shigei and T. Tsuruta, “On some properties of higher order correlation associative memory of sequential patterns,” Journal of Signal Processing, vol.8, No.3, pp.225-234, May 2004.

[8] 立川雄一朗，“微分相関モデルによる連想記憶のパラメータに関する研究”第 16 回電子情報通信学会九州支部 学生講演会，D-60，2009.

[9] 飛佐洋平，“高次微分相関型モデルの連想記憶における類似度とマスキング手法”FIT2010 第 9 回情報科学技術フォーラム，講演論文集第 2 分冊，G-006，pp.541-542, Sep.2010.

[10] 井ノ上大輝，“連想記憶における系列パターンと記憶容量の検討”九州沖縄地区高専フォーラム，Dec.2013

簡易カメラを用いたインタラクション解析システムの開発

新徳　健†　渡邉　岳††

The Development of an Interaction Analysis System with a Simple Camera

Takeshi SHINTOKU　Gaku WATANABE

A remote communication system such as a video phone becomes widespread due to rapid development of information technology. However, a defect has been pointed out in such remote communication: it is hard to convey one's intention unlike face-to-face communication. This is because we can communicate smoothly by using not only verbal information but also nonverbal information in face-to-face communication. In this paper, a system for human interaction analysis was developed. Using this system, we got 3-d numerical data of body motion such as hand gestures and nodding in an experiment. Numerical data was obtained using the USB camera. The difference of interaction between face-to-face communication and non-face-to-face communication was analyzed by numerical data.

Keywords : Human interaction, Interaction analysis, Simple camera, Communication support

1　はじめに

近年非対面での遠隔コミュニケーションにおいて，音声のみでなく動画像を用いたテレビ電話や遠隔会議システムが実用化されている．これらのシステムを対象とするコミュニケーション特性の解析，評価も精力的に進められている[1)－6)]．しかし，このような遠隔コミュニケーションでは，対面でのコミュニケーションと異なり，間がつかみにくく，意思が伝わりにくいなどの欠点が指摘されている[7)－12)]．これは，対話者同士が空間的に切り離され，互いの距離感や相手との一体感など身体的な関わりが切れてしまうためだと考えられる．

またこれまでに，2 者間のコミュニケーションにおけるインタラクションの解析に関する研究は行われてきたが，3 者間以上の多人数によるコミュニケーションにおけるインタラクションの解析についてはほとんど研究されていなかった．しかし，日常では 2 者間のコミュニケーションより 3 者以上による集団コミュニケーションが行われることが多い．3 者以上での集団コミュニケーションでは 2 者間の場合とは異なり，常に 2 人以上の聞き手がいるため，現行の非話者が次の発言権を得るという保証がなくなり，聞き手がどのように振る舞えば次話者となれるのか，という部分に 2 者間コミュニケーションには無いインタラクションが存在すると考えられる．また，多人数コミュニケーションでは聞き手が複数存在するため，聞き手側が，発話が向けられた聞き手とそうでない聞き手，というように役割が異なる場合がある．つまり，同じ対話者（聞き手）であっても聞き手としての役割が変わることによるインタラクションの変化が考えられる．この変化も，2 者間コミュニケーションには表れない部分である．このように，3 者以上による多人数コミュニケーションでは 2 者間コミュニケーションと比べ，インタラクションがより複雑になるため，多人数インタラクションの解析が重要であると考えられる．

本研究では現実の 3 者間コミュニケーションにおける，対話者の身体動作を 3 次元計測するシステムの構築を行った．

身体動作計測システムは映画やゲームの製作，固体動作の分析などによく利用されているものの，複数の主体間の相互作用の解析にはこれまであまり利用されてこなかった．そこで，この身体動作計測システムを利用することにより，これまでビデオによる分析のように半ば主観的に行われてきたインタラクションの分析を定量的に行うことができる．本研究では一般に普及しており安価で手に入るシンプルな USB カメラを用いたシステムの構築を検討した．

†情報工学科
††電気情報システム工学専攻(現籍九州リオン(株))

2　インタラクション解析システムの概要

2.1　システムコンセプト

2 者間でのコミュニケーションでは話し手と聞き手が 1 対 1 の関係で対話が行われるが，3 者間でのコミュニケーションでは話し相手が 2 人になるため，自分と相手以外に相手同士の対話も発生する．

人は普段，複数人の相手と対話を行う際，視線や顔の向きを相手に合わせることによって対話の関係を明確にしている．しかし，相手の顔が見えない非対面でのコミュニケーションではそれができないため対話の関係が明確になりにくい．また非対面でのコミュニケーションでは対面の場合とは異なり，身体動作などのノンバーバル情報が乏しくなるため，円滑なコミュニケーションをとることが困難となる．

本研究では，図 1，図 2 に示すような，3 人の対話者による対面,非対面でのコミュニケーションを想定し，身振り・手振り・頷きといった身体動作を，各身体部位の 3 次元的な座標データとして取得するシステムを構築する．図 1 は対話者同士の姿が見える日常的な会話環境である．対話相手とのノンバーバル情報（身振り・手振り，頷き，視線，表情，顔色，瞬き）のやり取りが生じるため，円滑なコミュニケーションが行われる．一方，図 2 では対話者同士の間に仕切りを設置し，対話する相手の姿が全く見えないためノンバーバル情報のやり取りが行われず，ほぼ言葉によるバーバル情報のみのやりとりとなるため，意思が通じにくくなる，会話のテンポが遅くなるなど，ぎこちないコミュニケーションになることが予想される．

取得したデータと，各々の会話での役割，互いの位置関係，発言内容から，対面・非対面でのコミュニケーションにおけるインタラクションの差異の考察が可能となる．

取得したデータの評価方法には様々なものがある．例えば，単純に動作の総和量が大きい身体部位はコミュニケーションにおいて重要な役割を果たしていると考えられるし，その動作量を対面と非対面の場合とで比較することで，対面・非対面でのインタラクションの差異が考察できると考えられる．

図 1　対話環境(対面)

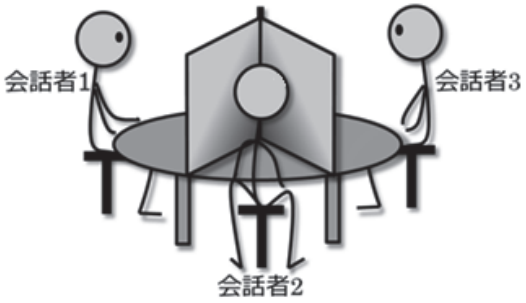


図 2　対話環境(非対面)

2.2　身体動作計測

身体動作の撮影には図 3 に示す Logicool 社製の Webcam Pro 9000 を用いる．本カメラは最大 200 万画素（1600×1200)での動画キャプチャが可能で,フレームレートは最大 30fps である．本研究では，後に述べる方法で身体動作を 3 次元的に計測するため対話者一人に対して 2 台ずつ使用する．また，対話者を撮影するための USB カメラの大まかな配置図を図 4 に示す．

身体動作の計測には OpenCV によるオプティカルフローを用いた．OpenCV とは，インテル社が開発・公

図 3　Webcam Pro 9000

図 4　カメラ配置図

開した画像処理向けのオープンソースライブラリである．ライブラリには，工場の製品検査，画像診断，セキュリティ，ユーザインタフェース，カメラキャリブレーション, ステレオビジョン, ロボット工学を含む，多くの領域にわたる 500 以上の関数が含まれている．

また，オプティカルフローとは，時間的に連続するデジタル画像において物体の動きをベクトルで表現したものである．本研究では図 5 に示すように，身体動作を，オプティカルフローを用いて追従することで，フレーム毎の座標を取得する．

OpenCV により用意されているオプティカルフローの計算手法には,「密なオプティカルフロー」と呼ばれる HS 法とブロックマッチング法,「疎なオプティカルフロー」と呼ばれる LK 法の 3 手法がある．

「密なオプティカルフロー」は画像内のすべてのピクセルに対して速度を求めるもので，計算コストが高く，計算に時間がかかるうえ大きなモーションをトラッキングできないという欠点がある．

一方,「疎なオプティカルフロー」はあらかじめトラッキングすべき点の部分集合を指定する．これらの点がコーナー（2 つの直行する方向で微分値が大きい部分）などのトラッキング可能な特徴を持っていれば，このトラッキングは比較的ロバストで信頼性がある．また，計算コストが密なオプティカルフローに比べ遥かに少ないため，高速な計算が可能である．これらの理由から，本研究で行う身体動作計測には「疎なオプティカルフロー」である LK 法を用いる．

図 5　オプティカルフローによる追従

図 6　身体動作計測部位

LK 法は，オプティカルフローの計算の他，ステレオマッチング，ロボットの動物体検出等，様々な場面で利用されている．LK 法を用いたオプティカルフローによる対象点の追従の様子を図 5 に示す．

本研究では，このオプティカルフローによる身体動作の計測を，図 6 に示すように各対話者の頭・首・両肩・両肘・両手首の計 8 カ所について行う．

3　カメラ画像処理

3 次元点の座標計測には三角測量法を用いており，2 つの画像面が正確にそろう場合に最も簡単に計算が行える．しかし，実際には 2 台のカメラは同一平面ではなく，画像平面が平行にそろっていない場合がほとんどである．したがって 2 台のカメラの画像面が平行になり，画像の列が完全にそろった状態でまったく同じ平面内に来るように再投影するといったステレオ画像処理を行わなければならない．

人間は, 物体を 2 つの眼を用いて立体的に見ている．これをコンピュータ上では，1 つの撮像素子が見ている点ともう一つの撮像素子が見ている同じ点との対応を見つけることで実現する．このような対応とカメラ間の距離がわかっていれば, その点の 3D の位置が計算できる．ステレオ画像処理にはいくつかのステップが存在する．またこれらの処理は OpenCV 内の関数によって行われる．

3.1　カメラキャリブレーション

本システムでは，対話者の身体動作を 3 次元的に計測する．一般的に，カメラ画像から 3 次元情報を取得するには 3 次元空間の各点がカメラ画像のどの位置に投影されるかをはっきりさせなければならない．つまり，正確な位置計測を行うためには，カメラの位置座標，方向，レンズ特性などを正確に測定する必要がある．しかし，市販のカメラの中心位置や焦点距離を物理的に測定するのは困難である．そのため，3 次元空間がカメラにどの様に写りこむのか実際に測定することで，カメラの固有パラメータを推測する．この処理をカメラキャリブレーション（校正）と呼び，ステレオ計測の精度に影響する重要な工程である．

OpenCV で用意されているキャリブレーション関数では，図 7 に示すような正方格子パターン（チェスパターン）を回転及び平行移動させ様々な角度から撮影

した．複数視点の画像を数十枚用意することで，各画像の撮影時点におけるカメラの相対的な位置と方向及び，歪み係数を含むカメラ内部パラメータを得ることができる．

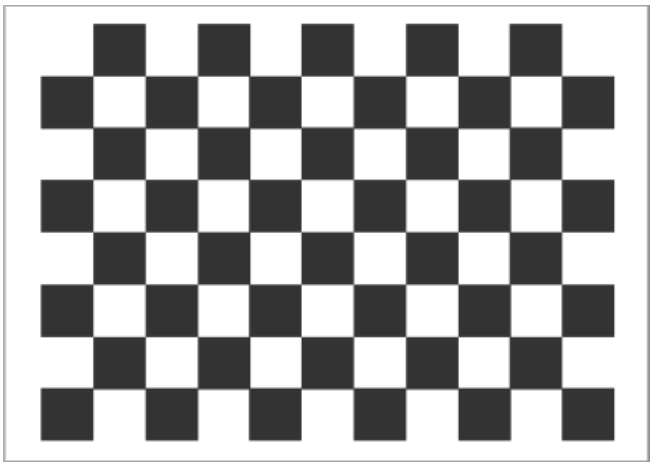


図 7　キャリブレーション用画像

3.2　歪み補正

次に，カメラキャリブレーションで得た歪み係数を用いてカメラレンズの歪み補正を行う．理論上，歪みの全く生じないレンズはあるが，実際には製造上の問題から歪みの全くない完璧なレンズというものが存在せず，レンズの形状に起因する半径方向歪み，カメラの組み立ての不具合に起因する円周方向歪みが生じてしまう．そのため，数学的にレンズの歪みを除去する必要がある．

カメラキャリブレーションにより得た歪み係数と原画像を歪み補正関数に入力することで，歪みが除去された補正画像を生成する．

歪み補正処理の精度は当然カメラキャリブレーションの精度に依存する．図 7 に示したチェスパターン画像をより大きくし，画像の枚数を増やすことでカメラキャリブレーションの精度は上がる．実際に良い結果を得るためには，少なくとも 7×8 以上の大きなチェスパターン画像を，様々な見え方を得るために，画像間で十分に動かしたものが少なくとも 10 枚は必要になる．今回使用した USB カメラの性能が良く元々顕著な歪みはなかったが，拡大して細かく見るとわずかに生じていた半径方向の歪みが歪み補正処理の結果，補正されていることが確認できた．

3.3　ステレオキャリブレーション

次に，ステレオキャリブレーションを行う．ステレオキャリブレーションとは空間内にある 2 台のカメラ間の幾何学的な関係を計算するプロセスである．ここでも 2 台のカメラ間の回転行列と平行移動ベクトルを求める．

カメラキャリブレーションで行ったようなチェスパターン画像の撮影を 2 台のカメラで行う．この画像データをステレオキャリブレーション関数に入力することで，右のカメラと左のカメラを関連付ける単一の回転行列と平行ベクトルを求める．

3.4　平行化

平行化処理では，ステレオキャリブレーションで得た回転行列と平行ベクトルを用いて，2 台のカメラの画像面が平行になり，画像の列が完全にそろった状態でまったく同じ平面内に来るように数学的に再投影する．

3.5　ステレオ対応点探索

左右のカメラの画像面内における 3D 点のマッチング処理をステレオ対応点探索と呼ぶ．この処理は，2 つのカメラの視野が重なり合う視覚領域上のみで計算することが出来るため，カメラの配置をできるだけ平行にすることでより良い結果が得やすくなる．

OpenCV では高速で効果的なブロックマッチングステレオアルゴリズムが実装されている．これは，小さな差分絶対値和（SAD： Sum of Absolute Differences）ウィンドウを用いて左右のステレオ画像間で対応点を見つけるものである．SAD の値が小さければ小さいほど似ている領域と判断することができる(3.1)．

$$SAD = \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=0}^{M-1} I(i,j) - T(i,j) \qquad (3.1)$$

Iが左画像，Tが右画像，$I(i,j)$ と $T(i,j)$ はそれぞれ座標(i,j)の画素の輝度値である．

SAD ウィンドウをスライドし，左画像内の特徴点に対して，右の画像で対応する行から最もよくマッチするものを探すことで対応点の探索を行う．

各領域について画像全体を走査すると膨大な計算量になってしまうため，エピポーラ線が用いられる．一方の画像上の 1 点に注目したとき，その点を通る視線はもう一方の画像上では 1 本の直線として映る．また，その直線上の各点を通る視線は，元の画像上では 1 本の直線となる．したがって，対応点の対は左右の画像上の一対の直線上に存在するため，その直線上だけ探索を行えば良いことになる．この直線がエピポーラ線である．

平行化を行うと，各行がエピポーラ線になるため，右の画像内でマッチングする場所は左の画像内の同じ

行（同じy座標）となるはずである．また，左の特徴点の座標が(x_0, y_0)にありカメラが平行な位置にあれば，それに対応する領域は同じ行内で，視差が 0 ならx_0，それより大きな視差ならx_0よりも左に見つかるはずである．従って，x_0から左方向にのみ探索を行えばよい．

ブロックマッチングステレオアルゴリズムによる対応点探索の実験の結果，画面上で測定部位に直接マーキングした場合では精度が悪かったが，測定部位にシールを貼付し，特徴点を際立たせることで，対応点探索の精度を上げることができた．

4　3 次元計測

4.1　三角測量法

本システムでは，対話者の身体動作の 3 次元点の座標計測を行う．つまり，計測部位の横方向の移動と縦方向の移動に奥行きを持たせた計測となる．

3 次元点の座標計測には，三角測量法を用いる．三角測量法とは，土木工学分野の測量でごく普通に用いられるもので，ある 2 点間の正確な距離が分かっている場合，その 2 点から離れたある地点との距離は，その 2 点との角度が分かれば「三角形の一辺とその両端角が分かれば三角形が確定する」という性質によって確定することができる．

本システムでは，この手法をコンピュータ上で実行する．歪み補正，平行化，対応付けを済ませたことで，完全に歪みが補正され，行がそろい，正確に計測された仮想的なステレオ装置において三角測量法を適用すると，3 次元点の座標は（4.1）式により表現される．X,Y,Z 座標系において，Tは 2 カメラ間の距離，(u, v)は各画像の投影中心座標，fはカメラの焦点距離，$d = u - u'$は視差である．

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} uT/d \\ vT/d \\ fT/d \end{bmatrix} \tag{4.1}$$

4.2　カメラ配置

3.5 項で述べたように，対応点探索はカメラの配置をできるだけ平行にすることでより良い結果を得やすくなる．2 台のカメラを平行に配置しつつ，対話者の上半身が両カメラの視野にしっかりと映り込むように配置すると，2 カメラ間の距離は 25cm 程度，対話者との距離は 100cm 程度となった．2 台の USB カメラの配置を図 8 に，両カメラの視野を図 9 に示す．

3 次元計測は両カメラの視差が大きい（カメラと対話者の距離が近い）ほど精度が高くなるが，これ以上近づけると身体動作の際に測定部位が画面外に出てしまう恐れがあるため，この距離とした．

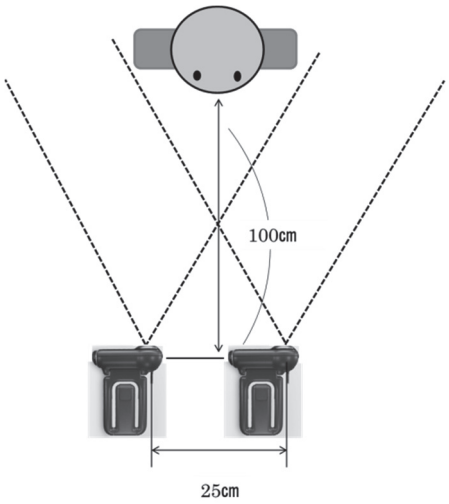


図 8　USB カメラの配置

図 9　両カメラの視野

本システムでは，左画像面上で計測対象部位にマーカーを付け，その領域と対応する領域が右画像面上で探索された時点で計測が開始する．毎フレームごとに両カメラ画面内での対象部位の 2 次元座標を取得後，次項で述べる三角測量法によって求めた実空間上の 3 次元座標データをファイルに蓄積していく．

5　身体動作計測結果

本研究で考案したシステムで対話者の一人の身体動作について 3 次元計測を試行した結果 8 か所の各計測部位に対して図 10 のようなマーカーの X・Y・Z 座標と計測開始からの時間，フレーム数が記録されたファイルが生成された．

計測の結果，主に処理速度とオプティカルフローの追従についての問題が生じた．本システムでは，座標を取得するまでに膨大な量の計算を行っており，その中でも最も計算量の多いのが対応点探索である．本システムでは高速で効果的なブロックマッチングステレ

data1 - メモ帳

ファイル(F)　編集(E)　書式(O)　表示(V)　ヘルプ(H)

X	Y	Z	時間	フレーム
641	161	201	27914[ms]	1
641	160	201	28072[ms]	2
640	159	201	28306[ms]	3
641	160	202	28431[ms]	4
640	160	202	28602[ms]	5
640	160	202	28727[ms]	6
640	160	203	28868[ms]	7
640	161	203	29039[ms]	8
640	160	202	29242[ms]	9
640	160	202	29367[ms]	10
640	160	201	29538[ms]	11

図 10　取得ファイル

オアルゴリズムを採用しているが，毎フレームごとに 8 か所についての計算を行うため，どうしてもフレームレートが低下してしまう．アバタへの適用を考えると出来るだけ短い間隔で測定を行いたい．そのためには，リアルタイムではなくオフラインで後から 1 か所ずつについての座標取得をするという方法に限定せざるをえない．

また，計測中に測定部位が回転し，他の身体部位に隠れてしまうなどして，画面上から見えなくなった際に，当然ながらマーカーが外れてしまう．一度外れたマーカーは自力では戻らないため，再探索する方法を考えなければならない．一つの方法として 8 か所の計測部位にそれぞれ見た目の異なるシールを張り，それぞれのマーカーを含む小領域をテンプレートとしてあらかじめ記憶させることで，対応点探索の要領で再探索できればと考えたが，実装には至っていない．

6　おわりに

本研究では，3 者間コミュニケーションにおけるインタラクションの解析を目的とした，身体動作計測システムの構築を行った．撮影機器には高価な現状のシステムよりも容易な導入を目指し，一般に普及しており安価で手に入る USB カメラを用いた．身体動作の計測には，3D アバタへの適用を考慮し，オプティカルフローと三角測量法を用いて 3 次元的計測を行えるようにした．しかし，本システムでは追従が外れてしまうと復帰が出来ないため，その時点で計測が終わってしまう．そのため一度対象から外れても再探索し復帰できるようにすることが，今後の最大の課題である．この課題をクリアすれば，リアルタイムではないにしても，コミュニケーションにおける各対話者の身体動作データを抽出することは十分可能であり，得た座標データを，各身体部位の動作量，発話との相関，他者との引き込み，など様々な角度から見ることで多人数インタラクションの解析につながると考えられる．

参考文献

1)　呉俊，田村博，渋谷雄：“通常映像および ISDN 映像の話者映像効果の比較研究”，電子情報通信学会論文誌 DII, Vol. J79-D-II No. 4, pp. 518-526, 1996.

2)　河合智明，坂内祐一，田村秀行：“遠隔操作可能なカメラを用いた能動的な状況把握システム”，情報処理学会論文誌, Vol. 38, No. 4, pp. 883-890, 1997.

3)　城塚音也，桑田喜隆，安地亮一，小泉宣夫：“遠隔会議を対象とした音声対話モニタリングによる対話支援システム”，情報処理学会論文誌，Vol. 39, No. 5, pp. 1240-1247, 1998.

4)　Sellen,A.: “SPEECH PATTERNS IN VIDEO-MEDIATED ONVERSATIONS”, Human Factors In Computing Systems CHI92, pp. 49-59, 1992.

5)　森川治：“ビデオ対話における自己像の表示による対話相手の存在感への影響”，ヒューマンインターフェース学会誌，Vol. 1, No. 1, pp. 61-68, 1999.

6)　Morishima,S.：”Non-verbal Communication System in Cyberspace”, Usability Evaluation and Interface Design, 2001.

7)　清水博，三輪敬之，久米是志，三宅美博：「場と共創」NTT 出版 2000.

8)　Miwa,Y. , Wesugi, S. , Ishibiki, C. and Itai, S :" Embodied Interface for Emergence and Co-share of ‘Ba’", Usability Evaluation and Interface Design, 2001.

9)　黒川隆夫：「ノンバーバルインタフェース」電子通信情報学会編，オーム社 1994.

10)　渡辺富夫：“コミュニケーションにおける身体性”，ヒューマンインターフェース学会誌，Vol. 1, No. 2, pp. 14-18, 1999.

11)　Ogawa, H. and Watanabe, T.: "InterRobot:speech-driven embodied interaction robot", Advanced Robotics, Vol. 15, No. 3, pp. 371-377, 2001.

12)　田村博:「ヒューマンインターフェース」オーム社 1998, pp. 263-267.

携帯端末を用いた簡易障害物検出システムの開発

新徳　健†　市野　拓郎††

The Development of an Obstacle Detection System with a Mobile Computer

Takeshi SHINTOKU　Takuro ICHINO

The number of visually impaired people in Japan is 31 million in 2006. They walk on the Braille block with a white cane or a guide dog. However, these methods have problems. It is difficult to avoid an obstacle on the Braille block. It is slippery on a rainy day. Furthermore, it costs so much to grow a guide dog that the number of guide dogs is insufficient. In addition, guide dogs are not available for people who are under 17. Therefore, we need to develop a walking support system using a wearable computer in order to solve these problems. The purpose of this study is to develop a system which helps blind people walk safely.

Keywords : Visually impaired support,　Wearable computer,　Image processing,　USB camera

1　はじめに

日本における視覚障害者の人数は 31 万人とされている（平成 18 年）[1]．視覚障害者が移動する際に用いる手段としては白杖を利用し，図 1 に示すような視覚障害者誘導ブロック（以後点字ブロックと省略する）を使用する，盲導犬を利用することなどが考えられる．

これらの手法の問題点として，前者の場合は点字ブロックの上に自転車等の障害物が存在する場合視覚障害者の歩行の妨げになる（図2），点字ブロックの色が変色した場合地面との区別がつきにくくなる，周囲の環境に合わせて色を選んだ場合弱視者が判別できなくなる，雨天時に滑りやすいなどがある．

また，後者の場合には一頭の盲導犬を育てるために300万円ほどの費用がかかり，一種一級の視覚障害者が約12万人いるのに対し盲導犬の数は950頭ほどであると言われ視覚障害者全員が盲導犬を利用できるわけではない，協会によっては18歳以上でないと利用できないなどがあげられる．

これらの問題点を解決する方法としてウェアラブルコンピュータを用いた歩行支援システムなどがある．ウェアラブルコンピュータとはマサチューセッツ工科大学のメディアラボで最初に提唱された概念で，身につけて持ち歩くことが可能なコンピュータのことであり，服や鞄，腕時計のように身に着けて利用する．

既存の研究として，GPSを用いて経度，緯度を取得し，現在地の住所を提示し，近くにどのような施設があり，それらの施設の地理的所在などの地理的状況を視覚障害者に伝え，現在地から目的地までの経路探索

図 1　点字ブロック

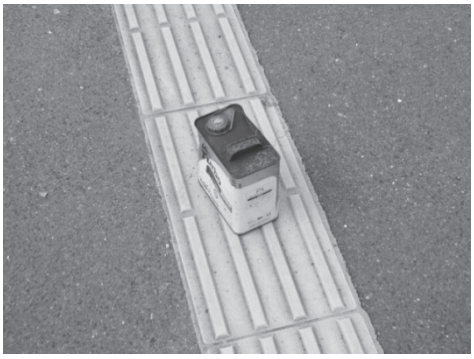


図 2　障害物が存在する点字ブロック

†情報工学科
††電気情報システム工学専攻(現籍北陸先端科学技術大学院大学

を行う歩行支援システム[2]，屋外での歩行支援にはGISデータ，屋内ではCADデータをそれぞれ基盤データとして用いる歩行者支援システムの研究などがある[3]．

これらの方法を用いることにより視覚障害者の歩行を支援することができるが，足元にある障害物を検出することや，物陰からの障害物（人間，自転車，自動車など）に対応することは難しいと考えられる．

そこで本研究では，カメラから入力された画像から点字ブロックを認識し，その上に障害物が存在した場合歩行者に警告を出す，また障害物が出現しそうな出入口，車など比較的サイズの大きい物体を検知し歩行者がその場所へ近づいた際音声などで警告を行い一時停止や迂回などを促し，安全か否かを確認したあとさらに歩行者へ指示を出すというシステムの開発のための調査を行い視覚障害者がより安全に歩行できるよう支援することを目的とする．本研究では，ノートパソコンと比較的安価で入手することができるUSBカメラを用いてシステムの構築を提案する．

2　歩行者支援システムの概要

2．1　システムコンセプト

視覚障害者が白杖を用いて移動する際に点字ブロックの上に障害物が存在する場合歩行の妨げになってしまう．そこで，USB カメラを利用し点字ブロックをパターンマッチング法で認識し，その上に障害物が存在した場合警告を出す．

また，比較的大きな物体を認識し，物体があることにより死角となっている箇所から人や車が飛び出してきた際にも警告を出す．

実際にはウェアラブルコンピュータで動作することを目標とするが，今回は開発段階であるためノートパソコンでの動作を確認する．

動画の取得には Logicool 社製の Webcam Pro 9000 を用いる．本カメラは最大 200 万画素（1600×1200）での動画のキャプチャが可能で，フレームレートは最大 30fps である．

2．2　物体検出

物体が移動しているかどうかを判断するために OpenCV を利用する．OpenCV とはインテル社が開発，公開した画像処理向けのオープンソースライブラリである．また，クロスプラットフォームで動作する．

2．2．1　パターンマッチング

点字ブロックなどの判断方法はテンプレートマッチング法を用いる．テンプレートマッチングとは対象物の位置を調べ，移動する物体を追跡する方法である．テンプレート画像と呼ばれる探索したい物体の画像を予め用意する．そして，探索させたい入力画像内でテンプレート画像を移動させながら，入力画像とテンプレート画像との類似性を調べることで，入力画像中にテンプレート画像と同じパターンが存在するかどうかを判断する．

幅 *Wi*，高さ *Hi* の画像 *I(xi，yi)*を対象とするテンプレートマッチング法のアルゴリズムを以下に示す．

探索したいパターンを幅 *Wt*，高さ *Ht* のテンプレート画像 *T(xt，yt)*として保持する．入力画像 *I(xi，yi)*中の任意の位置で大きさ*(Wt，Ht)*の矩形領域と，テンプレート画像との類似度を計算し，入力画像中で類似度の高くなる部分を探索する．この時テンプレート画像は，入力画像より小さくなければならない．類似度として，輝度差の絶対値の総和(SAD ： Sum of Absolute Difference)，輝度差の自乗和(SSD ： Sum of Squared Difference)，正規化相互相関関数(NCC ： Normalized Cross-Correlation)などが用いられる．入力画像内の座標*(a，b)*をテンプレート画像の左上とした場合，それぞれの値は以下のように求められる．

SAD(Sum of Absolute Difference)

$$R_{SAD}(a,b)=\sum_{i=0}^{Ht-1}\sum_{j=0}^{Wt-1}|I(a+i,b+j)-T(i,j)| \quad (2.1)$$

SSD(Sum of Squared Difference)

$$R_{SSD}(a,b)=\sum_{i=0}^{Ht-1}\sum_{j=0}^{Wt-1}|I(a+i,b+j)-T(i,j)|^2 \quad (2.2)$$

NCC(Normalized Cross-Correlation)

$$R_{NCC}(a,b)=\frac{\sum_{i=0}^{Ht-1}\sum_{j=0}^{Wt-1}|I(a+i,b+j)-T(i,i)|}{\sqrt{\sum_{i=0}^{Ht-1}\sum_{j=0}^{Wt-1}(a+i,b+j)^2\times\sum_{i=0}^{Ht-1}\sum_{j=0}^{Wt-1}T(i,j)^2}} \quad (2.3)$$

SAD や SSD は値が小さいほど，NCC は値が大きいほど，類似度が高いことを示す[4]．

2．2．2　機械学習

機械学習とは，コンピュータにある程度のサンプルデータを解析させ，その中にあるパターンを認識する上で必要な規則などを抽出させる技術である．Haar-like 特徴分類手法は大規模な数の顔や目の画像を機械学習させた結果から検出画像の矩形領域に学習させた顔や目のパターンが検出できるか判定している[5]．

画像の機械学習を行うには，検出画像，対象を含んでいる画像（ポジティブ画像），対象を含んでいない画像（ネガティブ画像）を用意する．これらを用いポジティブならば検索結果はヒット，ネガティブならば検

索結果は失敗とコンピュータに訓練を行う．画像数が多くなるほど検出精度が高まる．この機械学習を用いて車などを認識させる．

2．2．3　Haar-like 特徴分類手法

物体検出にはHaar-like特徴分類手法を用いる．Haar-like特徴分類は矩形の分類器を検出対象画像と重ね合わせ，類似度を計算する[5]．

分類器は最初に数百の正例と負例によって学習される．正例とは，同一のサイズにスケーリングされた特定のオブジェクトを含むサンプルであり，負例は正例と同一サイズの任意の画像である．

学習後に分類器は入力画像の着目領域に対して適用される．その領域にオブジェクトが写っていると思われる場合，分類器は1を出力し，それ以外では0を出力する．画像全体からオブジェクトを探索するためには画像中の探索ウィンドウを移動させながらその個々の領域に分類器を用いて判別する．

2．3　移動物体検出

移動物体の検出にはオプティカルフロー検出，動的輪郭追跡といった方法が考えられる．以下の手法を用いることで車の陰などから飛び出してくる物体の検出が可能になると考えられる．

2．3．1　オプティカルフロー検出

オプティカルフローとは，時間連続な画像列を利用して，画像の速度場を求め，それをベクトル集合で表現したものである．ベクトルの向き，大きさから危険があるかどうかを判断する[6]．

勾配法では,「物体上の点の明るさは移動後も変化しない」という仮定から時空間微分とオプティカルフローの関係式を導出し,「オプティカルフロー拘束方程式」を用いてフローを求める．

ブロックマッチング法では画像中のあるブロックをテンプレートとして，次の瞬間の画像中からマッチする箇所を探索することでフローを求める．

オプティカルフローには Luccas-Kanade 法，Horn-Schunck 法などがあり，今回のシステムでは比較的高速に計算が行える Luccas-Kanade 方を採用する予定である[7]．

2．3．2　動的輪郭追跡

動的輪郭追跡とは,変形する輪郭を逐次計算する(多くの場合は反復計算) 手法である． 追跡対象となる物体は，それらの手法により，三次元形状物体，変形物体，関節構造体など様々である．

3　システム開発

テンプレートマッチングを利用した点字ブロックの判定を行うシステムを C 言語を用いて OpenCV の関数 cvMatchTemplate を利用しプログラムを作成した. テンプレート画像，入力画像を用意し，入力画像中でテンプレート画像がマッチした場合マッチした箇所を矩形で囲むプログラムである．

4　実験結果

テンプレートに用いた画像を図3に，障害物が存在しない場合の入力画像を図4に，障害物が存在しない場合にテンプレートマッチングを行った結果を図5に示す．マッチングが成功していることがわかる．

次に障害物として空き缶が存在する場合の入力画像を図6に示す．障害物として空き缶が存在する場合の実行結果を図7に示す．空き缶が上に乗っているブロックを点字ブロックとして認識してしまっている．

テンプレート画像と比べ色が薄くなっている点字ブロックの入力画像を図8に示す．実行結果を図9に示す. テンプレート画像と比べ色が薄くなっているが正しく点字ブロックとして認識できている．

靴のように比較的大きな障害物が存在する点字ブロックの入力画像を図10に示す．実行結果を図11に示す. 靴が存在する場合，靴が上に乗っている点字ブロックは認識されていない．

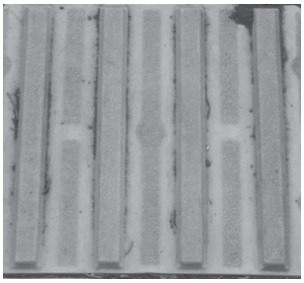


図 3　テンプレート画像

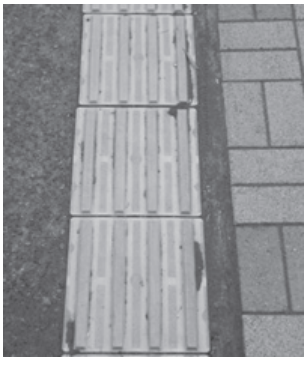


図 4　入力画像

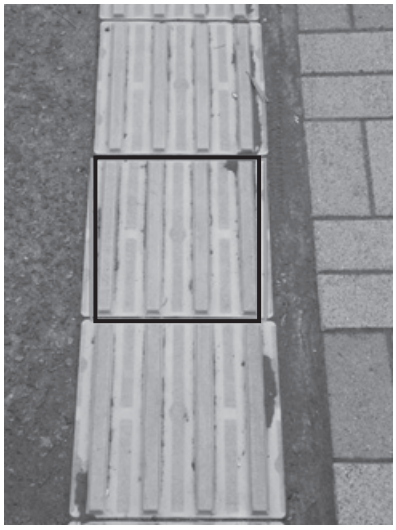


図 5　実行結果

図 6　障害物が存在する場合の入力画像

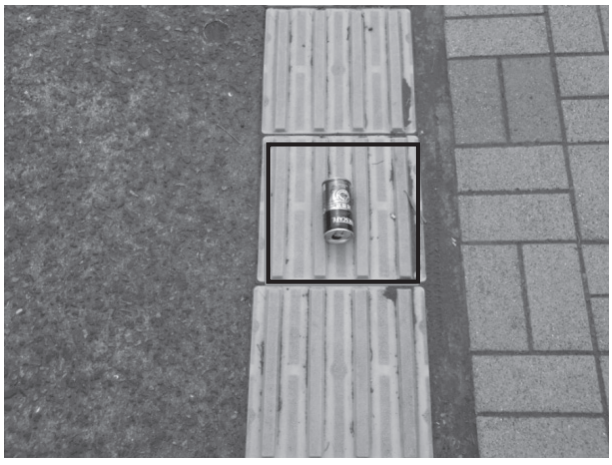


図 7　障害物が存在する場合の実行結果

5　考察

靴のような比較的大きい障害物の場合，障害物の検出が可能であるが，空き缶のように小さい場合障害物が無いと判断されている．また，歩行者がスムーズに移動できるように点字ブロックの判定を高速に行うアルゴリズムの考案が必要である．

改善方法としては，今回のプログラムではOpenCVの関数cvMatchTemplateを使用したがテンプレートマッチング法の他の関数を使用する，機械学習を用いることが考えられる．

今回の実験では日中の晴天時に実施したが，本システムの主な利用場所は屋外であるので，天気の変化，夜間の使用についても考慮する必要がある．

図 8　ブロックが薄くなっている場合の入力画像

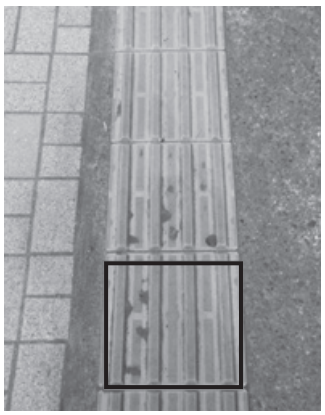


図 9　ブロックが薄くなっている場合の実行結果

6　おわりに

本研究では歩行支援システムのための調査，システムの作成を行った．

従来視覚障害者が移動する際に用いる白杖を利用し点字ブロック上を歩行する，盲導犬を利用する場合の問題点を改善するためにウェアラブルコンピュータを用いた歩行支援システムを提案した．

図 10　大きな障害物が存在する場合の入力画像

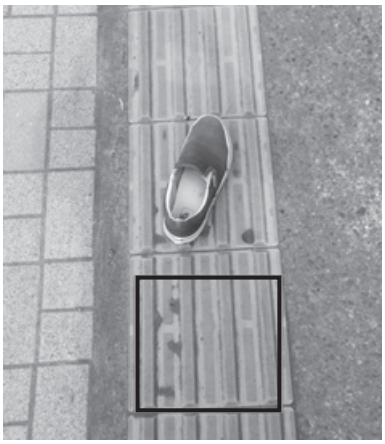


図 11　大きな障害物が存在する場合の実行結果

カメラから取得した画像から点字ブロックを認識しその上に障害物が存在する場合警告を出す，自動車など比較的サイズの大きい物体を検知し歩行者がその場所へ近づいた際一時停止や迂回を促すというシステムのための調査を行った．

撮影機器としては USB カメラを用いて安価なシステムの構築を目指した．画像処理を行うためにインテルが開発したオープンソースライブラリ OpenCV を用いた．

車が移動しているかを判断するためにはオプティカルフロー検出を用いる．

点字ブロックの判断方法としてはテンプレートマッチング法を用いた．C 言語を用いて作成し OpenCV の関数 cvMatchTemplate を利用しプログラムを作成した．

点字ブロック上に靴など比較的サイズの大きい障害物が存在した場合検知することができたが，空き缶など小さな障害物の場合検知することができなかった．また，実験は日中の晴天時に実施したが天気の変化，夜間の使用について考慮する必要がある．

今後の課題として調査を行うにとどまった機能を実際のシステムに実装することがあげられる．

参考文献

1）厚生労働省：平成18年身体障害児・者実態調査結果，
http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/shintai/06/index.html

2）石川准，兵藤安昭：“GPSによる視覚障害者歩行支援システムの開発”，信学技報, vol. 104, 2005.

3）鷹見亮，牧野秀夫，前田義信：“歩行者向け一案内装置における屋内外データベース作成ソフトウェアの開発”，ユビキタスコンピューティング研究会(UBI), 2006-UBI-12, pp.109-116, 2006.

4）奈良先端科学技術大学院大学OpenCVプログラミングブック作成チーム：「OpenCVプログラミングブック」毎日コミュニケーションズ 2007.

5）永田雅人, 豊沢聡：「実践OpenCV映像処理＆解析」カットシステム 2009.

6）OpenCV-1.0 リファレンス マニュアル（日本語訳）
http://opencv.jp/opencv-1.0.0/document/index.html

7）Gary,B. Adrian,K.(松田幸一訳)：「詳解OpenCVコンピュータビジョンライブラリを使った画像処理･認識」オライリー・ジャパン 2009.

高専・中学校の連携による環境気象情報ネットワークの構築 その３

武田 和大[†]　芝 浩二郎[†]　豊平 隆之[†]　樫根 健史[††]
前薗 正宜[††]　瀬濤 喜信[†††]　荒巻 勇輔[††††]　永田 亮一[†††††]

Development of an Environmental Weather Information Network on the Basis of the Cooperation between National Colleges of Technology and Junior High Schools
- part3 -

Kazuhiro, TAKEDA　Kojiro, SHIBA　Takayuki, TOYOHIRA　Kenji, KASHINE
Masaki, MAEZONO　Yoshinobu, SETO　Yusuke, ARAMAKI　Ryoichi, NAGATA

Our Observation unit needed the power supply of AC100V. And had to be connect to LAN with a cable. This year, for the Observation unit, we developed the power supply system by using a PV panel and a lead storage battery. And we also developed the data transfer system with a mobile communication modem.

In experiments, without AC100V and LAN, the power supply system outputted DC12V and the data transfer system communicated with our server. The Observation unit worked continuously.

We set Observation units on the roof or the wall of a building near an electric socket and an Information outlet till last year. By the two systems, we can put the Observation unit anywhere where we can use mobile phone and see the Sun.

Keywords : Weather Data, Meteorological Observation, Science Education, Computer Network, Web Service

1　はじめに

これまで統合型気象センサとインターネットを利用して気象情報自動観測システムを構築し，県内５カ所，県外１カ所で測定を継続している．第１報でその構成と稼働状況を報告し，第２報では，システムで得られた測定データと気象台の観測データを比較して，本システムの観測値の実用性を確認した．本報では，観測点における商用電源の利用と，既設 LAN 利用をやめ，電源の独立化と移動通信網への接続を行う．これにより，センサの設置場所の強い制約が取り除かれ，より自由に測定点を配置できるようになる．

2　測定点

これまでの測定点は，統合型気象センサ，組込用小型計算機，電源からなっており，商用電源との接続，ならびに既設 LAN への有線接続が必須であった．そのため設置箇所は，建物上あるいは建物のすぐ近くである必要があり，設置に大きな制約があった．LAN への接続は以前に WiFi 機器を用いて無線化を試みたことがあったが，通信距離が短く，また，既設 LAN に親機を設置する必要があるなどの理由により採用を見送っている．

3　設置場所からの通信路の独立

これまでの測定点は，設置場所のネットワークに接続することを前提としており，設置の際は，設置場所のネットワーク管理者の許可が必要であった．また，設置場所のネットワークのポリシー毎に観測点のネットワーク設定を変更する必要があり，管理者の運用の都合で通信が途絶えることもあった．そのため，よりよい観測環境の構築には設置場所の LAN に依存しない通信路の確保が必要であった．

そこで本報では，通信路に携帯電話の通信網を利用することで設置場所に依存しない通信路の確保を行う．これにより，携帯電話の圏内であれば自由に通信を行

[†]　鹿児島工業高等専門学校情報工学科
[††]　鹿児島工業高等専門学校電気電子工学科
[†††]　弓削商船高等専門学校電子機械工学科
[††††]　鹿児島工業高等専門学校学生課
[†††††]鹿児島工業高等専門学校技術室

えるようになる．使用するのは NTT ドコモの FOMA 網を利用する M2M ルーター(以下ルーター)であり，SIM カードを挿入し，今回は DC12V を供給して動作させた(図 1).

図 1. ルーター外観

4　設置場所からの電源の独立

測定点は設置場所の建物から商用電源 AC100V を接続し, 内部で DC12V および 5V に変換して利用している．これを太陽電池と蓄電池による給電に置き換え，通信路と同時に電源も独立させる．今回は太陽電池に最大電力 10W 型のパネル 1 枚，24Ah の鉛蓄電池 1 個を用意し, パワーコンディショナを介して接続した(図 2). 気象センサの消費電力は 0.39W，小型計算機の消費電力は 1.5W, 通信モデムの消費電力は 5W である(カタログ値).

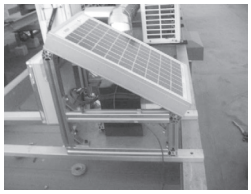


図 2. 電源供給部

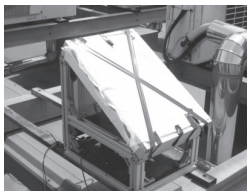


図 3. 日射遮蔽の様子

5　稼働実験

今回の構成による動作確認のため，これまで以下の３パターンによる運用実験を行っている.

１．電源のみ独立
２．通信路のみ独立
３．電源と通信路を独立

実験場所は鹿児島高専情報工学科棟屋上である.

5.1 電源のみ独立

電源供給部の動作の確認も兼ね，電源のみを独立した状態で運用を行った．通信路は LAN への有線接続のままとし, ルーターは使用しない. まず南面 30 度の方向に太陽電池を向けて設置し，44 日間稼働させた. その結果, 測定点は 44 日間正常に動作して測定値を送り続けた. 次に太陽電池を布で完全に覆い(図 3)，発電量０で引き続き稼働させた．すると日射を遮蔽して６日後に測定が停止した．停止後に布を取り除いたところ，５日後に測定を再開した.

44 日間の天気は，終日雨天が 18 日，終日曇天が 11 日であり，通常の設置状況では十分な電力供給が行われていることがわかる．また，日射が得られない期間が 5 日以内程度であれば，測定点は動作し続けることができるといえる.

5.2 通信路のみ独立

次に，通信路のみを独立させて運用を行った．ルーターは移動通信用機器であるため，長時間の連続した接続が保証されておらず，オンデマンドでの接続での運用となった．しかしこの接続方法では当初，接続確立までの間に小型計算機側がタイムアウト処理に移行してしまい, サーバとの通信ができなかった. そこで，データ送信の 60 秒前にダミーの通信を行ってモデムを動作させたのちに，接続確立した状態でサーバとの通信を行うよう，測定点のプログラムを書き換えた. また，通信条件を厳しいものとするために，センサからのケーブルを延長してルーターを情報工学科棟５階の中央階段横の倉庫に置いた．倉庫は鉄筋コンクリート造建物のほぼ中央に位置するため，電波の状態が悪い. その結果，２日間の試験運用期間中，発生した 576 回の通信は，563 回成功し，失敗は 13 回であった.

5.3 電源と通信路の独立

最後に電源と通信路を独立させた状態で運用を行った．最初の電源のみ独立させた場合に比べ消費電力はおよそ3.6倍である. ルーターの位置は変えていない. 4 日間稼働させたが，その間センサおよび小型計算機は常に正常に動作した．その間２回だけ通信に失敗したが，その他は正しく通信が行われた.

6　おわりに

これまでの測定点の構成では，運用を最長５年間継続しており，信頼性は十分にあるといえる．本報では設置場所の電源事情やネットワーク事情に運用が大きく影響を受けていたこの測定点について，その制約を取り除くべく，電源と通信路の独立を行った．今回の改良により，日射と携帯電話の電波が届く範囲であれば測定点をどこにでも置くことができるようになる. これにより，商用電源から遠い，LAN への接続が許されない，といった理由から設置できなかった場所への設置も可能となり，より自由な設置計画を立てられるようになった.

今回更新したシステムを屋内設置の可能性も考えて通信環境の悪い条件で動作させたが，概ね正しく動作した. しかし, より良い通信環境への設置が望ましい. また，ルーターの消費電力が大きく，日射のない日が２日間に渡った場合に電源供給が停止する可能性が想定される．今後，太陽電池パネルのサイズ，充電池の容量の再検討が必要だと考えられる.

桜島の流下土砂を細骨材として用いたコンクリートの海洋環境下におけるアルカリシリカ反応性

池田　正利†

Alkali silica reactivity of the concrete using debris flow sediment in Sakurajima as fine aggregate under marine environment

Masatoshi IKEDA

This study aims to examine the possibility of using debris flow sediment effectively as the substitution aggregate of sea sand. The debris flow sediment is dealt with as the trouble that has no way other than being used as for the reclamation. Its density and particle size are of good quality as fine aggregate for concrete. The debris flow sediment contains many volcanic minerals which cause ASR. Concrete with aggregate to cause ASR under the marine environment there is a fear that the reaction is accelerated by the penetration of chloride ions.

In this study, the concrete that has taken the ASR control measures were exposed under marine environment, it was verified the inhibitory effect on ASR. Currently, the degradation of the concrete is not seen by the ASR but various test results 5 years after exposure has elapsed.

Keywords：Debris flow sediment , Fine aggregate , ASR, Under marine environment

1　まえがき

鹿児島県では，過去にコンクリート用細骨材として海砂が全細骨材供給量の 70～80%を占めていた．しかし，海砂の採取に伴う漁場環境の悪化が問題となり，近年は海砂の採取量が厳しく制限される状況にある[1)]．このような現状を受けて海砂の代替骨材の研究開発が望まれている．

そこで，本研究では海砂の代替骨材として桜島の流下土砂に着目した．桜島の流下土砂は，降雨時に山腹に堆積した降灰が浸食され土石流となって河川に流下し，山麓部や河口に多量の土砂となって堆積した土石流土砂である．この土石流によって河口や砂防堤に堆積する土砂は膨大な量である．土石流災害防止の目的で，流下土砂が堆積した河床は頻繁に浚渫され，年間約 30 万 m^3 の流下土砂を除去している．除去した流下土砂は，埋め立て用土砂として利用される他は，利用方法のない厄介物として鹿児島市有村・赤水地区の処理場に堆積処理されている．また，黒神砂防堤内には有村処分場の数十倍の流下土砂が堆積している．流下土砂は，粒度組成がコンクリート用細骨材に近く，密度・吸水率や粒度分布の物理特性が良好である．

この桜島の流下土砂を海砂の代替骨材として有効に活用できれば，鹿児島県における有用な資源となる．また，流下土砂に類似した火山性骨材を抱える地域においては，コンクリート用骨材への有効な資源活用に繋がる．

これまでの研究により，流下土砂はコンクリート用細骨材として，海砂に劣らない施工性や強度が得られ，弾性係数も同程度の圧縮強度で海砂よりも大きい値が得られた．ただ，流下土砂は火山性の骨材であり火山ガラスを多く含み，アルカリシリカ反応（以下，ASR）を引き起こす骨材であることも明らかになった[2)]．

ASR を引き起こす骨材を用いる場合は，平成 14 年に ASR 抑制対策として，コンクリート中のアルカリ総量の規制または抑制効果のある混合セメントの使用を優先し，コンクリートの施工を行うように国土交通省より通達がなされている[3)]．

ASR を引き起こす反応性骨材を使用したコンクリートは，海洋環境下では外来塩の浸透により ASR が促進

†鹿児島工業高等専門学校　都市環境デザイン工学科

されるのではないかとする研究が報告されている[4].

国土交通省の通達では，海水または潮風の影響を受ける地域において，ASR による損傷が構造物の安全性に重大な影響を及ぼすと考えられる場合，塩分の浸透を防止するための塗装等の措置を講ずることが望ましいとある．しかし，塩分の浸透を防止するための塗装は経費的に問題がある．そこで，外来塩の浸透がみられる海洋環境下においても ASR 抑制効果のあるコンクリートが望まれる．

本研究は，細骨材に流下土砂を用いて ASR 抑制対策を講じたコンクリート供試体を作製し，実海洋環境下に曝露して，アルカリシリカ反応性及びコンクリートの耐久性に関する検討を行った．具体的には，流下土砂を細骨材として用いたコンクリートと ASR を引き起こさない海砂を用いたコンクリートで供試体を作製し，飛沫帯，干満帯，海中の 3 ステージを設けた海洋曝露施設で曝露実験を実施した．加えて，流下土砂と海砂の混合砂を用いたコンクリートに関して同様な実験を行った．

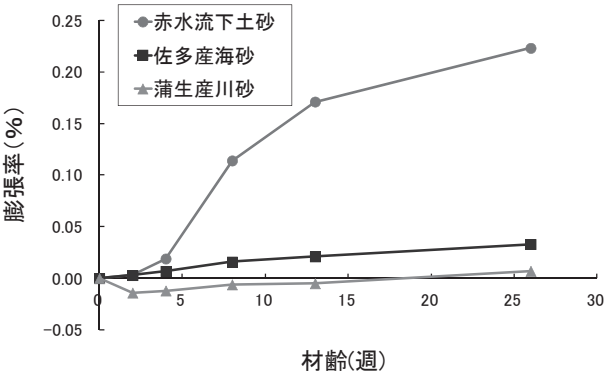
実験は，コンクリートの長さ変化率，動弾性係数，圧縮強度，引張強度，中性化深さ，塩化物イオン濃度を測定し，曝露環境の違いによるアルカリシリカ反応性や耐久性について検討を行った．本論では，海洋曝露開始から 5 年経過した実験結果を報告する．

2　使用骨材の物理・化学特性

本研究で使用した細骨材の物理・化学特性を示す．海砂は，佐多沖産で密度 2.54 g/cm^3，吸水率 2.64%，粗粒率 2.13，川砂は蒲生産で密度 2.59 g/cm^3，吸水率 3.04%，粗粒率 2.13 を使用した．流下土砂は，野尻川を浚渫し赤水処理場に野積みされている桜島赤水処理場産で密度 2.51g/cm^3，吸水率 1.43%，粗粒率 2.65 を使用した．赤水流下土砂の化学組成は，主に火山性安山岩から成っており多くの火山ガラスを含んでいる[2]．その化学組成は，安山岩骨材の主要な化学成分である SiO_2(58.1%)と Al_2O_3(17.9%)が占めている．アルカリ分は Na_2O が 3.23%で，K_2O を 1.55%含んでおり，安山岩の平均値に近い値を示した[5]．その他の特徴として，Fe_2O_3(7.41%)と MgO(2.81%)の含有量が安山岩の平均値に比べ多く，特に Fe_2O_3 の含有割合が多い特徴を示している．ところで，桜島の流下土砂は火山噴出物を多く含むため硫化物の含有が最も懸念されたが，土石流として河川へ流出し，さらに長期に亘り処理場に野積みされていたため，全硫黄含有量は海砂より少ない分析結果となった[2]．

表－1 化学法による Rc 量と Sc 量の分析結果

骨材種類	アルカリ濃度減少量 Rc(mmol/l)	溶解シリカ量 Sc(mmol/l)	Sc/Rc
赤水流下土砂	59	226	3.8
佐多産海砂	112	121	1.1
蒲生産川砂	125	134	1.1



図－1 骨材ごとのモルタルバー法による膨張率

3　骨材のアルカリシリカ反応性

骨材のアルカリ濃度減少量(Rc)と溶解シリカ量(Sc)の分析結果を**表－1** に示す．赤水流下土砂は，溶解シリカ量（Sc）が多く，アルカリ濃度減少量(Rc)は極端に小さい．ASR の反応効率である Sc／Rc は 3.8 で，海砂や川砂に比べて ASR 効率が大きい．

図－1 に，赤水流下土砂と県内の海砂また川砂のモルタルバー法（JIS A 1146）によるアルカリシリカ反応性試験結果を示す．

赤水流下土砂は,モルタルバー法で 26 週の材齢で膨張率が 0.223%となり「無害でない」と判定される．化学法で「無害でない」と判定された海砂と川砂は，モルタルバー法で膨張率が 0.1%以下となり「無害」の判定となった．

4　コンクリートに対する ASR 抑制対策

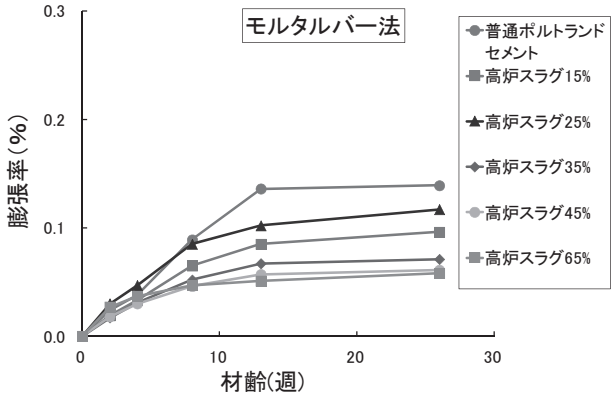
桜島の流下土砂は,ASRに対する反応効率が大きい火山性骨材である．このような桜島の流下土砂をコンクリート用細骨材に用いる場合，流下土砂のアルカリシリカ反応性を十分把握することが重要である．流下土砂のASR効率や反応を示すアルカリ量のしきい値,またペシマム混合割合，さらに，流下土砂の微粒分のASRへの影響等を検討した．その結果，赤水流下土砂は反応効率が大きく，他の骨材との混合割合において独特のペシマム混合割合を示し，赤水流下土砂の微粒分は

ASRを助長することが分かった[6),7)]．このようなアルカリシリカ反応性を示す流下土砂をコンクリート用細骨材として用いるためには,ASRの抑制効果を十分に確認した上で用いなければならない．また，ASRは骨材の反応効率だけで決まるものではなく,構造物におけるASRの進行速度は，骨材の反応性やコンクリートの配合また構造物が供用される使用条件や環境条件によって影響される[7)]．さらに，練り混ぜ時または硬化後に，コンクリートに供給されるNaCl がASR による膨張を促進することはよく知られている[8),9)]．その影響は，等価Na_2O量に換算するとセメント中のアルカリ量と同等もしくはそれ以上である．そのため，海砂等に混入するNaClの影響を考慮して，コンクリート中のアルカリ総量が規制されている．

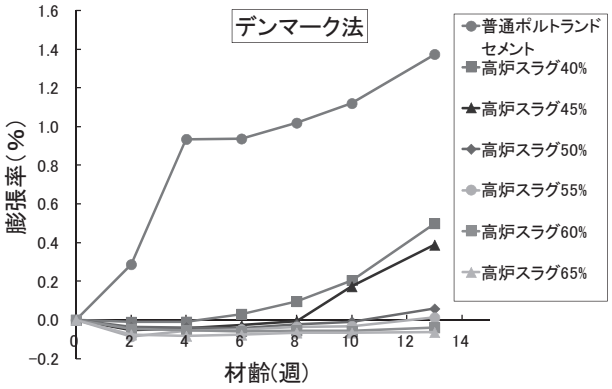
海岸および海洋構造物のような海洋環境下では，外部よりコンクリート構造物に供給されるNaClによりASRが促進されたコンクリートの劣化が報告されている．青山[10)]，羽渕[11)]らは，海洋環境に曝されている実構造物のASRによるコンクリートの劣化に関する実証的研究を行い,外部から供給されるNaClがASRに及ぼす影響およびそのメカニズムを解明することによって，その抑制対策を検討する必要があるとしている．そのために，反応性を示す骨材を使用する場合は，コンクリートの配合条件や構造物が供用される環境を考慮し，適切なASR抑制対策を講じる必要がある．

さらに，講じられた対策が適切であるかは，実験的に確認する必要がある．現行では，ASR 抑制対策が講じられたコンクリートにおいて，その抑制対策が適切であるかの確認は，適切なアルカリシリカ反応性試験をクリアーすることで判断している．この抑制効果の確認試験としてモルタルバー法とデンマーク法が近年よく採用されている．

デンマーク法による ASR 抑制効果の確認は，ASR 抑制対策を講じたコンクリートを１週間の標準水中養生を行った後，NaCl 飽和溶液に浸せきし，材齢ごとの長さを測定した結果より判定する.このデンマーク法は，混合セメントの種類によって異なる塩化物イオンやアルカリイオンの遮蔽性を確認する必要がある場合に最も適している.**図－2** に，モルタルバー法で行った高炉セメント（高炉スラグ置換率 15%～65%）の ASR 抑制効果を，**図－3** にデンマーク法による高炉セメント（高炉スラグ置換率 40%～65%）の ASR 抑制効果を示す．また，**図－4** にモルタルバー法による混合割合と膨張率の関係を示す．なお，デンマーク法では膨張率が 0.1%未満ならば膨張性なし，0.1～0.4%ならば不明確，0.4%以上ならば膨張性ありと判断することにした．



図－2 モルタルバー法による高炉スラグの置換率と膨張率の関係

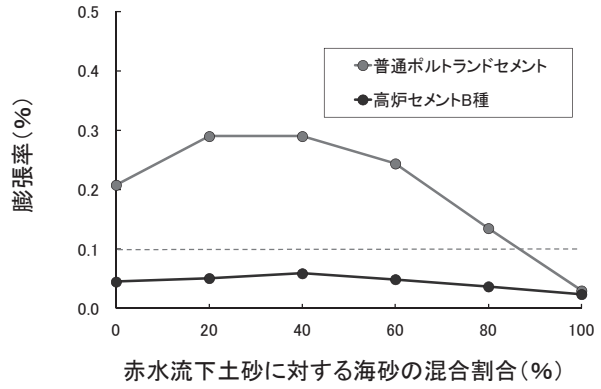


図－3 デンマーク法による高炉スラグの置換率と膨張率の関係

図－2 より，高炉スラグの置換率の違いによる ASR の抑制効果は，置換率 25%は抑制効果が不十分であり，高炉セメント B 種の範囲にある 35%で膨張率が 0.1%以下に抑制された.C 種の範囲にある 65%の膨張率が最も小さくなっているが，C 種は一般によく使用されるとは言えず，使用する際は，コンクリートの中性化に対する耐久性や初期強度の発現を十分検討した上で使用する必要がある．

図－3 の高炉スラグの置換率の違いによる ASR の抑制効果は，置換率 45%では浸せき期間が 8 週を経過した時点で急激に膨張している.試験の最終材齢 13 週には 0.388%まで膨張した．しかし，置換率を 50%まで増加すると 13 週を経過してもほとんど膨張していない．置換率が 5%増加しただけで抑制効果が飛躍的に向上している．

図－4 は，モルタルバー法に準じて行った流下土砂と海砂の混合割合ごとの膨張率を示す．普通ポルトランドセメントを用いたペシマム混合割合は，質量比で



図－4 モルタルバー法による混合割合と膨張率の関係

流下土砂が 60%，海砂が 40%であった．これより，混合砂を細骨材として用いたコンクリートのアルカリシリカ反応性と ASR 抑制効果の検証は，流下土砂が 60%，海砂が 40%の混合砂を用いることにした．ただし，セメントを高炉セメント（高炉スラグ置換率 45%）とした場合の膨張率は，全ての混合割合で膨張率が 0.1%以下に抑制されている．

5　海洋曝露実験

火山性骨材であり ASR を引き起こす流下土砂を細骨材として用いたコンクリートを海洋コンクリートへ適用するために，アルカリシリカ反応抑制対策として高炉セメントを使用した．本研究では，実海洋環境下の曝露実験を通し，外部から浸透するアルカリイオンにより引き起こされる ASR について，高炉セメントの ASR 抑制効果の検証を行う．なお，高炉セメントは，モルタルバー法とデンマーク法で行った実験結果をもとに，高炉スラグの置換率が 45%～55%のものを使用した．また，比較セメントとして普通ポルトランドセメントを用いた．さらに，流下土砂と海砂の混合砂を用いたコンクリートにおいても高炉セメントの ASR 抑制効果の検証を行った．

5．1　実験概要

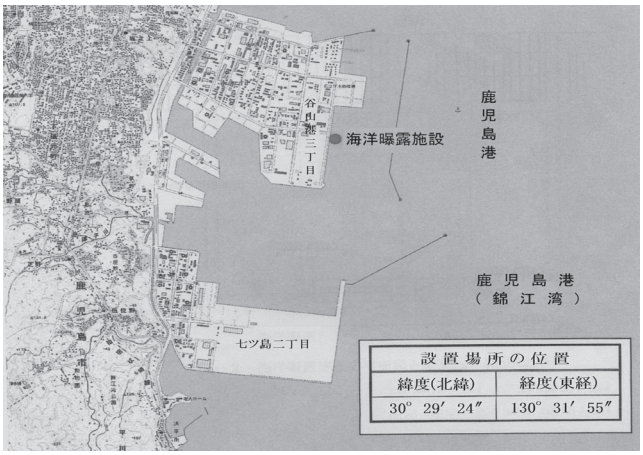
平成 18 年度に作製し海洋曝露施設に曝露養生し，材齢が 5 年に達したコンクリート供試体に関して，塩化物イオン濃度測定試験，長さ変化試験，圧縮強度試験，引張強度試験，中性化深さ測定試験，動弾性係数測定試験を行った．また，流下土砂と海砂の混合砂を用いたコンクリートに関して，長さ変化試験，動弾性係数測定試験を行った．

5．2　海洋曝露実験施設の設置場所

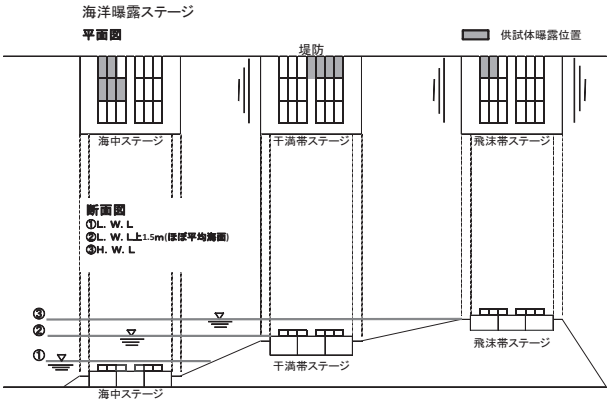
コンクリート供試体の曝露は，鹿児島市七ツ島防波堤の海洋曝露施設で実施した．海洋曝露施設の位置を**図－5** の●で示す．

5．3　海洋曝露施設の概要

飛沫帯・干満帯・海中の 3 ステージに分けた海洋曝露施設の平面図と断面図を**図－6** に示す．



図－5 海洋曝露施設の位置



図－6 海洋曝露施設の平面図と断面図

5．4　コンクリートの使用材料

細骨材：流下土砂（鹿児島市桜島赤水処理場産，2.51g/cm^3，粗粒率 2.65），海砂（鹿児島県佐多沖産，密度 2.54g/cm^3，粗粒率 2.13）

粗骨材：石灰石（大分県津久見産の非反応性の石灰石（密度 2.71g/cm^3）

使用セメント：普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm^3，全アルカリ量 NaOeq 換算で 0.62%）

高炉スラグ微粉末：密度 2.88g/cm^3，比表面積 4180cm^2/g

使用混和剤：AE 減水剤

５．５　コンクリートの種類

コンクリートの種類はコンクリート標準示方書に沿って，海中に浸せきしたコンクリートの水セメント比は 50%とし，干満帯と飛沫帯の水セメント比は 45%とした．高炉セメントの高炉スラグ置換率は 45%，50%，55%とした．また，コンクリートのスランプ範囲を 8±1.5cm，空気量の範囲を 4.5±1%としコンクリートを作製した．

表－2 に，海洋曝露施設に曝露したコンクリートの種類ごとに骨材種類，セメント種類，水セメント比，スラグ置換率，細骨材率，曝露場所を示す．なお，普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートは，コンクリートの総アルカリ量は 3kg 以下である．

混合砂の流下土砂と海砂の混合割合は，質量比で流下土砂が 60%，海砂は 40%とした．水セメント比は，海洋環境に曝されることを考慮し 45%と 50%とした．また，高炉セメントの高炉スラグ置換率は 45%と 50%とした．

５．６　試験方法と供試体形状と寸法について

圧縮強度試験は JIS A 1108，引張強度試験は JIS A 1113，中性化深さ測定試験は JIS A 1152，長さ変化率試験は JIS A1129-3，動弾性係数測定試験は JIS A 1127，塩化物イオン濃度測定試験は JIS A 1154 の試験法に準じて行った．**表－3** に，試験項目と各試験に用いた供試体寸法を示す．

塩化物イオン濃度測定試験に用いた供試体は，1 辺を 15cm の立方体とし，1 方向に対しての塩分の浸透状況を検討するために，底面と側面は樹脂でコーティングした．試料採取方法を**図－7** に示す．供試体より，中央部の浸透面(7×7cm)と奥行き 15cm の立方体を切り出し，浸透面であるコンクリート表面から 3cm までは 1cm 間隔で，3cm から 9cm までは 2cm 間隔とし計 6 個をカットした．その後，この試料を粉砕し，溶液を電位差自動測定装置で塩化物イオン量を測定した．

６ 海洋曝露実験結果

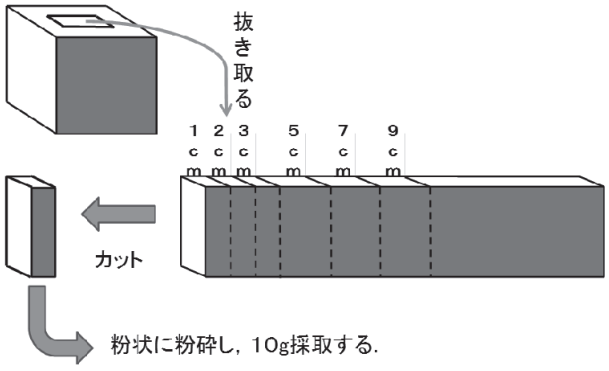
海洋環境下に曝露した流下土砂を細骨材として用いたコンクリート（以下，流下土砂コンクリート）と海砂を用いたコンクリート（以下，海砂コンクリート）の塩化物イオン濃度測定試験，長さ変化試験，圧縮強度試験，引張強度試験，中性化深さ測定試験，動弾性係数測定試験結果を示す．最後に，混合砂を用いたコンクリート（以下，混合砂コンクリート）の長さ変化試験，動弾性係数測定試験の結果を示す．

表－2 海洋曝露したコンクリートの種類

骨材種類	セメント種類	水セメント比	スラグ置換率	細骨材率	曝露場所
流下土砂	普通ポルトランドセメント	45%	－	39.5%	飛沫帯
					干満帯
		50%	－	40.5%	海中
	高炉セメント	45%	45%	39.5%	飛沫帯
					干満帯
			50%		飛沫帯
					干満帯
			55%		飛沫帯
					干満帯
		50%	45%	40.5%	海中
			50%		海中
			55%		海中
海砂	普通ポルトランドセメント	45%	－	34.5%	飛沫帯
					干満帯
		50%	－	35.5%	海中
	高炉セメント	45%	45%	34.5%	飛沫帯
					干満帯
			50%		飛沫帯
					干満帯
			55%		飛沫帯
					干満帯
		50%	45%	35.5%	海中
			50%		海中
			55%		海中
混合砂	高炉セメント	45%	45%	37.5%	飛沫帯
					干満帯
			50%		飛沫帯
					干満帯
		50%	45%	38.5%	海中
			50%		海中

表－3 各試験用供試体寸法

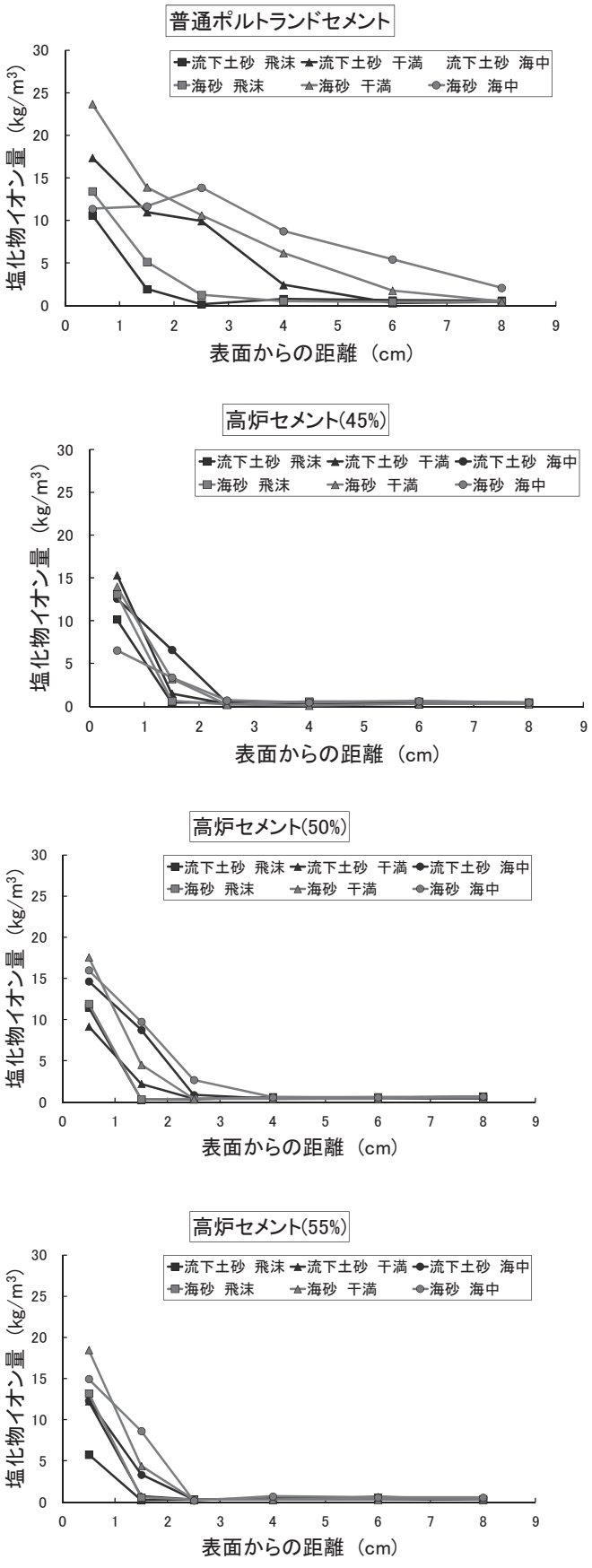
実験項目	供試体寸法
圧縮強度試験	φ100×h200(mm)
引張強度試験	φ150×h200(mm)
中性化試験	φ150×h200(mm)
長さ変化率(膨張率)試験	100×100×400(mm)
動弾性係数試験	φ100×h200(mm)
塩化物イオン濃度試験	150×150×150(mm)



図－7 塩化物イオン濃度試験用の試料採取方法

６．１　塩化物イオンの浸透について

曝露材齢 5 年が経過し，立方体の 1 面を残し樹脂でコーティングした供試体より 7cm×7cm の中央部を抜き取り，コンクリート表面からの距離ごとに粉末にした試料に関して塩化物イオン量の測定を行った．測定



図－8 コンクリート種類別のコンクリート表面からの距離ごとの塩化物イオン量

結果は，横軸にコンクリートの表面からの距離を，塩化物イオン量を縦軸とした．なお，コンクリートの表面から1cmの塩化物イオン量の結果は，コンクリート表面から0.5 cmの位置に，1 cm～2 cmは1.5 cm，2 cm～3 cmは2.5 cm，3 cm～5 cmは4 cm，5 cm～7 cmは6 cm，7 cm～9 cmは8 cmの位置にプロットした．測定結果をコンクリートの種類別に**図－8**に示す．

コンクリート内部への塩化物イオン浸透量をセメントの違いで比較すると普通ポルトランドセメントの浸透量の大きさが際立つ．海中に曝露した海砂コンクリートでは，表面から5～7cmで7kg/m^{3}にまで達している．また，表面から3～5cmの干満帯の浸透量も10kg/m^{3}と大きい．外来塩化物イオンの鉄筋の腐食限界が1.2 kg/m^{3}とされるが，腐食限界値を大きく超えている．一方，高炉スラグの置換率45%，50%，55%の結果は，表面から1～2cmの塩化物イオン量は全ての曝露場所において普通ポルトランドセメントより少ない．また，どの置換率においても，表面から3～4cmにはほとんど塩化物イオンが浸透していない．普通ポルトランドセメントとの違いが明確に現れており，高炉セメントを使用したコンクリートの塩化物イオンに対する遮蔽性が高いことが明らかに分かる．

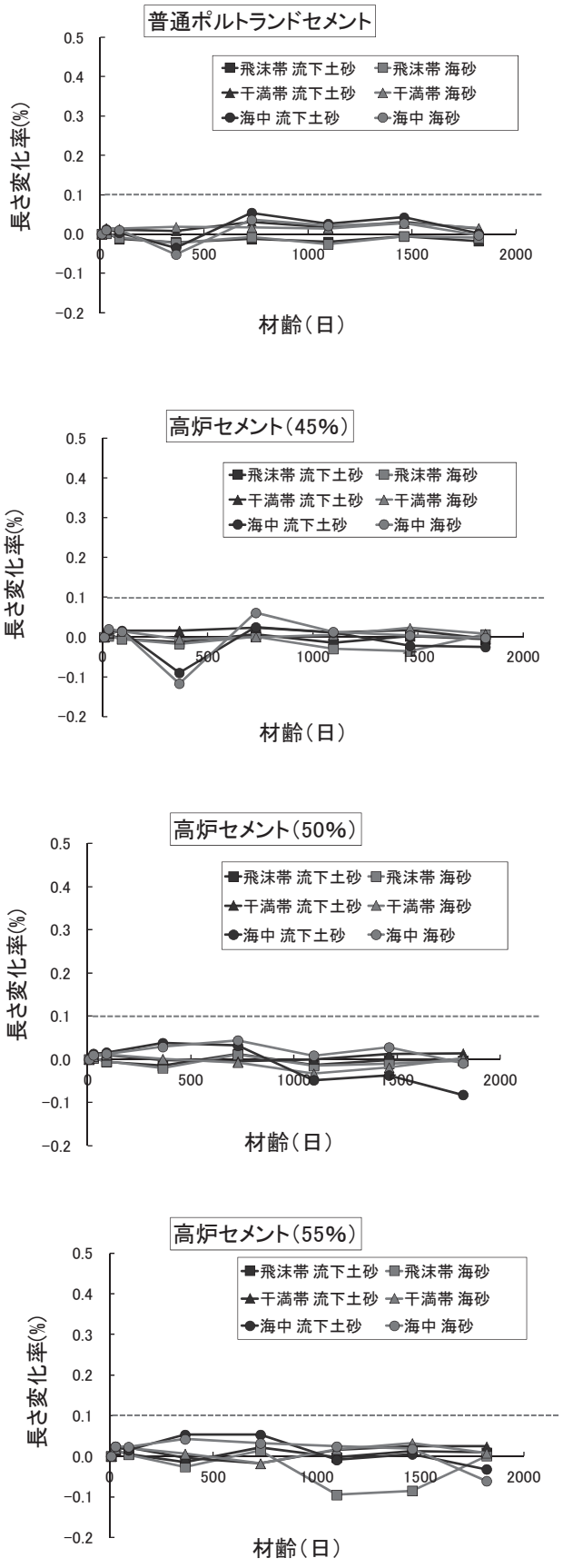
高炉スラグ置換率が45%で海中に曝露した流下土砂コンクリートで海砂コンクリートに比較して塩化物イオンの浸透量が一部多い結果となっているが，全体的には，海砂コンクリートの浸透量が僅かではあるが流下土砂コンクリートよりも多い結果となっている．ところで，普通ポルトランドセメントを使用し海中に曝露した流下土砂コンクリートの塩化物イオン浸透量は，供試体が波により紛失してしまい測定できなかった．

６．２　長さ変化率の推移

図－9に，5年間の長さ変化率の推移をコンクリートの種類別に示す．

全てのコンクリートの種類で有害とされる0.1%以上の膨張は確認されなかった．全体的に長さ変化率に大きな変化なく，また，塩化物イオン量測定試験の結果において，普通ポルトランドセメントを使用した流下土砂コンクリートおよび海砂コンクリートが，コンクリート表面から3～5cmの干満帯の塩化物イオン量が共に10kg/m^3（この塩化物イオン量をアルカリ量に換算すると約8.7 kg/m^{3}に相当する）に達したものの，どの供試体でも0.1%以上の膨張は見られなかった．

普通ポルトランドセメントおよび高炉セメントを使用した流下土砂コンクリートの長さ変化率は全て0.1%以下で海砂コンクリートと同程度の長さ変化率に

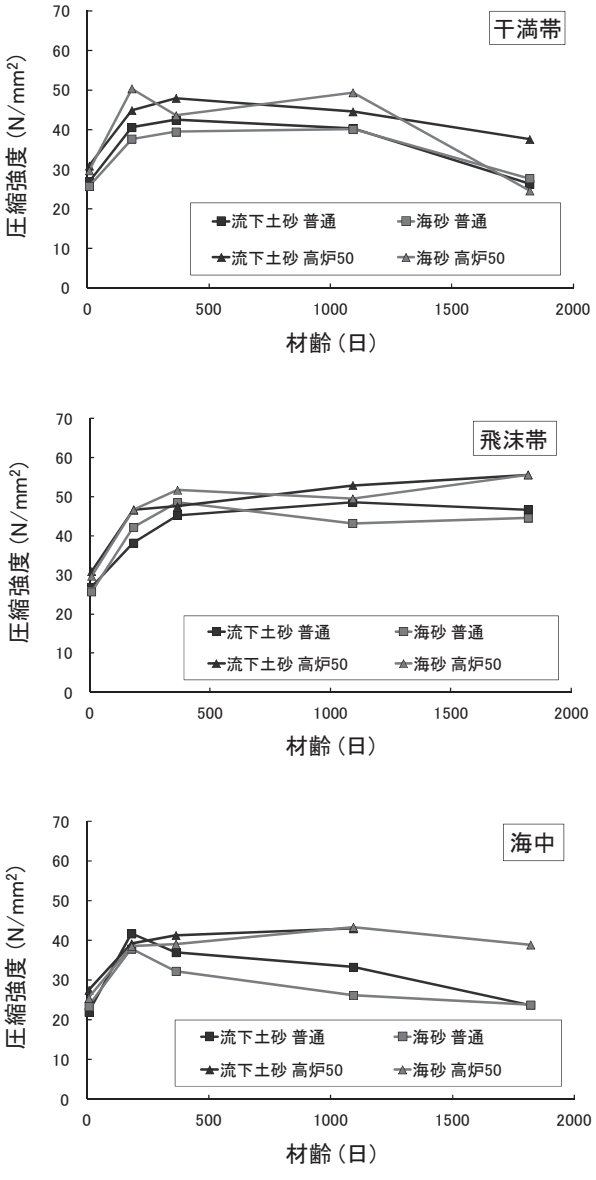


図－9 コンクリート種類別の長さ変化率の推移

留まっている．今回，実海洋環境下に曝露し曝露材齢が5年経過したコンクリートには大きな長さ変化は見られなかった．これは，実験室で行ったデンマーク法の結果と異なり，実海洋環境下の曝露実験では，塩化物イオンの浸透量と長さ変化に明確な関連性が見られなかった．

６．３　圧縮強度の推移

圧縮強度試験は，長期に亘る海洋曝露が圧縮強度に与える影響と供試体の劣化状況を確認するために実施した．図－10 に曝露場所ごとの圧縮強度の 5 年間の推移を示す．



図－10 曝露場所ごとの圧縮強度の推移

飛沫帯では,どの供試体も高い強度を維持している．普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートおよび高炉セメントを使用したコンクリートは，共に圧縮強度の推移に異常はみられない．また，流下土砂を用いたコンクリートは，海砂を用いたコンクリートに大差ない圧縮強度の推移を示している．

一方，干満帯と海中は，全ての供試体で強度の低下が見られる．曝露開始１年目から継続的な強度の低下が見られ，曝露開始５年目においては，強度の低下が著しい．両曝露帯において，細骨材の違いやセメントの違いに関係なく低下している．海砂コンクリートにおいても干満帯や海中で圧縮強度が低下している点や流下土砂コンクリートの長さ変化がほとんどなかったことやコンクリート表面にひび割れ等が確認できなかった点を合わせて考えると，ASR によるコンクリートの劣化が原因となり圧縮強度の低下が生じたものではないと考えられる．このような干満帯や海中における強度低下の一因として，海水の化学的浸食による水酸化カルシウムの溶出とエトリンガイトの生成が原因と考えられる[12]．加えて，干満帯と海中の供試体はともに波による供試体端部の欠損や端面の悪化が見られたことも強度低下の要因となっていると考えられる．強度試験を行う際に供試体端面を硫黄キャッピングするなどの考慮が必要であったのではないかと思われる．また,曝露場所の近くにはゴミ焼却場があることより，排水の水質等の調査を行い強度低下の関連性を今後，調査する必要もあると考える．

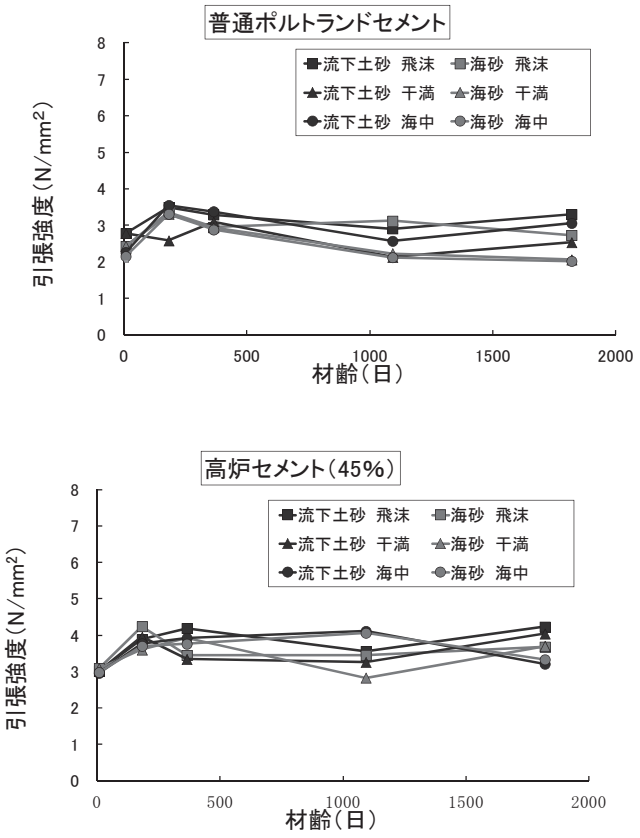
６．４　引張強度の推移

圧縮強度試験と同様に，海洋曝露が引張強度に与える影響と供試体の劣化状況を引張強度の面から確認した．**図－11** に，コンクリート種類別の引張強度の５年間の推移を示す．

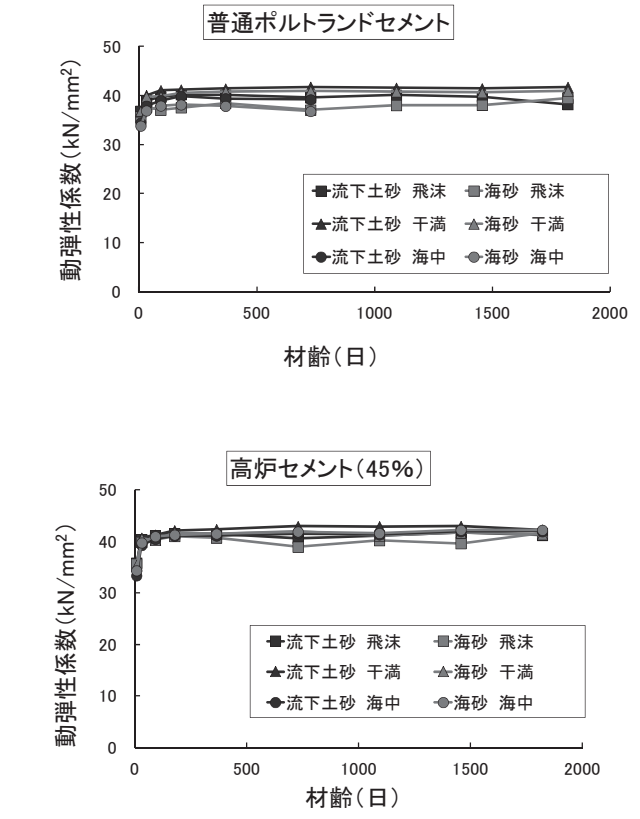
曝露開始５年目の干満帯と海中では，引張強度が低下しているものと伸びているものがあり，圧縮強度の低下と明確な相関は見られない．また，セメントや骨材さらに曝露場所による違いも見られない．

６．５　動弾性係数の推移

コンクリートの動弾性係数を測定し ASR によるコンクリートの劣化を判断する手法は良く用いられる．動弾性係数は，コンクリートにひび割れが生じると値が大きく減少する．非破壊試験であることより，長期間の曝露試験で同一供試体の動弾性係数の経時変化を検討することが可能である．海洋環境下に曝露したコンクリートの動弾性係数の経時変化を**図－12** に示す．

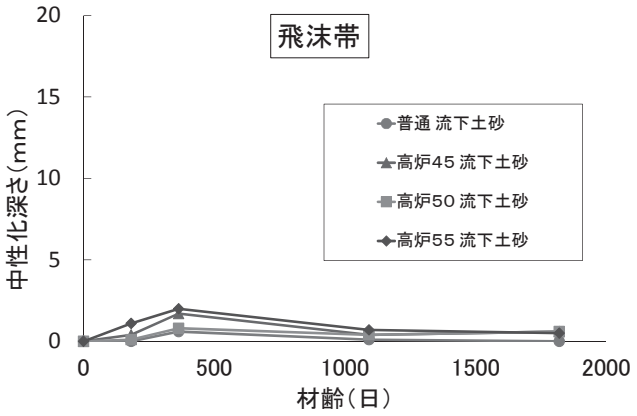


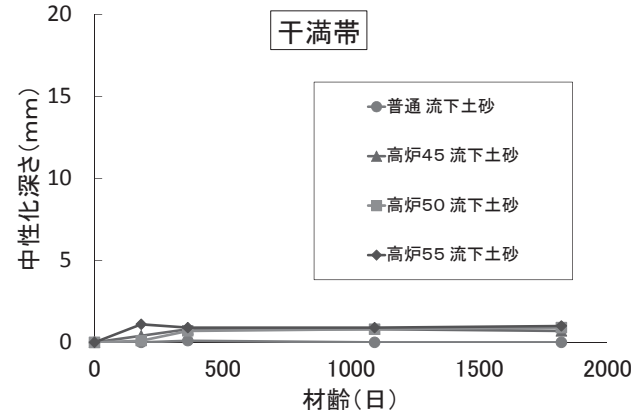
図－11 コンクリート種類別の引張強度の推移

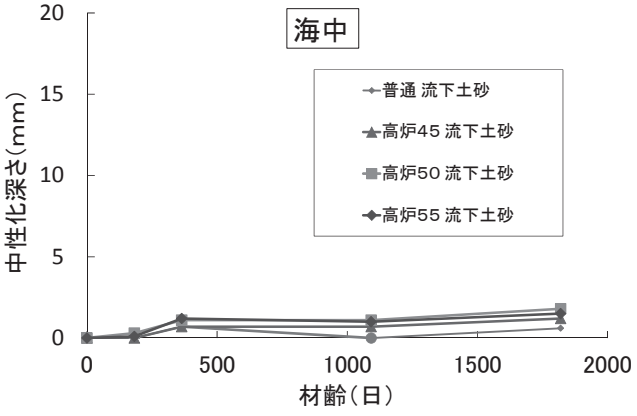


図－12 コンクリートの動弾性係数の経時変化

普通ポルトランドセメント，高炉セメントともに，また，流下土砂，海砂の違いに関係なく同じような動弾性係数の伸びが見られる．高炉スラグの置換率が 50%，55%でも同様な動弾性係数の推移が見られた．材齢 1 年目から 5 年目にかけて動弾性係数の経時変化がほとんど見られない．動弾性係数の推移からも ASR によるコンクリートの劣化はすべてのコンクリートに生じていないと考えられる．







図－13 曝露場所ごとの中性化深さ

６．６　中性化深さ

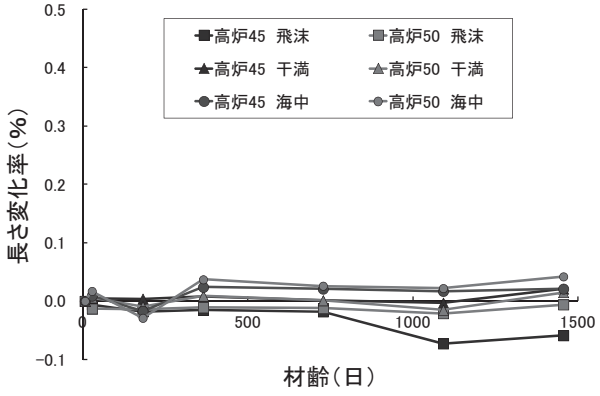
中性化とは，大気中の炭酸ガスがコンクリート中に浸透し，コンクリート中の水酸化カルシウムと炭酸ガスの中和反応により炭酸カルシウムを生成することで，アルカリ性を失う現象である．中性化に伴ってごく微細なクラックが生じるが問題となるほどではなく，炭酸ガスが反応した重量だけ重くなりコンクリートは緻密になる．中性化の問題点は，鉄筋付近まで中性化が進み，鉄筋が発錆することによって体積が約 2.5 倍に膨張し，コンクリートにひび割れが生じてしまう．そのため，コンクリート構造物の耐久性を考える上で中性化を把握することは重要である．

中性化深さ試験は，引張強度試験後の供試体断面にフェノールフタレイン溶液を噴霧して中性化深さを測定した．**図－13** に，曝露場所ごとの中性化深さを示す．普通ポルトランドセメントに比べ高炉セメントは，供試体の中性化深さに 2㎜ 程度の差はあるが，採用した水セメント比が小さいこともあり，曝露場所の違いによる差もほとんどなく，曝露開始より 5 年経過した時点で全てのコンクリートで中性化はほとんど進んでいないことが分かった．

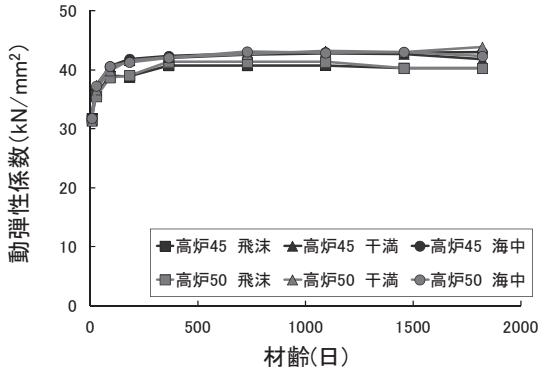
7　混合砂コンクリートの曝露試験結果

ペシマム混合割合で流下土砂と海砂を混合した混合砂を用いたコンクリートのアルカリシリカ反応性をここは検討する．使用セメントの高炉スラグ置換率は 45%と 50%の高炉セメントである．海洋環境下に曝露したコンクリートの長さ変化率の経時変化を**図－14** に示す．さらに，動弾性係数の経時変化を**図－15** に示す．

図－14 に示すように，セメントや曝露場所の違いに関係なく全てのコンクリートにおいて，膨張率は 0.1% 以下であった．



図－14 混合砂コンクリートの長さ変化率



図－15 混合砂コンクリートの動弾性係数の推移

動弾性係数の推移も**図－15** に示すように，材齢 1 年から 5 年までほとんど変化が見られない．このことより，流下土砂を単身で用いた結果と同様，ペシマム混合割合の混合砂を用いたコンクリートでも ASR による膨張やひび割れの発生は確認されなかった．

8　結論

本研究で得られた主要な結果をまとめると次のとおりである．

(1) 普通ポルトランドセメントを使用し干満帯，海中に曝露したコンクリートは，表面から 3～5cm の塩化物イオン量が 10kg/m³ と大きい．海中では，表面から 5～7cm で 7kg/m³ と大きい．これに比べて，高炉セメントを使用したコンクリートは，表面から 3～5cm の塩化物イオン量は 1kg/m³ 程で非常に小さい．高炉セメントの遮蔽性が高いことが分かる．
(2) 実海洋環境下に曝露して 5 年で全供試体において膨張率が 0.1%を超えるものはなかった．流下土砂を細骨材として用いたコンクリートが，海洋環境下で ASR を促進している状況は見られない．
(3) 材齢 1 年目から 5 年目に掛けて動弾性係数の値に変化は見られない．動弾性係数の推移から ASR によるコンクリートの劣化はないものと考えられる．
(4) 圧縮強度の低下はあるものの，長さ変化率に変動がないことやコンクリート表面にひび割れ等が確認できないことより，圧縮強度の低下が ASR によるコンクリートの劣化が原因となり圧縮強度の低下が生じたものではないと考えられる．
(5) 流下土砂を単身で用いた結果と同様，混合砂を用いたコンクリートでも ASR の助長は確認できない．

謝辞

本研究は，国土交通省九州地方整備局からの受託研究の一環として行った研究成果である．ここに，関係各位に感謝の意を表します．

参考文献

1)鹿児島県海砂採取対策委員会,2008
2)池田正利ほか：”桜島における土石流土砂のコンクリート用細骨材への有効利用”,セメント･コンクリート論文集,No57,pp739-744,2004
3)アルカリ骨材抑制対策，国土交通省通達，2002
4)川村満紀ほか：”外部から供給される塩化ナトリウムのアルカリシリカ反応に及ぼす影響”,セメント技術年報,Vol.42,pp327-330,1988
5)都城秋穂,九城育夫：安山岩の平均化学組成,岩石学Ⅱ,共立出版,1975
6)池田正利,中澤隆雄,内谷保，鎌田政人：”桜島における土石流土砂をコンクリート用細骨材として用いるための基礎的研究”,コンクリート工学年次論文集,Vol.27,No.1,pp55-60,2005
7)池田正利,中澤隆雄,内谷保：”火山性細骨材の海洋コンクリートへの適用に関する研究”,コンクリート工学年次論文集,Vol.29,No.1,pp141-146,2007
8)土木学会：2001 年制定コンクリート標準示方書［維持管理編］,pp.142-155,2001
9)中野錦一,小林茂広,有本義晴：”反応性骨材とアルカリ化合物がアルカリシリカ反応の膨張におよぼす影響”,セメント技術年報,Vol.38,pp106-109,1984
10)青山實伸ほか:”厳しい塩分環境下におけるコンクリート構造物の塩分浸透性に関する実証”,土木学会論文集,No.776/V-61,pp.251-264,2003
11)羽渕貴士,鳥居和之：”アルカリシリカ反応と海水の複合的な作用によるコンクリートの劣化現象とその評価手法の提案”,土木学会論文集,No.774/V-65,pp.149-161,2004
12)竹田宣典ほか:”種々の環境におけるコンクリートの塩分浸透と鉄筋腐食に関する実験的研究”,土木学会論文集,No.599/V-40,1998,pp91-104

鹿児島工業高等専門学校
研究報告　49（2014）

建築デザイン関連教育課程進行に係る環境整備・活動報告

岡松　道雄†　毛利　洋子†

A Report on Improvements in Educational Environment for Architectural Design which have been developed since FY2010 at Kagoshima National College of Technology

Michio OKAMATSU,　Yoko MOURI

This report describes improvements in educational environment for architectural design at Kagoshima National College of Technology (here after KNCT) since several Architectural design subjects were started in FY2010 at Department of Urban Environmental Design and Engineering (here after UEDE), KNCT, and have been developed for four years. Simultaneously, this report introduces several activities and results which have been achieved within these two years, considering the development of curriculum at the Department of UEDE. After these introductions, the report analyzes the issues of management the Department and its solution strategy. The education grant of KNCT by the school principal discretion in FY2013 supported these activities.

Keywords : Architecture, Education, School grants, Educational Environment, Curriculum development

はじめに

鹿児島工業高等専門学校（以下「本校」）において平成 22 年度、土木工学科（以下「本学科」）が都市環境デザイン工学科として改称され、建築系の講座を複数開設する運びとなった。

平成 23 年度から昨年度までの報告では、23 年度から 24 年度に亘って開講された建築関連科目と立ち上げの状況をとりあげ、これらの科目相互の関連と位置付けについてまとめた。また、建築教育の一環としてはじめた課外活動である建築同好会について紹介した。

本稿では、建築系講座の立上げに伴う建築デザイン教育のための環境整備と建築同好会を中心としたデザイン学習活動について報告する。

1．建築系資格取得のための科目整備等

（1）背景（科目指定と教育課程の学年進行）

平成 17 年（2005 年）に起きた耐震偽装問題を受け、翌平成 18 年第 165 回国会（臨時会）で「建築士法の一部を改正する法律案」が提出された。この案が可決され、建築士の受験資格要件が見直された。

その結果、平成 21 年より建築士試験の受験資格要件が、「所定の学校の課程を修めて卒業後、所定の実務経験」から「国土交通大臣が指定する建築に関する科目（以下「指定科目」）を修めて卒業後、所定の実務経験」に変更された。

本校において、旧来本学科は旧要件である「所定の学校の課程」として認められており、卒業後 1 年以上の実務経験を積むことによって受験資格が得られていたが、法改正により平成 21 年度入学生から新要件が適用されることとなった。本学科では、名称変更による教育課程の見直しに併せて指定科目の申請を行い、卒業生が建築士の受験資格を保持する体制を整えた。

本学科は現在教育課程の学年進行中であるが、加えて平成 25 年度に授業時間の見直し、平成 27 年度にはコアカリキュラムの導入が予定されている。この結果平成 22 年度入学生から平成 27 年度入学生まで、ほぼ毎学年異なる教育課程表を採用している。よって毎学年分の科目指定を受けなければならず、建築担当教員と学生課は連携を密にして、各学年の課程表とシラバスのチェック体制を申し合わせ、担当者が変わっても支障なく引き継げる環境を整える必要があった。

（2）２級建築士受験資格

高等専門学校において、指定科目に係る必要単位数と必要な建築実務の経験年数を**表-1** に示す。本学科では、卒業後０年での受験資格が得られる体制を整えた。

表-1 指定科目に係る必要単位数と実務経験年数

■短期大学、高等専門学校（本科）、職業能力開発総合大学校（専門課程のみの卒業者）、職業能力開発大学校（専門課程のみの卒業者）、職業能力開発短期大学校

指定科目	一級建築士試験			二級・木造建築士試験		
①建築設計製図			7単位	5単位	5単位	5単位
②建築計画			7単位	7単位	7単位	7単位
③建築環境工学			2単位			
④建築設備			2単位			
⑤構造力学			4単位	6単位	6単位	6単位
⑥建築一般構造			3単位			
⑦建築材料			2単位			
⑧建築生産			2単位	1単位	1単位	1単位
⑨建築法規			1単位	1単位	1単位	1単位
①～⑨の計(a)			30単位	20単位	20単位	20単位
⑩その他(b)			適宜	適宜	適宜	適宜
(a)+(b)			40単位	40単位	30単位	20単位
必要な実務経験年数			4年	0年	1年	2年

†都市環境デザイン工学科

表-2 に、平成 22 年度入学生（都市環境デザイン工学科として改称後初の卒業生）の指定科目一覧を示す。これらの科目について、国土交通大臣が指定する「中央指定試験機関」である公益財団法人建築技術教育普及センター（以下「センター」）に対して、平成 22 年度に科目申請を行い、同センター内に設置された「建築士試験指定科目確認審査委員会」によって指定科目に該当することが確認された。

表-2　本校の指定科目一覧（H22 年度入学生用）

指定科目に該当する開講科目一覧　1/1

学校種別：**高等専門学校**　　学校課程コード **4631-001-250**
所在地都道府県：**鹿児島県**　　審査受付番号：**100052**
学校名 課程名：**鹿児島工業高等専門学校　都市環境デザイン工学科**

対象入学年：**平成22年(西暦2010年)4月入学**　　修業年限：**5 年**
必要な実務経験の最短年数：　**二級・木造：0年**　　確認日：**2011/01/20**

指定科目の分類	開講科目	履修学年	単位数
①建築設計製図	基礎製図	1 年	2
①建築設計製図	設計演習	3 年	3
①建築設計製図	構造物設計	4 年	2
①建築設計製図	景観設計	5 年	2
		小計	9
②建築計画③建築環境工学④建築設備	建築計画	3 年	2
②建築計画③建築環境工学④建築設備	都市計画	4 年	2
②建築計画③建築環境工学④建築設備	土木・建築史	5 年	1
②建築計画③建築環境工学④建築設備	建築環境工学	5 年	1
②建築計画③建築環境工学④建築設備	建築設備	5 年	2
		小計	8
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	応用力学	2 年	2
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	土質力学	3 年	2
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	構造力学Ⅰ	3 年	2
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	構造力学Ⅱ	4 年	2
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	地盤工学	4 年	1
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	構造工学実験	4 年	1
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	耐震工学	5 年	1
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	鉄筋コンクリート工学Ⅰ	3 年	2
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	鉄筋コンクリート工学Ⅱ	4 年	1
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	鉄筋コンクリート工学実験	4 年	1
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	鋼構造工学	4 年	2
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	材料学	2 年	1
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	材料学実験	3 年	1.5
⑤構造力学⑥建築一般構造⑦建築材料	応用材料学	5 年	1
		小計	20.5
⑧建築生産	施工学	4 年	2
		小計	2
⑨建築法規	建築法規	5 年	1
		小計	1
⑩その他	測量学Ⅰ	1 年	2
⑩その他	測量学Ⅱ	2 年	2
⑩その他	測量学実習Ⅰ	1 年	2
⑩その他	測量学実習Ⅱ	2 年	2
⑩その他	応用測量学	5 年	1
⑩その他	都市環境デザイン工学概論	1 年	1
⑩その他	環境工学Ⅰ	4 年	2
⑩その他	基礎製図Ⅱ	2 年	1
		小計	13
		①～⑨計	40.5
		①～⑩計	53.5

この一覧にしたがって、学生は所定の科目を履修することによって 2 級建築士の受験資格が得られるが、受験時に本校に対して指定科目の履修証明書を請求する必要がある。本校学生課教務係では、平成 21 年度入学生から、指定科目に関する履修状況を保存し、いつでも証明書が発行できる体制としている。

（3）インテリアプランナー登録資格

インテリアプランナー資格制度は、平成 12 年度まで国土交通大臣が認定する審査・証明事業であり、上記センターが実施してきた。平成 13 年からは、大臣認定が廃止され、同センター独自の資格制度として実施されている。

この資格試験は、20 歳以上の者であれば誰でも受験できるが、試験に合格し資格を登録する場合に学歴に関する要件が課せられる。これは 2 級建築士と同様の審査過程を経て科目指定を受け、インテリア又は建築に関する課程を修めたとみなされる要件となっている。本学科は 2 級建築士と同様に科目指定を受け、平成 25 年度に確認を受けた。

（4）資格試験受験対策

平成 26 年 3 月に平成 21 年度入学生（本校最後の土木工学科生であり、本校最初の科目指定要件適用学年生）が卒業し、その中から 2 名が 2 級建築士受験希望を申し出た。

本学科では、平成 24 年度に建築関連図書の出版社である株式会社建築資料研究社と提携し、資格取得支援講座を開設している。上記 2 学生は本支援講座を平成 26 年 3 月から受講し、卒業後の現時点も継続中である。2 名とも卒業後 0 年で受験できる指定科目を履修済みであるため、平成 26 年夏に行われる試験に臨んでいる。今後は、受験対策を早め、受講科目を増やしてゆく予定である。

（5）大学との連携

上記卒業生の内 1 名は、佐賀大学都市工学科 3 年次へ進学（編入）した。平成 21 年入学生は土木工学科旧来の教育課程表を基に指定科目の対応を行ったため、平成 22 年度以降の入学生に比べ、指定科目の数が少ない。一方、当該学生は佐賀大学に編入後、建築デザインを志望しているため、建築関連科目の単位互換について検討を要した。

佐賀大学へ出向き、3 年編入時に問題なく佐賀大学の教育課程に移行できるか、また佐賀大学では 1 級建築士の科目指定を受けているため、本学科の 2 級科目指定からの移行についても打合せを行った。

結果として、本学科からの編入生は 1 科目だけ佐賀大学の科目を履修する代わりに、3 年次の 1 科目は履修の必要がないことが判った。このように、本学科から佐賀大学都市工学科への編入については、今後も問題なく行えることが判った。

2．デザイン教育に係わる施設整備

（1）建築同好会室の整備

（立上げ活動初期：平成 23・24 年度）

学生からの要望もあり、平成 23 年度に課外活動として「建築同好会」を立ち上げた。趣旨は、本学科の教育課程で学ぶ建築関連科目を補完することである。一方活動の拠点となるスペースが無かった為、構造実

験室の一部を簡易間仕切りで囲い、同好会室とした。

活動の端緒として、このスペースを設える事から始め、そのこと自体がインテリアデザインや建築の学習となるよう、床・壁・家具のデザインコンペを開催した。上記の各インテリアエレメントについて、アイデアを発表し合い、それぞれのアイテムについて採用案を決定した。**図-1**、**図-2** にそれぞれの採用案と、作品を示す。

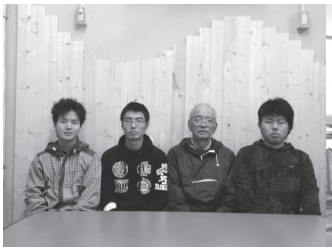


図-1 壁のデザインと施工

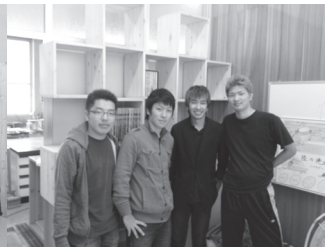


図-2 本棚のデザインと施工

（2）卒業研究生スペースと建築同好会室

（立上げ活動Ⅱ期：平成 25 年度）

平成 24 年度末に、本学科棟の改修・増築が決まり、同好会室の移動が必要となった。一年間の改修工事期間による仮の移動であったため、活動スペースが狭くなることが余儀なくされた。そこで、建築・景観デザインを志望する卒業研究生（以下「卒研生」）のためのスペースと同好会活動スペースを兼用するレイアウトを考え、本校専攻科 1 階に活動拠点を整備した。

卒研生と同好会生のスペースを兼ねる事で、新たな交流を期待した。結果として、卒研生が参加した「霧島市ペットボトルイルミネーション」の製作過程に、同好会生が加わり、また、同好会生が作成するベンチ模型やモニュメント模型の制作を卒研生が手伝い、アドヴァイスをするなど学年間の交流が促進された。

（3）都市環境デザイン演習室と VDS システム

上記(1)(2)の経験を踏まえ、新設される都市環境デザイン演習室（以下「演習室」）には、VDS システムを備えた準備室を計画した。ここは演習室の準備室であると同時に、卒研生のスペースであり、同好会室でもある。これまでの狭さを解消しつつ、各学年が同居し、スペースを共有することで、お互いの知識や経験、作品や情報等を交換しシェアできる環境を整えた。(**図-3**、**図-4**) なお、演習室と VDS システムの詳細については別稿に譲る。

図-3 デザイン演習室

図-4 VDS 室

（4）デザイン系アプリケーション

デザイン系のアプリケーションとして、CAD は Auto-CAD、プレゼンテーションについては Adobe CS のうち主に Photoshop と Illustrator を使用している。Auto-CAD は、今回整備した演習室全てのノート PC にインストールした。Adobe CS については、卒研生に貸与するノート PC 全てにインストールしている。これらのアプリケーションを活用し、CAD によるドローイングに加え、手書きによる図面も見劣りのしないプレゼンテーションに仕上げられるようにした。

同好会生による手描きの図面で設計コンペティションに応募し、入賞実績を残している。(**図-5**)

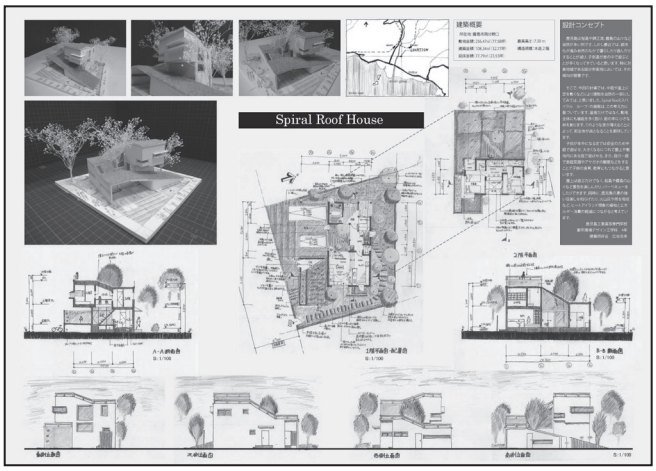


図-5 手描きによる設計コンペ入選作品

（5）大判・3D プリンターの導入

上記(2)で述べた校舎改修・増築に伴い A0 まで印刷とスキャンが可能な大型プリンターと近年実用化と普及が急速に伸びている 3D プリンターを導入した。共に VDS スペースに設置し、正規の授業や課外活動で活用できる環境を整えた。特に大型プリンターについては、演習室外からアクセスしプリントアウトやスキャンデータの取り込みが可能としている。建築デザインのみならず、都市計画・景観系の演習で必要な地図情報の扱いが容易になると考える。

3．デザイン競技への参加

平成 25 年度は、デザイン競技への参加に留まらず、受賞に至る成果を挙げ、かつ実施に至るという実績を残すものがあった。**表-3** に競技の名称と結果を示す。

表-3　設計競技参加一覧

通番	年度	競技名称	参加人数	結果
1	24	鹿児島高専創立50周年 記念モニュメント	7名	最優秀賞、優秀賞、 佳作（各1名）
2	24	夢のマイルームコンテスト	2名	奨励賞
3	25	全国高専デザインコンペティション	8名	
4	25	木のあふれる街づくり事業 （公募事業）	1名	採択（鹿児島空港ベンチ）
5	25	「かごしまの木の家をつくろう」 設計コンペ	2名	最優秀賞1名、佳作1名
6	25	コクヨデザインアワード	1名	
7	25	秋田県立大学 全国高校生建築提案コンテスト	1名	

（1）鹿児島高専創立 50 周年記念モニュメント

本学科学生であり、建築同好会に所属する学生が最優秀賞を受賞したことから、このデザインをもとに実施設計、製作が行われた（**図-6**）。製作を担当された本校ＯＢからの修正提案を受け入れた事もあり、スケッチから設計図を製作する過程で、再度形態に関する試行錯誤が必要となった。

主に夏休み期間の 3 週間程度を活用し、模型によるスタディを繰り返した。また、製作者との打ち合わせを行い、実物の試作も持参頂いて実現性を検討した。3 次元曲面の形状を図面化する事は難度も高い。かつ、層を持った形状であることから、各層毎に検討しながら形状を確定し図面化する必要があった。設計者が作図したＡ3 図面も 30 枚を超え最終的な製作図は 15 枚程になった。

図-6 モニュメント

図-7 空港出発ロビーベンチ

（2）木のあふれる街づくり事業（公募事業）

大手家具メーカーや地場の家具製作所等などのプロの作品と共に、学生の案が採択された。競技の内容は、県産材の木材を使うベンチのデザイン提案である。鹿児島空港の出発ロビーに設置することを条件に、8 人掛けのデザインが要求された。

設置場所である空港を視察し、スケッチやラフ模型によるスタディを重ねた。最終的にプレゼンテーション用の模型製作、現地に設置した際の手描きのパース、フォトモンタージュＣＧを作成し応募した。

採択後 8 人掛けの椅子の内、1 脚分に相当する部分模型を実寸で作製し、椅子の高さ・深さ・背もたれの角度等の確認を行った。また、製作は、馬場龍幸建築デザイン工房（以下馬場工房）に委託したが、県産材の杉の特徴とその製作方法等に関する相談に、鹿児島県工業技術センターを 2 回程訪ねた。一方で本校の技術室にも相談し、本校が所有する機器等でどのようなことが可能であるのか確認した。その結果、詳細設計をもとにＣＡＤで図面をデータ化し、技術室の協力を得て、シナベニアの型板を作成した。また、ほとんどが曲線で成り立っている家具のデザインの為、3Ｄモデルを作成し、算出し難い接合部分の角度等を確認した。これらを馬場工房に引き継ぎ、実施製作の委託を行った。製作途中、学生とともに集成材の色や形状の確認に工房を訪ね、製作の様子を視察した。空港の現場設置の際にも同行し確認を行った（**図-7**）。

空港を訪れた学生の話を数件聞いたり、同好会の活動に参加を求めて自ら訪れる学生がいたりと反響があった。学生への刺激となっていることが伺える。

４．見学会・聴講会の開催

建築同好会と、興味を持った本学科の学生を対象に 1）歴史的建築・環境配慮型建築見学会（3 回/H23）、2）熊本県立大学卒業制作中間発表聴講（H24）、3）鹿児島大学卒業設計作品合同講評会公聴（H24）、を行ってきた。平成 25 年度は 4）八代建築見学会、5）霧島市省エネモデルハウス見学会、6）地域の建築家設計の住宅作品見学会、7）人吉の古建築再生利用事例見学会を行った。

実際の建物を体験し、空間感覚を養うこと、大学の講義を垣間見る機会として位置付けている。高学年になるに伴い、課題解決力や提案力を求められる様になるため、その手がかりや原動力になることを期待する。

５．企業との連携・就職支援環境

学科名称変更後 5 年目を迎える。建築系の企業や大学へ進学する際の支援に重点を置く必要がある。その一つとして、インターンシップ受け入れ先の確保、建築・環境・土木の複合的な科目を習得した学生の利点をＰＲすることが肝要である。学生の個々の需要にも対応しながら進めていく予定である。

６．今後の展望

演習室が学科棟内に確保でき、様々なコミュニケーションツールが同時に活用できる環境が整った。特に多種のホワイトボードを利用し、グループディスカッションにも対応できることは大きな収穫である。これらを活かし、学生の提案力の涵養に努めてゆきたい。

７．謝辞

校内助成に採択して下さった赤坂校長を始め、学内外の多くの方々のご支援に感謝する次第である。

鹿児島工業高等専門学校
研究報告　49（2014）

Modern English Grammar: Tips for Communication

Kaori TSUKAZAKI

現代の英文法―コミュニケーションのヒント

塚崎　香織†

The purpose of this paper is to consider some features of modern English grammar which are likely to be new to Japanese learners of English. If they are made aware of these features, they may be able to communicate better in English. Firstly, I will discuss how to make sentences sound more polite. More detailed grammar is necessary in order to speak more politely. Secondly, English verbs with high frequency will be introduced. It is worthwhile for language learners to learn idioms connected with such verbs. Thirdly, the progressive form of 'stative verbs' will be mentioned. Most grammar books suggest that the progressive form of stative verbs is not grammatical, but when the situation has a particular meaning, stative verbs can be used as the progressive form. Lastly, new vocabulary and usage in contemporary English will be investigated.

Keywords: modern English grammar, communication, learners of English, politeness, high frequency words, new vocabulary

1　Introduction

The purpose of this paper is to consider some features of modern English grammar because grammar changes over time. Learning recent changes in English grammar can be useful for language learners in order to further promote international communication. I would like to focus on the following grammatical features in this paper. Firstly, I will discuss the way to make sentences sound more polite in English conversations. Secondly, English verbs with high frequency will be introduced. In addition, a list of idioms of 'say', one of the verbs with high frequency, will be presented for the purpose of studying the verb effectively. Thirdly, the progressive form of 'stative verbs' will be mentioned, which are normally not regarded as grammatical in most grammar books. Lastly, new vocabulary and usage in contemporary English will be mentioned.

2　Some Features of Modern English Grammar

2.1　Polite Expressions

Let us consider how we can make English sentences sound more polite. This grammatical rule is not new, but it seems to be helpful for Japanese learners of English to keep it in mind in order to communicate better in the target language.

Firstly, here are a variety of sentences for 'permission' which were presented by Professor Jon Hird at Oxford University English Language Teachers' Summer Seminar 2013[1)]:

(1) Can I open the window?
(2) Could I open the window?
(3) Is it OK if I open the window?
(4) Do you mind if I open the window?
(5) Would it be OK if I opened the window?
(6) Would you mind if I opened the window?
(7) Would you mind at all if I opened the window?

(Hird 2013a)

According to Hird (2013a), grammar depends on three kinds of distance; (1) "contextual", (2) "conceptual", and (3) "social". The more distance the speaker and the hearer have, the more grammar is needed between the two for communication. Huddleston and Pullum (2002, p. 170) also point out that "length" and "complexity" of a sentence are connected with "politeness"[2)]. As you can see in the above examples (1) through (7), the longer the sentence becomes,

†一般教育科文系

the more diplomatic and polite it becomes. If you do not know a person very well, you may need to be more diplomatic by using the sentence (7) instead of (1).

Biber et al. (1999, p. 485) state that it depends on "speaker stance" whether 'can' or 'could' is used in a sentence [3]. If you make the sentence 'hypothetical' or 'tentative' by using the modal 'could' instead of 'can', this will make it sound more polite. For instance, the above example (2) sounds more polite than (1).

Secondly, we will look at the exclamation 'please' which is sometimes called 'the magic word'. To take an example, in a Disney film *Frozen*, one of the main characters *Kristoff* asked for the magic word 'please' when his reindeer *Sven* wanted a carrot and just said to him, "Give me a snack". Adding 'please' to the imperative form "tones down" or "weakens" the command (Leech and Svartvik 2002, p. 175) [4]. This is why the word makes a sentence sound polite.

However, as I pointed out in my previous paper (Tsukazaki 2013), it seems that when Japanese people order something in English at a restaurant, they tend to forget to say the magic word 'please' [5]. This may be because they concentrate on the message itself, that is, what to order in this case, and cannot afford to think of how the message should be conveyed in an effective or nice way. Consequently, they use the imperative form without weakening the command by adding 'please'. In the end, it is likely that a waiter or a waitress thinks that they are rude.

We can say that this misunderstanding derives from the fact that they are not aware of the effect of the word 'please'. This is a good example which demonstrates how even a single word functions in a sentence. It follows that learners need to be aware of the degree of politeness in language use and choose an appropriate word or sentence in order to achieve better communication.

2.2 Verbs with High Frequency

The most used verbs in English are 'be', 'have', 'do', 'say', and 'make' in order of frequency (Hird 2013a). It may be useful for Japanese learners to learn many phrasal verbs or idioms including those verbs that they will often encounter in English conversations. To take an example, Table 1 shows some idioms of 'say'. The definitions in the list are based on *Oxford Advanced Learner's Dictionary 8th ed*. (2010, p. 1360 - 1361) [6].

Table 1: A Short List of Idioms of 'Say'

Idioms	Meaning or Synonym
before you can say Jack Robinson	very quickly
go without saying	to be very obvious or easy to predict
I must say	used to emphasize an opinion
I say	(1) used to express surprise, shock, etc, (2) used to attract somebody's attention or introduce a new subject of conversation
never say die	do not stop hoping
say when	used to ask somebody to tell you when you should stop pouring a drink or serving food for them because they have enough
that is to say	= in other words
there's no saying	used to say that it is impossible to predict what might happen
to say nothing of	= not to mention
well said	I agree completely.
who can say ?	used to say that nobody knows the answer to a question

2.3 Progressive Forms of Stative Verbs

The progressive form of 'stative verbs', or 'state verbs', will be discussed here. According to most grammar books, stative verbs are not used with the progressive form except when they have a temporary meaning. Let us look at an excerpt from Leech and Svartvik (2002, p. 67):

(1A) They are living in a rented house.
(temporarily — for a short period)
(1B) They live in a rented house.
(permanently)

(Leech and Svartvik 2002, p. 67)

In (1A), the progressive form of the verb 'live' indicates that the situation is temporary, not permanent.

Apart from this usage, what is often pointed out in most grammar books is that "State verbs often cannot be used with the progressive at all" (Leech and Svartvik, 2002, p. 75). In addition, Swan (1995, p. 462) clearly states that "I'm liking this wine." is not grammatical [7]. In this way, the

stative verb ‘like’ was traditionally described as one of the verbs which cannot be used in the progressive form.

Nevertheless, you will sometimes hear the phrase ‘I’m liking.’ lately, especially in “informal speech” according to *English Grammar Today* published by Cambridge University Press [8]. For instance, you might have heard of ‘I’m loving it.’ in a McDonald’s commercial film.

According to Hird (2013a), some ‘stative verbs’ which were originally not used in the progressive form, have started to take the progressive form recently. Here are some of the examples that he highlighted:

(2) Looking in the mirror and I think I’m liking what I see.
(Pixie Lott, a British singer)
(3) Polly, who was disliking the Queen and feeling rather sulky, would not have let hand be taken if she could have helped it.
(*The Magician’s Nephew*, C. S. Lewis)

(4) We’re loving the vuvuzela.
(Dara O’Brian, an Irish comedian)
(5) I’m hearing what you’re saying, but I don’t agree I’m afraid.
(Judge, BBC Classical music now.)

(Hird 2013a)

Similarly, *English Grammar Today* gives us two more examples:

(6) I’m not liking this book.
(7) She’s loving the CD you gave her.

English Grammar Today explains that the verbs ‘like’ and ‘love’ can be used as ‘action verbs’ “when they refer to actions over short periods”. That is why they are used as the progressive form in (6) and (7).

Surprisingly, even in an English grammar book which was published in Japan in as early as 2001, you can find the progressive form of the stative verb ‘hear’:

(8) A: Can you hear me in the back?
B: Oh! I’m hearing it better now.

(Yasui 2001, p. 283)

Yasui (2001, p. 283) explains that the situation is “changeable” and “dynamic” rather than “stative” in this conversation [9]. This is why the stative verb ‘hear’ in the sentence (8B) is used with the progressive form instead of the simple present.

Aarts (2011, p. 268) also says that we can use the progressive form of a stative verb when we want the verb interpreted “dynamically, and with an implication of temporariness…”[10] Here is an example:

(9) I’m really hoping to clear some space in my life very soon to be able to do all that.

(Aarts 2011, p. 268)

In (9), according to Aarts (2011, p. 269), “there is a sense of acuteness” of the speaker and the progressive form “expresses a wilful, determined desire”.

Finally, here is a very clear explanation of this usage from *Oxford Learner’s Pocket Verbs and Tenses* (Hird 2013b, p. 58) [11]. The stative verbs ‘be’, ‘enjoy’, ‘expect’, ‘feel’, ‘like’, ‘love’, ‘look (like)’, ‘need’, ‘think’ and ‘want’ can be used in the progressive form “when we want to emphasize that the feeling or attitude is at a particular time and temporary”. This explanation enables us to understand the meaning of ‘I’m loving it.’ in the McDonald’s commercial film. This suggests that “I’m in a mood of eating at McDonald’s at the moment!” or that “I’m so happy at the moment with what I’ve just had at McDonald’s!”

Indeed it may not be easy for non-native speakers to use the progressive form of the stative verbs themselves because they are not familiar with this usage yet. However, at least it seems to be helpful for them to learn the phrases that they are likely to encounter in the real world.

2. 4 New Vocabulary and Usage

I would like to discuss some other features in contemporary English. Firstly, we will look at some of the new vocabulary. ‘Verbing’, as Hird (2013b, p. 308) puts it, is “the creation of a verb from a noun without making any changes”. It is “particularly common in the field of technology, especially in digital communication and the use of the internet”. For example, ‘google’ is now used as a verb in English, but it was originally a proper noun ‘Google’. Even in Japan, some people use the word as a Japanese verb ‘guguru’.

Similarly, such nouns as ‘email’, ‘bookmark’, ‘message’,

‘text’, ‘access’, and ‘facebook’ came to be used as verbs (Hird 2013b, p. 309). Here are some examples of verbing:

(1) If you don’t know the address, let’s google it.
(2) I’ll facebook everyone about the party.
(3) I’ll email you.
(4) Did you bookmark the site?
(Hird 2013b, pp. 308 - 309)
(5) I text-messaged him to say we were waiting in the pub. (*OALD 8th ed.* 2010, p. 1600)

As for the example (3), you can also say that “I’ll send you an email.” by using the noun ‘email’.

Secondly, let us look at ‘acronyms’ or ‘abbreviations’. For example, ‘ASAP’ and ‘FYI’, which mean ‘as soon as possible’ and ‘for your information’ respectively, seem to be common in emails. In this way, people tend to use shorter language in informal settings, especially in personal emails and text messages lately. This is because it is much quicker to type. The shortened language is not so much ‘written language’ as ‘spoken language’ although it is in a written form (Hird 2013a).

Table 2 shows some examples of acronyms and abbreviations [12]:

Table 2: A Short List of Abbreviations

Abbreviation	Meaning
bday	birthday
Cul8er / Cul8r	See you later.
g8	great
How r u?	How are you?
IOU	I owe you.
k	OK / kilo (thousand)
lol	lots of love / laugh(ing) out loud / lots of laughs / lots of laughter
omg	oh my god / oh my goodness / oh my gosh
pls	please
ppl	people
rip	rest in peace
tgif	Thank God it’s Friday.
thx	thanks
ur	your / you’re
u2	you too
4u	for you

‘Bday’ seems to be often used when people send birthday wishes to their friends on Facebook, a social networking site. The alphabet ‘k’ is often used to show the number of ‘Like’ on Facebook. For example, ‘9 k’ means ‘nine thousand’. Moreover, in an episode of a BBC drama *Sherlock* (2013), the leading character *Sherlock Holmes* saw a message ‘I O U’ on the window of the building across the street. It stands for ‘I owe you.’ as explained in the list.

Those abbreviated words or phrases are too short to guess their meanings if you don’t know them. It might be quicker to type them than the full words or sentences, but we need to be careful in using them. This is because not every native speaker of English uses them even if she or he understands them.

The following are the titles of pop songs:

(6) Sk8ter Boi (Avril Lavigne 2002)
(7) Give Me All Your Luvin’ (Madonna 2012)

‘Skater’ is spelled as ‘sk8ter’ in a Canadian singer Avril Lavigne’s song. This is because the word ‘skater’ includes the same pronunciation as the number eight. ‘Boy’ is spelled differently in the song as well. Likewise, ‘lovin’ is spelled as ‘luvin’ in an American singer Madonna’s song. The word ‘love’ is sometimes spelled as ‘luv’ in text messages. For example, people write ‘I luv u.’ instead of ‘I love you.’

Thirdly, let us have a look at the word ‘innit’ in informal British English. You can find this word in the sixth edition of *Oxford Advanced Learner’s Dictionary 6th ed.* (2000, p. 668) [13]. The word was defined as “a way of saying ‘isn’t it’” in “non-standard” British English and here is an example:

(8) “Cold, innit?” (*OALD 6th ed.* 2000, p.668)

However, after 10 years, the definition of the word became a little more detailed or advanced in the latest edition of the same dictionary (*Oxford Advanced Learner’s Dictionary 8th ed*. 2010, p. 803). That is, the second meaning was added to the one I mentioned above: the word ‘innit’ is also “a way of saying any question tag, such as ‘don’t you?’ or ‘haven’t you?’”. As *Oxford Leaner’s Pocket Verbs and Tenses* (Hird 2013b, p. 22) explains, the word ‘innit’ is used in any question tag “irrespective of the tense

and subject of the preceding statement". For example,

(9) Kris's coming with us, innit? (*OLPVT*, p. 22)
(10) You got it, innit? (*OALD 8th ed*. 2010, p.803)

In this way, 'innit', formerly a contracted form of 'isn't it', is now widely used in place of 'isn't he' or 'didn't you'. According to Hird (2013a), some people even reply to this question tag by just saying "Innit!". It is true that language learners do not need to use this informal word, but it may be useful to remember the word so that they can at least recognise it when they encounter it in the real world.

Lastly, we will consider the adverb 'like'. According to an excerpt in Hird (2013a), the word is inserted after "every three or four words" in speech especially in American English. Here are examples from two dictionaries, *Oxford Advanced Learners' Dictionary 8th ed*. (2010, p. 894) and *Genius 4th ed*. (2006):

(11) It was, like, weird.
(12) It was kind of scary, like.
(13) It was really hard. Like I have no time for my own work.
(*OALD 8th ed.* 2010, p. 894)
(14) I mean, like, you should go.
(15) Jane was, like, so rude!
(16) It was an accident, like.
(*Genius* 2006, p. 1139 - 1140)

Oxford Advanced Learner's Dictionary 8th ed. (2010, p. 894) states that it is "used in very informal speech, for example when you are thinking what to say next, explaining something, or giving an example of something". Furthermore, *Genius* (2006, p. 1139) says that the word 'like' has almost no meaning itself and weakens the statement when you hesitate to say something [14].

3 Conclusion

In this short paper I have looked at some features in modern English grammar. In Section 1, I discussed politeness in speech. In Section 2, I looked at the English verbs which are commonly used. In Section 3, I considered the progressive form of the stative verbs. In Section 4, I discussed new vocabulary and usage.

In conclusion, Japanese learners of English need to be aware of the fact that the language is changing over time. Trying to keep up with the times may be a key to better international communication.

Acknowledgements

I would like to express my gratitude to Kagoshima National College of Technology for supporting this study. I am especially indebted to Dr Tetsuji Chohji, President of Kagoshima National College of Technology, Dr Hiroshi Akasaka, former President, and Dr Kojiro Shiba, Vice President.

Furthermore, I am very grateful to Professor Jon Hird, who inspired me very much at Oxford University English Language Teachers' Summer Seminar 2013.

Finally, I would like to thank Professor Andrew J. Daniels at Kagoshima Immaculate Heart University and Mr Richard Broadbridge who is studying at University of Oxford for their kind support.

References

1) Hird, J.: "Aspects of Contemporary Grammar". "Exploring Grammar". Oxford University English Language Teachers' Summer Seminar 2013. Exeter College, University of Oxford. 22 July - 2 August. (2013a)
2) Huddleston, R. and G. K. Pullum: *The Cambridge Grammar of the English Language*. Cambridge University Press. (2002)
3) Biber, D., S. Johansson, G. Leech, S. Conrad and E. Finegan: *Longman of Spoken and Written English*. Pearson Education Limited. (1999)
4) Leech, G. and J. Svartvik: *A Communicative Grammar of English*. Pearson Education Limited. (2002)
5) Tsukazaki, K.: "A Cross-Cultural Study through Staying with Host Families in the United Kingdom". *Research Reports of Kagoshima national College of Technology* 48, pp. 61 - 69. (2013) [In Japanese]
6) *Oxford Advanced Learner's Dictionary* (8th edition). Oxford University Press. (2010)
7) Swan, M.: *Practical English Usage*. Oxford University Press. (1995)
8) *English Grammar Today*. [Online] http://dictionary.cambridge.org/grammar/british-grammar/verbs-types [accessed 17 May 2014]
9) Yasui, M.: *A Better Guide to English Grammar.* Kaitakusha. (1996) [In Japanese]
10) Aarts, B.: *Oxford Modern English Grammar*. Oxford

University Press. (2011)

11) Hird, J.: *Oxford Learner's Pocket Verbs and Tenses*. Oxford University Press. (2013b)

12) http://www.acronymfinder.com/

13) *Oxford Advanced Learner's Dictionary* (6th edition). Oxford University Press. (2000)

14) *Genius* (4th edition). Taishukan. (2006) [In Japanese]

Oxford University: A Brief Explanation of Traditional Aspects in College Life

Kaori TSUKAZAKI

オックスフォード大学における伝統的な大学生活

塚崎　香織†

The University of Oxford is one of the oldest and most prestigious universities in the world. The high quality of education has produced many important people in various fields of excellence. In proportion to its long history, many traditions started in the university. Some of them became the standard for other universities or colleges around the world. In this short paper, I would like to introduce some of the traditions in college life in the medieval town Oxford. I will mention in particular historical buildings and ceremonial clothing. I will focus on Exeter College and Brasenose College as examples out of the 38 colleges that make up Oxford University.

Keywords: Oxford University, college, tradition, campus life

1　Introduction: History

The University of Oxford in the United Kingdom is the third oldest university in the world according to Chris Day, Emeritus Fellow at Kellogg College in the University[1)] . Although the precise year of foundation is not clear, it is believed that its long history began in 1096 when ‘teaching existed at Oxford in some form’ [2)] . In 1167, King Henry II banned English students from studying at the University of Paris and they migrated to Oxford[3)] . This resulted in the development of the University. Today the University of Oxford is made up of 38 colleges. Over the course of its 900-year history, the University has developed many unique traditions and some of them have been appropriated by other universities or colleges around the world. In this short paper, I would like to introduce some of the traditional aspects in college life in Oxford. I will concentrate on Exeter College and Brasenose College where I stayed in 2013 and 2014 respectively to participate in a two-week summer course for English teachers.

†一般教育科文系

2　Oxford University and its Colleges

The Educational System in the University of Oxford is unique. It is a ‘federation’ of 38 individual colleges in the city of Oxford and ‘each college has its own tutors, administrators, grounds, residence halls and traditions’ [4)] . This is often compared to the relationship between the federal government and the state governments in the United States[5)] .

Students apply for individual colleges and the tutorial is given by tutors there, while degrees are given by the University at degree ceremonies at the Sheldonian Theatre. The tutorial at the college is ‘a one-hour meeting between one or two students and the tutor’. They meet once a week or every other week. Tutors do not ‘feed you facts and information’ but ‘guide your studies’ [6)] . It follows that you need to be a more independent learner and are more responsible for your own study in Oxford University than in many other universities.

In addition to the tutorial at your college, you can also attend weekly lectures at the faculty which are given for any students in the University so that you can complement your study at the college. Students take exams at the Examination Schools instead of at their college (see Figure 1). This building is located on High Street. Two security

Figure 1: The Examination Schools

Figure 2: The Radcliffe Camera

guards stand at the entrance. I will mention how students must dress for exams in Section 4.4.

The main library in Oxford University is the Bodleian Library. It is the second largest library in the United Kingdom[7)] . It includes the Divinity School, Duke Humfrey's Library, the Radcliffe Camera (Figure 2) and the New Bodleian Library. A unique tradition in this library is that you cannot borrow books. Even King Charles was not allowed to borrow a book in 1645. If you are a student, all you can do is to read a book in the reading room in the library. Unfortunately, visitors are not allowed to access any of the numerous valuable books that are to be found in the library.

3 Exeter College and Brasenose College

Let us have a closer look at two colleges here: Exeter College and Brasenose College (see Figures 3 and 4). Exeter College, which is one of the oldest colleges in Oxford University, was established in 1314 and became 700 years old in 2014. Brasenose College, which is just across the street from Exeter, was founded in 1509. I would like to compare these colleges where I studied and stayed for a short period of time.

Each college in Oxford University has its own private property which includes the chapel, the library, the dining hall, lecture rooms, halls of residence, and gardens. It is interesting that colleges differ from each other in many ways.

Let us compare Exeter College with Brasenose College. Firstly, the job title for the person in charge, for instance, is different in Exeter and Brasenose. The principal is called 'Rector' in Exeter while he or she is called 'Principal' in Brasenose. You can see present and former Rectors' portraits on the wall of the dimly lit dining hall at Exeter College.

Secondly, in the Junior Common Room (JCR) in Brasenose College, there are many luxurious sofas, a large TV, vending machines for drinks and snacks, billiards, and a huge Jenga game by the fireplace. Students probably spend a relaxing time there with their friends. On the other hand, JCR in Exeter College looked much simpler with only vending machines, some sofas and a TV.

Thirdly, I would like to introduce famous Oxonians from Exeter and Brasenose. Oxonians are present students or former students of Oxford University[8)] . Oxford University has produced many important persons all over the world. 26 British Prime Ministers graduated from the University. David Cameron, who has been British Prime Minister since 2010, graduated from Brasenose College.

To take another example, many novelists were educated at the University too. You can still see J. R. R. Tolkien's name in the Exeter College register which is kept in the college library (see Figure 5). It is needless to say that he is the author of best-selling books *The Lord of the Rings* and *The Hobbit*. In addition, Exeter College produced another novelist Philip Pullman. He made the setting of *Northern Lights*, the first book of *His Dark Materials* trilogy, Exeter College. If you enter the Senior Common Room (SCR) in Exeter College, you might be excited to see the exact place

Figure 3: The Main Entrance, the Chapel and Front Quadrangle in Exeter College

Lyra, the main character in the book, hid at the beginning of the story.

4 Traditional Campus Life in Oxford

4.1 The Porters' Lodge

Generally speaking, there is no sign at the gate of a college, which makes you walk around the street for a long time and finally ask people where the college you are looking for is. If you manage to get there, you will open the thick heavy wooden door. And then, you will see 'the Porters' Lodge' at the entrance. It is a place where security guards who are called 'porters' are working. They are in charge of 'the safety and security' of the college[9)] .

Figure 5: The Library in Exeter College

Figure 4: High Street Gate of Brasenose College

In contrast with the old and traditional things preserved in the colleges, an up-to-date security system is used in Oxford. They use swipe keys or fobs to open doors of the gate, the buildings, or the computer room so that strangers cannot sneak in, especially during the night. When I stayed at Exeter College, my hall of residence was in a building outside the college. Although it was located just across the street from the gate, it was difficult for me to understand where it was immediately. Then a porter showed me the door of the building on the screen of CCTV. It seemed that it was monitored for 24 hours a day.

Lastly, Oxford has tourists from all over the world. Even when colleges are closed to visitors, it is likely that porters are kind enough to allow you to take some pictures near the lodge where you can see a beautiful view of historical buildings and the quad. In most cases, they are friendly and generous.

4.2 The Dining Hall

Have you ever seen the Great Hall in any Harry Potter films? You can see its model in the dining hall in Christ Church, one of the 38 colleges in Oxford University. It is the most famous dining hall in Oxford. Many tourists visit it, although its ceiling does not reflect the weather nor are there any floating candles in the air as in the films! The staircase which is exactly the same as in a Harry Potter film will take you to the dining hall. Inside the hall, you will see three long rows of tables where students eat. Behind them is 'High Table' for teachers and their guests. It is set on a dais at the end of the dining hall[10)] . You might have seen

one in the film too.

Each college has its own dining hall (see Figures 6 and 7). It has a high ceiling and is dimly lit only with the sunshine through the stained glasses of the windows in the daytime and lights or candles on the tables in the evening. Therefore, when it is cloudy, the hall is a little dark. On the walls, you can see portraits of important people who are connected with the college.

The system of serving meals seems to be different in colleges. For instance, Exeter College and Brasenose College had different systems in many ways. At Exeter College, breakfast and lunch was self-service, and a two-course dinner (main course and dessert) was served every evening. We had a choice for lunch: (1) at the undercroft bar, where we ordered a panini or sandwich with juice, soup, and a small bag of crisps or (2) at the dining hall, where we had a cold buffet. Tea and coffee were served after every meal and at the break time between morning lectures. Tea-making facilities were in every room for students. On the other hand, at Brasenose College, we had a served dinner once a week. For lunch and dinner, we usually queued up in the kitchen to be served.

Figure 6: The Dining Hall in Exeter College

4.3 Historical Buildings

The architecture in Oxford is amazingly beautiful. Most buildings in this medieval town are made of limestone, which gives the landscape harmony. Oriel windows in Exeter College which are facing to Turl Street are beautiful. You can see many kinds of gargoyles on the walls of the buildings (see Figure 8). Even iron fences or water pipes are decorative in Oxford. If you are lucky enough, you may encounter actors on a movie set which is being shot in a college.

There is a sundial in some colleges. For example, there is one in Old Quad in Brasenose College. Moreover, on the walls of the buildings you might find some shields in order to thank the families who funded the college.

You might also see chalk drawings on the walls. 'The only graffiti permitted on Oxford college walls celebrate victories over rival colleges' boat crews' [11]. Here is a picture of one of them (see Figure 9).

Figure 7: High Table in Brasenose College

Figure 8: Gargoyles on the Wall

Figure 9: Graffiti on the Wall in Brasenose

In addition to the stained glasses in the dining hall, you can see beautiful stained glass in the chapel (see Figures 10 and 11). In summer, plays or concerts are held in the college chapel or garden. When I stayed at Exeter College, a Shakespearean play and a medieval music concert were held. I was surprised that the beautiful chapel was unexpectedly a meeting point of the fire drill at Exeter College.

Inside the college, they have their own gardens. For example, in Exeter College, there are Fellows' Garden and Rector's Garden, both of which are full of greenery and flowers. Especially, Fellows' Garden in Exeter College has a fantastic view. You can see the Radcliffe Camera and the Gothic windows of the Divinity School in the Bodleian Library. Moreover, there is a small pond. This might be why I saw a duck with her ducklings in a bush in Exeter College. However, they needed somebody's help to pass through the doors to get to the bush in Front Quadrangle or the pond in Fellows' Garden.

The words 'quad' or 'quadrangle' mean a square layout of the buildings that New College, one of the oldest colleges in Oxford, first used and now is the standard of a building layout. The square garden surrounded by the buildings is called a 'quad' or 'quadrangle'. Each college has square gardens such as Old Quad and New Quad in Brasenose College and Front Quadrangle and Margary Quadrangle in Exeter College.

Generally speaking, you are not allowed to sit or walk on the grass in a quad even without a sign saying 'Keep off the grass'. This is why lawns remain beautiful in Oxford. However, it is surprising that students at Brasenose College are allowed to use New Quad from 12:30 to 20:30. I saw some students sitting happily on the lawn with their friends. One day, there was a tent on the lawn to hold a wedding party. Furthermore, I saw a squirrel secretly eating grass in New Quad in the evening. He lives in a tree in a small garden called Deer Park.

A librarian at the Bodleian Library said that it was difficult to make a balance between preserving the historical architecture and having a modern life. Although the inside building is modernised to some extent, it is not possible to build a lift everywhere to carry heavy books. Likewise, there are no lifts in halls of residence but are steep stairs in Exeter College and Brasenose College.

Figure 10: The Stained Glasses near High Table in Exeter College

Figure 11: The Chapel in Exeter College

Figure 12: Students in Gowns

Generally speaking, there is no air conditioning in the classrooms or halls of residence in colleges. As far as I know, only Saskatchewan Lecture Theatre, the largest meeting room in Exeter College was equipped with air conditioning. All the 60 participants of the summer course took a morning lecture there. Apart from this, we suffered from the heat because it was an unusually hot summer in Oxford in 2013. I needed to keep the window and the curtain in my room open to feel the breeze even during the night. Nevertheless, an old lady who took us an official guided tour to the town said that there was no need to equip the colleges with air conditioners just because it was very hot once in 500 years. Compared with the University's long history, our problem seemed to be nothing.

4.4 Ceremonial Clothing

Ceremonial clothing today is almost the same as that of medieval times [12] . This is historically proved by two riots in Oxford in 1209 and 1248. Those riots are called 'town-gown' riots and the first one resulted in the birth of Cambridge University[13] . The fighting was between people in the town and those who wore gowns in the University.

Let us look at what students wear at the present day. On formal occasions, students need to wear a gown and 'sub fusc' clothing which is 'black trousers or skirt, white shirt, and a white bowtie or black ribbon' [14] . For example, when they attend a degree ceremony at the Sheldonian Theatre, they must wear full academic dress including the uniform cap (see Figure 12). I saw graduates throw their caps while they were taking group photos at Exeter College. I also saw the Rector wearing a black gown with a red trim which was apparently different from that of students.

When students take exams at the Examination Schools, they need to pin a flower to their gown: a white carnation for the first exam, a pink one for the second exam, and the red one for the last exam[15] . The flower pinned to a gown will tell you which exam they are taking. It is interesting that the colour of the flowers changes depending on the exam. It is said that students' effort or blood turns a white flower into a red one. A woman who just graduated from Merton College told me that the price of the flowers is higher during the exams.

5 Conclusion

The more I learn about the history of the town and the University, the more I like Oxford. I was amazed that some traditions or customs come from the University and that they have not changed over time.

People in Oxford are friendly. The staff members whom I met at colleges in Oxford seemed to be proud of being a member of their college. They knew well about the history of their college. They were very kind and polite even to short-term students like us. In addition, local people were nice too. Every time we asked them questions for the treasure hunt, they kindly taught us what they knew. Oxford is a good place to visit as a tourist as well as to study as a student.

Acknowledgements

I would like to express my deepest gratitude to Dr Tetsuji Chohji, President of Kagoshima National College of Technology. I am very grateful to Dr Kojiro Shiba, Vice President and Professor Tetsuharu Kurakake who always encouraged me to study in the UK. Finally, I would like to thank Professor Andrew J. Daniels at Kagoshima Immaculate Heart University for his kind support.

References

1) Day, C.: “Oxford and its University”. Oxford Teachers’ Academy 2014. Brasenose College, University of Oxford, 5 August. (2014)
2) http://www.ox.ac.uk/about/organization/history
3) Tames, R.: *A Traveller’s History of Oxford*. Interlink Books. (2003)
4) http://www.ifsa-butler.org/oxford-university.html
5) Day, C.: “Oxford and its University”. Oxford Teachers’ Academy 2014. Brasenose College, University of Oxford, 5 August. (2014)
6) http://www.ifsa-butler.org/oxford-university.html
7) http://www.ox.ac.uk/research/libraries
8) http://www.the free dictionary.com/Oxisonian
9) http://www.theguardian.com/money/2011/nov/04/ working-life-university-porter-cambridge
10) Tames, R.: *A Traveller’s History of Oxford*. Interlink Books. (2003)
11) http://www.visitoxfordandoxfordshire.com/ be-inspired/Traditions-and-triva.aspx
12) Degree Ceremony Brochure. University of Oxford.
13) Tames, R.: *A Traveller’s History of Oxford*. Interlink Books. (2003)
14) http://www.topuniversities.com/where-to-study/ europe/united-kingdom/oxbridge-explained
15) http://www.topuniversities.com/where-to-study/ europe/united-kingdom/oxbridge-explained

小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」におけるプログラムの開発

大竹 孝明[†]　山下 俊一[†2]　山田 孝行[†2]　脇園 好光[†3]　川越 渚[†3]　新納 時英[†4]　中村 哲[†4]

Development of an Educational Program for Manufacturing and Scientific Experimental Classes “Kagoshima National College of Technology Day 2013” for Schoolchildren

Takaaki OHTAKE, Shunichi YAMASHITA, Takayuki YAMADA, Yoshimitsu WAKIZONO, Nagisa KAWAGOE, Tokihide NIIRO and Satoshi NAKAMURA

Kagoshima National College of Technology (KNCT) offers various manufacturing and scientific experimental classes for elementary and junior high school students in Kagoshima in order to develop creative human resources in the region and to raise children’s interest in science. KNCT initiates community support activities, in partnership with educational institutions in the region, by holding open lectures on topics such as robot making and operation experience.

This paper reports the results of manufacturing and scientific experimental classes held in collaboration with Kagoshima Municipal Science Hall as one of the regional cooperation activities. This event is regarded as a part of KNCT’s PR activity.

Keywords : Schoolchildren, Manufacturing, Scientific Experimental Class, Regional Cooperation, Kagoshima National College of Technology, Kagoshima Municipal Science Hall

1　緒　言

鹿児島高専では，地域での創造的人材の育成と，子どもたちの理科離れを食い止めるための方策として，県下の小中学生を対象としたものづくり・科学講座を毎年多数開講している．これまでに，ロボットの製作・操作体験等の公開講座等，地域の教育界等と様々な形での連携による地域支援活動を実施してきた．

鹿児島市立科学館とも，共催事業である「鹿児島高専のロボットがやってきた」という行事等を行っている．

このようにして，平成 21 年度より，鹿児島市立科学館との連携（共催）により，科学工作実験教室やロボットの動作説明等の各種イベントを通じて科学に対する興味や関心を高め，夢や創造性を育む機会を設ける事業を計画し，独立行政法人科学技術振興機構（JST）の「平成 25 年度科学技術コミュニケーション推進事業機関活動支援」に，“小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」”のテーマで，平成 21 年度より 5 年連続で採択された．

本企画を，鹿児島高専を地域へ広く PR し，科学技術者育成を行う本校への志願者増に向けた広報活動の一環とも位置づけ，科学実験教室や展示等を計画し，第 1 回目を平成 25 年 8 月 11 日（日）に鹿児島市立科学館にて，第 2 回目を 12 月 15 日（日）にかごしま県民交流センターにて実施した[1), 2)]．

2　本企画の目的，周知活動と各機関の役割

本企画の目的を，次のように設定した．

地域での創造的人材の育成と，子どもたちの理科離れを食い止めるための方策として，小中学生の多い鹿

[†] 鹿児島工業高等専門学校 一般教育科理系
[†2] 技術室
[†3] 総務課
[†4] 鹿児島市立科学館

児島市に立地する鹿児島市立科学館等との連携(共催)により，工作実験教室や科学実験教室及びロボットの動作説明等の各種イベントを通じて科学に対する興味や関心を高め，夢や創造性を育む機会を設ける．

また，本企画により，工学系の高等教育機関である鹿児島高専を地域へ広く PR し,科学技術者育成を行う鹿児島高専への志願者増に向けた広報活動の一環に位置づける．

これらの目的を達成するために，平成 25 年度は展示・実験及び科学実験教室等の企画を，次のような事業内容で年 2 回実施した．

① 事業名：小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」in 鹿児島市立科学館
主催：鹿児島工業高等専門学校，鹿児島市立科学館
開催日時：平成25年8月11日（日）10:00～16:00
実施場所：鹿児島市立科学館（鹿児島市）
対象者：小中学生，一般
担当者：鹿児島高専教職員他41名，学生33名，鹿児島市立科学館職員10名

② 事業名：小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」in かごしま県民交流センター
主催：鹿児島工業高等専門学校，かごしま県民大学中央センター
開催日時：平成25年12月15日（日）10:30～16:00
実施場所：かごしま県民交流センター（鹿児島市）
対象者：小中学生，一般
担当者：鹿児島高専教職員他44名，学生18名，

8 月の鹿児島市立科学館におけるイベントでは，開催日や実施内容及び工作教室等の応募方法について，鹿児島市立科学館により，新聞や市民広報誌への掲載によって広く案内し，より多くの参加者を募る広報を行った．鹿児島高専は，図 1 に示すようなポスター，チラシを作成し，会場の鹿児島市立科学館が位置する鹿児島市内，鹿児島高専の所在地である霧島市内及び隣接する姶良市の小中学校へ配布し広く案内した．

一方, 12 月のかごしま県民交流センターにおけるイベントは,かごしま県民大学中央センターとの共催で,かごしま県民大学連携講座として鹿児島市内のかごしま県民交流センター(大ホール)にて開催した．

8 月のイベントと同じように，共催のかごしま県民大学中央センターからも広く案内し，より多くの参加者を募る広報を行った．鹿児島高専は，図 2 に示すようなポスター，チラシを作成し，鹿児島市内，霧島市内及び隣接する姶良市の小中学校へ配布し広く案内し

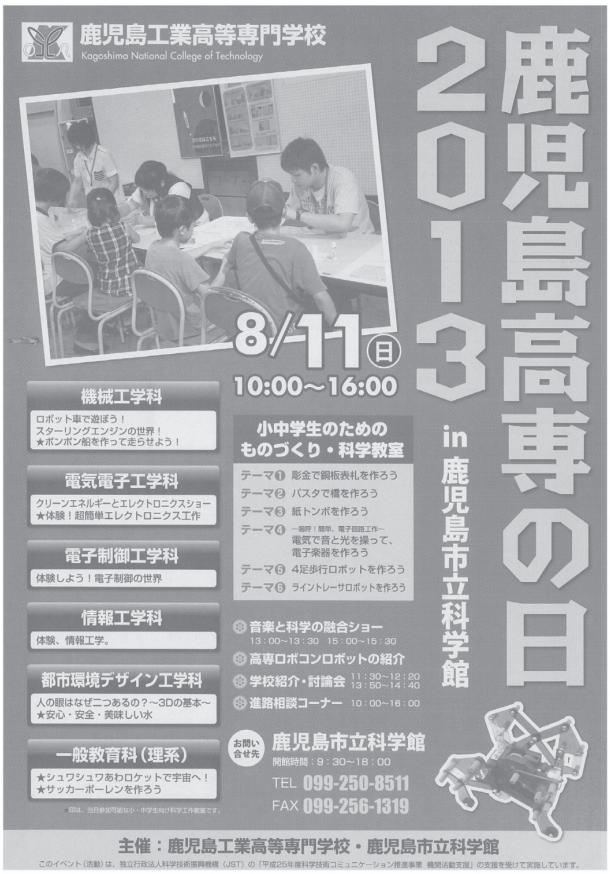


図１　開催案内のポスター
（8月11日 鹿児島市立科学館）

図２　開催案内のポスター
（12月15日 かごしま県民交流センター）

た.

また，鹿児島市立科学館，かごしま県民大学中央センター及び鹿児島高専とも，それぞれのホームページ上にイベント開催の案内を掲載し，広く一般に周知した．鹿児島高専は，平成 15 年に日本技術者教育認定機構（JABEE）の認定審査「教育プログラム名：環境創造工学」に合格し，JABEE の認定校となっている．その中で国際性を持った教養豊かな人間を育て，個性的で創造性に富んだ開発型技術者を育成している．また，産業と社会を持続的に発展させていくために，地域での創造的人材の育成と，子どもたちの理科離れを食い止めるための方策がぜひとも必要であり，地域の産業界や教育界等と様々な形での連携による公開講座や人材育成事業を実施している．今回の事業については，科学実験教室等の講師や助手等,企画及び運営全般を担当した．

鹿児島市立科学館及びかごしま県民大学中央センターは，各種展示物や特別イベント，実験工作教室を通じて，科学に対する青少年育成を行っており，会場や設備の提供及び小中学校等への周知活動を担当した．

3　科学実験教室等の活動内容と成果

平成 25 年度の第 1 回目の活動内容については，表 1 に示すように，科学実験工作教室と音楽と科学の融合ショーや各科の科学実験，学校紹介等を企画した．科学実験工作教室では，事前応募した小・中学生に対して,「パスタで橋を作ろう」等の六つのテーマを設定した．音楽と科学の融合ショー等については，一般来館者に対して，楽器の音をオシロスコープで見たり，学生が製作した高専ロボコン全国大会出場のロボットの紹介を行った．また，学内の専門５学科及び一般教育科理系による科学実験工作教室やパネル展示と資料配布を行い，学校紹介や進学相談等の企画も実施した．

表１　鹿児島市立科学館における活動内容
（平成 25 年 8 月 11 日(日)）

Ⅰ 科学実験工作教室　　小学生及び中学生(事前応募)
①パスタで橋を作ろう ②紙トンボを作ろう ③～嗚呼！簡単，電子回路工作～ 電気で音と光を操って，電子楽器を作ろう ④４足歩行ロボットを作ろう ⑤ライントレーサロボットを作ろう ⑥彫金で銅板表札を作ろう
Ⅱ 音楽と科学の融合ショーや各科の科学実験，学校紹介等（鹿児島市立科学館の一般来館者）
1. 楽器の音をオシロスコープで見る 2. 学生が製作した高専ロボコン全国大会出場のロボットの紹介 3. 鹿児島高専学校紹介(学校説明会，進学相談)
4. 機械，電気電子，都市環境デザイン工学科及び一般教育科理系による実験工作教室 ①ポンポン船を作って走らせよう！ ②体験！超簡単エレクトロニクス工作 ③安心・安全・美味しい水 ④シュワシュワあわロケットで宇宙へ！ ⑤サッカーボーレンを作ろう！
5. 機械，電気電子，電子制御，情報及び都市環境デザイン工学科による展示及び科学実験 ①ロボット車で遊ぼう！スターリングエンジンの世界！ ②クリーンエネルギーとエレクトロニクスショー ③体験しよう！電子制御の世界 ④体験，情報工学 ⑤人の眼はなぜ二つあるの？～３Ｄの基本～

イベント終了時(16 時)に 2,000 名の入館者，科学実験工作教室の受講者が 74 名であり,学内及び市立科学館等,各方面の協力で予定通り好評のうちに終了した．受講者及び一般来館者へのアンケートでも，良い企画であり，来年度の継続を希望するという意見が多かった．

図３には,科学実験工作教室の「紙トンボを作ろう」,図４には，学科企画工作教室の「ポンポン船を作って走らせよう！」の受講風景を示した．

図3　科学実験工作教室「紙トンボを作ろう」

図4　学科企画工作教室
「ポンポン船を作って走らせよう！」

平成 25 年度については,年 2 回のイベントを開催することとし，第 2 回目を 12 月 15 日（日）にかごしま県民大学中央センターとの共催で，かごしま県民大学連携講座として，かごしま県民交流センター（大ホール）にて開催した．表 2 に示すように，本イベントでの科学実験工作教室は，学内からの 7 件に加え，九州沖縄地区の高専で協力しながら地域の理科教育支援に取り組んできた,「九州沖縄地区高専科学技術教育支援 WG」のメンバーである各高専の担当者による 9 件の科学実験工作教室及び，鹿児島市立科学館からの 1 件の合計 17 件の実験テーマにより行った．また，ロビーでは「エコラン出場マシンの展示」,「高専ロボコンロボットの展示」及び「進学相談コーナー」での面談等を開催した．

表２ かごしま県民交流センターにおける活動内容
（平成 25 年 12 月 15 日(日)）

Ⅰ 科学実験工作教室一般来場者小学生及び中学生向 大ホールＡ,展示ロビー(2 階)及び県政記念公園(屋外)
1.鹿児島高専 ①機械工学科(ビー玉や空き缶でエンジンを作ろう！) ②電気電子工学科(風の力で発電してみよう) ③子制御工学科 （４つの足で動物のように歩くロボット) ④情報工学科(あなたが楽器) ⑤都市環境デザイン工学科 (折り紙建築でつくる世界遺産) ⑥一般教育科理系物理 (シュワシュワあわロケットで宇宙へ！) ⑦一般教育科理系数学(サッカーボーレンを作ろう！)
2.久留米高専 （リサージュ図形 －ふりこで描く不思議の図形 －) 3.有明高専(作って動かそう，おもしろメカニズム) 4.北九州高専(謎の飛行物体・空中コマ) 5.佐世保高専(イライラ棒で遊ぼう！) 6.熊本高専八代キャンパス(ミニミニ科学館) 7.熊本高専熊本キャンパス （ホッチキスで電子オルゴールづくり) 8.大分高専(「たつまき」をつかもう) 9.都城高専(ゲルをつかって「芳香剤」をつくろう！) 10.沖縄高専(風船ホバーを作って遊ぼう！)
11.鹿児島市立科学館(ガリコプターを作ろう)
Ⅱ 九州沖縄地区高専の紹介・展示　一般来場者向け 展示ロビー(2 階)
1.九州沖縄地区各高専の学校紹介及び展示
2.鹿児島高専の全国高専ロボコン大会出場ロボット展示
3.鹿児島高専のエコラン出場マシンの展示・ビデオ紹介

図５の「シュワシュワあわロケットで宇宙へ！」，図６の「風船ホバーを作って遊ぼう！他」の受講風景を示した．

今回，かごしま県民交流センターでの初めての開催にもかかわらず，400 名近くの参加者があり，8 月の鹿児島市立科学館での開催と同様に，県の公設の施設との連携により，それぞれの特徴を補いながら，お互いの強みを十分に発揮することができ，それぞれが理科離れ対策や科学技術教育の推進に寄与できたことを実感した．

また，鹿児島高専を地域へ広く PR し，科学技術者育成を行う本校への志願者増に向けた広報活動の一環となった．

受講者及び一般来館者へのアンケートでも，良い企画であり，来年度の継続を希望するという意見が多かったが，参加者へのアンケート用紙が小学生以下と中学生以上で若干異なっていたので，それぞれについて集計し検討した．総数が 150 名で，小学生以下が 77 名，中学生以上が 73 名であったので，数の多い小学生

図５　科学実験工作教室（鹿児島高専物理）
「シュワシュワあわロケットで宇宙へ！」

図６　　科学実験工作教室（沖縄高専）
「風船ホバーを作って遊ぼう！他」

の結果について，以下に述べる．

アンケート項目の中で重要と思われる「参加した感想」,「また参加したいか」，及び「誰から聞いたか」について検討を行った．

なお，中学生以上のアンケート結果については，設問がやや異なっているため正確には比較できないが，本事業の満足度等やや厳しい結果が出ているものの，ほぼ同じような結果が得られた．

小学生以下で 8 月の鹿児島市立科学館については，アンケート数が 77 名だったが，約半数が 5，6 年生の高学年であった．

まず，図 7 に示したように,「参加した感想」については,「とても楽しかった」と「まあまあ楽しかった」を合わせると 99%となり，ほとんどの園児や児童が楽しいと感じたようである．ただ，自由記述欄で「人数に限りがあるので多くの人が参加できるように回をふやしてほしい.」との回答もあり，科学工作実験の数やそれぞれの受入れ対応人数をさらに検討することが必要である．

次に,「また，参加してみたいか」については，図 8 に示したように,「とてもやってみたい」と「まあやってみたい」を合わせると 100%であり，自由記述欄で「高専に入ってみたいと思った.」との回答もあり，ほとんどの参加者が今回の催し物に満足し，来年度の開催を楽しみにしているようである．

最後に，図 9 に示したように,「今日の活動のことを誰から聞いたか」との質問に対しては,「家の人から」が 59%,「学校の先生から」が 14%,「お友達から」が 0%，その他が 27%で,「チラシ」,「ポスター」,「来館して知った」,「祖母から」や「広告」等があった．このように，多くが何らかの方法で開催を知り参加しており，県内の学校へのチラシ・ポスターの配布や新聞への記事掲載や案内などの PR 活動の成果が出たようで，広報活動の効果が伺える．「家族から」が半数以上であるが,「学校の先生から」を合わせると約 73%となり，県内の学校へのチラシ・ポスターの配布の効果が大きかったようである．

「やってみたいことや気づいたことについての自由記述」では,「ロボット工作」や「動くものを作ってみたい（ラジコンみたいな）.」との具体的な希望も多かったが,「トランジスタラジオ等」との意見もあり，工作教室，科学教室の要望が強いようである．ただ，事前応募の公開講座型の科学工作教室で,「申し込みの電話をかけてつながらなく，今度は回数と人数をふやしてもらいたい.」との指摘もあり，かなり関心が高いと思われるが，申し込み方法については再検討が必要で

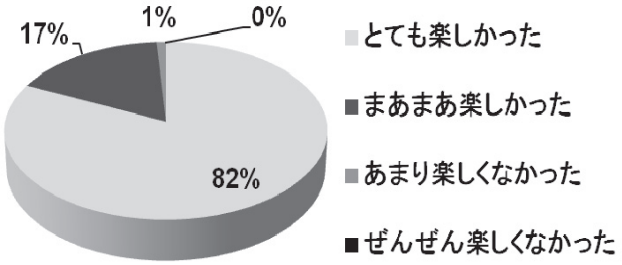


図 7　参加した感想（小学生以下）
（8月11日 鹿児島市立科学館）

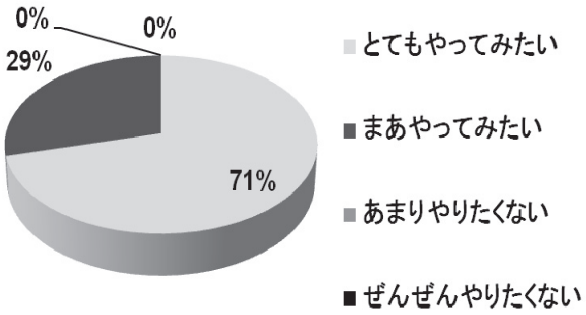


図 8　また，参加してみたいか（小学生以下）
（8月11日 鹿児島市立科学館）

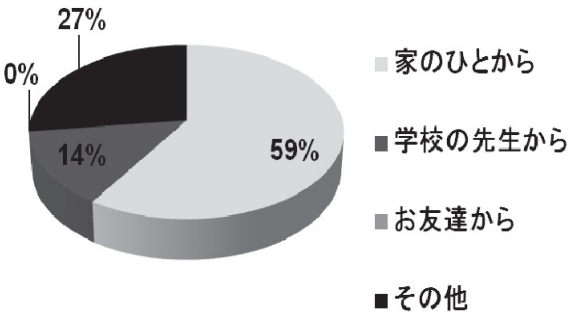


図 9　今日の活動のことを誰から聞いたか
（小学生以下）（8月11日 鹿児島市立科学館）

ある.

市立科学館と言う公設の施設との連携により，それぞれの特徴を補い合いながらお互いの強みを十分に発揮することができ，理科離れや科学技術教育の推進に大きく寄与できたことを実感した.

4　今後の課題

4.1 市立科学館内のイベント会場

お盆前の日曜日の開催で，参加者が昨年の２倍近くになり，非常に混み合った状況であった．鹿児島市立科学館の会場のスペースと実験テーマの数等を再検討する必要がある.

4.2 広報

ポスターについては県内全域(離島を除く)の小中学校に配布したが,チラシについては予算の関係も有り,今年度も鹿児島市や霧島市等限られた地区にのみにしか配布できず，実験教室等の案内が十分ではなかった面がある．ポスターだけではなくチラシも鹿児島県全域の小中学校に配布し，実験教室等の案内を充分に行いたい.

4.3 事前応募型実験教室の募集

事前応募型のものづくり・科学(工作)教室の募集については，鹿児島市立科学館に指定した日時より電話による方法でお願いしているが,多くの申込者があり,なかなか繋がらない，申し込みができない等の苦情が出た．事前応募型のものづくり・科学(工作)教室の募集については，公平を期するため，往復はがきや FAX 等で締め切りの期日までに申し込みを行ってもらい，抽選を行う方法等に変更する必要がある.

4.4 かごしま県民交流センターでの参加者

今回初めての開催で周知が十分ではなかったせいか,12 月に開催した 2 回目のかごしま県民交流センターでの活動については,来場者が目標より大きく下回り,400 名の参加者であった．科学実験工作教室の内容や対象者及び周知の方法等について，充分に検討しなければならない.

5　結　言

鹿児島市立科学館及びかごしま県民大学中央センター(かごしま県民交流センター)との共催事業として取り組んだ「鹿児島高専の日2013」については，学内及び各施設等各方面の協力で無事に終了することができた．鹿児島市立科学館では，2,000名の入館者，六つの科学実験教室の受講者が75名で，南日本新聞の取材があり記事が掲載された．かごしま県民交流センターでは，400名の参加者があり，九州沖縄各地区高専等からもテーマを提供してもらうことができた．本事業は，昨年度に引き続きJSTの機関活動支援に採択され，学内の広報委員会委員及び企画係で実行委員会を立ち上げ，学内の各方面にご協力を頂いた．市立科学館及びかごしま県民大学中央センター(かごしま県民交流センター)という公設の施設との連携により，それぞれの特徴を補い合いながらお互いの強みを十分に発揮することができ，理科離れや科学技術教育の推進に大きく寄与したことを実感した.

来年度以降も JST 等へ申請をしながら，開催の準備を進めていくつもりである．今回 5 年目であったが問題点や改善すべき点も多く，今後も学内及び各施設と協力し検討していく予定である.

謝　辞

本事業については，本学の校長を初め，各科の実行委員（広報委員会委員）を中心とした科学実験教室，演奏，実験ならびに展示等の多くの担当者の協力，技術長を初めとした技術室の全面的な協力，企画係等の事務部門と本学の学生並びに鹿児島市立科学館，かごしま県民大学中央センター(かごしま県民交流センター)及び九州沖縄地区各高専の協力，更に JST からの財政的面等多くの支援を頂いた．ここに，深く感謝の意を表します.

参考文献

1)　大竹孝明，山下俊一，山田孝行，脇園好光，川越渚,新納時英，中村　哲：“小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」について”，平成 26 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)AP2523.

2)　大竹孝明，山下俊一，山田孝行，脇園好光，川越渚,新納時英，中村　哲：“小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」について”，第 19 回高専シンポジウム in 久留米 講演要旨集，(2014)169.

総合型地域スポーツクラブの経営理念に関する研究
-NPO 法人格を取得しているクラブの事例研究-

堂園　一[†]

Management philosophy of comprehensive community sports clubs
-NPO Case Study of the club has obtained a legal entity –

Hajime Douzono

This study was to clarify what contents the management philosophy of the community sports club which acquired the national NPO corporate rank emphasizes and whether they are functioning, compared with the data of Large companies and small business, and to analyze the contents and the club members' rate of change. 1）The management philosophy of the community sports club as NPO corporate reflects the　awareness of a specific region, the contribution to the nation and the unity of the employees, compared with general companies. 2)The management philosophy of the community sports club is acting as a "cornerstone of management" and considered to be able to introduce management system with social mission for the business purpose as a cornerstone and to incorporate it into daily management. 3)　Since the management philosophy is a "cornerstone of management", as for the surveyed clubs there is presumed to be many clubs belonging to the start-up, the stage switching from the founding period. 4)The ratio of non-regular staff of community sports clubs is unknown. Though the management philosophy is set forth in principle, it is likely that they try to state a strong unity of organization and prevent the flow of human resources.

Keywords : community sports clubs , NPO, Management philosophy , Management

1　緒　言

「スポーツ振興基本計画」において、総合型地域スポーツクラブが、円滑かつ継続的に事業を展開するために、NPO 法人格を取得することが望ましいと謳われており [1)]、法人化することで組織としての権利義務の主体となり、また、NPO 法人格により、経営資源を入手しやすくなるなどのクラブ経営上の理由から、今後も多くの総合型地域スポーツクラブが NPO 法人化に向けた検討を開始することが予想される。

近年、マーケティングマネジメントの概念は営利組織だけでなく、NPO である非営利組織においても重要視されてきている。組織として事業計画を遂行するためには、社会的使命を目的とする NPO であるとはいえ、NPO における CEO である理事長のリーダーシップのあるマネジメントおよび経営活動が求められている。また、NPO 法人の「組織安定性」「持続発展」の条件の一つに「ガバナンス」の必要性が説かれている。すなわち、組織が何を使命としているか、組織の存在意義、その目的が明確にされていることが必要である [2)]。そして、ガバナンスの構築には、NPO のマネジメント力を伸ばし、その社会信頼性を高めていくことが同時に求められている [3)]。

井上・佐久間（2008）らは、経営戦略論の創始者であるチャンドラーやアンゾフ以降の主な定義からキーワードを抽出し、「環境」「資源」「行動」「競争」「長期」「目的」「構想」「意思決定」といった用語に集約しており、企業を取り巻く経営環境の変化が一段と激しくなってきた今日においてはビジョンやコンセプトといった将来方向を指し示す「目的」や「構想」の重要性が増してきているとしている [4)]。

企業経営においては、松下幸之助は『実践経営哲学』の冒頭で経営理念の確立の必要性を謳った。そして、経営理念とは、「あらゆる経営について、“この経営を何のために行うのか、そしてそれをいかに行っていく

†鹿児島工業高等専門学校一般教育科（理系）

のか”という基本の考え方」であるとした[5]。同様に、オムロンの創業者である立石一真も、企業を伸ばすための 8 条件の第 1 条件に「経営理念を明確に打ち出すこと」を言及した[6]。これらのことから、松下や立石は、経営理念とは経営活動に関しての基本的な考え方であり、企業の成長に向けて必要不可欠なものと考えている。また、企業成長という観点から、W.Ouchi（1981）、T.Peters & R.Waterman（1982）、そして、J.Collins & J.Porras（1994）らによっても経営理念の確立の重要性は指摘されている[7]。

これらのことから、組織の永続的な継続・発展の要素の一つに、経営理念はあげられ、総合型地域スポーツクラブの永続的な発展の一つの要素として、理念を中心とした経営が求められると考えられる。

2 目　的

本研究は、全国の NPO 法人格を取得している総合型地域スポーツクラブの経営理念の内容と組織として必要な機能、また経営理念と会員の増減率を明らかにすることが目的である。具体的には、全国の NPO 法人格を取得している総合型地域スポーツクラブの経営理念の内容がどのような内容を重視しているのか、そしてそれらは機能しているのかについて上場企業、大企業（未上場）、中小企業（未上場）のデータと比較して特徴を明らかにし、さらに経営理念の重視する内容とクラブの会員の増減率について分析を加える。

3 方　法

本研究は 2011 年 9 月から 10 月に NPO 法人格を取得している総合型地域スポーツクラブ 329 クラブの理事長などの経営トップに対して送付した「経営理念の実態調査」のデータを利用する。回収数は、53 クラブ（回収率 16.1%）であった。質問項目は、横川（2010a）の経営理念の実態調査を参考にした。

分析は、「経営理念の内容表現」、「経営理念の諸機能」について、横川（2010a）（2010b）の結果と比較を可能にするために、調査で用いた評価を間隔尺度と想定して、それぞれの平均値を算出し、母集団の分布が正規分布であると仮定し、独立したサンプルにおいての Z 検定を行った。

「クラブの経営理念と会員の平均増減率との比較」は、近似曲線の傾きを求め、傾きがプラスのクラブを会員数が増加傾向、傾きがマイナスのクラブを会員数が減少傾向としクラブを二分した。会員数が増加傾向のクラブは 30 クラブ、会員数が減少傾向のクラブは 8 クラブとなった。会員数が増加傾向のクラブと会員数が減少傾向のクラブと「経営理念の諸機能」との関係性を見るために、会員数が増加傾向のクラブと会員数が減少傾向のクラブの評価を間隔尺度と想定しそれぞれの平均値を算出し、母集団の分布が正規分布であると仮定し、独立したサンプルにおいての Z 検定を行った。

4 結　果

(1)総合型地域スポーツクラブの経営理念の内容

・上場企業との比較

「従業員の団結・和」の項目において、クラブの平均値は【4.43(SD=0.639)】、上場企業の平均値は【4.07(SD=0.789)】であった。クラブと上場企業の平均値間において Z 検定を行ったところ、5%水準で有意差が見られた。

・大企業（未上場）との比較

「国家への奉仕」の項目において、クラブの平均値は【3.39(SD=0.899)】、大企業（未上場）の平均値は【2.98(SD=1.145)】であった。クラブと大企業（未上場）の平均値間において Z 検定を行ったところ、5%水準で有意差が見られた。よって、総合型地域スポーツクラブが大企業（未上場）より「国家への奉仕」を重視していることが分かった。

・中小企業（未上場）との比較

「地域社会への貢献」の項目において、クラブの平均値は【4.49(SD=0.539)】、中小企業（未上場）の平均値は【3.78(SD=0.841)】であった。クラブと中小企業（未上場）の平均値間において Z 検定を行ったところ、5%水準で有意差が見られた。よって、総合型地域スポーツクラブが中小企業（未上場）より「地域社会への貢献」を重視していることが分かった。

また、「従業員の団結・和」の項目において、クラブの平均値は【4.43(SD=0.639)】、中小企業（未上場）の平均値は【3.93(SD=0.863)】であった。クラブと中小企業（未上場）の平均値間において Z 検定を行ったところ、5%水準で有意差が見られた。よって、総合型地域スポーツクラブが中小企業（未上場）より「従業員の団結・和」を重視していることが分かった。

(2) 総合型地域スポーツクラブの経営理念の機能

・上場企業との比較

クラブと上場企業の平均値間において Z 検定を行ったところ、すべての項目において 5%水準で有意差がなく関係性は見られなかった。

・大企業（未上場）との比較

「建前」の項目において、クラブの平均値は

【2.02(SD=0.845)】、大企業（未上場）の平均値は【1.70(SD=0.840)】であった。クラブと大企業（未上場）の平均値間において Z 検定を行ったところ、5%水準で有意差が見られた。よって、総合型地域スポーツクラブが大企業（未上場）より「経営理念は建て前であって実際の経営活動には活かされていない」と認識していることがわかった。

・中小企業（未上場）との比較

「ステイクホルダー意識の向上」の項目において、クラブの平均値は【3.88(SD=0.594)】、中小企業（未上場）の平均値は【3.52(SD=0.888)】であった。クラブと中小企業（未上場）の平均値間において Z 検定を行ったところ、5%水準で有意差が見られた。よって、総合型地域スポーツクラブが中小企業（未上場）より「経営理念があることによってステイクホルダー意識が高まる」と認識していることがわかった。

「経営管理の拠り所」の項目において、クラブの平均値は【4.08(SD=0.601)】、中小企業（未上場）の平均値は【3.83(SD=0.637)】であった。クラブと中小企業（未上場）の平均値間において Z 検定を行ったところ、5%水準で有意差が見られた。よって、総合型地域スポーツクラブが中小企業（未上場）より「経営理念は日常の経営管理（マネジメント）をするうえで拠り所となっている」と認識していることがわかった。

(3) クラブの経営理念と会員の平均増減率

会員数が増加傾向のクラブと会員数が減少傾向のクラブに分類し、「経営理念の内容」および「経営理念の諸機能」との関係性を見るために、会員数が増加傾向のクラブと会員数が減少傾向のクラブの評価を間隔尺度と想定し、それぞれの平均値を算出し、母集団の分布が正規分布であると仮定して、独立したサンプルにおいての Z 検定を行ったところ、有意差は見られなかった。

5 考　察

・総合型地域スポーツクラブの経営理念の内容

本研究では、総合型地域スポーツクラブの経営理念の内容において、「従業員の団結・和」を上場企業と有意に中小企業より重視していた。一般的に NPO 法人で働く個人に対し経済的インセンティブが欠如していることが NPO 法人の総合型地域スポーツクラブにも考えられ、NPO 法人総合型地域スポーツクラブの人材は入れ替わりが多い可能性がある。よって経営理念においては組織の一体感・団結を強く謳い、人材の流出の防止を図っている可能性が考えられる。

さらに、総合型地域スポーツクラブが大企業（未上場）に比較して「国家への奉仕」を有意に重視していた。この理由としては、行政や企業がカバーできないサービスのニーズを充足することができるという、NPO 法人の特徴があるからだと考えられる。NPO 法人の総合型地域スポーツクラブも子供や高齢者へのサービスを通じて国策としてのスポーツ振興を意識していることも考えられる。

さらに、総合型地域スポーツクラブにおいては「地域社会への貢献」を中小企業（未上場）より有意に重視していることが明らかになった。総合型地域スポーツクラブにおいては、「スポーツ振興基本計画」において 2010 年までに、全国の各市町村において少なくとも一つは総合型地域スポーツクラブを育成するとしており、地域を意識した経営理念を唱える必要がある為、「地域社会への貢献」を重視した経営理念の掲げている可能性がある。

・総合型地域スポーツクラブの経営理念の機能

経営理念の機能において、「ステイクホルダー意識の向上」が中小企業（未上場）と比較して有意により機能していることが分かった。

「スポーツ振興基本計画」において2010年までに、全国の各市町村において少なくとも一つは総合型地域スポーツクラブを育成するとしており、ある一定の地域を意識した経営を行っており、ステイクホルダーが探りやすい環境が中小企業より存在している可能性がある。NPO 法人格を取得した総合型地域スポーツクラブにおいても、NPO 法人の正会員やクラブのサービスの受益者、その他の利害関係者という特定の個人への意識向上を図ることが結果的に社会的使命を果たすことになるという経営理念の組み立てが今後のステップとして必要であるといえるかもしれない。

次に、経営理念の機能において、「経営管理の拠り所」が中小企業（未上場）より有意に機能していることが分かった。非営利組織のマネジメントは、事業目的である社会的使命のミッションを基軸にしたマネジメントシステムを導入することが大切であるとされている。

NPO 法人格を取得している総合型地域スポーツクラブは、事業目的である社会的ミッションを基軸にしたマネジメントシステムを導入し、日々の経営管理に取り入れている可能性が考えられるため、経営理念が「経営管理の拠り所」として中小企業（未上場）より機能しているという結果になった可能性がある。

総合型地域スポーツクラブは、経営理念が「経営管理の拠り所」となっていることから、今回の調査から

創業期から次に以降する段階をスタート・アップ期に属するクラブが多い可能性が考えられる。総合型地域スポーツクラブにおける、指定管理者の受託、文部科学省の事業の受託など、新しい社員やスタッフの採用や、既存社員の昇進や再配置とともに、新たな組織が生み出される可能性は否定できない。新たな組織によって権限が移譲された経営者チームの経営哲学と経営理念に、高い道徳性と倫理観を組み込み、経営管理を行うことにより、成長期における経営戦略の構築という組織の成長へ進む準備が必要であると考える。

次に、経営理念が大企業（未上場）と比較して「建前」である認識が高いことが分かった。 本調査では、総合型地域スポーツクラブの職員の賃金制度や定着率は明らかでないが、一般的に NPO 法人の人材は入れ替わりが多いことから「建前」であっても経営理念を掲げることによって総合型地域スポーツクラブの一体感・団結を強く謳い、人材の流出の防止を図っている可能性が考えられる。

・総合型地域スポーツクラブの経営理念と会員の平均増減率

本研究では、クラブの経営理念とクラブの参加者（NPO 法人の正会員ではなく、サービスの受益者（顧客）の意味）の増減率には有意差が見られなかった。このことからクラブの経営理念の諸機能が働いても、クラブのサービス事業の受益者（顧客）の増加率の向上にはつながらないことが明らかになった。このことは、総合型地域スポーツクラブが地域における独占的な組織であり、競合するスポーツクラブがないために受益者は複数のクラブサービスをそれぞれの経営理念を参考にして決定するというシステムが働いていないのか、もしくは経営理念によって総合型地域スポーツクラブのサービス内容が大きく変わることなく、クラブの経営理念は受益者に差ほど影響しないことを示唆している。

6　結　論

全国の NPO 法人格を取得している総合型地域スポーツクラブの経営理念の内容がどのような内容を重視しているのかを上場企業、大企業（未上場）、中小企業（未上場）の 3 つと比較して明らかにし、それらのクラブの会員の増減率について分析を加えた。その結果、次のようなことがわかった。

1.NPO 法人の総合型地域スポーツクラブの経営理念は一般の企業と比較して特定の地域を意識し、国家への貢献を意識し、従業員の団結の意識を強くもつ内容であることが分かった。

2.総合型地域スポーツクラブは経営理念が「経営管理の拠り所」として機能しているとし、事業目的である社会的ミッションを基軸にしたマネジメントシステムを導入し、日々の経営管理に取り入れている可能性が考えられた。

3. 今回の調査対象のクラブは、経営理念が「経営管理の拠り所」となっている理由から、創業期から次に以降する段階をスタート・アップ期に属するクラブが多い可能性が考えられる。今後、総合型地域スポーツクラブにおける、指定管理者の受託、文部科学省の事業の受託など、新しい社員やスタッフの採用や、既存社員の昇進や再配置とともに、新たな組織が生み出される可能性は否定できない。新たな組織によって権限が移譲された経営者チームの経営哲学と経営理念に、高い道徳性と倫理観が組み込み、経営管理を行うことにより、成長期における経営戦略の構築という組織の成長へ進む準備が必要である。

4. 総合型地域スポーツクラブの非正規職員比率は不明であるが、「建前」であっても経営理念を掲げることによって組織の一体感・団結を強く謳い、人材の流出の防止を図っている可能性が考えられる。

5. クラブの経営理念と内容とそれらの機能の意識において、クラブの参加者（NPO 法人の正会員ではなく、サービスの受益者（顧客）の意味）の増減率は関係ないことが明らかになった。このことからクラブの経営理念の諸機能が働いても、クラブのサービス事業の受益者（顧客）の増加率の向上にはつながらないことが明らかになった。

謝　辞

本研究は平成 25 年度校内研究助成（一般研究部門）を受けて行われたことを記して謝意を表します。

参考文献

1)文部省（2000）スポーツ振興基本計画.
2)認定特定非営利活動法人言論 NPO「エクセレント NPO」の評価基準-「エクセレント NPO」を目指すための自己診断リスト初級編,(2007),70.
3)河島信子（2005）NPO ガバナンスの日米比較-NPO 法人法における構造と課題,NPO 学会ノンプロフィットレビュー5.8.

4)井上善海　中小企業の戦略-戦略優位の中小企業経営論-株式会社同友館,(2009),7.
5)松下幸之助　実践経営哲学、PHP 文庫(2011),18-19.
6)立石一真　企業家精神の復活,PHP 研究,(1985),102.
7）横川雅人（2010a）現代日本企業の経営理念-「経営理念の上場企業実態調査」を踏まえて,関西学院大学産業研究所　産研論集 37:125-137.

海外からの短期交流学生に対する「ものづくり講座」の改善

上沖　司†　植村　眞一郎††　上野　孝行†　松尾　征一郎†

The improvement of the "craftsmanship lecture" teaching materials to the short-term exchange student from overseas.

Tsukasa KAMIOKI†, Shinichiro UEMURA††, Takayuki UENO†, Seiichiro MATSUO

In recent years, the international academic exchange agreement was concluded with this school and some overseas universities. Furthermore, various exchange programs were undertaken with the school which concluded the agreement.

As one of them, the exchange program was undertaken with the short-term exchange student in 2013. Opening a course of a "craftsmanship lecture" in this exchange program, writers offered that support. Considering that an exchange program continues to be undertaken actively, we think that it is necessary to feed back this experience to a "craftsmanship lecture."

The purpose of this research is to scrutinize and improve about a technical consideration based on the contents carried out this time.

Keywords : four-legged robot, link mechanism, Craftsmanship lecture, teaching materials

1　緒言

近年，国際交流活動が推進されており，本校でも国際学術交流協定を締結した大学と様々な交流事業を行っている.その一環として,2013 年 3 月に香港 VTC/IVE からの短期交流学生を受け入れて,交流事業を行った.この中で「ものづくり講座」を開講し，筆者らはその支援を行った.

今回の事業は滞りなく終える事が出来たが，今後も同様の事業が活発に行われることを考えると,「ものづくり講座」に今回の経験をフィードバックしていく必要があると考える．本研究は，今回実施したカリキュラムの技術的な問題点を精査し，今後の学生交流における「ものづくり講座」の内容を改善することを目的とする.

2　開発経緯

「ものづくり講座」の内容は，昨年度校内助成（公開講座「リンク機構を用いた４足歩行ロボット」教材の改良）の成果物である教材を使用して，実施した.

しかし，講座実施が２日間という日程から，従来小中学生に対して行っている講座内容に加え，①3D-CAD（Solid Works）を使用したモデル設計，②レーザ加工機を使用した材料加工，③リンク機構を用いた４足歩行ロボットの組み立てと，一連の「ものづくり」過程を行うプログラムとした.

表１に実施した実施概要を示す.

表１.「ものづくり講座」実施概要

１日目	
9:00	ものづくり講座説明
10 : 00～12 : 00	3D-CAD 基本講習
13 : 00～15 : 00	3D-CAD 基本講習
15 : 00～16 : 00	レーザ加工機説明
16 : 00～18 : 00	3D-CAD による課題図面作成
２日目	
9 : 00～10 : 30	２班に分けれて実施 ①レーザ加工機を用いた加工講座 ②リンク機構を備えた４足歩行ロボットの組み立てⅠ
10 : 45～12 : 15	上記①と②を入れ替えて実施.
13 : 15～16 : 00	リンク機構を備えた４足歩行ロボットの組み立てⅡ
16 : 00～17 : 00	成果報告（プレゼンテーション）

†技術室
††鹿児島工業高等専門学校　電子制御工学科

図１．3D-CAD（Solid Works）による設計

図２．レーザ加工

図３．組み立て作業

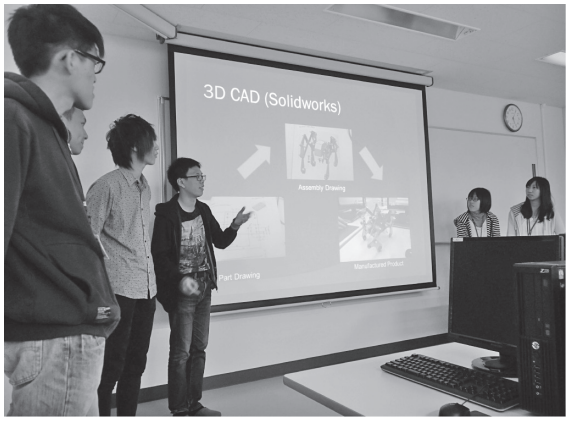


図４．成果報告

この「ものづくり講座」を実施して明らかとなった改善すべき点は，①3D-CAD（Solid Works）からレーザ加工用 CAD/CAM ソフト（CamMagicLA）へのデータ変換に関する問題と，②４足歩行ロボット完成後の動作耐久性(再現性の向上)に関する問題の２点が挙げられ，その改善に取り組んだ．

3　改善内容

まず，“①3D-CAD（Solid Works）からレーザ加工用 CAD/CAM ソフト（CamMagicLA）のデータ変換の問題”については，データ変換の不具合が多く，修正の手間が発生した点が挙げられる．この状況は，3D-CAD で定義した特定の幾何形状において起こる現象であるため，まずはその要素を洗い出した．

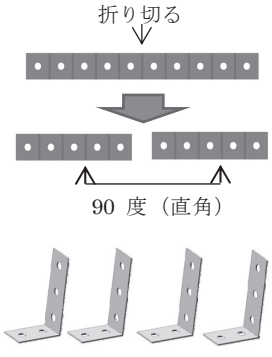
その要素については使用を制限するか，その要素だけレーザ加工用 CAD/CAM ソフト（CamMagicLA）でモデリングし直すことで解決出来る．

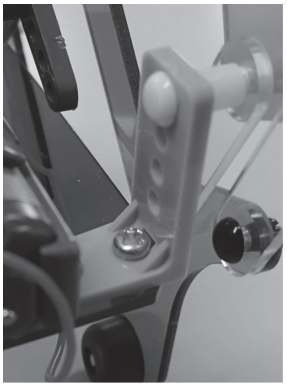
また，モデル設計は制限無しの自由課題として実施したが，材料によっては加工後の後処理に時間がかかるものもあったので，上記部分も考慮しつつ幾つかの制限を設ける必要があると考える．

次に挙げた“②完成後の動作耐久性(再現性の向上)”については，完成後の繰り返し動作や，乱雑に扱う事でリンク間の摩擦が増え，動作不良を起こすケースがあった．

そこで，主な要因であるリンクの留め具を自在金具から固定材に変更（図５）することで大きな変形を起こさないものとした．

これによるデメリットとして，リンク間の遊び不足による出力の低下と，少々コストが上がることが考えられるが,金具の加工や使用面での安全面から見ても，改善の必要があった．





変更前　　変更後

図５．リンク留め具の変更

この状況を踏まえ,平成 25 年度には以下の 2 つの講座を行い，教材の組み立てに関しての改善成果を確認した.

1）中学生対象講座（2013.08：体験入学，高専の日）

中学 2・3 年生を対象に行う「一日体験入学」と，鹿児島市立科学館との連携（共催）で行う「小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」」内で開講する中学生向け講座の一環として行った.

講座の流れとしては両講座共，90 分の時間が与えられ，受講者は一日体験入学で 36 名，高専の日は 10 名であった. 機構の概要を 20 分程度説明した後，リンク機構の組み立て工程を 60 分かけて実施した.

結果としては，時間内に全ての受講生が製作を終える事が出来た.

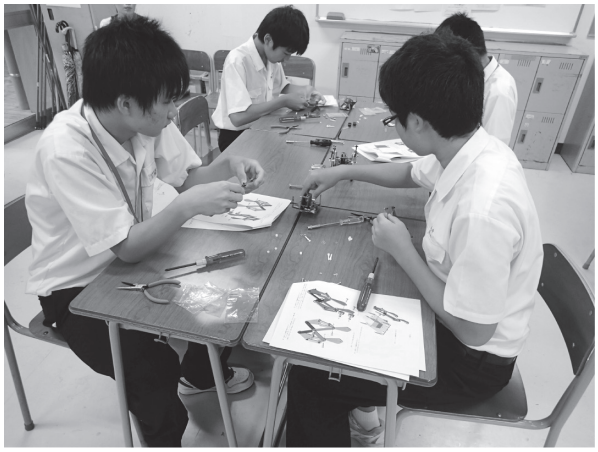


図６　一日体験入学での製作風景

2）科学実験工作教室（2013.12：高専の日）

かごしま県民大学連携講座として「九州沖縄地区高専等による小中学生及び保護者のための科学実験工作教室「鹿児島高専の日 2013 in かごしま県民交流センター」」内で来場する小中学生向け講座の一環として行った.

図７　鹿児島高専の日での製作風景

講座の流れとしては,事前に 40 分程度で完成できる段階まで仕上げておき，受講希望者に対して随時実施した. 受講者は 16 名で，対象は幼稚園児～中学 1 年生と幅広い年齢層であった.

本校学生をマンツーマンで対応させたことや，1 公演 4 名と小規模で行うことで，低年齢の受講者に対しても余裕を持って対応出来たと考える.

4　結言

以上の実施状況を踏まえ，完成後の動作耐久性（再現性の向上）に加え，製作工程の簡素化にも一定の成果があったものと考える. この改善した内容を平成 26 年度 9 月に，来校するシンガポールからの短期交流学生に実施予定であることから，その場で改善成果を確認する.

謝辞

本報告内容は,平成 25 年度鹿児島高専校内教育助成を受けた．ここに記して謝意を表する.

職業能力を涵養するシーケンス制御実験の教材開発

永田　亮一†　樫根　健史††　瀬濤　喜信†††

Development of the teaching materials for the sequence control experiment to cultivate the ability of occupation

Ryouichi NAGATA　Kenji KASHINE　Yoshinobu SETOU

The sequence control technology is used in the industrial field such as the machine-tool control which required the environmental-resistant or noise-resistant. This technique is considered to be a main technique in an associated company. The technical college students learn a specialized skill early and they contribute to the society. Therefore, the acquisition of the sequence control technology has great significance. To enhance the knowledge and technique of this technology, we develop a teaching material for the sequence control experiment.

This paper describes the outline of developed materials for the sequence control experiment in 5th grade student experiment and consider the some findings obtained.

Keywords : Sequence control technology, PLC, Teaching material, Experiment

1　はじめに

シーケンス制御とは,「あらかじめ定められた順序または手続きに従って制御の各段階を逐次進めていく制御（日本工業規格（JIS）の旧規格 C0401)」と定義されており，主に工作機械の制御に利用されている．近年は，マイコン制御が主流となってきているが，耐環境性・耐ノイズ性が求められる分野では未だ高いシェアを誇っており，企業においても主要技術とされている．現に，平成 19 年度に実施した「希望する人材育成講座」のアンケートでも全体の 42.1 %の技術者からシーケンス制御技術講座開講の要望があった．また，本校の卒業生に「卒業までに習得しておいてほしい技術」を尋ねたところ「シーケンス制御技術」を挙げる者もいた.

これらの事情から，本校電気電子工学科でも「シーケンス制御実験」を継続して実施してきた. 本稿では，そのシーケンス制御実験の教材を新たに開発したので報告する.

†鹿児島工業高等専門学校技術室
††鹿児島工業高等専門学校電気電子工学科
†††弓削商船高等専門学校電子機械工学科

2　シーケンス制御実験

電気電子工学科では，5 年次に「電気電子工学実験 VI : シーケンス制御実験」と題して，2 コマ／週×2 週のスケジュールで実施しており, 各班 4〜5 名の学生に対し，シーケンス制御の基礎を教授するとともに実習を通して基本的なシーケンス制御の回路図を設計できるようになるよう指導している．以下に本実習の内容と使用機器を示す.

実験の 1 週目は，シーケンス制御の概要と電気用図記号の取り扱い方について講義した後，ワイヤードロジックによるシーケンス制御の設計と回路図作成を行う．2 週目は，リレースイッチ等の制御装置の取り扱い方について講義した後，実際に配線してシーケンス制御回路を構成するワイヤードロジックとプログラミングによって制御回路を実現するソフトワイヤードロジックについて実験を行う．ワイヤードロジックシーケンス制御の構築実験では，シーケンス制御の基本回路として「AND 回路」,「OR 回路」,「NOT 回路」,「自己保持回路」,「インターロック回路」,「タイマー制御回路」の設計・製作を実施している．これらの回路の実現のために，2 経路以上の接点を持つ「リレースイッチ」を 2 個と，入力接点として「押しボタンスイッチ」を 3 個と，出力装置として「LED」を 2 個と，時間を計測する装置として「タイマリレースイッチ」を 1 個が必要となる．また，ソフトワイヤードロジック

シーケンス制御の構築実験では，モータの駆動制御と信号機の点滅制御の設計・構築を実施している．モータの駆動制御実験では，センサなどの外部の条件を利用した，モータ正転・逆転制御の設計・構築を実施している．信号機の点滅制御実験では，実際の路上装置に即した車両用信号と歩行者用信号の点滅制御を実施している．このことから，以上の実習内容を実行するための教材に必要な装置・部品としては，プログラムでシーケンス制御を実現する装置「PLC（programmable logic controller ）」が 1 セット，「モータ」が 1 台，信号機用の「LED」を 10 点以上となる．また，PLC の仕様は，入力接点 : 8 点，出力接点 : 10 点以上が必要となる．

以上の装置を具備した教材とカリキュラムで実験を実施してきたが，これまでに利用してきた教材機器の廃盤および老朽化により，実験中に予期せぬ不具合が生じるなどの支障があった．また， これまでに利用してきた PLC のプログラミング手法はコード入力であることから，現在の主流である情勢にそぐわなくなっていた．

3　教材の開発

今回開発した教材は，実験上の利便性を考え，スイッチや LED などの入出力用の外部装置をまとめた実験機器 1 台と，PLC とその周辺機器をまとめた実験機器 1 台を一つの実験装置として開発した．入出力用実験機器には，端子台や DIN レールを配置して，PLC 実験装置と接続できる仕様とした．PLC は OMRON の ZEN シリーズを採用して，入力接点 : 13 点，出力接点 : 12 点と要求を満たす仕様とし，また，プログラミングはシンボル入力になるようにユニットを構成した．表 1 に開発した実験装置の一覧を，図 1 に装置全体の外観図を示す．実験は，1 班 5 人程度の構成で実施する事から，5 セット製作して，一人 1 台使用できるようにした．

4　試験実験

電気電子工学科 5 年生 13 名を対象として，試験的にシーケンス制御実験を実施した．図 2 に実験後のアンケート結果を，表 2 に実験装置を使用して感じた学生の意見を示す．開発した装置を用いた実験により，92.3 %の学生がシーケンス制御について興味・関心をを持ち，84.7 %の学生が基本的な考え方を理解することが出来た．また，92.3 %の学生が作業を重ねるごとに技能の向上を実感し，全ての学生が実習で達成感を得られていた．これは，今回開発した教材を利用することにより学生が高い興味を持って実習に取り組み，これらがシーケンス制御に対する理解と必要な技能の習得に繋がったと考えられる．また，今回開発した教材は，簡便な利用により，学生自身が設計したシーケンス回路を再現出来ることから，学生の興味を高め，学生の習熟度と達成感の向上に寄与したと考える．このことは，アンケート内の自由記述に，回路の設計・製作と動作確認という一連の作業を経験したことは，今後活かせると感じたといった意見からも推測される．

表 1　装置一覧

品　目	型　　番	数量
リレースイッチ	HJ2 型　DC24 V	2
ソリッドステートタイマ	H3YN-2　DC24 V	1
押しボタンスイッチ	AB6M 型 白・赤・緑	3
LED 表示灯	DB-100 型　DC24 V	2
ブラシ付 DC モータ	DMN29B36G60B	1
PLC	ZEN シリーズ DC24 V　リレー接点	1

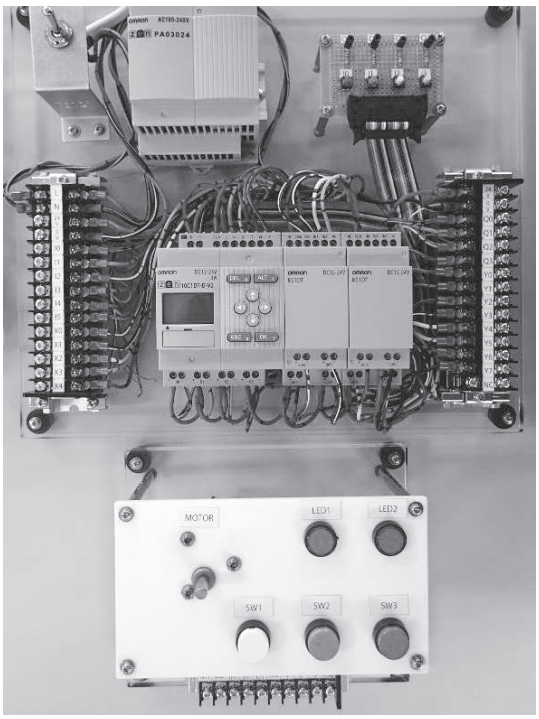
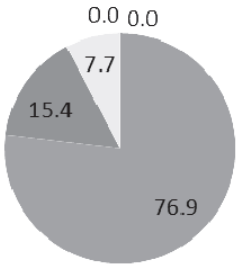
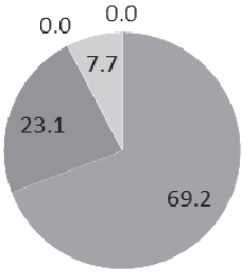


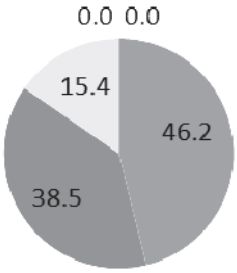
図 1　装置全体図



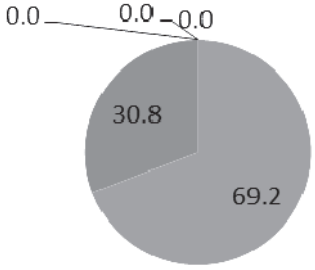
(a) シーケンス制御に関して興味がもてましたか



(c) 作業を重ねるごとに，技能は向上しましたか。



(b) シーケンス制御に必要な「考え方」が身につきましたか。



(d) 実習の目的に対して，達成感は得られましたか。

■1 ■2 ■3 ■4 ■5

図 2　アンケート結果

表 2　実験に対する意見（一部抜粋）

シーケンス制御の概要と，電気用図記号の取り扱い方を理解しました.
成功するまで何度もチャレンジする気持ち．操作性が意外に大事なことだと気付いた.
実際にモノを制御し，同じ動作をし続けるには，どのような方法があるのかと学べたため，将来電機系の設計につきたい私にとって，必要なシーケンスの基礎知識が得られた.
何をさせたいか考えて回路を組む力がついた．また，作る際に安全性や信頼性，保守性を考えなければならないと知れた.
1 週目のワイヤードロジックシーケンスを作成するのが難しかったです．でも，2 週目で実際に動かしてみて，1 週目のことまで理解できました！この実習の流れはとても良いと思います.
ワイヤードの方はとても苦手だったがラダーをしていると良く理解できた.

5　おわりに

シーケンス制御は「ものづくり」の現場でよく利用されている制御手法である．より専門的な技能を習得して，社会に貢献していく高専生には必要な能力となる．また，中南米や東南アジアなどで利用されている工作機械には PLC が多く搭載されていることから，卒業生がグローバルな社会で活躍するための手助けともなる．今後も社会の情勢に合わせて実験装置の開発を続けていく必要があると考える.

謝　辞

本開発は，平成 25 年度鹿児島高専校内助成を受けて実施した．この場を借りて謝意を表す.

鹿児島工業高等専門学校　教職員研究業績

（2013年4月1日～2014年3月31日）
＊印　講演発表者

【著書】

発表者名	学術研究論文等の名称	発行又は発表の年月	発表雑誌等の名称，巻，号，頁
加治佐　清光（情報工学科）	創造性開発 独自の簡易ほのぼのゲームプログラム作りに挑戦 Visual Basic .NET 2010 対応	2013年11月	デザインエッグ（株）/Amazon販売 pp.1～150　2013-11
加治佐　清光（情報工学科）	創造性開発 独自の簡易ほのぼのゲームプログラム作りに挑戦 Visual Basic .NET 2010 対応 Kindle版	2013年12月	Amazon Services International, Inc. pp.1～191　2013-12
岡林巧 堤　隆（都市環境デザイン工学科） 山田貴浩 田中龍児	環境・都市システム系教科書シリーズ12改訂測量学Ⅱ	2014年2月	コロナ社，pp.1～193　2014-02
堤　隆（都市環境デザイン工学科）	環境・都市システム系教科書シリーズ11改訂測量学Ⅰ	2014年3月	コロナ社，pp.1～210　2014-03

【学術研究論文（査読付）】

発表者名	学術研究論文等の名称	発行又は発表の年月	発表雑誌等の名称，巻，号，頁
塚本　公秀（機械工学科）	高専における過去の教授法の試みから得たこと	2013年5月	工学教育　61巻　3号　pp.105～107（3）　2013-05
塚本　公秀（機械工学科）	実習教材としての楽器製作のCAE教材への展開	2013年7月	工学教育　61巻　4号　pp.55～59（4）　2013-07
林　香予子（情報工学科） 山本　透	データ指向型多変数PID制御系の一設計	2013年12月	電気学会論文誌C　133巻　12号 pp.2229～2235（7）　2013-12
K. Hayashi（情報工学科） T. Yamamoto	Design of a Data-Oriented Nonlinear PID Control System	2014年2月	IEICE Trans. on Fundamentals E97-A巻　2号　pp.669～674（6）　2014-02
T. Onodera K. Matsunaga K. Kubota R. Taniguchi H. Harada K. Syutsubo T. Okubo S. Uemura N. Araki M. Yamada（都市環境デザイン工学科） M. Yamauchi（都市環境デザイン工学科） T. Yamaguchi	Characterization of the retained sludge in a down-flow hanging sponge (DHS) reactor with emphasis on its low excess sludge production	2013年5月	Bioresource Technology　136巻 pp.169～175　2013-05
M. Yamada（都市環境デザイン工学科） H. Harada M. Yamauchi（都市環境デザイン工学科） T. Yamaguchi A. Ohashi	Reduction of alkali supplement in a pilot-scale thermophilic multi-staged UASB reactor treating alcohol distillery wastewater	2013年9月	International Journal of Environmental Research　7巻　4号　pp.823～830（8）　2013-09
山内正仁（都市環境デザイン工学科） 山田真義（都市環境デザイン工学科） 草原大貴 八木史郎 是枝清上 三谷紘明 山口隆司	麦焼酎粕乾燥固形物をきのこ培地に用いたヒラタケ子実体の成分特性と廃培地の再利用に関する研究	2013年11月	土木学会論文集G（環境）　69巻 7号　pp.151～157（7）　2013-11
渡辺清美、坂元真理子(一般教育科文系)、小篠敏明	2013年度英語教科書のリーダビリティ測定 ―Sunshine J1-3、English Now 1の測定―	2013年11月	日本言語教育ICT学会研究紀要 volume1 pp.44-51
H. Umata Y. Ota M. Yamada（都市環境デザイン工学科） Y. Watanabe S. W. Gale	Germination of the fully myco-heterotrophic orchid Cyrtosia septentrionalis is characterized by low fungal specificity and does not require direct seed-mycobiont contact	2013年4月	Mycoscience　54巻　pp.343～352（10）　2013-04

【国際会議のプロシーディングなど】

発表者名	学術研究論文等の名称	発行又は発表の年月	発表雑誌等の名称，巻，号，頁
Y. Higashi（機械工学科）＊ C. Iwamoto Y. Kawamura	Ultrasonic welding of Mg-Zn-Y alloy plates	2013年9月	12th IUMRS-ICAM 2013 International Conference on Advanced Materials Qingdao,China　pp.37～38（0）
Y. Kitazono＊ K. Tsukamoto（機械工学科）	A measurement of the static strain distribution at tuned violin plate	2013年11月	3rd Asian Conference on Engineering Education　大韓民国　済州市 pp.189～190（2）　2013-11
K. Tsukamoto（機械工学科）＊ Y. Ohbuchi H. Sakamoto H. Iida	A study of developing the practical work integrated the course of study in upper grades	2013年11月	3rd Asian Conference on Engineering Education　大韓民国　済州市 pp.49～51（3）　2013-11

発表者名	学術研究論文等の名称	発行又は発表の年月	発表雑誌等の名称，巻，号，頁
S. Kuzuoka* K. Tsukamoto(機械工学科)	A Study of Structure of Violin and Traditional Making Method	2013年11月	3rd Asian Conference on Engineering Education 大韓民国 済州市 pp.205～206 (2) 2013-11
Y. Kamikubo* K. Tsukamoto(機械工学科)	A Study of the the Wolf Tone on the violin	2013年11月	3rd Asian Conference on Engineering Education 大韓民国 済州市 pp.122～124 (3) 2013-11
E. Kondo* H. Karashima M. Nakao K. Shimana(電子制御工学科)	An Improved Approach to Real-Time Compensation of Machining Error Caused by Deflection of Two-Flute End Mill at Cutting Point	2013年11月	The 7th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century Miyagi, Japan pp.18～23 (6) 2013-11
A. Takahashi K. Tsukamoto(機械工学科)* T. Doi N. Takaki A. Sato	An Investigation about the Educational Effect of the Assemble Robot with Competition	2013年11月	3rd Asian Conference on Engineering Education 大韓民国 済州市 pp.77～70 (3) 2013-11
I. Shimokubo* K. Tsukamoto(機械工学科)	Development of the Production Method for Violin Plate using Machining Center	2013年11月	3rd Asian Conference on Engineering Education 大韓民国 済州市 pp.207～208 (2) 2013-11
K. Kuroda M. Hatamoto A. Nakamura M. Yamauchi(都市環境デザイン工学科) M. Yamada(都市環境デザイン工学科) T. Yamaguchi	Phylogenetic diversity analysis of microorganisms relevant to anaerobic/anoxic wastewater treatment	2013年11月	The 3rd International Symposium on Technology for Sustainability 3巻 pp.1～4 (4) 2013-11
A. Ikeda(一般教育科・理系) et al.	Pi 2-associated Ionosperic Doppler Velocity and Magnetic Pulsation at Mid-latitude MAGDAS Station	2013年8月	SOLAR-TERRESTRIAL RELATIONS AND PRECURSORS OF EARTHQUAKES Collection of the reports of VI Internatio pp.223～228 (6) 2013-08
Y. Kobaru(電子制御工学科)* E. Kondo R. Iwamoto	Precision Cutting of Single Crystal Silicon using CBN Tool with Large Top Corner Radius	2013年11月	ASPEN2013 5th International Conference of Asian Society for Precision Engineering and Nanotechnology 台北(台湾) (6) 2013-11
S. Yamashita(技術室)* Y. Kawano K. Shimana(電子制御工学科) S. Matsuo(技術室) S. Yoshimitsu(電子制御工学科) H. Sakuraba	Real-time compensation of thermal deformation on a machining center	2013年11月	The 5th International Conference of Asian Society for Precision Engineering and Nanotechnology Taipei, Taiwan 2013-11
Y. Morizono* Y. Shii(機械工学科) Jason C.C KWONG Michael C.M.LAU	Experimental Study on Micro-Hydro Water Turbine	2013年11月	3rd International Symposium on Technology for Sustainability 2013 香港 pp.323～324 (2) 2013-11

【国内学会等発表】

発表者名	学術研究論文等の名称	発行又は発表の年月	発表雑誌等の名称，巻，号，頁
川崎雄太郎* 中間走 江崎秀司(機械工学科)	矩形管における曲がりを伴う場合の急収縮急拡大損失に関する研究	2013年9月	日本機械学会九州支部鹿児島講演会講演論文集 鹿児島 pp.149～150 (2) 2013-09
田中 智樹(一般教育科・文系)*	『古事記』須佐之男命の世界間移動をめぐって	2013年7月	H25年度美夫君志全国大会，中京大学(愛知県名古屋市) (0) 2013-
中間走 江崎秀司(機械工学科)	45°の曲がりを伴う矩形管の急収縮急拡大損失特性	2013年12月	第23回九州沖縄地区高専フォーラム講演要旨集 鹿児島 pp.37～(1) 2013-12
田畑 隆英(機械工学科)* 大坪 純也	5角形ダクトから流出する噴流	2013年9月	日本機械学会2013年度年次大会 岡山大学津島キャンパス(岡山市) 2013-09
田畑 隆英(機械工学科)* 大坪 純也	5角形ダクトから流出する噴流	2013年11月	日本機械学会第91期日本機械学会流体工学部門講演会 九州大学伊都キャンパス(福岡市) 2013-11
田畑 隆英(機械工学科)* 大坪 純也 李鹿 輝	5角形ダクトから流出する噴流に関する研究(ウェーブレット変換を用いた解析)	2013年9月	可視化情報学会可視化情報全国講演会(会津2013) 会津大学(会津若松市) pp.229～230 (2) 2013-
田畑 隆英(機械工学科)* 大坪 純也 李鹿 輝	5角形ダクトから流出する噴流のウェーブレット解析	2013年7月	可視化情報学会第41回可視化情報シンポジウム 工学院大学新宿校舎(東京都) pp.353～354 (2) 2013-07
小田原 悟(機械工学科)*	In-line流力振動の振動特性に及ぼす弾性柱の形状の影響	2013年9月	日本機械学会鹿児島講演会講演論文集 http://www.jsme.or.jp/conference/kyconf13-2/ 鹿児島市 pp.214～214 (2) 2013-09
小原裕也(電子制御工学科)* 近藤英二 岩本竜一	R刃バイトによる光学ガラスBK7の精密切削加工	2013年12月	2013年度精密工学会九州支部宮崎地方講演会 宮崎 (2) 2013-12

発表者名	学術研究論文等の名称	発行又は発表の年月	発表雑誌等の名称，巻，号，頁
森田 美海* 入江 智和（情報工学科）	アドレス解決パケットの転送による通信相手の生存確認法の提案―転送器の実装	2013年9月	平成25年度電気関係学会九州支部連合大会（第66回連合大会）講演論文集　熊本大学（黒髪南地区）pp.602～602（1）　2013-09
下野和輝* 新田敦司（電子制御工学科）	インクジェット法を用いた有機透明導電膜に関する研究	2013年9月	平成25年度(第66回)電気関係学会九州支部連合大会 http://www.ieice.or.jp/kyushu/rengo/rengo.html　熊本大学　pp.285～285（0）　2013-09
内門　大地* 鎌田　清孝（電子制御工学科）	エレベータに起因する変動磁場を低減するシャフト壁の遮蔽方法の検討	2013年9月	第21回電子情報通信学会九州支部学生会講演会 http://www.ieice.or.jp/kyushu/koen-hp/program/prog　熊本　(1)　2013-09
大峯隆徳* 山田真義（都市環境デザイン工学科） 山内正仁（都市環境デザイン工学科）	バイオエタノール製造廃液を対象とした高温及び中温UASB反応器の連続処理実験	2014年3月	平成25年度日本水環境学会九州支部研究発表会講演要旨集　鹿児島高専　pp.57～（1）　2014-03
江口　匠* 江崎秀司（機械工学科）	バイオ燃料を用いたディーゼルエンジンの性能特性	2013年12月	第23回九州沖縄地区高専フォーラム講演要旨集　鹿児島　pp.36～(1)　2013-12
谷山　功紀* 宮田　千加良（電子制御工学科）	リモートセンシングを用いた高さ情報算出に関する研究	2013年9月	第21回電子情報通信学会九州支部学生会講演会　熊本大学　黒髪南地区　(1)　2013-09
西田あかね* 武田和大（情報工学科）	家庭用ゲーム機の深度センサを用いた指文字認識の試み	2014年2月	2013年度情報文化学会九州支部研究会　鹿児島工業高等専門学校（霧島市）　(0)　2014-02
江崎秀司（機械工学科）* 山田孝行（技術室） 大竹孝明（一般教育科）	課外活動を活用した実践的な制御工学教育	2013年12月	第23回九州沖縄地区高専フォーラム講演要旨集　鹿児島　pp.35～(1)　2013-12
小畑裕樹* しとぎ田拡 西留　清（都市環境デザイン工学科）	回転円板法と沈殿槽を多槽用いた有機物酸化・硝化・脱窒法	2014年3月	日本水環境学会九州支部研究発表会講演概要集　鹿児島工業高等専門学校　pp.47～48（2）　2014-
松本 真一* 村上 周三 赤坂 裕（校長） 井川 憲男 永村 一雄 武田 和大（情報工学科） 二宮 秀與 窪田 真樹	外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その114)BESTで使用される拡張アメダス気象データの開発状況	2013年9月	2013年度空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集　信州大学　長野キャンパス(長野市)　pp.9～12（4）　2013-09
塚本　公秀（機械工学科）* 東　雄一（機械工学科）	学生と教員による副教材の共同開発	2013年8月	日本工学教育協会講演会講演論文集　新潟大学　pp.346～347　2013-
山内正仁（都市環境デザイン工学科） 山田真義（都市環境デザイン工学科） 草原大貴* 八木史郎 三谷紘明 山口隆司	甘藷，麦焼酎粕乾燥物を用いたヒラタケの機能性向上	2013年9月	日本きのこ学会第17回大会講演要旨集　県立広島大学広島キャンパス　pp.39～（1）　2013-09
宮内真人 森保仁 野澤宏大（一般教育科・理系） 神里志穂子 赤木洋二 山崎充裕	九州沖縄地区高専科学技術教育支援ネットワークー高専サイ エンス支援ネットin九州沖縄ー	2013年8月	日本工学教育協会　新潟大学　(0)　2013-08
池田英幸（機械工学科）* 吉岡慧太 山田孝行（技術室） 若生潤一 岡林巧	懸垂円管内充填ガラスビーズによる底面異常荷重	2013年12月	第23回九州沖縄地区高専フォーラム鹿児島市　pp.34～34（0）　2013-12
瀬﨑真司* 岸田一也（電子制御工学科） 福添孝明（電子制御工学科）	検出器を用いた不審行動検知の研究開発	2013年12月	第23回九州沖縄地区高専フォーラム鹿児島県民交流センター　(1)　2013-12
東　雄一（機械工学科）* 野田　直毅 岩本　知広 河村　能人	高強度マグネシウム合金の超音波接合	2014年3月	日本金属学会　2014年春季講演大会　東京工業大学　(1)　2014-03
鎌田　清孝（電子制御工学科）* 内門　大地 西川　央哲	磁気シールドルーム開口部の漏洩磁界に関する検討	2013年9月	第66回電気関係学会九州支部連合会論文　https://w2.gakkai-web.net/gakkai/jceee_pro/　熊本　(1)　2013-09
川田健司* 福添孝明（電子制御工学科） 岸田一也（電子制御工学科）	自動車運転補助システムの研究開発	2013年9月	第21回電子情報通信学会九州支部学生会講演会D-24　熊本大学　(0)　2013-09
前田祐也* 永重宏一郎 山田真義（都市環境デザイン工学科） 山内正仁（都市環境デザイン工学科）	鹿児島県内における酸性雨の実態	2014年3月	平成25年度日本水環境学会九州支部研究発表会講演要旨集　鹿児島高専　pp.1～（1）　2014-03

発表者名	学術研究論文等の名称	発行又は発表の年月	発表雑誌等の名称，巻，号，頁
中村　格(電気電子工学科)*	鹿児島工業高等専門学校図書館の現状についての一考察	2013年12月	電気学会教育フロンティア研究会 大阪 pp.63～66 (4)　2013-12
武田　和大(情報工学科)*	初等教育のため気象データ活用ソフトウェアの開発	2014年2月	2013年度情報文化学会九州支部研究会　鹿児島工業高等専門学校(霧島市)　(0)　2014-02
有村圭右* 森永将哉 山内正仁(都市環境デザイン工学科) 山田真義(都市環境デザイン工学科)	醤油廃水を対象とした低温UASB-DHSシステムの連続処理実験	2014年3月	平成25年度日本水環境学会九州支部研究発表会講演要旨集　鹿児島高専 pp.46～ (1)　2014-03
西薗拓也* 玉利陽三(情報工学科)	生体磁気刺激における刺激コイル形状の一提案	2013年12月	第23回九州沖縄地区高専フォーラム講演要旨集　かごしま県民交流センター pp.45～ (1)　2013-12
白坂　繁(一般教育科・理系)*	続・三角関数の適当なグラフ	2013年8月	日本数学教育学会誌　山梨　(0)　2013-08
下野 勇希* 原田　治行(電子制御工学科)	多チャンネル脳波信号のガンマ帯域に着目したBCIに関する研究	2013年9月	第21回 電子情報通信学会九州支部学生会講演会　熊本大学 pp.31～31 (0)　2013-09
野澤　宏大(一般教育科・理系)*	太陽光発電を利用した学内環境改善の試み	2013年8月	平成25年度全国高専教育フォーラム豊橋技術科学大学　(0)　2013-08
野澤　宏大(一般教育科・理系)*	太陽放射地上観測データの活用例	2014年1月	第19回高専シンポジウム in 久留米 久留米高専　(0)　2014-01
上田橋克* 福山一世 山田真義(都市環境デザイン工学科) 山内正仁(都市環境デザイン工学科) 山口隆司	低カリウムきのこ培地を用いたセシウムの回収に関する基礎研究	2014年3月	福岡大学 pp.829～830 (2) 2014-03
須田　隆夫(電気電子工学科)* 西元　稜太 リファン アグスティアン 井上　貴仁	電圧可変平面電気6重極を用いた誘電泳動力による細胞の操作	2014年3月	第61回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集　神奈川県大相模原市(青山学院大学 相模原キャンパス) pp.457～457 (1)　2014-
前薗正宜(電気電子工学科)* 中村　格(電気電子工学科) 安藤博文	電力設備におけるサージ診断支援ソフトウェア	2014年3月	電気学会教育フロンティア研究会 鹿児島 pp.63～67 (5)　2014-03
中野 和彦* 原田　治行(電子制御工学科)	二足歩行ロボットのPID制御に関する基礎研究	2013年9月	第21回 電子情報通信学会九州支部学生会講演会　熊本大学 pp.22～22 (0)　2013-09
福添　孝明(電子制御工学科)*	飛行体が提供可能にしてきた機能	2014年2月	2013年度情報文化学会九州支部研究会　鹿児島工業高等専門学校 (0)　2014-02
須田　隆夫(電気電子工学科)* 岩田　和也 井上　貴仁	微小オープン容器中での電圧可変平面電気4重極を用いた誘電泳動力による細胞の操作	2013年9月	第74 回応用物理学会学術講演会 講演予稿集(17p-C4-1)　京都府京田辺市(同志社大学 京田辺キャンパス) pp.157～157 (1)　2013-
小田原 悟(機械工学科)* 汪 文学 西村 秀喜	風レンズ風車の翼振動特性に及ぼす集風体の有無の影響	2013年9月	日本機械学会鹿児島講演会講演論文集 http://www.jsme.or.jp/conference/kyconf13-2/　鹿児島市 pp.215～216 (2)　2013-09
田畑　隆英(機械工学科)* 東　悠樹 李鹿　輝	変形するノズルから流出する噴流のウェーブレット解析	2013年7月	可視化情報学会第41回可視化情報シンポジウム　工学院大学新宿校舎(東京都) pp.355～356 (2) 2013-07
入江 智和(情報工学科)* 上之原 宏幸	未知の優先順位に基づいたアドレス割当制御を実現するDHCP拡張の提案―実装	2013年9月	平成25年度電気関係学会九州支部連合大会(第66回連合大会)講演論文集　熊本大学(黒髪南地区) pp.594～594 (1)　2013-09
安河内伸宜* 田井裕己 中村　格(電気電子工学科) 匹田政幸 小迫雅裕	油中巻線を透過する部分放電放射超音波伝搬特性の基礎的検討	2013年9月	電気関係学会九州支部連合大会 熊本 pp.80～80 (1)　2013-09
安河内伸宜* 田井裕己 小迫雅裕 匹田政幸 中村　格(電気電子工学科)	油中巻線間の油隙が部分放電放射超音波伝搬特性に及ぼす影響	2014年3月	平成26年電気学会全国大会　松山 pp.340～341 (2)　2014-03
中村　格(電気電子工学科)* 永田亮一(技術室)	離島中学生を対象とした電力教室	2014年3月	平成26年電気学会全国大会　松山 pp.3～3 (1)　2014-03
井ノ上大輝* 濱川恭央(情報工学科)	連想記憶における系列パターンと記憶容量の検討	2013年12月	第23回九州沖縄地区高専フォーラム講演要旨集　かごしま県民交流センター pp.44～ (1)　2013-12
伴　裕輝* 濱川恭央(情報工学科)	連想記憶における入力パターンと想起の評価	2013年9月	第21回電子情報通信学会九州支部学会学生会講演会 http://www.ieice.or.jp/kyushu/koen-hp/　熊本大学　(0)　2013-09

発表者名	学術研究論文等の名称	発行又は発表の年月	発表雑誌等の名称，巻，号，頁
楠原良人（電気電子工学科）* 瀬濤喜信 椎保幸（機械工学科） 原田正和（技術室） 山田孝行（技術室） 永田亮一（技術室） 清水勇喜（技術室）	農業用水を活用したバケット連結新型水車による小水力発電装置の開発	2013年8月	第11回全国高専テクノフォーラム 講演論文集　愛知県産業労働センター　pp.101～101（1）　2013-08
森薗湧太* 椎保幸（機械工学科）	低流量の開水路流れにおけるマイクロ水車の特性	2013年9月	可視化情報学会全国講演会（会津2013）講演論文集　会津大学（福島県）　pp.85～86（2）　2013-09
大竹　孝明（一般教育科・理系）*	高専が主催する化学工作実験イベントの実施について「鹿児島高専の日2013」	2014年1月	平成25年度　高専サイエンス支援ネット in 九州沖縄 シンポジウム「地域の科学技術教育支援ネットワーク」熊本県八代市　pp.17～23（7）
保坂　直之（一般教育科・文系）*	1914年3月のベルリンとトラークル	2013年5月	2013年度トラークル協会春季研究発表会　東京都調布市　(0)
保坂　直之（一般教育科・文系）*	「カスパー・ハウザーの歌」を使ったトラークルの連作構成	2013年12月	H25年度日本独文学会西日本支部学会　大分市　(0)　2013-12
福永隆之（技術室） 串橋巧 七澤章 盛岡実*	促進炭酸化と自然状態での炭酸化の違いについて	2013年5月	CD-ROM　セメント協会　第67回セメント技術大会講演要旨　東京　pp.224～225（2）　2013-05
増元あずみ 横川芹加 前野祐二（都市環境デザイン工学科） 福永隆之（技術室）	水成しらすとセメントの水和反応特性	2014年3月	CD-ROM　土木学会　西部支部研究発表会講演概要集　福岡　pp.389～391（2）　2014-03
横川芹加 増元あずみ 前野祐二（都市環境デザイン工学科） 福永隆之（技術室）	赤しらすとセメントの水和反応特性	2014年3月	土木学会　西部支部研究発表会講演概要集　福岡　pp.637～638（2）　2014-03
大竹孝明（一般教育科・理系）* 山下俊一（技術室） 山田孝行（技術室） 脇園好光（総務課） 川越渚（総務課） 新納時英 中村哲	小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2012」による地域連携活動	2013年8月	Web　平成25年度 全国高専教育フォーラム　教育教員研究集会　東京都　pp.1～2（2）　2013-08
山田孝行（技術室）* 大竹孝明（一般教育科・理系） 山下俊一（技術室） 脇園好光（総務課） 川越渚（総務課） 新納時英 中村哲	小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」による地域連携活動	2013年12月	第23回九州沖縄地区高専フォーラム「高専設立50周年-高専のグローカルな取り組み-」講演要旨集　鹿児島市　pp.48～48（1）　2013-12
大竹孝明（一般教育科・理系）* 山下俊一（技術室） 山田孝行（技術室） 脇園好光（総務課） 川越渚（総務課） 新納時英 中村哲	小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2013」について	2014年1月	第19回高専シンポジウム in 久留米講演要旨集　福岡県久留米市　pp.169～169（1）　2014-01
鞍掛哲治（一般教育科・文系）* 椙松伸二（一般教育科・文系）	外書輪講英単語リストの作成	2014年3月	日本リメディアル教育学会第6回関西支部大会予稿集　大阪府枚方市　pp.40～41（2）　2014-03
白石貴行（機械工学科）* 坂田晃一 佐伯和明 藤本博志	モード影響常数行列を用いた他慣性系の制御系設計	2013年9月	電気学会メカトロニクス制御研究会資料，No. MEC-13，Vol. 159-170，pp.13-18，2013-09
原　崇（情報工学科）* 佐藤　彩花 飯村　伊智郎 中山　茂	粘菌アルゴリズムによる最短経路探索の実験	2014年2月	2013年度情報文化学会九州支部研究会　鹿児島工業高等専門学校（霧島市）　(0)　2014-02
山内正仁（都市環境デザイン工学科） 山田真義（都市環境デザイン工学科） 草原大貴* 八木史郎 是枝清上 三谷紘明 山口隆司	麦焼酎粕乾燥固形物をきのこ培地に用いたヒラタケ子実体の成分特性と廃培地の再利用に関する研究	2013年11月	土木学会論文集G（環境）（環境工学研究論文集第50巻）　北海道大学　pp.151～157（7）　2013-11

【その他の論文（解説・総説・紀要・研究会資料・報告書等）】

発表者名	学術研究論文等の名称	発行又は発表の年月	発表雑誌等の名称，巻，号，頁
小田原　悟（機械工学科）	（報文）球形タンク内液体水素の蒸発率に及ぼすSloshingの影響	2013年12月	鹿児島高専研究報告　48号　pp.27～34（8）　2013-12

発表者名	学術研究論文等の名称	発行又は発表の年月	発表雑誌等の名称, 巻, 号, 頁
松元遼太 岩本才次 渡辺　創(機械工学科) 中村彰	(報文)潜水艇のモデル化と根軌跡法による深度制御	2014年2月	鹿児島工業高等専門学校研究報告 48号 pp.1～9 (9)　2014-02
須田　隆夫(電気電子工学科) 岡松　道雄(都市環境デザイン工学科) 塚本　公秀(機械工学科) 玉利　陽三(情報工学科) 鎌田　清孝(電子制御工学科) 今村　成明(電気電子工学科) 永井　翠 奥　高洋(電気電子工学科)	(報文)霧島地区の温泉資源を活用するエネルギー, 環境, ヘルスケアを統合した開発プロジェクトの可能性について	2014年2月	鹿児島工業高等専門学校研究報告 48号 pp.35～38 (4)　2014-02
新田敦司(電子制御工学科) 下野和輝	(報文)インクジェット法を用いた有機透明導電膜に関する研究	2014年2月	鹿児島工業高等専門学校研究報告 48号 pp.41～45 (5)　2014-02
岡松道雄(都市環境デザイン工学科) 毛利洋子(都市環境デザイン工学科)	(報告)平成24年度校内教育助成に係る建築関連講座立上げに関する成果報告	2014年2月	鹿児島工業高等専門学校研究報告 48号 pp.49～52 (4)　2014-02
巻田和男 高野元春 星野光男 加藤泰男 野澤宏大(一般教育科・理系)	(報文)フォトダイオード・センサーによる多波長大気光観測	2014年3月	拓殖大学 理工学研究報告　13巻 1号 pp.29～34 (6)　2014-03
巻田和男 星野光男 加藤泰男 野澤宏大(一般教育科・理系) 大川隆志 源泰拓 長町信吾 P. Fagunde E. Correia W. Lima J. C. Gianibeli R. Monreal N. J. Schuch	(報文)磁気異常帯域における大気電場計観測	2014年3月	拓殖大学 理工学研究報告　13巻 1号 pp.49～58 (10)　2014-03
田中　智樹(一般教育科・文系)	(解説)タケミカヅチ	2013年12月	歴史読本, 59巻 2号 (0)　2013-12
塚崎　香織(一般教育科・文系)	(報文)英国文化に関する研究―ホスト・ファミリーとの生活を通して	2014年2月	鹿児島工業高等専門学校研究報告 48号 pp.61～69 (9)　2014-02
篠原　学(一般教育科・理系)	(解説)「宇宙天気」	2013年4月	月刊天文ガイド, 誠文堂新光社, pp.1～1 2013-04
篠原　学(一般教育科・理系)	(解説)「宇宙天気」	2013年5月	月刊天文ガイド, 誠文堂新光社, pp.1～1 2013-05
永田亮一(技術室) 楠原良人(電気電子工学科) 椎保幸(機械工学科) 瀬濤喜信 島名賢児(電子制御工学科) 清水勇喜(技術室) 原田正和(技術室) 山田孝行(技術室)	マイクロ水力発電教材の開発と実践	2014年3月	電気学会研究報告　FIE-14-002巻 pp.6～9 2014-03
楠原良人(電気電子工学科) 椎保幸(機械工学科) 瀬濤喜信 島名賢児(電子制御工学科) 永田亮一(技術室) 清水勇喜(技術室) 原田正和(技術室) 山田孝行(技術室) 及川斉史 市来浩一	農業用水を活用したクロスフロー水車発電システムの開発	2014年3月	電気学会研究報告　FIE-14-001巻 pp.1～5 2014-03
大竹孝明(一般教育科・理系) 山下俊一(技術室) 山田　孝行(技術室) 脇園　好光(総務課) 川越　渚(総務課) 新納 時英 中村 哲	小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日2012」におけるプログラムの開発	2014年2月	鹿児島工業高等専門学校研究報告 48号 pp.71～76 (6)　2014-02
山田　孝行(技術室)	平成24年度校内教育助成による溶接実習改善に関する報告	2014年2月	鹿児島工業高等専門学校研究報告 48号 pp.87～89 (3)　2014-02
武田和大(情報工学科) 芝浩二郎(情報工学科) 豊平隆之(情報工学科) 瀬濤喜信 前薗正宜(電気電子工学科) 樫根健史(電気電子工学科) 荒巻勇輔(学生課) 永田亮一(技術室)	高専・中学校の連携による環境気象情報ネットワークの構築　その2	2014年2月	鹿児島工業高等専門学校研究報告 48号 pp.47～48 (2)　2014-02