

RESEARCH REPORTS
OF
OYAMA NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY
No.45
CONTENTS

Measures toward Effectively Conveying Information and Utilizing Library and Information Network Center	Tsugio INOUE, Takako SHIMADA	1
Reconsideration of Modern Rationalism and Technological Versatile Principle after FUKUSHIMA – Focusing on Change in Science Communication in Japan –	Tetsu UENO	11
Study on Rate of Climb of the Track-and-Field Record(I)	Daisuke MIHARA , Tomoki NAGATA	21
Comparison with the previous year of Physical Activity and Physical Fitness in Oyama National College of Technology Students	Tomoki NAGATA	29
Implementation on Process Writing in Writing Class Action Research	Sakae SUZUKI	35
Research on Effective English Examinations for Junior and Senior High School Students	Toshihiro YAMANISHI	45
3D-FEM Analysis for Singular Stress Field in Anisotropic Dissimilar Material Joints	Susumu YAMASHITA, Okito OJIMA Yuri MOCHIZUKI, Hideo KOGUCHI	55
Development of Simple Numerical Wind Tunnel by using Spreadsheet Software. – Flow Analysis around a Thick Airfoil with a Discrete Vortex Method. –	Hisashi MASUBUCHI, Hiroki KANEDA	61
A study about the application limit of Linear Notch Mechanics.	Takashi KAWAMURA	69
Development of In-situ Observation Fretting Wear Testing Device	Yuki NASU, Soma YAMASAKI Yosuke TOMITA	73
Noise tolerance evaluation of heart tone recording methods	Yukio KOBAYASHI, Takayuki SATOU	77
Evaluation of the experiment Curriculum in the clip motor car	Manabu ISHIHARA, Yasuhiro KATO Akio TANAKA	81
A Study on Cyclic Function Noise and Sub-Sampling in Computer Generated Hologram	Masakatsu SENDA, Junki FUKUDA Yosuke KAIHARA	85
Development of Living Guidance System for Type 2 Diabetics	Kazuo IMANARI, Takuya SAKURAOKA Hiroshi OHASHI	91
Single Inductor Multi Output (SIMO) DC-DC Switching Converter Design	Yasunori KOBORI, Haruo KOBAYASHI	99
Authentication System with RADIUS and LDAP for Campus Wireless LAN	Kiyomi NANSAL, Uchu YAMAGAMI	105
The Control of Two-Layer Tank System using Neural Network	Masato KASAHARA, Ittoku KURISHIMA	111
Estimation of performance for waste water treatment by bubble column type aerator	Takakuni TANAKA, Kiyotaka MUKASA Yuko KAWADA	117
Research on Earthquake Damage and Structural Characteristics of Existing Japanese Traditional Buildings in Tochigi City	Hajime YOKOUCHI, Ryuichi OSHIMA Yoshimitsu OHASHI	123
The Research of Student's Progressive Approaches Ability through the Operation of Fundamental Chemical Experiments	Tsuyoshi DEGAWA, Tarou ATSUMI	133
Performance evaluation by the change of the shape of 1/4λ (20m) whip antennas of the 3.5, 3.8MHz zone which assumed a car a pillow	Tadashi UEKI, Yasuhiro KATO Tomokazu SATOU	141
Historical Material – “ <i>Itoma-no-ki</i> ” written by KURODA, Naokuni –	Yoko SAKAIRI	145

小山工業高等専門学校

研究紀要

第 45 号

平成24年12月

小山工業高等専門学校

小山工業高等専門学校研究紀要 第45号

平成24年12月21日発行

編集 小山工業高等専門学校図書情報センター運営委員会

発行 独立行政法人 国立高等専門学校機構

小山工業高等専門学校

〒323-0806 栃木県小山市大字中久喜771番地

TEL 0285-20-2117

FAX 0285-20-2883

印刷 日栄印刷有限公司

小山工業高等専門学校研究紀要 第45号 (2012.12)

目 次

情報を発信し活用される図書情報センターに向けての方策……………	井上 次夫・島田 尚子……………	1
Reconsideration of Modern Rationalism and Technological Versatile Principle after FUKUSHIMA -Focusing on Change in Science Communication in Japan-	上野 哲……………	11
陸上競技の記録の上昇率に関する研究(I)……………	三原 大介・長田 朋樹……………	21
小山高専生の身体活動量と体力の前年度比較 -2011 年度-	長田 朋樹……………	29
ライティングの授業におけるプロセス・ライティングの取り組み …… -アクション・リサーチ-	鈴木 栄……………	35
中学・高等学校現場にはどのような英語資格試験が効果的か-その1- -実用英語技能検定試験とTOEIC、その他資格試験との比較、 今後における課題-	山西 敏博……………	45
3次元有限要素法による異方性材料接合体の特異応力場解析……………	山下 進・生島 興人…………… 望月 悠里・古口日出男	55
表計算ソフトを利用した簡易数値風洞の作成…………… -離散渦法による厚みのある翼まわりの流れ解析-	増淵 寿・金田 博樹……………	61
線形切欠き力学の適用限界に関する研究……………	川村 壮司……………	69
その場観察型フレッティング摩耗試験装置の開発……………	那須 裕規・山崎 壮真…………… 富田 洋佑	73
心音録音手法の雑音耐性評価……………	小林 幸夫・佐藤 貴幸……………	77
クリップモーターの実験課題の応用性と評価……………	石原 学・加藤 康弘…………… 田中 昭雄	81
計算機プログラムにおける巡回関数化雑音とサブサンプリング …… の検討	千田 正勝・福田 純希…………… 海原 洋介	85

2型糖尿病患者のための生活指導支援システムの開発	今成 一雄・櫻岡 卓哉 大橋 博	91
単一インダクタ・マルチ出力(SIMO)DC-DCスイッチング電源の研究	小堀 康功・小林 春夫	99
RADIUSとLDAPによるキャンパス無線LAN認証システム	南斉 清巳・山上 宇宙	105
ニューラルネットワークを用いた2層タンクシステムの制御	笠原 雅人・栗島 一徳	111
気泡塔型曝気装置による排水処理性能の評価	田中 孝国・武笠 巨堯 川田 裕子	117
栃木市に現存する歴史的建造物の地震被害および構造特性に関する調査研究	横内 基・大島 隆一 大橋 好光	123
基礎的な化学実験操作からの学生実験の実践能力の調査	出川 強志・渥美 太郎	133
自動車を基台とした3.5、3.8MHz帯の1/4λ(20m)ホイップアンテナの形状の変化による性能評価	植木 忠司・加藤 康弘 佐藤 智一	141
史料紹介 暇之記 —下館藩主 黒田直邦による正徳三年の記録(二)—	酒入 陽子	145
研究発表一覧		155

情報を発信し活用される図書情報センター に向けての方策

井上 次夫*1, 島田 尚子*2

Measures toward Effectively Conveying Information and
Utilizing Library and Information Network Center

Tsugio INOUE, Takako SHIMADA

To effectively convey information, particularly, those on books and facilitate the use of libraries, it is important to improve the facilities and provide a better environment. Additionally, not only is it essential to understand the user's needs and addressing them, the sender of information needs to actively convey information that is useful to users.

In this study, I examined the measures that are currently followed by the center in conveying information by reviewing its roles and achievements, and then discuss its future.

KEYWORDS : Library and Information Network Center, Transmission of Information, Utilization of Information, Improvement Measures

1. はじめに

本校図書館棟にある図書情報センター（以下、本センター）は、2001（平成 13）年 8 月より始まった校舎改修の中での図書館棟改修工事が終わった 2004（平成 16）年 4 月、高専の独立行政法人化と軌を一にして、それまでの図書館から名称変更し誕生した^{注1)}。その目的は「学生その他の利用者の知識・教養を高めるとともに、教育・研究・調査等に寄与し、もって図書館活動の健全な発展を図ること」とされている。

しかし、いっそうの情報時代を迎えた現在、本センターにおいては次のような新たな課題に取り組む必要が生じている。

第一は、従来の図書という紙媒体ばかりでなく電子媒体の充実に関する検討であり、本センターが発信する情報の内容についての検討である。

第二は、本センターが発信する蔵書にとどまらない広義の「情報」の利用状況を踏まえつつ情報の活用を促す方策についての検討である。

そして、第三には、社会に開かれた学校として本センターが 2000（平成 12）年度から取り組んでいる一般開放のさらなる促進に向けた方策についての検討である^{注2)}。

そこで、本稿では以下、本センターが果たしてきた役割と実績を整理しながら、現在、我々が進めようとしている情報発信の方策と方向性について検証し、今後を展望する。

2. 本センターの施設概要

本センターがある図書館棟は 2 階建てで、1 階には受付カウンター、第 1 書庫 (27 m²)、第 2 書庫 (21 m²)、教材資料作成室のほか、留学生講義

*1 図書情報センター長 (Director of Library and Information Network Center) E-mail: inoue@oyama-ct.ac.jp

*2 総務課図書情報係長 (Chief of Library and Information Network Center)

室、視聴覚教室、交流ラウンジ等がある。このうち、交流ラウンジは2011（平成23）年に設置され、学生の学習や交流・憩い、行事・イベントの場として活用され始めたところである（5.6）。



図1 交流ラウンジ

2階には第1閲覧室（442㎡）、第2閲覧室（65㎡）のほか、グループ学習室（27㎡）、マルチメディアルーム（81㎡）、新聞閲覧コーナーがある。このうち、グループ学習室は少人数（3人～8人）による円卓を囲んでの話し合い学習が可能である。また、マルチメディアルームにはパソコン15台、VTR4台、DVD5台を備えている。そして、新聞閲覧コーナーでは主な国内6紙（朝日新聞、読売新聞、毎日新聞、下野新聞、日本経済新聞、日刊工業新聞）を読むことができる。



図2 第1閲覧室

第2閲覧室



図3 マルチメディアルーム

新聞閲覧コーナー

なお、駐車場には身障者用スペース、入口にはスロープ、エレベーター等を整備している。

3. 情報の発信

本センターが発信する情報リソースとしては、大きく蔵書、ホームページ、刊行物類、コーナー展示が挙げられる。

3.1 蔵書

本センターの蔵書は、2011（平成23）年度末で表1の通りである。

表1 蔵書一覧

蔵書冊数	75,993冊（うち洋書）	4,578冊
開架冊数	63,379冊（うち洋書）	3,313冊
雑誌種数	538種（うち外国語）	6種
新聞種数	11種（うち外国語）	2種
電子ジャーナル	8種（うち外国語）	5種
視聴覚資料	CD	55種
	レーザーディスク	15種
	ビデオテープ	337種
	録音テープ	370種
	CD-ROM	54種
	DVD	463種

最初に、蔵書冊数について公益社団法人全国学校図書館協議会（以下、全図協）が行った「2011年度学校図書館調査」の結果をみると、平均蔵書冊数は小学校 8,848冊、中学校 10,912冊、高等学校 24,175冊であり、高等学校（以下、高校）の場合と比べると本センターの蔵書 75,993冊はその3倍を超えている。

なお、蔵書冊数の目安に関してみると、文部科学省は「1993年学校図書館図書標準」により、全図協は「2000年学校図書館メディア基準」によりそれぞれ一定の目標冊数を示している。そこで、目標冊数をより多く求めている全図協の基準に従って本校（本科5学科5学年25学級1,029人^{注3)}）の場合を高校基準に従って求めると^{注4)}、蔵書冊数は52,245冊となるが、本校をはじめ国立高専の多くは7万冊以上の蔵書を有し、それを大きく上回っている^{注5)}。

また、全図協では蔵書（図書）の標準配分比率を冊数比で示している。なお、運用については専門教育を主とする学科又はコースを有する高校においてはその専門領域の図書について考慮するとしている。表2に小学校から高校までの配分比率と本校の配分比率を冊数で示す。

表2 校種別の蔵書配分比率（冊数）

	0総記	1哲学	2歴史	3社会科学	4自然科学	5技術・工学	6産業	7芸術	8言語	9文学	計
小学校	6	2	18	9	15	6	5	9	4	26	100%
中学校	6	3	17	10	15	6	5	8	5	25	100%
高校	6	9	15	11	16	6	5	7	6	19	100%
本校	4	3	8	7	23	34	1	4	6	10	100%

本校の場合、その専門性の観点から高校と比べてみると、「4 自然科学」「5 技術・工学」の比率が両者で6割近くを占めて非常に高い一方で、その分「1 哲学」「2 歴史」「6 産業」「9 文学」等の比率が低くなっていることが分かる。

次に、雑誌については「化学」「ケミカルエンジニアリング」「新建築」等の永久保存雑誌のほか、「機械の研究」「トランジスタ技術」「理系への数学」等の5年保存雑誌、「オートメカニック」「ラジオ技術」「中央公論」等の2年保存雑誌等の538種と幅広い。また、新聞については朝日新聞、読売新聞、毎日新聞、下野新聞、日本経済新聞、日刊工業新聞の6紙を新聞閲覧コーナー、英字新聞2紙（Daily Yomiuri, Student Times）のほか、週刊読書人、日本物流新聞、出版ダイジェストを交流ラウンジに備えている。

その他、映画や音楽のDVD等の視聴覚資料を多様に取り揃えているが、その利用状況は振るわず、原因も明らかではない^{注6)}。

3.2 ホームページ

本センターのホームページへは小山高専HPの「学内施設」からアクセスできる。トップページには「本センターの紹介」「利用案内」「開館予定」「蔵書構成」「蔵書検索」「トピックス」「図書情報センターだより」「小山高専研究紀要目次」等があり、最後にリンク集がある。例えば、図4では夏休みの開館スケジュールをカレンダーで表示しており、利便性が高い。

また、学内サービスページ（学外からは利用できない）には蔵書検索のほか「新着図書案内」「定期購読図書一覧」「電子ジャーナルデータベース」「マルチメディアルーム及びグループ学習室の利用法」「文献複写申込み」「本センター規程」「学生希望図書の申込み」の各項目がある。

なお、本センターのこれらホームページ管理は図書情報係が行っているが、今後、取り組むべき課題もある（3.6）。



図4 本センターHPのトップページ

3.3 刊行物類

本センターが定期的に発行している刊行物としては『小山工業高等専門学校研究紀要』がある。これは、1968（昭和43）年度から刊行を始め、2011（平成23）年度で第44号に達している。

近年、研究紀要は英字1,000字以内の英文要旨を付けることとし、サイズをB5版からA4版へ変更、提出原稿を手書きからファイルへ、そしてPDFでの提出へ、発行月を年度末の3月から年末の12月へと変更する等、激しい時代の変化への対応を行ってきている。

図5に、最近15年間（30号～44号）の収録論文数と総ページ数（含研究発表一覧）を示す。収録論文本数は平均26本、総ページ数は平均200ページである。なお、研究紀要36号以降の論文（35号以前は目次のみ）は、本センターHPを通じて閲覧することができる（3.2）。

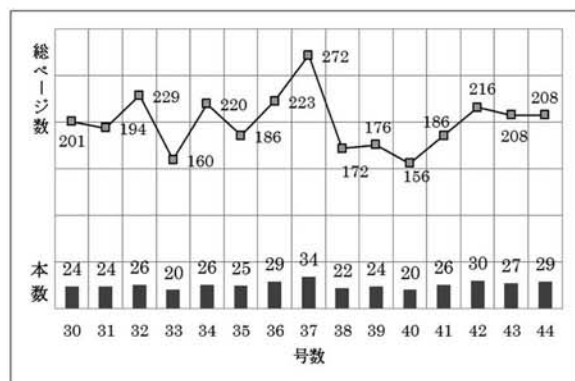


図5 研究紀要の論文数と総ページ数

その他、例年「図書情報センター利用案内」を発行している。用紙は縦長の三つ折り両面印刷（図6右）で、内容は開館時間、閉館日、閲覧、貸出、

返却、利用者カードの説明、本センターの案内図、利用上のマナー、一般利用の案内である。これに本センター「利用カレンダー」を付け4月に新入生全員に配付している。

一方、2011（平成 23）年には本センターに関する Q&A を中心に構成した「小山高専図書情報センターってどんなところ？」（A5 版 3 ページ、図 6 中央）、2012（平成 24）年には本センターの概要を案内する「小山高専図書情報センターによるこそ！」（A5 版 7 ページ、図 6 左）の小パンフレットを作成し配付した。



図6 配付用パンフレット

それから、2011（平成 23）年度には『小山工業高等専門学校図書情報センター概要』（A4 版 24 ページ）を新たに作成した。これは本センター運営委員会の運営委員（センター長、各科委員、総務課長）への配布を目的に作成したものであり、特に本センターの「施設・設備、利用状況、年間活動内容、諸規程・要項・緊急時マニュアル」等をまとめている点が特色である（6.）。

3. 4 コーナー展示

本センターが情報発信のために設置している主なコーナーとしては、新着図書コーナー、読書紹介コーナー、企画コーナー等がある。

(1)新着図書コーナー

本センターが購入し、手続きを完了して学内 HP の新着図書案内に掲載した図書を順次、新着図書コーナー（本センター1 階）に陳列して紹介している。図 7 左。

(2)読書紹介コーナー

一般科国語から例年提供される、低学年の 1・2 年生が国語の授業で作成した読書紹介新聞（B4 版）を読書紹介コーナー（本センター1 階 2 カ所）にパネル展示して紹介している。図 7 右。



図7 新着図書

読書紹介

(3)企画コーナー

企画コーナー（本センター2 階）では図書情報係が時宜を得た話題で推薦図書を特集し、学生への読書啓発を図っている。例えば、2012（平成 24）年 4 月は「がんばれ新入生、輝け！高専生～一般科目を学ぼう・青春小説を読もう」の特集（図 8 左）、6 月は「2012 年は宇宙が熱い～金環日食をみよう」の特集（図 8 右）を行った。また、7 月には一般科国語による「読書体験発表会～教員からの推薦図書（一言付き）」を特集した（5.5）。



図8 新入生歓迎

金環日食

3. 5 一般開放

本センターでは 2000（平成 12）年度より中学生以上を対象とした一般開放を実施している。これにより、地域の社会教育に貢献するとともに、地域住民の科学技術に対する理解を深める機会の提供が可能になった。利用者登録を行うと利用者カードが発行され、図書と雑誌の閲覧及び貸出ができる。2012（平成 24）年 9 月現在、277 人が登録している。

3. 6 今後の課題

以上、本センターの情報発信の状況はそれぞれ一定の水準にあると思われるが、次のような検討課題も指摘できる。

①蔵書：本センターの蔵書冊数約 7 万 6 千冊は全国高専平均の約 9 万 7 千冊と比べて少ない。し

かし、書庫の収容能力には限界があるため、今後とも蔵書点検・リサイクル・破棄を効率的に行うことで教育・研究・調査等に寄与する一定の水準を維持する必要がある。

- ②ホームページ：一定の必要な情報リソースを備えているが、いっそう利用者が分かりやすい、使いやすい構成等について検討し、リニューアルを図る必要がある。また、ツイッターを用いた情報発信等の方策の検討を進めたい。
- ③刊行物類：新入生や一般利用者向けにパンフレット類を作成したが、今後、高齢の利用者を念頭に置いた方策について検討したい。また、本センターの概要冊子を充実させたい(6.)。
- ④コーナー展示：知識・教養への意欲を高め向上させる情報・展示、身近な人物からの図書情報等を随時、提供するとともに、それらの定期的な更新にも留意する必要がある。

4. 情報の活用

本章では蔵書のうち、主に図書に関する利用・活用状況について述べる。

4. 1 入館者

図書館棟にある本センターへの入館者数は2010(平成22)年度で延べ72,064人であった。また、貸出総数は延べ11,281冊であった。そこで、貸出対象者別の冊数からその比率を求めると、図9(100%積み上げ横棒)のようになる。

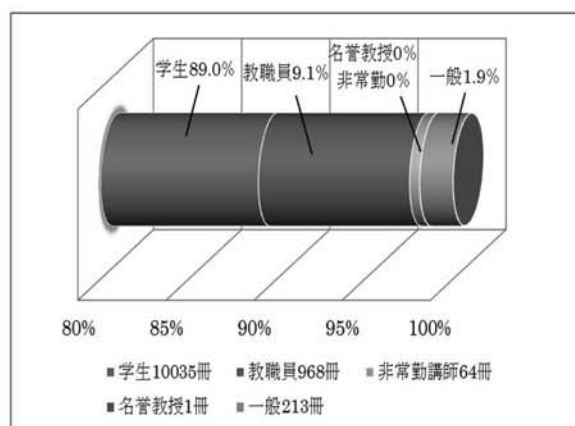


図9 図書貸出の対象者別比率

なお、本校の2010(平成22)年度の教職員数は121人(教員80人、職員41人)、学生数1,099人(本科の学科生1,027人、専攻科生69人、外

国人留学生13人)で、学生の比率は本校の90.1%を占めている。

次に、全国高専の図書貸出の対象者別平均比率とともに本校の場合を表3に示す。

表3 図書貸出の対象者別平均比率

対象者	学生	教職員	学外者	計
全国平均	85.6%	10.4%	4.0%	100.0%
本校	89.0%	9.1%	1.9%	100.0%

全国の高専では学生への貸出が平均85.6%(最大で96.9%、最小で70.7%^{注7)})であるのに対し、本校はそれが全国平均以上である一方、教職員、学外の一般利用者への貸出がやや少ない。この点については教員と職員を区別して集計すること、学外者の年代・性別・居住地等の属性について調査を行い、利用促進のための対策を講じる必要があるのではないかと考えている。

また、学生の修学支援、教員の研究・教育支援、地域連携という機能面からは、今後、本校においてもレファレンス件数^{注8)}について、その内容とあり方について検討を行う必要がある。

4. 2 図書貸出

(1)分類別

図書貸出について、日本十進分類法(NDC)の0~9類に文庫他を加えた、本校の分類別図書貸出状況(過去3年間分)を図10に示す。

これによれば、「4自然科学」「5技術・工学」の図書が群を抜いて多く貸し出されており、「文庫他」「10文学」がそれに続いている。これに対し「1哲学」「6産業」の図書の貸出冊数はきわめて少数にとどまっている。

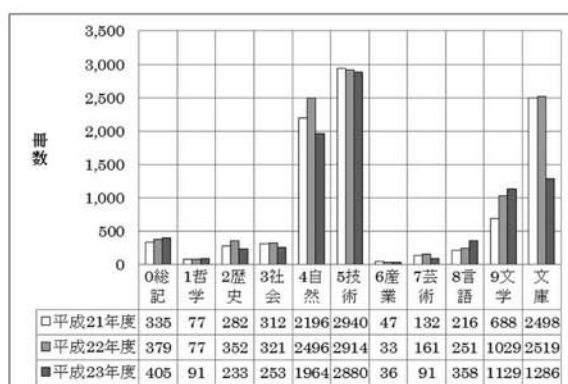


図10 分類別貸出冊数(3年間)

さて、表4に日本十進分類法（NDC）の0～9類について、それぞれ本校の蔵書に対する貸出利用率（%）を求めた結果を示す。これは、本校の2010（平成22）年度における蔵書配分比率（表2の冊数）に対する、同年度の貸出比率（冊数）の割合を求めたものである。

表4 蔵書に対する貸出利用率

	0総記	1哲学	2歴史	3社会科学	4自然科学	5技術・工学	6産業	7芸術	8言語	9文学
蔵書	4	3	8	7	23	34	1	4	6	10
貸出	5	1	4	4	29	38	0	2	4	13
利用率	125	33.3	50	57.1	126	112	0	50	66.7	130

表4によれば、「9文学」「4自然科学」「0総記」「5技術・工学」の順に利用率が高く、いずれも100%を超えている。一方、「6産業」「1哲学」の利用率は非常に低い（前述）。このため、利用率が高い分類に属する図書は質と量の両面から蔵書をいっそう充実させ大きな需要に応える一方、利用率が低い分類に属する図書については利用促進の方策を新たに検討する必要がある。

(2) 学年別

本校の本科5学年と専攻科2学年における過去3年間の学年別の図書貸出冊数を図11に示す。

図11によれば、概ね学年が進行するに従って貸出冊数が増加する傾向を指摘できる。この原因としては、特に高学年の4・5年生になると専門科目での実験・研究レポート作成の課題が多くなり、それに対応して専門図書の貸出冊数が増加するためであると思われる^{注9)}。

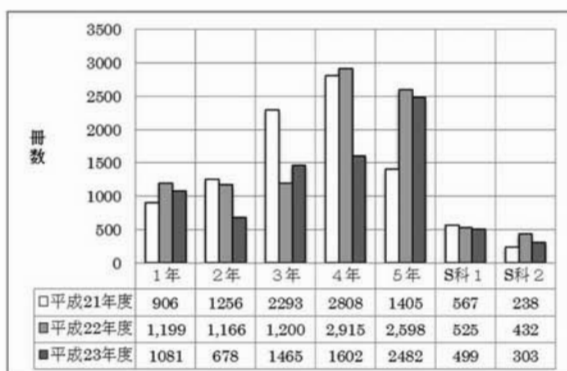


図11 学年別貸出冊数（3年間）

(3) 学科別

本校の本科5学科及び専攻科の図書貸出冊数を図12に示す。データは2010（平成22）年度。これによれば、貸出冊数の最多は物質工学科の2,570冊、最少は建築学科の1,067冊であった。なお、本科5学科の平均は1,816冊である。

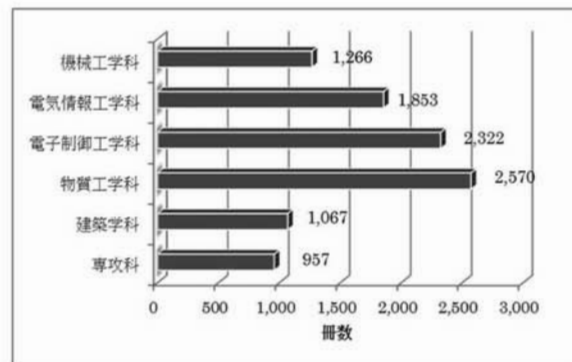


図12 学科別貸出冊数（全学年）

今後、各学科に関係する蔵書冊数、図書の種類をはじめ学科間格差の原因について広く検討する必要があると思われる。ちなみに、専門科目よりも一般科目が中心である低学年（1・2年生）の学科別貸出状況をみると、図13のようである。

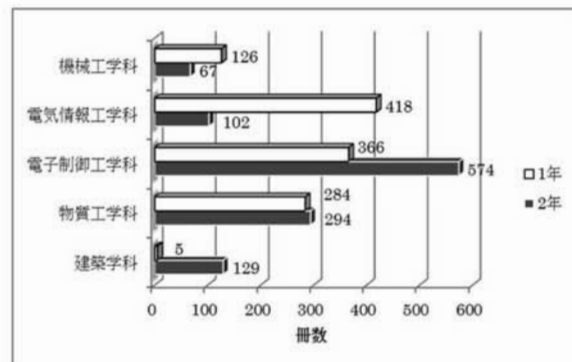


図13 学科別貸出冊数（1・2年生）

(4) 個人平均貸出

全図協が例年、毎日新聞社と共同で行っている全国の児童生徒の読書状況調査によると、2011（平成23）年5月の1ヶ月間における平均読書冊数は小学生9.9冊、中学生3.7冊、高校生1.8冊であった。前年度に比べると、小学生・中学生・高校生のいずれも減少しているが、依然として高い数値が維持されている（図14）。

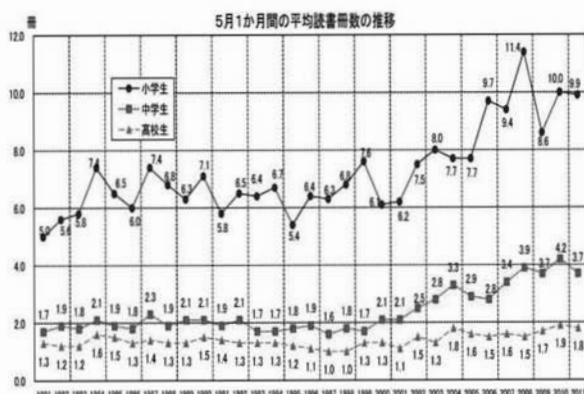


図14 1か月間の平均読書冊数の推移

ただし、本校では同様の調査を行っていないため、ここでは同年5月の1ヶ月間における本センターの平均貸出冊数を求めたところ、1.1冊にとどまった。貸出以外の方法で読書していることもあるため一概には言えないが、今後の読書指導ではこの結果を念頭に置くことが肝要である。

4. 3 その他

本センターの情報リソースには図書を中心とする蔵書のほかに、ホームページ、刊行物類、コーナー展示がある(3.)。ここでは、それらの活用状況について述べる。

まず、ホームページを通じての情報発信は行っているが、その利用・活用状況については不明であり、現在、来館者数や蔵書貸出数等で予測するしかない状態である。このため、本センターHPへのアクセスカウンターを設置、来館者へのアンケート実施等について検討したい。

また、刊行物類、コーナー展示についてもその利用・活用状況は明らかではないため、今後、来館者を対象とするアンケート調査の実施を検討すべきであると考えている。

4. 4 今後の課題

以上、図書貸出を中心に本センターの情報の利用・活用状況のみてきた。

その結果、貸出冊数のように定量化できるものは詳細な分析が可能であり、その利用・活用の実態を明らかにすることができた。しかし、ホームページのような一方的な情報発信についてはその利用・活用状況は把握が困難であり、今後、主に来館者を対象とする利用者アンケート調査を定期的実施することを検討する必要がある。

一方、図書の貸出状況については随時、学級担任や学科教員へ読書指導の一助となるように報告し、また利用主体である学生に対しても積極的に公開することによって読書啓発を図りたい。

5. 行事・イベント

国立高等専門学校機構の業務改善委員会は図書館担当係の具体的な業務内容として利用者の登録、図書の貸出・返却をはじめとする38種類の業務を列挙している^{注10)}。その中に「イベント(企画展等)の立案・開催」があり、これもまた本センターの重要な情報発信の方策であると同時に、利用者への情報活用場の提供にもなっている。

以下、本センターによる6種類の行事・イベント(新入生ガイダンス、電子ジャーナル講習会、ブックハンティング、リサイクル図書、読書体験発表会、交流ラウンジ)について述べる。

5. 1 新入生ガイダンス

例年4月、視聴覚教室(図書館棟)で新1年生を対象として図書情報センター長がパワーポイントを用いた本センターのガイダンスを行っている。その後、新1年生はセンター内を見学し、利用者カードやパンフレット類を手にとり図書情報係の職員から解説を受ける。

5. 2 電子ジャーナル講習会

本センター主催による電子ジャーナル講習会を高学年(4・5年生)・専攻科生・教職員を対象として本校の情報科学教育研究センター(第1演習室)を会場に実施している。

講師は外部講師又は図書情報係が務める^{注11)}。内容は、本センターHP(学内ページ)に収録の「論文情報ナビゲータ CiNii」及び「科学技術文献情報データベース JDream II」の紹介、それらの基本的な利用法の講義と実習である。

2012(平成24)年6月に実施した講習会への参加者については表5の通りである。

表5 講習会への参加者

内訳	人数
5年生	28
専攻科生	5
教職員	2
合計	35



図15 電子ジャーナル講習会

受講者アンケートによれば、①「文献探索の意義（必要性・有効性）」をほぼ全員が理解し、②「JDream IIの利用法」についてもほぼ全員が理解している（表6）。回答者31人。

表6 文献探索の意義・JDream IIの利用法

	よく理解	ほぼ理解	少し理解	理解不能
①意義	15人	15人	1人	0人
②利用法	16人	13人	2人	0人

また、③「講習会の中で実際に Web にアクセスして行った実習」についてもほぼ全員が有意義であると回答し、④「今後の JDream II の利用」については31人全員が今後、利用したいと回答した（表7）。回答者31人。

表7 実習の意義・今後の JDream II の利用

③ 実習の意義	大いにある	ふつう	小さい
	13人	16人	2人
④ 今後の利用	ぜひしたい	利用したい	余りしない
	24人	7人	0人

5.3 ブックハンティング

ブックハンティングは年2回（6月・11月）、希望学生（定員12人）が図書情報系の職員と放課後に近くの書店に出向き、陳列された多くの本を見てその場で購入する行事である。予算は各回1人1万円とし、学生の視点から選ばれた専門書、一般書、ライトノベル、コミック等80冊前後（約1,300円/冊）を購入し配架している。

参加者の募集は、これまで本センター内の掲示板とHPを通じて行っていたが、今後は各学級への募集ポスターの掲示により学生に広く呼びかけることで周知を図る予定である。



図16 ブックハンティング

5.4 リサイクル図書

リサイクル図書とは、蔵書の中で不用決定がなされ除籍された図書のうち再利用を目的に本センターのリサイクルコーナーや学校祭（工陵祭）で提供する図書のことである。学校祭では、図書館棟入口横の一角にコーナーを設け、学校祭に訪れた人が随意にリサイクル図書を無償で持ち帰ることができるというシステムにしている。

2011（平成23）年度についてみると、図書（含専門書）約800冊、雑誌約300冊を提供し、図書は約4割、雑誌は約6割がリサイクルの用に役立っており、好評を博している。

5.5 読書体験発表会

読書体験発表会は、2001（平成13）年度から続く一般科国語の主催で行われる学校行事であり、本センターと教務委員会が共催している。

本センターは、秋の読書体験発表会に関係する学生への教員推薦図書の購入と陳列・貸出、発表会当日や発表者表彰式での写真撮影等で協力している。教員推薦図書は、例年7月に本センターの企画コーナーで特集し教員の推薦の一言コメントとともに紹介し学生の貸出を促している。



図17 読書体験（企画コーナー）

5. 6 交流ラウンジ

交流ラウンジは2011(平成23)年10月、それまで書籍、雑誌、新聞等を自由に読むために設置されていた閲覧室(ブラウジングルーム、図書館棟1階)を新たに学生の学びと憩いの場、加えて教職員や地域住民との交流・交歓の場として利用することを目的として改修し、2012(平成24)年度から本センターが正式に「交流ラウンジ」として運用を始めた空間である。交流ラウンジには閲覧コーナーのほか、多目的コーナー、ポスターコーナーがある。

通常は閲覧コーナーを学生が自習の場として利用している。他のコーナーの利用実績としては2012(平成24)年度の後期までにポスターコーナーにおいて写真展示(写真部)、多目的コーナーにおいて椅子の展示(建築学科)、朗読会とハンドベル演奏(公開講座)等の各種イベントが行われている。



図18 展示・イベント

5. 7 今後の課題

以上の行事・イベントは、本センターの業務の一環として担当している。中には恒例化したものも多いが、交流ラウンジの運営のようにまだ緒に就いたばかりのものもある。

今後の課題として、まず電子ジャーナル講習会への参加促進が挙げられる。2012(平成24)年度は図書運営委員(教員)を通じて学生への働き

かけを各科の教員に依頼したが、今後は学級担任を通じて直接的に働きかける、電子ジャーナル講習会のアンケート結果を学生に公開しその効果を直接的に訴える等の方策を実施したい。

次に、ブックハンティングについては常連化した参加者から学年、学科の幅広い参加者へと広げるための方策を講じる予定である。

一方、リサイクル図書や交流ラウンジは、本センターにおける一般開放が狭義の図書貸出(3.5)にとどまらず、広義の地域への文化・教養の場を提供する重要な契機となる可能性を秘めている。このような観点から、その運営に関する効果的な方策の検討を進めることが課題である。

6. 規程・要項・マニュアル類

最後に、本センターに関係する規程類がどこまで閲覧できるか、発信状況について検討する

6. 1 規程

規程の中でも本センターの最も基本となる「小山工業高等専門学校図書情報センター規程」は、本センターHPの学内ページ及び『学生便覧』で閲覧することができる。なお、『学生便覧』のキャンパスライフ編には「図書情報センターの利用について」として学生向けへの解説が掲載されている。また、一般利用者向けに関係する部分は本センターHPの「利用案内」から利用に関する情報へアクセスできる。

一方、学内の教職員にとっては、校内グループウェア desknet's の「文書管理」内の図書情報センターにある「研究紀要」「文献複写・貸借」「学生用推薦図書」「不用決定候補資料」「電子ジャーナル講習会」等の項目から必要な文書にアクセスできる。

6. 2 要項・マニュアル類

上記の規程以外にも関係文書があり、従来の要項等に加え、近年、新たなマニュアル類も作成していることから、図書運営委員等の関係者がそれらを紙媒体で一覧できることを目的として2011(平成23)年度に『小山工業高等専門学校図書情報センター概要(平成23年度版)』を初めて作成した(3.3)この『図書情報センター概要』には、次に示すように規程のほか、要項・マニュアル類についても収載した。

表8 『図書情報センター概要』の規程類

<p>○規程</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小山工業高等専門学校図書情報センター規程 ・小山工業高等専門学校図書情報センター運営委員会規程 <p>○要項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小山工業高等専門学校図書情報センター一般開放実施要項 ・小山工業高等専門学校研究紀要投稿要項 ・小山工業高等専門学校における図書情報センター資料の不用決定及び廃棄に関する処理要項 <p>○マニュアル</p> <ul style="list-style-type: none"> ・緊急マニュアル：火災、地震、異常気象、館内の異常時対応 <p>○その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「交流ラウンジ～学びと憩いの空間～」の利用について
--

今後、『図書情報センター概要』は、収載文書の充実を図りながら改訂を行うとともに^{注1)2)}、本センターへの理解が深まることを目的に配付の対象、方法、活用等の検討を進める予定である。

7. おわりに

本稿では、蔵書にとどまらない広義の情報という観点から本センターの情報発信と利用・活用の状況を概観した。そして、本センターが研究図書館の機能と学習図書館の機能を併せ持つこと、しかし、大学図書館とは異なり最大の機能は学生の修学支援にあること、さらに地域への一般開放を促進する機能への期待にも対応する必要があること等を明らかにした。

それら機能の促進のために、さまざまな方策を講じつつある現在、従前の業務上の課題に対処しながら改善を図るとともに、新たな業務については積極的かつ慎重に効果を見極めながら推進していく必要があると考えている。

参考文献

- 1) 小山工業高等専門学校 (1995) 『小山高専三十年誌』新日本法規出版
- 2) 小山工業高等専門学校 (2005) 『小山高専四十年誌』第一印刷
- 3) 神戸市立工業高等専門学校 (2012) 『総合情報センター広報』第24号

- 4) 国立高等専門学校機構業務改善委員会 (庶務部門・会計部門・学務部門連携) (2012) 「図書業務の在り方について (報告書)」
- 5) 公益社団法人全国学校図書館協議会ホームページ <http://www.j-sla.or.jp/>
- 6) 三浦登志一 (2012) 「読書活動の充実による国語科の授業改善」『日本語学』31-5、明治書院

注記

注1) 本センターの沿革をたどると、1965 (昭和40) 年、本校仮校舎に図書室が開設。その後、校舎内の教室を転々とし、1976 (昭和51) 年に竣工の図書棟2階に移転し図書館が開館した。その後、1982 (昭和57) 年に図書室は正式に図書館へと改称した。なお、図書情報センターの名称は、関東信越地区9高専 (茨城・木更津・群馬・東京・長岡・長野・産業技術・サレジオ・小山) の中で本校のみで、他校では図書館である。

注2) 本校の第2期中期計画3.①「地域社会との連携にかかる各施設の充実」cに「図書情報センターの一般開放を一層促進する」とある。

注3) 2012 (平成24) 年5月1日現在。

注4) 文部科学省では高校における標準を示していない。

注5) 全国の55高専図書館の蔵書冊数は、最少57,174冊から最多181,324冊までの幅があるが、平均は97,703冊である。また、52校は7万冊以上の蔵書 (和書、洋書のほか雑誌、点字、DVD・VTR等を含む) を有する。

注6) 視聴覚資料の2011 (平成23) 年度の年間貸出数は、49件に過ぎない。これは、それらの視聴環境が家庭等で整っていること、学生が多忙であること等によるのではないと思われる。

注7) 参考文献4、p.5。

注8) 全国の55高専図書館における利用者対象別の1ヶ月間のレファレンス件数は、学生68.3%、教職員20.5%、学外者11.2%である。参考文献4、p.16。

注9) 平成23年度の貸出数がやや少ないのは、3月の東日本大震災の影響で本センターの開館日数・時間が例年より減少したことが一因と思われる。なお、貸出者割合は全1,090人中626人の57%であった。

注10) 参考文献4、pp.12-14。

注11) 2010 (平成22) 年度から3年間、科学技術振興機構情報提供部の火口正芳氏に講師を依頼した。

注12) 新たに『図書情報センター概要』への収載が考えられるものとして「図書情報センターだより執筆要項」「ブックハンティング実施要項」等がある。

【受理年月日 2012年9月25日】

Reconsideration of Modern Rationalism and Technological Versatile Principle after FUKUSHIMA

— Focusing on Change in Science Communication in Japan —

Tetsu UENO*¹

The purpose of this paper is twofold: Firstly, to point out that neither before nor after the Fukushima nuclear accident in March, 2011, has there been much discussion in science cafes about the peaceful use of nuclear power in Japan; especially, the merits and demerits of nuclear power plants focusing on Science and Technology in Society. Secondly, and given the above, using data from my practice, I would like to introduce an effective strategy to foster much needed discussion on the merits and demerits of nuclear energy in the context of STS.

KEYWORDS: modern rationalism, technological versatility principle, science communication, the Fukushima nuclear accident

1. Introduction

Before the nuclear accident in Fukushima, it was not easy for ordinary citizens and specialists to discuss the pros and cons of nuclear power plants in the context of science communications. Some would contend that the advantages and disadvantages of nuclear power plants are closely tied to the problem of politics and economics. Moreover, any discussion of modern rationalism based on the economic priority of having a regular supply of “cheap, stable power” must consider the technological versatility principle which dictates that safety measures in a nuclear power plant will not be effective until both safety and utility are discussed in the context of technological ethics. In addition, since the nuclear accident, wary and dissatisfied citizens who oppose the government’s decision to reopen some plants have resisted publically by demonstrating because nuclear power plant re-operation has

solely been based on a technological versatility principle supported by economic and political logic.

To enable a breakthrough, I point out the necessity of discussing the merits and demerits of nuclear power plants, not from the viewpoint of politics and economics, but from the view of science communications, followed by elucidation of the effectiveness of this strategy.

2. Discussion about nuclear power energy in science cafes before and after FUKUSHIMA

According to website data of the Japan Science and Technology Agency, comparing “the information on science cafes that were held in Japan in January-February of 2008” with “the information on science cafes that were held in Japan in January-February of 2012” has revealed the following¹⁾: Firstly, there has been no large scale discussion regarding the merits

*1 一般科(Dept. of Liberal Arts), E-mail: tueno@oyama-ct.ac.jp

and demerits of the nuclear power energy at science cafes in Japan either before or after the nuclear accident in Fukushima, in March, 2011. Secondly, themes related to romantic aspects of science (like space exploration) and science as a utility (like life sciences and medical treatment) have become popular at science cafes.

Science cafes were held in 31 places in January 2008, in 43 places in February 2008, in 107 places in January 2012 and in 120 places in February 2012. The following six themes were popular in science cafes that were held both in January-February of 2008 and in January-February of 2012. The two percentages, from left to right, refer to the topics discussed in cafes held in January-February of 2008, and in January-February of 2012, respectively.

- 1) Life Sciences, plants, animals, insects and dinosaurs (24.0%, 20.5%)
- 2) Medical treatment and health (12.7%, 7.2%)
- 3) Space (9.2%, 11.6%)
- 4) Food (7.8%, 5.0%)
- 5) Physics theory (4.9%, 5.1%)
- 6) History (6.1%, 3.9%)

There was a marginal rise in interest in “Disasters (except nuclear power plant accidents)”(1.1%, 3.9%), “Nuclear power plant accidents”(0%,3.8%), “Science-Education”(1.6 %, 4.8%), “Risk communication”(0%, 0.5%), “The Environment”(2.2%, 4.6%) and “New energy”(0%, 1.8%)as themes in science cafes have seen an increase since the nuclear accident in March, 2011. In contrast, “Good life (lifestyle modification etc.)” (5.5%, 1.3%) and “Science journalism” (1.6%, 0.5%) decreased. On the other hand, “Geography and weather” (2.7%, 8.4%) witnessed a remarkable increase. Notably, there were a few science cafes that also dealt with ethics in science and technology as a theme in 2008 (0%) and 2012 (0.4%).

I analyzed the current state of science cafes in Japan from these data.

Citizens of Japan experienced a large-scale nuclear accident, which is tantamount to being confronted with a difficult ‘trans-science’ (a

problem that cannot be solved by science alone), although certain questions have arisen that involve the problem. Therefore, “Knowledge related to people’s lives and common sense”, which is different from the “Expertise of scientific-technical professionals and scholars” is needed as well as a forum where professionals and citizens could exchange views. However, in Japan, to citizens, scientists, engineers and administrators science cafes have not been used to critically discuss ethics pertaining to science and technology; rather, these cafes are conceived as venues where people can vent intellectual curiosity through stimulating discourse about such topics as the amenities science and technology can furnish in future. (Regarding science cafes where discussions about “Geography” have increased, these basically have dealt with scientific analysis concerning the mechanisms related to earthquakes.)

3. Discussion on nuclear power plants before FUKUSHIMA

3.1. How nuclear power was introduced to Japan

When we consider details about how nuclear power was introduced to Japan, the following two points require clarification. Both of these involve the logic of the economic priority²⁾.

The first point relates to the policy of the National Security Council in the United States.

Back in March of 1954, the crew of a Japanese tuna long liner “The fifth Fukuryu-maru” was exposed to radiation released by the American “Bravo” hydrogen bomb experiment off Bikini in the Marshall Islands. This impacted the introduction of nuclear power to Japan. To offset anticipated criticism from the Soviet Union, due to its glaring nuclear superiority, the Eisenhower administration tried to take the high road by offering peaceful, non-military use of nuclear energy to Japan in indemnification for the

atomic bomb and subsequent radiation damage. Many Japanese politicians greeted America's gesture positively. Yasuhiro Nakasone expressing his view at the time said that, "If Japan doesn't embrace the Atoms-for-peace policy (the Policy of increasing the number of friendly countries using nuclear power technology for peaceful use) soon enough, it risks falling behind the rest of the world".

The Assistant to the Secretary of Defense Erskine's proposal was well received, and consequentially, a committee reviewing the strategy of America's National Security Council recognized that the importance of introducing "Peaceful use of nuclear power" to Japan had increased, and they took full advantage of the bikini accident as the committee began to move toward ratifying the Japan-U.S. Atomic Power Agreement.

The second point is that the leaders of the U.S. industrial world anticipated the Japanese Government could surmise that "The United States would provide Japan with a nuclear reactor in the near future".

The president and the chairman of the company General Dynamics, John Hopkins, proposed a "Nuclear power Marshall Plan" that aimed to construct and maintain nuclear reactors in countries that reported electricity shortages, like a "Marshall Plan" that supported a plan to rebuild the infrastructure in war torn Europe after World War II. Hopkins also remarked at a lecture of the National Association of Manufacturers that this was good for business because, "It proved potentially profitable for American enterprise". In addition, Thomas Murray who was on the Atomic Energy Commission committee, spoke at the annual conference of steel makers labor union, "To wipe out the memory of the slaughter of Hiroshima and Nagasaki, backed by our full cooperation, let us construct a nuclear reactor in Japan". House of Representatives Assembly member Sidney Yates submitted the bill which outlined how, "a nuclear reactor to generate electric power could

be donated to Hiroshima City", although it did not pass.

There were a number of interpretations offered to explain America's decision. One reason for the introduction of nuclear power plants to Japan was based on a rationalistic idea for political economic gain, "To secure a stable and sufficient electric power supply cheaply" and "as a counter measure to criticism from Japan for the Bikini event". In addition, the professionals believed that technological versatility was paramount. Consequently, no effort was made by the policy makers to earnestly discuss issues such as the danger nuclear power posed, because of the technological versatility principle of providing fairly low cost energy in abundance; an endeavor that was primarily funded by America in its effort to help rebuild Japan.

3.2. Movement to promote the peaceful use of nuclear power in Hiroshima

Hiroshima, which was the first place to suffer radiation exposure, did not even oppose the proposal for the peaceful use of nuclear power by the United States. The new energy source was met with these words, "We renewed the decision to never engage in nuclear war, but instead embraced the use of nuclear power for the happiness / betterment of mankind and prosperity", being inserted into the "Hiroshima appeal" that was adopted by the 1st World Rally against A & H Bombs, an event that also marked the opening of Hiroshima City Public Hall on August 6, 1955.

Consequentially, the "World Rally against A & H Bombs" established to acknowledge and support the suffering of the radiation victims did not contest the "Nuclear power for peaceful use" fantasy, but instead encouraged it.

It not only strengthened the radiation victims' resolve, but also forced a lot of citizens who took part in the convention countrywide to consider nonproliferation as keenly as any aspiration. The message that it was the only

solution to solve various economic social problems was repeated at the World Rally against A & H Bombs every year until the rally was divided in 1963.

Thus, not only the leaders of the Nonproliferation, but also most of the general population opted not to discuss findings from studies about the “Peaceful use of Nuclear power” either. On the other hand, they maintained their steadfast opposition to nuclear weapon possession and use³⁾.

4. Discussion on the nuclear power plant after FUKUSHIMA

4.1. Logic for re-operation

Prime Minister Noda described the process to review the re-operation of the Ooi nuclear power plant as follows: “Myself and four cabinet ministers are responsible for the decision making in the end. Finally, in consultation with the four cabinet ministers I want to initiate and decide how to engage the re-operation. The time for us to make a decision will arrive soon. After which, I will take all the necessary steps to ensure the plant is completely safe.” He also explained that, “People who are using artificial respirators must be vigilant in the event of a sudden power failure.” Other adverse effects espoused by the Noda government, to legitimize re-operation of the plants include, the risk of bankruptcy to small and medium-sized enterprises who relied on cheaper power sources, the shock to the Japanese economy and ordinary people who can’t help but be affected given that nuclear power plants once provided 30 percent of the power supply⁴⁾.

Actually, Prime Minister Noda’s stance is the same as those who look forward to the nuclear power plants returning to operation.

People who insist on the nuclear power plants being re-engaged cite four reasons to support the policy: (1) There could be electricity shortages and power failures without the plants as an energy source. (2) The electricity rates

may go up because a lot of oil is needed to operate non-thermal power plants. Also, factories will close and reopen in foreign countries, due to the newly exorbitant cost of domestic production. (3) When the tsunami defense measures end, and given that the cause of the Fukushima nuclear accident was a giant freak tsunami, reopening the nuclear power plants there is justified. (4) There should be a variety of power supply sources. Therefore, it is necessary to return the nuclear power plants to the list of power sources, right away⁵⁾.

On the other hand, people who oppose the nuclear power plant re-operation doubt the credibility of the insistence that “if they don’t operate again power failures will occur because of an electricity shortage”. As evidence, they cite frequent changes to the figures recorded that estimate a lack of electric power⁶⁾. For instance, the numerical values on which the Ministry of Economy, Trade and Industry based its assumption of an average intense summer heat in fiscal year 2010 has changed greatly as follows: “There was a 18.4% shortfall” (compared to the estimate on April 13, 2012), “a 16.3% shortfall” (in comparison with information distributed at the ministerial conference on night, April 13), “a 16% shortfall, and even if the electric power flexibility from the other companies were considered, it was still a 15.9% shortfall.”(May 10) and “the reduction decreases up to 5% if flexibility reflected in what other electric power companies are required to save is carried out.”(Numerical values made public at a conference on energy strategy of Osaka City on May 15). In addition, Kansai Electric Power Company tried to use the numerical value of 2010, which was an intensely hot summer, rather than the numerical value of the average for the past five years, when it did not include the effect of power saving, and did not include the charge system according to the peak shift contract and time zone, while estimating the numerical value.

People who oppose the re-opening of a

nuclear power plants can expound on their case easily. For example, there is the potential magnitude of subsequent catastrophes, and the burden that future-generations should bear given the high probability of there being substantial long-term radioactive residue / fallout. They have justifiable misgivings about any assumptions that the extent of the state of emergency incurred at the nuclear power plants in Fukushima will never take us by surprise and overwhelm us again. For instance, when we think about measures for safety in traffic and construction, we consider that accidents actually happen, and whenever an accident happens, we can study it to enhance preventative measures. Conversely, with nuclear plants, we do not have such a luxury as nuclear accidents may cause irreparable damage. The people who promote nuclear power use unrealistically pledge that such a monumental catastrophe as befell Fukushima is likely never to happen again. Such assurances do little to assuage legitimate concerns about the helpless desperation we may again feel when the next natural disaster wreaks havoc on our best, (albeit still woefully feeble defenses) up against the earth's vicissitudes. Essentially, we cannot estimate the level of risk from past accidents, because a still worse case may be yet to come especially given the unpredictable volatility of nuclear accidents⁷⁾. Therefore, it becomes a foregone conclusion that abolishing nuclear plants is the best strategy to prevent another Fukushima from occurring⁷⁾.

4.2. Trends in nuclear power plant abolition

Even if the government announces that it will take all measures possible to guarantee safety, the possibility that a "Situation outside of the assumption" could surpass the government's worst-case scenario, especially due to the unhealthy nature of the relationships between public officials and certain industries. In addition, a report that there might be an active fault under the Kansai Electric Power Company's Ooi nuclear power plant that just

began operating again has also exacerbated civic distrust⁸⁾.

Citizens began campaigning for complete abolition of nuclear power plants in protest to the government's repeated sophistry and placing economic recovery above all else, because a forum had not been provided to discuss the safety objectives. Thus, people not only objected to re-operation of nuclear power plants, despite their safety having been reconfirmed, but also pressured the government to abolish plans to build other nuclear power plants in future and discontinue use of all of the old nuclear power plants.

Beginning in March 2012, citizen volunteers began picketing the Prime Minister's Office every Friday. By July of this year, 150,000 people had joined the protest (The Tokyo Metropolitan Police Department announcements indicated 21,000 people).

Prime Minister Noda's authority allowed the Nuclear and Industrial Safety Agency to make a tincture of provisional safety standards because shortly after closing it, Noda re-opened the Ooi nuclear power plant, of his own volition; failing to heed the sage counsel of professionals and laymen alike. Because no concrete political measures have been implemented to promote the abolition of nuclear power plants, it is natural that civilians might think "the government could try to re-operate many of the idled nuclear power plants, little by little"; thereby, confirming for some, their distrust in government.

5. Reasons why, right or wrong, nuclear power plants have not been adopted as a theme in science cafes in Japan

One of the reasons why, right or wrong, nuclear power plants have not been adopted as a theme in science cafes is simply that the government has endeavored to foster science cafes supporting its own scientific and technological policies.

The notion of a science cafe was introduced

to Japan officially in a government document, “Cafe Scientifique⁹⁾: a cafe where scientists can discuss with citizens on equal footing”, (2004 version White Paper on Science and Technology), in June, 2004. Moreover, the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology held science cafes on three occasions at the National Museum of Emerging Science and Innovation during “Science and Technology Week” from the 18th to the 24th of April in 2005. The Science Council of Japan, Japan Science and Technology Agency and Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology held science cafes at 21 venues nationwide from Sapporo to Okinawa during “Science and Technology Week”, from the 17th-23rd of April, in 2006.

“Children losing interest in science” had become a societal problem by then and the Ministry of Economy, Trade and Industry began to take counter measures to dispel such an attitude and revive students’ curiosity. For instance, classes were arranged to be taught by company-employed professional scientists, in lieu of teachers, in order to “reinvigorate children’s interest in science and revitalize the attitude that Japan is a technological country”. At the same time, to enhance familiarity with contemporary science and technology, famous enterprises like the “Sony Explorer Science” facility in Daiba and the “NTT Inter-communication Center” in Shinjuku were launched by their respective companies. If ordinary citizens could become familiar with science and technology, then the popularity of science and technology could increase; thereby, justifying expenditure for the facilities¹⁰⁾.

Science cafes then spread quickly nationwide, because they were a vehicle of the government’s science and technology policy. However, the government continued to promote science cafes, in cooperation with private enterprise, as they championed the third stage of their Science and Technology Basic Plan (fiscal year 2006 - fiscal year 2010). This mandate aimed to value the progress of science and

technology, and play down or even discourage constructive criticism from citizens and societies. The citizens who oppose science and technology policies that the government is advancing, for instance nuclear plant promotion, these citizens who demand that government-touted behemoths like the Tokyo Electric Power Company, who have placed profit above all else, be held accountable, anticipate difficulty discussing the following themes in science cafes: “What does the research and technology mean to each citizen?” “Who has been influenced by this research and the technology?” “What changes have been experienced by citizens as a result of this research and the technology?” “Why should we trust this research and the technology being proffered?” These pointed questions might not be debatable because they relate too directly to the ethics of foisting science and technology on or delivering it to the nation; a potentially fractious theme indeed.

6. To discuss pros and cons of nuclear power plants in the context of the society theory of science and technology

6.1. Ethical issues concerning the usefulness of nuclear power plants

The purpose of this paper is to seek a method to discuss the right or wrong / merits and demerits of nuclear power plants and the ethics inherent in the science and technology of nuclear energy, but in as apolitical and bipartisan a climate as is conducive to constructive dialogue. Notably, if other choices or energy alternatives do not exist, the discussion concerning the ethical standpoint of nuclear power becomes meaningless. As indicated by an “Ethics committee for the stable supply of energy” in Germany¹¹⁾, any trust to a parliamentary democracy that discusses only moot questions is endangered by the insistence that “There are no choices”. On the other hand,

choices regarding the energy supply and diversification increase in a society that has the wherewithal to conduct itself responsibly including investigating alternative energy sources; something that begins with simply being able to discuss such notions freely in public forums.

To achieve this, I am attempting to create what is in effect a science and philosophy café or a philosophy of science café.

The roots of philosophy cafes reach back to the custom of people freely discussing topics in cafes and salons in big cities in Europe in the 17th and 18th centuries. In my opinion, participants in scientific cafes can keep the ideal of “Clarifying ones ideas by reflecting on the opinions of others.” Moreover, “Opinions can change through discussion” and this holds true for those of participants and observers alike. If we refer to the management style of the philosophy café, since December 2010, I have held scientific technological ethics cafes where citizens discussed the topics involving ethics in science and technology with professionals on eight occasions in Tochigi Prefecture, which is adjacent to Fukushima.

Japanese culture doesn't necessarily lend itself to sharing opinions openly in public. Because silence is a virtue in Japanese culture, critical thinking and critical insistence are very difficult for Japanese citizens who haven't received special training on how to state their views in elementary and junior high school. The public tends to think that what professionals espouse about science and technology is unconditionally true. Therefore, a scientific and technological ethics café seeks to make two key points: firstly, we offer “a place” where citizens can readily talk about topics concerning the ethics of scientific and technological advancement, secondly, we encourage citizens not to regard everything that professionals say concerning the ethics of scientific and technological progress as the gospel, but instead to reflect critically and try to constructively interpret, analyze, synthesize and evaluate

information objectively; ever cognizant of the fact that there are seldom direct pat answers to ethical questions involving the business of nuclear power generation.

6.2. Outline of scientific and technological ethics cafe

In our science and technology ethics cafe, only the theme concerning science and technology ethics will be regularly discussed in the framework of “Science Cafe”, and such a science cafe is at present only found in Tochigi, according to the science portal of the JST¹²⁾.

The themes discussed in science E cafe over the course of eight sessions up to June, 2012 were as follows: The 1st “Is a distinction between cure and enhancement possible?”, the 2nd, “Should a poor quality house, based only on cost performance, be built?”, the 3rd “Does the advance in technology contribute to making society more inclusive?”, the 4th “How can we reduce the gap between the speculation of each country/companies and the expectations of consumers/ citizens about a smart grid?”, the 5th “Is there a scientific basis for any prejudice against drinking (alcohol consumption) by women?”, the 6th “Are the safety standards officially announced for radiation really safe? (data and comparison of low line amount radiation exposures)”, the 7th “Are the animal experiments are trying to give safety-confirmations for cosmetics' research?”, the 8th “Why did major media in Japan neglect the verification of the radioactivity data immediately following government announcements after the nuclear accident?” Participants were 95 people (23 men and 72 females) in total, from as young as junior high school age up to retired seniors. One-third of the time was allotted to the guest lecturer's presentation (a professional in the field related to the theme), and the remaining time devoted to discussion involving all participants, including the lecturer.

6.3. Results of a survey and consideration

We can judge the extent to which “we were successfully able to offer a place where citizens could readily talk about topics concerning scientific and technological ethics”. Such was the first aim of this café; namely, to be able to conduct the café, both in response to the comments from the regular participants and results from a questionnaire seeking themes for future cafes. Regarding participants and their rate of attendance, on average there are 15 new participants per café, 15 attended twice or more; notably, those who attended three times (thrice) or more were all women. We deemed the venture successful if the café became a place where people could meet to readily discuss the negative aspects and adverse effects of science and technology, rather than the less controversial more positive notions of science and technology. Ultimately, the café became “the place” where everyone can share their views easily. Over the sessions, participants got to know each other, which deepened people’s trust and made the discussion more fruitful, as well.

Notably, we cannot assert that we achieved the second aim of this café, that is “supporting citizens not to take what professionals say at face value when it concerns scientific technological ethics. Rather, constructively and critically they were able to reflect on the big ideas”. We have analyzed the questions from participants and lecturers (not to other participants) in eight café sessions, to date. As a result, “Question about knowledge” comprised 39 (the entire 71%) of all 55 questions. On the other hand, 16 questions (the entire 29%) were allotted to ponder “Questions to ask regarding the appropriateness of my understanding” were fleshed out over 55 questions. There were overwhelmingly a lot of questions regarding content knowledge. From this, we understand that there are still persons who understand professionals like this: professionals are persons who have a wealth of expertise (beyond

reproach) that civilians may not be privy to, and through the course of imparting it to ordinary citizens, mistakes in logical interpretation and evaluation are seldom made.

7. Conclusion

I pointed out that the successful and unsuccessful use of nuclear power energy had never been discussed in the context of STS either before or after the Fukushima nuclear plant disaster. This topic on STS was concretely discussed using the example of the scientific and technological ethics café, which I promote. However, it was and is not easy to change the current state of discussion, because to do so risks denying a political-economic community that values modern rationalism and the technological versatility principle, not to mention Japanese people’s traditional character.

I do not think the current situation involving the controversy, in part, a political battle, regarding a continuum from “re-operate or abolish the plants?” is preferable. I think that I should advance practice with scientific and technological ethics café on a large scale to change Japanese society into one based on responsibilities and the results of one’s educated choice.

References

- 1) T. Ueno (et al): Applied Ethics: Perspectives from Asia and Beyond, pp.20-21, Hokkaido University (2008)
- 2) S. Sawada: Research of Radiation Influence and Scientist, Sekai, No.832, pp.180-181 (2012) (in Japanese)
- 3) T. Tanaka: For the Japan and U.S. government, the nuclear power plant promotion and the nuclear weapon policy were synonyms. Available from URL: <http://peacephilosophy.blogspot.com/> (last accessed September 25, 2012) (in Japanese)
- 4) The Asahi Shimbun Newspaper, May 18, 2012 (in Japanese)
- 5) H. Kawai: How do we stop the nuclear power plant re-operation? Sekai, No.825, p.97 (2012) (in Japanese)
- 6) Y. Tanaka: Let’s hold off the camouflage rolling blackout. No.832, pp.164-165 (2012) (in Japanese)

- 7) K. Mishima: There are no ethical grounds in using nuclear power plants: From the report of German “Ethical committee”, Sekai, No.825, p.93 (2012) (in Japanese)
- 8) The Asahi Shimbun Newspaper, July 18, 2012 (in Japanese)
- 9) The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology: 2004 version White Paper on Science and Technology, p.114 (2004) (in Japanese)
- 10) T. Ueno: Current State and Problem of Science Cafe in Japan, The proceedings of the 17th annual meeting of the Japan Scientist’s Association, p.285 (2008) (in Japanese)
- 11) K. Mishima, op.cit. p.92
- 12) Available from URL: <http://scienceportal.jp/scicafe/> (last accessed September 25, 2012) (in Japanese)

【受理年月日 2012年 9月28日】

陸上競技の記録の上昇率に関する研究(I)

三原 大介*¹, 長田 朋樹*²

Study on Rate of Climb of the Track-and-Field Record (I)

Daisuke MIHARA , Tomoki NAGATA

This study investigated the upswing in track-and field for a junior high school and high school students of the boy. The method intended for a player in the national ranking 100th place of 1981 and 2011 and compared the rate of climb of the record of the 50th place and 100th place with the first place. As a result , the upswing in record was seen with each ranking by the short-distance race of the high school student in these 30 years. Furthermore , a junior high school and high school student was each ranking together, and by a middle- distance race and long- distance race, shortening of the record was seen.

KEYWORDS : track-and-field, record, rate of climb

1. はじめに

人間の「走る」・「跳ぶ」・「投げる」能力を最大に引き出し、最善を尽くして記録に挑戦するスポーツが、陸上競技である。近年、科学的なトレーニングの進歩によって、陸上競技の技術の向上が目覚ましい。そのため、競技記録も上昇傾向にあり、どこまで記録が伸びるのか期待が膨らむ。2009年世界陸上ベルリン大会の男子100m(9秒58)と200m(19秒19)に驚異的な世界新記録が誕生した。この記録を1981年度の世界記録と比較すると100m(9秒95)、200m(19秒72)であり、約30年間で100mが約3.8%、200mが約2.7%の記録を短縮したことになる。最高記録を示す年齢は、男女差や種目によって差があり、トレーニング方法や個人の

心身の発達傾向の違いによっても左右される。

では、この30年間でのジュニア選手の記録はどの程度短縮されたのであろうか。本研究では、とくに10代のジュニア選手(男子中学生・高校生)に着目し、少年期の最も身体の成長著しい時期の記録の発達について探ることを目的とする。

2. 方法

1981年度と2011年度の全国ランキング100傑内選手を対象とし、1位、50位、100位相当の各種目の記録の上昇率を比較した。なお、資料はベースボールマガジン社発行「陸上競技マガジン記録集計号」¹⁾²⁾を参考とした。比較種目については、全日本

*1 一般科(Dept. of General Education), E-mail: mihara@oyama-ct.ac.jp

*2 一般科(Dept. of General Education)

中学生大会及び全国高校総合体育大会実施種目より、走種目（短距離、中・長距離）とした。

3. 結果と考察

3. 1 短距離種目(100m、200m、400m)

1) 中学男子

① 100m

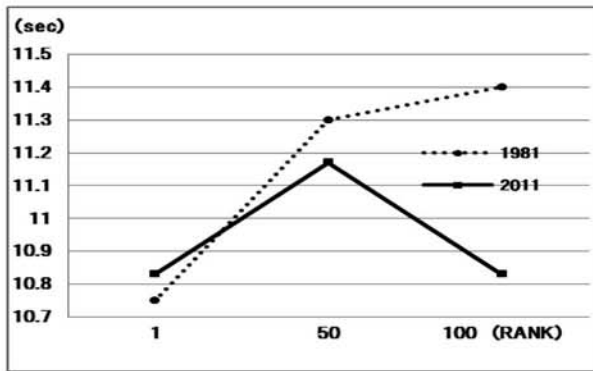


図1 中学男子 100m

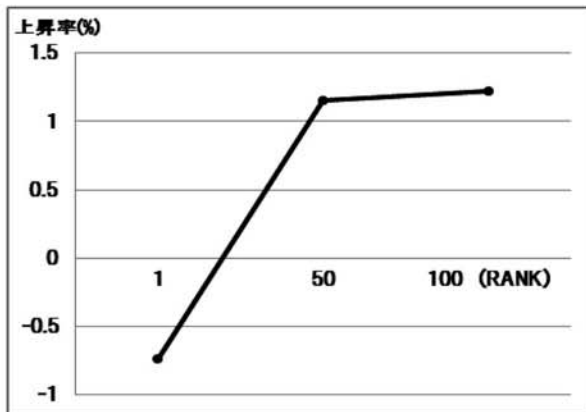


図2 100mの記録上昇率(1981:2011/100)

図1は100mの1981年度と2011年度の各ランクの記録の変化を示したものである。

1位を除いた各ランクでの記録の上昇が見られる。図2は、1981年度を基準に2011年度の記録と比較した上昇率(%)を表したものである。50位と100位で1.0%台の上昇率を示している。

② 200m

図3より、200mでは、各ランクで記録の上昇がみられる。

特に50位では、3.5%以上の上昇率を示している(図4)。これは、タイムに換算すると約0.9秒の記録の短縮である。

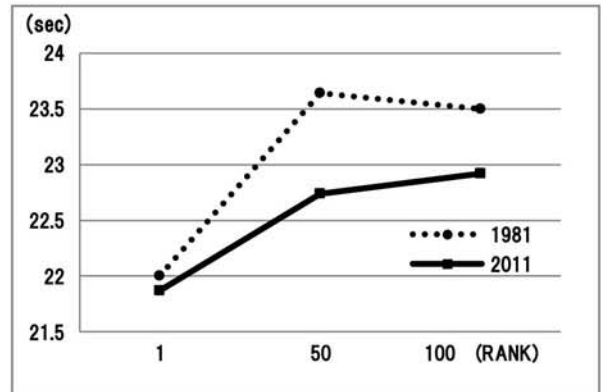


図3 中学男子 200m

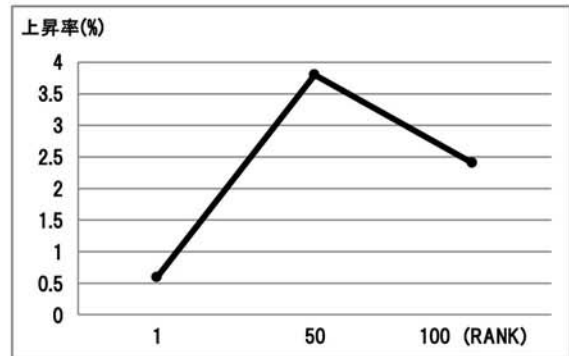


図4 200mの記録上昇率(1981:2011/100)

③ 400m

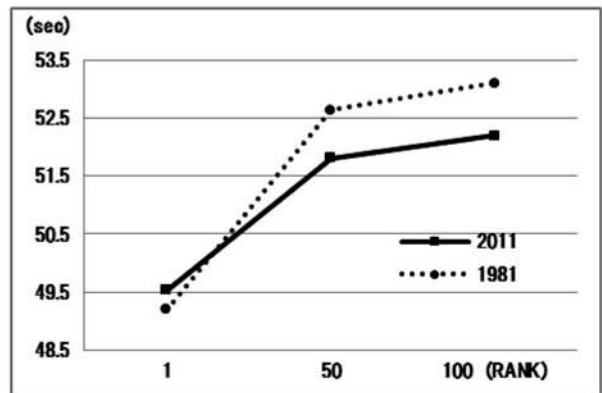


図5 中学男子 400m

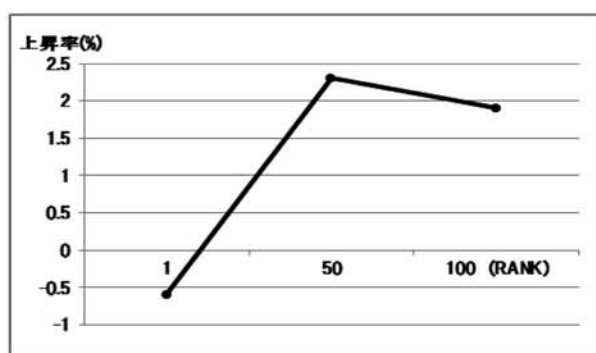


図6 400mの記録上昇率(1981:2011/100)

次に、400mを見ると図5より、1位を除いた各ランクで記録の短縮が見られた。記録の上昇率は50位、100位ともに2.0%前後であった(図6)。

中学男子の短距離種目については、100m、400mの1位を除き、各位で記録の上昇がみられた。特に、200mの50位では、3.5%以上の上昇率を示している。

2) 高校男子

① 100m

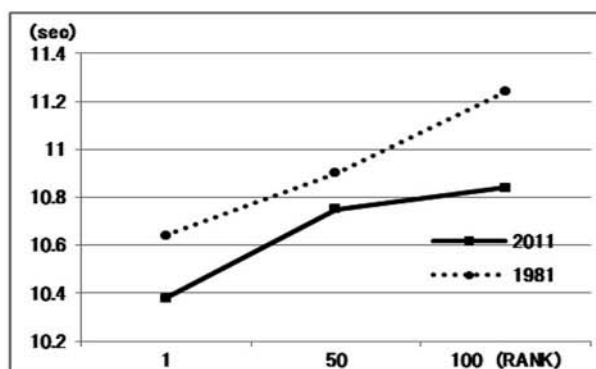


図7 高校男子 100 m

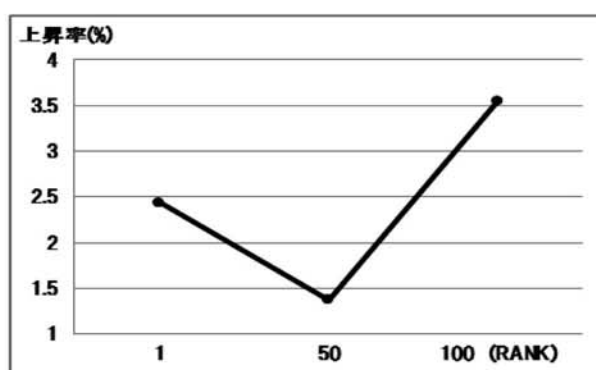


図8 100mの記録上昇率(1981:2011/100)

高校男子 100m について、図7をみると、各ランクで記録の短縮が見られた。とくに、100位では、約0.4秒の短縮がみられた。

さらに、図8より、記録の上昇率をみると各ランクとも1.0%を超え、1位が約2.5%、100位が約3.5%であった。100mについては中学に比べて、記録の上昇率が高い傾向がみられる。

② 200m

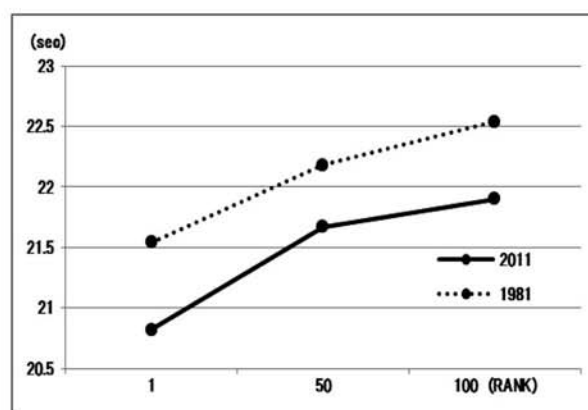


図9 高校男子 200 m

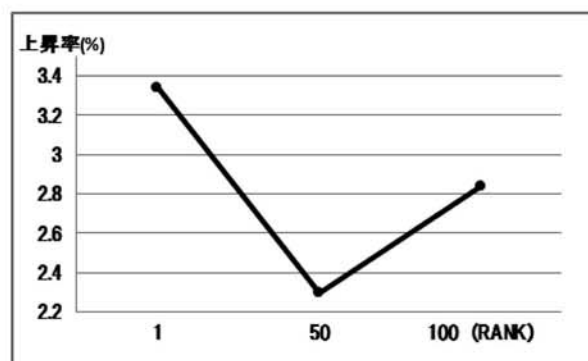


図10 200mの記録上昇率(1981:2011/100)

次に、200mについて図9よりみると、各位で記録の短縮が見られた。記録の上昇率は、50位が2.3%、100位で2.8%以上の上昇が見られ、とくに、1位で3.3%以上の上昇率であった(図10)。

③ 400m

図11より、400mについてみると、各位で記録の短縮が見られた。とくに、50位と100位で2.0%以上の上昇が見られた(図12)。

高校男子の短距離種目については、100m、200m、400mの各位で記録の上昇がみられた。特に、200m

の1位では、3.3%以上の上昇率を示した。

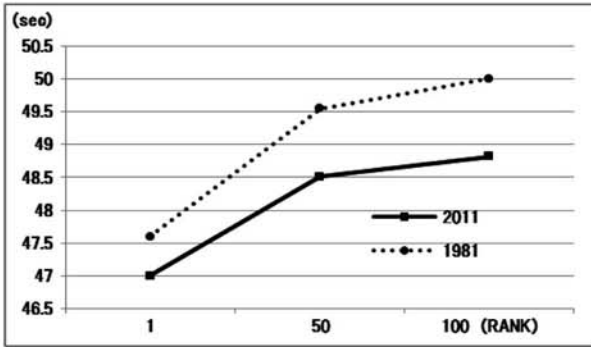


図 11 高校男子 400 m

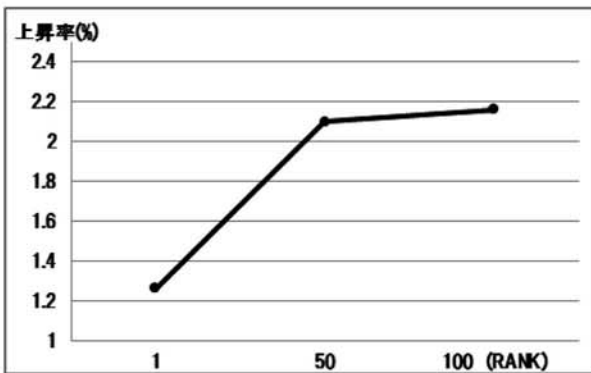


図 12 400m の記録上昇率(1981:2011/100)

3. 2中・長距離種目(800m、1500m、3000m、5000m)

1) 中学男子

① 800m

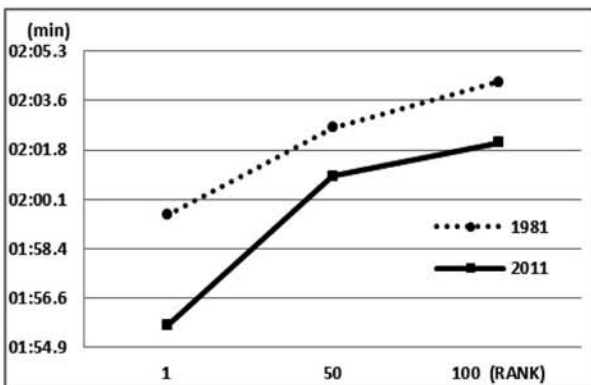


図 13 中学男子 800m

図 13 より、800m では、各ランクで記録の短縮が見られた。

とくに1位では、3.13%の上昇率を示している(図 14)。これは記録に換算すると約 4.0 秒の短縮である。

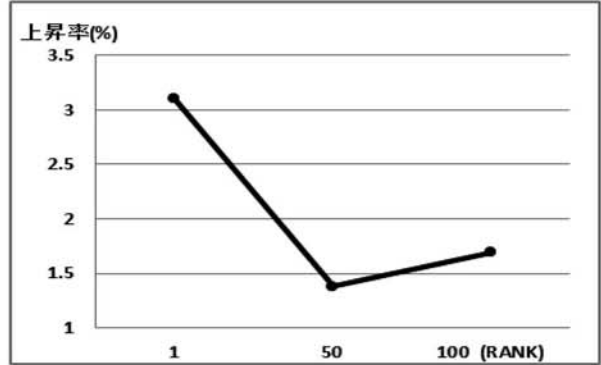


図 14 800m の記録上昇率(1981:2011/100)

② 1500m

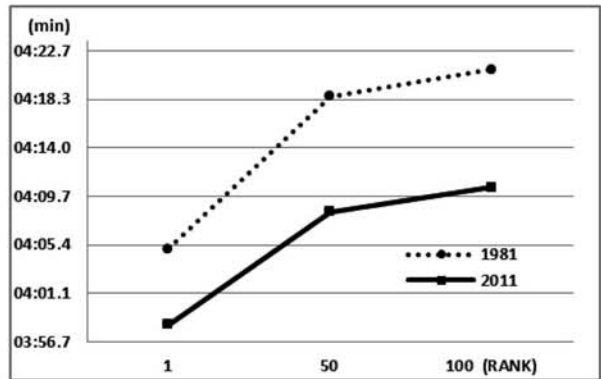


図 15 中学男子 1500m

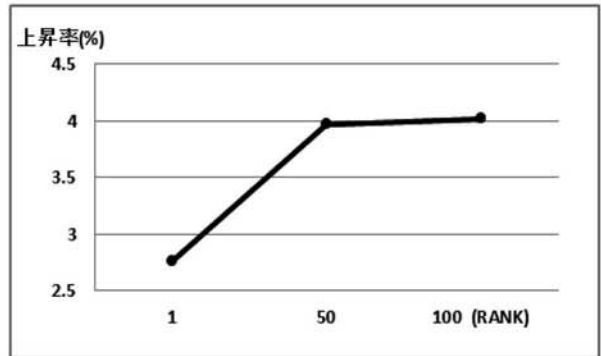


図 16 1500m の記録上昇率(1981:2011/100)

1500m では図 15 より、各ランクで記録の短縮が見られた。1位が2.75%と約7秒の短縮がみられた。とくに50位3.96%と100位4.02%で約4.0%の上昇が見られた。これは、タイム換算すると約10秒の短縮になる(図 16)。

③ 3000m

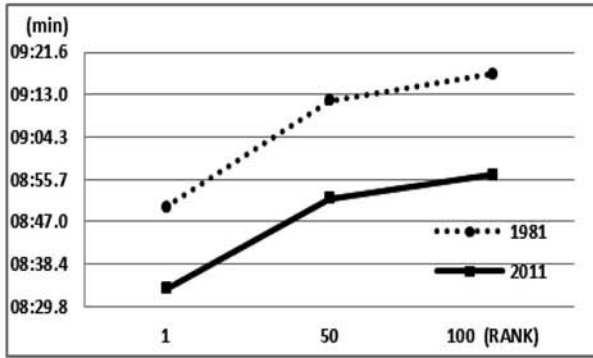


図 17 中学男子 3000m

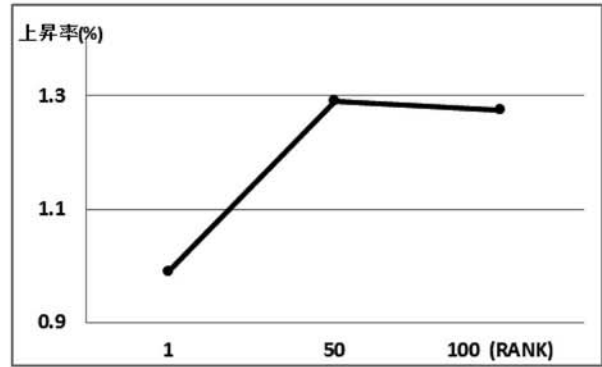


図 20 800mの記録上昇率(1981:2011/100)

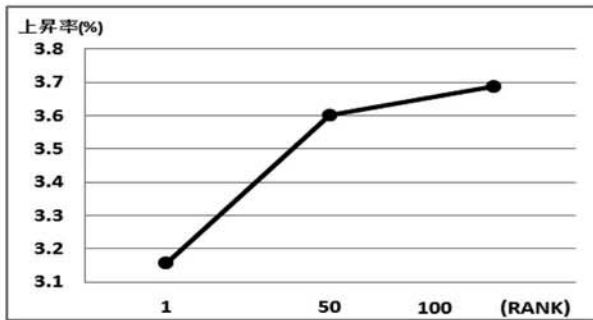


図 18 3000mの記録上昇率(1981:2011/100)

続いて3000mは、全日本中学大会の実施種目で、中学生のみで実施されており、各位で記録の短縮が見られる(図17)。図18より、1位が3.15%で、タイム換算すると17秒の短縮がみられた。特に50位3.60%、100位3.69%と、これもタイム換算すると約20~21秒の記録の上昇がみられた。

2) 高校男子

① 800m

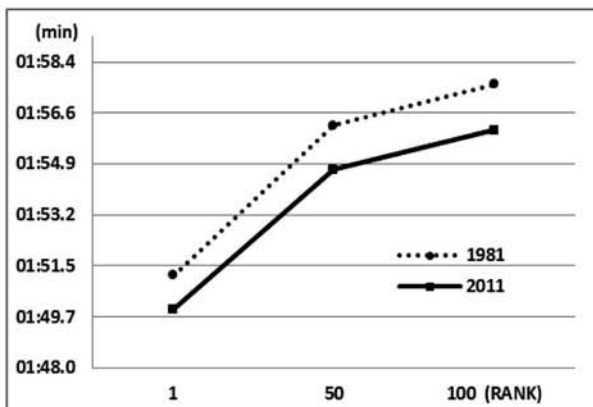


図 19 高校男子 800m

図19より、800mでは、各ランクで記録の短縮が見られる。各位ともに1.0%前後の上昇率を示していた(図20)。

これは記録に換算すると約1.0秒から1.5秒の短縮である。

② 1500m

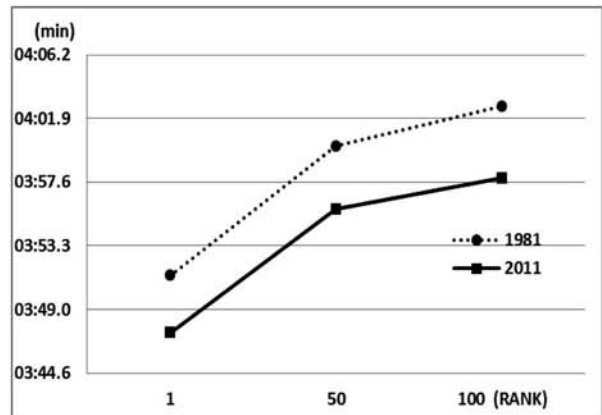


図 21 高校男子 1500m

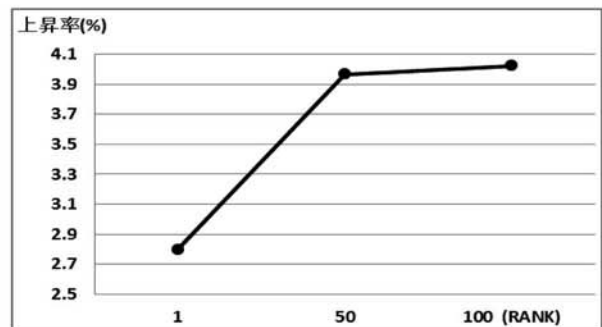


図 22 1500mの記録上昇率(1981:2011/100)

1500mにおいても、各ランクで記録の短縮が見

られた(図21)。1位が2.8%と約4秒の短縮がみられた。特に50位が3.96%、100位が4.02%で各約4.0%の上昇が見られた。これは、タイム換算すると約5秒の短縮になる(図22)。

③ 5000m

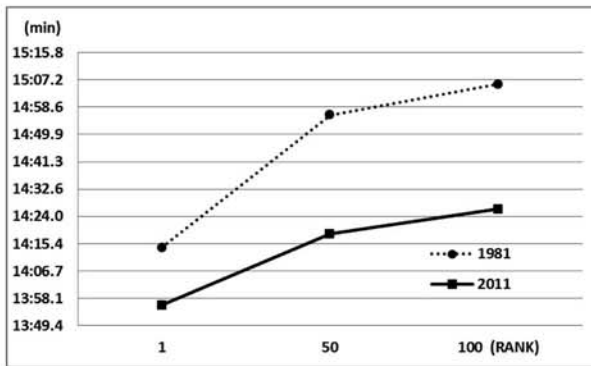


図23 高校男子5000m

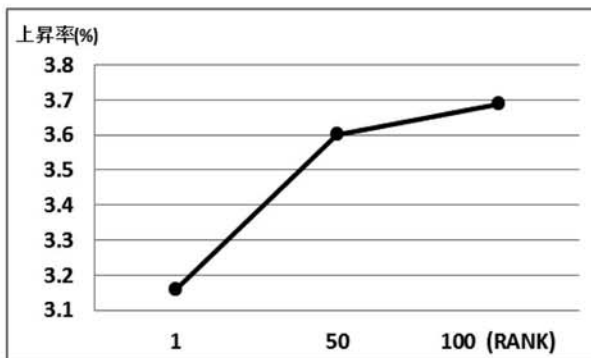


図24 5000mの記録上昇率(1981:2011/100)

5000mは、全国高校総合体育大会の実施種目であり、各ランクで記録の短縮が見られた(図23)。

図24より、1位(外国籍選手を除く日本人トップ)が3.15%で、タイム換算すると約8秒の短縮がみられた。特に50位が3.60%、100位が3.69%と、タイム換算すると約38~40秒の記録の短縮になる。

4. まとめ

中学男子の短距離種目については、100mと400mの1位を除き、各ランクで記録の上昇がみられた。特に、200mの50位では、3.5%以上の上昇率を示している。高校男子の短距離種目では、100m、200m、400mの各ランクで記録の上昇がみられた。

特に、100mの100位と200mの1位では、3.3%以上の上昇率を示した。

次に中・長距離種目をみると、中学・高校ともに各種目の各ランクで記録の上昇がみられた。まず、800mでは、中学の1位で3.2%と約4秒の記録を短縮し、高校では各ランクともに約1.0%前後の短縮がみられる。次に、1500mでは高校の上昇率が高く、特に50位、100位で約4.0%の短縮がみられる。続いて3000mは中学のみで実施されており、各ランクとも3.0%台の上昇率であった。

最後に、5000mは高校生の実施種目であり、1位で3.2%、50位と100位で3.6%台と高い上昇率を示している。

日本記録800mの1分46秒16、1500mの3分37秒42、3000mの7分41秒87、5000mの13分13秒20(2012年7月現在)を100%とした2011年度1位の達成率を比較してみると、800mが中学91.8%・高校96.5%、1500mが中学91.2%・高校95.6%、3000mが中学89.9%、5000mが高校94.8%となり、各種目とも発達段階に伴う記録の上昇が顕著である。

表1 上昇率2%以上の種目別比較

上昇率(%)	中学 Rank	高校 Rank
2.0%以上	200m 100	100m 1
	400m 50	200m 50,100
	1500m 1	400m 50,100
3.0%以上	200m 50	1500m 50
	800m 1	5000m 1,50,100
	1500m 50	
	3000m 1,50,100	
4.0%以上	1500m 100	1500m 100

表1は、上昇率が2.0%を超えた種目別ランクをまとめたものである。中学では、100m以外の種目でいずれかのランクで、2.0%を超えている。また、200mの50位と中・長距離種目でいずれかのランクが、3.0%を超えている。

最高の上昇率を示したのは、1500mの100位で4.02%であり、タイムに換算すると10秒50の短縮であった。次に、高校では、短距離種目は、全ての種目でいずれかのランクで、2.0%を超えている。3.0%を超えたのは、長距離種目であり、とくに5000mはすべてのランクで3.0%を超えている。

最高の上昇率は、1500mの100位で4.02%であり、タイムに換算すると約5秒の短縮であった。

以上の結果を得ることができたが、この30年間で各種目ともに50位100位レベルの記録上昇率が高い傾向がみられた。記録向上の要因は、体力の向上、施設・設備の拡充、個人技術の向上、練習方法の改善、指導者によるコーチングの進歩など様々な要因が考えられる。今後、それらも含めた記録の発達、上昇率について研究を進めていきたい。

参考文献

- 1) 陸上競技マガジン記録集計号, ベースボールマガジン社 (1982)
- 2) 陸上競技マガジン記録集計号, ベースボールマガジン社 (2012)

【受理年月日 2012年 9月26日】

小山高専生の身体活動量と体力の前年度比較 —2011 年度—

長田 朋樹*¹

Comparison with the previous year of Physical Activity and Physical Fitness in
Oyama National College of Technology Students.

Tomoki NAGATA

The purpose of this study was to compare daily physical activity and physical fitness of 2011 with that of 2010 in OYAMA National College of technology students. Subjects were 14 (age; 16.9 ± 0.3 , BMI; 22.1 ± 3.7) student. All subjects wore activity monitor (Lifecorder-GS, KENZ, Japan; LC) over a seven-day period, in order to determine the Walk-steps, Exercise[Ex], daily physical activity and time engaged in each of the 3 level physical activity (LC1-3, LC4-6, LC7-9). The index of physical fitness level was evaluated by a new physical fitness test. As a result, Walking-step were 8658[step] for subjects. There were significantly improvement in subjects of 2011. Physical activity time in intensity of LC7-9 was 8 ± 10 for subjects on ALL day, and 10 ± 9 for subjects on Weekends. There were significantly improvement in subjects on ALL day and Weekday of 2011. Finally, Exercise (Ex) in the subjects was lower than guideline. In subjects, a total point of physical fitness tests was lower than national mean value. These results suggest implicate that there should be a need to increase the physical activity time to improve physical fitness level.

KEYWORDS : Physical fitness, Physical activity

1. 緒言

文部科学省が報告する平成 22 年度体力・運動能力調査報告書¹⁾によると、中学生の新体力テストの結果は、体力水準の高かったとされる昭和 60 年度 (比較可能種目 ; 握力, 持久走, 50m 走, ハンドボール投げ) と比較すると、中学生男子の 50m

走, ハンドボール投げを除き依然として低い水準になっていると報告²⁾している。これらの背景には、近年の交通の利便化などの社会環境やライフスタイル等の変容による身体活動量の減少が関係しているとの見方がある。また、体力の低下については、一般的成人や大学生にとっても広く指摘されていることであり、高専学生もその例外ではない。高等専門学校学生における新体力テストに

*1 一般科(Dept. of General Education), E-mail: t-nagata1094@oyama-ct.ac.jp

については、毎年、各学校の紀要などを通じて報告されており¹⁰⁾、本校の学生についても体力測定の結果が報告されてきた。昨年度の報告では、本校学生の握力、20m シャトルランおよび立ち幅跳びにおいて全国平均値を上回ったものの、その他の測定項目では、全国平均値を下回った。また、総合得点についても、全国平均値を大きく下回る結果であった。

ところで、昨年度の研究紀要¹¹⁾では、身体活動量と体力水準の観点から、「健康づくりのための運動指針 2006」³⁾の中で示されている、歩数、エクササイズ量、運動強度別身体活動時間などを基にした本校学生の身体活動量について報告した。その結果、すべての項目において基準値を下回っており、高専学生の身体活動量および体力水準の現状が明らかとなった。身体活動量と体力水準については、生活習慣病の予防やメタボリックシンドロームとの深い関わりがあることから、これまでも運動指針のガイドラインを基にした多くの報告⁵⁾がなされている。

しかしながら、高校生年齢層における日常身体活動の実態に基づく運動基準値などの設定は明確にされておらず、体力水準の低下が見られる高等専門学校生については、明らかにされていない。特に、昨年度の報告¹¹⁾における研究課題より、縦断的に見た身体活動量のデータは、5年間の高専生活の中での運動習慣および体力水準とどのような関連があるのかを明らかにすることは、高専学生の運動不足による体力低下および生活習慣病の発症リスクを抑えるために重要な課題となる。

そこで本研究は、身体活動量を容易に測定することができる加速度計法を用いて日常生活を含む高専学生の身体活動レベルおよび体力水準の実態を把握し、昨年度からのどのような変化が見られるかを明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 対象者

本研究の対象者は、32名の高専男子学生(2年生)であった。そのうち、最終的に身体活動の有効データとして扱った対象者は、16歳~17歳までの14名であった。本研究は、保健体育の授業受講者のうち本人に対して調査の内容を説明のうえ同意を得て行なわれた。対象者の身体的特性は、表1

へ示した。すべての測定は、2011年12月~2012年1月の期間で行われた。また、過去1年以上にわたって継続的な運動がない者を非運動者群。現在運動部活動に所属しており、週4日以上頻度で運動している者を運動者群としてグループ分けした。新体力テストについては、1年生~2年生を対象に保健体育の授業内で実施した。

表1 対象者の身体特性

	All(n=14)	Inactive(n=7)	Active(n=7)
Age[yr.]	16.9±0.3	16.7±0.5	17.0±0.0
Height[cm]	171.2±4.7	170.7±5.3	171.7±4.0
Weight[kg]	64.8±11.8	61.1±12.8	68.4±9.3
BMI[kg/m ²]	22.1±3.7	20.9±4.0	23.2±3.0

2.2 日常身体活動の評価

日常身体活動は、多メモリ-加速度計付き歩数計(Lifecorder-GX, KENZ, Japan: LC)を用いて測定した(図1)。全対象者は、連続する7日間、入浴時と睡眠時を除いて終日にわたって右腰部に装着した。



図1 Lifecorder-GX

LCは、鉛直方向の加速度計で、その頻度と大きさに応じて活動強度を10段階に分類し、2分ごとに最頻値を活動時間として記録する。また、これらの測定値は、二重標識水法やヒューマンカロリーメータ法との比較により妥当性⁶⁾が明らかにされている。10段階の活動強度は、先行研究⁵⁾⁷⁾⁸⁾に基づき、強度1-3を低強度身体活動(3 METs未満: LC1-3)、4-6を中強度身体活動(3 METs以上6 METs未満: LC4-6)、および7-9を高強度身体活動(6 METs以上: LC7-9)と定義した。

この他に記録されるデータは、歩数、Ex、総エネルギー消費量(TEE)および運動消費量(ExE)であ

った。測定されたデータは、専用の解析ソフトによりパソコンに転送され、1日あたりの値として得られた。LCのデータ分析にあたり、LCの付け忘れや故障によりデータが7日未満の者。また、1日の装着が入浴および睡眠時間を除いた3時間以上認められなかった者のデータは除外した。

2. 3 体力評価 (新体力テスト)

体力評価には、文部科学省の新体力テスト8種目(50m走, 20mシャトルラン, 立ち幅跳び, 反復横とび, ハンドボール投げ, 握力, 上体起こし, 長座体前屈)を用いた。データには、各種目で得られた10段階による得点を合計し、総合得点として評価した。データは、最新の2012年実施のものを体力指標として採用し、有効データは、266名であった。

2. 4 統計処理

本研究のデータは、すべて平均値±標準偏差で示した。運動者群と非運動者群との比較は、対応のないStudent's t-testを用いた。統計的有意水準は、 $p<0.05$ とした。

3. 結果

3. 1 日常身体活動量

LCによって測定した対象者の運動者群および

非運動者群における1日当たりの歩数、平日および休日における身体強度別活動時間を表2に示した。対象者全体、運動者群および非運動者群の歩数は、それぞれ、 8658 ± 3239 (歩)、 6723 ± 2689 および 10592 ± 2502 (歩)であった。2011年度の運動者群は、非運動者群と比較して歩数が有意に多かった。また、測定者全体として、2011年度の歩数は、2010年度の歩数と比較して有意に多かった。さらに、LCによって測定された各運動強度活動時間は、測定者全体として2010年度と2011年度を比較したところ、全日のLC1-3とLC7-9および平日のLC1-3とLC7-9において、2010年度よりも有意に活動時間が増加していた。

さらに、2011年度における1週間当たりのEx量は、全体で 17.8 ± 13.1 (METs・h)、運動者群および非運動者群においてそれぞれ、 25.0 ± 13.8 および 10.7 ± 7.1 (METs・h)であり、運動者群の方が非運動者群よりも有意に高いことを示した。また、測定者全体として2010年度のEx量は、2011年度のEx量と比較して有意に高くなっていたことを示した。

3. 2 体力水準

対象者の新体力テストの各種目および合計得点の結果を、表3に示した。握力および反復横跳びにおいて全国平均値を上回ったが、その他の測定項目は全国平均値を下回っていた。総合得点は、全国平均値が 54.2 ± 10.8 (point)であったのに対して、今年度の本学平均値は、 52.2 ± 9.5 (point)であり依然

表2 対象者の歩数、エクササイズ量および身体活動時間の前年度比較

	2010			2011			
	All	Inactive	Active	All	Inactive	Active	
Steps[steps/day]	5970 ± 2605	5345 ± 2120	7289 ± 3009	8658 ± 3239 *	6723 ± 2689	10592 ± 2502 †	
Ex[METs・h]	8.8 ± 6.3	7.1 ± 4.9	12.5 ± 7.2	17.8 ± 13.1 *	10.7 ± 7.1	25.0 ± 13.8 †	
LC1-3[min/day]	All day	47 ± 18	45 ± 16	52 ± 21	66 ± 21 *	58 ± 22	75 ± 16
	Weekday	57 ± 25	58 ± 25	54 ± 23	85 ± 25 *	77 ± 27	93 ± 21
	Weekend	40 ± 30	32 ± 16	55 ± 43	36 ± 17	29 ± 16	44 ± 15
LC4-6[min/day]	All day	15 ± 9	12 ± 9	19 ± 8	20 ± 10	14 ± 7	27 ± 8 †
	Weekday	18 ± 11	16 ± 11	20 ± 8	25 ± 12	18 ± 10	32 ± 9 †
	Weekend	11 ± 11	8 ± 8	19 ± 14	12 ± 8	7 ± 3	18 ± 3 †
LC7-9[min/day]	All day	2 ± 3	2 ± 1	4 ± 5	8 ± 10 *	4 ± 4	12 ± 12
	Weekday	3 ± 3	2 ± 2	4 ± 4	10 ± 9 *	6 ± 6	13 ± 10
	Weekend	2 ± 3	1 ± 1	4 ± 5	6 ± 12	1 ± 1	11 ± 16

*:2010-2011 $p<0.05$

†:2011 Inactive-Active $p<0.05$

表3 本校学生新体力テストの年度比較および全国平均値比較

		2011National ave.	2010(n=58)	2012(n=266)	
grip strength	[kg]	41.4±7.1	41.9±8.1	41.6±7.3	
sit-up	[times]	30.6±6.7	30.4±4.4	28.9±6.0	
sitting trunk flexion	[cm]	50.5±10.7	43.7±9.5	48.0±9.8	†
side step	[point]	56.0±7.3	55.5±5.7	57.2±6.6	
20m shuttle run	[point]	88.3±28.3	102.6±26.5	86.5±28.9	†
50m sprint	[sec]	7.4±0.8	7.4±0.4	7.4±0.6	
standing long jump	[cm]	223.7±25.0	223.8±20.3	221.5±24.9	
hand-ball throw	[m]	26.2±5.9	24.0±4.9	21.2±5.1	†
total point	[point]	54.2±10.8	50.9±8.2	52.2±9.5	

†: 2010-2012 p<0.05

として全国平均値を下回る結果であった。

また、長座体前屈について 2010 年度よりも有意に記録が伸びている一方で、20m シャトルランニンおよびハンドボール投げについては、2020 年度よりも記録が有意に低下する結果であった。

4. 考察

4. 1 エクササイズガイド 2006 との比較

本研究において対象者の歩数は、8658±3239 歩であった。この値は、先行研究における中学生の日常生活での歩数値 12211 歩や、一般成人女性を測定した 8423 歩などと比較して低い値である。また、現状において健康づくりのためのキャッチフレーズとされている「1日1万歩,1週間で7万歩」および「健康日本21」で示された歩数のガイドライン(男性9200歩以上,女性8300歩)よりも低依然として低い値であることが明らかとなった。

本研究の対象者における1週間あたりの総Ex量は、全体では約17.8±13.1(Ex)であった。この結果は、厚生労働省から策定された「エクササイズガイド2006」の基準値である「1週間で23エクササイズ(Ex)」からも下回ることが明らかとなった。一方で、運動者群では約25.0±13.8(Ex)であり、基準値を上回る結果となった。ただし、2010年度との比較を試みた際に、特に、運動者群については、2010年度よりも大きく測定値が増加している傾向が認められた。別途実施した運動経験に関するアンケートによると、2010年度から継続して運動部活動に関わっている学生が、本対象者の中に多いことから、1年生だった学生が、2年生に

なるにつれて基礎体力面などでの向上、または改善があった可能性が考えられる。しかしながら、本研究においては、各身体部位別の筋力測定などは実施しておらず、新体力テストだけでの判断には慎重を期さなければならない。

4. 2 活動強度別身体活動時間

活動強度別の身体活動時間について綾部³⁵⁾からは、一般成人においてLC1-3, LC4-6 および LC7-9 での活動時間がそれぞれ、54, 26 および 4(min/day)と報告している。本研究では、それぞれ66±21, 20±10 および 8±10(min/day)であり、高専学生の方がLCで記録される身体活動強度での活動時間が少ないことが明らかにされた。一般的に、活動時間が少なければ歩数も少なくなるため、本研究の結果においても全体的に身体活動が少なくなっていると推察される。一方で、2010年度と2011年戸を比較すると、特に高強度な活動(LC7-9)については、2010年度よりも有意に活動量が増えていた。前回の結果では、休日のLC4-6において運動者群の身体活動時間が長い傾向が認められたが、今回の結果では、運動者群はもちろんではあるが、全体の対象者をとおしての有意な増加であるため、目標とすべき中強度以上の活動がしっかりなされてきているものと推察できる。

4. 3 体力水準(新体力テスト)

新体力テストの総合得点からみた体力水準は、52.2±9.5(point)であった。この結果は、文部科学省が報告した平成21年度全国平均値を下回って

いるため本対象者の体力水準が低いと推察される。さらに、同年齢群として昨年度との比較を試みた際に、2012年度の学生は、長座体前屈および反復横跳びを除いたすべての種目において2010年度の学生より記録が低い傾向にある。特に、20mシャトルランニングおよびハンドボール投げについては有意な低下が認められるため、体力水準の低下が明らかなものとなった。

一方で、2000年に行った本校の新体力テストの結果⁹⁾では、総合得点が46.9(point)であった。また、全身持久力の指標とされる20mシャトルランの成績が特に低い得点であったことから、本校学生の体力水準については、特に全身持久力の向上に注目してきた。したがって、今回の結果からも、本校学生の体力水準は、2000年度よりも総合得点で上回ってきたものの、全身持久力を中心とした項目において低い傾向が依然として見られることが考えられる。

本対象に行った簡単な運動に関するアンケートにおいては、89.6%が運動経験ありと回答しており、運動歴も70.9ヶ月であった。また、本対象者の63~76%が小学校および中学校において何かしらの運動を行っている。一方で、現在の運動習慣については、81%が週に3日以上運動を行っていないことから、高専に入学してからの運動が減少していることが推察できる。

5. まとめ

本研究において、対象者の歩数、エクササイズ量、身体強度別活動時間などの身体活動量は、「エクササイズガイド2006」で示されたガイドラインを依然として下回っていることが明らかとなった。ただし、運動継続者群については、昨年度よりも身体活動水準が上昇傾向にある。また、体力水準についても依然として全国平均値を下回る結果であった。

今後の課題としては、継続して身体活動量を追っていった際に、身体活動量の増加につながるような保健体育授業のプログラムを組むことが必要とされる。また、5年間の高専生活においてどのタイミングで体力水準が変化するのか、また、身体活動との関連について明らかにする必要がある。さらには、5年生体育の減少に伴う5年生学生の身体活動レベルについても4年生時点からどの程度変化しているのかを調査することが望ましい。

参考文献

- 1) 文部科学省スポーツ・青少年局：平成22年度体力・運動能力調査報告書
- 2) 中央教育審議会：子供の体力向上のための総合的な方策について、(2002)
- 3) 運動所要量・運動指針の策定検討会：健康づくりのための運動指針2006～生活習慣病予防のために～<エクササイズガイド2006>(2006)
- 4) 運動所要量・運動指針の策定検討会：健康づくりのための運動基準2006～身体活動・運動・体力～報告書(2006)
- 5) 綾部誠也, 青木純一郎, 熊原秀晃, 田中宏暁：エクササイズガイド2006充足者の日常身体活動の継続時間ならびに頻度, 体力科学, Vol.57(5), pp577-586(2008)
- 6) 熊原秀晃, Yves Schutz, 吉岡真由美, 吉武裕, 進藤宗洋, 田中宏暁：健康づくりのための運動基準に則した日常身体活動量評価における歩数の妥当性, 福岡大学スポーツ科学研究, Vol.39(1), pp101-111(2008)
- 7) 引原有輝, 笹山健作, 沖嶋今日太, 水内 秀次, 吉武裕, 足立稔, 高松薫：思春期前期および後期における身体活動と体力との関係性の相違-身体活動の「量的」および「強度的」側面に着目して-, 体力科学, Vol.56, pp327-338(2007)
- 8) 笹山健作, 足立稔：中学生の日常生活での身体活動量と体力との関連性, 体力科学, Vol.60(3), pp287-294(2011)
- 9) 石崎聡之, 石原啓次, 三原大介, 塩入俊次：新体力テストからみた高等専門学校生の体力, 小山工業高等専門学校研究紀要, Vol.32, pp37-43(2000)
- 10) 船越一彦, 細野信幸, 宮崎雄三：本校学生の学年進行における体力変化について：新体力測定による高校生との比較, 鈴鹿工業高等専門学校研究紀要, Vol.36, pp19-23(2003)
- 11) 長田朋樹, 三原大介：小山高専生の体力と身体活動, 小山工業高等専門学校紀要, Vol.44, pp33-38(2011)

【受理年月日 2012年 9月28日】

ライティングの授業における プロセス・ライティングの取り組み —アクション・リサーチ—

鈴木 栄*1

Implementation on Process Writing in Writing Class
Action Research

Sakae SUZUKI

This paper explores the incorporation of peer feedback in process-oriented English writing instruction. Participants were forty-one students at Oyama National College of Technology. Data include the pre-questionnaire and post-questionnaire with students' reflection. Results implicate that peer feedback was beneficial for students to assist them in becoming good writers of English.

KEYWORDS : process writing, peer review, action research

1. はじめに

アンケート結果によると、学生の要望では、伸ばしたい英語能力が、リスニング、スピーキングが高く、リーディング、ライティングは低い傾向にある(岡田、2005)¹⁾。海外とのコミュニケーション手段が、インターネットの普及に伴い、英語を書いて伝えることの必要性も高まって来ていることを考えると、英語を書くことに慣れ、まとまった英文を書く力をつけることが必要である。

英文を書く力を伸ばすために行われている方法に、プロセス・ライティングがある。英語を書きながら、書くプロセスにおいてフィードバックを得ながら、英文を書くことに慣れると同時に正しく書く力を身につける方法である。本稿では、英語を書く過程において、各学習者の、ライティングに関する考え方が変わるかを調べた。

ライティングを伸ばすためには、outcome が多いこと、つまり書く量が多いことが望まれる。高専生の様子を見ていると、授業以外で英語の学習をする学生は少ない。自由に英語を書くことはほとんど無いと予測される。授業の中で、書く機会を与えることで、学生が、英文を書くことに興味を持ち、楽しいと感じてもらえれば、それが、今後の英語学習への動機づけになると考えた。

JABEE の評価規準の中に、チームワークの向上が新しく加わった。このことを踏まえ、授業の中でも、協同作業をする、考えを分かち合う、といった経験が学習の過程に含まれることが望まれる。これは、佐野(2005)²⁾ が述べている内容と一致すると思われる。「最近の生徒は仲間づくりが苦手な子が多いので、教師が中心になって、コミュニケーションを図る活動を計画しなければなりません」。プロセス・ライティングのフィード

*1 一般科(Department of General Education), E-mail: sakaes@oyama-ct.ac.jp

バック (peer / instructor) は効果があると想定し、本研究をおこなった。

1. 1. ライティングの授業

ライティングの授業は、ライティングA (前期) B (後期) に分かれ、文法演習を中心とした教科書ですすめられている。文法事項を消化することに終始する授業では、学生が、自分で英文を作りあげる経験をもつことがほとんどできない。文献研究からライティングの指導法として3つが注目される。まず、プロセス・ライティング (process writing) である。英文を書くプロセスを書き直しまでおこない経験する方法である。アイデアを出すためのブレイン・ストーミング (brainstorming)、草稿書き (drafting)、編集 (editing) を教師、クラスメートからのフィードバックによりおこない、改訂 (revising) をしていくものである。2番目には、自分自信の意見や経験を自由に書かせるフリー・ライティング (free writing) である。この方法は、文法や語彙、文章構成などで細かい指導ができていくという欠点がある。その欠点を補う方法として、グラマー・シンタックス・オーガニゼーション・ライティング (grammar-syntax-organization approach) がある。この方法は、文法・文章構造・パラグラフを同時に指導する方法で、文構造や文法を学んだ後に、学習した項目を用いて書く目的を与え、書かせる方法である。

英語が苦手であるという意識が多く、授業外での英語の学習をほとんどしない高専生の実態を見ると、フリー・ライティングは効果が無いと思われる。また、文法項目に沿って構成されているライティングAの教科書の内容を考えると、文法を学びながら、学んだ文法を使い、英文を書かせる機会を増やすことがいいのではないかと考えた。そして、JABEEの目標でもある、チームワークを重視した活動を考慮に入れ、フィードバックを使うプロセス・ライティングが相応しいと考えた。

2. アクション・リサーチについて

アクション・リサーチ (Action Research) は、授業改善を目的とした、reflective teaching を目標とした実践研究である。つまり、理論や経験からヒントを得て授業実践をしながら、実践の経過・結果を客観的な視点で考察し、得られた知見を次の実践に移すアプローチのことである (佐野、20

07)³⁾。アクション・リサーチが従来のリサーチにはあてはまらないという批判があるが、それは、科学論文に必要な信頼性・妥当性に欠ける部分があるからと言われている。①内的信頼性 (internal reliability)、②外的信頼性 (external reliability)、③内的妥当性 (internal validity)、④外的妥当性 (external validity) において、特に④の外的妥当性、つまり、一般論としての妥当性が欠けているという指摘がある。しかし、アクション・リサーチの本来の目的は、教師と学習者が直面している問題解決、あるいは、教授法の改善を目的とするため、その対象が異なる場合には、一般性が出にくい。教師や学生が異なる場合に、同じような結果を得ることができるかはわからないからである。しかし、1つひとつのアクション・リサーチを、ケーススタディー (case study) のように捉えれば、そこに、ある種の一般性が生まれるのではないかと考える。教育の現場では、多くのケーススタディーがなされることで、状況を分析し、よりよい授業を組み立てる糸口が見つかると考えられる。そうした意味でのアクション・リサーチの意義は大きい。

アクション・リサーチのステップは、Nunan (1993)⁴⁾ によると6段階に分けられる。①問題の確定 (problem identification) ②予備的調査 (preliminary investigation) ③仮設の設定 (hypothesis) ④計画の実践 (plan intervention) ⑤結果の検証 (Outcome) ⑥報告 (Reporting)。これらのステップは絶対的なものではなく、実際の研究現場によってはステップが重なることもあると予測される。基本的な reflective teaching がおこなわれている限り、アクション・リサーチの効果は期待される。

3. プロセス・ライティングの文献

隅田 (2010)⁵⁾ は、短大におけるプロセス・ライティング指導法において、教師やクラスメートからのフィードバック、自己フィードバックが必要であり、フィードバックを基に、自分のドラフトを書き直し、文章自体の質が向上することはよく知られているが、自分が気付かなかった技術上・内容上の問題点や、文法などの問題点に気付き自分の作文を見直す機会が得られる、としている。学生は、フィードバックに対して、特にクラスメートからのフィードバックに対してポジティブな

考え方を持っていることがわかった。ただし、自分の作文の内容を多くのクラスメートに知られることに若干抵抗があるというアンケート結果も出ていることから、岡田は、読み手を意識し、その存在を好意的に捉えるためには、匿名性を確保したフィードバックが大きな意義をもつ、としている。

岡田(2005)は、書き直しが学習者のライティング力を向上させる重要な方略である(Cowie,1995)⁶⁾を引用し、そのために教師やクラスメートからのフィードバックも有効である、としながらも、日本人英語学習者の場合には、学力的、社会的な要因を考慮すると同時に、学習者同士のフィードバックを効果的におこなうための方法を模索していくことが不可欠であるとしている。岡田は、アンケート調査の結果、学習者同士のフィードバックは、フィードバックを受容することに対しては肯定的であるが、フィードバックを与える立場になると学習者の英語レベルが大きく影響し、フィードバックが効果的におこなわれない場合があることがわかり、フィードバックの方法を指示することも必要であるとしている。これらの文献による指摘を考慮し、今回の研究では、学生に英文添削コード(資料1)を与えることにした。

さらにモチベーション研究のUshioda(2012)⁷⁾の主張、「speakers themselves」が必要である。つまり、問題に答える、練習問題をおこなう、という訓練だけでは、学習者は、自分を出す機会が無い。講義を聴き、メモをする知識を与えるだけの授業では、学習者が自分になる機会が生まれず、internal motivation (内発的モチベーション)は上がらない。授業の中で、できるだけ、自分を出す機会を与えることが重要である。」を踏まえ、自分のことに関することを書くことでモチベーションがあがると考え、日本語から英語への翻訳だけではなく、自由作文も入れることにした。

4. 研究方法

プロセス・ライティングは、エッセイを書く時などに有効であるとあるが、ライティングAの学生のレベルと、科目のシラバスから(前期のみである)エッセイを書く時間的な余裕があまり無いことを考慮し、プロセス・ライティングの peer editing (学習者同士のフィードバック・添削)の部分のみを試験的に実施することにした。

4. 1. 対象

2012年にライティング2A(前期)を履修している小山高校2年電子情報工学科の学生41名。

4. 2. ステップ

①問題確定のための予備調査として、4月にアンケートを取る。

②仮説の設定

③授業・調査の実践

④結果の検証として、9月にアンケートを取る。

5. 事前調査結果

5. 1 アンケート結果 (2012年4月)

(1) 授業以外での英語の学習

①肯定 22人 ②否定 19人

肯定:英検3級の勉強・復習・予習・自主学习(音読・単語練習)・英会話・塾・学校のノートを別のノートに写す・本文の和訳・英語のCDを聞く・Student Timesを読む・単語を書き出す

否定:時間が無い・勉強方法がわからない・理数の勉強だけで時間が埋まってしまう・部活・バイト・英語が好きでない・面倒くさい

2010年の上級生へのアンケート調査では、220人中174人の学生が、同じ質問に対し、していない、と回答した(79%)。今回は、していない、と回答した学生は、46%である。学科によって結果は異なるであろうが、2年生の段階では、授業外課題にも取り組む姿勢があるとわかった。

(2) 海外経験

①はい 3人 ②いいえ 39人

高専生は、上級生になっても海外経験がほとんど無く、海外の情報や、言語体験を肌で感じた経験が無い。このことは、外国語学習、特に、リスニング、スピーキングへのモチベーションがあがらないことへの間接的な原因とも考えられる。

(3) 英語を勉強することに関する学習観

英語学習について、「英語を勉強することは〜のような」を問いと、学生からメタファーを集めた。その結果は次のようになった。

意味不明が文字の羅列を解釈していくこと・海外旅行に行く人（海外旅行以外で使う気がない）・絡んだひもをほどいている（発音・文法に例外が多すぎる）・未知なる宇宙にロケットはっしゃ（なんかかっこいいし、未知の世界だけど頭がよくなれた気がする）・他国との文化交流（世界中で使われている言語だから）・地獄（英語を勉強するのが辛い）・古文の勉強（勉強しないでも意味がわかる時があるし、何を言っているのかぜんぜんわからないときもある）・漢文の学習（主語、述語の並びが日本語と違う）・暗闇を進む（右も左もわからないものをひもといていくという共通点）・モンスターハンター（めんどいけど、たまにやる気がでる）・国語の勉強・女の子と一緒にいること（苦もあり楽もある）・走っているとき（つらいように感じる）・なぞ（よくわからない）・つな渡り（不安が多い）・強いられている（英語が嫌い）・大切だと言われている（僕はあまりやりたくない）・必要なこと（外国人と接する機会が増えるから）・夢（英語ができるようになることで世界が広がる）・人をだますために訓練すること（日本で英語ができる人＝できる人というイメージがあるから）・長い距離を走る（覚えることが多かったりするから）・ひまつぶし（時間が空いているときにしているから）・心理学を学ぶ上で重要なこと（心理学に興味がある）・あたりまえ（英語のものが多くなった）・日本でTGVを運行すること（日本の企画（言語）ではなく海外の企画を国内で施行することに比喻される）・インフルエンザ（ただ苦しいだけ）・きざんでいるたまねぎ（あれ、自然と涙が）・異文化を勉強する（言葉にはその国の歴史がある）・じゃんけん大会で準優勝したとき（おもしろくはないから）・忍耐・それ即ち世界を制す（世界の共通語だから）・ドアを開けること（当たり前のこと）・異界の言語を学ぶこと・何かを我慢している（英作文が苦手だから）・真っ暗なトンネルに明かりを灯す作業（1つひとつ覚えていかなければわからなくなり、振り返ることで習ったことを思い出せるので）・文法の見直し（国語の文法と似ているところがあるので、確認しながらできるから）

記入をした29の回答の中で、ネガティブと考えられる回答は、地獄など、5回答で、難しさへの不安に関する回答や、英語の意義を回答したものもあった。多様な英語学習を経験することで、

考えが変わる可能性もあるであろう。

(4) ライティングの授業に関する知識

自分の体験や感想を英語にする・文法を沢山書く（9）日本語から英語に訳す（5）・書く学習（22）・英文を正しく書けるような学習・何度も書いて覚える（3）英語をたくさん書く・英語を使って自分を表現する方法

(5) 英語に関する質問（選択肢）

質問に対する回答は、次のようになった。

①文法的に正しい文を書く必要がある。

同意する		同意しない		
5	4	3	2	1
3	17	9	11	1

コミュニケーションの道具として英語を使う場合、伝えたい内容が相手に伝わることが重要である。そのためには、文法的に正しい文を書く必要があるか、という問いには、およそ半分の学生が同意をしている。

②N S (Native Speaker)は文法の間違いをしない。

同意する		同意しない		
5	4	3	2	1
0	4	14	16	6

のN S 信仰（N S の英語が正しい）というstereotype（固定観念）があると予想をしていたが、結果は逆であった。

③間違いをすることが怖い。

同意する		同意しない		
5	4	3	2	1
10	14	11	3	2

間違いに対する不安はかなり強いことがわかる。これは、特にアジアの学習者に顕著である（Murphey,1996）⁸⁾。そして、それが学習者のoutcomeを減らし、結果的には、英語の力の伸長を妨げていることが多い。間違いは、学ぶための踏み石であると考えられるような活動を授業でおこなうことが望まれる。また、間違いを探し、指摘するだけの授業ではなく、学生の不安を取り除くような授業環境を作ることも重要である。

④日本語では間違わない。

同意する					同意しない	
5	4	3	2	1		
0	8	13	12	8		

⑤英語を書くことに自信がある。

同意する					同意しない	
5	4	3	2	1		
0	1	6	20	14		

間違いに対する不安があるため、自分の書いた英文を他人(クラスメート)に読んでもらうことに抵抗がある、という結果になっている。

⑥聞いたり、話すより書くことが重要である。

同意する					同意しない	
5	4	3	2	1		
1	10	12	15	3		

⑦書く機会が増えれば力が伸びる。

同意する					同意しない	
5	4	3	2	1		
10	26	4	2	0		

⑧自分の意見や考えを書くのは楽しい。

同意する					同意しない	
5	4	3	2	1		
2	4	14	15	5		

⑦では、書く機会があれば、力が伸びると考えている学生が多いが、⑧の書く喜びを感じている学生は、少ない。そして、その結果、⑤英語に対する自信が、無い、ということになっているようである。

⑨英単語がわかれば英語が書ける。

同意する					同意しない	
5	4	3	2	1		
5	15	9	12	0		

⑩先生に直してもらうのが一番いい。

同意する					同意しない	
5	4	3	2	1		
3	33	10	0	0		

⑪クラスメートに直してもらうのは効果が無い。

同意する					同意しない	
5	4	3	2	1		
0	0	15	20	6		

⑫クラスメートに読んでもらうのは嬉しい。

同意する					同意しない	
5	4	3	2	1		
1	0	16	17	7		

⑬クラスメートのフィードバックは参考になる。

同意する					同意しない	
5	4	3	2	1		
2	21	15	3	0		

(6) この授業で期待すること

英作文が正しく書けること 7

英語力の向上 1 0

国際人 1

単位の獲得 3

赤点回避 1

よい評価を得る 1

わかりやすい授業 1

TOEIC 高得点 1

大半の学生は、英語ができるようになりたい、英語を正確に書けるようになりたいと考えていることがわかった。英語を書くコツ、ストラテジーなどを教えること、多くの英文を書くことで、学生は、書くことに慣れ、より正確な英文が書けるようになると期待される。

5. 2 アンケートから見た学生像

mistakes に関しては、日本人の学生が多く持っている myths (Murphey, 1996)、文法的に正確な英文を書くことが必要、NS信仰、自己の母語信仰は、少なく、間違いに対する恐怖は、Murphey の研究結果と一致した。

writing に関しては、日本人学生が多くもつ、speaking 最重要性は少なく、書くことに自信は無いが、多く書くことで力がつくと考えている傾向にある。ただし、多く書くことに慣れてはいないため、自分の考えや意見を英語で書くことに対す

る興味・喜びは感じる事が少ない。writing に対しても、語彙力の不足をあげている。これは、自身の英語力評価である。

editing に関しては、教師信仰が強いが、クラスメートからのフィードバック、コレクションに関してはネガティブでは無い。ただし、自分の書いた英文に対する自信が無い為、クラスメートに読んでもらうことに関しては抵抗がある。

6. 仮説の設定

- ①自由に書く機会を増やせば、英語を書く力は伸びるであろう。
- ②多く書くことで、書くことに慣れ、面白くなってきて、自信がつくだろう。(苦手意識の克服)
- ③お互いの英語のチェックをし、内容を読むことで、間違いへの気づきが生まれ、さらに、学習者間の理解が深まるだろう。

7. 授業・調査の実践

授業(ライティングA)の一環として導入したライティング活動は、以下の手順でおこなわれた。

- ①授業では、テキスト(Daily English Writing 池田書店)の内容理解のための演習問題をおこない、文法事項の理解を徹底させた。文法事項の丸暗記ではなく、文法のルールを発見するアクティビティーをおこなった。扱った文法項目は、(1)文の基本パターン、(2)現在形・過去形、(3)未来形、進行形、(4)完了形、(5)受け身、である。時制に関しては、特に、tense aspect(時制に関する感覚)に焦点をあてた問題をおこなった。
- ②前期の授業5回の中で、ライティングの課題を3つ出し(宿題)、ペアにしてフィードバックを、英文添削コードにしたがっておこない、それを基に書き直して提出させた。提出した作文は、10段階で評価をし、添削をしてから返却した。ライティング(作文)のテーマは、以下である。

学習した文法事項を入れた英文を書く。

- 1 Learning History(現在形・過去形)
これまでの英語学習の歴史を振り返る内容を書く。
- 2 旅行記(完了形)
印象に残った旅行について、例として与えた旅行記のフォームに添って書く。

3 詩(時制)

与えられた詩のフォームに言葉を入れることで独創的な詩を書く。

評価規準は、以下のようにした。

- (1)アイデア(独創性・創造性・content)
- (2)英語(文法・構文・accuracy・complexity)
- (3)完成度(総合的なまとまり・fluency)

評価A(10・9) Very Good

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> (1)伝える内容・情報が豊かである。 (2)英語の語彙・構成・文法などがほぼ正確である。 (3)英文の量は情報を伝えるには充分満足いく量である。作品としての工夫や完成度が高い。 |
|--|

評価B(8・7) Good

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> (1)伝える内容・情報がだいたい満足できる。 (2)英語の語彙・構成・文法に多少間違いがあるが、理解できる。 (3)英文の量は情報を伝えるための最小限の量である。作品として完成している。 |
|---|

評価C(6・5) Pass

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> (1)伝える内容・情報が不十分である。 (2)英語の語彙・構成・文法に間違いが目立ち、不十分である。 (3)英文の量が少ない。作品として未完成の部分が目立つ。 |
|---|

評価C以下は、評価の対象とせず、再提出・再評価とした。

8. 考察

ここでは、3つの仮説に対する考察について述べる。

仮説①自由に書く機会を増やせば、英語を書く力は伸びるであろう。

課題の提出状況は、第1回から3回まで全員提出した。評価の平均値は以下のようになった。

	1回	2回	3回
7.4	7.0	7.4	
A 4人	A 4人	A 10人	

課題の内容が異なるため、正確な結果では無いが、平均値は、3回ともほぼ同じである。評価10を取った学生が3回目の課題(詩)が多かったこと

は、詩を書くという創造的な活動を得意とする学生がいることが暗示される。課題1・2では、アイデアよりも、事実に基づき文章を構成することが要求されるため、Aの評価を取る学生が少数であった、と考えられる。学生の書くことへの苦手意識を少なくするためには、詩のような、形式にあまりこだわらず、アイデアを出し英文を書くという活動に効果があるのかもしれない。

仮説②多く書くことで、書くことに慣れ、面白くなってきて、自信がつくだろう。(苦手意識の克服)

このことに関して4月のアンケートの結果と9月のアンケートの結果は以下である。

③間違いをすることが怖い。

	同意する					同意しない				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
4月	10	14	13	3	2					
9月	4	17	9	7	2					

⑤英語を書くことに自信がある。

	同意する					同意しない				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
4月	0	1	6	20	14					
9月	0	0	8	11	20					

⑧自分の意見や考えを書くのは楽しい。

	同意する					同意しない				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
4月	2	4	14	15	5					
9月	2	6	19	8	4					

間違いに対する恐怖は、わずかであるが減少している。英語を書くことに対する自信は、自信が無いと回答した学生が、わずかであるが、減少している。英語で自分の意見などを書くことが楽しい、と感じる学生は、わずかであるが増加している。前期のみの授業であったため、調査期間が短く、書く回数も限られていたため、大きな効果は出ていないが、実際に英文を書く課題を増やすことに関しては、効果が期待できると考えられる。仮説①②に関する、学生の記述回答は以下である。

アンケート結果(2012年9月)

1 英語のエッセイを書いたことで英語学習に

効果がありましたか?あった場合、どのような点で効果がありましたか。(記述のまま)

- 普段使わない単語などを調べることで、知識が増えた。
- 長い英文を書くことが苦でなくなった。
- 文の構成について理解を深められた。
- 自分は、中学レベルの英語しか書けなかったもので、それほど効果はなかった。
- 書く力が上がった。
- 考えていることを英文に変換する、通常の会話の勉強になった。
- 自分の意見を伝えることができたのでよかった。自分の意見を伝えないと外国に行ってもだめになるのでよかったと思う。
- 文法のかくにんができる。単語を学べる。
- 実感できない。
- わからなさすぎて、なかなか焦りました。
- なし。
- 文章を考えて書く力がついた気がする。
- 英作に必要な文法を理解することができた。
- 自分の作文スキルのなさに気づいた。
- 英作文を書く力がついたと思う。やらないとどんどん落ちていくと思う。
- 様々な文法を用いて自分の書きたいことを表現できるようになった。
- 英作文力が少し上がった。
- 自分で書いた文のどこかが間違っているのがわかった。
- 若干効果があったと思う。英文を書くという経験が増えた。
- 英語力がアップした。
- Yeah!! Enjoyed!!
- 自分が使える文法を工夫してつかうことができた。
- どういうくせで書くかがわかった。
- 中学の時から英作文をやっていたので新たな効果はなかったと思います。

実際に英文を書く、という作業が、学生の意識変化に影響をしていることがわかる。自分の英語力に関する内省(単語力の無さ、自分のくせ)、英語学習の学習方略に関する気づき(学習した文法を使い英文を書くことで英語に慣れることができる、英文を多く書く必要性)が見られる。一方、あまり効果を感じることができなかった学生の感想(中学生レベルの英語しか書けなかったので、

それほど効果はなかった)に代表される、達成感を感じることができなかった学生への対処法を今後考える必要があるであろう。

仮説③お互いの英語のチェックをし、内容を読むことで、間違いへの気づきが生まれ、さらに、学習者間の理解が深まるだろう。

Peer editing に関する4月のアンケートの結果と9月のアンケートの結果は以下である。

⑪クラスメートに直してもらうのは効果が無い。
同意する 同意しない

	5	4	3	2	1
4月	0	0	15	20	6
9月	0	2	17	16	4

⑩先生に直してもらうのが一番いい。

同意する 同意しない

	5	4	3	2	1
4月	3	33	10	0	0
9月	5	14	20	0	0

⑫クラスメートに読んでもらうのは嬉しい。

同意する 同意しない

	5	4	3	2	1
4月	1	0	16	17	7
9月	0	2	13	15	9

⑬クラスメートのフィードバックは参考になる。

同意する 同意しない

	5	4	3	2	1
4月	2	21	15	3	0
9月	4	11	21	2	1

Peer editing に関しては、どちらかと言うと効果があると考える学生が多いが、9月の結果では、否定的な学生が2名になっている。これは、実際におこない、学生の習熟度の差などにより、効果を感じることができなかった学生がいたためであろう。教員が直すことが一番いいと考える学生は、わずかであるが減少しているのは、クラスメートが添削したことで、間違いに気づき、訂正をすることができ、教員からでなく同級生からのフィードバックも役にたつと感じることができたためであろう。クラスメートに自分の英文を読んでもらうことについては、記述回答にあるように、よかったと考える学生と恥ずかしさを感じる学生もいたことがわかる。

学生の記述回答から、peer editing に関する課題も見えてきた。間違いがわかったことや、参考になったという感想もあるが、同時に、不安感(クラスメートの添削があっているか)や、恥ずかしいという反応もあった。クラスメートが直した英文が正しいかという確認のプロセス、無記名にして添削をおこなうことで、筆者を特定できないようにする、などの配慮が必要であろう。

アンケート結果(2012年9月)

Peer editing に関するアンケートの記述回答は以下である。(記述のまま)

2 英文添削をクラスメートにしてもらった感想を書いてください。

- ・とても参考になり、次のものに活かせることができると思った。
- ・これはしたことがなかったので新鮮でした。
- ・少しは恥ずかしかった。
- ・たのしかった。
- ・間違いが減った。
- ・クラスメートだとあっているのかという判断がよくわからない。
- ・自分の間違っているところがわかった。
- ・自分の文はとても間違いが多かった。
- ・同程度の実力の人から指摘されるからショックが大きい。
- ・参考になった。
- ・わかりやすいときもある。
- ・自分もミスがあったけど添削もミスがあった。
- ・人の作文を見れてよかった。
- ・英単語を自分がいかに知らないかを教えられた。
- ・わかりやすく教えてもらってよかった。
- ・あまり大きな効果を感じなかった。
- ・お互いが見ることによって力も上がると思う。
- ・クラスメートも間違っていることがある。
- ・自分の知らなかったことを教えてもらったりしたので新しいことを覚えられた。
- ・いろいろ大変だった。
- ・自分で見つけられないまちがいがみつかった。
- ・嬉しくはない。
- ・なんか不安だった。
- ・自分の英文を客観的に見てもらって、間違いを指摘してくれたのでとても勉強になった。

9. まとめ

本調査では、プロセス・ライティングの peer editing に焦点を当て、ライティングの授業で、作文を3回課題として与えた結果をまとめた。岡田の研究結果でも、フィードバックを与える立場になると学習者の英語レベルが大きく影響し、フィードバックが効果的におこなわれない場合がある、としているが、本調査においても、同様の結果が得られた。今回は、peer editing は、隣に座っている学生との交換、という形にしたが、今後は、複数の学生によって peer editing をおこなうことで、その効果を高めることを期待したい。

また、フィードバック方法について学生に周知させる時間も必要であるとわかった。時間を取り、フィードバックの方法についてのガイダンスや、練習をおこなうことで、学生のフィードバックへの意識を高め、より効果的なフィードバックができるようになると思われる。学生が、記述回答に書いているように、「新鮮であった」「参考になった」という感想があり、こうした試みは、学習者が、学習のプロセスとして新しい方法を体験した、という意味では意義があったと感じている。今回の調査は、期間が短く、ランティングの能力の向上に繋がったかということについては断定することはできない。しかしながら、教科書の問題を解くだけではなく、自由に英文を書く機会を与えたことで、学習者が、お互いのことを知り、教師も学習者についての知識が増え、学習者の可能性についても把握ができた、という点では、有意義な試みであった。今後も、学生が、学んだ英語の知識を実際に使うことで、英語を書くこと、伝えることに関心と興味を持つことができるように、様々な取り組みをしていきたい。

資料1 英文添削コード

英文添削について

英文を添削する時に、以下の各項目にしたがって直していきましょう。添削には、技術的添削と内容的添削があります。前者は、文法やスペルのミスなどをチェックすること、後者は、文の構造の疑問、メッセージが明確に伝えられているか、などをチェックすることです。添削した場所に、コード番号を書きましょう。最後に、チェックしたコードの回数を記入しましょう。

英文添削コード

<第一段階添削：技術的添削>

- ①スペルは正しいですか。
 - ②主語と動詞は一致していますか。
 - ③動詞の時制（現在・過去・未来・完了）形の使い方は正しいですか。
 - ④準動詞（不定詞・分詞・動名詞）の使い方は正しいですか。
 - ⑤語の順番は正しいですか。
 - ⑥大文字は正しく使われていますか。
 - ⑦小文字は正しく使われていますか。
- <第二段階添削：内容的添削>
- ⑧段落のまとめ方は適切ですか。
 - ⑨タイトルと内容が一致していますか。
 - ⑩伝えたい内容が明確ですか（何を言いたいのかわかりますか）。
 - ⑪分量は適切ですか。

英文添削コード表

第1回（月 日）英文番号（ ）

--

資料2

学生の作品（詩）評価9以上の作品

与えられたフレームに自分の言葉を記入する。

（ ）の中は、学生の創作。Peer editing をおこない、書き直しをして提出。（本文のまま）

作品1

I am (a bike.)

I live (in the storeroom.)

My favorite colors are (the silver which reflect in the ground and the gold of the sun.)

I wear (metal coat and ring of black rubber.)

My job is (to take people to the destination.)

My best friend is (a road.)

On vacation, (I go to the part and bask in the sun.)

My favorite holiday is (the New Year's Day.

Because I can rest and relax as people often spend in a house.)

評価：9点

作品2

与えられたフレームを自己流に変化させて詩を

完成させた例。(本文のまま)

I am going to visit you at once in a year.

My favorite color is dark.

I don't wear any clothes.

But I wear a cap with a sharp point and red when

I only work.

My job is sharing my life and sparkling with all my might.

We are burned to death by the people with a broad smile on them face.

But I feel good at that time.

評価：9点

学生の作品(旅行記) 評価9以上の作品

自分が行った旅行について書く。事前に、沖縄旅行に関するエッセイを読み、表現などを確認した。書いた作品は、peer editionをおこない、書き直したものを提出。(本文のまま)

I will write about my favorite place, Tobu Zoo Park.

I have been to Tobu Zoo Park three times.

Especially, I went there this spring.

There are three good points about Tobu Zoo Park.

First, there are a zoo, an amusement park, and a pool in Tobu Zoo Park.

There are white tigers and they are famous.

For once, I went an amusement park with my friends.

Second, what were we doing?

We rode two roller coasters. There are two roller coasters in Tobu Zoo Park.

The roller coaters' names are Regino and Kawasemi.

I had never ridden a roller coaster before, and I had thought that it was very scary.

So, I didn't want to ride them, but I was ridden them by my friends.

In fact, they were very scary.

When I was riding on them. I kept shouting, but I enjoyed them very much.

Third, Tobu Zoo Park is very pleasant. So, we want to go there again and again.

You think that we can't go to Tobu Zoo Park easily because it is in Saitama.

But, we can go there easily because it is close to a station. So, we can go there again and again!!

I wrote about Tobu Zoo Park.

By the way, I will go to a pool of Tobu Zoo Park this summer. I hope you go to Tobu Zoo Park some day.

Thank you for reading.

参考文献

- 1) 岡田靖子: 大学授業におけるプロセス・ライティングの取り組み—アンケート調査と内省文の分析を踏まえて、聖学院大学論修、第18巻、第3号、p.249-263, (2005)
- 2) 佐野正之(編): アクション・リサーチのすすめ, 大修館(2007).
- 3) 佐野正之(編): アクション・リサーチのすすめ, 大修館(2007).
- 4) D. Nunan: Second language teaching and learning: MA: Heinle & Heinle publishers (1999).
- 5) 隅田朗彦: プロセス・ライティング指導法に対する短期大学生の意識—質問紙による分析、新潟青陵大学短期大学研究報告、第40号、p.157-163. (2010).
- 6) Cowie, N.: Students of process writing need appropriate and timely feedback on their work, and in dealing with that feedback. Saitama University Review, 31(1), p. 181-194 (1995).
- 7) Ushioda, E.: Motivation and identity, Distinguished lecture series, Temple University Japan Campus, (2012).
- 8) Murphey, T.: Changing language learning beliefs: "Appreciating" mistakes. Asian Journal of English Language Teaching, 6, 77-84. (1996).

【受理年月日 2012年 9月28日】

中学・高等学校現場にはどのような英語資格試験が 効果的か — その 1 — — 実用英語技能検定試験と TOEIC、その他資格試験との 比較、今後における課題 —

山西 敏博*1

Research on Effective English Examinations for Junior and Senior High School Students

YAMANISHI Toshihiro

This study researches what kind of English examinations are suitable for junior and senior high school students. The STEP Tests have been said to be essential for them, whereas TOEIC, TOEIC Bridge and other tests have been popular generally. This research shows how effective these tests are for English learners at these schools.

KEYWORDS : English examination, STEP Test, TOEIC

1. 研究の目的

実用英語技能検定試験（英検）はその設立以来 40 数年に渡り学校現場に定着し、数々の級を設立して、中高校生は言うに及ばず、小学生や大学生、一般社会人にも英語学力の伸長度を測る指針として、これまでに数多くの受験生を抱えてきた我が国では最大級の英語検定試験である。一方、それに対して、近年企業からの要請として「使える英語」、すなわちコミュニケーション能力を重視した新たな英語検定試験の柱として TOEIC (Test Of English for International Communication) および TOEIC Bridge が脚光を浴び、その受験熱は高まりを見せる傾向にある。

そのような中で、本論では以下の 2 点に対し

て分析を行い、提言をしていくことを目的とする。

1. 英検と TOEIC, TOEIC Bridge、その他資格試験における中等教育現場に対する有益性
2. 英検の優位性：英検とセンター試験との関連性、TOEIC との比較

これらに関して、外部試験として定評のある 2 つの英語試験である、「英検」と「TOEIC (Bridge)」を中心として、大学入試センター試験英語科目との獲得得点などの相関性と比較検討しながら、今後の指標としていきたい。

*1 一般科(Dept. of General Education), E-mail: yama0225@oyama-ct.ac.jp

2. 英検と TOEIC Bridge、その他資格試験における中等教育現場に対する有益性

今日、英語における資格試験は英検を始めとして数多くのが現存する。ここで比較対象とする「その他資格試験」とは、「TOEIC, 工業英検」を取り上げる。

(1) TOEIC

TOEICは過去20年以上にわたり、英語コミュニケーション能力を評価するテストとして利用されてきている試験である。TOEICテストは、合格ではなく10点から990点までのスコアで評価されている。また、このテストは、世界約120ヶ国で実施されているが、その大半は日本と韓国で活用されている。さらに和文英訳、英文和訳などの技術ではなく、身近な内容からビジネスまで幅広くどれだけ英語でコミュニケーションできるかということ測ることを目的としている(国際ビジネスコミュニケーション協会, 2011)。

TOEICの受験者数は以下の図1のようになっている。

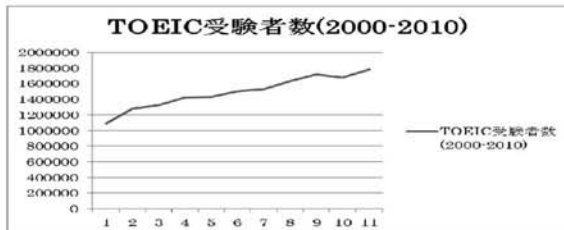


図1 TOEIC 受験者数

(国際コミュニケーション協会, 2011)

このように、ここ11年間で、TOEICの受験者数は年々上昇の一途をたどっている。これは企業による英語コミュニケーションの能力を図ることが大いに推奨されてきているので、その要請はどんどんと大きくなっているという事が言える。また、TOEICの出題形式は以下の通りになっている。

表1 TOEIC 問題例

LISTENING

Part 1 - 4 : 写真を見てのリスニング、会話形式・一人の話し手による説明の問題が出題される

READING

Part 5・6 : 文法・語法形式

Part 7 : 表を見ての読み取り (Skimming, Scanning 形式)

(国際コミュニケーション協会, 2011)

上記のように、Listening セクションが100問で45分、Reading セクションが同様に100問で75分、計200問を120分で解く形式になっている。

(2) TOEIC Bridge

TOEICテストの受験者層が広がりを見せたとともに、TOEICよりも「易しくて」、「日常的で身近な」、「時間の短い」初級学習者向けのテストを求める声がかまってきた(国際ビジネスコミュニケーション協会, 2011)。そこで、TOEICプログラムを開発したテスト開発公共機関 Educational Testing Service(ETS)は、関連会社である The Chauncey Group International(CGI)を設立し、TOEICの前段階として基礎的な英語コミュニケーション能力を評価する世界の共通テストとなる TOEIC Bridge (以下 Bridge) が開発された。このテストは TOEIC の特徴を備えつつ、初・中級レベルの英語能力測定に照準が合わさっている。評価結果は合格・不合格ではなく、Listening (25分・50問), Reading (35分・50問) がそれぞれ90点満点、Total Score が180点満点になっており、5分野3段階の Sub Score で評価されるという基準となっている(国際ビジネスコミュニケーション協会, 2011)。

Bridgeにおいては、あくまでも TOEIC 試験を易しめに設定したものである。受験者数の推移や TOEIC とのスコアの対比は以下の通りになっている。

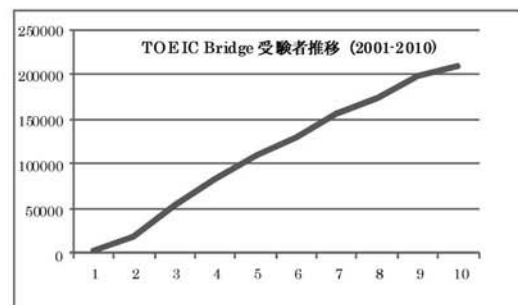


図2 TOEIC Bridge 受験者数推移

(国際ビジネスコミュニケーション協会, 2011)

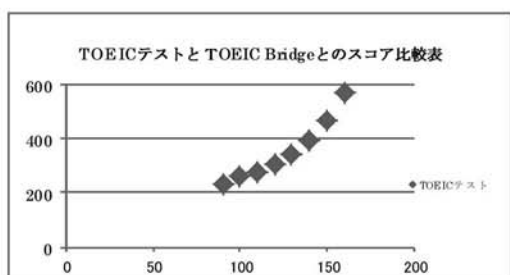


図3 TOEICテストとTOEIC Bridge とのスコア比較表
(国際ビジネスコミュニケーション協会, 2011)

図2のように受験者はここ10年で2,500人から20.9万人と8倍近くに上昇はしている。それは大学に進学した後や企業が求めている資格試験の英語数値はTOEICのスコアを要求することが多いために、高等学校などもそれに追随していることができる。

また、図3のようにTOEICとBridgeとの点数を比較したのもも提示されている。縦軸はTOEICスコア(990点満点)で、横軸がBridgeのスコア(180点満点)となっている。一方、ここには注意事項として、2000年11月から2005年9月までの15,569名を対象に、Bridgeのスコアからそれに対応するTOEICスコアを「予測」したものであるとしており、「サンプルが変わると、結果の数値が変わる」ともされている。よって、データとしては信憑性に欠けるものとなっている。

さらに、Bridgeの問題は以下のような設問形式になっている(The Chauncey Group International, 2011)。

表2 TOEIC Bridge 問題例

LISTENING

Part 1-3 : 写真を見ての描写問題、応答問題、会話形式の問題が出題される

READING

Part 4 : 文法・語彙問題

Part 5 : 読解問題 — 表を見ての読み取り (Skimming, Scanning 形式)

(国際ビジネスコミュニケーション協会, 2011)

これはTOEFL・PBT (Test of English as a Foreign Language : Paper-Based Test)においても、その内容が非常に類似した形になっている。

TOEFLにない形はPart 1の写真を見てのリスニング問題とPart 5の表を見ての読み取りである。確かに実社会において必要な技能としては、外国に行きながら案内板や時刻表等を見ながらそこに記されている注意書きを読むとか、空港などで出発時刻や乗り場が急きょ変更になった時などのアナウンスを聞くといった場面が想定される事から、TOEIC形式が好まれるのかもしれない(これは以下に記載する3.の内容と関連性を持つ)。しかしながら、あくまでも現段階における学校現場においては「読み・書き」が中心の英語教育となっており、加えて出題される語彙数の問題から、Bridgeは使用単語に制限を設けてはいない一方で、公立中学校現場での学習語彙数は2003年度4月からは900語程度(うち必須単語は100語)(金谷, 2002)であり、2008年度からは1,200語に増大されてはいるものの、おのずとBridgeは語彙数から言っても、中学生にはまだ向かない試験であると思われる。更に文法・語法問題の出題形式においても、その出題される文脈や内容、そして選択されるべき語や語彙についても、一見すると日本人になじみのある出題のされ方とは意を異にしているようにも見受けられる。これは「工業英検」と同様にも言えることである。

(3) TOEIC と TOEIC Bridge との比較

ここではTOEICとTOEIC Bridgeとの比較を取り上げる。

TOEICの受験に関しては、TOEIC Bridge150点以上を取得した者で、かつ英語能力に関してさらに詳しく情報を得たい者に受験を勧めている(国際ビジネスコミュニケーション協会, 2011)。なぜならば、それだけ語彙や語法レベルについてTOEICとBridgeとの差があるからである。

加えて、Bridgeは基礎的な英語能力を測定する指標として設計されていることから、学習初期段階のレベルチェックとしての活用や、TOEICテストを受験しながらも、まだ十分に能力を発揮できていないと感じる人々の動機づけとしての活用を促している。しかしながら、Bridgeの受験対象者としては「日常的なシーンで、コミュニケーション英語能力を身につけたい方。基礎から英語学習を始めたい方。」という表記のみがあり、測定範囲も「初級から中級レベル」という非常に大雑把な記され方で、こういった年齢や学齢の者が対象かが明確にはされていない。加えて語彙レベル

もどのようなものが出題されるのかもはっきりとはしていない。

表3 TOEIC と TOEIC Bridge との比較 (国際ビジネスコミュニケーション協会, 2011)

	TOEIC Bridge	TOEIC テスト
理念	英語によるコミュニケーション能力を測定する世界共通のテスト	
対象者	<ul style="list-style-type: none"> ・日常的なシーンで、コミュニケーション英語能力を身につけたい方。 ・基礎から英語学習を始めたい方。 	<ul style="list-style-type: none"> ・身近なシーンからビジネスまで幅広い場面でコミュニケーション英語能力を身につけたい方。 ・就職活動やキャリアアップなど社会で自分の英語力をアピールしたい方。
測定範囲	初級から中級レベル	初級英語学習者からネイティブスピーカー（英語を母国語とする人）に近いレベルまで
出題内容	日常的で身近な内容	身近な内容からビジネスまで幅広く
形式	マークシートによる一斉客観テスト	
評価基準	リスニングスコア：10-90点 (2点刻み)	リスニングスコア：5-495点 (5点刻み)
	リーディングスコア：10-90点 (2点刻み)	リーディングスコア：5-495点 (5点刻み)
	トータルスコア：20-180点	トータルスコア：10-990点
	サブスコア：5分野3段階評価	
問題構成	リスニング：50問 (25分間)	リスニング：100問 (45分間)
	リーディング：50問 (35分間)	リーディング：100問 (75分間)
	トータル：100問 (60分間)	トータル：200問 (120分間)
結果	Official Score Certificate (公式認定証)	

(4) 工業英検

工業英検とは、わが国の工業英語の重要性を広く普及・啓発し、その実力を客観的に正しく評価をすることを目的に1981年より実施している文部科学省後援の検定試験であり、また、社団法人全国工業高等学校長協会、国立高等専門学校協会ならびに財団法人専修学校教育振興会など14団体の後援を得て実施している試験である（日本工業英語協会,2011）。

表4 審査基準

級	程度
4級	工業英語の基礎知識を有しているレベル
3級	工業英語の応用知識を有しているレベル
2級	工業英語全般の知識を有しているレベル
1級	工業英語の専門家としての実務能力を有しているレベルで、実務上、工業英語を指導できる

(工業英語協会, 2011)

この試験は、「4級」においては I 「和訳」、III 「英文完成」という形式を取ってはいるが、出題されている文であっても中学生での学習領域をはるかに越えている語彙が出題されている。

表5 工業英検 出題例

I 次の(a)から(g)のそれぞれの和訳から最も適切なものを1つ選び、その番号を解答欄に記入しなさい。<各10点(70点)>

(a) This formula is used to calculate the area of a triangle.

1. この公式は、三角の土地の角度を計算するのに用いられる。
2. この公式は、土地の三角測量を計算するのに用いられる。
3. この公式は、三角錐の体積を計算するのに用いられる。
4. この公式は、三角形の面積を計算するのに用いられる。

(b) A LAN must be constructed to exchange data between computers.

1. コンピュータと LAN の構成には、データを変換する必要がある。
2. コンピュータの間に接続された LAN で、データを変換する。
3. コンピュータ間のデータ交換には、LAN を構築する必要がある。
4. データ交換するためのコンピュータは、LAN の接続が必要である。

III 次の(a)から(e)に続く英文として、最も適当なものを下の1から5より選び、その番号を解答欄に記入しなさい。なお、1から5は1回しか使えません。 <各3点(15点)>

- (a) The printer is used for printing the data
- (b) Digestion starts in your mouth
- (c) The *infrared* sensor detects
- (d) The word radar comes
- (e) A CD-ROM is a disk

1. that you see on the screen.
2. persons approaching the entrance door.
3. when food is chewed.
4. on which a large amount of data is stored.
5. from the initial letters of radio **detection and ranging**. _____ (工業英語協会, 2011)

同様に、「3級」レベルとなると、さほど難しくはない単語を空所補充として入れる段階においても、文脈自体に日常的ななじみがなく、かつ専門的な場合には、易しい内容であるはずの文であっても文の背景が難しく、かつ複雑であったりすることから全体としては難しい文に見えてしまい、高校生を含む受験生が選択肢を選ぶ際には困難を期するであろうと思われる。

表6 工業英検 出題例

III 次の各英文の()に入れるのに最も適切な語を下の1から10より選び、その番号を解答欄に記入しなさい。 <各6点(30点)>

- (a) The function of a *thermostat* is to () a constant temperature over a period of time.
Answer (2)
- | | | |
|----------------|--------------|-------------|
| 1. excludes | 2. maintain | 3. complete |
| 4. constructed | 5. developed | |
| 6. allows | 7. by | 8. without |
| 9. results | 10. science | |

IV 次の各英文を完成させるために、それぞれの1から4より最も適切な語を選び、その番号を解答欄に記入しなさい。 <各5点(15点)>
Answer (1)

- (3) *Modulation* is the process of changing the frequency or *amplitude* of radio waves in order to send a (1. signal 2. sign 3. number 4. signature).

(工業英語協会, 2011)

表5・6より、これらで出題されている語彙レベルは、英検で言えばイタリック体では「準1級(大学中級相当)」のレベルに相当し、太字であっても「2級(高校卒業相当)」に該当することから、通常の英語単位数が普通科高校よりも少ない工業高校においては、これらの語彙力を有して工業英検の問題にあたるには至難の業であると思われる。加えて、前述したように、たとえ単語の意味がわかっていたとしても、文脈の背景にある「工業系の知識の内容」が周知のものであるかないかによって、その設問自体が解きやすいかそうでないかに分かれてしまい、結果としてそれらから英語能力を測る際に信頼性や妥当性があるかどうかといった方向にまで広がっていきってしまうことが懸念される。

また、昨今の JABEE (Japan Accreditation Board for Engineering Education : 日本技術者教育認定制度) 認定の要件の一つとして、多くの高専では「TOEIC」における一定点数を学生が取得するように義務付けている (JABEE, 2012)。このことから、近年は高専生およびその学校における英語指導者の関心も「工業英検」から「TOEIC」

に移行しており、そういった点からも工業英検の需要度はさほど高くはないように思われる。

(5) 英検

英検は 1963 年創設以来過去 50 年近くもの長きにわたり学校現場に根付いてきた検定試験であり、1 級(大学上級程度：約 10,000 語～15,000 語レベル)・2 級(高校卒業程度：約 5,100 語レベル)と 3 級(中学卒業程度：約 2,100 語レベル)までの創設期を経て、66 年には 4 級(中学中級程度：約 1,300 語レベル)、87 年には準 1 級(大学中級程度：約 7,500 語レベル)、5 級(中学初級レベル：約 600 語レベル)、そして 94 年には準 2 級(高校中級程度：約 3,600 語レベル)とその幅を着実に広げ、中学・高等学校の現場において英語学習の指針となる役割を果たしてきた(日本英語検定協会,2011)。合格基準は 1 次試験においては 1・準 1 級は 70%前後、2～5 級は 60%前後、2 次試験にあたる面接はいずれの級も 60%前後となっている。合格通知も発行されており、これには分野別得点などのデータと正解が添付されている。その中で、受験者はどの分野が得意、または不得意であったか、また、受験者全体の中で自分がどの位置にいるのかを確認することができ、単に合格を知らせる通知としてだけでなく、英語学習に役立つ資料を提供している(日本英語検定協会,2011)。

表 7 英検審査基準と試験内容

級・レベル	程度
5 級 中学初級程度 約 600 語 レベル	初歩的な英語を理解し、簡単な英語を聞くこと、話すことができる。
4 級 中学中級程度 約 1,300 語 レベル	基礎的な英語を理解し、平易な英語を聞くこと、話すことができる。
3 級 中学卒業程度 約 2,100 語 レベル	基本的な英語を理解し、特に口頭で表現できる。

準 2 級 高校中級程度 約 3,600 語 レベル	日常生活に必要な平易な英語を理解し、特に口頭で表現できる。
2 級 高校卒業程度 約 5,100 語 レベル	日常生活や職場に必要な英語を理解し、特に口頭で表現できる。
準 1 級 大学中級程度 約 7,500 語 レベル	日常生活や社会生活に必要な英語を理解し、特に口頭で表現できる
1 級 大学上級程度 約 10,000 語～ 15,000 語 レベル	広く社会生活に必要な英語を十分に理解し、自分の意思を表現できる

(日本英語検定協会,2011)

また、現在、英検には「Can-do リスト」というものが存在している。これは英検では、2003 年 5 月から約 3 年の歳月をかけ、延べ 20,000 人を超える 1 級から 5 級の合格者(合格直後)に対し、数回に渡る大規模アンケート調査を実施し、その結果をまとめた指標である。個々に示された各項目は、調査に回答した合格者が自己評価して「自分はこの項目ができる自信がある」と考えたものを、統計的な手法を使って分析したものである(日本英語検定協会, 2011)。

このリストには、「英検合格者の実際の英語使用に対する自信の度合い」という副題をつけ、「何かができるようになった人は、テストで何点取れる」というように、例えば、「社会性の高い幅広い分野の文章を理解することができ」たり(Reading)、「社会性の高い話題についてまとまりのある文章を書くことができる」(Writing)者が、「英検 1 級」を取得することができる、といった指標になるのである。

表8 各級・分野別 まとめ表現

	読む	聞く	話す	書く
1級	社会性の高い幅広い分野の文章を理解することができる。	社会性の高い幅広い内容を理解することができる。	社会性の高い幅広い話題についてやりとりをすることができる。	社会性の高い話題についてまとまりのある文章を書くことができる。
準1級	社会性の高い分野の文章を理解することができる。	社会性の高い内容を理解することができる。	社会性の高い話題について、説明したり、自分の意見を述べたりすることができる。	日常生活の話題や社会性のある話題についてまとまりのある文章を書くことができる。
2級	まとまりのある説明文を理解したり、実用的な文章から必要な情報を得ることができる。	日常生活での情報・説明を聞きとったり、まとまりのある内容を理解することができる。	日常生活での出来事について説明したり、用件を伝えたりすることができる。	日常生活での話題についてある程度まとまりのある文章を書くことができる。
準2級	簡単な説明文を理解したり、図や表から情報を得ることができる。	日常生活での話題や簡単な説明・指示を理解することができる。	日常生活で簡単な用を足したり、興味・関心のあることについて自分の考えを述べることができる。	興味・関心のあることについて簡単な文章を書くことができる。
3級	簡単な物語や身近なことに関する文章を理解することができる。	ゆっくり話されれば、身近なことに関する話や指示を理解することができる。	身近なことについて簡単なやりとりをしたり、自分のことについて述べるることができる。	自分のことについて簡単な文章を書くことができる。

4級	簡単な文章や表示・掲示を理解することができる。	簡単な文や指示を理解することができる。	簡単な文を使って話したり、質問をすることができる。	簡単な文やメモを書くことができる。
5級	アルファベットや符号がわかり、初歩的な語句や文を理解することができる。	初歩的な語句や定型表現を理解することができる。	初歩的な語句や定型表現を使うことができる。	アルファベット・符号や初歩的な単語を書くことができる。

(日本英語検定協会, 2011)

このように英検は受験する級がきめ細かく分かれており、更には「Can-do リスト」も用意されておることから、生徒の学習伸長度に応じてそれぞれの級を採用しやすいという点が学校現場における採用のしやすさになっているものと思われる。前述のように英検は5級が中学1年修了相当、4級は中学2年修了相当、3級が中学修了相当と、英語の初学者にあたる中学生、及び早期英語教育を受けている小学生や幼稚園児達も受験がしやすい制度になっている。

とりわけ、英検受験合格者の最年少は公文教材で学習していた3歳児が英検5級を取得したという実例(1997,2003年度)がある。同様に2011年度には3歳児が4級に合格した実績もある(日本英語検定協会,2011)。97年次のその子供は4歳になった時点で英検4級を取得し、その後6歳時に3級をも取得した(くもん出版,1997)。同様に、帰国子女なども彼らの英語習得(学習)の目安として幼少期から数多く英検を受験するなど、英検の伝統と実績は従来不動のものとなっている。中学校現場においてはもちろんの事、5級から3級までの受験者の6割以上は中学生である(図4-5:青色)。3級になると高校生(緑色)も3割近くを数えてきてはいるが、それでも出題レベルが「中学修了程度」という目安から、中学校での学習進度状況を鑑みながら学校現場でも中学教師の薦めを受けての受験が多いと思われる。

表9 2011 年度 第1回検定 学生別受験状況

学校	1級	準1級	2級	準2級	3級	4級	5級	合計
	志願者	志願者	志願者	志願者	志願者	志願者	志願者	志願者
	合格者	合格者	合格者	合格者	合格者	合格者	合格者	合格者
小学生	55	577	1,676	2,346	5,205	13,042	23,631	46,532
	6	125	709	1,197	2,924	7,888	19,666	32,515
中学生	405	1,546	6,895	40,796	128,110	94,597	45,635	317,984
	64	418	1,657	14,099	70,547	71,283	39,508	197,576
高校生	801	6,311	73,678	101,056	55,593	8,330	1,962	247,731
	126	773	16,804	34,253	23,297	4,008	1,374	80,635
高専生	6	39	363	536	234	32	18	1,228
	1	4	68	209	118	12	12	424
短大生	7	123	1,165	544	320	6	5	2,170
	0	10	313	206	130	5	2	666
大学生	1,087	4,462	6,677	1,533	419	62	37	14,277
	112	745	2,441	678	204	47	36	4,263
専修・各種	38	397	2,026	1,909	1,142	141	80	5,733
	1	46	453	696	560	74	37	1,867
その他学生	291	875	1,543	1,761	1,788	1,056	880	8,194
	41	172	479	608	839	672	703	3,514
合計	2,690	14,330	94,023	150,481	192,811	117,266	72,248	643,849
	351	2,293	22,924	51,946	98,619	83,989	61,338	321,460

(日本英語検定協会, 2011)

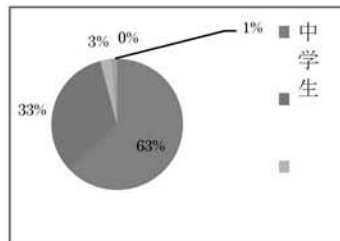


図4 英検5級(中学校内容履修相当)における、中学生受験者(青色)の割合

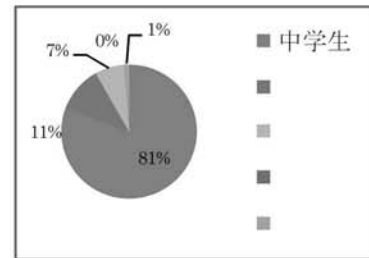


図5 英検4級(中学校内容履修相当)における、中学生受験者(青色)の割合

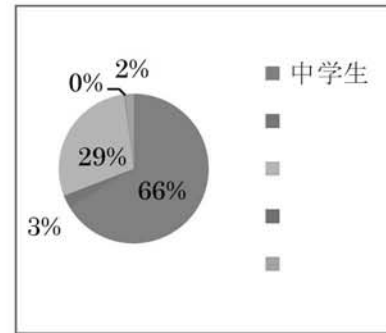


図6 英検3級(中学校内容履修相当)における、中学生受験者(青色)の割合
(すべて 英検協会, 2011)

さらに、準2級、2級となると、図7、8のような結果になる。

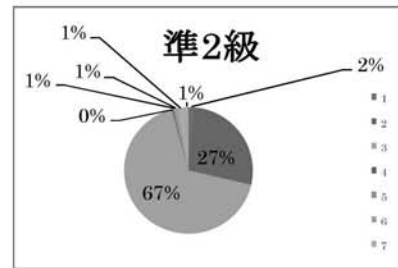


図7 英検準2級(高等学校内容履修相当)における、高校生受験者(緑色)の割合

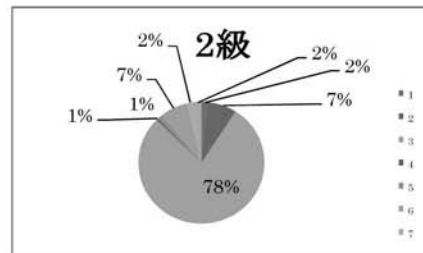


図8 英検2級(高等学校内容履修相当)における、高校生受験者(緑色)の割合
(英検協会, 2011)

図7, 8とも赤部分が「中学生」、緑部分が「高校生」であるが、準2級は「高校中級程度」であるもの中学生の受験率は4分の1を越えてはいるが、どちらも高校生が過半数を占めており、中でも2級の「高校修了程度」においては大学生(橙色)と中学生の7%から大きくその数を引き離し、高校生は4分の3以上を占めている。このことから、高校生には英検準2級・2級の受験が定着しているという事ができる。

一方、教師自身が英語能力試験を過去に受けた事例として、以下のデータがある。

表 10

1. 英語能力試験を過去に受けたことがあるか。(N=1,278)					
ある	61.3%	ない	34.1%	無回答	4.6%
2. 英語能力試験受験結果					
(1)英検	総計 88%	1級 10%	準1級 27%	2級 51%	
(2)TOEIC	6%	900以上 1%	810以上 2%	730以上 3%	
(3)TOEFL	6%	600以上 2%	580以上 1%	550以上 3%	

(石田他, 2002)

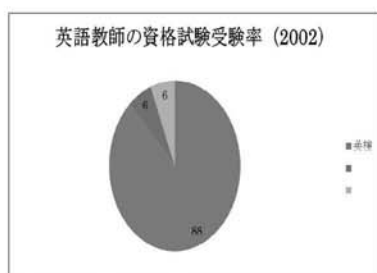


図9 全国現職英語教員アンケート調査結果

図9および表10に示されているように、中等教育現場で務める英語教師の中で英語能力試験を過去に受けた経験のある者はおよそ60%、そして図8のようにその中で約90% (データ集計分の53.9%)は英検を受験してきた経験があることがわかる。一方、TOEIC及びTOEFLはアンケートに回答してきた全教師中の3.7%にしかすぎない。このことから中等教育現場教師の英検に対する認知度の高さや、自分自身が学生時代に受験してきた流れ、そしてその効果が高かったことから、次代を担う者にもその効果を味わわせてあげたい

という意識、更には高校受験へ向けての中学段階での習得状況を図る上での道標としての活用など様々な効果をもたらすゆえんであると思われる。

加えて近年ではその伝統と実績から最近では一般の人たちの受験もその数を増している。全国的に見ても1次試験受験者数に関しては、2003年度から2011年度において、3級は8,256名から19,703名、準2級は12,330名から16,137名となっている(日本英語検定協会, 2003・2011)。

このように早期英語学習者や帰国子女など日本国内での学校において英語教育を受けてはいない者、また社会人の生涯学習の場においても、英検はその修得状況の目安となっており、学校現場はもとより修学時前(Pre-School)の段階においても大変効果的であろうと思われる。

以上のことから、少なくとも中等教育、とりわけ前期中等教育に当たる中学校段階および後期中等教育における高等学校段階において、英検はTOEIC BridgeやTOEFL、および工業英検よりも受験率の高さや信憑性において、圧倒的な優位性を誇っているものと思われる。

参考文献

- JABEE(2012) 4. 技術者教育プログラムの審査項目_日本技術者教育認定制度とは
<http://www.jabee.org/OpenHomePage/q&a0204-0509.htm#4>
- The Chauncey Group International(2011) TOEIC Bridge サンプルテスト
<http://www.toeic.or.jp/bridge/about/tests/sample01.html>
- The Chauncey Group International(2011)
- 石田雅近他(2002) 2. 英語力に関して 1) 英語能力試験を受けたことがあるか?その結果は? 第3章 英語力と自己英語研修 全国現職英語教員アンケート調査結果 pp.20 東京:英語教員研修研究会
- くもん出版(1997) CAPABLE
- (財)国際ビジネスコミュニケーション協会(2011) VI PROFICIENCY SCALE TOEIC テスト2011 DATA& ANALYSIS p.13 東京:(財)国際ビジネスコミュニケーション協会 TOEIC 運営委員会
- (財)国際ビジネスコミュニケーション協会(2011) TOEIC テストとは
<http://www.toeic.or.jp/toeic/about/what>
東京:(財)国際ビジネスコミュニケーション協会 TOEIC 運営委員会

- 8) (財) 国際ビジネスコミュニケーション協会 (2011)
TOEIC Sample Tests
- 9) (財) 国際ビジネスコミュニケーション協会 (2011)
「テスト問題の構成」『テスト構成について』 TOEIC®
<http://www.toeic.or.jp/bridge/about/tests/>
- 10) (財) 国際ビジネスコミュニケーション協会 (2011)
「開発の背景：TOEIC Bridge とは」『TOEIC®公式
サイト』 <http://www.toeic.or.jp/about/what>
TOEIC Bridge 東京：(財) 国際ビジネスコミュニケーション協会 TOEIC 運営委員会
- 11) (財) 国際ビジネスコミュニケーション協会 (2011)
I TOEIC テスト受験者数推移
TOEIC テスト 2010 DATA&ANALYSIS
<http://www.toeic.or.jp/toeic/pdf/data/DAA2010.pdf>
東京：(財) 国際ビジネスコミュニケーション協会
TOEIC 運営委員会
- 12) (財) 日本英語検定協会 (2011) 出題の基本方針と評価 pp. 3-5 英検ガイド 2011 東京：(財) 日本英語検定協会
- 13) (財) 日本英語検定協会 (2003) 2002 年度 英検受験状況 pp. 13 英検ガイド 2003 東京：(財) 日本英語検定協会
- 14) (財) 日本英語検定協会 (2011) 英検の沿革 pp. 18 英検ガイド 2011 東京：(財) 日本英語検定協会
- 15) (財) 日本英語検定協会 (2011) 審査基準と試験内容 pp. 7 英検ガイド 2011 東京：(財) 日本英語検定協会
- 16) (財) 日本英語検定協会 (2011) 「Can-do リストとは」『Can-do リスト』 日本英語検定協会 HP
<http://www.eiken.or.jp/about/cando/cando.html>
(2011/9/21 アクセス)
- 17) 社団法人 日本工業英語協会 (2011) 工業英語検定試験サンプル問題
<http://jstc.jp/koeiken/bassui.html>
- 18) 社団法人 日本工業英語協会 (2011) 「工業英語とは？」
日本工業英語協会HP
<http://jstc.jp/koeiken/koeiken.html>
(2011/9/21 アクセス)

【受理年月日 2012年 9月28日】

3次元有限要素法による 異方性材料接合体の特異応力場解析

山下 進*1, 生島 興人*2, 望月 悠里*3, 古口日出男*4

3D-FEM Analysis for Singular Stress Field in Anisotropic Dissimilar Material Joints

Susumu YAMASHITA, Okito OJIMA, Yuri MOCHIZUKI and Hideo KOGUCHI

Recently, bonded structure is used for many machine parts and electronic components. But, it may cause stress concentration near the corners. This leads to a decrease in strength, and reliability is lost. Therefore, it is necessary to evaluate the stress characteristics at a vicinity of vertex in bonded structures. There is stress singularity parameter to evaluate the stress characteristics. The stress state of a junction interface can be known by analyzing this singularity parameter. In this paper, stress characteristics in the junction interface of anisotropic bonded structures are analyzed by finite element method. As a result, the influence that the joint angle and ratio of Young's modulus gave to the stress characteristic is clarified.

KEYWORDS : Bonded Structures, 3D-FEM, Anisotropic Material, Bonded Angles, Young's modulus

1. はじめに

近年, 材料の特性を有効に利用した異材接合体が多くの機械部品や電子部品に使用されている。その使用例を図1に示す。

しかしながら, 材料の持つ変位特性や熱特性の違いにより接合体の接合界面において, 応力集中が発生し, 強度低下が生じ, 信頼性が大きく失われることがある。

このようなことから, 接合体の接合界面における接合強度の信頼性を評価することが重要な課題となる。しかし, 実験的に評価することは困難であるため, 本研究では, 計算力学的な手法を用い

ることによって評価を行うことを目的としている。具体的には, 異方性材料接合体の角部近傍における特異性パラメータ, 変位特性および応力特性を接合材料のヤング率の比や接合角度を変えて解析する。

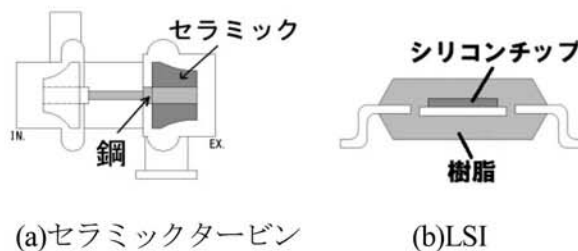


図1 異材接合体の例

*1 機械工学科(Dept. of Mechanical Engineering), E-mail: syama@oyama-ct.ac.jp

*2 専攻科2年生(Advanced Course of Mechanical Engineering)

*3 機械工学科 2011 年度卒業生 現 東京農工大学3年生(Tokyo University of A&T)

*4 長岡技術科学大学機械系教授(Nagaoka University of Technology)

2. 構成方程式

物体力がない場合、応力 σ_{ij} の平衡方程式は、式(1)で表わされる。

$$\sigma_{ij,j} = 0 \quad (1)$$

変位-ひずみ関係式は、次のように与えられる。

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}) \quad (2)$$

ここで、 ε_{ij} および u_i はそれぞれひずみおよび変位成分である。

また、弾性場の構成方程式は次式で表わされる。

$$\sigma_{ij} = c_{ijkl} \varepsilon_{kl} \quad (3)$$

ここで、 c_{ijkl} は弾性定数である。

3. 3D-FEMによる定式化

3次元接合体の接合界面端角部の応力は、図2に示すように角部を原点($r=0$)とした球座標を用いると、式(4)のように表される¹⁾。

$$\sigma_{ij} \propto r^{p-1} = r^{-\lambda} \quad (4)$$

ここで、 σ_{ij} は応力成分、 r は角部から任意の点までの距離、 p は特異性パラメータ、 $\lambda(=1-p)$ は特異性オーダーを表わす。 $0 \leq p \leq 1$ の範囲で特異性があり、 p が小さいほど特異性が強くなり、 p が大きいほど特異性が弱くなる。また、 $p \geq 1$ で特異性は消失する。

要素内の点 $Q(r, \theta, \phi)$ は局所座標系 (α, ξ, η) と関連付けられ、以下のように与えられる。

$$\begin{aligned} r &= r_0 \left(\frac{1+\alpha}{2} \right)^{\frac{1}{p}}, & \rho &= \frac{r}{r_0} = \left(\frac{1+\alpha}{2} \right)^{\frac{1}{p}} \\ \theta &= \sum_{i=1}^{12} H_i(\xi, \eta) \theta_i, & \phi &= \sum_{i=1}^{12} H_i(\xi, \eta) \phi_i \end{aligned} \quad (5)$$

ここで、 r_0 は球の半径、 $-1 \leq \alpha \leq 1$ 、 θ_i, ϕ_i は節点 i の角度、 $H_i(\xi, \eta)$ は図3に示すようなセレンディピティ族3次要素の内挿関数である⁴⁾。球座標 (r, θ, ϕ) と正規座標 (α, ξ, η) のヤコビアンは以下のように表わすことができる。

$$[J] = \begin{bmatrix} \frac{\partial r}{\partial \alpha} & \frac{\partial \theta}{\partial \alpha} & \frac{\partial \phi}{\partial \alpha} \\ \frac{\partial r}{\partial \xi} & \frac{\partial \theta}{\partial \xi} & \frac{\partial \phi}{\partial \xi} \\ \frac{\partial r}{\partial \eta} & \frac{\partial \theta}{\partial \eta} & \frac{\partial \phi}{\partial \eta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{r}{2p} \rho^{1-p} & 0 & 0 \\ 0 & \sum_{i=1}^{12} H_{i,\xi} \theta_i & \sum_{i=1}^{12} H_{i,\xi} \phi_i \\ 0 & \sum_{i=1}^{12} H_{i,\eta} \theta_i & \sum_{i=1}^{12} H_{i,\eta} \phi_i \end{bmatrix} \quad (6)$$

また、変位は以下のような式になる。

$$\mathbf{u} = \rho^p \sum_{i=1}^{12} H_i \mathbf{u}_i \quad (7)$$

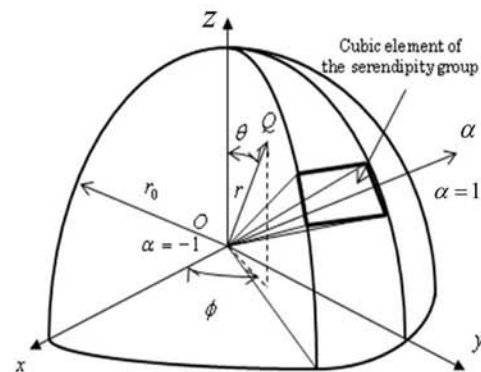


図2 球座標系と有限要素

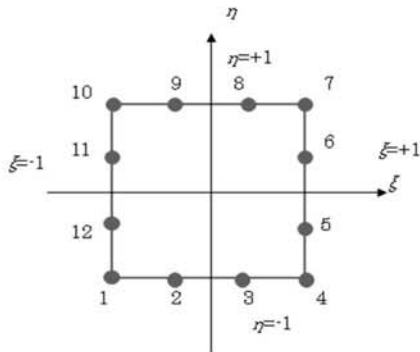


図3 セレンディピティ族の3次元要素

ひずみは、節点変位を用いると、以下のような式で書くことができる。

$$\{\boldsymbol{\varepsilon}\} = \sum_{i=1}^{12} [\mathbf{B}_i] \{\mathbf{u}_i\} = [\mathbf{B}] \{\mathbf{u}\} \quad (8)$$

$$[\mathbf{B}] = \frac{\rho^{p-1}}{r_0} (p[\mathbf{B}_a] + [\mathbf{B}_b]) \quad (9)$$

次に、図2の四角錐要素に仮想仕事の原理を適用すると、以下ようになる。

$$\begin{aligned} & \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \int_0^1 r_0^2 \rho^2 [\delta\{\boldsymbol{\varepsilon}\}]^t \{\boldsymbol{\sigma}\} \sin\theta |\mathbf{J}| d\alpha d\xi d\eta \\ &= r_0^2 \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \left[\delta\{\mathbf{u}\}^t \{\mathbf{H}\} \begin{Bmatrix} \sigma_{rr} \\ \sigma_{r\theta} \\ \sigma_{\phi r} \end{Bmatrix} \right] \sin\theta |\mathbf{J}_1| d\xi d\eta \end{aligned} \quad (10)$$

ここで、 $|\mathbf{J}_1|$ は式(11)のようである。

$$[\mathbf{J}_1] = \begin{bmatrix} \frac{\partial\theta}{\partial\xi} & \frac{\partial\phi}{\partial\xi} \\ \frac{\partial\theta}{\partial\eta} & \frac{\partial\phi}{\partial\eta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{12} H_{i,\xi} \theta_i & \sum_{i=1}^{12} H_{i,\xi} \phi_i \\ \sum_{i=1}^{12} H_{i,\eta} \theta_i & \sum_{i=1}^{12} H_{i,\eta} \phi_i \end{bmatrix} \quad (11)$$

この式に式(8)と式(9)を代入し、特異性パラメータ p について整理すると、以下のような特性方程式が得られる^{2),3)}。

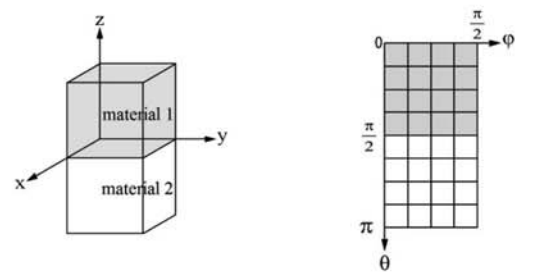
$$(p^2[\mathbf{A}] + p[\mathbf{B}] + [\mathbf{C}])\{\mathbf{U}\} = 0 \quad (12)$$

4. 数値計算例

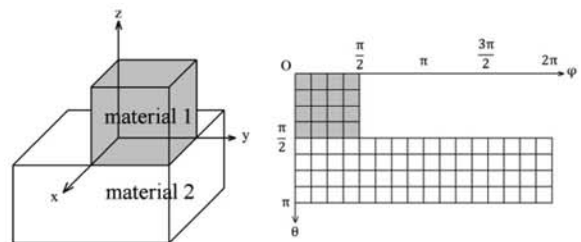
4.1 ヤング率の比の違いによる解析⁵⁾

解析モデルは、直交異方性材料と等方性材料を接合したものである。ポアソン比、熱膨張係数、温度変化は変えず、材料のヤング率(材料1は E_1 、材料2は E_2)の比 E_1/E_2 を 0.001~1000 まで変化させ、その傾向を解析した。材料1を直交異方性材料、材料2を等方性材料とした。パラメータを変化させる基準として、単結晶の Mg と Cu の物性値を用いた。また異方性の各方向(x,y,z 方向)ごとに解析した。

解析モデルは、図4に示す2通りの接合方法を設定した。



(a) model 1



(b) model 2

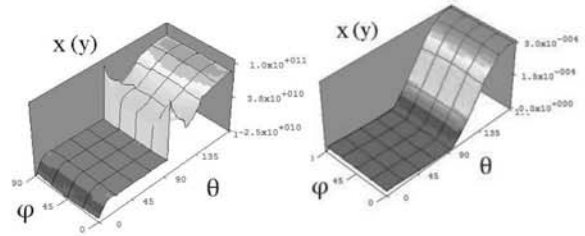
図4 解析モデル

図5は、横軸にヤング率の比、縦軸に特異性パラメータの値をとり、その分布を示したグラフである。この結果から、 $E_1/E_2 > 100$ および $E_1/E_2 < 0.01$ において、特異性パラメータはほとんど変化しないことが明らかになった。ただし、Mg の x 方向と y 方向のヤング率が同じであるため、x 方向と y 方向の解析結果は同じになる。

また、各モデルについて以下のことが明らかになった。

model 1 の場合

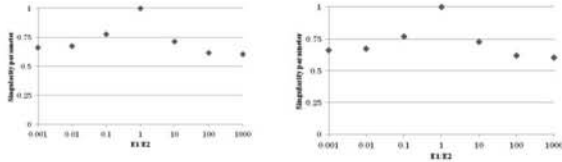
- ① 材料 1 と材料 2 の形状が同じなので、 $E_1/E_2=1$ を中心にほぼ左右対称である。
- ② E_1/E_2 が 1 から離れるほど、特異性が強くなる。
- ③ $E_1/E_2=1$ のとき特異性が生じない。これは、Mg のヤング率が各方向であまり差がないためだと考えられる。



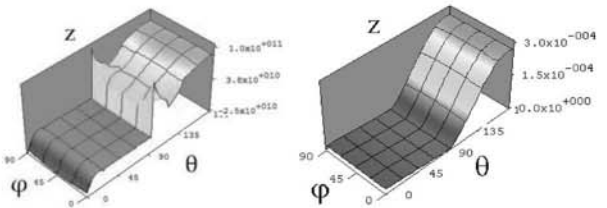
(a)model 1 x(y) σ_{II} (p=0.6165) (b)model 1 x(y) u_r (p=0.6165)

model 2 の場合

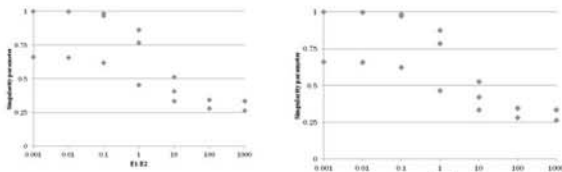
- ① model 1 とは違い、特異性パラメータが複数存在する。
- ② E_1/E_2 が小さいほど特異性が小さくなる。これは、材料 2 の大きさにも関係があるためだと考えられる。



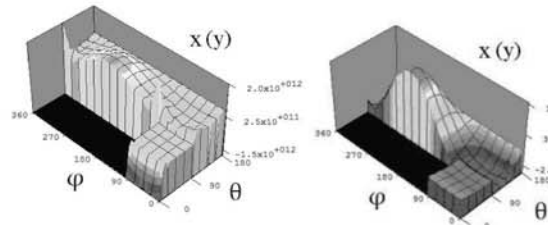
(a) model 1 x(y) 方向 (b) model 1 z 方向



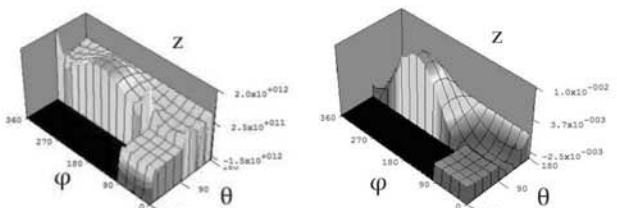
(c)model 1 z σ_{II} (p=0.6180) (d)model 1 z u_r (p=0.6180)



(c) model 2 x(y) 方向 (d) model 2 z 方向



(e)model 2 x(y) σ_{II} (p=0.2792) (f)model 2 x(y) u_r (p=0.2792)



(g)model 2 z σ_{II} (p=0.2814) (h)model 2 z u_r (p=0.2814)

図 5 特異性パラメータの分布

図 6 は、角部近傍における応力分布(左側)および変位分布(右側)を示した図である。なお、ヤング率の比は $E_1/E_2=100$ で計算を行った。

この解析結果から、以下のことが明らかになった。

- ① どちらの接合方法でも、界面の角部近傍において急激な応力変化が見られた。
- ② ヤング率の大きい材料ほど応力、変位の変化が小さい。
- ③ 材料の接合方向による違いはあまりない。これは、特異性パラメータのときと同様に、Mg のヤング率が各方向であまり差がないためだと考えられる。

図 6 応力分布および変位分布

4. 2 接合角度の違いによる解析^{6),7)}

接合角の変化が特異性パラメータに与える影響を調べるために、**図7**に示すような解析モデルを設定した。このモデルは、material_2に接合角 α 、 β でmaterial_1が接合されたモデルである。この接合角で接合された解析モデルを θ - ϕ 座標平面に展開した図が**図8**である。

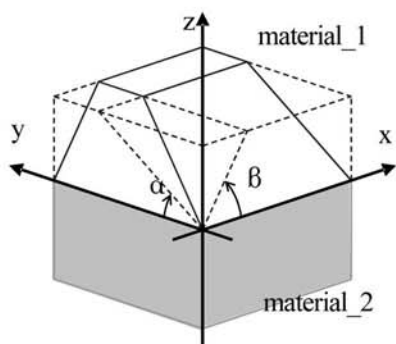
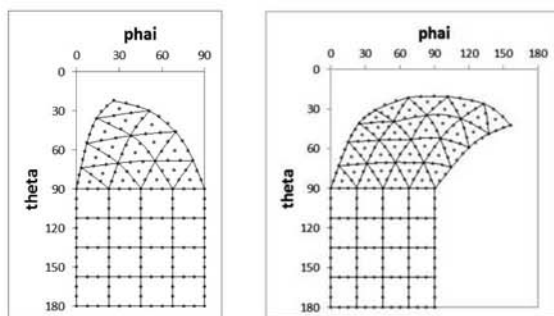
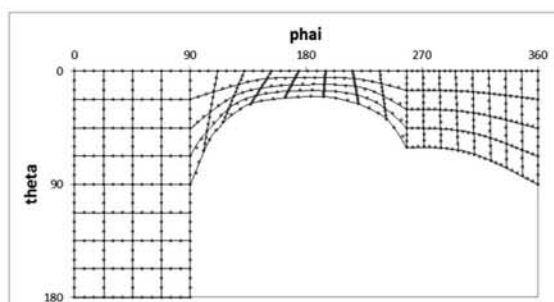


図7 解析モデル



(a) $\alpha=80^\circ, \beta=70^\circ$

(b) $\alpha=70^\circ, \beta=130^\circ$



(c) $\alpha=150^\circ, \beta=110^\circ$

図8 有限要素分割

数値解析例として今回採り上げた材料は、材料同士のヤング率などを考慮した結果、十字に繊維が編みこまれたFRPとPE(ポリエチレン)とした。物性値は**表1**のとおりである。このとき、FRPは軸対称異方性、PEは等方性材料とみなした。また、FRPが異方性であるため、このFRPの異方性を示す向きの違いを明確に示すために、Type-X, Type-Zのように向きの違いを明記した。

表1 材料物性値

	Components of elastic matrix [GPa]				HEC* $\times 10^{-6}$ [1/K]	
	c_{11}		c_{33}	$=c_{11}$	α_1	
PE	c_{11}	3.36	c_{33}	$=c_{11}$	α_1	140.
	c_{12}	2.84	c_{13}	$=c_{12}$	α_2	$=\alpha_1$
	c_{44}	$=(c_{11}-c_{12})/2$	c_{55}	$=c_{44}$	α_3	$=\alpha_1$
FRP	c_{11}	27.5	c_{33}	11.7	α_1	11.3
	c_{12}	6.28	c_{13}	5.68	α_2	11.3
	c_{44}	$=(c_{11}-c_{12})/2$	c_{55}	3.20	α_3	49.2

* HEC: Heat Expansion Coefficients

特異性パラメータは最大3つ求まった。**図9**にmaterial_1をPE、material_2をFRP(Type-X)とし、角度 α 、 β を変化させたときの一番強い特異性パラメータの分布を示す。これより、特異性パラメータは角度を増加させると強くなるのがわかる。また、FRPの角度を増加させたときは特異性の強さの上昇が抑制された。実際にFRPはType-X、 $\alpha=\beta=180^\circ$ の場合、最も強い特異性はmaterial_1がFRPのとき $p=0.53340$ 12058、material_1がPEのとき $p=0.32172$ 390418となる。これは特異性が柔らかいPEの方に強く影響されるためではないかと考えられる。

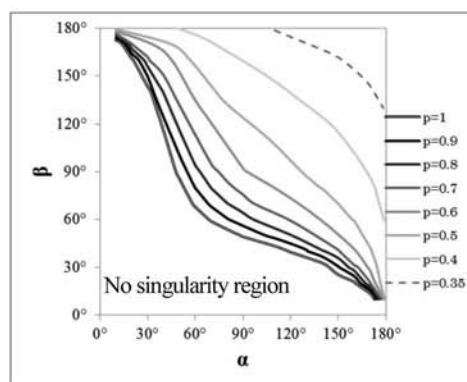
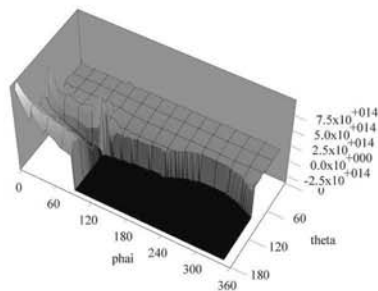
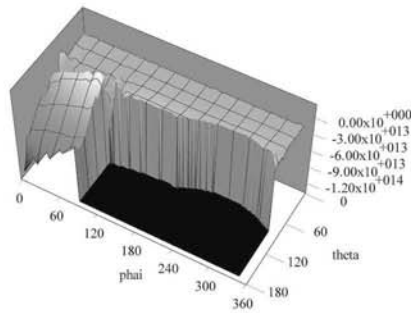


図9 特異性パラメータ

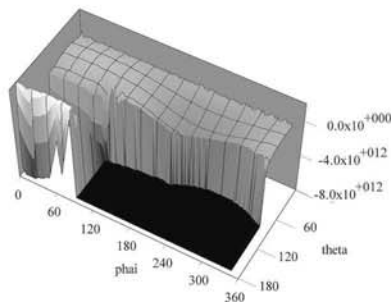
図 10 は material_1 を PE, material_2 を FRP(Type-X), $\alpha=150^\circ, \beta=170^\circ$ としたときの応力特性 σ_r を示している. この結果から応力は FRP の方に集中していることがわかる. また, (a) から応力は角部の境界に集中していることがわかる. 変位, 応力の変化の大きさは, 特異性パラメータの値が変化するとそれに従って変化している.



(a) $p=0.34231\ 18901$



(b) $p=0.38291\ 86670$



(c) $p=0.55161\ 83450$

図 10 解析結果(σ_r)

5. おわりに

(1) ヤング率の比の違いによる解析

直交異方性材料と等方性材料の接合方法、ヤング率の比を変化させ、特異性パラメータの計算を行った. さらに接合界面角部近傍の応力, 変位分布を求めた. その結果, ヤング率の比, 接合方法による特異性パラメータの分布および応力, 変位分布の特徴を説明することができた.

(2) 接合角度の違いによる解析

異材接合において, 接合角が変化したときの特異性の変化を解析した結果, FRP に接合角を持たせると特異性の強さの上昇が抑制されることが分かった. これにより同じ接合でも材料による特異性の状態が大きく異なる可能性があることも判明した.

なお, 本研究は平成 23 年度卒業研究と平成 24 年度特別研究の内容を一部修正, 加筆したものである.

参考文献

- 1) 結城良治: 界面の力学, 培風館(1993)
- 2) 山下 進, 古口日出男: 3 次元異材接合体の特異応力場の解析, 小山工業高等専門学校研究紀要第 35 号 pp. 85-90 (2003)
- 3) 稲葉康一, 山下 進, 古口日出男: 異材接合体の応力解析, 日本機械学会関東支部第 14 期総会講演会講演論文集 pp. 311-312 (2008)
- 4) 川口篤史, 山下 進, 古口日出男: 異材接合体の応力特異解析における精度向上に関する研究, 日本機械学会関東支部, 第 16 期総会講演会講演論文集, pp. 477-478 (2010)
- 5) 望月悠里, 山下 進: 異材接合体の特異応力場に関する研究, 日本機械学会関東支部関東学生会第 51 回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集 pp. 311-312 (2012)
- 6) 生島興人, 山下 進: 異材接合体角部近傍の応力特性, 日本機械学会関東支部第 18 期総会講演会講演論文集 pp. 569-570 (2012)
- 7) 生島興人, 山下 進: 異材接合体角部近傍の応力特異性解析, 日本機械学会関東支部第 20 回茨城講演会講演論文集 pp. 13-14 (2012)

【受理年月日 2012年 9月28日】

表計算ソフトを利用した簡易数値風洞の作成

－ 離散渦法による厚みのある翼まわりの流れ解析 －

増淵 寿*¹, 金田 博樹*²

Development of Simple Numerical Wind Tunnel
by using Spreadsheet Software.

- Flow Analysis around a Thick Airfoil with a Discrete Vortex Method. -

Hisashi MASUBUCHI and Hiroki KANEDA

This paper reports on the development of simple numerical wind tunnel by using spreadsheet software. Macro-function (Excel VBA) installed in the spreadsheet software realized the wind tunnel that could analyze the flow around a thick airfoil just by coding a short program. Flow around a NACA-airfoil and a Joukowski-airfoil was simulated by means of the developed numerical wind tunnel with a discrete vortex method. The calculated results were compared with that of experiment or analytical solution in order to examine the accuracy of the numerical simulation. In the result, developed numerical wind tunnel could calculate the lift generated by an airfoil with satisfactory accuracy. But that indicated the wrong surface pressure distribution on the airfoil because of its computational technique. It was concluded from this study that the numerical wind tunnel using a spreadsheet had the potential to simulate more complex flow.

KEYWORDS : Spreadsheet Fluid Dynamics, Discrete Vortex method, Airfoil, CFD

1. 緒言

流体の数値シミュレーション (CFD) は、一般的に C などのプログラミング言語を使用して実行される。一方で、汎用的な表計算ソフトを使用したシミュレーション手法 (Spreadsheet Fluid Dynamics 以下 SFD と略す) が提案され、流れ場の簡易計算が可能となっている。この手法を用いれば、初学者が CFD を学ぶ際に大きなハードルとなる、膨大なプログラミングの知識がほぼ不要となる。そこで、前報²⁾では、厚みのない平板まわりの流れを離散渦法によってシミュレーションする SFD の教材製作と、これを使用した CFD 教育の概要とについて報告した。

この CFD 教育は、本校の専攻科 (機械工学コース) の学生を対象として、現在に至るまで継続して実施されている。授業では、Microsoft 社 Excel の基本的な表計算機能だけを使用してシミュレーションを実行しているが、当該ソフトウェアには多彩なマクロ機能が用意されており、これを利用すれば、さらに複雑な計算が可能になると期待される。そこで、本研究では前報の成果を発展させ、Excel のマクロ機能を積極的に利用して、厚みのある任意形状の翼まわりの流れを解く、一種の「SFD による簡易数値風洞」の作成を試みた。次に、この数値風洞によるシミュレーション結果を既知の実験値および解析解と比較することで、計算の精度を評価した。これらを通して、Excel

*1 機械工学科 (Dept. of Mechanical Engineering), E-mail:masubuti@oyama-ct.ac.jp

*2 岩手大 工学部 機械システム工学科 3 年生 (Iwate University) ※2011 年度卒業

を基盤とした「流れ解析」の可能性と問題点とを探ることも目的の1つである。

2. おもな記号

U : 一様流の流速	m/s
α : 翼の迎角	degree
C : 翼の翼弦長	m
ρ : 流体の密度	kg/m ³
p : 流体の圧力	Pa
n : 翼の輪郭上に設置される渦糸の個数	
Γ_i : i 番目の渦糸の循環	m ² /s
L : 単位翼幅あたりの翼の揚力 = $-\rho U\Gamma$	N/m
C_L : 揚力係数 = $L/(\rho U^2 \cdot C)$	
C_p : 圧力係数 = $p/(\rho U^2/2)$	

3. 解析対象

静止した厚みのある翼を一様流中に設置したとき、その周囲に発生する定常流れ場を解析対象とする。流体は完全流体で、二次元流れを仮定する。解析する翼として、前報²⁾では厚みのない平板を用いたが、本報では厚みのある2種類の翼型(NACA翼とJoukowski翼)を選択した。前者は風洞実験データが容易に入手できること、後者は流れ場の解析解が存在することが選択の理由である。

3.1 NACA4字系列翼型

米国のNACAが、翼厚やキャンバを系統的に変化させてそれぞれの空力特性を風洞試験し、データ集としたものがNACA翼で、現在でも広く使われている。NACAに続く4つの数字は翼の形状を表しており、NACA 2412では、一桁目の数字2はキャンバラインの最大値が翼弦長の2%、二桁目の4が翼の反りが最大になる位置が翼弦長の40%、三、四桁目の12は、翼の最大厚みが翼弦長の12%となることを意味している。また、その翼厚分布およびキャンバラインは文献³⁾にしたがって定めた。

ここではNACA2412を基準にして、(1)最大キャンバ(反り)、(2)反りが最大となる位置、(3)最大厚みを、それぞれ表1のように3段階に変化させて数値実験を行う。シミュレーションの結果を、公開されている翼型の風洞実験のデータ⁴⁾の1

つである「揚力係数-迎角特性(以下 $C_L-\alpha$ 特性と略す)」と比較する。

Table 1 List of airfoils to be analyzed.

比較項目	翼の名称		
(1)	NACA 1412	NACA2412	NACA 4412
(2)	NACA 2212	NACA2412	NACA 2612
(3)	NACA 2406	NACA2412	NACA 2424

3.2 Joukowski 翼型

図1に示す $(a,0)$ を通過する円を、式(1)の等角写像(Joukowski変換)することで得られる翼型がJoukowski翼である。円の中心位置 $(-\epsilon, \delta)$ を変化させることで、さまざまな形の翼を作ることができ、 ϵ, δ はそれぞれ翼の反り、厚みの大きさに関係している。

$$\zeta = z + \frac{a^2}{z} \dots\dots\dots (1)$$

完全流体ならば、円柱まわりの流れ場は複素速度ポテンシャルを用いて解析的に解くことができる。このため、写像後の翼まわりの流れ場のデータ(流速・圧力)も全て解析的に求めることが可能である⁵⁾。そこで、この解析解を利用して、「 $C_L-\alpha$ 特性」に加えて、「翼面上の圧力分布」についても比較し、近似解であるシミュレーションの結果が妥当かを判断する。

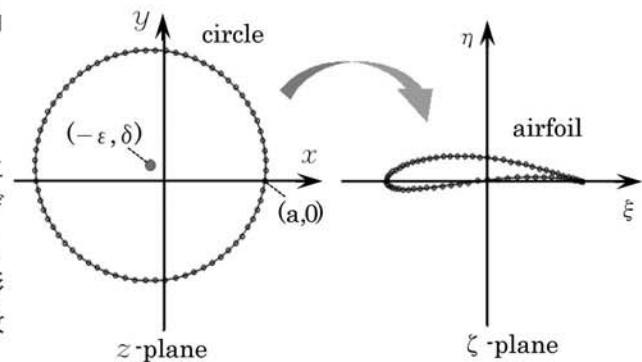


Fig.1 Joukowski transformation.

4. 翼まわりの流れの計算法

4.1 離散渦法の計算手順

離散渦法は、渦糸を流れの中に離散的に配置し、それらの渦の強さを適当に調節して、任意形状の物体まわりのポテンシャル流れを求める方法である。その計算手法については、水野⁶⁾などによって詳細に解説されているため、ここでは、計算

の概略のみを簡潔に記述する。まず、ポテンシャル流れの基本解である渦糸を、図2のように翼の輪郭上にn個配置する。渦糸の性質により、点 (x_i, y_i) にある循環 Γ_i の渦が、任意の点 (x, y) に誘起する流速は式(2)によって求められる。

$$u_i = \frac{1}{2\pi} \frac{-\Gamma_i(y-y_i)}{(x-x_i)^2+(y-y_i)^2}$$

$$v_i = \frac{1}{2\pi} \frac{\Gamma_i(x-x_i)}{(x-x_i)^2+(y-y_i)^2} \dots\dots\dots(2)$$

次に、隣接する渦糸の中点を参照点と定める。この参照点 (x_{rj}, y_{rj}) における流体の速度は、一様流(流速 U , 迎角 α)と全ての渦糸による誘起速度の総和であり、次式で求められる。

$$\vec{u}_{rj} = \left(U \cos \alpha + \sum_{i=1}^n u_i, U \sin \alpha + \sum_{i=1}^n v_i \right) \Bigg|_{\substack{x=x_{rj} \\ y=y_{rj}}} \quad (3)$$

参照点が物体表面(翼の表面)となるためには、式(3)の速度ベクトルは表面に沿う向きでなければならない。すなわち、各参照点において、式(4)を満足する必要がある。

$$\vec{u}_{rj} \cdot \vec{n}_j \quad \dots\dots\dots(4)$$

ただし、 \vec{n}_j はj番目の参照点における、翼表面の外向き(単位)法線ベクトルである。

これに加え、翼後縁において、翼の上面からと下面からの流れがスムーズに合流するという、式(5)のKuttaの条件を課す。

$$\Gamma_n = 0 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式(4)を全ての参照点に対して記述し、式(5)を加えて、(未知数 Γ_i に関する)連立方程式(6)を構成する。これを解いて渦糸の循環 Γ_i が全て得られれば、流れ場が解けたことになる。

$$A\Gamma = b \quad \dots\dots\dots(6)$$

ただし、 $\Gamma^t = [\Gamma_1, \Gamma_2, \dots, \Gamma_n]$ で、 A は翼形状(渦糸と参照点の座標)だけで決まる (n, n) 行列、 b は翼形状と一様流(流速と迎角)とで決まる n 次元

列ベクトルである。その詳細については、文献⁶⁾を参照されたい。

4.2 厚みのある翼の問題点

図2の厚みのない翼では、参照点の数は渦糸の数より1つだけ少なく、式(6)で記述される連立方程式の数と未知数(Γ_i)の数とが同じ n 個となるから、これを解くのは容易である。一方、厚みがある翼(図3)の場合には、翼型の輪郭が閉曲線となるため、参照点の数(=式(4)の数)が1つ増加して渦糸と同数になる。このため、(6)の方程式の数は $n+1$ となり、未知数の数よりも一つ多い過剰条件の連立方程式となってしまふ。この場合、方程式を解く($A\Gamma = b$ を $\vec{0}$ にする)ことはできないため、かわりに $A\Gamma = b$ がなるべく $\vec{0}$ に近くなるよう Γ の近似解を求める⁷⁾。つまりは、最小二乗法($|A\Gamma - b|$ の2乗が最小になるように Γ を選ぶ方法)を使用し、具体的には式(7)を解けばよいことが知られている⁸⁾。

$$\Gamma = (A^t A)^{-1} A^t b \quad \dots\dots\dots(7)$$

したがって、厚みのある翼を解析する場合は、上式で連立方程式の近似解 Γ を求めればよい。

4.3 Excelによる計算

前記の計算を遂行する表計算のファイル(Excelのブック)を作成するにあたり、次の2点に配慮した。①マクロ化する部分は必要最小限にして、ユーザーの可読性を向上させる。②解析の自由度が高い(たとえば、翼形状や渦糸の数を容易に変更できる)数値風洞の作成を目指す。

このため、参照点の座標や法線ベクトルの成分などの単純な計算は、Excelシート内の表計算機能で実行させ、表計算だけで記述するとパラメータ(特に渦糸の個数)の変更が面倒になる部分のみ、VBA(Visual Basic for Applications)を用

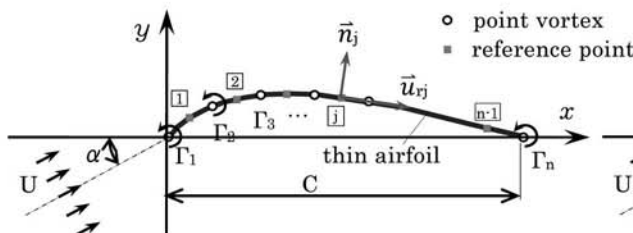


Fig.2 Configuration for numerical simulation of thin airfoil.

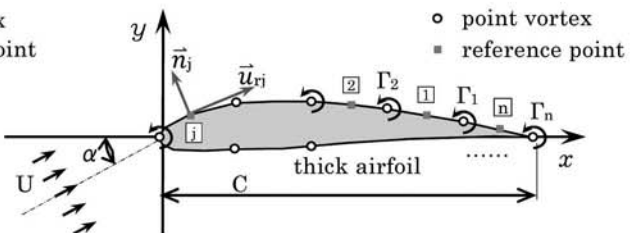


Fig.3 Configuration for numerical simulation of thick airfoil.

いてマクロ化することにした。具体的には、式(6)の行列 A, b の要素計算と、式(7)の行列計算がマクロ化の対象となる。この方針に基づいて、シートとマクロプログラムとを作成し、翼まわりの流れ解析用の Excel ブックを完成させた。図 4 に、完成したデータ入力シートの一部を示す。色つきのセルへ、翼型の形状（渦糸を配置する点の座標）と迎角などの必要なデータを入力し、「風洞実験開始」のボタンをクリックすれば、①～⑤の計算が実行され、流れの解析がほぼ瞬時に完了する。

- ① 参照点の座標と、参照点における単位法線ベクトルの計算（シート内で表計算）
- ② 行列 A, b の要素計算…連立方程式(6)の作成（マクロ）
- ③ 渦糸の循環 Γ の計算…式(7)の行列計算（マクロ）
- ④ 揚力 L , 揚力係数 C_L の計算（シート内で表計算）
- ⑤ 翼まわりの流れ場の速度・圧力（分布）の計算と別 file への出力（マクロ）

Excel のグラフ機能は、速度・圧力分布図の作成には適していないため、⑤では前報²⁾で作成したマクロプログラムを使用して速度・圧力のデータを別ファイルに出力し、描画は別のソフトウェアで実行させている。また、翼面上の圧力係数 C_p の計算法は、⑤と基本的に同じであるから、これを改良して実行できるようにした。

なお、Excel には表 2 に示す行列計算用の組み込み関数（ワークシート関数）が用意されている。これを利用することで、③の計算を行うマクロプログラムの主要部分は、図 5 のように極めて簡単に（行列の宣言文等を除くと、10 行未満で）記述することができる。

Table2 Major Excel Worksheet Functions used for matrix calculation.

Excel の関数名	機能
Minverse(配列)	行列の逆行列を返す
MMult(配列 1,配列 2)	2 つの行列の行列積を返す
Transpose(配列)	行列の転置行列を返す

数 値 風 洞

① 計算条件の入力

流速 U	1.000	[m/s]
迎角 α	5	[deg]
密度 ρ	1.205	[kg/m ³]
渦糸の数 N	80	[個]

翼型名称: **NACA2412**

の部分を

渦糸の座標			参照点の座標			単位法線ベクトル	
番号	x_i	y_i	番号	x_{rj}	y_{rj}	$n_{x_{rj}}$	$n_{y_{rj}}$
1	0.975	0.006	1	0.963	0.009	0.193	0.981
2	0.950	0.011	2	0.938	0.014	0.187	0.982
3	0.925	0.016	3	0.913	0.018	0.180	0.984
4	0.900	0.021	4	0.888	0.023	0.174	0.985
5	0.875	0.025	5	0.863	0.027	0.168	0.986
6	0.850	0.029	6	0.838	0.031	0.162	0.987
7	0.825	0.033	7	0.813	0.035	0.156	0.988
8	0.800	0.037	8	0.788	0.039	0.150	0.989
9	0.775	0.041	9	0.763	0.043	0.145	0.990

② 計算結果

**風洞
実験
開始**

渦糸の循環	
番号	Γ_i
1	-0.036
2	-0.030
3	-0.029
4	-0.029
5	-0.029
6	-0.029
7	-0.029
8	-0.030
9	-0.030

Fig.4 Sample of a spreadsheet program for vortex method.

ReDim MatA(N + 1, N) (以下同様のため、中略)	'行列 A の大きさの宣言 (定義)
MatA = Range("A1").Resize(N + 1, N).Value	'行列 A の読み込み
Matb = Range("A1").End(xlToRight).Offset(0, 2).Resize(N + 1, 1).Value	'列ベクトル b の読み込み
MatAT = WorksheetFunction.Transpose(MatA)	'A' の計算
MatATA = WorksheetFunction.MMult(MatAT, MatA)	'A' A の計算
MatInverseATA = WorksheetFunction.Minverse(MatATA)	'(A' A) ⁻¹ の計算
MatATb = WorksheetFunction.MMult(MatAT, Matb)	'A' b の計算
gamma = WorksheetFunction.MMult(Mat InverseATA, MatATb)	'方程式の解 Γ の計算

Fig.5 Abstract of the source code for matrix calculation. (Excel VBA)

5. 計算結果と精度の検証

5.1 速度・圧力分布

完成した数値風洞 (Excel ブック) を用いて NACA2412 翼まわりの流れを計算し, 計算結果 (速度・圧力係数の分布データ) を描画ソフトで図示したものが図 6 である. 翼面上に配置した渦糸の数は $n=80$ 個で, 一例として迎角 $\alpha=8^\circ$ の場合を示す. 流体は翼に沿って流れ, 後縁から滑らかに流出している. 圧力は上面で低く, 下面で高くなっており揚力の発生を予想できる. フローパターンは妥当なものであり, 定性的には, 厚みのある翼まわりの流れが正しく求められているように見える.

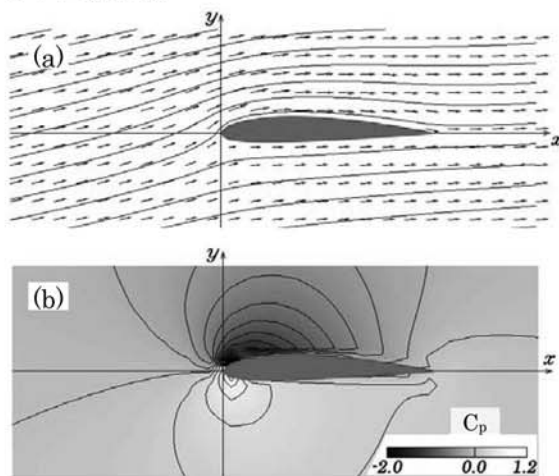


Fig.6 Flow around the NACA2412 airfoil.
($\alpha=8^\circ$, $n=80$)

- (a) Velocity vectors and stream lines.
(b) Pressure coefficient contour.

5.2 揚力係数-迎角特性 … NACA 翼

表 1 に掲載した, 形状の異なる 7 種類の NACA 翼について, 迎角 α を変えて逐次シミュレーションを行い, 翼ごとに C_L - α 特性を整理した. まず, 図 7(a)は, 表 1 の(1)最大キャンバ (反り) の影響を比較したものである. 反りが大きくなるほど同一の迎角に対して C_L は増加しているが, 揚力傾斜 (グラフの傾き) はほぼ同一で, その値は約 $6.8[1/\text{rad}]$ であり, 薄翼理論で得られる値の $2\pi=6.3[1/\text{rad}]$ に近い.

次に, 表 1 の(3)最大厚みの影響を比較したのが図 7(b)で, 厚い翼ほど揚力傾斜がわずかに大きく

なるものの, 特に迎角 $|\alpha|$ が小さい範囲では, 厚みを変えても, C_L はほとんど変化しないことがわかる.

この反りと厚みによる影響は, 翼理論に関する文献^{3,9)}などで一般的に報告されている内容と一致している. したがって, 数値風洞によるシミュレーションの結果は, この C_L - α 特性も, 定性的には満足しているものと考えられる. なお, 表 1 の(2)キャンバラインについては, C_L の値にほとんど影響を与えなかったため, グラフは割愛する.

5.3 風洞実験との比較 … NACA 翼

作成した数値風洞の精度評価のため, 図 7(a)の C_L - α 特性を, 公表されている風洞実験のデータ⁴⁾と比較した. 図 8(a),(b)のいずれも, 迎角 $|\alpha|$ が小さい間は, 離散渦法で求めた C_L は実験データと近い値を示している. 図 8 は最大キャンバの異なる 2 種類の翼型について調べたものだが, 最大厚みの異なる図 7(b)の翼についても, 同様の比較を行い, C_L が風洞実験のデータとほぼ一致することを確認している¹⁰⁾. 以上のことから, この数値風洞による解析は, 定量的にも妥当であると考えられる.

ただし, 迎角 $|\alpha|$ が大きくなると, 数値風洞と実験風洞とで特性に違いが発生する. 実験の特性曲線には境界層のはく離による揚力の減少や失速の発生がみられる. 一方, 本研究で採用した離散渦法は, 非粘性のポテンシャル流れを仮定したものであるから, これらの現象を再現できていない. キャンバと厚みが大きい翼ほど, 上面での境界層のはく離が生じやすくなるため, $|\alpha|$ がより小さいうちから, 計算と実験との差が大きくなる傾向を有する. なお, 実験結果には線が複数本描かれているが, これは Re 数によって C_L の値に違いが生じることを表している.

5.4 解析解との比較 … Joukowski 翼

次に, Joukowski 翼について, 解析解との比較を行う. 包括的な揚力 (C_L) だけでなく, 局所的な圧力 (C_p) についても, 数値風洞が流れを正確に計算できるかを確認することが目的であった. 翼形状を決定するパラメータの中で, C_L に及ぼす影響が大きいのは, 最大キャンバ (反り) であるから, これを変えて数値実験を行うことにした.

z -平面において、中心座標 $(-\varepsilon, \delta)$ が $\varepsilon = 0.13$, $\delta = 0$ および 0.15 の円を、式(1)で ζ -平面に写像して、厚み比 (=最大厚み/翼弦長) が 15~16% で反り比 (=最大キャンバ/翼弦長) が 0% および 13% の翼型を得た. この翼面上に $n=72$ 個の渦

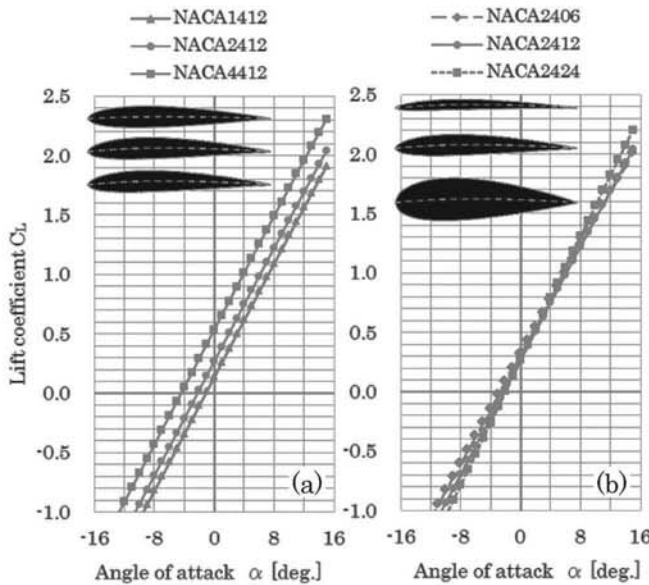


Fig.7 Lift characteristics of NACA-airfoils.

- (a) Effect of maximum chamber.
(b) Effect of maximum thickness.

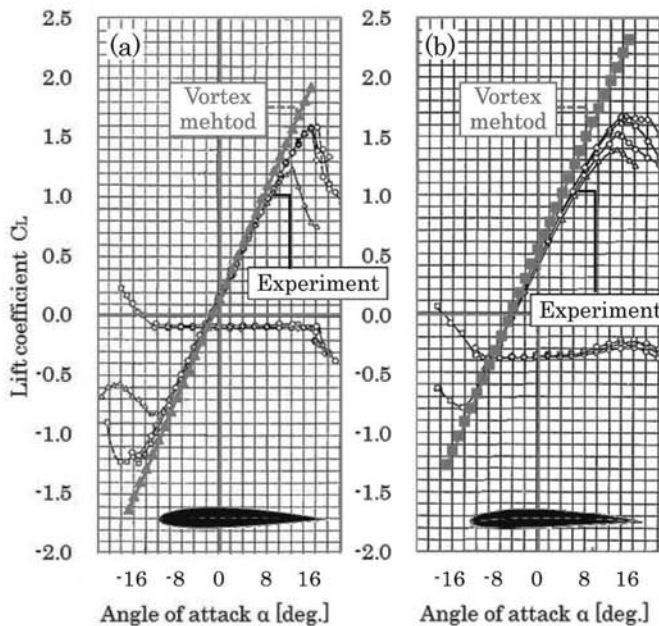


Fig.8 Comparison between experimental and numerically-simulated lift coefficients.
(a) NACA1412-airfoil. (b) NACA4412-airfoil.

糸を配置して数値計算を行い、 C_L - α 特性を整理したものが図 9 である. 図 9(a) の反りのない対称 Joukowski 翼の場合、シミュレーション結果は解析解と一致しているが、図 9(b) の反りがある場合は、揚力傾斜はほぼ等しいものの、 C_L の値はシミュレーションの方が小さく、解析解との間には無視できない差がある.

そこで、翼の厚みに関係するパラメータ ε は、 0.13 で固定し、反りに影響するパラメータ δ を 0.01 刻みで変化させ、迎角 $\alpha = 0^\circ$ のときの C_L の値を調べてみた. 解析解と、シミュレーション (渦糸の数は、 $n=36, 72$ 個の 2 通り) の結果とを比較したものが図 10 で、横軸は δ の値を表している. 解析解の C_L は、反りのパラメータ δ に比例して増加するのに対し、シミュレーションはこれとは全く異なる不自然な振る舞いをしており、かつ渦糸の個数によって C_L の値に大きな違いが発生した.

Joukowski 翼は、後縁が尖点 (カスプ) となり、厚さが 0 になってしまうのが欠点⁵⁾で、離散渦法では後縁付近において翼の上面と下面の渦糸とが極めて近接してしまう. これが原因となり、数値解が発散する場合がありますと報告⁷⁾されている. 本研究で使用した数値風洞でも、 α が大きい場合には、後縁近くの渦糸の循環の値が翼面に沿って振動的になり、誤った結果を出力している可能性を暗示していた. しかし、 α が小さくて、計算結果に不自然な振動がない場合でも、不適切な解となる場合があることが分かった.

これらのことから、Joukowski 翼は、解析解との比較を行う翼型としては適切な選択ではなく、これを改良して、後縁での翼厚が 0 という欠点を無くした Karman-Trefftz 翼⁵⁾などを用いた方が妥当であったと言える. 最後に、図 9(a) から、対称 Joukowski 翼ならば、シミュレーション結果と解析解とで C_L がほぼ一致していた. そこで、この翼について、翼面上での圧力 (圧力係数 C_p) 分布を比べてみる. 図 11(a) は、シミュレーション結果から求めた評価点における C_p の値と、解析解の C_p 分布とを描いたもので、横軸は翼面上の位置を表している. 比較すると、両者

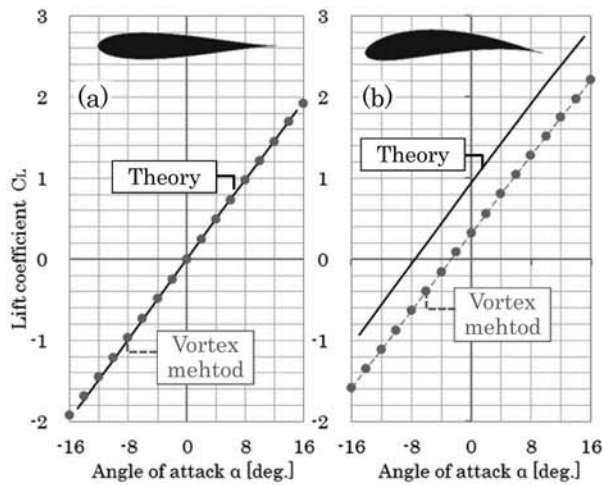


Fig.9 Comparison between theoretical and numerically-simulated lift coefficients of Joukowski-airfoil.
(a) $\epsilon = 0.13, \delta = 0.0$, (b) $\epsilon = 0.13, \delta = 0.15$

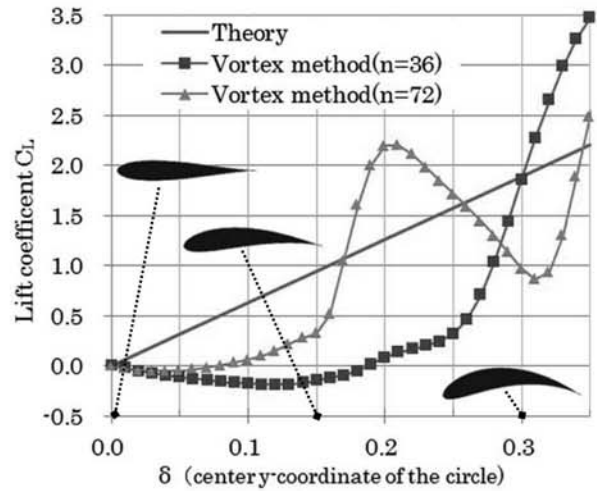


Fig.10 Effect of maximum chamber on the lift coefficient of Joukowski-airfoil.
($\alpha = 0^\circ, \epsilon = 0.13$)

は全く異っており、数値風洞による C_p は符号が正の方（正圧側）に偏っていることがわかる。この圧力分布を翼表面にわたって積分すれば揚力が得られるのであるから、両者の C_L が同一になるのは不自然な感じを受ける。

この矛盾は、「渦中心からの距離に反比例した流速を周囲に誘起する」という渦糸の性質に関係している。すなわち、翼面に沿った流速の変化を想像してみると、渦糸の近傍は大きく、反対に隣接する渦糸の中心に設けた評価点では小さくなることが予想される。このため、ベルヌーイの式で求める圧力も、実際には図 11(b)のように翼面に沿って激しく脈動している。この変化は事前に予想されたものではあるが、式 (4) を満足する評価点における C_p ならば、解析解と近い値を示すのではないかと期待していた。しかし、図 11(a) の結果から、この考えは誤りであることが証明された。残念ながら、離散渦法は、翼面の圧力分布を評価する用途には不適切な計算法であると言わざるを得ない。

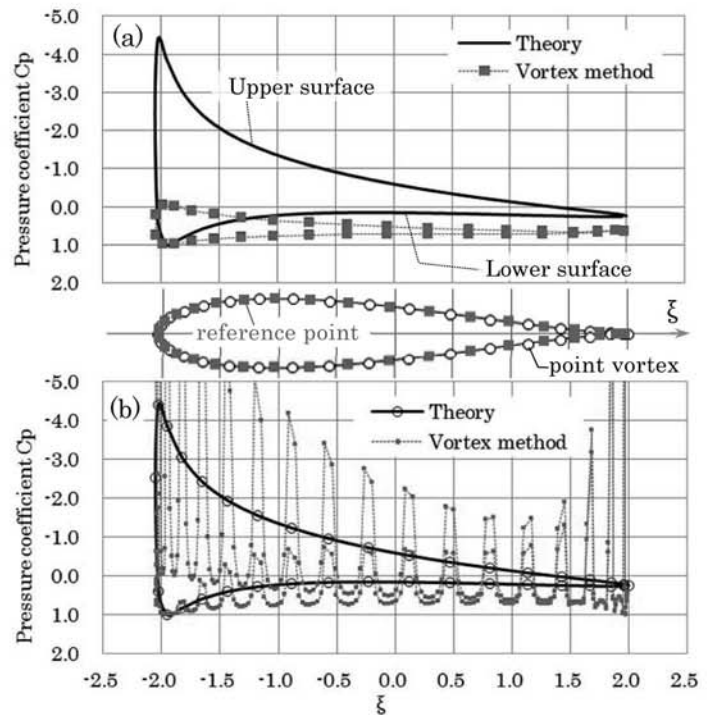


Fig.11 Pressure distribution on a Joukowski-airfoil.
($\alpha = 10^\circ, \epsilon = 0.13, \delta = 0.0$)
(a) Pressure at the reference points.
(b) Detail of pressure distribution.

6. 結言

本研究では、表計算ソフト Excel を利用した簡易数値風洞を作成し、2種類の翼型まわりの流れを計算した。次に、近似解である計算結果を、風洞実験のデータや解析解と比較し、数値風洞の精度の検証を行った。これら一連の作業を通し、以下のことが明らかとなった。

(1) Excel のマクロ機能を利用することにより、わずか100行程度のソースコードを記述するだけで、任意形状の翼まわりの流れ場をシミュレーションする簡易数値風洞を作成することができた。

(2) 本研究で行った程度の小規模のシミュレーションであれば、計算ツールとして Excel を利用するために生じる不都合や限界を感じることはなかった。また、計算も数秒以内で完了することから、さらに複雑な解析も十分可能であると考えられる。

(3) 自作した数値風洞で求められる翼型の C_L - α 特性は、定性的には反りや厚みの影響を正しく再現できている。また、迎角が小さくて粘性の影響が小さい間は、風洞実験の値にも近く、解析の精度は高いものと考えられる。

(4) Joukowsky 翼のような尖点を有する翼型を解析すると、数値風洞では誤った結果を出力する場合があった。解析の際には、渦糸の個数や渦糸の配置場所を変えても結果に違いが発生しないかを確認するなど、計算結果を検証する注意が必要である。

(5) 製作した数値風洞は、翼の揚力計算法としては有効であるが、翼面上の局所的な圧力分布を評価する用途には不適である。

(4),(5)の問題点は、孤立した渦糸を翼面上に配置する「離散渦法」を、翼面を連続的な渦層で覆う「分布渦法（パネル法）⁶⁾」に改良することで解決できる。計算法の変更は、本研究で使用したマクロプログラムの一部を書き換えることで、容易に実現できることを確認済みである。

また、今回作成した数値風洞は、クッタの条件を適用できる「後縁が尖った翼」だけが解析の対象であり、さらに、「はく離が大規模に生じない範囲内」でのみ実験結果との整合性を有する。鈍い物体の解析と、はく離流れの再現という適用範囲の拡張が今後の課題である。

参考文献

- 1) 森下悦生, Excel で学ぶ流体力学, 丸善 (2000).
- 2) 増淵 寿, 表計算ソフトを利用した CFD 教育の試み, 小山高専研究紀要 第41号 (2009), pp.69-72.
- 3) 小池 勝, 流体機械工学, コロナ社 (2009), pp.40-46.
- 4) IRA H. ABBOTT, THEORY OF WING SECTIONS Including a summary of airfoil data (1959), pp.472-488.
- 5) たとえば, 基礎流体力学編集委員会編, 基礎流体力学, 産業図書 (2004), pp.120-143
- 6) 水野明哲, 流れの数値解析入門, 朝倉書店 (1990), pp.81-96.
- 7) 稲室隆二, 足立武司, うず放出モデルを用いたはく離を伴う非定常流れの一解法, 日本機械学会論文集 B編, Vol. 52, No.476 (1986), pp.1600-1607.
- 8) 縄田和満, Excel による線形代数入門, 朝倉書店 (1999), pp.163-165.
- 9) 片柳 亮二, 飛行機設計入門, 日刊工業新聞社 (2009), pp.28-30.
- 10) 金田博樹, 平成23年度 小山高専 機械工学科 卒業研究概要集 (2012), pp.21-22.

【受理年月日 2012年 9月27日】

線形切欠き力学の適用限界に関する研究

川村 壮司*¹

A study about the application limit of Linear Notch Mechanics.

Takashi KAWAMURA

This paper is the result that application limit of Linear Notch Mechanics. I inspected Notch radius and Notch length. Notch radius is important to Linear Notch Mechanics.

KEYWORDS: Linear Notch Mechanics, BFM

1. はじめに

線形切欠き力学は、切欠きを有する材料の破壊を予測する強度評価手法である。その予測は、線形破壊力学のように、き裂先端の厳しさの尺度である応力拡大係数のみでは破壊の予測はできない。切欠きでは、最大応力だけではなく切欠きの半径が関係してくる。

そこで本研究は、BFM を用いて線形切欠き力学の適用できる限界について、切欠きの大きさや切欠きの深さを変化させて調べた。

2. 線形切欠き力学の原理

ここでは、線形切欠き力学の概念について切欠き材を例にとって説明する。以下、切欠き底を原点とする。

図 1 は、線形切欠き力学の概念を模式的に表したものである。

LNM は、試験片と実物において、切欠き半径 ρ と最大応力 σ_{\max} が両者で等しいとき、弾性応力場が等しくなり、さらにレスポンスの等価性により弾塑性応力場も等しくなり、試験片と実物で同一現象が生じることを保証するものである。すなわち、線形切欠き力学は切欠き半径 ρ と最大応力 σ_{\max} を厳しさの尺度とするものである。

3. 解析形状および解析条件

図 2 は、BFM 解析で平面応力条件下に用いた、中央に切欠きを有する帯板の形状と寸法および計算対象領域を示している。形状は、中央に円孔があるものから切欠き半径 $\rho=2\text{mm}$ は同じで切欠き深さを板幅端から 1mm のところまで変化させた。主な寸法は、板長さ 60mm 、板幅 60mm である。

*1 機械工学科(Dept. Mechanical Engineering), E-mail:t-kawamura@oyama-ct.ac.jp

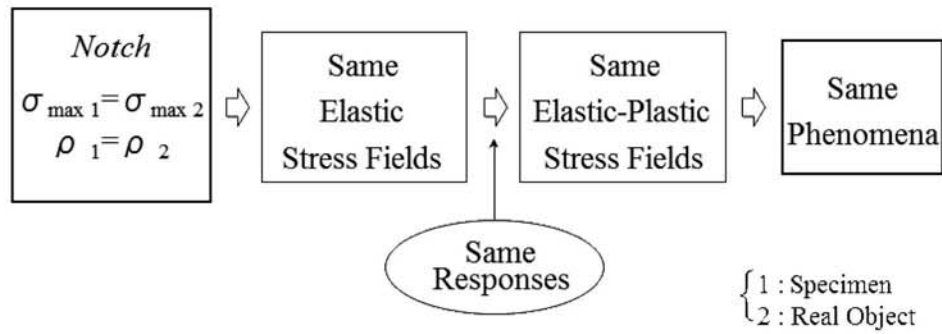


図1 線形切欠き力学の原理

図3は、BFM解析で平面応力条件下に用いた、中央に切欠きを有する帯板の形状と寸法および計算対象領域を示している。形状は、中央に円孔があるものから切欠き半径 $\rho=6\text{mm}$ は同じで切欠き深さを板幅端から1mmのところまで変化させた。主な寸法は、板長さ180mm、板幅120mmである。

図4は、BFM解析で平面応力条件下に用いた、中央に切欠きを有する帯板の形状と寸法および計算対象領域を示している。形状は、中央に円孔があるものから切欠き半径 $\rho=30\text{mm}$ は同じで切欠き深さを板幅端から1mmのところまで変化させた。主な寸法は、板長さ180mm、板幅120mmである。

線形切欠き力学の解析では、以下の条件を用いた。

ヤング率 $E=70.6\text{GPa}$ 、ポアソン比 $\nu=0.33$ である。

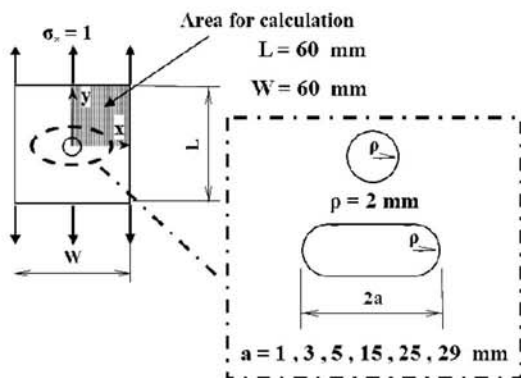


図2 計算形状および計算対象領域 $\rho=2\text{mm}$

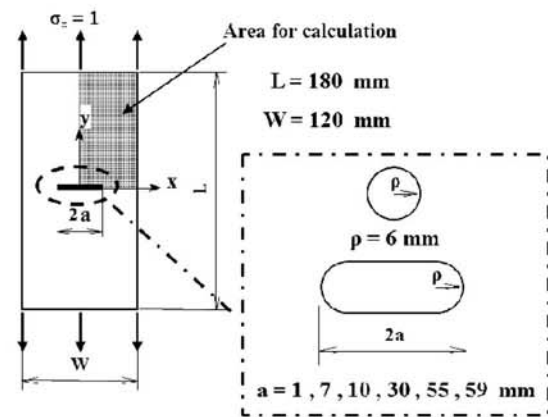


図3 計算形状および計算対象領域 $\rho=6\text{mm}$

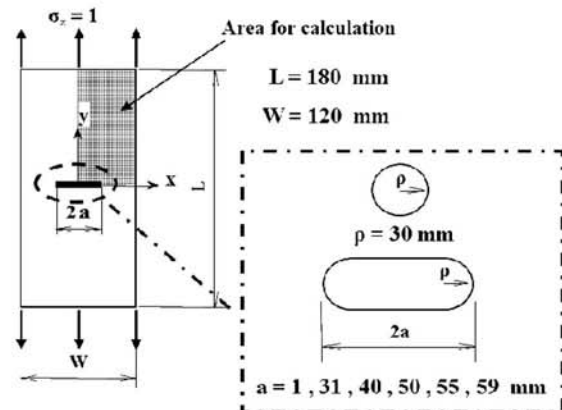


図4 計算形状および計算対象領域 $\rho=30\text{mm}$

4. 線形切欠き力学の適用限界

ここでは、平面応力条件下において解析し、切欠き半径と切欠き深さを変化させ線形切欠き力学

の適用限界について得られる結果について検討する。

図5は、切欠き半径 $\rho=2, 6, 30\text{ mm}$ と違う場合の切欠き底の応力分布について示している。縦軸は切欠き底の応力、横軸は切欠き底からの距離である。これより、円孔の切欠き半径が違くと線形切欠き力学は成立しない。

図6は、切欠き半径 $\rho=2, 6, 30\text{ mm}$ と違う場合で切欠き深さが同じ場合の切欠き底の応力分布について示している。縦軸は切欠き底の応力、横軸は切欠き底からの距離である。これより、切欠き深さが同じ場合でも切欠き半径が違くと線形切欠き力学は成立しない。

図5と図6より、切欠き半径が重要であり、切欠き深さや板幅はあまり関係ないことがわかる。

図7は、切欠き半径 $\rho=2\text{ mm}$ の場合で切欠き深さを变化させた場合の切欠き底の応力分布について示している。縦軸は切欠き底の応力、横軸は切欠き底からの距離である。これより、切欠き半径が同じであれば、切欠き深さが変化して板幅に近くなっても線形切欠き力学は板幅から1 mm程度となる範囲まで成立する。

図8は、切欠き半径 $\rho=6\text{ mm}$ の場合で切欠き深さを变化させた場合の切欠き底の応力分布について示している。縦軸は切欠き底の応力、横軸は切欠き底からの距離である。これより、切欠き半径が同じであれば、切欠き深さが変化して板幅に近くなっても線形切欠き力学は板幅から5 mm程度となる範囲まで成立する。

図9は、切欠き半径 $\rho=30\text{ mm}$ の場合で切欠き深さを变化させた場合の切欠き底の応力分布について示している。縦軸は切欠き底の応力、横軸は切欠き底からの距離である。これより、切欠き半径が同じであれば、切欠き深さが変化して板幅に近くなっても線形切欠き力学は板幅から5 mm程度となる範囲まで成立する。

次に、板幅から5 mm程度までの範囲であれば線形切欠き力学が成立することがわかったので細かく検証する。

図10は、切欠き半径 $\rho=2\text{ mm}$ の場合で切欠き深さを变化させた場合の切欠き底の応力分布について細かく検証したものを示している。縦軸は切欠き底の応力、横軸は切欠き底からの距離である。これより、切欠き半径が同じであれば、切欠き深

さが変化して板幅に近くなっても線形切欠き力学は板幅から1 mm程度となる範囲まで成立する。

図11は、切欠き半径 $\rho=6\text{ mm}$ の場合で切欠き深さを变化させた場合の切欠き底の応力分布について細かく検証したものを示している。縦軸は切欠き底の応力、横軸は切欠き底からの距離である。これより、切欠き半径が同じであれば、切欠き深さが変化して板幅に近くなっても線形切欠き力学は板幅から1 mm程度となる範囲まで成立する。

図12は、切欠き半径 $\rho=30\text{ mm}$ の場合で切欠き深さを变化させた場合の切欠き底の応力分布について細かく検証したものを示している。縦軸は切欠き底の応力、横軸は切欠き底からの距離である。これより、切欠き半径が同じであれば、切欠き深さが変化して板幅に近くなっても線形切欠き力学は板幅から1 mm程度となる範囲まで成立する。

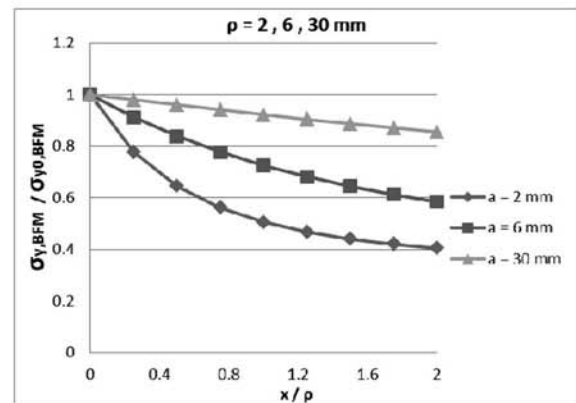


図5 切欠き半径が違う場合の切欠き底応力分布

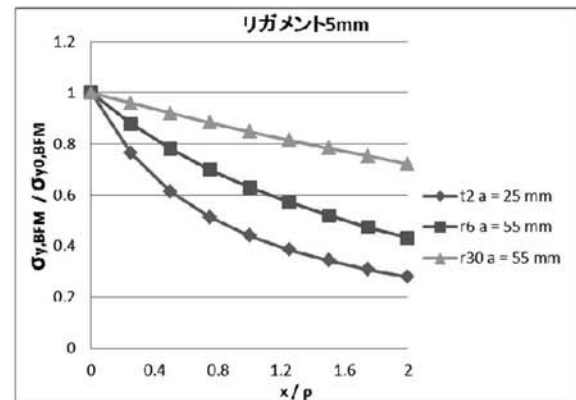


図6 切欠き深さが同じ場合の切欠き底応力分布

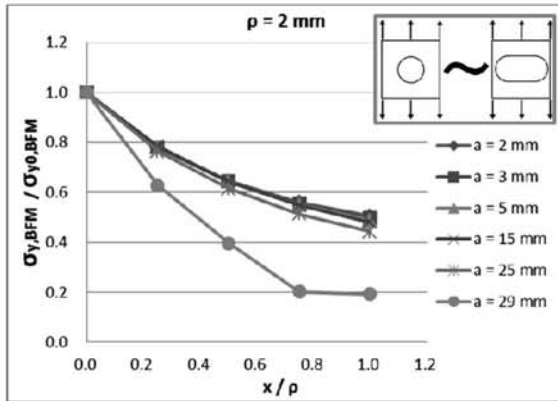


図 7 切欠き半径が同じで切欠き深さが違う場合の切欠き底の応力分布 $\rho=2$ mm

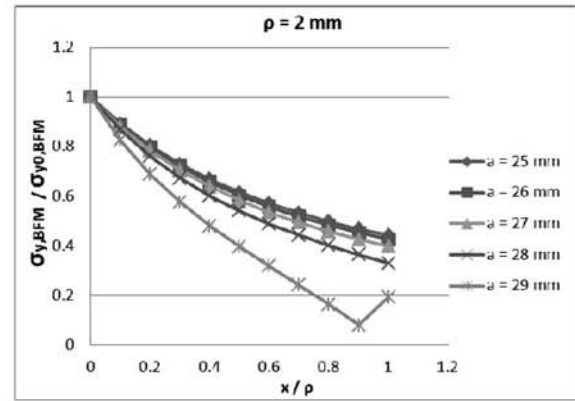


図 10 板幅に近く切欠き深さが違う場合の切欠き底の応力分布 $\rho=2$ mm

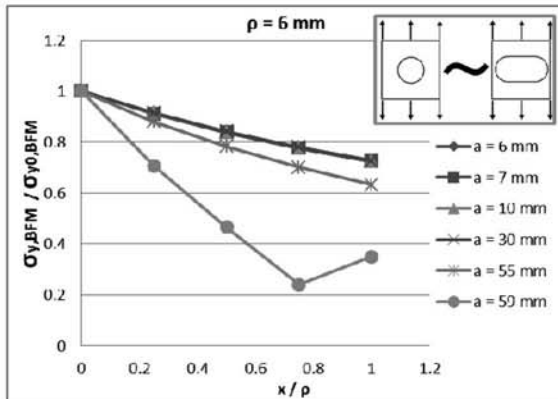


図 8 切欠き半径が同じで切欠き深さが違う場合の切欠き底の応力分布 $\rho=6$ mm

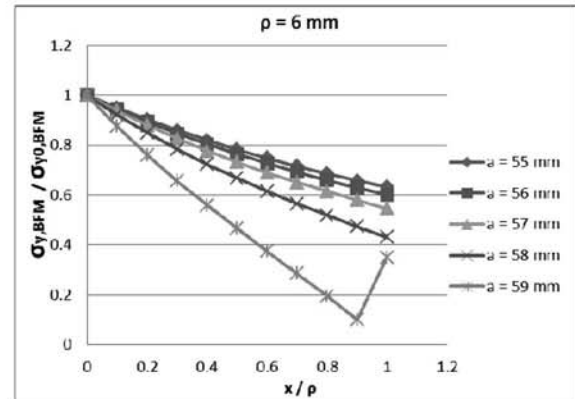


図 11 板幅に近く切欠き深さが違う場合の切欠き底の応力分布 $\rho=6$ mm

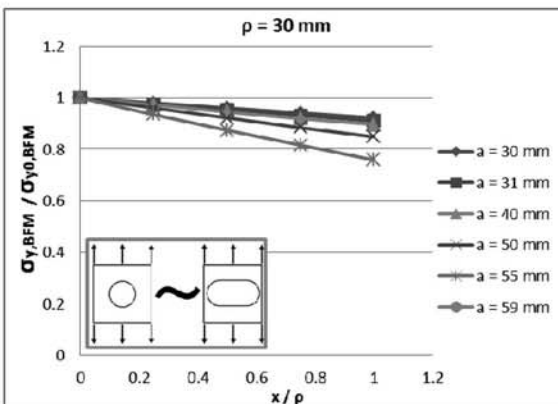


図 9 切欠き半径が同じで切欠き深さが違う場合の切欠き底の応力分布 $\rho=30$ mm

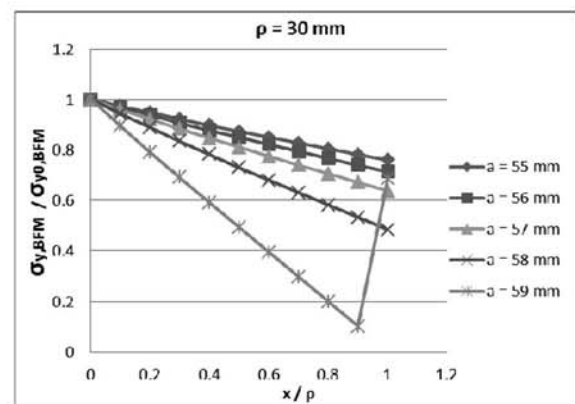


図 12 板幅に近く切欠き深さが違う場合の切欠き底の応力分布 $\rho=30$ mm

5. おわりに

本研究では、線形切欠き力学を平面応力条件下で適用し、切欠き半径と切欠き深さによる線形切

欠き力学の適用限界について調べた結果、中央に切欠きを有する帯板の場合は板幅からかなり近い切欠き深さでも線形切欠き力学は成立する。

【受理年月日 2012年 9月28日】

その場観察型フレッシング摩耗試験装置の開発

那須 裕規*¹, 山崎 壮真*², 富田 洋佑*³

Development of In-situ Observation Fretting Wear Testing Device

Yuki NASU, Soma YAMASAKI and Yosuke TOMITA

Fretting damage is a phenomenon occurring at contact interfaces by two contacting bodies, the in-situ or direct observation is necessary to investigate the mechanism of the phenomenon and its process. In this paper, a small specially designed piezoelectric fretting wear testing device was developed for the purpose. The fretting wear tests were carried out under the Hertzian contact of steel ball and glass plate. The experimental results showed that the appearance of worn surfaces fretted annulus, spread with increasing number of cycle, and process of crack initiation.

KEYWORDS : Fretting Wear, In-site observation, Piezoelectric actuator, glass

1. はじめに

フレッシングとは、「微小振幅の相対運動を受ける接触二面間に生じる摩耗現象」⁽¹⁾と定義され、フレッシング摩耗、疲労、コロージョンに大別される。

自動車、鉄道車両、産業機械などの動力伝動システムや、その支持システムにおいて起こるフレッシング摩耗は、その損傷発生点は微小であるが、機械全体の交換や休止を導くので損害が大きく、問題となる。近年では都市化が進み、技術の進展により発電機、リニアモータ、電気自動車、医療関係では MRI などの高磁場を発生する機器が実用化されている。それに伴い機器・構造物はより強い磁場に曝される機会が増えている。このような磁場が機械要素や締結部で起こる摩耗現象

に変化を与えるならば、装置の精度や寿命が左右される可能性が考えられ、設計や保全に対して十分な検討も必要である。

フレッシング摩耗は常に金属同士が接触した状態で摩耗が進行するため、接触摩擦面に生じる摩耗の様子を捉えることが困難である。そのため、フレッシング対策を考える場合、フレッシング摩耗機構を明確にする必要がある。しかし、フレッシング独自の摩耗機構は無く、凝着摩耗、アブレシブ摩耗、疲労摩耗、酸化摩耗などが複合した形で摩耗が進行するため、フレッシング摩耗機構を明確に捉えるには接触面の摩耗過程を直接観察する必要がある。

そこで、本研究ではその場観察が可能なフレッシング摩耗試験装置を設計・製作し、光学顕微鏡を用いて摩耗の様子を観察することで、摩耗機

*1 機械工学科(Dept. of Mechanical Engineering), E-mail: ynasu@oyama-ct.ac.jp

*2 研究生 (2011 年度卒業)

*3 山梨大学 3 学年 (2011 年度卒業)

構を解明することを目的とした。また、著者ら⁽²⁻⁴⁾はフレッティング摩耗に及ぼす磁場の影響を研究し、磁場は実験条件により摩耗を促進したり、反対に緩和することを報告した。そのため、本試験装置は磁場環境下での摩耗試験も考慮して試験装置の設計・製作を行った。

本論文では、設計・製作した摩耗試験装置の概要を述べ、鋼球とガラス平板におけるフレッティング摩耗試験の結果について報告する。

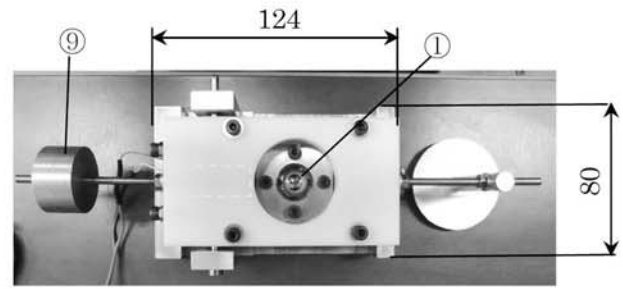
2. フレッティング摩耗試験装置の概要

2. 1 試験装置の設計と構造

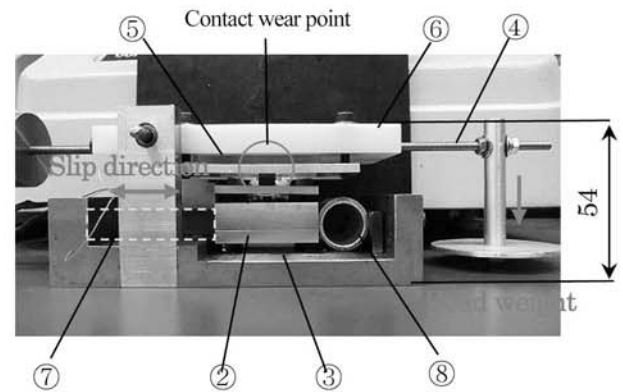
フレッティング摩耗試験では、微小な数 μm の接線方向への振動を接触面に発生させることが要求される。加振装置にはこれまでに偏心機構とリンクを併用した機械式、油圧式、電磁式などが挙げられる。接触荷重では、死荷重、ばね力、油空圧、摩擦力の測定では、接触要素を支持する箇所にはひずみゲージを接着する方法が取られる⁽⁵⁾。また、接触方式も球面/球面、球面/平面や、円筒面/円筒面、円筒面/平面等と様々である。以上のようにフレッティング摩耗の試験方法や試験装置には、多種多様な方法が考えられ、特に規格あるいは標準的なものは無く、各研究者が目的に応じて独自に開発し、試験が行なわれている。

本研究では、加振装置には一定の振動周波数を与えられる圧電アクチュエータを用い、接触荷重には常に一定の荷重が与えられる様に死荷重方式、さらに接触方式には理論的な取扱いが容易である球面/平面の Hertz 接触を採用した。この方式の利点として、片当たりなどの試験片の接触状態を考慮する必要がなく、Hertz の接触理論が適応可能である。図 1 に設計・製作したフレッティング摩耗試験装置を示す。球面/平面の周辺部は、今後の研究で磁場を供給することを考慮し、磁気回路を乱さないように、試験片以外の材料は非磁性体のアルミニウムを使用し、その他の部分は SS400 を使用した。

試験装置の機構は、試験片の鋼球①は保持器②に固定され、保持器はリニアガイド③により水平方向に可動でき、垂直荷重はてこ④により負荷される。一方、鋼球に加わる垂直荷重を受ける平板試験片(ガラスプレート)⑤は、上板⑥に保持されている。圧電アクチュエータ⑦の振動は、保持



(a) 平面図



(b) 正面図

- ①SUJ2 (Ball) ②Specimen Holder
- ③Horizontal liner guide ④Lever
- ⑤Glass plate
- ⑥Upper Plate ⑦Piezoelectric actuator
- ⑧Al pipe ⑨Balancer

図 1 フレッティング摩耗試験装置

器②と Al パイプ⑧に伝えられ、保持器に伝わった振動が鋼球を振動させ、鋼球と平板間で相対すべりが生じる。

2. 2 摩耗試験システムの構成

制御システムの概要を図 2 に示す。接触面への振動はファンクションシンセサイザにより周波数・電圧を設定し、この信号を電力増幅器に経由し、圧電アクチュエータによって与えられる。また、振動振幅の大きさはファンクションシンセサイザの電圧を変化させることで振動振幅を変えることができる。

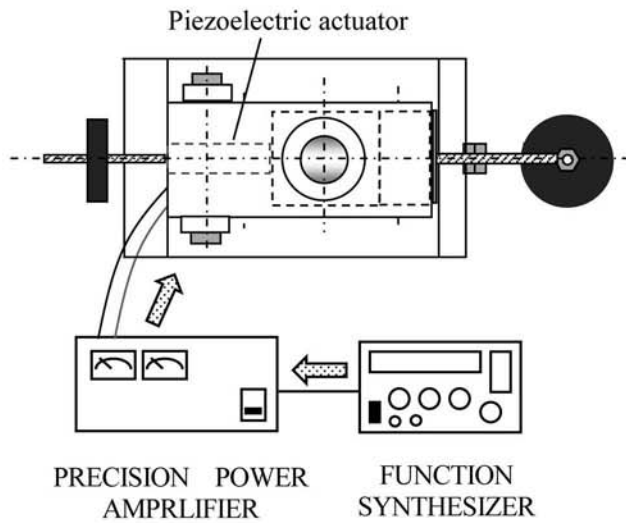


図2 フレットング摩耗試験システム

表1 試験片の形状と機械的性質

Specimen	Dimension [mm]	Tensile strength [MPa]	Hardness HV[kg/mm ²]
SUJ2 Steel ball	φ20	1570~1960	650~740
Glass Plate	W50×L50 ×T5	300~900	548

3. 実験方法

3.1 試験片

試験片は軸受鋼 (SUJ2) とガラスプレート (クラウンガラス) を使用した。表1に試験片の形状と機械的性質を示す。

3.2 実験条件

実験では光学顕微鏡を用いて接触面の損傷を直接観察するため、図3に示すように光学顕微鏡のステージに試験装置を置き、ガラスの上部から顕微鏡で撮影し、その映像をモニターで観察する。摩耗領域の大きさは付属の計測器により測定する。

荷重の設定は、試験機上部の重さをバランサーでバランスをとり、錘を載せて鋼球とガラス平板を接触させ、何種類か錘を変えて接触領域を測定した。その結果と Hertz の接触理論とを比較し、荷重条件を定めた。その結果、図4に示すようにほぼ理論値と一致することを確認した。

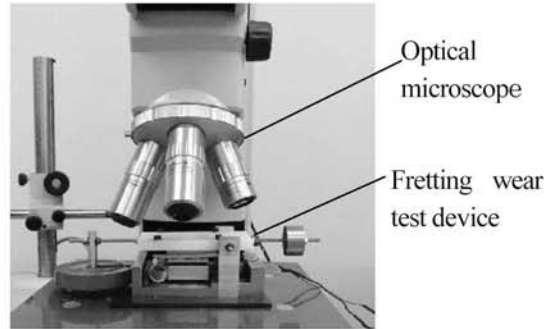


図3 光学顕微鏡による摩耗試験の様子

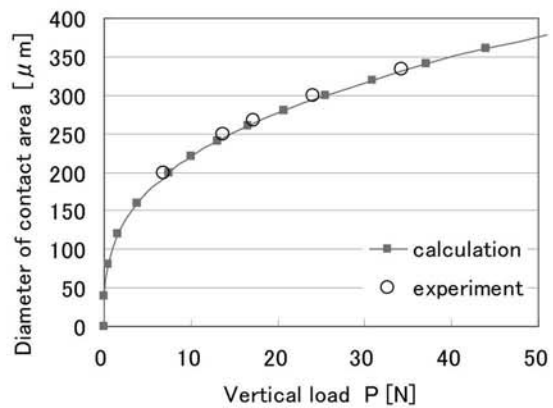


図4 接触領域と垂直荷重の関係

実験は鋼球 (SUJ2) とガラスプレート試験片をアセトンで脱脂し、乾燥させて使用した。実験条件は室温 20~25°C、湿度 35%、垂直荷重 17N、周波数 10Hz、すべり振幅は圧電アクチュエータの性能より推定し、10 μm (電圧 35V) とした。

4. 実験結果と考察

図5は開発した摩耗試験装置により光学顕微鏡で観察を行なったときのフレットング摩耗の様子を示しており、図中の矢印はすべり方向を表している。垂直荷重を負荷すると図5 (a) のように静止状態で接触円 (中央の黒色部) と数本のニュートンリングが見られる。振動を与えると図5 (b) のように接触円周辺部から摩耗粉が見られるようになり、繰返し数が増加すると接触円周辺部では円環状に摩耗粉が生成および堆積し、接触円の中央部は摩耗が生じていない部分が現われる。この摩耗が生じる部分と生じない部分については Mindlin が理論的に解析を行っており、フレットングではこの接触モデルが評価に用いられる。

図6にMindlinの接触モデルを示す。このモデルはHertzの接触到に接線力を考慮したモデルである。半径 R の球が荷重 P で平面と弾性接触し、同時に接線力 Q が作用する。 $Q < \mu_0 P$ (μ : 静摩擦係数) のとき、接触面間にはすべりを生じない固着域とその外側にはすべりを生じる円環状領域が共存する状態となり、 $Q \geq \mu_0 P$ になると全面すべりが生じる。

繰返し数が増加すると摩耗が進行し、摩耗粉は固着域に拡がって図5(c)のように固着域は小さくなる。さらに、ガラス面には接触円に沿ってすべり方向に対して垂直方向にき裂が発生し、弓状に進展する様子が見られた。このき裂は疲労によるものと考えられる⁶⁾。さらに繰返し数が増加すると、図5(f)のように摩耗の増加と共に左右のき裂が進展して交差し、き裂の進展はそこで停止する様子が観察された。また、図7は往復すべりに伴うき裂の開閉を示している。図中の矢印はすべり方向を示しており、すべった方向側のき裂は閉じ、反対側に生じたき裂は開口し、振動に伴いき裂の開閉は繰り返される。

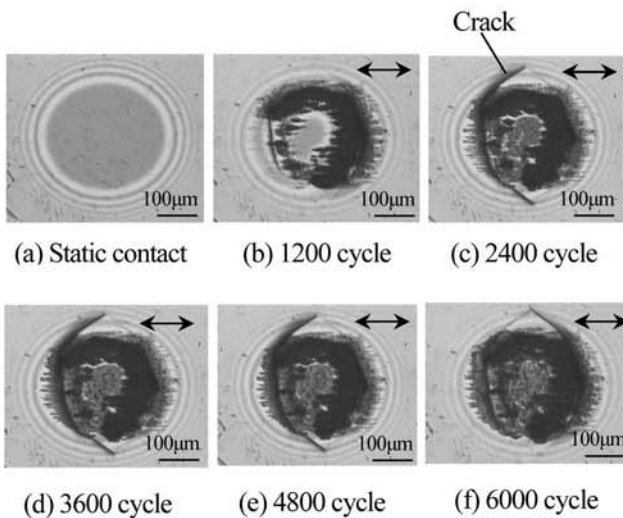


図5 繰返し数に伴う摩耗進展の様子

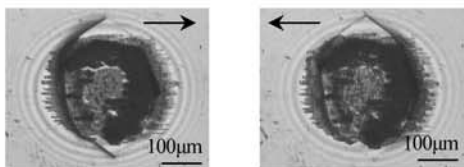


図7 往復すべりによるき裂の開閉

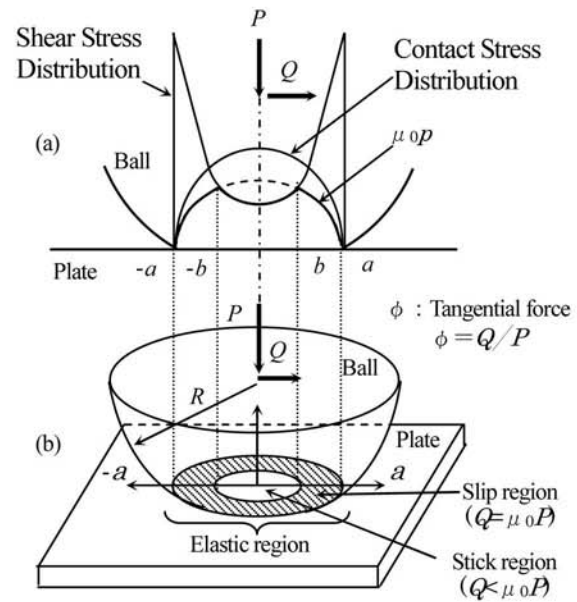


図6 Mindlinの接触モデル
(a) 応力分布 (b) 接触状態

5. おわりに

本研究では、フレットング摩耗現象の直接観察を目的に、フレットング摩耗試験装置の設計・開発を行ない、予備実験を通じてフレットング摩耗の評価が可能であることを確認した。今後の予定として、フレットング摩耗現象の測定パラメータとして必要とされる、接触箇所の相対すべり量の測定、ひずみゲージを用いて接線力の測定などを行ない、フレットング摩耗痕の顕微鏡観察をはじめ、摩耗領域、摩耗深さなどのパラメータを計測し、フレットング摩耗過程を検討する。

参考文献

- 1) R.B.WATERHOUSE, FRETTING CORROSION, PERGAMON PRESS, (1972)
- 2) K. Sato, T.A. Stolarski, Y. Iida, *Wear*, 241 (2000) 99-108
- 3) Iida, Y., Nasu, Y., Sato, K, JSME annual meeting, Vol.2005, No.4. 291-292
- 4) 那須裕規・佐藤建吉: 日本機械学会論文集(A編), Vol.74, No.743, pp.1026-1030(2008)
- 5) M.Shima; *Journal of Japanese Society of Tribologists*, Vol.34, No.5 (1989) 364-366
- 6) 佐藤準一: 機械の研究 第55巻 第3号 P81-86 (2003)

心音録音手法の雑音耐性評価

小林 幸夫*¹, 佐藤 貴幸*²

Noise tolerance evaluation of heart tone recording methods

Yukio KOBAYASHI, Takayuki SATOU

In this study, we focused on the study of recording method which is hardly influenced by ambient noise. We carried out the noise tolerance experiment which evaluates the influence on quality of recording by ambient noise environment in 4 kinds of recording methods, then compared and evaluation its.

In the result, recording methods by piezoelectric transducer were hard to be influenced by ambient noise. And we clarified that if the noise doesn't be mixed in frequency band of heart sound, influence of noise could be controlled without the decay of quality of recorded heart sound by using low-pass filter which can cut frequency band higher than heart sound.

KEYWORDS : heart sound, auscultation training, piezoelectric transducer

1. はじめに

聴診器は、心臓から発生する可聴域の振動（心音）を捉える道具で、古くから内科診断のために使用されてきた。しかし、聴診器を使用し病状を判別することは、医師の長年の経験を必要とし、主観的な判断に左右されるものである。そのため、医学生に聴診を教えるのに時間と手間がかかり、後世にノウハウを残すことが難しい。また、近年ではX線検査や超音波検査などの医療技術の発展により、体内を動画像化することで視覚的かつ客観的な心臓検査が可能になった。こうした理由から、聴診器を用いた聴診の機会が減少し、医師の聴診能力は次第に低下していった¹⁾。これにより、熟練した聴診教育スタッフが減少し、医学生への聴診教育がなかなか進んでいない、という医学系大学での現状がある²⁾。

その対策として電子聴診器で録音した音や聴診教育用のCDを使用した聴診教育を行っているが、その音質は十分とは言い難い。

そこで当研究室では、自治医科大学黒木准教授の依頼を受け、医学生の聴診教育に使用できる高品位な心音の録音手法の検討と評価について研究を進めてきた。その結果、聴診器のチューブ内にマイクを埋め込み録音する方法が最も音質が良く、臨床用に使用可能であるという評価を得た。しかし、この方法では心音以外の周囲雑音（空調の音や話し声など）も同時に録音してしまい、録音環境によっては録音品質が損なわれるという指摘もあった³⁾。

本研究では、周囲雑音の影響の少ない録音手法の検討を行った。スピーカから白色雑音を提示した状態を疑似的に雑音環境下とし、その環境下で録音した心音の周波数解析を行うことで周囲雑音の有無が録音品質に与える影響を評価する、雑音耐性試験を提案した。

まず、実際の聴診時における雑音の影響を評価するため、人間の頭を模擬できるダミーヘッドマイクを用いた録音手法において雑音耐性試験を行った。次に、検討した4種類の録音手法において

*1 電気情報工学科(Dept. of Electric and Computer Engineering), E-mail: ykoba@oyama-ct.ac.jp

*2 H23 専攻科(Advanced Course of Electronic System Engineering)修了、(現在 小野測器株式会社)

も同様に雑音耐性試験を行い、各録音手法での比較・評価を行った。

2. 心臓・心音のしくみ^{4),5)}

心臓は血液を受け入れる心房と、血液を送り出す心室がそれぞれ左右にある4つの部屋から構成されている。そして、心室と心房の境界には房室弁、心室と肺動脈・大動脈の境界には半月弁があり、それぞれ血液の逆流を防ぐ役割を持っている。これらの弁の働きと心臓の筋肉の収縮・弛緩により、血液は、

①大静脈→右心房→右心室→肺動脈

②肺静脈→左心房→左心室→大動脈

という経路で全身に運ばれる。

心房が収縮、心室が弛緩することで心室内の圧力が下がると、半月弁が閉鎖して心室内に血液が流れ込む。そして心房が弛緩、心室が収縮することで心室内の圧力が上がると、閉鎖していた半月弁が開放して心室内の血液が肺動脈や大動脈に送り出され、開放していた房室弁が閉鎖する。そして心室内の血液を送り出すことで心室内の圧力が下がる。この動作を繰り返すことにより、心臓は血液を全身に循環させている。

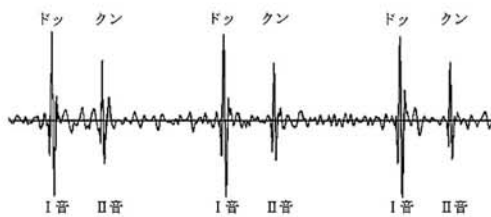


図1 心音の録音波形 (心音図)

心音は、この心臓の活動によって生じるもので、心臓の一回の拍動ごとに主に2回の音が聞こえる。一般には「ドッ」、「クン」、のように表現される音であるが、始めの音はI音、次の音はII音と呼ばれており、それぞれ主に房室弁の閉鎖、半月弁の閉鎖に起因するものと考えられている。I音はII音よりも比較的低い音であり、聴診する部位によってそれぞれの聞こえる音の大きさが異なる。

健常者は図1のようにI音、II音のみが聞こえる場合が多いが、心疾患など、心臓に病気を持った人はI音、II音以外に細かい雑音が聞こえる場合がある。こうした雑音は心雑音と呼ばれており、心臓の異常や病状を判別する際の重要な指標となる。心音を周波数解析した際の主帯域(I音、II音)は10~100[Hz]といわれているが、そうした心雑音は低域から高域にかけて20~1000[Hz]の帯域に広く分布する⁵⁾。

3. 雑音耐性試験

聴診において、心雑音を正確に聴き取る事は必要不可欠である。心雑音はI音、II音と比較しても小さく聴き取りにくい場合が多いため、心音録音の際に周囲雑音が混入すると、患者の心雑音を聴き取りにくくして病状判別の妨げとなる可能性がある。

そこで、無響室内においてスピーカから白色雑音を提示した状態を疑似的に雑音環境下とし、その環境下で録音した心音の周波数解析を行うことで周囲雑音の有無が録音品質に与える影響を評価する雑音耐性試験を行った。

雑音耐性試験方法を図2に示す。提示した白色雑音は音響・振動解析装置(小野測器 Graduo)を音源として使用し、パワーアンプ(Accuphase E-250)で増幅したものをスピーカ(Technics SB-440)から放射した。録音場所はスピーカの音響中心軸上1[m]の位置とした。その位置での白色雑音のFLAT特性音圧レベルを60[dB SPL]、80[dB SPL]に設定し、その数値は騒音計(小野測器 LA-1250)を用いて確認した。

それぞれの録音手法につき、雑音なし、60[dB SPL]、80[dB SPL]の3種類の条件で心音録音、周波数解析を行い、周波数スペクトルの変化の比較・評価を行った。

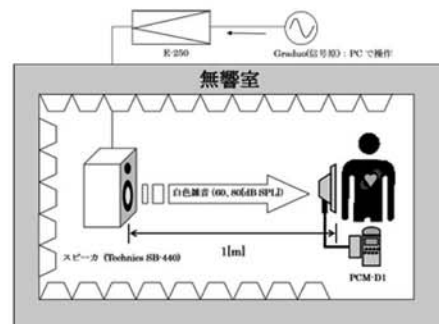


図2 雑音耐性試験方法

4. 実際の聴診時における周囲雑音の影響

実際の聴診時において、周囲雑音が聴診に与える影響を評価するため、ダミーヘッドマイクを用いた録音手法を検討し、雑音耐性試験を行った。その様子を図3に示す。

聴診器(Littmann Master Classic II)をダミーヘッドマイク(Neumann KU-100)に装着し、リニアPCMレコーダ(SONY PCM-D1)に接続し録音を行った。録音条件は、サンプリング周波数44.1[kHz]、量子化ビット数16[bit]とした。

人間の頭を模擬できるダミーヘッドマイクに聴診器を装着することで、人間が聴診器で聴く心音と同様な音を録音することが可能である。



図3 ダミーヘッドマイク録音

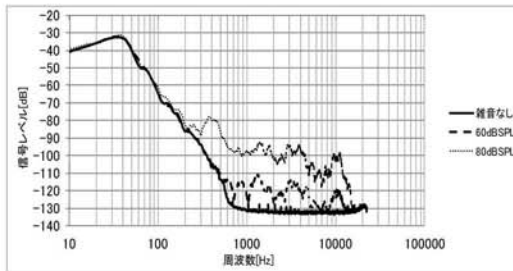


図4 雑音耐性試験結果

図4にダミーヘッドマイク録音における雑音耐性試験の結果を示す。雑音なしのスペクトルに比べ、60[dB SPL]、80[dB SPL]と雑音のレベルを上げるとスペクトルが変化している。これは心音録音時に周囲雑音が混入したため、元々の心音の成分に雑音の成分が加わったことを示す。

スペクトルの変化が200[Hz]以上の帯域で見られることから、I音、II音よりも、心雑音の帯域に多く影響を与えることがわかった。心雑音はI音、II音と比較しても小さい場合が多いため、元々聴き取りにくい心雑音が、周囲雑音の混入により更に聴き取れなくなる可能性が示唆される。

したがって、実際の聴診時には心雑音の帯域を含めた10~1000[Hz]の帯域内で雑音の混入がないことが望ましいと考えられ、心音録音にも同様の事がいえる。

5. 各録音手法における周囲雑音の影響

検討した以下の4種類の録音手法において、雑音耐性試験を行った。

a) 聴診器埋め込みマイク録音 (図5)

聴診器のチューブをカットし、チューブ内に小型コンデンサマイク (Sanken Cos-11X) を挿入し、レコーダに接続して録音を行った。最も音質の評価の高かった録音手法[3]であるが、心音以外の周囲雑音も同時に録音してしまい、録音環境によっては録音品質が損なわれるという指摘があった。



図5 聴診器埋め込みマイク録音

b) 電子聴診器 (AD Instruments MLT206 : 図6(a))

MLT206は聴診部にコンデンサマイクを使用した電子聴診器である。本体のアナログ出力をレコーダに接続して録音を行った。

c) 電子聴診器 (Littmann Model 4100 : 図6(b))

Model 4100は聴診部に圧電素子を使用した電子聴診器である。また、空気中を伝わってチェストピースの隙間から入ってくる雑音、体内を經由して聴診器に入ってくる雑音の2つの音を相殺することで、雑音を低減させる技術 ANR (Ambient Noise Reduction) テクノロジーという独自の騒音低減機能を持つ。しかし、録音した音質は悪く、心音の間に揺れるような雑音が混入するという指摘があった³⁾。仕様上この録音手法のみ、本体の録音機能を使用し、サンプリング周波数8[kHz]、量子化ビット数16[bit]の条件で録音を行った。



(a) MLT206



(b) Model 4100

図6 電子聴診器

d) 圧電聴診器録音 (図7)

圧電聴診器は当研究室で試作したもので、聴診部に圧電素子であるPVDFフィルムとプリアンプを内蔵したコンタクトマイク (東京センサCM-01B) を使用している。圧電聴診器をレコーダに接続して録音を行った。



図7 圧電聴診器

図8にそれぞれの録音手法における雑音耐性試験の結果を示す。

(a)聴診器埋め込みマイク録音と(b)MLT206では、雑音によるスペクトルの変化が大きくなった。

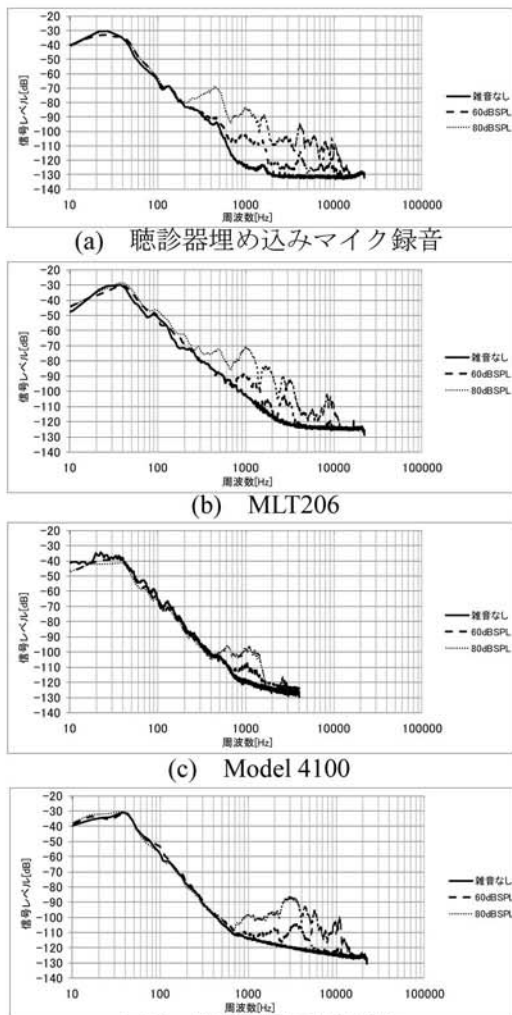


図8 雑音耐性試験結果

これは、空気振動を捉えるコンデンサマイクによる録音手法が、周囲雑音の影響を受けやすいためだと考えられる。

(c)Model 4100では、他の録音手法と比較してスペクトルの変化が最も大きく抑制された。この理由として、固体振動を捉える圧電素子が周囲雑音の影響を受けにくいことが挙げられる。また、独自の騒音低減機能である ANR テクノロジーの効果も含まれていると考えられる。

(e)圧電聴診器では、他の録音手法と比較してスペクトルの変化が最も高域側に現れた。これは、聴診部が小さく、筐体の機械的な共振周波数が高くなったため、周囲雑音によるスペクトルへの影響が高域側に現れたと考えられる。また、聴診部に圧電素子が使用されているため、(a)や(b)と比較して雑音によるスペクトルの変化も抑制された。

圧電聴診器の雑音の影響は高域側で、心音の周波数帯域(10~1000[Hz])での影響はほとんど見られないため、ローパスフィルタで心音以上の帯域

をカットすれば、心音に影響を与えずに雑音を更に抑制できると考えた。そこで、圧電聴診器とレコーダ間にマイクアンプ(小野測器 AU-2100)を接続し、内蔵のローパスフィルタ機能(遮断周波数 $f_c=1$ [kHz])を使用して同様に雑音耐性試験を行った。その結果を図9に示す。

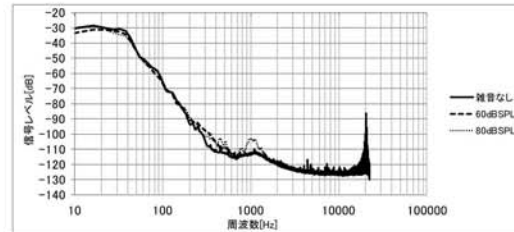


図9 圧電聴診器+ローパスフィルタ

図8(d)と比較すると、20[kHz]付近にマイクアンプに起因するノイズが混入しているが、ローパスフィルタにより1[kHz]以上の帯域の雑音がカットされ、雑音の影響を更に抑制することができた。最も雑音の混入が抑制されていた図8(c)と比較しても、スペクトルの変化は小さくなり、また聴感上でも雑音が全く気にならない程度まで減少したことが確認できた。したがって、圧電聴診器とローパスフィルタを組み合わせることで、心音に影響を与えることなく、より高い雑音耐性を得ることができ、雑音環境下でも高品位な心音録音が可能であることがわかった。

6. 今後の課題

今後、雑音耐性の高かった圧電素子を用いた録音手法の開発を検討する必要がある。具体的には、より高感度で音質の良い圧電聴診器の試作や、心雑音に影響を与えずに雑音を抑制できるようなローパスフィルタの遮断周波数 f_c の数値の検討を行う。これらの課題を克服し、最終的には、医学生の聴診教育に使用できるような高品位な録音手法の確立を目指す。さらに、実際の診察現場でも使用できる、PCに接続可能な新しい聴診システムの開発を行う予定である。

参考文献

- 坂本二哉：“現代心臓病学における心臓聴診の意義”，Heart&Wellness 臨床 ME インフォメーション NO. 23 『聴診の臨床的意義』(2008)
- 森 経春：“CD-ROMを用いた視聴覚教育 ～IT化時代の新しい聴診教育を探る～”，心臓病学の卒前・卒後教育 2, pp. 85-87 (2002)
- 神山慎平 梁島啓多 小林幸夫 黒木茂広：“心音録音手法の検討と評価”，電気学会研究発表会資料，ETT-09-27, pp. 82-85 (2010)
- 石川道雄：“教養の生理学”，南山堂，pp. 69~73(1970)
- 綿貫忠：“医用電子・生体工学概論”，コロナ社，pp. 142~148 (1977)

【受理年月日 2012年 9月28日】

クリップモーターの実験課題の応用性と評価

石原 学*¹, 加藤 康弘*², 田中 昭雄*¹

Evaluation of the experiment Curriculum in the clip motor car

Manabu ISHIHARA, Yasuhiro KATO and Akio TANAKA

To study the interaction between electricity and magnetism, a paper clip electric motor is one of the most popular teaching materials. The function of the electric motor is based on the interaction between electricity and magnetism. The paper clip electric motor is built with a permanent magnet and a coil by winding the copper wire several times and creating loops. However the simplicity of making a coil does not allow plenty of scope for student's activities. In this paper, we analyze the velocity characteristics concerning the magnetic power of a paper clip motor car. The experiment results enable us to create the various types of paper clip electric motor car. The experimental classes showed that the variety of the clip motor car stimulates the students' creativity.

KEYWORDS: clip motor, clip motor car, velocity characteristics, curriculum model

1. はじめに

本学電気情報工学科では、平成 17 年より実験カリキュラム¹⁾の改定により低学年を対象としたレポートでは、ノート形式・観察実験を中心に実施してきている。これは従来の高専教育と入学してくる中学課程のカリキュラムのギャップからくるものの緩衝的な意味合いも含めて再編成したものであった。電気工作の一つとして、低学年から利用されるものに電気磁気学の基礎を使ったクリップモーターがある。本学でも、電気情報工学科の学生を対象にした実験として平成 17 年度より観察実験として組み入れている。電気と磁気を理解するために、中学生の理科での導入や大学の基礎物理実験など幅広い学齢に適応されている^{2, 3)}。

ものをつくり・動作させ・観察をする観点から評価できるものの、成果物としてのクリップモーターの評価に難点があった。そこで数年前より議論をしてきていたが、昨年度の 2012 年 3 月に実施された科学甲子園において、クリップモーターが製作課題として出題された⁴⁾。製作された結果で評価を問うもので、クリップモーターの動作のみならず、全体の構成にも工夫が必要な課題となっている。この問題は従来の我々の方向性と一致していた。そこで本論では、従来のクリップモーターの製作からモーターとした場合の教材化の可能性について述べる。

*1 電気情報工学科(Dept. of Electrical and Computer Engineering), E-mail: {ishihara/atanaka}@oyama-ct.ac.jp

*2 技術室(Technical Office), E-mail:kato@oyama-ct.ac.jp

2. クリップモータの背景

モータに利用される原理や法則を扱う教科としては、中学校理科や技術・家庭科が挙げられるが、これらの教科で広く利用されている教材の一つとしてクリップモータ^{5, 6)}がある。クリップモータは最も基本的な直流モータであり、その長所として、回転の原理を簡潔に例示できる点、安価に製作が可能である、そして簡単に回転の様子を観察できる点などが挙げられる。その一方で、クリップモータが最小限の部品で構成できるために、生徒はマニュアルに沿って組み立てるだけになってしまいがちである点、回転力が小さいために大きな装置を動かすための動力源としては利用できない点などが短所とし指摘されて、本学科でも同様な課題が指摘されていた。中学では、新学習指導要領第1章総則第1教育課程編成の一般方針において、「主体的に学習に取り組む態度を養い、個性を生かす教育の充実に努めなければならない。」と明記されていること、また、同第4指導計画の作成等に当たって配慮すべき事項2(2)として「各教科等の指導に当たっては、体験的な学習や基礎的・基本的な知識及び技能を活用した問題解決的な学習を重視するとともに、生徒の興味・関心を生かし、自主的、自発的な学習が促されるよう工夫すること。」と明記されていることから、クリップモータを教材として扱う上で、生徒がモータに工夫を加える余地が少ない点が最大の問題となっている。クリップモータは、電気と磁気の間接関係を明らかにし、モータの仕組みを説明する際に有効な教材であるので観察実験には最適であるものの、実験の自由度や新しい考案・工夫には難点があった。そこで、クリップモータの製作において生徒の個性を反映するような要素があることが望ましいとして、作成するコイル形状を変化させるなどの工夫が行われている⁷⁾。

3. クリップモータカー製作の概要

課題としては、①表1の材料を利用してクリップモータを構成する。一覧を表1に示す。②①で作成したクリップモータを動力源として車体を動かす。③車体の動いた距離で評価を行う、方式とした。図1に設計図を示す。ボディーの材質は、プラスチック段ボールを利用している。クリップモータで動作させることから軽量で耐久性の点から採用した。ボディーの重さは10cm×10cmで

約5gである。

表1 部材

竹ひご	15 cm
輪ゴム	2 個
クリップ	2 個
電池ボックス	1 個
プラスチック段ボール	1 枚
磁石(ネオジム)	1 個
単三電池	1 本
単三電池ケース	1 個
車輪(ハブ)	4 個

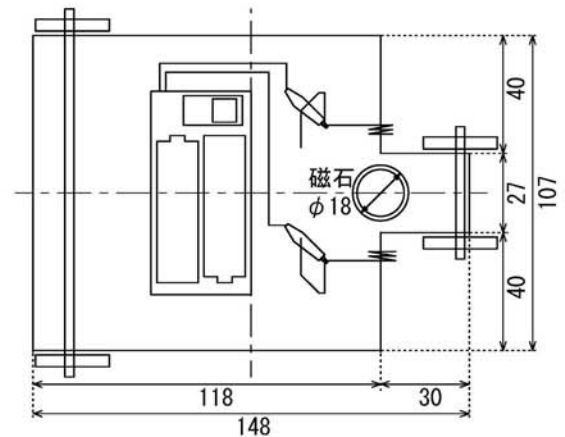


図1 クリップモータカーの外形寸法

4. クリップモータカーの特性

4.1 クリップモータの磁石の力の関係

クリップモータのコイル径を $\phi 15\text{mm}$ 一定とし、巻数を20.5巻とした。磁石の力をNo.1 (64 mT), No.2 (127mT), No.3 (185mT) およびNo.4(238mT)の4種類とした。ここでは磁石の力は磁束密度としている。磁束密度はNo.1に対してほぼ2倍3倍4倍となるものを選択した。こうすることで、コイルを基準とした場合の磁石の力との関係を観ることができる。各磁石で10回の試走をおこなった。この実験では、クリップモータが磁石の力の変化により完走できるかどうかを確かめた。完走した場合は完走時間を記録した。また、途中で10秒以上停止した場合は、距離と停止時のタイムを記録することとした。表2に磁石の力の変化による動作を示す。表では、完走した場合のデータを記載している。

表2の結果から、No.3番(185mT)の磁石において完走率が100%となっている。No.4では、磁石の力が強すぎてコイルの軸を変形させ磁石に吸引され、動作不良におちいる傾向が見受けられた。

また、No.1・No.2 では、コイルのトルクが車輪部に十分に伝わらないために完走できないものがあった。

表2 完走データ

磁石 No.	完走率	完走時平均タイム
1(64mT)	60%	00:47.2
2(127mT)	80%	00:36.7
3(185mT)	100%	00:17.5
4(238mT)	50%	00:26.6

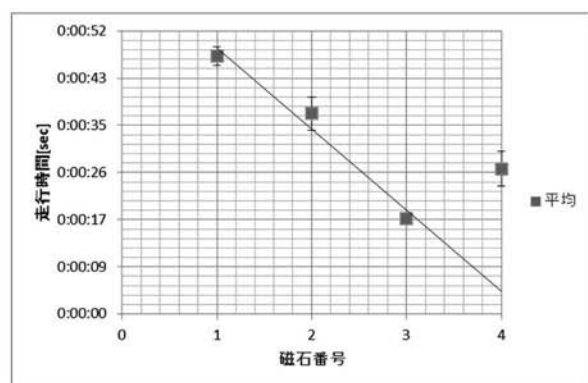


図2 磁石と完走時間の関係

完走したクリップモーターの走行時間と磁石の力の関係を図2に示す。磁石番号のNo.4は磁石の力が強すぎてコイルの変形を引き起こすので完走率が低く、磁石と完走時間の関係が得られないと考え直線近似式から除いている。No.1からNo.3までは、磁石の力の大きさと完走時間はほぼ比例関係にあった。直線近似式は完走時間の偏差内に収まっている。コイルの形状教材を作成した例でも、磁石の力を大きくするとほぼ力は比例関係にあることが指摘されている⁵⁾。本実験でも同様な傾向が得られ、この特性を利用することで磁石の力と走行時間の線形性の確認ができた。

4.2 クリップモーターの巻数について

4.1の実験で一番良い結果であった、磁石No.3、コイル20.5巻を基本として、コイル10.5巻とコイル30.5巻にて実験を行った。結果は、10.5巻ではトルク不足から完走率は0であった。また、30.5巻では、一度停止したものの、もう一度動き出すほどのトルクはあるが、コイル自体の重さからくる回転数の低下や軸ブレからか、タイムは遅くなるのがわかった。走行実験では、停止せず

に完走できたもの20%、停止したが完走できたもの50%、完走できないものは30%であった。表3に巻数変化の表を示す。

次に、磁石を強くして巻数を減らすことで、高い回転数を得ることについて実験を行った。これは、軸のブレを少なくすることの可能性として考え、磁石No.4とコイル10.5巻について実験を行った。結果としては、完走できたときは良いタイムが得られるものの、少しでも抵抗が発生すると停止してしまい、完走率は悪くなるのが分かった。これは、コイル自体の慣性モーメントが低下し、いわゆるフライホイール効果が小さくなったことによると考えられる。

表3 巻数の変化による完走

巻数	完走率	完走時平均タイム
10.5	0%	—
20.5	100%	00:48.5
30.5	70%	01:33.1
10.5(No.4)	40%	00:30.5

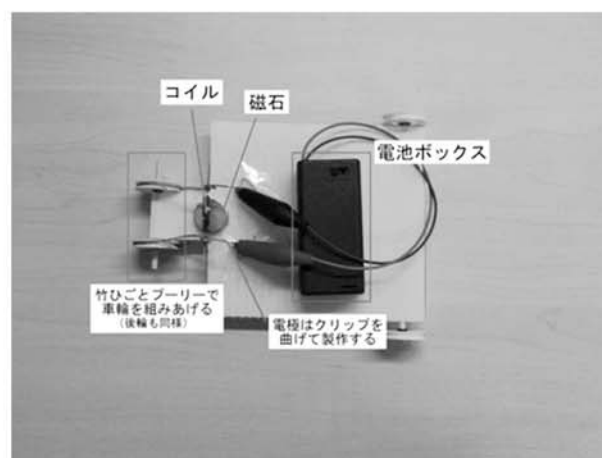


図3 試作したクリップモーター

最後に、継続動作について検討した。本実験では最良値を得ている磁石No.3、コイル20.5巻での実験を対象とした。その結果、完走率100%と同等であったものの、完走時間が最適値設定17秒であったものが48秒と大きく異なる。これは、使用した輪ゴムの表面にゴミが溜まってきた事が原因で、以前ほど摩擦が得られなかったからではないかと考えられる。すなわち、同じ摩擦を得るためにはゴムを強く張らなければならないため、回転数が低下し軸ブレも大きくなる傾向にある。

輪ゴムの寿命は、40回の走行程度であり、一回の実験時間毎に交換が必要になることが予想される。図3に試作したクリップモーターカーを示す。

4.3 カリキュラム試案

実験手順として、

- ①エナメル線を電池に巻き付けてコイルを製作する。
 - ②紙やすりを用いてコイルの片端を全面、もう一端を半面だけ削る。
 - ③クリップを伸ばして、固定器にコイルをセットする。固定器は磁石とコイルの下部との距離が約3mmになるようにする。
 - ④モーター部と電池を接続し、回転の可否を調べる。
 - ⑤ボディーの製作と各部の取り付け。
- 以上の手順として進行する。評価は、時間内に指定距離を完走する。完走した場合は完走時間の早いものが上位となる。
- コースは、全長240cmで幅30cmとする。

次に、自由要素として、

- ①磁石（磁束密度）の選択として4種類。
- ②巻数の選択として4種類。
- ③磁石からコイルまでの距離の選択。
- ④ボディー形状の自由度

上記を選択させ装置を作製し観察させ、記録し報告させるなどが考えられる。

今回は議論していないが、使用する電源電圧についても配慮が必要であった。使用したのは、単三形ニッケル水素電池（SANYO エネルーブ）であるが、充電が十分でないとう動作しない可能性があり、また動作させると電圧降下が急速に進むことが分かった。

5. まとめ

現在授業展開しているクリップモーターは、観察実験として、コイルの径・コイルの巻数を変化させたコイルを作製し、磁石（磁束密度）の変化などを追加してその変化を観察し報告させ、ものづくりや工夫を体験する機会を提供している。しかし、個人作業が多くチームワーク力の育成について弱点があった。今回のクリップモーターカーは、グループとしてもものづくりに取り組む機会を与えることができると考えられる。

また、今回の実験結果より、

- ①磁石：185mT（15φ）
- ②巻数：20.5巻

が最良の組み合わせとして選定できた。この組み合わせであれば、ほぼ完走できる可能性を示したことで、実験時における指導指針を作ることができる。

また、上級学年においては、コイルと磁束密度や磁界解析などの理論解析を導入することで複数の教科を取り込む課題とすることができる。

参考文献

- 1) 鈴木真ノ介, 田中昭雄, 今成一雄, 石原学: 学習意欲の向上を目指した電気情報工学実験の改変, 論文集「高専教育」, 第30号, pp.305-309 (2007.3)
- 2) 第1回科学甲子園, (独法) 科学技術振興機構 (2012.3)
- 3) [http://www.cep.osaka-u.ac.jp/files/new_program_development_projects/201110171132/201110171201\(2012.9現在\)](http://www.cep.osaka-u.ac.jp/files/new_program_development_projects/201110171132/201110171201(2012.9現在))
- 4) 文部科学省, 中学校新学習指導要領 (2008.3)
- 5) 加藤 和男, 渡辺 雅浩: 製作/ 調整容易な手作りモーター教材の開発: 指導ボランティアテキストを兼ねて, 第19巻, pp.13-20, 電気学会研究会資料. FIE, 教育ボランティア研究会 (2006)
- 6) 楠田純一: 究極のクリップモーター (左巻健男・内村浩 編著: おもしろ実験・ものづくり辞典), pp.217-219, 東京書籍 (2002)
- 7) 江口 啓, 櫻井 康平, 畑 俊明: クリップモーターのコイル形状に関する回転特性の解析, 静岡大学教育学部研究報告. 教科教育学篇, 43, p. 135-149 (2012.03)

Appendix

試作で得られた実測値の一部を示す。すべて完走できた磁石 No.3 でコイルφ15mm である。

表A 磁石 No.3 の実測値

磁石No.3(φ18mm×3.0mm 185mT 2.957kgf) コイルφ15mm, 20.5回巻				
回数	距離[cm]	タイム	止まった回数	終了時電源電圧[V]
-	-	-	-	1.36
1	240	00:16.40	0	1.35
2	240	00:16.52	0	1.34
3	240	00:17.06	0	1.34
4	240	00:17.24	0	1.33
5	240	00:16.96	0	1.32
6	240	00:17.52	0	1.32
7	240	00:19.40	0	1.31
8	240	00:18.26	0	1.31
9	240	00:17.36	0	1.31
10	240	00:18.64	0	1.30

【受理年月日 2012年 9月27日】

計算機ホログラムにおける巡回関数化雑音とサブサンプリングの検討

千田 正勝*1, 福田 純希*2, 海原 洋介*3

A Study on Cyclic Function Noise and Sub-Sampling
in Computer Generated Hologram

Masakatsu SENDA, Junki FUKUDA and Yosuke KAIHARA

This work reports influences of the cyclic function (CF) noise on reproduced image quality and bit error rate (BER), and a calculation amount reduction effect by the sub-sampling (SS) method, in the computer-generated hologram (CGH). The CF noise occurs especially at edges of the image, distorts reproduced bright spots, and causes errors. The zero-padding (ZP) method suppresses the CF noise completely, although the calculation amount increases by 4 times as compared with the cyclic calculation. The SS method is useful because it can reduce the amount by 1/4 and does little harm to BER although it deteriorates the image a little more than the ZP method.

KEYWORDS : computer-generated hologram, cyclic function noise, zero-padding, sub-sampling

1. まえがき

ホログラムの作製法としては主に、物体光と参照光による光の干渉現象を利用する方法、および計算機ホログラム(CGH : Computer Generated Hologram)法の二つが挙げられる。CGH法は計算と微細加工技術により光学系に依らない任意のホログラム形成が可能なたため有用であり、光ディスク用や光通信用光学素子等に広く利用され¹⁾、また読出し専用型ホログラムメモリ^{2,5)}への適用も期待されている。CGH法では膨大な量の計算が必要となるため通常、波数空間演算による高速演算処理が施される。この際、

画像データや光伝播関数は巡回関数として扱われるが、実際の関数との違いが巡回関数化(CF : Cyclic Function)雑音を引き起こしエラーを招くおそれが有り、これを回避するためデータ周囲をゼロ値で埋めるゼロパディング(ZP : Zero-Padding)法が採られる⁶⁾。しかし、従来 CF 雑音の特徴は必ずしも明確になっていない。また、ホログラムメモリ用記録符号におけるビット誤り率(BER : Bit Error Rate)悪化の原因として再生輝点のアノマリ(異常)発生が指摘されているが⁷⁾、従来、CF 雑音と輝点アノマリ、BER との関係も明らかになっていない。一方、ZP法では最低でも基画像の4倍の計算量が必要となり、計算量を低減する案として画像をサブサンプリング(SS : Sub-

*1 電気情報工学科(Dept. of Electrical and Computer Engineering), E-mail: senda@oyama-ct.ac.jp

*2 電気情報工学科平成 24 年 3 月卒業

*3 電気情報工学科平成 23 年 3 月卒業

Sampling)する手法が提案されている⁹⁾。しかし、SS法による画質や BER への影響は必ずしも明らかになっていない。本論では CGH 法における画質、BER の向上および計算量低減を目的に、CF 雑音などの程度画質、BER を悪化させるかの特徴分析、および SS 法の有用性について評価・検討を行ったので報告する。

2. 検討内容および実験方法

まず、線形演算、巡回演算、巡回 ZP 演算(ZP 法)と CF 雑音との関係について説明する。図 1 に線形演算と巡回演算を示す。(a)の線形演算は実空間での計算であり、光伝搬関数は例えば光の起点が画像の左端にある場合、図に示すように画像の右端まで広がった関数となる。線形演算ではこの光伝播関数と画像データとが正確に畳込み計算される一方、計算量が膨大となる。(b)の巡回演算では光伝播関数と画像データは波数空間変換される。波数空間での光伝播関数は図のように左側半分の情報しか持たないため、右側の計算をする際は左側の情報を巡回させて用いることになる。計算の高速化が図られるものの、(b)の光伝播関数は(a)とは明らかに異なるため、正確な畳込み計算はされない。これによって生ずるのが CF 雑音である。(c)の ZP 法では(b)同様光伝播関数と画像データを波数空間変換する。但し、画像データ周辺をゼロ値で埋め縦横 2 倍以上とすることで、光伝播関数を(a)と同様画像データの左端から右端まで広がった関数とする。図に見るように画像データ外側では光伝播関数を巡回させて用いるため計算は不正確となり CF 雑音が発生するが、画像データ内側では(a)と同様の光伝播関数を使用することになるため正確な畳込み計算が可能となり CF 雑音は発生しない。しかも波数空間演算を利用するため計算の高速化も図られる。

次に巡回 SS 演算(SS 法)について説明する。図 2 に ZP 法と SS 法を対比させて示す。(a)の ZP 法では、 $N \times N$ px の基画像 $u_0(N \times N)$ に対し上述のように周辺にゼロ値を追加し、縦横 2 倍の基画像 $u_{0,zp}(2N \times 2N)$ を作成する。これを波数空間変換した $U_{k,zp}(2N \times 2N)$ と、 $2N \times 2N$ px のサイズを持つ光伝搬関数を波数空間変換した $G_{k,zp}(2N \times 2N)$ とから $2N \times 2N$ px のサイズを持つホログラム $u_{h,zp}(2N \times 2N)$ を計算し、これから中央の $N \times N$ px 領域を切り出すことで最終的なホログラム $u_{h,zp}(N \times N)$

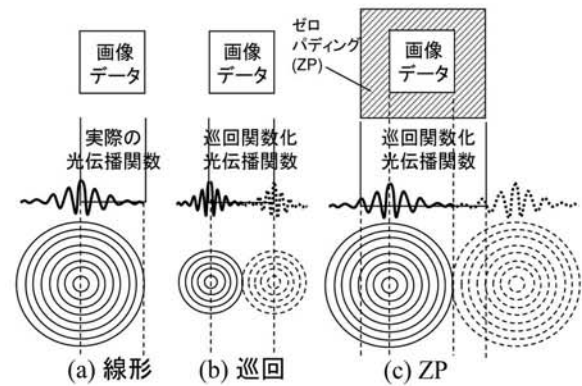


図 1 線形演算と巡回演算

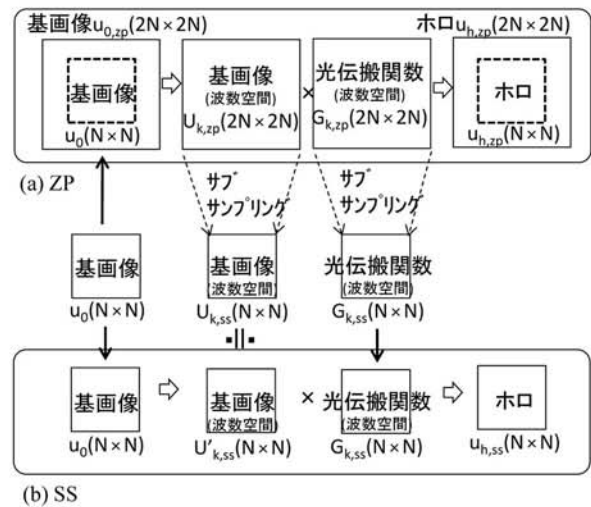


図 2 ZP 法と SS 法

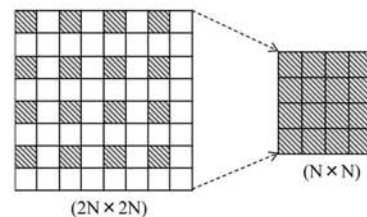


図 3 1/2 サブサンプリング

を得る。なお、本論ではホログラムから出射する直後の光の波面関数をもってホログラム関数と定義する。ZP 法では CF 雑音発生を回避でき高速演算処理も施されるが、データ量を縦横 2 倍以上とする必要があり、図 1(b)の巡回演算に比較し計算量は最低でも 4 倍となる。一方、ZP 法に対する計算量低減を図ったものが SS 法である。(b)の SS 法では、基画像には $u_0(N \times N)$ をそのまま使用し、また波数空間変換した光伝搬関数には前述

$G_{k,zp}(2N \times 2N)$ を例えば $1/2$ にサブサンプリングし $N \times N$ px のサイズにした $G_{k,ss}(N \times N)$ を近似関数として使用する。ここで $1/2$ サブサンプリングとは図 3 に示すように、 $2N \times 2N$ px のデータを波数空間上で原点を対称に縦横 1 データごとに間引きし $N \times N$ px のデータに $1/4$ 圧縮する画像処理技術である。間引きにより情報に欠落が生じるものの周波数特性はほぼ維持されるため、良い近似が期待される。なお、波数空間変換した基画像としては本来前述 $U_{k,zp}(2N \times 2N)$ を $1/2$ サブサンプリングした $U_{k,ss}(N \times N)$ を使うべきであるが、計算量を低減させるため、 $u_0(N \times N)$ を波数空間変換した $U'_{k,ss}(N \times N)$ で近似できるとしてこれを使用する。 $G_{k,ss}(N \times N)$ を得るには基データとして $G_{k,zp}(2N \times 2N)$ が必要なため、 $2N \times 2N$ データの計算が一度は必要となるが、光学系が同じなら $G_{k,ss}(N \times N)$ は使い回しが効く。 $u_0(N \times N)$ 、 $U'_{k,ss}(N \times N)$ 、 $u_{h,ss}(N \times N)$ はいずれも $N \times N$ データの計算であるため、複数の基画像に対してこれらのホログラムを得るのに、全体として各回ほぼ $N \times N$ データの計算で済むことになり、ZP 法に比較しほぼ $1/4$ の計算量低減となる。

本論では、線形演算、巡回演算、巡回 ZP 演算 (ZP 法)、巡回 SS 演算 (SS 法) の 4 つの方法でホログラムを形成し、これらからの再生像の画質、BER を比較することで、CF 雑音の特徴および SS 法の有用性を評価した。実験は C 言語プログラムによる計算実験により行い、ホログラム形成・再生過程の計算には波動光学解析を用いた。光波長は $0.66\mu\text{m}$ とした。画質評価は、自然画として画像サイズ $128 \times 128\text{px}$ 、画素ピッチ $0.5\mu\text{m}$ 、8bit グレイ階調の "fruits" を使用したピーク信号対雑音比 (PSNR) により行った。PSNR は、

$$\text{PSNR [dB]} = 20 \times \log_{10}[255 / \langle \sigma \rangle] \quad (1)$$

で定義した。ここで、 $\langle \sigma \rangle$ は、

$$\langle \sigma \rangle = \{ \sum_j \sum_i (P_{0ij} - P_{rij})^2 \}^{1/2} / (N \times N) \quad (2)$$

で表される 1 画素当たりの平均二乗誤差、 P_{0ij} は基画像の各画素の輝度、 P_{rij} は再生像の各画素の輝度である。BER 評価には後述する 4/9 記録符号^{5,7)}を用い、計算点 2048×2048 、画素ピッチ $6.7\mu\text{m}$ 、1 画素 5×5 分割の 5 倍密計算とした。図 4 に上記 4 つの演算でのホログラム形成・再生法を示す。 u_0 は基画像、 u_h はホログラム、 u_r は再生像である。再生過程については、自然画 "fruits" に対してはデータサイズが小さいため図の通り線形演算を用いたが、4/9 符号に対してはデータサイズが大き

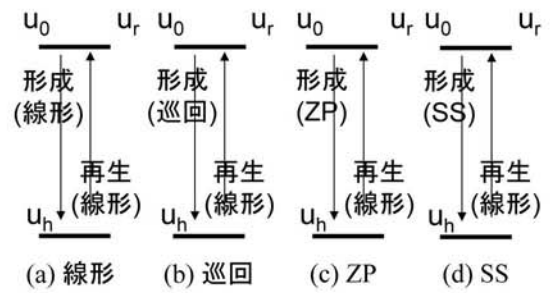


図 4 ホログラム形成・再生法

く線形演算では計算時間が膨大となり現実的ではないため ZP 法を用いて計算した。

3. 検討結果と考察

3. 1 画質評価

本節では自然画を用いた再生像画質から ZP 法、SS 法の有用性、および CF 雑音の特徴を評価する。図 5 に各演算法での自然画の再生像を示す。開口数 (NA) = 0.2 の場合の結果である。目視観察では特に画像中 "M" の文字に注目すると、(a) と (c) は同様、(b) ではボケが激しいことが解る。また (d) では全体的にやや縦横の縞模様が強くと現れていることが解る。図 6 に再生像の輝度値差マップを示す。図 5 における (a) の再生像を基準とし、各再生像との各画素での輝度値の差の絶対値を抽出した図である。差の絶対値の大きさを 8bit 階調 (0-255) で表し、差が大きいほど明るい輝度 (強い白色) で表示している。実際の差の値は小さく暗過ぎるため差の値を 5 倍し表示している。図 6(a) は図 5(b) 巡回と図 5(a) 線形との差であり、画像全域で画像コンテンツのエッジに沿って大きな差異が生じていることが解る。このように巡回演算では再生像はかなり劣化したものとなる。図 1(b) の説明から CF 雑音は実際の光伝搬関数との差異が大きくなる画像端部で顕著に発生することが予想されるが、図 6(a) ではこの傾向は見られず画像全域で劣化が生じている。図 6(b) は図 5(c) ZP と図 5(a) 線形との輝度値差マップである。差は画像全体で完全にゼロであり、線形演算と巡回 ZP 演算は完全に一致することが確認される。図 6(c) は図 5(d) SS と図 5(a) 線形との差であり、画像のほぼ全域に渡り画像コンテンツとは特に無

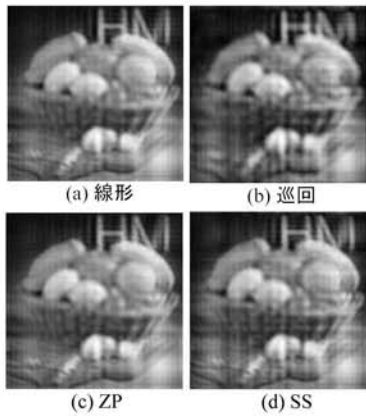


図5 各法によるホロからの再生像 (NA=0.2)



(a) [巡回-線形]差 (b) [ZP-線形]差 (c) [SS-線形]差

図6 再生像の輝度値差マップ (NA=0.2)

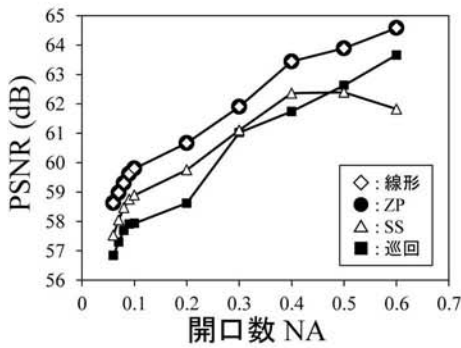


図7 PSNRの開口数依存性

関係に縦横周期的に差異・劣化が生じている。差の大きさは図6(a)と比較すると全体的に小さい。図6(a)と比較すると図6(c)では輝度値差の分布が全く異なることから、SS法ではCF雑音発生は回避されており、代わりにサブサンプリングしたことによる新たな雑音が発生することが解る。

図7にPSNRの開口数依存性を示す。線形演算とZP法のプロット点は全てのNAに対して完全に一致する。図6(b)および上記の結果からZP法

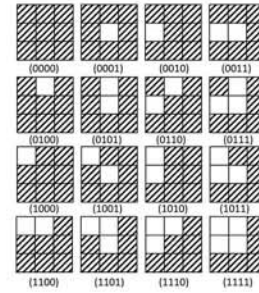


図8 4/9記録符号

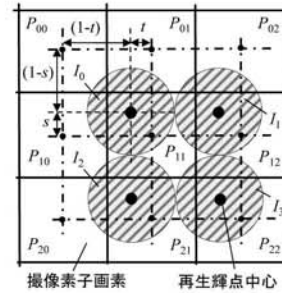


図9 再生輝点

は線形演算と定量的に完全に一致し、ZP法では線形演算と同様正確な畳込み計算ができ、よってCF雑音発生は完全に回避されることが確認できる。巡回演算およびSS法について見ると、図6の結果と同様、巡回演算は最も画質劣化が大きく、SS法は劣化が生じるものの巡回演算よりは改善されることが解る。但し、NAが0.5程度より大きくなると、SS法での劣化はかえって巡回演算より大きくなる。

以上、ZP法により確かに線形演算と同じ正確な畳込み計算が可能であること、巡回演算ではCF雑音により再生像の画質はかなり劣化すること、およびSS法ではサブサンプリングに起因する新たな雑音が発生するもの特に低NA領域では画質劣化はある程度抑えられることが解った。

3.2 BER評価

本節ではCGHをホログラムメモリへ適用した場合を想定し、BER特性からCF雑音の特徴、SS法の有用性を評価する。図8にBER評価に用いる4/9記録符号を示す。4/9符号は1ブロック(3×3画素)の左上2×2画素の明暗の組合せで(0000)から(1111)の4bitを表現する記録符号であ

る。デコード処理は16種のテンプレートとのパターンマッチングにより行う。図9に撮像素子上の再生輝点を示す。一般に再生輝点は回折限界により拡がりを持ち、その中心は撮像素子画素中心からズレる。図は輝点中心が画素中心から左へ t 、上へ s 並進移動した状態を示す。ここで t, s ($=0.0 \sim 1.0$)は画素ピッチで規格化した輝点の位置ズレを表すパラメータである。各輝点強度 I_i ($i=0, 1, 2, 3$)は t, s および各輝点中心を囲む最近接4画素の輝度 P_{ij} ($i, j=0, 1, 2$)を用い、線形補間により見積もる⁵⁾。以下では $t, s=0.0$ に設定し評価した。またホログラムメモリでは、再生輝点サイズは撮像素子の画素ピッチ程度とすることが一般的であるため、NAとしては回折限界式(=光波長/画素ピッチ)から見積もられる0.1前後の値とした。BERはブロック単位でのエラー比で定義した。

まず、ZP法と巡回演算との比較を行い、CF雑音の特徴を評価する。図10にBERの閾値依存性を示す。ここで閾値はデコード処理過程で用いるパラメータであり、(0000)が(1111)に誤判定されるのを回避するために導入されている。0~100%間のいずれかの範囲で $BER < 10^{-4}$ が実現すればエラー無しでのデコード成功を意味する。NA=0.07とした。図ではZP法の場合、全体的にBERは低下し閾値約10~30%にて $< 10^{-4}$ が実現する。これに対し巡回演算ではBERは 10^{-1} 台未満には低下せず、CF雑音の発生がBERの悪化を招いていることが確認される。図11に画像データ領域のエラーブロック位置を特定したエラーマップを示す。NA=0.07時、閾値が(a)10%、(b)20%、(c)30%でのエラーマップである。図10の巡回演算の結果では、閾値が10、20、30%となるにつれてエラーは増加する。図11ではこのエラー増加が画像データ領域端部から現れ始める様子が観察される。図1(b)よりCF雑音は画像端部で大きくなることが予想されたが、図11ではこの傾向が明確に表れている。図12に計算点 128×128 、画素ピッチ $1 \mu\text{m}$ 、NA=0.13とした4/9符号画像の再生像を示す。(a)は線形演算、(b)は巡回演算、(c)はZP法、(d)はSS法によるものであり、図4の(a)、(b)、(c)、(d)のホログラム形成・再生法で計算した結果である(再生には線形演算を使用)。(a)、(c)は目視で観察する限り差異はなく、また場所に依らず再生輝点は均一である。一方(b)では画像領域の外側

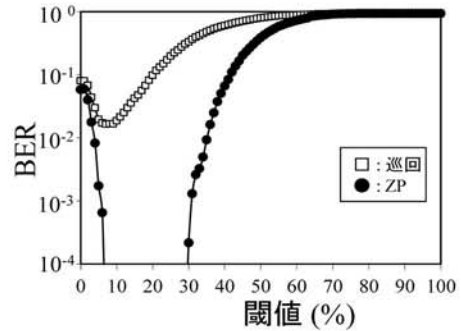


図10 BERの閾値依存性(NA=0.07)

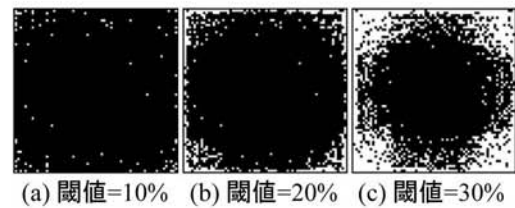


図11 エラーマップ(NA=0.07)

へ行くほど再生輝点の形状に歪、ボケが発生し出す。ここで用いた4/9符号画像は、図10、図11でのBER評価用4/9符号画像に比べ画像サイズはかなり小さいが、BER評価用画像においても同様の現象が起きていると考えられ、CF雑音は一般には画像領域端部で顕著となり、再生輝点の形状に直接影響を与えることでエラーを引き起こす特徴を有すると言える。

次にNAを0.1付近で変化させBER特性からSS法の有用性を評価した。図13に(a)NA=0.07、(b)NA=0.09、(c)NA=0.13でのBERの閾値依存性を示す。NAの増加に伴い $BER < 10^{-4}$ となる閾値範囲は拡大する。NA=0.07の場合、SS法の結果はZP法と比較すると若干 $BER < 10^{-4}$ を満たす閾値範囲が狭い。これはサブサンプリングに起因する雑音が画質を劣化させ、BERを悪化させた結果と解釈される。しかしながらSS法とZP法によるBER特性の違いは僅かであり、またNA=0.09、0.13ではこれらの特性はほぼ完全に一致する。図12(d)では図12(a)、図12(c)と比較すると目視する限り殆ど画質劣化は観察されず、また図12(b)のような再生輝点の変形も生じていない。以上のことからSS法では新たな雑音が発生するもののBER特性を殆ど悪化させないことが解る。

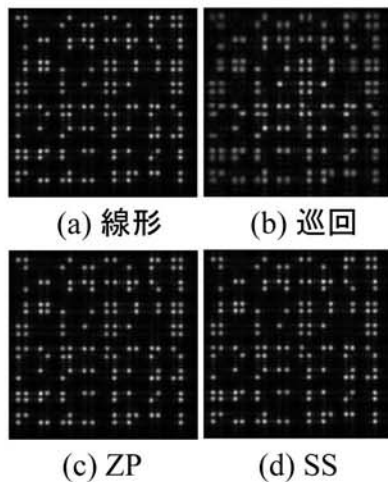


図 12 各法によるホロからの再生像 (NA=0.13)

4. まとめ

CGH 法における CF 雑音の特徴および SS 法の有用性について評価した。結果を以下に整理する。

- ・巡回演算ではエッジや画像領域端部で大きな CF 雑音が発生し、画質は劣化する。ZP 法では線形演算と完全に一致する畳込み計算が可能となり、これにより CF 雑音の発生は完全に抑制される。但し、巡回演算に比べ最低でも縦横 2 倍、計 4 倍の計算量になる。SS 法では ZP 法に比べ計算量を約 1/4 に低減できる。CF 雑音は完全に抑制されるが代わりに新たな雑音が発生し、若干の画質劣化を引き起こす。

- ・CF 雑音は再生輝点の形状を変形させる特徴を持つためエラー発生に直接寄与し、BER の顕著な悪化を招く。一方 SS 法での雑音は CF 雑音と異なり再生輝点形状を変形させるものではなく、これが BER 特性に与える影響は僅かである。よってメモリ応用を前提とした場合 SS 法は有用な計算法と言える。

参考文献

- 1) 辻内順平：ホログラフィー，pp. 332-368，裳華房 (1997)
- 2) S. Yagi, T. Imai, A. Tate, M. Hikita, S. Tomaru, S. Imamura, T. Tamamura, Y. Kurokawa and M. Yamamoto : Multilayered Waveguide Holographic Memory Card, presented at the Joint International Symposium on Optical Memory and Optical Data Storage '99, Koloa, Kauai, Hawaii, 11-15 July (1999)
- 3) T. Mitasaki and M. Senda : Write-Once Recording for

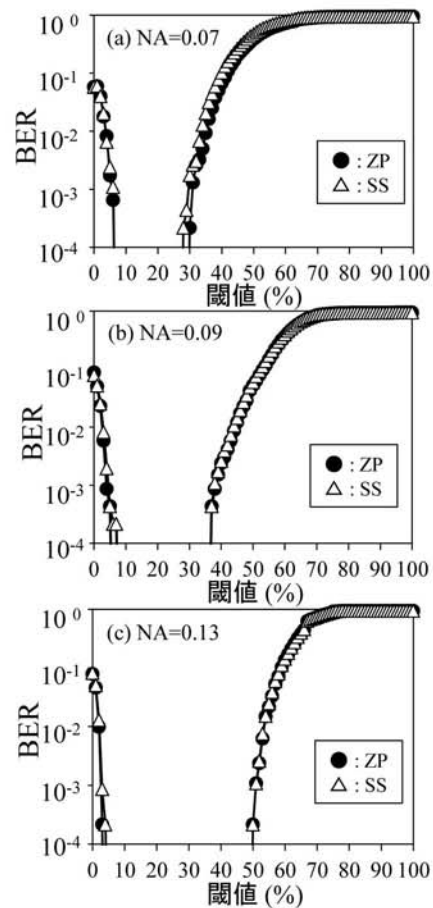


図 13 BER の閾値依存性

Multilayered Optical Waveguide-Type Holographic Cards, J. Opt. Soc. Am. A, Vol. 23, No. 3, pp. 659-663 (2006)

- 4) M. Senda and Y. Aoki : Identification Data Reproduction in Multilayered Optical Waveguide-type Holographic Memory Cards, Applied Optics, Vol. 47, No. 21, pp. 3973-3979 (2008)
- 5) M. Senda : Tolerance for Translation Disturbances of Template-Matching Two-Dimensional Modulation Code for Holographic Memories, Optical Engineering, Vol. 49, No. 8, 0858031-08580311 (2010)
- 6) M. Ueno, Y. Kurokawa, T. Tanabe and M. Yamamoto : Fast Method of Computing Fresnel Diffraction Patterns, Proc. SPIE, Vol. 4225, pp. 96-101 (2001)
- 7) M. Endo, M. Ueno and T. Tanabe : Data Decoding Method and Data Decoding Apparatus, Japan laid-open disclosure public patent bulletin, JP 2004-348378A (2004)

【受理年月日 2012年 7月23日】

2 型糖尿病患者のための生活指導支援システムの開発

今成 一雄*¹, 櫻岡 卓哉*², 大橋 博*³

Development of Living Guidance System for Type 2 Diabetics

Kazuo IMANARI, Takuya SAKURAOKA and Hiroshi OHASHI

We proposed and developed a prototype of new Living Guidance System for type2 diabetics. The system is aimed for the improvement of instruction environment, the simplification of duties, and the offer of effective data to guidance. It designed to executable on Apache firewall server as a Web application with portable personal digital assistant terminal. The system was tried on the medical treatment for a week and the questionnaire survey of the system performance was carried out. On Correspondence Analysis, the effectiveness was confirmed.

KEYWORDS : diabetics , guidance system , relational data base , SQLite , PHP , Web application

1. まえがき

予備軍も含めると今や 2000 万人を超えると言われ、国民病となりつつある糖尿病患者。そのほとんどを占める 2 型糖尿病の治療では、長期の生活指導・運動指導とその経過観察とを必要とする。一方、カルテの電子化が一般的になりつつある現状で、看護師・栄養士による指導・観察記録の電子化は立ち遅れており、現場では経験や知識の蓄積とその共有化が求められている。今回はこれを実現する生活指導支援システムを開発し、そのプロトタイプ医療現場スタッフによる評価が得られたので、これを報告する。

以下、第 2 章では糖尿病の原因・分類とその医療機関の現状について、第 3 章では医療機関にお

ける IT 化の現状とシステムに求められる要件の分析・提案を、第 4 章では今回、試作・実装されたシステムについて、第 5 章では医療スタッフによる試用・評価と今後の展望について記す。

2. 糖尿病患者数と医療機関の現状¹⁾

2. 1 糖尿病とは^{2, 3, 4)}

すい臓に存在するランゲルハンス島(すい島)のβ細胞から分泌されるペプチドホルモンの 1 種であるインスリンは、グリコーゲン合成と解糖を促進し、糖新生を抑制する。つまり、細胞が血液中からブドウ糖を取り込んでエネルギーとして利用する働きを助けている。インスリンの作用が不

*1 電気情報工学科(Dept. of Electric and Computer Engineering), E-mail: imanari@oyama-ct.ac.jp

*2 北陸先端科学技術大学院大学 修士 2 年生(Japan Advanced Institute of Science and Technology)

*3 医療法人 小山イーストクリニック 理事長(Medical Corporation OYAMA East Clinic, President)

足するとブドウ糖を利用できなくなり、血液中のブドウ糖濃度“血糖値”が高くなる。この状態を高血糖と呼び、これが継続する症状が糖尿病と呼ばれる。

糖尿病は、その要因により大きく2種類に大別される。

1) 1型糖尿病

インスリンが生成できなくなり、突発的に発病する症状を指す。自己免疫疾患やウイルス感染、遺伝的な原因が挙げられる。

2) 2型糖尿病

インスリンの分泌量が低下している場合や肥満によりインスリンの効果が阻害されている症状を指し、生活習慣病と呼ばれる糖尿病である。過食や運動不足等の生活習慣の乱れが原因とされている。患者の95%以上がこのタイプである。

この他に「妊娠糖尿病」、「特定の原因によるその他の型の糖尿病」などがある。

ここでは2型糖尿病患者に対する生活指導支援を想定する。

2. 2 患者数と医療機関の現状^{5, 6)}

図1は、日本における糖尿病患者の推移を示す。日本国内4,003人を対象に実施された平成19年国民健康・栄養調査結果によると糖尿病患者数の推計は890万人であり、糖尿病の可能性を否定できない予備軍を含めると2210万人にも及ぶと試算されている。また、厚生労働省の調査によると糖尿病が疑われる者は、10年前と比べ、およそ1.3倍に増加しており、患者増加ペースはさらに加速している。このペースで患者が増え続けると、平成24年には3500万人に及ぶと試算される。

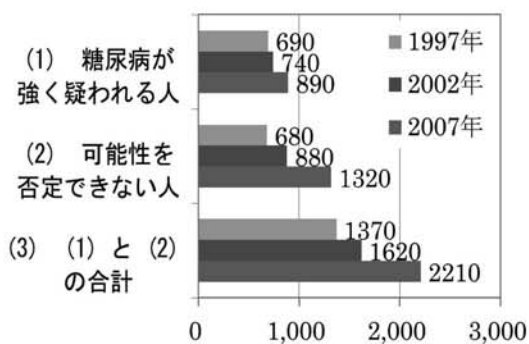


図1 糖尿病患者数の推移(単位:万人)

一方、医療施設の現状は表1に示す通りであり、概算すると1日当たり看護師が療養指導を行わなければならない患者数は20人以上であり、専門医においては100人以上を診断しなければならない。したがって、医療スタッフは時間的・精神的余裕がなく医療ミスに繋がりがかねないといった問題や患者情報の共有が効率的に行えず、一人の患者に対し複数の看護師が同じ指導をしてしまう重複指導の問題等が発生する。そのため、患者への生活指導管理のIT化が強く求められている。

表1 医療施設の現状

糖尿病専門の医療機関数	9000件
1施設当たりの患者数	1000人
1施設当たりの専門医数	2.6人
1施設当たりの糖尿病療養指導士数	9.8人
専門医1人当たりの患者数	400人
糖尿病療養指導士1人当たりの患者数	100人

3. システム設計

3. 1 従来型電子カルテシステム

現在、院内IT化システムとしては、電子カルテやRS-Base⁷⁾などが普及している。電子カルテは、大まかに分類された検査項目や指導の内容をフリーテキスト形式で入力する。フリーテキスト形式であるため、病状経過の可視化や統計・相関処理などが難しい。RS-Baseは電子カルテの情報をデータベース化したシステムで、体重やHbA1cなどの検査数値を可視化(グラフ表示)できる環境となっている。

図2は従来型の電子カルテシステムの運用の1例を示す。図中の矢印は情報の流れを表す。医師は、患者の診察記録を診察室のパソコンから電子

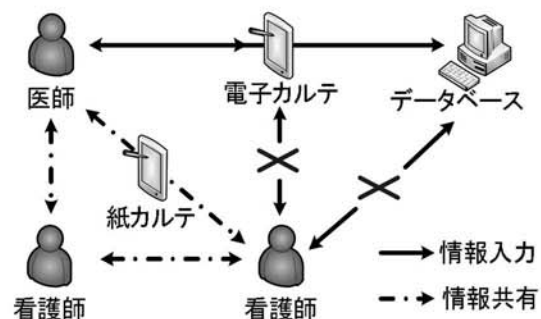


図2 従来型電子カルテシステム例

カルテに入力、データベースに保存する。看護師は、診察前の問診や生活指導の内容を紙のカルテや連絡メモ等に記載し医師に引き継ぎ、医師はそれを診察記録と共に電子カルテからデータベースへ記録している。看護師は、問診や採血など現場で五月雨式に患者の面倒を見ており、常にパソコンを携行しているわけではなく、既存の指導方法の大半は口頭による説明が占めていることも相まって、患者に対する指導と並行してその詳細を紙上に記録・参照することは、事実上不可能である。

したがって、看護師は電子カルテやデータベースの情報を常に参照できないため、医師と看護師や看護師同志の情報の共有方法としては紙のカルテか口頭によるものが主となっており、この点に大きな問題を抱えている。

3. 2 設計要件

従来型システムの“完全に電子化されておらず情報共有が不十分である”問題点により病状の時系列記録の把握が困難であり、生活指導とその効果の相関関係の程度等の確認・検討が得られにくい環境にある。また、指導ノウハウが看護師・医師個人のものとなっており、その経験の蓄積が十分に共有できておらず、完全に活かしていない問題もある。表2は、糖尿病専門医療現場から挙げられた改善のための具体的な要望事項を示す。

患者側からは、内容が重複しない簡潔で理解しやすい指導が求められている。これは、ひいては自身の病状の理解と把握、そして改善への励みと成り、医療費負担の低減へとつながる可能性を秘めている。

看護師側からは、仕事の効率化や迅速な患者情報の共有による指導環境の改善と、取り扱いの容易なシステムが要求されている。移動量が多く患者の途切れることのない現場にあっては、携帯に支障のない普段使い慣れた小型端末と直感的なユーザインターフェースが理想的であると考えられる。

医師側からの要求は、既存の指導方法では効果の得られない患者に対し、過去の指導経験から新たな指導方針を検討できるシステムである。そのため、複数の医療施設の指導記録とその効果を共有する必要がある。しかし、現状のシステムでは、それらは多種多様な記録メディア・形式で存在するため、複数の医療施設で情報を共有する場合、形式の統一のためのコストが必要になる。よって、お互いの指導経験を把握し活用できるよう、形式

が統一化された指導履歴情報を扱う必要が求められる。さらには、個々の医療機関によって個別の特殊な環境・状況が存在する可能性をかんがみ、システムの基本部分と基本情報は統一化し、そこに状況に合わせた変更が加えられる機能を用意する必要がある。

表2 要望事項

A 患者側	1) 病状の理解・把握のサポートの要望 2) 重複指導への嫌悪感 3) 指導方法の違いによる困惑の解消
B 看護師側	1) 指導時間の短縮 2) 指導方法の簡素化 3) 患者情報の共有 4) 端末は業務に支障無い大きさ 5) 端末は業務に支障無い通信方法 6) シンプルで扱いやすいUI 7) 初心者のための Help 機能
C 医師側	1) 指導履の統計による内容検討 2) 指導データの統一化 3) 指導履歴による医療指導情報構築 4) 患者データ管理の簡素化 5) 記録データの可視化 6) 画像撮影のためのカメラ機能搭載 7) 複数の医療機関との情報交換 8) 情報共有による新指導方法の検討

3. 3 提案

図3は、以上の要件を踏まえて提案した生活指導支援システムである。図中の矢印は情報の流れを表す。本システムは、メインとローカルの2つのデータベースによって構成される。メインデータベースには、医療データ基本ファイルが蓄積されている。このファイルには、共通の医療指導情報が保存されており、各々の医療機関にダウンロードされる(図中、矢印(1))。ダウンロード後、個々の医療機関が保有する患者情報の既存データベースと統合され、医療施設ごとのローカルデータベースが構築される(矢印(2))。運用時、ローカルデータベースは、医師のカルテ入力用のコンピュータと、看護師の持つ携帯端末からの入力を受け付ける(矢印(3))。携帯端末より入力された患者への指導情報は、既存の患者の指導履歴を記録したデータベースにも記録され(矢

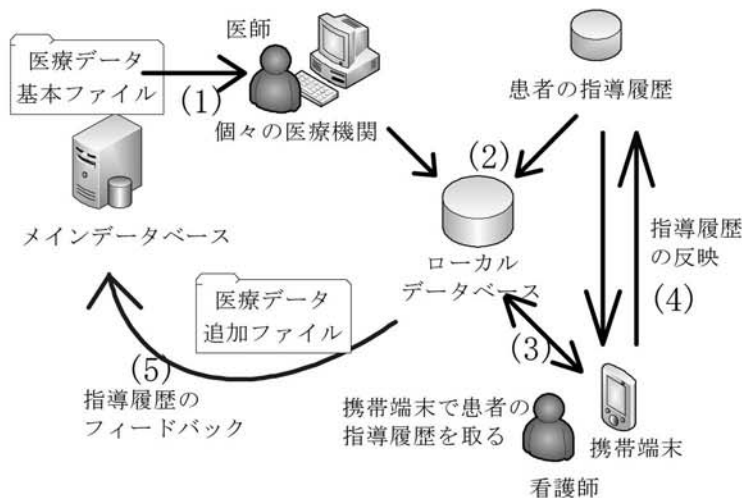


図3 生活指導支援システム

印(4)、全ての指導履歴を残す。ローカルデータベースには、最新の更新情報のみを反映させる。各医療施設の指導経験により蓄積されたローカルデータベースの情報は、医療知識としてメインデータベースの医療データ基本ファイルに反映される。よって、メインデータベース上では常に最新の医療データ基本ファイルが構築される(矢印(5))。

従来、医師が入力していた指導履歴をデータベース化し、そのデータベースに医師だけでなく看護師もアクセス可能にすることで、いつでも素早く情報が共有できるようになる。さらに、看護師がデータベースにアクセスする手段に携帯端末を使用すると、時間や場所を問わずに患者への指導や容態を簡単に記録できる。本システムを使用することで、指導支援による生活指導の効率化と、指導経験の蓄積データの分析による新たな指導方針の検討・決定への効果的な支援が期待される。

4. 試作システム

先に述べたように、医療機関によってIT化の度合いには相違がある。そこで提案システムを構築する上での環境条件を仮定しておく。具体的には、すでに電子カルテ他が導入され、患者の個人情報を記録したデータベースが存在するものとする。また個人情報の流出防止のため、外部とはFirewallサーバを介して接続されており、Apacheが稼働しているものとする。今回の試作システムは、この

Apache上で稼働させた。なお、これらの条件は最も一般的なものであり、特殊な要素は含まれていない。

4. 1 システム環境

システムで想定する看護師の携帯端末は、一昔前ではPDAが最適であるかと思われたが、最近ではコストパフォーマンスや機能性の面からTablet PCの選択が最適であると思われる。一方で、携帯性や操作性・習熟度を考えると、携帯電話やスマートフォン、果ては携帯ゲーム機も捨てがたい。そこで、今回のシステムはWebアプリケーションとして

構築する事とし、Webブラウザが使用できる機種すべてに対応できるものと設定した。

システムが動作するサーバのOSも新旧WindowsからiOSやLinux、果てはAndroidと選択肢は多岐にわたる。また、高級言語ではOSを原因とする相違が出やすい。そこでOS依存度を下げて移植性を高めるために、プログラミング言語はスクリプト言語であるPHP5とした。

データベースには、SQLite^{8,9)}を採用する。SQLiteは、フルセットのSQLステートメントと型束縛のないデータセットを利用することができる。データの保存に単一のファイルのみを使用することが特徴で、ストレージ仕様がアーキテクチャに依存しないため、管理ツールの直接実行が難しい組み込みソフトウェアシステムにおいても、ストレージを取り出してのデータの確認やSQLステートメントの実行が可能である。また、サーバ・クライアントモデルではないので、正しく使用すると、非常にセキュアなデータベースエンジンとして使用することができる。さらには、前述のApacheサーバとの親和性が高く、PHP5からも標準で使用できる。

4. 2 データベース構造

図4は、今回試作したデータベースのER図である。データベースは、医療指導データベース、患者情報データベース、付加情報データベースから構成されている。

医療指導データベースは医療指導の内容が蓄

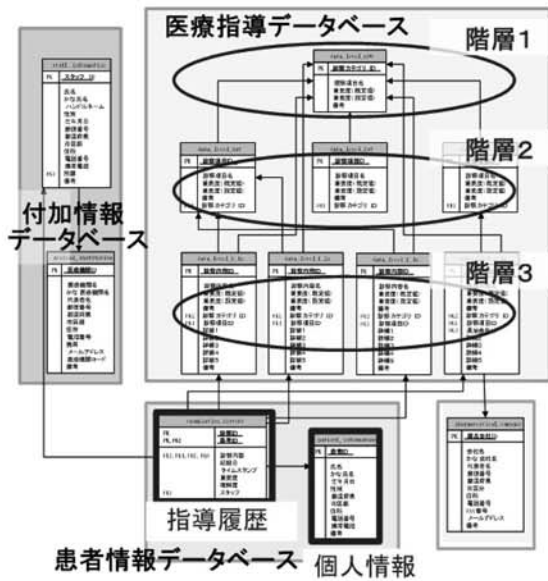


図4 データベース ER 図

積されたデータベースであり、指導内容が指導種別の大分類・中分類、具体的な内容の詳細分類に3階層化されている。階層化することで新規項目やデータが容易に追加・変更できる。また、各項目には5段階の“重要度”を示す値が付加されている。この値を変更することで、データ呼び出し・表示時等の項目出現順位を変更でき、各医療機関の都合に合わせた修正を可能としている。

患者情報データベースは、個人情報と指導履歴とに分離されている。それゆえ、各医療施設は各々が蓄積してきた患者情報データを容易にインポートできるだけでなく、指導履歴データをメインデータベースの医療データ基本ファイルへフィードバックする際の個人データの漏洩を未然に防止できる。ここにSQLiteが、データの保存に単一の

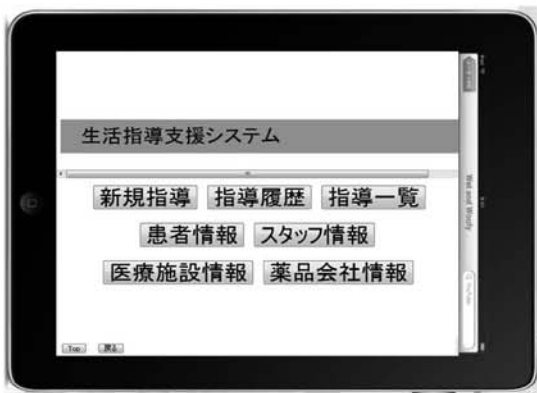


図5 起動画面

ファイルのみを使用している特徴が生かされている。また、指導履歴は患者情報データベースと医療指導データベースの2重構成とした。それぞれに、患者単位と1カ月単位とで指導履歴が記録されており、一方のデータベースに不具合が発生した場合の容易な修復が可能となる。

付加情報データベースは、患者の生活指導に携わった看護師や医療機関に関する情報が蓄積されたデータベースである。医療機関が変更になった際などの履歴管理に利用できる。

4.3 ユーザインターフェース

図5は、本システムのユーザインターフェースの1例として、携帯端末からの接続後の起動画面を示す。表示画面は上下2分割とされ、上画面は情報表示領域、下画面は情報入力領域と機能別に分離設定されている。画面を2分割することで操

第1階層目の指導を選択してください

指導id	指導名	重要度
1	糖尿病とは	5
2	治療目標	5
3	合併症	5
4	食事療法	5
5	運動療法	5
6	薬物療法	4

(a) 第1階層

第1階層の選択項目：薬物療法

第2階層目の指導を選択してください

指導id	指導名	重要度
58	薬物療法の種類	5
59	薬物療法の適応	5
60	薬物療法のストレス	3
61	経口血糖降下剤	5
62	インスリン	5

(b) 第2階層

図6 指導データ入力画面

作・入力領域が限定され、視点移動距離の減少による操作性の向上と誤操作の低減効果が期待される。さらに、2つの表示画面を持つタイプの携帯ゲーム機からの接続において問題となる、タッチパネル領域の限界と画面の狭小にも対しても効果的な解決策と成り得る。本システムの携帯端末からの使用者は、主として看護師であることから、コンピュータ端末の使用に習熟していないものと仮定し、ユーザインターフェースはメニュー形式とボタン選択入力の併用を基本とし、コマンド・文書による入力は避けた。これにより、使用感の向上と入力時間の短縮も期待される。図6(a),(b)は、指導内容第1階層と第2階層の入力画面の例を示す。ここで、“指導id”が、入力ボタンとなっている。

図7は、指導履歴表示画面の1例を示す。指導履歴の第3階層は具体的な内容を示すため、薬物指導などの場合には、その内容が一目で確認できるように画像表示を取り入れている。これにより、指導内容の誤認や重複の低減が期待される。また、指導した日付と患者側の理解度（効果）と指導の時系列による理解度の変化から効果的な指導方法の模索・検討が期待できる。

5. 評価

医療現場において試作システムを1週間試用していただいた後、SD法¹⁰⁾によるアンケート評価を行った。試用の際、携帯端末にはApple社のiPad

を用意した。表3は、アンケートの設問を示す。内容は、現状の紙カルテへの指導記録の記載方法と比較した、IT化による環境改善効果の程度を調査している。各設問のスコアの値が低いほど、評価は高くなる。また、使用者のスキルによる評価の違いも調査し、今後の参考資料とした。調査結果はコレスポネンズ分析¹¹⁻¹³⁾で評価した。有効回答アンケート総数は30である。

5. 1 アンケート集計結果

図8は、各設問毎の評価スコアの平均値を示す。看護師と薬剤師、パソコン（以下、PCと称す）の使用頻度の高い人からは全項目について高い評価

表3 アンケートの設問概要

質問1	職種は？ 医師、看護師、薬剤師、 臨床検査技師、その他
質問2	PCの使用頻度は？ 毎日、週4~6日、 週1~3日、使用しない
質問3	従来の紙カルテへの記載と比較したシステムの使用感について (良い1 ~ 悪い5)
設問1	ボタン選択入力の効率性は？
設問2	指導記録・情報の閲覧性は？
設問3	システムの指導情報は有用か？
設問4	知識の整理や再確認に有効か？
設問5	今後利用したいと思うか？

坂本 龍馬さんの指導履歴

指導履歴id	階層1	階層2	階層3	日付	重要度	理解度	担当スタッフ
3	薬物療法	インスリン		2011/2/9	5	3	木戸 孝允
2	食事療法	指示カロリーの算出		2011/2/9	4	2	大久保 利通
1	糖尿病とは	糖尿病の病態		2011/2/9	3	3	西郷 隆盛

図7 指導履歴表示画面

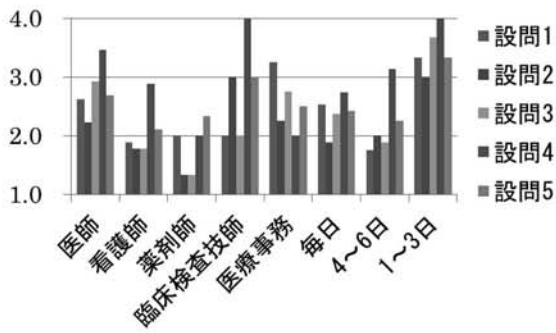


図8 評価スコア平均値

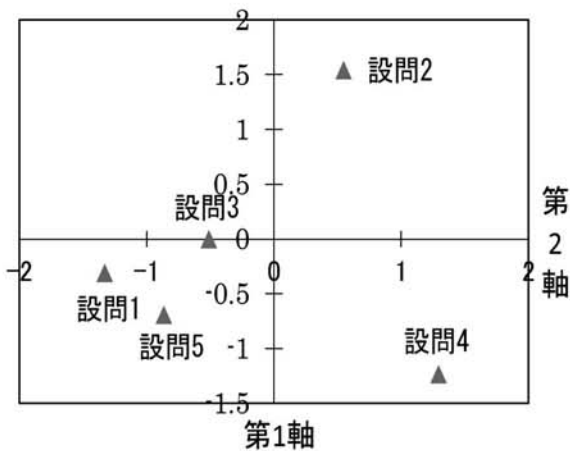


図9 散布図

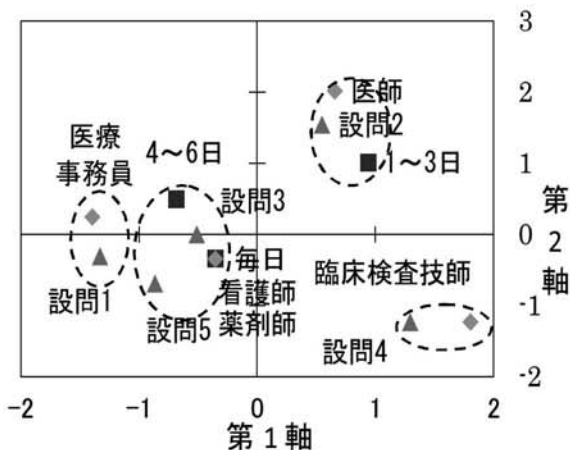


図10 システム評価分析図

が得られた。一方、PCの使用頻度が低い人からは、全ての項目において低い評価となった。普段からPCに馴染んでいないため、IT化による環境の改善には抵抗があると思われる。予想された結果ではあった。

5.2 コレスポネンズ分析結果

図9は、カテゴリースコア第1軸と第2軸による散布図である。設問1と設問4が評価に強い影響を与えているといえる。また、設問1と4、設問2と4との相関が強いこともわかる。指導環境改善に直接つながる質問（ボタン選択式入力と指導履歴の確認用飼料としての有効性）に対して評価が高いことから、本システムの方向性と位置付けは正しく、期待通りであると言える。

図10は、職種別とPCの使用頻度別に見たシステム評価における分析結果を示す。この図から、評価は

- 1) PCをあまり使用しない人と医師は、指導履歴の有効性の項目に対して
- 2) PCをある程度使用する人と看護師・薬剤師は、指導支援システムの有効性についてと今後システムを使用したいかという項目に対して

強く影響していると言える。これは、クロス集計と同様の結果となり、本システムによる環境改善の期待の高さを示している。一方、同様に

- 1) 医療事務員は、ボタン選択入力の有効性の項目に対して
- 2) 臨床検査技師は知識確認ツールとしての有効性の項目に対して

は評価が低く、悪い評価対象として強く影響していると言える。

6. 結論

アンケートの評価スコアの平均値では、質問の項目によって職種別でスコアが分かれた。医師は、指導の効率化に繋がる項目に関心がある一方で、知識確認ツールは必要としていない。反対に、医療事務員は、知識確認ツールに関心がある一方で、指導支援項目には関心がないと推察される。そのため、今後のシステム製作においては、職種別の要求を詳細に調査し、満たす必要がある。またシステムとしては、現場の要求に応じて画面や機能を簡単に変更できる機能を備える必要があると思われる。

コレスポネンズ分析からは、現状の問題点に対し、改善策に大きく繋がる項目（設問1、2、4）がアンケート結果に強く影響しており、本システムによる指導の環境改善への期待が見てとれる。しかし、悪い評価対象として捉えられている部分も少なからず存在し、その対応修正が必要である。この原因としては、

- 1) プロトタイプのため操作方法のサポートが無く、操作方法がわかりづらい。
 - 2) 指導内容の新規項目追加や、並べ替え等のカスタマイズができず自由度が低い。
 - 3) PC に対する使用者の習熟度の問題。
- が考えられる。今後の対策として、入力画面に操作に対するサポート画面の準備や音声ガイドの搭載などが挙げられる。

参考文献

- 1) 糖尿病ネットワーク Diabetes Net. - 生活エンジョイ物語, <http://www.dm-net.co.jp/>, (2012.08.27).
- 2) 厚生労働省: 糖尿病ってどんな病気?, <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/seikatu/tounyou/about.html>, (2012.08.27).
- 3) 脂質と血栓の医学 - インスリン, <http://hobab.fc2web.com/sub4-insulin.htm>, (2012.08.27).
- 4) インスリン - Wikipedia, <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%82%B9%E3%83%AA%E3%83%B3>, (2012.08.27).
- 5) 厚生労働省: 平成 19 年国民健康・栄養調査報告, <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou09/01.html>, (2012.08.27).
- 6) 糖尿病ネットワーク Diabetes Net. - 生活エンジョイ物語【2007 年国民健康・栄養調査 1】 糖尿病が強く疑われる人や「予備群」は 2210 万人, <http://www.dm-net.co.jp/calendar/2008/007740.php>, (2012.08.27).
- 7) RS_Base は医療用の画像ファイリング・診療支援ソフトです, <http://rsbase.net/>, (2012.08.27).
- 8) SQLite - Wikipedia: <http://ja.wikipedia.org/wiki/SQLite>, (2012.08.27).
- 9) 西沢直木: SQLite 入門, 翔泳社(2010).
- 10) SD 法: www.skr.mlit.go.jp/yongi/r_kansei3/yougo/kaisetu.html, (2012.08.27) など.
- 11) 酒井隆: 図解 アンケート調査と統計解析がわかる本, 日本能率協会マネジメントセンター(2006).
- 12) コレスポンデンス分析: リサーチソリューション, マクロミル, <http://www.macromill.com/method/d07.html>, (2012.08.27).
- 13) コレスポンデンスプログラム, <http://www.datamining.jp/datamation/cha5/507CorresPondAnly.htm>, (2012.08.27).

【受理年月日 2012年 9月12日】

単一インダクタ・マルチ出力(SIMO)DC-DC スイッチング電源の研究

小堀 康功*¹, 小林 春夫*²

Single Inductor Multi Output (SIMO) DC-DC Switching Converter Design

Yasunori KOBORI and Haruo KOBAYASHI

This paper proposes a new SIMO (Single Inductor Multi Output) DC-DC converter design with exclusive control. It requires few additional components (a comparator and a latch) to control two DC-DC converters with single inductor, buck and buck converters or boost and boost converters.. We investigated exclusive control method which converts only one converter except another converter for some clock periods. The architecture of exclusive control method is to compare two errors of the output voltage and to decide the converter that is controlled next time. This control method has the merit not to depend on either output voltage or output current. We describe circuit topologies, operation principles and simulation results.

KEYWORDS : DC-DC converter, SIMO converter, Switching converter, Exclusive control

1. まえがき

多くの情報電子機器は多数の DC-DC コンバータを有し、特に最近の省電力化と高性能化に伴ない、電源電圧の多様化とデバイス毎の専用電源配置により、10 個以上のスイッチング電源を内蔵している。一方、小型軽量低コスト化も重要項目であり、電源部で使用されるコンデンサやインダクタ数の削減も着目されてきた。

従来、単一インダクタによるマルチ出力 SIMO (Single Inductor Multi Output)電源が注目されており、特に 1 アンペア程度の負荷電流を供給する 2 出力電源 SIDO(Single Inductor Dual Output)が研究されている。従来では、2つの電源を規則的に交互に制御する方式が中心であった。この場合、一方の負荷電流が大きく変化しても交互に制御駆動

するため、制御時間が遅れて出力電圧の整定時間が遅くなり好ましくなかった。

本報告では、2出力電源 SIDO において、両者の出力誤差電圧を比較することにより、クロック毎の制御対象電源を決定する「排他的制御 (Exclusive Control) 方式」を提案する。この方式は制御回路内の誤差電圧のみを使用することにより、入力電圧や 2 電源の出力電圧や電流に全く依存することなく制御可能である。また降圧形や昇圧形等の電源方式に依存することなく、両電源方式でも同様に制御可能である。従来 SIDO 電源に比較して追加する回路は、1 個の比較器とわずかなロジック回路のみであり、動作原理も回路構成も非常に簡単な制御方式である。まずその動作原理を説明し、セルフ・レギュレーションおよびクロス・レギュレーション性能に着目して、そのシミュレーション結果を報告する。

*1 電子制御工学科(Dept. of Electronic and Control Engineering), E-mail: kobori@oyama-ct.ac.jp

*2 群馬大学大学院工学研究科(Gunma University, Department of Electronic Engineering Graduate School of Engineering)

2. 降圧形マルチ出力コンバータ

2.1 基本構成と動作原理

今回提案する排他的制御マルチ出力コンバータの構成と電流フローを図1、図2に、そのスイッチング動作波形を図3に示す。図1、図2は降圧形+降圧形電源の構成であり、出力電圧は $V_1 > V_2$ である。図1では電源1が選択されており、PWM1 信号によりスイッチ S_0 が制御されている。このときスイッチ S_2 は、常に開放 OFF 状態である。PWM 信号が「H」の時、インダクタにはエネルギーが充電され、赤い実線に沿って電流が流れる。PWM 信号が「L」になると、インダクタには放電電流が青い破線に沿って流れる。ダイオード D_1 は、2つの電源を分離動作させるの

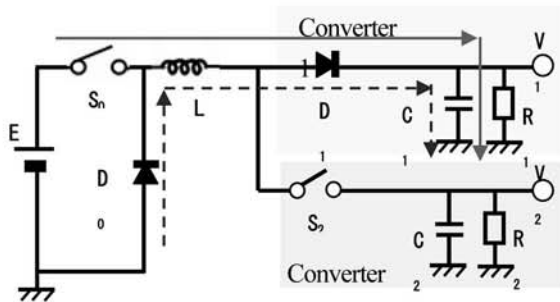


図1 降圧形マルチ出力電源 (V1 選択時)

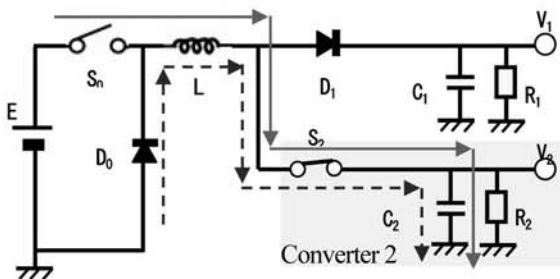


図2 降圧形マルチ出力電源 (V2 選択時)

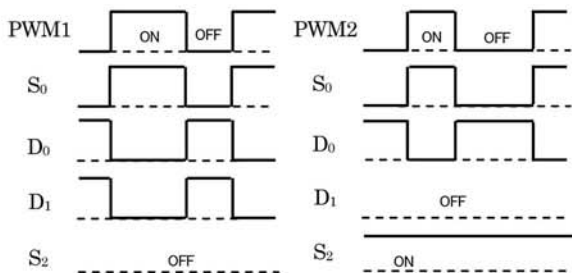


図3 マルチ出力電源のタイミングチャート

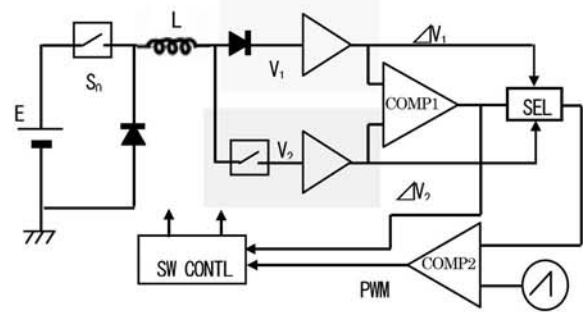


図4 提案電源の制御切換え検出回路

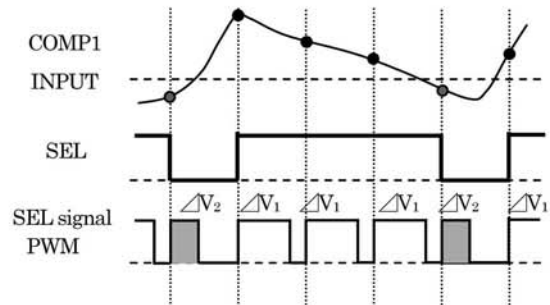


図5 制御切換え動作の概念図

要である。次に電源2が選択された場合は図2の動作であり、スイッチ S_2 は、常に短絡 ON 状態にある。このとき $V_1 > V_2$ より、ダイオード D_1 は常時 非導通状態にある。したがって、この場合も通常の降圧形電源として動作する。

2つの電源の制御切換え検出回路を図4に、その動作概念図を図5に示す。図4において、各電源内の電圧誤差増幅器の出力 ΔV_1 、 ΔV_2 は比較器1 COMP1に入力され、その大小が常に比較されて選択信号 SEL を出力する。この結果により ΔV_1 、 ΔV_2 の一方が選択され、鋸歯状波発生回路である COMP2に入力され、制御信号 PWM を発生する。つまり図5のように、COMP1の入力差電圧が正の場合は SEL 信号は+となり、 ΔV_1 から生成された PWM 1 信号で電源1が制御される。なお、 S_2 は、SEL 信号により制御される。

以上の結果、例えば図5に示すように、電源2の誤差電圧 ΔV_2 に比較して電源1の誤差電圧 ΔV_1 が連続的に大きい場合は、この関係が逆転するまで電源1が排他的に制御される。したがって、負荷電流が変化した場合の両電源の電圧リップル、つまり誤差電圧は、ほぼ等しくなるように自動的に制御駆動されることが理解される。

表1 降圧形電源の素子パラメータ

E	9.0 V
L	0.5 μ H
C	470 μ F
V ₁	6.0 V
V ₂	4.0 V
Fck	500 kHz

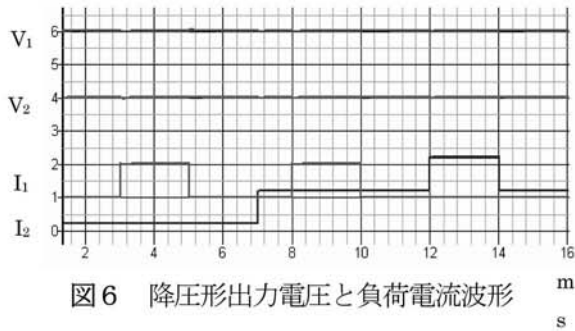


図6 降圧形出力電圧と負荷電流波形

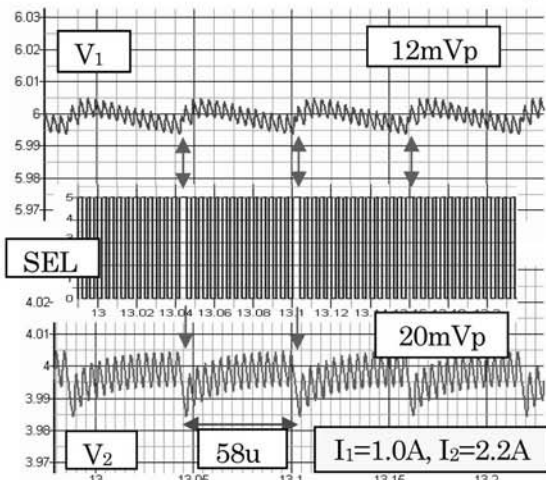


図7 SEL信号と両出力リップル波形1

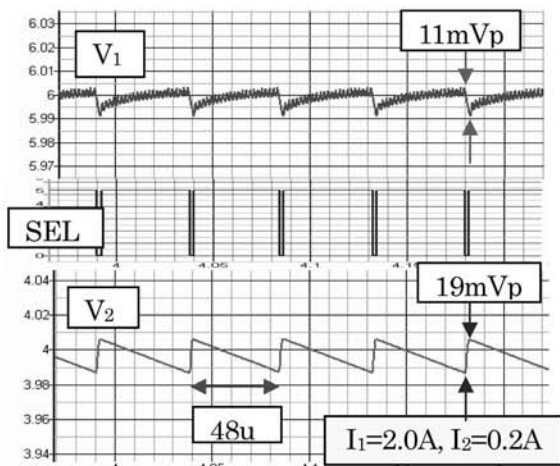


図8 SEL信号と両出力リップル波形2

2.2 シミュレーション結果

図4のシミュレーション回路における、主な素子パラメータを表1に示す。入力電圧 E を 9.0V とし、出力電圧を V1=6.0V、V2=4.0V に設定した。両電源のコンデンサや負荷抵抗を等しくした。

このときのシミュレーション結果を、図6～図8に示す。図6に示すように、出力電圧が安定な状態で、負荷電流 I1、I2 を切替えている。定常状態において、両方の負荷電流が同等な場合には、図7に示すように SEL 信号はほぼ交互に切り、周期的に2連続制御動作が生じている。次に一方の負荷電流 I1 を大きくした場合、図8に示すように負荷の重い電源1の制御比率が大きく、ほぼ負荷電流に比例している。電源2の出力電圧変化は、電流供給が無いことより、直線的に電圧が低下していることが理解される。

次に負荷電流の変化に対する、出力電圧リップルの様子を図9に示す。ここで自身の電流変化に対する出力電圧リップルを通常ロード・レギュレーションと呼ぶが、ここではセルフ・レギュレーションと呼ぶ。一方、他方の負荷電流による出力電圧リップルを、クロス・レギュレーションと呼び、どちらも電源性能の指標である。図9においては、赤の実線矢印がセルフ・レギュレーションであり、青の破線矢印がクロス・レギュレーションを表わす。この場合、両者にわずかの差はあるが、ほぼ同等性能である。

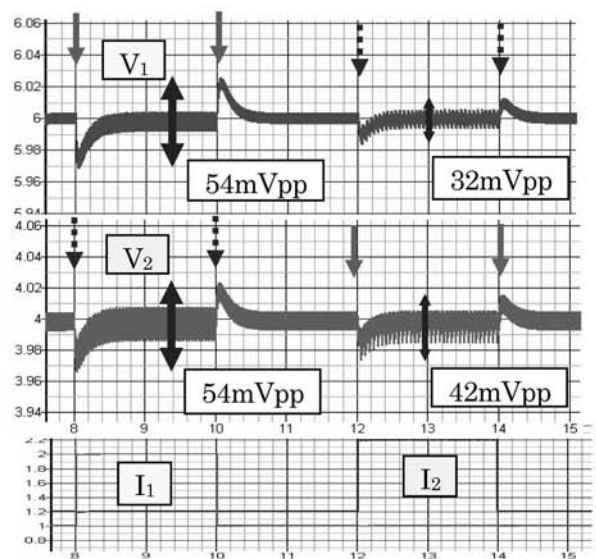


図9 負荷変化時のレギュレーション特性

3. 昇圧形マルチ出力コンバータ

3. 1 基本構成と動作原理

昇圧形+昇圧形マルチ出力電源の構成を図 10、図 11 に、そのタイミングチャートを図 12 に示す。基本回路構成は、降圧形マルチ出力電源と類似であり、インダクタ駆動が昇圧形スイッチング構成である。また制御切換え検出回路は、図 4、図 5 と全く同一である。

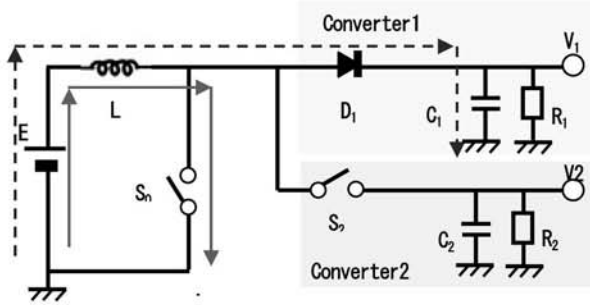


図 10 昇圧形マルチ出力電源 (V1 選択時)

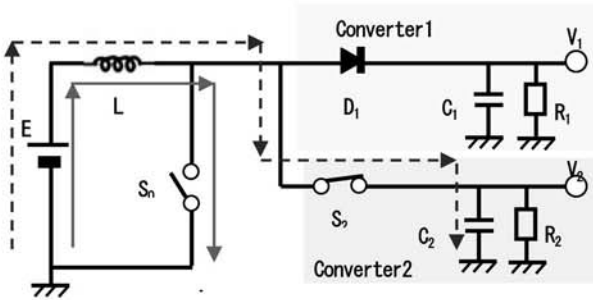


図 11 昇圧形マルチ出力電源 (V2 選択時)

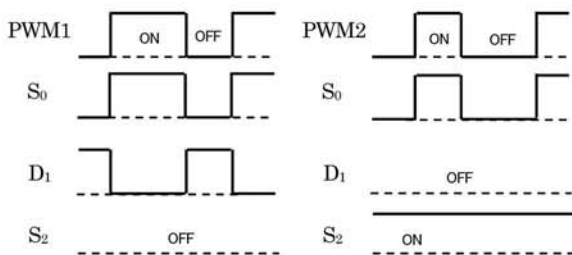


図 12 マルチ出力電源のタイミングチャート

3. 2 シミュレーション結果

図 10、図 11 の昇圧形マルチ出力電源に対して図 4 の制御回路を施し、表 2 の素子パラメータによりシミュレーションした。入力電圧 E を 3.0V とし、出力電圧を降圧形と同様に V1=6.0V、V2=4.0V に設定した。両電源のコンデンサや負荷

抵抗を等しくしてシミュレーションした。このときのシミュレーション結果を、図 13~図 15 に示す。まず図 13 に示すように、出力電圧が安定な状態で、負荷電流を切換えている。両負荷電流がほぼ等しい状態では、SEL 信号はほぼ交互に切換っていた。そこでここでは、負荷電流の比率を大きく変え、一方の負荷電流を大きくした場合とその反対の場合で電圧リプル特性を検討した。

まず図 14 に示すように、電源 1 の負荷電流を他方の 10 倍と大きくした場合、電源 2 の出力リップルはやや変則的だが、両電圧リップルは $\Delta V=25\text{mV}$ とほぼ等しく良好である。一方、電源 2 の負荷電流を大きくした図 15 の結果では、安定な出力リップル波形であり、 $\Delta V=20\text{mV}$ であった。

表 2 昇圧形電源の素子パラメータ

E	3.0 V
L	0.5 μH
C	470 μF
V1	6.0 V
V2	4.0 V
Fck	500 kHz

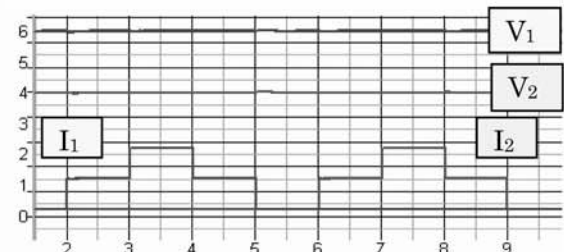


図 13 昇圧形出力電圧と負荷電流波形

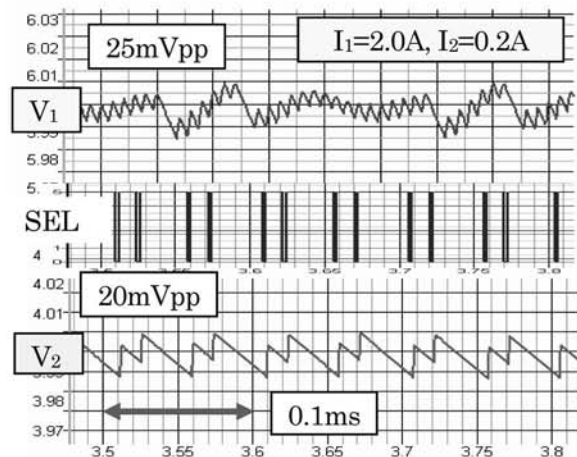


図 14 両出力リップル波形 1 (I1 > I2)

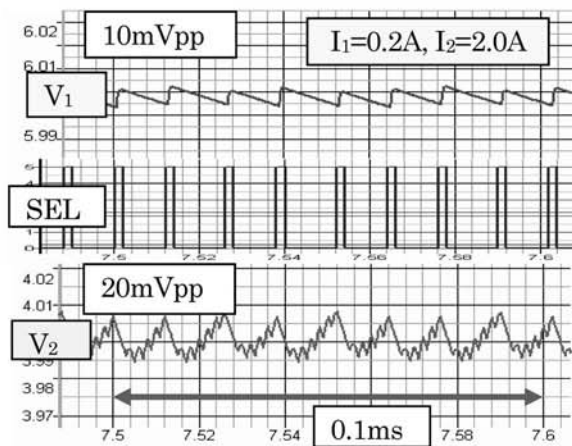


図 15 両出力リップル波形 1 ($I_1 < I_2$)

次に負荷変動時の応答特性を、図 16 に示す。同図では赤い実線範囲がセルフ・レギュレーション、青い破線範囲がクロス・レギュレーションである。電源 2 の負荷電流変化 $\Delta I_o = 1A$ に対する応答電圧リップルは、 $\Delta V = 40mVpp$ とほぼ十分である。一方、電源 1 の負荷電流変化に対する電圧リップルは $\Delta V = 75mVpp$ とやや大きく、電源 1 のループ特性がまだ不十分であると思われる。今後、ループゲインや位相補償のパラメータを調整することにより応答特性を見直して、レギュレーション性能を改善する必要がある。

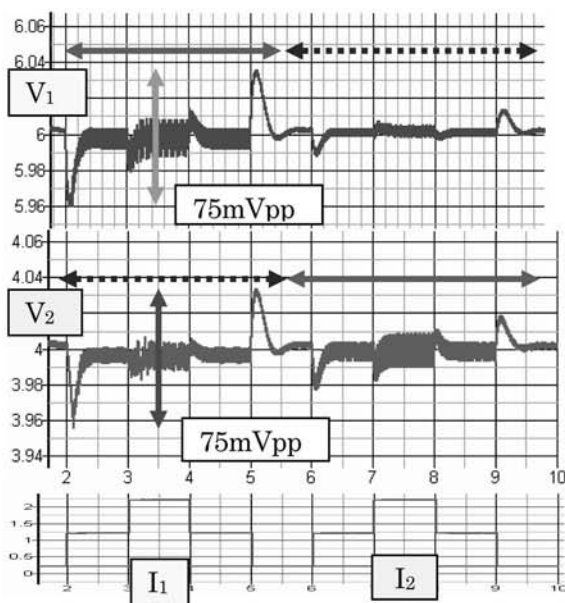


図 16 負荷変化時のレギュレーション特性

4. 結言

単一インダクタ・マルチ出力 SIMO 電源において、排他的制御による新制御方式を開発し、シミュレーションによりその動作・性能を確認した。2 つの電源に対して、その出力誤差電圧を比較して、誤差電圧の大きい方を排他的に優先的に制御することにより、負荷変動時にも高速で応答可能である。本方式の構成は、従来の SIMO 電源と比較して、比較器 1 個と簡単ロジック回路のみの追加で容易に実現できる。また、入出力電圧や出力電流に依存せず、電圧比較のみで性能を確立できるメリットがある。また、降圧形や昇圧形などの電源制御方式にも依存せず、電源方式や構成を気にすることなく実現可能である。

シミュレーション結果では、定常時のリップル特性は、負荷電流比が 10 倍の場合でも、 $\Delta V_o < 25mVpp$ であり十分に小さいと思われる。一方、負荷電流変動 $\Delta I_o = 1A$ に対する出力電圧リップルは、降圧形電源では $\Delta V_o = 55mVpp$ 、昇圧形電源では $\Delta V_o = 75mVpp$ と更なる改善が望まれる。

今後の課題として、シミュレーションにおける性能改善と、実装評価がある。

参考文献

- 1) Y. Kobori, M. R. Li, H. Kobayashi et.al, "Single Inductor Dual Output DC-DC Converter Design with Exclusive Control, 2012 IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems. (2012) [12月発表予定]
- 2) 小堀康功, 小林春夫, 他 9, "単一インダクタ 2 出力 DC-DC コンバータにおける制御切替方式の一提案", 電気学会, 回路研究会 ECT-12-026 (2012)
- 3) H. Iwase, Y. Kobori, H. Kobayashi et. al, "Realization of Low-Power Control Method for SIDO DC-DC Converter," in IEEEJ Technical Meeting of Electronic Circuits ECT-12-037 (2011)

【受理年月日 2012年 9月7日】

RADIUSとLDAPによるキャンパス無線LAN認証システム

南齊 清巳*¹, 山上 宇宙*²

Authentication System with RADIUS and LDAP for Campus Wireless LAN

Kiyomi NANSAI*¹, Uchu YAMAGAMI*²

With spread of tablet PCs and mobile devices, the needs to connect with wireless LAN freely and to access to the Internet are increasing. A lot of wireless LAN access points are already installed in the classroom or the laboratory in the campus. However, some of those are low security level and we can also see interference of a channel. When these are neglected, there is a possibility of causing a serious security issue. We made a wireless LAN authentication system with a RADIUS server and a LDAP server, which can manage the authentication from many wireless LAN access points in a unified manner.

KEYWORDS : LDAP, RADIUS, Wireless LAN, Authentication

1. はじめに

タブレット PC や携帯端末の普及に伴い、学校内においても自由に無線 LAN に接続してインターネット等にアクセスしたいというニーズが高まっている。本校でも既に教室や研究室にかなりの数の無線 LAN アクセスポイントが設置されている。しかし、それらの多くはセキュリティレベルが低くチャンネルの干渉も見受けられる。これらを放置すると重大なセキュリティ問題を引き起こす恐れがある。本稿は RADIUS サーバと LDAP サーバを連携させ、ユーザが無線 LAN に接続するときにユーザ認証を行なうとともに、多数の無線 LAN アクセスポイントからの認証を一元管理できる無線 LAN 認証システムの構築例を報告する。

2. システムの構成

認証サーバにはアプライアンス製品の導入も考えられるが、できるだけ安価にしかも拡張性も考慮し、Linux サーバ上に RADIUS と LDAP を導入し連携させることにした。Linux のディストリビューションには RHEL と互換性のある Scientific Linux 6.1 を使用した。Scientific Linux はフェルミ国立加速器研究所 (Fermilab) と欧州原子核研究機構 (CERN) が開発する Linux ディストリビューションで、CentOS と同様に RHEL と互換性を持つことが特徴である。学内の建屋全域で無線 LAN を利用可能とするためには、無線 LAN のアクセスポイント (以下、AP という) は 100 台程度必要となる。これらの AP を効率よく管理運用するためには AP の物理的な配置、利用するチャンネル設定や利用者認証方式など綿密な設計が必要となるが、ここでは主として利用者に対する認証方式について検討しシステム構築する。無線 LAN の運用においては有線 LAN に比較して便利

*¹ 電子制御工学科 (Dept. of Electronic Control Engineering) E-mail: nansai@oyama-ct.ac.jp

*² 平成 24 年 3 月電子制御工学科卒業、現茨城大学

性は高いが、無線の性質上盗聴やなりすましなどセキュリティの面で弱いという特徴がある。多くのAPがすでに設置されているが、それらの中にはSSIDとWEPによる暗号で運用されているものが見受けられる。WEPは脆弱性が指摘されておりツールを使えば簡単に盗聴できてしまうという危険性がある。

今回構築する認証システムでは認証方式としてWPA2-EAPを使用する。EAP(Extensible Authentication Protocol)にはいくつかの種類がある。セキュリティ面でもっとも強固なのはサーバとクライアントの両方で電子証明書を用いるEAP-TLS方式であるが、すべてのクライアントに電子証明書をインストールする必要があるので運用の面で管理者の負担が大きい。ここではサーバ認証には電子証明書を用い、クライアント認証にはIDとパスワードで行うEAP-PEAP(Protected EAP)方式を採用した。この方式はWindowsの標準サブリカントをはじめ多くのデバイスが対応しているため特別なソフトをインストールする必要はない点で有利である。暗号化方式にはAES(Advanced Encryption Standard)を用いる。AESは他の暗号方式に比べて安全性が高いと言われている。ただし、この方式で使用する無線LANのAPにはWPA2-EAPの認証方式に対応したものでなければならない。無線LAN認証システムの構成を図1に示す。

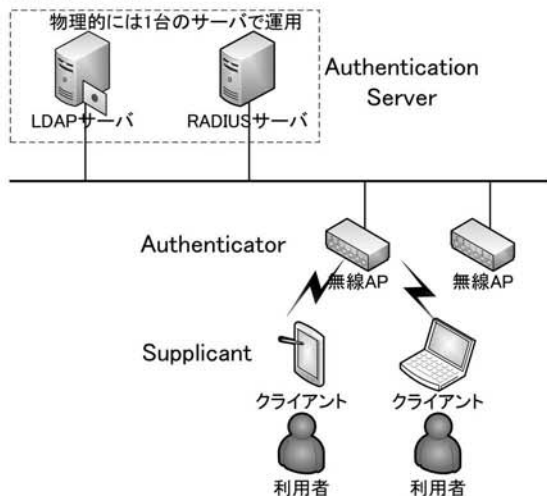


図1 無線LAN認証システムの構成

【使用機器およびソフトウェア】

- Server: Intel Celeron 2.2GHz, 2GB
- OS: Scientific Linux 6.1

- RADIUS: FreeRadius 2
- LDAP: OpenLDAP 2.4
- アクセスポイント: Buffalo AirStationPro
- LDAP管理ツール: LDAPadmin(Windows)

3. システムの仕組み

図2に動作原理を示す。ネットワークに接続したいクライアントは無線アクセスポイントのSSIDを選択し接続要求する。端末画面に認証画面が現れるので利用者は自分のIDとパスワードを入力する。端末はIDとパスワードをRADIUSサーバに送信する。このときパスワードはCHAPプロトコルを用いるのでパスワードそのものは流れない。IDとパスワードを受け取ったRADIUSサーバはLDAPサーバに問い合わせを行い、利用者の認証を行う。登録された正規のユーザであれば正しく認証され、ネットワークへの接続が完了する。RADIUSサーバの真正性はサーバの電子証明書で行うが、ここでは自己証明書を用いている。

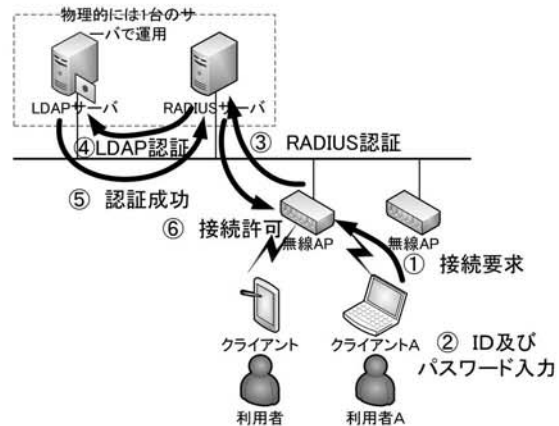


図2 認証の仕組み

4. インストールと設定

4.1 FreeRadiusのインストールと設定

Scientific Linuxの標準ツールからFreeRadiusのインストールを行う。メニューバーのシステム>管理>ソフトウェアの追加と削除を選択し、FreeRadius2をインストールする。LDAPサーバと連携するには「LDAP support for freeradius」のプラグインを追加でインストールする必要がある。

るので注意しなければならない。

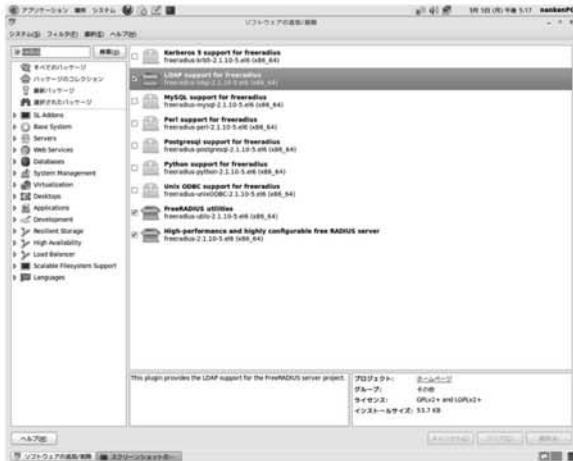


図3 FreeRADIUSのインストール画面

インストール終了後、次に示すように設定ファイル変更を行う。

- (1) RADIUS サーバを停止させる。


```
# service radiusd stop
```
- (2) `/etc/raddb/radius.conf` の修正
`auth = no` の行をコメントアウトし、
`auth = yes` を新しく追加する。
- (3) `exec`, `expiration`, `logintime` をコメントアウトする。
- (4) `/etc/raddb/client.conf` の修正
 以下を追加してアクセスポイントを登録。


```
client 172.16.22.△△△△{
    secret      = △△△△
    shortname  = SouthLab
}
```
- (5) RADIUS サーバを起動させる。


```
# service radiusd start
```

以上で基本的な設定は完了となる。次にテスト用ユーザを作成し、テストコマンドを用いてサーバが正しく動作しているか確認を行う。確認の手順は次に示す通りである。

最初にRADIUSサーバの動作を確認するため、RADIUSサーバ自身でユーザ認証を行うように、ユーザ設定ファイル`/etc/raddb/users` にテストユーザを追加する。

- (1) テストユーザ `nanken` を追加登録する。
`“testuser” Cleartext:Password := “nanken”`
- (2) RADIUS サーバをデバックモードで起動す

る。一度サーバを停止させてからでないとデバックモードで起動することはできないので注意すること。

```
# service radiusd stop
# radiusd -X
```

- (3) 別のターミナルを立ち上げ、テスト用コマンドを入力する。

```
# radtest testuser nanken 172.16.22.
△△△ 1812 △△△△
```

認証に成功すると `Access-Accept` と表示される。

以上でアクセスポイントを介したRADIUSサーバによる認証の設定が終了し、RADIUSサーバの動作が確認できる。

4.2 OpenLDAPのインストールと設定

システム>管理>ソフトウェアの追加と削除より `OpenLDAP` をインストールする。このときサーバ・クライアントの両方をインストールする必要がある。インストール時にサポートライブラリなどが自動でインストールされる。図4にインストール画面を示す。



図4 OpenLDAPのインストール画面

インストール終了後は設定ファイルを修正する。このとき `root` 権限でないとファイルの内容の書き換えが行えないので、注意する必要がある。修正は次の手順で行う。

- (1) LDAP サーバを停止させる。


```
# service slapd stop
```
- (2) `/usr/share/openldap-servers/DB_CONFIG.example` を `DB_CONFIG` にリネームし

/var/lib/ldap にコピーする。

- (3) `slappasswd` コマンドを使用してパスワードを暗号化して作成する。

```
# slappasswd
New password://暗号化したパスワード入力
Re-enter new password://もう一度入力
{SSHA}v4zq+lbUEhnORE1PiWhVgH
```

`wUQQ0iLDgy` //暗号化されたパスワードが生成される

- (4) `/etc/openldap/slapd.conf` の修正
 suffix “dc=example,dc=com” に修正
 rootdn “cn=Manager,dc=example,dc=com”
 に修正する。

`rootpw` には `slappasswd` コマンドを用いて作成した暗号化されたパスワードをコピー・ペーストする。

- (5) 設定データベースを再構築する。
- ```
rm -rf /etc/openldap/slapd.d/*
#sudo -u ldap slaptest -f
/etc/openldap/slapd.conf -F
/etc/openldap/slapd.d
```
- (6) LDAP サーバを起動させる。
- ```
#service slapd start
```

以上で基本的な設定は完了となる。このとき、設定データベースを再構築しないと `slapd.conf` で修正した内容が反映されず、デフォルトのままとなってしまうため注意する必要がある。

4.3 LDAP 管理ツール

次に LDAP の管理ツールである `LDAPAdmin` を用いてユーザの登録を行う。コマンドラインからの操作も可能であるが管理ツールを使用した方が操作性がよい。`LDAPAdmin` はダウンロードしたファイルを任意の場所に解凍し、実行ファイルを起動すればすぐに使用することができる。

今回は同じネットワーク内にある Windows マシンに導入し、そこから登録を行った。

`LDAPAdmin` を起動後、`Connect` ボタンを押すと接続先一覧が表示される。設定画面を図5に示す。`Host` には LDAP サーバの IP アドレスを入力する。`Base`、`Username`、`Password` には `slapd.conf` で設定した suffix、rootdn、rootpw の値をそれぞれ入力する。

設定完了後、`Test connection` ボタンで接続の確認ができる。

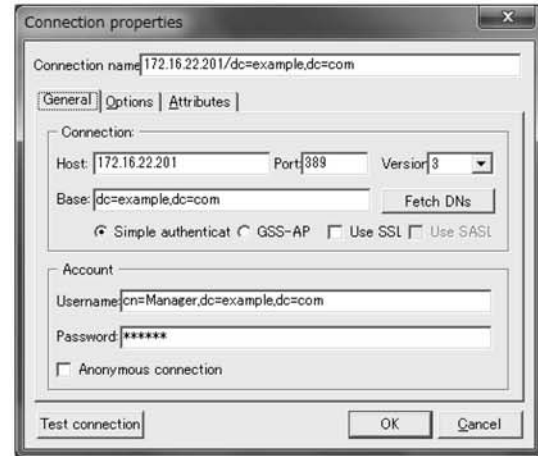


図5 接続設定画面

接続が完了したら次はユーザの登録を行う。ディレクトリの右クリックメニューから

`New>User` を選択すると、図6のような画面が表示される。最低限入力する必要がある項目は `Second name`、`Username`、`Home Directory` の3つであるが、`Username` 以外の項目は今回使用しないので分かりやすい値を入力しておく。

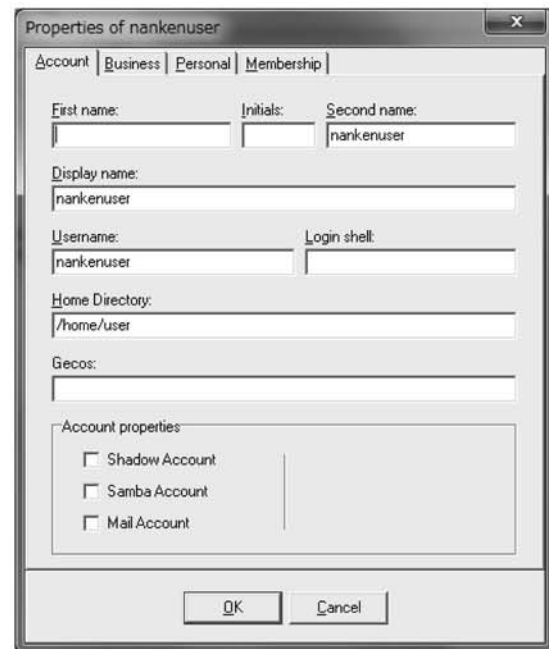


図6 ユーザ登録画面

次にユーザのパスワードを設定する。右クリックメニューから `Set Password` を選択し、設定したいパスワードを入力する。これでユーザ名とパスワードの登録が完了となる。ユーザ情報の設

定完了後の画面を図7に示す。



図7 ユーザ情報画面

以上で基本的なユーザ情報は登録できたので、LDAP サーバの構築が完了となる。ユーザ情報に新たな属性を付与したりする場合は、右クリックメニューからの **Edit Entry** から行う。

4.4 AP の設定

つぎに無線 LAN アクセスポイントの設定を行う。設定には本体 (AirStationPro) に付属している AirStationAdminTools で行う。AirStationAdminTools を起動し、無線 LAN アクセスポイントの設定を編集する。TOP ページにある、『無線 LAN の暗号化を設定する(RADIUS サーバを使う)』から設定ページに行くことができる。ここでは暗号化方式と RADIUS サーバの IP アドレス、共有パスワードを設定する。

暗号化方式	: WPA2-EAP(AES)
RADIUS サーバの IP アドレス	: 172.16.22.△△△
共有パスワード	: △△△△
AP の IP アドレス	: 172.16.22.△△△

4.5 クライアントの設定

クライアントからの接続テストを行うため、ノート PC (Windows 7) 上でワイヤレスネットワークの設定を行う。ネットワーク名には SSID 名を入力する。セキュリティの種類は「WPA2-エンタープライズ」を選択し、暗号化の種類は「AES」を選択する。ネットワークの認証方法の選択では「Microsoft 保護された EAP(PEAP)」を選択する。つぎに保護された EAP のプロパティ画面で「セキュリティで保護されたパスワード (EAP-MSCHAP v2)」を選択する。さらに構成

ボタンを押し、「Windows のログオン名とパスワード・・・」のチェックを外しておく。以上で PC のワイヤレスネットワーク設定は終了である。ネットワークに接続されると図8に示すような認証画面が現れるので登録されたユーザ名とパスワードを入力する。



図8 端末から接続したときの認証画面

5. まとめ

RADIUS サーバと LDAP サーバを連携させた無線 LAN 認証システムを構成し、動作を確認することができた。無線 LAN 接続時に利用者 ID とパスワードによる認証を行うことで、無線 LAN のセキュリティを保ち、運用の一元化ができる。さらにセキュリティを高めるためには、利用者が学生であるか教職員であるかの情報を LDAP サーバに登録しておき、ユーザ認証時にその情報を参照しそれぞれ異なる VLAN に接続されるようにすることが考えられる。また、本校においては全学生が教育計算機を利用するためのユーザ登録をアクティブディレクトリサーバ (ADサーバ) に行っている。無線 LAN 認証用の LDAP サーバと教育用計算機の ADサーバを連携させてユーザ情報を一元管理することによって運用管理が軽減できると考えられる。

参考文献

- 1) デージーネット著：入門 LDAP/OpenLDAP ディレクトリサービス導入・運用ガイド、秀和システムズ 2007 年
- 2) Jonathan Hassell：RADIUS—ユーザ認証セキュリティプロトコル、オライリージャパン 2003 年
- 3) 中井悦司：プロのための Linux システム・ネットワーク管理技術、技術評論社 2011 年

【受理年月日 2012年 9月28日】

ニューラルネットワークを用いた2層タンクシステムの制御

笠原 雅人*, 栗島 一徳**

The Control of Two-Layer Tank System using Neural Network

Masato KASAHARA*, Ittoku KURISHIMA**

The controlled object of this study is a two-layer tank system. The neural network's view was used a technique for carrying out system identification. And, model predictive control is used the control technique. The validity and adaptability of these control schemes were examined.

キーワード：2層タンクシステム, ニューラルネットワーク, モデル予測制御

Keywords: two-layer tank system, neural network, model predictive control

1. はじめに

ニューラルネットワーク (NN とも称する) とは, 脳機能に見られるいくつかの特性を計算機上のシミュレーションによって表現することを目指した数学モデルである。脳神経回路網を人工的・工学的にモデル化したもので, 非線形特性と学習能力を持つシステムである。この学習能力を活かしてニューラルネットワークは様々な分野での応用が期待されている。脳の学習機構をソフト的に模倣する手段の一つであり, ニューロン同士の結合により構成される。本研究ではニューラルネットワークを用いてシステム同定し, 実際のシステムを制御することに応用する。ニューラルネットワークはその構造から階層型と相互結合型とに大別される。Fig.1 に示すような入力層, 中間層, 出力層の3層からなる階層型ニューラルネットワークを本研究では用いた。ニューラルネットワークは各層をつなぐ線に対して重み付けがなされる。そして, ○の部分で入力された信号は足し合わされ, ある関数 (本研究では双曲線関数 $\tanh(\cdot)$) を通して出力される。

ニューラルネットワークは人間の脳のメカニズムを模したもののだが, 脳のシステムを再現すること自体が目的でなく, あくまで問題解決の一つの手段として存在している。

本研究ではニューラルネットワークを用いてシステム同定し, 構築したモデルを用いて, 2層タンクシステムの液面制御を行うことが目的である。

2. システム同定

システム同定とは, システムの入出力データから対象と

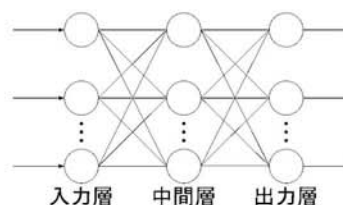


Fig.1. 階層型ニューラルネットワーク

するシステムの数学モデルを構築することをいう。ニューラルネットワークをシステム同定に用いる場合, 非線形システムに対して, 従来なら線形モデルでシステムを記述していたところを, 非線形で記述できるという利点を持っている。本研究ではシステム同定によく用いられる ARX モデルと同じ, 過去の入出力を回帰ベクトルとする NNARX モデルを用いて同定を行った。以下に2つのモデルについて説明する。

〈2・1〉 ARX モデル システムが次の入力と出力の差分方程式で与えられるとする。

$$y(t) + a_1y(t-1) + \dots + a_{n_a}y(t-n_a) = b_1u(t-1) + \dots + b_{n_b}u(t-n_b) + w(t) \dots (1)$$

ここで $w(t)$ は白色雑音, n_a は過去の出力の数, n_b は過去の入力数を表す。また

$$\theta = [a_1, \dots, a_{n_a}, b_1, \dots, b_{n_b}]^T \dots (2)$$

$$\begin{aligned} \varphi(t) &= [\varphi_1(t), \dots, \varphi_k(t), \dots, \varphi_{n_a+n_b}(t)] \\ &= [u(t-1), \dots, u(t-n_b), \\ &\quad y(t-1), \dots, y(t-n_a)] \dots (3) \end{aligned}$$

とすると上式は次の様に表される。

$$y(t) = \theta^T \varphi(t) + w(t) \quad (4)$$

ここで,

* 小山工業高等専門学校 電子制御工学科 (Dept. of Electronic Control Engineering), E-mail: kasahara@oyama-ct.ac.jp

** 小山工業高等専門学校 電子制御工学科 卒業生 (Dept. of Electric and Control Engineering)

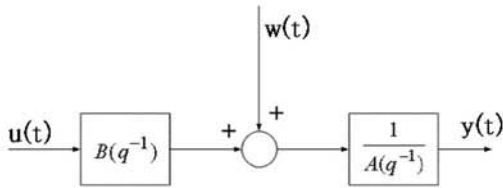


Fig. 2. ARX モデル

$$A(q^{-1}) = 1 + a_1q^{-1} + \dots + a_{n_a}q^{-n_a} \dots \dots \dots (5)$$

$$B(q^{-1}) = b_1q^{-1} + \dots + b_{n_b}q^{-n_b} \dots \dots \dots (6)$$

とおけば、次式が得られる。

$$A(q^{-1})y(t) = B(q^{-1})u(t) + w(t)$$

この様に記述されるモデルを ARX(Auto-Regressive-model with eXogenous-input:外因性入力を持つ自己回帰モデル) という。ARX モデルの場合、時刻 $t - 1$ までに測定された入出力データから計算される 1 段先の予測値 $\hat{y}(t)$ は次式で与えられる。

$$\hat{y}(t) = \theta^T \varphi(t) \quad (7)$$

〈2・2〉 NNARX モデル NNARX モデルの構造を Fig.3 に示す。このモデルは回帰ベクトルが、ARX (Auto-Regressive eXogeneous) モデルと同じ過去の入力と出力であるため、NNARX (Neural Network ARX) モデルと呼ばれている。ここで u はシステムの入力、 y はシステムの出力、 \hat{y} は出力の予測値を表す。このモデルから求める一段先予測値 $\hat{y}(t)$ は次式となる。

$$\hat{y}(t) = \sum_{j=1}^N W_j \tanh \left[\sum_{k=1}^{n_a+n_b} w_{jk} \varphi_k(t) + w_{j0} \right] + W_0 \dots \dots \dots (8)$$

ここで、

$$W_1 = \begin{bmatrix} w_{11} & \dots & w_{1n_b} \\ w_{N1} & \dots & w_{Nn_b} \\ w_{1,n_b+1} & \dots & w_{1,n_b+n_a} & w_{10} \\ w_{N,n_b+1} & \dots & w_{N,n_b+n_a} & w_{N0} \end{bmatrix} \dots (9)$$

$$W_2 = [W_1 \quad \dots \quad W_N \quad W_0] \dots \dots \dots (10)$$

として、 N は中間層の数を表し、 $\varphi(t)$ をデータベクトル、 W_1 は $N \times (n_a + n_b + 1)$ 行列、 W_2 は $1 \times (N + 1)$ 行列で、重み行列と呼ぶ。

この重みを次の評価関数が最小となるように決定することがニューラルネットワークを用いた場合の同定問題である。

$$V_N(\theta, Z^N) = \frac{1}{2N} \sum_{t=1}^N [y(t) - \hat{y}(t|\theta)]^2 \dots \dots \dots (11)$$

この式は実際の出力 $y(t)$ とモデルからの予測値 $\hat{y}(t)$ の差の自乗平均が最小となるような重みを求めることを意味する。ここで θ は重みを表し、 Z は入出力 $u(t), y(t)$ を表す。

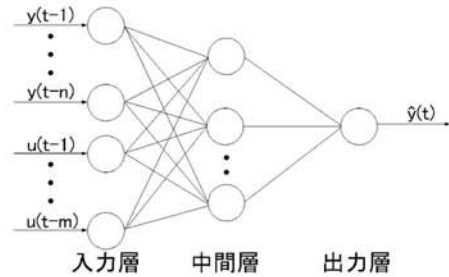


Fig. 3. NNARX モデル

3. モデル予測制御

〈3・1〉 モデル予測制御の概念 制御対象の数学モデルが存在すれば、そのモデルに基づいて未来の出力の変化を予測でき、出力と目標値が一致するような操作量が求められる。モデル予測制御は各サンプリング間にモデルから未来の出力を予測し、最適な操作量を求め、それを制御対象に入力する制御のことをいう。最適な操作量を定めるための評価基準として、つぎの評価関数が与えられる。

$$J = \sum_{i=N_1}^{N_2} [r(t+i) - \hat{y}(t+i)]^2 + \rho \sum_{i=1}^{N_u} [\Delta u(t+i-1)]^2 \dots \dots \dots (12)$$

ここで出力を予測する区間 N_1, N_2 をそれぞれ最小予測区間、最大予測区間といい、操作量の決定区間 N_u を制御区間と呼ぶ。また $\Delta u(t+i-1)$ は操作量の増分、 ρ は操作量の増分に対する重み係数を表す。(2) 式は N_1 から N_2 までの未来の出力 $\hat{y}(t+i)$ と目標値 $r(t+i)$ との差の二乗和と、現在から N_u までの操作量の増分の二乗和が最小となるような現在の操作量 $u(t)$ を求めることを意味する。ここで、モデル予測制御の実際の手順について説明する。

- (1) 過去の入力と出力より未来の出力 $\hat{y}(t+1), \dots, \hat{y}(t+N_2)$ を予測する。
- (2) N_u 回操作量を変化させることで、 N_2 ステップで、出力の予測値が目標値にできるだけ近づくように現在の操作量 $u(t)$ を決定する。
- (3) 決定した操作量により次ステップでの出力 $y(t+1)$ が得られる。ここで出力 $y(t+1)$ は時刻 t で予測した $\hat{y}(t+1)$ とモデルの不完全さや外乱によって異なる場合がある。そこで現時刻を $t+1$ とみなし、1~3 を繰り返す。

本システムは Fig.4 に示すように、同定によって得られた NNARX モデルを各サンプリング間で線形化し、得られた線形モデルのパラメータを用いて、一般化予測制御 (GPC:Generalized Predictive Control) を行っている。

〈3・2〉 線形化 まずはじめに線形化について説明する。NNARX モデルは (8) 式で表される。また、回帰ベクトルは (3) 式で与えられる。時刻 $t = \tau$ で、現在の回帰

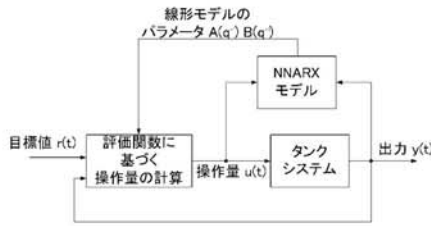


Fig. 4. 本システムのブロック図

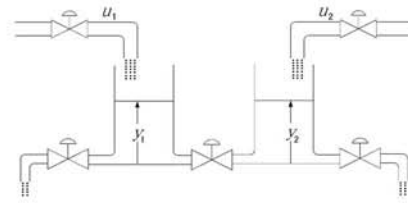


Fig. 5. 2層タンクシステム

ベクトル $\varphi(\tau)$ の近傍で (8) 式を線形化することで, (13) 式が得られる.

$$\begin{aligned} \tilde{y}(t) = & -a_1\tilde{y}(t-1) - \dots - a_n\tilde{y}(t-n_a) \\ & + b_0\tilde{u}(t-1) + \dots + b_{n_b}\tilde{u}(t-n_b) \dots \dots (13) \end{aligned}$$

ただし,

$$\begin{aligned} a_i = & - \left. \frac{\partial y(t)}{\partial y(t-i)} \right|_{\varphi(t)=\varphi(\tau)} \\ b_i = & \left. \frac{\partial y(t)}{\partial u(t-i)} \right|_{\varphi(t)=\varphi(\tau)} \dots \dots \dots (14) \end{aligned}$$

また,

$$\begin{aligned} \tilde{y}(t-i) = & y(t-i) - y(\tau-i) \\ \tilde{u}(t-i) = & u(t-i) - u(\tau-i) \dots \dots \dots (15) \end{aligned}$$

である. ここで $\varphi_i(t)$ についての出力 $y(t)$ の偏微分は

$$\begin{aligned} \frac{\partial y(t)}{\partial \varphi_i(t)} = & \sum_{j=1}^N W_j w_{jk} \\ & \times \left(1 - \tanh^2 \left[\sum_{k=1}^{n_a+n_b} w_{jk} \varphi_k(t) + w_{j0} \right] \right) \dots \dots (16) \end{aligned}$$

で与えられる. また (13) 式から現在の回帰ベクトル $\varphi(\tau)$ を含む項を切り離すと線形化モデルは

$$A(q^{-1})y(t) = B(q^{-1})u(t-1) + \zeta(\tau) \quad (17)$$

となる. ただし, バイアス項 $\zeta(\tau)$ は

$$\begin{aligned} \zeta(\tau) = & y(\tau) + a_1y(\tau-1) + \dots + a_{n_a}y(\tau-n_a) \\ & - b_0u(\tau-1) - \dots - b_{n_b}u(\tau-n_b) (18) \end{aligned}$$

で, 多項式 $A(q^{-1})$, $B(q^{-1})$ は

$$A(q^{-1}) = 1 + a_1q^{-1} + \dots + a_{n_a}q^{-n_a} \dots \dots (19)$$

$$B(q^{-1}) = b_0 + b_1q^{-1} + \dots + b_{n_b}q^{-n_b} \dots \dots (20)$$

である.

4. 同定結果

Fig.5 に示すような, 2層タンクシステムを制御対象とする.

システム同定を行うに先立ち, 制御対象の入出力データ

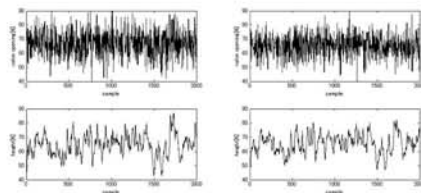


Fig. 6. 入出力データ (上:入力データ, 下:出力データ)

の測定を行った. 入力信号には白色雑音をもとに式 (21) の信号を設定した. 白色雑音はすべての周波数成分を含んでいるので同定用の信号に適しているが, 制御対象がプロセス系なので入力に対して反応に時間がかかってしまう. 積極的に周波数が変わる白色雑音の一瞬だけの入力では, 反応が悪くなるために一つ前の入力信号を確率 α で保持した. 入力信号を式 (21) で設定したのはこのような理由からである. 今回は $\alpha = 0.5$ とした.

$$u(t) = \begin{cases} \text{確率 } \alpha & \text{で } u(t-1) \\ \text{確率 } 1-\alpha & \text{で } e(t) : \text{白色雑音} \end{cases} \quad (21)$$

サンプリング時間 3 [s], データ点数 2000 点, 入力バルブの開放度の範囲を 40 ~ 90 [%] としてシステムの入出力データを測定した. 得られた入出力データより NNARX モデルを用いて 2 層タンクシステムの同定を行った.

5. 入出力データの測定

2 層タンクシステムより得られた入出力データを Fig. 6 に示す.

得られた入出力データの後半 1000 点を用いて制御対象のモデルを構築し, 前半 1000 点を用いて構築したモデルの妥当性を検証する. このように前半を検証用に, 後半を構築用に用いた理由は, システム同定をする際に入出力データの定常性が仮定できないような部分が存在する場合は, その部分を取り除いたほうが賢明とされているからである. 今回は, 構築用と検証用どちらもデータ点数が 1000 点確保できるように前半と後半を入れ替えた.

〈5・1〉 NNARX モデルによる同定 NNARX モデルを用い, 回帰ベクトルを $u_1(t-1)$, $u_1(t-2)$, $u_2(t-1)$, $u_2(t-2)$, $y_1(t-1)$, $y_1(t-2)$, $y_2(t-1)$, $y_2(t-2)$ の 8 つとし, 中間層の数は 3 つとして 2 層タンクシステムの

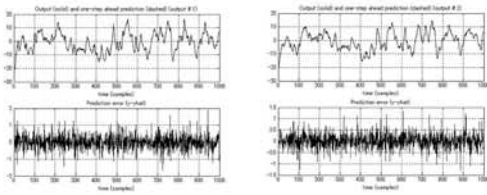


Fig. 7. NNARX モデルの妥当性の検証

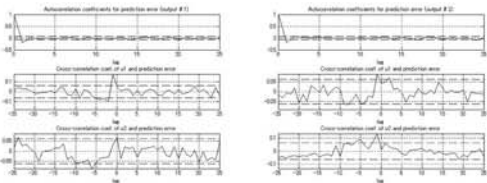


Fig. 8. NNARX モデルの相関関数

同定を行った。推定されたモデルは以下のようになった。

$$W_1 = \begin{bmatrix} 0.052 & -0.019 & 0.000 & 0.001 & -0.000 \\ 0.009 & -0.003 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 7.650 & 9.422 & 0.017 & -11.33 & 1.131 \\ -0.002 & -0.048 & 0.015 & -0.394 & \\ 0.000 & 0.008 & -0.002 & 0.011 & \\ 6.572 & 7.766 & 4.372 & -3.649 & \end{bmatrix} \cdot (22)$$

$$W_2 = \begin{bmatrix} 14.50 & 92.56 & -0.0258 & 4.341 \\ -14.91 & 90.47 & 0.0175 & -6.588 \end{bmatrix} (23)$$

また、このモデルから予測される出力と実際の出力とを比較した。その結果を Fig.7 に示す。

さらに、誤差の自己相関関数、誤差と入力との相互相関関数を Fig.8 に示す。

Fig.7 より、実際の出力と予測値はほぼ重なっており、予測誤差がほとんどないことが分かる。2つのグラフの縦軸を比べてみると、誤差は出力の $\frac{1}{10}$ 程度と小さいことが見てわかる。Fig.8 の上図より、 y_1 、 y_2 の誤差の自己相関関数はラグが0で1の値をとるが、それ以外は信頼区間に収まり、デルタ関数の形になるので誤差に周期性が無い(不確定信号である)ことがわかる。Fig.8 の中図と下図より相互相関関数は、ほとんどが信頼区間に収まっていることが確認できるが、負のラグで信頼区間から外れているところが見られる。これは出力フィードバックがかかるときに出現することがあるのだが、このシステムは階層型ニューラルネットワークであり、フィードバックはかかっていないのでこの理由は不適合である。他に考えられる原因として、入出力データの測定の際に入力信号の白色雑音をバルブの反応を理由に、確率 α で保持したがためにそうなのではないかと考えられる。しかし、これは信頼区間から外れていてもごく小さく、他は信頼区間に収まっていることを確

認できるので、同定できていると判断し、このモデルを採用した。同定精度の評価として、誤差の二乗平均は 0.1559 と非常に小さいので同定精度は良いといえる。

6. 制御実験

〈6・1〉 **タイムスケジュール** 制御実験を行うにあたって比較・観察しやすいように、Fig.9 に示すタイムスケジュールを組んだ。

Fig.9 より、まずタンク1の目標値を変更させて、タンク1側の目標値追従特性を測定する。その後、タンク1の目標値を元に戻し、定常状態となつてからタンク2の目標値を変更させて、タンク2側の目標値追従特性を測定する。その後、タンク2の目標値を元に戻す。

次にタンク1の外乱バルブを開き、タンク1側の外乱抑制特性を測定する。その後外乱バルブを閉じ、定常状態となつてから、タンク2の外乱バルブを開き、タンク2側の外乱抑制特性を測定する。

sample 500 → 1500… 目標値追従特性(タンク1)
sample 2000 → 3000… 目標値追従特性(タンク2)
sample 3500 → 4200… 外乱抑制特性(タンク1)
sample 4700 → 5400… 外乱抑制特性(タンク2)

以上のように進めた。上記の sample でそれぞれ切り出し、経過を比較する。

〈6・2〉 **液面制御** システム同定によって得られた NNARX モデルを用いて2層タンクシステムの制御を行った。今回の実験では、前に述べた最適な操作量を決めるための評価関数(12)式の操作量の増分に対する重み係数 ρ を変化させた。

重み係数は $\rho = \begin{bmatrix} 5 & a \\ a & 5 \end{bmatrix}$ という形である。 $a = 0.001 \rightarrow 0.01 \rightarrow 0.1 \rightarrow 1$ と変化させて実験を行った。

目標値追従特性は目標値を 30 [%] → 50 [%] に変更した。外乱抑制特性では、外乱バルブの開放度はどちらも 50 [%] とした。また、図9を見て明らかのように、片方のタンクの水位の変化に、もう一方のタンクが影響されてしまう干渉が見られた。今回は干渉をなるべく抑え、制御実験に差し支えないよう2つのタンクを結ぶ管(Fig.5 参照)のバルブ開放度を 50 [%] とした。

最小予測区間 $N_1 = 1$ 、最大予測区間 $N_2 = 2$ とし、制御区間 N_u に関しては、コンピュータへの負担を減らすために最小が望ましく、本研究では $N_u = 1$ として制御実験を行った。

7. 実験結果

〈7・1〉 **目標値追従特性** $a = 0.001 \rightarrow 0.01 \rightarrow 0.1 \rightarrow 1$ と変化させたときのタンク1側の目標値追従特性を Fig.10、Fig.11 に示す。上図より干渉の度合い、立ち上がり時間、整定時間を調べた。結果を表1に示す。

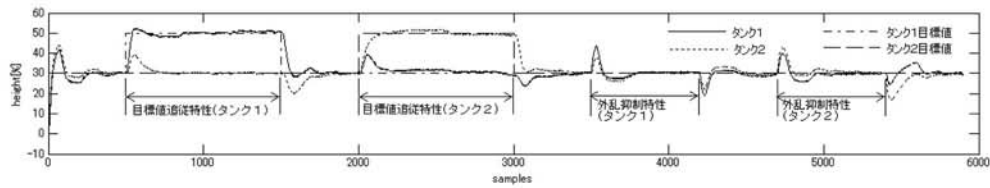


Fig. 9. タイムスケジュール

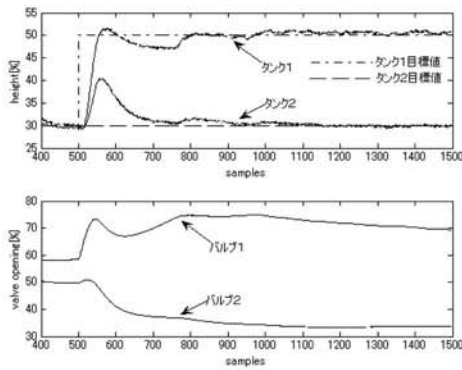


Fig. 10. 目標値追従特性(タンク1) $a=0.001$

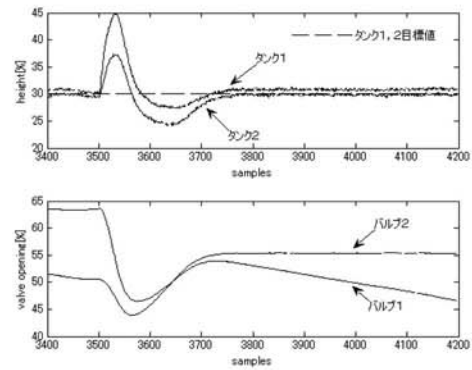


Fig. 12. 外乱抑制特性(タンク1) $a=0.001$

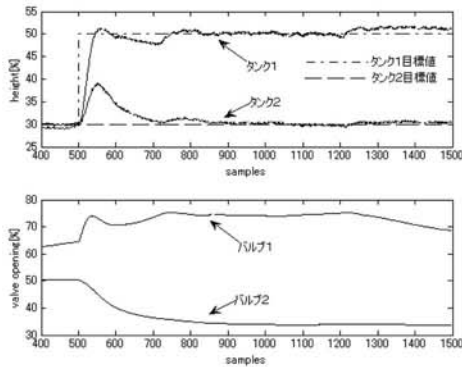


Fig. 11. 目標値追従特性(タンク1) $a=1$

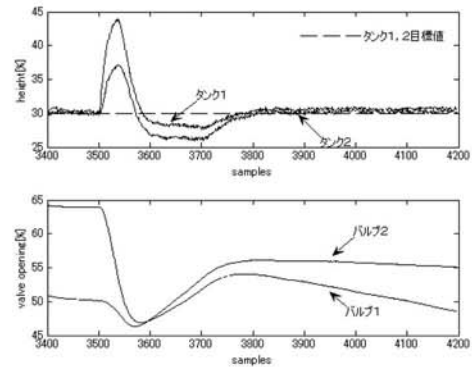


Fig. 13. 外乱抑制特性(タンク1) $a=1$

Table 1. 目標値追従特性(タンク1)

	出力 y_2 の最大値 [%]	立ち上がり時間 [s]	整定時間 [s]	
			y_1	y_2
$a = 0.001$	40.545	78	852	1170
$a = 0.01$	39.826	87	627	1005
$a = 0.1$	40.374	78	894	1029
$a = 1$	39.061	81	702	972

Table 2. 外乱抑制特性(タンク1)

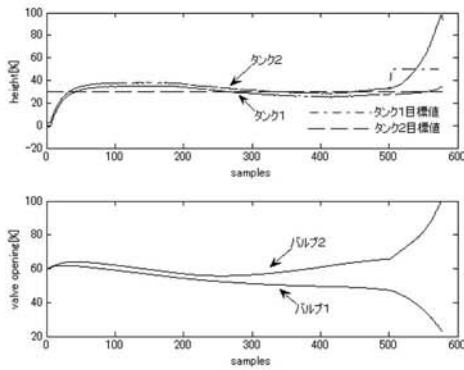
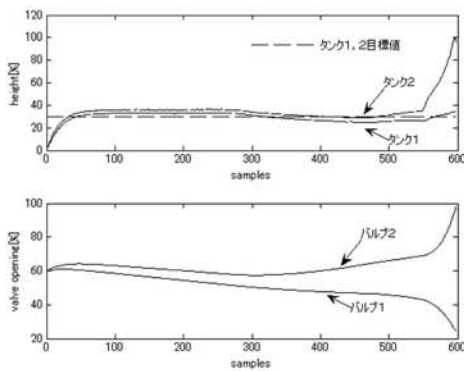
	出力の最大値 [%]		目標値復帰時間 [s]	
	y_1	y_2	y_1	y_2
$a = 0.001$	44.932	37.355	252	192
$a = 0.01$	44.083	37.018	252	192
$a = 0.1$	42.441	36.565	246	207
$a = 1$	43.964	37.129	258	216

〈7・2〉外乱抑制特性 $a = 0.001 \rightarrow 0.01 \rightarrow 0.1 \rightarrow 1$ と変化させたときのタンク1側の外乱抑制特性を Fig.12, Fig.13に示す。上図より出力の最大値, 目標値復帰時間を調べた。結果を Table2に示す。

〈7・3〉考察 今回の研究では, (12) 式の操作量の増分に対する重み係数 ρ を変化させて実験を行った。実

験結果より a の値を大きくすると, 目標値追従特性では速応性, 収束性が良くなる。また, a の値を大きくすると外乱抑制特性では, 速応性はわずかに損なわれるものの, 偏差が少なくなることがわかった。よってこのシステムは比較的目標値追従特性に強いシステムではないかと考えられる。

今回の実験により以上のような結果を得られたのは, 重

Fig. 14. 目標値追従特性 (タンク 1) $a=10$ Fig. 15. 外乱抑制特性 (タンク 2) $a=10$

み係数 ρ の各成分の役割にあると考えた。11 成分はタンク 1 に対するバルブ 1 の重み, 12 成分はタンク 1 に対するバルブ 2 の重み, 21 成分はタンク 2 に対するバルブ 1 の重み, 22 成分はタンク 2 に対するバルブ 2 の重みを表していると考えた。この考えを踏まえて $a = 10$ として, どのような結果が得られるか実験を行った。結果を以下に示す。

Fig.14 より, タンク 1 の目標値追従特性なのにも関わらず, バルブ 2 の開放度が大きくなっている。これはバルブ 2 がタンク 1 の液面を目標値に合わせようとして, このような動作をしたと考えられる。やがて水位は上昇し, 水が溢れそうになったためバルブを手動で閉めた。最後の水位の減少はそれによるものである。Fig.15 より, タンク 2 に外乱を入れる前の定常状態にする時点で水位の発散が見られた。

今回の研究では, 重み係数 ρ のそれぞれの成分を同じ値に設定して実験を行ったが, この考えを元に重み係数 ρ の各成分を異なる値に設定して実験を行えば, 干渉や各特性の動作の改善が期待できる。

8. 結 論

2 層タンクシステムから入出力データを測定し, そのデータからニューラルネットワークを用いてシステム同定を行

うことができた。システム同定から構築されたモデルの妥当性を検証し, 実際に 2 層タンクシステムの制御を行うことができた。システム同定の際に, 入出力データのモデル構築用に過渡応答の部分が含まれているとき, 含まれていないときの誤差の状態や同定精度がどのように変化するかを確認できた。

実験を繰り返して気がついたことが, タンク 1 とタンク 2 は同じ水量であることをモニターしているにもかかわらず, 2 つのタンクを目視して比較してみると, 明らかに水量に差が見られるということがあった。このような差が存在しても, 制御特性は劣化してはならないと考えた。

2 層タンクシステムの制御を行い, すべての結果において干渉が見られた。これを解消することに関しては, まだ策が見つかっておらず今後の課題の 1 つである。

今回は行えなかった回帰ベクトルの数と中間層の数を変更させて得られたモデルを用いて, 実験を行うことで干渉と各特性の動作を改善する一つの手かもしれない。

参考文献

- [1] M.Norgaard et al., "Neural Networks for Modelling and Control of Dynamic Systems", Springer, (2000)
- [2] 足立修一, "MATLAB による制御のためのシステム同定", 東京電機大学出版局, (1997)
- [3] 菅井講介, "ニューラルネットワークを用いたモデル予測制御", 小山工業高等専門学校平成 18 年度卒業論文, (2007)
- [4] 石井大介, "ニューラルネットワークを用いたプロセス系の制御", 小山工業高等専門学校平成 22 年度卒業論文, (2010)

【受理年月日 2012年 9月28日】

気泡塔型曝気装置による排水処理性能の評価

田中 孝国*¹, 武笠 巨堯*², 川田 裕子*³

Estimation of performance for waste water treatment
by bubble column type aerator

Takakuni TANAKA, Kiyotaka MUKASA and Yuko KAWADA

As domestic waste water becomes the high density, treatment of waste water using septic tank gradually became difficult. Therefore, we showed a newly pretreatment unit (Mashiko-Clean type III) for septic tank. This characteristic of this unit is a bubble column type aerator of three towers, and it has strong aerating system. In this paper, we evaluated an ability of waste water treatment from various parameters with water analysis. As a result, this unit has degradability of carbon compounds in simulation waste water. COD and BOD were always less than a discharge lower limit value. On the other hand, there was not an anaerobic space, this unit could not removal nitrogen (nitrite nitrogen) and phosphorus compounds. To give the performance of this unit conventionally, we must improve setting (or auditioning) of the anaerobic areas and circulation function between the towers.

KEYWORDS : waste water treatment, bubble column type aerator, BOD, COD

1. 浄化槽の現状

下水道の普及していない地域の家庭用排水処理装置である浄化槽は、単独から合併へと変換が進んでいる。現在主流となりつつある合併浄化槽は、生活雑排水全ての処理が可能である。合併浄化槽の必要とされる排水処理能力は、現在の法律では BOD 除去率が 90%以上、放流水質では BOD 濃度が 20mg/L 以下と定められている¹⁾。

合併浄化槽の維持費の多くは、装置の故障/交換

を除き、排水処理の際に生じる汚泥の引き抜きであると言われ、浄化槽利用者の負担が大きい問題として残されたままである。汚泥の増加は曝気槽内のエアレーションにおける巻き上げを強く惹起し、処理水に SS を流出させる原因²⁾であることから、浄化槽の沈殿槽後部に固液分離装置を取り付けて圧搾して汚泥の貯留量を高める手法³⁾等の処理が追加適用されている。しかし、コストの面も含めると汚泥問題の解決とは言い難い。特に近年の多種多様な排水中に含まれる油脂成分は、小型合併処理槽におけるトラブル事例の多くを占

*1 物質工学科 (Dept. of Materials Chemistry and Bioengineering), E-mail: Tanakatakakuni@oyama-ct.ac.jp

*2 物質工学科 5年 (Dept. of Materials Chemistry and Bioengineering)

*3 関東グリコ株式会社 (Kanto Glico Co., Ltd., 2011 年度小山高専物質工学科卒業)

めていることが知られている⁴⁾。その対処法として、一般的には塩化ビニル⁵⁾やウレタンフォーム製⁶⁾の高分子ろ材を使用して(処理槽内の)嫌気部分における嫌気性細菌濃度を高めて処理能を強化した報告や、同様に無機素材であるゼオライトを使用した松山の報告⁷⁾があるが、一定レベルの分解菌濃度(処理能)の維持が問題であり、根本的な解決策とは言い難い。更に嫌気槽内に滞留する嫌気性菌濃度増加が浄化槽全体の排水処理能力の低下を起こすとの報告例が見られる¹¹⁾ことから、浄化槽内の微生物分布を大きく変えることは出来ないと考えられる。中野らの報告によれば、浄化槽の処理性能(特にBODの安定的な分解)の維持は、曝気槽内のMLSS濃度、滞留時間、温度の管理が重要因子であり、ろ材等を使用して安易に微生物濃度を高めないことが重要であると述べている¹²⁾。

以上のように、浄化槽本体への改良は処理能のバランスが取りにくく、結果としてコストダウンにつながる傾向が見られる。特に、一定量の流入水が得られにくい家庭用浄化槽では、排水の濃度が日々不安定であることが、浄化槽の維持を難しくしている一因となっている。従って、浄化槽外の装置による解決策が提案された。

排水処理の基本装置として、気泡塔がある。気泡塔は、水中に気泡を生成、分散させて物質移動、熱移動や化学反応を行わせる手法である。排水処理に用いる場合は、空気を対象となる排水に吹きこみ、主に酸素による酸化反応で排水成分の分解を促進、または活性汚泥などのように微生物群を含む系では、微生物群に対して好気的な場を提供し、好気微生物による生物代謝反応で酸化反応を行わせる。気泡塔のメリットは、吹きこまれた空気がバブルを形成することで、排水成分や団粒構造を取りやすい微生物群を物理的に破碎し、酸化作用による分解処理を強制的に起こさせることである。その反面、好気的であり攪拌作用も持つことから、嫌気処理には向いておらず、同じ装置内での嫌気処理はろ材を用いる必要がある。排水の主成分である炭素源は、好気細菌群によって二酸化炭素と水に分解されるため、エアリフト型の反応装置はBODやCODの分解に適している。

処理後の水の放流基準は、自治体によって規制は異なるものの、栃木県では、合併処理浄化槽が日間平均値20mg/L以下と厳しい値である⁹⁾。浄化槽にも嫌気槽(一次貯留槽)はあるものの、排水濃度や温度の変動があっても、浄化槽の能力を維持

するためには、浄化槽の手前に何らかの装置の設置が考えられる。特に年々厳しくなると予想される放流基準値(BOD等)に対応するため、浄化槽の全段階に気泡塔を設置し、浄化槽にかかる負荷を下げる必要がある。従って、今回前処理装置の導入を試み、その評価試験を行ったので報告する。

2. 実験方法

2. 1 実験装置(マシコクリーン)

本実験で使用した装置は、企業委託の気泡塔型バイオリアクター(マシコクリーン、図1)である。

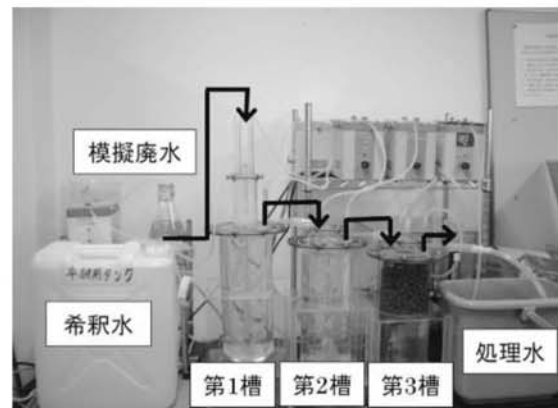


図1 気泡塔型バイオリアクター
(マシコクリーンのミニチュア版, 約 1/70)

実験は連続培養とし、1槽目入口より模擬排水と希釈水を一定流量(215mL/h)で同時に流入させ、ペリスタリックポンプにより2槽目、2槽目から3槽目に送り3槽目出口より、処理水のサンプリングを行った。

培養実験は、1, 2, 3槽全ての槽を曝気(通気量2.5mL/min)、温度(25-28℃)で行った。同時に、企業委託の微生物群をスターターとして、各槽に開始から1週間まで10mLずつ添加した。微生物群の増殖と槽への定着を目的として、連続培養開始前に1-2日の回分培養を同条件の曝気下で行い、微生物群を好気的に増殖させる操作を行った。その後連続培養に移行した。また、3槽目には企業指定のろ材を200g入れた。使用したろ材の成分は、益子焼の破片を粉碎後に再焼結して固めたものである(図2)。このろ材は浮遊性が非常に高く、装

置内に水を満たした状態でエアレーションを開始すると上部圧密状態となり、ろ材間隙が大きいという特徴が見られた(図 2)。

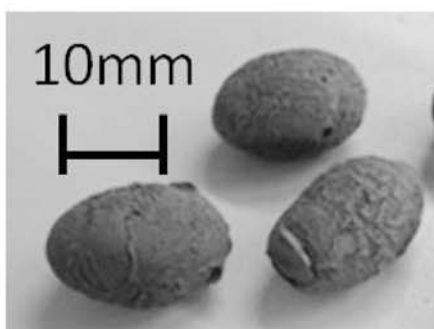


図2 第3槽目に入れたろ材

2. 2 測定項目

測定項目は、pH [-], ORP [mV], 濁度 OD660 [-], 乾燥浮遊物質量 MLSS [mg/L], 全窒素 T-N [mg/L], リン [mg/L], COD-Cr [mg/L], BOD [mg/L] の 8 種類を実施した。浄化槽において重要視されている BOD については、2.3 で詳しく述べる。

各測定項目の分析法については JIS に即している¹⁰⁾。排水処理を行う微生物群のスターターとして、株式会社レック EM 益子依頼の微生物溶液を添加した。模擬排水(表 1)と装置内の微生物溶液が接触すると発泡が激しく起こる現象が見られたため、消泡剤としてシリコンオイル(WAKO 010-17211 Antifoam PE-M)を数滴投入した。

表 1 の濃度を 1 倍濃度とし、5 倍、10 倍の 3 種類の模擬排水を準備して、それぞれの濃度について分解実験を行った。

表 1 模擬排水の組成(1 倍濃度)

試薬名	容量 [g]
グルコース(炭素源)	3.00
ポリペプトン(窒素源その他)	3.00
リン酸二水素カリウム(リン源)	0.15
水 (上記 3 成分溶解後 10L にメスアップ)	10 [L]

2. 3 BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD(生物化学的酸素消費量)は、排水の有機物による汚染状態を示すパラメータである。現在の放流基準値は 20mg/L 以下であり、その値を満たした処理水のみ放流が許可されている。測定法は、サンプル中に従属栄養菌によって消費される有機物がどれだけあるかを暗所に 20℃で 5 日間放置したサンプル中の溶存酸素減少量から推定する(JIS K0102)。尚、処理する前の水質目安として、し尿(汲み取り便所) BOD が平均で 5,800mg/L (COD 2,500mg/L), 浄化槽汚泥 BOD が平均で 2,600mg/L (COD が 2,300mg/L)とされている。処理後の水質目安は、各自自治体で異なっているが、し尿処理施設の水質(BOD)は 20 mg/L 以下、単独浄化槽の水質は 90 mg/L 以下、合併浄化槽の水質は 20 mg/L 以下、下水道の水質も 20 mg/L 以下でなければならないとされている。

3. マシコクリーンの評価結果

マシコクリーンの特長は、強い曝気量による酸化排水処理である。従って、測定前に装置内外の DO (溶存酸素 [mg/L]) の測定を行った。マシコクリーンは、曝気状態の槽の外側は 0.00~0.10 未満、内側は 6.00~7.00 以内を示していた。外側は内側と比較すると嫌気状態をやや示していたが、細菌浮遊は見られないため(細菌濃度が低い)、脱窒などの嫌気性反応は起こりにくい状態だと考えられた(装置外側の ORP も酸化状態を示す+の値であった)。尚、図 3~のグラフ中の長期培養とは、1 倍濃度のデータを示す。

図 3 より pH は、模擬排水濃度 5 倍では初回の測定値が放流基準値を 0.2 上回ったが、以降は長期培養と同等に放流基準値内である中性域 5.8~8.6 [-] を示していたことが判明した。一方模擬排水濃度 10 倍では処理水の pH は強い酸性を示し、放流基準値を満たさなかった。10 倍濃度については、模擬排水の腐敗が培養開始 1-2 日後から起きてしまったことが原因であった。

図 4 の ORP は、溶液の酸化還元状態を調べる項目である。処理水の ORP 値は、100~200mV と正の値を示していたため、マシコクリーンはほぼ酸化状態であることが判明した。5 倍濃度における ORP 値の不安定さが観察されたが、原因は不明で

ある。マシコクリーンの強い曝気量であれば、通常は酸化状態であると考えられるため、測定ミスであると考えられた。

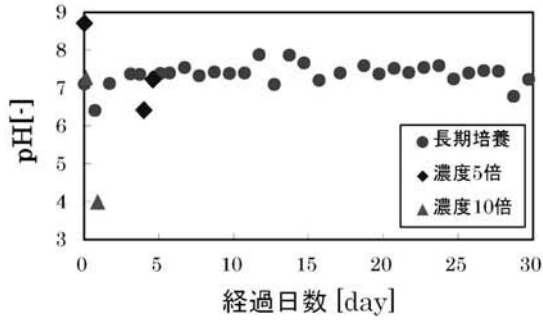


図3 模擬排水の濃度を変えた場合の pH の変化

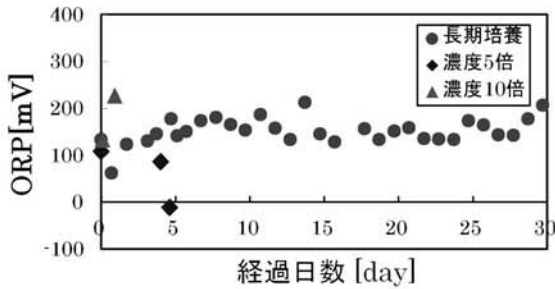


図4 模擬排水の濃度を変えた場合の ORP の変化

濁度(図 5), 排出浮遊物量(図 6)も模擬排水の濃度が上昇すると高めの値をとり、ばらつくことが判明した。10 倍濃度のデータ採取の際は、模擬排水腐敗により生じたバイオフィームにより、配管に詰まりが生じ、度々実験が停止した。また、浮遊物量減少を狙って、ろ材(図 2)の投入を行っているが、充填時の間隙が大きいので、ブロック状の細菌群は阻止したものの、細かな微粒子や処理しきれなかった溶液の色(10 倍濃度)は、通り抜けていた。

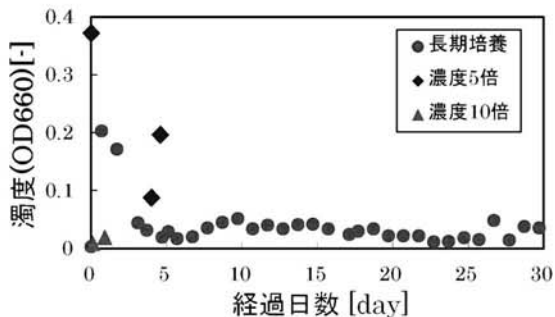


図5 模擬排水の濃度を変えた場合の ORP の変化

全窒素量(図 7), オルトリン酸(図 8)では測定値が安定せず、分解は全く見られなかった。ORP のグラフ(図 4)の結果と合わせて考えると、装置内に還元状態の部分の無いことが原因であると考えられた。またこれらの数値の放流基準値は、全窒素 0.2mg/L 以下、リン 0.015mg/L 以下である。両グラフより、全く満たしていないことが判明した。今後、嫌気槽の設置・槽間の循環機能の追加が必要であることが考えられた。

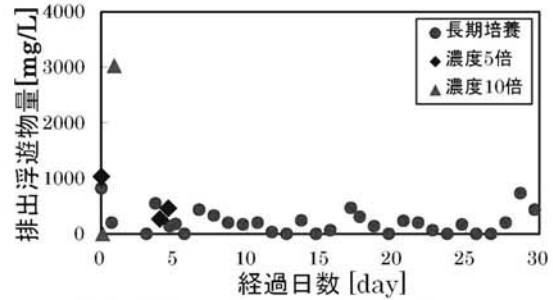


図6 模擬排水の濃度を変えた場合の 排出浮遊物量の変化

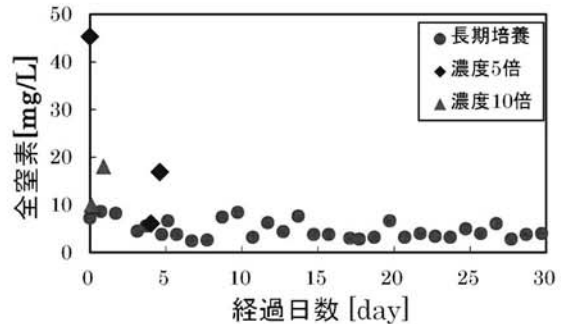


図7 模擬排水の濃度を変えた場合の 全窒素(T-N)の分解

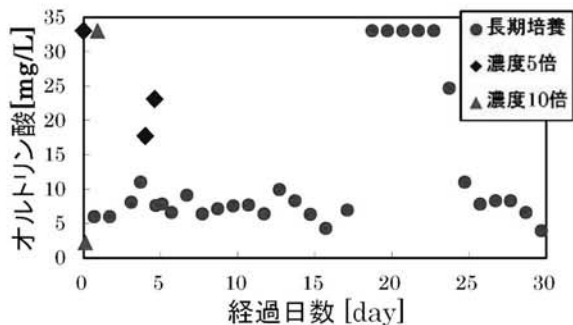


図8 模擬排水の濃度を変えた場合の オルトリン酸(P)の分解

図9の COD-Cr 値より、マシコクリーンは模擬

排水濃度 1.5 倍の範囲では放流基準値である 20mg/L 以下を満たすことが判明した。このことより、マシコクリーンは排水中の炭素源の強い分解処理能力を有していることがわかった。一方で、模擬排水 10 倍では測定値が安定せず、処理後の水も着色水であり、腐敗臭があった。排水の着色は曝気(好気)処理では取りにくいいため、もし濃い着色排水がマシコクリーンに流入した場合は、現状では処理が困難である。嫌気槽の追加もしくはオゾン等の別手法が必要であると考えられた。10 倍濃度の模擬排水がマシコクリーン内へ流入した場合、装置の内側から外側への模擬排水の拡散(移動)がかなり遅い(弱い)ことを視覚的に確認している。つまり、供給された模擬排水は装置内側(曝気部分)に長期滞留しており、強い酸化反応が曝気によって行われているものの、10 倍濃度を分解する曝気量では無いことが判明した。

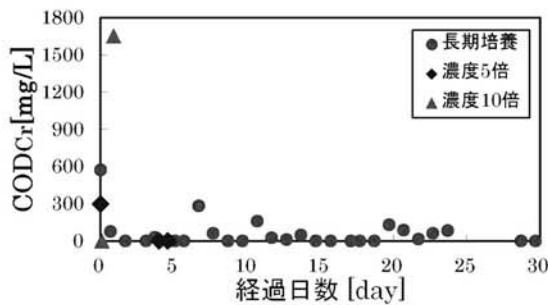


図9 模擬排水の濃度を変えた場合の処理水中の COD-Cr (化学的酸素要求量)

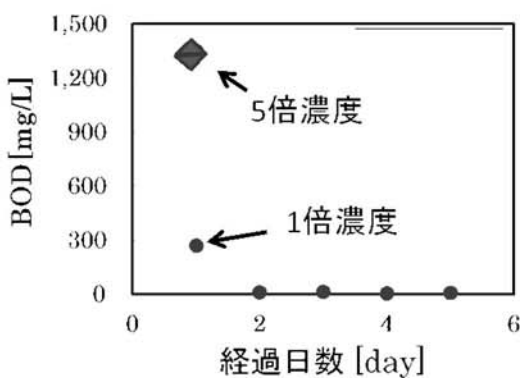


図10 模擬排水の濃度を変えた場合の処理水中の BOD (生物学的酸素要求量)

図10は、BODの変化を示したグラフである。他の図と比較すると、実験の期間は短くなってしまったが、BODは5倍濃度の模擬排水であっても問題なく 20mg/L未滿にまで分解されていた(図10

では1倍濃度のデータと重なっている)。尚、10倍濃度のデータは腐敗により今回は採取出来なかった。

以上のデータより、1倍濃度、5倍濃度と10倍濃度の模擬排水分解の比較実験は、ばらつきが激しいデータであったことから、再度実験する必要があることがわかった。特に10倍濃度では培養中の腐敗を防止する方法を実施して実験を行わなければならない。そのため、模擬排水を供給する手法を変える等の措置を今後行いたい。

4. まとめと今後の展望

マシコクリーンの各槽の内部底部から出るバブル(気泡、泡)は、大小様々なサイズが混在する(視覚的に判断)。通常、気泡は大きなものが小さなものを吸収する傾向がある¹⁰⁾。従って、サイズを一定にする、もしくは、より小さな気泡(ナノバブル)を投入する等の案を今後試みると、より酸化効率が上昇すると思われる。

使用したろ材については、充填後の間隙が大きかったものの汚泥ブロックについては逃さず、ろ過を行っていた。従って、ろ材を3槽目に充填しておけば、マシコクリーン以外のろ材充填層は微粒子除去を問題にしなければ、特に必要ないと考えられた。ただし、内部にろ材を充填すると3槽目の底部に汚泥等が貯まると考えられた。ろ材を3槽目底部に貯留したままにせず外に出すか(ろ材を外して、汚泥等を外に設置した別の装置を用いてろ過を行う)、内部で留めておくか(汚泥等をろ材でトラップし、大量に溜まったらバキューム等で回収する)、判断しなければならない。

増加する汚泥については、流入排水の流速を上げる手法がマシコクリーンには適している。沈降汚泥を強い流れによって巻き上げ(槽内の上部へ上昇させる)、汚泥を沈降させない手法²⁾である。ブロックを強い流速で分散させ、微粒子にして流してしまう考え方である。

本実験では、脱窒とリン酸の除去が困難であった。通常の下水处理施設の構造等¹²⁾を参考に、各槽間の循環方式を取り入れる、家庭用浄化槽として流通している嫌気性接触ろ床法¹³⁾に準じた槽もしくは、精密な流入排水量等の制御が必要である。もしくは、約5年間は無交換(定期的なメンテナンスは必要である)とされている膜分離式¹⁴⁾へ

の改良を行う等で、それぞれの成分除去が進行すると考えられた。

今後、浮遊物が多い排水(例えばディスポーザー排水は通常排水の約 1.5~2 倍の SS や BOD 成分を持つ¹⁵⁾)についても安定的な処理が可能な能力を持たせる手法、例えば今井らは、合併処理槽に段差を付けてオーバーフローとエアリフトによる曝気形式の組み合わせの効果について報告している¹⁶⁾。食の多様化に伴い未だに増加を続ける油脂分や洗剤成分を多く含んだ排水に対する処理槽の安定化対策(具体的には悪臭や BOD 悪化などに対して¹⁷⁾)、コンビニエンスストア設置浄化槽の必要なサイズの縮小問題(木佐貫の報告によれば、流入 BOD 量から考えると 31 人槽が最低でも必要である¹⁸⁾)といった問題への対処法が求められている。渡会らのグループも、槽内のろ材(担体)流動性や曝気量、汚泥の蓄積を機能改善の再優先課題として上げている¹⁹⁾が、報告から 10 年経過する現在も明確な解決策は無いのが現状である。

今後とも、浄化槽負荷の改善に向けて装置の改良を進めていきたい。

謝辞

委託研究先である、株式会社レック EM 益子の方々に感謝いたします。

参考文献

- 1) 本間都・坪井直子:合併浄化槽入門, 北斗出版, pp.95-109 (1995)
- 2) 田畑洋輔, 中西健, 中島淳:浄化槽一次処理槽における底部流速が汚泥巻き上げに及ぼす影響, 環境技術, Vol.39, No.2, pp.731-737 (2010)
- 3) 竹下文博, 田宮 道夫, 竹田 久人, 千葉祐治:掛川市における浄化槽汚泥の処理事例, 浄化槽研究, Vol.16, No.3, pp.1-6 (2004)
- 4) 見手倉幸雄, 古崎康哲, 石川宗孝:ゼロエミッション型農業集落排水施設への更新と LCA 手法, 農業土木学会誌, Vol.70, No.12, pp.1085-1088 (2002)
- 5) 田所正晴, 桜井敏郎:小型合併浄化槽の処理機能に及ぼす油分の影響, 用水と廃水, Vol.36, No.9, pp.10-17 (1994)
- 6) 小川雄比古, 下高原博美, 佐藤洋子, 大野茂, 立本英機:ウレタンフォーム担体を用いた流動床型小規模合併処理浄化槽の開発, 用水と廃水, Vol.39, No.6, pp.510-516 (1997)
- 7) 松山 秀明:流動式担体活性汚泥法による油脂の効率的分解, 用水と廃水, Vol.35, No.7, pp.27-34 (1993)
- 8) 矢野明司:小型浄化槽におけるディスポーザー排水処理の実証実験と今後の方向, 浄化槽, No.375, pp.27-33 (2007)
- 9) http://www.tochigi-jyokaso.or.jp/pdf/processing_standard_in_site.pdf:社団法人 栃木県浄化槽協会, 浄化槽放流水の敷地内処理に関する指導基準(準則)より
- 10) 並木博 編:詳解 工場排水試験方法, 日本規格協会 (1986)
- 11) 安田 啓司, 坂東 芳行:マイクロバブルを気泡塔に分散させた際の流動特性および分解性能, 混相流, Vol.23, No.1, pp.12-19 (2009)
- 12) タクマ環境技術研究会 編:下水・汚泥処理の基礎, オーム社, pp.46-47 (2005)
- 13) 笠 文彦:家庭用小型浄化槽の技術動向, 環境技術, Vol. 33, No. 9, p. 651 (2004)
- 14) 大森 英昭:膜分離活性汚泥法を用いた小型合併処理浄化槽の維持管理の評価と望ましい改善事項, 用水と廃水, Vol. 47, No. 4, pp. 320-324, (2005)
- 15) 石垣 力, 山下 宏:ディスポーザー排水対応浄化槽, 環境技術, Vol. 33, No. 9, pp.671-675 (2004)
- 16) 今井剛, 深川勝之, 浮田正夫, 関根雅彦, 樋口隆哉:改良型合併浄化処理浄化槽における厨芥と生活排水の同時処理に関する研究, 環境技術, Vol.30, No.10, pp.810-817 (2001)
- 17) 安彦和行, 高橋雪信, 手戸康彦:小型合併処理浄化槽における水質悪化の原因確認検査結果と課題, 月刊浄化槽, No.300, pp.13-20 (2001)
- 18) 木佐貫 隆:高負荷流入条件にあるコンビニエンスストア設置浄化槽の水質改善事例, 用水と廃水, Vol. 49, No. 8, pp.703-709 (2007)
- 19) 渡会 昌一, 川本 義二, 石川 勝:小容量型小型合併処理浄化槽の実態と機能改善に関する検討, 浄化槽, No.319, pp.14-20 (2002)

【受理年月日 2012年 8月6日】

栃木市に現存する歴史的建造物の地震被害および 構造特性に関する調査研究

横内 基*¹, 大島 隆一*², 大橋 好光*³

Research on Earthquake Damage and Structural Characteristics of
Existing Japanese Traditional Buildings in Tochigi City

Hajime YOKOUCHI , Ryuichi OSHIMA , Yoshimitsu OHASHI

Tochigi City in Japan is left with many traditional buildings, which form the historic townscape. The 2011 off the pacific coast of Tohoku Earthquake on March 11, 2011 and subsequent aftershocks caused damage to many of these traditional buildings. Only few data are available on seismic performance of these buildings at present. Therefore, in this paper, the researchers conducted study and survey relevant for these buildings. The following activities were taken place.

1. Collecting and analyzing seismic records observed around the area concerned as well as evaluating input motion characteristics for the subject area.
2. Field survey was conducted to understand the damage situation caused by series of earthquakes. Then consider the relationship between the damage trends and the various influencing factors.
3. Vibration measurements were performed on traditional buildings in the subject area, and comprehend the vibration characteristics of traditional buildings.

KEYWORDS : The Great East Japan Earthquake, Seismic Performance, Seismic Response, Vibration Measurement, Preservation Districts for Groups of Traditional Buildings

1. はじめに

栃木県栃木市では、図 1 に示す栃木町地区と嘉右衛門町地区の 2 地区に対して、歴史的資産を保全しながら、より安全・安心な町並みをつくるべく、伝統的建造物群保存地区の制度を活用した町

並み整備を進めている。この内、嘉右衛門町地区については本年 7 月に重要伝統的建造物群保存地区に選定され、栃木町地区については伝統的建造物群保存地区指定の準備を推進しているところである。なお、以降では嘉右衛門町地区と栃木町地区を総称して単に“伝建地区”と呼ぶこととする。

*1 建築学科 (Dept. of Architecture), E-mail: yokouchi@oyama-ct.ac.jp

*2 建築学科 (Dept. of Architecture), E-mail: o-shima@oyama-ct.ac.jp

*3 東京都市大学工学部建築学科・教授 (Professor, Dept. of Architecture, Tokyo City University)

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震ならびにその後の余震(以下、一連の地震)では、この伝建地区およびその周辺に現存する数多くの歴史的建造物(江戸末期から昭和初期に建てられた建造物)に被害が生じた。伝統的建造物群を恒久的に維持保全するためには、突然の地震に備えて学術的裏付けに基づいた万全の耐震対策を構築することが重要である。しかしながら、当該建造物群の耐震性に関するデータは極めて乏しいのが現状である。



図1 伝建地区全体図

そこで、土蔵造りを主とする伝統的建造物群の地震防災対策に資する基礎データを蓄積することを目的に、栃木市に現存する歴史的建造物の地震被害と耐震性に関する調査研究を実施する。

2. 栃木市伝建地区の特徴

2.1 町並み形態

伝建地区およびその周辺には、現在でも見世蔵(店舗兼住宅として使うことを目的とした土蔵造りの建造物)や土蔵をはじめとする歴史的価値の高い建造物が群として数多く残り、特徴的な歴史的風致をつくり上げている。伝建地区内には、表1に示すように約330棟(2011年4月1日時点)の歴史的建造物が現存している。この地区では、道路に面する間口が狭く、奥行が長い住戸区画が多い。そのため、表通りに面して間口の区画幅を最大限に利用した見世蔵や木造店舗が建ち並び、その背後の木造住居や土蔵と一体化されているものも多い。このような場合、木造民家と土蔵造り等の異種構造を一体化しているために、立体効果や連成効果等によって単体の建造物とは全く異なる耐震性能を示すことが考えられる。

2.2 伝建地区周辺の地盤構造

栃木市は栃木県の西南部にあり、地形は足尾山

表1 歴史的建造物の内訳

	栃木町地区*	嘉右衛門町地区	計
見世蔵	27	7	34
塗屋	3	1	4
土蔵	66	56	122
石蔵	7	6	13
木造店舗・住宅	93	56	149
社寺建築等	8	3	11
その他	0	1	1
計	204	130	334

※調査開始当初に計画されていた地区内に現存する建造物数

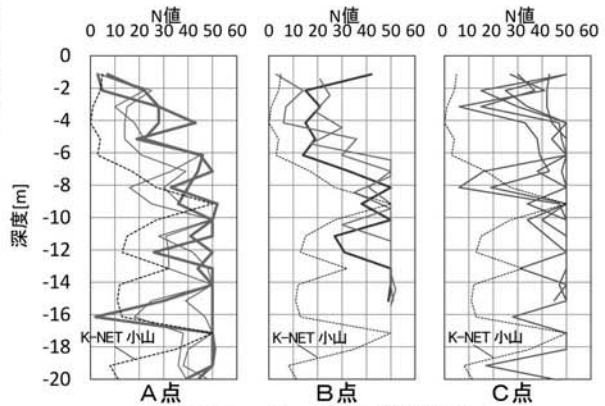


図2 ボーリング柱状図

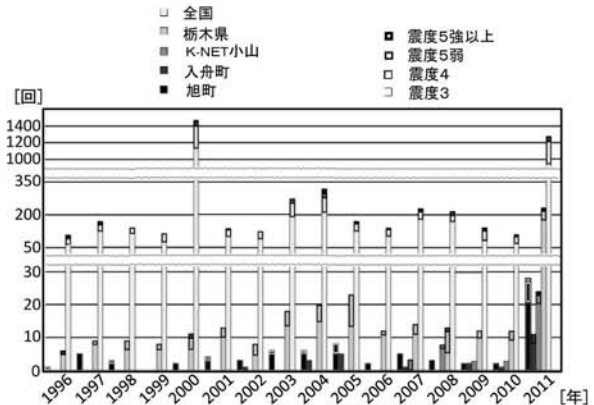


図3 年別地震発生回数(震度3以上)

地の東南部を占める山地部と、その東縁に広がる平地部とから成っている。伝建地区がある巴波川流域の市街地は、思川水系によってつくられた低地地形で、主として段丘礫層と関東ローム層、あるいは砂礫層等の表層堆積層から成っている¹⁾。伝建地区周辺(図1中A~C点)のボーリング柱状図を図2に示す。いずれのボーリング地点も表層直下から主に砂礫層で構成されており、GL-4~6m以深にN値が40以上の締まった層が存在する。部分的にコントラストの大きい層が存在する地点もあるが、伝建地区周辺の地盤構造は比較的良好であることが確認できる。なお、地下水位はいずれの地点でもGL-1.8~2.5m付近にあることがわかった。

2. 3 栃木県および伝建地区周辺の地震歴

栃木県内における主な被害地震は、文献 2)~5) によると 1659 年以降 350 年以上の間に 15 回程度発生している。図 3 には、気象庁が栃木市旭町(市立図書館)に震度計を設置した 1996 年以降の震度 3 以上の地震発生回数を年別に示している。1996 年から 2011 年までに全国で最大震度 3 以上の地震が 5191 回観測されている。それに対して、栃木県内の観測回数は 402 回(全国の 7.7%)であり、さらに伝建地区近傍の栃木市旭町では 81 回(全国の 1.6%)であった。この結果より、栃木県は全国でも地震発生回数が少なく、さらに県内でも栃木市の伝建地区周辺では特に地震の発生頻度が少なかったことが明らかになった。

3. 東北地方太平洋沖地震の特性

3. 1 伝建地区周辺で観測した地震波の概要

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震(本震)について、伝建地区周辺の気象庁発表震度を表 2 に、栃木市庁舎の表層地盤で観測した加速度波形の時刻歴を図 4 に、最大値一覧を表 3 に示す。各図表には、栃木市庁舎の最寄りの K-NET 観測点である K-NET 小山(TCG012)の記録も併せて示している。なお、栃木市庁舎と K-NET 小山は直線距離で約 12km 離れている。気象庁の発表⁹⁾によると、伝建地区周辺の震度は栃木市旭町(市立図書館)で震度 5 弱、栃木市入舟町(栃木市庁舎)で震度 4 であり、栃木市庁舎における地動加速度は NS 方向の 196.8Gal が最大であった。これらの値を K-NET 小山の記録と比較すると、設置条件の違いによる影響も考えられるが、栃木市庁舎で観測された地震動の各値の方が著しく小さいことがわかった。

3. 2 Sa-Sd スペクトル

本震以降の 2011 年 9 月 30 日までに栃木市庁舎で観測した地震(合計 111 波)の Sa-Sd スペクトル(h=5%)を図 5 に示す。図中には、限界耐力計算⁷⁾での工学的基盤における標準スペクトル Sa₀(稀に発生する地震)を限界耐力計算法の略算法による第 2 種地盤の地盤増幅率で増幅させたスペクトル

表 2 発表震度

栃木市入舟町(栃木市庁舎)	4
栃木市旭町(市立図書館)	5弱
小山市神鳥谷町(K-NET小山)	5強

表 3 最大値一覧

項目	観測地点	NS	EW	UD
加速度 [Gal]	栃木市庁舎	196.8	129.0	77.3
	K-NET小山	298.6	417.6	254.8
速度 [kine]	栃木市庁舎	10.1	8.4	6.4
	K-NET小山	30.9	25.5	10.5
変位 [mm]	栃木市庁舎	53.0	67.8	69.3
	K-NET小山	172.8	158.8	94.1

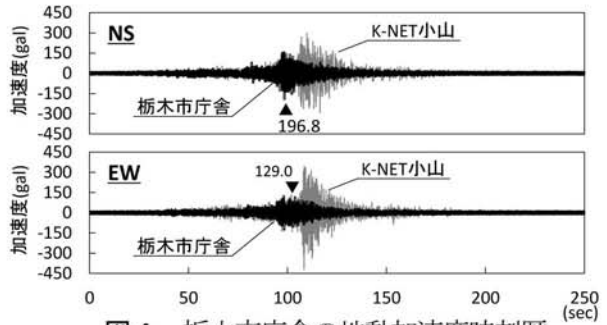


図 4 栃木市庁舎の地動加速度時刻歴

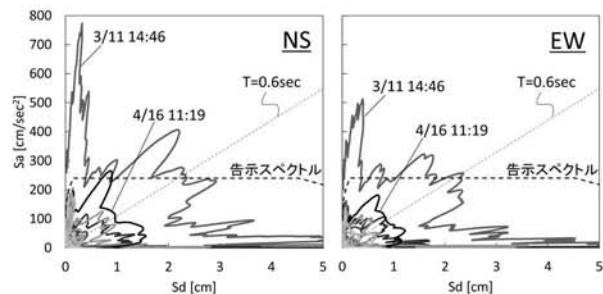


図 5 Sa-Sd スペクトル(h=5%)

(以下、告示スペクトル)を併せて示している。まず、3月11日の本震について見ると、地震動の特性として建物周期がおよそ 0.6 秒を境に応答特性に著しい差異が見られる。つまり建物周期が 0.6 秒以下の建物の応答が大きくなる傾向が見られ、その大きさは告示スペクトルと同等以上であった。特に NS,EW 方向共に建物周期が 0.10~0.20 秒および 0.45~0.50 秒の応答が大きくなる特性が確認できた。

一方、一連の地震を比較すると、本震による地震応答が最も大きく、次いで 4 月 16 日 11 時 19 分に発生した茨城県南部を震源とする地震(茨城県鉾田市当間で最大震度 5 強、栃木市旭町:震度 4、栃木市入舟町:震度 4)が大きいことがわかった。この地震では NS,EW 方向共に 0.40 秒付近の建造物の応答が大きくなる特性であった。

今回の一連の地震により被災した伝統的建造物の中には、所有者も被災時期を把握していないが余震によって被害が発生、あるいは拡大したものもあった。それらは 4 月 16 日の余震による影響が大きいと推察される。

4. 東北地方太平洋沖地震による建造物の被害状況

4. 1 現地調査の方針および方法

現地調査の主な目的は、一連の地震による歴史的建造物の被害状況を把握すること、さらにそれら建造物の耐震性能を評価するために必要な建物規模や構造部材寸法等を実測することである。

現地調査は、①外観目視調査、②聞取調査、③構造実測調査、④振動測定、⑤詳細調査の5つのグレードで行った。調査を行った建造物(272棟)の内訳は表4に示す通りであり、調査を開始した時点で栃木市より報告を受けた歴史的建造物(334棟)の81%の建造物に対していずれかの調査を実施した。

現地にて確認できた損傷については、その場で可能な限り所有者に損傷の経過を確認したが、所有者自身も把握できていないことが多く、一連の地震被害によるものかどうかを明確にできない事例が多々あった。そこで、一連の地震による被害に拘らず現地にて確認した損傷をすべて記録し、調査終了後にそれぞれの損傷経過を表5に示すように分類した。また、「木造建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針」⁸⁾に示される部位別の損傷状況ランクを参考にして、現地にて確認したそれぞれの損傷の程度を損傷ランクⅠ(軽微)→Ⅱ(小破)→Ⅲ(中破)→Ⅳ(大破)→Ⅴ(倒壊)の5段階で定量的に評価した。なお、損傷経過や損傷程度の判断は、主観的にならないように複数人で議論して決定した。

4. 2 被害の全体概要

損傷経過別の棟数分布を建造物種別に拘らず図6に示す。ここで、損傷経過が異なる複数の損傷が確認された建造物については、表5に示した順番で最上位に該当する建造物として算入した。調査した建造物272棟の内、64%にあたる175棟(552箇所)において、何らかの損傷が確認された。この内、一連の地震による損傷(損傷経過◎)、ないしは一連の地震によると思われる損傷(損傷経過○)がある建造物が119棟、さらにその他に以前からの損傷が地震により進展したと思われる建造物(損傷経過▲)が26棟あり、合計で145棟が一連の地震によって何らかの損傷を被ったことになる。

また最大損傷ランク別の建造物の棟数分布をその損傷経過に対応させて建造物種別に拘らず図7に示す。一連の地震による被害(損傷経過◎と○)では損傷ランクⅡが最も多く、それらの建造物以外で以前からの損傷が進展したと思われる被害(損傷経過▲)については損傷ランクⅢやⅣで多く確認された。損傷ランクをⅤにした5棟については、いずれも今回の地震以前から生じていた損傷に起因するものであった。その状況としては、土塗壁の大規模崩落やそれに係る貫や竹小舞の露出・折損が進展した土蔵が3棟、柱脚が腐朽し土台と離縁している木造住居が1棟、残留変形や経年劣化が顕著な木造住居が1棟であり、いずれも倒壊はしていないが構造耐力上致命的な著しい損傷を受けていると判断した。なお、この内の土蔵1棟と木造住居2棟については空き家であった。

表4 現地調査建造物の内訳

建物種別	構造種別	調査1	調査2	調査3	調査4	調査5	合計
見世蔵	土蔵造り	2	21	2	2	1	28
土蔵	土蔵造り	28	33	24	18	1	104
塗屋	木造	0	0	1	0	0	1
木造住宅・店舗	木造	35	54	16	8	0	113
社寺	木造	2	9	0	0	0	11
石蔵	組積造	4	5	4	1	0	14
その他		0	0	0	1	0	1
合計		71	122	47	30	2	272

表5 損傷経過の分類

記号	損傷経過
◎	一連の地震による被害が明らかな損傷
○	所有者は把握していないが、一連の地震被害と思われる損傷
▲	以前からの損傷が一連の地震によって進展した(したと思われる)損傷
△	所有者は把握していないが、一連の地震とは無関係と思われる損傷
×	一連の地震とは無関係の損傷

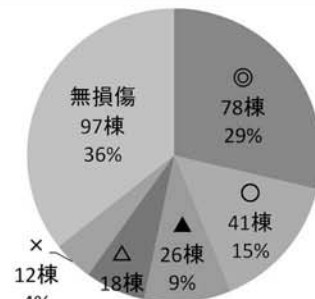


図6 損傷経過別棟数分布

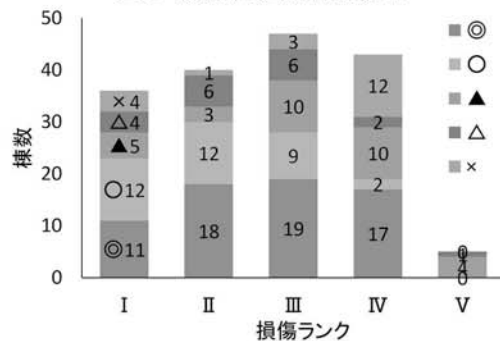


図7 最大損傷棟数分布

4. 3 建造物種別ごとの被害の特徴

(a) 見世蔵・土蔵

見世蔵・土蔵の損傷部位別の棟数分布を図8 (a) に示す。見世蔵と土蔵では損傷の形態は概ね似ており、主に耐力壁、屋根、鉢巻の損傷が多かった。一連の地震に係る被害(損傷経過◎,○,▲)について見ていくと、まず耐力壁の損傷形態としては、損傷ランクⅠ～Ⅲ程度の開口隅角部周りのひび割れや、外壁の部屋内側に水平ひび割れが多く確認された。この水平ひび割れは、貫もしくは鉢巻下端にほぼ対応する位置に生じていた。また、損傷ランクをⅣと判定したものの多くは、土塗壁が一部崩落するほどの損傷を受けたものが多かった。

次に、屋根については、損傷ランクⅡ～Ⅲ程度の棟瓦の落下や瓦が部分的にずれる被害が多かった。なお、被害を受けた瓦は全て土葺きであった。さらに、土蔵造り特有の部位である鉢巻については、仕上げの漆喰が剥落した程度の軽微な被害のほか、塗土が大部分にわたり崩落する被害が7棟であった。また、鉢巻が影響していると考えられる被害として、上述したように鉢巻下端位置に概ね対応する内部壁面の水平ひび割れ(写真1)を16棟で確認し、その中には水平ひび割れ上部の壁が容易に視認できるほど屋外側に傾斜しているものもあった。

(b) 木造(住居・店舗)

木造(住居・店舗)の損傷部位別の棟数分布を図8 (b)に示す。木造(住居・店舗)では、主に耐力壁、屋根、軸組の損傷が目立った。一連の地震に係る被害(損傷経過◎,○,▲)について見ていくと、耐力壁については損傷ランクⅠ～Ⅱ程度のひび割れが多かった。また、屋根の被害としては垂木の折損により屋根が陥没したために損傷ランクⅣと判断したものが1棟あるが、それ以外は見世蔵や土蔵と同様に、土葺きの屋根で棟瓦の落下や瓦が部分的にずれる被害が多かった。軸組については柱が1～3°程度の範囲で傾斜している事例が多かった。

4. 4 耐久性に係る被害

一連の地震に拘らず構造部材の腐朽や虫害、雨漏り等の耐久性に係る損傷は28棟で確認され、この内の12棟については、その損傷が地震によって露わになったと考えられるものであった。耐久性に起因する特徴的な地震被害としては、土蔵造りの大壁において厚い土塗壁に埋没しており通常ならば視認できない部分の土台や柱が腐朽していたために、壁が地震動によって沈下し大規模崩落を招いた事例があった(写真2)。また、土蔵や見世蔵では、大谷石や岩舟石などの基礎石が建造物の外周を囲んでいるため、床下の通気性が悪く、土台や1階の床板が腐朽・脱落している事例が今回の地震被害に関係無く11棟で確認された。

4. 5 町並み形態等に伴う被害

今回の地震によって、近接している隣棟との衝突によると思われる被害(写真3)が12棟で確認された。その中には、見世蔵の裏手に連結している木造住居で地震以前から生じていた柱の傾斜が、

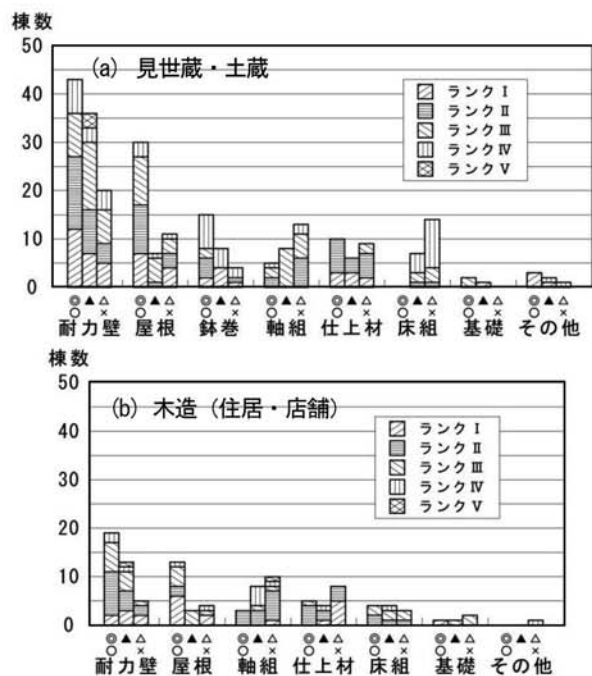


図8 損傷部位別の棟数分布



写真1 土壁の水平ひび割れ

写真2 柱脚の腐朽

写真3 隣棟との衝突

見世蔵とは反対方向へ大きく進展(最大 3° 程度)した事例(写真4)があった。現時点でその原因は明らかでないが、木造住居に比べて剛性の高い見世蔵が、木造住居を反対側へ弾き飛ばすような現象が起こったことも考



写真4 住居の柱の傾斜



写真5 2次被害の様子



写真6 道路に近接する土蔵

えられる。さらに、今回の地震被害ではないが、隣棟からの雨水の撥ね水を受けて、仕上げ塗りの漆喰が時間経過とともに構面全面にわたり剥落してしまっただけでなく、現時点では主要構造部に及ぼす影響は小さいものと考えられるが、そのまま放置し続けることによって主要構造部に致命的な影響を及ぼすことが危惧される。

一方、残念ながら今回の地震を機に数棟の土蔵が解体された。その内の1棟は、風雨対策のための被災部位の応急措置が不十分であったために、風雨によって土塗壁が大規模崩落を招き解体に至ってしまった(写真5)。また、道路境界に近接して建つ土蔵(写真6)の瓦が地震によってずれたことで、所有者が公道に落下することを危惧して解体に至った事例もあった。二度とこのような事態を招かないために、応急措置への迅速かつ適切な対応や、危険箇所ならびに避難経路等の共有などの防災体制について、所有者と自治体らが連携して構築する必要性を改めて認識した。

5. 歴史的建造物の建物規模および主要構造部材の傾向

5. 1 対象建物ならびに分析方法等の概要

現存する歴史的建造物に対して、筆者らが実施した現地実測調査データを基に、建造物の耐震性能に係る建物規模や主要構造部材寸法等について分析する。

分析にあたって、先に示した現地実測調査データのほかに、河東らによって実施された既往の調査データ^{9,10}から、建物規模や構造部材寸法等を評価するために必要な情報を抽出した。評価項目は、延床面積、各階床面積、建物重量、柱・壁の

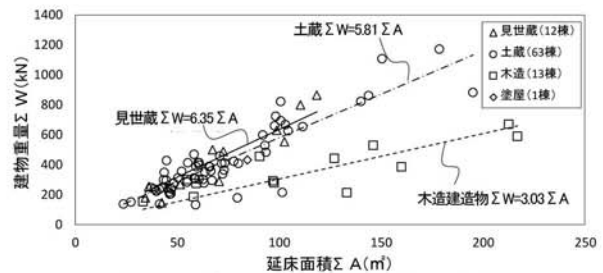


図9 建物重量と延床面積の関係

寸法および量、ベースシア係数とした。なお、栃木市の歴史的建造物の中には、隣接区画の建造物との隙間が極めて狭く、場所によっては敷地境界を跨ぎ隣家と一体化させているものや、表通りに面して建てられた見世蔵や木造店舗と、その背後の木造住居や土蔵とが一体化されているものなどがある。本検討では、それら複数棟が一体となっている建造物については、それぞれ個別の棟として分析した。

5. 2 建物重量と延床面積

各建造物の建物重量と延床面積の関係を図9に示す。ここで、建物重量は「重要文化財(建造物)基礎診断実施要領(以下、基礎要領)」¹¹⁾に示される床面積あたりの重量に従って算出した。延床面積は木造建造物と土蔵が $30\sim 220\text{m}^2$ 、見世蔵が $40\sim 120\text{m}^2$ の範囲に分布している。見世蔵や木造建造物については棟によってその大きさが区々であるのに対して、土蔵については 50m^2 前後のものが多く見られる。一方の建物重量については、建造物種別ごとに延床面積に対して比例的に上昇する傾向が見られる。線形近似式により延床面積から建物重量を評価すると、木造建造物は $3.03\times \Sigma A$ となるのに対して、見世蔵の建物重量は $6.35\times \Sigma A$ 、土蔵は $5.81\times \Sigma A$ となり、土蔵造り(見世蔵

と土蔵を合わせてこのように総称する)は木造に比べて土塗壁の壁厚が大きいために延床面積が同じであっても建物重量が大きくなっている。ここで算出した建物重量は、床面積あたりの重量から導いた値であるため、高い精度は期待できないが、建物重量を把握するための一つの目安になると考える。

5. 3 柱断面寸法と壁厚の関係

各建造物の主要な柱断面寸法と土塗壁厚さの関係を図 10 に示す。柱寸法は、木造が□100~130mm 程度、土蔵造りが□100~160mm 程度であった。また、図 11 に示す主要な柱断面寸法と 1 階床面積との関係を見ても、柱寸法が床面積に対応して大きくなるような傾向は見られなかった。土塗壁の壁厚(仕上げ塗も含む)については、木造も土蔵造りも柱寸法に依存する傾向は無く、木造では 60mm 前後を中心に 50~100mm 程度の範囲で分布し、土蔵造りではおよそ 220mm 前後を中心に 150~300mm 程度の範囲で分布している。

5. 4 柱量

1 階柱断面面積の総和と 1 階床面積との関係を図 12 に示す。図中には、重要文化財(建造物)所有者診断¹²⁾に示されている床面積に対して柱の本数や太さが耐震的に適切であるかどうかの判断基準を併せて示している。所有者診断では、床面積あたりの柱量が基準値より大きいものほど耐震的に適切との評価になる。

土蔵は床面積の 0.01 倍を下限として概ね分布しているのに対して、木造建造物は床面積の 0.005 倍前後に分布する傾向が見られる。土蔵に比べて木造建造物の柱量が少ないのは、ほとんどの土蔵の柱が建物外周に一定間隔(概ね 910mm)で規則的に配置されているのに対して、木造建造物では間取りによって柱間隔が不規則であること、さらに同じ床面積でも土蔵に比べて木造建造物の柱断面が小さいこと(図 11 参照)などが理由として挙げられる。また、見世蔵の柱量は、土蔵よりも少なく、木造建造物と同程度である。これは間口方向に大きな開口部があるために、そ

この柱量が少なくなるからである。

5. 5 壁量

建造物の主要な耐震要素として、無開口の全面壁(土塗壁)が挙げられる。ここでは、間口と奥行の各方向に抵抗する全面壁の断面積を算出し、それを各建造物の延床面積で除して基準化した数値を壁量と定義して検討する。1 階の間口方向と奥行方向の壁量を比較して図 13 に示す。土蔵の壁量は、延床面積のおよそ 0.1 倍以下の範囲で棟によって区々に分布しているのに対して、木造建造物では垂壁付独立柱が多いため、土蔵に比べて壁量は少なく、およそ延床面積の 0.02 倍以下の範囲に分布している。見世蔵については、奥行方向は棟によってその量に差異があり、概ね土蔵と同じような傾向が見られるのに対して、大きな開口部を有する間口方向については棟による差異が小さく、

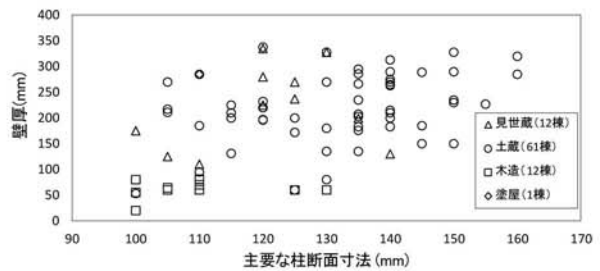


図 10 土塗壁厚さと主要な柱断面寸法の関係

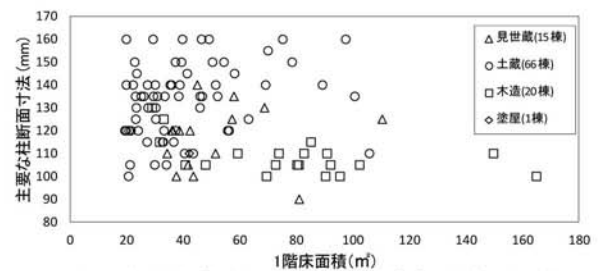


図 11 主要な柱断面寸法と 1 階床面積の関係

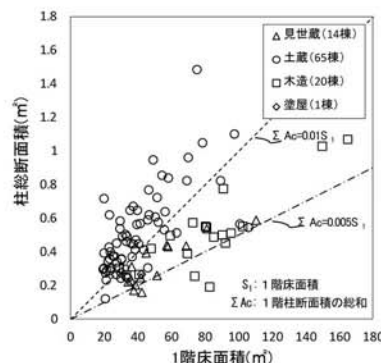


図 12 1 階柱断面面積の総和と 1 階床面積の関係

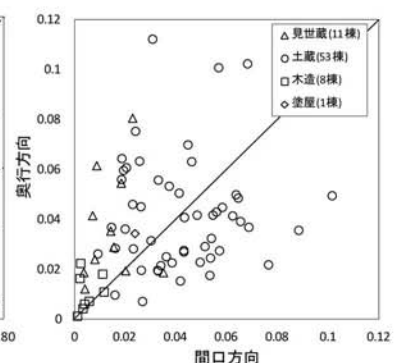


図 13 1 階各方向壁量の関係

壁量は概ね延床面積の0.02倍程度の一定であることが確認できた。

5. 6 土蔵造りの保有水平耐力

土蔵造りの保有水平耐力などに関する既往の研究は少なく、耐震性に関する学術的な裏付けが少ない。そこで、土蔵造りの全面壁にのみ着目して保有耐力やベースシア係数を概算的に算出し検討する。算出にあたり、まず基礎要領で想定している全面土塗壁の荷重変形関係に従い、各全面土塗壁の断面積からせん断耐力を求めた。そして、間口と奥行の各方向に抵抗する全面壁のせん断耐力の総和をそれぞれ算出し、それを各建造物の建物重量で除した値をベースシア係数とした。建物重量には5.2節で算出した値を用いた。

1層のせん断耐力とベースシア係数について間口方向と奥行方向で比較したものを図14および図15に示す。土蔵は方向に関係なく50~500kN程度の耐力を有し、ベースシア係数にすると $C_B=0.2\sim 1.0$ 程度の範囲に分布することがわかった。一方の見世蔵は、先の壁量で述べたのと同様に奥行方向は概ね土蔵と同じ傾向であるのに対して、間口方向については奥行方向よりも小さく、棟によらず耐力は100~200kN程度となり、ベースシア係数で $C_B=0.2$ 程度になることがわかった。なお、一部では $C_B=0.2$ を下回る建造物があるものの、それらの建造物は今回の一連の地震によって顕著な構造被害は生じていなかった。

6. 歴史的建造物の振動性状

6. 1 対象建物および振動測定方法

歴史的建造物の地震対策及び耐震性能評価や損傷評価等に資するデータを蓄積することを目的に振動測定を行い、それら建造物の固有周期や減衰定数を評価する。

振動測定を実施した建物は全30棟であり、それらの内訳は表2の調査4として示した通りである。これらの建造物に対して、常時微動測定(一部の建造物については人力加振測定を併せて実施)を行い、固有周期と減衰定数を評価した。

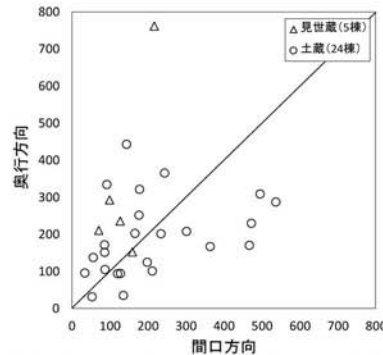


図14 1層せん断耐力(kN)の関係

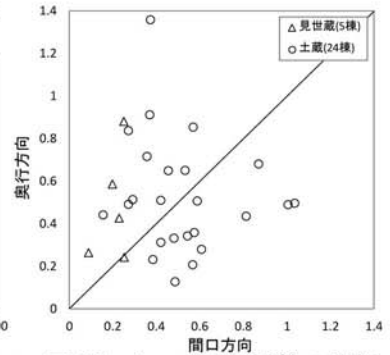


図15 ベースシア係数の関係

表6 振動測定実施要領

測定方法	常時微動測定 (一部、人力加振測定を併行)
振動計	サーボ型速度計
振動計設置位置	1、2階、小屋組
サンプリング周波数	100Hz(一部、200Hz)
測定時間	10分間
スペクトルの平滑化	Hanningウィンドウ(バンド幅:0.029Hz)
伝達関数	パワースペクトル比(小屋組/1階)
減衰評価	常時微動測定: RD法
	人力加振測定: 自由振動

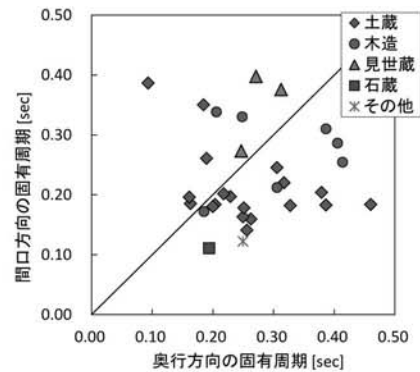


図16 1次固有周期の間口方向と奥行方向の関係

振動測定の実施要領を表6に示す。測定は、サーボ型速度計(東京測振製:VSE-15D)を1階と2階、小屋組の図心位置付近に設置し、間口方向と奥行方向についてそれぞれ計測した。測定サンプリング周波数は100Hz(一部200Hz)とした。得られた速度波形を4000個(40秒)ずつ抽出して、それぞれのパワースペクトルを求め、それらをアンサンブル平均したスペクトルの卓越周期から1次固有周期を評価した。減衰定数は、常時微動測定についてはRD法¹³⁾で、人力加振測定については自由振動波形から対数減衰¹³⁾によって評価した。

6. 2 固有周期

間口方向と奥行方向の1次固有周期の関係を図16に示す。木造の住居や店舗では、それぞれの

建造物の間口方向と奥行方向とで固有周期に大きな違いは無く、概ね0.17~0.41秒であった。土蔵については、全ての棟で間口や奥行の方向に関係なく、短辺方向(妻側)の固有周期が長辺方向(平側)よりも長くなり、短辺方向で0.19~0.46秒、長辺方向で0.09~0.25秒であった。これは、短辺方向では負担する建物重量に比べて剛性に寄与する土塗壁が少ないことが最も影響していると思われる。短辺方向の固有周期が長い上位3棟は、辺長比(短辺方向の長さに対する長辺方向の長さの比)が2.7~3.3と大きく、測定を実施した他の土蔵に比べて特異な平面形状をしているものであったために、その影響が顕著に表れている。

見世蔵については、間口方向(平側、長辺方向)が0.27~0.40秒、奥行方向(妻側、短辺方向)が0.25~0.31秒であった。それぞれの棟ごとの間口方向と奥行方向の固有周期に著しい差異は無いものの、全ての棟で短辺方向(奥行)に比べて長辺方向(間口)の固有周期が長くなり、土蔵とは全く逆の傾向が確認された。これは、大きな開口部がある間口方向の壁量が少なく剛性が低いために、固有周期が長くなっているものと考えられる。

6. 3 減衰定数

間口方向と奥行方向の減衰定数の関係を図17に示す。木造建築物の地震応答解析では、内部粘性減衰定数として $h = 3 \sim 5\%$ を用いることが多い。それに対して、本研究で得られた減衰定数は、それぞれの棟における間口方向と奥行方向の減衰定数に大きな違いは無く、また建造物種別に拘らず概ね2~5%に集中する結果であった。図18には固有周期と減衰定数の関係を示している。いずれの種別および方向でも、固有周期と減衰定数との間には明瞭な相関性は見られなかった。

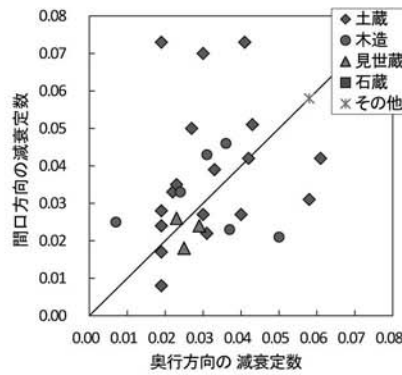


図17 減衰定数の間口方向と奥行方向の関係

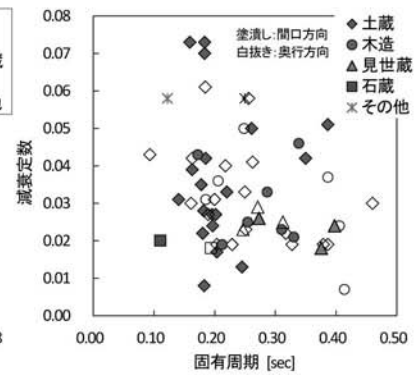


図18 固有周期と減衰定数の関係



写真7 見世蔵の外観および地震計設置状況

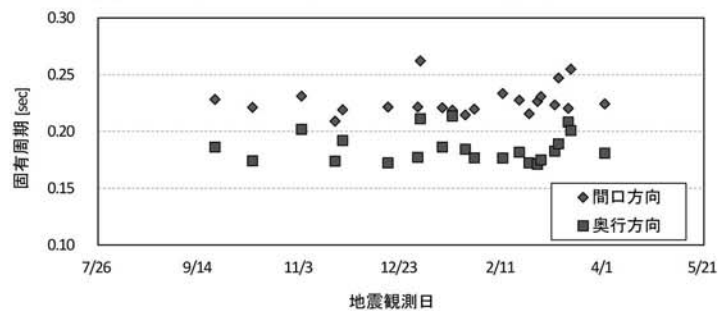


図19 1次固有周期の推移

7. 見世蔵の地震応答性状

見世蔵の地震応答性状を把握することを目的に、伝建地区内にある小山高専サテライトキャンパスの1階床上(下部)および隣接する見世蔵(平入り、差掛け屋根)の小屋組上(上部)に地震計を設置し、強震観測を継続して行っている。見世蔵の外観および地震計設置状況を写真7に示す。強震観測を開始してから2012年4月1日までに上部と下部で計22回の地震を観測(加速度記録)した。まずは、これらの上部と下部の加速度波形を周波数領域に変換し、伝達関数(パワースペクトル比:上部/下部)を求め1次固有周期を評価した。1次固有周期の推移を図19に示す。固有周期は、間口・奥行方向共に、観測を開始した当初から伸びるような傾向は見られず、数度の地震を経験した後でも建造

物の剛性が低下することなく、構造的に概ね健全であることが確認できる。

図 20 には見世蔵の地震応答性状を把握するために、上部と下部の最大加速度の関係を示している。下部の最大加速度に対する上部の最大加速度の比(以下、応答倍率)は、地震波に拘らず間口方向(平側)が 1.5 倍程度であるのに対して、奥行方向(妻側)では 3.5 倍程度となり、奥行方向の方が大きく増幅されることがわかった。このように奥行方向の応答倍率が大きくなる原因

を探るために、応答倍率の計算値と実測値の比較を図 21 に示す。ここで、計算値とは各観測地震波から評価した固有周期(図 19 参照)となる 1 質点系モデルに対して下部の観測地震波を入力する弾性応答解析(内部粘性減衰 $h = 5\%$)を行い、その最大応答加速度を入力地震波の最大加速度で除した値である。間口方向の実測値は、計算値とよく一致する傾向が見られ、実挙動は概ね 1 質点系で模擬できる様子が伺える。一方の奥行方向については、計算においても応答倍率が間口方向より大きくなることが確認できる。さらに、実測値は計算値よりも大きくなり、奥行方向の実地震時挙動については 1 質点系モデルによる周期特性を考慮した検証だけでは説明できない複雑な挙動を示していることが確認できた。

8. あとがき

本研究では、伝統的建造物群の地震防災対策に資する基礎データを蓄積することを目的に、栃木県栃木市に現存する歴史的建造物についての調査・研究を実施した。本研究より、東北地方太平洋沖地震による歴史的建造物の被害状況、および、被害をもたらした地震動の特性や地盤構造、建造物の振動特性などを明らかにした。

今回の調査研究によって明らかになった知見を活かし、地震に対してより安全・安心な町並みが形成されることが望まれる。

謝辞

本調査研究は、栃木市伝建(予定)地区の建造物調査委員会[委員長:荻谷勇雅・小山工業高等専門学校校長]における活動の一環として行ったものであり、現地調査は小山工業

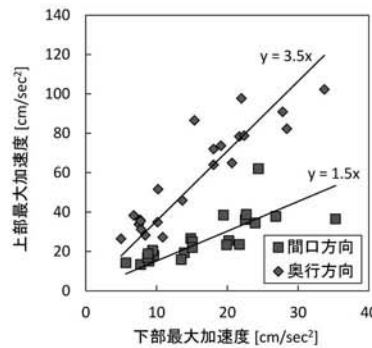


図 20 上部と下部の最大加速度の関係

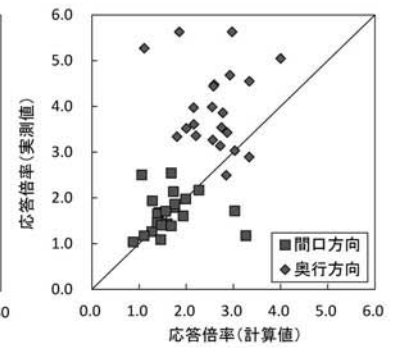


図 21 実測値と計算値の比較

高等専門学校横内研究室、同・大島研究室、東京都市大学大橋研究室が分担して実施した。なお、本調査研究の一部は栃木市からの受託事業として実施した。調査にご協力くださった所有者の皆様ならびに関係各位、さらに調査研究に協力した学生諸子に心より感謝申し上げます。

また、首都圏強震動総合ネットワーク(SK-net)の栃木市(TCH003)のデータ、ならびに防災科学技術研究所が運用する K-NET 小山観測点(TCG012)のデータを利用させて頂いた。

参考文献

- 1) 栃木市:栃木市史(史料編 自然・原始),1982.3
- 2) 宇佐美龍夫:新編日本地震被害総覧,東京大学出版会,1996.9
- 3) 竹内均総編集:せまり来る巨大地震,Newton 別冊,2001.2
- 4) 栃木の自然編集委員会:日曜の地学 栃木の自然をたずねて,築地書館,2007.4
- 5) 気象庁宇都宮地方気象台 HP:
(<http://www.jma-net.go.jp/utsunomiya/sub/jisinsaiagai.html>)
- 6) 気象庁:「平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震」により各地で観測された震度について,報道発表資料,2011.3.30
- 7) 国土交通省住宅局建築指導課ほか監修:2007 年版建築物の構造関係技術基準解説書,日本建築センター,2007.8
- 8) 国土交通省住宅局建築指導課監修:震災建築物の被災程度区分判定基準および復旧技術指針,日本建築防災協会,2001.9
- 9) 栃木市:栃木の町並み 蔵造りに関する調査報告書,1987.3
- 10) 栃木市教育委員会:栃木の町並み II 旧日光例幣使街道沿線(泉町・嘉右衛門町・大町)の歴史的建造物調査報告書,2002.3
- 11) 文化庁:重要文化財(建造物)基礎診断実施要領,2001.4
- 12) 文化庁:重要文化財(建造物)所有者診断実施要領,1999.4
- 13) 日本建築学会:建築物の減衰,丸善株式会社,2000.10

【受理年月日 2012年 9月14日】

基礎的な化学実験操作からの学生実験の 実践能力の調査

出川 強志*¹, 渥美 太郎*²

The Research of Student's Progressive Approaches Ability through the Operation of
Fundamental Chemical Experiments

Tsuyoshi DEGAWA, Tarou ATSUMI

We reported the research of student's progressive approaches ability through the operation of fundamental chemical experiments such as preparation of the solution and dilution of solution.

KEYWORDS : progressive approaches ability , fundamental chemical experiments , preparation of the solution and dilution of solution

1. まえがき

小山高専物質工学科 1 年生において化学 I¹⁾ の講義で学習したこと (物質量の計算, 濃度の計算) と化学基礎実験²⁾ で実践し学習したこと (実験器具の使用法) が双方で連携し理解されていることは, 重要かつ切実な問題である。双方の高次元での理解は, 与えられた問題からどのような実験をしたらよいかを自分で考え, 適切な実験器具を選択することを可能とする。結果としてたとえば任意の濃度の溶液の調製などをおこなうことができるようになると思われる。これらの能力は彼らが高学年に進級した際創造力を求められる学生実験の基礎としても必要な能力でもある。そして 5 年生の卒業研究においても, 溶液の調製は重要な技

術である。実験目的にあった溶液の調製を実験者自らが行うことにより, 適切な濃度の溶液を作製することができる。これは実験の成否に直接的に関わり, また必要量のみ調製することは実験廃液を最小にし, 環境への配慮からこれからの学生実験においても必要なことである。しかし高学年になっても, 任意の濃度と容量の溶液を作製することが出来ない学生が多い。また重量%とモル濃度の関連について出来ない学生が多く問題である。これは物質量 (モル) についての理解ができていないのか, 実験操作の基礎が不十分なのか, 濃度が理解できていないのか, 等々の様々な原因が予想されるが, 本当の原因はわからない。高学年になってもできないということは, 学生自身どこがわからないか気づいていないと思われる。したがって学生にアンケートをとってみても, 原因を突

*1 技術室 (Technical Office) E-mail: degawa@oyama-ct.ac.jp

*2 物質工学科 (Dept. of Materials Chemistry and Bioengineering)

き止めることはできない。経験論的に推測するにはこれらを解決するには低学年の1年生学生実験から、溶液調製能力を養うために、低学年の学生実験より実験毎ごとのすべての実験溶液調製を学生自ら行う実験を導入すべきであるが、学生実験の実験時間は限られており、実験テーマを行うのに精一杯で、必要な試薬の溶液調製に割り当てる時間はない。また学生の調製した溶液は濃度の正確さに不安を残し、実験の失敗を招く可能性が増大する。教員及び技術職員が指導するには人数的に足りない。これらのことより、従来1年生の学生実験においては、技術職員が溶液を調製し、2年生になってはじめて溶液の調製を行ってきた。これらの過程において溶液調製能力に必要とされるスキル醸成のためにどのような問題があるかを把握できていない。そこで、1年生に簡単な溶液の調製、希釈の実験をごく基本的な知識を与えて行わせ、自分たちで実験操作を考えて、それを行わせた。その実験過程を調査することにより、学生がおかした実験の誤りから学生が理解していない部分を突き止め、適切な指導を行う方向性を探ることおよび、彼らには自分が何を理解していないかを気づかせることにより高学年に進級した際創造力を求められる実験の基礎の醸成を目指した。今回準備的段階として実験過程とレポートの調査を行ったので報告する。

2. 方法

2.1 実験前説明

本実験は物質工学入門Ⅰの時間に表1に記す日時に行われた。

表1

日時
1日目平成23年10月19日(水) 1,2時限
2日目平成23年10月26日(水) 1,2時限
場所
基礎化学実験室
実験者
物質工学科1年生 40名

実験内容は簡単な溶液調製作業と希釈作業であり、これは平成23年度物質工学科1年生前期のカリキ

ュラム³⁾中の講義「化学Ⅰ」および学生実験「化学基礎実験」において、履修済みの内容からこの時点で容易に理解できると推測される塩化ナトリウム溶液の調製と濃硫酸(模擬)の希釈実験を行った。また使用した実験器具はすでに終了した実験において使用した経験のある実験器具から選択した。したがって器具の使用方法はすべてわかっているはずである。加えて1日目実験前の事前説明を行った。まず電子天秤の使用方法を説明した。具体的には電子天秤は水平を保つこと、移動、振動は厳禁であること、風防扉を開けるのは秤量瓶、薬包紙、試薬の出し入れの時のみとし、秤量の際は必ず閉める。薬包紙は皿の部分以外、後の壁、風防扉等に触れないようにすることなどである。また測容器具の説明を行った。液体の体積を量る器具を見せながら説明した。また、ビーカーの目盛は目安であり、測定する器具ではないことを注意した。これらの説明には約20分の時間をかけて説明した。表2に説明内容を記す。

表2

メスフラスコ	受け用の測容器具。例えば、100 mL メスフラスコの標線に液体のメニスカスの下部を合わせたときに内容量が100 mLになるが、そこから出した量は100 mLではない。50 mL, 100 mL用等のサイズがあり、一定体積を精密に量り取るときに用いる。
ホールピペット	出し用の測容器具。例えば、10 mL ホールピペットの標線に液体のメニスカスの下部を合わせ、そこから出した液体の量が10 mLとなる。メスフラスコ同様、一定体積を精密に量り取るときに用いる。
メスピペット	出し用の測容器具。ホールピペットよりも精度は低い。目盛の範囲内で任意の体積を量り取ることができる。
メスシリンダー	受け用の測定器具。メスフラスコよりも精度は低い。精度が低く、またメスピペットの容量が25 mLと少ないことが多いので、実際には体積が大きいものに対して出し用に用いられることも多い。目盛の範囲内で任意の体積を量り取ることができる。
ビュレット	定量分析に用いる。滴下した液体の体積を量る。

レポートについては方法のみを報告すること、実験で行ったことをそのまま書くことを指示した。

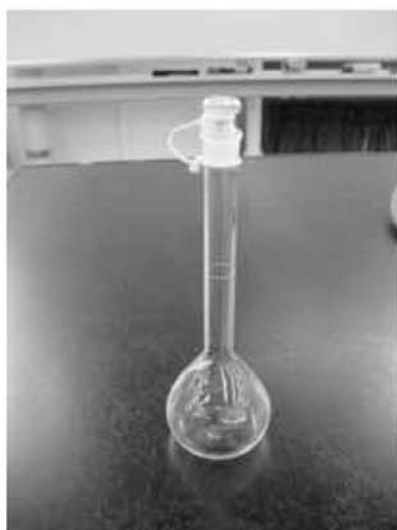


図1 メスフラスコ



図2 電子天秤

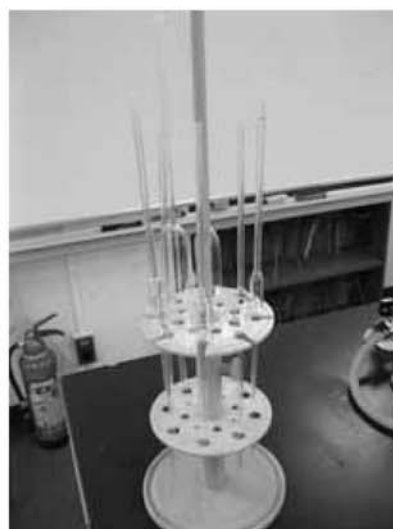


図3 ホールピペット

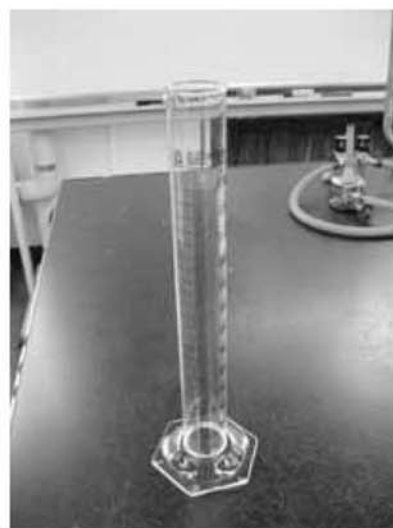


図4 メスフラスコ

2. 2 実験

実験は1年生物質工学科40名を4人1組10グループに分けて行わせた。1日目に 1 mol L^{-1} 塩化ナトリウム水溶液の調製、2日目は1週間後濃硫酸の希釈の実験を行わせた。実験時には実験机上には実験器具のみを置き、塩化ナトリウムおよび濃硫酸(実際に使用したものは高濃度ショ糖溶液。学生には濃硫酸と告げている)を試料台に置いた。実験室内ホワイトボードに表3の内容を板書し、教科書等は使用させずこの情報のみで自分達で考えて実験を行わせた。危険性のある行為を除き口頭による助言は行わないようにした。

表 3

1 mol L ⁻¹ 塩化ナトリウム水溶液の調製
1 mol L ⁻¹ の塩化ナトリウム水溶液を 100 mL 正確に調製せよ。塩化ナトリウムの式量は 58.5 とする。
濃硫酸の希釈
18 mol L ⁻¹ の硫酸を用いて 1.8 mol L ⁻¹ 硫酸水溶液を 100 mL 正確に調製せよ。次に 0.18 mol L ⁻¹ 硫酸水溶液を 100 mL 正確に調製せよ。硫酸に水を加えると発熱して溶液がはねることがあるので、水に硫酸を少しずつ加えること。

3. 結果および考察

3.1 1 mol L⁻¹塩化ナトリウム水溶液の調製

評価はこちらが妥当とした実験方法設定しこれとの比較により行った。実験方法は図 5 を想定した。(B)の経路が正しい方法であるが、(A)の経路でも正しい方法と判断した。

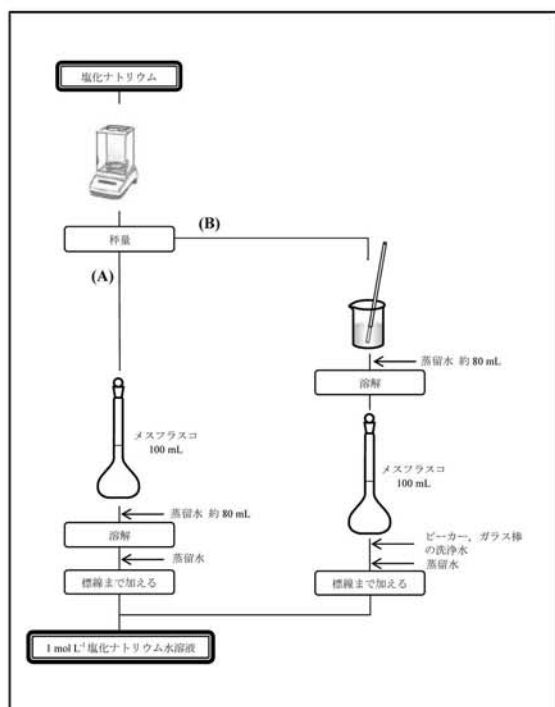


図 5 塩化ナトリウム溶液調製のフローチャート

評価項目は表 4 に記す。

表 4

① 実験方法
② 器具の使い方
③ 実験の報告の仕方
④ 濃度の理解

①と②は実験操作を班別で実験中観察により、③と④は個人の提出レポートの内容より行った。
①実験方法の評価は次の 2 点を着目して行った。
・器具の選択が適切か。 ・溶液の調製。
この 2 点において ABCD の 4 段階評価をした。結果を表 5 に記す。

表 5

A. 器具を正しく選択し、溶液の調製はできている。	5
B. 器具の選択は間違っているが、溶液の調製はできている。	1
C. 器具の選択は正しいが、溶液の調製ができていない。	1
D. 器具の選択、溶液の調製ともにできていない。	3
計 (班)	10

半数の班は両方とも理解している。しかし B, D は器具の使用法がわかっておらず、「化学基礎実験」によるトレーニングが不十分な可能性がある。これは②器具の使い方の評価項目で具体的な内容を調査した。また C, D は濃度について理解できておらず、「化学 I」の講義の理解が不十分な可能性がある。これは④濃度の理解の評価項目で具体的な内容を調査した。

②器具の使い方についてはメスフラスコの使用方法、電子天秤の使用方法を中心に好ましくない方法を ABCD4 項目あげて、これに該当する行為をしたときカウントした。表 6 に記す。(重複あり)

表 6

A. メスフラスコ。メニスカスの下部が標線に合っていない。	6
B. メスフラスコ。標線に合わせるためにピペット等を使用。	7
C. 電子天秤。薬包紙が皿以外の部分に触れている。	5
D. 電子天秤。秤量するとき風防扉を閉めていない。	1
計 (件数/10 班)	19

A のメスフラスコの標線合わせは目線をメニスカスにたいして水平に見ていないという基本的なミスである。また攪拌後標線を合わせておらず溶解後に溶液の体積が変化する実感が無い。

B のメスフラスコの標線合わせの際のピペットの使用は不正解であると思っていたが、「化学基礎実験」テキストに書いてあるので不正解とは言えず評価項目として適当ではないかもしれず、今後の再考が必要である。

C, D の電子天秤の使用法は事前に注意したにもかかわらず、できていない学生が見られた。話を聞いていない可能性が高い。

③実験の報告の仕方については実験後提出したレポートから調査した。下記表 7 の ABC の 3 段階評価をした。(報告者数 39 名)

表 7

A. 実験を詳細に報告している.	21
B. 報告に過不足がある.	12
C. 報告されていない.	6
計 (人)	39

A は全体の半数ほどあったが、B や C も多くレポートの書き方についての基本的な知識がないものと思われる。これは 1 年生化学基礎実験に置いては穴埋め式のプリント提出のみで実験レポートを書いた経験がほとんどないためである可能性がある。この B の内訳を大別した表 8 に記す。(重複あり)

表 8

B-1. 実験器具についての記録がない.	4
B-2. 秤量についての記録がない.	11
B-3. 行っていない操作が加筆されている.	1
B-4. 方法よりも仮定(たれば)の記述が加筆されている.	2
計 (人)	18

また C は他の班を写したものや教科書の写しを掲載したものであった。

④ 濃度の理解においても提出したレポートから調査した。下記表 9 の AB2 段階評価をした。

(報告者数 39 名)

表 9

A. 濃度の計算ができている.	4
B. 濃度の計算ができていない.	35
計 (人)	39

ほとんどの学生が濃度の計算ができない。しかし全員が加えるべき塩化ナトリウムのモル数は計算できている。モルの理解ができないと予測していたが想定外であった。この B の内訳を大別したものを表 10 に記す。

表 10

B-1. 蒸留水 100mL に塩化ナトリウム 5.85g.	9
B-2. B-1 から溶液 100mL を取り出す.	5
B-3. 蒸留水 94.15mL に塩化ナトリウム 5.85g.	8
B-4. 蒸留水 94.15g に塩化ナトリウム 5.85g.	3
計 (人)	25

さらに詳細に内容を検討すると間違っているパターンが大きく分け 2 つあった。

- ・ (B-1, B-2, B-3) 単位が理解できていない。分母が何か理解できていない。実験操作はやるが、なぜその操作をしているのかわかっていない。
- ・ (B-4) 蒸留水と塩化ナトリウムの合計を 100g とし、溶液の密度を 1g/mL と仮定して溶液 100mL と計算している。密度の仮定の根拠がなく実験操作もどうしたらよいかわからない。単位を深く考察することが出来ていない。その上で実験操作を計画することができていない。

3. 2 濃硫酸の希釈

実験方法は図 6 を想定した。

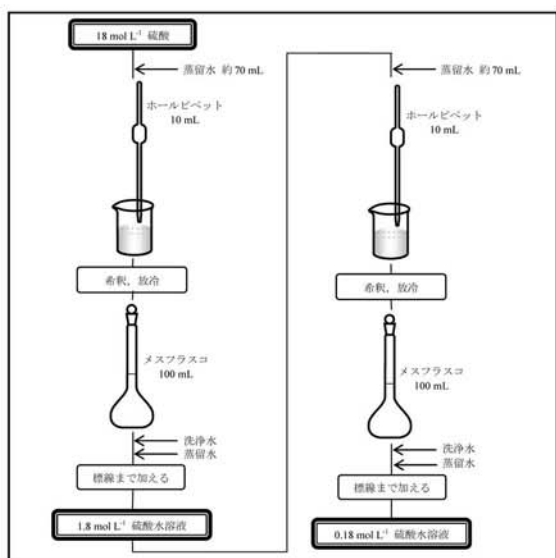


図6 濃硫酸希釈のフローチャート

濃硫酸の希釈の実験は塩化ナトリウム溶液の調製実験前に以下の注意を行った。

- ・実験操作の正解
- ・不正解によって点数の差がつくことはない。
- ・レポートは実際行った操作を他人が読みながら同じ実験操作ができるように書いてあるものを評価する。操作が不正解だからと言って減点することはない。他人の写しや本の丸写し等は評価の対象としないとした。

評価項目は表 11 に記す。

表 11

① 実験方法
② 器具の使い方
③ 実験の報告の仕方
④ 濃度の理解

①と②は実験操作を班別で実験中観察により、
③と④は個人の提出レポートの内容より行った。

①実験方法の評価は次の2点で評価した。

- ・器具の選択が適切か。
- ・溶液の調製。

この2点においてABDの3段階評価をした。

結果を表 12 に記す。

表 12

A. 器具の選択および用法が正しく、希釈ができています。	1
B. 器具の選択または用法は間違っているが、希釈はできています。	7
D. 器具の選択、用法、希釈、すべてできていない。	2
計 (班)	10

器具の選択、用法双方が正しいのは1班しかない。
Bが多いためこれの内訳を調べた結果を表 13 に記す。

表 13

B-1. 器具の選択は正しいが、用法が間違っている。	2
B-2. ビーカーとホールピペット使用。	2
B-3. ビーカー、ビュレット、ホールピペット使用。	2
B-4. ビーカー、ビュレット、メスシリンダーを使用。	1
計 (班)	7

器具の選択の正解はビーカー、メスフラスコ、ホールピペットであり、求められる希釈作業の考え方や事前説明での器具使用法の連携した理解が難しいことを示している。

③ 実験の報告の仕方については提出したレポートを調査した。下記表 14 のABC3段階評価をした。
(報告者数 40 名)

表 14

A. 実験を詳細に報告している。	29
B. 報告に不足がある。	11
C. 報告されていない。	0
計 (人)	40

75%の学生がよく書けている。2回目にして3年生のレポートに匹敵するほど良く書けている学生が数名いた。実験器具についての記録や実験器具の名称間違い、文章表現の曖昧さ、話し言葉の使用のミスがあったが、今後の実験でレポートを書くことによって直ると思われる。

このBの内訳を大別した表 15 に記す。(重複あり)

表 15

B-1. 実験器具についての記録がない.	3
B-2. 実験器具の名称が間違っている.	5
B-3. 文章に省略, あいまいな部分が多い.	3
計 (人)	11

④濃度の理解においても提出したレポートを調査した. 下記表 16 の AB2 段階評価項目をした. (報告者数 40 名)

表 16

A. 希釈ができています.	32
B. 希釈ができていない.	8
計 (人)	40

B の例として蒸留水 100mL に硫酸 10mL を加え, 11 倍希釈するということが挙げられる.

こういう間違いは学生に多く高学年でもよく見られる. なぜそう考えるのか今後の調査が必要である.

4. まとめ

学生はいつも実験テキストに記載されている詳細なフローチャートをみて学生実験を行っており, たとえ簡単な実験であっても与えられた知識と最低限の指示から自分の頭で考えて実験を行うと, 非常に間違い・勘違い多い. 考えて実験をしていない学生が多く問題である. 今回は準備的段階であり, それら学生がおかした実験の誤りから溶液調製の過程において学生が理解していない部分を突き止めることに関しては, はっきりした像が浮かび上がってこなかった. したがって実験指導に対して具体的な方向性を打ち出す段階まで行っていない. 今後問題設定などにおいて再考が必要である. また彼らが高学年に進級した際創造力を求められる実験の基礎としても必要な能力の形成の助けになったかは今後の継続的な追跡調査が必要である.

今回の実験は両方とも実験時間は 2 時限の時間いっぱい費やし余裕がなかった. テーマの難易度の妥当性について更なる考慮が必要と思われる. 今後も様々な面で改良しつつ今研究を継続してい

きたい.

参考文献

- 1) 佐野博敏, 花房昭静 他 21 名: 高等学校改訂化学 I 第一学習社 (2007)
- 2) 井上, 鈴木, 村田編: 改訂化学実験ノート, 大日本図書 (1986)
- 3) 小山工業高等専門学校編: 平成 23 年度シラバス

【受理年月日 2012年 9月28日】

自動車を基台とした3.5、3.8MHz 帯の1/4 λ (20m) ホイップアンテナの形状の変化による性能評価

植木 忠司*¹, 加藤 康弘*², 佐藤 智一*³

Performance evaluation by the change of the shape of 1/4 λ (20m) whip antennas of the 3.5, 3.8MHz zone which assumed a car a pillow

Tadashi UEKI, Yasuhiro KATO, Tomokazu SATOU

Radio wave in HF band (3.5, 3.8MHz) repeats refractions and reflections between the ground and the ionosphere. So it is possible to long range wireless communication. We made inexpensive and movable 1/4λ whip antennas for use in an emergency. This paper reports performance evaluation by changes shape of 1/4λ whip antennas.

KEYWORDS : HF Band, Radio Wave, Ionosphere, Whip Antenna, Amateur Radio

1. 緒言

HF 帯 3.5, 3.8MHz 短波のアマチュア無線は、電離層（地球の大気の一部が、太陽から放射されたエネルギーで電離してできる層、地上から 300km 付近）を利用して屈折や反射を繰り返して伝播でき、遠距離でも交信できる。3.5, 3.8MHz 帯は、夜間帯の通信と言われ、また、他の周波数と比較し不安定なため、長時間の通信が不可能である。

電波の飛び方は、アンテナの設置場所に多大な影響を受ける。反射する物体等が近くにある時、例えば、河川のサイド（水面反射）、高圧線サイ

ド（誘導反射）、地面の状態（地面反射）などにより伝達距離が変化する。

給電部の位置が低い 3.5, 3.8MHz アンテナのマッチングは、地面の影響等で難しいといわれている。しかしながら、移動用として使用したいため、あえて今回は給電部の位置を 1m 程度と低くし、車のボンネットを基台にしてアンテナの形状の変化による電波伝搬の実験を行うことにした。

また、災害救助用として使用したいため、制作費用が安価で、移動用として簡単に設置・撤去でき、海外及び国内の通信が可能なアンテナの制作に取り組んだ。

最終的に、1/4λ のホイップアンテナが良いと考

¹ 技術室(Technical Office) E-mail:sp-boss@oyama-ct.ac.jp

² 技術室(Technical Office)

³ 技術室(Technical Office)

え、3種類の形状を作り実験・評価を行った。

2. アンテナの材料及びセット・調整方法

2.1 材料

- ・ 釣り竿（長さ 6.3m、ノンカーボン、支柱棒として使用）
- ・ ベル線（被覆単線 約1mm径、直流抵抗：約0.5Ω）
- ・ ビニールテープ
- ・ 釣り竿を支えるための支柱棒入れ（図4）
- ・ 3D 同軸ケーブル（15m、M型コネクター2個付き、車の基台を利用しないときに使用）

2.2 セット・調整方法

上記材料を用い、を車のボンネットを基台として、次の3種のようにセットした。

1. 基台から西に向かって、20mのベル線をほぼ水平にセットする。以降、水平型アンテナとする。

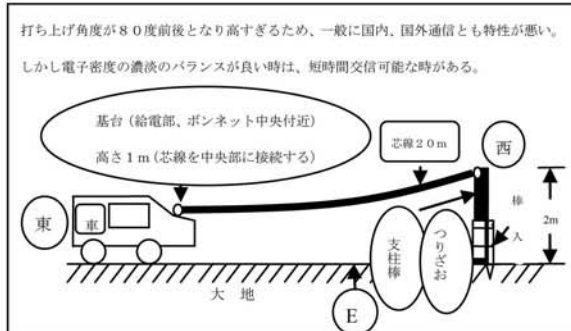


図1 水平型ホイップアンテナの設置方法

2. 基台から西に向かって、20mのベル線を、約6mの高さまでスローパー状にセットする。以降、スローパー型アンテナとする。

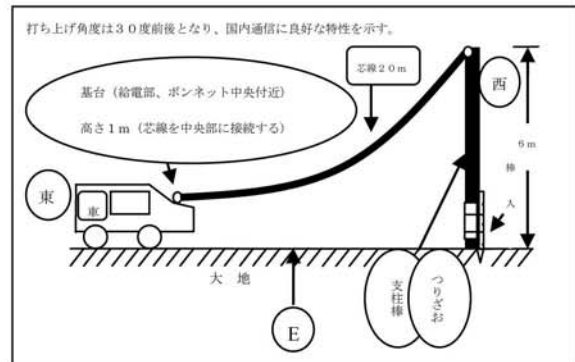


図2 スローパー型ホイップアンテナの設置方法

3. 基台から西に向かって、10mのベル線を、約6mの高さまでスローパー状にセットし、そこから北に向けて10mのベル線を、ほぼ水平にセットする。以降、逆L型アンテナとする。

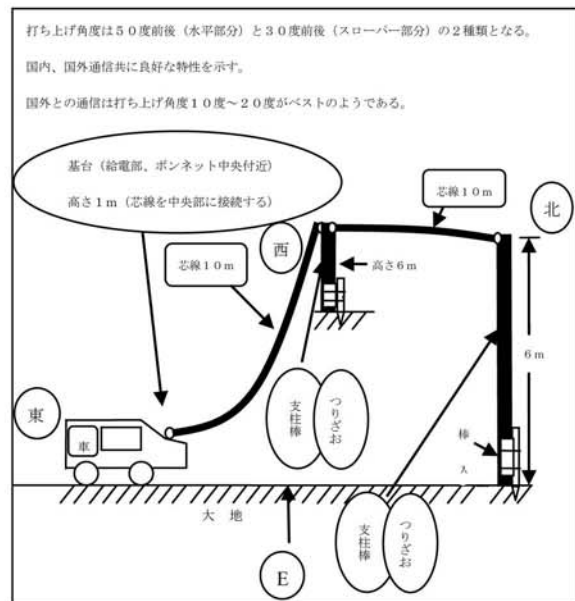


図3 逆L(90°コーナー)型 傾斜・水平ホイップアンテナの設置方法

給電部は、車につけたアンテナ用の基台部分（高さ1m、ボンネットの中央付近）とした。アンテナエレメントの全体の長さはいずれも1/4λ（20m）とし、SSBのLSBを使用する。マッチングは芯線側の長さを微調整して行う。インピーダンスを $50 \pm 5\Omega$ 、SWR（Standing Wave Ratio：定在波比）を1.2以下程度に調整する（測定には、

クラニシ製 BR-200 を使用した)。上手く調整できない場合は、チューナーを用いる。支柱となる釣り竿を固定する器具を図4に示す。

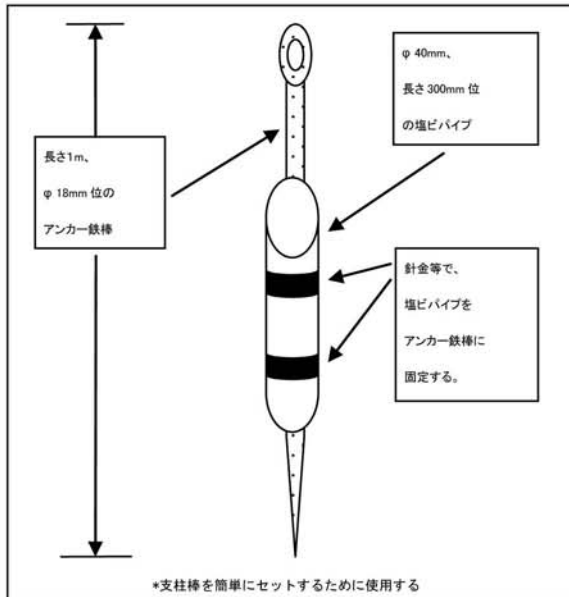


図4 支柱棒入れ
(アンテナ線を支える釣り竿入れ)

3. 実験方法

前述の3種類のアンテナを用いて、以下の通りに交信実験を行った。

期間 : 平成23年10月～平成24年3月
時間帯 : 夜8時～9時の間で随時
交信先 : 国内、国外のアマチュア無線局

4. 実験結果

アンテナ毎の交信の評価については、平均して逆L型が一番良い(RS59+)、次にスローパー型(RS58)、比較的悪いのは水平型(RS47)である。

国内との交信については、通常の交信が、ほぼ全国に対して可能である。国外との交信(北米の西海岸、韓国近辺)については、電離層の状態が良い場合や設置場所の付近に電波を反射する物体がある場合に、感度が良好になった。

以下に、外国との交信に成功した例を示す。

1. 平成23年10月上旬、午後8時前後
海拔 約 500～1000m の栃木県那須町の河川

の橋付近にて、3.5MHz帯 25w出力で韓国との交信に成功。シグナルレポートは 59+。
反射板として、橋の鉄筋入りコンクリート・ガードレール等を共振体として利用した。

2. 平成23年12月下旬、午後8時前後
海拔 約 40m の栃木県栃木市の畑にて、3.5MHz帯 25w出力で韓国との交信に成功。シグナルレポートは 59+。
反射板として、土面(地面反射)を利用した。
3. 平成24年2月中旬、午後9時前後

【受理年月日 2012年9月28日】

3.8MHz帯 25w出力で北米の西海岸との交信に成功。シグナルレポートは 59。

反射板として土面(地面反射)を利用した。

4. 平成24年2月上旬、午後8時前後
海拔 約 130m の栃木県宇都宮市の鬼怒川河川敷にて、3.5MHz帯 25w出力で韓国との交信に成功。シグナルレポートは 59+。
反射板として、河川の水(水面反射)、土面(地面反射)、高圧線(誘導反射)を利用した。この例では、効率良く反射作用が生じたと思われる。

5. 考察

交信時、低い給電部のアンテナは、通常用いられる20m程度の高い給電部のアンテナ(水平やV及び逆V型)に比べ、時間帯によっては、安定した交信が出来ないことがある。同じパワーで交信中でも、相手からのシグナルレポートの了解度の良否が、短時間に激しく変動する場面が多い事がわかった。

これについて、通常用いられる高い給電部のアンテナと比べ、なぜこのような現象が起きるのか検討した。

低い給電部のアンテナは、地面を反射板として利用できる。ほかに、隣接して高圧線や水面等があれば、さらに強力な反射板として利用できる。しかし、反射した電波は、電離層で再度反射した場合、次の反射の落下地点が平面か斜面かにより反射の方向が変わると思われる。その繰り返しが正常な繰り返しか、または乱反射かで、組み合わせは無数に増えていく。このとき、正常な繰り返しが多い場合は、相互にきれいな電波伝搬が生じ、受信時の明瞭度が良くなると思われるが、乱反射が多い場合は明瞭度が悪くなると思われる。

また、低い給電部のアンテナは、電離層で反射する時の入射角度が大きいため、反射の回数が比較的多くなり、電離層の電子密度の濃淡など、状態が時間により変化していくと、綺麗な反射を維持できなくなって、アップ・ダウンのフェージングが生じることが多くなると思われる。

これらを解消するには、アンテナの面積を大きくする等の対策が考えられる。

6. まとめ

災害救助用等を想定した、安価かつ移動可能な、自動車を基台とした、低い給電部の 1/4λ ホイップアンテナ (3.5、3.8MHz 帯 SSB の LSB を使用) を、製作・テストして得られた結論は以下の通りである。

- 今回製作した 3 種類のアンテナについて、形状による交信の評価を平均すると、逆 L 型が一番良い特性である。シグナルレポートが RS59+、打ち上げ角度が 50 度前後 (水平部分) と 30 度前後 (スローパー部分) の 2 種類、送受信共に良い特性であると思われる。
次はスローパー型である。シグナルレポートが RS58、打ち上げ角度が 30 度前後である。
比較的感度が悪いのは水平型である。シグナルレポートが RS47、打ち上げ角度が 80 度前後で、角度が大きすぎる。
打ち上げ角度は、国内向け通信は 30 度～50 度程度が、外国向け (遠距離) は 10～20 度程度が良いと思われる。
- 国内との交信については、通常の交信が、ほぼ全国と可能である。
- 国外との交信については、条件を整えば、北米の西海岸 (RS58)、韓国近辺 (59+) との交信が可能であった。
- 移動用として、運搬、設置、撤去が簡単である。
- 制作費用が安価で、簡単に作れる。
- 平地でも、標高が高い場所でも (40m～1000m 位) 交信が可能である。但し、遠距離の海外交信は、ハイトパターンによる電波の打ち上げ角度の影響等を考慮して設置場所を選択する必要がある。
- 設置場所 (地形) やアースの良否、隣接する

反射物体 (水面、高圧線、地面) 等の影響により、電波の飛び方が変化するので、十分に検討する必要がある。

- 家での固定局でも、車をベースにすれば使用可能である。
- 給電部の位置が低いアンテナは、給電部の高いものと比べ、電離層の反射と地面の反射との回数が多いため、減衰の増加と、地面の傾斜や電離層の状況によりフェージングが発生し、シグナルレポートの了解度が変化しやすいものと思われる。固定局用などの給電部の高いアンテナは、これに対し、地面等の反射等の影響をあまり受けないため、反射の回数が少なく、安定して交信ができる。つまり、電離層と地面の間での反射の回数が、伝搬の安定度に影響を与えると考えられる。また、抑圧等の良否やアンテナの面積の大小も影響があるようである。
- 災害救助用の仮設アンテナとして瞬時に使用できる。
- 電離層は、発生・消滅を繰り返しており、長時間の安定性はない。電子密度の濃淡のバランスが良い時に屈折、反射等の影響をうまく利用して交信する必要がある。これには、大地の温度や湿度の変化や、気象、気圧の条件も重要な影響があると考えられる。
- 6 ヶ月間のデータでの評価なので、少々信頼性に欠けるが、今後より詳細なデータを取得し、長期間のデータで再度検証する予定である。

謝辞

今回の実験を行うにあたって、日本アマチュア無線連盟の技術部や新潟県燕市の方にアドバイスをいただき、またレポート作成において、技術室の加藤康弘氏、佐藤智一氏に御協力を得、また、多くのアマチュア局にレポートをいただいたことに感謝の意を表します。

参考文献

- 日本アマチュア無線連盟編: JARL アマチュア無線ハンドブック, 日本アマチュア無線連盟 (1997)

【受理年月日 2012年 9月7日】

- 一七 ちかみつ…大森親誠(ちかみつ)。黒田家家臣。直邦のそば近くに仕える重臣。「暇之記」に頻出する。
- 一八 大国玉神社…茨城県桜川市大玉国(旧真壁郡大和村)の神社。江戸時代は朱印地二十石。古くは東西に社殿があり、東を男体宮、西を女体宮と称して、神主二人で奉仕したという。徳川光圀が赤銅御銚二、四神の御旗二、金銀箔の破連一对を寄進している(『茨城県地名 日本歴史地名大系八』、平凡社、以下『地名大系八』と略す)。
- 一九 活玉依毘売(いくたまよりひめ)…陶津耳(すえつみみ)の娘。三輪の大物主神の妻。「古事記」には、この女性をヒロインとして、夜ごと訪れる男の衣に糸をつけ跡をたどって男の正体を知る三輪山伝説が見える。(『国』)
- 二〇 水戸の西山殿…徳川(水戸)光圀のこと。江戸時代前期の常陸国水戸藩主。晩年隠棲後は、西山と号した。
- 二一 華表(かひょう)…神社の鳥居のこと。(『国』)
- 二二 かえさ…帰りみち。かえるさ。(『国』)
- 二三 曲水…庭園や山野をうねり曲がって流れる川(『国』)。ここでは、曲水の宴に擬している。曲水の宴は、中国より渡来した宮中の儀式で、川に見立てた溝に水を流して、酒の入った杯が自分の前を流れ過ぎぬうちに詩歌を詠むというもの。
- 二四 浦さびしくもあれはつる跡の世まで…「浦さびしくも荒れはつる跡の世までもしほじみて、老の波も帰るやらん」。世阿弥作の謡曲「融」(源融)。
- 二五 常盤橋の家…直邦の妻(柳沢吉保養女、土佐子)や子供が住する、常盤橋にあった黒田家江戸上屋敷のこと。
- 二六 五行…五行川。栃木県から茨城県にかけて流れる川。勤行川とも。
- 二七 鶴川のかがり…「夕闇の鶴川のかがり下し過ぎて、あらぬ蛸ぞまた燃えてゆく」(玉葉和歌集)
- 二八 海龍王…海中に住み、海や雨をつかさどるといふ龍宮浄土の王。龍神。龍王。海龍。海龍神。(『国』)
- 二九 塩みつ玉…潮満瓊・潮満珠。潮を満ちさせる呪力があるという玉。満珠(まんじゆ)。しおみつに。(『国』)
- 三〇 糸竹…しちく。琴・琵琶などの弦楽器と笙、笛などの管楽器の総称。またそれらを演奏すること。糸竹管絃。いとたけ。(『国』)
- 三〇 沙棠…黒田家家臣か。不詳。
- 三一 母君ばら…同母兄の中山直好のこと。中山家当主。直好と母(慈光院)は、江戸本郷の屋敷に住する。
- 三二 怠り…自分の過失を謝ること。またその言葉。謝罪。(『国』)
- 三三 わかち…物事の区別、けじめ。(『国』)
- 三四 直好…中山直好。直邦の実兄。
- 三五 老楓記…兄直好の許へ送られた「老楓記」は、荻生徂徠の許へも送られたようである。「徂徠集」(平石直昭編『近世儒家文集集成 第三卷 徂徠集 荻生徂徠著』、ぺりかん社、一九八五年。以下『徂徠集』)には、「琴鶴丹侯和子林臥詩併以靈楓記見寄再依前韻聊述其事奉呈」とあり、琴鶴丹侯(≡黒田直邦)が荻生徂徠の「林臥」の漢詩に対して詩を返し、「靈楓記」を徂徠に見せたことが分かる(注四〇参照)。「靈楓記」は「老楓記」を指すものと考えられる。また、「老楓記」は、茨城県立歴史館蔵の「黒田直重文集」中に、全文が載せられている。黒田直重は、直邦の初名。
- 三六 琴鶴…黒田直邦のこと。直邦は、琴鶴、瓊山と号す。
- 三七 袁於^レ是乎可^二大飲^一也、陶於^レ是乎可^二高臥^一也…陶は、陶淵明のこと。新田英治氏の御教示による。袁は未詳。
- 三八 岡芹…岡芹村は、下館城下西北の木戸に面して位置する(『地名大系八』)。
- 三九 仙在…筑西市(旧下館市)稲野辺村の地名。下館城下の北。木綿晒業は、下館地方のなかでも当村(≡稲野辺村。翻刻者注)の仙在橋付近がとくに盛んという(『地名大系八』「稲野辺村」の項)。
- 四〇 徂徠翁林臥雅韻…荻生徂徠の林臥の漢詩に直邦が返した漢詩。
- 四一 徂徠の「林臥」の漢詩。『徂徠集』にも見える。
- 四二 『徂徠集』では、「草」が「章」となっている。
- 四三 『徂徠集』では、「意」が「心」となっている。
- 四四 幽居…黒田家家臣か。不詳。

〔付記〕翻刻にあたっては、新田英治氏より多くの御教示をいただきました。記して謝意を表します。

※1 一般科 (Dept. of General Education) ysakairi@oyama.ct.ac.jp
(受理年月日 二〇一二年九月二八日)

賡^ク下^カ見^ミ二^ニ荷^カ花^ハ一^ハ韻^ニ上^ト

荷^カ葉^ハ花^ハ一^ハ開^テ緑^リ點^ズレ^ハ紅^ク 午^ノ時^ニ土^ノ旺^ク氣^ハ從^レ中^ニ
宜^{ナル}哉^{カナ}曾^テ有^ルレ^{コト} 稱^ス二^ニ君^ノ子^ヲ一^ヲ 香^ハ滿^ツ二^ニ水^ノ樓^ニ一^ニ池^ノ上^ノ風

十五日 家僕の亭にゆきて、月をみる

佳^カ境^ノ風^ノ前^ノ詞^ノ客^ノ樂^ニ 閑^カ庭^ノ林^ノ下^ノ玉^ノ壺^ノ清^シ

今^イ宵^ノ頃^ノ刻^ノ千^ノ金^ノ値^ヒ 両^カ好^シ筑^シ波^シ月^ノ一^ノ更

注

- 一 直邦の経歴を簡単に述べると、寛文六（一六六六）年、中山直張三男として誕生。初名直重。母方祖父、館林藩家老黒田用綱の養子となり、黒田姓を名乗る。幼少より綱吉に仕え昇進し、元禄一六年下館城主一万五千石（後二万石）の大名となる。綱吉没後、家綱、家継の両將軍下では役職から離れ、吉宗の代に再び重用され、享保一七（一七三二）年、上野国沼田城主（二万五千石）となる。享保二〇年没。なお、黒田家に関する記録は、上総古文書の会により編纂、発行されている「御明細録」（『御明細録—上総久留里藩主黒田氏の記録—』、二〇〇六年）、「雨城廻一滴」（『雨城廻一滴—上総久留里藩主黒田氏の記録—』、二〇〇九年）、「黒田家臣傳稿本」（『黒田家臣傳稿本—上総久留里藩主黒田氏家臣の記録—』、二〇一〇年）がある。
- 二 「史料紹介 暇之記—下館藩主黒田直邦による正徳三年の記録（一）—」（『小山工業高等専門学校研究紀要』四四号）では、江戸出立前日の正徳三年四月一日から五月五日までを掲載した。なお、「暇之記」、黒田直邦についての分析、考察は、拙稿「下館藩主黒田直邦の暇—正徳三年「暇之記」に見える黒田直邦—」（『小山工業高等専門学校研究紀要』四二号、二〇一〇年）を参照していただきたい。
- 三 観音寺：茨城県筑西市（旧下館市）中館の寺。天台宗。
清瀧寺：茨城県筑西市（旧下館市）甲の寺。天台宗。羽黒神社の別当。
尊像寺：茨城県筑西市（旧下館市）成田の寺。天台宗。

- 四 中庸：中国の書。書は『礼記』のなかの一篇としてのちに伝えられた。今の『礼記』の第三十一篇にあたる。その作者や成立時期については古来諸説があつて確定していない。『日本国語大辞典』小学館、以下『国』と略す。）
- 五 せんど（先途）：…これから先、進んで行くさき、なりゆき、ゆきさき、前途。『国』
- 六 周子：周公のことか。周公は孔子とらび称された聖人。／周公：中国、周時代の政治家。文王の子。武王の弟。名は旦。また、姫姓の旦であることから姫旦とも称した。諡（おくりな）は元、あるいは文。武王を助けて殷王紂を滅ぼし、内政を治め天下を平定。武王の死後、成王を補佐し、制度・礼楽・冠婚葬祭の儀などを制した。『国』
- 七 程子：中国宋代の儒学者、程顥（ていこう）、程頤（ていいい）兄弟の尊称。二程子とも。『国』
- 八 四書：大学・中庸・論語・孟子の四部の書。朱熹（しゆき）がこの四部の書に集注を作ったところから、五経とともに、「四書五経」と称し、尊重されるようになった。『国』
- 九 大学：中国の経書。四書の一つ。孔子の遺書とも子思または曾子の著作ともいう。もと「礼記」の一編で学問の根本義を示す。朱氏の校訂によって現形に固定された。『国』
- 一〇 夕陰：夕方、物にさえぎられて日の光の当たらない所。『国』
- 一一 靴下：蹴鞠のときのくつの音。『国』
- 一二 小栗山の神明：茨城県筑西市小栗（旧真壁郡小栗村）の小栗内外大神宮。
- 一三 小栗判官：説経節や浄瑠璃などに登場する伝説上の人物。また、それを主人公とした浄瑠璃作品。『国』
- 一四 ぎようせん（地黄煎）：「（じおうせん）から「じょうせん」となり、さらに変化した語）水飴のこと。漢方の地黄を煎じたのに水飴を混ぜて、飲みやすくしたのが元で、のちにただの水飴や竹の皮に引き伸ばした飴、固形の飴の名称となった。『国』
- 一五 天正二年：西暦一五七四年。
- 一六 延宝：延宝は、西暦一六七三年から一六八一年までの九年間。神さびる：神々しい様子を呈する。古色を帯びて神秘的な様子である。古めかしくおごそである。『国』

七日 城の乾の門をおか(弁)圍り口三八といふ、そのかたはらより出れば、城の
 さかひにそひふて、なる川あり、五行の川下なり、川のこなたにひろ
 き芝間あり、芝のうちすきまもなくみな木賊なり、所ちかきもの、馬くさくさ
 かるとて、おひたつまもなくかりとれども、なをおほく出づ、むかふの
 里をせんさい三九と云、この里のもの、此川にて木綿をさらしていとなみ
 とす、五行さらしといふはこれなり、こなたの芝間よりみれば、木綿を
 あくにひたし、うすにてつき、川にてそぐ、おほくは男のわざなれど、
 女もいで、子ども十四、五なるは、そのわざをなす、あるは棹にかけ
 て水にすぎ、あるは両の手にちてふりすぐ、いと手なれて布の
 まろく輪のごとくに廻り、あるはなみのうねくひらめく、川水は瀧な
 どの石にあたりくだけちるごとく、浪の花よりはけう有てみゆ、むかふ
 の河原に竹をいくつもたてならべ、布をかけて日にさらすこと、いくつ
 といふ数をしらず、玉川にさらすてづくりおぼえて、これ又けう有ある
 みもの也、夜は内に入れてきぬままきにかけてうつ、きぬたのをと夜半過
 る頃までは城へもまちかくきこゆ、川風すくして、あつき日は夕がた
 こにたびいづ、けふは此川岸にて馬をあらふ、このあつきには馬
 もたえがたかめるを、すざしき川水にうちいるれば、いと心よげにいさ
 みいはふ、

河畔洗馬

牽馬洗江畔
 遊龍生澤躍
 艸秣常為養
 今多英傑士
 夏一天散晚涼
 良驥仰雲驤
 轡銜自莫傷
 誰不繫名韁

和沙棠、見洗馬韻

江頭洗馬立斜街
 腕促蹄高躍水崖

清詞七步存回味
 物感有恒意也佳
 この下、日はわすれぬれど、このほどなれば、こにみなしるしをきぬ、

和徂徠翁、林臥雅韻

避暑林間睡
 一方清冷天
 氈施苔徑上
 扇致樹風前
 佳句騷人骨
 唱歌美婦妍
 幾文章滿腹
 高臥乃便然

徂徠翁來詩林臥

夏木千草四好
 況逢三伏天
 披襟風葉底
 高枕露枝前
 深映綠尊色
 斜窺織月妍
 似惹南柯夢
 此意已恍然

廣沙棠夜碓韻

寂寥四顧少人聲
 寒月三更度邑城
 刀尺漸催急碓杵
 今宵頻動故園情

和幽居四韻

人世百年半得閑
 春秋伴雁與來還
 斷腸事々何為最
 深夜砧聲響後山

ろきほ(詞)こらやうのみや(宮)をたて(建)をけるとなんき(開)つ、とふるもの男女をい(問)はず、五里三里のほどよりきたりつたふて、かのみや(宮)をおがむ、奉行(拜)へうたへもせざりければ、とがめ(俗)をうけて門(閉)とちられな(問)どす、参りくるもの五人拾人引もきらず、日々にいく千人といふ数(積)しらずまうでくるほどに、そのこと(政)はりをいへど、きくもいれず、おし入り、なにのわかち(三三)もなく散銭(積)なげなどす、二銭、三せんの数(積)もりて、人のたげとどくばかりに(積)つもりぬとき(開)こゆ、のちにきけば、人まど(惑)はすとて、おやこたくめる(空事)そら(開)ごとなりとも云、又たれか(誰)聞つたへて云、春日の御社の御戸を(開)のれとひらけぬ、この御戸は勅封(記)なれば、五月廿一日、京より御使(記)ありて、勅封(記)ありしに、其夜(夜)またをのれとひらきて、御帳(帳)のうらを見奉(見)れば、黒き御扉(赤)にあかき御かげ(影)、ちら(影)うつらせ給ふ、御たけ七尺(丈)ばかり、仁王のごとく(今度)すさまじきほどにおがまれ(拜)させ給ふとなん、むかしよりこのたび(今度)と三度この御戸をのれとひらき、そのとし(年)かならず豊年(語)なるよしつたへいふ、又かた(又)はらなるもの、ちかきほどにまうでたる僧(語)のかたりしとて、御戸のひらけたるは(開)しらず、よくきけば、春日の別社(別)に若宮八幡(八)宮おはします、五月の初頃、このひろ前(広)へまうでたる社人(社)、束帯(束)のみかげ御簾(御)のうち(御)にうつらせ給ふをはじめ(不)おがみ、ふしぎ(不)におも(不)ふ物(不)から先(先)は人にもか(か)たら(不)ず、明る日(日)まうで、み奉(見)れば、又おなじ(同)さまに(見)たてまつる、ともなる社人(社)につけ(行)しらせなどして、本社(本)へもい(行)ざなひいきてみれば、本社(本)もおなじく赤き童子(童)などのみ(御)かたち(御)に、御簾(御)にうつらせ給ふを見奉(見)りぬ、希異(希)のおもひをなして、みや(宮)つかさ(司)などへもきかせ、奉行(奉)へもうた(奉)へんや(奉)などは(奉)から(奉)うち、はやく(奉)きつた(奉)へて近郷(近)の者群(群)集(集)してまうで(集)くるれば、やむ事(事)をえず、奉行(奉)へもうた(奉)へける(奉)となん、かたり(か)りしといふ、いづれ(い)がま(ま)ことならん、し(知)らず、六日(六)に小林(小)か(か)へり(言)なんといへば、直好(直)三四(三)の御もと(御)とへ(言)ことづて、老楓(老)の記(記)三五(三)を(送)をくる、

老楓記

琴鶴翁三六

山者(ハ)以(テ)有(ル)二喬(二)木(一)為(シ)レ貴(シ)矣、園者(ハ)以(テ)有(ル)二奇(二)樹(一)為(シ)レ貴(シ)矣、夫(レ)喬(レ)木(一)

之(レ)貴(シ)也、不(レ)二必(シ)摧(テ)而(作)レ薪(ト)也、又(不)レ二必(シ)斲(テ)而(作)レ棟(ト)也、唯(タ)異(レ)経(レ)年(ヲ)而(備)ニ之(奇)材(一)而(一)已(夫)奇(一)樹(ノ)為(レ)貴(也)、不(レ)欲(セ)二炊(テ)而(為)レ食(ト)也、又(不)レ欲(セ)二採(テ)而(為)レ藥(ト)也、偏(レ)惜(レ)空(ル)時(ヲ)而(備)ニ之(美)一觀(一)而(一)已(館)一城(有)ニ老(一)楓(一)、其(大)也連(抱)レ其(高)也數(丈)陰(之)所(庇)度(二)車(三)十(一)余(一)兩(一)、高(一)標(雲)一列(鼻)鷹(與)一樓(焉)低(枝)四(垂)鼯(鼠)同(攀)焉、夸(條)纒(一)偃(蓋)遮(日)而(不)二穿(一)漏(一)、垂(條)扶(疎)翠(粲)帶(風)而(常)清(涼)根(而)一上(僅)三(許)一尺(有)二洞(竅)一、水(滴)流(出)而(昼)不(レ)舍(其)経(年)不(レ)知(二)幾(百)歳(一)、亦(足)三(以)為(二)美(觀)一矣、熟(視)ニ此(樹)一有(二)五(奇)一妙(二)、其(老)樹(一)奇(也)、其(高)一(大)二(奇)也、其(茂)一(盛)三(奇)也、其(清)涼(四)奇(也)、其(美)觀(五)奇(也)、其(泉)一(滴)則(所)謂(一)妙(也)、唯(其)老(一)樹(矣)、故(高)一(大)也(高)一(大)矣、故(茂)一(盛)也(茂)一(盛)矣、故(清)一(涼)也、總(是)美(一)觀(也)、奇(皆)相(一)因、故(列)以(為)二(五)一(奇)一、唯(泉)一(滴)乃(不)レ知(三)其(所)一(以)然(一)、故(以)為(二)一(妙)一也、夏(六)月、節(候)甚(鬱)蒸(與)客(遊)二(樹)一(下)一而(置)一酒、飲(熱)不(レ)至、汗(液)不(レ)流、涼(風)凜(然)、宛(如)二(九)一(秋)一、奴(婢)始(知)レ輕(二)絺(一)綌(一)、鳥(獸)亦(何)厭(二)羽(一)毛(一)、豈(又)為(下)煩(結)二(涼)一(棚)一環(中)氷(盤)上(乎)、袁(於)レ是(乎)可(二)大(一)飲(一)也、陶(於)レ是(乎)可(二)高(一)臥(一)也、即(名)謂(二)之(洞)一(泉)一、又(號)謂(二)之(遊)一(仙)一(楓)一、以(為)仙(一)客(每)一(來)遊(二)樹)一(下)一也矣、既(醉)既(夸)而(歌)曰、

老(楓)兮(老)楓(兮)、何(翁)一(鬱)乎(崢)嶸(吾)始(有)レ先(二)於(天)一(地)一、不(與)レ汝(比)一(生)一、吾(大)有(レ)充(二)於(天)一(地)一、不(起)兮(風)一(冷)兮、與(レ)客(酌)醉(未)醒、

玉兔懸飛度五行 金波瑤水送清凉
幾千里外回頭処 新製布衣獨斷腸

みやこにて官位あるものは布衣に混ぜべからず、こゝはわたくしなれば、
布衣をつけて節儉にならふをいふ也、

廿六日 けふより土用に入るといへば、ことほりしるくいとあつし、家
のうちにみなやみて庭の楓のかげにこも・むしろ・せんなど敷てあつさ
をわする、この楓いとあやしき老木なり、幾百年のよはひをかすぐし来
ぬらん、ふたりしてかゝゆるにはなをあまりて、高さは三、四丈も有ぬ
べし、かゝる老木はかたはら枯などし、枝葉もしげからぬを、この木は
枝葉さしかはししげりあひて、日のかげをもらさず、四方にたる、枝
たをやかにしなひて、みどりの色うるはしく、つねに風そよぎていとす
し、此下に来ぬれば、まづひやかに覚ゆ、根より上三尺ほどに洞穴あ
り、此うちよりいかなる日でも、ひるよるたえず水したり出てや
まず、ゆへも有ぬけれど、まづはあやしくなむ、もてろうじて洞泉と名
づけ、遊仙楓と号す、この木陰にて夏の空をわすれ、ひめもすこれかれ
かたらひて、かたはらなる木の枝折くべ、茶のみ酒わかす、ちかみつが
詩作してみす、

賞大楓

雲接館城孤老楓 重陰鬱々彩煙濃
拄天翠蓋停華露 垂地綠條帶薰風
鳴到黄昏號標上 鷹飛旭日出巢中
由来靈質人争賞 況復素秋轉錦紅

和沙棠賞大楓韻上

逐陰開宴洞泉楓 高大盛茂緑色濃
不審由来生滴水 又疑何處引涼風
唱歌更舉青氈上 佳句忽成銀盞中
狂醉無辞新樹暮 豈期秋節一枝紅

おなじころを

陰ふかくしげる楓の下すゞみ、
夏をわすれてけふもくらしつ

あつき日はつねにこの下をやどりすとす、

六月二日 江府の本郷より小ばやしをおこせとぶらひ給へり、きのふ
来つきて、母君ばら三から、これかれことなき事などといきく、けふ
はれの楓の下へいざなひ出て日をくらす、みやこ田舎の事、そこはか
となくかたらふ、このころひんがしみやこのことくさ、武蔵の府中に
あやしき神いまして、人おほくまうで侍る、いかなる事にかと、そのよ
しをきけば、何がしが下部、太神宮へまうでしを、いとまもこはざりけ
れば、あるじはらたて、かの下部をうちなやます、伊勢へぬけてまうで
ぬるはつねの事なるを、このあるじばら、あやしきものにや有けん、か
くていかゞしけむ、あるじが手にはかにはたらかず、とかくするうち太
神宮人にうつらせ給ひて、をのれ神をうやまふころなきのみか、太神
宮へまうでしにうちなやます事と、しからせ給へば、かあるじもつみを
くへ、をこたり三を申す、しからばかの下部にわびてゆるすといはせよ、
さもあらばをのれも事なからんと給はせしかば、そのごとくして、と
く手もかなひいで、ことなかりける、太神宮おりさせ給ひし所とて、か

好^シ一是^レ柴^一門^ト寂^ト消^ス憂^ヲ
 誦^ス文^ヲ苔^一榻^ス移^ニ明^一月^ヲ
 耕^レ馬^ノ勞^ハ田^ニ何^ノ所^ノ報^{ズル}
 閑^レ中^ノ得^レ意^誰誰^カ容^シ識^ル
 静^ニ見^レ万^一山^ノ相^一對^メ幽^{ナリ}

懷^フ女^一子^ヲ

兒^一女^レ在^レ家^ニ音^一問^遠
 夢^一魂^不到^ラ盤^一橋^ノ下^ニ
 忽^ニ如^シ三^一月^ノ愛^一情^頻
 每^ニ計^ヘ秋^一來^一淚^滿巾^ニ

そのかへりごと、五日の文、六日につきぬ、^(着)懷女子詩に、歌のかへしをしてをこせたりける、

兒女在家音問遠

おもひやれをとづれとをき古郷も

おなじながめにかきくらす頃

忽如三月愛慕頻

あはでのみ過る月日のかずくゝに

なぐさめがたき夕ぐれの空

夢魂不到盤橋下

いとゞさへおもひみだるゝひとりねの

かたしく袖は夢もむすばず

每計秋來淚滿巾

きのふとすぎ、けふとくらしをかぞへつゝ

秋まつほどの袖ぞ露けき

文^(言)をもな^(機)つかしくみる、^(今日)けふさこそとおぼゆる事も^(多)おほかめる、文のこと葉^(言)はもらしぬ、

此ほどにてや有^(薄)けん、^(見)螢みむとて五行^(二)の橋に出^(三)つ、^(こぞ)去年^(見)みし頃よりは^(多)を^(選)くれて^(薄)螢も^(多)うすく^(薄)なりにし、^(星)されど^(星)宇治^(橋)・^(橋)八は^(橋)しは^(橋)しらず、こゝは^(多)螢のおほ^(多)き所なり、^(機)をよその^(機)ほたる^(機)に^(機)たくら^(機)べて^(機)いはく、^(飛)三つばかりも^(機)合せたら^(機)ん^(機)大^(機)さにて、^(機)もゆる^(機)光^(機)もを^(機)さ^(機)く^(機)ま^(機)さり^(機)ぬ、^(飛)うち^(飛)むれてとぶさま、^(多)おほく^(多)あつ^(多)まりて、^(機)雲^(機)は^(機)は^(機)る^(機)か^(機)に^(機)ゆ^(機)く^(機)け^(機)し^(機)き、^(流)水^(流)に^(流)う^(流)つ^(流)る^(流)ふ^(流)などおかし^(黄)さい^(金)は^(生)ん^(生)か^(生)た^(生)なし、^(星)ある^(星)は^(星)ほ^(星)し^(星)の^(星)つ^(星)ら^(星)なりて、^(見)な^(見)が^(見)る^(見)ゝ^(見)ごと^(見)く、^(黄)ある^(金)は^(生)こ^(生)が^(生)ね^(生)の^(生)く^(生)づ^(生)を^(生)う^(生)ち^(生)散^(生)した^(生)らん^(生)や^(生)う^(生)にも^(見)み^(見)ゆ、^(見)橋^(見)の上^(見)に^(見)な^(見)が^(見)め^(見)お^(見)れば、^(重)ひと^(重)へ^(重)す^(重)ゝ^(重)し^(重)な^(重)ど^(重)こ^(重)い^(重)く^(重)つ^(重)も^(重)つ^(重)き^(重)お^(重)る、^(捕)と^(捕)ら^(捕)ふ^(捕)る^(捕)を^(捕)も^(捕)さ^(捕)し^(捕)も^(捕)い^(捕)な^(捕)ま^(捕)ず、^(紙)ぐ^(紙)した^(紙)る^(紙)わ^(紙)ら^(紙)は^(紙)が^(紙)か^(紙)み^(紙)に^(紙)つ^(紙)ゝ^(紙)み^(紙)て^(紙)川^(紙)づ^(紙)ら^(紙)へ^(紙)な^(紙)が^(紙)し^(紙)や^(紙)る^(紙)を、^(流)せん^(流)な^(流)き^(流)事^(流)な^(流)せ^(流)そ^(流)と^(流)せい^(流)し^(流)ぬ^(流)れ^(流)ど、^(制)下^(制)へ^(制)な^(制)が^(制)れ^(制)ゆ^(制)く^(制)ま^(制)ゝ^(制)紙^(制)に^(制)う^(制)つ^(制)りて、^(三)鶴^(三)川^(三)の^(三)か^(三)づ^(三)り^(三)三^(三)七^(三)の^(三)、^(三)海^(三)龍^(三)王^(三)の^(三)塩^(三)み^(三)つ^(三)玉^(三)三^(三)八^(三)か^(三)な^(三)と^(三)お^(三)ぼ^(三)ゆ

螢^一火^一星^一流^レ簇^ニ五^一行^一清^一川^一熠^ト々^ト聚^テ悠^揚

丹^丸作^ル佩^ニ今^無益^シ誰^カ為^三収^一來^テ代^ニ燭^一光^ニ

十四日 今宵は、庚申とてあそぶものもあるらめど、糸竹^(二)もつきなき^(心)こゝち^(心)して、つや^(心)く^(心)ふ^(心)くる^(心)まで^(心)月^(心)を^(心)な^(心)が^(心)め^(心)ふ^(心)し^(心)ぬ、

嬋^一娟^{タル}明^一月^照幽^一扉^ヲ雲^一収^リ夜^一闌^ニ風^入衣^ニ

誰^カ賞^ニ故^一園^濃露^一色^ヲ一^一方^自是^レ共^ニ清^一暉^ヲ

十五日 五行の橋に出て月を見おりて、

ち(親誠)かみつ一七、韻をつぐ

遠(ッ)過(テ)二 澗(底)一 上(三) 山(頭)一 耕(一) 客(向)レ 田(二) 遠(翠)一 疇(一)
弾(ス) 瑟(ヲ) 松(一) 風(流)一 水(響) 金(盃) 催(レ) 興(ヲ) 賞(二) 閑(一) 遊(一)

こ(ハ)を出(テ)大(國)玉(一)へ(ハ)ゆ(ク)、これ(モ)両(社)ま(し)ま(す)、男(体)は(大)國(玉)の(大)神(み)
これ(大)巴(貴)大(神)な(り)、女(体)は(活)玉(依)姫(一)也、社(領)も(あ)れ(ど)、神(前)い
と(を)ろ(そ)か(也)、水(戸)の(西)山(殿)二(一)より(さ)き(の)社(人)へ、八(張)の(神)事(を)つ(た)へ
給(は)り、今(も)つ(と)む(と)い(ふ)、ま(こ)と(神)前(の)八(つ)あ(し)に、そ(の)さ(ま)し(た)る
ぬ(さ)な(ど)も(み)ゆ、国(家)安(全)の(た)め(奉)幣(料)を(た)て(ま)つ(り)ぬ、社(人)と(お)ぼ(し)
き(も)の、布(衣)き(た)る(二)人(一)、外(に)平(服)な(る)ひ(と)り、ふ(た)り(い)で(来)て、に(は)
か(に)神(樂)た(て)ま(つ)る、社(地)は(ひ)ら(地)な(れ)ば、け(し)き(も)よ(か)ら(ず)、た(ゞ)
筑(波)・神(波)を(ち)か(く)み(る)の(み)に(て)、前(に)田(面)を(み)わ(た)す、華(表)二(一)の(そ)と、
ひ(だ)り(右)に(三)尺(ばかり)の(あ)や(し)き(く)す(屋)の(内)に、朽(た)る(木)、三(本)な(ら)ぬ(に)
た(て)よ(せ)た(り)、長(さ)二(尺)あ(ま)り(も)有(べ)し、左(右)と(も)に(お)な(じ)さ(ま)な(り)、
や(う)そ(あ)る(ら)ん(と)と(は)せ(ぬ)れ(ば)、龍(神)を(ま)つ(れ)と(云)、そ(の)か(た)は(ら)な
る(木)陰(に)、わ(ら)ん(だ)し(か)せ、か(れ)飯(く)ひ(て)し(ば)ら(く)お(る)、大(國)玉(の)大(神)
は、此(国)を(お)さ(め)給(ふ)ち(か)ら(あ)る(神)な(れ)ば、野(詩)一(絶)神(前)へ(奉)る、

社(頭)駐(レ)馬(有)レ感(而)作(ル)

神(産)二(一)圓(一)神(築)一(成) 民(一)生(安)一(毀)領(精)一(明)

天(尊)有(レ)勅(無)二(今)古(一) 誰(不)三(慙)一(懃)祈(二)治(一)平(一)

料(紙)も(と)の(は)ざ(れ)ば、と(り)あ(へ)ず(う)す(か)み(に)書(て)た(て)ま(つ)る、日(や)う
く(か)た(ぶ)く(ほ)ど(に)、そ(こ)を(出)て、か(へ)さ(三)の(み)ち(は)三(里)ば(か)り(と)云、
ゆ(き)く(て)小(栗)川(の)下(なる)横(嶋)川(へ)来(ぬ)れ(ば)、日(は)入(か)た(に)な(り)ぬ、風
も(な)く(う)ら(か)な(る)け(し)き(に)、川(水)き(よ)く(な)が(れ)て、日(も)山(の)は(ち)か
く(み)ゆ、餘(光)水(に)う(つ)り(て)、く(れ)な(み)を(そ)ぎ(た)ら(ん)や(う)に(て)な(が)る、
浅(き)石(川)な(れ)ば、水(の)さ(ぎ)浪(い)さ(ぎ)よ(く)、い(と)お(も)し(ろ)き(け)し(き)也、こ(ハ)
に(し)ば(ら)く(や)す(ら)ひ(入)日(を)な(が)め(お)り、咽(か)は(き)ぬ(れ)ば、湯(や)あ(る)と(と)ふ

に、み(ち)に(て)火(を)う(ち)け(し)て(な)し(と)云、こ(の)清(き)流(を)や(く)ま(ん)と(お)も(ふ)
に、竹(葉)も(た)せ(ぬ)と(供)な(る)もの(い)ふ(に)、さ(ら)ば(此)川(に)て(さ)か(づ)き
あ(ら)ひ(て)く(ま)め(と)、心(み)に(上)よ(り)な(が)し(ぬ)れ(ば)、は(や)か(ら)ず(と)ま(ら)ず、
よ(き)ほ(ど)に(下)へ(な)が(れ)ぬ、夕(日)か(げ)に(水)の(色)は(桃)花(を)う(か)め(た)る(こ)と(く)
に、曲(水)三(お)ぼ(え)て(み)づ(か)ら(も)く(み)て、か(は)き(を)や(め)、ぐ(し)た(る)もの、
こ(れ)か(れ)つ(ぎ)く(川)岸(に)あ(ら)び(て)盃(の)な(が)る(ま)に(く)か(は)る(く)
く(む)、詩(歌)な(く)て、い(た)づ(ら)に(く)ま(ん)や(と)て、や(た)て(取)出(て)か(き)つ(く)、
眺(二)横(嶋)一(川)晚(一)景(一)與(二)家(僕)一(坐)二(岸)一(頭)一、時(天)一(晴)風(一)微(ナリ)
臨(レ)流(泛)レ(盃)更(一)酌(ム)私(擬)二(曲)一(水)一(賦)二(一)絶(一)

横(嶋)清(一)川(薄)一(暮)風(落)一(暉)浸(レ)影(水)一(波)紅(ナリ)
曲(流)更(一)酌(銀)一(盃)下(醉)一(裏)詩(一)成(吟)未(レ)終(ヲ)

親(誠)ま(た)和(歌)を(出)す

嶋(川)夕(一)景(起)二(涼)一(風)一 返(一)照(與)レ(盃)映(レ)浪(紅)ナリ

盡(レ)醉(江)一(頭)陪(レ)宴(地) 沈(一)吟(佳)一(句)興(無)レ(終)ルコト

か(く)い(ふ)う(ち)日(は)入(は)て(ぬ)、水(あ)さ(け)れ(ば)か(ち)わ(た)り(に)し(て)、む(か)ふ(よ)
り(馬)に(は)乗(、く)れ(ぐ)に(城)へ(帰)り(ぬ、

廿(五)日 家(僕)の(亭)に(て)あ(そ)ぶ、つ(ね)に(出)も(せ)ぬ、う(た)ひ(しま)ひ(わ)す(れ)
も(せ)ね(ば、そ(の)か)さ(れ)て、浦(さ)び(しく)も(あ)れ(は)つ(る)、跡(の)世(ま)で(も)な
ど(二)四(一)、ひ(や)う(し)と(り)や(ち)出(な)ど(し)て(夜)更(ぬ、

閏(五)月(二)日(一)、な(ぐ)さ(め)に(と)て、常(盤)橋(の)家(二)五(一)に(を)く(り)し、

間(遣)

ぬ、

十五日 家僕の亭にゆきてあそぶ、夕かげ九に蹴鞠あり、城下の町にある者三、四人、家の子どもくはる、田舎のくつ下にはげしうもあらず、夜に入て月いとよし、

緑樹蓋隣濃露瑩 今宵望滿暮雲晴
娟々月一色照茅舎一 偶拂二紅塵一心事清

十九日 小栗山の神明へまうでぬ、城より二里ばかりもあるらん、みちすがらはみな田はたの中をとをり過て川あり、小栗川といふ、ちわたりなれば馬にてわたしぬ、城にてやしなひをける犬もつき来りしか、先のものゝわたるをみて、一もん字に川へ入てをよぐ、水はやければ、二、三間はながれながらむかふへこしぬ、犬の川こすはつねの事なれど、はじめてみるにぞめづらしくおぼゆ、すこしゆきて、むかし小栗の判官二といひし人は、しかとしたる事はきかねど、その城跡といふ所、井手の庄司がやかたの跡と云も有、いまは民の家居となり、田となり畑となりて、わづかに十間四方斗なへ木の杉などうへ廻して、その跡ばかりを残せり、まことに古木などもありつらめど、いつの世にか薪にもくだかれぬらん、桑田のかはる世も有ぬべければ、跡といふものもつゝみにはうせて、名をしるものもあらじかし、あはれなることよとみすぎぬ、なをゆけば古き鳥居たてり、きけば神明の外の鳥居也と云、下馬はうちなるよいしいへば馬にてゆくに、あやしき五、六寸四方なる板のおもてに、さいの目の六を二つならべたらんやうなる、黒きほしを十二つけて、棹のさきかけをける物有、これは何ぞとへば、餠のかんぼんと云、いでやそのあめはといへば、所の名物なりとててもてくをみれば、まことかんぼんのごとく、江戸にてぎやうせん三といふあめを、まろくひらめてかみにつけたるなり、水に入ればかみをのづからとれぬと云、いなかには目なれぬ事のみおほかり、御はしの前よりおりたちゆく、御橋の長

さ四、五間、はゞ九尺ばかりもあるらん、そりはし也、かうらんのかねにきざめるをみれば、天正二年一四と有、後に修覆せるとみえたるには、延宝一五の年号也、わづかのみたらしあり、つねはいとよくすむといへど、けふは水にこりて清からねば、茶の水をもたせたるにて手あらひきよめて御宮を押しぬ、御宮は両宮也、内宮、外宮をうつせるよしいふ、みやたち神さびて一六いとたうとし、社領も五十石つきぬと云、ふとまうでぬれば社人もしらすで出あはねば、心やすくてこゝかしこ見ありく、みはしよりうちに、大なる杉のかれたる二木有、一もとはたをれて、そばなるかれ杉の枝にかゝり、なぐめによこたはりぬれば、根は土をうがちて出たる所三間余も有べし、みきのふとさ五間もまはるべしと云、おびたゞしき古木の、をのれと齡ひをはりてかれたるなめり、つた・かつらはひまとわれて、をのづから緑の色はなをうしなはずみゆ、かの枝をうけたるかたはらなるかれ杉も、をよそにはみえぬ大木なり、神木なればをのがなりに人もいろはざるべし、みな此山開關の時より年ふりたる古木とみゆ、うしろの山はそのかみの城跡也、松柏おひしげりて、やゝたかき山なり、おなじ山つゞきに一だんたかき所有、木のね・つた・かつらなど、よぢてのぼりぬ、これよりみれば、をぐりの山つゞきはまちかくむかふにみえ、はるかのたに、は目のおよぶかぎり田はたつゞけり、むぎのまだみどりなるも、やゝ色づけるも有、田はうちかへしたるのみにて所々、苗代をあをくとみゆるもあり、川二すぢにながれて、この水を用水に入るとみえたり、せき二所にみゆ、むしるせきとかいふて、上をば水をながす堰なり、さゞ浪たちていさぎよし、山はおほくはみな松なり、杉・ひのき、しらぬ木もおほくみゆ、なを一だん高き所あり、のぼりて見るに風景ははじめの所もかはらず、やすみおるにたよりあしければ、さきの中だんへかへりて、すこしたいらかなる所にせんしかせ、こゝにて供なる者に酒たうべさす、みづからもししばらくやすみおり、絶句うかびぬれば、かきとめをきぬ、

遙攀蘿薛一到三峯頭 一 溪水潺一溪 紆二緑疇一
開一關 枯一杉 今尚 在 一 神一仙 常 鎮 二此 山 一遊

いとまの記

十日 毎月城下の寺に住せる観音寺・清瀧寺・尊像寺三などいふ僧を招じてときまいらす、夕つかた中庸の講釈、しらずよみにして家僕にとき聞す、をよそ今、人のまねぶ所は儒釈道のみつとはいへど、道家のみちは此国にせんど五まねぶものまれなり、この国の神の道ともに三つ也、をのく好みにしたがひてまねぶべきぞ、中にも人の道のくはしきは聖人のをしへにすぐるはなきぞ、聖人は本より人也、われも人ならばまなばどいたるべきものぞ、まねぶとは聖人のをしへをならふて身をおさむるをいふぞ、をしへのふみおほかれど、易をもて至れりとす、周子・程子六など云人、千載のちに出て、かんがうる所はみな易書なるぞ、されど学者の入るべきは四書を先とすべし、よく四書をこゝろえぬれば易も詩書もひとりこゝろうるものぞ、去年大学八をよみてをはりぬれば、ことしは中庸をよまむ、程子のをしへとはつめてたがひぬべけれど、つゝまやかなるにまかせて中庸をよむなり、中庸はをよそにこゝろえては得がたき書也、まづ中といふものいとしがたきもの也、かたはらまねびたるものも、みな心くにいふほどに、かれがいふと、これがとくととはひとしからぬぞ、中と云を中分とのみこゝろえぬればたがひあるぞ、先儒も堂の中は家の中にあらず、家の中は国の中にあらずといへるぞ、中ははしにあらず、なかにあらず、理のまげたるにあらず、理の直なるにあらず、はしにも中有、中にも中有、まげたるも中也、直なるも中なり、これみなその時と事によりての中なるぞ、されば中と云は、まことのすがたにて、天地にみちはまりて有物ぞ、このゆへに色かたのいふべきなし、一事くのかろきにも中有、みなその一事の誠のたつ所ぞ、又四方と中とあらんに、四方をさりて中をのみ多らびとらへたらんは中にあらず、中におれば四方をのづからそなはりて有ものぞ、たとへばまはり火とりといふもの有、外のかなまりをば時の中と事の中とにたとゆべし、うちの火とりは理の実になぞらふべし、金まりに上下前後

左右あるぞ、これをころがすに、上にありても下に有ても、および前後左右、そのある所にしたがひて処するに、うちの火とりは、はいをちらさず火をたもつぞ、もしこれが上下に有ては、前後左右をのぞき、前後左右にありては、上下を捨て、火とりの火をばたもちがたし、たゞこれはたとへなれば、金まりと火とりと二つのもの、まことは時の中と理の実と二つにはわからぬぞ、たとへば又夏の日の水をのみ、冬の日湯をのみ、湯と水と多らぶべしや、夏はひや、かなるをこのめばこそ水をのめ、湯をものまんぞ、水にかたよらば中にはあらざるぞ、このさかひはこと葉にもつくしがたし、さればよく中を執るものは聖人也、聖人は天地にみちはまれる徳をもて、事ごとについて、をのくそのみちはまりたるみちをおこなふ、この故にかたづく事、をのづからなきぞ、そのみちはまるとは誠のかたち也、誠とは真実無妄と注せるぞ、一なれば純なり、純なれば誠也ともいへるぞ、一といひ純といふは、みちはまれるをいふぞ、誠にも天地の誠有、聖賢の誠あり、愚不肖の誠あり、天地のまことは天地にあまねくみちはまりて、毛すぢほどもひますきはなきものぞ、聖人これにおなじ、賢者より已下も、をのく見解ばかりはあるものぞ、見解と云にもつゝあり、そのきはよりみると、遠くよりみるとわかちぞ、そのきはよりみるものはくはしく、とをくみるものはあらましなるぞ、見たがへもおほきぞ、そのきはと遠くとのわかれば、学才にはあらず、修行の至れる地位ぞ、愚不肖の誠は、たゞ一念一事の実のみ也、しからば聖人より下は、中はすべからずしてむなく、やむべきならむといはく、しからず、聖人の道は上下に通ず、愚不肖も又おこなふにたへたり、一念一事の誠は、だれもあるものなれど、たゞその誠おしわたりて純一にならざるぞ、純一ならざるはわたくしをまじゆるにぞ、心とまじゆるも有、心ならでまじゆるもあり、をるかよりまじゆるもあるぞ、つとめてわたくしをまじへずば、あたらずといふとも遠からず、わたくしをまじへずは、などか一にならざる、一にしてわたくしなくば、などか純ならざらん、純にしてやまずは天地にみちはまれる誠にて、前後左右みな中ならぬや、文明はよむ所について、ふしんあらばいふべきなど、したりがほにいふもおかし、けふは序のうちをよみてをき

史料紹介 暇之記 ―下館藩主 黒田直邦による正徳三年の記録(二)―

酒入 陽子^{※1}

Yoko SAKAIRI

Historical Material ― “*Homa-no-ki*” written by KURODA, Naokuni ―

The old document named “*Homa-no-ki*” was written in 1713, by Naokuni KURODA, the Feudal Lord of Shimodate. This modest contribution of “*Homa-no-ki*” assists in further analyzing the relationships between different regions in the Edo period.

KEYWORD : Historical Material, Edo period, Shimodate

はつめこ

「暇之記」は、国立公文書館内閣文庫所蔵の江戸時代の記録である。

筆者、成立年ともに明記されないが、その内容から下館藩主黒田直邦による正徳三年の参勤交代時の記録であることが判明する。直邦は、將軍綱吉・吉宗に重用された大名で、荻生徂徠や林羅山といった当代きつての学者との交流も深い。また、為政者の心構えを説く政道書を多く執筆すると同時に、儒仏神三教一致思想を説く「先代旧事本紀大成経」の注釈書（「鳴鶴鈔」）を執筆した学者でもある^一。

本史料は、下館藩主である直邦自らが、領地での生活や人々の様子を記している点でも興味深い。正徳三（一七一三）年四月一四日から同年秋までの全記録のうち、紙面の都合により、今回は正徳三年五月一〇日から六月一五日までの記事を掲載する^二。

凡例

- 一、「暇之記」は、国立公文書館内閣文庫所蔵の写本を使用した。縦帳、七四丁。表紙に「暇之記」、内表紙に「いとまの記」と記される。
- 一、読みやすくするため、原文に次のような修正を施した。
 1. 行改めは原文と一致しない。
 2. 変体仮名は平仮名に改めた。
 3. 漢字は、原則として原文のままとしたが、異体字や旧字等は適宜残したこともある。
 4. 意味判読上必要と思われる場所には、読点「・」を加えた。
 5. 濁点・半濁点を適宜に施した。
 6. 原本にある濁点には、傍点「・」を付した。
 7. 慣用的に用いられているノ（して）・ハ（より）、はそのままとした。フ（こと）・サ（とき）等は、平仮名に改めた。
 8. 踊り字・繰り返し符号は、漢字は々、平仮名はゝ・ゞ、二字以上はく・くとした。
 9. 本文中に見える地名・人名・難解な用語等には、注番号（一、二、三……）を付け、末尾で説明を加えた。

研究発表一覧

2011.4.1～2012.3.31

苅谷 勇雅

【著書】

(1) Yuga Kariya, “La conservazione urbana a dei centri minori”, 『Il restauro in Giappone : architecture, citta, Paesaggi』, Alinea Editrice s.r.i, 83-89, (2011.4)

(2) 苅谷勇雅, “文化遺産保存活用の動向と NPO 等への期待”, 『文化遺産の保存活用と NPO』法政大学 第 27 回多摩シンポジウム報告集, 岩田書院, 75-83, (2012.3)

(3) 苅谷勇雅, “ル・コルビュジェのサヴォア邸を訪ねる”, JAPAN ICOMOS/INFORMATION, 8(9), 30-31, (2012.3)

【口頭発表】

(1) 苅谷勇雅, 大島隆一, “小山高専の新しい情報発信戦略-サテライト・キャンパスの設置・運営を中心として-”, 日本高専学会誌, 16(2), 15-20, (2011.4)

(2) 苅谷勇雅, “文化比較: イタリアと日本における文化遺産の保護”, 「歴史的集落町なみの保存」シンポジウム, (2011.5)

(3) 苅谷勇雅, “伝統的建造物群保存地区と歴史のまちづくり”, 新潟県村上市, (2011.6)

(4) 苅谷勇雅, “文化財の保存・活用と観光”, 栃木観光研究会, (2011.9)

(5) 苅谷勇雅, “文化遺産保存活用の動向と NPO 等への期待”, 「文化遺産の保存活用と NPO」第 27 回多摩シンポジウム, (2011.10)

(6) 苅谷勇雅, “地域にねざした文化財の保存と活用”, 歴史とまちづくり講演会, (2011.10)

(7) 苅谷勇雅, “世界文化遺産登録について”, 栃木倫理法人会, (2011.12)

(8) 苅谷勇雅, “伝建地区と歴史まちづくり”, 北関東産官学研究会, (2012.3)

井上 次夫

【研究論文】

井上次夫, “言語表現法の実践”, 白鷗大学論集, 26(1), 333-361, (2011.12)

【国際会議】

井上次夫, “発生動詞の文体考—起きる・起こる・生じる・発生する”, 『異文化コミュニケーション

のための日本語教育』, 2, 198-199, ICJLE 世界日本語教育大会 (天津), (2011.8)

【口頭発表】

(1) 焼山廣志, 井上次夫, 柴田美由紀, 鍵本有理, 畑村 学, 坪井泰士, 中森康之, “技術者教育における日本語コミュニケーション能力向上メソッドの開発とデータベース化に向けての高専・技術大連携プロジェクトの取り組み”, 全国高専教育フォーラム教育研究活動発表概要集, 39-40, (2011.8)

(2) 井上次夫, “単語の文体判断について—話しことばと書きことば—”, 全国大学国語教育学会 121 回高知大会発表要旨集, 13-16, (2011.10)

柴田美由紀

【著書】

「髻題目」論—泉鏡花の九相観文学, “論集泉鏡花第五集”, 泉鏡花研究会編, 和泉書院, 59-78, (2011.9)

宮城 信

【研究論文】

(1) 宮城 信, “概数量副詞の語彙体系—数量構文と〈語彙マップ〉”, 語彙研究, 9, 95-101, (2011.12)

(2) 宮城 信, “期待の達成を表す情態副詞と基準”, 日本語文法, 12(1), 147, (2012.3)

【口頭発表】

(1) 宮城 信, “大島方言かるたと地域差について”, 方言研究会, (2012.2)

(2) 宮城 信, “期待の達成を表す情態副詞と基準”, 第 12 回日本語文法学会大会, (2011.12)

(3) 宮城 信, “「うまく謝る」方法を考える—縦のコミュニケーションスキルの育成”, 全国高専教育フォーラム・教育研究活動発表会, (2011.8)

(4) 宮城 信, “研究・教育キャリアについて—これまでやってきたこと、これからやっていくこと—”, PFP プログラム キャリアデザイン講演会, (2011.11)

酒入陽子

【口頭発表】

(1) 酒入陽子, “高専における歴史教育—歴史的事

象と技術者の倫理—”, 全国高専教育フォーラム
教育研究活動発表概要集, 147-148, (2011.8)

(2) 酒入陽子, “今川氏真と勝仙院澄存”, 静岡地
域史研究会, (2012.1)

上野 哲

【研究論文】

(1) Tetsu Ueno, Yasushi Maruyama, “The Significance
of Network Ethics Education in Japanese Universities:
A Global Citizenship Education for Building a Moral
Community in the Globalized Network Society”,
International Journal of Cyber Ethics in Education,
1(3), 50-58, (2011.7)

(2) 上野 哲, “哲学者の思考過程を再現的に味わ
う「哲学」授業の試み”, 高専教育, 35, 347-352,
(2012.3)

【口頭発表】

(1) Tetsu Ueno, “Using Art Education to Prevent Fakes
in Japan”, Proceedings of the 33th InSEA World
Congress (CD-R), (2011.7)

(2) 上野 哲, “哲学者の思考過程を再現的に味わ
う「哲学」授業の試み”, 全国高専教育フォーラム
教育研究活動発表概要集, 221-222, (2011.8)

佐藤 巖

【研究論文】

(1) Hongfeng Wu, Rongquan Feng, Iwao Sato,
“Vertex weighted complexities of graph covering”,
Algebra Colloquium, 18, 129-13, (2011.6)

(2) Iwao Sato, “Pfaffian of Graph Coverings”, Int. J.
Sensing, Comp. Cont, 1, 58-64, (2011.7)

(3) Iwao Sato, “A zeta function of a semiregular
weighted bipartite graph”, Ars Combinatoria, 99,
289-301, (2011.8)

(4) Iwao Sato, “New proofs for Levine's theorems”,
Linear Algebra and its Applications, 35, 943-952,
(2011.9)

(5) Hirobumi Mizuno, Iwao Sato, “Some weighted
zeta function of a graph”, Far East Journal of
Mathematical Sciences, 53, 193-215, (2011.11)

(6) Hirobumi Mizuno, Iwao Sato, “Another proof of a
formula for the weighted Bartholdi zeta function of a
digraph”, Far East Journal of Mathematical Sciences,
53, 81-100, (2011.11)

(7) Iwao Sato, “Isomorphisms of Coverings of A
Digraph with Respect to Its Automorphisms”, Int. J.

Sensing, Comp. Cont., 1, 93-102, (2011.12)

【口頭発表】

(1) 佐藤 巖, “量子ウォークとグラフのゼータの
関係”, 宇都宮大学教育学部数学科談話会,
(2011.6)

(2) 佐藤 巖, “グラフの正則被覆の重み付き散乱
行列”, 第28回代数的組合せ理論シンポジウム,
(2011.6)

(3) 佐藤 巖, “The stochastic weighted complexity of
a group covering of a digraph”, 離散数学とその応用
研究集会, (2011.8)

(4) 佐藤 巖, “グラフのゼータ関数と量子ウォー
ク”, 室蘭工業大学数理談話会, (2011.9)

(5) 佐藤 巖, “量子ウォークとグラフのゼータ関
数”, 北海道大学群論セミナー, (2011.9)

(6) 佐藤 巖, “Scattering matrices of regular coverings
of graphs”, 日本数学会応用数学分科会, (2011.9)

(7) 佐藤 巖, “A new determinant expression of the
zeta function for a hypergraph”, 第23回位相幾何学
的グラフ理論研究集会, (2011.11)

(8) 樋口雄介, 佐藤 巖, “グラフの散乱行列の拡
張”, 2011年度応用数学合同研究集会, (2011.12)

(9) 佐藤 巖, “量子ウォークとグラフのゼータ関
数”, 横浜国大 今野研究室セミナー, (2012.2)

(10) 佐藤 巖, “The weighted scattering matrix of a
regular covering of a graph”, 関西グラフ理論研究集
会, (2012.3)

(11) 佐藤 巖, “A new determinant expression of the
zeta function for a hypergraph”, 日本数学会応用数学
分科会, (2012.3)

新井一道

【著書】

(1) 新井一道, 井川 治, 碓氷 久, 高遠節夫, 前
田善文, 山下 哲, “新基礎数学”, 大日本図書,
(2011.11)

(2) 新井一道, 井川 治, 碓氷 久, 高遠節夫, 前
田善文, 山下 哲, “新基礎数学問題集”, 大日本
図書,(2012.3)

伊藤 益生

【研究論文】

Iwao Sato, Masuo Itoh, “Convergence of bartholdi
zeta function of a graph”, Far East Journal of
Mathematical Science, 61(2), 179-194, (2012.3)

須甲克也

【口頭発表】

須甲克也, “保存答案データを利用した個別指導について”, 高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集, 31, 113-116, (2011.8)

阿部 弘樹

【口頭発表】

- (1) 阿部弘樹, “On restricted Auslander algebras”, 第56回代数学シンポジウム報告集, (2011.8)
- (2) 阿部弘樹, “Tilting modules arising from two-term tilting complexes”, 第44回環論および表現論シンポジウム報告集, (2011.9)

柴田 洋一

【口頭発表】

柴田洋一, 峰 司, 田中好一, 小林幸夫, 生井智展, 原田隆介, “自作ハンドベルに関する研究(第2報)”, 日本音響学会音楽音響研究会, 30(3), 69, (2011.8)

森下佳代子

【口頭発表】

羽鳥哲矢, 森下佳代子, 五十嵐啓介, 吉田裕志, “褐炭利用によるエッチング廃液からの銅回収システムの検討”, 日本エネルギー学会第48回石炭科学会議発表論文集, (2011.11)

長田 朋樹

【口頭発表】

Yuichi Ono, Shinji Ryuto, Hisako Ooka, Tomoki Nagata, Mitsuomi Ideo, “Mobile Tools as a Student-Supporting System -- Ranging from Classroom Activities to Club Activities”, International Symposium on Advances in Technology Education, (2011.9)

鈴木 栄

【口頭発表】

Sakae Sakae, “Technical mejored students' beliefs about learning English”, The 9th Asia TEFL International Conference (Seoul), (2011.7)

有坂顕二

【研究論文】

有坂顕二, “干渉効果と「なぜ」”, 筑波英語教育

学会, 33, 129-144, (2012.3)

山西 敏博

【著書】

杉田米行, Fergus O'Dwyer, 倉橋哲雄, 川村亜紀, 武村和浩, 白井慶子, 山元里美, 熊谷俊樹, 樋口謙一郎, 前嶋和弘, 伊藤孝治, 藤原郁郎, 中垣恒太郎, 山西敏博, 片桐庸夫, “英字新聞 「日経ウイークリー活用法」2”, 大学教育出版, 169, (2012.1)

【研究論文】

山西敏博, “読解時における辞書使用の是非と、使用学習者の語学力の優劣との関係に関する研究”, 関係性の教育学会, 11, 55-68, (2012.3)

【口頭発表】

- (1) 山西敏博, “新聞風刺漫画にみる世相”, 第10回関係性の教育学会, (2011.7)
- (2) 山西敏博, “「3.11」にみる ENIE, 第10回関係性の教育学会, (2011.7)
- (3) 山西敏博, “日本人に対して韓国人が持つ意識についての日本人学生の見解”, 全国高専教育フォーラム鹿児島大会, (2011.8)
- (4) 山西敏博, “第2言語談話処理・第2言語音声処理研究とタスク中心の指導法を活用したリーディング指導”, ELEC 同友会英語教育学会第17回研究大会, (2011.11)
- (5) 山西敏博, “「3.11」にみる ENIE と「新聞」に対する学生の意識について”, 日本NIE学会第8回鳴門大会, (2011.11)
- (6) 山西敏博, “「3.11」にみる ENIE と日本国内における「防災教育」について”, 高知市立潮江中学校防災教育講演会, (2012.2)

菊地 吉郎

【口頭発表】

折原直弥, 秋元 麗, 宮本将司, 菊地吉郎, “羽ばたき飛行体に関する研究”, 日本機械学会関東支部山梨講演会講演論文集, 110-4, 222-223, (2011.10)

朱 勤

【研究論文】

- (1) Shan Liang, Conggang Li, Qin Zhu, Qingyu Xiong, “The Influence of Parameters of Consecutive Speed Control Humps on the Chaotic Vibration of a 2-DOF Nonlinear Vehicle Model”, Journal of Vibroengineering, 13(3), 406-413, (2011.9)
- (2) Qin Zhu, Shan Liang, “A Method for Detecting

Chaotic Vibration Based on Continuous Wavelet Transform”, *International Journal of Sensing, Computing and Control*, 1(2), 125-132, (2011.12)

【口頭発表】

(1) 佐藤智一, 井手尾光臣, 南斉清巳, 久保和良, 朱 勤, “小山高専教育用電子計算機システムの平成22年度更新について”, 第31回高等専門学校情報処理教育研究発表会講演論文集, 209-212, (2011.8)

(2) 朱 勤, “機械システムに発生するカオス振動の判定に関する研究”, 第17回高専シンポジウム in 熊本講演要旨集, 396, (2012.1)

田中 好一

【口頭発表】

峰 司, 柴田洋一, 田中好一, 小林幸夫, 生井智展, 原田隆介, “自作ハンドベルに関する研究(第二報)”, 日本音響学会音楽音響研究会講演論文集, 30(3), 69-70, (2011.8)

山下 進

【口頭発表】

(1) 生島興人, 山下 進, “異材接合体角部近傍の応力特性”, 日本機械学会関東支部ブロック合同講演会-2011宇都宮-講演論文集, 103-104, (2011.9)

(2) 嘉神春雄, 山下 進, “小型ACVの運動特性”, 日本機械学会関東支部ブロック合同講演会-2011宇都宮-講演論文集, 119-120, (2011.9)

(3) 岩本 拓, 山下 進, “自走車いすのパワーアシストに関する研究”, 日本機械学会関東支部ブロック合同講演会-2011宇都宮-講演論文集, 199-200, (2011.9)

(4) 生島興人, 山下 進, “異材接合体角部近傍の応力特性”, 日本機械学会関東支部第18期総会講演会講演論文集, 569-570, (2012.3)

(5) 宇賀神尚也, 山下 進, “エアボードの設計と製作”, 日本機械学会関東支部関東学生会第51回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, 295-296, (2012.3)

(6) 森谷昌平, 山下 進, 大平 猛, “ヘッドマウントディスプレイのPICによる制御の試み”, 日本機械学会関東支部関東学生会第51回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, 301-302, (2012.3)

(7) 矢板理志, 山下 進, “ACVの運動シミュレーション”, 日本機械学会関東支部関東学生会第51回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集,

403-404, (2012.3)

(8) 望月悠里, 山下 進, “異材接合体の特異応力場に関する研究”, 日本機械学会関東支部関東学生会第51回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, 311-312, (2012.3)

(9) 中村卓俊, 山下 進, 日向野真一, “改良型車いすの試作と性能評価”, 日本機械学会関東支部関東学生会第51回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集, 409-410, (2012.3)

伊澤 悟

【口頭発表】

(1) 鈴木真ノ介, 伊澤 悟, “園児とその保護者を対象とした公開講座”, 全国高専教育フォーラム, P-10, 165-166, (2011.8)

(2) 伊澤 悟, 松原雅昭, “軸力とねじりを受けるオーステナイト系ステンレス鋼配管の塑性崩壊評価”, 日本機械学会2011年度年次大会講演論文集 (DVD-R), (2011.9)

(3) 栗原秀紀, 伊澤 悟, “SUS304鋼配管の塑性崩壊荷重に及ぼす軸力-ねじり負荷履歴の影響”, 日本機械学会関東支部ブロック合同講演会-2011宇都宮-講演論文集, 97-98, (2011.9)

(4) 倉田 勉, 笹原 潤, 矢内宏二, 小口 敦, 鈴木 徹, 成田秀美, 伊澤 悟, 工藤裕仁, 小黒賢二, “軽量かつ安価を可能にしたアキレス腱断裂用・軟性装具の考案”, 靴の医学, 25(1), 50, (2011.9)

(5) 倉田 勉, 笹原 潤, 矢内宏二, 鈴木 徹, 成田秀美, 伊澤 悟, 工藤裕仁, 鮫島康仁, 小黒賢二, “新たに考案したアキレス腱断裂用・軟性装具の歩行分析”, 日本臨床スポーツ医学会誌, 19(4), 169, (2011.11)

北條 恵司

【著書】

北條恵司, “教科書では教えない機械設計製図” コロナ社, (2011.8)

【研究論文】

(1) 北條恵司, 須藤駿介, 高橋宏治, “ジルコニア/SiC複合セラミックスのき裂治癒挙動およびき裂治癒材の強度特性”, 日本材料学会, 60(8), 742-747, (2011.5)

(2) 高橋宏治, 佐野勇人, 北條恵司, 橋倉靖明, 水上博嗣, 安藤 柱, “過大予荷重によるSCC, 疲労及び水素脆性き裂の進展阻止とき裂の無害化”, 保全学, 10(1), 20-27, (2011.6)

(3) 北條恵司, 高橋宏治, 安藤 柱, “応力集中部にき裂を有するばね鋼のショットピーニングによる疲労限度向上およびき裂の無害化” ショットピーニング技術, 24(1), 2-10, (2012.1)

(4) Keiji Houjou, Koji Takahashi, “Analytical investigation of effect of stress ratio on threshold stress intensity factor range improved by overload”, *International Journal of Structural Integrity*, 3(1), 53-60, (2012.1)

(5) Keiji Houjou, Koji Takahashi, “Crack-healing Behaviour of ZrO₂/SiC Composite Ceramics and Strength Properties of Crack-healing Specimens”, *International Journal of Structural Integrity*, 3(1), 41-52, (2012.2)

【口頭発表】

(1) 北條恵司, “応力集中部にき裂を有するばね鋼(SUP9)のショットピーニングによる疲労限度向上およびその破壊力学的評価”, 高専-長岡技科大教員交流研究集会講演論文, (2011.8)

(2) 北條恵司, 高橋宏治, 安藤 柱, “応力集中部にき裂を有する SUP のショットピーニングによる疲労限度向上”, 日本機械学会関東支部総会 2012 講演論文集, (2012.3)

増淵 寿

【著書】

中村克孝, 壇和秀, 増淵寿, 佐藤紳二, 坪根弘明, 上代良文, 近藤邦和, 菊川裕規, 野沢正和, 早水庸隆, 江頭竜, DAVAA GANBAT, 見藤歩, 小谷明, 高尾学, 小杉淳, 本村真治, 藤松孝裕, 加藤学, 矢口久雄, 大北裕司, 柴田裕一, 白野啓一, 岡田敬夫, “学生と技術者のための水力学問題演習”, パワー社, (2011.4)

山崎 敬則

【著書】

山崎敬則, 寺嶋一彦 他, “専門基礎ライブラリー制御工学”, 実教出版, 第三章, (2012.3)

【研究論文】

(1) Yuji Yamakawa, Takanori Yamazaki, Kazuyuki Kamimura, Shigeru Kurosu, “Impact of Decentralized Controllers for Temperature Control on Control Performance”, *ASHRAE Transactions*, 117(2), 830-837, (2011.7)

(2) Takanori Yamazaki, Yuji Yamakawa, Kazuyuki Kamimura, Shigeru Kurosu, “Air-conditioning PID

Control System with Adjustable Reset to Offset Thermal Loads Upsets”, *Advances in PID*, 209-228, (2011.8)

【国際会議】

(1) Yuji Yamakawa, Takanori Yamazaki, “Dynamic Model for a High-speed Checkweigher”, *Asia-Pacific Symposium on Measurement of Mass, Force and Torque (APMF2011) Proceedings*, (2011.9)

(2) Yuji Yamakawa, Yohei Okada, Takanori Yamazaki, Shigeru Kurosu, “Turning Method of PI Controller with Desired Damping Coefficient for a First-order Lag Plus Deadtime System”, *IFAC Conference on Advances in PID Control (PID 2012), Proceedings, FrA2.3*, (2012.3)

【口頭発表】

(1) 山崎敬則, 山川雄司, “電子天秤を用いた高速秤量の基礎研究”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会, 1A1-F09, (2011.5)

(2) 山崎敬則, 室崎博美, 山川雄司, “電子天秤を用いた高速秤量の精度研究”, 第78回日本分析化学会有機微量分析研究懇談会講演要旨集, 105-108, (2011.5)

(3) 山川雄司, 山崎敬則, “電子天秤の動的挙動と数学モデル(第二報)”, 第28回センシングフォーラム資料, 51-54, (2011.10)

(4) 山川雄司, 山崎敬則, “電磁力平衡式秤の簡易数学モデル”, 第54回自動制御連合講演会講演論文集, 1017-1020, (2011.11)

(5) 田名網秀行, 山崎敬則, 稲村栄次郎, 遠藤正樹, “衝撃波による壁面せん断力の測定”, 日本機械学会関東支部第18期総会講演会講演論文集, 63-64, (2012.3)

那須 裕規

【国際会議】

Katsumi Hirata, Satoshi Nishino, Kazumitsu Kobayashi, Yuki Nasu, Saikaku Toyokawa, “Development of an Interdisciplinary Educational Curriculum by Using the Electric Vehicle”, *2012 IEEE International Electric Vehicle Conference*, (2012.3)

森 夏樹

【研究論文】

Natsuki Mori, Mitsuyoshi Yoshida, Susumu Katoda, Takayuki Ishibashi, Yoshiki Takano, “Applied physical characterization of rare-earth based 123

superconductors by means of paraconductivity study”, *Physica C*, 471(21-22), 1158–1162, (2011.11)

【口頭発表】

(1) 出口裕, 森夏樹, 山田靖幸, 渥美太郎, 石橋隆幸, “スピントラップ法による Bi2212 系超伝導薄膜の作製とその揺らぎ伝導率特性(第2報)

- Aslamasov-Larkin (AL), Maki-Thompson (MT), Density of States(DOS)項による解析-”, 第59回応用物理学関係連合講演会 講演予稿集, 11-038, (2012.3)

(2) 山木拓馬, 森夏樹, Noelia Cotón, Manuel V. Ramallo, “超伝導揺らぎ比熱における Total energy cutoff の効果”, 第59回応用物理学関係連合講演会 講演予稿集, 11-039, (2012.3)

(3) 森夏樹, 山木拓馬, “2次元-3次元交差を有する超伝導体における短波長揺らぎ伝導率と比熱”, 第67回日本物理学会年次大会 講演概要集 第3分冊, 647, (2012.3)

甲斐 隆章

【口頭発表】

甲斐隆章, 青柳卓磨, “永久磁石同期発電機の風力発電システム出力変動平滑化効果”, 電気学会東京支部栃木支所, ETT-11-70, 217-218, (2012.2)

土田 英一

【口頭発表】

(1) 福田真一, 土田英一, “CO₂ レーザ彫刻に及ぼす加工制御パラメータと光量伝導の影響”, 応用物理学学会主催講演会第59回講演予稿集, 15p-GP7-1, (2012.3)

(2) 福田真一, 土田英一, “CO₂ レーザ彫刻に及ぼす加工制御パラメータと光量伝導の影響”, 日本光学会情報フォトニクス研究グループ主催関東学生研究論文講演会第6回講演予稿集, O3-1, (2012.3)

小林 幸夫

【研究論文】

Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, “The Improvement of the Non-Invasive Power Supply System using Magnetic Coupling for Medical Implants”, *IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS*, 47(10), 2811-2814, (2011.10)

【国際会議】

(1) Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, “Improvement of Power Supply System

using Magnetic Coupling and Small Generator for Medical Implants”, *Intermag 2011 IEEE International Magnetism Conference*, BT-06, (2011.4)

(2) Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, Nagaya Okada, Kazuto Kobayashi, “Applying PSK Modulation to Hybrid Communication System using Ultrasonic Waves and Electric Field for a Wearable Device”, *ICEE2011 17th The International Conference on Electrical Engineering*, ICEE-A144, (2011.7)

(3) Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, Nagaya Okada, Kazuto Kobayashi, “Improvement of the Communication Accuracy on Hybrid Communication System using Ultrasonic Waves and Electric Field 超音波と電界を用いたハイブリッド通信における通信精度の改善”, *USE2011 The 32th Symposium on ULTRASONIC ELECTRONICS*, 2Pb2-9, 207, (2011.11)

【口頭発表】

(1) 峰 司, 柴田洋一, 田中好一, 小林幸夫, 生井智展, 原田隆介, “自作ハンドベルに関する研究(第2報)”, 日本音響学会音楽音響研究会資料, MA2011-33, (2011.7)

(2) 石原 学, 今成一雄, 千田正勝, 小林幸夫, “エンジニアリングデザイン教育とものづくり教育-力覚装置の製作を課題として-”, *電子情報通信学会技報*, 111(141), ET2011-24, 1-6, (2011.7)

(3) 佐藤貴幸, 小林幸夫, 鈴木真ノ介, “心音録音手法の雑音耐性評価”, 電気学会研究発表会資料, ETT-11-60, (2012.3)

(4) 松本直也, 小林幸夫, 鈴木真ノ介, “大型平面振動板スピーカの振動動態”, 電気学会研究発表会資料, ETT-11-61, (2012.3)

石原 学

【研究論文】

(1) Manabu Ishihara, “Prototype of Haptic Device and Pen Tablet Collaborative Work System”, *Journal of Computing*, 3(8), 51-54, (2011.8)

(2) Keiichi Shounai, Masahiko Sugimoto, Hidetaka Kobayashi, Mamoru Fujita, Satoshi Kotaki, Manabu Ishihara, “Effects and Evaluation of a Pre-School Education Program Using an E-learning System”, *International Journal of Computer Science and Information Security*, 9(8), 32-38, (2011.8)

- (3) 藤田守, 庄内慶一, 小林秀高, 杉本雅彦, 石原学, “日本語聴解力養成のための e-learning システムによる入学準備教育-中国在住の中国人留学生を対象に-”, 跨文化交際中的日語教育研究, 2, 295-297, 高等教育出版(中国), (2011.8)
- (4) 藤田 守, 庄内慶一, 杉本雅彦, 小滝 聡, 石原学, “入学準備教育における学術的学習サイクルの適用—e-learning システムによる学習プロセスの意識調査とその結果—”, 拓殖大学論集 人文・自然・人間科学研究, 26(284), 38-70, (2011.10)
- (5) Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, “The Improvement of the Non-Invasive Power Supply System using Magnetic Coupling for Medical Implants”, IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, 47(10), 2811-2814, (2011.10)
- 【国際会議】
- (1) Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, “Improvement of Power Supply System using Magnetic Coupling and Small Generator for Medical Implants”, Intermag 2011 IEEE International Magnetics Conference, BT-06, (2011.4)
- (2) Manabu Ishihara, “Evaluation of Force Delays on the Operation of Haptic Sense by Analytic Hierarchy Process”, Proceeding of 4th International Conference on Human System Interaction (IEEE), 342-345, (2011.5)
- (3) Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, Nagaya Okada, Kazuto Kobayashi, “Applying PSK Modulation to Hybrid Communication System using Ultrasonic Waves and Electric Field for a Wearable Device”, ICEE2011 17th The International Conference on Electrical Engineering, ICEE-A144, (2011.7)
- (4) Itako Kazutaka, Miwa Motoatsu, Ishihara Manabu, “Noise Automatic Control Method for Electrical Equipment”, Proceeding of inter-noise 2011, Mon P-3, 1-4, (2011.9)
- (5) Yuichi Ono, Manabu Ishihara, “The Mobile-Based Training in an EFL Classroom”, Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education. Chiang Mai, Thailand: Asia-Pacific Society for Computers in Education, 471-473, (2011.11)
- (6) Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, Nagaya Okada, Kazuto Kobayashi, “Improvement of the Communication Accuracy on Hybrid Communication System using Ultrasonic

Waves and Electric Field

超音波と電界を用いたハイブリッド通信における通信精度の改善“, USE2011 The 32th Symposium on ULTRASONIC ELECTRONICS, 2Pb2-9, 207, (2011.11)

【口頭発表】

- (1) 石原 学, 今成一雄, 千田正勝, 小林幸夫, “エンジニアリングデザイン教育とものづくり教育-力覚装置の製作を課題として-”, 電子情報通信学会教育工学研究会, ET-2011-24, 1-6, (2011.7)
- (2) 庄内慶一, 杉本雅彦, 小林秀高, 藤田 守, 小滝 聡, 石原 学, “短期大学におけるマルチメディア・コンテンツを活用した e-learning システムによる入学準備教育の教育効果”, 日本教育工学会研究報告, JSET11(2), 17-20, (2011.7)
- (3) 石原 学, “仮想現実によるノートの感触の検討”, 第 10 回情報科学技術フォーラム (FIT2011), 講演論文集, K-032, (2011.9)
- (4) 庄内慶一, 杉本雅彦, 小林秀高, 藤田 守, 小滝 聡, 石原 学, “マルチメディア・コンテンツを活用した入学準備教育における出題方法の改善効果と情報教育科目の評価”, 私立大学情報処理教育協会, (2011.9)
- (5) 石原 学, “教室内の騒音と音響補助システム”, 日本音響学会騒音・振動研究会, 研究会資料 N-2012-03, 1-5, (2012.1)
- (6) 石原 学, 鈴木真ノ介, “表面の粗さを持つ教材を力覚装置で再現するための検討”, 2012 年電子情報通信学会総合大会, D-15-27, (2012.3)

千田 正勝

【口頭発表】

- (1) 石原 学, 今成一雄, 千田正勝, 小林幸夫, “エンジニアリングデザイン教育とものづくり教育 - 力覚装置の製作を課題として -”, 電子情報通信学会技報, 111(141), ET2011-24, 1-6, (2011.7)
- (2) 千田正勝, 山市勝也, 大木 洸, “無線 LAN ビーコン信号によるヒト検知でのアンテナ配置構成検討”, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, B-1-216, 216, (2012.3)
- (3) 山市勝也, 千田正勝, “環境電磁波ヒトセンシングにおける信号処理法の検討”, 電気学会研究発表会資料, ETT/ETG-11-83, 249-250, (2012.3)
- (4) 福島庄太郎, 千田正勝, “ホログラムメモリにおける撮像 A/D 変換低階調化の検討”, 電気学会研究発表会資料, ETT/ETG-11-82, 247-248, (2012.3)

- (5) 福田純希, 千田正勝, “計算機ホログラムにおける計算量低減の検討”, 電気学会研究発表会資料, ETT/ETG-11-81, 245-246, (2012.3)
- (6) 濱崎泰輔, 千田正勝, “ホログラムメモリ用4/16二次元記録符号の検討”, 電気学会研究発表会資料, ETT/ETG-11-80, 243-244, (2012.3)

田中 昭雄

【口頭発表】

- (1) 田中昭雄, “小学生を対象とした物作り教室の実践方法”, 工学教育研究講演会講演論文集, 684, (2011.9)
- (2) 大塚将之, 田中昭雄, “障害者用左手文字入力機器の開発”, 社団法人電気学会東京支部栃木支所・群馬支所, 111-112, (2012.3)

北野 達也

【口頭発表】

- (1) 市川直樹, 北野達也, “Multi-DC Tap 方式三相電力変換装置の空間ベクトル制御”, 電気学会産業応用部門大会講演論文集, Y-22, 22, (2011.8)
- (2) 和田圭二, 北野達也, 山本吉郎, “大学・高専におけるパワーエレクトロニクス関連科目の現状と課題”, 電気学会産業応用部門大会講演論文集, 1-S5-2, 3-6, (2011.8)
- (3) 北野達也, 市川直樹, “空間ベクトルによる電流制御を用いた Multi-DC Tap 方式三相 PWM インバータ/コンバータ”, 電気学会全国大会講演論文集, 4-030, 52-53, (2012.3)
- (4) 戸叶博貴, 北野達也, “ベクトル制御による Multi-DC Tap 方式三相電力変換装置のコントローラの試作と評価”, 電気学会東京支部栃木支所研究発表会, ETT-11-55, (2012.3)
- (5) 日向野淳史, 北野達也, “Multi-DC Tap 方式 EDLC 用バランス回路の実験的検証”, 電気学会東京支部栃木支所研究発表会, ETT-11-56, (2012.3)

鈴木真ノ介

【研究論文】

Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, “The Improvement of the Non-Invasive Power Supply System using Magnetic Coupling for Medical Implants”, *IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS*, 47(10), 2811-2814, (2011.10)

【国際会議】

- (1) Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, “Improvement of Power Supply System using Magnetic Coupling and Small Generator for Medical Implants”, *Intermag 2011 IEEE International Magnetics Conference*, BT-06, (2011.4)
- (2) Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, Nagaya Okada, Kazuto Kobayashi, “Applying PSK Modulation to Hybrid Communication System using Ultrasonic Waves and Electric Field for a Wearable Device”, *ICEE2011 17th The International Conference on Electrical Engineering*, ICEE-A144, (2011.7)
- (3) Shin-nosuke Suzuki, Manabu Ishihara, Yukio Kobayashi, Nagaya Okada, Kazuto Kobayashi, “Improvement of the Communication Accuracy on Hybrid Communication System using Ultrasonic Waves and Electric Field 超音波と電界を用いたハイブリッド通信における通信精度の改善”, *USE2011 The 32th Symposium on ULTRASONIC ELECTRONICS*, 2Pb2-9, 207, (2011.11)

【口頭発表】

- (1) 鈴木真ノ介, 伊澤 悟, “園児とその保護者を対象とした公開講座”, 全国高専教育フォーラム, P-10, 165-166, (2011.8)
- (2) 石原 学, 鈴木真ノ介, “表面の粗さを持つ教材を力覚装置で再現するための検討”, 2012 年電子情報通信学会総合大会, D-15-27, (2012.3)
- (3) 佐藤貴幸, 小林幸夫, 鈴木真ノ介, “心音録音手法の雑音耐性評価”, 電気学会研究発表会資料, ETT-11-60, (2012.3)
- (4) 松本直也, 小林幸夫, 鈴木真ノ介, “大型平面振動板スピーカの振動姿態”, 電気学会研究発表会資料, ETT-11-61, (2012.3)

山田 靖幸

【研究論文】

Yasuyuki Yamada, Kensuke Nakajima, “Numerical research on RF induced zero-crossing steps of stacked Josephson junction in flux-flow state”, *Physica C* 471, 820-823, (2011.5)

【口頭発表】

- (1) 山田靖幸, 中島健介, “固有接合への高周波照射によるゼロクロスステップの数値解析(3)”, 第72 回応用物理学会学術講演会, 31p-ZS-10, (2011.8)
- (2) Yasuyuki Yamada, Kensuke Nakajima,

“Simulation of phase-locking motion of Josephson vortices in intrinsic Josephson junction stack”, 24th International Symposium on Superconductivity, VPP-22, (2011.10)

(3) 山田靖幸, 神藤和弥, 柴 智明, 根津恭吾, 中島健介, “固有接合スタックによる電磁波増幅の数値解析”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-GP5-10, (2011.3)

(4) 出口 裕, 森 夏樹, 山田靖幸, 渥美太郎, 石橋隆幸, “スピンコート法による Bi2212 系超伝導薄膜の作製とその揺らぎ伝導率特性 (第 2 報) - Aslamasov-Larkni, Maki-Thompson, Density of States 項による解析-”, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 17p-GP5-4, (2012.3)

小林 康浩

【研究論文】

田中孝国, 小林康浩, “画像解析手法を用いた活性汚泥濃度(MLSS)測定法の改良”, 工業用水, 606, 72-75, (2011.5)

【口頭発表】

田中孝国, 高屋朋彰, 川越大輔, 小林康浩, 出川強志, 糸井康彦, “分析化学実験の技術習得を目的とした教材作成の試み”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 35-36, (2011.8)

サム アン ラホック

【口頭発表】

(1) 赤井直紀, 篠原正俊, サム アン ラホック, 尾崎功一, “優先度つきマルチナビゲータによる自律移動ロボットの動作生成”, 第 12 回公益社団法人 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2011, (2011.12)

(2) 篠原正俊, 吉田大輔, 井上一道, サム アン ラホック, 片寄浩平, 島田 遼, 尾崎功一, “環境磁場とマップマッチングを用いたナビゲーション手法の開発”, 第 12 回公益社団法人 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2011, (2011.12)

小堀 康功

【口頭発表】

(1) 邢 林, 高 虹, 小堀康功, 岡本直久, 大島正樹, 若林和行, 岡田考志, 小野澤昌徳, 小林春夫, 高井伸和, 新津葵一, “新構成 AC-DC 変換回路の検討”, 電気学会電子回路研究会, ECT-11-58,

59-64, (2011.6)

(2) 高 虹, 美和俊介, 小堀康功, 邢 林, 小林春夫, 高井伸和, 新津葵一, 大森武志, 小田口貴宏, 中西 功, 根本謙治, 松田順一, “デルタシグマ変調を用いた DC-DC 変換器制御の検討”, 電気学会電子回路研究会, ECT-11-61, 71-76, (2011.7)

(3) Zachary Nosker, Yasunori Kobori, Haruo Kobayashi, Nobukazu Takai, Kiichi Niitsu, Takeshi Oomori, Takahiro Odaguchi, Isao Nakajima, Kenji Nemoto, Jun-ichi Matsuda, “A Small, Low Power Boost Regulator Optimized for Energy Harvesting Applications”, IEEE VLSI Conference, (2011.11)

(4) Yasunori Kobori, Lin King, Gao Hong, Takuji Shishime, Masaki Oshima, Haruo Kobayashi, Nobukazu Takai, Kiichi Niitsu, “Novel AC-DC Converter Design with PF Correction”, ICPEPE (International Conference of Power Electronics and Power Engineering), (2011.12)

(5) 高 虹, 邢 林, 小林春夫, 小堀康功, 美和俊介, 元澤篤史, 新津葵一, 高井伸和, 大森武志, 小田口貴宏, 中西功, 根本謙治, 松田順一, “連続時間フィードフォワード・シグマデルタ変調器による DC-DC 変換器の制御”, 電気学会電子回路研究会, ECT-11-06, (2012.1)

(6) 邢 林, 高 虹, 小堀康功, 岡本直久, 大島正樹, 若林和行, 岡田考志, 小野澤昌徳, 小林春夫, 高井伸和, 新津葵一, “部品点数を低減した直接 AC-DC 変換器”, 電気学会電子回路研究会, ECT-11-05, (2012.1)

(7) 小堀康功, 小野澤昌徳, 朱秋霖, 大森武志, 小田口貴宏, 中西 功, 根本謙治, 松田順一, 高井伸和, 新津葵一, 小林春夫, “単一インダクタ 2 出力 DC-DC コンバータにおける新制御方式”, 電気学会栃木・群馬支所合同研究発表会, ETT-11-09, 22-25, (2012.2)

(8) 高 虹, 邢 林, 小堀康功, 趙 峰, 小林春夫, 美和俊介, 元澤篤史, 新津葵一, 高井伸和, 大森武志, 小田口貴宏, 中西 功, 根本謙治, 松田順一, “デルタシグマ制御 DC-DC 変換器”, 電気学会栃木・群馬支所合同研究発表会, ETT-11-10, 26-32, (2012.2)

(9) 邢 林, 高 虹, 小堀康功, 村上和貴, 小野澤昌徳, 小林春夫, 高井伸和, 新津葵一, “直接 AC-DC 変換回路”, 電気学会栃木・群馬支所合同研究発表会, ETT-11-11, 33-37, (2012.2)

(10) 村上和貴, 小堀康功, 邢 林, 高 虹, 小野

澤昌徳, 小林春夫, 高井伸和, 新津葵一, “PFC回路とAC-DC変換器”, 電気学会栃木・群馬支所合同研究発表会, ETT-11-12, 38-41, (2012.2)

(11) 岩瀬浩之, 岡田孝志, 長島辰徳, 都木新太郎, 堺 昂浩, 小堀康功, 高井伸和, 小林春夫, 大森武志, 小田口貴宏, 中西 功, 根本謙治, 松田順一, “単一インダクタ正負2出力DC-DCコンバータにおける、消費電力の低減制御回路”, 電気学会栃木・群馬支所合同研究発表会, ETT-11-13, 42-45, (2012.2)

(12) Zachary NOSKER, 小堀康功, 小林春夫, 新津葵一, 高井伸和, 大森武志, 小田口貴宏, 中西 功, 根本謙治, 松田順一, “A High-Efficiency, Extended Load Range Boost Regulator Optimized for Energy Harvesting Applications”, 電気学会栃木・群馬支所合同研究発表会, ETT-11-84, 251-256, (2012.2)

(13) 小堀康功, 小野澤昌徳, 朱秋霖, 大森武志, 小田口貴宏, 中西功, 根本謙治, 松田順一, 高井伸和, 新津葵一, 小林春夫, “単一インダクタ2出力DC-DCコンバータにおける制御切替方式の一提案”, 電気学会電子回路研究会, ECT-12-026, (2012.3)

(14) Zachary NOSKER, 小堀康功, 小林春夫, 新津葵一, 高井伸和, 大森武志, 小田口貴宏, 中西 功, 根本謙治, 松田順一, “A Small, Low Power Boost Regulator Optimized for Energy Harvesting Applications”, 電気学会電子回路研究会, ECT-12-022, (2012.3)

(15) 岩瀬浩之, 岡田孝志, 長島辰徳, 都木新太郎, 堺 昂浩, 小堀康功, 高井伸和, 小林春夫, 大森武志, 小田口貴宏, 中西 功, 根本謙治, 松田順一, “SIDO DC-DC Converter の制御回路の低消費電力化の実現”, 電気学会電子回路研究会, ECT-12-037, (2012.3)

南斉 清巳

【口頭発表】

佐藤智一, 井手尾光臣, 南斉清巳, 久保和良, 朱勤, “小山高専教育用計算機システムの平成22年度更新について”, 高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集, 31, 209-212, (2011.8)

久保 和良

【口頭発表】

佐藤智一, 井手尾光臣, 南斉清巳, 久保和良, 朱勤, “小山高専教育用電子計算機システムの平成2

2年度更新について”, 高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集, 31, 209-212, (2011.8)

市村 智康

【口頭発表】

(1) 市村智康, 川田友哉, “ステアリング型2輪ロボットの曲面走行における運動学シミュレーション”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH2011), 1P1-I02(1-4), (2011.5)

(2) 久保田真仁, 土門立志, 前田義信, 飯島淳彦, 市村智康, 林 豊彦, “求心性刺激を含むCPGの電子回路モデル設計製作”, 電子情報通信学会, 回路とシステム研究会, CAS2011-53, 119-124, (2011.10)

平田 克己

【国際会議】

平田克己, 西野聰, 小林一光, 那須裕規, 豊川斎赫, “Development of an interdisciplinary educational curriculum by using the electric vehicle”, 2012 International Electric Vehicle Conference, IEEE (IEEE Xplore no.618315), 1-5, (2012.3)

【口頭発表】

(1) 田中孝国, 平田克己, “後援会に実施した小山高専の出前実験に関するアンケート調査”, 日本高専学会第17回年会講演会講演論文集, 103-104, (2011.8)

(2) 神山祐輔, 平田克己, “屋内向け可視光通信のためのLED高速駆動回路の開発”, 第54回自動制御連合講演会 (CD-ROM), No.2B305, (2011.11)

(3) 岸川 彬, 平田克己, “サーモグラフィを用いた地中埋没物の位置と上部形状の推定”, 第54回自動制御連合講演会 (CD-ROM), No.2H101, (2011.11)

大島 心平

【著書】

Shinpei Oshima, Koji Wada, Ryuji Murata, Yukihiro Shimakata, “A method for improving out-of-band characteristics of a wideband bandpass filter in an LTCC substrate”, Ultra Wideband Communications: Novel Trends-System, Architecture and Implementation, Chapter 12, 233-246, (2011.7)

【研究論文】

(1) Shinpei Oshima, Koji Wada, Ryuji Murata, Yukihiro Shimakata, “A study on a multilayer diplexer using LTCC technology for ultra-wideband wireless

modules”, IEICE Electronics Express, 8(11), 848-853, (2011.6)

(2) 勝本達也, 大島心平, 村田龍司, 海老原均, 和田光司, “SAW フィルタと低温同時焼成セラミック基板で構成した広帯域フィルタを用いたダイプレクサ”, エレクトロニクス実装学会誌, 14(6), 492-500, (2011.9)

【口頭発表】

(1) 勝本達也, 大島心平, 村田龍司, 海老原均, 和田光司, “平衡型 SAW フィルタと LTCC 基板で構成した平衡型広帯域フィルタを用いたダイプレクサ”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, C-2-48, (2011.9)

(2) 勝本達也, 大島心平, 村田龍司, 海老原均, 川内 治, 和田光司, “平衡型 SAW フィルタと LTCC 基板で構成した平衡型広帯域フィルタを用いたダイプレクサに関する検討”, 電子情報通信学会研究技術報告, 111(250), 57-62, (2011.10)

(3) 岩本健太郎, 笹浪雄作, 宮田尚起, 大島心平, 村田龍司, 海老原均, 和田光司, “LTCC 基板で構成した CRLH 伝送線路共振器を用いた有極型 BPF に関する一検討”, 電子情報通信学会研究技術報告, 111(250), 63-68, (2011.10)

(4) 大島心平, 和田光司, 村田龍司, 海老原均, “部品内蔵型 LTCC 基板を用いた無線モジュール用フィルタとその応用技術 - 広帯域化・マルチバンド化に対応したフィルタ技術と今後の展望 -”, MWE2011, Microwave workshop digest, WS12-04, (2011.12)

飯島 洋祐

【研究論文】

Kota Watanabe, Yosuke Iijima, Kenji Kawano, Hajime Igarashi, “Voxel Based Finite Element Method Using Homogenization”, Magnetics, IEEE Trans. Magn, 48(2), 543-546, (2012.2)

【国際会議】

(1) Takahiro Sato, Kota Watanabe, Hajime Igarashi, Yosuke Iijima, Kenji Kawano, “Three Dimensional Optimization Using the Voxel Based Finite Element Method with Homogenization”, ISEM 2011 15th International Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics, PS2.29, (2011.9)

(2) Yasuhisa Ito, Hajime Igarashi, Kota Watanabe, Yosuke Iijima, Kenji Kawano, “Non-conforming Finite Element Method with Tetrahedral Elements”, ISEM

2011 15th International Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics, PS2.32, (2011.9)

糸井康彦

【口頭発表】

Yasuhiko Itoi, Seisho Take, “Correspondence Between Electrochemical Fluctuations And Phenomenon for Localized Corrosion of Chromatized Zinc Electrode”, 18th International Corrosion Congress, (2011.11)

亀山 雅之

【口頭発表】

(1) 古河 瞬, 近藤 圭, 伊藤志成, 川津壮甫, 亀山雅之, 岩佐精二, “パラジウム触媒を用いるアリル型スズ反応剤と meso-3.5-ジメチルグルタル酸無水物の立体選択的非対称化”, 第 17 回高専シンポジウム講演要旨集, 227, (2012.1)

(2) 福地有吾, 大内貴志, 小倉寛敬, 大浦有紗, 亀山雅之, “ホウ素エノラートをを用いる meso-2.4-ジメチルグルタルアルデヒドの anti-選択的不斉アルドール反応”, 第 17 回高専シンポジウム講演要旨集, 228, (2012.1)

武 成祥

【研究論文】

(1) 田中孝国, 池田篤史, 川越大輔, 武 成祥, “水熱処理を行ったプラズマ溶射ハイドロキシアパタイトフィルターの評価”, 電気化学会 技術・教育研究論文誌, 19(1), 1-6, (2012.1)

(2) 渥美太郎, 武 成祥, 松沼宏佳, 熊倉俊寿, “鋳物廃砂再生工程で発生した微細砂を原料として用いたムライトの合成”, 粉体粉末冶金協会 粉体および粉末冶金, 59(1), 3-7, (2012.3)

【口頭発表】

(1) 田中孝国, 池田篤史, 川田裕子, 川越大輔, 武成祥, “種々の試薬を用いて水熱処理を行ったプラズマ溶射アパタイトフィルターの評価”, 分離技術会年会 2011 技術・研究発表会講演要旨集, 115, (2011.6)

(2) 田中孝国, 川田裕子, 小館政人, 川越大輔, 渥美太郎, 武 成祥, “複数の試薬を用いて水熱処理を施したアパタイト溶射フィルターの評価”, 日本高専学会第 17 回年會講演會講演論文集, 255-256, (2011.8)

(3) 田中孝国, 川田裕子, 川越大輔, 武 成祥, “水熱反応法によるプラズマ溶射アパタイトフィルタ

一の開発と評価”, 化学工学会東海支部 第 43 回秋季大会 研究発表講演要旨集 CD-ROM, H125, (2011.9)

(4) Seisho Take, Masaya Kawaguchi, Mikihiro Ohshima, Yasuhiko Itoi, “The Preparation of Plasma Spray Zn doped Hydroxyapatite Biocompatible Coatings on Titanium”, Proc. Of 18th ICC, 260(CD-ROM), (2011.11)

(5) 武 成祥, 石原直樹, 伊澤 悟, 糸井康彦, “亜鉛含有ステンレス基ハイドロキシアパタイト被覆材の作製とその評価”, 電気化学会第 79 回大会講演要旨集, 311, (2012.3)

笹沼いづみ

【口頭発表】

Tsutomu Otsuka, Ryouhei Kikuchi, Miwano Yosizawa, Izumi Sasaki, “A protein of Satsuma mandarin stimulates mammalian cells proliferation”, PLANT BIOLOGY 2011, (2011.8)

渥美 太郎

【研究論文】

渥美太郎, 武成祥, 松沼宏佳, 熊倉俊寿, “鋳物廃砂再生工程で発生した微細砂を原料として用いたムライトの合成”, 粉体および粉末冶金, 59(1), 3-7, (2012.1)

【口頭発表】

(1) 田中孝国, 川田裕子, 小館政人, 川越大輔, 渥美太郎, 武成祥, “複数の試薬を用いて水熱処理を施したアパタイト溶射フィルターの評価”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 255-256, (2011.8)

(2) 飯島道弘, 田中孝国, 川越大輔, 西井圭, 高屋朋彰, 大岡久子, 酒井洋, 笹沼いづみ, 渥美太郎, 出川強志, 武成祥, 亀山雅之, 胸組虎胤, 糸井康彦, 吉田裕志, “小山高専・物質工学科による小学校理科教育支援プロジェクトー理科離れ抑制と入学者確保, 地域連携を目指した小山高専・物質工学科の試みー”, 第 17 回高専シンポジウム, (2012.1)

(3) 飯島道弘, 田中孝国, 川越大輔, 西井圭, 高屋朋彰, 大岡久子, 酒井洋, 笹沼いづみ, 渥美太郎, 出川強志, 武成祥, 亀山雅之, 胸組虎胤, 糸井康彦, 吉田裕志, “4 年間にわたる小学校理科教育支援プロジェクトの効果”, 第 17 回高専シンポジウム, (2012.1)

(4) 出川強志, 渥美太郎, 田中孝国, “分析化学実験と情報処理実習の相互協力によるデータ処理能力向上の試み”, 実験・実習技術研究会, (2012.3)

(5) 出口 裕, 森夏樹, 山田靖幸, 渥美太郎, 石橋隆幸, “スピニコート法による Bi2212 系超電導薄膜の作製とその揺らぎ伝導率特性(第 2 報)”, 第 59 回応用物理学関係連合後援会, (2012.3)

酒井 洋

【口頭発表】

(1) 酒井洋, 釘宮郁, 松坂嘉明, 河合武司, “ドデシルトリメチルアンモニウムブロミドおよびドデシル硫酸ナトリウム Gibbs 膜の赤外外部反射法による構造評価”, 第 63 回コロイドおよび界面化学討論会, 329, (2011.9)

(2) 飯島道弘, 田中孝国, 川越大輔, 西井圭, 高屋朋彰, 大岡久子, 酒井洋, 笹沼いづみ, 渥美太郎, 出川強志, 武成祥, 亀山雅之, 胸組虎胤, 糸井康彦, 吉田裕志, “小山高専・物質工学科による小学校理科教育支援プロジェクトー理科離れ抑制と入学者確保, 地域連携を目指した小山高専・物質工学科の試みー”, 第 17 回高専シンポジウム, 175, (2012.1)

(3) 飯島道弘, 田中孝国, 川越大輔, 西井圭, 高屋朋彰, 大岡久子, 酒井洋, 笹沼いづみ, 渥美太郎, 出川強志, 武成祥, 亀山雅之, 胸組虎胤, 糸井康彦, 吉田裕志, “4 年間にわたる小学校理科教育支援プロジェクトの効果”, 第 17 回高専シンポジウム, 451, (2012.1)

飯島 道弘

【研究論文】

(1) 飯島道弘, 中嶋雪花, “PEG 鎖を有する温度応答性ブロックポリマーによるナノカプセルの調製”, 高分子論文集 (特集号: バイオメディカルポリマー I I), 69(3), 102-112, (2012.3)

(2) 飯島道弘, 中嶋雪花, “魚類由来コラーゲン関連物質による機能性材料の創製”, ニュー・フード・インダストリー(New Food Industry), 54(3), 18-26, (2012.3)

【口頭発表】

(1) 川田裕子, 大橋浩平, 楠麻衣子, 篠原葵希子, 黒須友紀, 大岡久子, 高屋朋彰, 川越大輔, 飯島道弘, 田中孝国, “博物館で実施した物質工学科による出前実験の紹介”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 115-116, (2011.8)

(2) 田中孝国, 飯島道弘, 川越大輔, 高屋朋彰, 大岡久子, “出前実験に参加した学生達の意識調査”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 105-106, (2011.8)

(3) 河田麻衣子, プア ミンリー, 佐藤里希, 田中直美, 飯島道弘, “高機能化バイオマテリアル創製のための様々なヘテロテレケリックポリエチレングリコールの合成”, 第 60 回高分子学会討論会, (2011.9)

(4) Miki Ikeda, Michihiro Iijima, Keitaro Yoshimoto, Norio Tanaka, Hiroyoshi Fukuro Hitoshi Furusho, “Surface Mapping of Lung Cancer Cell by Orderly Coupled Gold Nanoparticles Having an Aptamer Based on Surface Enhanced Raman Scattering (SERS)”, 21st Academic Symposium of MRS-Japan, (2011.12)

(5) 飯島道弘, 田中孝国, 川越大輔, 西井 圭, 高屋朋彰, 大岡久子, 酒井 洋, 笹沼いづみ, 渥美太郎, 出川強志, 武 成祥, 亀山雅之, 胸組虎胤, 糸井康彦, 吉田裕志, “4 年間にわたる小学校理科教育支援プロジェクトの効果”, 第 17 回高専シンポジウム講演要旨集, 451, (2012.1)

(6) 飯島道弘, 田中孝国, 川越大輔, 西井 圭, 高屋朋彰, 大岡久子, 酒井 洋, 笹沼いづみ, 渥美太郎, 出川強志, 武 成祥, 亀山雅之, 胸組虎胤, 糸井康彦, 吉田裕志, “小山高専・物質工学科による小学校理科教育支援プロジェクト-理科離れ抑制と入学者確保、地域連携を目指した小山高専・物質工学科の試み-”, 第 17 回高専シンポジウム講演要旨集, 175, (2012.1)

(7) 武笠巨堯, 上原研人, 保科達也, 飯島道弘, 川越大輔, 高屋朋彰, 田中孝国, “学生主体の公開実験における教育的評価”, 第 14 回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 9, (2012.3)

田中 孝国

【研究論文】

(1) 田中孝国, 小林康浩, “画像解析手法を用いた活性汚泥濃度(MLSS)測定法の改良”, 工業用水, 606, 72-75, (2011.5)

(2) 田中孝国, 池田篤史, 川越大輔, 武 成祥, “水熱処理を行ったプラズマ溶射ハイドロキシアパタイトフィルターの評価”, 電気化学会 技術・教育研究論文誌, 19(1), 1-6, (2012.1)

【口頭発表】

(1) 田中孝国, 池田篤史, 川田裕子, 川越大輔, 武成祥, “種々の試薬を用いて水熱処理を行ったプラズマ溶射アパタイトフィルターの評価”, 分離技術会年会 2011 技術・研究発表会講演要旨集, 115, (2011.6)

(2) 田中孝国, 吉川成美, 齋藤央樹, “周波数を変えて超音波処理を行った活性汚泥の示す廃水処理能の評価”, 環境バイオテクノロジー2011 年度大会/第 44 回シンポジウム講演要旨集, 35, (2011.6)

(3) 田中孝国, “生物化学工学を主とした高専における研究活動および地域企業との関わり(招待講演)”, 化学工学会札幌大会 2011 The Researcher 招待講演, E114, (2011.8)

(4) 川田裕子, 大橋浩平, 楠麻衣子, 篠原葵希子, 黒須友紀, 大岡久子, 高屋朋彰, 川越大輔, 飯島道弘, 田中孝国, “博物館で実施した物質工学科による出前実験の紹介”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 115-116, (2011.8)

(5) 田中孝国, 平田克己, “後援会に実施した小山高専の出前実験に関するアンケート調査”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 103-104, (2011.8)

(6) 田中孝国, 飯島道弘, 川越大輔, 高屋朋彰, 大岡久子, “出前実験に参加した学生達の意識調査”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 105-106, (2011.8)

(7) 田中孝国, 高屋朋彰, 川越大輔, 小林康浩, 出川強志, 糸井康彦, “分析化学実験の技術習得を目的とした教材作成の試み”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 35-36, (2011.8)

(8) 齋藤央樹, 吉川成美, 田中孝国, “周波数の異なる超音波を照射した活性汚泥による難分解性物質分解能の評価”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 295-296, (2011.8)

(9) 吉川成美, 齋藤央樹, 田中孝国, “超音波照射を複数回施した活性汚泥の示す廃水処理能の評価”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 293-294, (2011.8)

(10) 田中孝国, 齋藤央樹, 吉川成美, 川田裕子, 篠原葵希子, 及川将太, 出川強志, 高屋朋彰, 川越大輔, “かんぴょうを用いた安全な乾燥剤の開発”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 263-264, (2011.8)

(11) 田中孝国, 川田裕子, 小舘政人, 川越大輔, 渥美太郎, 武 成祥, “複数の試薬を用いて水熱処理を施したアパタイト溶射フィルターの評価”, 日

本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集,
255-256, (2011.8)

(12) 田中孝国, 川田裕子, 川越大輔, 武 成祥, “水熱反応法によるプラズマ溶射アパタイトフィルターの開発と評価”, 化学工学会東海支部 第 43 回秋季大会研究発表講演要旨集 CD-ROM, H125, (2011.9)

(13) 田中孝国, 吉川成美, 齋藤央樹, “複数回の超音波照射を行った活性汚泥の示す廃水処理能の評価”, 化学工学会東海支部 第 43 回秋季大会研究発表講演要旨集 CD-ROM, Z218, (2011.9)

(14) Takakuni Tanaka, Narumi Yoshikawa Hiroki Saito, “Estimation of xenobiotic compound degradability by activated sludge with cavitation”, Proceedings of the 20th Annual Meeting of the Japan Society of Sonochemistry, 138-141, (2011.11)

(15) 田中孝国, “再利用可能なエンドトキシン除去フィルターの開発(招待講演)”, 健康・福祉産業界に参入のチャンス! 「新技術説明会 in 宇都宮」, (2011.12)

(16) 飯島道弘, 田中孝国, 川越大輔, 西井 圭, 高屋朋彰, 大岡久子, 酒井 洋, 笹沼いづみ, 渥美太郎, 出川強志, 武 成祥, 亀山雅之, 胸組虎胤, 糸井康彦, 吉田裕志, “4 年間にわたる小学校理科教育支援プロジェクトの効果”, 第 17 回高専シンポジウム講演要旨集, 451, (2012.1)

(17) 飯島道弘, 田中孝国, 川越大輔, 西井 圭, 高屋朋彰, 大岡久子, 酒井 洋, 笹沼いづみ, 渥美太郎, 出川強志, 武 成祥, 亀山雅之, 胸組虎胤, 糸井康彦, 吉田裕志, “小山高専・物質工学科による小学校理科教育支援プロジェクトー理科離れ抑制と入学者確保、地域連携”, 第 17 回高専シンポジウム講演要旨集, 175, (2012.1)

(18) 田中孝国, 吉川成美, 齋藤央樹, “活性汚泥の排水処理能に与える超音波照射の影響について”, 日本工業用水協会 第 47 回研究発表会講演要旨集, 60-63, (2012.3)

(19) 川田裕子, 田中孝国, “気泡塔型曝気槽における排水処理特性の評価”, 第 14 回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 52, (2012.3)

(20) 吉川成美, 齋藤央樹, 田中孝国, “超音波照射を間欠的に追加した活性汚泥の示す廃水処理能の評価”, 第 14 回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 51, (2012.3)

(21) 廣瀬優作, 檜佐武, 田中孝国, 高屋朋彰, “こ

んにやく飛粉中に含まれるデンプン系バイオマスの有効利用法の検討”, 第 14 回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 87, (2012.3)

(22) 武笠巨堯, 上原研人, 保科達也, 飯島道弘, 川越大輔, 高屋朋彰, 田中孝国, “学生主体の公開実験における教育的評価”, 第 14 回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 9, (2012.3)

(23) 江口智之, 出川強志, 川越大輔, 高屋朋彰, 田中孝国, “かんぴょうを原料とした新規乾燥材の作製”, 第 14 回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 86, (2012.3)

(24) 出川強志, 渥美太郎, 田中孝国, “分析化学実験と情報処理実習の相互協力によるデータ処理能力向上の試み”, 実験・実習技術研究会, D-005, (2012.3)

(25) 田中孝国, 吉川成美, 齋藤央樹, “活性汚泥の排水処理能に与える超音波周波数の影響”, 化学工学会 第 77 年会要旨集 CD-ROM, Q107, (2012.3)

川越 大輔

【研究論文】

田中孝国, 池田篤史, 川越大輔, 武 成祥, “水熱処理を行ったプラズマ溶射ハイドロキシアパタイトフィルターの評価”, 電気化学会 技術・教育研究論文誌, 19(1), 1-6, (2012.1)

【口頭発表】

(1) 田中孝国, 池田篤史, 川田裕子, 川越大輔, 武成祥, “種々の試薬を用いて水熱処理を行ったプラズマ溶射アパタイトフィルターの評価”, 分離技術会年会 2011 技術・研究発表会講演要旨集, 115, (2011.6)

(2) 田中孝国, 川田裕子, 小舘政人, 川越大輔, 渥美太郎, 武 成祥, “複数の試薬を用いて水熱処理を施したアパタイト溶射フィルターの評価”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 255-256, (2011.8)

(3) 川田裕子, 大橋浩平, 楠麻衣子, 篠原葵希子, 黒須友紀, 大岡久子, 高屋朋彰, 川越大輔, 飯島道弘, 田中孝国, “博物館で実施した物質工学科による出前実験の紹介”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 115-116, (2011.8)

(4) 田中孝国, 飯島道弘, 川越大輔, 高屋朋彰, 大岡久子, “出前実験に参加した学生達の意識調査”, 日本高専学会第 17 回年会講演会講演論文集, 105-106, (2011.8)

- (5) 田中孝国, 高屋朋彰, 川越大輔, 小林康浩, 出川強志, 糸井康彦, “分析化学実験の技術習得を目的とした教材作成の試み”, 日本高専学会第17回年会講演会講演論文集, 35-36, (2011.8)
- (6) 田中孝国, 齋藤央樹, 吉川成美, 川田裕子, 篠原葵希子, 及川将太, 出川強志, 高屋朋彰, 川越大輔, “かんぴょうを用いた安全な乾燥剤の開発”, 日本高専学会第17回年会講演会講演論文集, 263-264, (2011.8)
- (7) 田中孝国, 川田裕子, 川越大輔, 武成祥, “水熱反応法によるプラズマ溶射アパタイトフィルターの開発と評価”, 化学工学会東海支部 第43回秋季大会 研究発表講演要旨集 CD-ROM, H125, (2011.9)
- (8) 飯島道弘, 田中孝国, 川越大輔, 西井圭, 高屋朋彰, 大岡久子, 酒井洋, 笹沼いづみ, 渥美太郎, 出川強志, 武成祥, 亀山雅之, 胸組虎胤, 糸井康彦, 吉田裕志, “小山高専・物質工学科による小学校理科教育支援プロジェクトー理科離れ抑制と入学者確保, 地域連携を目指した小山高専・物質工学科の試みー”, 第17回高専シンポジウム講演要旨集, 175, (2012.1)
- (9) 飯島道弘, 田中孝国, 川越大輔, 西井圭, 高屋朋彰, 大岡久子, 酒井洋, 笹沼いづみ, 渥美太郎, 出川強志, 武成祥, 亀山雅之, 胸組虎胤, 糸井康彦, 吉田裕志, “4年間にわたる小学校理科教育支援プロジェクトの効果”, 第17回高専シンポジウム講演要旨集, 451, (2012.1)
- (10) 武笠巨堯, 上原研人, 保科達也, 飯島道弘, 川越大輔, 高屋朋彰, 田中孝国, “学生主体の公開実験における教育的評価”, 第14回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 9, (2012.3)
- (11) 江口智之, 出川強志, 川越大輔, 高屋朋彰, 田中孝国, “かんぴょうを原料とした新規乾燥材の作製”, 第14回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 86, (2012.3)
- (12) Daisuke. Kawagoe, Hokuto Eda, Akiko Shinohara, Satoshi Nakata, “Composite of Hydroxyapatite and Ytria Partially Stabilized Zirconia Prepared by Spark Plasma Sintering”, ISPlasma2012, P2052C, (2012.3)

高屋 朋彰

【研究論文】

Takaaki Tanaka, Masatou Ueno, Youhei Watanabe,

Tomoaki Kouya, Masayuki Taniguchi, Douglas R. Lloyd, “Poly (L-lactic acid) microfiltration membrane formation via thermally induced phase separation with drying”, Journal of Chemical Engineering of Japan, 44(7), 467-475, (2011.7)

【口頭発表】

- (1) 川田裕子, 大橋浩平, 楠麻衣子, 篠原葵希子, 黒須友紀, 大岡久子, 高屋朋彰, 川越大輔, 飯島道弘, 田中孝国, “博物館で実施した物質工学科による出前実験の紹介”, 日本高専学会第17回年会講演会講演論文集, 115-116, (2011.8)
- (2) 田中孝国, 飯島道弘, 川越大輔, 高屋朋彰, 大岡久子, “出前実験に参加した学生達の意識調査”, 日本高専学会第17回年会講演会講演論文集, 105-106, (2011.8)
- (3) 田中孝国, 高屋朋彰, 川越大輔, 小林康浩, 出川強志, 糸井康彦, “分析化学実験の技術習得を目的とした教材作成の試み”, 日本高専学会第17回年会講演会講演論文集, 35-36, (2011.8)
- (4) 猿山翔平, 佐藤篤史, 関口晋, 諸岡信久, 高屋朋彰, “学校図書館における屋内微生物調査”, 室内環境学会学術大会 要旨集, 110-111, (2011.12)
- (5) 武笠巨堯, 上原研人, 保科達也, 飯島道弘, 川越大輔, 高屋朋彰, 田中孝国, “学生主体の公開実験における教育的評価”, 第14回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 9, (2012.3)
- (6) 檜佐 武, 廣瀬優作, 高屋朋彰, “抗菌物質を生産する乳製品由来プロピオン酸菌のスクリーニング”, 第14回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 84, (2012.3)
- (7) 江口智之, 出川強志, 川越大輔, 高屋朋彰, 田中孝国, “かんぴょうを原料とした新規乾燥材の作製”, 第14回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 86, (2012.3)
- (8) 廣瀬優作, 檜佐 武, 田中孝国, 高屋朋彰, “こんにゃく飛粉中に含まれるデンプン系バイオマスの有効利用法の検討”, 第14回化学工学会学生発表会(東京大会)研究発表講演要旨集, 87, (2012.3)

中山 昌尚

【口頭発表】

- (1) 小沢拓典, 田淵浩司, 熊谷智彦, 小河利行, 中山昌尚, 増田圭司, “屋根面に作用する空気のもーダル付加質量 その1 真空槽を用いた空気の

付加質量算定実験”,日本建築学会大会学術講演梗概集, 20398, (2011.11)

(2) 綿貫雄太, 田淵浩司, 熊谷智彦, 小河利行, 中山昌尚, 増田圭司, “屋根面に作用する空気のモーダル付加質量 その2 点音源を用いた解法とFEMポテンシャル解析による付加質量算定”, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 20399, (2011.11)

堀 昭夫

【研究論文】

長谷川隆, 堀 昭夫, “STKR柱を有する既存不適格鋼構造骨組の45度方向地震入力による立体地震応答解析”, 日本建築学会 構造工学論文集, (58B), 413-421, (2012.3)

【口頭発表】

堀 昭夫, 長谷川隆, “柱梁接合部のための変換マトリクス”, 日本建築学会, C-1, 1107-1108, (2011.9)

橋本彼路子

【著書】

結城康博, 黒岩亮子, 橋本彼路子 等, “介護・福祉の仕事がわかる本”, 日本実業出版社「第8章 住宅改修の仕事」, 168-178, (2012.1)

【口頭発表】

(1) 橋本彼路子, 定行まり子, 牛木綾子, “重度心身障害児(者)が地域生活を継続するために、自発的に活動した保護者と地域住民のサポートについて—千葉市の事例における地域の関わりと活動の経緯—”, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2分冊, 371-372, (2011.8)

(2) 牛木綾子, 橋本彼路子, 定行まり子, “重症心身障害児(者)の地域生活継続に向けた保護者の活動と地域住民のサポートについて”, 日本福祉のまちづくり学会梗概, (2011.8)

(3) 蓑輪裕子, 竹島正, 橋本彼路子, “心の病の人の居住支援のための啓発活動に関する考察—千葉県松戸市における研修会の開催とその効果—”, 日本福祉のまちづくり学会梗概, (2011.8)

川上 勝弥

【著書】

川上勝弥 他, “2011年東北地方太平洋沖地震災害調査速報”, 日本建築学会, (2011.8)

【研究論文】

(1) 川上勝弥, 横室 隆, 宮澤祐介, “コンクリート用溶融スラグ骨材を用いたコンクリートの材齢

10年における性状”, 日本コンクリート工学会 コンクリート工学年次論文集, 33(1), 137-140, (2011.7)

(2) 小森谷誠, 三田紀行, 川上勝弥, “補強コンクリートブロック造の実態に関する考察”, 日本建築学会 大会学術講演梗概集, A-1 (材料施工), 1103-1104, (2011.8)

(3) 三田紀行, 山崎尚志行, 川上勝弥, “平成23年東北地方太平洋沖地震におけるブロック塀の被害調査”, 日本建築学会 大会学術講演梗概集, A-1 (材料施工), 1105-1106, (2011.8)

【口頭発表】

上野翔平, 川上勝弥, “補強コンクリートブロック造の目地モルタルの調合および強度に関する実験的研究”, 日本コンクリート工学会関東支部栃木地区研究発表会 講演梗概集, 35-38, (2012.3)

佐藤 篤史

【口頭発表】

猿山翔平, 佐藤篤史, 関口 晋, 諸岡信久, 高野朋彰, “学校図書館における屋内微生物調査”, 室内環境学会学術大会講演要旨集, 110-111, (2011.12)

柴田 晃宏

【国際会議】

(1) Akihiro Shibata, Naomi Ando, Nobuhiro Yamahata, “Study about the expression of void space composed by sequence of planes cut out concave shape”, Proceedings of the 4th International Conference on Engineering Graphics and Design, 8 pages (CD-ROM), (2011.6)

(2) Naomi Ando, Akihiro Shibata, Nobuhiro Yamahata, “Study on an educational method for digital design studio”, Proceedings of the 4th International Conference on Engineering Graphics and Design, 8 pages (CD-ROM), (2011.6)

【口頭発表】

大石涼介, 安藤直見, 柴田晃宏, 種田元晴, “集合住宅の平面形式/住宅平面構成に関する研究”, 日本図学会学術講演論文集, 131-136, (2011.5)

大島 隆一

【口頭発表】

(1) 荻谷勇雅, 大島隆一, “小山高専の新しい情報発信戦略-サテライト・キャンパスの設置・運営を中心として-”, 日本高専学会誌「高等専門学校の

教育と研究」, 16(2), 15-20, (2011.4)

(2) 大島隆一, 荻谷勇雅, “小山高専サテライト・キャンパスの設置・運営による教育研究と地域貢献等の促進”, 全国高専フォーラム・教育研究活動発表概要集, 463-464, (2011.8)

(3) 大島隆一, “小山高専サテライト・キャンパスにおける事業展開について”, 第9回全国高専テクノフォーラム, 63, (2011.8)

豊川 斎赫

【研究論文】

(1) 豊川斎赫, “寒冷地居住研究と南極昭和基地 浅田孝のカプセル原論, 『メタボリズムと未来都市』新建築社, 235-241, (2011.9)

(2) 豊川斎赫, “丹下健三とペリアン 日本に於ける芸術の定着とデモニーシユな統合”, 『ペリアンと日本』鹿島出版界, 246-250, 273-275, (2011.9)

【国際会議】

Katsumi Hirata, Satoshi Nishino, Kazumitsu Kobayashi, Yuki Nasu, Saikaku Toyokawa, “Development of an Interdisciplinary Educational Curriculum by Using the Electric Vehicle”, 2012 IEEE International electric vehicle conference, (2012.3)

【口頭発表】

寺井 豊, 松島史郎, 前稔文, 豊川斎赫, 竹中 司, “これからの建築教育・環境についての研究 豊橋技術科学大学における遠隔教育・高専連携境域を通して”, 第34回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集 日本建築学会情報システム技術委員会, 295-298, (2011.12)

横内 基

【口頭発表】

(1) 宇賀神直, 横内 基, “柱脚免震構造建物の構造特性に関する研究”, 日本建築学会関東支部 関東支部審査付き研究報告集, 6, 17-20, (2011.8)

(2) 野村圭亮, 横内 基, “最低壁量を持つ木造住宅の耐震性能評価に関する研究”, 日本建築学会関東支部/関東支部審査付き研究報告集, 6, 49-52, (2011.8)

(3) 横内 基, “体験・体感型構造力学教材の開発研究”, 日本建築学会大会学術講演梗概集/教育, 621-622, (2011.8)

(4) 宇賀神直, 横内 基, “柱脚免震を採用した中高層RC造建物の構造特性に関する研究”, 日本建築学会大会学術講演梗概集/構造IV, 685-686,

(2011.8)

(5) 野村佳亮, 委文佑輝, 横内 基, “最低壁量を持つ木造住宅の耐震性能評価に関する研究(その1 研究目的および解析諸元)”, 日本建築学会大会学術講演梗概集/構造III, 145-146, (2011.8)

(6) 委文佑輝, 野村佳亮, 横内 基, “最低壁量を持つ木造住宅の耐震性能評価に関する研究(その2 倒壊安全指標(解析結果)の検証)”, 日本建築学会大会学術講演梗概集/構造III, 147-148, (2011.8)

